

5G微基站与智慧灯杆

5G microcomputer station and intelligent lamp-post

孙全增, 杨劲, 陈晖

广东大比特网络科技有限公司 广州 510660

摘要: 5G毫米波穿透力较弱,并且在空气中衰减很大,5G开始采用全新的基站模式,微基站。智慧灯杆是5G微基站的天然搭配,无数智慧灯杆将挂载5G微基站,变为智慧城市的重要基础设施。

关键词: 5G微基站,智慧灯杆

1 引言

5G基站是5G网络的核心设备,提供无线覆盖,实现有线通信网络与无线终端之间的无线信号传输。在技术标准中,5G网络现阶段主要工作在3000~5000MHz频段。由于频率越高,信号传播过程中的衰减也越大,所以5G网络的基站密度将更高。为了解决这个问题,5G开始采用全新的基站模式,微基站。

5G意味着要新建众多分布密集的微基站。无论从高度、间距,还是从电源配套等角度考虑,城市灯杆首当其冲是5G微基站的天然搭配。未来,无数路灯将挂载5G基站,变为智慧城市的重要基础设施。

2 第五代移动通信技术

2.1 5G(第五代移动通信技术)

第五代移动通信技术(5th Generation Mobile Communication Technology,简称5G)是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术,是实现人机物互联的网络基础设施。

国际电信联盟(ITU)定义了5G的三大类应用场景,即增强移动宽带(eMBB)、超高可靠低时延通信(uRLLC)和海量机器类通信(mMTC)。

(1) 增强移动宽带(eMBB)主要面向移动互联网流量爆炸式增长,为移动互联网用户提供更加极致的应用体验;

(2) 超高可靠低时延通信(uRLLC)主要面向工业控制、远程医疗、自动驾驶等对时延和可靠性具有极高要求的垂直行业应用需求;

(3) 海量机器类通信(mMTC)主要面向智慧城市、智能家居、环境监测等以传感和数据采集为目标的应用需求。

为满足5G多样化的应用场景需求,5G的关键性能

指标更加多元化。ITU定义了5G八大关键性能指标,其中高速率、低时延、大连接成为5G最突出的特征,用户体验速率达1Gbps,时延低至1ms,用户连接能力达100万连接/平方公里。

与4G、3G、2G不同的是,5G不是独立的、全新的无线接入技术,而是对现有无线接入技术(包括2G、3G、4G和WiFi)的技术演进,以及一些新增的补充性无线接入技术集成后解决方案的总结。从某种程度上讲,5G是一个真正意义上的融合网络。以融合和统一的标准,提供人与人、人与物、以及物与物之间高速、安全和自由的联通。

2.2 发展背景

移动通信延续着每十年一代技术的发展规律,已历经1G、2G、3G、4G的发展。每一次代际跃迁,每一次技术进步,都极大地促进了产业升级和经济社会发展。从1G到2G,实现了模拟通信到数字通信的过渡,移动通信走进了千家万户;从2G到3G、4G,实现了语音业务到数据业务的转变,传输速率成百倍提升,促进了移动互联网应用的普及和繁荣。当前,移动网络已融入社会生活的方方面面,深刻改变了人们的沟通、交流乃至整个生活方式。4G网络造就了繁荣的互联网经济,解决了人随时随地通信的问题,随着移动互联网快速发展,新服务、新业务不断涌现,移动数据业务流量爆炸式增长,4G移动通信系统难以满足未来移动数据流量暴涨的需求,急需研发下一代移动通信(5G)系统。

5G作为一种新型移动通信网络,不仅要解决人与人通信,为用户提供增强现实、虚拟现实、超高清(3D)视频等更加身临其境的极致业务体验,更要解决人与物、物与物通信问题,满足移动医疗、车联网、智能家居、工业

控制、环境监测等物联网应用需求。最终，5G 将渗透到经济社会的各行业各领域，成为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施。

2.3 基站

基站即公用移动通信基站，是无线电台站的一种形式，是指在一定的无线电覆盖区中，通过移动通信交换中心，与移动电话终端之间进行信息传递的无线电收发信电台。移动通信基站的建设是我国移动通信运营商投资的重要部分，移动通信基站的建设一般都是围绕覆盖面、通话质量、投资效益、建设难易、维护方便等要素进行。随着移动通信网络业务向数据化、分组化方向发展，移动通信基站的发展趋势也必然是宽带化、大覆盖面建设及 IP 化。

狭义上的基站设备包含三个部分：基带处理单元 (BBU)、射频处理单元 (RRU)、天馈系统，组成一个可以给用户提供无线信号的设备。简单来说，基站提供的无线接入方式，能让大家的生活更便捷、更多彩。手机随时随地都有信号，能够保持通话、收发短信和网上冲浪。

4G 时代所使用的大多是宏基站，一般部署在通信铁塔上，站址租赁费用高、建造成本高、功耗高且占空间。到了 5G 时代，由于 5G 毫米波在空气中衰减很大，绕射能力差且波穿透力较差。5G 高频段信号覆盖能力大幅缩减，网络密度显著提升。如果按照 4G 时代大范围铺设宏基站的模式，建网成本和运行维护成本都将大幅提升，从通信资源的利用和绿色环保的角度考虑，需要更好的解决方案。

2.4 45G 基站

5G 基站是 5G 网络的核心设备，提供无线覆盖，实现有线通信网络与无线终端之间的无线信号传输。基站的架构、形态直接影响 5G 网络如何部署。在技术标准中，5G 的频段远高于 2G、3G 和 4G 网络，5G 网络现阶段主要工作在 3000 ~ 5000MHz 频段。由于频率越高，信号传播过程中的衰减也越大，所以 5G 网络的基站密度将更高。

与 3G、4G 相比，5G 新兴技术主要是毫米波与波束成形。此外在载波聚合、多天线输入输出等 4G 技术上有了新的演进。

5G 建设，基础配套先行。5G 意味着要新建众多分布密集的微基站。无论从高度、间距，还是从电源配套等角度考虑，城市灯杆首当其冲是 5G 微基站的天然搭配。

未来，无数路灯将挂载 5G 基站，变为智慧城市的重要基础设施，集多功能于一体的智能灯杆将成为未来城市的一道美丽风景线。

截至 2021 年底，中国累计建成并开通 5G 基站 142.5

万个，建成全球最大 5G 网，5G 基站总量占全球 60% 以上。

2.5 5G 微基站

基站按照覆盖半径可以分为宏基站、微基站、皮基站以及飞基站，其中宏基站的覆盖半径为 200 米以上，在 2G、3G 时达到 2km 以上，发射功率为几十瓦。宏基站覆盖半径大，一般进行大范围的广域覆盖，微基站覆盖半径小，部署在热点地区进行深度覆盖，解决宏基站的盲点和信号弱点。

5G 下，载波波长变成了毫米级，天线可以做得更小，做得更多（实现波束成形和 Massive MIMO）。

(1) 5G 毫米波

5G 毫米波穿透力较弱，并且在空气中衰减很大，如果 5G 仍旧采用以往在 3G、4G 时期使用的宏基站，就不能为与其距离稍远的用户、提供足够的信号保障，为了解决这个问题，5G 开始采用全新的基站模式，微基站。

在 5G 时代，微基站不仅在体积上要远远小于宏基站，在功耗上也会有所降低，一般是 5 瓦至 20 瓦的功率，可以在墙壁上直接钉装，不需要租用专用机房，这些都是微基站的优点。由此可以得出结论，基站越小巧数量越多，覆盖就越好，速度就越快。

(2) 波束赋形

由于微基站发射信号的时候是散射的，并且各微基站相互之间的信号还会造成干扰，这就会造成大量的资源浪费。

其实，基站发射信号的时候，就有点像灯泡发光。

信号是向四周发射的，对于光，当然是照亮整个房间，如果只是想照亮某个区域或物体，那么，大部分的光都浪费了……

基站也是一样，大量的能量和资源都浪费了。我们不能找到一只无形的手，把散开的光束束缚起来呢？这样既节约了能量，也保证了要照亮的区域有足够的光。

答案是：可以。这就是一波束赋形。

在基站上布设天线阵列，通过对射频信号相位的控制，使得相互作用后的电磁波的波瓣变得非常狭窄，并指向它所提供的手机，而且能跟据手机的移动而转变方向。

这种空间复用技术，由全向的信号覆盖变为了精准指向性服务，波束之间不会干扰，在相同的空间中提供更多的通信链路，极大地提高基站的服务容量。

(3) Massive MIMO (多天线技术)

随着时间变化，我们手机的通信频率越来越高，波长越来越短，天线也就跟着变短啦！毫米波通信，天线也变成毫米级，这就意味着，天线完全可以塞进手机的里面，

甚至可以塞很多根。

这就是 5G 的 Massive MIMO (多天线技术)。

MIMO 就是「多进多出」(Multiple-Input Multiple-Output), 多根天线发送, 多根天线接收。在 LTE 时代, 我们就已经有 MIMO 了, 但是天线数量并不算多, 只能说是初级版的 MIMO。到了 5G 时代, 继续把 MIMO 技术发扬光大, 现在变成了加强版的 Massive MIMO (Massive: 大规模的, 大量的)。

手机里面都能塞好多根天线, 基站就更不用说了。以前的基站, 天线就那么几根。

5G 时代, 天线数量不是按根来算了, 是按「阵」, 「天线阵列」, 一眼看去, 要得密集恐惧症的节奏。

不过, 天线之间的距离也不能太近。

因为天线特性要求, 多天线阵列要求天线之间的距离保持在半个波长以上。如果距离近了, 就会互相干扰, 影响信号的收发。

2.6 微基站密集组网成为 5G 时代的主流模式

大部分的流量发生在室内, 而微基站在室内环境中(包括办公场所、商场、高铁站、住宅区等), 室内应用成为用户感知的关键指标, 具有高度部署灵活性。微基站的产品特点轻便、功耗低、部署简易, 使得运营商可在有效控制成本的前提下, 获得基站设备的投资收益。因此, 基于区域的微基站超密集组网有望成为 5G 时代的主流模式。

5G 意味着要新建众多分布密集的微基站。无论从高度、间距, 还是从电源配套等角度考虑, 城市灯杆首当其冲是 5G 微基站的天然搭配。

未来, 无数路灯将挂载 5G 基站, 摇身一变为智慧城市的重要基础设施, 集多功能于一体的智能灯杆将成为未来城市的一道美丽风景线。

图 1、图 2 示出微基站。



图 1 微基站 (1)



图 2 微基站 (2)

图 3 示出智慧灯杆中微基站的模样。



图 3 智慧灯杆中微基站的模样

3 智慧灯杆

3.1 灯杆是一个城市的基础设施

灯杆是一个城市的静态基础设施, 如同人体的毛细血管一样分布在城市的各个角落, 具有方便取电的优势, 为大众提供照明、通信、安防等功能。但是, 由于发展眼光的局限性与社会形态变化多端的影响, 现如今, 杆体林立现象与缆线随意纵横现象十分严重, 非常影响城市美观, 存在巨大的安全隐患。

智慧灯杆的出现很好的解决这一问题, 智慧灯杆具有强大的集成性, 可以将照明、通信、安防等设备一起纳入灯杆中, 具有管理、供电、高度、密集的优势, 5G 的到来更推动了智慧灯杆的发展。

5G 网络的传输距离较短, 分布密集, 智慧灯杆显然就是最佳承载点, 将减少城市杆体的重复建设, 避免城市道路两侧特别是路口杆体林立的乱象, 节约城市空间, 让城市变得更美好、更智慧。

网关在网络层以上实现网络互连,是最复杂的网络互连设备,仅用于两个高层协议不同的网络互连。网关是一种充当转换重任的计算机系统或设备。智能网关,功能强大,集成度高,设备紧凑,体积小巧,安装在智慧灯杆设备仓内,标识分明接线简单,支持壁挂式安装、DIN 导轨安装。支持远程配置、远程诊断、远程升级,极大提升管理效率。

3.2 智慧灯杆的发展现状

近年来,受智慧城市的推动和普及,我国城市照明的需求快速升级,包括城市照明设施升级、灯光文旅经济的兴起、特色小镇的建设等,城市照明行业迎来了新的巨大的经济增长空间。而城市路灯作为城市照明的重要组成部分之一,其产业发展也被快速带动。

作为城市照明的主体,智慧灯杆是遵循城市道路、街道分布,按照“共建共享”理念,将各种前沿技术和应用集于一身的新型信息基础设施,在智慧城市中扮演“末梢神经元”的角色。它具备“有网、有点、有杆”三位一体的特点,能够对照明、公安、市政、气象、环保、通信等多行业信息进行采集、发布以及传输,形成一张智慧感知网络,实现对城市各领域的精确化管理和城市资源的集约化利用。

可见,智慧灯杆的高速发展,不仅满足城市合理规划、市容市貌建设的需要,更是助力城市信息化的发展。

目前,我国智慧路灯建设正处在高速建设的前期阶段。各个跨界跨领域的企业也不断涌入智慧灯杆领域,使得产业发展呈现出蓬勃生机。

3.3 智慧灯杆上面挂载 5G 微基站

智慧灯杆作为一项基础设施,路灯在城市中具有分布有序、覆盖、存在电力等特点。如果仅仅用来照明,显然没有充分发挥它的价值。2020年,5G的普及带来了大量微基站的建设,而智慧灯杆就是5G微基站的最佳载体。智慧灯杆是物联网重要的信息采集来源,城市智慧灯杆是智慧城市的一个重要组成部分和重要入口,可促进智慧市政和智慧城市在城市照明业务方面的落地,实现城市及市政服务能力的提升。

与传统路灯不同,智慧灯杆整合了监控摄像头、5G微基站、安全报警等硬件,通过信息感知和大数据交互技术,能实现智能照明、智慧交通、信息发布等功能。随着一批批智慧灯杆在各地投入使用,智慧城市有了新的景色。而5G时代的到来,则让智慧灯杆的意义更加凸显。5G基站有着使用高频通信及支撑大容量高速度的需求,使得

5G时代需要大量微小基站完成更密集的网络覆盖。智慧灯杆作为均质化存在的城市基础设施,备受青睐。

2019年,5G已成为全球各国争抢科技竞争的兵家必争之地,而智慧灯杆作为包含充电桩、视频监控、环保监测、灯杆屏等多种模块的新一代城市信息基础设施,不仅肩负着智慧城市建设的突破口,也将成为未来5G基站建设的重要环节。

由于5G基站有着使用高频通信及支撑大容量高速度的需求,5G时代将需要大量的微小基站来完成更密集的网络覆盖。

从客观条件来看,智慧城市的推广顺利与否,与物联网装置普及程度、宽带网络布建成熟度、云端资料中心资料输送量与运算能力等息息相关,因而通过智慧灯杆进行5G基站部署,将有望带动智慧城市的加速落地,还会与5G时代的变革发展形成密切联系。

图4示出智慧灯杆上面挂载的5G微基站。



图4 智慧灯杆上面挂载的5G微基站

3.4 45G 连网的前哨站

在智慧城市的发展蓝图中,智慧灯杆将会是城市传递信息的中枢神经。美国无线通信和国际网络协会(CTIA)2017年发布的报告指出,智慧灯杆将会是5G时代的重要基础设施。

但是,据了解,目前城市路灯灯杆的间距范围约在20~30米,而5G基站的间距约在100~200米左右。换言之,并不是每个路灯灯杆都需要挂载基站,要根据覆盖需求进行调整。

另外,政府拥有路灯灯杆的产权,当基站放置于灯杆上,由于电流量的增加,旧灯杆必须进行线缆重整、电力

系统配置等工程，而载重量、抗风力与机械结构稳固等内容也必须纳入考量。

当在路灯灯杆开始挂上各种监测装置，如环境监测、监控设备及物联网装置等，若缺乏完善的整合规划，各式“寄居蟹”附着于灯杆的景象将会出现，此时如何兼顾城市景观也将成为重要议题。

更实际的问题是经费与预算有限，近年来国内鼓励各地方政府采取「多杆合一」的社会资源共建共享方式。但相关业者坦言，尽管政府对于5G的推动设有具体目标，并在众多城市皆有试点计划，但短期内要大量应用仍有难度，其原因在于：试点采用的智慧灯杆成本昂贵，因而基础建设的重新改建必然将投入庞大经费。据估计，深圳市约24万个路灯灯杆进行「多杆合一」改造，初步测算费用将高达人民币500亿元左右。

4 5G 基站建设带动智慧灯杆市场

目前小基站部署方式主要分为抱杆安装、楼面安装和地面安装。基于智慧路灯的安装方式是抱杆安装的典型方式，具有以下优势：

(1) 供电优势：微基站与路灯的结合可以共用充电装置，节约能源，解决了小基站单独部署的供电问题。

(2) 管理智能：通过智慧路灯上的传感装置，可以方便的对微基站的运行状态、温度等情况进行监测，发现异常可以及时预警，同时也可以将各类监测数据传输至云端，便于分析和利用。

(3) 覆盖密集：由于单个微基站目前覆盖范围不足200米，所以需要进行密集部署才可能全面覆盖盲点，而路灯分布均匀，间距不足百米，可以帮助微基站形成密集覆盖。

(4) 节省空间：微基站与路灯的结合节省了单独部署所需的空間，能很大程度降低基站部署的物业协调难度。

(5) 盲点覆盖：高速公路、铁路沿线往往是信号覆盖不好的地方，采用智慧路灯的安装方式有利于实现盲点覆盖。

按照当前三大运营商的规划，5G技术在2020年正式开通商用，对搭载基站的智能路灯需求在近两年内爆发概率较大。此外，新能源汽车的普及，对充电桩需求将大幅上升，而智慧灯杆也可以作为充电桩最为便捷的载体而存在。

5 结语

(1) 5G网络现阶段主要工作在3000~5000MHz频段。由于频率越高，信号传播过程中的衰减也越大，所以5G网络的基站密度将更高。5G意味着要新建众多分布密集的微基站。基于区域的微基站超密集组网有望成为5G时代的主流模式。

(2) 5G意味着要新建众多分布密集的微基站。无论从高度、间距，还是从电源配套等角度考虑，智慧灯杆首当其冲是5G微基站的天然搭配。未来，无数智慧灯杆将挂载5G微基站，变为智慧城市的重要基础设施。

(3) 集多功能于一体的智慧灯杆是未来智慧城市不可或缺的关键基础设施，它就像工业时代的烟囱、电力时代的电力塔、信息时代的通信塔一样，必将成为未来智能化时代的标签之一。

参考文献

- 1 5G基站.<https://baike.so.com/doc/27370817-28775372.html>
- 2 一文带你读懂5G黑科技. [2019-06-26] https://www.sohu.com/a/323056794_120153567
- 3 5G时代到来，为什么运营商多在全力布置微基站？ [2020-01-05] <https://www.sohu.com/a/364807938-467791>
- 4 路灯将挂载5G基站变为智慧城市的重要基础设施.https://m.sohu.com/a/276919997_100019174