

集成通信功能的 智慧多功能杆规划探索

Planning and Exploration of Multifunctional Smart Poles with Communication Functions

姚云龙,竹影,屈海宁,王建锋(华信咨询设计研究院有限公司,浙江杭州310052)

Yao Yunlong,Zhu Ying,Qu Haining,Wang Jianfeng(Huaxin Consulting and Designing Institute Co.,Ltd.,Hangzhou 310052,China)

摘要:

在城市道路设施中引入通信技术,实现照明交通信息规划、通信信息规划、感知交互信息规划和生活圈信息规划融合,形成智慧多功能杆专项规划方法,给出总体架构、规划流程、融合过程、协调过程、规划实施以及后评估方法,完整地阐述了具有通信功能的智慧多功能杆规划理念。研究成果对编制智慧多功能杆专项规划具有实际指导意义。

关键词:

通信;智慧多功能杆;专项规划;规划融合

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2026.04.001

文章编号:1007-3043(2026)04-0001-07

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Introducing communication technology into urban road facilities enables the integration of lighting, traffic information planning, communication information planning, perception interaction information planning, and living circle information planning, forming a specialized planning method for smart multifunctional poles. This method provides an overall architecture, planning process, integration process, coordination process, planning implementation, and post-evaluation methods, comprehensively elaborating on the planning concept of smart multifunctional poles with communication capabilities. The research results have practical guiding significance for the preparation of special plans for smart multi-functional poles.

Keywords:

Communication; Smart multi-function poles; Special planning; Planning integration

引用格式:姚云龙,竹影,屈海宁,等.集成通信功能的智慧多功能杆规划探索[J].邮电设计技术,2026(4):1-7.

1 概述

智慧城市要求充分运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息,针对民生、城市服务、工商业活动等各类需求做出智能的响应,并进行基础信息采集、信息处理、信息发布。结合通信功能合理利用城市交通设施有助于推进智慧城市发展。文献[1]探索了智慧城市逻辑架构在规划中的应用,文献[2]对交通设施规划方法进行了研究,但关注点集中在交通工程领域,未能与通信技术

进行融合规划。行业标准也未阐述融合规划理念,如《城市综合交通体系规划标准》^[3]中规定城市道路信息化考虑的仅是交通地理信息、土地使用信息、交通参与者信息、交通出行信息、交通事件和交通环境信息等,属于单独交通信息平台;同样《城市通信工程规划规范》^[4]中规定,城市通信规划中考虑的仅是传统通信设施,未涉及城市道路范围通信规划。

在实际通信功能部署过程中,不仅存在共享难的情况,还存在规划跟不上时代发展需要的情况。规划单独考虑交通领域、通信领域或其他城市基础设施单领域,已不能满足智慧城市的需求。有必要研究数字化、网络化、智能化等新型要求,提出更加具有针对性

收稿日期:2026-02-27

的基于通信功能的智慧多功能杆规划,目前部分城市完成了相关的专项规划^[5],并在实际工程中将通信技术融入交通工程领域,为城市道路实现车路协同、物联网、5G通信等功能提供技术保障。

2 总体架构与规划流程

智慧城市道路基础设施主要包含道路交通、照明、监控、城管、环保、充电桩等设施,为行业提供包括智慧交通、智慧照明、智慧通信、超高清视频、视频监控、VR/AR、无人机、展示媒体、广告、环境监测、GIS系统等应用功能。在传统建设过程中各自规划建设,导致城市建设中出现杆件林立、杂乱无章、影响城市风貌以及行人感官、通行等现实情况,且各行业建设时间不同、智慧程度不同、数据标准不同,无法满足智慧城市发展需求。根据数字化、网络化、智能化要求,在道路基础设施中引入通信技术势在必行。

在智慧城市多功能杆体系中,首先构建智慧多功能杆总体架构(见图1),它分为终端层、数据层、平台层以及应用层。终端层包含承载设施和感知交互设施,其中感知交互设施均需要以承载设施作为载体挂载安装。在规划中选择分布最密集的智慧多功能杆作为基础设施载体,以其为“末梢神经元”,通过挂载各类感知交互设备实现信息的采集管理和发布。根据国家规范建立统一的数据标准^[6],并构建数据层

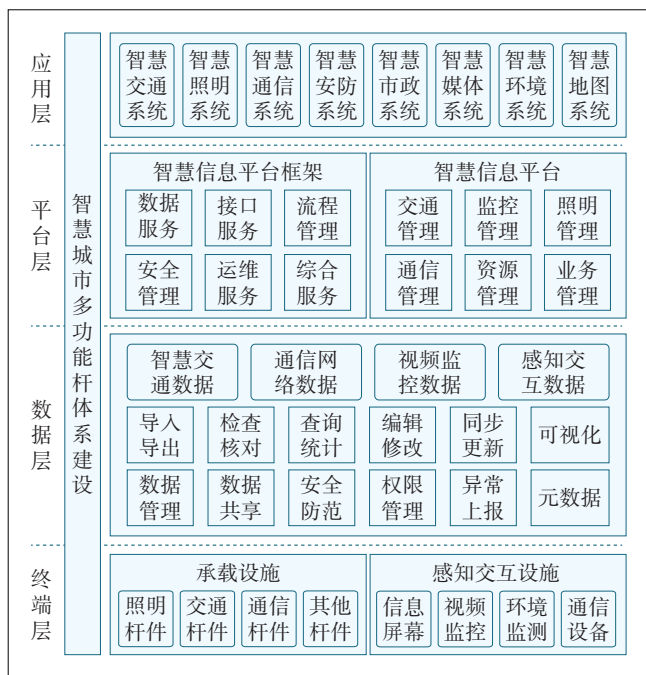


图1 智慧多功能杆总体架构

和平台层,确保智慧多功能杆专项规划符合国土空间规划要求,能够传导国土空间规划对专项规划的指导约束,符合国土空间规划全周期管理的信息化要求,符合“共建、共用、互联、共享”的原则,能够提升城市道路领域的治理体系和治理能力现代化水平,能够提供基础服务、数据服务、专题服务和业务应用服务,为应用层提供智慧交通、智慧照明、智慧通信、智慧安防、智慧市政、智慧媒体、智慧环境、智慧地图等信息交互和城市公共服务等功能。

通过构建智慧信息平台,汇集整理数据并上传云端形成大数据。上传数据与政府内部的智慧大脑、智慧政务系统、城市资源管理系统、交通管理系统、照明管理系统、警务管理系统、市政管理系统、通信管理系统以及第三方业务管理系统进行交互,为大数据应用提供数据支持。

智慧多功能杆规划内容繁杂,应采用合理的规划方法,保障规划的科学性和提高规划实施效率(见图2)。将照明交通、通信、感知交互、生活圈等信息统一规划,输出智慧多功能杆规划成果。综合考虑规划涉及的各项内容,满足一次规划、分步实施的要求。

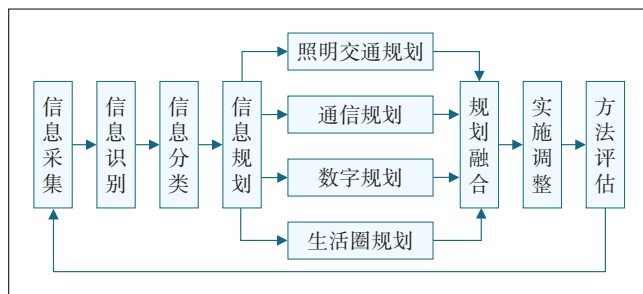


图2 智慧多功能杆规划流程

3 规划前期

3.1 信息采集

在规划前期,应先采集现有规划信息和城市道路已有基础设施信息。具体可分为规划新建道路信息采集和规划改造道路信息采集。

对于规划新建道路,首先应与国土空间规划数据库对接,调取市级国土空间规划、中心城区控制性详细规划以及交通专项规划,采集与智慧城市道路相关的规划信息,涵盖智慧城市规划要求和涉及行业部门需求,包括道路级别、路幅宽度、净空要求、通信基站位置与覆盖半径、感知交互设施、安全要求、平台要求等信息。

对于规划改造道路,规划信息采集与新建道路相同,通过与国土空间规划数据库和城市地理信息数据库对接,提取交通专项规划和城市地理信息数据相关内容,并结合智慧城市规划和行业部门需求采集信息。除上述采集方法外,由于改造道路处于运营中,可通过实际道路采集或调研的方式获取车流量、人流量信息^[7]。

此外,还应考虑感知交互信息。从实际道路中收集信息数据进行分析并判断,形成城市道路信息采集成果,该成果随城市更新而不断更新。

3.2 信息识别

根据信息采集结果,结合智慧多功能杆规划需求进行信息识别,主要识别城市道路信息(包括交叉口位置、道路断面、道路平面、信号灯杆、标志标牌、电子警察、视频监控、环境监测、户外广告、道路照明、通信基站、物联网、车路协同、公交车站、指示牌、充电桩、其他市政设施等)。对于规划改造道路,在规划过程中,结合城市更新要求,适度考虑智慧城市规划发展方向,及时根据规划调整信息识别内容,并将信息识别结果纳入专项规划中。

3.3 信息分类

通过信息采集和信息识别,得到的信息处于无序状态,不同信息具有不同特点,要求的规划实施方法也不同,未经分类处理的信息,不利于组织规划实施。将识别到的信息结合管理权属,综合考虑终端层、数据层、平台层、应用层等不同要求,并结合国家法律法规、标准规范进行信息分类,结合已有规划成果和实施经验,分为照明交通信息、通信信息、感知交互信息、生活圈信息(见表1)。

4 信息规划

4.1 照明交通信息规划

城市道路照明交通设施主要包括信号灯杆、标志标牌、电子警察、监控、道路照明、公交车站等,与布局规划相关的主要因素包括交叉口位置、道路断面、道

路平面等。在智慧多功能杆照明交通规划中,应采用经过验证的照明交通规划流程图(见图3)。

首先确定灯具安装高度,进而通过照明间距确定城市道路中间段布置的杆件间距。在确定具备照明功能的杆件规划间距后,遵循以下原则布置具有照明交通信息的杆件:在城市道路交叉口位置布置中杆灯,在路侧停止线位置布置智慧多功能杆,在路侧停止线延伸到对侧车道位置布置该路段集成机动车信号灯功能的智慧多功能杆,在停止线背离行车方向25m处设置集成电子警察功能的智慧多功能杆,在其对向车道位置布置智慧多功能杆。在中间区域均匀布设智慧多功能杆,根据其是否位于车道变化起点位置(即车道虚实分界线)实线段范围内结合杆件布置间距可确定车道行驶方向标志和指路标志。其他交通类标志标牌根据需要就近整合进附近的已布置的智慧多功能杆,完成城市道路照明交通规划布局图(见图4)。

4.2 通信信息规划

智慧多功能杆主要功能还包括通信功能,不仅可为智慧交通、车辆、行人提供通信信号,还可以将收集的感知信息传输给数据云端,通信功能的布置要求与通信基站布置要求类似,应结合道路线性走向采用蜂窝状布置,各蜂窝应互相覆盖,避免道路出现局部未覆盖区域造成的信号中断,进而引发通信事故。在智慧多功能杆信息规划中,应采用经过验证的信息规划流程图(见图5)。

以通信5G接收发射装置为例,实际规划中可选择在城市道路交叉口布置的中杆灯上布置通信5G接收发射装置,布置数量为2个,采用对角布设。对同侧方向2个交叉口布置的通信5G接收发射装置位置连线,取其中心点布设通信5G接收发射装置。以布设点为圆心,通信5G接收发射装置采用全向天线,发射半径按天线覆盖半径考虑,绘制覆盖范围,并判断是否相交,如果相交则按流程1进行布设,如果不相交则按流程2进行布设,通过既定的规则实施规划布局,最后形成满足道路全覆盖要求的通信规划成果图(见图6)。

4.3 感知交互信息规划

城市设计从以物为中心转变为以人为中心,人在城市中需要各种感知体验,感知交互信息已成为智慧城市不可或缺的信息。涉及到智慧城市道路多功能杆的感知交互主要包含车路协同、无人驾驶、视频监控、信息屏幕、地理信息、环境监测等。

表1 规划前期信息分类

规划信息	主要内容
照明交通信息	交叉口位置、道路断面、道路平面、交通信号灯杆、标志标牌、电子警察、监控、道路照明、公交车站等
通信信息	通信基站等
感知交互信息	环境监测、物联网、车路协同等
生活圈信息	户外广告、指示牌、充电桩、其他市政设施等

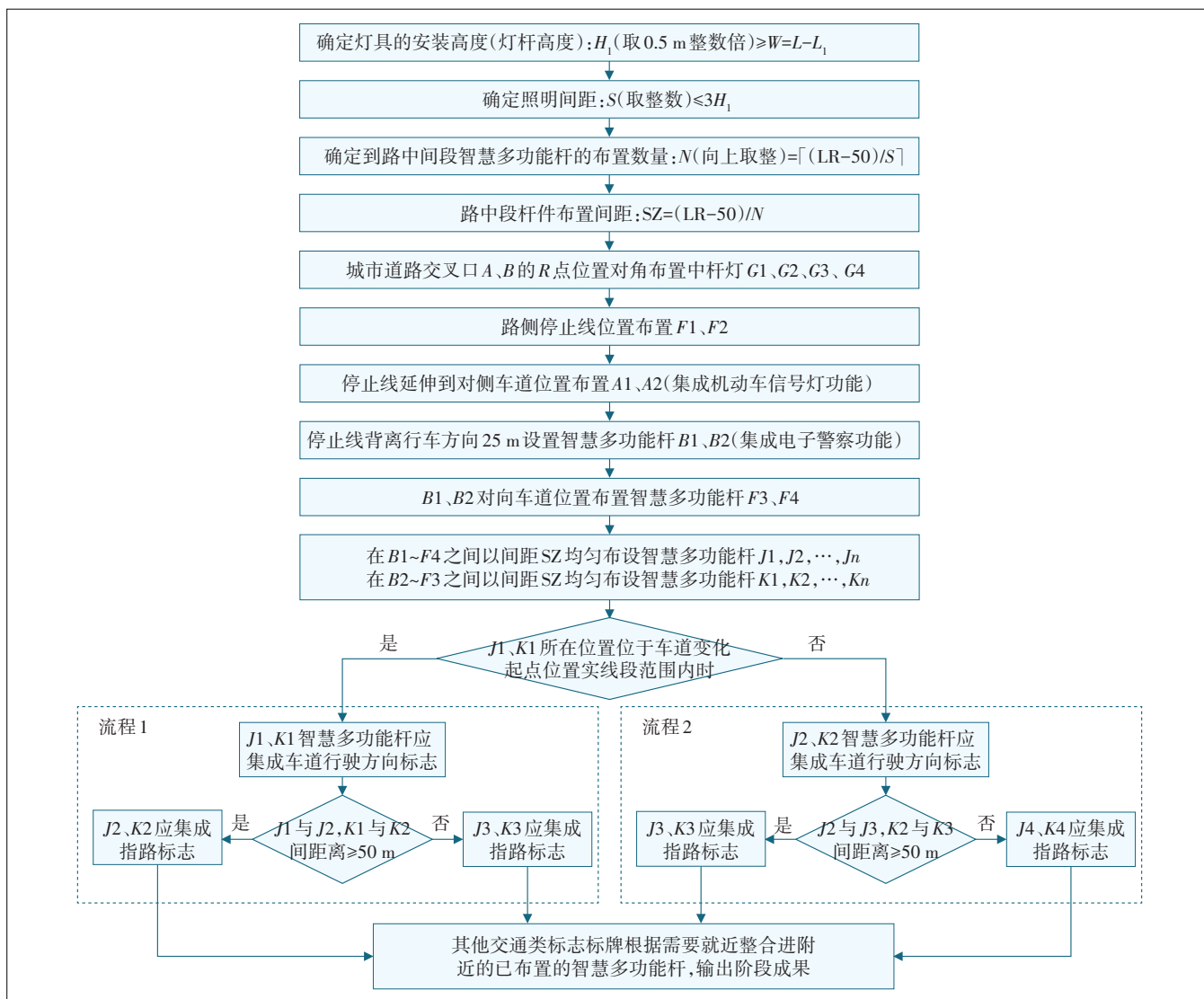


图3 照明交通信息规划流程图

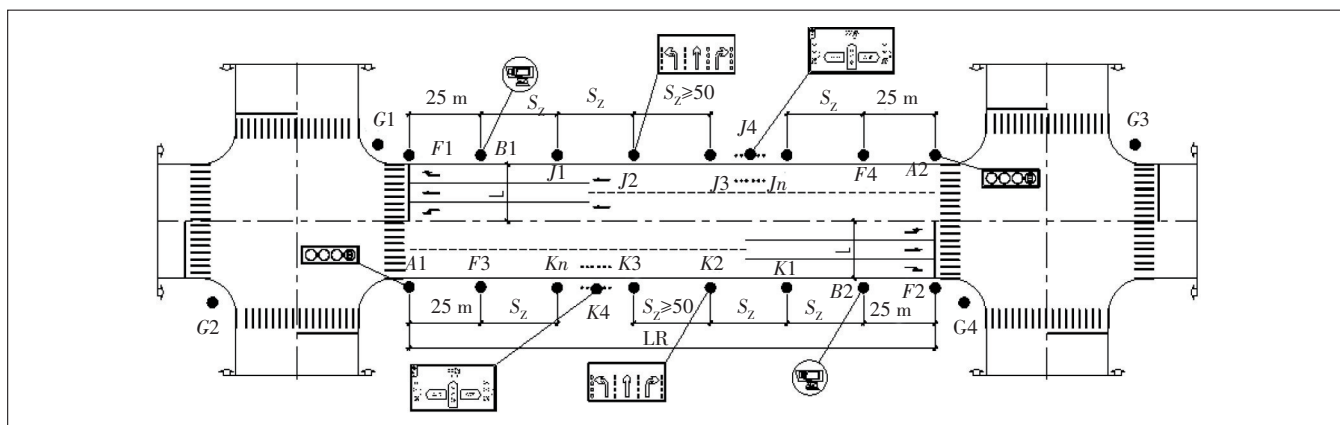


图4 照明交通信息规划成果图

在实际规划中,通过全域场景分析,在照明交通信息规划和通信信息规划的基础上,结合云计算、大数据、人工智能、边缘计算、末端感知交互计算等技术,部署物联网设施,满足全域感知信息规划需求。

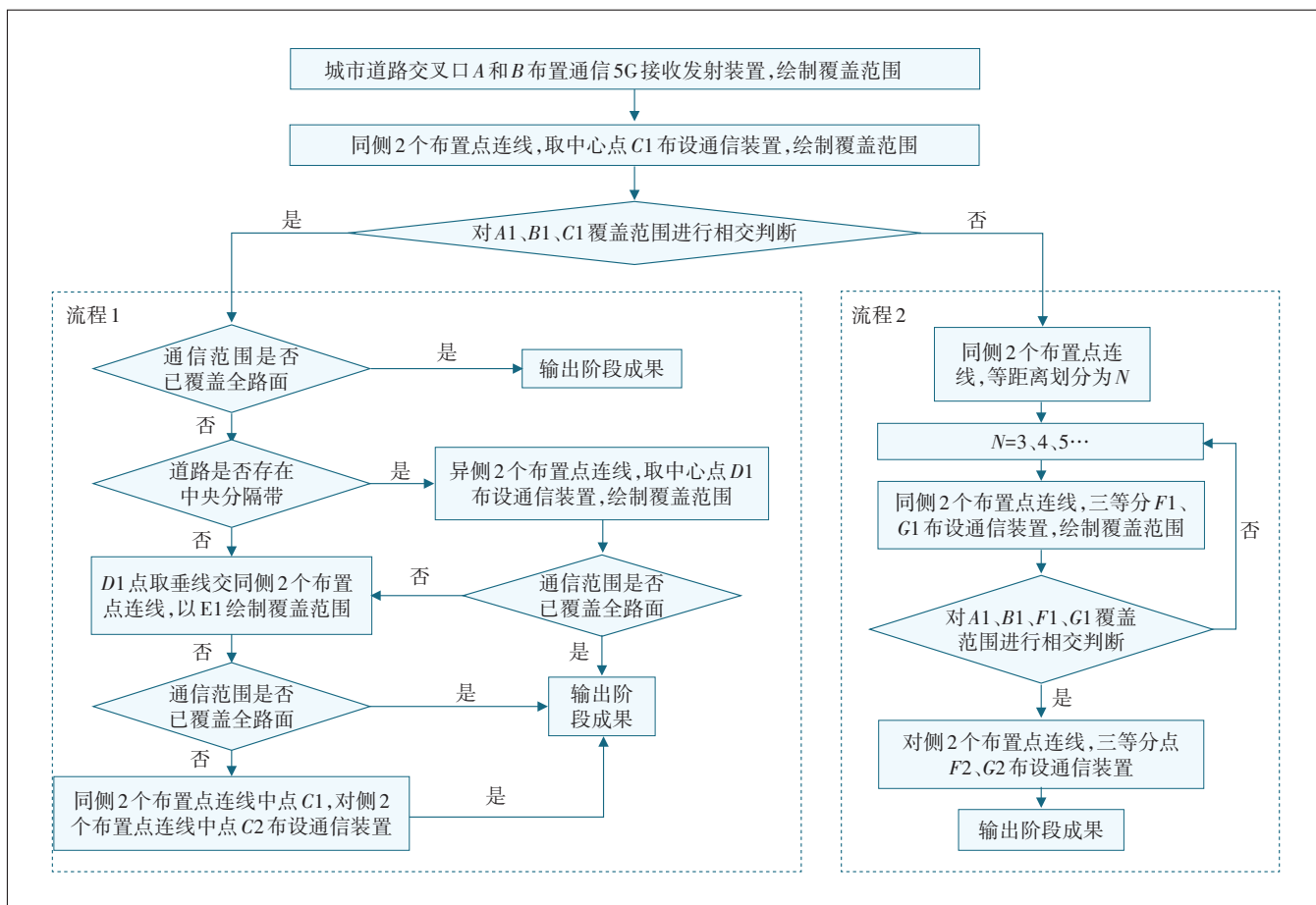


图5 通信信息规划流程图

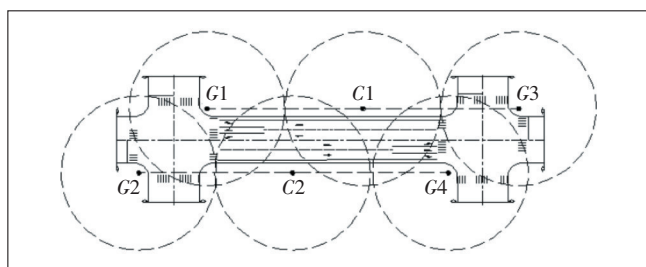


图6 通信信息规划成果图

在编制感知交互信息规划时,需要结合通信产业的基础共性能力和行业共性能力,对涉及的感知交互设施进行规划。

感知交互设施的基础共性能力包括物联网、云计算、人工智能、大数据和边缘计算5种能力,感知交互设施的基础共性能力和通信网络能力相互融合,为通信应用开发与运营提供信息基础设施。感知交互设施的行业共性能力包括超高清视频、视频监控、VR/AR、无人机、机器人等,感知交互设施的行业共性能力担负着信息收集、展现与执行的重要作用,是通信垂

直行行业应用中的关键组成部分。将通信网络能力与感知交互设施的基础共性能力和行业共性能力进行融合,可以为感知交互设施的应用开发和运营提供有力的支撑。

感知交互设施的共性业务主要分为远程设备操控、目标与环境识别、超高清与扩展现实播放以及信息采集与服务。不同共性业务所涉及的通信能力不同,具体如表2所示。

4.4 生活圈信息规划

生活圈信息规划主要是结合城镇社区生活圈基础设施在城市道路层级的内容进行规划。主要涉及户外广告、指示牌、充电桩、信息显示屏幕等,结合各类设施特点和人的感知交互体验进行规划布局。

户外广告布置方案应排除重要交通杆件,不得影响交通安全,不在具有交通功能类的智慧多功能杆上布置广告,其他类型多功能杆可根据道路等级、结合两侧商业建筑、人流情况选择布置。

充电桩布置应结合城市道路是否存在建筑物的

表2 不同共性业务所涉及的通信能力

共性业务		远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
通信网络能力	大带宽	√	√	√	
	大连接				√
	低时延	√	√	√	
基础共性能力	人工智能	√	√	√	
	物联网				√
	云计算	√	√	√	√
	大数据	√	√		√
	边缘计算	√	√	√	
行业共性能力	超高清视频			√	
	视频监控		√		
	VR			√	
	AR		√	√	
	无人机		√		
	机器人	√	√		

次出入口以及是否可以设置路侧停车位考虑,对于具有条件设置的,在2个道路交叉口之间道路两侧应布置一处停车位,停车数量结合实际情况确定,并结合智慧多功能杆布置充电桩。

5 规划融合

将照明交通信息规划、通信信息规划、感知交互信息规划、生活圈信息规划成果进行叠加融合,形成一张图。对于不具备融合条件的规划成果,进行协调处理。智慧多功能杆规划融合实施过程包括融合过程和协调过程。

5.1 融合过程

智慧多功能杆规划融合过程是照明交通信息规划、通信信息规划、感知交互信息规划和生活圈信息规划的叠加过程,根据各信息规划流程图特点,结合实际城市规划融合经验,制定规划融合过程如下。

第1步:将照明交通信息规划、通信信息规划成果融合,将通信信息规划成果图矢量叠加到照明交通信息规划成果图中,将通信信息规划杆件平移至照明交通规划杆件布局位置,将通信信息功能融合到照明交通规划杆件中,形成具有复合功能的智慧多功能杆件A。

第2步:将感知交互信息规划成果图,按布局位置和布局要求融合到智慧多功能杆件A中,形成功能更加丰富的智慧多功能杆件B。

第3步:将生活圈信息规划成果图,按布局位置和

布局要求融合到智慧多功能杆件B中,形成功能完整的智慧多功能杆件C。

经过上述操作,在照明交通信息规划图中叠加通信信息规划图、感知交互信息规划图、生活圈信息规划图,形成一张符合智慧多功能杆总体架构要求的智慧多功能杆布局规划图。

5.2 协调过程

受道路复杂、规范差异、空间限制等因素影响,规划融合存在复杂性,对不能满足融合需求的,应进行协调处理。不同场景各功能融合的优先等级不同,处理过程如下。

a) 道路交叉口。需要融合照明、通信、感知交互信息采集、户外广告、指示牌等,形成智慧中杆灯,优先实现照明、通信、感知交互信息采集功能,其次实现指示牌功能,最后实现户外广告功能。

b) 道路中段。需要融合照明、通信、感知信息采集、户外广告、指示牌等功能,形成智慧交通灯杆、智慧交通标志杆、智慧电子警察杆、智慧路灯杆,不同杆件实现功能优先级不同。融合顺序如下。

(a) 智慧路灯杆优先实现照明、通信,其次实现感知交互信息采集,最后实现广告与指示牌功能。

(b) 按规范布置智慧交通灯杆、智慧交通标志杆、智慧电子警察杆,优先实现交通功能,其次实现感知交互信息采集功能,根据需求实现通信功能,不得实现户外广告和指示牌功能,避免影响交通安全。

(c) 完成上述布置后,其他位置布置智慧路灯杆,优先实现照明、户外广告与指示牌功能,预留实现通信和感知交互信息采集的条件。

通过规划融合和协调,最后得出符合国土空间规划要求的智慧多功能杆专项规划成果。

6 规划实施与后评估

6.1 规划实施

智慧多功能杆规划可分为近期、中期、远期。规划期初确保中心城区主干道覆盖的连续性,到规划期末实现区域全覆盖。中期规划和远期规划可以根据近期建设规划实施结果进行调整,为保障城市风貌的延续性和建设经济性,采取如下调整措施。

a) 未建设的区域可以调整各类智慧多功能杆布置位置。

b) 已建设区域通过调整各杆件布置的功能模块实现功能调整。

6.2 规划后评估

根据实际使用情况,结合城市更新以及智慧城市等要求,对规划成果进行后评估,为规划方法的持续改进提供依据,形成符合规划要求的智慧多功能杆布局规划方法。

规划后评估主要从以下6个维度进行评估:照明交通信息规划成果与城市交通专项规划是否匹配,通信信息规划成果与城市通信专项规划是否匹配,感知交互信息规划与城市数字化规划是否匹配,生活圈信息规划与中心城区控制性详细规划是否匹配,智慧多功能杆功能与实际使用需求是否匹配,智慧多功能杆感知体验与“以人民为中心”的城市设计核心价值是否匹配。

通过以上6个维度对规划方法进行评估,不断修正规划方法,形成更加符合智慧城市规划要求的智慧多功能杆布局规划方法。

7 规划实践

在实际城市基础设施规划时,针对智慧多功能杆可编制专项规划,如浙江省东阳市编制了《东阳市5G智慧多功能杆布局专项规划》。在该专项规划中,以国土空间规划和中心城区控制性详细规划为依据,结合当地城市基础设施通信专项规划和交通专项规划进行规划分析,规划实现中心城区城市道路全覆盖的智慧多功能杆,构建了高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施。该规划期限与“十四五”规划时限一致,为2021—2025年,其中近期规划为2021—2023年,在规划区内共规划布局5G智慧多功能杆1458个;中期规划为2023—2024年,中期规划布局5G智慧多功能杆876根;远期规划为2024—2025年,远期规划布局5G智慧多功能杆2368根。规划期末,东阳市共规划有5G智慧多功能杆4702根。

东阳市智慧多功能杆规划在规划期初实现中心城区主干道覆盖的连续性,规划期末则实现区域全覆盖,既提升了智慧多功能杆在区域内的覆盖率,又充分补充了通信基础设施,对提高通信基础设施覆盖率具有较大意义。通过多种功能杆件合并成智慧多功能杆建设,整体杆件数量减少30%,成本相较于常规建设方式大幅降低。

8 结语

充分考虑通信功能,实现照明交通信息规划、通

信信息规划、感知交互信息规划和生活圈信息规划融合,形成符合国土空间规划要求的智慧多功能杆专项规划成果。结合专项规划的实施情况,从6个维度实施后评估,可以不断更新智慧多功能杆规划方法。具体结论如下。

a) 涉及城市道路区域的城市通信规划编制宜考虑融合理念,将照明交通信息、通信信息、感知交互信息、生活圈信息4类规划进行融合形成智慧多功能杆专项规划。

b) 规划编制前应制定总体架构和规划流程,并严格按照流程实施。

c) 将多项规划成果进行叠加融合,对不具备融合条件的规划成果,进行协调处理。

d) 从6个维度进行规划后评估,不断修正规划方法,形成更加科学的智慧多功能杆规划方法。

本文以国土空间规划和中心城区控制性详细规划为依据,结合城市基础设施通信专项规划和交通专项规划进行分析,给出基于通信功能编制智慧多功能杆专项规划的方法,对实际工程具有实际指导意义。

参考文献:

- [1] 郭仁忠,贺彪,赵志刚,等.智慧城市逻辑架构与孪生平台技术需求[J].测绘学报,2025,54(5):777-784.
- [2] 赵一新,付凌峰,刘鸿儒.低碳导向的未来城市交通设施空间转型规划方法[J].西部人居环境学刊,2025(3):9-15.
- [3] 住房和城乡建设部.城市综合交通体系规划标准:GB/T 51328-2018[S].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市通信工程规划规范:GB/T 50853-2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [5] 东阳市自然资源和规划局.东阳市5G智慧多功能杆布局专项规划[EB/OL].[2025-08-26].<https://www.lightingchina.com.cn/news/94817.html>.
- [6] 国家市场监督管理总局,国家标准化委员会.国土空间规划“一张图”实施监督信息系统技术规范:GB/T 39972-2021[S].北京:中国标准出版社,2021.
- [7] 史宜,戴运来,张珣,等.基于精细时空行为测度的街道空间人群数字画像构建与分异[J].风景园林,2024,31(9):24-33.

作者简介:

姚云龙,毕业于浙江大学,正高级工程师,一级注册建筑师,注册城乡规划师,一级注册结构工程师,一级建造师,硕士,主要从事数据中心建筑设计、总承包管理、技术研究和标准制定工作;竹影,毕业于南京理工大学,高级工程师,一级注册结构工程师,一级建造师,硕士,主要从事数据中心建筑设计、通信基础设施设计、技术研究和标准制定工作;屈海宁,毕业于西安建筑科技大学,高级工程师,一级建造师,监理工程师,咨询工程师(投资),主要从事数据中心结构设计、总承包管理、施工管理、技术研究工作;王建锋,毕业于西安交通大学,高级工程师,主要从事数字化转型、智慧城市、新能源等工作。