

智慧多功能杆课题研究

李胜

(中国铁塔股份有限公司北京市分公司, 北京 101200)

【摘要】 本文旨在对智慧多功能杆的课题研究。在国家提倡公共资源共享的今天, 如何高效快捷地解决多方需求, 成为城市建设的新要求, 是打造智慧城市的基石, 多功能杆的概念应运而生。多功能杆出现旨在解决目前“各种杆体林立”“多方重复投资建设”的现象, 通过多功能杆统筹建设, 避免重复破路、投资浪费现象。通过一杆设计, 满足市政照明、信号指引、视频监控、多媒体信息发布、5G 通信建设等功能, 是多功能杆的最终目的, 也是未来智慧城市建设的必经之路, 同时在实际应用中, 通过管线路由的共建共享, 打造一体化建设概念, 从源头提升共有资源效率, 建设真正的智慧城市。

【关键词】 5G; 多功能杆; 公共资源共享; 智慧城市

一、通信发展

(一) 移动通信的发展趋势

近代移动通信系统, 目前已发展演进到第五代: 第一代移动通信(1G)是模拟通信技术; 第二代数字移动通信技术(2G)主要 GSM 制式, 承载语音业务, 现在仍是主流通信网络; 第三代移动通信(3G)有 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 三种制式, 数据业务逐渐成熟; 第四代移动通信(4G)主要是 LTE FDD 和中国主导的 LTE TDD 技术, 数据业务成为绝对主导业务; 第五代移动通信(5G)将于 2020 年完成标准制定并逐步商用, 5G 时代将人与人通信, 延伸到物与物、人与物智能互联, 将移动通信技术嵌入更加广阔的行业领域。

目前, 我国 5G 技术的规划和研究已经进入了全球第一阵营, 与欧盟、日韩等通信发达国家并驾齐驱, 实现了 1G 空白、2G 跟随、3G 突破、4G 同步、5G 领先的突破。

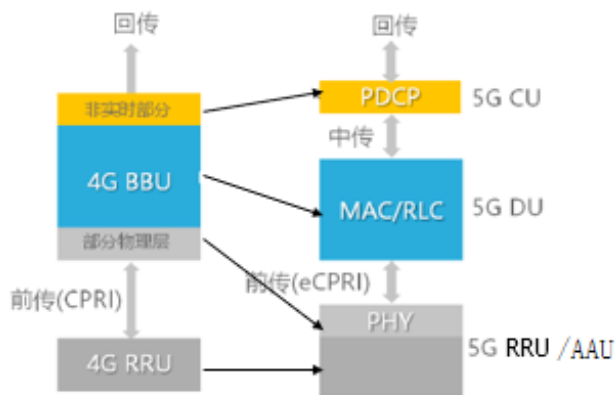
(二) 5G 基站组网方式

5G 组网目前支持 SA 和 NSA 两种方式, NSA 是将现有 4G 可作为 5G 覆盖层, 5G NR 作为容量层。

SA 组网只需要新增一套 5G 系统, 而 NSA 组网需求同时新增一套 4G 和 5G 系统。

(三) 5G 基站设备架构

相较于 4G 网络, 5G 基站架构发生了很大的变化, 由 4G 两级结构 (BBU、RRU) 演进到三级结构 (CU、DU、RRU/AAU), 如下图所示:



图：5G RAN 功能模块重构示意图

CU (Centralized Unit) 集中单元, 是由原 BBU 的非实时部分, 分割出来处理非实时协议和服务的部分。

DU (Distribute Unit) 分布式单元, 是负责

表 1: 5G 主要设备参数表

厂家	AAU (RRU+ 天线)			典型功耗 (W)		
	尺寸 (mm)	面积m ²	重量 (kg)	BBU	AAU	单系统
华为	860*395*190	0.34	40	500	1000	3500
中兴	799*399*161	0.32	45	315	980	3255
大唐	895*490*142	0.44	47	800	1380	4940
诺基亚贝尔	900*480*144	0.43	40	-		
爱立信	978*520*150	0.51	43			
4G	-	约 0.52	约 33	约 250	约 350	1300

表 2: 4G 和 5G 设备单系统功耗对比 (kW)

场景	4G 网络	5G 网络
室内	0.25	1.4
天面	1.05	3.45
系统	1.3	4.85

处理物理层协议和实时服务, 考虑节省 RRU 与 DU 之间的传输资源, 部分物理层功能可上移至 RRU。^[5]

二、5G 对通信基站设备环境的影响

(一) 5G 设备功耗分析

目前, 我国主要的 5G 设备厂家为华为、中兴、爱立信、大唐、诺基亚贝尔等, 上述基站设备厂家均已推出符合 3GPP 的“CU 和 DU 合设+AAU”形态的 Massive MIMO 基站, 支持 3.5GHz (3400-3600MHz) 频段, 现阶段的设备具体参数如表:

由表 1 可以看出, 5G 设备相较于 4G 设备, 天线重量均有明细增加, 总结为: (1) 5G CU/DU 设备额定功耗增加。(2) 5G 基站天线 (AAU) 采用了 64T/64R 天线阵列, 相比传统 4G 天线单通道 8T/8R 的平均功耗有所下降, 但因为通道数量大幅度提升, 导致 AAU 的功耗呈明显上升趋势。(3)

单系统和整站负荷预计将大幅增加。5G 网络能耗较 4G 网络提供约 4-5 倍。如表 2 所示:

(二) 5G 对基站设备环境的影响

1. 对外市电的影响。5G 设备功率的提升, 功耗加大、热效应加剧, 带来基站设备环境能源需求增大, 进而带来市电需求的急剧升高, 即每套系统提升约 10KVA 市电容量的提升。① 5G 设备功耗 5kW; ② 电池备电功耗 2.5kW; ③ 空调 0.5kW。

2. 对基站配套设备的影响。① 电源设备: 5G 基站的直流负载功耗是 4G 的 4 倍, 每增加一套 5G 系统需要增加约 10kVA 的外单容量。目前外市电普遍容量为 15 kVA -30kVA, 加装 5G 设备将导致先用基站外市电容量紧张或不足; 交、直流设备侧, 主要影响 63A 及以下容量的配电箱和 300A 及以下的开关电源。② 备电设备: 每套 5G 系统, 约需要

400~550Ah 备电容量。目前基站备电普遍在 200~500Ah, 需大范围扩容。③空调系统: 每套 5G 系统, 增加室内负荷约 1.5kW。现在基站空调设备配置普遍偏低, 需要加装高效空调或者研发新型制冷设备。^[3]

三、多功能杆技术

5G 基站建设的特性, 对于通信网络建设带来了诸多挑战, 采用传统建设方式, 已经很难满足基站配套设施的要求, 无法完成整体无线网络布局。“多功能杆”的应用, 经有效解决这一问题。

(一) 多功能杆概念

道路各类杆体规划设计不同步, 各部门相互独立, 互不沟通, 造成道路内杆体、箱体、管线建设重复、杂乱无章, 严重浪费道路地下空间资源。如在大量、单独布置 5G 设施, 势必将增加道路空间杂乱、无序的现象, 影响街道空间品质。“多杆合一”成为了解决上述问题的有效途径。可使道路杆件、箱体、管线共建共享、集约化利用城市有限的空间资源。

智慧杆塔应运而生, 是综合承载多种传感器和设备, 并具备智慧能力的杆塔设施的总称, 包括但不限于通信塔、电车杆、路灯杆、交通指示杆和监控杆等。智慧杆塔具备的功能由其挂载的设备和传感器决定。这些传感器和设备可通过各种通信技术接入网络 and 平台, 并在互联网、人工智能、大数据等 ICT 技术的赋能下提供丰富的智慧应用。

智慧杆的特点概括为“共享、智慧、综合、和谐”。智慧杆是建设智慧城市的“新基建”。智慧杆以其优异的分布特点, 可作为最优秀的 5G 基站载体, 而良好的 5G 网络是智慧创新应用的基础; 同时智慧杆可共享搭载多种城市基础设施, 如交通、市政、安防、环保等综合公共服务, 是构建数字城市的基础。^[1]

(二) 多功能杆的功能

功能要求: 1. 通信功能。单灯终端可进行多

路控制; 单灯终端应具有与路灯监控中心双向通信及执行监控中心指示的功能; 单灯控制器应适用于三相或单相进线; 单灯监控模块需具备满足接入现有的管理控制平台。2. 控制功能。单灯终端应具有按配置参数进行自主控制、调节的功能; 灯终端应具有开、关灯控制功能; 单灯终端应具有节能控制功能, 能实现路灯的调光控制, 支持开、关及变功率的节能控制的信号接口; 有支持 LED 路灯的开、关及 0~100% 节能控制的 0 到 10 伏调光接口。3. 管理功能。单灯终端应具有运行故障检测并主动上报功能; 单灯终端应具有参数设置和掉电保护功能; 单灯终端应具有根据设定的报警条件主动向上级系统报警功能; 单灯终端应具有运行和管理数据的存储功能; 单灯终端应具有免维护功能。4. 数据采集功能。单灯终端应能采集路灯运行的电压、电流、有功功率、功率因数、漏电电流、灯杆电压等运行数据。5. 灯杆倾斜报警功能。当灯杆倾斜角度大于设定值时, 即向管理平台发送报警信息。

(三) 多功能杆的技术指标

技术要求: 1. 环境要求。单灯终端在下列条件下应能正常工作: 温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$; 平均相对湿度: $\leq 90\%\text{RH} (+25^{\circ}\text{C})$; 大气压力: $80\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$; 单灯终端防护应不低于 IP54; 电源适应性要求: AC220V, 电压波动范围: $-20\% \sim +20\%$ 。2. 性能要求。单灯终端在自身故障的情况下不会导致光源、电器的损坏; 单灯终端支持脱网运行, 在与路灯控制中心通信中断的情况下, 能自主独立运行, 单灯节能可自主进行控制; 电磁兼容性: 符合 IEC61000-4-2、3、4、5。安全性: 在正常大气条件下, 绝缘电阻应不小于 $100\text{M}\Omega$; 在湿热条件下, 绝缘电阻应不小于 $2\text{M}\Omega$; 1.5kV 工频电压, 泄漏电流不大于 5mA; 单灯终端自身功耗 $\leq 3\text{W}$; 单灯终端遥测数据误报率 $\leq 0.1\%$ 。(计算方法为误报单灯数除以总单灯数)。3. 安装及

接口要求。单灯终端设备尺寸应满足灯杆内部安装容积，方便日常检修与维护；单灯终端应带有单灯各输出回路的正常工作信号灯指示；单灯终端接线应从供电电缆直接引出或者路灯保险熔丝前端引出，以确保路灯故障导致保险熔丝熔断状态下，单灯终端能继续工作。单灯控制器应能控制两个回路灯具。4. 照明监控终端。照明监控终端（FTU）应能与单灯控制模块通过 Zigbee 方式进行组网，主要用于对道路市政用电的综合机箱内设备进行信号采集、监测、控制、显示、数据传输等，对城市的市政道路配电进行数据采集、精确时控、远程控制。

具备如下功能：（1）数据采集功能。开关量输入： ≥ 16 路开关量输入信号采集；电流采集： ≥ 24 路交流电流采集；电压采集： ≥ 6 路交流电压信号采集。（2）电能计量功能要求。应具备三相四线电能计量。（3）开关量控制输出要求。开关量输出： ≥ 8 路开关量输出，无需中间继电器，直接控制交流接触器。（4）漏电检测要求。漏电监测： ≥ 8 路漏电检测功能，可根据漏电情况控制交流接触器。实时检测互感器输入的漏电电流；根据设置的相关参数，对检测到的漏电电流进行判断，若漏电流达到分闸条件，则进行分闸操作，对应回路发出漏电报警提示；此时该回路不响应主站下发的合闸指令，直至分闸报警解除。（5）终端控制固件升级要求。应支持现场升级以及远程升级。（6）多时段开关灯要求。每个开关量输出回路一天最少支持四段开关灯时间，可存储一年的回路开关时间。（7）多时段电压、电流限值报警要求。每个电流检测回路应能设置多个时段的电压、电流上下限，每个时段内超出对应限值后报警。（8）电源输出要求。应能输出 DC13.5V、900mA 的直流电源供给现场外接设备使用，可恢复保险丝短路保护。（9）智能门锁要求。应具备远程开锁，检测仓门是否打开等状态信息功能。

四、多功能杆应用

多功能杆塔的场景布局设计必须满足挂载设备安装要求、设置位置要求，采用合理整合、兼顾美观与功能的设计原则，整体布局符合总体规划并符合相关设计标准及规定。多功能杆塔的场景布设应按照以路口区域为起点，再做路口之间区域路段的统筹布局方案。多功能杆塔的布设严格以市政设施规划的交通信号灯、监控、电子警察等为点位设置位置，将其他杆件设施整合至设置位置的 5G 多功能杆塔上挂载，同时根据区域内路段调整安装间距，达到总体布局要求。

多功能杆塔的场景应用设计目的在于搭载设备杆塔共享、杆塔管沟共享、基础预埋件（地笼）共享、管理数据共享，释放场景空间实现高效管理。多功能杆塔场景布局应与城市其他构筑物、公交站、城市小景等城市家具形成一体化总体布局，做到经济适用、结构安全、节能降耗。

参考文献：

- [1] 《中国智慧杆塔白皮书（2019 年）》. 中国通信学会.
- [2] 《北京海淀区多功能杆设计导则》.
- [3] 《中国铁塔 5G 建设方案指引》，2019.9.
- [4] 《中国铁塔股份有限公司站址规划技术指导意见》，2019.12.
- [5] 《5G 关键技术及进展》，2019.4.
- [6] 《5G 试验网及建设工作进展》，2019.4.
- [7] 《IMT-2020（5G）推进组-5G 白皮书》，2018.6.
- [8] 《中国铁塔 5G 技术指导意见（2019 版）》，2019.9.
- [9] 《智慧城市智慧多功能杆服务功能与运行管理规范》2022.3.

作者简介：李胜（1987.7.8-），男，汉，籍贯：北京，学位：本科，职称：工程师，研究方向：通信。