

# 建筑照明设计标准的编制概况

摘要：原国家标准——《民用建筑照明设计标准》（GBJ133-90）和《工业企业照明设计标准》（GB50034-92）实施已十多年，随着国民经济发展，这两项国家标准已经不能适应当前工程建设的要求，建设部于 2002 年夏下达任务，对两项国标进行修订，并决定合并为一项标准，由中国建筑科学研究院主编，中国航空工业规划设计研究院等单位参编，标准名为《建筑照明设计标准》。

关键词：照明能效 建筑照明设计标准 实施

## 1 关于《建筑照明设计标准》的编制概况

### 1.1 标准的由来

原国家标准——《民用建筑照明设计标准》（GBJ133-90）和《工业企业照明设计标准》（GB50034-92）实施已十多年，随着国民经济发展，这两项国家标准已经不能适应当前工程建设的要求，建设部于 2002 年夏下达任务，对两项国标进行修订，并决定合并为一项标准，由中国建筑科学研究院主编，中国航空工业规划设计研究院等单位参编，标准名为《建筑照明设计标准》。

与此同时，国家经贸委所属（现国家发改委所属）中国绿色照明工程项目办公室下达编制《建筑照明节能标准》，由同一主编单位负责编制。

在编制过程中，考虑到以上两项标准更好的统一，更便于设计中实施，经两个主管部门同意，合并为一项标准。

经编制组近两年的工作，于 2004 年 4 月通过审查，5 月报批，2004 年 6 月 18 日经建设部批准发布，标准号为 GB50034-2004，2004 年 12 月 1 日实施。该标准批准如此之快，是因为两主管部门跟踪了解了编制的主要过程，也说明了需要尽早实施该标准的重要意义。

### 1.2 标准编制的原则

- （1）反映近十多年我国国民经济发展和科技进步的状况；
- （2）适应二十一世纪全面建设小康社会的目标的需要；
- （3）全面实施绿色照明工程，贯彻节约能源、保护环境的重大方针。

### 1.3 主要依据

- （1）对我国各类建筑照明状况的普查和重点调查实测；

(2) 对我国原标准, 国际照明委员会 (CIE) 新标准, 美、德、俄、日等有关标准及其他资料的分析, 吸取有益部分, 有条件时, 尽量采用或参考应用 CIE 新标准;

(3) 考虑我国现在的照明器材 (光源、灯具、镇流器等) 的实际状况及未来几年的发展趋势;

(4) 广泛听取设计、科研及其他有关单位的意见。

#### 1.4 新标准的特点和主要变化

(1) 照度水平有较大幅度提高, 适应了当前生产、工作、学习和生活的需要;

(2) 照明质量有新的更高的要求, 有利于改善视觉条件;

(3) 反映照明科技进步, 有利于优质、高效照明器材的发展和推广应用;

(4) 突出了节能, 抓住了源头, 运用强制性条文, 限制照明功率密度, 促进了照明系统能效的提高;

(5) 增加了照明管理与监督的内容, 有利于设计方案的优化, 标准的实施。

#### 1.5 实施新标准与绿色照明的关系

新的《建筑照明设计标准》内容比较全面、系统, 规定了工业与民用建筑的照度水平、照明质量和常用场所的照明功率密度限值; 而绿色照明工程并不只是照明节能, 而是在有益于提高人们生产、工作、学习效率和生活质量, 保护身心健康的基础上达到节约能源, 保护环境的目的, 是一个全面、系统的工程。是从行政的、立法的、技术的、经济的多方面采取措施, 包括宣传、教育、培训、组织推广应用等工作, 而新标准则是从设计上的技术立法。两者的目标是相同的, 内容是完全统一的。

## 2 照度标准

GB50034-2004 和原来标准 (GB50034-92、GBJ133-90) 相比, 有以下主要变化。

(1) 照度标准有较大提高。如一般办公室, GBJ133-90 规定的中值为 150Lx, 新标准为 300Lx。

(2) 原标准对每个房间或场所的照度标准值规定了高、中、低三个值, 而新标准只规定一个值。而这个值大体上相当于原标准三个值的中值; 至于高值与低值的应用, 在新标准的第 4.1.3 条和第 4.1.4 条明确规定了提高一级和降低一级的条件。

(3) 对工业场所, 原 GB50034-92 对较高照度要求的场所规定了混合照明照度标准值 (包括了局部照明提供的照度, 同时规定其中的一般照明照度值取混合照明照度值的 5%~15%), 有的还同时规定了单用一般照明照度标准值, 而新标准则只规定一般照明的照度标准值, 需要局部照度的, 还要另外按一般照明照度的 1~3 倍增加。

(4) 新标准所规定的照度标准值,是指作业面照度要求;对作业面以外 0.5m 范围的邻近区域的照度允许适当降低:作业面照度为 300~750lx 时,可降低一级;照度为 200lx 及以下时,则不应再降低。这个规定符合实际需要,有利节能。

(5) 一部分相同用途的房间或场所按不同要求规定了两档,甚至 3 档、4 档照度标准,如办公室分“一般”和“高档”,照度为 300 和 500lx;商店营业厅也分“一般”和“高档”规定;试验室、检验等分“一般”和“精细”规定两档照度等。这是考虑到不同地区、不同行业、不同规模等条件,设计时按需要选取。

(6) 新标准规定,照明设计计算的照度值和照度标准值比较,可以有-10%到+10%的偏差,也就是说,实际计算照度,不应小于标准值太多,也不应大得太多。但对于灯数很少(如灯具数少于 10 个)的较小房间,允许超过这个偏差值。

(7) 鉴于我国地域辽阔,城乡差别、东西部差距大,大中小城市不同条件,建筑标准高低相差甚大,所以新标准规定了当建筑等级和功能要求高或较低时,规定的照度标准值还可以提高或降低一级,以适应不同要求和需要。

### 3 照明质量

#### 3.1 眩光限制

新标准除对直接型灯具按光源平均亮度大小规定了最小遮光角外,更主要的是引用了 CIE 关于眩光评价方法。对公共建筑和工业建筑经常有人工作的房间或场所采用统一眩光值(UGR)评价不舒适眩光。按不同要求规定各类房间的 UGR 最高限值,分别不应大于 16、19、22、25、28 等数值。而 UGR 值的计算给出了一个公式,包含背景亮度( $L_b$ )、观察者方向每个灯具的亮度( $L_a$ )等四个参数,这些参数与灯具产品的技术参数有关,也与房间尺寸和灯具位置等诸多因数有关。这个评价方法比较科学,但设计中计算比较繁杂,一般应由计算机完成。

另外,对室外体育场所则按 CIE 文件,用眩光值(GR)评价不舒适眩光,规定了 GR 的最大允许值不超过 50,同样给出了 GR 的计算式。

#### 3.2 照明光源的色表

(1) 光源色表分组:按光源的相关色温( $T_{cp}$ )分为三组:暖色(<3300K),中间色(3300~5300K),冷色(>5300K)。

(2) 光源色表的选用:一般说,应根据建筑光环境所要形成的气氛选择光源的色表。荧光灯、金卤灯等在室内使用最多的光源,都有多种色温的产品可供选择。通常,暖色光源适用于较低照度(如 200~300lx 以下)的场所或寒冷地区,如住宅、旅馆客房、病房、咖啡厅、酒吧、餐厅等;冷色光源适用于高照度(如 750lx 及以上)场所或热带地区,如体育场馆等;中色温光源适用于中等照度(如 300~1000lx 左右)场所,这类照度要求的场所很普遍,应用最广,如办公室、设计室、阅览室、教室、诊室、检验、控制室、机加工、仪表装配等。

(3) 设计应用中存在的问题：据了解，有些照明设计不重视光源色温的选用：有的设计图纸没有规定光源色温，任由工程承包或施工单位购买，甚至是随意采购；有的规定了光源色温，但选用冷色者为多。有些设计者，承包或施工方误认为色温高的灯管亮，效率高，导致选用的荧光灯（包括直管和紧凑型）多数为 6200~6500K 的高色温灯管，一方面是气氛并不相宜，另一方面是导致灯管光效下降。一般说，荧光灯的色温高的，光效要低一些，特别是卤磷酸盐荧光粉直管灯更为明显。对大多数场所，照度在 200~750lx 范围，适宜选用中色温荧光灯。

### 3.3 显色性

(1) 意义：光源显色性良好，能更好更真实地显现建筑装饰的艺术色彩和被视物件的颜色，能更好地体现人的气色和良好的精神面貌。所以对于建筑装饰，对于要求清晰辨别颜色的生产、工作，对于美术品展示、购物商业营业场所等，良好的光源显色性是很重要的。对一般工作场所，获得同样视觉效果，用显色性不好的光源比显色性好的光源需要更高一些的照度。

(2) 显色性标准：用一般显色指数 (Ra) 表示显色性能，新标准按 CIE 新标准，删去了 I<sub>A</sub>、I<sub>B</sub>、II、III、IV 等五个类别，但仍规定五个等级的 Ra 值，即不小于 90、80、60、40、20。

新标准规定：长期工作或停留的房间或场所，光源的 Ra 值不宜小于 80。也就是说以不小于 80 为基色要求，对于不连续工作的场所可以降低 Ra 值；对于灯具安装高度大于 6m 的工业场所，Ra 也可低于 80。

这个规定考虑了生产、工作和人们生活的需要，也考虑了更好的视觉效果和节能，同时也顾及了当前和未来几年光源的可能条件，如应用广泛的、光效很高的三基色荧光灯和陶瓷金卤灯，Ra 都达到 80 以上。

### 3.4 照度均匀度

新标准规定的照度均匀度是规定表面上的最小照度与平均照度之比。要求比值不小于 0.7。这里是指作业区域内的一般照明均匀度，而不一定要求整个房间或场所的均匀度，这样有利于降低照明功率密度值。新标准规定作业面邻近周围的均匀度可降低到 0.5；还规定房间或场所内的通道和其他非作业区域的一般照明照度值可以降低，不低于作业区照度的 1/3 即可。

## 4 照明器材的选择

正确、合理选用照明器材是关系到建筑照明系统的使用安全可靠、技术先进、运行经济、高效节能和创造良好的照明环境的重要因素。设计中应按这些原则选取。照明器材主要包括光源、灯具和镇流器、控制器等。我国生产（包括合资、外商独资生产）的光源等器材，具有多种类型、品种，不乏高效产品，可供照明工程应用。下面叙述如何适应场所需要合理选择。

### 4.1 照明光源选择

(1) 选用原则：

- 1) 发光效率高;
- 2) 显色性好, 即显色指数高;
- 3) 使用寿命长;
- 4) 启点可靠、方便、快捷;
- 5) 性能价格比高。

(2) 具体选用意见: 按照新标准要求 and 上述原则, 建议按以下意见选用光源。

1) 灯具安装高度较低的场所用荧光灯。荧光灯包括直管荧光灯和紧凑型荧光灯 (CFL), 都具有光效高、寿命长、显色性较好等优点; 但前者比后者光效更高, 寿命更长, 光通维持率高, 性价比更优。因此, 除有装饰性要求场所外, 一般情况下 (如办公、教室、阅览室、生产车间等) 都应选用直管荧光灯。进一步要求下面再分析。

2) 灯具安装高度较高的场所适宜用金卤灯, 也可用中显色高压钠灯; 对于显色性要求高的场所, 可以用陶瓷金卤灯 ( $Ra > 80$ ); 对于没有显色性要求的工业场所, 可以用光效更高、寿命更长的高压钠灯 ( $Ra > 20$ )。

3) 安装高度高, 且不易维护的场所 (如高厅堂、烟囱障碍灯、航标灯、桥的悬索灯等), 宜选用高频无极荧光灯。其主要特点是使用寿命长 (达 5~6 万小时)。同时, 光效高 ( $60 \sim 70 \text{lm/W}$ ), 显色性好 ( $Ra$  达 80), 起点快捷、可靠。

4) 不应选用荧光高压汞灯: 金卤灯是在汞灯基础上发展的, 其光效比汞灯约提高 60% (400W 为例), 显色指数高, 寿命更长, 所以, 新设计中不应再选用荧光高压汞灯, 更不应选用光效更低的自镇流荧光高压汞灯。

5) 限制热辐射光源 (普通照明用白炽灯、卤钨灯) 的应用: 其优点是显色性好, 起点快速, 便于调光; 但由于光效低, 寿命不长, 所以要限制使用。除要求调光 (荧光灯也可调光)、开关频繁和暂短工作以及特殊装饰要求等场外, 不应采用。

### (3) 直管荧光灯的应用

直管荧光灯是除钠灯外光效最高、性价比最优的光源, 应用最广泛; 同时近二十多年发展很快, 灯管的类型、品种、规格多, 实际应用中也存在不少问题, 影响了照明质量和能效的提高, 有必要特别说明其应用。

1) 二十多年的发展和进步, 主要有三个方面:

① 管径变小: 传统的 T12 灯管直径 38mm, 到上世纪 70 年代末推出 T8 管, 直径 26mm, 光效提高 10%, 寿命更长; 到 90 年代又研制了更细管径的 T5 管, 直径 16mm。管径小, 节省了汞和荧光粉用量, 有利于环保; 同时也节省了制灯材料, 缩小了尺寸, 有利于节能; 小管径有利于提高灯具效率。鉴于此, 新标准明确规定应选用管径 26mm 及以下灯管。

② 上世纪 80 年代成功研制了稀土三基色荧光粉，比使用了几十年的卤磷酸盐荧光粉有重大进步：使灯管的显色指数从 57~75 左右提高到 85；光效有较大幅度提高（约高 15%~30%），寿命延长（提高约 50%），这对于贯彻新标准，实施绿色照明工程，提高照明能效具有极其重大意义。可惜对其优异性还不大了解，或者是认为其价格太贵，而不愿选用。经论证：尽管其价高，但因其优质高效的性能，最终是省钱的。

③ 电子技术的应用：如荧光灯使用高频点灯，配套电子镇流器，研制新型的高频无极荧光灯，电磁感应荧光灯，微波疏灯等，都对提高光效，提高使用寿命带来新的发展。

2) 直管荧光灯的技术经济性能比较

选取四种 T8 直管荧光灯，两种卤粉管（比较不同色温）和两种三基色管（比较不同功率）比较其技术性能和经济性，计算结果列于表 1。

按表 1 的分析，提出对 T8 直管荧光灯的选用意见：

① 选用三基色灯管，具有明显优势，除显色性好（ $R_a > 80$ ）外，同是 36W 管，年运行费低，而且初建费也低，虽其价贵，但由于光效高，少用了灯具、镇流器，节省钱足以弥补灯管多花的钱。

② 选用中间色温（4000K 左右）灯管比冷色温管光效高，卤粉灯管更为明显，所以降低了初建费，也节省了电费。

③ 同样三基色灯管，用 36W 比 18W 的初建费和年运行费都更低，因小功率灯管光效比较低。因此，使用 T8 灯管，对于办公室、教室、生产车间等，在满足照度均匀度条件下，应选用 36W 灯管，不应选用再小功率管，既节能，又降低初建费。

表 1 四种 T8 直管荧光灯的主要参数和经济技术比较

灯管主要技术参数						同房间、同照度时设计的灯管数	初建费用（元）（不含配电部分）				年运行维护费（元）			
类型	功率（W）	相关色温（K）	$R_a$	光通量（lm）	平均寿命（h）		灯管费用	灯具(含镇流器)费用	合计	比较（%）	电费	灯管更换费	合计	比较（%）
卤粉灯管	36	6200	72	2500	8000	100	800	15000	15800	100	8640	400	9040	100
同上	36	4100	63	2850	8000	88	704	13200	13904	88	7603	352	7955	88
三基色灯管	36	4000	85	3350	12000	75	1350	11400	12750	80.7	6480	450	6930	76.7
同上	18	4000	85	1350	12000	185	2405	18600	21005	132.9	8436	806	9242	102.2

本表编制条件（参考值）：

- a. 灯管价：卤粉管每支 8 元，36W 三基色管 18 元，18W 三基色管 13 元。
- b. 按双管灯具，含电子镇流器及安装费，每套 300 元，2×18W 的每套 200 元。
- c. 电价（含基本电费）：0.6 元/kW·h。
- d. 年利用小时数：4000h。
- e. 灯管加电子镇流器功率：36W 管按 36W，18W 管按 19W。

#### （4）选用光源的经济技术评价

一般说优质高效的光源往往价格较贵，甚至贵很多，设计者或使用单位看价贵而不敢选用，障碍了高效节能光源的推广应用，不利于提高能效。因此，需要引入经济评价方法，叙述如下。

1) 在相同条件（同样房间、相同照度）下，选用不同光源时，计算其初建费和运行费作比较，如表 1 所列。此法较简易，但两种费用不能简单相加，因初建费是一次性的，运行费是每年的，况且初建费是建设时投入的，运行费是使用期间逐年逐月支付的，并不等价。

2) 全寿命期综合费用法：国际上常使用 TOC 法（Total Owning Cost），是综合计算了初建费和运行费，并且将在全寿命期内逐年发生的运行费经贴现到初建时的等值费用，而后和初建费相加，所得总费用高低来评价其经济性。TOC 法被 IEC 287-3-2：1995《电力电缆截面的经济最佳化》标准所应用；美国用 TOC 法评价变压器的经济效益，并制定了工业标准。

<http://www.studa.net>

## 4.2 灯具选择

### （1）选用灯具的原则：

- 1) 使用安全：防触电和防火、防爆以及其他环境条件引起的危险；
- 2) 限制眩光；
- 3) 提高能效：选用灯具效率高、灯具配光和场所条件适应，以及光通维持率高的灯具；
- 4) 合理考虑功能性（良好的照明效果）、装饰性（美观、协调）、经济性（性价比高）和能源效益的结合。

### （2）重视灯具防触电的新要求

国标《灯具一般安全要求与试验》（GB7000.1-2002）系等同采用 IEC60598-1：1999。标准对灯具的防触电保护分类，共有四类，即 O 类、I 类、II 类和 III 类。其防触电的主要特征简要描述如下：

- O 类：仅依靠基本绝缘。
- I 类：不仅依靠基本绝缘，还有附加安全措施，即外露导电部分联结到保护地线。
- II 类：不仅依靠基本绝缘，还有附加安全措施，例如双层绝缘和加强绝缘。
- III 类：电源电压为安全超低电压（SELV），不会产生高于 SELV 的电压。

可见，I 类、II 类和 III 类灯具安全比较有保证，而 O 类灯具仅有基本绝缘，一旦基本绝缘失效，就只能依赖环境条件，容易导致触电。

IEC 新标准 IEC60598-1：2003 已经删除了 O 类灯具，只有 I 类、II 类和 III 类灯具，这是从更好保证安全出发的重要修改。为此，我国也立即修订了 GB7000.1 国家标准，并已报批，预计将于 2005 年出版，2006 年或 2007 年实施。当前，我国灯具产品中 O 类灯具占有很大比重，灯具生产企业面临灯具改型的重任，而照明设计者和使用者面临如何选用灯具类型，及如何实施保证防触电的安全措施（后面再叙述）。

（3）重视提高灯具效率和利用系数



图 1 照明能量转换示意图

要提高照明系统能效，除选用高效光源外，灯具也是不可忽视的一环。从照明能量转换示意图（见图 1）看，人工照明从电能转换为作业面接受的有效光，经过光源、灯具两个环节，决定能效



转换效率有三个因素：一是光源光效  $\eta_s (\eta_s = \frac{\phi}{P})$ ，二是灯具效率  $\eta_L (\eta_L = \frac{\phi_L}{\phi})$ ，三是从  $\phi_L$  到有效光通量  $\phi_e$ ，由与房间室形指数，室内各表面反射比以及灯具配光有关的系数。后两者综合起来就是

利用系数 UF ( $UF = \frac{\phi_e}{\sum \phi}$ )。

要提高利用系数 UF，就要选用灯具效率 ( $\eta_L$ ) 高、配光适合房间室形条件的产品。一般说，房间的室形指数 (RI) 大，即大而低矮的房间，应选用宽配光灯具；而 RI 小，即小而高的房间，应选用窄配光灯具。

4.3 镇流器选择

镇流器是一个耗能器件，同时对照明质量和电能质量有很大影响，因此，应给予关注。

(1) 选用要求：

- 1) 运行可靠，使用寿命长；
- 2) 自身功能低；
- 3) 频闪小，噪声低；
- 4) 谐波含量小，电磁兼容性符合要求；
- 5) 性价比高。

(2) 镇流器的类型：几十年来气体放电灯多配用电感镇流器，性能较好，但功耗大。为了降低功耗，近二十多年研制了两种类型的镇流器：一是高效节能型电感镇流器，是对原产品材料、工艺的改进；另一种是用半导体电路制成的电子镇流器。两者都有节能的优点，但仍有很多其他性能的差异。

(3) 直管荧光灯镇流器的选用

以 T8 型 36W 为例，将传统电感型、节能电感型和电子型（又分 H 级、L 级）的主要性能比较列于表 2。

按新国标，不应选用传统电感镇流器，应按不同条件选用电子或节能电感型，两者各有其优点，但从发展看，电子镇流器以更好的能效、无频闪、无噪声、功率因数高等优势而获得更广的应用。选用电子镇流器，宜用谐波含量低的 L 级产品，并且应对谐波含量，特别是三次谐波含量提出具体限值。

表 2 直管荧光灯（T8、36W 为例）几类镇流器性能比较

镇流器 类型	镇流器 功耗(W)	灯管光 效比(%)	系统能 耗比(%)	重量比 (%)	谐波含 量比(%)	功率 因数	频闪	噪声	调光	使用寿 命 (年)	价格
传统电感型	9	100	100	100	<10	0.5	有	有	不可	15~20	低
节能电感型	4.5~5.5	100	92	150	<10	0.5	有	小	不可	15~20	中
电子式(H级)	3.5~4	110	80	30~40	<40	>0.9	无	无	可	4~5	中
电子式(L级)	3.5~4	110	80	40~50	<30	>0.95	无	无	可	8~10	高

(4) 自镇流荧光灯（紧凑型）镇流器选用：这种灯系自带镇流器，小功率(<25W)灯居多。目前我国产品绝大多数配套的是电子镇流器，几乎没有选择余地。但应注意，由于 GB17625.1-2003 标准对 25W 以下产品的谐波限值很宽（规定 3 次谐波不超 86%），选用时务必注意。果真达到这么大的 3 次谐波，使用量大时，必将对中性线产生很大危害。

(5) 金卤灯和高压钠灯镇流器选用：这两种灯同样开发了节能电感型和电子镇流器，其性能比较，和前述直管荧光灯镇流器比较差不多，不过有些金卤灯电子镇流器并不是高频电流，有的仅几百赫兹频率，仍存在频闪。

这两类灯一般功率较大，电子镇流器制造难度大，还要有一个稳定提高过程，需要在试用中总结经验，目前还以应用节能电感镇流器为主。

<http://www.studa.net>

## 5 照明配电及控制

这部分是大家熟知的，仅简述以下三个问题。

### 5.1 关于灯具的接地

关于灯具的接地要求，设计规范缺乏明确规定，有的规范规定灯具离地面高度小于 2.4m 时应接地。实际上绝大多数灯具都没有接地。

灯具的接地要求，应按灯具产品防触电分类来确定。本文 4.2 节引述了国标 GB7000.1-2002 的分类，和 IEC60598-1：2003 最新标准取消 O 类灯具后，只有 I、II、III 类灯具的新规定，其接地要求如下：

(1) I 类灯具的外露导电部分应接地：这是 I 类灯具的附加安全措施要求所决定的；如果不作接地，就等于退回到 O 类灯具，安全无有效保证。

(2) II类灯具不需要接地：因为他的附加安全措施不是靠接地，而是靠双层绝缘或加强绝缘来保证。

(3) III类灯具不允许接地：因为他是用安全超低电压（SELV），低电压应使用隔离变压器与高电压隔离，并不应接地。

在新修订的国标 GB7000.1-200X 实施后，从立法上取消了 O 类灯具；而实际应用的灯具，大多数是 I 类，所以应作接地。对设计说是一个很大的变化。

## 5.2 关于照明配电线路的中性线

现在绝大多数使用气体放电灯，存在谐波电流，尤其是配用电子镇流器，谐波含量可能会比较大。特别是 3 次谐波和 3 的奇次倍数谐波电流，在中性线上叠加，使其电流增加很多。应按国标 GB16895.15-2002 的附录规定的方法计算和选择导体截面。

## 5.3 关于照明控制

为了方便使用，为了节能，应重视照明控制设计。不单是注重自动化系统、自动控制一类的大课题，而且要注重那些很小的开关，那些最常见的、几乎应用到每个房间的开关。应该按以下要求设计照明自动控制和手动开关：

(1) 有利于利用天然光：如办公室、教室、生产车间等接近窗和远离窗分组开关；走廊、楼梯间、厕所等按天然光有无或强弱分组就地开关或遥控。

(2) 有利于无人时自动关灯：如旅馆客房、住宅楼梯间等，有条件时，延伸到个人办公室。

(3) 便于管理，集中或自动定时开关灯：如候机、候车、商场、体育场馆、剧场、展厅等公共建筑，办公楼、旅馆的公用场所。

(4) 大房间应便于部分人或区段工作时能分组开关灯。

(5) 有利于按工作需要合理分组开关灯：如报告厅、多功能厅、电化教室等应满足靠近讲台暗光或关灯的要求。

## 6 严格限制照明功率密度（LPD）值，提高照明能效

### 6.1 意义

新标准规定了七类建筑的最常用、量大面广的房间或场所的 LPD 最大限值，并作为强制性条文（不包括住宅的 LPD 值）发布，对建筑照明领域内提高能效、节约能源有很重大的意义。

我国能源不足，电力供应紧张，节能是一个重要方针，必须坚决贯彻。过几年，电力供应也许会宽松一些，乃至富余，那时仍然需要节能，因为这是长远方针，关系到降低有害物质的排放、保护环境的大事。

有人提出规定 LPD 限值，给设计增加难度，有些场所难以达到。这个规定要求限制能耗，肯定要增加一些困难，但是只要积极采取措施，优化方案，完全可以达到规定的要求。就是某些场所难以达到，也应从技术上想办法，调整装饰要求，以服从节能的大局。

## 6.2 LPD 值的计算

LPD 限值是规定一个房间或场所的照明功率密度最大允许值，设计中实际计算的 LPD 值不应超过标准规定值。计算式如下：

$$LPD = \frac{\sum P}{S} = \frac{\sum (P_L + P_B)}{S} \text{ W/m}^2 \quad (1)$$

式中，P —— 单个光源的输入功率（含配套镇流器或变压器功耗），W；

$P_L$  —— 单个光源的额定功率，W；

$P_B$  —— 光源配套镇流器（或变压器）的功耗，W；

S —— 房间或场所的面积， $\text{m}^2$ 。

## 6.3 设计程序和应用

照明设计时，应逐个房间或场所按使用条件确定照度标准，初选光源、灯具、镇流器的类型、规格，计算平均照度，使之符合规定的照度标准值，并使计算照度偏差不超过-10%或+10%；再按式（1）计算 LPD 值，和规定的 LPD 值（现行值）对比，不超过规定即符合要求。如果超过规定，应调整方案，至达到规定为止。

有人要把以上程序倒过来，即不作照度计算，将规定的 LPD 限值当作单位面积安装功率，倒推算出光源数量，这是不对的。这样设计的结果是，虽符合 LPD 限值标准，但却不知道照度是多少？有两种极端的状态：一种是选用的光源等器材效率低，照度达不到标准，甚至相差甚远；另一种是选用了很高效的光源等器材，计算照度可能超过标准值很多，甚至可以超过 50%~60%，这样就大大浪费了能源。

## 6.4 设计中降低 LPD 值的措施

引用平均照度  $E_{av}$  的计算式如下：

$$E_{av} = \frac{N \cdot \Phi \cdot UF \cdot K}{S} \quad (2)$$

式中，N —— 光源个数；

$\Phi$  —— 单个光源的额定光通量，lm；

UF —— 利用系数;

K —— 维护系数;

S —— 房间或场所的面积,  $\text{m}^2$ 。

光源的光效  $\eta_s$  (含镇流器) 为

$$\eta_s = \frac{\phi}{P} \quad (3)$$

将式 (1) 和式 (3) 代入式 (2), 经变换得出:

$$LPD = \frac{E_{av}}{\eta_s \cdot UF \cdot K} \quad (4)$$

从式 (4) 可以清楚地看出, 要降低 LPD 值应采取以下措施:

(1) 首要的是提高光源的光效  $\eta_s$ , 包括降低镇流器功耗。

(2) 另一个重要的措施是提高利用系数 UF, 就是要选用效率高的灯具, 以及和房间室形相适应的灯具配光, 并注意合理提高房间顶棚、墙壁的反射比。

(3) 合理确定照度标准值, 设计中, 计算照度尽量控制在标准值, 不要超过 110%。

只要精心设计, 优化设计方案, 定能实现规定的 LPD 指标, 为节能做出成绩。