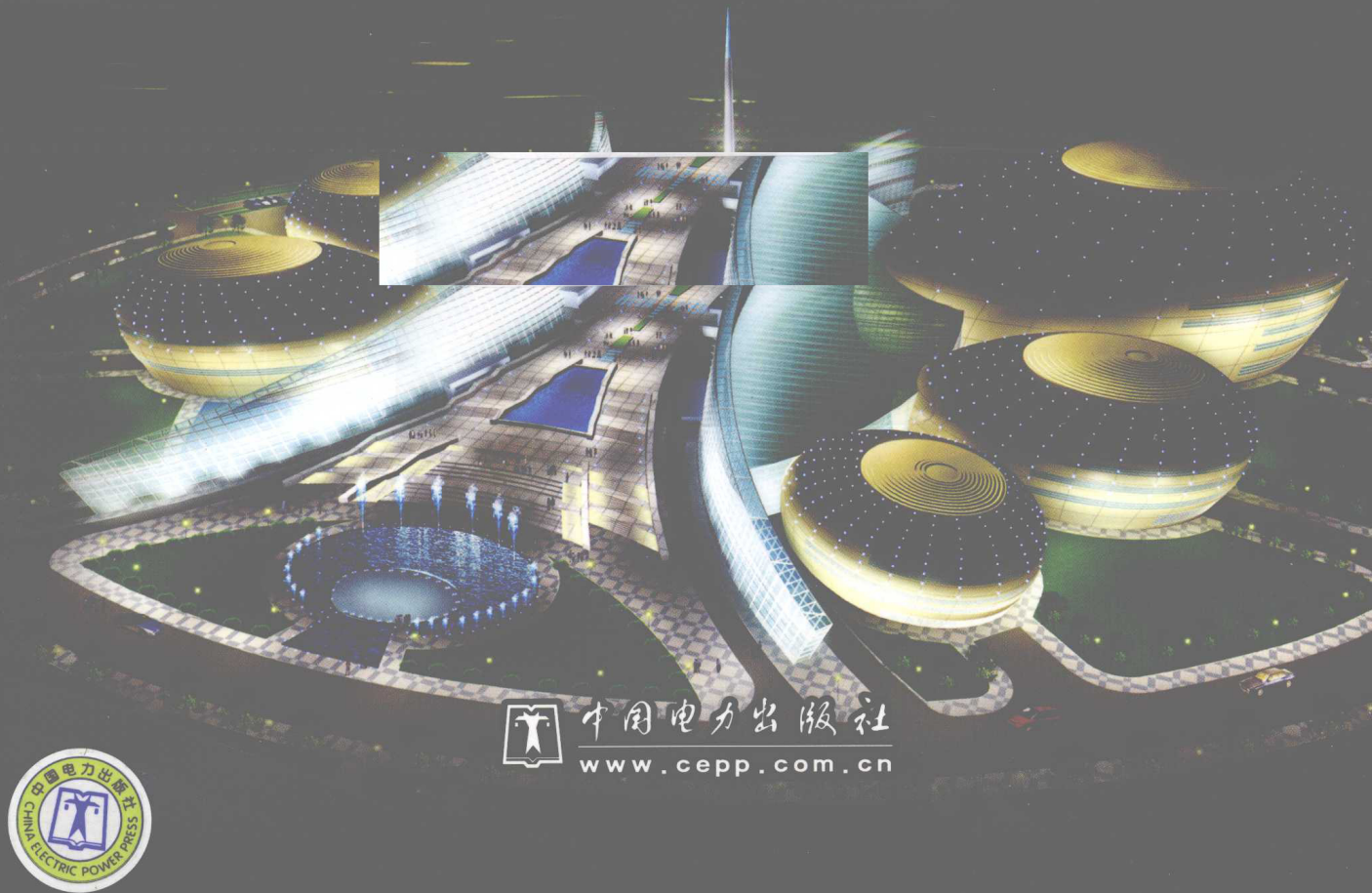


Shiwai Zhaoming Gongcheng  
Sheji Shouce

# 室外照明工程 设计手册

魏文信 编



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



Shiwai Zhaoming Gongcheng  
Sheji Shouce

# 室外照明工程 设计手册

魏文信 编



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

室外照明在现代社会发挥着越来越显著的作用。道路照明、立交桥梁照明、广场照明等为人们出行和休闲聚会提供了便利；立面照明、水景照明、道路立交景观照明等美化了城市夜间灯光环境，愉悦了大众的心情。

作为室外照明设计研究和施工维护人员，深感从事室外照明工作的艰辛：① 能满足室外照明技术人员实际工作需求的系统和较全面的参考技术资料较少；② 从事室外照明设计研究和施工维护人员平时缺乏相互技术交流，对室外照明新技术缺乏系统了解，造成各自为战，影响到技术水平的提高。

近年来，随着室外照明行业标准和规范的颁布，室外照明开始步入法制化轨道。新光源、新灯具、室外照明新理念和众多优秀室外照明工程的涌现，为编写本书提供了极好的条件和机遇。

在编写本书的过程中，得到了郑州市政工程勘测设计研究院领导申国朝、靳佃三、彭柏清、乔建伟、杨永腾、张占奇等人的倾力支持和鼓励，在此表示感谢。

数年来，编者得到河南省照明学会、河南建筑电气分会领导于冰、姚凯、段玉荣、王继援、施俊良等同志的大力支持和鼓励，在此表示感谢。

同事和同行宋志刚、葛振清、李凯、张文斌、孔玉红、贺超、彭琰霞、和誉杰、谷春燕等为本书做了许多工作，在此表示感谢。

任元会、肖辉乾、李景色等专家在百忙中审阅书稿，提出了很多指导性意见，特表示衷心感谢。

向支持、协助编写工作并提供技术资料的以下单位表示感谢。

河南省尖端智能控制技术有限公司

河南新中飞照明电子有限公司

广东德洛斯照明工业有限公司

郑州科诚照明技术有限公司

郑州市市政工程勘测设计研究院

编者

# 目 录

室外照明工程设计手册

前言	
<b>第一章 概述</b> .....	1
第一节 光和室外照明基本术语 .....	1
第二节 室外照明概述 .....	12
第三节 光和视觉 .....	15
第四节 室外照明质量 .....	24
<b>第二章 电光源和照明系统</b> .....	29
第一节 电光源概述 .....	29
第二节 白炽灯 .....	33
第三节 卤钨灯 .....	35
第四节 荧光灯 .....	38
第五节 节能灯 .....	42
第六节 无极灯 .....	45
第七节 高压汞灯 .....	49
第八节 金属卤化物灯 .....	52
第九节 高压钠灯和低压钠灯 .....	58
第十节 霓虹灯 .....	66
第十一节 冷阴极灯 .....	70
第十二节 LED 发光二极管 .....	74
第十三节 导光照明 .....	82
第十四节 光纤照明 .....	88
第十五节 太阳能照明 .....	97
第十六节 风光互补照明 .....	101
<b>第三章 室外照明灯具和灯用电器附件</b> ..	106
第一节 室外照明灯具和附件 .....	106
第二节 投光灯灯具 .....	110
第三节 路灯灯具 .....	116
第四节 其他灯具 .....	122
<b>第四章 室外照明灯光环境</b> .....	133
第一节 概述 .....	133
第二节 城市昼间光环境 .....	134
第三节 城市夜间灯光环境 .....	138
第四节 防治城市光污染 .....	142
<b>第五章 室外照明标准和相关文件</b> .....	146
第一节 立面照明标准和建筑材料 光学性能 .....	146
第二节 城市道路照明 .....	148
第三节 公路和公路隧道照明 .....	150
第四节 广告与标识照明 .....	154
第五节 体育场馆照明 .....	154
第六节 广场绿地、人行道、公共 活动区、公园照明 .....	163
第七节 铁路站场照明 .....	164
第八节 光污染限制和眩光限制 .....	166
第九节 电力管线综合 .....	168
<b>第六章 城市夜景照明规划</b> .....	170
<b>第七章 建筑物立面照明</b> .....	174
第一节 立面照明基本要求 .....	174
第二节 立面照明设计 .....	177
第三节 立面泛光照明计算 .....	189
第四节 古建立面照明设计 .....	192
<b>第八章 广场照明和高杆灯</b> .....	200
第一节 广场照明 .....	200
第二节 站前广场照明 .....	209
第三节 高杆照明 .....	214
<b>第九章 城市道路和立交照明</b> .....	220
第一节 概述 .....	220
第二节 道路照明光源 .....	223
第三节 杆面形式和照明灯杆 .....	225
第四节 道路照明布灯 .....	231

第五节	道路及立交照明设计	244	第五节	城市道路绿化和景观照明设计	386
第六节	道路照明计算	257	第六节	溶洞照明设计	390
第七节	道路照明配套土建设计	261	第十六章	水景照明	395
第八节	太阳能路灯设计	270	第一节	概述	395
第十章	隧道照明	278	第二节	喷泉和喷泉照明	405
第一节	概述	278	第三节	喷泉电器	413
第二节	隧道照明评价和布灯	280	第四节	喷泉设计	418
第三节	隧道照明设计	286	第五节	喷泉水景和泳池电气安全	431
第十一章	桥梁夜景照明	293	第十七章	广告、标饰、信号和灯饰照明	435
第一节	道路立交和高架路夜景照明	293	第一节	广告和标识照明的规划和设计要求	435
第二节	跨河桥夜景照明	298	第二节	广告照明	436
第十二章	铁路站场照明	306	第三节	标识照明	447
第一节	铁路客运站照明	306	第四节	交通信号照明	453
第二节	铁路货运站照明	311	第十八章	室外照明控制和调光	457
第三节	铁路编组站照明	313	第十九章	室外照明测量	469
第十三章	商业步行街照明	318	第一节	概述	469
第一节	概述	318	第二节	道路照明检测	473
第二节	商业步行街照明设计	321	第三节	体育场馆照明检测	477
第三节	商业步行街照明管理	326	第二十章	室外照明接地防雷防火	485
第十四章	体育场馆照明	328	第一节	室外照明接地和等电位连接	485
第一节	体育场地照明设计要求	328	第二节	室外照明防雷	494
第二节	体育照明配电、灯具和光源	333	第三节	电子信息系统防雷	502
第三节	体育场照明设计	337	第四节	室外照明防火	507
第四节	体育馆照明设计	345	第二十一章	绿色照明和室外照明节能	511
第十五章	园林景观照明	359	第一节	绿色照明	511
第一节	园林景观照明方法	359	第二节	室外照明节能	513
第二节	园林和景观照明设计	368	第二十二章	室外照明发展趋势	519
第三节	雕塑、旗帜、碑塔照明设计	375			
第四节	室外灯饰照明	380			



# 概 述

## 第一节 光和室外照明基本术语

### 一、光和光的计量单位

1. 辐射：电磁波或粒子发射并传递能量的现象。
2. 光：能够通过人的视觉器官感知的电磁辐射能。光的波长范围为 380 ~ 780nm。
3. 单色光：单一频率的光。
4. 光束：有一定关系的一些光线的集合。
5. 光束角（或称光束扩散角）：投光灯把光线聚集到一个有限的空间立体角投射出光束，这个空间立体角叫光束角，光束角的界定范围是该处的光强值为该光束光强峰值的 1/10。
6. 发光：物质吸收了光、辐射等能量使之达到激发状态后，又以光的形式发射出能量的现象。
  7. 光致发光：简称 PL，是指因光子激发而引起的发光现象。
  8. 电致发光：简称 EL，是指在直流或交流电场作用下，依靠电流和电场的激发，使无机材料发光的现象，又称场致发光。它是将电能直接转换成光能的一类发光现象。
  9. 激发：是指在量子力学体系中给定的能量，促使能量由低的稳定状态跃升到能量较高的稳定状态。
  10. 光谱：是指将辐射分解成按波长排列的由单色光形成的图像。
  11. 荧光：是指一种光致发光的冷发光现象。当某种常温物质经某种波长的入射光（通常是紫外线或 X 射线）照射，吸收光能后进入激发态，并且立即退激发并发出比入射光波长长的出射光（通常波长在可见光波段）；而且一旦停止入射光，发光现象也随之立即消失，具有这种性质的出射光称为荧光。
  12. 光通量（ $\Phi$ ）：光源在单位时间（s）内发出的光量总和，单位是 lm（流明）。
  13. 流明：光通量的单位。1lm 表示一个具有均匀分布 1cd 发光强度的点光源在一个球面度立体角内发射的光通量。
  14. 光强（ $I$ ）：发光体在特定方向单位立体角、单位面积内的光通量，单位是 cd（坎德拉）。
  15. 坎德拉（cd）：光强单位。频率为  $540.0154 \times 10^{12}$  Hz 的单色辐射光源（黄绿色可见光），在某给定方向上的发光强度，在该方向的辐射度为  $(1/683)$  W/sr。1cd 的点状光源所发出的总光通量为  $4\pi$ lm。一支普通蜡烛的发光强度约为 1cd。
  16. 亮度（ $L$ ）：光源在某一方向的亮度，是光源在同一方向的光强与发光面在该方向上投影表面积之比，单位是  $\text{cd}/\text{m}^2$ 。

17. 照度 ( $E$ ): 照度是光源照射在被照物体单位面积上的光通量, 单位是  $\text{lm}/\text{m}^2$ 。

18. 勒克斯 ( $\text{lx}$ ): 照度单位。照度  $1\text{lx}$  表示在  $1\text{m}^2$  的面积上均匀分布  $1\text{lm}$  的光通量,  $1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ 。

照度和亮度都是表示被照物体表面单位面积与照明有关的量度单位。照度是指被照物体表面接受光能的大小, 与被照物体无关; 亮度是指被照物体表面明亮的程度, 它不但与照度成正比, 还与观察角度及被照物表面对光的反射或吸收有关, 亮度与照度的换算见表 1-1。

表 1-1 亮度与照度的换算

照明场地	城市道路照明	公路隧道照明
沥青路面	$1\text{cd}/\text{dm}^2 - 15\text{lx}$	$1\text{cd}/\text{m}^2 - 15 \sim 22\text{lx}$
混凝土路面	$1\text{cd}/\text{m}^2 - 10\text{lx}$	$1\text{cd}/\text{m}^2 - 10 \sim 13\text{lx}$

19. 色温: 光源的颜色与某一温度下黑体的颜色相同时, 该黑体的绝对温度为此光源的色温, 单位是 K。白炽灯一类的热辐射光源, 其光谱能量分布与黑体的光谱能量分布比较接近, 都是连续光谱, 用色温的概念完全可以描述这类光源的颜色特性。

20. 相关色温: 当光源的颜色与某一温度下黑体的颜色接近时, 该黑体的绝对温度为此光源的色温, 单位是 K。气体放电光源一般为非连续光谱, 与黑体辐射的连续光谱不能完全吻合, 所以都采用相关色温来近似描述其颜色特性。

21. 显色性: 是指光源的光照射到物体上所产生的显色能力。与标准光的显色越是一致, 显色性也就越高。显色性是衡量电光源视觉质量的指针。

22. 显色指数 ( $R_a$ ): 光源的显色性由显色指数来表明, 它表示物体在光下的颜色比基准光 (太阳光) 照明时颜色的偏离程度。以标准光源为准, 其显色指数  $R_a = 100$ , 其余光源的显色指数均低于 100。  $R_a$  值越大, 光源的显色性越好。

23. 光源色: 由光源发出的光的颜色。光源色是由光谱功率的分布所决定的。

24. 物体色: 在标准光源照射下物体反射光或透射光的颜色。

25. 表面色: 由不透明物体反射的光的颜色。

26. 颜色、色彩: 与光的光谱成分相对应的视觉效果。

27. 色调: 是指用红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等说明颜色范围的属性。它与光谱主波长的概念相对应。光源的色调取决于光源的光谱组成。物体的色调取决于光源的光谱组成和物体表面的光谱反射 (或透射) 特性的综合效果 (数学相乘)。

28. 视角: 是指从瞳孔中心对于识别对象所张开的角度。

29. 视觉: 是指进入眼睛的可见光引起的一种感觉。

30. 明视觉: 主要由眼球视网膜上的锥状细胞起作用, 亮度至少为  $3\text{cd}/\text{m}^2$ , 能辨别色彩和细节。照明标准和照明测量仪器都是在明视觉条件下制定的。白昼或夜晚室内照明属明视觉。

31. 暗视觉: 主要由视网膜的杆状细胞起作用, 亮度一般低于  $0.001\text{cd}/\text{m}^2$ , 不能辨彩色, 景物呈白、灰、黑色。夜晚无照明属暗视觉。

32. 中间视觉: 介于上述两种视觉之间, 视网膜的锥状细胞和杆状细胞共同起作用。亮度范围为  $0.001 \sim 3\text{cd}/\text{m}^2$ 。夜晚室外照明属中间视觉。中间视觉的照明理论正在研究中。

33. 闪烁: 由于光刺激的周期性变化而产生的亮度或闪动印象。

34. 频闪效应: 是指光源光通量波动, 即频闪产生的危害效应。光源频闪越严重, 频闪效应危害越大。

35. 频闪：是指光源光通量波动的深度。光通量波动深度越大，频闪越严重。光通量波动深度通常用百分数来描述。光源光通量波动深度大小，与光源种类和其技术性能有直接关系。频闪深度  $\delta$  计算公式见式 (1-5)。

36. 眩光：视野内光照亮度分布不均匀或过强而引起的不舒适感或视功能降低的现象。眩光分为失能性眩光和不舒适性眩光，是影响照明质量的重要因素。

37. 不舒适性眩光：引起人的视觉不舒适感的现象。

38. 失能性眩光：引起视觉功能降低的现象。

39. 阈值增量 ( $TI\%$ )：失能眩光的度量。道路照明的眩光限制是用阈值增量  $TI(\%)$  来表征的，它表示当存在眩光源时，为了达到同样看清物体的目的，在物体及其背景之间的亮度对比所需要增加的百分比。

40. 眩光值 ( $GR$ )： $GR = \text{灯产生的亮度} / \text{照射场地的亮度}$ 。 $GR$  要用在室外体育场所，背景大部分是墙壁、天花板、地板、坐椅家具。眩光值计算公式见式 (1-3)。

41. 眩光指数  $UGR$ ： $UGR = \text{灯产生的亮度} / \text{眼睛方向的亮度}$ 。 $UGR$  主要用在公共建筑和工业建筑常用房间或场所，背景主要是被照的场地（工作面）。眩光指数计算公式见式 (1-4)。

42. 溢光：超出投光灯定义的光束角以外的灯光（即  $1/10I_{\max}$  光锥以外的光）。

43. 失明眩光：在一定时间内完全看不到视觉对象的强烈眩光。

44. 明度：是指与所观察的物体明亮程度相对应的视觉特性，它由物体对入射光的漫反射或漫透射的程度所决定。白是明度为 10 的无彩色，黑是明度为 0 的无彩色。

45. 彩度（饱和度）：是指彩色的纯洁程度。单色光的彩度最高、最纯。光谱色中掺入白光成分越多就越不纯，彩度就越低。

46. 透射：光入射到某种透明或半透明物质时，部分光可以穿透过去。

47. 透射比 ( $\tau$ )：是指透过材料或介质的光通量或辅通量与入射通量之比。

48. 折射：光通过两种介质的界面时，由于光在两种介质的光速不同，光的传播方向在界面处发生变化，称为光的折射。

49. 折射率 ( $n$ )：光从真空射入某种介质的折射率，称为这种介质的绝对折射率，简称某种介质的折射率。折射率的计算公式见式 (1-2)。

50. 反射比 ( $\rho$ ) (反射率%)：反射比为反射光通量与入射光通量之比，也称反射率，以%表示。其数值与材料或介质有关，也与光的入射方向和测量方法有关。完美的黑色表面反射比为 0，入射光全部被吸收，完美的白色反射比为 1（反射率为 100%，吸收率为 0%）。浅色或光滑物体表面的反射比较大，反之较小。

51. 漫反射：由于反射而使入射光扩散，在宏观上没有规则的反射。

52. 均匀漫反射：反射光的分布在所有反射方向的光亮度均相等的漫反射。

53. 光适应：人眼对视野内不同光亮度的适应过程。

54. 对比度：是指在一个视野中同时或相继看到的两个部分的差异程度。

## 二、照明电工术语

1. 电源电压：施加于灯和镇流器的整个线路的电压，单位是 V。

2. 电源电流：供给灯和镇流器的整个线路的电流，单位是 A。

3. 线路功率因数 ( $\cos\varphi$ )：镇流器及配套灯组合消耗的有功功率与电源提供的视在功率之比。

4. 灯电压：施加在光源灯头触点上的电压，单位是 V。

5. 灯电流：灯点亮并稳定工作时流过灯泡的电流，单位是 A。



6. 灯额定功率：灯泡上所标称的功率，单位是 W。
7. 谐波：非正弦交流按傅里叶级数展开后大于基波频率的其他频率的波形。
8. 总谐波：所有谐波均方根值与基波均方根值之比。我国规定 380V 电网总谐波畸变率  $\leq 5\%$ 。
9. 浪涌电流：灯与配套镇流器在接入电源时产生的最大电流，单位是 A。

### 三、照明术语

1. 照明：是指以光的照射为手段，对人们的生活、活动起作用为目的的方法，包括用光照使人看清物体及其周围、用光照产生信号传递信息、用光照产生气氛来改变人们的感情等。
2. 人工照明：是指除了日光外，用人工光源照射物体及其周围的方法。
3. 天然采光：是指白天利用太阳发射的光照射物体及其周围物体的方法。
4. 导光照明：是指通过建筑顶部的采集装置捕获自然光，通过导光管将自然光引入室内，使光线均匀分布到建筑内部需要光线的区域。
5. 直接照明：是指照明器发射光通量中的 90% ~ 100% 直接到达工作面上的照明。
6. 半直接照明：是指照明器发射光通量中的 60% ~ 90% 向下直接到达工作面上的照明，剩余的光通量是向上的。
7. 一般漫反射照明：是指照明器发射光通量中的 40% ~ 60% 向下直接到达工作面上的照明。
8. 半间接照明：是指照明器发射光通量中的 10% ~ 40% 向下直接到达工作面，而其余光通量（90% ~ 60%）向上间接照亮工作面的照明。
9. 间接照明：是指照明器发射光通量中的 10% 以下直接到达工作面，而其余光通量（90% ~ 100%）向上间接照明工作面的照明。
10. 重点照明：是指对某个景物进行重点照明处理的一种照明方式。
11. 漫射照明：是指光并不是显著地从某一特定的方向入射到工作面或目标上的照明。
12. 定向照明：是指光明显地从某一特定的方向入射到工作面或目标上的照明。
13. 气氛照明：是指对灯光亮度的强弱、色彩的改变、色温的高低进行适当控制，能营造出某种气氛的照明。
14. 加强照明：是指为加强某一特别区域的照度而增加的照明，如路口照明等。
15. 室外照明：是指利用人工光源照射露天物体和周围环境的方法，如道路照明、广场照明、桥梁照明、绿化照明、建筑物立面照明等。
16. 泛光照明：是指利用照射灯光使某构筑物或物体的亮度和色彩显现出构筑物或物体的特征和文化内涵，创造一种艺术美。
17. 夜景照明：是指采用技术和艺术相结合的照明方法，创造城市夜间美好景观形象。夜景照明包括：
  - (1) 纯装饰性照明，如建筑物立面照明、雕塑小品照明、绿化照明、立交桥景观照明、灯饰照明等。
  - (2) 有艺术品位的功能性照明：如道路照明、隧道照明、立交桥照明、广场照明、体育馆照明等。
18. 泛光照明：是指由投光灯照射建筑物或景观，使其亮度明显高于环境亮度。
19. 轮廓照明：是指利用灯光直接勾画建筑物或构筑物轮廓的照明方式。
20. 内透光照明：是指利用室内灯光向室外透射的照明方式。
21. 墙面灯饰：是指在高大建筑的墙面上，按照预先设定的图案和色彩，安装可以瞬间起亮灭的 LED 发光二极管等，图案随电脑程序控制变化；也可利用窗口内透光，将各窗口内透光

灯具光源进行组合排序,组成图案和色彩各异的图案,由电脑进行程序控制其变化,成为城市夜景照明的另一道美丽风景。

22. 功能照明:为满足人们在室外空间从事各种活动所需要的基本照明,如道路照明、隧道照明、广场照明、水下照明等。

23. 装饰照明:主要用于有装饰效果的照明,如泛光照明、水景照明等。

24. 安全照明:为了在室外环境中不受到意外伤害而设置的基本照明。

25. 特种照明:是指利用光纤、导光管、硫灯、激光、发光二极管、太空灯球、投影灯和火焰光等特殊照明器材和技术来营造夜景的照明方法。

26. 环境照明:是指被照场地或景物在未实施专门照明以前受流散灯光或其他灯光照射所具有的环境照度水平。

27. 水景照明:是指喷泉、瀑布、跌水等水体景观照明。水景照明的照明灯具基本设在水下。

28. 混合照明:一般照明和局部照明共同组成的照明称为混合照明。

29. 混光照明:是指两种(或几种)电光源混合安装使用,利用不同光源的光谱互补性,提高被照场地的显色性,节约电能,提高照明质量。

混光照明有两种方式:①两种不同光源的灯具交叉混合安装;②一套灯具内安装两种光源。

30. 应急照明:是指为应付突发事件而设置的独立照明系统。应急照明包括疏散照明、安全照明、备用照明等。

31. 绿色照明:是指通过科学的照明设计和管理,采用高效、环保、长寿命、安全和性能稳定的照明器材(电光源、灯具及附件、配电及缆线、调光和监控设备等),节约能源,营造舒适、安全的灯光环境,改善人们的工作、学习、生活条件。

32. 广告照明:为照亮各种广告的照明。

33. 标识照明:为照亮用文字、纹样、色彩传递信息而表示的符号或设施的照明。

34. 光污染:昼间建筑物外装饰面的反射、折射光和夜间过量且不合理的灯光对人类、动植物的生态环境造成不良影响的现象。

城市光污染分为三类:

(1) 白亮污染。城市建筑物外墙装饰大量采用大屏幕玻璃、铝合金材料、釉面砖、磨光大理石和白色涂料等反光率较高的外墙饰面,在阳光下的反射光和透射光,大大加强了白昼环境亮度,容易刺伤人的眼睛,影响人的视觉,形成白亮污染。

(2) 人工白昼。夜晚,城市过亮的灯光环境或不合理、过度的灯光、眩光,影响人的正常视觉,不能正常辨认物体,搅乱人的生物钟,影响人的正常工作和休息,称为人工白昼光污染。

(3) 彩光污染。昼间城市建筑装饰色彩光怪陆离,夜晚灯光色彩紊乱,给人的心理造成极大负面影响,甚至影响市民正常工作和生活,这种现象称为彩光污染。

35. 照度( $E$ ):发光体照射到被照物体表面单位面积上的光通量,单位是 $\text{lm}/\text{m}^2$ 。

36. 平均照度( $E_{av}$ ):被照面照度平均值,单位是 $\text{lx}$ 。

37. 平均亮度( $L_{av}$ ):被照面亮度平均值,单位是 $\text{cd}/\text{m}^2$ 。

38. 平均柱面照度:位于某一点的微小圆柱表面上的平均照度,圆柱的轴线与水平面垂直。

39. 平均半柱面照度( $E_{sc}$ ):光源在给定的空间上一个假想的半个圆柱面上产生的平均照度。圆柱体轴线通常是垂直的。

40. 水平照度( $E_h$ ):受照点上水平方向的照度,单位是 $\text{lx}$ 。

41. 垂直照度( $E_v$ ):受照点上垂直方向的照度,单位是 $\text{lx}$ 。

42. 初始照度：新装照明装置时被照面的平均照度，通常它也是设计照度，单位是 lx。

43. 维持照度：为维护周期末（如必须更换灯泡或清洗灯具等）被照面上的平均照度。

44. 照度均匀度：表示给定被照面上照度最大变化的量，有两种表示方法。① 最小照度与平均照度之比，即  $E_{\min}/E_{av}$ ；② 最大照度与平均照度之比，即  $E_{\max}/E_{av}$ 。

45. 亮度均匀度：表示给定被照面上亮度最大变化的量，有两种表示方法。① 最小亮度与平均亮度之比，即  $L_{\min}/L_{av}$ ；② 最大亮度与平均亮度之比，即  $L_{\max}/L_{av}$ 。

46. 配光：灯具光源发出的光强在空间各个方向的分布特性。

47. 配光曲线（又称光强分布曲线）：配光曲线表示一个灯具或光源发射出的光在空间中的分布情况。

室外照明灯具（如路灯、投光灯等）的配光曲线表达方式有两种：① 在一幅图内表现在平行和垂直于道路方向（或投光方向）两个相互垂直平面上的光强分布曲线；② 图上表示灯具光源在球面上测得的数值相同光强的点的连接曲线。

两种表达方式都是光源的光通量为 1000lm 时的数值，实际计算时要根据光源的光通量进行换算。

48. 利用系数：落在被照面上的光通量与照明器内光源总光通量之比叫利用系数，它与灯具效率和被照面大小有关。

49. 利用系数曲线：表示落在被照面上的光通量与照明器内光源总光通量之比关系的曲线。

50. 等照度曲线：在一个被照面有相同照度值的各点的连线。

51. 维护系数：照明装置使用一段时间后，规定面上的平均照度（或亮度）与新安装时同条件下的平均照度（或亮度）之比。

52. 遮光角：也称保护角。光源发光体最边缘一点和灯具出光口的连线与通过光源光中心的水平线之间的夹角。

53. 环境比（SR）：车行道外边 5m 宽的带状区域内的平均水平照度与相邻的 5m 宽车行道上平均水平照度之比。要求道路附近有一定的照明，使驾驶员能有效发现故障和相关目标，尤其是从人行道走上车行道的行人，保证行驶的安全性。

54. 会交区：是指道路的出入口、交叉口、人行横道等“车车”或“人车”交会的区域。

55. 照明功率密度（LPD）：单位被照面积安装的某种照明光源电功率（含镇流器），单位是  $W/m^2$ 。

56. 调光：是指用控制电光源的电压、电流或发光体数量等方法，改变照明光源总光通量，达到改变被照面照度（或亮度）的目的。

57. 灯高：灯具距被照路面（或地面）间的垂直距离。照明计算使用的是灯高，单位是 m。

58. 杆高：电杆顶部距电杆下部路面（或地面）处的垂直距离，单位是 m。

金属灯柱：杆高  $\approx$  灯高。

混凝土灯柱：① 灯高 < 杆高；② 灯高 = 杆高；③ 灯高 > 杆高。电杆长度 = 杆高 + 电杆埋深。

59. 灯距：平面布置照明灯之间的距离。一般是指照明灯在路面（或地面）上的垂直投影距离，单位是 m。

60. 杆距：水泥电杆（或金属灯柱）中心之间的距离，一般是指灯杆在路面（或地面）上的垂直投影距离。通常道路照明、广场照明中，灯距等于杆距，杆距的单位是 m。

61. 路宽：道路上车行道宽度，单位是 m。

62. 距高比：灯距与灯高之比。

63. 臂长：灯具中心至灯柱中心的水平距离，单位是 m。

64. 仰角：灯具向上仰起安装线与水平线之间的夹角，多用在路灯照明。

65. 俯角：灯具向下安装线与水平线之间的夹角，多用在投光灯照明。

66. 瞄准点：灯具的灯光中心所指向的被照面的一个点，一般用在体育场的投光灯照明。每只投光灯都设计有一个瞄准点。

67. 瞄准角（投射角）：灯具的灯光中心线与垂线的夹角，一般要求投射角不大于  $65^\circ$  就可以限制眩光。

68. 半峰边角：在通过最大光强的半平面上，最大光强方向与  $1/2$  最大光强方向之间的夹角。

69. 光束角（光束扩散角）：在包含最大光强的某个平面上，两条为  $1/10$  最大光强的光线之间的夹角。

70. 悬挑长度：灯具的光中心至邻近一侧缘石的水平距离，即灯具探出或缩进缘石的水平距离。

71. 灯臂长度：从灯杆的垂直中心线至灯臂插入灯具那一点的水平距离。

72. 道路有效宽度

(1) 当灯具采用单侧布置方式时，道路有效宽度等于实际宽度减去一个悬挑长度。

(2) 当灯具采用双侧布置方式时，道路有效宽度等于实际宽度减去两个悬挑长度。

(3) 当灯具采用双侧（包括交错和相对）布置方式时，道路有效宽度等于实际宽度减去两个悬挑长度。

(4) 当灯具在双幅路中央分车带上采用中心对称布置方式时，道路有效宽度等于实际宽度。

#### 四、光源和灯具

1. 光源：由于能量的转变而能发光的表面或物体，一般是指人工光源。

2. 电光源：能把电能转变为光能的部件或装置。

3. 光源寿命：电光源的寿命通常用经济寿命和平均寿命两个指标来表示。

4. 经济寿命：在同时考虑灯泡等光源损坏以及光输出衰减的情况下，其综合光束输出减至一特定比例的小时数。一般室外光源定为 70%，室内光源定为 80%。

5. 平均寿命：一批灯点燃，当其中有 50% 的灯损坏不亮时所点燃的小时数，单位是 h（小时）。

6. 额定寿命：灯的设计寿命，通过同类型灯的寿命试验来确定，单位是 h。

7. 光效：电光源将单位电能转变为光量的能力，单位是  $\text{lm/W}$ 。

8. 节能灯：耗能较少而达到较高光照效果的照明灯。节能灯主要是指电光源和配套灯具。

9. 白炽灯（PZ）：将灯丝通过电流加热到白炽状态而发光。

10. 卤钨灯（LSG）：以一定的比率封入碘、溴等卤族元素或其化合物的充气灯泡。

11. 荧光灯：荧光灯俗称日光灯，属于低压气体放电灯，是由放电产生的紫外线激发荧光粉而发光的。

12. 放电灯：电流经由特殊蒸气或气体流通而产生光线或是接近可见光之辐射能的一种电光源。

13. 气体放电灯：通过气体放电将电能转换为光能的一种电光源。由气体、金属蒸气或这两种混合物放电而发光，如高压钠灯；也可通过放电激发荧光粉而发光，如荧光灯。

14. 高强气体放电灯（HID）：发光管的管壁负荷大于  $3\text{W}/\text{cm}^2$  的气体放电灯，如高压汞灯、金属卤化物灯和高压钠灯。

15. 辉光放电灯：直接或间接利用阴极辉光放电发光的灯。
16. 热阴极放电灯（热阴极灯）：由弧光放电的阳光柱发光的放电灯。
17. 冷阴极放电灯（冷阴极灯）：是一种低气压辉光气体放电灯。冷阴极灯和霓虹灯都是冷阴极放电灯。
18. 汞灯：主要由汞原子激发而发光的放电灯。
19. 荧光汞灯：在外管玻壳上涂荧光物质的高压汞灯。
20. 自镇流型汞灯：是指汞灯的发光管和白炽灯丝串联在一起，装在同一玻璃壳内的放电灯。
21. 高压汞灯：是指在开灯时蒸气的分压力在  $10^5 \text{N/m}^2$  以上的汞灯。它有涂荧光物质与不涂荧光物质之分。
22. 低压钠灯：是指在开灯时，蒸气分压力在几个  $\text{N/m}^2$  以下的钠蒸气放电灯。
23. 高压钠灯：是指在开灯时，蒸气分压力在  $10^4 \text{N/m}^2$  左右的钠蒸气放电灯。
24. 氙灯：主要由氙气的激发而发光的放电灯。
25. 金属卤化物灯：封入金属卤化物（碘化铊，碘化钠等）的放电灯。开灯时，金属卤化物蒸发分解，可以得到金属特有的发光。传统金属卤化物灯的放电管管壁材料采用石英管，高温下铊或其他稀土和石英管壳会产生反应，形成硅酸盐和硅的卤化物，金属元素减少，引起光衰。
26. 陶瓷金属卤化物灯：发光原理同金属卤化物，但放电管采用多晶氧化铝陶瓷材料，使灯管寿命更长，光电性能一致性更好。
27. 霓虹灯：主要由于氖气体辉光放电的阳光柱而发光的管形放电灯。
28. LED（半导体发光二极管）：LED 是利用固体半导体芯片作为发光材料，当两端加上正向电压时，半导体中的载流子发生复合，释放出过剩的能量引起光子发射而产生可见光。
29. 电致发光灯：由于电致发光现象而发光的光源。
30. 光纤照明：利用光导纤维（光纤）和光的全反射原理，通过光纤把光传送到需要光进行照明的地方。
31. 激光：因受激辐射而产生的光。
32. 导光管和微波硫灯：导光管是利用空心导管把光传送到需要照明的部位。微波硫灯是用  $2450\text{MHz}$  微波能量来激发一个比乒乓球略小的石英泡壳内主要为硫的发光物质，使其形成分子辐射而产生可见光的一种高效、节能光源。导光管和微波硫灯常组合使用。
33. 镁氙管：以 LED 或低压小灯泡作光源，外包透明柔性塑料等保护层，成为线形装饰照明光源。
34. 无极灯：是一种没有电极的低压气体放电灯，通过气体放电产生紫外线，激发荧光粉发出可见光。
  - (1) 高频无极灯。其工作频率为  $2\text{MHz}$  以上，泡体为常规型，内置耦合器，高光效、长寿、高显色性、无频闪，是新型绿色照明光源之一。
  - (2) 低频无极灯（LVD），也称电磁感应灯。其工作频率在  $2\text{kHz}$  左右，泡体多以环形为主，外置耦合器，略有频闪、价低、功率大（ $200 \sim 1000\text{W}$ ），需要专用灯具。
35. 护栏灯：用于护栏照明的照明灯称护栏灯，护栏灯多为管状线光源，也有点状光源灯等。

LED 护栏管：LED 单色护栏灯称 LED 轮廓灯或 LED 护栏管，多用于一般建筑物轮廓照明、桥梁栏杆照明等。

LED 数码管：七彩护栏灯称 LED 数码管，多用于装饰照明、景观照明等。数码管有内控和外控之分。

36. 波峰系数：是指灯电流的最大值与有效值之比。为避免烧坏阴极，波峰系数一般应大于 0.7。

37. 灯具：是指将光源的光重新分布或改变光色的照明装置，包括固定和保护光源以及将光源与电源连接所必须的所有部件，但不包括光源本身。

38. 灯具效率：是指在规定条件下测得的灯具发射光通量与灯具所有裸光源测得的光通量之和的比值。

39. 光通维持率：是指灯在给定时间后的光通量与其初始光通量的比值。

40. 路灯：专为道路照明而设计，灯光经灯具镜面反光器的反射作用，主要投向顺道路方向。

41. 太阳能路灯：把太阳能转化为路灯电源的路灯，主要包括太阳能电池板、控制/逆变器、蓄电池组、路灯光源、灯柱等。

42. 风光互补路灯：把风能、太阳能转化为照明电源的路灯，主要包括风力发电机、太阳能电池板、控制/逆变器、蓄电池组、路灯光源、灯柱等。

43. 隧道灯：以隧道照明为主要功能的特制投光灯灯具。安装在隧道内的其他照明灯如荧光灯、壁灯等一般不叫隧道灯。

44. 投光灯：利用反射镜或玻璃等把光线聚集到一个有限的立体角内，从而获得高光强的一种灯具。

45. 泛光灯：光束角大于  $10^\circ$  的投光灯叫泛光灯。

46. 探照灯：光束角小于  $10^\circ$  的投光灯叫探照灯，其光束接近平行。

47. 聚光灯：使用聚光镜头或反射镜等形成聚光的灯，通常为口径在 0.2m 以下，光束扩散角小于  $20^\circ$  的投光器。

48. 高杆灯：是指在一基灯柱顶端安装多套投光灯，向周围或单侧进行投光照射。习惯上高杆灯高度在 20m 以上（含 20m），有固定式、升降式、倾倒式等。

49. 半高杆灯：在一基灯柱顶端安装多套投光灯，向周围或单侧进行投光照射。习惯上高杆灯高度在 15 ~ 20m 之间。

50. 灯塔：是指用金属构架作为支撑，顶部安装多套投光灯。灯塔多用在大型体育场照明，对场地进行单侧投光照明。

51. 灯桥：是指在铁路场站或车站内横跨股道的桁梁上安装有投光灯等照明设备的门形构筑物。

52. 华灯：是指以装饰大型场地或重要路段为主要目的，也能起到一定照明作用的照明灯。照明效果稍差。

53. 草坪灯：是指以照射草坪或小路为主要目的而设计，用在休闲幽静场所的照明灯，照明效果较差。

54. 水下灯：是指为置于水下而设计，如喷泉水池水下用灯。

55. 礼花灯：用透明塑料光纤、光源与金属结构架相结合，以 LED 为光源，制成礼花等图案，配有专用控制器，以装饰照明为主。

56. 埋地灯：把灯具埋设在地平面下的灯具。该灯具向上投光。灯具具有防水、防撞性能，多用在广场地面照明或立面投光照明。

57. 步道灯：主要满足城市人行步道的照明功能性需求的照明灯，以功能照明为主，也有较

好的观赏外形。它独立设置，有 IP65 以上防护等级和良好的配光分布设计。每晚开灯，要求灯具尽量免维护、无眩光。灯杆造型要简捷、美观、防损坏。

58. 庭院灯：主要满足公园、广场、风景区等景观性照明需求的照明灯。装饰和功能照明兼有，往往有鲜明的文化特色，有 IP65 以上防护等级和良好的配光分布设计。灯具、灯柱大都一体化设计，有很好的观赏性，根据需要开灯。

59. 景观灯：以装饰照明为主的照明灯或照明灯组合，有较强的文化或商业内容。灯具体量大，成为灯光雕塑或景观小品，具有很高的艺术性和观赏性。

60. 彩灯管：以冷阴极管、荧光灯管或 K 型灯泡作光源，配合电子控制器的大型灯饰，用于桥栏、广场、商场等作指示照明或装饰照明。

61. 起动器：荧光灯的点燃器件，也称起辉器，由装有一个固定不动的静触片及一个用热双金属片制成的动触片的氖泡和小电容器组成，接在荧光灯的起动电路中。利用氖气放电发出辉光产生的热量，使双金属片与静触片通断，从而使镇流器两端产生一个瞬时高压点燃灯管。

62. 触发器：只产生脉冲电压功能的起动器称为触发器。触发器多用于高压气体放电灯电路。

63. 镇流器：与气体放电灯配套的稳定灯管放电电流的装置。镇流器有电感式、电子式及新近推广的节能型电感镇流器等。

64. 栏杆灯低光照明：在栏杆的道路侧安装荧光灯、LED 灯等照明灯，以合理亮度、低高度、近距离、多数量的灯光照射路面或桥面，可取得较好的功能和装饰照明效果。灯光可为固定单色光，也可为慢节奏变化的彩光。

65. 护栏路灯：具有低光照明功能的栏杆灯叫做护栏路灯。护栏路灯与护栏可工厂整体定型生产，也可在当地根据设计制作，在施工现场安装。

## 五、保护和接地

### 1. 保护系统

(1) TN 系统。电源系统有一点直接接地，负载设备的外露导电部分通过保护导体连接到此接地点的系统。根据中性导体和保护导体的布置，TN 系统的形式有：

1) TN—S 系统。在整个系统中有分开的中性导体和保护导体。

2) TN—C—S 系统。系统中一部分中性导体和保护导体的功能合在一根导体上。

3) TN—C 系统。在整个系统中，中性导体和保护导体的功能合在一根导体上。

第一个字母 T 表示电源系统的一点直接接地。第二个字母 N 表示设备的外露导电部分与电源系统接地点直接电气连接。字母 S 表示中性导体和保护导体是分开的。字母 C 表示中性导体和保护导体的功能合在一根导体上。

(2) TT 系统。电源系统有一点直接接地，设备外露导电部分的接地与电源系统的接地电气上无关的系统。

第一个字母 T 表示电源系统的一点直接接地。第二个字母 T 表示设备外露导电部分的接地与电源系统的接地电气上无关。

(3) IT 系统。电源系统的带电部分不接地或通过阻抗接地，电气设备的外露导电部分接地的系统。

第一个字母 I 表示电源系统所有带电部分不接地或一点通过阻抗接地。第二个字母 T 表示设备外露导电部分的接地与电源系统的接地电气上无关。

详见“第二十章 第一节 室外照明接地和等电位连接”。

2. 故障电流：由绝缘损坏或绝缘被短接而造成的电流。

3. 过载电流：在没有电气故障情况下电路中发生的过电流。
4. 短路电流：在电路中，由于故障而造成短路时所产生的过电流。
5. 接地体：埋入地中并直接与大地接触的的金属导体称为接地体。
6. 自然接地体：兼作接地体用的直接与大地接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建、构筑物的基础、金属管道和设备等称为自然接地体。
7. 接地线：电力设备、杆塔的接地螺栓与接地体或零线连接用的，在正常情况下不载流的金属导体称为接地线。
8. 接地装置：接地体和接地线的总和，称为接地装置。
9. 工作接地：在电力系统中，运行需要的接地（如中性点接地等），称为工作接地。
10. 故障接地：导体与大地的意外连接。当连接的阻抗小到可以忽略时，这种连接叫做“完全接地”。
11. 保护接地：电力设备的金属外壳、钢筋混凝土杆和金属杆塔，由于绝缘损坏有可能带电，为了防止这种电压危及人身安全而设的接地，称为保护接地。
12. 重复接地：保护中性导体上一处或多处通过接地装置与地连接的接地方式。
13. 接地电阻：接地体或自然接地体的对地电阻和接地线电阻的总和，称为接地装置的接地电阻。接地电阻的数值等于接地装置对地电压与通过接地体流入地中电流的比值。
  - (1) 冲击接地电阻。通过接地体流入地中冲击电流求得的接地电阻，称为冲击接地电阻。
  - (2) 工频接地电阻。通过接地体流入地中工频电流求得的电阻，称为工频接地电阻。
14. 等电位连接：设备和外漏可导电部分的电位基本相等的电气连接。等电位连接作用范围越小，电气上越安全。

美国的定义是：“将各金属体做永久连接以形成导电通路，它应保证电气的连续导通性并将预期可能加于其上的电流安全导走”。
15. 接地装置对地电压或接地装置的电位：电力设备发生接地故障时，其接地部分与大地零电位点之间的电位差，称为接地装置对地电压或接地装置的电位。
16. 最大接触电压：当接地短路电流流过接地装置时，大地表面形成分布电位，在地面上离设备水平距离为 0.8m 处与沿设备外壳、架构或墙壁垂直距离 1.8m，人体接触该两点时所承受的电压，称为最大接触电压。
17. 跨步电动势：地面上水平距离为 0.8m 的两点间的电位差，称为跨步电动势。
18. 最大跨步电动势：接地网外的地面上水平距离 0.8m 处对接地网边缘接地体的电位差，称为最大跨步电动势。
19. 跨步电压：人体两脚接触该两点时所承受的电压，称为跨步电压。
20. 零线：与变压器直接接地的中性点连接的导线或直流回路中的接地中性线，称为零线。
21. 低压接零保护、低压接地保护：中性点直接接地的低压电力网中，电力设备外壳与零线连接，称为低压接零保护，简称接零。电力设备外壳不与零线连接，而与接地装置连接，称为低压接地保护。
22. 安全电量： $Q = 30\text{mA} \cdot \text{s}$ ：即“通过人体的电流  $\times$  时间  $< 30\text{mA} \cdot \text{s}$ ，人就不会受到伤害”。
23. 安全电压：交流电压  $\leq 30\text{V}$ ，直流电压  $\leq 12\text{V}$ 。喷泉、泳池、水景照明等应使用安全电压。
24. 保护线（PE 线）：为防电击用来与下列任一部分作电气连接的导线：① 外露可导电部分；② 装置外可导电部分；③ 总接地线或总等电位连接端子；④ 接地极；⑤ 电源接地点或人工中性点。



25. 中性线 (N 线): 与电源的 N 点连接并能起传输电能作用的导体。
26. 保护中性线 (PEN 线): 具有 PE 线和 N 线两种功能的导体。
27. 接地故障回路阻抗: 通过接地故障电流回路内的阻抗。计算此阻抗时, 回路始于接地故障点, 终于接地故障点。
28. 故障电压: 发生接地故障时, 外露可导电部分或装置外可导电部分对地呈现的电压。
29. 三相四线制: 是低压带电导体配电系统的形式之一。三相是指 A、B、C 三相, 四线是指通过正常电流的三根相线和一根 N 线, 不包括不通过正常工作电流的 PE 线。
30. 直接接触: 人体、家畜与带电导体的接触。
31. 间接接触: 人体、家畜与故障情况下变为带电的设备外露导电部分的接触。
32. 漏电总保护: 漏电保护器安装在低压电网电源端或进线端实现对所属网络的整体保护。
33. 漏电分级选择性保护: 漏电保护器分别装设在电源端、支(干)线路、负载端, 构成两级及以上漏电保护系统且各级漏电保护器的漏电动作电流值与动作时间协调配合, 实现具有选择性的分级保护。

## 第二节 室外照明概述

### 一、室外照明发展简史

人类祖先大约在 30 万~60 万年前发现了火, 以燃烧树木产生的火焰及光作为光源使用, 这就是最早的光源。约在 5 万年前, 现代人类开始用火狩猎、煮食和打仗, 并且用火光作为照明, 从此, 火成为人类发展的一个重要因素。从钻木取火到篝火、松明的原始照明状态, 到蜡烛、灯笼, 人们在很长的时间里寻求用新的光源和方式照亮夜间生存环境, 不断取得进步和发展。19 世纪初, 煤油灯和汽灯是具有代表性的照明工具。19 世纪后半期随着自然科学的蓬勃发展, 灯火照明也得到了较快发展, 电的发现和电灯的问世及不断发展, 具有划时代的历史意义。

电光源从 1802 年英国科学家 Humphry Davy 用实验显示了白炽现象开始。1877 年美国发明家爱迪生开始研究白炽灯泡, 1879 年研制成功第一只可供实用的碳丝白炽灯泡, 使人类从此由火光照明进入了电气照明时代。1901 年, 汞灯问世; 1905 年, 钨丝白炽灯问世; 1918 年, 充气白炽灯出现; 1930 年, 发明了钠灯; 1933 年, 研制出高压汞灯; 1933 年, 氙灯问世; 1936 年, 研制出阴极荧光灯; 1938 年, 欧洲和美国研制出荧光灯; 20 世纪 40 年代, 高压汞灯进入实用阶段; 20 世纪 50 年代末, 体积和光衰极小的卤钨灯问世; 1953 年, 快速启动荧光灯问世; 1958 年, 超高压大光通荧光灯问世; 1959 年, 发明碘钨灯; 1961 年, 发明高压钠灯和金属卤化物灯; 1965 年, 出现化学发光灯; 20 世纪 80 年代出现了细管径紧凑型节能荧光灯、小功率高压钠灯和小功率金属卤化物灯; 1966 年, 研制出截光和半截光照明灯具; 1996 年, 白色 LED 出现, 并且进入了日常照明, 并将在照明领域掀起一场革命。

近年来, LED 发光二极管得到推广和应用, LED 路灯、太阳能路灯、风光互补路灯、光纤照明、导光管和微波疏灯、无极灯、冷阴极灯等新光源、新技术进入实用阶段。随着世界能源的日益短缺, 我国也与其他国家一样, 开展了绿色照明活动, 一批节能型新光源、新灯具不断出现和得到推广, 我国室外照明进入了一个新的发展时期。

我国是灯的故乡, 曾经有过辉煌的历史, 从公元前 5 世纪起, 就陆续出现了青铜灯、油灯、宫灯等。只是由于近代中国实行闭关锁国的政策和西方的工业革命, 使我国的照明技术才落后于世界水平。

我国的现代室外照明从上海开始, 1865 年在南京路点亮第一盏煤气灯, 1890 年上海首先