

戏剧舞台灯光设计



LIGHT FANTASTIC The Art and Design of Stage Lighting

[德] 马克斯·凯勒 著



上海人民美術出版社

物理学家和生理学家将光现象定义为一段电磁波通过人眼使人产生光亮的感觉。光通过各种不同的刺激物刺激我们的感官，它改变了混沌的世界，也使世界有了色彩和层次。

舞台艺术反映的是生活，所以舞台上的光有时也要反映黑暗。这个由导演和舞台设计师共同设计的空间最先是灯光设计师以一种非常基础的方式——用光在舞台上创造一个现实世界——创造出来的。因此光的艺术是一个不断重复创造的过程。

迷人的舞台灯光——本书所探讨的主题，是我工作的内在源泉，如果没有它，我也就无法创造光的世界。

——马克斯·凯勒

ISBN 978-7-5322-6008-9



9 787532 260089 >

定价：168.00元

LIGHT FANTASTIC
The Art and Design of Stage Lighting

戏剧舞台灯光设计

[德] 马克斯·凯勒 著

上海人民美術出版社



图书在版编目(CIP)数据

戏剧舞台灯光设计 / (德) 凯勒 (Keller, M.) 著;
孔庆尧, 忻雁译. — 上海: 上海人民美术出版社,
2009. 4

ISBN 978-7-5322-6008-9

I. 戏. . . II. ①凯. . . ②孔. . . ③忻. . .
III. 戏剧-舞台灯光-照明设计-教材 IV. J814.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第184445号

原版书名: Light Fantastic, The Art and Design of Stage Lighting
原作者名: Max Keller

Author: Max Keller

Title: Light Fantastic, The Art and Design of Stage Lighting

© Prestel Verlag, München • Berlin • London • New York, 2006

© for the works illustrated by the artists, their heirs or assigns, with the
exception of: Giorgio de Chirico, Wasily Kandinsky and Henri Michaux,
by VG Bild-Kunst, Bonn 2006

Chinese language edition arranged through HERCULES Business &
Culture GmbH, Germany.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form,
by Photostat, microfilm, xerography, or any other means, or incorporated
into any information retrieval system, electronic or mechanical, without the
written permission of the copyright owner.

本书的简体中文版经Prestel Verlag出版公司授权, 由上海人民美术出版
社独家出版。版权所有, 侵权必究。

合同登记号: 图字: 09-2007-592



本书由马克斯·凯勒教授、ETC与ARRI赞助出版

The translation of this work has been funded by Prof. Max Keller, ETC and ARRI

戏剧舞台灯光设计

著 者: [德] 马克斯·凯勒

顾问: 柳得安

译 者: 孔庆尧 忻 雁

审 译: 柳得安

责任编辑: 邵 旻

技术编辑: 陆尧春

出版发行: 上海人民美术出版社

(上海长乐路672弄33号)

网 址: www.shrmins.com

印 刷: 上海文艺大印刷有限公司

开 本: 639×965 1/8 30印张

版 次: 2009年4月第1版

印 次: 2009年4月第1次

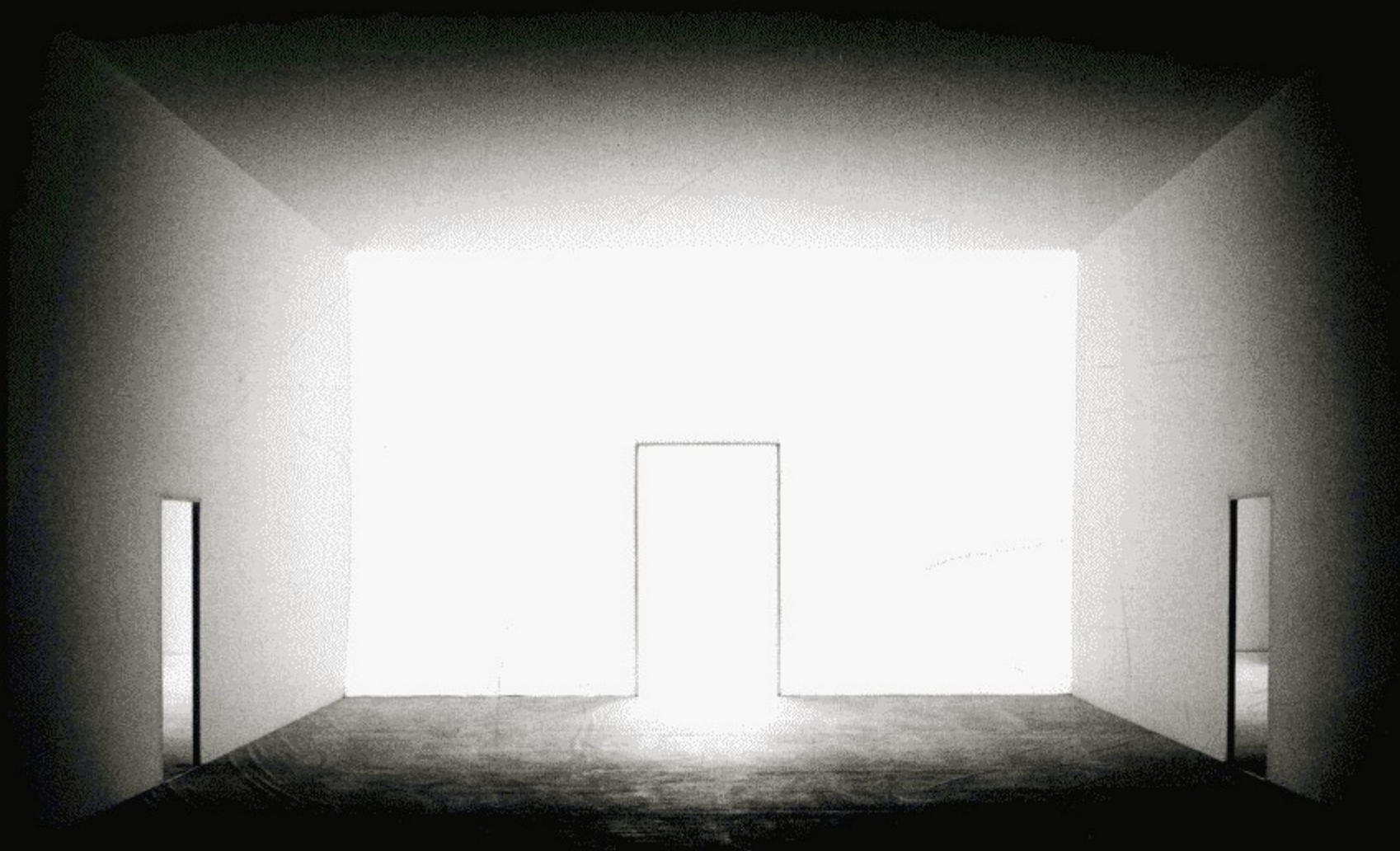
印 数: 0001-3000

书 号: ISBN 978-7-5322-6008-9

定 价: 168.00元



威廉·莎士比亚，《奥赛罗》
导演：卢克·普塞福（Luc Perceval）
舞台设计师：卡特林·布莱克（Katrin Brack）
慕尼黑室内剧院，2003年



— 中文版序 7

柳得安

— 前言：创意灯光 9

戴尔特·多恩

— 舞台灯光概述 11

— 舞台灯光的历史 15

— 光和色彩 25

视觉 25

光 25

光谱 25

色彩 26

基色 26

混合色 26

原色指数 27

区别特征 27

色彩感觉 27

色温 27

CIE系统 28

显色指数、标准光类型 29

显色 29

光色 29

色彩混合 32

— 光和色的应用 35

色彩理论 35

色彩效果 38

对比色概念 38

彩色阴影 38

空间和色彩透视 39

色彩特性 40

油画中的光 41

色彩印象派 52

提灯夜行…… 58

赫伯特·卡普尔穆勒

— 光学 67

反射——球面反射镜 67

非球面、对称反射镜 68

不对称槽式反射镜 68

反射器材料 68

透镜 69

光束聚散度 69

光学成像 70

透镜成像 70

— 光源与灯具 75

照明技术的基本物理量 75

什么是白炽灯 75

卤钨循环 76

白炽灯是舞台上的热辐射源 77

更牢且更亮 78

气体放电灯 79

低压荧光灯 80

低压钠灯 83

高压钠灯 84

金属卤化物灯 85

HMI金属卤化物灯 86

双端HMI灯 86

舞台用HMI灯 86

单端HMI灯 88

PAR-HMI反射泡 88

HTI灯 89

氙灯 89

solar1000W/硫灯 91

高压放电灯（霓虹灯） 92

紫外线灯 93

光谱灯 93

灯、灯和更多的灯 93

灯头——灯座 94

— 滤色片与滤色纸 99

滤色片 99

特殊滤色片 99

滤色纸 99

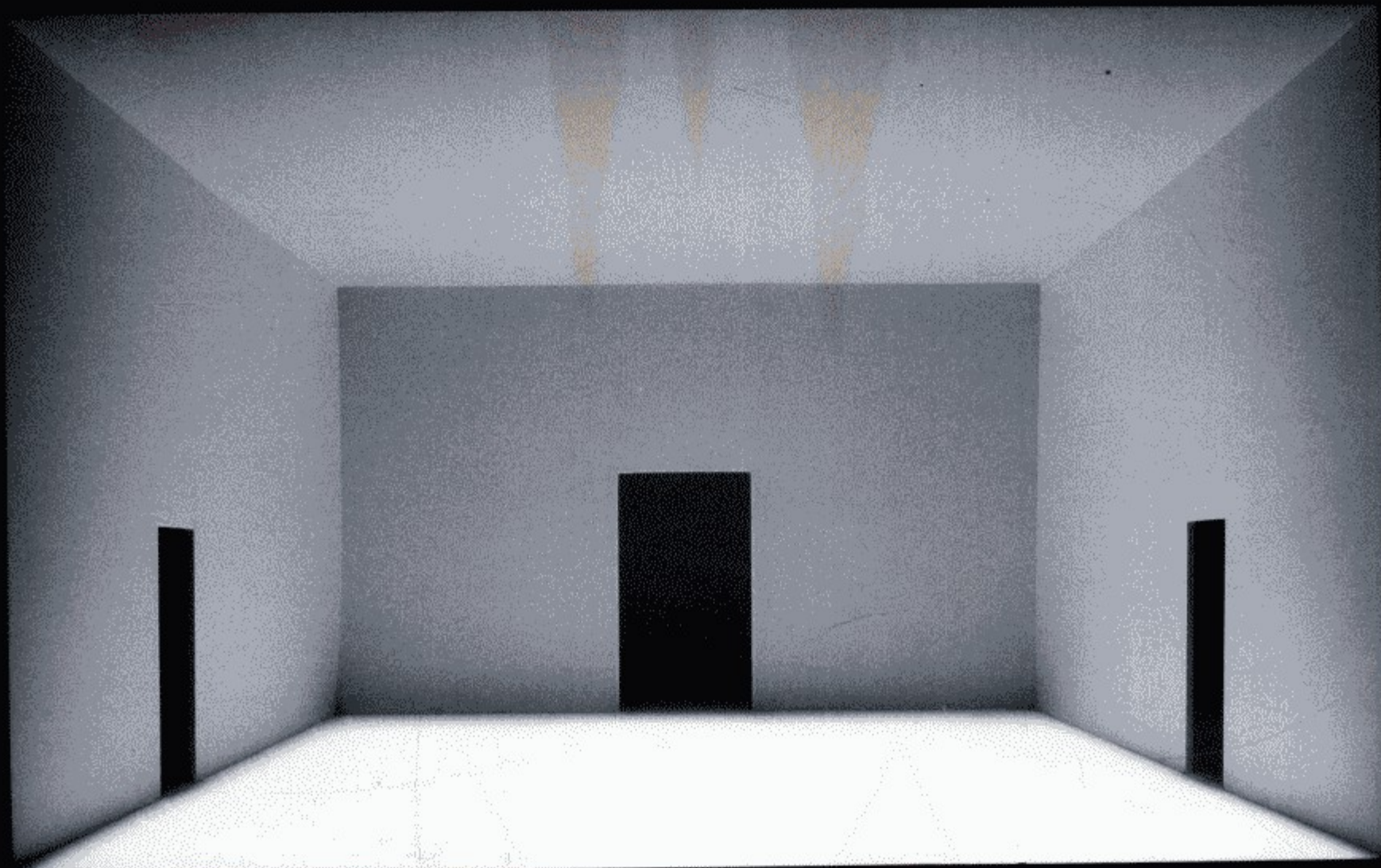
介质膜（二向色）滤色片 101

色漆 101

使用滤色片 103

— 灯具、特种灯具、附属设备 105

灯具的选择 105



对页及本页作品：
W·A·莫扎特，《费加罗的婚礼》
导演：戴尔特·多恩（Dieter Dorn）
舞台设计师：约根·罗斯（Jurgen Rose）
萨尔斯堡歌剧院，慕尼黑，1997年

特殊灯具和附加装置 111

— 技术装备及附件 123

线缆连接器 123

特殊效果 126

自制灯光效果 129

— 投影 135

历史 135

实践 138

— 灯光控制台 147

操作台如何工作 147

现在与未来 150

预测 151

— 舞台灯光的发展 153

设计和理念 153

技术 157

— 剧场 163

观众席的灯位 163

舞台内灯位 164

— 选择投光角度 169

投光角度 169

— 灯光和灯光设计 173

投光角度与光的性质 173

实验性布光 173

选择光的类型和方向 173

— 概念性灯光设计 179

照明角度 179

作决定的因素 180

有哪些可用资源 181

设计准备阶段 184

灯光设计的第一步 188

制作照明图表 188

— 灯光排演和设计 203

对光 204

书面记录 204

使用电脑灯和换色器 207

音乐剧和小歌剧灯光设计 211

— 灯光部门的结构 221

— 创意灯光——灯光创意 223

有效的对比 225

色彩问题 225

剧院中光的性质 227

(曼弗雷德·瓦格纳)

— 迷人的灯光之旅 229

— 专业术语 230

— 联系地址 236



威廉·莎士比亚，《奥赛罗》
导演：卢克·普赛福（Luc Perceval）
舞台设计师：卡特林·布莱克（Katrin Brack）
慕尼黑室内剧院，2003年。

马克斯·凯勒先生的《戏剧舞台灯光设计》中译本即将出版，上海人民美术出版社为我们舞台灯光专业做了一件很有意义的事。舞台灯光是一门非常特殊的专业，从业人员不多，出书的人更少，一本好的灯光书更是难得。近年来各种新技术、新设备的涌现，极大地丰富了灯光的表现手段，灯光专业得到了前所未有的高速发展。但灯光专业的进步不仅要在舞台上有所体现，也需要理论水平的提高，更需要高素质灯光人才的培养。《戏剧舞台灯光设计》既有理论阐述又有经验介绍，既有艺术构思又有技术体现，是一本对舞台灯光进行全方位介绍的好书。《戏剧舞台灯光设计》中译本的出版对我国舞台灯光界了解和学习国外舞台灯光领域的现状和设计理念有积极的意义。

马克斯·凯勒先生是德国著名的灯光设计师，长期在慕尼黑室内剧院工作，有不少优秀的灯光设计作品，特别对气体放电光源在舞台上的应用有独特研究，在一些演出中使用高色温的气体放电灯具，创造了“迷人的灯光”。从书中可以看出，除了舞台灯光本身之外，马克斯·凯勒先生对美术史、色彩理论、光学原理、电光源技术等多方面都有很好的了解和研究，为他成为一名优秀的灯光设计师创造了条件。我们在阅读这本书的时候，不仅要从中学习舞台灯光的知识，也要学习他对各种相关知识的积累和沉淀，克服急功近利的浮躁心态。

马克斯·凯勒先生到过中国，还在我们学校为灯光班学生上过课。在马克斯·凯勒先生的个人网站中，除了其母语——德语和目前通行的英语网页外，唯一设立的其他语种网页就是中文网页。这次《戏剧舞台灯光设计》中译本的出版也获得德国方面和他本人的支持和帮助，我想马克斯·凯勒先生一定是有浓厚的中国情结吧！《戏剧舞台灯光设计》中译本的出版，对推动中德两国的文化交流一定会有深远的意义。

上海戏剧学院教授 柳得安

2008年11月26日



■ 前言：创意灯光

戴尔特·多恩

这是一本关于戏剧舞台灯光设计的书。它向我们展示了各种设计规则、图表、技术详解、工具、灯光设备、灯光系统的构成和配置，它也涉及相关的理论和历史、物理和化学知识。可以说，这本以大量知识和素材作为支撑的精心编纂的图书囊括了当今戏剧舞台灯光设计领域的方方面面，这样的书是我前所未见的。

但是所有这些到底跟舞台美术有何关联呢？它又是如何凸现演员这一舞台的核心元素，使他们的表演更加震撼人心、令人印象深刻，而使观众愿意为此一次又一次地花钱买票？本书将带领我们穿过舞台，直接进入技术工作室——这个协调各种艺术、一切工作开始的地方。

有些导演偶尔会向往回到过去，那时他们所要做的只是在舞台上点上足够亮的蜡烛。但如果真的时光倒流，这些导演们就会发现，日光是他们唯一可用的舞台照明光源，而且今天我们概念中的“导演”专业在那时还未出现。因此，他们还是会乐意留在现在，因为今天，剧场的专业分工明确，就像其他行业一样，只雇佣专业人士。毕竟导演本身也是专业人士。

所以，我们不要带着怀旧或悲观的态度来阅读这本书。相反地，我想在本书中介绍很多东西：HMI和HQI、钠灯和频闪灯。今天，光线可以在舞台上制造出各种美妙、奇幻的效果，无论是娱乐用途还是更深入的尝试。

戏剧的一些舞台效果处理往往会陷入定式，灯光处理也是一样，完全自动自发。戏剧就像处在一个符咒之下。如果一个东西有用，你就想得到它。可能的范围通常被延伸，一根断裂的栅栏会影响到另一根——螺丝钉不停转动，不论你是否喜欢。在你不知不觉之间，原先很简单且能人工解决的问题可能变成一个技术难点，需要一个专家来解决。现在，台塔上只有电气线路（当然都是最先进的）而没有机械线路，但一些细微的运作和转换恰恰变得不再可能——因为没有安装相关的电脑软件，它们还有待开发。如果一台机器发生故障，任何人都会束手无策：演出是否能顺利进行完全取决于这台机器。如果照明工作间的人停下手上的工作看着电脑，他就没有时间看舞台。但任何人都更相信显示器上的数字和图像，而不是自己的眼睛看到的——或者说，在涉及具体操作时，肉眼所看到的根本不起实质性作用。

但有一个自相矛盾的问题。我们声称戏剧是活的，我们将舞台和舞台上的人作为盾，抵御现有世界的矛的进攻。我们断言，戏剧舞台是一个艺术的空间，一个自由的空间，也是一个乌托邦。我们从相反的方向描述我们的时代、我们的世界和我们的行为，在舞台上展现相反的世界，试图表现任何东西都不像它所呈现出来的那样，用艺术真实对抗外在真实。我们运用我们所在的世界的资源（不仅是技术上的）来完成所有这一切。我们创造

的新世界在此赋予了我们意义，特别是科技意义——帮助我们用批判的眼光定义它。最后还要我们做什么？“以其人之道还治其人之身”大抵是个不错的主意，但在这样做的时候，我们也承担了高估自己所带来的风险。

为了避免这种风险，我们决不能把艺术全权交托到技术的手中：艺术不应该变成技术，而技术必须变成艺术。当舞台装置——一到位后，我们就要通过预演来检验我们的设计。例如，如果某个装置很可能会引燃舞台，我们就需要采用新的替代品。出于这个理由，也仅仅是出于这个理由，预先有充分的准备便很重要。我们需要创意和构思——但如果它们有任何缺陷，也会影响最终的结果。这就要求我们不仅从艺术家的角度思考，也要从技术人员角度思考，特别是灯光技术人员，他们在很大程度上决定了舞台空间的创造。灯光设计应该成为艺术创作过程的一部分。它不仅仅是提供某种设备，或是用现成的技术达到某种要求，而是用它的方式、它的资源和技术想象力来实现艺术梦想。正是由于不断地尝试和创新，我们的工作条件和技术才会不断地改进。

在日常生活中，灯光让存在的事物变得可见。但在舞台上，它创造了一个新的世界。“被创造的”灯光帮助我们建立和孕育一个属于光的实体空间，帮助我们进入一个从未体验过的维度空间。诚然，这一切需要那些创造灯光的人——

图1
威廉·莎士比亚
《奥赛罗》
导演：卢克·普赛福（Luc Perceval）
舞台设计师：卡特林·布莱克（Katrin Brack）
慕尼黑室内剧院，2003年。

我、马克斯·凯勒和他的团队——在设计构思阶段和具体操作的最初阶段就参与进来，融入其中。马克斯·凯勒也确实是这样做的，这就是为什么我们的灯光设计不仅是技术上的操作，而且常常是前所未有的创新。

就像我们经常期望看到从未看到过的图景，马克斯·凯勒也在不断寻找和发明新的戏剧灯光效果。在博托·斯特劳斯（Botho Strauss）的《公园》公演时，它的灯光设计已经不仅仅是一个华丽的技术创新，而是一个戏剧性的方案。

在1987年演出《浮士德》时，我们将色纸按准确的顺序连接起来，在换色器上运行，以呈现色彩。10年后，当《辛白林》公演时，我们在舞台上悬挂了一个电子装置，它可以制造所有这些效果（甚至更多），可以将任何想象得到的色调按任何顺序组合——这是一个将整个舞台变成彩色空间的设备——一个真正的舞台设备。

灯光艺术对技术提出了很多新要求。最后，HMI灯诞生了！开灯时不会产生干扰噪声——所有这些努力改进技术的结果。灯光超越了其原始的功能，营造出人们期望的特殊效果。

一切都是新的。这可以从这个专业尚无明确的名称这个事实看

出来。我们让自己摆脱了集艺术指导、舞台布景、服装、音乐和剧本于一身的重任，让专人负责灯光。

马克斯·凯勒在过去的25年里一直担任慕尼黑室内剧院——慕尼黑最具声望的由固定剧团演出保留剧目的剧场——的灯光设计，他向人们展示了光在舞台上所扮演的角色，在这个时期的舞台上实践并发展了本书中提及的新技术。他已经在探索艺术的道路上走了很久，我想正是因为有了这样的积淀，本书才得以成形。而我最想说的是，慕尼黑室内剧院对本书的撰写功不可没。

当我第一次翻阅本书的手稿时，我感到了震惊和些许的妒嫉，这无异于魔术师把他所有的技巧和诀窍都公之于众，让别人都能学会。但不要误解——仅凭阅读烹饪大师埃斯科菲耶的烹饪书不会让你成为一名优秀的厨师！换句话说：本书中囊括了所有关于灯光设计的知识，但只有在艺术创造中才能展示出其真正的奥秘。我们需要理解这个道理，正确地看待这本书，并正确地使用它——最后运用到舞台中去。为了这本书和戏剧舞台，我期待它能获得更多读者的喜爱。

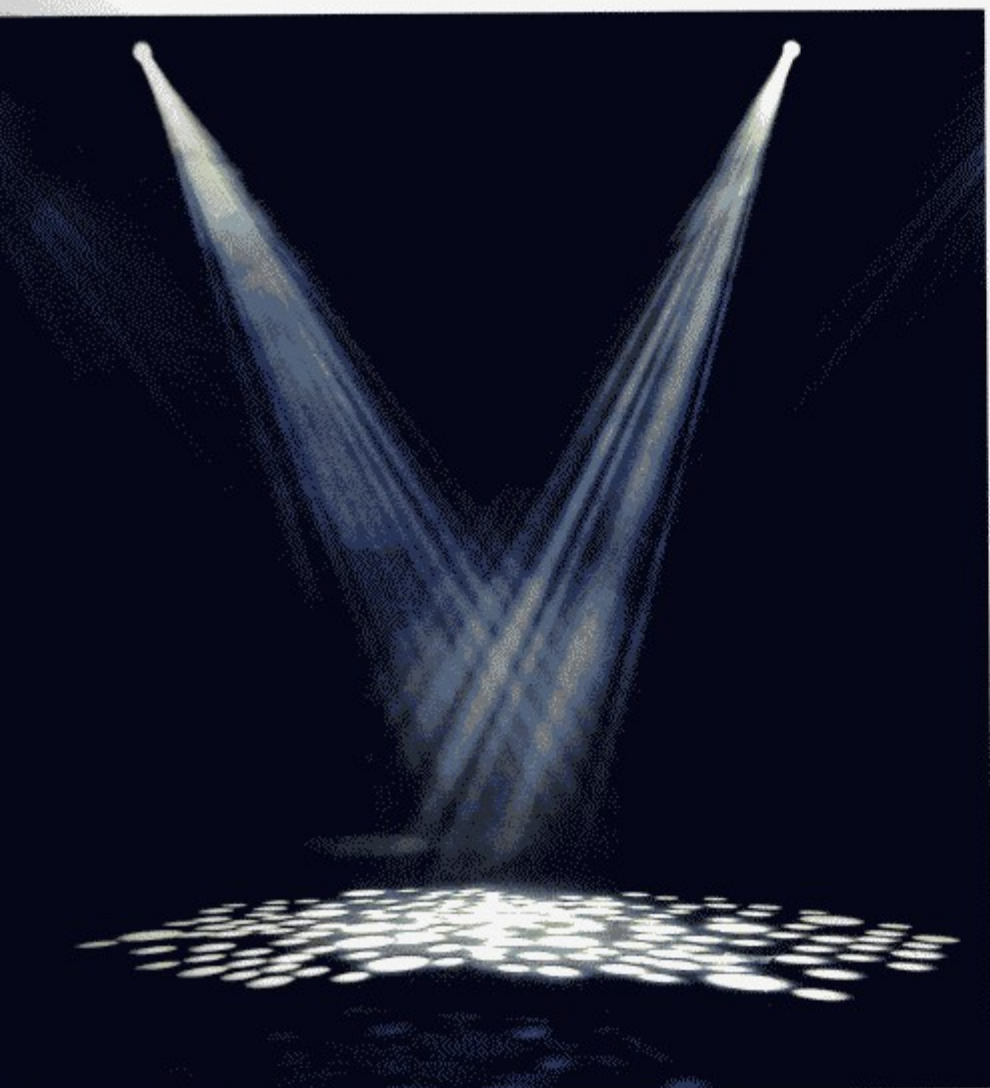


图2 用图案片产生的光束为黑暗带来了光和生命。

光对于我们所有人来说都是现实存在的。就像它的生物效应一样，它向我们展示了不断改变的实体，并因此提供一系列影响我们的感觉和情绪的视觉印象。无论白昼、黑夜，光都在我们身边，让生命变成可能。光的色彩对于人类而言就像生物体一样重要。色彩让我们激动、活跃、忧虑，它们发出危险的信号和警报解除的声音，控制我们的下意识。

将自然光转移至密闭的空间不是灯光设计师的工作，他需要运用人造灯光技术创造一个特定的氛围。戏剧舞台或其他集会场所的演出——无论是戏剧、音乐会、歌剧还是芭蕾舞剧——都是一个艺术创作过程。

光是任何视觉效果的基础，适合表演者和布景的照明都需要通

过人工创造。但人造光的构成无法像自然光效一样，后者的复杂性是无法模仿的。视觉效果的成功与否也取决于个人的感情状态。幸运的是，灯光效果通常没有固定的反作用。光，像音乐一样，是一种特别主观的领域。光的感知通常不是一个有意识的过程。或许正是因为对光的感知是无意识的，它才会如此强烈地影响我们的感觉。灯光设计是否优秀总是取决于外界的评价，就像布景、服装和导演一样。一个事件的视觉呈现试图告诉观众，舞台上正在发生什么，并引起观众在情感上的共鸣。如果照明设备被完美地操控，光就可以成为一个独立的实体，构成一个不同的表现方式。只有当照明、导演和布景开始协同工作时，整个作品的构思才会变得清晰。

灯光设计是一个专业，我们应该了解这个非常特殊和不为人所熟悉的职业，以及它所提供的经验。我不能否认本书介绍的技术会迅速地被新的技术所取代，但是，尽管灯光技术会不断地向前发展，舞台照明的普遍原则却仍然适用。技术指导应该随技术的革新而革新，而不应成为技术发展的束缚。

“创意灯光”的活动不仅局限于单一的目标，而需进一步考虑包括三个相关因素：

- 常规技术
- 专业知识
- 创造性

灯光设计的艺术性是与自然的光学原理结合在一起的。物理原理会限制技术的可能性，这意味着灯光的创造性设计需要形成一个协调发展的整体构思。在进行灯光设计时，需要考虑各方面因素。

看得见的效果首先取决于所用灯的种类，但最重要的不是采用多少种灯，而是如何安排它们的照明

顺序。完整的灯光场景通常由许多独立光源组成，首要任务是合理安置和排序。现代照明工业所提供的各种设备，能够很好地呈现梦幻般的视觉效果。

当选择光的特性时，我们需要考虑几个从根本上不同的标准。仅仅决定光的特性是不足以形成一个戏剧舞台灯光的设计构思的，它还应包括各种光和色彩组合的对比。例如，明亮、清晰、表面粗糙的照明可以被视作与情绪变化表现微妙的照明形成对比；而活跃、高对比度、节奏性增强的灯光场景可以被视作与宁静、朦胧、柔和的灯光场景形成对比。此外，我们还应考虑，设计构思中是否应包括阴影效果？是否需要采用暗示性光线？使用亮色调而非柔和色调的灯光是否合适？不同色温的光源是否应混合使用？额外增加的设计是否会帮助实现预期效果？负责灯光的戏剧舞台员工对灯光设计构思的理解程度如何？

剧场的日常运作肯定无法给予每个灯光专业人士足够的时间去考虑所有这些问题。但重要的是，他应该知道这些问题会直接影响到他的工作，即使简单照明也能满足戏剧要求。导演和舞台设计师对舞台灯光认识的关键，不在于使用多少灯和灯光的变化，而是理解灯光设计所依据的体系和理论。

演出保留剧目的戏剧舞台，如大多数德语戏剧舞台，由于其特殊的人员结构，对于灯光设计人员的需求特别强烈。在盎格鲁-萨克逊戏剧世界，艺术灯光设计得到了很大程度的发展，舞台灯光被分成了两套完全独立的班子。一个班子负责技术，一个班子负责艺术工作。这种情况不应（也不会）被复制，但技术要求的比重不能超过艺术所占的比重，它们应通过各自特殊的诠释方式来表现戏剧舞台艺术。因此，灯光设计专业人士需要完成各



种密集的任务：协调技术方面、组织方面和艺术方面的事宜。这经常导致人们对这项重要工作的误解，因此我们很有必要对舞台灯光设计做一下简要的注释。

灯光负责人通常负责人事管理、日常组织和购买材料——但主要负责灯光艺术设计，尽管有时培

训和考试并不能让他获得足够的知识储备。很少有人关注这个事实，即他真正的主要工作——为舞台、大型演出、电影和电视构思与设计灯光——对最终的结果起到了至关重要的作用。

但是，另一种见解正从戏剧艺术中流行开来。现在的舞台灯光设计

已经成为一门公认的艺术，灯光设计在建筑、广告和动画中的地位也是如此。通过光来引导、增强感觉和情境已经成为当前的视觉趋势和观察事物的方式。灯光部门的负责人还未能通过必要的培训，使自己处在能紧跟这一变革的最佳位置。

不过那些从事专业培训的人正



图3 菲利普·波斯曼斯 (Philippe Boesmans)
《轮舞》
导演：卢克·邦迪 (Luc Bondy)
舞台设计师：埃里奇·旺德 (Erich Wonder)
皇家马内歌剧院，布鲁塞尔，1993年。

努力与时俱进，为灯光设计师和被描述为“技术专家”的新职业设置专门的课程。

灯光设计师不能自行评估自己的工作。没有人愿意由自己来决定如何评价自己的工作——对工作成果的评价必须来自与他一起工作的人。那些灯光部门的负责人应该认识到，他们的工作不是“照本宣科”，而是把他们自己作为艺术和技术的协调人。只要拿出敬业精神，任何反对的声音都会瓦解，唯一的评判标准是最后呈现出的效果。

光的色彩效果是如此强大，它的运用是如此多样化。这也使得灯光设计师专业成为一个实践性专业。为视觉效果创造空间，通过视觉形式传达设计构思，应该是灯光专业人士的第一关注点。灯光设计的创造性意味着它需要不断创新。就像阿道夫·阿庇亚 (Adolphe Appia) 和马里亚诺·弗图尼 (Mariano Fortuny) 解决了舞台道具混乱的问题，罗伊·富勒 (Loie Fuller) 在世纪交替之际用她的舞蹈为舞台增加了前卫色彩一样，我们应该有选择地运用现代技术，结合精致的灯光和色彩，来表现设计构思。各种灯具和二向色性色彩的引入可以激发舞台设计的创造性，进而将我们引向完全不同的视觉体验。毫无疑问，人造光是一项专业技术，它应该是不断试验和测试的结果，同时也是一门新的艺术。

光为我们的艺术创造提供了无限的可能性，每个专业人士都能够借助光这个媒介的超凡魔力，通过印象、感觉和气氛来为戏剧舞台艺术增光添彩。但我们应时刻记住让·科蒂埃 (Jean Cocteau) 的一句话：“所有灯发出的光都不应亮过演员心中的光芒。”



图4 沃尔特·德·马利亚 (Walter de maria) 于1977年在墨西哥南部完成了他的大地雕塑作品《闪电的原野》。400根尖头不锈钢杆被安插在1千米×1英里的区域里，每根杆子彼此间距76.05m（每列16根，每行25根）。杆子的高度一致，离地面6.25m。通过金属杆的电流，成就了与自然力量的对话，产生了变幻无穷的愤怒的闪电。





图5 自然界的闪电以100000km/h的速度直击地面，温度高达15000°C（是太阳表面温度的2.5倍），同时带来300MV、300kA的电流。

光能让我们看见事物，但它本身并不可见。所以什么是光？这在古代和现代都是一个基本问题。希腊哲学家各种关于光的寓言把白昼和光等同于真实和美丽，这种真实和美丽不是我们的审美感觉做出的判断，而是作为神一样的完美，作为形而上的客观美。而人造光源无法完全照亮事物，因而它也不能呈现出事物真正的美丽和超凡的完美。纪念酒神狄俄尼索斯的庆祝活动会持续整个白天，并使用自然光。希腊的剧院也很简朴：配备最简单的舞台布景，剧场建筑也简单地由一面石墙和3个入口组成，闪电是画上去的，黑色的幕布代表夜晚。但是神——众所周知的“解围之神”——总会通过戏剧舞台机关以一种令人惊异的方式出现。

罗马剧场（罗马建筑也是如此）最初也是借鉴了希腊的剧场，从作为宗教仪式的补充开始，发展到表演和娱乐的各种形式。为了呈

现火光，罗马人不惜在露天的舞台上燃烧整个木制房屋，并在舞台里留下火烧后的坑。在帝国时代后期，剧场经常成为华丽的宫廷仪式的一部分，频繁地在室内、在晚上举行活动，这样就需要大量的油灯、蜡烛和火把。但关于当时舞台照明的记录却一点也没有留下。

中世纪的剧场会举行各种宗教和非宗教的活动，但剧场中并没有特别的照明方式。演出的主要地点是教堂或大型城市广场，既演出宗教剧和神秘剧，也演出滑稽剧和哑剧——喜剧的前身，演出几乎都只在白天进行。

中世纪的基督徒追溯古代宗



图6 实验室模拟闪电。40kV的瞬间放电，长30cm。



图7 16世纪后期，维琴察（Vicenza）奥林匹克剧场的油灯：容器中的油经过染色，能产生有色光。



图8 16世纪后期，维琴察奥林匹克剧场中有3根灯芯的油灯：这种油灯被大量放置在看台边上。

教的源头，寻找对光的看法。例如，哥特式大教堂就是天堂在人间的一种象征，光线透射过彩色的玻璃窗，具化了神的光彩。美，特别是色彩的美，就如同是宇宙的光辉。光，不只是表面上的、美学的功能，它表现了更高层次的真实，带有强有力的宗教色彩。光表现了空间的灵魂，被中世纪的学者称为“勒克斯”，而让我们能感知光本质（勒克斯）的介质被称为“流明”。这些想法一直到人类理性地了解世界和大自然之后，才被全新的科学世界观所取代。我们可以这样说，现代舞台照明的开端是从16世纪开始的。

在文艺复兴时期的意大利，戏剧舞台的形式被彻底改变了。对古代文艺的溯源和本质的革新影响了所有的表演风格和方法，并导致人们重新回归古代戏剧舞台及其舞台革新方式，即使用periact——旋转的三棱柱。起先，戏剧表演通常在贵族的宫殿里，在临时性的舞台上进行。火炬、油灯和蜡烛是可以利用的光源，但它们发出的光非常不稳定。

建筑师兼舞台设计师塞巴斯蒂安诺·塞尔利奥（Sebastiano Serlio，1475-1554年）是第一个详细阐述早期透视设计理论的人。在他的一本关于建筑的著作中，描述了如何搭建和描绘布景，但他总是强调这些都是临时性的建筑。他著名的舞台设计，表现出他对舞台灯光的洞察力，被认为是现代剧场的开端。在谈到舞台设计时，塞尔利奥指出，舞台台唇、顶部和侧面的常用照明设备与枝形吊灯不同，都需要隐藏起来，不能让观众看见。他还将在舞台灯光中的常规性照明，即照亮布景的装饰性照明，与表现太阳、星星、闪电之类的移动性照明和效果作了区分。塞尔利奥也详细介绍了如何将布景制作与舞台灯光结合起来，以达到最好的三维效果，并通过侧面照明强调整个透视布景的深度。他认为，尽可能均匀地照亮表演区域很重要。但在文艺复兴时期，人文主义者需要的是一个传承古代模式的结构清晰的戏剧舞台空间。罗马建筑师维特鲁威

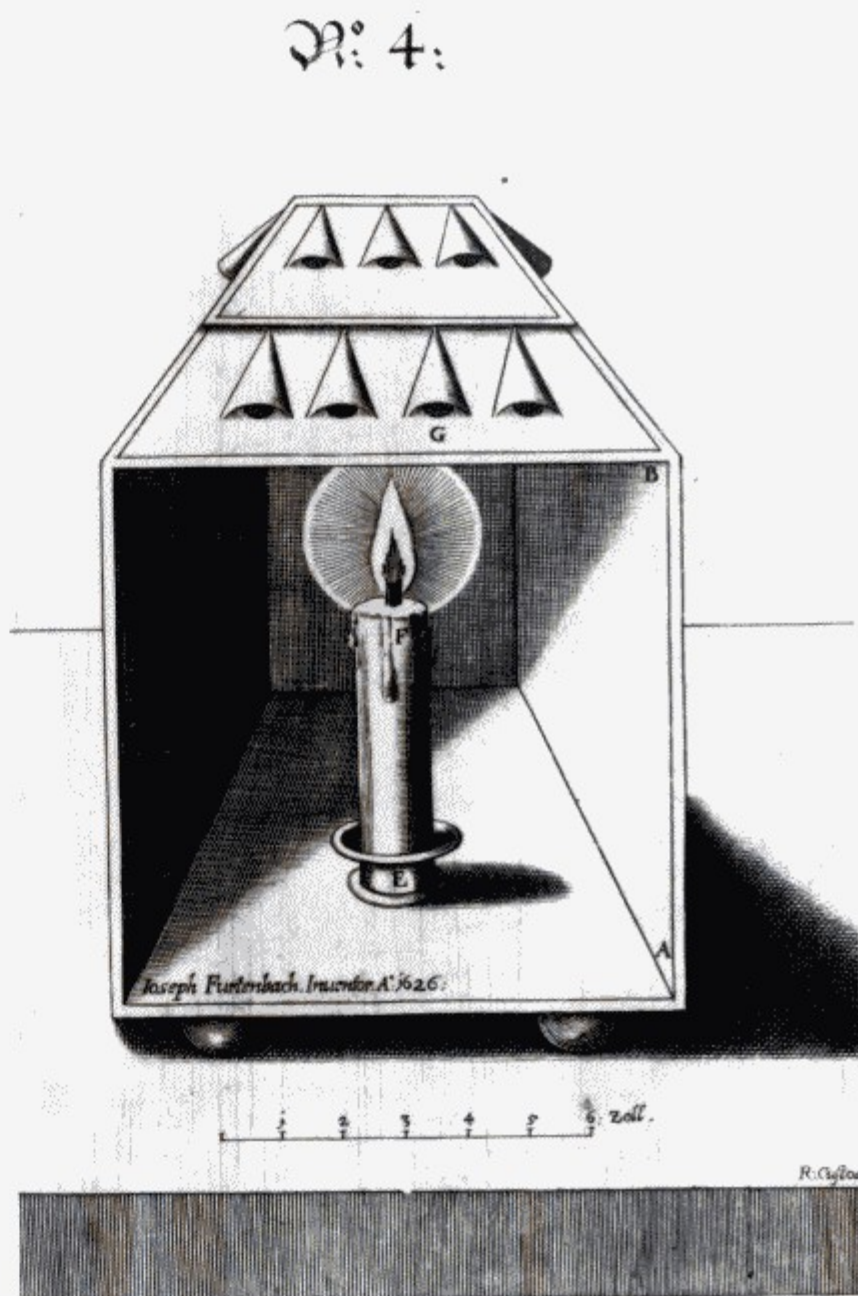


图9 装配有反射镜的灯，约瑟夫·福滕巴赫（Joseph Furtenbach），*Halinitro Pyrobolia*，乌尔姆，1627年。

（Vitruvius）的《建筑十书》构成了诠释古代戏剧的基础。

这遗留下来最完美的证据就是维琴察的奥林匹克剧场。它是由意大利建筑师安德里亚·帕拉迪奥（Andrea Palladio，1508-1580年）所建造的。帕拉迪奥重现了维特鲁威所描述的古罗马剧场。他延续了维特鲁威的舞台设计，包括有3个入口的布局和半圆形的观众席。他仿照罗马的露天剧场，设计了一个比例较小的剧场，但这个剧场是由木材和灰泥构建的封闭式室内空间。奥林匹克剧场于1584年投入使用，演出希腊剧作家索福克勒斯（Sophocles）的《俄狄浦斯

王》（*Oedipus Rex*），该剧由安吉洛·英格奈里（Angelo Ingegneri，1550-1613年）制作。英格奈里很清楚舞台灯光的重要性。例如，他强调舞台必须比观众席更亮。这是走向巴洛克式剧场的第一步。在这种形式的剧场中，即便剧场后面有窗户，也应通过人为手段让舞台变得更亮。数不尽的油灯和蜡烛被放置在布景的后方，有些是用玻璃来遮光，有些配备了简单的反射镜，除此之外还有观众席上方的吊灯等。而经过染色的灯油和有色玻璃则能营造出有色光。

油灯和蜡烛产生的烟和气味会让人感觉不舒服，但真正的问题是

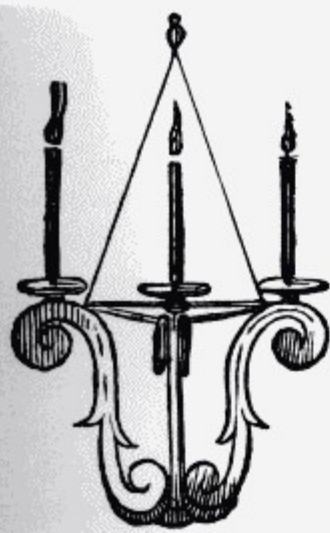


图10 “现在我们必须记住，枝形吊灯应尽可能靠近布景，并同时确保它们不会妨碍在幕间放下活动装置。如果需要幕间放下活动装置，枝形吊灯就必须靠近侧墙放置，从而保证中央的空间腾空。此外，剧场中部的光线应该非常少或者干脆没有，从而保证观众尽可能清楚地看见舞台。”
引自尼古拉·萨巴蒂尼，《舞台布景和装置操作》，拉文纳（Ravenna），1638年。

如何使戏剧舞台暗场。建筑师尼古拉·萨巴蒂尼（Nicola Sabbatini，1574-1654年）在他关于舞台技术的著作《舞台布景和装置操作》中提出了各种暗场的方法，其中之一是在火焰上慢慢地放下一个金属管。后来又有另一个方法，将光源放在一个半圆柱的中间，可以通过转动半圆柱来降低某一方向的亮度。萨巴蒂尼也描述了在表演开始时，如何依次点亮舞台上的各种光源。他建议将附着灯芯的铁丝缠绕在吊灯上，然后拉进舞台的两侧，这样就可以隐蔽地控制亮度。但是这种做法很容易出错，灯芯会熄灭或掉落在演员身上。因此，萨巴蒂尼认为，应该在舞台两侧，甚至沿幕间准备好水桶，以备不时之需。此外，他还考虑到了潜在的火灾隐患，如沾了酒精的布会引燃整个舞台布景。

这种实践性的考量为舞台灯光的首次运用铺平了道路。例如，莱昂内·德·索米（Leoni de' Sommi，1527-1592年）认为，明亮的灯光比较适合喜剧，而暗暗的观众席更容易使观众融入悲剧的氛围。同时，安吉洛·英格奈里指出，如果观众席是暗的，那么相对明亮的舞台就会吸引更多的注意力。正因为如此，意大利的剧场在表演开始前会将灯光熄灭。舞台与观众席之间的分隔——我们现在看来是理所当然的——成为了巴洛克式剧场的主要特点。

英国的剧场则不同。当年轻的莎士比亚在1590年来到伦敦时，那里已经有了3个大型剧场，而戏剧演出在当时已经成了伦敦城市生活的一大特色。不幸的是，尽管现在有充足的材料，但要依样重建伊丽莎白时代的剧场却是不可能的。早期剧场的外部都没有统一的形式，一般为圆形或多角形的半露天式木结构建筑，剧场的外围是环绕的回廊和座椅。乐池（仅供站立）和高起的、带屋檐的表演区位于舞台中部。

莎士比亚舞台，或者说当时主要的舞台形式，可以很方便地根据剧本的要求进行变动。舞台上的布景道具也并不局限于剧本中提到的那些。舞台上有了门和各种活动

装置，还配备了起重装置和活门板。大部分的表演都在白天进行，所以不需要配备舞台灯光。火炬、蜡烛和其他的灯通常用于营造戏剧效果。在表现一天当中的各个不同时间时，需要借助观众自己的想象；当演员上台时拿着火把，就代表这是晚上了。照明在当时并不是最重要的，直至戏剧演出几乎都转移到室内进行时，这种状况才得

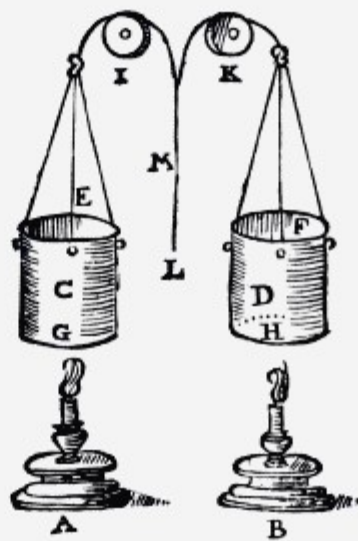


图12 “两盏灯A、B和圆筒C、D，圆筒的顶部中间有出气口E、F，底部有开口G、H。系住圆筒的线穿过滑轮I、K，使圆筒位于灯A、B的正上方，线在L处连接起来。如果要让灯光变暗，就需要将线L向上升，使位于灯A、B上方的圆筒C、D下降。如果要让灯重新变亮，就将线从m处拉至它原来所在的L处，同时灯就会再次变亮。如果有两盏以上的灯也必须这样操作，将所有的线在一个线头连接起来。这样，就会达到上面所描述的效果。”
引自尼古拉·萨巴蒂尼，《舞台布景和装置操作》，拉文纳，1638年。

以改变。那时的舞台更趋向于实用性——些许的蜡烛、火把、简单的脚灯和足够亮的吊灯。当时的英国剧场并未受到同时期意大利剧场设计的影响。

伊尼格·琼斯（Inigo Jones，1573-1652年）或许可以算是英国最著名的剧场建筑师了。他将帕拉迪奥式建筑风格带入英国，同时也延续了古代罗马剧场的形式，包括三棱柱旋转布景和照明技术。他在伦敦怀特霍尔大街建造剧场，并在里面设计了一个富有寓意和神话色

彩的透视舞台。他所采用的照明技术如今在意大利已经发展得十分完善，即通过有色玻璃来营造各种气氛，或表现一天中不同的时段。

在德国，意大利式的舞台和照明技术被约瑟夫·福滕巴赫（1591-1667年）所采用和发展。但他坚持采用三棱柱旋转布景系统，然而这种技术在当时已经过时了。福滕巴赫是德国灯光方面的先驱者，他的众多著作证明了这一点。例如，他建议在台侧放置大量的隐蔽式油灯，并最早提出在檐幕上方设置灯光，经由镜子向下反射。另外，他还提倡使用连续的、带反射镜的脚灯，如此一来，观众就不会再感到目眩。他还将类似的技术应用到背景幕的照明中。为了节约日场演出的成本，他设计了适当的窗户来照亮舞台，这种照明方式一直被沿用至18世纪后半叶。

在17世纪的巴黎，舞厅被用作各种巡演剧团的临时剧场，其中有一些在后来变成了固定的剧场。著名的法兰西喜剧院和莫里哀剧院都是由此演变而来的。除了举行宫廷活动，最初的舞台布景都相对简单。有些剧场有窗户，所以白天是不需要复杂照明的。刚开始时，剧场里只有蜡烛、灯笼和火炬；但很快地，舞台和观众席上的枝形吊灯变成了基本的照明设备。在勃艮第酒店里，舞台前部上方的镜框前后各有6个大吊灯，舞台两侧也各有3个，因此观众席也可以同样明亮。在法国皇宫中，前方的2个圆形吊灯在表演开始时被拉进天花板的圆洞中，同时舞台下沿的50盏带5个灯头的金属油灯被点亮。

和意大利的剧场不同，巴黎剧场的观众席总是明亮的，一直到18世纪中叶才渐渐地改变。在路易十四统治时期，戏剧表演一直都是庆典活动的一部分，会在凡尔赛持续好几天。这其中还包括一种焰火表演，作为向国王的献礼。路易十四在庆祝登基的庆典中，也用令人惊艳的焰火表演来娱乐宾客。一个占据了整个大理石广场的平台用来表演吕利（Lully）的歌剧《阿尔采斯特》（图15），数不尽的灯火在屋顶、飞檐、窗户和阳台上

图11 “让火把BC穿过容器A，容器A应足够长，B部分伸出容器A，C部分位于容器A底部。在使用时，当B部分被点燃后，一个人必须握着C部分。如果需要让火焰迅速燃起，那么应立即将容器A举至空中，让树脂迅速通过C部分的穿孔喷洒出来，必须小心进行这些操作，因为在此过程中经常会发生事故。所以，这项工作不能让笨拙、愚蠢的人担当。”
引自尼古拉·萨巴蒂尼，《舞台布景和装置操作》，拉文纳，1638年。

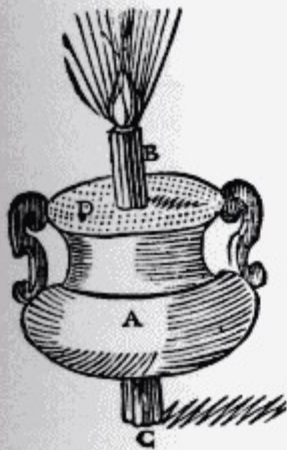




图13 带螺旋灯座的油灯。

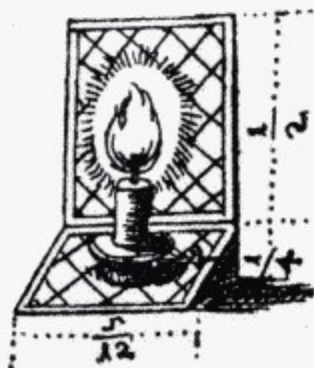


图14 带金色反射镜的烛台。
两幅图均引自约瑟夫·福滕巴赫，
《mannhafter Kunst-Spiegel》，奥格斯堡，1663年。

被点亮，整个广场沐浴在辉煌的灯光里。巴洛克舞台的效果在令人印象深刻的灯光中得以展现。在莫里哀的戏剧《无病呻吟》中，5个大型枝形吊灯构成了舞台上最重要的部分。然而王室和贵族并不只是观众，他们也是整体演出的一部分，被视为是权力的象征和巴洛克风格的体现。这就是为什么19世纪许多法国剧院的观众席总是被照亮的。观众不是坐在我们所熟悉的固定座位上，而通常是站着的。在宫廷表演中，统治者坐在房间的中央，如同透视法的轴心——专制统治的象征。焰火特技和舞台效果成为了表演中最重要的部分。1688年，法国王室用24000盏灯来照亮整个凡尔赛公园，全都使用极其昂贵的蜂蜡蜡烛，这也是皇家的常用照明工具。

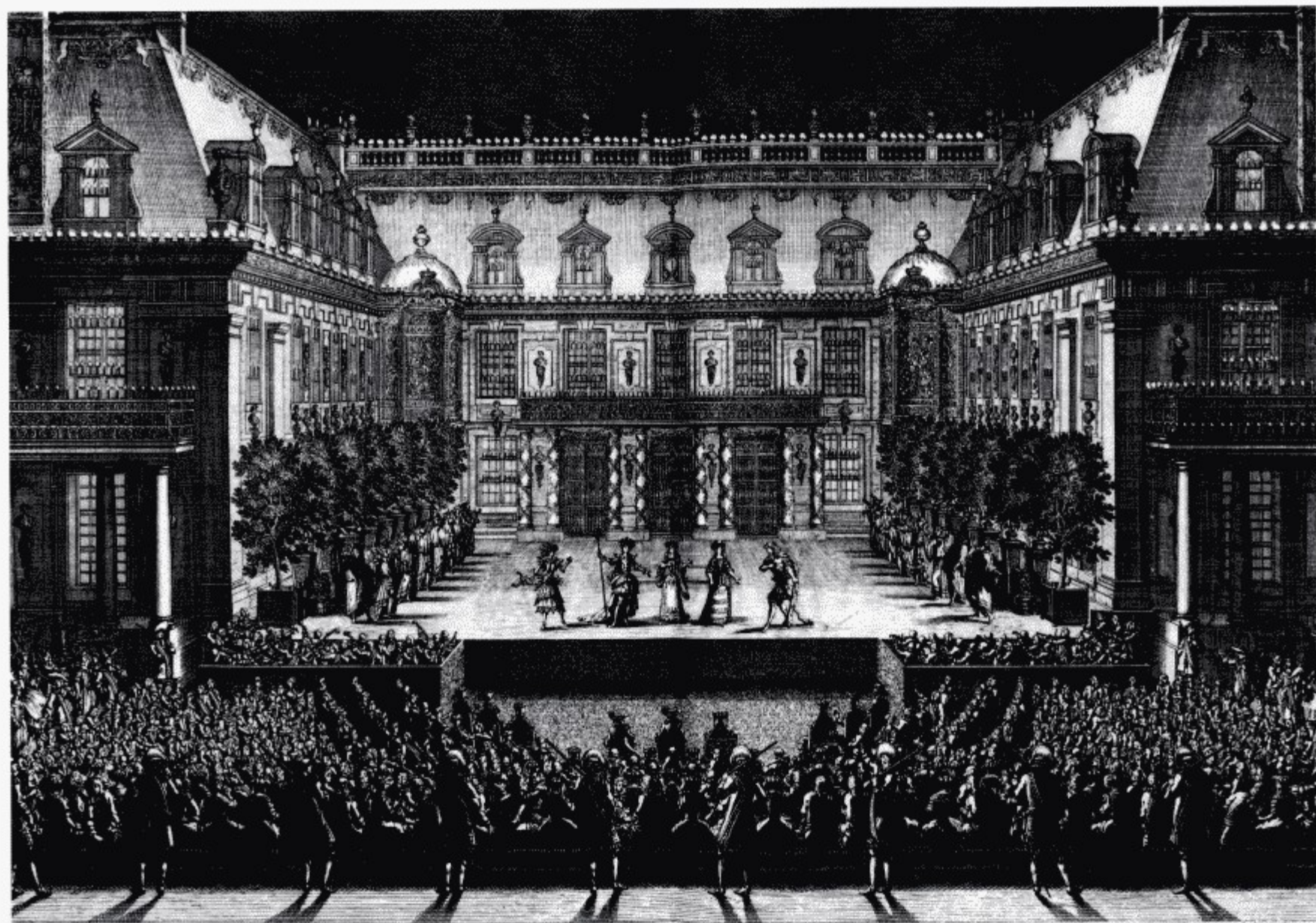
最早的歌剧院在全欧洲确立

了一种全新的戏剧舞台形式：具有布景的舞台。由季奥凡尼·巴提斯塔·阿莱奥蒂（Giovanni Battista Alcottti, 1546-1636年）所发展出来的巴洛克式布景可以变化出无穷无尽的可能性。精巧的机械装置可以变换所有的侧幕和檐幕，包括背景幕等。设计巧妙的装置可以升降布景和演员。灯光效果也变得更加完美，各种运用火焰、烟雾和闪光的方式令人印象深刻。悬吊装置使舞台上空增加了入口。透明布景的运用技巧更是令人惊叹：整个舞台被数以千计隐藏在布景后面的灯照亮。皇家歌剧院于1742年在柏林开幕时，使用了1300个火把、分为11个不同的区域进行照明。尽管蜡烛的成本相当昂贵，但它仍然比其他光源更受推崇，这是因为蜡烛比油灯更亮，而且不像油灯那样会散发

出难闻的气味。

在1779年斯图加特的一场歌剧演出中使用了170个蜡灯、1176个兽脂蜡烛、430磅橄榄油、1磅蜂蜡蜡烛、3磅植物硫磺和200个火把固定环。这同时也需要大量的工作人员。“灯具清理员”必须不断地调整灯芯、更换蜡烛，即使是在演出过程中也一样。当煤气灯开始在戏剧舞台里使用时，“灯具清理员”就同油灯一起，渐渐退出了舞台。

华丽的戏剧风格在戏剧舞台之外也同样看得到：巴洛克式的教堂。令人印象最为深刻的是威尔腾堡（Waltenburg）修道院的祭坛。成对的圆柱排列像是翼幕，出现在阴暗的建筑框架里的圣乔治，就像是从一个看不见的窗户出现的“解围之神”。后墙上采用错视画法的建筑绘画延伸了背景空间。镜框式的



Première Journée.

leaste, Tragedie en musique, ornée d'entrées de Ballet, représentée à Versailles dans la
ur de marbre du Chasteau éclairé depuis le haut jusqu'en bas d'une infinité de lumières.

Dies primus.

Alceste Tragedia, perpetuo cantu et variis Saltationibus decorata, in marm.
Palatij Versailles canendo, undequaque facibus accensis illuminati, acta.

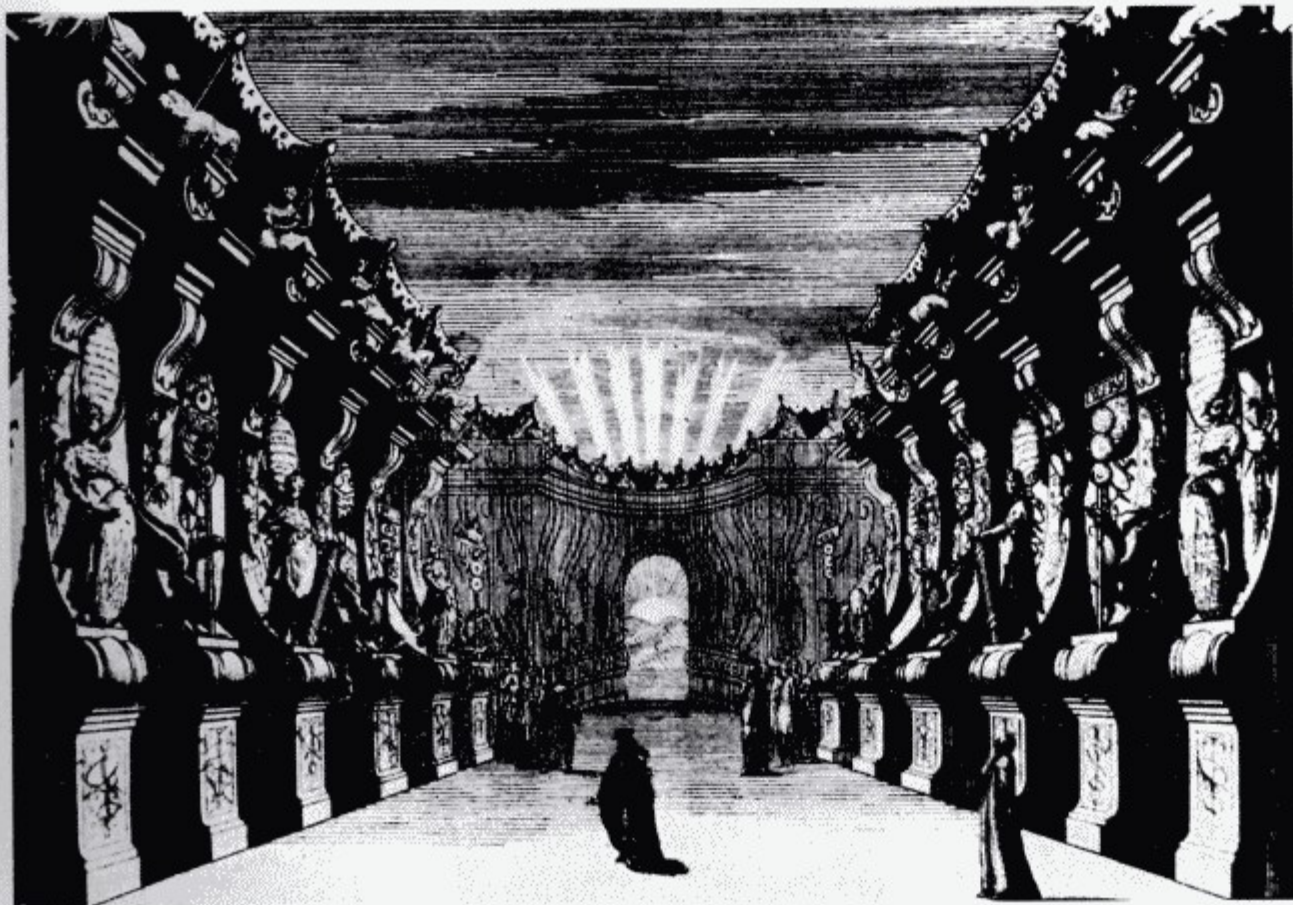


图16 马克安东尼奥·奇里亚尼 (marcantonio Chiriani) 担任舞台设计的贾科莫·安东尼奥·帕蒂 (Giacomo Antonio Pertti) 与提特罗·马尔维兹 (Teatro malvezzi) 的歌剧 *Nerone fatto Cesare*, 波隆纳, 1695年。

巴洛克戏剧舞台更像一个由光构成的框架, 照亮表演者的光线从舞台的下方、前沿、两侧和上沿照射出来, 从两侧越往中间越暗, 因此原本应该是最明亮的地方, 反而是处在阴影中。最好的照明位置是在舞台下方靠近脚灯的地方, 这是表演者最接近光源的地方, 大多数的表演都必须局限在这个非常小的区域。另一个缺点是, 光线是自下而上的, 因此表演者的腿部会比脸来得明亮, 容易看起来像是歪曲的。任何试图通过制造有效的面光或在檐幕灯上使用反射镜来解决这个问题的尝试都失败了, 因为当时的光源实在太弱了。这种情况直到19世纪早期才得到改善。在那时, 对称式的舞台形式开始被打破, 先前强调的中心透视法的观念逐渐被对角线所取代。舞台布景不再从中心轴延伸, 观众沿着对角线观看舞台, 会有更好的纵深感。侧幕和背景幕不再只是一个接着一个地放置, 而是连接在一起, 彼此互相关连。这时, 在灯光设计上正逐渐形成一个趋势, 那就是追求自然, 就像现在的舞台布景一样。弗朗西斯科·阿尔加罗蒂 (Francesco Algarotti, 1712-1764年) 曾于1750年说过: “如果一个人能真正领会到光线

图15 (左页图) 吕利和奎纳尔特 (Quinault) 的歌剧《阿尔采斯特》中的欢庆表演, 凡尔赛大理石广场, 为路易十四在1674年7-8月举行的宫廷庆典揭幕。铜版雕刻, 1676年。

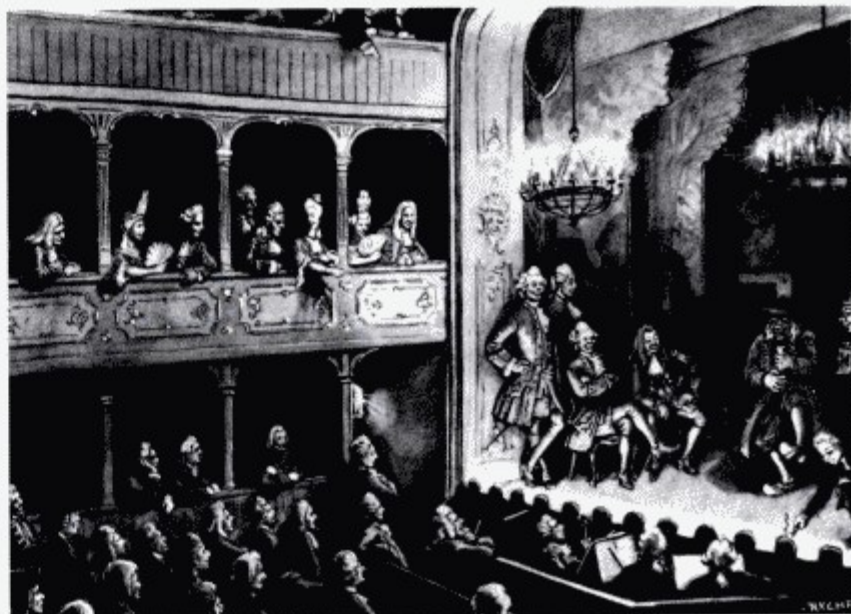


图17 在演出路德维格·霍尔伯格 (Ludwig Holberg) 的《Jeppe vom Berge》时, 一名舞台工作人员正在修剪脚灯的灯芯, 格隆纳加德 (Grønnegade) 剧院, 哥本哈根, 18世纪早期。复原图, R·克里斯坦森 (R. Christiansen), 19世纪, 克里斯坦森戏剧博物馆, 哥本哈根。

分布的艺术, 换句话说, 如果一个人能将特别强烈的光束引至舞台的某一部分, 而让其他部分留在黑暗中, 这不正是将伦勃朗作品中强烈的‘明暗法’成功地移植到舞台上? 抑或是将提香和吉奥乔尼画作中光和影的美妙关系重现于舞台上 (图19)? ”

除了建筑师, 还有越来越多的画家从事舞台布景的绘制。这时的审美标准趋向于复杂精致的照明方法, 如微光和黑暗效果, 对反射镜及其形式的研究也取得了新的重要

成果。

简易的平面反射镜被凹面反射镜所取代。安东尼-劳伦特·拉瓦锡 (Antoine-Laurent Lavoisier, 1743-1794年) 设计了许多种反射镜: 观众席里的“反射镜” (réverbères), 以及舞台侧幕之间的“抛物面反射镜” (réverbères paraboliques), 它们可调整光线的方向和强度 (图20)。很快, 这种简单的聚光灯也被装设在舞台两侧和前方的旋转灯架上。这种照明设备可

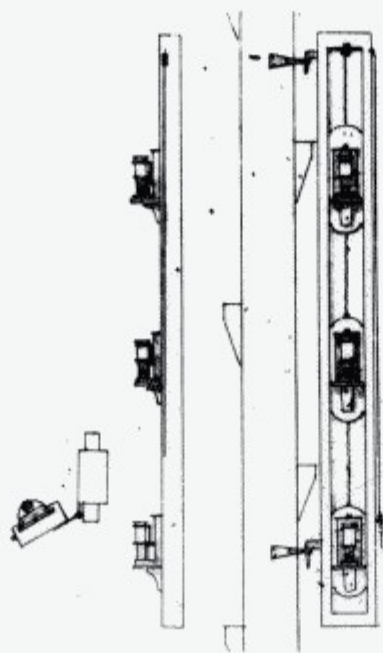


图18 带旋转灯架的台翼立柱，意大利，18世纪。科隆大学戏剧研究中心，尼森收藏。

图19 由安德里亚·尤巴尼（Andrea Urbani）担任舞台设计的巴尔达萨雷·加鲁皮（Baldassare Galuppi）的歌剧《La Diavolessa》，圣塞缪尔（San Samuele）剧院，威尼斯，1755年。

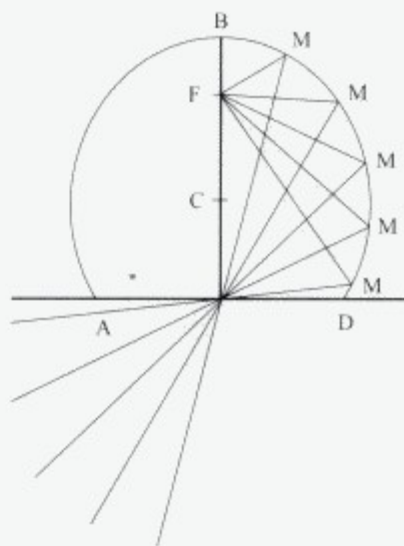


图20 观众席间接照明反射镜。安东尼·劳伦特·拉瓦锡，1781年。

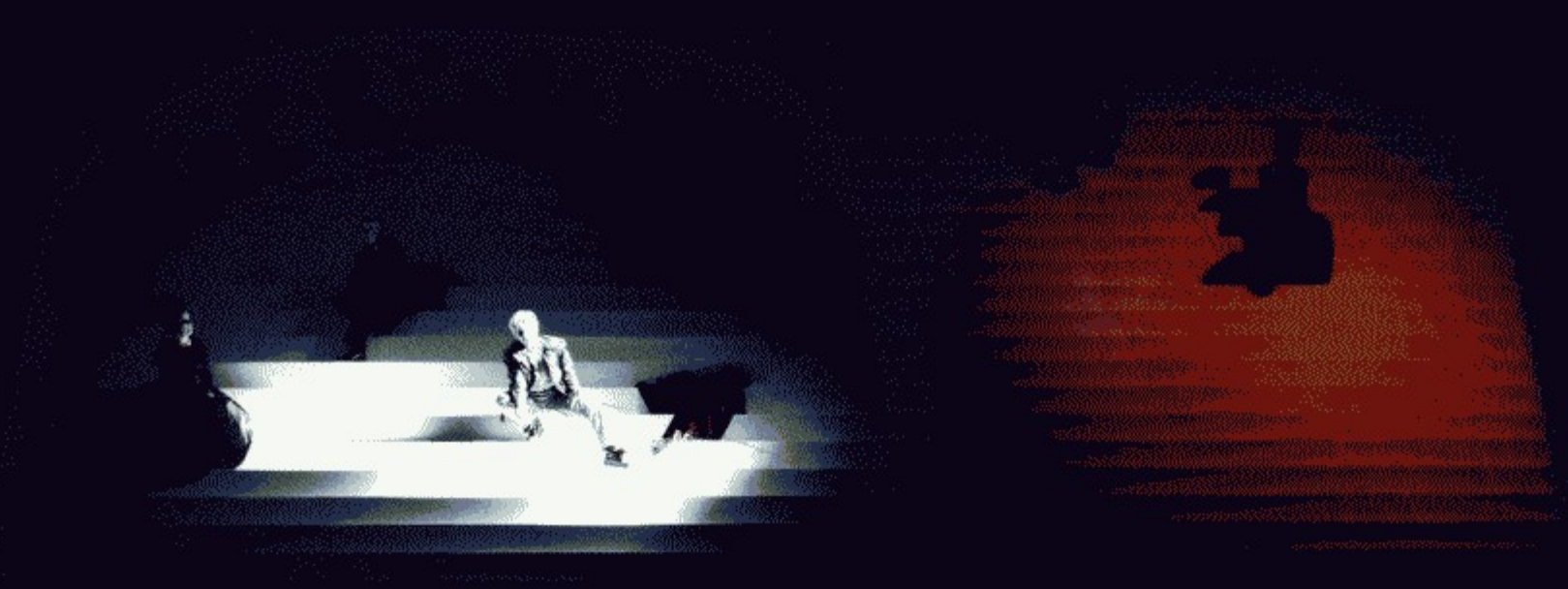
以营造出类似古老的明暗画法般的效果，这也使得照明效果不佳的脚灯不再是不可或缺的舞台照明工具。

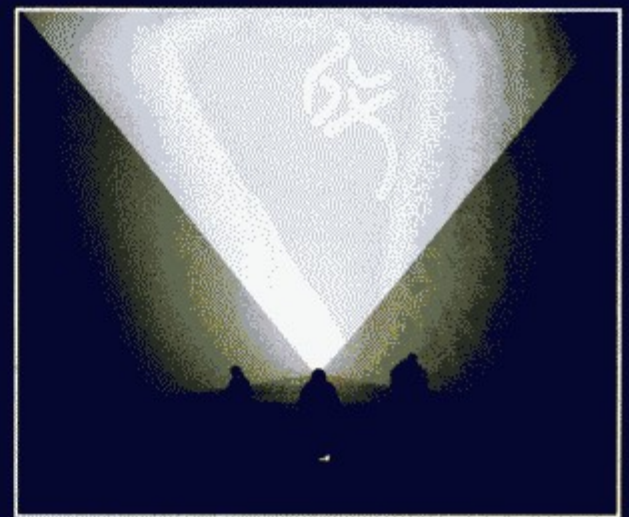
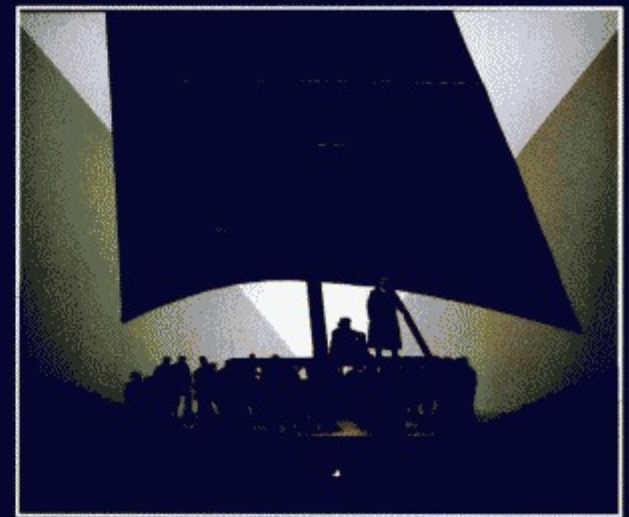
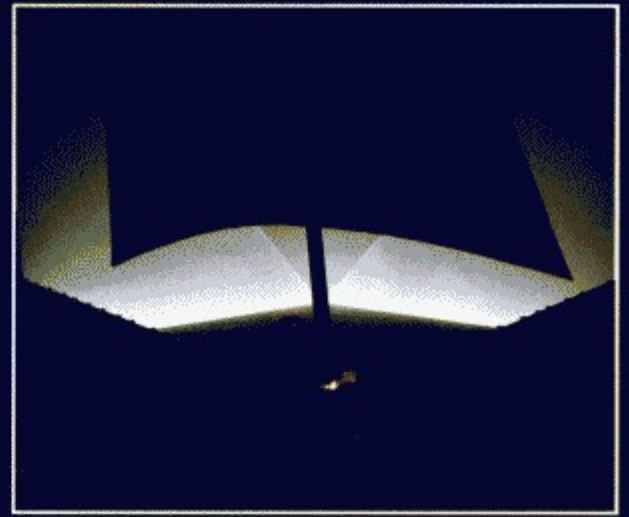
1780年，物理学家艾美·阿尔甘（Aimè Argand，1755-1803年）大大改进了反射镜技术，并发明了一种新型油灯。经过改良的氧气供应，使得这种新型油灯不但能提供更高的亮度，而且不会冒烟；此外，它还有个可调整的灯芯，可以将亮度控制在特定范围内。但这种灯的缺点是玻璃外罩容易碎裂，这样的意外有时会在演出过程中，迫使观众不得不迅速离开他们的座位。这种灯是最明亮的光源，当和反射镜结合使用时，可以作为顶光和面光。此时，气氛灯光也开始被使用：红色的夕阳不再必须用画的，日光也不再来自舞台下方，被照亮的表演者和画在布景上的光呼应。在剧场中用明亮的灯光营造出自然光效果的需求，到19世纪的工业化时代终于得以实现。在煤气灯之后，电灯的性能和品种也有了很大发展，而这时的戏剧舞台已经可以将任何理论上的期望变为现实。

在美国，严格的清教徒运动和艰苦的西部拓荒阻碍了独立戏剧的振兴。受到巡回剧团的影响，美国剧场走的是英国剧场的路线。1766年，费城出现了在仓库搭建的临时舞台，这是第一个专供戏剧演出使用的舞台，一年后的纽约也出现了这样的剧场。但是直到19世纪后半叶，欧洲的灯光技术才开始被引入美国。

电灯的出现导致绘画光全面退出历史舞台。建筑元素被构筑成三维形式，投射恰当的光线，并产生相应的光影效果。绘画光——几个世纪以来被当作是自然光——必须向真实的光让步了。光的表现不再是绘画者的工作，而是交由照明者来完成。

图21-23（右页图）
W·A·莫扎特《卢乔·西拉》（*Lucio Silla*）
导演：彼得·穆斯巴赫（Peter mussbach）
舞台设计师：罗伯托·朗格（Roberto Longo）
萨尔茨堡艺术节，1993年。









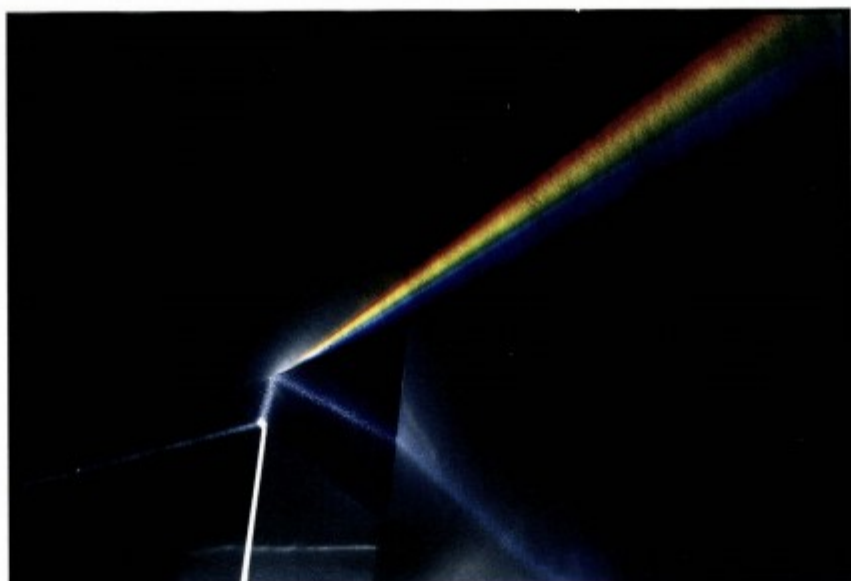


图26 棱镜折射的光。

图24 (第22-23页图)
理查德·瓦格纳
《特里斯坦与伊索尔德》
导演: 戴尔特·多恩
舞台设计师: 约根·罗斯
大都会歌剧院, 纽约, 1999年。

图25 (左图)
理查德·瓦格纳
《莱茵河的黄金》
导演兼舞台设计师:
赫伯特·沃尼克 (Herbert Wernicke)
拜恩州立歌剧院, 慕尼黑, 2002年。

视觉

眼睛能识别:

- 亮度的差别
- 色彩的差别
- 形状
- 运动
- 距离

照明是为了让眼睛更轻松地履行上述这些职责, 或首先让它们有可能履行。肉眼要进行观察、感知

和识别需要一个最低照度, 感知是一个个体过程, 在上述5个功能的交互作用下, 产生感觉。

光

光是辐射能量的一种形式。光从一个源头以波的形式向各个方向均匀传播。波的长度和频率各有不同, 而这两个因素结合产生了速度。可见光的波长从蓝色波段的约380nm到红色波段的780nm。肉眼只能看到380nm至780nm波段内的光, 对于超过这个范围的光的敏感度很

低。不可见波段的光可以借助各种矿石转化成可见光。

光谱

肉眼看到的不同波长的光呈现不同的颜色。通过白色光的光谱, 我们可以看到它的构成 (见牛顿和歌德部分, 第35页)。达到下列波长时, 色彩最为强烈:

紫色 = 440nm
蓝色 = 480nm
绿色 = 520nm
黄色 = 570nm
红色 = 650nm

下列基色可以在光谱中看到: 紫色-青色-绿色-黄色-橙色。生理关系致使我们无法看到第六种基色 (品红色)。

彩虹的色彩排列与光谱类似。阳光被无数悬浮在大气中的小水滴折射, 辐射能量根据不同的波长散布开来。由于光被小水滴折射了两次, 因此产生了两条彩虹, 一条颜色强烈, 一条颜色微弱, 分别位于太阳的两侧。钻石、切割玻璃和镜子也会对光产生不同程度的折射。

白色光被棱镜折射后就被偏离了轴线, 射向各个方向。波长较短的紫光偏离得最厉害, 波长较长

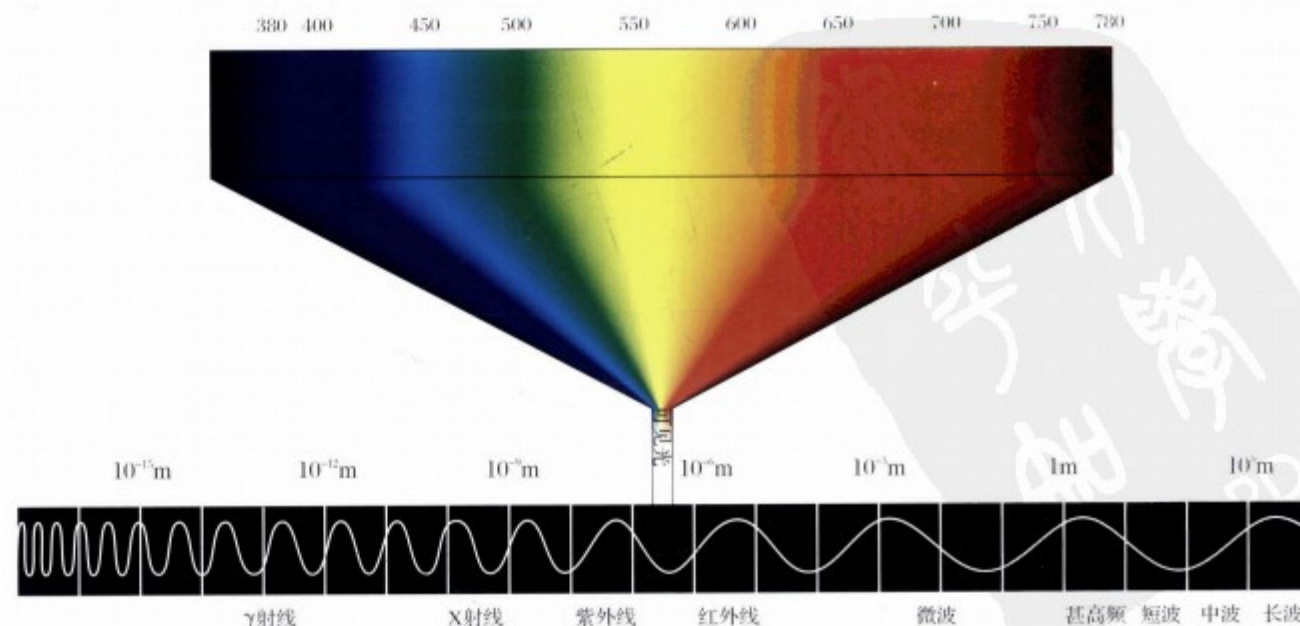


图27 光波——可见光光谱。

的红色光则偏离得最少。

色彩

色彩由物理刺激（色彩刺激）触发的生理过程导致。人眼的视网膜上存在着3种感光细胞，分别能感受到不同波段的光线。这些细胞被称为“锥状细胞”。除了“锥状细胞”，另一种感受细胞“杆状细胞”，能感受到亮度。

各种感光细胞获得的信息通过神经传达到大脑，在那里它们触发了适当的感官反应。3种“锥状细胞”的感受范围互相交叠，从而覆盖了整个可见光谱的波段，而非某一范围的波段。我们将这些范围称为原色。它们的波长约为：

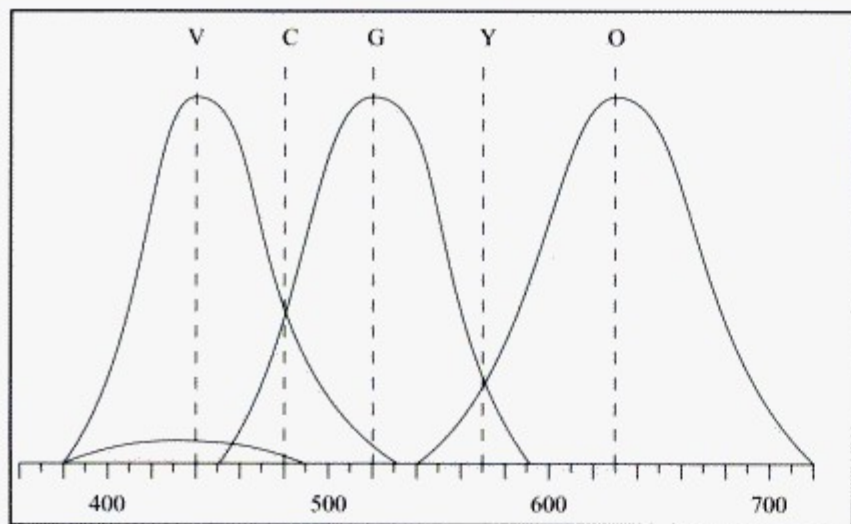


图28 3种锥状感受细胞的响应曲线。

蓝紫色 = 448nm
绿色 = 518nm
橙红色 = 617nm

基色

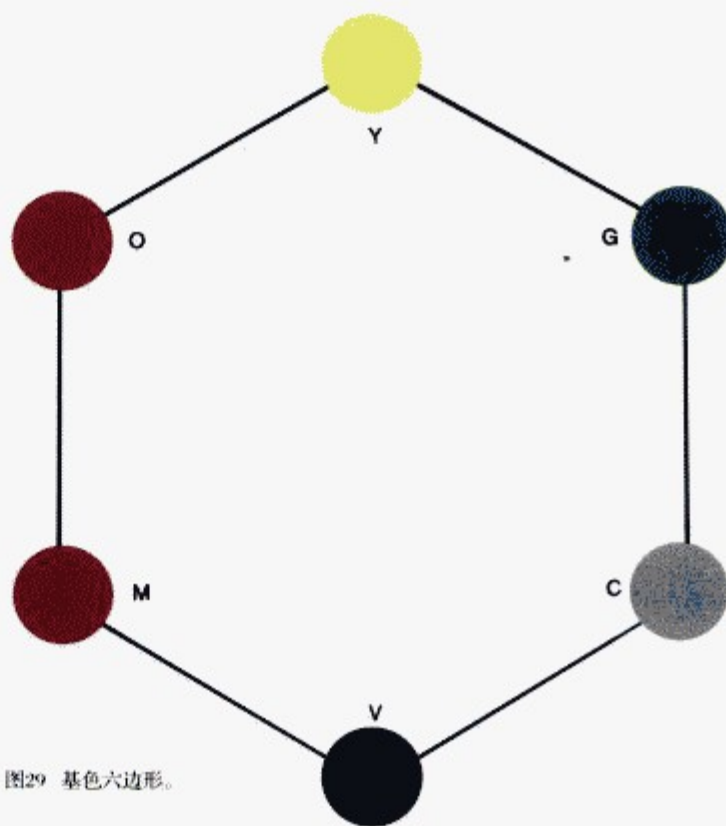


图29 基色六边形。

8种基色与3种锥状细胞相对应（原色），图31显示了它们的构成。基色中的黑色和白色被称为“非彩色”，其他基色被称为“彩色”。各种基色的缩写如下：

白色 = W
橙红色 = O
黑色 = B
青色 = C
蓝紫色 = V
黄色 = Y

绿色 = G
品红色 = m

混合色

当色彩子集交叠时就产生混合色。色彩之间的细微差别包括彩色度和非彩色度。彩色度由彩色基色组成，非彩色度可以由彩色的或非彩色的基色组成。

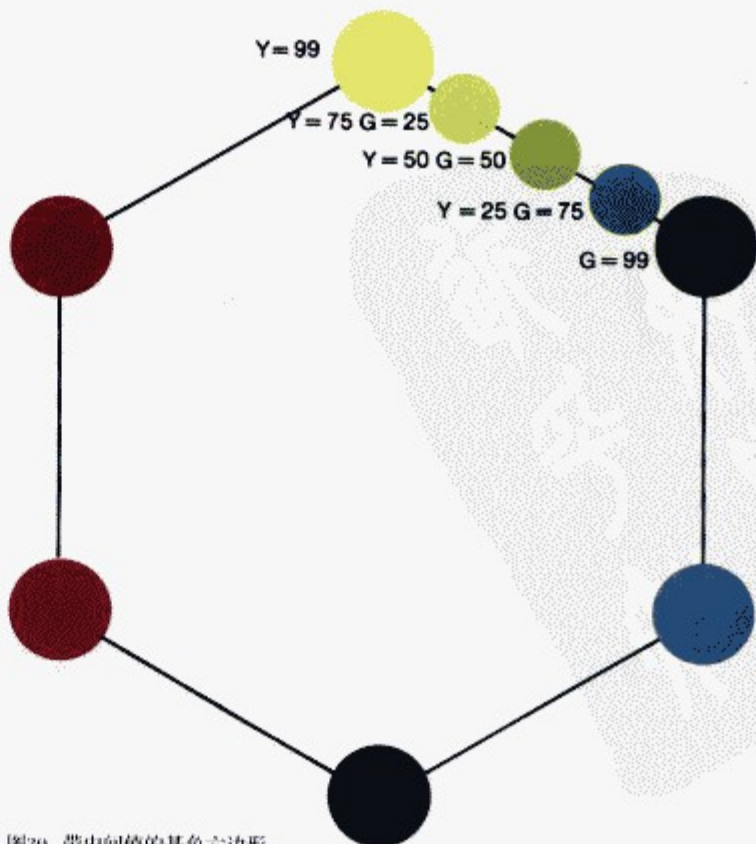


图30 带中间值的基色六边形。

原色指数

原色指数体系用于定义单个色彩。它先定义了3种原色，色彩感觉最强的被定义为“99”，所有的色彩都可以归入00到99的等级中。按照这个体系，即99是极端原色，8种基色如图31中所示。一种颜色的最大值被设定为99，而非100%——这1%的区别很重要。单个色彩的色彩构成可以借助这个体系得到精确的定义。

区别特征

每种颜色都有4个区别特征：彩色类、非彩色类、色度和明度。如果上述4个特征中至少有3个特征可得以呈现并确定，那就可以据此定义一种色彩了。

• 彩色类

可以区分约200种颜色，彩色类涵盖了色彩的详细信息。

• 非彩色类

可以区分约50种颜色。非彩色类包括白色、黑色和所有的灰阶色。

• 色度

色度是指色彩的强度。色度越高，色彩就越强烈。

• 明度

明度是由将一种色彩感觉与某种非彩色类色彩感觉相均衡的值来表示。

色彩感觉

色彩的彩色类、非彩色类、色度和明度最终汇聚成对色彩的特定感觉。与耳朵不同，眼睛是综合性的。例如，如果耳朵接受过训练，就能够区分出声音中的泛音。但眼睛却无法识别出一束光的构成。在明度和色相相同的前提下，眼睛能够区分出约120种不同的颜色。

色温

色温理论是基于这样一个事实，即遇热发光物体的温度与该物体所发出的光的颜色存在着确定的关系。这种“光-色”被定义为色温。

非遇热发光的光源，如晴朗

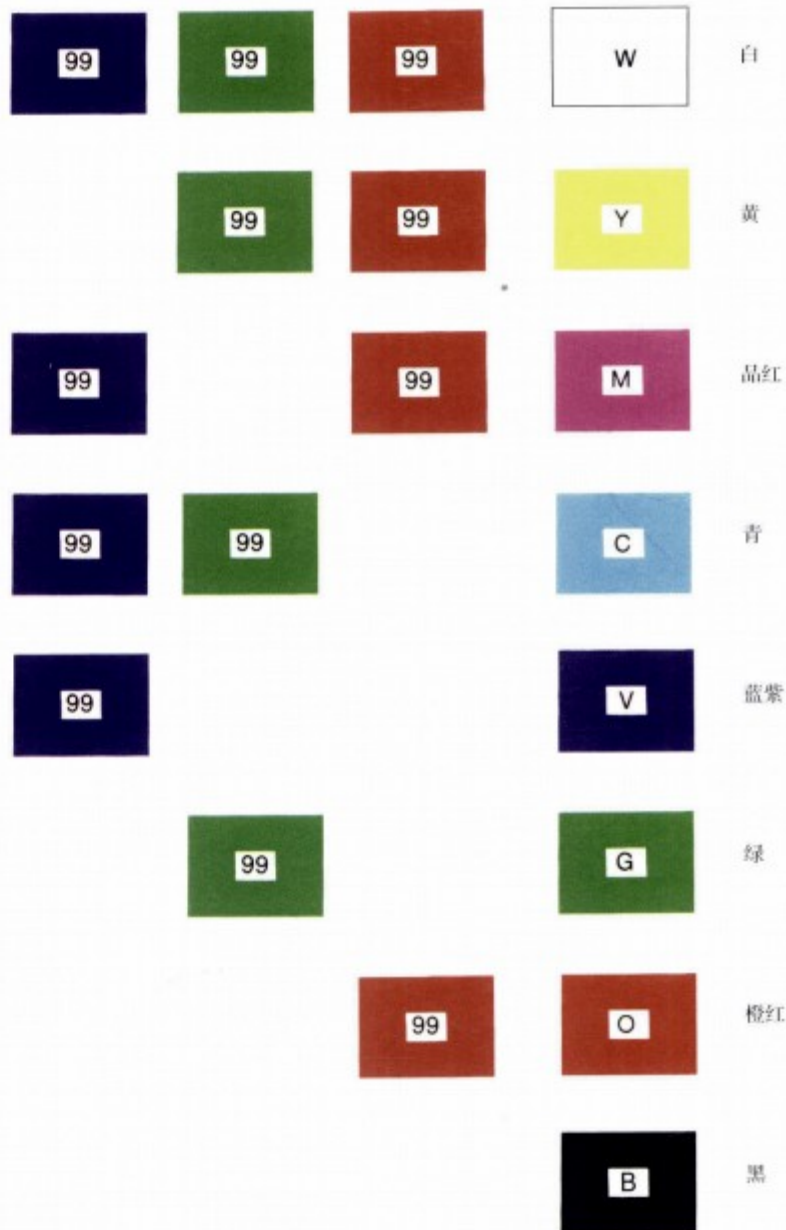


图31 原色和基色的关系。

的蓝天，其色温并不真实存在，因为天空不会如其色温所示，在高于绝对零度25000°C的温度下发光发热。光源的色温取决于将其发出的光的颜色与一个辐射体发出的光的颜色作比较。这个辐射体吸收任何可以透过它的外部辐射，被称为“黑体”——也被称为普朗克辐射体。它被加热至与光源呈现相同的颜色。这时，该辐射体的温度就被称为“色温”。色温是用开氏温标（K）衡量的，它与摄氏温标的分度相等，两者唯一的区别是开氏温标始于绝对零度，即-273°C。遇热发光的物体在达到约800K时开始发出第一道微光。日常见到的事物（如火和白炽灯）告诉我们，一个物体开始发光发热后，就会改变颜色，

并开始呈现出属于长波可见光波段的橙色。因此，低色温与红色光相关，高色温与蓝白色光相关。在介于7000K到10000K的色温中，短波光占主要数量。光-色，从橙色开始，到黄色，再到白色，而后变成了紫色。

现在已经有了用来测定色温的设备，但测量得出的结果却并不一定十分精确。但无论如何，这种设备都为我们提供了有用的信息和参考。

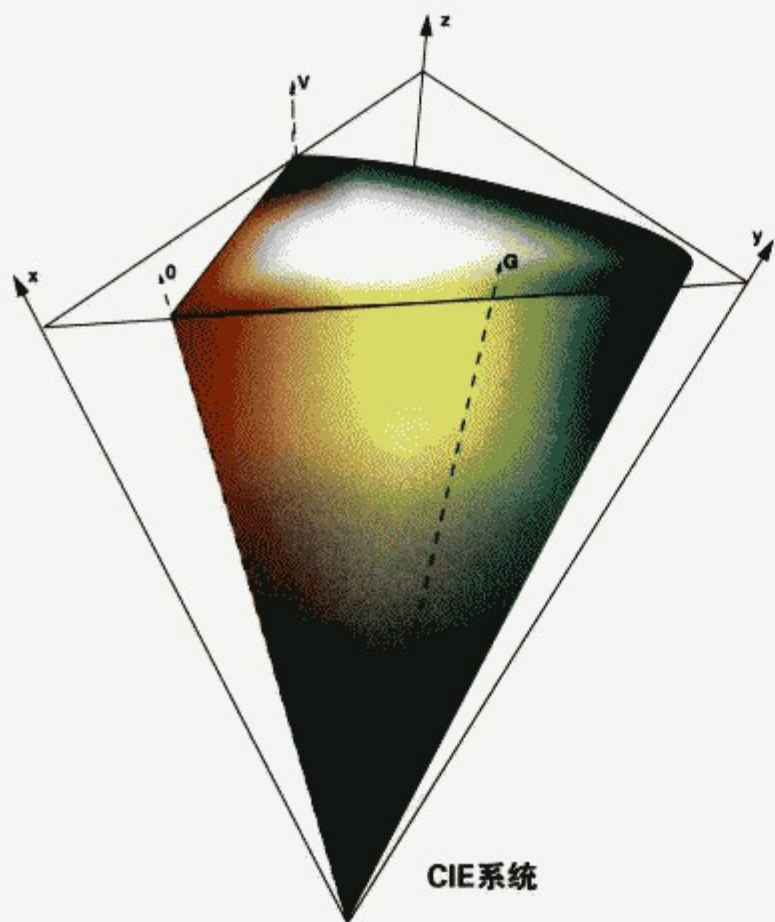


图32 带向量线的主值 x 、 y 、 z ，从黑点开始，直至完全的色彩饱和。

CIE系统（CIE =国际照明委员会）是国际照明委员会在1931年确立的，在科学研究领域占有十分重要的地位。尽管它背离了某些照明

技术理论，但我们仍需要对它有所了解，因为它对于我们理解色温、显色和光源之间的联系尤为重要。CIE系统基于加法混色。加法混色不仅能通过光谱波段呈现，也能通过单色光来呈现。它们被称为“主值”或“正常值”。3个主值从黑点（也称为“零点”）开始逐渐增加，直至色彩饱和。饱和点是该色域的临界点。单色光在这些饱和点达到完全的饱和——绝对色度：

z = 蓝紫色饱和点

= 435.8nm

y = 绿色饱和点

= 546nm

x = 橙红色饱和点

= 700nm

图32显示了从零点到色彩饱和以及色域的色进度的3个主要值。色彩在光谱色线——色彩边界线上的精确位置通过明确 x 、 y 、 z 的值得以确定。整个色域最外圈的向量对于确定准确的数值非常重要。图34显示了图33中色域的边缘部分。白

色位于中间区域—— $x = 0.33$ ， $y = 0.33$ 。坐标的划分在0到1之间，并根据下列等式确定：

橙红色+绿色+蓝紫色 = 1

= 白色

色度越高，光或主色的色彩定位离色表上的非彩色点越远。这种观察色彩的方式在判断色度时非常有用，让色温理论变得更为可信。我们已经就色温讨论过，较低的色温位于红色波段，当温度升高时，色彩定位则逐渐接近非彩色点。现在，研究色域并理解必要的标记是很有必要的。

正如之前提到的，普朗克辐射体是衡量色温的始点。它的不同颜色在不同的温度产生一条曲线，称为普朗克曲线。光的准确色彩定位或主色在曲线上的位置是按照贾德标度确定的。

曲线被划分成两段：在5000K以内，将普朗克辐射体作为对应光源；超过5000K，则以自然光作为对应光。

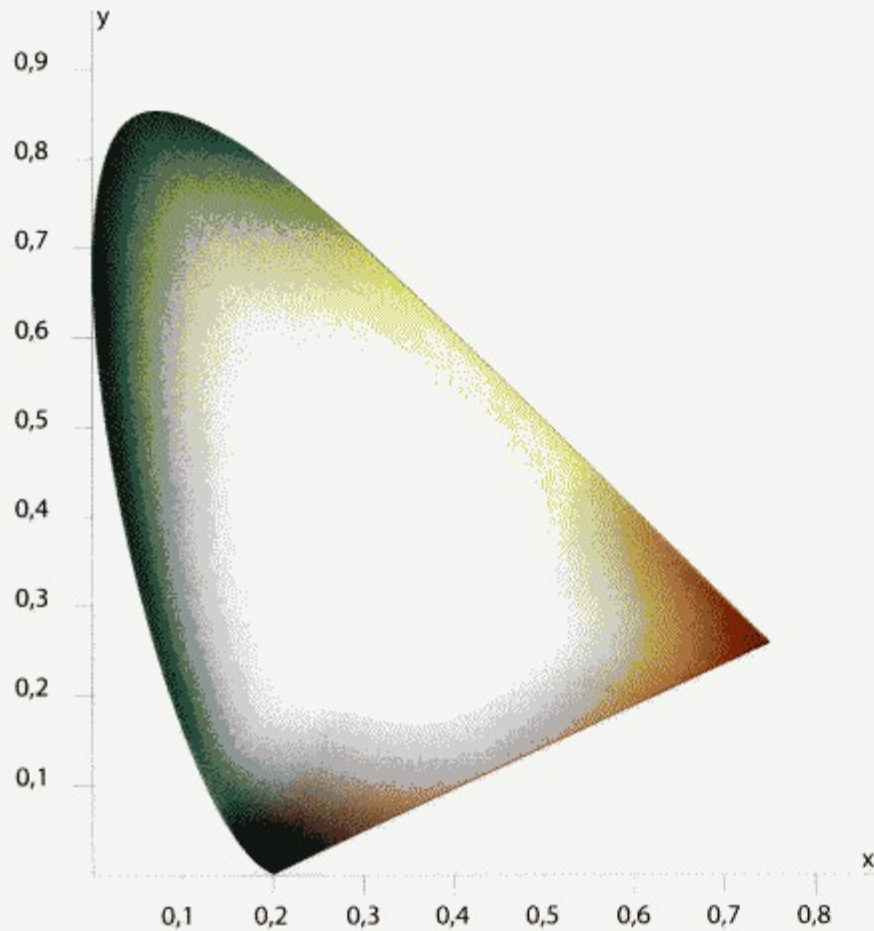


图33 CIE色域——标准色表。

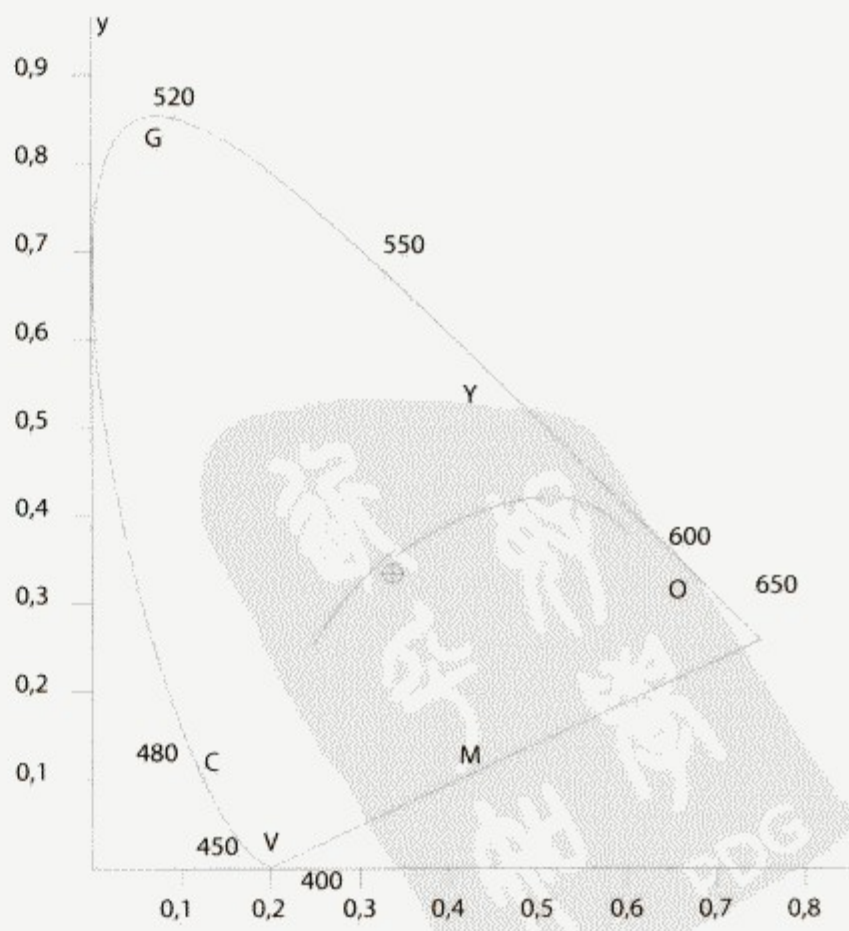


图34 呈现普朗克曲线和白色的标准色域。

显色指数, 标准光类型

要确定色彩重现指数 (R_a), 必须首先确定该色彩在色域中的位置。根据测得的色温, 光源被分成不同的类别。选定的光谱区域被定义为标准光类型。

(白炽灯) 标准光源A = 2856 K

(日光) 标准光源C = 6774 K

标准光源D65 = 6504 K

显色性的评估需应用标准光源, 如日光型光源的显色性评估应采用D65标准光源, 该标准光源可以用氙光源有效模拟。

我们运用了8种或14种试验色来定义常规显色指数。标准光源和要定义的光源被作为一个色制来比较和确定。该指数能达到的最高值是100, 代表最大可能的显色。数值越低, 显色性能也越低。在应用照明中, 光源的显色性能被分为下列等级:

等级	R_a 范围	要求	应用
1A 1B	R_a 90-100 R_a 80-89	非常高	色彩取样、 家庭、办公室
2A 2B	R_a 70-79 R_a 60-69	高	与色彩相关工作
3	R_a 40-59	中	工业
4	R_a 20-39	低	工业

显色

一般来说, 任何观察物体的人都希望能尽可能准确地脑海中重现物体的色彩, 这就取决于照亮物体的光源的光谱, 例如自然光、日光型光谱或白炽灯光谱的人造光源。

正如我们所知, 每个光源都由各自的光谱波段组合。由于光线的原因, 物体的色彩会发生变化。

只有包含在光线中的辐射能量能够被物体反射, 物体才显示色彩。如果光线不包含任何能被物体反射的辐射, 那么它就会呈现非彩色或黑色。下面的试验向我们展示了这种效果 (图35-38)。

光色

光色是由色温决定的, 并被分

显色 R_a	最接近的色温	光色
第3级	低于3300 K	暖白色 (ww)
第2级	3300-5000 K	中性白色 (nw)
第1级	超过5000 K	日光白色 (dw)

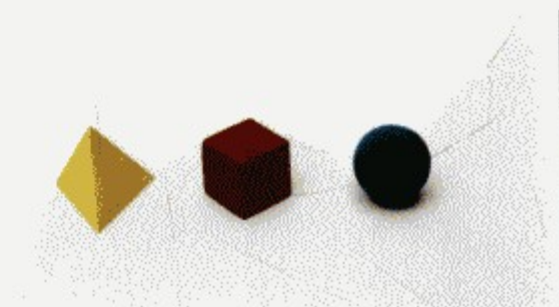


图35 白色光照射下的彩色物体

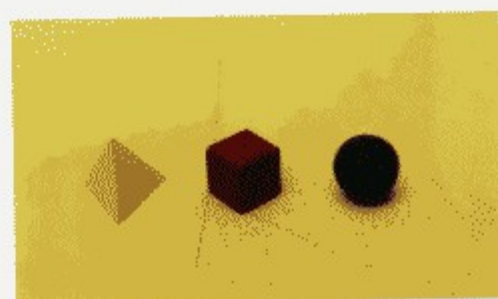


图36 黄色光照射下的彩色物体



图37 蓝色光照射下的彩色物体



图38 绿色光照射下的彩色物体





成3个等级：

色彩混合

这是灯光设计师要研究的一项重要课题，通过色彩的运用来丰富戏剧舞台灯光的设计。

所有类型的色彩——描绘的、投射的、彩色印刷的——都是基于色彩混合的3条基本法则：

- 加法混色

- 减法混色
- 综合混色（颜料）

这里，我们不在印刷品上演示色彩混合，而是在戏剧舞台环境中演示。3个投影灯用于制造加法混色，1个投影灯用于制造减法混色。

加法混色

（加法=将单个色彩混合到一起，产生白色）

- 加法原色
蓝紫色、绿色、橙红色、黑色

- 基色
单黑色
- 合成色
黄色、品红色、青色、白色

当2种加法三原色的投射光线混合时，产生的间色是一种减法原色。如果所有3种加法三原色光同时投射，就产生白色光。加法混色中的间色与减法混色中的原色是相同的。

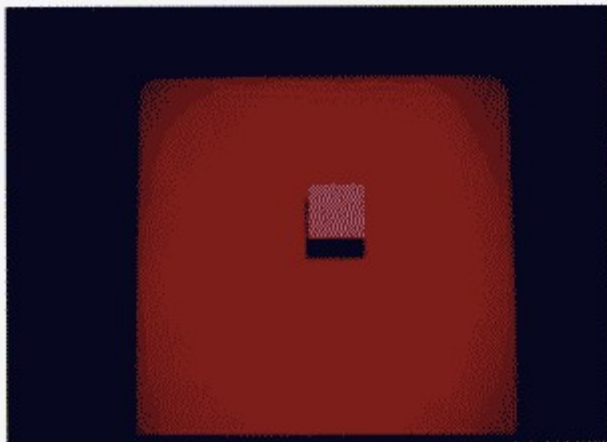


图40 白色立方体表面——橙红色光=橙红色表面。

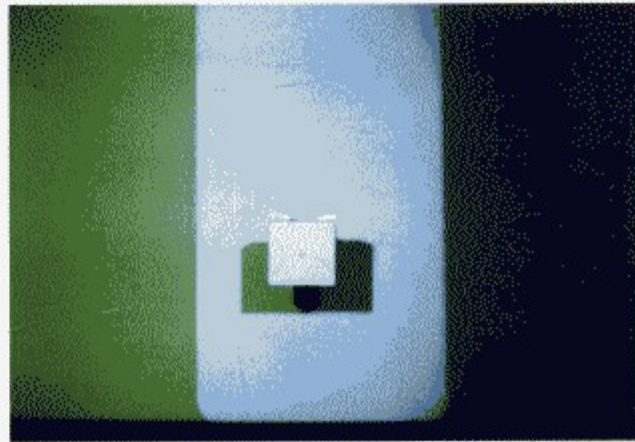


图41 白色立方体表面——蓝紫色光和绿色光=青色表面。

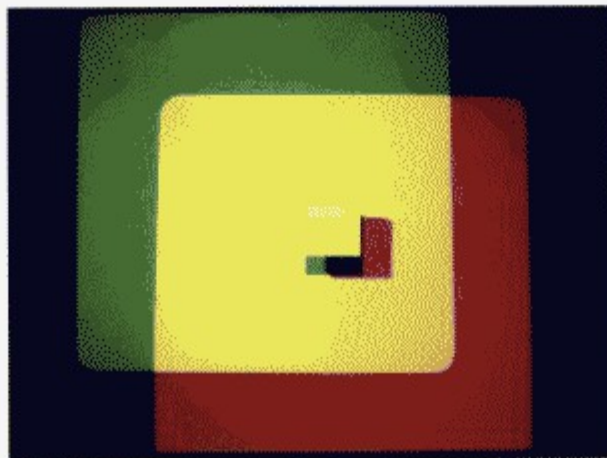


图42 白色立方体表面——橙红色光和绿色光=黄色表面。

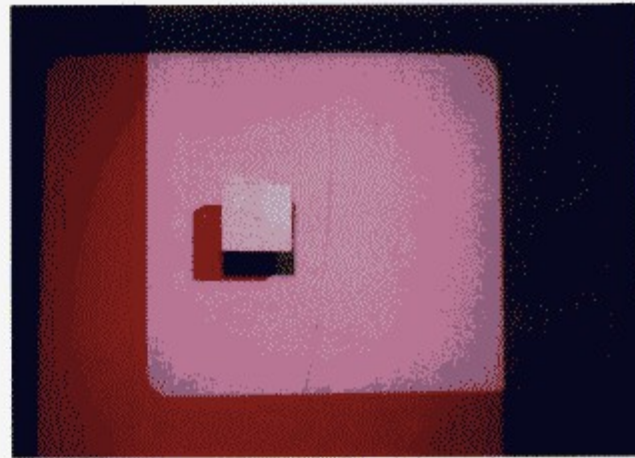


图43 白色立方体表面——橙红色光和蓝紫色光=品红色表面。

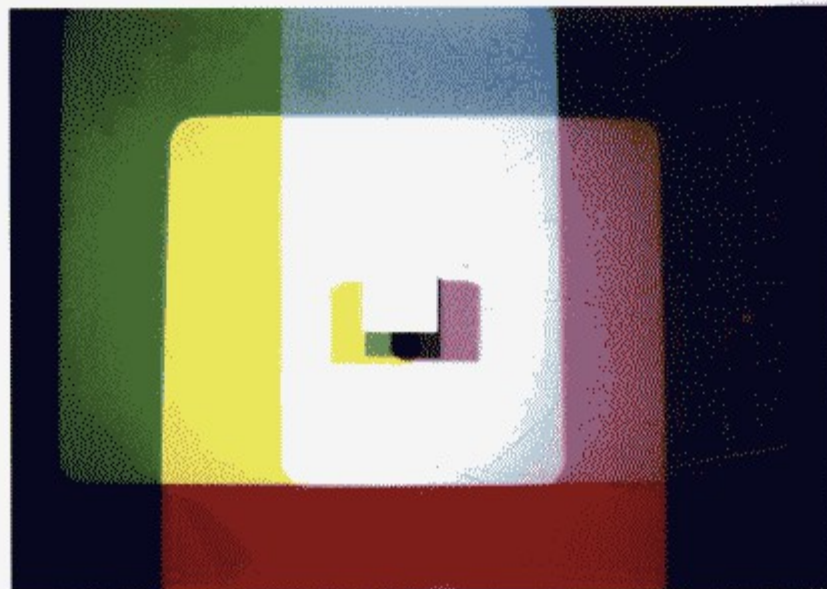


图44 加法混色：
白色立方体表面——橙红色光、蓝紫色光和绿色光=白色表面。

当混合加法色时，最根本的是要保证至少有两个不同的光源。因为如果只有一个光源，就会导致相互吸收，形成黑色。加法混色的理想色彩是：

蓝紫色 = 448nm
绿色 = 518nm
橙红色 = 617nm

如图所示，将3种彩色加法色两两混合，其结果是产生3种新的彩色

减法原色：

蓝紫色+橙红色= 品红色
绿色+蓝紫色=青色
橙红色+绿色= 黄色

减法混色

（减法=滤除光谱波段，用覆盖滤色片的方法调整原色）

• 减法原色

青色、黄色、品红色、白色

• 基色

非彩色白色

• 合成色

蓝紫色、绿色、橙红色、黑色
减法原色滤色片会让2/3的光通过，因而刺激两种锥状细胞（见第26页，图28），这意味着一种减法原色的滤色片对于其他两种原色来说是透明的。

减法混色的结果：

青色 + 品红色 = 蓝紫色



图45 白色立方体表面——白色光加品红色滤色片= 品红色表面。

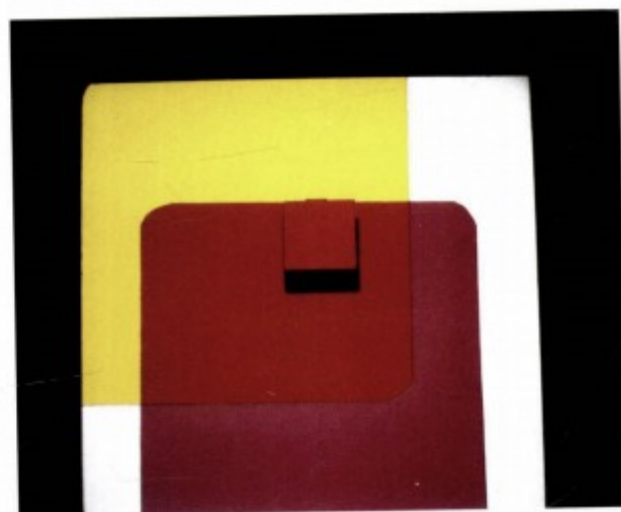


图46 白色立方体表面——白色光加品红色和黄色滤色片= 橙红色表面。

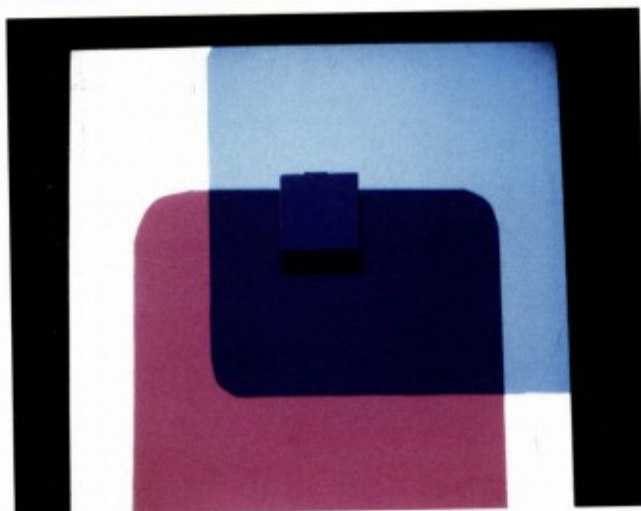


图47 白色立方体表面——白色光加品红色和青色滤色片= 蓝紫色表面。

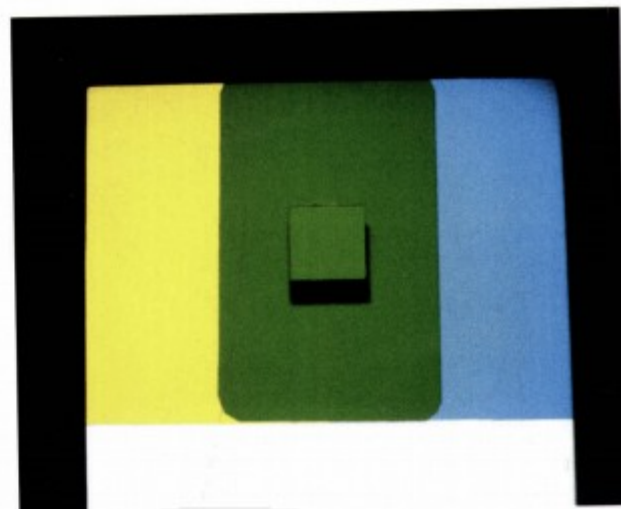


图48 白色立方体表面——白色光加黄色和青色滤色片= 绿色表面。

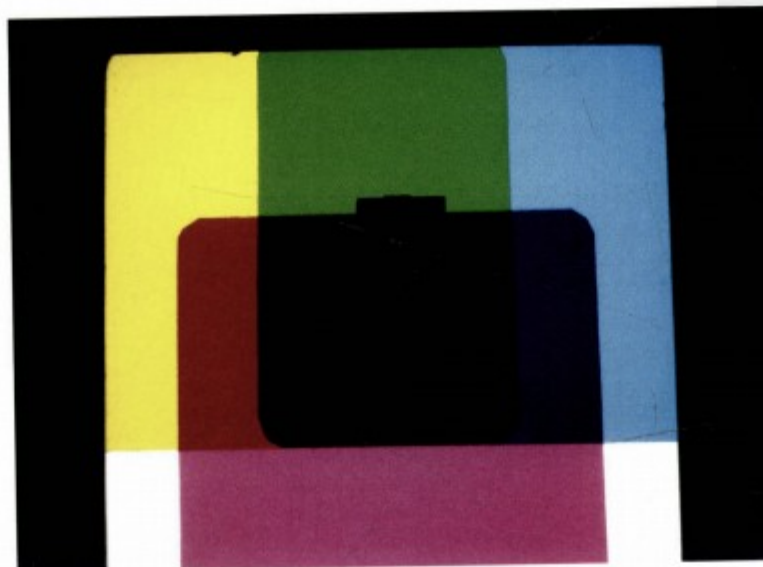


图49 减法混色：
白色立方体表面——白色光加品红色、青色和黄色滤色片= 黑色表面。

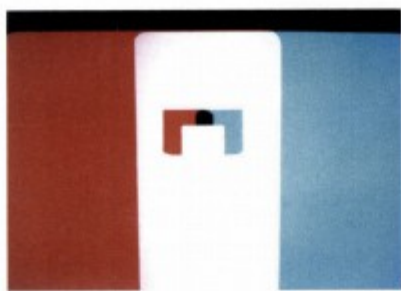


图50 白色立方体表面——橙红色光和蓝绿色光=白色表面。



图51 白色立方体表面——蓝紫色光和黄色光=白色表面。

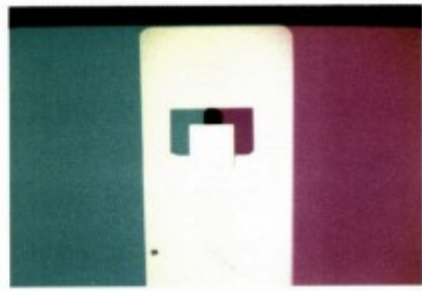


图52 白色立方体表面——绿色光和品红色光=白色表面。

黄色+青色=绿色
品红色+黄色=橙红色

补色

将等比例的紫色光、青色光和橙光叠加，就会产生白色光。将一种原色和其他两种原色的间色相混合，也会产生同样的结果。相加产生白光的两种有色光互为补色。加法混色可以通过使用各种色轮来实现。要在戏剧舞台中有效地使用补色，并不需要完全达到光谱构成的基本物理要求，因为特别是像紫

色这样较深的颜色，只能让很少的可见光透过去。当然，按设定的理想值进行色彩混合，能产生最清晰的效果，特别是对于用作试验的色彩混合而言，这更是最根本的。

用于制造混色的LEE/ROSCO滤色片：

蓝紫色：No. 132
蓝绿色：No. 115
绿色：No. 124
黄色：No. 101

橙红色：No. 164
品红色：No. 113

综合混色

综合混色是基于减法混色产生的。这里，我们不讨论层层覆盖上去的色彩，而是研究混合基色后产生的新颜色。这种色彩混合可用于覆盖上一层的颜色。所有8种基色都能用来形成这种混合。因此，综合混色可以由彩色和非彩色构成。它的用途很明确：用于混合表面覆盖色。

图53 有色光束穿过黑暗空间。光束在空气中的交汇点产生加法混色，继而通过综合混色产生白色光。



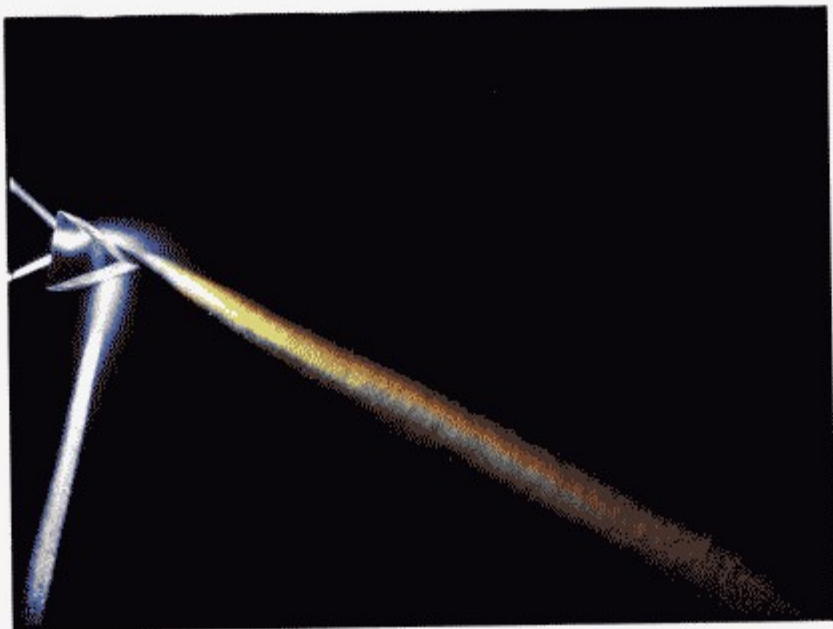


图54 牛顿通过棱镜观察一束白光。

色彩理论

埃萨克·牛顿

(Isaac Newton), 1643-1727年

埃萨克·牛顿提出了第一个色彩物理学说。牛顿通过棱镜将白色的日光分离成彩虹的颜色后，一共识别出7种颜色。他将这些颜色建立一个色环，在这个色环中，牛顿将短波紫色与长波红色连续排列。如果不考虑色彩的数量和估值，色环在今天的彩色绘画理论中仍然有效，同时它也引出了补色的概念。通过透镜能最清楚地区分出的3种颜色是：红色、绿色和紫色——牛顿将其作为物理学中的三种原色。

约翰·沃尔夫冈·冯·歌德

(Johann Wolfgang von-Goethe), 1749-1832年

歌德的一生都在批评牛顿的学说，有时这种争论还相当激烈。对于今天的我们来说，这可能显得毫无意义，因为牛顿的科学洞察力与传统的审美并不冲突。牛顿用一个棱镜将一束白光分离成上面提到的三原色，但歌德在白色背景下观

察黑色卡，并看到黄色、紫色和蓝色，即边缘谱。由此，他提出了一个色环，紫红色、蓝色、黄色3种原色与橙色、紫色、绿色3种间色交替

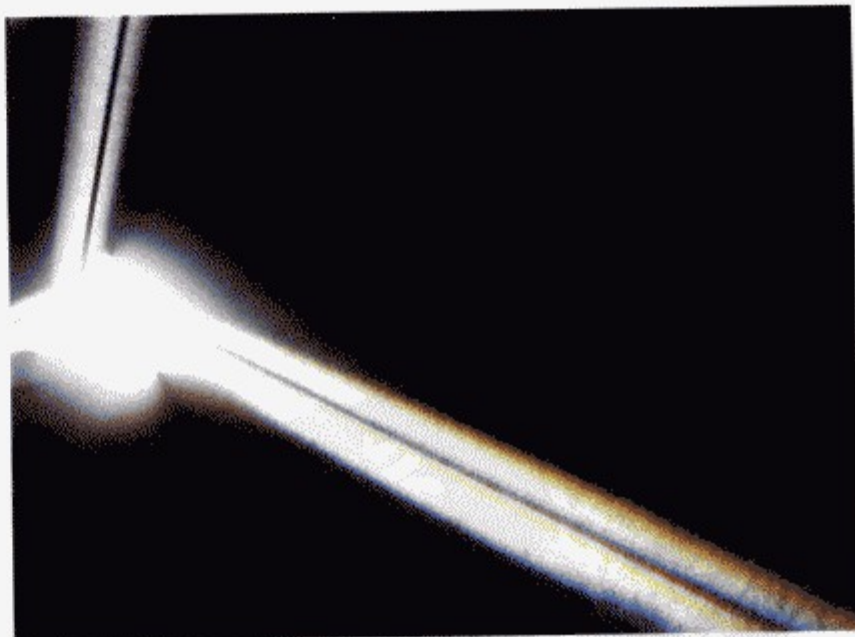


图55 歌德在白色背景下观察黑色卡，并由此引出他学说中的3种基础色。

出现。从这个色环中，可以很清晰地看出补色，也就是歌德定义的协调色。歌德从来不接受白光是由有色光组成的这一学说。他认为色彩是由于明暗的相互影响，在明暗边界上产生的。这就回归了希腊自然

哲学家的观点，即在黑白之间将所有颜色进行分类。在歌德的色彩学说中，他如此解释：“边界会显示色彩，因为光和阴影在那里相遇，所以颜色也同时在光的相反方向产生。”但仔细琢磨，他的边缘谱研究并不意味着牛顿的学说是错误的。

歌德的基本设定是，在有光和无光之间存在着界限。就光来说，他选择了黄色和蓝色的光，黄色更接近明亮，代表有光；蓝色更接近黑暗，代表无光。这两种颜色产生的新颜色——绿色，作为两极色的调和色。但当黄色和蓝色朝着亮处或暗处移动时，就会产生带有红色的色彩。“基础色学说只考虑3种颜色：黄、蓝、紫红，或6种颜色：黄、黄红、紫红、红蓝、蓝、绿，这6种颜色也能形成一个色环。”尽管色环理论存在物理学上的曲解，

但因为它的规律性，所以其在审美学上仍有一席之地。此外，黄、紫红和蓝预测出了现代彩色印刷中的三原色。由边缘谱衍生而来的色环，如图56所示。

歌德认为：色彩“一直是独

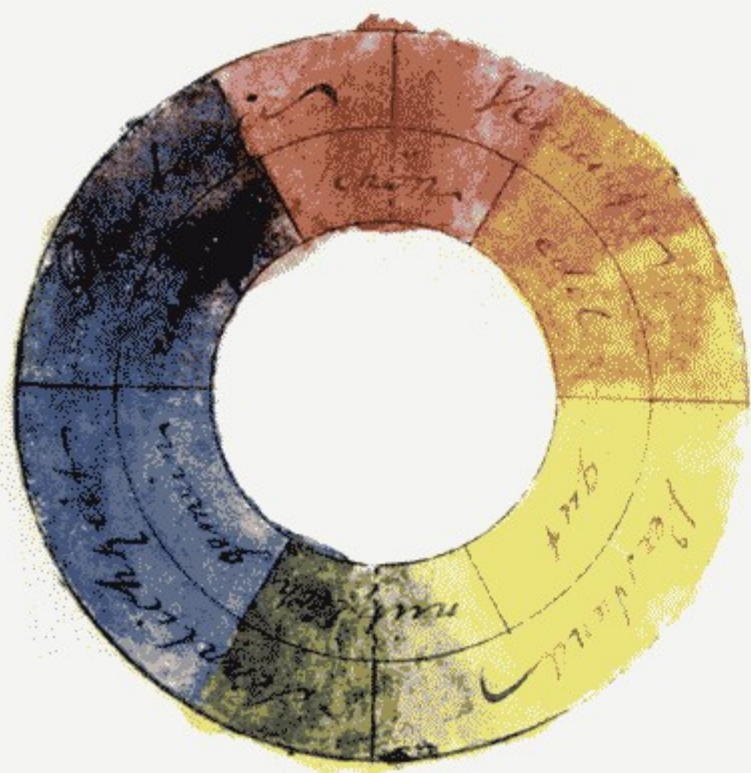


图56 附有歌德注释的色环

特的、典型的、重要的”。通常来说，色彩可归入两个对立面中，它们互成对比，称为极性，可以用正负来定义：

+	-
黄	蓝
冲击	缺失
浅	深
明	暗
浓	淡
暖	冷
近	远
排斥	吸引
与酸有关	与碱有关

亚瑟·叔本华 (Arthur Schopenhauer), 1788-1860年

哲学家亚瑟·叔本华在色彩理论方面取得了突出的成就，他明确了补色及其特定的亮度。他的学

图57 叔本华提出的视网膜感受性比例



说是基于视网膜的活跃性：从活跃（明和白）到不活跃（暗和黑）。彩色只有在这个范围中的特定区域才呈现活性。黑和白没有色彩，因为它们彼此之间没有联系。“真正的色彩理论总是研究成对的颜色，色彩的纯度取决于所含色比率的协调。色彩总是作为一种性质出现，因为它是视网膜活跃性的定性因素。”

叔本华曾指出：“如果外部刺激激活了视网膜一部分的活跃性，那么未激活部分就会自动跟随被激活的部分，因为视网膜有调动其全部活跃性的本能。”这种理论与之前歌德的描述形成强烈的反差，这就是“余像”理论，由此也引出每种颜色都会激活它的补色。叔本华这样描述这个与实践有关的现象：

“只有通过我的学说，我们才能理解为什么人造光比日光更容易让眼睛感到疲劳。如果我们通过人造光照明，被光照射的物都泛橙光（并由此产生蓝色的阴影），则只有2/3的视网膜活跃性受到刺激，另外

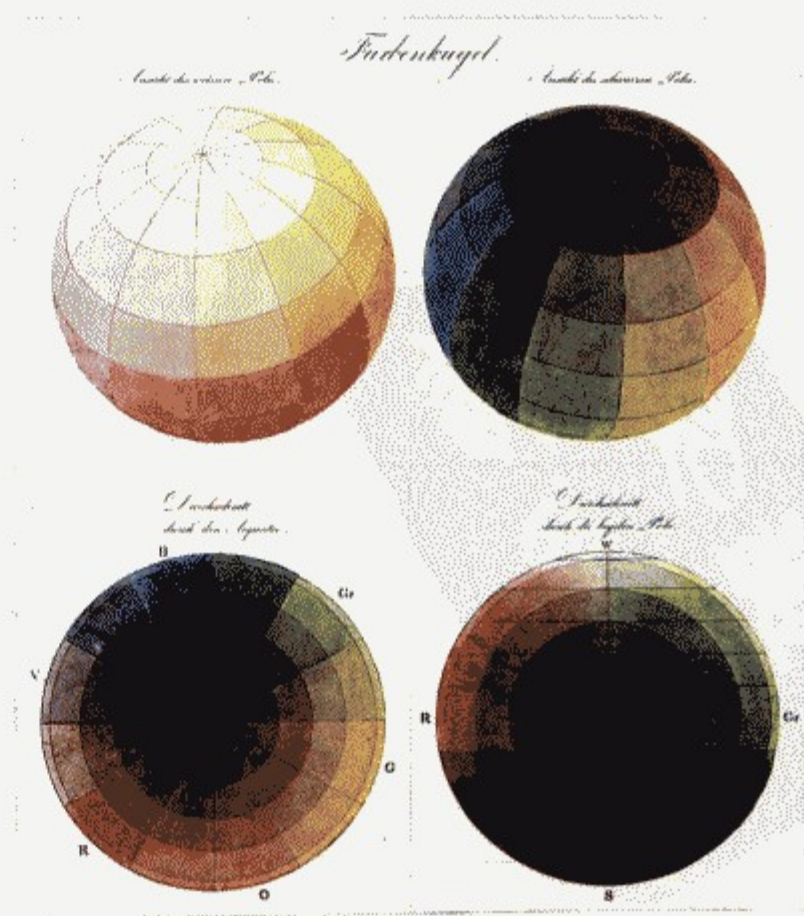
的1/3仍处于不活动状态，也就是说，这2/3需要承担整个‘看’的工作。”

菲利普·奥托·朗格 (Phillip Otto Runge), 1777-1810年

朗格是第一位高度重视色彩理论的画家，他的学说是基于抽象理想色彩。抽象理想色彩是相对于那些与之相应的、无法被明确描述的具象色彩而言的。因此，他所提出的色球中的颜色也是理想化的，因为这个色球本身并不是美术的产物，而是基于哲学范畴的数学计算。

朗格不只是尝试建立一个色彩分类的心理判断标准，而是创造一个实用的应用色表。朗格色球的球形特质象征着一种世界观。朗格用歌德的色环构成色球的赤道，并增加了两极：“白色”在顶部，“黑色”在底部。在创造这个色球时，他能够描述黑色、白色与各种色彩的混合色，但这里并没有考虑通过变亮和变暗改变亮度的情况，因为

图58 朗格的色球和带矢度的赤道截面



这需要第四维度。由此他假设，颜色本身具有两种形式：透明和不透明。

如果我们现在将色球的颜色设定为透明色，就会看到与中心点相连的两极和整个球体都消失了。因此，色球的表现只局限于不透明色，透明色只能存在于我们的想象中。这种现象被叔本华描述为“色彩二元性”，它也构成了批判歌德色彩学说的基础，因为歌德所说的有光与无光的界限在这里并不存在。但与歌德同时期提出色彩学说的叔本华，在阐述其基本理论时却采用了与歌德学说中几乎相同的术语，而这些术语时至今日仍然被广泛使用。

欧仁·德拉克罗瓦 (Eugène Delacroix), 1798-1863年

与朗格不同，德拉克罗瓦是一位将色彩理论应用于艺术和技术层面的画家。他认为，切实关注色彩的画家不应只使用外行人在现实中看得到的色彩，而应能增强特定的有色事物的表现力，并使用那些在最终效果中看得见的截然不同的色彩。他说，灰色代表绘画的死亡，色彩应表现激情、创造力和想象力。

上述理论的实践性开端是德拉克罗瓦对原色三角形的运用，以红、黄、蓝作为主色，橙、绿、紫作为间色。他也在实践中运用色彩的互补关系，例如描绘高亮、色彩浓烈的物体时，以其补色作为阴影色。这使得德拉克罗瓦能够描绘出所有的阴影效果，而在此之前，阴影都被描绘成灰色调或褐色调。

歌德已经提到过补色的对比效果，但没有人像德拉克罗瓦一样将其作为绘画的基础。作为一个善用色彩的画家，德拉克罗瓦依照一种高度抽象的方式来运用色彩。在开始描绘主体画面之前，他会花几星期的时间组合各种有相似基调的色彩，并记录下它们在表现倒影、阴影、光线、期望体现的情绪和其他重要因素时的效果。

在德拉克罗瓦创作于1822年的《但丁与维吉尔》中，“女人身上的水滴”就是运用补色的典型例子。这些专有的补色营造出雨滴

闪烁的效果，如果从近处观看，这种效果就会消失。但是德拉克罗瓦的原色三角形不包含黑色、白色或褐色，而暖色调的褐色对于很多画家来说，都是极为重要的颜色。在此之前，白色已经被用于提亮，而黑色被用于表现阴影，而这两种颜色如今作为单纯的颜色获得了一种新的意义。白色被保留其提亮的作用，但黑色不再用于表现阴影，而只作为单纯的颜色使用，或与其他颜色混合使用。这种混合了其他颜色的黑色对于莫奈和印象派画家来说，具有新的重要意义。而德拉克罗瓦则逐渐舍弃了将褐色作为强调色彩之用。

瓦西里·康定斯基 (Wassily Kandinsky), 1866-1944年

在康定斯基作为一个画家和理论家的漫长而多产的一生中，色彩和形式理论扮演着一个重要的角色。他并不独立地看待色彩，而是进而发展出一门色彩和形式的语言。色彩和形式之间存在着一种必然的联系，因为色彩只有限定在某形式上才能得以展现。康定斯基将色彩分为冷/暖色和明/暗色。冷色和暖色通常意味着分别朝蓝色和黄色趋近，明色和暗色则分别朝白色和黑色趋近。康定斯基认为，黄色和蓝色代表最强烈的对比，这能从色彩的空间效果上最清晰地表现出来。一个黄色的圆看上去比同样大小的蓝色圆更大。相对于同心的蓝色圆，黄色圆看上去是离心的。如果将明暗的差异也考虑在内，这种效果会更加明显。这是因为如果增加了白色，黄色的效果就会增强；而增加了黑色，蓝色的效果就会增强。如果将黄色和蓝色混合产生绿

色，则包含在黄色和蓝色中的这种效果就消失了，进而制造出“完全的安静和平和”。康定斯基将这种绿色比喻成“一头肥硕、健康、安静的母牛，只知道咀嚼、反刍食物，并用迟钝、呆滞的眼睛看着世界”。增加黄色会重新给绿色带来生机，变得朝气蓬勃并令人愉悦；但如果增加蓝色，就会变得严肃、沉静。因此，绿色是活性的，但它会朝两个截然不同的方向变化。

绿色与红色呈对比，虽然没有空间存在，但其本身却包含着强烈的激情。它与红色一样，都有相同的内部运动：红色增加黄色产生的橙色会拉近其与观者的距离，增加蓝色产生的紫色会使其离观者更遥远。

通过色彩和角度的组合，能最清晰地展现出色彩和形式的相互影响。锐角是最温暖的，因此与黄色组合；钝角是最冷酷的，因此与蓝色组合；介于两者之间的直角与安静的红色组合。当这些角度进一步发展成几何形态时，线条、形态和色彩之间的关系就不言而喻了。康定斯基提出了下述图示性的组合：

锐角——三角形——黄
直角——正方形——红
钝角——圆形——蓝

康定斯基将这些论断归结为经验主义和心理洞察的结果，并非建

图60 瓦西里·康定斯基：应用在3种基本形态上的三原色，1923年

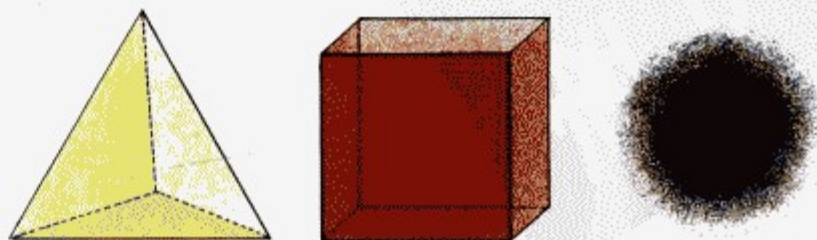


图59 欧仁·德拉克罗瓦对补色的运用。

立在绝对的科学之上。

约翰·伊登 (Johannes Itten), 1888-1967年

确定6种基础色以及颜色之间的彼此对比,是伊登理论的基本组成。他晚年的日记清晰地阐述了他的思想:“就像单词只有在文本中才有明确的含义一样,单独的色彩只有在与其他颜色结合时才获得明确的意义和感觉。”他将黄、红、蓝3色定义为“第一顺序”色,将混合了以上3种颜色的色彩——橙、绿、紫,定义为“第二顺序”色。伊登罗列了下面几种色彩的对比:

· **色彩对比**是最简单的,形成这种对比至少需要3种邻近色。最强的对比是黄、红、蓝之间的对比,当色彩的彼此距离拉远时,对比度就降低了。

· **明暗对比**是对于两种不同颜色的明度的比较,最强的明暗对比是黑白间的对比。

· **冷暖对比**涉及色温。例如,橙色是一种暖色,蓝色是一种冷色。但是,橙色和品红色之间也会产生冷暖对比。

· **互补对比**出现在两种有色光之间,这两种有色光结合就形成白光。

· **共时对比**是指在看到某种颜色时,眼睛同时自发看到补色的现象。同时产生的补色只是眼睛的一种色彩感觉,并不真实存在(即叔本华描述的接续对比)。

· **质的对比**是两种不同纯度的色彩的比较。例如,与灰白、暗沉的颜色相比,棱镜分解出来的颜色是饱和度最高的颜色。

· **量的对比**是两个色块的大小和相对亮度的比较。例如,一个黄色块与比它大3倍的紫色块的量对等。

色彩效果

无论是以绘画材料还是以光的形式使用色彩,都有明确的表现方式。正如我们所知,色彩是由光创造的,因此我们看到的每个事物都源于各种色彩的相互影响。非彩色的黑色和白色,不出现在色谱中,它们只作为表面色存在,两者形成最强烈的对比。色彩的相互影响产生了大量中间色。所有这些中间色,包括6种基础色,都会影响我们的情绪:温暖、冷酷、欢乐、悲伤、美丽、丑陋、坚硬、柔和。

今天,对于色彩效果的应用非常多样化。例如,广告和包装工业提出了色彩的心理效应,并将其运用得非常准确。当然,色彩效果作为表现人类情绪的方式也被运用到舞台上。尽管许多关于色彩的判断是建立在感情基础上的,但舞台和服装色彩的相互影响主要还是基于这个原则。这里,个人的情绪,对于情境的符号化联想和对色彩的理解都是重要的因素。我已将基础色的研究范围缩小至黄色、橙色、品红、紫色、青色和绿色,并将与它们最接近的中间色进行了分类,其中也包括两种非彩色的颜色,黑色和白色。

暖色

暖色是那些含黄色的颜色。之所以被归为暖色,是因为它们会让人联想到太阳和火焰:橙黄、红、黄绿。

冷色

冷色中包含蓝色。它们会让人联想到冰蓝的湖和钢铁中的蓝色调:青、蓝、紫。

绿色是一种调和色。它既可以是冷色,也可以是暖色,但通常它趋向于冷色。

高饱和度色

高饱和度色是指没有混合黑、白、灰的色彩,换言之,就是具有很高的彩色等级。高饱和度色给人以强烈、醒目的感觉,象征着能量和力量,会激起人强烈的情绪。

浅色、柔和色

混合了大量白色和灰色的色彩特别适合传达精巧、高雅的感觉,营造出一种优雅、柔和的氛围。

对比色概念

负	正
冷	暖
暗	明
阴暗	阳光
透明	不透明
令人锁定的	令人激动的

活跃 不活跃 被动

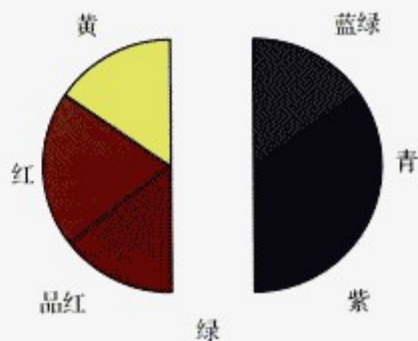


图61 根据活跃、不活跃、被动划分的色环。

薄	厚
远	近
硬	软
轻	重
湿	干

黑和白

黑和白的色彩效果很简单但非常醒目。这两个典型的基础色相当明确地显示出,光线和阴影形成了照明技术的基础。这种现象是看得见的,并以清晰的构成表现出来,直接且明确。

彩色阴影

当我们说到阴影,就会想到一个物体正在受到光的照射。阴影出现在物体背光的一面,投射在物体周围的区域中。一般来说,阴影被认为是黑色的,因为它是无光的。色彩理论和试验告诉我们,事实并非如此。

根据歌德的学说,产生彩色的

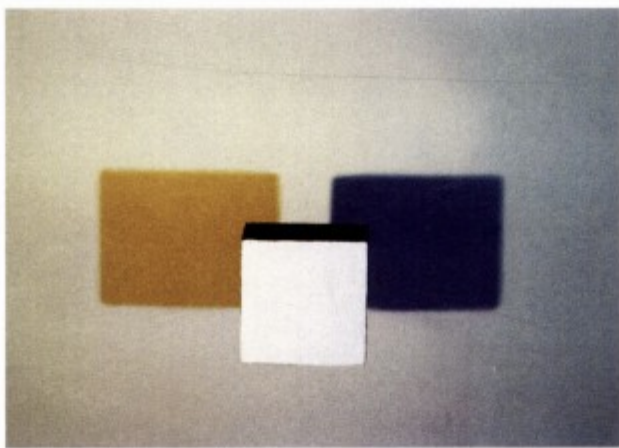


图62 两台投影仪照亮了一个白色的立方体，立方体后面的墙壁呈十字交叉状。左手边的投影仪射出黄色光，右手边的投影仪射出蓝色光。出现在立方体表面的混合色为白色，投射在墙上的彩色阴影分别是两种射出光颜色的补色。

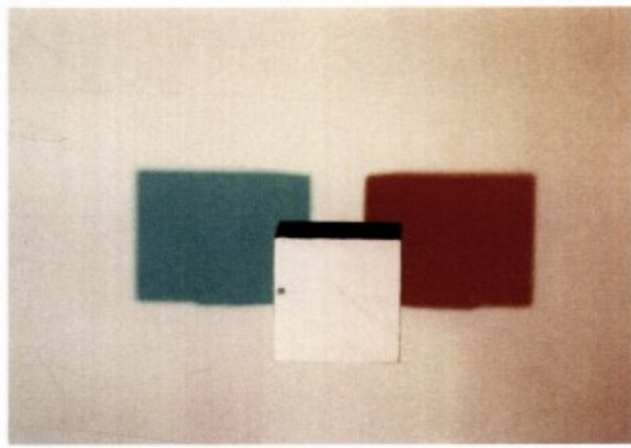


图63 如图62中的实验，左手边的投影仪射出青色光，右手边的投影仪射出橙红色光。

阴影需具备两个条件。第一，有效的光照使白色的表面着色；第二，反方向的光在一定程度上照亮阴影（参见叔本华和德拉克罗瓦的相关理论）。彩色的阴影是共时对比的结果，阴影的颜色为照射光颜色的补色：

黄色光=蓝紫色阴影

橙色光=蓝色阴影

绿色光=红色阴影

图64 彩色阴影的实践应用
理查德·瓦格纳，《众神的黄昏》
导演：戴维·奥尔登
舞台设计：吉迪恩·戴维
拜仁国立歌剧院，慕尼黑，2003年。

根据伊登的学说，每种彩色光产生的阴影的颜色都是其补色。如果将这个实验更进一步，就会

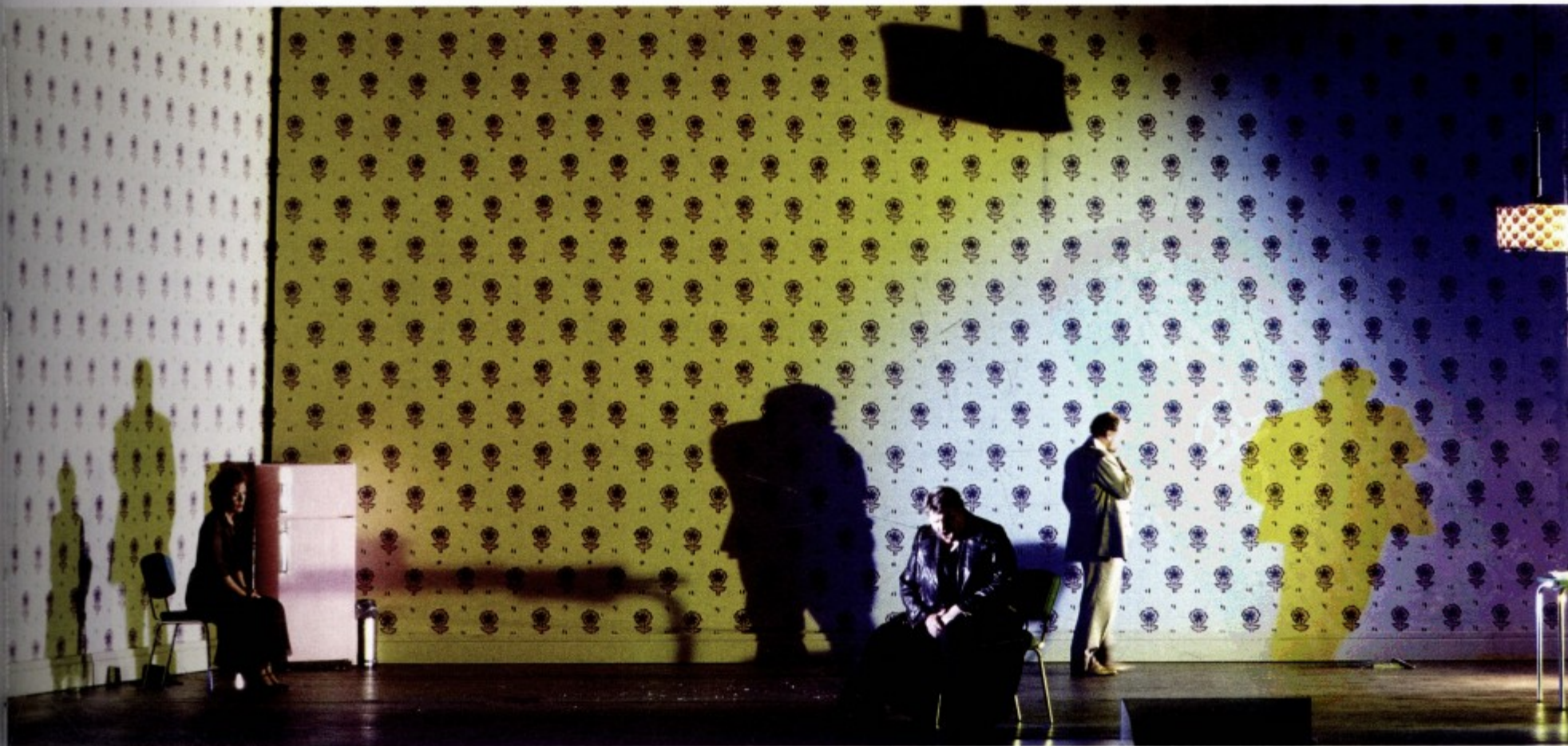
发现，如果使用两个不同颜色的光源，就会在光线交集处两个阴影叠加产生第3种颜色。只有在完全黑暗的环境下进行上述试验，才会出现这种现象。

空间和色彩透视

在15世纪早期，许多画家就根据彩色视觉体验发展出了空间透视法。距离越远，所有的色彩就越呈现出蓝色调，且朝着地平线方向扩散越明显。这是让天空呈现蓝色的大气造成的。如果大气中的微粒比较小，不大于波长的1/10，空气分子会散射阳光，其中蓝紫色光的散射

特别明显。因此，在晴朗的天气，天空看上去是蓝色的，有时甚至是深蓝色。如果空气中的微粒比较大，上述散射现象就不那么明显了，天空就会呈现灰色或白色。当日出和日落时，太阳的短波紫外线被大气吸收，太阳降得越低，吸收越多。

这种现象在日出或日落的温暖的红光中特别明显。在白天，大气中的蓝光扮演着滤色器的作用，所以物体离我们越远，看上去越蓝。如果光线不是很亮，就会看上去灰蒙蒙的。早期的荷兰画派在表现深远的天际和遥远的距离时，特别注重描绘这种效果。



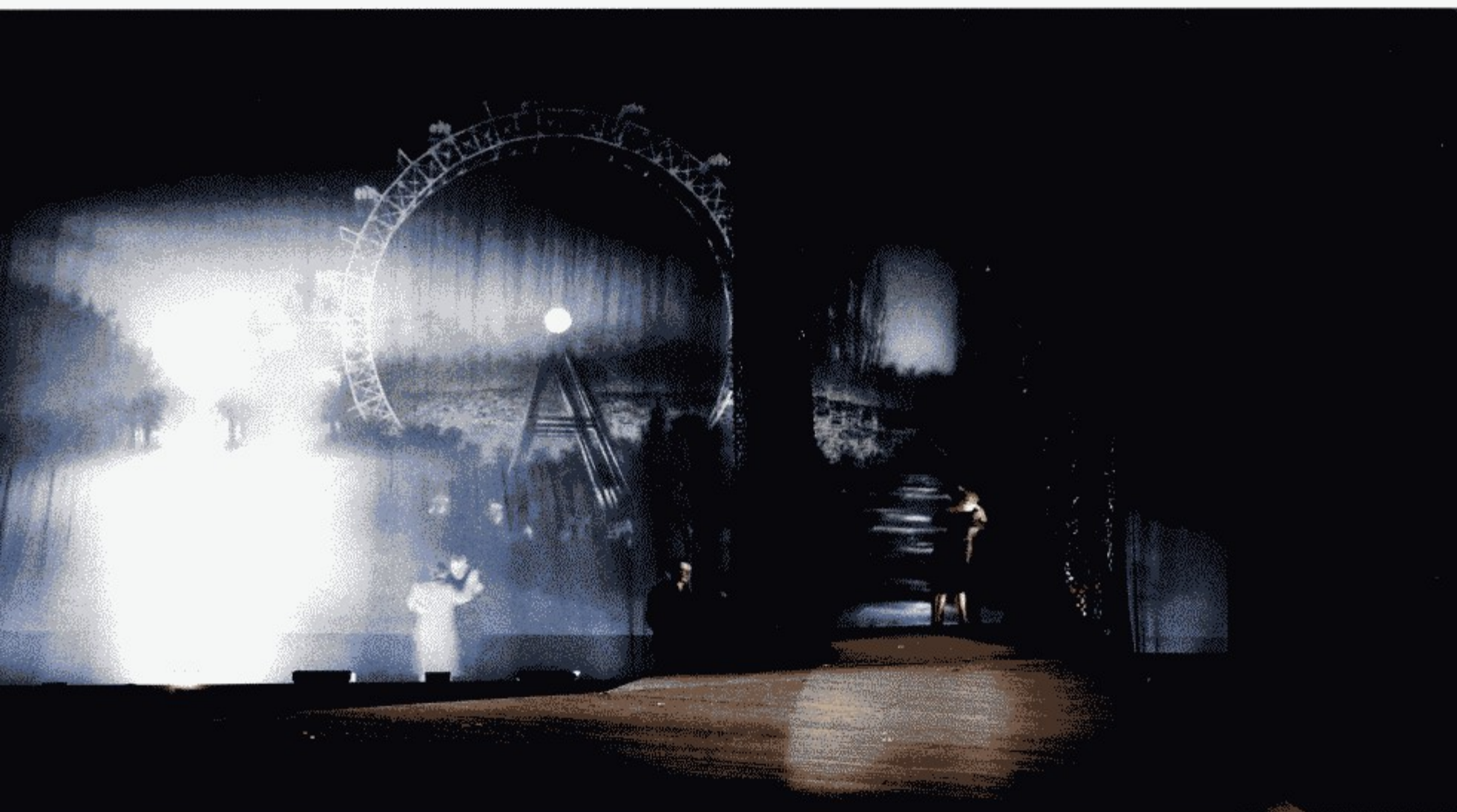


图65 空间和色彩透视的实践应用
《轮舞》
皇家马内歌剧院，布鲁塞尔，1993年。

色彩特性

我们可以找到专门研究色彩特性的论著。我从中挑选并总结了那些我认为最重要的概念。第42至43页的表格参考了海门达尔（Heimendahl）的《光线和色彩》和弗里林（Frieling）的《色彩原理》，下文引自库什和范恩（Küthe/Venn）的《色彩行销》。

红色

红色不从属于任何其他颜色。它是如此地出众，因为它能迅速地将人们的注意力从其他颜色上转移过来，并带给人以最强烈的刺激。当与其他颜色并列时，它看上去总比其他颜色（如绿色和蓝色）更接近我们的眼睛。红色代表活力和力量。它象征爱，并可以传递出最多的人类情感。深红色代表高贵和强烈的庄重感，鲜红色代表颠覆和推翻。红色越浅，其刺激感就越被温暖和欢乐的感觉所替代。特别浅的红色（粉红色），就象征轻松、欢乐和青春。

蓝色

蓝色是天空的颜色。蓝色越深，就越超乎自然：蓝黑色代表压倒一切的宇宙悲恸。对我们来说，蓝色也是一种谜一样的颜色。它看上去总是那么冷漠，让人镇静，但它也会传递出肃穆、冰冷和怀旧的感觉，带着些忧伤的基调。蓝色在画面上弄了个洞——一位画家曾这样说——这是因为蓝色看上去总是很靠后。深蓝色也很冰冷，但会给人以愉悦、平和、安宁的感觉，因为它总是表现得很顺从。青色将蓝色的沉寂、怀念与绿色的和平、青春融合在一起，少了一分怀旧的感觉，但多了一分抚慰人心的感觉。

绿色

绿色，特别是被称为“嫩绿”的新鲜绿色，代表春天和青春。深绿色就失去了这种象征意义。绿色也象征着健康、完满的生命。但一般来说，橙色代表较高层次的精神生命，绿色代表茁壮、健康的肉体生命。绿色是所有颜色中最平和

的，因此它甚至可以缓和色彩的对立。绿色能够引人注目，让人感到满足和鼓舞。如果绿色混合了黄色，就会变得更加年轻，更加活跃，更加富有生机；如果混合了褐色，就会产生完全不同的效果，变得更加深沉，更加严肃。

紫色

紫色是所有颜色中最引人注目的。它既不属于冷色也不属于暖色，而且紫色本身带有一些神秘感，会让某些人感觉压抑，并引发不适感。紫色适合那些想要展现深沉、神秘，甚至些许古怪的人。紫色的阴影会给人留下深刻的印象，甚至使人感动。对于非常敏感的人而言，紫色会让他们产生几乎麻木的感觉，这样的人最好避免接触紫色。

由蓝色占主要地位的紫色更趋向于轻灵（深蓝色）。加入了少量红色的紫红色，如果越亮，就越显柔和，并散发出优雅、精致、娇柔的感觉。深紫红色就更加有威严，

是代表教会威严的颜色。较浅的紫色（淡紫色）与白色和柠檬黄组合在一起，会营造出非常敏感、娇柔的效果。

黄色

黄色有强烈的刺激效果，但它不会像红色那样让人兴奋。纯粹的黄色是色环中最明亮的颜色，象征丰沃、祝福、充裕和——如果上升到金色的层面，就代表力量、荣誉、权威。黄色越亮，视觉效果上越靠前。黄色如果被分隔开，就会显得更有力。但是如果黄色变暗，就失去了代表欢乐或权威的寓意。黄色越亮，就越优雅、越轻盈、越精致、越高贵，看上去也更加含蓄。

品红

品红不属于自然色，因此它是超自然、理想化的。在观察世界时，我们不仅看到表面，还看到了事物间的彼此联系。我们试图找出这个表面下隐藏的是什么，万物是如何组合在一起的。这里，我们探究的是秩序和公平的法则。品红象征反常，也能代表特殊，它甚至能寓意对权力的不适当主张。

褐色

褐色是浓厚的，它是大地的颜色，在所有颜色中显得最为真实。褐色不能与高贵和优雅联系在一起，但它是强而有力的，象征健康、可靠和土地。当褐色与其他颜色混合时，这种典型特性就被改变了。当褐色与红色或紫色混合时，就能表现大地上的阳光。紫褐色是一种极富魅力的颜色，能让人联想到魔幻和神秘。

金色

金色是单调且缺乏感情的，但极高的密度和华丽的光泽度赋予它一种欢乐、庄严的品质。像太阳一样，金色能表现最强大的精神生命力。它也能象征权力和尊严：主人越是富有、强大，其室内装饰中使用的金色也就越多（如举行加冕礼的教堂、皇宫、皇室会所）。

银色

像金色一样，银色也是单调的、没有感情的，但它的光泽却与金色大不相同。像灰色一样，涂上银色可以让物体感觉更加低调。银色不像金色那样夺目，它不会让人目眩，却能慢慢吸引人们的注意。有人说，银色是“金属的光泽”，因此很多人认为它比金色更加高贵。金色让人感觉温暖，而银色总

是看上去很冰冷。

黑色

黑色等同于彻底的黑暗，常常被作为素材。黑色是严肃、消极和黑暗的，往往寓意悲恸。它同时也是封闭的、庄严的。黑色与白色并置，会带来最强烈的对比。

白色

白色超越了正义与邪恶，它也不具备彩色的性质。与白色形成最强烈对比的是黑色。黑白对比的绝对性很容易理解。当黑色表现悲恸时，白色则传递出欢乐。对于我们来说，白色象征纯洁、无瑕。在表现简洁而有力的感觉时，黑与白的对比是最佳选择。

灰色

灰色是阴暗的基色，它往往象征优柔寡断。灰色是中性的、沉闷的，它既不属于暖色也不属于冷色。它是一种背景色、合成色。灰色能起到平衡、中和的作用，因而能够缓和过度强烈的色彩对比或者将对比色和谐地糅合在一起。灰色就像音乐中的休止符。

油画中的光

任何视觉体验都取决于光，光

图66 路易吉·皮兰德娄（Luigi Pirandello）
《大山的巨人们》
导演：厄斯特·温德特（Ernst Wendi）
舞台设计：约翰内斯·舒兹（Johannes Schütz）
慕尼黑室内剧院，1980年。



色彩感觉					
	白色	黄色	橙色	红色	紫红色
意义	宽阔、无限、精神	光扩张、过度膨胀、轻率	光强度、欢乐、放松、激情、颠覆、革命	光强度、权力、直接、率直、生命、血液	君主、尊贵、权力
心理层面	和平的、好的、完美的、天真的、积极的、简单的	夏天、过度（金）、直觉、接触、舒适、灵感、疯狂	欢庆、欢乐、温暖、光辉、财富、肥沃	活力、血液、活跃、进取、原始的、父亲的、智慧的、生动的	特殊品质、信仰、灵性、奢华
生理层面	开胃的、温和的、干净的、纯洁的、自由的	轻盈、干净、有毒的、痛苦的、内在的	新鲜、健康、维生素	温暖、干燥、热	装饰、卡路里
听觉		刺耳、主调	大声、主调	大声、喇叭	强有力、庄严的
嗅觉与味觉	开胃的甜、含乳脂的	酸的	坚固的	甜的、浓烈的	过度的甜
隐喻（象征）	永恒、开始、虔诚、信任、真实、精确	虚假、嫉妒、猜疑、吝啬、欢乐、尊重、兴高采烈、东方精神	快乐、安慰、心烦意乱	生命的欢乐、期望、性、色情、想象	古代权威、教堂、国王和皇帝
获得色彩的传统方法	白垩、硫酸钙、天然石膏、微黄色黏土、骨头、碳酸铅	赭石、碳酸化合物、神黄、印度黄、藏红花	番红花、藏红花、混合色	血、茜草（洋西）、胭脂（浆果）、马先蒿、明矾	海洋软体动物（秘法秘制）
广告					
一般联想	与黑色呈最强烈的对比	轻盈、清澈、自由、富有生机	丰盛、快乐、生机勃勃	积极的、激動的、挑逗的、专横的、快乐的	泰晤士、联想、广告
感官联想	纯净、新鲜、纯洁	非常轻盈、平滑、干净	温暖、亲密、闪烁、干燥、易碎、饱和	热烈、喧闹、丰富、强壮、甜蜜、坚固、锐利	

紫色	蓝色	绿色	褐色	灰色	黑色
不安、勉强、后悔、魔幻、激动、现代	恒久、严肃、秩序、理智、忠诚	希望、满意、生命力、尊重、环境 伊斯兰的神圣色	土性、平静、不纯净、强有力	阴暗、征服、冷酷	沉默、悲恸、恐惧、黑暗
解放、空虚、人造的、非客观的、高要求、创意	距离、安静、无限、哲学、冷、水	自然、生机、兴奋、和平、潮湿、原始、阴柔	中性的、舒适、隐藏的	古老、朴素、顺从	终点、空虚、死亡、魔幻、优雅、谦卑
奢侈	古老、冷酷、潮湿、客观	刺激、新鲜、酸的、苦的、营养、叶绿素	脆的、芬芳的	中性	
悲伤、深沉、小调	柔和	无声（暗绿）、尖声（亮绿）	暗的、次要的	音乐中的休止符	狭窄、生硬、坚固、神秘
重甜	无嗅无味	酸而多汁	发霉、不新鲜、油炸的、巧克力、可可	发霉的、灰烬	损坏的、不能食用、甘草根
虔诚、后悔、信任、想象	同情、渴望、协调、自发、友好	希望、放松、自信、宽容、安全、生命、爱（关爱）	怠惰、过度、正直、土性	沉思、准时、迟钝、镇定、谦逊	魔幻、悲恸、自我、内疚、权力、压抑、忧伤
混合色	天青石、天青、槐蓝（植物）、菰蓝（植物）	醋酸铜、孔雀石（碳酸铜）、祖母绿、叶子、乙醛绿、巴黎绿	混合色	混合色	中国墨、木炭、煤烟、焦油、菰蓝与炭的混合物
尊贵的、阴郁的、可疑的、不愉快的	安全、和平、冷漠、宽阔	宁静、随意、被动、和平、成长、新鲜	土性	乏味	与白色呈最强烈的对比
腐蚀的甜、让人镇静的香气	寒冷、潮湿、柔软、强壮、宽大	多汁的、潮湿的、有毒的、年轻的、丰富的	巧克力、蛋糕和糕饼	中性的	垄断、对比度大



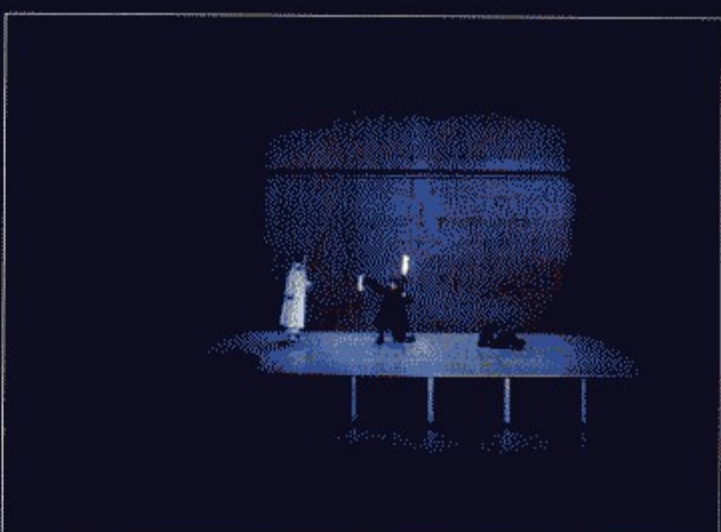
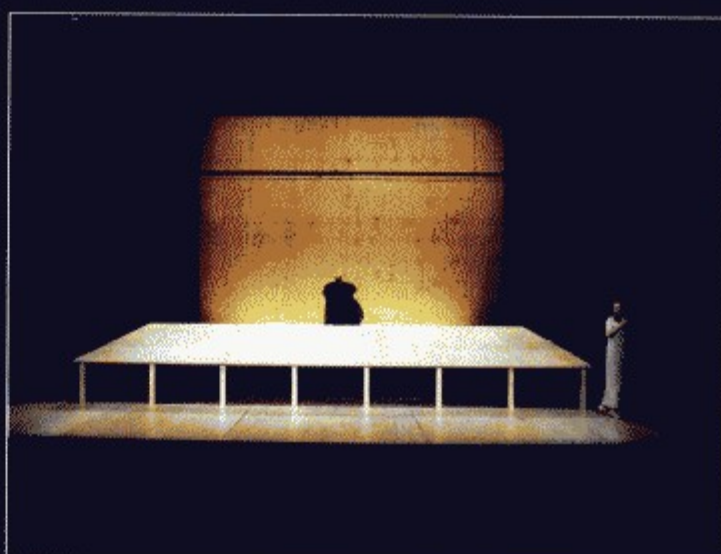
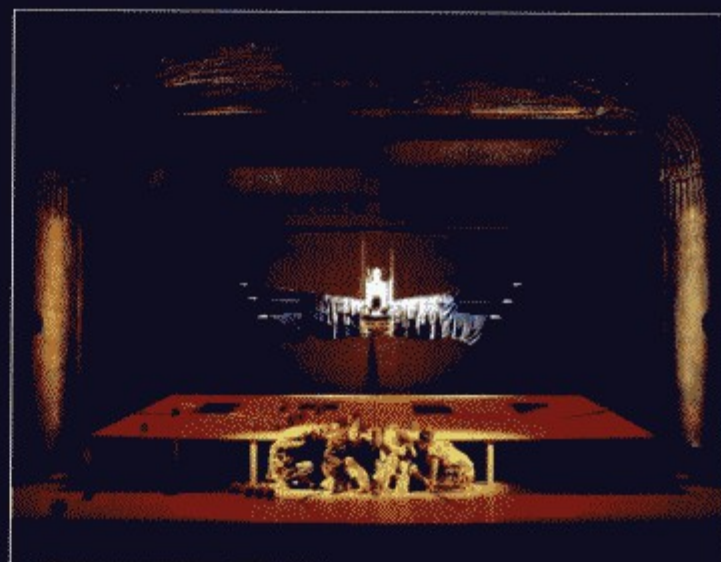




图67-30 (第11-17页图)

威廉·莎士比亚，《辛白林》，导演和舞台设计师：戴尔特·多恩，慕尼黑室内剧院，1993年
在这个场景中，通过强有力的色彩和色块的比例确定背景的定位。除了少数地方，舞台的照明非常均匀、和谐。
色彩的寓意如下：

- 黄=国王
- 深蓝=夜晚
- 纯蓝=意大利
- 灰=女巫
- 绿=自然
- 红=战争



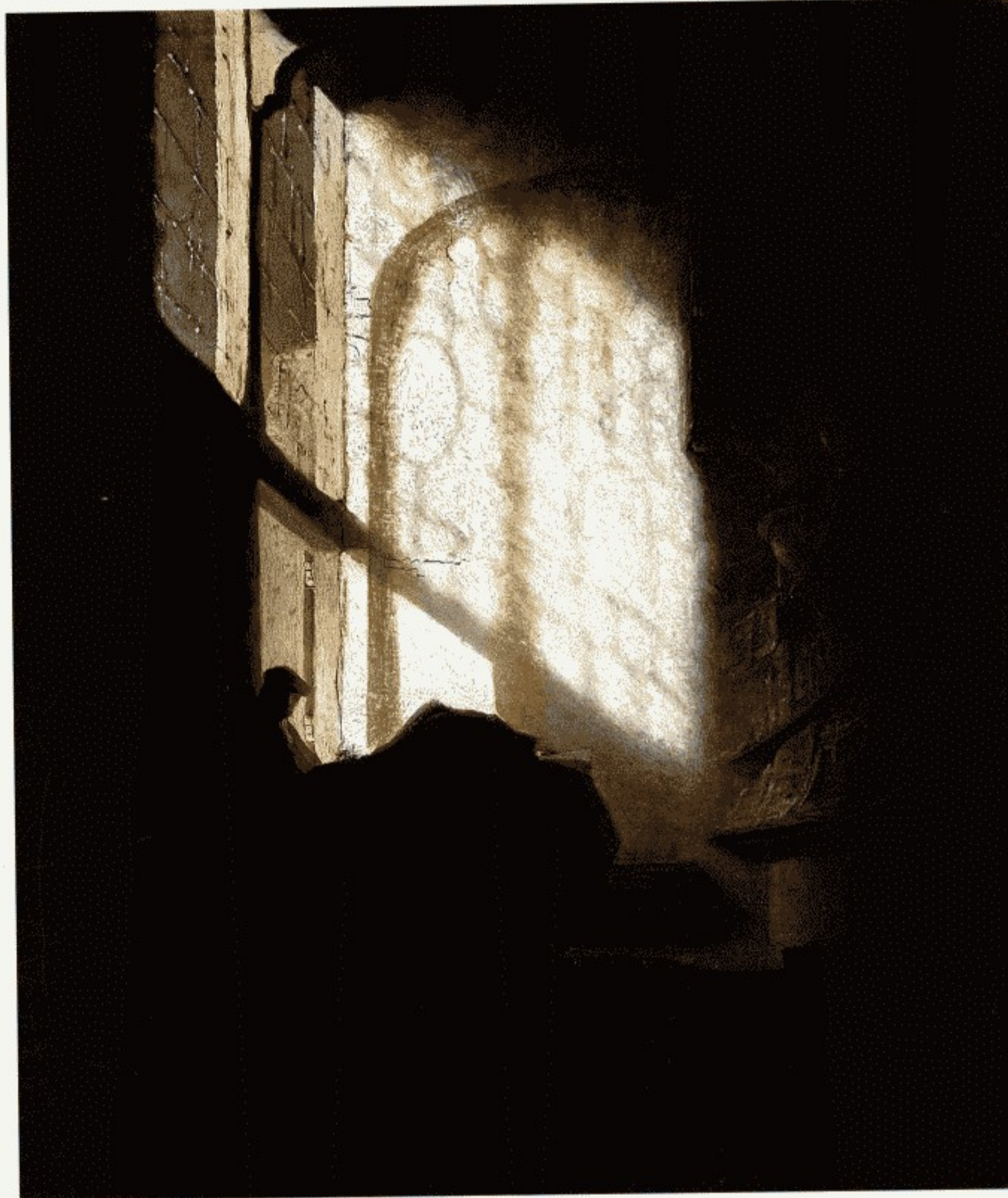


图81 伦勃朗，《一个在高桌的桌边阅读的人》，伦敦国立美术馆。

不仅能让我们看见事物，还能渲染气氛、传达情绪。在一些油画作品中，光的作用非常明显。在这里，我们并不是要从绘画引申到舞台设计，只是想通过下面的例子，展现出运用光的各种可能。

油画对光的表现也是对阴影的表现。“在亮处看到的比在暗处看到的多”并不总是对的。从15世纪早期开始，画家们就开始关注光的表现。下面的例子告诉我们，不同时期的画家是如何运用光的，特别是他们如何在合适的光线中表现人

物。

乔治·德·拉·托尔（Georges De La Tour, 1593–1652年），一个充满才气、性格孤僻的画家，对光的表现使其在绘画史上占有重要地位。他作品的一个中心主题是对光和黑暗的表现。就像300年后的爱德华·霍珀（Edward Hopper, 1882–1967年）的作品一样，在油画《受圣·伊勒内照料的圣·塞巴斯蒂安》（图82）中，夜晚变成了不幸者的避难所。在圣·塞巴斯蒂安头顶上方燃烧的火把——就像一轮

光环——象征抗争还在继续，同时也起到照亮整个环境的作用。这个火把是决定画面构成的唯一物件，温暖、平和的火光使整个画面显得简洁而有力。火光平静地投射到画面中几乎所有的人物和物件上，突出了他们的轮廓和形象。火光的反射光延伸至整个构图，使整个场景融为一体。但反射光亦有独立光源的效果，会弱化原有光源的亮度。

从侧面或外面射到场景中的光线并没有干扰画面。不论画面中的场景是一个房间还是某个特定环

境，这样的光线强调了一种安宁和静谧的氛围。

伦勃朗的画（图81）与此形成了鲜明的对比。一束明亮的阳光射入室内，也就是射入画面中。这种表现光线和明暗对比的方式对于18世纪晚期的戏剧舞台灯光产生了重大的影响。乍看这幅画，似乎是一个空房间，房间里什么也没有发生。戏剧性地从外射入的光线暗示出房间的僻静，但我

法的影响。人们能从他的画作中深切体会其中的悲剧和宿命。他经常以戏剧舞台为题材进行创作，他的部分作品尤其注重对舞台灯光的表现。在作品《戏剧》（图83）中，画面里的人物被一盏刺目的聚光灯照亮，一个做着戏剧化的手势、身穿白袍的绝望女人构成了画面的中心。虽然她是从侧面被照亮的，但看上去就像是画面中真正的光源，



图82 乔治·德·拉·托尔，《受圣·伊勒内照料的圣·塞巴斯蒂安》，1649年，卢浮宫，巴黎

们突然发现了一个人——一个在窗下阅读的人。除了一些反射光之外，画面中的人只出现了侧面的轮廓，这是一个不需要在亮处也能吸引注意的人物。光线没有照射到人物身上，常常会有重大的戏剧性意义，因此隐去阴影就像描绘光线一样重要。明暗的强烈对比使得房间具有一种纵深感，但光的颜色仅限于或深或浅的褐色。

插图画家兼漫画家奥诺雷·杜米埃（Honoré Daumier，1808—1879年）深受以褐色为底色的明暗画

照亮了乐队和从前排到后排的所有观众。这样也消除了舞台和观众席之间的界限，舞台上的表演也通过观众们近乎着魔、疯狂的表情反映出来。

法国印象派画家埃德加·德加（Edgar Degas，1834—1917年）的作品中也不乏对戏剧舞台的刻画，尽管他更沉浸于音乐会和芭蕾舞，以及大都市中迷人而充满魔力的人造光世界。不像在作品中描绘戏剧舞台的其他画家，德加似乎只是单

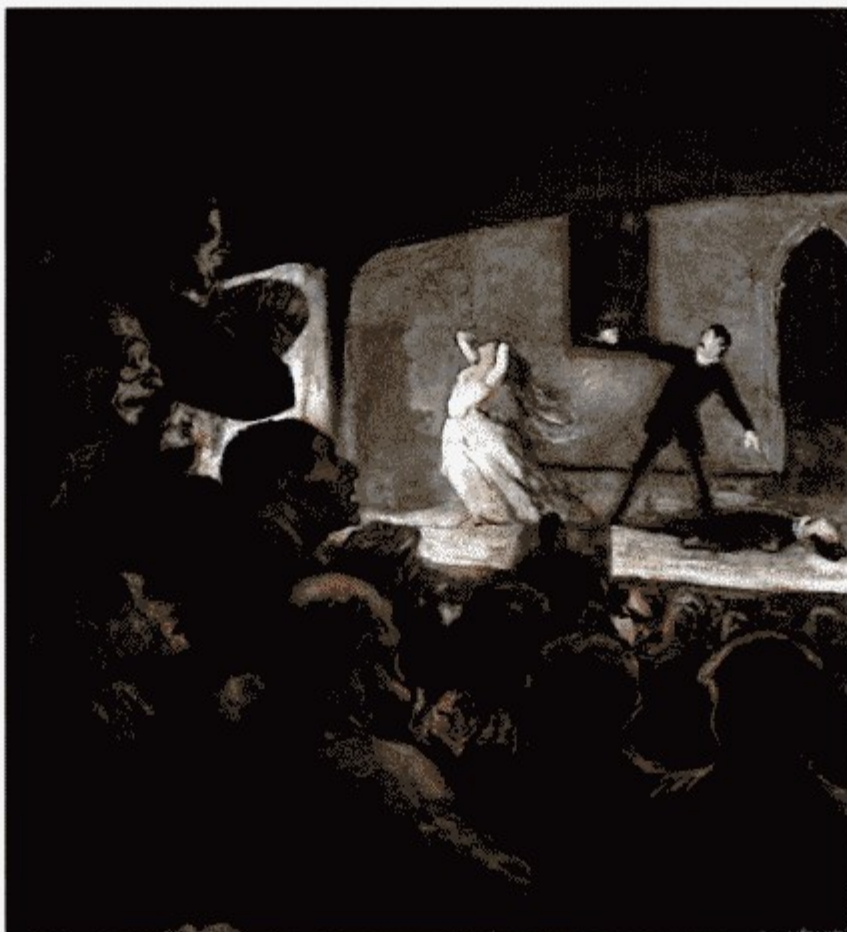
纯为了描绘光线（特别是戏剧舞台的光线）而描绘戏剧舞台。大多数印象派画家是在现场作画，但德加是基于他在工作室中创作的草图进行创作，这使他的作品与真实的戏剧舞台有一定的差距。因此他以后的作品都有一些幻想的成分，芭蕾舞者的形象极其朦胧，虚幻的舞台灯光要求更大的独立度。在本书列举的《老歌剧院的舞者》（图84）中，舞台脚灯（煤气灯）的光线清晰地定义了位置 and 空间。整个画面就像一幅快照，画面捕捉到了光线中的服装和人物在一瞬间的质感，衣服上的微光表现出面料的动感。作品表现的只是从台侧的短暂一瞥，并没有融入过多的情感。

进入20世纪，柏林画家莱瑟·尤利（Lesser Ury，1861—1931年）在人造光的描绘上走得更远。让他感触最深的是夜晚城市的拥挤喧嚣和熙来攘往（图86）。若隐若现地倒映在雨后潮湿的街道上的车灯和街灯、夜晚亮灯的露天咖啡馆，这些是他最喜欢表现的主题。尤利是继德加之后，另一位表现对工业时代伊始的现代城市的视觉感受的画家，他采用各种不同的方式运用色彩和光线，用生动的画笔和有力的色彩描绘画面，强调氛围而忽视细节。在他的画中，人物通常消失在黑暗中，至多只留下很小的影像。为了表现特有的氛围和基调，尤利不再关注人物的描绘，因此，此后人物形象逐渐从尤利的画中消失也就不足为奇了。

白天和夜晚也是乔治·德·基里科（Giorgio De Chirico，1893—1978年）着力表现的主题，但他打破了对时间的传统描绘手法，扰乱观者的惯性思维，让他们感觉不自在。

例如，一个钟显示时间是正午，但微弱的光线却暗示现在是傍晚。在他的作品中，阴影往往更加强而有力，并且看上去比物体本身更加真实。德·基里科在创作《玫瑰塔》（图85）时，也运用了各种光源，这些光源就类似“舞台聚光灯”。画面的空间让人联想起文艺复兴时期的中心透视法。透视画法使我们感觉画中的玫瑰塔距离我们

图83 奥诺雷·杜米埃
《戏剧》，1890年
新绘画陈列馆，慕尼黑



很远。周围的建筑物变成了装饰，房屋的立面和拱廊像布景一样被推到了前方，使我们产生一种狭促感。这是一个没有人的、空旷的、超自然的空间，只有光和投射阴影的物体。时间是停滞的。画中的马距离“深渊”仅一步之遥，在这种情形下，没人能逃出升天——除了立于画中的基座上，作为没有时间流逝的世界的一部分存在。骑在马上雕像正等待从这“静止”中被

图84 埃德加·德加
《老歌剧院的舞者》
1877年，国立艺术画廊，
华盛顿

拯救。

美国现实主义画家爱德华·霍珀（Edward Hopper，1882-1967年）的作品则完全不同。无论是日光还是人造光，光线都被按照其真实的特性，准确地描绘出来。光的色温、入射角度、反射光线，以及被照亮的物体和建筑都在告诉我们精确的时间。

霍珀在其描绘夜晚的作品中继承了欧洲风格主义的理念，夜晚成了不幸者和流浪者的避难所。霍珀描绘的人物也只在白天出现。与印象派画家不同，在霍珀的作品中，光不会使物体的轮廓变得模糊——而是把它们勾勒得更加清晰，同时起到强调的作用。因此，《清晨的太阳》（图87）强调了妇人的孤独，并构成画面的真正主题。如雕像般的人体与冰冷、疏远的建筑物一起，使作品透露出一种格外强烈的孤独感和悲伤情调。

所有这些画作都告诉我们，光可以确定不同的画面基调，正确地运用光会渲染作品所要表达的情绪。书中的这些例子向我们展示了表现光线的无限可能。灯光设计师应该参考画家们运用光的方式，建立一套属于自己的运用光的理念，准确地与空间和情境相匹配。



图05 乔治·德·基里科，《玫瑰塔》，1913年，佩吉-古根海姆美术馆，维也纳



图06 莱昂·尤利，《布罗斯特拉瑟的高架火车站》，1922年，私人收藏

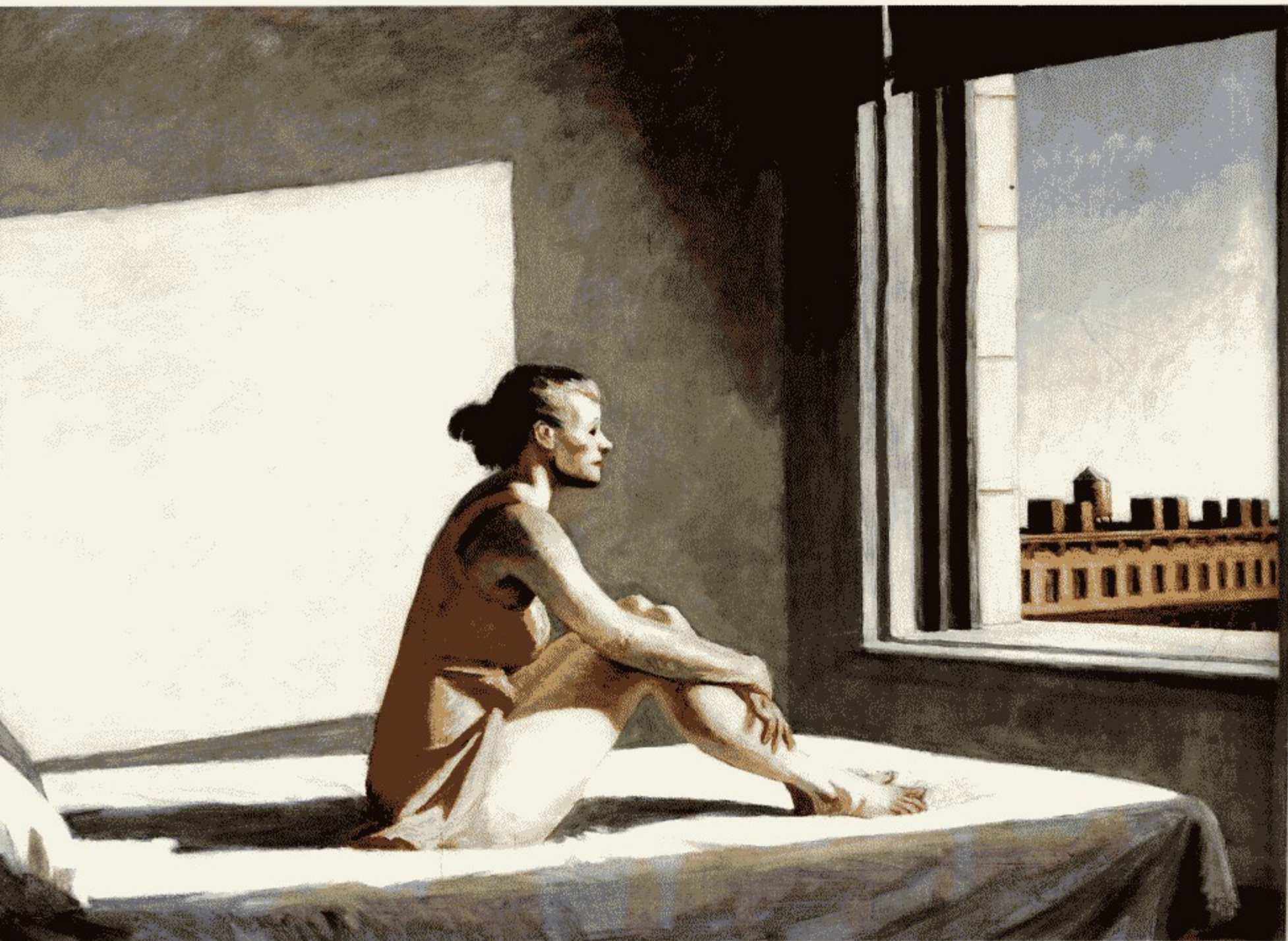


图07 爱德华·霍珀
《清晨的太阳》，1952年
哥伦布美术馆
哥伦布市，俄亥俄州

色彩印象派

我们已经了解了几个最为重要的色彩理论家。他们的理论也刺激着其他艺术家和思想家去表达自己的观点。下面，我们要介绍3位迥然不同的人物，他们除了各自的研究领域外，都对色彩有独到的见解，并致力于探讨在色彩的表现和诠释上存在多少种可能性。

亨利·米修（Henri Michaux）， 画家、作家，1899–1984年

亨利·米修一生都致力于写作、绘画和旅行。他的这些爱好都相互影响着，我们无法判断是写作的灵感源于绘画，还是绘画的灵感源于写作。不管怎样，他的这些爱好形成了他富有想象力的思维。米修也意识到

他的文学创作和美术创作之间的相互影响，它们就像把他带进了一次关于想象力和灵感的旅程。

亨利·米修最早是一位作家。1925年，他参观了一个画展，展览中展出了保罗·克利（Paul Klee）、乔治·德·基里科和马克斯·厄恩斯特（Max Ernst）的作品。作品中超现实主义的色彩和形式为米修开启了一扇崭新的艺术之窗。他不只是欣赏这些画，而是尝试着创作。尽管他没有接受过绘画方面的训练，但有一点很明确：从那时起，他开始试图将写作与绘画结合在一起。这两种截然不同的艺术表现方式之间的冲突激励着他的创作热情。他试图忘却自己的这一“冒险”，而与他想要表达的内心世界

建立联系。1937至1938年，他用浓重的色彩在黑色背景上作画，并将这些作品称为他的“水晶球”。在“水晶球”中，所有的人、事、物和风景都像是幻影。这与鲁道夫·斯坦纳（Rudolf Steiner）的黑色背景画极为相似。米修出版的带文字的图画也有同样的主题，当然他也创作图画与文字相关联的作品。

之后，米修开始创作透明水彩画。一次深刻的命运转折使他在短短几周内创作了数百幅作品，其中一些包含了幻想表现主义的基础元素。他的文学创作越来越少，转面将主要精力投注于绘画。米修以一种独特的个性化方式诠释保罗·克利的画：“……让诗做梦，在此之前没有任何人让诗做梦。”

尝试使用迷幻剂——特别是酶斯卡灵 (mescaline)——改变了米修的敏感度和意识,也能由此解释他的许多作品。美术的表现形式和文字的表达能力使米修的作品获得了一种与众不同的特质。他的迷幻绘画有一个非常固定的形态,并影响了他后期的创作。

改变意识的方式有很多。采用迷幻剂这种方式打开了一条通往人内心世界的新路:披覆的外衣被剥去,潜意识将想象引向了新的空间。从细节到整体,对色彩和形式的感知都有所不同,并进而刺激着欢欣的想象。对大多数人而言,这种进入潜意识的旅程完全无害,因为它是在有序进行着。一个在迷幻剂影响下的人行事非常冷静,只沉浸于自己的内心体验;而一个受酒精作用影响的人则往往高声喧哗、富有攻击性。

在这个创造性时期,米修发现写作往往会有局限,而绘画却是无

拘无束的。在一篇向乔治·德·基里科致敬的文章中,他这样写道:

停止肉体疼痛的鸦片/也停止了时间/让时间变得更长/建起了城堡/并唤回了已经过去的世纪/将城市交给了教堂和上帝。

魔法

许多人试图通过苦行的方式寻求精神上的升华。这是错误的。

每个人都必须找到属于自己的方式。如果我想要一只活的青蛙(找到死青蛙很容易),只需在脑海中“描绘”一幅画。我画出河流的堤岸,认真选择用一种绿色,然后等待河流经过。接着,我把一根棍子伸到河堤上,如果它湿了,我就放心了,我只需继续耐心等待一会儿,不久青蛙就会出现,它们会跳跃着,跃入水中。

如果棍子没有变湿,那就得放弃了。

然后我画出了夜晚,一个非常温暖的夜晚,当我提着灯笼穿过乡间,青蛙很快便开始了鸣叫。

· 这些看似无关紧要,但我不得不说,因为它将要发生在我身上,很快就要发生:我正逐渐失明。

鲁道夫·斯坦纳,人智说的创立者,1861-1925年

鲁道夫·斯坦纳,人智说的创立者,他的关于人类和世界精神的哲学研究对于20世纪初期社会的方方面面都产生了深远的影响。他的教育理念和世界观使当时的医学、自然科学、社会、经济和教育都发生了变化,并进而扩展和完善了现有的科学。他在教育(华德福学校)、医学、农业(生物学和动力学方面)和社会学领域的思想,今天仍获得越来越多的关注和认可。他也为艺术领域的发展指明了新路。斯坦纳是个非常活跃的人,并不断地通过他的讲课和他的作品来激励着新生代的艺术家。

斯坦纳举办了超过5000场讲座,他经常在讲课时结合黑板画。这些画今天看来仍不过时——他的画和绘画技术在那个时代都是处于领先水平的。后来的画家也从这些迷人而富于美感的画中获得了不少灵感。70多年来,这些画作中的大部分,人们都无缘得见。因为它们所表达的主题与斯坦纳的讲课紧密相关,很难将它们独立出来加以赏析。在讲课时,斯坦纳会用彩色粉笔在固定于黑板上的黑纸上绘画。大概有超过1000幅这样的绘画作品,每一幅的尺寸都为1×1.5m,现在已汇集成一套28卷的画册出版。

斯坦纳的讲座也介绍色彩的各种特性。他划分了4种“意象色”和3种“光亮色”。意象色包括黑色、绿色、桃色和白色:黑色代表死亡(或矿石),绿色代表生命(或植物),桃色(肉色)代表心灵(或动物),白色代表思想(或人类)。

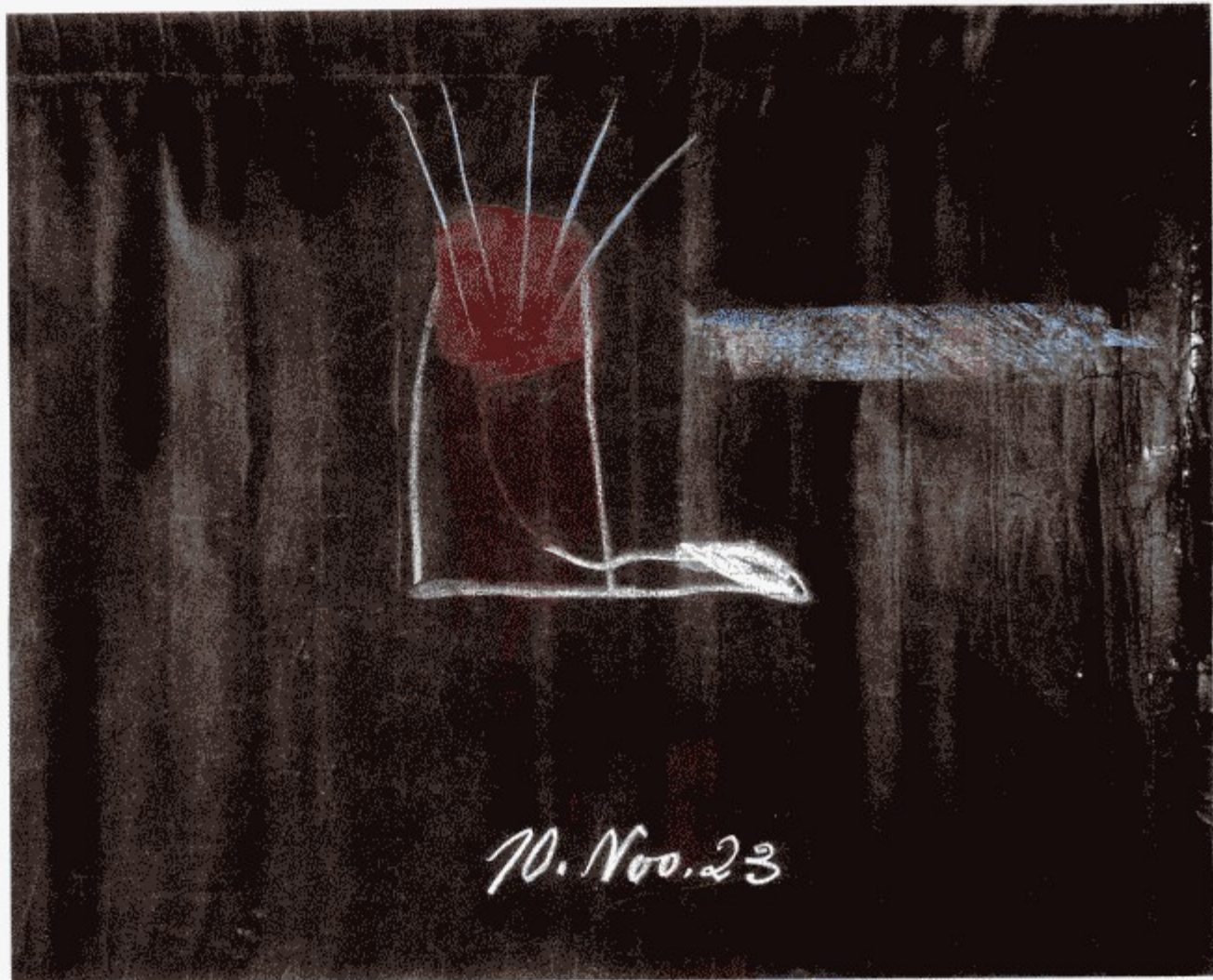
光亮色包括黄色、蓝色和红

图088 亨利·米修 无题,来自“致幻”系列作品,1909年。



“请容许我这样表达：来自外界的温暖，当我们接触到某样东西时感受到的温暖，空气中的温暖——如果被人体吸收，它就必须被转化成人体本身的温暖——能在外界的另一个平面上找到。如果我以来自外界的温暖定义温暖的等级，当温暖被我们吸收时，它就必须在本质上有所转变，使得微生物在外界的温暖中，进入无法进入的地方。微生物必须能够在外界的温暖中进入最细微的地方。现在，想象我正在寒冷中行走，因为周遭环境如此寒冷，或者因为寒流的入侵，我不能将外界的温暖尽快转化成身体的温暖。这让我面临着一个风险，那就是使自己像一片木头或一块石头（类似这种被外界所温暖的东西）一样被外界的温暖所温暖。我不能够这样。我不能让自己像物体一样让外界的温暖流入我的身体，这很危险。我必须保证自己总能通过皮肤迅速获取温暖，并进而转变成身体的温暖。如果我不能这样做，感冒病毒就会进入我的身体。这就是感冒发生的内在过程。当外界的温暖使微生物不再控制感冒病毒时，就会导致感冒。”

译自：鲁道夫·斯坦纳，*Der Mensch als Zusammenklang des schaffenden, bildenden und gestaltenden Weltbewusstseins*, Zwölf Vorträge (GA 230) 第11课，1923年11月10日，多纳特·瑞士，1993年



色，因为这些颜色总是很闪耀：黄色（“精神的闪光”），从中心向外辐射，使得自身看上去更亮，不能忍受任何限制。与它形成对比的蓝色（“灵魂的闪光”），外部呈现最大饱和度，使得自身越往里看上去越亮。红色（“生命的闪光”）均匀地占据空间，“它不想闪耀，也不想黯淡，它不想逃跑，它坚持它自己”（见鲁道夫·斯坦纳，《色彩的特性》，GA291，多纳赫出版社，1991年）。

斯坦纳提出的韵律操是一个全新的运动艺术，从1912年韵律操开始发展直至斯坦纳去世，他一直都致力于发展这门运动艺术。韵律操是一种应用人智学理论的运动艺术和治疗形式，将口语、声乐和器乐转化成富有表现力的动作。现在，有很多机构都在教授韵律操，韵律操的表演也吸引了全世界的人们。韵律操试图通过人体的运动，以韵律、动作和声音的形式来表达语言、诗歌或音乐中所包含的一切。

斯坦纳称这种新的艺术形式是在人体运动领域对歌德变形（形态的转变）理论的延续。因此他将采用朗诵形式的声音韵律操，称为“看得见的语言”，将表现乐曲的韵律操称为“看得见的歌”。

斯坦纳还发展出一套全新的灯光艺术表现形式，用于呈现1920年以后的舞台韵律操表演：光韵律操，以富有韵律的方式表现的诗歌和乐曲配合上彩色的灯光效果。但不同于传统的剧院照明方式，光并不是用聚光灯集中投射到舞台上，而是尽可能地将光的色彩布满整个舞台。因此，斯坦纳需要创造一个可以展现整套韵律操动作的光空间。为了使光能柔和地遍布整个空间并达到强烈的照明效果，一种新的舞台照明设备在靠近巴塞尔的多纳赫歌德剧院投入使用。由于不能使用常规的舞台照明设备，所以要达到这种效果对当时的灯光技术而言是一个挑战。斯坦纳委托一位精通电路的年轻同事来解决这个问

题，他的名字是厄伦弗雷德·普菲弗（Ehrenfried Pfeiffer），他此后成为了歌德剧院的第一位戏剧舞台灯光主管。普菲弗研发出一套完整的装备来满足斯坦纳的意图。为了尽可能营造出接近日光的效果，他以凸面反射器取代凹面反射器。反射器上还覆有一层白色粉笔末，以达到最大程度的散射。灯具被安装在舞台两侧6m高的地方，整个台口都安装了脚灯，因此非常容易计算出装备多纳赫歌德剧院的主舞台需要多少灯（舞台尺寸：内框宽24m，深17.5m，高22m）。

为了达到预期的亮度和混合各种色光的效果，舞台顶部和底部分别设有6种色光：白、红、黄、蓝、绿和紫。这样，通过不同颜色和亮度的光的混合，可以产生出变幻无穷的色调。斯坦纳不仅对有色光的效果感兴趣，还对表演者的服装和幕布，以及色彩变化、显现或消失的方式有浓厚的兴趣。在这里，歌德的色彩学说被应用到了舞

图90 彩虹：恐惧和勇气

“如果我们带着想象力来看彩虹，一条彩虹就是一种精神上的流露，一种精神上的消失。事实上，它就像精神上的轮回，美丽绝伦。与此同时，我们在这些精神本质中发现，当它们出现时，总是带着巨大的恐惧；当它们进入时，总是带着不可征服的勇气。当我们寻找红黄色时，恐惧出现了；当我们寻找蓝紫色时，就开始感觉到，在那里，一切都是生机勃勃的，就像勇气。可以说，如果我们能像11-13世纪的智者那样思考，就能理解这一切。而后来的人们就无法理解这些了。用今天的知识去阅读阿尔伯特·马格努斯的文字，人们是无法理解的。人们需要用涵盖这种精神本质的知识去阅读他，这种精神本质对马格努斯来说仍然是真实存在的。只有到那时，人们才能理解他如何使用文字，如何表达他自己。”

译自：鲁道夫·斯坦纳，《中世纪的神秘遗址》，Zehn Vorträge (GA 233 a) 第一课，1924年1月4日，多纳赫/瑞士，1991年。

台灯光的设计中。

如何在韵律操表演中运用彩色灯光？斯坦纳自己并没有对此设定任何规则，而是根据他的艺术直觉进行设计。斯坦纳和普菲弗为400多首诗歌和不计其数的乐曲设计了戏剧舞台灯光方案。

斯坦纳经常在这些设计方案中写下对表演者服装和幕布颜色的选择。对歌德的诗《找到》，他做了如下注解：

“我漫无目的地在林中散步。（白上蓝下）

我看见阴暗处的一朵小花，像星星一样闪耀，像眼睛一样美丽。（上加红）

我想要摘下它，它轻轻地
说：是为了让我凋谢而将我摘下

吗？（下加蓝）

我将它连根挖起，带到漂亮
小屋旁的花园中。（白下、红上）

我把它种回那片宁静的地方；现在它总是很安静，静静地
盛放。（下加红）

服装：

I 蓝色幕布，黄色服装

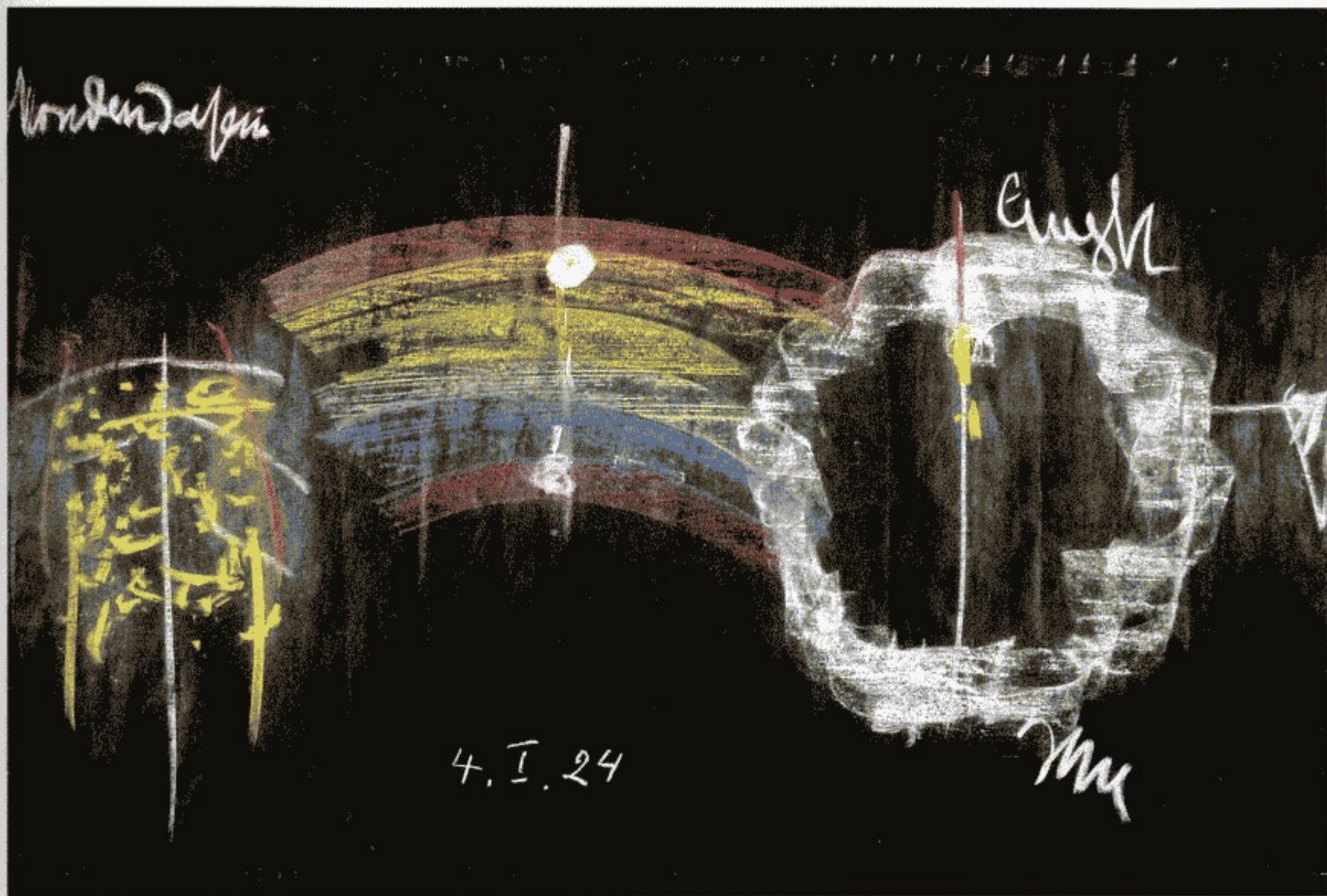
II 绿色幕布，红色服装”

这首诗由两个表演者表演。除白色灯光在演出过程中变化外，其他灯光设置通常在整个演出过程中保持不变。在灯光效果中也需要采用混合光，例如：“明亮的光=脚灯半亮和顶灯全亮，下方保持适度的白色光——舞台顶部的色光是主要的，下方的白光只是配合，不要影

响上方光的颜色。”

在音乐的配合下，灯光根据情节的变化而变化。有一个准则必须遵守，那就是让光线尽可能保持稳定，从一种颜色变成另一种颜色时要迅速，这要求灯光师投入极大的艺术情感。斯坦纳想要运用灯光为他那些通过运用彩色灯光效果来表现动作的作品增加一种艺术元素。色彩被用于表现诗歌或音乐的情绪。欢乐而喜悦的情绪，行为或主要元素更多采用红色、黄色、白色来表达；悲恸而忧郁的情绪或次要元素更多采用较深的颜色来表达。斯坦纳坚持抵制色彩符号论和自然色彩在文字中出现（蓝色的海洋=蓝色），因为它们缺乏艺术性。

下面这段斯坦纳讲课时的表述告诉我们，他认为听众应如何理解音乐韵律操表演中的有色光



“那些经常观看我们的韵律操表演的观众可能已经发现，最近我们尝试为单人或团体表演增加灯光效果。这种灯光效果并没有必然地与单个动作姿态联系在一起，就像音乐按照表演的动作顺序播放一样，韵律体操也按照灯光效果的顺序进行表演，这就是我们想要达到的效果。生动的韵律体操与恰当的灯光效果有序结合，现在已成为了一种新的形式——灯光韵律操。”

路德维希·维特根斯坦
(Ludwig Wittgenstein)，
哲学家，1889-1951年

维特根斯坦经常说，他的著述关键不是让人易于理解，而是以后当别人重新思考同一问题时，能很高兴地发现，路德维希·维特根斯坦已经就此阐述过了。

维特根斯坦的研究生涯有几个完全不同的阶段，这也解释了为什么他的哲学思考如此令人费解。

他的学习经历——他学习机械工程和数学——可以被看作是他此后的哲学研究的基础。他在年轻时撰写了自己最为重要的一部作品——逻辑学和哲学论著《逻辑哲学论》。他的大多数研究都在英国完成，他还在那里担任哲学教授。维特根斯坦非常忙碌，而且常常对自己感到很不满意，他曾经做过一段时间的小学老师，也做过建筑师和业余雕刻家。他在1914年应征入伍，在二战时的医疗队中担任实验室助理。他经常往来于挪威、美国和他的家乡维也纳，并在旅行中撰写了大量著述。

1930年，伯特兰·罗素(Bertrand Russell)注意到，维特根斯坦主张蓝色也可能是红色或绿色。罗素认为，断言蓝色是红色或绿色中的一种是错误的，像维特根斯坦那样声称蓝色是喧闹的、尖厉的更是无稽之谈。维特根斯坦把这种一系列的可能称为“空间”。由此罗素指出，色彩有一个“空间”，声音有一个“空间”。色彩之间有着各种各样的联系，它们代表这个“空间”的几何形态。

1926年至1928年，维特根斯

坦在维也纳担任建筑师的工作。对于哲学家来说，让自己投身这样一份技术性工作极其不可思议。他也为自己确立了这份新工作的最高标准，他对待这份工作就像在进行专业研究时那样勤奋努力。维也纳的昆德曼街屋(维特根斯坦家宅)是由保罗·英格曼根据设计草图修建的，它将维特根斯坦的哲学思想融入到了建筑中。

这是一栋新古典主义建筑，整个建筑被分成大小不同的压缩立方体，由石头、金属和玻璃建造而成。建筑空间非常宽敞，窗户的设计使得光线可以尽可能多地射入室内。室内装饰采用精致但简约的风格。空间被划分成几个区域，地板和墙壁被按比例协调地进行分割。透明的空间以光线和色彩作为装饰基调。维特根斯坦还参与设计了屋内的所有细节，如散热器、门把手和窗户。

在这项创造性的工作中，维特根斯坦的手工艺技术派上了大用场，而他的世界观也完美地融入了房屋的整体中，并对房屋的建筑形态产生了很大的影响。他自行设计了整个电路系统，将照明装置简化，为灯泡加上灯座。他的建筑设计要求，如门窗采用小截面螺纹钢，对建筑形式提出了新的要求。

维特根斯坦的哲学洞察力经常建立在数学的基础上。他的《色彩注释》，维特根斯坦后期的著作之一，在他去世的那年出版。这本书行文非常简洁明了，但人们仍然很难理解其中的全部内涵。对于无准备的读者，他的文字看上去像是孤立存在的。维特根斯坦经常在他的综述后附上他给自己提出的问题。维特根斯坦试图用自己的方式解释光和色，他对于色彩和光的理解是与现实脱离的，对于我们的科学研究并无用处。他在最重要的代表作《逻辑哲学论》中也提到了他对于色彩的哲学解释。“本书可能只能被部分人理解，这部分人都曾或深或浅地就此思考过。”下面的文字译自维特根斯坦的《色彩注释》：

26. 一些人认为存在3种基

色，而另一些人则认为存在4种。一些人坚持认为绿色是蓝色和黄色的间色，但我的经验告诉我，这是错误的。

像红色和绿色一样，蓝色和黄色在我看来也是呈对比的，但这可能仅仅因为我看到它们处于色环的对立点上。

为什么关于纯色数量的问题(可以说，在心理上)对我如此重要？

27. 我意识到了在一个在逻辑上很重要的问题：如果把绿色视作介于蓝色和黄色的间色，那么我们也可以提出，稍许带点蓝的黄色或者稍许带点黄的蓝色该如何认定。这些表述对我而言完全没有意义，但它们是否会对某些人意味着什么？

所以如果有人向我描述墙壁的颜色为略带红的黄色，那么为了理解他所说的颜色，我会从一系列样品中找出近似的颜色。但如果有人向我描述一种颜色为略带蓝的黄色，我就不能像这样展示样品了。这里，我们试图表达，我们可以在一种情形下想象某种颜色，而在另一种情形下则不行。但这是一个容易让人误解的表述，因为如果这样的话，我们就不需要考虑在脑海中浮现的画面了。

28. 如果说世界上存在完美且人们无法拥有的事物，那么我们也可以认为，观察色彩可以产生无穷无尽的感受。

例如，将深色与暖色的概念作比较。如果不简单、直接地告诉人们某种特定颜色属于哪一类，是不是所有人都能分清暖色和冷色？

例如，会不会有画家对4种纯色完全没有概念，当然这样说显得相当荒谬。

34. 物体可以热得发红和热得发白，但如果热得发褐或热得发灰会怎样？为什么物体未达到白热程度时不会热得发褐或热得发灰？

35. 光是无色的。如果是这样，那么数字也是无色的。

42. 我们会把光描述为暗红色、但不会描述成黑红色。

65. 褐色光。如果有人建议采用褐色的交通灯会怎样？

76. 朗格将色彩区分为透明色和不透明色，但这不能解释在一幅画中，画绿色玻璃所用的绿色不同于画绿色衣服所用的绿色。

90. 我不认为歌德的色彩特性理论对画家有用，对房屋粉刷匠而言更是如此。

152. 是否需要用不同的名称来命名有光泽的黑色与无光泽的黑色？

234. 半黑可以用半黑色来描绘。布景上的光也可以用半黑来

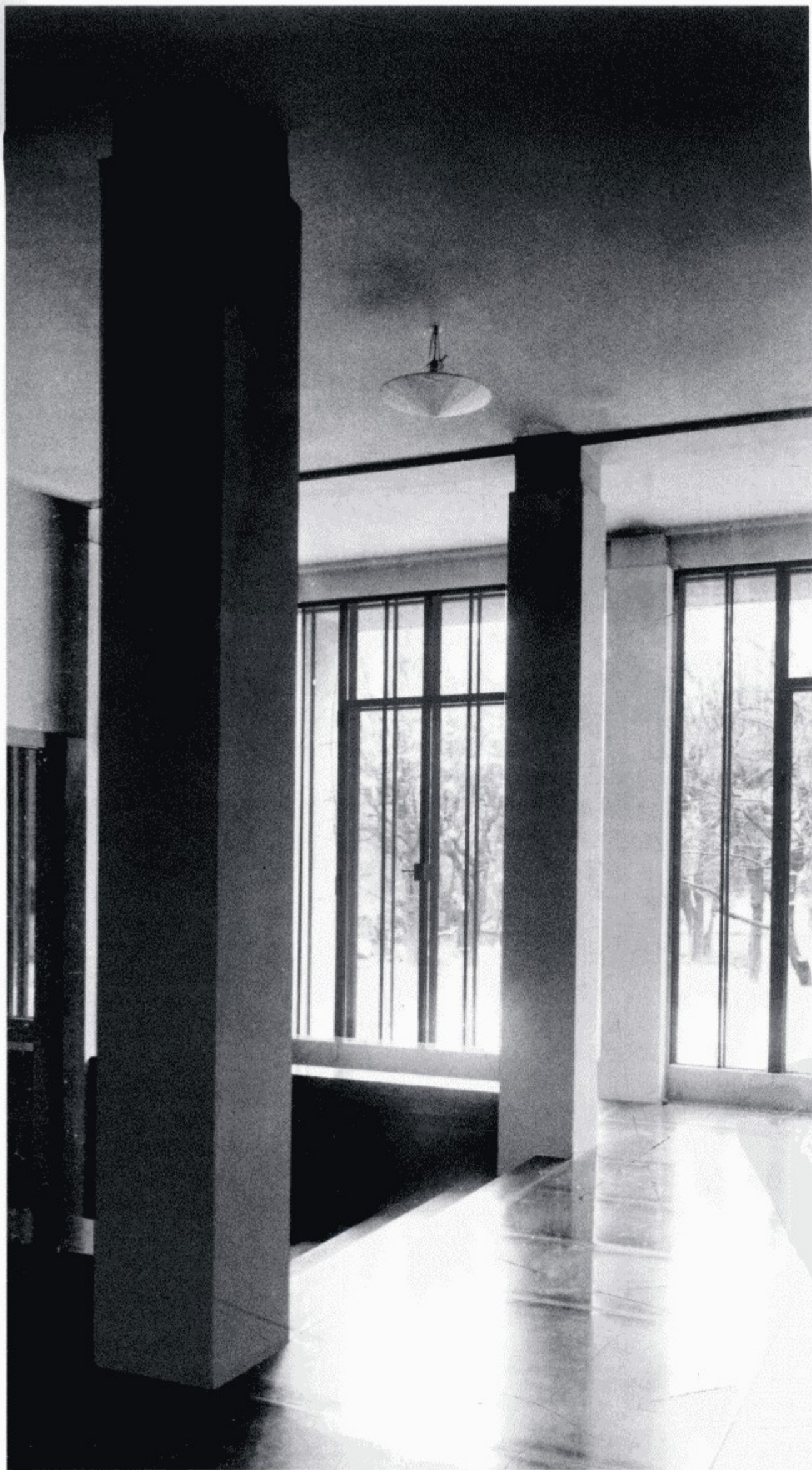


图91 路德维希·维特根斯坦，维特根斯坦家宅一层大厅，维也纳，1929年。以200W灯泡和纸质灯罩用作天花板的照明

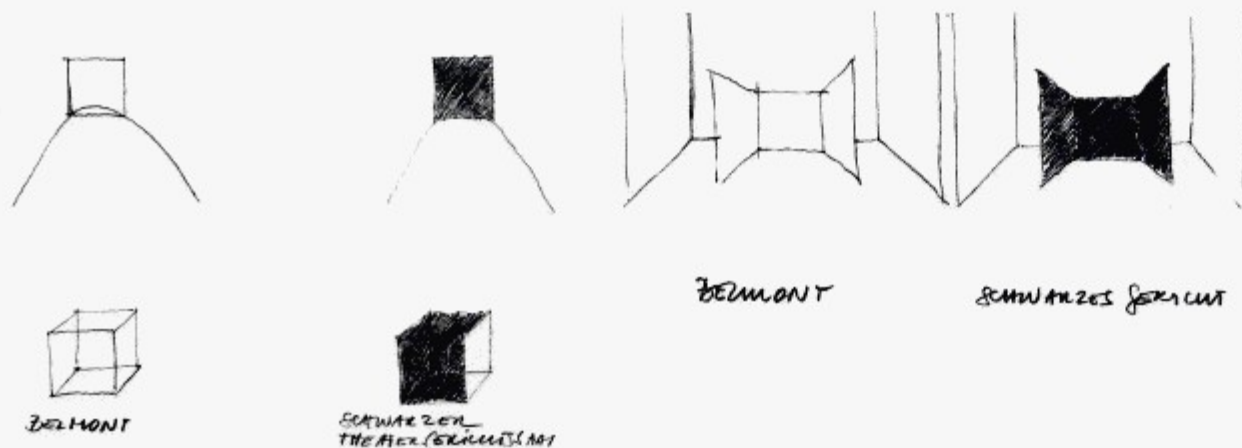


图92

图93

表示(舞台绘景)。

提灯夜行……

赫伯特·卡普尔穆勒 (Herbert Kapplmüller)

知其白，守其黑，为天下式。

《老子》

在莎士比亚的《威尼斯商人》中，在贝尔蒙特的日子已经结束了，巴萨尼奥已经选中了铅匣子，波西亚来到威尼斯，戏剧性地成为了一名能言善辩的律师。波西亚单纯、封闭、光明、虚幻的内心世界在舞台上以一个4×4×4m的白色立方体形式呈现，两个后台工作人员又用油漆和大刷子将这个白色空

间漆成了黑色——即威尼斯的法庭(图92、93)。

这个舞台处理方式让我联想到拉上天鹅绒窗帘时发出的轻微的瑟瑟声，关闭卷帘式百叶窗时发出的嘎吱声，轻轻关上威尼斯式百叶窗时发出的咔嚓声，以及19世纪中产阶级家庭屋内的百叶窗发出的巨响。它还令我回想起窗户和灯之间的导轨，以及人们不经意间看到的透过窗户射进房间的一柱白色日光，而射入的光线就好似一根灯管(图94-96)。

舞台上尝试用白色棉布和薄纱来缓和人造光，通过使它漫射到

整个室内，来冲散光线的冰冷和严峻。窗户和灯都被罩起来：灯罩用于减轻人造光渐增的亮度，窗帘用于减轻日益强烈的自然光，同时使整个空间变得更深、更暗。

舞台上的黑色法庭和完全变暗的中产阶级家庭的房间让我们想起了愚蠢的席尔达市民们，他们在没有窗户、伸手不见五指的市政大厅里磕磕碰碰，结果每个人都撞得头破血流：

当市政大厅造好后，市民们想走进他们的市政大厅，代表所有的蠢人举行落成仪式，然后以所有蠢人的名义在那里举行第一次政务会议。但当他们满怀崇敬的心情走进时，天哪！所有的人都傻了眼。里面完全是黑的，他们几乎不能看到彼此。这一切让他们一头雾水，根本搞不清楚这是什么原因造成的。是不是什么东西忘了安装，才使光被挡在外面。

谁知道光是不是能装进麻袋里，就像水能装进桶里一样，从来没人这样试过。但市民们想，不试试怎么知道呢？所以他们准备尝试一下。如果成功了，他们就会被当作发明者受到世人的称颂；即使失败了，也会对他们的愚人计划十分有用。

这个主意让所有人感到无比兴奋，他们决定马上付诸实践。于是，在太阳照射最强烈的午后，所有的人都聚集到新市政大厅前，每个人都带了一个容器用来装阳光，再把阳光带进屋里。不少人还带了锄头、铁铲、铁锹、耙子，以确保万无一失。

就在12点的钟声响起的那一刻，他们便开始了工作。他们中的许多人都拿着长麻袋，让阳光照进麻袋里，然后迅速把口袋扎牢，拎着袋子跑进屋里，再把袋子里的阳光抖出来。他们确信，麻袋肯定比空的时候重。其他人也用诸如罐、壶、盆这类容器装阳光。他们中还有人用钹子、铲子这些耙地的工具把阳光装进篮子里。有一个人的做法尤其令人印象深刻，他用捕鼠器抓日

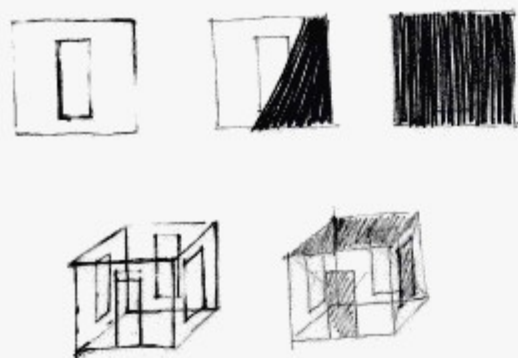


图94

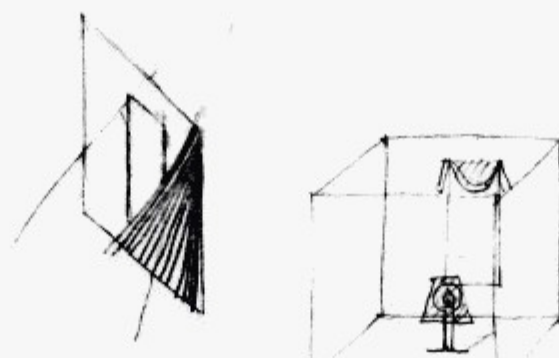


图95

DIE BÜRGERLICHE WOHNUMG SCHNITTET SICH IM LAUFE DES 19. JAHRH. VON DER AUßERWELT AB

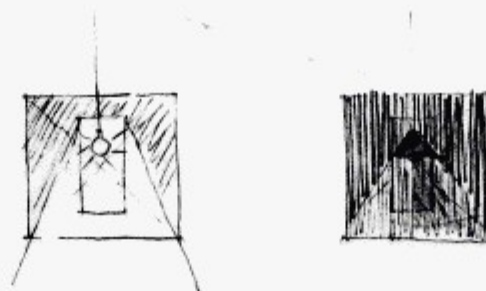


图96

光，并把它强行带进屋里。为了把故事讲得简短些，就用一句话概括：每个人都在努力地把他们愚蠢的脑袋中的想法付诸实践。

他们努力地干着，但太阳还是如之前一样照耀着，阳光没有减弱分毫。他们都感到疲惫万分，几乎要在高温下虚脱了。但他们的工作却收效甚微，就像巨人撞毁大山，以期撼动天堂一样。后来他们说：如果当时我们成功的话，这肯定会是一件艺术品。

译自：德国民间故事
1597-1598年（图97）

这是否与艾尔维·吉贝尔（Hervé Guibert）的《盲人》中的盲人约塞特所面对的黑暗一样？

当约塞特10岁时，她的母亲把她关进一间放满障碍物的屋子里，作为对她教育的一部分。约塞特迅速感觉到屋子里有人的气味，她开始审问并恐吓“他”。但房间里并没有人，她又想到了蛇，她“看到”的蛇跟普通人想象的史前生物差不多。她不想激怒它，因为她不想被咬，于是她想让自己尽可能蜷缩起来。在来到这个亮灯的屋子后，她还没动过。她想倚着离自己最近的墙，在这个她不熟悉的房间里移动。她想哭，让她的母亲为自己的所作所为感到愧疚。她趴在地板上，很想撒尿，但她忍住了，并重新站了起来。她伸出双臂，摸索着前进，但很快就跌倒了，因为她母亲在那里放了一个高至臀部的棱锥形障碍物。她很快摸到了棱锥的边缘，并顺着棱锥的边缘寻找出口，但棱锥的每一面都和另一面相连，并没有开口。对约塞特而言，这并不是一个中空的物体，而是一个隐藏有触发式机关的机器。她绕着棱锥走了3圈，然后发现可以用腿夹住棱锥，把它翻过来。接着，她发现自己摸到了一个四方平面。“我可以像敲鼓一样敲打它，”她对自己说，“但现在不是这样做的时候。”她继续摸索，



DAS FENSTERLOSE RAUHAUS
DER BÜRGER VON ECHILNA



JOSETTE IN
MITTEN VON
3 STEREOMETRISCHE
FORMEN

图97

并小心地保持不以直线前进。她走到了屋子的各处，每次在靠近墙壁的时候重新返回。就这样，她没有注意到母亲贴在墙上的果冻状物体。她的右脚，她每次先迈的那只脚，碰到了一个球，于是那个球滚开了。她心想：我应该待在我的“山”旁边。然后，她继续前进，但她的脚再也没有碰到那个球。于是她躺下来，用四肢去寻找那个球，她想象自己正在一个蚁丘或下水道里，并开始昏昏欲睡。当她醒来时，她正抱着那个球，然后她跳到球上，用双手摸着地板前进，让球在身体下面滚动。“我是甲壳，”她对球说，“而你是甲壳里的乌龟，可怜的乌龟。”她一直把球压在身体下面，并用这种方式朝房间的各个方向走了一遍，她发现自己没有再次碰到那个棱锥。与此同时，她很清楚地感觉到，她避开了一个新的物体。她把球放回到地上。“可能它们都是有磁性的。”她对自己说，但球并没有动。她快速思考，并得出结论：她没有碰到的物体一定在离她左面3步、后面3步的地方。它是一个立方体，她坐在了上面。棱锥现就在她触手可及的地方，她把它拉过来，像帽子一样顶在头上，然后重新拿起球，等待着。“那个傻瓜，她会回来接我

的。”她对自己说。她的母亲正等在门后，她准备了用来处理碰伤的棉花球和碘酒，但事实上约塞特一次也没有碰伤自己。“你会很好地生活下去的。”母亲说，之前，她花费了好一番功夫用纸板制作了这3个障碍物（图97）。

译自：艾尔维·吉贝尔
《盲人》，法国伽里玛出版社
1985年

我坐在被不透光桌布覆盖的桌子下面，想象力在这种静默和黑暗的氛围中大大增强，听觉、味觉、嗅觉和触觉变得更加敏锐。创造这样一个没有光的世界的尝试，让我想起了早期在黑色背景上用白色颜料描画的舞台设计（图98）。

但现在，一股微风吹动了桌布，稀疏的光线从缝隙里透进来，围绕着我，勾勒出不同的空间维度（图99）。

这里，我想起了路易斯·卡恩（Louis Kahn）。他画了一幅可以看得见光的画，但之后他意识到黑暗的地方没有光。他画得越多，越理解哪里没有光——他描黑的地方。只有那时，画面对他而言才是明亮的。

我很高兴手中拿着一个有亮光的东西，它正发出红光。它是黑暗的舞台上的一盏手提灯，一个可移

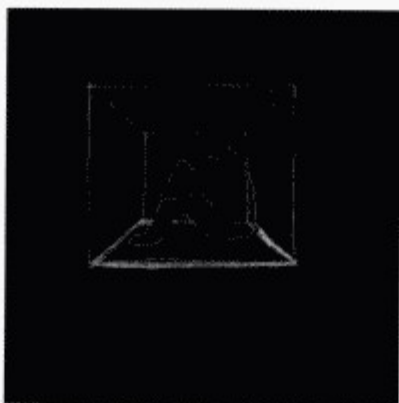


图98

动的聚光灯。我想象着鲁西奥·芳塔纳（Lucio Fontana）的灯装置、毕加索的画、黑暗的戏剧舞台中的UV光及UV色。突然，不莱梅吟游诗人的猫扑向了强盗间谍的脸，把他吓跑了，猫抓伤了他，因为那个人离得太近了。他把猫发光的眼睛当成了在黑暗中燃烧的煤块（图101、102）。

一束光从道具窗帘中间的缝隙射进来，照亮了整个舞台。穿过窗帘射入的光线是如此耀眼，照亮了法兰克福市立美术馆收藏的伦勃朗的《参孙的失明》（图100），画中，腓力斯人手中的匕首正戳向参孙表情痛苦的脸。

一束光让我从桌子底下的黑暗中解脱出来。太阳出现在我的舞台上，它让一切都暴露在光亮中，制造出一个明亮的空间，扫清了所有

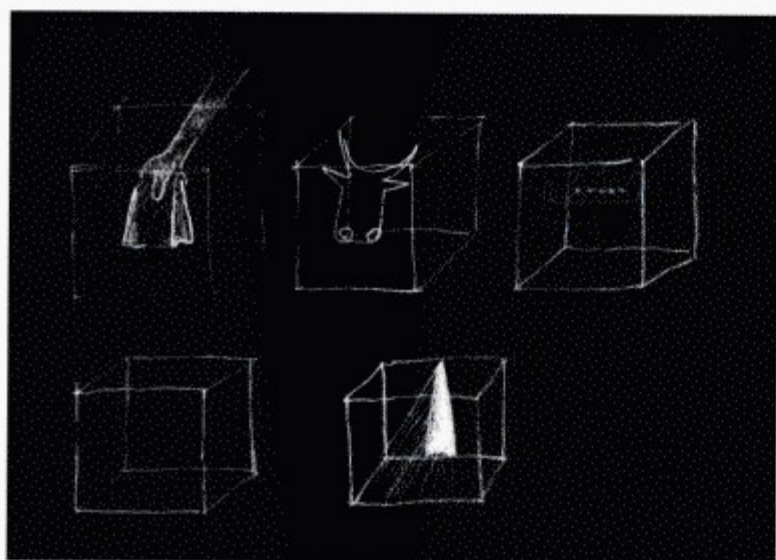


图101

黑暗的角落。这是否意味着人类以各种形式仿造日光的古老梦想得以实现？

在过去的很长时间里，戏剧舞



图99

台都没有从上至下地把舞台各个角落都照亮的光线。基于中心透视法的巴洛克式舞台照明在18世纪遭到人们的怀疑。继承了17世纪荷兰画

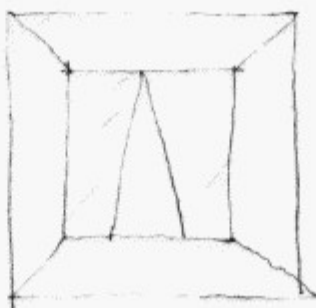


图100

伦勃朗油画中的明暗效果。巴洛克式剧场发展出的舞台灯光基本原则在19世纪仍然被人应用，这种照明方式采用的是严格的对称和低亮度照明，因此它只能用于创造光线的框架。这个框架由3个照明点构成：侧光、脚光和顶光。侧光位于假台口侧片和侧幕后，脚光从前下方照亮表演者，顶光安装在假台口上片以及檐幕之间，从前一道照向最后一道。也就是说，舞台中央的大部分并未被照亮。E·T·A·霍夫曼（Hoffmann）曾这样讽刺地评论这种照明方式：演员从下方被照亮，他们的脸被扭曲成了令人厌恶的鬼脸。

灯光师和舞台工作人员仍试图实现以当时的技术并无法达到的效果——用从上至下的灯光取代从下至上打光的脚灯。

安东尼-劳伦特·拉瓦锡（Antoine-Laurent Lavoisier）（在1770年提出燃烧学说）对此已经有了自己的见解：“各种类型的光都能够被准确地表现出来：明亮的日光、雷雨天的黑闪电、日出或日落、夜晚、满月等。所有这些光的效果都能通过安装在舞台幕布前拱门上的简单的曲面或球形反射器来达到。”

这种新的照明方式标志着创造幻想空间（如在帆布上描绘天空）的古老方式——舞台绘画的终结。舞台绘画被建筑所取代，建筑的三维效果能够与聚光灯的自然效果相呼应（图103）。

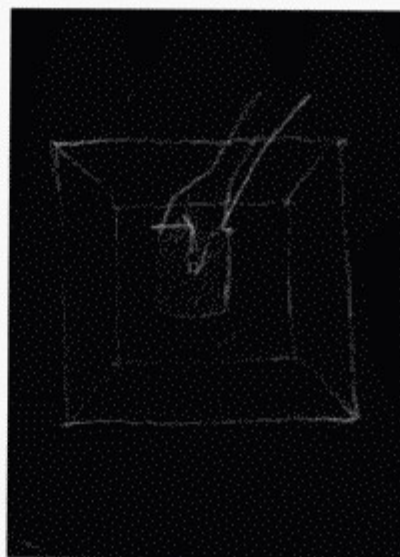


图102

派的中产阶级现实主义则要求在灯光处理时运用油画中的明暗法，但这种戏剧舞台照明在处理舞台上光线和阴影的关系时，并不能仿效出

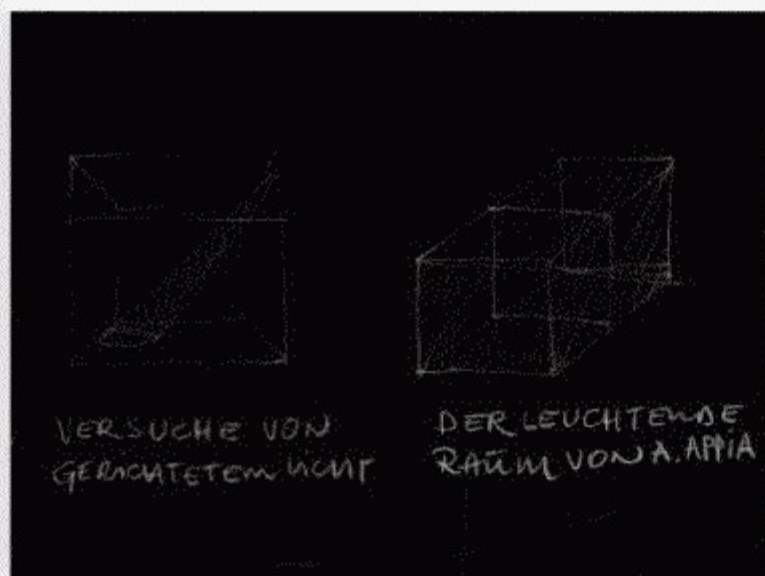
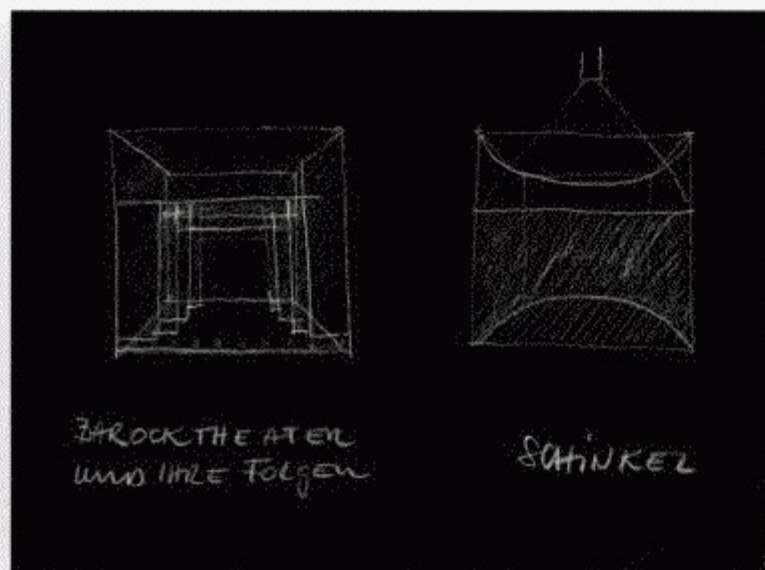


图103 (上图)、图104 (下图)

阿道夫·阿庇亚将真实的光称为活光，与绘画光相对应。他设计出了极具个人特色的舞台照明设备。阿庇亚为舞台表演创造了一个融入了光线的真实空间，并以这种方式将常规照明与强调照明作了一个明确、合理的区分。舞台上的表演由富有创造性的灯光来决定，灯光在舞台设计中扮演这样的角色：例如，它可以表现出一天中的某个时段，通过使用或深或浅的入射光线来代表月亮、火把等等。

爱德华·戈登·克雷格 (Edward Gordon Craig) 也设计了一个照明设备——灯光渡桥。他建议在每个方向上以各种方式使用聚光灯，实现渐明渐暗、或分散或聚集光线，从而起到染色舞台的效果。对他来说，光的强弱也是舞台设计的一部分，能够在黑暗的背景中突显出单个演员的特写。

阿庇亚认为，能够让这些新的照明设备有用武之地的唯一场所是带有复杂灯光设计的三维舞台。阿庇亚提到的用于舞台设计的灯光最先在靠近德累斯顿的海勒劳得以应用。他在海勒劳礼堂的天花板上安装了聚光灯——它们只有在使用时才能被看到，以及

一个能有效反转的巨大的遮光系统，光能从外面投射到它上面。与阿庇亚同时代的一个人写道：“海勒劳的礼堂是一个光彩夺目的空间，而不仅仅是一个被照亮的空间。如今，阴天的自然光不再进入我们的视线，几个世纪以来，它都被当作穿越云层照耀到人间的天堂之光。取而代之，我们有了一个垂直的二维装置，当然是看不见的 (图104)。”

第一类折射色：

在我们看来，空旷的空间不可避免地具有透明度。如果这个空间被充入某种物质，而我们的眼睛无法察觉到这是什么物质，那么这种物质或多或少具备透明介质的特质，像空气或其他气体。

纯粹的不透明源于透明。绝对的不透明色是白色，最中性、最亮，也是第一种不透明的空间填充物。

从个人经验看，透明本身已经是最初层级的不透明。在透明到完全不透明的白色之间存在着很多层级，而这些层级是无限的。

译自：约翰·沃尔冈·冯·歌德

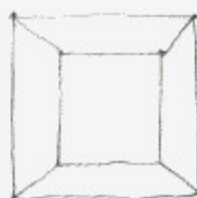
《色彩论》，1810年

这种光彩夺目、非实质性、无阴影的空间最先在马克斯·凯勒设计的慕尼黑室内剧团的舞台上出现 (图105)。当舞台的幕布升起时，观众们就会看见一幅画面，并且只根据定向移动的光线和演员的动作

来感受整个舞台空间。

在塞尚和立体派的时代到来之后，绘画开始出现魔幻般的构图。这种绘画不是对真实的描绘，画面只是作为画面，作为它本身的真实，就像事物本身一样。立体派发明了画面的第四维度。三维同时并置成二维，使得人们可以在画面中看到时间，例如，在绕着立方体行走时看见它的每个面，或同时呈现正面和侧面的脸 (多平面)。

我们今天的舞台设计正是基于



DER IMMATERIELLE RAUM VON MAX KELLER

图105

此。戏剧舞台工作人员和观众们可曾意识到这一点呢？

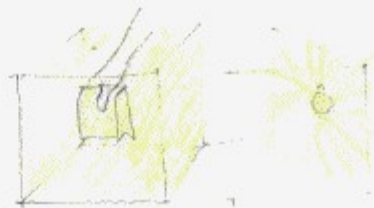
奥地利著名艺术史学家汉斯·赛德玛依尔 (Hans Sedlmayr) 提出了如下见解，其意义正如普罗米修斯盗火种一般：

从塞尚开始，光就被色彩取代了，光的所有特质原本并不依赖于色彩而存在，而且要优先

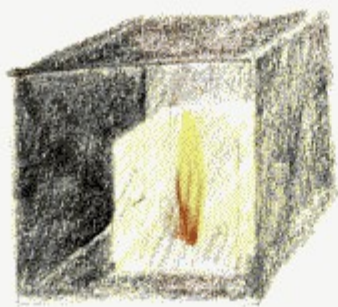
图106



LICHT VON INNEN



LICHT VON AUSSEN

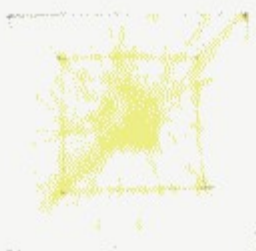


UNTER NEUM
L. 10. 7. 1842

图107



UNTER NEUM
L. 10. 7. 1842



UNTER NEUM
L. 10. 7. 1842

图108



图109-111 (右页)

《亚瑟王》

布雷根茨艺术节, 1996年

于色彩,而如今却已成为色彩的特质。这些特质已经被有效地实质化,但同时也引燃了色彩这座“火山”。现在,色彩已然成为了光的替代者。

译自汉斯·赛德玛依尔
《光的死亡》, 1964年

自从我在桌子下面安装舞台照明发电装置,我就一直坐在我的灯旁——快乐地在充满光的空间——黑匣子——欣赏着从外部和内部均匀照射的美妙灯光(图106)。

在1842年7月8日的日蚀期间,科威特的白昼在烟幕般的云层的笼罩下变得暗淡。我们通过立方体中光的变化来表现这一过程。明亮如白昼的空间(白色立方体)变成黑暗的空间(黑色立方体),而油田上燃烧的火焰,又使这个空间中出现了个亮如白昼的小空间(图107、108)。

阿达尔伯特·斯蒂夫特

(Adalbert Stifter)也记录下了这次日蚀:

最后,我们可以从地球上感受到日蚀所带来的影响。逐渐地,天空中如同镰刀一般的太阳变得越来越狭窄,银河不再发出微光,而是变成了一条灰色塔夫绸般的带子,周遭满是暗淡的阴影。这一刻简直让人窒息,天空美丽而温和的光芒消失了,仿佛在一瞬间就变得黯淡,周围开始刮起冷风,我们能感受到一股不可名状的强烈而沉闷的气流正笼罩在草地上方。接着,森林上方不再有气息的流动,转而变成一片宁静,这不是沉睡般的宁静,而是虚弱的宁静——乡间弥漫着愈发强烈的苍白感。我们的身体在此刻仿佛变得越来越空洞而无意义,脸也逐渐变得灰白,在这清新的早晨,这种濒死的状态让人感觉无比悲凉。但就在一瞬间,地狱消失了,我们重回

人间,一束如同熔化的白热金属发出的光从太阳的上缘迸发出来,我们又回到了自己的世界——它驱逐了黑暗,仿佛太阳自己也在这场胜利感到分外高兴,一束阳光迅速照射下来,接着是第二束——但在此之前我们已经没有时间欢呼:“啊!”在这一点亮光出现时,被黑暗笼罩的世界消失了,我们的世界重新回来了。

“当一盏灯破碎了,它的光亮就灭于尘土。”

珀西·比西·雪莱

赫伯特·卡普尔穆勒,设计师兼导演,
萨尔兹堡莫扎特大学舞美和服装设计专业负责人。

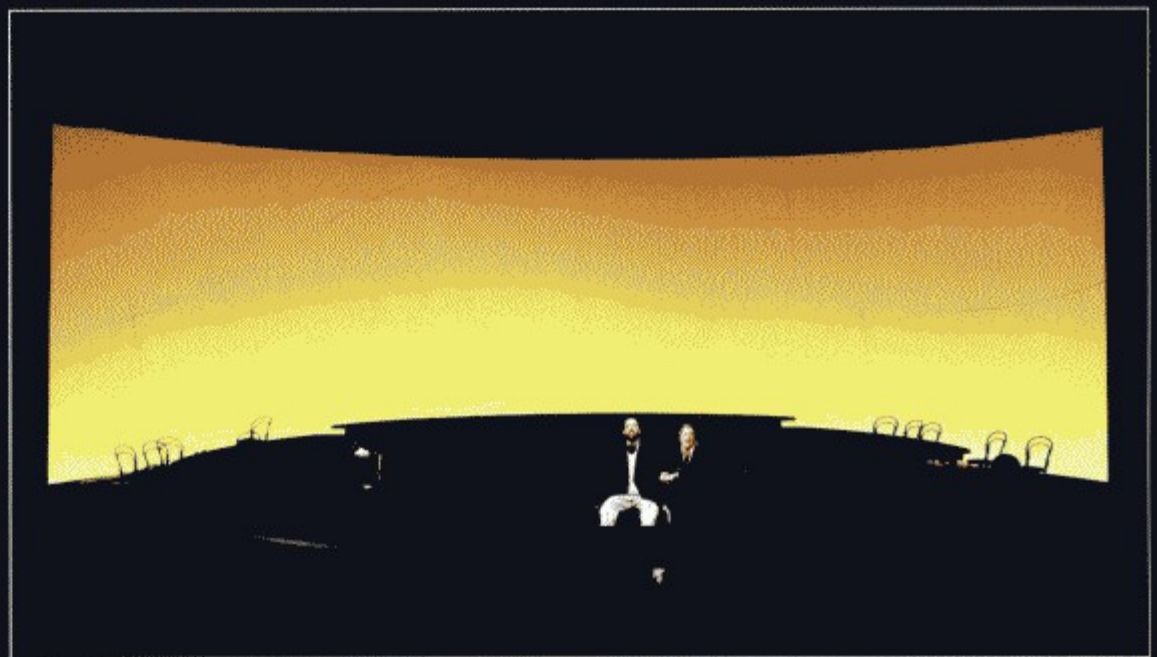


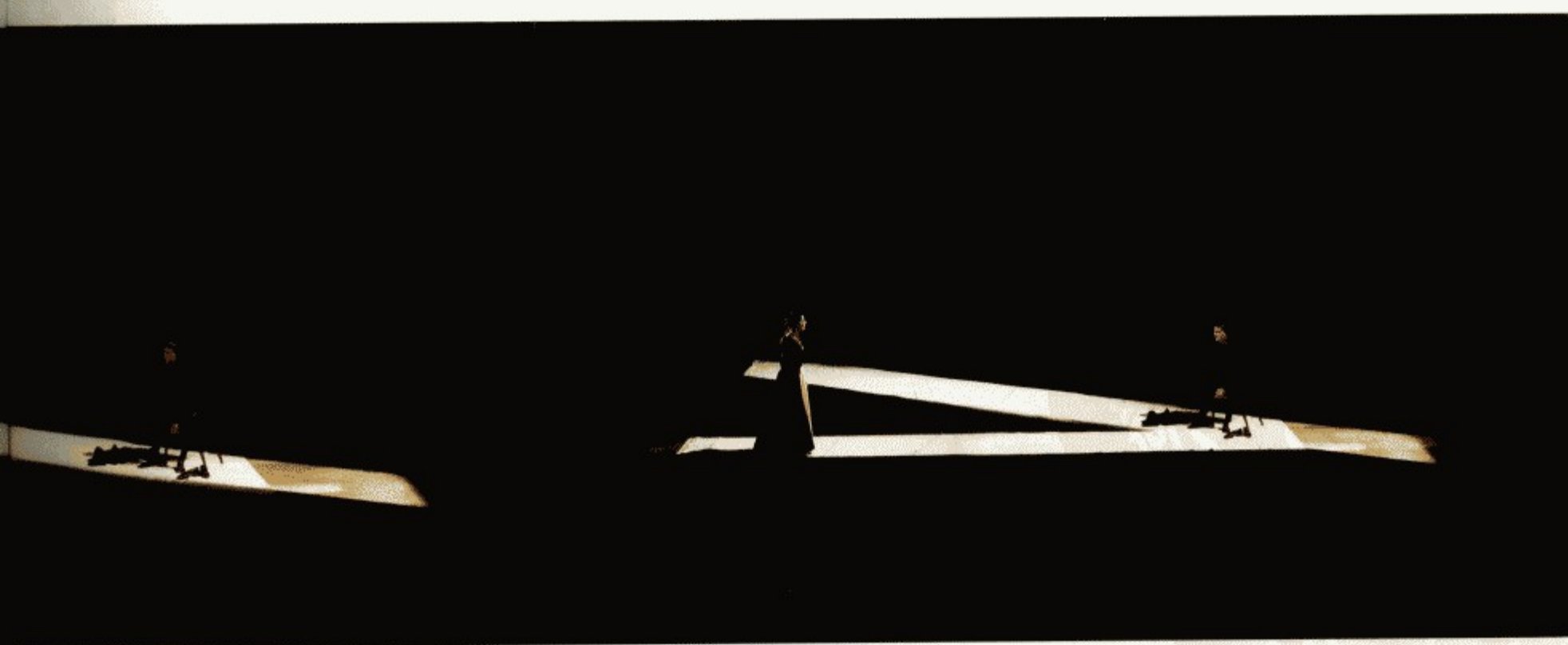


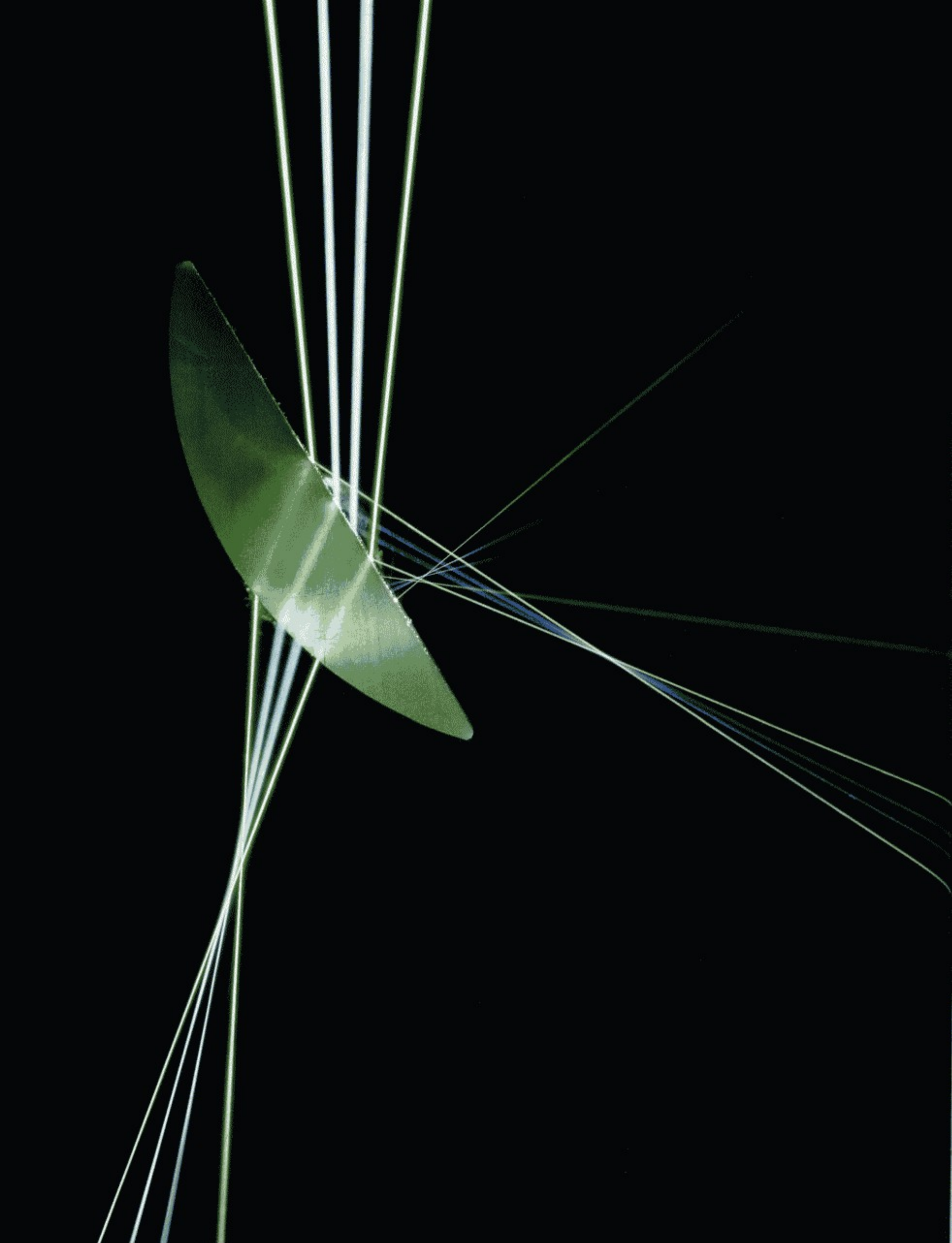
图112-113 (上图)

卡尔·斯坦恩海姆 (Carl Sternheim), 《势利小人》, 导演: 汉斯-雷恩哈德·穆勒 (Hans-Reinhard Müller), 舞台设计师: 约根·罗斯, 慕尼黑室内剧院, 1983年。

图114-116 (下图)

J·W·v·歌德, 《托夸多·塔索》, 导演: 厄斯特·温德特, 舞台设计师: 约翰内斯·舒兹, 慕尼黑室内剧院, 1981年。





任何影响戏剧舞台中光线走向、聚焦或散射的因素都是由光学原理决定的。因此，了解这些与舞台灯光相关的光学原理十分必要，我们不仅要了解常见的透镜，还要了解透镜及反射器的所有组合方式，以应对各种可能出现的情况。

基本概念

· **光轴**：连接所有反射和折射曲面中心的线，透镜之间的中心线，反射器的结构轴。

· **焦点**：与光轴平行的光线经过反射或折射在光轴上的汇聚点。

· **焦距**：透镜或透镜系统与折射光线的焦点之间的距离。

光是一种无需固态媒介即能被传输的能量形态。光学介质是光通过并与之相互作用的物质。当光从一种介质进入另一种介质，其经过介质表面时会发生传播速度的变化。折射率（ n ）定义了这一至关重要的物理特性，折射率是指光在真空中的传播速度与在某一介质中的传播速度的比率。折射率取决于介质本身、波长、温度和压强，特别是气体和液体介质中的压强。

当光从一种介质进入另一种介质时，会根据介质的折射率改变传播方向，在原先方向的基础上发生折射，折射的方向可以是朝着光轴，也可以是背离光轴。光在介质中的散布往往是直线性的。折射率较高的介质，其光密度较高；折射率较低的介质，其光密度也较低。如果所有光通过某一介质的方向都保持一致，那么这种介质就被称为同质介质。

下面是一些重要物质在特定压强或温度下的折射率：

空气： $n = 1.00$

水： $n = 1.33$

玻璃： $n = 1.45-1.8$

钻石： $n = 2.42$

当经由光学介质折射后的光线汇聚于一点，该点即被称为焦点。这一概念也用于经由凹面反射器汇聚的光线。折射或反射介质与焦点之间的距离被称为焦距。

反射——球面反射器

反射

如果光没有穿透某一介质，就

曲面反射

反射原理适用于所有反射体，



图119 凸球面反射（凸面反射）

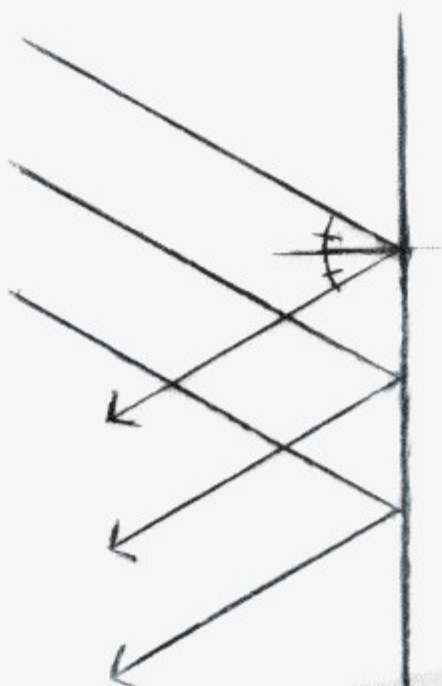


图118 平面镜反射

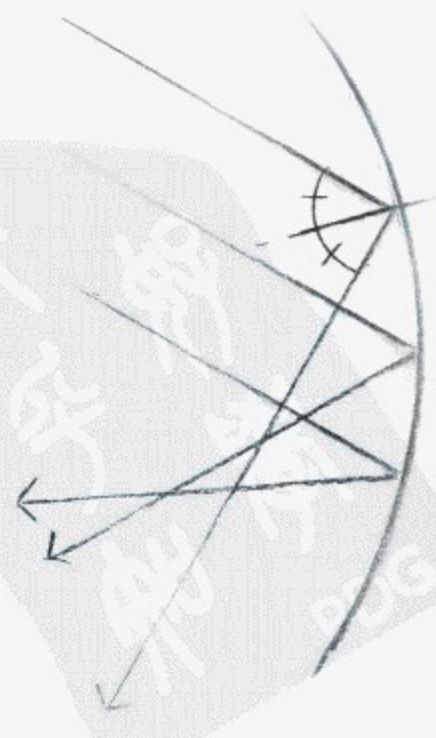


图120 凹球面反射（凹面反射）

图117 平凸柱面透镜的光折射。氦离子激光发出两种波长的光线——绿色光和蓝色光。光线被分成4股，从上至下射向一个斜放的平凸柱面透镜。被反射的光线的反射损失可以被清楚地看到，部分聚焦光束已经通过透镜。透镜中的光线颜色也可以被观察到，而且蓝色光束比绿色光束更加明显。

会发生反射，且出现完全或部分的偏转。入射光和反射光会与入射轴形成相同的角度；如果入射角度为 0° ，则光线就会按原路反射回去。

无论它们是凹面还是凸面。

曲面成像

图121显示了物体的图像如何产生。这种做法在戏剧舞台中并不常

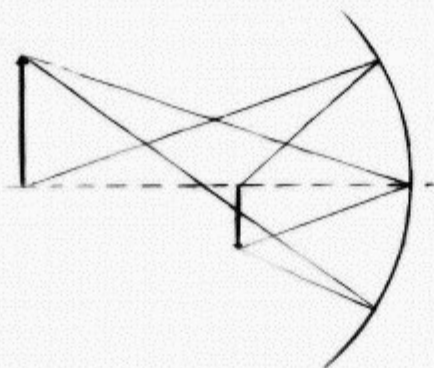


图121 曲面反射所成图像。

用，但在这里作介绍是因为球面反射会应用于聚光灯和投射技术。

球面反射器

球面反射器是将射向球面的光线朝光源的方向反射回去，以利用反射回去的光。在图122中，光源被

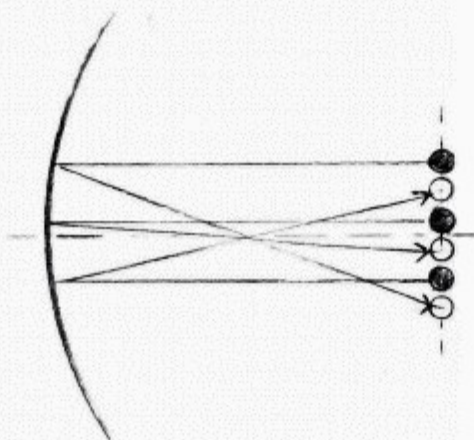


图122 球面反射器中的灯丝图像。

安置在反射器的焦点上，灯丝形成的倒立的像就在灯丝旁边。

非球面，对称反射器

椭圆反射器

椭圆反射器是有一条对称旋转轴的非球面体。它有两个焦点：一个是光源，另一个被作为投射的焦点。在聚光灯技术中，这种反射器

被作为成像聚光灯的聚焦系统，虽

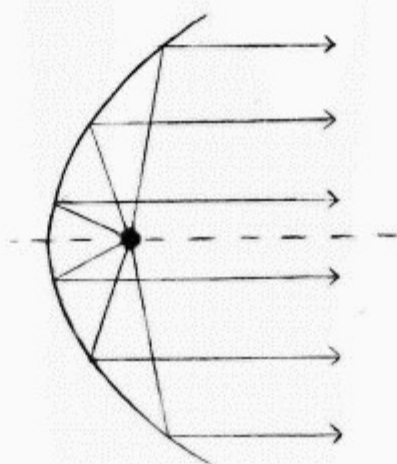


图124 抛物面反射器的光反射。

然其成本不低，却是聚光灯的重要组成部分。

抛物面反射器

抛物面反射器是只有一个焦点的非球面对称反射器。如果光源位于反射器的焦点上，则会反射出与

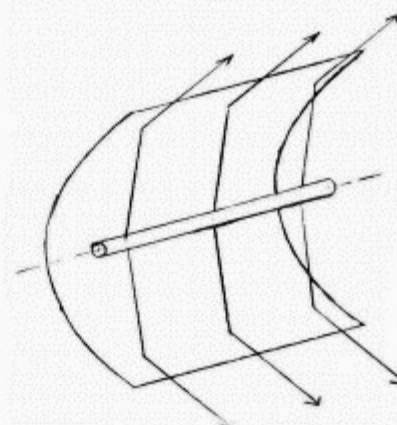


图125 对称槽式反射器的光反射。

轴平行的光线。光源越小，反射器的焦距越大，则光束越密集。理想的光源是氙灯或低电压灯。

槽式反射器

槽式反射器用于直线灯丝光

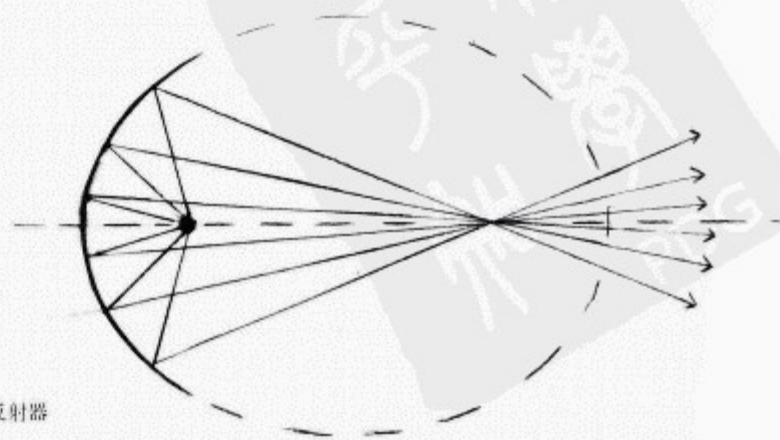


图123 椭球反射器的光反射。

源。该类反射器的截面通常是抛物线或椭圆，且呈槽形。只有当光线与灯的中心线成直角时，光的传播才会受影响——图125是截面为抛物线的槽式反射器。

不对称槽式反射器

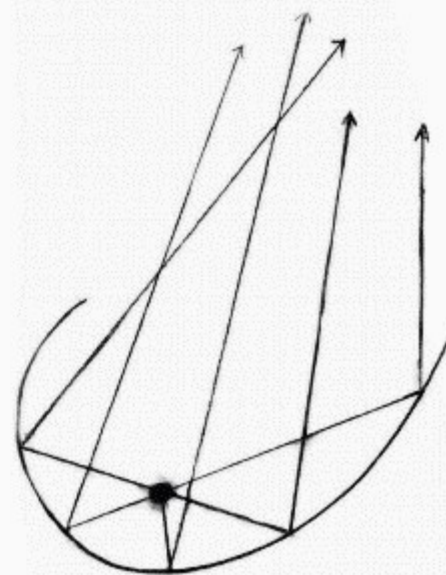


图126 不对称槽式反射器的光反射。

不对称的非球面槽式反射器不会将光线朝两个平行方向均匀地反射出去，而是不均匀地、偏向于其中一侧。

反射器材料

今天，大多数反射器都是由铝制成的。反射器的表面可以是高度抛光的，也可以是粗糙无光泽的，这取决于它的用途。当对精密度的要求较高时，或对聚光灯的热特性和功率有严格要求时，就可以使用镀银球面玻璃反射器或汽化金属氧化物反射器，也称作透红外线反射器或冷反射器。

这类反射器的反射涂层被凝结在玻璃表面。这种材料由大量能透过红外线的干涉层组成，这意味着热量被反向辐射，光束的温度可以被降低约75%。

透镜

什么是透镜

就像反射器和其他反射表面

图127 会聚透镜——正透镜
减少聚散度。

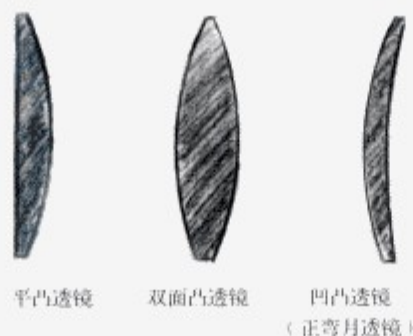
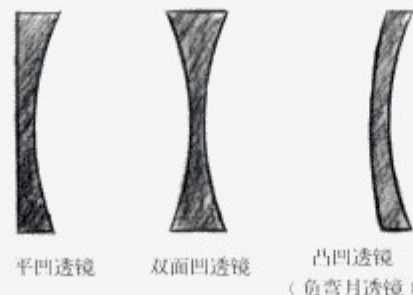


图128 发散透镜——负透镜
增加聚散度。



一样，玻璃透镜被用于汇聚和发散光束。透镜是球面的玻璃或塑料物体。只有在透镜的外围，光才会由于介质的变化而发生折射。有两种透镜较为常见：

会聚透镜=凸透镜

凸透镜会减少光线的聚散度（孔径角）。其特性是，会聚透镜的中部比两端要厚。

发散透镜=凹透镜

凹透镜会扩大光线的聚散度。

图130 光线通过菲涅尔透镜。

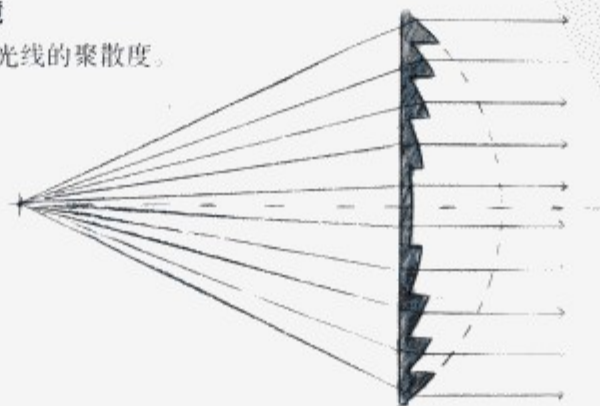


图129 平凹透镜中的彩色缺陷

其特性是，发散透镜的中部比两端要薄。

正弯月透镜=凹凸透镜

当光学系统要求一个缩短的焦距时，这种透镜就会被应用于投射技术中。菲涅尔透镜是该种透镜的常见形式。

透镜的色差

光的物理特性决定了不同波长的光的折射效果也是不同的。波长较短的蓝光比波长较长的红光的折射更强。这种“二级光谱”有微红的外缘。这一现象在简单透镜聚光灯中尤为明显。

反射损失和透镜吸收

当光通过介质时，会因吸收而造成损失。在进入和离开介质时，部分的光被反射。反射损失是由该介质的折射率决定的（见图117）。

菲涅尔透镜

这种凸透镜是由法国物理学家奥古斯汀·菲涅尔（Augustin Fresnel）在1800年发明的，并从1930年起被应用于戏剧舞台聚光灯。菲涅尔透镜是由一组有同一焦点的同心环构成的。通过设定每个环的曲

率半径，使得光线能够被折射到同一焦点上。它的优点在于透镜的厚度是可以忽略的，从而使得制造更薄的透镜成为可能，这在生产大直径透镜时尤为重要。但它在降低热吸收方面也有好处。不同于平凸透镜，菲涅尔透镜的厚度不受直径和焦距的制约。菲涅尔透镜是由硼硅酸盐玻璃制成，不受温度变化的影响。为了防止各圆环间的影响，菲涅尔透镜的圆环侧面是不平坦、不透明的。出于这个原因，从菲涅尔透镜射出的光束看上去是散漫的。这种折射过程也使透镜的色差不易被察觉。透镜的孔径角度最大可至 60° 。菲涅尔透镜可以进行硬化或软化处理，也可以在其背面覆盖一层隔热材料，以增加灯光滤色片的使用寿命。

光束聚散度

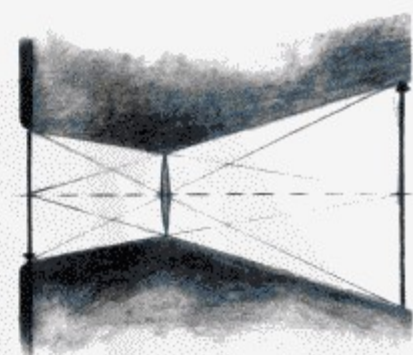


图131 光束的聚散度

成像只会用到一部分的光线。这是由诸如光阑、透镜系统、反射器等机械孔径所决定的。这部分光线被称为光束。光束的尺寸取决于其发散角度或聚合度。如果光束从

一个点发散开来，且发散角度不断增大，这种光束就被称为发散光。如果光束变得越来越窄，就是会聚光。因此，光束中光线的聚散度决定了成像的性质。

光学成像

正凸透镜在聚光灯技术中最为常见。例如，在利用双凸透镜成像时，有3种可能的形式十分重要（见图130-133）。

透镜成像

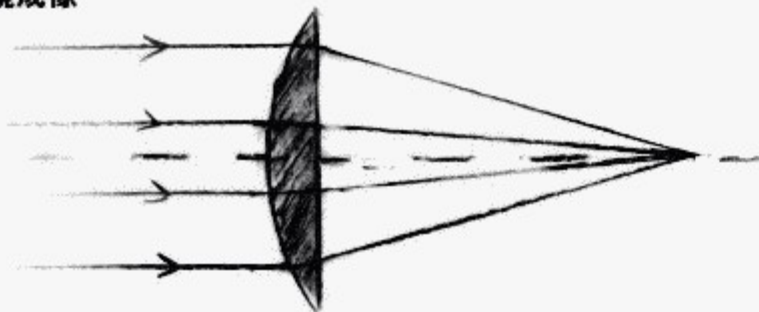


图132 物距 $=\infty$ ，像距 $=f$ 。

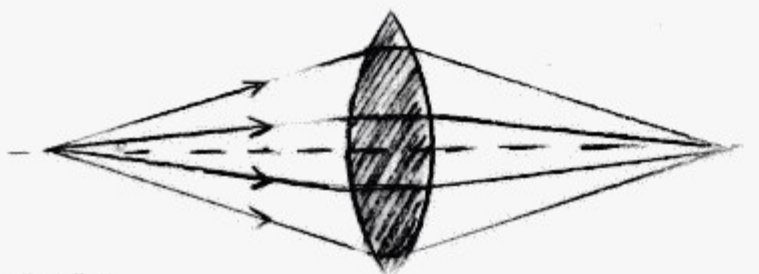


图133 物距=像距。

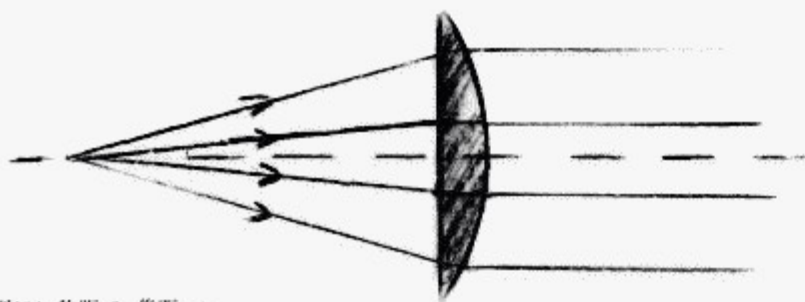


图134 物距 $=f$ ，像距 $=\infty$ 。

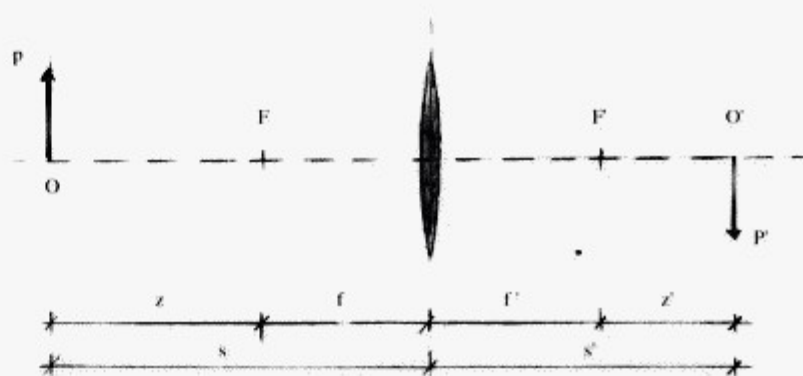


图135 光学值

O = 物的轴上点
O' = 像的轴上点
P = 物的轴外点
P' = 像的轴外点
y = 物的尺寸 (P1-P2)
y' = 像的尺寸 (P'1-P'2)
F = 物的焦点
F' = 像的焦点
f = 物的焦距
f' = 像的焦距
s = 距离：物体点——透镜
s' = 距离：成像点——透镜

z = 距离：物体点——物的焦点
z' = 距离：成像点——像的焦点
n = 空气折射率
n' = 介质折射率
r = 透镜曲率半径
d = 透镜直径
e = 透镜厚度

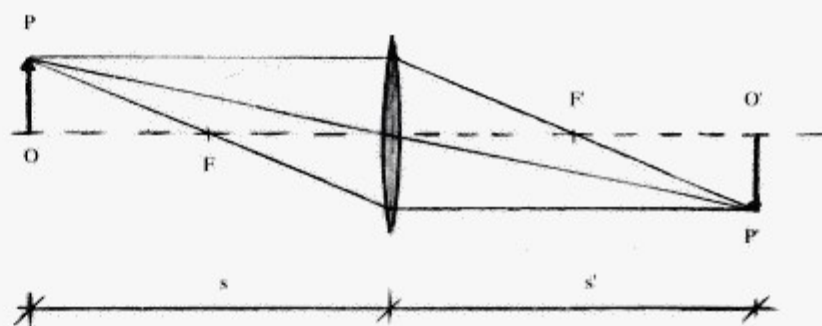


图136 缩小像：如果距离 $s > s'$ ，则所成像比物小，实像，反向， $s > 2f$ 。

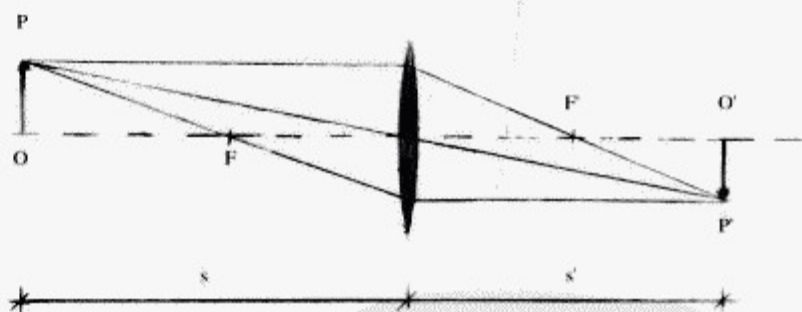


图137 等比例像：如果距离 $s = s'$ 且 $f = f'$ ，则所成像与物的比例为1:1，实像，反向， $s = 2f$ 。

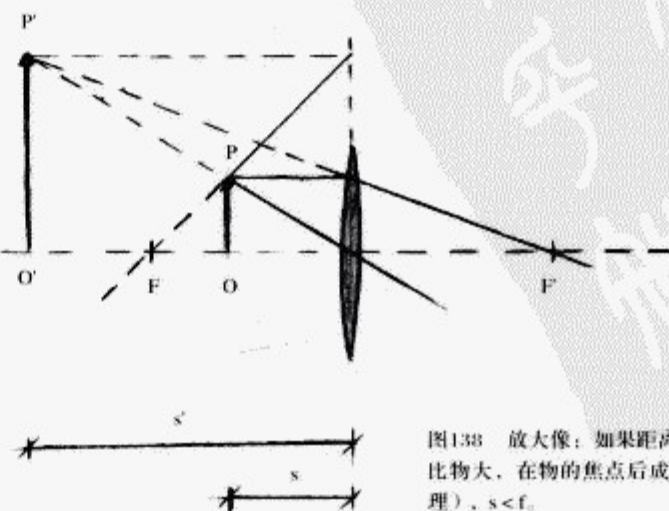


图138 放大像：如果距离 $s < f$ ，则所成像比物大，在物的焦点后成虚像（放大镜原理）， $s < f$ 。

计算焦距

在计算平凸透镜的焦距(f)时, 须知透镜的直径(d)和厚度(e)。

我们还可以通过一种快捷、实用的方法计算出凸透镜或物的焦距。

$$r = \frac{d^2}{8e} + \frac{e}{2}; \quad \frac{1}{f} = \frac{n'-n}{r}; \quad f = \frac{r}{n'-n}$$

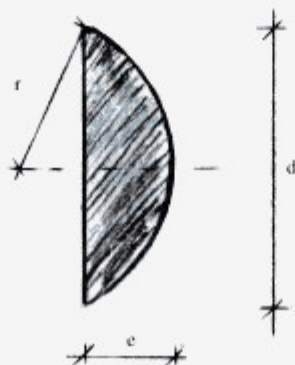


图139 用于判断焦距的平凸透镜及相应值。

距。我们知道, 固定直径的凸透镜的焦距随着透镜曲率的增加而减少。如果我们在一个电灯泡商标的对面放置一个凸透镜或透镜系统, 就能在光屏上形成该商标的清晰像。这个光屏与商标之间的距离就是焦距。

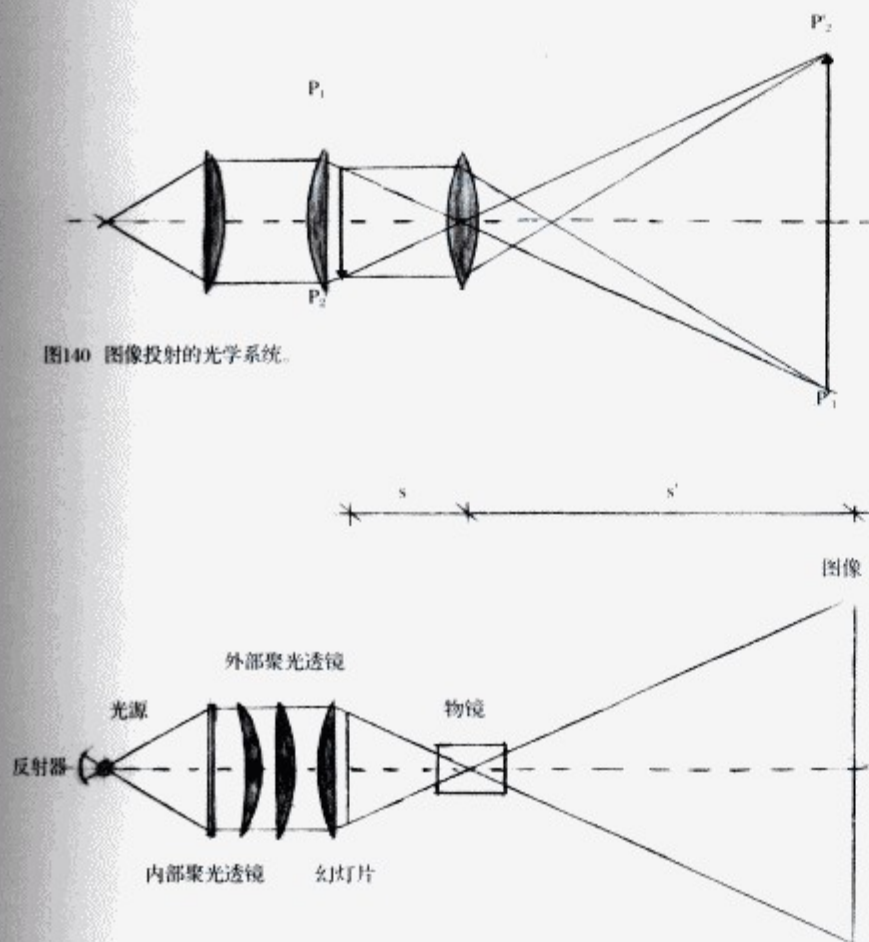


图141 幻灯片放映机——光学结构。

物镜

放映机物镜在设计上与照相机物镜很相似。鉴于照明系统与物镜之间的关系, 一般适宜选择大曲率物镜。放映机物镜的工作原理与照相机物镜相反。一个紧凑的透镜系统, 其功能是根据期望的像距创造光束。较长的投射距离需要较长的焦距, 较短的投射距离则需要一个广角物镜。

透镜的孔径取决于透镜的直径与焦距的比例。这个比例越大, 所成的像就越亮。

可变焦透镜

可变焦或可缩放透镜是有一个焦距可变的系统。这个系统通过移动单个透镜元件来改变其焦距, 同时不会使成像面发生变化。焦距的变化使得像的扩大和缩小成为可能。所成的像比实物要暗, 这是由于额外的透镜会吸收光。

幻灯片放映机

幻灯片放映机用于呈现静态的图像。它的光学结构不受投射图片尺寸的制约。来自光源的光线通过反射器聚光后再由透镜组聚焦。定向光束均匀地照亮幻灯片, 并汇聚到投影透镜上, 从而使我们可根据

选择的焦距形成期望的图像尺寸。聚光透镜汇聚光线, 灯的光束决定了孔径角。孔径角从 30° 到 40° 的简单聚光透镜包括两个平凸透镜。为了获得更大的角度, 需要再增加一个透镜, 即正弯月透镜。为了利用光源向后发射的光需使用一个球面反射器。由于聚光透镜承载着较大的热应力, 所以经常采用隔热玻璃以隔热。以前的光学冷却体(用于吸热的透明注水容器)今天已不再使用。

电影放映机

电影呈现给观者的是运动的图像。单个动作的片断快速地按顺序呈现, 在人眼看来, 仿佛这些片断是连接起来的, 并给人以一种连续运动的感觉。放映机让影片的每个图像像照片一样投射到屏幕上, 并停留很短的时间。当下一个图像取代上一个图像时, 来自光源的光束被中断。影像的运动是通过一种被称为马尔他齿轮的装置来完成。电影放映机的光学结构与正常的幻灯片放映机无异。在剧场使用的高性能放映机上安装有氙灯, 此外, 卤钨灯和其他日光型放电光源也常被使用。

为投射图片确定焦距:

f = 透镜焦距

$y = P_1 - P_2$ = 幻灯片尺寸

$y' = P_1' - P_2'$ = 投射图片尺寸

s' = 距离: 透镜焦点——投射平面

s = 距离: 透镜焦点——幻灯片

这些值有下列比例关系:

$$\frac{\text{图片尺寸 cm}}{\text{幻灯片尺寸 cm}} = \frac{y'}{y} = V$$

= 放大比例

$$\text{此外: } \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = V$$

如果需要知道透镜焦距 f , 则可采用下列公式:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \text{或} \quad f = \frac{s' \times s}{s' + s}$$

在实践中, 可采用下列公式

$$f = \frac{s'}{V+1} \quad \text{或} \quad f = \frac{s' \times y}{y' + y}$$

(参见第136页)

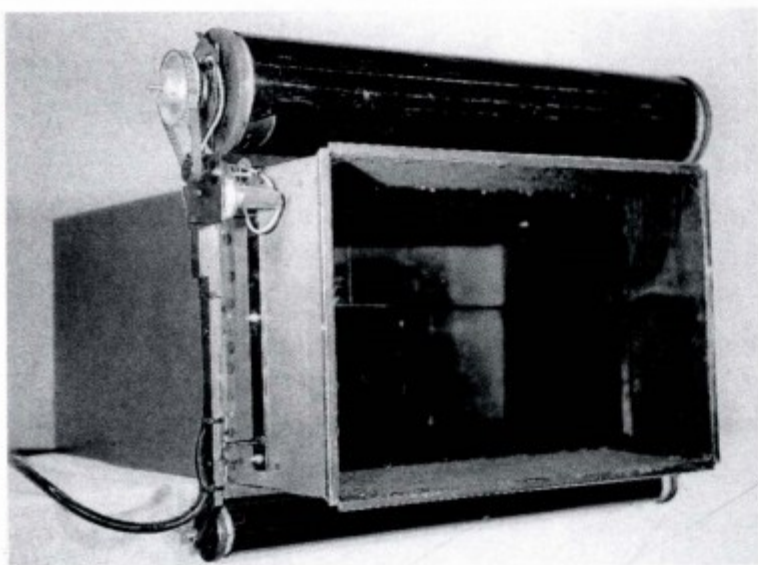


图142 换色器安装在遮光板前。色纸在下方卷轴上，可通过遥控向上卷起。

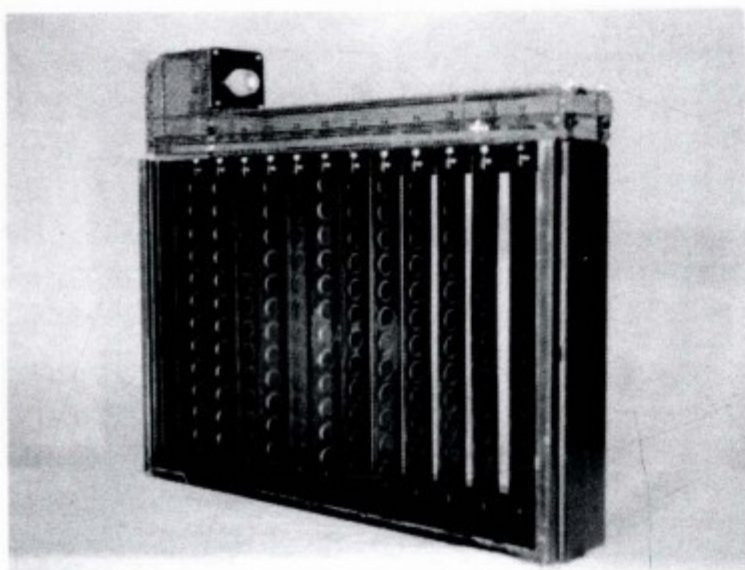


图143 电子遥控遮光板与透镜尺寸相匹配。

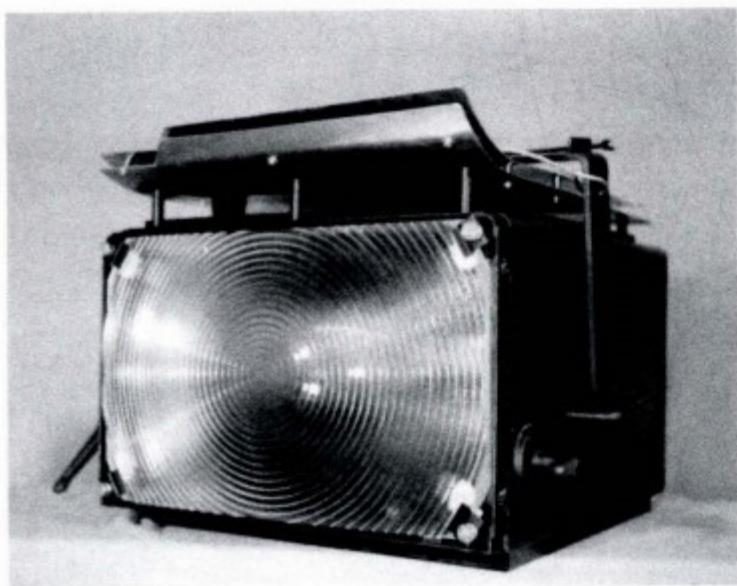


图144 特殊装置的正面。菲涅尔透镜被以纵向形式切割。散热板被安装在顶部。

图145（右上图） 3个特殊的4400WHMI日光型聚光灯。由于空间问题和布景要求，灯壳必须尽可能缩小。触发器被安装在聚光灯背后的凸缘上，左右两边的灯上安装了换色器。图中显示，布景的颜色开始从黄色变为紫红色。这个特殊装置是由慕尼黑剧院和阿诺德里克特联合研制的。

图146（右下图） J·W·V·歌德，《浮士德》第一幕
导演：戴尔特·多恩
舞台设计师：约根·罗斯
慕尼黑剧院，1987年。





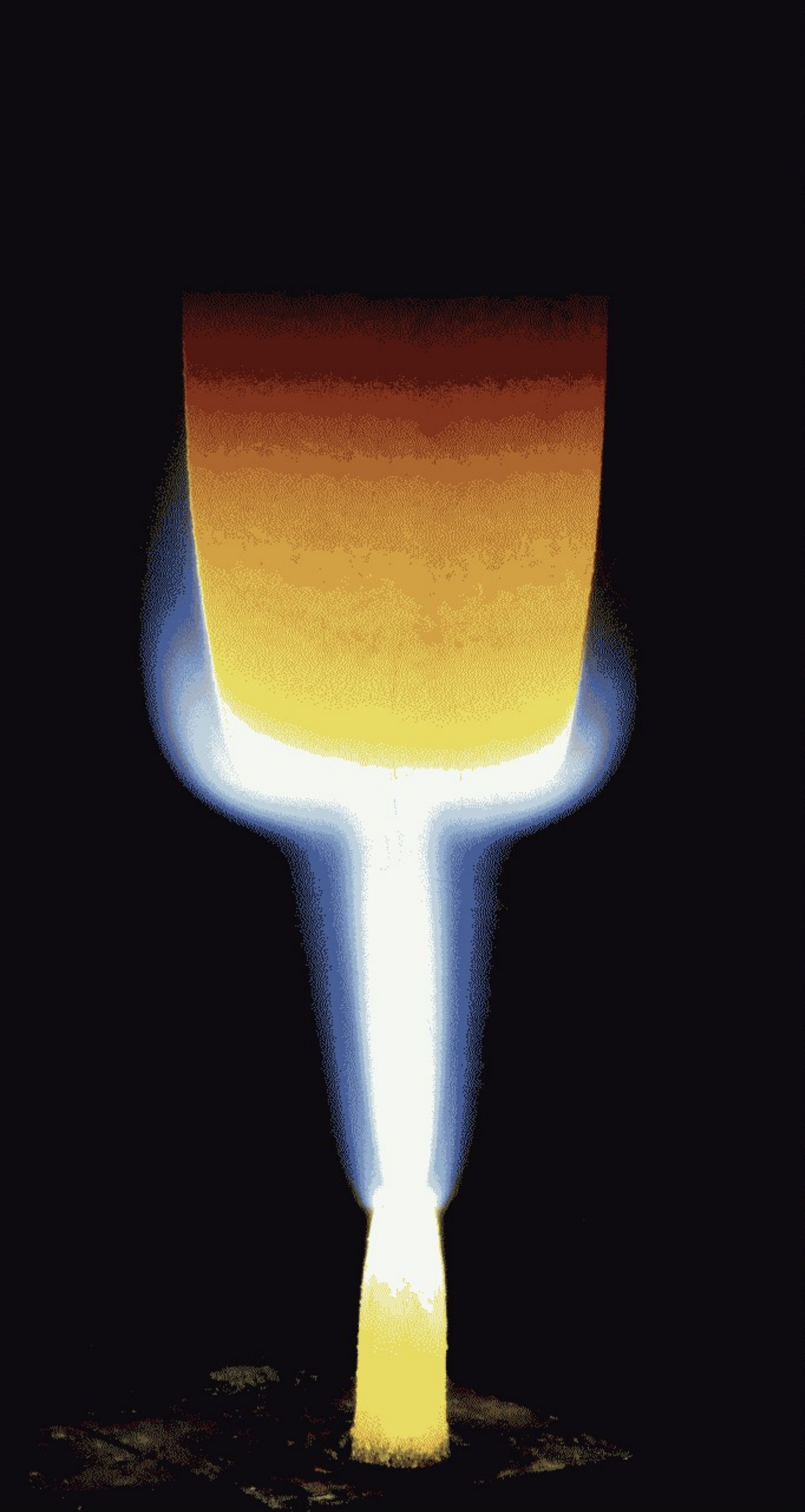


图147 炭精电弧的纹影彩色照片。

照明技术的基本物理量

在确定光源与周围环境的关系时，了解一些光的物理量是很有必要的。

光通量

光通量是指射向各个方向的光的总量。

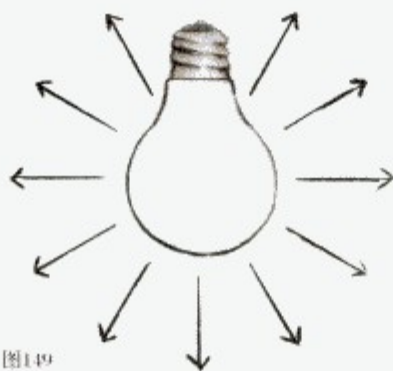


图149

单位：流明 (lm)

符号：Φ

发光效率

发光效率是光源发出的光通量与输入电功率的比率，单位：流明/瓦 (lm/W)。

发光强度

发光强度用于衡量某给定方向上发射的光的总量。坎德拉是国际上统一的光强单位。光的分布以极坐标图的形式表现。

单位：坎德拉 (cd)

符号：I

图150 极坐标图。

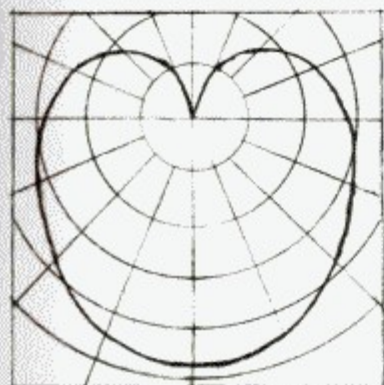


图151



照度

根据入射角度，被光照到的表面的照射强度。

单位：勒克斯 (lx)

符号：E

1勒克斯=1流明/米²



图152

亮度

亮度用于衡量光从光源发出光或反射光的明亮程度。

单位：坎德拉/米² (cd/m²)

亮度 = 发光强度 (cd) / 发光面积 (m²)，考虑观察角度

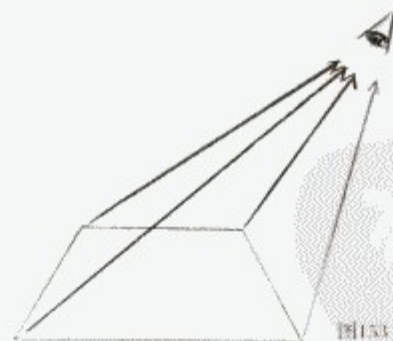


图153

什么是白炽灯

不同用途的灯在电源电压、功率、外形、光源的结构和位置、电弧的尺寸和形状、使用寿命、发光效率、发出的光在光谱中的能量分

布等方面的要求也不同。根据发光的方式，灯被分为两大类：

- 白炽灯：发光效率为 9~32lm/W
- 气体放电灯：发光效率为 15~190lm/W

白炽灯是一种热辐射体，通过加热钨丝产生光能和热能。只有 5%~10% 的输入电力被转化成光。

它的工作原理是什么

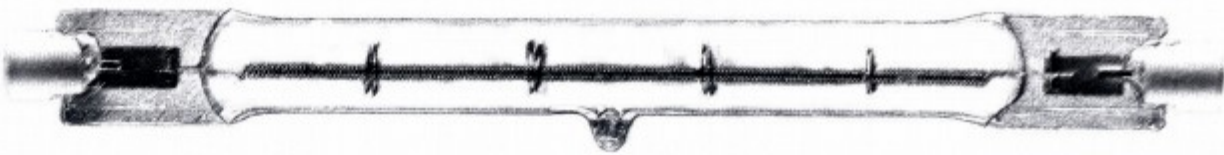
发光体是一根盘绕的钨丝。钨丝的长度和直径由工作电压、功率和发热温度决定。在真空或惰性气体中，钨丝上升到白热状态 (2800℃ 或更高)。钨丝的熔点大约是 3400℃ 或 3650K。一个 60W 家用灯泡的钨丝粗 1/100mm，长 1m。温度提升发光效率，色温上升，同时灯泡的使用寿命被缩短。这是由于温度越高，钨丝蒸发得越快，变得越来越细，直至钨丝的某一点熔化，那么灯泡也就不能再用了。温度一旦高于 3400K 就无法使用白炽灯，因为温度越高就越接近钨丝的熔点 (参见第 27 页，色温)。

蒸发的钨会凝结在灯泡内壁。这层物质会吸收光，并降低色温，而且灯泡的玻璃壁会变得越来越黑。

不同的灯泡，其灯丝的缠绕也有所不同。我们通常希望得到尽可能小的点光源。因为光源越小，产生的光学图像质量越好。为了达到这个目的，钨丝被巧妙地依次排列。过去的舞台投影灯用的是单排灯丝，新一代的投影灯则采用双排灯丝，因为这样能提供更高的亮度，继而更接近理想的点光源。在双端灯中，灯丝处于中轴的位置 (分段或不分段)。如果灯的供给电压较低，线圈式灯丝就可以排列得更紧凑。

在灯泡中注入气体 (氮、氩、

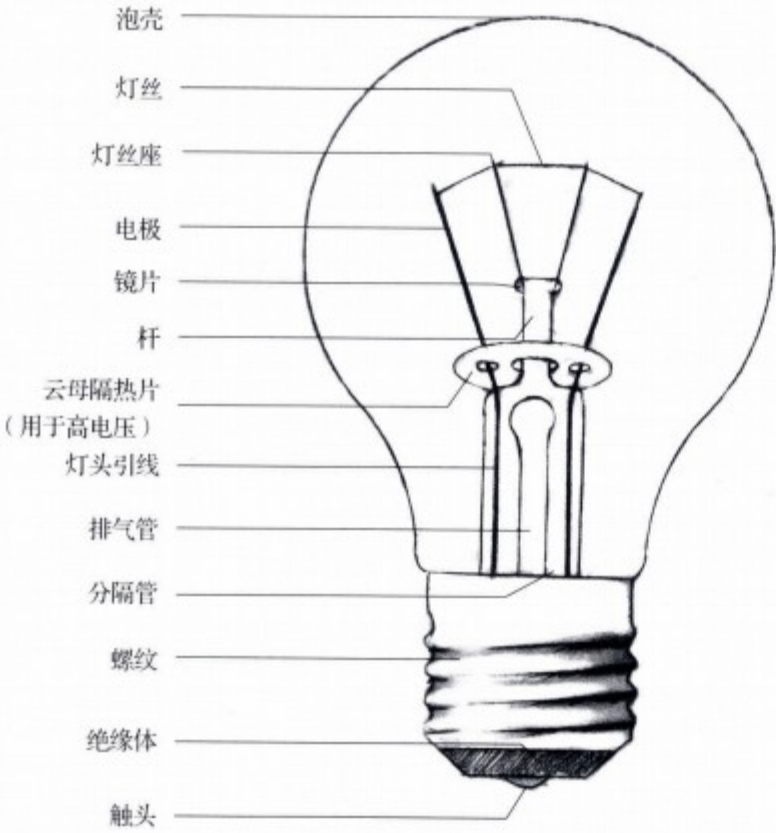
图154 配有石英泡壳、线形灯丝、陶瓷灯座的双端钨卤素灯，采用分段式轴向灯丝。将轴向灯丝分隔成相等的几段，在每个间隔中插入一个小隔离片，防止灯丝接触到灯泡内壁。



氮或这些气体的混合)可以减少这种凝结现象。即使是在高温中,这些气体也不会腐蚀遇热发光的灯丝。我们还可以通过加大灯泡的尺寸来减低灯泡变黑的程度。此外,特殊的灯泡形状也可以使钨丝在表面凝结时不影响光照。对于一些昂贵的灯,如投影灯,可以通过在灯泡中放入铅弹来清洁灯壁。上述做法只适用于变黑程度较轻的灯泡。如果灯泡变黑的情况比较严重,就需去除凝结的钨,以保证灯泡具有更加稳定的色温和光通量。白炽灯可以分为3种类型:

- 真空灯: 灯泡中无气体, 色温约2300~2700 K
- 充气灯: 玻璃灯泡中注入惰性气体, 色温约2600~3000 K
- 卤钨灯: 玻璃灯泡中注入惰性气体和溴(或碘), 色温约3000~3400 K

图155 白炽灯的结构。



卤钨循环

这个过程是防止灯泡变黑的重要步骤。从20世纪60年代开始,新一代的卤钨白炽灯被日益广泛地应用于各个领域。最初,碘是最常用的卤化物,但现在,一般使用溴或溴化物。与此同时,卤钨灯已经能够应用于所有的功率范围。在卤钨灯点燃时会发生下面的过程:加热钨丝到一定的温度(最高温度约为3000℃)钨原子会发生蒸发,在离开灯丝一定距离到达低于1400℃的温度带时,灯泡里的卤素与钨原子结合,要使这一化合物保持气体状态需要250℃以上的温度,这意味着灯泡玻璃的温度需要保持在250℃以上。如果用非常小的灯泡,就可以使灯泡内壁迅速达到这个最低温度,而卤钨化合物也就不会沉淀在上面。气体的热流把卤钨化合物带回到灯丝,在那里,卤钨化合物再次分解成钨和卤素。卤素能够再次回到循环中,钨则沉淀在线圈上,附着在温度较低、较粗的部分,而非温度较高、较细且可能熔化的部分。

为了保证灯泡内壁达到循环过程要求的最低温度,灯泡的尺寸要比较小,且用熔点非常高的玻璃制作(石英、硬质玻璃)。在小且坚固的灯泡里能采用较高的气压,同时保证无使用上的风险。较高的气压可以在灯丝遇热发光时降低钨凝结的速度,甚至在灯丝很细并可能断裂的地方也可以达到这种效果。这就意味着灯泡有较长的使用寿命,且发光效率也能有所提高。

钨卤素灯要有以下优点:

- 恒定的光通量
- 在整个使用寿命期间色温稳定
- 较高的发光效率和/或使用寿命
- 体积小



图156 轴向灯丝的低电压灯。

舞台应用

观众不会马上感觉到色温,因为眼睛并未被调谐到一个标准色温,但能够感觉到色温的变化。所以,如果同时看到1500K的烛火和6000K的氙灯,两者的区别显而易见。但标准色温对于电影和电视来说至关重要。摄影棚的照明要求所有的光源保持统一的色温。人造光照射的色温一般为3200K。灯的色温与使用寿命呈现如下的关系:

- 较长的使用寿命和较低的色温
 - 较短的使用寿命和较高的色温
- 色温为3000K的灯,其使用寿命

约为600h；色温为3200K的灯，其使用寿命约300h；色温为3400K的灯，其使用寿命只有约15h。

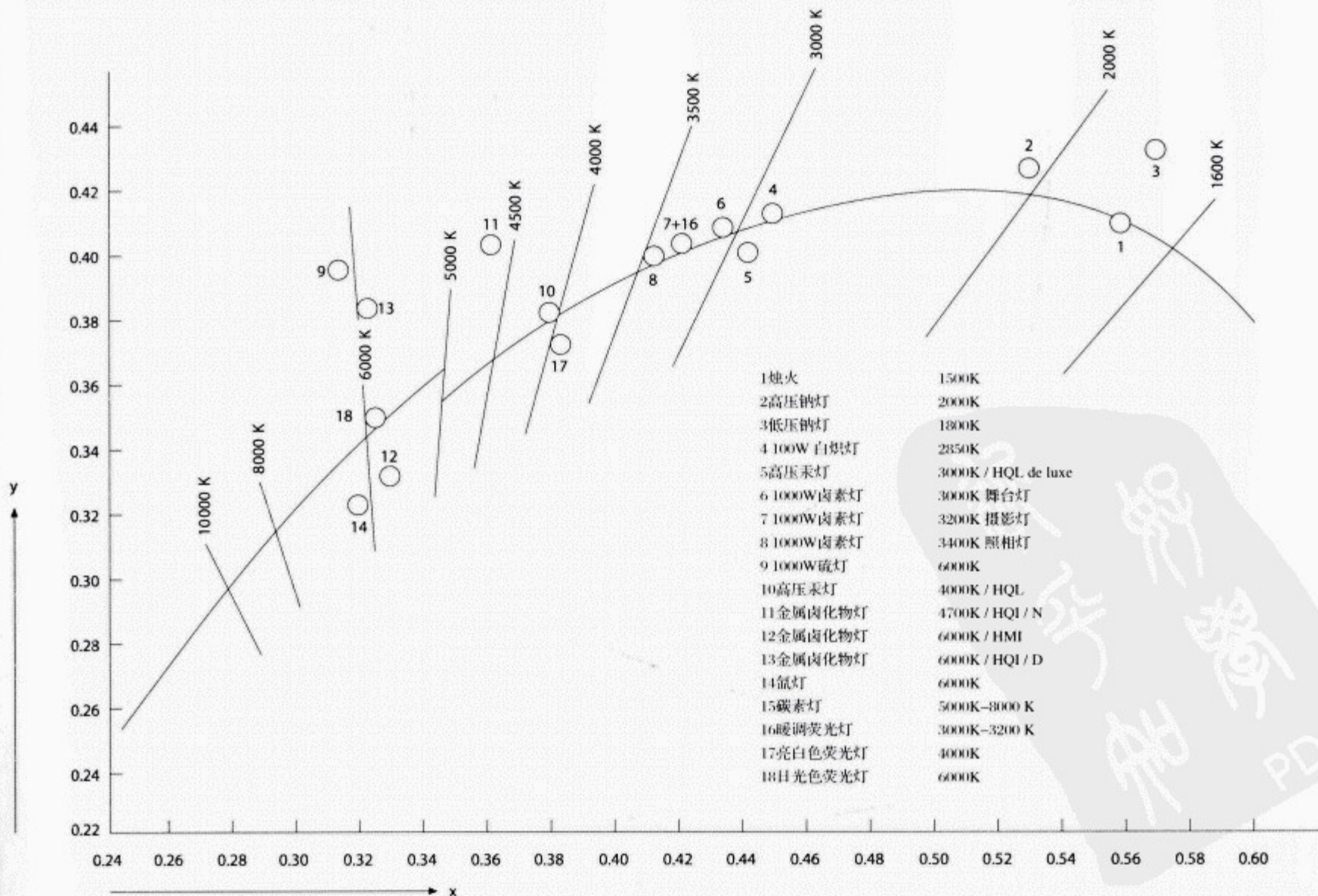
出于这个理由，色温为3000K的灯非常适合舞台使用。现在很容易理解为什么照相泛光灯能发出明亮的白光，但只在几小时后就烧坏了。普朗克曲线显示了几种主要类型灯的辐射光的光谱范围。

白炽灯是舞台上的热辐射源

与普通照明用灯不同，舞台用灯有下列更高的要求：

- 较高的光通量 (lm)
- 较高的发光效率 (lm/W)
- 恒定的色温和光通量
- 精确的光源定位和形状

图158 通过CIE有色光谱、普朗克曲线和贾德标度来判断舞台使用的几种光源的热辐射xy值。



• 便于使用的灯头

制造商生产的白炽灯最大功率为24000W，但大于10000W的灯并不适用于舞台。

较高的发光效率 (lm/W) 不仅能在相同的能耗下产生更多的光，还能提高色温，因为更多的光会以较长的可见波长被射出。例如，如果在相同条件下将日常用灯与照相泛光灯、舞台用白炽灯进行比较，我们会看到日常用灯会发出80%以上的热量，这也就意味着较高的能耗。为了尽量减轻因热辐射给演员带来的不适，采用发光效率较高的灯至关重要。较大的发光强度会缩短灯的使用寿命，但为了减轻热辐射带来的不适和实现较低的能耗，还是应该采用发光效率高的灯。

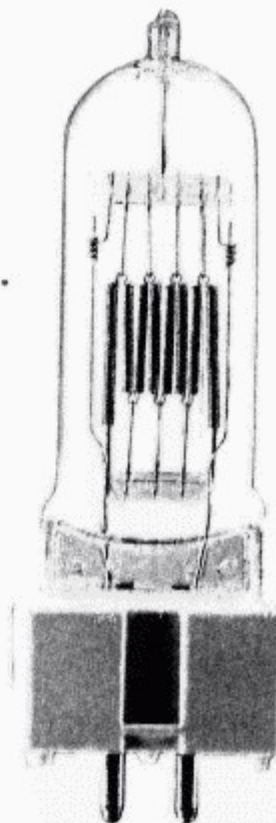


图157 石英玻璃泡壳、单排灯丝、陶瓷灯座的卤钨灯。

更牢且更亮

亮度

光源的亮度越大，发出的光越能按预期效果通过反射器或透镜定向，进而减少光的散射。聚光灯的发光强度随着亮度的增大而增大。我们可以通过较小的光源达到较高的亮度。在实践中，可以通过卷绕白炽灯丝来达到高亮度，操作时需要把它们分开放置，以免在主光束

的方向互相妨碍。这意味着将每组灯丝分别放在单独的平面上，即灯丝的单层排列。如果使用双层排列，光源的宽度可以被大幅减少，从而使亮度进一步增大。灯丝芯之间仍需要保持足够的距离以防止灯丝之间的电弧和彼此过度加热。因此，采用230V电源电压的灯所需要的空间就比低电压灯（如24V）要大，灯丝的长度也更长。

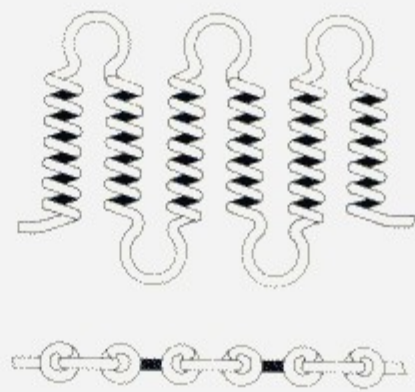
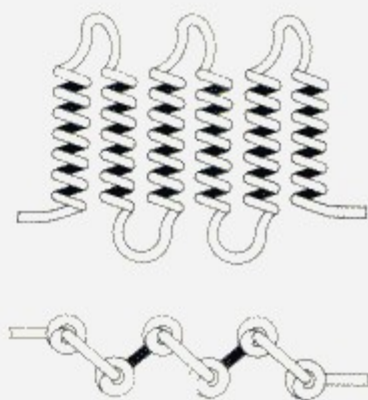


图172 单排灯丝



双排灯丝



图173 有双排灯丝
的石英卤钨灯

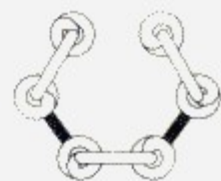


图174a 卤钨灯灯丝



图174b 有散热灯头的500W和
750W高压卤钨灯

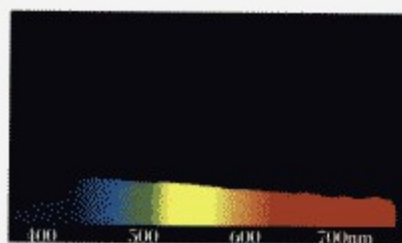


图159 日光光谱

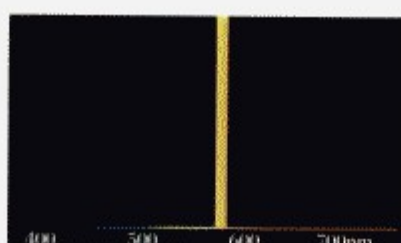


图160 低压钠灯

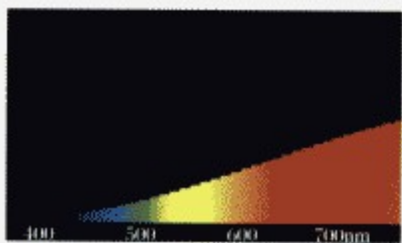


图161 白炽灯光谱

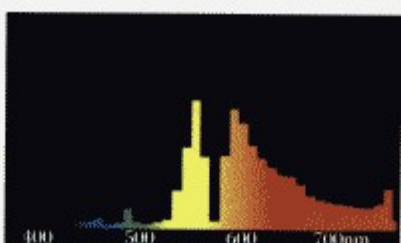


图162 高压钠灯

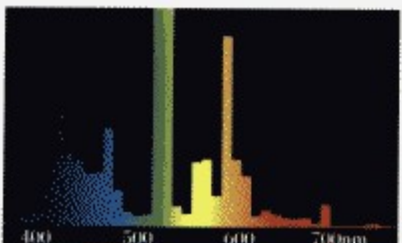


图163 T8/26mm荧光灯
840 Lumlux日光色

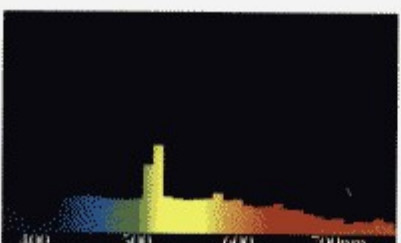


图164 卤钨灯日光

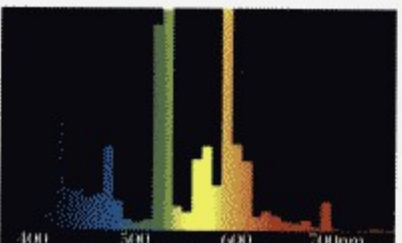


图165 T8/26mm荧光灯
830 Lumlux冷光白色

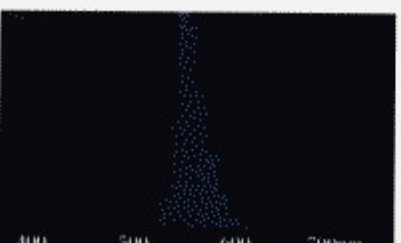


图166 UV荧光灯

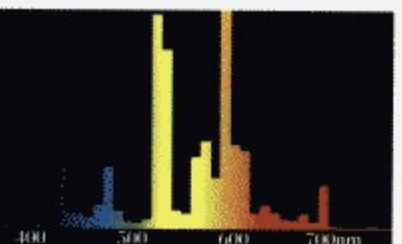


图167 T8/26mm荧光灯
830 Lumlux暖光白色

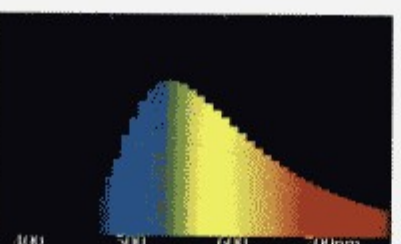


图168 石英灯

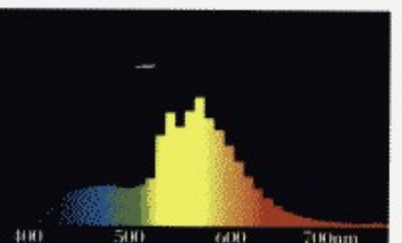


图169 T12/38mm荧光灯
亮白色

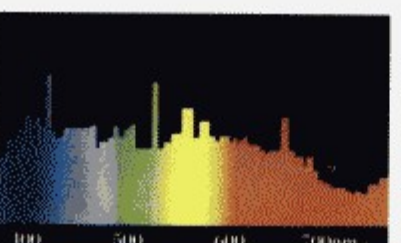


图170 HMI Metallogen灯

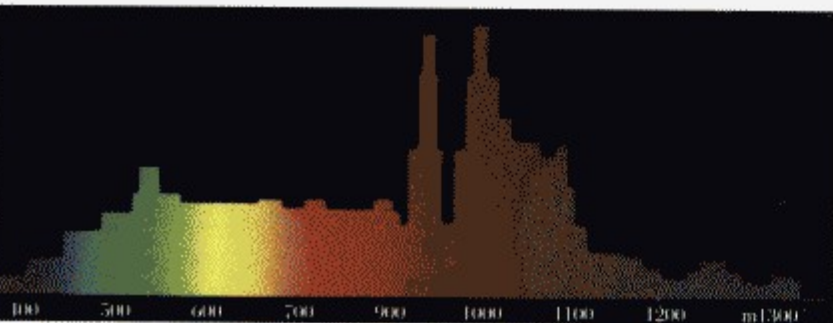


图171 金属灯

PAR灯

PAR灯是一种带反射器的灯泡（PAR = 镀铝抛物面反射器）。这种灯的光源与抛物面反射器结合在一起。PAR灯有各种不同的瓦数、尺寸和发光角度，可以发出从极小角度到超大角度的各种光束。PAR灯通常会被完全替换，无需重新调焦。

类型	直径	安装深度
PAR 36	114mm	70mm
PAR 46	146mm	95-102mm
PAR 56	178mm	114-127mm
PAR 64	203mm	95-122mm

灯丝被放置在抛物面反射器的焦点处，因为在这里，反射的光线只会发生轻微散射。反射器、灯丝和透镜形成一个整体（封闭式光束），这种简洁的灯很易于使用，且寿命较长。

表面结构	发光角度	规格型号	灯座
透明	$9 \times 12^\circ$	NSP/CP 60	GX 16 d
有斑点	$10 \times 14^\circ$	SP/CP 61	GX 16 d
起皱	$11 \times 24^\circ$	WFL/CP 62	GX 16 d
粗糙起皱	$70 \times 70^\circ$	EWL/CP 95	GX 16 d

我们可以通过改变遮光玻璃的表面结构来获得不同的光束角度。现在，每个从事灯光工作的人都会把PAR灯看作灯光领域中极有价值的附加工具。特别是PAR 36系列，在低电压范围内提供了各种有趣的式样，它们被用于营造各式各样的效果。

图176 PAR64、PAR56和PAR36。

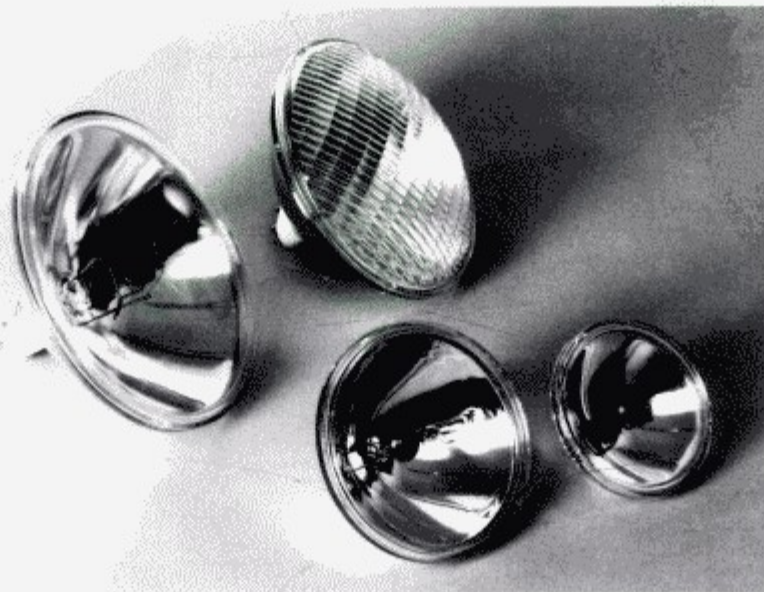


图175 Osram aluPAR
铝反射器 与玻璃反射器的PAR灯相比，重量减轻66%，亮度提高10%

低压和高压灯

这类灯有3种类型：

- 短弧灯 从它的名称可以看出，短弧灯的电极非常接近，这就意味着光源呈点状且亮度很高。短弧灯通常是高压灯。

- 中弧灯 电极的距离较远，两个电极间的光弧呈椭圆形，且亮度比短弧灯低。中弧灯通常是低压灯。

- 长弧灯 电极离得很远，不涉及所谓的焦点，因为亮度平均分布在放电区域。长弧灯通常是低压灯。

低压灯

简短的定义如下：

- 热阴极放电（自1854年）
- 体积大
- 光通量分布均匀
- 较长的放电灯管
- 较小的管径
- 较低的亮度，均匀分布在放电区域

低压灯呈管状且较长。最大量的低压灯是荧光灯，低压钠灯也属于低压灯。管状低压荧光灯，通常被简称为荧光灯管，通过汞蒸气放电来激活荧光物质——硅酸盐和磷酸盐。当汞蒸气达到饱和时，灯管壁的温度通常会与周围环境的温度 25°C 相一致。注入低压惰性气体，如氖-氩或氦，可以帮助放电。放电现象在灯管中的两极（通常以遇热发光的灯丝形式）之间发生。灯管内壁覆盖有一层荧光混合剂。汞蒸气放电时释放出的UV射线会刺激荧光涂层，使其发光。

使用荧光物质磷酸盐能大幅提高发光效率。

整个色谱中的颜色都可以与两种波长（黄、蓝）的混合色相结合。3种波长（蓝、绿、红）的混合色能够改善显色并增加发光效率。

为了达到放电的效果，安装在灯头插脚上的两个灯丝通过加热电路或独立的灯丝变压器预先加热，从而使灯丝之间的发光物质加热到发光温度、 $600-800^\circ\text{C}$ 。电极前积聚

气体放电灯

气体放电灯（钠灯除外）与白炽灯的不同之处体现在以下4个方面：

- 日光光谱
- 较大的发光效率
- 较低的机械敏感度
- 发光功率达到最大值需要几分钟的预热时间

放电灯通过气态、液态或固态物质放电来发光。选择和组合不同的物质会形成不同的光色。

大量电荷能够使触发电压降低。当接通电源时，灯就会发光。让灯发光的电压最高可至1500V（启辉器电路）。

高压灯

简短的定义如下：

- 光弧热阴极放电（自1906年）
- 体积较小的放电灯管
- 较高的亮度
- 狭窄、集中的光弧

高压放电灯的放电距离通常较短。较之于低压灯，汞蒸气的高压放电产生更少的UV射线和更高的亮度。放电温度越高，放电灯管中的气压就越大。

气体放电是由电极间点火触发的。用于发光的物质——如汞——要以适当的比例注入灯管中，以达到预期的发光特性。增加金属碘化物或“稀土”碘化物能大幅改进着色并提高发光效率。此类灯被称为金属卤化物灯。

我们需要借助镇流器来限制灯管中的电流，可以通过灯管中的辅助电极触发，也可以通过独立触发装置触发。与荧光灯不同，许多高压灯不能在关掉后立即重新使用。在重新点亮前，灯需要进行冷却。但如果要马上使用，需要非常高的电压（最高可达工作电压的10倍），并利用特殊的触发装置，就可以迅速地重新点亮高压灯——甚至在灯管还是热的状态下。高压灯具有很高的温度敏感度，因此其要求足够的灯泡温度。

低压荧光灯

在介绍低压灯时（见第79页），我们已经详细描述了荧光灯。汞蒸气在玻璃灯管中放电，产生波长为253.7nm的不可见、强烈的紫外线。通过放电灯管内壁上的荧光涂层，短波射线被转化成可见的长波光线。光的颜色可以通过合成不同的荧光涂层来改变。根据灯管长度、直径、形状和光输出量的不同，可以将荧光灯分成各种类型。

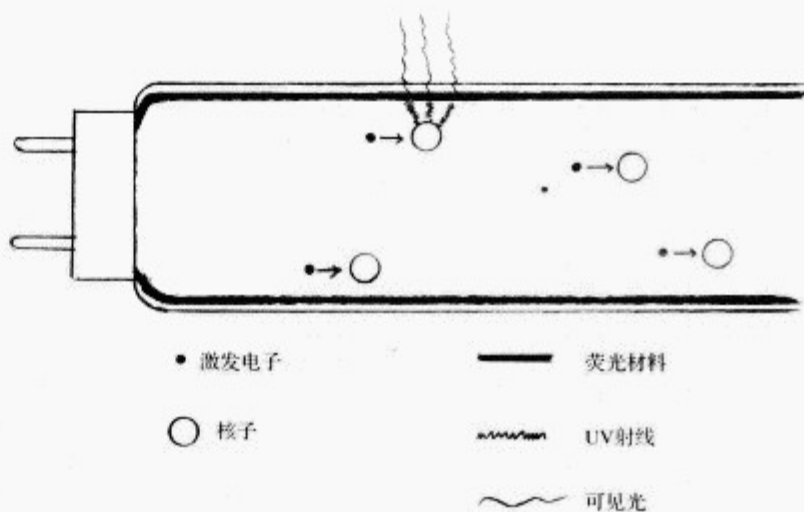


图177 低压荧光灯的工作原理。

我们可以选择从2700K到8000K的不同发光颜色。

荧光灯的光通量取决于温度，当灯的温度为25℃时，T8（26mm）荧光灯达到最佳工作状态；当灯的温度为35℃时，T5（16mm）荧光灯达到最佳工作状态。荧光灯的光输出比白炽灯高10倍，使用寿命最多比白炽灯长24倍。

显色：1-3级，取决于荧光涂层

舞台应用

这种“日常用灯”相当有趣，但它在使用中并非完全没有问题。对于专业从事戏剧舞台灯光的人士来说，直径为38mm的65W/150cm灯管和40W/120cm灯管，以及直径为26mm和16mm的所有类型灯管的设计都非常有趣。T12型灯管已经过时，不再符合最新技术标准，它已被T8的58W和36W所取代。

在新型荧光灯中，下列因素有时可以引发涡流式（条纹效应）放电：灯管中的气压、所用气体的种类、灯管中的电流密度和/或周围环境温度。灯自身可以消除这种现象（通常在100h后）。

控制亮度——如何做

这确实不太容易！由于不是电阻负荷，减低亮度不能通过降低电压（幅度控制）来实现，但通过电子相位控制或带电位器的可调式电子镇流器可以达到这个目的。

如果没有这些装置，也可以通过附加部件达到这个效果，缺点当然是它们不能直接通过灯光控制台进行控制。今天大多数的自动控制部件都是基于相位控制技术或1-10V电压控制技术。各种多功能附件的出现，也可以让我们自行将荧光灯装配应用。

类型：	
T12：	直径 38mm
T8：	直径 26mm
T5：	直径 16mm
T2：	直径 7mm
功率：	4-215W
灯头：	G 5、G 13、R 17d、 Fa 6、2Gx13、 G10q、2C13、 W4、3x8、5d、 特殊4针灯头
工作位置：	任意
热触发：	是
老化时间：	无（在保证测量的稳定性时，点燃100h后）。 对于可调式系统来说， 建议将普通荧光灯和节能型荧光灯在启动全部功率的情况下的老化时间超过100h。这是为了避免灯管发黑、早期失效和不稳定。
调光：	能
平均使用寿命：	7500h（T8灯管磷酸盐涂层，电子镇流器EVG），最长可达24000h（T5 HO灯管，电子镇流器EVG）
色温：	取决于荧光涂层， 2700-8000K
发光效率：	30-104 lm/W

直径38mm荧光灯的连续亮度控制

直径为38 mm、26 mm 和16 mm 的荧光灯是可调节的，这些理想的灯管类型之前已经提到过。此外，曲线型灯管（U形）的荧光灯也可以被调节，但是这需要配备更昂贵的控制装置。在排列灯组时，应将相同类型的灯排在一起，以避免产生不同的亮度等级。

大体上，如果使用亮度可控式荧光灯，除了磁性镇流器，灯丝变压器也是必需的。这种变压器有两个独立的次级线圈，每个线圈以大约6.5V（高阻灯丝）或4V（低阻灯丝）的电压分别预先加热两个电极，从而能让两个电极在电源每个半周期后触发。在一般应用中，这个任务是由启辉器完成的，在镇流器通电后，启辉器使荧光灯短路，通过自感应使镇流器产生高电压，点亮灯。在亮度可控式荧光灯中，启辉器被省去，灯丝变压器负责线圈的预热。考虑到加热电压较低，灯座应确保接触良好。因此，推荐使用亮度可控式荧光灯生产商提供的特定灯座。

为了获得稳定的灯光效果，还应注意灯的闪烁。闪烁是荧光造成的，也就是与荧光物质的余辉有

关。光色不同，闪烁也有所不同。日光型灯管比暖白色灯管闪烁性更大，因此后者更适合用于调光。余辉对填补电源半周期间过零点的电流中断是必要的，而调光过程中这

种间断将更长。为了提高控制质量，建议将电阻负荷（电阻器）形式的基本负荷与亮度可控式荧光灯接在同一控制单元上。最新的调光器，特别是数码调光器，已不再需

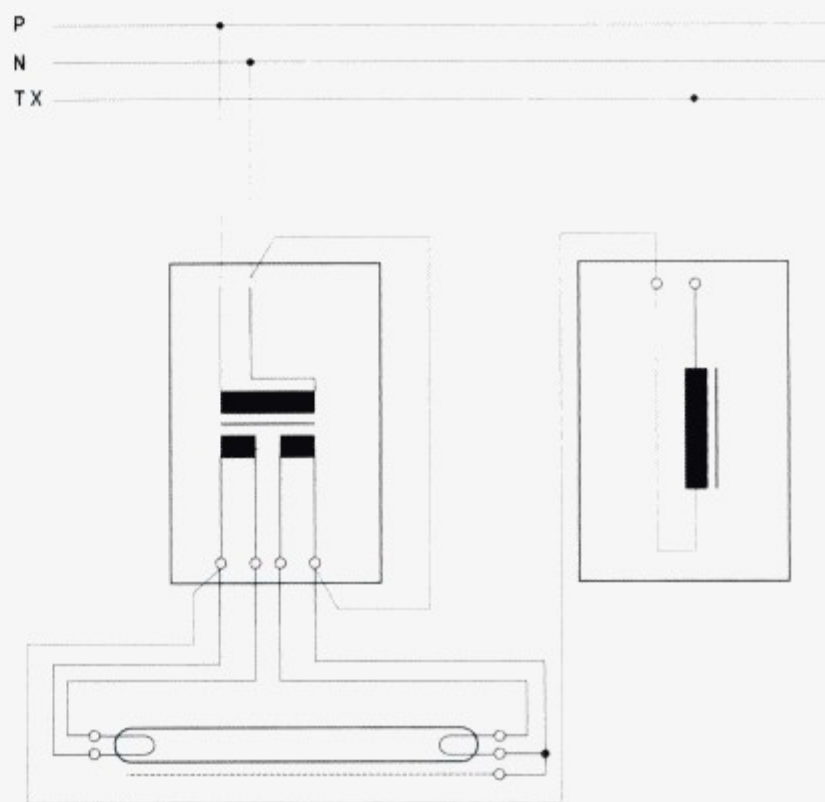


图179 可调光荧光灯线路图

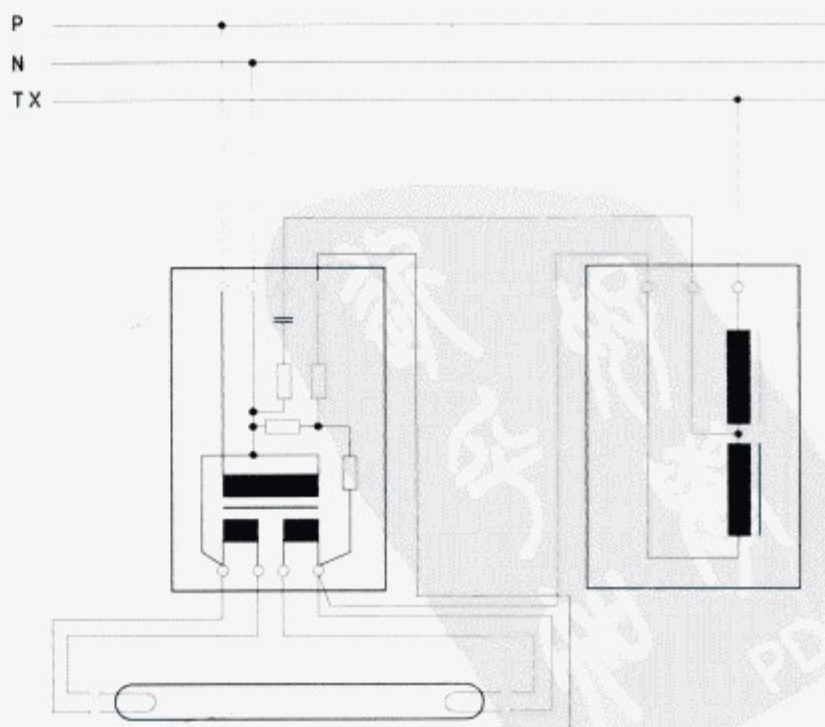
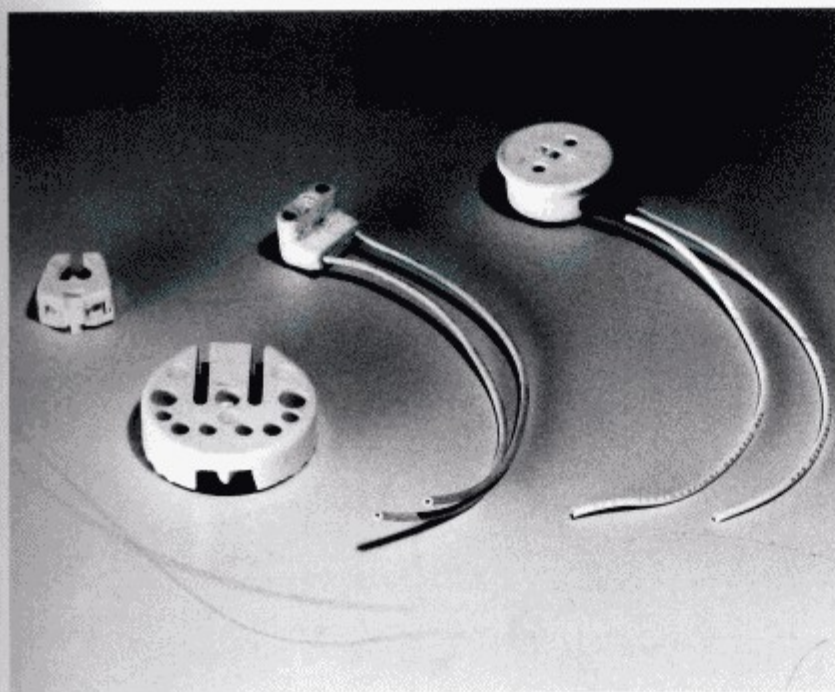


图180 可调光荧光灯线路图

图178 各种荧光灯灯座。



要基本负荷。

在为大型照明设备选择灯丝变压器时，必须确认荧光灯灯丝是低电阻还是高电阻。有可以用于一个或两个荧光灯的灯丝变压器。

在安装有几条分支线路的舞台照明装置时，应该建立荧光灯的控制线路，使用特制灯座。灯丝加热电压应与调节电压同相。如果需要增加电阻性的基本负荷（如钨丝灯），则应该将其直接安装进负荷分配体系。

灯管直径26mm（T8）荧光灯的控制

重启电压高、灯管直径为26mm的荧光灯不适合用常规的镇流器和灯丝变压器控制亮度。与此同时，各家生产商也研发出了各种电子脉冲设备，使得电子亮度控制成为可能。

图181所示的脉冲发生器是由SE公司生产的，名为“VIP 90”（Varintens加强型脉冲发生器）。这种脉冲发生器能够提供充足的功率，用于所需的高频率脉冲电压，也能提供4V、6.5V、8V的加热电压，可调节范围为0~100%。再加上一个用于限流的常规镇流器（单线圈），这个组合可以达到1:10000的控制比率。它无需额外使用带式或格式辅助触发装置，也不需要基本负荷。所有2×18/36/38/58 W的26mm灯管都可以使用这种控制装置进行调节，而4插脚的PL/Dulux灯和曲式荧光灯管则可以用有限的方式进行调控。脉冲发生器和限流器（镇流器）应该贴紧荧光灯管安装，不同功率的设备不应该组合在一起。为了实现连续的亮度控制，只有功率输出相等的灯才能统一调

节亮度。脉冲发生器是目前唯一一种调节范围为0~100%的装置。如果能充分达到0~100%的控制范围，则有更大的选择空间。OSRAM、ABB、Zumtobel等生产商销售一种被称为电子镇流器（ECG）的装置，灯的亮度可通过改变电压或相位控制加以调节。该领域最新的发展是数字ECG（电子控制装置），它以25~70 kHz的高频率模式运行，并通过一个1~10V（DMX）的控制器开启。当灯用于间接发光或背景照明时，可使用这种装置。

舞台用荧光灯

复杂、昂贵的荧光灯控制装置因其所具备的一些优点而被广泛采用：它们可以贴近舞台装饰进行安装，且只占据很小的空间；它们的发光角度几乎是360°，因此可以照亮近距离的大块区域；当没有足够的空间或存在承重问题时，电源（灯丝变压器、镇流器或脉冲发生器）可以安装在灯的外部。出于上述意图，我们往往会选择荧光灯照明设备。荧光灯的光散射使其在照明时几乎没有阴影。荧光灯的色温为2700~8000K，这意味着光线颜色的选择范围很广。但如果所需色调不在这个选择范围内，我们也可以使用滤色片，将其包裹或覆盖在灯的表面。

T5荧光灯的控制

在2006年之前，只有一个生产商提供调光范围为0~100%的T5荧光灯。这种发光效率高达104 lm/W、灯管尺寸较小的荧光灯，适用于空间小但需要足够光线的地方。16mm的灯管直径要求灵敏度很高的操控，但我们无法从生产商那里购买到可调光范围从0开始的复杂控制装置，用于剧场标准或自组装的照明

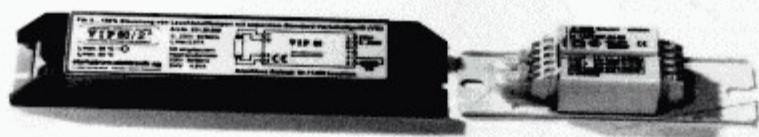
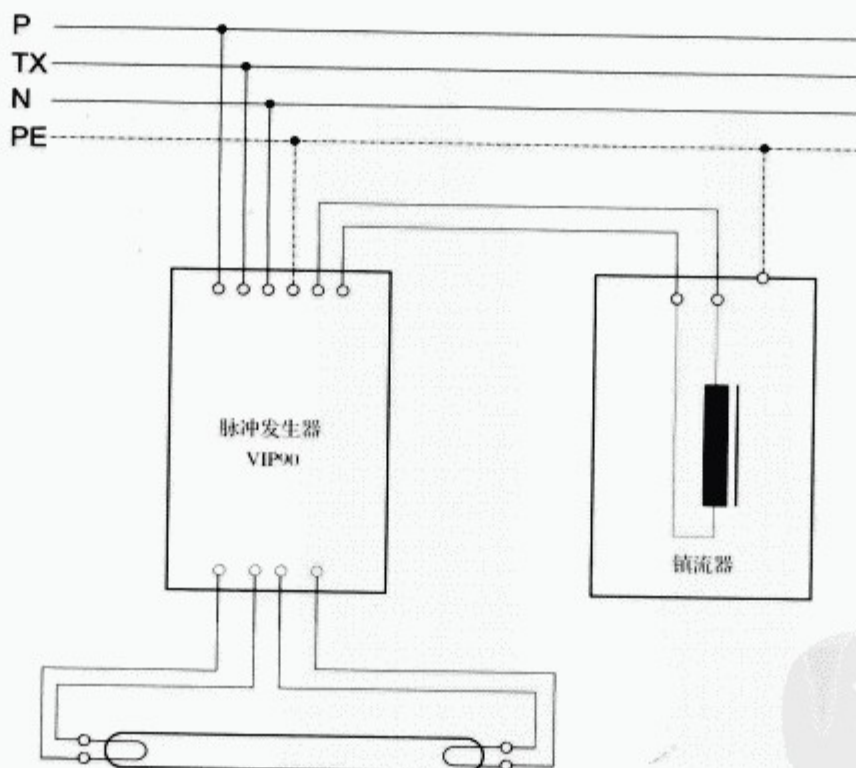


图181 灯管直径26mm的荧光灯电路图。
下图：镇流器和脉冲发生器。

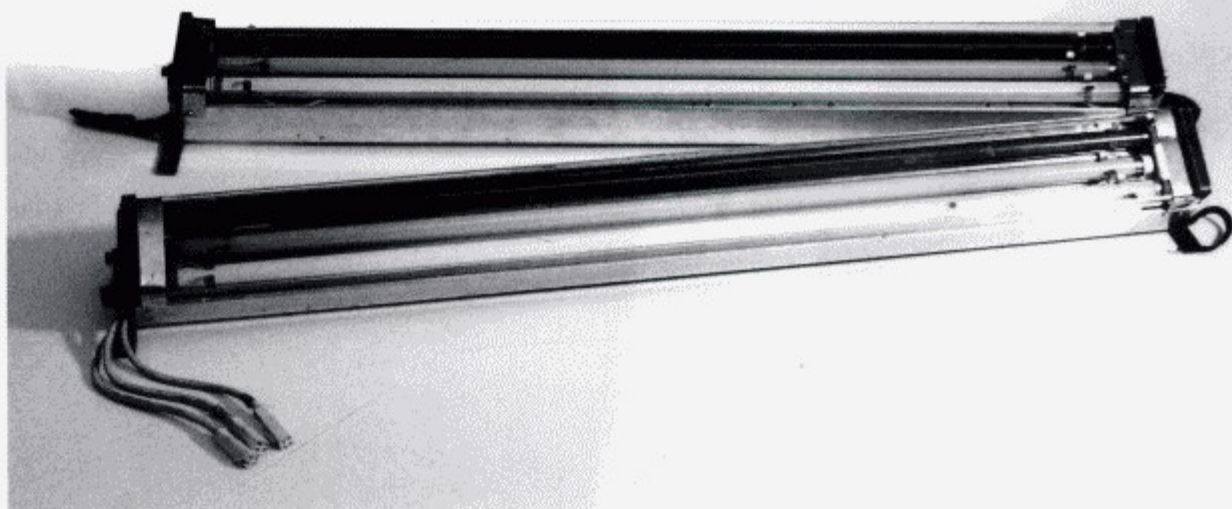


图182 涂覆Macrodon的三色荧光灯。

设备。Rosco公司提供各种不同颜色的专用灯管，用于抵御破损和UV泄漏。

低压钠灯

当灯冷却时，灯泡中的钠呈固态。气化过程是在氖气的协助下开始的。温度的升高使得钠缓慢地蒸发。所有的光辐射都发生在光谱的黄色区域（588-589nm）。换句

话说，在这个区域，肉眼对光最敏感。镇流器有消耗但发光效率仍非常高——高达150 lm/W。

低压钠放电管发出的光是黄色的，因此有色物体只会呈现各种黄色的阴影。因为没有色差和对比的大大增强，所以可视清晰度很高。

这里，我简要介绍一下色差。由于人眼的晶状体对光的折射取决于光的波长，由此也就产生了色

图183 带中央供电装置的可调式荧光灯。

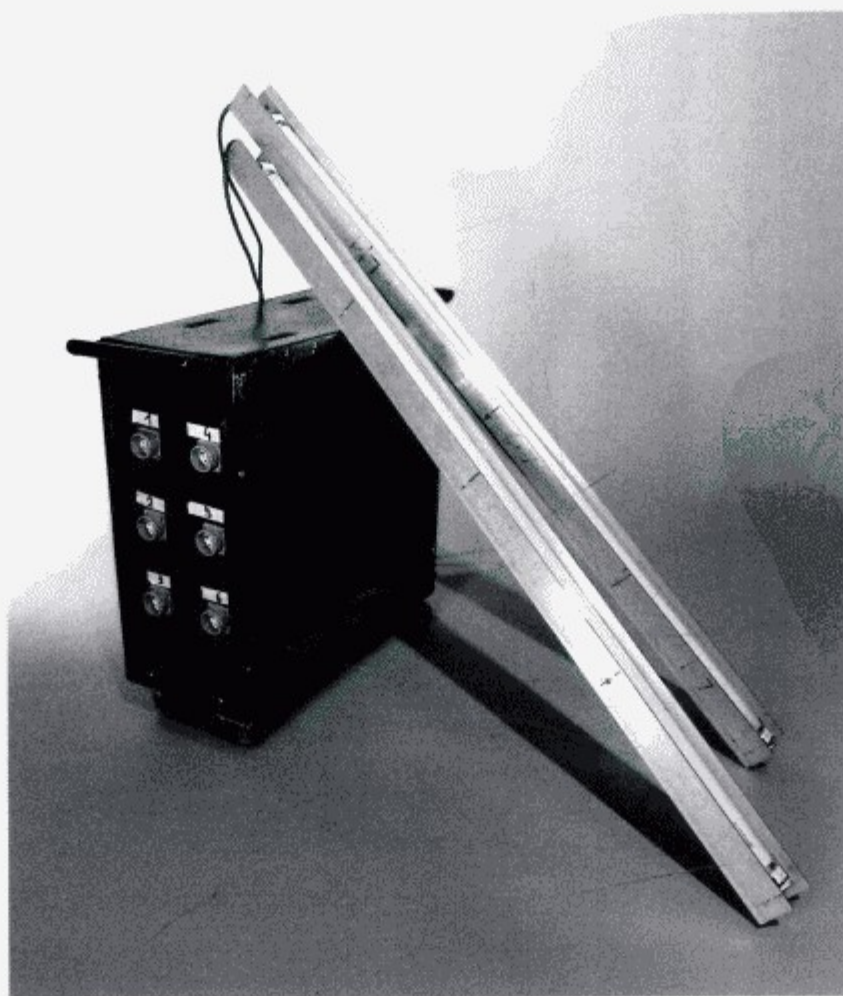


图184 130W 低压钠灯

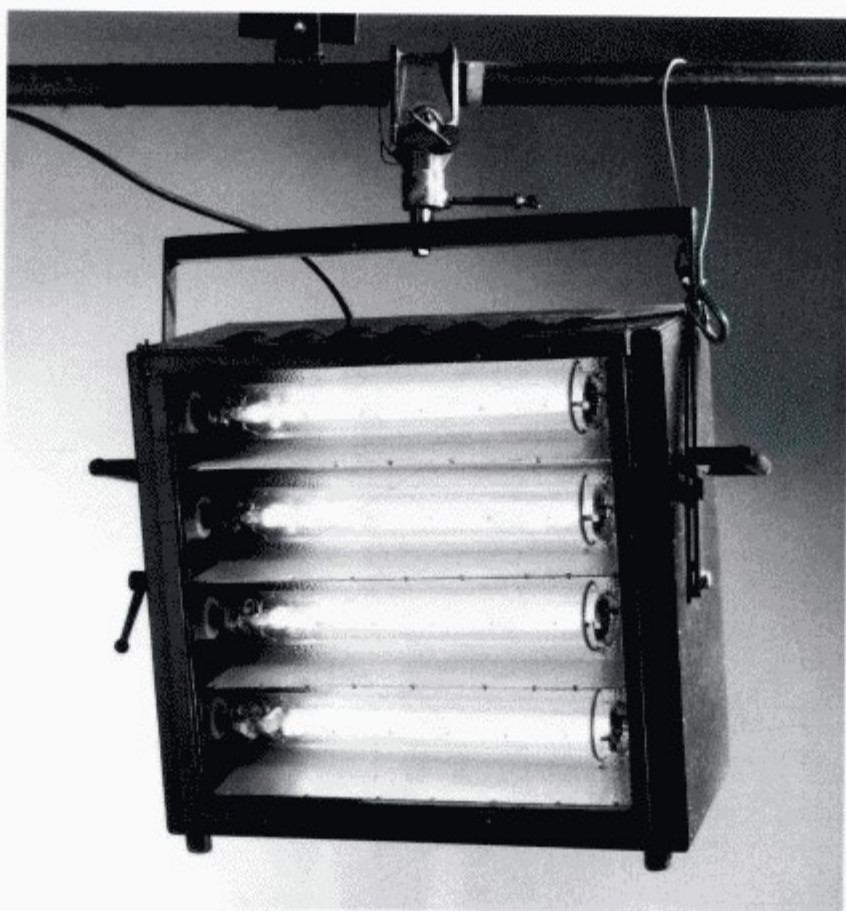


图185 4 × 130 W 低压钠蒸气灯组，适用于50 cm日光泛光灯的遮光板，用于调节亮度，自制。

差。对人眼来说，短波蓝光比长波长红光的折射度更高。因此，长波长的红光看上去总是比短波长的蓝光焦点位置要远一些。

所以当用低压钠灯而非白光灯照明时，视力会更好（如街道和隧道照明）。

功率：	130-1300 W
灯头：	BY 22 d
位置：	底座朝下，水平
热触发：	取决于类型；是
启动时间：	取决于类型；10-20min
调光：	不能
使用寿命：	约10000h
光谱：	589-589 nm
色温：	1900 K
发光效率：	高达190 lm/W
显色性：	无

舞台应用

低压钠灯可应用于各种舞台照明设备中。虽然它们不易于操控，但作为一种可供选择的照明装置，低压钠灯也有其自身的价值。

最大的问题是将灯组合进不同的照明设备中。这类灯光的优点在于它是唯一一种能产生单色线光谱的灯光，这对舞台照明来说十分必要。也就是说，我们可以将微黄的光作为持续的舞台照明光，较低的亮度使其成为表面照明的理想选择。此时，服装和道具的主体色彩就会看似暗淡且凝重，仿佛并不存在一般，红色的玫瑰变成黑色，绿色的树变成灰色。低压钠灯为舞台照明提供了富有表现力的各种可能性。

高压钠灯

这种灯在高压钠蒸气和更高气体温度下工作。灯管中的高压使这种灯在光谱的红色区域有较高的辐射率，光的颜色呈微黄色。它的发光效率比低压钠灯要低。

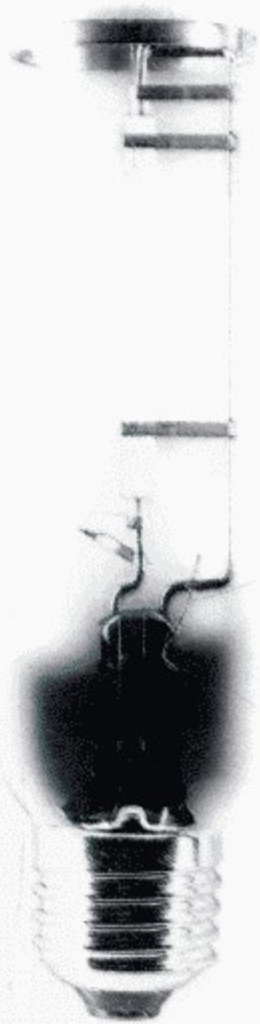


图187 400 W高压钠灯

功率：	10-1000W
灯头：	Ec 2, RX 7 s, E 27, E 40
位置：	任何方式，水平
热触发：	是，双端供电和适当的触发装置
启动时间：	取决于类型；几分钟
调光：	有限，部分可至50%
使用寿命：	约10000h
光谱：	黄粉区域带红色（600 nm）
色温：	2000-3000 K
发光效率：	高达120 lm/W
显色性：	1级



图186 400 W高压钠灯，双端



图188 3500W可热触发金属卤化物灯

舞台应用

因为光谱不同, 这种灯不能像低压钠蒸气灯一样产生单调的颜色。较宽的光谱使它能更好地重现色彩, 而较高的输出功率也使它的光线更亮、更强烈——以表面色转化为代价。像低压钠蒸气灯一样, 它的亮度调节范围不能低于50%。

金属卤化物灯

金属卤化物灯(HQI)是高压汞灯的进化版。将各种金属元素和“稀土”元素的卤化物与汞组合在一起, 以提高发光效率(105 lm/W)。此外, 这样也能够达到极佳的色彩重现效果。因为金属卤化物灯的启动电压比电源电压要高, 所以就需要一个触发装置或启动器, 以及一个限流的镇流器。这种灯所产生的光与戏剧舞台中使用的金属卤化物灯非常相似。由于灯弧很长, 所以这种灯只能用作带对称、非对称或旋转对称式反射器的泛光灯。

现在, 金属卤化物灯的种类可以通过增加金属碘化物和“稀土”元素不断扩充。一个150 W的金属卤化物灯能够发出有色光。现在可以产生的光的颜色有橙色、绿色、蓝色和品红色。此外, 还可以通过将蓝色、绿色和橙色的光混合来产生

白色的光

功率:	39~3500 W
灯头:	E 27, E 40, E 2, RX 7s, G12
位置:	垂直、水平
热触发:	单端灯: 大部分不能 双端灯: 能
启动时间:	3~5min
调光:	不能
使用寿命:	约6000h
色温:	4700~6000 K
发光效率:	可达120 lm/W
显色性:	1级

舞台应用

这是灯光设计中颇为有趣的一种灯。将它挂在头顶上方, 直接向下照射, 能够产生一种“工厂车间的感觉”。但小心——如果突然熄灯, 舞台上就会在一段时间内呈现无光状态。因为这种灯只有在冷却一段时间后(5~20分钟, 取决于灯

的类型)才能被重新点亮, 而且需要3~5分钟的预热时间。可以热触发的灯在舞台上更易于操控。为此, 生产商们提供了非常耐用的设备用于这种照明方式, 以承受戏剧舞台中的粗放式的使用。不幸的是, 像许多放电灯一样, 这种灯的亮度也不能调节。带光闸的机械亮度调节装置是唯一能将人造日光与照明设备切实、稳定地结合起来的方式。这种灯能产生一种强烈、有形的光线, 在分光光谱的青色区域呈现轻微的强调。其较高的发光效率意味着你也可以通过它看到舞台上的事物。但能够热触发的灯并不能维持很久, 因为灯的使用寿命在每次开启时就被缩短了。

换句话说, 它们更适合于作

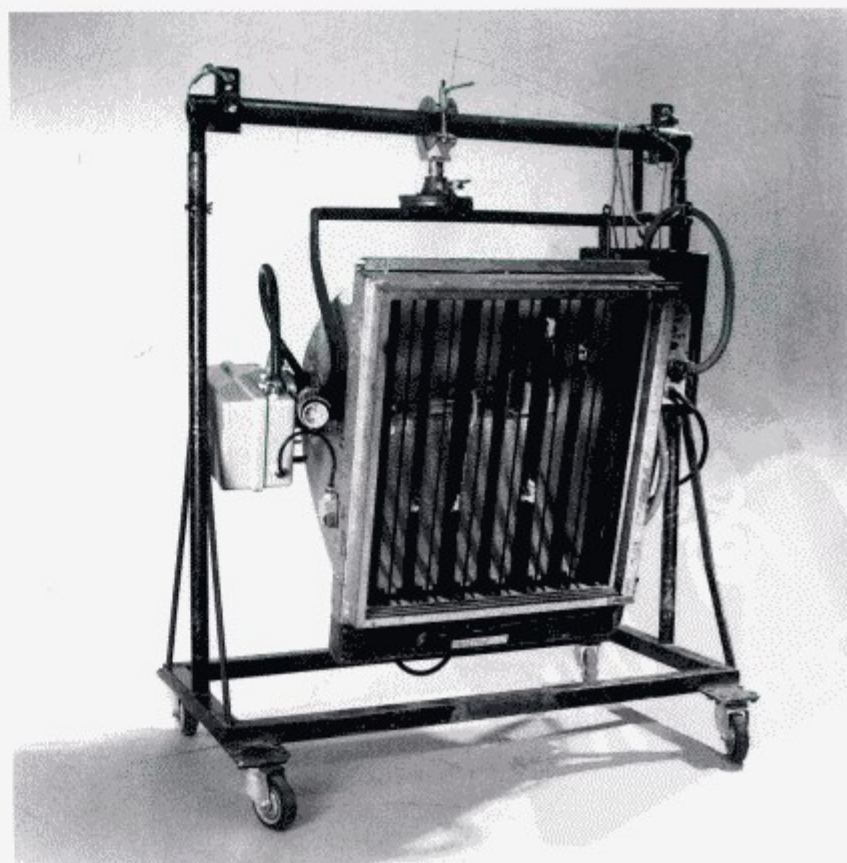


图189 3500W可热触发的金属卤化物灯, 带机械亮度调节装置



图190 1200 W/GS HMI金属卤化物灯。

为持续使用的光源，这也是此种灯的设计意图。它的优势是相当明确的，任何寻找冷色调、呈些微青色的泛光灯的人，都会毫无疑问地选择这种灯。

今天，专业人士也了解到：可以充分利用金属卤化物灯的预热期，以获得一种极好的效果。金属气化的过程会暂时性地产生一种美丽的冰绿色。我们可以有效地利用这一物理过程，这种有色的金属卤化物灯特别适用于建筑照明。

HMI金属卤化物灯

1970年，OSRAM公司推出了一种全新的照明技术，HMI®金属卤化物灯，OSRAM公司将缩写词HMI作为商标。目前，市场上有4种该类型的灯：

- 单端，无外部灯泡
- 一端有灯头，有外部灯泡（单端）
- 双端
- 反射泡

放电管和灯泡由石英玻璃制成，包裹着电极和引线。

为了产生光，各种“稀土”金属的卤化物（镨、铕和铽）被按照理想比例注入灯管中。就像遇热发光的卤素灯一样，钨卤素循环能够防止任何蒸发的电极材料沉淀在灯泡内壁上。另一个循环则确保在电弧放电时产生的高温下蒸发的“稀土”金属达到必要的浓度。由于高温，椭圆或圆柱形的放电管和灯座是由纯石英玻璃制成。这种玻璃必须能承受高达35帕气压和950℃的高温。熔入灯座的铜片被用于导电。

当灯冷却后，填充物浓缩在灯泡内部（汞通常呈液滴状，卤化物变成有色沉淀物）。在灯重新开启后，这些物质的蒸发需要经过1-4分钟。在这个过程中，电弧上的电压、电功率和光通量逐渐增加，直至达到额定值，灯的电流和色温在开始阶段比在稳定工作状态时要高。在灯泡的温度升高时，灯泡内的物质就会按预定顺序蒸发。

如果灯被关闭，是否能热触发取决于灯的类型。这要求高出10倍的电压：冷却的2500W灯需要5 kV电压，如果灯在还未冷却时被重新开启，则需要45-55 kV的电压。这种高电压会通过他处或灯座放电。但这种情况只有在灯泡存在问题或灯头和灯座的连接有问题时才会发生。照明装置内部的电缆线路也可能存在这种问题，但从本质上说，这种情况只会在灯的内部出现，特别是单端光源。

填充物：

- 第一阶段：氩和汞
- 第二阶段：汞-碘化物-溴
- 第三阶段：铕、镨、铽

HMI灯的使用寿命为300h和1000h，这取决于灯的类型，也受到触发次数的影响。色温随着使用时间而降低，平均为每100小时降低50K。这种高压灯的技术参数使其成为在电影、电视和戏剧舞台中被广泛使用的光源：

- 与日光相似的光谱
- 极佳的色彩重现
- 较高的光功率和发光效率

双端HMI灯

这类灯的功率范围为125-24000W。较高的发光效率（30-100 lm/W）和相对较短的电弧，使其非常易于控制发光，从而使这种灯的理想适用范围相当广泛。双端HMI灯的应用在改进版“GS”灯（GS=缝隙缩短，即较短的电弧）于1986年推出时变得尤为突出。灯头的最大容许温度为230℃。

功率：	125-24000 W
灯头：	X 515, SFC 10-4, SFC 15.5-6, SFC 21-12, K25s, S 30 x 70
工作位置：	取决于类型： 水平、垂直
热触发：	是
预热时间：	2-4min
调光：	有限
平均使用寿命：	200 W = 350h 575W 和1200W = 750h 2500 W 和4000W = 500h 6000 W 和12000W =

350h
18000 W和24000 W=
250h
日光白色
5600-6000 K
可达100 lm/W
I级

舞台应用

日光型光源如今在戏剧舞台上被广泛采用。它们最初被用于幻灯片放映机，此后被用作舞台剧聚光灯，最后被用于音乐剧的舞台照明。幻灯机的功率可高达12000W，菲涅尔聚光灯的功率可高达24000W，但同时还需附带反射器设备。追光灯的功率高达4000W，但1.2 kW和2.5 kW的成像聚光灯更为常见，也更易于使用。利用这种技术的精密幻灯片放映机也同样适用，但它们要求复杂的操作技术。所有这些设备都需通过遮光板或楔状滤色器进行调节，所产生的光是有形且强烈的，足以照亮舞台上的所有事物。我们可以利用色温修正片将其改变为卤钨灯的色温，虽然降低了光强度，但仍达到双倍的发光效率。触发阶段的光也可以被纳入照明的概念。如果是这样，触发过程中应使用手动或机械的遮光装置。

舞台用HMI灯

应该考虑到可能出现的各种后台情况，以确保这种照明技术的恰当使用。如前所述，镇流器的运行由一个开关（非调光）设备控制。这使得使用带DMX连接的镇流器（DMX=数字多路技术，即通过一个发送器以数字传输方式同时传输多个信息，见第125页）变得有意义，这样也就无需使用独立的开关装置了。

因为镇流器会发出噪音，所以这些电子元件需要被安置在一个远离舞台的空间里，最好一起被放置在镇流器室里。如果剧场中的调光器室有好几间，那这里就是调节聚光灯镇流设备的合适场所。灯和镇流器之间的线路需要安装隔音板，以确保开关灯的噪声不会被听到。

如果日光型灯具需要一段时间

预热，那么这个阶段就需要通过遮光板加以掩饰，但我们也可预先利用这个阶段创造特定的照明效果。

灯的亮度是由一个手动或自动的机械光闸调节的。当使用光闸时，必须注意光闸的板条应与电极保持90°角。如果电弧与板条平行，它们的影像就会被投射到舞台上（板条投影）。电弧在单端灯中是垂直的，在双端灯中是水平的。这里必须再次强调，所有放电灯都只能提供一次在舞台上切光的机会，电极微弱的残光几乎察觉不到。

这些灯在工作时发出的噪音是个难以解决的问题。灯的开关在戏剧舞台工作中也是非常麻烦的。设备的线路有时会长达50m，这种长度也取决于导线的横截面、插座和灯的情况。

调节HMI灯

100%的精确电控调节这些灯不

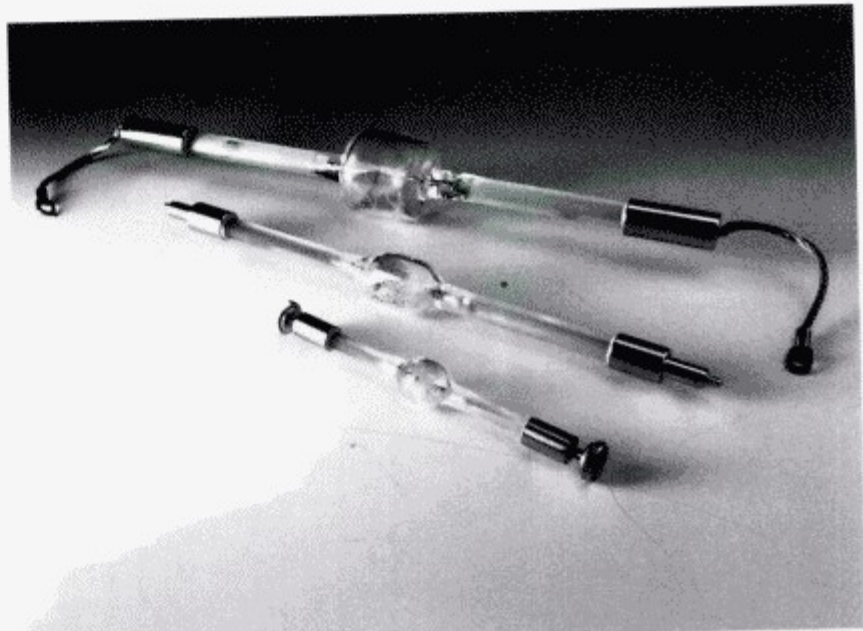


图191 双端金属卤化物灯，从前至后分别为1200W、4000W和12000W

时，色温的变化是很明显的，这或许对使用者并不十分有利。实现这种调控的最佳设备是电子镇流器。

运用理想的机械化调节装置更能接近这个目标。这样做的优点在于，灯在并不发出很多光的情况下也能

图192 双头575 W金属卤化物灯和用于固定的滚花螺帽。



太现实，我们只能实现70%~110%的有限调节。当低于灯输出功率的70%

以一个柔和、均匀的过程实现完整的亮度调节是不可能的，我发现，

保持正常的工作温度，以避免色彩的变化。

图193 带变色器和遮光板的舞台用4000W HMI灯。吊灯照亮一个白色反射面，再将光投射到白色衬布上。间接照明能够实现极为均匀的光分布。



单端HMI灯

单头HMI灯为聚光灯生产商开辟了一个全新的领域，其中更以G 38和G 51灯头最为常用。

这类灯在尺寸上十分相似，这赋予了生产商更大的设计空间。目前，此类灯的功率范围为125-18000 W。

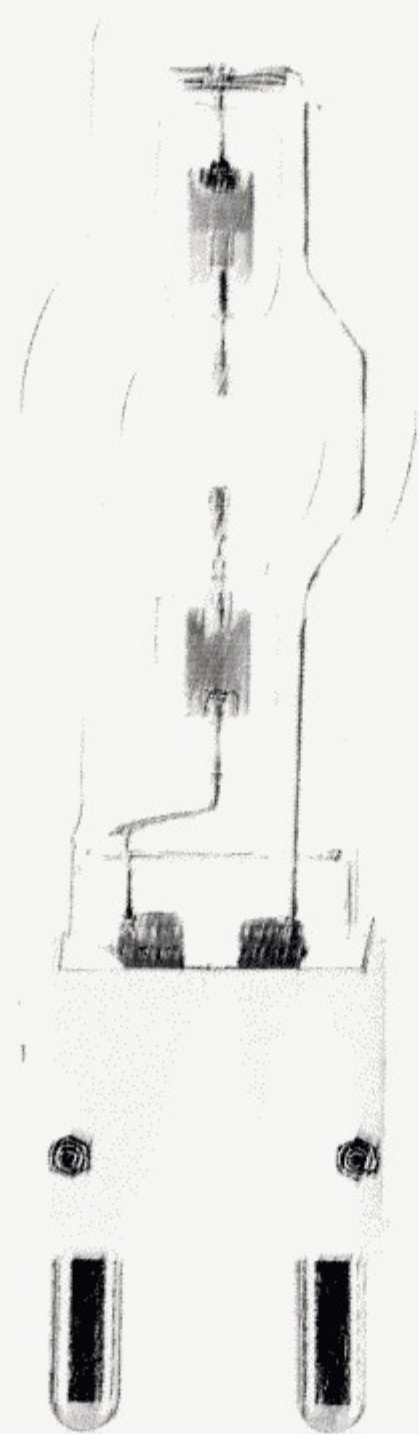


图194 2500 W金属卤化物灯，单端



图195 金属卤化物灯，单端，4000 W

图196 金属卤化物灯，单端，2500 W

这类灯几乎都是双灯管结构，放电管被另一个玻璃管包裹。一根电极连接线在两根玻璃管之间延伸，两根玻璃管之间的空间通常被注入氮气。

功率：	200-18000 W
灯头：	FaX 1.5、GZY 9.5、 GZZ 9.5、G 22、 G 38、G 51和特制
工作位置：	任何、倾斜45°
热触发：	是
预热时间：	最多3分钟，取决于灯 的类型
调光：	有限
平均使用寿命：	200 W = 200h 250 W = 250h 400 W = 650h 575 W = 1000h 1200 W = 1000h 2500 W = 500h 4000 W = 500h 6000 W = 300h 12000 W = 250h 18000 W = 300h
光谱：	日光白色
色温：	5600-6000 K
显色性：	1级

PAR-HMI反射泡

反射泡已显得过时。只有极少数采用日光型灯泡的反射泡仍在市场上销售。由于光是平行发射的，所以现在灯具生产商日益倾向于使用抛物面反光器和插入式灯泡，如

ARRI-SUN灯。在这种灯中，发射出的光通过附加的透镜装置聚焦。使用ARRI-SUN灯时，我们可以选择下述附加透镜装置——超级聚光：约4.5°，聚光：约9°，中等泛光：约10×19°，泛光：约20×40°，磨砂菲涅尔透镜：约40°。

使用功率更大的灯泡和滤色



图197 1200W PAR 64金属卤化物灯

片，高温玻璃的使用成为必要。这里，使用二向色性的彩色玻璃板改变灯光的色彩更为适宜（见第108页）。

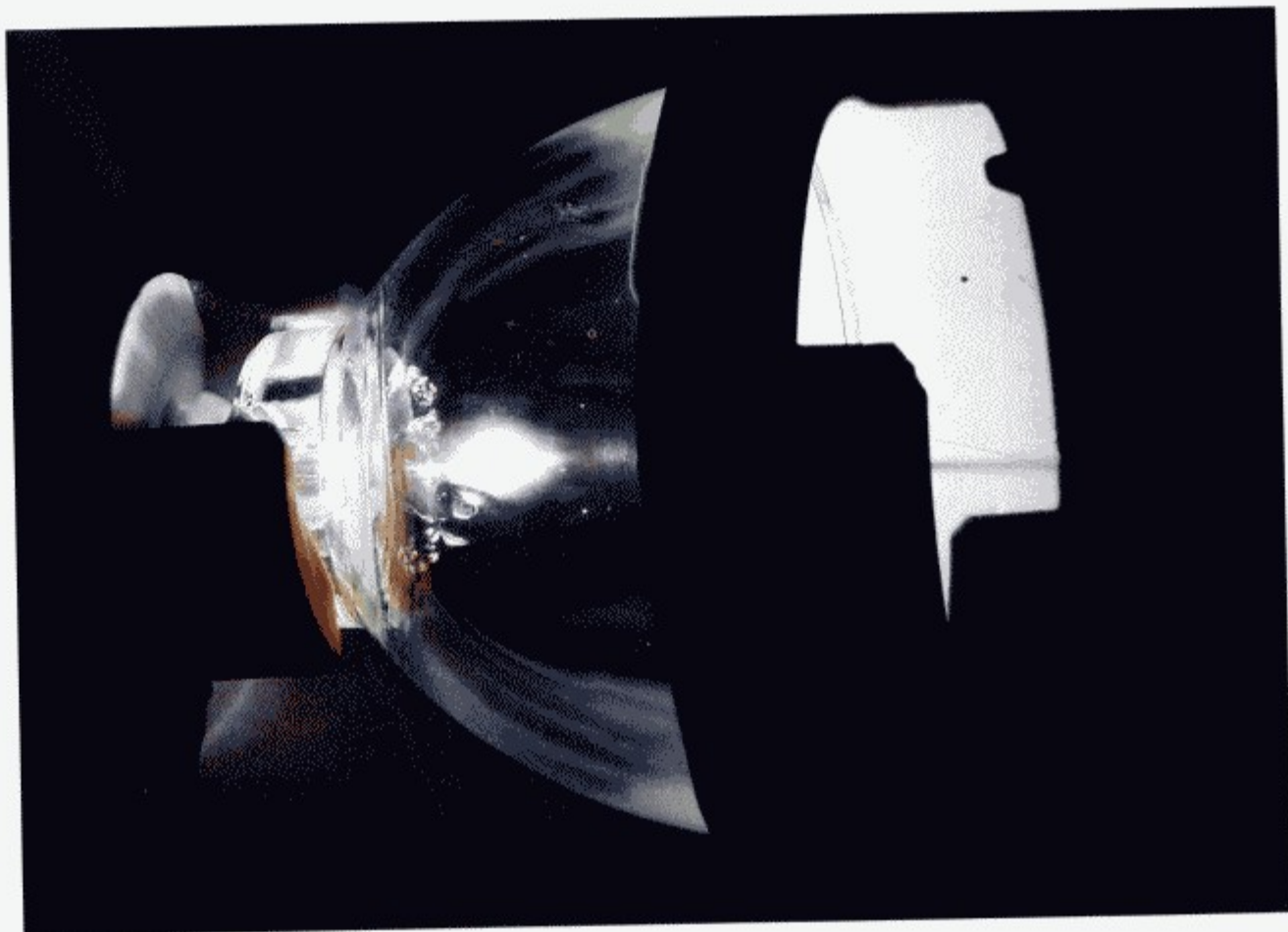


图198 400W HTI反射泡



图199 双端400W HTI灯和用于在支架上固定的装饰螺帽

HTI灯

HTI灯有两种主要类型：一种没有反光器，一种附带完整的椭球冷光反射器。椭球冷光反射器和光源的最优化组合使得这种灯的聚光效果尤为明显，同时具有较高的发光效率、亮度和极短的电弧（短弧灯）。这种灯更适用于电脑控制的

小型追光灯，使快速、复杂的颜色变化成为可能。HTI灯也常用于光纤技术。HTI灯的发展速度相当快，双端的新款HTI灯已被广泛使用。由于HTI灯通常被用于小型高性能聚光灯（摇头电脑灯），所以热平衡问题也需要被重新定义。不同的灯具生产商在灯泡压封领域研发出了各种新技术。Osram公司推出了极端压封技术（XS），压封中与外部电流相连接的钨箔的临界温度为350℃。在新技术中，这个敏感区域被覆盖上一个保护层，从而使临界温度提升至450℃。这种新技术也被用于制造

中弧放电灯。

功率：	35—4000 W
灯头：	单端或双端
工作位置：	任何
热触发：	取决于灯的类型
预热时间：	30—100sec
调光：	有限
使用寿命：	250—3000h
光谱：	日光白色
色温：	5500—6000 K（取决于灯的类型）
显色性：	1—10级（取决于灯的类型）

氙灯

放电管为椭球体或球体，大部

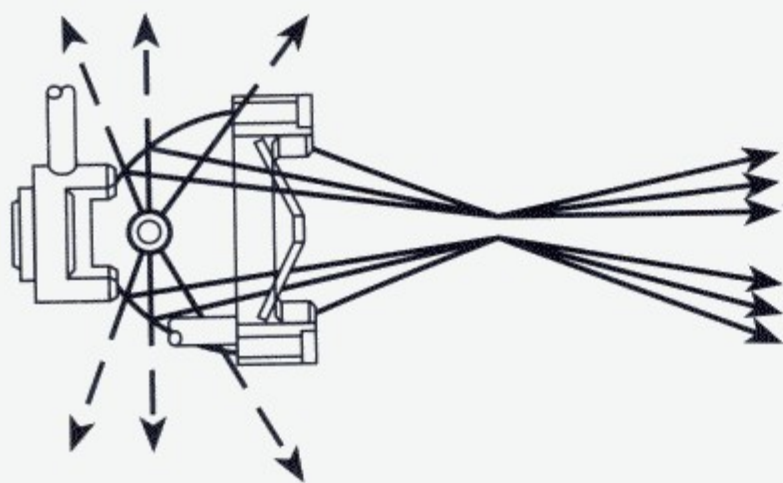


图200 反射泡的发射光线，椭球冷光反光灯

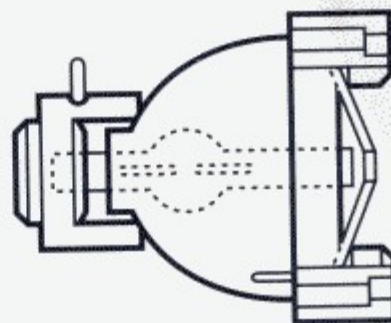


图201 光源在反射泡中的位置

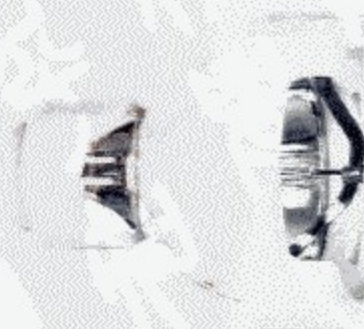


图202 400W HTI反射泡



分无条纹和气泡。鉴于较高的热负荷，所以灯泡由纯石英玻璃制成。充入的氙气是被压缩的，当灯开启时，气体就膨胀为原来的3倍。两个钨电极分别位于放电管的两端。阴极（负电极）往往比阳极（正电极）更小、更细，由于放电的物理特性，阳极的温度比阴极更高，因此需要一个更大的表面积散发过多的热量。每个电极都与一根钨棒相连，这根钨棒也将电极与相应的灯头连接。灯泡末端也由石英玻璃制成，安装在金属管状灯头上。

氙灯需要直流电，直流电可通过特殊的整流器获得。这些电源设备需要提供至少为氙灯工作电压3倍的空载电压。冷却的灯泡中的氙气在一定程度上是绝缘体，在触发过程中则成为导体。高频率、高压的电荷（20000—40000 V）在不到一秒的时间内通过氙灯，引发气体放电。电极两端的距离为2—9mm（短弧灯），触发后形成电弧。光的强度可通过改变电流来控制。与其他大多数光源不同，氙灯不改变光谱和色温，且具有出色的显色性效果，并呈现日光白色。

由于发光效率仅约为30—40 lm/W，因此氙灯并不很适合在舞台上使用，已被金属卤化物灯所取代，后者的发光效率可达60—105 lm/W。但氙灯仍是放映电影和视频投影的标准光源（艾多福图像投影仪）。

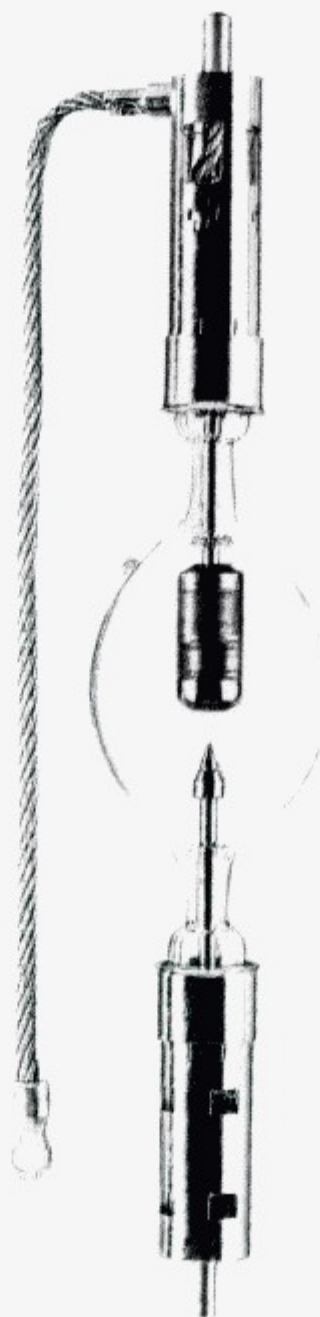


图204 氙灯

功率：	75—10000 W
灯头：	PSFa 25—10、PSFa 25—12、PSFa 27—10、PSFa 27—12、PSFaX27—13、PSFaX 27—14、Sfa 30
工作位置：	垂直、水平
热触发：	是
预热时间：	无（无气化过程）
调光：	是
使用寿命：	长达2000h
光谱：	日光白色
色温：	5600—6300 K
发光效率：	最大至40 lm/W
显色性：	1级

舞台应用

氙灯被用作追光灯、成像灯、弧形背景天幕灯和投影灯。氙灯非常昂贵，因为直流电源并不便宜，

而且它的发光效率也相对较低。现在，这种技术已逐渐被金属卤化物灯所取代。德国Altmann Lichtoptik公司最近开始重新利用这种技术制造成像灯。他们将灯具重新组构，并配上了新型的机械快门。

solar1000/硫灯

灯泡内注入了硫-氙气体，灯的光谱处于日光的范围内。这种新型灯的工作原理是用微波将硫-氙的混合气体离子化，从而使灯发光。石英玻璃管中的等离子，发出无闪烁、如同日光的光线，同时几乎没有热辐射。在工作时，灯泡每分钟旋转3400次。这种灯的使用寿命约为60000h，这个数值达到了我们的理想要求。发射微波引发光的磁控管的使用寿命约为15000h。

这种灯通常与位于灯光反射器前方的荧光管组合使用，发出的光均匀地穿过管子。塑料管直径为25.4cm（10in.），有效长度最长可

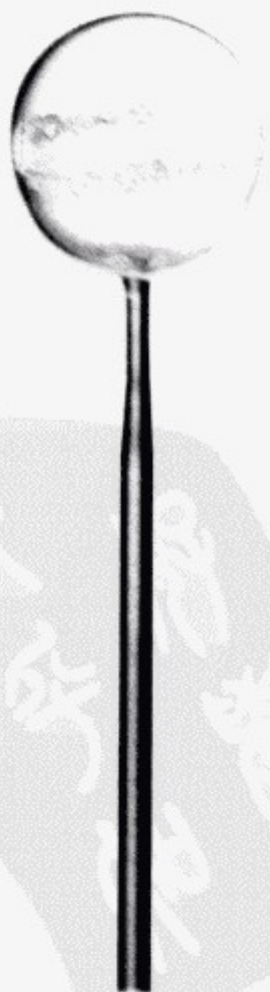


图205 硫灯，灯泡直径约为3cm，电动机可使玻璃灯泡旋转。

图203 （左页）刚启动的1200W HMI灯

达20m。灯管内部被包裹了一层特殊的反射箔片,使光线能够均匀分布。

功率:	1425W
灯头:	无
工作位置:	水平和垂直
预热时间:	几秒
热触发:	否
触发等待时间:	约5min
	预热时间, 开启后4sec, 20sec后达100%
调光:	降至20%
使用寿命:	灯:约60000h
磁控管:	约15000h
色温:	6000 K
发光效率:	95 lm/W
显色性:	2级

舞台应用

目前,还没有理想的灯具与硫灯相配,这主要是因为这种灯的亮度不足,但它是建筑物照明的极佳光源。将它与荧光灯组合的灯光设计可以在舞台上营造出非常好的效果,因为仅靠硫灯还不能均匀地照

• 玻璃灯管:外部直径9~3.5mm,最长3m,玻璃壁厚度0.9~1.2mm

• 透明玻璃:无色玻璃管,适合所有发光色

• 滤色玻璃:黄色、蓝色、红色、透明;适合绿色、蓝紫色、红色和黄色的发光色

• 发光物质:超过40种不同的发光色

发光物质

无发光物质的无色灯管和滤色灯管提供的色彩范围很有限,主要为蓝色和红色。气体放电是可见的,因为气体放电时会在灯管外围区域产生不同的颜色。与低压放电灯相似,许多霓虹灯的内壁上都涂了一层由卤化磷酸盐、硅化物、钨酸盐等组成的发光物质的荧光层。气体放电现象发生在含有汞和惰性气体的混合气体中。汞蒸气的辐射

可以随意放置,灯管的长度取决于电极的配置,通常为3m。灯的使用寿命较长,一般超过10000h,从而使得实际运作变得更加经济。

供电

常规的电源电压不能满足霓虹灯的电压要求。我们可以采用几种方法来达到霓虹灯所需的高压。高压可以通过高压变压器产生,变压器能产生高达10 kV的电压,而流过灯管的电流为15~200 mA。也可使用较小的变压器,在欧洲,高压设备需要被包裹在安全包装中,此外还有很多具体的操作细则。因此,为了降低财力和人力,推荐使用低于1000V以下的电压,如产生990V电压和10~250mA电流的小型变压器。

1m霓虹管的电压约为230V。这取决于放电是红色的还是蓝色的,以及灯管的形状和直径。每根灯管大约需要增加150V电压用于电极损耗,而且50%的灯管和电极电压需要作为触发电压。

功率:	23~40W/m
电压:	灯管长1m,直径 20mm时约570V
灯头:	螺旋式或卡口式
工作位置:	任何
热触发:	是
预热时间:	无
调光:	是
使用寿命:	约10000h
玻璃灯管直径:	外部直径9~3.5mm
环境温度:	25℃(最适宜)

舞台应用

霓虹灯可以通过灯光控制台进行调节,如果灯管不太长,霓虹灯发出的光就是无闪烁的稳定光线。像低压放电灯一样,霓虹灯也非常容易受到机械压力的影响。霓虹灯经常被用于营造美妙的照明效果。霓虹光灯的发光功率非常低,并不十分适合于表面照明,但它却是制造区别标志的理想选择。

由于霓虹灯可以被制作成各种形状,并产生非常美丽的色彩,因此它为舞美设计师提供了广阔的设计空间。这种灯非常适合用来制造细长的光线。如果电极是成角度的,那么灯与灯之间的距离就是灯管的直径。一层很薄的高压绝缘带插在灯管之间。霓虹灯的配件往往

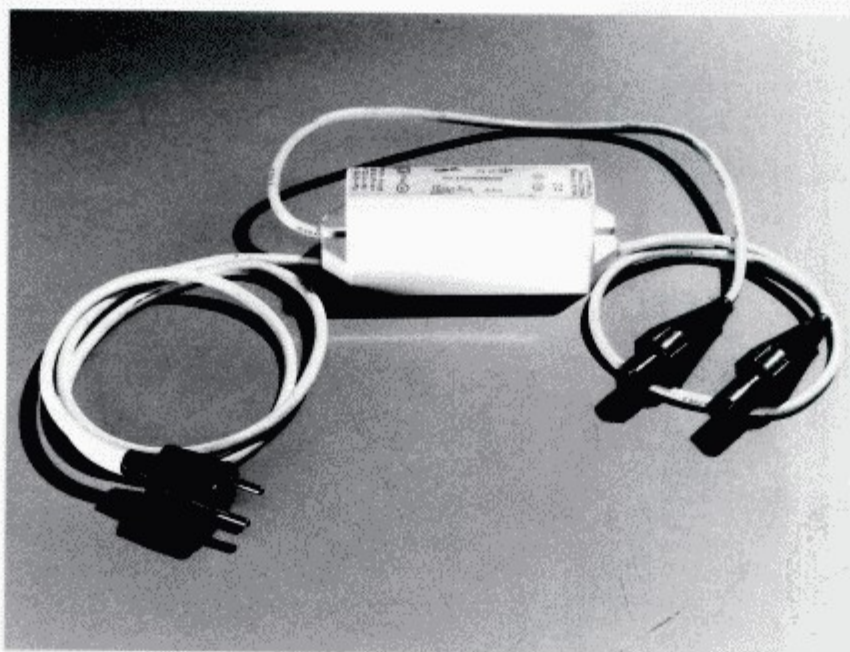


图206 990V高压变压器和高压插栓接线。

亮这样长而透明的塑料灯管。

高压放电灯(霓虹灯)

这种灯的形状各异,可以制成各种长度、各种颜色。玻璃灯管能够随意塑形,同样也可以制成各种不同的颜色。

中包含了很强的紫外线辐射,并通过荧光层转化成看得见的光辐射。

霓虹管

气体灯管的电源连入灯管末端的有线电极,接线采用铜丝的形式。注入的气体可以只有氖,也可以加入氩与汞的混合体。灯的位置

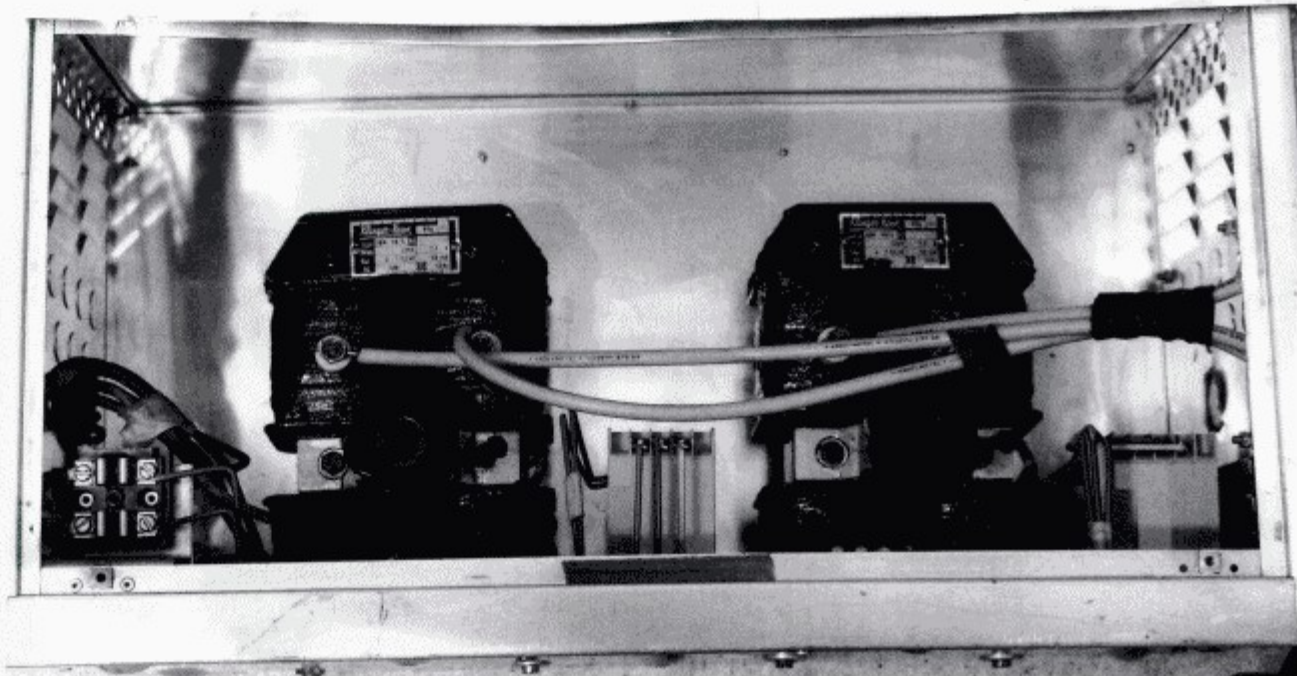


图207 安装2个1000W高压变压器的金属盒。

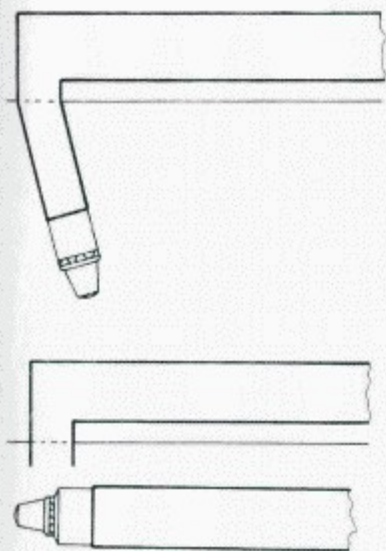


图208 灯管末端形状不同的带电极荧光霓虹灯。

很昂贵，如固定灯管的夹具、用于自行装配的高压电缆，还有高压绝缘带。此外，变压器也不很便宜，但它们能使用很多年。

紫外线灯

我们无需对紫外线灯多加赘述，只需强调它的一个特点：这种灯只辐射紫外线。正如我们所知，紫外辐射不在可见光的范围之内。这种灯的灯管由黑色玻璃制成，用于吸收所有的可见光。

要几乎保持全暗，而这样也可以产生一种令人兴奋的效果。这种灯使得白色的物质（如尼龙或类似人造材料）可以被看到，但是，如牙齿和手指甲等，也一样会被看见。这里，我们需要区分两种照明效果：磷光和荧光。前者只在短时间内存在一定的辐射量，而后者则在灯开启的时间里持续发光。

光谱灯

光谱灯是一种发出惰性气体

秘、神圣的舞台效果。

重要的谱线

铊 = 紫色, 380nm
汞 = 紫色, 404.7nm
氢 = 紫色, 435.0nm
汞 = 紫色, 435.8nm
氢 = 青色, 486.1nm
汞 = 绿色, 546.1nm
汞 = 黄色, 577-579nm
氦 = 黄色, 587nm
钠 = 黄色, 589nm



图209 霓虹灯。

功率: 4-125W
灯头: G5、G13、E27、E40
工作位置: 任意
热触发: 荧光灯: 是
高压汞灯: 否
预热时间: 荧光灯: 无
高压汞灯: 3min
调光: 否
使用寿命: 约1000h
显色性: 无

舞台应用

这种灯可以在舞台上使用，但由于紫外线辐射只有在黑暗的环境中才能产生效果，所以舞台需

和金属蒸气线光谱的高效放电灯。其灯管由玻璃或石英玻璃制成，灯管内注入了惰性气体或基本元素气体，以及要创造的光谱所对应的金属。这类灯一般用于光学、医疗等领域。将气体和金属进行合理匹配以形成预期的光谱，这一点至关重要。

舞台应用

这些“外行”灯还不足以在舞台上使用。它们至多被用来营造神

氢 = 红色, 656nm
氦 = 红色, 706nm

灯、灯和更多的灯

如今，有形形色色的专供舞台照明使用的气体放电灯。现在的趋势很明确：戏剧舞台和娱乐产业对制灯技术的需求日益迫切。如果使用一种气体放电灯，那么使用它的人必须熟悉它的特性，并了解它所发出的光。此外，他还必须掌握相

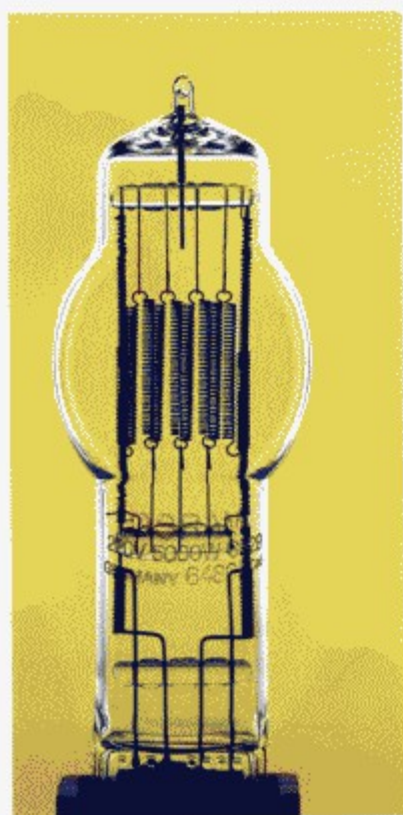


图210 带双排丝的5000W卤钨灯。

应的技术，并知道为什么这种光效无法通过其他途径实现。下面列出的是些灯的特性：

卤钨灯： 3200 K、28lm/W
实际发光效率：约4lm/W
金属卤化物灯：6000 K、100lm/W
实际发光效率：约11lm/W
PAR-HMI： 6000 K、91lm/W
实际发光效率：约45lm/W

用滤色片将卤钨灯的色温从3200K升至5600K时亮度将减半，也就是说发光效率从4lm/w下降至2lm/w。

灯头——灯座

除硫灯外，所有卤钨灯和气体放电灯都需要通电。灯头要以最小的电阻将电流传输到灯，它的功

能是支撑灯，让其处于预定的工作位置上，并将电流传输到钨丝或电极。这个过程是通过密封或箍缩在灯泡内的引线完成的。

作为一个约定俗成的惯例，灯头由金属或陶瓷制成，灯体由玻璃制成。制造灯体的玻璃还有软玻璃、硬玻璃和石英玻璃的区别。

因为所有材料遇热都会有不同程度的膨胀——例如，石英玻璃的膨胀系数较低，硬玻璃的膨胀系数较高，而金属遇热则膨胀得更加厉害——这是接合玻璃灯泡和灯头时不容忽视的一个问题。

灯通过灯头被灯座固定在预设的位置。通常来说，灯有一个灯头。管状灯有两头，两端通常都有

相同的灯头。一个好的触点，特别是灯头和灯座之间面积较大的触点，是至关重要的，尤其是对于高功率灯而言，因为这样能帮助导热，对于灯的热控制很有利。

玻璃灯泡需要通过灯头与钨丝或电极连接。一般来说，玻璃和陶瓷的连接采用粘合的方法。灯头为灯座提供了一个适当的金属触点。灯座的首要功能是提供必要的电流，以及将产生的热量导出。第二个功能尤为重要，因为灯的插脚过热会损毁电路材料。在这两部分被连接之前，必须先抽掉灯泡里的空气，然后充入惰性气体、卤化物或其他填充物。

灯头类型

• 单端：仅一端有灯头的灯在戏剧舞台中应用最为广泛。从简单的小型信号灯到高压金属蒸气灯都采用这种灯头。

• 双端：管状灯的两端都有灯头。卤素灯管常用的灯头为R7s（凹穴单触点）。功率较大的灯（2000W以上）会使用电缆灯头。

• 玻璃灯头：最简单的灯头结构。灯脚与钼片直接相连。常用的插脚直径为0.7-1mm。这种灯头只适用于较低的电压和功率。

• 陶瓷灯头：泡壳的引进出端插入陶瓷灯头并粘接，钼片引线灯头中的插脚相接。陶瓷灯头使灯更易于拆装，灯座也更稳固。

• 金属灯头：最通用的灯头。日常用灯，如车灯和高功率灯，都采用金属灯头。

• 螺口灯头：一个导电触点为螺纹，另一个则在灯头中央。

• 卡口灯头：用于低压灯，灯头上带有金属插销，通过插销和中心触点导电，或者通过两个相互绝缘的触点导电。

• 对于高功率灯来说，电流需经过两条绝缘导线，如果采用双端灯头，则直接经过金属灯头。

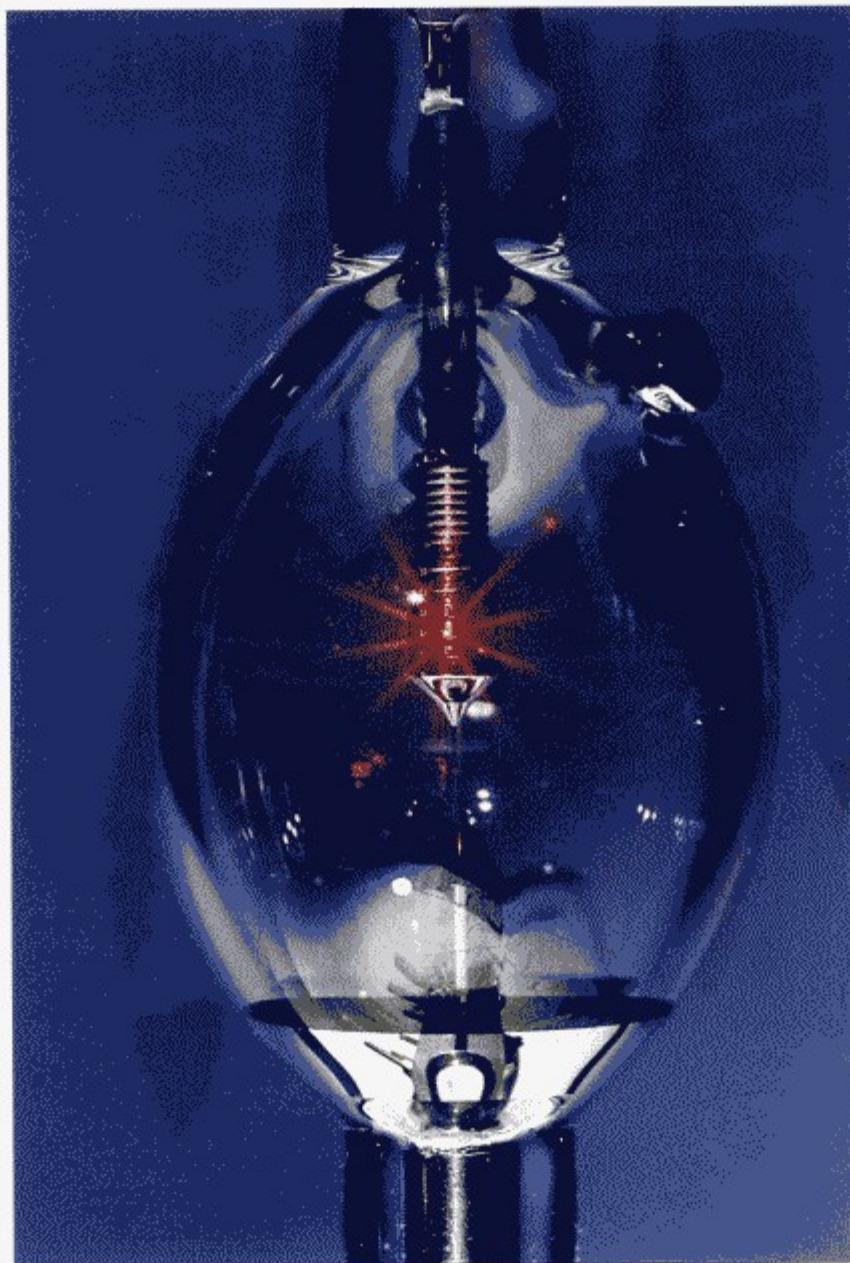


图212（右页图）各种灯头

螺口灯头

这种灯头的应用很广泛，但很少在舞台上使用，只有当灯丝不需要与反射器或透镜对齐时才会使用这种灯头，例如在低压灯中使用。



E 27



E 40

卡口灯头

灯头上的插脚使灯能被安置在预定位置上。灯座上相应的插孔确保灯能被牢牢地固定住。B和BA灯头只适用于低功率设备。



BA 20 d



BA 21s-1



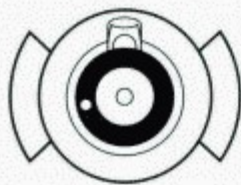
BA 24s-3



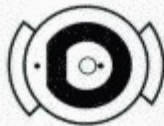
QXL

预聚焦灯头

与卡口灯头相比，这种灯头较大的底部凸缘使灯能更好地置入灯座中。灯头凸缘的形状各有不同，以防止灯被不正确地安装。



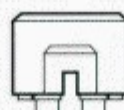
P 40 s



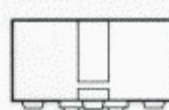
P 28 s

插脚灯头

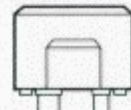
这种灯头最常在戏剧舞台上使用。它的接触极佳，与灯座的连接也很恰当。插脚的直径不同可以防止灯被不正确地连至电源。这种灯头的适用范围很广，从微型低压灯到10000W卤钨灯和1000W HMI灯。



GZX 9.5



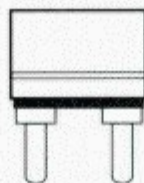
GX 9.5



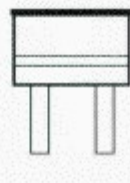
GY 9.5



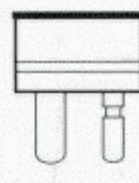
GX 16 d



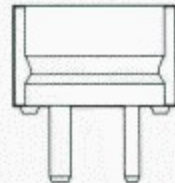
G 38/G 51



G 22



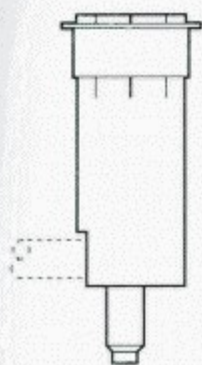
GY 22



GY 16

锁紧式灯头

这种灯头在与灯座连接时，需要施加外力。可通过灯座内自身的压力或用螺母实现接触。灯与灯座的连接既包括机械安装，也包括电接触。这种灯头适用于小型灯和不超过4000W的放电灯。



SFaX 27-10



R7 s
RX7 s



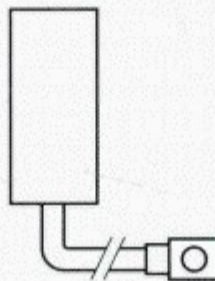
SFa 21-12



SFc 10-4
M4 thread

带导线灯头

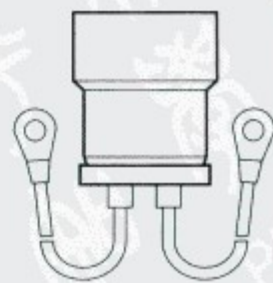
带导线灯头用于单端和双端灯。这里，灯的安装是与导电是分离的，通过电缆接线片的独立接触方式使这种灯头的接触尤其良好。这种灯头被用于高功率灯。



S 30 x 70



K 24 s



K 39 d

卤钨灯的灯头类型

这个体系简化了灯头的分类。

1. 一个或一个以上大写字母代表灯头的类型。这里列出的是最重要的字母：

G：底部有两个或两个以上伸出的接触点，如插脚、插针。G灯头也被称为插脚灯头，常见类型主要包括：用于低压条件的G 4和用于高压条件的G 22（G = 最初源于玻璃灯

头）。

P：用于严格公差体系（灯——灯头——灯座）的预先聚焦或调整的灯头。

K：带导线的灯头。

R：带凹穴触点的灯头（R=凹穴）。

B：卡口式灯头。

如果一个字母不能充分描述灯头，就可以使用几个字母，将最重要的特性放在最前面。PK灯头即代表预聚焦电缆灯头。如果单字母特性不足以区分灯头，可单独或组合使用字母X、Y、Z和U，如G 6.35-GY 6.35、GX 9.5。

2. 灯头最重要的尺寸数据，单位：mm。

G灯头：插脚的距离。

PK灯头：套管的尺寸。

K灯头：灯罩套管的直径。

R灯头：陶瓷环的直径（而非凹穴触点的直径，如R7s灯头）。

B灯头：灯头套管的直径。

3. 这些小写字母代表触点或接线的数量。

下列关键字母代表：

s：1个触点（单）

d：2个触点（双）

t：3个触点（三）

q：4个触点（四）

p：5个触点（五）

4. 位于连字号之后，即灯头的

基本定义之后，经常会涉及的额外特征，以避免混淆。

5. 在D之后，将其他的尺寸数据、在斜线后面，一个接一个地用乘法符号“×”连接。它们描述灯头的次要特性，例如长度（高度）和套管、凸缘的直径。

气体放电灯的类别

前三个字母定义了灯的类型，如HMI、HMP、HTI、HSR、HSD：

D：耐用。

H：汞的缩写。

I：卤化物（碘化物、溴化物）。

M：金属（“稀土元素”），如镨、钪、铕。

P：投影。

R：稀土金属（参见M）。

S：安全、简单操控。

T：日光型。

功率说明后的字母代表特殊的结构特点：

C：电缆，带电缆接头和插栓。

D：双端针型。

DE：带固定螺丝的双端灯。

GS：缩短间距（缩短电极间的距离）。

P：投影。

PAR：带抛物面反光器的灯（封闭泡）。

S：短，尺寸短于标准灯（不同的光中心位置）。

SE：单端灯。



图213 双排丝的5000W钨卤素灯。



图214 氙灯。

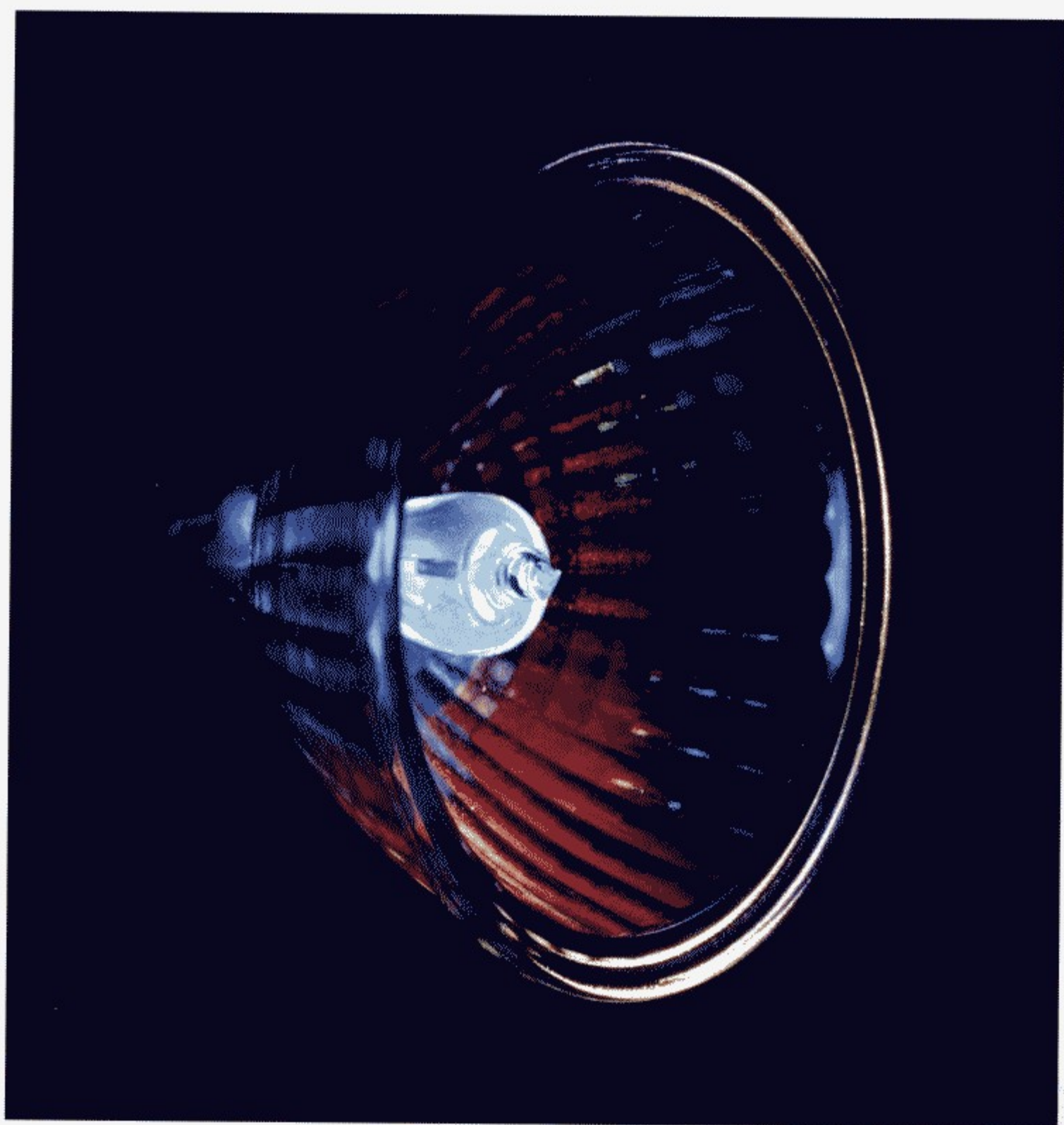


图215 带冷光反射器的低压钠灯

白色光并不总是赏心悦目的。有各种方式将白色光变成有色光。例如，一盏灯可以在高压或低压下工作，这意味着光源的色温会发生变化。光仍给人以白色的视觉印象，但如果因电压降低而使钨丝呈现微红的黄色，那么光就会呈现微红色。但我们不可能通过这种方法来改变光线的色彩。从根本上说，有两种改变光原有色的基本方法：使用滤色片和滤色纸。这些滤色器会通过减法混色改变光源色。

滤色片

在塑料行业开始生产滤色纸之前，舞台照明一直是用彩色玻璃片来装饰的。考虑到耐热性和抗压性的因素，目前一些灯仍然使用玻璃片。玻璃片的优点是，所选的色彩在玻璃片的整个使用寿命中都保持不变；缺点是重量大、易碎和价格昂贵。一开始，只有纯化学制剂才被用作玻璃着色的材料，通过添加诸如铜、铬、锰、铁、钴、钒、钛、钕等化学物质来获得不同的颜色。这些金属离子被加到玻璃液中，改变玻璃材料的颜色。另一个过程被称为媒染性染色。这里，白色玻璃的表面在400-600℃的高温下进行色彩处理。

由于不同色彩的玻璃滤色片的需求量相对较小，所以这些滤色片都采用手工吹制。通过一个吹风管将玻璃吹成圆筒，然后切割、加热以形成平坦的薄片，再从薄片按不同的形状进行切割。

手工吹制必然导致玻璃的厚度不均，进而导致色差的产生。最常见的玻璃厚度是2-3mm。玻璃被切割成约25mm宽的小条，以获得较好的耐热性。将玻璃条并置或叠加在一个金属框内，滑进灯的暗盒。除了50种不同的滤色片，玻璃也有几种质地可供选择，有的还有网纹，

通过折射产生各种形式的光。

购买有色玻璃变得越来越困难。专业的手工玻璃工厂发现，要养活自己变得日益困难。因此，现在，当需要玻璃板时，机器生产的玻璃成了普遍的选择。机器生产玻璃可供选择的颜色不多，但它的一个优点是，不同厚度的玻璃都具有相同的色彩饱和度。

透紫玻璃在戏剧舞台中的作用仍然很重要。透紫玻璃吸收几乎整个光谱，因此透紫玻璃会变得非常热。出于这个原因，只有在滤出白炽灯和放电灯的紫外线时才使用透紫玻璃。

特殊滤色片

隔热片：这种滤色片能抵御红外线辐射，从而降低热辐射，主要用于大型投影灯和光纤技术。

色温校正片：在滤色纸不准确且对热敏感的情况下，可使用这种滤色片，它们能调节日光与人造光的色温。

透紫玻璃：为了滤出光中的紫外线，几乎要过滤掉整个可见光谱。如果是卤钨灯和放电灯，这只能通过使用玻璃滤色片来完成。

滤色纸

当塑料工业得以发展时，便开始生产滤色纸。现在滤色纸使用的聚合物（或塑料基底）按耐热性能排列主要包括：醋酸盐、乙烯基、聚酯和聚碳酸酯。醋酸盐和乙烯基的熔点最低，聚碳酸酯的熔点最高。

我们很熟悉滤色基础材料与色彩结合的3个不同过程：色彩被涂覆在基础材料上，与表面的基础材料融为一体或完全渗透在滤色纸材料中。

动物胶质可以制成适当的滤色

胶片，但它们放在灯里一段时间后就会干掉，变得易碎。如果加入醋酸盐或乙烯基，这个干燥过程就会在一定程度上被延缓，但缺点是会变得更加易燃。

聚酯和聚碳酸酯材料在126-143℃之间具有耐热性和抗变形性。聚碳酸酯塑料极好地结合了作为基础材料的现代可用树脂的优点，在温度达到149-163℃之前，它不会发生变形。这种滤色纸是可以自动熄灭的。

使用者在选择滤色纸时，可能并不想了解这些滤色纸的生产技术。他需要选择一种被权威认可的滤色纸，这意味着滤色纸需要具备下列特征：清透、抗水、极耐热、不易燃、色彩多样、非常柔软。

世界上只有少数几家滤色纸制造商，其中处于领先地位的是ROSCO和LEE。这两家公司都提供达到最高质量要求的各种色度的滤色纸。

卷筒滤色纸非常实用，最长可达15m（61cm宽）。此外，还有其他卷筒尺寸可供选择，如6m长、120cm宽。

单张的滤色纸很适合少量购买，有超过50种颜色的各种不同类型的漫射滤色纸可供选择。这些滤色纸能够改变“白色光”的浓度，但不改变光的色彩。通过使用网纹的滤色纸，能使光发生有趣的变化，例如，偏振滤色纸能使光只从一个方向通过。

色温校正片有很重要的作用。这里，我们将其分为：

- 色温校正片：白炽灯到日光，或者日光到白炽灯
 - 色彩明度校正片
 - 双效校正片：色温和色彩明度
- 色温校正片被用于改变色温。

这在物理上是不可行的，因为灯不能被改变。我们可以通过滤除一些色彩成分使光变成蓝色或微红的黄色，从而将HMI聚光灯的色温变成白炽灯的色温，反之亦然。

这意味着我们只需要校正中间的很小一段，而不只是整个色温区域。

色彩明度校正片会不同程度地降低光的亮度。在需要加深色度

时，可以使用它。

我们也可以使用综合上述两者的双效校正片。除了这3种主要的校正片，还有一种可进一步校正光线的特殊滤色片。所有滤色片生产商

色彩	编码	Y%=透明度	A=吸收	R%=反射	x	y
中度蓝	LEE/ROSCO 132	8.27	1.08	82	0.13	0.10
孔雀蓝	LEE/ROSCO 115	35.22	0.45	9	0.13	0.29
深绿	LEE/ROSCO 124	29.71	0.25	55	0.11	0.62
黄	LEE/ROSCO 101	80.00	0.97	12	0.45	0.50
火红	LEE/ROSCO 164	17.97	0.74	68	0.65	0.30
品红	LEE/ROSCO 113	10.92	0.96	80	0.56	0.21

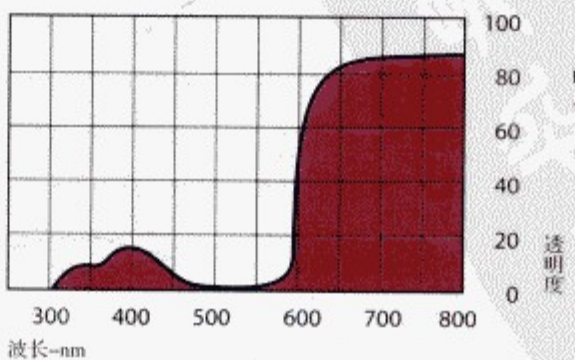
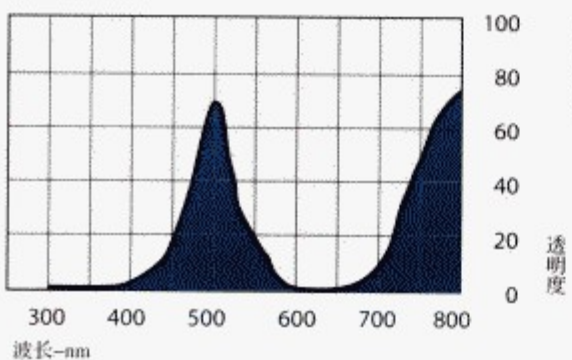
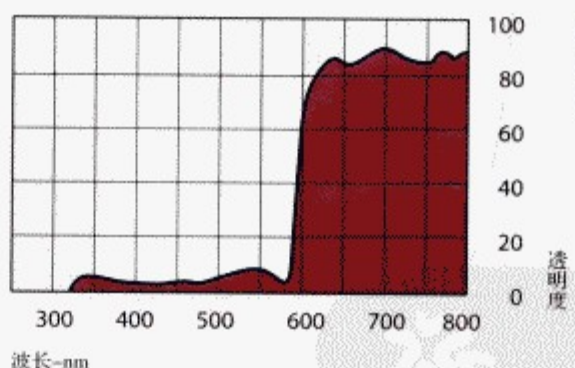
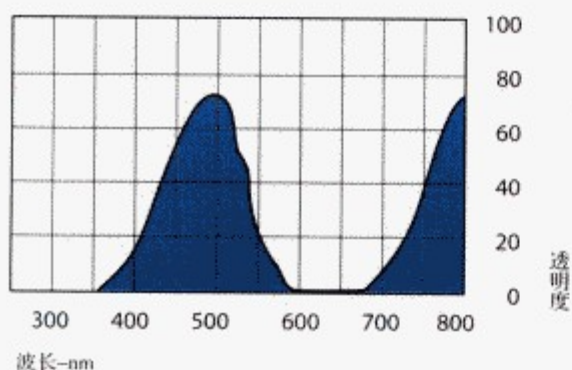
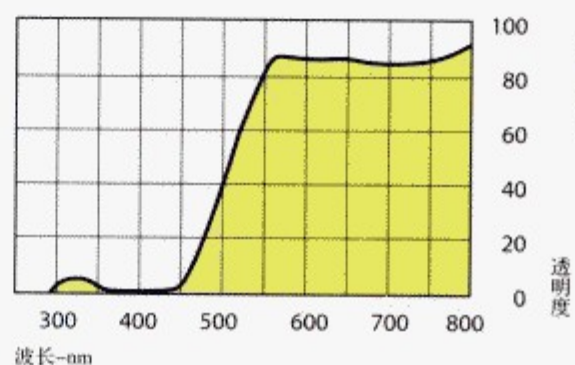
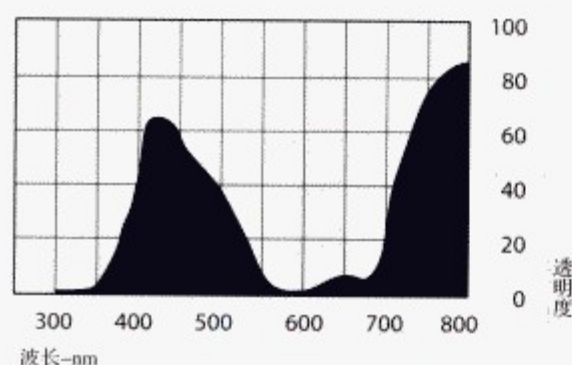


图216-221 上述信息适用于讨论的色彩，每种都取决于各公司的产品。

的小型样品手册中都有这类产品。一些样品手册也会提供关于透明度、滤色纸与色彩空间的关系和吸收等更准确的信息。

介质膜（二向色）滤色片

介质膜滤色片是一种干涉滤色片。各种氧化物涂层被涂覆在2mm厚的耐热硼硅酸盐玻璃板上。这些氧化物涂层（厚度为1/1000mm）可以决定让哪个波长段（nm）的光通过。介质膜滤色片与普通滤色片和滤色纸不同，后者会吸收所有与所选颜色不相符的色彩，而前者则是将不需要的光反射回去（希腊语“dichroma”意为“两色”）。介质膜滤色片都让一部分的光通过，而将另一部分光反射回去。介质膜滤色片使我们能够将色彩的误差范围控制在 $\pm 5\text{ nm}$ 以内。

介质膜滤色片的位置与光束的角度决定了色度的准确效果，因而也决定了CMY混色系统中的色彩变化。例如，深蓝色介质膜滤色片偏离垂直方向 22° ，色彩就会朝淡紫色方向转变，偏离 80° 时，呈现微红的粉色。

介质膜滤色片的下列优点是其他所有滤色片都不具备的：

- 色度提升了20%
- 长期的色彩稳定性
- 极好的色彩和色饱和度
- 工作温度高达 400°C
- 容易清洁和操控
- 更高的色彩传输（滤色纸的色彩传输性能只有固有色彩的50%~60%）

很明显，这种介质膜滤色片还不能完全当作普通滤色片使用，5000W白炽聚光灯仍需要用普通滤色片或滤色纸来改变颜色。介质膜滤色片用作电脑灯色彩转换时，其作用尤为明显，它可以被放置在聚焦成窄光束的光学系统中。

色漆

这里，我们不对色漆作过多的介绍，因为它的耐热性并不太好。漆被涂覆于玻璃上，给玻璃上色，

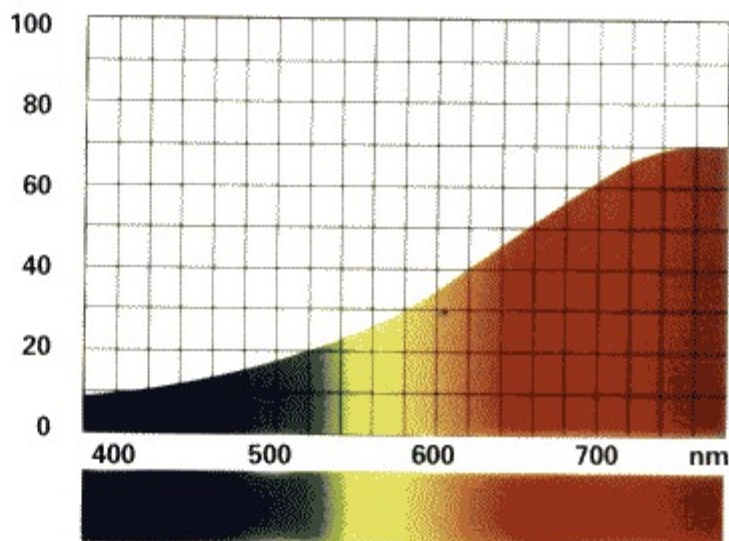


图222 这个图表显示了普通滤色片的工作方式。滤色片的颜色与介质膜滤色片相同（见图223）。色彩的分并不十分强烈，其余的光也通过了滤色片。这告诉我们，这个滤色片不能达到介质膜滤色片的亮度和色度。

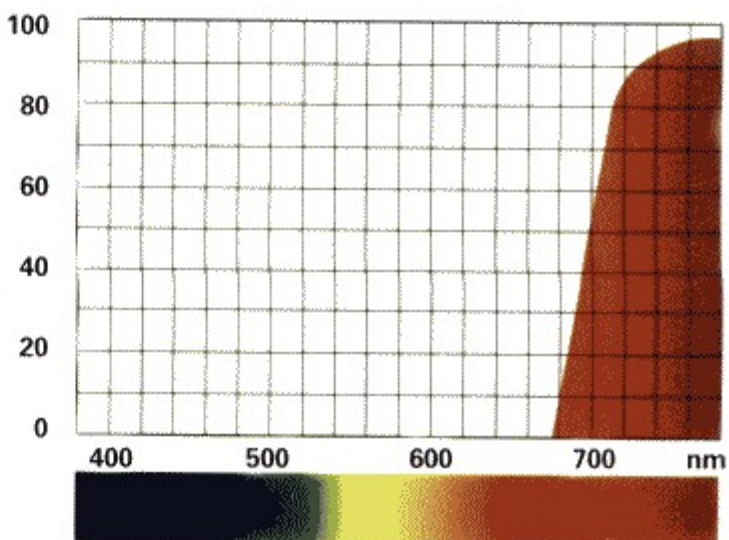


图223 这个图表显示了介质膜滤色片的工作方式。不必要的光被反射回去，保留了非常纯的颜色。大多数介质膜滤色片能达到90%的色度值，因此通过介质膜滤色片的光的色度是非常高的。

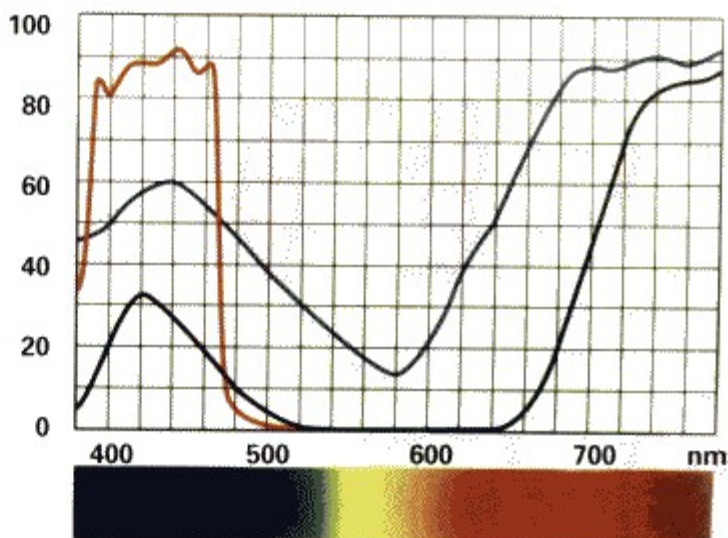


图224 蓝色介质膜滤色片和传统滤色纸的比较。红线显示，介质膜滤色片允许100%的蓝色光通过，旁边的绿色光则被100%滤除。蓝线显示，未使用过的新滤色纸只允许60%的蓝色光和大部分红色光通过。尽管如此，肉眼看上去呈现的是深蓝色。黑线显示，同一种滤色纸在1000 W PAR 64聚光灯前放置了1小时，现在，只有30%的蓝色光被允许通过，剩下的则被滤色纸吸收了。



图225 安东·契诃夫 (Anton Chekhov)
《万尼亚舅舅》
导演：汉斯·雷特索 (Hans Lietzau)
舞台设计师：伊兹奥·托弗鲁蒂 (Ezio Toffolutti)
慕尼黑室内剧院，1987年。

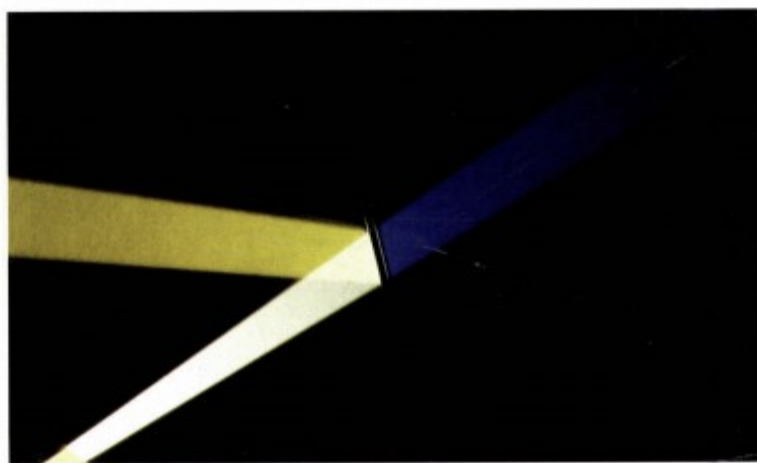


图226 一束白光照射到蓝色介质膜滤色片上。我们可以清楚地看到，不想要的光被反射回去，未被吸收。

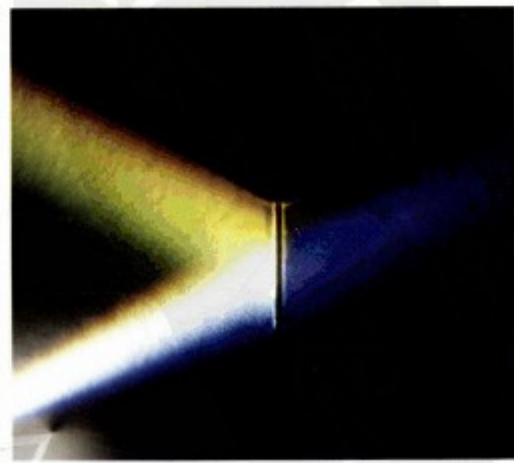


图227 一束被棱镜折射的光呈现出了光反射的过程。



形成一个透明涂层，从而改变所发出的光的颜色。但这种做法只能用于不会释放很多热量的彩色球形灯泡。

有黄色、橙色、红色、蓝色和绿色的漆可供选择，其他中间色调也可以通过混色得到。

使用滤色片

如果使用滤色纸或滤色片，那么灯发出的光是“被过滤的”。不需要的色彩成分被“留在”滤色片里，滤色片吸收了它们，进而变热。如果过滤的是深色，那么温升就更加明显，这对滤色材料有更高

的要求。

随着色彩的变化，光的亮度也随之减弱。例如，黄色光的亮度会减少约20%，品红色光的亮度会减少约90%。玻璃片对光的吸收更加厉害，因为它比滤色纸要厚许多倍。

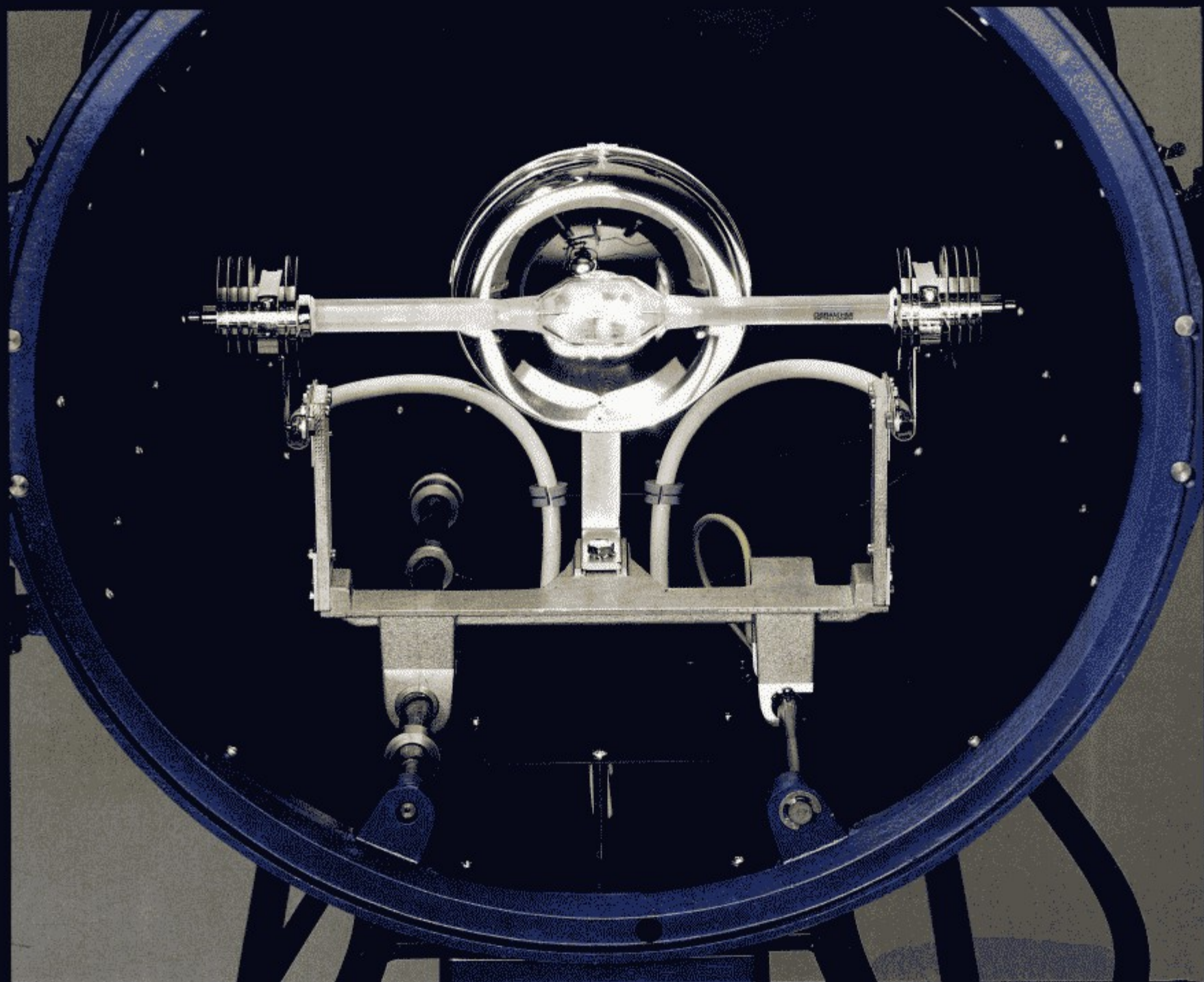




图229 1000W卤素泛光灯，带漫射滤光片和挡光板。

图228（左页图） 装有带反光镜的6000W双端日光型光源的照明设备。

聚光灯是用于改变灯光的技术设备。每种聚光灯都有特殊的用途，例如，用于照亮一个区域、制造特殊效果、成像照明、移动光和投影。

从根本上说，一个聚光灯是这样构成的：一个合适的灯泡装在一个金属板材或铸造而成的灯壳内（现在主要为铝制）。通过灯座，灯被安装在一个预设的位置上。射向后方的光线被反射器向前反射。如果需要让聚光灯汇集光束，则应通过安装在灯前方的玻璃透镜进行聚光。典型的反射聚光灯则例外。灯的前部有一个用来固定滤色片的狭槽。这种灯也用挡光板来调整光束射出的路径。通过一个紧固装置与灯壳相连，使之能安装在需要的位置上。

图230 5000W卤素泛光灯，强制风冷。

灯具的选择

我们需要通过各种类型的灯具来实现灯光设计的构思，同时还需要根据基本的指导方针来选择恰当的舞台用灯。在德国，剧院中都已配备了基本灯具，所要做的就是，判断是否需要为特定的演出增加额外的照明装置——当然，这也取决于成本。

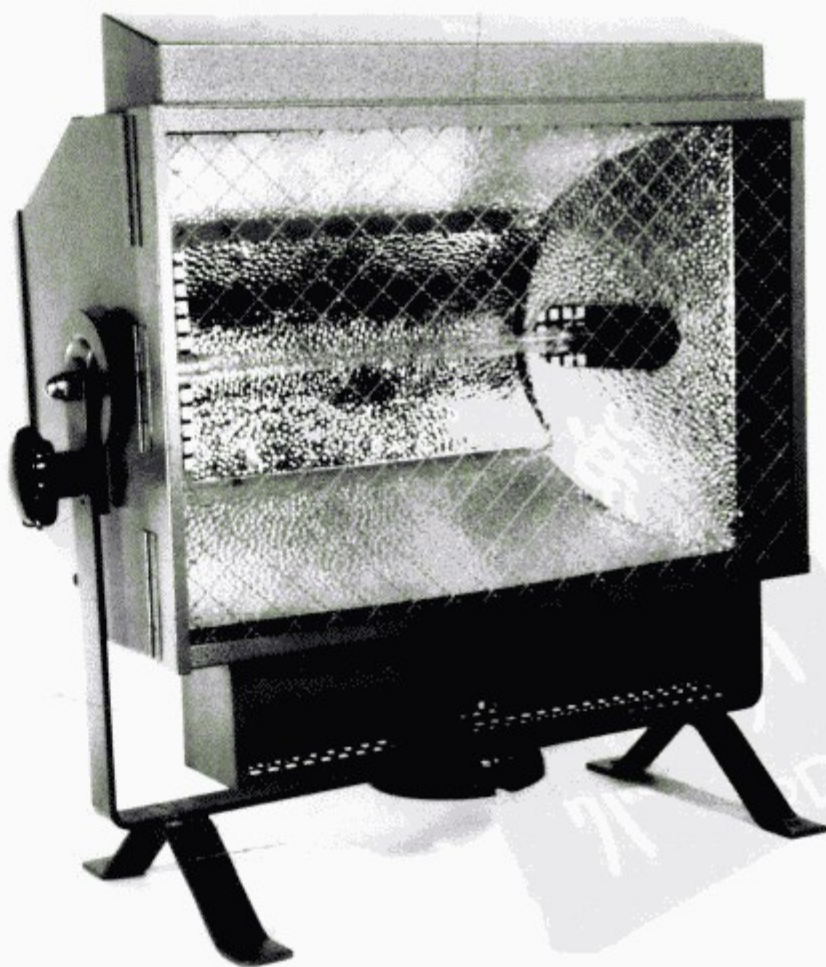
泛光灯 （反射灯）

这种灯最简单的构成是一个光源加上一个反射器，发射广角光束。几个这样的反射灯经常组合在一起，形成一排，作为条灯或脚灯。现在，这种灯通常包括一根卤钨灯管和一个槽式反射器。其中，

非球面（不对称）反射器灯具被用作地排、天幕灯或背投天幕。有少数泛光灯可以调整光束的分布，但由于只能做垂直方向的调整，所以可调整的范围很小。它们以各种方式组合，最典型的的就是作为条灯和脚灯。泛光灯通常被用来均匀铺光。因为这类灯没有吸热透镜，所以只能使用玻璃滤色片，灯和滤色片之间的距离也非常近。

我们也可以使用滤色纸，但前提是滤色纸应放在灯前方至少15cm处。我们可以通过使用夹子、磁铁将滤色纸附着在挡光板上。现在，这些临时性措施正日益普遍，因为要找到能产生合适效果的有色玻璃变得越来越困难。

类型：100-5000 W



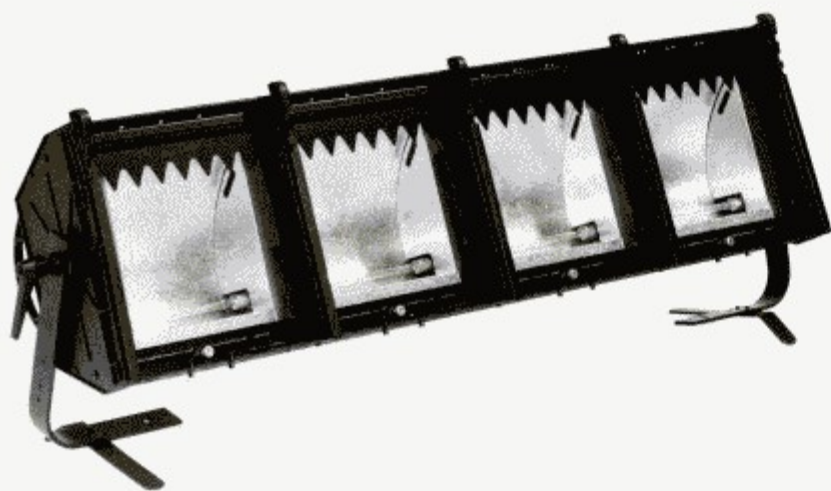


图231 带不对称反射镜的4色脚灯组

透镜聚光灯

这是汇聚光线的最简单方式。灯和透镜之间的距离可以通过移动光轴上的灯座来改变。透镜通常为平凸透镜，由清澈的玻璃制成。透镜的光折射导致外围光束会产生少许二级光谱。射向灯背面的光线被球形反射器反射回来，虽然这并不能充分增加光功率，但能使光束更均匀。透镜聚光灯的光束角度为 4° ~ 78° ，这取决于生产商和功率等级。

还有一种带透镜的聚光灯，透镜表面呈波纹状或有细小的棱角。这种透镜的优点在于消除了平凸透镜的可见折射误差（有色边缘）。简而言之，其效果与有细微漫射的屏幕类似。

类型：100~5000 W

菲涅尔聚光灯

菲涅尔聚光灯的结构原理与传

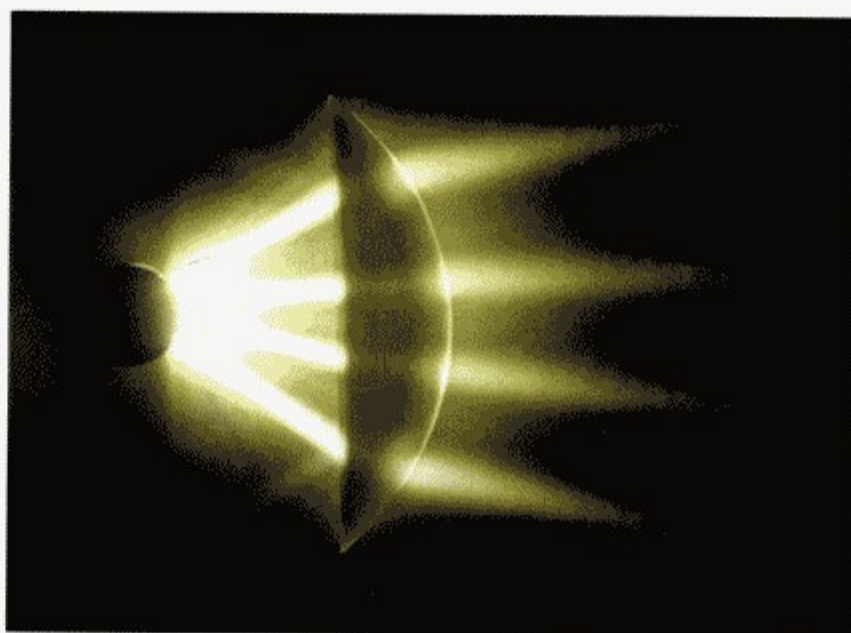
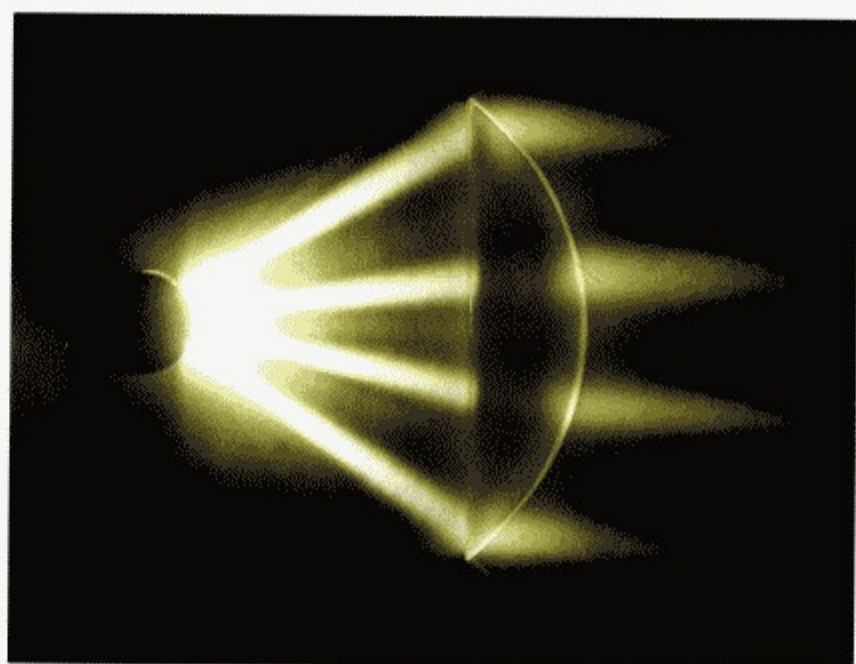


图232、233 聚光灯中孔径角的变化。

统聚光灯相同，只是平凸透镜被菲涅尔透镜所取代（见第69页）。使用这种透镜意味着光束的直径可以

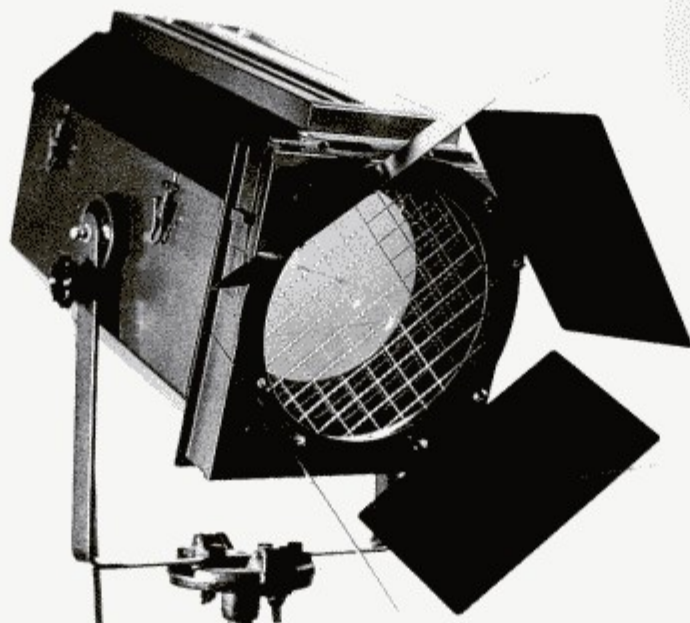


图234 2500W 平凸聚光灯



图235 带2个250W/120V泛光反射泡的微型聚光灯

图236 带灯座的2500W波纹透镜聚光灯



图237 5000W菲涅尔聚光灯，戏剧舞台用，带色片框和重心调节装置。

图238 4000 W 日光型聚光灯，透镜直径30cm，戏剧舞台用，带换色器安装盒，重心调节装置，单端放电泡。



图239 12000W日光型菲涅尔聚光灯(Φ50cm)，单端灯泡，带灯座，12 kW和18 kW镇流器。

变得非常大。

菲涅尔聚光灯的孔径角调整方式与传统聚光灯相同，光束角度为 6° ~ 65° ，这取决于生产商和功率等级。光线是漫射的，边缘色差不再可见，产生的光斑是柔边的。传统聚光灯和菲涅尔聚光灯可以在任何地方使用，它们也是最便宜的“定向”光源，采用的是普通白炽灯或放电灯。

类型：

100~10000 W，白炽灯

21~24000 W，放电灯

抛物面反射器聚光灯

标准的抛物面反射器聚光灯是不带透镜的反射型聚光灯。灯丝位于反射器的焦点上，发出的光线与反射器的轴线平行，形成高亮度的窄光束。光束的尺寸变化不大，但可以通过水平微调光源来小幅改变光束尺寸。使用低压球形反射灯泡产生高亮度。灯泡上的反射面逆向工作：向前射出的光束被反射至灯泡后面的反射器。这种灯非常适合成组使用，但也在大多数剧院中被单独使用。如果成组使用，最常见的做法是将9个抛物面反射器聚光灯分两排安装，形成一个组件，这被称为“斯沃博达灯组”，它得名自发明者约瑟夫·斯沃博达（Josef

Svoboda）。各个反射器射出的窄光束会产生高亮度的光幕。从电学角度说，将9个低压白炽灯串联连接，可用于230V电源。

抛物面反射器聚光灯既可作为特殊效果照明，也可作为追光灯。这类灯发出的光线常被用来从很远的距离覆盖一个区域。但这种做法会使得照明变化的流畅性降低，因为较粗的灯丝会使光线对调控的反应变慢。光束的精密度取决于反射器的品质，因此也就取决于反射器的价格。镀银玻璃反射器的品质优于铝制反射器，而透红外的镀膜反射器的质量则更佳。

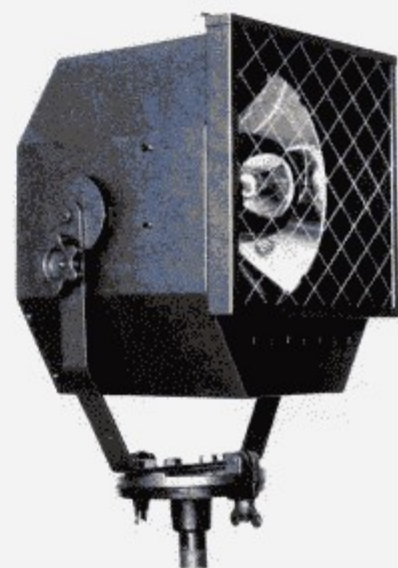


图240 500W抛物面聚光灯，采用球形反射灯泡和内置变压器

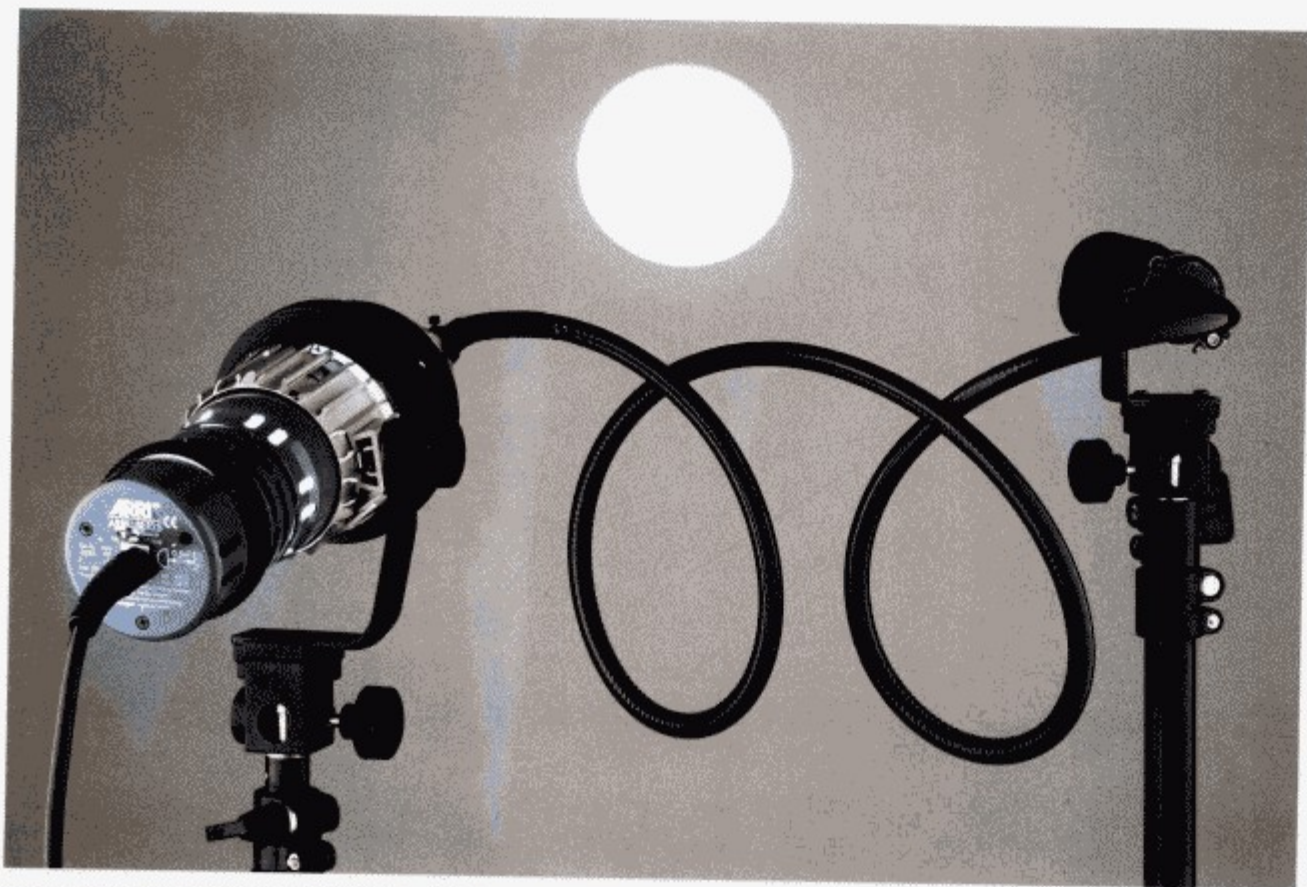


图241 带抛物面反射镜的125W日光型聚光灯，光线通过一根液体光导管传至光学聚焦终端。

由于这种灯采用12V或24V的低压，因此需要将变压器作为基本构件的一部分，且要求变压器体积较小。圆形挡圈经常被用来减少光的散射，它们由同心的金属圈组成。

可用类型从100W/12V到1000W/24V，中间有各种功率等级。

除了非常流行的斯沃博达灯组，这种灯的发展前景不大。因为单个灯的类似效果可以通过PAR聚光灯以更便宜、更迅速的方式获得。

日光型抛物面反射器聚光灯已经有了进一步的发展。光束的变化可以通过安装透镜适配器来实现，不同表面的透镜可以营造出各种适合的光束效果。

类型：21-12000W

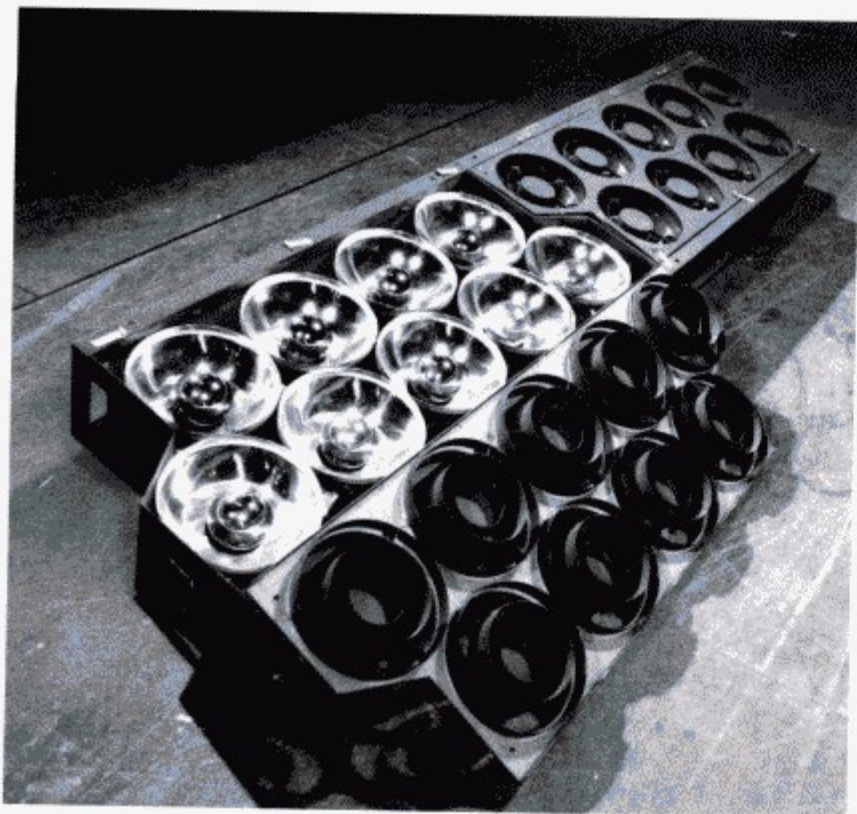


图242 ARRISUN2500/4000W日光型聚光灯，带抛物面反射器和各种透镜



图243（左中图）排灯组件，带抛物面反射器，250W反射泡、圆形挡圈。

图244 124W日光型聚光灯，带抛物面反射器，灯座、镇流器，以及改变光束和色温的各种镜片。



图245 2500/4000W高性能日光聚光灯ARRI X。光束角度130°。

PAR灯

PAR（或压模玻璃灯）聚光灯是抛物面反射镜聚光灯的发展。PAR 64聚光灯的尺寸（灯的直径）是较传统和最常见的，但市场上也有PAR灯尺寸为16、36、46和56的聚光灯。其光学部件包括灯丝（放电灯中为电弧）、反射器、灯座和前透镜（用于封闭式聚光灯），装配成一个整体后被简单地固定在灯壳上。

PAR6灯是个例外：它是一款带冷光反射器的反光灯，采用12V低电压和GU 5.3灯头。其他PAR灯都是通过螺钉或插脚与外部触点进行固定，从而与电源相连。

这种灯会产生椭圆形的光斑，光斑的外缘并不完全清晰。焦距取决于所选择的灯，且不能改变。可根据光束角度将其分成3种类型：窄光束（ $9 \times 12^\circ$ ）、中等光束（ $10 \times 15^\circ$ ）和宽光束（ $11 \times 24^\circ$ 和 $70 \times 70^\circ$ ）。



图247 PAR 64聚光灯。

光束角度是由前透镜的表面决定的。因此，聚光灯的透镜非常清晰、平滑，而泛光灯的透镜则呈波纹状。请记住，当使用椭圆形光束时——不同于普通圆形光束——光斑是可以被精确定向的。只要转动灯壳内的灯泡，就能将光束定位成期望的样式。

PAR64也有日光型，它有一个清晰的前透镜。通过放置不同表面的镜片可以获得不同的光束角度。



图246 带集光镜、变焦透镜的1200W成像灯

成像灯

成像灯是使用最方便的灯。它能产生各种变化，营造迷人效果。它与透镜聚光灯最大的区别是，不再需要通过调整灯泡来改变光束的尺寸。灯泡被固定在灯体内，以防止在改变光束尺寸时，光源发生震动。成像灯主要有两种类型：

斑）。切割片有两种形式，即4片切割片被安装在4个或2个不同的平面上。图案片插槽则位于另一平面。使用图案片可以改变光束，以产生期望的形状（如窗户的形状）。制作图案片的材料必须具有很好的耐热性。0.1mm厚的铝箔适合自制图案片。当然，也可以使用其他耐热金



图248 Source4 575长焦距椭球反射镜。

· 椭球反射镜聚光灯

椭球反射镜聚光灯采用一个椭球反射镜来汇聚光线。光源被安置在后方焦点上，反射镜则在前方焦点上成像。通过靠近前方焦点的光阑，可以改变光束的直径。在光阑旁是椭球反射镜聚光灯专用的切割片和图案片插槽。移动切割片可以垂直和水平地控制光束。上述3种改变光束的装置前后紧靠着排列。这样，可根据其中一个装置调节物镜（一个或多个透镜达到最清晰的光

属来制作图案片，但这些材料并不适合自制图案片时使用。照明行业也提供各种类型的图案片，许多图案片的品质非常好。椭球反射镜聚光灯配备了用于改变焦距的可互换透镜，这意味着这种灯几乎可以在任何距离使用，并可根据场地选择合适的焦距。

随着光学变焦的运用，这种灯近来已经变得越来越高效。

这种控制光束的方式最早源于白炽灯技术。后来，金属卤化物灯

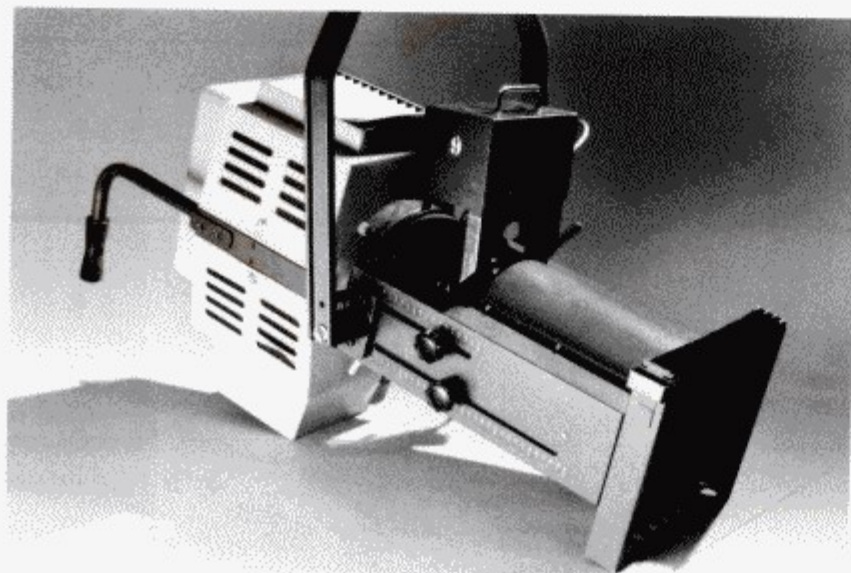


图249 1200W日光型成像聚光灯、带变焦装置和插入式机械调光装置

和氙灯也加入了进来。

白炽灯类型:

300-2500 W

金属卤化物灯类型:

2500 W

·带集光镜的成像灯

在带集光镜的成像灯中,灯和球形反射镜射出的光线通过一个透镜聚焦。这种灯是通过机械方式改变光束的,就像椭圆反射镜聚光灯一样,是通过使用光闸、切割片或图案片来改变光束。互换透镜也可以改变这种成像灯的焦距。变焦成像灯改变焦距的方式则更加先进、便利。使用变焦成像灯时不需要更换透镜,而是使用可调焦距透镜,从而形成较大的光束角度范围,如 12° - 22° 、 16° - 30° 和 28° - 40° ,这都取决于聚光灯的类型和生产商的选择。

这两种聚光灯都有很多功率等级可供选择。从用于橱窗照明的100W小型聚光灯,到用于大舞台的5000W聚光灯。这种技术也被用于功率不大于2500W的放电灯。可用作追光灯的成像灯还额外加装了一个换色器、用于平衡的轴承和一个遮光板。有些特殊的追光灯也会使用碳弧。

白炽灯类型:

300-5000 W

金属卤化物灯类型:

250-2500 W

图案片

图案片近年来变得越来越重要,特别是对于电脑灯而言。在成像灯中,图案片被放置在专门的图案片架上,再插入灯其中,而在电脑灯中,它则被放置在图案轮上。图案片的范围非常广,它包括带有色图形、标志和照片的玻璃图案片。彩色图案片通常是由介质膜色片组成。这种图案片的优点是它们也适用于功率较大的灯。图案片也由耐热性极好的0.2mm厚不锈钢制成,相对的使用寿命也较长。也可以自己制作图案片。0.1mm厚的铝箔

已经足够了,而且易于操作。

用于成像聚光灯的图案片标准尺寸为:

尺寸A

外部直径: 100 mm

内部直径: 68-75 mm

尺寸B

外部直径: 86 mm

内部直径: 64.5 mm

尺寸M

外部直径: 66 mm

内部直径: 45-49 mm

Rosco图案片尺寸

尺寸	外部直径	内部直径
A	100 mm	68-75 mm
B	86 mm	64.5 mm
D	53.3 mm	40 mm
E	37.5 mm	28 mm
G	66 mm	45 mm
M	66 mm	45-49 mm
T	46.5 mm	38 mm
ADB, Niethammer, Robert Juliat 1.2/2.5 kW		尺寸A
ETC Source Four		尺寸A/B
Selecon Pacific		尺寸A/M
Strand 1.2 kW		尺寸M
Strand 2.5 kW		尺寸A
Strand SL		尺寸B
Clay Park Goldenscan		52/45 mm
Clay Park Stagezoom		52/45 mm
High End Cyberlight		44.5/35 mm
High End Studio Spot		36.3/30 mm
Martin Mac 2000 Profile/Performance		尺寸E
Martin PAL 1200 (Metall)		尺寸D
Vari*Lite VL 1000		尺寸E
Vari*Lite VL 3000		尺寸E

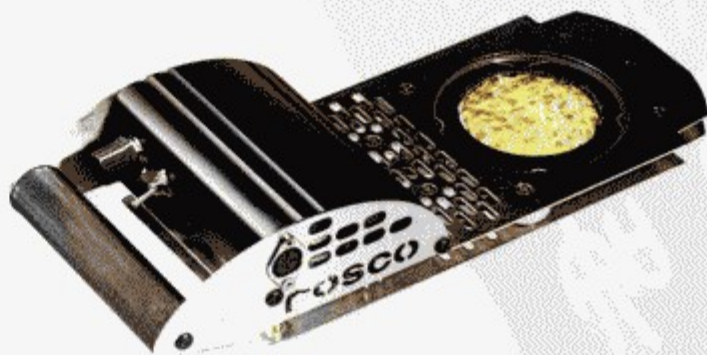


图250 单或双图案转盘(即插即用或DMX控制)适用于大多数成像灯的光闸插槽,是用不同的玻璃和金属图案片制造多种光效的最经济方式。从Rosco的网站上可获取更多关于Vortex 360和其他效果器的技术信息。



图251 荧光灯套筒：对荧光灯进行简单、经济的色彩控制，可以使用Rosco各种颜色的荧光灯套筒（E-Colour、Roscolux、Supergel、Cinegel）。这些套筒可用于T5、T8、T12灯管。带有紫外线保护层的T5、T8管渐成标准。Rosco也有挤压成型的荧光灯套筒（Chroma Sleeves）。

图案轮

图案轮被用于旋转图案。附有图案的图片被置于轮盘上，而不是常用的图案固定器。图案轮可以各种速度旋转，并受DMX信号的控制。

荧光灯

荧光灯（见“光源与灯具”章节，第80-83页）在舞台上常被用作泛光灯或天幕灯。因为这种灯能发出大量的光线，且不需要与被照射物体保持较远的距离，所以它们也被用作其他用途。脚灯或活动地排灯可以通过模件组装在一起。除了色温要求以外，色彩校正都可以通过色纸来完成。它们被制作成管状，套在各个灯管上。



图252 图案片：左图是电脑用介质膜图案片，中图和右图是模板型图案片。



图253 灯具中的单端荧光灯。

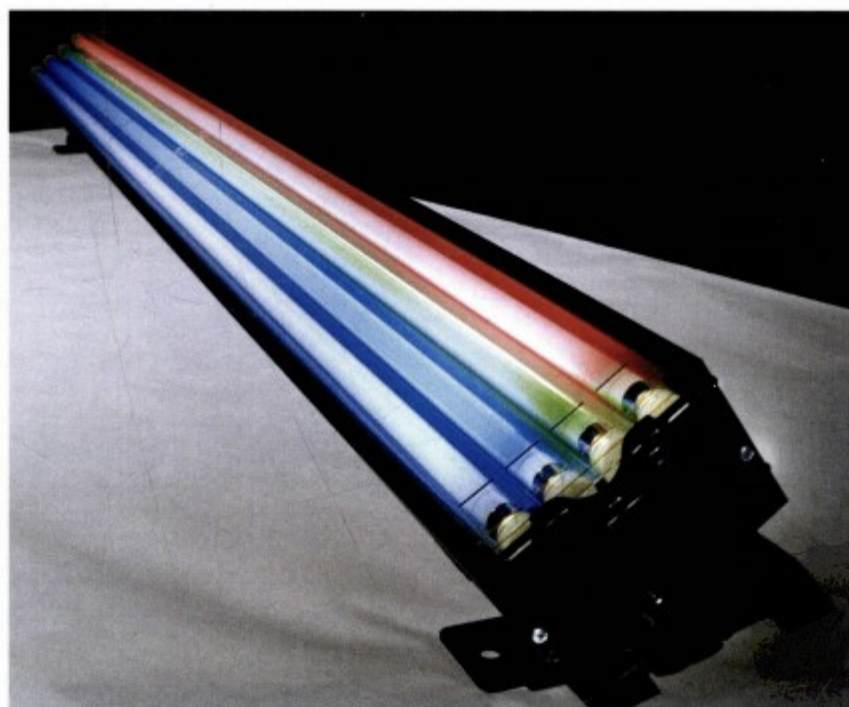


图254（左图）采用T5荧光灯的灯组，4根灯管，红、绿、蓝和白色。Smooth Operator®技术，16位分辨率，调光范围为0-100%。



图255（右图）灯组细节图：每根灯管都被紧密排列。

特殊灯具和附加装置

追光灯

在整体照明操作中，仅有亮度的控制是不够的。为了让表演者能更加有效地融入周围的灯光中，每个表演者都有“追随”他的单独光束。用作追光的聚光灯通常是成像

类聚光灯，灯具需良好的稳定性，使得追光效果更加平稳。

机械调光装置

最初只被用作街道和工厂照明的各种光源，也成为了戏剧舞台照明的重要组成部分。常用的工业用灯是高压汞灯和低压钠灯。正如

我们之前提到的，这两种灯都有无法电控调光的缺点。所有放电灯的“缺点”（灯光逐渐从暗直至全亮的过程）现在经常被认为在色彩方面有独特的趣味和吸引力，并因此被作为灯光设计的一部分。

由于这些照明设备并不是专为戏剧舞台设计的，因此设计师需要

发挥创造力，把它们加入照明体系中。机械调光装置或聚光灯用调光设备的使用大大提高了照明的灵活性。

但工业用灯不是唯一需要使用机械调光的设备。在戏剧舞台使用

的Metallogen灯和氙灯也无法通过电控调光，而需要机械的帮助。

百叶窗式调光器

透镜聚光灯的机械调光一般是通过百叶窗控制的。这些百叶窗板被安装在聚光灯的前部，百叶窗



图256 1600 W和2000W氙灯追光灯 用于远距离投射的传统追光灯，安装有冷光反射器，光学变焦，6色换色器

图257 2500W日光追光灯，带镇流器，3-8° 变焦，6色扬旗式换色器，精密装置，良好的重力平衡

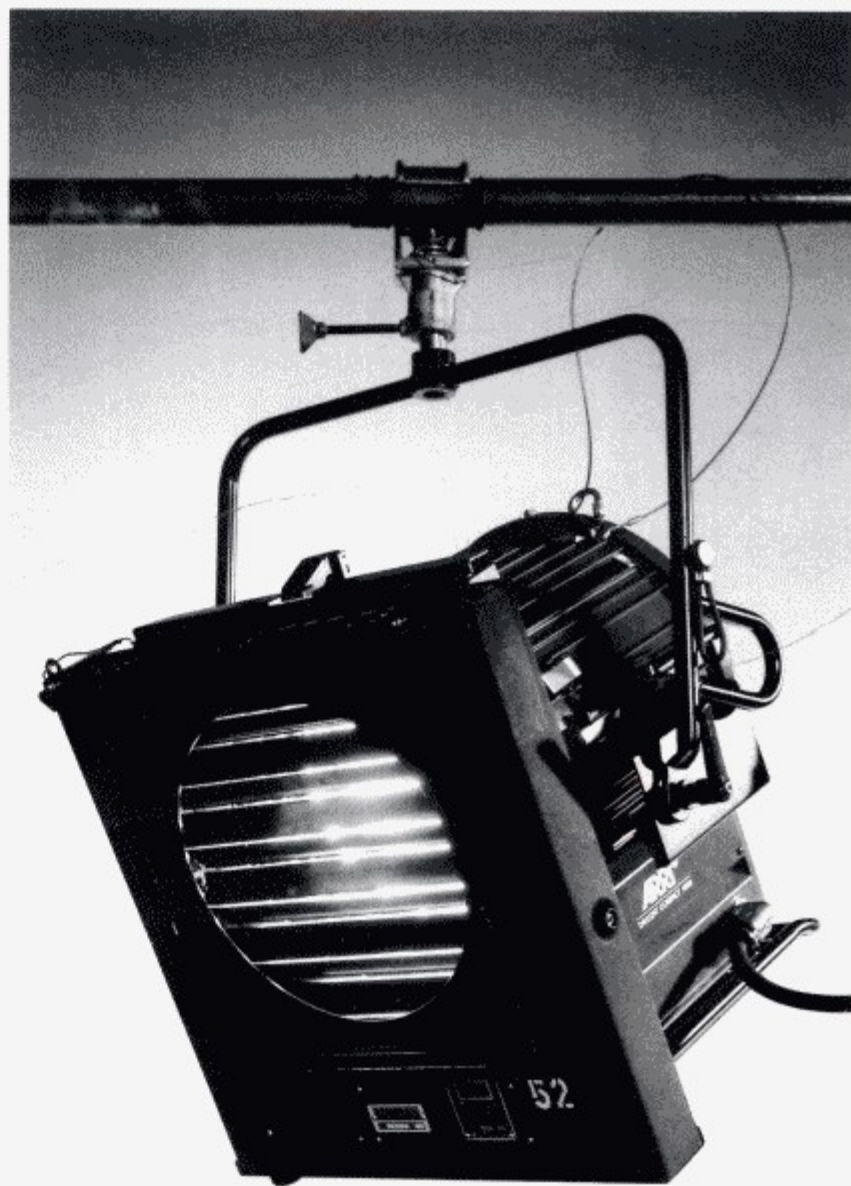
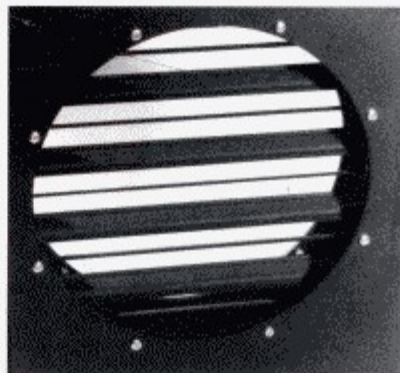


图258 带挡光百叶窗式的4000W HMI 菲涅尔灯

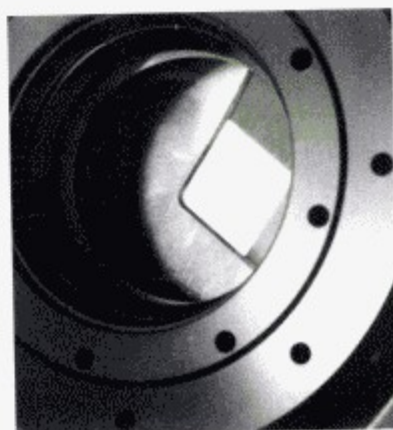
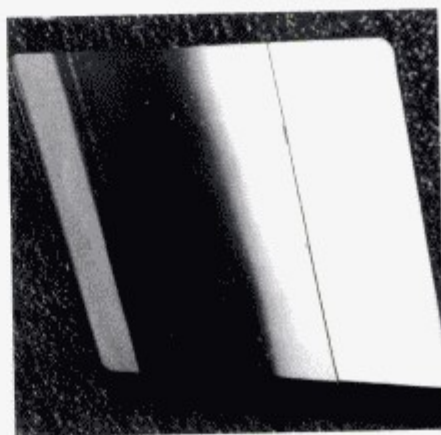
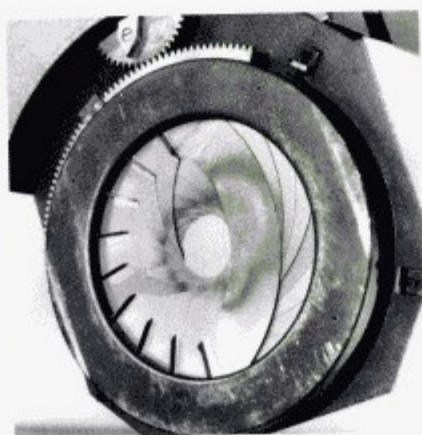
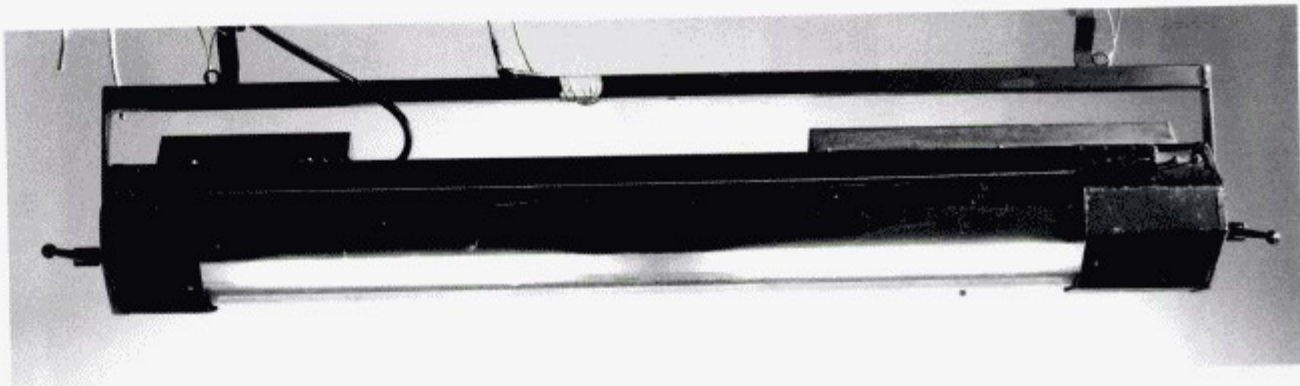
图259 位于透镜前方的百叶窗式调光器



的板条之间应尽可能不留缝隙，以防漏光。这些设备可以通过电控，更先进的版本也可以通过无线电控制。

在实际操作中，百叶窗的位置应该根据所需的光源来仔细确定。在使用百叶窗调光器时，光源通常是放电灯，电极间的电弧为椭圆形。百叶窗必须与电弧保持90°角，否则在调光过程中会产生强烈的投影。

图260 同轴调光器：两个电机驱动在半圆金属片，一个安装在灯的外部，另一个安装在光源附近。用于调节低压钠灯。



从左至右：

图261 扇形快门：这种机械调光器主要用于日光型成像聚光灯。它的调光速度比光闸要快，因为它的扇叶更少。

图262 可变光闸：这种光闸主要适用于调节日光型成像聚光灯的亮度。它们被放置在物镜前或物镜筒光路中。

图263 中性光楔形滤光片：移动玻璃片，从亮到暗转换灯的亮度。也可两块玻璃片反向移动。

图264 猫眼快门：由带V形凹槽的两块金属片组成。电机驱动的两块金属片可合拢或张开。

智能灯具——多功能灯具

在很长一段时间里，舞台照明的用灯既非智能型也非傻瓜型。灯光师只能运用传统光源，对每一次小小的技术进步都欢欣鼓舞。

今天，电脑灯技术有了惊人的发展。所有的操作，包括运动、变焦、变色和图案都被编入程序，按照演出前和演出期间设定的方式运作，并可通过网络信号或DMX 512数字信号进行控制。为了达到更好的精准度，数字信号从8位升至16位。有了16位数字信号控制，电脑灯不仅可以准确地实现水平和垂直运动，同时也能实现其他各种电控操作，如图案片、混色和变焦。

但传统的电脑灯并不是唯一的智能灯具。任何能对位置、色彩、图案片运转、亮度和光束角度进行远距离控制的照明设备都属于智能照明设备。而所有这些也都是在普通照明体系外执行的技术操作。

从本质上说，电脑灯主要可分成两大类：扫描灯和摇头灯。在扫描灯中，光束被迅速、精准地通过反射镜定向投射。灯体在一个固定的位置上保持静止。聚焦、色彩、光型形和特殊效果都在灯壳内完

成。因此，扫描灯的灯光运动比摇头灯要快得多。

说到摇头灯，它能使整个设备实现水平、垂直方向的运动，使得光束无需通过反射镜便能被直接导向表演区域。几乎在所有的摇头灯中，亮度调节器都被放置在一个轭臂里，而电控装置则被安装在另一个轭臂里。

1981年，VARI*LITE公司研发了一种智能多功能聚光灯技术，并在摇滚乐队Genesis的演出中首次使用。该技术的研发最初是为了改进PAR灯的色彩转换，尽管最终的结果偏离了最初的意图。一开始，该公司设计了一套带介质膜幻灯片的换色器，并采用金卤灯和两个用于水平和垂直运动的电动机。

其间，像其他知名制造商一样，VARI*LITE公司推出了一系列创新产品，其中，摇头电脑灯可分为两大类：聚光型和泛光型。

· 聚光型 (spot)

这种聚光型电脑灯主要由两部分构成：带电控装置的固定基座和控制聚光灯轭臂的驱动器，包括照明系统。这种电脑灯的内部结构

是一个极为精密的系统。光源可以是自带反光碗的灯泡，也可以将光源装在一个椭球反光碗中。光源的类型为短弧日光型、短弧反射灯或高性能钨丝灯。最多有3个图案轮被安装在光束的成像平面上。它们既可以装上固定的图案片（被称为“gobo”），也可以装上可选择的图案片——旋转或倾斜角度可根据需要作各种调整。图案片由金属或对温度不敏感的玻璃制成。根据设备的类型不同，它们能投射出黑白或全彩图像。

戏剧舞台用聚光型电脑灯的一个附加技术是安装光闸和可变光闸。亮度可通过金属光闸（机械调光）、明暗玻璃滤光器或电子调光器调节。

根据灯的不同类型，可以通过CMY混色系统来选择几乎所有的色彩。CMY混色系统一般由3个介质膜滤色片（青色、品红色和黄色）组成。

可从一种颜色连续转换成另一种颜色（色彩渐变），又能简单地在不同色彩间转换。许多带CMY系统的灯具还自带色轮，使其能获得想要的，而CMY混色不能产生的色



图26.5a VARI-LITE VL3000聚光型摇头电脑灯 1200 W, 6000 K日光型, 10~60° 变焦, 2个旋转式图案轮, 1个效果轮, 介质膜色轮, CMY变色和CTO色温调节系统, 高端设备

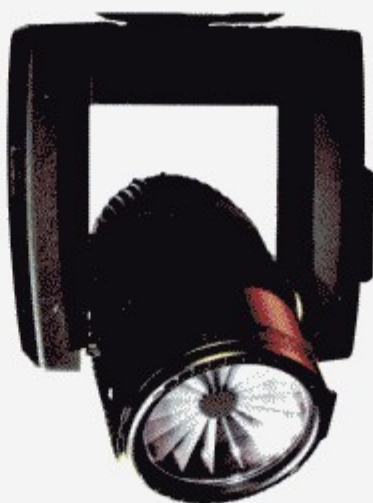


图26.5b VARI-LITE VL300泛光型摇头电脑灯 1000W钨钨灯, Dichro-Tune混色系统



图26.5c VARI-LITE VL1000 泛光型摇头电脑灯 变焦镜头, 机械光闸, 混色系统; 蓝色~琥珀色~品红色, 对流冷却系统, 375W日光型光源或1000 W钨钨灯, 高端设备

彩(如强烈的红、蓝色调)。此外,也可实行色温转换灯(CTB + CTO),或使用柔光滤光片用于柔光效果。由于制造商不同,有的聚光型电脑灯使用固定透镜,

而有的使用电动变焦透镜。根据灯的类型不同,有的聚光灯还配有额外部件,如放在光束上的旋转棱镜或旋转图案轮。图案变化是通过改变光束聚焦实现的,光线的焦点在图案轮平面间移动,使图案模糊、消除,并在光投射区形成新的图案。

· 泛光型(Wash)

从本质上说,泛光型电脑灯都是能产生柔边光束的菲涅尔智能聚光灯,一般采用传统菲涅尔透镜作为前部透镜。光束角度由前部透镜的焦距决定。

根据灯具类型的不同,焦距可

以是固定的,也可以通过前部的可变柔光镜或变焦透镜调节。此外,一些泛光型电脑灯也可调换透镜(如平凸镜、广角镜),以便于根据特定要求加以调整——如舞台高度、投射距离。在许多泛光型电脑灯中,光束的形状也可以通过光束塑形器(特殊结构的玻璃滤光片)来改变。VARI-LITE公司为这类灯设计了一套介质膜混色系统,通过调整介质膜滤色片的角度来转变色彩。

此外,电动灯罩也能安装在泛光电脑灯上,使得任何时候都能遮挡杂散光。

目前市场上也出现了一种电脑



图26.6 12单元彩色LED的脚灯,加法混色

图26.7 带3个控制通道的LED聚光灯,RGB加法混色



图26.8 摇头LED彩色聚光灯,RGB混色



灯组件，它的基本构造是电源、轭臂和光源。可根据要求，使其成为“聚光”或“泛光”灯具。

无论是“聚光”系统还是“泛光”系统，都可以在任何方向上快速移动，这使得大量地使用电脑灯成为可能。大多数“聚光”和“泛光”灯具都安装放电光源。

在戏剧舞台中，特别是在语言类演出中，应避免噪音。智能灯具具有一个存在了很长时间的问题，那就是它会产生机械噪音和通风噪音。但现在，大多数专业设备都使用了带有效冷却功能的可控排风系统，因此设备的运行变得越来越安静。此外，越来越多的设备已经不再需要冷却。演员们对这一技术进步感到很高兴，因为莫扎特歌剧的吟唱会变得更加动听。

· 镜面反射型电脑灯（扫描灯）

扫描灯是一个多功能聚光灯，光束可以通过一块移动的反射镜投射到指定区域。灯体固定不动。这种灯通常比摇头灯功率更大：最高达2500W。采用带反光杯的光源或在椭球反光碗中安装放电光源。这些聚光灯毫无例外地采用金卤光源。一些扫描灯中也安装了用于产生图案的图案轮，一个装有旋转式图案片，另一个装有固定的图案片，用光创造图案效果。色彩的选择可通过安装有介质膜滤光片的色轮完成。亮度可通过机械式调节，也可通过明暗渐变的玻璃滤光片调节。焦距可在制造商的参数范围内进行调节。

在比较这两种多功能灯具时，

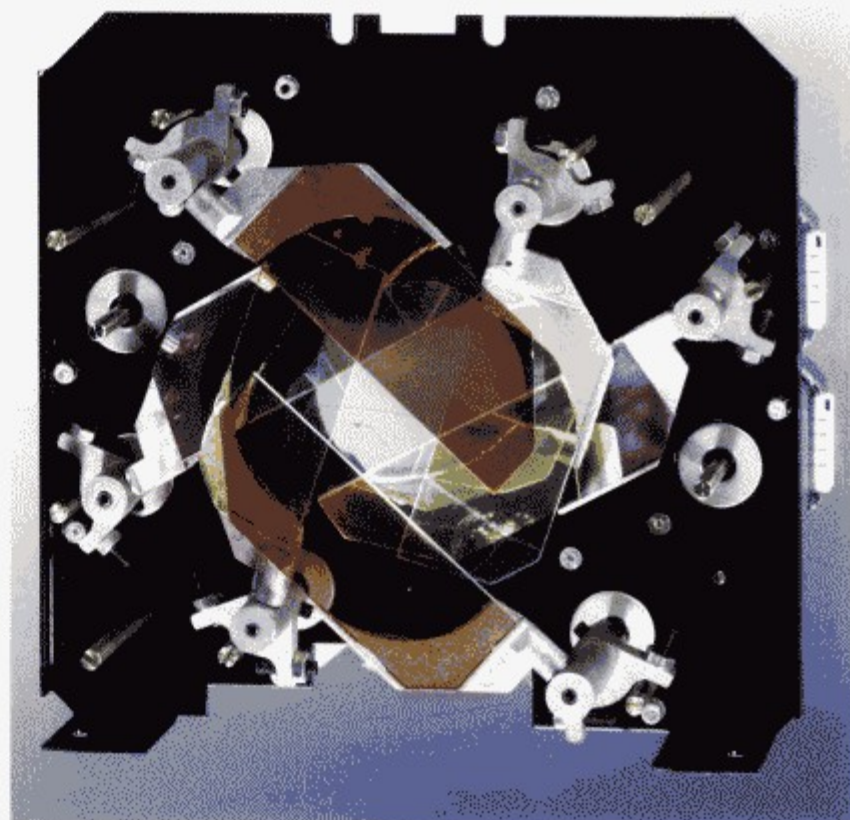


图271 扫描灯的混色组件



图269 带可变光闸的图案片组件。一个轮上装有旋转式图案片，另一个装有固定的图案片。

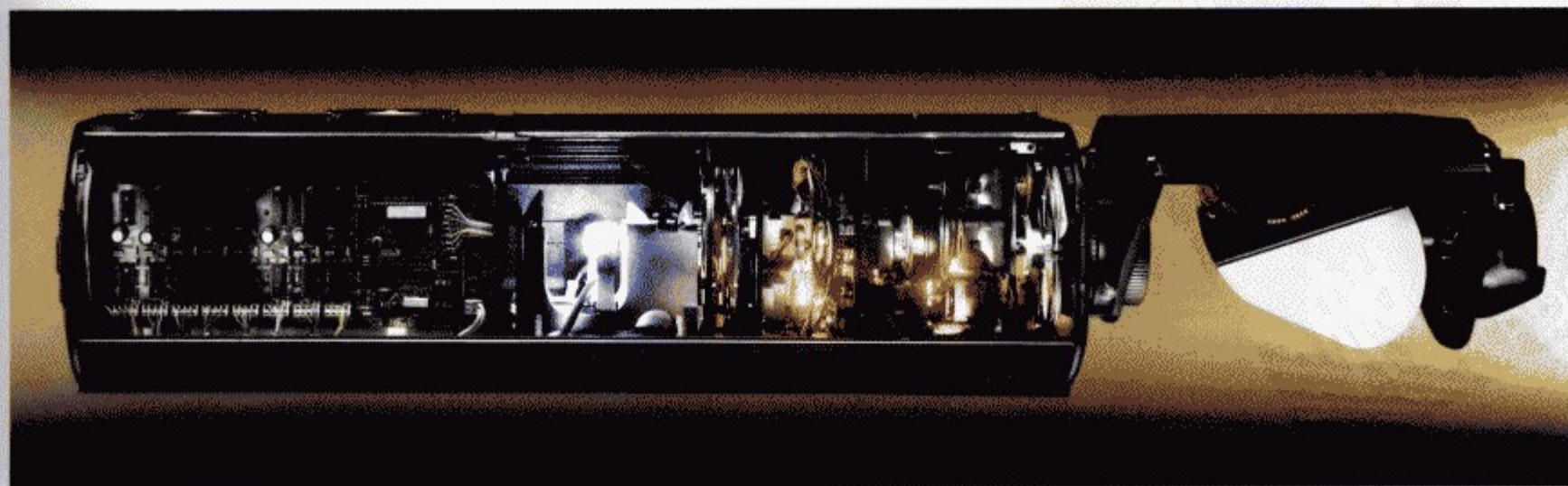
扫描灯		摇头灯
230°	水平运动	360°
80°	垂直运动	270°
	每秒速度	110°
110°	0.3sec	
1200W	日光型光源	600 W
约65 kg		重量最大约30 kg

应特别注意灵活性、速度和亮度。

所有这些灯具可由数字信号控制工作。但有些灯具具有自定义特殊控制信号，这意味着它们不能通过灯光

控制台操控。如果在灯光设计中使用较多这种灯具，就应在独立的设备中保存这些灯光的变化程序，并在灯光控制台旁边同时进行操控。

图270 可以看到内部结构的1200 W日光扫描灯。



换色器

传统的色轮已使用了很长时间，它安装在灯的前部或色匣里。这种设备被用于实现快速、可见的色彩转换，或在熄灯时准备下一场景的颜色。追光灯的色片盒中逐一排放数个色片，所选的色彩按预先的设定被加入光束中。色彩转换设备现在已经有了很大的改进，出现了结构完全不同的设备——卷帘式换色器。

卷帘式换色器由一个金属框架和两个色纸卷筒组成，具体尺寸由灯具的开口（镜头直径）决定。色纸用透明胶带逐一粘贴，最多可达20种颜色。在简易的卷帘式色器中，所选的色纸被直接安装在卷轴驱动器上。在卷轴上安装滤色纸的方法一般是固定不变的，但在定期更换剧目的剧场中，往往需要一定的机动性，因为如果需要大量更换色彩的话，用于取出旧的色纸卷再放入新的色纸卷的时间是很紧张的。

在定期更换剧目的剧场中，快速使用卷帘换色器成了一个难题。因为每天的演出和额外的排演经常要求新的、与以往不同的色彩变化。这时，带色匣的MAG MAX®换色器就能提供更大的便利和机动性。这种设备由电机驱动器和控制装置组成基本单元，安装在灯具上。装有色纸的色匣可插入此基本单元之中，当一种色彩组合在使用

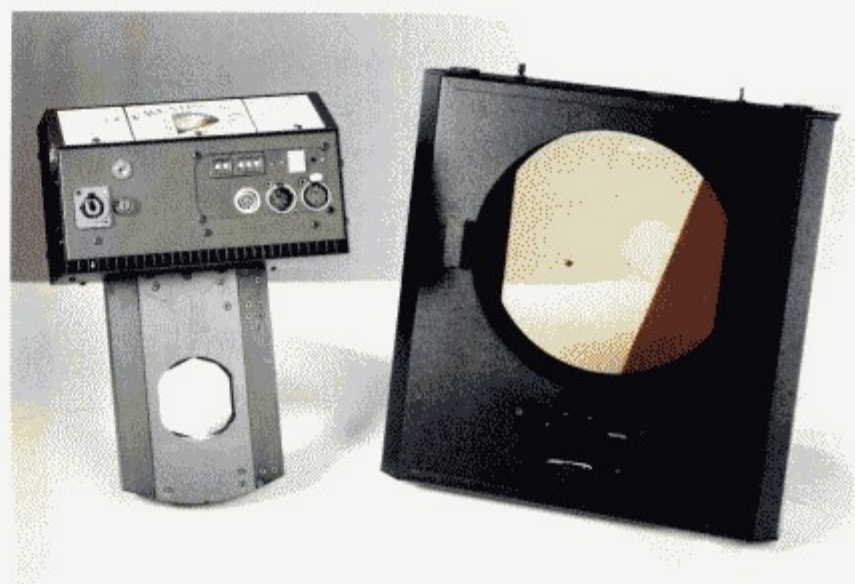


图272 左侧为适用于插入灯具的CMY换色器，右侧为安装在灯具前部的CMY换色器。

时，就能在工作间里准备下一个装有新色彩组合的色匣。这时的工作应尽可能仔细和谨慎，以免色纸粘贴错误。LT换色器是专为透镜直径20~50cm的灯具设计的，这种换色系统有下列特点：

- 最多可达20种色彩，色彩数量取决于其尺寸大小。
- 每种色彩可根据需要确定任何长度（受限于色纸卷长度）。
- DMX 512 USITT 或模拟信号（+10V）。
- 时间控制：1~600秒之间的单色转换。
- DMX控制风扇：风扇功率可自行选择。
- 用于DMX地址和数据显示的

LCD显示器。

- 多种语言的使用指导。
- 深色模式：深色保护。该设备能自动识别深色色纸色，这意味着深色色纸能缓慢地左右移动。

在舞台上，有时不仅需要快速的色彩转换，也需要慢速的色彩转换。在舞台上能感受得到一个有效的色彩转换，这也是灯光场景的重要组成部分。但只有在慢速、明显的色彩转换真正能平稳执行时才能考虑此效果。

CMY Ingenio换色器

这种换色器专门用于成像聚光灯。它被放置在透镜筒内，用于定焦和变焦成像灯。它适用于2500W以下的各种日光型聚光灯和白炽聚光灯。使用日光型聚光灯时，猫眼式的Ingenio换色器也能取代用于调节亮度的机械式光闸。采用CMY混色系统的介质膜滤光片能实现色彩的混合。Ingenio换色器可以通过DMX信号连接到任何调光台上，并需要5个通道完成所有功能控制。

色彩、色彩饱和度、亮度、散射（柔光斑）和速度分别由单个通道控制。亮度可以被调低以达到切光效果。此外，还能实现快速和慢速的色彩转换。

与其他CMY换色器不同，Ingenio色彩转换器能产生很高的色彩饱和度，接近单色光的特性。

该设备也能用于调节亮度，可加入色温转换滤光片或漫射片。



图273a 带色匣系统的换色器“Mag Max” 这种带DMX控制的基本单元与聚光灯相连，色匣是可更换的。

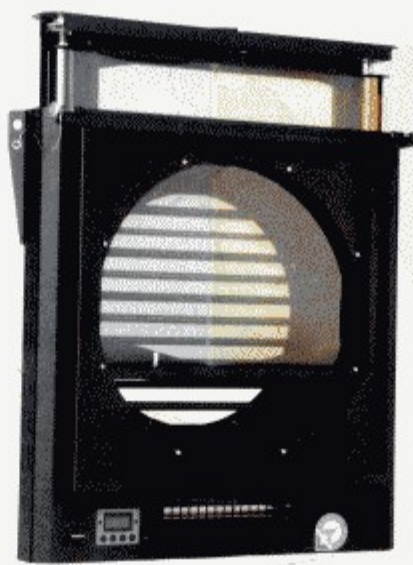
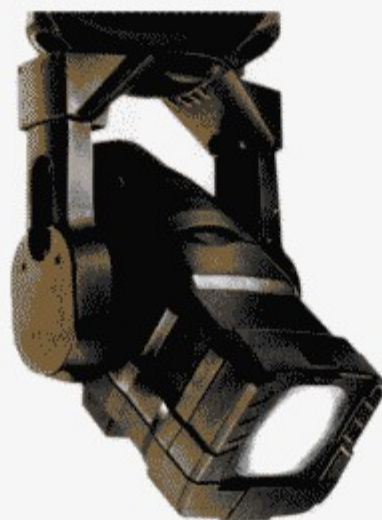


图273b 色匣系统和调光装置一体化的换色器“Mag Vader”

图274a Source Four Revolution——摇头成像聚光灯。750 W卤素光源，16~36°可变焦距，24色色彩转换，可根据需要与光闸、图案和光闸模块一起使用。

图274b 装有“Arena”自动灯弓的2.5菲涅尔聚光灯。

图274c 带控制环的“WARP”成像聚光灯，4个360°独立旋转的切割片，12~30°或22~50°变焦，800W卤素光源或575 W日光型光源。其他部件：对流冷却装置，可不带自动灯弓。



自动灯弓

自动灯弓是安装在灯具——大多数为日光型菲涅尔灯或白炽聚光灯——上的机械装置，可通过遥控实现水平、垂直运动。水平的旋转范围可达300°，但可180°旋转的自动灯弓就己能满足一般需要。垂直运动的范围可达60°，超过60°往往会超出白炽灯的倾斜容限。

遥控自动灯弓的其他性能则主要针对菲涅尔聚光灯调焦和遮光板。遮光板上的4片扇翼是可以活动的，有时整个装置都可以转动。最多时需要11个DMX通道实现这些遥控技术。使用这种遥控技术通常会要求对日光型灯具的调光装置的额外控制，以及换色器的控制。只有在同一个灯中将这些都结合在一起，购置如此昂贵的设备才有价值。另一项技术是遥控伸缩臂。在自动灯弓所能实现的运动之外，遥控伸缩臂还能改变灯具的垂直位置。这种技术的整套系统更多地被应用于电视演播室而非剧场。除此之外，一些生产商也提供无线电控控制装置。但有一件事是必须通过手动完成的：更换损坏的白炽灯或气体光源。

在戏剧舞台上，有些位置非常适合放置这类遥控设备：如用于逆光的吊杆，或者天桥的某些位置。此外，观众席的很多位置也适合放置遥控设备。如果特定灯具不需要经常移动的话，投资这样的遥控技术是个不错的选择。

自动灯弓是电脑灯的补充。因

为电脑灯无法产生大量的光线。我们通常会采用功率更大的菲涅尔聚光灯作为一般照明或定向照明的光源。

光纤

让光按照我们的预想进行传输是设计师想要达到的目标。现代科技使我们能通过多种途径实现这个目标。该领域的首次尝试出现在1870年，但直到1927年才被投入商业用途。这种技术在1956年被命名为“光纤”。我们许多人都知道，20世纪60年代，玻璃纤维被用于装饰电视机。今天，这种技术得到了大幅改进，已成为数据和图像传输中的重要组成部分。用于照明的光纤必须能传输所有波长的可见光，而用于通信的光纤通常只能传输一种波长。但被导入光纤的光能并不

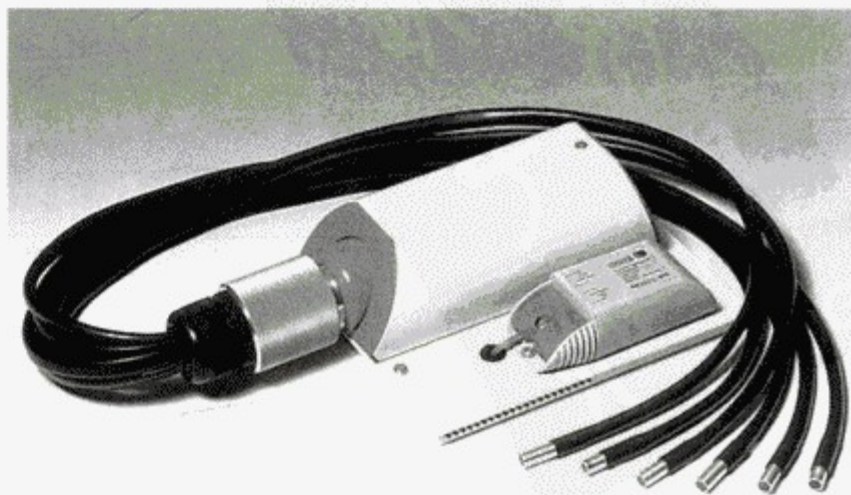
能实现无损耗传输，一部分光在光纤中因吸收和漫射而损耗了。这种损耗被称为“衰减”。当需要将单个光源发出的光传输到几个点上时，光纤的应用就显得尤为重要。光纤能够侧向发光，从而可以勾勒建筑的轮廓，此外，也可以直接使用光纤构成框架。

将光导入光纤的理想光源是带反射器且色温为5600~6000K的短弧放电灯，或3200K的低压钨卤白炽灯。但在亮度方面，这两种灯都不尽如人意。有些制造商还将硫灯作为光源使用。

光线可通过反光泡或小型光学系统导入。灯和光学系统连同电源（变压器或触发装置）和其他部件（如隔热片、色轮和图形轮）被安装在同一个外壳内。

玻璃或塑料制成的光纤束的接

图275 20~50W光发生器，用于连接端发光或侧发光的光纤。灯与电子变压器分开封装。



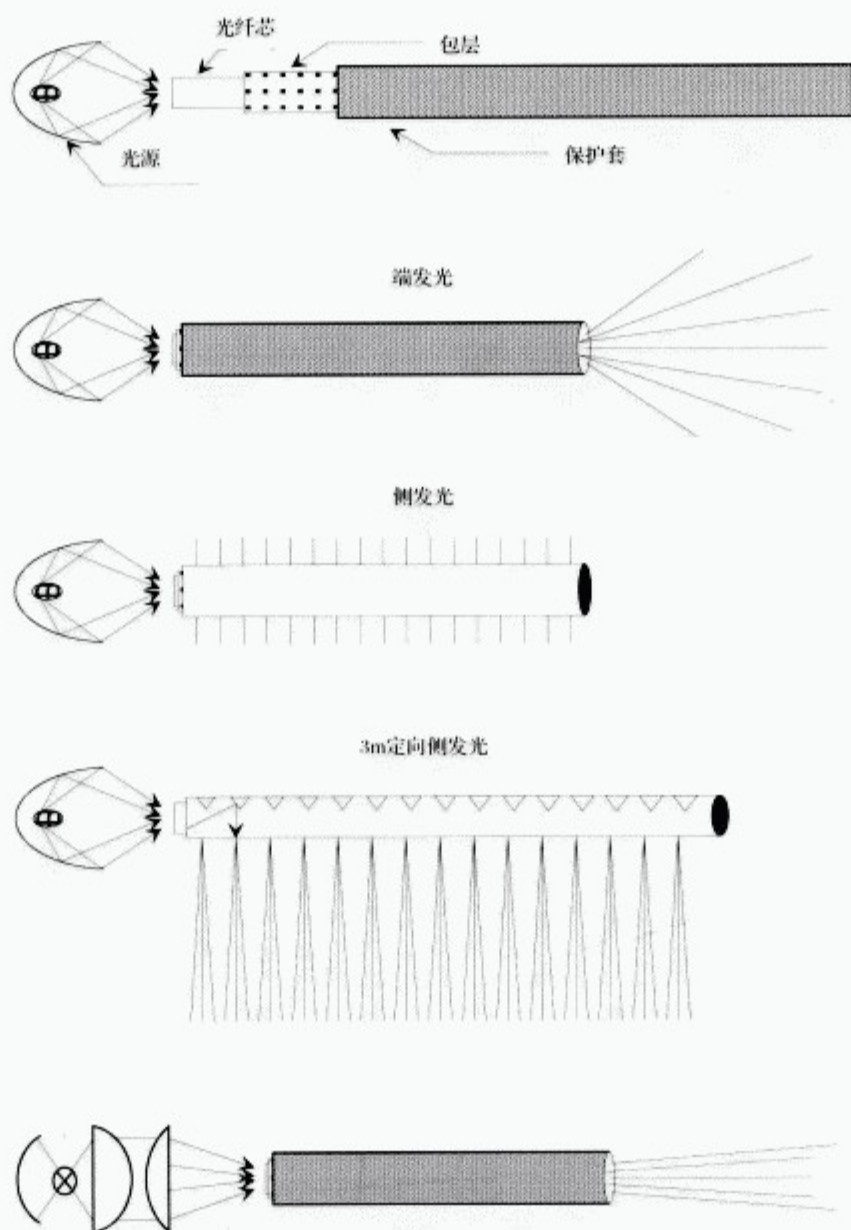


图276 光纤光学结构。

头被置于发射光轴的中央。光线呈 65° 进入玻璃光纤，呈 61.4° 角进入塑料光纤，离开光纤时呈同样的光束角度。市场上也有专门用于增强光学设计可能性的设备，如最多可同时连接4个光纤接头的设备。

下面对玻璃光纤和塑料光纤（PMMA）做一下比较。

玻璃纤维的光导管直径为5–200mm，其中直径为50mm的是照明应用中的标准型。极细纤维的数量极为庞大，一束玻璃纤维一般由100–100000根纤维组成。塑料光纤的直径为1mm。

远距离光源技术的优点在于，可以将光源放置在容易操作的地方；换句话说，不需要把光源放置在照明位置上，以避免产生过强的紫外线或电流。光纤的使用长度取决于光源。适用于低压白炽灯的光纤长度可达30m。如果要满足更长

的距离要求，可以采用从两端导入光。其原理是基于内部多次反射。光线可以从光纤一端导入，并通过光学装置调整到合适的角度——除非使用光学装置加以调整，否则出射光线一般均呈 65° ——或持续沿着整条光纤向外导出。光学装置可以接在光纤末端，用来聚焦或发散光线；具有装饰性的玻璃或塑料光纤可以作为发光体，这取决于所使用的领域。光纤内的光传输方向完全由其表面特性决定。

光导系统一般是由数根而非单根光纤束组成。这些光纤束聚合在一起形成光束，可以将它们粘合或熔合在一起，再用接头连接到光源上。光源通过安装在内部的色轮或

图277 带抛物面反射镜的灯。在使用光导管时，光导管被放置在反射镜上。

图案轮达到预期的形状和色彩。根据光纤的直径，一个光发生器最多可接400根玻璃纤维、800根塑料纤维，曲率半径取决于单根纤维的数量及其直径。置入3根直径1.8mm纤维的覆膜导管，曲线半径为5mm；置入75根直径8mm纤维的覆膜导管，曲线半径为20mm。

光线可以从光纤的末端或侧边导出。为实现侧光发射，光纤被绞绕在一起。这里，光纤束被透明的外壳保护着，直径一般为9–17mm，曲线半径一般为50mm。无外壳的单根细光纤可用于制造特殊效果。

我们也可以在光纤一端有效地控制光的发射。

采用玻璃光纤还是塑料光纤由使用的耐久性决定。与塑料光纤相比，玻璃光纤还有下列特性：

- 更好的耐用性
- 更好的抗高温性
- 更好的防火性
- 更好的抗碱性
- 更好的抗压性

戏剧舞台中更多使用塑料光纤，因为其价格低廉。

概要

- 光纤束的曲率半径取决于其外径。
- 光纤束直径一般为4–6mm。例如，19号塑料纤维的直径为5mm。
- 白炽灯的端发光光纤最长可达10m，日光型的光纤最长可达30m。
- 单头的侧发光光纤最长可达17m，双头的侧发光光纤最长可达40m。



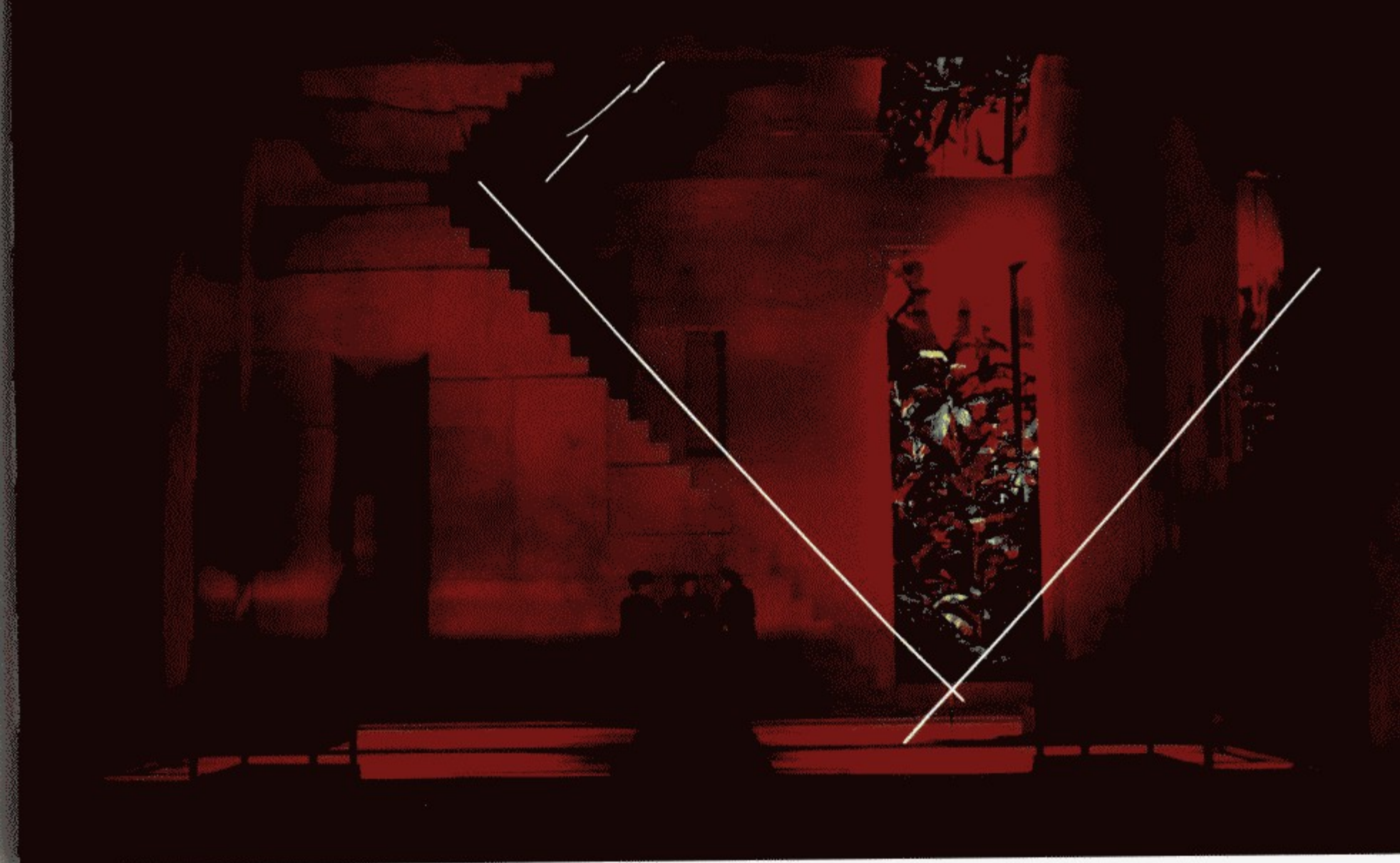


图278 发光板。亚瑟·考皮特 (Arthur Kopit), 《涅槃之路》(Road to Nirvana), 导演: 戴尔特·多恩, 舞台设计师: 约根·罗斯, 慕尼黑室内剧院, 1992年。

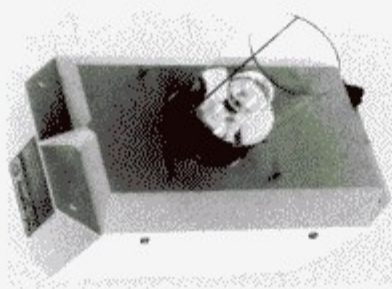


图279 电动驱动的硫灯和微波灯罩。

Solar 1000

这种照明装置是由一个光源和一个反射镜构成的, 在“光源和灯具”章节中有详细描述 (详见第91~92页)。这种灯的光源是一个硫灯, 它被放置在抛物面反射器的内部。硫灯的发光点太大不足以利用抛物面反射器的光学特性产生平行于轴的光线。

Solar1000发出的光线可以通过反射器散布到很广的范围, 或通过内部带棱的塑料导管组成的光导系统进行传输。这些导管的直径为

25cm, 每段长达2m。在保证没有明显光损耗的前提下, 总长可达22m。

发光片 (发光板)

从1991年开始, 灯光设计师又多了一个可供选择的工具: 电致发光片, 也叫发光板。这种新型光源带状的约厚1mm, 塑料或玻璃板的厚约4~12mm。除此之外, 还有其他各种尺寸可供选择。箔片式的发光板甚至可以根据需要自行裁切。

这种发光板在戏剧舞台中的使用越来越普及, 因为它很易于粘在布景上。发光板可供选择的尺寸很多, 还有带式 and 绳式的。这种发光板可全范围调光, 调光需要变频转换器和电池, 发光板能很方便地置入移动设备中, 如发光小道具。发光板在关闭时呈灰色, 直到打开时才会呈现真实的色彩。它还可以根据需要在打开和关闭时都保持相同的色彩。发光板的材质是抗冲击的, 2~5cm厚的发光板是柔性的。

功率:	约200VA/m ²
电压:	230V/50Hz 或 110V/60Hz
标准:	0~130V/300~1000Hz
亮度:	约200cd/m ²
均匀性:	> 95%
色温:	3200~6000K
调光:	是, 0~100%
使用寿命:	> 10000h
标准色:	白、黄、红、蓝、绿、粉 色等, 其他颜色可定制

图280 第120、121页
阿利伯特·雷曼 (Ariber Reiman)
Bernarda Albas Haus
导演: 哈里·库普费尔 (Harry Kupfer)
舞台设计师: 弗兰克·菲利普·斯格罗曼
(Frank Phillip Schloßmann)
拜仁州立歌剧院, 慕尼黑, 2000年

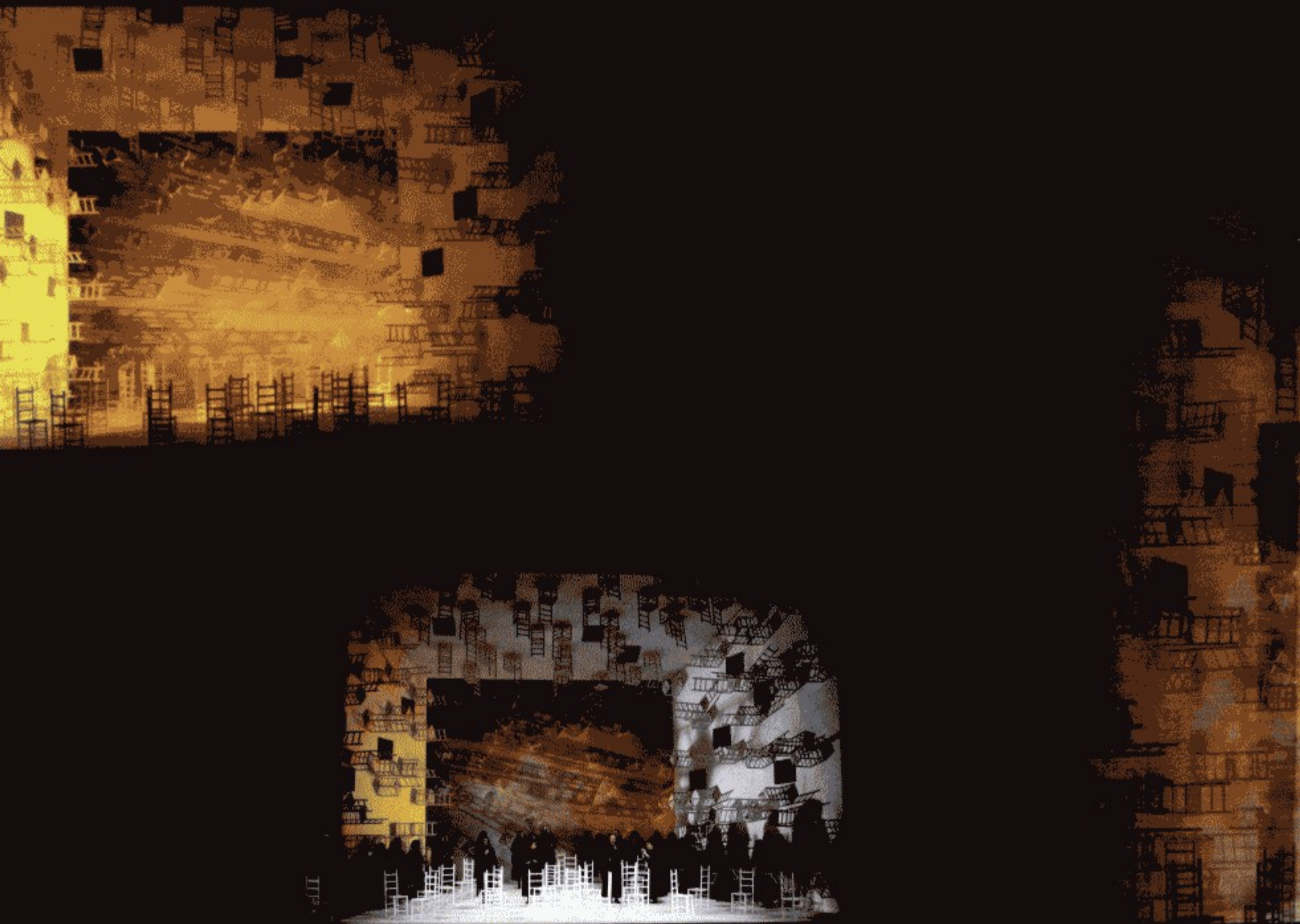






图282 博托·斯特劳斯 (Botho Strauß)
《最后的合唱》(Schlusschor)
导演: Dieter Dory中文译名
舞台设计师: 约根·罗斯
慕尼黑室内剧院, 1991年。



线缆连接器

所有的电器设备都连接到灯光控制台实施控制。经验表明，这些连接插头常常被处理不慎。成功有效的舞台灯光需要所有连接保持安全可靠。除了接地线之外，结实的家用插头不能防止插头的意外断开，因此剧院采用专用连接插头。在很长时间内被视为行业标准的“Eberl插座”正在被国际标准插座（CEE）所替代。这种插头更注重安全使用，可惜稍稍有些大。

还有许多特殊插头座，使用何种插头要根据具体的任务而定，根据使用电压、电流配上相应的接线。

多芯系统

通常，电流是通过带接地的家用插头、Eberl插头或CEE插座组成的电缆传输到各种设备中，换言之，就是如果有很多设备，就需要很多电缆。通过一条电缆将电能传送到配电箱的供电方式更有效率，在这种情况下，多条电路（以6条为准）共用一条电缆，并且这些电路又各自接连接器。在戏剧舞台或演出现场安装和拆除各类照明设备时，这种连接器系统保证是节省时间的。

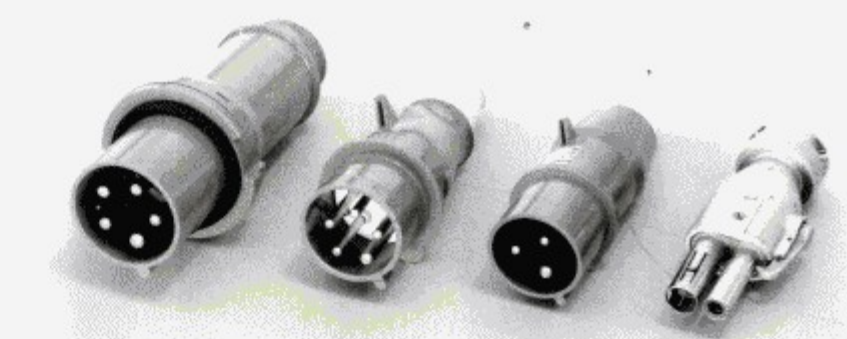


图283 CEE插座，最右边有一个Eberl插头



图284 不同厂商生产的各具特色的插头



图285 Harting多芯输入，6路家用插座输出（译者注：Harting为德国连接器品牌）



图286 Harting多芯输入，6路家用插座输出，Harting多芯输出

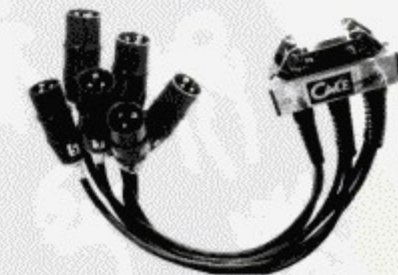
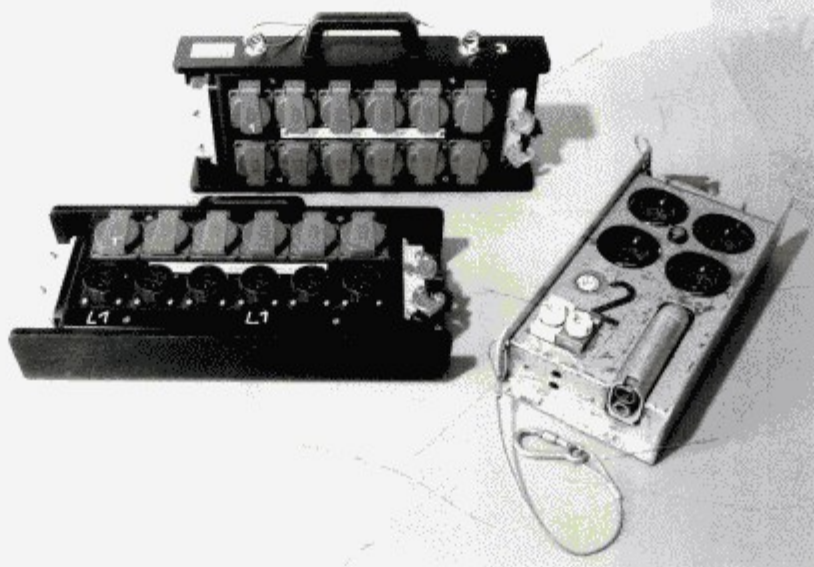


图287 6个CEE输入，多芯输出

图288 插座单元，顶部：Harting多芯输入输出，12路输出；底部：Harting输入输出，6路输出，同时并联了可调光荧光灯插座；右侧：Eberl输入，4路输出



图289 移动DMX信号分配器，控制自动灯弓、换色器、机械调光器等等，并为这些设备提供电力。

现在，大多数电联接系统都使用“Harting方案”。坚固耐用的外壳和紧扣的锁夹证明Harting方案的价值在于其可靠的做工。它尤其适合于出租和出售灯光设备的公司。

德国标准规则要求：所有的连接插头必须相互锁住，一旦发生连接插头松开时，必须有一个残余电流操作装置来切断该插头的电流。

用电插头做好连接并不表示工作的结束。例如，用于灯光吊杆

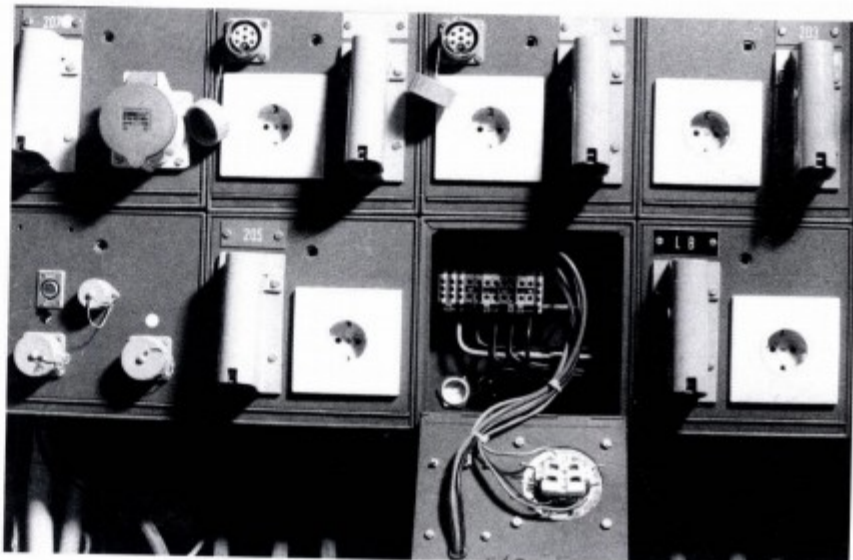


图290 插头盒：顶部的左边为接有开关的32AEberl和CEE插座，中间为连接可调光荧光灯具的多极插头，16和63A，3种插头都是单一灯光回路。底部的左边为控制装置的特殊插座。

多芯系统参数		
	3 x 5000W	6 x 2000W
	4 mm ² /30m长	1.5 mm ² /50m长
额定电流强度	25A	10/13A
回路数	3	6
线数	7	13
插脚分配		
回路号	1 2 3	1 2 3 4 5 6
相线	1 3 5	1 2 3 4 5 6
零线	2 4 6	9 10 11 12 13 14

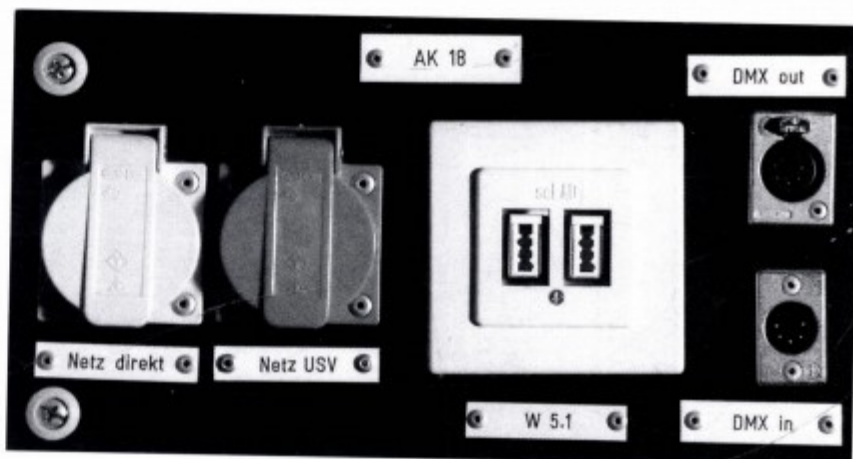


图291 具有控制功能的固定接头盒。从左起分别为：直通插座、为数据的发送和转发提供独立的电源、为网络控制、显示器和打印机设置的以太网连接口，DMX信号输入输出接口。

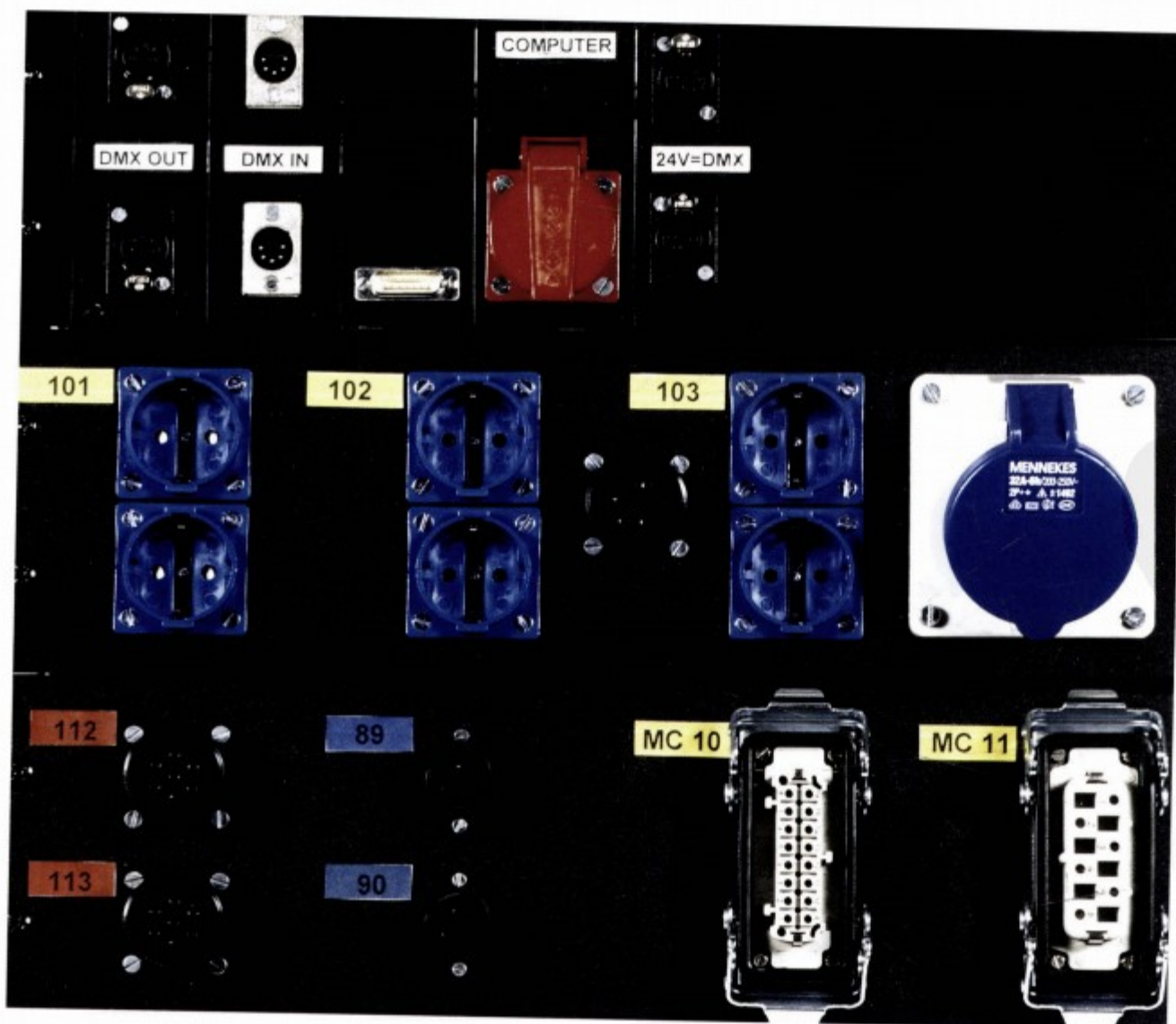


图292 最新式的插头盒：DMX信号输入输出、DMX 24 V、CEE插座、连接可调光荧光灯具的多芯电插座，由6个2000W和3个5000W电路组成的多芯多极连接器。

上的特殊带状电缆应放入管内（线筐，见图298）。只能处理少量电路的卷线机安装在活动梁的最高处。电缆连接在灯杆和卷筒上，如果装有灯具的灯杆下移，电缆会自动从卷筒上伸展下来。

图297中显示了一种十分有趣的链条，并可以有进一步的发展。塑料链条由许多盒形小环组成，电缆线在小盒内运行，并且链条在最大可移动范围的上下两端被牢牢缚住。

灯具和其他附件也要通电，因此也要将它们牢牢地固定在特定的位置。如果不能使用三脚架，则必须悬挂安置，悬挂点应该很坚固，很安全，足够能承受设备的重量，以防止混乱局面的产生。灯光设备行业为各种需求提供了丰富的选择。

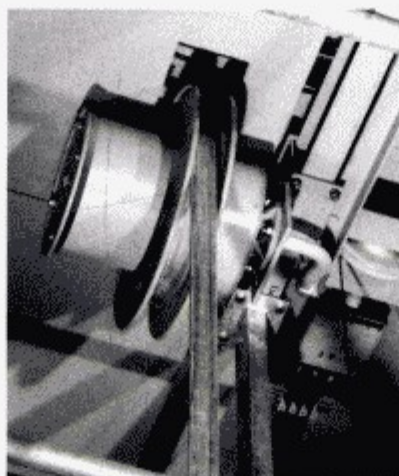


图293 装在顶棚的卷线机，3个回路。

DMX——DMX地址码设定

在使用数字信号以前，每个控制单元必须安装模拟信号控制线，如马达或继电器。信号以电压形式传送到接收装置。由于若干套不同的设备（其中有些设备有不同的控制要求）通常同时由同一灯光控制台控制，这项技术变得不仅很费力，而且很昂贵，并且，此类模拟控制技术十分容易发生错误。使用数字系统能大大减少这类数据技术的弊端。

在剧场和演播厅最常使用的控制技术是标准的DMX 512（数字多路传输，1-512回路）。DMX 512标

一个数据链（最大为512数据帧）



- 带中断信号和起始码的复位信号
- 0和1sec间的中断信号
- DMX-512数据帧
- 2个数据链之间的中断信号

图294 DMX数据链。

准协议串行方式传送的数字信号，这意味着512个灯光控制通道的所有数据能从单条电缆上一个接一个地传输，导线的数量远远少于模拟技术所需要的量。由于只传送“1”和“0”两种信号，数字控制技术极少出错。

然而，除了这个数据信号，有时还要为终端接收设备提供电源，除非使用所谓的分配器（电源信号放大器），同一插头上为马达提供24V直流电。不同的制造商对这类解决方法也有所差别，并且不完全按标准执行。但是他们确实去除了为附加电源供应的必要的导线。

为了使DMX信号控制下的各种设备能获取传送数据中的正确信息，每套设备必须有各自的地址，并且能独立鉴别每一个功能。在设备的控制面板上可以直接分配这些通道。最多可有512条通道，可以将多个设备的相同功能设置为同一地址，它们将同步运行，如电动灯弓的水平垂直运动。

DMX 512数据传输的简短概要如下：512条通道中任何一条通道都可以在0到100%之间设置一个值，这个数值在控制台上被编码成8 bit数字。每个数字（字节）由确定的8 bit数字组合而成，在这个范围中，数字1表示直流电压为-12V到+12V；数字0表示没有直流电压。从0到255的数值相当于

模拟量从0到12V。一个字节包涵一个起始位和两个终止位。每个bit信号需要4 μs，因此一个字节需要44 μs。

由DMX数据包传送数据，以满足设备的需求，从起始序列直到第512个的数据组成数据帧。

起始序列中有一个复位信号，用来设置数据流为低电平到至少两个字节的周期（88 μs），这是设备接收信号的预备阶段。起始码后是一个短暂的中断信号，紧接着就是按顺序发送的512个数据帧的传输信息。

设置了地址的设备等待所需数据的传送，并且处理这些数据后，传送给不同的功能部件，例如，调光百叶窗、换色器中转动色纸带、触发镇流器或继电器、驱动自动灯弓和电脑灯。

在最后数据帧（512）以后，数据链的结尾会有一个中断信号。

数据传输需要有效的屏蔽双绞线和5芯XLR插头连接。用5芯标准插头连接，DMX 512控制线只需一秒就能操作（5芯插头的插脚分配见下页）。

虽然在理论上数据传输距离可以高达1200m，但是数据线的推荐长度应不超过300m。如果在一条线路中为许多设备同时提供信号，应该使用较短的连接线。

尽管DMX 512标准数据传输已



图295 DMX数据帧

经在实践中相当成熟了，但用户仍经常会遇到把DMX设备与老式的模拟灯光控制台相结合而产生的问题。

灯光行业中有适当的电子转换器可供使用，称作“解码器”，它使DMX能驱动模拟的调光器、镇流器、马达、继电器等各种灯光效果设备。

然而，DMX技术确实有它的缺陷。由于各个设备通常是串接在一起的，如果这一链路中有一处中断，随后的设备就不能接收到信号。由于这个原因，推荐一个数据链路最多连接20个设备。不同的数据链路连接到一个信号分配器上。另外，数据链路的最后一个设备要接一个120欧姆的终端器，以便使数据的干扰和信号反射减至最小。

如今所使用的设备变得日益复杂，因此，DMX数据传输的不利条

件是有限的控制通道、缺乏对信号的检验，以及缺少对信号干扰的保护。

现在的数据传输标准发展到双向的数据传输（以太网），这意味着连接设备能将状态信息回传到控制台。这个数据传输方案能更迅速地处理信息，并且能在更远范围内准确无误地传输更大量的信息。数据也能在光纤中传输（玻璃纤维）。

5芯XLR插头的各部分功能如下：

插针号	功能
1	接地（屏蔽）
2	DMX负极
3	DMX正极
4	无功能或第二组信号的DMX负极
5	无功能或第二组信号的DMX

正极
插头：接收
插座：发送

配接电路

在早期的灯光系统中，连接控制台、调光器和插座的电路都是固定的，这3个设备一起构成了一个固定的单元。电脑控制的灯光控制台已经把新颖的和更有灵活性的连接设备集成在这个系统中。这就是硬配接和软配接。

• 硬配接适用于插座与调光器相连（比如，连接在高电压一侧），包括聚光灯和调光器连接。原则上，这是旧配接面板的更新版本。

• 软配接适用于灯光控制台，用键盘将控制回路和调光器相连。在这个配接方案中，一个回路号与一个相应的调光器相连，是在低电压一侧实施的。

多芯DMX

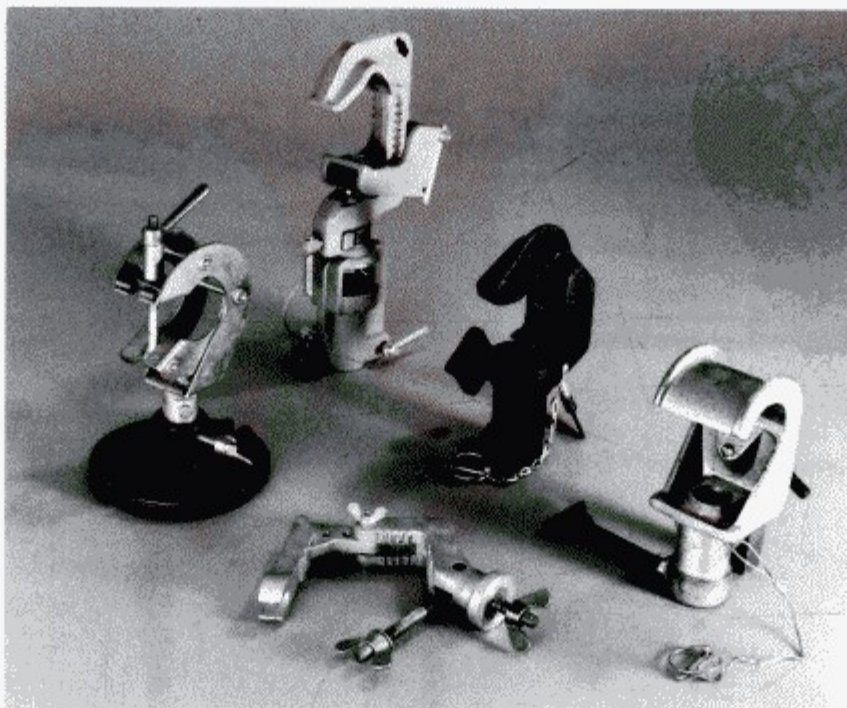
多芯DMX导线是传送各种数据的柔软的多芯导线（例如：1 × 230 V、1 × DMX和内部通信连接系统）。对特殊位置的连接（比如观众席上的控制台）来说，这种连接就变得很有意义。这就意味着灯光控制台的供电、调光器、电脑灯、换色器、电动光闸等DMX控制的连接，以及其他基本通讯设备的连接，不仅能准确地建立起来，而且能在最短的时间内直接投入使用。

特殊效果

有很多方法可以让创意变为现实，但有一点很重要：设计师必须掌握相关的理论知识和技术才能实现特殊的效果——不应只是偶然一次的成功，而是每次都能获得理想的效果。

• 烟雾机品种丰富，目前主要有3种：干冰雾、化学药品产生的浓烟，以及裂化油的薄烟。干冰的优点是雾能在地面保持很长时间，很稠密，并且能大量飘过一个特定区域。化学药品产生的烟雾机种类繁多，设备通常放置在舞台后方，用管子将烟雾导向舞台。无线遥控的烟雾机也非常有用。

图296 各种灯具挂钩



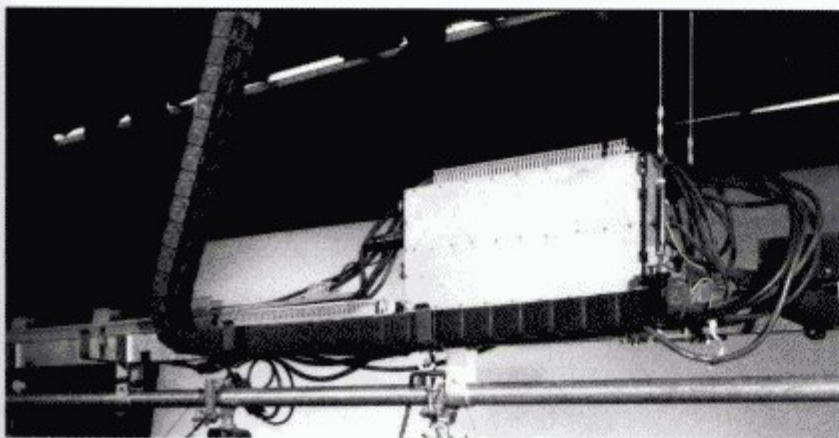


图297 链形电源线槽。

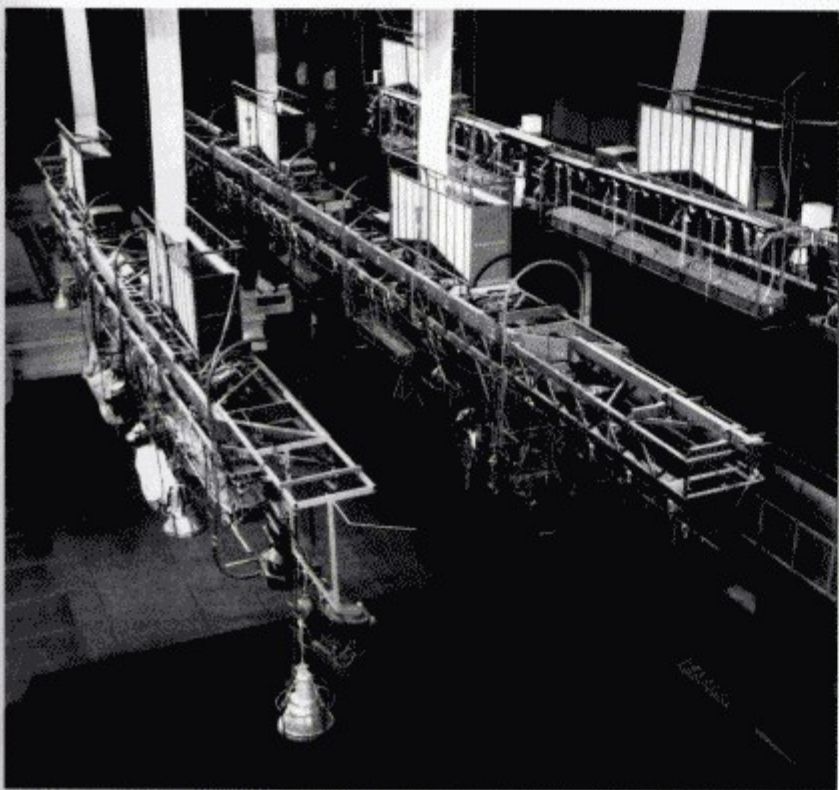


图298 电动灯光吊杆，灯具的供电电缆缝在织物中，形成带状扁电缆，电缆由收线筐收纳。

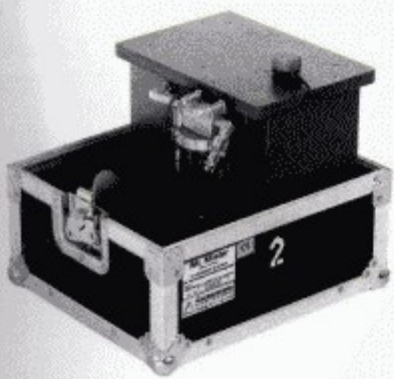


图299 裂化油薄烟机。

薄烟机所产生的烟不如正常的烟稠密，因此会创造有趣的效果。空气中的烟使聚光灯的光束清晰可见，并且作为一种灯光设计元素，使舞台变得生动。使用烟雾并不是完全没有问题，四周的温度和流通空气会在一定程度上影响到烟雾的流动，是否能停留在所要求的水平位置，或向观众席飘散。

· 这里就不必详细描述频闪灯了。若干频闪灯应该连接到一块中央控制面板，来编辑所需效果的程

图301 烟雾器。后侧：干冰机；前部左侧：大功率烟机器；前方正中间：手持烟雾机；前部右侧：小型遥控烟雾机。



图300 悬挂式烟雾器。

序。

· 胶片环带和效果转盘作为附件加在幻灯机的前面。为获得不同效果，可以使用可更换的胶片或转盘，它们可以插入各自相应的装置中。物镜决定了所需的图像尺寸。

· 闪电效果的完成有点困难。

要使闪光有效，那么剧院就要保持黑暗，但同时这样会妨碍闪光前后的灯光效果。

灯箱、幻灯片，或者图形投影机都可以制造出“Z”字形“梦幻

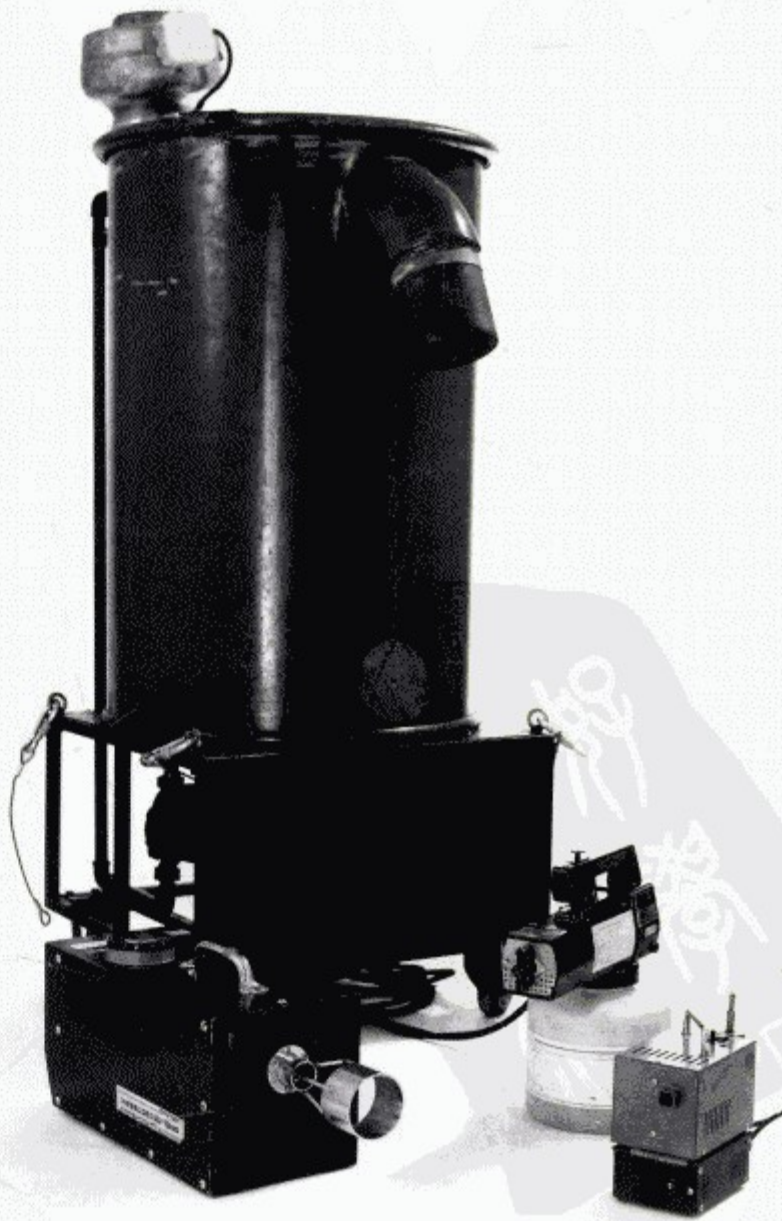




图302 左边：闪光灯附件，右边：有抛物面反射的闪光灯，特制的石英闪光管连接到一个闪光发生器。

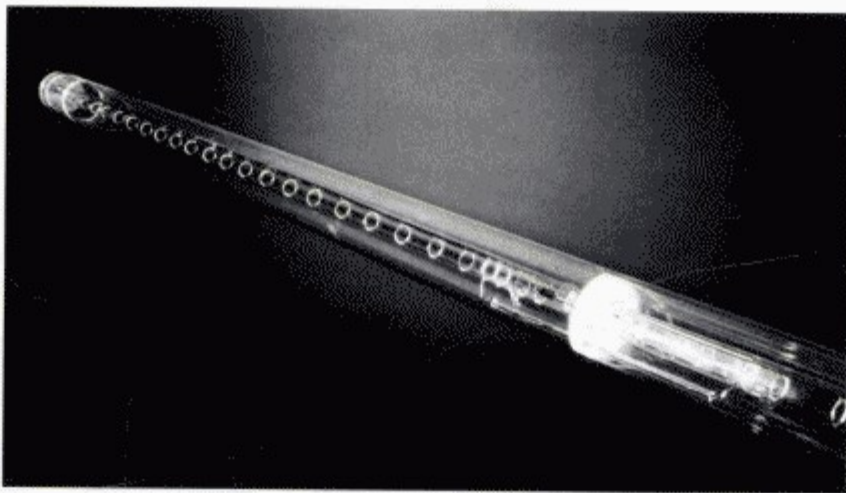


图303 闪光管，长2110mm，直径60mm，两个派热克斯耐热玻璃管，使用时连接到闪光发生器。

一般闪电形象”。如果程序设置每个插座按序亮起，那么照相用的超压强烈溢光灯便可轻松地达到移动灯光的闪电序列效果，或者用逐渐减少灯泡闪光的方法来完成。基本上来说，除了白炽灯都可以用作闪电。这些包括荧光灯、霓虹灯、碳弧设备和氙灯。

荧光灯可以在常用系统中瞬间通电点燃，或者直接以每1.2m或1.5m长的灯管上加1000V的电压来进行短时间的激发。

火药棉令人印象深刻，但由于它和其他烟花效果一样存在弊端，所以它们几乎不在有限的空间内使用。

高亮度闪光氙灯

曾有人提出一个关于闪光的问题，这是一个可以理解的愿望——产生尽可能明亮、短暂的闪光。在

慕尼黑室内剧院，我们已经开发出功率很大的闪光灯了。

这种闪光灯的基本设备——被称为“大巨响4000”，包括下列部分：

- 配有操作面板的单灯电源
- 用于短时流动使用的备用电源小车（大约10min.）
- 灯体内装有4000W氙灯

灯体中有一个水平放置的

4000W氙灯灯泡，短弧灯泡设置在相当精确的抛物面玻璃反光碗的焦点上。灯具出光口的直径为35cm，盖有瑟莫潘双层隔热滤镜，为片状金属光闸提供保护。同时还有3个390 × 390mm用于玻璃滤色片的插槽，闪光设备有3种闪光方法。所需要的闪光模式和类型在主电源面板上预选。可以在主预置面板或灯体自身上触发选中的模式。该触发器也可远程控制，并且可以用同样的设置方法来远程控制一套触发器组合。

闪光的强度取决于闪光的长度和闪光的排列。最明亮、最短促的闪光灯持续闪烁0.2sec需要800A电流，这个光是日光型的，白中带青，并且用于连续发光的灯中几乎没比氙灯的色温更高了。也可选择另两个闪光等级：

- 500A、持续1s
- 350A、持续2s

每节电池的容量为12V/210Ah（安时）。5节这样的大电池可产生120A的电流，能连续使用约10分钟。但是，灯泡必须进行强制性的风冷。

非连续性的闪光可以不经冷却。电池车可以用涓流充电的方式，来长期保持电力。电池寿命大约为4到5年。当然，也可以由交流电供电，但需转换成直流电，而且只能固定使用。这种高输出闪光并不标志着舞台发展的最后阶段，但目前来说，把如此沉重的负荷加载到氙灯来释放短暂强光已成为可能，即使环境光相对较亮。用旋转的镜子或一块碎玻璃拼接表面，可以进一步改善光束或扩大它的使用范围。下面数据是该灯泡的测量数据：

距离：20m，光斑直径：约1.2m			
连续使用	120A	50000lx	5500K
闪耀0.8s	250A	140000lx	5500K
闪耀0.8s	500A	433000lx	5780K
闪耀0.2s	800A	610000lx	5780K

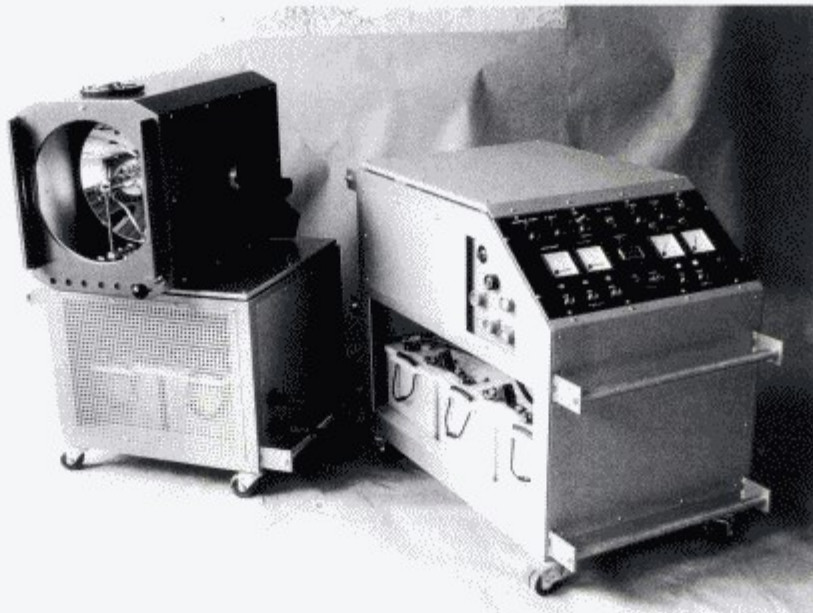


图304 4000W高功率氙气闪光灯与供电小车

线都朝向灯的对面。这需要4个供电回路，并与多芯插头单元连接。考虑到观众视线的问题，由小灯组成的灯环必须不被穿帮。这个如此与众不同的灯具就能完美地融入通用照明。

• 创造雪和雨的环境时，灯光设计师也面临重重困难。造雪机吹起白色薄片，翻滚着飘下舞台。如果小雪要下相当长的时间，那么就得使用一个较大的装置，不然就得采用人工造雪，就是由工作人员把雪片从灯光桥或从更高的地方撒下来。

自制灯光效果

我们开发了一个“射击”效果。低压白炽灯以一定模式挂在吊杆上，每盏灯单独控制，并以指定的速度和顺序自动开、闭。当最后一盏灯亮起的时候，斜对着最后一盏灯的霓虹灯管放出短暂的闪光，象征着射击。此后，一盏闪光灯立即被点亮。整个程序由进程开关启动并存储为一个灯光场景。

如果在舞台上的房间里使用带灯罩的灯，那么这个灯罩应该尽可能发射出更多真实的光线，但是单单用一个灯是不够的。图306所展示的方法为灯具的排列提供了好思路。中心灯光垂直照射下来，

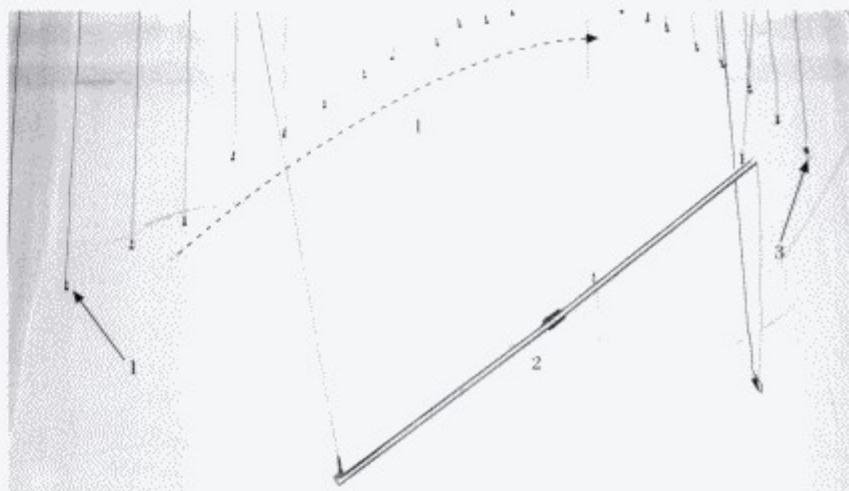


图305 “射击”方案：1. 飞行轨迹中的单个小灯；2. 霓虹灯管开枪信号；3. 闪光灯

3个家用灯泡用于普通照明和消除阴影。为了给表演区域提供更多、更明亮的灯，在外圈安装若干个12V/50W的反射泡，每一盏灯的光

图306 有4条内建电路的灯罩：其中2条电路为表演者而设，1条电路为灯罩而设，1条电路为桌子而设

图307 造雪机把五彩纸屑滚轴在布中。电动滚轴转动得相当缓慢，五彩纸屑也不断地、慢慢地从布中飘到舞台上。

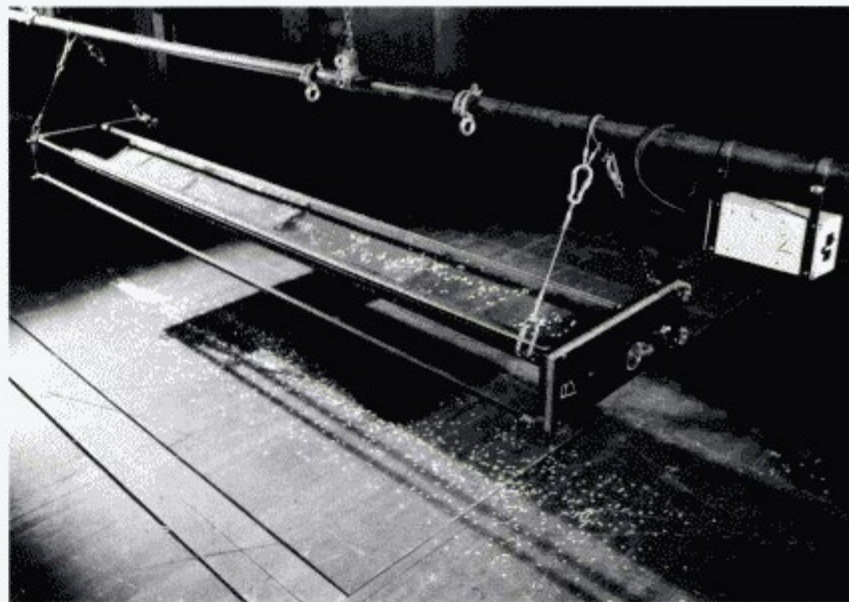
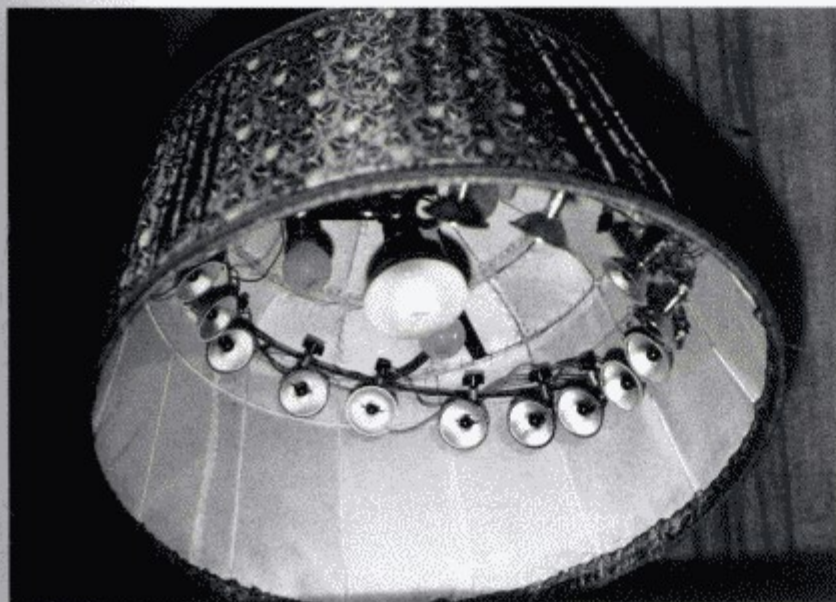
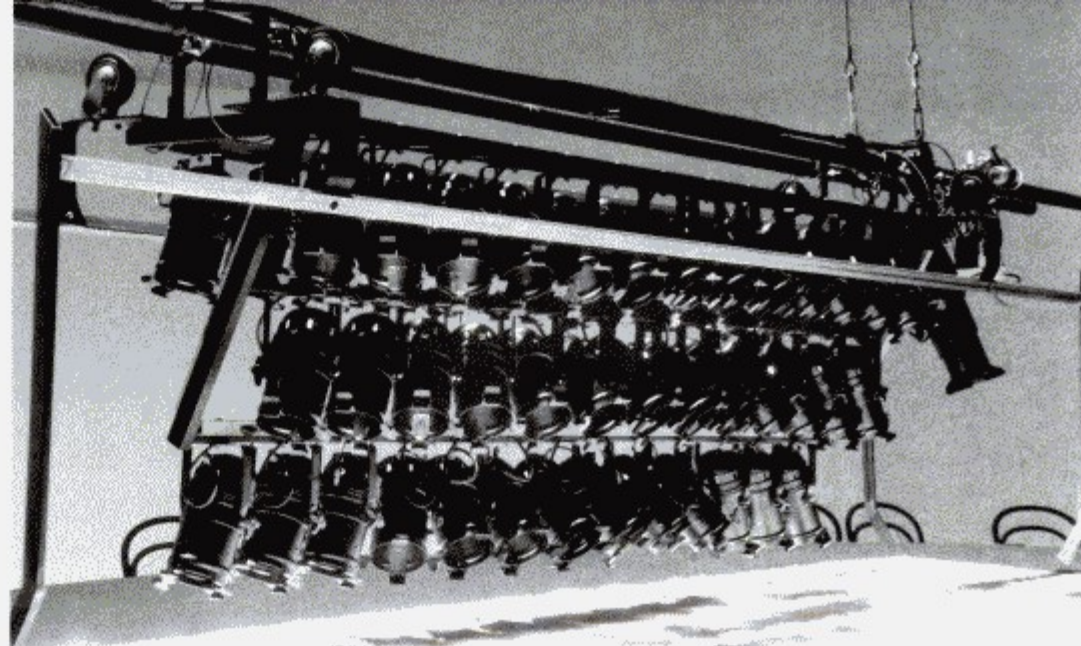


图300 由56个PAR46
(30W, 6.3V) 聚光
灯组成的灯排, 灯具
分多层分布, 使它们
的光束不会交叉



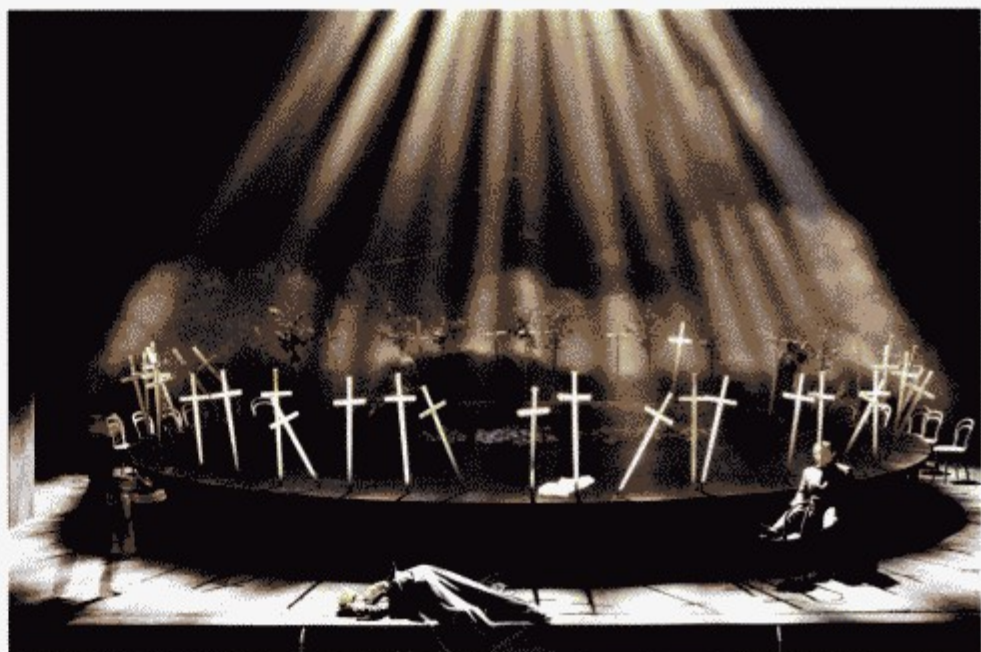


图309、图310（左图及上图）
《威尼斯商人》
布雷根茨艺术节，1996年。

从一个虚构的点出发的光束照亮52把椅子（制作过程中减少了椅子的数量），光束特意选择了星形排列。不可见的光源意味着其位置的不确定，同时也暗示光源在虚无的高空中。

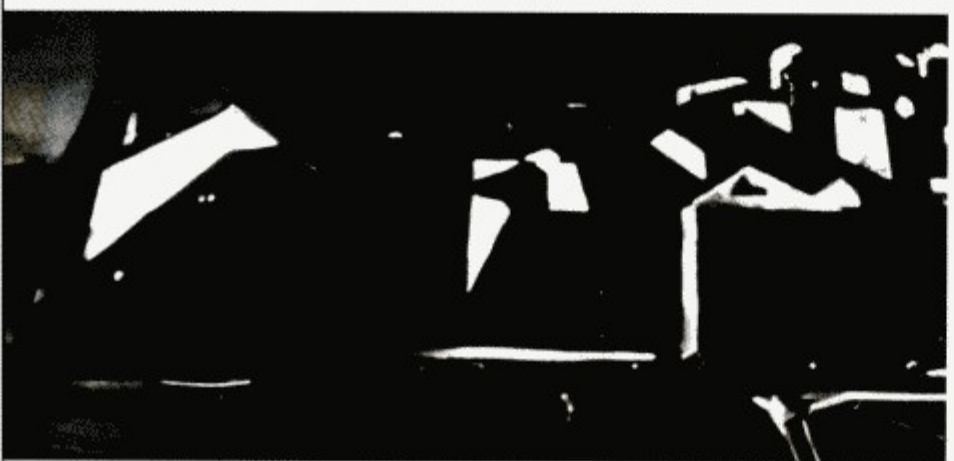


图311 爱德华·邦德 (Edward Bond)

《夏天》

导演: 卢克·邦迪

舞台设计师: 埃里奇·旺德

慕尼黑室内歌剧院, 1983年

图312至图316 (左侧从上至下) 显示一排灯光不断变化的房子。在这个剧中, 背景中有一座造有房子的小岛。这所房子分别建了两个独立的光区, 能透过透明前区“从内到外”地照射光线。灯光给人以黄昏或夜间灯火印象。小型灯泡装在特殊的栅格上, 以便灯光明显地分离开。在最亮的状态, 房子从正面照亮, 然后慢慢变化, 使得日光渐渐退去, 画面显得相当真实。

图312 仅从正面照射小岛

图313 黎明, 房间的灯开始亮了。

图314 当太阳下沉至最低点, “强烈的阴影”渐渐清晰, 房子正面的照明逐渐减少。

图315 正面照明渐出完毕, 没有窗灯, 只有明暗的对比。

图316 晚上, 只有房子内的孤灯。



图317 《夏天》
慕尼黑室内歌剧院，1983年
前台是黑暗的表演区，背景是夜间的小镇。



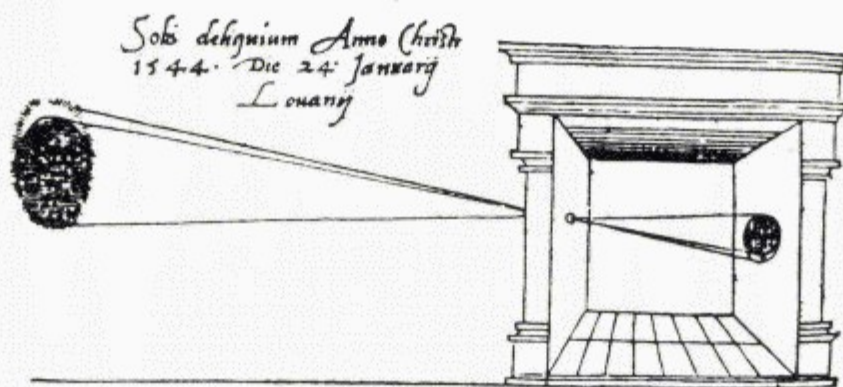


图319 暗箱照相机，最早出现在1544年。

历史

第一例为人们所知的“暗箱”相机（Camera obscura，拉丁文中称：暗室），也就是照相机的原形，可以追溯到1544年。当时，杰玛·弗里西斯（Gemma Frisius）通过一堵墙上的一个小洞来观测日食的时候，发现他观察到的图像是颠倒的。不久就有人用透镜来改进这

一技术。起先，观察这种成像的现象需要占用整个房间，而直到1620年以后才有了便携式的设备。

魔灯（Laterna Magica，拉丁文中称：幻灯）是放映机的雏形，也正意味着影像时代的开始。电影院里的人们为彩色画面和连续的图像所着迷。在这样先锋的年代，放映机竟让投影娱乐形式的爱慕者们想到了魔法和神秘力量。17世纪中

叶，对于第一台幻灯机的描述是这样的：“某个光源的光束被凹面镜反射后，经由物镜中双凸透镜的引导。而在透镜与光源之间插着一幅透明的图画。”

原则上，这样的描述至今依然是正确的。科技的发展令装置的构造更为精巧，但除此之外，图像产生的原理却没有多大改变。长长的幻灯插片可以连起来，形成一段由一系列独立画面组成的图像记录。保罗·霍夫曼，也许是19世纪最著名的幻灯片艺术家，他能把完整的故事绘制在当时还是木制框架的玻璃图版上。而这种艺术形式在1850年成为一种行业。四处旅行的放映员向人们展现的故事从自然历史到热门话题，无奇不有。约1900年，摄影幻灯片取代了手工绘制的幻灯片。

图320 1794年几幅不同版本的幻灯机插图。

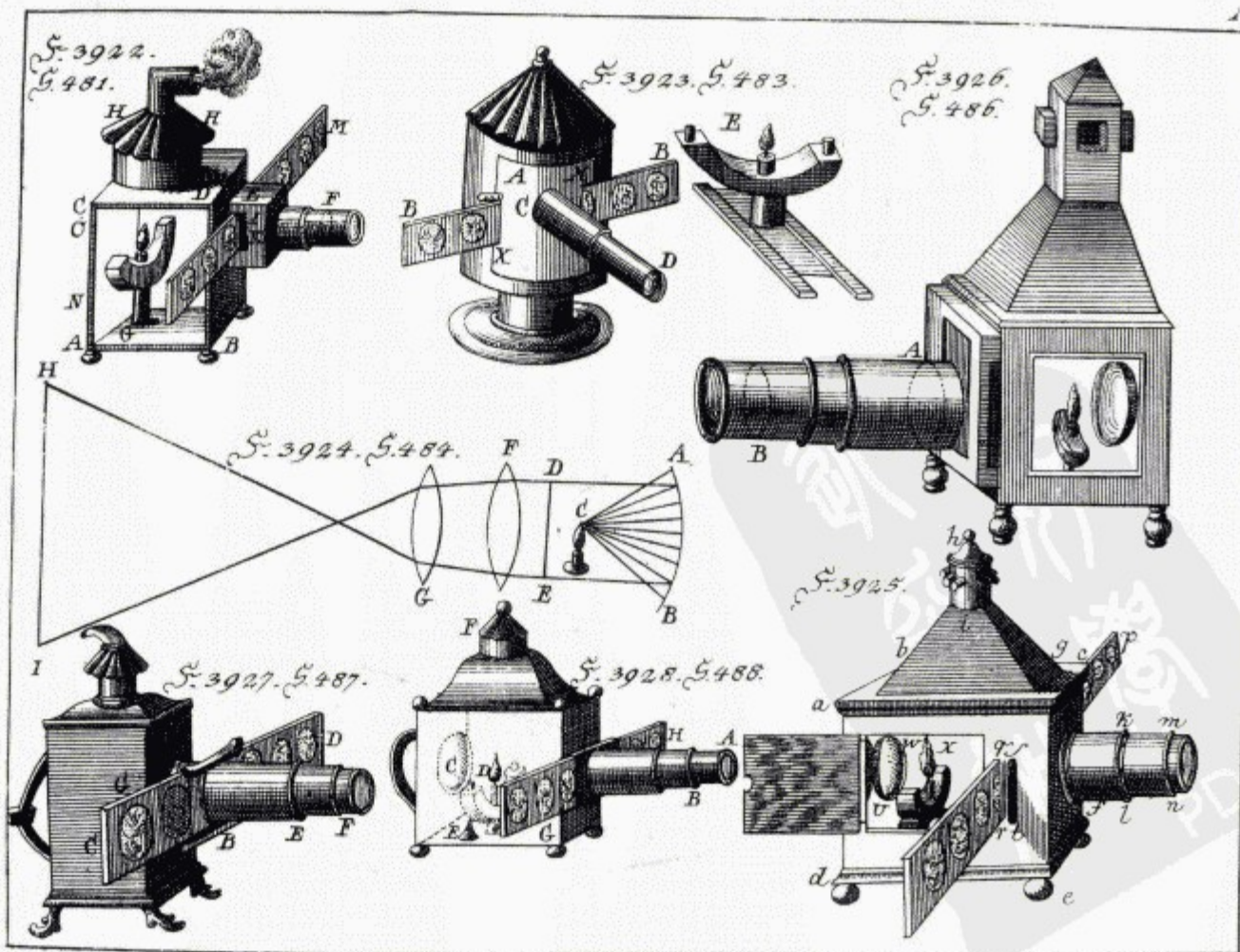


图318 理查德·瓦格纳，《莱茵河的黄金》
导演兼舞台设计师：赫伯特·沃尼克
拜恩州立歌剧院，慕尼黑，2002年。

Occ. Enc. LXV Th.

图321、图322 出自保罗·霍夫曼的幻灯片
作品珍藏，1850年。

左图：极光中的因纽特人
右图：夜间教堂内景



不幸的是，这些幻灯片一开始只能是黑白的。但有趣的是，那些投影发展业的先驱们已经开始运用淡入、淡出的技术。该技术如下所述：

用于虚化图片的装置由两台（也可能更多）的幻灯组成，这些



图323 幻灯机与绘有图画玻璃幻灯片。

幻灯的光斑经调整后投射到墙上，相互重叠。另外，它还有一个渐隐装置，用来控制这些灯是交替工作还是同时工作。而该效果的工作原理是这样的：第一个灯投射出的图像（例：某地白天的风景图）渐渐淡化后变成了第二个灯投射出的图像（该地晚间的风景图）。第一个灯投射的图像变暗的过程必须非常缓慢才有效，而与此同时，第二个灯投射出的图像的亮度要相应地强于第一个灯，使得当第一个灯的光完全消失时，第二个灯的亮度达到最大值。要达到理想的效果，墙上的光亮度在变化过程中既不能太强也不能太弱。此外，还有一点很重要，由第一张图片渐变而成的第二张图片必须调整得恰到好处，以便在变化时，图片的轮廓线能相互吻合。

另一种把图像投影到图像上面而产生的效果也很有感染力。例如，第一个幻灯的投影描绘了雅各布在田间入睡的场景。与此同时，第二

个幻灯上放了一张图片，描绘的是他梦中的景象，通往天堂的阶梯和天使。然后，第二个幻灯慢慢亮起，这样就在墙上制造出一种很棒的效果：雅各布的天堂之梯和天使渐渐显现了，而当第二盏灯慢慢地暗去时，仿佛从迷雾中来临的一切又同样逐渐隐没在迷雾之中了。

译自：霍夫曼（Hoffmann）与
容克（Junker），

《幻灯》，1982年，柏林

要运用这样的淡入、淡出技术，是由于当时的光源主要由烛光、油灯和瓦斯灯之类构成。前面提到的渐隐装置实际上相当于今天的中性光劈式滤光片。它由一个玻璃盘组成，玻璃盘上绘有从浅灰色到能完全遮光的全黑色的不同灰度等级的阴影。把这样的调光器缓缓地推入光路中，就能逐渐控制灯光机械性地变暗。

图324 在玻璃上绘有图画的木制幻灯片。

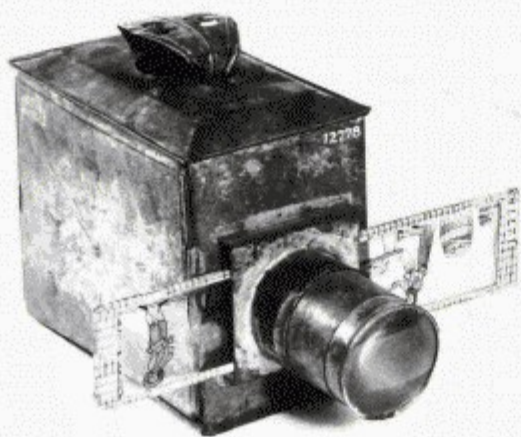




图325 斯蒂芬·摩西 (Stefan Moses) 所拍摄的最为简单的投影形式：影子与表演者。

早期的渐隐装置由参差不齐的金属薄片组成。如今在舞台灯光领域，我们也能看到类似的减弱光亮度的系统。改变所覆盖的精细栅格的密度，就能够实现机械性的变暗过程。

这些图示涉及大量的投影技术，镜子戏法与它创造的迷离幻影也很常用（见图331）。甚至今天



的许多表演中也用到了此类投影技术。

投影和投影材料

投影是指将影像呈现在某物体的表面上。该表面对于投影技术来说是不可或缺的：家里的屏风或白纸、剧院里的背景幕、天幕、全景幕、薄纱等等。从幻灯片中投射出的对象总是经过光学放大的过程。最简单的例子是林内巴赫投影灯，将在“舞台灯光的发展”一章里叙述（见第153页）。它利用明暗对比来表现不同的光强度。采用成像灯作为投影设备。此系统中，使用一

种耐热材料，就能把要投射的对象放置在光路中。

第140页和141页的照片是使用普通投射技术的幻灯用于投射画面。这种幻灯在剧院里可以表现舞台的景深。通过把多个投影灯投射出的图像拼接在一起，并用两组相同数目的幻灯来分组交替渐变，从而让图片可以一张接着一张地呈现。由于幕布和天幕是成像的基本介质，是必不可少的，因此，有创意和戏剧性的设计创新就受到了限制。于是很少有舞台设计师用到幻灯（例如以天幕作为投射面）。因为最为重要的是，以这种表现方式而言，如此抽象的事物是否适用于一件作品还只是一种尝试。这种形式的舞台设计也需要人们具备特别的舞台概念，并且很少有设计师具有用绘画来制作幻灯片的能力。

图326 插着条形玻璃幻灯片的简易铁皮幻灯，18世纪。

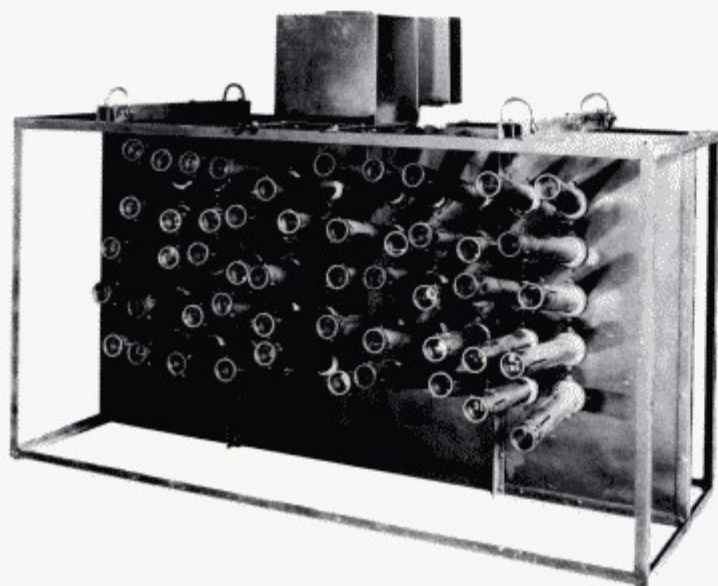


图327 星空效果投射器。每个镜头后都有一个低压灯泡，1935年制造。

大型图像投影的幻灯机标准位置一般挂在舞台内和假台口灯光桥上。背投则是从背面投射到一大块不反光的透明材料上。

如果幻灯机不能放置在理想的位置，那么制作幻灯片时就要考虑到画面变形的因素。在制作时，为了投射出正确的影像，要将原始图形预变形。画网格的方法有助于影像上的各个点对应到玻璃幻灯片上，将变形画面还原成正确图像。对于大型投影，网格尺寸通常有13×13、18×18或24×24cm。实际通过的光往往略小于图形本身，图形

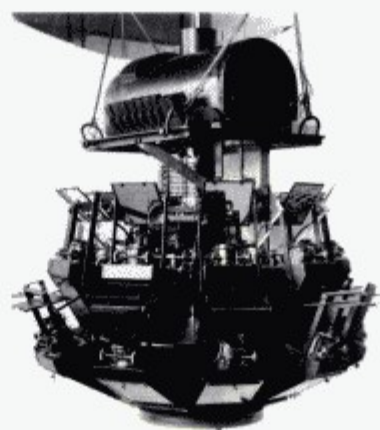


图328 装有3000W白炽灯泡的云效果投影灯，镜头和反光器能自动调节，以适应20种不同的幻灯片。

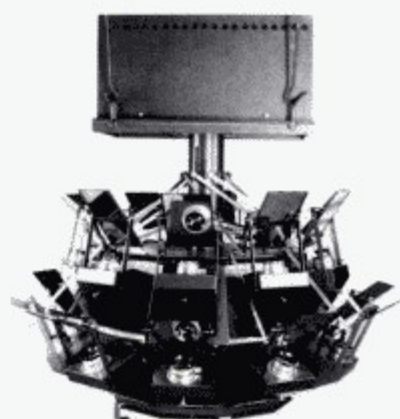


图329 可用于20套不同素材并带有10个1000W电影灯泡的云效果灯，用可变速的直流电机对反光器进行调节，1958年。

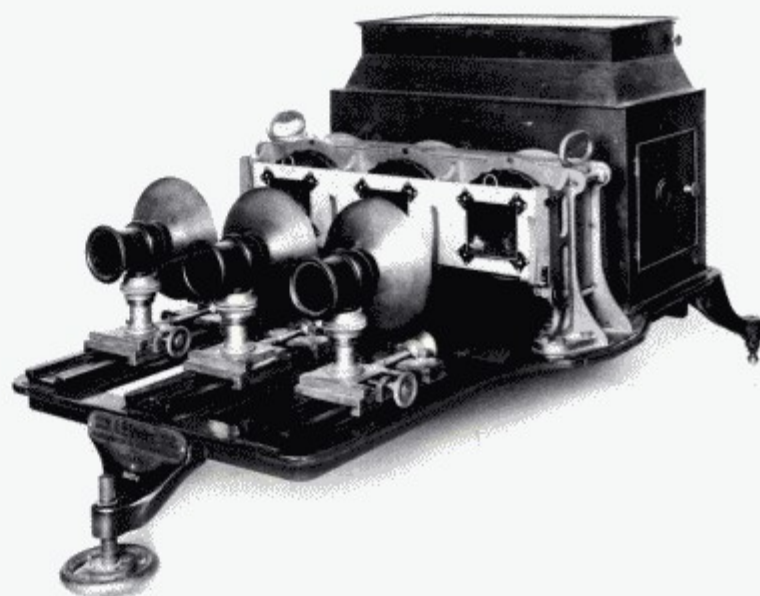


图330 早期的彩色投影机：彩色图像由3张幻灯片按照颜色加法混合原理组成

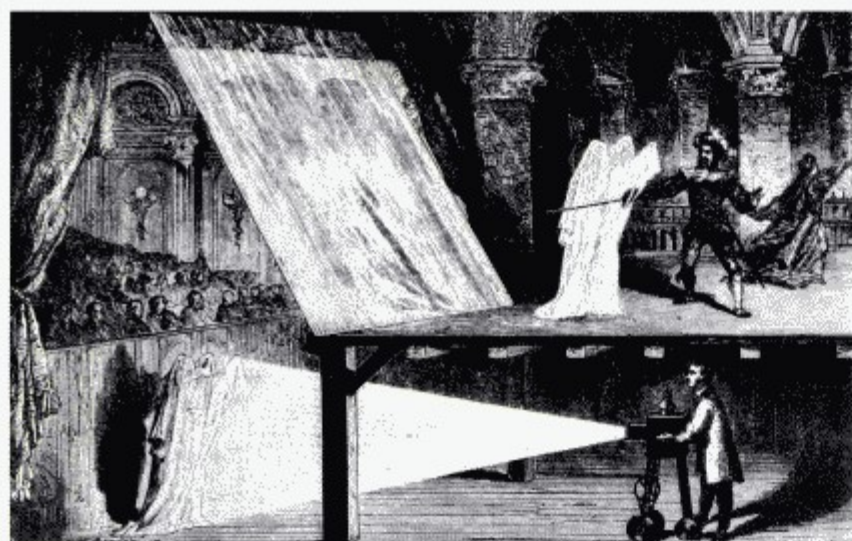


图331 派珀的幻象（Peper's ghost）：J.H.派珀在1862年表演的投影，1862年。

中既有照片也有手绘图形。上述用于大型幻灯机的投影图片由经过预热稳定处理的特殊玻璃制成，能耐300至400℃的高温。图形用耐热的透光颜料画在玻璃上，通过添加稀释剂和凝固剂来改变颜料在玻璃板上的表现。如果幻灯片使用的是胶

卷材料，例如当投射的内容是照片时，就有很多类型可供使用了。胶片的选择要由制作幻灯片的专业实验室决定。

比起静止的投影，运动的画面因具有不可思议的效果而更为有趣。德国剧院曾因发明特殊投影机而闻名。但近来这样的尖端设备只能放在储藏室积灰，不再使用了。因为对于如今使用的舞台灯光亮度而言，它的亮度不再足以显现画面了。

实践

通常，被投射到某表面上的物体是以这样的方式设置的，尽可能地与该投射表面保持平行，尽量避免图像的变形。所谓的正投是指图像从观众那边投射到垂直面上。

戏剧舞台中专供投影机放置的

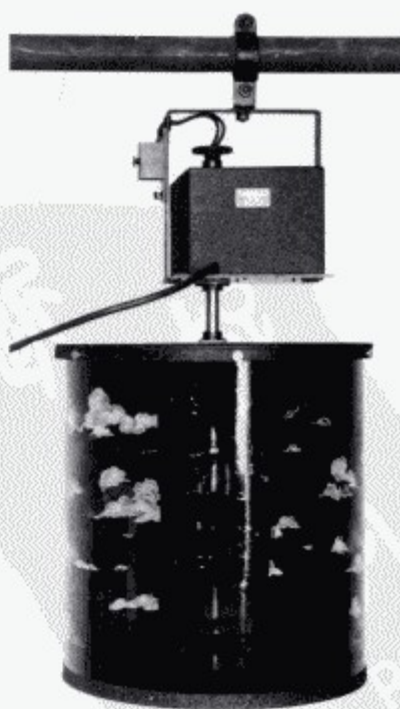


图332 天幕云效果器用一个24V1000W的低压灯泡进行阴影投射。被投射的图形加工在有机玻璃片上，1955年。



图333 理查德·瓦格纳（1813—1883年，德国歌剧家、作曲家），《众神的黄昏》，导演：戴维·奥尔登，舞台设计师：吉迪恩·戴维，2003年上演于慕尼黑的拜恩州立歌剧院。



图334 绘制的玻璃球，天幕云彩效果投影灯，1955年。

地方可以是投影室、观众席、假台口灯桥和柱光架。

如果空间足够的话，用背投方式就很棒了，这样投影面的亮度可以和舞台上灯光的亮度区分开来。这也解决了正投时空间不足的问题。此外，素材自行发光总能产生更好的视觉效果。但要注意像这样把幻灯机放在要照亮面的背后，往往意味着投影的焦距会变得很短。

如果演出中的投影是为了起到戏剧性效果，素材就很有可能要由设计师本人提供。灯光师要合理地放置幻灯机并选择合适的焦距。幻灯机也能在不使用幻灯片的情况下参与灯光设计，它能够均匀照亮一个大面积的区域。如果有外轮廓的画面产生焦距不够的问题，就要用

到带有可变焦物镜的幻灯机了。通过把不透明颜料画在一个坚硬的玻璃盘上，或者切割出一块铝片夹在两片玻璃之间，可以很轻松地获得有轮廓的投影。

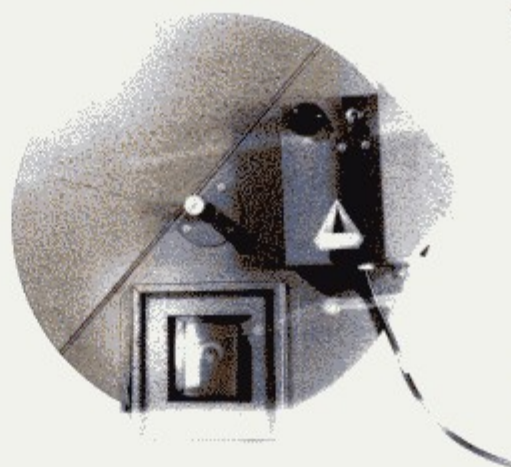


图335 环带驱动装置

图336 效果轮，一种可旋转的、绘制的玻璃盘

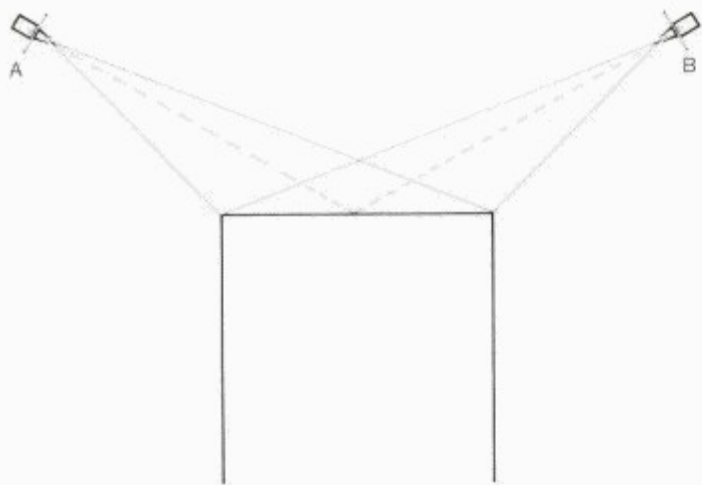


图337 背投式幻灯机位置的平面图。

有效的投射光

真实的、构建完整的后墙已被改造成投影屏幕。我们想让房间看上去变得大一些，换句话说，就是增加景深感。现实中的前部空间用两种灯照亮，因而需要用一个相似的光照来实现场景的虚拟延伸。幻

灯机的位置被固定好之后，就要用上面提到过的栅格系统来解决变形问题，并制作幻灯片。

要是投影的左右两边亮度相差太多，景深就会有问题。因此，投射角度不能过大。

图片顺序为从左到右：

图338 没有投影的空间模型。

图339 幻灯机B的幻灯片。

图340 房间中墙的背景被改造成投影屏幕，幻灯的背景延伸了房间的空间感。

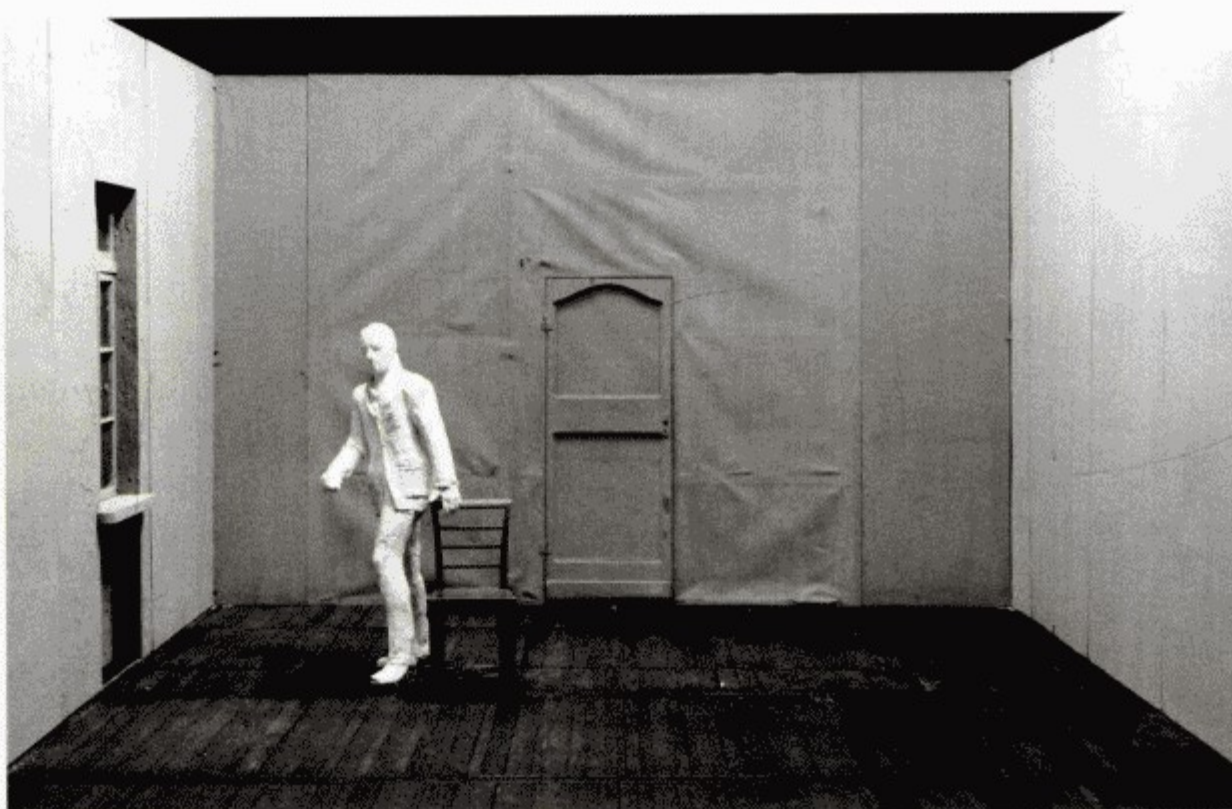


图341 没有投影的空间模型。

图342 幻灯机A的投射幻灯片。

图343 房间中墙的背景被改造成投影屏幕，幻灯的背景延伸了房间的空间感。



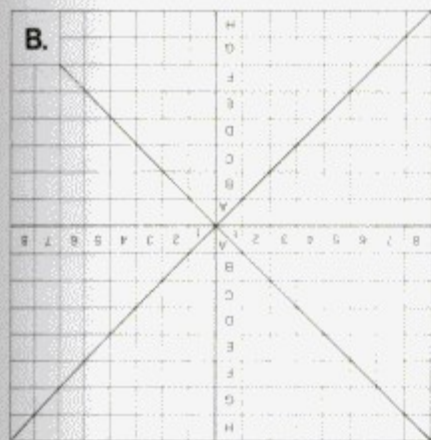
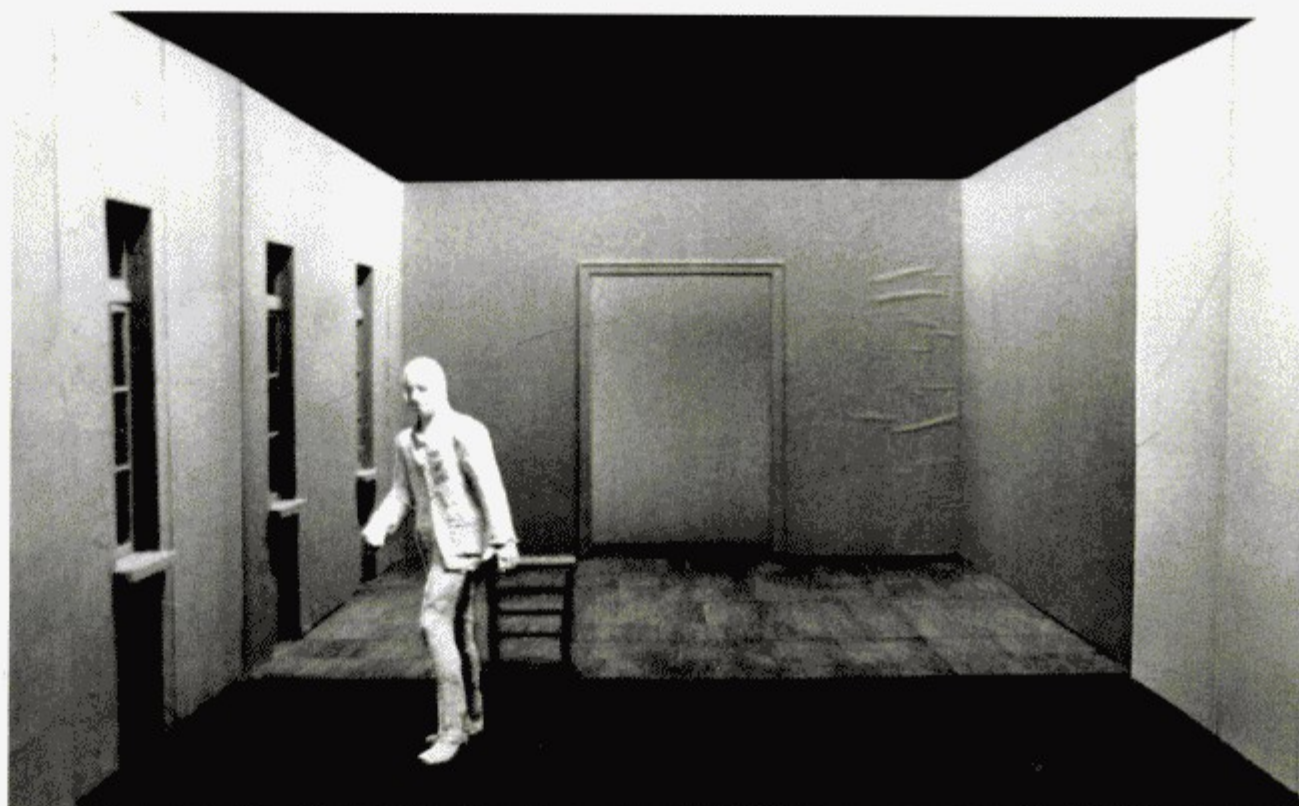
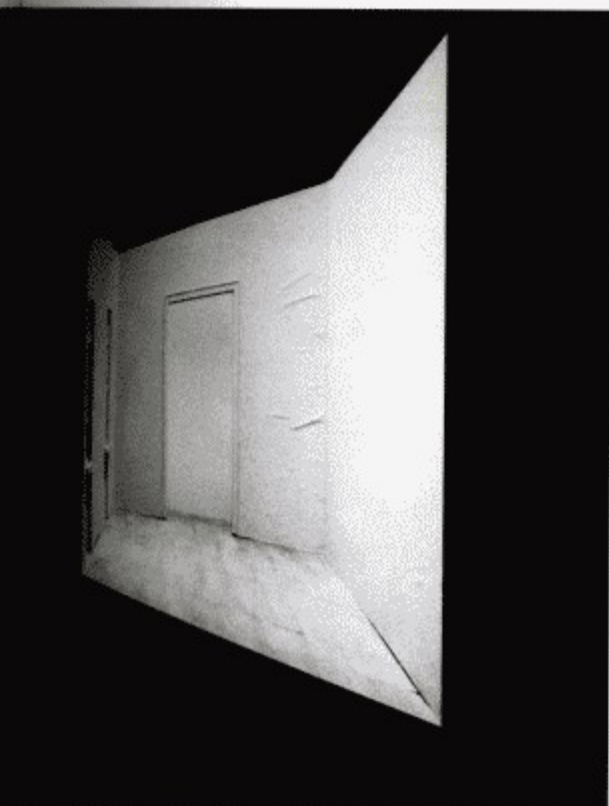
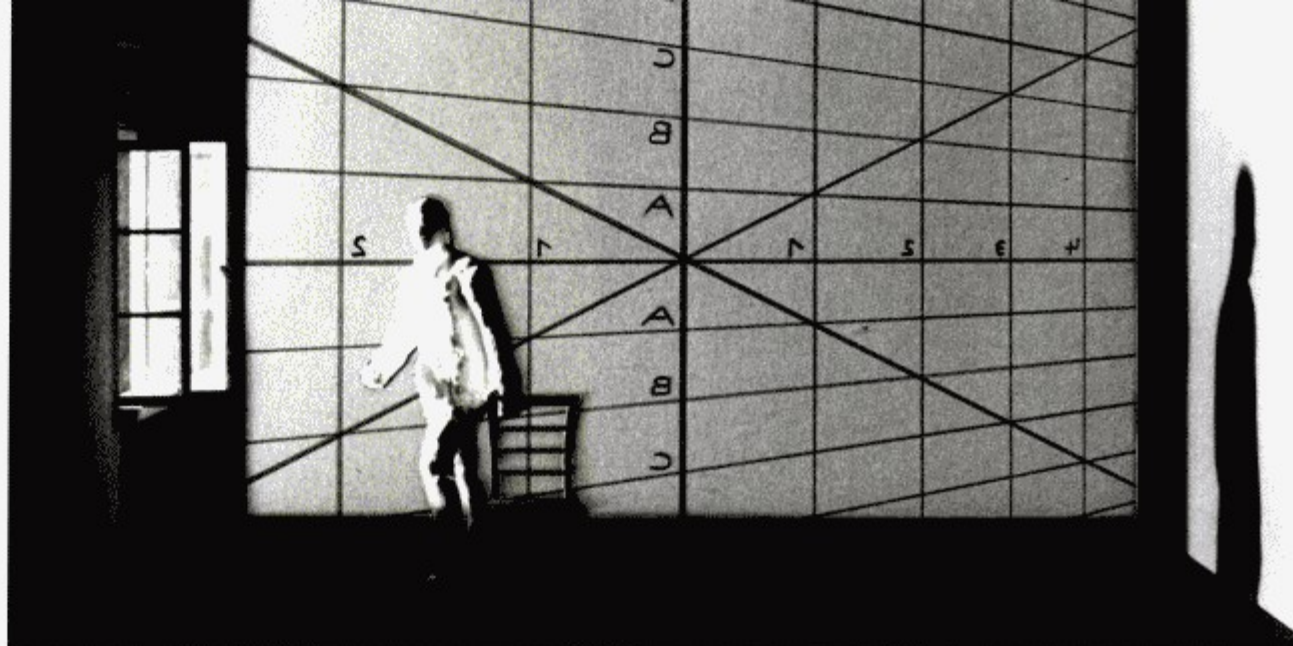


图344 投影面上的栅格线，文字必须清晰可见
格子是上下颠倒、左右反转的

图345（右图） 幻灯机位置B：斜投影产生的变形
网格。



图形变形矫正

我们还是从那个房间开始谈投影图像的测算方式。该房间的后墙被替换成了500cm宽、340cm高的投影幕，而幻灯机的投射光形成的轴线处在平行于舞台地面150cm的高度。

可以用以下的例子和公式来计算简单的变形：

- 按比例作投影区域的平面图和物镜的焦距F：

$$\overline{P_1'P_2'} = 500 \text{ cm}$$

- 连接光轴OF

- 测得 s' ：OF = $s' = 645 \text{ cm}$

- 计算 f ： $f = \frac{s'}{V+1}$

$$V = \frac{340 \text{ cm}}{16 \text{ cm}} = 21.25 \text{ cm}$$

- s' = 从幻灯机到投影区的最近距离

$$\overline{FP_1'} = s' = 445 \text{ cm}$$

$$f = \frac{445 \text{ cm}}{21.25+1} \approx 18 \text{ cm}$$

$$f = 18 \text{ cm}$$

- 计算对象的宽 s

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad s' = \overline{OF} \approx 645 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{18} = \frac{1}{s} + \frac{1}{645}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{18} - \frac{1}{645}$$

$$\overline{OF} \quad s = 18.5 \text{ cm}$$

- 在平面图上画 P_1, P_2 ，使其与光轴保持垂直

- 得出 $\overline{OP_1}$ 和 $\overline{OP_2}$ 尺寸，并转换成图349所示幻灯片的图形

- 在平面图上先测出 $\overline{FP_1}$ 和 $\overline{FP_2}$ 的距离，以便于计算 $\overline{PA}$ 的距离

- 然后用以下公式进行计算：

$$\frac{\overline{AP}}{\overline{FP_1}} = \frac{\overline{A'P'}}{\overline{FP_1'}}$$

- 通过被作为投影屏幕的墙面高度以及光轴到地板的距离来计算 $\overline{A'P'}$ ：

$$(340 \text{ cm} - 150 \text{ cm} = 190 \text{ cm})$$

- 点B、C、D也同样可以用下列公式计算：

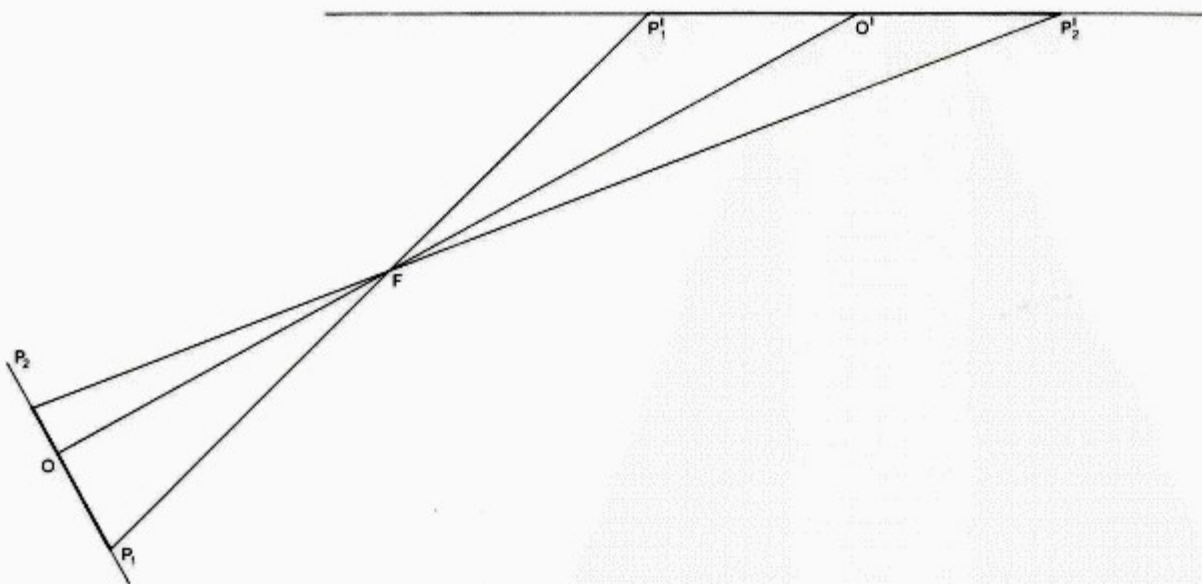


图346 通过计算得出幻灯机B的投影区域， P_1-P_2 为幻灯片， $P_1'-P_2'$ 为投影B。

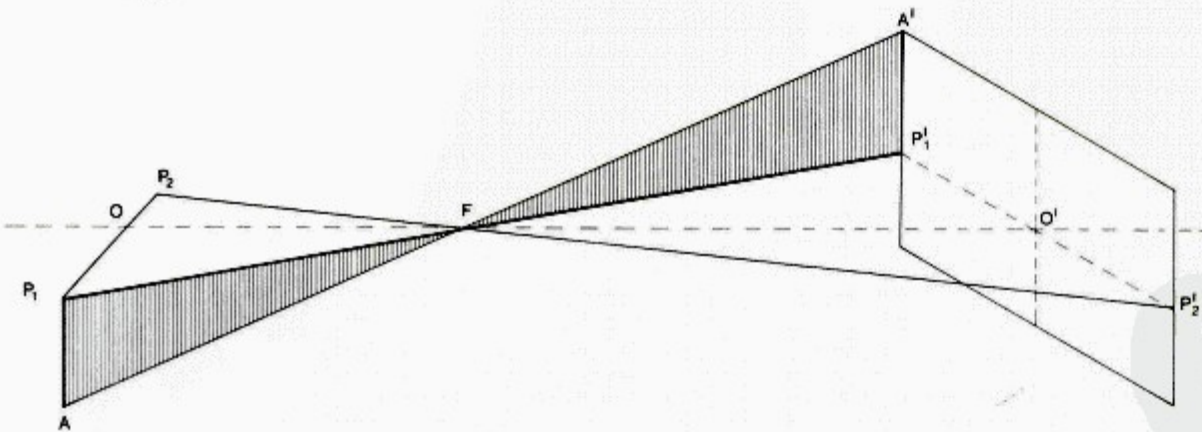


图347

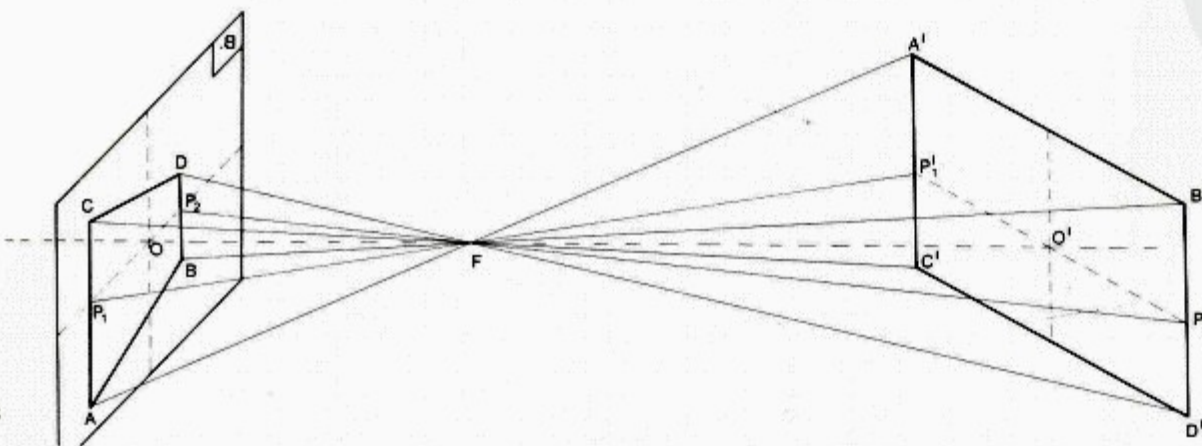


图348

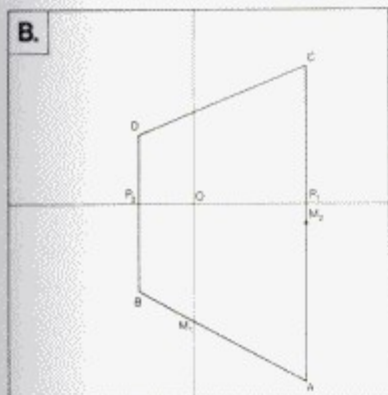


图349 幻灯机B的变形边界。

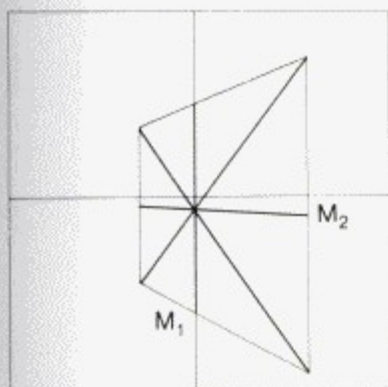


图350 画出最主要的两根对角线，并从交点处画出中线M1或M2。

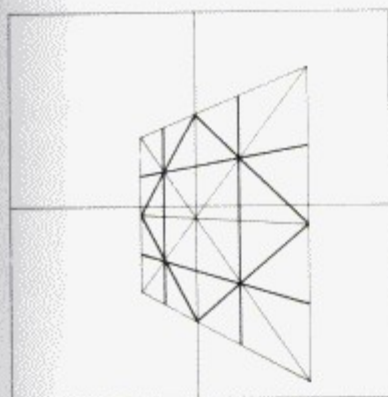


图351

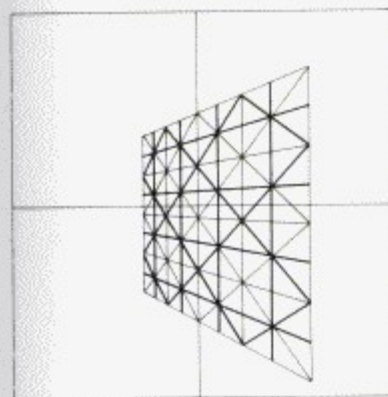


图352 在正方形中不断画出对角线，连接它们的交点（图351、352）。

$$\cdot \text{点B} = \frac{BP_1}{FP_1} = \frac{BP_2}{FP_2}$$

$$\cdot \text{点C} = \frac{CP_1}{FP_1} = \frac{CP_2}{FP_2}$$

$$\cdot \text{点C} = \frac{DP_1}{FP_1} = \frac{DP_2}{FP_2}$$

注意：计算 $\overline{CP_1}$ 和 $\overline{DP_1}$ 的值时要用投影高度的实际值150cm，这样取值后根据该值作平面图。为了正确地将变形矫正栅格图画成平面图，我们要找到投影区域的边线的中点。

图中的中心点M₁是线AB和中轴线的交点。

• M₁平分线段AC

图350~352表示了栅格图是如何被进一步细分的。投影图像越是复杂，所用的网格图就越致密。

计算机辅助幻灯片制作

投影模拟器用来决定幻灯片尺寸，一般而言，就是一个带物镜的幻灯机。其间放置一种特殊的显影纸，用铅笔画出投影画面的外轮廓，这样就产生了投影面积的变形角和透镜的变形角。然后再将这些扫描进计算机中，用Photoshop等图像软件来处理。注意，要使用正确的幻灯片格式来操作。

专业投影的一个重要因素是图像的像素分辨率。一般设在300×300 dpi（点/英寸）。细节丰富或者现实主义风格的照片要用600×600甚至1000×1000 dpi的分辨率。

图片由打印机来完成制作，如胶片喷墨打印机，或者在专业实验室里制作。

如果你使用自己制作的幻灯片，那么就要使用隔紫玻璃保护幻灯片上的颜料，并且尽可能保持幻灯片的通风。



图353 背投式幻灯机。

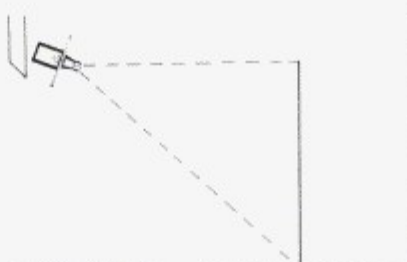


图354 正面投影来自舞台灯光桥或者高台。



图355 从放映室放出的正投影。



图356 用3个幻灯机投在圆形画幕上，创造出大幅图像。



图357 如果幻灯机和投影区域的距离不能以最短线路直接投影，那就会产生偏差，这时可以用反光镜来偏转投影。

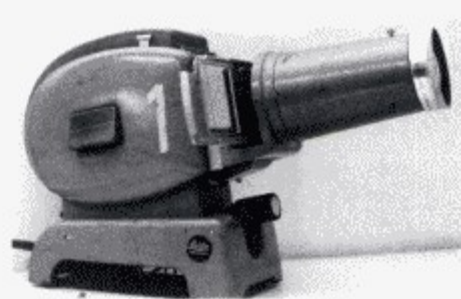


图358 常见的650W幻灯机。

幻灯机

用幻灯机投影图像的理念已经发生了变化。35mm的小幅面或6×6cm的中幅面虽没有在今日生活中完全消失，但开始显得越来越无足轻重了。13×13、18×18、24×24cm等大屏幕投影机也很少用作投影静像来展现整个舞台概念，可以用绘制的幻灯片或者感光胶片表现主题。但现在，在整个舞台布景上投影的时代已经一去不复返了。

光源的质量变得尤为重要。可供选择的有钨丝灯、日光型HMI灯，或者氙灯。自动幻灯片切换装置或胶片驱动装置可以是幻灯机的附件，也可以是幻灯机的基本配置。这已成为大屏幕幻灯机的标准形式，可以使用15.5×15.5 cm、长20至30m的胶片。也能够同时使用两个



图359 幻灯机的光学结构的顶视图。



图360 采用13×13 cm幻灯片的2000W白炽灯幻灯机，带可遥控的波浪效果器。

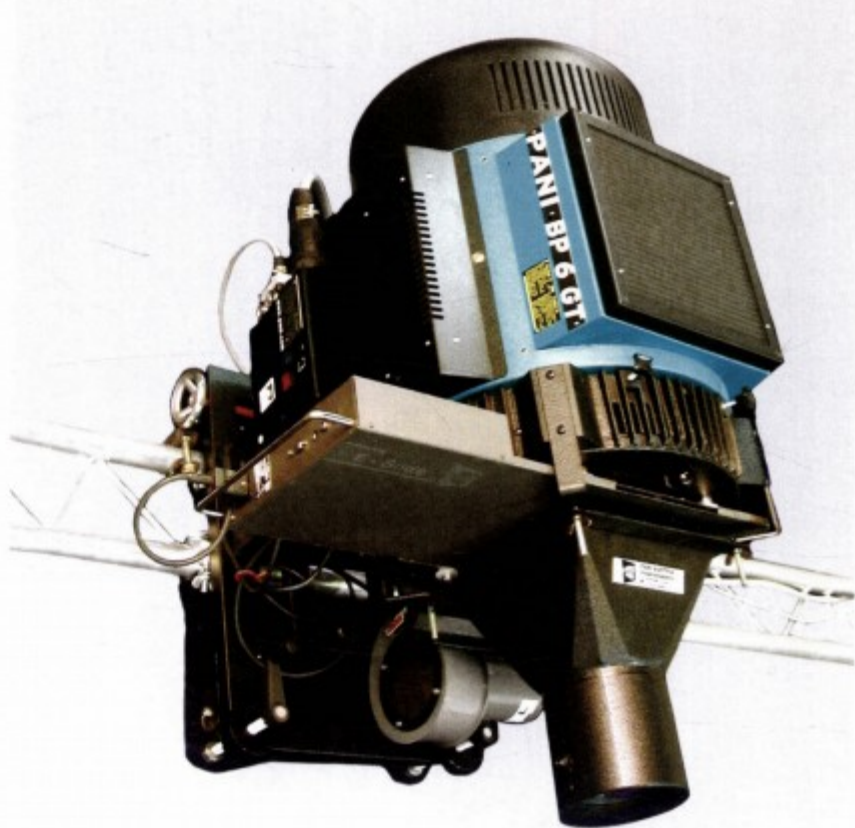


图362 采用13×13 cm幻灯片的6000WHMI灯泡幻灯机。在幻灯片位置可以放置一个TFT液晶屏，产生动态效果。

独立的卷片装置。

原始图像在胶卷材料上进行曝光。通过计算机的辅助，图像变换可以精确到毫米，而且还能对时间进行编程。非常快速和慢速的运动都能实现。可以360°旋转的卷片装置，效果可是相当吸引人的。大屏幕幻灯机多用于大型项目、广告和户外建筑灯光。

图361 采用13×13 cm幻灯片的2500WHMI灯泡的幻灯机，带有DMX控制的卷片系统和光闸。

经典的舞台大屏幕幻灯机还包括PANI灯系列。新一代的PANI TURBO灯达到了严格标准，包括对光色的过滤（只保留可见光，也就是幻灯片中起作用的那部分光），适用于动态效果及图像合成时的绝对均匀发光。从表面上来看，新型PANI灯和旧款没有区别，这并不能否定经过改良的聚光

器设计所带来的内在价值。由于透镜的使用，新的2.5kW幻灯机比旧的4kW还亮。此外，新版还改良了通风设施，以便于垂直使用。这样，使用幻灯机时就不再需要笨重的倾斜镜面了。

如今，要在一定范围内创造动态图像，也可以使用所谓的电子幻灯方式。它由TFT液晶面板组成，在

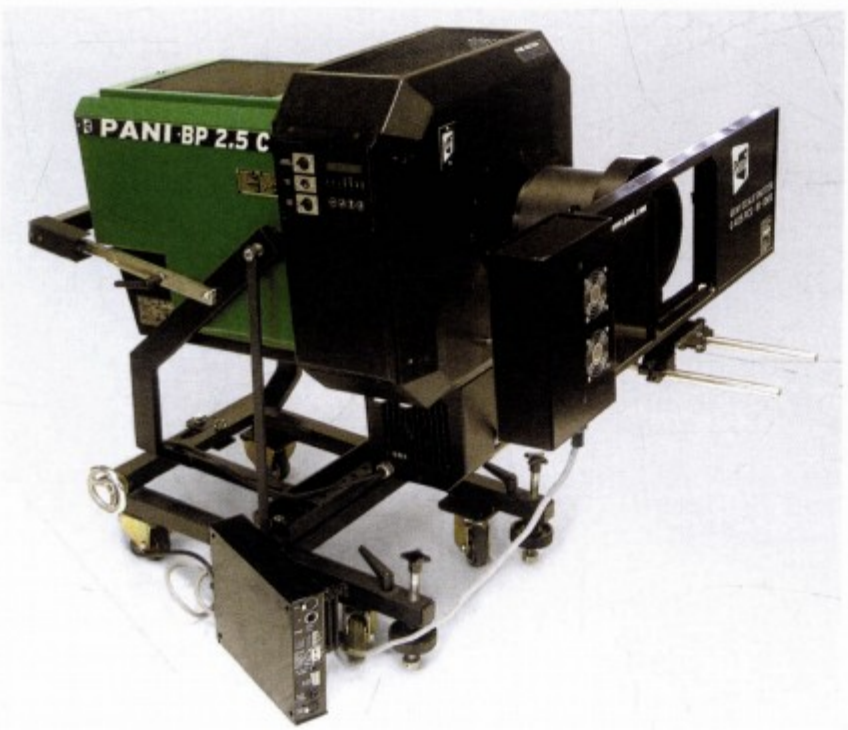


图363 采用24×24和6×6 cm幻灯片的氙灯幻灯机，1000W氙灯，10000 lm



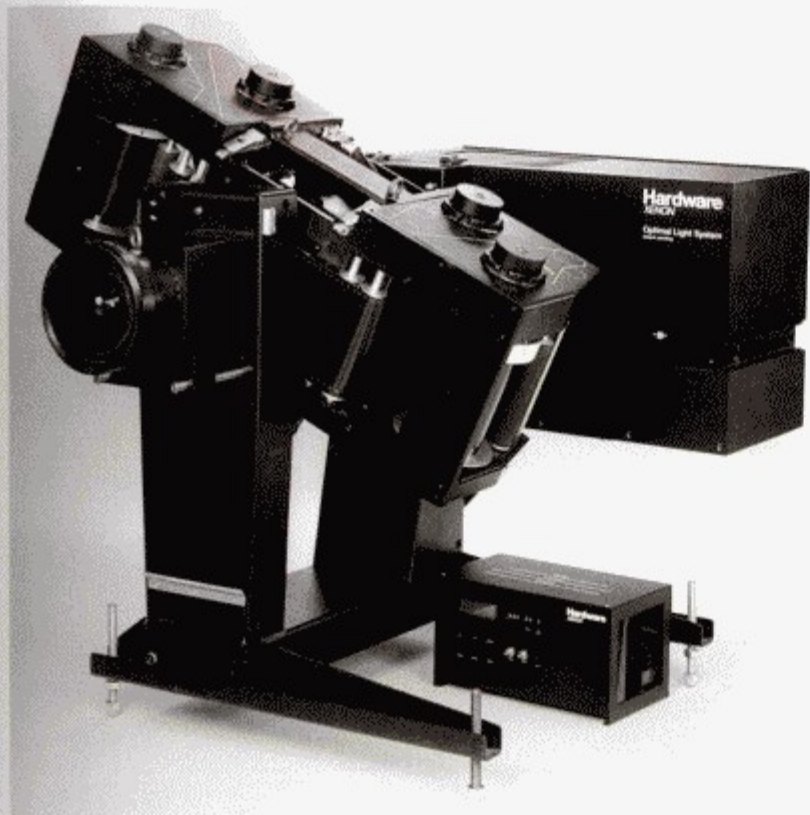


图364 7kW大屏幕幻灯机“氙光源哈维灯”。双卷片装置，手动或自动360°旋转，40张幻灯片，35mm长胶片，幻灯片尺寸为155×155 mm，送片速度为2 cm/min和0.7 m/s。卷片装置每小时旋转一周或5.5s旋转一周。DMX、MIDI、SMPTE控制。优质镜头系列。

透光模式下工作，插入光路中，该面板用一种特殊滤光片保护。但由于技术原因，电子幻灯方式投影的光亮度还不如中等的投影仪，并且在新型的PANI灯上使用还需配备一种滤光片。因此，它成了一个偶尔才用得上的附件，也就是说，它只是在网上关于投影设备文章中用得上。视频投影的概念已经被广泛接受，从基本满足需求到高性能投影仪，应有尽有。同时，将几个投影仪放在一起组成画面拼接，为戏剧舞台和景观灯光带来新的视觉感受。

多功能的计算机所表现出来的视频图像是传统幻灯无法比拟的，无论图像多复杂，都能实现，投影已经不再只是舞台设计或景观设计的一个补充。虽然经典的舞台幻灯机也在不断发展、使用愈加便利，但舞台设计的理念中却越来越少地使用幻灯机。然而，幻灯机还不能完全丢弃。它已经成为今天计算机设计幻灯片模板的标准，这使它们的存在有了新的意义。拥有高亮度和多种透镜的幻灯机仍然是基本设备之一，活动图像是一种高端要求，除投影仪别无选择。小型幻灯机也一样，计算机制造的图像总是比经典的小型幻灯机出色，如柯达Carousel幻灯机。现在连PowerPoint

(微软公司生产的制作幻灯片和简报的软件)也不再使用这种过时技术了。

新的途径

如今，视频投影仪既流行又有良好的发展势头，而大屏幕投影幻灯，如“氙光源哈维灯”等，也有一定的实用性。技术的发展蕴藏着很大的潜力，氙灯和HMI光源的加入，会让现在看上去还不可能的想法成为可能。然而，高额的购置成本使得这个发展方向大多以失败告终。但将这些投影设备运用到各种大型活动和广告展示中去却是切实可行的。

同时，媒体服务器和媒体编辑系统的融入也越来越重要。依不同

类型的应用，高端计算机可以管理不同类别的多媒体数据(图像、视频、特效)，甚至实时性地用原始素材创作新图像。这些设备都无一例外地提供MIDI接口、SMPTE接口，当然还有DMX接口，以便通过DMX进行控制。这样，投影就可以成为灯光变化序列的一部分，而省去了人为同步操作的麻烦。

无论如何，传统投影图像不如从前般重要。现在，设计者们已经完全有可能将静止和动态的图像与内心的设计创意结合到一起了。

然而多年前发明的全息成像技术将如何发展，尚无法预见。



图365 高效投影仪，BARCO FLM R20 + DPL。光亮度：13000 ANSI流明；解析度：SXGA+ (1400×1050)；对比度：1000:1；输入：DVI，RGBHV，HD/SD-SDI



图366 EIKI视频投影。光亮度：5500 ANSI流明；解析度：XGA (1024×768)；对比度：1000:1；输入：DVI-D (with HDCP)，15-针D sub，RGBHV，Y/Cb/Cr，Y/C，FBAS；噪声：36分贝 (ECO mode)



图367 制造商生产了各种规格的灯光控制台，以适应不同的需求。常规灯控制台与电脑灯控制台之间的差别正在逐步缩小。

大多数常规灯控制台都具有一定的控制电脑灯、自动灯弓、换色器的能力。另一方面，电脑灯控制台也有调光控制的功能。因此，它们之间的界线正在变得模糊。

在灯光控制台中越来越多地采用工业的标准部件，操作系统越来越多地采用Linux或Windows XP Embedded。Windows XP Embedded是Windows XP的瘦身版本，但更稳定，是一种为控制系统量身定制的嵌入式系统。标准部件的大量应用降低了开发和生产成本，并使新技术能更快地应用在灯光控制台上。灯光控制台正使用USB和网络接口，内置触摸屏，可连接一个或多个外部VGA显示器，提供直观的图形化操作界面。有手动操作杆或电动操作杆，可以用来控制单个或成组的灯具。可以调入灯光变化序列。此外，还有一些滚轮（球）用于电脑灯参数的输入，以及用于直接输入数值或文字标题的键盘。

此外，有的控制台具有扩展的能力，大多数通过USB接口外接操作面板，增加操作杆的数量。储存灯光程序有内部硬盘，外接USB闪存、光盘或者磁带等多种形式。

控制台根据规格不同一般有4个或8个DMX输出端口，更多的DMX输出需通过网络。不同的制造商采用不同的网络协议，如ACN、Artnet、SandNet、ETCNet2或其他协议。如采用其他协议，DMX信号的计算需在控制台外使用特殊的网络处理器。

许多控制台的网络协议允许连接多个控制台，并可在演出中集中管理，或者作自动备份。灯光控制还能与声音、视频同步，通常是采用时间码，如MIDI、SMPTE、VTC等。

大多数制造商还提供灯光控制台的离线操作软件，可以免费下载，用于控制台的学习和灯光程序的预编。用一个软件狗或专用的输出接口就可以成为一个功能完整的控制台。

上右：Strand Lighting 500 系列

上左：Avab by ETC: Congo

中右：Compulite: Vector red

中左：ADB Lighting: Phoenix

下右：MA Lighting Technologie: grandMA

下左：High End Systems: Wholehog III

对任何灯光系统而言，灯光控制台就是“中央神经系统”。它随着其他戏剧舞台技术的发展而发展，成为精密地结合各项计划、调整和规范各种灯光功能的中心。图368所展示的是一个小型模拟工作系统，而图369描述的是一个用DMX信号来控制灯光的可行性方案。

在灯光系统中整合灯光控制台的另一项发展技术是以太网连接（图370）。通过这一最新技术，再复杂的系统、再多的电脑灯都不再是问题。当然，所有的这些构成都必须非常仔细地连接，因为有许多潜在的错误可能存在。包括调光操作系统的现代灯光控制台都能轻松地放置在剧场和灯光控制室中，而且也不会占用很大的空间。只需根据手头的任务、操作方式以及资金来购买灯光控制台，无论如何，在决定添置一个新系统时，灯光技术的需求要比舞台规模更重要。

只有经过细致的考虑之后才能决定选择哪种设备。要考虑易用性、精密性、可靠性和售后服务与价格之间的平衡关系。电子学的发展速度是极快的，也就是说，可供使用的设备琳琅满目。从小型可移动系统到大型固定系统，有许多型号和规格的灯光控制台。从任何角度来说，调光设备更应使用数字技

术。此外，驱动和储存技术也应由电脑控制。DMX、以太网协议的使用也值得认真考虑，因为它会在灯光设计理念中使许多附加功能的操作更加简单。

操作台如何工作

灯光控制台用来确认灯号，并用电位器、亮度轮、数字键盘或触摸屏设置它们的亮度。不同亮度和位置的灯结合，创造了一个灯光场景，然后被储存下来。一个剧目的灯光场景编好后储存在硬盘或闪存

内。

在早期使用的小型系统中，每个灯光场景的不同灯光亮度和达到最后水平的速度的信息被记录在灯光时间表中。场景的淡入淡出都通过一个总控杆。大多数控制台都有预选电位器来选定一些光路以及它们的亮度。随后就运用一个电位器来控制这两个预设场景的转换。

图369 DMX灯光控制台的工作示意图

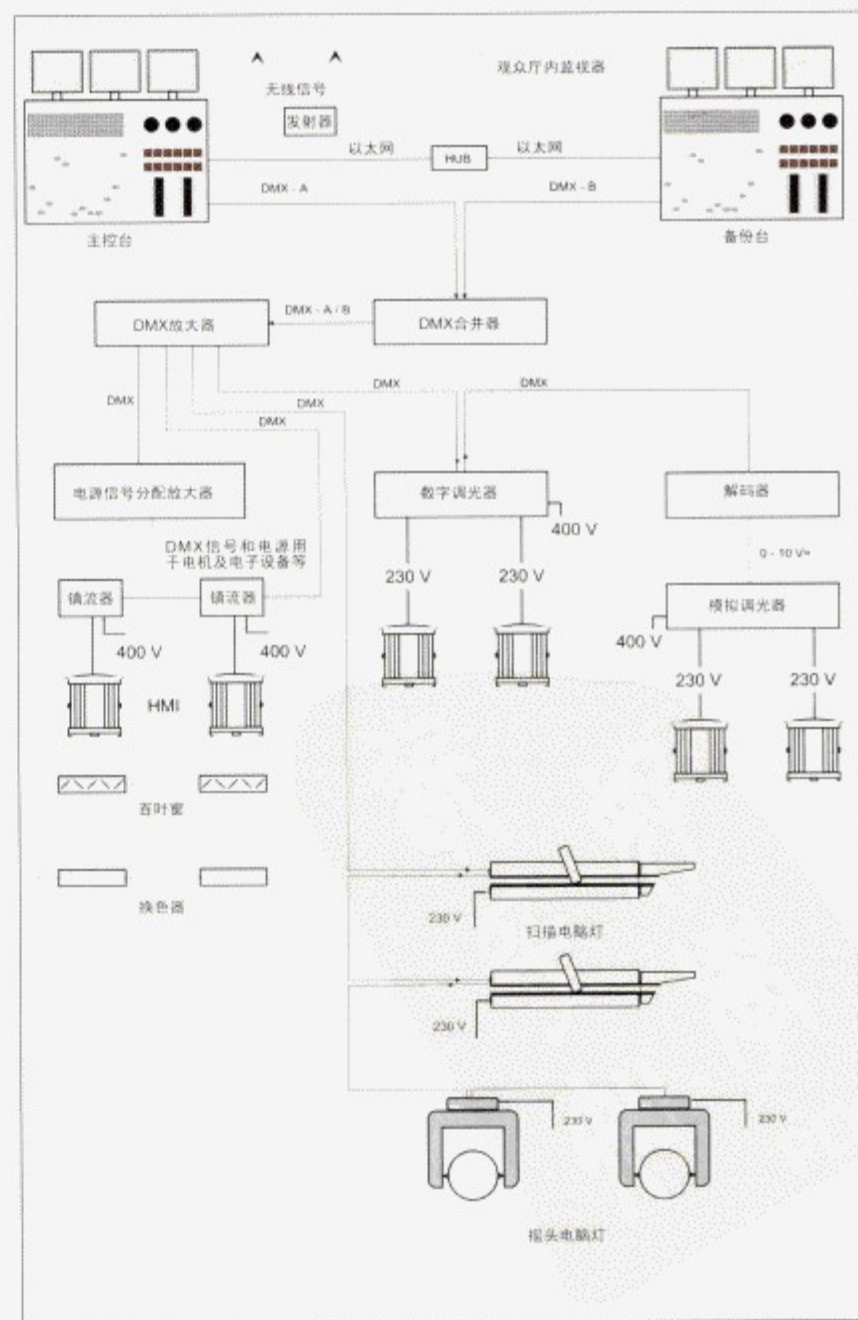
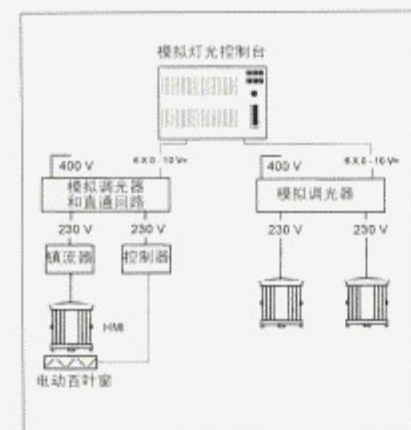


图368 模拟灯光控制台的工作示意图



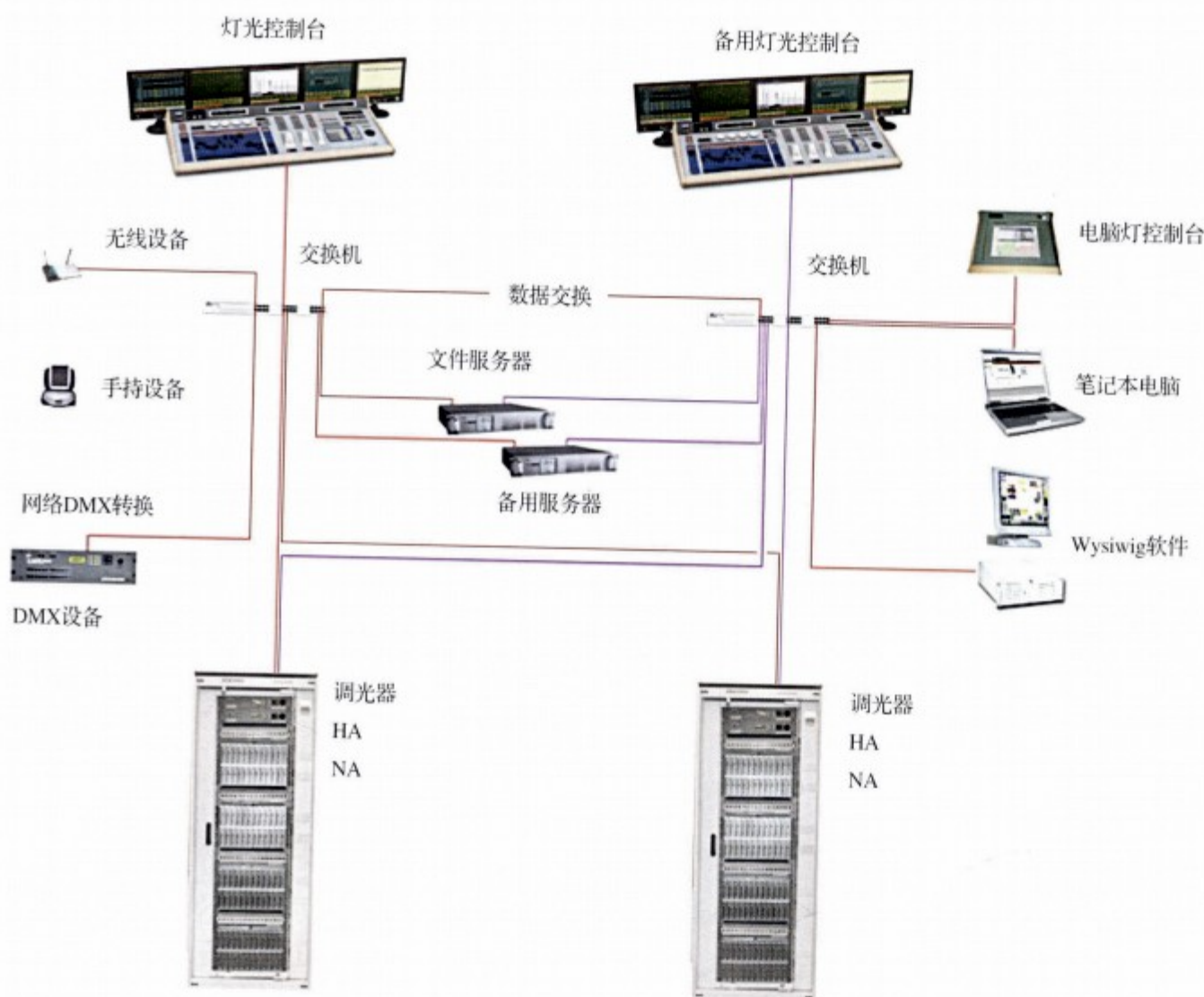
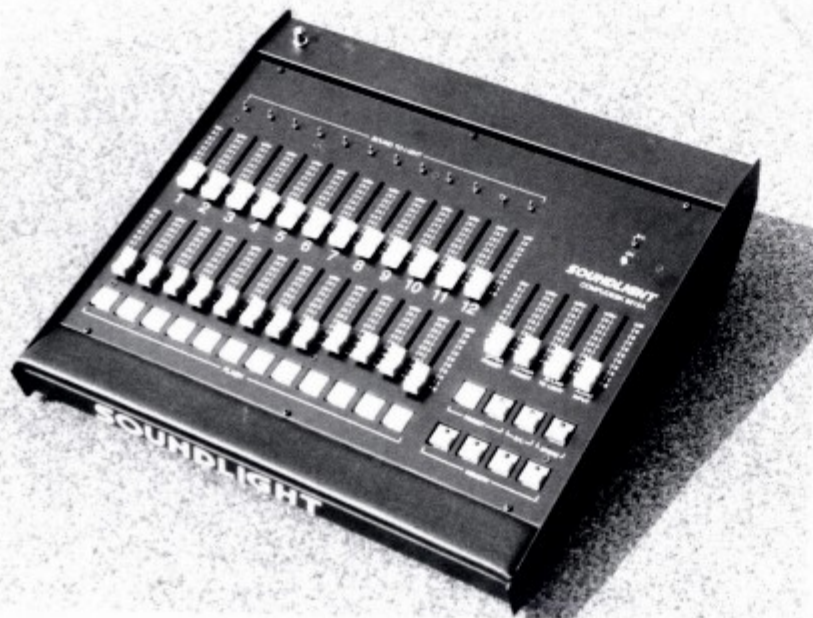


图370 建立一个以太网网络。

图371 小型模拟组装灯光控制台：12路，4个总控和一场预选，每一路和每一组都设有总控。



在简易的系统中，舞台操作根据手写的笔记来执行，预选和变光都由人工来控制。这种手动的方法在今天也许会被认为是陈旧而古老的，但是和现代的系统相比，它更能把操作者的情感融入到灯光变化中。

计算机灯光控制台的操作者必须观察监视器上的灯光技术状态，它显示亮度值、变化时间、换色器的运行情况、电脑灯的运行信息。通常，用键盘就可以调出一个灯光场景，也可以用它来修改任何参数。电脑技术所提供的是制作复杂的场景转换。一旦这种编排予以确定，它们可以被重复或者修改成为想要的效果，并给予储存。为了使程序记录能清楚和有效地重现，这些系统也需要自动存储设备。灯光场景和回路、亮度和淡入淡出的变化时间以及备注等重要信息都能被打出来。

这种记录为灯控室内的操作员和其他灯光技术人提供了一场演出的完整概要，它不但能脱机修改，还可以储存用作进一步的参考。

你也许还会提出另一个问题：如果发生某些突发情况，灯光程序操作如何中断？通常，灯光操作程序都有干涉空间，但是既然不常发生，所以也不常使用。如果灯光场

景有多个分场景，一旦发生特殊情况，那将特别麻烦。

灯光技术已经得到了相当的提升。就如前文所提到的一样，灯光有节奏地淡入淡出已不是什么难事。最重要的就是连接所有的附加自动系统和它们各自的运行模式，来创造一个灯光场景，或使它们的一部分从整个场景中独立出来。但对操作者而言，真正困难的是结合所有的这些功能，创造出一个完美的灯光变化。

能否成功地展现灯光设想，操作者的技巧起着至关重要的作用，比如是否能将单个回路分配给单个通道，或让多个灯光场景平行运行或相互交叉。不管怎样，大中型舞台的灯光控制台都应能适应所有新设备的操作。控制常规灯、电脑灯、自动灯弓和换色器，能使中央灯光控制台的工作更为便利，并能改进操作的可靠性。

一个重要问题：选择哪种类型的灯光控制台

这个答案可以在系统集成的配置中找到，诸如是否控制自动灯弓、换色器和电脑灯等。我们必须明确是用来控制常规灯、很少有复杂的灯光控制，还是专门用来控制电脑灯的复杂系统，或是两者都需要。所有的常规灯控制台也可控制少量电脑灯。在此，上述需求给出了答案。能将电脑灯控制和常规灯结合起来的控制台将是比较合理的，也是方便的。艺术所要求的复杂性决定了是由一个操作员控制两个控制台还是一人一台。

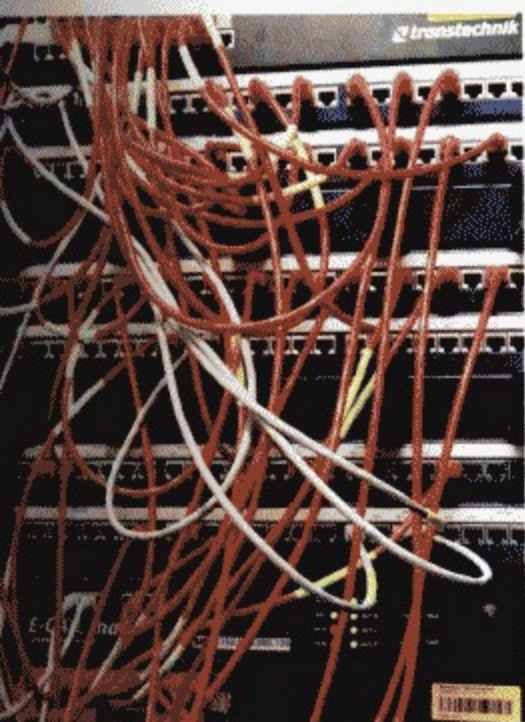
调光器

聚光灯灯泡需要可调电压，也就是在0~230V（0~120V）范围里调节。做到这点并不容易，特别是当有可能输出高达10000W的功率时。调光器、换色器、自动灯弓和电脑灯的控制信号通常使用1~24V的电压，它们不是电压的主要“消费者”。

如今，电压都是由两个反并联的晶闸管或一个双向晶闸管组成。这种控制单元能够集中放置在固定的柜子里或分散放置。可移动的调光器非常实用，并可多功能使



图372 RJ-45数据跳线面板和Transtech E-Gate Max (以太网和DMX互相转换矩阵, 4/2DMX线) 用来分配通过Ethernet (AVAB UDP协议) 的灯光控制台的DMX信号, 并连接至舞台上的插座。



用。在现代控制系统里, 可以远程编制程序, 如可以设定不同的调光曲线, 以适应白炽灯或荧光灯的调光, 或是用于开、关放电光源。晶闸管调光器向灯丝输出电压时, 在低压区域灯丝会发生振动并发出噪音。2001年, 人们找到一个补救措施, IES公司开始生产“正弦波”调光器, 它的使用大大地降低了噪音。这种新型的控制设备也符合气体放电光源的控制和荧光灯的线性调光。在实际运行中, 正弦波没有被切割, 波形是平滑的。调光器始终在灯光控制台或电脑的电子监控中。这种监控系统在固定调光柜或小型设备中都能提供, 功率在2.5~24 kW之间。

图376 Cantor 96/DMX灯光控制台有512路光路, 带监视器, ADB公司产品。

图373 IES正弦波调光器改变电源正弦波的幅值, 低噪声, 无干扰谐波, 有工作状态报告和自动短路保护。

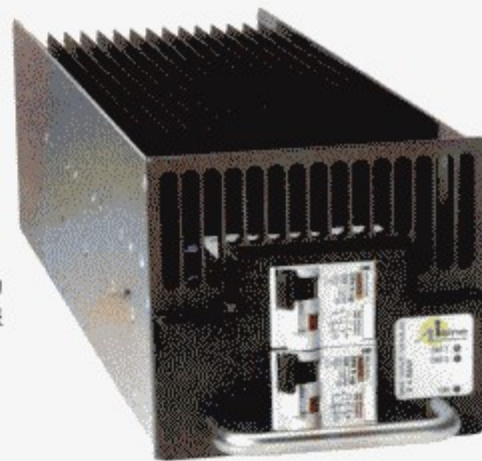


图374 流动数字调光器单元, 分为6×5kVA和12×2.5kVA两种, 有功能设置和操作菜单的显示。



图375 流动数字调光箱。



图377 灯光控制台“Virtuoso DX2”。PRG公司出品。用来控制2000个电脑灯，媒体服务器和常规灯。可以储存10000个Q。三维环境的程序设计。此控制台在演唱会和晚会方面占有很大优势。



现在与未来

现代灯光控制台比以前的设备更面向结果。操作人员无需担忧能否达到设定效果，他只需告诉系统要什么就行。这种改变的主要目的就是尽可能地提高工作效率。图形化的操作使得操作更易被掌握和完成。显示屏上的控制菜单根据特定情境而改变（照明、执行、排练等）。有些操作甚至可以通过触摸屏来激活。多功能键可以根据需求来定义。

操作变得简易化了。用不了多久，使用系统时，常规调光器、换色器、电脑灯等之间将不再有差别。操作元件变得通用，比如不必区分总控杆和交叉控制杆，它们的功能根据运行环境的不同而重新定

义，由此一部分操作系统会变得相当易于管理。

整个灯光操作系统是以菜单配置而成，就像构建一台计算机。这些菜单许多都是图形界面。这种几何视觉图形可用来选择，以一种简图（图解）的方式来显示，这比列表和注解更直观。例如“启动图形”是整个设备的简图。单击“调光器”图标进入下一页菜单，显示系统中不同的调光器。下一个点击将带你进入指定的调光器，会显示调光器的特性、输入信号的类型等参数，这样就有可能更快、更明了地提供灯光的型号、数量、器械与装备配置、负载属性和所有其他的数据。新的设备也可以用自定义表示法。一个设备库包括了所有种类的常规灯、电脑灯、自动灯弓和伸

缩灯架。比如，可以用鼠标点击所有灯的列表来选择，就像在电脑上选择打印一样。

全面网络

现代灯光控制台是复杂网络系统的一部分。分等级的电脑单元通过总线系统和工作共享来连接。可以连接电脑并进行控制，操作可视灯光场景或离线编辑器。可以设置输入端口，可以通过电脑无线遥控以及监视器的触摸屏进行人性化图形操作，可以有包含设备库的数据库附件。网络连接简化了软件升级、远程服务和远程故障查找等。

提高运行可靠性

各种控制设备相互连接，形成一个完整的灯光控制系统，这种系统也形成了一个新的备份方式。如今已不需要严格区分主系统和备份系统。所有设备都不停地在运作，数据计算和控制工作通过数据总线迅速进行分配。同时，这些电脑终端充当着相互热备份（active reserve）。如果一个组件出错了，另一个可以无缝接替。

总结

现代灯光控制设备为用户提供提供了无限的工作效率，其操作面向结果，大量的灯光技术可以让系统来处理。图形界面使设计意图有可能直接、有效地得以执行。设计灯光变得更简单和快速，如编程时无需顾及电脑灯的具体通道号。建立一个功能的模块，灯光控制硬件和软件就能够迅速满足使用者的需

图378 马田公司生产的Maxxyz灯光控制台。可以控制常规灯和电脑灯的混合控台，带有三维设计软件，能够通过USB接口进行控制面板的升级。采用MaxNet网络管理软件，8个DMX输出经Artnet可传输32个DMX信号，有音频接口、MIDI接口、SMPTE接口和LTC接口。





图379 灯光控制室，慕尼黑室内剧院。双Transtech Prisma NTX控制台，Linux系统，最多高达16384通道（常规灯、换色器和电脑灯），AVAB、ETCNet2和Artnet协议。Transtech Digiplus用于工作和排练灯光，19英寸触摸屏运行Transtech Libra（用户可配置图形界面，用于NT/NTX）以及SNMPc网络管理，管理所有网络节点。



图380 Libra图形用户界面的截图。Transtech NT(X)将Libra软件完整地集成在一起。它的可更改的用户界面可以自由、方便地进行设备选择和参数处理。上边图像中显示的是不同的设备选项，中间是颜色选择，右边是各式推杆，用来设置参数，比如挡光板。Libra使用触摸屏，使它的操作快速而有效。



图381 EOS——ETC生产的混合灯光控制台。多达5000个通道，一对专用的重演推杆，10个用户可定义的电动集控杆，可翻30页，2台15英寸LCD触摸屏，ETCNet2、Net3/ACN、RDM协议，MIDI和SMPTE接口。

要。灯光操作员能专心于他自己的角色：是他完美地支撑起整个戏剧演出的创造性灯光设计。

预测

计算机硬件和软件迅速发展，体积更小，运算能力更强，这些都将根本改变灯光设计。灯光师将能在控制台的电脑屏上获得整个舞台的逼真图像和灯光环境，也可以随时通过场景运行，从任意角度检查并修改灯光。只要愿意，就能够在监视器上看到他预先做好的效果，并决定是否进行修正，而且，屏幕上还会实时显示变化。

一个逼真的整个灯光场景的二维或三维模拟意味着设计可以在远离真实舞台的状态下进行。灯光技术员通常用任何一台电脑或笔记本电脑就能对多数灯进行编排。只要他想，他能够得到所有灯具的清单和所选灯光设计的调整需要，形成一个简洁、清晰的计划。在此之后，舞台上需要的就只是调整了。这样的设计程序可以用许多不同的方式来进行。

在CAD等软件的帮助下进行设计规划，WYSIWIG、Vectorwork 或 Capture可以做灯光概念的准备，这些程序也可以形成一个复杂灯光环境的实时仿真。

强化数据库的图形操作使监视器、组织结构、灯具管理、色片和换色器的工作更简便、准确、快速。

然而，不管前景如何，这一点依然适用：技术不能左右艺术。

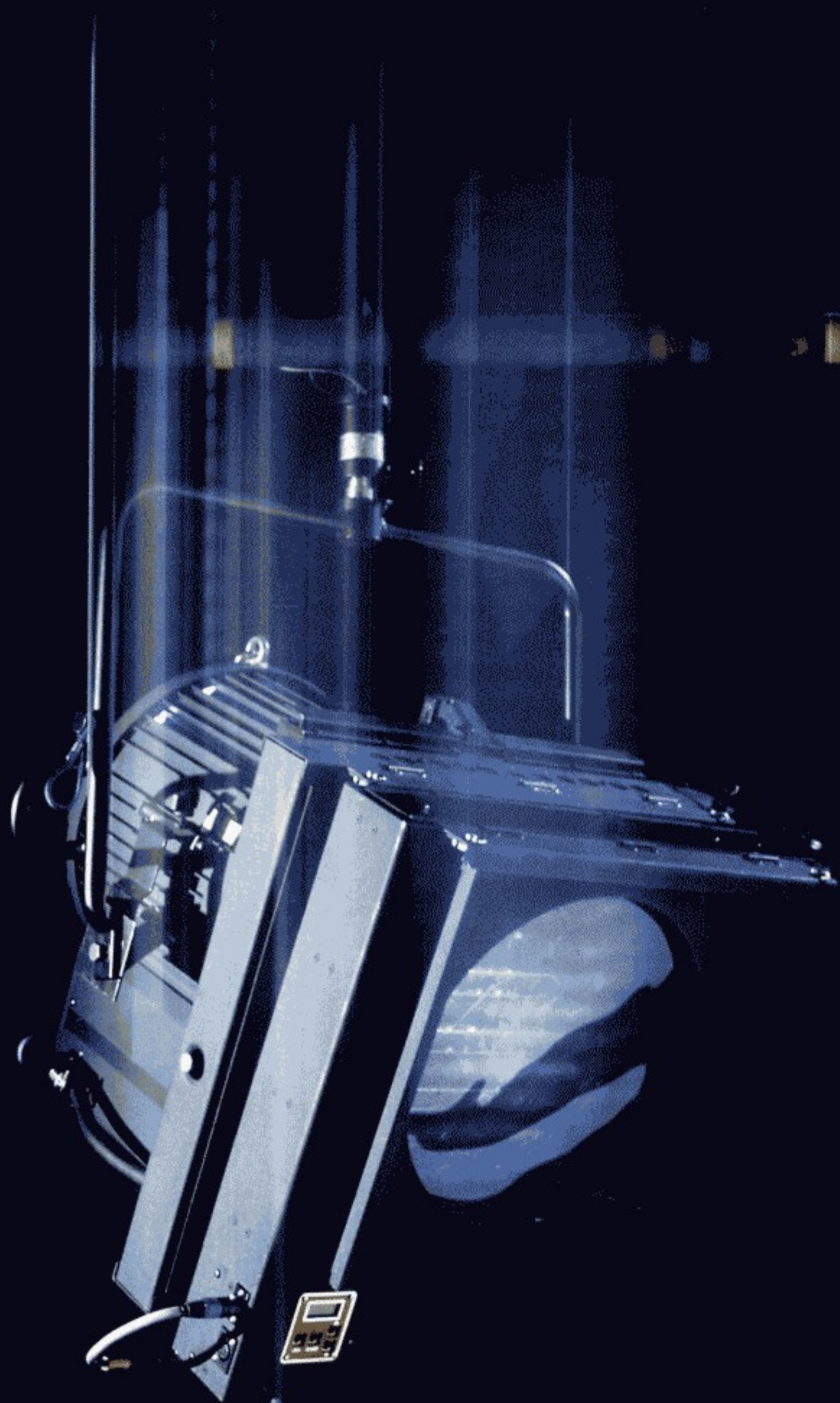


图382 戏剧舞台用4000W HMI菲涅尔灯，带调光百叶窗和卷帘换色器盒。

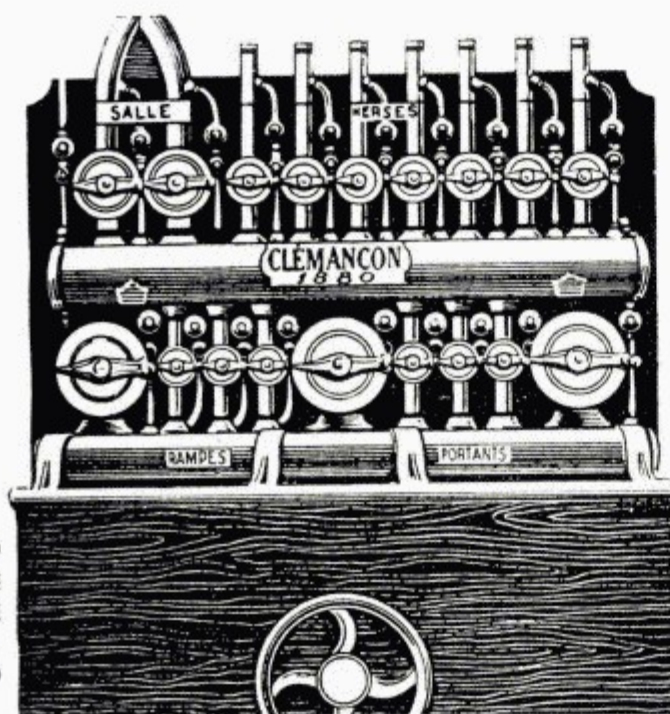


图383 带有各种阀门的瓦斯控制装置，用于观众席照明、台口照明、脚灯和顶灯，1880年。

瓦斯照明最早在1803年被应用到戏剧舞台中。这种非常危险的舞台照明方式在英国得到了极大的发展，达到了令人惊异的效果。人们通过复杂的机械绳索控制器来转换瓦斯灯周围的色盘或纱布，以营造出多变的色彩效果。气阀装置被用于供应瓦斯，当时人们甚至还在“照明中心”将几个气阀组合在一起同时供气。大型戏剧舞台通常需要2000盏瓦斯灯来照亮整个舞台。

瓦斯照明主要应用于舞台的前部，如脚灯。安装在舞台口两侧和檐幕的瓦斯灯则用于向舞台中央投射足够的光线。主角人物通常会自然地走到舞台前方，因为在那里他们能够充分地被脚灯照亮。很明显，这种漫射式照明无法制造出任何戏剧性的灯光效果。在当时，已经有一些戏剧评论家对这种缺乏艺术性的舞台照明方式颇有微词。

当时，18世纪的背景幕依然有它的用武之地。带平面背景片的背景幕仍是当时的标准舞台背景装置。定向光线以及无法通过瓦斯照明达到的照明角度和阴影被画在背景布上。投射到背景布上的各种瓦斯灯的影子与画在背景布上

的虚拟灯光效果交杂在一起，往往会给人以混沌感。随着炭棒弧光灯的出现——这种新式灯在1849年引入剧场，舞台照明方式也发生了重要的变化。在1879年炭丝灯泡被发明之后，第一个电气舞台照明装置于1881年在慕尼黑国际电器展上展出。4年后，即1885年，在慕尼黑皇宫剧院中首次采用了电气舞台照明装置。即便如此，灯光师仍认为，电气灯的控制同瓦斯灯一样，也很重要。控制电气灯的最古老方式是盐水缸。人们通过操控浸泡在盐溶液中的电极来控制电流。电极在盐溶液中的位置是通过缆绳、轮盘和杠杆来掌控的，因此，几组轮盘装置可以同时运动。德国的电气厂商在1888年制造出了第一个舞台控制装置，通过可变电阻器来控制电压。1905年，出于戏剧舞台的实际需要，炭丝灯泡被功率更高的钨丝

灯泡所取代。

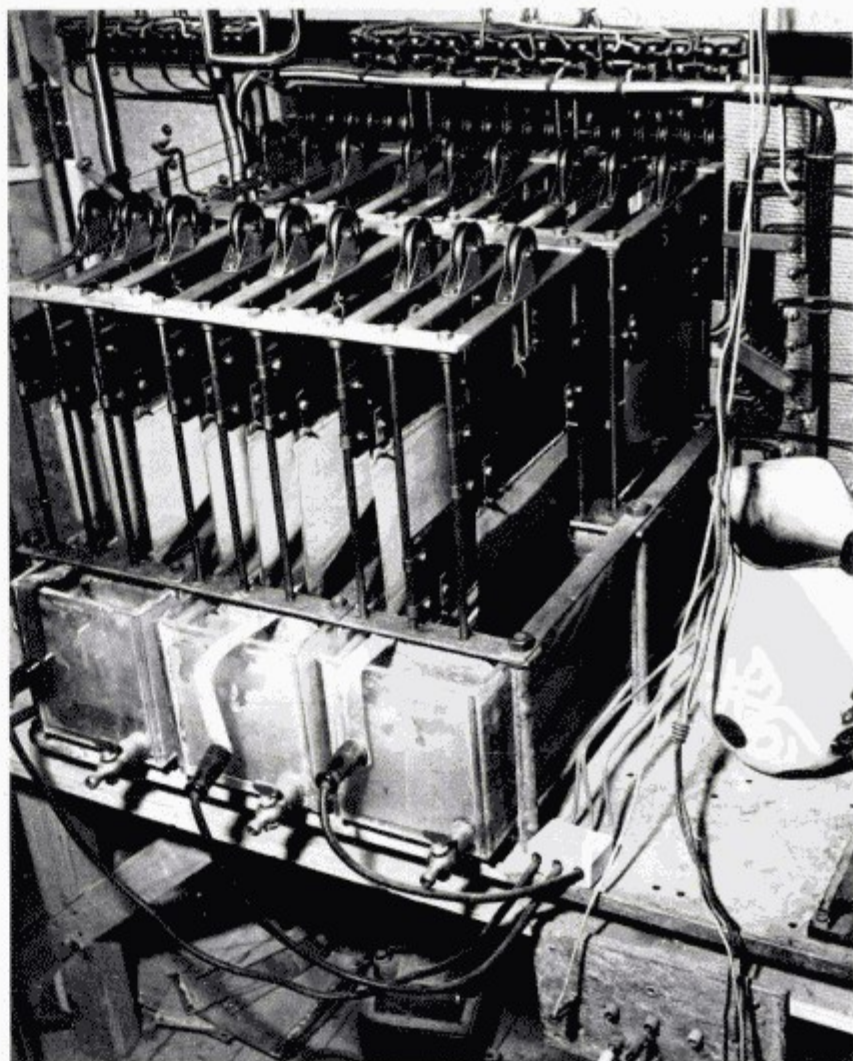
设计和理念

在世纪之交，几位舞台艺术家——爱德华·戈登·克雷格、阿道夫·阿庇亚和马里亚诺·弗图尼——对舞台照明和布景的发展起到了很大的推动作用。他们认为，带背景幕和背景片的常规舞台设计已经过时。电气照明的发展意味着旧式的舞台设计将被革新性的舞台理念所取代。

1901年，爱德华·戈登·克雷格在伦敦上演的一出歌剧中尝试了一种全新的风格，开辟了舞台设计的新天地，被人们称为“后现实主义”。

克雷格消除了舞台上的混乱

图384 水阻舞台灯光控制装置，这种装置一直到1960年还在使用。



感，移去了绘有虚拟灯光效果的背景片和常用的檐幕，从舞台的最初用途出发，将舞台作为一个表演区域，进行重建。光线不再被绘制而是被投射到背景上。传统的背景幕被一块宽幕布所取代，幕布的底部为深蓝色，顶部则逐渐过渡为紫色，从台口看过去，会给人以纵深感。

克雷格的舞台设计的最重要元素是灯光。灯具不是被安置在惯常的位置，如脚光、侧光等灯位，而是集中在现在所称的假台口上片灯光桥上。这种布光方式当时不被其他戏剧舞台所接受，而克雷格则把所有的灯具都通过一个控制台来操控。特别是他通过有色反光镜来进行舞台灯光定向投射，更是创造了观看和体验灯光的一种全新方式。

相对于舞台和布景，克雷格更注重场景。他通常会在舞台上搭建平台、柱子和阶梯，摒弃传统的绘画背景幕。在克雷格的舞台上，光有了一种全新的表现方式，成为一种具有创造性的力量，这对克雷格来说，也是一个巨大的挑战。他设计的舞台灯光成为了各自区域内的创造性元素，他运用集中的、具有高度表现力的光束，借助烟雾等特殊效果，创造出此前从未被采用过的真实的定向光。他对舞台布景和灯光的根本性改造让他有机会将自己的很多新想法付诸实践。他在自己的歌剧中，将光的创造力与音乐相融合，创造了综合运用韵律、色彩和光的舞台艺术。

与克雷格同时期的阿道夫·阿庇亚也在做着类似的尝试。阿庇亚认识到，舞台本身是一个三维区域，在这个区域中，空间可以被明确地划分开来。他与作曲家兼音乐学者埃米尔·雅克-达尔克罗泽（Emile Jacques-Dalcroze）一起工作，分析音乐、时间、运动和空间的相互关系，并由此产生了韵律舞台建筑的概念。阿庇亚为雅克-达尔克罗泽设计了一套简洁的几何体，将表演区域用平台、台阶和立方体分割开来。当阿庇亚撤去背景幕、背景片、侧幕和幕布后，他发现，舞台其实只需要适当的光线，对他而言，光与空间是一

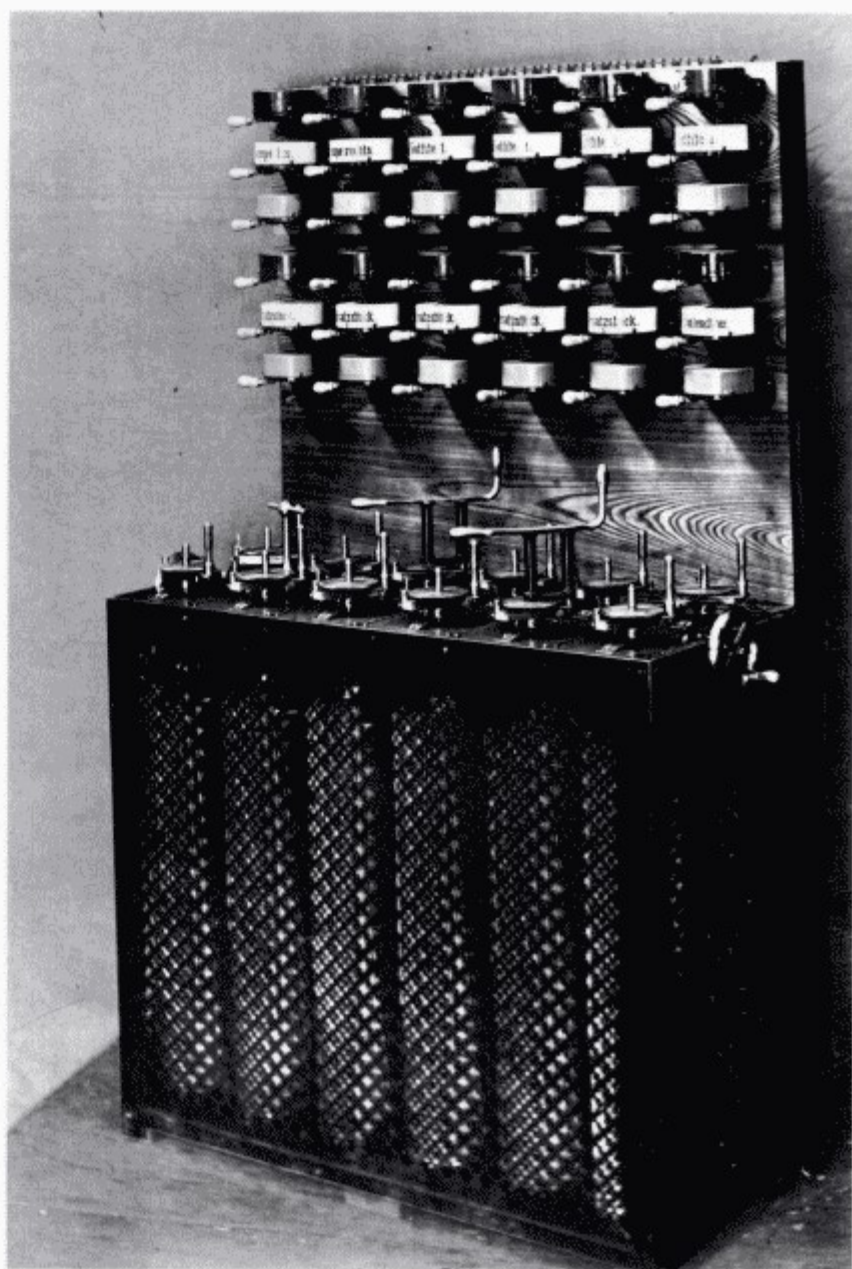


图335 金属电阻调光器和两场预选的控制台，1890年。

个不可分割的整体。

阿庇亚将简单的漫射照明与戏剧性的强调照明作了区分。他将自己的灯光设计建立在亮度和光定向（暗区影调）的基础上，将两者结合起来，营造出富有美感的氛围。他解释道：“光线是舞台上最重要的三维媒介。没有它那种使舞台浑然一体的力量，我们只能看到物体而不知道它们要表达什么。”

在他广泛的艺术研究中，阿庇亚还探讨了花园城市的概念。在花园城市中，住宅附近都附带有公园和商业设施，人们能在大城市的近郊享受自然的生活、居住和运动休闲方式。在德国，最具代表性的花园城市是靠近德累斯顿（Dresden）的海勒洛（Hellerau）。阿庇亚在剧场中用透明的亚麻布圈出舞池，并在后面成排安装了约3000至7000盏有色白炽灯。通过这种方式，他创造出了均匀、迂

回的光线效果，展示了韵律体操与韵律舞台建筑的完美结合。

人造光的发明使得阿庇亚能够实现他关于戏剧性照明的构想。他的研究对此后拜罗伊特（Bayreuth）音乐节舞台设计的发展产生了举足轻重的影响。瓦格纳的歌剧对阿庇亚尤其具吸引力，他为瓦格纳的许多部歌剧写了评论。他将瓦格纳的歌剧视为对舞台艺术家的解放，因为阿庇亚相信，音乐是高于其他任何艺术表现形式的至上艺术。

德国导演马克斯·雷恩哈特（Max Reinhardt）改进了世纪之交的舞台技术标准。1901年，他邀请了一些演员在柏林“Schall und Rauch 剧院”（无意义剧院）进行演出，贯彻了自己的“与众不同的戏剧舞台”的概念，在那里，他将灯光设计作为一个综合性媒介加以应用。

在后来的几年里，雷恩哈特

图386 阿道夫·阿庇亚
“瓦尔基里的岩石”（The Valkyries' Rock）
《女武神》（Die Walkure）第3幕，
设计于1892年。

阿庇亚于1892年为四联剧《尼伯龙根的指环》（Ring of the Nibelungen）设计了舞台，并把布景设计绘制成效果图。从这个富有创造性的舞台布景中，我们可以看到象征主义和印象主义的特点：高度提炼的自然元素和阴影表现法创造出了一个令人有身临其境之感的舞台空间。



图387 阿道夫·阿庇亚
“小巷”（The Alleyway），
《节奏空间》（Espaces rythmiques）系列，
设计于1909年10月。

作为一名立体派艺术家，阿庇亚受到了埃米尔·雅克-达克罗兹的韵律体操的影响，设计了非用于特定剧情而仅仅为了让表演者将音乐转化为运动的舞台空间。在这里，三维立体结构大部分都由带有表面边界的建筑元素（如阶梯、斜坡和石块）构成。

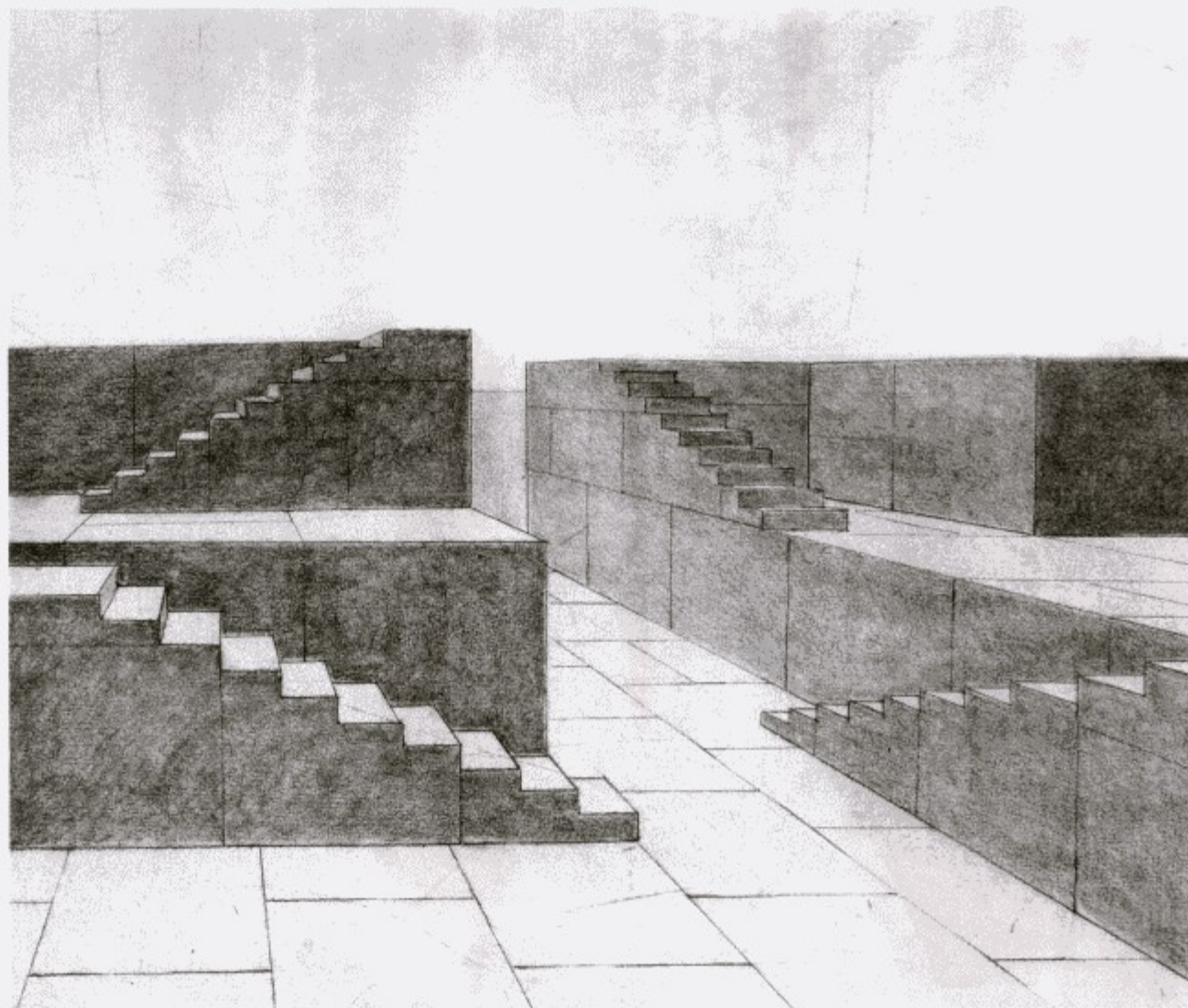
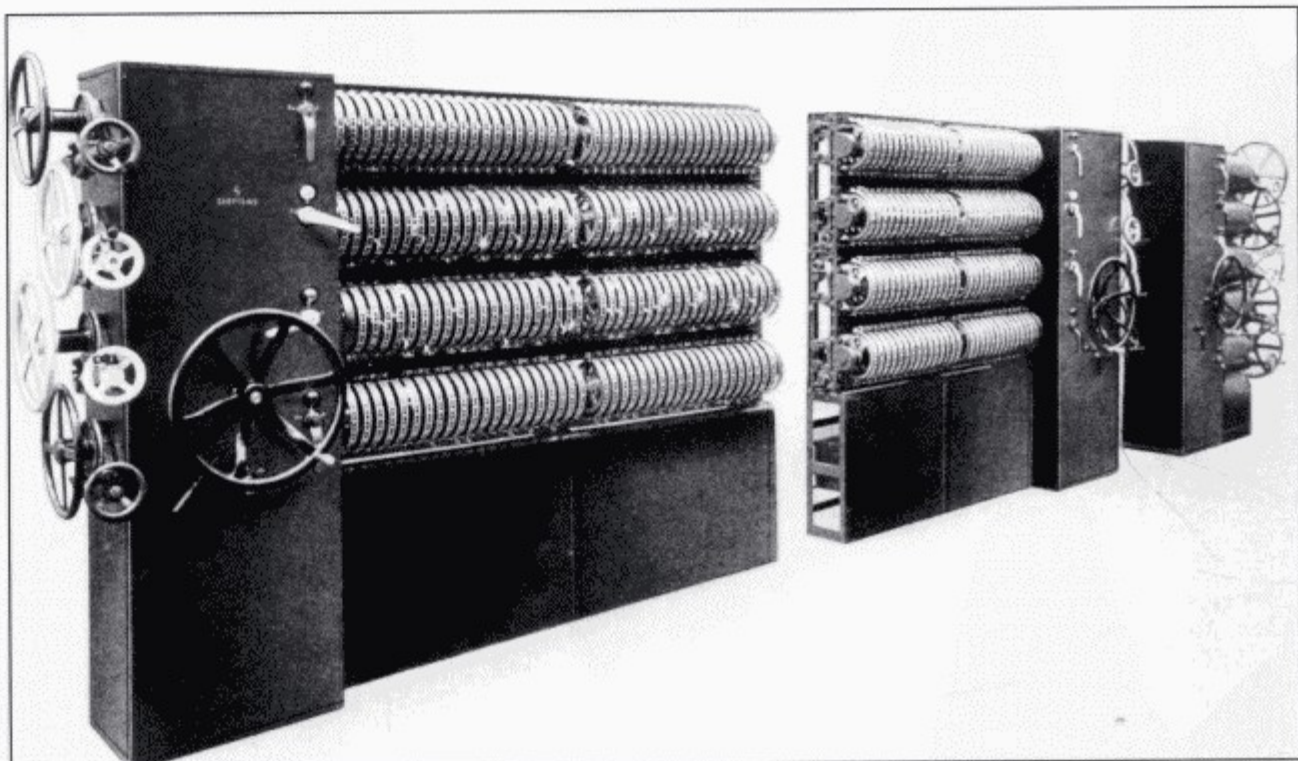


图388 波尔多尼灯光控制系统，由3台灯光控制装置组成。从左到右为4×40、4×28、5×12的操作杆的控制台。每个装置都配有一个总控驱动器，可用于手动或电动操作。



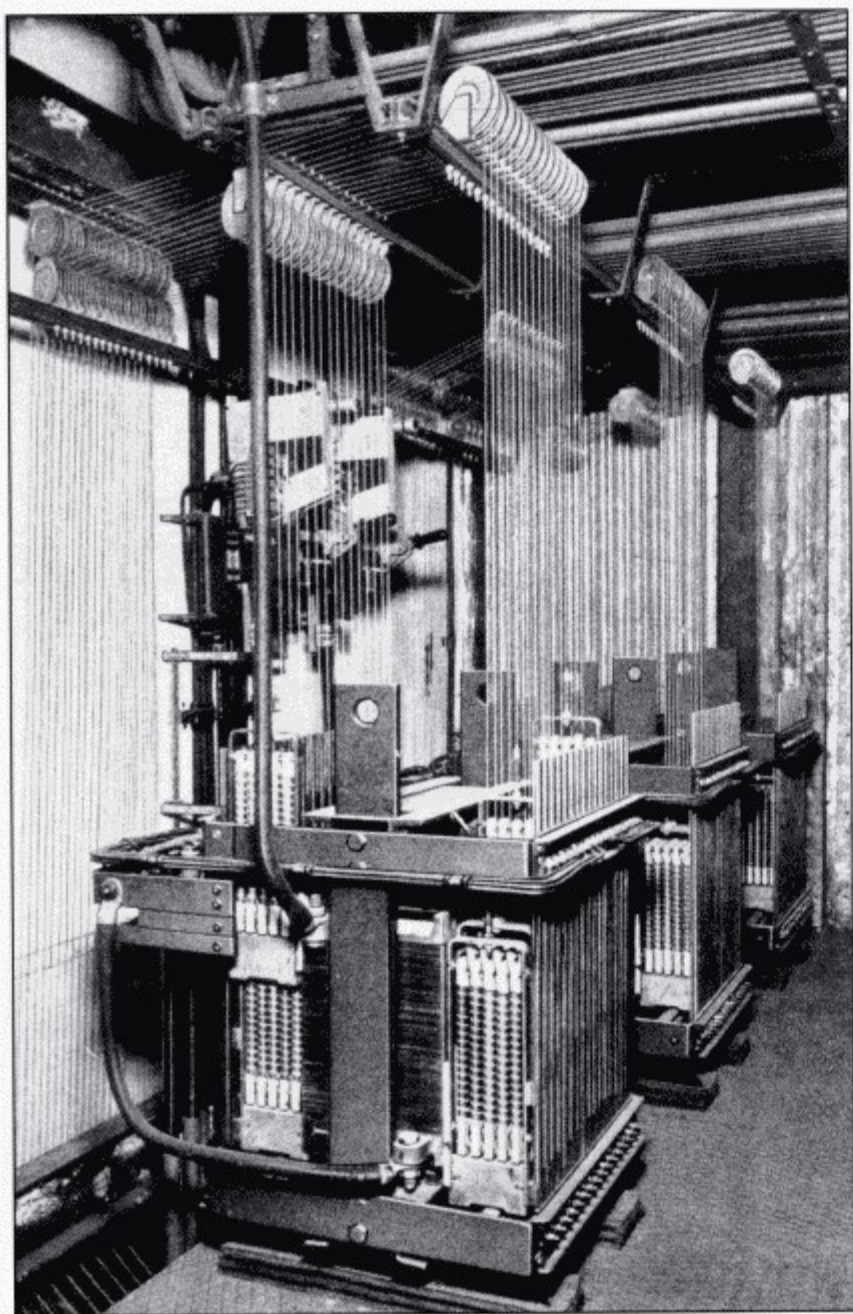
在他的舞台设计中将所有具有实现可能的构想（例如：舞台旋转和升降）付诸实践，并改进了照明设备。1905年，在研究了阿底亚的发明后，雷恩哈特又对画家兼舞台艺术家马里亚诺·弗图尼的研究产生了浓厚的兴趣，但只采用了他的部分发明成果。

1911年，雷恩哈特在伦敦实践了他的大戏剧舞台概念。在那里，他安装了更多精密的、最新研发的舞台和灯光系统，特别是他的灯光系统，由于实在太过庞大，而不得不雇佣了56个电工和82个机械工来操控它。1923年，雷恩哈特第一次把自己的大戏剧舞台介绍到美国，由于纽约世纪剧院的电器设备不足以满足需求，所以他在现有的灯光控制台上又增加了12个便携式装置，还另外准备了一套布景和服

装的色彩照明计划。纽约的媒体对“马克斯·雷恩哈特式舞台灯光”赞叹不已，人们都叹服于他所使用的色彩——蓝、绿、紫，而非美国人所熟悉的黄、白、红。在当时，他的舞台设计构思中就包含了详细的区域划分和演出进程表，此外还有数量惊人的灯光Q。例如，在为《仲夏夜之梦》设计灯光时，他坚持使用了107个不同的灯光场景。

马里亚诺·弗图尼对舞台灯光有很多新的想法。他的研究建立在自然的阳光和漫射光的基础上。他认为白炽灯的光线过红，而更偏爱危险且更难操控的炭精电弧灯。他用弧光灯把红、黄、蓝色的布条照亮，这些布条被缝在一起，能通过滚筒进行移动，以满足各种色彩的表现要求。他还用黑色天鹅绒来控制间接照射光的强度，并通过安装在弧光灯前方的机械式光闸来实现完全切光。在此后，弗图尼更倾向于在弧光灯前加装彩色幻灯片。除了发明这套先进的照明系统，他还通过对云灯的巧妙运用，成功地模拟出拱形的地平线。弗图尼得以首次实践其整套灯光系统的剧院是建于1912年、位于柏林的德国歌剧院。

图389 西门子舞台灯光变压器调光系统，波尔多尼型。变压器的调光滑块通过钢丝绳与控制台的操作杆相连。



阿道夫·林纳巴赫 (Adolf Linnebach)，曾任慕尼黑歌剧院技术负责人，发明了对20世纪早期的舞台照明有重要意义的幻灯。林纳巴赫将他的幻灯机尽可能地简化至只包含最基本的配置，即灯、投影

或弯曲的投影片。

第一次世界大战的爆发使得在很长一段时期内，戏剧舞台灯光技术的发展处于停滞状态。1918年以后，弗图尼系统也失去了用武之地，因为过多的间接光造成了光的

梅耶荷德 (Meyerhold)、皮斯卡托 (Piscator)、莫霍利-纳吉 (Moholy-Nagy) 和康定斯基 (Kandinsky)。画家瓦西里·康定斯基于1922-1933年在包豪斯学院任教，他对舞台艺术很感兴趣，甚至还在柏林的一个剧院担任过一出歌剧的舞台设计。

奥斯卡·施莱莫和拉扎罗·莫霍利-纳吉的表现主义思想对舞台设计和戏剧舞台照明有着极为重要的影响。施莱莫在1923-1929年主管包豪斯剧院，特别喜欢通过面具来增强表情、舞蹈和人物。莫霍利-纳吉在1930年发明了他所谓的“电力舞台的灯光设备”。这种灯光设备能连续地展现光的运动、反射和阴影效果。莫霍利-纳吉还基于“总体戏剧”的概念，在柏林为欧文·皮斯卡托设计前卫风格的舞台布景。

技术

控制系统

在20世纪30年代，舞台灯光控制系统有了极大的发展。在德国，存在着两种不同的系统。波尔多尼 (Bordoni) 系统和萨拉尼 (Salani) 系统都是导电滑块的可调变压器，它们充分利用了钢丝绳和导电滑块的优点。两者的区别是，在波尔多尼系统中，带接触电阻的滑块直接在变压器线圈上运动；而在萨拉尼系统中，则是带滑动触点的滑块在转接器的滑轨上直线运动，每个滑块都分别通过保护电阻与单个变压器线圈相连，碳刷则充当滑块的触点。这两种系统被使用了很长时间，今天，仍有一些剧院还在用这种灯光设备。

1950年推出的灯光控制系统第一次对控制台和调光器作了分离。灯光亮度的调节是通过电气控制而非机械控制。变阻器被应用，然后又用变压器，通过一个带磁性离合器的中央电气驱动器加以驱动。该系统还可以通过使用“灯光风琴”上的踏板来改变传动轴的速度。

向电气控制舞台装置发展的第一步是电子管控制器的应用。科学家们于1937年开始研发这种控制技术，但直至20世纪50年代才获得认可。

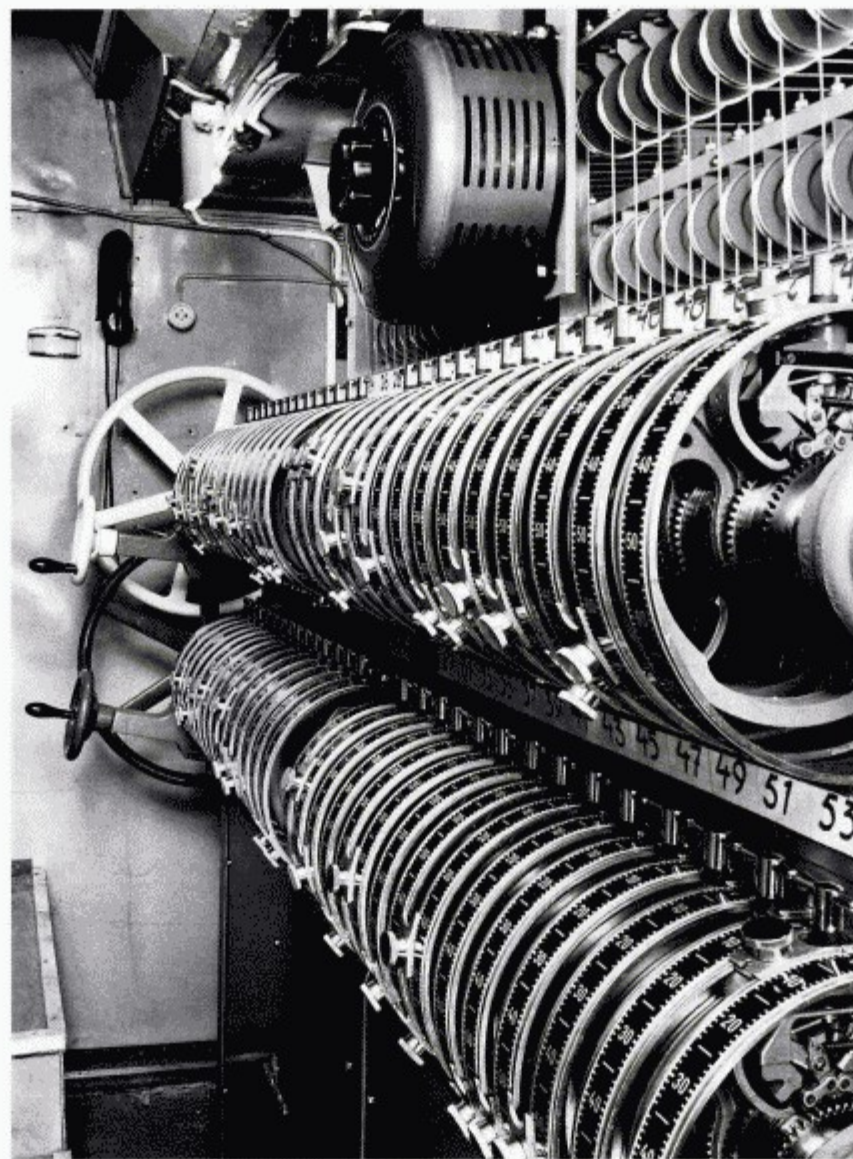


图300 带亮度限位的单控杆，并与中央传动轴相连。
左侧的大型手轮被用于成组转动控制杆。

区，以及位于两者间的投影片。投影图像的生成无需透镜也无需反射镜，这是因为灯丝已经提供了必要的焦点。这种投影机能够很方便地制造出广角黑白投影效果，例如环形画景。

投影图像的清晰度取决于灯到投影片和投影片到投影区之间的距离比。如果投影片距灯比较近，则投影图像就会比较模糊，某些情况下也会需要这种模糊效果。如果要获得清晰的图像，就要使投影片平行于投影区；反之，如果要获得不均匀、扭曲的图像，就要使用倾斜

浪费。而在此之后，戏剧舞台灯光的发展则是突飞猛进，这得益于白炽灯在戏剧舞台中的应用。散射照明被天幕灯所取代，随之聚光灯技术也有了迅速发展。很多较为简单的照明设备仍是它们最初发明时的样子。

1919年，包豪斯学院的成立使许多学者汇聚一堂，表现主义戏剧艺术在当时极为盛行。这也影响了舞台装置和灯光的发展。包豪斯学派在全世界掀起了一场革新，其中颇具代表性的艺术家是施莱莫 (Schlemmer)、

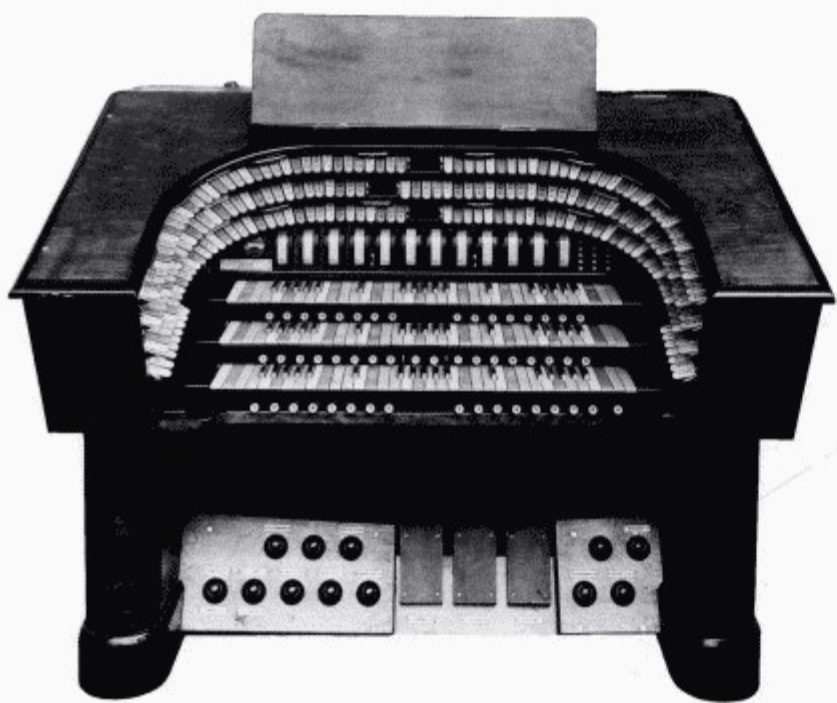


图391 第一个与调光器分离的灯光控制台，1950年。

电子闸流管（反向并联的热阴极整流器，图392）的应用使相位控制成为可能。这意味着照明的控制方式也变得有所不同。控制用的电位器设置成两排，并可分组。一排电位器用于现场操作，另一排用于预置下一个灯光场景。用一个转换轮实现上下两个灯光场景的转换。

1956年，照明控制台制造商研发了饱和电抗器，其中也有两个反向并联的感应线圈。饱和电抗器通过调节磁通量来控制功率。从此，这种控制和存储系统开始迅速发展起来。今天看来，当时的灯光师需要频繁应对这些完全不同的设备简直是不可思议的。

今天，关于照明技术的发明层出不穷。在结合了现有标准后，这些发明使得灯光控制变得更方便、更灵活。总而言之，单个灯光师独立操控灯光控制台逐渐成为可能，由于体积的缩小，灯光控制台的安

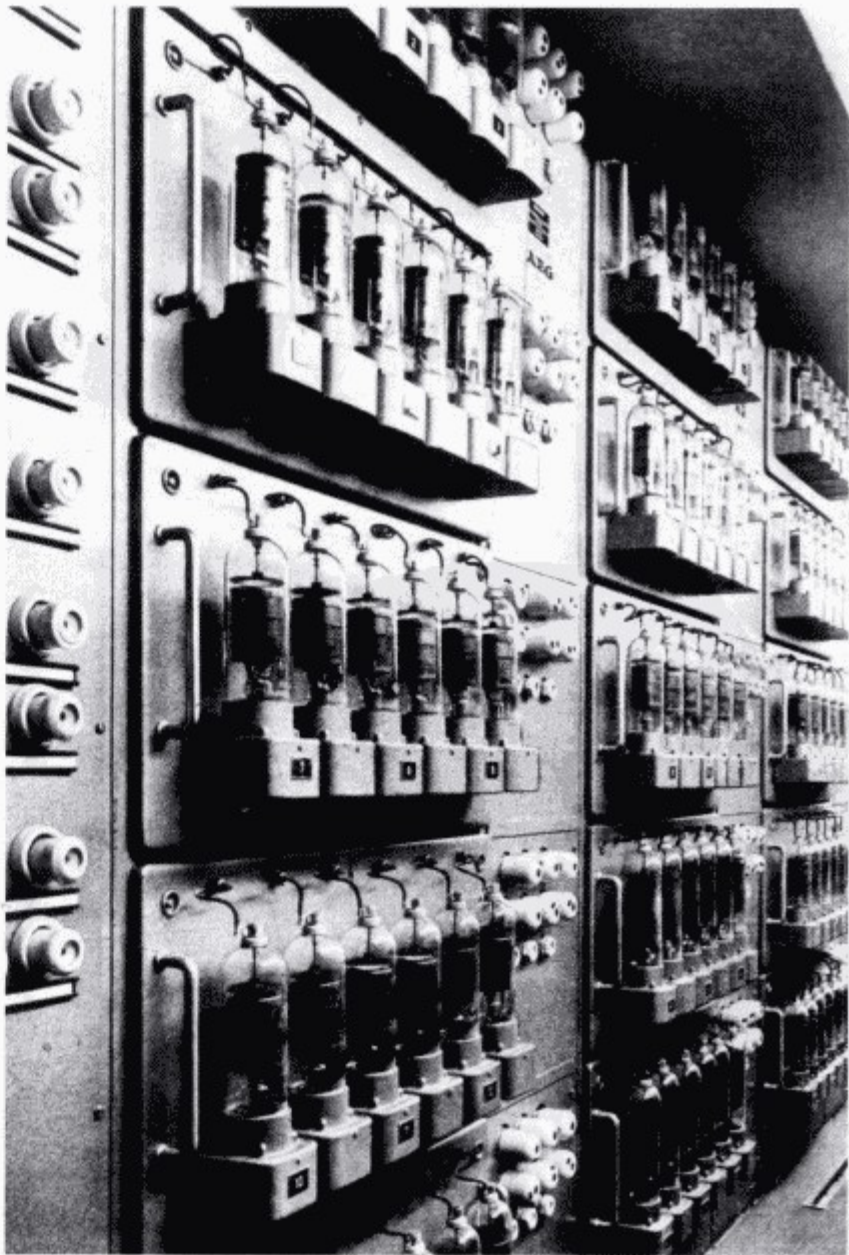
置也变得更加容易。如今，灯光场景可以通过电子形式记录下来，储存灯光数据的工作变得相当轻松。控制台的存储容量和使用的可靠性显得尤为重要，因为存储元件的工作方式已经完全不同了。穿孔带和穿孔卡的使用经常会带来技术问题，磁鼓存储器易受损坏的缺点也显而易见，因为它的机械磨损抵消了它的电子部件的优点。在当时，常用的各种存储系统有：

- 继电器存储器能够实现迅速存储并能流畅地以任何顺序取回灯光场景。但这种存储器的大小是与存储量成正比的，因此如果只存储少量信息，这种设备就显得不太经济。继电器存储器需要一个相应较大的

图393 安装有电子闸流管的立架，1955年。



图392 带预选和场景转换轮的电子闸流管调光器的控制台，1955年。



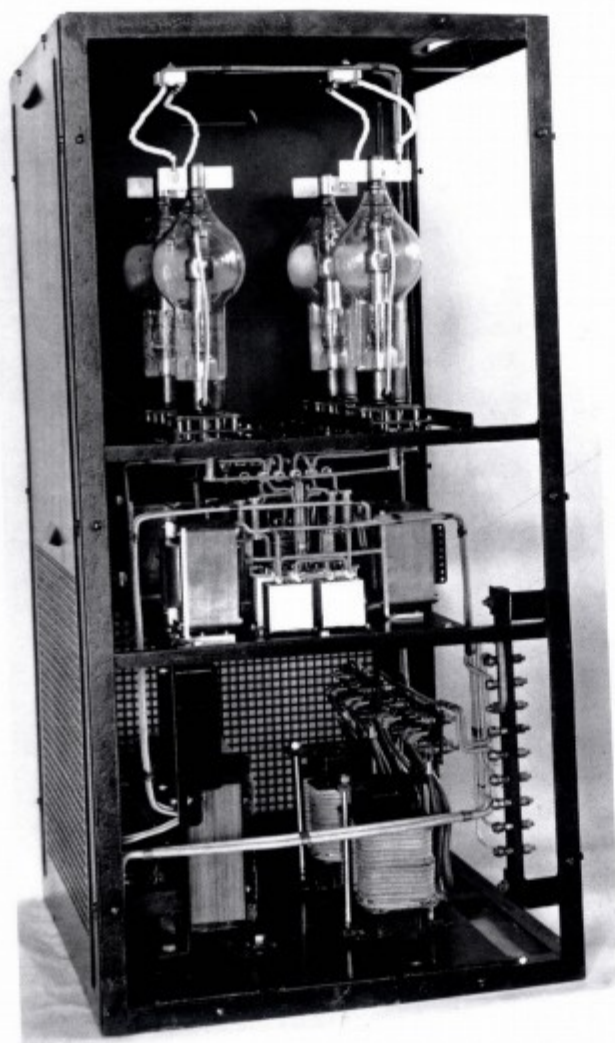


图394 两路电子闸流管调光器的机架。



图395 带穿孔卡输入和备份系统的灯光控制台，1960年。

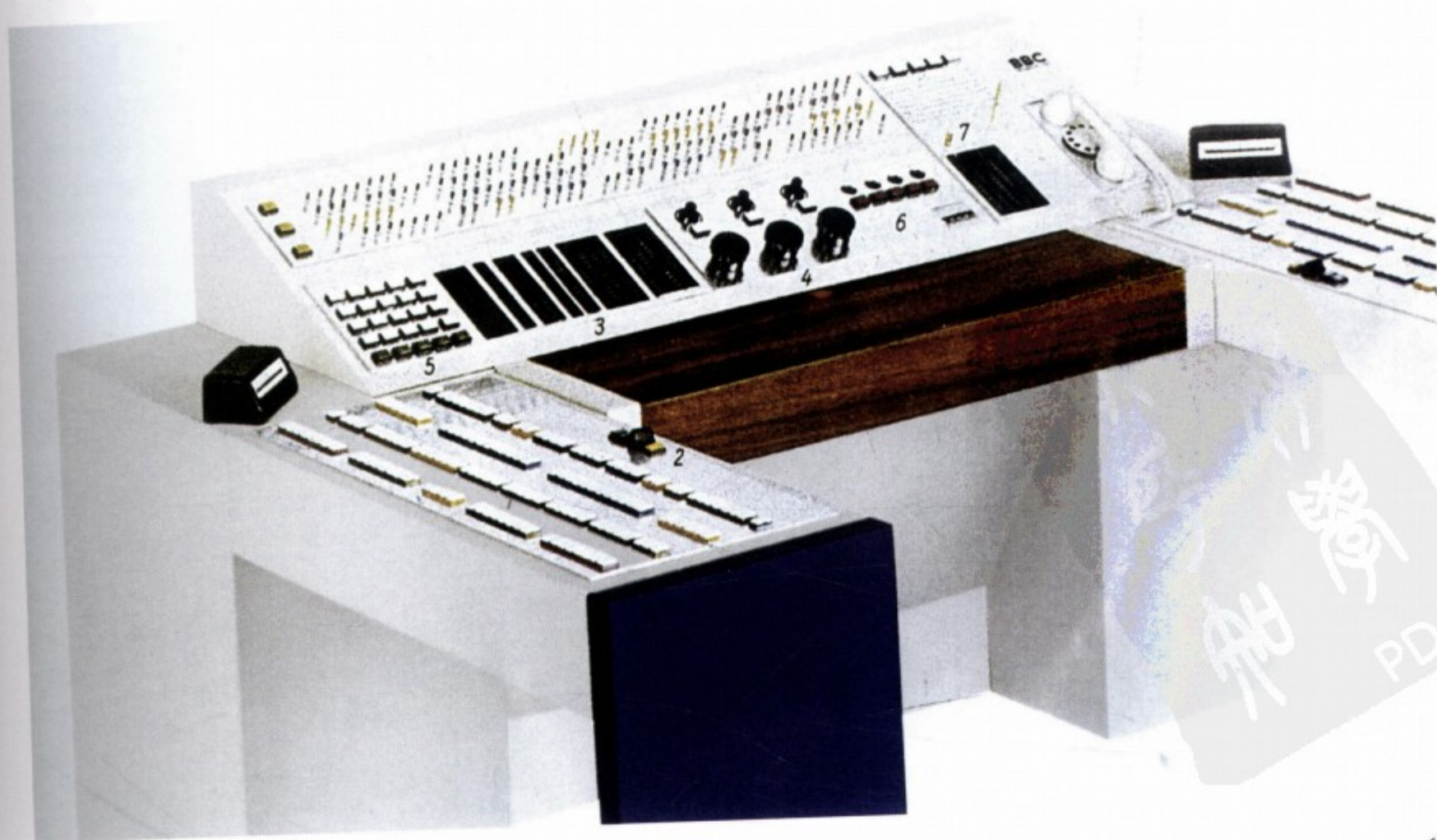
放置空间，这也是它的缺点之一。

· 穿孔带存储器占用的空间较小，而且存储容量没有限制，因为它能无限制地制作带子。保存或取回一个灯光场景只需几秒时间。但它不能改变灯光场景的取回顺序——灯光场景被预先按特定顺序确定在带子上，很难在带子上找到一个特定的灯光场景，因为灯光场景的获

得需要读取整个带子。损坏的带子无法再使用，从而失去利用价值，因为存储的灯光场景无法被直接读取。

· 穿孔卡存储器占用的空间也较小，存储容量也无限。一张卡穿孔需要约5秒，灯光场景的取回需要约1秒。取回顺序可以通过人工排列穿孔卡任意确定。

图396 BBC Datalux 灯光控制台，1968年。



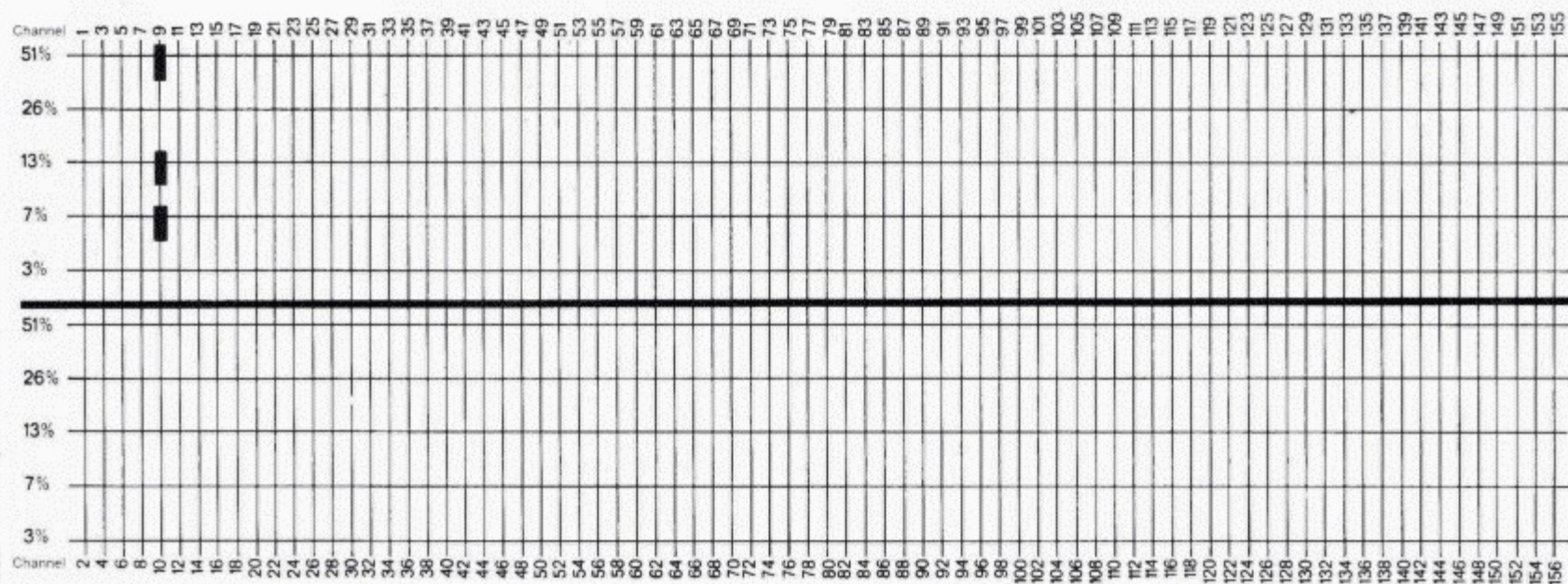
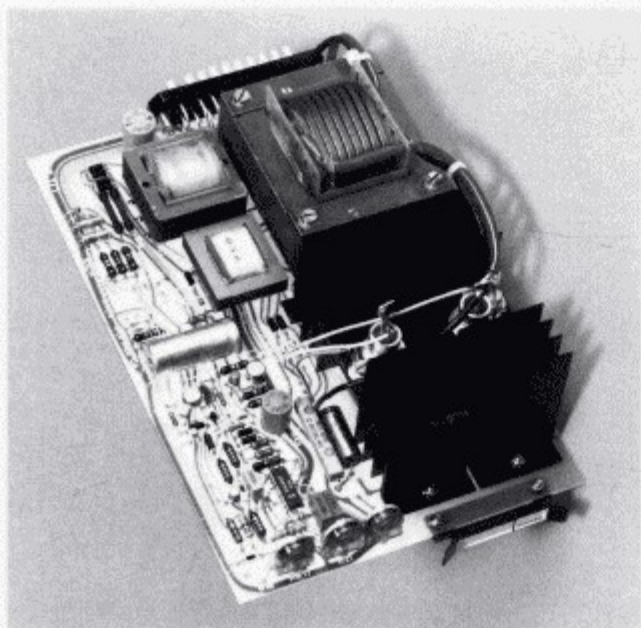
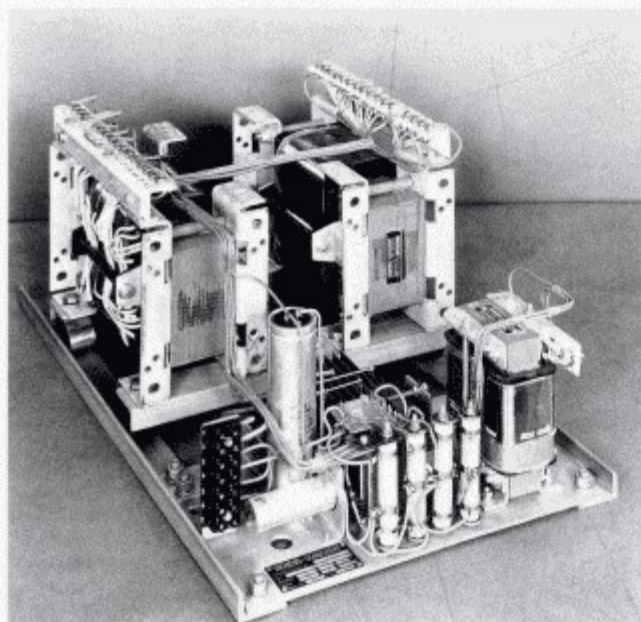


图397 Datalux控制系统的穿孔卡。照明频道号被印在卡的顶部。每个照明等级用5个孔表示，位于左侧。这意味着无需额外的帮助，卡也可以被读取。每个灯光场景需要一张卡，例如，9通道：51%+13%+7%=71%亮度。



穿孔卡的特定部分对应每一个灯光回路，从而存储的灯光场景可以利用印在卡上的标签被读取。它的缺点是一张穿孔卡只能存储有限的回路，所以对于回路较多的大型控制系统而言，就需要两张或两张以上的穿孔卡。

· 铁氧体磁心存储器在存储和取回方面都很便捷，灯光场景的顺序也能随意选择。由于没有运动部件，因此存储系统不需要维修。在购买设备时，可以适当选择存储组件。随着存储数据的增加，设备的体积也要相应加大，该存储器的存储量限制约为50个灯光场景。

· 磁带存储器没有存储量的限制。每个灯光场景都可以在1分钟内找到，而且可以按任何顺序取回。该设备包括需要维护的运动部件。磁带一旦损坏就失去了使用价值，因

为存储的灯光场景无法再被读取。该设备也需要一个备有空调的放置空间。

· 磁鼓存储器与磁带存储器的性能相似。但是，该存储器有一个很大的缺点，即有限的存储量。这是因为灯光师无法更换磁鼓。

· 磁卡存储器与穿孔卡存储器相似。不同之处在于，它无法直接读取存储的灯光场景，或增加手动输入的灯光场景。

以上的存储设备都不是百分百令人满意的。但如果只需50个存储单元，那么铁氧体磁心存储器可以满足所有的需求，因此它也被作为灯光控制系统的存储装置。

1952年，舞台灯光的技术术语中出现了“软件”一词。使计算机技术进入舞台照明领域的主要推动力来自英国。计算机技术与灯光设计的紧密合作，使得创造令人印象深刻的灯光效果成为可能。最近一次重大的技术进步大约是在1960年的晶体闸流管的运用，也就是说，将晶体的闸流管应用于调光。

直到现在，调光器仍然是由两

图398 舞台饱和电抗器调光器，2000W，1970年。

图399 采用插件技术的晶体闸流管调光器，2500W，1975年。

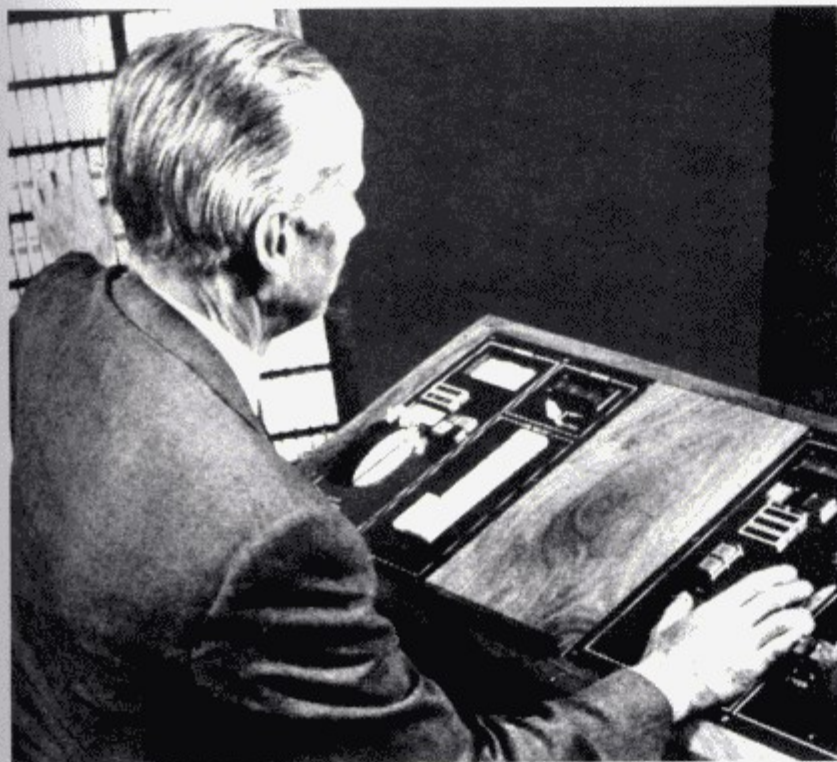


图400 Rank Strand Electric公司研发的DDM系统。左边是用于240个回路的单控操作台，调光台的存储控制和数字键位于控制面板的左侧，重演装置位于右侧。

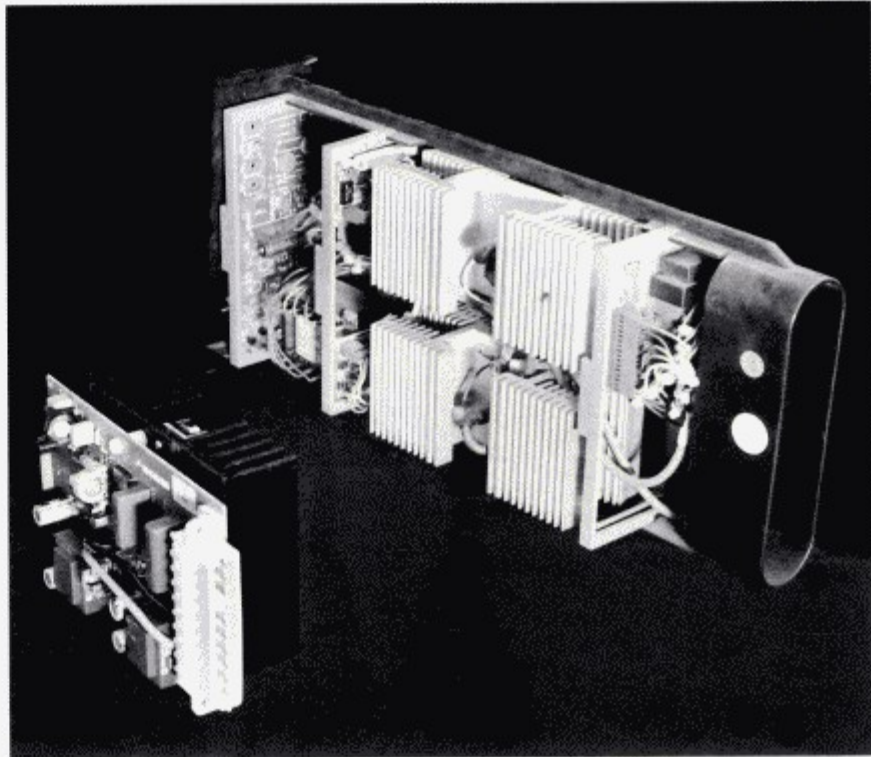


图401 即插式晶体闸流管调光器，5000W，1980年



个反向并联的晶体闸流管组成的。所谓的“双向晶闸管”，其原理也是两个晶闸管反并联，在舞台照明中的应用并不广泛。调光部件的功率通常可达2.5、5、10 kW。调光器的电子部件变得越来越小，效能越来越高，新的控制技术的发展也越来越快，这都为舞台的灯光设计提供了更大的可能性。

光源

最早用于照明的气体放电灯出现在19世纪晚期。最早的放电管中充入了氮，发出粉红色光，1930年前被用于照明。改进放电管性能的工作从1924年开始，一直持续到1935年，该研究促成低压荧光灯的发明。

1932年出现了一个重要发展：夜晚的街道第一次被低压钠灯点亮。1935年，高压汞灯也被发明了。

图402 安装有DDM系统的灯光控制室
左：单控操作台
中：控制台
右：用于紧急情况的插针矩阵板
上：显示板 and 特殊控制器



图403 640个通道的大型灯光控制台。系统：Lightboard，1932年。

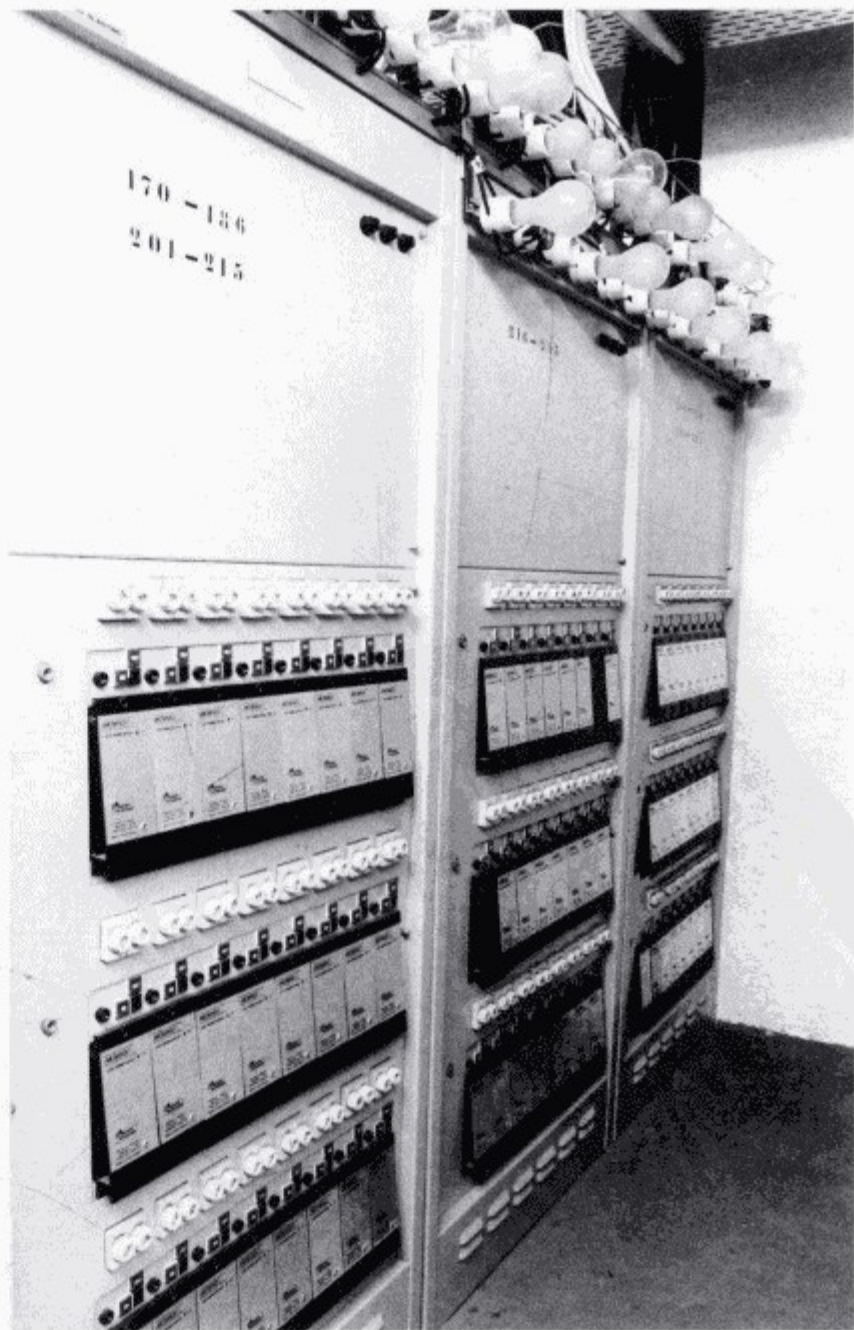
图404 安装有大型即插式调光柜的调光器房，调光器功率为5000W和10000W。顶部的白炽灯用于荧光灯电路的基本负载，1930年。

这两种放电灯以及低压荧光灯在很久以后才被应用到戏剧舞台中。特别是荧光灯，被用于制造泛光，在它能够被调节之后，也用于天幕的照明。

放电灯研发中的一个革新是氙灯，它为在戏剧舞台中制造日光效果奠定了基础。氙灯最早于1951年被应用在投影机上。

1959年，General Electric公司研发了卤钨灯。1970年，OSRAM公司推出了一款新的放电灯——Metallogen（HMI®），以满足电视演播室对明亮的冷光源的需求。由于其出色的光谱、显色性和较高的发光效率，这种光源迅速在全世界被广泛应用。

正如元件制造商的技术是在研发早期的革新照明系统时被开发的，现代灯光系统在很大程度上取决于计算机技术。计算机技术为舞台灯光提供了无限的可能性，最新的灯光系统几乎可以实现所有你能想到的效果。当然，灯光师总会发现有一些技术是多余的。但除此之外，可以说，计算机技术使我们在面对艺术挑战时，在灯光的独立处理上有了更多的选择。



为了得到理想的技术解决方案和令人满意的艺术效果，我们需要全面了解演出场地的所有技术和结构要点。在将艺术构想付诸实践时，灯光师不应再为解决技术条件而搞得心烦意乱。

传统意义上的剧场通常被分为表演区和观众席。舞台和观众席的样式有好几种，在形式上也是多种多样。一些导演抛开这个传统体系，将舞台的一部分转移到观众席或将观众的坐席移到舞台上。这皆取决于演出的理念和可利用的技术

支持。每个舞台都配备一个典型的、特定的照明系统。由于每个表演区都是不同的，因此我们不可能确定标准的照明配备，但仍可以讨论一下构成舞台照明系统基本框架的关键照明位置。

观众席的灯位

乐池

乐池是一个非常理想的灯位。因为该区域经常采用升降台的形式，在没有乐队演奏时，可以作为附加的表演区。该区域的电路连接

通常位于地板下。

台外侧光、耳光、假舞台口外侧光

这些是剧场两侧的垂直光位。

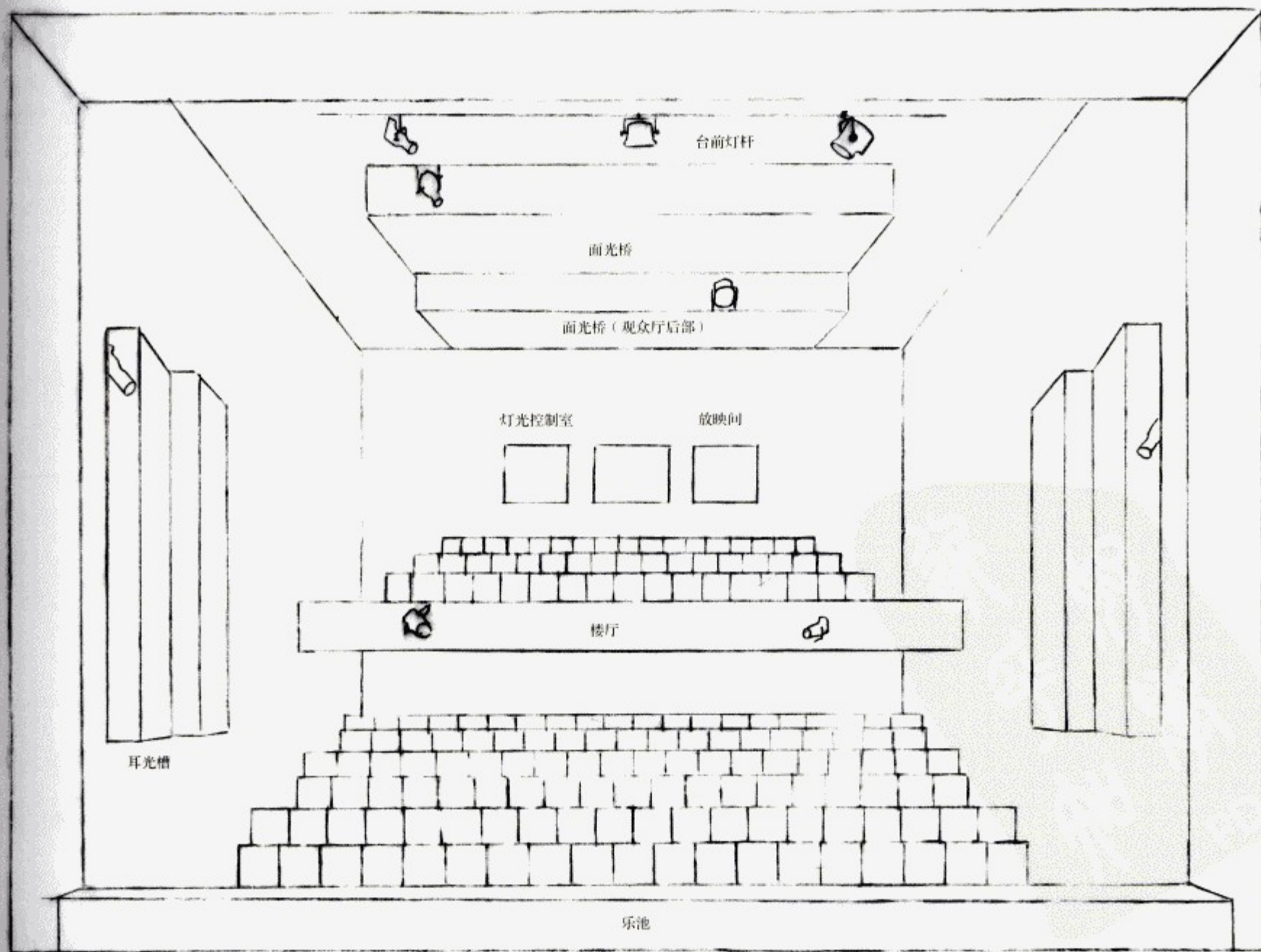
楼厅

带楼厅的观众席（亦称楼厅或楼座）可经常安装聚光灯。

面光桥

这种灯光桥常被安装在观众席的顶部，桥的数量和位置取决于剧场的大小和深度。灯光师可以从辅助通道到达面光桥，而不需要梯子。这些照明位置应经过仔细测量，可以使用高色温或低色温的成

图405 观众席



像聚光灯，功率最高可达2500W。

放映间

放映间位于观众席的后墙，通常不是很大，但一定要有足够面积能放下幻灯机、电影机视频投影仪和聚光灯。

舞台内灯位

假台口灯光桥

假台口灯光桥位于假台口上片后面，可移动以调整舞台高度。大型戏剧舞台中通常采用双层或复式桥结构。灯光师可以将其作为调整聚光灯的工作平台。少数剧院也采用可降至舞台面的灯光桥。

柱光、假台口侧光 (Tower/Proscenium Booms)

柱光位于假台口两侧，分成若干层，可以安装大量灯具，是主要的垂直光位。柱光通常与假台口灯光桥、侧天桥相通。如果假台口侧片可移动，柱光架通常随之一起移动。

天桥

天桥是环绕在台侧和台后的工作区域。它们对于满足基本的舞台照明要求来说非常重要，如安装灯具等。天桥可以有多层，分布在舞台的两侧，根据舞台的大小和形状呈上下排列。一些剧场还与后部天桥相连，更有少数剧场安装有电动的可移动天桥。

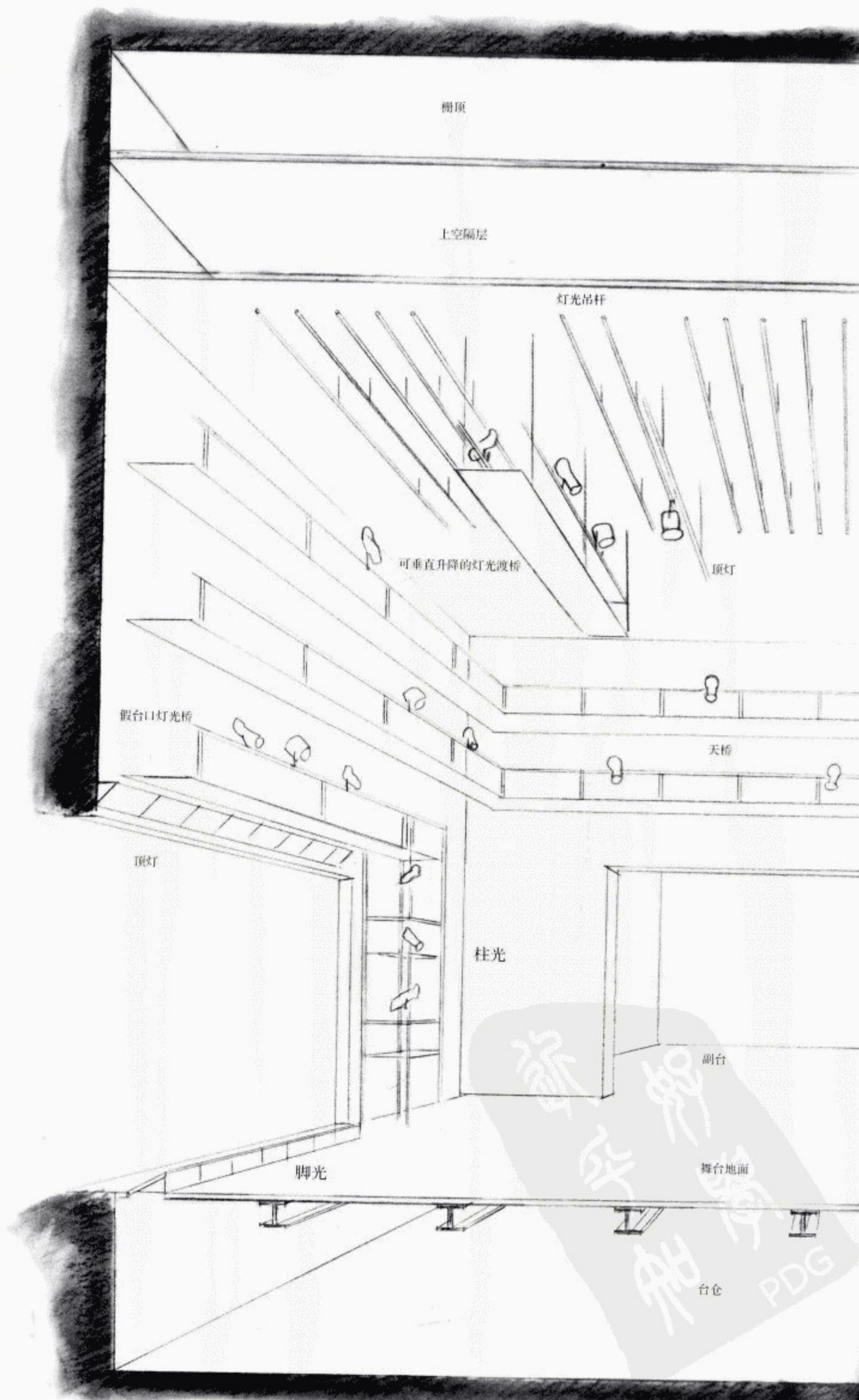
上空隔层、棚顶

上空隔层和棚顶是舞台“工作顶”的一部分。棚顶在最高处横跨整个舞台，安装有调节吊杆和特殊高空装置的滑轮及调节设备。棚顶的下方还有一层，即上空隔层，各种缆绳就安装在这里。如果这两个工作区域是分离的，就便于在上空隔层里安装灯具。

这是个非常好的灯位，因为光线能从平时难以达到的位置投射下来。但如果它们在同一高度，那么安装灯具的空间就非常小，操控也就更困难了。灯位应选择较开阔的位置，避免被挡光。

灯光吊杆/灯光渡桥/顶光

最前面的顶光位于假台口上片



与假台口灯光桥之间。顶光在使用时，通常是成排多色的照明系统。

顶光是固定系统，有固定的供电，电缆缝制在织物带内，有一个特殊的收线筐收纳电缆。舞台上通常有多道顶光，顶光的道数取决于舞台的大小。

大型舞台也有可移动的灯光渡桥以及舞台口灯光桥，构成舞台悬挂系统的一部分。技术人员可以站到桥上，灯光渡桥也可以被安插在舞台后部区域。

舞台地板/脚光

各种聚光灯的插座分布在舞台的几个不同位置。做法是，设置一些多插座。这样做的主要目的是确定照明位置，而不是为其他照明设备提供电源。脚光也是舞台灯系统的一部分。脚光可以电动折叠，在地板移去后，或者简单地放置在特

各种聚光灯的插座可以设置在舞台的几个不同位置上。较理想的做法是，设置一些多芯插头和DMX插座。这样做的主要目的不是为了确定照明位置，而是为流动灯具和其他照明设备提供尽可能多的插座。脚光也是舞台灯光的一部分。与顶光一样，脚光通常是多色系统。脚灯可以电动折叠在舞台地板内侧，在地板移去后才显露出来，或者简单地放置在特定位置，接上

舞台下方

像舞台上一样，舞台下方也应保证有足够的各种灯光线路，在需要时插入可移动设备。舞台下方区域的供电通常直接位于舞台地板下，但也有例外，如铺设双层地板的舞台。

后舞台与副台也不能忽视灯光供电和控制信号的提供,这些区域紧靠着主舞台,常常也用来装灯。

为了充分应对舞台灯光的各种可能,通常需要在标准安装体系外留一些灯位,作为对固定灯位的补充。例如,安装额外的吊杆或装灯点。一种带底座的立柱可安装水平按杆的灯架,则更能够帮助向特定位置准确地投射光线。

如果在工厂礼堂、会场或没有配置照明设备的户外场地进行演出，灯光师就需要根据自己的经验和周围的环境划分出必要的灯位。这里，充分考虑观众观看演出的位置十分重要。在实际操作中，通常需要安装价格低廉的临时照明灯架。

就像需要上述传统灯位一样，舞台上也需要有放置必要的设备空间。由于每个舞台都是不同的，因此需要为新增的设备——如吊杆、流动灯架、立柱灯架等——准备安放位置。在这类场地中，剧场中最常用的吊杆往往无法使用，但出于技术因素，还是需要在特定照明位置安装必要的装灯设施。

图407 (第166—167页图)
《最后的合唱》
慕尼黑室内剧院, 1991年







图408 理查德·施特劳斯 (Richard Strauss)
《伊勒克特拉》
导演: 戴尔特·多恩
舞台设计师: 扬尼斯·考纳里斯 (Yannis Kounellis)
国家剧院, 柏林, 1994年。



如果一个物体或一个空间需要照明，可以有6个主要的角度。只选择其中一个角度很少能达到所需要的效果。根本问题在于：想要达到何种效果？美丽的、兴奋的、诡异的、缺少差异的，还是令人厌烦的？每一个角度都会强调一种特殊的印象，并会对观看者暗示一种心情或感觉。

投光角度

第170页和171页上的图例展示了放置在不同位置的光源照在人物或物体上的效果。如果均衡地使用所有可能的投光角度，但这种做

法并不可取，因为它缺少力量和激情。特殊角度的光照效果必须与整体气氛的营造相吻合。

当然，除了这些图例所选择的的角度以外，还有更多的变化角度，但这8个角度是最为理想的。在实际操作中，演员不可能始终不动。因此，在确定投光角度时，我们必须在更大区域内考虑，以便顾及演员在舞台上的移动情况。

我们还必须考虑到演员在这个空间表演时的效果。因为个体设置的灯光不足以构建整个空间，因此我们必须区分照射空间和照射人物的灯光。当然，照射人物和照射空

间的光都应该恰如其分，但正如前文所讨论的，演员在这种正确的灯光照射下并不一定会展现出舞台氛围。当一个演员进入精心烘托的舞台氛围、融入由我们的设计师创造的光影效果，就会立时充满激情并更具表现力。舞台空间将为观众留下第一印象，而精心选择的灯光节奏不仅能清晰地呈现出舞台环境，还可以渲染情绪。故事在规定空间和构造的情境中进行：戏剧、音乐剧、歌剧或芭蕾中的演员重塑或传达着剧本、音乐与运动中预设的信息，灯光设计则通过强化戏剧情境来支持演员的表演。



图109 《小鹰或不毛之地》（Merlin oder Das wüste Land）
慕尼黑室内剧社，1982年。

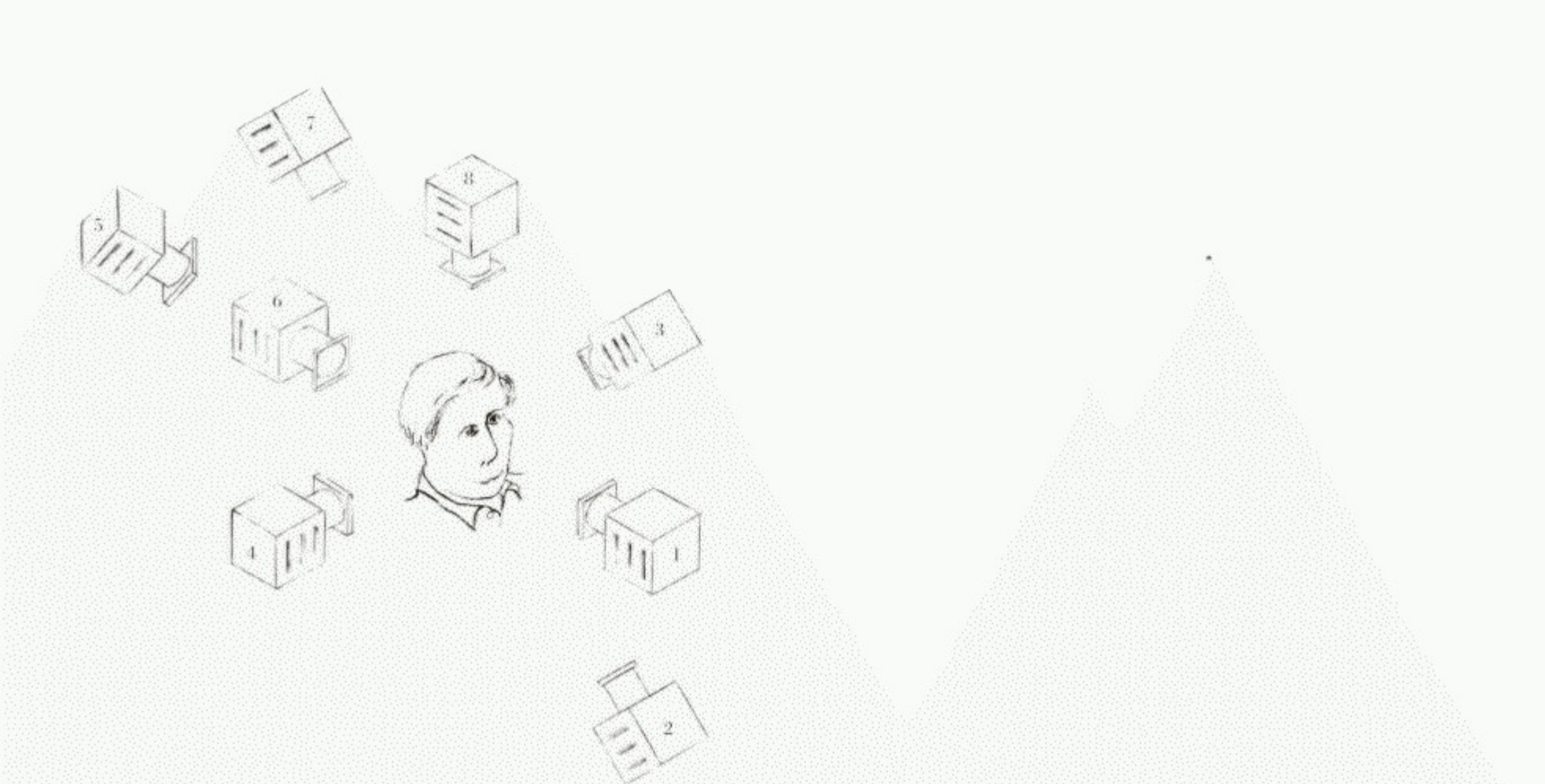


图410 用于下图和下页图例的各种灯位。

图411 混合光。



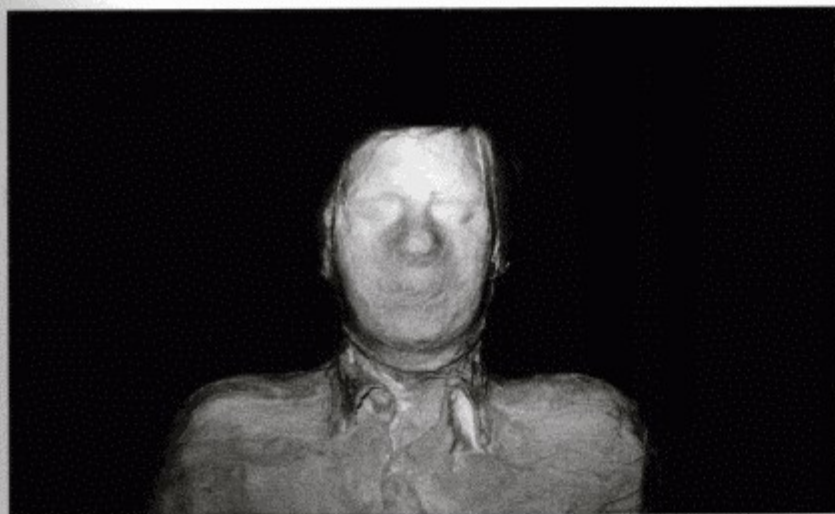


图412 正面照明, 90°, 1号灯。

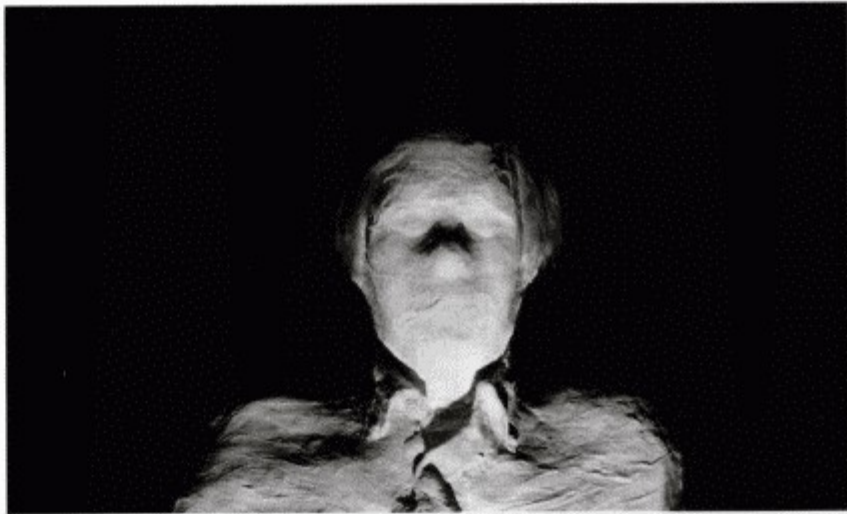


图413 正面照明, 下方45°, 2号灯。

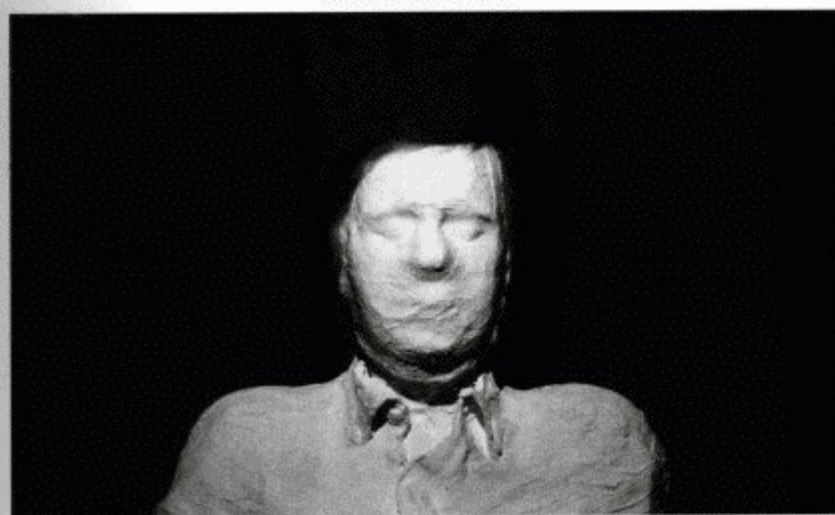


图414 正面照明, 上方45°, 3号灯。



图415 侧面照明, 左侧, 4号灯。



图416 侧面照明, 上方, 5号灯。



图417 逆光, 90°, 6号灯。



图418 逆光, 上方45°, 7号灯。



图419 自上而下的照明, 8号灯。

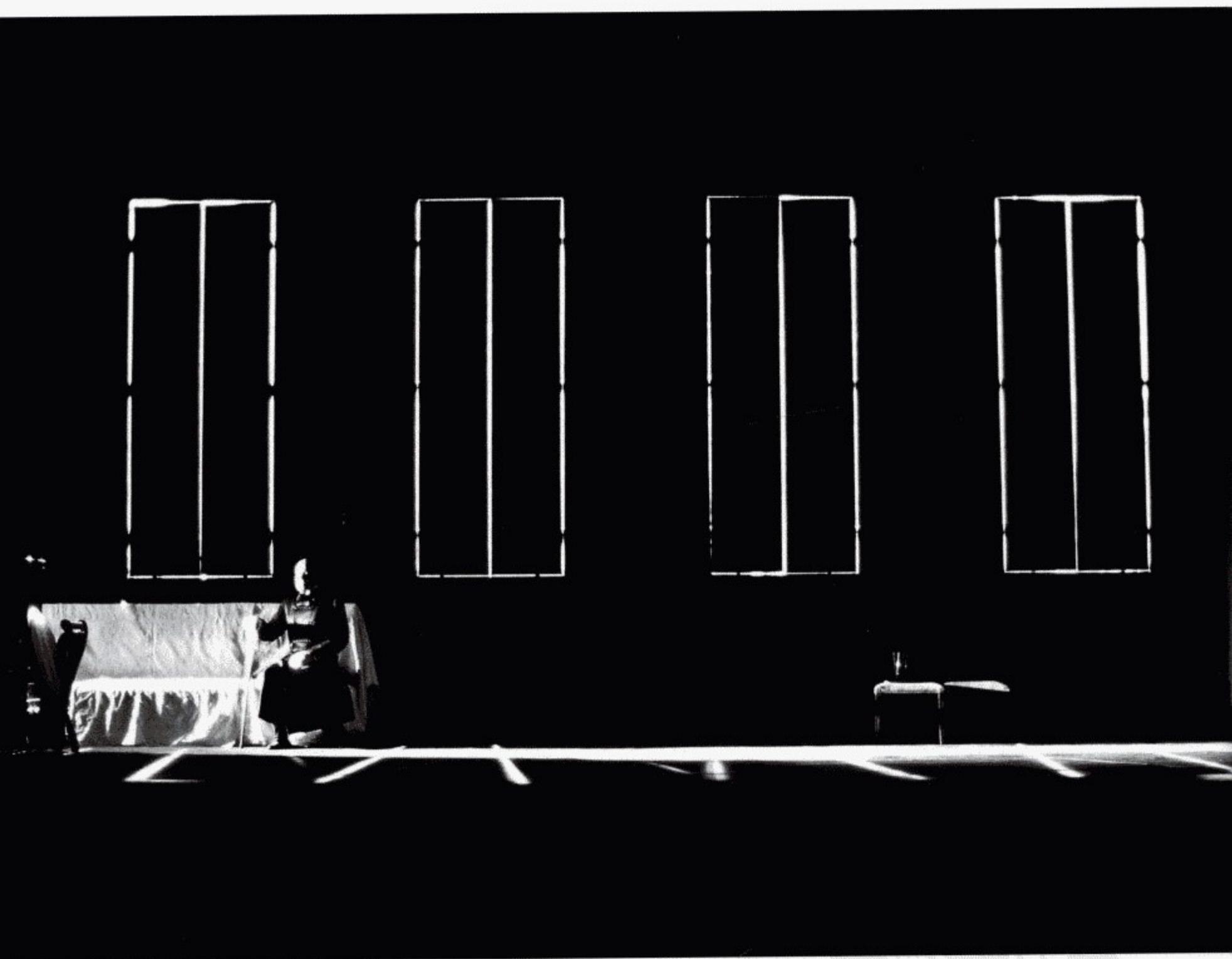


图420 安东·契诃夫
《樱桃园》(The Cherry Orchard)
导演: 厄斯特·温德特
舞台设计师: 约翰内斯·舒兹
慕尼黑室内剧院, 1902年

投光角度与光的性质

下面仅列举一部分投光角度。灯位决定了对演员的投光角度。当然,单个灯具是远不足以照亮整个舞台的。

直接光

直接光是指光源以某一角度直接照射到空间或物体上的光,每个灯具都以特定的角度发射直接光。

间接光、反射光

如果照射角度发生改变或偏离,这时的光线就被称为间接光或反射光。间接光可以极具表现力,因为它能使被照射物体看上去非常柔和。间接光也能使阴影变得柔和或将其完全消除。垂直光源发出的反射光会让人感觉不舒服。

自下而上的照明,脚光

从下方照亮空间或物体。自下而上的照明很难掌控,因为它看上去会不自然,产生有些夸张的、不真实的古怪效果。

如果表演者需要被脚灯照亮,45°的照射角度是比较恰当的选择。这种照明方式只有在近距离观察时才有意义。当表演者接近脚灯时,脚灯的照射会让他的眼睛看上去炯炯有神,脸部线条更加明显,从而使表演者更为突出。但脚灯不适合作为空间中的唯一光源。

在使用高功率反射泡的新型脚灯时,应对照射角度有所选择,使光线不会投射到舞台的后墙上。

正面光

光源位于观众一侧,从前方照亮空间。较之于其他照明方式,在正面照明下,物体和空间之间的对比最弱。正面照明是最平面化的照明方式,阴影全部或部分位于物体后面,从前方几乎看不到。空间

失去了它的有效深度。尽管有这些缺点,我们也不能完全抛弃正面照明,因为它能使所有的运动直接可见。诀窍是尽可能保持较低的亮度,这样就能完整呈现空间和环境,而对于观者而言十分重要的轮廓也能看得见。强烈的正面照明经常用于创造特殊的戏剧化效果。大量使用面光可以提高视觉清晰度和夸张的表象。在运用正面照明时,投射角度至关重要:投射角范围一般为30°~45°。当将物体照明与一般照明区分开时,投射角过小就会造成很大的问题,因为这样就无法实现无阴影照明。

顶光

光线从上方投射下来,顶光的运用需十分小心。它能实现从正面照明到侧面照明的过渡,如果运用得当,还能创造出空间的开阔感。特定区域通常总是需要几个顶光灯具。还有一点很重要,那就是保证光线的投射没有受阻或被干扰。

逆光

光源位于物体的背面,从后面照亮物体,朝观看者的方向投射阴影。这种照明方式能够在最大程度上创造完美的空间纵深感。它是最具戏剧性的照明方式,在气氛的营造上是无与伦比的。

侧光

光线从侧面照亮空间。这是最常用的光线方向,非常有利于创造强烈的空间感。

实验性布光

色彩性质、色彩重现

任何特定光线的性质都会受到光线角度和方向的影响。发掘各种光源的潜能和特性十分重要。正如我们所知,所选光线的色彩重现是

至关重要的,图433至435显示了3种不同光特性带给人的感觉。

日光型聚光灯的色彩重现是获得透明度的最自由、最直接的方式,轮廓清晰、明暗对比强烈。

我们所熟悉的白炽灯是一种标准光。如果使用荧光灯,演员和布景会显得单调、苍白、轮廓模糊,无法创造出具有戏剧张力的效果,因为其缺乏明暗对比。

在使用放电光源聚光灯时,还需要考虑主体的色彩重现(见第29页)。因为大多数放电灯(钠灯除外)在光谱中都有很大比例的蓝色,布景、服装和演员的脸部在这种光照下看上去会显著不同。这种光特别刺眼,与日光的色彩特性很相似。这意味着日光型灯光和白炽灯对物色的色彩还原明显不同。

如果决定将日光特性的灯具作为主要光源,就要在准备阶段(布景构建、服装制作和彩排)提出。场地中如果具备两种基本类型光——5000K具有日光特性的光源和3000K正常光谱范围内的光源,将会达到最佳效果。

选择光的类型和方向

基本光

这种照明是由强烈的聚焦光束产生。它决定光的投射角度,确定基本的照明框架。

强调

强调是指用定点光或高光使对象变得生动。例如在突出表演者时,照射到头部和肩部的逆光。这种照明方式着重于表现结构和轮廓,并能形成反射。在强调空间和对象时,这种照明方式应分别使用。强调是由高度聚焦的光束产生的,例如低压聚光灯的光束。

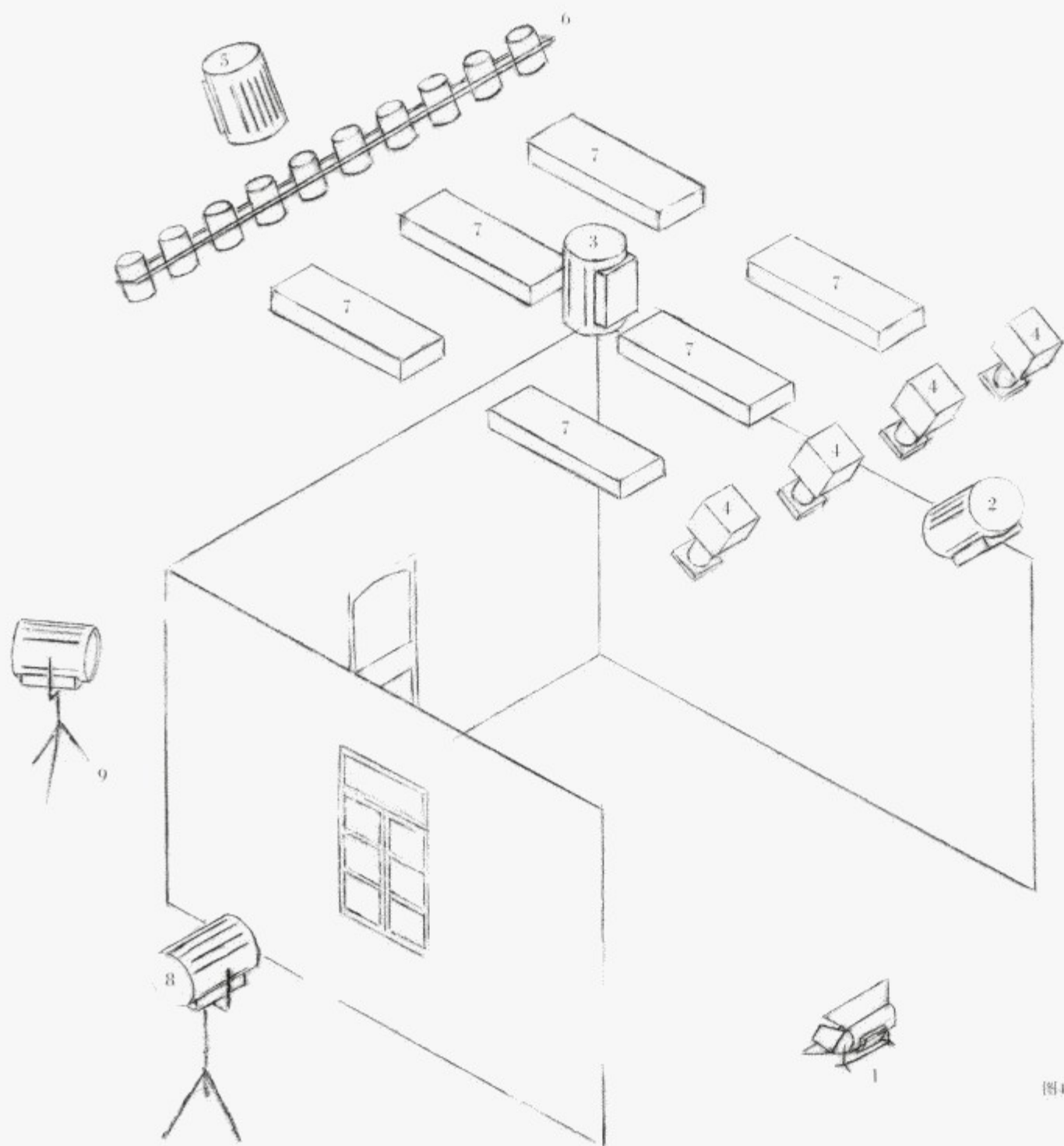


图421 图423—432的灯位图



图422 来自不同光位的混合光产生的效果。

图423 正面照明，上方约45°，2号光位。

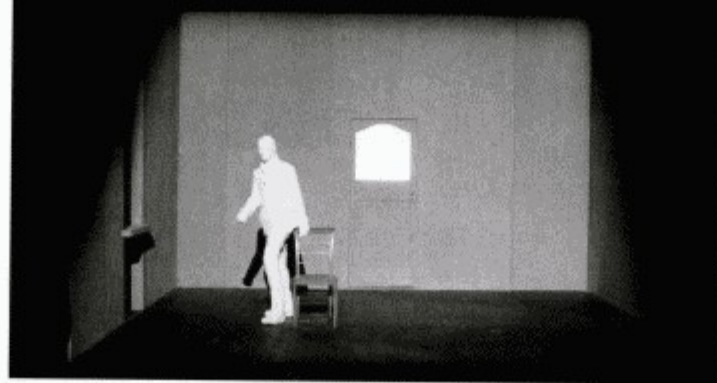


图424 单灯脚光，1号光位。



图425 垂直向下的照明，菲涅尔聚光灯，3号光位。

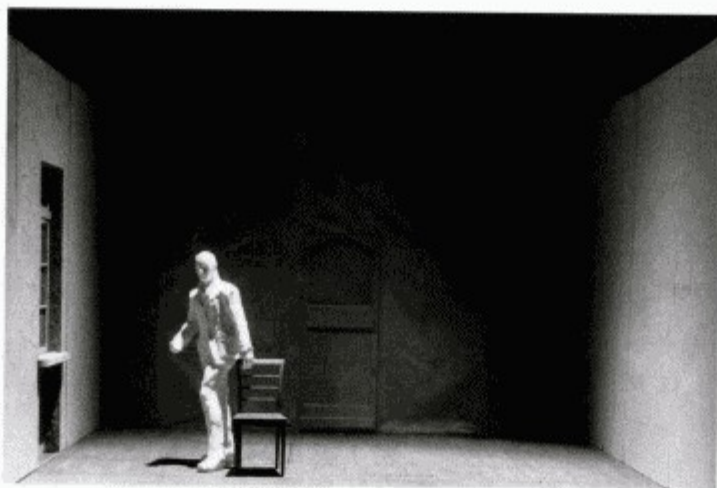


图426 顶光，若干凸透镜的聚光灯，4号光位。



图427 逆光，一个菲涅尔聚光灯，5号光位。



图428 逆光，若干抛物面反射器的聚光灯（长条状灯），6号光位。

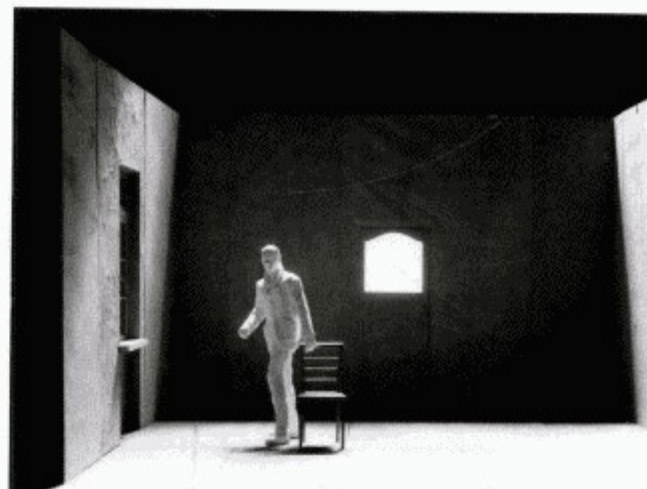


图429 侧光，荧光灯，7号光位。

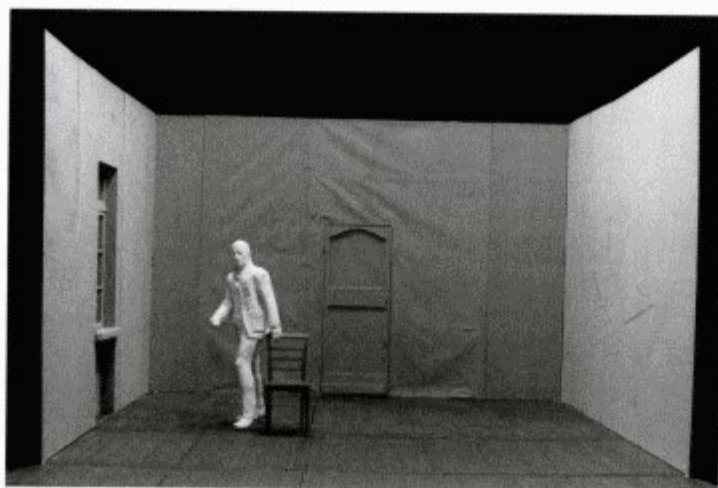


图430 逆光和面光，2号和6号光位。



图431 从窗户投射的侧光和从门投射的侧逆光，菲涅尔聚光灯，8号和9号光位。



图432 从门投射的侧逆光，菲涅尔聚光灯，9号光位。





图4-33 基本光，日光型聚光灯作逆光



图4-34 基本光，白炽灯条灯作逆光



图4-35 基本光，荧光灯作顶光



提亮

提亮是用于较暗区域的变亮。提亮不是笼统加亮、不顾及与周围的协调，而应是考虑总的效果。提亮可以从各个方位的细微差别来实施，提亮的区域通常是调度观众视线、予以关注的部分。

背景、地平线照明

这种照明方式被用于确立恰当的亮度层次，是舞台设计中非常重要的一环，因为它能够创造出空间的深度。通过改变光的亮度，使得

意想不到的效果。但光线只有在从亮到暗的转变中才能创造出生动的视觉印象。一个精心设计的阴影会给人以强烈的心理暗示。轮廓的清晰度、光源的选择和被照射对象与光源之间的距离都是非常重要的因素。如果刻意使用阴影，那么光源和被照射对象之间的距离是最为关键的。如果要使阴影的大小与被照射对象相同，光源就需要离得非常远。如果光源很接近被照射对象，那么阴影就不会有非常清晰的轮廓，但较大的阴影尺寸会非常具有

源能够在短时间内给人以新鲜感，但在不久后就会令人感到乏味。这时，可以用增亮照明和逆光来弥补这种不足。恰当使用这种混合照明能增强空间的清晰度，同时不丧失原先营造的真实感。强烈的入射光线往往会在室内的地板和墙壁上产生反射光——这取决于反射面的色彩。但这种反射光通常不足以对亮度造成影响。恰当地融合其他照明方式可以维持并强化漫射光的照明区域。

大面积照明

是采用象征性的区域照明还是对整个舞台的普遍性照明？同一空间会产生不同的视觉效果。普遍性照明方法需要大强度的正面照明和很好的清晰度。

这种照明方式常被用于呈现炫耀、明晰、复杂、但没有细节的视觉画面。它创造出的场景表象化轮廓表现力很弱，无法营造任何氛围。如果采用这种照明方式，那么门、窗打开后将不采用从门窗外投入强烈光束，而是采用均匀、广泛的照射，没有任何强调点。

混合照明

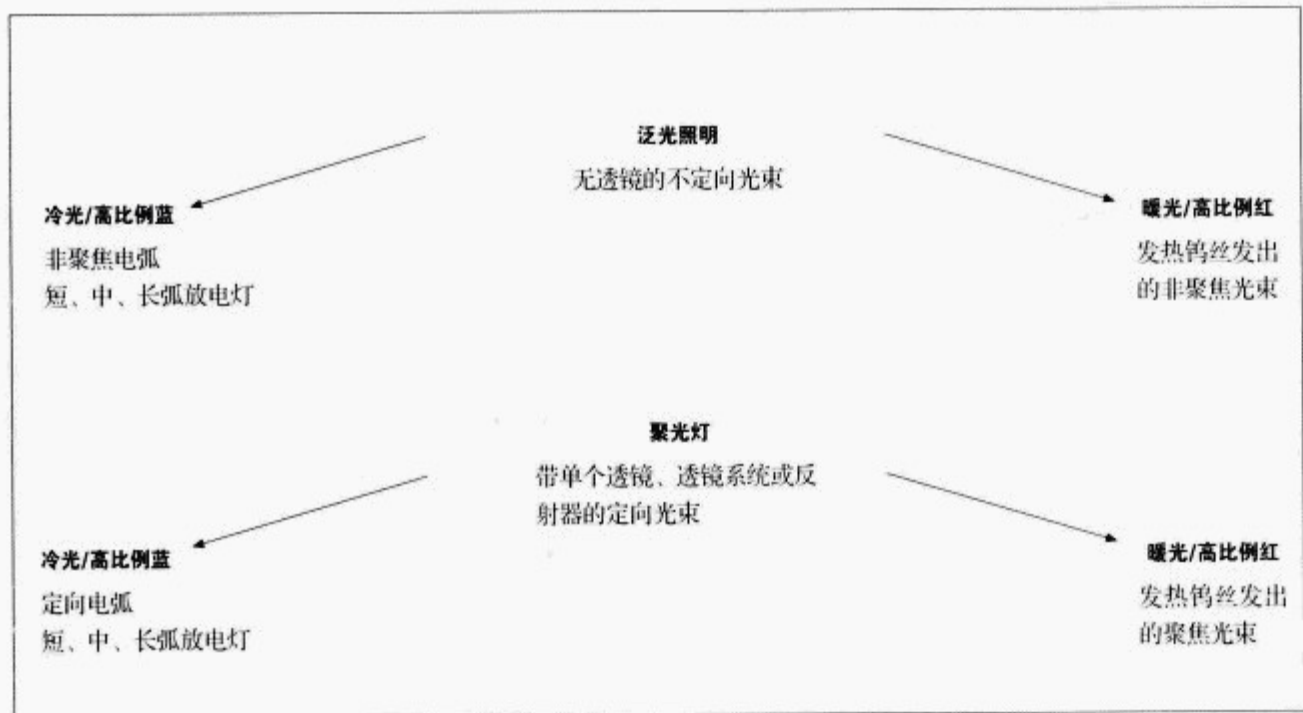
在设计灯光时，并不一定要只使用白炽灯的光源。但白炽灯的确有其优势，即便于控制和操作。

在“光源与灯具”一章中，我们已经知道，如不考虑光线方向的选择，不同色温的白炽灯和放电灯都能营造出强大的灯光场景。不必拘泥于一定要采用同一色温的照明，不同色温的混合也可以得到极佳的效果。两种不同光源的鲜明对比会给人以强烈、多彩的视觉印象。白炽灯和荧光灯的组合也能够互补。

滤色纸

什么是白色光，它是如何形成的，什么是暖光源和冷光源，这些问题我们都已经找到答案了。

除了决定采用何种光源，现在还有一个重要因素需要考虑：滤色纸的使用，即通过滤色纸来改变整个光束。加法混色和减法混色实验已经告诉我们，究竟存在多少种可能性。



观众能够感受到预想的空间印象。在采用此类照明时还要考虑色彩透视和一般透视的原理。

逆光

由于其抽象性，逆光成为营造特定氛围的最佳照明方式。逆光能够使舞台和正在发生的情节具有高度的戏剧张力。它将演员从周围的环境中分离出来。通过光影效果的反转，它能够将有形物体融入黑暗或光亮的环境中，强调抽象效果。逆光几乎总是能营造出奇幻、诡异的效果，在单独运用时更是如此。

阴影

阴影经常会在舞台灯光中产生

戏剧效果。

阴影的类型主要有：硬边阴影、核心阴影和半阴影。

现实主义的灯光

现实主义灯光是由演出的理念决定的。如果空间中包含真实的物体，就可以用自然的方式照亮它。穿过门窗进入室内的光线暗示出外面是明亮的，即用这种照明方式——例如穿过窗进入室内的光线——诠释所营造的情境。如果我们在室内空间采用门、窗等自然开口，就应将真实照明的光线作为主要光线。

以这种方式将入射光线作为光

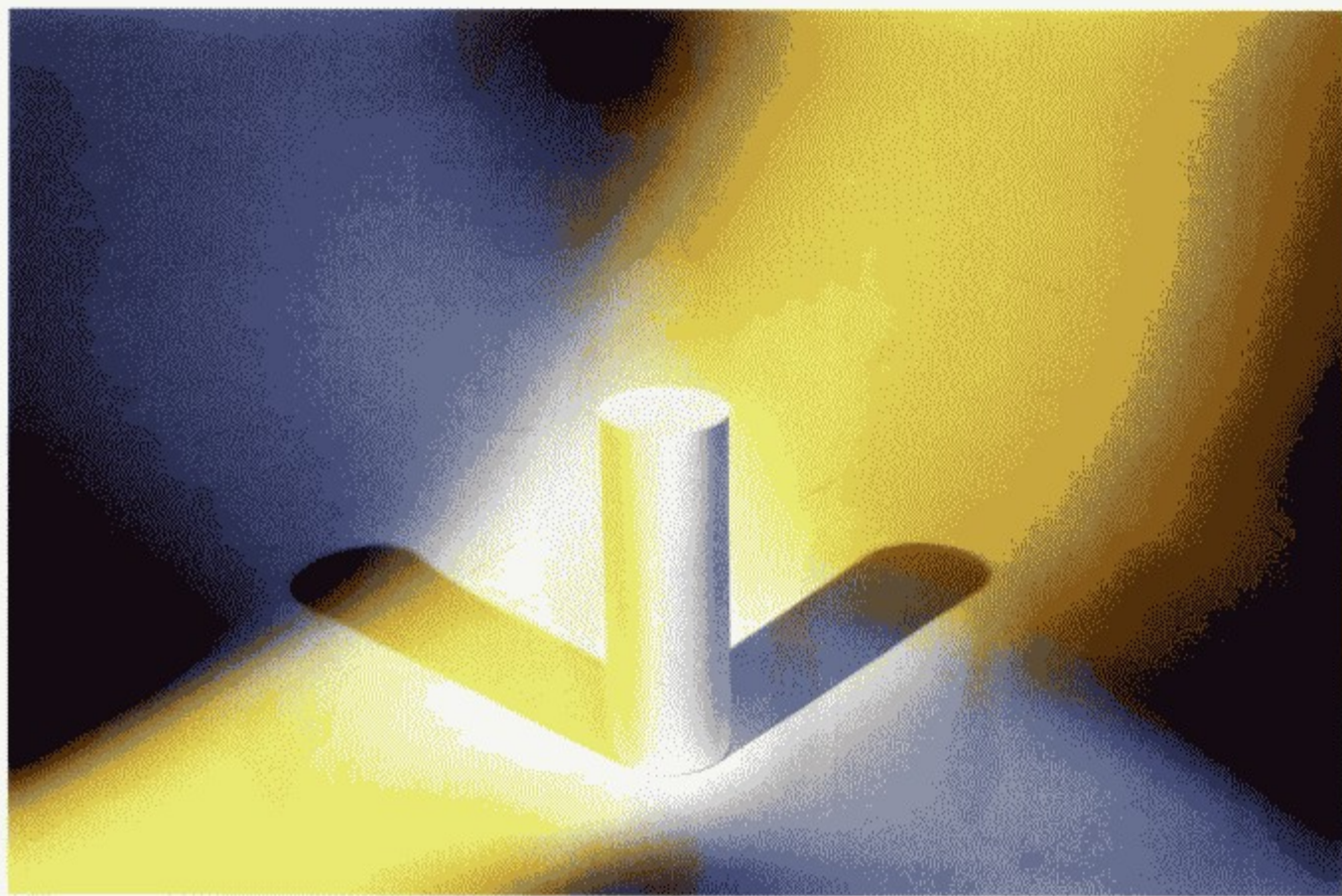


图436 蓝色和黄色互为补色。

人们经常会寻求创造特定的色彩效果或感觉的固定模式。虽然无法进行一一归纳，但仍有一些有用的指导方针值得一提。

暖色能增强其他暖色，吸收较冷色调的光。冷色能增强其他冷色，吸收较暖色调的光。

纯净、冰冷的蓝色系常常被运用——最理想的是不带微绿的蓝色，最合适的蓝色滤色纸是赋予白炽灯光以日光效果的转换。

浅紫色和浅粉色都是令人愉悦的色彩，但仍属于相对中性的色彩。它们能在不改变空间光线的前

提下，增强修饰效果。

借助明亮的滤色纸，服装和部分布景能够产生令人印象深刻的视觉效果，对演员而言这种光往往会过于明亮——尽管有时这是一种刻意采取的方式。例如，特殊的色彩效果用来表现戏剧概念。任何光线，包括日光型灯具发出的光线，都可以被加上色彩，但要想获得色光或使用色纸，光源发出的光中必须要包含这一颜色的光。

图436显示了两种补色的运用：两个低角度侧光照射着一个圆柱体。两束光的交集处产生白色光（加法混色）。

使用灯光创造画面的方法有多种，但各种方法间非常相近。我们使用聚光灯来反射和直射，为场景创造氛围。所有这些都基于一个庞大的、来自不同位置的投射光线系统，并且使用各种滤色片。而选择冷色光还是暖色光也很重要，因为这两者的结合可以产生独特而迷人的效果。在灯光设计中还要决定是否使用电脑灯（扫描灯或摇头灯）或换色器。

一个由灯、换色器、效果装置和滤色纸结合而成的配置是昂贵且存在自身问题的，因为太多的因素需要考虑。这对专业剧场来说是不可避免的。但是学校、实验和业余戏剧舞台也希望他们的投资能获得相应的价值，尽管他们通常不具备正确选择的条件或获得有用的信息。灯光设计从哪里着手是每个人都要决定的，但在不同的情境下衡量标准不同。基本共同点是：没人希望仅用一个灯具照射表演区域，除非是非常特殊的情况，如影子表演。如果需要设计灯光，无论多简单的任务，也至少需要一批灯具。

演员和场景的布光来自不同方向，或者说，来自不同照明角度和亮度的组合。基本投光角度在前面章节里已述及（见第173页）。

右图显示，影子和光源与物体之间的实际距离无关。

照明角度

面光

正面光是照射在一个空间或物体上最简单、最常见，也最变化多端的照明角度。如果需要远距离投光，可以使用透镜聚光灯、菲涅尔灯、成像灯，甚至带有抛物面反射器的聚光灯。如果灯与照明区域距离很远，上述最后一种设备仅用作基本光。当距离较短时推荐使用菲涅尔透镜灯，因

为它可使光束散射，避免把大部分不需要的光散射至观众席。正面光的最佳使用角度为从上至下 $30^{\circ} - 45^{\circ}$ 之间。

成像灯从正面照射舞台时相当有效，因其可调节性很强，但在距离很近时不推荐使用。成像灯是可调节焦距和变焦的，因此在舞台外和舞台内都可以使用。没人会在舞台外使用泛光，除非泛光灯就靠近舞台口，而所

用菲涅尔透镜、泛光或电脑灯。假台口灯光渡桥也可适用于幻灯机、追光灯或各种特效设备。

侧光

无论是从水平或上方斜打下来的侧光都能营造出纵深感，通常使用成像灯、菲涅尔灯或平凸聚光灯。从侧面照射舞台区的聚光灯系统可在任何角度投射。如果放置位置低于3m，通常放在舞台侧翼，

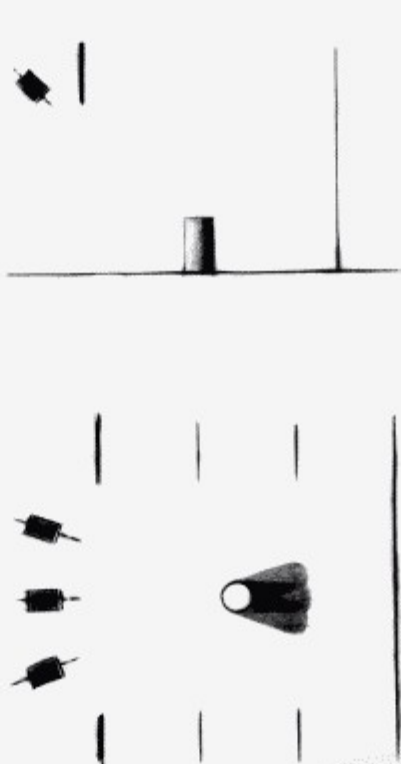


图437、438 43° - 45° 投射角的正面灯光。

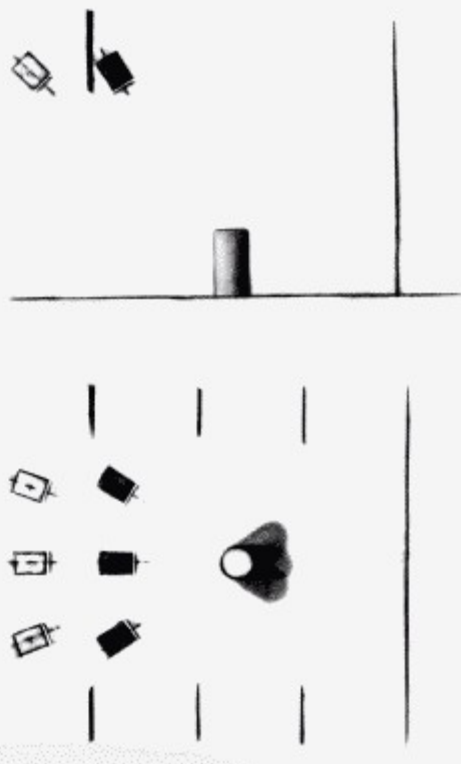


图439、440 舞台口灯光渡桥。

需照明的区域就在近旁。

面光、顶光

图439至图440显示了面光和假台口紧后面放置的顶光，利用假台口灯光渡桥使灯光与面光相衔接。这里可使用的灯具选择余地很大，灯具选择取决于是否用于一般照明还是用于突出人物。也可在此位置使

这样，在给角色布光时就不会在舞台地板上产生光与影。但如果放置在灯架、灯光渡桥或天桥等较高位置，舞台地板上就会产生光影（图441-444）。

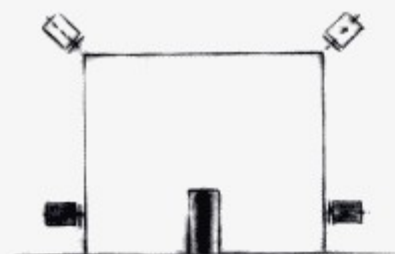


图441、442 侧光，从上方斜射。

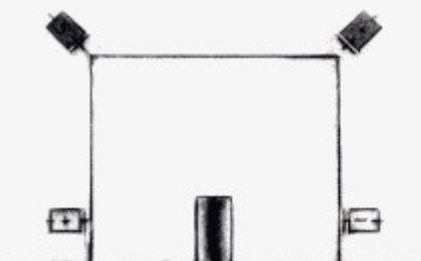
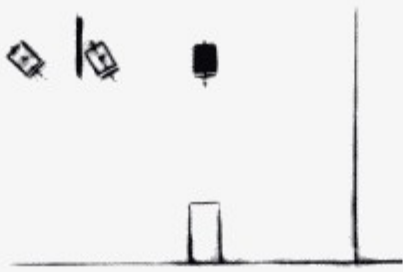
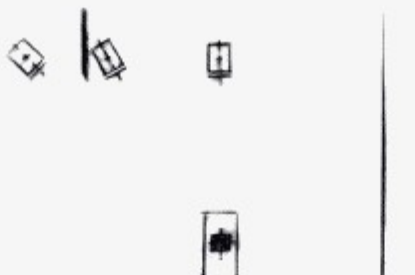


图443、444 来自舞台侧翼的侧光，没有光线投射到地板上。



逆光

有几种灯具可以用来作逆光。各种尺寸的非涅尔灯都是比较理想、实用的选择。如果场景中没有阻隔光线的物体，那么在有限的空间里可以使用成像灯，但它们很难对光，除非装在舞台上空或灯光过渡桥上。自动灯具和低压斯沃博特灯组也是很好的装备。2m长的灯组常用于横跨舞台宽度，从舞台后部以 $20^{\circ} - 45^{\circ}$ 之间角度向下斜投，非常有效果。这些传统的逆光灯具常常可以自动倾斜。

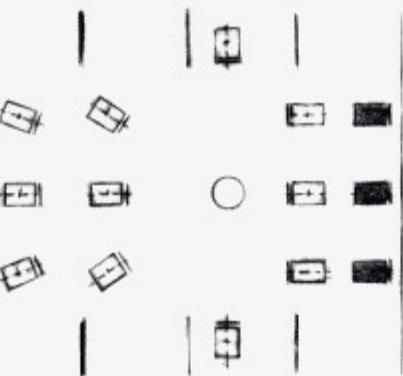
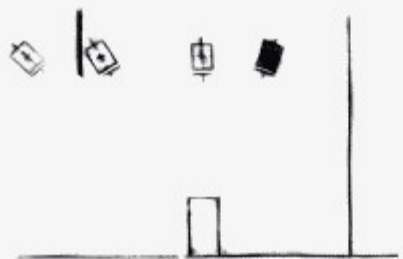


图445、446 逆光。

背景光

背景光应该始终与其他灯光不同。采用与主光不同色彩、不同亮度的背景光，可以营造复杂微妙的景深光效。如果布景后部使用适当的材料，可以从布景后面投光；如果距离较长，可以使用菲涅尔灯和成像灯。短距离最好使用不对称泛光灯，将其放在地板上或悬挂在空中。



图451 定向光及其产生的阴影。



图447、448 透明背景，背投。

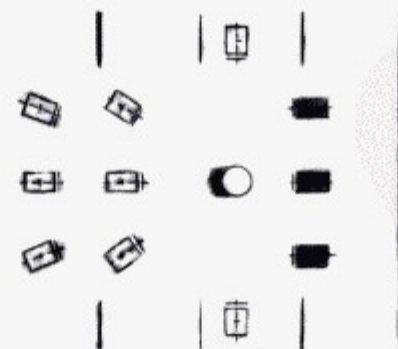
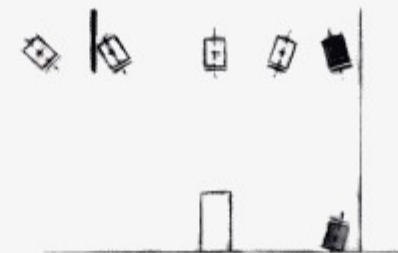


图449、450 背景，从正面投射。

现实主义灯光。这种布光没有既定的标准位置，主光光源可以用各种高度和角度的侧光或背光。主光应使用大功率灯，以确保达到理想的效果。

做决定的因素

与一切创作一样，灯光设计也涉及个人形象语汇策略。设计方案应以个人感性为基础，没有既定限制。所有复杂的色彩理论和硬件，光源和灯具都被应用于戏剧之中，在舞台设计中，滤色片的使用尤其重要，因为我们首先（以及首要）是为视觉设计灯光，不需要像电影、电视那样考虑摄制的需要。这是一个很大的优势，它意味着可以更简单地整合大量不同的色彩系列以及各种极端的照明条件。

亮度和温色是人工日光型灯具最重要的因素，在舞台上使用日光型灯具存在很大的争议。人工日光与白炽灯组合能提供大范围的创意选择，比单使用白炽灯作加法或减法混色更能营造出创造性的效果。灯光设计最终是导演、编舞和舞台设计理念的综合产物。

除了选择灯位，我们还应考虑舞台中的一些区域不用白炽灯，而用放电灯，如金卤灯、钠灯和荧光灯来照明。换句话说，我们选择使用的光源的精确位置、光束尺寸、角度、焦距、色彩必须与各自的角色相匹配。因此完全有可能形成一个由白炽灯包围的主要日光区域。

在此种情况下，可使用滤色片达到理想的效果。此时，采用混合灯光是明智之举，因为辅助光仅被用来照亮阴影区域，而不必喧宾

主光、定向光

在绝大多数情况下，一个主光源决定灯光主方向。此类决定通常是根据特定的戏剧需要，也被称为



图452 柯琳娜·塞罗 (Coline Serreau)
《兔子，兔子》(Rabbit, Rabbit)
导演：哈拉德·克莱门 (Harald Clemen)
舞台设计师：马丁·库库里斯 (Martin Kukulies)
慕尼黑室内剧院，1992年。

夺主。也可以说，我们在“照亮阴影”。

白炽灯和日光型光源都能与荧光灯进行有效组合，选择灯管色温是调和这一组合的第一步。使用滤色片后，所有不能很好解决的问题都可以迎刃而解。荧光灯管的工作温度很低，因此在上面包裹滤色片很容易。

越早决定这些因素，与技术人员的沟通就越容易。

有哪些可用资源

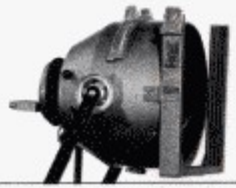
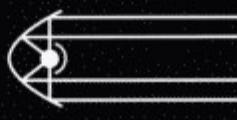
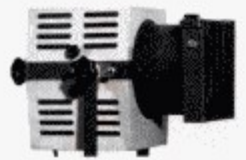
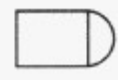
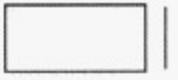
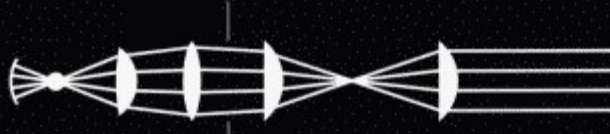
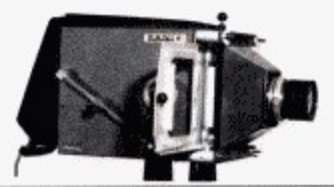
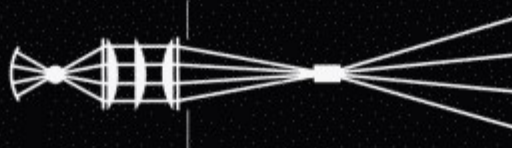
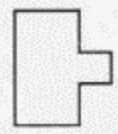
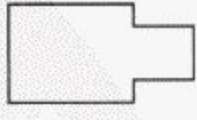
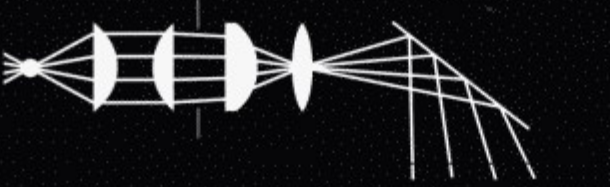
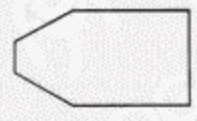
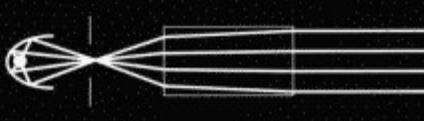
几乎所有的德国剧院都有完整的灯光设备。让我们继续假设，剧场已经有了一个灯光师，他知道可以使用何种方案完成导演或布景设

计师的要求。如果另聘他人为某一个剧目设计灯光，他就需要完整而精确的信息，包括：舞台及观众席平面图和剖面图、灯光回路数量、调光器负载、灯具型号、滤色片生产商、控制台型号等。

他也需要了解剧场是否可以提供特效设备，如：能否安装特殊聚光灯、移动灯光架或建造附加光效的设施。

灯具安装位置

灯具以前是由其位置标记的，如：左柱光、右柱光、假台口渡桥等。在每个位置再配有号码，如：柱光L1-6指左柱光上1-6个插座。如今这种方法已被新式编码所取代。

外观	光路	灯具名称	CIE标准模版	模版符号
		带对称槽式反射镜的泛光灯		
		抛物面反射镜聚光灯		
		PAR灯		
		平凸透镜的聚光灯		
		菲涅尔灯		
		椭球反射镜成像聚光灯		
		聚光透镜组成像聚光灯		
		幻灯机		
		扫描电脑灯		
		自动多功能聚光灯（摇头电脑灯）		

USITT符号	Microlux符号	Backstage符号	CAD符号——自行设计		
			基本体	变体	放电灯

图453 灯位图中使用的灯具、光路与符号。

这种编码体系是从电气照明控制中使用的数字方法演变而来，把编码与灯位相对应。如：

1. 观众席上的所有回路
2. 左柱光、假台口渡桥、右柱光
3. 左天桥、右天桥
4. 吊杆和棚顶回路
5. 舞台上的回路
6. 舞台下的回路

号码从1开始。以观众席面光桥开始，第一个回路是101号（第一个1表示位置，01表示插座）。这种方法以数字显示特定设备的位置及需要的安装配，减少了混淆和沟通问题。

图454显示了如前所述的线路分布

布图。很显然，分毫无误的操作灯光对最终的设计效果有至关重要的影响，所以应以一个中心点控制尽可能多的功能。因此，如图所示，剧场中所有回路，包括开关回路的CEE 400V/32或63A插座、25或16A的单个回路及荧光灯线路，都由一个中心灯光控制台控制。

当然，荧光灯回路也需要一个不调光的过零触电源。为降低出错风险，可以使用多芯连接器，以一个连接器连接所有需要的电缆。

设计准备阶段

拥有良好电气基础的灯光系统是设计师工作得以顺利运行的关键

之一。如果这个系统能够无误地运行，就能给设计师更大的空间。

当所有的技术问题都解决后，就应把注意力转向控制台，那是所有带灯光的彩排和演出的中枢神经系统。通过这一中心的电气电子设备，完成灯光系统负载和控制回路的检测、调试及安装。

在工作和演出开始前，都应事先检查。最好打印一份灯光场景的说明图表，以保证所有的说明和指示都以有利于理解的方式准确、明晰地列于其中，显示出哪个灯光场景用哪些回路。此外，还应列出灯光场景的名称、编号、变光时间、等待时间等细节，以及单独使用某种回路的时间。

图454 线路分布图。

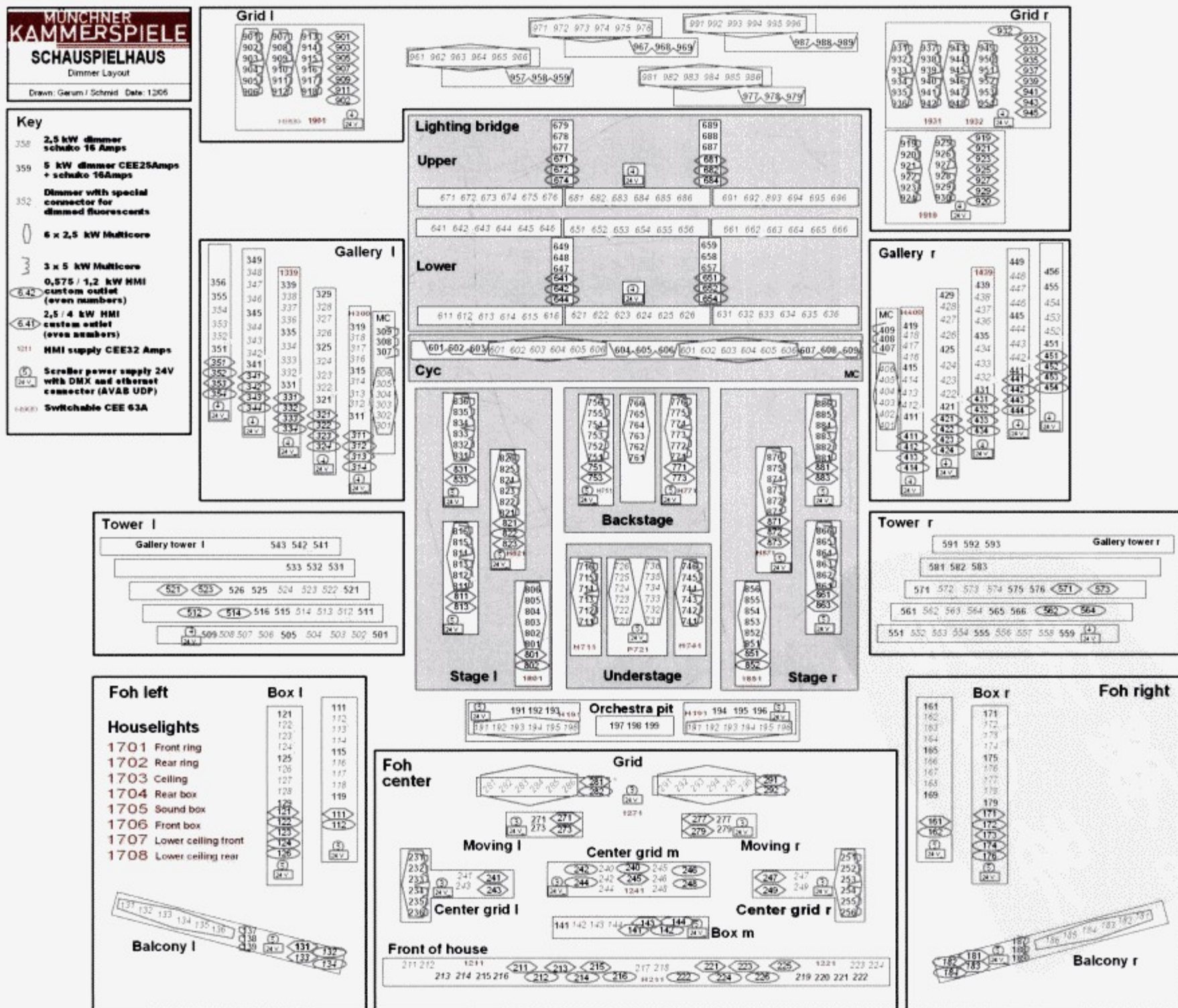




图455 亚瑟·施尼茨勒 (Arthur Schnitzler)

《遥远的国度》(Das weite Land)

导演: 卢克·邦迪

舞台设计师: 埃里奇·旺德

南特乐福剧院

巴黎, 1984年。

灯光控制台应该由灯光部门的专业人员负责, 他应该熟悉这些设备, 并能充分利用所有的设备特性, 特别是要清楚如何使设备配合演出的要求。

如果负责灯光控制台的工作人员想要把工作做得最好, 那他必须能够在位于观众席上方的控制台与控制室进行交流。也就是说, 无论舞台上的音乐或讲话声有多大, 控制台上的技术人员都要能与控制室的工作伙伴及时对话。所有的灯光技术人员之间能保证交流或对话, 这也是保障工作顺利进行的必要条件。如果有很多好的想法却无法在排演过程中进行尝试, 结果会怎样? 因此, 具备有效的交流体系是很有必要的, 尽管这样会增加成本。最初, 大多数无线电耳机并未被广泛使用, 但在一段时间的适应期后, 技术人员们逐渐了解到这种可移动的通信系统所具有的不可估量的价值。

最后在几个可行的灯光方案

中做出选择。与导演、舞台设计师一起根据演出的设计和要求为选出的照明方案确定一个合适的色温。早在1981年, 具有日光特性的成像聚光灯技术对我来说就是至关重要的。但由于当时的制造商对戏剧舞台的实际要求并不十分感兴趣, 所以我们自行设计了采用日光型光源的成像聚光灯。其他工业放电光源也被应用到戏剧舞台中。这些特殊聚光灯的光学特性决定了它在戏剧舞台中的位置。当然, 即使如此, 还是有一些位置找不到合适的灯。于是适当的色温矫正色纸或玻璃滤光镜、反射镜等就被用于其中, 以达到预期的效果或功能。

白炽灯与放电灯一起工作会出现一个很大的问题。这个问题不是关于视觉效果——视觉效果很好——而是它们的工作方式完全不同。在设计灯光场景时, 这两种灯的特性应该以相同的方式呈现, 如灯光可以从零调节到最大亮度。这

对白炽灯来说是很简单的操作, 但放电灯则只能在小范围内进行调节, 它需要通过机械手段来减低亮度。亮度调节系统越是精密, 就越昂贵, 但这样就能解决两种灯的特性相互影响的问题。如果做一些努力, 设计一套用于增强或减弱光线的系统, 就能达到很好的效果。用机械方式减低亮度的灯越多, 在使用时就要越仔细。

现在, 我们要从处理技术问题转向灯光系统设置。除了各种照明装置和设备, 灯光的控制也是需要考

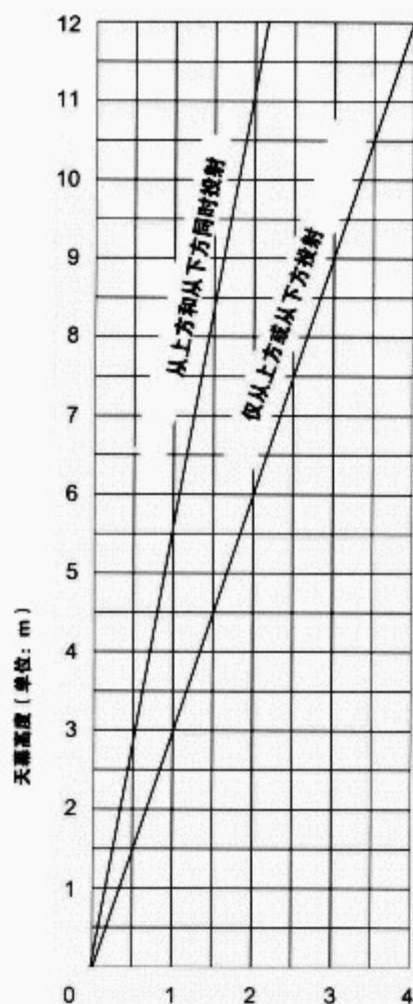


图456 不对称泛光灯的投光面积与投射距离的关系。

光斑角

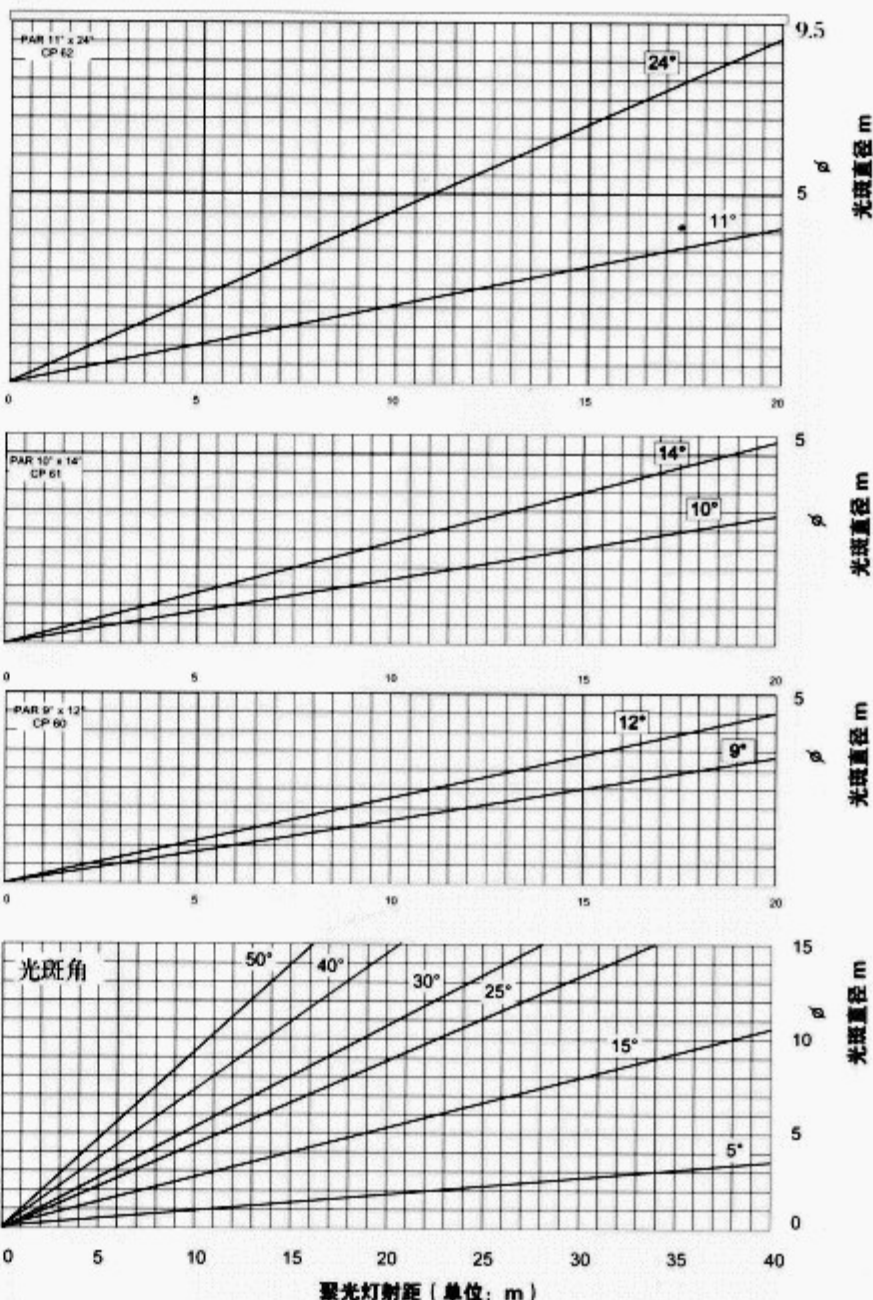


图457 PAR聚光灯的光斑角和透镜组成像聚光灯的光斑。

幻灯

实际照明区域幻灯片尺寸:

$$18 \times 18 \text{ cm} = 15.5 \times 15.5 \text{ cm}$$

$$24 \times 24 \text{ cm} = 21.5 \times 21.5 \text{ cm}$$

光学符号

戏剧舞台用符号

Y 幻灯片尺寸

b 单位: cm

Y' 图像尺寸

B 单位: cm

f 物镜焦距

f 单位: cm

s' 投影距离

e 单位: cm

V 放大倍数

V

下列公式已足够应对戏剧舞台的要求
其它公式详见第70、71页上的表。

图像放大倍数:

$$v = \frac{B}{b}$$

投影距离:

$$e = \frac{f \times B}{b}$$

物镜焦距:

$$f = \frac{e \times b}{B} \quad \text{或} \quad f = \frac{e}{V+1} \quad \text{或} \quad f = \frac{e \times b}{B+b}$$

幻灯片尺寸:

$$b = \frac{f \times B}{e}$$

图像尺寸:

$$B = \frac{e \times b}{f}$$

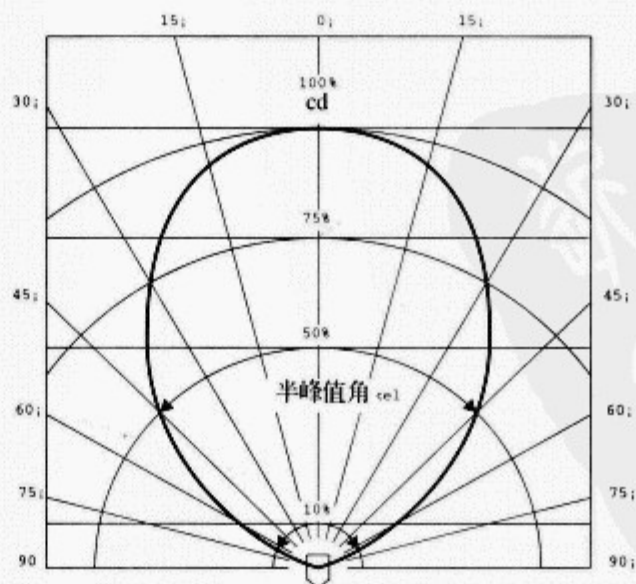


图458 用于设计目的: 光束角度、半峰值角、1/10峰值角。
任何光投射系统的光强分布 (cd) 都是以空间光束的形式来表示的。发射光的规则性用半峰值角和1/10峰值角来表示。纵轴上的光强最大值为100%。半峰值是指光强降到最大值的一半, 1/10峰值是指光强降到最大值的10%。

形成设计构思

1. 光的类型

- 大强度照明（单色或常规照明），没有任何轮廓或突出的阴影（白炽或日光）。
- 带定向光的灯光设计，光线来自一个主光源，非现实性照明
- 现实性照明，重现一个真实的灯光环境
- 混光照明，用不同的光特性来增强对比
- 色彩混合系统，加色或减色照明或滤色混合照明
- 强调照明，以强烈的光线使结构和轮廓更加生动
- 动态光或动态色彩变化

这些重要的设计手段并不互相排斥，可以综合运用，以达到灯光效果的多样化。

我将舞台设计及其特性和色彩的补充及强调作为设计的目的，这也是我遵循的主要设计原则。

2. 可用设备——灯具选择

- 泛光灯，大面积照明，敞开式
- 普通凸透镜、带棱台的凸透镜或菲涅尔透镜的聚光灯
- 成像聚光灯
- 荧光灯、霓虹灯
- 工业光源，例如钠灯
- 低压灯具系统
- PAR灯
- 电脑灯
- 大型图像投影机

如果要协调一个画面，那么正确的设备就必须从正确的角度照亮舞台。至于该设备采用白炽灯还是日光型放电灯并不是最重要的。

灯具的光学体系是至关重要的因素。

3. 光对比

- 明-暗
- 这两个因素决定了灯具的亮度选择。

4. 色彩特性

- 光色（色温）
- 选择滤色纸或玻璃滤色片
- 使用混色系统
- 使用色彩透视

这是一个很微妙但很重要的因素。我们用滤色纸减色，用单个或成组聚光灯加法混色，从而改变光的色彩，并以此判断光对表演者和舞台而言，是否达到了很好的视觉效果。

5. 附件——效果器材

- 霓虹灯
- 钠灯
- 太阳、月亮、星星
- 光纤
- 发光板
- 光、雨、雪、火、烟、雾
- 投影、视频

灯光设计的第一步

设计师不应该只阅读演出剧目的脚本，而应该阅读相关的参考书，并咨询戏剧或歌剧的主创人员。在设计一个类似的演出剧目时，灯光设计师必须作为创作队伍的主要成员，因为舞台空间的设计不仅取决于道具、布景，还取决于灯光创造的视觉效果。灯光设计师也应在计划阶段向主创人员阐明舞台的各种可能和限制。当然，这最好在舞台的准备和设计阶段进行。采取何种准备方式取决于剧场是否配备完整的灯光设备，或者是否需要从零开始，设计一整套灯光系

制作照明图表

接下去，开始制作照明图表，换句话说就是传统意义上的准备工作，也就是将设计师的构思用绘图板在纸上成形。

如今的一种新方法是运用CAD软件进行虚拟效果的呈现。下面两个案例中出现了代表各种设备的符号（这些符号来自国际CIE标准，在德国使用）。我们的英国和美国同行所用的符号看上去更像真实的设备。其实我们可以使用任何自认为合适的符号，因为制作照明图表的关键在于，如何将这些效果在舞台上加以真实的呈现。

工作文档

当你使用绘图模板或CAD，你需要准备下列材料：

- 1:20、1:50或1:100的表演区平面图。
- 表演区和观众席剖面图，比例同上
- 表演区正面图
- 灯光设备清单
- 电路的分布及其负载量
- 调光台型号

布景的大概轮廓也应在平面图和剖面图上绘出，以方便观察总体效果。然后就可以开始工作了。一个有实用价值的灯光设计图应该包含具体设备的技术说明。下面是一些必要的项目：

1. 光的类型 →
2. 可用设备 →
3. 光对比 → 绘图
4. 色彩特性 →
5. 附件 →

绘图模板、CAD或Studio 4:1

用绘图模板或看着电脑上的虚拟舞台进行设计需要一定的想象力，某种程度上也需要观察事物的新视角。这不是所有人都能办到的。但现在出现了一项新的技术：以1:4的比例复制整个演出环境。舞台模型通常以1:20、1:50或1:100的比例复制。1:4的舞台模型是很少见的，但对有些人来说却很有用。舞台被以1:4的比例建在一个工作室里，并用合适的设备照明。接近于演出时使用的灯光控制台和灯具被用来测试灯光场景和布景尺寸，这并不是一个复杂的过程。这种方式无需动用真实的舞台，也让最后的排演没那么紧张，同时还能让工作人员有一种“安全感”，这些都是绘图模板或屏幕上的虚拟效果无法达到的。

在德国，这样的工作室已经出现很长一段时间了，并完全能达到技术上的要求——即Studio 4:1

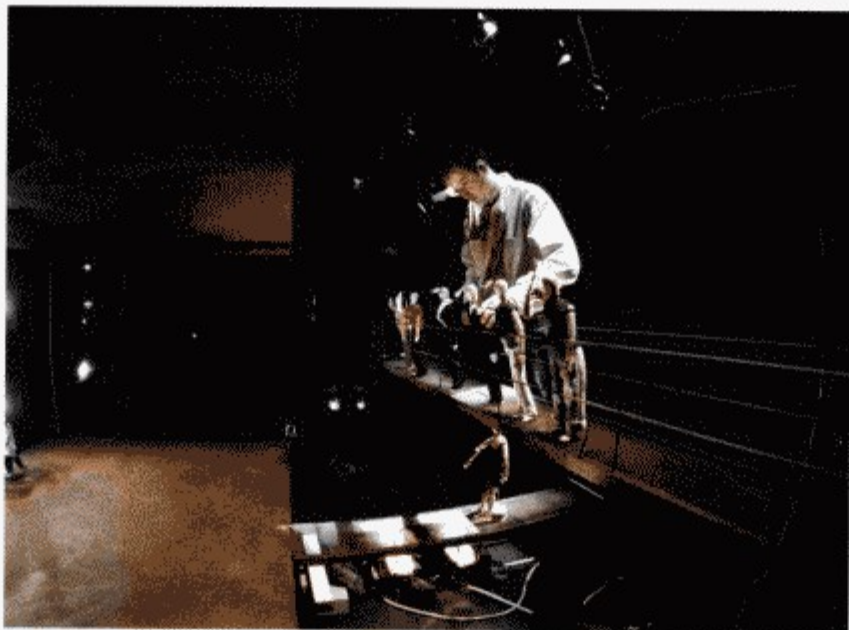


图459 在Studio 4:1中重建一个舞台环境。在这里，专业的设备被用于模拟完整的舞台设置，如使用小型聚光灯和调光台。

统。一般来说，使用现有的灯光系统，并针对当前的演出要求对其加以补充和改造是最为常见的做法。剧团剧场一体化的灯光设计师都很熟悉剧场各种设备及其性能，因此他只需要设计整个演出环境即可。但这也意味着需要对额外的设备和与特定演出相关的装置加以规划，以使其能更便于与已有的设备相协调。

在用CAD软件进行设计时，每个人都可以自行选择符号去代表各种设备和附件。所选的符号应尽可能与原物在外形上相似，以使得制作的图表易于理解。如果图表中可以容纳更多的信息，那么还可以加上色纸号、DMX地址，在符号的旁边还可以标出回路号。

如果为那些不是剧目轮换制剧团的演出搞灯光设计，则可以使用更多专门针对那场演出的基本照明设备。

Armer Heinrich
Münchner Kammerspiele
Hildegardstraße 1 80539 München
Telefon: 089/23721-9 Fax: 268
Regie: Herzog
Bühne: Pföller
Licht: Keller / Schultheiss
Stellwerk: Schönebaum
Premiere: 26.02.97
gezeichnet: 18.02.98 M = 1:50
Zeichen: schwarz

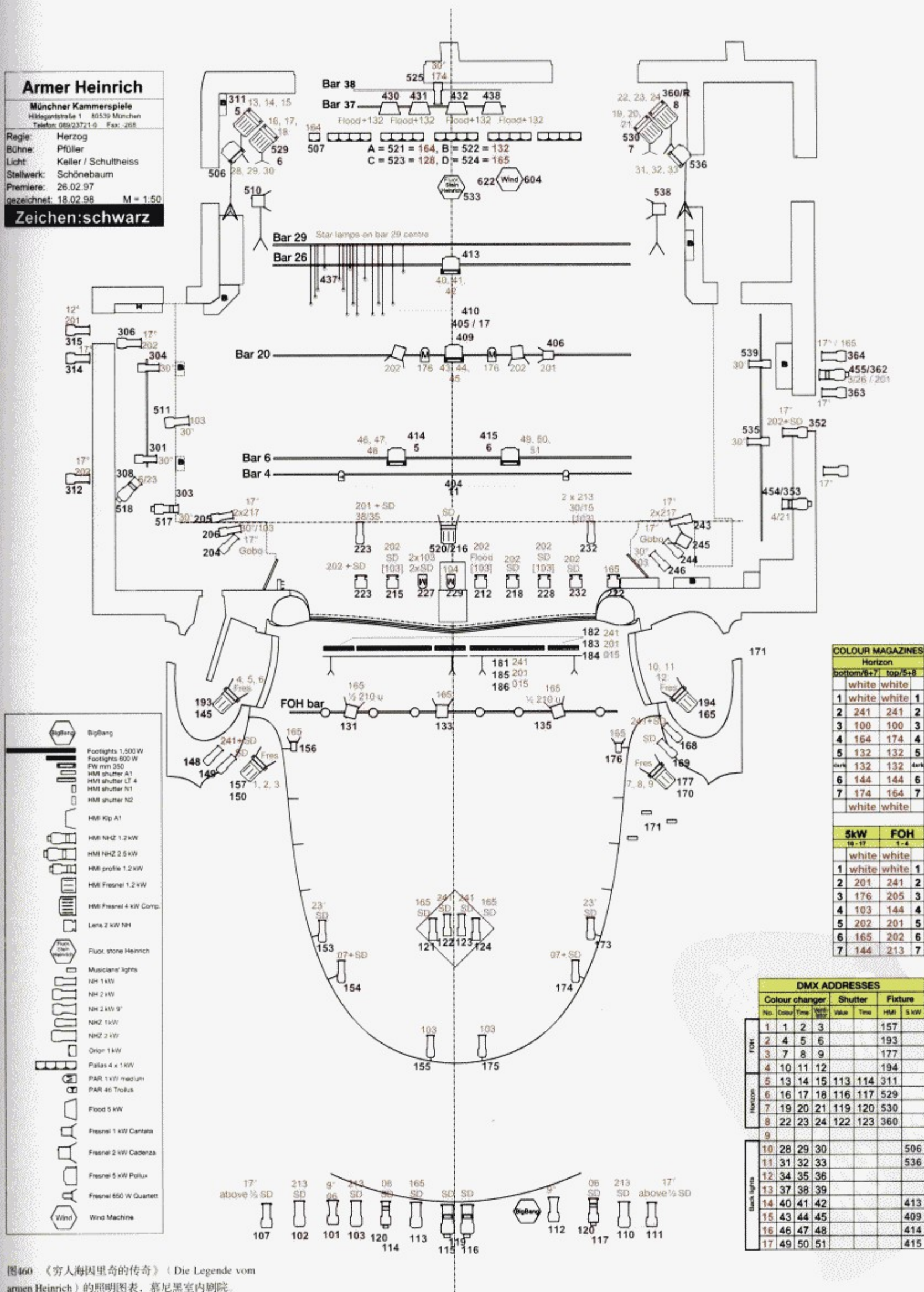


图460 《穷人海因里奇的传奇》(Die Legende vom armen Heinrich) 的照明图表。慕尼黑室内剧院。

SLY 28 d. image 8

[illegible][illegible]

图462(右图)第28灯光场景中的所用的聚光灯。

图463 坦克莱德·多斯特

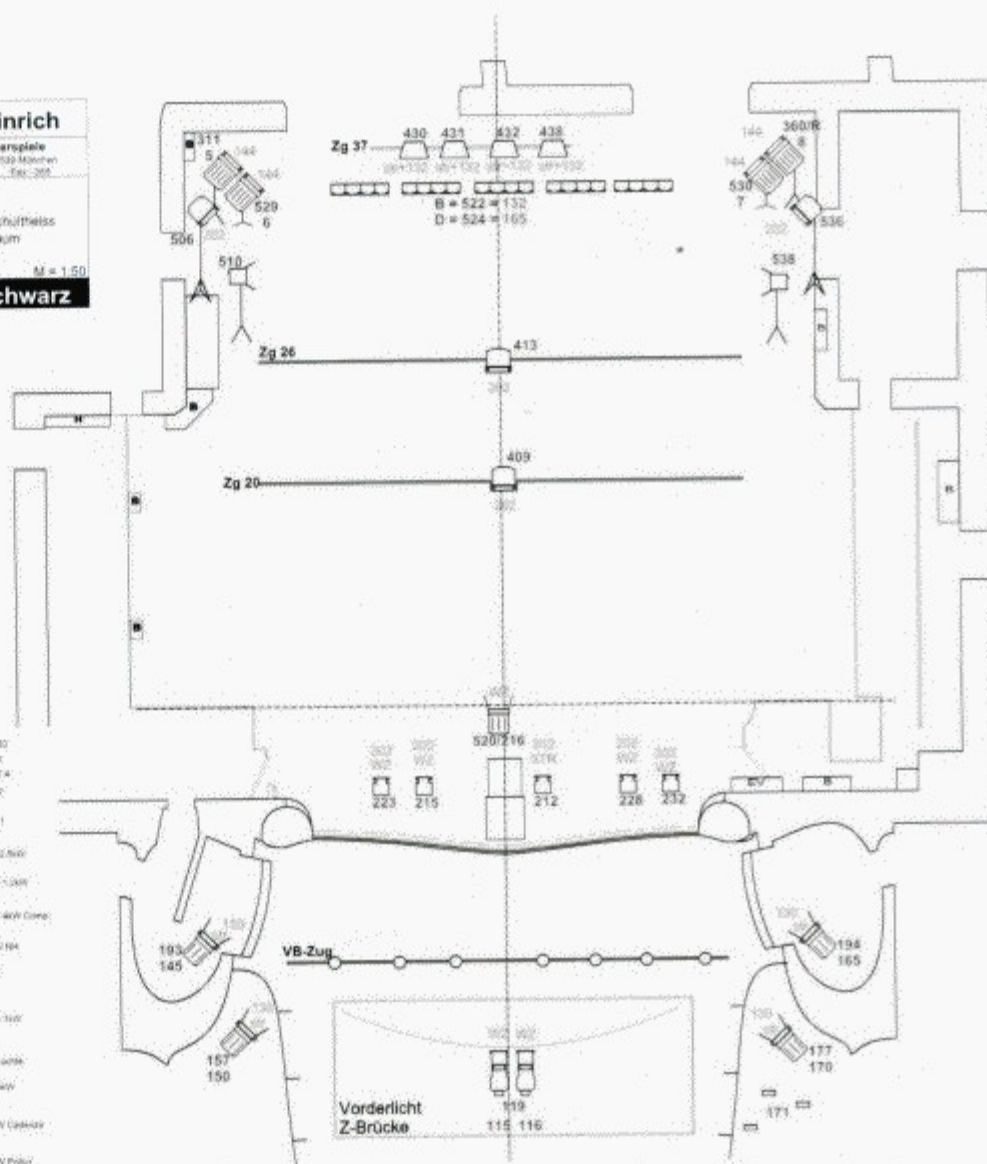
《穷人海因里奇的传奇》

导演：詹斯-丹尼尔·赫佐格（Jens-Daniel Herzog）

舞台设计师：沃尔克·普夫勒（Volker Pfüller）

慕尼黑室內劇院，1997年。

第28灯光场景



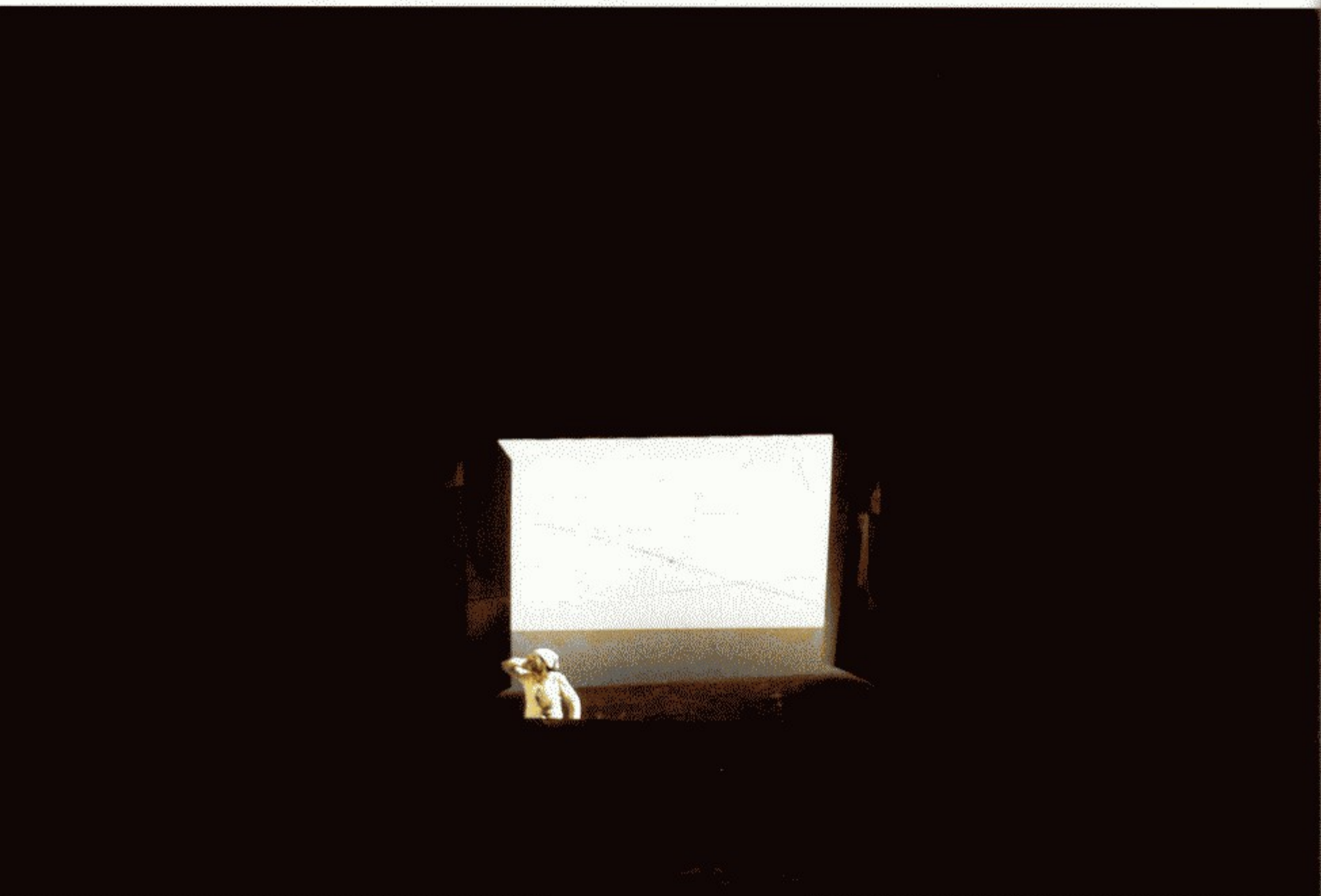


图469 显示光束位置的
舞台三维图

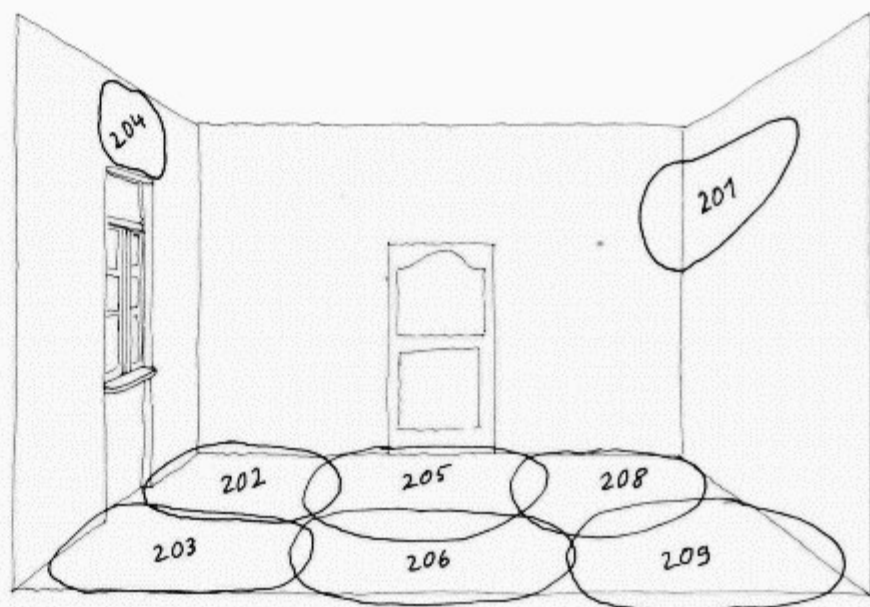


图470 用网格体系来确
定照明区域

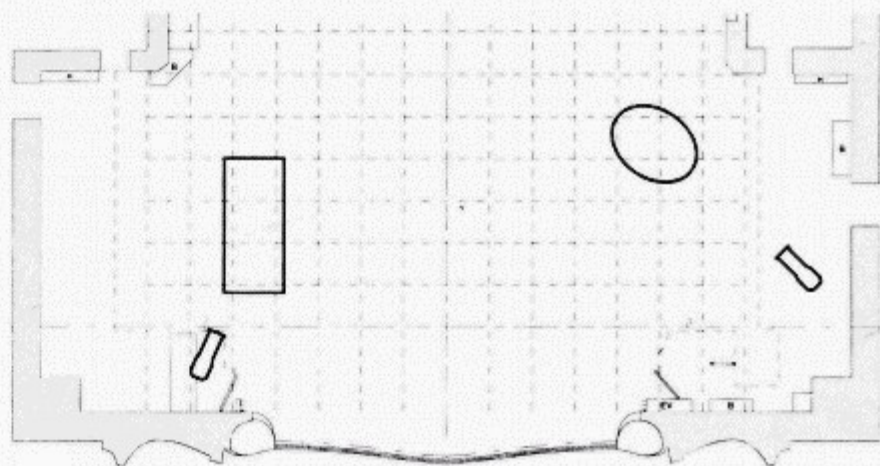


图471 用网格体系来确
定防火幕的照明区域

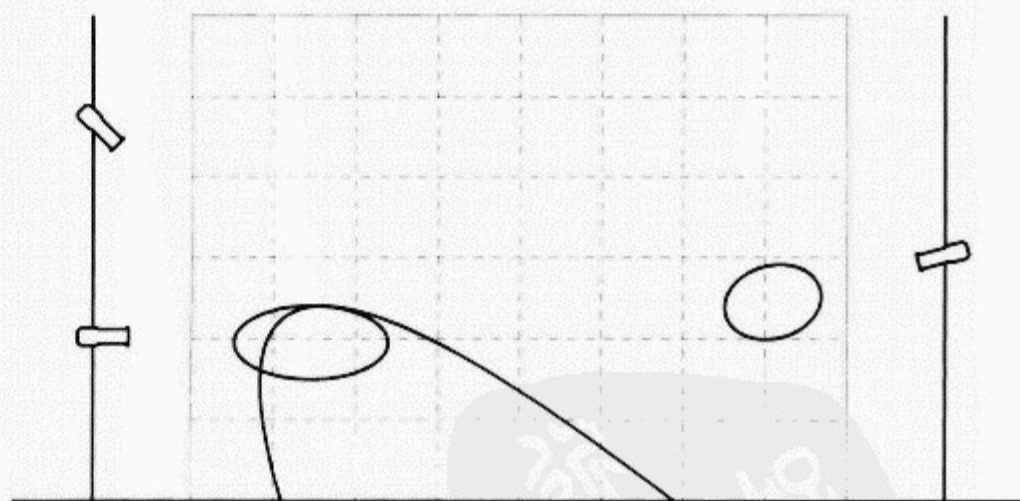
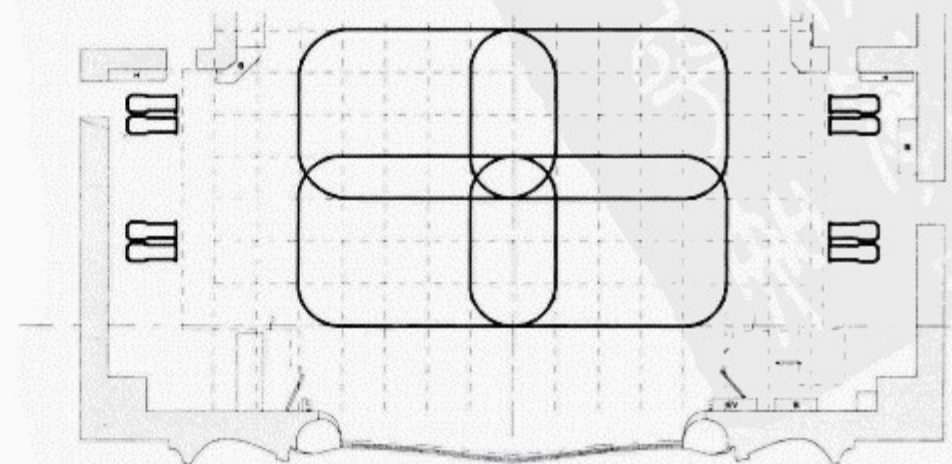
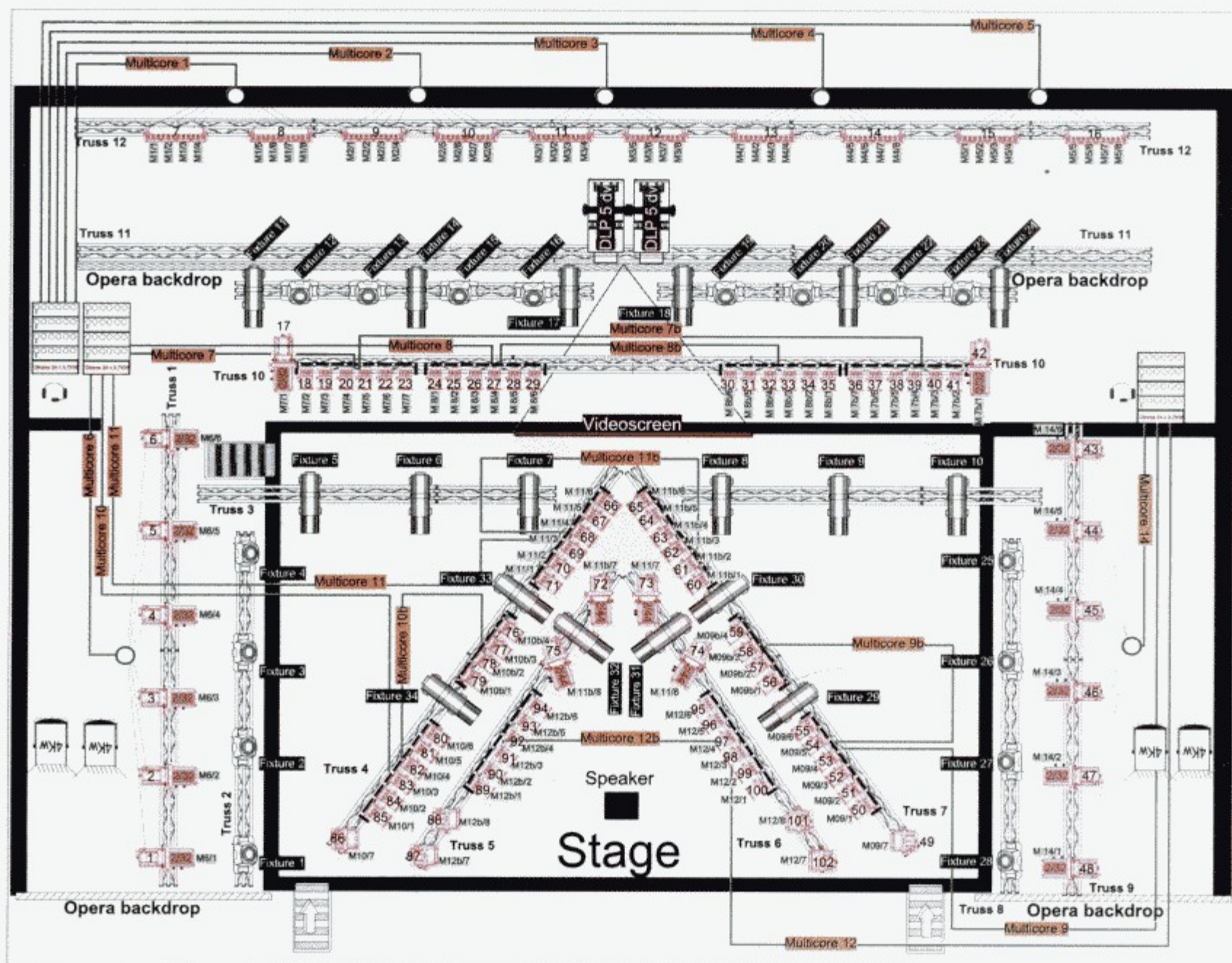


图472 构建双色照明的
照明区域





KEY:

	Profile 2 kW 19°-32°
	Profile 2 kW 28°-44°
	Iris 4
	Horizon flood
	MAC 600
	Washlight
	Cyberlight
	Scanner
	Fresnel
	1 kW
	6-Bar
	PAR 64
	4-Bar
	PAR 64
	DLP 5 dV Video beamer

Designer: Ralf Wapler
Version: 2 plots as of 19.12.98
Scale: 1:100
Sheet: 1/4
Show date: 21.12.98
www.backstage-online.de

backstage
creative lightdesign GmbH
Frankfurter Ring 115
D - 80807 München
Phone: +49 - 89 - 35 80 77 77
Fax: +49 - 89 - 35 80 77 76

这是一个多功能舞台的平面图，有演讲台和投影系统，舞台后部有背投天幕。天幕的这种照明方法意味着可以利用加法原理获得想要的任何色彩。舞台两侧的成像灯和染色电脑灯能均匀地照亮表演区，而不会影响投影屏幕。有专门的聚光灯对演讲台照明，舞台上装有活动的桁架，供音乐会使用。安装有扫描电脑灯和PAR64聚光灯，后部桁架上的PAR64聚光灯是对天幕进行补充染色。舞台两侧的小天幕用日光型聚光灯投射。

图473 为流动演出配置的灯光系统。

Set-up plan for traverses

TRAVERSE 4	Moving Truss	Section							
HEIGHT 1	9.5M	0.25M	0.5M	1.0M	1.5M	2.0M	3.0M	4.0M	
HEIGHT 2	4.3M								
LENGTH	8.00 M								2
WEIGHT	500Kg	Steel hangers for bridle (metric)							
MOTORS	3 x VBG 70	0.25M	0.5M	1.0M	1.5M	2.0M	3.0M	4.0M	
SUSPENSION POINTS	6		2	2				2	
NOTE	3 x Bridle								

Motor - allocation

TRAVERSE 1	Manufacturer	Load capacity	Controller	Cable name
MOTOR 1	Chainmaster	500Kg	VBG 70	Susi 1
MOTOR 2	Chainmaster	500Kg	VBG 70	Susi 2
MOTOR 3	Chainmaster	500Kg	VBG 70	Susi 3

Cable designation, Lighting

DIMMER	001	002	003	004	005	006	Total
Dimmer number	1	2	3	4	5	6	Amps:
Desk channel	173	173	173	181	181	181	
Fixture number	80	81	82+76	83+77	84+78	85+79	KW:
Load in KW	1	1	2	2	2	2	10
Multicore way	6	5	4	3	2	1	CEE No.
Multicore name	M10	M10	M10	M10	M10	M10	D

DIMMER	001	002	003	004	005	006	Total
Dimmer	7	8	9	10	11	12	Amps:
Desk channel	19	20	21	22	23	24	
Fixture number	43	44	45	46	47	48	KW:
Load in KW	2	2	2	2	2	2	12
Multicore way	6	5	4	3	2	1	CEE No.
Multicore name	M14	M14	M14	M14	M14	M14	D

State list for lighting booth

Director's Cue	Comment	Lighting cue	Event	Scanner cue	Event	Follow spot	Note
23	Speaker 3	75.4	Speaker brighter	17	Accents brighter	none	
24	Speaker 4	76	Colour change opera	18	Colour change	Speaker's entrance	
25	Scene change	77	Worklight	19	fadeout	Blackout	Scene change
26	Dance performance	78	1st dancer	20	1st dancer	1st dancer	

State list for moving lights

Cue Sheet

Cue	Comment	Time in	Time out	Follow	Delay	Link	Submaster	Special	Event
75.4	Speaker brighter	25	30	120					
76	Colour change on opera backdrop	120	120				7		Fade in some house lighting

Set-up - arrangements - focusing

Day 1	Arrival, set-up, set lighting
06:00 a.m.	Rigging truck arrives from Hanover
06:00 a.m.	Rigging crew start work Paul, Carli, Glenn, Walter, 4 stagehands
08:00 a.m.	Deadline for rigging motors
08:00 a.m.	Rig traverses and fly to operating height
10:00 a.m.	Deadline for rigging
10:15 a.m.	Stage truck arrives
10:15 a.m.	Stage crew start work Sepp, Oli, Heinz, Karin, Evi, Sabine, Laki,
11:00 a.m.	Lighting truck arrives
11:00 a.m.	Lighting crew start work Ralf, Lorenz, Rupi, Harry, Rudi, 3 stagehands
11:00 a.m.	Moving light crew start work Tommi, Uwe, Jürgen, Christoph 2 x Stagehand
12:00 p.m.	Deadline for complete set-up

Crew schedule

Configuration for moving lights

MOVING LIGHT ADDRESSES							
Fixture no.	Type	From channel	To channel	Channel/Fixture number/mode	Desk output	Protocol	
F1	MAC 600	1	12	12 Mode 4		1 DMX	
F2	MAC 600	13	24	12 Mode 4		1 DMX	
F3	MAC 600	25	36	12 Mode 4		1 DMX	
F5	Cyberlight SV High End	1	20	20		2 LWR	
F6	Cyberlight SV High End	21	40	20		2 LWR	
F7	Cyberlight SV High End	41	60	20		2 LWR	
F8	Cyberlight SV High End	61	80	20		2 LWR	

Fitting for scanner gobo wheels

Fixed Gobos	Fixed Gobos	Fixed Gobos	Fixed Gobos
1 OPEN	1 OPEN	1 OPEN	1 OPEN
2 STARS	2 STARS	2 STARS	2 STARS
3 DOTS	3 DOTS	3 DOTS	3 DOTS
4 MOON	4 MOON	4 MOON	4 MOON
5 CIRCLE	5 CIRCLE	5 CIRCLE	5 CIRCLE
6 TUNNEL	6 TUNNEL	6 TUNNEL	6 TUNNEL
7 FOLIAGE	7 FOLIAGE	7 FOLIAGE	7 FOLIAGE
8 CHINA	8 CHINA	8 CHINA	8 CHINA
Rotating gobos	Rotating gobos	Rotating gobos	Rotating gobos



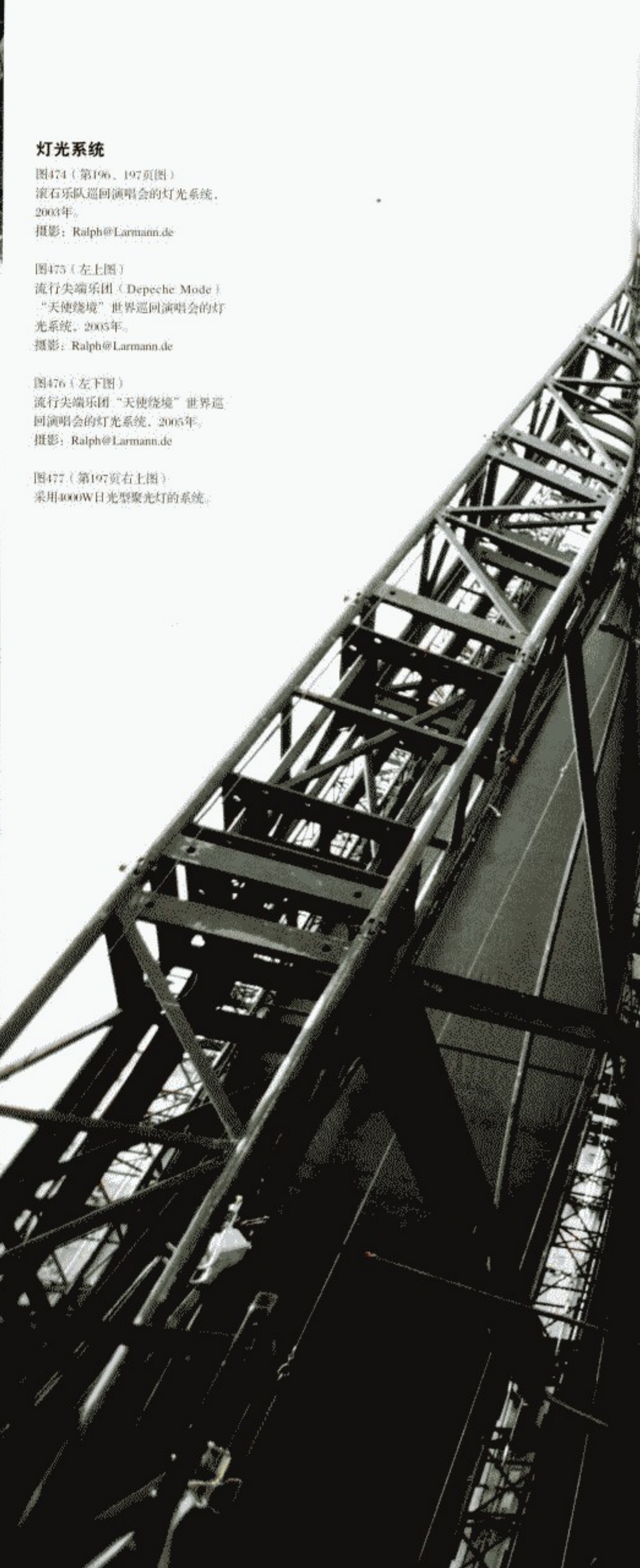
灯光系统

图474 (第196、197页图)
滚石乐队巡回演唱会的灯光系统，
2003年。
摄影：Ralph@Larmann.de

图475 (左上图)
流行尖端乐团 (Depeche Mode)
“天使绕境”世界巡回演唱会的灯
光系统，2005年。
摄影：Ralph@Larmann.de

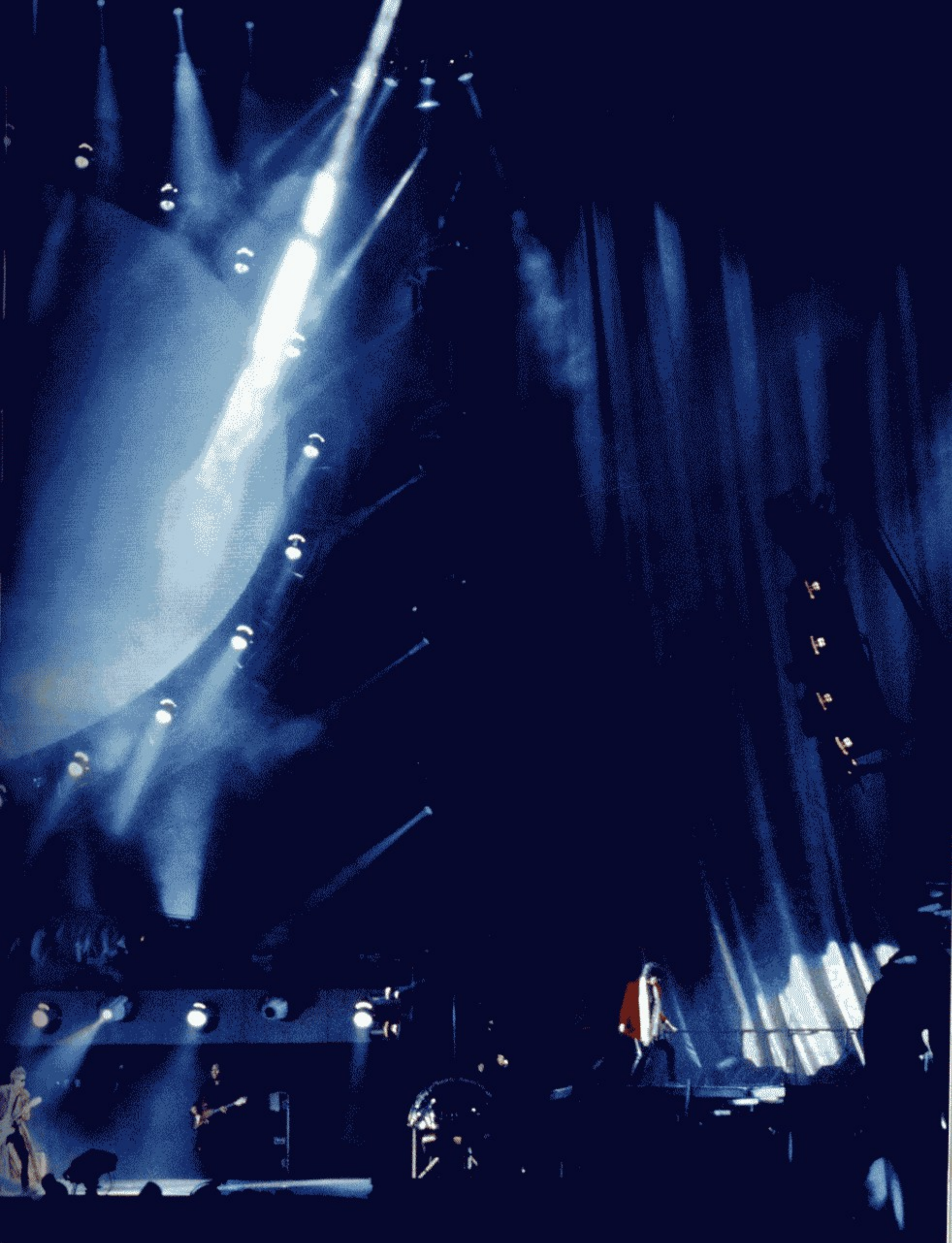
图476 (左下图)
流行尖端乐团“天使绕境”世界巡
回演唱会的灯光系统，2005年。
摄影：Ralph@Larmann.de

图477 (第197页右上图)
采用4000W日光型聚光灯的系统。









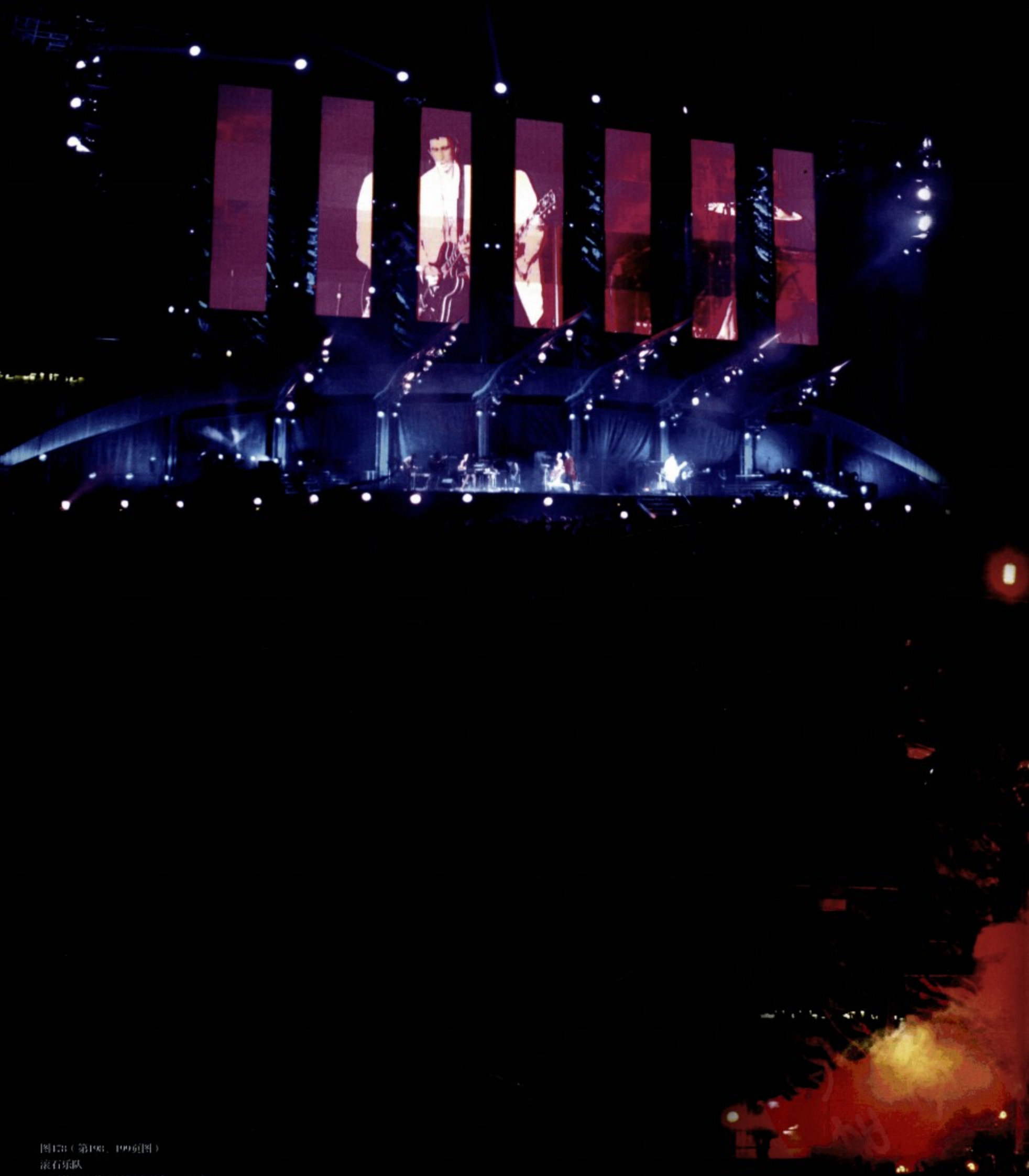


图178 (第198、199页图)
滚石乐队
“通往巴比伦之桥”演唱会，1998年
灯光设计师：帕屈克·伍德洛夫 (Patrick Woodroffe)

图179、180 (第200、201页图)
滚石乐队巡回演唱会，2003年
摄影：Ralph@Larmann.de

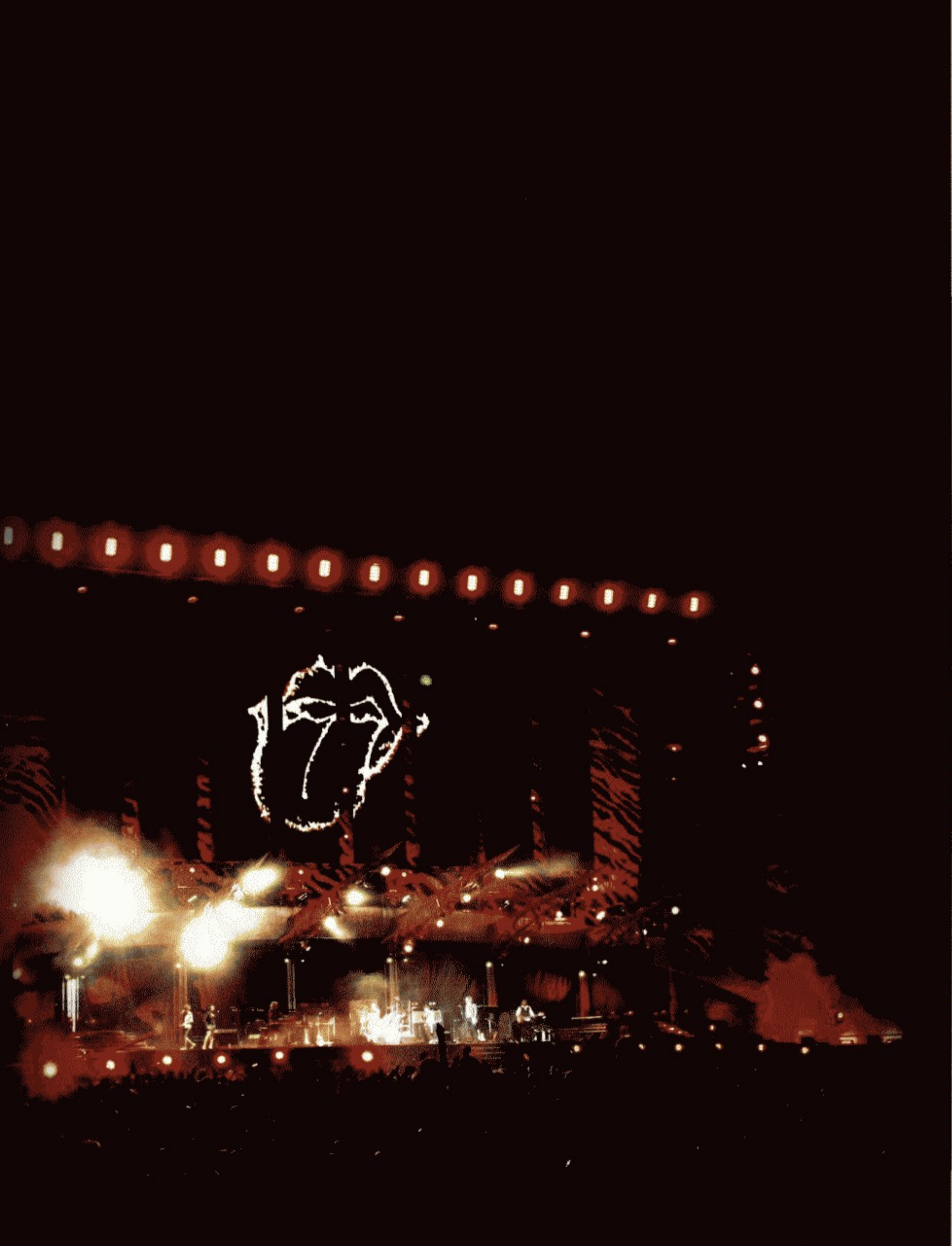




图481 《卢乔·西拉》
萨尔茨堡艺术节，1993年。



每个人为之努力工作的最后一刻到来了——灯光设计的构思即将实现。成败与否很大程度上取决于工作人员的经验是否充足，准备工作是否充分。虽然没有任何一件事是完美的，但是每一件事情都应该经过充分准备和讨论，确保其是正确的。非常重要的一点是：能够统领其他灯光的主光一定要放置在正确的位置上。通过灯光排演，各种设备得以组合、调整和运行。

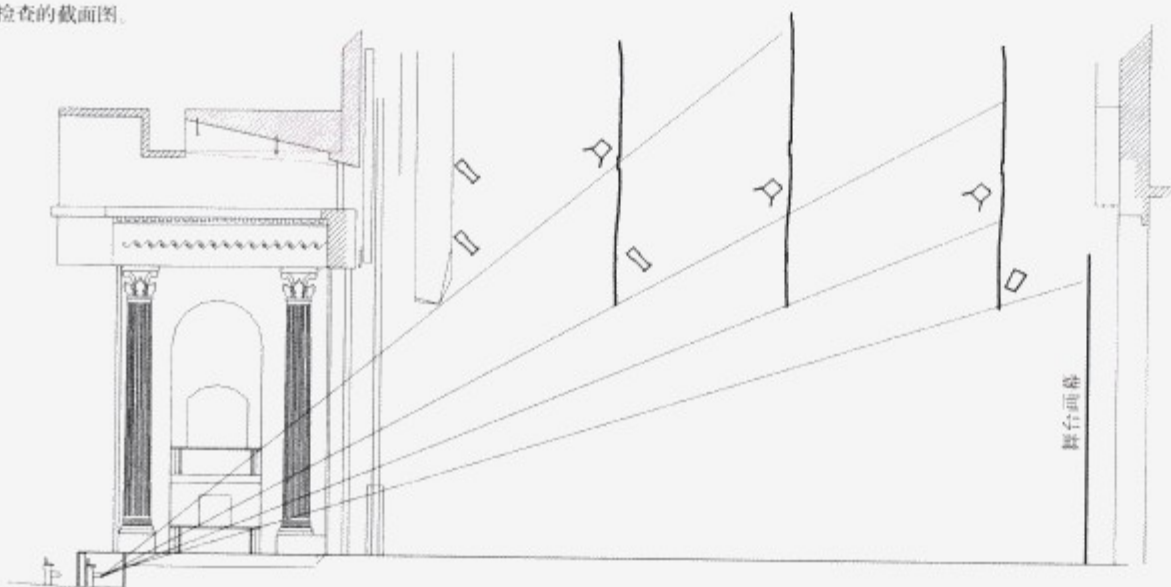
灯光设计师和他的工作伙伴应该拥有一个能直接靠近灯光控制台的良好工作位置。这个地方应该由一个宽大的工作台组成，在上面是可以摊开灯位图、笔记、剧本和放置一台或多台控制监视器。与各灯位和提示指令部门（如舞台监督）以及舞台机械操作人员保持对讲机联系也是非常重要的。同时，也必须和灯光控制室的操作员保持联系。对讲机必须是高灵敏度的，即使设计师只是对着话筒轻语，工作人员也能清楚领会他的意思。如果需要工作人员能够反应迅速且恰当地处理演出事件，那么同事间就必须有一套无线通信系统或内部对讲系统，来确保对话通畅。当然，除了电脑监视器，也可以使用便携式电脑工作，这就意味着灯光设计师可以亲自介入舞台灯光状态。对大多数排演来说，如果有必要，在灯光设计师工作区域旁边设置灯光控制台也是很有帮助的。

在后期排演阶段，有两种不同的基本工作方法。私人的盈利性戏剧、流行和摇滚音乐会，多变的综合演出和表演秀都要求最后的技术和艺术排演时间尽可能地短，因为演出场地只租用了很短时间，而且如果这个表演秀不是保留剧目的话，很多演员常常不能到齐。不过多数德国剧院演出的是保留剧目。这里，新剧目演出的最后排演时间都在早晨，如果是很大型的新剧

目，剧场可能会取消一个或两个晚间节目，用作新剧目的排演时间。但是假如某个秀或演出的最后排演时间十分有限的话，准备工作就不得不慎之又慎，细之又细。这不仅需要非常精确的灯位图，而且需要提前准备好的灯光顺序表，只有对演出有精确的布局，准备工作才有可能做好。灯光控制室中的操作人员将根据灯号和亮度设置记录每一个灯光的变化，这些都需要非常扎实的理论知识力和深厚的艺术感悟力。随后，这些列表将被键入控制台存储器——如果有这种设备可供使用的话。今天，如同在家里用电脑打一篇文稿，这已经不是一件难事了。如果这一步不在正式演出的场地做的话，数据可以用软盘或光盘输入。如果灯光在排演进行时改变，那也应该有时间在选定的灯光场景中来检查演员的服装和舞台调度。

一场在技术上做好充分准备的灯光排演，应该还包括和灯具一样庞大数量的色片。我们已经决定了什么时候用什么色片。如果还在使用玻璃滤色片的话，所有的滤色片应出自同一个制造商，这一点特别重要，因为这样不会产生不同生产商的产品间有色差的问题。在此，可取的方法是使用制造商的正式颜色编码，而不是老式地建立自己的编码，或者是习惯上的老俗称，诸如“天鹅湖蓝”或“哈姆雷特黄”。这些都是非常有诗意的，但是这容易搞乱，也很难用于记录。

当装台、对光时，设计师应该尽可能地确保舞台上的灯不在观众的视线内。这称为穿帮检查（cover check），可以通过檐幕或侧幕来限制观众视线。这种检测并非必须在舞台上进行，也可通过比较灯位图和舞台技术图来进行。



对光

非固定位置的灯具，在搭建舞台布景前就要被挂上。当灯具就位后，对光的步骤就要开始了，这是

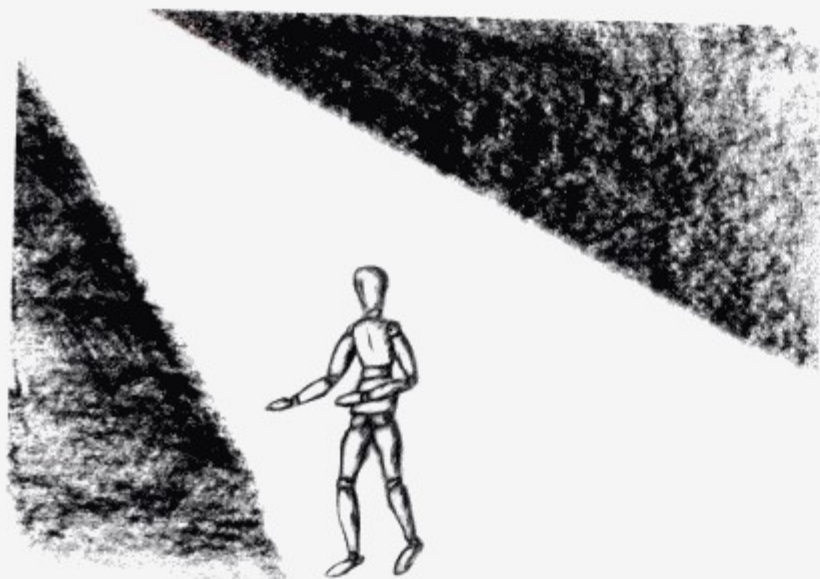


图483 正确的对光。

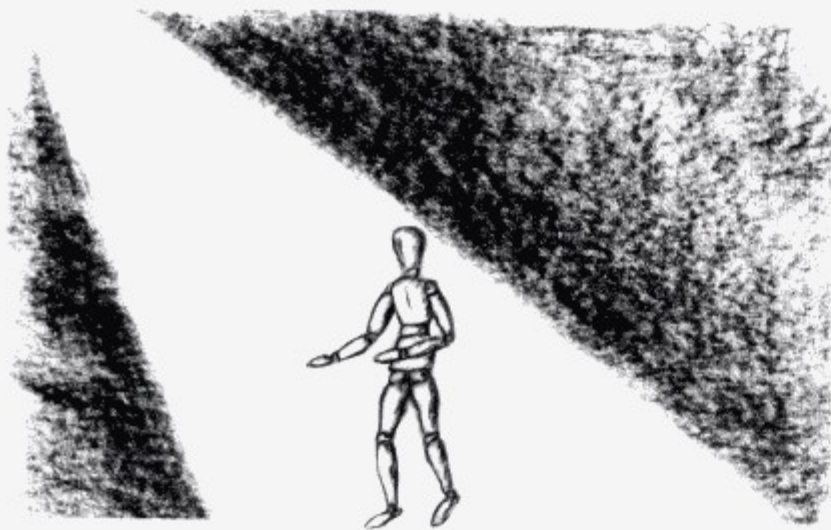


图484 错误的对光。

对单个灯具进行调试的最后步骤。

开始对光前，需要上述的准备工作和一个黑暗环境下的舞台布景。为了使光调到预定的位置，就应该尽量把灯分组并按照合理的顺序进行对光，也就是说，先处理普通光和直射光，然后是背景光和轮廓光，最后是效果灯。装配色片也基本按照这个顺序。显然，深色调色片应在灯组定位后再进行安装，因为用明亮而清爽的光定位要容易得多。这种工作流程应视为一种普遍方案，以应对错综复杂的灯光设计。在处理个别位置时，必须避免某些会破坏整体气氛的细节。设想一下，如果某个特别复杂的舞台将导致工作顺序的混乱，那么所有的灯可能会聚焦到一起，全然不管它们在完整的舞台设计中所承担的任务。

选择并准备好灯具后，就要准备对光了。此时需要注意一个基本点，即表演区域照明与装饰性灯光必须分开。对表演区域进行照明时，所选择的灯应对每个演员产生最大的视觉效果。如果灯的入射角太低，光束中心就会落在表演者的腿上，效果就非常不好。那种认为理想的光是表演者应当在光斑中心的想法也是不正确的。正确的是：当人物站立时，他们的脚在圆形光斑的边沿上。如果这样的光束产生了视觉问题（比如阴影），增加低位辅助光或者脚光就可实现全面照明。这种对光方法不仅应用于正面光，也适用于其他方向的光。如果不遵循这条原理，演员就无法正确

站住并获得清晰呈现。要想获得通常的舞台视觉效果，唯一的方法是重新对光或重定表演者的位置。

透彻了解设定的灯光场景对对光很有帮助。这项技术工作完全可以在导演和舞美设计师不在现场时完成。一旦所有的灯都对好光、装好换色器，电脑灯和特效灯也已检查完毕，确保它们能顺利地完成任务后，各种灯具才能开始共同创造灯光场景。这就像一个拼图游戏，理论付诸现实，形成完美的灯光编排——这是一个起点，然后就可以与演出团队的其他人员一起工作。

多幕，多场景的演出需要有多多个灯光场景，只有每个人都认可了这些灯光场景的关系，灯光场景才可以变化。舞美设计师与导演常常会评定中间场景并考虑如何改变这些场景。如果我们对灯光设计的理念有充分的认识，那么我们绝不会在所有灯光编排完成前就尝试修改和改变制作小组的决定。各种各样不同的场景集结在一起形成灯光变化序列，为了确保每一个场景都是同一主题的、有逻辑性的，我们必须将之与其前后场景进行对比与检查。

书面记录

将舞台进展和达到的效果记录下来是很有必要的，这样便于我们随时调整灯位、灯的组合、特殊灯光场景和淡入淡出等效果。前文中我们已经提及了用来确定灯位的草图。对于灯光操作员来说，灯光场景的顺序和组合与灯光设计师描述灯光位置一样重要。这对灯光控制台的工作人员而言很简单，因为他们已经很好地运用了大量电脑技术。他可以将场景名称、场景编码号，以及场景转换时间键入控制台中，他也可以分别将每个灯光场景的细节打印出来。这个文件展示了相关电路和调光器设置。

对我来说，这种书面记录是排演后最重要的信息。所有储存的信息在灯光排演后被打印出来，这样，当阅读这些数据时我能手工修改数据，并且新的信息能在第二天或下一场排演前被存入电脑中。

S	Cue	Typ	T ab	T auf	Sonderzeit	Link	Punkt/Aktion	Text
	0.5	GES	0	0				EINLEUCHTEN
	0.6	FW			TVZ	0.0		ALLE 130
	0.7	FW			TVZ	0.0		Makro: 50
	1	GES	10	10				BILD 1
	1.1	FW			TVZ	0.0		BILD 1
	2	GES	0	0				HMI AN
	3	GES	0	0				BOSS
	4	GES	08	08				112 AN
	4.3	ADD	05	05				409 AN
	4.5	TGES	10	05				413 = HORIZONT
	5	ADD	15	15				FUSSRAMPE
	6	TGES	06	06				BILD 1
	7	TGES	15	15				TURM HOCH
	7.5	TGES	10	10	TVZ	15.0		TURM HOCH
	8	GES	15	15				DKL
	8.5	GES	15	15				315
	8.7	FW			TVZ	0.0		
	9	GES	0	0				SLITZ 500A ALLEIN
	9.1	ADD	0	0	TVZ	0.5		SLITZ ADS
	10	GES	04	04	TVZ	2.0		BILD 2
	11	ADD	08	04				VERFOLGER WEG
	12	TGES	05	05	TVZ	1.0		WORI
	13	ADD	07	07	TVZ	1.0		413 AN
	13.5	ADD	25	25	TVZ	0.0		145 165 AUF

图485 (右图) 灯光场景表打印稿。

图486 (下左图) 记录灯光位置的详细表格。

图487 (下右图) 记录某一场景不同部分的对光要求。

然而,如果灯光系统由电脑网络连接,那么通过任何一个连接端口都可以执行这种修改,对灯光控制室里的操作人员而言更为方便。如果操作台没有这种功能,这些数据只有通过手写来记录。

那些不熟悉数字技术的读者必须了解:电脑控制系统可以与舞台上发生的任何效果起反应,但千万

不要以为只要按下按钮就能做到所有的一切。理想的状态是在演出或排演中运行已经设计和储存好的灯光设置。但在特殊情况下,倘若操作人员技术娴熟,并十分熟悉设备和节目,几乎所有的修正都能实现。

Circuit	Rating	Type	to Size	Color	shutter	Gobo	Focus
510	2 kW	Fres	L 80	1.9m			3rd alley
511	2 kW	NH	30°	L 80	2.5m	103	grotto curtain 2nd alley sharp
517	1.2 kW	HMI NH	30°	L G2			shut. 303
518	1.2 kW	HMI NHZ		L G2			shut. 308
520	1.2 kW	HMI Fres		R 18			shut. 216
521	5 kW	Pallas		L 80		164	horizon below
522	5 kW	Pallas		L 80		132	horizon below
523	5 kW	Pallas		L 80		128	horizon below
524	5 kW	Pallas		L 80		165	horizon below
525	1 kW	NH	30°	Z 38		174 Gobo	Moon Bar 38 4x3.2m + 50cm to left
529	4 kW	HMI Compact		L 80			horizon below - Rollo 6
530	4 kW	HMI Compact		R 80			horizon below - Rollo 7
533		Fluor. Stone		R 80			stone inside
535	1 kW	NH	30°	Z KR			1st alley sharp
536	5 kW	Fres		R 80	4.1m		3rd wall left
538	2 kW	Fres		R 80	1.9m		3rd alley
539	1 kW	NH	30°	Z KR			2nd alley sharp
604		Wind		R 18			wind controller 622
622		Wind		R 18			wind transformer
700		Auditorium		V			total
701		Auditorium		V			ceiling back
702		Auditorium		V			ceiling front
703		Auditorium		V			below and in boxes

"Armer Heinrich"									
Image	Walls from platform		Forestage	Stage	Walls from platform		Image		
10a	1		168	205, 243					
4	1		189	306, 352	1			10a	
10	1		177/170, 176	Horizon below: 311/5+360/8		2	3	14	
			156, 157/150	Horizon above: 529/6+530/7		2	3		
4	1		149						
10a	1		148	may be 205, 243 finished					
	1		122, 123						
10	1		121, 124						
13	2	3	120/114+117	518/308		2	3	13	
	1	2	107/111			2			
Image 10: walls, platform and lighting bars									
10	1	2	131, 133, 135 L-R	215, 212, 228 L-R 2nd platform		2	3	10	
	1	2	102, 103, 110 L-R	222, 218, 226		2		10	
	1	2	119/115, 116 L-R	312, 314				10	
		2	101 2.+3. platform centre	364, 363, 361					
				535, 538, 539					
				301,304,510					
				315					
	1	2	113 1. + 2. platform with walls	adjust grotto					
	1	2	112 followspot front centre	204, 244		2		10	
				245		2		10	
				Additional bars:					
				413					
				405, 406, 409, 410					
				414, 415					
				404					
				246, 206		1	2	9	
				227, 229		1	2	9	
				517/303 wall right and alley		2		9	
				223, 232, 520/216		2		8	
8	1		193/145, 194/165 opposite wall and some platform	218 2. platform centre					
				226 behind 2nd platform left					
				234 between the walls		2		4	
				454/353, 455/362 Zappi + Jule		2		5	
Back curtain									
			155, 175	511				10	
			181, 182, 183	430, 431, 432, 438, 526, 437					
			184, 185, 186	506,536					
				507, 521, 522, 523, 524					
				525					
				533, 622, 604					
Set at beginning				153,173 centre sm. curtain	302, TVA lamp, 503				
				154, 174 whole curtain - gold p	small room right				

使用气体放电灯

我已经在前面阐释了气体放电灯的功效。当然一段描述不能替代实践和经验。装有气体放电灯泡的强大聚光灯可以成为一个主光源或者用来支撑整个灯光设计。制造微妙而缓慢的灯光变化并非不可能，但操作极其困难，往往由机械设备来完成。效果的好坏取决于机械

设备的控制有多精确，以及能够容忍的漏光量有多少。使用低压钠灯时，只有当没有任何多余的光线投射到表演区域时，整体效果才能达到最佳状态。当预热期快结束时要淡出常规灯光，这样才能保证平稳的灯光变化。

也有另外一种应用可能：即将气体放电灯中的蒸发过程和颜色变化

过程引入灯光场景。用于工业用途的调光设备也适应装入灯体，从而使得整体更便捷地融入灯光设计。当关闭气体放电灯时，非电控明暗的不利因素转化成优势。

放电灯尤其适合于舞台上的切光，任何其他灯具都不能如此迅速地使舞台完全黑暗下来。对戏剧效果而言，这一点是非常重要的。

图438 W.A.莫扎特

《Die Zauberflöte》

导演及舞台设计师：赫伯特·卡普尔穆勒
1995年。



使用电脑灯和换色器

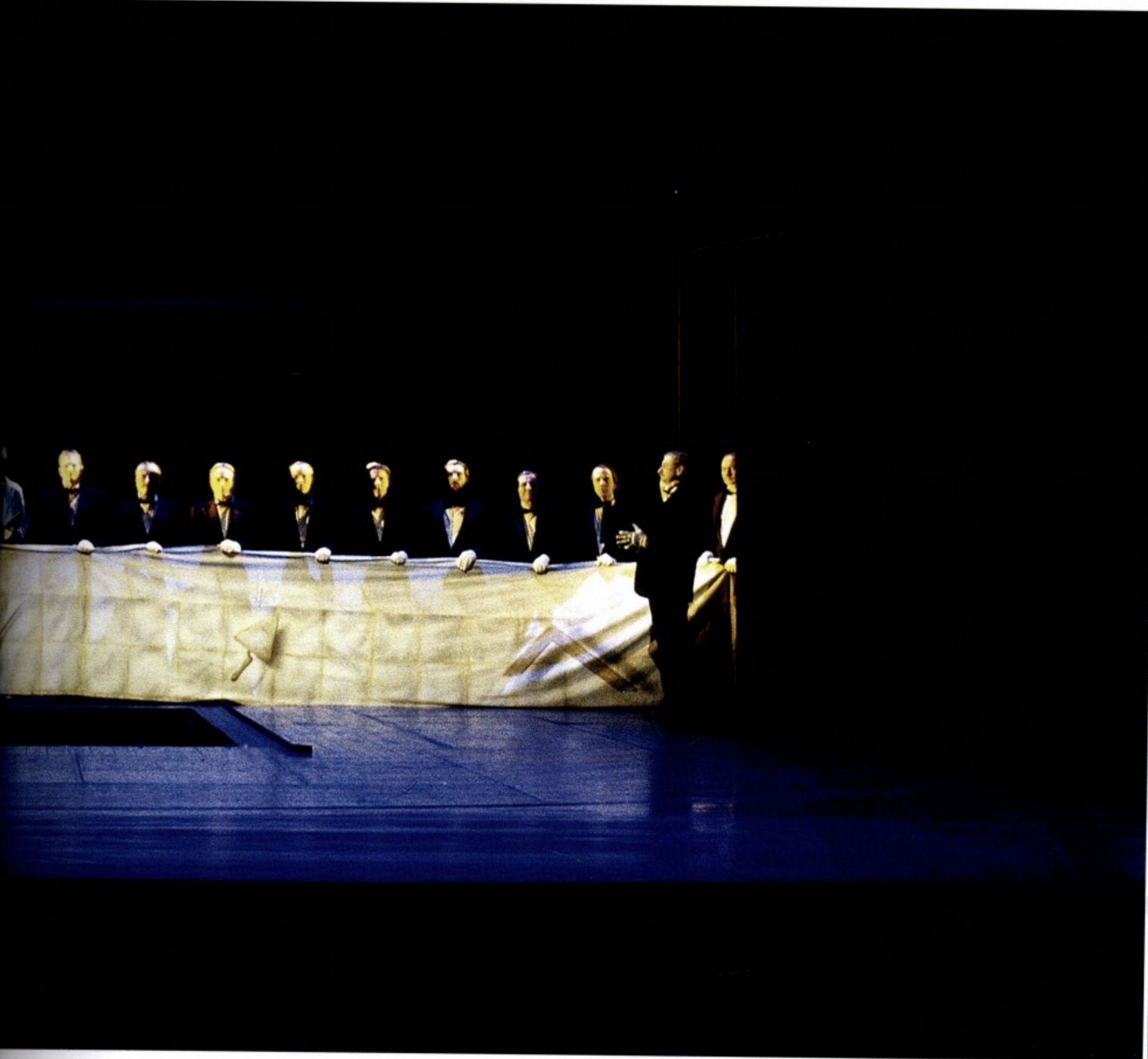
电脑灯和换色器都遵循着它们传统的样子，但都有着特别的操作方式。换色器、扫描灯和摇头灯只能通过DMX信号或制造商指定的信号来运行和控制。近年来，多数灯控台都能处理DMX信号，并且可以使用命令建立灯光程序。如果控制台不能处理这类信号，可以通过一

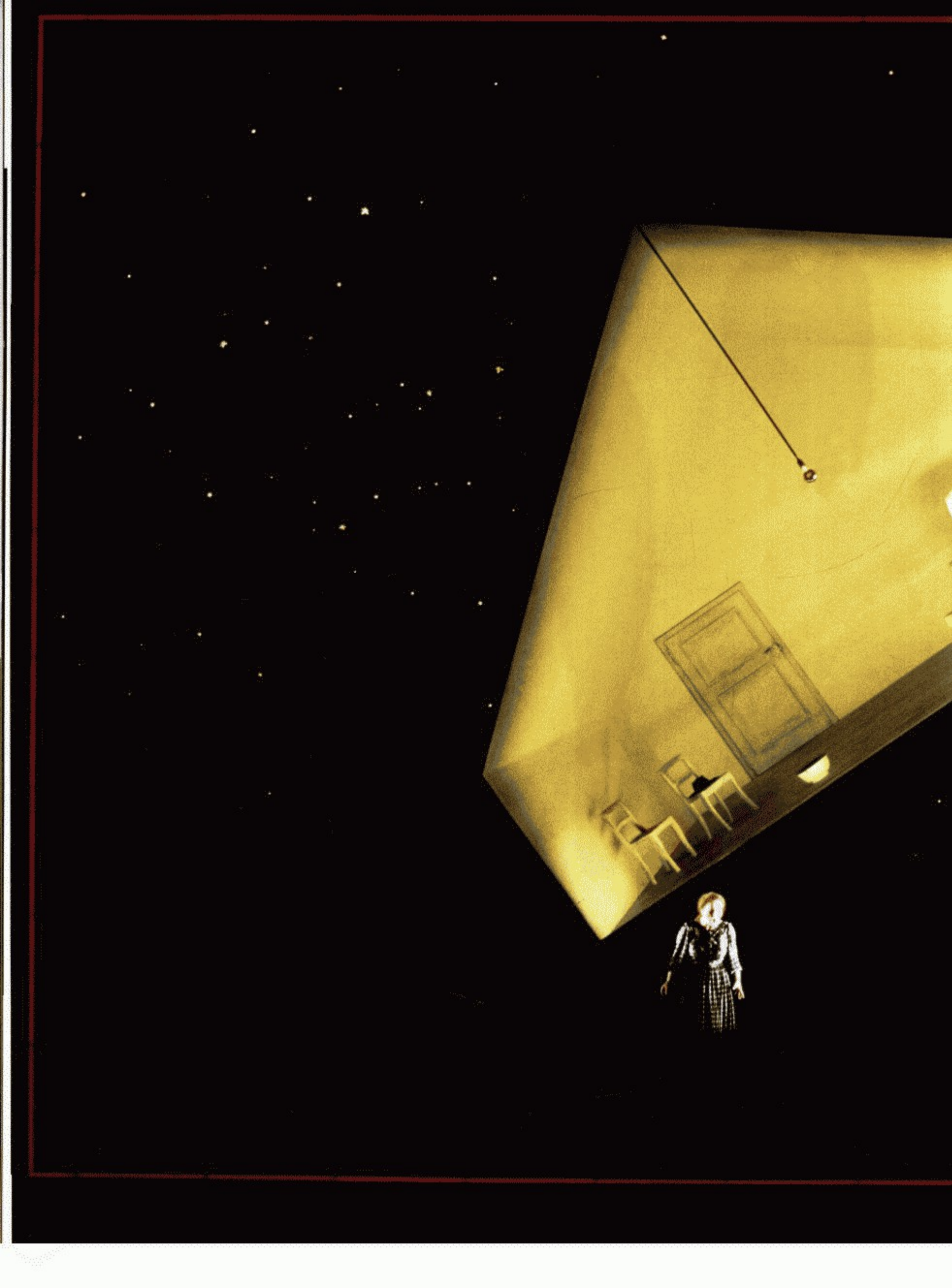
个附加控制台或装有专门软件的笔记本电脑来处理。也可以选择用两台控制台分别工作，但对操作人员而言无疑是一个附加的复杂负担。

彩排

灯光对戏剧表演来说至关重要，因此必须进行灯光彩排。当然在通常情况下，新剧目的彩排也受到剧院所能提供条件的制约。

如果工作人员足够的话，拥有足够的时间来细细推敲灯光设计的细节是十分必要的。大多数设计师都同意这样一种观点：即使在正式演出之时，灯光设计也尚未达到完美状态，但是设计师仍然必须停止责备自己的工作。在彩排阶段必须进行测试和校正。首先，各种灯光的转换要与舞台上发生的事件相协调，其次进行颜色调整，再与其他技术







部门一起工作，为新剧目首演形成一场统一的表演。

灯光技术与风格不存在普遍适用的方针。基本灯光的配备与设计、布光方法等细节都体现了不同表演艺术领域的风格与流行趋势。当然，从广义上来讲，它们都取决于艺术设计的基本理念。

歌剧灯光设计

在歌剧灯光设计中，来自乐池谱架的间接光始终照射着舞台前区，这成为灯光设计中非常不舒服的一个细节。虽然我们没有任何理由去改变这种光，但是我们也可以针对个别的歌剧灯光设计进行一些特殊处理。大多数歌剧院有非常大的舞台。用真实的材料为这个舞台搭建一个立体布景会造成无法克服的运输问题，如果采用较轻的材料制作，灯光设计就万万不能与视觉元素相悖。出于这个理由，整体亮度和灯光构成必须处理得与众不同。

只有少数剧院在音乐剧演出时使用圆天幕。这是一个半圆形的帆布，从舞台顶部延伸到舞台地面。然后用幻灯片投射在屏幕上，创造一个全景影像，通过使用几台非常强大的幻灯机可以覆盖整个区域。但是这种舞台设计在很大程度上限制了表演区域，并且对灯光设计形成了不必要的影响。

另一种用于歌剧或芭蕾表演的典型设计是用纱幕或织物覆盖整个舞台口，也就意味着观众通过一个视觉过滤器经历整个表演。这创造了一个极大的透视效果，同时，纱幕形成了另一个投影面，用来制造诸如雾、水、火等效果。然而使用纱幕的时候始终不能使用面光，这就需要在舞台上完成一个相对精准的布光，以及适当程度的表演者训练，因为舞台最前端灯光不可避免地来自舞台侧面。在歌剧舞台中，追光灯的使用十分频繁。对整体视

图419 理查德·瓦格纳

Der fliegende Holländer

导演：戴尔特·多恩

舞台设计师：约翰·罗斯

灯光设计师：曼福瑞德·福斯

拜罗伊特音乐节，1990年

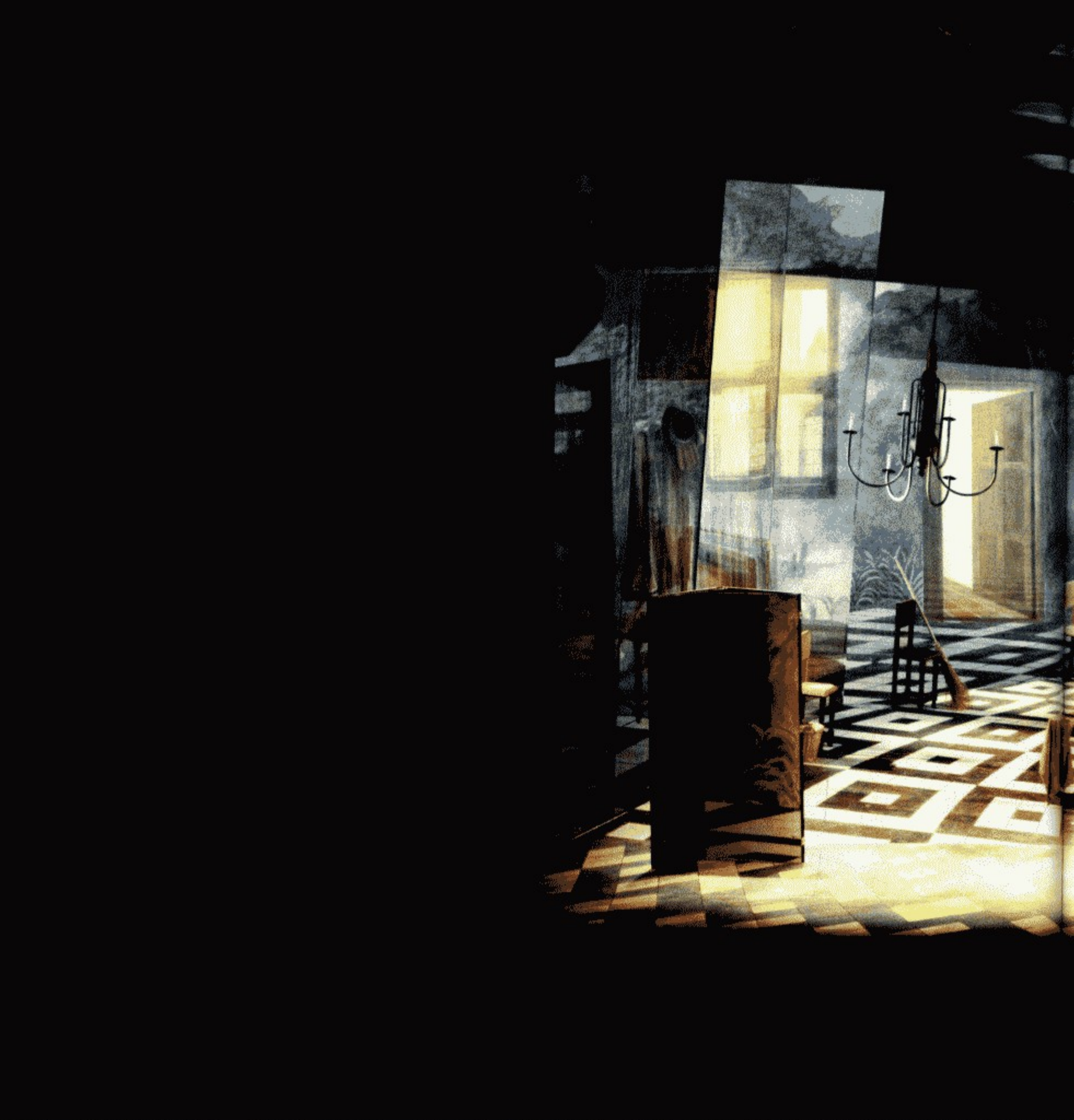


图490 吉赛普·凡迪 (Giuseppe Verdi)
Falstaff
导演: 乔纳森·米勒 (Jonathan Miller)
舞台设计师: 赫伯特·卡普尔穆勒
国家歌剧院, 柏林, 1998年。

觉效果来说这并没有好处, 因为灯光场景会被这类干扰而破坏, 明暗的感觉也荡然无存。如果从设计的一开始就考虑, 就不用担心空间光被人物照明光干扰, 但舞台上的布景和空间的细节又都能被照亮。

使用追光灯时必须区别两种技

术问题。首先, 设计师可以使用带光闸的大束光来覆盖演员的整个身体; 第二种方法更加优雅, 如只照亮演唱者的头部, 但在操作追光灯时精力必须特别集中。当然, 也可以用两个或更多的追光灯照亮一个演员。举例来说, 用一台追光灯作



逆光，两台追光灯正面投光——一束光打在头部，另一束光打在身体上，这在视觉上会很有趣。

音乐剧和小歌剧灯光设计

这两种戏剧类型给技术效果、华丽的色彩以及各种灯光组合提供了很大的空间。特别值得一提的是，画面应该富有激情和美感。为了满足这个要求，应该采用灯光分区系统。就像前文所提到的，用不

同的灯光和色彩区域系统地区分各个演区，能够显著地丰富演员的灯光色彩。加法混色、补色混色，以及仔细地对光，是在视觉上产生惊喜组合的选择之一。讽刺性的小合唱在音乐剧和小歌剧中十分典型，设计师常常采用追光灯来加强这种





图492 品特·弗洛伊德乐队 (Pink Floyd), 1967年。
灯光设计师: 马克·布雷克曼 (Mark Brickman)

效果。采用两个或更多的、来自各个角度的、不同颜色的追光灯, 更可丰富戏剧效果。

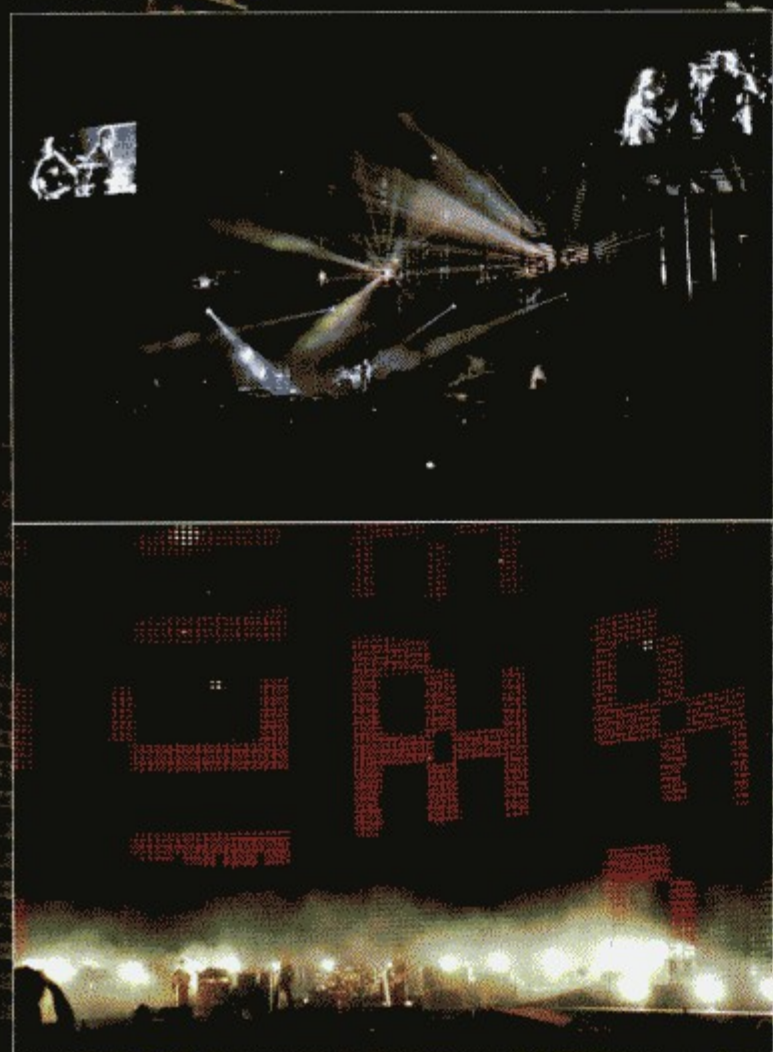
演唱会灯光设计

在这里可以采用全彩和效果非凡的灯光设计, 并且有节奏地变化灯光。它少不了要使用电脑灯和换色器、所有的灯光角度, 以及无穷无尽的色彩组合。只要技术上允许并且的确有效, 在演唱会灯光设计中就万事皆有可能。激情四射的灯光随着演出的发展渐入佳境, 这不仅是可能的, 而且很有必要。但是, 我们不应该自欺欺人, 概念一定要与方法结合起来。灯束数量再多, 也是由光和色重复组合而成, 并通常输入至电脑灯光控制台中。这就是说, 非凡的效果能够通过技术的发展而不断丰富, 尤其是电脑的使用、以及频闪灯、激光、扫描

图491 耶稣·琼斯乐队 (Jesus Jones), 1993年。
灯光设计师: 西蒙·思迪 (Simon Sidi)



图193、194、194a
U2乐队巡回演唱会，2003年
照片版权：Ralpho Lamagna, Inc.



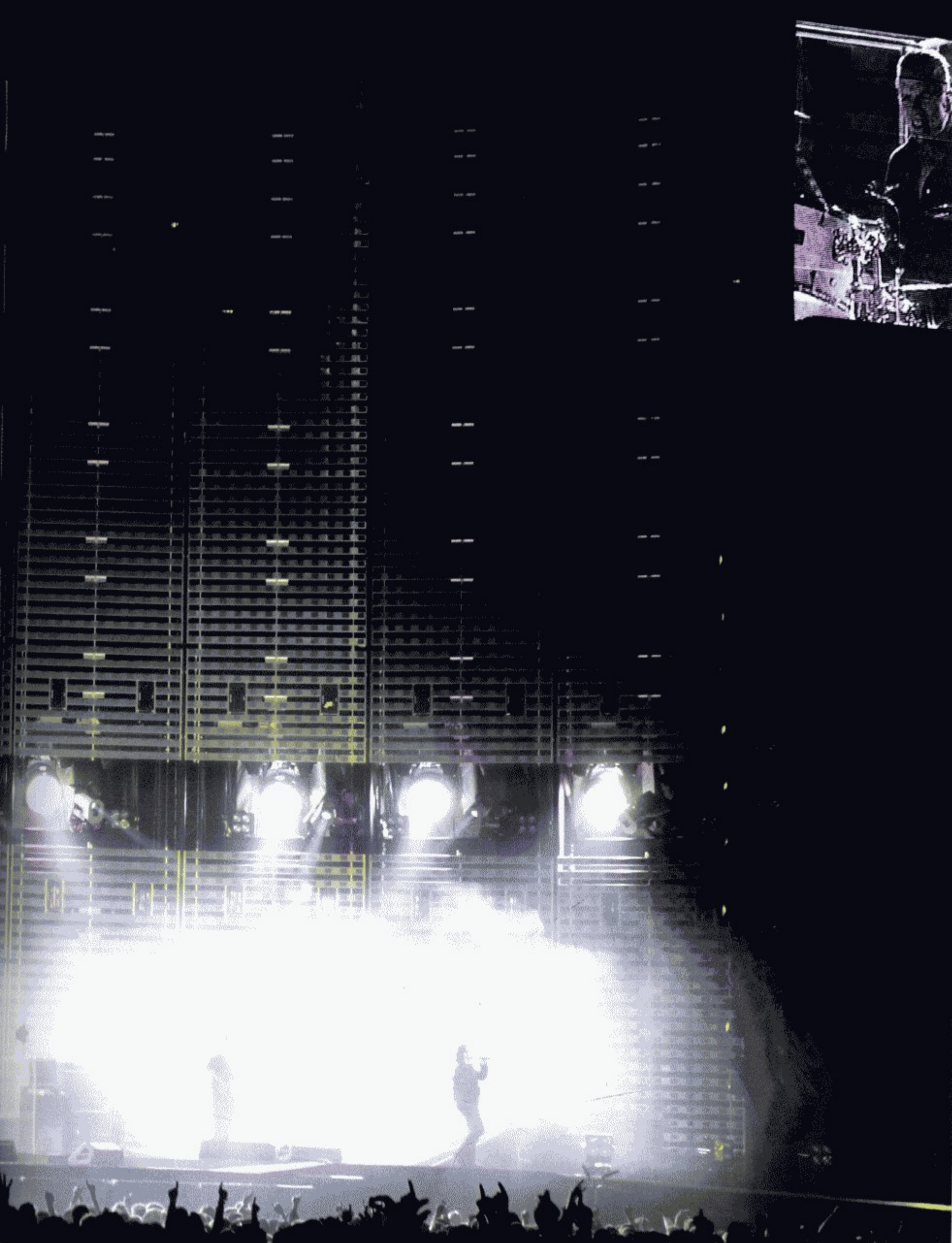


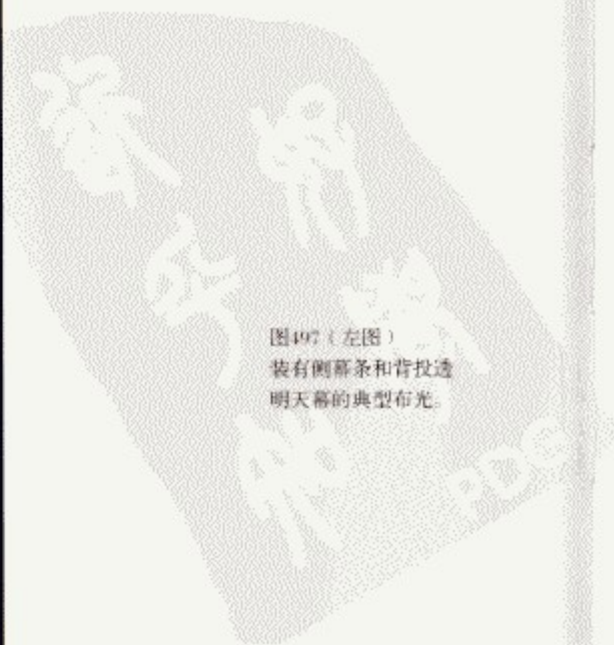
图495 《阿波罗》(Artifact II)
乔治·巴兰查恩(George Balanchine)芭蕾
慕尼黑, 1998年。

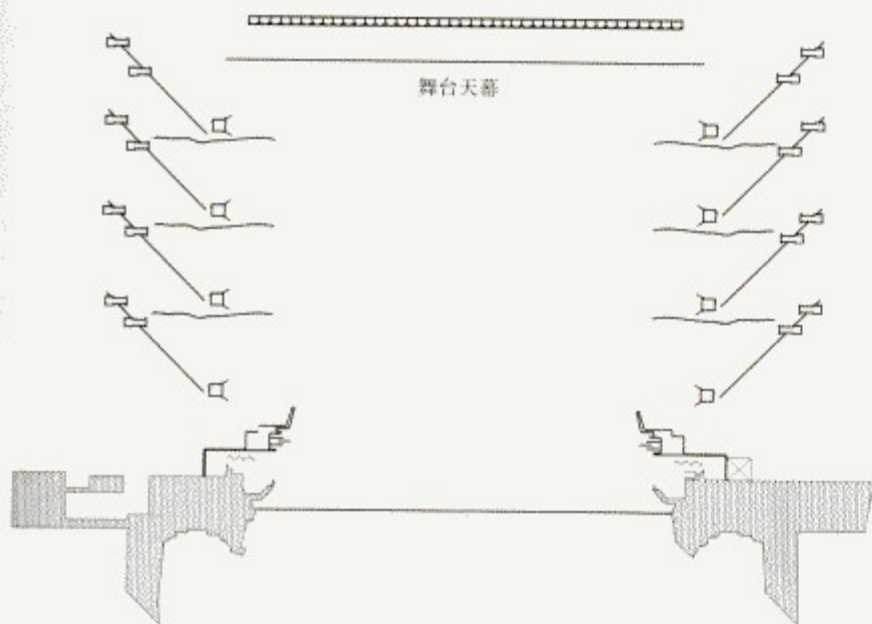


图496 《人工制品II》(Artifact II)
编舞: 威廉·弗斯
威廉·弗斯(William Forsythe)芭蕾
灯光设计师: 威廉·弗斯
拜恩州立歌剧院
慕尼黑, 1998年。



图497(左图)
装有侧幕条和背投透
明天幕的典型布光。





灯、摇头灯以及复合投影等元素的综合运用。

芭蕾灯光设计

设计芭蕾舞台的时候，必须将大量的舞台空间留给舞者。经典的舞台装饰由两侧侧幕条以及背景天幕组成。上部是檐幕，构成传统的镜框舞台。这种舞台的处理方式创造了侧翼的空间，从而提供了大量出入口和不同的光位。

舞蹈演出中优先考虑的是腿

部与脚部的光线。在此，来自舞台两侧的光束非常有效，并组合使用脚光来补充低角度的光线。从假台口后面发出的斜向地面光也十分常见，而台口纱幕则常常使舞台产生更深远的视觉效果。

以上灯光常被用于经典芭蕾，但近年来，舞蹈的发展对灯光限制越来越少，但灯光是服从于舞蹈的。

戏剧灯光设计



图498 《最后的合唱》
慕尼黑室内剧院，1991年



大多数戏剧要求灯光不要太过花哨，除了有特殊戏剧性的或引导性的变化外，灯光都应很平静。很少有使用追光灯的场景。戏剧灯光没有一套固定的程式，可能是因为

没有固定的标准，所以戏剧给了灯光设计很自由的空间。地点的定义和描绘变得日渐重要，并且经常有意地像说明戏剧的内部情况一样去解释舞台。这些都是补充舞台装置

的必要戏剧空间，它们给灯光设计拓展了很大的空间。



图409 《小鸮或不毛之地》
慕尼黑室内剧院，1982年。

大多数的德国剧院都采用轮换剧目体制，也就是说，每天会演出不同的剧目。这里所描述的灯光部门的结构就是基于该体制。我们在“舞台灯光概述”章节中的剧院结构部分，也有一些这方面的内容。

娱乐和媒体世界的艺术照明的发展曾对专业灯光有过积极的影响。操作灯光控制台和电子控制设备需要各种技术知识，这一事实意味着灯光专业的许多方面已经改变，并出现了许多新的培训机构。尽管有这些发展，许多德国剧院仍旧受制于地方政府的决定，这就不可避免地导致创意工作受到限制。

灯光对一件作品的成功所作贡献的大小取决于灯光设计师、导演及舞台设计师间的合作。灯光设计师必须对他们的理念和意图很敏感，这需要灯光部门同事的全力配合。这不仅是一个专业的技术问题，同时动机也是一个重要因素。

不仅雇员的合作态度能产生良好的工作气氛，剧院作为一个机构，它的经营方式也很重要，比如由国家或地方政府资助、由公司经营，或只是一个私人剧院。采用哪种商业模式对于灯光部门的负责人员以及技术人员有主要的影响。一位有着良好资质的新聘技术人员照道理也应该可以胜任艺术领域的工作，但事实往往并非如此，至少德国的剧院不是这样。根据剧院管理的法律要求，地方当局建立灯光技术人员的资质考核，而不是灯光设计师的资质。我们也做了一些努力（比如开设专业课程）去改变这里的现状，这是走向正确方向的

一步，但现有的条件还是阻碍着更进一步的综合。而且，这里的许多剧院现在使用自由职业的灯光设计师，这对于灯光部门的内部领导者来说非常困难，因为他的努力存在着会被破坏的风险。

另一个不容低估的问题是部门超负。受到时间压力，经常整个演出季都会受影响，工作人员通常无法顾及必要的常规工作，如维修工作、排演和演出前的准备工作。同样，因为缺乏技术基础设施，装备条件恶劣的工作室和便宜的工具不能保证持续的质量。在这里，只有剧院管理层的清晰意图和创造性的压力才能提高工作效率。

但是，有一个积极的因素能很好地稳定灯光工作。这就是每一位灯光工作者都热爱工作，灯光部门与技术部门、剧院管理之间的合作也不太会有困难。另外，人们认真对待工作、相互合作，根据舞台的大小和特别需要，清晰地、分等级地分配工作，各司其职。这是高质量演出的秘诀。大多数德国剧院不能接受的是得到大量的资助却拿出平庸的作品。没有受到资助的剧院在工作初期便充满创意，因为如果他们的作品不成功、不被大众认可的话，他们的处境就很危险。

在此，我只能提供一个组织机构的概略草图，因为灯光部门会受到许多特殊剧目所需机构的影响，而不得不忙于满足一些特别机构所提出的需求。保留剧目系统也有助于确定组织机构。小型剧院更容易组织，也更易管理。问题出现在国家剧院，因为它们常常不够灵

活。

技术主管是所有技术部门的领导者。他负责舞台的各个方面，并且是艺术人员的主要联系者。他管理灯光部门的领导和所有其他技术部门的领导。舞台工作应由技术主管和灯光设计师共同决定。如果技术主管单独负责，会使事情变得一团糟，因为这会导致僵化的决策。提升灯光管理部门的地位会使剧院管理层表现出信任和信心。这是对所有相关人员的组织、技术和艺术才能的适当使用，还可不必增加人手。

在管理结构中设置一个高级灯光技术人员岗位是可行的，而在控制室里主控演出的工作人员也非常重要，他用电脑来执行决定、展示技术信息、负责所有的灯光操作。

另一个不得不做的决策是关于轮班或不太常见的双时制（下午和晚上工作）。如果可能，为了完成新的作品，同一组人应该在最后的排演阶段都能到位，包括带灯光和带装彩排，这就不可避免地意味着不得不省去周期性的换班。

灯光部门的工作既是艺术也是技术，它必须融入技术部门的所有机构。只有配置合适的设备并进行正确的操作，舞台灯光才能成为一门艺术。在灯光部门设置一名首席电气技师也很有必要。在剧院内部，艺术组和电气组成员应该通力合作，这样才能保证灵活、有效的分工。那些不必每时每刻都在现场的管理人员负责监督团队理念的执行，技术总监和灯光部主任也有权向工作小组分配工作。



人造光内涵丰富：一支燃烧的蜡烛、一盏开着的台灯或者在剧院中演出的聚光灯，所有这些是人造光。霓虹灯的泛滥、商店橱窗中刺眼的光线和交通灯都影响着我们的潜意识。我们对不同的颜色做出相应的反应，因为我们接受过这种教育。红色表示危险，在街道中的意思是“停”，而绿色的意思则是我们可以继续做我们想做的事情。

那么为什么在红色和绿色交通灯之间用的是黄灯？灯光和颜色控制我们的日常行为。换句话说，我们不知道它们的力量：我们会对有色灯光产生不同的反应。灯光设计师也通过光和色彩来表现明与暗。人造光在娱乐世界里意味着激发情感。我们对颜色的不同感觉方式形成了巨大的差异。

灯光设计师需要通过选择灯具、确定颜色组合、明暗，以及灯光运动的快慢来创造光。因此人们都热衷于探索人造光源的色彩标准值，一方面使用普朗克曲线、贾德标度和轴坐标，另一方面根据对色彩的感知，使用多个标准。

但什么是处理灯光排练的最好方法呢？最好的方法是运用现有的技术结合各种专家的能力，把想法付诸实践，产生大量的、富有表现力的变化。这个做法的基础是把灯光的观念传输给与演出有关的所有人。

灯光设计师所拥有的图示语言就像画家拥有的画笔一样丰富。一场成功的灯光设计可以与一曲曼妙的音乐媲美。的确如此，我们可以把灯光设计比喻成“图像的声音”，因为一个灯光场景可以引发观众大量的感官刺激。科学家认为，当人们看图像时会占用25%

的能量源，其中包括80%的神经刺激，无论是否用了大量的时间和设备来营造效果，或者只是用很简单的设备就做到了。并非光源数量和变幻的灯光场景本身决定了画面质量，而是设计师对灯光的正确选择。决定灯的投射角、光的特性和色彩后带来的光源互动效果，才是评估灯光设计质量的标准。

大多数剧院采用的是镜框式舞台形式。观众的座位朝着台口，并通过“第四堵墙”观看表演。舞台布景和空间设计使舞台内外的环境都为表演视觉服务。因为从一开始就要服从物理的条件，因此布景结构元素的使用受到限制。这也同样阻碍了灯光设计。头脑中的幻想一定要转化成手头的任务。有物体就有照射光线，但很难去对一个空的空间进行适当的照明。如果空间是空的，那剩下的只有底板或外墙。就像所有的立体一样，底板有它自身的颜色，比如木质地板色或者铺的地毯色。当有入射光照亮这个有色物体，部分入射光被物体吸收，部分则被反射。如果在这个空间设置了单独的结构，光就很容易照亮这个空间的大小和深度。

没有阴影效果的灯光创造了明与暗之间的对比，有其自身的魅力。在这种情况下，空间变得非常平和，就像单色光一样。而通过日光型灯具的逆光和白炽灯面光的交织则可表现一定的张力。如果想通过一些颜色来划分空间的边沿，那么就可以很容易地通过滤色片来创造很有意思的效果。对比和张力常常通过并列对立来实现：大部分是通过色彩，最好的是用补色；或者是明与暗；或者使用简单的方法，同时采用日光型灯和白炽灯。这种

视觉所产生的第一感觉是相当朴实的，人们不会一眼看到它们背后的作用。使用高功率的人造日光型灯会使光更加明晰。如果灯光有意提升作品的戏剧性，那么就要加强阴影，对比要增强到超过我们习惯的程度。当然，这些灯光的方案都要取决于故事情节和表演空间。从本质上说，这个由光制造的氛围要对舞台和表演有利，除非是将灯光自身作为艺术作品。

当然，也可以全部使用日光型灯具来做灯光设计。这样的选择考虑了舞台的自然再现、演员服装和表演的类型。如果加上机械调光设备的话，就需要相当大的技术努力，但是到目前为止，关于这种灯光是否符合独特的表演还没有明确的指南。

今天，我们的视觉习惯已经受到电视的极大影响，这是一种很难打破的、根深蒂固的影响。在戏剧中是不需要展现表演和空间细节的。亮度平衡、色彩和灯光角度所创造所有细腻的灯光效果，在电影和电视中是无法表现的。人们在光影交错中、在光束和色彩对比中表演，为观众带来的视觉惊喜吸引着他们的视线。在一片明亮的空间中表现会减少惊喜、紧张的气氛，但这种灯光任务更简单，更易于灯光设计的处理。明亮的空间会引发问题，然而普通光和特殊光的错误在这种情况下特别明显。

如果舞台设计师要用灯光制造一个没有纱幕、木头或薄板等固体物质，而是由透明物质构成的人造空间，那么灯光设计师就得在灯光上下不少工夫，这可不是一件简单的事。

图500 理查德·瓦格纳
《莱茵河的黄金》
导演兼舞台设计师：
赫伯特·沃尼克
拜恩州立歌剧院，慕尼黑，2002年。

用来限定空间的材料（例如细布、棉纺织品）都是用间接光从后面照明的。使用这种照明方法时，可以避免演员在背景墙上产生阴影而带来的麻烦。如果墙壁上的阴影不是用来作为戏剧的背景的话，因此这种照明方法是很有用的。

根据透视原理，舞台上的最远处在颜色和光线上都应该是最暗的，所以，为角色照明和为空间照明完全是两回事。从本质上说，我们之所以要设计这么多灯光，其实都是为布景照明而考虑的。今天舞台上搭建布景所用的材料已经发生了很大的变化。如制造幻觉已不是布景设计的首选。即使采用幻觉布景，舞台上所需要的灯光也要少得多，有时候单独采用白炽灯或荧光灯和投影技术。

荧光灯有各种不同的色温，因此特别有用，荧光灯也很容易用色纸来改变色彩。在过去的几年中，舞台灯光发生了很大的变化，而这不仅仅是因为日光照明技术的发明。由于舞台布景和表演区域需要更多的光线，聚光灯的生产商们要不断地开发新产品。大多数自动灯具和大型投影灯都采用日光型光源。作为一名长期的灯光使用者和色温为4000K到6000K人造光的倡导者，我注意到在建筑方面已慢慢开始采用日光型光源，他们结合一些低压光源一起使用。这样他们可以尽其所能地设计出各种变化多端的灯光，在突出建筑物的形象方面几乎没有任何限制。

光纤照明技术也越来越受欢迎，在光纤照明技术中，日光照明大有可为。灯泡的短小电弧和出色的显然性可以营造出丰富多彩的照明效果。除了制作出星光般璀璨的夜空和纷繁复杂的效果外，我们还可以在很多地方下工夫。我很喜

欢运用各不相同的气体放电灯，将它们与白炽灯混合起来设计出各种效果。主要是因为放电灯的强度和颜色在灯光设计中越来越重要了。值得一提的是，医用光源的使用让我们发现：人造光源通过高亮度的照明极大地提升了人们生活的舒适度。当然，这并非因为它让我们能更清楚地看清图像，而是因为它的人造光线的光谱不仅能满足灯光设计的需要，而且具有生物上的积极作用。扫描电脑灯、摇头电脑灯换色器等新技术的发展使它们可以营造出各种极具表现力的设计效果：运动的灯光和改变的色彩。如果没有这些新设备的话，举办一场成功的大型活动几乎是不可能的。同时，它们也在戏剧灯光设计中发挥了重要的作用，特别是制造各种戏剧性的场景。值得提醒的是，这种灯光有很强的表现力，很容易被理所当然地到处使用。

由于有很多选择的余地，所以把照明的理论付诸实践是完全可行的。现在的问题是选择什么样的设备，所选择的设备是否适合舞台的布景和灯光设计。在大多数情况下，舞台布景采用现实主义风格，不过有时设计师还会同时使用照明设备和视觉设备，例如激光全息图设备、空间分隔设备等，综合运用这些设备可以形成全部或部分的图像投影，但也会影响空间设计并降低灯光设计的个性。投影所制造的虚拟图像往往只适用于照度非常低的舞台人物。把大规模的投影融合到灯光设计中也会产生同样的问题。

需要表现的理念、导演的创意以及舞台设计师的构思，都会影响灯光设计师的思路。同时，这又是一个美学方面的问题，目前没有任何的定律来指导。不过有一点很重

要：将目前灯光技术的发展铭记于心，并将手头所有的设备充分地运用起来。另外，任何一种舞台和灯光技术都不单单是为了某个设计而生产的，一种创意元素的基本思想往往可以重复运用多次，经过改良后运用于其他舞台设计。设计真实的照明是指在舞台上创造恰如其分的氛围，而这种现实主义风格往往来自于与舞台布景和舞台人物匹配的灯光设计。

照明的理念并不只是一种创意，因为我们每天都能从周围的自然光线和阴影、室内或室外光线中发现这种照明。在舞台上，我们得分清照射环境的光线与照射在人物身上的光线的区别。如果非得较真地考虑“真实”这两个字的话，所有光线的反射和层次，阴影和颜色的变化都得与特定的舞台场景匹配，就现在的照明技术来看较难承受，不过，电影和电视剧行业就有它们的长处，任何需要修改的灯光，在拍摄时都可以得到精确的修改。如果舞台照明中需要某个精确度的灯光，设计师就得费尽心机，根据需要在重要表演区域将灯光变亮。如果表演区域发生了变动，灯光就慢慢降至原有亮度，而将灯光集中在新的视觉焦点上。根据空间的光学定律和色彩学原理，戏剧情节的一幕幕推进就非得使用这种方法了。剧院的观众总是在较远的距离观看整个场景，而电影观众就不一样了，他们会更注重细节。

一位舞台灯光设计师会触类旁通地欣赏精彩的电影画面中的灯光设计。这种方法可以逐步地运用于舞台灯光设计，特别是从想象力和技艺发展而来的灯光设计。摄影、画册、广告书籍都对这种视觉训练很有帮助。

有效的对比

除了每件作品的细小环节外，色彩和形状的对比可以创造动态的张力，从而使灯光成为舞台设计中不可分割的部分。日光和人造光源的特性以及滤色片的特效，都是灯光专家们表现创意的得力工具。光的形式不应是毫无章法的，而应是精心安排的。当我们决定了光源的方向后，如果我们想根据自己的想法选择灯光的形式和品质，那么可以应用与周围环境差别很大的光色。光总是会创造阴影，而且阴影周围的光线与阴影本身在色彩上可以产生奇妙的变化。用同样的方法可以创造另一种非常讲究而且令人耳目一新的灯光，灯光与阴影的相互作用不需要均匀过渡，而是形成明显边界。

图501 本纳德·马利·科尔特 (Bernard-Marie Koltès)

《罗伯特·左科》(Roberto Zucco)

导演：克里斯蒂安·斯图科尔 (Christian Stuckl)

舞台设计师：鲁福斯·迪德维斯泽斯 (Rufus Didwizsus)

慕尼黑室内剧院，1995年

但是，如果我们需要均匀的散射的光，那么光线形式就不会富有变化和视觉冲击力。在此情况下，空间就不再存在清晰的光影。如果用两种不同的光源，就有可能在舞台上制造出一种室内外对比。

在考虑灯光形式时一定要考虑色温问题。必须尽早决定色温，因为它会影响到白炽灯的滤色片营造出来的整体氛围、布景与服装的材质，以及化妆风格。如果对灯光品质早作决定，那么我们就可以运用色彩知识，十分方便地选择光源。

色彩问题

我认为，舞台灯光设计是一项十分敏感而富个性的工作，尽管灯光设计师往往得控制住他们的情绪，以免影响整个舞台的制作。但是我们还是要再考虑一下色彩问题，因为灯光不仅仅只是白色、中性的，而是提供了光谱中的所有颜色。

维多里欧·斯托拉罗 (Vittorio Storaro) 是世界著名的摄影师之一，他十分擅长运用特殊的色彩效果来表现作品。与其他图像工作者

一样，他对色彩的含义有着自己的哲学：

黑色：	潜意识
红色：	鲜血
橙色：	情感
黄色：	人类生活意识
绿色：	学识和认知
蓝色：	高效和智力
蓝紫色：	体力
紫色：	人类智能的最高等级
白色：	平衡，因为它包含了所有色彩

我们在“光和色的应用”章节中已详细讨论了色彩问题。弗朗西斯·福德·科波拉 (Francis Ford Coppola) 解释说，舞台灯光也会影响影视创作，他曾以自己的舞台灯光经验为例子劝说斯托拉罗在他们合作的电影中也采用戏剧舞台灯光控制台，以便他们能把玩灯光。这种创意灯光设计在影视界也独树一帜，并强调了灯光与色彩的作用。在这种情况下，不仅要从色度的角度来理解色彩，更要关注光的强度



和灯光场景依次变化的速度。

同时，我们也应该考虑色彩的搭配问题，哪个色彩是过分鲜艳的，形式和色彩是否应该紧密联系，与音乐中的声音是否需相匹配。就像谢尔盖·普罗科菲耶夫（Sergei Prokofiev）的交响童话《彼得和狼》那样。普罗科菲耶夫给主角彼得和每个动物都匹配了一个乐器，所以也就有可能给彼得和动物们分配颜色。当为乐器、人和动物配以颜色时，设计者就要记住他所选颜色的意义。如果可能，所分配的颜色应该反映整体的感觉。然而，这是一个非常个人化的选择。

比如，我感觉蓝色有跨越巨大宽度的含义。深蓝混合红色，但还不是紫色，这种颜色有冥思苦想、忧郁的感觉。如果我要给这个感觉

寻找一个适合的乐器，我会选择大型的教堂风琴、低音提琴或者中提琴。我会想象一只巨大、笨重、傲慢的动物在移动，比如一只飞翔的秃鹫或一只笨重的熊。如果是小鸟，我会给它一个浅的、柔和的蓝并配以长笛的声音。

带有白色的蓝暗示着轻盈、空虚，气息清新，不拘束的动力和闪烁的星星。乐器的话我会选择小提琴、长笛或者黑管。这种图示语言可以根据严格地对颜色进行分类的分析，特别是补色。

许多事实总是能帮助我们决定这类颜色组合能够组织在一个戏剧情境中。但是如果有机会在制作时做一定的考虑，其结果会使每个人都得到回报的。在任何表演领域，尤其在戏剧舞台，这总是整

体效果的一部分。因此灯光设计只能是整个作品的最后效果。让我回归本章的标题：“创意灯光——灯光创意”，我们一开始就不应有错误的理念，认为这是一个合理的舞台灯光程序。创造性的灯光并不一定要是创意灯光。相反，这应该被视为规则，作为我们工作的目标。这种信念应该是灯光专家所特有的，成功的艺术作品演出不应有技术问题，换言之，灯光专家的技术就好像一个优秀的技师，他能够系统地进行工作并执行他的知识和经验。想象力必须成为剧组每个成员的有力导向。它必须激励我们，引导我们去审查我们的技术和艺术能力。对灯光设计而言，这意味着能否做出真正可行的、生动的灯光设计。

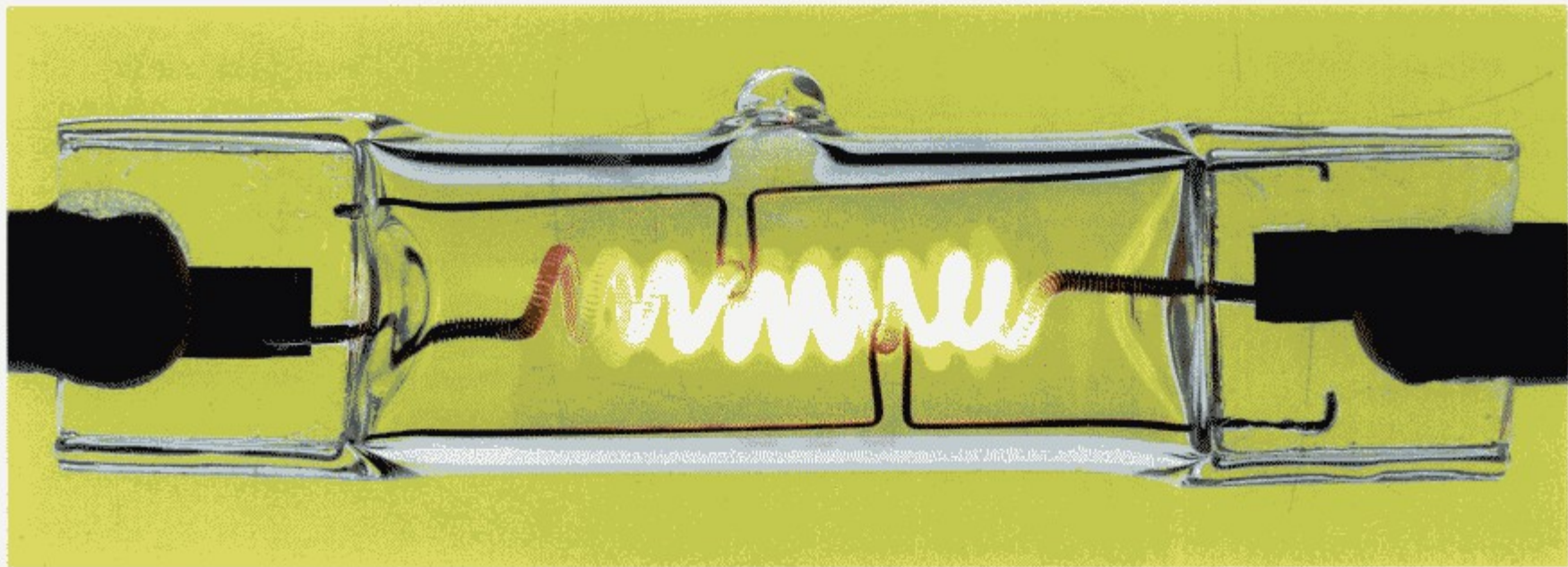


图502 低压卤钨双端灯管，石英玻壳，轴向灯丝。

剧院中光的性质

曼弗雷德·瓦格纳

(Manfred Wagner)

光是生活中的元素，但至少从1800年起，观众厅与舞台分隔开，同时也把编造的戏剧故事从观众的现实世界逐渐地分开时，灯光也就已经成为戏剧的元素。事实上，这进一步证明艺术平行于生活，同样是可经历的、相互联系的、开放式的系统，但由于在形式上各自必须服从于其他法则，因此戏剧与现实在相互联系时仍存在分歧。

戏剧舞台灯光与戏剧一样虚幻。它从不会和现实完全一样，事实上，它也不希望这么做，因此舞台灯光在戏剧与现实之间创造了必需的距离。在舞台灯光中强调一点：思想与视觉相连。除非他们闭上眼睛，没有任何人可以摆脱，否则所有人将完全受正在发生的事情的影响。换句话说，闭上眼睛并考虑其他事情的可能性很小。舞台灯光从不同的角度展现了虚拟的场景和在场景中表演的人。

这个感知世界被象征着隐蔽性的帷幕所封闭，但舞台有时却将其揭示，这几乎总是产生一种工作气氛。戏剧灯光表现颜色、空间、阴影、物体、人物和影像，简而言之，在观众看来，戏剧这个压缩的世界与真正的世界完全相同。在根据演出内容选择各种解释的过程中，戏剧灯光融入了哲学的见解和光的定义。此外，就像柏拉图认为的一样，太阳是光之根源，是真理的使者，阴影是人类徒劳的试验站。此外，光有时是物质的本质属性，物理性质的一种远端回波（被认为是永远达不到的）。启蒙运动提出了光的流明本质和它的内在象征——生命的精神之光，歌德区分了光并描述了色彩。

在戏剧中，观众感受光，从光线中得到或证实戏剧信息，不管它是作为物理的指示物或作为纯粹哲学的转化。并且观众几乎总是跳跃式地感受光线，他们有时把光视为光学领域，有时又把光视为亚历山大·戈特利布·鲍姆加登

(Alexander Gottlieb Baumgarten)所定义的新学科——美学。当我们可以科学解释光学时，光当然不再神秘。这种转变也常常能在剧院中得以充分体现。但是剧院保留了灯光的象征性质在大众心目中的地位，并因此能被视作是我们世界的消费者经验的最初象征。漂亮的橱窗装饰、闪烁的迪斯科灯光、戏剧性的轮廓和体验，不断在技术上提高，但无论内容的组织如何简单，最终都将成为某一个灯光设计传统的分支，而这个传统，常常是由戏剧舞台的灯光及空间的专业人员和他们的学生创立的。

在他们的经验影响下，人们获得了灯光技术及其不断增加的功能。作为开放式系统，戏剧世界与现实生活（尤其是城市生活）再次平行。这不仅改变了我们所看到的重点、所忽视的细节和所明确的方向，而且改变了所有感知范围——感知源于日常习惯，并且只有在改变场所的情况下才能发现其他选择。

在最近的200年里，戏剧灯光设计的解释说明能力已经达到了等同于导演和舞台设计的地位。灯光设计师的名字出现在剧目创作队伍中，是一个明显的事实，并且他的工作为人们所关注。在剧院中，忽视灯光和使用糟糕的灯光已经变成真正的破坏因素，就像以前忘了台词和提示，或舞台上的门没有适时地打开和关上一样。

这似乎意味着灯光已经获得了类似于管理者和舞台设计的地位。在最近20年中，这种地位在复杂的舞台设计中可能变得不那么明显，因为舞台装置已经获得了相对独立，好像所有的元素都可以各就各位，在整场作品中留下印记，并指导观众去理解舞台上的元素，去理解舞台所制造的氛围和舞台上所发生的事件如何结合在一起。但是，即使是古斯塔夫·马勒的著名舞台设计师阿尔弗雷德·罗勒(Alfred Roller)也十分清楚：舞台设计与灯光是一个不可缺少的整体。现在，他更大程度地考虑设计的总体方向，他拒绝展示自己的舞台设计作品，说它们需要舞台灯光。伟大的音乐评论家马克斯·格瑞夫(Max

Graf)在回顾初演于1903年2月21日的《特里斯坦与伊休尔特》(Tristan and Isolde)的著名新版作品时认为：“现代主义运动那敏感的浪漫主义色彩正支配着阿尔弗雷德·罗勒的新版舞台布景设计。灯光与气氛使音乐与瓦格纳的管弦乐队融合，每一幕的和弦化为耀眼的光辉。”

根据一位评论家在1927年回顾艾瑞克·沃尔夫冈(Erich Wolfgang Korngold)的歌剧《赫利亚纳的奇迹》(Das Wunder der Heliane)(现在早已被人们遗忘)中的一句直率的评论，我们可以明白，这种态度不是一个偶然的阶段。“这部歌剧至少有75种不同的照明装置，这是在歌剧中使用舞台灯光最多的一次。”

灯光与舞台的这一早期关系也许正是被低估的设计师和戏剧改革家阿尔弗雷德·罗勒的主要成就，迄今为止这一趋势没有受到影响。但这也意味着越来越多的设计工作委托给非常专业的灯光设计师来完成。

对这一现象有多种解释：观众对戏剧的意识已经发生了改变，并且他们的要求可能变得更高，日益“低廉”的舞台装置已经赢得了认同，解释导演意图的呼声越来越高。

主流作家的原创与文艺管理者、导演或者是临时演员的琐碎文字之间的联系越来越多，这一流行趋势正好缺少文学上的定型，需要强有力的力量来纠正这种奇想，无疑，灯光设计在此象征着重要意义。

与光一起工作——尽管两次剧目间有不同程度的空闲——必须与舞台人员管理及舞台设计一样成为重要因素，因此，舞台作品的内容就成为导演、设计和灯光合作而成的舞台形式与剧本文字所形成的作品主题相互影响的结果。

因此，舞台作品内容不能成为(像戏剧评论家常常错误宣称的那样)个人的专权，而是需要从每个构成的元素中输入相等的能力，来共同完成成功的演出。

对于灯光来说，这尤其意味对舞台画面中的素材进行维护、强调重要的元素，并且经常用灯光来



图503 莎士比亚
《特洛勒斯与克瑞西达》
导演：戴尔特·多恩
舞台设计师：约根·罗斯
慕尼黑室内剧院，1986年。

图504 W·A·莫扎特
《费加罗的婚礼》
导演：戴尔特·多恩 (Dieter Dorn)
舞台设计师：约根·罗斯 (Jürgen Rose)
拜仁国立歌剧院，慕尼黑，1997年。

改变素材的外形来达到与电影相似的程度 (成为一种强烈需求)。最终，光定义空间，使空间变大和变小、降低和升高；光创造幻觉，并且在虚拟的世界里创造真实的环境。光不仅渲染水、天空、火、土等元素，而且烘托这些元素对事件影响后产生的心理情绪。不论对个人或对群体，这种心理状态向物质实体的精神转化必须通过有效的传达方式，在舞台上利用所有具体、独特的特质作为桥梁，来向观众呈现一切具体、独特的事物。这种两面性也许就能解释为什么艺术家们努力创造的使人入迷的戏剧模型并没有吸引观众，因此仍然保留配有插图的散文，而非戏剧实验。

如今，戏剧灯光需要反映两种截然不同的内容：一种是在20世纪便绝迹的历史绘画，作为光线处理的试验系列；第二种是仔细观察光线的每日精确变化并予以重现。戏剧必须依然讲述人类的故事，换句话说，就是提供精彩故事的细节元素，但同时要远离平庸，远离商业世界的唯一动机——用戏剧舞台来换取收入。加入于此的还有完全不同的二维视觉体验，像电视、电影一样从内部放出耀眼的光，将三维

图像投射在平整的二维空间中。

戏剧仍能存于世间：在大多数时间里它与诗歌相映成辉，把真人演员放置在三维环境中，以从灯光中获取内容的方法调度观众的注意力。如果形式要素不恰当或主题轻浮平凡，我们将十分确信：作为区别真实世界的戏剧内容将消失。尽管不是针对所有人，但至少对很多人来说，他们仍然迷恋于导演、舞台设计师、观众、音乐、文本、灯光营造的独特氛围。忽视其中任何一个因素都将使整个舞台系统功亏一篑。

在此我想总结两点：

首先，如果为了感知并同时产

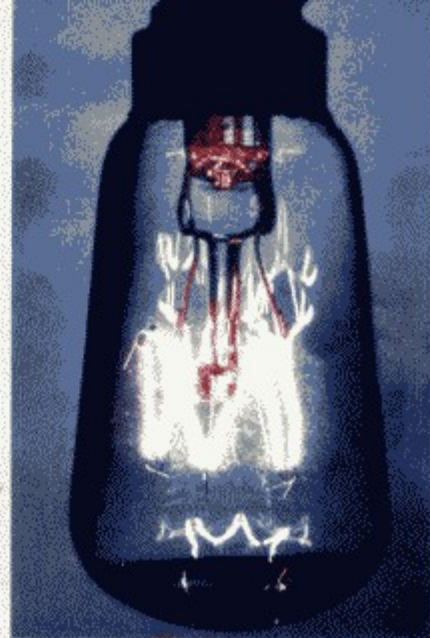
(曼弗雷德·瓦格纳博士在维也纳应用艺术大学教授文化史和人类史)

在此我想总结两点：

首先，如果为了感知并同时产生真实的感觉，所有的光都需要受光表面和物体，因此灯光设计需要舞台、演员、演出理念、灯光工作小组以及灯光器材，简而言之，就是需要整个团队的协调力量。灯光设计，即使在此书中描述了所有的细节和各种因素，仍不应孤立地去看待它们或以此为结果。灯光无法单独完成整晚的演出，但灯光设计是舞台演出中一个基本的、独立的元素。

第二点是关于技术和艺术的发展。需要强调的是，当今最新的技术革新和艺术创作都是最有效、最重要的。但是我们万万不能忘记，尤其是在技术高速发展的今天，我们正在建造有发展潜力的戏剧舞台。本书中也对这部分内容有所提及，我们应该欣喜地看到那些被未来革新材料所包围的戏剧舞台作品的视觉效果。

技术设备的质量并非决定成败的唯一要素。通过每一个细节的认真处理，即使只是大量采用可随处购买到的简单灯具和附件，对于某些演出同样也会获得成功。



像差 (Aberration)：由光学系统引起的图像缺陷。

(光的) 吸收 (Absorption)：物体的颜色是反射它自身颜色的光并且吸收其余光的结果。滤色片是透射自身的颜色，吸收其他颜色。

非彩色 (Achromatic colours) 无彩度值的颜色：黑、灰、白。

加法混色 (Additive colour mixing)：2种或2种以上不同色光的混合（参见第32页）。

AC灯或ACL灯 (Aircraft landing light)：口径为20cm的PAR64灯，原用于机场，现也用于舞台。

模拟调光器 (Analogue dimmer)：一种灯光控制装置，它通过模拟量调节它的电压（模拟量值处在0-MAX之间，由此控制灯的亮度）。一般使用 0-10 V 的控制电压。

阳极 (Anode)：直流气体放电光源中的正电极，阳极的表面积比负极的大。

美国国家标准学会 (ANSI)：ANSI 为英文 American National Standards Institute 的缩写。

孔径角 (Aperture angle)：从聚光灯或透镜射出的光的张角（参见第69、106页）。

消球差镜 (Aplanatic lens)：消除色散或孔径误差的透镜。

阿波熙提 (Apostilb)：用于非发光物体的亮度单位。

电弧放电 (Arc discharge)：两电极之间的放电。

停弧间隙 (Arc rest)：气体放电灯，例如在HMI、MSR、CSI和氙灯中，电弧放电的停滞瞬间。

击穿 (Arcing)：在电器设备中不应有的、在空气中的放电现象。是由过电压或过度使用设备引发故障造成的。在发生击穿的情况下，很容易造成设备损坏及对周围构成威胁甚至产生火灾，电气设备中绝缘层被击穿的现象，其原因和后果也同样如此。

氩 (Argon)：一种惰性气体，用于填充在光源的泡壳内。此外也常作为大多数金属卤化物灯的启动气体。

ARRI-SUN：一种使用气体放电光源的聚光灯型号，配有抛物面反光碗，功率为200-12000W，可更换不同的透镜来改变光束角（参见第108页）。

ARRI X：一种高性能日光型泛光灯的型号，使用单端气体放电光源，光束张角可达130°。也有可供剧场使用的产品（参见第108页）。

非球面反射器 (Aspherical reflector)：用于舞台灯具中的一种反射器，常见有槽形反射器、抛物面反射器、椭球反射器（参见第68页）。

逆光 (Back lighting)：参见第173、177页。

背投 (Back projection)：一种从透明表面的背面进行图案投影的幻灯使用方式，通常是从舞台的后区投射。

背景光 (Background light)：参见第177页。

镇流器 (Ballast)：许多电器设备，诸如荧光灯、气体放电灯都不能直接接在市电或其他电源（如电池）上工作，镇流器通常用于使这些设备适应电源。

气球灯 (Balloon light)：在气球中装入人造光源，气球的直径为1.5-5m，并以氦气填充，它能升至50m的高度，用绳索拴系。气球向全方位放光并且在顶部设有反光镜。也可以在气球表面印字或着色。目前的功率为1000-32000W之间，有白炽灯和日光型两种光源。

灯廊 (Barn-doors)：2个或4个可折叠的金属遮光板，安装在菲涅尔或平凸透镜聚光灯灯体前的插槽上。

基本照明术语：

光通量 (Luminous flux) ——

符号：Φ，单位：流明 (lm)

光强度 (Luminous intensity) ——

符号：I，单位：坎德拉 (cd)

光照度 (Illuminance) ——

符号：E，单位：勒克斯 (lx)

亮度 (Luminance) ——

单位：坎德拉/米² (cd/m²)

发光效能 (Luminous efficiency) ——

单位：流明/瓦 (lm/W)

双凹透镜 (Biconcave)：光学透镜的一种（负透镜-凹透镜），两面向内弯曲（参见第69页）。

双凸透镜 (Biconvex)：光学透镜的一种（正凸透镜），两面向外弯曲（参见第69页）。

双排丝 (Biplane)：灯泡中的一种灯丝排列方式，灯丝排列成前后两排，处于两个平面中，灯丝横向稍微错位，以获得更多的光。这种灯泡比单排丝灯泡对振动更不敏感。灯脚通常是G38、GX9.5、G51等（参见第78、95页）。

黑封带 (Black-wrap)：黑色铝箔，通常用来遮挡漏光。

切光挡板 (Blackout shutter)：成像灯和追光灯中用来创造完美切光效果的机械装置，由于可变光闸不能完全闭合收拢，所

以最后的切光需要由光闸中心的一个图片装置来完成。

信号放大器 (Booster)：用于增强信号的装置，例如DMX 512信号的放大，也用于线路间的电隔离。

顶光 (Border lighting)：参见第173页。

硼硅酸盐玻璃 (Borosilicate glass)：一种具有良好抗化学腐蚀和高温差的玻璃。它被用于PAR灯的反光镜和前盖镜，也用于烹饪器皿。这种玻璃有很低的膨胀系数，因此也被用于闪光灯泡。

明度 (Brilliance)：色彩的明亮程度，它取决于物体的表面性质。

带导线灯头 (Cable caps)：灯座只承担固定灯泡，电的连接是由灯头接线分开实现的（参见第95页）。

线鼻子 (Cable shoe)：一端连接电缆，另一端为一圆孔或叉形的铜质连接件，用于与其他设备相连。

CAD程序 (CAD program)：计算机辅助设计系统，用于绘制图纸，如灯光图纸、机械和建筑结构图纸等。它要求有高分辨率图像监视器、绘图输入设备（诸如鼠标或绘图板），此外还要足够配置的计算机。

暗箱相机 (Camera obscura)：暗的空腔，相机的原始形式，运用小孔成像原理。相机前的物体通过一个小孔形成倒立、缩小的像。最早观察到这一现象的是亚里士多德（公元前384年—公元前322年）。最早发表于1544年（参见第135页）。

坎德拉 (Candela)：光强度的单位，符号为cd（参见第75页）。

灯头黏接剂 (Cap cement)：特殊的凝合物，用来封接灯头和玻壳。这种材料必须要有特别高的质量，因为连接的这两种材料有着不同的热膨胀系数。

灯头温度 (Cap temperature)：灯头不应该用来调节灯的温度，灯头会在过热的情况下显现浅蓝色。灯头的过热会使灯丝或电极变形，从而导致光源早期失效。

碳弧 (Carbon arc)：两根碳棒之间的光弧。

碳弧聚光灯 (Carbon arc spotlight)：由碳棒来发光的聚光灯，广泛运用于电影业，目前市场上已被Metallogen金卤灯替代。

碳丝灯 (Carbon filament lamp)：一种

有透明玻璃外壳、碳丝制成的灯丝在真空中加热的白炽灯。碳丝灯是在1879年由爱迪生发明的人造光源，一直用到1905年。发出的光比卤钨灯更红。

阴极 (Cathode)：直流气体放电光源中的负电极，阴极的面积比阳极小。

猫眼 (Cat's eye)：采用气体放电光源的投射灯具中的光，用于调节灯光的亮度。

灯光特效 (Chaser)：动态的灯光效果，各个回路或灯光自动循环或随机的闪动效果。闪动的速度通常能被设定或者与外部音乐信号同步。

色差 (Chromatic aberration)：光学透镜的缺陷导致光斑的有色边缘。

彩度 (Chromatic type)：彩度决定从饱和色到黑或白的关系。

CIE：国际照明委员会，法文Commission Internationale de l'Eclairage的缩写。

CIE系统 (CIE system)：由国际照明委员会制定的用来解释所有色彩现象的系统。

螺旋灯丝 (Coil)：白炽灯的螺旋式灯丝。聚光灯所使用的灯泡有单排丝与双排丝，单排丝灯丝排列成一个平面，双排丝灯丝排列在两个平面上，第二个平面与第一个平面的灯丝相互错位（参见第76、78、94页）。

冷色 (Cold colours)：从蓝色到紫色间的所有颜色。

透红外反射器 (Cold reflector)：在反射器上涂有一层反射层，使其只反射波长相对较短的可见光而不反射红外线，这一涂层可降低反射光中的热量，最高可减少75%的热量。

光色 (Colour)：物理定义为波长大约在380~720nm之间的可见光（参见第25页）。

色偏 (Colour cast)：由于颜色重现不完整而产生颜色的改变。这在电视或电影这些多媒体中特别多见。

色度坐标 (Colour coordinates)：表示某一特定颜色组成的一种数学方法。

色度 (Colour degree)：表示色彩的程度，色度越高彩色就越强烈。

透镜色差 (Colour errors in lenses)：光通过透镜折射造成色差。因短波的蓝光比长波的红光折射大。透镜或光学系统越好，色差也越小。

色域 (Colour field)：根据色调、饱和

度、明度来定义颜色（参见第28页）。

滤色片 (Colour filter)：改变光的原始颜色的塑料或玻璃片，这种塑料或玻璃片吸收不能通过的光。另有一种是介质膜滤色片，其上的涂层能允许某种颜色的光通过，而反射其余的色光。

色彩光谱轨迹 (Colour locus)：光源的色彩光谱轨迹，与普朗克曲线、贾德系统和xy色坐标相关。

混色 (Colour mixing)：当不同颜色的光混在一起，这些颜色相加或相减后的结果。

色彩透视 (Colour perspective)：受色彩的影响而产生影像中空间深度的联想。暗色和冷色影响深度，亮色和暖色决定前景。

显色性 (Colour rendering)：光源对物体的显现程度。所有的物体有自身的颜色。比如，一个蓝色的物体之所以被看成蓝色是因为该物体反射光源中的蓝色成分而吸收其他颜色。

显色指数 (Colour rendering index)：颜色显现的质量取决于显色指数。

卷帘式换色器 (Colour scroller)：一种将滤色纸卷在转轴上的换色装置，滤色纸粘接在一起，像电影胶片那样绕在转轴上。在色彩的开始和结束处设置标记，并通过光电系统来识别（参见第116页）。

色序 (Colour sequence)：从选定的颜色开始向另一颜色，或向白、或向黑对颜色进行饱和度的排序。

色谱 (Colour spectrum)：所有可见的色彩（参见第25页）。

色温 (Colour temperature)：单位为“开尔文”（Kelvin），为了测定光源的色温，将该光源与一个能吸收任何外来辐射、被称为“黑体”或“全辐射体”的对比物进行对比，将黑体加热至两者的颜色一致，黑体的温度即为该光源的色温。

色轮 (Colour wheel)：装有各种圆形色片的轮子，常用于聚光灯前或变色装置中，是卷帘式换色器的前身。

补色 (Complementary colours)：一对混在一起能成为黑色或白色的颜色（参见第34、39页）。

凹透镜 (Concave)：一种两面向内弯曲的透镜。

集光镜 (Condensor)：幻灯片投射系统中的透镜或透镜组。

色温稳定性 (Constant colour temperature): 白炽灯和气体放电灯出售时都有初始色温。灯越旧, 色温就越低, Metallogen 金卤灯大约每小时降低0.5K。

色温校正片 (Conversion filter): 日光型光色转换成白炽灯光色或将白炽灯光色转换到日光型光色的滤色片。色温校正片也有使用介质膜的, 由于其反射不通过的光线, 对其没有吸收, 因此没有温升。

变换器 (Converter):

光学: 物镜中的负透镜元件。

电工学: 转换电流和电压的装置。

凸透镜 (Convex): 一种表面向外凸起的透镜。

冷却元件 (Cooling element): 散热装置, 如电器设备或灯泡中的鳍形铝质或陶瓷元件。

钢丝提升式调光器 (Cord dimmer): 滑块式调光器, 滑块上有柔性的钢丝强牵引。

圆天幕 (Cyclorama): 在大型歌剧院中使用的投影幕。它撑满整个舞台的后面, 从地面到顶, 并沿着轨道成半圆形。可以把它卷起来储存, 停放在假台口竖片后。当在它上面使用大型幻灯片时是很有趣的。

日光型灯光 (Daylight): 剧场中, 色温为6000K左右、接近自然光的人造光源。

日光型光源 (Daylight lamp): 色温超过5000K的光源。

介质膜滤色片 (Dichroic filters): 涂有只透射某个颜色而反射其他颜色涂层的滤色片 (参见第101页)。

柔光片 (Diffusion filter): 光源前放置薄纱形成漫射光, 有1/2和1/4厚度的规格, 也有其他不同的厚度, 在剧院中用作柔光片。最常用的是平纹棉麻织物, 因为它对光的影响最小。

数字调光器 (Digital dimmer): 由数字系统 (调光处理器) 计算后触发控制灯光亮度的控制设备。一般有多种特殊功能可用, 诸如有用于不同光源的不同开关特性或根据一定的控制阈值输出完整的正弦波。信号最多采用12位2进制数, 也就是亮度从0-100%可分为4096级。调光器的控制信号也是数字的, 如DMX 512或以太网信号。

调光器 (Dimmer): 改变光源亮度的设备。有模拟调光器与数字调光器之分, 根据灯的特性也有晶闸管、双向晶闸管和晶体管调光器之分。

调光曲线 (Dimmer curve): 白炽光源的亮度不是随着电源电压的增加而线性增亮, 要保持线性控制就需要进行校正 (即随着控制电压的增加, 灯的亮度均匀提高), 这种校正曲线就被称为调光曲线。由于光源并非都可调节或是很难调节, 比如HMI灯, 其调光曲线只能是完全导通或完全关断。

直射光 (Direct light): 参见第173页。

气体放电灯 (Discharge lamp): 光由两电极之间的电弧产生, 如HMI、MSR、氙灯、荧光灯和霓虹灯 (参见第79页)。

DMX 512: DMX——多路数字技术, 美国戏剧技术协会 (USITT) 制定的专门用于控制台和调光器之间进行数字信号传输的标准, 它基于美国电子工业学会 (EIA) 的EIA-485标准, 使用两芯屏蔽电缆, 最多可传输512个调光参数, 每一个调光回路采用8位2进制数, 也就是有256个亮度等级。DMX 512也用于控制换色器和电脑灯, 可以用以控制电脑灯的位置、颜色等。目前使用的协议是1990年修订的DMX 512/1990协议 (参见第125页)。

DNA: 数字网络构架, 英文Digital Network Architecture的缩写, 是由DEC公司提出的、基于现有标准的电脑系统的一种分层网络系统。

遮光套件 (Dots + Fingers): 由不同形状、不同材料组成的成套遮光片。

双端连接 (Double-ended connection): 白炽灯或气体放电灯两端的安装支架并用于供电, 适用于功率较大的卤钨灯或气体放电灯 (参见第94页)。

效率 (Efficiency): 有效功率与输入功率的比率。测量一个电器设备的输入功率与输出的有效功率 (对灯泡来说输入是电、输出是光), 所有有效输出功率总是小于输入功率, 因此效率在0-1之间, 常以百分数表示。

电势 (Electrical potential): 电场中空间两点之间的差异。

电极 (Electrode): 导电部件, 大多由金属构成, 用来把电流传送到另一传导介质。在直流放电灯中, 正电极也称为阳极, 体积较大; 负电极也称为阴极, 体积较小。在交流放电灯 (如HMI灯) 中, 两电极大小相同。

电致发光 (Electroluminescence): 由放电而产生光。

基本色 (Elementary colours/ground colours): 专门领域中的关键色。

• 三原色 (Primary colours): 人眼圆锥细胞感觉的颜色: 紫蓝、绿、橙红。

• 加色三基色 (Additive elementary colours): 红、绿、蓝。

• 减色三基色 (Subtractive elementary colours): 青色、洋红、黄。

椭球聚光灯 (Ellipsoidal reflector spot): 一种成像灯, 利用铝质椭球反光碗将光束聚集在椭球的第二焦点上。

发射极 (Emitter): 晶体管中作为电子源的部分。

以太网 (Ethernet): 广泛用于局域网, 最早由施乐公司于1976年发明, 目的是连接帕洛阿尔托研究中心中的小型计算机, 它是基于美国电气和电子工程师协会的802.3标准的网络连接。以太网采用总线拓扑, 在信号传输的帮助下可以同时访问多台计算机。网络节点间通过同轴电缆、双绞线或光纤连接。最初的以太网使用的标准基带的传输速度是每秒10Mbps。扩展后的高速以太网的速度是每秒100Mbps。以太网已被大多数制造商用于灯光控制、调光系统及其周边设备的信息传输。

过电压 (Excess voltage): 超过设备额定值的电压。短期或长期超过额定工作电压, 设备的正常性能将降低甚至损坏, 损坏程度将依过电压的程度、性质和持续时间而异。

过电压保护 (Excess voltage protection): 对供电点实行精确保护, 对供电支路实行中等保护, 对主干电路实行普通保护。

光纤 (Fibre optics): 光纤设备是用于光、图像、电子信号传播的光学系统新技术。一根光纤由很细的、柔软的、易碎的光学玻璃构成, 外面包以保护材料。光通过这种方式传播, 使得“冷光”的传导成为可能。控制光的小透镜放置在光纤末端。中心光源可用于多根光纤系统, 因此多根光纤汇集在一起紧贴光源。光纤有端发光与侧发光两种 (参见第117页)。

闪光灯 (Flashbulb): 灯泡发光的时间在0.5到2ms内, 目前有50多种不同型号的闪光灯。闪光灯使用石英泡或耐热玻璃泡, 电极触发。闪光灯功率可高达5kW。

反光板 (Flex-Fill): 柔韧的圆形可折叠的反光物或漫反射材质, 有白色、金色或银色。

闪烁 (Flickering): 交流气体放电光源的电弧由于供电频率而产生闪烁。灯点亮、熄灭的频率是每秒100-120次。这种现象对人眼来说是几乎无法察觉的, 但当它要与影视结合时就会产生问题。电子镇流器可以解决这个问题。

泛光灯 (Flood): 最简单的一种舞台灯

具,通常是凹槽形反射器和卤钨光源相结合。

荧光 (Fluorescence):因萤石发光而得名,多种矿物在一定的光照条件下会有发光现象。荧光现象是结晶磷自身带有辐射。发光涂层是在紫外线灯的照射下根据结晶磷的密度发出不同亮度的低强度色光。如果没有类似的射线,这种材料则不会发光。

荧光灯 (Fluorescent lamp):低压放电汞灯。

焦距 (Focal length):焦点到折射或反射介质的距离(参见第67页)。

可变焦距 (Focal length, change of):根据孔径角的需要,成像灯配有一组相应的透镜组(长焦或短焦),可以通过改变物镜而改变孔径角。这个变焦系统十分方便和通用,在所给的范围内可以连续地改变焦距。

焦点 (Focal point):平行于光轴的入射光通过折射或反射后与光轴相交的点(参见第67页)。

对光 (Focusing):演出装台的必备步骤。包括调整灯的方向,光斑的大小、形状、聚焦和颜色。

封接箔片 (Foil seal):用于气体放电灯中灯头与电极连接的导电铜片。

脚光 (Footlights):舞台前区的灯位,通常使用一排白炽灯、反射泡或荧光灯,使用3或4组颜色(参见第165页)。

菲涅尔透镜 (Fresnel lens):以法国工程师、物理学家奥古斯汀·简·菲涅尔命名的玻璃或塑料透镜,由许多圆环组成,每一圆环的弧面与一整块凸透镜的曲率是一样的。

菲涅尔聚光灯 (Fresnel spot):装有菲涅尔透镜的聚光灯。可以通过移动光源与透镜的距离调整光束角。它所发出的光是定向的,边缘柔和(参见第69页)。

气体放电光源 (Gas discharge lamp):电弧放电型光源。

玻璃滤色片 (Glass colour filters):一种有色玻璃。它们被切割成条状,再拼成一个整体,放置在发热的光源前。与塑料滤色纸相比,玻璃滤色片具有更高的耐热性,因此更能靠近光源。

玻璃纤维 (Glass fibre):纤维状玻璃的总称,纤维直径在0.1mm到的几分之一毫米之间。有绝缘玻璃纤维与织物玻璃纤维之分:

- 绝缘玻璃纤维 (Insulating glass fibres):用于隔热、隔冷和隔音。在制作过程中纤维编织在一起。
- 织物玻璃纤维 (Textile glass fibres):熔化加工的玻璃纤维,通常为圆截面,制成织物用于隔热。在灯光中这种纤维用来遮挡漏光,由于这种物质不会燃烧,因此也用于舞台布景上起装饰作用。
- 光学玻璃纤维 (Optical glass fibres):直径5-2100 μm 的玻璃纤维,用于照明的光纤通常为50 μm ,并捆绑成束(参见第118页)。

图案片 (Gobo):插在成像灯投射插槽内,用来遮挡部分光线,由耐热的薄金属片或厚铝箔制成的圆盘。可以改变投出光斑的形状,颜色图案片用于扫描式或摇头电脑灯中。

遮光架延伸臂 (Gobo arm):电影拍摄中用来固定遮蔽物或金属百叶窗的扩展臂。

遮光夹 (Gobo head):电影拍摄中,在遮光架上用于延伸臂或遮光物固定的多功能连接夹。

灰镜 (Grey glass):用于观看明亮光源的玻璃滤色片。

半峰值角 (Half angle):投光灯和光源在光强分布图中半峰值光强所对应的光束角度(参见第176页)。

卤素 (Halogens):元素中的氟、氯、溴、碘、砷的总称。活跃性高的非金属元素,与金属结合形成盐,称卤化物。

热辐射 (Heat radiation):光是一种能量,会释放热量。除可见光之外,还有长波的红外线辐射。

高压灯 (High-pressure lamps):具有灯体小、放电距离短和高亮度等特点的气体放电光源,比如:Metallogen金卤灯和氙灯。

高压钠灯 (High-pressure sodium vapour lamps):较之低压钠灯有着更宽光谱的灯(参见第84页)。

高电压 (High Volt):低压系统中电压超过50V的交流电或电压超过120V的直流电。

高压 (High voltage):电压超过1000V的交流电。

高压荧光灯管 (High-voltage fluorescent tubes):霓虹灯管。

HMI灯泡 (HMI® lamp):OSRAM(欧司朗)公司生产的一种金属卤化物灯泡(参见第86页)。

全息术 (Holography):使用激光创造的三维影像,即全息图的方法。影像呈现在镀有感光剂的玻璃或塑料片上。一个光学系统将激光光束为两个不同方向光束。目标光束投在目标物上,并经目标反射后记录在感光板上,另一束参考光束直接投在感光板上,这两束光的干涉图案形成了全息图。经曝光后的感光板可像普通照片一样处理。要产生一个可见的全息图则需要一个光源,如:白炽灯。将白炽灯以当初曝光感光板时与参考光束相同的角度投射至全息图上即可。

热触发 (Hot ignition):气体放电灯关闭后在热态情况下的再次点燃。熄弧后10-90s是最困难的阶段,常常无法再触发,触发电压可达工作电压的10倍。

最高优先/最后优先电路 (HTP / LTP circuits):

最高优先 (HTP):这一控制原则常用于调光控制系统。如灯由交叉总控、集控、效果等多重控制时,则以其中最大的控制数据为准。

最后优先 (LTP):这一控制原则常用于换色器和电脑灯控制。

集线器 (Hub):星形拓扑的有源双向信号分配器,如以太网或RS-485(参见第147页),也常被称作中继器。每个网段在电气上是相互独立的,即使某一网段发生短路,不会影响其他网段的正常工作。集线器常用于各种传输媒介,如光纤和同轴电缆。

触发器 (Ignition devices):荧光灯和HMI放电灯等不能在正常的电压下点亮,它们只能通过瞬间触发后点燃。如荧光灯的启辉器、HMI放电灯的高压电脉冲。

触发电压 (Ignition voltage):一些电器设备,诸如HMI放电灯的点燃需要一个相当高的电压,这个电压就称为触发电压,通常由特殊的触发器提供。

照度 (Illuminance):一定面积的受照程度,单位:勒克斯(lx)。1 lx = 1 lm/m²(参见第75页)。

白炽灯 (Incandescent lamp):由钨丝发光的光源(参见第75页)。

间接光 (Indirect light):参见第173页。

红外线辐射 (Infra-red radiation):波长超过780 nm的不可见光。细分为:

- IR-A = 780 nm - 1.4 μm , 占日光的31.2%
- IR-B = 1.4 - 3 μm , 占日光的12.7%
- IR-C = 3 μm - 1 mm

完整颜色混合 (Integrated colour mixing):使用所有8个基本色混合成的颜色。

开尔文 (Kelvin)：温度单位。0K = -273°C, 0°C = 273 K。

灯泡 (Lamp)：在普通白炽灯泡中，环形的灯丝悬挂在泡壳中。投光灯泡因需精确定位发光点位置而形成一个光学系统，灯丝的排列要综合考虑。

灯用玻璃 (Lamp glass)：灯泡泡壳的主要任务是为发光体（如钨丝）提供一个透明外壳，同时也在高温时隔绝空气进入。

- 软质玻璃 (Soft glass)：在较低温度下就能软化并均匀膨胀。一般用于日常用灯。

- 硬质玻璃 (Hard glass)：有着较高抗热和抗化学性能、线性膨胀系数。在使用石英玻璃前用于舞台光源。

- 石英玻璃 (Quartz glass)：到1100°C才软化，它的高抗热性使它可以靠近电弧放电。也可适用高效的卤钨泡，同时在工艺上使得灯泡变得更小。

灯泡燃点位置 (Lamp position)：钨丝或电弧的投光灯泡都有燃点时规定的允许位置，允许倾斜某一个角度，或水平方向或垂直方向。在产品说明书上可以找到这一信息。

激光 (Laser)：光受激辐射放大，是英文 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation 的缩写。激光是一次光源，单色、高度聚焦的偏振光。最常见的有红宝石、氦氖、氦离子、氦离子激光。不同基材所产生的光波是不同的。一个反射系统来回反射光波几百万次，这种多重反射产生雪崩而变成“静态波”。激光的颜色取决于基材。

发光二极管 (LED)：LED是英文Light Emitting Diode的缩写。一种半导体二极管的小型光源。有不同的颜色、不同的形状和各式各样的孔径角。这种光源仍处在不断发展的过程中。第一个发光二极管的出售是在1962年，此后发光二极管的技术产生了质的飞跃。最早用于显示信号，有蓝 468 nm、绿 527 nm、红 632 nm。发光二极管的工作电压为1.9~3.6V，电流最高到30mA，芯片形式的发光二极管可到70mA，高功率发光二极管是350mA。发光二极管发出的光基本上没有热量，用电少。单色发光二极管发光的波长从350nm到1020nm，使用寿命最高达到100,000h。高功率发光二极管的实际寿命大约为25000h，寿命并不是指到完全无法发光为止的使用时间，而是指到光通量低到初始值的一半以下。根据不同的型号和制造商，光的输出也不同。不同类型的发光二极管发光效率在3~11 lm/W。2004年的目标是50 lm/W。不同类型和颜色的LED色温在3000 K~7000 K之间。白色发光二极管的白光是由荧光转换后产生，它的色坐标在普朗克轨迹中为x=30、y=32，处在带蓝色的白色区域。

透镜 (Lens)：光学系统中用来折射入射光或出射光的玻璃元件。在灯具中被用于聚光灯的末端、透镜组或物镜中。

透镜聚光灯 (Lens spotlight)：只有一片透镜、有调焦功能的简易聚光灯。通过改变光源与透镜间的距离来完成调焦。有平凸透镜聚光灯、菲涅尔透镜聚光灯或棱状透镜的聚光灯（参见第106页）。

电弧 (Light arc)：两电极或阳极与阴极间的放电。

灯箱 (Light box)：由聚苯乙烯塑料片制成的箱子，尺寸有2×2m或1×2m。它有一层白色反光面用来发出间接光。而光源在箱子内发光。箱子后壁覆盖了一层柔光片来使光散射。光源照射在柔光面上并穿透它。

光中心距 (Light Centre Length)：光源的发光点与灯头某一位置的距离，英文缩写为LCL。

光色 (Light colour)：参见第29页。

光片/发光板 (Light pad/ Luminous sheeting)：参见第119页。

光类型 (Light type)：

- 基本光 (Main lighting/General cover)：舞台画面主要的、概念性的灯光布局。在戏剧和绘画中对光的处理总是一个重要的设计，它涉及光的投射方向、颜色和亮度。

- 辅光 (Brightening)：不引人注意的柔光，不改变灯光的整体意境。

- 补光 (Fill light)：在光照区之外的区域模糊不清或看不见时，在照明完整性的需要下给予补充或特殊方向的提亮。

- 现实光 (Realistic light)：遵守真实细节布光，模仿一个现实的光环境。

- 混合光 (Mixed light)：不同色温光源的混合照明。

- 重点光/高光 (Accents/Highlight)：加强人或物体的光照射，使之更立体。

- 散射光 (Diffused light)：非常柔和的光，通常采用滤光片获得。

- 反射光 (Reflected light)：通过巧妙的设置反射面来照射舞台上难以照射到的区域。

- 单色光 (Monochrome light)：谱线集中的光，在剧场中是低压钠灯（参见第83页）。

灯光控制室 (Lighting booth)：安装有各种灯光控制设备的场地，如今是计算机控制台的操作场地。

灯光控制台 (Lighting console)：控制灯光的设备，通常由计算机控制。

灯光设计师 (Lighting designer)：灯光设计师是制作团队中的艺术工作者。他必须经过足够的技术培训来实现各种艺术设想。

灯位图 (Lighting plot)：表示演出中灯具布置的图纸，用灯具模板或计算机绘制。

平板光源 (Light tile)：矩形片状、约10mm厚的充满氙气的放电灯。有不同的规格，亮度最高达10,000 cd/m²。色温从6000 K到10000 K。可调光至20%亮度，使用寿命高达10000小时，使用24~30V直流电压。德国阿莱公司的高温平板柔光灯采用此光源。

灰光灯 (Limelight)：灰光灯被运用到舞台上是在煤气灯之后，大约在1837年。一个由煤气和氢气混合的燃烧火焰将一个圆柱形钙棒加热至白热状态，发出的光白且刺目。

林·巴赫投影灯 (Linnebach projector)：投影灯的一种最简单形式，它以发明者的名字命名。一个侧影图案放在离光源适当距离的位置，该图案可以根据不同的距离在焦点前后成像（参见第137页）。

低压钠灯 (Low-pressure sodium vapour lamp)：钠蒸气受激放电的钠蒸气泡。高温钠蒸气会损坏普通玻璃，硼酸钡玻璃因此而被发明，但是这种材质很难加工。低压钠灯采用双层泡壳，它所发出的光是单色的（参见第83页）。

低压 (Low voltage)：线电压在50V至1000V之间，相线与地线或接地的中线间的电压不大于600V的交流电。

低压灯 (Low-voltage lamps)：工作电压低于48V的白炽灯。

流明 (Lumen)：光通量的单位，符号：lm（参见第75页）。

亮度 (Luminance)：人对光强度的感受。

冷光 (Luminescence)：光的发射不依靠热辐射。荧光和磷光都属于冷光现象。由固体物质通电发出的光（如发光片）称为电致发光。

发光效能 (Luminous efficiency)：电能转换成光的效率，单位：lm/W。

光通量 (Luminous flux)：光源所发出的光在各个方位上的总量。单位：流明 (lm)，符号：F或Φ。

光强度 (Luminous intensity)：测量指定方向上发出的光。单位：坎德拉 (cd)，

定方向上发出的光。单位：坎德拉（cd），符号：I（参见第75页）。

发光涂料（Luminous paint）：经过化学处理而能发光的涂料。

勒克斯（Lux）：照度单位，符号：lx。

石松粉（Lycopodium）：从油性石松植物的孢子中提取的粉末，从17世纪起在戏剧中作闪光效果。这种粉末也能被点燃，燃烧很快，燃烧过程中不产生热量。

魔灯（Magic lantern）：17世纪的一种幻灯，由光源、反射器、幻灯片和两片双凸镜和物镜组成（参见第135页）。

Mag Max®换色器（Mag Max）：一种将色纸卷筒从控制系统中分离的换色器的型号。选定的滤色纸粘成一卷，安装在一个可分离的色纸卷筒盒中，一个固定的框架安装在聚光灯前。使用时将色纸卷筒盒插入固定框架即可，这意味着可以用更换色纸卷筒盒的方法快速变换颜色（参见第116页）。

Mag Vader换色器（Mag Vader）：一种带有渐明渐暗功能的分体式换色器的型号（参见第116页）。

主光（Main lighting）：参见“光类型”。

高压汞灯（Mercury discharge lamp, high pressure）：在高透紫外线石英玻璃的灯管中发光的放电灯。放电管装入密封的、涂有荧光物质的球形泡壳，因此紫外线能转化为可见光。

低压汞灯/荧光灯（Mercury discharge lamp, low pressure / Fluorescent lamp）：汞在苏打硅酸钾玻璃的灯管中受激发光。通过灯管内壁上的荧光物质把紫外线转化为可见光。它的发光效率是白炽灯的3倍，寿命是其5倍（参见第80页）。

信号合并器（Merger）：将一路或多路DMX512信号并路的装置，这些DMX512信号来自多个控制台去控制同一个调光设备。信号通常根据HTP法则进行组合。如要对换色器和电脑灯进行控制时，则按LTP法则进行并路。使用LTP法则时可在信号合并器设置，也可用唯一的控制台控制LTP回路。

金属卤化物灯（Metal halide lamp）：放电汞灯的进一步发展。这种灯在添加物——卤化物的作用下发光，发光效率可达95 lm/W（参见第85页）。

金属蒸汽灯（Metal vapour lamp）：金属卤化物灯。

Metallogen 灯泡（Metallogen lamp）：一种色温高达6000 K的高压放电灯。

钼（Molybdenum）：熔点在2617°C的重金属。长寿命的钼片被用于卤钨灯，并可以在最高温度300°C时不受损。

钼片（Molybdenum band）：20–40 μm厚的导电金属薄片，夹入软化后的球形灯管内，如Metallogen金卤灯，作为电极的引出线。

单色（Monochrome）：单色光，只有一个波长的光，如低压钠灯发出的光。

单排丝（Monoplane）：灯泡中灯丝的排列方式。灯丝用支架固定在一个平面上（参见第78页）。

电脑灯（Moving light）：一种智能灯具，由计算机控制，有摇头灯和扫描灯。

氖（Neon）：用于气体放电灯和荧光灯中的一种填充气体。

霓虹灯管（Neon tubes）：高压荧光灯管，用灯管内的氖和其他惰性气体放电。工作电压高至6kV，有不同规格的灯管直径和灯管长度、不同的电极和灯管的颜色（参见第92页）。

网络（Network）：用来连接计算机或连接由计算机控制的设备之间的系统，它可以共享资源。网络的目的是最快速、最有效地交换信息。应用最广泛的网络技术是以太网。

有机发光二极管（OLED）：OLED为英文Organic Luminescence Diode的缩写，LED未来发展方向。这种光源的制作成本将更低，其发光层可以用蒸发沉积技术或者喷溅技术来制造。

光轴（Optical axis）：光学系统的中心轴，如镜头、光源、光闸的中心。

光学辐射（Optical radiation）：可见光谱之外的光学射线，波长低于380nm的紫外线，波长超过700nm的红外线，它们被细分如下：

- 紫外线（UV）
UV-C：100–280 nm
UV-B：280–315 nm
UV-A：315–380 nm
- 红外线（IR）
IR-A：780 nm–1.4 μm
IR-B：1.4–3 μm
IR-C：3 μm–1 mm。

过热（Overheating）：金属或玻璃局部因过热而变色。一般情况下灯泡中连接玻璃与金属灯头之间的粘接物都会遇到过热问题。同样的问题也存在于钨和钼材料中。

PAR灯（PAR lamp）：PAR为英文Parabolic Aluminized Reflector的缩写，即抛物面镀铝反光碗，是一种白炽光源或放电光源与反光碗相结合的灯泡。也就意味着这种灯泡的光源与反光碗之间的距离是固定的。孔径角的改变是通过使用不同的玻璃前盖镜或滤镜来实现。这是一种非常重要、流行、结实而且便宜的灯泡。它们有各种规格，产生的光斑呈椭圆形（参见第78、88页）。

抛物面反光碗（Parabolic reflector）：用来反射或聚集光束的铝质或玻璃（更常用）反光碗，能使反射的光束与光学轴平行。根据聚光灯技术，发光点越小越好（参见第68页）。

抛物面聚光灯（Parabolic spot）：一种抛物面反光碗的低压聚光灯。

配接（Patching）：将控制台的控制回路与灯或调光回路建立对应关系。这种分配可以在控制台上自由进行（参见第126页）。

磷光（Phosphorescence）：一种发光现象。磷光是波长在254–365nm的不可见紫外线激发晶体磷而产生的。在射线激发下，磷会根据其不同密度发出绿、橙或蓝色光。当辐射终止后，它仍能发出磷光。

插脚灯头（Pin cap）：带有两个插脚的灯头，可以使灯泡灯丝精确定位（参见第95页）。

平凸透镜（Plano-convex Lens）：一边为平面，另一边为凸面的透镜（参见第69、106页）。

偏振现象（Polarization）：光学中，光线在一个平面上的振动现象。普通光线在各个方向上都有振动，因此偏振需要对其方向的振动予以限制。滤掉一个方向上的振动大约损失50%的光。进一步的过滤会使亮度衰减。

原色（Primary colours）：加色混合必要的颜色：橙红、绿、紫蓝。

三棱镜（Prism）：三角形横截面的玻璃，能把光分离成光谱色。

棱状透镜（Prismatic lens）：使聚光灯光束略微偏离聚焦点的平凸透镜。

成像灯（Profile spot）：使用白炽灯或气体放电灯泡的高质量舞台聚光灯（参见第109页）。

步进电机（Pulse moto）：步进电机与普通电机不同，能以固定的步距角转动。步距角的大小由步进电机相关的构造决定。需要有专用的脉冲发生器来控制步进电机。固定的步距角在控制脉冲的控制下

弓)。如果脉冲序列足够快的话,由于机械惯性,步进电机将持续旋转下去。

石英玻璃 (Quartz glass): 用于卤钨灯和气体放电灯的灯泡玻璃,熔点在1710°C。

稀土元素 (Rare earths): 用在气体放电灯中,在压力作用下蒸发产生光的各种金属元素。

反射器 (Reflector): 改变光束方向的设备。聚光灯光学系统中有:

- 对称旋转反射器: 圆形反射器,光源位于旋转轴上。
- 对称式反射器: 凹槽形反射器,光源的灯丝为分段形式,光源水平放置且发出对称发光的灯。
- 不对称式反射器: 光源在凹槽形反射器中水平放置且发出不对称光。

反射泡 (Reflector lamp): 灯的前部镀银,因此发出的光被反射回来,再利用反射器指向指定的方向,如抛物面聚光灯、光束灯。

折射率 (Refraction index): 一个光学媒介对光的折射程度与媒介的材料性质有关 (参见第67页)。

光束的折射 (Refraction of beams): 光束投在一透明光学媒介上产生折射。折射的程度由媒介的厚度决定。参见“折射率”。

RS-232: 由EIA (美国电子工业协会) 创建的数据传输 (点对点连接) 的标准串行接口。可连接长度约15m,数据传输速率最高为20 kbaud。

散射 (Scatter): 光通过相同或相近的材质多次折射或反射从而产生散射。

柔光镜 (Scrim diffuser): 简称SD,由玻璃或塑料制成的柔光散射滤镜。使光束略微模糊,光的边缘变得柔和。

封闭型光束泡 (Sealed beam lamps): 将反光碗、放电泡或钨丝泡封装在一起,与玻璃前盖镜形成一个整体。目前这种样式的灯泡有PAR泡 (参见第78、88页)。

选择性反射 (Selective reflection): 光线照在物体上趋向于反射物体的颜色。

伺服电动机 (Servomotor): 一种用于控制驱动装置精确定位的辅助电机,这种电机通常采用闭环控制,就是不断地采集实际数据与设定数据比较,直到一致为止。步进电机常用作伺服电机。

阴影 (Shadow): 绘画和灯光设计中使用的表现手法,都是以控制光的入射角度来表现的。中国皮影中二维的人物用小棍在

半透明的屏幕和光源之间移动,早在公元前5000年时就有记载。

百叶窗 (Shutter): 一种调光的机械装置,由于不能用电的方式调光,气体放电灯采用此装置 (参见第112、116页)。

单端连接 (Single-ended connection): 只有一个灯头的白炽灯或气体放电灯,其导电部分在灯头内是相互绝缘的。

SMPTE时间码 (SMPTE code): 美国电影与电视工程师学会 (SMPTE) 制定的标准时间码,最早为专业视频领域设计,用于录像带同步,但现在也用来同步灯光变化与多媒体软件。这种代码通常像视频、音频或MIDI信号那样传输。

软键盘 (Soft keys): 功能不确定的键。功能取决于当前使用中屏幕上的提示或直接在键盘上显示。

柔光 (Soft light): 间接光,如200-5000W白炽灯或200-4000W日光型光源在一个不对称反射器中 (参见“光类型”、“漫射光”)。

散光灯 (Soft source): 具有简单结构和凹槽形反射器的灯具,有对称的或不对称的反射器。石英卤钨泡通常是这种灯的光源。

Source 4成像灯 (Source four): 一种成像灯型号,灯体由压铸工艺制作,采用特殊灯头的卤钨泡。其优化设计使得575W的灯泡达到1000W的亮度 (参见第109页)。

光谱色 (Spectral colours): 由光源光谱分解而得到的无混合纯色。

光谱灯 (Spectral lamp): 只发出单一谱线的气体放电灯,如低压钠灯。

球面反射器 (Spherical reflector): 球形曲面的反射器 (参见第67页)。

漏光 (Spill): 灯体发出的不必要的光,如灯体的通风缝的漏光。

聚光灯 (Spot, spotlight): 聚焦光束或产生光束的设备。

减色混合 (Subtractive colour mixing): 在一个光源下混合不同的颜色 (参见第33页)。

硫灯 (Sulphur lamp): 无电极日光型放电灯的一种新类型。放电管中充满粉状硫磺和氩气,用微波持续大约20秒钟来启动。这种灯的使用寿命大约60000h,但产生微波的磁控管寿命只有大约15000h (参见第91页)。

斯沃博达灯 (Svoboda unit): 由9个抛物面反光碗、9个24V250W镀有金属反光层的反光泡组成,以它的发明者约瑟夫·斯沃博达命名。它们串联使用,因此只需要230V的电压 (参见第107页)。

铥 (Thulium): 化学元素名,熔点为1545°C的金属,一种用于气体放电灯的稀土元素。

晶闸管 (Thyristor): 开关电流流通的半导体器件,参见“双向晶闸管”。

双向晶闸管和晶闸管 (Triac and thyristor): 可控的半导体开关器件。当控制极上加上脉冲信号,可使其导通,并保持这一导通状态,直至电流下降至很小 (小于维持电流) 后关断。双向晶闸管中电流的极性并不重要,因此它很适用于交流电路。

与此相比,晶闸管的工作原理很相近,但因为其阻止另一方向的电流流过,因此只能用于单向导电系统。所以一个调光器需要两个反并联晶闸管,而双向晶闸管只要一个就行了。但晶闸管对短期超载的敏感度较低 (如在开足的调光器中接入一个冷态的灯), 因此其更适合做调光器。

槽式反射器 (Trough reflector): 参见第68页。

管灯 (Tube light): 利用光纤或液体光导的原理形成活动的光 (参见第108、118页)。

钨 (Tungsten): 制作白炽发光灯丝的金属。熔点为3410°C (参见第75页)。

卤钨泡 (Tungsten-halogen lamp): 一种高发光效率和长寿命的白炽灯。泡壳由石英玻璃制成,其中填充数量非常精确的卤素与惰性气体的混合物,以前是碘 (碘钨灯), 现在通常是溴。灯丝由钨制成。钨原子基本在3000°C时蒸发并与卤素结合 (溴化钨), 并保持气体状态。由于高温,这些化合物发生分解,钨沉淀在灯丝上。这个过程意味着随着灯泡的变旧,泡壳不会变黑。

紫外线 (Ultraviolet): 不可见射线,在光谱中靠近紫色光。

透紫外线玻璃 (Ultraviolet glass): 只允许紫外线透过的黑色玻璃。用来激发荧光物质发出荧光。

紫外线辐射 (Ultraviolet radiation): 波长低于380nm的紫外射线。紫外射线在某种情况下可以变成光,诸如方解石 (CaCO₃)、氟石、硅铈矿和方柱石等物质吸收射线可以变成可见光。下面是根据波长对紫外辐射分类:

- UV-C: 100–280 nm
- UV-B: 280–315 nm
- UV-A: 315–400 nm

USITT: 美国戏剧技术学会, 英文United States Institute for Theater Technology Inc的缩写。

UV: 紫外线。

伟丽莱 (VARI*LITE): 一种电脑灯品牌, 也译作百丽莱 (参见第113页)。

VGA: 英文Video Graphics Array的缩写, 一种视频接口, 由IBM公司在20世纪80年代后期推向市场。

VGA监视器 (VGA monitor): 用来观察由IBM公司所定义的VGA标准的计算机数据所呈现的彩色图像的显示设备。大多数VGA监视器使用电子显像管, 但也有液晶显示器 (贵且亮度较低), 如笔记本电脑和平板显示器。

暖色 (Warm colours): 位于红–橙–黄区域的颜色。

楔式滤光片 (Wedge filter): 用于日光型投光灯的一种机械调光装置。它位于光源前, 由一到两片可移动的玻璃构成, 玻璃由灰到黑渐变。

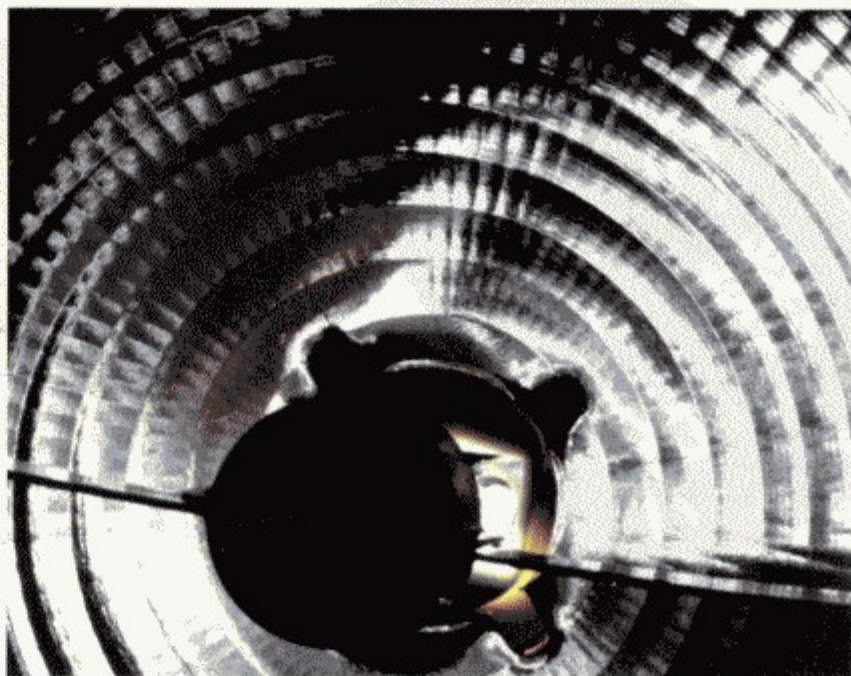
工作灯 (Working light): 技术工作期间舞台上开的灯, 因此独立于舞台灯光配备之外。

氙气 (Xenon): 惰性气体, 主要用于光源。

氙灯 (Xenon lamp): 光谱接近于日光的直流短弧放电灯 (参见第91页)。

(注: 在尽可能保持原文翻译的前提下, 对个别术语的解释作了适当的修改。)

图505 低压卤钨反光灯, 反光碗的曲面由许多小平面组成。



联系地址

ADB Lighting Germany

Dieselstrasse 9
63165 Mfhlheim am Main, Germany
Phone: +49 (0) 6108 91 250
Fax: +49 (0) 6108 91 2525
info@adblighting.de
www.adblighting.de

ADB-TTVTechnologies N.V./S.A.

Leuvensesteenweg 585
1930 Zaventem, Belgium
Phone: +32 2 709 32 11
Fax: +32 2 709 32 80
adb@adblighting.com
Tech. support: support@adblighting.com
www.adblighting.com

ARNOLD&RICHTER CINETECHNIK

GmbH & Co. Betriebs KG
Tü rkenstrasse 89
80799 Munich, Germany
Phone: +49 (0) 89 3809-1215
Fax: +49 (0) 89 3809-1245
Lighting-info@arri.de
www.arri.com

Doug Reenor Design Inc.

DMX Devices
396 Corbett Canyon Road
Arroyo Grande, CA 93420, USA
Phone: +1 (805) 481-9599
www.dfd.com

ESTA

Entertainment Services & Technology Association
875 Sixth Avenue, Suite 1005
New York, NY 10001, USA
Phone: +1 (212) 244 1505
Fax: +1 (212) 244 1502
info@esta.org
www.esta.org

ETC-Electronic Theatre Controls

3031 Pleasant View Road
PO Box 620979
Middleton WI 53562 0979, USA
Phone: +1 (608) 831 4116
Fax: +1 (608) 836 1736
mail@etcconnect.com
www.etcconnect.com

ETC-Germany

Electronic Theatre Controls GmbH
Ohmstrasse 3
83607 Holzkirchen, Germany
Phone: +49 (0) 80 24 47 00-0
Fax: +49 (0) 80 24 47 00-300
info@etcconnect.com
www.etcconnect.com; www.ttiicht.com

ETC-UK

Electronic Theatre Controls UK Ltd
Unit 4A Barking Business Centre
25 Thames Road, Barking,
Essex IG11 0UP, UK
Phone: +44 (20) 8477-4490
Fax: +44 (20) 8594-1234
info@projecting.co.uk
www.projecting.co.uk

FOUR TO ONE: scale design

Hans. B ckler-Strasse 163
50354 Hfirth, Germany
Phone: +49 (0) 2233 51 8880
Fax: +49 (0) 2233 51 8881
mail@4-to-1.de
www.4-to-1.com

GAMPRODUCTS INC.

4975 vv. Pico Blvd.
Los Angeles, CA 90019, USA
Phone: +1 (323) 935 4975
Fax: +1 (323) 935 2002
info@gamonline.com
www.gamonline.com

General Electric Co.

3135 Easton Turnpike
Fairfield, CT 06431, USA
Phone: +1 (800) 626-2004
Fax: +1 (212) 334-2463
www.ge.com

Hardware Deutschland GmbH

Claudiastrasse 5
51149 Cologne, Germany
Phone: +49 (0) 2203 18 16 83
Fax: +49 (0) 2203 18 16 84
hgheise@hardwarexenon.com

Hardware for Xenon Ltd.

140, Clayton Road
Hayes, Middlesex UB3 11313, UK
Phone: +44 (0) 208 848 1387
Fax: +44 (0) 208 848 1135
ilmichaud@hardwarexenon.com

HARDWARE XENON

Hardware S.A.
126, avenue Pablo Picasso
92000 Nanterre, France
Phone: +33 (0) 47 76 0029
Fax: +33 (0) 49 06 0713
www.hardwarexenon.com
info@hardwarexenon.com

High End Systems, Inc.

2105 Gracy Farms Lane
Austin, TX 78758, USA
Phone: +1 (512) 836-2242
Fax: +1 (512) 837-5290
sales@highend.com
www.highend.com

LDDE Vertriebs GmbH

Dreherstrasse 64
1110 Vienna, Austria
Phone: +43 1 7671811-52
Fax: +43 1 7671811-99
www.ldde.com

Lee filters

2237 North Hollywood Way
Burbank, CA 91505, USA
Phone: +1 (818) 238-1220
Fax: +1 (818) 238-1228
mail@leefiltersusa.com
www.leefiltersusa.com

Licht-Technik Vertriebs GmbH

Uwe Hagenbach und Bernhard Grill
Osterwaldstr. 9-10
80805 Munich, Germany
Phone: +49 (0) 89 360528-0
Fax: +49 (0) 89 36109192
info@licht-technik.com
www.licht-technik.com

Martin Denmark (headquarters)

Martin Professional A / S
Palme Allé 18
DM 8200 Arhus N, Denmark
Phone: +45 87 40 0000
Fax: +45 87 40 0010
info@martin.dk
www.martin.dk

Martin Professional GmbH

Hertzstrasse 4
85757 Karlsfeld, Germany
Phone: +49 (0) 8131-5982-0
Fax: +49 (0) 8131-5982-40
info@martin-professional.de
www.martin-professional.de

Martin USA

Martin Professional, Inc.
700 Sawgrass Corporate Parkway
Sunrise, Florida 33325, USA
Phone: +1 (954) 858 1800
Fax: +1 (954) 858 1811
martinusa@martinpro.com
www.martinpro.com

OSRAM GmbH

Hellabrunner Strasse 1
81543 Munich, Germany
Phone: +49 (0) 89 62 13-0
Fax: +49 (0) 89 62 13 20 20
www.osram.de

OSRAM Sylvania Inc.

100 Endicott St.
Danvers, MA 01923, USA
Phone: +1 (978) 750-3724
Fax: +1 (978) 616-6655
www.sylvania.com
www.osram.com

PANI

Projection and Lighting
Vermiebs GmbH
Kandlgasse 23
1070 Vienna, Austria
Phone: +43 1 521 08 / 37
Fax: +43 1 526 42 87
www.pani.com

Philips Lighting B.V.

NL-5600 YM Eindhoven
Mathildelann 1,
5611 BD Eindhoven, The Netherlands
Phone: +31 (0) 40 / 2758187
Fax: +31 (0) 40 / 2753328
info-event@philips.com
www.broadway-philips.com

Philips Lighting Company

200 Franklin Square Drive
Somerset, NY 08875, USA
Phone: +1 (732) 563-3000
www.nam. lighting.philips.com / us

Philips Ughting UK.

Philips Centre
Guildford Business Park
Guildford, Surrey GU 2 8XH, UK
Phone: +44 1293 776774
Fax: +44 1483 575534
www.feedback.philips.com / lighting / support

PRG

Production Resource Group
8617 Ambassador Row
Suite 120
Dallas, TX 75247, USA
Phone: +1 (214) 630-1963
Fax: +1 (214) 630-5867
info@prg.com
www.prg.com

PRG EUROPE

20-22 Fairway Drive
Greenford, UB6 8PW, UK
Phone: +44 20 857 5666
Fax: +44 20 857 50424
www.prg-europe.com

PRG USA

7777 W. Side Avenue
North Bergen, NJ 07047, USA
Phone: +1 (201) 758-4340
Fax: +1 (212) 868-7195
ajohnston@prg.com
www.prg.com

Prof. Michael Ramsaur

Professor, and Director Of Production
STANFORD UNIVERSITY
DEPARTMENT OF DRAMA
Memorial Auditorium Rm. 144
551 Serra Mall
Stanford University
Stanford, CA 94305-5010, USA
Phone: +1 (650) 723-4762
www.stanford.edu / dept / drama

President

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF
SCENOGRAPHERS,
THEATER ARCHITECTS AND TECHNICIANS
www.oistat.org

Rosco Laboratories Inc.

52 Harbor View,
Stamford, CT 06902, USA
Toll free: (800) ROSCO NY* (800) 767-2669
Phone: (203) 708-8900
Fax: (203) 708-8919
info@rosco.com
www.rosco.com

Rosco Laboratories Inc.

West Coast Office
1265 Los Angeles Street
Glendale, CA 91204, USA
Toll free: (800) ROSCO LA* (800) 767-2652
Phone: +1 (818) 543-6700
Fax: +1 (818) 662-9470

Bosco Laboratories Inc. Europe

Andreas Dessloch
Development Manager Central & East Europe
Middle East & India
Rosco Europe—German Office
Phone: +49 (0) 5207-99 59 89
Fax: +49 (0) 5207-92 59 89
GSM: +49 (0) 11172-52 55 174
andreas@rosco.com

Strand Lighting

USA HEADQUARTERS
6603 Darin Way
Cypress, CA 90630, USA
Phone: +1 (714) 230-8200
Fax: +1 (714) 899-0042
U.S.Sales@Strandlighting.com
www.strandlighting.com

Strand Lighting

NEW YORK OFFICE
928 Broadway, 10th Floor Suite 1010
New York, NY 10010, USA
Phone: +1 (212) 242-1042
Fax: +1 (212) 242-1837

Strand Lighting

CANADA
2430 Lucknow Drive Unit 15
Mississauga, Ontario, L5S 1V3, Canada
Phone: 800-387-3403 or 905-677-7130
Fax: 905-677-6859
customer@strand.ca

United States Institute for Theatre Technology

USITT
6443 Ridings Road
Syracuse, NY 13206.1111, USA
Phone: 800 93USITT (800 938-7488)
FAX: 866 FXUSITT (866 398-7488)
info@Office.usitt.org
www.usitt.org
Univ. Prof. Herbert Kappelmüller
Eichstrasse 1
5020 Salzburg, Austria
Phone: +43 (0) 662 6198-5830
Fax: +43 (0) 662 6198-5809
kappelmüller@moz.ac.at
http://buehnenbild.moz.ac.at

University of Applied Arts Vienna

Univ. Prof. DL Manfred Wagner
Oskar Kokoschka Platz 2
1010 Vienna, Austria
Phone: +43 (0) 1 71133 6500
Fax: +43 (0) 1 71133 6509
manfred.wagner@uni-ak.ac.at
www.dieangewandte.at

VARIOLITE USA

Vari*Lite, A Genlyte Co.
10911 Petal St.
Dallas TX 75283, USA
Phone: +1 214 647-7880
Fax: +1 214 647-8038
marketing@genlyte.com
www.vari-lite.com

VLD

Automatisierte Lichtsysteme
Vermietungs GmbH
K hlstra ß e 10
50827 Cologne, Germany
Phone: +49 (0) 221 801 30 8-0
Fax: +49 (0) 221 801 30 8-740
info@vld.de
www.vld.de

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名= 戏剧舞台灯光设计

作者= (德) 马克斯·凯勒

页数= 2 3 8

出版社=

出版日期= 2 0 0 9

S S 号= 1 2 2 2 1 3 1 8

D X 号= 0 0 0 0 0 6 7 0 7 9 1 5

URL= h t t p : / / b o o k . s z d n e t . o r g . c n / b o o k D e t a i l . j s
p ? d x N u m b e r = 0 0 0 0 0 6 7 0 7 9 1 5 & d = A B F A 9 2 9 0 C 3 4 E E 7 A E 8
4 C D 9 E A 5 6 9 C 9 B 9 B 5

封面
中文版序&柳午安
前言：创意灯光&戴尔特&多恩
舞台灯光概述
舞台灯光的历史
光和色彩
视觉
光
光谱
色彩
基色
混合色
原色指数
区别特征
色彩感觉
色温
C I E 系统
显色指数，标准光类型
显色
光色
色彩混合
光和色的应用
色彩理论
色彩效果
对比色概念
彩色阴影
空间和色彩透视
色彩特性
油画中的光
色彩印象派
提灯夜行……&赫伯特&卡普尔穆勒
光学
反射——球面反射镜
非球面，对称反射镜
不对称槽式反射镜
反射器材料
透镜
光束聚散度
光学成像
透镜成像
光源与灯具
照明技术的基本物理量
什么是白炽灯
卤钨循环
白炽灯是舞台上的热辐射源
更牢且更亮
气体放电灯
低压荧光灯
低压钠灯
高压钠灯

金属卤化物灯
HMI 金属卤化物灯
双端HMI 灯
舞台用HMI 灯
单端HMI 灯
PAR - HMI 反射泡
HTI 灯
氙灯
solar 1000 / 硫灯
高压放电灯（霓虹灯）
紫外线灯
光谱灯
灯、灯和更多的灯
灯头——灯座
滤色片与滤色纸
滤色片
特殊滤色片
滤色纸
介质膜（二向色）滤色片
色漆
使用滤色片
灯具、特种灯具、附属设备
灯具的选择
特殊灯具和附加装置
技术装备及附件
线缆连接器
特殊效果
自制灯光效果
投影
历史
实践
灯光控制台
操作台如何工作
现在与未来
预测
舞台灯光的发展
设计和理念
技术
剧场
观众席的灯位
舞台内灯位
选择投光角度
投光角度
灯光和灯光设计
投光角度与光的性质
实验性布光
选择光的类型和方向
概念性灯光设计
照明角度
作决定的因素

有哪些可用资源
设计准备阶段
灯光设计的第一步
制作照明图表
灯光排演和设计
对光
书面记录
使用电脑灯和换色器
音乐剧和小歌剧灯光设计
灯光部门的结构
创意灯光——灯光创意
有效的对比
色彩问题
剧院中光的性质&曼弗雷德&瓦格纳
迷人的灯光之旅
专业术语
联系地址