

# T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/CAICI 2021—××××

## 智慧灯杆 支撑子系统 第2部分：通信子系统

Smart light pole Support subsystem Part 2: Communication subsystem

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国通信企业协会 发布

# 目 次

目次	I
前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 通信子系统架构	3
4.1 系统架构	3
4.2 系统通信需求	4
5 技术要求	5
5.1 总体要求	5
5.2 通信方式及要求	5
5.3 智能网关要求	7
5.4 通信安全要求	8
5.5 环境性能要求	8
6 测试方法	9
6.1 总体性能测试	9
6.2 通信方式测试	9
6.3 智能网关测试	10
6.4 通信安全测试	11
6.5 环境性能测试	11
7 检验规则	12
7.1 总则	12
7.2 出厂检验	12
7.3 型式检验	13
8 标志、包装、运输和贮存	14
8.1 标志	14
8.2 包装	14
8.3 运输	14
8.4 贮存	14

## 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。

本文件所属标准体系如下：

总规范：

《智慧灯杆总规范 第1部分：框架、场景和总体要求》

《智慧灯杆总规范 第2部分：协议和接口要求》

《智慧灯杆总规范 第3部分：安全要求》

.....

支撑子系统：

《智慧灯杆支撑子系统 第1部分：供电子系统》

《智慧灯杆支撑子系统 第2部分：通信子系统》

.....

应用子系统：

《智慧灯杆应用子系统 第1部分：照明子系统》

.....

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这些专利的责任。

本文件由中国通信企业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

## 引 言

为补充细化《智慧灯杆总规范 第1部分：框架、场景和总体要求》，满足各地智慧灯杆通信子系统建设需求，统一建设规范，编制本文件。

据《智慧灯杆总规范 第1部分：框架、场景和总体要求》中规定，智慧灯杆由支撑子系统和应用子系统组成。支撑子系统和应用子系统形成分规范。

本文件属于支撑子系统分规范，与其他部分形成并列关系。

# 智慧灯杆支撑子系统

## 第2部分：通信子系统

### 1 范围

本文件规定了智慧灯杆通信子系统的系统架构、技术要求、测试方法、检验规则和包装储运规范。本文件适用于在智慧灯杆系统中起支撑作用的通信子系统,其他类似智慧化基础设施系统的通信支撑子系统可以参照实施。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 12357 通用多模光纤 各部分
- GB/T 14430 单边带电力线载波系统设计导则
- GB/T 17618 信息技术设备 抗扰度 限值和测量方法
- 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/T 2423.9 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法-试验Cb: 设备用恒定湿热
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法-试验Fc: 振动(正弦)
- GB/T 2423.17 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 3873 通信设备产品包装通用技术条件
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级
- GB/T 4797.5 环境条件分类 自然环境条件 降水和风
- GB/T 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分: 通用要求
- GB/T 6461 金属集体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 9771 通信用单模光纤 各部分
- YD/T 1272.4 光纤活动连接器 第4部分: FC型
- YD/T 282 通信设备可靠性通用试验方法
- CJJ 45 城市道路照明设计标准
- T/CAICI 23.1-2020 智慧灯杆总规范 第1部分: 框架、场景和总体要求
- EIA RS-232-C Electronic Industries Association (EIA) RS-232-C Interface standard
- TIA/EIA-485-A Electrical characteristics of generators and receivers for use in balanced digital multipoint systems

### 3 术语、定义和缩略语

#### 3.1 术语和定义

T/CAICI 23.1-2020《智慧灯杆总规范 第1部分：框架、场景和总体要求》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1.1

#### 通信子系统 communication subsystem

通信子系统为杆上各设备提供高效、稳定的数据通信服务，包括杆上设备的互联互通以及北向的通信。通信子系统包括杆上网关设备或杆外网关设备、传输链路等部分。

### 3.1.2

#### 灯杆专网 private network of light pole

灯杆专网为各类由智慧灯杆管理平台进行管理或数据采集的终端设备提供所需的网络连接。

### 3.1.3

#### 行业服务专网 private network of Industry Services

行业服务专网用于承载由行业用户基于信息安全、专业性等考虑，不宜由智慧灯杆管理平台进行管理或数据采集的终端设备的网络连接，如专用视频监控、公共通信基站等的通信。

### 3.1.4

#### 智能网关 intelligent gateway

在智慧灯杆系统中实现多种终端设备的网络连接和汇聚、通信协议转换，并在此基础上实现信息采集、信息输入、信息输出、集中控制、远程控制、联动控制的设备。

### 3.1.5

#### 智能终端 intelligent terminal

智能终端可以是独立具备功能和通信能力的终端设备，也可以由非智能终端和具有通信模块的控制器组成，如高清摄像头等。

### 3.1.6

#### 非智能终端 Non intelligent terminal

非智能终端是具备功能，但不独立具备通信模块的终端设备，如照明设备。

### 3.1.7

#### 杆外智能终端 intelligent terminal outside pole

杆外智能终端是位于杆外，由智慧灯杆提供网络通信并由智慧灯杆平台进行统一管理的智能终端，如智慧井盖、智慧垃圾桶等。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4G	第四代移动通信技术	The 4th Generation Mobile Communication Technology
5G	第五代移动通信技术	The 5th Generation Mobile Communication Technology
BACNET	楼宇自动化与控制网络	Building Automation and Control Networks

CoAP	受限应用协议	Constrained Application Protocol
GNSS	全球导航卫星系统	Global Navigation Satellite System
HTTP	超文本传送协议	HyperText Transfer Protocol
MQTT	消息队列遥测传输协议	Message Queuing Telemetry Transport
NB-IoT	窄带物联网	Narrow Band-Internet of Things
NTP	网络时间协议	Network Time Protocol
ONVIF	开放式网络视频接口论坛	Open Network Video Interface Forum
OPC	面向过程控制的对象连接 与嵌入	Object Linking and Embedding for Process Control
PLC	电力线通信	Power Line Communication
POE	有源以太网	Power Over Ethernet
PON	无源光网络	Passive Optical Network
PTP	高精度时间同步协议	Precision Time Protocol
RMTTP	实时消息传输协议	Real Time Messaging Protocol
SIP	会话初始协议	Session Initiation Protocol
SOAP	简单对象访问协议	Simple Object Access Protocol
SNMP	简单网络管理协议	Simple Network Management Protocol
TCP/IP	传输控制协议/网际协议	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UDP	用户数据报协议	User Datagram Protocol
USB	通用串行总线	Universal Serial Bus
LAN	局域网	Local Area Network
WLAN	无线局域网	Wireless Local Area Networks

## 4 通信子系统架构

### 4.1 系统架构

智慧灯杆的通信子系统通常由灯杆专网和行业服务专网两部分组成,如图1所示,应符合以下要求:

- a) 灯杆专网组网宜采用三级架构,智慧灯杆上的终端设备通过接入智能网关、汇聚交换机等连接到管理平台。灯杆专网中智能网关的南向通信为智能网关和终端设备之间的连接,北向通信为智能网关和公共电信网、智慧灯杆管理平台之间的连接。
- b) 行业服务专网组网宜采用两级架构,终端设备直接通过有线或者无线公共电信网/专网与各行业用户自有的平台连接。
- c) 行业服务专网与灯杆专网之间、各行业服务专网之间不集成通信,需各自单独架构通信网络。

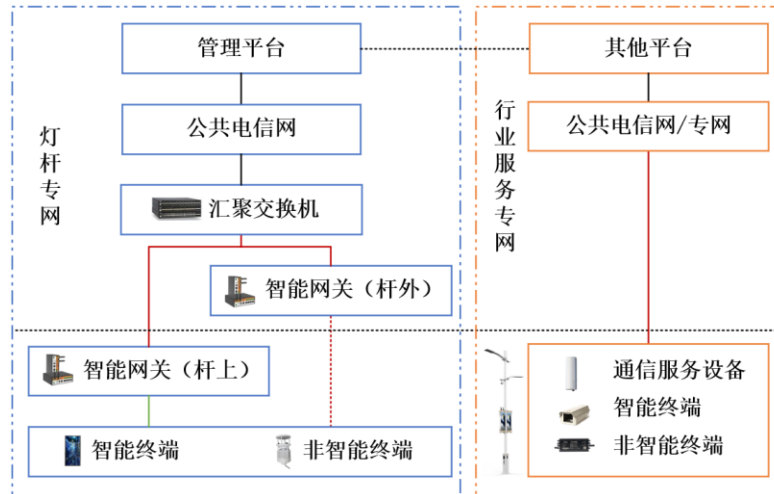


图1 智慧灯杆通信子系统架构

#### 4.2 系统通信需求

智慧灯杆通信子系统应满足杆上挂载的智能终端、非智能终端、杆外智能终端（智慧井盖等）及通信基站等设备的通信需求。智慧灯杆常见终端设备的通信需求情况及应用层协议可参考表1。

表1 智慧灯杆各终端的通信需求情况及应用层协议技术要求

终端设备类型		通信需求情况	应用层协议
智能终端	灯控	传输带宽需求低	PLC集控：TCP等； NB-IoT：CoAP/HTTP/HTTPs等
	视频采集设备	传输带宽需求中/高，需满足至少两路高清视频传输带宽要求；专用视频采集设备信息需采用专用或指定网络进行传输。	直播流：TCP等； 告警监控：HTTP等；
	公共WLAN	传输带宽需求高	HTTP等；
	公共广播设备	传输带宽需求低	HTTP等
	信息发布屏	信息发布屏（非实时）传输带宽需求低； 信息发布屏（实时）需满足至少两路高清视频传输带宽要求。	WebSocket等
	多媒体交互终端	多媒体交互终端（交互性低）传输带宽需求低； 多媒体交互终端（交互性高）传输带宽需求高。	WebSocket等
	V2X路侧单元	由具体路侧单元类型决定	TCP/UDP等
	一键报警设备	传输带宽需求低	HTTP、SIP
非智能终端	无线电监测设备	传输带宽需求低	RMTTP等
	环境监测设备	传输带宽需求低	RS485，经网关WebSocket等到应用层
	气象监测设备	传输带宽需求低	RS485，经网关WebSocket等到应用层
	充电桩	传输带宽需求低	WebSocket等
杆外智能终端	智慧井盖	传输带宽需求低	CoAP/HTTP/HTTPs等
	智慧垃圾桶		
通信基站		传输带宽需求高，需单独布设光纤传输	SNMP等

## 5 技术要求

### 5.1 总体要求

#### 5.1.1 系统功能

智慧灯杆通信子系统应为杆上智能照明、各类传感器、信息发布屏、公共广播、V2X路侧单元等杆上终端设备以及智慧井盖、智慧垃圾桶等杆外终端设备提供高效、稳定的数据通信服务。

#### 5.1.2 通信连接方式

智慧灯杆通信网络可选择有线连接、无线连接等连接方式。带宽需求中或高的终端设备宜以有线连接为主，无线连接为辅；有线网络部署困难时，可采用无线连接或混合连接进行灵活部署。

#### 5.1.3 通信隔离

当业务有保密要求或者专用性时，应采用适当的隔离方式进行通信隔离，隔离方式包括但不限于使用物理隔离、逻辑隔离、密码隔离。同一智慧灯杆上的终端设备可分别根据业务需求使用公共电信网或专网。

#### 5.1.4 可靠性

通信子系统平均无故障时间（MTBF）应不低于100,000h。

### 5.2 通信方式及要求

#### 5.2.1 灯杆专网通信方式

##### 5.2.1.1 智能网关的北向通信

智能网关与网络（公共电信网/专网）之间的北向通信宜采用光纤等宽带有线通信方式，也可采用4G/5G等宽带无线通信方式。

##### 5.2.1.2 智能网关的南向通信

智能网关与终端设备间的南向连接，可采用Ethernet、USB、RS232/RS485等有线通信方式和WiFi、ZigBee、LoRa、Bluetooth等无线通信方式，并应满足以下要求：

- a) 带宽需求中或高的终端设备，如通用视频采集设备、公共WLAN设备、信息发布屏、多媒体交互终端等，宜采用Ethernet、USB等有线通信方式与智能网关连接；
- b) 带宽需求低的终端设备，如路灯控制器、环境监测设备、气象监测设备等，可通过RS232/RS485串口通信以及WiFi、ZigBee、LoRa、Bluetooth等无线通信方式与智能网关连接；
- c) 杆外智能终端设备，如智慧井盖、智慧垃圾桶等，可采用ZigBee、LoRa、Bluetooth等无线通信方式与杆连接。

##### 5.2.1.3 单灯控制器的通信

单灯控制器可采用PLC、NB-IoT和4G/5G等通信方式直接与网络连接，也可通过智能网关与网络连接。

#### 5.2.2 行业服务专网通信方式

##### 5.2.2.1 通信基站应采用专用的光纤或无线中继方式连接。

5.2.2.2 专用终端设备（如专用视频采集设备、路侧单元等）可通过光纤、对称电缆等有线通信方式或4G/5G等无线通信方式与网络连接。

### 5.2.3 通信方式具体要求

#### 5.2.3.1 光纤通信

采用光纤承载通信业务时，应满足以下要求：

- a) 杆设备与网络连接所使用的单模光纤应满足 GB/T 9771（各部分）等相关标准中的相关规定，多模光纤应满足 GB/T 12357（各部分）等相关标准中的规定；
- b) 应根据应用场景和需求预留足够的光纤芯数，有在杆上挂载通信基站的需求时，宜至少预留12芯光纤，无挂载通信基站需求时，宜至少预留6芯光纤；
- c) 可采用多级网络交换设备、支持分路的PON无源光网络等方式进行光纤资源的综合利用；
- d) 可采用光纤环网组网方式提高智慧灯杆接入或网络交换设备通信的可靠性；
- e) 光缆管道应与强电管道分开铺设，在短距离（如100米内）或杆内可采用光电混合缆承载电压不高于60V、功率不高于1200W的直流供电；
- f) 应铺设足够的光缆管道，并为后期扩展芯数预留管孔。

#### 5.2.3.2 Ethernet

可采用Ethernet承载多种终端设备与智能网关间的通信业务。物理层可采用非屏蔽双绞线、屏蔽双绞线、光纤等多种传输介质进行连接，执行的具体标准根据业务需求协商确定；采用双绞线时，可采用POE技术通过双绞线对设备进行供电。

#### 5.2.3.3 PLC

采用PLC技术用电力线承载通信业务，应符合GB/T 14430的相关规定。

#### 5.2.3.4 RS232/RS485 串行通信

可采用RS232/RS485串行通信方式承载带宽需求低、不具备网络接口的终端设备与智能网关间的通信业务，RS232应符合EIA RS-232-C中的相关规定，RS485应符合TIA/EIA-485-A中的相关规定。

#### 5.2.3.5 USB

可采用USB方式承载终端设备与智能网关间的高带宽、短距离通信业务，可通过USB连接对设备进行供电。

#### 5.2.3.6 4G/5G

4G/5G网络服务由基础电信企业提供。采用4G/5G承载通信业务时，应保证智慧灯杆所在位置无线网络覆盖良好。设备业务对高带宽、低时延等有需求时，宜采用5G网络。

#### 5.2.3.7 NB-IoT

单灯控制器等带宽需求低的终端设备可采用NB-IoT通信方式与网络连接，由基础电信企业提供网络服务。

#### 5.2.3.8 无线局域、个域网络通信

需要灵活部署或后加装的终端设备与网关间可选择采用无线局域、个域网络通信方式连接，如WiFi、ZigBee、LoRa和Bluetooth等，应选择适当的频段避免电磁干扰。

### 5.2.3.9 其他通信方式

灯杆专网和行业服务专网也可采用协商确定的其他通信方式。

## 5.3 智能网关要求

### 5.3.1 通用功能要求

#### 5.3.1.1 接口与协议要求

智能网关接口与协议要求如下：

- a) 智能网关北向通信采用有线方式时应采用光纤接口,采用无线方式时应安装 4G 或 5G 通信模组。光纤接口宜采用符合 YD/T 1272.4 要求的 FC 型连接器接口；
- b) 北向通信应具备多发、冗余、容错设计,网络故障时可自动切换接入网络；
- c) 智能网关南向通信接口数量和类型应依据终端设备数量和类型确定,包括光纤接口、RJ45 网口、RS485 接口、RS232 接口、AI/AO 接口、DI/DO 接口、USB 接口等物理层接口。其中,光纤接口宜采用符合 YD/T 1272.4 要求的 FC 型连接器接口；宜有一定数量的 RJ45 网口支持 POE 供电。宜为后期扩展安装其他终端设备预留物理接口,暂不使用的接口应使用适当的方式做防尘防水保护；
- d) 智能网关应具有良好的协议兼容性,其中北向接口应支持 HTTP、SOAP、MQTT、CoAP 等主流协议,南向接口应支持 Modbus、OPC、BACNET、MQTT、HTTP、ONVIF 等主流协议方式；
- e) 智能网关应支持主流品牌终端设备的应用层协议并具备一定的协议转换功能,具体由供需双方协商确定。

#### 5.3.1.2 终端设备接入和管理

智能网关应具备终端设备接入和管理功能,具体要求如下：

- a) 智能网关应支持终端设备的接入管理,应能够将终端设备业务数据转发到管理平台,宜支持终端设备的热插拔；
- b) 智能网关应支持通过管理平台对终端设备远程集中管理及维护,应能够将终端设备运行状态周期性上报至管理平台,支持终端设备故障远程告警；应支持通过管理平台对终端设备进行远程配置、调试、诊断和升级；
- c) 智能网关应支持对终端设备业务数据进行分类管理与存储；去中心化后能独立存储和处理所有终端设备至少 7 天的相关业务数据,包括配置数据、告警数据、状态数据、应用数据、日志数据等；
- d) 智能网关宜具备本地网络管理功能,可支持去中心化后独立管理单根杆/多根杆的所有接入网关的终端设备,实现终端设备间互联互通、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。

#### 5.3.1.3 时钟和定位

智能网关应支持时钟与定位功能,具体要求如下：

- a) 智能网关应支持时钟获取、保持和校时功能。应从 NTP 或者 PTP IEEE 1588 获取网络时钟源,可支持 GNSS 时钟源；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；
- b) 智能网关可支持扩展 GNSS 定位功能,预留外接 GNSS 天线接口。

### 5.3.2 数据处理功能

智能网关宜支持数据处理功能，具体要求如下：

- a) 智能网关宜具备数据处理能力，可支持对实时数据、历史数据等进行处理与统计分析，并根据结果对特定设备进行管理与控制；
- b) 智能网关宜根据需求提供人工智能等高级计算功能，用于本地对智慧灯杆采集数据进行感知识别等高级计算分析。

### 5.3.3 运维要求

智能网关应支持自身的运维管理，以本地或远程的方式管理、维护智能网关设备自身的信息和状态，包括日志管理、固件维护、配置管理、状态检测、故障报警、告警管理、和电源管理等，具体要求如下：

- a) 应支持通过 LAN、WLAN 或 Web 方式进行本地管理，可支持允许和禁止通过 WLAN 方式进行本地管理；
- b) 智能网关应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、资料删除及告警信息等进行完整记录，日志禁止修改、删除，保存时间不少于 6 个月；
- c) 智能网关应支持本地和远程软件、固件升级；
- d) 智能网关应支持远程开启、关闭、休眠、激活；
- e) 智能网关应对网关设备进行持续或间断的测试、观察和监测，当发现故障或性能严重降低应能产生告警并判定和报告故障产生的时间和位置；
- f) 智能网关应支持本地告警管理功能，包括告警产生、告警上报、告警解除等；
- g) 智能网关应支持针对不同应用场景的电源管理策略，并可接受本地和远程的电源管理策略配置与管理。

### 5.3.4 其他要求

智能网关还应满足以下要求：

- a) 智能网关壳体的表面应光滑平整、色泽一致，不允许有划痕、斑疵、流挂、脱落和破损；
- b) 智能网关可支持挂壁式安装、DIN 导轨式安装，或其它内置安装方式；
- c) 智能网关应支持双电源冗余供电，可支持选择单电源工作模式或者双电源工作模式。

## 5.4 通信安全要求

通信安全要求如下：

- a) 智慧灯杆作为信息设备的载体，本身接收或传播大量数据，在设计过程中须保证信息传输的安全性，应符合信息安全等级保护的相关要求；
- b) 数据在传输及存储过程中均应加密，加密方式必须符合国家密码局认定的国产密码算法(SM4、SM3、SM2)；
- c) 针对信息发布屏等特殊的信息传播设备，应采用断网离线式操作；
- d) 应在网络边界部署访问控制设备，启用访问控制功能；
- e) 应对挂载设备实行身份认证和绑定，确保操作安全；
- f) 在数据传输过程中，应能实时监测数据完整性。

## 5.5 环境性能要求

### 5.5.1 工作温度

工作温度范围应满足：-25℃~+75℃（低温地区-40℃~+75℃）。

### 5.5.2 储存温度

T/CAICI 2021—××××

储存温度范围应满足： $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.5.3 相对湿度

工作相对湿度应满足： $\leq 90\%$ （无凝露）。

储存相对湿度应满足： $\leq 95\%$ （无凝露）。

### 5.5.4 大气压力

大气压力范围应满足： $70\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

### 5.5.5 振动

通信子系统应能承受频率为 $10\text{Hz}\sim 55\text{Hz}$ ，振幅为 $0.35\text{mm}$ 正弦扫频振动。

### 5.5.6 IP 防护等级

智能网关、单灯控制器等通信相关设备的防护等级应不低于IP65（当安装在满足防护等级IP55以上的封闭设备舱内时，可适当降低对设备自身的防护等级要求）。

### 5.5.7 三防（防潮湿、防霉变、防盐雾）

通信子系统中智能网关、汇聚交换机等设备应具有防潮湿、防霉变、防盐雾保护，盐防雾防护等级应满足GB/T 10125、GB/T 6461的相关要求。

### 5.5.8 电磁兼容性

通信子系统及其设备的电磁兼容性能应符合GB/T 17618的相关要求。

## 6 测试方法

### 6.1 总体性能测试

#### 6.1.1 系统功能测试

根据智慧灯杆通信子系统架构搭建测试系统，或直接在部署好的灯杆上进行测试，测试平台与网关、网关与各终端设备以及平台与相关终端设备之间的通信是否稳定正常，结果能应满足5.1.1的具体要求。

#### 6.1.2 通信连接测试

根据终端设备的部署需求以及灯杆的部署环境，检查其采用的通信连接方式是否合理，连接方式应满足5.1.2的具体要求。

#### 6.1.3 通信隔离测试

当通信子系统有隔离部署需求时，应满足5.1.3的具体要求。

#### 6.1.4 可靠性测试

按YD/T 282中相关要求进行。

### 6.2 通信方式测试

#### 6.2.1 智能网关的北向通信测试

智能网关依次通过光纤等宽带有线通信方式、4G/5G等宽带无线通信方式与管理平台进行连接，应能正常工作并完成数据上报等功能。

### 6.2.2 智能网关的南向通信测试

根据带宽需求等级各选取1-2个终端设备与智能网关进行连通测试，智能网关应能通过5.2.1.2所要求的通信方式与各终端设备进行通信，各终端设备应能正常执行智能网关下发的控制指令并完成数据上报。

### 6.2.3 单灯控制器的通信测试

采用PLC、NB-IoT和4G/5G等通信方式将单灯控制器与灯杆管理平台进行连接，智能照明模块应正常执行平台指令，平台应能准确接收数据并显示智能照明状态及历史数据等信息。

### 6.2.4 行业服务专网通信方式测试

实验室测试时，可将通信基站与专用终端设备通过5.2.2要求的通信方式与测试平台连接并进行测试，应能正常通信；现场测试时，需进行进一步检查，通信方式还应满足当地通信基站部署要求以及专用终端设备使用部门的具体要求。

### 6.2.5 通信方式测试

#### 6.2.5.1 光纤通信测试

光纤通信具体测试项目具体如下，应满足5.2.4.1的相关要求：

- a) 检查通信用单模光纤和多模光纤的尺寸参数、传输特性、机械性能和环境性能，应符合相关标准要求；
- b) 检查光缆管道和强电管道铺设情况，应分开铺设；
- c) 检查预留光纤数目和预留光缆管孔情况，应有预留；

#### 6.2.5.2 Ethernet 测试

根据非屏蔽/屏蔽双绞线、光纤连接方式，在实验室环境中制作样品进行布线性能测试，测试结果应符合协商确定的相关布线标准的要求。

#### 6.2.5.3 其他通信方式测试

选择合适的通信方式，连接智能网关与测试平台、智能网关与终端设备、终端设备与测试平台，进行模拟通信实验，应符合5.2.4中的相关要求。

## 6.3 智能网关测试

### 6.3.1 通用功能测试

#### 6.3.1.1 接口与协议测试

检查智能网关的智能网关接口与协议，应满足5.3.1.1的具体要求，测试内容如下：

- a) 目视检查智能网关接口的数量和类型，应有预留接口及防尘防水处理；
- b) 智能网关采用限定协议与平台通信，并选择支持不同主流协议的多种终端设备与智能网关通信，终端设备应能正常接收智能网关控制指令，智能网关应完成各接口协议转换并准确上报数据；
- c) 智能网关采用HTTP、SOAP、MQTT等协议与平台进行双向数据传输测试，平台指令应能正常下发，智能网关数据应能正常上报。

### 6.3.1.2 终端设备接入和管理测试

连接智能网关与多种终端设备，并通过平台进行监测，智能网关的接入和管理功能应满足5.3.1.2的具体要求，具体测试内容如下：

- a) 通过平台发布指令等方式查看智能网关是否支持连接的终端设备；
- b) 检查终端设备的业务数据是否正常上传到管理平台；
- c) 在智能网关与平台正常连接的情况下，通过人为制造告警和改变终端运行状态，查看智能网关对设备的远程监控、远程诊断等远程管理及维护功能；
- d) 系统稳定运行7-10天后，检查智能网关是否存储了至少7天的相关业务数据；

### 6.3.1.3 时钟和定位测试

检查智能网关的时钟与定位功能，应满足5.3.1.3的具体要求，具体测试流程如下：

- a) 智能网关正常工作后，手动检查时钟设定与校时功能，应正常工作；
- b) 人为设置错误时间，启动自动校时功能，应自动校正到从时钟源获取的正确时间；
- c) 若智能网关具备GNSS定位功能，则其显示位置应与实际位置相符。

### 6.3.2 数据处理功能测试

具备数据处理功能的智能网关，应进行相关测试并满足5.3.2的具体要求。

### 6.3.3 运维测试

检查智能网关对自身的运维管理功能，应满足5.3.3的具体要求，具体测试流程如下：

- a) 对智能网关进行修改、设置等相关操作，日志中应有明确记录；
- b) 对智能网关日志进行修改和删除操作，应被禁止且操作失败；
- c) 发送或通过接口上传升级文件，并重启智能网关，智能网关应能自动完成升级；
- d) 人为对智能网关制造故障，智能网关应能产生报警并实现其他要求操作。

### 6.3.4 其他测试

6.3.4.1 目视检查智能网关的外观和安装方式，应满足5.3.4的具体要求。

6.3.4.2 将智能网关进行通电测试，应能支持双电源冗余工作。

### 6.4 通信安全测试

检查通信子系统的通信安全，应满足5.4中的具体要求，具体测试内容如下：

- a) 根据国家信息安全等级保护的相关要求对通信子系统进行核实检查；
- b) 检查数据在传输及存储过程中是否进行了加密处理；
- c) 检查是否具备网络访问控制功能；
- d) 连接未进行身份认证与绑定的终端设备，检查系统是否拒绝访问或进行提示预警；
- e) 发送一段不完整的监测数据，系统监测结果中应有异常显示。

### 6.5 环境性能测试

#### 6.5.1 低温工作试验

将样品置于试验箱内，试验条件按照5.5.1中的低温环境要求，按照GB/T 2423.1中“试验Ad”进行试验，试验结束后系统应能正常工作，各项指标满足要求。

#### 6.5.2 低温储存试验

将样品置于试验箱内，试验条件按照5.5.2中的低温环境要求，按照GB/T 2423.1中“试验Ab”进行试验，试验结束后在标准试验大气条件下恢复1h后系统应正常工作，各项指标满足要求。

### 6.5.3 高温工作试验

将样品置于试验箱内，试验条件按照5.5.1高温环境要求，按照GB/T 2423.2中“试验Bd”进行试验，试验结束后系统应能正常工作，各项指标满足要求。

### 6.5.4 高温储存试验

将样品置于试验箱内，试验条件按照5.5.1高温环境要求，按照GB/T 2423.2中“试验Bb”进行试验，试验结束后在标准试验大气条件下恢复1h后系统应正常工作，各项指标满足要求。

### 6.5.5 恒定湿热试验

将样品置于试验箱内，温度上限设为 $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度上限设为 $93\% \pm 2\%$ ，按照GB/T 2423.9中“试验Cb”进行实验，试验样品在标准大气压条件恢复处理后系统应正常工作，各项指标满足要求。

### 6.5.6 振动试验

将无包装、不通电的设备按GB/T 2423.10中“试验Fc”进行试验：频率为10Hz~55Hz，振幅为0.35mm，X、Y、Z，3个轴线各扫频循环20次，试验结束后系统应正常工作，各项指标满足要求。

### 6.5.7 防尘试验

试验方法按GB 4208-2017中13.4和13.5进行，试验后应满足GB 4208-2017中表2的要求。

### 6.5.8 防水试验

试验方法按GB 4208-2017中14.2.5进行，试验后应满足GB 4208-2017中表3的要求。

### 6.5.9 防盐雾试验

试验方法按GB 2423.17进行，试验时间48h。试验中，产品能以输入额定电压，满载的条件正常运行。试验后，试验品的支架、外壳等金属件应无面积超过 $4\text{mm}^2$ 的锈迹。

### 6.5.10 电磁兼容试验

电磁兼容试验按GB/T 17618要求进行，测试结果符合5.5.9的相关要求。

## 7 检验规则

### 7.1 总则

产品应经检验部门检验合格后方可出厂，出厂产品应有产品质量合格证。产品检验分为出厂检验和型式检验，出厂检验又分为100%检验和抽样检验。

### 7.2 出厂检验

#### 7.2.1 出厂检验项目

出厂检验项目内容及判定详见表2。

#### 7.2.2 100%检验

100%出厂检验项目中，有不合格项时即判该产品为不合格品，将不合格品从检验批中剔除。

### 7.2.3 抽样检验

抽样出厂检验发现有任何一项不合格的，该产品判为不合格，不合格品数大于或等于拒收数，则该检验批判为不合格。不合格的检验批不许出厂。

## 7.3 型式检验

### 7.3.1 型式检验项目

出厂检验项目内容及判定详见表2。

### 7.3.2 型式检验后的判定与处理

型式检验的项目中，有任意一项不合格，可抽取加倍样品进行检验。若加倍检验后无不合格项，则判为型式检验合格；若加倍检验仍有不合格项，则判为型式检验不合格。

型式检验不合格时，该型号产品应停止验收，停止生产。同时应分析原因，采取措施，直至新的型式检验合格后才能恢复生产与验收。

### 7.3.3 型式检验周期

型式检验一般每一年进行一次，具有下列情况之一的均需要做型式检验：

- a) 产品长期（超过6个月）停止后又恢复生产；
- b) 结构、工艺、材料、关键元器件有重大改变，可能影响产品性能；
- c) 交收检验结果与上次型式检验结果有较大差异；
- d) 新产品鉴定或老产品转厂生产。

表2 检验项目内容及判定

序号	检验对象	检验项目	出厂检验		型式检验	要求	试验方法
			100%	抽样			
1	通信子系统	系统功能		√	√	5.1.1	6.1.1
2		通信连接		√	√	5.1.2	6.1.2
3		通信隔离		√	√	5.1.3	6.1.3
4		可靠性		√	√	5.1.4	6.1.4
5	系统网络连接	智能网关的北向通信		√	√	5.2.1	6.2.1
6		智能网关的南向通信		√	√	5.2.2	6.2.2
7		行业服务专网通信		√	√	5.2.3	6.2.3
8		通信方式		√	√	5.2.4	6.2.4
9	智能网关 (杆上、杆外)	智能网关接口与协议		√	√	5.3.1.1	6.3.1.1
10		智能网关设备接入与管理		√	√	5.3.1.2	6.3.1.2
11		时钟与定位		√	√	5.3.1.3	6.3.1.3
12		数据处理功能		√	√	5.3.2	6.3.2
13		智能网关运维		√	√	5.3.3	6.3.3
14		智能网关外观、挂载及供电		√	√	5.3.4	6.3.4
15	通信子系统	通信安全		√	√	5.4	6.4
16	智能网关 (杆上、杆外)	低温工作	√		√	5.5.1	6.5.1
17		低温储存	√		√	5.5.2	6.5.2
18		汇聚交换机	高温工作	√		√	5.5.1

19	单灯控制器等	高温储存	√		√	5.5.2	6.5.4
20		恒定湿热	√		√	5.5.3	6.5.5
21		振动	√		√	5.5.5	6.5.6
22		防尘	√		√	5.5.6	6.5.7
23		防水	√		√	5.5.6	6.5.8
24		防盐雾	√		√	5.5.7	6.5.9
25		电磁兼容	√		√	5.5.9	6.5.10

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

在产品的适当位置必须有标志，包括产品型号、名称、生产厂家等内容，安全标识应符合GB 4943.1中的相关要求。

### 8.2 包装

产品应包装出厂，包装要求及包装箱面标志应符合GB/T 3873中的规定。

包装箱内除产品外，还应装入以下物品和文件，文件可用塑料袋或纸袋封装：

- a) 附件及专用工具；
- b) 产品合格证；
- c) 产品使用说明书；
- d) 装箱清单；
- e) 其他技术资料。

### 8.3 运输

在运输中应避免碰撞、跌落、雨雪的直接淋袭和日光暴晒。

### 8.4 贮存

产品应贮存在通风良好、干燥的仓库中，具体贮存条件应符合GB/T 3873中的相关规定。