

Deloitte.



国家电网
STATE GRID

全球能源互联网研究院有限公司
GLOBAL ENERGY INTERCONNECTION RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.



5G 赋能
未来电力

前言

5G 改变社会，电力点亮未来。5G 如何赋能智慧电网？应用场景有哪些？主要挑战在哪里？从技术创新到商业落地如何穿越？这些问题催生了这份报告的诞生。

从 2014 年开启 5G 场景需求的制定、技术研发和测试验证工作，到 2018 年全面开展 5G 规模试验，再到 2019 年实现 5G 试点商用和 2020 年全面商用，5G 价值体现由实验室走向垂直行业应用，赋予各个行业完善现有产品开发、服务提升和开拓新业务的更多可能性。

据估算，到 2026 年，5G 将为全球十个主要产业带来 1.3 万亿美元的数字化市场规模，其中能源/公用事业（水、电、燃气等）占比高达 19%，市场规模约为 2500 亿美元。电力行业无疑是 5G 垂直应用的重点赛道和风口之一，

5G 通信特点与电力通信需求高度契合，在智慧电网的各大应用场景中，5G 均可充分赋能，5G 能为电力行业带来深远的社会影响，并产生巨大的经济价值。

在这样的背景下，全球能源互联网研究院（以下简称“联研院”）与德勤中国共同撰写本报告。依托国家电网公司电力通信网络技术实验室，联研院的周飞先生、李炳林先生、吴鹏先生、郭云飞先生基于对电力行业的深刻理解，对 5G 在电力行业四大应用场景进行了仔细梳理，并对各场景下的具体应用、体系架构和通信需求进行了详细分析。德勤中国的蒋颖女士、郭晓波先生、张慧女士和屈倩如女士基于多年咨询服务经验及电力行业深度观察，指出了 5G 电力行业应用的主要挑战，并对 5G 在电力行业商业落地的关键措施提出了

建设性意见。这些有益的研究、分析、探讨紧扣生态内企业对 5G 赋能电力的主要疑问，报告撰写团队也进行了深度思考和建设性建议，这必将帮助相关企业积极应对挑战，实现从技术创新到商业应用的跨越。

过去未去，未来已来。祝大家开卷有益，阅读愉快。

胡新春 博士

德勤 5G 应用研究院院长

目录

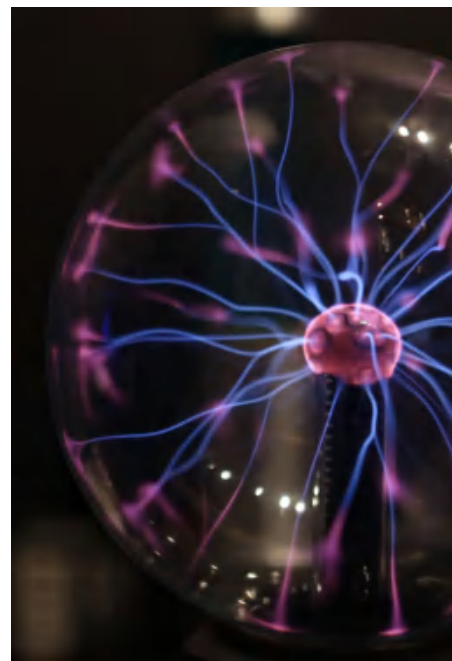
一、5G 驱动未来电力	1
1.1 从电力行业看 5G	1
1.2 全球及中国 5G+电力行业发展	3
二、5G 电力行业主要应用场景	7
2.1 控制类业务	8
2.2 采集类业务	11
2.3 移动应用类业务	13
2.4 电网新型业务	14
三、5G 电力行业应用挑战	17
3.1 安全性与电力业务适配性仍需验证	17
3.2 找到商用价值与成本的平衡点	18
3.3 业务模式尚不清晰	19
四、从技术到商业	21
4.1 深度参与标准制定	21
4.2 选择最具潜力应用场景	22
4.3 商业模式创新	23
五、联系我们	27



一、5G 驱动未来电力

未来大部分的电力场景将搭建在能源互联网之上，能量像信息一样在网络中随时随地产生和共享，其发展呈现出新的趋势和特征：发电清洁友好，融合多种清洁分布式电源，融合储能和电动汽车，融合分散可靠负荷，具备清洁低碳、网源协同、灵活高效的特征；输变电安全高效，具备态势感知、柔性可靠、协调优化的特征；配电灵活可靠，具备可观可控、开放兼容、经济适用的特征；用电多样互动，具备多元友好、双向互动、灵活多样、节约高效的特征。

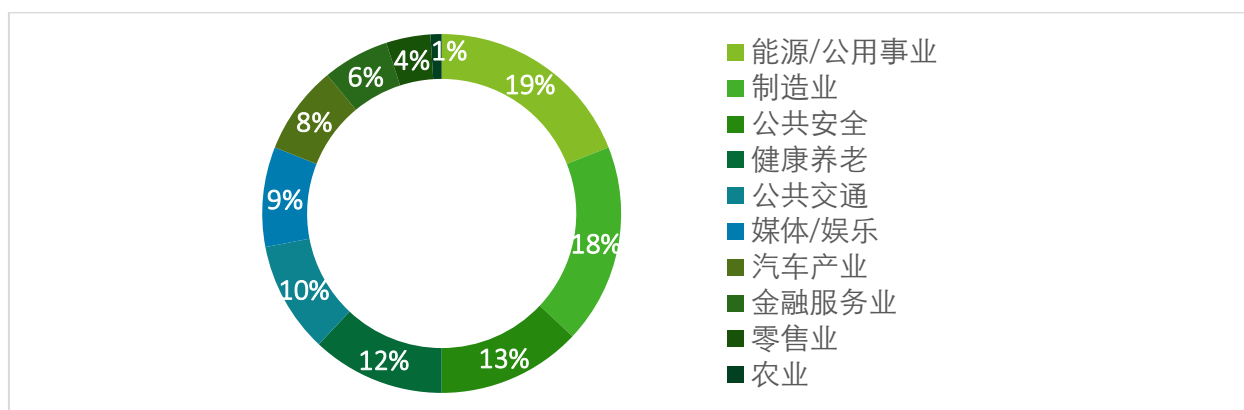
通信技术是各项数字技术在电力行业应用的基础，是发展能源互联网的技术支撑。目前，电网可以通过不同类型的通信网络进行互联，但日益多样化的电力需求需要一个更精密、包容和创新的系统以满足海量设备互联互通和数据传输。



1.1 从电力行业看 5G

5G 定义的三大场景——增强移动带宽（eMBB）、超可靠低时延通信（uRLLC）和大规模机器通信（mMTC），具备超宽带宽、超低时延、超大连接的技术特点，在电力系统的发电、输电、变电、配电、用电、调度，以及应急通信各个环节，均可发挥重要作用，能够深刻变革电力通信网，全面提升电力信息化水平。据估算，到 2026 年，5G 将为全球十个主要产业带来 1.3 万亿美元的数字市场规模，其中能源产业/公用事业（水、电、燃气等）占比最高为 19%¹，约为 2500 亿美元。

图表 1：到 2026 年 5G 将带动 1.3 万亿美元产业数字化市场规模
5G 将带动产业数字化转型市场 1.3 万亿美元（2026）



来源：Ericsson 《The Industry Impact of 5G》，德勤研究

5G 通信特点与电力通信网络需求高度契合

5G 网络技术的峰值速率、区域速率、边缘速率，都比 4G 大幅提高。5G 峰值速率最高可达 20Gbps，满足高清视频、虚拟现实等数据的大量传输。5G 的通信时延比 4G 少一个数量级，空中接口的时延在 1ms 左右，因此为电力差动保护、精准切负荷等超低时延业务应用创造了条件。5G 网络容量更大，每平方公里能够连接 100 万个终端，包括智能家电和各种智能终端，能够满足电力物联网的海量智能终端的接入需求。5G 技术通过通信原理的优化，会降级传感器或节点的能耗，不需要对通信设备进行更换电池或者充电，给万物互联提供了很好的技术条件。

图表 2：5G 通信特点与电力通信系统需求高度契合

电力通信网络需求	5G 通信特点	解释
确保可靠运行	高可靠性	电力系统安全可靠运行基本要求，5G 高可靠性可提升电网可靠度
灵活响应与精准控制	低时延	电力系统需灵活响应，部分业务达到零中断，5G 毫秒级时延可满足电网实时通讯需求
海量数据传输	高速率	电网物联网应用规模持续提升，带来海量实时测量数据于视频皆空数据，5G 告诉率特性可提供有力支持
万物信息互联	广连接	电网超大规模智能终端设备连接需求可以被 5G 广连接性满足
设备电池寿命保障	低能耗	5G 优化通信硬件协议，提升电网设备使用寿命

来源：《电网技术》、德勤研究

5G 特点与智能电网性能高度匹配

基于 5G 的智能电网将充分支持分布式新能源、分布式储能、电动汽车、大功率电动智能机器等各种新型电器进入家庭、商业建筑、工厂和园区，为满足个性化、多样化、市场化的能源供应服务提供连接的桥梁。5G 为电力终端接入网提供了泛在、灵活、低成本、高质量的全新技术选择，为打造更加安全、可靠、绿色、高效的智能电网提供了强大的基础能力。5G+智能电网不仅能够大幅降低用户平均停电时间、有效提升供电可靠性和管理效率；同时可以极大的丰富和扩展电网应用场景，降本增效，助力电网向综合能源服务商转型，为用户提供更好的电力综合服务。在为 用户供电服务方面，其电能质量、响应速度、服务内容均将因 5G 而发生重要变化。因 5G 而全面实现智能电网的有关业务，将大幅提升电力系统的服务质量，基于 5G 的电能质量监测和治理，也将减少因供电引起的故障或失效，用户的服务响应速度也将十分迅捷，新能源报装、电动充电桩报装、电费结算、账单查询、精确到分钟级的用电查询都将十分快捷方便。

1.2 全球及中国 5G+电力行业发展

目前全球已有 42 个国家和地区部署 5G 商用，386 家运营商已宣布对 5G 进行投资，81 家运营商已经推出了一项或多项支持 3GPP 标准的 5G 服务。

标准制定

标准化将确保连入 5G 网络的各个设备和解决方案的互操作性和网络安全。3GPP（第三代合作伙伴计划）是最重要的 5G 标准制定国际组织，重点覆盖交通、能源等重点通信垂直应用行业相关单位。该组织目前已成功吸纳中国移动、中国电信、中国联通三大电信运营商及华为、中兴主要通信设备制造商等来自 40 多个国家的 500 家会员单位。中国电科院（国网能源互联网技术研究院）于 2020 年 4 月成功加入 3GPP 国际标准化组织，标志着电力企业在参与 5G 国际标准制定方面迈出重要步伐。

2020 年 8 月，由中国电信牵头并联合国家电网、中国南方电网、华为、中国移动、中国联通等 5G 确定性网络产业联盟成员单位，以及海内外运营商、设备商等 28 家成员单位提交的 5G 智能电网研究项目在 3GPP R18(第 18 版)标准中成功立项。该项目研究范围包括传统能源系统服务、远程控制、远程保护、计量以及高级计量基础设施、分布式发电、分布式自动化、需求响应、能源管理系统和配电管理系统等智能电网服务。是第一次定义 5G+智能电网端到端标准体系架构，为 5G+智能电网的快速发展奠定标准框架和平台。

商用部署

全球各国高度重视 5G 发展。欧盟将发展 5G 作为构建“单一数字市场”的关键举措，计划 2020 年底在所有成员国部署 5G，重点放在 5G 垂直行业如汽车、医疗及电力领域的应用。美国 5G 发展规划主要围绕美国三大运营商开展，截至目前 AT&T 和 T-Mobile 已宣布实现全美境内的 5G 网络低频段覆盖。美国 5G 规划重点在于建立共通的 5G 软件标准，使之适用于任何 5G 硬件设备，以摆脱对 5G 设备商的依赖；目前考虑使用美国公司包括戴尔、微软、AT&T 作为发展美国 5G 基础设施的主导者。2020 年 3 月日本三大电信运营商相继推出 5G 服务，标志日本正式进入 5G 时代。韩国已经在 2018 年平昌冬奥会期间开展 5G NSA 预商用试验，并在 2019 年 3 月开始商用部署。中国自 2014 年便开始 5G 场景需求的制定、技术研发和测试验证工作，2018 年全面开展 5G 规模试验，2019 年实现 5G 试商用，2020 年实现全面商用。

2020 年是中国 5G 建设的关键年。三大运营商计划年底建成 55 万个 5G 基站，其中中国移动计划目标是 30 万个，中国联通和中国电信计划联合建设 25 万个 5G 基站。然而根据运营商前三季度财报，5G 建网任务现已超额完成，SA 核心网覆盖 31 个省区市所有地级以上城市。据工信部数据，至 9 月底，全国累计开通 5G 基站 69 万个，超过全球总数的 75%，连接用户数超过 1.6 亿，行业应用的基站数超过 3.2 万个，涌现出数据采集和感知、高清视频、机器视觉、精准远程操控、现场辅助、数字孪生等典型应用场景。

图表 3：全球 5G 商用中国稳居领导地位

主要国家 5G 商用进度

	2017	2018	2019H1	2019H2	2020	After2021
第一波  中美日韩，欧洲部分国家	5G 技术研发试验					
			商用			
					大规模商用	
第二波  欧洲大部分国家		5G 技术研发试验				
					商用	
						大规模商用
第三波  亚太，美洲新兴国家			5G 技术研发试验			
						商用

中国领跑 5G

美国 5G 综合实力领先

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 中国已经成为 5G 技术引领者。5G 商业合同覆盖 30 个国家，其中 20 个来自欧洲 中国已经开始使用商用 5G 的城市数量处于全球前列 预计 2030 年 5G 对经济增加值的直接贡献将超过 3 万亿元，对当年 GDP 增长的贡献率将达到 5.8% 2020 年中国 5G 手机出货量预计达到 1.4 亿台，全球占比近 8 成 中国已经启动 6G 技术研发 中国目前 5G 基站占比全球超 60% | <ul style="list-style-type: none"> 目前美国 AT&T 公司实现了 5G 网络全国覆盖，企业用户及个人用户均可接入 T-Mobile 日前宣布其中频 5G 覆盖已扩展至 81 个新城市，并且正在推进一项计划，以在 2020 年底在数千个地方将 Sprint 的 2.5GHz 频谱资产利用起来 2020 年苹果公司推出 5G iPhone，考虑到该品牌在美国智能手机市场近 40% 的份额，预计 2020 年 5G 手机将占美国手机总销量的大约 20% 美国四大移动运营商的 5G 用户数已达 408.2 万户 |
|--|--|

来源：德勤研究

产业落地

2020 年 3 月，工信部与国家发改委印发《关于组织实施 2020 年新型基础设施建设工程(宽带网络和 5G 领域)的通知》，明确提出了重点支持面向智能电网等七大领域的 5G 创新应用。通知指出在面向智能电网的 5G 新技术规模化应用方面，将基于 5G 新型网络架构及智能电网场景，开展 5G 端到端网络切片及资源调度系统研发，研发网络关键设备和原型系统，提供融合 5G 技术的智能电网整体解决方案。

在国家政策指引下，各地纷纷提出了 5G 智能电网建设计划，雄安、内蒙古、云南、海南等地纷纷启动 5G 智能电网建设。以雄安为例，5G 正在与电网工程建设深度融合，现已开展基于 5G 网

络的电力业务适配性试点验证工作，选取配电自动化、用电信息采集业务进行了业务承载性能测试。此外，国内首个基于 SA（独立组网）架构的“5G+MEC（移动边缘计算）”电力保护物联示范工程于 2020 年 10 月在雄安正式投运，核心技术达到国际领先水平。

电网公司是 5G 智能电网技术攻关及工程实践的引领者和主导者。国家电网开展了广泛的 5G 业务研究和应用实践，主要在 5G 智能电网架设、控制类业务如配网差动保护、移动巡检类业务如视频交互上着力。国网青岛供电公司、中国电信青岛分公司和华为公司联合开发的青岛 5G 智能电网项目一期工程于 2020 年 7 月正式交付投产。据报道，此项目既实现了电网对配电线路故障在几十毫秒内自动切除，又通过削峰填谷电源节省 5G 单基站电耗 20%，缓解“功耗过高”这一困扰 5G 运营的最大难题。南方电网也积极开展了试点和应用合作，重点攻克 5G 智能电网的控制类业务如配网差动保护。南方电网与中国移动在广州市南沙区明珠湾区域建立最大 5G 智能电网应用示范区，应用场景达 54 个，目前已完成上线业务 14 个。

与此同时，运营商也加快了与电力行业开展 5G 合作的步伐，进行了一系列 5G 赋能电力行业的实践。实践横跨控制类业务如精准负荷控制和配网差动保护，采集类业务如用电信息采集，以及移动巡检类业务。此外，一些电力设备企业也蓄势待发，积极入场，与通讯设备企业进行深度合作。



二、5G 电力行业主要应用场景

5G 在电力行业主要有四大应用场景，分别为控制类业务、采集类业务、移动应用类业务、以及以多站融合为代表的电网新型业务。在控制类业务中，5G 技术将优化能源配置，避免大面积停电以影响企业和居民用电，同时也将满足于配电网实时动态数据的在线监测应用。在采集类业务中，5G 将推动收集和提供整个系统的原始用电信息。在移动应用类业务中，5G 预防安全事故和环境污染，减少人工巡检工作量，在未来可进行简单的带电操作。在多站融合业务中，5G 技术将推进平台型、共享型企业建设。



图表 4：5G 电力行业四大应用场景

场景	细分场景	5G 赋能	通信需求				
			带宽	时延	可靠性	连接密度	安全需求
控制类业务	1 精准负荷控制	•根据直流损失功率的大小通过精准控制分散海量电力用户可中断负荷，实现电网与电源、负荷互动，达到电力供需瞬时平衡	<256kbps	控制主站到终端时延≤50ms	>99.999%	<1000 个/百 km ²	强安全需求，要求资源独享，物理隔离
	2 配网差动保护业务	•收集终端采样数据和运行信息，通过差动保护算法对故障进行快速响应，若判定为故障发生，断开其中的开关，精确定位和隔离配电网故障。特点是速度快、可动态适应、故障判别可靠	<10 Mbps	业务系统端到端≤15ms，通信系统端到端≤10ms	>99.999%	<1000 个/百 km ²	强安全需求，要求资源独享，物理隔离
采集类业务	3 用电信息采集	•实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和等功能，用电信息采集系统由主站、远程及本地通道、集中器和采集器/电表组成，移动式现场施工作业管控	上行<2Mbps，下行<1Mbps	公变/专变检测、低压集抄<3 秒，精准费控<200ms	>99.99%	<10000 个/km ²	高安全需求，安全加密认证，安全接入区认证，物联网切片，逻辑隔离
移动应用类业务	4 移动巡检类业务	•包含变电站巡检机器人、移动式现场施工作业管控、应急现场自组网综合应用三大场景。监控机房整体环境，预防安全事故和环境污染，减少人工巡检工作量，提高运维效率，针对低速率移动场景，监控整体环境	根据场景不同，要求可持续稳定的保障 4~100Mbps	多媒体信息时延要求小于 200ms。控制信息时延迟小于 100ms	多媒体信息可靠性要求 99.9%，控制信息可靠性要求 99.999%	集中在局部区域 2~10 个不等	
电网新型业务	5 多站融合业务	•提供变电站数据的本地存储与边缘计算能力，网络边缘计算作为云计算的延伸，对内支撑坚强智能电网业务，对外拓展能源服务渠道，助力电力物联网发展，向社会提供资源共享服务	传输带宽 100Mbps～1G，时延 5ms～20ms			集中在局部区域 10~1000 个不等	

来源：全球能源互联网研究院、德勤研究

2.1 控制类业务

电网控制类对通信需求的典型特征是低时延、高可靠、安全性要求高，适合 5G 技术体制下的 uRRLC 应用场景，典型的业务有精准切负荷控制业务和配网差动保护业务。

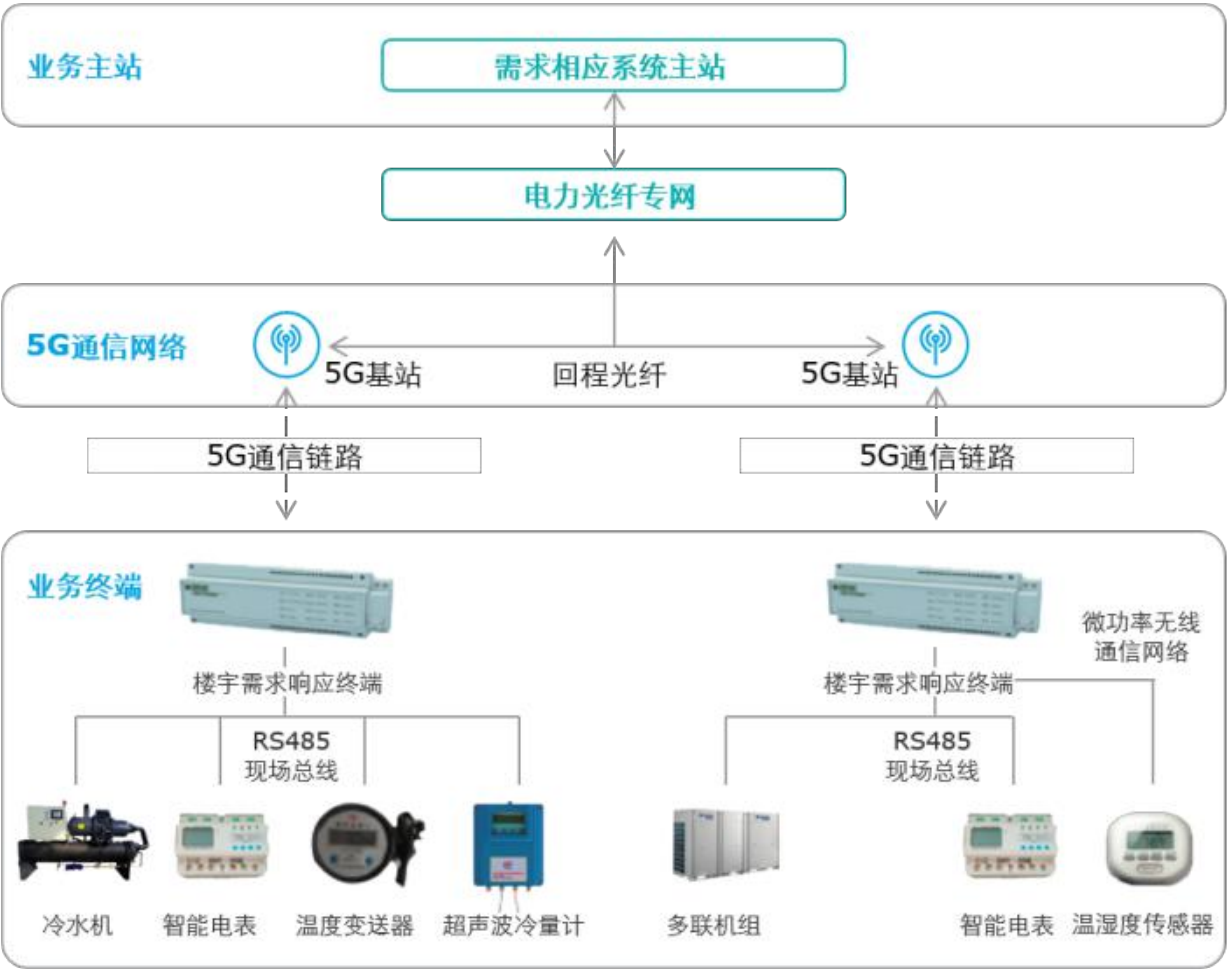
2.1.1 精准负荷控制

(1) 应用场景

精准负荷控制技术是指当多直流馈入电网发生多直流连续换相失败和故障导致直流闭锁、受端电网有功大幅缺额、频率急剧下降时，根据直流损失功率的大小通过精准控制分散性海量电力用户可中断负荷，实现电网与电源、负荷友好互动，达到电力供需瞬时平衡，支撑能源大范围优化配置，避免了大面积停电的发生，将电网损失降至最小，对企业和居民用电的影响降至最低。

基于 5G 通信网络的精准负荷控制系统由业务终端、需求响应终端、通信网络和主站系统构成。其中，业务终端通过本地网络接入楼宇需求响应终端，需求响应终端通过 5G 通信网络接入需求响应系统主站，具体应用场景如下图所示。

图表 5：基于 5G 通信网络的精准负荷控制业务应用场景



来源：全球能源互联网研究院

（2）通信需求

精准负荷控制系统需快速恢复大电网供需平衡、确保电网频率在直流闭锁故障发生后约 650 毫秒内恢复至正常值（50Hz），因此主站至终端的切负荷指令通信通道传输时延不能超过 50 毫秒。精准负荷控制系统整组动作时延越少，恢复电网故障就越快。因此，对通信的时延是越低越好。对通信的需求中，重点强调时延、可用性、安全性、可靠性。具体通信需求如下：

- 带宽：<256kbps
- 时延：控制主（子）站到终端时延≤50ms
- 通信可靠性：>99.999%
- 连接密度：<1000 个/百 km²
- 网络切片：端到端硬切片，独享切片资源
- 安全：强安全需求，要求资源独享，物理隔离
- 授时精度：<10us
- 通信方式：主从方式，永久在线，连续高频通信；

2.1.2 配网差动保护业务

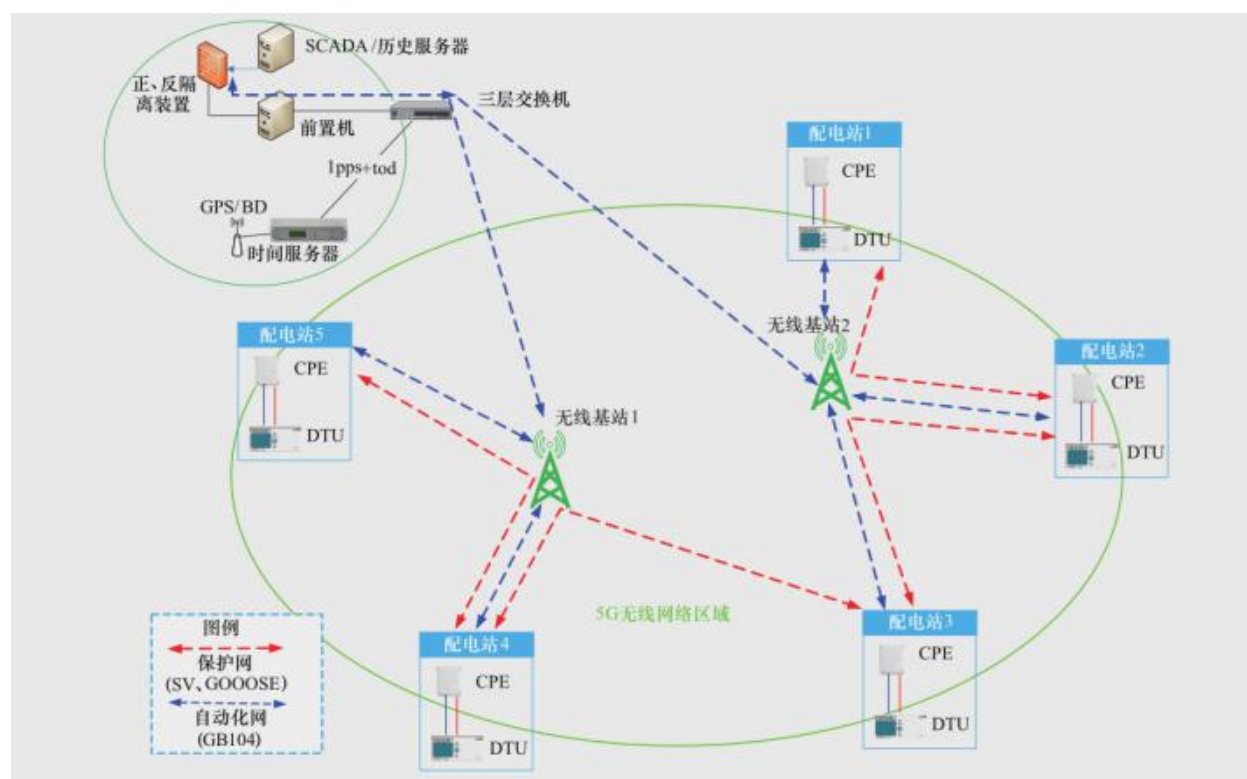
（1）应用场景

配网差动保护技术作为一种在高压输电网中成熟应用的电网技术，可以很好地解决分布电源接入对配电网带来的诸多困扰。其原理是配电差动保护终端比较两端或多端同时刻电流值（矢量），当电流差值超过整定值时判定为故障发生，断开其中的断路器或开关，执行差动保护动作，从而实现了配电网故障的精确定位和隔离。

随着大规模分布式新能源接入配电网，电动汽车充电负荷出现快速增长，用户供需互动日益频繁，配电网的源、网、荷因其更强的时空不确定性呈现出常态化的随机波动和间歇性，配电网的双向潮流、多源故障等诸多问题日益凸显。针对配电网多谐波、强噪声的系统特征，采用高精度、微型化同步相量测量装置（PMU），满足于配电网实时动态数据的在线监测应用。

配网自动化系统一般由下列层次组成：配电主站、配电子站（常设在变电站内，可选配）、配电远方终端（FTU、DTU、TTU 等）和通信网络。配电主站负责对整个配电系统建模、实时监控和时钟同步；配电管理系统负责对整个配电网进行拓扑动态分析，将拓扑变化数据传递给各个 DTU 或 FTU 终端，同时对各终端的差动保护功能动态分析，并决定其保护功能投入/退出状态。而配网差动保护作为配网自动化系统的一个子系统，DTU 和 FTU 负责将各自采样数据和跳闸信息传递给相邻的终端，并收集相邻终端的采样数据和运行信息，通过差动保护算法对故障进行快速响应。其特点就是速度快、可动态适应、故障判别可靠等，具体应用场景如下图所示。

图表 6：基于 5G 的差动保护系统架构



来源：全球能源互联网研究院

（2）通信需求

差动保护对电流差值的判断需基于同一时刻的电流值，要求相互关联的两个或多个差动保护终端必须保证时间同步，其时间同步精度 $<10\mu\text{s}$ ，交互信息的传输时延最大不超过 12ms(peer to peer 的最大时延)，对通信的需求中，重点强调时延、可用性、可靠性。具体通信需求如下：

- 带宽： $<10\text{Mbps}$
- 时延：业务系统端到端 $\leq 15\text{ms}$ ，通信系统端到端 $\leq 10\text{ms}$
- 通信可靠性 $> 99.999\%$
- 连接密度： <1000 个/百 km^2
- 网络切片：端到端硬切片，独享切片资源
- 安全：强安全需求，要求资源独享，物理隔离
- 授时精度： $<10\mu\text{s}$
- 通信方式：多方通信，主从(自动化业务)、设备到设备；永久在线，连续高频通信

2.2 采集类业务

电网采集类业务对通信需求的典型特征是点多面广，有线通信方式覆盖难度大，对通信时延要求不高，适合 5G 技术体制下的 mMTC 应用场景，典型的业务有用电信息采集等。

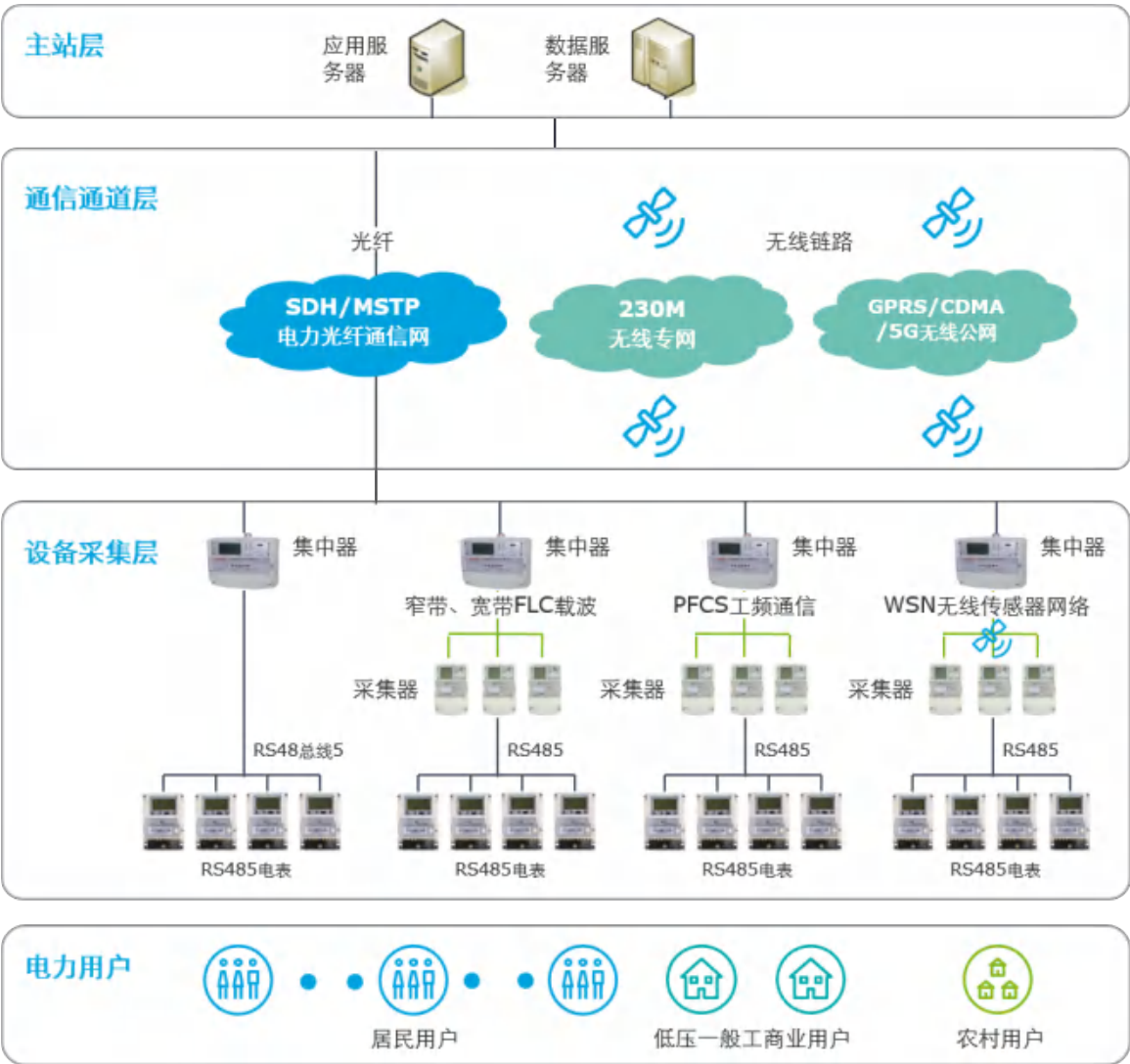
2.2.1 用电信息采集业务

(1) 应用场景

用电信息采集业务可实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管理等功能，用电信息采集系统由主站、远程及本地通道、集中器和采集器/电表组成，用电信息采集的数据流向包括上行和下行两类。上行数据流是指低压工商业、居民用户和公配变用户的电能表数据经过采集器（可选）上传到集中器，集中器经上行通信通道传到用电信息采集系统主站；专变用户电能表的数据上传到专变终端，专变终端经上行通道传到用电信息采集系统主站。终端多部署于楼道、屋檐及小区配电房等，部分位于地下室。

用电信息采集系统在逻辑上分为主站层、通信信道层、采集设备层三个层次。主站层又分为营销采集业务应用、前置采集平台、数据库管理三大部分。业务应用实现系统的各种应用业务逻辑；数据采集负责采集终端的用电信息，并负责协议解析；控制执行是业务终端执行控制操作；前置机用于实现对终端进行通信管理和调度。通信信道层是主站和采集设备的纽带，提供有线和无线通信信道，为主站和终端的信息交互提供链路基础。主要有：光纤专网、无线公网、无线专网、中压电力线载波等通信方式。采集设备层是用电信息采集系统的信息底层，负责收集和提供整个系统的原始用电信息。具体应用场景如下图所示。

图表 7：用电信息采集系统框架图



来源：全球能源互联网研究院

(2) 通信需求

用电数据采集业务根据不同用户的通信速率不低于 1.05kbps，对于负荷控制指令，传输速率不低于 2.5kbps。具体通信需求如下：

- 带宽：上行<2Mbps，下行<1Mbps
- 时延：公变/专变检测、低压集抄<3 秒，精准费控<200ms
- 通信可靠性：> 99.99%
- 连接密度：<10000 个/km²
- 安全：高安全需求，安全加密认证，安全接入区认证，物联网切片，逻辑隔离
- 通信方式：永久在线，频次≤5 分钟/次；

2.3 移动应用类业务

移动应用类业务对通信需求的典型特征是通信带宽要求高，安全性要求高，适合 5G 技术体制下的 eMBB 应用场景，典型的业务有移动巡检类业务。

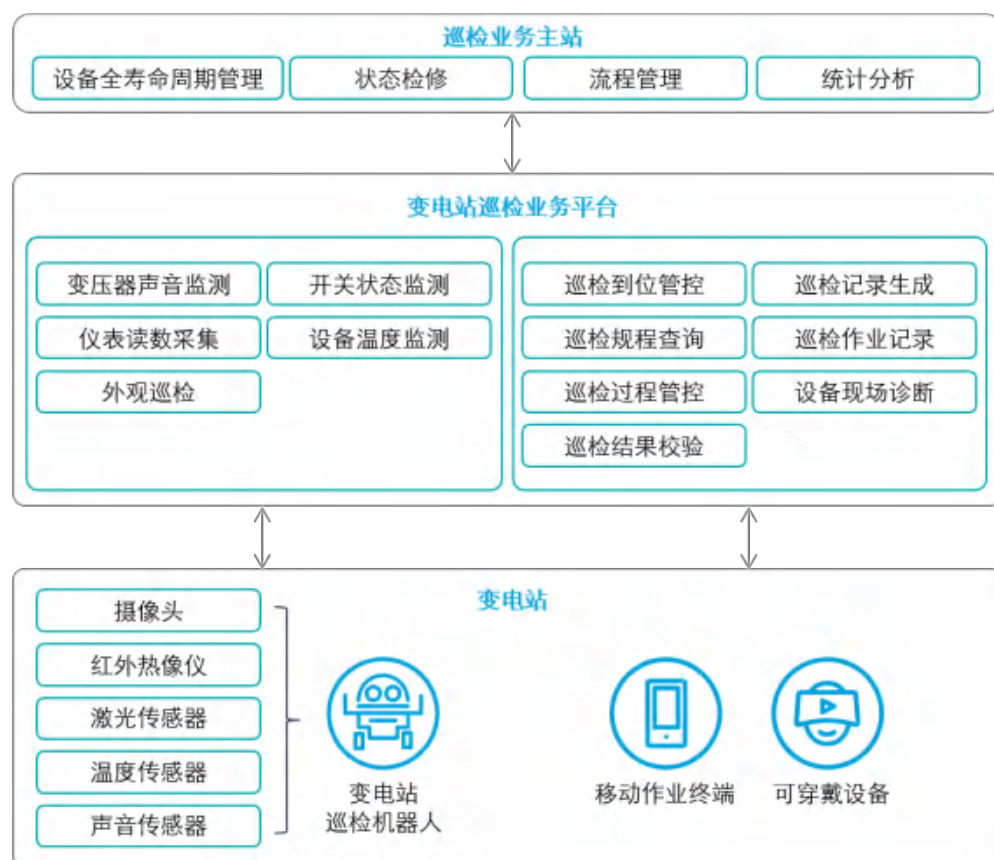
2.3.1 移动巡检类业务

(1) 应用场景

移动巡检类业务主要包含变电站巡检机器人、移动式现场施工作业管控、应急现场自组网综合应用三大场景。主要针对电力生产管理中的中低速率移动场景，对配电柜、开关柜的图片、视频进行采集、识别，提取其运行状态、开关资源状态等信息，监控机房整体环境，预防安全事故和环境污染，减少人工巡检工作量，避免了人工现场作业带来的不确定性，同时减少人工成本，极大提高运维效率。未来可进行简单的带电操作。

变电站巡检机器人业务主要针对场景为 110kV 及以上变电站范围内的电力一次设备状态综合监控、安防巡视等需求，目前巡检机器人主要使用 WIFI 接入，所巡视的视频信息大多保留在站内本地，并未能实时地回传至远程监控中心。主要应用场景如下图所示：

图表 8：移动巡检类业务应用场景



来源：全球能源互联网研究院

（2）通信需求

未来变电站巡检机器人主要搭载多路高清视频摄像头或环境监控传感器，回传相关检测数据，数据需具备实时回传至远程监控中心的能力。在部分情况下，巡检机器人甚至可以进行简单的带电操作，如道闸开关控制等。对通信的需求主要体现在多路的高清视频回传（Mbps 级），巡检机器人低时延迟的远程控制（毫秒级）。移动巡检业务对未来的通信需求包括：

- 带宽：根据场景不同，要求可持续稳定的保障 4~100Mbps。
- 时延：多媒体信息时延要求小于 200ms。控制信息时延迟小于 100ms。
- 可靠性：多媒体信息可靠性要求 99.9%，控制信息可靠性要求 99.999%
- 隔离要求：基本属于电网 III 区业务，安全性要求低于 I/II 区。少量控制功能如巡检机器人需远程操作的控制信息属于 I/II 区。
- 连接数量：集中在局部区域 2~10 个不等。
- 移动性：移动速率相对较低，在 10~120km/h 范围内。

2.4 电网新型业务

电网新型业务是随着智能电网和电力物联网的深入建设而出现的一类业务，这类个性化通信需求较多，缺乏存量业务前期的通信积累，而 5G 技术的出现，能更好地与传统通信方式结合，满足各种电网新型业务的个性化通信需求。典型的业务有多站融合业务等。

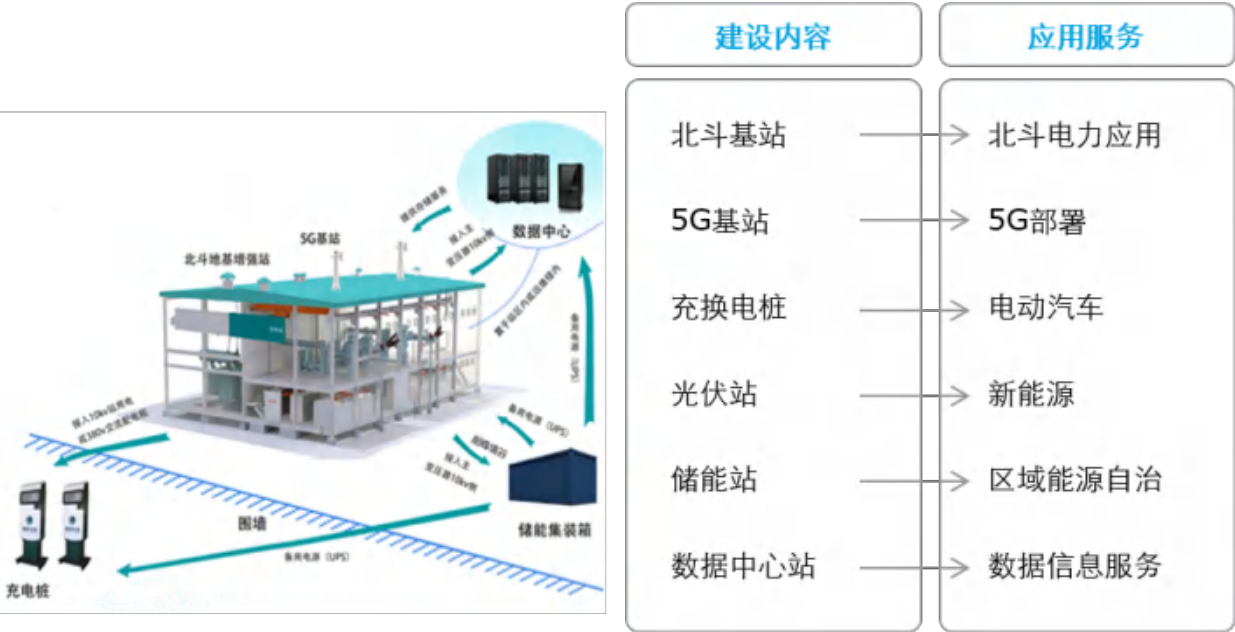
2.4.1 多站融合业务

（1）应用场景

多站融合业务充分利用变电站、新能源场站、储能站、电动汽车充电站、供电营业厅所、抽水蓄能电站等场地环境建设不同等级和应用场景的数据中心站。数据中心站提供变电站数据的本地存储与边缘计算能力，网络边缘计算作为云计算的延伸，通过把云计算平台及其能力迁移到变电站、新能源场站等网络边缘，具备对高带宽、低时延、本地化业务的更强支撑功能，向社会提供资源共享服务。

多站融合是探索利用变电站资源建设运营数据中心站、5G 基站、北斗地基增强站、充电桩、储能站等，对内支撑坚强智能电网业务，对外拓展能源服务渠道，助力电力物联网发展，推进电力企业搭建共享平台，更好的为社会创造价值。典型应用场景如下图所示：

图表 9：基于 5G 网络的多站融合应用场景架构图

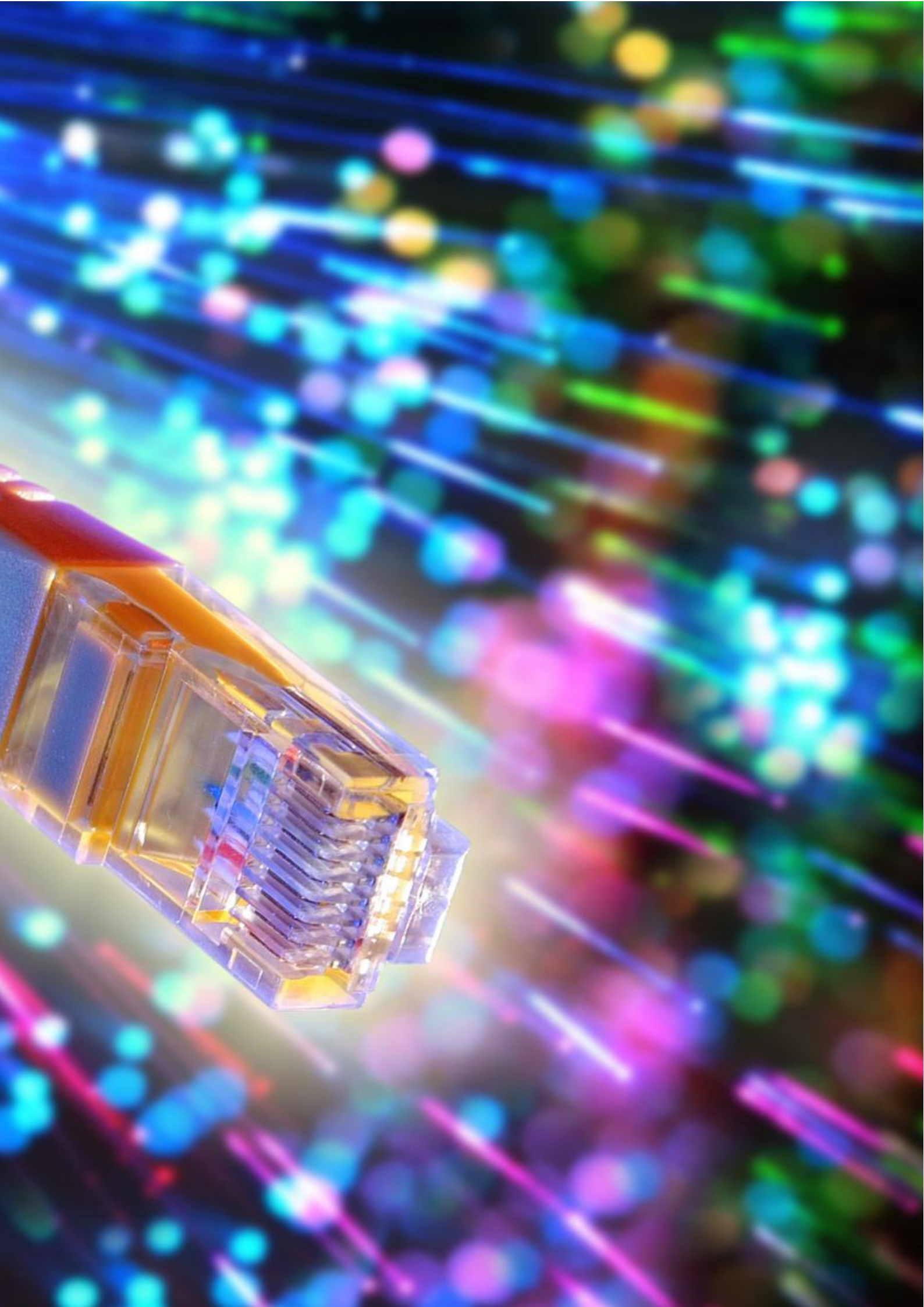


来源：全球能源互联网研究院

(2) 通信需求

基于多站融合和边缘计算技术可以开展的相关业务有车联网、高清视频、AR/VR、智慧安防等业务，对未来的通信需求包括：

- 车联网和高清视频类业务：传输带宽 100Mbps 以上，时延 10ms 以下。
- AR/VR 类业务：传输带宽 100Mbps-1G 之间，时延 5ms 以下。
- 智慧安防类业务：传输带宽 20Mbps 以上，时延 20ms 以下。
- 连接数量：集中在局部区域 10~1000 个不等。



三、5G 电力行业应用挑战

3.1 安全性与电力业务适配性仍需验证

现阶段 5G 垂直行业应用普遍面临 5G 网络覆盖尚不全面、技术成熟度有待提升、应用配套产业处于培育期等问题，电力行业也不例外。5G 网络与 4G 网络相比，可根据业务需求针对切片定制安全保护机制，可基于切片实现用户所需安全分级服务、切片之间的安全隔离，也可实现基于用户虚拟网络的安全部署和安全管理，在网络设计上强化了安全性。但电力系统对于通信网络的可靠性和安全性有着特殊的要求，且 5G 网络切片、核心网下沉、超低延时业务承载、海量连接等网络特征对现有电力安全防护架构及网络管理提出了新的要求。目前，在尚不成熟的 5G 技术和 5G 商用环境下，5G 技术如何满足能源互联网下的电力业务安全需求仍有待验证。



不同主体需要协同配合，明确安全责任边界，同步推进 5G 发展与安全防护。电力企业、网络运营商和设备供应商需要进一步量化网络的技术指标和架构设计，包括 5G 网络切片安全性、业务隔离、端到端业务时延，协商网络能力开放、网络管理界面等要求，以提供满足电力行业多场景差异化的解决方案，并进行技术验证和示范。同时，发挥政府部门、标准化组织、企业、研究机构等各方的能动性，打造多方参与的 5G 安全治理体系。

图表 10：5G 电力行业应用安全风险

安全风险	挑战
终端安全	- 海量终端接入认证安全 - 海量设备连接到网络带来风险 - 即使设备认证标准严格，设备厂商出于降成本的考虑，可能仅满足最低限度的终端安全要求
网络安全	- 差异化安全保护需求：空口侧加密认证与隔离安全 5G 网络切片安全需求：如果没有采用适当隔离机制，当某个低防护能力的网络切片受到攻击，攻击者可以此为跳板攻击其他切片，进而影响电力系统正常运行 - 网络边界安全防护需求：核心网下沉带来的网络边界模糊，难以对边界实施细粒度、高强度防控带来的安全隐患 - 新型商业模式安全需求
应用安全	- 现阶段 5G 切片并非为电力业务设计，使用过程中资源匹配度不高，难以满足电力业务差异化安全保护需求 5G 边缘计算可部署多个应用，共享相关资源，一旦某个应用防护被攻破，将会影响在 5G 边缘计算平台上其他应用安全运行，边缘计算部分附加功能并非电力行业所需，导致电网资源浪费和效率降低 - 应用的产业链不成熟，特别是在终端和模组方面，厂家少、价格高、形式单一、业务适配差，无法满足电力业务应用需求 5G 与电力业务的适配性测试场景较为局限，需要在更大范围内开展测试验证
数据安全	- 数据安全 - 用户隐私需求

来源：德勤研究整理

3.2 找到商用价值与成本的平衡点

5G 的建设和运营成本仍是行业面临的挑战。运营商曾公开表示，5G 的高成本来自“三个 3”：5G 基站数量比 4G 多 3 倍²；单座 5G 基站耗电量是 4G 基站的 3 倍；单座 5G 基站的价格可能是 4G 基站的 3 倍。5G 基站功率更大、能耗更高使得建设成本和维护成本大幅增加——据测算一座宏基站的建设成本（包括主设备、动力配套设施、土建施工、软件费用等）约为 40 万元人民币，单个基站租户年综合电费约为 2-3 万元³。一边是快速扩张 5G 基站的需求，一边是尚不明朗的投资回报和商业模式，企业面临 5G 带来的建设和运维成本压力。

对运营商而言，2C 用户饱和，市场增长放缓；2B 将成为潜在收入增长点 and 主要赛道。对电力企业而言，5G 通信的高速率、高容量、高可靠性、低延时、低能耗与智能电网电力系统可靠性、灵活响应与协同控制、海量数据传输以及电池寿命与保障的基本需求相匹配。5G 能够助力电网智能化，并创造新的商业价值。

在国家推动 5G 超预期提速的背景下，企业找到商用价值与成本的平衡点尤为重要。企业需要选择最有潜力的应用场景，探索共建共享模式降本增效，从而逐步实现从单点突破到多点突破再到行业推广。

3.3 业务模式尚不清晰

“5G+电力”的业务模式尚未成形，企业仍在摸索自身定位以及不同定位下的核心业务模式。

以 5G 网络切片服务为例。电网业务主要分为安全生产类、客户服务类、经营治理类和提质增效类等四个类型。每个类别都有很多不同的具体业务，比如在安全生产中，就包含输电线路在线监测、无人机巡检、智慧变电、配电物联网、配电网保护、短路电流计算分析等多种应用场景。不同业务在时延、带宽、连接密度、同步性要求以及可靠性、安全隔离方面都有不同的指标要求。5G 网络切片在隔离性和安全性上可以满足电网不同的业务安全分区隔离需求：电力控制切片可实现毫秒级低时延，保证配电控制数据和命令的可靠传输；电力监测切片，可实现海量电表数据的采集和无人机等智能设备巡检数据的上传；电力通信切片，可满足电力行业专网的安全通话需求。⁴

目前网络切片的相关研究和落地仍在发展阶段，电力行业应用有三种潜在业务模式。不同模式下，电力企业的角色不同，对其资源和能力的要求也不同。相关企业需要共同探索哪种模式更为可行或找到新的模式（图表 11）。

图表 11：5G 网络切片电力行业应用潜在业务模式

	通信运营商	电力企业
标准模式	• 铺设基础设施 • 提供增值服务	• 根据业务需求租用其中的一片或是多片
混合租赁模式	• 统一建设端到端 5G 网络 • 提供增值服务	• 向运营商租用最复杂、投入最大、维护最困难的运营商基础设网络，包含基站和核心网 • 自建对管理面，满足对网络切片资源的可视化透明管理需求 • 尽可能利用现有的传输专网资源
托管模式	• 提供运维管理服务	• 电力企业拿到 5G 频谱资源 • 自建独立专用、资源专享的 5G 专网 • 利用运营商在网络运营方面的经验和优势，把 5G 专网切片托管给运营商进行运维管理

来源：德勤根据公开资料整理



CUSTOMER SERVICE LEVELS

CHECK FILES

PERSON

SERVICE LEVELS AND STATISTICS



四、从技术到商业

4.1 深度参与标准制定

5G 行业标准化是规模化发展的基础。中国企业牵头提交的 5G 智能电网研究项目在 3GPP R18 中成功立项，为 5G+智能电网端到端标准体系架构奠定基础。中国电科院（国网能源互联网技术研究院）加入国际标准化组织 3GPP，参与标准制定，这将使 5G 技术能够更好地服务于垂直行业。

未来，电力企业可以从标准来源、利益相关者、关键考量因素和后续跟进几个方面思考如何进一步深度参与 5G 技术标准制定，推动 5G 在电力行业应用的标准化。

标准来源：企业可通过多种方式开发新标准，最常见的来源包括：修订先前标准、现有实现编纂和满足新兴需求。为满足新兴需求开发标准要求各参与方达成共识，明确优先满足哪些需求，再围绕这些需求开发解决方案。

技术标准利益相关者：在标准开发工作中尝试包含代表各种最终用户、供应商、技术解决方案专家和标准专家的参与者。

标准制定考量因素：成为标准机构参与者后，标准开发工作便开始了。这包括：从工作小组那里收集需求，确定一套可以相互接受的统一实践，并设计出将成为技术标准基础的技术解决方案，在这个过程中，还应考虑以下因素，以增加成功机率⁵。

- 工程实践：同意并确保在制定技术标准时遵守合理的工程实践
- 市场敏锐：了解标准目标市场的价值，并根据这些价值调整设计决策和权衡
- 细节与多样性：避免尝试编纂高度详细的内容以支持高度多样化的应用，标准中的细节应与服务实践中的多样性相平衡。
- 功能性：将标准支持的落地应用和功能（必需或可选）的数量限制在合理范围
- 延展性：了解标准如何支持厂商和用户的自定义使用，尽可能通过定义明确的扩展点和过程来支持自定义。
- 快速落地：与大型的，由多个部分组成的标准相比，规模较小，范围狭窄的标准成功完成和采用的机会更大。

后续跟进：许多企业错误地认为，一旦制定并发布了某项标准，采用和遵守该标准便会自成体系。事实上，发布后采取的行动在很大程度上影响该标准是否能被广泛采用。企业应积极进行市场宣传、支持互操作性，开发工具帮助供应商的测试开发工作。



图表 12：推动行业标准化关键因素



来源：德勤研究

4.2 选择最具潜力应用场景

5G 在电力行业应用场景多样，我们需要以发展的眼光看待 5G 在不同场景的应用。目前 5G 标准还未完成，网络建设优化需要时间，不同时期的 5G 网络将驱动对不同网络成熟度需求的应用场景。现阶段准确聚焦最有潜力的应用场景成为应用落地成功的基础。德勤从战略意义和市场角度提出以下五个维度评估 5G 电力行业应用场景潜力。

战略意义

- 价值创造潜力：有助于填补能源互联网演进过程中电力行业面临的技术或创新差距，可使企业成为未来价值创造者。
- 政策规划契合度：该应用的发展有相关政策支持，行业可借助政府扶持加速发展。

市场潜力

- 电力需求规模：评估该应用场景的市场规模及增速，可以为 5G 在该行业发展提供广阔的商业化空间。
- 商业可行性：具备数字化基础，对 5G 解决方案需求迫切，且对 5G 网络成熟度的要求符合技术发展现状，适应“以建促用，以用促建”的发展逻辑。
- 颠覆性：该应用具有颠覆性影响，可以满足当前未被满足的需求，或使用户消费习惯产生变革。

图表 13：以控制类和采集类典型应用为例评估应用潜力

	精准负荷控制	用电信息采集
	传统方式为切除整条线路，未来需优先切除可中断非重要负荷，通过细粒度控制降低业务影响，提升用户体验	实现用电信息自动采集、计量易场监测、电能质量监测、用电分析和管控、信息发布、智能用电信息交互等
 价值创造潜力	支撑能源大范围优化配置，优化网络以提升电力传输和供应可靠性	价值创造潜力高，有助于填补智能化电力消费环节的技术和创新短板
 政策规划发展契合度	国家层面推进新基建及“互联网+”智慧能源发展	国家层面推进新基建及“互联网+”智慧能源发展
 电力需求规模	- 配网自动化覆盖率 90%，配电通信网覆盖率 95%； - 户用光伏和电动车接入对配电自动化系统要求提高	- 由于市场取决于连接终端数量级，短期内规模有限 - 长期来看，一旦终端数量级达到规模，新业务将大量涌现
 商业可行性	- 具备数字化基础，需求较为迫切 - 对网络要求为隔离性、延时低、可靠性高，已经开展测试和应用示范	短期内快速落地潜力较低，对连接终端量级要求高，要求网络带宽高、可靠性高
 颠覆性	优化传统电力业务，可避免大面积停电，对用户用电的影响降至最低	可利用信息提供增值服务（如节能、能源交易）并带来用户能源消费习惯变革

来源：德勤研究

4.3 商业模式创新

在由 4G 向 5G 的革新过程中，最重要的变化与其说来自技术层面，不如说在于商业模式。5G 时代的商业模式将由 B2X 模式 (B2B/B2C/B2G) 向 B2B2X 模式转变——即通信运营商在其所构建的 5G 环境中，将某项具有附加价值的服务提供给电力企业，电力企业发挥中心作用并向最终用户提供以前无法做到的新服务。

5G 应用将打通电力行业三条价值创造途径，包括传统电力业务优化，以数据驱动的价值创造，和以用户需求为中心的能源消费升级。

图表 14：5G 打通电力行业三条创造途径

	传统电力业务优化	数据驱动服务	能源消费升级
	价值来源 • 新能源及储能并网 • 供电可靠性和安全性提高 • 资产运营效率提升	• 电力大数据	• 满足多样化的用能需求 • 引导用户消费模式改变
	5G 赋能 • uRRLC 和 mMTC 场景下，实现清洁能源资源评估、分布式储能调节能力评估、发电预测和协调 • eMBB 场景下无人机巡检等	• mMTC 场景下可为电力运营企业或设备企业源源不断提供数据	• mMTC 场景下用户节能减排 • 智慧城市、智慧家居、智慧交通
	商业模式 • 传统商业模式为主	• 出售用能数据、设备运行状态等数据 • 搭建数据管理平台 • 数据驱动创新服务	• SaaS 能效管理平台 • 能源交易平台 • 综合能源供应 • 多站融合

来源：德勤研究

传统电力业务优化

5G 赋能传统电力业务优化主要体现在新能源及储能并网、供电可靠性和资产运营效率三方面。

可再生能源发电的大量并网将给电网的运行、管理带来新的挑战。可再生能源本身间歇性、随机性的特点，给电网功率平衡和运行控制带来困难，其分布式的渗透使配电网由功率单向流动的无源网络变为功率双向流动的有源网络⁶。随着电网设备、电力终端、用电客户通信需求的爆发式增长，5G 技术将支持能源领域基础设施的智能化，并支持双向能源分配，并发展新的商业模式以提高生产、交付、使用和协调有限能源资源的效率。

可靠性方面，5G 独特的可定制化的网络切片技术，可端到端保障电网的高隔离性应用，更好地满足电力网络对“行业专网”的诉求，为智能电网不同业务提供差异化的网络服务能力。比如上述三大类场景应用，就可以在 5G 网络下并行不悖，满足用户对安全性、可靠性和灵活性的多重需求。

资产运营效率提升方面，在变电站机器人巡检等电力生产管理中的中低速率移动场景中，具备大带宽特性的 5G 网络一方面可以对巡检机器人进行移动/飞行控制，在降低人工成本和安全风险的同时大幅提升巡检效率，另一方面还能把高清视频图像及时回传到指挥中心做分析处理，提升运维效率。

数据驱动的价值创造

5G 应用采集类业务场景下，电网企业或电表制造商可以源源不断获取用户的各种能源数据（如用电功率）和与能源系统运行状态相关的数据（如电网电压）。这些一手数据蕴含解释用户消费习惯、生活方式等重要信息，可以为政府部门提供宏观经济预测风向标或在其他跨行业领域产生巨大商业价值。

在充分考虑个人隐私安全的前提下，如果进一步对上述一手用能数据、设备运行状态数据等进行加工与分析，建立大型的数据中心或云平台，可以实现对海量数据的高效管理，并为深度挖掘用户洞察提供基础。

以数据驱动创新服务备受期待。为用能用户、售电企业、新能源开发企业提供创新服务是 5G 采集类业务的重要价值体现，可以在用能特性与潜力的挖掘、能源用量预测分析、能源市场交易等创新服务等方面得到充分应用⁷。

例如，国网大数据中心利用电力大数据打造电力经济指数。电力经济指数利用电力大数据客观、高频的特点，从电力使用的视角反映区域、产业、行业等不同层面的宏观经济发展状况。依托电力大数据分析业务，可以实现跨省市和跨行业电力数据的共享，提升区域产业、行业发展态势的洞悉能力，为政府部门的决策提供数据服务，为行业发展提供支持，为投资提供数据依据⁸。

又如 Google 旗下的 Deepmind 团队预测风机功率，提前 36 小时精准预测风力发电量，帮助风电场运营获得更智能的评估分析⁹。通过减少风电的可变性，可再生能源将变得“足够可预测和有价值”，为风电场运营商提供了更多数据驱动的评估，以满足未来电力的需求，有助于电网实现电力供需平衡。

以用户需求为中心的能源消费升级

以用户为中心的消费升级，一方面要满足用户多样化的用能需求，以用户便利作为商业模式的核心；另一方面还可以诱导性的改变用户消费习惯，提供创新的商品和服务，从而为整个能源系统创造出新的价值。¹⁰

如基于 SaaS 的能效管理平台，对企业、园区、校园等用户的用能状态进行全方位评估，设计个性化节能方案，即降低用能成本，也使得用户的用能行为对能源系统更友好。又如，整合电网、热网、气网等能源网络的生产设备与管网资源，搭建多能耦合的综合能源供应体系，向用户提供整体“用能套餐”，省却用户多家购买的繁琐。

5G 与电力行业融合，是无法由一两家企业完成的。不同企业有各自的资源和能力优势，合作探索核心价值路径下的可行商业模式。

图表 15：5G+电力跨行业合作基础

	5G 商用牌照	5G 标准或专利	无线通信频谱资源	基站站址资源	基础设施规划建设	网络运营	电力用户需求理解
电力企业							
电信运营商							
中国广电							
中国铁塔							
设备供应商							

来源：德勤研究

尾注

¹ 爱立信《The Industry Impact of 5G》<https://www.ericsson.com/en/networks/trending/insights-and-reports/industry-business-impact-of-5g>

² 5G 运维管理应更精细智能，经济日报，2020-08-07，http://www.xinhuanet.com/2020-08/07/c_1126335750.htm

³ 单个 5G 基站年度电费超 2 万，5G 建设成本压力大，运营商怎么办？，新浪科技，2020-08-11，<https://tech.sina.cn/t/2020-08-11/detail-iivhvpwy0436862.d.html>

⁴ 中国电科院李志：5G 网络切片测试结果满足预期要求 应用前景可期，C114 通信，2020-10-30，<https://m.c114.com.cn/w5218-1142586.html>

⁵ Best practice for technical standard creation, MITRE Corporate, April 2017，<https://www.mitre.org/publications/technical-papers/best-practices-for-technical-standard-creation>

⁶ 5G 技术为新能源发电带来的改变，中国能源网，2020-11-13，<https://www.china5e.com/news/news-1103883-1.html>

⁷ 能源大数据技术的应用与发展，能源情报，2019-06-11，https://www.sohu.com/a/319915748_269757

⁸ 市场，电力大数据如何服务社会？国网大数据中心促进数据增值变现落地应用，中能智库，2019-09-10，https://m.sohu.com/a/340136702_777609

⁹ Google 和 DeepMind 运用人工智能预测风电场的能源输出，搜狐，2019-02-27，https://www.sohu.com/a/297915632_485557

¹⁰ 陈启鑫 王毅《能源互联网发展研究》，清华大学

五、联系我们

蒋颖

德勤亚太高级副总裁

电话: +86 21 6141 1098

电子邮件: vivjiang@deloitte.com.cn

郭晓波

德勤能源、资源与工业行业领导合伙人

电话: +86 10 8520 7379

电子邮件: kguo@deloitte.com.cn

张慧

德勤中国合伙人 首席公司发展官

电话: +86 10 8520 7638

电子邮件: jenzhang@deloitte.com.cn

屈倩如

德勤研究高级经理

电话: +86 10 8520 7047

电子邮件: jqiu@deloitte.com.cn

周飞

全球能源互联网研究院有限公司

信息通信研究所 所长

电话: +86 10 6660 1800

电子邮件: zhoufei@geiri.sgcc.com.cn

李炳林

全球能源互联网研究院有限公司

信息通信研究所 通信技术总监

电话: +86 25 8309 5585

电子邮件: libinglin@geiri.sgcc.com.cn

吴鹏

全球能源互联网研究院有限公司

信息通信研究所 无线通信技术负责人

电话: +86 25 8309 5591

电子邮件: wupeng@geiri.sgcc.com.cn

郭云飞

全球能源互联网研究院有限公司

信息通信研究所 高级工程师

电话: +86 25 8309 5586

电子邮件: guoyunfei@geiri.sgcc.com.cn

关于德勤

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构（统称为“德勤组织”）。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为及遗漏承担责任，而对相互的行为及遗漏不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 www.deloitte.com/cn/about 了解更多信息。

德勤是全球领先的专业服务机构，为客户提供审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询、税务及相关服务。德勤透过遍及全球逾 150 个国家与地区的成员所网络及关联机构（统称为“德勤组织”）为财富全球 500 强企业约 80% 的企业提供专业服务。敬请访问 www.deloitte.com/cn/about，了解德勤全球约 312,000 名专业人员致力成就不凡的更多信息。

德勤亚太有限公司（即一家担保有限公司）是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，在亚太地区超过 100 座城市提供专业服务，包括奥克兰、曼谷、北京、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

德勤于 1917 年在上海设立办事处，德勤品牌由此进入中国。如今，德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力于中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家中国本土成立的专业服务机构，由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问 www2.deloitte.com/cn/zh/social-media，通过我们的社交媒体平台，了解德勤在中国市场成就不凡的更多信息。

本通讯中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构（统称为“德勤组织”）并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合资格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何（明示或暗示）陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。