

绿色照明知识读本

Green Lighting

Brian Clark Howard
(美) William J. Brinsky 编著
Seth Leitman

刘宝林 蔡加法 朱丽虹 译

绿色照明知识读本

——解析节能照明是
怎样节省能源、降低费用
和减小碳排放的

Brian Clark Howard

(美) William J. Brinsky

Seth Leitman

编 著

刘宝林 蔡加法 朱丽虹 译



机械工业出版社

Green lighting: how energy-efficient lighting can save you energy and money and reduce your carbon footprint/Brian Clark Howard, William J. Brinkley, Seth Leitman. Copyright © 2011 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

EISBN: 978-0-07-163016-0 All Rights reserved.

Copyright © 2011 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of the McGraw-Hill Companies, Inc. and China Machine Press.

版权所有。本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社合作出版。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2011-2067

图书在版编目(CIP)数据

绿色照明知识读本/(美)霍华德(Howard, B. C.)等编著;
刘宝林,蔡加法,朱丽虹译. —北京:机械工业出版社,2012.3

书名原文:Green Lighting

ISBN 978-7-111-37304-9

I. ①绿… II. ①霍…②刘…③蔡…④朱… III. ①照明
设计—节能—基本知识 IV. ①TM923.02

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第014641号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:朱林

版式设计:霍永明 责任校对:于新华

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京四季青印刷厂印刷(三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2012年4月第1版第1次印刷

140mm×203mm·6.25印张·183千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37304-9

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

译者序

全球面临能源危机及全球环境保护浪潮兴起之际，节约能源、保护全球环境已成为全人类的共识。那么，如何从日常生活中了解节能减排的重要意义及如何实现呢？本书作者告诉我们绿色照明可以节省的能量几乎是无限多的。绿色照明是指通过科学的照明设计，采用效率高、寿命长、安全和性能稳定的照明电器产品满足对照明质量和视觉环境条件的更高要求，创造一个高效、舒适、安全、经济、有益的环境并充分体现现代文明和节能环保的照明。我国是照明大国，在能源紧缺危机下，节能减排显得更加重要。2011年11月1日，国家发改委对外发布了“中国逐步淘汰白炽灯路线图”，提出从2012年10月1日起，按功率大小分阶段逐步禁止进口和销售普通照明白炽灯，5年之后我国将基本实现淘汰白炽灯。走过100多年的白炽灯在我国即将退出历史的舞台，新的照明技术、照明产品不断更新换代、推陈出新，对于市场上名目繁多的照明产品，究竟哪种更节能、哪种更环保、哪种更适合用户呢？

本书可以很好地回答这些问题。本书没有晦涩的术语和艰深的理论，作者以生动易懂的语言详细地介绍了人类历史上各种照明光源的特性，并客观地比较了各自的优缺点，并以生动翔实的实例和数据分析了绿色照明所产生的社会和经济效益，阐述了绿色照明的一般原则和具体的实施方法。阅读本书之后读者可以发现，设计良好的绿色照明不但可以为我们节省金钱、创造温暖舒适的生活和工作环境，甚至可以影响我们的行为方式，产生意想不到的效益，如提高员工出勤率、提高商场销售额。本书作者还试图告诉我们，绿色照明并不一定意味着需要付出高昂的代价、节能环保并不一定需要对现有的灯具更新换代，我们自身的环保意识的产生和建立才是最重要的。比如，打开窗户、拉开窗帘、关上照明电器，让自然光进入室内，这就是一种

IV 绿色照明知识读本

最简单、最环保的照明方式；再比如，灯泡的老化和灯具表面的污染会使灯具的照明等级下降达 50%，我们是否能做到定期清洗照明灯具？

由于历史和经济等方面的原因，绿色照明和环保意识还未能深入到我们每个人的心中，因此，我们希望本书能够给热爱环保的人士提供一些简单易行而又快速有效的环保策略——从绿色照明开始、从本身做起，同时也希望更多的人加入到节能环保的大家庭中。我们应该记住，即使是绿色照明产品，没有环保的意识和使用习惯，也可能达不到节能的目的。本书的翻译出版若能够助广大照明领域研究、生产、设计的朋友一臂之力，为我国的环保事业尽一份绵薄之力的话，那将是我们最大的满足。

本书的翻译工作是由刘宝林、蔡加法和朱丽虹共同完成的。另外，参与本书资料整理及部分翻译等相关工作的还有李晓莹、张玲、曾凡明、刘威、刘维翠、林飞、陈志远等，在此表示感谢。书中少量专有名词国内尚无统一译法，有些环保组织、慈善机构及其网站等在国内没有统一或者相应的称呼，有些照明灯具及相关领域的公司名称在国内也没有统一的名称，我们参考大量资料，力求准确译出，为避免读者产生歧义，文中仍然保留原英文名称。另外，由于译者水平所限，疏漏、错误和不妥之处在所难免，希望广大读者不吝指正。

译 者

前言

我们生活和工作场所的照明条件对我们的心理感受和完成日常工作的情况都有很大的影响，同时对我们周围的环境也有很大的影响。这些生活中所用的各种各样的灯泡和灯具与我们惯有的生活习性一起，会以你可能从来没有想过的方式影响着我们的日常生活。我们从一个最简单的事实谈起：一个传统的白炽灯泡（标准的灯泡）发光效率只把其消耗的电能 的 2% ~ 10% 转换成光，其他的能量则变为无用的热能释放出来，单从这一点看，我们就知道绿色照明可以节省的能量几乎是无限多的，读完本书可以帮你了解到绿色照明是如何节能的。

目 录

译者序

前言

第 1 章 改变照明方案的益处	1
1.1 照明的巨大开支	2
1.1.1 企业看到了节能的曙光	5
1.1.2 点亮一个舒适、实用的家而花费更少	8
1.1.3 紧跟环保意识的潮流	11
1.2 绿色照明的特殊效益	11
1.2.1 提升总体经济健全程度	11
1.2.2 提升房地产价值	13
1.2.3 改善舒适度, 提高员工出勤率、房客延租率	13
1.2.4 提高生产效率	15
1.2.5 提高销售额	16
1.3 照明和环境	17
1.3.1 绿色照明成为法律	18
1.4 本章小结	19
第 2 章 照明基本概念及其含义	21
2.1 什么是高效节能的照明	21
2.1.1 什么是光	22
2.1.2 什么是照明	23
2.1.3 电的基本概念	23
2.1.4 电费	24
2.2 照明的基本术语	24
2.2.1 色温和显色指数	26
2.2.2 天然采光照明	28
2.3 绿色建筑标志及认证系统	28

2.3.1 美国住宅建筑商协会——美国绿色建筑计划	29
2.3.2 美国环保局“能源之星”住宅认证	30
2.3.3 美国绿色建筑委员会的“能源和环境设计先锋奖” (LEED) 标准	30
2.3.4 ISO14000	31
2.4 本章小结	31
第3章 白炽灯、卤钨灯和气体放电灯	33
3.1 白炽灯的历史和技术概述	33
3.2 白炽灯的缺点	36
3.3 白炽灯的类型	37
3.3.1 标准白炽灯(及其变种)	37
3.3.2 卤钨灯	39
3.4 低压钠灯	43
3.5 高强度气体放电灯	43
3.5.1 汞蒸气灯	45
3.5.2 高压钠灯	45
3.5.3 金属卤化物灯	46
3.6 本章小结	47
第4章 荧光灯	48
4.1 技术概述	50
4.2 荧光灯照明的历史	51
4.3 荧光灯管和环形灯管	53
4.3.1 低温荧光灯	57
4.3.2 荧光灯管命名法	58
4.4 紧凑型荧光灯	58
4.4.1 整体式和非整体式 CFL	60
4.4.2 直流 CFL	62
4.5 CFL 的优点	62
4.6 CFL 的缺点	63
4.6.1 刺眼或者说令人不舒服的发光质量	63
4.6.2 寿命降低与开关频率的关系	64
4.6.3 获得满光通量输出所需的时间	64
4.6.4 光衰	65

VIII 绿色照明知识读本

4.6.5 音频噪声	65
4.6.6 对定时器和传感器的干扰	65
4.6.7 热失效	66
4.6.8 振动损坏	66
4.6.9 对红外线信号的干扰	66
4.6.10 功率因数:对电网质量的影响	66
4.7 荧光灯和汞	68
4.7.1 低汞和安全 CFL	69
4.7.2 汞合金 CFL	70
4.7.3 CFL 实际上减小了空气中汞的含量	72
4.7.4 如果 CFL 损坏了会怎样呢	73
4.7.5 CFL 坏了以后是否会泄漏汞	76
4.7.6 如何进一步减小 CFL 中汞带来的风险	77
4.8 CFL 的类型	77
4.8.1 “能源之星”质量标准 CFL	81
4.8.2 调光 CFL	81
4.9 荧光感应灯	82
4.10 冷阴极荧光灯	83
4.10.1 CCFL 的优点	83
4.10.2 CCFL 的缺点	84
4.11 本章小结	85
第5章 发光二极管(LED)灯	86
5.1 LED 灯的历史和技术概述	88
5.1.1 LED 是如何工作的	90
5.2 LED 灯对环境的益处	93
5.3 LED 的缺点	94
5.3.1 成本	94
5.3.2 其他的价格控制方案	96
5.3.3 调光、亮度和发光质量	96
5.3.4 使用寿命	97
5.3.5 光污染	98
5.4 LED 灯的应用	98
5.4.1 指示灯	98

5.4.2	显示屏的背光源	98
5.4.3	汽车和船舶照明	98
5.4.4	标志和交通信号灯	99
5.4.5	街道照明	101
5.4.6	工业和建筑照明	101
5.4.7	舞台灯和频闪灯	103
5.4.8	导轨照明	103
5.4.9	局部(重点)照明	104
5.4.10	节日彩灯	104
5.4.11	夜间照明灯	105
5.4.12	闪光灯和台灯	105
5.4.13	荧光灯管替代品	107
5.4.14	更新旧灯泡	107
5.4.15	植物生长灯	111
5.4.16	液冷式 LED 灯	111
5.5	本章小结	112
第 6 章	灯具及其控制器	114
6.1	灯具的类型	115
6.1.1	防潮等级	115
6.1.2	能源之星认证	116
6.1.3	落地灯	117
6.1.4	台灯	117
6.1.5	壁灯	117
6.1.6	梳妆灯	117
6.1.7	吊灯	117
6.1.8	枝形吊灯	118
6.1.9	吊扇灯	118
6.1.10	导轨灯和电缆灯	119
6.1.11	嵌入式灯具	120
6.1.12	悬挂式筒灯	120
6.1.13	嵌入式筒灯	121
6.1.14	橱柜灯	122
6.1.15	建筑照明灯	122

X 绿色照明知识读本

6.1.16 高棚和低棚灯	122
6.1.17 户外照明灯	123
6.2 低压照明灯	124
6.3 照明控制器	127
6.3.1 调光器	127
6.3.2 移动感应和人体感应传感器	129
6.3.3 光电传感器	130
6.3.4 定时器	130
6.3.5 一体化(集成)灯具	130
6.3.6 无线传感器	131
6.3.7 全屋和全楼控制系统	132
6.4 本章小结	134
第7章 环保的照明材料与运作流程	135
7.1 参观 Fire & Water 照明公司	137
7.2 生态友好型材料	140
7.3 时尚的再生材料灯具	144
7.4 无毒害的表层涂饰	146
7.5 灯具的可回收性	147
7.6 精简用料	148
7.7 包装材料	149
7.8 生产运营	149
7.9 运输	150
7.10 自己制作灯具	150
7.11 本章小结	151
第8章 最佳照明策略与天然采光照明	153
8.1 室内照明策略	153
8.1.1 了解何时该关灯	154
8.1.2 避免强光照明	155
8.1.3 为你的工作选择恰当的照明光源	155
8.1.4 不同功能房间的照明	155
8.2 户外照明	160
8.3 照明维护	161
8.4 天然采光照明	162

8.5 天窗	167
8.5.1 先进的日光采集法	170
8.6 本章小结	170
第9章 太阳能和下一代照明	172
9.1 太阳能照明	172
9.1.1 太阳能户外灯	175
9.1.2 发展中国家的太阳能灯	179
9.2 下一代照明技术	181
9.2.1 有机发光二极管	181
9.2.2 量子点发光二极管	182
9.2.3 Vul	183
9.2.4 等离子体照明（和熔岩灯）	183
9.2.5 高度概念型的未来照明系统	186
9.3 本章小结	186
相关文献	187

第 1 章

改变照明方案的益处

除非你从事电影、摄影或是室内设计，不然你可能很少有机会对照明有过多的考虑，但是，照明是我们家庭和工作环境中一个重要的组成部分，并以各种不同的方式影响着我们的生活。除了帮助我们能够目睹事物和完成我们的日常工作，照明还会影响我们的行为和感受的方式。

在如何设计我们的房屋时，照明扮演着一个重要的角色。由于照明也是全球能源消耗和污染的主要来源（不仅仅在于它所消耗的能源，还在于它本身所消耗的硬件设备），我们已经迫切地需要去寻求一种最符合可持续发展和环保的可能的照明方式，这就是绿色照明（见图 1-1）。

本书将确定一些可持续照明的环节、告诉你如何省钱、使你的生活和工作更加精明、通过照明改善你房间的装饰风格，同时也在帮助我们的地球。本书关键主题包括：

- 1) 为什么我们应该使照明绿色化？
- 2) 哪些照明产品能够最有效地节约能源且由可持续原材料制造？
- 3) 某些照明技术为什么、在何种条件下优于其他的照明技术？
- 4) 如何把这些技术应用到你的家庭或企业中？
- 5) 在你的生活中如何充分利用照明？
- 6) 怎样获得绿色照明技术？
- 7) 哪些先进的照明技术正在开发并可以很快地投入使用？



图 1-1 在绿色照明中，发光二极管（LED）灯（左）正逐步地代替紧凑型荧光灯（CFL）（右），因为前者的效率更高、寿命更长
（布莱恩·克拉克·霍华德拍摄）

1.1 照明的巨大开支

据美国能源部（DOE）统计，美国家庭平均有 9% ~ 20% 的电费是用于照明的（见图 1-2），也就是 90 ~ 180 美元，因为美国家庭的平均年电费是 900 美元。

对于商业建筑，照明占平均用电量的 38%（见图 1-3），这是很重要的，因为商业建筑的能源成本占总营业费用的 30%。

作为一个国家，美国大约 1/4 的用电量用于照明，每年的费用高达 370 亿美元，全国所有的建筑物用电量约占总用电量的 66%，单办公大楼每年就要消耗 2300 万兆瓦时（MW·h）的电力，相当于所有商业能源需求的 28%。重要而且可能令人感到震惊的一点是建筑物

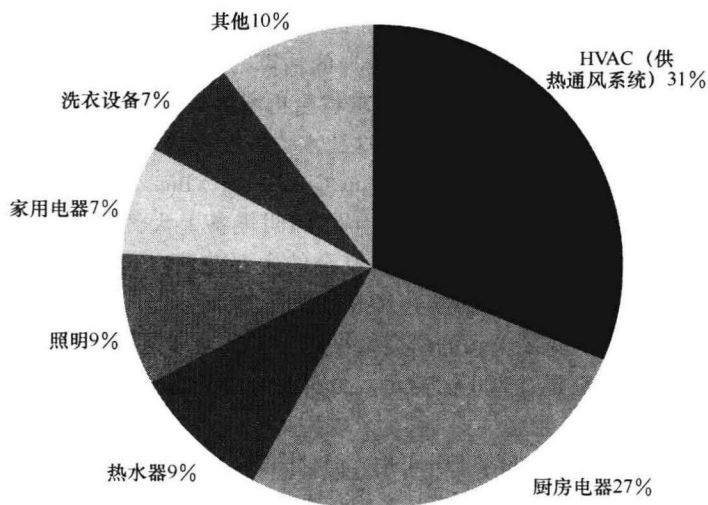


图 1-2 美国家庭年度平均电费的分布统计图
(全球气候变化皮尤中心提供)

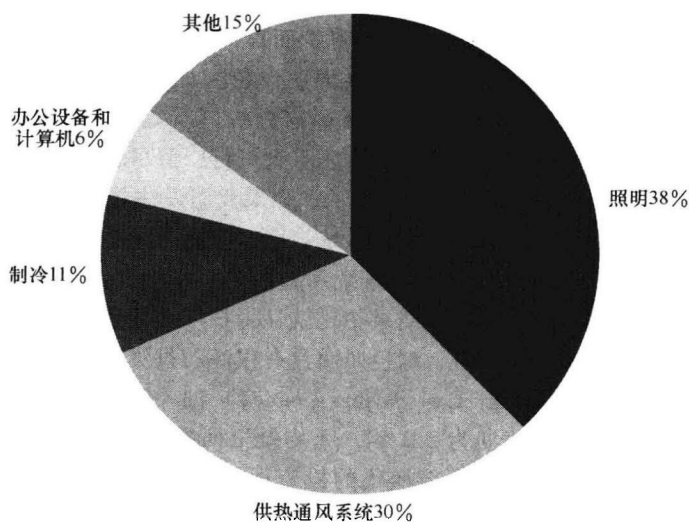


图 1-3 美国商用企业年平均电费的分布统计图
(全球气候变化皮尤中心提供)

4 绿色照明知识读本

的电力消耗从 1989 年到 2005 年翻了一番。根据加州能源效率营销计划——省电行动（Flex Your Power）的估算，如果这样的增长率持续下去，到 2030 年建筑物的电力需求将会再增加 150%。从全球范围来看，大约 20% 的电力用于照明，这比水力或核能的发电量还要多。

根据法维翰咨询公司（Navigant Consulting, Inc.）提供给美国能源部的一份报告中称，美国人每年在照明设备上大约花费 119 亿美元，其中白炽灯花费 27 亿美元，其余的主要花费在包括灯具、灯具部件（包括镇流器和控制器）和相关的配套服务上。美国弗里多尼亚（Freedonia）集团公司的研究数据认为，从全球范围来看，随着白炽灯的市场份额超过 200 亿美元，照明硬件设备的市场份额预计每年将超过 1000 亿美元。

这些数字可能看起来十分可怕，但它同时也隐藏着一个巨大的机遇，也就是通过节能法案并让股东、客户、机构以及业主由此获利。在美国，大概有 2/3 的电力是由石化燃料产生的，因此减少我们的耗电量对环境具有重大的正面作用，美国能源部认为，采取简便有效的节能措施最多可节约能源或者说是电费达 65%（通常为 30%）（见图 1-4）。

“省电行动”指出，对于商业建筑而言，升级照明设备很容易就能减少 40% 的电费，并且升级可在照明设备的日常维护过程中完成，事实上，当今的照明技术效率可比标准白炽灯及其灯具高 98%，虽然在实际应用中要全面做到这一点还不太可行，但尽管如此，国际能源机构（IEA）发表的一份报告显示，如果我们设法将所有的照明设备都更换成现有的最高效的照明系统，全球范围内的总用电量大约可以减小 10%。当然，节能照明系统所减少的二氧化碳排放量与利用风能和太阳能发电所取得的结果相比就显得相形见绌了。

可能最令人兴奋的是，绿色照明具有很高的投资回报率，能源成本节省委员会（Energy Cost Savings Council）的一项分析报告估计，照明改造的平均回收期为 2.2 年，平均投资回报率（ROI）为 45%，根据这份报告，照明的更新换代的投资回报速度仅次于电表和显示器，并且明显优于平均回收期为 4.3 年的立地发电^①。

① 指利用各种太阳能电池板或燃料电池来发电的技术。——译者注

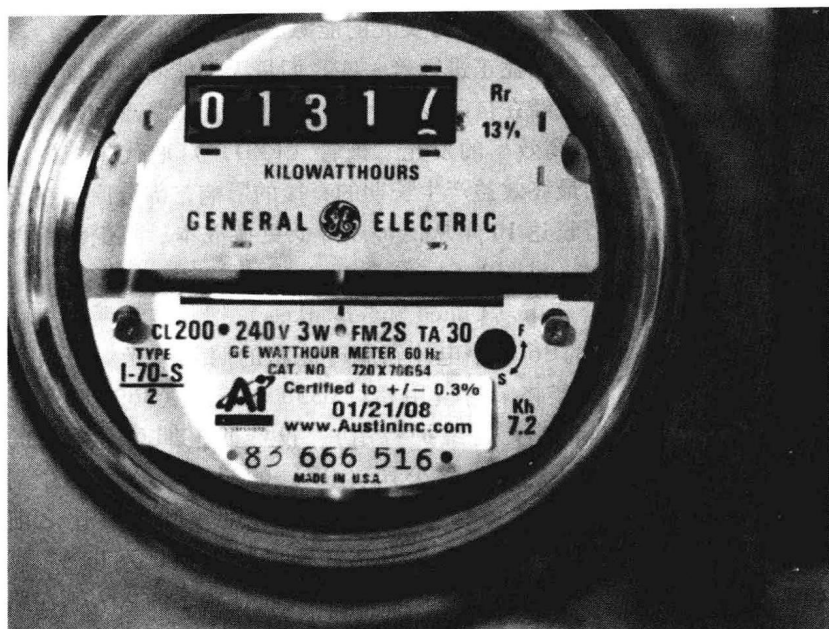


图 1-4 美国约 1/4 的电力用于照明，产生的电费为 370 亿美元/年
(布莱恩·克拉克·霍华德拍摄)

1.1.1 企业看到了节能的曙光

美国最大的不动产投资信托公司——办公物业投资公司最近完成了 20 栋建筑的照明系统改造，这一改造节省了 170 万美元，其位于新泽西的机构——华纳·兰博特 (Warner-Lambert)^① 制药厂除了采取其他节能措施以外，还用更高效率的发光装置来取代超过 10 万盏的荧光灯和白炽灯。这样的升级每年可节省电费 140 万美元，并且每年可减少 11000t 的二氧化碳排放量。伊诺万斯投资策略评估顾问公司 (Innovest Strategic Value Advisors) 的一份分析指出，拉昆塔 (La Quinta) 酒店最近在它的许多房产内安装了节能照明，将其整体用电

① 现在为辉瑞公司的子公司。——译者注