

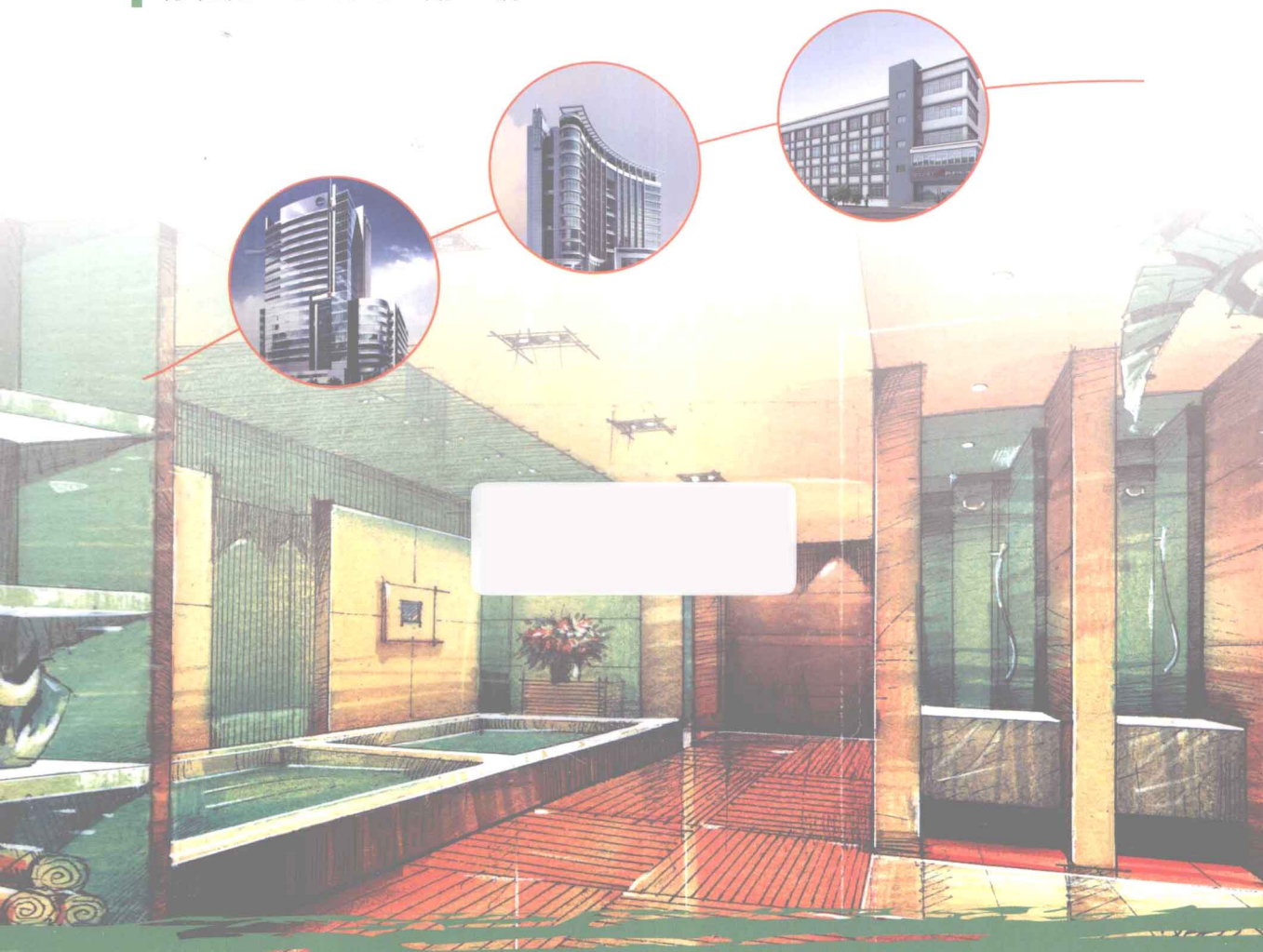
■ 绿色建筑系列

# 绿色建筑

## 光环境技术与实例

焦杨 孙勇 主编

徐艳芳 王宏飞 副主编



化学工业出版社

■ 绿 巴 建 筑 系 列

# 绿色建筑

## 光环境技术与实例

焦 杨 孙 勇 主 编

徐艳芳 王宏飞 副主编

常州大学图书馆  
藏书章



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以国家照明最新规范为标准,将绿色建筑光环境工程所涉及的绿色建筑采光与照明的基本知识、采光(照度)标准、建筑室内照明、建筑室外照明等方面知识进行有机结合并参照实际照明工程案例,分项、分步骤地详细阐述,从而使读者通过本书学习,能够逐步掌握建筑光环境设计技术,提高设计水平。

本书力求语言精练、图文并茂,体现实用性,强调规范性,本书以现行国家标准、行业标准为依据,以新的建筑光环境工程设计、施工和新材料技术为参考,体现相关内容,具有明确的指导性。本书可为广大建筑及照明行业从业人员提供有益帮助,也可供大中专院校建筑、装饰和其他相关专业师生学习和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

绿色建筑光环境技术与实例/焦杨,孙勇主编. —北京:化学工业出版社,2012.4

(绿色建筑系列)

ISBN 978-7-122-13672-5

I. 绿… II. ①焦…②孙… III. 建筑-照明设计-无污染技术 IV. TU113.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第032535号

---

责任编辑:朱彤

文字编辑:刘莉珺

责任校对:蒋宇

装帧设计:刘丽华

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张14 字数335千字 2012年7月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

我国目前是世界上最大的建筑市场之一。建筑能耗占全社会总能耗的比重达 28%，连同建筑材料生产和建筑施工过程的能耗所占比重接近 50%。现在我国每年新建建筑和既有建筑中，只有少量采取了提高能源效率措施，节能潜力巨大。从近几年建筑能耗的情况看，我国建筑用能呈现出逐年上升趋势。面对这种形势，我国政府对发展绿色建筑给予了高度重视，近年来陆续制定并提出了若干发展绿色建筑的重大决策。因此，树立全面、协调、可持续发展的科学发展观，在建筑领域里将传统高消耗型发展模式转向高效生态型发展模式，即走建筑绿色化之路，是我国乃至世界建筑的必然发展趋势。

绿色建筑是 21 世纪建筑发展的主流，是适应生态发展，改善人类居住条件的必然选择，绿色建筑理论研究也逐渐成为建筑学科的热点问题。正是在这样的背景下，化学工业出版社组织编写了这套《绿色建筑系列》丛书，与其他同类著作相比有以下特点。

(1) 集基本概念、设计、施工、实例于一体，整体思路清晰，逻辑性强，适合不同层次和水平的读者阅读。

(2) 将绿色建筑技术与具体实例相结合，从专业角度分析，极具针对性，将理论融于实践，深入浅出地展现给诸位读者。

(3) 涵盖了从建筑整体至各细部结构的技术与实例，范围广泛，内容详细，可操作性强。

(4) 注重推陈出新，紧跟时代步伐，力求将最新绿色建筑技术和最新应用实例及时呈现给广大读者。

本丛书作为国家“十一五”科技支撑计划（2006BAJ05A07）研究成果之一，得到了课题主持人徐学东教授的大力支持和帮助。本套丛书由孙勇教授担任主编。

这本《绿色建筑光环境技术与实例》是《绿色建筑系列》丛书中的一本。本书集合了近年来国内外建筑领域最新的绿色光环境设计、技术、施工方法和实例，从绿色建筑照明的设计理念的历史进程，到现在的建筑照明行业的发展趋势，阐释了绿色建筑照明技术的光明前景。全书共分 6 章，主要介绍了绿色建筑照明概述、建筑光学基本原理、建筑光环境设计原理、光源与灯具、建筑室内光环境设计、建筑室外光环境设计、绿色建筑光环境设计标准。同时，还对既有建筑照明设计、技术与实例进行了阐述，书中案例按建筑室内和建筑室外两部分内容所采用的绿色照明设计展开，针对性强，便于实际应用。

本书由焦杨、孙勇担任主编，徐艳芳、王宏飞担任副主编。具体编写人员及分工为：李永昌编写第1章，周浩编写第2章，王宏飞编写第3章，李明同编写第4章，许艳芳编写第5章，焦杨编写第6章。泰安市建筑工程质量监督站段光林也参加了本书编写。

鉴于作者学识水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

**编 者**

**2012 年 3 月**

# 目录

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>第1章 绿色建筑光环境概述</b>      | <b>1</b>  |
| 1.1 绿色照明概念的起源             | 1         |
| 1.1.1 绿色照明概念的提出           | 1         |
| 1.1.2 “绿色照明”运动发起的背景       | 2         |
| 1.2 全面理解绿色照明概念            | 2         |
| 1.3 “绿色照明计划”在建筑方面的发展状况    | 3         |
| 1.4 “绿色照明计划”在一些国家和地区的实施情况 | 4         |
| 1.4.1 美国                  | 4         |
| 1.4.2 欧盟国家                | 5         |
| 1.4.3 日本                  | 6         |
| 1.4.4 澳大利亚                | 7         |
| 1.5 “中国绿色照明工程”的实施情况       | 7         |
| 1.5.1 “中国绿色照明工程”实施的背景     | 7         |
| 1.5.2 “中国绿色照明工程”主要内容      | 7         |
| 1.5.3 “中国绿色照明工程”实施方案      | 8         |
| 1.6 绿色建筑照明设计标准            | 9         |
| <b>第2章 建筑光学基本知识</b>       | <b>13</b> |
| 2.1 光的基本性质                | 13        |
| 2.1.1 光的概念                | 13        |
| 2.1.2 光的物理描述              | 13        |
| 2.1.3 光谱光视效率              | 14        |
| 2.2 光的度量                  | 15        |
| 2.2.1 光通量                 | 15        |
| 2.2.2 发光强度                | 15        |
| 2.2.3 照度                  | 16        |
| 2.2.4 亮度                  | 17        |
| 2.2.5 各物理量之间的关系           | 18        |
| 2.2.6 光度的测量               | 19        |
| 2.3 人眼的视觉特性               | 20        |
| 2.3.1 人眼的构造               | 20        |
| 2.3.2 亮度阈限                | 21        |

|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| 2.3.3      | 韦伯定律 .....               | 21        |
| 2.3.4      | 视野、视场与视觉适应 .....         | 21        |
| 2.3.5      | 视觉敏锐度(视力) .....          | 23        |
| 2.3.6      | 对比敏感度 .....              | 23        |
| 2.3.7      | 视觉功效 .....               | 24        |
| 2.4        | 色彩的基本知识 .....            | 25        |
| 2.4.1      | 色彩的特性 .....              | 26        |
| 2.4.2      | 色彩的定量 .....              | 29        |
| 2.4.3      | 光源的色彩 .....              | 31        |
| 2.4.4      | 色彩效应 .....               | 34        |
| 2.5        | 材料的光学特性 .....            | 35        |
| 2.5.1      | 光传播的基本性质 .....           | 35        |
| 2.5.2      | 对光的反射 .....              | 38        |
| 2.5.3      | 对光的折射 .....              | 40        |
| 2.5.4      | 材料对光的吸收和色散 .....         | 42        |
| 2.5.5      | 对光的散射 .....              | 46        |
| 2.5.6      | 材料的不透明性与半透明性 .....       | 48        |
| 2.5.7      | 电光效应、光折变效应、非线性光学效应 ..... | 52        |
| 2.5.8      | 光的传输与光纤材料 .....          | 53        |
| 2.5.9      | 特种光学材料及其应用 .....         | 53        |
| <b>第3章</b> | <b>建筑自然光环境设计原理 .....</b> | <b>54</b> |
| 3.1        | 光气候与采光标准 .....           | 54        |
| 3.1.1      | 天然光的组成和影响因素 .....        | 54        |
| 3.1.2      | 我国光气候概况 .....            | 55        |
| 3.1.3      | 采光标准 .....               | 55        |
| 3.2        | 采光口基本形式 .....            | 58        |
| 3.2.1      | 采光口的作用 .....             | 58        |
| 3.2.2      | 采光口的类型 .....             | 58        |
| 3.3        | 采光设计步骤 .....             | 69        |
| 3.3.1      | 搜集资料 .....               | 69        |
| 3.3.2      | 房间及其周围环境概况 .....         | 70        |
| 3.3.3      | 估算采光口尺寸 .....            | 70        |
| 3.3.4      | 采光口设计要点 .....            | 71        |
| 3.3.5      | 布置采光口 .....              | 71        |
| 3.4        | 采光计算 .....               | 71        |
| 3.4.1      | 确定采光计算中所需数据 .....        | 73        |
| 3.4.2      | 计算步骤及方法 .....            | 73        |
| 3.5        | 采光工程质量标准及验收 .....        | 79        |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
| 3.5.1      | 采光测量总则 .....            | 79         |
| 3.5.2      | 采光测量仪器 .....            | 79         |
| 3.5.3      | 采光照度测量 .....            | 80         |
| <b>第4章</b> | <b>光源与灯具 .....</b>      | <b>82</b>  |
| 4.1        | 照明光源 .....              | 82         |
| 4.1.1      | 热辐射光源 .....             | 83         |
| 4.1.2      | 气体放电光源 .....            | 85         |
| 4.1.3      | 其他发光光源 .....            | 91         |
| 4.2        | 照明灯具 .....              | 94         |
| 4.2.1      | 灯具的分类 .....             | 95         |
| 4.2.2      | 灯具的光特性 .....            | 100        |
| 4.2.3      | 灯具的选用 .....             | 103        |
| 4.3        | 照明方式和种类 .....           | 104        |
| 4.3.1      | 照明方式 .....              | 104        |
| 4.3.2      | 照明种类 .....              | 105        |
| 4.4        | 照明标准及质量 .....           | 106        |
| 4.4.1      | 关于照度标准 .....            | 106        |
| 4.4.2      | 照度标准分级 .....            | 106        |
| 4.4.3      | 关于照明数量 .....            | 107        |
| 4.4.4      | 关于照度质量 .....            | 108        |
| <b>第5章</b> | <b>建筑室内光环境设计 .....</b>  | <b>113</b> |
| 5.1        | 室内光环境设计概述 .....         | 113        |
| 5.1.1      | 室内光环境设计目的、基本原则和分类 ..... | 114        |
| 5.1.2      | 室内光环境设计基本手法 .....       | 116        |
| 5.2        | 典型室内空间光环境设计 .....       | 121        |
| 5.2.1      | 居住空间光环境设计及实例 .....      | 121        |
| 5.2.2      | 教学空间光环境设计及实例 .....      | 126        |
| 5.2.3      | 办公空间光环境设计及实例 .....      | 129        |
| 5.2.4      | 商业空间光环境设计及实例 .....      | 132        |
| 5.2.5      | 展览空间光环境设计及实例 .....      | 135        |
| 5.2.6      | 体育场馆光环境设计及实例 .....      | 138        |
| 5.2.7      | 餐饮空间光环境设计及实例 .....      | 139        |
| 5.2.8      | 酒店空间光环境设计及实例 .....      | 141        |
| 5.3        | 照度计算 .....              | 153        |
| <b>第6章</b> | <b>室外光环境设计 .....</b>    | <b>156</b> |
| 6.1        | 室外光环境设计概述 .....         | 156        |
| 6.1.1      | 室外光环境设计的作用 .....        | 156        |

|             |                       |            |
|-------------|-----------------------|------------|
| 6.1.2       | 室外光环境设计的要求和原则 .....   | 157        |
| 6.1.3       | 室外光环境设计的步骤 .....      | 157        |
| 6.1.4       | 室外光环境设计的分类 .....      | 158        |
| 6.2         | 城市夜景照明规划 .....        | 158        |
| 6.2.1       | 城市夜景照明的分类 .....       | 158        |
| 6.2.2       | 城市夜景照明规划的设计要求 .....   | 160        |
| 6.2.3       | 城市夜景照明的设计规划 .....     | 161        |
| 6.2.4       | 城市夜景照明规划设计存在的问题 ..... | 168        |
| 6.2.5       | 城市夜景照明与节能 .....       | 170        |
| 6.2.6       | 城市夜景照明规划实例 .....      | 170        |
| 6.3         | 城市道路照明设计 .....        | 176        |
| 6.3.1       | 城市车行道路照明设计及实例 .....   | 176        |
| 6.3.2       | 城市步行道路照明设计及实例 .....   | 185        |
| 6.4         | 建筑物照明设计及实例 .....      | 191        |
| 6.4.1       | 建筑物照明的设计要点 .....      | 191        |
| 6.4.2       | 建筑物照明的基本方式 .....      | 192        |
| 6.5         | 城市光污染 .....           | 199        |
| 6.5.1       | 光污染的分类 .....          | 199        |
| 6.5.2       | 光污染的危害 .....          | 203        |
| 6.5.3       | 光污染控制的对策 .....        | 204        |
| 6.5.4       | 我国光污染立法现状 .....       | 205        |
| <b>附录</b>   | .....                 | <b>206</b> |
| 附录 1        | 各类民用建筑照明设计标准值 .....   | 206        |
| 附录 2        | 各类工业建筑照明设计标准值 .....   | 210        |
| 附录 3        | 各类公用场所照明标准值 .....     | 214        |
| <b>参考文献</b> | .....                 | <b>215</b> |

# ❖ 第1章

## 绿色建筑光环境概述

### 1.1 绿色照明概念的起源

绿色照明是美国国家环保局于 20 世纪 90 年代初提出的概念，完整的绿色照明内涵包括高效节能、环保、安全、舒适等 4 项指标，不可或缺。高效节能意味着以消耗较少的电能获得足够的照明，从而明显减少电厂大气污染物的排放，达到环保的目的。安全、舒适指的是光照清晰、柔和及不产生紫外线、眩光等有害光照，不产生光污染。

#### 1.1.1 绿色照明概念的提出

20 世纪 70~80 年代，全球面临能源危机及全球环境保护浪潮兴起，节约能源，保护环境即成为全人类的共鸣。到 20 世纪 90 年代初期，即 1993 年斯图加特的生态建筑展览会首次提出绿色建筑模型后，国际社会已经把节能环保问题与可持续发展等一系列关系到人类生存发展的问题紧密联系起来。为缓解电力短缺、减少因为电力生产所引起的大气排放，1991 年 1 月美国环保局（EPA）创新性地提出实施“绿色照明”（Green Lights）和推进绿色照明工程（Green Lights Program）的概念，很快得到联合国的支持和很多发达国家和发展中国家的重视，积极采取相应的政策和技术措施，推进绿色照明工程的实施和发展。

随着绿色照明事业的不断发展，其内涵也随着时间的推移不断丰富和延伸。人们对绿色照明的理解似乎与其概念的具体描述很一致。1993 年 11 月，国家经贸委引入了绿色照明的概念，并组织专家对“中国绿色照明工程”设计进行前期研究，从而正式开始启动中国绿色建筑照明工程，并于 1996 年正式列入国家计划。绿色建筑照明不仅仅是使用节能电光源，解决眩光问题，还在于提高光在建筑中利用效率、材料消耗的大量节省，并且要求解决光对于人们身体健康的影响。十多年来建筑界在实施绿色建筑战略过程中，从理论到实践（含建筑规划、设计、施工和管理全过程）进行了大量讨论，并对建筑节能和保护环境产生了重大影响。



### 1.1.2 “绿色照明”运动发起的背景

在美国开始实施绿色照明计划以前,世界各地的照明节电活动已有了良好的发展迹象。20世纪70年代,经历了第一次能源危机后,一些发达国家意识到了节电工作的紧迫性、重要性。为了实现照明节电,许多国家政府、学术团体提出了照明节能的措施和照明容量限制标准。日本照明学早在1974年就针对当时的照明产品和照明状况提出了照明节电的方法和措施。国际照明节的权威学术组织国际照明委员会(CIE)于1975年发表了照明节能声明,提出了照明节能措施的原则和方法,并于1992年成立了新的技术委员会,主要致力于照明节能措施及节能效益评定方法的研究,为照明节能提供技术指导等。绿色照明的发起国——美国照明工程学会(IES)在1972年就提出了若干节能措施。在美国政府支持下,1975年由美国国家标准协会(ANSI)、美国采暖、制冷和空调工程师学会(ASHRAE)以及美国照明工程学会(IES)共同制定了ASHRAE标准。在标准中规定了建筑物照明场所的照明功率密度限值,即单位面积所消耗的照明电功率,用于控制建筑物照明功率总容量以便达到节能的目标。此后,该标准随着照明节能技术的发展而不断修订和完善,各类建筑照明场所的照明功率密度限值的分项指标越来越细,节能要求也越来越严格。该标准还将建筑物照明功率容量的确定方法进行了改进,使之更便于应用、更具有科学性。1992年2月,美国参议院通过建立照明产品能效标准的法案。受到美国的启发,欧洲照明节电活动从20世纪90年代也开始活跃,欧洲几大照明产品生产厂家要求欧洲共同体制定有关照明系统和照明产品的能效标准。欧洲在节能照明产品的宣传推广方面卓有成效。1990年荷兰政府为了实现二氧化碳减排的规划目标,打算在6年内,将紧凑型荧光灯的普及率从每户平均0.8只提高到3.5只。同年在法国国家环境保护组织和能源部的支持下,国家电力公司开展了节能产品推销活动。由于紧凑型荧光灯相对以往的白炽灯价格昂贵,电力公司决定将紧凑型荧光灯的价格降低2/3,居民凭赠送的优惠券购买紧凑型荧光灯,在广播、电视等媒体宣传配合下,促销活动获得巨大成功。为解决资金来源,欧美国家普遍采取政府补贴、银行低利息贷款、电力公司资助等方式给予大力支持。

综上所述,国际照明界在节能照明产品的开发应用技术方面取得了巨大进展,同时受世界能源危机的影响,照明节能引起各国政府能源管理、环境保护和公用事业部门的重视。这些管理部门也认识到照明节能是一项社会系统工程,除了具备先进的照明技术,还必须采取有效的政策措施、有效的市场宣传,才能使照明节能取得事半功倍的成效。因此,这些国家在照明节能行动和措施上进行尝试,在实施过程中积累经验和教训,为后来全球绿色照明活动的兴起发挥了先导作用。

## 1.2 全面理解绿色照明概念

不论是美国提出的“绿色照明计划”,或者我国制订的《绿色照明工程实施方案》,都有其明确的宗旨和目标,具有丰富的内涵。要实施我国的绿色照明工程方案,达到预期的目标,必须使照明工程的设计、科研、生产维护专业人员,各行业、各地区、各企事业单位的管理者,对绿色照明工程有比较全面的认识和正确理解,从多方面采取政策手段和技术措

施,才能奏效。笔者认为对以下几个问题需要有正确的认识。

① 绿色照明工程要求人们不要简单地认为只是节能,而要从更高层次去认识,并提高到节约能源、保护环境的高度对待,这样意义更广泛,更深远。有的地区、有的单位可能认为现在电力供应不那么紧张,照明节电不那么重要,这种简单的理解,就是没有从环保的高度去认识节能,因为绿色照明工程提出的宗旨不只是经济效益问题,更主要的是着眼于资源的利用和环境保护的重大课题。通过照明节电,从而减少发电量,即降低燃煤量(目前我国70%以上的发电量还是依赖燃煤获得),以减少 $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ 以及氮氧化合物等有害气体的排放。这对于世界面临环境与发展的课题,具有深远的意义。

② 绿色照明工程要求照明节能,已经不完全是传统意义的节能,这在我国《绿色照明工程实施方案》中提出的宗旨已经有清楚的描述,就是要满足对照明质量和视觉环境条件的更高要求,因此不能靠降低照明标准来实现节能,而是要充分运用现代科技手段以提高照明工程设计水平和方法,提高照明器材效率来实现。

③ 实施绿色照明工程,不能简单地理解为提供高效节能照明器材。高效的器材是重要的物质基础,但是还应有正确合理的照明工程设计。设计是统管全局的,对能否实施绿色照明要求起着决定作用。此外,运行、维护和管理也不应忽视。没有这一因素,照明节能的实施也不完整。

④ 高效照明器材是照明节能的重要基础,但照明器材不只是光源。光源是首要因素,但不是唯一的,灯具和电器附件(如镇流器)的效率,对于照明节能的影响不可忽视,这点往往不为人们所注意。比如一台带漫射罩的灯具,或一台带格栅的直管形荧光灯具,高效优质产品比低质产品的效率可以高出50%~100%,足见其节能效果。

⑤ 高效光源是照明节能的首要因素,必须重视推广应用高效光源。但是有人把推广高效光源简单地理解为推广节能灯(而这里的节能灯是专指紧凑型荧光灯),这是很不全面的。因为光源种类很多,有不少高效者应予以推广。就能量转换效率而言,有与紧凑型荧光灯光效相当的(如直管荧光灯),有比其光效更高的(如高压钠灯、金属卤化物灯),这些高效光源各有其特点和优点,各有其适用场所,不应简单地用一类节能光源代替。根据应用场所条件不同,至少有三类高效光源应予以推广、使用。

a. 第一类是以高压钠灯、金属卤化物灯为代表的高强度气体放电灯(HID),适用于高大工业厂房、体育场馆、道路、广场、户外作业场所等。这类场所范围广,使用光源多(按光源总功率计更为明显),节能效果显著。

b. 第二类是以直管荧光灯(以T8型荧光灯为推广重点)为主,适用于较低矮的室内场所,如办公楼、教室、图书馆、商场,以及高度在4.5m以下的生产场所(如仪表、电子、纺织等)。

c. 第三类是以紧凑型荧光灯(包括“H”形,“U”形,“D”形,环形等)为主,替代白炽灯,适用于家庭住宅、旅馆、餐厅、门厅、走廊等场所。

## 1.3 “绿色照明计划”在建筑方面的发展状况

“绿色照明计划”是随着全球绿色环保运动的兴起,由美国环保局在20世纪90年代初发起的一项照明节电推广计划。该计划迄今为止已取得了令人关注的成绩。其独特的组织运

作方式,显著的成本效益和带来的社会影响,使计划在实施不久便引起了世界许多国家的普遍关注。与此同时,国际上的一些金融机构和基金组织对高效照明项目投资也给予了一定贷款的支持。

在欧洲,照明耗电已占到商业建筑总电耗的  $1/3$ ,照明节电的巨大潜力尚未得到充分开发。以前,大部分欧洲国家的商用建筑照明节电计划都是由各个国家的国家级或地方级的有关节能机构或电力公司来组织实施的。尽管照明节电在欧盟节能计划中已被放到了优先考虑的位置,以往大部分工作多集中在技术研究、项目开发和技术信息传播方面。但最近欧盟委员会拟定了一项在欧盟各国实施“绿色照明”的初步计划。这套“绿色照明计划”以“绿”为主要目的,设想进一步推进高效照明技术在商用建筑中的大规模运用。

我国在联合国计划开发署(UNDP)资助的“中国绿色照明工程”第一期技术援助项目的基础上,目前正组织力量向全球环境基金(GEF)申请第二期的“绿色照明”项目,计划中的项目目标是:进一步提高国内照明产品的技术和质量水平;增加消费者对高效照明产品的认识和购买使用信心;建立可持续的高效照明产品市场,通过各类规范和标准保证照明产品使用时能源效率的可获性。同时根据我国产品质量和市场的实际状况,建立高效照明产品大宗购买制度。为解决消费者和建筑照明设计、安装单位对高效照明系统的信息缺乏问题,开展一系列的宣传教育和培训活动。该项目还将有中国正在发展的能源服务公司,包括合资能源服务公司和电力公司的参与以增强照明节电的投资力度。最后,还将建立整个项目的资料信息收集和项目评估的计算机系统,对项目进展情况进行定期监测和评价,以便对项目的实施及时调整和改进。

目前,世界各国室内照明和城市景观照明已经从实用功能向表现地域文化特色和情调方向发展,人们在讨论绿色室外景观照明时,不仅考虑灯的节能替换和照明系统的节能设计,绿色话题已扩充到照明与环境的和谐发展及有关视觉健康、光污染、光干扰治理等方面。“绿色建筑照明”在这些国家依旧是一项任重而道远的事业。可以预见,绿色建筑照明在未来将被人们赋予更丰富、更为广泛的实质和内涵。

## 1.4 “绿色照明计划”在一些国家和地区的实施情况

### 1.4.1 美国

美国“绿色照明计划”实施以后,节能环保效果明显。据美国国家环保局发表的数据,截止到1997年美国“绿色照明计划”已实现照明节电70亿千瓦时。为开展更大规模的节能环保行动,1992年美国环保局提出了“能源之星”计划,该计划的范围由照明节能扩大到整个建筑节能领域。“能源之星”计划的组织实施方式和“绿色照明计划”一样,即首先由自愿加入该计划的伙伴公司与美国环保局签订备忘录,以承诺的方式在一定时间内实现对本公司的节能技术改造。从1996年开始,美国绿色照明计划逐渐融入到“能源之星”计划中(见表1-1)。

继“绿色照明计划”融入到“能源之星”计划之后,美国环保局在21世纪初又推出了“改变照明,改变世界”(The US “Change a Light, Change the World”)计划。该计划同样是以建立合作伙伴关系的形式,联手合作伙伴、生产商、零售商、州政府、公共事业一起共

同推广“能源之星”照明产品，对在全国主要的零售连锁店出售的“能源之星”照明产品实行特殊优惠和退税政策，对合作伙伴也实行补贴采购。在全国范围内组织照明节电知识讲座，组织以社区为基础的淘汰低效灯泡的补贴换灯活动，目的在于刺激和扩大“能源之星”照明产品的市场需求和加深人们对“能源之星”标志的认识（见表 1-2）。

表 1-1 美国绿色照明计划项目成果统计

| 年 限  | 项目参与者资金投入/百万美元 | 设备更新总面积/km <sup>2</sup> | 年节电总量/GW·h | 年节电费用/百万美元 | 年减少温室气体排放/MMTCE <sup>①</sup> |
|------|----------------|-------------------------|------------|------------|------------------------------|
| 1991 | 17             | 3                       | 75         | 5.4        | 0.02                         |
| 1992 | 45             | 7                       | 193        | 16         | 0.05                         |
| 1993 | 160            | 22                      | 563        | 48         | 0.12                         |
| 1994 | 378            | 53                      | 1400       | 112        | 0.31                         |
| 1995 | 784            | 111                     | 2900       | 223        | 0.63                         |
| 1996 | 1100           | 158                     | 4500       | 338        | 0.96                         |
| 1997 | 1600           | 260                     | 7000       | 514        | 1.4                          |

① MMTCE 为 million metric tons of Carbon equivalent 的缩写，意为百万吨的碳当量。

表 1-2 美国太平洋电力公司节能灯补贴标准

| 产品类型(螺口紧凑型荧光灯) | 补贴额度/美元 |
|----------------|---------|
| 3~13W          | 3.50    |
| 14~26W         | 5.50    |
| 27W 以上         | 6.25    |

在全球淘汰低效白炽灯运动开始后，美国于 2007 年 12 月发布了包括白炽灯在内的普通照明灯泡的能效标准。该标准将分为两个阶段实施。第一个阶段在 2012~2014 年，标准门槛定在比目前的普通白炽灯光效提高约 28%，按灯泡的瓦数分阶段确定淘汰的实施日期，从 2012 年开始，凡在美国销售的功率等于或大于 100W 的普通白炽灯必须按此标准淘汰替换，2014 年后扩展到 40W 的普通白炽灯。第二个阶段从 2020 年起，所有瓦数的普通螺口灯泡必须满足 45 lm/W 的能效值（大约比当前普通白炽灯高 3 倍左右）。按照计划，美国将在 2000~2010 年耗资 5 亿美元发展半导体照明产业，主要研究内容是降低 LED 成本和提升 LED 转换效率。美国政府计划投入 5 亿美元开发 LED 产业技术，使其 2002 年发光效率达到 20 lm/W，2007 年达到 75 lm/W，2012 年达到 150 lm/W，2020 年达到 200 lm/W，从而能够完成 LED 渗透到普通照明市场的目标。

总之，美国政府在推进“绿色照明计划”活动方面，科学决策、务实创新，采取的是政策影响市场、技术推动市场的方法，并加大宣传力度，全面提高公民的照明节电意识和社会责任感。

1.4.2 欧盟国家

在欧盟国家，照明耗电占到商业建筑总耗电量的 1/3，照明节电的巨大潜力尚未得到充分开发，大部分欧盟成员国家的照明节电计划都是由国家级或区域一级有关节能机构或发电公司来组织实施。尽管照明节电在欧盟节能计划中已被放到优先考虑的位置，但以往大部分工作多集中在技术研发、示范项目和技术信息传播方面。欧盟委员会 2007 年 3 月提出在 2012 年底前逐步淘汰白炽灯的立法建议，旨在提高能源利用效率，落实欧盟确定的中期减排目标。欧盟领导人承诺到 2020 年将欧盟温室气体排放量在 1990 年的基础上至少减

少 20%。

目前欧盟委员会在布鲁塞尔通过一项法规,规定在 2009 年至 2012 年逐步从市场上淘汰供家庭、工业部门和公共场所使用的白炽灯和其他高耗能照明设备,并对卤素灯和紧凑型荧光灯、LED 照明灯等照明设备提出能耗、功能、美观、卫生等方面要求。欧盟委员会指出,之所以用 4 年时间逐步淘汰白炽灯等高耗能照明设备,是为了让制造商能够逐步调整其生产结构,以满足消费者的要求。依此分析,欧盟将以节能灯、卤素灯泡和 LED 灯来代替白炽灯成为欧洲居民的主要照明用灯。欧盟于 2010 年 9 月 18 日发布非定向光源 EC244/2009 的 EuP 指令执行措施修订法规 (EC859/2009)。根据该指令,欧盟将逐步禁止使用低效能灯泡 (传统的白炽灯泡和传统卤素灯泡),所有非定向灯具 (灯泡) 必须遵守最低能源效益规定。逐步淘汰措施于 2009 年 9 月 1 日开始,规定自 2009 年 9 月 1 日起,非透明灯泡必须属 A 级类别 (按欧盟能源效益标签分类)。透明灯泡至少须达到能源效益标签的 C 级类别。2016 年后,透明灯泡的要求将提升至 B 级类别。也就是说,除非新技术出现,否则 2016 年后,欧盟市场销售的透明灯将只剩能效 B 级的低压卤素灯以及能效 C 级的带 G9 或 R7s 灯头的灯。这时家用灯将以高效节能的紧凑型荧光灯和 LED 灯 (若 LED 家用灯技术得到普及) 为主。此外,该法规还对额定寿命、光通维持率、报废前开关周期次数、过早报废率、启动时间、显色指数等与能效相关的性能指标进行了明确规定。

欧盟委员会认为,新法规将有助于提高欧盟家庭、工业部门和公共场所照明设备的效能,随着法规的逐步落实,欧盟有望在 2020 年以前实现年节电 800 亿千瓦时的目标,这相当于欧盟 2300 万个家庭一年的用电量,同时还可以每年减排 3200 万吨二氧化碳。

### 1.4.3 日本

日本是能源资源比较匮乏的国家之一,因此很重视节能工作的开展,1997 年 12 月在京都召开的气候变化框架条约第 3 次缔约国会议中,提出日本要在 2008~2012 年间的温室气候的排放量要比 1990 年减少 6%。为减少二氧化碳排放,降低能源消耗,日本于 1998 年对原 1993 年 11 月 1 日实施的《节能法》进行了修订,新的《节能法》于 1994 年 4 月 1 日实施。在新法案中强化了与建筑有关的节能法律,增加了“饮食店铺”的照明能耗规定,降低了“饭店或旅馆”、“购物场所”等建筑的照明能耗系数指标。日本开展“绿色照明计划”活动,主要是严格按照《节能法》的要求执行。该《节能法》中对照明节电设计的特别条款如下。

- ① 采用照明能耗系统 (CEC/L) 作为评价照明有效利用能源的判断标准。
- ② 规定了 2000m<sup>2</sup> 以上办公楼、医院、学校、宾馆、商店、餐饮娱乐等六类建筑的 CEC/L 标准值和照明功率密度值 (W/m<sup>2</sup>) 指标。
- ③ 采用高效率照明器具。
- ④ 采用有效利用能源效率的控制方法。
- ⑤ 考虑维护管理的方法。
- ⑥ 适当选择照明设备的布置,设定照度及房间形状、内装修等。

新版《节能法》为节能产品建立了相当严格的节能效率标准:开始实施“领跑者计划”,纳入“领跑者计划”的交通运输和家用电器产品共有 18 种,荧光灯为其中之一。日本的照明节电计划还利用政府部门提供给新能源和工业技术发展组织 (NEDO) 这个半官方机构的

资金开展活动。NEDO 开发引进了家庭能源管理系统 (HEMS) 和建筑能源管理系统 (BEMS), 这两个系统可帮助各用户管理电器的能源消耗, 如照明设施、空调和热水供应信息技术控制系统, 使得在同一时间内对几个电器同时进行自动化管理实现系统节能的最优化运行。

#### 1.4.4 澳大利亚

澳大利亚政府最近宣布, 为了减少温室气体的排放量, 澳大利亚将禁止除医疗用以外的白炽灯使用。据此, 到 2012 年澳大利亚将减少 400 万吨温室气体的排放。

澳大利亚政府自 2009 年起禁止市场上販售钨丝白炽灯, 并计划逐步促使低效能照明产品退出市场, 且将于 2012 年 7 月起实施课征二氧化碳排放税, 预期电费将上涨 10%, 倘若电力消耗量不变, 家庭电费每年将增加澳币 300 元, 因此, 该政策预期将进一步引发节能照明产品需求。

### 1.5 “中国绿色照明工程”的实施情况

实施绿色照明的宗旨, 就是要在我国发展和推广高效照明器具, 节约照明用电, 改善人们生活质量, 提高工作效率, 以满足国民经济各部门和人民群众对照明质量、照明环境的更高要求和减少环境污染的需要。

#### 1.5.1 “中国绿色照明工程”实施的背景

20 世纪 90 年代初期, 我国照明用电量约占全国发电总量的 10% 左右, 在终端用电中仅次于电机居第二位。照明用电属于峰荷用电, 我国照明电光源又是以传统的低效白炽灯和光效低、材料消耗大、寿命短的自镇流高压汞灯为主。

1996 年 10 月由国家经贸委牵头, 科技部、信息产业部、农业部等十几个部委和相关机构, 共同启动了“中国绿色照明工程”。“中国绿色照明工程”旨在发展和推广高效照明电器产品, 节约照明用电, 减少环境污染, 满足人民群众日益增长的对照明质量、照明环境和减少环境污染的需要, 建立优质高效、经济舒适、安全可靠、有益环境的照明系统。

#### 1.5.2 “中国绿色照明工程”主要内容

“中国绿色照明工程”的具体内容主要包括了完善政策法规, 研究制订有利于照明节电的激励政策, 鼓励用户积极参与“绿色照明”活动; 通过建立产品认证制度和质量管理体系, 规范市场, 引导消费; 树立“绿色照明”的示范典型, 探索实施照明节电的有效途径, 提供实施照明节电的成功经验, 引导和推动“绿色照明工程”的开展; 在调查、评价的基础上, 选择有发展前景、有一定技术基础的高效照明电器生产企业进行重点扶持, 促使其扩大企业规模, 降低成本, 提高产品的质量和性能, 提高市场竞争力; 通过广播、电视等媒体, 采用讲座、研讨等方式, 宣传、普及照明节电知识, 增强公众的照明节电意识; 积极开展照明节电领域的国际交流与合作, 争取国际机构对“中国绿色照明工程”的支持, 吸引国外技术、资金、设备的投入, 促进我国高效照明电器行业的发展。

“中国绿色照明工程”发展和推广的高效照明器具主要包括：以紧凑型荧光灯、细管型荧光灯、高压钠灯、金属卤化物灯等为主的高效电光源；以电子镇流器、高效电感镇流器、高效反射灯罩等为主的照明电器附件；以调光装置、声控、光控、时控、感控等为主的光源控制器件等。

### 1.5.3 “中国绿色照明工程”实施方案

从 2001 年起，“中国绿色照明工程”在不断完善照明产品的能效标准、建筑照明设计节能标准、开展照明产品节能认证、加强全民照明节电知识教育等方面做出了积极努力。为在全国范围内更加深入、持久地开展绿色照明工程，中国绿色照明工程促进项目办公室于 2003 年，组织实施了“大宗采购”、“需求侧管理（DSM）”和“质量承诺制”三项节能示范项目，这三项照明节能示范项目覆盖全国十多个省市地区，计划推广各类节能光源 120 万只。

#### 1.5.3.1 大宗采购示范项目

高效照明产品的“大宗采购”示范，是通过联合集中产品的用户，实施统一招标采购、共同享受供货商的优惠价格和质量承诺。以引导市场进行公开、公正、公平的竞争，提高我国高效照明产品质量，规范市场的竞争机制，增强消费者对高效照明产品的信心，逐步扩大我国高效照明产品的国内、国际市场份额，加速我国高效照明产品的推广应用。

#### 1.5.3.2 DSM 节电示范项目

DSM（Demand Side Management）的中文意思为需求侧管理，是指通过提高终端用电效率和优化用电方式，采取有效的激励措施，引导电能消费者改变用能方式，使电力资源得到优化配置，达到节约能源、保护环境的用电管理活动。DSM 起源于能源消费居世界首位的美国，起始时间可追溯到 20 世纪 70 年代中末期，20 世纪 80 年代开始逐步丰富了 DSM 的思维和活动，并在实践中不断扩大其应用范围。我国于 1993 年开始逐步实施 DSM，但 DSM 照明节电项目在我国实施的数量还很少。

#### 1.5.3.3 质量承诺示范项目

质量承诺是指产品销售商向消费者就产品质量做出具体承诺，如产品质量达不到承诺内容，将按照承诺进行更换或赔偿。当前，我国“消费者权益保护法”对商品的“三包”（包修、包换、包退）做出了明确规定，但高效照明光源产品并未列入实施“三包”的产品目录中，因而很难控制市场上销售的高效照明光源产品的质量。实施质量承诺示范项目，就是希望在这方面进行探索，总结经验，在全国范围内普遍提高广大消费者的使用信心。

“中国绿色照明工程”已在前几年组织开展过类似的“质量承诺”示范项目，目的是在商品流通领域建立高效照明产品的质量保证服务体系示范点，降低和消除消费者购买高效照明产品的风险，促进高效照明产品的市场推广，扩大高效照明产品的市场份额；宣传“中国绿色照明工程”的重要意义，介绍高效照明产品和高效照明技术的优越性及使用常识，提高广大消费者对高效照明产品的认知度；贯彻国家颁布的照明产品能效标准和质量标准，规范商品流通企业对照明产品的市场准入条件，促进照明产品生产企业提高产品性能和质量，目前已建立良好的基础。