
深圳市地方标准

LED 道路照明工程技术规范

Technical code for road LED lighting engineering

征求意见稿

2011-03-01 发布

2011-05-01 实施

深圳市住房和建设局、深圳市科技工贸和信息化委员会 联合发布

深圳市地方标准

LED 道路照明工程技术规范

Technical code for road LED lighting engineering

征求意见稿

批准部门：深圳市住房和建设局

实施日期：2011-05-01

**出版社

2011 深圳

前言

根据深圳市住房和建设局、深圳市科技工贸和信息化委员会（深建科【2009】44号文）要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结国内外科研成果和大量实践经验，参考相关技术标准，并在充分征求各方意见的基础上，制定本规范。

本规范主要内容是：1. 总则；2. 术语；3. 指标及设置；4. 供配电及控制；5. 设施选型、定位及安设；6. 节能；7. 工程施工；8. 工程验收。

本规范在参照《城市道路照明设计标准》CJJ45、《城市道路照明工程施工及验收规范》CJJ89等现行技术标准的基础上，根据LED灯具特点及本市地域性有关要求，增补或修订了相关内容，包括：LED照明相关术语；LED灯具配光类型、色温差、平均颜色漂移、显色指数、端电压、照明功率密度、照明指标、设置方式、节能措施和眩光限制等；供配电系统配置要求；线路及灯具保护；控制、防雷及接地要求；照明设施选型、定位及安设；相关施工及验收要求等。

本规范由深圳市住房和建设局负责管理，由主编单位负责具体技术条文解释。

本规范主编单位：深圳市市政设计研究院有限公司（深圳市笋岗西路3007号市政设计大厦附楼，邮编：518029）

本规范参编单位：深圳市灯光环境管理中心

深圳市建设工程质量监督总站

深圳市计量质量检测研究院

深圳市电子产品质量检测中心

深圳市灯具1有限公司

深圳市灯具2有限公司

本规范主要起草人：

目 次

1 总 则.....	2
2 术 语.....	3
3 指标及设置.....	5
3.1 道路照明指标.....	5
3.2 灯具设置方式.....	6
3.3 功能性照明.....	8
3.4 非功能性照明.....	9
4 供配电及控制.....	10
4.1 供配电系统.....	10
4.2 线路及灯具保护.....	10
4.3 控制.....	11
5 设施选型、定位及安设.....	11
5.1 设施选型及定位.....	11
5.2 灯具选型.....	13
5.3 线路选型及敷设.....	13
6 节 能.....	15
6.1 节能指标.....	15
6.2 节能措施.....	15
7 工程施工.....	17
7.1 箱 变.....	17
7.2 灯杆杆体.....	17
7.3 灯杆安装.....	18
7.4 LED 灯具.....	19
7.5 电缆线路.....	19
7.6 电缆保护管.....	20
8 工程验收.....	21
8.1 备验资料.....	21
8.2 验收内容.....	21
附录 A 维护系数.....	23
附录 B LED 灯具需提供技术参数资料.....	24
附录 C LED 道路照明工程验收表格（推荐性）.....	25
条文说明.....	27

1 总 则

1.0.1 为推进深圳市道路照明应用 LED 灯具，统一相关技术标准，做到安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保、整体美观和维护管理方便，制定本规范。

1.0.2 LED 道路照明应能创造舒适良好的视觉环境，达到保障交通安全、提高交通运输效率、方便人民生活 and 美化城市景观等目的。

1.0.3 本规范适用于深圳市新建、改建和扩建道路的 LED 照明工程设计、施工及验收。

1.0.4 LED 道路照明工程设计、施工及验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 色温 (度) Color temperature

当光源色品与某一温度下黑体色品相同时, 该黑体绝对温度即为此光源的色温 (度)。

2.0.2 相关色温 (度) Correlated color temperature

当光源色品点不在黑体轨迹上, 且光源色品与某一温度下黑体色品最接近时, 该黑体绝对温度即为此光源的相关色温 (度)。

2.0.3 LED 芯片光效 Luminous efficiency of LED chip

LED 芯片单位电功率所发出的光通量, 用以表征电能转化为光能的能力。单位 lm/W。

2.0.4 LED 灯具额定光效 Rated luminous efficacy of LED luminaire

在声称使用条件下, LED 灯具 (包括电源等附件) 单位电功率所发出的光通量。单位 lm/W。

2.0.5 LED 灯具利用系数 Utilization factor of LED luminaire

LED 灯具投射到一条具有一定宽度的无限长平直道路上的光通量, 与该灯具输出光通量的比值。

2.0.6 有效寿命 Effective life

灯具自燃点至光通维持率不低于 70% 的累计燃点时间为有效寿命, 且任一寿命性能指标不低于本规范要求。

2.0.7 平均颜色漂移 Average drift of chrominance

灯具在规定条件下燃点, 在寿命期间内特定时间的平均颜色特性参数与其初始值的差值。可用 LED 灯具的平均颜色或规定距离下灯下点颜色的 CIE1976 均匀色度空间 (u' , v') 的差值 ($\Delta u'$, $\Delta v'$) 来表征。

2.0.8 色品容差 Color Tolerance Adjustment

试验色与规定色之间色品差的容许范围。

2.0.9 灯具色温差 Luminaire color temperature difference

表征灯具彼此之间的色温差异。

2.0.10 LED 光源模组 LED luminaire source module

LED 灯具中实现电-光转换以及配光功能的器件组合。

2.0.11 LED 电源模组 LED luminaire driver module

LED 灯具中, 将外接电源转换为可驱动光源模组工作的电源形式的器件组合。

2.0.12 LED 芯片 LED chip

也称 LED 发光芯片。是 LED 灯具中将电能转化为光能的组件。

2.0.13 大功率 LED 封装器件 High-power LED unit

由单颗功率 $\geq 0.5W$ 的 LED 芯片封装形成的器件。

2.0.14 经纬时控仪 GPGLL Time Control Instrument

根据经纬度而每天自动调整并控制灯具开、关时间的电子装置。

2.0.15 “三遥” 监控系统 “Three remote” monitoring system

由控制中心通过有线或无线网络, 对道路照明系统进行“遥控、遥测、遥信”的系统。

2.0.16 功能性灯具 Functional luminaire

相对于装饰性、景观性灯具而言, 应用于辨视照明的灯具。

2.0.17 护栏灯具 Guardrail Lamp

一种安装在道路、匝道或桥梁的护栏内的户外道路带状灯。通常使用荧光管或 LED 作为光源, 以连续的护栏为载体, 形成线性或近线性的灯带。

2.0.18 灯杆门 Pole gate

位于灯杆下部、用于路灯接线及维护的可开启小门。

2.0.19 灯杆接地螺栓 Pole grounding bolt

设置在灯杆内下部、用于连接接地线的螺栓。

2.0.20 LED 道路照明 Road LED lighting

以 LED 为主体灯具的城市道路照明。

2.0.21 匝道 Ramp

连接两条车行道路的一段专用道路。包括互通式立体交叉连接道路、快速路与辅路的连接道路、高架路或堑式路与地面道路连接的道路等。一般为单向交通。

2.0.22 辅道 Relief road

集散快速路、主干道交通的道路，设置于道路两侧或一侧，可单向或双向行驶交通。

2.0.23 过载保护 Overload protection

也称过负荷保护，是为避免非短路（亦非接地故障）原因引致的过负荷电流造成危害所实施的保护。

2.0.24 短路保护 Short-circuit protection

短路是指带电导体相线与相线之间，或相线与中性线（广义的还包括大地或保护线）之间所发生的非正常导通。短路保护是为避免短路电流造成危害所实施的保护。

2.0.25 接地故障保护 Earth fault protection

对带电导体相线与大地（或保护线）之间发生非正常导通所实施的保护。

3 指标及设置

3.1 道路照明指标

3.1.1 城市道路照明可分为：（1）主要供机动车使用的机动车交通道路（快速路或主干路；次干路；支路）照明；（2）主要供行人或非机动车单独（或混合）使用的人行道路照明。

3.1.2 设置连续照明的机动车交通道路照明指标除应符合表 3.1.2 规定外，尚应具有良好的诱导性。

表 3.1.2 机动车交通道路照明指标

级别	道路类型	路面亮度			路面照度		眩光限制 阈值增量 T1 (%) 最大 初始值	环境 比 SR 最小 值
		平均亮度 L_{av} (cd/m^2) 维持值	总均匀 度 U_0 最小值	纵向 均匀度 U_L 最小值	平均照 度 $E_{av}(lx)$ 维持值	均匀度 U_E 最小值		
1	快速路、主干路	2.0	0.4	0.7	30	0.4	10	0.5
2	次干路	1.0	0.4	0.5	15	0.4	10	0.5
3	支路	0.75	0.4	—	10	0.3	15	—

注：1 表中所列平均照度适用于各种路面。

2 表中各项数值仅适用于干燥路面。

3 计算路面维持平均亮度（照度），须按本规范附录 A 确定维护系数。

4 迎宾路、通向重要政府机关（或大型公共建筑）的主要道路、位于市中心（或商业中心）的道路，当其道路类型属于次干路或支路时，其照明标准可按表中相应指标高一等级选取。

3.1.3 机动车交通道路一侧（或两侧）设置的辅道平均照度值，宜为相邻主道照度值的 2/3，但不得小于 10lx。

3.1.4 交会区照明指标应符合表 3.1.4 规定。

表 3.1.4 交会区照明指标

交会区类型	路面平均照度 $E_{av}(lx)$ ，维持值	照度均匀度 U_E	眩光限制
主干路/主干路	50	0.4	在驾驶员观看灯具的方位角上，灯具在 80° 和 90° 高度角方向上的光强分别不得超过 30cd/1000lm 和 10cd/1000lm。
主干路/次干路			
主干路/支路			
次干路/次干路	30	0.4	在驾驶员观看灯具的方位角上，灯具在 80° 和 90° 高度角方向上的光强分别不得超过 30cd/1000lm 和 10cd/1000lm。
次干路/支路			
支路/支路	20	0.4	在驾驶员观看灯具的方位角上，灯具在 80° 和 90° 高度角方向上的光强分别不得超过 30cd/1000lm 和 10cd/1000lm。

注：灯具高度角是在现场安装使用姿态下度量。

3.1.5 人行道路照明指标应符合表 3.1.5 规定。

表 3.1.5 人行道路照明指标

夜间行人及非机动车流量	区域	路面平均照度 $E_{av}(lx)$ ，维持值	路面最小照度 $E_{min}(lx)$ ，维持值	最小垂直照度 $E_{vmin}(lx)$ ，维持值
流量较大	商业区	20	7.5	4
	居住区	10	3	2

流量中等	商业区	15	5	3
	居住区	7.5	1.5	1.5
流量较小	商业区	10	3	2
	居住区	5	1	1

注：最小垂直照度为道路中心线上距路面 1.5m 高度处，垂直于路轴的平面在两个方向上的最小照度。

3.1.6 设于机动车交通道路侧边、且二者之间无分隔的非机动车道的照明，应执行机动车交通道路照明标准；二者有分隔的非机动车道的平均照度值，宜为相邻机动车道照度值的 1/2。

3.1.7 设于机动车交通道路侧边的人行道路，属行人与非机动车道混用时，其平均照度按非机动车道路取值；当该人行道路仅供行人使用时，其平均照度宜按非机动车道路的 1/2 取值，且不得小于 5lx。

3.2 灯具设置方式

3.2.1 根据照明场所不同特点，LED 照明可分为常规照明、中杆照明和高杆照明三类。

3.2.2 常规照明的灯具布置可分为五种基本方式：单侧布置、双侧交错布置、双侧对称布置、中心对称布置、中心及双侧对称布置（如图 3.2.2）。

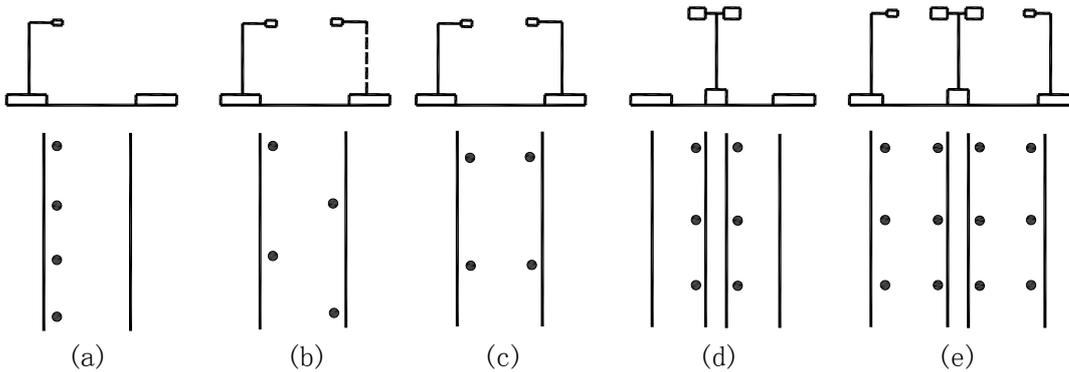


图 3.2.2 常规照明灯具布置五种基本方式

(a) 单侧布置；(b) 双侧交错布置；(c) 双侧对称布置；(d) 中心对称布置；(e) 中心及双侧对称布置

3.2.3 采用常规照明时，灯具布置方式、安装高度、间距和仰角可参考表 3.2.3，经计算后确定。

表 3.2.3-1 灯具配光类型、布置方式与灯具容许安装高度、间距、仰角的关系

配光类型	I 类		II 类		III 类	
	S	M	S	M	S	M
纵向配光类型	S	M	S	M	S	M
适合照明区域	双向 2~3 车道、人行道		双向 2~6 车道		双向 6 车道及以上、交会区	
单侧布置	$H \geq 0.8W_{eff}$	$H \geq 0.9W_{eff}$	$H \geq 0.6W_{eff}$	$H \geq 0.65W_{eff}$	$H \geq 0.45W_{eff}$	$H \geq 0.47W_{eff}$
双侧交错布置	$H \geq 0.6W_{eff}$	$H \geq 0.7W_{eff}$	$H \geq 0.5W_{eff}$	$H \geq 0.55W_{eff}$	$H \geq 0.4W_{eff}$	$H \geq 0.42W_{eff}$
双侧对称布置	$H \geq 0.5W_{eff}$	$H \geq 0.6W_{eff}$	$H \geq 0.4W_{eff}$	$H \geq 0.42W_{eff}$	$H \geq 0.35W_{eff}$	$H \geq 0.37W_{eff}$
中心对称布置	$H \geq 0.6W_{eff}$	$H \geq 0.7W_{eff}$	$H \geq 0.5W_{eff}$	$H \geq 0.55W_{eff}$	$H \geq 0.4W_{eff}$	$H \geq 0.42W_{eff}$
间距	$S \leq 3H$	$S \leq 4.5H$	$S \leq 3H$	$S \leq 4.5H$	$S \leq 3H$	$S \leq 4.5H$
仰角 (度)	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 10	≤ 10

表 3.2.3-2 灯具布置方式与灯具推荐安装高度、间距、仰角的关系

	适用布置区间	推荐布置
单侧布置	$0.7W_{eff} \leq H \leq 1.2W_{eff}$	$H=1.0 W_{eff}$
双侧交错布置	$0.5W_{eff} \leq H \leq 1.2W_{eff}$	$H=0.7 W_{eff}$
双侧对称布置	$0.45W_{eff} \leq H \leq 0.8W_{eff}$	$H=0.55 W_{eff}$
中心对称布置	$0.5W_{eff} \leq H \leq 0.9W_{eff}$	$H=0.7W_{eff}$
间距	$2.5H \leq S \leq 4.5H$	$S=3.5H$
仰角 (度)	$0^\circ \leq a \leq 15^\circ$	

注：1. W_{eff} 为路面有效宽度 (m)，H 为灯具安装高度，S 为灯具安装间距，A 为灯具仰角。

2. 灯具配光类型明确时，可按表 3.2.3-1 容许区间进行灯具布置；灯具配光类型不明确时，可参照表 3.2.3-2 推荐布置。

3. I 类对应路宽不宜大于 10m，II 类对应路宽不宜大于 24m，III 类对应路宽和交会区宽度分别不宜大于 32m 和 50m。

4. 灯臂长度不宜超过灯杆高度的 1/4，且不宜大于 2.5m。

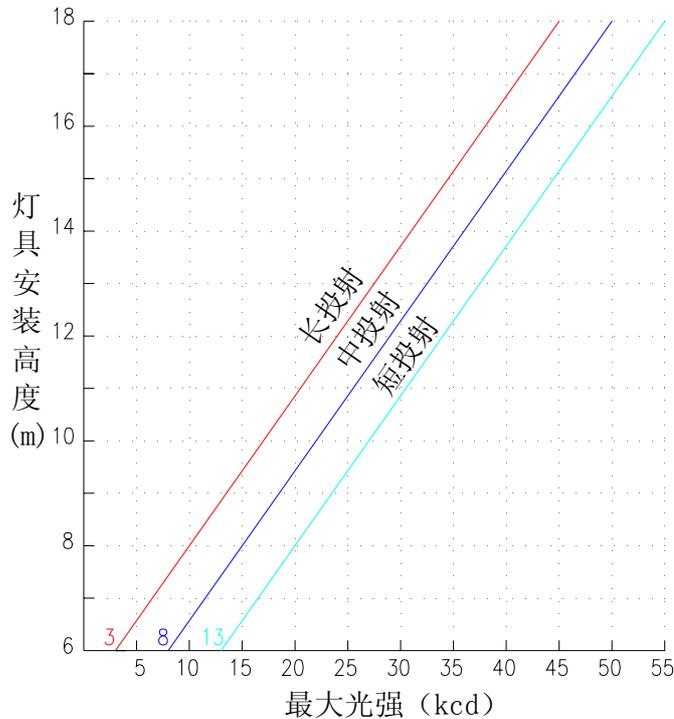
3.2.4 采用中杆照明或高杆照明时：在宽阔道路及大面积场地周边的，宜采用平面对称布置；在场地内部或车道布局紧凑的立体交叉的，宜采用径向对称布置；在多层大型立体交叉或车道布局分散的立体交叉的，宜采用非对称布置。

3.2.5 采用中杆照明或高杆照明时，应符合下列要求：

- 1 灯杆间距与灯杆高度之比，应根据灯具光度参数、配光类型通过计算确定。
- 2 灯杆不得设在危险或维修灯具时妨碍交通的地方，且应与环境相协调。

3.2.6 确定灯具安装高度时，应限制眩光影响。灯具最大光强与最小安装高度关系可按图 3.2.6 确定。

图 3.2.6 灯具最大光强与最小安装高度



3.3 功能性照明

3.3.1 一般道路照明应符合下列要求：

- 1 宜采用常规照明。而路面较宽的，可采用中杆照明；
- 2 在行道树多、遮光严重的道路，灯具宜低于树冠底部或高于树冠顶部，并须核算眩光限制是否满足要求。

3.3.2 平面交叉路口照明应符合下列要求：

- 1 平面交叉路口外 5m 范围内的平均照度不宜小于该交叉路口平均照度的 1/2；
- 2 交叉路口与其所连道路所采用的灯具可不相同；
- 3 十字交叉路口灯具可采用单侧布置、交错布置或对称布置等。大型交叉路口宜采用中杆照明，并应注意眩光限制。中杆照明灯具光分布类型宜为 II—4 类；
- 4 T 形和环形交叉路口照明布置，应符合《城市道路照明设计标准》CJJ45 相关规定。

3.3.3 带定向匝道的多层次立体交叉照明应符合下列要求：

- 1 应保证良好诱导性，且无干扰眩光；
- 2 曲线路段、坡道等交通复杂路段照明应适当加强；
- 3 选择灯杆位置和高度时，应避免灯具对上层车道形成眩光。其中，高杆照明尚应避免层间遮挡而造成下层车道暗区。
- 4 立交范围内存在多条走向不一的匝道时，可设置护栏灯具，并符合下列要求：
 - 1) 灯具安装方式、间隔、结构强度应与防撞护栏设计协调一致；
 - 2) 两车道及以下道路宜单侧布置护栏灯具，三车道及以上道路应双侧布置护栏灯具；
 - 3) 护栏灯具安装高度应保证发光面上缘至路面垂直距离不大于 1.2m；
 - 4) 应避免产生迎向驾驶员方向的眩光；必要时，应在迎车方向设置防眩格栅；
 - 5) 立交场地内未设置高杆照明或其他常规照明时，匝道照明应适当加强，但功率密度不得大于标准路段功率密度的 1.3 倍；
 - 6) 匝道照明应尽量与景观照明相结合。

3.3.4 人行地道照明应符合下列要求：

- 1 当地道长度大于 20m 或大于 5 倍入口高度时，应设人工照明；
- 2 长度小于上条规定的地道应视地道透视条件确定。当地道入口不能直视出口时，也宜设人工照明；
- 3 附近不设路灯的地道出入口，应设照明装置；
- 4 地道内平均水平照度，夜间宜为 15lx，白天宜为 50lx。并提供适当的垂直照度；
- 5 人流较少或较有规律性的地下通道，可设置人行交通感应控制系统；
- 6 短隧道内照明可设置光控开关。

3.3.5 长度不大于 100m 的城市道路车行隧道照明应符合下列要求：

- 1 隧道长度大于 50m 或大于 10 倍入口高度时，隧道内应设置人工照明；
- 2 长度小于上条规定的隧道应视地道透视条件确定。当隧道入口不能直视出口时，也宜设人工照明；
- 3 隧道内平均水平照度，夜间应不低于所连道路的照度标准的 1.5 倍，白天宜为夜间照度标准 2 倍且不低于 50lx。隧道内尚应提供适当的垂直照度；
- 4 交通量较少或通行规律性较强的隧道，可设置车行交通感应控制系统；
- 5 短隧道内照明可设置光控开关。

3.3.6 长度大于 100m 的城市道路车行隧道照明，可参照执行《公路隧道通风照明设计规范》JTJ026.1 相关规定。

3.3.7 设于机动车道侧边的人行道或非机动车道，当其组合最外侧边线距机动车道灯具水平

距离小于 5m 时，不宜另行设置专用功能性照明。

3.3.8 本节未述及其他场所的照明，应符合《城市道路照明设计标准》CJJ45 相关规定。

3.4 非功能性照明

3.4.1 机动车交通道路两侧的、机动车驾驶员视线所及范围内的装饰性照明，应与功能性照明结合设计，且应服从于后者要求。

3.4.2 交通监控用补光灯及装饰性照明等，均应与环境相协调，且不得干扰机动车驾驶员视线。

3.4.3 景观、标识等非功能性照明，宜选用 LED 光源。

4 供配电及控制

4.1 供配电系统

4.1.1 道路照明供电系统，应符合下列要求：

- 1 10kV 宜采用环网供电。系统接线应简单、可靠，并具有一定的灵活性；
- 2 系统设置，应适应所接用电设施产权、管理权归属不同的管理需求；
- 3 应符合片区规划要求。

4.1.2 城市道路照明宜采用路灯专用变压器供电。变压器结线组别应为 D，yn11。其长期工作负载率不宜大于 85%；

4.1.3 配电系统应符合下列要求：

1 宜保证三相负荷平衡。即最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%，最小相负荷不宜小于平均值的 85%。

2 应使 LED 灯具端电压维持在额定电压的 85%~105%；当回路上支接有非 LED 灯具时，其端电压则应维持在额定电压的 90%~105%。

3 当回路中接有高压气体放电灯、交通信号等其他负荷时，应采取无功补偿措施，使得回路功率因数不低于 0.90；

4 对交通信号、景观照明等用电，应分别设置计量装置及专用出线回路；

5 宜预留备用回路。

4.2 线路及灯具保护

4.2.1 每个配电回路灯具总安装功率不宜大于 12kW，回路配线长度不宜大于 1000m。

4.2.2 配电线路应装设过载保护、短路保护和接地故障保护。配电线路的灯具线路分支处，应装设短路保护和接地故障保护。

4.2.3 配电线路保护电器与灯具线路分支处保护电器之间，应具有上、下级的动作选择性。

4.2.4 回路灯具的正常启动，不应引致该回路上保护电器的误动作。

4.2.5 过载保护电器的动作特性，应满足：保护电器额定电流（或过载长延时整定电流）不大于线路允许持续载流量，且不小于回路负荷计算电流。

4.2.6 当短路或接地故障过电流保护电器采用断路器时，必须保证短路过电流脱扣器整定电流小于线路末端最小短路电流。

4.2.7 当配电线路的接地故障保护采用剩余电流动作保护电器时，其额定剩余电流动作整定值宜取为 300mA 或 500mA。

4.2.8 有条件时，接地故障保护也可采用双重绝缘或加强绝缘的电气设备（II 类设备）。

4.2.9 箱式变电站应作总等电位联结及保护接地。箱变内 PE 干线、接地干线、电缆铠装外皮，以及金属性的管道、底座、构件和围栏等外露可导电部分，须彼此可靠连接。

灯杆处应作局部等电位联结。PE 线、电缆铠装外皮，以及金属性的灯杆、管道、底座、配电箱外壳等外露可导电部分，须彼此可靠连接。

4.2.10 箱式变电站变压器中性点处应设工作接地。其接地电阻不宜大于 4Ω。

4.2.11 箱式变电站内部低压配电屏母线上，宜设置浪涌保护器（SPD）。

4.2.12 高度不小于 15m 的灯杆等照明设施，应设防雷接地装置。相应冲击接地电阻不宜大于 30Ω。

4.2.13 本地区路灯配电系统宜采用 TN-S。满足一定条件时，可采用 TT。

4.2.14 配电系统采用 TN-S 时，应满足下列条件：

1 配电线路的短路或接地故障过电流保护电器采用断路器时，应具有过载长延时保护特性和较低的短路过电流脱扣器整定电流倍数。

2 灯具线路分支处保护电器宜采用熔断器。灯头处单相短路（或接地故障）电流不应小于该熔断器熔体电流的 4.5 倍。该熔断器应设于灯杆门内。

3 箱变工作接地和保护接地应共用接地体。

4 首端、分支及末端灯杆处，应设置保护接地装置。其接地电阻在断开配电线路 PE 干线时的测量值宜小于 $10\ \Omega$ 。

4.2.15 配电系统采用 TT 时，应满足下列条件：

1 灯具线路分支处保护电器宜采用剩余电流动作保护电器，并应具有短路保护功能。该保护电器须考虑可靠防盗措施。

2 接地故障保护电器的动作电流 (A)，与相应保护接地极的接地电阻 (Ω) 的乘积，不得大于 50V。保护接地极电阻宜小于 $10\ \Omega$ 。

3 电气装置外露可导电部分的等电位联结体应可靠保护接地。箱变工作接地极与保护接地极应无电气联系。

4.3 控制

4.3.1 道路照明控制应设有时控和手控。有条件时，应设遥控为主工作方式；暂不具备遥控条件时，应设时控为主工作方式，并应在箱变内预留遥控系统远动终端的安装空间。

4.3.2 遥控系统应满足以下要求：

1 远动终端必须与所在控制区域的既有“三遥”监控系统兼容；

2 当“三遥”监控系统中控室电脑或通信线路发生故障时，远动终端应根据预设程序而定时自行开/关灯及手动控制；

3 远动终端应安装于箱变或配电箱内的独立空间。

4.3.3 时控宜采用经纬时控仪。

4.3.4 道路照明开灯时的天然光照度水平宜为 $30lx$ 。

5 设施选型、定位及安设

5.1 设施选型及定位

5.1.1 城市道路照明变电站宜采用户外箱式变电站，其变压器宜为干式。对于景观要求较高的地段，可采用埋地式箱变。

5.1.2 箱式变电站用地应位于道路红线范围内，并考虑以下因素：

1 应根据周边路网的路灯及其供电点分布情况，统筹设置；

2 宜设置于道路城市电力通道一侧的不易积水处。当设置在地势低洼处，应抬高箱变基础或采取其他防排水措施；

3 不应设在有剧烈振动、高温、存在火灾或爆炸危险性的场所；

4 不宜设在多尘或有腐蚀性气体的场所。当无法远离时，不应设在污染源盛行风向的下风侧；

5 设置点应有足够安装及维护空间，并避让地下设施；

6 箱变与平面交叉路口停车线距离不宜小于 20m。

5.1.3 路灯箱变、灯杆等照明设施与其他工程管线及建（构）筑物之间的最小水平净距，应符合表5.1.3要求。

表5.1.3 照明设施与工程管线、建（构）筑物之间的最小水平净距（m）

序号	管线名称		箱变	灯杆	照明电缆		
					直埋	管道	
1	建筑物		5.0		0.6 ^③		
2	给水管	d≤200mm	1.0	0.5	0.5		
		d>200mm	3.0				
3	污水、雨水排水管		2.5	0.5	0.5		
4	燃 气 管	低压	p≤0.01MPa	1.0	0.5	1.0	
		中压	0.01MPa<p≤0.2MPa		1.5	0.5	1.0
			0.2MPa<p≤0.4MPa		2.0	0.5	1.0
		次高 压	0.4MPa<p≤0.8MPa		4.0	1.0	1.0
			0.8MPa<p≤1.6MPa		6.0	1.5	1.5
		高压	1.6MPa<p≤2.5MPa		16(10) ^①		
2.5MPa<p≤4MPa	30(20) ^①						
5	热力管	直埋	2.5	1.0	2.0 ^③		
		地沟	0.5				
6	其他部门 电力电缆	直埋	0.5	0.6	0.5 ^②		
		缆沟					
7	电信电缆	直埋	1.0	0.5	0.5		
		管道	1.5				
8	乔木（中心）		3.0	1.5	0.7		
9	灌木		1.5	1.5	0.7		
10	地 上 杆 柱	通信照明			0.6		
		电力 杆塔 基础	<10kV		4.0 ^③		
			≤35kV				
>35kV							
11	道路侧石边缘		1.0	0.4	0.5 ^③		
12	铁路钢轨（或坡脚）		6.0	4/3 杆高	3.0		

注：①括号内数据适用于：高压燃气管材料钢级不低于 L245，管道厚度≥9.5m 且已对燃气管道采取可靠保护措施；

②用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.1m；

③当受各种因素限制而难以满足表中要求时，在采取可靠保护措施（另见相关规范）后，可减少该净距，但减小值不得大于表中规定值的50%。

5.1.4 不同使用部门的电缆之间、电缆与地下管道（包括油管道、可燃气体管道间、热力管道）及热力设备交叉时的最小净距为 0.5m，采取可靠保护措施（另见相关规范）后可减小为 0.15m。

5.1.5 灯杆、灯具与架空电力裸导线间的最小净距，应符合表 5.1.5 规定。

表 5.1.5 灯杆、灯具与架空电力裸导线间的最小净距

架空线标称电压 (kV)	最大计算风偏下边导线水平净距(m)	最大计算弧垂下垂直净距(m)
<1	1.5	1.5
10	2.0	3.0
35	3.5	4.0
110	4.0	5.0
220	6.0	6.0
500	8.5	8.5

5.2 灯具选型

- 5.2.1 LED 功能性灯具宜选用大功率封装器件。
- 5.2.2 功能性灯具的相关色温不应大于 6500K。灯具防护等级不应低于 IP65。
- 5.2.3 商业区步行街所采用灯具显色指数不宜小于 75,其它路段功能性灯具显色指数不宜小于 65。
- 5.2.4 机动车道功能性照明灯具的配光类型应符合下列规定：
- 1 快速路、主干路必须采用截光型或半截光型；
 - 2 次干路应采用截光型或半截光型；
 - 3 支路可采用半截光型。
- 5.2.5 对高杆照明的灯具，应根据场所具体特点，选择适宜配光类型。
- 5.2.6 功能性灯具在不同的安装高度，经受表 5.2.6 对应的最大设计风速冲击后，应能保持安装稳固、结构完好、正常工作。

表 5.2.6 灯具不同安装高度抵抗最大设计风速对应表

安装高度 (m)	最大设计风速(m/s)
8	45
8~15	52
15	57

- 5.2.7 距离海岸线 500m 范围内，宜采用耐腐蚀性能好的灯具。
- 5.2.8 在通行机动车的大型桥梁等易发生强烈振动的场所，灯具应满足相应防振要求。
- 5.2.9 功能性 LED 灯具的电源模组应可现场替换，光源模组宜可现场替换，且替换后防护等级不应降低。
- 5.2.10 人行道路照明宜采用功能性和装饰性相结合的灯具。其中装饰性灯具的上射光通比不应大于 25%。

5.3 线路选型及敷设

5.3.1 道路照明配电线路应采用电缆。低压电缆宜为聚氯乙烯铜芯或铝合金（芯）。直埋敷设的电缆应带有铠装外护层。

由路灯配电线路引向灯具而设于灯杆内的分支电源线，应采用三芯圆形线缆。当灯具功率不大于1kW时，其截面可为 2.5mm^2 。

- 5.3.2 配电线路截面选择应满足载流量、允许电压降、短路热稳定和机械强度等要求。
- 5.3.3 低压配电线路的中性线截面不应小于相线截面。

5.3.4 照明电缆在一般道路宜采用穿管埋地敷设，在偏僻路段可采用直埋敷设。采用穿管埋地敷设时，每档电缆间宜设置混凝土固定点。

5.3.5 照明电缆埋设深度应符合表5.3.5的要求。

表5.3.5 照明电缆埋设深度 (m)

敷设地点 \ 敷设方式	低压配电电缆		10kV供电电缆	
	直埋	穿管埋地	直埋	穿管埋地
人行道	0.8	0.7	1.0	0.7
绿化带	1.0	0.7	1.0	0.7
机动车道	-	0.7	-	0.7
铁道	-	1.0	-	1.0

5.3.6 低压照明电缆应敷设在树池中心 0.4m 范围外，且不宜在 10kV 及以上的电力电缆沟内穿行。

5.3.7 电缆的穿管应满足下列要求：

1 直埋敷设的电缆与铁道、机动车道、建构筑物基础等交叉时，应穿保护管。保护范围应超出路基或机动车道路面两边、排水沟边或建构筑物基础边0.5m以上。

2 在含有酸、碱强腐蚀或杂散电流电化学腐蚀严重影响的地段，电缆应穿非金属保护管。

3 人行道、绿化带下的电缆保护管宜采用PVC-U实壁管或PE管，机动车道下保护管宜采用热浸塑钢管、玻璃钢管或PVC-C管，铁道下保护管宜采用热浸塑钢管。

6 节能

6.1 节能指标

6.1.1 机动车交通道路的照明功率密度值必须满足表 6.1.1 规定。

表 6.1.1 机动车交通道路的照明功率密度 (LPD)

道路级别	车道数 N(条)	照明功率密度最大值 (W/m ²)	对应的照度值(lx)/亮度 值(cd/m ²)
快速路 主干路	N≥8	0.85	30/2.0
	6≤N<8	0.90	
	N<6	1.00	
次干路	N≥6	0.55	15/1.0
	4≤N<6	0.60	
	N<4	0.65	
支路	N≥2	0.45	10/0.75
	N<2	0.50	

注：本表仅适用于设置连续照明（且采用 LED 灯具）的常规路段。

6.1.2 人行道路的照明功率密度值宜符合表 6.1.2 规定。

表 6.1.2 人行道路的照明功率密度 (LPD)

照明功率密度最大值 (W/m ²)	对应的照度值(lx)/亮度 值(cd/m ²)
1.00	20/-
0.75	15/-
0.60	10/-
0.30	5/-

注：1 本表仅适用于设置连续功能性照明（且采用 LED 灯具）的常规路段。

2 当机动车道照明兼做人行道路照明时，机动车道灯具安装功率可按不超过“机动车道面积×车道 LPD+1/2×人行道路面积×人行道 LPD”来确定。

3 本款所指“人行道路”，可供行人或非机动车单独或混合使用。

6.2 节能措施

6.2.1 路灯配电变压器应选用节能型。

6.2.2 配电回路功率因数不应低于 0.9。

6.2.3 LED 灯具选择应符合下列要求：

1 灯具额定光效应满足表 6.2.3-1 规定。

表 6.2.3-1 灯具额定光效最小值

应用场所	主干路、快速路	次干路	支路、非机动车道、人行道
最小额定光效 lm/W	80	70	60

2 在满足其它相关标准的前提下，灯具道路侧利用系数尚应符合表 6.2.3-2 规定。

表 6.2.3-2 灯具最小利用系数

有效路面宽度/灯具安装高度	$W/H \leq 0.75$	$0.75 < W/H < 1$	$1 \leq W/H < 1.25$	$W/H \geq 1.25$
道路侧利用系数	0.5	0.55	0.6	0.65

6.2.4 除居住区道路或平均照度在 $10lx$ 以下的道路以外，灯具应选择后半夜自动降功率运行。即灯具点亮 6 小时后自动降低 LED 模块驱动电流，使其降功率运行，但灯具输出光通量不应小于额定值的 50%。

6.2.5 交通量较少或通行规律性较强的路段，可设置环境参数传感器，以自动感应环境照度及交通量，自动控制灯具启闭。

7 工程施工

7.1 箱变

7.1.1 箱变运抵现场后，应及时进行外观及内部检查。各组合部件应齐全、完好，且应无松动、脱落或损坏。

7.1.2 箱变处应设置接地装置，接地电阻应符合设计要求，否则需补打接地极。至电气设备上的接地线应采用镀锌螺栓连接。

7.1.3 箱变电缆室应采取适当防排水措施。如有通风口，尚应采取防止小动物进入室内的措施。

7.1.4 箱变围栏高度不应低于 1.6m。围栏宜采用 PVC 等无回收价值的材料制作。

7.2 灯杆杆体

7.2.1 灯杆造型同一片区宜保持一致，相同等级道路的灯杆门等配件尺寸宜规整、统一。

7.2.2 灯杆宜采用法兰式钢杆，其允许偏差应符合下列规定：

- 1 长度允许偏差为 $\pm 0.5\%$ ；
- 2 杆身横截面尺寸允许偏差为 $\pm 0.5\%$ ；
- 3 灯杆门尺寸允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 4 一次成形的悬臂灯杆仰角允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。

7.2.3 灯杆门下沿宜位于法兰盘上方 400 mm 处。灯杆其它数据宜符合表 7.2.3-1~4 规定：

表 7.2.3-1 普通灯杆相关尺寸（采用屈服强度为 235MPa 钢材时）

杆高 (m)	下部杆径 (mm)	灯杆壁厚 (mm)	法兰盘 (mm)	螺栓安装 间距 (mm)	地脚螺栓规格	灯杆门 (长× 宽) (mm)
15	≥ 280	≥ 6	600×600×25	400×400	4 根 M30 (Q345)	400×130
13	≥ 265	≥ 5	600×600×25	400×400	4 根 M30 (Q345)	400×130
12	≥ 220	≥ 4	400×400×22	300×300	4 根 M24	400×100
10	≥ 200	≥ 4	400×400×22	300×300	4 根 M24	400×100
8	≥ 180	≥ 4	400×400×20	300×300	4 根 M22	400×100
6	≥ 160	≥ 3.5	400×400×20	300×300	4 根 M22	400×100

表 7.2.3-2 普通灯杆相关尺寸（采用屈服强度为 345MPa 钢材时）

杆高 (m)	下部杆径 (mm)	灯杆壁厚 (mm)	法兰盘 (mm)	螺栓安装 间距 (mm)	地脚螺栓规格	灯杆门 (长× 宽) (mm)
15	≥ 280	$\geq 5/3$	600×600×25	400×400	4 根 M30	400×130
13	≥ 265	≥ 3	600×600×25	400×400	4 根 M30	400×130
12	≥ 210	≥ 3	400×400×22	300×300	4 根 M24	400×100
10	≥ 190	≥ 3	400×400×22	300×300	4 根 M24	400×100
8	≥ 168	≥ 3	400×400×20	300×300	4 根 M22	400×100
6	≥ 140	≥ 3	400×400×20	300×300	4 根 M22	400×100

表 7.2.3-3 高杆灯杆相关尺寸（采用屈服强度为 235MPa 钢材时）

杆高 (m)	底径 (mm)	顶径 (mm)	壁厚 (mm)	底板厚度 (Q345)	分布圆 (mm)	外径 (mm)	地脚螺栓 (Q345)	升降系统 提升力
25	≥620	≥250	≥10/8/6	≥30	780	900	12-M42	600kg
30	≥800	≥250	≥10/8/6	≥35	960	1080	16-M42	800kg
40	≥920	≥250	≥12/10/8/6	≥40 带加劲板	1140	1300	12-M56	800kg

表 7.2.3-4 高杆灯杆相关尺寸（采用屈服强度为 345MPa 钢材时）

杆高 (m)	底径 (mm)	顶径 (mm)	壁厚 (mm)	底板厚度 (Q345)	分布圆 (mm)	外径 (mm)	地脚螺栓 (Q345)	升降系统 提升力
25	≥570	≥230	≥10/8/6	≥30	730	850	12-M42	600kg
30	≥680	≥250	≥10/8/6	≥35	840	960	16-M42	800kg
40	≥780	≥250	≥12/10/8/6	≥40 带加劲板	1000	1160	12-M56	800kg

7.2.4 灯杆、灯臂及路灯安装使用的抱箍、螺栓、螺母、压板等金属构件，应进行热镀锌处理。镀锌层厚度不应小于 65 μ m。

7.2.5 灯杆、灯臂等热镀锌处理后，应进行喷塑处理。喷塑覆盖层应无鼓包、针孔、粗糙、裂纹或漏喷区缺陷。因校直等因素作修整的部位不得超过 2 处，且修整面积不得超过杆身表面积的 5% 。

7.2.6 路灯钢杆必须焊接完好：纵向焊缝应匀称、无虚焊；在水平放置且无荷载的条件下，杆身直线度误差应小于 3‰；长度 8m 及以下的锥形杆应无横向焊缝。

7.2.7 除地脚螺栓螺母外的螺丝、螺母应采用不锈钢材质，并宜加垫片和弹簧垫。

7.2.8 在灯杆门左下方灯杆内侧可见处应焊接一支 M8×30mm 螺栓，并与灯杆一起进行热镀锌处理，作为灯杆接地螺栓。

7.2.9 灯杆法兰地脚螺栓孔径应比螺栓外径大 2~4mm，配置加厚加宽垫片。

7.2.10 灯杆各处过线孔应有护套、护垫，以保护杆内引线。

7.2.11 庭院灯宜采用不碎灯罩，灯罩托盘应采用铸铝材质。若采用玻璃灯罩，紧固时应采用不锈钢螺栓，要求受力均匀；玻璃灯罩卡口应采用橡胶圈衬垫。

7.3 灯杆安装

7.3.1 同一路段或场所的路灯安装高度、灯臂角度和装灯方向宜保持一致。

7.3.2 灯具安装纵向中心线和灯臂纵向中心线应一致，灯具横向水平线应与地面平行，紧固后目测应无歪斜。

7.3.3 灯杆垂直位置偏移应小于半个杆梢。直线路段的灯杆横向位置偏移应小于半个杆根。

7.3.4 直线路段在无障碍等特殊情况下，灯杆实际安装间距与设计间距的偏差应小于 2%。

7.3.5 灯臂应固定牢靠，与道路纵向垂直偏差不应大于 3°。当整个灯杆投影面上承受 35m/s 风速后，目测灯杆不应弯曲、结构构件不应转动。

7.3.6 安装过程中，施工机械、灯杆等应离开附近架空电力裸导线足够的间距。安全净距应符合本规范表 5.1.5 的要求。

- 7.3.7 灯杆门均应朝向来车方向。
- 7.3.8 所有螺栓须紧固，不能滑牙，紧固后螺丝露出螺母约为两个螺距。地脚螺栓在灯杆法兰上方部分须加厚平垫（或方垫），用两个螺母上紧，外露部分作防锈处理。
- 7.3.9 灯杆安装好后，应利用以正楷字体书写的模具，在位于地面 3m 以上的灯杆部位，按路灯管理部门要求喷漆、编号。
- 7.3.10 灯杆基础坑开挖尺寸应符合设计规定。基础混凝土强度等级不应低于 C20。电缆护管从基础中心穿出并应超出基础平面 30~50mm。浇制钢筋混凝土基础前，必须排尽坑内积水。
- 7.3.11 灯杆处保护接地应符合下列要求：
- 1 接地电阻值应符合设计要求。不足时，须补打接地极。
 - 2 水平接地体埋深应符合设计规定。设计无规定时，埋深不应小于 0.6m。
 - 3 接地装置导体截面应符合设计规定，且满足：圆钢直径不小于 10mm，扁钢不小于 4×40mm，角钢厚度不小于 5mm。
 - 4 接地体连接应采用焊接。焊接应牢固，并做防腐处理。
- 7.3.12 灯杆门内熔断器应装于每盏 LED 灯具进电侧的相线回路中。熔断器上端应接电源进线，下端接出线。接线端子上线头弯曲方向应为顺时针，并用垫圈压紧。
- 7.3.13 从灯杆门经灯杆、灯臂而引至灯具的电源线，不得有中间接头。

7.4 LED 灯具

- 7.4.1 灯具的额定光效、配光性能、防护等级、防振性能和防腐性能等，均应满足设计标准，并符合下列要求：
- 1 灯具配件应齐全，无机械损伤、变形、油漆剥落、灯罩破裂等现象；
 - 2 灯具内应有相线、N 线、PE 线的接线端子及标示；
 - 3 反光器内部应光滑整洁，反光器表面应无明显划痕；
 - 4 透光罩应采用钢化玻璃。透光罩及配光镜应无气泡、明显划痕和裂纹；
- 7.4.2 同一工程项目中纵向相邻灯具的色温差，在路面抽样实测时，宜同时符合下列规定：
- 1 相对色温差不大于 15%；
 - 2 绝对色温差不大于 600K。
- 7.4.3 在灯具标称色温下，灯具色品容差不宜大于 7SDCM。
- 7.4.4 灯具平均颜色漂移不应大于表 7.4.4 的规定。

表 7.4.4 灯具平均颜色漂移

寿命时间的颜色特性	3000h		6000h	
	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'$	$\Delta v'$
颜色坐标	± 0.004	± 0.004	± 0.006	± 0.006

- 7.4.5 灯具内芯片驱动电流不应超过芯片额定值。
- 7.4.6 LED 连续亮灯 3000h 的灯具光衰应不大于 4%；且灯具有效寿命不应低于 25000h。
- 7.4.7 额定工况下，灯具实际功率与标称额定功率的偏差不应大于 15%。
- 7.4.8 灯具电磁兼容性能，应符合相关国家标准规定。
- 7.4.9 灯具抗雷击的电压保护水平应不低于 1kV（线-线）和 2kV（线-地）。
- 7.4.10 灯具应见证抽样，即送交具备相应资质的专业检测机构进行安全和性能检测。相关参数参见附录 B。

7.5 电缆线路

7.5.1 电缆敷设弯曲半径不应小于下列规定：

1 聚氯乙烯绝缘电缆为电缆外径的 10 倍；

2 聚氯乙烯铠装铜芯/铝合金（芯）电缆为电缆外径的 20/15 倍。

7.5.2 电缆在敷设前应进行绝缘电阻测量，阻值不得小于 $10M\Omega$ 。电缆外观应无损伤，即不出现铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等机械损伤。

7.5.3 电缆敷设时，应从电缆盘上端引出，不应使电缆在支架上及地面摩擦拖拉。机械敷设电缆时，电缆最大允许牵引强度：铜芯电缆不宜大于 $70N/mm^2$ ；铝合金（芯）电缆不宜大于 $40N/mm^2$ 。严禁用汽车牵引。

7.5.4 电缆在保护管内不得有接头。

7.5.5 电缆在灯杆处两侧预留量不应小于 0.5m。

7.5.6 在有多路电缆通过的地段及电缆井内，应设明显的标示牌。

7.5.7 桥梁上敷设电缆应采取防振措施。过伸缩缝处的电缆应留有松弛部分。

7.5.8 电缆直埋敷设时，沿电缆全长上下应铺厚度不小于 100mm 的细土或砂层，其上应覆盖宽度不小于电缆两侧各 50mm 的保护板。保护板宜用混凝土制作，其上宜铺以醒目标志。该直埋电缆沟道回填土应分层夯实。

7.5.9 电缆芯线连接宜采用压接。压接面应满足电气和机械强度要求。当为铜、铝连接时，应采用铜铝过渡端子。

7.5.10 灯杆内电缆头宜采用电缆终端头对接方式，即：

1 相线、N 线：将两段电缆终端头同相的接线端子分别背靠背并在一起，用螺丝固定连接。其外绕包防水胶布和绝缘胶布，最后用绝缘套管套在每一相电缆头上，并用绝缘胶布固定。

2 PE 线：将两段电缆终端头的 PE 线接线端子背靠背并在一起，用螺丝固定连接于灯杆接地螺栓。

7.5.11 电缆接头和终端头的整个绕包过程应保持清洁和干燥。进行绕包绝缘前，应以汽油浸过的白布将线芯及绝缘表面擦拭干净。塑料电缆宜采用自粘带、粘胶带、胶粘剂、收缩管等材料密封。塑料护套表面应打毛。粘接表面应用溶剂除去油污，粘接应良好。

7.6 电缆保护管

7.6.1 电缆保护管管体不应有孔洞、裂缝和明显凹凸。管内壁应光滑、无毛刺。

7.6.2 电缆保护管应安装牢固；当设计无规定时，纵向支持点间距不宜大于 3m。

7.6.3 电缆保护管弯曲半径不应小于所穿电缆的最小允许弯曲半径。

7.6.4 电缆保护管连接时，管孔应对准，接缝应严密，不得有地下水和泥浆渗入。

7.6.5 电缆保护管在弯制后，不应有裂缝和明显凹凸，弯扁程度不宜大于管子外径的 10%。

7.6.6 硬质塑料管连接应采用插接，插入深度宜为管内径的 1.1~1.8 倍。插接面上应涂以胶合剂粘牢密封。

7.6.7 金属电缆保护管不宜直接对焊。当采用套接时，套接的短套管或带螺纹的管接头长度不应小于管外径的 2.2 倍。

7.6.8 支持电缆保护管夹具的铁制零部件（预埋螺栓除外），均应采用热镀锌处理。

7.6.9 穿金属保护管的交流线路，应将同一回路的所有相导体和中性导体穿于同一管内。

7.6.10 过路口电缆保护管应在两端设置工作井，超过 50m 或转弯处宜设工作井。工作井应符合下列规定：

1 井盖应有防盗措施；

2 井深不得小于 1m，井底应设渗水孔；

3 当进出管总数小于 4 个时，井宽宜为 500mm；管数为 4~8 个时，井宽宜为 700mm；管

数超过 8 个时，井宽按实需施工。

4 工作井宜避开盲道。无法避开时，应在手井盖板拓制花纹，以保持盲道凹凸图案的连贯。

8 工程验收

8.1 备验资料

8.1.1 道路照明工程验收时，应提交下列设计资料 and 文件：

- 1 工程竣工资料（含全套设计图纸）；
- 2 设计变更文件。

8.1.2 道路照明工程验收时，应提交下列产品及施工资料 or 文件：

- 1 灯杆、灯具、芯片等生产厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件（灯具还应有具备相应资质的第三方试验报告及其现场抽检报告）；
- 2 变压器、箱式变电站制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件；
- 3 变压器、箱式变电站备品备件移交清单；
- 4 隐蔽工程中间验收记录；
- 5 各种试验和检查记录。

8.2 验收内容

8.2.1 路灯安装工程验收，应按下列要求进行检查：

- 1 基础尺寸、标高与混凝土强度等级应符合设计要求；
- 2 路灯试运行前，应检查灯杆、灯具、熔断器等电器的型号、规格并应符合设计要求；
- 3 灯杆杆位合理；
- 4 灯臂安装应与道路中心线垂直，固定牢靠。在杆上安装时，灯臂安装高度应符合设计要求，灯具电源引下线松紧一致；
- 5 灯具纵向中心线和灯臂中心线应一致，灯具横向中心线和地面应平行，投光灯具投射角度应调整适当；
- 6 灯杆、灯臂的热镀锌和油漆层不应有损坏；
- 7 金属灯杆均应接地保护，接地线端子固定牢固。

8.2.2 低压电缆线路工程验收，应按下列要求进行检查：

- 1 电缆型号及截面应符合设计要求，排列整齐，无机械损伤，标志牌齐全、正确、清晰；
- 2 电缆的固定、间距、弯曲半径应符合规定；
- 3 电缆接头良好，绝缘应符合规定；
- 4 电缆沟应符合要求，沟内无杂物；
- 5 保护管的连接、防腐应符合规定；
- 6 工作井设置安装应符合规定。

8.2.3 变压器、箱式变电站安装工程验收，应按下列要求进行检查：

- 1 变压器、箱式变电站等设备、器材应符合规定，无机械损伤；
- 2 变压器、箱式变电站应安装牢固、正确，防雷、接地等安全保护合格、可靠；

-
- 3 变压器各项试验合格，油漆完整，分接头位置符合运行要求，器身无遗留物；
 - 4 各部接线正确、整齐，安全距离和导线截面应符合设计规定；
 - 5 熔断器的熔体及断路器的整定值应符合运行要求；
 - 6 环网柜的开、断闸标志应明显、正确。

8.2.4 灯具及照明指标验收，应按下列要求进行检查：

- 1 核验内容包括：平均照度（亮度）、照度（亮度）均匀度、色度、电流、电压、有功功率和功率因数等；
- 2 前述技术指标、技术参数的检测方法应按照相关规范、规定进行；
- 3 项目竣工验收的实测平均照度，在考虑维护系数后，应不小于设计的平均照度；
- 4 照度均匀度应不低于设计要求；
- 5 各回路实测功率不应超过该回路灯具额定功率之和的 15%，回路功率因数不应小于 0.9，三相负荷平衡满足设计要求；
- 6 LED 照明工程验收所使用表格，详见附录 C 《LED 道路照明工程验收表格（推荐性）》。

附录 A 维护系数

A. 0. 1 道路照明维护系数为光源光衰系数与灯具因污染、老化后的光衰系数之乘积。不准通行货车的路段的维护系数取 0. 7，准许通行货车的路段的维护系数取 0. 65。

附录 B LED 灯具需提供的技术参数资料

(适合投标阶段或设备选型阶段)

项目	参数	单位	要求
标称额定功率		w	
实际功率偏差			≤15%
功率因数			≥0.95
芯片类型		w	大功率
驱动电流		mA	
LED 芯片光效		lm/w	
灯具额定光效		lm/w	第 6.2.3 条
相关色温		K	≤6000K
显色指数			≥65
色品容差			≤7
光衰@3000h			≤4%
灯具有效寿命		h	≥25000h
配光类型			GB/T24827-2009
防护等级			≥IP65
无线电骚扰特性			GB17743
电磁兼容抗扰度			GB/T18595
输入谐波电流			GB17625.1
耐压等级 (线-线)		kV	≥1 kV
耐压等级 (线-地)		kV	≥2 kV
绝缘等级			I 类或以上
其他安全指标			GB7000

注：本表根据第三方试验报告及其现场抽检报告各填一份。

附录 C LED 道路照明工程验收表格（推荐性）

项目		参数				单位	备注
标准路段 初始值① 测量时间：	平均亮度					cd/m ²	
	亮度均匀度						
	纵向均匀度						
	平均照度					lx	
	照度均匀度						
LED 回路电 量参数② 测量时间：	回路电压					V	
	回路电流					A	
	有功功率					w	
	功率因数						
标准路段 相邻灯具 初始值③ 测量时间：	端口电压					V	
	工作电流					A	
	有功功率					w	
	功率因数						
	灯下照度					lx	
	灯下色温					K	
	灯下色坐标 u						
灯下色坐标 v							
标准路段 相邻灯具 @3000h④ 测量时间：	端口电压					V	
	工作电流					A	
	有功功率					w	
	功率因数						
	灯下照度					lx	
	灯下色温					K	
	灯下色坐标 u						
	灯下色坐标 v						
标准路段 相邻灯具 @6000h⑤ 测量时间：	端口电压					V	
	工作电流					A	
	有功功率					w	
	功率因数						
	灯下照度					lx	
	灯下色温					K	
	灯下色坐标 u						
	灯下色坐标 v						

注：①工程验收时选取干扰较少的标准路段测量照明指标，纵向均匀度按车道测量记录；

②验收时测量路灯电源各回路电量参数，按回路记录；

③验收时选取标准路段上二相邻灯具，测量电量、照度、色度相关参数；

④灯具工作约 3000h（约 280 天左右）后，测量上述相邻灯具参数；

⑤灯具工作约 6000h（约 560 天左右）后，测量上述相邻灯具参数。

本规范用词说明

1. 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
2. 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

深圳市地方标准

LED 道路照明工程技术规范

Technical code for road LED lighting engineering

条文说明

前 言

本规范部分章节内容参考了行业标准《城市道路照明设计标准》CJJ45-2006、《城市道路照明工程施工及验收规范》CJJ89-2001。

《城市道路照明设计标准》CJJ45-2006 主编单位为中国建筑科学研究院、参编单位为北京市路灯管理中心、成都市路灯管理处、飞利浦照明（中国）有限公司、艾迪照明集团公司、东芝照明（北京）有限公司、佑昌西特科照明（廊坊）有限公司、索恩照明（天津）有限公司和宁波帅康灯具股份有限公司。主要起草人为李铁楠、李景色、孙卫平、郗书堂、张建平、姚梦明、宋文凯、许东亮、庄坚毅、袁景玉和陈利清。

《城市道路照明工程施工及验收规范》CJJ89-2001 主编单位为北京市路灯管理处，参编单位为武汉供电局路灯分局、深圳市路灯管理处、沈阳市路灯管理处和常州市路灯管理处。主要起草人：孙怡璞、冀中义、曾祥礼、李炯照、鲍凯弘和张华。

目 次

1 总 则	30
2 术语	31
3 指标及设置	32
3.1 道路照明指标.....	32
3.2 灯具设置方式.....	32
3.3 功能性照明.....	33
3.4 非功能性照明.....	33
4 供配电及控制	34
4.1 供配电系统.....	34
4.2 线路及灯具保护.....	34
4.3 控 制.....	37
5 设施选型、定位及安设	38
5.1 设施选型及定位.....	38
5.2 灯具选型.....	38
5.3 线路选型及敷设.....	38
6 节 能	40
6.1 节能指标.....	40
6.2 节能措施.....	40
7 工程施工	41
7.1 箱变.....	41
7.2 灯杆杆体.....	41
7.3 灯杆安装.....	41
7.4 LED 灯具.....	41
8 工程验收	42
8.2 验收内容.....	42
附录 A 维护系数	43

1 总 则

1.0.1 本规范的制定目的和应遵循的原则。

1.0.2 本规范应达到的效果要求。

1.0.3 本规范适用范围。

1.0.4 本规范与其他相关标准的关系。

2 术语

2.0.23 过载保护采用断路器时，回路负荷电流若大于过载保护整定值，则过载脱扣器一般经较长延时后动作跳闸。即断路器过载保护一般遵循反时限特性，即回路过载电流越大，脱扣延时时间越短。过载保护整定值，应不小于回路预期正常负荷电流，且小于线路允许长期载流量。

2.0.24 本规范所谓短路，通常仅指相-相短路和相-中短路，广义上则包括相-保（地）短路（见接地故障）。断路器短路保护一般有两种形式：

（1）短路瞬时保护：短路电流若超过短路保护整定值，则过电流脱扣器将瞬时动作。常见的断路器多为 A 类（也称两段式保护），其过电流脱扣器电流整定倍数较高（如 10 倍或以上）。在路灯系统中，A 类断路器因此一般无法用于配电线路，而仅可能用于灯具分支线路保护。

（2）短路短延时保护：仅 B 类（也称三段式保护）断路器才有此功能。短路短延时电流保护的整定值，通常标示为过载保护整定电流整数倍（倍数大于 1）的形式，但必须小于其所要切断回路的预期最小短路电流。该保护有两个特点：①其脱扣器电流整定倍数一般可取值较低（如 2.5 或 3）。该特点有利于满足保护电器动作灵敏度要求。②是指回路短路电流超过短路电流整定值时，脱扣器经一个较短延时后动作。该特点有利于上、下级开关实现配合性。

路灯配电系统中，短路（相-相或相-中）保护以线路或装置保护为主要任务。

2.0.25 接地故障实际属于一种特殊短路。对于路灯配电系统，接地故障保护以人生保护为首要任务。

3 指标及设置

3.1 道路照明指标

3.1.2 本市道路的车流量较大、人流密度高，选择较高的照明指标有利于车行速度和交通安全。本市新设计道路基本为沥青路面，现有道路也将逐步改造为沥青路面。故混凝土路面照明指标未再给出。

3.1.6 非机动车道与机动车道的分隔，是指硬化的分车带（如隔离栏、绿化带、防撞护栏、路缘石）；仅有交通标线的应视为无分隔。

3.2 灯具设置方式

3.2.1 目前采用中杆照明逐渐增多，故将该方式列入。

3.2.2 悬索布置和链式布置需布设较多架空线，对环境景观存在影响，目前已较少采用，故未列入；路幅宽阔且设置中间隔离带的道路在采用 LED 照明时，仅采用中心对称或双侧对称布置往往难以满足要求，故增加中心及双侧对称布置方式。

3.2.3 根据《道路与街道照明灯具性能要求（GB/T 24827-2009）》，道路灯具光分布类型为 I 类、I-4 类、II 类、II-4 类、III 类、IV 类和 V 类，纵向光分布类型为短投射、中投射和长投射。另可推算对应灯具配光曲线的光束角如下：

表 1 道路灯具纵向配光分类与光束角关系

纵向光分布类型	短投射 S	中投射 M	长投射 L
C0/180 最大光强角 γ_m	$\gamma_m < 66^\circ$	$66^\circ \leq \gamma_m < 75^\circ$	$75^\circ \leq \gamma_m < 80^\circ$

表 2 道路灯具横向配光分类与光束角关系

横向配光类别	I 类	II 类	III 类	IV 类
C90/270 半峰光束角 γ_h	$-45^\circ < \gamma_h < 45^\circ$	$\gamma_h < 60^\circ$	$60^\circ \leq \gamma_h < 70^\circ$	$\gamma_h \geq 70^\circ$

当灯具检测报告未给出配光类型时，可根据最大光强位置和半峰光束角进行推算。道路纵向与横向配光的多种类型，有助于更为灵活地进行照明设计与灯具选型，而 LED 灯具一般具备精确配光的特性。

I 类、II 类、III 类配光较适合常规场合照明：I 类配光更适宜用于人行道庭院灯，在道路上应用时宜为中央布置，在路侧安装时应有适当仰角；II 类配光广泛适用于各种类型道路照明；III 类配光适用于较为宽阔的路面或交会区。此外，I-4 类、II-4 类配光分别为 I 类、II 类的衍生，一般采用多组 LED 灯具组合而成，较适合于路口、交会区照明；IV 类、V 类配光较适合于交会区中杆或高杆照明，V 类配光还可用于人行道庭院灯。

短投射配光适用于杆距较为紧凑的场合（如曲线段），中投射广泛应用于各类型道路照明，长投射一般用于投光灯。

与灯具安装有关的各种参数，最终应通过计算确定、且须满足规范要求，并以此作为评审设计的依据。

3.2.6 本条款旨在限制较强眩光。灯具最大光强相同时，安装高度越低，眩光程度越严重。对于道路照明灯具，光源发出的光通基本为下射；当为庭园灯时，则应视灯具造型而定。

3.3 功能性照明

3.3.1 路面宽阔达 50m 以上的道路，采用普通灯杆双侧布置或中央对称布置均难以达到相关要求，建议采用中杆照明。本条款应结合道路设计条件、周边环境实际情况执行。

3.3.2 本条规定了平面交叉路口照明要求。

1 平面交叉路口较为繁忙，其照明水平较高，为使驾驶员引起足够注意和精力集中。

2 本条目的在于突出交叉路口，提供良好诱导性。

3 在大型交叉路口，一般须另行安装经过专门设计（限制眩光）的附加灯杆和灯具。

3.3.3 本条为立体交叉照明要求。

大型立体交叉宜有限度采用高杆照明，并谨慎选择灯杆布设点，避免对上层车道和周边建筑形成眩光。

LED 光源以其精准配光特性，特别适合用于护栏灯。护栏灯配光于匝道路面及防撞护栏范围，避免了大量光通落在车道外场地，比高杆照明更为高效、节能，同时也避免了灯杆林立。连续设置的护栏灯具可勾勒出立交线型，既强化了诱导性，也美化了景观照明效果。当防撞护栏设置连续照明时，可视桥梁情况在护栏灯具外侧增设 LED 点光源。

立交匝道位于曲线路段、坡道等交通复杂路段，照明标准宜较标准路段提高 30%~50%，但功率密度不得大于标准路段的 1.3 倍。半径在 1000m 及以上的曲线路段，其照明可按照直线路段处理。

3.3.4 根据本市现状人行地道实地调查情况，当地道长度大于 20m 或大于 5 倍入口高度时，在未设置人工照明情况下，实测地面照度低于 5lx，周围人流及交通状况难以辨识。故此种情况下，当无法借助于外部既有照明时，地道应设置人工照明。

LED 灯具由于其瞬间接通、可无级调光的特性，十分适合于人行地道照明，可结合红外传感器控制灯光通断，结合亮度传感器控制驱动电流进行调光。如未采用上述控制方式，地道照明应至少按白天/夜间分组控制。

3.3.5 根据本市现状车行隧道（包括短隧道、下穿通道、跨线桥底等情形）实地调查情况，当隧道长度大于 50m 或大于 10 倍入口高度时，在未设置人工照明情况下，实测地面照度普遍低于 15lx，周围交通状况难以辨识，尤其是在白天，隧道两端的强烈背景光使洞内无法辨识周围细节。故此种情况下，当无法借助外部既有照明时，隧道应设置人工照明。

3.4 非功能性照明

3.4.2 眩光因视场中存在极高的亮度或亮度对比而形成，它会使视觉功能下降或使眼睛感到不适。城市夜景照明应将眩光限制作为一项重要评价指标。

3.4.3 LED 灯具因体积小、光效较高、显色性较好，适用于内透光、背光、轮廓、装饰等景观照明和标识照明等。

4 供配电及控制

4.1 供配电系统

4.1.1 进行 10kV 供电系统设计时，应充分征询本市供电部门的意见。

4.1.2 为了降低城市公共负荷的峰谷变化对路灯供电质量的影响，本规范建议采用城市公网上的路灯专用变压器供电。D, yn11 结线组别变压器可有效限制三次谐波，降低零序阻抗，提高单相短路时保护电器的动作灵敏度，故要求采用；照明变压器仅在前半夜全负载运行，而负荷计算中已考虑交通信号、景观照明等负荷，故为节能降耗，其负载率不宜太低。

4.1.3 本条给出道路照明配电系统的具体设计要求。

2 与其它类型灯具相比，LED 灯具工作电压范围较宽。

3 对于非 LED 灯具，应有无功功率补偿措施；而 LED 灯具自然功率因数可达 0.95 以上，无需补偿。

4 交通信号、景观照明等零星用电分属不同部门，故需分别设置计量装置及专用出线回路。

4.2 线路及灯具保护

4.2.1 为保证路灯配电系统中保护电器的动作灵敏度和减少故障影响面，综合考虑经济性、可实施性和控制管理等因素，对回路灯具总安装功率大小和配线长度（从变压器低压侧计起）宜进行适当限制。

4.2.2 配电线路（指箱变至灯杆间的主干线路）上可能因日后增设灯具而过载，故应设过载保护；灯杆处单套灯具本身一般不会过载，故配电线路的灯具线路分支处可不考虑过载保护。

具体设计中，过载、短路和接地故障三项保护功能（配电线路），或短路和接地故障两项保护功能（至灯具分支线），尽量分别由相应的同一个保护电器来完成。

4.2.3 为避免单个灯具故障引致整个回路断电，作此要求。选择性可通过动作电流级差或动作时间级差（相邻级差不宜小于 0.2s）来实现。

4.2.4 过电流保护电器整定值或额定值的选择，应充分考虑灯具启动的影响，为此须计入一定数值的可靠系数。

4.2.5 见《低压配电设计规范》GB50054-95 相关要求。

4.2.6 本条是《低压配电设计规范》GB50054 的要求，也应是路灯配电系统设计重点关注内容之一。因为一般路灯线路的末端短路电流较小，首端过电流保护电器往往较难可靠动作，为此要求设计必须进行短路电流核算，并在设计图纸中详尽注明保护电器的额定值或整定值。此外，要求各保护电器及配电线路型号、规格的选用、整定，尽量规整、统一。

对于路灯配电系统短路保护灵敏系数是否必须达到一定数值（常规是 1.3），本规范未做强调。这兼顾考虑了安全可靠性和经济实用性。其依据和理由有三：（1）产品制造误差减小：近些年来断路器自身质量有很大提高，过电流脱扣器整定电流的精确性和稳定性大为提升；（2）常规计算短路电流偏小：得益于非故障分支线路和灯杆多次重复接地的分流影响，路灯配电线路的实际短路电流，比按常规理论计算的短路电流要大出较多，这有利于过电流保护电器的可靠动作；（3）电缆具有一定承受力：因种种缘故，路灯电缆截面的选择，一般足以承担较长时间的回路过电流而自身无损坏。

4.2.7 长为 1000m 线路的正常泄漏电流理论值为 22mA 左右，但受电缆接头工艺、土质、湿度、温度等因素影响，其实际数值变动幅度较大。RCD 额定剩余电流动作值整定为 300mA 或 500mA（或稍大），一般既可保障灵敏度要求，也可避免 RCD 误动作。

4.2.8 接地故障保护措施采用 II 类（防电击分类）设备之后，线路 L-N 短路仍须作灵敏度校验并满足要求。

4.2.9 箱变处作总等电位联结、灯杆处作局部等电位联结，均属常规要求。至于各等电位联结体彼此之间，以及与工作接地极之间的连接关系，则视 TN 或 TT 不同而不同。

4.2.10 接地电阻要求源自《交流电气装置的接地》DL/T621-1997 相关规定。

4.2.11 此处 SPD 主要用以保护低压屏内的电子元件或设备（如“三遥”监控系统、电子脱扣器等）。

4.2.13 本市辖区内长期以来一直采用 TN-S 系统，具有一定的实践基础；TT 系统在设计标准配套、场地条件要求和运营管理等方面，均存在一定的制约因素，仅在这些瓶颈得以解决后方可采用 TT；TN-C 系统在正常运行时，其 PEN 线作为外露可触及导体，本身就有不平衡电流通过，这存在一定安全隐患，故不应采用；TN-C-S 系统在未设专用路灯箱变时可采用。

4.2.14 本条为配电系统采用 TN-S 时，应满足的条件。

1 TN-S 系统设计合理时，断路器过电流保护可兼作全程的短路保护和接地故障保护。因路灯配电线路末端短路电流较小，为使首端保护电器可靠动作，须要求断路器过电流脱扣器的整定电流大幅降低。对于常规配电线路，该整定电流一般取 2.5~4 倍长延时过载保护整定电流较合适。因此，过电流脱扣器整定电流倍数可调的 B 类塑壳断路器，或具备较低过电流脱扣器整定电流倍数的微型断路器（其短路分断能力必须足够），一般均可选择用于线路首端的过电流保护电器。

TN-S 系统中，当路灯配电线路首端的过电流保护电器采用断路器时，常规配线长度与断路器整定电流的对应关系，可参照表 4.2.13-1（铜芯电缆）或表 4.2.13-2（铝合金（芯））执行。表中，√：可采用；×（即阴影区）：不可采用。

表 4.3.13-1：常规配线（铜缆）长度与断路器整定电流对应关系

配线长度 (m)	铜芯电缆规格 (mm ²)	过载整定	短路整定	短路整定	短路整定	短路整定	短路整定
		I_{r1} (A)	$I_{r2}=2.5I_{r1}$	$I_{r2}=3I_{r1}$	$I_{r2}=4I_{r1}$	$I_{r2}=5I_{r1}$	$I_{r2}=6I_{r1}$
800	5×16	25	√	√	×	×	×
		32	√	×	×	×	×
	4×25+1×16	25	√	√	√	×	×
		32	√	√	×	×	×
		40	√	×	×	×	×
	5×25	25	√	√	√	√	×
		32	√	√	√	×	×
		40	√	√	×	×	×
	4×35+1×16	25	√	√	√	×	×
		32	√	√	×	×	×
		40	√	×	×	×	×
	5×35	25	√	√	√	√	√
32		√	√	√	√	×	
40		√	√	√	×	×	
900	5×16	25	√	×	×	×	×

	4×25+1×16	25	√	√	×	×	×
		32	√	×	×	×	×
	5×25	25	√	√	√	×	×
		32	√	√	×	×	×
		40	√	×	×	×	×
	4×35+1×16	25	√	√	√	×	×
		32	√	√	×	×	×
		40	√	×	×	×	×
	5×35	25	√	√	√	√	√
		32	√	√	√	√	×
		40	√	√	√	×	×
	1000	5×16	25	√	×	×	×
4×25+1×16		25	√	√	×	×	×
		32	√	×	×	×	×
5×25		25	√	√	√	×	×
		32	√	√	×	×	×
		40	√	×	×	×	×
4×35+1×16		25	√	√	×	×	×
		32	√	√	×	×	×
5×35		25	√	√	√	√	×
		32	√	√	√	×	×
		40	√	√	×	×	×
1100		4×25+1×16	25	√	×	×	×
	5×25	25	√	√	×	×	×
		32	√	×	×	×	×
	4×35+1×16	25	√	√	×	×	×
		32	√	×	×	×	×
	5×35	25	√	√	√	√	×
		32	√	√	√	×	×
		40	√	√	×	×	×
1200	4×25+1×16	25	√	×	×	×	×
	5×25	25	√	√	×	×	×
		32	√	×	×	×	×
	4×35+1×16	25	√	√	×	×	×
	5×35	25	√	√	√	×	×
		32	√	√	×	×	×
		40	√	√	×	×	×

表 4.3.13-2: 常规配线(铝合金(芯)电缆)长度与断路器整定电流对应关系

配线长度(m)	铝合金电缆规格(mm ²)	过载整定 I _{r1} (A)	短路整定 I _{r2} =2.5I _{r1}	短路整定 I _{r2} =3I _{r1}	短路整定 I _{r2} =4I _{r1}
800	4×25+1×16	25	√	×	×
	5×25	25	√	√	×

	4×35+1×16	32	√	×	×
		25	√	×	×
	5×35	25	√	√	√
		32	√	√	×
		40	√	×	×
900	5×25	25	√	×	×
	5×35	25	√	√	√
		32	√	√	×
		40	√	×	×
1000	5×25	25	√	×	×
	5×35	25	√	√	×
		32	√	×	×
1100	5×35	25	√	√	×
		32	√	×	×
1200	5×35	25	√	√	×

2 灯头处单相短路（或接地故障）电流不应小于熔断器熔体电流的 4.5 倍，是为了保证熔断器的可靠熔断（见《低压配电设计规范》GB50054 相关规定）。

当 LED 灯具功率不大于 400W 时，熔断器熔体可选 4A。

4 本款结合《城市道路照明施工及验收规程》CJJ89-2001 第 6.2.5 条及本地路灯管理部门相关规定而制定。

4.2.15 本条为配电系统采用 TT 时，应满足的条件。

- 1 灯具处保护电器宜为带短路保护功能的单相 RCD（应有防盗措施）。
- 2 保护接地电阻大小系结合本地实践经验和可实施性而提出。
- 3 TT 系统要求变压器工作接地极与负荷侧保护接地极相距足够远。

4.3 控制

4.3.1 有条件时，时控装置作为遥控装置的后备，手控作为维护管理及调试之用；暂不具备遥控条件时，应预留安装遥控装置的空间。

截止到 2010 年底，本市福田、罗湖、南山、盐田四区均已建有路灯中央控制中心，均可实现中央控制中心遥控；龙岗也已建有路灯中央控制中心，但因管理权籍不同，其部分区域可由其中央控制中心遥控；宝安区正在建设中央控制中心。道路照明设计时，应根据道路所在区域的遥控系统覆盖情况，设置合适的控制方式。

4.3.2 本条为遥控系统应满足的要求。

3 “三遥”远动终端在箱变或配电箱内的独立空间安装，可有效降低强、弱电之间的干扰，且便于管理、维护。

4.3.3 经纬时控仪可根据地理位置和季节变化而合理确定开关灯时间，并随天空亮度变化进行必要修正。

5 设施选型、定位及安设

5.1 设施选型及定位

5.1.1 城市道路照明变电站主要有架空杆上安装式、台柱安装式、室内变电所及户外箱式变电站等。箱式变电站结构紧凑，占地少，有利于营造现代化的城市空间景观；与普通油浸变压器相比，干式变压器轻便、易搬运、无油污染，适合于容量不大、过载能力无特别要求的场合。

埋地式箱变多采用免维护油浸变压器，防护等级高，变压器可置于专用地坑内，减少占地。埋地式箱变在小型化、美观化方面特点突出，并可根据要求制作成灯箱广告，适用于环境景观要求较高或用地紧张的地段。

5.1.2 本条为路灯箱变布设应考虑的因素。

1 路灯箱变布点应综合考虑周边路网供电点以及规划道路照明分布情况，按合理供电半径统筹考虑。

2 要求箱变设置于道路城市电力通道一侧，可方便 10kV 电缆引接和低压电缆及线路的进出，有利于降低工程造价。

6 本条考虑避免影响交通视距及环境景观。

5.1.3 本条在依照《城市工程管线综合规划规范》GB50289 的基础上，结合已陆续更新的《通信管道与通道工程设计规范》GB50373、《电力工程电缆设计规范》GB50127 和《城镇燃气设计规范》GB50028 等规范的相关规定，进行汇总、调整而成。

5.1.5 本条参照《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46-2005 第 4.1.4 条相关规定以及以往工程经验而制定。

照明设施与裸导线的间距计算，应综合考虑弧垂、风偏、跨度及电压等级、电流大小、太阳辐射等影响。

5.2 灯具选型

5.2.1 由大功率 LED 封装器件组装成的灯具光衰相对较小，性能稳定性较好，故推荐采用。

5.2.2 综合考虑到全程道路照明的视觉感受、可辨识度及能效因素，本条提出了相关色温要求；深圳为沿海城市，空气腐蚀性相对较强，且车流量大导致灰尘量较大，故对灯具防护等级提出了较高要求。

5.2.3 相对于机动车交通道路，商业区步行街要求有较高的颜色辨识，故宜提供较真实的原色彩显示环境。

5.2.6 本条根据《道路与街路照明灯具安全要求》GB7000.5 确定。

5.2.7 距海岸线不大于 500 米范围内的空气腐蚀性较为严重，故参考桥梁及结构专业的相关做法，作此要求。

5.2.9 功能性灯具的电源模组是灯具寿命的主要制约因素之一，现场替换可降低故障处理时间，方便现场维护。

5.3 线路选型及敷设

5.3.1 交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套电缆（YJV）和聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆（VV）比

较：YJV系列耐温高、载流量较大，但电缆允许转弯半径较大；VV系列载流量稍小，但电缆允许转弯半径较小。由于路灯配电电缆允许载流量与回路的实际工作电流相比往往有较大富裕，而电缆在路灯基础处进入灯杆的转弯半径条件有限，为便于电缆敷设施工，路灯电缆推荐采用VV系列。此外，较长的下沉式地下通道宜采用阻燃低烟（或无烟）无卤电线、电缆。

在相近载流量下，铝合金（芯）电缆截面虽较铜缆增大一个规格，但其导体紧压系数达0.93，故电缆整体外径仍与铜缆接近。此外，相对于铜缆，它具有强柔韧、弯曲半径小、便于施工等特性，并在降低造价、防盗方面更具优势。不过，同规格铝合金（芯）电缆相阻抗约是铜缆的1.62倍，故应注意核算保护电器灵敏度。

为避免直埋电缆被机械施工等外力损坏，造成人身伤亡、供电中断等事故，直埋电缆应采用铠装护层，并设置电缆保护板。

由于传统路灯光源的防护等级要求不高，灯具电源线可有BVR、BVV、RVV等多种类型。但LED灯具的电源部分电子元器件密集，对水、湿气很敏感，故对防护等级要求很高。采用圆柱形电缆线作为LED灯具的电源线（灯杆内），将提高灯具进线孔处的密闭防水性能。

5.3.3 中性线截面不小于相线截面，将有利于承载回路谐波电流、减低线损，提高首端保护电器切断末端L-N短路电流的动作灵敏度。

5.3.4 穿管埋地敷设可方便维护，而直埋敷设有利于防盗。

实践证明，穿管埋地敷设时，在每档电缆间设置混凝土固定点可有效降低电缆被盗。具体做法：埋地管道施工时，在每档路灯两端及线路中间，把电缆保护管断开，安装PVC-75三通一个，并将长为1m的PVC-75电缆保护管引出地面（人行道处引至道板下，绿化带处引至地面下0.1m）；装设电缆后，每处浇注C20水泥砂浆 0.01m^3 ，渗入保护管内两端各2m（以振荡器施工）。

5.3.5 照明电缆在绿化带下直埋敷设时，为避免绿化种植施工时挖断电缆，埋深要求不小于1.0m。

5.3.6 本市绿化工程采用的树苗根球直径一般不大于0.8m。而道路建设过程中，绿化种植往往为最后工序，为避避免开挖树坑时破坏照明管线，故作本条规定。电缆材料计量时应考虑该部分的绕行长度。

10kV及以上电缆沟与路灯电缆分属于不同管理部门，为方便维护、管理，故作本规定。

5.3.7 本条参照了《电力工程电缆设计规范》GB50217相关规定。

6 节能

6.1 节能指标

6.1.1 执行本条时需注意，LED 灯具安装功率应包括电源、驱动模块等附件功耗在内。

6.1.2 本表适用于采用 LED 作为道路照明光源。

LPD 值计算公式： $LPD = P/S$ (W/ m²)

式中：P——单盏灯整灯（含电源等附件）功率值（W）；S——单盏灯照射面积（m²）。

照射面积 S 的计算，应按道路标准横断面取值：在纵方向（即沿道路走向）应为同一侧的两个相邻灯杆的间距；在横方向，单侧布灯应为整个机动车道宽度，双侧交错布灯、双侧对称布灯和中心布灯时，应为 1/2 机动车道宽度。人行道（非机动车道）单独设置功能性照明时，其计算宽度应为人行道与非机动车道组合的总宽度，包括间断布置的树池带（但不包括连续布置的绿化分隔带）。

照明节能不是靠降低照明水平来实现，而应在确保各级道路符合相应照明标准的前提下满足 LPD 要求。

LPD 与其他相关指标的对应关系如下： $LPD = E_{av}/(K*U*\eta)$

式中：E_{av}——设计平均照度（lx），按 3.1.2 确定；

K ——维护系数，按附录 A 确定；

U ——灯具利用系数，按道路路宽与正常安装高度比例一般为 0.5~0.75；

η ——灯具综合光效（lm/w）。

可见，在常规布置方式下，LPD 值主要由道路路宽与主流 LED 灯具综合光效水平确定。功率密度限定值将根据 LED 芯片光效技术的发展水平加以修正。

6.2 节能措施

6.2.3 目前主流商用 LED 芯片光效一般为 100—120lm/W，在计及电源、驱动、透镜、反射罩等损耗后，LED 灯具额定光效可达 60~80lm/W。

6.2.4 LED 模块可在全功率范围实现调光，且其光效随驱动电流下降而上升，这是其它光源所无法比拟的独特优势。后半夜 LED 灯具的整体降功率运行，既可节能降耗，又能延长灯具使用寿命。

7 工程施工

7.1 箱变

7.1.3 工程实践中，对箱变电缆室可采用的防排水措施包括：

- (1) 对电缆保护管管口进行封堵；
- (2) 电缆保护管管群在进入电缆室井壁 2m 范围内进行砼包封，特别是与井壁衔接处；
- (3) 电缆室内外采用防水水泥砂浆抹面，厚度 20mm；
- (4) 电缆室人孔采用双重井盖，内井盖与井座之间设橡胶圈止水带；
- (5) 电缆室底部设积水坑。坑内设 uPVC- ϕ 150，按不小于 1% 坡度接至就近市政雨水井；
- (6) 当电缆室所在位置地下水位高于电缆室内底标高 0.2m 以上，而周边无合适市政排水设施时，电缆室应采用整体钢筋混凝土结构，防水处理办法按《深圳建筑防水构造图集 A (SJ-A)》设防标准地下防水工程作法 I (地 I) 实施；
- (7) 采用上述防排水设施后，电缆室仍有严重积水可能时，应设置自动机械排水。

7.1.4 箱变围栏采用 PVC 等无回收价值的材料制作，比传统采用金属材料更为绿色、环保、节材，同时降低被盗几率。

7.2 灯杆杆体

7.2.3 灯杆参数应根据具体杆型、荷载、使用地气象条件进行复核，表 7.2.3-1~4 的规定供参考。

7.3 灯杆安装

7.3.6 本条为灯杆吊装施工时应重点关注的安全要求。

7.3.7 本条有利于驾驶员尽早注意到路灯维护人员，从而提高相关人员的安全性。

7.4 LED 灯具

7.4.1 本条为 LED 灯具的一般性要求。

4 当 LED 灯具具有反射器或透光罩时，则应符合本款要求。

7.4.2 出现色温差异是目前 LED 灯具固有特性之一，而道路照明灯具的较大色温差将影响行车安全，故作此要求。

7.4.3、7.4.4 现场测量发现，相同色温的 LED 光源色度偏离较大，会出现绿斑、黄斑，乃至光色斑马线，对行车安全造成较大影响，故本条提出了色品容差指标及色坐标目标值要求。

7.4.5 实际驱动电流小于芯片额定值，可保证芯片寿命。

7.4.6 光衰是 LED 灯具重要控制指标之一。采购方应要求灯具供货商提供连续亮灯 3000h 不大于 4% 的检测报告，及灯具有效寿命不应低于 25000h 的合同承诺。

7.4.10 专业检测机构的“具备相应资质”，是指由中国合格评定国家认可委员会进行认可和省级质量技术监督局予以计量认证。LED 灯具经此类机构检测，可保证检测报告的权威性和

科学性。

8 工程验收

8.2 验收内容

8.2.4 本条为照明指标验收时的一般性要求。

1 检测应包括总回路、分支回路及各相参数。

3 本规范设计指标中提出的平均照度要求，是考虑了在灯具寿命有效期运行末期，计及光衰及灯具污染因素后所应达到的指标。

附录 A 维护系数

A.0.1 维护系数系根据 LED 光源、灯具光衰寿命特性以及本市环境状况，以每年对灯具进行一次擦拭为前提而规定。

需要注意的是，高压钠灯光源在光衰达到 30%后，灯具即很快到达寿命终点，不再发出光通。而路灯管理部门一般也在此时更换光源。而 LED 灯光源的光衰即使达到 70%，灯具也还能工作。因此采用 LED 光源作为路灯照明，当光衰到达一定数值、路面实际照度小于标准要求时，路灯管理部门就应及时更换 LED 光源，而不是等到 LED 灯具完全发不出光通时才予以更换。