

5G 网络发展现状及痛点问题分析

马传项

中邮建技术有限公司

摘要: 目前 5G 网络发展还存在一些痛点问题亟需解决, 主要包括: 建设成本高、基站能耗高、覆盖不足、缺少杀手级应用支撑等, 以上问题如不能尽早解决, 将会影响 5G 网络的进一步成熟发展。虽然 5G 网络目前存在以上痛点问题有待解决, 但并不表示 5G 技术不够优秀, 5G 依然是目前最先进的通信技术。消费者的生活方式, 以及企业与客户互动的方式都将因 5G 网络的到来而改变。

关键词: 5G 发展痛点; 能耗; ToB; 杀手级应用; 智能超表面

0 引言

4G 改变生活, 5G 改变社会。作为新一代移动通信技术, 5G 是信息通信产业进一步发展的重要一环。5G 凭借“超高速率、超低时延、超大连接”的技术优势, 能够带来更好的上网体验, 赋予万物互联的能力, 从“3G 突破”到“4G 同步”再走向“5G 引领”, 5G 是中国通信技术第一次真正意义上站在了世界通信产业的领先者队伍。

1 5G 网络现状

5G 网络可以实现更高效、更稳定的数据传输, 提供更高的延迟和更高的带宽, 为各种应用场景提供更好的服务。目前, 5G 网络建设正在全球范围内加速推进, 5G 网络的商用已在多个国家和地区展开。随着 5G 网络部署的快速推进, 5G 正在从规模商用期跃升到高速发展期。但在全球范围内, 5G 发展极不均衡, 国内 5G 网络规模遥遥领先。

随着工业 4.0 时代的到来, 对于专网通信的要求越来越高, 工业自动化和智能化也在不断推进。5G 的低时延、高速率、广连接的特性, 让其在专网通讯行业被普遍看好。我国已有序开展 5G 专网建设和应用的推进工作。针对不同客户的需求, 三大运营商的 5G 专网业务采取了不同的服务方式。根据 2023 年 1 月工信部发布的《2022 年通信业经济运行情况》报告, 截至 2022 年 12 月底, 国内三大运营商已经建设 5G 专网 10541 个, 覆盖钢铁、采矿、电力、教育、文旅、医疗、港口等 30 多个细分行业。

2 当前 5G 网络痛点

5G 相较于 4G 主要优势之一是对 ToB 业务的支撑, 而且 5G 业绩增长点也依赖于 ToB 业务的拓展。但是目前 5G 网络还不能很好地解决 ToB 业务的一些关键技术问题, 譬如: 低时延、低抖动、高可靠、上行高速率等, 解决方案的成本还比较高, 导致推广受阻。5G 技术发展到现在, 依然存在一些痛点问题亟需解决。

2.1 上行速率性能无明显优势

5G 采用更先进的空口技术来提高速率, 包括: 大带宽、高阶调制与 Massive MIMO 等, 下行速率有明显提升, 但是上行速率提升有限, 无明显优势。以中国联通为例, 表 1 是统计的 4G/5G 网络不同频段和带宽平均上下行速率。5G 网络下行速率优势明显, 但是上行速率基本没有优势, 即使在 100MHz 带宽配置方面, 相比 20MHz 带宽上行速率也仅仅略高一点。

常见上行速率要求较高的业务包括:

(1) 视频直播

视频直播需要不断上传视频数据, 因此对上行速率要求较高。在高清、4K 甚至 8K 视频直播中, 需要更大的带宽和更快的上行速率, 以保证传输的质量和流畅度。

(2) 视频会议

视频会议需要不断上传视频和音频数据, 因此也对上行速率有较高的要求。如果上行速率不够, 可能会导致视频和音频出现卡顿、延迟等问题, 影响会议的效果。

表1 4G/5G 各频段上下行速率对比

网络	频带	双工	频段	带宽	用户下行速率 (Mbit/s)	用户上行速率 (Mbit/s)
5G	N78	TDD	3.5GHz	100MHz	87.76	3.88
5G	N1	FDD	2.1GHz	20MHz	48.44	2.83
4G	Band1	FDD	2.1GHz	20MHz	5.82	2.85
4G	Band3	FDD	1.8GHz	20MHz	6.12	2.93
4G	Band3	FDD	1.8GHz	10MHz	3.5	2.73
4G	Band8	FDD	900MHz	10MHz	8.01	0.96

(3) 在线游戏

在线游戏需要实时传输游戏状态和操作指令，因此对上行速率要求较高，这可以确保游戏的流畅性和反应时间，避免游戏中出现卡顿或延迟等问题。

(4) 云端数据备份

云端数据备份需要将本地数据上传到云服务器，因此对上行速率也有一定的要求。如果上行速率不够高，备份的过程可能会显得很缓慢，也可能导致备份失败。

(5) 大规模文件上传

大规模文件上传需要上传大量的数据，对上行速率的要求也相应较高。例如，上传高像素的照片或视频，需要更高的上行速率来保证上传的质量和速度。

上行速率要求较高的业务通常需要较高的网络带宽和较快的上行速率，才能确保数据传输的流畅性和速度，在以上几个场景中 5G 网络并没有太明显的优势。

2.2 基站运行能耗高

从 2019 年某运营商的实测结果来看，5G 单站耗电量是 4G 单站耗电量的 2.5-3.5 倍左右。目前 5G 基站 100% 业务负荷功率为 3700W 左右，4G 基站满载功率为 1000W 左右。

5G 网络的能源消耗主要包括四个部分：基站、传输、电源、机房空调。

(1) 主设备：基站设备包含基带单元 (BBU) 和射频单元 (5G AAU) 所有设备里的耗电大户。射频单元包括功放、小信号处理及中频模块，功放是其中最关键的耗能器件，且负荷越高功放的耗能占比越高。

(2) 信号传输：无线设备的功耗负荷产生的其中一个原因是无线基站布点不合理。无线基站布局规划时，常常会受到环境因素及人为因素的干扰，造成选址困难，但是为了全面覆盖，在实际生活中基站的建设数量比规划的数量要多，导致网络设备数量成倍增加，进而使设备总体能耗增大。

(3) 电源：5G 基站供电系统有两大主流，一是 UPS

(uninterruptable power system, 不间断电源) 供电系统，二是 HVDC (high-voltage direct current, 高压直流) 供电系统。

(4) 基站机房空调：基站大多处于封闭状态，设备长期不间断工作，机房内温度升高，需要配置空调降温，空调的制冷量增加能耗。

5G 基站能耗高主要由以下因素导致：

(1) 更高的带宽和更低的延迟：5G 网络比 4G 网络具有更高的带宽和更低的延迟，这意味着 5G 基站需要更多的计算和通信资源。为了满足这些要求，5G 基站的处理器和通信芯片需要更高的功率和更强的电源供应。

(2) 采用的频段更高：5G 基站使用更高频率的信号，这些信号比较容易障碍物阻挡，因此需要更多的信号转发和中继设备来保证覆盖范围。

(3) 基站数量的增加：5G 基站数量的增加也会导致能耗的增加。在相同面积内，5G 基站数量比 4G 基站数量更多，因此需要更多的能源来支持其运行。

(4) 天线的增加：5G 基站需要更多的天线来支持更多的频段，这也会导致能耗的增加。

(5) 高负荷工作：为了保证连接速度和传输速率，5G 基站需要在高负荷下工作。这些基站需要持续不断地处理和传输大量的数据，这使得它们的能耗非常高。

因此，5G 基站能耗高是由多种因素共同导致的。未来，我们可以通过优化网络架构、提高信号传输效率、采用新型能源技术等措施来降低 5G 基站的能耗。

针对 5G 网络能耗过高的问题，可以采用以下几种方案：

(1) 优化网络架构：通过网络架构的优化，减少网络节点数和信号中继设备的数量，降低信令交换频率和传输距离。

(2) 发展新型能源技术：推广可再生能源，研发更高效的电池，研究新型能源技术，提高能源利用效率，并为 5G 网络提供更可靠的能源保障。

(3) 引入人工智能技术：协同网络资源管理，减少不必

要的功耗浪费,提高网络能耗效率。

(4) 设计低功耗终端设备:设计更加节能的终端设备,减少终端设备在数据处理、信令交换等方面的功耗。

(5) 引入智能超表面技术:智能超表面可以改变反射波的波束方向,通过对多个单元的分布和控制可实现对电磁波的反射和散射的高度精确控制。具有低成本、低功耗、易部署、高可靠、可编程五大优势。

以华为 PowerStar2.0 智慧节能方案为例,在正常业务量下实测,5G 单模站点平均每天节能比例为 24.83%,4G/5G 双模站点平均每天节能比例为 12.26% (数据来源:华为官网,2021)。相信在未来随着技术和器件的不断研发,5G 基站的能耗将进一步降低。

2.3 基站建设成本高

与 4G 相比,5G 的网络建设成本更高。需要大量的基础设施投资,包括天线、基站、光纤传输等。

2.4 广覆盖与深度覆盖不足

5G 基站的覆盖范围一般只有 500 米左右,约为 4G 的 1/4。由于无线信号频率越高,传播损耗越大,覆盖距离越短,所以 5G 要达到与 4G 同样的覆盖效果,需要建设更多的基站。同时,考虑到 5G 被应用于 VR/AR 等高带宽业务,要求网络速率达到 100M 甚至更高,业务热点区域的密集组网将是解决容量需求的主要手段,因此相比原 4G 组网,整体的站点规模将提升 2~4 倍。

覆盖是保障网络质量的基础,目前 5G 基站密度不足,导致网络覆盖存在短板,特别是深度覆盖尤为不足,无法做到无缝覆盖。室内、地下室等场景,覆盖明显不如 4G 网络。深度覆盖不足是移动通信的固有顽疾。为达到无缝覆盖,就需增加站点数量,增加投入。

2.5 超密集组网加大站址选取难度

高频段 5G 基站的数量要比 4G 基站的数量大得多,需要大量的新站址资源,站址的选择也成了一大难题。目前三大运营商 2G/3G/4G 多种资源同时运营,现有部分楼面站址资源也因业主协调等因素面临无法利用的局面。考虑到共建共享,大部分杆塔的天面资源已经用完,势必会引入大量新站址建设以弥补覆盖的空洞。4G/5G 新址站比例见表 2。

表 2 4G/5G 新址站建设比例

网络制式	规划站点 (密集城区)	共址站	新址站	新址站比例
4G	3000	2820	180	6.00%
5G	3000	2350	650	21.70%

从表 2 可以看出,规划 3000 站点,5G 新址站点是 4G 的 3 倍多,这无疑是对选址提出更高要求的巨大挑战。

2.6 5G ToB 业务发展缓慢

5G ToB (面向企业客户的 5G 应用) 业务发展缓慢的原因主要有以下几个方面:

(1) 技术难度大。5G 技术在部署和应用方面的技术难度较高,目前的 5G 网络还不足以支撑。需要有专业的人员进行设计和实施,缺乏相关的技术和经验会影响 5G 应用的推广和应用。

(2) 企业需求不明确。由于 5G 技术本身的革新性和创新性,企业对于 5G 应用的需求和场景并不十分清晰,这也影响了 ToB 业务的开发和推广。

(3) 实际应用受限。目前 ToB 业务的实际应用范围还受到限制,由于 5G 网络建设尚未覆盖所有地区,且 5G 终端设备较为昂贵,使得企业无法快速地进行 5G 应用的部署和推广。

(4) 生态环境不完善。ToB 业务需要与其他相关行业进行深入合作,共同构建完善的产业生态,但目前相关生态环境仍处于初级阶段,缺乏强有力的合作伙伴支持。

(5) 成本较高。ToB 业务的应用成本较高,5G 基础设施建设需要投入大量资金,同时 5G 终端设备价格也较高。企业如果想要快速、广泛地使用 5G 技术,需要承担较高的成本压力。

以上是目前 5G ToB 业务发展缓慢的主要原因,需要政府、企业和社会各方共同努力,逐步解决这些问题,推动 5G ToB 业务的稳健发展。

2.7 缺少杀手级应用

业务多元化程度不够高。目前 5G 网络的应用主要集中在视频、游戏等领域,还没有涉及到更多的业务场景,没有形成多元化的应用生态系统,这也影响了用户的使用兴趣。

3G 时代成就了微信、支付宝,4G 时代让短视频火遍大江南北,5G 目前似乎并未带来颠覆性体验。5G 面向消费者的业务依然是运营商收入的压舱石,但是不足以支撑如此庞大的建设投入。目前 5G 仅商用了 eMMB 场景,还未找到业务新增长点,缺少行业杀手级应用推广。5G 专网本应成为业务增长点,但是目前垂直行业应用并不顺利,性能不理想,而且成本居高不下。

当前,我国 5G 应用发展仍面临不小挑战,个人应用存在用户感知度不强、应用内容少、性价比低等问题,行业应用存在部分行业企业应用 5G 动力不足、行业需求碎片化多样化、跨行业跨领域协同联动不足等问题。未来应遵循产业发展规律,以市场需求为导向,集合产业各方力量,加强技术演进和应用创新,构建共生共长、完备稳健的融合生态系统,稳

步提升技术产业供给与需求的匹配能力，推动我国 5G 发展走向繁荣，为全面建设社会主义现代化国家添薪蓄力。

2.8 广阔前景与巨大投入平衡

5G 建设的投资金额是巨大的。除了宏站投资，5G 发展还涉及大量小微基站、光传输、核心网、多接入边缘计算等投入。预计中国 5G 投资周期十年，总投资金额 1.6 万亿元，5G 运营投资额巨大。

以中国移动为例，当前全国 4G 基站数约 245 万个，按照 5G 单站投资 38 万元估算，如表 3 所示，建设 245 万个基站至少需要投入 9310 亿元，这是一个极其庞大的数字，约相当于中国移动集团 9 年的净利润总和。因此，既不能因为目前 5G 终端及业务应用不成熟而停下 5G 建设的步伐，也不能盲目地加大 5G 建设投资，以免造成投资效率低下和资源浪费。

表 3 5G 单站点投资估算

费用类型	主设备费	配套改造费《含外电、抱杆、整 流模块及电池》	施工费	设计费	监理费	合计
金额（万元）	30	5.5	1.6	0.8	0.1	38

3 未来 5G 发展趋势

不同于 2G 萌发数据，3G 催生数据，4G 发展数据，5G 是一种跨时代的技术。5G 也将开启物联网时代，渗透到各个行业，除了体验更极致、容量更大之外，它将与大数据、云计算、人工智能等一起，迎来黄金 10 年的信息通信时代。

虽然 5G 网络目前存在不少痛点问题有待解决，但并不表示 5G 技术不够优秀。5G 的未来是物联网，5G 在 ToB 领域将会有巨大的发展前景。

5G 网络未来的发展趋势主要包括以下几个方面：

（1）5G 网络将逐渐普及。5G 网络的建设和应用将逐渐扩大。到 2025 年，全球 5G 用户将超过 16 亿，使用 5G 设备的数量将进一步增长，这将有助于加速 5G 网络的商业化进程。

（2）5G 网络将实现更高速。相比 4G 网络，5G 网络的传输速度将提高数倍。到 2025 年，5G 网络的平均下载速度将达到 1Gbps，这将促进各种应用的发展。

（3）5G 网络应用范围将扩大。随着 5G 网络的广泛应用，更多的行业将开始应用 5G 技术，如工业互联网、自动驾驶、虚拟现实等。5G 网络将为各个行业提供更快的数据传输速度、更低的延迟和更强的连接性。

（4）5G 网络将结合 AI、物联网等技术。未来，5G 网络将与人工智能、物联网等技术相结合，形成更加智能的网络。

这将带来更多的创新和商业机会。

（5）5G 网络将更加安全。在 5G 网络中，安全和隐私问题将成为一个重要的议题。未来，5G 网络将采用更加安全的算法和协议，保护数据的安全和隐私。

5G 网络所改变的不仅仅是我们的生活，它就像隐形的点一样，悄悄埋藏在我们日常生活、工作所接触的每一个场景中。随着 5G 技术的不断革新，这些点会以循序渐进的方式连接成线，当这些线编织成网，慢慢覆盖了社会的方方面面的时候，才能体现出 5G 技术的先进。

4 结束语

虽然 5G 技术目前还不够完美，但是我们要保持耐心，保留信心。一场 5G 革命进入大众视野，给人们的生活带来不一样的体验和惊喜，同时也给整个社会带来了巨大的改变。5G 网络的发展前景广阔，但需要克服一系列的技术和经济难题。随着技术的不断发展和完善，我们相信 5G 网络将会成为未来通信的主流技术，为人们带来更快、更稳定、更便捷的服务。

作者简介：马传项（1981—），男，山东郓城人，工程师，学士；研究方向：无线移动通信，大数据。

（收稿日期：2023-06-05；责任编辑：赵明亮）