上海市工程建设规范

道路LED照明应用技术规范

Application code for the LED road lighting technology

DG/TJ 08－2182－2015
J 13217－2015

主编单位：上海市路政局
批准部门：上海市城乡建设和管理委员会
施行日期：2016 年 1 月 1 日

同济大学出版社

2015　上海

道路 LED 照明应用技术规范

上海市路政局　主编

策划编辑　张平官

责任编辑　朱　勇

责任校对　徐春莲

封面设计　陈益平

出版发行　同济大学出版社　　www.tongjipress.com.cn

（地址：上海市四平路 1239 号　邮编：200092　电话：021－65985622）

经　　销　全国各地新华书店

印　　刷　浦江求真印务有限公司

开　　本　889mm×1194mm　1/32

印　　张　2.875

字　　数　77000

版　　次　2015 年 12 月第 1 版　　2015 年 12 月第 1 次印刷

全国统一书号　155608・73

定　　价　28.00 元

本书若有印装质量问题，请向本社发行部调换　　版权所有　侵权必究

上海市城乡建设和管理委员会文件

沪建管[2015]630号

上海市城乡建设和管理委员会
关于批准《道路LED照明应用技术规范》
为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市路政局主编的《道路LED照明应用技术规范》，经审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为DG/TJ 08－2182－2015，自2016年1月1日起实施。

本规范由上海市城乡建设和管理委员会负责管理，上海市路政局负责解释。

特此通知。

上海市城乡建设和管理委员会

二〇一五年八月二十七日

前　言

为规范本市道路 LED 照明技术的应用，根据《上海市城乡建设和交通委员会关于印发〈2013 年上海市工程建设规范和标准设计编制计划〉的通知》（沪建交[2012]1236 号）的要求，上海市路政局会同相关单位组成编制组，完成了《道路 LED 照明应用技术规范》的编制工作。

在编制过程中，编制组进行了广泛调研，结合本市实际情况开展了专题研究，借鉴国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，经反复讨论和修改，最后审查定稿。

本规范共分 6 章和 6 个附录，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语、符号；3. 道路 LED 照明灯具；4. 设计；5. 施工与验收；6. 养护与检测；附录 A 至附录 F。

本规范执行过程中，如有意见或建议，请函告上海市路政局（上海市徐家汇路 579 号，邮政编码：200023；邮箱：jszx@shlzj.sh.cn），以供修订时参考。

主　编　单　位：上海市路政局

参　编　单　位：复旦大学
上海长江隧桥建设发展有限公司
上海隧道工程有限公司
上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司
上海市路灯管理中心
上海市城市建设设计研究总院
上海市隧道工程轨道交通设计研究院
上海黄浦江越江设施投资建设发展有限公司
上海产业技术研究院

上海市光电子行业协会

主要起草人员：沈海平　杨方勤　张　良　姜允肃　徐　俊
袁　丁　陈　元　周　畅　何铁峰
（以下按姓氏笔画排列）
王小明　王　伟　王依琳　王宗暐　王　莉
王　桦　尹椿荣　包宜栋　朱绍龙　刘艳滨
阮　军　李　青　杨卫桥　吴青峰　佘燕屏
沈　蓉　张列学　张　湄　陈予平　陈　洪
季倩倩　周　详　郑成龙　赵　宁　赵鹏飞
施永泉　秦名胜　袁文平　高旭旻　隋文波
傅　铭　蔡岳峰　薛浩中

主要审查人员：俞安琪　李铁楠　李国宾　周太明　梁荣庆
张　华　叶　峰　吴春海

上海市建筑建材业市场管理总站

2015 年 5 月

目　次

1　总　则 …… 1
2　术语、符号 …… 2
2.1　术　语 …… 2
2.2　符　号 …… 3
3　道路 LED 照明灯具 …… 4
3.1　一般规定 …… 4
3.2　灯具安全及性能要求 …… 4
3.3　控制装置 …… 7
3.4　LED 模块 …… 11
3.5　接口符合性测试 …… 14
3.6　标　志 …… 15
4　设　计 …… 16
4.1　一般规定 …… 16
4.2　照明标准 …… 16
4.3　照明方式及设计要求 …… 21
4.4　照明供电和控制 …… 24
4.5　节　能 …… 27
5　施工与验收 …… 30
5.1　施　工 …… 30
5.2　验　收 …… 30
6　养护与检测 …… 32
6.1　养　护 …… 32
6.2　检　测 …… 32
附录 A　配光类型 …… 34

附录 B　控制装置 …… 36
附录 C　独立式 LED 模块 …… 44
附录 D　集成式 LED 模块 …… 49
附录 E　灯条式 LED 模块 …… 50
附录 F　节能量评估 …… 51
F.1　一般规定 …… 51
F.2　数据的收集、测量和验证 …… 51
F.3　计算方法 …… 52
本规范用词说明 …… 54
引用标准名录 …… 55
条文说明 …… 57

Contents

1 General provisions …… 1
2 Terms and symbols …… 2
2.1 Terms …… 2
2.2 Symbols …… 3
3 LED luminaire for road lighting …… 4
3.1 General requirement …… 4
3.2 Safety and performance requirements for luminaires …… 4
3.3 Control gear …… 7
3.4 LED module …… 11
3.5 Test for interface …… 14
3.6 Mark …… 15
4 Design …… 16
4.1 General requirement …… 16
4.2 Lighting criteria …… 16
4.3 Lighting means and design requirements …… 21
4.4 Lighting power supply and congtrol …… 24
4.5 Energy saving …… 27
5 Construction and acceptance check of work …… 30
5.1 Construction …… 30
5.2 Acceptance check of work …… 30
6 Maintenance and test …… 32
6.1 Maintenance …… 32
6.2 Test …… 32

Appendix A Luminous intensity distibution types …… 34
Appendix B Control gear …… 36
Appendix C Independent LED module …… 44
Appendix D Integrated packaging LED module …… 49
Appendix E PCB LED module …… 50
Appendix F Assessment of engergy saving …… 51
F.1 General requirement …… 51
F.2 Data collection, measurement and verification …… 51
F.3 Calculation method …… 52
Explanation of wording in this code …… 54
List of quoted standards …… 55
Explanation of provisions …… 57

1 总 则

1.0.1 为贯彻落实国家节能减排政策，推进道路照明新光源、新技术的应用，规范本市道路 LED 照明技术的应用，提高道路照明的安全性和舒适性，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于本市城市道路、公路工程及与道路相连相关场地 LED 照明系统的设计、施工、验收及养护。不适用于隧道工程的 LED 照明。其他道路工程的 LED 照明在技术条件相同的情况下，也可按照执行。

1.0.3 道路 LED 照明应用除应符合本规范的规定外，尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 道路照明 road lighting

在城市道路、公路及与道路相连相关场地上设置照明装置，为在夜间给车辆和行人提供必要的能见度。

2.1.2 道路 LED 照明灯具 LED luminaire for road lighting

满足道路照明要求的组合式 LED 照明装置，除了 LED 作为光源发光外，还包含其他部件，例如光学、机械、电气和电子部件，并将这些部件组合成一个整体。

2.1.3 控制装置 control gear

置于外接电源和一个或多个 LED 模块之间，为 LED 模块提供额定电压或者额定电流的装置。此装置可以由一个或者多个独立的部件组成，并且可能具有调光、校正功率因数、抑制无线电干扰等控制功能。

2.1.4 控制装置可互换灯具 control gearinterchangeable luminaire

控制装置为独立部件、可现场拆装互换，而 LED 模块不可现场拆装互换的道路 LED 照明灯具。

2.1.5 模块可互换灯具 module interchangeable luminaire

外壳、LED 模块和控制装置三者为独立部件，LED 模块和控制装置均可现场拆装互换的道路 LED 照明灯具。

2.1.6 独立式 LED 模块 independent LED module

设计为可以独立于灯具、额外的盒子或者罩壳等安装或放置的自散热的 LED 模块，且具备对应于其分类和标记的安全相关

的所有必要的防护，包含光学器件和散热器。

2.1.7 集成式 LED 模块 integrated packaging LED module

多颗 LED 芯片集中封装在一起作为光源并进行整体配光的 LED 模块，不包含光学器件和散热器。

2.1.8 灯条式 LED 模块 PCB LED module

PCB 基板上分立排布多颗 LED 并进行独立配光的 LED 模块，包含光学器件但不包含散热器。

2.1.9 L_{70} 寿命 L_{70} life

道路 LED 照明灯具或 LED 模块的光通量衰减至其初始光通量 70%时所累计点亮的时间。

2.2 符 号

I_{80}——在平行于道路纵向轴线的垂直面内，与道路 LED 照明灯具向下垂直轴夹角 80°方向上的光强。

I_{90}——在平行于道路纵向轴线的垂直面内，与道路 LED 照明灯具向下垂直轴夹角 90°方向上的光强。

SDCM——色品容差的单位。

t_p——与 LED 模块性能相关的温度，在给定的测试点处测得该温度。

t_{pmax}——与 LED 模块额定性能相关的 t_p 点上所允许的最高温度。

Δuv——色品坐标的偏差，以 CIE1960UCS 均匀色度标尺表示。

3 道路 LED 照明灯具

3.1 一般规定

3.1.1 道路 LED 照明灯具(以下简称“灯具”)应符合安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保和维修方便的要求。

3.1.2 本规范所指的道路 LED 照明灯具包括控制装置可互换灯具和模块可互换灯具,不包括其他类型的道路 LED 照明灯具;模块可互换灯具中的 LED 模块包括独立式 LED 模块、集成式 LED 模块和灯条式 LED 模块,不包括其他类型的 LED 模块。

3.1.3 灯具和控制装置应便于更换、维修,LED 模块宜实现用户可更换,灯具、控制装置和可互换的 LED 模块应根据相应的互换性标志进行互换,且互换后应保证原有的性能。

3.2 灯具安全及性能要求

3.2.1 灯具的安全及产品认证应符合下列规定:

1 灯具应符合《灯具 第 1 部分:一般要求与试验》GB 7000.1 与《灯具 第 2—3 部分:特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203 的规定,灯具及外露带电配件的防护等级不应低于 IP65。

2 灯具应通过 CQC 认证。

3.2.2 灯具的结构应符合下列规定:

1 灯具各类接插件、内外部接线和接线端子等在灯具内部应规范布置,避免阳光直射。

2 灯具与灯臂连接应牢固,灯具应具有防坠落保护措施。

3 灯具结构宜具备调整仰角和水平角度的功能。

4 灯具宜在满足功能要求的前提下兼顾美观，与周围环境相协调。

5 灯具外壳宜由金属材料压铸一次成型，并具有独立电器腔。

6 灯具其他要求应符合《道路与街路照明灯具性能要求》GB/T 24827 和《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

3.2.3 灯具的外观、重量和材料应符合下列规定：

1 灯具外壳构造设计应具备自清洁功能。表面应光滑、无损伤、变形或涂层剥落。光学材料应无气泡、明显划痕或裂纹等缺陷。

2 额定光通量 18 000lm 及以下的灯具，单灯重量不应大于 15.0kg；额定光通量 25 000lm 及以上的灯具，单灯重量不应大于 20.0kg。

3 灯具材料应符合下列规定：

1）与外界接触的金属部件应满足 WF2 类防腐要求，防腐层吸附性强，应具有抗紫外线、高温和冷热交替的环境耐受性能。

2）应用于腐蚀性较强地区的灯具，应按《电工电子产品环境试验　第 2 部分：试验方法试验 Ka：盐雾》GB/T 2423.17 进行耐盐雾试验，试验时间应大于 500h，试验后灯具不应产生腐蚀现象。

3）塑料件应具有抗紫外线、高温和冷热交替的环境耐受性能，抗紫外试验应按《机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候加速试验方法荧光紫外灯》GB/T 14522 与《塑料实验室光源暴露试验方法 第 1 部分：总则》GB/T 16422.1 执行，透镜材料测试后透光率不应低于 90%，对于额定色温的 LED 标准光源，测试前后透射光色品坐标的偏差 Δuv 不应大于 0.0100。

3.2.4 灯具的光学性能应符合下列规定：

1 灯具额定光通量规格分为 4 000lm、7 000lm、9 000lm、14 000lm、18 000lm、25 000lm 和 40 000lm 7 档，实测光通量与额定光通量的允许偏差为－10％～＋20％。

2 灯具色温及对应的初始灯具效能应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 道路 LED 照明灯具色温及初始灯具效能要求

额定色温(K)	色温实测值范围(K)	初始灯具效能实测最低值(lm/W)
3000	3045 ± 175	95
3500	3465 ± 245	100
4000	3985 ± 275	105
4500	4503 ± 243	105

3 灯具配光类型宜符合附录 A 的规定。

4 灯具实测色品坐标与额定色温中心色品坐标的色品容差不应大于 10SDCM。

5 灯具在下射各个方向上的实测色品坐标与额定色温中心色品坐标的最大色品容差不宜大于 10SDCM。

6 灯具燃点 3 000h 前后色品坐标的偏差 Δuv 不宜大于 0.0100。

7 灯具显色指数不应低于 60。

3.2.5 灯具的电学性能应符合下列规定：

1 灯具的驱动方式分为采用开关电源单独向 LED 模块直流供电、直流集中供电或交流驱动三种方式。

2 灯具在额定电压±20％范围内应正常工作。

3 灯具在额定工作条件下的实测功率与标称功率的允许偏差为±10％。

4 灯具的谐波电流应符合《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》GB 17625.1 中关于照明设备的规定。

5 灯具的无线电骚扰应符合《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB 17743 的规定。

6 灯具的浪涌抗扰度应符合《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595 的规定。

7 灯具中在靠近控制装置输入端的位置应配置电涌保护器，应采用防护等级不低于 IP67 的 3 芯电子连接器进行连接，当灯具包含电器腔时，可采用接线端子进行连接。

8 所采用的电涌保护器应符合《低压电涌保护器（SPD）第 1 部分：低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1 的规定，使用 III 类试验方法进行试验。

9 所采用的电涌保护器的 U_p 输出值应小于驱动器抗浪涌电压，且不应大于 2kV，接线应具有防误接措施，共模抗浪涌电压不应低于 10kV，应配置工作指示灯。

3.2.6 灯具的可靠性应符合下列规定：

1 除控制装置外，包含 LED 模块的灯具的 L_{70} 寿命不应低于 50000h。

2 灯具在正常工作 6000h 的光通维持率不应低于 95.8%，10000h 的光通维持率不应低于 93.1%。

3 灯具上应明显标注测量 t_p 的位置，该 t_p 与结温有稳定的函数关系；LED 模块安装在灯具中正常工作时所测得的 t_p，不应大于与其标称寿命所对应的 t_{pmax}。

4 灯具在环境温度－15℃～＋55℃、湿度 1%～100%条件下应正常工作；灯具应满足实际使用地的环境温度、湿度和腐蚀性等其他特殊要求。

3.3 控制装置

3.3.1 灯具的控制装置应通过 CCC 认证。

3.3.2 控制装置的安全要求应符合《灯的控制装置 第 14 部

分:LED 模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求》GB 19510.14 的规定;独立安装的控制装置,防护等级不应低于 IP65。

3.3.3 控制装置的性能要求应符合《LED 模块用直流或交流电子控制装置性能要求》GB/T 24825 的规定。

3.3.4 同一道路工程中所有控制装置在正常工作条件下累计工作 30000h 期间失效率不应大于 5%。

3.3.5 控制装置的谐波电流应符合《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》GB 17625.1 中关于照明设备的规定。

3.3.6 控制装置的无线电骚扰应符合《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB 17743 的规定。

3.3.7 控制装置的浪涌抗扰度应符合《电磁兼容试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验》GB 17626.5 的规定。

3.3.8 控制装置应进行如下检测:

1 重要元器件的温升及电气应力、低温存储、高温存储、高温高湿存储、高温工作、低温工作、高温高湿工作、常温与高温及低温下启动测试、频繁开关机、输出持续短路、振动、冲击、跌落测试。

2 寿命及加速寿命测试。

3 耐久性和能效等级检测。

3.3.9 控制装置宜预留智能控制接口,控制方式采用 DC0～10V 模拟控制、PWM 控制或 DALI 控制,DALI 控制应符合《数字可寻址照明接口 第 207 部分:控制装置的特殊要求 LED 模块(设备类型 6)》GB/T 30104.207 的规定,DC0～10V 模拟控制应符合表 3.3.9-1 的规定,PWM 控制应符合表 3.3.9-2 的规定。

表 3.3.9-1　　DC0～10V 模拟控制调光要求

项目	技术要求
高电平定义	9V,输出电流为 100%
调光段定义	1V～9V 均能响应,对应电流为 10%～100%
低电平定义	0V～1V 之间,输出电流为 10%
吸收电流	≤2mA
开路	开路时电流输出为 100%
调光范围	10%～100%额定光通量

表 3.3.9-2　　PWM 控制调光要求

项目	技术要求
占空比为 100%高电平	高电平亮灯,输出电流为 100%
调光段定义	10%～100%均能响应
低占空比时	占空比在 0%～10%之间,输出电流为 10%
吸收电流	≤2mA
开路	开路时电流输出为 100%
调光范围	10%～100%
信号辐值	5V 或 10V
信号频率	200Hz～500Hz,典型值为 250Hz

3.3.10　采用开关电源单独向 LED 模块直流供电的控制装置尚应符合下列规定：

1　控制装置采用交流 220V、50Hz 供电,单相两线制。

2　控制装置应采用单路串联的连接方式,为 LED 模块提供恒流驱动。

3　标称功率在 50W 以上的控制装置,功率因数不应低于 0.95,驱动效率不应低于 88%。50W 及以下的控制装置,功率因数不应低于 0.90,驱动效率不应低于 85%。

4　单个控制装置的重量不应大于 2.0kg。

5 控制装置的输出电流、标称功率及输出电压范围应符合表 3.3.10 的规定。

表 3.3.10 控制装置输出电流、标称功率及输出电压范围要求

适用 LED 模块	输出电流(mA)	标称功率(W)	输出电压范围(V)
独立式或灯条式	530	50	66～94
		75	97～141
		100	131～188
		150	196～282
		200	262～377
		250	327～471
	700	50	50～71
		75	73～106
		100	99～142
		150	149～214
		200	198～285
		250	247～357
集成式	860/1050	—	36
	860/1050	—	72
	860/1050	—	108
	860/1050	—	144
	860/1050	—	180

注:控制装置单路最大输出电压过高时应考虑灯具及 LED 模块的绝缘性能与操作安全。

6 控制装置的电缆、尺寸、安装连接方式及电子连接器应符合附录 B 的规定。

3.4 LED 模块

3.4.1 LED 模块应符合下列规定：

1 LED 模块的安全要求应符合《普通照明用 LED 模块 安全要求》GB 24819 的规定。

2 LED 模块的性能要求应符合《普通照明用 LED 模块 性能要求》GB/T 24823 的规定。

3 LED 模块的 L_{70} 寿命不应低于 50000h。

4 LED 模块上应明显标注测量 t_p 的位置。

5 LED 模块表面应光滑、无损伤、变形或涂层剥落。光学材料应无气泡、明显划痕或裂纹等缺陷。

6 LED 模块的材料应符合下列规定：

1）外界接触的金属部件应满足 WF2 类防腐要求，防腐层吸附性强，应具有抗紫外线、高温和冷热交替的环境耐受性能。

2）应用于腐蚀性较强地区的 LED 模块，应按《电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法试验 K_a：盐雾》GB/T 2423.17 进行耐盐雾试验，试验时间应大于 500h，试验后模块不应产生腐蚀现象。

3）塑料件应具有抗紫外线、高温和冷热交替的环境耐受性能，抗紫外试验应按《机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候加速试验方法 荧光紫外灯》GB/T 14522 与《塑料实验室光源暴露试验方法 第 1 部分：总则》GB/T 16422.1 执行，透镜材料测试后透光率不应低于 90%，对于额定色温的 LED 标准光源，测试前后透射光色品坐标的偏差 Δuv 不应大于 0.0100。

7 模块所组成灯具的色温应符合本规范第 3.2.4 条第 2 款的规定。

8 模块所组成灯具的实测色品坐标与额定色温中心色品坐标的色品容差应符合本规范第 3.2.4 条第 4 款的规定。

9 模块所组成灯具在下射各个方向上的实测色品坐标与额定色温中心色品坐标的最大色品容差应符合本规范第 3.2.4 条第 5 款的规定。

10 模块所组成的灯具燃点 3 000h 前后色品坐标的偏差 Δuv 应符合本规范第 3.2.4 条第 6 款的规定。

11 模块所组成灯具的显色指数应符合本规范第 3.2.5 条第 7 款的规定。

3.4.2 独立式 LED 模块应符合下列规定：

1 独立式 LED 模块的结构尺寸和在灯具内的布线应符合附录 C 的规定。

2 模块的防护等级不应低于 IP65。

3 模块的电气强度应符合《灯具　第 1 部分：一般要求与试验》GB 7000.1 的规定。

4 单个模块包含光学器件的额定光通量应为 3 000lm 或 4 500lm，实测光通量与额定光通量的允许偏差为－10%～＋20%。

5 配光类型宜符合附录 A 的规定。

6 单个模块的重量不应大于 1.2kg。

7 当采用开关电源单独向 LED 模块直流供电时，电气连接应符合附录 B 的规定，驱动电流应为 530mA 或 700mA，单个模块的负载电压应符合表 3.4.2 的规定，单个或多个 LED 模块串联后的负载电压应在控制装置的输出电压范围内。

表 3.4.2　　独立式 LED 模块负载电压要求

驱动电流(mA)	额定光通量(lm)	单个模块负载电压(V)
530	3 000	44～62
	4 500	66～94
700	3 000	33～47
	4 500	50～71

3.4.3 集成式 LED 模块应符合下列规定：

1 集成式 LED 模块的结构尺寸应符合附录 D 的规定，包含压板、接线端子在内的集成式 LED 模块的厚度范围应为 4.0mm ±0.5mm，固定方式宜采用电气连接与机械固定一体式。

2 单个模块不包含光学器件的额定光通量应为 4500lm，实测光通量与额定光通量的允许偏差为－10％～＋20％。

3 模块在各个角度范围内的光通量占比应符合表 3.4.3 的规定：

表 3.4.3 集成式 LED 模块在各个角度范围内的光通量占比

角度 γ(°)	最小值(％)	典型值(％)	最大值(％)
$0 \leqslant \gamma \leqslant 41.4$	40	44	48
$41.4 < \gamma \leqslant 60.0$	28	32	35
$60.0 < \gamma \leqslant 75.5$	13	18	22
$75.5 < \gamma \leqslant 90.0$	3	6	8

4 当采用开关电源单独向 LED 模块直流供电时，驱动电流应为 860mA 或 1050mA，单个模块的负载电压应为 36V。

3.4.4 灯条式 LED 模块应符合下列规定：

1 灯条式 LED 模块的结构尺寸应符合附录 E 的规定。

2 所采用的电气接插件应符合附录 E 和国家现行有关标准的规定。

3 单个模块包含光学器件的额定光通量应为 4500lm，实测光通量与额定光通量的允许偏差为－10％～＋20％。

4 配光类型宜符合附录 A 的规定。

5 当采用开关电源单独向 LED 模块直流供电时，驱动电流为 530mA 或 700mA，单个模块的负载电压应符合表 3.4.4 的规定，单个或多个 LED 模块串联后的负载电压应在控制装置的输出电压范围内。

表 3.4.4　　灯条式 LED 模块负载电压要求

驱动电流(mA)	单个模块负载电压(V)
530	66～94
700	50～71

3.5　接口符合性测试

3.5.1　实验室环境条件和控制装置输入电压应符合《普通照明用 LED 模块测试方法》GB/T 24824 的规定。

3.5.2　采用基准控制装置或专用装置按等效条件驱动 LED 模块，输出电流应稳定，与额定电流的允许偏差为±0.2%。

3.5.3　LED 模块应置于自由空间中，方向应与设计或实际使用状态相同。

3.5.4　LED 模块的稳定应符合《普通照明用 LED 模块测试方法》GB/T 24824 的规定。

3.5.5　机械接口符合性测试应符合下列规定：

1　LED 模块机械结构与安装尺寸应采用精度不低于 0.02mm的通用量具测试。

2　控制装置结构及尺寸应采用精度不低于 0.02mm 的通用量具测试。

3　灯具结构及尺寸应采用精度不低于 0.02mm 的通用量具测试。

4　灯具、控制装置和模块重量宜采用精度不低于 0.1kg 的量具测试。

3.5.6　光学接口符合性测试应包括光通量、配光类型和颜色特性的测试，按《普通照明用 LED 模块测试方法》GB/T 24824 执行。

3.5.7　电气接口符合性测试应符合下列规定：

1 LED模块负载电压测试应按《普通照明用LED模块测试方法》GB/T 24824执行，在标称电流下测量其负载电压。

2 控制装置输出电压范围测试应按《LED模块用直流或交流电子控制装置性能要求》GB/T 24825执行。

3 电子连接器使用标准电子连接器专用量规进行测试，颜色由目视检查。

3.6 标 志

3.6.1 LED模块的标志应符合《普通照明用LED模块 安全要求》GB 24819及下列规定：

1 标志应包括偏光方向标志和可互换标志。

2 可互换标志应至少包括模块类型、适用灯具类型、安装方向、额定电流、额定光通量、额定色温和配光类型。

3 LED模块应在说明书中标识配光曲线。

3.6.2 控制装置的标志应符合《灯的控制装置 第14部分：LED模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求》GB 19510.14及下列规定：

1 标志应包括可互换标志。

2 可互换标志应包括输出电流、输出电压范围和标称功率。

3.6.3 灯具的标志应符合《灯具 第2－3部分：特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203及下列规定：

1 标志应包括灯具最大工作环境温度和可互换标志。

2 可互换标志应包括灯具类型、适用模块类型和数量、适用模块规格、适用控制装置规格、额定光通量、额定色温和配光类型。

3.6.4 标志的正确性和清晰度采用目视法检查，标志的耐久性试验应按《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB 7000.1执行。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 道路 LED 照明设计应综合考虑应用工程的环境条件、道路等级、交通状况、运营管理和 LED 照明特点等因素。

4.1.2 道路 LED 照明设计应在满足功能照明需求的前提下提供良好的舒适性。

4.1.3 道路 LED 照明工程分为新建照明工程和灯具替换改造工程，新建照明工程可改动灯杆，灯具替换改造工程只能对灯具进行原位替换，不改动灯杆；应根据新建照明工程和灯具替换改造工程不同的特点进行道路 LED 照明设计。

4.1.4 灯具选择应考虑全寿命周期的经济性，宜采用模块可互换灯具。

4.1.5 应设置道路 LED 照明控制系统，宜具有调光功能。

4.2 照明标准

4.2.1 道路照明应分为机动车交通道路照明、交会区照明和人行道路照明。

4.2.2 城市道路的机动车交通道路照明应按快速路与主干路、次干路、支路分为三级。公路的机动车交通道路照明应按高速公路与一级公路、二级公路、三级与四级公路分为三级。

4.2.3 道路 LED 照明的评价指标应包括：

1 机动车交通道路照明：路面平均亮度（或路面平均照度）、路面亮度总均匀度和纵向均匀度（或路面照度均匀度）、失能眩

光、不舒适眩光、环境比和诱导性。

2 交会区照明：路面平均照度、路面照度均匀度和不舒适眩光。

3 人行道路照明：路面平均照度、路面最小照度、垂直照度、半柱面照度和不舒适眩光。

4.2.4 对于城市道路，设置连续照明的机动车交通道路照明标准值应符合下列规定：

1 路面平均亮度、路面平均照度和环境比的标准值应符合表 4.2.4-1 的规定。

表 4.2.4-1 城市机动车交通道路的路面平均亮度、路面平均照度和环境比的标准值

级别	道路类型	路面平均亮度 L_{av}(cd/m²) 维持值	路面平均照度 E_{av}(lx) 维持值	环境比 SR 最小值
Ⅰ	快速路、主干路	1.50	20	0.5
Ⅱ	次干路	1.00 / 1.50	15 / 20	0.5
Ⅲ	支路	0.75	10	—

注：1. 对于快速路和主干路，有更高照明需求的新建照明工程和原设计采用高档值标准的灯具替换改造工程，可执行《城市道路照明设计标准》CJJ 45 中的高档值标准。

2. 对于次干路，交通流量小或交通控制系统和道路分隔设施完善的道路，宜选择低档值，反之宜选择高档值。

3. 城市高架道路或无人行道路照明的城市道路，环境比不宜大于 0.3。城市高架道路防撞墙上在 1m 高度范围内的平均亮度不应低于路面平均亮度。

4. 路面平均照度仅适用于干燥沥青路面。若为干燥水泥混凝土路面，路面平均照度可相应降低约 30%。

5. 维护系数应取 0.7。

2 对于新建照明工程和纵向距高比小于等于 3.5 的灯具替换改造工程，照明标准值尚应符合表 4.2.4-2 的规定：

表 4.2.4-2　城市机动车道路新建照明工程和纵向距高比小于等于 3.5 的灯具替换改造工程的其他照明标准值

车道数 NL	纵向距高比 Γ	路面亮度纵向均匀度 U_L 最小值	路面亮度总均匀度 U_o 最小值	路面照度均匀度 U_E 最小值	不舒适眩光 I_{80}(cd/klm) 最大值	失能眩光 T_I 最大初始值
$1\leqslant NL\leqslant 3$	$\Gamma\leqslant 3.5$	0.7	0.4	0.4	100	10%
$4\leqslant NL\leqslant 6$	$\Gamma\leqslant 3.0$	0.7	0.4	0.4	100	10%
	$3.0<\Gamma\leqslant 3.5$	0.7	0.4	0.4	150	15%
$NL>6$	$\Gamma\leqslant 3.5$	0.7	0.4	0.4	150	15%

3　对于纵向距高比大于 3.5 的灯具替换改造工程，照明标准值尚应符合表 4.2.4-3 的规定。

表 4.2.4-3　城市机动车道路纵向距高比大于 3.5 的灯具替换改造工程的其他照明标准值

车道数 NL	纵向距高比现状 Γ	路面亮度纵向均匀度 U_L 最小值	路面亮度总均匀度 U_o 最小值	不舒适眩光 I_{80}(cd/klm) 最大值
$1\leqslant NL\leqslant 3$	$3.5<\Gamma\leqslant 4.5$	0.7	0.4	150
	$4.5<\Gamma\leqslant 6.0$	—	0.4	150
	$\Gamma>6.0$	—	—	—
$4\leqslant NL\leqslant 6$	$3.5<\Gamma\leqslant 4.5$	0.7	0.4	150
	$4.5<\Gamma\leqslant 6.0$	—	0.4	150
	$\Gamma>6.0$	—	—	—
$NL>6$	$3.5<\Gamma\leqslant 4.5$	0.7	0.4	200
	$4.5<\Gamma\leqslant 6.0$	—	0.4	200
	$\Gamma>6.0$	—	—	—

4.2.5 对于公路，设置连续照明的机动车交通道路照明标准值应符合下列规定：

1 路面平均亮度、路面平均照度和环境比标准值应符合表4.2.5的规定。

表4.2.5　　公路机动车交通道路的路面平均亮度、路面平均照度和环境比标准值

级别	道路类型	路面平均亮度 L_{av}(cd/m^2) 维持值	路面平均照度 E_{av}(lx) 维持值	环境比 SR 最小值
Ⅰ	高速公路、一级公路	1.50	20	0.5
Ⅱ	二级公路	1.00 / 1.50	15 / 20	0.5
Ⅲ	三级公路、四级公路	0.75	10	—

注：1. 对高速公路的规定仅针对设置照明的高速公路。

2. 对于二级公路，交通流量小或交通控制系统和道路分隔设施完善的道路，宜选择低档值，反之宜选择高档值。

3. 无人行道路照明的公路，环境比不宜大于0.3。

4. 路面平均照度仅适用于干燥沥青路面。若为干燥水泥混凝土路面，路面平均照度可相应降低约30%。

5. 维护系数应取0.7。

2 对于新建照明工程和纵向距高比小于等于3.5的灯具替换改造工程，照明标准值尚应符合本规范第4.2.4条表4.2.4-2的规定。

3 对于纵向距高比大于3.5的灯具替换改造工程，照明标准值尚应符合本规范第4.2.4条表4.2.4-3的规定。

4.2.6 城市道路交会区照明标准值应符合表4.2.6的规定。

表 4.2.6　　城市道路交会区照明标准值

交会区类型	路面平均照度 E_{av}(lx) 维持值	路面照度均匀度 U_E 最小值	不舒适眩光	
			I_{80}(cd/ klm) 最大值	I_{90}(cd/ klm) 最大值
Ⅰ级与Ⅰ级交会	30	0.4	30	10
Ⅰ级与Ⅱ级交会				
Ⅰ级与Ⅲ级交会				
Ⅱ级与Ⅱ级交会	20/30			
Ⅱ级与Ⅲ级交会				
Ⅲ级与Ⅲ级交会	20			

4.2.7　公路交汇区照明标准值应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7　　公路交汇区照明标准值

照明区域	路面平均照度 E_{av}(lx) 维持值	路面照度均匀度 U_E 最小值	不舒适眩光	
			I_{80}(cd/ klm) 最大值	I_{90}(cd/ klm) 最大值
Ⅰ级与Ⅰ级交会	30	0.4	30	10
Ⅰ级与Ⅱ级交会				
Ⅰ级与Ⅲ级交会				
Ⅱ级与Ⅱ级交会	20/30			
Ⅱ级与Ⅲ级交会				
Ⅲ级与Ⅲ级交会	20			

注：公路交汇区指交叉区、匝道及进出口区、限制宽度车道等。

4.2.8　公路沿线相关设施及场地照明标准值应符合表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8　公路沿线相关设施及场地照明标准值

照明区域	路面平均照度 E_{av}(lx) 维持值	路面照度均匀度 U_E 最小值
收费站广场	20	0.4
服务区	10	0.3
养护区	10	
停车区	15	

注：1. 公路交汇区指交叉区、匝道及进出口区、限制宽度车道等。

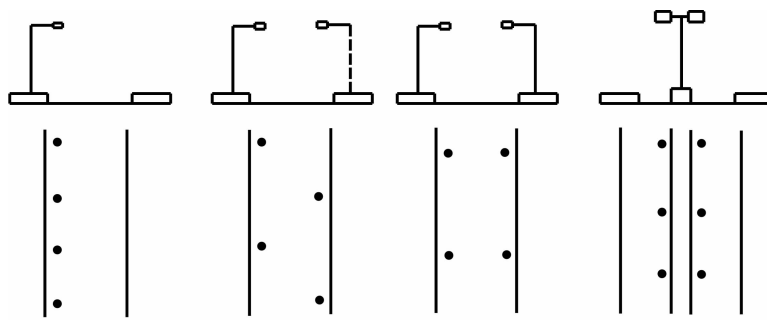
2. 采用高杆照明时，灯具的最大光强方向和向下垂直轴之间的交角不宜大于 65°。

4.2.9　人行道路照明的 I_{80} 不宜大于 100cd/klm，其他照明标准值应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

4.3　照明方式及设计要求

4.3.1　道路 LED 照明设计应根据道路和场地的特点及照明要求，选择常规照明方式、中杆照明方式或高杆照明方式。

4.3.2　常规 LED 照明灯具的布置可分为单侧布置、双侧交错布置、双侧对称布置和中心对称布置 4 种基本方式，如图 4.3.2 所示。



(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

图 4.3.2　常规照明灯具布置的 4 种基本方式

4.3.3 对于新建照明工程机动车交通道路，采用常规照明方式时，应根据道路横断面形式、宽度及照明要求选择合适配光类型的灯具。车道数 NL 为 6 及以下的道路，宜选用配光类型为 S1 的灯具；车道数 NL 在 7～10 之间的道路，宜选用配光类型为 S2 的灯具。照明设计宜符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 新建照明工程机动车交通道路灯具布置方式、配光类型与灯具的安装高度、间距、仰角的关系

适合照明区域	$1 \leqslant NL \leqslant 3$、人行道		$4 \leqslant NL \leqslant 6$		$7 \leqslant NL \leqslant 10$		交会区		
间距(m)	26～30	30～35	26～30	30～35	26～30	30～35	—	—	—
单侧布置的杆高(m)	9～10	9～10	—	—	—	—	—	—	—
双侧对称布置的杆高(m)	10	10	10	10	10	10	$H \geqslant 0.18W_{eff}$	$H \geqslant 0.2W_{eff}$	$H \geqslant 0.22W_{eff}$
中心对称布置的杆高(m)	—	—	10～12	10～12	10～12	10～12	—	—	—
配光类型	S1	S1	S1	S1	S2	S2	—	—	—
悬挑长度(m)	$R \leqslant 0.25H$	$R \leqslant 0.25H$	$R \leqslant 0.2H$	$R \leqslant 0.2H$	$R \leqslant 0.15H$	$R \leqslant 0.15H$	$R \leqslant 0.15H$	$R \leqslant 0.15H$	$R \leqslant 0.15H$
仰角(°)	≤15°	≤15°	≤15°	≤15°	≤15°	≤15°	—	—	—

注：1. W_{eff} 为路面有效宽度，H 为灯具安装高度，R 为悬挑长度。

2. 灯具的悬挑长度不宜大于安装高度的 1/4。

3. 新建照明工程宜减小仰角，不应大于 12°；灯具替换改造工程仰角不宜大于 15°。

4.3.4 对于灯具替换改造工程机动车交通道路，采用常规照明方式时，应根据道路横断面形式、宽度及照明要求选择合适配光类型的灯具，选取方法宜符合表 4.3.4 的规定。

表 4.3.4　灯具替换改造工程机动车交通道路灯具配光类型

车道数 NL	纵向距高比 Γ		
	$\Gamma\leqslant 3.5$	$3.5<\Gamma\leqslant 4.5$	$4.5<\Gamma\leqslant 6.0$
$1\leqslant NL\leqslant 6$	S1	M1	L1
$7\leqslant NL\leqslant 10$	S2	M2	L2

4.3.5　采用中杆或高杆照明方式时，宜采用多组 LED 灯具进行组合布置，选择平面对称、径向对称和非对称及其组合等多种配置形式，如图 4.3.5 所示。布置方式应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。布置在地面交叉口的中杆灯或高杆灯宜采用平面对称中的扇形配置方式。

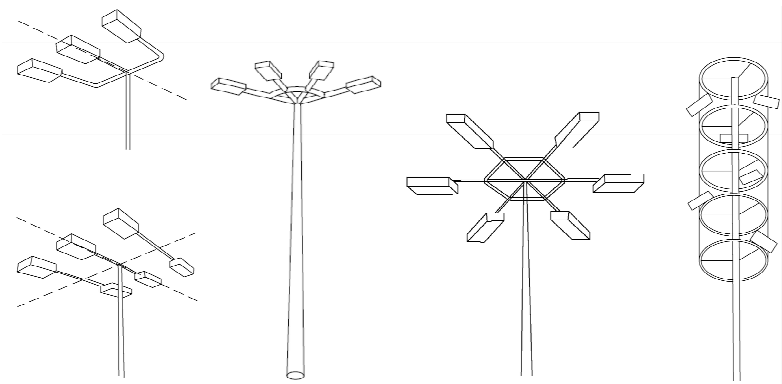


图 4.3.5　中杆/高杆灯灯具配置方式

4.3.6　高架桥下吸顶灯具与墙壁的机械连接和安装方式可按《隧道 LED 照明应用技术规范》DG/TJ 08－2141 执行。

4.3.7　其他城市道路照明方式及设计要求应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定，其他公路照明方式及设计要求应符合《公路照明技术条件》GB/T 24969 的规定。

4.4 照明供电和控制

4.4.1 城市道路 LED 照明供电应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定，公路照明 LED 供电应符合《公路照明技术条件》GB/T 24969 的规定。

4.4.2 道路 LED 照明控制应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

4.4.3 道路 LED 照明控制系统应符合下列规定：

1 道路 LED 照明控制系统的架构按道路照明的控制逻辑关系和照明线路拓扑，主要由中央管理系统、集中控制器和终端控制器形成三级逻辑层，三级逻辑层之间通过两级通信层进行联络。

2 中央管理系统由硬件、软件和计算机网络组成。

3 集中控制器安装在照明配电柜内，根据中央管理系统下发的运行参数和命令，负责照明配电柜内灯具线路的数据采集、控制和管理，并作为中央管理系统与终端控制器之间的数据中继转发通信信道。

4 终端控制器安装在灯具上或独立安装，根据中央管理系统下发或集中控制器转发的运行参数和命令，负责管理灯具运行的开关、巡检、调光等。

5 道路 LED 照明控制系统的接口应统一，其功能、性能、调光控制方式、硬件设备和软件等的设计应综合考虑安全、技术和经济等方面因素。

4.4.4 道路 LED 照明控制系统的功能应符合下列规定：

1 道路 LED 照明控制系统应能以自动、遥控和手动控制方式执行命令。

2 道路 LED 照明控制系统应能按照时控、光控等至少 6 种以上的模式进行调试和控制，参数能由具有操作权限的操作员进

行设置。

3 终端控制器与灯具失去通信时，应自动调节灯具至故障输出模式，故障输出模式对应的灯具亮度等级应能由软件进行预设置。

4 道路 LED 照明控制系统应具有记忆功能和故障信息保存功能，当道路 LED 照明控制系统重新启动时应能自动恢复之前的设置。

5 道路 LED 照明控制系统应具有对集中控制器、终端控制器等的时间同步和校正功能。

6 道路 LED 照明控制系统发生故障时应能报警。

7 道路 LED 照明控制系统宜具有自动巡检功能，巡检实时状态信息包括各个灯具或群组灯具的亮度等级和灯具及控制装置的故障信息等。

8 道路 LED 照明控制系统宜支持广播、组播和点播等多种通信方式。

9 道路 LED 照明控制系统应具有软件在线更新功能。

4.4.5 道路 LED 照明控制系统的性能应符合下列规定：

1 道路 LED 照明控制系统中接入照明电力线的控制设备应设置浪涌保护功能，浪涌抗扰度应符合《电磁兼容试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验》GB 17626.5 的规定。

2 道路 LED 照明控制系统中电气设备的无线电骚扰宜符合《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB 17743 的规定，谐波宜满足《电磁兼容　限值　谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》GB 17625.1 中 CLASS C 的规定，不应影响道路内监控设备的正常工作，不应对供电电网造成污染。

3 应对道路 LED 照明控制系统进行单播、组播、广播、计划等类型的调光、巡检、开关等功能性测试，以及模拟状况、抗长距离、抗遮挡、抗强磁场、抗高电压、抗同频段、抗谐波、带宽容量等

可靠性测试，测试结果应满足系统功能性及可靠性要求。

4.4.6 道路 LED 照明控制系统的调光控制方式应符合下列规定：

1 道路 LED 照明控制系统宜采用多级调光控制方式。

2 道路 LED 照明控制系统在调光过程中灯具的色温不应发生变化，调光级数宜与灯具光输出呈线性关系，调光时灯具光输出应缓慢变化。

4.4.7 道路 LED 照明控制系统的通信应符合下列规定：

1 中央管理系统与集中控制器之间的通信应采用 TCP/IP 协议。

2 集中控制器与终端控制器之间的通信可采用 RS485、PLC 或无线接口。

4.4.8 道路 LED 照明控制系统的数据采集应符合下列规定：

1 道路 LED 照明控制系统应能采集照度、灯具电压、电流、功率和累计工作时间等数据。

2 道路 LED 照明控制系统应能支持车流量和大气质量等数据的采集。

4.4.9 道路 LED 照明控制系统的数据处理应符合下列规定：

1 道路 LED 照明控制系统应能以数据、图形等方式显示运行情况、控制模式等。

2 道路 LED 照明控制系统应能自动完成数据备份和文档存储。

3 道路 LED 照明控制系统应能方便地进行查询、统计、报表和设置权限管理等操作。

4.4.10 道路 LED 照明控制系统的硬件设备应符合下列规定：

1 硬件设备应能适应实际道路的运行环境，具有防潮、抗腐和抗震等功能。

2 硬件设备在额定电压 ± 20％范围内应正常工作。

3 宜配置手持调试设备对灯具进行现场软件升级或参数设

定等操作。

4 单个集中控制器应能控制 200 盏以上灯具。

4.4.11 道路 LED 照明控制系统的软件应符合下列规定：

1 应具有良好的扩展性，具有升级功能。

2 应与其他监控系统兼容。

3 界面应为中文或中英文，易于掌握且操作方便。

4 宜具有地图界面和 GIS 功能。

4.4.12 道路 LED 照明控制系统的通信协议应符合下列规定：

1 应全部公开。

2 应支持 AES 128 位或更高等级的加密，秘钥应支持监控软件下发并更新。

3 应支持控制设备的在线升级。

4 应支持对灯具控制设备的广播、组播和单播 3 种通信方式。

5 应支持控制设备发起主动通信。

6 应支持控制设备的日志上传。

7 应支持对灯具电压、电流、功率、累计工作时间、照度、车流量和大气质量等参数的查询，并应预留部分字段，以满足未来新类型环境传感器的通信需求。

4.4.13 道路 LED 照明控制系统其他要求可按《城市照明自动控制系统技术规范》CJJ/T 227 执行。

4.5 节 能

4.5.1 道路 LED 照明工程应在满足照明标准前提下考虑系统性全寿命周期的节能和进行照明节能量评估，节能量评估方法宜符合附录 F 的规定。

4.5.2 机动车交通道路照明应以照明功率密度（*LPD*）作为照明节能评价指标。

4.5.3 城市机动车交通道路的照明功率密度值应符合表4.5.3的规定。

表4.5.3　城市机动车交通道路的照明功率密度值

道路类型	车道数 NL	照明功率密度值 (LPD)(W/m²)	对应的亮度值/照度值 (cd/m²)/(lx)
快速路、主干路	$NL\geqslant 6$	0.75	2.00/30
	$NL<6$	0.90	
	$NL\geqslant 6$	0.55	1.50/20
	$NL<6$	0.65	
次干路	$NL\geqslant 4$	0.55	1.50/20
	$NL<4$	0.65	
	$NL\geqslant 4$	0.35	1.00/15
	$NL<4$	0.45	
支路	$NL\geqslant 2$	0.40	0.75/10
	$NL<2$	0.45	

注：本表仅适用于设置连续照明的常规路段；设计计算亮度或照度高于标准值时，LPD值不得相应增加。

4.5.4 公路机动车交通道路的照明功率密度值应符合表4.5.4的规定。

表4.5.4　公路机动车交通道路的照明功率密度值

道路类型	车道数 NL	照明功率密度值 (LPD)(W/m²)	对应的亮度值/照度值 (cd/m²)/(lx)
高速公路、一级公路	$NL\geqslant 6$	0.75	2.00/30
	$NL<6$	0.90	
	$NL\geqslant 6$	0.55	1.50/20
	$NL<6$	0.65	

续表 4.5.4

道路类型	车道数 NL	照明功率密度值 (LPD)(W/m^2)	对应的亮度值/照度值 (cd/m^2) /(lx)
二级公路	$NL\geqslant 4$	0.55	1.50/20
	$NL<4$	0.65	
	$NL\geqslant 4$	0.35	1.00/15
	$NL<4$	0.45	
三、四级公路	$NL\geqslant 2$	0.40	0.75/10
	$NL<2$	0.45	

注：本表仅适用于设置连续照明的常规路段；设计计算亮度或照度高于标准值时，LPD 值不得相应增加。

4.5.5 节能措施应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

4.5.6 新装灯具在亮灯初期，在满足照明标准的前提下可降低功率运行，控制方式应符合《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

5 施工与验收

5.1 施 工

5.1.1 施工所需吊车、钢丝绳、滑轮组等工具应符合国家相关标准的规定。

5.1.2 路灯钢杆组装时，应将引下线穿好。在安装牢固的前提下，可将灯具装在灯臂上同时起吊。

5.1.3 应采取防止钢缆擦伤灯杆或灯具表面涂层的措施。

5.1.4 灯杆起吊时，应注意周围环境，做好安全措施。钢丝绳应采取防滑措施，用绳索带牢灯杆。

5.1.5 安装灯具时应调整其仰角和水平角度，利用测角装置保证安装角度满足设计要求。

5.1.6 其他施工要求应符合《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89 的规定。

5.2 验 收

5.2.1 灯具验收应符合下列规定：

1 灯具应通过国家有关部门认证认可的独立第三方检测机构的检测和认证，检测项目应至少包括：灯具材料、结构、安全、光学、电学、热学、可靠性及谐波电流、无线电骚扰、浪涌抗扰度、抗紫外线和环境试验等。

2 应完成接口符合性检测。

3 宜对不同批次的灯具进行抽检，检测应由国家有关部门认证认可的独立第三方检测机构完成。

5.2.2 工程验收应符合下列规定：

1 竣工资料应齐备完整。

2 应完成施工安装、软件编制、设备测试及系统调试工作。

3 应完成自检和抽检工作，出现的问题应解决。

5.2.3 现场照明质量验收应符合下列规定：

1 现场照明质量验收应进行检测，检测宜由国家有关部门认证认可的独立第三方检测机构完成。检测指标路面平均亮度、路面亮度总均匀度、路面亮度纵向均匀度、路面平均照度、路面照度均匀度、失能眩光、不舒适眩光和环境比应符合本规范第4.2节的规定。

2 应对现场光衰进行跟踪检测，检测宜由国家有关部门认证认可的独立第三方检测机构完成。灯具工作6000h后路面平均照度衰减率不应大于4.0%，10000h后路面平均照度衰减率不应大于7.0%。

5.2.4 照明控制系统验收应符合下列规定：

1 照明控制系统应能及时执行所设定的控制方案。

2 系统功能、调光控制方式、硬件设备和软件的检测结果应符合本规范第4.4.3条的规定。

5.2.5 其他验收要求应符合《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89、《电气装置安装工程35kV及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的规定。

6 养护与检测

6.1 养 护

6.1.1 应制订详细维护计划，定期对灯具等照明设施进行检查和维护。

6.1.2 宜定期对路面进行定点照度测试，详细记录照明设备运行情况。调光等级100%条件下路面平均照度低于设计标准时应及时维护。

6.1.3 宜根据调光等级定期对调光系统进行检测，定点连续记录检测结果。当灯具调光无效或基本照明调光等级与实际亮度调节等级的偏差大于20%时应及时进行检查与维修。

6.1.4 应建立灯具维修档案和可追溯的调光记录。

6.1.5 现场更换部件时，应注意防静电、防尘和防水等要求。

6.2 检 测

6.2.1 灯具检测应按下列标准执行：

1 《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB 7000.1。

2 《灯具 第2－3部分：特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203。

3 《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》GB 17625.1。

4 《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB 17743。

5 《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595。

6 《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T 9468。

7 《电工电子产品环境试验第 2 部分：试验方法试验 Ka：盐雾》GB/T 2423.17。

8 《道路与街路照明灯具性能要求》GB/T 24827。

6.2.2 现场照明质量检测应符合下列规定：

1 应在灯具现场工作 1000h 后进行检测。

2 应选择外界光影响小的路段和时间进行检测。

3 现场光衰跟踪检测时应提前 1 周清洗灯具，宜在相同环境温度下进行检测。

4 其他检测要求应按《照明测量方法》GB/T 5700 执行。

附录 A　配光类型

A.0.1　纵向 S 配光的定义为：灯具的纵向最大光强是落在图 A.0.1的 1.75 纵向距高比和 3.50 纵向距高比所组成的投射配光区内，相邻灯具的最大安装距离通常小于等于安装高度的3.5倍。

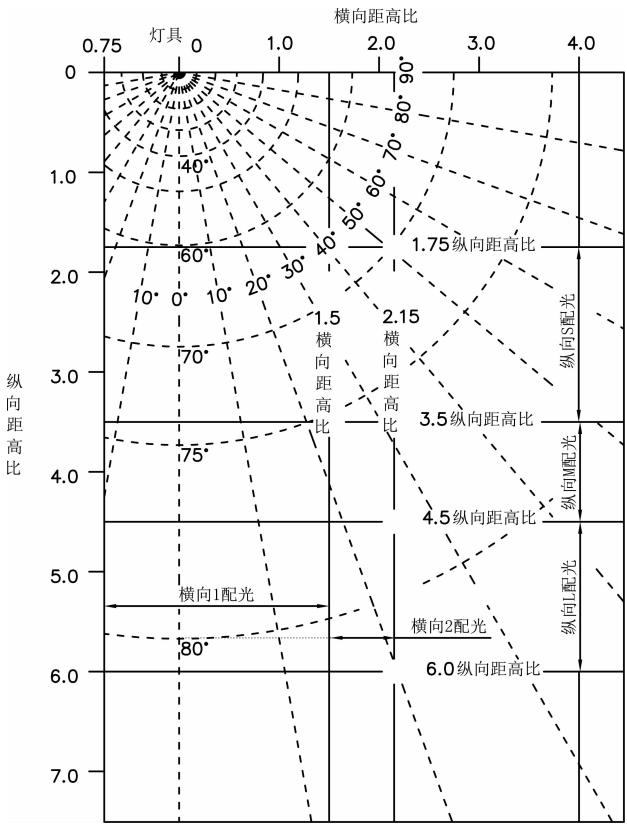


图 A.0.1　道路 LED 照明灯具配光类型定义示意图

A.0.2 纵向 M 配光的定义为：灯具的纵向最大光强是落在图 A.0.1 的 3.50 纵向距高比和 4.50 纵向距高比所组成的投射配光区内，相邻灯具的最大安装距离通常在安装高度的 3.50～4.50 倍之间。

A.0.3 纵向 L 配光的定义为：灯具的纵向最大光强是落在图 A.0.1的 4.50 纵向距高比和 6.00 纵向距高比所组成的投射配光区内，相邻灯具的最大安装距离通常在安装高度的 4.50～6.00 倍之间。

A.0.4 横向 1 配光的定义为：灯具的横向 50%最大等光强曲线是落在图 A.0.1 的以 0.75 屋边横向距高比和 1.50 路边横向距高比为边界的宽度范围内，该类配光适合于车道数 6 及以下的道路。

A.0.5 横向 2 配光的定义为：灯具的横向 50%最大等光强曲线部分或全部超过图 A.0.1 的 1.50 路边横向距高比线，但和 2.15 路边横向距高比线不能相交，该类配光适合于车道数在 7～10 之间的道路。

A.0.6 组合配光类型的定义应符合表 A.0.6 的规定。

表 A.0.6　道路 LED 照明灯具的组合配光类型定义

纵向配光类型	横向配光类型	
	横向 1 配光	横向 2 配光
纵向 S 配光	S1	S2
纵向 M 配光	M1	M2
纵向 L 配光	L1	L2

附录 B　控制装置

B.0.1　对于不具有独立电器腔的灯具，其控制装置应明确标识防护等级。

B.0.2　对于不具有独立电器腔的灯具，其控制装置的输入线、输出线、控制线和电子连接器应符合下列规定：

1　输入线应符合下列规定：

1）电缆线应达到 60245 IEC57 YZW，满足 CCC 认证要求；

2）电缆线颜色为：棕色(L)、蓝色(N)、黄绿色(G)；

3）电子连接器的公端应与输入线相连。

2　输出线应符合下列规定：

1）电缆线应达到 60245 IEC57 YZW，满足 CCC 认证要求；

2）电缆线颜色为：棕色(LED＋)、蓝色(LED－)；

3）电子连接器的母端应与输出线相连。

3　控制线应符合下列规定：

1）电缆线应达到 60245 IEC57 YZW，满足 CCC 认证要求；

2）电缆线颜色为：棕色(调光＋)、蓝色(调光－)；

3）电子连接器的公端应与控制线相连。

B.0.3 控制装置尺寸应符合下列规定：

1　控制装置的结构尺寸可参考图 B.0.3-1 和表 B.0.3-1 的规定。

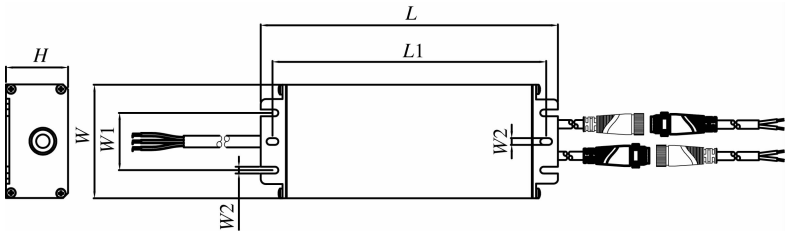


图 B.0.3-1　控制装置结构尺寸示例图

表 B.0.3-1　　控制装置结构尺寸参考值

尺寸代号	标称功率 50W		标称功率 75W/100W		标称功率 150W/200W		标称功率 250W	
	标准值（mm）	可变量（mm）	标准值（mm）	可变量（mm）	标准值（mm）	可变量（mm）	标准值（mm）	可变量（mm）
L	193.0	174.0～212.0	221.0	199.0～243.0	205.0	180.0～230.0	224.0	197.0～251.0
W	42.5	35.0～68.0	67.5	60.0～74.0	86.0	67.0～95.0	95.0	67.0～106.0
H	34.5	30.0～45.0	37.0	30.0～45.0	43.0	35.0～50.0	46.0	35.0～60.0
L1	183.0	164.0～202.0	204.0	182.0～226.0	190.0	165.0～215.0	209.0	182.0～240.0
W1	8.0	8.0～34.0	34.0	30.0～38.0	48.0	34.0～58.0	48.0	34.0～58.0
W2	5.0	3.0～5.5	5.0	3.0～5.5	5.0	3.0～5.5	5.0	3.0～5.5

2　控制装置输出线上电子连接器的出线长度应符合图 B.0.3-2及表 B.0.3-2 的规定：

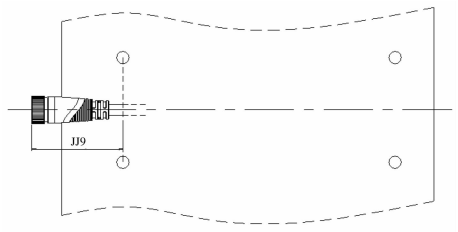


图 B.0.3-2　控制装置电子连接器出线长度

表 B.0.3-2　　控制装置电子连接器出线端长度

尺寸代号	最小值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
JJ9	160	200	—

B.0.4　控制装置与灯具、LED 模块的安装连接方式应符合下列规定：

1　控制装置应直接或通过转接件安装在灯具中，装配尺寸应符合图 B.0.4-1 及表 B.0.4-1 的规定。

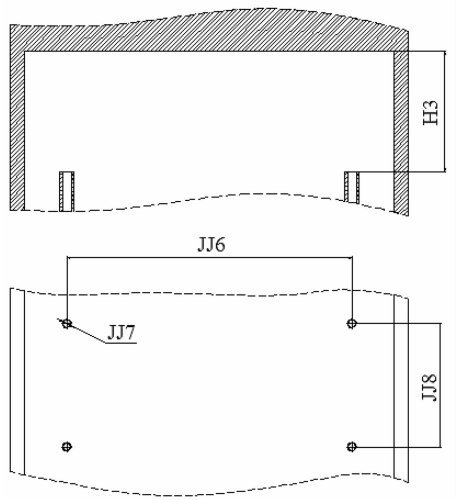


图 B.0.4-1　控制装置或其转接件与灯具的装配尺寸图

表 B.0.4-1　　控制装置或其转接件与灯具的装配尺寸

尺寸代号	最小值(mm)	基本值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
JJ6	—	260.0	—	±0.20
JJ7	—	M4	—	—
JJ8	—	70.0	—	±0.20
H3	60.0	—	—	—

注：1. JJ6 和 JJ8 为灯具内安装控制装置的孔间距；JJ7 为灯具上安装控制装置的螺纹孔，H3 为灯具内安装控制装置的空间高度。

2. 转接件视为控制装置的一部分，其最大长度不应大于 270mm，最大宽度不应大于 80mm。

2　对于具有独立电器腔的灯具，其控制装置输出端通过接线端子与电器腔出线端连接，电器腔出线端连接电子连接器母端，并直接与 LED 模块接线端的电子连接器公端相连接；对于不具有独立电器腔的灯具，其控制装置输出端采用电子连接器与 LED 模块连接，控制装置输出端连接电子连接器母端，LED 模块连接电子连接器公端。灯具内布线示例如图 B.0.4-2 和图 B.0.4-3所示。

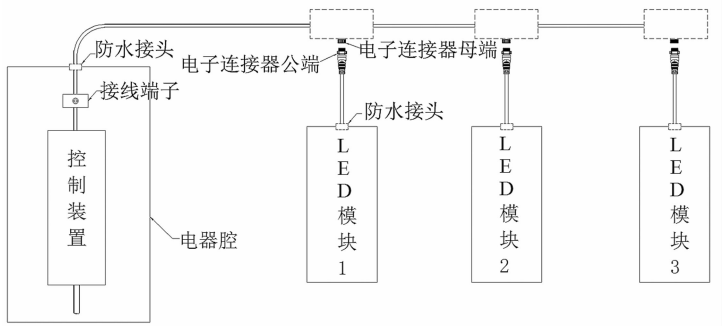


图 B.0.4-2　对于具有独立电器腔的灯具，
控制装置与 LED 模块的布线方式

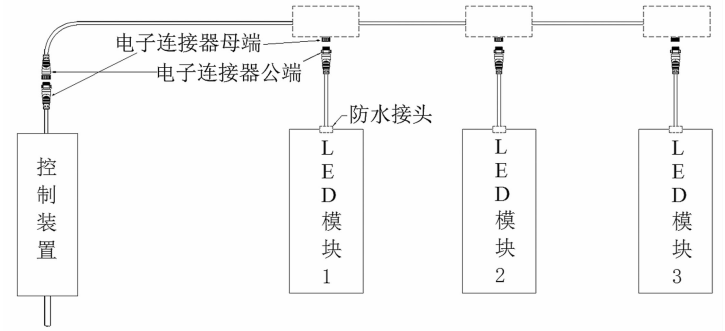


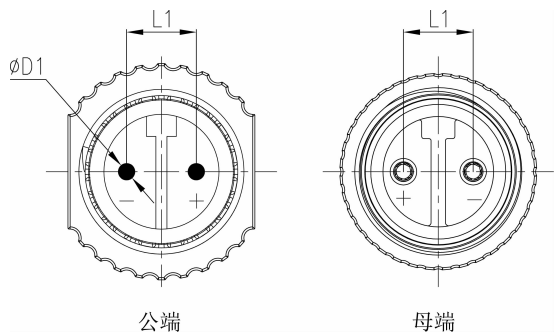
图 B.0.4-3　对于不具有独立电器腔的灯具，
控制装置与 LED 模块的布线方式

B.0.5　电子连接器应符合下列规定：

1　电子连接器应通过 CCC 认证，防水等级不应低于 IP67。

2　电子连接器的公端和母端引线方式应符合图 B.0.5-1 的规定，其中正极引线应为棕色，负极引线应为浅蓝色。

3　电子连接器应采用 2 芯线输出，公端插针和母端插孔结构和尺寸应符合图 B.0.5-1 和表 B.0.5-1 的规定：



B.0.5-1　电子连接器公端和母端引线和插针示意图

表 B.0.5-1　　电子连接器公端和母端插针尺寸

尺寸代号	基本值(mm)	允许偏差(mm)
L1	6.3	±0.05
D1	1.5	±0.03

4 电子连接器公端的配合尺寸应符合图 B.0.5-2 和表 B.0.5-2的规定。

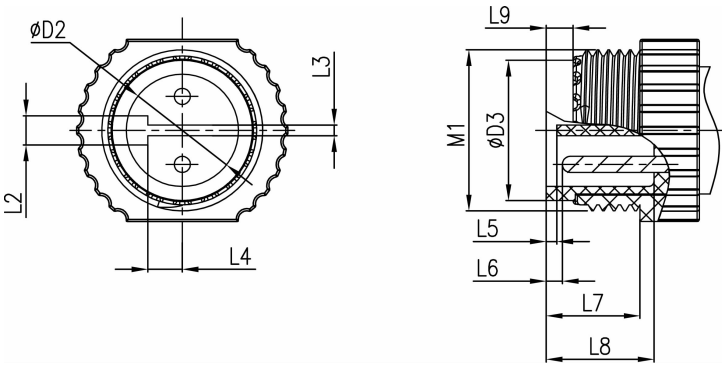


图 B.0.5-2 电子连接器公端配合尺寸示意图

表 B.0.5-2 电子连接器公端配合尺寸

尺寸代号	最小值(mm)	基本值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
D2	10.20	—	—	—
D3	—	13.00	—	±0.10
L2	—	2.70	—	±0.10
L3	—	1.00	—	±0.10
L4	—	3.20	—	0～+0.25
L5	—	1.00	—	±0.20
L6	—	1.50	—	±0.30
L7	8.60	—	—	—
L8	9.00	—	—	—
L9	—	—	3.00	—
M1	—	M15	—	—

注:尺寸代号 M1 的螺距为 1mm。

5 电子连接器母端的配合尺寸应符合图 B.0.5-3 和表 B.0.5-3的规定。

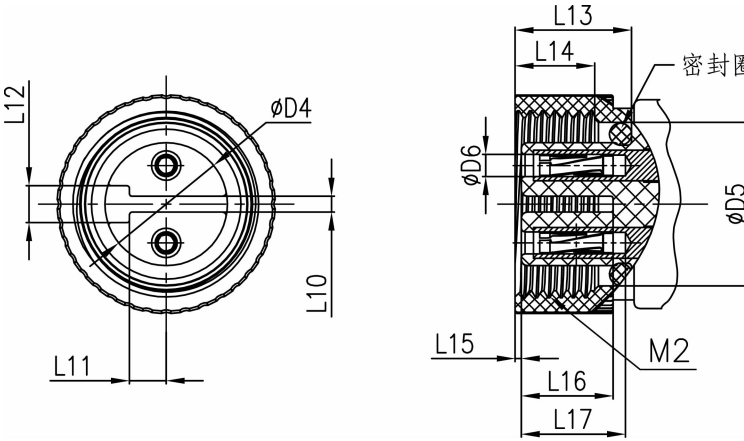


图 B.0.5-3　电子连接器母端配合尺寸示意图

表 B.0.5-3　　电子连接器母端配合尺寸

尺寸代号	最小值(mm)	基本值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
D4	—	—	10.10	—
D5	—	13.30	—	±0.10
D6	—	1.80	—	±0.20
L10	—	1.30	—	±0.15
L11	—	3.00	—	±0.15
L12	—	3.00	—	−0.10～+0.15
L13	—	9.50	—	±0.20
L14	6.40	—	—	—
L15	—	0.50	—	±0.15
L16	7.40	—	—	—
L17	7.50	—	—	—
M2	—	M15	—	—

注：尺寸代号 M2 的螺距为 1mm。

6　电子连接器的外形尺寸应符合图 B.0.5-4 的规定，表面

应有提示连接已到位的标记。

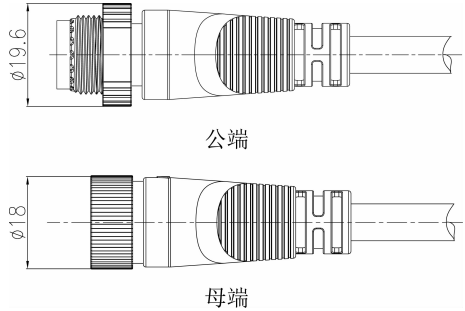


图 B.0.5-4　电子连接器外形

附录 C　独立式 LED 模块

C.0.1　独立式 LED 模块的外形尺寸应符合图 C.0.1 和表C.0.1 的规定。

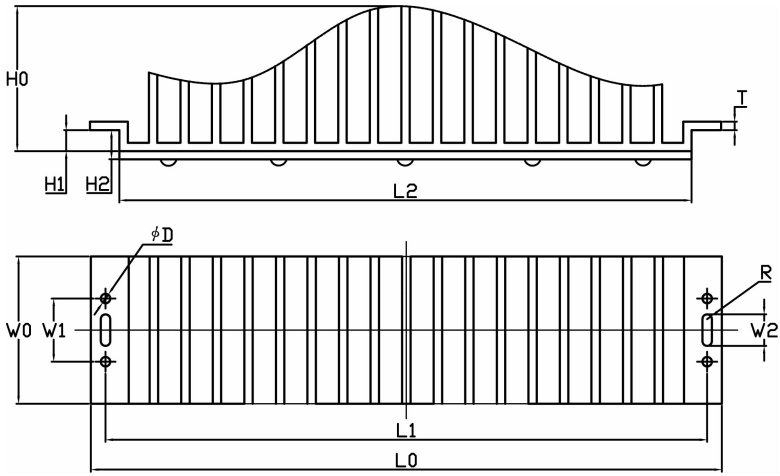


图 C.0.1　独立式 LED 模块尺寸示意图

表 C.0.1　　独立式 LED 模块尺寸规定

尺寸代号	最小值(mm)	基本值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
L0	—	—	300.0	—
L1	—	286.0	—	±0.30
L2	—	—	272.0	—
R	2.5	—	2.75	—
W0	—	—	70.0	—
W1	—	30.0	—	±0.20

续表 C.0.1

尺寸代号	最小值(mm)	基本值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
W2	—	15.0	—	±0.18
H0	—	—	60.0	—
H1	—	10.0	—	±0.18
H2	—	15.0	—	±0.18
D	5.0	—	5.5	—
T	—	—	4.0	—

注：L0 为 LED 模块长度；W0 为 LED 模块宽度，不大于 2.5mm 的横向突出部分可不计入 W0；H0 为 LED 模块高度，包含模块端线缆正常弯曲时的高度；L1 为 LED 模块安装的螺孔中心间距；W1 为 LED 模块螺孔的孔距；H1 为 LED 模块安装檐底面到光源基板安装面的高度；H2 为 LED 模块安装檐底面到光学器件外平面的高度；R/W2 为预留卡扣的定位孔；L2 为 LED 模块发光面长度；D 为螺孔的孔径；T 为 LED 模块的安装檐厚度。

C.0.2 LED 模块偏光方向与模块接线端位置应符合下列规定：

1 对于对称型配光的 LED 模块，不作要求。

2 对于平行于道路安装的非对称型配光的 LED 模块，当 LED 模块出光面朝下时，定义非对称配光方向上的偏光方向为正向，将此方向逆时针转动 90°所指向的 LED 模块的一端，定义为接线端，如图 C.0.2-1 所示。

3 对于垂直于道路安装的非对称型配光的 LED 模块，当 LED 模块出光面朝下时，定义非对称配光方向上的偏光方向为正向，将此方向逆时针转动 180°所指向的 LED 模块的一端，定义为接线端，如图 C.0.2-2 所示。

C.0.3 独立式 LED 模块在灯具内的安装及布线应符合图C.0.3 的规定，安装檐应平整无异物。

C.0.4 独立式 LED 模块与灯具的装配尺寸应符合图 C.0.4 和表 C.0.4 的规定。

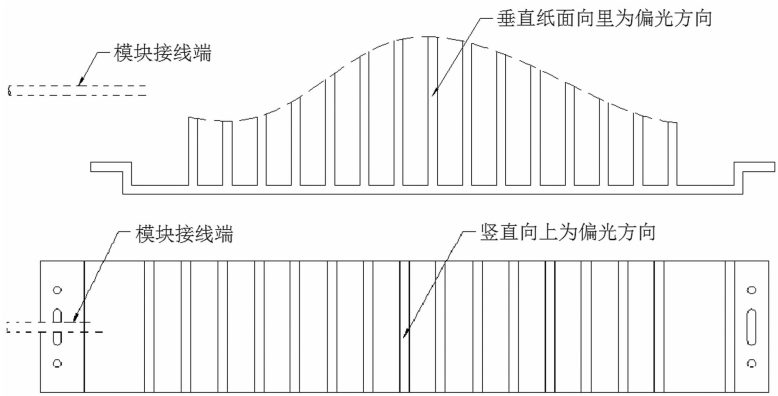


图 C.0.2-1　平行于道路安装的非对称型配光的 LED 模块，
偏光方向与模块接线端的位置关系示意图

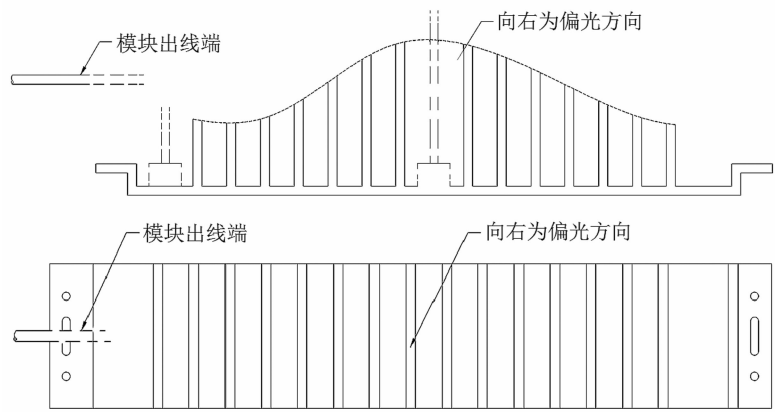


图 C.0.2-2　垂直于道路安装的非对称型配光的 LED 模块，
偏光方向与模块接线端的位置关系示意图

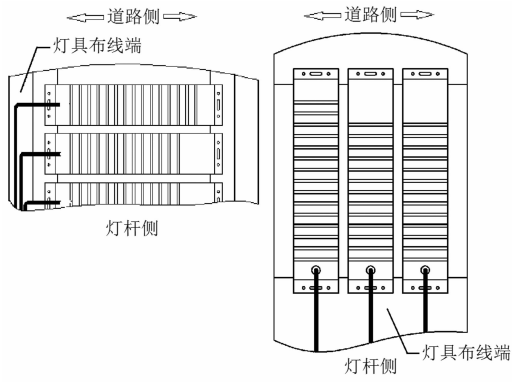


图 C.0.3　不同安装方向的独立式 LED 模块
在灯具内部内的布置及布线示意图

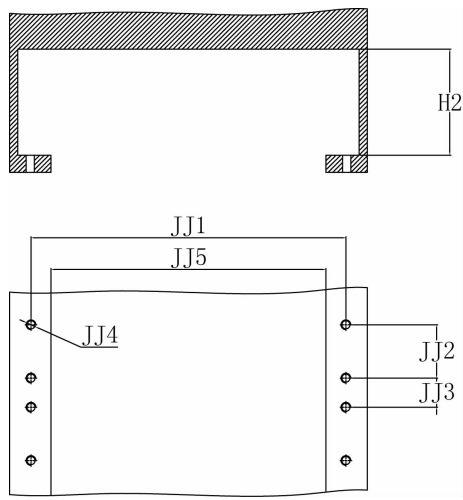


图 C.0.4　独立式 LED 模块与灯具之间装配尺寸示意图

表 C.0.4　　适用灯具的装配尺寸

尺寸代号	最小值(mm)	基本值(mm)	最大值(mm)	允许偏差(mm)
JJ1	—	286.0	—	±0.20
JJ2	—	30.0	—	±0.20
JJ3	45.0	—	80.0	—
JJ4	—	M4	—	—
JJ5	—	275.0	—	±0.52
H2	60.0	80.0	—	—

注：JJ1 和 JJ2 为灯具内安装 LED 模块的孔间距；JJ3 为相邻 LED 模块的安装孔间距；JJ4 为灯具上安装 LED 模块的螺纹孔，螺纹深度应不低于 6 mm；JJ5 为灯具上模块安装槽宽度；H2 为灯具给模块提供的安装空间高度，可根据实际情况适当增加。

C.0.5　LED 模块接线端引出线长度 L3 应控制在 50mm 到 70mm 之间，如图 C.0.5 所示。

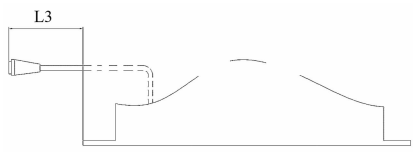


图 C.0.5　LED 模块接线端出线示意图

附录 D　集成式 LED 模块

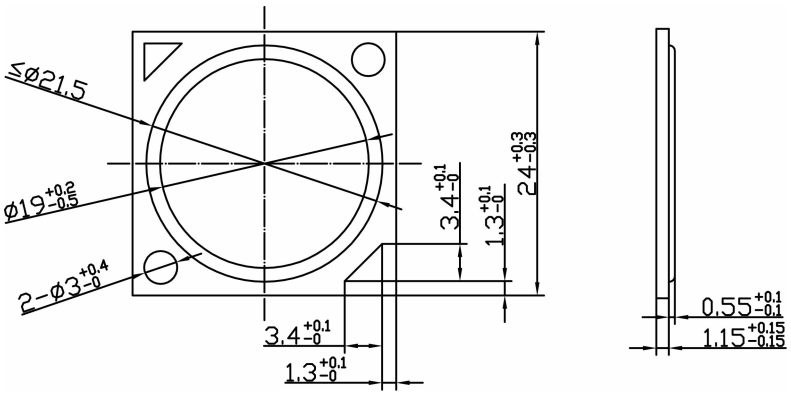


图 D　集成式 LED 模块结构尺寸示意图

附录 E　灯条式 LED 模块

E.0.1　灯条式 LED 模块的结构尺寸应符合图 E.0.1 的规定。

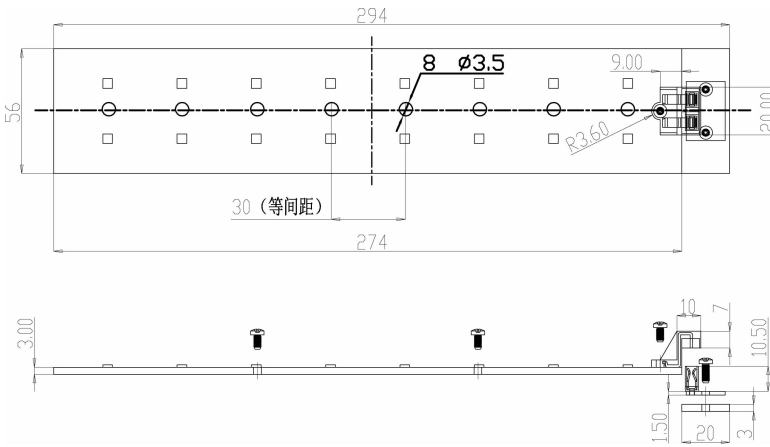


图 E.0.1　灯条式 LED 模块结构尺寸示意图

E.0.2　灯条式 LED 模块的电气接插件应符合图 E.0.2 的规定。

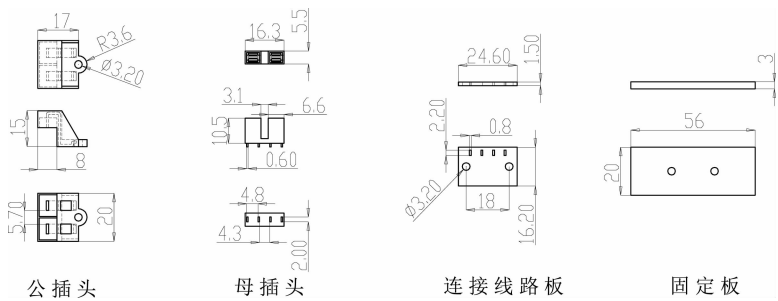


图 E.0.2　灯条式 LED 模块电气接插件结构尺寸示意图

附录 F　节能量评估

F.1　一般规定

F.1.1　宜采用基期能耗物理模型法进行道路照明节能量评估，适用于通过测量、计量手段可以获得基期和统计报告期能耗的道路照明工程。

F.1.2　其他节能量评估要求应符合《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750 的规定。

F.2　数据的收集、测量和验证

F.2.1　所收集、测量的数据应包括：灯的型号及其数量、灯的数量、照明功率、运行时间、功率调整系数（实测功率与标称功率之商）、亮度和照明区域的数量。

F.2.2　基期数据宜采用收集的方法获得，当无法收集获得时，应采用测量或约定的方法获得；统计报告期数据应采用统计、测量或约定的方法获得。

F.2.3　数据测量应符合下列规定：

1　应选取典型照明区域，能涵盖大部分灯的型号，反映照明系统的平均运行状况。

2　亮度和功率的测量应按《照明测量方法》GB/T 5700 执行。

3　全年平均运行时间可采用固定值，或采用抽样方法来确定。

4　对于带控制功能的照明系统，功率调整系数需根据具体

的项目进行测算。相关单位应根据项目实际情况确定功率调整系数，可选取典型照明区域测量功率调整系数；若项目边界内不同区域的功率调整系数不同，需对不同区域分别计算后再进行叠加。

F.3 计算方法

F.3.1 按下式计算照明系统的基期能耗：

$$E_{b}=\sum_{i=1}^{n}(Q_{b,i}\times P_{b,i}\times T_{b,i}\times \alpha_{b,i}) \tag{F.3.1}$$

式中 E_{b}——基期能耗(kW·h)；

i——基期灯的型号；

n——基期灯型号的数量(种)；

$Q_{b,i}$——基期 i 型号灯的数量(盏)；

$P_{b,i}$——基期 i 型号灯的标称功率(kW)；

$T_{b,i}$——基期 i 型号灯的平均运行时间(h)；

$\alpha_{b,i}$——基期 i 型号灯的功率调整系数，$0<\alpha_{b,i}\leqslant 1$；不带控制功能，$\alpha_{b,i}=1$。

F.3.2 按下式计算照明系统的校准能耗：

$$E_{a}=\frac{\frac{1}{k}\sum_{q=1}^{k}L_{av,rq}}{\frac{1}{l}\sum_{q=1}^{l}L_{av,bq}}\times E_{b}+A_{m} \tag{F.3.2}$$

式中 E_{a}——校准能耗(kW·h)；

q——照明区域；

k——统计报告期照明区域的数量；

l——基期照明区域的数量；

$L_{av,rq}$——统计报告期 q 照明区域内有关面、地面或作业面上

的平均亮度(cd/m^2)；

$L_{av,bq}$——基期 q 照明区域内地面上的平均亮度(cd/m^2)；

A_m——校准能耗调整值，一般情况下取 0。

$L_{av,rq}$和 $L_{av,bq}$应符合本规范第 4.2.4 条的规定，计算方法应符合《照明测量方法》GB/T 5700 的规定。A_m的调整应符合《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750 的规定。

F.3.3 按下式计算统计报告期能耗：

$$E_r = \sum_{j=1}^{m} (Q_{r,j} \times P_{r,j} \times T_{r,j} \times \alpha_{r,j}) \qquad (F.3.3)$$

式中 E_r——统计报告期能耗(kW·h)；

j——统计报告期灯的型号；

m——统计报告期灯型号的数量(种)；

$Q_{r,j}$——统计报告期 j 型号灯的数量(盏)；

$P_{r,j}$——统计报告期 j 型号灯的标称功率(kW)；

$T_{r,j}$——统计报告期 j 型号灯的平均运行时间(h)；

$\alpha_{r,j}$——统计报告期 j 型号灯的功率调整系数，$0 < \alpha_{r,j} \leqslant 1$；不带控制功能，$\alpha_{r,j} = 1$。

F.3.4 按下式计算照明系统的节能量：

$$E_s = E_r - E_a \qquad (F.3.4)$$

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

2 规范中指定按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150

2 《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173

3 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

4 《电工电子产品环境试验　第 2 部分:试验方法试验 Ka:盐雾》GB/T 2423.17

5 《照明测量方法》GB/T 5700

6 《灯具　第 1 部分:一般要求与试验》GB 7000.1

7 《灯具　第 2－3 部分:特殊要求　道路与街路照明灯具》GB 7000.203

8 《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T 9468

9 《机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候加速试验方法荧光紫外灯》GB/T 14522

10 《塑料实验室光源暴露试验方法 第 1 部分:总则》GB/T 16422.1

11 《电磁兼容　限值　谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》GB 17625.1

12 《电磁兼容试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验》GB 17626.5

13 《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB 17743

14 《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595

15 《低压电涌保护器(SPD)　第 1 部分:低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1

16 《灯的控制装置　第14部分:LED模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求》GB 19510.14
17 《普通照明用LED模块安全要求》GB 24819
18 《普通照明用LED模块性能要求》GB/T 24823
19 《普通照明用LED模块测试方法》GB/T 24824
20 《LED模块用直流或交流电子控制装置性能要求》GB/T 24825
21 《道路与街路照明灯具性能要求》GB/T 24827
22 《公路照明技术条件》GB/T 24969
23 《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750
24 《数字可寻址照明接口　第207部分:控制装置的特殊要求LED模块(设备类型6)》GB/T 30104.207
25 《城市道路照明设计标准》CJJ 45
26 《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89
27 《城市照明自动控制系统技术规范》CJJ/T 227
28 《隧道LED照明应用技术规范》DG/TJ 08－2141

上海市工程建设规范

道路LED照明应用技术规范

DG/TJ 08－2182－2015

J 13217－2015

条文说明

2015　上海

目　次

1　总　则 …… 61
3　道路 LED 照明灯具 …… 62
3.1　一般规定 …… 62
3.2　灯具安全及性能要求 …… 63
3.3　控制装置 …… 67
3.4　LED 模块 …… 69
3.5　接口符合性测试 …… 70
3.6　标　志 …… 70
4　设　计 …… 71
4.1　一般规定 …… 71
4.2　照明标准 …… 71
4.3　照明方式及设计要求 …… 74
4.4　照明供电和控制 …… 75
4.5　节　能 …… 76
5　施工与验收 …… 78
5.2　验　收 …… 78
6　养护与检测 …… 80
6.1　养　护 …… 80
附录 F　节能量评估 …… 81
F.2　数据的收集、测量和验证 …… 81
F.3　计算方法 …… 81

Contents

1 General provisions …… 61
3 LED luminaire for road lighting …… 62
3.1 General requirement …… 62
3.2 Safety and performance requirements for luminaires …… 63
3.3 Control gear …… 67
3.4 LED module …… 69
3.5 Test for interface …… 70
3.6 Mark …… 70
4 Design …… 71
4.1 General requirement …… 71
4.2 Lighting criteria …… 71
4.3 Lighting means and design requirements …… 74
4.4 Lighting power supply and congtrol …… 75
4.5 Energy saving …… 76
5 Construction and acceptance check of work …… 78
5.2 Acceptance check of work …… 78
6 Maintenance and test …… 80
6.1 Maintenance …… 80
Appendix F Assessment ofengergy saving …… 81
F.2 Data collection, measurement and verification …… 81
F.3 Calculation method …… 81

1 总 则

1.0.2 本规范不适用于隧道工程的 LED 照明，隧道工程的 LED 照明应符合本市工程建设规范《隧道 LED 照明应用技术规范》DG/TJ 08－2141 的规定。



3　道路 LED 照明灯具

3.1　一般规定

3.1.2　本规范中灯具及 LED 模块规定的适用范围：灯具规定仅适用于控制装置可互换灯具和模块可互换灯具，LED 模块规定仅适用于模块可互换灯具中的独立式 LED 模块、集成式 LED 模块和灯条式 LED 模块。

为方便应用、降低成本、利于市场，对产品作标准化、互换性规定是本规范的原则和重要特点。依据调研结果，目前大部分道路 LED 照明灯具中的外壳、LED 模块和控制装置三个主要部件寿命不匹配，控制装置的寿命较其他两者短，因此，控制装置应实现用户可更换，否则整个灯具更换维护成本太高。LED 模块的寿命较外壳短，而且技术更新很快，从降低成本、方便应用的角度出发，宜实现用户可更换，而且标准化、模块化利于产品的量化生产和降低成本，因而利于市场和应用推广，也是目前国家标准制定的方向。

按照调研结果，目前市面上主要的 LED 模块按其结构可分为独立式 LED 模块、集成式 LED 模块和灯条式 LED 模块这三种技术路线，因此，暂对这三类 LED 模块作标准化规定，使得同类 LED 模块之间可实现互换，不同类 LED 模块之间是无法互换的。随着技术的更新，不排除其他 LED 模块类型出现的可能。

3.1.3　不同灯具产品的机械、光度、电气、控制四个接口需一致才能实现互换，为方便用户进行互换操作，应对这些参数进行标识，根据相对应的互换性标志进行更换。

3.2 灯具安全及性能要求

本节规定了道路 LED 照明灯具的安全及性能要求，适用于控制装置可互换灯具和模块可互换灯具。

3.2.1 《灯具 第 2－3 部分：特殊要求 道路与街路照明灯具》GB 7000.203 分别从结构、外部与内部接线、接地、防触电、防尘、防固体异物、绝缘电阻、电气强度、爬电距离、电气间隙、耐久性与热试验等方面对灯具作了安全规定。LED 户外灯具对防护等级的要求应提高到 IP65 以上，才能满足高可靠性的要求，所调研的很多实际工程也验证了这点；控制装置、防水接头和电子连接器等外露带电配件也是灯具中的重要一环，任何一个环节防护失效都会导致整个灯具失效。

CQC 标志认证试验报告和 CQC 产品认证证书是由中国质量认证中心或类似授权机构认证，获得认证的 LED 道路照明产品，可以在规格分类、安全要求、光电性能要求和电磁兼容等方面对产品质量进行把关。目前，因《LED 道路/隧道照明产品节能认证技术规范》CQC 3127 中对应本规范所规定的灯具光通量规格只涵盖了 9000lm 和 14000lm，只能针对这两款灯具进行认证。以后随着 CQC 规范的更新，应对所有涵盖的灯具都进行认证。

3.2.2 灯具各类接插件、内外部接线和接线端子避免阳光直射，是为了提高这些部件的非金属材料在紫外线和高温作用下的耐久性，可保护线缆过早老化。防坠落保护措施如防下坠链条是为保证灯具与灯臂连接的顶针或抱箍失效后，灯具不至脱落影响安全。理论计算和实际工程都证明，道路照明质量尤其是眩光和均匀性两个指标，对于灯具的安装水平角和仰角非常敏感，微小的变化都会引起道路照明指标的较大变化，因此，实际安装灯具时宜微调水平角和仰角使其达到所设计的最佳角度。

3.2.3 为了保证灯具的长期稳定性和可靠性，灯具表面不宜堆

积过多的灰尘、树叶等污染物，否则容易造成散热不良，透光率下降甚至失效等后果。而灯具的外壳构造能直接影响到其堆积污染物的难易程度，比如流线型的外壳设计以及一些特殊材料的使用，可以使得污染物自然滑落或随雨水冲刷而落，从而实现自清洁功能。

为了方便安装和更换，灯具的重量不宜过重。常规的路灯光通量都小于等于18000lm，15.0kg对于单个工人安装更换来说是可以实现的。

鉴于户外环境的不确定性因素较多，为了保证灯具在户外长期工作的稳定性与可靠性，对其防腐性能作了要求。

道路LED照明灯具中，透镜材料（如PC）在紫外线照射下容易黄变，影响灯具色温与光通量，且会改变灯具配光曲线，从而影响实际照明效果，因此，需对其黄变特性提出技术要求。

3.2.4 为了实现在产品互换时照明效果保持一致，需要对灯具的光通量作统一规定。本规范对于道路LED照明灯具单灯光通量的规定一方面是参考了国家标准送审稿《LED城市道路照明应用技术要求》中的规定，另一方面也是根据本市典型道路和市面上主要道路LED照明灯具的光通量利用系数进行理论计算而得。由于设计、技术和制造的偏差，量产产品的初始光通量与额定值一般都会存在偏差，所规定的初始光通量偏差值一方面为确保照明水平不低于设计值，而且也符合一般厂家的技术水平。

初始灯具效能是基于当时所调研的道路LED照明灯具的普遍水平而定，该值大小与LED色温密切相关，盲目追求高灯具效能可能导致产品其他关键性能指标被忽略且产品性价比不高，实现节能还需结合考虑光通量的有效利用率，目前的规定值参考了现阶段不同色温光效、国产器件的实际水平、光学器件与控制装置的效率折减等，已经可以实现比高压钠灯较好的节电率，且随着LED技术水平的进步，该规定值可进行实际情况更新。

为了实现在产品互换时照明效果保持一致，对灯具的配光和

色温也需作一定的标准化规定，按照灯具的最大横向、纵向投射区域对配光形式作了划分。实际应用时应针对不同的道路类型和布灯形式，选取合理的灯具配光类型。额定色温值的规定参考美国标准 ANSI C78.377 中的规定，详见表 1，并综合考虑了目前 LED 的光效性价比和主观评价试验结果。

表 1　　额定色温及其对应的色品坐标容差范围

额定色温(K)	色温实测值范围(K)	容差范围	x	y
3000	3045 ± 175	中心点	0.4338	0.4030
		右上点	0.4562	0.4260
		左上点	0.4299	0.4165
		左下点	0.4147	0.3814
		右下点	0.4373	0.3893
3500	3465 ± 245	中心点	0.4073	0.3917
		右上点	0.4299	0.4165
		左上点	0.3996	0.4015
		左下点	0.3889	0.3690
		右下点	0.4147	0.3814
4000	3985 ± 275	中心点	0.3818	0.3797
		右上点	0.4006	0.4044
		左上点	0.3736	0.3874
		左下点	0.3670	0.3578
		右下点	0.3898	0.3716
4500	4503 ± 243	中心点	0.3611	0.3658
		右上点	0.3736	0.3874
		左上点	0.3548	0.3736
		左下点	0.3512	0.3465
		右下点	0.3670	0.3578

LED灯具同一批次产品的颜色差异性较传统光源大，而且同一个灯具不同发光方向上颜色也会不一致，导致地面上出现不同的颜色。因此，不仅对其实测色品坐标与额定色温中心色品坐标的色品容差作了规定，也对其颜色在空间上的分布均匀性也作了规定。空间颜色的分布均匀性测试方法如下：以《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T 9468 中规定的 C-γ 系统为参考坐标系统，计算测量灯具在下射各个方向上的点与额定色温中心点的色品容差，取其最大值为测量结果，其中测量范围包括 $C=0°$面、$C=45°$面、$C=90°$面、$C=135°$面、$C=180°$面和最大光强所在 C 平面，各测量面中 γ 取 5°间隔，测量角度范围为 10％最大光强所包含的区域。

LED的颜色还具有随时间变化的特性，因此也需要对其颜色维持特性作规定。这些规定参考了行业标准征求意见稿《城市道路照明设计标准》CJJ 45 与国家标准送审稿《LED 城市道路照明应用技术要求》，并经过不同灯具实测结果和现场应用实验的验证。

按照国家标准，道路灯具显色指数不应低于 60。对于人流密集或对颜色分辨有特殊要求的场合，显色指数要求可适当提高。

3.2.5 按照调研结果，目前市场上道路 LED 照明灯具的驱动方式主要有三类：采用开关电源单独向 LED 模块直流供电、直流集中供电和交流驱动，第一种目前占主导地位，后两种具有各自的优势，是技术发展趋势。

为了保证道路 LED 照明灯具在不稳定的电网条件下能正常工作，因而需要根据当地电网的实际情况，规定灯在规定的某个电压范围内可正常工作。

道路 LED 照明灯具的最大功率限制由额定光通量和最低初始灯具效能确定，具体可按下式计算：

$$P_{\max}=\frac{\phi_{\text{rated}}}{\eta_{\min}} \tag{1}$$

式中　P_{max}——最大功率限制(W)；

ϕ_{rated}——灯具额定光通量(lm)；

η_{min}——最低初始灯具效能(lm/W)。

为了保证道路灯具在实际电网中能不受干扰地正常工作且不影响其他电气设备的运行，因此需要作电磁兼容方面的规定。

为了保证道路灯具在实际电网中不受雷电感应电流的影响导致失效，基于大量实际运营道路和市场实际情况的调研结果，对电涌保护器也作了规定。

3.2.6　道路 LED 照明灯具的可靠性对于实际应用非常重要，根据大量实际工程、目前 LED 器件、灯具、控制装置、材料、制造工艺等技术市场现状的调研结果，主要参考了北美照明学会技术标准 TM-21，确定了本条中的规定。此处所规定的灯具的 L_{70} 寿命，是针对不包含控制装置但包含 LED 模块的灯具部分，光输出降至 70%时的累计点亮时间。寿命测试方法可参考北美照明学会技术标准 LM-80。

由于实际测试 L_{70} 寿命比较困难，常采用光通维持率的方法进行检测，根据 TM-21 中 LED 光输出的指数衰减模型，针对 50000h的 L_{70} 寿命要求，推导而得本条中的光通维持率规定。

温度是直接影响 LED 可靠性的一个重要参数，由于寿命测试需要很长时间，而温度则可快速测得，因此可将温度作为 LED 可靠性的一个间接技术要求。在 LED 寿命测试报告中，t_p 温度是重要参考参数。环境条件是依据本市道路内可能出现的极端气候情况，另外，特殊区域应作特殊要求。

3.3　控制装置

本节第 3.3.1～3.3.9 条规定了所有控制装置的共性要求，而采用开关电源单独向 LED 模块直流供电的控制装置还应符合第 3.3.10 条规定的特殊要求。

3.3.8 大量生产和应用经验表明，通过全面、细致的可靠性试验的控制装置，其功能与寿命才能得到保障。

3.3.9 为保证控制系统产品的互换性，控制方式需统一。本规范规定为基于目前主流厂家的调光接口调研结果而定。

3.3.10 本条规定仅针对采用开关电源单独向 LED 模块直流供电的控制装置。为了保证控制装置产品互换性，需要对其功率、电流值和输出路数作统一规定。本规范部分参考了国家半导体照明工程研发及产业联盟(CSA)的相关技术规范。

按照目前 LED 器件技术水平，对于灯条式与独立式模块路灯规定了两档输出电流值，并且在功率容差范围内可适当调节电流以使不同光效的 LED 器件满足灯具光通量要求。低电流工作条件下 LED 的效率更高，寿命更长，而高电流工作可降低灯具制造成本。按照目前 LED 技术水平，并充分考虑到国产器件的能力，推荐采用 530mA、700mA 两档输出电流值，该规定可根据 LED 技术水平、灯具散热能力水平的发展而适当调整。按照道路 LED 照明灯具的光通量分档及目前控制装置的效率水平，规定了 6 档控制装置的标称功率。集成式 LED 模块的特点决定了其驱动电流与其他技术路线的不同，依据实际应用需求与调研结果，控制装置的输出电流值定义了另外两档。

在进行更换时，驱动器的电压输出范围应能涵盖其驱动的 LED 的负载电压。规定的值为按照目前 LED 的光效和驱动效率水平计算而得，并考虑了一定时间的技术发展，这个规定对于大部分厂家都可实现。采用单路输出的控制装置，在大光通量情况下单路最大输出电压可能会较高，因而需要考虑灯具及 LED 模块的绝缘性能与操作安全。

为了减少控制装置的规格，达到规范市场的作用并考虑到应用现状，三种技术路线的模块都采用了单路串联的布线方式。除此之外，为实现控制装置的产品互换，对其外形尺寸、机械接口、电子连接器及接线、控制接口都作了标准化规定，这些规定都是

参考了目前市场上主流厂家的产品参数而得。控制装置的标称功率和外形尺寸规定只是参考值，互换应以输出电流、输出电压范围及其与灯具的装配尺寸为准。

3.4 LED 模块

本节规定仅适用于模块可互换灯具中的独立式 LED 模块、集成式 LED 模块和灯条式 LED 模块，这三类 LED 模块在符合第 3.4.1 条所规定的共性要求的前提下，还应分别符合第 3.4.2、3.4.3、3.4.4 条规定的特殊要求。

3.4.1 LED 模块的 L_{70} 寿命规定是基于目前市场技术现状调研结果而得。LED 模块的 t_p 与其性能密切相关，而测量 t_p 的位置直接影响到 t_p 的测试结果，因此需要明显标注，以保证测试结果的一致性。LED 模块颜色的规定参考灯具的规定。

3.4.2 独立式 LED 模块是目前市面上最常见的一种 LED 模块形式，本规范参考了 CSA 的相关技术规范。为保证产品互换，对其结构尺寸、光通量、配光、色温、负载电压和接插件作了统一规定。LED 模块光通量的规定考虑了维护便利性、产品规格尽量少和产品性价比等因素，并依据市场现状、国内相关标准、灯具光通量、LED 模块尺寸经过理论计算而得。负载电压为根据目前 LED 器件效率水平而得，并且考虑了一定时间的技术发展余量。

3.4.3 集成式 LED 模块也是目前市面上常见的一种 LED 模块形式，具有光源通用性好、产品性价比高等优点，但结温对光源寿命的影响不确定性大、眩光难控制，应严格控制单个模块光通量。尽管目前市场上绝大部分集成式 LED 模块尚未能实现现场更换，但为了利于市场标准化和降低成本，本规范对其结构尺寸、光通量、配光、色温、负载电压等也作了统一规定。光通量的规定考虑了维护便利性、产品规格尽量少和产品性价比等因素，并依据市场现状、国内相关标准、灯具光通量、眩光与均匀性匹配、LED

模块尺寸经过理论计算而得。由于集成式 LED 模块不包含光学器件，而灯具的配光分布由光学器件和 LED 模块的配光分布共同决定，因此为了实现同一光学器件下模块互换而配光性能基本不变，应对集成式 LED 模块在各个角度的光通量占比作规定，表 3.4.3 中数值依据 CSA 的调研数据而定。驱动电流和负载电压为根据目前 LED 器件效率水平而得，并且考虑了一定时间的技术发展余量。

3.4.4 灯条式 LED 模块具有设计灵活、光源通用性强、产品性价比高等优点。为保证产品互换，对其结构尺寸、光通量、配光、色温、负载电压和接插件作了统一规定，主要依据市场现状和灯具的光通量要求而得。

3.5 接口符合性测试

3.5.1～3.5.7 本节规定仅针对控制装置和可互换的 LED 模块，对接口的标准符合性进行测试。

3.6 标 志

3.6.1～3.6.4 本节中可互换标志规定仅针对灯具、控制装置和可互换的 LED 模块。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1～4.1.2 道路 LED 照明设计的原则。

4.1.3 新建照明工程和灯具替换改造工程具有不同的特点，灯具替换改造工程无法更改灯杆间距和杆高，只能按照现有条件进行灯具替换，有些情况下可能无法达到新建照明工程的照明指标要求，因此需区分对待。

4.1.4 从应用的角度出发，灯具的选择需考虑维护便利性与经济性。按照目前的技术现状，一般情况下道路 LED 照明灯具中的外壳、LED 模块和控制装置三个主要部件寿命不匹配，控制装置的寿命较其他两者短，因此控制装置应实现用户可更换，否则整个灯具更换维护成本太高。LED 模块的寿命较外壳短，而且技术更新很快，从降低成本方便应用的角度出发，亦宜实现用户可更换，因此推荐采用模块可互换灯具。模块可互换灯具是目前技术发展主流，目前相关的国家标准也在制定中。

4.2 照明标准

4.2.2 城市道路和公路的机动车交通道路照明分类按其功能和交通量进行划分，一方面照明等级的确立主要取决于道路的功能和交通量，另一方面也便于与道路设计级别划分相统一。

4.2.3 本条参考了行业标准《城市道路照明设计标准》CJJ45，把亮度及其均匀度作为机动车交通道路照明的主要评价指标，同时也可采用照度评价指标，这是针对我国国情而采用的一种办法。

在国际上也有这种类似的做法，如北美照明工程学会(IESNA)在其颁布的标准中也规定了亮度和照度两套评价指标。为保证照明效果，应以亮度为首要考核指标。

交会区照明采用照度作为评价指标，这是由于交会区车辆密集，驾驶员往往看不到前方路面，只能看到前方车辆的车身和车尾部，此外，交会区的道路形式及灯具布置比较复杂，路面亮度难以计算，因而无法采用路面亮度指标来进行照明评价。

人行道路的使用者主要是行人，行人的视觉工作特点与机动车驾驶员不同，而且不能规定统一的观察位置，路面的反射特性又有很大不同，因此采用亮度指标是不合适的，所以采用照度指标。国际照明委员会(CIE)、IESNA 以及日本等组织和国家在其标准中也有相同的考虑和规定。人行道路上行人的一项重要的视觉活动是看清对面来人的面部，这需要提供适当的垂直面上的照明，因此以半柱面照度和垂直照度作为评价指标。为实现更舒适的照明效果，对人行道照明提出了不舒适眩光指标。

4.2.4 本条规定了城市机动车交通道路的照明标准值，对于新建照明工程和灯具替换改造工程，路面平均亮度、路面平均照度和环境比的规定相同，而其他指标按照纵向距高比的不同，分别作了不同规定。

路面平均亮度和平均照度指标的取值参考了 CJJ 45 的规定和最新国际上关于中间视觉的研究成果，LED 的 S/P 值较大，达到同样视觉功能条件下所需的亮度可较传统光源低。另外相关研究表明，视觉辨识能力在亮度达到一定水平后会达到饱和，因此亮度标准值不宜选取过高。

对于快速路和主干路，有更高照明需求的新建照明工程和原设计采用高档值标准的灯具替换改造工程，路面平均亮度可采用 $2.0cd/m^2$，路面平均照度可采用 30lx。

环境比是为了使司机能发现机动车道外的物体，对于城市高架道路或无人行道路照明的城市道路，为避免浪费和光溢出，环

境比不宜大。城市高架道路防撞墙上在1m高度范围内的平均亮度要求是为了提高驾驶安全性和实现良好诱导性。

在同样的照明条件下，路面的亮度水平和路面材料和性状有很大关系。由于本市多数道路都采用沥青路面，为便于设计人员，本规范中只给出了适用于沥青路面的平均照度值。若系水泥混凝土路面，因其平均亮度系数约为沥青路面的1.4倍，故其所需的平均照度约为沥青路面的70%。对潮湿路面的规定，由于相关研究工作尚未完全成熟，所以本规范不予规定。

维护系数为光源的光衰系数和灯具因污染的光衰系数的乘积。根据《城市道路照明设计标准》CJJ 45的规定，并综合考虑了本规范所规定的灯具防护等级、本市环境特点以及维护管理现状，本规范的维护系数取0.7。

对于新建照明工程，依据本市实际情况的大量理论和试验研究工作表明：从照明工程性价比和照明效果的平衡出发，新建照明工程的距高比不宜大于3.5。

路面亮度纵向均匀度低是引起地面斑马线的重要原因。为了提高照明质量，路面亮度纵向均匀度和路面照度均匀度在行业标准的基础上作了一定提升。由于灯具实际生产、安装时的误差，有可能导致均匀度设计计算值与实际值有较大偏差，从而达不到预期的标准和照明效果，因此建议设计时对其路面亮度均匀度尤其是路面亮度纵向均匀度考虑一定的余量。

在眩光限制要求方面，编制组进行了深入的理论和实验研究，结果表明：不舒适眩光会使驾驶员感受到刺眼感觉，从而影响行车舒适度与安全。按照Deboer提出的不舒适眩光评价模型以及为了易于工程应用操作，选取对不舒适眩光影响最敏感的参数I_{80}作为不舒适眩光指标。所规定的限值为根据实际主观评价试验结果而得，并考虑了本市的具体特点，并按不同距高比对眩光指标作了区分。

对于灯具替换类改造工程，由于客观条件限制，无法实现新

建工程一样的照明效果。尤其当纵向距高比大于 4.5 时，很难在眩光控制良好的前提下实现高均匀度，因此对路面亮度纵向均匀度不作要求，但应符合其他照明指标的规定。

纵向距高比大于 6.0 时，无法实现较好的照明质量，当有条件时宜补装灯杆或其他照明措施，否则也应满足路面平均亮度、路面平均照度和环境比的要求，同时做好相应的警示标识，以确保行车安全性。

4.2.5 本条规定了公路机动车交通道路的照明标准值，对新建照明工程和灯具替换改造工程作了类似城市道路的区分。其中对于高速公路的规定仅针对设置照明的高速公路，而非所有高速公路都需按此标准设置照明。

4.2.7～4.2.8 本条参考了《公路照明技术条件》GB/T 24969，并考虑了 LED 的中间视觉特性。所规定的公路交会区的照明水平和交会的主要道路的照明水平成正比，而且比平常路段高出 50%～100%。在作这样的规定时，重点参考了 CIE 和 IESNA 等标准。高杆照明限制灯具的最大光强投射方向是为了限制眩光。

4.2.9 人行道路不舒适眩光指标由道路照明理论计算和主观评价实验而得。

4.3 照明方式及设计要求

4.3.2 按照本市实际情况，道路照明灯具的布置主要属这四种基本方式。

4.3.3～4.3.4 本条规定参考了 CIE 及其他国家标准，并基于本市实际工程情况结合道路照明理论计算而确定。

悬挑长度过长，一方面会降低人行道的照度，另一方面也增加安全风险，故悬挑长度不宜过长。灯具的仰角过大，一方面影响美观，另一方面增加眩光，特别是在弯道上，而且会产生光溢出，因此仰角应予以限制。表 4.3.3 的目的在于方便照明设计人

员快速选择大致参数，优化参数的最终确定宜依据实际工程情况计算而得。

表 4.3.3 和 4.3.4 中给出了灯具配光类型为大致分类，具体灯具配光设计时应结合实际工程情况进行优化设计。对于沥青路面，灯具中心光强不宜低，路面光斑分界线应渐变以减少斑马效应，并综合考虑环境比的需求。

4.3.5 根据受照场地情况及其周围环境条件针对性地选择灯具及其配置方式，是高杆/中杆照明设计的基本原则之一，不能不顾场合千篇一律采用径向对称一种模式，这样才能达到既保证照明效果，又经济合理、节约能源的目的。道路交汇区需照亮的区域地形复杂，一般平面对称布置方式很难满足照度和均匀度的要求，根据调研及计算分析，对于这种区域的中杆或高杆灯采用扇形布置比较合适。

4.3.6 高架桥下吸顶灯具的安装不采用灯杆，安装方式类似隧道，因此可按《隧道 LED 照明应用技术规范》DG/TJ 08－2141 中优化的隧道灯安装方式进行安装。

4.4 照明供电和控制

4.4.3 本条规定了道路 LED 照明控制系统的构成及其设计原则。道路 LED 照明控制系统的接口统一，是为了保证不同系统之间、系统内部之间、不同供应商之间的兼容性，利于降低成本、提高效率及功能扩展等。

4.4.4 自动控制方式可以实现无人值守的道路照明控制，遥控控制方式则允许操作人员在控制室进行控制，手动控制方式为便于维修、安装人员现场调试之目的。时间控制模式可以采用天文时钟来根据季节、地理位置等进行灯开关和调节亮度，光控模式则可以实现依据外界亮度的变化来动态调节照明亮度，多种控制模式是为了更好地实现控制的自动化和智慧化，最大程度地实现

节能。自动巡检功能主要是减少了人工巡检的工作量，可大大提高效率，降低维护成本。广播主要是为了能够实现快速调光，组播是便于进行区域划分调光，如人行道路和机动车交通道路，点播是为了对特殊的点进行单独调光。

4.4.5 控制设备设置浪涌保护功能是为了保护设备免于间接雷电、直接雷电或其他瞬时过压所产生的电涌破坏。

4.4.9 图形显示和数据存储功能便于工作人员快速地掌握照明系统的工作情况，如亮灯率的统计、故障检测等。

4.4.12 对通信协议的规定是为了确保控制系统功能全面、先进、可扩展性、降低成本和易于维护等，以便更好地实现照明控制推广应用。为了实现不同厂家控制系统的兼容，需采用统一的通信协议。

4.5 节 能

4.5.1 满足基本的道路照明功能需求，是照明节能的前提与基础，不考虑照明标准而节能，可能导致照明质量不达标，从而影响行车安全，因此照明节能及其评估应在满足照明标准的前提下实施。

系统性全寿命周期照明节能的概念包括：灯具的制造过程本身是节能的，灯具质量是安全可靠且便于维护的，照明系统是高效的，照明效果是良好的，其中良好的照明效果是前提条件。灯具、器件及其附属材料在生产、制造过程中由于工艺、材料等的不同可能导致能耗差异较大，从社会全局的角度来考虑，也应关注这部分的节能，制造商应优化生产过程，降低生产能耗。灯具质量的可靠性和维护的便利性对于实际运行至关重要，高质量便于维护的灯具可降低维护成本和能耗。照明系统涉及多个方面，除了灯具的光源光效，还包括灯具的有效光利用率、控制装置效率、控制系统能耗以及线路及附属设施的损耗等，不能只关注某一个

方面。另外，将产品与应用场所脱离来评价节能效果也是不合理的，应与实际场合的照明效果相结合来评价其节能效果。

4.5.3～4.5.4 表中规定为由理论计算而得，并通过试挂实验实测数据验证，相比传统光源的规定，LPD 平均降低了约 25%，对于不同的工程，实际节能效果可达到更多。

4.5.6 智能控制系统可进一步提高节能效率。由于设计时考虑了维护系数 0.7，因此新装灯具在亮灯初期可降低一定的功率设计余量运行，但亮度等照明指标需满足本规范的规定。除有特殊要求的道路以外，可选择后半夜自动降功率运行的灯具。灯具点亮 6h 后自动降低 LED 模块的驱动电流，使 LED 灯具降功率运行，但不低于 50%全功率。灯具降功率运行 4h 后，恢复全功率运行。

5 施工与验收

5.2 验 收

5.2.3 很多道路照明工程项目以路面平均照度和路面照度均匀度作为验收指标，由于直接反映路面照明效果的是亮度而非照度，因此以照度为验收指标甚至可能会造成指标高反而照明效果差的结果，因此应首选亮度相关指标作为验收依据。验收人员通过相关专业培训，可快速掌握亮度检测及验收要求。

关于现场光衰要求，是根据北美照明学会技术标准 TM-21 中关于 LED 光输出的指数衰减模型推导而得，光衰可按下式计算：

$$D=\left[1-\exp\left(\frac{T_{\text{test}}}{L_{70}}\ln(0.7)\right)\right]\times 100\% \qquad (2)$$

式中 D——光衰(%)；

T_{test}——寿命实测时间(h)；

L_{70}——L_{70}寿命，光衰至 70%时所经历的时间。

因而对于 50000h 的 L_{70}寿命要求，不同测试时间所对应的光衰规定如下表所示：

表 2 对于 L_{70}=50000h，不同测试时间条件下灯具光通维持率与光衰的关系

测试时间(h)	灯具光通维持率(%)	光衰规定(%)
6000	95.8	≤4.0
10000	93.1	≤7.0

5.2.5 道路LED照明工程验收内容不局限于本节所规定的灯具、工程、现场照明质量和照明控制系统验收，各工程可根据具体情况进行内容增补。

6 养护与检测

6.1 养 护

6.1.2 LED与传统光源不同，即使光衰达到70%，但灯还是处于点亮状态。因此养护单位需定期监测路面亮度情况，当低于标准要求时，应及时进行维护，而不应等到灯具完全熄灭时才维护。

6.1.5 LED器件对防静电的要求较高，建议工作人员在现场更换光源时带防静电手套。

附录 F　节能量评估

F.2　数据的收集、测量和验证

F.2.1　灯的型号及其数量、灯的数量、照明功率、运行时间、功率调整系数、亮度和照明区域数量，这些数据可通过统计、计量资料获得。可采信的电力消耗数据及财务数据、照明系统设备台账及技术资料和计量器具配置图等资料，可用于照明系统节能量测量和验证。

F.3　计算方法

F.3.1～F.3.4　以下通过一具体算例来对本节所规定的计算方法作补充说明：

某加油站进行照明改造。改造前，发光源为 150W 的金卤灯，共计 100 套；照明改造项目完成后，发光源为 60W 的 LED 灯，并增加照明控制系统，数量仍为 100 套。因此，本项目边界包括金卤灯、LED 灯及照明控制系统。

首先分析项目基期及其能耗情况：本项目的基期为金卤灯照明系统的完整运行年。在连续 72h 的测试物理参数基础上，本项目的基期物理参数详见表 3。

表 3　　**基期物理参数**

基期照明方式	数量（套）	标称功率（W）	全年平均运行时间（h）	功率调整系数	平均亮度（cd/m^2）
金卤灯照明	100	150	4745	1	2.88

然后分析项目统计报告期及其能耗情况：本项目的统计报告期为 LED 照明系统的完整运行年。在连续 72h 的测试物理参数基础上，统计报告期物理参数详见表 4。

表 4　　统计报告期物理参数

统计报告期照明方式	数量（套）	标称功率（W）	全年平均运行时间（h）	功率调整系数	平均亮度（cd/m^2）
LED 照明	100	60	4,745	0.72	3.38

因此，本项目的基期能耗按式 F.3.1 计算得 $E_b=100\times150\times4745\times10^{-3}\times1=71175kW\cdot h$，校准能耗按式 F.3.2 计算得 $E_a=\frac{3.38}{2.88}\times71175+0=83532kW\cdot h$，统计报告期能耗按式 F.3.3 计算得 $E_r=100\times60\times4745\times10^{-3}\times0.72=20498kW\cdot h$，因此节能量按式 F.3.4 计算得 $E_s=E_r-E_a=20498-83532=-63034kW\cdot h$。