CECS XXX：201X

**中国工程建设协会标准**

**直流照明系统技术规程**

Technical specification for direct-current lighting system

（征求意见稿）

**2019 北京**

**中国工程建设协会标准**

直流照明系统技术规程

Technical specification for direct-current lighting system

CECS XXX：201X

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

批准单位：中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会

施行日期：2 0 1 X 年 X 月 X 日

2019 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2018年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字﹝2018﹞015号）的要求，本规程编制组经广泛调查研究，结合工程实践，认真总结经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要内容包括：总则、术语、基本规定、性能要求、工程设计、安装和调试、验收及运行和维护。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮编100013）负责解释。在使用中如发现需要修改和补充之处，请将意见和资料寄送解释单位。

主 编 单 位：中国建筑科学研究院有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总 则 1](#_Toc7363637)

[2 术 语 2](#_Toc7363638)

[3 基本规定 3](#_Toc7363639)

[4 性能要求 4](#_Toc7363640)

[4.1 一般规定 4](#_Toc7363641)

[4.2 系统架构 4](#_Toc7363642)

[4.3 管理系统 4](#_Toc7363643)

[4.4 供电单元 6](#_Toc7363644)

[4.5 受电单元 9](#_Toc7363645)

[4.6 接口 11](#_Toc7363646)

[4.7 安全性与可靠性 12](#_Toc7363647)

[5 工程设计 15](#_Toc7363648)

[5.1 一般规定 15](#_Toc7363649)

[5.2 供配电系统 15](#_Toc7363650)

[5.3 安全防护 15](#_Toc7363651)

[5.4 测量 16](#_Toc7363652)

[5.5 保护电器选择 16](#_Toc7363653)

[5.6 布线系统 17](#_Toc7363654)

[5.7 防雷接地 18](#_Toc7363655)

[6 安装和调试 19](#_Toc7363656)

[6.1 一般规定 19](#_Toc7363657)

[6.2 安装 19](#_Toc7363658)

[6.3 调试 20](#_Toc7363659)

[7 验收 21](#_Toc7363660)

[7.1 一般规定 21](#_Toc7363661)

[7.2 现场检验 21](#_Toc7363662)

[8 运行和维护 23](#_Toc7363663)

[附录A 以太网供电照明系统 24](#_Toc7363664)

[本规程用词说明 25](#_Toc7363665)

[引用标准名录 26](#_Toc7363666)

[附：条文说明 27](#_Toc7363666)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc7363637)

[2 Terms 2](#_Toc7363638)

[3 Basic Requirements 3](#_Toc7363639)

[4 Performance Requirements 4](#_Toc7363640)

[4.1 General Requirements 4](#_Toc7363641)

[4.2 System Composition 4](#_Toc7363642)

[4.3 Management System 4](#_Toc7363643)

[4.4 Power Supply Unit 6](#_Toc7363644)

[4.5 Power Receiving Unit 9](#_Toc7363645)

[4.6 Connection 11](#_Toc7363646)

[4.7 Safety, Security and Reliability 12](#_Toc7363647)

[5 System Design 15](#_Toc7363648)

[5.1 General Requirements 15](#_Toc7363649)

[5.2 Power Supply and Distribution System 15](#_Toc7363650)

[5.3 Protection 15](#_Toc7363651)

[5.4 Mesurement 16](#_Toc7363652)

[5.5 Select of Electrical Apparatus 16](#_Toc7363653)

[5.6 Wiring System 17](#_Toc7363654)

[5.7 Earthing for Lightening 18](#_Toc7363655)

[6 Installation and Commissioning 19](#_Toc7363656)

[6.1 General Requirements 19](#_Toc7363657)

[6.2 Installation Requirements 19](#_Toc7363658)

[6.3 Commissioning Requirements 20](#_Toc7363659)

[7 Acceptance 21](#_Toc7363660)

[7.1 General Requirements 21](#_Toc7363661)

[7.2 Field Inspection 21](#_Toc7363662)

[8 Operation and Maintenance 23](#_Toc7363663)

[Appendix A Lighting System Powerd over Ethernet 24](#_Toc7363664)

[Explanation of Wording in This Specificati 25](#_Toc7363665)

[List of Quoted Standards 26](#_Toc7363666)

[Addition：Explanation of Provisions](#_Toc532370976) **[27](#_Toc532370976)**

# 总 则

1. 为贯彻国家技术经济政策，规范直流照明系统的设计、施工、调试、验收及运行和维护，达到保证工程质量的目的，制定本规程。
2. 本规程适用于1.5kV及以下直流照明系统的设计、施工、验收及运行和维护。
3. 直流照明系统的设计、施工、调试、验收及运行和维护除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术语

**2.0.1** 直流照明系统 DC lighting system

采用直流供配电技术的照明系统。通常由直流照明管理系统、供电单元、受电单元等组成。

**2.0.2** 直流照明管理系统 DC lighting management system

直流照明系统中进行总体配置、管理和控制的系统，通称管理系统。

**2.0.3** 直流集中控制柜DC cabinet

将外部供电电源集中转化为所需的直流电，并对直流输出进行管理控制保护的设备。

**2.0.4** 供电单元 power supply unit

对外部供电进行电源变换，并输出负载需要的直流电的单元。

**2.0.5** 受电单元 power receiving unit

由供电单元提供电能进行工作的单元，通常由驱动、LED光源等组成。

**2.0.6** 以太网供电 power over ethernet

PoE交换机向通过以太网线连接的终端传输数据信号的同时，还能为此类设备提供直流安全特低电压的供电方式，也称为PoE供电。

**2.0.7** 直流回路DC circuit

从直流母线引出，由配电保护装置、配电导线、直流负荷等构成的通路，简称“回路”。

**2.0.8** 直流母线 DC busbar

直流汇聚的铜母排(低阻抗导体)，可以在其上分开的各点，接入若干个直流回路，并与其他不同电压级别的母线相互隔离。

**2.0.9** 直流LED驱动 DC driver for LED

为LED模块提供额定电压或电流的装置。

**2.0.10** 直流LED灯具 LED lumimaire powerd by DC

指输入电压为直流的LED灯具。

# 基本规定

**3.0.1**直流照明系统设计应采用符合现行国家标准的安全、节能、绿色环保的产品。

**3.0.2**直流照明系统的设计与选型应根据使用场所对照明的功能要求、系统性能特点、管理需求和建设条件等因素综合确定。

**3.0.3**直流照明系统的各设备及相关软件应相互兼容。

# 性能要求

## 一般规定

* + 1. 系统应具有安全性、可靠性、兼容性、开放性和可拓展性。
    2. 系统应能根据功能需求对相关设备进行监控和管理。
    3. 系统基本控制功能均应能通过手动实现。

## 系统架构

* + 1. 直流照明系统应由供电单元、受电单元构成，根据需要可增加管理系统（图4.2.1）。 

图4.2.1 直流照明系统架构示意图

注：图中管理系统及虚线为非必选项。

* + 1. 供电单元输入可为直流输入、交流输入和交直流混合输入。系统供配电保护应设置在供电单元中。
    2. 管理系统宜包括电能管理系统和照明管理系统。
    3. 电能管理系统应能对系统内各电气设备进行集中管理，也可对受电单元直接管理。

## 管理系统

I 电能管理系统

* + 1. 电能管理系统应能实现电气参数监控及用电能耗管理等功能。
    2. 电能管理系统应包括数据采集层、数据管理层和综合应用层等。
    3. 系统采集的参数宜包括交直流模拟量、状态量、事件记录数据、实时电能数据等。
    4. 系统数据管理应符合下列规定：

**1** 应能根据功能需求进行数据分类统计、计算；

**2** 应支持数据综合查询，并宜提供组合条件方式查询相应的数据；

**3** 应进行统一的数据管理和维护；

**4** 应能根据需求设置数据存储时间。

* + 1. 综合应用层应包括电能管理、电能质量分析、报表管理、故障预警及分析、权限管理等。
    2. 电能管理应包括电能计量、统计分析、电能目标设定等。
    3. 电能质量分析应包括电压偏差、电压谐波畸变率、电流谐波的统计。
    4. 系统应具备报表管理功能，并应符合下列规定：

**1** 应提供电子制表功能；

**2** 应能根据用户需求在线建立和修改报表格式和内容；

**3** 应能根据用户需要的数据分类方式生成不同的报表。

* + 1. 系统应具备故障预警及分析功能，并应符合下列规定：

**1** 应能根据项目需求设置预警时间，并应在设备发生故障前预警时间内及时预报设备的异常状况；

**2** 应能自动向指定人员发送故障预警信息；

**3** 故障分析应能辨识故障原因及故障类型。

* + 1. 系统应能对其用户进行分级权限管理。

II 照明管理系统

* + 1. 照明管理系统应提供与其他系统协调适配的通用接口及协议。
    2. 照明管理系统应能对灯具、传感器参数、通信参数、运行参数进行配置。
    3. 照明管理系统应具备下列控制功能：

**1** 应能进行单灯或分区、分组控制；

**2** 应能实时监测系统工作状态和灯具的运行状态；

**3** 应能进行灯具开关和调光控制；

**4** 应能进行照明场景预设；

**5** 应能实现自动控制；

**6** 应能采集和存储电源信息、告警信息、回路状态、运行模式等重要运行数据；

**7** 宜能进行灯具光色调节；

**8** 宜能计算日落、日出时间，并可自动用于智能控制开关灯时间；

**9** 宜能远程进行预设方案调整。

* + 1. 照明管理系统应具备下列管理功能：

**1** 应能对亮灯率、灯具的工作状态、用能情况进行统计分析；

**2** 应能进行历史记录管理、存档及统计分析，并应能提供与系统有关的实时或历史数据报表；

**3** 应能进行用户管理和权限设置。

* + 1. 照明管理系统的故障管理功能应符合下列规定：

**1** 应具备故障检测、诊断及报警功能；

**2** 应具备重要系统参数掉电存储功能；

**3** 应能根据预设方案处理系统故障；

**4** 应能进行系统故障信息统计分析。

* + 1. 照明管理系统界面应符合下列规定：

**1** 应具备中文界面及管理系统导航功能；

**2** 应能显示系统工作状态和运行模式；

**3** 宜能显示设备地理信息。

## 供电单元

I 电源供电

* + 1. 供电单元应包括本地控制中心单元、输入配电及保护单元、直流转换单元和直流输出配电及保护单元等（图4.4.1）。

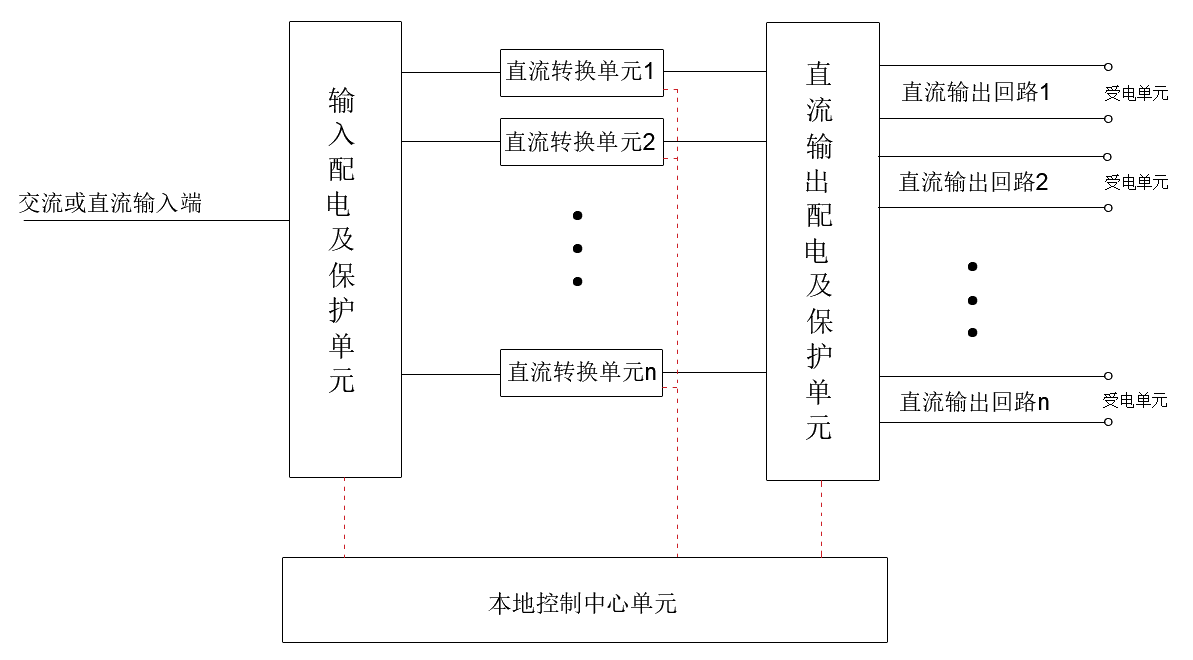


图4.4.1 供电单元组成示意图

* + 1. 供电单元应能对输入的交流、直流或交直流混合供电进行处理，并应输出直流电压。
    2. 本地控制中心单元应符合下列规定：

**1** 应具备对输入、输出配电及保护单元和直流转换单元的工作、环境、绝缘等参数进行实时监测及控制的功能；

**2** 宜具备远程数据接口，并可将数据上报至电能管理系统；

**3** 界面显示应包括输入电压、电流、功率，直流输出母线电压、各输出回路电压、电流、各电源模块运行状态、当前母线绝缘状态、环境温湿度等实时信息；

**4** 对模拟信号的监测误差不应大于±1%，状态信号监测周期不应大于1s，异常报警信号监测周期不应大于0.5s。

* + 1. 输入配电及保护单元应符合下列规定：

**1**输入配电单元应设置进线断路器，各直流转换单元（整流电源模块）的输入端应单独设置断路器；

**2**输入端应装有浪涌保护装置，并应能承受电压脉冲（10/700us,5kV）和电流脉冲（8/20us,20kA）的冲击；

**3** 柜内带电导体之间、带电导体与裸露的不带电导体间的电气间隙和爬电距离应符合表4.4.4的规定。

表4.4.4 电气间隙与爬电距离要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 额定绝缘电压Ui、额定工作电压交流均方根值或直流（V） | 电气间隙（mm） | 爬电距离（mm） |
|
| Ui≤50 | 0.8 | 1.9 |
| 50＜Ui≤100 | 1.5 | 2.2 |
| 100＜Ui≤150 | 3.0 | 2.5 |
| 150＜Ui≤300 | 5.5 | 5.0 |
| 300＜Ui≤600 | 8.0 | 10 |
| 600＜Ui≤1000 | 14 | 16 |

* + 1. 直流转换单元应符合下列规定：

**1** 输出电压等级宜为DC48V、DC220V或DC375V，且电压输出可调范围不应小于±20%；

**2** 直流转换单元应相互隔离，其杂音电压、反灌纹波电压等应符合现行国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826的相关规定；

**3** 直流转换单元的冗余备份应符合表4.4.5-1的规定。

表4.4.5-1 直流转换单元的冗余备份要求

|  |  |
| --- | --- |
| 照明负荷等级 | 冗余单元数/系统需要的单元数 |
| 一级 | ≥1/1 |
| 二级 | ≥1/3 |
| 三级 | ≥1/5 |

**4** 直流转换单元的稳压精度和稳流精度应为±1%以内，纹波因数不应大于0.5%。

**5**多个直流转换单元并机工作时，各单元应能按比例均分负载，并应符合下列规定：

**1）**各单元平均输出电流不小于额定电流值的1/2时，其均流不平衡度不应大于±5％；

**2）**系统直流转换单元发生故障时，应能自主均流；

**3）**单个直流转换单元出现异常时，不应影响系统的正常工作。

**6** 直流转换单元的转换效率及功率因数不应低于表4.4.5-2规定的限值。

表4.4.5-2 直流转换单元的转换效率及功率因数限值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单模块功率P（kW） | 负载比例（%） | 功率因数\* | 效率（%） | | |
| 1级 | 2级 | 3级 |
| P≤3 | 100 | 0.96 | 94 | 92 | 90 |
| 75 | 0.94 | 92 | 89 | 84 |
| 50 | 0.90 | 89 | 86 | 81 |
| P＞3 | 100 | 0.98 | 96 | 93 | 90 |
| 75 | 0.96 | 94 | 90 | 86 |
| 50 | 0.94 | 91 | 88 | 83 |

注：\*表示交直流转换的功率因数。

* + 1. 直流输出配电及保护单元，应符合下列规定：

**1** 应具有直流过压和欠压保护功能；

**2** 应具有直流正负母线绝缘监测和越限告警功能；

3 应选用熔断器或直流断路器等双极过流保护器件；

**4** 直流母排应套热缩套管，并应在醒目处设置警告标志；

**5** 设备内的器件和材料应采用阻燃材料；

**6**室外场所输出端直流母线应装有浪涌保护装置，并应能承受电压脉冲（10/700us,5kV）和电流脉冲（8/20us,20kA）的冲击；

**7** 不接地系统的直流输出端应有“不能接地”的明显标识。

* + 1. 额定电压运行时，直流母线电压应维持在额定电压的85%~110%。
    2. 集中控制柜应符合现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备 第1部分: 型式试验和部分型式试验成套设备》GB 7251.1等标准的相关规定。
    3. 集中控制柜内交直流线混合布置时应符合下列规定：

**1** 直流线缆、交流线缆和地线应分别走线布置、分开绑扎；

**2** 直流回路与交流回路布置时宜布置在不同区域。

* + 1. 集中控制柜内应采用符合国家现行标准的阻燃型线缆。

II 以太网供电

* + 1. 以太网供电宜采用以太网交换机作为供电单元。
    2. 以太网交换机应符合国家CCC认证的要求。
    3. 以太网交换机供电参数应符合下列规定：

1 输出电压范围不应大于44V~57V；

2 输出电流应为300mA、600mA或960mA；

3 输出功率应按15W、25W、45W、60W、75W，90W分级。

* + 1. 输出电流的纹波因数不应大于0.5%。
    2. 以太网交换机的安全防护应符合下列规定：

1 安全等级应符合ES1的要求；

2 应配置浪涌防护装置；

3 应采取相应措施避免人员直接接触到交换机的裸露带电部分。

* + 1. 以太网交换机应能向受电单元提供以太网供电协议，并应能通过握手协议保证交换机和受电单元的安全上电、供电和故障检测。
    2. 供电单元的供电过程应分为受电单元检测、输出功率分级、上电、供电、监控、停止供电等阶段，并应符合下列规定：

**1** 供电单元应能检测受电单元的接入情况；

**2** 供电单元应能根据受电单元的功率进行输出功率分级；

**3** 进行受电单元检测匹配后，供电单元应能对受电单元进行持续供电；

**4** 供电过程中，系统应能实时监测供电情况；

**5** 受电单元断开时，供电单元应能即时关闭端口输出电压。

## 受电单元

I 驱动

* + 1. 驱动应符合现行国家标准《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。
    2. 驱动宜将末端设备参数传输至供电单元，也可将传感器参数信息传输至照明管理系统。
    3. 直流驱动的能效不应低于3级，且各能效等级对应的满载效率和待机功率限值应符合表4.5.3的规定。

表 4.5.3 直流驱动能效限值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 功率（P）范围  （W） | 满载效率  （%） | 待机功率  （W） |
| 1级 | P≤5 | ≥85 | ≤0.5 |
| 5＜P≤25 | ≥88 | ≤1 |
| 25＜P≤5 | ≥91 | ≤1 |
| P＞75 | ≥94 | ≤2 |
| 2级 | P≤5 | ≥82 | ≤0.8 |
| 5＜P≤25 | ≥85 | ≤1.5 |
| 25＜P≤75 | ≥88 | ≤1.5 |
| P＞75 | ≥91 | ≤3 |
| 3级 | P≤5 | ≥75 | ≤1 |
| 5＜P≤25 | ≥80 | ≤2 |
| 25＜P≤75 | ≥85 | ≤2 |
| P＞75 | ≥88 | ≤3 |

* + 1. 恒流型驱动模块的电气参数应符合下列规定：

**1** 在额定工作条件下，LED驱动输出电流与标称值的偏差不应大于±5%；

**2** 当输入电压在额定值的90%~110%范围内波动时，输出电流与标称值的偏差不应大于5%；

**3** 在工作负载允许范围内，输出电流纹波不应大于输出电流有效值的±10%；

**4** 额定工作条件下，输出电流的过冲幅度不应大于10%；

**5** 额定工作条件下，线路总功率不应大于标称值的110%。

* + 1. 恒压型驱动应符合下列规定：

**1** 额定工作条件下，输出电压的偏差不应大于标称值5%；

**2** 当输入电压在额定值的90%~110%范围内波动时，输出电压与标称值的偏差不应大于3%；

**3** 额定工作条件下，输出电压的过冲幅度不应大于10%。

* + 1. 驱动应能满足使用场所的环境温度、湿度、腐蚀性、抗风、防雷等环境适应性要求。
    2. 室外用独立式驱动防护等级不应低于IP65。
    3. 驱动的平均无故障工作时间不应低于50000h，连续工作30000h的失效率不应大于5%。
    4. 应具备短路保护等故障防护功能。
    5. 当采用以太网供电时，驱动尚应符合下列规定：

**1** 应能接受以太网供电交换机输出的直流电源，并输出满足照明光源需求的供电驱动电压；

**2** 应符合现行国家标准《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中对III类控制装置的相关要求。

II 灯具

* + 1. 灯具性能应符合现行国家标准《LED室内照明应用技术要求》GB/T 31831、《LED道路照明应用技术要求》GB/T 31832、《普通照明用LED模块 性能要求》GB/T 24823等的相关规定。
    2. 照明灯具应满足使用场所的环境温度、湿度、腐蚀性、抗风、防雷等环境适应性要求。
    3. 灯具能效应符合相关能效标准的节能评价值。
    4. LED照明灯具在标称的额定电源电压下工作时，灯具实际消耗的功率与标称功率的偏差不应大于10%。
    5. LED照明灯具的平均寿命不应低于25000h。
    6. 灯具宜预留通信接口。
    7. 采用以太网供电时，LED灯具尚应符合III类灯具的相关要求。

## 接口

I 电气接口

* + 1. 直流接口应具有区别于交流接口的明显标识，并应符合下列规定：

**1** 应具有防反接、错接和松脱的措施；

**2** 接口具有明显的正负极，有接地需求的应有明显的地线标识，线缆应使用不同颜色区分；

**3** 接口应满足相应直流电压等级的爬电和绝缘要求。

* + 1. 接地端子应符合下列规定：

**1**  I类灯具应具备接地端子，并有明显标记；

**2** 对有接地需求的灯具，接线时应先连接地线。

* + 1. 采用以太网供电时，尚应符合下列规定：

1应采用符合五类线及以上要求的以太网线缆和RJ45连接器连接以太网供电交换机和LED灯具；

**2** RJ45端口和接头应符合现行国家标准《频率低于3MHz的印制板连接器 第7部分：有质量评定的具有通用插合特性的8位固定和自由连接器详细规范》GB/T 15157.7的相关要求；

**3** 以太网供电连接方式应符合下列规定：

1）应用空闲脚供电时，4、5脚连接应为正极，7、8脚连接应为负极；

2）应用数据脚供电时，应将直流电压加在传输变压器的中点，且不应影响数据的传输，线对1、2和线对3、6可为任意极性；

3）供电单元不应同时采用空闲脚供电和数据脚供电；

4）受电单元的接口应能同时满足空闲脚供电和数据脚供电的要求。

II 通信接口

* + 1. 管理系统、供电单元和受电单元之间宜具备通信功能。
    2. 管理系统与供电单元之间宜采用基于ModBus（TCP/IP）的网络通信协议。
    3. 供电单元与受电单元之间的通信可采用基于电力线载波、以太网通信、0-10V、RS485或无线等方式。
    4. 直流照明系统宜预留与其他系统的通信接口。

## 安全性与可靠性

I 电气

* + 1. 直流照明控制装置应符合现行国家标准《灯的控制装置 第1部分：一般要求和安全要求》GB 19510.1和《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的相关规定。
    2. 系统应能承受开路试验电压为2.0kV的浪涌（冲击）抗扰度试验。
    3. 集中控制柜和控制装置的谐波电流不应大于表4.7.3规定的限值。

表 4.7.3 集中控制柜和控制装置的谐波电流限值

|  |  |
| --- | --- |
| 谐波次数 | 谐波电流（%） |
| 2 | 2 |
| 3 | 30·λ |
| 5 | 10 |
| 7 | 7 |
| 9 | 5 |
| 11≤n≤39 | 3 |

注：1 λ为电路功率因数；

2 n为正奇数。

* + 1. 集中控制柜、控制装置及灯具的无线电骚扰不应大于表4.7.4-1~表4.7.4-3规定的限值。

表 4.7.4-1 骚扰电压限值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 端子类别 | 频率*f* | 骚扰电压限值dB（μV） | |
| 准峰值 | 平均值 |
| 电源端子 | 9kHz≤*f*＜50kHz | 110 | - |
| 50kHz≤*f*＜150kHz | 90~80a | - |
| 150kHz≤*f*＜0.5MHz | 66~56 a | 56~46 a |
| 0.5MHz≤*f*＜5.0MHz | 56 | 46 |
| 5.0MHz≤*f*≤30MHz | 60 | 50 |
| 负载端子 | 150kHz≤*f*＜0.5MHz | 80 | 70 |
| 0.5MHz≤*f*＜30MHz | 74 | 64 |
| 控制端子 | 150kHz≤*f*＜0.5MHz | 84~74 a | 74~64 a |
| 0.5MHz≤*f*≤30MHz | 74 | 64 |

注： a表示限值随着频率的对数增加而线性递减。

表 4.7.4-2 9kHz~30MHz频率范围内的辐射骚扰限值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 频率*f* | 不同直径环形天线的限值dB（μA） | | |
| 2m | 3m | 4m |
| 9kHz≤*f*＜70kHz | 88 | 81 | 75 |
| 70kHz≤*f*＜150kHz | 88~58a | 81~51a | 75~45a |
| 150kHz≤*f*＜3.0MHz | 58~22a | 51~15a | 45~9a |
| 3.0MHz≤*f*≤30MHz | 22 | 15~16b | 9~12 b |

注：1 a表示限值随着频率的对数增加而线性递减；

2 b表示限值随着频率的对数增加而线性递增。

表 4.7.4-3 30MHz~300MHz频率范围内的辐射骚扰限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 频率*f* | 准峰值限值dB（μV） | |
| 3m | 10m |
| 30MHz≤*f*＜230MHz | 40 | 30 |
| 230MHz≤*f*≤300MHz | 47 | 37 |

注：2m和3m两种距离均可用于证实符合性。

* + 1. 集中控制柜的电压暂降、暂时中断和电压变化的抗扰度试验应符合现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验》GB/T 17626.11的规定。
    2. 集中控制柜、控制装置及灯具的电磁兼容抗扰度应符合现行国家标准《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595的规定。
    3. 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验应符合现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验》GB/T 17626.13的规定。
    4. 以太网交换机的安全性能尚应符合现行国家标准《信息技术设备 安全 第1部分：通用要求》GB 4943.1的相关规定。

II 网络安全

* + 1. 直流照明系统应具备权限管理功能，并应符合下列规定：

**1** 应由建设方提出访问控制策略，不应默认账户的访问权限；

**2** 应授予客户完成各自职责所需的最小权限，并应形成相互制约的关系；

**3** 进入网络连接时，应设置身份认证、访问控制等安全措施；

**4** 应部署病毒防护软件，应覆盖至每一台计算机、服务器。

* + 1. 直流照明系统宜采用集中管理，并应符合下列规定：

**1** 对网络链路、安全设备、网络设备和服务器等运行状况应进行集中检测；

**2** 对安全策略、恶意代码、补丁升级等安全相关事项应进行集中管理；

**3** 对分散在各个设备上的审计数据应进行收集汇总和集中分析。

* + 1. 直流照明系统应具有统一的时钟源。
    2. 在需要使用无线网络时，应确保无线网络通过受控的边界防护设备可以接入内部网络。
    3. 系统的安全保护能力应符合现行国家标准《信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求》GB/T 22239中第三级的规定。

# 工程设计

## 一般规定

* + 1. 供电单元输出电压等级宜按表5.1.1设置。

表5.1.1供电单元输出电压等级

|  |  |
| --- | --- |
| 优选值（V） | 48、220、375 |
| 备选值（V） | 24、30、36、110、240、336、400、750 |

* + 1. 直流配电系统电压等级的确定应简化电压等级、减少变压层次，并宜考虑供电半径、新能源的便利接入。
    2. 直流配电保护应按直流特性选择相应的保护电器。
    3. 以太网供电照明系统的设计宜参照附录A进行。

## 供配电系统

* + 1. 直流供电电压宜根据照明安装功率选定，并宜符合表5.2.1的规定。

表5.2.1 母线电压对应直流回路功率推荐值

|  |  |
| --- | --- |
| 电压等级(V) | 单回路功率*P*(kW) |
| 48 | *P*≤0.5 |
| 220 | 0.5＜*P*≤11 |
| 375 | 11＜*P*≤20 |
| 750 | 20＜*P*≤40 |

注：功率计算的基准环境温度按照﹢25℃，最高允许温度按照﹢50℃考虑。

* + 1. 直流配电宜采用集中辐射形或分层辐射形供电方式。
    2. 直流集中控制柜宜设置在直流负荷中心。
    3. 从供电单元输入端到受电单元之间的配电环节不宜超过3级。
    4. 整流器机架、直流配电设备内部的经常操作区域与非经常操作区域应设置隔离措施。
    5. 直流集中控制柜前后应留有检修通道，并应铺设绝缘地垫。
    6. 道路照明直流供配电系统标称电压宜采用220V 或375V 。

## 安全防护

* + 1. 系统的安全防护应设置过电流保护、电击防护、热效应防护、过电压防护和电磁干扰防护。
    2. 每个直流供电回路起始端均应装设直流过负荷及短路保护电器作为过电流防护措施，过负荷保护和短路保护功能可集合在同一个保护电器中或保护装置中。
    3. 直流熔断器或直流断路器的额定电压应与直流标称电压相适应。
    4. 直流装置馈线侧总开关和母线分段开关均应采用直流断路器。
    5. 配电线路装设的上下级保护电器的动作特性应具有选择性，且各级之间应能协调配合，非重要负荷的保护电器，可采用部分选择或无选择性切断。
    6. 直流电击防护应根据场所的环境和系统接地形式采取相应的基本防护和故障防护措施，必要时还应设附加防护措施。
    7. 系统宜采用IT接地系统。
    8. IT系统应在正负母线上安装绝缘监测装置，实时监测线路绝缘状态。
    9. 当采用自动切断电源作为故障防护措施时，特低电压ELV的标称电压最高限值为120V。
    10. 直流照明供电回路应采取防止直流故障电流引起的电气火灾的措施。
    11. 直流照明供电回路宜配置电弧故障保护措施。
    12. 直流照明系统应采取防暂时过电压和大气过电压或操作过电压措施。

## 测量

* + 1. 直流电压表宜装设在直流柜母线、直流分配电柜母线上。
    2. 直流电流表宜根据需要装设在输出回路上。
    3. 测量表计准确精度不应低于1.0级。
    4. 直流电源系统重要故障信号宜采用干接点输出。

## 保护电器选择

* + 1. 直流保护电器额定电压不应小于回路的最高工作电压，额定电流应大于等于回路计算电流，断流能力应满足装设位置直流电源系统最大预期短路电流的要求。
    2. 直流断路器应具有瞬时电流速断和反时限过电流保护，当不满足选择性保护配合时，可增加短延时动作保护。
    3. 直流断路器、隔离开关宜配置辅助触点，直流断路器宜增加报警触点。
    4. 当直流断路器采用短路短延时保护时，其额定短时耐受电流应大于装设地点的最大短路电流。
    5. 各级断路器的保护动作电流和动作时间应满足上、下级选择性配合要求，且应有足够的灵敏度。
    6. 直流照明系统采用直流电源对地绝缘（IT系统）时，其绝缘监测装置应符合下列规定：

1 绝缘监测装置故障及损坏时应不影响系统带载工作；

2 绝缘监测装置应具备与监控模块通信功能，当系统发生接地故障或绝缘水平下降到设定值时，应能显示接地极性并能发出告警；

3 应用于室外时，宜配备室外线路故障定位仪。

* + 1. 室内直流集中控制柜防护等级不应低于IP20，当与交流配电柜布置在同一空间时，其防护等级应与交流配电柜一致。
    2. 选择的直流集中控制柜及柜内元件应符合现行国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826的有关规定。

## 布线系统

* + 1. 直流照明系统的电缆设计应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217的有关规定。
    2. 电缆长期允许载流量应大于回路最大工作电流。
    3. 最大工作电流作用下的缆芯温度，不应超过按电缆使用寿命确定的允许值。
    4. 集中控制柜与直流负荷之间的电缆允许电压降应按出口端最低计算电压值和负荷本身允许最低运行电压值之差选取，且不宜大于直流电源系统标称电压的6%。若电压降不符合要求，应采取相应措施。
    5. 干线线缆最大敷设长度应满足设备正常运行的需求。
    6. 消防负荷所用电缆应选用耐火电缆，其他负荷所用电缆宜选用阻燃电缆。
    7. 直流供电回路宜采用两芯线缆，也可采用单芯线缆。以太网供电时，应采用以太网线缆。
    8. 直流电源线正极标色应为棕色、负极标色应为蓝色、地线标色应为黄绿相间色；以太网供电时以太网线缆的颜色符合以太网线缆颜色要求。
    9. 以太网供电时，以太网供电交换机宜放置在天花板上，也可放置在通信机房内。

## 防雷接地

* + 1. 直流柜应设有保护接地，接地处应有防锈措施及明显标志，直流柜底部应设置接地铜排，截面积不应小于100mm2。
    2. 接地点应采用直径不小于M8的铜螺母，接地线线径应不小于16mm2。
    3. 配电部分外壳、所有可触及的金属零部件与接地螺母间的电阻不应大于0.1Ω。
    4. 系统防雷尚应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057的相关规定。

# 安装和调试

## 一般规定

* + 1. 系统的安装和调试应符合国家现行有关标准的规定。
    2. 安装后系统运行功能和性能应符合设计要求。
    3. 系统现场安装和调试应有书面记录。
    4. 系统安装完成后，应进行系统调试。

## 安装

* + 1. 系统设备在安装前应进行全数检查，检查的项目及要求应符合下列规定：

**1** 检查设备型号规格型号应符合设计要求，设备外观无破损和变形现象；

**2** 检查电气设备固定牢固、接线牢固可靠、标识清晰；

**3** 检查电器开关、旋钮的活动器件活动灵敏自如；

**4** 内部仪表、灭弧罩、瓷件等应无裂纹或伤痕；

**5** 附件应齐全、完好；

**6** 检查设备出厂检验合格证、使用说明书、电器接线图等是否齐全。

* + 1. 系统的接线应符合下列规定：

**1** 系统所用线缆规格、颜色、数量等应符合工程合同、设计文件、设计材料清单的要求，材料清单或设计变更时，应有更改审核单；

**2** 布线和接线正确，不应有碰地、短路、开路、虚接等情况；

**3** 系统应保证地线连接可靠。

* + 1. 直流配电各回路应便于区分标识以及接线操作，结构清晰。
    2. 系统安装应确保安全操作，并应符合下列规定：

**1** 应办理停电手续，进行挂载设备安装时，应手动将电源停电并断开跌落保险；

**2** 应对已停电的电源进行验电，并应在确认无电后进行工作；

**3** 应有专人安全监护，应执行正确接线顺序，戴手套，使用绝缘工具，并应站在绝缘垫（台）上；

**4** 安装结束，恢复供电前，应检查设备，且设备内不应残留导线（头）、螺钉、工具等物件。

* + 1. 在充分利用空间的前提下，应考虑设备安装、维护、扩容的需要并预留合理的操作空间和设备进出通道。
    2. 系统施工安装完成后，应对完成的分项工程逐项进行自检，并应在自检全部合格后，再进行分项工程验收。

## 调试

* + 1. 应根据设计说明的要求进行逐项调试。
    2. 管理系统的调试应符合下列规定：

**1** 电源指示信号应正确；

**2** 具备电压、电流测试功能的设备应显示正确；

**3** 应对交流输入、直流输出及配电状态监控功能进行确认；

**4** 可通过通信接口与上级主站进行连接通信，实现远程监控；

**5** 应能对系统运行方式进行设定，并应能进行手动与自动控制；

**6** 系统断电时应能进行参数保持；

**7** 系统时钟应与标准时间一致。

* + 1. 系统防护的调试应符合下列规定：

**1** 具备自动保护电路的设备进行保护测试时应能准确动作；

**2** 采用IT系统时，系统直流输出应与地、机架、外壳电气隔离，正、负极均不应接地且所有正负极排必须套上标明正负极的热缩套管；

**3** 系统应具备应急开关功能，应急开关应保证灯是常亮或部分亮灯；

**4** 模拟接地故障或绝缘水平下降到设定值时，绝缘监测装置应正确发出信号并具备远程报警功能；

**5** 当直流母线电压高于上限或低于下限设定值时，控制装置应能发出报警信号。

* + 1. 系统照明效果的调试应符合下列规定：

**1** 各回路手动开关或自动开关时，灯具响应应正确；

**2** 各回路手动调光或自动调光时，灯具响应应正确；

**3** 各场所照明调节至各预设场景时，照明水平应符合设计值的要求。

# 验收

## 一般规定

* + 1. 系统的验收应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303和现行行业标准《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89的规定。
    2. 系统设备进场时应核查产品合格证和检验报告，并应进行现场抽检。
    3. 系统调试合格后，施工单位应向建设单位提出申请验收，申请验收应提供相关文件。
    4. 系统各组件的安装位置、施工质量、系统功能应符合设计要求。

## 现场检验

* + 1. 检验内容应包括设备、外部接线、系统性能、通电试运行及照明效果等。
    2. 设备的检验应符合表7.2.2的规定。

表7.2.2 设备检验表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
| 1 | 设备清单，附件 | 6.2.1 | 现场检查 |
| 2 | 外观检查 | 6.2.1 | 现场检查 |
| 3 | 标识检查 | 6.2.1 | 现场检查 |
| 4 | 出厂检验合格证检查 | 6.2.1 | 现场检查 |
| 5 | 设备内部电气连线可靠性 | 6.2.1 | 现场检测 |
| 6 | 电气开关检查 | 6.2.1 | 现场检测 |
| 7 | 电源停电检查 | 6.2.4 | 万用表现场检测 |
| 8 | 绝缘防护检查 | 6.3.3 | 绝缘电阻测试仪现场检测 |

* + 1. 外部接线的检验应符合表7.2.3的规定。

表7.2.3 外部接线检验表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
| 1 | 检查接线正确与否 | 6.2.2 | 现场检查+万用表现场检测 |
| 2 | 检查接地是否可靠 | 6.2.2 | 接地表现场检测 |

* + 1. 系统性能的检验应符合表7.2.4的规定。

表7.2.4 系统性能检验表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 技术要求 | 试验方法 |
| 1 | 电源通电指示 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 2 | 电压电流输出 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 3 | 应急开关灵敏性 | 6.3.3 | 现场检查、检测 |
| 4 | 回路开关灯响应 | 6.3.4 | 现场检查、检测 |
| 5 | 调光响应 | 6.3.4 | 现场检查、检测 |
| 6 | 各场景照明水平 | 6.3.4 | 现场检测 |
| 7 | 系统时间 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 8 | 系统参数断电保持检查 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 9 | 系统故障报警功能检查 | 6.3.3 | 现场检查、检测 |

* + 1. 检验抽样应符合现行国家标准《绿色照明检测及评价标准》GB/T 51268的规定。
    2. 照明控制效果的检验应符合下列规定：

**1** 应按照明设计要求进行照明控制效果的检验；

**2** 系统具备调光功能时，应对不同调光状态下的照明控制效果进行检验；

**3** 检验方法应符合现行国家标准《采光测量方法》GB/T 5699和《照明测量方法》GB/T 5700等的规定。

# 运行和维护

**8.0.1** 应制定系统运行和维护手册，并应符合下列规定：

**1** 应指定专人进行系统管理；

**2** 应每日观察管理系统上报数据是否正常；

**3** 系统故障报警时应及时安排检修人员到现场处理故障；

**4** 每月应至少到设备现场检查一次设备状态；

**5** 应做好设备检查记录。

**8.0.2** 每年应检查照明系统设备的运行状态，检查项目应符合表8.1.2的规定。

表8.1.2 设备年度检查表

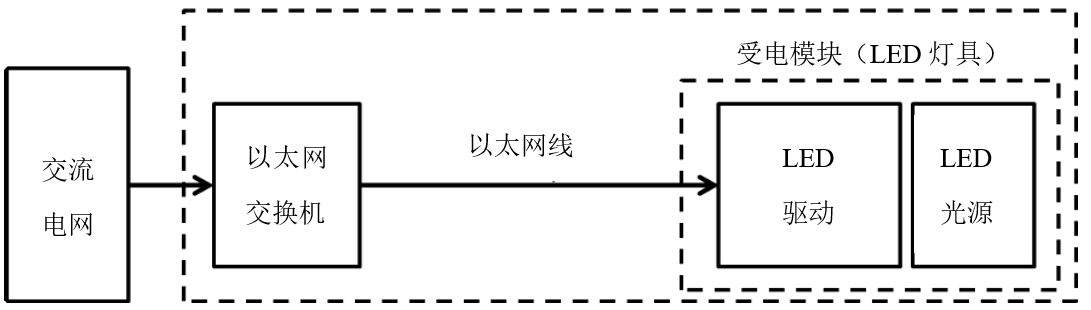
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | 技术要求 | 试验方法 |
| 1 | 停电检查设备开关电气可靠性 | 6.2.1 | 现场检查、检测 |
| 2 | 停电检查导线连接可靠性 | 6.2.2 | 现场检查、检测 |
| 3 | 接地 | 6.2.2 | 接地表现场检测 |
| 4 | 电源通电指示灯 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 5 | 应急开关灵敏性 | 6.3.3 | 现场检查、检测 |
| 6 | 电压电流输出 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 7 | 回路开关灯 | 6.3.4 | 现场检查、检测 |
| 8 | 调光响应 | 6.3.4 | 现场检查、检测 |
| 9 | 系统经纬度时间 | 6.3.2 | 现场检查、检测 |
| 10 | 系统参数数值 | / | 现场检查、检测 |
| 11 | 检查故障报警功能 | 6.3.3 | 现场检查、检测 |

**8.0.3** 系统运行期间，应对操作人员的权限进行管理和记录。

**8.0.4** 系统运行记录应定期进行备份，且备份周期宜为半年到一年。

# 附录A 以太网供电照明系统

**A.0.1**以太网供电智能照明系统应包括以太网供电单元和受电单元等，其中受电单元应包括驱动及LED光源等（图A.0.1）。



图A.0.1 以太网供电智能照明系统架构示意图

**A.0.2** 以太网供电智能照明系统应具备下列功能：

**1**应能对灯具、通信参数、运行参数进行配置管理，宜能对传感器参数进行配置管理；

**2** 应能对灯具进行开关、调光等控制；

**3**应能实现分区、分组及单灯控制；

**4** 应能进行照明系统能耗情况进行统计分析；

**5** 应能在故障时发送灯具状态、进行故障提醒、寻找故障点，并宜联动派工单。

**A.0.3** 以太网供电系统的设计、施工安装、布线尚应符合现行国家标准《综合布线系统工程设计规范》GB 50311对于弱电系统的要求。

# 本规程用词说明

1. 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用语说明如下：
2. 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”。

1. 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”。

1. 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”。

1. 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”。

# 引用标准名录

1. 《采光测量方法》GB/T 5699
2. 《照明测量方法》GB/T 5700
3. 《低压成套开关设备和控制设备 第1部分: 型式试验和部分型式试验成套设备》GB 7251.1
4. 《电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验》GB/T 17626.11
5. 《电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验》GB/T 17626.13
6. 《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595
7. 《灯的控制装置 第1部分：一般要求和安全要求》GB 19510.1
8. 《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
9. 《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826
10. 《普通照明用LED模块 性能要求》GB/T 24823
11. 《LED模块用直流或交流电子控制装置 性能要求》 GB/T 24825
12. 《信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求》GB/T 22239
13. 《LED室内照明应用技术要求》GB/T 31831
14. 《LED道路照明应用技术要求》GB/T 31832
15. 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
16. 《绿色照明检测及评价标准》GB/T 51268
17. 《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89

**中国工程建设协会标准**

**直流照明系统技术规程**

**CECS×：201×**

**条文说明**

目次

[1 总 则 29](#_Toc7363744)

[2 术 语 30](#_Toc7363745)

[3 基本规定 31](#_Toc7363746)

[4 性能要求 32](#_Toc7363747)

[4.1 一般规定 32](#_Toc7363748)

[4.2 系统架构 32](#_Toc7363749)

[4.3 管理系统 32](#_Toc7363750)

[4.4 供电单元 33](#_Toc7363751)

[4.5 受电单元 35](#_Toc7363752)

[4.6 接口 35](#_Toc7363753)

[4.7 安全性与可靠性 35](#_Toc7363754)

[5 工程设计 37](#_Toc7363755)

[5.1 一般规定 37](#_Toc7363756)

[5.2 供配电系统 37](#_Toc7363757)

[5.3 安全防护 37](#_Toc7363758)

[5.4 测量 40](#_Toc7363759)

[5.5 保护电器选择 40](#_Toc7363760)

[5.6 布线系统 41](#_Toc7363761)

[5.7 防雷接地 42](#_Toc7363762)

[6 安装和调试 43](#_Toc7363763)

[6.1 一般规定 43](#_Toc7363764)

[6.2 安装 43](#_Toc7363765)

[6.3 调试 43](#_Toc7363766)

[7 验收 44](#_Toc7363767)

[7.1 一般规定 44](#_Toc7363768)

[7.2 现场检验 44](#_Toc7363769)

[8 运行和维护 45](#_Toc7363770)

[附录A 以太网供电照明控制系统 46](#_Toc7363771)

# 总 则

**1.0.1**为贯彻国家技术经济政策，规范直流照明系统的设计、施工、调试、验收及运行和维护，提高直流照明系统相关产品的质量，促进可再生能源的利用，规范直流照明系统的设计，推动直流照明领域健康发展，从而实现节约能源、提高光环境品质的目的，带动直流供电的发展，制定本标准。

**1.0.2**本条规定了本规程的适用范围，根据直流照明实际应用的需要，本规程适用于1.5kV及以下直流照明系统的设计、施工、验收及运行和维护。

# 术语

**2.0.1** 直流供配电技术是指为直流负荷提供稳定、可控的直流电源，用以提高系统可靠性、用能质量、智能化控制等的一种技术。

**2.0.9**直流LED驱动可由一个或多个独立的部件构成，并且可具有调节、控制、转换等功能。此外，它既可由电网电源供电，也可由光伏、风能等分布式独立电源供电。直流LED驱动通常置于电源和一个或多个LED模块之间。

# 基本规定

**3.0.3**为保证直流照明系统的正常运行，各设备及组件间应相互兼容，例如供电单元与受电单元间、管理系统与供电单元间、管理系统与受电单元间应能实现正常联通，为实现设计功能提供硬件基础。此外，软件和各设备硬件之间应当相互适配，软件功能应能与各设备硬件条件相对应，做到不遗漏系统需求的功能，也避免出现无法实现的软件功能模块。

# 性能要求

## 一般规定

**4.1.3** 基本控制功能包括开关灯、调光等。

## 系统架构

**4.2.1** 供电单元也可称为直流照明集中供电设备，一般表现为直流集中控制柜。供电单元的类型可以根据供电电压的不同进行选择。

## 管理系统

I 电能管理系统

**4.3.1**电能管理系统实现电气参数监测是必须的，控制功能应根据需求设置。

**4.3.3** 本条参考电力行业标准《电能信息采集与管理系统 第2部分：主站技术规范》DL/T 698.2-2010制定。交直流模拟量主要包括电压、电流、频率、有功功率、无功功率、功率因数等；状态量主要包括开关状态、受电单元工况状态信息等；电能质量数据应包括电压偏差、谐波数据；事件记录数据包括受电单元等的事件记录数据；实时电能数据包括正向电能、反向电能（即发电量）、功率、功率因数等。

数据采集方式可包括定时自动采集、典型日数据采集、随即召测数据、主动上报数据等。其中定时自动采集是指按照设定时间间隔自动采集终端数据，自动采集时间、内容可设置，最小采集间隔为5min。当定时自动采集失败时，应有自动及人工补采功能，保证数据的完整性。典型日数据采集是指按照设定的典型日和采集间隔采集功率、电能量、电压、电流等数据。随即召测数据是指根据实际需要随时人工召测数据，如出现时间告警时，随即召测与时间相关的重要数据，供事件分析用。主动上报数据是指在全双工通道和数据交换网络通道的数据传输中，允许终端启动数据传输过程（简称为主动上报），将重要事件立即上报主站，以及按定时发送任务设置将数据定时上报。主站应支持主动上报数据的采集和处理。

**4.3.4** 本条参照本条参考电力行业标准《电能信息采集与管理系统 第2部分：主站技术规范》DL/T 698.2-2010制定。进行统一的数据管理和维护可以提高数据利用率。

**4.3.8** 本条参照本条参考电力行业标准《电能信息采集与管理系统 第2部分：主站技术规范》DL/T 698.2-2010制定。

**4.3.10** 对系统用户进行分级管理，可进行包括操作系统、数据库、应用程序三部分的用户密码设置和权限分配。登录系统的所有操作员都要经过授权，进行身份和权限认证，根据授权权限使用规定的系统功能和操作范围。

II 照明管理系统

**4.3.11** 照明管理系统提供与其他系统协调适配的通用接口及协议以支持与其它符合软硬件接口标准的设备互连，实现数据传输、信息交换和系统之间的联动。

**4.3.15** 故障时一般应能发送灯具状态，故障告警，寻找故障点，联动派工单。

## 供电单元

I 母线供电

**4.4.4** 电气间隙和爬电距离的确定参照国家标准《低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验》GB/T 16935.1-2008制定。

**4.4.5** 国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826规定了直流变换电源装置的相关要求，直流转换单元参照执行。

直流转换单元又称为整流模块，负责将外部电源转换为系统需要的直流电。均流不平衡度是反应直流电源的一种非常重要的指标，关系到系统整体的输出稳定以及使用寿命。不平衡度越小，直流电源均分性能越好，即各模块实际输出电能值距系统要求值的偏离点和离散性越小，系统各模块处于最佳工作状态。均流不平衡度的计算方法如下：



式中：——均流不平衡度；

——电流输出极限值（A）；

——电流输出平均值（A）；

——电流输出额定值（A）。

**4.4.6** 系统应具备过压和欠压的保护措施，具体要求包括：当输入过压时，装置应具有过压关机保护功能，输入恢复正常后，应能自动恢复原工作状态；当输入欠压时，装置应具有欠压保护功能或输入自动切换功能，输入恢复正常后，应能自动恢复原工作状态；当输出过压时，直流转换单元应具有过压关机保护功能，故障排除后，应能人工恢复工作；当输出欠压时，直流转换单元可不具有保护动作，但故障排除后，应能自动恢复工作。

II 以太网供电

**4.4.13** 本条参考电气和电子工程师协会（IEEE）标准制定，IEEE802.3af 、IEEE802.3at和IEEEP802.3bt对以太网供电参数的规定见表1。

表1 以太网供电参数要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分级 | 0～3 | 0～4 | 0～6 |
| 直流输出电压 | 44～57V | 50～57V | 50～57V |
| 缆线 | 非结构 | 五类线或以上 | 五类线或以上 |
| 对线数 | 2 | 2 | 4 |
| 负载功率（W） | 13～15.4 | 25.5～30 | 类型3：60  类型4：90 |
| 电流（mA） | 350 | 600 | 类型3：600  类型4：960 |
| 参照标准 | IEEE802.3af | IEEE802.3at | IEEEP802.3bt |

**4.4.15** ES1对应的输出电压一般认为是相关标准中规定的无危害电压，如安全特低电压、保护特低电压。还应对交换机输出电流进行限制，避免因过热而对线路造成损害。为避免出现起火的可能性，交换机应符合IEC 62368-1:2014中Q.1的相关规定。交换机应在安装要求中给出合理选择布置位置的约束，或设置相应的保护，使得人员无法触及其裸露部分（包括采用针状物体触及）。

**4.4.17** 受电单元在接入供电单元时，分为下面几个阶段：检测，功耗分类，上电，供电，监控、停止供电。

阶段1：检测， 供电单元检测受电单元是否存在。该步骤主要的操作是：PSE通过检测电源输出线对之间的阻容值来判断受电单元是否存在。检测阶段输出电压为2.8V~10V，电压极性与－48V输出一致。只有检测到受电单元，供电单元才会进行下一步的操作。受电单元存在的特征： a.直流阻抗在19kΩ～26.5kΩ之间；b.容值不超过150nF；

阶段2：输出功率分级，供电单元确定受电单元功耗。PSE通过检测电源输出电流来确定受电单元功率等级。分级阶段端口输出电压大小为15.5V~20.5V。电压极性与－48V输出一致。

阶段3：上电，供电单元开始为受电单元供电。当检测到端口下挂设备属于合法的受电单元时，并且供电单元完成对此受电单元的分类，供电单元开始对该设备进行供电，输出－48V的电压。

阶段4：供电，供电单元给受电单元进行持续供电。

阶段5：实时监控，电源管理。在供电过程，实时检测供电情况。

阶段6：停止供电，如果供电单元检测受电单元断开，停止供电。供电单元会通过特定的检测方法来判断受电单元是否已经断开，如果受电单元断开，供电单元将关闭端口输出电压。端口状态返回到检测状态。

## 受电单元

I 驱动

**4.5.4** 额定工作条件是指输入电压为产品额定电压值，且工作负载为额定功率的LED模块或模拟负载。

**4.5.8** 驱动的平均无故障工作时间（MTBF）评价条件为：环境温度25℃，失效率0.1%。

II 灯具

**4.5.17** 以太网供电可作为III类灯具的供电电源。

## 接口

I 电气接口

**4.6.3** RJ45的端口和接头的机械尺寸和电气性能及机械强度应符合国家标准《频率低于3MHz的印制板连接器 第7部分：有质量评定的具有通用插合特性的8位固定和自由连接器详细规范》GB/T 15157.7第3章和第6章的规定。与该标准对应的国际标准（IEC 60603-7）已更新至第3版，名称有所变化。该国家标准进行修订后，本条以最新版本的标准名称为准。

标准的五类网线有四对双绞线，但是在10M BASE-T和100M BASE-T中只用到其中的两对。IEEE80 2.3af/at/bt允许两种用法，一种称作“空闲脚供电”，以太网电缆中没有被使用的空闲线对来传输直流电。另一种方法是“数据脚供电”，是在传输数据所用的芯线上同时传输直流电，其输电采用与以太网数据信号不同的频率。

II 通信接口

**4.6.7** 预留的扩展接口形式宜包括输入/输出开关量、0~10 V模拟量、RS-485等。

## 安全性与可靠性

I 电气

**4.7.2** 本条参考国家标准《电磁兼容试验和测量技术浪涌》GB/T 17626.5-2008制定，其试验方法应按照该标准执行。

**4.7.3** 本条参考国家标准《电磁兼容限值谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）》GB 17625.1-2012中关于照明设备的规定制定。

**4.7.4** 本条参考国家标准《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 17743-2017制定，其测量方法应按该标准执行。

# 工程设计

## 一般规定

**5.1.1** 参照《标准电压》GB/T 156-2017及《中低压直流配电电压导则》GB/T 35727-2017 制定。

**5.1.2** 参照《中低压直流配电电压导则》GB/T 35727-2017第3.1节、第3.2节、第3.3节制定。供电半径可参考第5.6.4条和第5.6.5条的条文说明。

## 供配电系统

**5.2.2** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，3.6.1。与交流供电方式类似，直流的集中辐射形供电方式，类似交流的放射式供电方式，分层辐射形供电方式，类似交流的二级配电供电方式。

## 安全防护

**5.3.2** 直流过负荷及短路保护电器可以为直流断路器、直流熔断器等。目前有些机械与半导体混合式开关设备也在尝试达到直流过负荷及短路保护的作用。

**5.3.5** 非重要负荷的确定，需设计与建设方协商。

**5.3.6** 附加防护措施主要包括：漏电保护、等电位联结等。

直流系统的系统型式宜分为以下几种：

1 直流电源对地绝缘（IT 系统）（正负极均对地绝缘，不接地系统）；

2 直流电源的一极（正极或负极）接地（TT或TN系统），通常为负极（电源单端接地系统）；

3 直流电源的中间（性）点（正极或负极）接地（TT或TN系统）（电源中间接地系统）。

参考《IEC技术报告：LVDC electricity for the 21 century》, 所有的标准接地系统都是可以应用的，报告还给出了实际应用中四种情况所占的比例（响应率仅为12%）。

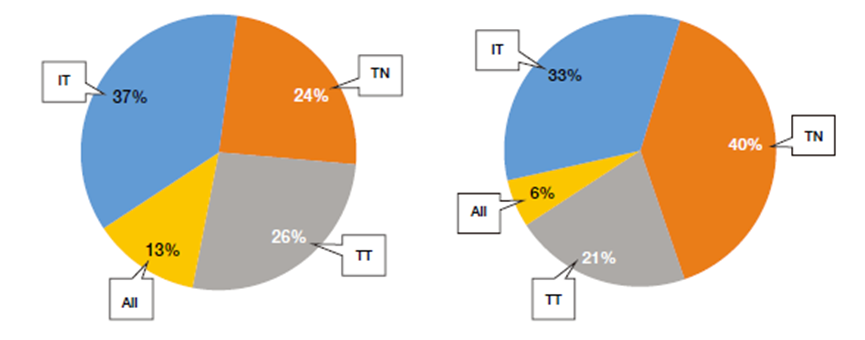


图1 各类接地系统的使用比例

可采用剩余电流动作保护器作为附加防护措施。

**5.3.7** IT接地系统又称为悬浮供电。IT接地系统示意图见图2和图3。



图2 直流单电压的IT系统示意图



图3 直流双电压的IT系统示意图

**5.3.9** 参考《IEC技术报告：LVDC electricity for the 21 century》制定。

**5.3.10** 可采取设置剩余电流动作保护器或剩余电流监测系统作为防止电气火灾的措施。

**5.3.11** 电弧故障是导体之间或导体与地之间出现非人类意愿的电弧的一种电气故障。按照电弧故障发生时电弧与电路连接关系，可将电弧故障（Arc Fault，AF）分为串联电弧故障（Series Arc Fault，SAF）、并联电弧故障（Parallel Arc Fault，PAF）、接地电弧故障（Grounding Arc Fault，GAF）和复合电弧故障（Complex Arc Fault，CAF）。电弧故障可能会引起：电击致死；电弧产生时温度比较高，容易把绝缘材料烧毁，造成漏电事件、衣服爆裂使员工受到严重灼伤；合成纤维内衣熔融造成的严重灼伤；续发性火焰引起的严重灼伤等。因此，直流供电线路设计需要考虑电弧故障的防护。

**5.3.12** 暂时过电压是由于断路器操作或发生短路故障，使电力系统经历过渡过程以后重新达到某种暂时稳定的情况下所出现的超过额定值的电压。

大气过电压指由直击雷或雷电感应突然加到电力系统中，使电气设备所承受的电压远远超过其额定值。为防止大气过电压，通常采取装设避雷针、避雷线、避雷器，合理提高线路绝缘水平，采用自动重合闸装置等措施。

操作过电压是由线路故障、空载线路投切、隔离开关操作空载母线、操作空载变压器或其它原因在系统中引起的相对地或相间瞬态过电压;其波形具有缓波前、持续时间短、单极性或振荡、强衰减电压特性。利用高性能避雷器可以使操作过电压限制在较低水平。

## 测量

**5.4.1** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，5.2.1制定。

**5.4.2** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，5.2.1制定。

**5.4.3** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，5.2.2制定。

**5.4.4** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，5.2.3制定。

## 保护电器选择

**5.5.1** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.5.2、6.7.1、6.7.3制定。

**5.5.2** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.5.1 。直流断路器分为微型断路器和塑壳断路器。标准二段式断路器具有速断保护和反时限过流保护，三段式断路器具有速断保护、反时限过流保护以及短延时保护。目前标准二段式微型断路器因脱扣器动作范围大，且无法进行整定，实现上、下级保护选择性配合难度较大。目前国内部分厂家通过级联技术和提高微型断路器脱扣器瞬时动作精度，弥补标准二段式断路器选择性配合方面的不足，并辅以带短延时保护的直流断路器，可基本解决直流断路器配合问题。对于直流回路保护电器，首选是二段式直流断路器，其特点是快速、简单和可靠。当不能满足上、下级选择性配合要求时，可采用带短延时保护的三段式断路器。当采用短延时保护时，应考虑到下一级故障点短路电流的大小，防止瞬时电流速断和短延时电流速断同时动作，否则应提高瞬时电流速断保护的动作倍数。

**5.5.3** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.5.2 2 4）、6.7.4制定。

**5.5.4** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.5.2 制定。当采用短延时电流速断保护时，直流断路器的额定短时耐受电流应大于该装设地点最大短路电流。不仅如此，其相关设备的额定短时耐受电流也应在允许范围之内。

**5.5.5** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.5.2 制定。

**5.5.6** 直流电源系统绝缘监测系统应具备以下功能：

1实时监测和显示直流电源系统母线电压、母线对地电压和母线对地绝缘电阻；

2 监测各类接地故障，实现对各支路的绝缘检测；

3 具有自检及报警功能；

4 具有直流电源合环报警功能；

5 具有交流窜电故障报警功能；

6 具有对外通信功能。

**5.5.7** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.9.1 。考虑到直流柜内有笨重部件和大型直流系统中电动力的影响，柜体应采用加强型结构。直流柜防护等级 IP20 为最低标准，条件允许和需要时，可适当提高防护等级。本条增加了对布置在交流配电间的直流分电柜防护等级的要求。

**5.5.8** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.9.9制定。

## 布线系统

**5.6.2** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.3.5 1制定。

**5.6.4** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.3.5 1。

根据《工业与民用供配电设计手册》第四版表9.4-27，不同电压降下铜导体直流线路电流矩见表1。

表2 不同电压降下铜导体直流线路电流矩 A·m

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 截面（mm2） | △*U*/V *r* = 51.9m/Ω.mm2 *θ*=50°C | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1.5 | 39 | 78 | 117 | 156 | 195 | 234 | 272 | 311 | 350 | 389 |
| 2.5 | 65 | 130 | 195 | 260 | 324 | 389 | 454 | 519 | 584 | 649 |
| 4 | 104 | 208 | 311 | 415 | 519 | 623 | 727 | 830 | 934 | 1038 |
| 6 | 156 | 311 | 467 | 623 | 779 | 934 | 1090 | 1246 | 1401 | 1557 |
| 10 | 260 | 519 | 779 | 1038 | 1298 | 1557 | 1817 | 2076 | 2336 | 2595 |
| 16 | 415 | 830 | 1246 | 1661 | 2076 | 2491 | 2906 | 3322 | 3737 | 4152 |
| 25 | 649 | 1298 | 1946 | 2595 | 3244 | 3893 | 4541 | 5190 | 5839 | 6488 |
| 35 | 908 | 1817 | 2725 | 3633 | 4541 | 5450 | 6358 | 7266 | 8174 | 9083 |
| 50 | 1298 | 2595 | 3893 | 5190 | 6488 | 7785 | 9083 | 10380 | 11678 | 12975 |
| 70 | 1817 | 3633 | 5450 | 7266 | 9083 | 10899 | 12716 | 14532 | 16349 | 18165 |
| 95 | 2465 | 4931 | 7396 | 9861 | 12326 | 14792 | 17257 | 19722 | 22187 | 24653 |
| 120 | 3114 | 6228 | 9342 | 12456 | 15570 | 18684 | 21798 | 24912 | 28026 | 31140 |
| 150 | 3893 | 7785 | 11678 | 15570 | 19463 | 23355 | 27248 | 31140 | 35033 | 38925 |

IEC TS 61200-101-2018 7.4.4给出10%电压降(48V标称电压)的最大长度（m）见表2。

表3 10%电压降(48V标称电压)的最大长度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 截面积 | 供电电流（断路器额定电流） | | | |
| 2A | 6A | 10A | 16A |
| 0.75mm2 | 40 | 13.5 | - | - |
| 1.5 mm2 | 80 | 27 | 16 | 10 |
| 2.5 mm2 | 133 | 44 | 27 | 17 |
| 4 mm2 | 213 | 71 | 43 | 27 |
| 6 mm2 | 320 | 107 | 64 | 40 |

电压降计算公式：





式中：

△*u*——输送过程中的压降（V）；

ρ1——正常使用条件下的导体电阻系数，等同于正常使用温度条件下的电阻系数，即为25℃条件下电阻系数的1.25倍，或铜按0.0225 Ωmm2/m计算，铝按0.036Ωmm2/m计算；

*L*——线缆长度（m）；

*S*——导体截面积（mm2）；

*I*B——整定电流（A）；

*U*0——供电电压（V）。

若电压降不符合要求采取的相应措施包括：末端增加升压装置、加大线缆截面、减少回路所带负荷等。

## 防雷接地

**5.7.1** 参照《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T5044-2014，6.9.7制定。

# 安装和调试

## 一般规定

**6.1.1**系统的安装和调试基本要求符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、行业标准《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89等标准的相关规定。

**6.1.2** 安装及调试人员应了解工程项目对设备、功能和进度等方面的要求，熟知产品性能和安装调试方法，掌握电气安全操作规程。

## 安装

**6.2.2** 进行系统接线时，应根据设计要求选择线缆，并根据线缆布置规则进行布置连接，并做好标识。电线电缆的识别应符合现行国家标准《电线电缆识别标志方法 第1部分: 一般规定》GB/T 6995.1、《电线电缆识别标志方法 第2部分: 标准颜色》GB/T 6995.2、《电线电缆识别标志方法 第3部分: 电线电缆识别标志》GB/T 6995.3、《电线电缆识别标志方法 第4部分: 电气装备电线电缆绝缘线芯识别标志》GB/T 6995.4、《电线电缆识别标志方法 第5部分: 电力电缆绝缘线芯识别标志》GB/T 6995.5等的相关规定。

**6.2.4** 断电操作时保证安全的重要方面，应引起安装人员的重视。

## 调试

**6.3.1** 调试是为了满足系统使用功能的需求，因此应当按照设计说明进行逐项调试，确保系统能够按预设要求实现相应功能。

# 验收

## 一般规定

**7.1.1** 系统验收对于不同的应用场所，还应该符合相应的验收规范的要求。

**7.1.3**  系统验收时，应对应设计文件要求进行系统功能的逐项验证。

## 现场检验

**7.2.5** 国家标准《绿色照明检测及评价标准》GB/T 51268-2017第4.2.2条、第4.3.2条和第4.4.3条规定了照明检验的抽样规则，直流照明系统验收抽样时参照执行。

# 运行和维护

**8.0.2** 设备至少应每年检查一次，检查项目包括但不限于本条规定的项目。

**8.0.3** 本条是为了规范照明系统的管理，保证系统安全运行。

# 附录A 以太网供电照明控制系统

**A.0.1**以太网供电（PoE）照明系统中的PSE设备一般为以太网供电交换机，以太网供电交换机应符合交换机相关的IEC 62368-3、GB 9254、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5和GB/T 17626.6标准的相关要求。以太网供电交换机还应该满足IEEE 802.3af或IEEE 802.3at或IEEE802.bt的供电协议要求，只为具有PoE功能的受电单元在需要供电时供电，消除线路上漏电的风险。

一个完整的PoE系统包括供电单元(PSE, Power Sourcing Equipment)和受电单元(PD,  Power Device)两部分。供电单元是为以太网客户端设备供电的设备，同时也是整个PoE以太网供电过程的管理者。而受电单元是接受供电的负载，即PoE系统的客户端设备，如IP电话、网络安全摄像机、AP及掌上电脑( PDA)或移动电话充电器等许多其他以太网设备。他们是基于IEEE 802.3af，IEEE802.3at和IEEE802.3bt标准建立有关受电单元的连接情况、设备类型、功耗级别等方面的信息联系，并以此为根据PSE通过以太网向受电单元供电。

PoE控制装置可以是独立式，也可以为内装式，与LED光源组成灯具。

**A.0.2**每个照明灯具具有自身可独立寻址的IP地址，可以通过照明系统进行综合控制，功能包括：

配置管理：配置灯具，传感器（可选配）参数，通信参数，运行参数；

控制管理：对灯具进行开关，调光等控制，分区控制，自动控制；

性能管理：对灯具的光度参数、用能情况进行统计分析；

故障管理：发送灯状态，故障提醒，寻找故障点，联动派工单。

**A.0.3**以太网供电系统的交换机和灯具属于弱电子系统，采用以太网网线进行连接，参考国家标准《综合布线规范》GB 50311-2016。