

DB51

四川省地方标准

DB51/T 2977—2022

多功能灯杆应用技术规范

Technical specification for the application of multifunctional lighting poles

2022 - 12 - 27 发布

2023 - 02 - 01 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 3

4 总则 4

5 设计要求 4

6 管理系统要求 12

7 设备要求 16

8 安装要求 24

9 检测与调试 27

10 运维服务 30

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口并解释。

本文件起草单位：四川省照明电器协会、四川天剑光电科技股份有限公司、四川省产品质量监督检验检测院、成都市住房和城乡建设局、成都市照明监管服务中心、成都城投智慧城市科技有限公司、中国市政工程西南设计研究总院有限公司、厦门市智联信通物联网科技有限公司、中国铁塔股份有限公司四川省分公司、四川华体照明科技股份有限公司、成都易明半导体有限公司、上海五零盛同信息科技有限公司、深圳市千百辉智能工程有限公司、慧光智城（深圳）智慧科技有限公司、德阳市恒达灯具制造有限公司、四川众兴华业市政照明工程有限公司、四川艾贝斯科技发展有限公司、珠海汇智电力科技有限公司、四川思极科技有限公司、四川菲尼特金属制品制造有限公司、四川中电启明星信息技术有限公司。

本文件主要起草人：杨宏、孙卫平、刘毅、樊洪斌、李强、代明生、汪春、吴颖、易斌、杨光、梅军、郑伟、龚剑、胡靓、谭骏跃、吴莉、王冬、李付伟、吴贵才、陈紫琳、周侗、张守平、叶元进、欧其阳、刘新东、康乐、陈强、谢飞、戴勇军、倪平波、郝建维。

本文件为首次发布。

引 言

为改善城市功能品质,提高城市治理能力和管理水平,加快路灯行业转型升级,标准编制组按国家、行业标准,结合四川省多功能灯杆应用实际情况,深入调查研究,在广泛征求意见的基础上,针对多功能灯杆的应用设计和杆件、设备、系统、安装、检测和运维等方面的要求和措施编制了本规范,目的是为四川省的多功能灯杆产业健康有序发展提供参考和指引,为多功能灯杆智能化系统的产品设计、检验等工作提供技术依据。

多功能灯杆应用技术规范

1 范围

本文件规定了多功能灯杆的总则、设计要求、管理系统要求、设备要求、安装要求、检测与调试、运维服务。

本文件适用于四川省新建、改建、扩建的城市道路中多功能灯杆的应用，其它相关场所在技术条件相同时也可参考执行。

多功能灯杆的设计、安装、检测和调试、运维服务除应符合本文件的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 3096 城市区域环境噪声标准

GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求

GB/T 5700 照明测量方法

GB/T 6461 金属基体上金属和其它无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级

GB/T 6739 色漆和清漆：铅笔法测定漆膜硬度

GB 7000.1 灯具 第1部分：一般要求和试验

GB 7000.203 灯具 第2-3部分：特殊要求 道路和街道照明用灯具

GB 8898 音频、视频及类似电子设备 安全要求

GB/T 9254（所有部分） 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容

GB/T 9286 色漆和清漆漆膜的划格试验

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13912 金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法

GB/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行

GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范

GB 14887 道路交通信号灯

GB 17625.1 电磁兼容性(EMC)限制 谐波电流发射限值(设备输入电 $\leq 16A$ 每相)

GB 17625.2 电磁兼容性(EMC)限制。限制额定电流 $\leq 16A$ /相位的公共低压供电系统中的电压变化、电压波动和闪烁

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17743 电气照明和类似设备无线电干扰特性的限制和测量方法
- GB/T 18592 金属覆盖层钢铁制件热浸镀铝层技术
- GB/T 18595 一般照明设备 EMC抗扰度要求
- GB/T 18802.12 低压电涌保护器(SPD) 第12部分：低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则
- GB 20254 (所有部分) 引线框架用铜及铜合金带材
- GB/T 20269 信息安全技术 信息系统安全管理要求
- GB/T 20270 信息安全技术 网络基础安全技术要求
- GB/T 20282 信息安全技术 信息系统安全工程管理要求
- GB 20815 视频安防监控数字录像设备
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 23827 道路交通标志板及支撑件
- GB/T 24827 道路与街路照明灯具性能要求
- GB/T 25000.1 软件工程 软件产品质量要求和评价(SQuaRE) SQuaRE指南
- GB/T 25724 公共安全视频监控数字视音频编解码技术要求
- GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- GB/T 29103 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
- GB/T 30428 (所有部分) 数字化城市管理信息系统
- GB/T 31446 LED主动发光道路交通标志
- GB/T 31897.1 灯具性能 第1部分 一般要求
- GB/T 31897.201 灯具性能 第2-1部分：LED灯具特殊要求
- GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
- GB/T 34923 (所有部分) 路灯控制管理系统
- GB 35114 公共安全视频监控联网信息安全技术要求
- GB/T 35269 LED照明应用与接口要求 非集成式LED模块的道路灯具
- GB/T 40994 智慧城市 智慧多功能杆 服务功能与运行管理规范
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准
- GB 50135 高耸结构设计规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50191 构筑物抗震设计规范
- GB 50217 电力工程电缆设计标准
- GB/T 50252 工业安装工程安装质量验收统一标准
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50149 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范
- GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
- GB 50289 城市工程管线综合规划规范
- GB 50311 综合布线系统工程设计规范

GB 50348 安全防范工程技术规范
 GB 50373 通信管道与通道工程设计标准
 GB 50394 入侵报警系统工程设计规范
 GB 50395 视频安防监控系统工程设计规范
 GB 50396 出入口控制系统工程设计规范
 GB 50429 铝合金结构设计规范
 GB/T 50526 公共广播系统工程技术标准
 GB 50661 钢结构焊接规范
 GB 50689 通信局（站）防雷与接地工程设计规范
 GB 50838 城市综合管廊工程技术规范
 GB 55011 城市道路交通工程项目规范
 CJ/T 527 道路照明灯杆技术条件
 CJJ 45 城市道路照明设计标准
 CJJ 89 城市道路照明工程安装及验收规程
 CQC 3127 LED道路隧道照明产品节能认证技术规范
 DL/T 5219 架空输电线路基础设计技术规程
 GA/T 484 LED道路交通诱导可变信息标志
 GA/T 1047 道路交通信息监测记录设备设置规范
 GA/T 1049.3 公安交通集成指挥平台通信协议 第3部分：交通视频监视系统
 GA/T 1400.4 公安视频图像信息应用系统 第4部分：接口协议要求
 JG/T 495 钢门窗粉末静电喷涂涂层技术条件
 JGJ 94 建筑桩基技术规范
 QB/T 1551 灯具油漆涂层
 SJ/T 11141 发光二极管(LED)显示屏通用规范
 YD/T 1429 通信局(站)在用防雷系统的技术要求和检测方法
 YD/T 1666 远程视频监控系统的的技术要求
 YD/T 5132 移动通信钢塔桅结构工程验收规范
 YD 5201 通信建设工程安全生产操作规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多功能灯杆 multifunctional lighting pole

以灯杆为载体，除道路照明功能外，通过搭载各类设备提供智能照明、移动通信、城市监测、交通管理、信息交互和城市公共服务等功能，可通过运营管理后台系统进行远程监测、控制、管理等网络通讯和信息化服务的多功能道路灯杆。

3.2

多功能灯杆系统 multifunctional lighting pole system

多功能灯杆系统由杆件、搭载设备、综合机箱、综合机房、供电系统、通信系统、管理系统以及配套管道等设施构成。

3.3

智能照明 intelligent lighting

利用物联网技术、有线/无线通讯技术、电力线载波通讯技术、嵌入式计算机智能化信息处理等技术组成的，实现对照明系统进行精细化管控，实现远程开灯、关灯、调光及照明设备状态监测、故障告警等，以达到节能降耗按需照明的目的。

3.4

电力线载波通信 power line communication

以输电线路为载波信号的传输媒介的通信系统。简称 PLC。

3.5

有源天线单元 active antenna unit

5G基站的主要设备之一，从架构上是融合4G时代的RRU(远端射频单元)+Antenna Unit(天线单元)。简称 AAU。

4 总则

4.1 新建、改建、扩建城市道路时，应以多功能灯杆作为各类搭载设备的主要载体。已设有多功能灯杆的道路，如需新增道路杆件，应进行独立设杆必要性审查。

4.2 多功能灯杆的设置应统筹规划、合理布局，优先考虑城市重要道路、市民广场、繁华商业街区、大客流景区公园，分步实施，有序推进。

4.3 在满足结构安全和业务功能要求的前提下，宜对道路上各类杆件、机箱、配套管线、电力和监控设施等进行集约化整合设置，并为未来拟搭载设备预留资源。

4.4 多功能灯杆系统和其它道路设施等应统筹进行系统设计，风格、造型、色彩等应与道路环境景观整体协调，体现城市特色。

5 设计要求

5.1 一般规定

5.1.1 多功能灯杆系统的设计应具有科学性、经济性和可扩展性，设计应充分征求市政、管线、城管、公安、环保、民政、旅游、通信等单位的需求，并与架空线入地、路灯改造、景观提升等市政工程同步开展，避免后期重复投入。

5.1.2 多功能灯杆应在满足强度、刚度和稳定性、安全性的前提下，优化杆件直径和机箱体积，提高设施的安全性及安装、维护和管理的便捷性。

5.1.3 多功能灯杆、综合机房、综合机箱及配套设施的样式及颜色应根据应用环境和景观美化的要求进行外观设计，并严格控制非功能性反光、眩光材质使用；在进行多功能灯杆外观设计时宜采用符合四川地方特点的外观设计风格，有特殊要求的，应进行专项设计。

5.1.4 多功能灯杆、综合机房、综合机箱及配套设施应预留空间、荷载、接口、机箱仓位和管孔等，满足功能拓展需要。小型设备宜采用滑块与卡槽连接，大型设备宜采用法兰安装。

5.2 平面布置

5.2.1 在道路交汇区域的平面布置设计应满足 GB 14886、CJJ 45 的要求，统筹车路协同等考虑其他搭载设备的需求，并应符合下列规定：（示例图中●为可设置多功能杆位置）

- a) 多功能灯杆布置在人行道时，应设置在人行横道两端外沿线的延长线，杆中心距路缘石内边线宜 400 mm。多功能灯杆设置位置如图 1 所示；

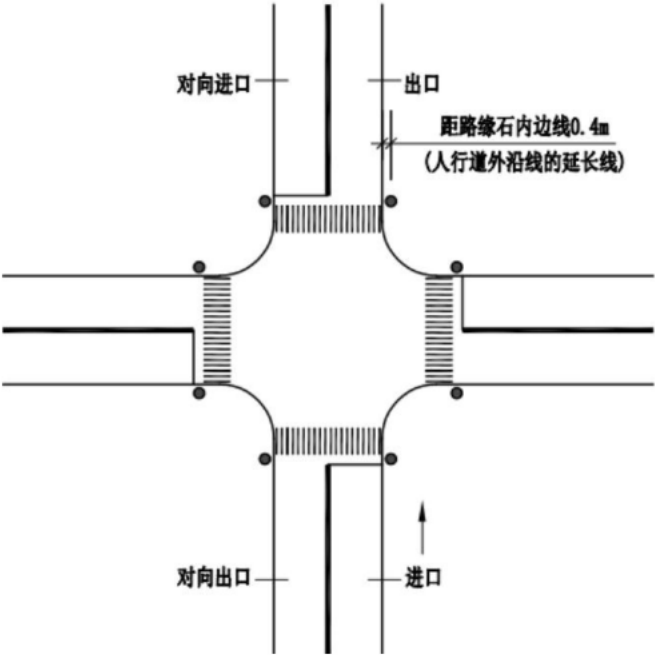


图1 多功能灯杆设置位置示例一

- b) 多功能灯杆布置在机非隔离带时，宜设置在机非隔离带缘头切点向后 2 m 以内。设置位置如图 2 所示；

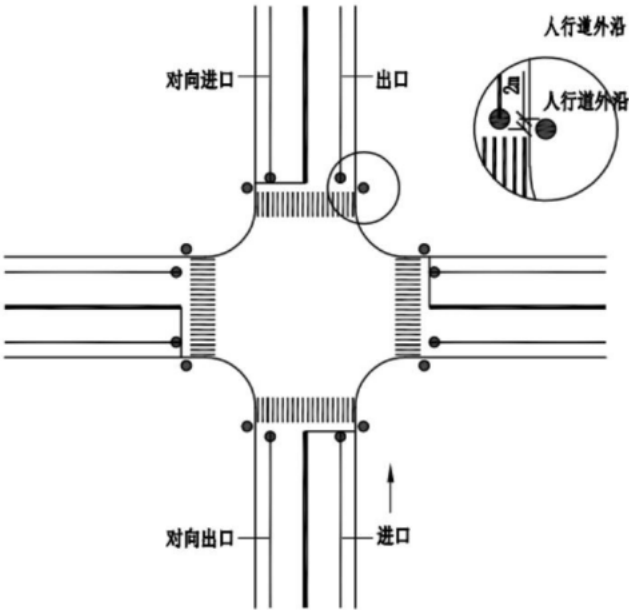


图2 多功能灯杆设置位置示例二

- c) 多功能灯杆布置在中央隔离带时，宜设置在中央隔离带缘头切点靠近人行横道处。多功能灯杆设置位置如图 3 所示；

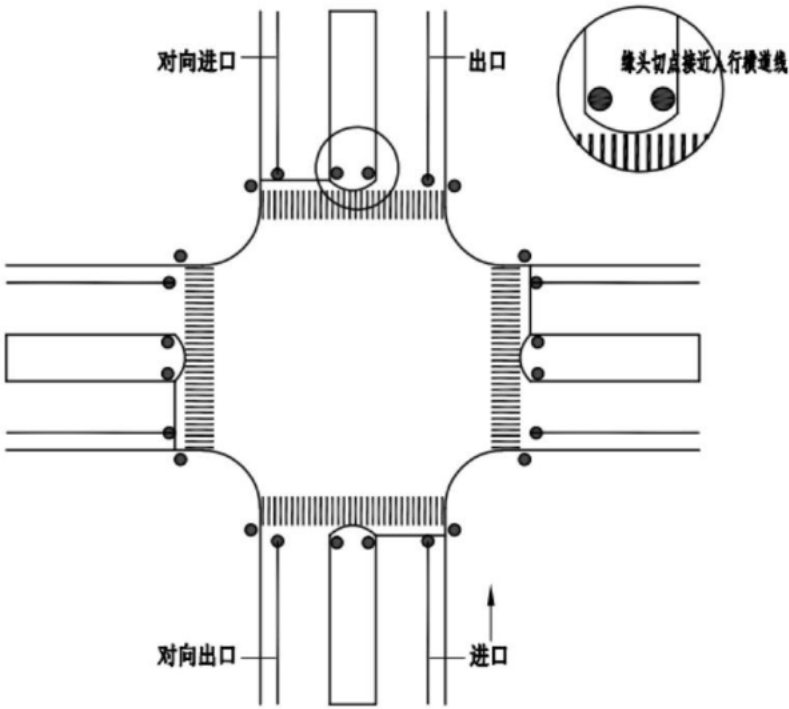


图3 多功能灯杆设置位置示例三

5.2.2 多功能灯杆在路段区域的平面布置设计在满足道路照明的前提下，应统筹考虑各类搭载设施的需求，并应符合下列规定：

- a) 应在进路口方向、停止线上游 25 m~30 m 处布置多功能灯杆，并应满足电警、卡口类设备的布置规范；
- b) 应在进路口方向、停止线上游约 50 m~70 m 处布置多功能灯杆，并应满足交通标志标牌的布置规范；
- c) 宜在路段沿线公共安全重点区域布置多功能灯杆，并应满足视频监控、治安监控、违法抓拍等采集设备的布置规范；
- d) 多功能灯杆的布置应避开出（入）口、行道树和树穴、公交车站亭等；
- e) 采用单侧布置或中心布置方式设置多功能灯杆时，可根据需要在道路对向侧增设多功能灯杆。

5.2.3 多功能灯杆在特殊区域的平面布置设计应符合下列规定：

- a) 在 Y 型路口和 T 型路口的垂直方向，多功能灯杆宜设置在路口进口道正对的路缘后 2 m 以内，并应统筹考虑相交道路多功能灯杆位置。Y 型、T 型路口区域多功能灯杆的设置位置如图 4 所示：

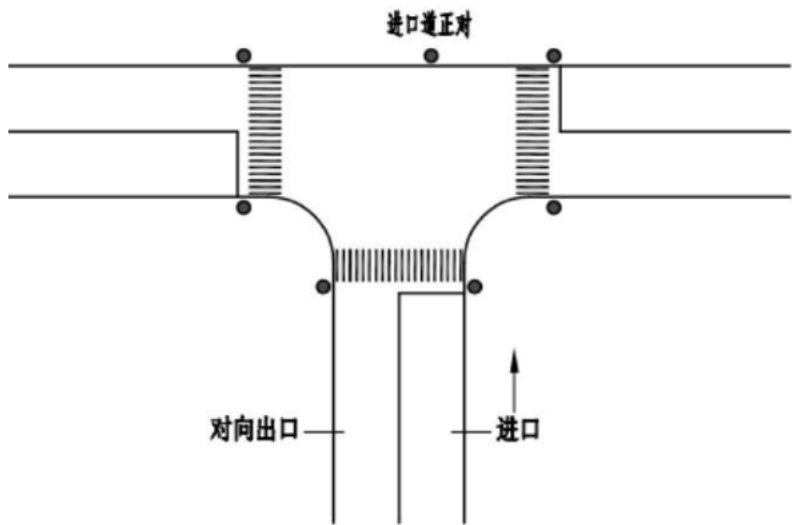


图4 多功能灯杆设置位置示例四

- b) 环形路口的多功能灯杆宜在环岛内、外分别设置。环形路口区域多功能灯杆的设置位置如图 5、图 6 所示：

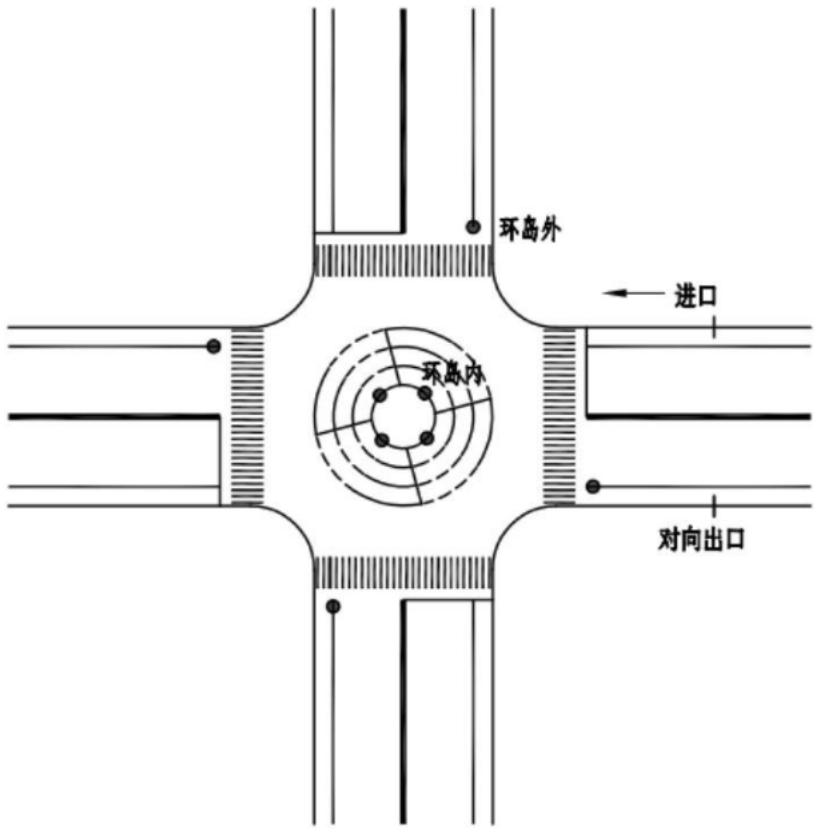


图5 多功能灯杆设置位置示例五

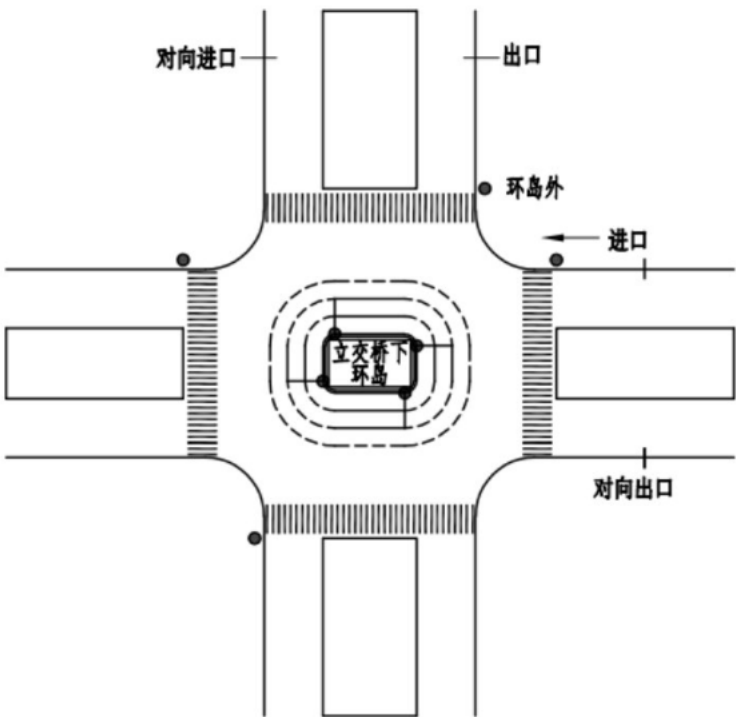


图6 多功能灯杆设置位置示例六

- c) 在设置有导流岛的路口，多功能灯杆宜设置在导流岛上；
 - d) 其它有搭载设施需求的道路按需设置多功能灯杆。
- 5.2.4 多功能灯杆的杆上搭载设施布置设计应符合下列规定：
- a) 杆上搭载设施的布置设计应符合各类搭载设施的相关规定。宜在满足搭载设施功能需求基础上对搭载设施进行减量化、小型化设计；
 - b) 各类杆上搭载设施不应侵入道路建筑限界，搭载位置可按图 7 多功能灯杆竖向分层部署图选定；
 - c) 对视认性有要求的搭载设施布置设计时应结合周边环境确定，避免被绿化、桥墩等物体遮挡；
 - d) 搭载信息发布屏应符合 GB/T 35626 的规定，快速路及主干道不应搭载信息发布屏。搭载音频播放设备应符合 GB 3096 的规定；
 - e) 应避免搭载设备间的相互干扰，保证各设备正常运行，满足数据采集、传输的准确性和安全性；
 - f) 杆上搭载设施的空间布置应符合下列规定：
 - 1) 杆上搭载多个设施或多组设备时，应在满足功能要求的基础上安全、有序布置。搭载小型设备时宜采用滑块与卡槽连接，实现设备的灵活部署，满足不同设备对安装高度的需求；
 - 2) 搭载设施布置在主杆上时，设施下沿距地面宜不小于 2.5 m；
 - 3) 搭载设施布置在横臂上时，设施距主杆不宜小于 500 mm。当设施布置在横臂末端时，设施外边距横臂末端不宜大于 500 mm。

5.3 设备搭载

多功能灯杆应根据环境条件和搭载设备挂高要求，宜采用以下4个层次进行分层设计。多功能灯杆竖向分层部署如图 7 所示：

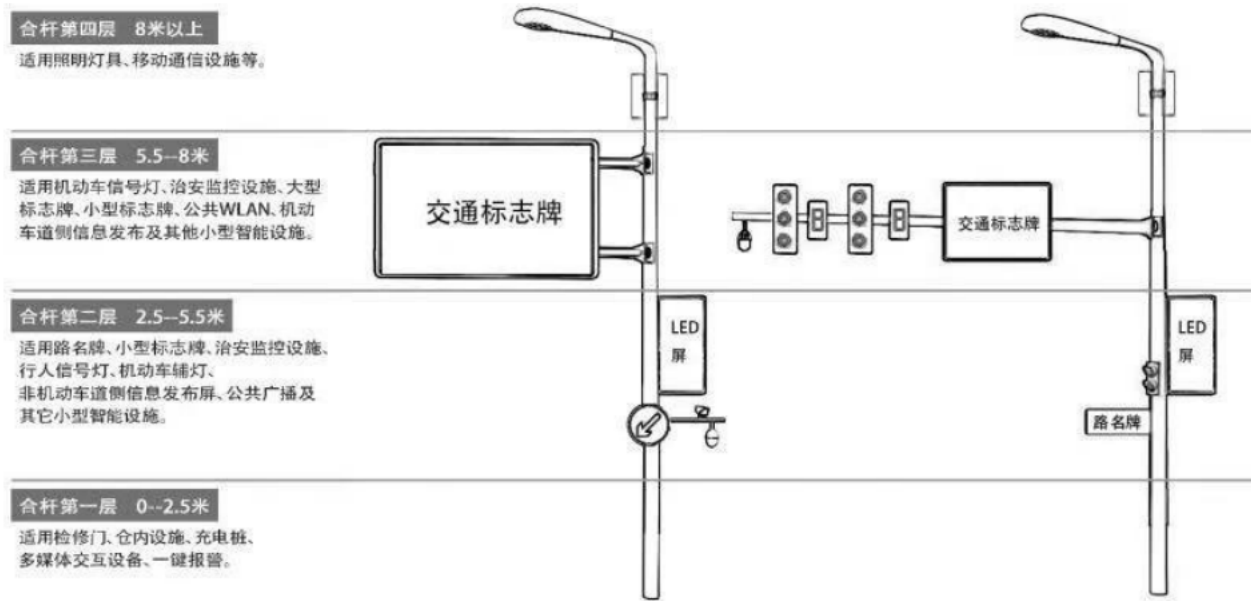


图7 多功能灯杆竖向分层部署图

- a) 高度 0.5 m~2.5 m，适用检修门、仓内设施、充电桩、多媒体交互设备、一键报警等；
- b) 高度 2.5 m~5.5 m，适用路名牌、小型标志牌、治安监控设施、行人信号灯、机动车辅灯、非机动车道侧信息发布屏、公共广播及其它小型智能设施；
- c) 高度 5.5 m~8 m，适用机动车信号灯、治安监控设施、大型标志牌、小型标志牌、公共 WLAN、机动车道侧信息发布屏及其它小型智能设施；
- d) 高度 8 m 以上，适用照明灯具、通信设施等。

5.4 照明系统

- 5.4.1 多功能灯杆的道路平面布置应在满足道路照明要求的前提下，综合考虑各类搭载设备的要求，实现各种功能的正常发挥。
- 5.4.2 道路照明设计应根据 CJJ 45 进行，设计应采用照明计算软件进行计算模拟，并提供完整的照明计算报告。

5.5 供配电系统

- 5.5.1 一般要求如下：
 - a) 多功能灯杆供电系统应统一规划，符合智慧道路规划要求；
 - b) 电源点宜设置在用电负荷中心并便于维护操作的位置。宜采用专用变压器通过综合机箱向各类设施供电，应符合 GB 50054 的相关规定，满足搭载设备正常工作的需求；
 - c) 供电电源宜统一接入、分别计量、统一管理，支持断电保护和远程控制。
- 5.5.2 供电负荷等级应符合 GB 50052 及 CJJ 45 的要求，并按以下规定确定：
 - a) 中断供电将造成人身伤害，或造成重大损失和重大影响的搭载设备的负荷等级应不低于一级；
 - b) 交通和公共安全类设备的负荷等级应不低于二级；
 - c) 其它搭载设备应根据中断供电造成的影响及损失，合理确定负荷等级。
- 5.5.3 多功能灯杆系统采用交流供电时，应满足下列要求：
 - a) 供电电压等级宜为 0.22 kV /0.38 kV。用电设备端电压应为标称电压的 -10%~+5%；

- b) 交流配电变压器及配电箱的位置宜设在负荷中心。照明由专用变压器供电时，变压器应采用 Dyn11 联结方式；
- c) 三相配电干线的各相负荷宜分配平衡，最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%，最小相负荷不宜低于三相负荷平均值的 85%；
- d) 路灯照明用电与移动通信基站（4G/5G 基站等）、智能化系统用电宜采用不同的回路供电。各类设施出现故障或检修时不影响其他设施的正常运行；
- e) 配电系统的接地型式宜采用 TT 或 TN-S 接地系统，中性线截面不应小于相线截面；
- f) 配电系统的接地电阻不得大于 4 Ω，当采用共用接地时，接地电阻不得大于 1 Ω，并符合 CJJ 89 的要求。

5.5.4 多功能灯杆系统采用直流供电时，应满足下列要求：

- a) 直流配电电压等级宜为 48 V、110 V、220 V、375 V，且直流输出电压应为标称电压的-20%~+5%；
- b) 直流配电保护应按保护要求和直流特性选择相应的保护电器；
- c) 当采用 IT 接地系统时，应设置对地绝缘监测装置。

5.5.5 多功能灯杆应设置用电安全警示标志，标志应符合 GB 2894 的规定。

5.5.6 多功能灯杆供电系统应采用地下电缆线路供电，其供电电缆设计及选型应满足 GB 50054 及 GB 50217 的相关规定。

5.6 杆塔基础

多功能灯杆杆件基础设计应符合GB 50007、GB 50135、DL/T 5219、JGJ 94的规定。在基础设计和安装之前，应按基本建设程序进行地质勘察，并应满足下列要求：

- a) 多功能灯杆的基础预埋件（地笼）设计时应根据当地基本风压值、岩土基层勘测报告及杆塔的整体荷载计算强度, 锚固栓宜选用 Q345B 及以上强度的低合金高强度结构钢，锚固栓采用圆钢材料（禁止对接或搭接），并预留足够的线缆进出空间及可靠的接地连接装置；
- b) 多功能灯杆的基础预埋件（地笼）设计图应根据杆塔底部法兰方位标注基础预埋件（地笼）安装方向及距路沿石侧面距离，基于主路面安装标高，标注基础预埋件（地笼）安装高度。基础螺柱朝向如图 8 所示：

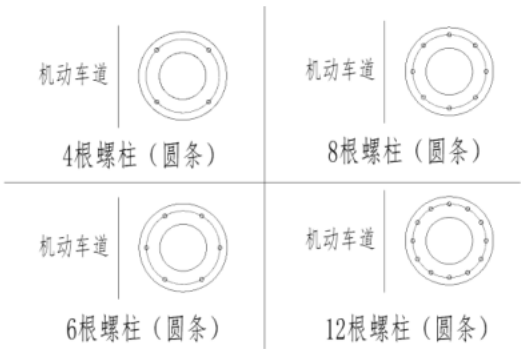


图8 基础螺栓朝向图

- c) 多基础应采用预制桩基或现浇桩基，非特殊情况不采用筏板基础，基础混凝土标号不得低于 C30。

- d) 基础法兰盘距地面宜大于等于 300 mm，基础螺栓顶部宜低于地面 150 mm。杆件紧固校正后，应采用不低于 C20 的混凝土包封法兰和螺栓，包封层高出锚栓顶部 30 mm，表面铺装应与杆件周边地面一致；
- e) 基础锚固栓部分及锚固螺母、平垫、接地网等钢制品应整体进行热浸镀锌或热浸镀铝防腐处理，热浸镀锌符合 GB/T 13912 规定。热浸镀铝符合 GB/T 18592 规定。

5.7 管线

5.7.1 多功能灯杆应具备为搭载设备提供统一传输接入服务的能力，每根多功能灯杆宜配置不少于 12 芯的光纤资源，满足安防监控、移动通信基站、信息发布屏、智能网关等设备的裸纤传输接入需求。非裸纤传输接入的搭载设备可由智能网关统一提供传输接入服务。

5.7.2 多功能灯杆系统的电力、通信线缆应埋地敷设，保护管道连接应牢固，密封良好。管道穿越机动车通行的地段时应采用满足承压强度的保护管。敷设要求应符合 GB 50217、GB 50289、GB 50373、GB 50838 的有关规定。

5.7.3 管线设计时应根据敷设环境采用满足机械强度及线缆通径要求的保护管并符合以下要求：

- a) 强弱电管线应分别敷设管道；
- b) 应预留一定数量的管道；
- c) 应对各线缆种类、管理单位及责任人等信息进行标识。
- d) 管道的埋设深度(管顶至路面)不应低于表 1 的要求。当达不到要求时，应采用钢管保护。车行道下方的管道应进行混凝土包封。

表1 路面至管顶的最小深度表 单位：m

类别	人行道下	车行道下	与电车轨道交越（从轨道底部算起）	与铁道交越（从轨道底部算起）
水泥管、塑料管	0.7	0.8	1.0	1.5
钢管	0.5	0.6	0.8	1.2

5.7.4 多功能灯杆旁宜设置接线手孔井，电缆、光纤分支接线宜在接线手孔井或灯杆的设备仓内实施，在手孔井内分支时应进行防水处理。

5.8 电气安全

多功能灯杆所有可触及的金属部分均应严格按照要求进行接地安全保护，防雷与接地应符合GB 50057、GB 50689和 CJJ 45、YD/T 1429的有关规定，并应符合以下要求：

- a) 多功能灯杆的杆件及构件、设备外壳、配电及控制箱等外露可导电部分应进行保护接地；
- b) 杆件、悬臂、底座等所有裸露金属部件与接地端子之间应具有可靠的电气连接，端子固定螺栓规格不应小于 M8；
- c) 高度大于 15 m 的多功能灯杆应设置接闪器，并确保所有搭载设备均在接闪器的保护范围内；接闪器与引下线之间应采用螺栓连接，接闪器与引下线及接地装置的紧固件均应使用热浸锌制品；金属多功能灯杆的杆件可作为接闪器的引下线，在引下线附近应采取防接触电压和跨步电压安全保护措施，并应符合 GB 50057 的有关规定；
- d) 多功能灯杆搭载的电气设备宜按 GB/T 18802.12 的规定选择和设置电涌保护装置 (SPD)。

5.9 信息安全

5.9.1 多功能灯杆信息安全的设计应满足 GB/T 20269、GB/T 20270、GB/T 20282 和公安部第 82 号

令的有关规定。

5.9.2 多功能灯杆系统的设计应满足信息传输的安全性和使用的保密性，信息安全等级保护应符合 GB/T 22239 的要求且不低于二级。

5.9.3 多功能灯杆的搭载的智能化设备宜采用 TCP/IP 协议进行相互通信和管理。搭载的物联网设备可采用 NB-IoT、LoRa、PLC、Zigbee、TCP/IP 等有/无线网络接入管理平台。多功能灯杆与管理平台之间的传输网络，应保障通信链路安全可靠，防止攻击者窃听、解析、篡改、控制通信链路上传输的数据。

5.9.4 多功能灯杆的搭载的显示屏、广播等信息传播设备，宜采用专用网络传输，信息传播的内容应经过相关主管部门的审批。

5.9.5 多功能灯杆系统应在网络边界部署访问控制设备，启用访问控制功能，设置白名单访问控制。应对搭载设备实行身份认证和绑定，确保操作安全。

5.9.6 多功能灯杆系统的数据在传输过程中，应具备对数据完整性监测的功能，采用加密或其他保护措施实现数据存储的保密性。

6 管理系统要求

6.1 一般规定

6.1.1 多功能灯杆宜同步建设管理系统，系统应包括设备管理平台和运营管理平台，并符合下列要求：

- a) 管理系统应支持云化部署和本地化部署；
- b) 管理系统应遵循 GB/T 22239、GB/T 25000.1、GB/T 28181 的相关规定；
- c) 管理系统应具有公共 API 接口及协议，以便第三方调用，通讯协议和接口应符合 GB/T 28181 的相关要求；
- d) 管理系统应支持弹性扩展，新增特性的快速上线、发布；
- e) 管理系统应支持在线升级/回退/扩容；
- f) 管理系统宜支持现有系统的接入和兼容。

6.1.2 管理系统应对搭载的共享设备和非共享设备进行管理，并符合下列要求：

- a) 共享设备宜统一接入管理平台，可直接或通过智能网关中转远程上报设备运行状态及设备采集数据；
- b) 非共享设备应单独通过指定的网络传输或汇聚到指定的信息存储中心，多功能路灯杆提供供电支持，并做好网络隔离设计；非共享设备宜上报设备运行状态至管理平台，不上报设备采集数据。

6.2 系统功能

6.2.1 多功能灯杆设备管理平台应具备对搭载设备的业务汇聚和分配、远程集中管理、控制、运行监测、数据分析、查询、数据共享互联互通等功能，支持接入现有的业务平台或不同厂家的业务平台。

6.2.2 设备管理平台应具备对搭载设备进行测试准入和生态导入、管理、控制、运行监测、数据运维、数据共享互联互通等，并应具备下列功能：

- a) 添加删除任意节点和设备，修改编辑节点和设备的设置和属性；
- b) 对杆件及各搭载设备的标识、状态、用户信息采集；
- c) 对任意设备的应用策略（控制策略、播放策略、连接策略）的配置功能。

6.2.3 运营管理平台应具备业务运营功能，并支持接入现有的业务平台或不同厂家的业务平台。

6.2.4 智能照明控制设备应符合 GB/T 34923（所有部分）的规定，并符合以下要求：

- a) 下行通信异常时能自动切换备用通信信道；

- b) 能根据外部天气的变化,动态调整开关灯策略以及动态调整线缆漏电监控保护策略。
- 6.2.5 视频监控功能由搭载的球型摄像机或枪型摄像机组成,应能实现远程集中管理、画面监控、运行状态监测,以及参数设置、查询、视频数据共享等功能,并应符合以下要求:
- 视频采集设备应符合 GB 8898、GB 20815、GB/T 25724、GB 35114 相关要求;
 - 视频采集设备的控制、传输流程和协议接口应符合 GB/T 28181 相关要求。
- 6.2.6 无线 AP 设备应具有完善的业务支持能力,高可靠性,高安全性,网络部署简单,自动上线和配置,可通过远程集中管理、控制,满足 AP 设备运行状态、WLAN 网络运行状态的监测、接入设备查询、定位等功能。满足智能终端的通信需求的同时可实时对 WLAN 网络进行管理和维护,并符合下列要求:
- 公共 WLAN 应符合 GB 4943.1 的要求;
 - 公众无线局域网接入点(AP)设备认证技术规范。
- 6.2.7 多媒体信息发布设备宜采用内嵌 LAN、WIFI、4G 智能管理核心模块的 LED 灯杆全彩显示屏,具备远程联网控制,可远程集中管理、控制、监测设备运行状态、播放内容发布和管理(上传、审核及查询)等功能,并符合下列要求:
- 信息发布屏展示功能应符合 SJ/T 11141 的要求;
 - 安全性应符合 GB 4943.1、GB 8898、YD/T 1666 相关要求;
 - 电磁兼容应符合 GB/T 9254 相关要求;
 - 性能应符合 SJ/T 11141 相关要求。
- 6.2.8 紧急报警设备应具备一键式紧急求助功能,宜具有可视对讲功能。应具备远程联网控制,可远程集中管理、控制,设备运行状态监测、定位、自动录音等功能。支持与视频监控子系统实现应急呼叫安防联动功能。应符合 GB 50348、GB 50394、GB 50395、GB 50396 的相关要求。
- 6.2.9 公共广播设备宜采用具有远程联网控制的 IP 广播,具备远程集中管理、控制、设备运行状态监测、播放内容发布和管理等功能。系统可直接播放来自网络的音频,或与其他广播终端、对讲终端、采播终端配合使用,实现音频播放、声卡喊话等功能,并符合下列要求:
- 公共广播设备性能及安装要求应符合 GB 8898 和 GB/T 50526 相关规定;
 - 支持紧急广播强插功能。
- 6.2.10 环境与气象监测设备可对周围环境及气象进行监测,如温湿度、气压、风向、风速、雨量、辐射、紫外、PM2.5、PM10、噪声等信息实时监测;具备远程联网控制,可远程集中管理、设备运行状态监测及定位等功能,环境监测设备的性能应符合 GB/T 33697 相关要求。
- 6.2.11 监控及报警应具备下列功能:
- 应对多功能灯杆和各搭载设备状态的关键数据信息进行实时在线监测,包括系统状态、运行方式、控制方式、运行功耗、环境情况、故障告警等;
 - 具备主动上报报警信息、自定义报警信息、自定义事件转报警信息等 3 大报警信息来源设置功能,通过自定义报警信息对上报的告警和故障信息根据自定义报警策略进行二次判断和组合可对故障信息进行筛选以及智能化生成新报警信息和设备之间的智能联动控制;
 - 对故障告警级别进行设置,可根据故障的严重等级设置不同的各种报警告知方式;
 - 应对所有告警及事件(包括传送到信息中心的各类报警、对讲呼叫、应急照明等设备的开启关闭等)记录保存,同时保存事件相关联的视音频信息,并可按事件检索;
 - 对紧急告警及事件应设定应急预案,当事件发生时,通过该预案可自动执行设备联动控制;
 - 对杆件状态和用电安全状态进行实时在线监测,实时显示和提供相关数据信息;
 - 报警信息应能够通过各种方式通知相关的设备负责人,通知方式可包括:电话、手机 APP 推送、短信通知、邮件通知等,控制后台具有声光报警功能;管理人员可定义不同的故障登记,并配置组合报警提醒方式(例如重要告警,可以短信+手机 APP 推送+声光报警);通信恢复后应能将通信中断期间的数据上报,并保存主要告警数据;

- h) 应具备事件记录保存和管理功能，记录所有事件(包括各类报警、对讲呼叫、应急照明等设备的开启关闭等)并保存事件相关联的视音频信息，管理人员可按事件进行检索；
 - i) 应具备杆件承载负荷及负荷余量管理功能，可显示杆柱的当前搭载情况信息并评估搭载能力；
 - j) 应具备杆件搭载位管理功能，根据不同杆件的标准搭载位设计，为将来其他设备搭载和电缆、光纤资源提供统一的管理和分配功能；
 - k) 宜具备实时动态检测杆件搭载设备数量，搭载超负荷主动告警；
 - l) 应具备供电负荷评估管理功能，可实时显示配电负荷数据，可用余量数据，超负荷预警告警。
- 6.2.12 系统管理应能对用户、日志、数据等进行统一管控，并具备下列功能：
- a) 应具备统一的认证、授权管理机制，对访问者进行身份码和密码双重认证；
 - b) 应具备完备的操作日志保存和日志管理功能，对平台管理服务器和各类服务器以及前端设备的设置、修改、资料删除等进行完整记录；日志禁止修改、删除，保存时间不少于六个月；
 - c) 宜根据用户角色属性提供不同的管理权限和界面，在角色权限配置中可针对功能进行授权，如控制模块的权限、查看系统日志权限、设备广播权限等；
 - d) 应具备统一的自动校时与手动校时功能，提高各模块设备管理和数据采集时间的正确性；
 - e) 应具备电子地图管理功能，结合 GIS 将所有多功能灯杆的位置信息载入管理平台，形成站点地图，实现对多功能灯杆的资产统计、精准定位及追溯；应采用国家标准坐标体系的智能 GIS 地图管理，宜自动采集杆件信息及所搭载的设备信息并自动加载至地图；
 - f) 权限配置可分为用户、角色，不同用户可设置所属角色，可定义用户的优先使用权，用户权限可在线进行授权、转移和取消；
 - g) 支持和外部系统的计费结算，可通过调用第三方支付系统满足停车、电动汽车充电等业务的服务需求。
- 6.2.13 资产管理应具备下列功能：
- a) 应具备地图设施绘制功能，包括设施添加、设施移除、设施移动与设施连线，支持手动添加单个或批量设施的属性；
 - b) 应具备分组管理功能，资产可按项目、区域、设备类型及型号等分组，以列表形式统计设施设备属性，方便设备分类查询；
 - c) 宜支持前端设备图片、三维影像（swf 文件）批量上传至服务器或数据库；
 - d) 宜具备地理编码功能，为设施设备自动赋值所属区域；
 - e) 可具备最短路径分析功能，分析出发点与维修点间的最短距离与路线，为设施维修出行路线提供参考。
- 6.2.14 工单管理应具备下列功能：
- a) 应支持手动录入基本故障信息、处理时限、负责人等信息人工创建工单，及当系统检测到预定义告警类型自动创建工单；
 - b) 应具备工单记录保存和管理功能，内容包括工单编号、故障类型、故障内容、故障地点、报修时间、受理时间、端维修人员、查看时间、完成时间、处理时限、受理员、状态、负责人、工单流转等信息；可根据时间段、负责人等关键词查询和统计工单信息；
 - c) 应具备工单延期功能，结合具体情况对工单进行延时修改；
 - d) 宜具备任务督办功能；
 - e) 可对紧急事件设定应急预案，事件发生时通过该预案自动执行事件与设备之间的智能联动控制。
- 6.2.15 统计分析管理应具备下列功能：
- a) 支持多种报表显示，提供自定义报表开发、报表分类管理、可视化的表单设计工具、数据源定义、格式定义、统计分析和配置管理、报表分类浏览、报表查询和导出等功能；

- b) 支持多种分析图表，包括折线图、柱状图、仪表盘、散点图、K线图、饼图、雷达图等多种图形工具；
- c) 应具备数据分析、管理、可视化功能，支撑各类信息资源的可视化表达和分析。
- d) 宜根据具体应用场景在移动端设备上提供设备控制、故障定位、系统报警、工单处理、巡视管理、定位导航、手机办公等功能。
- e) 宜根据用户操作权限设置不同操作模式。

6.3 系统架构

6.3.1 多功能灯杆系统总体架构宜包括：基础设施层、感知层、传输层、数据采集层、平台层（运维管理平台和平台层（应用服务平台）、应用层。可通过平台软件与各个子系统的协议对接，实现对多系统多设备统一标准协议的相互通信和集中管理控制，多功能灯杆系统管理平台根据各子系统产生的信息变化情况，作出相应的协调动作，具有达到信息交换、数据共享和挖掘、联动处理等能力。

6.3.2 多功能灯杆系统架构示意图见图 9。

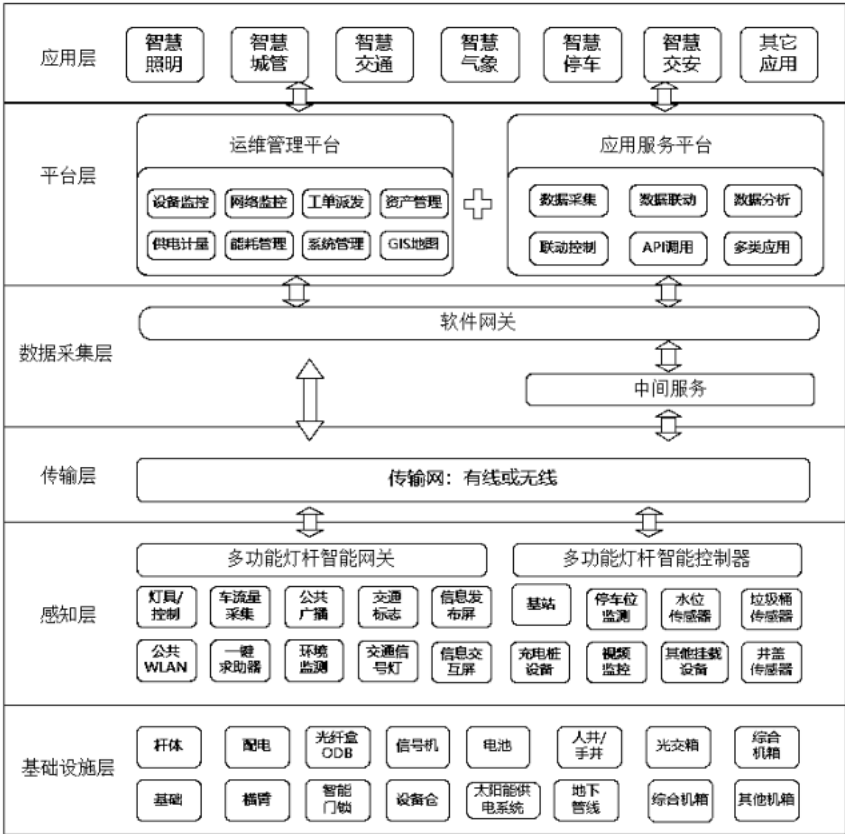


图9 多功能灯杆系统架构示意图

6.3.3 数据层应符合以下要求：

- a) 应包含数据采集、数据处理、数据存储、数据分析、数据呈现、数据共享和数据安全功能；
- b) 应支持前端设施的不同通信协议的数据采集，并按照标准化数据格式接入；应支持高并发、大数据量的数据采集以及满足各种应用要求的数据采集频率；
- c) 数据处理应支持对错误数据格式、无效数据、重复数据等异常数据的处理；应支持对不一致数据进行检测以及对缺失数据进行填补；

- d) 数据存储应支持实时数据和历史数据的存储；应支持存储的状态监控和对存储节点的迁移、扩容、复制、更改、删除、备份、恢复等操作；
 - e) 数据分析应支持数据分析、执行以及对分析结果的多种形式的输出；
 - f) 数据展示应支持实时数据和统计数据展示，包括折线图、柱状图、饼图等可视化展示；
 - g) 数据共享应支持其他系统对数据共享访问，同时可向其他系统分发数据；应支持共享访问和分发数据的安全管理。数据共享应满足业务部门的应用需要。共享给城管部门的数据应符合 GB/T 30428 相关规定；共享给公安交通部门的数据应符合 GA/T 1049.3 和 GA/T 1400.4 相关规定；视频相关数据应符合 GB/T 28181 的相关要求；共享给其他部门的数据应符合相应部门的数据规范；
 - h) 数据安全应支持对于敏感性数据加密方式存储，按照国家相关保密部门要求采用合适的加密算法、密钥长度和密钥管理机制。
- 6.3.4 运营管理平台支撑层应提供统一安全的通信网络接入、各种通信协议的灵活适配、海量的并发连接、端到端安全、故障定位/诊断等功能。
- 6.3.5 运营管理平台应用层应符合以下要求：
- a) 数据管理应具备对辖区内多功能灯杆及附属设施的相关业务数据进行查询、导出、统计（报警率、设备在线率等）并生成可视化报表等功能，同时可将设施基础信息推送到上一级平台并能接收并处理平台指令；
 - b) 校核多功能灯杆搭载设备数量，搭载超负荷主动告警；可根据不同杆件的标准搭载位设计，为将来其他设备搭载和电缆、光纤资源提供统一的管理和分配功能；
 - c) 财务管理应具备收益分析、成本分析、支出分析并自动生成可视化报表等功能；
 - d) 合同管理应支持合同签署监控及录入、合同状态实时维护、合同信息更新等功能，实现合同的长期动态管理；
 - e) 客户管理应支持客户资料的批量导入、支持多联系人管理、支持客户名称的排名、支持多条件搜索。支持客户资料、联系人资料的修改、删除权限的控制；
 - f) 多功能灯杆运维绩效评价应具备对运维管理的绩效管理、绩效考核、绩效评价功能。

7 设备要求

7.1 照明灯具要求

- 7.1.1 LED 灯具在 45℃ 环境温度和 95% 相对湿度下，系统光效应 ≥ 140 Lm/W，显色指数宜 ≥ 70 ，光源色温应 ≤ 4000 K，且应符合 GB/T 24827、GB/T 31897.1、GB/T 31897.201、GB/T 35269、CJJ45 的规定和 CQC 3127 中相关要求及能效标识。
- 7.1.2 LED 灯具在正常工作 3000h 的光通维持率不应低于 98%，6000h 的光通维持率不应低于 96%，10000h 光通维持率不低于 93%，正常工作五年的光通维持率不低于 70%。
- 7.1.3 安全性应符合 GB 7000.1、GB 7000.203 的相关要求。
- 7.1.4 电磁兼容性应符合 GB 17625.1、GB 17625.2、GB/T 17626.2、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6、GB/T 17743、GB/T 18595 的相关要求。
- 7.1.5 LED 灯具应采用自散热结构，不应使用附加散热风扇。
- 7.1.6 LED 灯具光学透镜抗冲击测试应达到 IK08 等级或以上。
- 7.1.7 灯具外壳的抗冲击测试应达到 IK08 等级或以上。
- 7.1.8 灯具选型、光源及附属装置选择应保持全路段一致；光源功率及灯具配光曲线选择应通过照明计算分析后确定。

7.1.9 灯具及安装固定件应具有防止脱落或倾倒的安全防护措施，对人员可触及的照明设备，当表面温度高于 70℃时，应采取隔离保护措施。

7.1.10 LED 控制装置应采用隔离电源，性能应符合下列要求：

- a) 电压范围 AC 100V~277V，50~60Hz；
- b) 功率因数应 >0.9 ；
- c) 电源效率应 $>90\%$ ；
- d) 电源应为 1V~10V 或 PWM 隔离可调光电源，并符合 GB/T 17743 规定；
- e) 电源能够在 -40°C ~ 85°C ，相对湿度 95% 情况下正常工作；
- f) 具备输入欠压保护、输入过压保护、过压保护、短路保护、过温保护功能，当温度超过设定值时能自动降低输出功率；
- g) 具备差模 6KV，共模 10KV 防电涌保护功能；
- h) 谐波失真 $\text{THD} \leq 15\%$ ；
- i) 应能兼容不同厂家的单灯控制器；
- j) 设计寿命不小于 5 万小时；
- k) 具有快速拆装固定结构，输入输出及控制线应采用防水快速接头。

7.2 单灯控制器要求：

7.2.1 通过有线或无线通信方式控制 LED 灯具，实现多种方式开关灯及智能调光。

7.2.2 具备故障告警功能，当灯具出现意外亮灯、意外灭灯、光源故障、频闪故障时应自主检测并报警，灯具恢复正常后自主消警。

7.2.3 应具备远程自检功能，可采集上报电压、电流、功率、漏电流、亮灯时间与总用电量等数据。

7.2.4 应具备数据自主上报功能，当控制器出现故障或控制状态发生更改等情况下将相关信息主动上报至平台。主报信息包含实时的模拟量采集数据，灯具状态，控制状态及无线信号质量数据。有补发机制，超时未收到平台应答，则补发主报信息。

7.2.5 与管理平台间的通信应经过认证和加密。

7.3 智能网关

7.3.1 多功能灯杆的网关宜使用智能网关设备，集合光端机、路由器、交换机、协议栈和安全芯片、边缘计算单元等功能，实现系统信息的采集、信息输入、信息输出、集中控制、远程控制、联动控制和安全管控，并具有感知网络接入、不同网络互通及通讯与数据格式标准化的功能。

7.3.2 多功能灯杆上的智能照明、视频监控、环境监测传感器、显示屏、无线 Wi-Fi 覆盖、公共广播、一键报警，充电桩等设备宜通过智能网关一站式接入。

7.3.3 应采用工业级智能网关，提供智能设备的代理功能，上级域为管理平台，父结点为智能网关，子结点为各功能设备。与上级域和其他网关之间可通过有线或无线传输，并应满足以下要求：

- a) 电磁兼容性应符合 GB/T 17626.2、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5 的要求；环境适应性应符合 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 的要求；
- b) 具备照明控制功能，能实现按系统平台命令开关灯及调光功能，并能在离线时按预设的时间表独立控制照明；
- c) 开关量输入、电流、电压、漏电检测等数据采集功能；
- d) 具备三相四线电能计量功能；
- e) 具备多时段电压、电流限值报警功能。每个检测回路应能设置多个时段的电压、电流上下限值，超出对应限值后报警；

- f) 具备断电复位功能，自动保存当前工作状态，断电后重启能恢复到断电前的工作状态并确保数据不会丢失；
- g) 实时监测查询杆件上搭载设备的运行状态并定期上报至管理平台，支持设备故障远程告警；
- h) 建立远程设备的安全网络服务，实现对搭载设备的远程集中管理及维护，可支持用户通过安全通道对设备进行远程诊断、调试、固件升级；
- i) 具备对搭载设备的合法接入控制，对搭载设备进行身份认证及鉴权；
- j) 数据传输进行软件或硬件加密，采用国家密码局认定的国产密码算法，兼容目前国际主流的加密算法，满足信息安全等级保护二级相关要求；
- k) 支持时钟获取、保持和校时功能。具备时钟保持功能，时钟电池后备时间不应少于 3 年；支持远程重启、自动和手动校时功能；
- l) 支持不同接口类型搭载设备接入，应至少具有 2 路千兆以太网光接口、8 路 GE 网口、2 路 RS485/RS232 接口；具有 DI/DO 接口等；其中 RJ45 网口宜具有 POE 供电功能；
- m) 满足工业级宽温湿度环境要求：工作温度 $-20^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，湿度 5%~95%（无凝露），防护等级 IP54 以上，盐雾防护等级应满足 GB/T 6461、GB/T 10125 相关要求；
- n) 具备本地网络管理功能，能去中心化后独立管理本地所有搭载设备，实现搭载设备间互联互通、事件联动、离线规则管理；智能网关之间可自协商主备管理、数据冗余热备、离线规则及事件联动；
- o) 具备完备的操作日志保存和日志管理功能，对智能网关的设置、修改、资料删除等进行完整记录；日志禁止修改、删除，保存时间不少于 6 个月；
- p) 宜具备本地存储功能和本地计算功能，去中心化后能独立存储和处理所有搭载设备至少 7 天的相关数据，数据类型包括：配置数据、告警数据、状态数据、业务应用数据（除视频）等；
- q) 可支持扩展 GPS/北斗定位功能，预留外接 GPS/北斗天线接口；
- r) 宜具有智能门禁功能。

7.4 设备电源要求

7.4.1 多功能灯杆的电源宜采用智能电源，统一向各类搭载设备供电，并满足以下要求：

- a) 应支持 48V DC 或 110V DC 直流电源输入或 220V AC 交流电源输入，宜具有标称 12V DC、24V DC、48V DC 等一种或者多种规格的电源输出和多分路输出，并具有可恢复保险丝短路保护；
- b) 应对各搭载设备有独立的电源分路输出，通信、视频安防、交通信息等特殊设备应设置单独供电线路，避免受到干扰；
- c) 应预留搭载设备供电功率余量。搭载设备参考功率见表 2；
- d) 应配置单独的能耗统计模块，可预留接口配置计量电表；
- e) 应具备远程管理功能，可根据实际需要，单独为设备设置供电方案；
- f) 配置分布式能源和储能设备的，其电源应单独设计。

表2 多功能灯杆单个搭载设备的参考功率

设备名称	参考功率
照明设备	30—350W（LED 灯）
视频采集	60W
移动通信	1200W（宏基站） 300—600W（微基站）
公共 Wi-Fi	30W
公共广播	40W
环境监测	15W
气象监测	20W
无线电监测	80W
交通流监测	20W
一键呼叫	15W
多媒体交互	36W
信息发布屏	900—1200W/m²

7.5 杆件

7.5.1 多功能灯杆由主杆件、功能照明臂(架)副杆、搭载设备臂(架)横杆、卡槽、设备舱(含扩展)、基础、接地装置件等模块组成。杆外形设计满足功能需求外,造型应简洁美观,符合地方文化特色。

7.5.2 多功能灯杆主要分为以下 5 类:

- a) I 类杆: 主要搭载信号灯; 杆件和横臂预留卡槽接口, 根据需要搭载其它设备, 示意图见图 10;
- b) II 类杆: 搭载大、中型道路标志牌; 杆件预留卡槽接口, 根据需要搭载其它设备, 示意图见图 11;
- c) III 类杆: 搭载道路交通监控; 杆件预留卡槽接口, 根据需要搭载其它设备, 示意图见图 12;
- d) IV 类杆: 搭载道路中、小型指示牌; 杆件和横臂预留卡槽接口, 根据需要搭载其它设备, 示意图见图 13;
- e) V 类杆: 道路照明灯杆, 杆件预留卡槽接口, 根据需要搭载其它设备, 示意图见图 14。

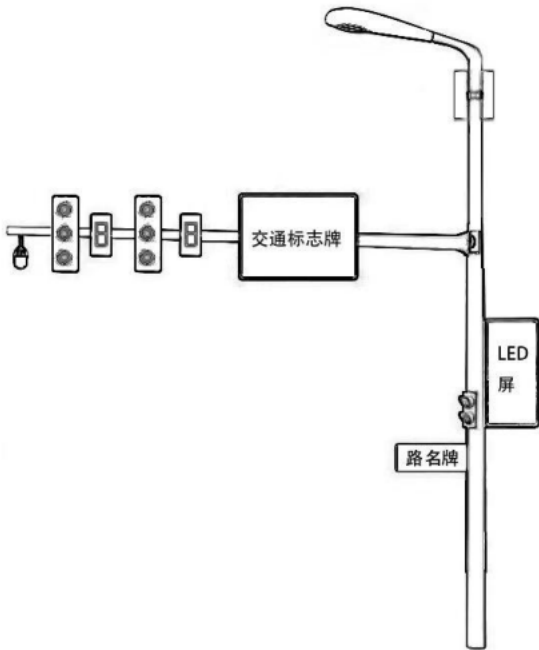


图10 I类杆示意图

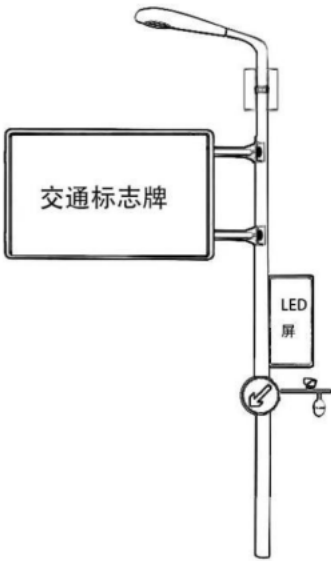


图11 II类杆示意图

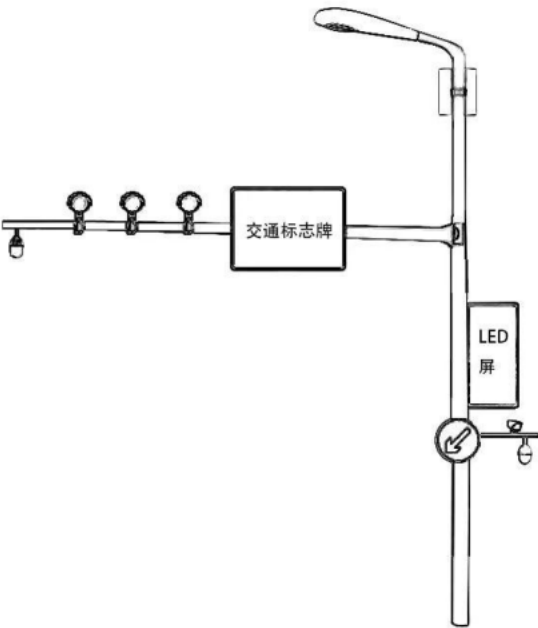


图12 III 类杆示意图

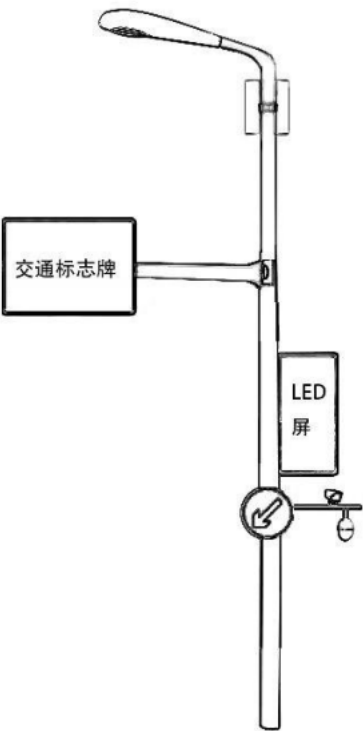


图13 IV 类杆示意图

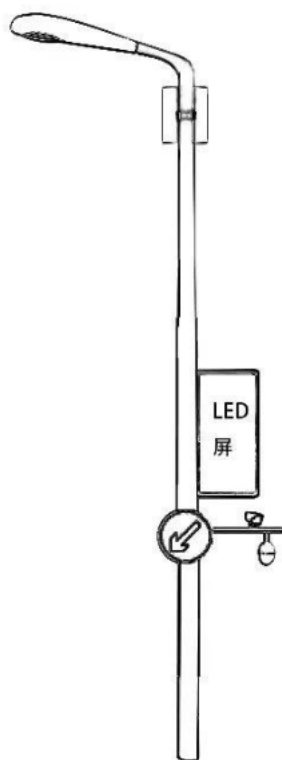


图14 V类杆示意图

7.5.3 杆件结构设计应符合 GB 50009、GB 50068 的相关规定，安全等级应符合二级标准；柱体采用碳素结构钢、低合金结构钢材质的，强度应符合 GB 50017 的标准要求；采用高强度铝合金等新型材料的，其性能应符合 GB 50429 的相关要求。连接节点用标准件应采用不低于 8.8 级的热浸锌螺栓或不锈钢螺栓。同时应符合 CJ/T 527 中的相关规定。各类设施的最小净高应满足 GB 55011 的要求。

7.5.4 杆件结构计算应符合以下要求：

- a) 刚度控制：杆件应进行结构整体挠度计算。水平挠度值应 $\leq 1/40$ 。竖直挠度值应 $\leq 1/40$ 。挠度不满足加载设备要求时，应按设备要求设计；
- b) 大荷载挑臂可具有适当的仰角，安装完成后挑臂仰角不应 $\leq 0^\circ$ ；
- c) 结构体形系数选用应按照 GB 50135 的规定进行；
- d) 基本风压值应按 GB 50009 中规定的当地城市 50 年重现期为准，但不得小于 0.35 kN/m^2 。当搭载设备对偏转角有要求时，应进行风力引起的最大偏转角验算；
- e) 杆身及主要承重构件宽厚比等级为 S4 级、S5 级。

7.5.5 杆件应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计制造，设计使用年限不小于 30 年。产品应具备完整的承重接点结构图纸及强度计算书。

7.5.6 杆件应符合以下环境性能要求：

- a) 环境温度 $-20^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 95%；
- b) 防护等级应不低于 IP54；
- c) 防腐性能应满足在盐雾浓度不大于 5% NaCl 的环境下可靠工作。

7.5.7 多功能灯杆杆件及基础的抗震设计应符合 GB 50191 的规定。

7.5.8 杆件除应满足集成现有功能设备荷载外，还应考虑冗余荷载。杆件安装设备的连接件应具备灵活性，并与搭载设备的荷载相适应。

7.5.9 结构设计应符合人机工程学基本要求，并满足习惯性作业需求，所有设备固定位置应满足双手作业操作，所有金属过线孔、设备固定支架、法兰边缘锐角倒钝、去毛刺、去锌瘤、去锌刺，过线孔应配备具备防水能力的过线圈。

- 7.5.10 顶部应预留法兰盘安装接口，便于安装移动通信基站等设备，按需预留避雷针安装位置。
- 7.5.11 宜采用监测技术，实时监控和管理杆件的倾斜、水浸、门禁、温度等状态。
- 7.5.12 主杆 8m 内应具有不少于四个平面能够对称安装后续扩展设备的卡槽；8m 以上杆件截面形状应具有不少于三个平面能够安装 1~3 层 5G AAU 设备的卡槽，且卡槽在杆件截面上 360 度均布。大荷载主杆宜选用外贴式卡槽，卡槽固定宜用拉铆螺母加胶塞形式，其余类型杆件可选用内嵌式卡槽杆，杆件与卡槽功能合二为一。搭载设备的支架（法兰）、卡槽结构应易于使用、操作、维修，连接标件满足工具的最小作业空间，二、三、四层的连接螺栓、法兰及方位应满足高空作业车作业需求。
- 7.5.13 杆件卡槽为铝合金材料时，应采用满足强度要求的铝合金型材，卡槽平面宽度不小于 80 mm，表面进行防氧化处理。
- 7.5.14 大荷载主杆钢材宜选用 Q355B 及以上强度的高强度材料；其余部分钢材宜选用 Q235B 及以上强度的材料或 6063-T6 及以上牌号铝型材；景观合杆类灯型宜用主杆单管加副杆组合杆件结构设计；设计和制造标准应符合 CJ/T 527 的相关规定。
- 7.5.15 预留后续装配 AAU 通信设备结构空间，具备 45 kg 的单件设备在空中能够平移，水平、垂直角度调整的机构装置。
- 7.5.16 连接节点采用法兰连接的应符合下列要求：
- 节点法兰厚度 $T \geq 8$ mm；
 - 节点外管径 >60 mm ≤ 80 mm 的，法兰厚度 $T \geq 12$ mm；
 - 节点外管径 >80 mm ≤ 120 mm 的，法兰厚度 $T \geq 16$ mm；
 - 节点外管径 >120 mm ≤ 160 mm 的，法兰厚度 $T \geq 18$ mm；
 - 节点外管径 >160 mm ≤ 240 mm 的，法兰厚度 $T \geq 20$ mm；
 - 节点外管径 >240 mm 的，法兰厚度 ≥ 25 mm；
 - 法兰加强筋厚度不低于节点管壁厚且最小厚度 $T \geq 4$ mm；
 - 杆塔底法兰应标注安装方位。
- 7.5.17 多功能灯杆连接节点采用插接的应符合下列要求：
- 内管壁厚不小于 4 mm， $\leq$ 外径 200 mm 的径厚比不小于 2.5%；
 - 外径 >200 mm ≤ 500 mm 的宽厚比不小于 1.5% 且最小壁厚不低于 5 mm；
 - 外径 >500 mm 的宽厚比不小于 1.2% 且最小壁厚不低于 7.5 mm；
 - 插接深度不小于外管大端口径的 1.5 倍，插接横截面为圆形的，应具有防旋转定位装置。
- 7.5.18 多功能灯杆焊接应符合标准 GB 50661 的要求，其熔深应满足相关要求，焊缝强度不得低于母材强度。安装完毕外观目视无焊缝、焊痕、表面平整光滑。杆件采用型管外径 ≥ 300 mm 的，壁厚 >6 mm 的非高频焊管及无缝管的，宜采用内外双面焊接。
- 7.5.19 杆件横臂应具有设备安装支架，支架设备安装平面宽度不小于 80 mm，设备安装后横臂下方无线缆、螺栓、抱箍外露。
- 7.5.20 杆件内部强弱电电缆应分仓走线。对于有保密性或其它特殊要求的设施线缆，可在杆件内设置专用仓室。
- 7.5.21 多功能灯杆应具有设备舱，可采用集成一体式、柱身外挂式、柱舱分体式。设备舱应满足安全性、功能性、整体协调性与周边环境的协调性，不得外露线缆、连接螺栓，并应满足下列要求：
- 宜采用多舱设计，并考虑后续加载设备的需求，预留相应的设备位置空间。应综合考虑走线方式，满足强弱电互联互通需求，应易于电缆进出、连接、固定、检修，并设置接地连接装置；
 - 具备通风、散热、保温、隔热功能。应具有烟囱效应，具备防水、防尘、防鼠功能。使用寿命与杆塔同年限；

- c) 设备舱顶部应不积水、积垢，便于电器安装、维护，内部设备安装支架符合国际通信设备标准尺寸，安装支架宜选用抽屉式结构；舱体采用碳素钢时，应整体热浸锌防腐，表面氟碳喷涂处理；
 - d) 一舱一门，舱门应具有防技术开启措施，宜具备智能监控，远程实时监控舱内环境、温湿度和智能门禁。根据底法兰埋深，检修门下沿距地平面距离不应低于 500 mm，宽度不低于 120 mm，检修门周边应加固；
 - e) 集成一体式及柱舱分体式设备舱应满足多功能灯杆搭载设备的荷载强度要求。
- 7.5.22 多功能灯杆杆件防腐及涂装应根据使用地区的大气环境腐蚀性、紫外线辐射情况，采用合适的防腐防老化材料，并应符合下列要求：
- a) 杆件结构钢制造的构(部)件、基础预埋件混凝土浇筑后外露锚固栓部分及锚固螺母、平垫、接地网等钢制品加工生产完成后，整体应进行热浸镀锌或热浸镀铝防腐长效处理，锌层厚度及质量满足 GB/T 13912 规定。热浸镀铝应符合 GB/T 18592 要求；
 - b) 杆件、部件表面涂装前，应对镀锌件抛光、打磨、整理，涂装后 3 m 外目视无打磨痕迹、锌渣、锌瘤，喷漆应符合 QB/T 1551 的相关规定；喷塑应符合 JG/T 495 的有关规定。涂层厚度在同一水平线上 10 点测量平均厚度不低于 70 μm ，附着力应达到 GB/T 9286 规定的 1 级，涂装硬度应符合 GB/T 6739 规定并达到 2H 级，抗冲击力应符合 GB/T 1732 规定；
 - c) 杆件涂装前不得破坏热浸锌层，涂装厚度应 $\geq 80 \mu\text{m} < 120 \mu\text{m}$ ；
 - d) 杆件成品到达使用场地防腐涂层磨伤、擦伤不得超过 GB/T 13912 规定的漏镀标准，热浸镀铝应符合 GB/T 18592 漏镀标准要求；
 - e) 杆件涂层材质应具有抗紫外线功能，保色性、抗粉化不低于 10 年；宜选用高含氟量氟碳漆；
 - f) 杆件应严格控制使用非功能性反光、眩光的表面处理工艺；
 - g) 杆件 2.5 m 以下部分应进行防粘贴处理，防粘贴层宜采用无色透明、永久性涂料。

7.6 通讯网络

7.6.1 多功能灯杆的通讯网络宜采用 TCP/IP 协议进行相互通信和管理，应支持的通信协议包括回传网络通信协议和感知设备接入通信协议，分为有线网络回传和无线网络回传两类。感知设备接入应支持不同接口类型，宜支持 RS232、RS485 串口、以太网接口、USB、Wi-Fi、NB-IoT、Zigbee、BlueTooth 等。回传网络通信协议支持光纤网络回传，根据需要配置包括 5G/4G、Wi-Fi 等多种通信方式。

7.6.2 多功能灯杆系统在进行网络部署时应综合考虑各类网络的特殊性必要时应对具体网络进行隔离部署。

7.6.3 有保密要求的或者不允许共享的设备数据信息，应单独通过指定的网络传输，或者汇聚到指定的信息存储中心。

7.6.4 无保密要求的设备数据信息可直接汇集到智能网关，由智能网关将数据回传到管理平台进行统一管理和数据共享。

7.6.5 多功能灯杆中各搭载设备应避免设备间的相互干扰，保障各设备正常运行，数据采集及传输应满足准确性和安全性要求。

8 安装要求

8.1 一般规定

8.1.1 多功能灯杆的安装应符合 GB/T 50252、CJJ 89、GB 50348、YD 5201 等规范对安装的相关要求。

8.1.2 现场安装调试和试运行等过程应有书面记录。

- 8.1.3 安装单位应建立安全管理体系和安全生产责任制，并与其他安装单位组织协调，确保安装安全。
- 8.1.4 安装质量控制应符合国家现行有关安装标准的规定，应建立质量管理体系、检验制度，满足质量控制要求。
- 8.1.5 多功能灯杆的安装应按审查合格的设计文件和安装图安装，当需变更设计时，应按相应程序报审，并应经相关单位签证认定后实施。
- 8.1.6 安装前应进行安装材料报验、设备开箱检验，安装设备所带软件应通过出厂测试。

8.2 材料设备安装前检查

- 8.2.1 多功能灯杆进场前应已完成定型试验，具有型式试验报告。型式试验报告应具有相应资质的检测机构出具，检测内容包含但不限于外观检测、材质及性能检测、杆件的规格检测、焊缝检测、热浸锌层检测、喷塑检测等。
- 8.2.2 多功能灯杆到货包装应符合以下规定：
- 包装牢固，保证在运输过程中包捆不松动，避免产品部件之间、部件与包装物之间产生相互摩擦而损坏外表面；
 - 产品突出部分应有弹性的包装物包装；
 - 包装前应使用耐老化的硅胶塞封堵镀锌工艺孔；
 - 在运输过程中发生的部件产生的变形应及时进行校正；
 - 多功能灯杆产品应在主体的明显位置作标记，标注产品的型号、规格、名称、主要技术参数、生产制造商等。
- 8.2.3 多功能灯杆到达安装现场后，应对产品进行复验。复验内容包括：
- 对产品外观进行目视检查，表面无划伤，变形、凹坑、脱锌等；
 - 产品规格、型号、名称、主要技术参数、出厂日期、制造商名称等；
 - 对产品焊缝质量，尺寸规格，镀锌层厚度等进行抽样检查并记录，符合设计文件要求；
 - 产品合格证书、安装使用说明书、易损件图册、备件明细表、装箱单、产品安装指导手册等文件齐全。

8.3 管道、管井与基础

- 8.3.1 管道不应有孔洞、裂缝和明显的凹凸不平，内壁应光滑无毛刺。管道敷设应与路基安装同步进行。管道的弯曲半径不应小于所穿入线缆的最小弯曲半径，管道安装位置应符合规范及设计图纸要求。
- 8.3.2 管道连接应牢固，密封良好，金属保护管宜采用套管连接的方式；套接的短套管或带螺纹的管接头长度不小于导管外径的 2.2 倍；管口应无毛刺和尖锐棱角，管口宜做成喇叭型并做沥青防腐处理；硬质塑料管连接宜采用插接，其插入深度宜为管子内径的 1.1~1.8 倍，在插接面上应涂以胶合剂粘牢密封。
- 8.3.3 多功能灯杆旁侧处、综合机箱旁侧处应设置接线管井（手孔井）；当过街管道两端、直线段超过 50m 时、管线有转弯变向时，应增设接线管井；接线手孔井不宜设置在交叉路口、建筑物门口、与其他管线交叉处。
- 8.3.4 接线手孔井进出线孔应进行密封处理，防止水汽和小动物进入，封堵材料需采用阻燃材料。
- 8.3.5 电缆保护管伸出接线手孔井壁 30 mm~50 mm，有多根电缆管时，管口应排列整齐，不应有上翘下坠现象。
- 8.3.6 多功能灯杆基础安装时，需对基础范围内埋设于地下的给水、排水、燃气、电力、通信电缆等地下管线的探明普查，并负责绘制地下管线测绘图纸，且通过政府相关部审核批准。
- 8.3.7 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 C30，基础内电缆护管从基础中心穿出并应超出基础平面 30 mm~50 mm。浇制钢筋混凝土基础前必须排除坑内积水。

- 8.3.8 基础坑的开挖深度和大小应符合设计规定。基础坑深度的允许偏差应为 $-50\text{ mm}\sim+100\text{ mm}$ 。当土质原因等造成基础坑深与设计坑深偏差 $+100\text{ mm}$ 以上时，应按以下规定处理：
- 8.3.9 偏差在 $+100\text{ mm}\sim+300\text{ mm}$ 时，应采用铺石灌浆处理；
- 8.3.10 偏差超过规定值的 $+300\text{ mm}$ 以上时，超过的 $+300\text{ mm}$ 部分可采用填土或砂石夯实处理，分层夯实厚度不宜大于 400 mm ，夯实后的密实度不应低于原状土，然后再采用铺石灌浆处理。
- 8.3.11 在基础开挖完成后及时对地基承载力进行检测，基础完成符合要求后及时进行分层回填工作并对回填层进行压实度检测。
- 8.3.12 浇筑混凝土的模板宜采用钢模板，其表面应平整且接缝严密，支模时应符合基础设计尺寸的规定，混凝土浇筑前，模板表面应涂脱模剂。
- 8.3.13 筏板基础混凝土定型模板及预埋件（地笼）固定支架应满足承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及安装时的荷载，模板接缝处不得漏浆；
- 8.3.14 基础混凝土浇筑时要同步进行混凝土试块的制作，并进行养护，用于到期后进行混凝土抗压强度检测。
- 8.3.15 基础顶部杆件底法兰支承面的偏差应符合表 3 的规定。

表3 基础顶部支承面的允许偏差

项目	允许偏差
混凝土支承面标高	3 mm
混凝土支承面标高水平度	1/400

- 8.3.16 基坑回填应符合下列规定：
- 对适于夯实的土质，每回填 300 mm 厚度应夯实一次，夯实程度应达到原状土密实度的 80% 及以上；
 - 对不宜夯实的水饱和和粘性土，应分层填实，其回填土的密实度应达到原状土的 80% 及以上。
- 8.3.17 地脚螺栓埋入混凝土的长度应大于其直径的 20 倍，地脚螺栓应去除铁锈，螺纹部分应加以保护，基础法兰螺栓中心分布直径应与灯杆底座法兰孔中心分布直径一致，偏差应小于 $\pm 1\text{ mm}$ ，螺栓应采用双螺母和弹簧垫。
- 8.3.18 露出基础顶面的地脚锚栓在杆件安装前应做防护处理，并妥善保管，防止螺栓锈蚀与损伤。

8.4 杆件安装

- 8.4.1 多功能灯杆杆件以及杆箱一体化底座式综合机箱的安装安装中必须保证结构稳定，避免杆件产生永久性变形。
- 8.4.2 杆件的安装应具备下列条件：
- 安装前应复核各项数据，符合相关规定；
 - 设计文件齐备、基础已验收；
 - 法兰与基础之前的空隙（为调整法兰、底板水平高差而预留的空隙）在安装校正后应用微膨胀细石混凝土浇筑密实；
 - 多功能灯杆不宜进行现场焊接工作，如有确需现场焊接的，焊缝必须按一级焊缝要求进行检测，检测合格后应对焊缝进行防腐处理；
 - 多功能灯杆各种构件齐备，质量合格，并有明细表、产品质量证明书及预组装记录；
 - 安装组织设计或安装方案已经批准，必要的技术培训已经完成；
 - 机具设备运行性能良好；
 - 安装场地符合安装组织设计或安装方案的要求；

- i) 供电、道路及场地平整能满足需要并保证连续安装。
- 8.4.3 安装前，应按照构件明细表核对进场的构件，查验质量证书和设计文件。工厂预组装的大型构件在现场组装时，应根据预组装的合格记录进行，不得勉强组装。
- 8.4.4 安装完成后杆件中心垂直倾斜度不得大于全杆高度的 1/1500。
- 8.5 线缆敷设
- 8.5.1 多功能灯杆内导管及线缆敷设应符合 GB 20254 的有关规定。线缆敷设施工工艺应符合安装图的设计要求。
- 8.5.2 每段电缆在敷设前应提前进行绝缘电阻测试，测试结果应符合 GB 50150 的要求。
- 8.5.3 电缆在保护管中不得有现场人工接头。保护管外的电缆连接宜使用线束防水接插件方式可靠快速延长电缆。
- 8.5.4 电缆敷设预留量宜为电缆路径长度的 10%。
- 8.5.5 电缆接头在多功能灯杆杆件与综合机箱内对接时，电缆两端预留量宜各不小于 2 m；电缆接头部分应牢固可靠、防水绝缘、不易暴露。
- 8.5.6 多功能灯杆杆件底部至杆件各设备的线缆应在杆件内部布放，不宜在杆件外捆绑线缆。
- 8.5.7 电缆敷设时最小弯曲半径应符合表 4 规定。

表4 电缆允许弯曲半径

电缆类型		多芯	单芯
塑料电缆	有铠装	12D	15D
	无铠装	15D	20D
注：D为电缆外径。			

- 8.5.8 电缆、传输线缆在电缆终端、分支处、接线手孔井、灯杆内应设置标志牌，标志牌应注明电缆编号、型号规格、起止地点，标志牌应字迹清晰，防水防腐，不易脱落。
- 8.5.9 传输线缆布设要求应符合 GB 50311 的要求。
- 8.6 搭载设备安装
- 8.6.1 多功能灯杆搭载设备应符合现行相关标准的规定。
- 8.6.2 搭载各设备总重量满足杆件荷载设计要求，保证足够的强度、刚度和稳定性。
- 8.6.3 搭载各设备总功耗小于电源的载荷容量，符合安全用电要求。
- 8.6.4 各搭载设备及安装固定件应具有防止脱落或倾倒的安全防护措施。
- 8.6.5 多功能灯杆杆件内强弱电布线设计应保证独立、互不干扰，并应符合下列要求：
- a) 应采用接地方式防止外界电磁干扰和设备寄生耦合干扰；
 - b) 电源线和通信线缆应隔离铺设，避免互相干扰；
 - c) 应对关键设备和磁介质实施电磁屏蔽。
- 8.6.6 搭载设备的版面、设备应避免被树木、桥墩、柱等物体遮挡，影响视认。
- 8.6.7 安装完成后杆件及设备稳固无异常；杆件在常规风速下摇摆幅度不应大于 20 cm，在 5 级风情况下摇摆幅度不应大于 60 cm。

9 检测与调试

9.1 一般规定

- 9.1.1 多功能灯杆系统检测应在系统调试完成，试运行合格后进行。
- 9.1.2 系统试运行应连续进行 24h。试运行中出现系统故障时，应重新开始计时，直到连续运行满 24h。
- 9.1.3 系统检测应符合以下规定：
- a) 检测应根据设计技术文件和本文件规定的检测项目、检测数量和检测方法，制定系统检测方案；
 - b) 检测机物应按系统检测方案所列检测项目进行检测。
- 9.1.4 多功能灯杆系统检测与调试完成后，形成的技术文件应包括但不限于以下内容：
- a) 安装图纸会审记录、设计变更通知书；
 - b) 完整的系统图纸；
 - c) 系统设备清单及主要材料、设备出厂合格证明和进场检(试)验报告；
 - d) 现场安装调试记录；
 - e) 试运行记录；
 - f) 系统检测报告；
 - g) 平台开放数据库访问接口和说明；
 - h) 地址映射表；
 - i) 用户操作手册；
 - j) 项目要求的其它资料。

9.2 杆件与基础

9.2.1 查验多功能灯杆杆件的材质、规格、焊缝质量、防腐涂层厚度、接地电阻的检测报告。检测对象以多功能灯杆或被检装置为计数单位，最小抽样检测数量应符合表 5 的要求。

表5 检验批最小检测抽样数量

检验批的容量	最小抽样数量	检验批的容量	最小抽样数量
2~15	2	151~280	13
16~25	3	281~500	20
26~90	5	501~1200	32
91~150	8	1201~3200	50

- 9.2.2 多功能灯杆杆件的材料、规格、防腐、焊接等应符合设计文件及 CJ/T 527、YD/T 5132 的规定，并以多功能灯杆上搭载设备各专业中对杆件的最高安全性要求为检验依据。
- 9.2.3 多功能灯杆杆件的接地电阻应符合设计要求和 CJJ 89 的规定。
- 9.2.4 剩余电流保护装置的动作特性应符合设计要求和 GB/T 13955 的规定。
- 9.2.5 多功能灯杆杆件的其它技术条件与验收要求应符合 CJ/T 527、CJJ 89 和 YD/T 5132 的规定。
- 9.2.6 查验多功能灯杆基础的材质、规格、焊缝质量、防腐涂层厚度、混凝土强度等级及试块的检测报告。检测对象以多功能灯杆基础为计数单位，最小抽样检测数量应符合表 5 的要求。
- 9.2.7 对同一道路的基础回填应进行不少于 2 处回填压实度的检测。
- 9.2.8 对于混凝土抗压强度的检测，同一检验批应留置 1 组试块，且每条道路不应少于 3 组。检查数量：每条道路不得少于 2 处。混凝土强度等级应符合 GB/T 50107 的规定检验评定，其结果应满足设计要求
- 9.2.9 基础检测的结果应符合设计要求和相关规范，并应具备下列技术文件：

- a) 设计文件;
- b) 材料质量证明书或材料复验报告;
- c) 隐蔽工程检测记录;
- d) 混凝土抗压强度试验报告;
- e) 基础混凝土工程安装记录;
- f) 土建基础复测记录。

9.3 照明系统

9.3.1 安装完成后,应对照明系统的照明质量按照 GB/T 5700 进行检测。检测数量宜根据不同的道路级别、灯具布置方式,灯具种类区分,同一类别的宜选取不少于 2 个测试段进行检测。相邻两灯杆之间作为一个测试段,且测试段的选取宜选取直线段或近似直线段。

9.3.2 道路照度、亮度、环境比、眩光等指标应符合设计要求和 CJJ 45 的规定。

9.3.3 道路的照明功率密度、检测数量、部位与道路照度的测试路段相同,道路照明功率密度应符合设计要求和 CJJ 45 的规定。

9.3.4 照明系统的控制应符合设计要求。依据设计要求检测照明系统是否可根据道路所在位置、天空亮度、季节特征、道路特点等合理确定道路照明的开关时间,手动与自动开关路灯功能是否正常,控制逻辑、状态显示、故障报警等是否正确。

9.4 供配电系统

9.4.1 多功能灯杆供配电系统的安装质量检测应符合下列规定:

- a) 检查系统所用线缆、光缆型号、规格、数量,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;
- b) 检查管线敷设的安装记录或监理报告以及隐蔽工程随工验收单,结果应符合设计文件及工程合同的规定;
- c) 系统电源的供电方式、供电质量、备用电源容量等应符合相关标准规范和设计的要求;
- d) 系统供配电低压母线及二次回路的接线、相序、导通性、标识应符合设计要求及 GB 50149 和 GB 50171 的规定。

9.4.2 系统供电的主用和备用电源转换检测应符合下列规定:

- a) 双回路供电、UPS、EPS 等作为备用电源供电,或同时设置双回路供电和 UPS 作为备用电源供电时,当主电源断电时,备用电源应当自动投入供电;当主电源恢复时,系统应能自动切换为主电源供电;在主、备电源切换过程中,系统应能正常工作;
- b) 在任何情况下,主、备电源严禁同时为用电设备供电;
- c) 备用电源的容量应满足系统连续运行的负荷要求。

9.4.3 电源电压适应范围检测应符合下列要求:

- a) 当主电源在额定值 85%~110% 间变化,不调整系统仍正常工作;
- b) 备用电源容量应符合系统设计的连续运行要求。

9.4.4 多功能灯杆设置剩余电流保护装置的,应检测剩余电流保护装置动作特性。

9.4.5 电源监控系统应能正确监测显示灯杆的电源参数、设备状态和实现设计要求的控制功能。

9.4.6 供配电系统接地制式、重复接地的设置应与设计要求保持一致。系统接地电阻应符合设计要求和 CJJ 89 的相关规定。

9.5 搭载设备

9.5.1 多功能灯杆搭载的交通信号灯及安装应符合 GB 14886、GB 14887 的规定。

- 9.5.2 多功能灯杆搭载的交通信息监测记录设备及安装应符合 GA/T 1047 的规定。
- 9.5.3 多功能灯杆搭载的道路交通信息标志应符合 GB/T 23827、GB/T 29103、GB/T 31446、GA/T 484 的相关规定。
- 9.5.4 对灯杆搭载的信息广播系统设备、信息发布系统设备进行系统权限、实时性、一致性的检测。
- 9.5.5 其它搭载设备应符合相应的技术规范的要求，并按相应的检测要求进行子分部检测和试运行。
- 9.5.6 灯杆上搭载设备的外露可导电金属部件应可靠接地，接地电阻值应符合设计要求 CJJ 89 的相关规定。

9.6 管理系统

- 9.6.1 管理系统功能应符合设计要求及系统功能需求文件的要求，检测时应应对管理系统的各项功能及安全性予以验证。
- 9.6.2 管理系统在传输、交换、控制、管理方面的安全性应符合有关信息安全技术规范的规定。
- 9.6.3 管理系统验收时各功能模块的完整性、可靠性、安全性及网络连通性等各项运行性能应符合相关标准的规定。
- 9.6.4 管理系统检测流程宜包括如下内容：
- c) 制定软件系统检测计划；
 - d) 软件系统检测测试盒审查；
 - e) 软件系统检测结果评审；
 - f) 形成软件系统检测报告；
 - g) 检测未通过的处置。

10 运维服务

10.1 一般规定

- 10.1.1 多功能灯杆的运维服务应按照 GB/T 40994 的规定进行。
- 10.1.2 多功能杆系统运维服务分为公共设施部分和专用设备部分。公共设施部分包括杆件、地下管线、配电设施、系统平台。专用设备部分主要包括搭载设备和为搭载设备提供网络汇聚及控制的其他设备。
- 10.1.3 每年汛期应做好检查和检修工作，汛期前应检查与测试系统各类接地装置的接地电阻，并检查防雷装置的完好性与有效性。
- 10.1.4 在高温、严寒、大风等极端天气发生的前后，或重大节假日、重大活动前，应加强对多功能杆的检查、维护工作。
- 10.1.5 多功能杆件、设备设施宜按产品设计寿命年限进行更换。逾期使用时，应进行安全性评估和能效评估。
- 10.1.6 应做好备品、备件的使用登记，备品、备件的技术参数应符合系统设计要求。
- 10.1.7 应对多功能灯杆系统中的涉密信息进行加密传输、备份保存，防止关键信息泄露、遗失。
- 10.1.8 应采用现场巡查与远程监测相结合的方式。
- 10.1.9 杆件、灯具、配电箱（柜）等设施应定期清洁保洁。

10.2 杆件

- 10.2.1 各行业的搭载设备需求应优先使用已有的或已规划的多功能灯杆。
- 10.2.2 在杆件上新增或变更设备的申报单位应向多功能杆系统运维管理单位提交搭载设备情况说明及结构安全计算报告。

10.2.3 杆件应符合下列规定：

- a) 各部件齐全，清洁，标识清晰；
- b) 杆件防护层良好，无裂纹、锈蚀、变形等现象；
- c) 挑臂固定牢靠，挑臂纵向中心线与道路纵向成 90° 角，偏差不大于 2° ；
- d) 杆件安装稳固，垂直度偏差小于半个杆梢；
- e) 杆件装饰座完整、清洁，装饰座中轴与杆身同轴，无歪斜、位移；
- f) 杆件检修孔门或盖板应完整，固定良好，开启灵活，无锈蚀、变形等现象，防盗机构完好；
- g) 杆件的接地电阻值应小于 4Ω 。

10.2.4 杆件检修孔内电缆接头和各类电气装置应配套完整，连接可靠，绝缘良好，无异常发热、烧蚀、磨损、变形等现象。

10.2.5 灯具引至主线路的导线应符合下列规定：

- a) 采用三芯铜芯护套电线；
- b) 杆件内不应有接头；
- c) 绝缘良好，无破皮开裂等现象；
- d) 穿线孔口或管口应光滑、无毛刺，并应采用绝缘套管或包带包扎（电缆、护套线除外）。

10.2.6 杆件基础应符合下列规定：

- a) 基础外形应无破损露筋、明显泥土流失、地基沉降等现象；
- b) 基础周边应无挖掘取土或倾倒腐蚀性废渣、废液等；
- c) 基础螺栓和杆件法兰盘混凝土结面保护应完整无缺损；
- d) 基础设置在硬铺装下的杆件法兰和紧固螺母不应裸露在硬铺装层上。

10.3 照明系统

10.3.1 灯具应符合下列规定：

- a) 灯具完好，无裂纹、破损、锈蚀、变形等现象；
- b) 灯具清洁密封，无积水、灰尘、昆虫或其他杂物；
- c) 灯具及其支架连接牢固，无松动、脱落；
- d) 灯具纵向中心线与灯臂轴线一致，灯具横向中心线与地面平行，灯具仰角不宜超过 15° ；
- e) 树木枝叶不应遮挡照明；
- f) 灯具、支架和管线均不得侵入道路的通行限界；
- g) 光源应符合下列规定：
- h) 发光正常，稳定，光源无色漂、无发黑、无明显光衰；
- i) LED 模块、LED 控制装置、LED 灯体应外观完好，相互之间应连接紧固可靠，工作时无异常发热；
- j) 透镜无黄化、无裂纹、无脱落。

10.3.2 杆件上有多个灯具时，每个灯具的熔断器均应独立设置。熔断器接入相线，上端连接路灯线路，下端连接灯具。

10.3.3 灯具配套熔断器应符合下列规定：

- a) 外壳完好清洁；
- b) 固定良好，无松动；
- c) 导线位置正常，绝缘良好，连接可靠。
- d) 熔断体的规格应与设计要求一致，设计未明确时，应符合表 6 的规定。

表6 熔断体规格

灯具种类	标称功率 W	熔断体规格 A
LED 灯	100 及以下	2
	100~200	4
	200~300	6

10.4 供配电系统

10.4.1 应通过管理系统实时监控多功能灯杆的供配电系统运行状况，对于收到的各类故障报警，应在第一时间予以处置。

10.4.2 宜定期对供配电系统进行巡查。巡查内容如下：

- a) 变压器、箱式变电站、配电室、配电箱（柜）等电气设备；
- b) 架空线路、电缆线路、及其附属电气设备及设施；
- c) 电力设施保护区内影响安全的环境和行为；
- d) 标志、标识及相关设施。

10.4.3 变压器应符合下列规定：

- a) 变压器本体及所有附件完好无缺陷，运行声音正常；
- b) 变压器基础无下沉，变压器顶盖上无异物；
- c) 接线端子无虚接、松动或过热现象；
- d) 瓷套管清洁、无裂纹、损伤及放电痕迹；
- e) 油浸式变压器无渗油或漏油，油位和温度正常；
- f) 充油套管和油位计内的油色正常，且无渗漏现象；
- g) 防雷保护设备接线端子无松动，接地保护与主接地网连接良好。

10.4.4 箱式变电站应符合下列规定：

- a) 基础及周围混凝土操作平台无下沉、破损现象；
- b) 护栏无损坏，护栏及箱体上的警示标志完整、清晰，门锁完好；
- c) 接地装置完备、连接良好，接地电阻符合要求；
- d) 各部位连接点无过热、螺母无松动、脱落、发黑现象；
- e) 各部位无异常响动或异味、焦糊味，元器件表面清洁完整；
- f) 信号灯、电铃、故障报警等信号装置工作可靠，应急照明设施完好；
- g) 各种仪器仪表显示准确；
- h) 三相负荷平衡且无过负荷现象，开关分合位置、仪表指示正确，控制装置正常工作；
- i) 张贴的本变电站的一、二次回路接线图及巡查记录齐全、清晰、准确；
- j) 端子排无松动；
- k) 箱内应急照明装置、风机、灭火器、绝缘毯、绝缘用具等齐全有效。

10.4.5 配电室应符合下列规定：

- a) 外墙坚固，门窗完好，无渗漏，室内外整洁，防火防盗防小动物装置及照明设施齐全；
- b) 各类警示标识齐全、清晰；
- c) 保护性网门、栏杆、消防设备等安全设施齐全、有效；
- d) 电缆沟内整洁、无积水，盖板平整齐全，电缆排列整齐；
- e) 配电室及其附属设施符合消防安全规程要求。

10.4.6 配电箱（柜）应符合下列规定：

- a) 符合消防安全规程要求。
- b) 前后及两侧通道通畅，无杂物堆放；
- c) 外形平整、清洁、无倾斜、破损、变形现象，密封良好，开启灵活锁扣牢固；
- d) 箱体内外涂覆层无破损和剥落现象；
- e) 箱体标识完整、清晰；
- f) 箱体基础紧固件完整，无松动、锈蚀现象；
- g) 箱体与门保护接地连接牢固；
- h) 箱内整洁、无杂物；
- i) 箱内电气控制原理完整、清晰；
- j) 接地电阻不大于 $4\ \Omega$ ；
- k) 进出线缆排列整齐，线缆标识完整、清晰，空洞封堵良好；
- l) 三相平衡度偏差不应超过 15%。

10.4.7 户外配电箱（柜），还应符合下列规定：

- a) 有明显的安全警示标志和“高压危险”字样；
- b) 右上角有明显的“报修电话：××××××××”字样。

10.4.8 配电箱（柜）应具有就地的定时控制功能。非联网运行或联网运行失效时，就地定时控制的时间偏差不得大于 5min。

10.4.9 配电箱（柜）内的电器应符合下列规定：

- a) 接触器、开关、熔断器等电气元件工作正常，导线绝缘良好，表面清洁，无松动、缺损、变形、异常发热、烧灼等现象；
- b) 各类分断器的触头不得有烧蚀现象，运行时不得有杂音。
- c) 仪表完好，指示正确，各部件连接坚固，无松动、变形等现象；
- d) 设光控元件时，其受光面不得有遮挡和污垢现象；
- e) 端子排应符合下列规定：
 - 1) 端子排应完好无损，排列整齐、固定牢固、绝缘良好；
 - 2) 端子应有序号；
 - 3) 接线端子应与导线截面匹配，严禁使用小端子配大截面导线；
 - 4) 每个接线端子的连接线不得超过 2 根。插接式端子，不同截面的两根导线不得接在同一端子上；螺栓连接端子，当接两根导线时，中间应加平垫片。

10.4.10 配电装置进电源线路应符合下列规定：

- a) 刀闸应无损坏；
- b) 电缆终端装置应完好；
- c) 下杆线与主线连接牢固；
- d) 下杆线金属保护管完好，安装稳固；
- e) 下杆金属管接地应可靠；
- f) 下杆线应无搭靠他物；
- g) 配电箱入地电缆应无裸露。

10.4.11 电缆线路应符合下列规定：

- a) 电缆无机械损伤，绝缘层无龟裂、破损现象；
- b) 电缆连接牢固可靠，电缆接头密封和防护良好，无异常发热现象；
- c) 铝芯电缆与铜质导体连接时，应采用铜铝过渡接头；
- d) 电缆两端、分支位置、检查孔（井）内的标签牌应完整、清晰；

- e) 敷设在支架上或桥架内的电缆应排列整齐，固定良好；
 - f) 电缆保护管、支架或桥架应平整，无破损、锈蚀、变形，无水浸、鼠害、异物阻塞；
 - g) 金属线管、槽盒接地可靠；
 - h) 设在道路侧墙或防撞墙上的电缆检修孔，其盖板应平整，锁扣牢固，任何部件不得侵入道路的通行限界，不得有锈蚀、破损现象；
 - i) 禁止电缆头暴露在地面。
- 10.4.12 电缆井应符合下列规定：
- a) 井圈安装稳固、井圈及周围路面无沉陷、突起或破损；
 - b) 井盖与井圈规格匹配，井盖完好，无损坏、缺失；
 - c) 井盖与路面平齐，高差 $\pm 5\text{mm}$ ；
 - d) 任意踩踏的情况下，井盖不得有翻翘现象；
 - e) 井盖应设置需使用专用工具开启的闭锁防盗装置，井盖开启正常，防盗性能良好；
 - f) 井内无积水、淤泥、杂物，排水顺畅；
 - g) 井内电缆接头符合绝缘防潮要求，无漏电安全隐患。
- 10.4.13 杆件及搭载设备维护时，应根据维护对象的不同，分回路切断维护对象的电源。
- 10.4.14 供配电系统运行维护内容主要包括杆件及配套设施、通信管线及综合机箱等部分的运行维护。
- 10.4.15 杆件及配套设施维护宜包含但不限于以下内容：
- a) 通过管理系统实时监控城市多功能灯杆的运行状况，对于收到的各类故障报警，应在第一时间予以处置；
 - b) 应确保城市多功能灯杆的供配电电缆绝缘良好，连接牢固可靠，电缆接头无异常发热现象，金属线管、槽盒接地可靠。应定期对供配电电缆进行绝缘电阻测试。
 - c) 通信管线应防止树木、道路安装、化学腐蚀、外力破坏等因素及自然灾害因素影响安全运行；通信管线设施应完好、齐全，对发现的缺陷、隐患等应及时修复。
- 10.4.16 综合机箱运行维护应满足如下要求：
- a) 综合机箱箱体内外清洁、无破损，箱内无杂物，标志清晰、齐全，箱体内电器工作正常，导线连接可靠且排列整齐，接地可靠有效；
 - b) 应定期对综合机箱进行接地电阻测试。
- 10.4.17 宜制定值班岗位责任制和工作标准，明确值班人员岗位职责和 workflows。
- 10.4.18 宜定期对供配电系统进行巡查。巡查内容如下：
- a) 架空线路、电缆及其附属电气设备及设施；
 - b) 变压器、开关、环网单元、箱变、自动化终端、电容器、继电保护及安全自动装置等电气设备；
 - c) 电力设施保护区内影响安全的环境和行为；
 - d) 标志、标识及相关设施。

10.5 搭载设备

- 10.5.1 设备的新增、变更或接入应向多功能杆设施运维管理单位申报，未经申报不允许搭载或接入设备。
- 10.5.2 定期排查未经申报的非法搭载设备，并根据相关规定协调拆除；对遮挡交通安全设施的情况应及时排除。
- 10.5.3 禁止私自接入设备和非法采集信息，未经授权不得下载、共享、转移系统录像、图片、数据。
- 10.5.4 信息发布屏、公共广播、多媒体交互终端等信息发布和交互内容必需经过审核，审核通过后相应管理人员获得权限并经身份认证后发布。

10.5.5 多功能杆上所有设备应能远程管理,实时监测杆件和设备的运行状态,确保系统安全可靠运行。

10.6 管理系统

10.6.1 管理系统的运行维护应包含软件平台的运行维护和硬件设备的运行维护。

10.6.2 管理系统的维护应包含但不限于以下内容:

- a) 管理系统的运行维护应遵循 GB/T 20269、GB/T 20282、GB/T 22239 和 GB/T 25000.1 中的相关要求;
- b) 定期更换系统密码,定期核准用户权限,防止系统出现越权访问。定期进行 IP 地址测试,检测非法用户,防止非法用户入侵;
- c) 定期对病毒库进行升级,当有新病毒出现时,随时升级,防止病毒侵入和传播;
- d) 加强配置文件管理,包括服务器的系统配置和服务设定的配置文件的管理,定期对系统安全性进行有效性评估和检查,及时发现系统的新增缺陷或漏洞;
- e) 制定安全事件报告和处置管理制度,明确安全事件类型,明确安全事件的现场处置、事件报告、后期恢复、事后教育和培训等的管理职责;
- f) 建立网络安全管理制度,制定网络安全配置、日志保存时间、安全策略、升级与打补丁、口令更新周期等方面的要求。

10.6.3 管理系统应制定健全的文档管理制度。技术资料 and 原始记录管理宜包含但不限于以下内容:

- a) 系统相关技术资料;
- b) 设备布置图、IP 地址分布图;
- c) 网络连接图和相关配置资料;
- d) 各类软硬件设备配置清单;
- e) 设备或系统使用手册、维护手册等资料;
- f) 变更资料;
- g) 软件的介质、许可证、版本资料及补丁资料;
- h) 软件的安装手册、操作使用手册、应用开发手册等技术资料。

10.6.4 管理系统运行中发生的系统故障和错误应及时清除,并对管理系统进行必要的修改与完善。

10.6.5 管理系统应制定健全的文档管理制度。技术资料 and 原始记录管理宜包含但不限于以下内容:

- a) 系统相关技术资料;
- b) 设备布置图、IP 地址分布图;
- c) 网络连接图和相关配置资料;
- d) 各类软硬件设备配置清单;
- e) 设备或系统使用手册、维护手册等资料;
- f) 变更资料;
- g) 软件的介质、许可证、版本资料及补丁资料;
- h) 软件的安装手册、操作使用手册、应用开发手册等技术资料。

10.6.6 管理系统运行中发生的系统故障和错误应及时清除,并对管理系统进行必要的修改与完善。