



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供



中国通信学会

CHINA INSTITUTE
OF COMMUNICATIONS

智慧杆塔科技前沿报告

(2022年)

中国通信学会

2022年12月



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供



智慧路灯

巨擘科技智慧



版权声明

本前沿报告版权属于中国通信学会，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国通信学会”。违反上述声明者，本学会将追究其相关法律责任。



专家组和撰写组名单

专家组：

组长：

窦笠 中国铁塔股份有限公司技术部总经理
中国通信学会智慧杆塔委员会主任委员

成员：

姓名	单位	职务
吴晓梅	中国铁塔股份有限公司	技术部副总经理
孟艾立	中国信息通信研究院	首席科学家
李华嵩	华为技术有限公司	站点产品线总裁

撰写组：

单位	姓名
中国铁塔股份有限公司	刘坤、潘三明、张帆、祁宝金、袁明强
中国信息通信研究院	刘泰、齐佳、王文跃、吕佳欣、韩超、樊可欣
华为技术有限公司	齐飞、殷浩、姚家健

资料提供单位：

烽火通信科技股份有限公司
北京亦庄智能城市研究院集团有限公司
上海顺舟智能科技股份有限公司
灯杆智慧说
北京优诺科技有限公司
中国铁塔股份有限公司上海市分公司



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

浙江意博高技术有限公司

南京理控物联技术有限公司

上海临港绝影智能科技有限公司

河南垂天科技有限公司

河南天擎机电技术有限公司

北京纳言智联科技有限公司

佛山市云端容灾信息技术有限公司

深圳市水之稻科技有限公司

常州海蓝利科物联网技术有限公司

厦门佰马科技有限公司

太龙智显科技（深圳）有限公司

新辉开科技（深圳）有限公司

宁波摩尔克斯灯杆技术有限公司

江苏史福特智能科技有限公司等



前 言

智慧杆塔是以共建共享模式集成多种信息通信服务设备及感知终端设备并具备智慧能力的杆、塔形态设施总称。作为典型的“新基建”融合基础设施，智慧杆塔建设符合国家加快数字化发展，推动绿色发展，提升城镇化发展质量的规划要求。

三年前，智慧杆塔建设进入起步试点阶段，中国铁塔股份有限公司、中国信息通信研究院和华为技术有限公司共同编写了《中国智慧杆塔白皮书（2019）》，探讨了智慧杆塔的概念、价值与意义，梳理了典型业务应用和技术要点，给出了发展建议。

当前，我国智慧杆塔建设总体开始从起步试点阶段向稳步发展阶段过渡，部分省市提出了明确的建设目标，一些大中城市开始分期开展规模化建设。在智慧杆塔的建设实践中，产业协同水平不断提升，标准体系趋于完善，知识产权已初具规模，与此同时相关产业的前沿技术不断发展，创新引领作用逐渐凸显。在此背景下，三家单位研究编写《智慧杆塔科技前沿报告（2022）》，研判智慧杆塔当前的发展态势，从融合共享、集成技术等方面归纳十大前沿技术发展趋势，旨在指明进一步技术创新的方向，促进智慧杆塔高质量健康发展。

本次报告编写中得到了多家不同行业背景的产业界企业和新媒体单位的支持，在此表示由衷感谢！

中国通信学会智慧杆塔委员会

主任委员： 

2022年12月



目 录

一、智慧杆塔发展态势.....	1
(一) 政策支持持续加强.....	1
(二) 建设定位日趋明确.....	3
(三) 建管模式逐渐清晰.....	4
(四) 产业生态健康发展.....	5
(五) 标准体系趋于完善.....	6
(六) 知识产权规模初现.....	8
(七) 问题挑战仍需关注.....	11
二、智慧杆塔前沿技术十大发展趋势.....	12
(一) 深化共建共享加快数字基建发展.....	13
(二) 集成水平提升扩展杆塔设施功能.....	15
(三) 杆体设施创新巩固物理支撑基础.....	18
(四) 绿色节能技术助力碳达峰碳中和.....	20
(五) 计算体系优化夯实智慧应用底座.....	22
(六) 新型通信技术支持设备灵活部署.....	24
(七) 协同控制策略强化设施服务效能.....	27
(八) 感知深度融合构建数字孪生根柢.....	29
(九) 数字化智能化重塑运营管理模式.....	32
(十) 网络信息安全筑牢数字空间防线.....	34
三、总结与发展建议.....	36
附件：智慧杆塔相关标准（部分）一览表.....	38



一、智慧杆塔发展态势

（一）政策支持持续加强

国家“十四五”规划部署为智慧杆塔营造良好的发展环境。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》部署“加快建设新型基础设施”，要求“加快交通、能源、市政等传统基础设施数字化改造，加强泛在感知、终端联网、智能调度体系建设”；部署“建设智慧城市和数字乡村”，要求“推进市政公用设施、建筑等物联网应用和智能化改造”。2021 年 9 月，国务院常务会议审议通过《“十四五”新型基础设施建设规划》，提出“十四五”时期科学布局和推进建设新型基础设施的具体举措。2022 年 1 月，国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》，要求有序推进基础设施智能升级，推动新型城市基础设施建设，提升市政公用设施和建筑智能化水平，并要求加快城市智能设施向乡村延伸覆盖。

行业政策为智慧杆塔发展提供重要动力。2021 年 9 月，工信部等八部委联合印发《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021-2023 年）》，明确提出推进基于数字化、网络化、智能化的新型城市基础设施建设，推动智慧灯杆等感知终端的建设和规模化应用部署。2021 年 11 月，工信部印发《“十四五”信息通信行业发展规划》，分别从积极发展高效协同的融合基础设施和深化基础设施跨行业共建共享两个角度明确要求推动智慧多功能杆柱建设和统筹布局。2022 年 7 月，住建部、发改委印发《“十四五”全国城市基础设施建设规划》，把“开展智慧多功能灯杆系统建设”纳入城市基础设施智能化建设行动，要求促进杆塔资源的共建共享，采用“多杆合一、多牌合一、多



管合一、多井合一、多箱合一”的技术手段，对城市道路空间内各类系统的场外设施进行系统性整合，预留扩展空间和接口，并同步加强智慧多功能灯杆的信息管理。该规划以专栏的形式部署了城市基础设施智能化建设工程，预计建设智慧多功能灯杆 13 万基以上。

多省市明确“十四五”期间智慧杆塔建设的发展目标。智慧杆塔建设是深化新型智慧城市建设、加快 5G 网络建设和规模化应用、推进社会数字化转型发展的重要措施。目前，多省市在推动智慧城市、数字政府、数字经济、5G 等建设和发展的相关规划、指导意见、工作方案中明确提出要推动智慧杆塔建设。其中，上海市、山东省、广州市、深圳市、武汉市、成都市等均提出了“十四五”期间或当年的智慧杆塔建设规模目标。

表 1 部分省、市智慧杆塔发展目标

序号	省份/城市	文件或来源	发展目标
1	上海市	媒体：新民晚报	计划在 2022 年底前再建 2 万根智慧灯杆，总量达到 3.5 万杆
2	山东省	《关于山东省数字基础设施建设的指导意见》	到 2022 年年底，全省新建智慧杆柱 3 万个以上
3	广州市	《广州市智慧灯杆建设管理工作方案》	到 2025 年，全市建成智慧灯杆约 8 万根，其中市中心区约 4.2 万根，提供 5G 微站站址约 3.2 万个，为中心城区提供保障 5G 网络深度覆盖所需站址资源
4	深圳市	《深圳市推进新型信息基础设施建设行动计划（2022-2025 年）》	深圳市信息基础设施发展指标（到 2025 年）：多功能智能杆数 4.5 万（预期性）
5	武汉市	媒体：湖北日报	2022 年武汉市新建智慧灯杆 1.2 万根，每年可节约电力 150 万千瓦时
6	成都市	媒体：腾讯新闻	“十四五”期间完成 3 万根智慧多功能杆建设



(二) 建设定位日趋明确

我国智慧杆塔建设总体开始从起步试点阶段向稳步发展阶段过渡。我国智慧杆塔理念起源于智慧城市概念的兴起，建设可以追溯至2016年。此后，2016年至2018年期间多地积极推动“多杆合一”“多箱合一”“多塔合一”的集约建设模式，为市政基础设施“做减法”进行探索。2019年至2021年，在加快建设5G等新基建的政策引导和带动下，各省市开始积极在局部城市道路、公园、热点商区、工业园区等区域性场景试点建设智慧杆塔，建设项目呈多点开花、突破式增长的态势。当前，随着起步试点阶段的经验不断积累，智慧杆塔的建设定位日趋明确，技术方案和投资运营模式趋于成熟，智慧杆塔建设总体开始向稳步发展阶段过渡。

建设理念走向成熟，大中城市项目建设趋于规模化，试点项目建设持续向中小城市、乡镇下沉。经过试点探索，智慧杆塔建设需求开始去伪存真、脱虚向实，短期商业化运营收益预期降低，基础设施属性逐渐明确。部分大型城市将智慧杆塔建设定位为面向城乡数字化发展的基础底座，依托智慧杆塔构建全域感知体系，支撑5G应用、车路协同等新业态发展，已经开始分期开展面向规模化、全域化部署的智慧杆塔建设，如上海、深圳、广州、北京等一线城市大力推动智慧杆塔的全局部署。上海已累计完成超4万根智慧综合杆建设，挂载5G基站超过2000个；北京经济技术开发区基于智慧杆塔在60平方公里范围内建成三百多个“双智”全息路口。部分二、三线城市也经过试点找到了适合自身经济水平、管理治理需求的建设运营模式，以“因地制宜、适度超前”的理念部署新项目建设。智慧杆塔建设项目体量扩大，部分单项目体量从早期的百万级、千万级发展到数亿乃至十亿



以上的投资规模。与此同时，智慧杆塔的建设试点也仍然在从大中城市向中小城市下沉，从城市市区向乡镇下沉，“数字乡村”相关建设案例也不断涌现，整体建设范围持续扩展。

（三） 建管模式逐渐清晰

面向较为封闭的场景，如居民社区、产业园区、景区景点、学校、医院等，智慧杆塔的功能、应用需求明确，通常由社区、园区管理者自建、自管、自用，建设、使用与运维部门相对单一，较少涉及外部协调工作，项目推进较为顺畅。

面向相对开放的场景，如城市开放道路等，智慧杆塔的应用需求多样，承载的功能涉及管理部门众多，协调沟通较为复杂，长期以来是影响智慧杆塔充分发挥集约共享作用、面向全局化建设部署的核心障碍。多地在明确智慧杆塔作为公共基础设施的本质属性和定位的基础上，从管理制度、协调机制、建管主体三个层面明确智慧杆塔建管模式，推动落地建设。**管理制度层面**，出台专门意见、办法保证智慧杆塔共建共享。如上海、深圳、北京经济技术开发区分别出台了《关于开展本市架空线入地和合杆整治工作的实施意见》《深圳市多功能智能杆基础设施管理办法》《北京经济技术开发区多功能综合杆及配套设施管理办法（试行）》等。**协调机制层面**，建立统筹协调部门和常态化沟通机制。如上海成立架空线整治和管理工作联席会议，下设市架空线入地和合杆整治指挥部，各区成立相应的联席会议和区指挥部，统筹本区域架空线入地和合杆整治工作；深圳在市新型智慧城市建设领导小组的领导下，建立多功能智能杆建设和管理联席会议制度，统筹全市多功能智能杆基础设施建设和管理工作。**建管主体层面**，以政府和国有资本投资为主，由国资城投公司等管理运营。一些城市由



政府或国有企业投资成立具有属地和国资性质的智慧杆塔及配套建设运营主体，如深圳市信息基础设施投资发展有限公司、北京亦庄智能城市研究院集团有限公司、江苏未来城市公共空间开发运营有限公司、眉山环天智慧科技有限公司等承担属地城市智慧杆塔的投建运营。

（四） 产业生态健康发展

市场环境持续优化，技术、质量和成本将成为关键竞争要素。当前我国坚持以推动高质量发展为主题，把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合，着力增强国内大循环内生动力。随着中共中央、国务院《关于加快建设全国统一大市场的意见》的发布和实施，以及各地逐渐明确智慧杆塔的建设定位，市场环境向着高效规范、公平竞争、充分开放、持续优化的方向发展，技术、质量和成本控制能力将逐渐成为决定市场竞争的关键要素。

企业找准生态定位，产业协同水平提升。智慧杆塔产业是跨行业融合产业，市政照明杆塔、灯具制造企业，通信设备、设施制造企业，专业终端设备制造企业，ICT 技术创新企业，系统集成方案提供商，投资建设运营主体，以及众多各行业研究院所、咨询规划设计单位和施工建设单位积极参与智慧杆塔建设，产业生态不断走向融合。随着技术方案的不成熟和建设实践的加深，各企业基于自身技术、资源特点逐渐找准了在产业生态中的定位，在各自生态位上深耕细作并加强生态合作。产业生态呈现出企业间优势互补，协同共赢的发展态势。

项目建设要求提升，企业能力不断拓展。一方面，智慧杆塔建设是集杆塔和配套物理设施、各类终端设备、通信网络、信息系统和新型信息通信技术为一体的系统建设，对集成能力要求高。贯通上下游



的生态整合能力和自成体系的生态导入能力，能够有效提高系统的可用性和可靠性，同时降低成本，是产业竞争的关键能力。另一方面，智慧杆塔项目通常捆绑于智慧城市、智慧园区等整体性项目，建设项目对企业资质能力范围和质量、管理水平有较高的要求。如 2022 年相关项目通常要求投标单位具备市政工程、通信工程、机电工程、电子与智能化工程、城市及道路照明工程等多种相关资质。企业需要不断拓展、提高自身能力以满足项目需求。

（五） 标准体系趋于完善

智慧杆塔建设面向集成与融合，对标准化工作有着强烈的需求。我国智慧杆塔建设发展迅速，本着标准先行的原则，各级政府、行业主管部门、地方和行业团体、产业链相关企业和研究机构纷纷投入标准化工作，标准化工作已现成效。整体来看，我国智慧杆塔标准化工作正在从早期的团体、地方标准多点开花，朝着国标整体统领、行标专业细化、地标落地实施、团标多元发展的协同体系发展，趋于完善。

国家标准整体统领作用开始显现。2022 年 3 月 1 日，首个智慧杆塔相关国家标准 GB/T 40994-2021《智慧城市 智慧多功能杆 服务功能与运行管理规范》正式实施，为基于智慧杆塔的挂载点位租赁业务提供总体依据。此外，国家标准《智慧城市 智慧多功能杆 系统总体要求》和国家建筑标准设计图集《多功能智慧灯杆系统设计与安装》正在加紧研究编制中，前者从智慧多功能杆系统架构、系统功能和安全方面给出总体要求，后者给出多功能智慧灯杆设计与安装过程中各节点的标准图集，便于设计施工行业使用、减少设计人员的重复劳动。

行业标准聚焦专业技术领域细化。目前，信息通信行业依托中国通信标准化协会、中国通信企业协会通信工程建设分会等标准化平台，



正在组织跨行业力量，着力推进智慧杆塔相关行标的研究编制。一方面，信息通信技术的应用是杆塔设备设施网联化、智能化必不可少的要素。另一方面，智慧杆塔也是 5G 等新一代通信网络建设的优良载体和泛在物联感知的重要入口。信息通信相关行业标准的编制旨在从 ICT 专业技术和通信设施建设需求等角度给出详细的标准规范，供产业链直接应用或地方标准等引用。相关项目涵盖工程建设、通信系统、边缘计算、管理平台及测试方法等，其中，通信建设标准 YD/T 5248-2021《微型通信基站多功能钢杆塔工程技术规范》已于 2021 年发布并实施。

地方标准面向落地建设先发先行。智慧杆塔需要因地制宜建设落地，在智慧杆塔建设的起步试点阶段，上海市、广东省、江苏省、贵州省、湖南省、浙江省、江西省、安徽省、河北省等多个省（市）均已发布省级标准规范，广州市、深圳市、杭州市、青岛市、济南市、南京市、襄阳市等多地市出台了相关地方标准。总体来看智慧杆塔相关地方标准以指导本地工程建设落地为主。随着各地深化和启动智慧杆塔建设部署，地方标准的编制也持续开展。例如，安徽省研究编制《多功能路灯杆系统设计规范》；深圳市研究编制《多功能智能杆 管理系统编码技术规范》《多功能智能杆 管理与运维技术规范》以完善地方标准体系；北京市经济开发区基于智慧城市基础设施和智能网联汽车协同发展建设经验，研究编制《智慧综合杆网联化系统技术与工程建设导则》；厦门市研究编制《智慧杆建设技术导则》等。

团体标准持续多元化发展。智慧杆塔领域的团体标准编制长期呈现百花齐放、百家争鸣的景象。截至 2022 年 10 月，我国已发布超 30 项智慧杆塔相关团体标准，企业积极参与，标准化工作活跃。已开展



智慧杆塔团体标准制定工作的团体组织主要包括智慧杆塔相关行业的团体组织和建设项目所在地的地方性团体组织。其中，行业性团体组织主要包括中国照明电器协会、国家半导体照明工程研发及产业联盟、中国通信企业协会、中国照明学会、中国城市科学研究会等；地方性团体组织主要有深圳市智慧杆产业促进会、广州市标准化促进会、北京电信技术发展产业协会、云南省智慧城市集成服务商协会、浙江省品牌建设联合会、江苏省市政工程协会等。

（六） 知识产权规模初现

智慧杆塔的技术进步和产业发展驱动业界开展知识产权布局。近年来，相关的企业、高校、研究院、创新中心等技术研发机构纷纷加快知识产权申请步伐，旨在推动智慧杆塔的技术创新和应用推广。整体来看，智慧杆塔的知识产权已初具规模。

数量趋势方面，智慧杆塔相关知识产权申请态势与产业发展进程基本吻合。2015年，美国通信巨头 AT&T 和通用电气两家公司携手推出全球首款真正意义上的智慧灯杆，相关知识产权工作同时起步。2019年，智慧杆塔进入起步试点阶段，技术探索进程加快，知识产权申请也进入快速上升期。当前，满足现阶段需求的智慧杆塔技术发展已相对成熟，并形成了一定的知识产权规模，预期知识产权申请也将进入稳步发展阶段。如图 1-1 所示，截至 2022 年 10 月，全球智慧杆塔知识产权（含发明、实用新型和外观设计）申请数量约 2300 件，在 2019 年-2021 年期间呈现逐年快速攀升的态势。同时，2021 年与 2020 年相比，发明专利和实用新型的申请数量基本持平，外观设计专利发展较快，与起步试点阶段集成设备的不断增加引起杆塔外观变化，以及试点城市较为重视智慧杆塔的特色性且与其城市风貌的融合有



关，见图 1-2。

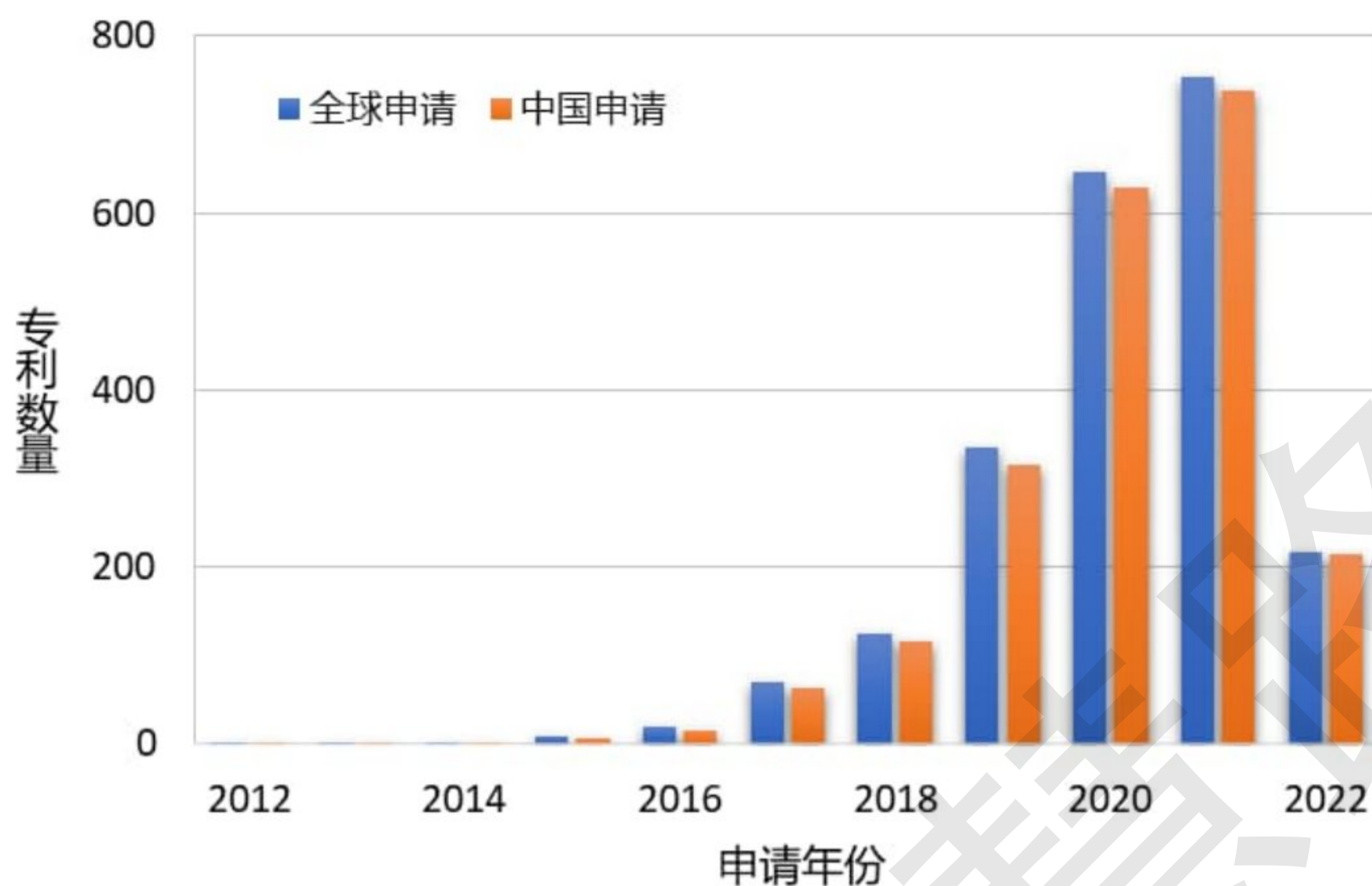


图 1-1 智慧杆塔知识产权发展趋势（数据截至 2022 年 10 月）



图 1-2 智慧杆塔知识产权类型分布（数据截至 2022 年 10 月）

地域分布方面，我国知识产权数量在全球占主体地位，东部发达省市较为突出。世界多个国家和地区如美国、澳大利亚、欧盟、印度等均开展了智慧杆塔方面的技术研究和知识产权布局。在发展理念和网络强国、数字中国、智慧社会等战略部署牵引下，我国智慧杆塔建



设快速发展，技术探索和实践经验等处于世界领先水平，知识产权方面成为全球规模主体，申请数量超过全球的 91%。从国内看，东部发达省市如广东、浙江、江苏、上海等，具备创新意识强、战略部署早、产业基础好、建设投入大的优势，在智慧杆塔相关知识产权的申请中也名列前茅，见图 1-3。其中，广东省依托广州、深圳等地的创新企业以及试点项目起步早、建设规模大的先发优势，相关知识产权数量占国内申请数量的 37%，全国智慧杆塔申请数量前十位的相关企业有七家来自广东。

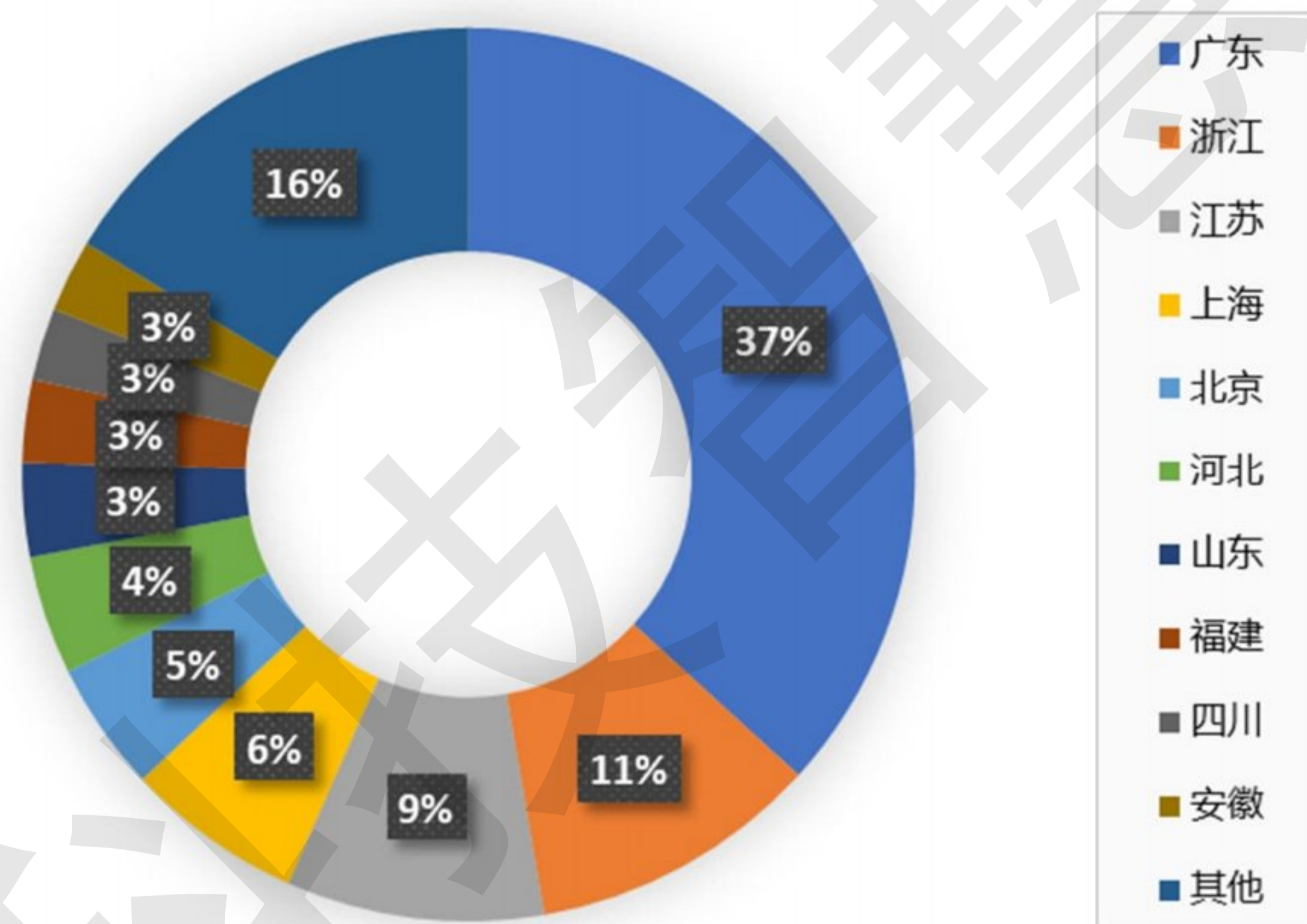


图 1-3 我国智慧杆塔知识产权地域分布（数据截至 2022 年 10 月）

创新领域方面，智慧杆塔知识产权申请涉及多种技术领域，集成技术是重点方向。作为融合基础设施，智慧杆塔涉及技术领域多样、应用行业广泛，知识产权创新布局也反应了这些特点。从智慧杆塔相关的知识产权关键词（见图 1-4）可见，智慧杆塔的知识产权体系呈现出多维度、宽领域、重集成化和智能化的发展态势。其中，将路灯杆等与各类设备设施融合的集成技术、杆体及配套设施的机械结构及系统应用等相关知识产权申请数量最为突出，是试点阶段技术探索的



通过提升设施效能和数字化治理能力取得全局性收益的作用被模糊化；另一方面，对公共基础设施属性认识的缺乏，可能造成智慧杆塔运营权出让和运营过程中的监管缺位，进而引起公共资源公益性的弱化以及潜在的设施运维管理和个人、公共数据的安全风险。

二是需进一步完善跨部门的统筹协调机制加强共建共享。目前多数城市在基础设施数字化改造中依然以各部门纵向垂直建设为主，建设项目相互独立，运营主体多样，缺少统一的规划和标准化，给面向全局部署的智慧杆塔建设运营埋下新的障碍，并可能导致后续为维护运营、数据资源共享流通协调难度增大。在一些集约建设的智慧杆塔项目中，各需求部门投资和权属也仍然相互独立，设备设施功能和数据难以协同联动，一些基于共享集成的融合创新应用难以实现。并且，各部门通过共建共享节约的资金支出难以有效转化为项目收益，在智慧杆塔建设运营投资循环中的主体作用难以发挥。

三是面向长期高水平发展目标需持续深化技术创新。当前智慧杆塔的技术创新、标准和知识产权布局已基本适应现阶段的建设要求，但是面向智慧杆塔适度超前部署的建设布局，及其长期功能和发展定位需要，需持续加强前瞻性技术研究和专利布局力度，进一步细化、深化技术标准体系，特别是在新型 ICT 技术的应用等方面。本报告对需要着重深化创新的前沿技术方向进行了归纳梳理。

二、智慧杆塔前沿技术十大发展趋势

智慧杆塔相关技术在创新引领和建设实践中不断发展，整体解决方案从早期的简单拼凑走向系统化、集成化和标准化，系统可用性、可靠性、安全性持续提升，并与新一代信息技术融合加速，应用场景向多样化扩展。



智慧杆塔技术创新方向紧密围绕其功能和发展定位。**一是作为集约共享部署基础设施的有效模式**，通过智慧杆塔的开放共享可加快数字基础设施建设，集成各类新型设备丰富扩展杆塔设施功能，也相应地要求物理承载能力提升保障设施安全，并且通过节能降碳技术进一步提高整体资源利用率；**二是作为与城市运行和居民生活紧密结合的智能化公共设施**，智慧杆塔系统是 3C（计算 Computation、通信 Communication、控制 Control）技术有机融合的信息物理系统（Cyber-Physical Systems, CPS），3C 技术的发展和应用能够有效强化和扩展智慧杆塔作为基础设施的功能性，提升设施服务效能；**三是作为实体物理世界向虚拟数字世界映射的泛在入口**，智慧杆塔搭载多种感知设备，感知技术的发展增强实虚映射能力，在此基础上的数字化、智能化技术应用将促进管理效率提升和应用创新，网络信息安全技术为系统平稳运行和数据可靠流通保驾护航。

本报告对智慧杆塔前沿技术方向进行梳理，归纳为十大前沿技术发展趋势。

（一） 深化共建共享加快数字基建发展

以新一代信息通信网络为代表的数字基础设施是新型基础设施的重要组成部分，是数字经济发展的基础。习近平总书记强调，要加强战略布局，加快建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施，打通经济社会发展的信息“大动脉”。智慧杆塔面向集约共享而生，基于智慧杆塔开展共建共享可有效复用杆（塔）体、管网、光纤、供电等资源和运维力量，加快数字基础设施的建设发展。

开放共享市政智慧杆塔加快 5G 网络建设。在 5G 商用部署的早



期阶段，主要聚焦 5G 宏基站设备规模部署以实现全国 5G 网络的基础覆盖，但在重点、热点区域存在容量不足的情况。特别是在一二线城市核心区，由于高楼阻挡 5G 基站信号收发，问题更加突出。随着 5G 规模化应用的不断推进，未来几年 5G 建设走向深度覆盖，在盲点区域与城市热点区域通过共享智慧杆塔挂载 5G 设备，与宏基站协同，可持续提供 5G 网络扩容，提升网络质量，构建最佳的 5G 用户体验网络。当前，智慧杆塔挂载通信基站已有多方面的探索和实践。5G 基站设备也正在向着性能增益更优、部署方案更加灵活、设备挂重更轻的方向发展，更加适于与智慧杆塔的共建共享。如，通信设备制造企业已开发了从单扇区到 3 扇区的杆载 5G 基站设备系列解决方案，设备支持单频 Massive MIMO、多频多制式、毫米波等不同类型选择，提供性能增益更优、更轻便小巧的射频单元，适配不同场景的智慧杆塔挂载需求。随着 C-RAN 部署模式的应用，基带单元集中部署于中心机房，与多路射频单元之间采用光纤拉远传输，简化了基站端的设备设施，有利于与智慧杆塔的共建共享。此外，智慧杆塔上的网关和传感器能起到基站动环监控系统的作用，实现杆塔与基站设施的数字化共维。



图2-1 上海外滩5G与智慧杆塔共建共享

开放共享通信铁塔挂载行业数字化设备。通信铁塔作为广域部署



的移动通信基站的载体，具有“点多面广、站高望远”的特点，并且无线、有线通信资源稳定，供电系统完备，运营维护体系完善，能够经济高效地支撑中高点位感知设备的部署。在通信铁塔上集成高清摄像头、传感器、边缘计算网关等设备可变“通信塔”为“数字塔”基础设施，实现视觉感知、数据采集、图像分析、信息处理、仿真推演等多种数智化功能，面向各行各业提供高点位的广域监控、风险监测、智能预警，支撑多种行业应用。目前，“数字塔”已应用于智慧景区、河道监控、智慧农业、海洋监控、地震监测、环境污染监控、森林防火监控等领域，为广域数字化管理提供基础条件，还可以对电网、油气管道、铁路、高速等基础设施进行监测，保障能源和交通安全。



图 2-2 “数字塔”基础设施应用示意图

(二) 集成水平提升扩展杆塔设施功能

集成是智慧杆塔的本质属性之一，当前智慧杆塔通常集成智能照



明、摄像头、信息发布屏、环境传感器、无线 AP、移动通信基站、公共广播等设备设施。随着技术和应用的发展，提高智慧杆塔集成水平，实现对新类型设备设施的融合部署，可进一步丰富和拓展智慧杆塔的设施功能性。

与车路协同基础设施协同部署。车路协同将“车-路-网-云”有机的联系在一起，是实现 L4 及以上高等级自动驾驶的重要途径。车路协同路侧基础设施包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达等路侧感知设备，交通信号灯、指示屏等路侧交通控制设备，路侧算力设备和路侧通信设备（RSU）等，这些设备均可由路侧的智慧杆塔承载并与智慧杆塔融合部署。为了提高设施的集成度和美观性，雷视一体机等高融合度设备也应运而生。依托智慧杆塔与车路协同基础设施集成部署建设“全息路网”，可实现车、路、行人及交通事件的全面感知，可支持车辆自动驾驶并构建道路综合感知、交通态势深度研判、辅助决策、应急指挥、公众服务等核心功能，从而达到缓解城市交通拥堵、高效处置突发事件、保障行人出行安全的目的，不断提升城市交通智能化管理水平和居民出行服务体验。

集成无人机应用。民用无人机在航拍、农业、快递运输、灾难救援等领域应用空间广泛。但无人机长期在外作业，在续航和应对恶劣天气方面劣势明显，需要在外场为无人机提供庇护和充电场所。可在智慧杆塔上集成部署无人机停机台，方便无人机随时停靠，还可在停机台上集成无线充电模块和红外模块，在红外模块监测到无人机停靠时，利用无线充电模块给无人机补充电能。这种集成方式可以避免无人机频繁往返维护点，提高运行效率，且由于停放位置高，可以避免损坏和丢失。此外，智慧杆塔系统还可为无人机规划飞行路线并提供



辅助巡航，指挥无人机从起点杆塔飞往终点杆塔，并将包裹送至指定位置，向用户发送取件通知。无人机配送应用可作为物流网络的“最后一公里”延伸，用于特定区域快递包裹的无人便捷投送，节省人力资源。

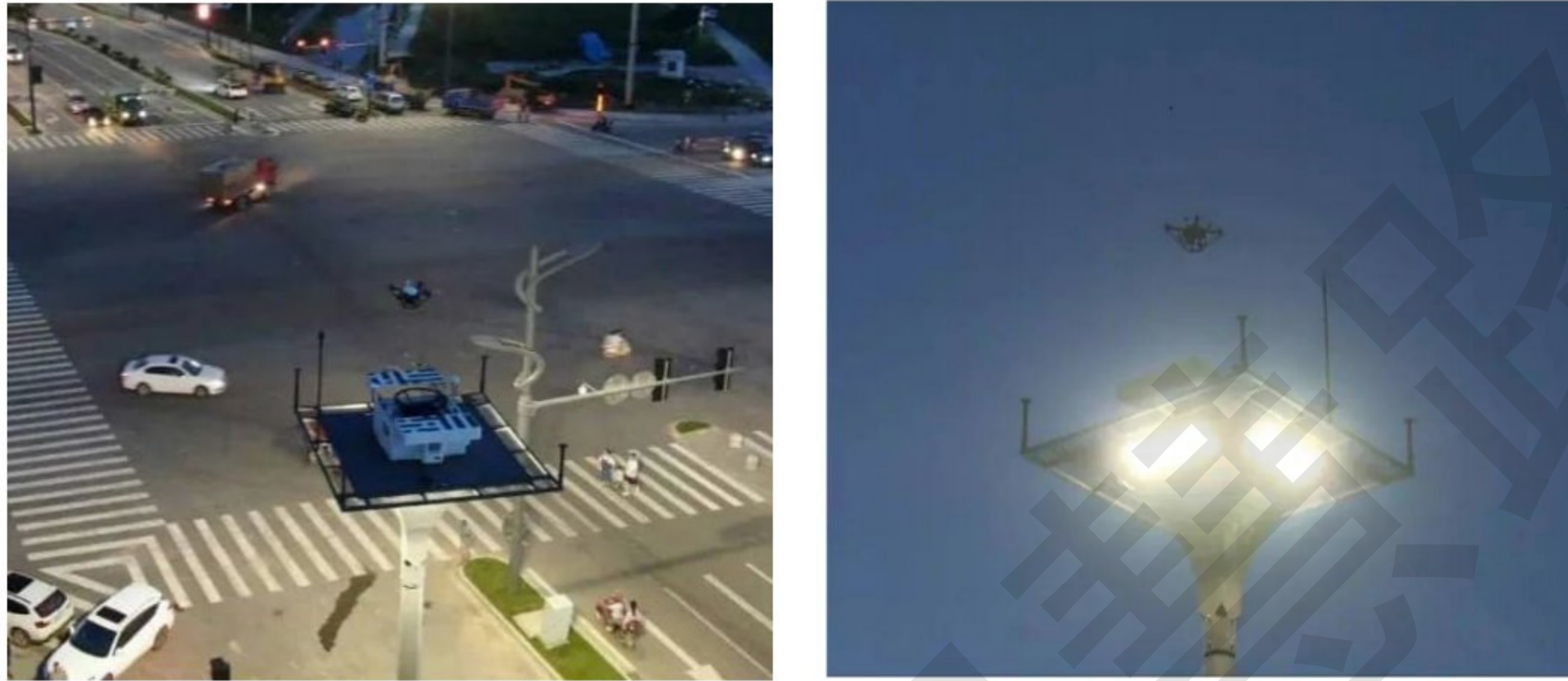


图 2-3 智慧杆塔无人机停机台¹

可功能扩展的热插拔式集成。通过在杆上配备即插即用的标准热插接口，借助智慧杆塔的基础供电、通信能力，可由管理者按需选择安装功能模块，或基于“DIY”的理念由公众自主设计个性化的功能模块进行安装。这种方式可利用杆上的有限点位资源提供类型广泛的应用服务和自由创新的空间，提高公众的参与度，激发科技创意。



图 2-4 热插拔接口模块示例²

此外，在公园、景区、商业街等人口流量较大的区域，可在智慧

¹ 图 2-3 由乐清市融媒体中心提供

² 图 2-4 由佛山市云端容灾信息技术有限公司提供



杆塔上集成部署无线充电、自动售卖系统等商业便民设施，不同杆体可售卖不同类型产品，丰富消费选择。

（三）杆体设施创新巩固物理支撑基础

随着集成水平的提升，智慧杆塔需要不断在杆体和配套设施方面创新以加强物理支撑能力并提升设施安全保障。智慧杆塔的杆体及配套设施创新主要侧重于杆体及配套设施的新材料应用、可扩展性和设施物理安全。

在新材料应用方面，当前智慧杆塔的杆体一般选用高强度钢材，但是钢材易受腐蚀且可塑性较差，业界一直在探索采用不锈钢、耐候钢、聚氨酯复合材料等提升杆体的耐环境腐蚀性能，以及采用可塑性较强的铝合金等材料提升杆体的美观性。此外，针对“5G+智慧杆塔”部署，高透波率、轻量化、高强度的透波天线罩材料研究备受关注，如玻璃纤维增强聚丙烯等低成本低介电常数的热塑性树脂材料、3D中空复合材料、连续玻璃纤维增强复合材料等，既可保证不同尺寸、不同频率基站的通信需求，也可保证智慧杆塔的美观性以及与周围环境的和谐性，见图 2-5。



图 2-5 装有透波天线罩的杆载 5G 基站¹

¹ 图 2-5 由北京纳言智联科技有限公司提供



在可扩展性提升方面，当前主要有两种技术方式。一是滑轨方式，在智慧杆塔至少一面设置 T 型横截面的纵向标准化槽口，槽内嵌设有固定件，灯具及设备通过 T 型固定件固定安装，此方式可根据功能需求、安装环境不同进行设备调整，易拆装和维护，见图 2-6 (a)；二是标准化法兰方式，当前主要用于移动基站设备的安装接口，实现 5G 基站按需快速部署并与杆“融为一体”，也可在法兰上部安装附杆增加杆体高度，实现智慧杆塔的功能扩展，见图 2-6 (b)。此外，对于既有杆挂载设备的改造，开发出了活接链式支架等方案，见图 2-6(c)。



(a) 滑轨式扩展¹



(b) 法兰式扩展



(c) 活接链式支架

图 2-6 智慧杆塔扩展方式示例图

在设施物理安全方面，为保障智慧杆塔的安全性与可靠性开展了多方面探索。一是通过改进设计满足防撞等需求。例如，在杆体下端固定连接保护套管，通过弧形减震板和缓冲弹簧降低外界物理撞击对杆体的伤害；二是通过物联感知手段监测物理设施状态以实现风险预警。例如，在设备舱或杆上加装热源、漏电等监测装置，有利于监测散热情况及火焰、漏电等意外情况；三是通过对杆内电子设备进行高防护等级密封，以提高环境适应性以及应对城市内涝等极端状况，如

¹ 图 2-6 (a) 由宁波摩尔克斯灯杆技术有限公司提供



南京理控生产的单灯控制器等设备通过内部整体灌胶达到 IP68 防护等级。此外，智慧杆塔杆内及配套实施的强弱电分离方案的优化、防雷接地等技术也是保障设施安全的热点方向。

(四) 绿色节能技术助力碳达峰碳中和

面向集约共享的智慧杆塔天然是绿色发展理念的体现，通过设备设施的集约部署和共建共享，可切实减少杆塔及管网等配套资源建设，降低能源消耗，助推经济社会发展的绿色转型。进一步地，通过设备节能化升级、绿色能源应用和节能管理技术等，智慧杆塔建设可有效助力国家“双碳”目标实现。

在设备节能化升级方面，主要着眼于照明设备、基站设备、显示屏等高功率设备的节能化。照明设备节能化方面，一是对高压钠灯的改进，比如光大节能照明与清华大学研发的“新钠灯”，结合高压钠灯、陶瓷金卤灯技术与陶瓷技术、纳米技术、稀土技术等，实现高效节能，比传统高压钠灯综合节电近 50%；二是采用节电效果相对较好的 LED 照明灯具并不断技术改进，与传统高压钠灯相比节约用电消耗可达 60%。基站设备的节能化方面，可从模块形态、架构、工艺、材料、算法等方面提升设备能效，主要技术方向包括：一是从射频有源功率提升向射频有源联合无源口径综合功率提升演进，通过扩大天线口径，以较小的射频发射功率实现大范围的区域覆盖，降低基站能耗；二是通过智能算法提升设备的动态管理能力，通过暂时关闭或降低工作电压等方式，保证设备在不同的忙闲情况下均能达到最高比特能效。信息发布显示屏节能化方面，新辉开科技（深圳）通过扭转液晶分子偏转角度开发“阳光屏”，可在强烈的阳光照射下清晰显示全高清的视频、图片、文字，且功耗仅为普通高亮户外液晶显示屏的 1/20。



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

在绿色能源应用方面，一方面是太阳能、风能等的应用，基于智慧杆塔顶部的光伏面板或风光互补发电系统，将产生的电能储存到杆附近电池舱的蓄电池中，可节省市电应用，或搭配低功耗网关用于偏远地区分散式布置的智慧杆塔的独立供电。针对智慧杆塔的形态特点，可采用弧形光伏板，分散杆体载荷并减少受风面积，提面板有效面积，见图 2-7。另一方面是充放储一体化，与充电桩等用电设施融合，形成分布式储能系统的节点和接口，电能可在汽车充电、市政电网、储能电池之间自由流动，推动绿色能源有效利用。



图 2-7 弧形光伏面板应用¹

在节能管理方面，主要趋势为通过集中供电和智能用电管理，实现设备耗电和用电状态的监测，智能调控用电功率和时间段，达到节能减排目的，如对照明设备的开闭时间进行智能管理等。以 5G 基站系统的节能管理为例，华为采用多种智能管理技术降低 5G 基站功耗，如采用电源切换设备，根据需要和时间段选择市政供电或者蓄电池中储存的太阳能供电，见图 2-8；基于场景化的网络 KPI 和用户 QoS 要求，根据业务的时域、空域或频域将对应物理器件关断以节省基站能耗，实现节能和网络体验的最佳平衡；实施上下行解耦组网，根据不

¹ 图 2-7 由江苏史福特智能科技有限公司提供



同场景需要，部署纯上行/纯下行站点；采用极简化建站方案，通过整体系统化设计提升站点供电链路能效等。此外，路灯杆基站本身可让近场网络站点更靠近用户部署，降低网络发射功率。

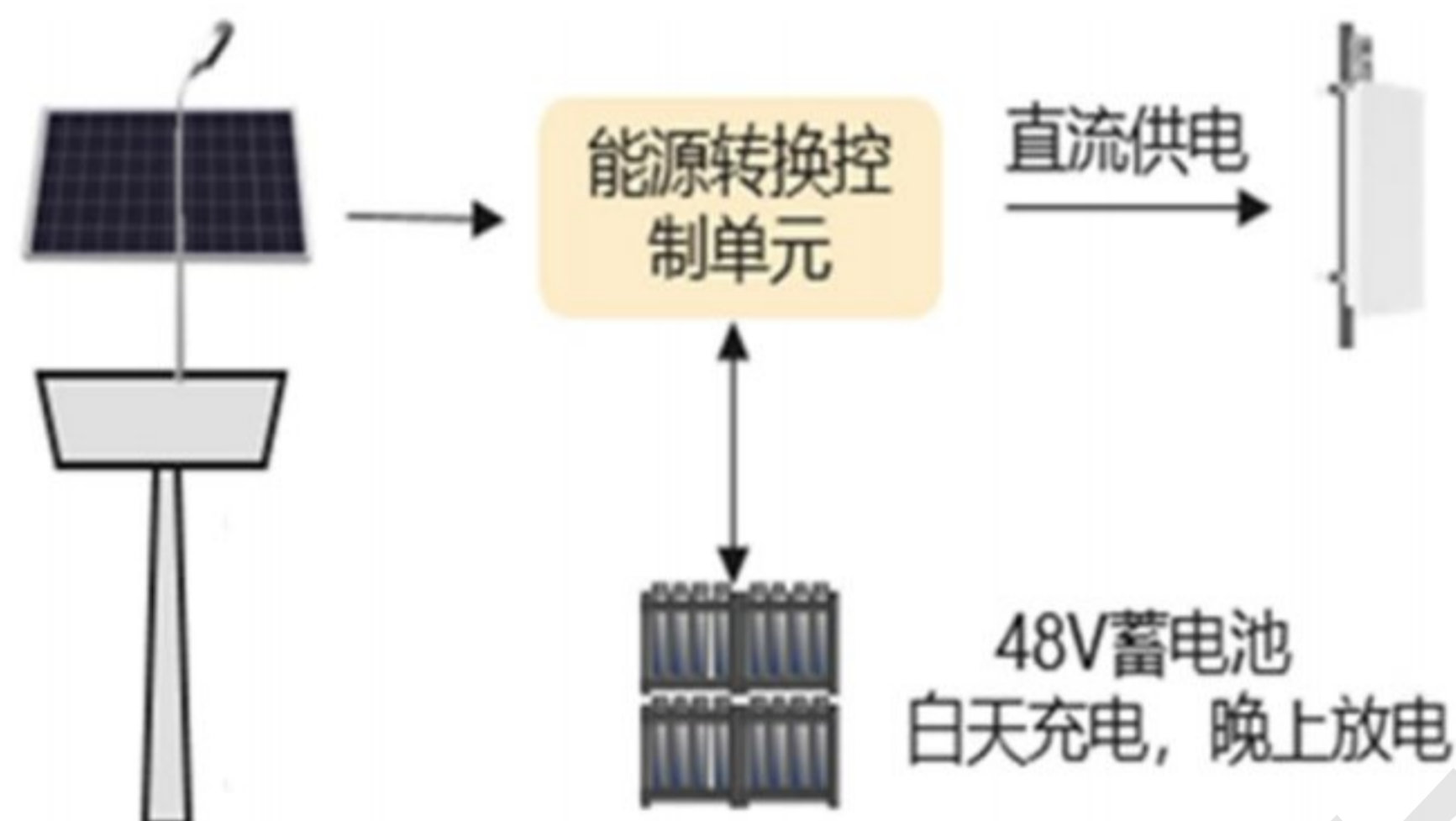


图 2-8 基站智能用电管理示意图¹

(五) 计算体系优化夯实智慧应用底座

杆塔设施“智慧”功能的实现需要计算体系的支持。基于智慧杆塔网络部署边缘算力，形成云边端协同、算网融合和优化计算体系，是杆塔设施智能化和面向数字化发展解决泛在算力需求的优选方案。

随着海量终端连接和场景化应用的兴起，算力网络呈现出泛在立体分层、中心与边缘协同发展的态势，未来预计将有超过 75% 的数据会在边缘侧产生和处理，边缘算力基础设施的重要性逐步凸显。随着智慧杆塔集成化水平的提高和创新应用的开发，杆载设备类型和采集的数据量将持续增加，对网络传输带宽、时延和数据分析处理能力的需求也越来越高。为解决海量数据带来的网络、计算压力，配合云端在边缘侧进行数据分析处理成为必然需求，既可保证数据处理的实时性，也可为各种场景联动规则及各类算法的实现提供便利和可能。同时，智慧杆塔网络如血管和神经一样深入城市的公路、街道和园区，特别是对人口密集处有良好的渗透，且布局均匀、密度适宜，可为泛

¹ 图 2-8 由华为技术有限公司提供



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

在边缘算力的部署提供分布广、位置优、低成本的点位资源和供电、通信保障。



图 2-9 基于边缘计算的烟雾火灾检测¹

智慧杆塔系统部署边缘算力主要有两种方式，一种是在智慧杆塔设备网关上增加硬件配置形成具有边缘计算能力的“智能网关”，另一种是在专门的设备箱中部署分立的边缘计算设备，见图 2-10。智能网关通常在每根杆上安装，分立设备则可承担多根杆的计算任务。如何优化算力、算网协同部署体系并开发基于云边协同、边边协同的功能应用是提高杆塔系统智慧水平的技术热点，当前已实现多种功能。



图 2-10 智慧杆塔边缘计算网关示意图²

云边协同方面，边缘侧可支持将物联终端采集的各种非标数据格式转换为规范化的物模型（如水利场景下的水文公约等），并实现不

¹ 图 2-9 由浙江意博高技术有限公司提供

² 图 2-10 由上海顺舟智能科技股份有限公司、华为技术有限公司提供



同来源设备的互操作；边缘侧可作为云端管理平台的代理，支持管理平台对终端管理任务、策略的下发和执行，并在上行网络中断时，按照既定策略自主运行，保障业务不受影响；边缘侧可支持容器虚拟化，加载多来源的应用程序并提供安全独立的运行环境，并可由云端进行容器管理；边缘侧可对终端设备采集的数据进行清洗、筛选、压缩、初步分析、AI模型推理识别以及加密，将轻量化的数据上传至云端，云端进行数据分析、存储、AI训练与建模，并将任务与推理模型下发至边缘侧执行。例如，在智慧安防监控等应用场景下，高清摄像头获得的视频数据可在边缘侧进行AI图像识别后，将数据上传云平台进一步处理，缓解视频数据对网络 and 平台带来的负载、存储压力，并可在本地进行低时延的即时响应。云边协同还可实现边-云-边协同，即边缘计算设备通过云端与其他设备实现数据、策略协同。进一步地，云端可具备全局算力资源管理调度能力，将多个边缘节点组成集群，按需调度、部署边缘算力资源，并根据应用场景需求分配计算任务，满足业务对计算资源的差异化需求。

边边协同方面，边缘设备在自身计算能力不足以支撑当前任务时，可将计算任务进行切分，通过边缘设备间的网络连接将计算任务分发到相邻边缘节点上，实现计算资源最优使用；边缘设备间可进行数据热备份，上行链路断开时设备间可进行自主协同的任务管理，增强智慧杆塔系统的韧性。在车路协同自动驾驶等实时交互场景中，当车辆以较高的速度跨边缘节点漫游时，通过边边协同可以快速将应用的镜像同步到下一节点进行部署，保障业务无缝衔接。

（六） 新型通信技术支持设备灵活部署

通信技术是智慧杆塔系统通过网联化，实现可靠、实时、安全的



信息交互，支撑各类智慧业务的技术基础。新型通信技术的应用可提高网络性能和可靠性，支持各类设备的灵活部署。

5G 移动通信技术具有大带宽、广连接、低时延、高安全性等诸多优势，且通过网络切片技术或专网部署可支持个性化的业务服务和场景化的行业应用。在网关或高清摄像头等对流量需求大的设备中加装 5G 模组使设备具备直接接入 5G 公网的能力，可使智慧杆塔的部署摆脱光缆管网设施的束缚，适用于智慧杆塔的“插花式”建设、既有杆塔的利旧改造和杆塔的扩容升级等场景，或作为有线网络的备份提高系统可靠性、可用性。通过 5G 网络切片，可为不同的业务按照时延、带宽、可靠性、安全性等业务需求分配资源，满足和保障智慧杆塔的不同终端设备、业务对网络性能的差异化需求。通过网络切片还可在公共网络中切分相对独立的虚拟专网，在业务上形成隔离度。

光纤通信具有传输容量大、传输距离远、抗干扰能力强的优点，且带宽升级潜力大，是目前智慧杆塔部署采用的主流方案。千兆光网与 5G 互补互促，是新型基础设施的重要组成和承载底座。在目前的智慧杆塔项目中，多采用本地光纤以太网环形或星型组网，再汇聚接入公共电信网或传输专网。随着智慧杆塔的普及，可采用支持 PON（无源光网络）技术直接由公共电信网承载的方式，充分复用公网光纤传输资源。目前，基于波分复用的 WDM-PON 是 PON 的演进方向，可进一步提升网络带宽并支持多种不同类型业务的共纤传输。此外，基于光网络的网络切片技术也在研究中。

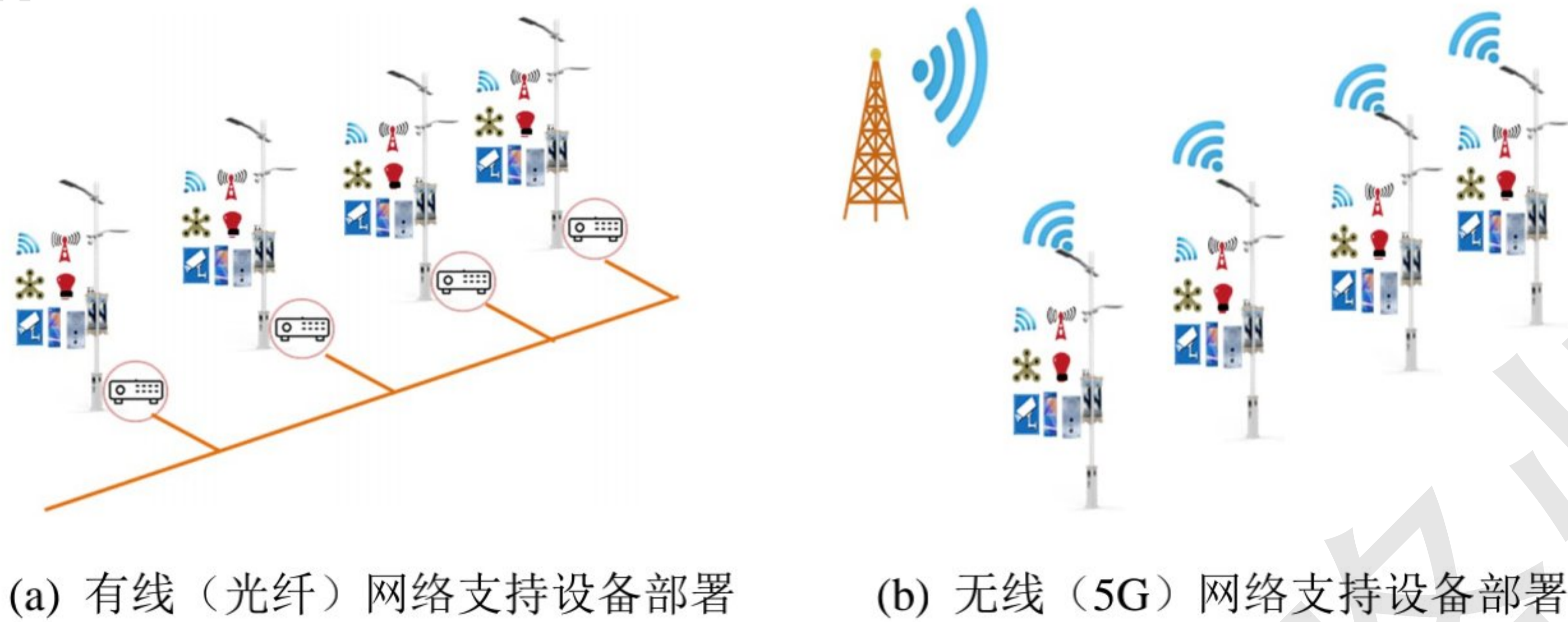


图 2-11 智慧杆塔通信示意图

在智慧杆塔上加装无线通信接入点（AP），可充分利用智慧杆塔的通信连接资源，对杆塔附近的其他智能设备进行覆盖，并为周边用户提供低成本的无线网络服务。“千兆光网+WiFi 6”可以提供高带宽和稳定性的无线网络，被称为 F5G（第五代固定网络）。当前，WiFi 技术正向 WiFi 7 演进，将提供更高的带宽和容量密度，并增强 AP 间的协同和网络的时间敏感性、可靠性。短距低功耗物联网技术也在进一步发展，为智慧井盖、智慧垃圾桶、智慧管网和杆塔周边环境监测提供更高性能、低功耗的网络。

在组网方面，智慧杆塔系统可通过网关设备间的配合提高网络性能。例如，多个设备协同配合形成主从设备网络管理，可使主从设备分管不同的职责，如主设备负责接入设备的认证、接入、VPN 隔离、安全防御、流量统一处理等，从设备负责接入设备物理连接及流量转发；设备之间可配合形成本地环网，在上行网络断开时，设备间自动配置形成自主网络。另外，为实现通信能力和建设成本的最优性价比，实际组网中也可采用混合组网形式，在 2 个智慧杆塔上部署主网关，其它智慧杆塔部署拉远单元或低端网络设备，形成 2 个中心设备配套 N 个子设备的网络域。



(七) 协同控制策略强化设施服务效能

与强调感知的传统物联网系统不同，智慧杆塔作为功能性的信息物理系统更注重对现场设备的控制。结合网络、计算能力对各类杆载终端设备有效控制，使各类终端设备充分发挥其功能性，是智慧杆塔智能化公共基础设施角色的重要体现。在此基础上，开发和应用面向设备间协同的控制策略，可最大化发挥智慧杆塔多设备集成和连续点位分布的优势，实现“1+1>2”的服务效能。

当前，已出现了多种智慧杆塔设备联动协同控制策略的应用：

智能照明与其他设备协同。如，智能照明与光敏传感器协同，可根据日光强度实时调节照明单元的亮度；智能照明与微波雷达协同，在路口加装微波雷达，检测远处来车，若在百米外发现车辆驶来，则点亮相应区间内的一段路灯；常州海蓝物联实现的“前导式灯随车动”方案，采用智能照明与摄像头协同，在无线通信单灯控制器上附加低功耗微型摄像头，通过深度学习算法对道路车辆进行识别，实现“车来灯亮、提前点亮、灯随车动”的控制效果，如图 2-12 所示。

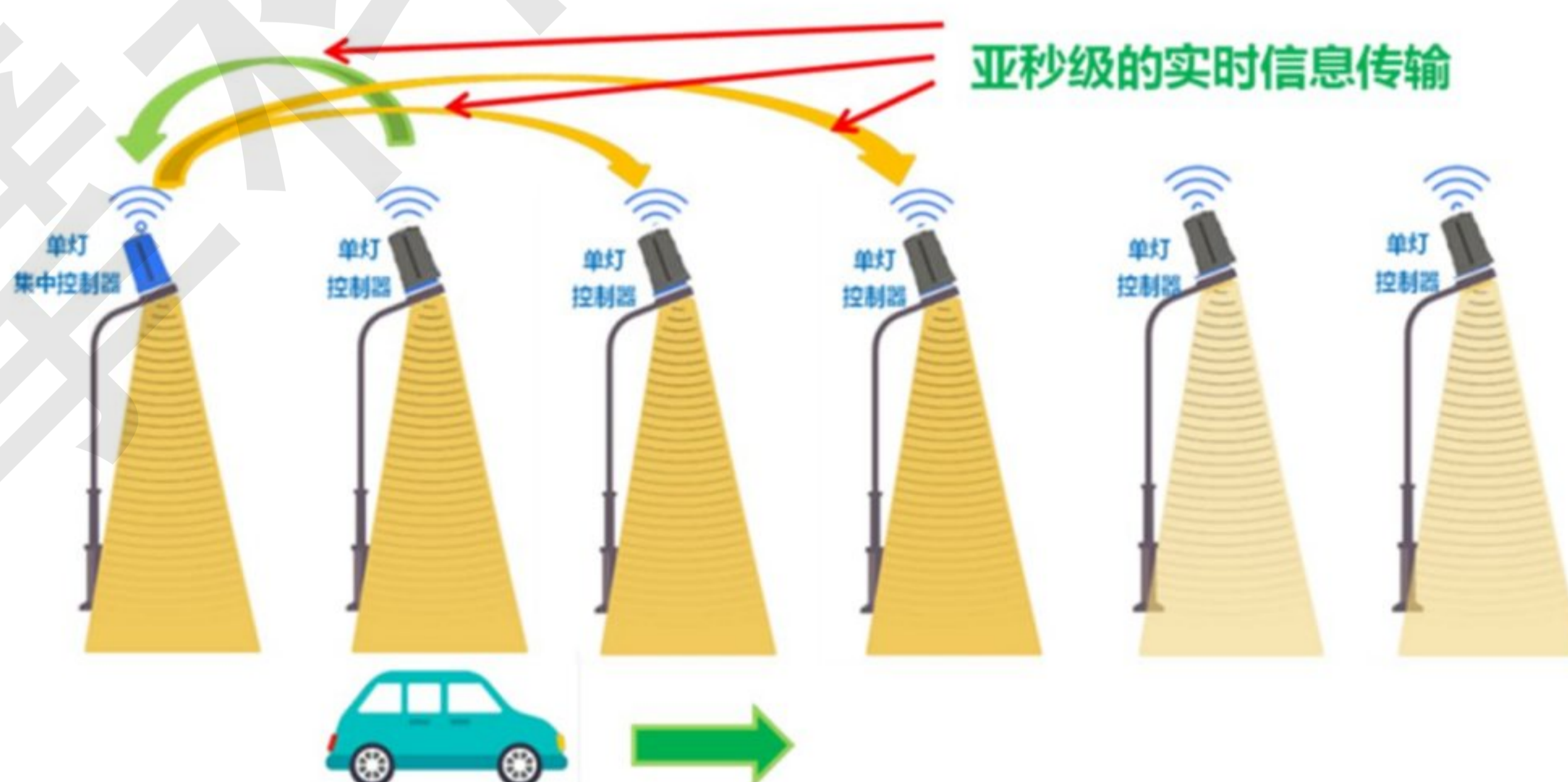


图 2-12 “前导式灯随车动”控制模式示意图¹

¹ 图 2-12 由常州海蓝利科物联网技术有限公司提供



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

信息显示屏与其他设备协同。如，信息发布屏与杆体上的升降驱动模块协同，可实现信息显示屏的可控上下升降，在适宜的高度位置显示交通信息、广告信息、公益信息、环境监测信息等不同内容；信息发布屏、公共广播设备与摄像头协同，在监测到目标出现时，在信息发布屏显示相关画面，并播报设定内容，可用于行人闯红灯警示、越界警示、车辆违停警示等等；信息显示屏、公共广播设备与雷达协同，当测速雷达监测到车辆超速行驶时，显示屏与公共广播对车辆进行超速警示；信息显示屏、公共广播设备与环境传感器协同，在信息显示屏上显示环境传感数据，并按照设置的内容进行公共广播和显示信息播报，如监测到高温则进行防暑预警等，见图 2-13。



图 2-13 信息发布屏联动示意图¹

交通信号灯“绿波”联动。根据摄像头直接采集或云平台下发的交通运行数据，实时自动调整城市连续多个交叉路口的红绿灯时长，并将建议车速以显示屏、车路协同消息等方式传递给车辆，均衡各个方向的交通需求，形成跨越多个路口的“绿波通道”，提高交通通行效率和出行体验，见图 2-14。目前北京经济技术开发区、浙江杭州、浙江温州、广东茂名、四川南充、河南郑州、安徽广德、广西钦州、云南安宁等多个城市已实现了多条道路的绿波控制，有效提高了城市

¹ 图 2-13 由厦门佰马科技有限公司、太龙智显科技（深圳）有限公司提供



交通管理水平和整体城市运行效率。在紧急时刻，“绿波”通道也可为危急伤患开辟“生命通道”，为挽救生命争取时间。



图 2-14 “绿波”道路

此外，通过智能投影设备与喷雾装置等联动，可在雾幕上形成丰富多彩的“3D 全息”灯光影像，增加娱乐性和互动趣味性，多用于热门商圈、智慧文旅等应用场景。

随着智慧杆塔的普及和挂载设备种类、能力的进一步增强，更多基于预测控制、推断控制、统计过程控制、模糊控制等先进控制策略的设备控制和协同联动技术将应用于智慧杆塔系统，并通过网络连接和协同计算实现跨杆、跨域的策略联动，为智慧杆塔的功能扩展提供无限可能。

(八) 感知深度融合构建数字孪生根柢

智慧杆塔可承载多种感知设备并提供网络连接，是泛在感知基础设施的重要组成。基于智慧杆塔的优秀点位分布，可对城市、园区、道路等进行网格化、像素级的实时信息感知和智能识别。智慧杆塔感知数据既可以作为运行管理服务平台的动态输入要素，用来提供即时服务或自动触发预警，也是构建“数字孪生”的基础，结合大数据、



人工智能等技术进行深度分析和计算推演，为管理决策和治理创新提供依据。不断提升感知的准确性、可靠性、时效性及感知维度是智慧杆塔定位为实体物理世界向虚拟数字世界映射入口的发展要求。当前，单感知设备的性能提升主要依赖于传感器性能的提升和算法优化，基于多设备的感知融合技术可充分发挥智慧杆塔的集成和分布优势，进一步提升和拓展感知能力。

感知融合技术将多个感知设备获得的数据、信息，通过数据级融合、特征级融合、对象级融合、不对称融合等方式进行融合汇聚，并基于数据挖掘、深度学习等技术手段进行综合分析，以更加准确地描述物理环境，提高系统决策的准确性。从感知融合数据来源来看，智慧杆塔主要采用的感知融合技术有视觉多源感知融合和多模态感知融合两种。

视觉多源感知融合对一根或多根杆塔上多个摄像头收集的视频数据进行融合，目前已得到广泛应用。视觉感知融合可基于已知位置和朝向等信息的多个摄像头完成多视频数据流的关联与分析，快速识别视野范围内的静态和动态目标，并可基于多目特性对目标定位，实现目标轨迹的连续追踪；视觉感知融合也可对视频数据进行连续拼接（见图 2-15），为管理者提供直观、广阔的可视范围，便于管理者快速识别目标物体、事件并确定位置。当前视频多源感知融合已广泛用于智慧景区、智慧农业、智慧水利、智慧交通、智慧城管等众多行业的智能化、精细化管理中。



图 2-15 郑州市高新区多摄像头连续无畸变拼接¹

多模态感知融合的感知数据来源于不同类型的感知设备，数据类型和格式等存在较大的差异。目前，雷视感知融合发展迅速，该技术通过融合高清摄像头与激光雷达、毫米波雷达等多种设备的感知数据，弥补高清摄像头单类型设备覆盖范围不足、检测精度受天气影响大、位置精度低等问题，不仅可以实现对道路交通的精细化管控，营造安全、畅通、绿色的交通环境，还可以为高等级自动驾驶车辆提供超视距、全天候、全覆盖的道路对象识别信息，提升自动驾驶车辆的安全性，见图 2-16。另外，通过融合声学传感器和环境噪音传感器数据，可准确探测车辆碰撞等声音数据并及时上报，缩短公安、消防和急救等部门响应时间，也是感知融合的重要应用方向。

感知融合技术有着广阔的发展潜力，但是也面临着数据难以对准、数据格式难以统一、时间不同步以及噪声消除等技术问题。当前已经提出将北斗网格码等三维位置编码用于智慧杆塔的设备定位表达，从系统层面为高水平的感知融合打下基础。

¹ 图 2-15 由河南天擎机电技术有限公司提供

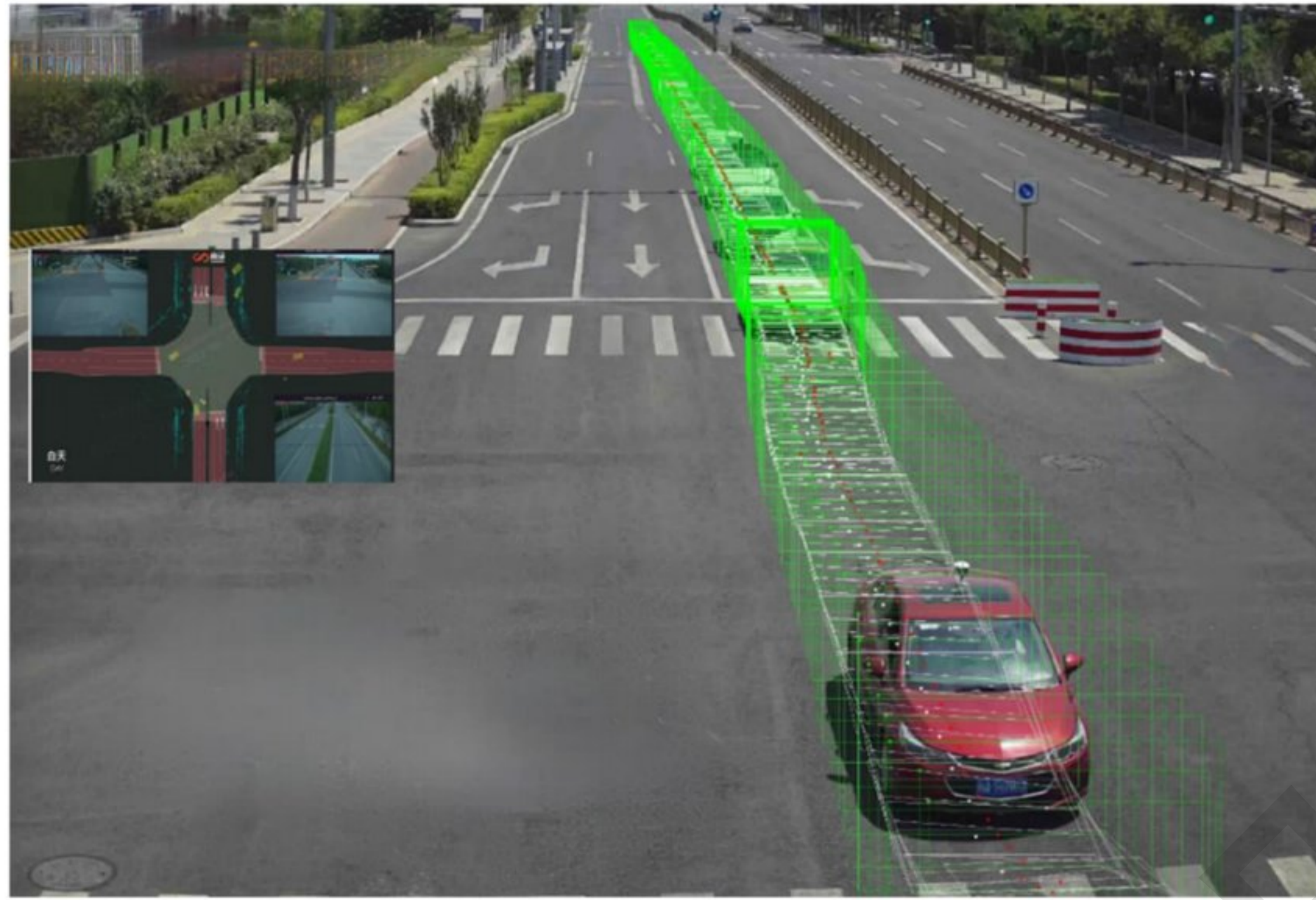


图 2-16 基于多传感器融合的全息路口和车辆动态识别¹

（九） 数字化智能化重塑运营管理模式

智慧杆塔系统采集的大量感知数据为数字化、智能化打下基础，数字化、智能化技术的应用与创新也直接服务于智慧杆塔的运营管理，通过充分挖掘数据价值，以及结合实时、历史数据进行推演分析，数智技术可重塑运营管理模式，提升服务和运行效率。

目前，数智技术已从多方面赋能智慧杆塔运营管理。如数据挖掘与分析展示——从海量、异构的数据中对概念、实体、关系等进行自动化关键词提取，通过计算分析不同时间、不同类型数据之间的潜在关联关系，构建深度挖掘和处理数据的模型，并以图表等形式多维度展示数据分析结果，帮助系统管理者掌握发展变化规律和内在联系，见图 2-17；又如趋势预测与决策辅助——基于大数据、深度学习等技术，对当前态势进行监测，并结合从历史数据中挖掘的趋势和数字化的知识、规律等，对未来发展趋势进行推演计算，以及可通过变量调整仿真推演各类可能的趋势变化，为管理者开展决策提供辅助和预警，进而实现高水平的自动智能决策。

¹ 图 2-16 由上海临港绝影智能科技有限公司提供



图 2-17 基于智慧杆塔的智慧文旅游客结构统计分析

烽火通信在智慧杆塔管理平台中采用了基于深度学习的告警自动分类与压缩技术，见图 2-18。该技术自动进行告警关键字段分词提取和热门告警的自动分类，可自动分析告警发生对象的地理位置关系，并优先处置高频区域，通过告警频次合并、告警过滤和相关性分析等对告警情况进行压缩，减少不必要的运维工作量。通过该技术还可构建告警处理知识库，促进运维效率的进一步提高。



图 2-18 基于深度学习的告警自动分类与压缩技术¹

¹ 图 2-18 由烽火通信科技股份有限公司提供



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

智慧杆塔系统作为感知入口为构架数字孪生提供基础，数字孪生技术也可直接应用于智慧杆塔的运营管理。数字孪生技术是沟通虚拟与现实世界的重要桥梁，具有精准映射、高效决策、深度分析等特点。数字孪生技术赋能智慧杆塔，可以在实时全景全要素表达、区域分析与规划、动态事件实时优化、灾害模拟与影响预测、运营策略优化等方面提供广阔的应用场景，显著提高智慧杆塔的数字化管理水平。

为快速高效构建数字孪生场景及应用，当前面向数字孪生模型构建的低代码、无代码开发技术也在不断成熟。基于内置的素材库和模板库，通过拖拽和参数配置即可高效完成数字孪生场景的建立。优锆科技开发了面向智慧杆塔建设场景与各类功能模拟的低代码平台，可低成本、高效地规划智慧杆塔的建设和升级，如图 2-19 所示。



图 2-19 智慧杆塔功能数字孪生快速构建¹

(十) 网络信息安全筑牢数字空间防线

智慧杆塔作为兼具数据采集和功能运行职能的基础设施，面临非法侵入、恶意控制、信息泄露、病毒植入等安全风险，有因网络信息安全问题造成财产损失和数据、隐私泄露，甚至危害公共安全，产生恶劣社会影响的可能。因此，需要关注智慧杆塔的网络信息安全技术。

在设备接入认证方面，可通过云平台或边缘侧网关等对终端设备

¹ 图 2-19 由北京优锆科技有限公司提供



进行认证与授权，自动识别接入终端设备的身份标识、生产厂家、设备型号、软件版本号等，通过网络标识、MAC 地址、通信协议、口令鉴别、机器学习等方式识别接入设备异常情况，防止盗接私接。

在网络访问控制方面，一是边缘侧网关对接入设备在本地相互访问的权限以及跨网络的访问权限进行控制，防止资源被非法访问和非法使用，能够基于设备身份和运行/下线状态进行动态策略管理；二是边缘设备对接入的终端设备数据流进行分析，以识别设备被仿冒的情况，当设备受到网络攻击或有被劫持可能时，可主动发现并上报异常，并将其隔离至安全区或断开网络；三是通过光加密、IPSec 加密、WAPI、TLS 等方式实现 WiFi、光接入、数据通信、微波无线回传和 Relay 无线回传等网络的加密传输。

在系统安全保护方面，一是边缘侧网关和平台对用户进行标识和身份鉴别；二是基于访问最小权限的原则，控制数据的本地和远程访问，并对远程访问和配置提供安全防护措施，通过内核完整性保护、地址随机化等机制实现对未知漏洞的防利用能力；三是具备入侵检测和日志审计能力，及时发现对系统发起的提权、安装非法软件等攻击，并针对身份鉴别失败、协议转换失败、修改安全属性尝试、修改审计记录尝试等异常事件，生成审计数据并限制审计数据的查阅，防止审计记录修改；四是确保边缘侧网关在断电恢复时安全策略的正确性。

在运营管理安全方面，一是通过数字证书、区块链、SRv6 标签等对设备进行身份管理和认证；二是对各种设备进行弱配置和漏洞的持续型风险分析扫描，在设备的上线、运行、变更、退网等各个阶段及时发现新增风险；三是全量采集设备安全事件、边缘接入网关安全事件、云平台安全事件等，对全系统安全态势有 360° 的全方位感知，



并且支持 SOAR 能力快速响应和处置。

在数据隐私保护方面，一是实现数据存储安全，对重要数据进行完整性检测与保护，通过高安硬件模块、软件白盒密码保护等方式对本地保持的设备证书、密钥、配置等重要数据进行加固，避免非授权访问与窃取；二是实现数据传输安全，采用密码技术对隐私数据、重要数据实施加密保护，设置传输数据完整性校验机制及通信延迟和中断处理机制，确保数据传输的保密性和完整性；三是对数据进行隐私处理，可采用 K-匿名隐私保护、将同类标识符的属性值泛化等方式，提高隐私数据的安全性；四是建立数据可信及溯源体系，通过区块链等技术保障数据的不可篡改和可溯源性。

三、总结与发展建议

在国家、行业及各地政策的推动下，智慧杆塔开始从起步试点阶段向稳步发展阶段过渡，技术方案和投资运营模式日渐成熟，项目建设趋于规模化，建设范围逐渐扩展，投资整体趋于理性。多地在明确智慧杆塔作为公共基础设施的本质属性和定位的基础上，开始以出台专门意见办法、建立统筹协调部门和常态化沟通机制等方式推动智慧杆塔建设，建管模式逐渐清晰。智慧杆塔产业生态呈现出健康发展的态势，市场环境持续优化，产业协同水平提升，企业能力不断拓展、提高。标准体系渐趋完善，地方、团体标准多点开花，国家、行业标准逐步推进；技术探索紧随当前建设需求，知识产权初具规模，申请数量在全球占主体地位，涉及技术领域广泛。

从技术发展方向来看，智慧杆塔在满足当前建设需求的同时，应坚持创新引领，持续推进技术探索，紧密围绕其三重功能和发展定位——集约共享部署基础设施的有效模式、智能化的公共基础设施、物



理世界向数字世界映射的入口——开展前沿技术创新。本报告梳理了融合共享、集成技术、物理设施、绿色节能、计算体系、通信技术、控制策略、感知融合、数智化、网络信息安全十方面的创新技术，给出了十大前沿技术发展趋势。

党的二十大报告做出加快建设网络强国、数字中国，“优化基础设施布局、结构、功能和系统集成，构建现代化基础设施体系”，“加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性、智慧城市”，“完善网格化管理、精细化服务、信息化支撑的基层治理平台”等战略部署。智慧杆塔作为推进 5G 等网络基础设施部署的集成载体和面向网格化、精细化、信息化基层治理的智慧城市基础设施具体形态，推进其建设发展是贯彻党的二十大精神的切实举措。

全面向推进智慧杆塔高质量健康发展，仍面临定位属性认识不足、跨部门协调机制缺乏、技术创新需持续深化等问题，需从以下几个层面入手着力解决：一是持续加强相关各界对智慧杆塔公共基础设施属性和定位的认识引导，着眼于智慧杆塔在提升设施效能和数字化治理方面的全局性收益，因地制宜推进智慧杆塔规模化部署；二是从政府层面完善跨行业跨部门协调机制，深化共建共享理念，提高设施及配套资源利用效率，促进数据资源的共享流通；三是充分发挥通过集约共享模式节约的资金支出在智慧杆塔建设运营投资循环中的主体作用，淡化对短期商业化收益的追求；四是围绕智慧杆塔功能发展定位和技术发展趋势，以学术组织、产业联盟等为纽带，积极开展跨行业技术交流互促，深化融合创新；五是持续推动和系统化布局标准和知识产权工作，将技术创新成果高效转化为产业实践。



附件：智慧杆塔相关标准（部分）一览表

序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
1	《智慧城市 智慧多功能杆 服务功能与运行管理规范》	国家标准	GB/T 40994-2021	2021年11月	北京市标准化研究、北京正河山标准化咨询事务所、华为技术有限公司	全国城市公共设施服务标准化技术委员会	本文件规定了智慧多功能杆的总体要求、服务功能要求、服务要求和运行管理要求。本文件适用于城市道路、广场、景区、园区和社区等场景下的智慧多功能杆的设计和运行管理。高速公路等场景参照执行
2	《智慧城市 智能多功能杆系统总体要求》	国家标准	—	在研	国家节能中心、中国电子技术标准化研究院、中国信息通信研究院	全国信息技术标准化技术委员会	本文件给出了智慧城市场景下的智慧多功能杆系统的系统组成，规定了系统各组成部分功能要求、智慧多功能杆管理平台运维要求及系统安全要求。本文件适用于城市道路、广场、景区、园区和社区等场景下智慧多功能杆系统的规划、设计、建设与运维。高速公路等场景参照执行
3	《多功能智慧灯杆系统设计与安装》	国家建筑标准设计图集	—	在研	中国建筑标准设计研究院有限公司、清华大学建筑设计研究院有限公司、天津市市政设计研究院	国家建筑标准设计管理	本文件适用于新建（改建）城市、园区道路多功能智慧灯杆系统工程设计、施工、检测和验收。多功能灯杆除满足照明的基本需求外，同时可搭载安防、交通、环境、气候、5G网络基站、信息等感知设备，美化城市环境，多杆合一。文件编制典型的多功能智慧灯杆设备安装方式、供配电、接地做法及应用场景的典型示例。本文件可作为市政、通讯和建筑行业的设计、施工及验收人员执行和参考使用，其中“典型示例”可供设计及科研教学人员参考使用
4	《微型通信基站多功能钢杆塔工程技术规范》	行业标准	YD/T 5248-2021	2021年3月	中通服咨询设计研究院有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司	中国通信标准化协会	本文件适用于高度不超过16m的微型通信基站多功能钢杆塔结构的设计、施工和质量验收，包括总则、术语和符号、基本设计规定、塔身结构设计、地基和基础、构造和工艺要求、安装工程、质量验收等内容



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
5	《智慧杆塔用集成式电源》	行业标准	—	在研	东莞铭普光磁股份有限公司,中国铁塔股份有限公司	中国通信标准化协会	本文件规定用于智慧杆塔的集成式电源的定义、规格、使用环境条件、技术要求、试验方法、包装和储运
6	《基于公用电信网的城市综合杆智能网关》	行业标准	—	在研	中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司、中国电信、中国联通、中国铁塔	中国通信标准化协会	本文件规定了基于公用电信网的城市综合杆用网关基本要求及功能要求。本文件可为政府部门、企事业单位等组织机构的基于公用电信网的城市综合杆用网关提供参考，可为网关厂家技术要求提供参考和内部自测，也可用于第三方机构对网关的技术要求进行审查和评估
7	《通信设备挂载用杆塔活接链式支架》	行业标准	—	在研	武汉网锐检测科技有限公司、中国铁塔股份有限公司、中国信息通信研究院	中国通信标准化协会	本文件主要技术内容包括：术语和定义、材质及性能要求、技术要求、功能要求、承载性能要求、测试方法等。本文件适用于移动网络4G设备、5G设备在单管塔、三管塔、灯杆塔、路灯杆、监控杆等多边形或圆形杆塔等安装时所使用的通信设备挂载用活接链式支架产品
8	《智慧多功能杆（塔）及相关设备工业互联网标识解析标识编码规范》	行业标准	—	在研	中国信息通信研究院、中天宽带技术有限公司	中国通信标准化协会	本文件规定了智慧多功能杆（塔）及相关设备工业互联网标识编码的原则、编码结构、各部分编码规则以及标识应用要求。本文件适用于智慧多功能杆（塔）相关行业工业互联网标识编码体系建设以及智慧多功能杆（塔）相关设备信息的处理与交换
9	《智慧多功能杆（塔）系统通信总体架构和技术要求》	行业标准	—	在研	中国信息通信研究院、华为技术有限公司	中国通信标准化协会	本文件基于智慧多功能杆（塔）系统中各类终端设备的通信需求，提出智慧多功能杆（塔）系统通信总体架构，并对各组成部分（终端设备、杆外设备、网关、汇聚交换机、平台）之间选用的通信方式和通信协议提出技术要求，适用于智慧多功能杆（塔）系统



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
10	《挂载通讯设备的智慧多功能杆（塔）抗震技术要求及测试方法》	行业标准	—	在研	中天宽带技术有限公司、中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司	中国通信标准化协会	本文件主要内容包括：总则，术语和符号，挂载移动通信基站的多功能智慧杆（塔）的抗震技术要求，抗震计算、抗震强度及验证试验。本文件适用于在挂载移动通信基站的多功能智慧杆（塔）及其基础
11	《杭州市城市道路杆件与标识整合设计导则（试行）》	杭州市地方标准	—	2015年10月	—	杭州市城市管理委员会	本文件适用于杭州市主城区新建道路、改扩建现状道路，路灯杆与交通设施杆件、路名牌与导向牌杆件的整合
12	《青岛市城市道路杆件及箱体整合技术导则（试行）》	青岛市地方标准	—	2017年5月	青岛市城市管理局、青岛市市政工程设计研究院	青岛市城市管理局、公安局等	本文件适用于青岛市行政区域内城市道路杆件及箱体新建及整合工程,小区、厂区内道路及镇区道路可参照执行
13	《上海市道路合杆整治技术导则（试行）》	上海市地方标准	—	2018年3月	上海市城市综合管理事务中心、上海市市政工程设计研究总院（集团）有限公司	上海市住房和城乡建设管理委员会	本文件适用于上海市架空线入地区域的合杆整治，包括道路杆件、箱体及城市家具的整治。新建道路、改扩建道路应参照执行
14	《深圳市道路设施杆件整合设计导则（试行）》	深圳市地方标准	—	2018年7月	深圳市交通公用设施管理局、广东中誉设计院有限公司	深圳市交通运输委员会	本文件适用于深圳市道路交通标志杆、智能交通设施杆、路灯杆、安防监控杆、基站杆的整合，对道路设施杆件的设置要求、整合方式、整合位置等宏观要素进行了规定
15	《深圳市多功能杆智能系统技术与工程建设规范（试行）》	深圳市地方标准	—	2018年10月	深圳市经济贸易与信息化委员会、中电科新型智慧城市研究院有限公司	深圳市经济贸易与信息化委员会	本文件给出了多功能杆智能系统的系统设计、系统工程、系统运行管理与维护的总体要求，包括杆体设计、挂载设备、编码标识、系统施工、系统验收、运行管理等。本文件适用于多功能杆智能系统的设计、施工、运行管理与维护



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
16	《广州市智慧灯杆及道路合杆整治技术导则》	广州市地方标准	—	2018年11月	广州市住房和城乡建设委员会、广州市城市规划勘测设计院	广州市住房和城乡建设委员会	本文件适用于广州市区内新建道路、改扩建道路的路灯杆与交通设施杆件、路名牌与导向牌杆件以及其他基础设施的整合
17	《上海市道路综合杆技术要求（试行）》	上海市地方标准	—	2019年6月	上海市架空线入地和合杆整治指挥部组织	上海市架空线入地和合杆整治指挥部	本文件适用于上海架空线入地合杆整治中的综合杆的设计、产品定型、生产和检验以及应用，所提出各项技术要求是综合杆的基本要求，工程项目中实际使用的综合杆部件以及定型产品的技术要求不得低于本文件的规定
18	《智慧灯杆技术规范》	广东省地方标准	DBJ/T 15-164-2019	2019年8月	广州市照明建设管理中心、中国铁塔广东省分公司	广东省住房和城乡建设厅发布	本文件适用于广东省新建、改建智慧灯杆的规划、设计、施工、检测和验收、运行管理和维护
19	《多功能智能杆系统设计及工程建设规范》	深圳市地方标准	深圳市地方标准	2019年9月	中电科新型智慧城市研究院有限公司、深圳市灯光环境管理中心	济南市住房和城乡建设局	本文件规定了高度为15m及以下的多功能智能杆的系统设计、系统工程、系统运行管理与维护的总体要求。其他基础设施如综合机箱、多功能智能杆之间的管线敷设通道等设计要求，应符合相应的规范和标准。本文件适用于深圳市新建多功能智能杆系统的设计、施工、验收、运行管理与维护
20	《济南市城市道路杆件与标识系统整合技术导则（试行）》	济南市地方标准	—	2019年10月	济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司	济南市住房和城乡建设局	本文件适用于济南市城市道路上的杆件与标识的整合。其他道路可参照执行



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
21	《智能灯杆标准设计图集》	贵州省地方标准	黔 2019/T120	2019年12月	贵州省建设设计研究院有限责任公司、中国铁塔股份有限公司贵州省分公司	贵州省住房和城乡建设厅	本文件采用构件化设计，包含六种高度的杆体标准图、构件库及基础图，将市政照明与5G通信、视频监控、城市WIFI、一键报警等功能融为一体，通过合理选型及组合，可满足各类场景道路需求，有效提升智能灯杆建设的规范化、标准化、安全性和可靠性
22	《江苏省城市照明智慧灯杆建设指南》	江苏省地方标准	—	2019年12月	江苏省住房和城乡建设厅、南京工业大学	江苏省住房和城乡建设厅	本文件规定了城市照明智慧灯杆的总体规划与设计、杆件及灯具、挂载设备、平台、网关及通信、布设与供电、施工与验收、运行与维护等要求。本文件适用于江苏省内新建、改建、扩建城市照明智慧灯杆的立项、规划、设计、施工、验收、运行及维护
23	《多功能智慧杆技术与工程建设规范》	陕西省地方标准	—	2020年1月	陕西省通信管理局、中国铁塔股份有限公司陕西省分公司	陕西省住房和城乡建设厅	本文件适用于陕西省多功能智慧杆新建、规划、设计、施工、检测、验收
24	《杭州市多功能智慧灯杆技术要求（试行）》	杭州市地方标准	—	2020年3月	杭州市市容景观发展中心、中国铁塔杭州分公司、杭州市路灯管理所	杭州市市容景观发展中心	本文件针对多功能智慧灯杆的专业技术要求，重点提出了多功能智慧灯杆的构成、式样、技术参数、试验测试、出厂验收、包装运输等方面的技术要求
25	《成都市公园城市智慧综合杆设计导则（试行）》	成都市地方标准	—	2020年7月	成都市规划和自然资源局、市政工程设计研究院、规划设计研究院	成都市规划和自然资源局	本文件适用于本市快速路、主干路、次干路、支路和街巷在内的城市道路及公园、商业区、绿道等路外城市场景
26	《北京市城市道路多杆合一工作导则》和《北京市城市道路电力箱体三化设置要求》	北京市地方标准	—	2020年7月	—	北京市城市管理委员会和交通、交管、公安等部门	本文件用于指导我市城市道路新建、改扩建、大修以及环境整治提升中道路照明灯杆、交通标志杆、交通信号灯杆、视频监控杆、电车杆、通信基站杆、行人导引类指示牌杆等杆体类设施的整合工作



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
27	《湖南省多功能灯杆技术标准》	湖南省地方标准	DBJ 43/T 013-2020	2020年7月	湖南省邮电规划设计院有限公司、湖南省城乡建设行业协会照明分会	湖南省住房和城乡建设厅	本文件适用于湖南省内城镇道路新建、改建多功能灯杆的设计、施工、验收。广场、商业步行街、景区、园区、住宅小区等区域多功能灯杆的建设也应参照执行
28	《城市道路多功能灯杆设置规范》	南京市地方标准	DB 3201/T 1015-2020	2020年8月	南京市城乡建设委员会、南京市城市管理局	南京市市场监督管理局	本文件规定了城市道路中的多功能灯杆布设要求，杆件结构、杆装设备及其他配套设施的要求
29	《多功能杆智能系统技术与工程建设规范》	江苏省地方标准	DB32/T 3877-2020	2020年10月	中设设计集团股份有限公司、苏州澜普智能技术有限公司	江苏省软件和信息技术服务标准化技术委员会	本文件规定了多功能杆智能系统的组成与功能、设计要求、挂载设备要求、施工验收要求、运行维护要求，适用于所有新建与改造项目的多功能杆智能系统
30	《襄阳市城市道路多杆合一技术导则》	襄阳市地方标准	—	2020年11月	湖北襄阳市自然资源和规划局	湖北襄阳市自然资源和规划局	本文件主要包括总则、术语、基本规定、布设要求、综合杆、附属设施设计、实施与管理。本文件适用于襄阳市城市道路上的合杆整治，包括道路杆件及配套箱体的整治，新建道路、改扩建道路、公园和广场道路等
31	《智慧共享杆设计技术规范》	河北省景县地方标准	DB13/T 5355—2021	2021年1月	河北亿鑫通讯设备有限公司、河北通用微波塔有限公司、河北捷联钢结构有限公司	河北省市场监督管理局	本文件规定了智慧共享杆的系统总体设计、系统组成，适用于新建、改建的高度在20m以下的智慧共享杆的规划、设计，20m（含）以上高度的类似共享杆塔的规划、设计也可参照执行
32	《智慧灯杆技术标准》	浙江省地方标准	DB 33/T 1238-2021	2021年2月	杭州市城市管理局、中国铁塔股份有限公司浙江省分公司	浙江省住房和城乡建设厅	本文件适用于浙江省新建、改建智慧灯杆系统的设计、施工、验收、运行和维护



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
33	《江西省智慧灯杆建设技术标准》	江西省地方标准	DBJ/T 36-063-2021	2021年6月	江西省通信管理局、中国铁塔股份有限公司江西省分公司	江西省住房和城乡建设厅	本文件适用于江西省内以政府或国有资金投资为主的新建或改造智慧灯杆项目的规划、设计、施工和验收
34	《城市道路杆件综合设置技术标准》	安徽省地方标准	DB34/T 3956-2021	2021年6月	合肥市规划设计研究院	安徽省住房和城乡建设厅	本文件适用于安徽省城市道路综合杆件设计、施工、验收和维护管理，其他居住区、场站、公园和风景区等综合杆件设置可参照执行
35	《苏州市市政道路智慧灯杆工作导则（试行）》	苏州市地方标准	—	2021年8月	苏州市城市管理委员会	苏州市城市管理委员会	本文件适用于苏州市市政道路智慧灯杆的建设与管理，对智慧灯杆系统组成、杆件类型、建设与管理等相关内容进行细化
36	《智慧多功能杆运维技术规范》	鹤壁市地方标准	DB4106/T 72-2022	2022年8月	河南垂天科技有限公司、鹤壁国立光电科技有限公司	鹤壁市市场监督管理局	本文件规定了智慧多功能杆的运行要求、运行管理、维护内容、维护要求和方式，适用于智慧多功能杆运行和维护
37	《多功能智能杆管理系统编码技术规范》	深圳市地方标准	DB 4403/T X	在研	东来智慧交通科技（深圳）有限公司、深圳市信息基础设施投资发展有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司	深圳市工业和信息化局	本文件规定了多功能智能杆管理系统编码的总体要求、编码原则、杆址编码规则、挂载设备编码规则和资产使用编码规则，适用于深圳市多功能智能杆管理系统的编码
38	《多功能智能杆管理与运维技术规范》	深圳市地方标准	DB 4403/T X	在研	东来智慧交通科技（深圳）有限公司、深圳市信息基础设施投资发展有限公司	深圳市工业和信息化局	本文件规定了多功能智能杆的总体要求、管理要求、服务要求和运维要求，适用于深圳市多功能智能杆管理系统的编码



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
39	《智慧杆建设技术导则》	厦门市地方标准	—	在研	厦门市市政工程中心、厦门市市政工程设计院有限公司、厦门市市政管廊投资管理有限公司	厦门市市场监管局	本文件对智慧杆设计、施工、验收、管养等全过程进行了规范,可对智慧杆建设起到重要的指导意义,促进厦门市智慧多功能杆行业发展,也为构建物联网感知网络、打造新型智慧城市提供重要支撑
40	《多功能智能杆系统施工技术规范》	深圳市地方标准	—	在研	深圳市智慧杆产业促进会、中建照明有限公司	深圳市市场监督管理局	本文件规定了多功能智能杆系统的基础、外电引入、网络引入、杆体、挂载设备、调试和运行施工技术要求,适用于多功能智能杆系统施工、调试和运行
41	《多功能路灯杆系统设计规范》	安徽省地方标准	—	在研	安徽省智慧城市研究院、上海五零盛同信息科技有限公司	安徽省经济和信息化厅	本文件规定了多功能路灯杆系统设计的基本要求、系统组成、前端设施设计、供电传输设施设计、后端设施设计及系统安全设计的相关要求,用于规范安徽省多功能路灯杆系统的设计统一性、规范性和一致性。本文件适用于多功能路灯杆系统的设计
42	《福建省智慧杆建设技术标准》	福建省地方标准	—	在研	福州市规划设计研究院集团有限公司	福建省住房和城乡建设厅	本文件提高了市政基础设施的智能化,加快推进了新基建、新城建的建设,规范了智慧杆的建设和管理。本文件适用于新建、改建的城市道路、公园、街区、广场等可参照执行
43	《多功能路灯技术规范 第1部分:一般要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.1—2019	2019年4月	上海亚明照明有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的一般要求和测试方法,适用于城市道路、公路、园区与其相连的特殊场所的多功能路灯系统的设计,施工、验收和运行维护。其他应用场所在技术条件相同时也可参考执行



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
44	《多功能路灯技术规范 第2部分：管理服务要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.2—2019	2019年4月	浙江互灵物联科技有限公司、昕诺飞(中国)投资有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统管理服务平台要求和测试方法
45	《多功能路灯技术规范 第3部分：灯杆的一般要求和实验方法》	团体标准	T/CALI 0802.3—2019	2019年4月	浙江晶日照明科技有限公司、上海亚明照明有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的灯杆的一般要求和测试方法
46	《多功能路灯技术规范 第4部分：通信协议和公用通信接入功能要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.4—2019	2019年4月	昕诺飞(中国)投资有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的连接通信协议要求和测试方法
47	《多功能路灯技术规范 第5部分：传感器要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.5—2019	2019年4月	上海顺舟智能科技有限公司、上海亚明照明有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的连接传感器的技术要求 and 测试方法
48	《多功能路灯技术规范 第6部分：公共信息服务要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.6—2019	2019年4月	上海三思电子工程有限公司、昕诺飞(中国)投资有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的公共服务技术要求和测试方法
49	《多功能路灯技术规范 第7部分：摄像头要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.7—2019	2019年4月	上海亚明照明有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的安防监控技术要求和测试方法



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
50	《多功能路灯技术规范 第8部分：充电桩要求与试验》	团体标准	T/CALI 0802.8—2019	2019年4月	上海时代之光照明电器检测有限公司、上海亚明照明有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的充电桩技术要求和测试方法
51	《智慧杆系统建设与运维技术规范》	团体标准	T/SPIA 001-2019	2019年5月	中电科新型智慧城市研究院有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司	深圳市智慧杆产业促进会	本文件规定了智慧杆系统的技术要求、建设要求、施工要求和运维要求；适用于新建和改建系统的设计、建设、施工和运维
52	《广州市智慧灯杆（多功能杆）系统技术及工程建设规范》	团体标准	T/GZBC 13-2019	2019年6月	广州市信息基础协会、中讯邮电咨询设计院有限公司	广州市标准化促进会	本文件提出了智慧灯杆的系统组成、杆体功能及设计、搭载设备功能及设计、管理平台功能及设计、施工及验收和管理及维护等的具体要求；适用于广州市智慧灯杆（多功能杆）系统的设计、施工、运行管理与维护
53	《多功能智慧杆总体框架及系统功能规范》	团体标准	T/TDIA 00007-2019	2019年11月	雷士（北京）光电工程技术有限公司	北京电信技术发展产业协会	本文件规定了多功能智慧杆系统的指导原则和应用场景、业务与功能、系统总体架构、工程要求、平台管理、安全要求和可靠性要求等
54	《多功能路灯功能模块现场组装调试规范》	团体标准	T/CSA 057-2019	2019年12月	深圳市洲明科技股份有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司、昕诺飞（中国）投资有限公司	国家半导体照明工程研发及产业联盟标准化委员会	本文件规定了多功能路灯杆上可挂载的功能设备在项目现场组装时的基本要求
55	《智慧灯杆设计、施工及验收规范》	团体标准	T/YSCI 002-2019	2019年12月	四川景云祥通信股份有限公司、云南智慧城市投资有限公司	云南省智慧城市集成服务商会	本文件规定了杆体、照明系统、显示屏系统、充电桩系统、公共广播系统、监控系统、通信系统、管理平台、安全、供电方式和功能的易扩展性



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
56	《江苏省城市照明灯杆多功能应用导则》	团体标准	T/JSSZ 001-2020	2020年3月	江苏省市政工程协会照明专业委员会	江苏省市政工程协会	本文件规定了城市道路中的多功能路灯各类应用的设置要求和多功能路灯的设计、建设、管理及养护要求
57	《智慧灯杆系统测试方法 第一部分：总则》	团体标准	T/CAICI 24.1-2020	2020年4月	中国信息通信研究院	中国通信企业协会	本文件规定了智慧灯杆系统的通用测试方法，适用于智慧灯杆系统的功能测试和性能测试
58	《智慧杆防雷与接地技术规范》	团体标准	T/SPIA 002-2020	2020年4月	深圳远征技术有限公司、深圳联和智慧科技有限公司	深圳市智慧杆产业促进会	本文件规定了智慧杆防雷与接地的雷电环境、智慧杆防雷方式划分、智慧杆防雷要求、施工与安装要求、检验与验收防雷装置的管理与维护要求及有关要求，适用于新建及改建智慧杆的防雷与接地的设计、施工及验收。其它类似雷电防护系统及设施可参考使用
59	《智慧杆施工规范》	团体标准	T/SPIA 001-2020	2020年4月	中建照明有限公司、中兴通讯股份有限公司	深圳市智慧杆产业促进会	本文件给出了智慧灯杆施工的施工图设计、施工准备、施工安全、线路施工、基础施工、箱体施工、基站安装、智慧杆安装、防雷接地、外挂件安装与调试运行。本文件适用于智慧杆的施工准备、施工安装、调试与试运行
60	《智慧灯杆设计导则》	团体标准	T/CAICI 22-2020	2020年5月	北京亦庄智能城市协同创新研究院有限公司、中国信息通信研究院	中国通信企业协会	本文件引导智慧灯杆的集约化建设和规范化工程设计，提高智慧灯杆的设计质量。本文件适用于新建道路和改扩建道路的智慧灯杆工程设计工作。本文件明确了智慧灯杆的基础承载、基础通信、基础供电和基础管理功能的设计思路和方法



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
61	《智慧灯杆总规范第1部分：框架、场景和总体要求》	团体标准	T/CAICI 23.1-2020	2020年5月	中国信息通信研究院	中国通信企业协会	本文件规定了智慧灯杆的定义、术语、系统框架、应用场景和总体要求。本文件适用于智慧灯杆相关产品和服务系统，其他类似产品和服务系统可以参照实施
62	《智慧杆检测验收规范》	团体标准	T/SPIA 003-2020	2020年7月	深圳信息通信研究院、深圳市信息基础设施投资发展有限公司	深圳市智慧杆产业促进会	本文件规定了智慧杆的检测方法和验收规范。本文件适用于新建和改建的智慧杆智能系统的检测和验收
63	《多功能智慧灯杆系统应用技术标准》	团体标准	T/CIES 029-2019	2020年10月	中国照明学会智能控制专业委员会、同济大学、浙江大学	中国照明学会	本文件适用于新建、改建、扩建的城市道路中智慧灯杆系统的应用。其它相关场所在技术条件相同时也可参考执行
64	《城市照明规划标准》	团体标准	T/CSUS 09-2020	2020年11月	中国城市科学研究会、北京工业大学	中国城市科学研究会	本文件不按国家行政建制设立的市、镇城市照明规划来编制，主要规定了城市照明规划的编制要求与内容
65	《智慧路灯系统技术与工程建设规范》	团体标准	TZSSPIA 001-2021	2021年5月	华为技术有限公司、鸿宝科技股份有限公司、中通服中睿科技有限公司	中山市智慧杆产业联合会	本文件给出了智慧路灯的定义及系统组成，规定了智慧路灯的系统组成、杆体功能及设计、挂载设备设计及功能、系统通信、管理平台、供电系统要求和建设规范
66	《智慧灯杆智能组合断路器一般技术要求》	团体标准	T/GDEIIA 4-2021	2021年7月	广州信息投资有限公司、广州耐奇电气科技有限公司、	广东省电子信息行业协会	本文件规定了智慧灯杆供电系统与智能组合断路器的设计、实施、验收的要求和措施。本文件适用于广东省新建、改建智慧灯杆的应用，不适用于出口产品。本文件规定了智慧灯杆供电系统与智能组合断路器的设计、实施、验收的要求和措施



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
67	《面向智慧灯杆应用的边缘计算智能网关一般技术要求》	团体标准	T/GDEIIA-8-2021	2021年7月	广州信息投资有限公司、广东中科臻恒信息技术有限公司	广东省电子信息行业协会	本文件规定了边缘计算智能网关在智慧灯杆的应用中应满足的功能要求、技术要求和质量要求。本文件适用于智慧灯杆的边缘计算智能网关产品的设计、生产和使用，不适用于出口产品
68	《智慧灯杆系统通用检验方法》	团体标准	T/GDEIIA-7-2021	2021年9月	广州信息投资有限公司、中国电器科学研究院股份有限公司	广东省电子信息行业协会	本文件规定了智慧灯杆系统的通用检验方法。本文件适用于广州市城市道路，公路，园区及与其相连的特殊场所的智慧灯杆系统的选型应用、工程实施、验收和运行维护。其它应用场所在技术条件相似时也可以参考执行
69	《智慧城市智慧多功能杆工程技术规范》	团体标准	T/ZSPH 02-2021	2021年9月	中外建设信息有限责任公司、青岛海纳云科技控股有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司；	中关村乐家智慧居住区联盟	本文件规范了智慧多功能杆的基本规定、工程设计、施工要求、验收要求、运行管理预维护要求等，适用于智慧多功能杆的设计、施工、验收和运维
70	《智慧多功能杆技术规范》	团体标准	T/CIES 004-2020	2021年12月	中山市木林森户外照明有限公司、山西宝森科技有限公司	广东省照明学会	本文件提出了智慧多功能杆建设的必要性、系统组成、杆体功能及设计、搭载设备功能及设计、综合管理平台功能及设计、施工及验收和管理运营及维护等的具体要求，适用于智慧多功能杆系统的设计、施工、运行管理与维护
71	《多功能智慧灯杆系统技术规范》	团体标准	T/HBIIIA-001-2022	2022年1月	河北鹏远光电股份有限公司、同辉电子科技股份有限公司	河北省信息产业与信息协会	本文件适用于智慧城市场景下多功能智慧灯杆系统的规划、设计、建设与运维。主要内容包括多功能智慧灯杆系统的功能概述、系统组成、结构类型，规定了杆体、多功能灯杆系统和挂载设备的要求，提供了智能照明、视频采集、移动通信、交通管理、环境监测、气象监测、一键呼叫、公共广播、信息发布、多媒体交互、公共无线局域网络、电动车充电等各种功能的技术规范



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
72	《灯杆的智能化改造技术要求》	团体标准	T/SZIOT 002-2022	2022年2月	深圳新阳蓝光能源科技股份有限公司、深圳新阳蓝光能源科技股份有限公司	深圳市物联网产业协会	本文件规定了存量灯杆的智能化多功能改造总体要求、改造前评估、管理平台的智能化升级、存量路灯的功能性扩展要求、安装要求和改造后验收
73	《智慧灯杆网关规范》	团体标准	T/SILA 005-2022	2022年3月	上海浦东智能照明联合会、上海三思电子有限公司	上海浦东智能照明联合会	本文件规定了智慧灯杆智能网关设备的分类、电源供电配置、安全、电磁兼容性、技术要求、可靠性。
74	《智慧灯杆支撑子系统 第1部分：供电子系统》	团体标准	T/CAICI 36.1-2022	2022年4月	中国信息通信研究院	中国通信企业协会	本文件规定了智慧灯杆供电子系统的系统架构、技术要求、测试方法、检验规则和包装储运规范，适用于智慧灯杆上搭载各类通信、监控、服务类设备的综合供电子系统
75	《智慧灯杆支撑子系统 第1部分：通信子系统》	团体标准	T/CAICI 36.2-2022	2022年4月	中国信息通信研究院	中国通信企业协会	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，适用于在智慧灯杆系统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参照实施
76	《智慧灯杆网关规范》	团体标准	T/SILA 005-2022	2022年8月	上海浦东智能照明联合会、上海三思电子有限公司、昕诺飞(中国)投资有限公司	上海浦东智能照明联合会	本文件规定了智慧灯杆智能网关设备的分类、电源供电配置、安全、电磁兼容性、技术要求、可靠性。本文件适用于针对不同应用场景下网关设备的产品设计及应用
77	《数字灯网 灯杆防腐技术规范》	团体标准	T/JSZX 002-2002	2022年8月	江苏良川科技发展有限公司、西南交通大学、南京正鸿检测技术有限公司	江苏省照明电器协会	本文件规定了数字灯网产业灯杆防腐处理层的总体要求、基本要求、技术要求、检测方法和检验规则，适用于数字灯网产业中的使用的灯杆防腐层



序号	名称	类型	标准号	发布时间	主要参编单位	发布组织	范围/概要
78	《智慧多功能灯杆设备布线连接技术规范》	团体标准	T/CALI 0808-2022	2022年9月	浙江晶日照明科技有限公司、上海亚明照明有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了智慧多功能灯杆设备布线连接的术语和定义、总体要求、布线接线要求、安全要求和其他要求，适用于电源电压不超过1000V的智慧多功能灯杆上的各种智能化设备的布线和接线
79	《多功能路灯测试方法 第1部分：现场验收测试方法》	团体标准	T/CALI 0807.1-2022	2022年9月	威凯检测技术有限公司、横店集团得邦照明股份有限公司、惠州雷士光电科技有限公司	中国照明电器协会	本文件规定了多功能路灯系统的一般要求和测试方法，适用于城市道路，公路，园区及与其相连的特殊场所的多功能路灯系统的设计，施工，验收和运行维护。其它应用场所在技术条件相同时也可参考执行
80	《智慧杆电源电器安全规范》	团体标准	—	在研	—	深圳市智慧杆产业促进会	—
81	《智慧杆智能网关技术规范》	团体标准	—	在研	—	深圳市智慧杆产业促进会	—



巨擘科技，一站式智慧路灯解决方案提供

中国通信学会

地址：北京市海淀区万寿路 27 号院 8 号楼

邮政编码：100840

联系电话：010-68203021

传真：010-68203004

网址：<https://www.china-cic.cn/>

