

深圳市电力行业 5G 应用的 标准效益评估报告



深圳市标准技术研究院
Shenzhen Institute of Standards and Technology

2023 年 10 月

前 言

随着经济全球化的快速发展，标准已经成为推动国际贸易、促进科技创新和实现可持续发展的重要手段，标准的经济效益也日益得到国际标准化组织和各国专家学者的密切关注。为了对标准的经济效益进行精确的评估和量化，2010年3月国际标准化组织（ISO）发布了标准经济效益评估方法。该方法论从微观角度就不同国家不同行业中标准对其经济效益的影响进行了定量分析，通过大量深入的案例研究充分证明了标准带来的普遍经济效益。2020年9月ISO发布《ISO战略2030》并倡议各国继续开展标准效益评估研究，展示标准带来的社会 and 经济效益。

我国一直高度重视标准效益评估工作，2011年便开始参与和开展相关工作，委托深圳市市场监督管理局、深圳市标准技术研究院先后翻译出版了ISO标准经济效益评估的两本案例和方法论2.0书籍。大连船舶重工集团有限公司和新兴铸管股份有限公司两家中国企业成功入选ISO标准经济效益评估第二批案例。后续，又作为首个试点国家，在深圳、上海和山东等地开展了ISO非经济效益评估试点工作，并取得了丰硕的成果，为在更大范围内推动标准效益评估提供了良好的经验积累和技术支撑。

2021年6月，ISO在理事会期间提议各国需继续努力研究标准的效益评估，以践行ISO 2030战略的“证明标准的效益 Demonstrate the benefits of standards”的战略目标。为持续参与ISO标准效益评估相关

工作，国家标准委决定，在深圳的数字经济领域开展“标准效益评估”研究试点。深圳市标准技术研究院对代表性、典型性的企业和行业开展调研，选择了“健康码”和“药店智能防疫系统”两个标准化具体应用场景进行研究，完成了《深圳市健康码应用的标准效益评估》和《深圳市药店智能防疫系统应用的标准效益评估》两份评估报告，报告英文版于2022年春节期间在ISO官网正式发布，首次在数字经济领域开展了跨组织标准效益评估，为我国进一步相关工作提供了方法指导和实践参考。

为持续开展数字经济标准效益评估工作，2023年4月在深圳市市场监督管理局的支持下，深圳市标准技术研究院基于深圳市电力行业率先开展5G技术标准创新应用示范，对深圳供电局等单位开展调研，选择电力行业5G应用场景进行研究，完成了《深圳市电力行业5G应用的标准效益评估》报告。

摘 要

本次评估研究运用 ISO 方法论 2.0, 评估 5G 技术与标准应用对深圳市电力行业所产生的影响。通过分析深圳市电力行业价值链, 选取了其中参与度最高的大亚湾核电站运营管理有限责任公司和深圳供电局作为评估对象。评估范围包括中广核集团旗下大亚湾公司和深圳市供电局产业价值链的发电管理、输电管理、变电管理、配电管理和用电管理等环节。

评估结果显示, 5G 标准与技术应用后, 在深圳电力行业的电力管理产生了显著的经济效益、社会效益和环境效益, 且对不同业务环节产生的效益也有所差异。在发电管理环节, 远程操作可减少核电厂工作人员辐照剂量以保障人身安全, 海域活动远程监测降低冷源事故的安全风险; 在输电管理环节, 提升线路巡检效率 11 倍; 在变电管理环节, 提升站内巡视综合效率约 2.7 倍; 在配电环节, 产生的效益显著, 一方面, 大大提高了故障处理效率, 同时每年可减少调度员及巡线人员劳动量达 90600 小时*人次, 虚拟电厂替代燃气电厂后, 按达到削减深圳高峰负荷 1% (200MW) 的效果, 节约土地成本近 10 亿元, 同时替代火电电量具有显著的节能环保效益, 每年可节约标煤 4.07 万吨, 减排二氧化碳 10.8 万吨、二氧化硫 3261 吨; 在用电管理环节, 使得停电影响范围从线路级缩小至节点级, 供电恢复时间由小时级缩短至分秒级, 减少因停电造成较大舆情影响, 兼顾了供电可靠性与公共安全风险。

说 明

《深圳市电力行业 5G 应用的标准效益评估报告》（以下简称本报告）主要编写人员：张旭杰、杨海霞、易晓珊、王益群、李媛红、罗宇民、陈雷、李淳伟、杨舸、刘赖称。

本报告在研究过程中，充分重视数据隐私安全保护，严格遵守《中华人民共和国网络安全法》、《中华人民共和国数据安全法》和《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规要求。特别感谢深圳供电局有限公司和中国广核集团的大亚湾核电运营管理有限责任公司提供的大量素材支持，以及参与访谈的各位专家提供的宝贵智识。

特别要说明的一点是，当前电力行业 5G 应用总体还处于应用试点阶段，我们对 5G 标准与技术 in 电力行业发挥效益价值的认识还是阶段性的，可能会有一定的局限性，后续我们持续深入地开展研究，进一步完善研究成果，欢迎社会各界提出宝贵意见和建议。

目 录

前 言	I
摘 要	III
说 明	IV
一、项目概况	1
1. 背景	1
2. 目的和意义	3
3. 实施内容	4
4. 实施路线与方法	5
5. 实施周期	7
二、标准的效益评估方法介绍	9
1. 标准的效益评估	9
2. 标准的效益评估方法	10
2.1 标准的经济效益评估	10
2.2 标准的非经济效益评估	18
3. 衡量标准影响的基本方法	18
三、深圳市电力行业 5G 应用的标准效益评估	21
1. 深圳电力行业 5G 应用情况	21
1.1 深圳电力行业 5G 技术应用背景	21

1.2 深圳电力行业 5G 应用典型场景	24
2. 评估对象概况	36
2.1 中国广核集团简介	36
2.2 深圳供电局有限公司简介	38
3. 评估对象对标准化的态度	43
3.1 中国广核集团	43
3.2 深圳供电局有限公司	47
4. 价值链分析	54
5. 关键价值驱动因素和评估范围	55
5.1 关键价值驱动因素	55
5.2 评估范围	55
6. 标准在价值链中的应用	56
6.1 标准识别	56
6.2 标准简介	58
7. 选择关键营运指标以确定标准的影响	71
8. 标准效益的定性定量评估	74
8.1 发电管理环节	74
8.2 输电管理环节	75
8.3 变电管理环节	76
8.4 配电管理环节	77
8.5 用电管理环节	79

9. 评估总结	80
10. 结论	81
参考文献	83
附件 1：标准的效益评估调研问卷	84
附件 2：实地调研	89

一、项目概况

1. 背景

2021年6月,ISO在理事会期间提议各国需继续努力研究标准的效益评估,以践行ISO 2030战略的“证明标准的效益 Demonstrate the benefits of standards”的战略目标。为持续参与ISO标准效益评估相关工作,国家标准委决定,在深圳的数字经济领域开展“标准效益评估”研究试点。深圳市标准技术研究院对代表性、典型性的企业和行业开展调研,选择了“健康码”和“药店智能防疫系统”两个标准化具体应用场景进行研究,2021年10月完成了《深圳市健康码应用的标准效益评估》和《深圳市药店智能防疫系统应用的标准效益评估》两份评估报告,报告英文版于2022年春节期间在ISO官网正式发布,首次在数字经济领域开展了跨组织标准效益评估,为我国进一步相关工作提供了方法指导和实践参考。

电力通信网是电力系统的重要基础设施,是确保电网安全、稳定、经济运行的重要手段。随着大规模新能源接入、用电负荷需求侧响应等业务快速发展,各类电力终端、用电客户的通信需求暴涨,海量设备需实时监测或控制,信息双向交互频繁,传统光纤通信专网难以满足海量的采集控制终端接入需求^[1]。因此,具有大带宽、低时延、高速率、广连接、低能耗特点的5G技术应用,能够以更低的建设成本、更快的建设周期,提供近似于光纤通信的通道性能和高可靠性,提供面向电力行业的经济灵活、安全可靠、全方位覆盖的“专用网络”——

—5G 电力虚拟专网^[2]。

深圳电力行业在全国率先开展 5G 技术创新应用示范，其中深圳供电局投资约 1 亿元，利用定制化的 5G 专网级，采用“独立组网+混合组网”相结合的方式，满足电力行业的差异化通信需求。5G 在深圳电力行业中主要应用在控制类业务、采集类业务、移动应用类业务、以及多站融合为代表的电网新型业务中。5G 可以为新型电力系统提供更灵活经济、更安全可靠和低时延确定性的网络通信服务，在电力系统的发输变配用各个环节发挥重要作用。在发电领域，5G 网络低时延、大连接特性可实现发电厂分布式储能调节能力评估、发电预测以及场站运行分析等模块数据实时交互。在输电领域，利用 5G 摄像头、5G 无人机实现输电线路状态监测及视频监控，解决输电线路设备状态数据采集难、管理难、传输难等问题；在变电领域，基于 5G、机器人和无人机协同作业的智能巡视、智能操作及智能安全，可实现站内变压器、开关柜等设备实时监测，及时发现排除设备故障；在配电领域，基于 5G 网络的配电自动化（三遥）、配电差动保护和网荷互动业务，实现配电网更精确、更灵活的智能化控制，保障配电网作业安全；在用电领域，探索基于 5G 的高级计量，推广 5G 集中器的应用，助力实现电能质量高频监测的规模部署，促进优化用电，提升对客户的服务能力。

标准效益评估研究是标准化基础工作，具有重要意义。为响应 ISO 和国家标准委的号召，持续开展数字经济标准效益评估，选择深圳电

力行业具有代表性企业和机构对电力行业 5G 应用场景进行研究，开展深圳市电力行业 5G 应用的标准效益评估，积累数字经济标准化应用案例，为我国进一步开展相关工作提供方法指导和实践参考，同时向国际输出中国最佳实践案例。

2. 目的和意义

本项目的总体目的是以效益提升为导向，从深圳电力 5G 应用场景中选取发挥效益价值较大的业务场景，对深圳电力行业 5G 技术应用现状以及 5G 技术与标准应用创造的综合效益进行分析研究，从而帮助深圳电力总结和输出 5G 应用先进经验及创新管理模式，推动深圳电力业务工作高质量发展，提升深圳电力行业生产管理水平。

本项目开展深圳电力行业 5G 应用的标准效益评估，主要意义有：

- **支撑我国践行 ISO 2030 战略，向 ISO 贡献我国最佳实践案例**

ISO 方法论 2.0 是 ISO 开发的一套用于评价标准的经济效益和非经济效益的工具，旨在通过该方法系统了解标准在不同行业和组织发挥的效益价值。我国非常重视国际标准化工作，也在持续参与 ISO 标准效益评估相关工作。通过本项目研究，将继续支撑我国践行 ISO 2030 战略，向国际输出我国最佳实践案例。

- **帮助深圳电力相关企业管理者及标准的使用者认识到标准产生的效益，以及标准在提高产业发展水平中的位置和作用。**

标准与标准化产生的效益在企业内部并不是直观地反映出来，标

准的作用很容易被人忽视。通过标准实施推广及评价，让深圳电力企业管理者等了解标准在企业研发、采购、生产、管理和服务等各方面的作用，以及对于 5G 技术与产品创新、电力质量管控及效益的影响，从而提高标准化意识。

- **通过标准实施推广帮助企业从多种渠道宣传标准化成果,扩大企业的品牌效应和社会效益。**

开展标准实施推广，将企业在标准实施过程中发现的国家、行业和地方标准存在的问题及时向主管机构和相关部门反馈，将企业 5G 标准应用实施的成果通过新闻媒体、政府平台、ISO 网站、学术期刊等国内外媒体媒介渠道，广泛宣传，为未来标准化工作提供参考和借鉴。

- **进一步使人们认识到 5G 的应用价值，推动 5G 多场景融合应用发展。**

开展 5G 标准的应用效益评估，可以使人们进一步认识到 5G 应用的增值价值，为 5G 在多场景的融合应用提供参考案例，促进 5G 的融合应用发展，推动我国 5G 规模化应用。

3. 实施内容

本项目选择深圳市电力行业，对行业相关企业标准化状况调研、遴选产业链上相关优势企业，开展标准效益评估工作。

本项目开展标准效益评估，评估企业在实际实施标准过程中，对

市场适应性、对技术的推动作用、在提高效率、改进质量、降低成本、节能环保等方面的贡献、以及标准对企业社会环境产生的效益等。

4. 实施路线与方法

标准在企业和产业中的实施应用,一方面将对企业的研发、生产、运营等产生积极正面的影响,如企业技术的进步和产品质量提升——包括产品基本性能、寿命、可靠性、安全性、生产经济性的提升等,也包括抽检达标率提升、产品缺陷率下降等,还有产品执行标准后的销售额提升、市场占有率提升、公司品牌、形象和知名度提升等。标准虽然作为一项行业内普遍适用的规范文件,但由于企业的研发实力不同、技术路线不同,或者标准制定时间较早、经过几年时间的运行已不适用于目前的技术发展水平,再则标准制定时技术路线并不明确而造成标准指标设置不明细等原因,标准在企业中的实施也将产生一些问题。

本项目将通过标准的实施效果调查,来获取标准在企业中应用产生的效果,同时收集标准实施过程中产生的问题、以及对标准的制修订建议。

根据上述分析,本项目的实施路线为开展企业的标准化状况调研、遴选企业实施的标准、评价标准的实施效果,如图 1 所示。

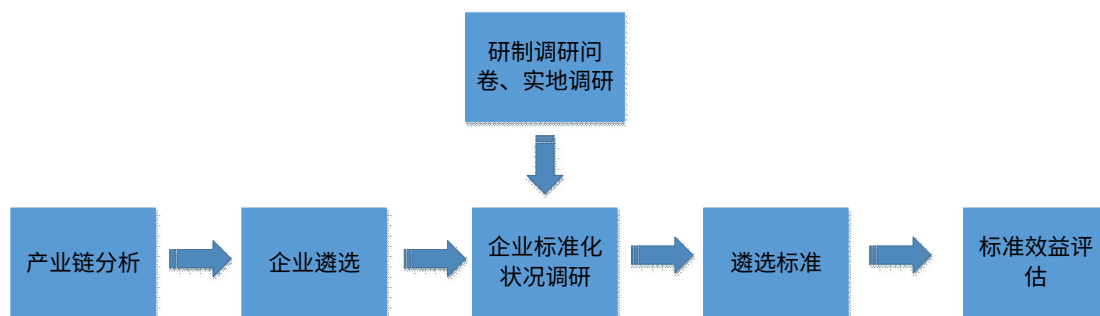


图 1 项目实施路线图

依据项目实施路线，项目组要首先制定了企业标准化状况调研表，主要用于调研和初步了解企业基本情况及标准化状况，包括企业经营基本状况、企业标准化建立概况、企业标准化基础建设、企业参与标准化活动的情况、企业研制新产品时的标准化情况等。

其次，项目组根据电力行业及相关企所属类型及企业的基本情况，重点开展了两方面的调研工作：一是针对发电型企业的调研，主要用于了解企业在发电管理环节中实施标准产生的经济效益；二是针对电力供应企业的调研，主要用于了解企业在输电、变电、配电和用电管理等环节产生的标准效益。

在项目的开展过程中，项目组主要通过问卷调研、交流访谈、资料收集、信息分析、评价、反馈等方式进行企业标准效益评估、成果总结以及宣传推广，如图 2 所示。

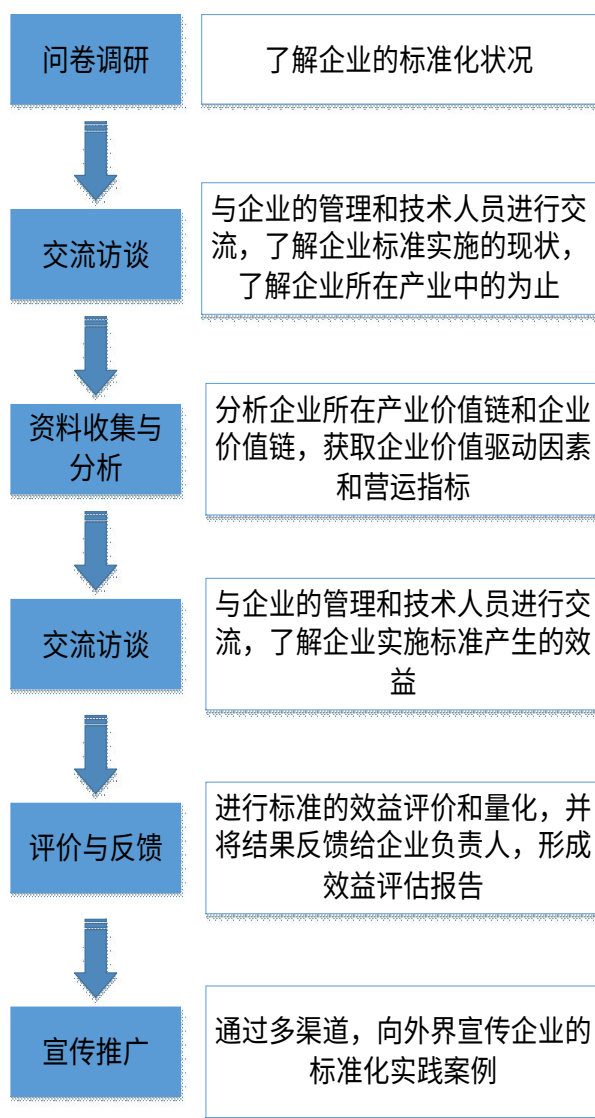


图 2 项目实施方法

5. 实施周期

本项目实施周期为 2023 年 4 月——2023 年 10 月。工作安排见表 1。

表 1 项目实施安排

序号	时间	工作内容
----	----	------

1	2023年3月	启动项目研究，制定工作计划
2	2023年4月—5月	研制调研问卷，启动企业调研
3	2023年6月—7月	资料分析，编制研究报告
4	2023年8—9月	研究报告讨论，修改完善
5	2023年10月	形成报告终稿，宣传推广

二、标准的效益评估方法介绍

1. 标准的效益评估

标准化工作可以降低成本、提高效率，为组织、市场和社会带来可观效益。标准实施产生的效益，国内外已有诸多研究，这些研究表明，标准的发布实施均对国家宏观经济、社会和环境的持续发展、企业和产业的技术进步产生积极影响。根据中国标准化研究院发布的《中国技术标准战略报告》的分析，标准对我国科技的贡献率为**2.98%**；对经济的贡献率约为**1.16%**；对我国综合国力的贡献率为**1.5%**；技术标准的投入每增加**10%**，对综合国力的贡献率就会增加近**0.09%**。统计数据也显示：在德国，标准对**GDP**（国内生产总值）的贡献率为**0.9%**，法国和澳大利亚为**0.8%**。2011年11月ISO发布的《标准的经济效益-全球案例研究》一书中研究发现：标准对企业全年销售收入的贡献率为**0.5%~4%**。2015年6月BSI发布的研究报告显示：标准对英国的经济贡献总额达到了**82**亿英镑，即促进英国**GDP**增长**28.4%**；其次，标准能够提高生产率，促进英国年度生产力增长**37.4%**；同时，标准极大地提高了英国产品和服务的海外销售额，相当于每年额外增加了**61**亿英镑的出口额。由此可见，标准实施产生的效果和影响主要体现在促进**GDP**的增长、经济的发展以及综合实力的提升，也对技术进步、企业综合实力、产业发展等产生积极而深远的影响，并因此带来巨大的经济和社会效益。

2. 标准的效益评估方法

2.1 标准的经济效益评估

对标准效益的研究包含定性研究和定量研究,由于相关数据较少且获取难度较大,早期对标准经济效益的评价通常采用定性的研究方法。之后一些国家标准机构和研究团体尝试开展量化研究,这些研究对标准经济效益的评价的和量化没有采用统一的方法论,不利于各项研究间的对比。

国际标准化组织(ISO)在罗兰贝格管理咨询公司的支持下,制定了一套用以评价和量化标准经济效益的方法论,为各个组织评价标准的经济效益提供了统一准则、指导原则和工具框架。

ISO 方法论的基本范围是评估标准对个体公司的经济效益(即标准对经济价值创造的贡献),该方法论也可评估国家或国际层面目标标准对某个产业的经济影响。同时,这套方法论还可用于描述和量化标准对个体组织的非经济效益,即标准对社会和环境效益的贡献。这里所指的个体组织可以是盈利性组织或非盈利性组织,也可以是公共部门或私营部门。

ISO 方法论的目标包括:衡量标准对组织的影响;提供明确的准则来评估使用标准的效益;为在某个产业领域内开展更多的案例研究以评估标准的经济效益提供指导。

ISO 方法论基于价值链分析法。价值链是指一连串与生产某些输出、产品或服务相关的活动。作业的输出按固定顺序贯穿价值链各个

阶段的活动，并在每个阶段获得增值。价值链中的各阶段可发生在某一公司内部，或也可延伸至供应链网络中相互合作、可能位于不同国家的不同公司。

（一）公司价值链（企业价值链）

公司价值链是指某一公司内部进行的一连串活动。公司的营运可分为多项业务功能，其中每项业务功能都与一组具体的价值链活动相关联。例如，涉及零部件生产和成品组装的活动是在“生产/运营”业务功能中进行。

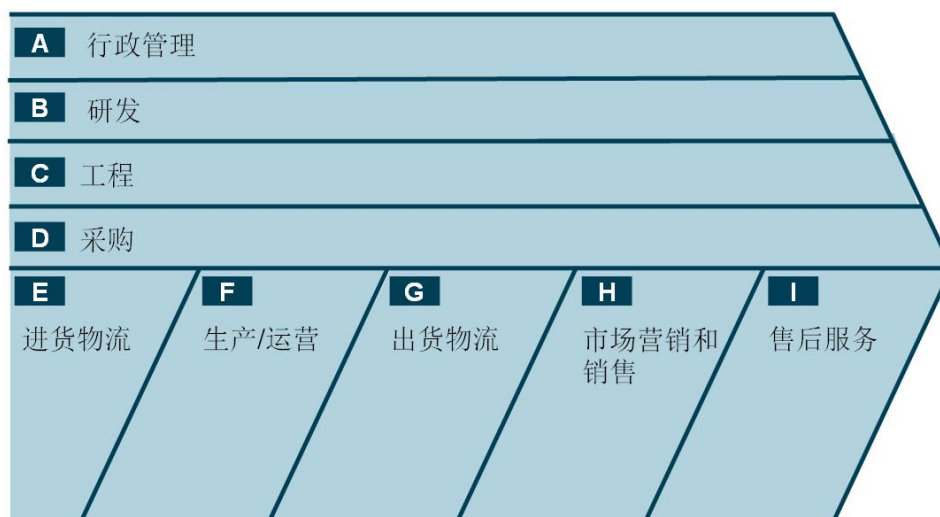


图 3 制造业公司价值链

图 3 是由哈佛大学教授于 80 年代中期开发的模型，该模型源于制造业公司模型。公司分成 9 个业务功能：A-D 为支撑业务功能；E-I 为主要业务功能。该模型也可用于其它类型组织（服务性公司或社会机构），但需要进行适当调整以反映其特定的营运活动。

（二）产业价值链（行业价值链）

当价值链理论的分析对象由一个特定的企业转向整个产业时，就形成了产业价值链。产业价值链模型扩展至整个产业领域的分析，涵盖生产、服务以及供应商和客户网络等各个阶段。

利用 ISO 开发的评价标准经济效益的方法论，评价过程是在通过价值链分析法，了解产业和企业价值链的基础上，分析企业的价值驱动因素和关键营运指标，结合企业所实施应用的标准，采用定量和定性的分析方法，评价标准实施产生的经济效益、社会效益和环境效益。ISO 方法论提供了一套工具，用以支持评价过程、数据采集和计算标准产生的影响。图 4 总结了评价过程中的关键步骤。

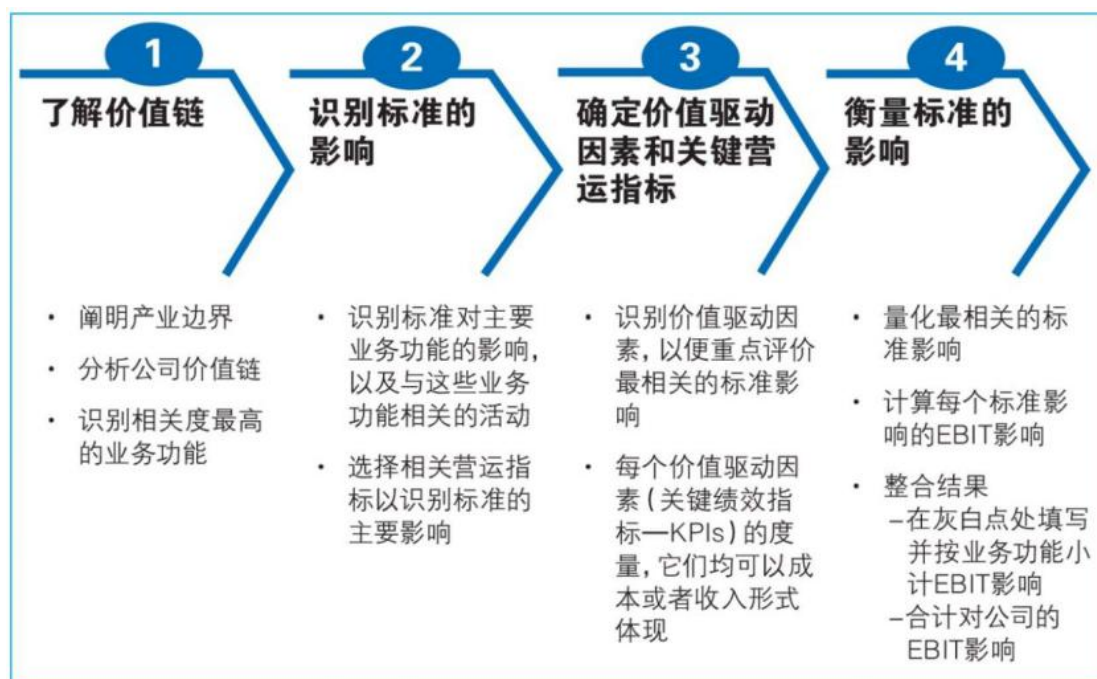


图 4 评价标准影响的关键步骤

以下为 ISO 评估方法的具体步骤：

（1）了解产业和公司的价值链

首先要确定一个产业的价值链和公司在价值链中的定位；其次，

应了解公司的价值链。确定评价范围非常重要：评价范围是覆盖整个公司还是仅限于其一项或多项业务功能？这可能需要对分析过程进行多次调整，直到最终确定范围。评价范围的确定取决于诸多因素，例如公司的规模和复杂程度、评价项目可获得的资源、关键信息的可获取性以及项目组成员的经验等。

(2) 识别标准的影响

标准对不同的业务功能对应的活动的完整影响如下图所示。它用于识别标准在价值链的哪些区域可能发挥非常重要的作用，以及确定标准所产生的影响。标准所示的影响可追溯到价值链中使用了标准的主要业务功能及其他相关活动。

				优先				
活动	标准对活动的影响	影响原因		标准分类				
标准影响图 (按业务功能)								
业务功能	活动	影响	说明	优先级 (1高, 3低)	产品	过程	符合性	参与影响
进货物流	所有活动	更好地传递内部信息	因为使用了标准化的文件和规范, 能更有效地传递关于产品和服务的内部信息	2	X	X	X	
		更好地培训员工	因为产品和服务的相关规范业已标准化, 进货物流人员可以得到更好的培训	3	X	X	X	
		物流更高效	由于供应品种的减少, 进货物流可以更有效地进行	1	X			
	进货物流	更有效地接收供应品	供应品采用标准化的文件、包装、标记或标签使接收更加高效	1	X	X		
	仓储	减少仓储需求	由于很容易获得标准化的产品, 因而仓库中只需存储少量的供应品	1	X			
生产/营运	所有活动	更好地传递内部信息	因为使用了标准化的文件和规范, 能更有效地传递关于产品和服务的内部信息	2	X	X	X	
		更好地培训员工	因为产品和服务的相关规范业已标准化, 生产/营运人员能够得到更好的培训	3	X	X	X	
		更高效地加工	由于减少了非标准化产品品种数, 生产/营运变得更有效率	1	X			
	加工	更高效地装配	由于产品结构模块化, 加工装配更加高效	1	X			
		更优质的设备和供应品	按标准生产的优质设备和供应品, 降低了故障率和校正成本	1	X	X		
	质量保障	更好的质量管理	可以更有效地推行基于标准的质量管理	1		X		
	HSE*	减少与法规的偏差	标准制定过程中施加影响, 有助于减少与法规的偏差	3			X	X
出货物流	所有活动	更好地传递内部信息	因为使用了标准化的文件和规范, 能更有效地传递关于产品和服务的内部信息	2	X	X	X	
		更好地培训员工	因为产品和服务的相关规范业已标准化, 出货物流工作人员可以得到更好的培训	3	X	X	X	
		更高效的物流	产品品种数的减少意味着出货物流可以更有效地进行	1	X			
包装/运输	更高效的包装和运输	因为采用标准化的文件、包装和标签, 使包装和货物运输更加高效	1	X	X			
市场营销/销售	所有活动	更好地传递内部信息	因为使用了标准化的文件和规范, 能更有效地传递关于产品和服务的内部信息	2	X	X	X	
		更好地培训员工	因为产品和服务的相关规范业已标准化, 营销和销售可以得到更好的培训	3	X	X	X	
		更有效的营销活动	如果减少产品品种数, 营销和销售活动可以更有效地进行	1	X			
	市场分析, 研究	更好的竞争对手信息	由于竞争对手的产品规格标准化, 可以更有效地进行市场研究	3	X	X	X	
	营销活动, 客户发展	更好的客户信息	如引用标准, 就可以更有效地与潜在客户就产品和服务规范和要求进行沟通	1	X	X	X	
	签约	更高效的合同协议	明确的公司产品规范和明确的客户需求, 使签署合同协议更加容易	1	X	X	X	
市场营销/销售	销售	更高的销售额	由于客户信赖标准化的产品和服务, 因而销售额会更高	1	X	X	X	
		更加激烈的竞争	由于市场上标准化产品和服务竞争激烈, 降低了市场份额	1	X	X	X	
		缩短上市时间	对于采用标准化零部件的产品和服务, 由于更容易获得相关技术的使用权, 从而将缩短其上市时间和获得更大的市场份额	2	X	X	X	
		参与标准制定过程的收益	公司通过将自己的技术提升为标准和赢得客户, 获得更大的市场份额	3	X	X	X	X
服务和技术支持	客户服务和技术支持	更好地传递内部信息	因为使用了标准化的文件和规范, 能更有效地传递关于产品和服务的内部信息	2	X	X	X	
		更好地与客户沟通	由于产品和服务使用标准化的规范, 您可以更有效地与客户沟通产品和服务信息	1	X	X	X	
		更好地培训员工	如果您拥有标准化的产品和服务规范, 就可以更好地培训服务人员	3	X	X	X	
		更高效的客户服务	由于减少了非标准化产品品种数, 可更有效地进行售后服务活动	1	X			
		减少对咨询服务的需求	标准化产品质量的提高意味着对咨询的需求减少	1	X	X		

图 5 标准影响图：业务功能、相关活动和标准

识别标准的影响,基于列出公司某一业务功能不同阶段使用的重要标准,识别各项标准对公司各项主要业务功能及其相关活动的影响。具体工作如下:

a) 编制公司使用的标准总表或一份基于特定业务功能的标准使用清单;

b) 通过标准影响图,分析标准对主要业务功能及相关活动的潜在影响;

c) 识别出公司价值链中标准发挥了重要作用的核心区域。

(3) 价值驱动因素分析

价值驱动因素是组织至关重要的能力,它将赋予公司更多的竞争优势。很显然,如果评价标准对公司营运的影响与价值驱动因素相关,那么其对价值创造的影响可能远高于其他不存在公司价值驱动因素的领域。因此,人们应当考虑哪些活动对于价值创造是至关重要的,以便识别标准对其是否有影响。如果情况并非如此,公司营运的其他领域可以作为次要的选择来考虑。

营运指标包括完成一项既定任务所需的人力、材料和工艺成本、废品率以及顾客满意度等。为了详细地评价标准产生的影响,应识别出一个或多个营运指标,以便量化这些影响。但是这套指标可能没有覆盖标准对所选定的业务功能产生的所有影响,重点是尽可能地收集接近实际使用标准的那一层次的营运活动资料。最主要的问题可能是“标准的使用是否对完成一项给定任务(如材料测试)所需的人力产

生影响？”如果是，继而产生以下问题，即“由于使用了标准，完成该任务所需人员数发生了何种变化”。

分析公司价值驱动因素，确定与选定业务功能相关的营运指标。

具体工作如下：

- a) 找到受到标准影响和支撑的价值驱动因素和关键活动；
- b) 选择与公司价值驱动因素相关联的营运指标；
- c) 尽可能收集接近使用标准层次的营运活动的资料。

(4) 评价和整合结果

评价过程的目的是以量化的方式（如用营运指标衡量）确定使用标准产生的影响，本评价以财务方式量化标准的影响。即通过标准的使用改变所选的营运指标，使公司能通过降低成本或增加收入，或两者兼有的方法来提升公司所创造的价值。根据营运指标，财务影响可以直接衡量，或者可基于其他公司数据来确定。

例如，采购原材料和零部件的“成本节约”是直接以财务方式衡量的营运指标。此外，“完成产品设计所需人力资源”的减少也是一个营运指标，应依据其他公司数据（如人员的平均成本、项目数量等）将其转换成估算的成本节约。

价值的变化以财务方式表示，用 EBIT（Earnings Before Interest and Tax）作为关键指标。EBIT 表示公司在某特定时间点的总利润，即收入减去成本。

最后，合计所有的相关影响，得出使用标准对公司或所评价的一

项或多项业务功能产生的 EBIT 总影响。

如果无法获得足够的数据或者所获数据不足以进行这种计算，本方法论也概述了几种近似的方法，借助其他组织评价类似业务功能所得的数据来弥补上述不足。



图 6 关联标准和业务功能并计算标准对公司价值创造的影响

量化最相关的标准影响，通过计算每一项标准对息税前利润

(EBIT)的影响确定标准对公司的总影响。具体工作如下：

a) 通过营运指标来量化使用标准带来的影响，并将这些影响按每个所选业务功能分类合并；

b) 将量化的结果转换为财务数据；

c) 合计所有所选业务功能的数据，确定标准的总贡献，用息税前利润来表示。

2.2 标准的非经济效益评估

标准的非经济效益评估过程同样可以采用 ISO 标准经济效益评估的方法论，通过对产业和企业价值链的分析，分析研究价值链中可能产生社会影响力和环境影响力的营运指标，并通过定量的计算，确定标准产生的非经济效益影响量，如标准节省的能源数量、减少的温室气体排放量、环保等级的提升等。

3. 衡量标准影响的基本方法

通常，评价标准的影响通过对比情景 1（未使用标准）与情景 2（使用了标准）的方法来进行。

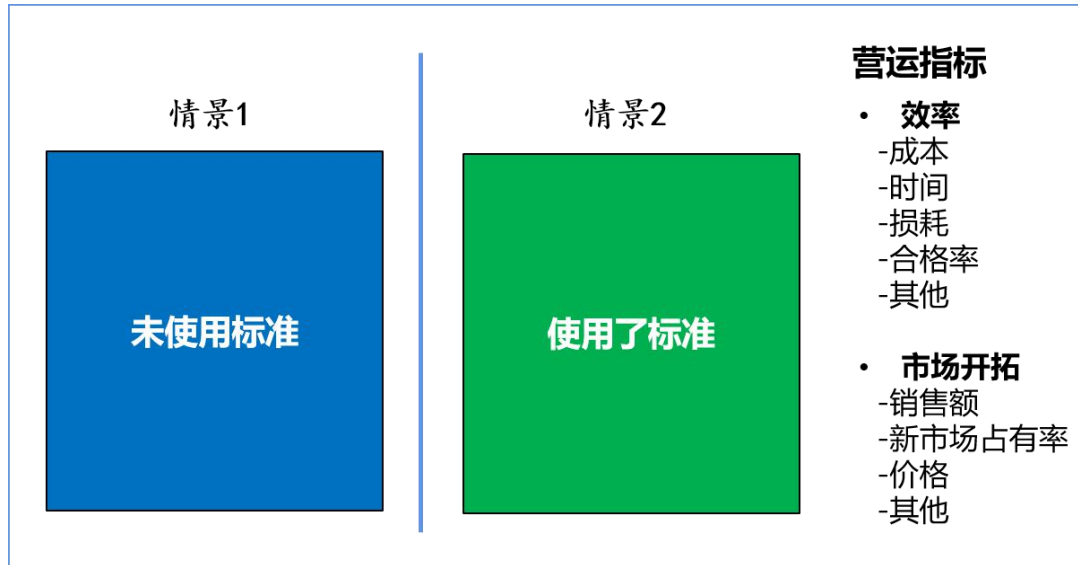


图 7 评价的基本方法

（一）前后比较

评价标准的影响基于前后比较：组织可从情况 1（没有使用标准转）向情况 2（使用特定的标准）转变。在这种情况下，可通过获取某些标准使用前后的公司营运的相关数据，比较和量化标准实施的影响。同样的方法“前后”可以应用到，假如一家公司从使用某一套标准（情况 1）向使用另一套标准（情况 2）转变，例如迁移至一个新版本的标准或另一组标准。

在某些情况下，情况 1 和 2 可以代表时间顺序上的先后情况（时间 1 和时间 2）。然而，当先后情况中的某一时间节点上的数据无法获取时，应取情况 1 和情况 2 较长时间段的平均数来用于计算（特殊情况下甚至几年）。

还有另外一种情况就是可以考虑预测。例如，某些标准尚未被广泛使用，但是可先假设其被广泛使用，并且预测运用该标准后所带

来的的效益（情况 1 为当前情况，情况 2 是预测假设的情况）。以供应零部件为例，这些标准仅一家公司使用；假设这些标准广泛被整个行业使用，使同类供应品的价格降低，人们就会觉察到应用这些标准带来什么样的影响。

（二）并行条件比较

以下是另一种类型的比较：某些特定情况会用标准，例如由于客户需求或为了促进某些市场的销售，但这些标准不会用于其他类似的项目。在这种情况下，情况 1 和 2 之间存在并行关系。

无论是否在案例研究中运用前后比较或并行比较，评价的目的都在于通过比较中应用相同的指标从而识别出这两种情况之间的区别，以确定和量化标准的贡献。同样的方法也适用于一个组织从使用一组标准(情况 1)迁移至使用另一组标准(情况 2)。

（三）假设比较

另一种方法是通过假设“如果....”进行比较。这是先假设没有标准（情况 1）时某些活动/过程是如何开展的，再与应用标准后（情况 2）的形同情况进行比较。这样的比较可以通过采用公司专家的意见，或者同行业内规模相近的类似公司的相同或类似业务功能的数据替代缺失数据来进行比较。

三、深圳市电力行业 5G 应用的标准效益评估

1. 深圳电力行业 5G 应用情况

1.1 深圳电力行业 5G 技术应用背景

随着国民经济飞速发展及人民生活水平快速提高，分布式电源、智能楼宇、电动汽车、充电桩、中央空调等新型负荷持续增长，形成了负荷密度高、峰谷差大、安全裕度小，特性复杂的交直流混联受端城市电网特征；同时供电可靠性是衡量电网发展水平和城市营商环境的核心指标，当前包括深圳在内的国内城市供电可靠性指标距离发达国家几分钟级还存在明显差距。如何在既定网架结构和设备现状下，通过构建新型电力系统控制降低故障停电概率及停电时间，缩小故障影响范围，减少失压用户数，避免影响到重要负荷和民生用户，提升城市电网安全裕度和紧急控制精准度，是调控领域面临重大挑战之一。配电网差动保护、配电自动化“三遥”、虚拟电厂、网荷互动等典型生产控制类业务可以完美应对挑战，但对通信网络的差异化需求极为严苛，定量体现在应具备毫秒级传输低延时及抖动、微秒级高精度时钟同步、分布式局域点对点通信、以及业务端到端隔离与资源保障能力。针对上述差异化需求，传统无线公网承载生产控制类业务的局限性主要体现在四个方面：难以支撑信息采集、同步比对和就地判决时的状态实时同步采集要求；无法适应配电网分布式终端间点对点、点对多点直接通信、拓扑动态变化时的分布式灵活接入要求；无法满足生产

控制类业务动作响应延时短，抖动敏感的低时延精准控制要求；无法实现不同分区电网业务混合传送时的业务高可靠隔离承载要求。

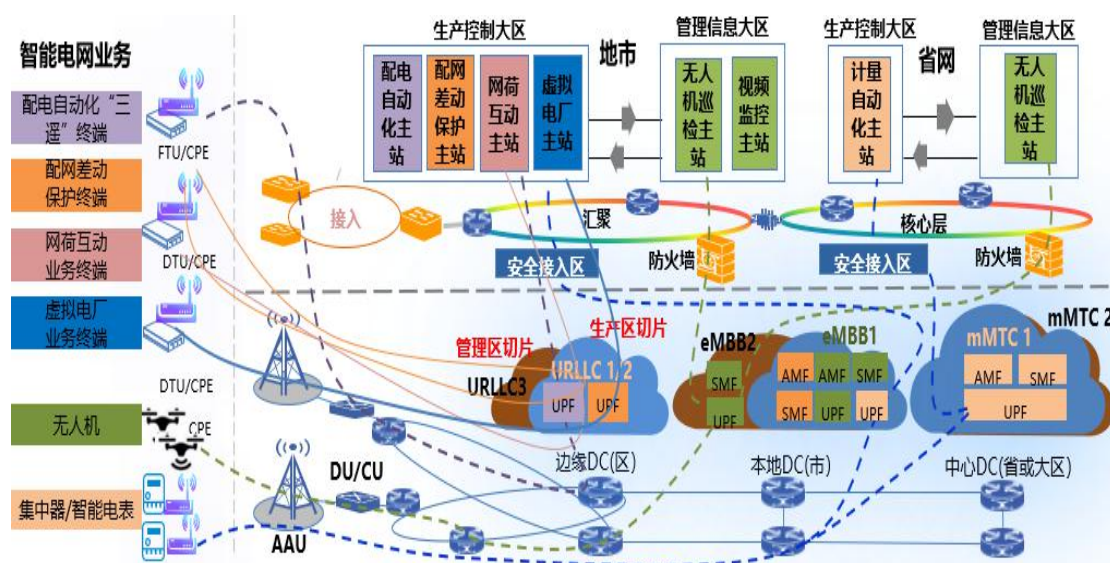


图 8 5G 技术方案总体组网图

为此深圳电力行业创新性地提出“面向配电网生产控制类业务的无线空口高精度网络授时技术”、“面向配电网生产控制类业务的5G局域网透明传送技术”、“面向配电网生产控制类业务的5G网络切片端到端资源保障技术”；研制了5G电力授时CPE、5G电力通用CPE等通信终端设备，5G配网差动保护装置、5G配网安全防护终端等业务终端，并进行现场试点应用，初步实现了新型电力系统的控制类业务和5G技术的融合应用，通过实际应用总结制定了系列国际标准，联合上下游企业共同孵化产业生态等工作，在技术、终端、系统、标准、生态方面持续引领5G在电力行业融合创新。

GSMA 联合中国信通院发布了《中国 5G 垂直行业应用案例 2020》报告。该报告汇集了 15 个中国领先的 5G 行业应用实践，

涵盖工业制造、交通运输、电力、医疗、教育和内容创作等诸多领域，说明 5G 垂直应用在各行各业的发展已经进入快车道。

对于电力行业来说，5G 的推广应用也在逐步加速，南方电网在试点 5G 场景的过程中，充分借鉴其他行业的技术特点，联合并充分发挥运营商的“管道优势”，梳理出迎合 5G 智能电网需求的“十大典型应用场景”，在实际建设中根据明确的分工界面与运营商展开合作。

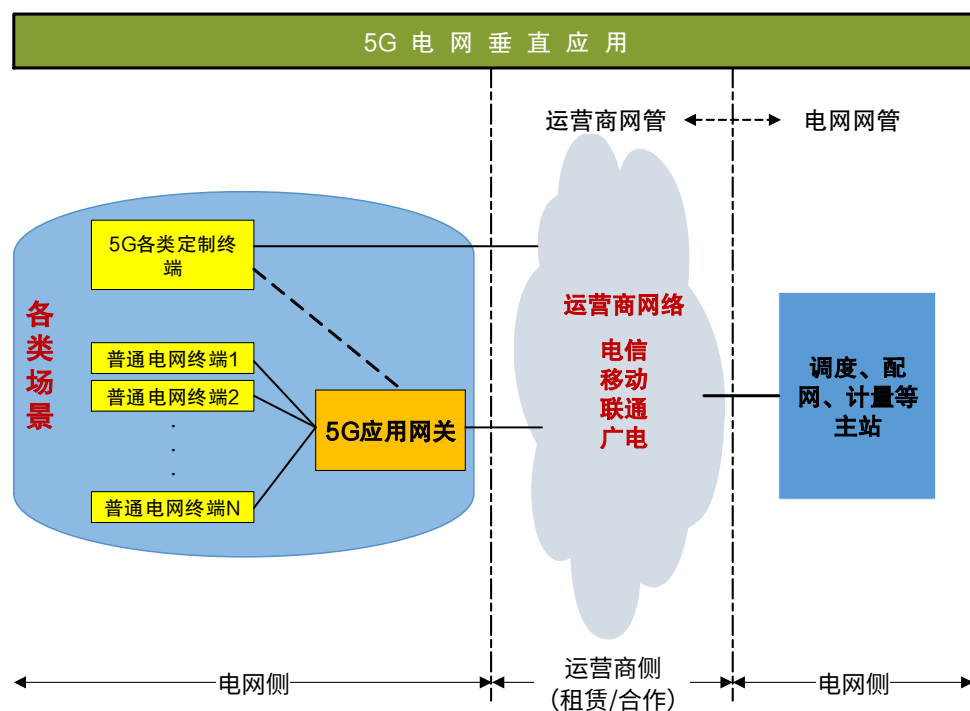


图 9 5G 电网垂直应用图

针对 5G 公网和电力专网混合组网场景，需要一个双向实时、安全可靠、多中心化认证的“全域化、全覆盖”的通信网络管理系统，实现面向 5G 的电力共建共享基础设施资源管理、连接管理、终端管理、切片管理、统计分析等功能，支撑融合 5G 的地区无线接入业务统一

管控及典型业务的统一展示，进一步提升对电力业务及终端的可观、可管、可控能力。

1.2 深圳电力行业 5G 应用典型场景

深圳电网对 5G 承载典型智能电网业务应用场景进行了深入研讨，将“十大典型应用场景”与原有电力网络的进行试点融合，前瞻性地思考网络架构和设备选型，做到分场景、分步骤的引入 5G 技术。总体网络架构如下：

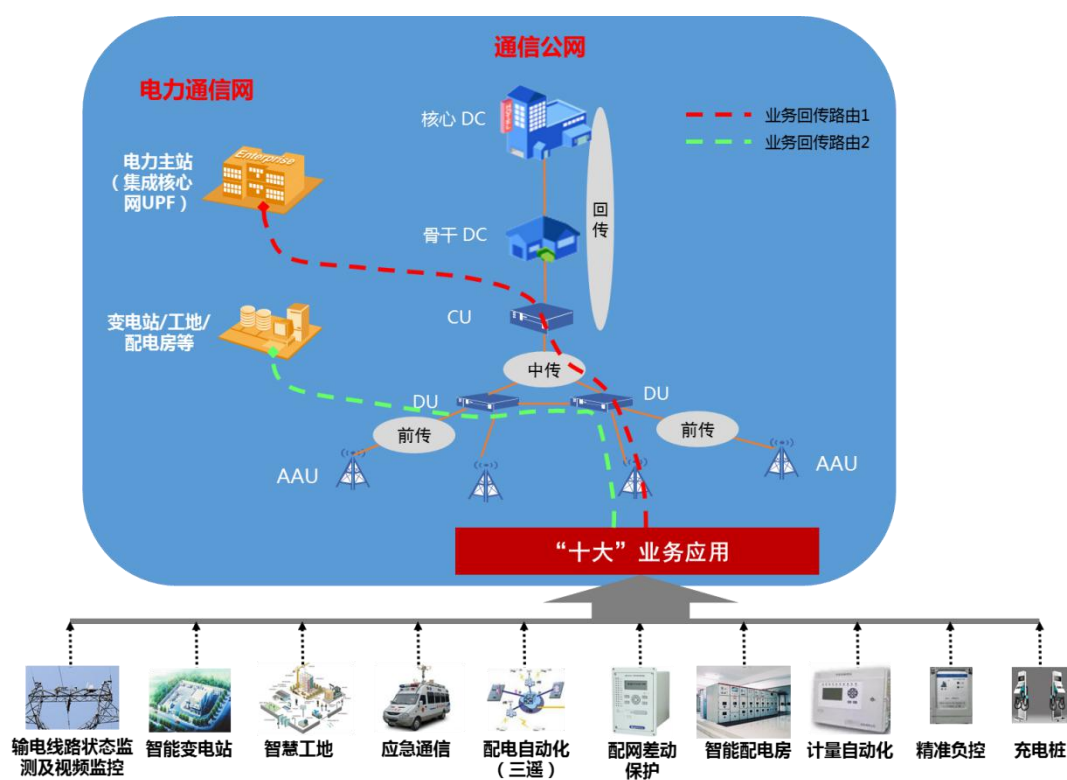


图 10 5G 技术总体网络架构图

电力网络 5G 智能化建设需要依托于运营商通信公网的移动网，其中前传（fronthaul）是指 AAU 连接 DU 部分，中传（middlehaul）是指 DU 连接 CU 部分，回传（backhaul）是指 CU 以上部分。

深圳电力行业涉及 5G 应用包括：核电安全、输电线路状态监测及视频监控、智能变电站、智慧工地、应急通信改造、配电自动化、配网差动保护、智能配电房、计量自动化、精准负控和充电桩共十大场景。目前上述 5G 智能电网应用场景采用了多种方式进行通信，主要包括纤缆直连、公网、NB-IoT、WiFi 等。随着智能电网的发展，后续呈现出分布式部署、实时感知、精准控制、海量连接等特点，随之对网络带宽容量、端到端时延、安全保障、灵活接入等提出了更大挑战。

在电网侧的末端应用方案定址后，业务引流至就近通信公网网络，并通过隔离 5G 切片通道实现回传，网络切片可为电网不同分区业务提供差异化的安全隔离服务，为智能电网的业务承载提供更好的安全保障。所有场景需满足在集成核心网的电力主站内对终端业务的可管可控，部分场景需在站场内同时实现管理控制功能，具体可参考组网拓扑中路由 1 和路由 2 的业务流向。本期建设采用分布式核心网，于深圳主站部署集成核心网的增强型 UPF 设备和 5G 业务综合管理平台，UPF 与运营商核心网对接，实现控制面用户面分离，使得 5G 核心网的业务端口下移，这样有利于灵活组网和精简规模的同时，也可满足下沉后主站的可管可控。

（一）输电线路状态监测及视频监控

电网中的高压输电线路、危险地域、人员不易抵达地域采用无人机、远程监控方式配备高清摄像机等专业设备，通过 5G 无线网络可

将现场采集的视频实时回传至分析中心，代替人工方式对该地域的电网进行信息采集，并通过综合分析减小险情，在提升效率的同时提升电网可靠性。输电线路在线监测系统对架空输电线路设备本体、气象环境、通道状况等进行监测，通过在线监测装置向主站传送数据，实现对架空输电线路运行状况定性或定量分析。

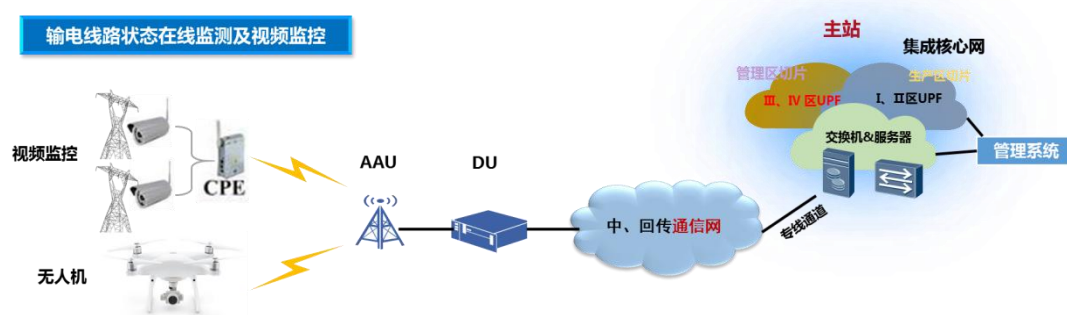


图 11 输电线路在线状态系统图

（二）智能变电站

智能运维需要对全站资源状态、安防等的实时监控，现有的变电站还需增加大量的视频监控布点和巡检（操作）机器人，以实现全站设备状态和实时数据的采集。

现有的视频监控通过布线接入，在未来增加大量布点的情况下运维设计及其复杂，而现有的巡检机器人数据则不能实时回传，所以利用 5G 通信大带宽、低延时的优势，实现变电站与日俱增的巡检机器人等智能化设备接入需求。

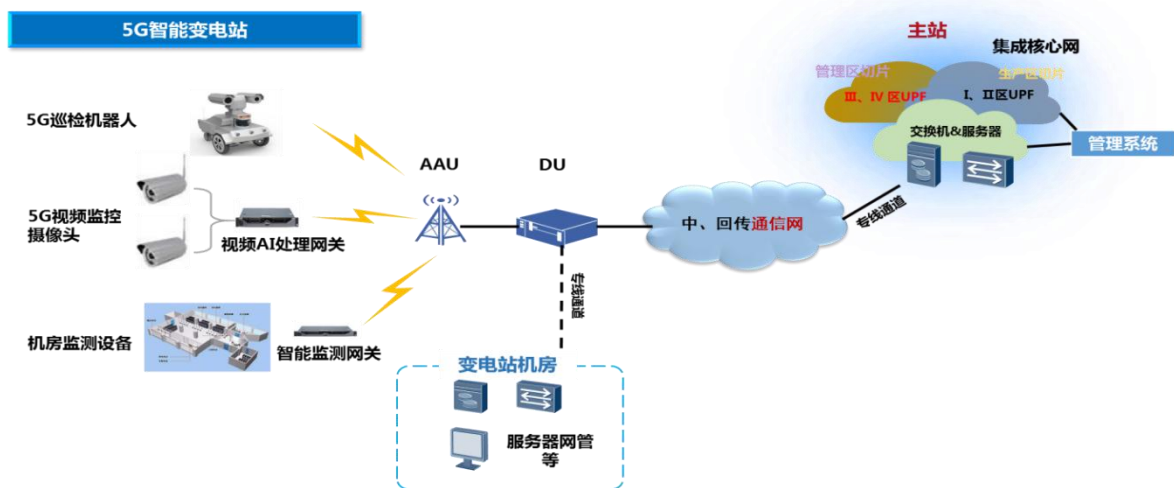


图 12 智能变电站系统图

该场景一般以变电站作为本地站，摄像头、巡检机器人视频数据流和机房监控数据通过移动通信网回传至业务本地站和主站，由本地站进行运维、管理和控制，主站需能调取终端信息。用户终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证场地区域的连续覆盖。

（三）智慧工地

智能运维需要对工地人员状态、刀闸安防等的实时监控，以实现工地人员状态和实时数据的采集和预警。该场景可提供物联网接入、智能终端交互、实时运算、网络智能管理等海量数据采集服务。基于 5G、数字孪生等技术的智慧工地应用，实现三维可视化展示、大数据分析、应急指挥、VR 施工安全培训、环境监测、车辆识别、安全风险等功能。

智能安全帽可对工地人员定位进行实时跟踪，全面掌握人员运行状态，做到危险区预警、安全防护预警、ID 识别、对讲等功能。

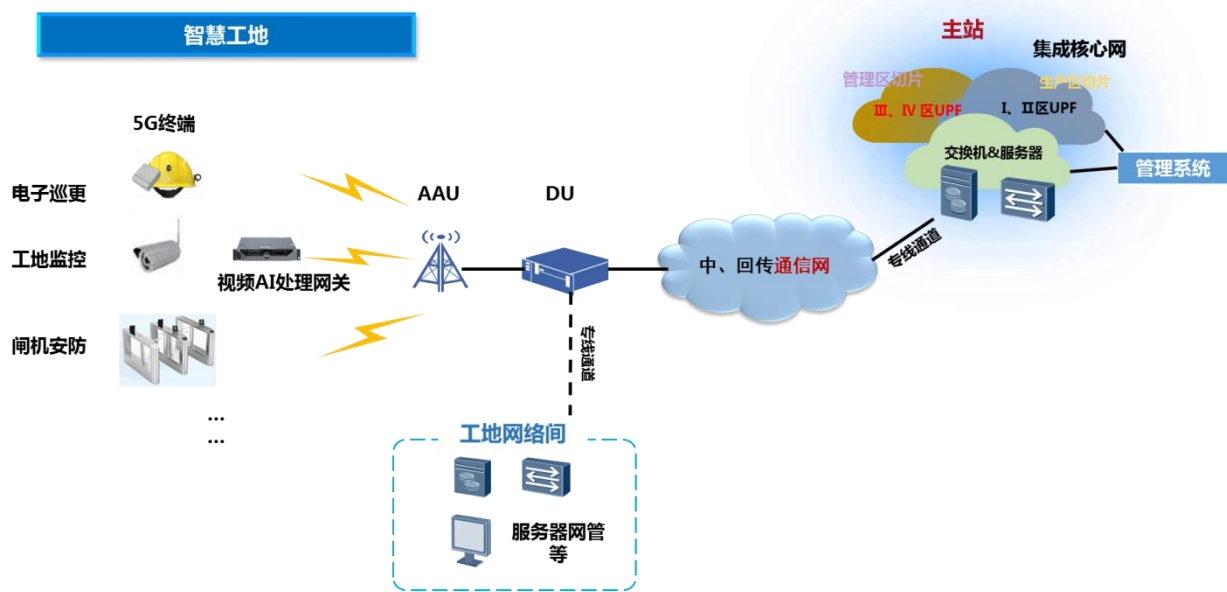


图 13 智慧工地系统图

该场景下利用 5G 摄像头、5G 智能安全帽实现远端图像回传、场内监测和人员追踪，需在目标场地内部署多台摄像头，摄像头按照 N:1 的比例与视频 AI 处理网关对接。要求场内人员佩戴智能安全帽，通过 5G 信号和定位实时追踪人员位置和作业状态。新增或升级闸机安防系统，作为工地安防的第一道关卡，搭配人脸识别、车辆识别等安防功能。

该场景一般以工地作为本地站，摄像头、电子巡更、安防等视频数据流通过移动通信网回传至业务本地站和主站，由本地站进行运维、管理和控制，主站需能调取终端信息。用户终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证场地区域连续覆盖。

（四）应急通信

应急通信车是企业应急指挥通信系统中的重要组成部分。在应对

重要事件、突发事件时，应急通信车扮演极其重要的角色。应急通信车不仅可以实现多种通信网络以及终端的互连互通，还能实现与远程指挥中心的通信。

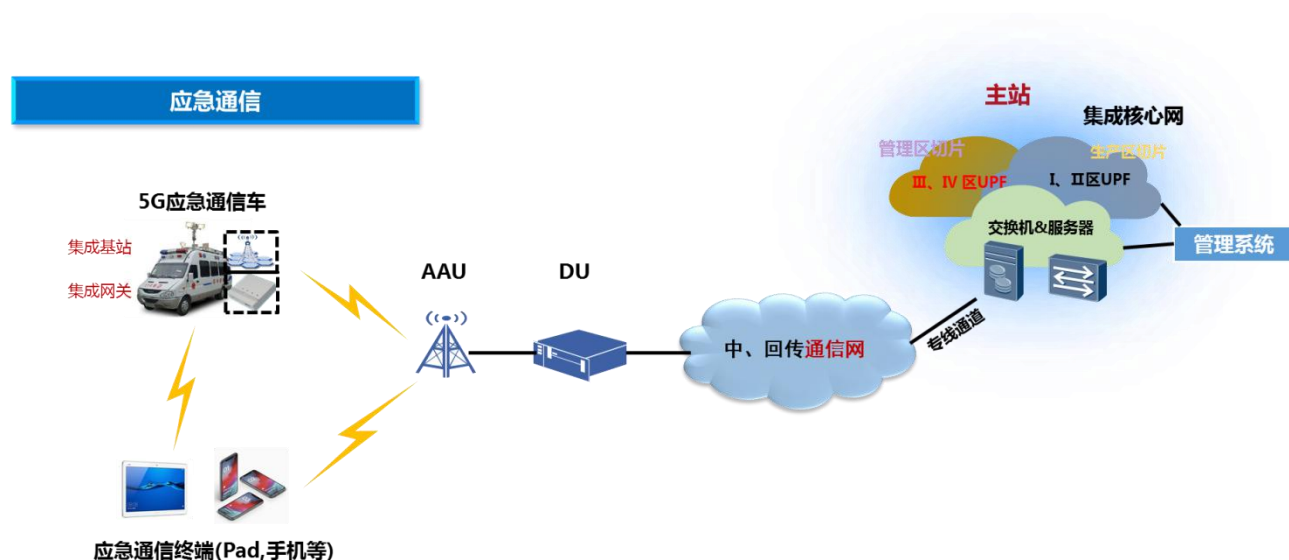


图 14 应急通信系统图

该场景以应急通信车作为网络核心，搭配小型化集成式基站和5G应用网关，在应急需求下，让与主站和业务终端的信息时刻保持畅通，应急通信车、AAU、终端之间通过5G网络进行呼叫连接。该场景应急通信信息可通过移动通信网回传至主站，主站需能够进行应急信息抽取和管理。用户终端需选择就近的AAU基站或应急通信车进行5G信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

（五）配电自动化

随着三遥系统在配电网的位置越来越重要，配电自动化应用需求日益显著。

但是在城区内敷设光纤成本较高，且难以解决配电网点无光纤覆

盖的保护配置问题，而 4G 通信传输带宽、时延指标有限，如需保证通信在通道质量、通道带宽、时间同步上满足要求，亟需引入 5G 通信技术。

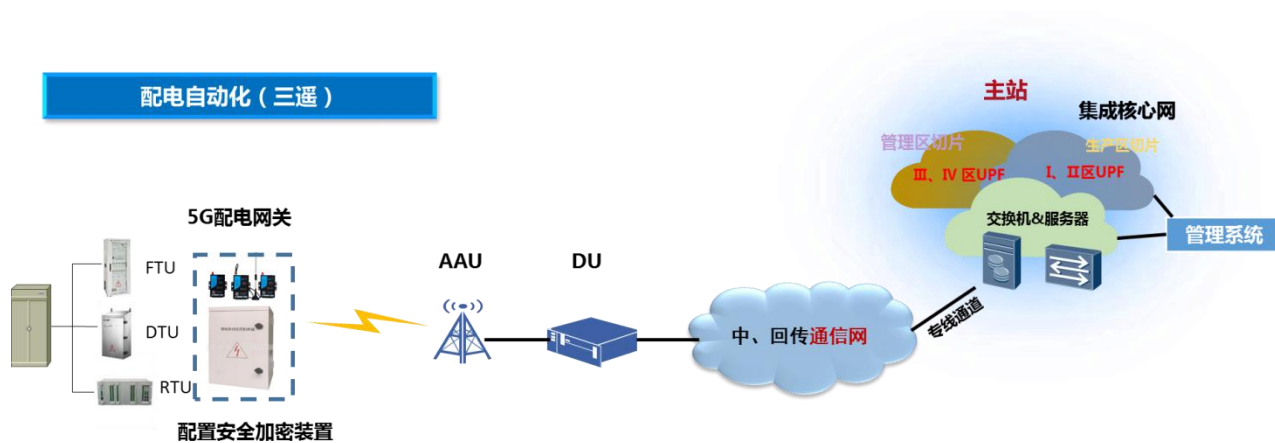


图 15 配电自动化系统图

该场景主要是通过 5G 的高可靠传输特性，快速完成配电环节数据和指令交互，并通过 5G 的广覆盖解决海量终端与主站连接问题。该场景利用 5G 配电网关对配电自动化设备的信息进行汇集处理，经过 5G 网络回传至 AAU，由于配电房通常在负一楼，可选择在网关和 AAU 间增设 CPE，将 CPE 放在户外来作为中继。

该场景配电设备可通过移动通信网回传至主站，主站需能够进行信息抽取和管理控制。终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

（六）配电网保护与控制（配网差动保护）

差动保护把被保护的电气设备连同其线路看成是一个节点，正常时流进被保护设备的电流和流出的电流相等，差动电流等于零。当设

备或线路出现故障时，流进被保护设备的电流和流出的电流不相等，差动电流大于零。通过对差动电流进行判断，进行线路和设备保护；采用 5G 网络的差动保护主要用于分布式新能源和配电网之中。

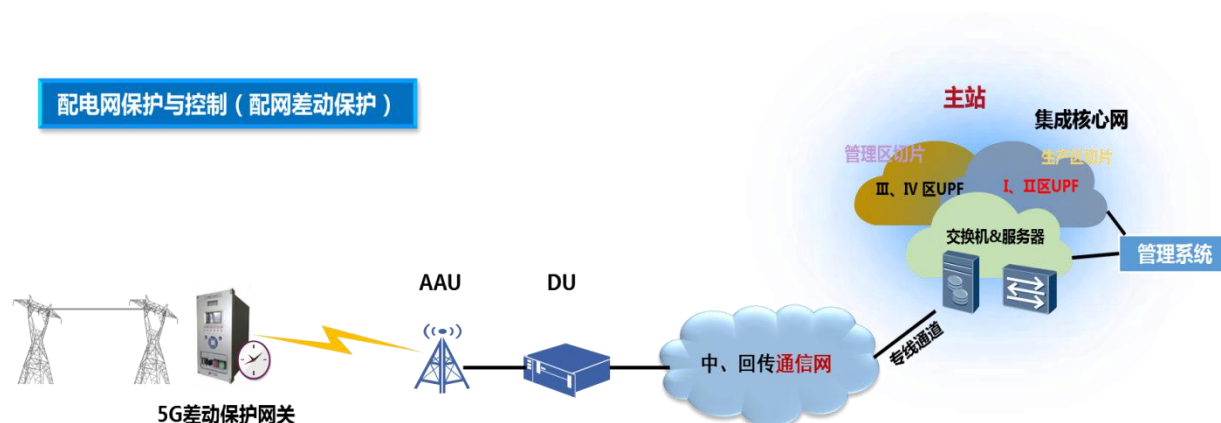


图 16 配网差动保护系统图

目前的差动保护主要采用光纤网络时间，是通过光纤将传输输电线两端的电气量，从而进行比较以判断故障范围，实现故障的精准隔离。但 35kv 以下配网未实现光纤覆盖，且部署场景复杂多样，通过 5G 低时延和高可靠，可代替光纤网络完成差动信息在电网智能终端之间的传输，通过对比电流等参数变化，就地执行跳、合闸操作，实现故障隔离及恢复功能。该场景利用定制化的 5G 配电网关(5G 授时)对差动保护设备的信息进行汇集处理，经过 5G 网络回传至 AAU，可根据需要选择在网关和 AAU 间增设 CPE 作为中继。

该场景差动保护设备可通过移动通信网回传至主站，主站需能够进行信息抽取和管理控制。终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

(七) 计量自动化

当前终端设备、电能表授时机制依赖主站，时间精度不足，无法保证实时同步到电能表，造成大量电能表时钟不准，无法适应未来计量自动化主站的管理需求。

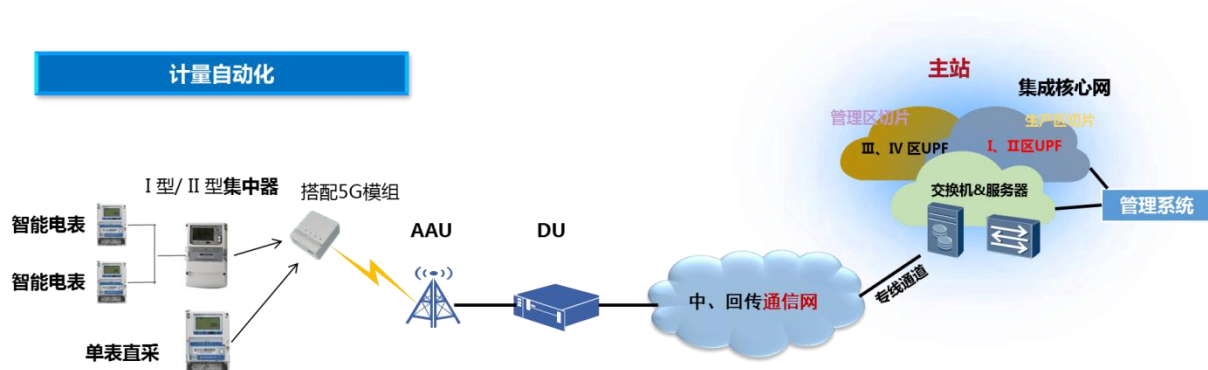


图 17 计量自动化系统图

当前电网主要采用低压集抄方式进行用电信息采集，采集频率低，数据量小；为更有效地实现用户双向互动营销模式，支撑更灵活的阶梯定价，未来计量间隔将从现在的小时级提升到分钟级，每个终端的数据量将达到 Mbps，从而达到准实时的数据信息反馈；同时在产业技术的推动下，未来智能电表，智能插座等直采方式将逐步推广，终端连接数量和目前相比将有 50-100 倍的提升。

高级计量就是各类智能电力终端通过 5G 网络进行通信，传输用电数据。其主要是通过 5G 大连接特性将海量电表数据反馈到电网子站/主站，并通过广泛覆盖的特性解决复杂环境中，部署的应用终端连接问题。

该场景根据需要可直接采购 5G 定制电表搭配 5G 模组将计量信号传送至 AAU，也可将多个电表通过 I/II 型集中器搭配 5G 模组将

计量信号传送至 AAU。通过移动通信网络回传至计量主站，主站需能够进行信息抽取和管理控制。终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

(八) 智能配电房

为提升配电网实时运行信息采集能力，提升配电房可靠性，在配电房侧部署 5G 网关实现可视化，提升装备管控水平，提升运维效率。

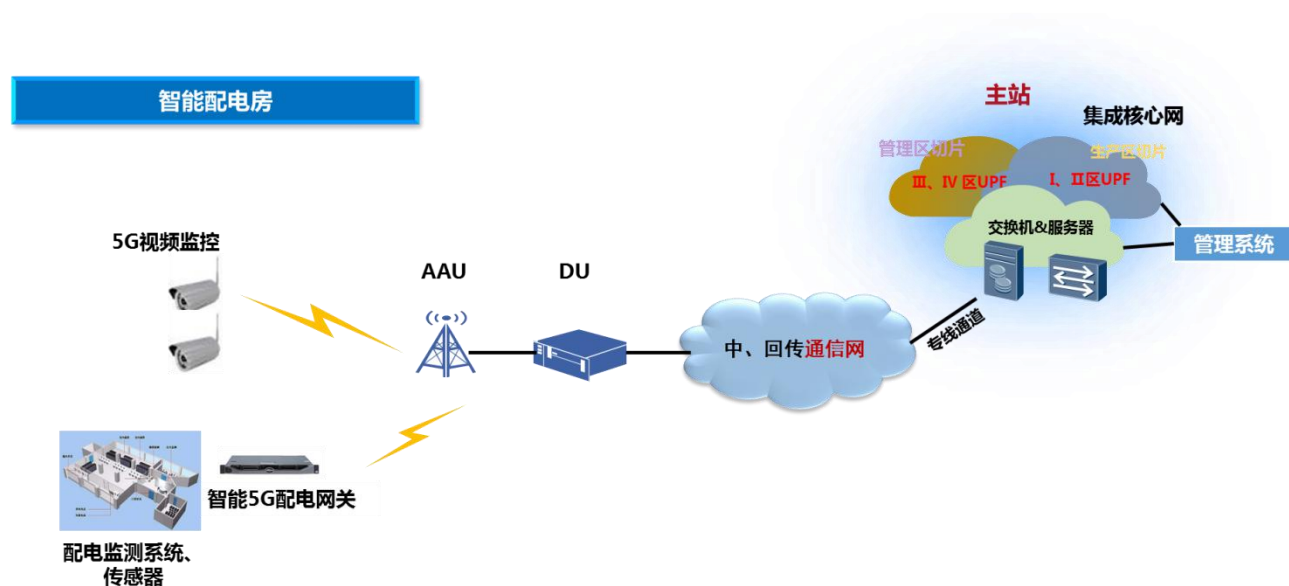


图 18 智能配电房系统图

其场景主要用于配电房日常检测和供电可靠性环节；配电自动化主要是配电网设备的状态监测、安防监控、集抄等，以及配电房内视频监控、各类传感监测。在配电房中各类配电智能设备与配电主站之间通过 5G 网络进行通信，上行状态和数据，下行指令。

该场景利用 5G 配电网关对配电监测和传感器设备的信息进行汇集处理，5G 视频监控可直接与 AAU 互通，经过 5G 网络回传至 AAU，由于配电房通常在负一楼，可选择在终端和 AAU 间增设 CPE，将 CPE

放在户外来作为中继。

该场景配电设备及视频监控可通过移动通信网回传至主站，主站需能够进行信息抽取和管理控制。终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

（九）智能充电桩

充电物联已经成为了一片兵家必争之地，带来的绝不局限于技术层面的改革，而将是整个产业生态的迭代。“智能充电桩”就是链条生态其中一个重要场景。

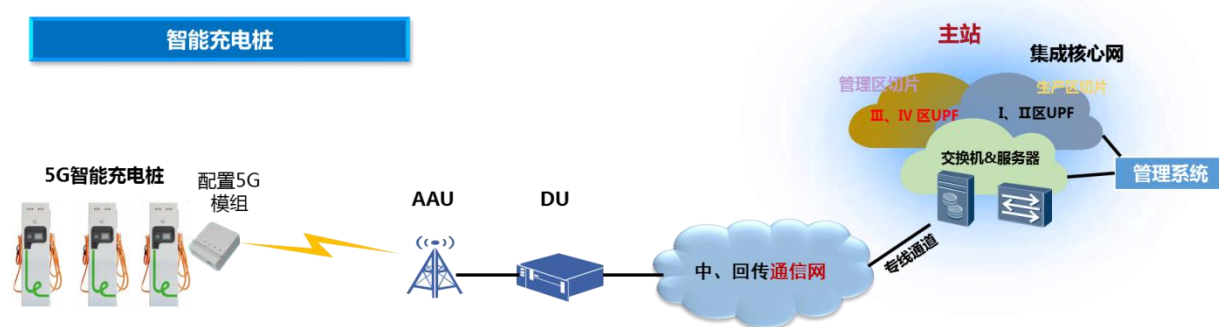


图 19 智能充电桩系统图

目前充电桩通信方式主要有有线方式和无线方式，有线方式主要为有线以太网（RJ45 线、光纤）、工业串行总线（RS485、RS232 总线），无线方式主要采用移动运营商的移动数据接入业务。

该场景利用配置 5G 模组的智能充电桩，直接回传至附近基站 AAU，实现独立传输、独立计费，可选择在终端和 AAU 间增设 CPE，通过 CPE 串联多个充电桩后再统一回传业务。

该场景充电桩数据可通过移动通信网回传至主站，主站需能够进

行信息抽取、管理控制以及计费。终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

(十) 网荷互动系统-精准负控

传统配网由于缺少通信网络支持，通常只能切除整条配电线路。通过精准控制，优先切除可中断非重要负荷，例如电动汽车充电桩、工厂内部非连续生产的电源等。

通过 5G 的低时延、高可靠传输，可快速将配电环节电网负荷信息反馈到控制中心，按照用电客户重要性，进行快速负荷切换，提升供电可靠性。

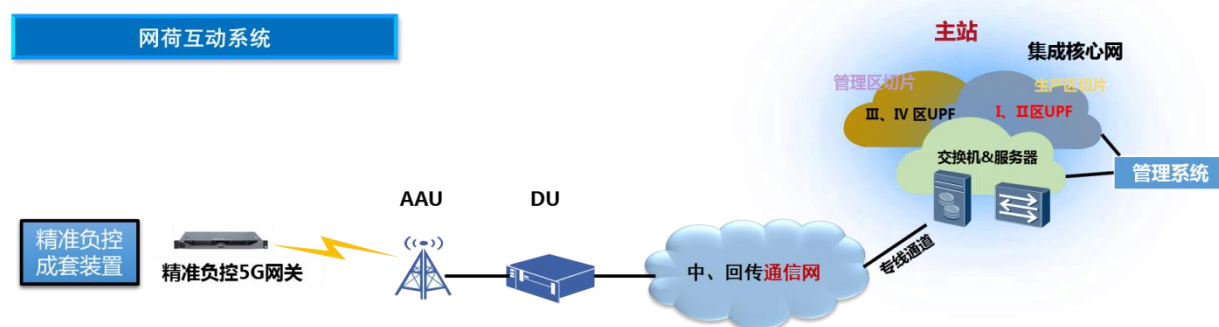


图 20 网荷互动系统图

精准负控系统属于电网 I / II 生产大区业务，要求与管理大区实现业务隔离。

该场景在精准负控装置前端配置 5G 网关，通过 5G 网关将负荷控制信号回传至附近基站 AAU，再通过移动通信网回传至主站，主站需能够进行信息抽取、负荷分析和控制管理。终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证所在区域的连续覆盖。

2. 评估对象概况

2.1 中国广核集团简介

中国广核集团（简称：中广核，英文缩写：CGN），原中国广东核电集团，总部位于广东省深圳市，是由国务院国有资产监督管理委员会控股的中央企业。中广核是伴随我国改革开放和核电事业发展逐步成长壮大起来的中央企业。

中广核以“发展清洁能源，造福人类社会”为使命，经过 40 余年的发展，构建了 6+1 产业体系，业务已覆盖核能、核燃料、新能源、非动力核技术、数字化、科技型环保、产业金融等领域，拥有 2 个内地上市平台及 3 个香港上市平台。

截至 2023 年 5 月，中广核在运清洁电力装机容量超 7700 万千瓦，其中在运核电装机超 3056 万千瓦，国内新能源控股在运装机超 3515 万千瓦，海外新能源控股在运装机近 1200 万千瓦。清洁能源项目覆盖全国 30 个省区，为海外 15 个国家和地区提供清洁电力。

中广核自成立以来，以“安全第一，质量第一，追求卓越”为基本原则，深入践行“严谨细实”的工作作风，在成功建设大亚湾核电站的基础上，形成了“以核养核，滚动发展”的良性循环机制，建立了与国际接轨的、专业化的核电生产、工程建设、科技研发、核燃料供应保障体系。

大亚湾核电运营管理有限责任公司（简称“大亚湾公司”，英文

缩写“DNMC”) 隶属于中广核，成立于 2003 年 3 月，是中国首家专业化核电运营管理公司。大亚湾公司运营着大亚湾核电基地的大亚湾核电站、岭澳核电一期、岭澳核电站二期共六台百万千瓦级核电机组，年发电能力超过 450 亿千瓦时，其环保效益相当于每年种植 10 万公顷森林^[3]。大亚湾公司致力于成为世界核电运营行业的标杆，坚持“安全第一、质量第一、追求卓越”的基本原则；践行“严谨细实”的工作作风；遵循“安全质量为根、技术管理为魂、敬畏制度程序、崇尚工匠品行”的企业精神。大亚湾公司不断吸收国际先进的核安全管理经验，并结合自身 100 余堆年的核电运营管理实践，构建具有大亚湾特色的 DYB UeM 管理模型，为国内外提供可供移植的核电运营“大亚湾方案”。

中广核集团在申报的广东省重点领域研发计划“基于 5G 网络的智慧核电应用研究与示范”项目中，联合广东省新一代通信与网络创新研究院、南方科技大学、中国联通、工业和信息化部电子第五研究所等单位，围绕大亚湾核电生产中作业管控、人员管理、应急救援、剂量监测、冷源监视等方面的重点问题，开展面向核电行业的 5G 专网组网和技术应用示范研究。项目基于 3GPP 及电信领域的 5G 标准，开展核电站专用的 5G 专网建设，研发针对核电行业的特殊 5G 应用终端和专用时间敏感网络设备，探索基于 5G 专网的人员与生产设备状态监测、实时风险预警与高精度作业预测、人机协调与远程作业指导等场景应用，在兼顾信息安全的同时，实现 5G 与核电的智慧

融合，助力核电安全水平与运营业绩提升。2022年，大亚湾核电运营管理有限责任公司参与的“中广核大亚湾核电5G+智慧核电项目”在世界5G大会“会+展+赛”的重要组成部分的“2022年5G融合应用揭榜赛”中获得三等奖。

2.2 深圳供电局有限公司简介

中国南方电网公司属国务院国有资产监督管理委员会监管的中央企业，是关系国家安全和国民经济命脉的特大型国有重点骨干企业。2021年8月，名列《财富》世界500强排行榜第91位。

1979年，南方电网深圳供电局伴随着深圳改革开放的步伐正式成立。2012年，在南方电网公司的部署下，正式注册为深圳供电局有限公司，成为南方电网公司直接管理的子公司（南方电网二级公司），给予深圳供电局更高的改革发展和服务深圳的使命任务。2015年底成立董事会，进一步完善现代企业治理。

深圳供电局承担着深圳市及深汕特别合作区的供电任务，供电面积2421平方公里，供电客户333万户；资产总额552.54亿元，共有员工5020人；2020年营业收入563.8亿元，工业总产值562.5亿元。深圳电网是我国供电负荷密度最大、供电可靠性领先的超大型城市电网之一。2020年最高负荷1913万千瓦；供电量944.8亿千瓦时；售电量923.4亿千瓦时；客户平均停电时间（低压）0.41小时/户，达到世界领先水平；中压（0.48小时/户）在全国主要城市率先进入半小时圈，首次排名全国主要城市第一。2019、2020年

连续两年在国家营商环境“获得电力”评价中名列第一。供电服务连续 10 年位居深圳市 40 项政府公共服务满意度第一位^[4]。

近年来，深圳供电局成功应对超强台风、特大暴雨等自然灾害侵袭，圆满完成党的十九大、庆祝中华人民共和国成立 70 周年、深圳经济特区建立 40 周年、建党 100 周年和大湾区中秋电影音乐晚会等重特大保供电任务，切实履行了央企责任。积极投身改革，认真落实全国首个输配电价改革试点任务，积极开展了前海增量配电网混合所有制改革，并成为全国唯一一家纳入国务院国资委国企改革“双百行动”试点的供电企业。

深圳供电局将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记关于国资国企改革发展和党的建设重要论述及关于广东、深圳重要讲话、重要指示精神，以融入和服务深圳“双区”建设、综合改革试点实施、前海全面深化改革为总牵引，以改革创新为根本动力，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，坚持系统观念，奋力实现“四个走在全网前列”、做到“中国第一、世界最好”，打造成为全国供电局的标杆和示范，努力在 2025 年全面建成具有全球竞争力的世界一流企业。

5G 已成为全球新一轮科技革命和产业变革的代表核心技术之一，是实现国家数字化、万物互联、人机交互的战略性通信基础设施。随着智能电网数字化转型和南方电网“数字南网”建设战略的提出，迫切需要构建经济灵活、双向实时、安全、可靠、低成本、全方位覆盖

的“泛在化、全覆盖”终端通信接入技术。并且，深圳供电局对 5G 承载典型智能电网业务应用场景进行了深入研讨，将“十大典型应用场景”与原有电力网络的进行试点融合，前瞻性地思考网络架构和设备选型，做到分场景、分步骤的引入 5G 技术。

深圳供电局对 5G 技术与标准的应用涵盖了多方面，主要包括基础设施建设、智能电网的构建和优化。

在基础设施建设与标准化方面，为推动 5G 技术在电力行业的应用，深圳供电局参与了 5G 网络的基础建设。这包括使用 3GPP 组织的相关技术标准，并根据南方电网公司内部发布的系列技术标准，涵盖了 5G 应用的电力通信终端、电力网关、支撑系统架构、支撑系统接口、业务应用和网络安全防护等技术内容，为深圳供电局在不同应用场景下的 5G 建设与应用提供了指导。

而在智能电网建设方面，深圳供电局早在 2017 年年底就与中国移动、华为公司等单位开展 5G 智能电网战略合作，这是南方电网首个进行 5G 应用试点的单位。

在具体 5G 应用场景方面，包括智能巡检、智能配电、虚拟电厂等。

(1) 智能巡检

近几年输电线路及变电站规模快速增长，但是专业管理和运行人员流失严重、人员老龄化严重，导致运维检修、试验检测、附件安装外委至集体企业、相关厂家，一线员工运维检修、施工试验水平不断

退化。伴随着设备规模与资产的快速增长，输电线路及变电设备的运维、检修和工程配合等业务量急速增长，对高压输电带电检（监）测、缺陷隐患排查与治理、工程项目全过程验收管控与生产准备等工作的质量要求越来越高。但是专业人员培训体系不完善，缺乏施工安装、运维检修、试验检测等专业技能的实训体系支撑。信息化手段不足、实用化水平不高问题日益凸显。

5G 技术与标准应用于深圳供电局的摄像头及巡检机器人，使其在接受信息和任务指令以及传输高清视频流方面更为快捷，有效提升巡检效率。



图 21 变电站 5G 巡检机器人



图 22 输电线路 5G 无人机

(2) 智能配电

深圳供电局以配电网控制类业务通信需求为出发点，创新性地提出并解决面向配电网生产控制类业务的无线空口高精度网络授时技术、5G 局域网透明传送技术和 5G 网络切片端到端资源保障技术，为后续规模推广奠定理论基础；以典型业务技术验证及试运行为落脚点，研制面向配电网控制类业务的电力定制化 5G 通信终端、分布式差动保护装置和配网安全接入终端，满足配电网控制类业务多样化、实用化需求，实现对电网安全运行的有效支撑。



图 23 配电线路 5G 设备

3. 评估对象对标准化的态度

3.1 中国广核集团

中广核集团在标准化基础方面非常扎实。以下是中广核集团在标准化基础方面的一些亮点：

技术标准：中广核集团拥有雄厚的技术实力和丰富的运营经验，在核能领域积累了大量的技术标准和规范。集团内部建立了一套完善的技术标准体系，涵盖了核电站设计、建设、运营和安全等方面的要求。这些技术标准为集团内部的工作提供了基础和指导。

管理标准：中广核集团注重管理标准的建设和应用。集团内部建立了一套完善的管理标准体系，包括质量管理、安全管理、环境管理

等方面的要求。这些管理标准为集团的各项工作提供了规范和指导，确保了工作的高效和可持续发展。

安全标准：中广核集团非常重视核能安全，建立了严格的安全标准体系。集团严格执行国家和国际的核安全标准，通过安全标准的落实和应用，确保核电站的安全运行和人员的安全。

国际合作：中广核集团积极参与国际标准化组织和行业协会的活动，与国际接轨。通过与国际合作伙伴的交流与合作，中广核集团能够了解国际标准的最新发展和要求，并将其应用于集团的工作中。

中广核集团及旗下子公司在国家标准方面涵盖的领域包括冶金、能源和热传导工程、机械系统和通用件、电气工程、环保安全、电子、橡胶塑料工业、机械制造、信息技术、核电厂用紧固件、仪表和术语、相关检验检测规范等。

在行业和地方标准方面，中广核集团及子公司涵盖了能源和热传导、电气、冶金和部分术语的编写领域，包括发电机、核电厂、风电各项技术指标及建设要求。以下是中广核集团 2023 年牵头和参与编写的部分标准清单：

表 2 标准明细表

序号	标准号	标准名称	标准类别
1	GB/T 43103-2023	金属材料 蠕变-疲劳损伤评定与寿命预测方法	国家标准
2	GB/T 43062-2023	核能 反应堆压力容器和堆内构件中子注量和原	国家标准

		子离位次数（dpa）的确定	
3	GB/T 42655-2023	连续纤维增强陶瓷基复合材料高温压缩性能试验方法	国家标准
4	GB/T 42903-2023	金属材料 蠕变裂纹及蠕变-疲劳裂纹扩展速率测定方法	国家标准
5	GB/T 42855-2023	氢燃料电池车辆加注协议技术要求	国家标准
6	GB/T 42857-2023	变压吸附提纯氢气系统安全要求	国家标准
7	GB/T 12727-2023	核电厂安全重要电气设备鉴定	国家标准
8	GB/T 42545-2023	核电厂橡胶衬里工程腐蚀控制全生命周期通用要求	国家标准
9	GB/T 43103-2023	金属材料 蠕变-疲劳损伤评定与寿命预测方法	国家标准
10	GB/T 43062-2023	核能 反应堆压力容器和堆内构件中子注量和原子离位次数（dpa）的确定	国家标准
11	GB/T 42655-2023	连续纤维增强陶瓷基复合材料高温压缩性能试验方法	国家标准

12	GB/T 42903-2023	金属材料 蠕变裂纹及蠕变-疲劳裂纹扩展速率测定方法	国家标准
13	GB/T 42545-2023	核电厂橡胶衬里工程腐蚀控制全生命周期通用要求	国家标准
14	GB/T 42545-2023	核电厂橡胶衬里工程腐蚀控制全生命周期通用要求	国家标准
15	GB/T 43086-2023	塑料 聚合物分散体 筛余物的测定	国家标准
16	GB/T 1630.2-2023	塑料 环氧树脂 第2部分:试样制备和交联环氧树脂的性能测定	国家标准
17	GB/T 43085-2023	塑料 聚合物分散体 游离甲醛含量的测定	国家标准
18	GB/T 33061.4-2023	塑料 动态力学性能的测定 第4部分:非共振拉伸振动法	国家标准
19	GB/T 42920-2023	塑料 纤维增强塑料复合材料耐火特性和防火性能的评定	国家标准
20	GB/T 42924.4-2023	塑料 烟雾产生 燃烧流腐蚀性的测定 第4部分:使用锥形腐蚀计的动态分解法	国家标准

21	GB/T 42919.3-2023	塑料 导热系数和热扩散系数的测定 第3部分： 温度波分析法	国家标准
22	GB/T 43056-2023	沙漠光伏电站技术要求	国家标准
23	GB/T12604.13-20 23	无损检测 术语 第13部分：阵列超声检测	国家标准
24	GB/T 12727-2023	核电厂安全重要电气设备鉴定	国家标准
25	GB/T 42872-2023	无损检测 在役汽轮机叶片超声检测和评价方法	国家标准
26	DL/T 2595—2023	发电厂海水淡化工程运行和维护导则	行业标准
27	DB3209/T 1228-2023	风力发电机组 预防性防腐维修规范	地方标准

总的来说，中广核集团在标准化基础方面具有较强的实力和经验，并且持续加强标准化工作的推进，致力于提高企业的管理水平和工作质量。

3.2 深圳供电局有限公司

深圳供电局有限公司积极推进标准化工作，并提供充足的经费保障。一方面，深圳供电局正全面创建卓越绩效管理模式，积极将国际

语言和国际标准融入“创一流”战略目标，全面提升核心指标，构建先进管理体系。目前，深圳供电局已获 ISO 三体系认证（ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系、ISO45001 职业健康与安全管理体系认证）。

另一方面，深圳供电局通过实际应用总结，深度参与国际标准化工作。目前，基于面向配电网生产控制类业务的无线空口高精度网络授时技术，实现了电力终端之间通过无线基站、通信终端的微秒级时间同步，解决了配电网差动保护终端等设备基于无线传输对高精度时间同步的难题，形成了 3GPP TR 22.804-S1-180548-Use Case Differential Protection in Distribution Network of Smart Grid（智能分布式差动保护业务在配电网中的应用案例）、3GPP TR 38.331-R2-1905175-Accurate reference timing delivery in TSC for NR-IIoT、3GPP TR 38.331-V16.1.0-R2-1908859-Signalling aspects for accurate reference timing delivery in TSC 等 13 篇 3GPP 国际标准提案。基于面向配电网生产控制类业务的 5G 局域网透明传送技术，实现了在本地 UPF 数据交互和业务卸载，避免了跨地区迂回，满足了分布式配电网业务终端点对点、点对多点的直接通信和精准延时需求，形成了 3GPP TS 23.501-S2-1901338 -Introduction of 5G LAN-type service、3GPP TS 23.501-S2-1901359-5GLAN group management procedures 等 3 篇 3GPP 国际标准提案。

在国家标准制定和参与方面,为规范和指导相关领域的技术和管理工作,深圳供电局有限公司在多项领域发布和参标准达 27 项,涵盖了电磁兼容、质量管理、气体分析、配电网电能质量监测技术、接地网降阻材料、绝缘液体、电气用钢纸、电力系统在线潮流数据二进制描述及交换规范、电力系统自动低压减负荷技术规定、用户智能配电站系统建设规范、低压成套开关设备和控制设备、气体分析词汇、气体分析纯度分析和纯度数据的处理、校准混合气体技术通则、气体分析气体中氮氧化物的测定、中低压直流配电电压导则、六氟化硫电气设备用分子筛吸附剂使用规范、电能质量监测设备通用要求、5A 分子筛及其测定方法、图形标志电动汽车充换电设施标志、电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求、高压交流隔离开关和接地开关、资产管理参与和能力指南、电动汽车充换电设施有序充电和 V2G 双向能量互动技术规范、虚拟电厂终端授信及安全加密技术规范、电能质量规划总则、1000V 以下敏感过程电压暂降免疫时间测试方法等。详细如下表 3。

表 3 国家标准明细表

序号	标准号	标准名称	标准类别
1	GB/Z 17626.33-20 23	电磁兼容 试验和测量技术 第 33 部分：高功率瞬态参数测量方法	国家标准
2	GB/T	质量管理 顾客体验管理指南	国家标准

	42509-2023		
3	GB/T 5275.6-2023	气体分析 动态法制备校准用混合气体 第6部分：临界流锐孔	国家标准
4	GB/T 5275.2-2022	气体分析 动态法制备校准用混合气体 第2部分：活塞泵	国家标准
5	GB/T 42154-2022	配电网电能质量监测技术导则	国家标准
6	GB/T 41759-2022	接地网降阻材料用缓蚀剂技术规范	国家标准
7	GB/T 41633.2-2022	绝缘液体 酸值的测定 第2部分：比色滴定法	国家标准
8	GB/T 20632.3-2022	电气用钢纸 第3部分：平板钢纸	国家标准
9	GB/T 40610-2021	电力系统在线潮流数据二进制描述及交换规范	国家标准
10	GB/T 40588-2021	电力系统自动低压减负荷技术规定	国家标准
11	GB/T 40789-2021	气体分析 一氧化碳含量、二氧化碳含量和氧气含量在线自动测量系统 性能特征的确定	国家标准

12	GB/T 7251.8-2020	低压成套开关设备和控制设备 第8部分：智能型成套设备通用技术要求	国家标准
13	GB/T 14850-2020	气体分析 词汇	国家标准
14	GB/T 38521-2020	气体分析 纯度分析和纯度数据的处理	国家标准
15	GB/T 38527-2020	校准混合气体技术通则	国家标准
16	GB/T 38386-2019	气体分析 气体中氮氧化物的测定 光腔衰荡光谱法	国家标准
17	GB/T 37136-2018	电力用户供配电设施运行维护规范	国家标准
18	GB/T 35727-2017	中低压直流配电电压导则	国家标准
19	GB/T 34320-2017	六氟化硫电气设备用分子筛吸附剂使用规范	国家标准
20	GB/T 19862-2016	电能质量监测设备通用要求	国家标准
21	GB/T 13550-2015	5A 分子筛及其测定方法	国家标准
22	GB/T	图形标志 电动汽车充换电设施标志	国家标准

	31525-2015		
23	GB/T 19826-2014	电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求	国家标准
24	GB/T 1985-2023	高压交流隔离开关和接地开关	国家标准
25	GB/T 42938-2023	资产管理 人员参与和能力指南	国家标准
26	GB/T 40597-2021	电能质量规划 总则	国家标准
27	GB/T 39227-2020	1000 V 以下敏感过程电压暂降免疫时间测试方法	国家标准

在地方标准方面，标准领域涵盖了供配电及信息系统隔离式防雷接地工程运行维护管理规范、供配电及信息系统隔离式防雷接地技术系统要求、用户智能配电站系统建设规范、住宅小区电动汽车充电设施安全管理规范、多功能智能杆系统设计与工程建设规范、道路侧电动汽车充电设施建设规范、电动汽车换电站监控系统、分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范等。详细如下表 4。

表 4 地方标准明细表

序号	标准号	标准名称	标准类别
1	DB4403/T 153-2021	供配电及信息系统隔离式防雷接地工程运行维护管理规范	地方标准

2	DB4403/T 152-2021	供配电及信息系统隔离式防雷接地技术系统要求	地方标准
3	DB4403/T 137-2021	用户智能配电站系统建设规范	地方标准
4	DB4403/T 56-2020	住宅小区电动汽车充电设施安全管理规范	地方标准
5	DB4403/T 30-2019	多功能智能杆系统设计与工程建设规范	地方标准
6	DB4403/T 18-2019	道路侧电动汽车充电设施建设规范	地方标准
7	DB44/T 1204-201 3	电动汽车换电站监控系统	地方标准
8	DL/T 1433-201 5	变压器铁芯接地电流测量装置通用技术条件	行业标准
9	DB4403/T 343-2023	分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范	地方标准
10	DB4403/T 342-2023	电动汽车充换电设施有序充电和 V2G 双向能量互动技术规范	地方标准
11	DB4403/T	虚拟电厂终端授信及安全加密技术规范	地方标准

	341-2023		
--	----------	--	--

4. 价值链分析

价值链是指一连串与产出某些输出、产品或服务相关的系列活动。产品或服务按照规定的顺序贯穿所有的活动，并在每个环节获得增值。在深圳市电力行业，电力从生产到消费的全过程价值链如图 24 所示。



图 24 电力行业的价值链

深圳供电局在深圳市电力行业处于核心位置。从 2017 年开始，深圳供电局作为南方电网首个“5G+数字电网”先行先试单位，经过近几年的 5G 建设，实现涵盖输、变、配、用等环节的 10 个典型场景应用推广，形成可复制、可借鉴的经验，可带动大湾区规模应用。中广核集团旗下的大亚湾核电站运营管理有限责任公司也在参与中广核 5G+智慧核电项目，5G 建设及应用正处于研究测试阶段。因此在本项目研究中，选取中广核集团旗下的大亚湾核电站运营管理有限责任公司和深圳供电局为评估对象，评估 5G 相关标准在其开展 5G 应用试点中的作用和价值。

5. 关键价值驱动因素和评估范围

5.1 关键价值驱动因素

根据 ISO 方法论 2.0 中的定义，价值驱动因素是能够为深圳市电力行业带来竞争优势的关键组织能力，在本项目中主要指能够为深圳市电力行业带来高效管理能力和服务的关键因素。本项目的关键价值驱动因素如表 5 所示。

表 5 关键价值驱动因素

序号	价值驱动因素	描述
1	安全	通过 5G 标准应用，保障电力在发电、输电、配电、变电和用电等环节的安全性。
2	可靠	通过 5G 标准应用，保障电力在发电、输电、配电、变电和用电等环节的电力供应质量的稳定性水平。
3	高效	通过 5G 标准应用，提高电力管理的效率和效益、降低电力管理运营成本。
4	优质	通过 5G 标准应用，为用户提供更优质的电力服务。

5.2 评估范围

评估范围仅限于使用标准能产生明显的效益的业务环节以及与关键价值驱动因素密切相关的活动。根据调研结果显示，大亚湾核电站运营管理有限责任公司和深圳供电局在“发电、输电、配电、变电

和用电”等领域开展探索 5G 创新应用产生较明显的效益价值，因此本项目选定的评估范围如表 6 所示。

表 6 评估范围

评价范围	活动描述
发电管理	通过应用 5G，核电站在发电环节实现更高效、安全的管理。
输电管理	通过 5G 摄像头与多功能智能杆、无人机等结合，对输电线路进行状态监测，实现安全高效的输电管理。
变电管理	通过 5G 大带宽、低时延网络，实时回传智能摄像头高清数据，远程实时精准操控现场机器人，实现智能互联的变电管理。
配电管理	通过基于 5G 技术的配网差动保护、配网自动化“三遥”、网荷互动等应用，实现灵活可靠的配电管理。
用电管理	通过计量自动化系统建设，实时监测到户负荷量，实现高效实时的用电管理。

6. 标准在价值链中的应用

6.1 标准识别

本项目所界定的评估范围内，确定了大亚湾核电站运营管理有限

责任公司和深圳供电局待评价的关键业务环节。通过调研、访谈的形式,深入了解大亚湾核电站运营管理有限责任公司和深圳供电局在关联业务活动中的标准应用情况,识别出评估范围内使用的标准,如表 7 所示。

表 7 评估范围内应用到的标准

标准类别	所使用的标准	标准描述
国际标准	3GPP TS 23.501《5G 系统的系统架构》	5G 组网的架构模型、接口、核心网功能,以及各种场景的组网模式。
	3GPP TS 23.401《5G 通用无线接入技术规范》	5G 无线接入网的通用架构和协议,包括 5G NR、NG-RAN、5G 核心网等内容。
	3GPP TS 33.310《5G 网络侧安全性》	5G 网络侧的安全性机制和协议,包括身份认证、访问控制、数据保护、通信加密等。
行业标准	YD/T 3627-2019《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求(第一阶段)》	6GHz 以下频段 5G 增强移动宽带终端设备的传输能力、业务能力、及本协议功能、射频、功耗、接口、安全等方面的要求。
	YD/T 4002-2021《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移	6GHz 以下频段 5G 增强移动宽带终端设备的基本功能、射频性能、无

	动宽带终端设备测试方法(第一阶段)》	线资源性能、协议一致性等方面的测试方法。
地方标准	DB4403/T 343-2023《分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范》	分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台的总体原则、数据交互架构、信息采集模型、验收测试等技术要求。
团体标准	T/CEC 642—2022《电力5G通信模组通用技术要求》	6GHz 频段以下的电力 5G 通信模组的功能要求、性能要求、安全要求、接口要求、软硬件和环境适应性等方面的要求。
企业标准	Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准	南方电网 5G 整体架构和资源、接入设备、网络承载、业务管理及应用、支撑系统、安全防护、共建共享等应遵循的基本技术要求。

6.2 标准简介

(1) 3GPP TS 23.501《5G 系统的系统架构》

3GPP TS 23 501 是第五代移动通信系统（5G）的关键规范之一，它定义了 5G 系统的系统架构、功能和流程。5G 系统将提供更高的数据传输速率、更低的延迟、更高的网络容量以及更强的网络切片能力，以满足未来多样化的应用需求。

3GPP TS 23 501 的主要内容包括以下几个方面：

① 系统架构：5G 系统采用了基于服务的网络架构（Service-Based Architecture, SBA），将网络功能划分为不同的网络切片，以满足不同应用场景的需求。同时，5G 系统还引入了网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN）技术，以实现灵活、可编程的网络配置。

② 功能模块：5G 系统定义了一系列功能模块，包括核心网（CN）、无线接入网（RAN）、用户设备（UE）等。每个功能模块负责实现特定的功能，如用户认证、数据传输、安全保护等。

③ 接口和协议：5G 系统定义了多个接口和协议，用于实现不同功能模块之间的通信。例如，NG 接口（Next Generation interface）用于连接无线接入网和核心网，Xn 接口用于连接基站之间的无线通信等。

④ 网络切片：5G 系统提供了灵活的网络切片功能，可以根据业务需求分配不同的网络资源，如带宽、延迟等。这使得 5G 系统能够同时支持多种应用，如超高清清晰度视频传输、实时控制等。

⑤ 安全保护：5G 系统在安全方面进行了加强，包括用户身份认证、数据加密、访问控制等。此外，5G 系统还支持安全网络切片，以满足对安全性要求较高的应用场景。

（2）3GPP TS 23.401《5G 通用无线接入技术规范》

3GPP TS 23.401《5G 通用无线接入技术规范》是一个关于 5G 通用无线接入技术的规范，它涵盖了 5G 通用无线接入系统的各个方

面，从需求到架构，从传输技术到资源管理，从移动性管理到业务与 QoS 管理，从安全性管理到接口协议，都做了详细的规定和说明。该规范是 5G 无线接入系统开发的重要参考依据。

3GPP TS 23.401 的主要内容包括以下几个方面：

① 引言和概述：这部分内容主要介绍了 5G 通用无线接入技术规范的目标、背景、范围以及相关的术语和缩略语；

② 通用需求：这部分内容详细描述了 5G 通用无线接入系统的通用需求，包括系统性能指标、功能要求、接口要求、测试要求等；

③ 系统架构：这部分内容主要描述了 5G 通用无线接入系统的系统架构，包括网络结构、接口配置、协议体系、网元功能等；

④ 无线传输技术：这部分内容主要介绍了 5G 通用无线接入系统所使用的无线传输技术，包括频谱分配、调制技术、多天线技术、频分复用等；

⑤ 无线资源管理：这部分内容主要描述了 5G 通用无线接入系统的无线资源管理策略包括调度策略、功率控制、接入控制、负载均衡等；

⑥ 移动性和连接管理：这部分内容主要介绍了 5G 通用无线接入系统的移动性和连接管理功能，包括小区选择与重选、切换与连接恢复、广播与多播等；

⑦ 业务与 QoS 管理：这部分内容主要描述了 5G 通用无线接入系统的业务与 QoS 管理功能，包括业务分类、QoS 参数配置、流

量整形与汇聚等；

⑧ 安全性管理：这部分内容主要介绍了 5G 通用无线接入系统的安全性管理功能，包括加密算法与协议、安全认证与授权等；

⑨ 接口协议：这部分内容主要描述了 5G 通用无线接入系统中各接口的协议栈结构、协议消息定义以及协议流程等；

⑩ 测试要求与方法：这部分内容主要介绍了 5G 通用无线接入系统的测试要求与方法包括测试环境搭建、测试项目设计、测试执行与结果分析等。

(3) 3GPP TS 33.310《5G 网络侧安全性》

3GPP TS33.310《5G 网络侧安全性》为 5G 网络侧安全性提供了全面的规范，涵盖了安全体系结构、安全威胁和风险识别、安全功能要求、安全接口要求以及安全测试要求等多个方面。该规范是确保 5G 网络安全性的重要参考依据。

3GPP TS33.310《5G 网络侧安全性》的主要内容包括但不限于以下几点：

① 概述：这部分内容提供了 5G 网络侧安全性的概述，介绍了该规范的目标、范围以及相关的术语和缩略语；

② 安全体系结构：这部分内容描述了 5G 网络的安全体系结构，包括安全架构、安全功能实体、安全协议等；

③ 安全威胁和风险：这部分内容识别了针对 5G 网络的安全威胁和风险，并分析了这些威胁和风险的可能影响；

④ 安全功能要求：这部分内容提出了 5G 网络侧安全性的功能要求，包括加密、认证、访问控制、数据完整性保护等；

⑤ 安全接口要求：这部分内容描述了 5G 网络侧安全性的接口要求，包括与 UE、AMF、SMF 等网元之间的安全接口；

⑥ 安全测试要求：这部分内容提供了 5G 网络侧安全性的测试要求和方法，包括测试环境搭建、测试项目设计、测试执行与结果分析等。

(4) YD/T 3627-2019《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》

YD/T 3627-2019《5G 数字蜂窝移动通信网增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》是中国工信部发布的一项 5G 终端标准，该标准主要规定了 6GHz 以下频段 5G 增强移动宽带终端设备的传输能力、业务能力、基本协议功能、射频、功耗、接口、安全等方面的要求。适用于支持增强移动宽带场景（eMBB）以下频段的面向非独立组网和独立组网的 5G 终端。

具体来说，该标准的主要内容包括：

① 传输能力：规定了 5G 增强移动宽带终端设备的下行和上行传输速率要求；

② 业务能力：明确了 5G 增强移动宽带终端设备应支持的业务类型和相应的服务质量要求；

③ 基本协议功能：规定了 5G 增强移动宽带终端设备应具备的

基本协议功能，包括无线资源管理、移动性管理、会话管理、数据传输等；

④ 射频：对 5G 增强移动宽带终端设备的射频性能进行了规定，包括频段、调制解调、信号强度等；

⑤ 功耗：明确了 5G 增强移动宽带终端设备的功耗要求，包括待机功耗、峰值功耗等；

⑥ 接口：规定了 5G 增强移动宽带终端设备的接口要求，包括天线接口、电源接口、数据接口等；

⑦ 安全：强调了 5G 增强移动宽带终端设备的安全要求，包括网络安全、数据安全、设备安全等。

(5) YD/T 4002-2021 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备测试方法(第一阶段) 》

YD/T 4002-2021 《5G 数字蜂窝移动通信网增强移动宽带终端设备测试方法 (第一阶段)》是中国通信行业标准，规定了 6GHz 以下频段 5G 增强移动宽带终端设备的基本功能、射频性能、无线资源性能、协议一致性等方面的测试方法，适用于支持增强移动宽带场景 (eMBB) 的 6GHz 以下频段的 5G 终端，面向非独立组网和独立组网。

该标准的主要内容如下：

① 测试环境：包括业务和功能测试环境、射频测试环境和无线资源管理测试环境、协议测试环境、网络兼容性测试环境；

② 基本功能和业务：包括语音业务、移动消息业务、移动承载业务以及其上的移动数据业务、移动补充业务，基本功能包括如开关机、锁屏保护、双音多频、运营商网络选择、信息显示等；

③ 测试方法：该标准规定了无线射频性能测试、无线资源管理一致性测试、协议一致性测试、网络兼容性测试、机卡接口一致性测试等的测试测试目的、测试适用性、测试要求、测试步骤等。

(6) DB4403/T 343-2023《分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范》

DB4403/T 343-2023《分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范》规定了分布式光伏接入虚拟电厂管理平台的总体原则、数据交互架构、信息采集模型、验收测试等技术要求。适用于深圳市分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台的规划、设计、建设、运行和检测。

该标准的主要内容包括：

① 总体目标和要求：规定了分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台的总体目标、总体要求；

② 数据交互方式和架构：明确了分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台的数据交互方法和架构，包括通过计量自动化系统交互架构、通过聚合平台或直采直控终端交互的安全技术要求；

③ 数据采集信息模型：规定了光伏运营商、光伏业主、逆变器设备、光伏实时数据、日前计划模型、日内计划模型和光伏历史数据的数据采集信息模型；

④ 光伏聚合平台技术要求：规定了光伏聚合平台的性能要求、功能要求、网络安全要求、通信要求；

⑤ 光伏发电单元技术要求：规定了分布式光伏数据采集处理要求、光伏发电控制要求、数据交互接口要求、边缘网管技术要求、网络安全防护要求、通信要求；

⑥ 验收测试要求：规定了分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台测试流程和测试内容、测试结果评定。

(7) T/CEC 642—2022《电力 5G 通信模组通用技术要求》

T/CEC642-2022《电力 5G 通信模组通用技术要求》主要规定了 6GHz 频段以下的电力 5G 通信模组的功能要求、性能要求、安全要求、接口要求、软硬件和环境适应性等内容，适用于 5G 在电力系统应用中通信模组的设计、研发、制造和应用。

具体来说，该标准的主要内容包括：

① 功能要求：规定了电力 5G 通信模组的网络接入能力要求、多模多频段要求、通信能力要求、切片功能、5G LAN 功能、IP 协议栈功能、移动性要求、SIM 功能要求、调试功能要求、路测功能要求、Open CPU 功能和管理功能要求等。

② 性能要求：规定了电力 5G 通信模组射频性能、速率性能、同步授时要求、时延要求、通信可靠性要求、定位精度要求、功耗要求和模组可靠性要求等。

③ 安全要求：规定了电力 5G 通信模组的机卡标识关联要求、

可信验证和身份鉴别要求、安全存储要求和访问控制要求等。

④ 接口要求：规定了电力 5G 通信模组的电源供电接口、控制及状态接口、eSIM 接口、UART 接口、USB 接口、模拟接口、同步接口和天线接口等；

⑤ 软件要求：规定了电力 5G 通信模组的软件层面，包括 AT 命令要求、通用命令、呼叫控制命令、网络服务相关指令、终端控制和状态命令、终端错误命令、分组域命令、短信模式指令、网络协议要求、数据交互方式及应用数据通信要求、USB 虚拟设备驱动要求、网络状态查询命令、上位机交互要求和操作系统要求等。

⑥ 其他要求：规定了电力 5G 通信模组的硬件尺寸以及环境适应性要求。

(8) Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准

Q/CSG1204128.1-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 1 部分：总体技术要求》

Q/CSG1204128.1-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 1 部分：总体技术要求》是《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准中的一部分。该标准是为全面规范南方电网 5G 电力虚拟专网的总体技术要求，包括总体组网架构、切片技术、通信接入设备、虚拟专网各环节关键能力、支撑系统总体架构、安全防护总体框架等方面。以有效支撑 5G 电力虚拟专网系统规划、建设、测试、验收及实用化推广工

作。

该标准的主要内容包括：**5G 电力虚拟专网架构及组网要求**，**5G 电力切片技术要求**，**5G 电力通信接入设备技术要求**，**5G 电力虚拟专网网络技术要求**，**5G 电力业务应用基本要求**，**5G 电力支撑系统技术要求**，**5G 电力虚拟专网网络安全技术要求**。

Q/CSG1204128.2-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 2 部分：电力通信终端技术要求》

Q/CSG1204128.2-2022《南方电网 5G 技术应用标准第 2 部分：电力通信终端技术要求》是南方电网**5G 技术应用标准》**系列标准中的一部分。该标准是为规定**5G 电力通信终端设计及测试流程**，包含**5G 电力通信终端功能设计、接口定制、组网方案、安全的测试方法**。依据此标准，设备厂商能够按照制定的标准业务流程开发**5G 电力通信终端设备**，并与第三方检测机构以标准的检测方法对接，快速实现各种部署模式下的融合**5G 网络互联互通**。该标准能够为**5G 电力通信终端研发、招标检测、建设部署**提供全方面参考。

该标准的主要内容包括：**5G 电力通信终端技术要求**，性能要求，检验规则，标志、包装、运输与贮存等应遵循的基本技术要求。

Q/CSG1204128.4-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 4 部分：电力通信终端测试规范》

Q/CSG1204128.4-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 4 部分：电力通信终端测试规范》是《南方电网**5G 技术应用标准》**系列

标准中的一部分。该标准是为规范南方电网 5G 电力通信终端的送检设备、测试环境、功能测试及性能测试等方面的相关要求，保障全网 5G 电力通信终端设备的安全稳定运行，在技术标准层面建立全网统一的 5G 电力通信终端设备测试规范，指导和保障南方电网所属各单位 5G 电力通信终端设备的入网检测及统一管理。

该标准的主要内容包括：送检设备要求，测试环境，认证审查，功能测试，性能测试。

Q/CSG1204128.5-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 5 部分：电力网关测试规范》

Q/CSG1204128.5-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 5 部分：电力网关测试规范》是《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准中的一部分。该标准是为规范南方电网 5G 电力网关的送检设备、测试环境、功能测试及性能测试等方面的相关要求，保障全网 5G 电力网关设备的安全稳定运行，在技术标准层面建立全网统一的 5G 电力网关测试规范，指导和保障南方电网所属各单位 5G 电力网关设备的入网检测及统一管理。

该标准的主要内容：送检设备要求，测试环境，认证审查，功能测试，性能测试。

Q/CSG1204128.6-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 6 部分：支撑系统总体架构》

Q/CSG1204128.6-2022 《南方电网 5G 技术应用标准第 6 部

分:支撑系统总体架构》是《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准中的一部分。该标准是为全面规范南方电网 5G 电力支撑系统总体架构,主要涉及系统定位、架构、功能、部署、数据及接口、软硬件及非功能、安全应遵循的基本技术要求。能够有效指导南方电网 5G 电力支撑系统规划、建设、测试、验收及实用化推广工作。

该标准的主要内容包括:系统定位,系统架构,功能架构,系统部署要求,数据及接口要求,软硬件及非功能性要求,安全要求。

Q/CSG1204128.7-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 7 部分:支撑系统功能规范》

Q/CSG1204128.7-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 7 部分:支撑系统功能规范》是《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准中的一部分。该标准是为全面规范南方电网 5G 支撑系统的应用功能总体架构及各部分功能要求,主要涉及资源管理、性能管理、流程管理、系统管理、统计分析、数据接口与管理等功能模块的技术要求。能够有效指导 5G 支撑系统的功能设计、开发、测试验收及实用化推广工作。

该标准的主要内容包括:系统应用功能要求,涵盖系统功能架构要求,综合展示,资源管理,性能管理,流程管理,系统管理,统计分析,数据接口与管理。

Q/CSG1204128.8-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 8 部分:支撑系统功能规范》

Q/CSG1204128.8-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 8 部分:支撑系统功能规范》是《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准中的一部分。该标准是为全面规范南方电网 5G 电力支撑系统接口及能力开放技术要求, 主要涉及系统接口、能力开放需求和系统数据, 以及安全防护应遵循的基本技术要求, 用于规范和指导南方电网所属各单位 5G 电力支撑系统建设、测试和验收等应遵循的基本技术要求和实用化推广工作。

该标准的主要内容包括: 5G 电力支撑系统接口要求, 对公网运营商管理能力开放平台能力开放需求与系统数据要求, 与 5G 电力通信接入设备管理能力开放与系统数据要求, 与电网内部信息管理系统的能力开放需求与系统数据要求, 安全防护技术要求。

Q/CSG1204128.9-2022《南方电网 5G 技术应用标准 第 9 部分: 业务应用》

Q/CSG1204128.9-2022 《南方电网 5G 技术应用标准第 9 部分:业务应用》是《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准中的一部分。该标准是为全面规范南方电网 5G+数字电网业务应用技术要求, 主要涉及电力业务及切片分类、典型业务特性及通信需求、网络 SLA 分级、应用保障及响应支撑应遵循的基本技术要求, 用于规范和指导南方电网所属各单位 5G+数字电网业务应用及推广工作。

该标准的主要内容包括: 5G 电力业务应用总体要求, 电力业务及切片分类, 典型业务特性和通信需求, 电力业务的网络 SLA 分级,

典型业务应用技术要求。

7. 选择关键营运指标以确定标准的影响

通过对评估对象的详细调研，结合评估对象提供的相关数据，分析和整理出衡量标准影响的营运指标，如表 8 所示。

表 8 本次评估所应用的营运指标

序号	关联业务环节	营运指标	指标描述	所使用的标准
1.	发电	核电安全管理	应用 5G 后，相较于 4G 核电站工作人员辐照剂量及冷源的安全性	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系统架构》 3GPP TS 23.401 《5G 通用无线接入技术规范》 3GPP TS 33.310 《5G 网络侧安全性》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 YD/T 4002-2021 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备测试方法(第一阶段)》
2.	输电管理	输电线路监控效率	应用 5G 后，相较于人工方式的监控效率	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准

3.	变电管理	巡检效率	应用5G后， 相较于人工 方式的巡检 效率	3GPP TS 23.501《5G系统的系统架构》 YD/T 3627-2019《5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网5G技术应用标准》系列标准
4.	配电管理	故障检测	应用5G后， 配电故障检 测能力	3GPP TS 23.501《5G系统的系统架构》 YD/T 3627-2019《5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网5G技术应用标准》系列标准
5.		故障隔离	应用5G后， 配电故障隔 离能力	3GPP TS 23.501《5G系统的系统架构》 YD/T 3627-2019《5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网5G技术应用标准》系列标准
6.		节约自然资源	应用基于5G 的虚拟电厂， 相较于建设 燃气电厂的 成本节约	3GPP TS 23.501《5G系统的系统架构》 YD/T 3627-2019《5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 DB4403/T 343-2023《分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范》 Q/CSG1204128-2022《南方电网

			5G 技术应用标准》系列标准
7.	节约人力成本	应用 5G 后， 减少调度员 及巡线人员 的用时成本	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准
8.	节约配电成本	应用 5G 后优化调整电网运行方式，节约配电成本	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准
9.	应急安全	应用 5G 后， 保障紧急情况 电网安全稳定水平	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准
10.	精准负荷控制	应用 5G 后的 电网精准负荷控制能力	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准

11.	用电管理	停电影响	应用 5G 后， 降低停电影 响范围，提升 供电恢复时 间	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系 统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝 移动通信网 增强移动宽带终 端设备 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准技 术要求（第一阶段）》
12.		智能充电	应用 5G 后， 提升智能充 电用户数据 采集效率	3GPP TS 23.501 《5G 系统的系 统架构》 YD/T 3627-2019 《5G 数字蜂窝 移动通信网 增强移动宽带终 端设备技术要求（第一阶段）》 Q/CSG1204128-2022《南方电网 5G 技术应用标准》系列标准

8. 标准效益的定性定量评估

8.1 发电管理环节

(1) 核电安全管理

目前，国内的核电均部署在沿海地区，需要采用海水进行冷却，而核电站周边的漂浮垃圾、海洋生物等冷源致灾物可能会引起取水口堵塞现象发生，导致冷却失效而引起严重后果，如反应堆过热或熔毁。因此大亚湾公司以 5G 智能化应用终端为基础，以 5G 网络为传输链路，综合利用数据挖掘、人工智能等前沿技术，形成基于大数据的核

电站三维可视化核电培训综合管理平台，服务于核电培训过程中的安全管理等业务。利用 5G 的大带宽、低时延等特性，工作人员实景模拟换料培训，及远程换料操作，降低工作人员辐照剂量，提高安全性。

此外，冷源系统对于核电站的安全运行也至关重要。利用 5G 基站相比于 4G 基站覆盖范围更远的技术特点，通过在海域冷源处架设 5G 专网，监测海域中海生物情况，实时传输冷源处数据至中心平台，提前预警，避免事故发生。

8.2 输电管理环节

(2) 输电线路监控效率

输电线路巡检场景利用 5G 摄像头、5G 无人机实现远端图像回传、线路监测和巡检，沿线网架部署多台 5G 摄像头，摄像头需支持 20 秒以上短视频拍摄、12 小时以上实时监控、选择拍摄等功能。摄像头和无人机视频数据流通过移动通信网回传至视频监控主站，用户终端需选择就近的 AAU 基站进行 5G 信号匹配，移动运营商需保证长跨段线路的连续覆盖，由于输电线路距离主站距离较远，视频监控主站需选择移动公网中回传网络中就近的 DC 机房开通专线，来实现业务对通。具体方案是：输电在线监测视频采集终端（摄像头、无人机）内置了 5G 模组，通过就近的 5G 基站，将产生的高清数据流（图片、视频）通过 5G 移动通信网回传至深圳供电局电力专用核心网（管理区），再通过局内传输网专线送达视频监控主站。无人机在每个巡

视点拍摄约 10 张照片，利用 5G 相比于 4G 更大的带宽和更低的时延特性，可传输更清晰的数据流，系统分析准确率将大大提升。而相较于人工巡检，效率更是大幅增长。

据统计，巡视一回 500 千伏输电线路，传统人工巡视需要 2 个人巡视 10 天。现在通过 5G 输电智能巡检系统，只需要 1 个人两个小时完成巡视，使得工作人员有更充裕时间对巡检照片进行细致分析。综合看，智能巡视效率较人工作业提升了 11 倍。

8.3 变电管理环节

(3) 巡检效率

变电站内的监测终端通过加装 5G CPE，实现 5G 信号转换，通过就近的 5G 基站，将产生的数据流通过 5G 移动通信网回传至公司电力专用核心网（管理区），再通过局内传输网专线送达变电站智能运行支持平台。终端设备有 5G 摄像头、5G 巡检机器人等，可实现远端图像回传、站内监测和巡检，在目标站场内部署多台摄像头，摄像头按照 N:1 的比例与视频 AI 处理网关对接，以满足 ID 识别、安防监控等功能。在局房内新增智能监控网关，实现机房设备状态、告警的综合监控。

据统计，500kV 变电站，约有 15000 个巡检点，人工巡检需 2 人*4 小时*4 天，巡视结束后，人员还需 2 小时填写巡检报告；而通过摄像头以及机器人巡检只需 1-2 个小时，巡检后通过 5G 上传数据

到指挥中心，自动生成巡检报告。

2023年深圳供电局鹏城运维中心已开展远程巡视任务826次，比传统人工巡视减少到站352次，节省2336小时，实现站内巡视综合效率提升约2.7倍。

8.4 配电管理环节

(4) 故障检测

根据调研结果显示，深圳供电局采用5G后，平均故障处理时间缩短了48.25分钟。按照深圳供电局用户年平均停电次数0.41次、单位小时停电损失80元/kW，2020年在5G应用示范区新增负荷至35MW，减少损失 $35000 \times 0.41 \times 48.25 / 60 \times 80 = 92.32$ 万元。

(5) 故障隔离

深圳供电局在采用5G通信网络后，在2022年3302次配网故障，综合选线准确率（含选线与轮切）超96%，每次减少负荷损失8000元，每年减少负荷损失2640万元。

(6) 节约自然资源

虚拟电厂不占用土地资源，也无需新建输电通道，例如，为达到削减深圳高峰负荷1%(200MW)的效果，建设燃气电厂需占地3.63万平方米，按每平方米3万元计算，若选择建设虚拟电厂，节省的土地资源价值约9-10亿元。同时，采用200MW虚拟电厂通过调动清洁能

源替代火电电量具有显著的节能环保效益，每年可节约标煤 4.07 万吨，减排二氧化碳 10.8 万吨、二氧化硫 3261 吨。

表 9 建设 200MW 虚拟电厂节省的自然资源

节省的土地资源价值	9-10 亿元
每年能源节约	标煤 4.07 万吨
	二氧化碳 10.8 万吨
	二氧化硫 3261 吨

(7) 节约人力成本

深圳供电局按 2020 年 6040 次线路接地故障估算，每次减少调度员及巡线人员共 15 小时，则 2020 年全年减少劳动量 $6040 \times 15 = 90600$ 小时*人次。

(8) 节约配电成本

通过网荷智能互动控制系统挖掘柔性负荷的用电行为特征，合理安排可平移、可转移、多类柔性负荷参与输-配-用的多时间尺度协同调度，优化调整电网运行方式 1000 余项，有效降低负荷用电成本和系统运行成本，实现负荷曲线峰谷差、安全裕度的有益调整。以深圳 2021 年夏大方式为例，减少发电成本为 1.32 亿，减少社会用电成本为 2.45 亿。

(9) 应急安全

通过网荷智能互动控制系统的在线预警分析和辅助决策，提高输

电断面供电能力，显著提升了紧急情况电网安全稳定水平。2021年“查帕卡”台风袭击期间，借助辅助决策信息10分钟内快速化解了500kV鹏城片网单回220kV线路串供4座220kV变电站运行风险，为有效支撑调度处置突发故障和风险控制提供技术保障，提升了深圳调度运行控制水平。

(10) 精准负荷控制

网荷互动（精准负荷控制）场景是国家发改委5G规模化应用的场景之一，深圳局组织了国电南瑞、华为公司在华为西安实验室完成了测试验证工作，实验测试结果证明了5G网络满足该系统时延毫秒级需求和互操作性需求。通过网荷智能互动控制系统实现了以广覆盖、低时延、高可靠精准负荷控制，该系统使负荷控制对象由原来的1座变电站缩小到用户分支负荷，控制精度达0.01MW，响应速度小于100ms，可灵活避开重要用户、民生负荷，缩小停电范围，确保电网严重故障时冲击社会正常运转。利用装置运行状态统一描述方法实现了输-配-用紧急控制系统运行状态实时监视、快速统计与可视化展示，显著提高了紧急控制系统运行可靠性，降低系统日常运维费用，为高密度负荷城市电网抵御严重故障提供技术保障。

8.5 用电管理环节

(11) 停电影响

停电影响范围从线路级缩小至节点级，供电恢复时间由小时级缩

短至分秒级，减少因停电造成较大舆情影响，兼顾了供电可靠性与公共安全风险。

(12) 智能充电桩

充电桩就是用来给的电动汽车充电用的,可固定在地面或固定在墙壁上,安装在各大公共空间、住宅小区以及充电站内,然后根据不同的电压等级为各种型号的电动汽车充电,通过网络通讯技术保持实时数据上传和终端智能控制。该场景利用配置 5G 模组的智能充电桩,通过就近的 5G 基站,将充电数据通过 5G 公网直接回传南网电动顺易充云平台,实现充电管理控制以及计费。据统计,5G 最高上/下行速率可达 900 兆比特/2.5 千兆比特,是 4G 速率的 50 倍,可支撑海量的用户数据收集。

9. 评估总结

运用 ISO 方法论,从第八章标准对各营运指标影响的量化计算得出,深圳电力行业在探索 5G+智慧电网的试点中。标准对发电、输电、变电、配电和用电等环节的业务活动上均有不同的贡献。

在发电管理环节,通过 5G 应用可远程操作减少核电厂工作人员辐照剂量以保障人身安全,海域活动远程监测降低冷源事故的安全风险,提高核电站的整体安全水平。

在输电管理环节,通过 5G 应用把高清视频数据流通过 5G 移动通信网进行传输,可以大幅提升输电管线的巡视效率。据统计,相较

于人工巡检，效率提升了 11 倍。

在变电管理环节，一方面在变电站内通过 5G 应用，实现站内巡视综合效率提升约 2.7 倍；另一方面，通过 5G 巡检机器人，巡检成本大幅降低。

在配电环节，深圳供电局通过在示范区使用 5G，一方面提升了故障处理效率，如平均故障时间缩短了 48.25 分钟，故障隔离的综合选线准确率（含选线与轮切）超 96%。由于高效处理故障，降低故障损失五千余万元；另一方在节约成本方面，利用虚拟电厂技术替代燃气发电厂，为达到削减深圳高峰负荷 1%（200MW）的效果，节约土地成本近 10 亿元，同时替代火电电量具有显著的节能环保效益，每年可节约标煤 4.07 万吨，减排二氧化碳 10.8 万吨、二氧化硫 3261 吨。按 2020 年故障处理计算，每年减少调度员及巡线人员劳动量达 90600 小时*人次。

在用电管理环节，停电影响范围从线路级缩小至节点级，供电恢复时间由小时级缩短至分秒级，减少因停电造成较大舆情影响，兼顾了供电可靠性与公共安全风险。

10. 结论

本研究运用 ISO 方法论 2.0，通过调研、访谈的形式对深圳市电力行业 5G 的应用情况进行调查，分析了电力行业中 5G 的应用相关标准对电力管理各关键业务活动产生的效益，并得出以下结论：5G 标准与技术应用后，在深圳电力行业的电力管理产生了显著的经济效

益、社会效益和环境效益,且对不同业务环节产生的效益也有所差异。在发电管理环节,远程操作可减少核电厂工作人员辐照剂量以保障人身安全,海域活动远程监测降低冷源事故的安全风险;在输电管理环节,提升线路巡检效率 11 倍;在变电管理环节,提升站内巡视综合效率约 2.7 倍;在配电环节,产生的效益显著,一方面,大大提高了故障处理效率,同时每年可减少调度员及巡线人员劳动量达 90600 小时*人次,虚拟电厂提到燃气电厂后,按达到削减深圳高峰负荷 1% (200MW) 的效果,节约土地成本近 10 亿元,同时替代火电电量具有显著的节能环保效益,每年可节约标煤 4.07 万吨,减排二氧化碳 10.8 万吨、二氧化硫 3261 吨。在用电管理环节,使得停电影响范围从线路级缩小至节点级,供电恢复时间由小时级缩短至分秒级,减少因停电造成较大舆情影响,兼顾了供电可靠性与公共安全风险。

深圳电力行业在 5G 应用方面已取得一定的效益,特别是输电、变电、配电领域,应用场景丰富,不仅取得了明显的效益价值,同时 5G 应用也带来了电力管理模式创新,具有较高的推广价值。深圳电力行业可系统总结 5G 应用管理经验并对外推广,推动我国电力管理的数字化转型。标准是产业高质量发展的基础,目前电力领域的 5G 应用仍处于起步阶段,电力领域的 5G 技术、管理和应用标准仍较少,深圳电力行业可适时把 5G 应用成果和经验转化为标准,以标准推动电力行业 5G 应用高质量发展,向国际输出深圳最佳实践案例,提升深圳电力行业 5G 应用的影响力。

参考文献

- [1]周万鹏,李春来,杨立滨等.5G 赋能电力构建智慧能源[J].青海科技,2022(6):52-54.
- [2]黄海悦,繆欣.基于 5G 通信的分布自治式故障恢复系统[J].自动化应用,2022(6):118-128.
- [3]谭志红.展示改革开放成果 弘扬大国工匠精神[N].中国文化报,2022-05-14(6).
- [4]韩丽丽.基于数智融合技术的 DW 公司提升客户获得电力水平研究[D].广州:广东工业大学,2022.

附件 1：标准的效益评估调研问卷

标准的效益评估调研问卷

填写问卷说明

(1) 本次调查由深圳市标准技术研究院发起，旨在了解和掌握企业标准化的实施情况，在此基础上运用 ISO 方法论，以定量及定性的方法评价企业在运营中采用标准或者由于标准的更新等对企业提供的服务中产生的效益；

(2) 在评价工具中所考虑的标准包括与电力行业相关的国际标准、国家标准、行业标准、地方标准、团体标准、企业标准；

(3) 如果企业能提供更好的有关于标准影响的数据，而本问卷未提及的，请一并给出。

企业名称：_____

通讯地址：_____

填表人：_____ 职位_____

联系电话：_____ E-mail: _____

填表日期：_____

深圳市标准技术研究院

1. 您所在的部门

2. 您所属部门的业务环节

- 发电管理 输电管理 变电管理
 配电管理 用电管理 其他_____

3. 业务中应用到的 5G 标准

- 国际标准_____
- 国家标准_____
- 行业标准_____
- 地方标准_____
- 团体标准_____
- 企业标准_____
- 不确定

4. 贵部门涉及的 5G 应用场景（可多选）

- 安全管理 输电线路状态监测及视频监控
- 智能变电站 应急通信 智慧工地
- 配电自动化 配电网保护与控制（配网差动保护）
- 计量自动化 智能配电房
- 智能充电桩 网荷互动系统-精准负控
- 虚拟电厂 其他_____

5. 若您的部门涉及发电管理环节,您认为在应用 5G 标准后,

企业在哪些业务场景有改善？

6. 若您的部门涉及输电管理环节，您认为采用 5G 标准后，在输电线路监控效率有何改善？

- 监控效率大幅提升
- 监控效率略有提升
- 监控效率没有明显改善
- 不清楚，不涉及相关环节

7. 若您的部门涉及变电管理环节，您认为 5G 应用在巡检效率方面对企业有何影响？

- 巡检效率明显提升
- 巡检效率略有提升
- 巡检效率没有明显改善
- 不清楚，不涉及相关环节

8. 若您的部门涉及配电管理环节，您认为 5G 应用在哪些方面对企业有明显促进作用？

- 故障检测
- 故障隔离
- 节约自然资源
- 节约人力成本
- 节约配电成本
- 应急安全
- 精准负荷控制
- 其他_____

9. 若您的部门涉及用电管理环节，您认为 5G 应用在用电方面有哪些积极影响？

停电影响 智能充电

其他 _____

不清楚，不涉及相关环节

10. 除（4-8）条，您认为贵部门在应用 5G 后，是否还有其他营运指标有明显改善？请举例

11. 您认为贵部门在应用 5G 后，相较于以往的管理模式，有哪些创新？

实时监控和响应

远程管理和自动化

预测性维护

安全管理

其他 _____

12. 您对 5G 在电网中的应用的意见和建议。

注：请提供贵部门使用的 5G 相关的标准文件、典型案例和其他相关的材料。

附件 2：实地调研

(1) 大亚湾核电基地



(2) 深圳供电局





深圳市标准技术研究院

Shenzhen Institute of Standards and Technology