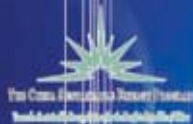



# 中国双端荧光灯能效标准 技术支持报告

Technical supporting report for China energy efficiency  
standard of double-capped fluorescent lamps



中国标准研究中心   
China National Institute of Standardization  
二〇〇二年十月

# 目 录

前 言.....	1
1 世界部分国家的荧光灯能效标准简介.....	7
1.1 美国.....	7
1.2 加拿大.....	8
1.3 新西兰.....	8
1.4 日本.....	9
1.5 韩国.....	10
1.6 泰国.....	11
1.7 香港.....	13
2 中国荧光灯的市场状况.....	14
2.1 电光源概述.....	14
2.1.1 电光源发展的历史追溯.....	14
2.1.2 主要电光源的技术指标（国际平均先进水平）.....	14
2.2 荧光灯发展历程.....	15
2.2.1 中国目前电光源的整体状况.....	15
2.2.2 荧光灯发展过程简介.....	16
2.3 荧光灯市场产品结构的变化.....	18
2.4 双端荧光灯和紧凑型荧光灯在家庭和公共照明中所占份额.....	20
2.5 荧光灯的成本与价格的构成.....	21
2.6 双端荧光灯生产企业及所占市场份额.....	23
2.7 我国荧光灯发展预测.....	26
3 双端荧光的技术特性.....	29
3.1 产品分类.....	29
3.1.1 荧光灯的基本分类.....	29
3.1.2 双端荧光灯的分类.....	29
3.2 产品的主要技术参数.....	30
3.2.1 启动特性.....	30
3.2.2 灯功率.....	32
3.2.3 光通量.....	32
3.2.4 光通维持率.....	32
3.2.5 颜色特征.....	32
3.2.6 寿命.....	32

3.2.7	光效.....	34
3.3	各类荧光灯的比较.....	35
3.3.1	卤粉荧光灯与三基色粉荧光灯的比较.....	35
3.3.2	T5、T8、T9、T12 荧光灯的比较.....	36
4	工程分析.....	38
4.1	简介.....	38
4.2	产品分类.....	39
4.3	基准产品.....	40
4.4	可选技术方案.....	40
4.5	工程分析模型中的输入数据.....	41
4.5.1	年照明时间的确定.....	42
4.5.2	初始流明（光效）的确定.....	43
4.6	工程分析结果.....	46
5	产品寿命周期成本和回收期分析.....	50
5.1	寿命周期成本和回收期的概述.....	50
5.1.1	产品寿命周期成本.....	50
5.1.2	回收期.....	51
5.2	寿命周期成本和回收期分析模型中的输入数据.....	52
5.2.1	双端荧光灯管的价格.....	53
5.2.2	电的价格.....	54
5.2.3	不同照明场所的年照明时间及折现率.....	59
5.2.4	服务年限.....	60
5.3	寿命周期成本及回收期分析结果.....	61
5.3.1	寿命周期成本分析结果.....	61
5.3.2	回收期分析结果.....	64
5.4	敏感性分析.....	66
5.4.1	电价对寿命周期成本的影响.....	66
5.4.2	折现率对寿命周期成本的影响.....	67
6	标准中主要技术指标的确定.....	68
6.1	能效等级的划分.....	68
6.2	能效限定值（第 3 级）的确定.....	69
6.3	节能评价值（第 2 级）的确定.....	69
6.4	目标能效值（第 1 级）.....	70
6.5	目标能效限定值（超前指标）.....	70
6.6	双端荧光灯的寿命要求.....	71

6.7	同其它国家能效限定值的比较.....	71
7	国家能源节约总量和环境影响分析.....	73
7.1	分析方法概述.....	73
7.2	输入数据.....	74
7.2.1	分析年限.....	75
7.2.2	双端荧光灯的年产量增长率和年产量预测.....	75
7.2.3	14W 至 65W 双端荧光灯占直管荧光灯总产量的比例.....	76
7.2.4	T5、T8、T9、T10 和 T12 双端荧光灯所占的比例；.....	76
7.2.5	14W 至 65W 双端荧光灯在四个照明领域的产量分布比例.....	77
7.2.6	各类双端荧光灯（按功率范围类）所占的比例.....	77
7.2.7	年平均照明时间.....	78
7.2.8	各类双端荧光灯的平均寿命.....	78
7.2.9	各类双端荧光的平均年存活率.....	78
7.2.10	保有量.....	79
7.2.11	电价预测.....	79
7.2.12	单位产品能耗及节电量.....	80
7.2.13	折现率.....	81
7.2.14	火力发电废弃排放物数量与发电量之间的换算系数.....	81
7.3	分析结果.....	81

附件：国家标准《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》报批稿

# 前 言

## I 项目背景

从 20 世纪 80 年代初开始,世界上许多国家先后制定和实施了照明产品的能效标准,作为提高照明电器能源效率的主要措施,并取得了可观的经济、社会和环保效益。

随着我国国民经济的迅猛发展、人民生活水平的不断提高,电力需求量迅速增长,而照明用电作为电力消费的一个重要组成部分,已占总电力消费的 13%,并且照明用电正在以每年 15%的速率增长。但是,目前我国照明产品的能源利用效率普遍较低,在使用终端和市场上存在着大量的高耗能照明产品,这些高耗能照明产品不但浪费了大量的照明用电,而且还增大了电力总需求量和电网高峰负荷,同时在电力生产过程中还将对我们赖以生存的环境造成不良的影响。所以,研究、开发并推广应用效率更高、质量更好的光源,在提高照明水平的同时,大幅度节约照明用电是照明电器行业发展的主要方向。为配合《中华人民共和国节约能源法》的实施和“中国绿色照明工程”的深入开展,提高双端荧光灯的能源利用效率,引导企业的节能技术进步,促进荧光灯产品的市场竞争力,由国家经济贸易委员会资源节约与综合利用司、国家质量技术监督局标准化司共同提出了制定“双端荧光灯能效标准”的计划。1999 年,本标准被列入了国家标准制、修订计划中。

本标准的技术归口单位为:全国能源基础与管理标准化技术委员会,负责起草单位为中国标准研究中心,项目组主要参加单位和成员有:北京电光源研究所、国家电光源质量监督检验中心(北京)、国家电光源质量监督检测中心(上海)、南京华东电子集团公司、北京松下照明光源有限公司、浙江阳光集团股份有限公司、国家计委能源研究所。

标准主要起草人:刘伟、李爱仙、屈素辉、道德宁、华树明、俞安琪、赵跃进、陈海红、姚念稷、杭军、刘虹。

本标准第一阶段的研究与起草工作得到了美国可持续能源项目的资助,包括

数据和资料的收集，对标准起草人员的专业培训、标准的工程经济分析、标准讨论稿的形成等。后期的征求意见稿的形成、全国范围内的征求意见、返回意见的处理、送审稿的形成、专家审定会议以及报批稿的形成等活动则得到了 CLASP 的资助。2001 年年底，本标准也被纳入了第二期“中国绿色照明工程”活动中，成为其中一项重要的研究工作内容。

此外，本标准的研究与制定工作得到了美国劳伦斯·伯克利国家实验室及其专家的技术帮助。

## II 项目的主要工作过程

- 成立起草组

标准立项后，于 2000 年上半年开始筹备组建标准起草组，并于 2000 年 7 月 20 日正式成立了标准起草组。标准起草工作组由中国标准研究中心负责。

- 第一阶段数据收集与整理

为了全面了解中国荧光灯的生产状况及光效水平，全国能标委、中国标准研究中心于 2000 年 7 月首先向全国 188 家荧光灯生产企业寄发了《关于调查荧光灯产品有关情况的函》和《荧光灯产品调查表》。在回收到相关数据的同时，起草组进行了大量的市场调查，走访了灯具市场、五金商店及百货商店，收集了大量中国双端荧光灯的市场价格及销售情况的资料，同时走访了有关部门及照明专家，还在北京和广州参观了两个照明产品展览会，获得了有关双端荧光灯的产量、发展趋势以及能效水平等数据。另外，起草组对全国各地的电费价格情况做了调查，还从各有关照明工程会议、期刊杂志，Internet 等方面收集了我国部分省市及地区的电价及一些国内外资料，并向国外有关专家发送了几十封信件，获得了韩国、泰国、澳大利亚、新西兰等国的荧光灯能效标准数据，为进行能效标准的工程经济分析工作做好了准备。

接着，进行了样品采集工作，共采集了 100 多个不同规格的双端荧光灯样品及价格数据，北京松下照明光源有限公司、浙江阳光集团股份有限公司、南京华东电子集团公司等厂家提供了 21 个样品和数据。样品规格从 T5 到 T12，功率

从 6W 到 40W 不等。另外，国家电光源质量监督检验中心提供了 1997 年全国电光源检测中有关双端荧光灯的检测数据，使起草组获得了双端荧光灯能效状况的第一手资料。这些数据为科学的制订标准奠定了基础。随后，购买的样品被送到国家电光源质量监督检验中心进行检测，获得宝贵的实验数据。

2001 年年底，本标准被列入中国绿色照明促进项目，为了使数据更加完整，并反映目前的能效水平，2002 年起草组又委托国家电光源质检中心（上海）进一步收集 60 个样本并进行了测试。课题组总共收集到 6W~40W 样本数据 293 个，其中 14W~40W 的数据共 245 个。

- 第一阶段数据分析与能效指标的确定

为了使标准中的指标在技术上可行、经济上合理，起草组学习了美国有关照明系统和产品能效标准的分析、制定方法，并将其应用到双端荧光灯国家标准的分析与制定过程中。起草组在对市场采集及实验获得的大量数据进行细致的分析处理基础上，利用技术经济分析模型，经过比较系统而全面的工程分析、寿命周期成本分析及回收期分析后，初步确定了双端荧光灯能效标准中的能效限定值和节能评价价值指标。然后利用国家节能影响分析模型对标准实施后可能获得的节能效益、环保效益、经济效益等进行了详细的计算和预测，为最终确定能效标准中的指标提供了强有力的技术依据。

在完成了系统的工程分析、寿命周期成本分析和回收期分析、国家节能影响及环境分析，并初步确定能效标准中的能效限定值和节能评价价值之后，起草组编写出了标准的讨论稿，经起草组所有成员开会讨论修改后形成了征求意见稿初稿。之后，起草组将标准的征求意见稿初稿发给有关部门和专家征求意见。

2001 年 5 月 16 日，中国标准研究中心在北京召开了起草组扩大工作会议，国家经贸委资源节约与综合利用司、国家质检总局标准化司的有关领导、起草组主要成员以及部分专家参加了会议。美国 LBNL 的专家林江博士也应邀参加了会议。会议经过认真的讨论，对标准进行了修改，形成了标准征求意见稿的第二稿。

- 标准内容及能效指标的进一步调整

本标准于 2001 年年底被列入第二期“中国绿色照明工程”“能效标准分项目”。根据项目的要求及我国节能管理工作的最新需要，标准中除了原有的能效限定值、节能评价值之外，还需要增加能效等级以及超前性能效指标等内容。为此，在原有工作的基础上，起草组在 2001 年年底和 2002 年第一季度对国内、国外的荧光灯能效标准和产品标准的情况以及国内荧光灯的市场状况进行了更为细致的补充调查。同时和有关单位及专家（国内专家 10 名、国际专家 1 名）进行合作，进一步补充工程技术分析所需数据，以便完成最终的工程技术分析报告。

2002 年 4 月 4 日起草组在北京召开了专家研讨会。会议对本标准应包括的内容以及技术问题进行了充分的讨论，与会代表一致认为：为了配合国家一系列节能管理制度的实施，本标准的内容应包括能效限定值、等效等级、节能评价值。根据国家经贸委的要求在该标准中特别加入目标能效限定值的内容。会议还就能效等级的划分原则进行了讨论初步肯定了课题组的分级构想。根据此次会议精神，课题组重新起草了本标准的讨论稿。

为了广泛听取企业意见，2002 年 5 月 28 日经与“绿照办”协商，由中国标准研究中心组织在江苏镇江召开了企业研讨会。会议对能效等级的划分、能效参数的选择以及节能评价值等进行了热烈的讨论，并针对标准中能效限定值和节能瓶价值的确定，以及能效等级、目标能效值及目标能效限定值的确定提出了具体的修改建议。

按照项目进程，2002 年 7 月 5~6 日，在北京召开了由标准起草组和项目专家参加的工作组会，会上针对镇江会议提出的意见和建议进行了认真的研究，经修改，完成了本标准的征求意见稿。

2002 年 8 月，征求意见工作在全国进行，共向有关的研究院所、大专院校、生产企业、政府节能主管部门以及部分专家发出征求意见稿 80 份，截止到 8 月底，共收到书面返回意见 15 份，35 条修改建议（见意见汇总处理表）。

2002 年 9 月 4 日—5 日，起草组在浙江上虞再次召开了起草组会议，参加会议的有起草组成员及“绿照办”的领导。与会人员对征求意见稿的反馈意见进



行了详细而认真的处理，形成了本标准的送审稿。

2002年9月12日，标准的专家审定会在北京中国标准研究中心召开，来自国家经贸委，绿色照明项目办公室、能源基金会以及能源界和照明界的专家、中国标准研究中心的领导以及编制组共30多人出席了会议。会议对标准文本逐条逐句地进行了热烈而深入的讨论和修改，最后一致通过了对本标准的审查。根据会议提出的修改意见，起草组于10月份完成了本标准的报批稿。

### III 标准的主要内容

本标准有四个主要内容，第一是规定双端荧光灯能效等级，第二是双端荧光灯的能效限定值，第三个是双端荧光灯的节能评价值，第四是双端荧光灯的目标能效限定值。它们对产品能效的提高具有不同的作用：

◇ 能效等级可以向消费者提供产品的总体能效信息，并且可以作为实施双端荧光灯能效标识制度的依据；

◇ 能效限定值属于强制性指标。该标准中的能效限定值将针对双端荧光灯行业监督管理，防止能源利用率低的双端直管荧光灯产品进入市场，是国家淘汰高耗能双端荧光灯的依据；

◇ 节能评价值则属于推荐性指标，是开展节能产品认证的技术依据；

◇ 目标能效限定值提供了一个将在2005年开始生效的能效限定值指标。该指标为生产企业提供一个国家能源政策信息，使企业有一定的时间去提高用能产品的节能技术，改进产品结构和生产工艺，从而变堵为疏，使产品的能效能够在—个良性环境中稳步提高，并进一步促进产品的更新换代。

### IV 项目的实施效果预测

中国目前市场上双端荧光灯的能效水平同国际上发达国家相比有较大的差距，有着巨大的节能潜力。而且由于中国的经济正在高速发展之中，建筑业及其照明产业的发展也十分迅速，照明节电的潜力非常明显。

标准的实施所带来的节能效果及环境影响以及经济效益同应用于新增建筑

的灯的比例有关。据项目组计算，从标准实施的 2003 年到 2012 年 10 年间，如果所有的双端荧光灯都是用于新增建筑的照明，则双端荧光灯能效标准的实施在全国可累计节电 2080 亿千瓦时，减少 CO<sub>2</sub> 排放 2.6 亿吨，同时也节约照明电费 883 亿元（107 亿美元）。扣除增加的 87 亿元成本（11 亿美元），净收益为 796 亿元（96 亿美元）。如果有四分之一的产品用于新增建筑，而另外四分之三用于替换旧的低光效产品，则 10 年累计节能量为 520 亿千瓦时，减少 CO<sub>2</sub> 排放 0.6 亿吨，同时也节约照明电费 221 亿元（27 亿美元）。扣除增加的 87 亿元成本（11 亿美元），净收益为 134 亿元（16 亿美元）。

## V 报告的主要编写人员

刘 伟 高工 中国标准研究中心

李爱仙 高工 中国标准研究中心

屈素辉 高工 北京电光源研究所

此外，本报告的编写得到了项目组其他同志的帮助和支持，美国 LBNL 的林江博士也对本报告进行了审阅、修改，在此一并表示感谢。

# 1 世界部分国家的荧光灯能效标准简介

为了节约能源、保护环境，提高用能产品的能源利用效率，许多国家陆续从70年末开始制定、实施家用电器和照明产品能效标准，并取得了很好的社会和经济效益。能效标准的有效实施积极推动了用能产品的节能技术进步，对不断提高能效水平、减缓环境污染、降低消费者使用成本发挥了重要的作用，并成为许多国家能源政策的基石。

由于各个国家节能、环保政策不同，经济条件不同，市场状况不同，生产和销售情况不同，因而各个国家能效标准的内容也各不相同。下面简要介绍一下部分国家的荧光灯能效标准。

## 1.1 美国

美国有关照明节能的规定非常复杂，涉及能源部等政府部门以及各州政府。照明能效标准是由政府以法规形式颁布的，要求强制执行。

1992年10月颁布的美国能源政策法案（EPA Act）中全面包含了照明节能的标准和规范，荧光灯也在其中。法案中关于荧光灯节能要求和规范的内容有3部分：

一是包装标志，要求 F40、F40/U、F32T8、F32T8/U、F96T8、F96T12/HO 等产品均需标明光效指标，使消费者可根据自己的使用要求选择光效较高的产品，该规定自1995年5月15日起实施；

二是就普通照明用的4英尺、2英尺U型、8英尺细管径和8英尺高光输出的荧光灯规定了荧光灯的最低效率要求，也就是能效标准，以及标准的生效日期。根据规定，荧光灯必须满足强制性最低光效（流明/瓦特）要求和显色指数限值。这些要求有效地限制了38mm普通功率卤粉荧光灯（如40W、75W、110W），而功率降低型卤粉荧光灯（如34W、60W、95W）则能达到要求，其他比较高效的灯如用稀土做荧光粉的26mm（T8）和38mm灯也能满足标准要求。标准的具体内容见表1—1；

在标准的过渡期后，所有在美国生产或进口到美国的荧光灯必须满足相关标准的规定。4 英尺灯管标准的过渡期是 3 年，8 英尺灯管标准的过渡期是 18 个月。

三是规定了对能效标准的修订要求和修订时间表，因为随着照明技术的发展与进步、照明产品的不断开发和研制，产品会逐渐更新换代，指标也会不断提高。标准的及时修订会进一步促进照明行业的健康发展。

表 1—1 美国一般照明用荧光灯能效标准的主要内容

荧光灯类型	额定功率 (W)	最小光效 (lm/W)	最低显色指数 (CRI)	生效日期
48 英寸双插脚灯座荧光灯 (F40, FM28, F2T8)	>35	75	69	1995.11.1
	≤35	75	45	1995.11.1
24 英寸 U 形荧光灯 (F40/U, F32T8/U)	>35	68	69	1995.11.1
	≤35	64	45	1995.11.1
96 英寸细长荧光灯 (F96T12, F96T8)	>65	80	69	1994.5.1
	≤65	80	45	1994.5.1
96 英寸高输出荧光灯	>100	80	69	1994.5.1
	≤100	80	45	1994.5.1

## 1.2 加拿大

加拿大荧光灯最低能效值于 1996 年 2 月 1 日生效，这些值等同于美国 1994 年和 1995 年生效的相同产品的最低能效值要求。

## 1.3 新西兰

新西兰于 2001 年发布了普通照明用管型双端荧光灯的最低能源性能要求标准，NZHB 4782.2:2001。该标准规定了不同种类双端荧光灯的最低光效要求及 70%标称寿命时的光效要求。虽然该标准在制定时没有考虑到可用于能效标识的能效等级问题，但采用的能效分级方法同我国标准中的类似，不同的是中国分为 1、2、3 级而新西兰将能效等级分为 P、Q、R、S 级。详见表 1-2。

表 1-2 新西兰双端荧光能效等级

分类	长度(mm)	550-600	850-900	1150-1200	1450-1500
	功率(W)	16-20	20-40	20-80	35-65
P	初始光效 $F_{100}$	待定			
	维持光效 $F_M$				
Q	初始光效 $F_{100}$	$F_{100} \geq 70.0$	$F_{100} \geq 74.0$	$F_{100} \geq 85.0$	$F_{100} \geq 85.0$
R	初始光效 $F_{100}$	$F_{100} < 70.0$	$F_{100} < 74.0$	$F_{100} < 85.0$	$F_{100} < 85.0$
	维持光效 $F_M$	$F_M \geq 57.5$	$F_M \geq 61.0$	$F_M \geq 70.0$	$F_M \geq 70.0$
S	初始光效 $F_{100}$	$F_{100} < 70.0$	$F_{100} < 74.0$	$F_{100} < 85.0$	$F_{100} < 85.0$
	维持光效 $F_M$	$F_M < 57.5$	$F_M < 61.5$	$F_M < 70.0$	$F_M < 70.0$

注： $F_{100}$  为双端荧光灯燃点 100 小时试的初始光效； $F_M$  为 70% 标称寿命时的光效。

该标准规定，每个双端荧光灯应当满足 Q 或 R 的要求。不能满足 Q 或 R 的要求的产品将被归为 S 类，为禁止生产和销售的产品。

## 1.4 日本

日本从 1940 年开始研制荧光灯，1949 年生产出直管型 40 瓦白色荧光灯 FL40 后，荧光灯在所有的照明领域便逐渐普及起来。

同美国情况类似，日本的用能产品能效标准也是以法律形式颁布的，要求强制实施。

日本的《关于合理使用能源的法令》（简称《节能法》）于 1979 年首次颁布，法案中规定了家用电冰箱和单冷空调器的能源效率标准。1994 年，修改后的《节能法》中又有 3 种荧光灯具被规定了 2000 年要达到的能源效率标准（见表 1—3），同时要求在产品目录、包装等处注明产品的规格、耗能量、能效指标以及其他一些信息。目前，日本的法案又对荧光灯具能效值进行了调整（见表 1—4），新的标准将在 2005 年生效。

表 1—3 日本 2000 年生效的荧光灯能效标准

荧光灯用途	能效目标 (lm/W)	标准生效日期
用于商业及公用事业	75	2000 年 1 月 1 日
居民用照明	65	2000 年 1 月 1 日

表 1—4 日本 2005 年荧光灯能效调整目标值

种类		最低能效 (lm/W)
直管	100W,快速启动器	79
	40W,高频	86.5
	40W,快速启动器	71
	40W,启动器	60.5
	20W,启动器(电子镇流器)	77
	20W,启动器(电感镇流器)	49
环管	≥72W	81
	62W-72W	82
	<62W(电子镇流器)	75.5
	<62W(电感镇流器)	59
台灯(紧凑型荧光灯)		62.5
直管台灯		61.5

## 1.5 韩国

韩国的荧光灯能效标准包括两部分内容，一是最低能效指标（表 1—5），另外，韩国还规定了 3 种荧光灯的能效等级指标（详见表 1—6，1—7，1—8），将荧光灯分为 5 级，1 级能效最高，5 级能效最低。

表 1—5 韩国荧光灯最低能效值

类型		功率 W	最低能效(lm/W) <sup>(1)</sup>	目标能效 (lm/W) <sup>(2)</sup>
直管型	T10	20	55.0	76.0
		40	66.0	98.0
	T8	32	73.0	95.0
环形		32	52.0	68.0
		40	58.0	76.0

注：（1）2000 年 1 月 1 日生效；

（2）2002 年 6 月 30 日生效

韩国的荧光灯能效级别评定公式如下：

$$R = \frac{\text{标准中的目标能效值 [lm/W]}}{\text{商业用荧光灯能效值 [lm/W]}}$$

式中：R—荧光灯能效等级指数

表 1—6 20W 管形荧光灯(T10, Φ32mm)的能效等级

R	等级
$R \leq 1.00$	1
$1.00 < R \leq 1.10$	2
$1.10 < R \leq 1.20$	3
$1.20 < R \leq 1.25$	4
$1.25 < R \leq 1.38$	5

表 1—7 40W 环形荧光灯(T10, Φ32mm)的能效等级

R	等级
$R \leq 1.00$	1
$1.00 < R \leq 1.03$	2
$1.03 < R \leq 1.15$	3
$1.15 < R \leq 1.27$	4
$1.27 < R \leq 1.48$	5

表 1—8 32W 直管(T8, Φ26mm)及环形灯的能效等级

R	等级
$R \leq 1.00$	1
$1.00 < R \leq 1.10$	2
$1.10 < R \leq 1.20$	3
$1.20 < R \leq 1.25$	4
$1.25 < R \leq 1.30$	5

## 1.6 泰国

泰国的电力消耗中，照明约占商业耗电的 24%，民用耗电的 8%，工业耗电的 10%。在所有的照明耗电中，荧光灯的耗电约占 70%~80%。

泰国荧光灯的年产量约为 7000 万，其中 5000 万用于国内，2000 万用于出口。估计 T8 荧光灯占 1200mm 和 600mm 荧光灯销售总量的 95%以上。

目前泰国市场上主要有下列型号荧光灯，其技术特性见表 1—8：

直管 600mm 长：18WT8（直径 25mm）；20WT12（直径 40mm）；

直管 1200mm 长：36WT8；40WT12；

环管：32WT12

表 1—9 泰国荧光灯典型运行特性表

灯的类型	功率 (W)	平均流明 (lm)	平均光效 (lm/W)	标称寿命 (h)
600mm 直管 T12	20	1150	57.5	8000~14000
600mm 直管 T8	18	1150	63.9	8000~14000
1200mm 直管 T12	40	2800	70	8000~14000
1200mm 直管 T8	36	2850	79.2	8000~14000
环管 T8	32	1863	58.22	7500~12000

泰国标准 TISI236-2533 中规定了荧光灯的最低流明指标，见表 1—10。

表 1—10 泰国标准中荧光灯的最低流明规定值

颜色		最低流明	最低流明维持率(%)		光效 (lm/W)	
			2000h	70%寿命		
600mm	日光色	880	80	70	18W	48.9
	冷白	1020	80	70		56.7
	暖白	1060	80	70		58.9
1200mm	日光色	2300	80	70	36W	63.9
	冷白	2700	80	70		75.0
	暖白	2800	80	70		77.8
246mm 环灯	日光色	1400	75	70	32W	43.8
	冷白	1650	75	70		51.6
	暖白	1650	75	70		51.6

另外，荧光灯还是泰国电力管理局（EGAT）需求侧管理项目中的一个重要产品。由于 T8 荧光灯具有显著的节能效果和优越的性能，1993 年 EGAT 要求泰国的荧光灯生产商只在泰国销售 T8 的荧光灯。作为回报，EGAT 答应大力宣传这种细管径荧光的好处。1995 年 EGAT 和生产厂商达成了协议，生产厂商大部分转向了 T8 管径荧光灯的生产，只有少数厂商继续生产出口用的 T12 管径荧光灯。EGAT 预计，该项目到 1999 年将节约大约 1663GWh 的电量，将高峰电力需求减少 458MW，减少二氧化碳排放 1200 万吨。



## 1.7 香港

香港的“照明器具能效法规”中有各种类型电光源的最低能效值(表 1—11)。这一法规目前以自愿采用的方式实行。

表 1—11 香港有关法规中规定的荧光灯的最低能效允许值

灯的类型	标称功率 $L_w$	最低光效允许值 lm/W
管型荧光灯	$L_w < 18$	40
	$18 \leq L_w < 40$	50
	$L_w \geq 40$	60

## 2 中国荧光灯的市场状况

荧光灯是利用荧光粉把低气压汞蒸气放电过程中产生的紫外线转变成可见光的电光源。一般制成管形。荧光灯的发光效率高，发光面积大，光线柔和，使用寿命长，可以使光色接近日光色或其他各种颜色，是一种良好的照明光源。

荧光灯是除白炽灯外应用最广泛的气体放电光源，1936年由美国GE公司发明。在荧光灯问世的60多年里，由于其在日常生活照明中的诸多优点，很快就获得了广泛的应用。另外，荧光灯在外形、管径、色温、用途上也逐渐形成了比较完善的系列产品，正迅速渗透到生活的各个领域，就其销量和产量来说，荧光灯已经成为照明电器行业事实上的主导产品。

### 2.1 电光源概述

在阐述荧光灯的发展与现状之前，简要的描述一下电光源灯的概况，对具体了解荧光灯的作用和地位是十分有益的。

#### 2.1.1 电光源发展的历史追溯

人类采用火炬、烛光、油灯等原始照明方式，经历了悠悠的漫长岁月。直至1879年美国发明家爱迪生发明了白炽灯，人类才开始进入到电光源的照明时代。随着科学技术的进步，电光源不断发展：1931年发明低压钠灯，1936年发明荧光灯和高压汞灯，1959年发明卤钨灯，1964年发明金属卤化物灯，1965年发明高压钠灯，1973年发明三基色荧光灯，1980年发明紧凑型荧光灯，1991年发明高频无极灯等。电光源是构成照明系统的主体，123年来有了很大的发展，目前其品种已超过3000种，规格已达到5万多种。品种规格繁多的优质电光源产品的诞生，为人类迈进绿色照明的光文化时代，创造了良好的条件。

#### 2.1.2 主要电光源的技术指标（国际平均先进水平）

表 2-1 主要电光源的技术指标（国际平均先进水平）

光源种类	光效 (lm/W)	显色指数(Ra)	色温 (k)	平均寿命 (h)
普通照明白炽灯	15	100	2800	1000
卤钨灯	25	100	3000	2000~5000
普通荧光灯	70	70	全系列	10000
三基色荧光灯	93	80~98	全系列	12000
紧凑型荧光灯	60	85	全系列	8000
高压汞灯	50	45	3300~4300	6000
金属卤化物灯	75~95	65~92	3000/4500/5600	6000~20000
高压钠灯	100~120	23/60/85	1950/2200/2500	24000
低压钠灯	200		1750	28000
高频无极灯	55~70	85	3000~4000	40000~80000

从上表看出，荧光灯的光效是普通照明白炽灯的 4—7 倍，但紧凑型荧光灯的光效远低于直管形荧光灯，因此，把紧凑型荧光灯称为节能灯，将会使人们误解为紧凑型荧光灯的光效最高，比其它所有光源更节能，这实质上是对消费者的一种误导。

## 2.2 荧光灯发展历程

### 2.2.1 中国目前电光源的整体状况

中国电光源生产历史已有 83 年。目前，中国已成为世界第一大电光源的生产国，1998 年，全国电光源总产量约为 47 亿只（见表 2-2），其中直管型（双端）荧光灯约 4.2 亿只。

表 2—2 1995—1998 中国电光源的产量及出口量（单位：百万只）

	1995 年		1996 年		1997 年		1998 年		
	产量	出口量	产量	出口量	产量	出口量	产量	出口量	
总产量	4,611.6	452.5	5,255.3	517.6	5,022.7	536.0	4,642.5	919.7	
普通灯泡	2,900.0	150.0	3,412.8	141.8	3,052.7	97.8	2,623.9	423.0	
低压灯泡	340.0		338.4		303.9		300.0		
荧光灯	总产量	412.0	39.0	534.0	70.0	642.8	80.0	642.0	100.0
	T8	18.0		50.0		70.0		84.2	
	T9—12	328.0		364.0		422.8		377.8	
	紧凑型节能灯	66.0	39.0	120.0	70.0	150.0	80.0	180.0	100.0
特种灯泡	总产量	959.6	263.5	970.2	305.8	1,023.3	358.2	1,076.6	396.6
	高压汞灯	11.0	3.0	15.0	5.0	17.0	7.0	19.2	11.1
	高压钠灯	3.7	0.3	4.0	0.5	5.0	0.8	5.9	0.5
	金属卤化物灯	0.9	0.2	1.2	0.3	1.3	0.4	1.5	0.3
	卤钨灯	278.0	180.0	300.0	200.0	350.0	230.0	400.0	264.8
汽车灯泡	666.0	80.0	650.0	100.0	650.0	120.0	650.0	120.0	
电子镇流器	10.0	2.0	15.0	5.0	20.0	8.0	25.0	10.0	
电感镇流器	120.0	40.0	130.0	45.0	140.0	45.0	150.0	50.0	

资料来源：中国照明电器协会

据统计，2001 年我国各类电光源的总产量为 74 亿只（其中，不包括 12V 以下的白炽灯泡）。其中，荧光灯约 13.4 亿只，占各类电光源的 18.1%。在荧光灯类产品中，直管形荧光灯占 5.47 亿支（其中 T8 占 1.91 亿支），环形荧光灯占 0.36 亿支，紧凑型荧光灯（CFL）占 7.56 亿只。

## 2.2.2 荧光灯发展过程简介

解放前仅有上海、南京、重庆、广州、沈阳等地生产少量的灯泡。解放后，荧光灯的生产得到飞速发展。

50 年代初荧光灯产量仅为 23 万只。当时生产和应用的光源很单调，只有白炽灯和直管荧光灯两类，难以满足照明工程的需要，高大工业厂房不得不使用低光效的 500—1000 瓦白炽灯。

改革开放初期全国荧光灯产量 6300 万只（1980 年），但品种单一，全部是 T12（Φ38mm）直管型（双端）荧光灯。

从 70 年代末起，荧光灯发展最突出的特征是小型化。荧光灯的小型化向两个方向发展：一为 10mm 管径左右的紧凑型荧光灯；二为 26mm 细管径 T8 直管

荧光灯。前者必须使用耐离子及 185nm 短波紫外辐射轰击能力较强的三基色荧光粉；后者必须使用高效卤粉。荧光粉在荧光灯小型化中的作用至关重要。

由于 T8 荧光灯比老式 38mmT12 粗管荧光灯节电 10%~15%(用电子镇流器还可节电 10%~15%)，体积减小 40%，节省原材料 30%，包装、运输费用相应减少，除需要峰值电压更高的启动器外，镇流器和灯具与 T12 灯完全通用，因此，T8 在国外迅速推广，基本取代了 T12 灯。与此相反，T8 灯在国内发展缓慢，远远低于紧凑型荧光灯在国内的发展速度。究其原因，主要是国产高效卤粉质量达不到要求。目前国内市场的 T8 灯，主要是飞利浦照明公司、GE 照明公司、松下电工株式会社在中国的合资企业的产品，材料靠进口。

80 年代是中国电光源发展最迅速的时期，由于陆续引进英国、日本、匈牙利等国外先进设备和生产技术，荧光灯生产能力相继大幅度提高。据统计，1985 年，我国荧光灯产量为 1.08 亿只，到 1990 年，荧光灯产量上升到 2.15 亿只。

80 年代末、90 年代初，华东电子管厂与荷兰飞利浦公司以合资方式生产出 T8 细管径直管荧光灯，比使用了几十年的 T12 荧光灯光效高，寿命长，得到迅速推广。90 年代除了继续改进、发展高效光源外，中国紧跟世界潮流，于 90 年代中期研制出管径更细的 T5 直管荧光灯，目前已批量投产；另外还研制成功直流荧光灯，它以无频闪、无电磁辐射等优点进入市场。据统计，1994 年，中国荧光灯的产量为 2.5 亿只，1998 年，荧光灯产量则翻了 1 倍多，达到 6.8 亿只，其中 T12、T10、T8 等各种直管荧光灯约 4.2 亿只，T8 灯的产量达 8423 万只，占直管荧光灯总量的 20%。

图 2—1 是 1980-1998 年中国荧光灯产量增长示意图，此期间荧光灯的平均年增长率为 55%。

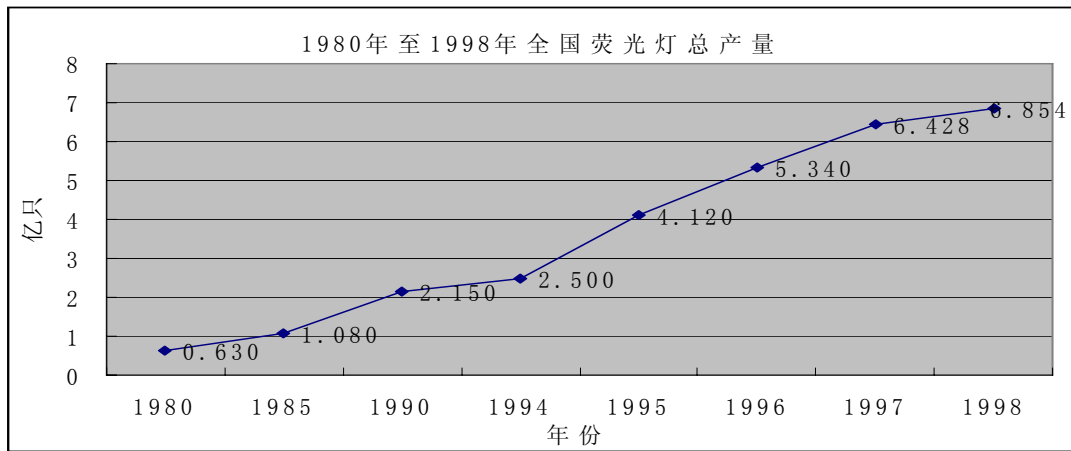


图 2—1 1980—1998 年我国荧光灯产量增长示意图

### 2.3 荧光灯市场产品结构的变化

迄今为止，荧光灯仍然是气体放电灯中产销量最大、应用最广的室内照明光源。其中管形荧光灯由于生产时间较长，产品质量相对比较稳定。70 年代的能源危机加速了荧光灯的发展，之后市场上相继出现了节电、省料、高效的 T10、T9、T8 和 T5 细管径荧光灯；90 年代中国“绿色照明”工程正式启动后，体小、量轻、长寿的紧凑型荧光灯发展迅猛，其增长势头明显快于其他产品，但存在产品质量良莠不齐，市场无序竞争等问题。

表 2—3 给出了近年来全国电光源主要产品产量所占比重的大致情况。

表 2—3 90 年以来几种主要光源的比重变化 (%)

		1990	1992	1994	1996	1998	2000 (预计)
普通白炽灯		71.2	69.1	56.2	50.9	50.0	45.7
荧 光 灯	总比例	8.8	8.7	6.2	7.5	12.0	11.4
	管形荧光灯	8.2	8.1	4.6	5.6	7.7	6.4
	紧凑型荧光灯	0.6	0.6	1.5	1.8	4.3	5

资料来源：中国照明电器协会

从表 2—3 可以看出，目前我国电光源生产仍以普通白炽灯为主，但荧光灯近几年产量增长的速率很快。白炽灯与电光源总产量的比例已由 1990 年的

71.2%降至 1998 年的 50.0%，而荧光灯则由 1990 年的 8.8%上升为 1998 年的 12.0%。荧光灯与白炽灯的比例、紧凑型荧光灯与直管型荧光灯的比例也呈逐年上升的趋势，这是产品结构变化中较为突出的，今后这种变化还将继续。

普通照明白炽灯和荧光灯是量大面广的照明光源。但荧光灯的寿命是普通白炽灯的 6—10 倍，光效是 4—7 倍，无疑，用荧光灯取代白炽灯是节约能源和资源的重要途径。日本荧光灯的年产量大于白炽灯，而我国白炽灯产量大大多于荧光灯。为推进“绿色照明”，通过调整产业结构和产品结构来控制白炽灯，特别是 150W 大功率白炽灯的生产 and 增加荧光灯的生产，是一项重要的产业政策。因此，最近若干年来，我国白炽灯和荧光灯的生产比例，不断得到了调整，荧光灯和白炽灯的比例，1993 年为 1：7，1997 年为 1：5，2001 年已达到 1：3，我国十五年计划的目标是 1：3.5，目前我们已提前超额实现了十五计划这一目标。

随着我国国民经济的发展和社会主义建设事业以及人民生活水平的不断提高，我国荧光灯尤其是紧凑型荧光灯、T8（26mm）和 T5（16mm）荧光灯的生产将会得到更快的发展。预计 2005 年我国荧光灯的总产量将在 2001 年的 13 亿只的基础上达到 15 亿只或更多。

目前，我国生产的直管形（双端）荧光灯产品主要有：

T12：功率从 20W~125W；

T10：功率从 18W~65W；

T9：功率从 19W~36W；

T8：功率从 15W~58W；

T5（卤粉）：功率从 4W~13W；

其中市场常见的双端荧光灯的功率范围在 18-40W。另外，目前市场上已经出现了三基色 T8、T5 荧光灯，功率从 8W~42W。

目前我国荧光灯市场的供求关系呈供大于求的局面，这主要是由于紧凑型荧光灯生产过滥。但考虑到我国经济的高速增长和人民生活水平的提高，国家基础设施的建设、企业的新建和改扩建、居民由一室一灯变一室多灯照明的转化，都将促进荧光灯需求量的增加，扩大市场容量，达到供求基本平衡。

## 2.4 双端荧光灯和紧凑型荧光灯在家庭和公共照明中所占份额

荧光灯光线柔和、发热少，选用不同的荧光粉可获得不同的光色，比白炽灯省电，是一种理想的室内照明光源，广泛应用于机关、学校、博物馆、商店、地铁和家庭等场所。

自荧光灯问世以来，它一直是学校、办公室、商店和楼堂馆所等室内照明的主要选择。随着照明和灯具行业的发展，目前荧光灯应用场所大量使用隔栅灯具，大量配用直管形 T8、T5 荧光灯，而紧凑型荧光灯由于外形、装饰性等所限，用于替代中、小功率白炽灯作局部照明较多。由于荧光灯配用电子镇流器能适应工作环境的温度变化，正常地工作，因此，可方便的应用到室外。配用电子镇流器的直管形荧光灯应用于室外做高层建筑物或城市立交桥、高架桥以及大型桥梁的轮廓照明都取得了极大成功，如北京天宁寺立交桥 2000 年采用 T8 荧光灯电子镇流器做轮廓照明，效果很好。当年冬天，夜间温度降到零下 160C 或更低，荧光灯仍正常工作，且在整个运行过程中，失效率很低。如果使用电感镇流器在这样低气温条件下，荧光灯是不可能正常启动和正常工作的。

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，人们对居住环境质量的要求也在不断地提高，照明作为居住环境的一个要素，日益为人们所关注。因此，近些年来，中国照明产品的发展很快。表 2—4 对比了中国住宅照明在 1986 年和 1996 年间所发生的变化，显示出了照明水平和质量的发展和提高。

从表中看出，1996 年平均每户照明的总功率是 1986 年的三倍，灯数则是 1986 的 2.14 倍；但是，每户荧光灯数的比例却由 35%减少到 32%，荧光灯所占照明总功率的份额也由 27%下降到 22%。这说明虽然我国的家居照明设备已提高了很大的一步，但是住宅照明节能的实施效果并不显著。随着人均住房面积的进一步扩大，我国节能、环保工作的深入开展，这一趋势回逐渐扭转。



表 2—4 中国住宅照明十年的发展

年份		1986	1996
平均每户灯数		6.5	13.9
白炽灯	个数	4.2	9.5
	平均功率 (W/个)	28.4	41.0
荧光灯	个数	2.3	2.6
	平均功率 (W/个)	20	30.3
紧凑型荧光灯	个数	0	1.8
	平均功率 (W/个)	0	18.1
平均每户照明功率 W		165.3	500.6
单位容量 (W/m <sup>2</sup> )		3.3	5.8
平均每户开灯时间 (h)		4.2	5.5

资料来源：海峡两岸照明研讨会论文集

## 2.5 荧光灯的成本与价格的构成

荧光灯销售一般采用以下几种方式：

- 生产厂商——地方经销商(灯饰城)——用户
- 生产厂商——地方经销商——百货公司——用户
- 生产厂商——地方经销商——建筑公司——用户
- 生产厂商——用户

工厂根据地方经销商对当地市场的预测及与主要百货公司的合同，适当调整后安排产品生产，将产品批量运输至主要销售地，再由当地经销商分发各零售商零售或直接销售给用户。

如果以消费者支付的零售价为 100% 计算，企业生产成本由于用户购买场所的不同，约占 25~70% 不等。

在灯的成本价格中，包括原材料费、加工制造费、劳动工资、设备折旧费等。

荧光灯生产经营成本的构成要素有：

- 原辅材料。如灯丝、芯柱零部件、荧光粉、玻管、氙气、水银、灯头、焊泥、包装物等；
- 加工费用。包括管理费用、员工工资、设备折旧、燃料动力等；
- 仓储费用；
- 运输费用。

根据 T8、T9、T10、T12 灯的实际消耗，四者的成本构成的各项列表如下。

**表 2-5 T8、T9、T10、T12 灯万支成本构成 单位：元**

对比项目	T9 型灯	T8 型灯	T10 型灯	T12 型灯
玻璃料	4940	4655	5320	6270
荧光粉	1125	2128	1550	1625
灯头	2376	2376	2420	2860
胶液	130	152	156	180
焊泥	185	171	224	264
保护环		400		
灯丝	400	600	400	400
芯柱	2547	3200	2689	3123
包装物	3560	2990	4290	4500
仓储费用	132	111	159	206
千公里运输费	1000	840	1205	1500
合计	16395	15495	18413	20928

注：a、对比灯的规格为 40W；b、T8 灯的荧光粉为高效粉，芯柱带保护环，灯头为特种灯头。

资料来源：国内某荧光灯生产企业。

由于生产成本取决于原材料，设备，生产工艺和管理水平等诸多因素，因此不同企业的生产成本略有差异。而价格取决于市场供求关系。每一年的市场价格均有所不同，即便在同一年，不同的企业的产品价格也不相同。同一企业在一年中的价格也会浮动。因此，以下给出的成本和价格均为一个范围，并以 2001 年为例。

**表 2-6 部分双端荧光灯的成本与价格**

40W T9、T10、T12	国内普通企业成本	1.80~3.20 元
	出厂价格	2.20~3.60 元
36W T8	国内普通企业成本	2.00~3.40 元
	出厂价格	2.60~4.00 元
	合资企业成本	3.60~4.40 元
	出厂价格	4.60~5.60 元
28W T5	成本	4.50~5.50 元
	出厂价格	6.50~7.50 元

目前市售产品的质量—价格状况大致可分为三类：第一类以国外照明企业在华企业为代表，产品质量好，价格高，市场份额约占 15%；第二类以国内出口型企业为代表，价格居中，市场份额约占 25%；第三类以私营小企业为代表，产品价格低，产销量大，市场份额约占 60%。这种状况体现了目前中国荧光灯市场的规律性和适应性（注：市场份额为项目组估计数字）。

经过对北京市场，重点是专门的灯具城所做的调查，初步得出北京市场主要直管荧光灯的价格，见表 2—7。需要说明的是，表中数据偏低，且波动幅度很大。这些数据主要是从灯具市场中查到的，灯具市场销售的产品量大面广，品种齐全，零售价格也接近批发价，但产品的质量良莠不齐，而且假冒伪劣产品也比较多，价格相应偏低；而比较大的百货公司销售的产品非常有限，通常只有几个品种，但多为国内大厂的知名品牌，质量有保证，其价格应比表中数据至少高出 50—100%。普通消费者从灯具市场购买产品的数量要远大于百货商店，这也是中国荧光灯市场一个比较重要的特色。

**表 2—7 主要的双端型荧光灯（卤粉）在北京市场灯具城的零售价格情况**

单位：人民币元

种类	18W	20W	30W	36W	40W
<b>T8</b>	3.4-8.0		3.3-8.5	3.8-7.5	
<b>T9</b>		3.3-6.5	4.0-6.8		5.8-6.5
<b>T10</b>		2.8-6.5	2.8-7		3-6.5
<b>T12</b>		2.8-6	2.8-6		2.8-6

## 2.6 双端荧光灯生产企业及所占市场份额

直管型（双端）荧光灯生产企业中，90 年代初年产量超过 1000 万只的只有一家，1998 年则达到 9 家。这 9 家企业 1998 年年产荧光灯 2.34 亿只，占全国管形荧光灯年产量的 55.5%。年产 500—900 万只的企业有 5 家，产量 3136.9 万只，占 7.47%。1997—2001 年双端荧光灯的产量及部分分布情况见表 2—8。

**表 2-8 1997-2001 年双端荧光灯的产量及部分分布情况**

双端	97 年	98 年	99 年	2000 年	2001 年
产量	40000	42000	45000	46000	55000
T8	5000	8000	10000	13000	19000
T5	3000	3200	3500	3900	4170

注：T5 荧光灯分两种，管径相同。一种为传统小功率，采用卤粉的灯管，4~8W 居多。另一种为现在所称 T5，三基色粉，功率范围主要在 14~28W。

2001 年国内荧光灯的产量情况见表 2-9。

**表 2-9 2001 年国内荧光灯产量**

产品名称	产量(亿只)	比 2000 年增加 (%)	备注
荧光灯	13.4	34	
其中：直管形	5.47	19	1000 万只以上产量 18 家
其中：T8	1.91	44	1000 万只以上产量 5 家
T9~12	3.15	9	1000 万只以上产量 11 家
T5	0.42	5	其中包括 4、6、8W，但 14W 以上的真正意义上 T5 不到 500 万只
环形	0.36	24	1000 万只以上产量 8 家
紧凑型	7.56	51	1000 万只以上产量 24 家
其中：一体化	5.31		1000 万只以上产量 11 家

目前国内荧光灯主要生产企业计 162 家。其中：直管形荧光灯产量在 1000 万只以上的企业有 16 家，前十家企业情况见下表 2-10。

在荧光灯这个庞大的家族中，T9 细管径直管荧光灯是中国特有的产品。全国荧光灯产销量最大的仪征新光公司早在 92 年就成功地开发出 T9 型荧光灯，并形成完善的工艺，批量生产 T9 型荧光灯，目前 T9 灯的产量已占该公司荧光灯总产量 5000 万只的 60% 以上，即 3000 万只。但是，目前由于某些原因，T9 型荧光灯尚无统一的国家标准，各生产厂家的 T9 型荧光灯产品质量和性能差别较大，在一定程度上已制约了 T9 灯的发展。

表 2-10 直管形荧光灯前十家企业情况

序号	企业名称	产量 (万只)	其中 T8 (万只)	T5 小功率 (万只)
1	佛山照明	6052	6052	
2	仪征新光	5083	2562	
3	顺德华强	5000		
4	华东电子	3982	1073	
5	南京飞东	3548	3548	
6	浙江诸暨	2543		
7	浙江晨辉	2500	500	2000
8	海岩石泉	1660		
9	成都庆光	1600		
10	南海飞扬	1520	600	

部分直管型荧光灯生产企业的具体情况见表 2-11。

表 2-11 部分直管形荧光灯厂家的产量和技术装备情况

序号	企业名称	性质	年产量 (万只)	水平 (只/小时)	生产装备来源	数量 (条)	备注
1	佛山照明	国有	6500	1200	台湾	13	2 条 T5 (500 万只)
2	仪征华明	国有	5083	1200	台湾	3+7	7 条国产线粗管
3	顺德华强	民营	5000	600	国产	—	OEM
4	南京华电	国有	3986	1360	台湾	4+11	11 条国产线粗管
5	南京飞东	合资	3548	1200	荷兰	5	
6	北京松下	合资	1501	1500	日本	1	
7	佛山欧司朗	合资	1400	2000	德国	2+1	1 条 1400 条 / 小时
8	杭州照明	国有	1000	1200	台湾	1+3	3 条国产线粗管
9	沈阳华光	国有	200	1350	日本	1	粗管
10	浙江阳光	民营	200	1200	台湾	3	T5

根据行业统计，目前生产 T9 直管形荧光灯的企业有：华东电子管厂、杭州灯泡厂、徐州灯泡厂、福州灯泡厂、成都红光灯泡厂、广东佛山南海飞阳、河南华星及宝力亚等。

T5 直管荧光灯目前只有浙江阳光集团（年产 360 万只左右）、华东电子集团股份有限公司、佛山欧司朗照明公司、上海真空电子器件股份有限公司（年产 100 万只）等几个厂家生产，年产规模不大。但 T5 型荧光灯以其光效高，寿命长，体积小特点，是节能、节材、污染小的理想室内照明光源，在国际上已公认为将是 21 世纪的标准照明光源之一，其市场前景十分广阔。

#### **目前计划发展 T8、T5 荧光灯的企业有：**

佛山照明公司：现有 8 条生产线，其中 3 条生产线已投产，3 条线正在安装，两条线已经到厂，计划明后两年再订购 7 条 T8 生产线，到 2002 年，共计有 15 条生产线投入生产，T8 年产量将达 1 亿只以上，成为全国最大的 T8 荧光灯生产企业。另外，其 T5 生产线将从现在的 1 条增加到 4 条，2002 年年产量将达到 3000 万只。

上海亚明灯泡厂：计划引进 5 条 T8 生产线，1 条 T5 生产线，年产量将达 5000 万只。

宝鸡北方照明公司：计划引进 4 条 T8 生产线，年产量将达 3000 万只。

河南博爱中光照明集团公司：现有 1 条 T8 生产线，计划引进 2 条，年产量将达 2500 万只。

另外，考虑发展 T8 荧光灯的企业有：

广州红棉保温容器实业公司、齐齐哈尔灯泡厂、丹东灯泡厂等。

## **2.7 我国荧光灯发展预测**

直管荧光灯产品自 1938 年面世至今，一直在变革改进，其中最重要的是 1978 年 T8( $\Phi 26\text{mm}$ )荧光灯的问世。在迎来了新一代稀土荧光粉应用的同时，意味着荧光灯紧凑化的开始。这两项技术改进和生产实践的成熟，在 80 年代导致了荧光灯的一个重要分支——紧凑型荧光灯的诞生。而在紧凑型荧光灯产品不断发展、功率不断扩大以及小管径灯管工艺技术的不断改进之后，90 年代中后期又推出了被认为是荧光灯新一代产品的高性能 T5 直管荧光灯。

由传统荧光灯衍生出来的三个重要品种，他们各自的发展前景如何？

紧凑型荧光灯由于其应用范围与直管荧光灯不同，互相不可替代，因此有其

自身的存在和发展前途。

T8 荧光灯是目前荧光灯的发展方向，有较强的生命力，由于相同规格的 T8 灯的长度与管脚与 T9、T10 和 T12 荧光灯完全相同，可替代 T9、T10 和 T12 荧光灯，其中最关键的是价格。目前 T8 荧光灯引进的是全自动生产线，全线 14 个操作工，产品合格率为 95%，24 小时运转，以每年运行 300 天计，年产量可达 840 万只——900 万只。如果 T8 灯生产成本在 2 元/只以下，出厂价在 3 元/只，T8 荧光灯就可抢占 T9、T10 和 T12 的市场。目前普通 T9、T10 荧光灯的最低出厂价在 2.6 元/只。如果 T8 荧光灯的出厂价能达到 2.8 元/只，T8 荧光灯将会扩大市场，T9、T10、T12 荧光灯将会退出市场，让位于 T8 节能荧光灯。而 T12 灯管由于其光效最低，将在 10 年左右的时间首先逐步被淘汰。

关于 T8、T5 荧光灯之间的对比，正如 T8 荧光灯将最终取代 T12(包括 T9、T12)一样，T5 荧光灯的出现将很快冲击到 T8 荧光灯的市场。但一种产品最终是否会消亡，将取决于它所具有的性能、特点或优势能否会被其它产品所取代，以及其成本价格是否失去了市场竞争力。如果产品的上述劣势已很清楚，则其退出市场将是不可避免的。普通卤粉 T9、T10 和 T12 荧光灯由于在各方面同 T8 灯相比都处于劣势，最终将被 T8 灯取代已经是不争的事实。但 T8 灯是否很快同样会受到 T5 的冲击，我们就产品的性能与成本价格的市场竞争力两项标准来判断，不难得出否定的结论。诚然 T5 有其生产成本低、光效高、体积小等本质上的优势，这就注定使其会在照明市场特别是在新建筑的公共照明方面受到青睐。但与 T5 灯管不同的是，T8 荧光灯管的几何学参数及接口界面设计与原有的 T9、T10 和 T12 灯管完全兼容。这一兼容性使已有的用户或熟悉原有产品的新用户可以直接改用 T8 产品，从而享受其价格或性能优势。同时，国际上又推出了超色彩的稀土三基色 T8 荧光灯系列产品。照明产品市场是一个不断扩容并具有无限想象力的市场。历史的经验告诉我们，有市场基础的照明器具，并不会因为新光源品种的出现而退出市场。最常见的情况是在新的市场拓展中，老产品所占的份额会逐渐有所减少而已。正如荧光灯的出现已有 60 年的历史，但 60 年来白炽灯并未被完全取代并且总产量也比 60 年前增长了许多倍，只是市场份额已经逐步减少，直至今日，才呈现产量下降的趋势。T8 荧光灯在可见的年份内取代 T9-T12 荧光灯的机会会远远超出被 T5 荧光灯替代的机会，因此决不会因 T5

荧光灯的出现而失去商机。此外，由于 T5 灯管对工作环境的要求，在很多地区还不适合作为室外照明或在寒冷地区的照明，这也给 T8 荧光灯保留了一块生存空间。

T5 荧光灯一起性能优势将成为室内照明和新型灯具生产商的宠儿，这种采用 T5 荧光灯的新型灯具在新建公共建筑物等照明领域无疑将独领风骚。随着新颖的 T5 灯管及与其配套的新型灯具在欧洲的出现，世界建筑照明界无不为优美的 T5 灯具所征服。虽然产品价格远远高出 T8 荧光灯，但市场需求迅速增加，产品供不应求，由此可见其生命力之旺盛。而中国由于高速的经济发展和超大规模的城市改造，相信将会成为世界最大的 T5 荧光灯应用市场。

鉴于以上原因，我们可以得出结论：在中国的照明市场上，T8 和 T5 荧光灯将会长期共存，T8 荧光灯将会在传统的荧光灯市场上逐步扩大其市场份额，淘汰 T12、T10 和 T9 荧光灯；而 T5 荧光灯将会议新建筑物室内照明市场为契机，逐步取得其应有的市场份额。



### 3 双端荧光的技术特性

作为室内照明光源，荧光灯的应用非常广泛。荧光灯是一种低压汞蒸气放电灯，它具有比普通白炽灯光效高、光色可选、热辐射小、寿命长等特点，为各种场合，如住宅、办公室、宾馆、厂房、商店和展览馆等提供不同照度和光色的环境照明和局部照明。

荧光灯主要由灯头、玻管、电极、荧光粉以及填充物组成。灯的玻管内壁上涂有荧光粉，灯的两端各有一个电极，电极通常由钨螺旋做成，上面涂有电子发射材料，灯内充有汞和惰性气体。放电发生在低气压的汞蒸气和惰性气体的混合气中，产生很强的紫外辐射，使荧光粉激发并转换为可见光。

#### 3.1 产品分类

##### 3.1.1 荧光灯的基本分类

按产品的结构和形状，荧光灯可分为管型荧光灯和紧凑型荧光灯两大类，管型荧光灯分为直管型（双端）荧光灯和环形荧光灯；紧凑型荧光灯分为单端荧光灯和自镇流荧光灯（见表 3—1）。顾名思义，直管型荧光灯和环型荧光灯分别指玻管形状为管形或环形的荧光灯；单端荧光灯为具有单灯头的装有内启动装置或使用外启动装置并连接在外电路上工作的荧光灯；自镇流荧光灯为含有灯头、镇流器和灯管，并使之为一体的荧光灯，这种灯在不损坏其结构时是不可拆卸的。

##### 3.1.2 双端荧光灯的分类

目前，国际上一般把直管型荧光灯称为双端荧光灯。修订后即将发布的《双端荧光灯 性能要求》国家标准（以后简称荧光灯性能标准）中给出了双端荧光灯的分类（表 3—2），这种分类参照了国际电工委员会的标准 IEC 60081：1997。

目前市场上量大面广的双端荧光灯主要集中在以下几种：

功率范围在 18-40W，管径为 T8、T9、T10、T12。

其它类双端荧光灯的产量和销售量均比较小，在制定双端荧光灯能效标准时将功率范围适当扩大，向小功率和大功率两个方向延伸便可以将他们包含进去。

考虑到能效标准应尽可能覆盖量大面广的产品，本标准将覆盖的产品范围定在 14-65W，并将它们分为 14-21W、22-35W、36-65W 三大类。

表 3—1 荧光灯产品的基本分类

灯型		额定功率 (W)	
管型	直管型	T5	4,6,8,12,13,14,21,28,32,35,39,54,80
		T8	18, 30, 36
		T10	15, 20, 30, 40
		T12	15, 20, 30, 40, 65, 80, 85, 125
	环型	20, 22, 30, 32, 40	
紧凑型	单端	2G	5,7,9,11,18,24,28,36
		4G	7,9,10,11,13,18,26
		6G	13,18,26
		F 类	10,16,21,28,38
	自镇流	2G	7,9,11,13,20,26,30,38
		4G	9,11,12,13,15,20,28
		6G	15,20,28

### 3.2 产品的主要技术参数

双端荧光灯的主要技术参数包括：启动特性、灯功率、光通量、颜色特征、寿命、光通维持率、光效等。

#### 3.2.1 启动特性

在规定的时间内能正常启动。国家标准《双端荧光灯 性能要求》中规定：灯应具有良好的启动特性。在额定电压为 220V，频率为 50Hz 时，带启动器预热阴极灯应能在 198V 试验电压下 30s 内完全启动并保持燃点，快速启动灯、高频预热阴极灯和瞬时启动灯应在规定的试验条件和时间内完全启动并保持燃点。

表 3—2 双端荧光灯的分类

工作类型	标称功率 W	最大长度 mm	最大管径 Dmax					灯头型号
			φ 16 (T5)	φ 26 (T8)	φ 29 (T9)	φ 32 (T10)	φ 38 (T12)	
交流电源 频率带启动器预热 阴极荧光灯	4	150.1	16.0					G5
	6	226.3	16.0					G5
	8	302.5	16.0					G5
	13	531.1	16.0					G5
	15	451.6		28.0				G13
	18	604.0		28.0				G13
	19	604.0			31.0			G13
	20	604.0			31.0	34.1	40.5	G13
	30	908.8		28.0	31.0	34.1	40.5	G13
	36	1213.6		28.0				G13
	38	1213.6			31.0			G13
	40	1213.6				34.1	40.5	G13
	58	1514.2		28.0				G13
	65	1514.2				34.1	40.5	G13
	80	1514.2					40.5	G13
	85	1778.0					40.5	G13
100	2388.5					40.5	G13	
125	2388.5					40.5	G13	
高频预热 阴极荧光灯	14	563.2	17.0					G5
	16	604.0		28.0				G13
	21	863.2	17.0					G5
	28	1163.2	17.0					G5
	32	1213.6		28.0				G13
	35	1463.2	17.0					G5
	39	849.0	17.0					G5
	54	1149.0	17.0					G5
	80	1149.0	17.0					G5
快速启动 荧光灯	20	1604.0				34.1	40.5	G13
	40	1213.6				34.1	40.5	G13
瞬时启动 荧光灯	20	611.0					40.5	Fa6
	40	1220.5					40.5	Fa6

### 3.2.2 灯功率

在额定电源和额定频率下灯实际消耗的功率。

### 3.2.3 光通量

灯管老练 100h 后, 在单位时间内所发出的光量。国家标准《双端荧光灯 性能要求》中规定了初始光通量额定值, 见表 3—3。

### 3.2.4 光通维持率

灯在规定的条件下燃点, 在寿命期间一特定时间的光通量与该灯的初始光通量之比, 用百分数来表示。国家标准《双端荧光灯 性能要求》中规定了各类荧光灯光通维持率指标 (详见表 3—3)。

### 3.2.5 颜色特征

灯的发光颜色特性由色温、色坐标及显色指数 (一般显色指数) 来表示。

色温: 当样品的色度与绝对黑体在某一温度时的色度相一致时, 此绝对黑体的温度即为该样品的色温。若两者色度接近时, 则最近的那个黑体温度即为该样品的相关色温。

色坐标: 三原色各自在三刺激值总和中的相对比例。

显色指数: 某光源照射物体时的颜色感觉, 与规定的标准光源照射物体的颜色感觉相一致的程度, 用数值来表示。国家标准《双端荧光灯 性能要求》中给出了各类双端荧光灯的显色指数额定值 (表 3—3)。

### 3.2.6 寿命

灯从燃点至“烧毁”或灯的光通维持率下降至标准所规定的值时的累计时间。国家标准《双端荧光灯 性能要求》标准中对各类双端荧光灯的额定寿命作了统一规定, 见表 3—3。

表 3—3 双端荧光灯的光参数、寿命及光通维持率

工作类型	标称功率 W	初始光通量额定值 lm			显色指数 额定值	光通维持率%		额定寿命
		RR, RZ	RL, RB	RN, RD		燃点	70%	
						2000h 时	寿命时	
交流电源频率带启动器预热阴极荧光灯	4	110	130	130	82	76	70	5000
	6	210	240	260				
	8	310	350	380				
	13	650	740	800		83	75	7000
	15	560	610	630				
	15(550)	700	780	800				
	18	960	1110	1150		87	75	8000
	19							
	20							
	30	1720	2025	2100		83	75	7000
	33	2000	2100	2150				
	36	2400	2650	2760				
	38							
	40							
	58	4080	4780	5000		83	75	7000
	65							
	80							
	85	5110	6300	6525		83	75	7000
100	6010	7185	7380					
125	7515	8700	8860					
快速启动荧光灯	20	760	885	920	82	72	3000	
	40	2000	2120	2200				
瞬时启动荧光灯	20	760	885	920	82	72	3000	
	40	2000	2120	2200				
高频预热阴极荧光灯	14	1045	1140	1140	82	85	75	8000
	16	1050	1200	1200				
	21	1660	1850	1850				
	24	1590	1635	1635				
	28	2350	2470	2470				
	32	2500	2700	2700		87	75	10000
	35	2890	3135	3135				
	39	2760	2925	2925				
	54	3930	4200	4200				
	80	5500	5850	5850				

注：RR 表示日光色（6500K），RZ 表示中性白色（5000K），RL 表示冷白色（4000K），RB 表示白色（3500K），RN 表示暖白色（3000K），RD 表示白炽灯色（2700K）

### 3.2.7 光效

光源所发出的光通量与其消耗的功率之比称之为发光效率，其高低是衡量一个光源节能效果的重要参数，但由于光源的功率不同、管型不同、颜色不同等特点，其光效也不尽相同。对于双端荧光灯来说，用量最大的 40W 灯光效一般在 50—70lm/W。

图 3—1 到 3—3 给出了目前北京市场上本标准所涉及的部分双端荧光灯的光效与样本的频数分布情况。图中所用的数据来自 2000 年市场采购样品的实验结果、厂家测试结果、97 年全国通检结果、以及 2002 年检测中心测试结果。2000 年市场采购样品包括了 24 个厂家生产的本标准中所涉及的所有规格双端荧光灯。97 年检测结果包括 9 种规格产品（T10-18W、T10-20W、T12-20W、T10-30W、T12-30W、T8-36W、T10-36W、T10-40W、T12-40W 的数据，2002 年数据包括 T10-20W、T8-36W、T10-40W、T12-40W。总样本数为 243 个，每一个规格产品的数据来自 1 至 35 个厂家不等。

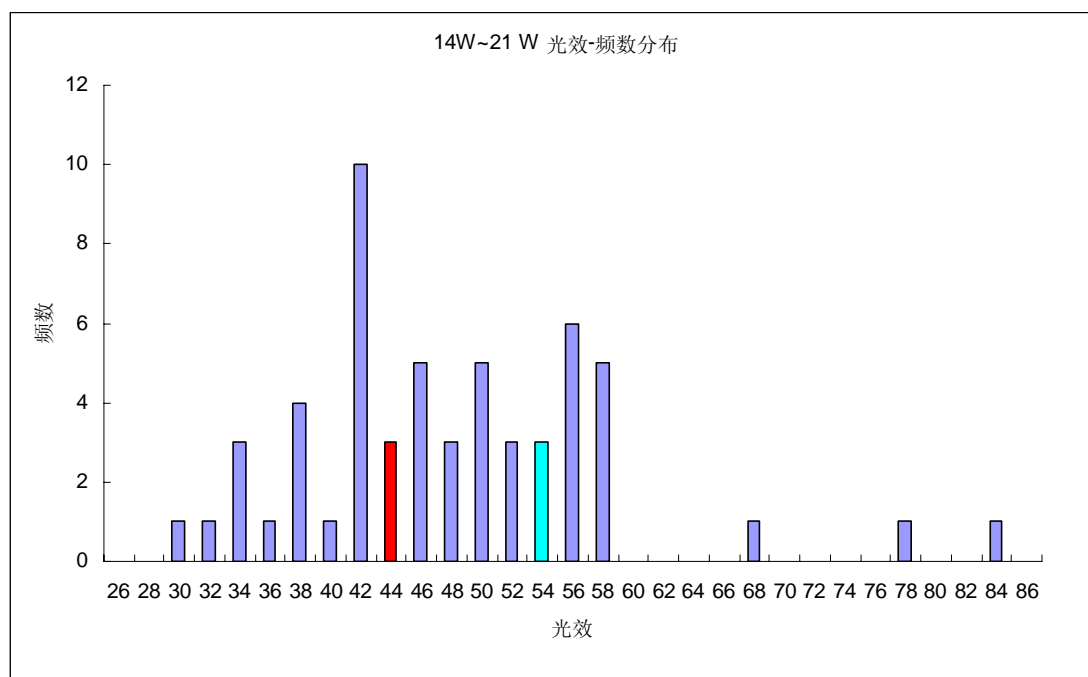


图 3-1 14-21W 双端荧光灯光效-频数分布图

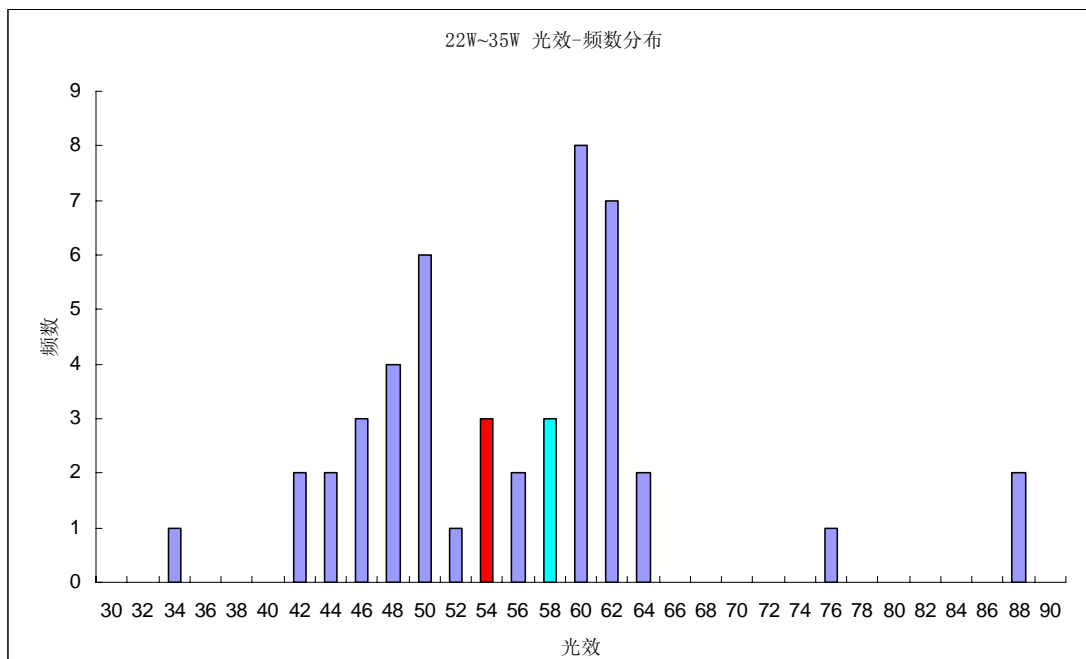


图 3-2 22-35W 双端荧光灯光效-频数分布图

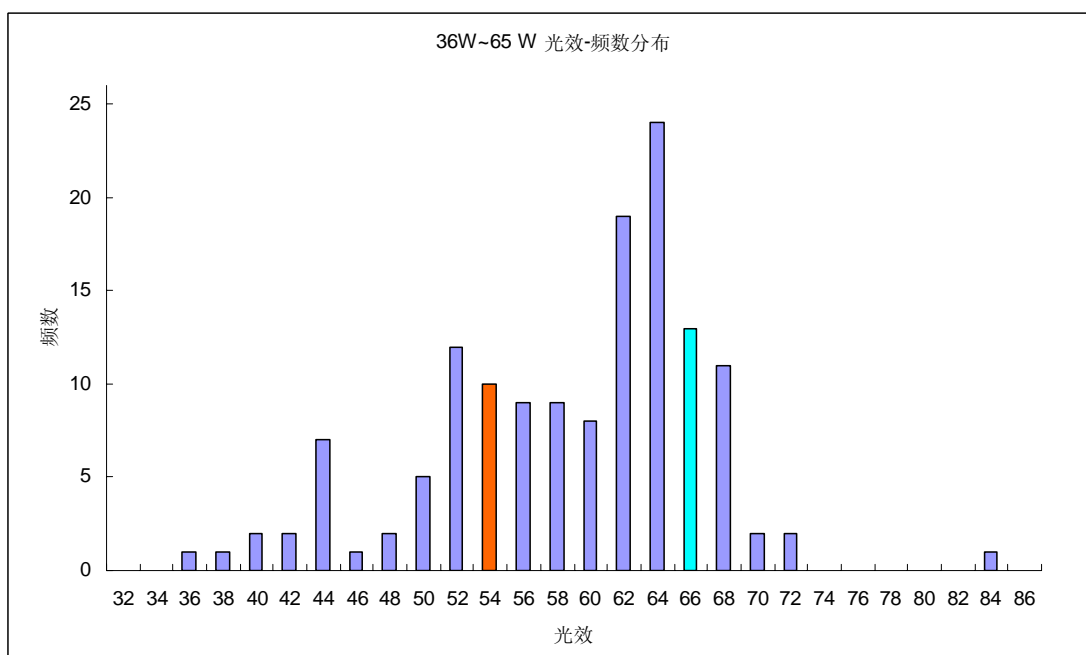


图 3-3 36-65W 双端荧光灯光效分布图

### 3.3 各类荧光灯的比较

#### 3.3.1 卤粉荧光灯与三基色粉荧光灯的比较

1970 年以前，各国生产的荧光灯普遍采用铈、锰激活的卤磷酸钙荧光粉，灯光效 45lm / W，综合显色指数为 65。由于卤粉不耐低压放电中产生的 185nm

的紫外线轰击，不耐受较高的工作温度，因而荧光灯灯管径只能采用 38mm，以减缓上述原因造成的荧光粉老化过程，减缓光衰。

70 年代初研制成功的三基色荧光粉对荧光灯小型化起到关键作用，它是三种由稀土元素激活的六方形晶体铝酸盐：红粉(主波长 611nm)为铈激活的氧化钇；绿粉(主波长 540nm)为铈、铈激活的铝酸盐；蓝粉(主波长 453nm)为低价铈激活的铝酸钡镁。这三种粉的量子效率均比卤磷酸钙荧光粉高，按比例配比后所制成的荧光灯光效可达 80—100lm / W，显色指数为 80—85。

三基色荧光粉的特点是发光谱带狭窄，发光能量更为集中，在短波紫外线的激发下稳定性高，高温特性好，可使荧光灯的管径缩小，既提高了灯的光效和显色性，又节省了多种原材料。

三基色荧光粉为荧光灯小型化提供了关键条件——高光效、细管径，因而紧凑型荧光灯于 80 年代初应运而生。由于起初三基色荧光粉价格数十倍于卤粉、相对昂贵，限制其大量应用于管型荧光灯。T8 灯一般采用卤粉与少量三基色粉配比的混合粉，亦称高效卤粉。近年来三基色粉的价格降幅较大，给位荧光灯采用三基色荧光粉提供了良好的条件。

卤粉与三基色粉灯特性比较见表 3—4。

表 3—4 卤粉与三基色粉荧光灯特性比较

	卤粉荧光灯	三基色粉荧光灯	
		直管型	紧凑型
发光效率 (lm/W)	45~65	80	80~100(国外)
显色指数 Ra	65	80	80
灯寿命 (h)	5000~7000	9000	8000
管径 (mm)	38	16	10; 15

数据来源：国内某荧光灯生产企业

1998 年，国内荧光灯总产量 6.8 亿支，其中卤粉灯与三基色粉灯产量之比约为 10: 1。

### 3.3.2 T5、T8、T9、T12 荧光灯的比较

T5、T8、T9、T12 双端荧光灯管径分别为 16、26、29、38mm。T5 灯 1995



年由荷兰飞利浦公司开发；T8 灯问世于 1973 年；T9 灯则由全国荧光灯产销量最大的仪征新光公司在 92 年开发，并已形成完善的工艺，批量生产；T12 灯历史最长，是 1936 年发明的。

T5 双端荧光灯直径  $\Phi 16\text{mm}$ （普通直管型荧光灯直径为  $\Phi 38\text{mm}$ ，飞利浦细管为  $\Phi 26\text{mm}$ ），有 14W、21W、28W 和 35W，长度有 549mm、849mm、1149mm、1450mm。

其光效一般为 80-95LM/W，是理想的节能型的线光源。T5 荧光灯管壁负载较高，必须涂敷三基色粉、配用电子镇流器，最佳燃点环境温度为 35 C、适用于密闭型灯具。T5 比 T8 灯管细、短，可节省荧光粉 60%，且节省包装、运输费用。另外可使灯具结构薄形化，利于装饰。

T8 荧光灯使用高效卤粉或三基色粉，比 T12 灯节电 10%—30%，体积减小 40%，节省原材料 30%。除启辉器外，灯镇流器和灯具可与 T12 灯通用。T8 灯在国外已基本取代了 T12 灯，目前，它在国内已大规模生产。

表 3—5 为国产 T5、T8、T12 荧光灯特性比较。

表 3—5 国产 T5、T8、T12 双端荧光灯特性比较举例

	<b>T5</b>	<b>T8</b>	<b>T12</b>
灯功率 (W)	32	36	40
管径 (mm)	16	26	38
管长(mm)	1200	1200	1200
灯光效 (lm/W)	80	70	55
系统光效 (lm/W)	75	60	40
额定寿命(h)	9000	10000	7000
显色指数 Ra	80	80	65

数据来源：国内某荧光灯生产企业

## 4 工程分析

### 4.1 简介

制定双端荧光灯能效标准所采用的工程分析方法，是在对产品的市场现状进行实际的调查与研究的基础上，分析确定产品的分类与可选技术方案，计算各可选技术方案的能效值及能耗状况，为进行产品寿命周期成本分析及国家节能分析打下基础，为最终确定双端荧光灯能效标准中的能效限定值和节能评价等能效指标提供技术依据。

双端荧光灯能效标准的工程分析的目的是以经济和效益为基本出发点，合理确定标准的能效水平。其具体方法如下：

#### 一、进行产品分类

在工程分析中，首先是根据所研究产品的市场状况，按照性能和技术特性分成几种类别，分别对每种产品进行研究。

本研究中，我们只以市场上常见的 18-40W 普通照明用双端荧光灯为基础，根据市场状况和可替换原则，将灯管按长度分为 600mm、900mm 和 1200mm 三大类。每一大类中包含管径为 T8、T9、T10 和 T12 的功率为 18W 和 20W（600mm）、30W（900mm）、36W 和 40W(1200mm)的灯管。最后将结果扩展到包含 18 瓦以下和 40 瓦以上的灯。

#### 二、选择基准产品

基准产品是分析的出发点，可选技术方案要通过与基准产品进行比较来确定其优先顺序。

本标准中，将每一类别的基准产品定为：

管径：38mm(T12)；

光效(或初始流明)：国家标准《双端荧光灯 性能要求》中规定的值的 92%。

#### 三、确定可选技术方案

针对每一类别产品，以技术可行，经济合理为原则，选择若干种可选技术

方案。

本标准中，可选技术方案为相同长度的管径为 T5、T8、T9 和 T10 的相同功率或相近功率的产品。如，替换 40WT12 灯管的可选技术方案为管径为 T8、T9 和 T10，功率为 36W 或 40W 或相近的产品。

#### 四、可选技术方案平均光效（流明）的确定

可选技术方案的平均光效（或流明）取 2000 年实测数据的平均值（去掉不合格的产品数据）。经与 2002 年检测中心检测数据对比，结果基本一致。

#### 五、确定每种可选技术方案的年运行能耗

根据日照明时间、年运行时间、初始流明、标称功率、归一化功率，计算出每一基准产品和可选技术方案的年运行能耗。

## 4.2 产品分类

在世界各国制定的能效标准中，标准所规定的产品范围一般限制在技术成熟、使用普遍、产量大和具有较大节能潜力的产品品种上，这是各国制定能效标准的一个共同特征。GB/T 10682 涵盖了从 4W~125W 功率范围内的产品，并按工作方式分为四种：交流电源频率带启动器预热阴极荧光灯、快速启动荧光灯、瞬时启动荧光灯和高频预热阴极荧光灯。由于使用普遍、量大面广且有较大节能潜力的产品为 14W~65W 的产品，并且在 GB/T 10682 中对“快速启动荧光灯”和“瞬时启动荧光灯”的要求远低于针对“交流电源频率带启动器预热阴极荧光灯”及“高频预热阴极荧光灯”的要求，因此本标准的适用范围定在了“标称功率在 14~65W 范围内,采用交流电源频率带启动器的及采用高频工作的预热阴极双端荧光灯”。

双端荧光灯的产品分类情况详见表 4—1。本标准中所考虑的都是市场上常见的普通照明用的双端荧光灯。采用三基色粉的 T5 荧光灯的光效远远高于采用卤粉的荧光灯并且近年来发展较快，因此也被列入本标准中。采用三基色粉的 T8 荧光灯虽然目前数量还不多，但由于本标准的实施以及三年之后超前标准的实施，必将得到更快的发展，因此本标准也将其列入。

表 4—1 能效标准中所涉及的双端荧光灯及分类

管径	功率 (W)		
	T5,T8,T9,T10,T12	14-21W	22-35W

### 4.3 基准产品

本标准中，将每一类别的基准产品(见表 4—2)定为：

管径： 38mm(T12)；

光效（或初始流明）：国家标准《双端荧光灯 性能要求》中规定值的 92%；

长度：600mm，900mm，1200mm；

功率：20W、30W、40W。

表 4—2 本研究所使用的基准产品

管径 mm	所属类别											
	14-21W				22-35W				36-65W			
	标称 功率 W	初始 流明 lm	光效 lm/W	长度 mm	标称 功率 W	初始 流明 lm	光效 lm/W	长度 mm	标称 功率 W	初始 流明 lm	光效 lm/W	长度 mm
38 (T12)	20	883	44	600	30	1582	53	900	40	2208	55	1200

### 4.4 可选技术方案

针对每一类别产品，以技术可行，经济合理为原则，选择若干种可选技术方案。

本标准中，可选技术方案为长度相同的管径为 T8、T9 和 T10 的相同功率或相近功率的产品（见表 4—3 至 4—5）。T5 三基色灯由于同基准产品不具有可替换性，在工程分析中没有将其包括，但其体积小和高光效的特性，使其在新增建筑中的应用具有极大的优势。

表 4—3 20W-T12 双端荧光灯的可选技术方案

	可选技术方案	功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	管长 mm
基准产品	YZ20RR38 (T12)	20	883	20.0	600
可选技术方案 1	YZ20RR32 (T10)	20	992	17.8	600
可选技术方案 2	YZ20RR29 (T9)	20	1028	17.2	600
可选技术方案 3	YZ18RR25 (T8)	18	1006	15.8	600

表 4—4 30W-T12 双端荧光灯的可选技术方案

	可选技术方案	功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	管长 mm
基准产品	YZ30RR38(T12)	30	1582	30.0	900
可选技术方案 1	YZ30RR32(T10)	30	1704	27.9	900
可选技术方案 2	YZ30RR29(T9)	30	1757	27.0	900
可选技术方案 3	YZ18RR25(T8)	30	1839	25.8	900

表 4—5 40W-T12 双端荧光灯的可选技术方案

	可选技术方案	功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	管长 mm
基准产品	YZ40RR38(T12)	40	2208	40.0	1200
可选技术方案 1	YZ40RR32(T10)	40	2398	36.8	1200
可选技术方案 2	YZ40RR29(T9)	40	2489	35.5	1200
可选技术方案 3	YZ36RR25(T8)	36	2400	33.1	1200

可选技术方案确定之后，就可根据市场采集数据（日照明时间，年运行时间，灯管寿命，灯管流明（光效），灯管服务年限，电价，折现率，产量，存活率，保有量等），计算出每一种基础类产品及其的可选技术方案的年耗能量、年运行费用及寿命周期成本，并可进一步进行国家节能影响分析。其中，日照明时间、灯管年照明时间、灯管平均流明和电价将被用于工程分析中，计算归一化功率及年运行费用，其它数据将在下一章的寿命周期成本及后面的国家节能影响分析中用到。

#### 4.5 工程分析模型中的输入数据

双端荧光灯的工程分析中所要用到的输入数据有：

输入数据：灯输入功率（W）

初始流明（光通量）（lm）

额定平均寿命（h）

年照明时间（h）

结果输出：年耗能量（kWh/yr）

### 4.5.1 年照明时间的确定

在不同领域中，荧光灯在照明器具总量中占的比例不同，每日和年照明时间也不相同。以荧光灯、白炽灯、高压气体放电灯（HID）这三大类光源为例，因白炽灯具有随开即亮、显色性好、容易实现调光、发光稳定、与其相配的灯具样式繁多等特点，在目前一般家庭中白炽灯的平均使用量大于荧光灯。在工业场所，为了保障操作地点有足够的光线，一般要求灯具具有发光效率高，使用寿命长的特点，因此荧光灯和 HID 的比例就比较多，白炽灯就相对很少。在商业场所，不但要求有足够的亮度，而且许多地方需要装饰灯光，所以这三种灯的比例就很接近。在其他场所，如公共场所、学校、机关等，在照明的需求上主要考虑的是亮度、能效和灯具的可靠性，则荧光灯的比例就很大，其次是 HID。

虽然荧光灯具有能效高、使用寿命长等特点，但由于直管荧光灯灯具的装饰性和品种多样性在我国多年来没有多大改变。随着居民生活的不断提高，更加追求照明光线的舒适性和灯具的美观，所以直管荧光灯正不断的被淘汰出居民家中。庆幸的是这几年由合资企业生产的环型荧光灯和灯具带动了我国环型灯的发展，环型灯具具有的光线柔和、美观、适用于空间较低的居室优点，环型灯的这些优点改变了荧光灯将被淘汰出家庭的状况。由于目前家庭照明主要以白炽灯和环型荧光灯为主，双端荧光灯所占的比例很小。

在工业、商业、学校、机关办公室和其他场所，双端荧光灯的使用相对普遍，为本研究的主要对象。

照明时间因家庭、单位、和行业的不同而各不相同，很难确定一个确切的日照明时间。家庭中每天的照明约从晚 5 点半至 11 点或 12 点，大约为 5 至 6 小时，年照明日月为 360 天。一般的机关办公室和学校等公共场所（公共照明），平均日照明时间约为 10 个小时，年照明日约为 250 天。而商场，餐厅灯场所，日照明时间可以多达 12 小时。车间、厂房等场所，其照明时间因倒班次数的不同而有所不同（大部分为正常班，有一部分为两班倒，三班倒的比例很少），平均日照明时间约为 12 小时，年照明日约为 250 天。双端荧光灯主要用于工业、商业、学校、机关办公室等场所，民用照明中使用的双端荧光灯所占的比例相对较小。本研究中，将商业和、工业、公共和民用四种照明场所为研究对象进行分析，并

将对不同的日照明时间对能耗情况所产生的影响进行分析并比较其结果。

年照明时间=年照明天数乘以日照明时间来得出。本研究中将对针对不同的年照明日，结合不同的日照明时间，得出年照明时间代入分析程序中，对四种场所中的双端荧光灯的能耗情况进行分析并比较其结果。表 4—6 给出了这几种场所的日照明时间和年照明天数及总的年照明时间。

表 4—6 不同场所的年照明时间数据

场所	日照明时间	年照明天数	年照明时间
	小时/日	日/年	小时
居民	6	360	2160
工业	12	250	3000
商业	12	360	4320
公共	10	250	2500

#### 4.5.2 初始流明（光效）的确定

双端荧光灯能效数据主要通过以下三种渠道来收集：

- 通过调查表的方式向主要荧光灯生产企业收集；
- 在市场上采购样品，再经过国家产品检验中心测试出数据；
- 直接向国家产品检验中心索取近几年的检验数据。

在做双端荧光灯能效标准分析时，需要了解两种能效值的分布，一个是全国各类双端荧光灯的能效值分布，另一个是同一企业同一品种能效值的分布。在收集数据时，尽可能多的收集不同厂家、不同品种的双端荧光灯的数据。2000 年市场采品及样品测试及厂家测试结果见表 4—7，97 年全国通检数据见表 4—8，国家标准《双端荧光灯 性能要求》中的额定光通量和最低允许光效见表 4—9。2000 年信函调查部分结果见表 4—10。2002 年上海电光源检测中心部分检测数据见表 4—11。

表 4—7 双端荧光灯实验数据

标称功率	平均光通量	最大值	最小值	平均光效	最大光效	最小光效
W	lm	lm	lm	lm/W	lm/W	lm/W
18W(T8)	1006	1046	653	55.9	57.1	30.1
20W(T8)	722	722	722	39.5	39.5	39.5
20W(T9)	1028	1091	767	51.4	52.4	37.8
20W(T10)	992	1070	601	49.6	53.2	28.5
20W(T12)	948	948	902	47.4	50.0	43.4
30W(T8)	1839	1920	1340	61.3	62.3	43.0
30W(T9)	1757	1870	989	58.6	61.4	33.1
30W(T10)	1704	1760	1312	56.8	61.1	43.2
30W(T12)	1558	1659	1523	51.9	56.4	50.8
36W(T8)	2400	2470	1607	66.7	68.0	39.5
40W(T9)	2489	2545	1989	62.2	62.8	49.6
40W(T10)	2398	2756	1416	59.9	67.0	53.3
40W(T12)	2429	2593	2025	60.7	66.3	50.6

表 4—8 97 全国电光源产品检测数据

标称功率	平均光通量	最大值	最小值	平均光效	最大光效	最小光效
W	lm	lm	lm	lm/W	lm/W	lm/W
18(T10)	972			55.2		
20(T10)	972	1020	902	47.7	49.8	43.4
20(T12)	902			43.4		
30(T10)	1601	1737	1384	52.6	56.6	45.1
30(T12)	1591	1659	1523	53.6	56.4	50.8
36(T8)	2334	2418	2261	64.1	66.7	60.8
36(T10)	2600			71.0		
40(T10)	2187	2756	1416	54.6	67.4	35.0
40(T12)	2364	2593	2025	59.1	66.3	50.6

表 4—9 国家标准《双端荧光灯 性能要求》中的额定光通量和最低允许光效

额定功率	额定初始光通	额定光效	最低允许光效	光通维持率%		额定寿命
				2000h 时	70%寿命时	
W	lm	lm/W	lm/W			h
18	960	53.3	49.1	83	75	7000
20	960	48.0	44.2	83	75	7000
30	1720	57.3	52.7	87	75	8000
36	2400	66.7	61.3	87	75	8000
40	2400	60.0	55.2	87	75	8000



表 4—10 信函调查部分结果

功率	平均流明	平均光效	寿命
W	lm	lm/W	h
18W(T8)	1050	58.3	8500-10000
20W(T10)	980	49.0	3000
30W(T8)	1717	57.2	8000-12000
30W(T10)	1825	60.8	3000-8000
36W(T8)	2500	69.4	8500-12000
40W(T9)	2560	64.0	3000
40W(T10)	2711	67.8	3000-8000

表 4—11 2002 年上海电光源检测中心部分检测数据

标称功率	平均光通量	最大值	最小值	平均光效	最大光效	最小光效
W	lm	lm	lm	lm/W	lm/W	lm/W
20(T10)	852.1	940	740	42.0	47.0	37.0
36(T8)	2278.3	2412	2196	63.3	67.0	61.0
40(T10)	2158.7	2560	1600	53.9	64.0	40.0
40(T12)	2244.1	2440	2040	56.0	61.0	51.0

从表中可以看出，厂家宣称的流明和光效数据比实测值要高。而实验数据也表明有一些产品达不到荧光灯型能标准的最低要求，有些产品的数据则高出性能标准中的标称值。为使工程分析的结果更加合理，在数据处理时，去掉了不合格产品的数据。由于 1997 年和 2002 年的检测结果数据偏低，本分析中所取的数据为 2000 年市场采样检测及产家测试数据（剔除不合格的产品数据）。

#### 基准产品初始流明的确定：

基准产品的初始流明定为国家标准《双端荧光灯 性能要求》中的规定值的 92%。

#### 技术选择方案初始流明的确定：

所有的可选技术方案的初始流明采用 2000 年市场采集数据与部分厂家测试数据的平均值（剔除不合格的产品数据）。

## 4.6 工程分析结果

能效水平（光通量）确定之后，产品的年运行能耗会随年照明时间的不同成比例增加或减少。年能耗的不同，将直接影响下一章进行的寿命周期成本分析和回收期计算结果。表 4—12 至 4—23 分别列出了基准产品和各可选技术方案在居民、商业、工业及公共场所的年能耗数据。

表 4—12 20W-T12 双端荧光灯工程分析结果（居民）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ20RR38(T12)	20	883	20.0	2160	43.2	
技术方案 1	YZ20RR32(T10)	20	992	17.8	2160	38.4	4.8
技术方案 2	YZ20RR29(T9)	20	1028	17.2	2160	37.1	6.1
技术方案 3	YZ18RR25(T8)	18	1006	15.8	2160	34.1	9.1

表 4—13 30W-T12 双端荧光灯工程分析结果（居民）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ30RR38(T12)	30	1720	30.0	2160	64.8	
技术方案 1	YZ30RR32(T10)	30	1704	27.9	2160	60.2	4.6
技术方案 2	YZ30RR29(T9)	30	1757	27.0	2160	58.4	6.4
技术方案 3	YZ30RR25(T8)	30	1839	25.8	2160	55.7	9.1

表 4—14 40W-T12 双端荧光灯工程分析结果（居民）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ40RR38(T12)	40	2208	40.0	2160	86.4	
技术方案 1	YZ40RR32(T10)	40	2398	36.8	2160	79.6	6.8
技术方案 2	YZ40RR29(T9)	40	2489	35.5	2160	76.6	9.8
技术方案 3	YZ36RR25(T8)	36	2400	33.1	2160	71.5	14.9

表 4—15 20W-T12 双端荧光灯工程分析结果（工业）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ20RR38(T12)	20	883	20.0	3000	60.0	
技术方案 1	YZ20RR32(T10)	20	992	17.8	3000	53.4	6.6
技术方案 2	YZ20RR29(T9)	20	1028	17.2	3000	51.5	8.5
技术方案 3	YZ18RR25(T8)	18	1006	15.8	3000	47.4	12.6

表 4—16 30W-T12 双端荧光灯工程分析结果（工业）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ30RR38(T12)	30	1582	30.0	3000	90.0	
技术方案 1	YZ30RR32(T10)	30	1704	27.9	3000	83.6	6.4
技术方案 2	YZ30RR29(T9)	30	1757	27.0	3000	81.1	8.9
技术方案 3	YZ30RR25(T8)	30	1839	25.8	3000	77.4	12.6

表 4—17 40W-T12 双端荧光灯工程分析结果（工业）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ40RR38(T12)	40	2208	40.0	3000	120.0	
技术方案 1	YZ40RR32(T10)	40	2398	36.8	3000	110.5	9.5
技术方案 2	YZ40RR29(T9)	40	2489	35.5	3000	106.4	13.6
技术方案 3	YZ36RR25(T8)	36	2400	33.1	3000	99.3	20.7

表 4—18 20W-T12 双端荧光灯工程分析结果（商业）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ20RR38(T12)	20	883	20.0	4320	86.4	
技术方案 1	YZ20RR32(T10)	20	992	17.8	4320	76.9	9.5
技术方案 2	YZ20RR29(T9)	20	1028	17.2	4320	74.2	12.2
技术方案 3	YZ18RR25(T8)	18	1006	15.8	4320	68.3	18.1

表 4—19 30W-T12 双端荧光灯工程分析结果（商业）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ30RR38(T12)	30	1582	30.0	4320	129.6	
技术方案 1	YZ30RR32(T10)	30	1704	27.9	4320	120.4	9.2
技术方案 2	YZ30RR29(T9)	30	1757	27.0	4320	116.8	12.8
技术方案 3	YZ30RR25(T8)	30	1839	25.8	4320	111.5	18.1

表 4—20 40W-T12 双端荧光灯工程分析结果（商业）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ40RR38(T12)	40	2208	40.0	4320	172.8	
技术方案 1	YZ40RR32(T10)	40	2398	36.8	4320	159.1	13.7
技术方案 2	YZ40RR29(T9)	40	2489	35.5	4320	153.3	19.5
技术方案 3	YZ36RR25(T8)	36	2400	33.1	4320	143.1	29.7

表 4—21 20W-T12 双端荧光灯工程分析结果（公共）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ20RR38(T12)	20	883	20.0	2500	50.0	
技术方案 1	YZ20RR32(T10)	20	992	17.8	2500	44.5	5.5
技术方案 2	YZ20RR29(T9)	20	1028	17.2	2500	42.9	7.1
技术方案 3	YZ18RR25(T8)	18	1006	15.8	2500	39.5	10.5

表 4—22 30W-T12 双端荧光灯工程分析结果（公共）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ30RR38(T12)	30	1582	30.0	2500	75.0	
技术方案 1	YZ30RR32(T10)	30	1704	27.9	2500	69.6	5.4
技术方案 2	YZ30RR29(T9)	30	1757	27.0	2500	67.6	7.4
技术方案 3	YZ30RR25(T8)	30	1839	25.8	2500	64.5	10.5

表 4—23 40W-T12 双端荧光灯工程分析结果（公共）

	产品规格	标称功率 W	平均流明 lm	归一化功率 W	运行时间 h/y	年能耗 kWh/y	年能耗差 kWh/y
基准产品	YZ40RR38(T12)	40	2208	40.0	2500	100.0	
技术方案 1	YZ40RR32(T10)	40	2398	36.8	2500	92.1	7.9
技术方案 2	YZ40RR29(T9)	40	2489	35.5	2500	88.7	11.3
技术方案 3	YZ36RR25(T8)	36	2400	33.1	2500	82.8	17.2

从表中可以看出，四种照明场所的年能耗因年照明时间的不同而有很大差异，对下一章将要进行的寿命周期成本和回收期分析会产生一定的影响。在每一种基准产品的可选技术方案中，以 T8 灯的能耗为最低，其次为 T9 和 T10。从每组数据都可以明显看出 T8 灯为最佳可选技术方案。下一章在寿命周期成本和回收期分析中，将在四个照明领域针对不同的电价、折现率、价格等因素做进一步的分析，以最后确定能效标准中的能效等级、能效限定值、节能评价值及目标能效限定值。

## 5 产品寿命周期成本和回收期分析

在一般正常情况下，节能产品由于使用了新工艺、新技术和新材料，其制造成本比一般产品较高。可选技术方案中的高光效双端荧光灯管的购买价格要比低光效的基准产品高，但运行费用相对要低。因此，购买高效荧光灯对用户会产生两个方面的影响，一个是运行成本减少，另一个是购买成本上升，这两个影响都和用户的经济利益密切相关。技术选择方案中的高光效产品在使用中所节省的电费能不能弥补购买成本的增加，这就需要通过使用第四章工程分析中的能耗数据，以及产品购买价格及电价数据，对每个可选技术方案中的产品的寿命周期成本进行分析来做出判断。本章将分别给出每一个可选技术方案的寿命周期成本分析结果及回收期，以最终确定基准产品的最佳替换方案，并确定能效标准中的能效限定值和节能评价价值。

### 5.1 寿命周期成本和回收期的概述

在双端荧光灯能效标准研究中，对产品节能效果做经济评价的方式主要有两种：寿命周期成本和回收期，它们是以不同的角度来进行评价的。

#### 5.1.1 产品寿命周期成本

产品寿命周期成本是指在产品使用寿命期间内因使用产品而消费的资金。这个资金包括了从购买产品、安装到该产品使用结束整个期间为该产品而花费的全部费用，它的大小与许多因数有关。本研究中主要考虑的因素有购买价格、消耗电费的支出及贴现率。由于基准产品的寿命和其替代产品的寿命相同，如果不是在基准产品服务期满之前更换高效灯管，可不考虑安装和更换灯管的费用。一般情况下，由于灯管的寿命不足 9000 小时，以每天燃点 15 小时计，寿命不足 3 年，而用户也通常只在旧灯管坏了的情况才更换新的灯管，所以，使用新的高效灯管，基本上不存在额外的人力支出问题。

用户在旧灯管损坏的情况下购买灯管时会有两个选择：一个是多花点钱购节能型的产品，另一个是买较为便宜的一般产品。若用户选择买便宜的一般产品，

它就可以节省出一些钱，这些钱有可能被存入银行，也可能投入股市或做其他赢利的投资，这些节省下来的钱是会增值的。考虑到资金的增值，同样面值的钱在购买时和在使用一年后或几年后的价值是不相等的，将来所花费的钱要低于目前同面值的钱，因此在使用中的费用应考虑它的折现率，也就是把以后每年所支出的钱折合成现在的钱，以此来比较购买新的高能效产品是否经济合理。

根据上面对寿命周期成本的定义，寿命周期成本（LCC）分析主要包括两个部分，一个是初始安装成本（PC），一个是运行费用（OC），运行费用应考虑折现率。寿命周期成本的计算公式为：

$$LCC = PC + \sum_{t=1}^N \frac{OC_t}{(1+r)^t} \dots\dots\dots \text{（公式 5-1）}$$

式中：LCC—寿命周期成本（元）；

PC—初始安装成本（元）；

OC<sub>t</sub>—第 t 年的运行费用（元）；

r—折现率；t=1, 2, 3, ……N；N—统计年数。

如果不考虑安装和人力费用，初始安装成本（PC）将只包括购买成本，而运行费用（OC）中若不考虑维护费用，也将只包括电费。

如果运行费用不随时间变化，则公式 5-1 可以简化成：

$$LCC = PC + PWF * OC \dots\dots\dots \text{（公式 5-2）}$$

式中 PWF 为现值系数，其计算公式为：

$$PWF = \sum_{t=1}^N \frac{1}{1+r^t} = \frac{1}{r} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right] \dots\dots\dots \text{（公式 5-3）}$$

带入公式 5—2，得出：

$$LCC = PC + \frac{OC}{r} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right] \dots\dots\dots \text{（公式 5-4）}$$

寿命周期成本的单位是人民币“元”。寿命周期成本越低，说明该产品在整个使用中越经济。而寿命周期成本高，说明选用该产品后整个费用要增加，是不经济的。

## 5.1.2 回收期

回收期（PAY）是指通过降低运行成本（OC），来抵消在购买高能效产品所

增加成本的时间。它是衡量节能经济效果的一个重要指标，回收期越短说明经济效果越好，回收期越长说明经济效果越差。回收期可通过公式（5-5）得出：

$$\Delta PC + \sum_{t=1}^{PAY} \Delta OC_t = 0 \quad \dots\dots\dots \text{（公式 5-5）}$$

式中： $\Delta PC$ —购买成本增加值；  
 $\Delta OC_t$ —第  $t$  年的运行费用差（元）；  
 $t=1, 2, 3, \dots\dots N$ ； $N$ —统计年数。  
 假设运行成本为常数，公式 5-5 可简化为：

$$PAY = -\frac{\Delta PC}{\Delta OC} \quad \dots\dots\dots \text{（公式 5-6）}$$

式中： $PAY$ —回收期（年）；  
 $\Delta OC$  为运行费用差（元）

从数学角度讲，回收期是购买高效产品而增加的成本与年使用成本降低值的比，双端荧光灯的运行成本包括每年维修的成本和消耗电力的成本。公式 5-6 又可写成：

$$PAY = -\frac{\Delta PC}{\Delta EC + \Delta LRC} \quad \dots\dots\dots \text{（公式 5-7）}$$

式中： $\Delta EC$ —节约的电费（元）；  
 $\Delta LRC$ —换灯成本的变化（元）。

由于双灯荧光灯通常是在旧灯损坏的情况下才进行更换，并且新旧灯管的寿命基本相同，因此不必考虑换灯成本， $\Delta LRC=0$ 。这样，公式 5-7 又可简化为：

$$PAY = -\frac{\Delta PC}{\Delta EC} \quad \dots\dots\dots \text{（公式 5-8）}$$

计算出的回收期数值越小越好。一般说来，回收期小于产品寿命的可选技术方案才是可行的。回收期大于产品寿命意味着降低的使用成本不能抵消增加的购买成本。

## 5.2 寿命周期成本和回收期分析模型中的输入数据

双端荧光灯寿命周期成本和回收期分析计算所需的输入数据包括：

- 年耗电量；
- 电价；



- 灯管购买价格；
- 灯管寿命；
- 服务年限；
- 照明时间；
- 折现率。

在上面列出的参数中，年耗电量数据由第四章工程分析中得出，灯管寿命取 GB/T 10682 《双端荧光灯 性能要求》中的规定值。

荧光灯主要使用在工业、商业、居民和公共等四种场所。在不同的使用场所，上面参数中的年耗电量、电价、照明时间和折现率会有所不同，在进行分析之前需先确定它们的数值。

### 5.2.1 双端荧光灯管的价格

双端荧光灯管的价格数据来源于对市场的调查，有的是通过购买样品获得，有的则是通过样品购买过程中向不同的摊位问价获得，还有的是通过电话向厂家询问获得。项目组主要调查了北京、上海和安徽三个地区，共收集了 96 个价格数据。项目组在进行市场价格调查时发现，同一种产品在不同的市场中具有不同的价格，甚至在同一灯饰商城中的不同摊位也不完全相同。因此在收集数据时走访了国营五金商店、百货公司、灯饰商城和电器批发店等双端荧光灯销售场所，价格数据基本来源于这些地方。

调查中项目组还发现，同一种产品在灯具市场和百货公司的售价最低可以相差到一半。一只在灯具城卖 7 元左右的双端荧光灯管在不同的百货公司的售价也有很大差异，最低在 11 元左右，而最高则可达 16 元以上。也就是说，相同产品在百货公司的售价是灯具批发城的 150%~200%。灯具城销售的产品量大面广，品种齐全，零售价格也接近批发价，但产品的质量良莠不齐，而且假冒伪劣产品也比较多，价格相应偏低；而比较大的百货公司销售的产品非常有限，通常只有几个品种，但多为国内大厂的知名品牌，质量有保证，但价格也较高。总的说来，普通消费者从灯具市场购买产品的数量要远大于百货商店。

第二章中的表 2—5 给出了部分双端荧光灯在灯具批发城的价格范围。项目组在调查时收集了从 6W 至 40W 双端荧光灯（卤粉）及部分三基色双端荧光灯

的价格数据，为便于分析计算，表 5—1 列出的是本研究重点分析的 18W~40W 普通照明用双端荧光灯的平均价格。

表 5—1 部分双端型荧光灯（卤粉）在北京市场灯具城的（批发）价格情况

单位：人民币元

管径 \ 功率	18W	20W	30W	36W	40W
T8	6.5		6.7	6.6	
T9		6.3	6.5		6.4
T10		6.1	6.3		6.2
T12		5.1	5.3		5.2

将表 5—1 种的数据乘以 170%（取 150%和 200%的平均偏下的值，因大部分用户会去灯具城购买灯管），我们得出的出这几种双端荧光灯的北京市场零售价格情况（见表 5—2）。在寿命周期成本与回收期分析中以及国家节能影响分析中，我们采用零售价格进行计算。T5 和 T8 三基色灯由于市场上的量不多，我们直接用厂家提供的数据。

表 5—2 部分双端型荧光灯在北京市场零售价格情况

单位：人民币元

管径 \ 功率	14W	18W	20W	28W	30W	36W	39W	40W
T5	15			20			30	
T8 三基色		15			17			16
T8 卤粉		11.1			11.4	11.2		
T9			10.7		11.1			10.9
T10			10.4		10.7			10.5
T12			8.7		9.0			8.8

## 5.2.2 电的价格

### ● 1999 年电价分布

电的价格会因地区的不同、行业的不同和使用时间（高峰和峰谷）的不同等

因素而有所变化。项目组调查了北京、京津塘、珠海、湖南贵州等 12 个省市或地区在居民生活、非居民照明（公共）、商业和工业领域的 1999 年电价数据（图 5—1 至图 5—4），并不考虑各地用电量差别的情况下，计算出个地区在相同照明领域电价的算术平均值（见表 5—3）。项目组还调查了北京、上海、天津、河北省、江苏省、辽宁省、福建省等 13 个省市在居民生活、非居民照明（公共）、商业和工业领域的 2002 年电价数据（图 5—5），并不考虑各地用电量差别的情况下，计算出个地区在相同照明领域电价的算术平均值（见表 5—4）。这些平均值将用于本章寿命周期成本分析时各照明领域的电价输入。

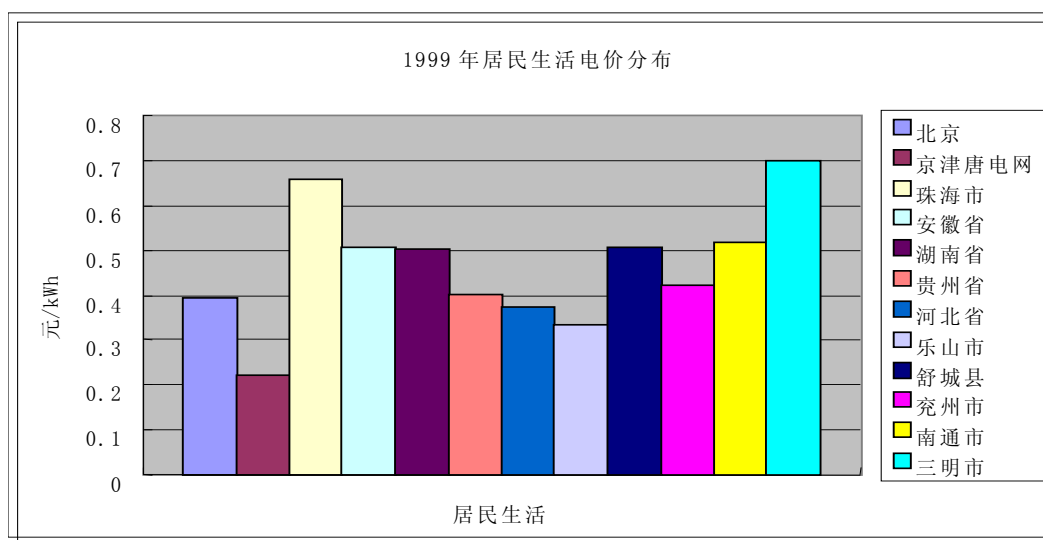


图 5—1 1999 年全国部分城市和地区居民生活电价分布

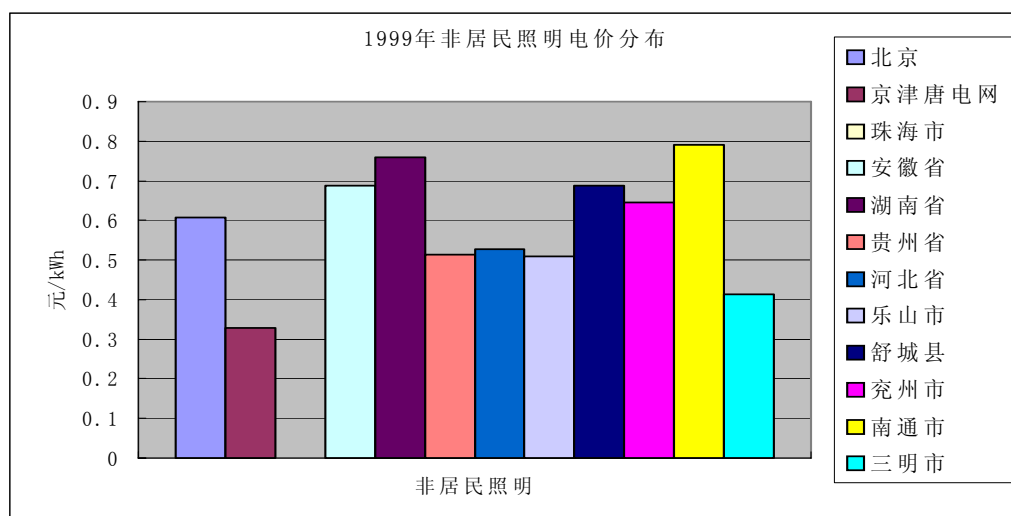


图 5—2 1999 年全国部分城市和地区非居民照明电价分布

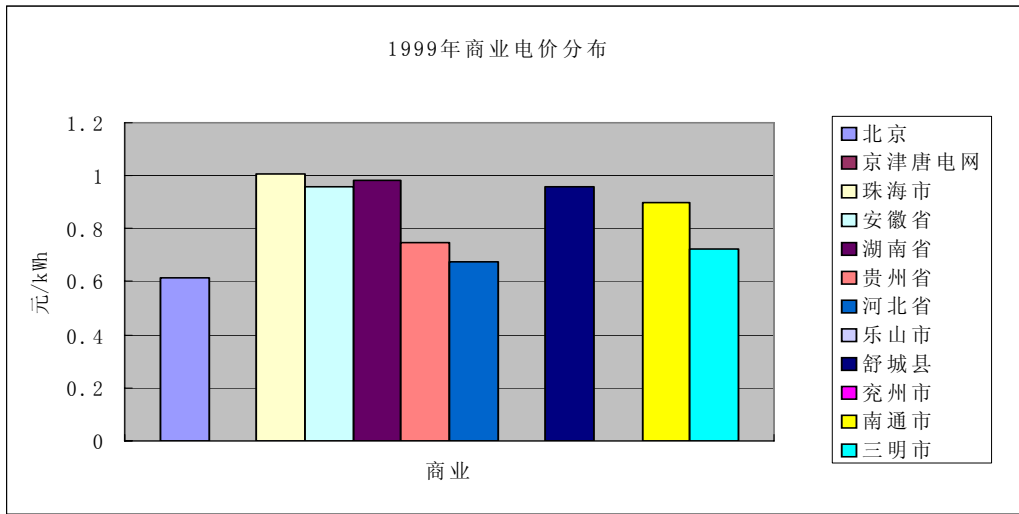


图 5—3 1999 年全国部分城市和地区商业电价分布

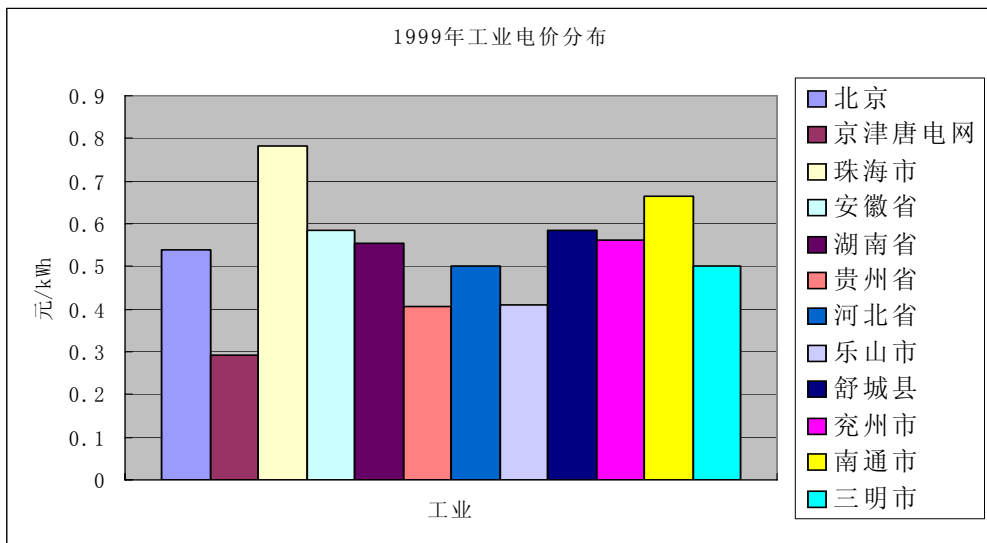


图 5—4 1999 年全国部分城市和地区工业电价分布

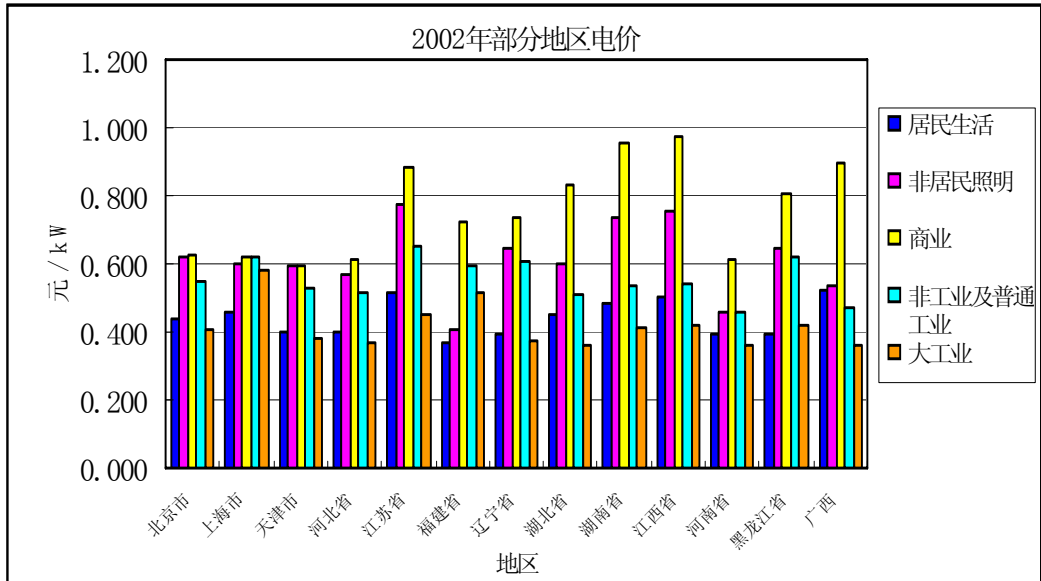


图 5—5 2002 年全国部分城市和地区不同领域电价分布

- 1999 年居民生活、非居民照明（公共）、商业和工业领域平均电价  
1999 年居民生活、非居民照明（公共）、商业和工业领域平均电价见表 5—3。

表 5—3 全国部分地区 1999 年各用电领域平均电价（元/kWh）

	居民生活	非居民照明	商业	普通工业
平均电价	0.46	0.59	0.84	0.53

- 2002 年居民生活、非居民照明（公共）、商业和工业领域平均电价

表 5—4 全国部分地区 2002 年各用电领域平均电价（元/kWh）

照明领域	居民生活	非居民照明	商业	普通工业
平均电价	0.44	0.61	0.76	0.56

注：各领域电价由于使用量不同而不同，工业电价由于行业不同也不同，上表中每个地区各领域的电价是不同电价的算术平均值，大工业电价不包括基本费用。

（资料来源：专家提供和网上公布）

表 5-4 中的电价将用于本章寿命周期成本分析时各照明领域的电价输入。

- 电价预测

项目组还收集了 1999 年全国 26 个电网的平均电价（见图 5—6），及 1990 年至 1999 年全国部分电力公司的平均电价（图 5—7）。通过这些年的电价数据，可以做出电价变化趋势曲线，并结合实际情况对今后若干年的电价变化趋势作出

预测。

从图 5—6 可以看出，全国个别电网之间的电价有很大的差异，电网电价最高的上海电网的电价几乎是电网电价最低的广西电网电价的 2.5 倍。这就要求在分析时，充分考虑电价的不同对节能效果的影响。

图 5—7 的电价变化趋势显示，从 1990 年至 1999 年，电价的年增长率为 18.9%。但后两年的增长趋势变慢，为 10% 左右。1999 年至 2000 年，电的价格基本维持不变。预计，随着三峡工程的进展，全国的电价的增长趋势将有所减慢，预计今后电价将维持在 2% 左右的增长率。

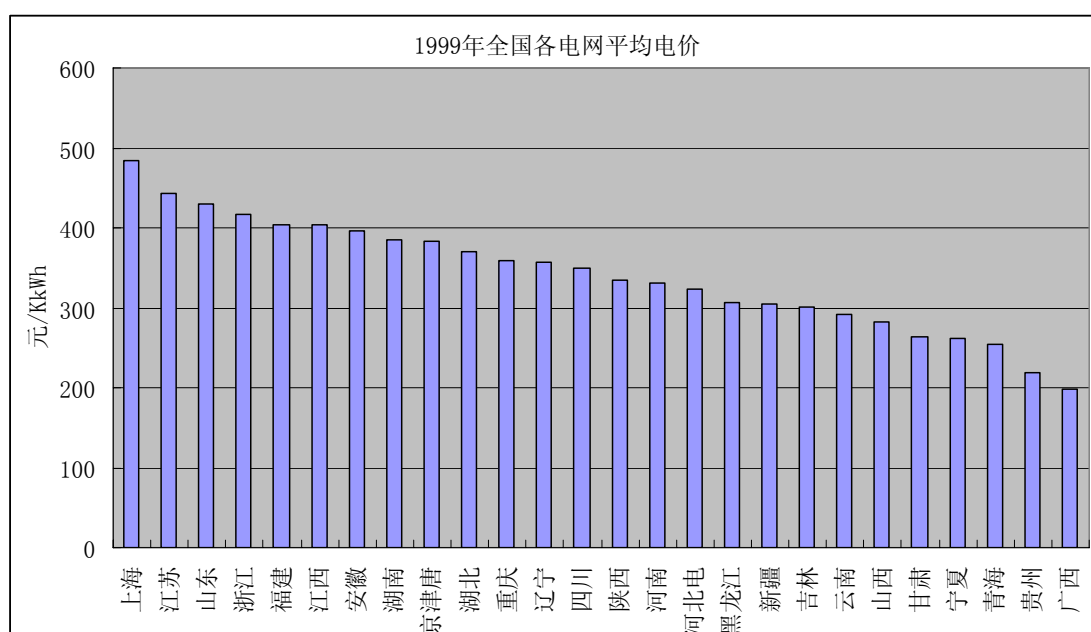


图 5—6 1999 年国家电力公司各电网平均电价分布

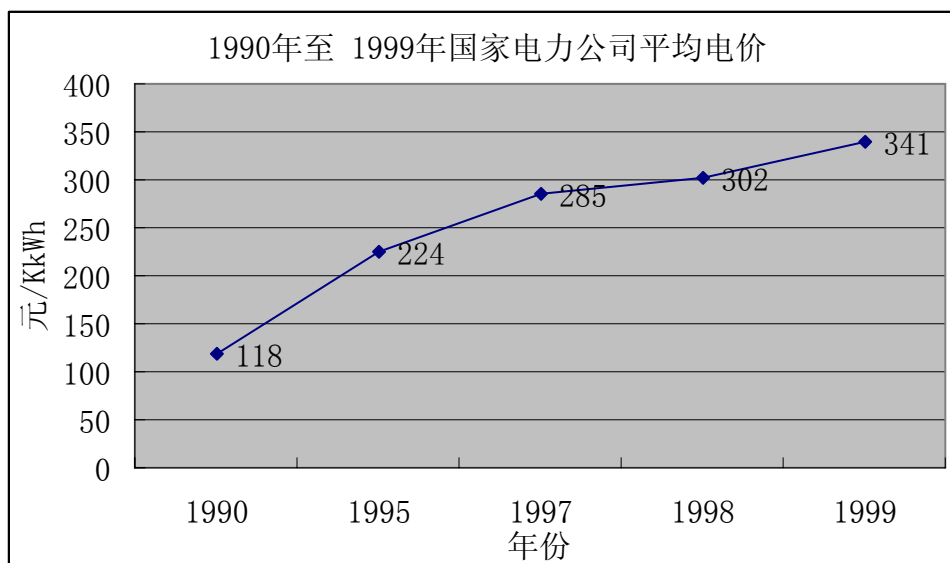


图 5—7 1990-1999 年国家电力公司各电网平均电价分布

### 5.2.3 不同照明场所的年照明时间及折现率

照明时间因家庭、单位、和行业的不同而各不相同，很难确定一个确切的日照明时间。家庭中每天的照明约从晚 5 点半至 11 点或 12 点，大约为 5 至 6 小时。一般的写字楼或机关办公室，日照明时间约为 10 个小时。而商场，餐厅等场所，日照明时间可能多达 12-20 小时。车间，厂房等场所，照明时间可能长达 24 小时。

年照明时间由年照明天数乘以日照明时间来得出。居民生活、商业场所及车间厂房中，平均年照明日可能达到 340 天以上，而学校，机关等场所，年照明日可能不足 300 天。因此本研究中，也将针对不同的年照明日，结合不同的日照明时间，得出年照明时间代入分析程序中，对四种场所中的双端荧光灯的寿命周期成本情况进行分析并比较其结果。

工业照明研究对象一般是轻工业生产车间或其他实行 3 班倒或 2 班倒的生产车间，由于实际情况各异，并且随着经济状况的不同，生产车间可能处于 3 班倒和 2 班倒之间的状态，所以我们假定每班工作 8 小时，平均每天照明 12 小时，每年工作 250 天。商业设定的对象是商场或餐厅，每天开业时间为 12 小时，每年开业 360 天。居民设定每天开灯 6 小时，每年开灯 360 天。公共设施假定为学

校、办公室，每天开灯 10 小时，每年开灯 250 天。

折现率的数据，则从中国银行公布的贷款利率上浮 1-3 个百分点得出。中国银行 2002 年 2 月 21 日公布的 1-3 年贷款利率为 5.49，经过咨询有关专家，折现率一般在该贷款利率的基础上上浮 1-3 个百分点，具体的数值可能会因为银行的不同而有所不同。因此我们在分析时。四个照明领域都取 7%（取上浮 1—3 个百分点的中间植，约在 5.49 的贷款利率基础上上浮了 1.5 个百分点）。表 5—5 列出了这些输入数据（包括 5.2.2 中的平均电价）。

表 5—5 不同场所的年照明时间、电价和折现率数据

场所	电价	日照明时间	年照明天数	年照明时间	折现率
	元/kWh	小时/日	日/年	小时	
居民	0.44	6	360	2160	7%
工业	0.56	12	250	3000	7%
商业	0.76	12	360	4320	7%
公共	0.61	10	250	2500	7%

#### 5.2.4 服务年限

由灯管的标称寿命（双端荧光灯性能标准中规定）除以年照明时间，就得出灯管的服务年限。表 5—6 给出了荧光灯性能标准中规定的 18W 至 40W 双端荧光灯的标称寿命（小时）。

表 5—6 双端荧光灯性能标准中部分双端型荧光灯（卤粉）的标称寿命

单位：小时（h）

功率 管径	18W	20W	30W	36W	40W
T8	7000		8000	8000	
T9		7000	8000		8000
T10		7000	8000		8000
T12		7000	8000		8000

每一种灯管的分析时间取其相应的服务年限。



### 5.3 寿命周期成本及回收期分析结果

本节我们将针对几个重要的寿命周期成本分析变量：灯管的寿命、灯管的购买价格、年运行时间、电价、折现率，利用公式 5—4：

$$LCC = PC + \frac{OC}{r} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right] \dots\dots\dots \text{(公式 5-4)}$$

和公式 5—8：

$$PAY = - \frac{\Delta PC}{\Delta EC} \dots\dots\dots \text{(公式 5-8)}$$

来计算产品的寿命周期成本和回收期。

将表 5—4 和表 5—5 中有关居民、工业、商业和公共照明领域的数据及其它相关数据带入公式 5—4，就可以算出三种基准产品及其可选技术方案在这四个照明领域的寿命周期成本。寿命周期成本越低，说明该可选技术方案在整个服务期限内的花费越少，选用该技术方案所产生的经济效益越好。基准产品寿命周期成本与可选技术方案寿命周期成本与之差 ( $\Delta LCC$ ) 越大，则该可选技术方案的经济效益越好。选择最佳可选技术方案时，应从服务年限，回收期， $\Delta LCC$  及寿命周期净收益几方面综合考虑。对某一个可选技术方案而言，回收期寿命比必须小于 1 才有意义。如果其 LCC 越小、 $\Delta LCC$  越大、寿命周期净收益越大、回收期越短、回收期寿命比越小，则该技术方案越好。三个基准产品及其可选技术方案在四个领域的寿命周期成本分析结果见表 5—7、图 5—7 至 5—9。

#### 5.3.1 寿命周期成本分析结果

表 5—7 列出了当基准产品为 YZ40RR38 时的寿命周期成本和回收期分析结果。三个基准产品 (YZ20RR38、YZ30RR38 和 YZ40RR38) 及其可选技术方案在居民、工业、商业和公共四个照明领域内的寿命周期成本分析结果见图 5—8 至图 5—10。从表中及图中可以看出，在每一个照明领域，寿命周期成本都按 T12、T10、T9、T8 管径产品的顺序降低，并已 T8 的寿命周期成本为最低，T8 灯为最佳可选技术方案。

表 5—7 双端荧光灯在四个照明领域的寿命周期成本及回收期部分分析结果汇总（基准产品为 YZ40RR38）

类别	基准产品及 替换方案	场所	年能耗 kWh/y	年能耗 差 kWh/y	购买成 本 ¥	购买 成本 差 ¥	寿命 h	寿命 y	电价 ¥/kWh	运行成本 ¥/y	运行成 本差 ¥/y	LCC ¥	ΔLCC ¥	回收 期 y	回收期 寿命比
36-65W	YZ40RR38	居民	86.40		8.84		8000	3.70	0.44	37.91		129			
	YZ40RR32	居民	79.57	6.83	10.5	1.7	8000	3.70	0.44	34.91	3.00	121	7.79	0.57	15.31%
	YZ40RR29	居民	76.64	9.76	10.9	2.04	8000	3.70	0.44	33.63	4.28	117	11.52	0.48	12.86%
	YZ36RR25	居民	71.53	14.87	11.2	2.38	8000	3.70	0.44	31.38	6.53	111	18.28	0.36	9.85%
	YZ40RR38	工业	120.00		8.84		8000	2.67	0.55	66.58		166			
	YZ40RR32	工业	110.51	9.49	10.5	1.7	8000	2.67	0.55	61.32	5.26	155	10.71	0.32	12.11%
	YZ40RR29	工业	106.45	13.55	10.9	2.04	8000	2.67	0.55	59.06	7.52	150	15.70	0.27	10.17%
	YZ36RR25	工业	99.35	20.65	11.2	2.38	8000	2.67	0.55	55.12	11.46	141	24.65	0.21	7.79%
	YZ40RR38	商业	172.80		8.84		8000	1.85	0.76	131.25		230			
	YZ40RR32	商业	159.14	13.66	10.5	1.7	8000	1.85	0.76	120.87	10.38	214	15.76	0.16	8.85%
	YZ40RR29	商业	153.28	19.52	10.9	2.04	8000	1.85	0.76	116.42	14.83	207	22.90	0.14	7.43%
	YZ36RR25	商业	143.06	29.74	11.2	2.38	8000	1.85	0.76	108.66	22.59	194	35.63	0.11	5.69%
	YZ40RR38	公共	100.00		8.84		8000	3.20	0.61	61.05		179			
	YZ40RR32	公共	92.09	7.91	10.5	1.7	8000	3.20	0.61	56.22	4.83	167	11.72	0.35	11.01%
	YZ40RR29	公共	88.70	11.30	10.9	2.04	8000	3.20	0.61	54.15	6.90	161	17.14	0.30	9.25%
YZ36RR25	公共	82.79	17.21	11.2	2.38	8000	3.20	0.61	50.54	10.51	152	26.84	0.23	7.08%	

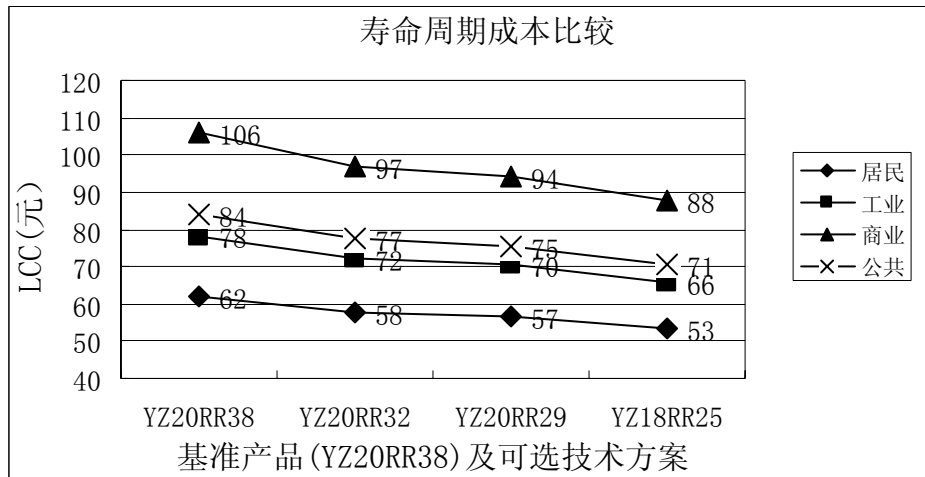


图 5—8 YZ20RR38 双端荧光灯管及可选技术方案的生命周期成本

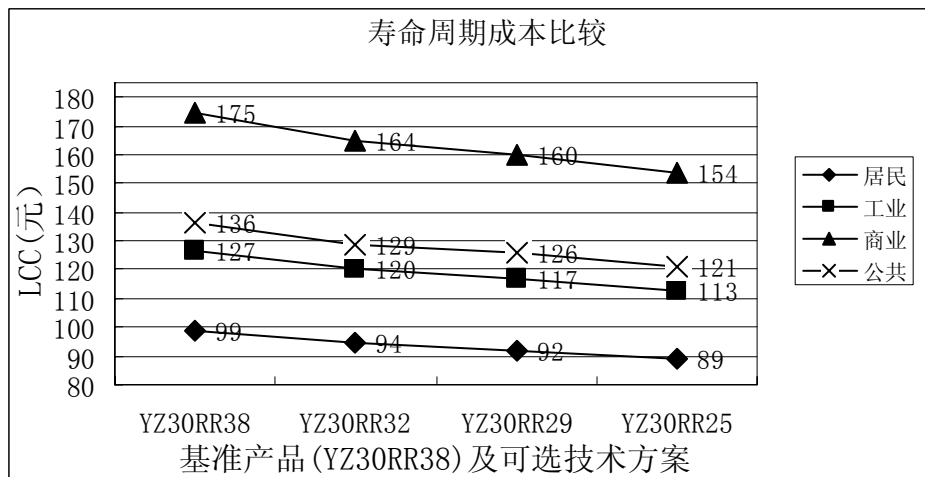


图 5—9 YZ30RR38 双端荧光灯管及可选技术方案的生命周期成本

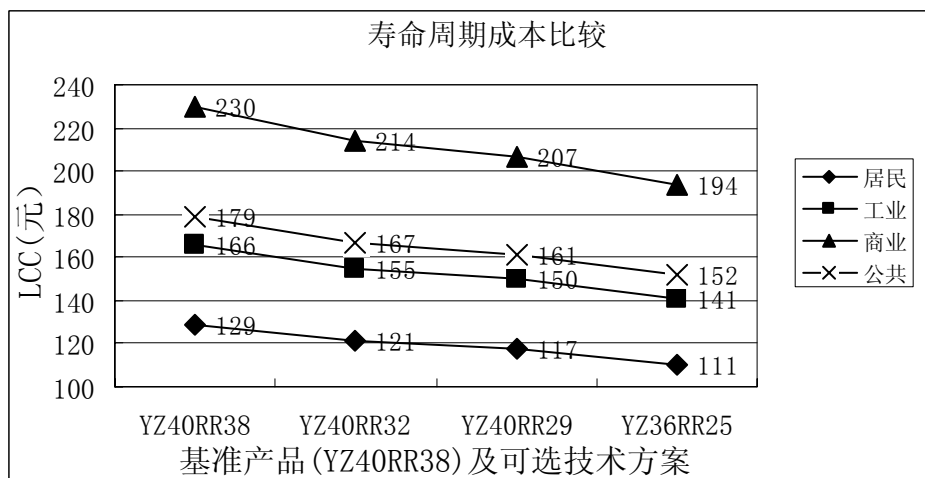


图 5—10 YZ40RR38 双端荧光灯管及可选技术方案的生命周期成本

### 5.3.2 回收期分析结果

四个照明领域各个类别的技术选择方案的回收期可以通过表 5—6 的结果由公式 5—8:

$$PAY = -\frac{\Delta PC}{\Delta EC} \dots\dots\dots \text{(公式 5-8)}$$

计算得出。例如: 某一高效可选技术选择方案的购买成本为 12 元, 年耗电 120 元/年, 其基准产品的购买成本为 8.5 元, 年耗电 130 元/年, 则  $\Delta PC=12 \text{ 元}-8.5 \text{ 元}=3.5 \text{ 元}$ ,  $\Delta EC=130 \text{ 元/年}-120 \text{ 元/年}=10 \text{ 元/年}$ , 该可选技术方案的回收期为:

$$PAY = -\frac{\Delta PC}{\Delta EC} = \frac{3.5}{10} = 0.35y$$

回收期的长短同所选购的高效产品的价格及基准产品的价格有关, 并且因各照明领域的年照明时间不同所导致年耗电量的不同而不同, 在其他条件不变的情况下, 年运行时间越长, 年耗电量越大, 则回收期越短, 但同时灯管的服务年限也随之缩短。居民照明由于其照明时间最短, 年耗电量小, 故相同的可选技术方案中, 在居民照明领域的回收期最长, 同时灯管的服务年限也最长; 而商业和工业领域中, 由于其年照明时间长, 电价高而年耗电量大, 故回收期短, 同时灯管服务年限也缩短。

YZ20RR38、YZ30RR38 和 YZ40RR38 三种基准产品的可选技术方案在居民、工业、商业和公共照明领域的回收期见图 5—11 至 5—13。从图中可以明显地看出, 每一种基准产品的可选技术方案中, 都以 T8 管径的方案的回收期为最短, 为最佳替换方案, T9 和 T10 的方案次之, 故 T8 管径的可选技术方案为最佳可选技术方案。也就是说, 在产品寿命为 1.85 年至 3.2 年的情况下, 购买能效较高的 T8、T9、T10 双端荧光灯去替代低光效的 T12 灯能够在一年之内 (甚至是几个月的时间内) 收回因购买高效产品所多投入的成本, 因此用户购买高光效的产品在经济上是合算的, 并且购买的优先次序应当为 T8,T9,T10。

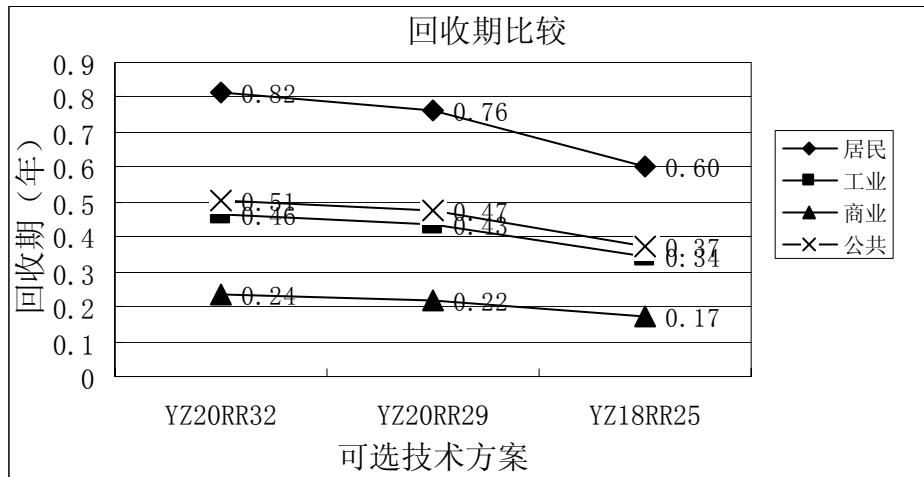


图 5—11 可选技术方案回收期的回收期 (基准产品为 YZ20RR38)

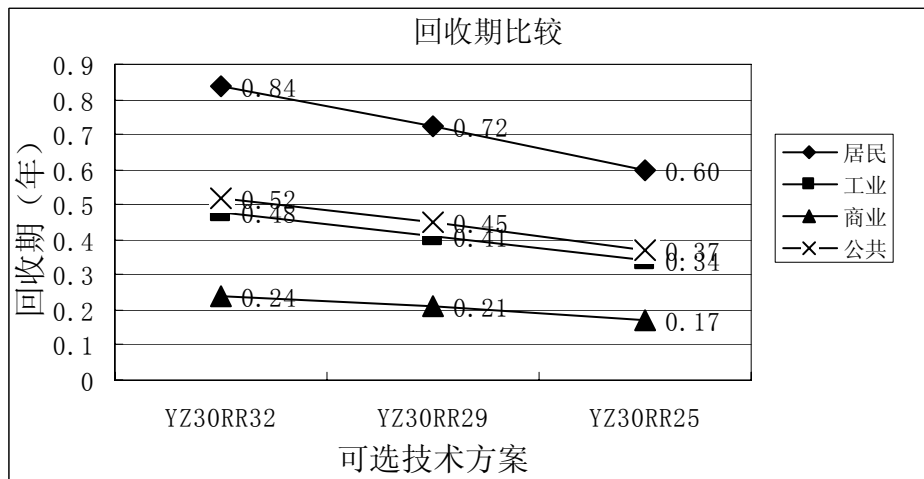


图 5—12 可选技术方案回收期的回收期 (基准产品为 YZ30RR38)

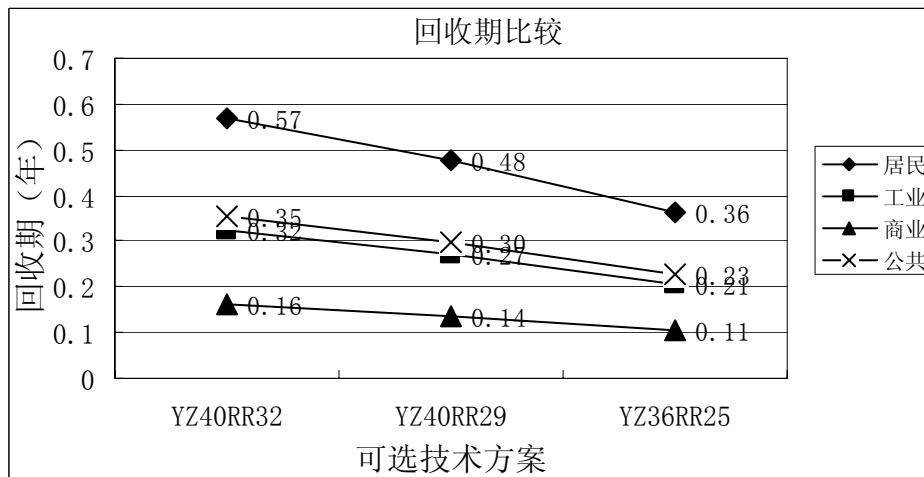


图 5—13 可选技术方案回收期的回收期 (基准产品为 YZ40RR38)

## 5.4 敏感性分析

当寿命周期成本计算公式中的参数发生变化时，寿命周期成本也会发生相应的变化。通过前面的分析，我们知道影响寿命周期成本的参数主要有电费、照明时间、折现率、灯管价格等，在这一节中主要就电费和折现率对寿命周期的影响做进一步的研究。在每一种情况中，我们假定其他参数保持不变，仍然按居民、工业、商业和公共四种场所分别进行分析研究。

### 5.4.1 电价对寿命周期成本的影响

我们分别取 2002 年电价的 80%、85%、90%、95%、100%、105%、110%、115%、120%，而其他参数保持不变，针对居民、工业、商业和公共四个照明场所分别进行研究。以商业照明领域 YZ40RR38 为基准灯的一组荧光灯为例，其分析结果见图 5—14。从图中可以看出，基准产品及其可选技术方案的寿命周期成本随着电价的增加而增加并形成一条直线，但在任何一个电价位置，T8 管径可选技术方案的寿命周期成本都为最低，是最佳的替代方案。

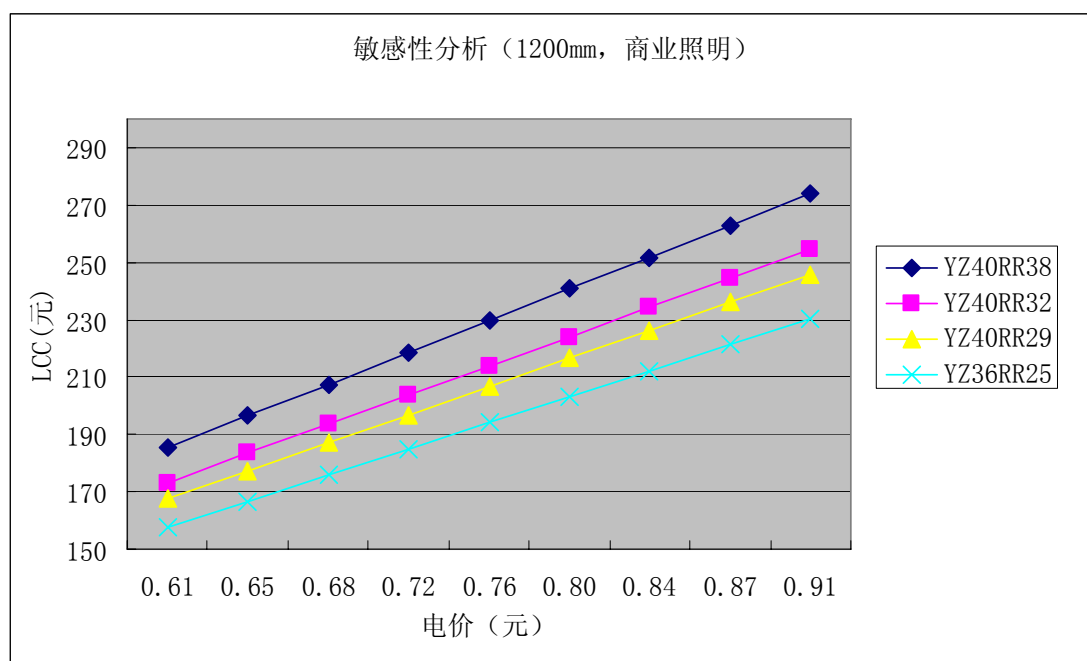


图 5—14 电费对商业照明场所双端荧光灯寿命周期成本的影响（1200mm）

### 5.4.2 折现率对寿命周期成本的影响

我们分别取工程分析中所用折现率及其 40%和 200%（见表 5—8）的折现率数值，而其他参数保持不变，针对居民、工业、商业和公共四个照明场所分别进行研究。由于四个领域所用得着鲜绿相同，在此以商业照明领域 YZ40RR38 为基准灯的一组荧光灯为例，其分析结果见图 5—15。从图中可以看出，基准产品及其可选技术方案的使用寿命成本随着折现率的增加而减少，但在任何一个电价位置，T8 管径可选技术方案的寿命周期成本都为最低，是最佳的替代方案，其次是 T9 和 T10 管径的可选技术方案。

表 5—8 敏感性分析中所用的折现率

场所	折现率		
	低折现率	当前折现率	高折现率
居民	3.5%	7%	14%
工业	3.5%	7%	14%
商业	3.5%	7%	14%
公共	3.5%	7%	14%

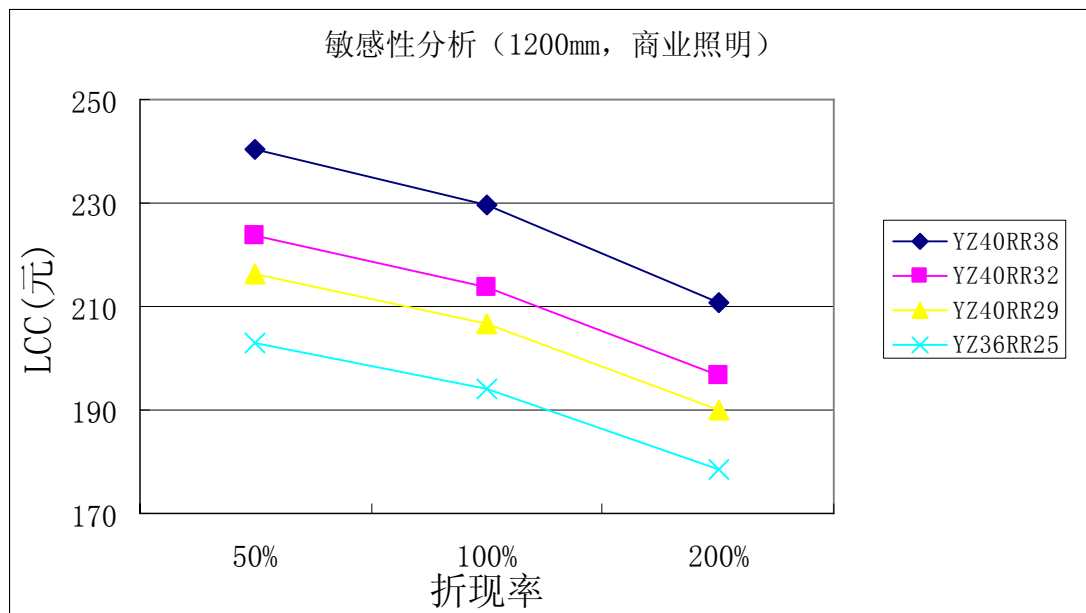


图 5—15 折现率对商业照明场所双端荧光灯寿命周期成本的影响（1200mm）

## 6 标准中主要技术指标的确定

工程分析和寿命周期成本及回收期分析结果为用户购买高能效的产品提供了经济上可行的依据,同时也为标准中各类能效指标的科学合理制定打下了基础(第7章有关国家能源节约总量和环境分析结果将为标准的制定和实施提供更为有力的依据)。根据国家节能管理部门的要求以及工程分析和寿命周期成本及回收期分析结果,项目组将本标准中所研究的三个大类双端荧光灯的能效进行了分级,详见表6-2。产品的能效分级不仅可以为消费者提供产品明确的能效信息,同时还可为我国即将实施的能效标识制度做好准备。本研究的结果是在色调为RR,RZ的双端荧光灯样本的实验数据上得出的,其结果同样适用于其他色调的双端荧光灯。表6-2中包含了三种色调的双端荧光灯的能效等级。本章的以下部分将对标准中能效指标的确定作出详细说明。

### 6.1 能效等级的划分

国外大多数能效等级划分为5级,如泰国、韩国等,有的划分为7级,例如欧盟。由于各类双端荧光灯的光效相差不大,经课题组成员研究,建议我国采用3级制,1级是目标值,达到1级要求的产品是先进、高效产品,目前市场上没有或只有少数产品能够达到;2级为节能评价值,达到节能评价值的产品也是先进、高效的产品,目前市场上的比例也不多;3级为能效限定值。光效介于能效限定值和节能评价值之间的产品应占大多数;3级以下为淘汰产品,应该禁止其生产和销售。根据以上原则,可以确定各能效等级的产品所应占有的市场份额比例。表6-1为各个能效等级的产品所占市场份额期望值。表6-2为根据以上原则确定的能效分级指标。

表 6-1 各能效等级产品应占市场份额的期望值

能效等级	所占目前市场产品份额
1级以上	5%
2级以上	35%
3级以上	90%
3级以下	10%



表 6-2 双端荧光灯能效等级

标称 功率 范围 W	初始光效 lm/W								
	能效等级 (色调: RR, RZ) <sup>a)</sup>			能效等级 (色调: RL, RB) <sup>a)</sup>			能效等级 (色调: RN, RD) <sup>a)</sup>		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
14~21	75	53	44	81	62	51	81	64	53
22~35	84	57	53	88	68	62	88	70	64
36~65	75	67	55	82	74	60	85	77	63

a) 表中色调应符合GB/T 10682中色度坐标的要求。企业可以根据用户的要求制造非标准颜色的灯，但应同时给出非标准颜色色度坐标的目标值，且其容差应在5SDCM的范围之内。对非标准颜色的灯，其光效应按邻近标准颜色光效值较高的能效等级进行判定。

## 6.2 能效限定值（第3级）的确定

按照能效等级的划分原则，并考虑到与 GB/T 10682 保持一致，经对有关数据进行认真分析后，起草组认为应将 3 级产品的最低光效定在 GB/T 10682 中规定的光效值的 92%，这也与产品标准 GB/T 10682 相协调统一。低于能效限定值的产品将被禁止进入市场。

## 6.3 节能评价价值（第2级）的确定

节能评价价值是节能产品认证的依据，凡是能够达到或超过该值的产品，并通过节能产品认证机构的审核认可，就可以在在产品上粘贴节能标志，便于消费者快速选择高效产品。

根据工程分析、寿命周期成本分析及回收期分析的结果，T8 灯是最佳的技术选择方案。经起草组成员及有关专家讨论，本标准将 2 级产品的最低光效（也就是节能评价价值）定在 GB/T 10682 中各类 T8 产品(18W、30W、36W)的规定光效值上，（高光效系列（14W、21W、28W、35W）双端荧光灯的节能评价价值为表 6-2 中能效等级的 1 级）。达到该指标的产品，既可申请节能产品认证。

在目前市场上的卤粉灯中，除了 T8 产品外，其他的 T12、T10 和 T9 荧光灯很难达到节能评价价值的要求。节能评价价值的确定，可以保证那些技术力量强，设备先进的生产厂家的 T8 产品能够达到该节能评价价值的要求，而那些生产条件较差，技术相对落后的厂家则需要进行技术改进才能使其产品达到节能评价价值的要求。当然，三基色灯可以达到这样的要求，而这正是本标准的目的之一：鼓励我

国荧光灯向三基色的方向发展。

## 6.4 目标能效值（第 1 级）

本标准中将 1 级产品的最低光效（目标能效值）定在 GB/T 10682 规定的“高频预热阴极荧光灯”的标称值上或稍作调整。其中 14~21W 双端荧光灯 1 级产品的光效定在 14W “高频预热阴极荧光灯”的标称光效上；22~35W 双端荧光灯 1 级产品的光效定在 28W “高频预热阴极荧光灯”的标称光效上；而 36~65W 双端荧光灯 1 级产品的光效则是对该产品光效的标称值稍作调整的基础上确定的。这里没有取 T8 三基色灯的标称光效而取 T5 灯的标称光效是为了防止劣质 T5 灯冲击高质量 T5 灯的市场，并鼓励 T5 灯快速发展。

## 6.5 目标能效限定值（超前指标）

经项目组讨论研究，本标准中将未来几年后将强制实施的目标能效值限定值定为 GB/T 10682 规定的 T8 (18W、30W 和 36W)双端荧光灯的标称光效值，见表 6-3，也就是现在的节能评价值指标，这也符合工程分析以及寿命周期成本分析的结果。这样规定的目的是为了淘汰使用卤粉的 T12、T10 和 T9 低光效双端荧光灯，鼓励并大力推广荧光灯市场向三基色的 T8 灯和 T5 等的方向发展。这在目前的中国也是比较可行的。

起草组建议目标能效限定值于 2005 年 8 月 1 日生效。

表 6-3 双端荧光灯 2005 年的目标能效限定值

标称功率 W	初始光效, lm/W		
	色调 RR, RZ	色调 RL, RB	色调 RN, RD
14~21	53	62	64
22~35	57	68	70
36~65	67	74	77

## 6.6 双端荧光灯的寿命要求

荧光灯的重要性能参数之一就是寿命,这也是广大消费者所密切关心的重要指标。所以在考核能效指标的同时,应关注寿命问题。但由于双端荧光灯的寿命测试需要很长的时间,难以操作,为此本标准规定了双端荧光灯在 2000 小时的流明维持率要求。本标准中对于双端荧光灯的流明维持率要求采用了 GB/T10682 中的有关规定。

本标准中的各个能效指标是经过一系列的分析,并根据目前我国双端荧光灯的能效现状而规定的,它只是一个相对固定的值。随着我国生产企业节能技术水平的不断提高,我国双端荧光灯的能效水平也逐步地提高,因而过一段时期该标准就应进行修订,在修订时可参照国外同类标准并根据当时我国镇流器能效水平,并经过科学的技术经济分析后确定出新的能效指标。

## 6.7 同其它国家能效限定值的比较

表 6—4 为部分国家的荧光灯能效限定值比较。

表 6—4 中国同其它国家能效限定值的比较

国家或地区	灯的类型	额定功率 (W)	最小光效 (lm/W)						生效日期	
			能效限定值			节能评价值				
			RR,RZ	RL,RB	RN,RD	RR,RZ	RL,RB	RN,RD		
中国	双端直管型	14~21	44	51	53	53	62	64	2002	
		22~35	53	62	64	57	68	70	2002	
		36~65	55	60	63	67	74	77	2002	
美国 加拿大	48 英寸双插脚灯座荧光灯	>35	75						1995.11.1	
		≤35	75						1995.11.1	
日本	商业及公用		75						2000.1.1	
	居民用		65						2000.1.1	
	直管型	带启动器	40	60.5						1995.11.1
		带启动器(电子镇流器)	20	77						1995.11.1

		带启动器 (电感镇流器)	20W,	49	1995.11.1
韩国	直管型	T10	20	55.0	2000.1.1
			40	66.0	2000.1.1
		T8	32	73.0	2000.1.1
泰国	600mm		18W	48.9	
	1200mm		36W	63.9	
香港	管型荧光灯		<18	40	
			18≤, >40	50	
			≥40	60	

从表中可以看出,中国的能效限定值在所列出的所有国家的能效限定值当中是偏低的,说明中国双端荧光灯的能效水平同其他国家相比有着很大的差距,但节能评价值,包括建议 2005 年实施的目标能效限定值同韩国、日本、泰国和香港的水平比较接近。这里需要说明的是,中国能效标准的实施时间同其他国家有所不同,其中的能效限定值、节能评价值以及能效分级等指标在发布后短时间内就将实施,目的是尽快淘汰市场上能效过低的产品,尽快促进能效水平的提高。节能评价值和目标能效值才是我们努力的方向。经过国家有关部门和企业的共同努力,中国荧光灯的平均能效水平将高于能效限定值,大部分产品将达到节能评价值的要求,这将会使我国双端荧光灯的能效水平得到很大提高,因此,本标准的制定对中国双端荧光灯产品走向国际市场和节约能源、保护环境有着重要意义。

## 7 国家能源节约总量和环境影响分析

本章针对通过实施双端荧光灯能效标准，淘汰低于能效限定值的产品，发展能效高的节能型产品，普遍提高我国双端荧光灯的能效水平，对我国电力消耗、节约电费和减少环境污染方面所产生的影响进行分析。标准的制定和实施要本着技术上合理，经济上可行的原则。本报告第4章的工程分析以及第5章的产品寿命周期成本和回收期分析已经提供了用户购买高效产品在经济上合理的依据，本章将从国家的角度，分析能效标准的制定和实施会对整个国家的能源、经济和环境所带来的影响，为标准的制定和实施提供更加有力的依据。

### 7.1 分析方法概述

国家节能影响分析基于对一些参数的预测，比如荧光灯年增长率、保有量、各种规格荧光灯在各照明领域所占的比例及存活率、电费增长率等，进而通过分析程序，通过有标准和没有标准两种情况下市场产品结构和能效的不同计算出两种情况下的各自能源消耗总量，新增高光效产品所投入的资金总量。两种情况下所得结果相减，便计算出实施新的能效标准所节约的电力与经济效益，以及对减少环境污染所产生的影响。在这个分析过程中，包括了三基色的 T8 和 T5 灯。

同寿命周期成本分析不同的是，我们不再按照居民、工业、商业和公共四个照明领域分别进行分析，而是根据 14W 至 65W 双端荧光灯在四个照明领域所占的比例及 T5（三基色）、T8（三基色和卤粉）、T9、T10 和 T12 四种管径的灯管在本标准所研究的双端荧光灯总量中所占的比例及荧光灯总产量的年增长率，计算出各种规格荧光灯的在各年的产量，并求得四个照明领域年照明时间、电价和折现率的平均值。我们按标称功率的不同（14-21W、22-35W 和 36-65W）分为三组进行分析，分析时间为 2003 年至 2012 年，采用以下几个步骤进行分析：

- 设定双端荧光灯总产量的年增长率及在四个照明领域内所占的比例；14W 至 65W 双端荧光灯在直管荧光灯总产量中所占的比例，以及 14-21W、22-35W 和 36-65W 三组荧光灯所占的比例；T5、T8、T9、T10 和 T12 双端荧光灯所占的比例，进而求得各种规格的荧光灯在分析年限

内每年的产量。再根据单位产品成本增加量（单只灯价格）数据计算出购买这些灯管所需的费用。

- 根据平均年照明时间和产品的标称寿命，计算出各种规格双端荧光灯的年存活率，再根据寿命周期成本分析中所得到的单位产品年能耗数据，分别计算出每年的市场保有量及能耗总量。
- 根据电价增长率预测，计算出各年的电价及各年消耗的电费。
- 通过折现计算，求得各年消耗电费和购买新灯管所增成本的现值。
- 在没有能效标准和实施能效标准两种情况下，重复上面的计算过程，求出两种情况下的总能耗差（总节能量）、总消耗电费差（电费节约量）和总增加成本的差（成本增加量），再将所得的电费节约量的现值减去购置高效灯管所增加成本的现值后，便可得出总的国家节能经济效益的净现值（每年节约的电费及国家节能经济效益均折现为 2000 年人民币元和美元）；
- 将所计算出的节能总量乘以二氧化碳等空气污染排放物的换算系数，得出标准实施后减少的空气污染排放物的数量。

## 7.2 输入数据

国家节能及环境影响分析中所要用到的输入数据包括：

- 分析年限；
- 双端荧光灯的年增长率及年产量；
- 14W 至 65W 双端荧光灯在直管荧光灯总产量中所占的比例；
- T5、T8、T9、T10 和 T12 四种管径的双端荧光灯在本标准所涉及的 14W 至 65W 双端荧光灯中所占的比例；
- 14W 至 65W 双端荧光灯在四个照明领域中的产量分布比例；
- 各种规格 14W 至 65W 双端荧光灯所占的比例；
- 年平均照明时间
- 各种规格双端荧光灯在四个照明领域的平均寿命；
- 各种规格双端荧光灯在四个照明领域的平均年存活率；
- 保有量；
- 电价增长率及每年的电价；
- 单位产品年能耗；
- 单位产品成本增加量；

- 折现率；
- 排放物数量与发电量之间的换算系数；

### 7.2.1 分析年限

国家能源节约总量和环境影响分析的起止时间范围为 2003 年至 2012 年。

### 7.2.2 双端荧光灯的年产量增长率和年产量预测

按照照明行业“九五”计划，2000 年，T12、T10、T8 及 T5 荧光灯总产量将达到 8 亿，2005 年要达到 10 亿，但实际产量距这一计划相差甚远，2000 年全国直管荧光灯的产量只有 4.5 亿。1995 年至 2000 年全国直管荧光灯产量分布见图 7—1。

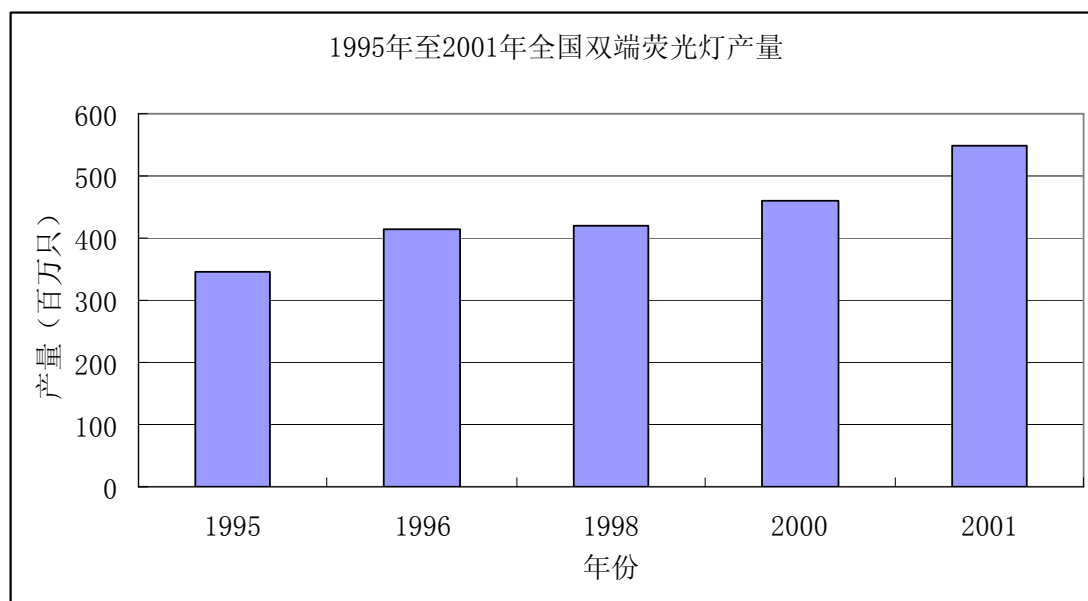


图 7—1 1995 年至 2001 年全国直管荧光灯产量分布图

从图 7—1 可以看出，从 1995 年至 2000 年，直管荧光灯以平均 6% 的年增长率增长。预计今后随着能效标准的实施，灯管质量和光效将会得到提高，各种管径的灯管所占的比例将会发生较大变化，而直管荧光灯总产量的增长速度将有所减慢，维持在 3% 左右。按此增长率，2003 年至 2012 年 14W 至 65W 双端荧光灯的年产量预测见图 7—2。

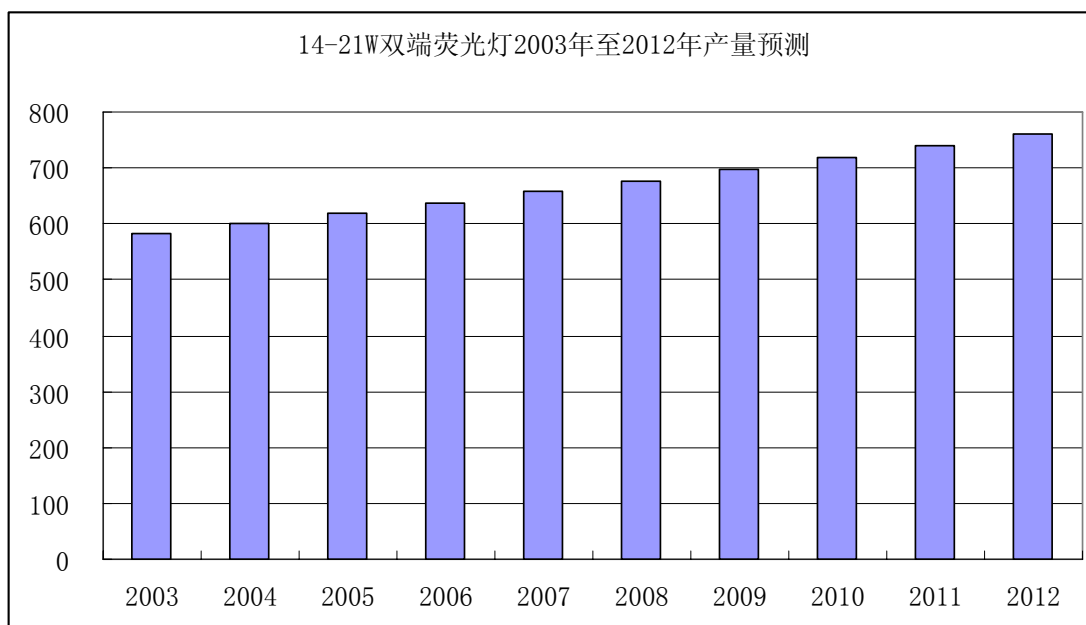


图 7—2 2003 至 2012 年间 14W 至 65W 双端荧光灯年产量预测

### 7.2.3 14W 至 65W 双端荧光灯占直管荧光灯总产量的比例

据项目组估计，在直管荧光灯中，14W 至 65W 双端荧光灯约占直管荧光灯总产量的 90%。同时考虑到出口，库存及使用滞后等因素，我们在具体计算时进行了修正，将每年实际投入国内市场并被消费者购买使用的双端荧光灯占当年直管荧光灯产量的比例定在 80%。

### 7.2.4 T5、T8、T9、T10 和 T12 双端荧光灯所占的比例：

很难确切地得出 T5、T8、T9、T10 和 T12 四种管径的双端荧光灯所占比例的准确数字，距项目组估计，2001 年，T5、T8、T9、T10 和 T12 五种管径的双端荧光灯在本标准所涉及的 14W 至 65W 双端荧光灯中所占的比例见表 7—1。

表 7—1 2002 年 T5、T8 三基色、T8 卤粉、T9、T10 和 T12 双端荧光灯所占比例

T5	T8 三基色	T8 卤粉	T9	T10	T12
1%	0%	35%	25%	20%	19%

在能效标准实施之前，T12 的年产量以 2%左右的速度减少，至 2012 年，



T12 占双端荧光灯总产量的比例降至 0, T9 灯和 T10 灯的产量也相应地逐年递减, 所占比例随 T5 灯、T8 三基色灯和 T8 卤粉等产量的增加而减少。能效标准实施后, 加速了 T12 和 T10 灯的淘汰速度, 至 2006 年因超前标准的实施而完全被淘汰。同时项目组还考虑了 2010 年前后可能实施的另一个超前标准, 届时能效限定将很可能定在三基色 T8 双端荧光灯的的标称值上, 从而导致市场上基本上只剩下三基色的 T8 和 T5 灯的局面。在综合考虑了这些因素之后, 项目组对标准实施前后市场上各种双端荧光灯产品的结构变化做出了合理的预测。表 7—2 给出了能效标准实施前后, 各种管径的双端荧光灯的产量在 2003 年至 2012 年间所占的比例。

表 7—2 能效标准实施前后各种管径的双端荧光灯产量所占的比例 (%)

年份		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
实施前	T5	1.0	2.7	4.2	5.8	7.4	8.97	10.6	12.1	13.7	15.3	16.9	18.4
	T8 三基色	0.0	0.0	0.1	0.2	0.27	0.36	0.45	0.55	0.6	0.7	0.82	0.91
	T8 卤粉	35.0	37.0	39.0	41.0	43.0	45.0	47.0	49.0	51.0	53.0	55.0	57.0
	T9	25.0	23.8	22.5	21.3	20.0	18.8	17.5	16.3	15.0	13.8	12.5	11.3
	T10	20.0	19.2	18.3	17.5	16.7	15.8	15.0	14.2	13.3	12.5	11.7	10.8
	T12	19.0	17.4	15.8	14.3	12.7	11.1	9.5	7.9	6.3	4.8	3.2	1.6
实施后	T5	1.0	4.3	7.5	10.8	14.0	17.3	20.5	23.8	27.0	30.3	33.5	36.8
	T8 三基色	0.0	2.1	4.1	6.1	8.2	20.3	29.5	38.8	48.0	57.2	66.5	63.3
	T8 卤粉	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	45.8	36.7	27.5	18.3	9.2	0.0	0.0
	T9	25.0	22.5	20.0	17.5	15.0	16.7	13.3	10.0	6.7	3.3	0.0	0.0
	T10	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	T12	19.0	15.2	11.4	7.6	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

### 7.2.5 14W 至 65W 双端荧光灯在四个照明领域的产量分布比例

据项目组估计, 14W 至 65W 双端荧光灯在四个照明领域的大致比例见表 7—3。

表 7—3 14W 至 65W 双端荧光灯四个照明领域的比例

居民	工业	商业	公共
5%	30%	40%	25%

### 7.2.6 各类双端荧光灯（按功率范围类）所占的比例

据项目组估计, 各种规格双端荧光灯的大致比例见下表。

表 7—4 各类荧光灯所占比例

功率 (W)		14-21	22-35	36-65
比例	T5	30%	65%	5%
	T8-T12	25%	10%	65%

### 7.2.7 年平均照明时间

根据双端荧光灯在四个照明领域的年照明时间（表 7—5）及其分布比例（见表 7—3），可计算出双端荧光灯的平均年照明时间为 3361 小时。

表 7—5 不同照明场所的年照明时间数据

场所	日照明时间	年照明天数	年照明时间
	小时/日	日/年	小时
居民	6	360	2160
工业	12	250	3000
商业	12	360	4320
公共	10	250	2500

### 7.2.8 各类双端荧光灯的平均寿命

国家标准《双端荧光灯 性能要求》中规定产品的标称寿命 7000 小时和 8000 小时，根据平均年照明时间，将其换算成以年为单位的平均寿命。详见表 7—6。

表 7—6 各类双端荧光灯的平均寿命

功率 (W)	14-21 卤粉	22-35 卤粉	36-65 卤粉	14-21 三基色	22-35 三基色	36-65 三基色
年照明时间 (小时)	3361	3361	3361	3361	3361	3361
标称寿命 (小时)	7000	8000	8000	8000	10000	1000
标称寿命 (年)	2.08	2.38	2.38	2.38	2.98	2.98

### 7.2.9 各类双端荧光的平均年存活率

为便于分析，如果某一种灯的寿命为 1.03 年，则取第一年的存活率为 100%，

第二年的存活率为 3%，第三年的存活率为 0，其余以此类推。

### 7.2.10 保有量

本分析中，保有量的计算按灯管功率分为三个大类进行计算，每一个大类中又按不同的管径分别计算。根据前面假定的每年灯管年产量和每年的存活率及其比例，我们可以分别计算出三大类双端荧光灯中的 T8、T9、T10 和 T12 灯管从 2003 年至 2012 年各年中的保有量。以某种灯在标准实施后的某一年保有量计算为例，假定该灯 2005 年的市场投放量为 2864 万，存活率为 100%；该灯的寿命为 2.38 年，2004 年投放市场的 2455 万只灯在 2005 年的存活率为 100%，而 2003 年投放市场的 2065 万只灯在 2005 年的存活率为 38%，而 2002 年投放市场的 1691 万只灯的存活率为零。由此可以算出 2005 年该灯的保有量为：

$$2864 \times 100\% + 2455 \times 100\% + 2065 \times 38\% + 1691 \times 0\% = 6104 \text{ 万只}$$

其余各年的保有量计算以此类推。

### 7.2.11 电价预测

从 1990 年至 1999 年，电价的年增长率为 18.9%。但后两年的增长趋势变慢，为 10% 左右。随着三峡工程的进展，全国的电价的增长趋势将有所减慢，预计今后电价将维持在 2% 左右的增长率。根据四个照明领域的电价（表 7—7）及双端荧光灯在四个照明领域所占的比例（表 7—3），可以计算出四个照明领域的平均电价为 0.64 元/度。图 7—3 给出了 2003-2012 年四个照明领域平均电价的预测。

表 7—7 全国部分地区 2002 年各用电领域平均电价（元/kWh）

	居民生活	非居民照明	商业	普通工业
平均电价	0.44	0.61	0.76	0.56

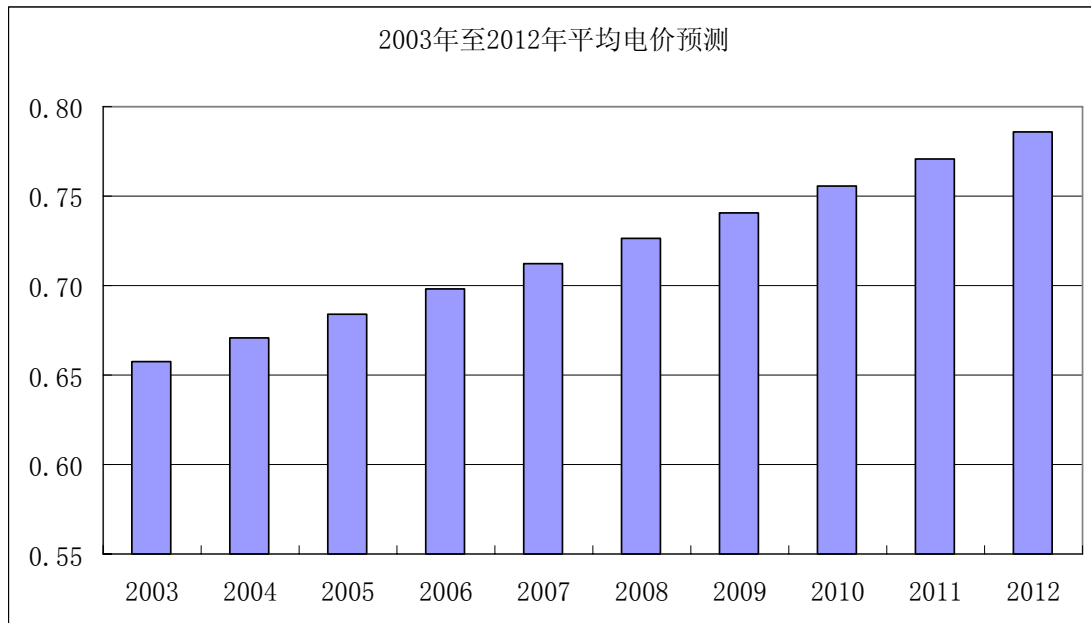


图 7—3 2003 年至 2012 年平均电价预测

### 7.2.12 单位产品能耗及节电量

各种灯管的单位产品能耗在没有能效标准和实施了能效标准两种情况下各不相同。在没有能效标准的情况，灯管的功率按标称功率计算；实施标准后，灯管消耗的功率按归一化功率的计算。实施能效标准前后各种灯管的能耗情况及单位产品的节电量见表 7—8 至表 7—10。

表 7—8 实施能效标准前单位产品的能耗

功率(W)	14	18	20	28	30	36	39	40
节电量 kWh	T5	47.1			94.1			131.1
	T8 三基色		60.5			100.8	121.0	
	T8 卤粉		60.5			100.8	121.0	
	T9			67.2		100.8		134.4
	T10			67.2		100.8		134.4
	T12			67.2		100.8		134.4

表 7—9 实施能效标准后单位产品的能耗

功率(W)	14	18	20	28	30	36	39	40
节电量 kWh	T5	37.4			62.0			103.4
	T8 三基色		43.7			70.9	89.4	
	T8 卤粉		53.1			86.7	111.3	
	T9			57.7		90.8		119.3
	T10			59.8		93.6		123.8
	T12			67.2		100.8		134.4

由表 7—8 和表 7—9，可以计算出单位产品的节电量，结果见表 7—10。

**表 7—10 实施能效标准后单位产品的节电量**

功率(W)		14	18	20	28	30	36	39	40
节电量 kWh	T5	9.6			32.1			27.7	
	T8 三基色		16.8			29.9	31.6		
	T8 卤粉		7.4			14.1	9.7		
	T9			9.5		10.0			15.2
	T10			7.4		7.2			10.6
	T12			0.0		0.0			0.0

### 7.2.13 折现率

国家节能影响分析中所采用的折现率与寿命周期成本分析中所用的四个照明领域折现率相同的平均值，其值为 7%。

### 7.2.14 火力发电废弃排放物数量与发电量之间的换算系数

火力发电所产生的固体或气体排放物对大气和环境会产生不良影响，如二氧化碳会产生温室效应，而二氧化硫则能够导致酸雨等。每发一度电所产生的二氧化碳量为 1.24 千克（数据来源：劳伦斯伯克利国家实验室）。

## 7.3 分析结果

为确定标准实施将对国家节能总量和对环境的影响，项目组在 LBNL 专家的帮助下，参考 LBNL 有关镇流器国家节能分析的 EXCEL 程序，制作了一个具有类似功用的分析模型，输入相关变量，对双端荧光灯国家节能及环境影响进行分析。这一分析不再按照居民、工业、商业和公共四个照明领域进行，而是计算出四个照明领域的电价、折现率、照明时间的平均值，按灯管功率分为 (14~21W)、(22~35W)和(36~65W)三大类分别进行分析，每一类中都是分别计算标准实施前和实施后两种情况下的能耗和购买灯所耗的成本，两者相减便得出节能量和经济效益以及二氧化碳减排量。最后将三大类的分析结果相加，便得出全国总的国家节能及环境影响结果。

我国电力生产结构以火力发电为主，消耗一度电就相当于燃烧了一定量的煤，发电厂也就排放出一定量的CO<sub>2</sub>。如果节约一度电，就相当于少燃烧了一定量的煤，也就相当于减少了一定量的CO<sub>2</sub>的排放。把2003年至2012年的节电总量累加起来后，通过折算系数便可折算出CO<sub>2</sub>减排量。

标准的实施所带来的节能效果及环境影响以及经济效益同应用于新增建筑的灯的比例有关。据项目组计算，从标准实施的2003年到2012年10年间，如果所有的双端荧光灯都是用于新增建筑的照明，则双端荧光灯能效标准的实施在全国可累计节电2080亿千瓦时，减少CO<sub>2</sub>排放2.6亿吨，同时也节约照明电费883亿元（107亿美元）。扣除增加的87亿元成本（11亿美元），净收益为796亿元（96亿美元）。如果有四分之一的产品用于新增建筑，而另外四分之三用于替换旧的低光效产品，则10年累计节能量为520亿千瓦时，减少CO<sub>2</sub>排放0.6亿吨，同时也节约照明电费221亿元（27亿美元）。扣除增加的87亿元成本（11亿美元），净收益为134亿元（16亿美元）。图7-4给出的是实施标准后所有的双端荧光灯都是用于新增建筑的照明的情况下每年节约电费的情况。

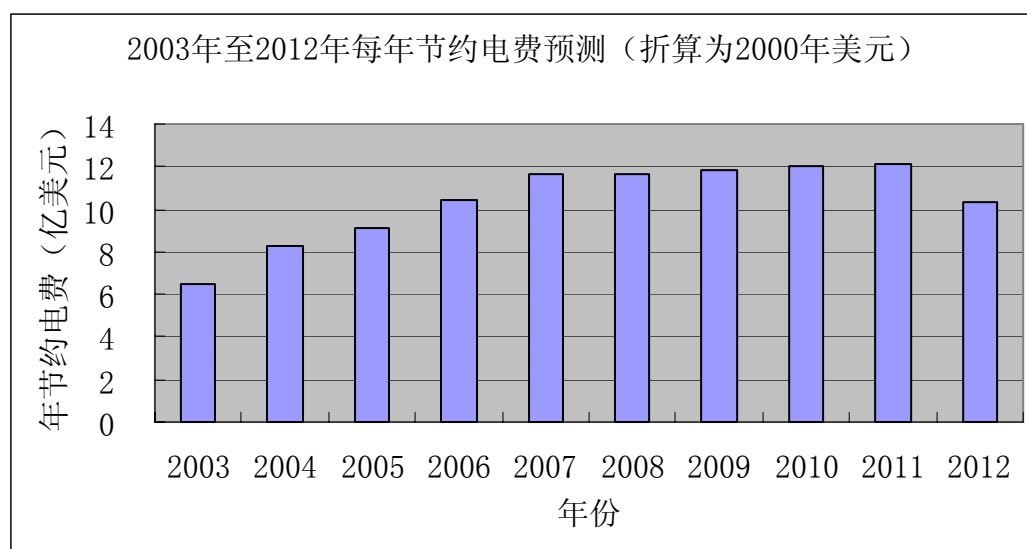


图7—4 2003年至2012年每年节约电费预测（折算为2000年美元）

从分析结果不难看出，本标准的实施将为国家节约大量的电力，并带来巨大的经济效益和良好的环境影响，是一件利国利民造福子孙的大好事。在能效标准的制定和实施上的投入将是掷地有声，会得到良好的回报，建议政府加大在能效标准的制定和实施上的投资和支持力度，以推动我国节能工作的开展，促进节能

技术的进步，使我国的能源利用效率尽快达到或超过国际先进水平，以节约我们有限的能源。