



粤港澳大湾区工业互联网碳中和 标准化白皮书

指导单位：

深圳市市场监督管理局

发起单位：

粤港澳大湾区标准创新联盟

粤港澳大湾区标准创新联盟工业互联网委员会

深圳市腾讯计算机系统有限公司

二〇二一年十月



■ 特别鸣谢

深圳市市场监督管理局

■ 编写单位 (排名不分先后)

深圳市腾讯计算机系统有限公司

北京商道纵横信息科技有限责任公司

深圳顺丰泰森控股（集团）有限公司

深圳供电局有限公司

南方电网深圳数字电网研究院有限公司

广东珩信节能科技有限公司

深圳渊联技术有限公司

杭州天谷信息科技有限公司

广东长盈精密技术有限公司

深圳市壹电电力技术有限公司

思特沃克软件（香港）有限公司

深圳滴普智能科技有限公司

广东纵横能源有限公司

北京数字认证股份有限公司

中国广核集团有限公司

东莞中创智能制造系统有限公司

深圳市金台检测技术有限公司

深圳市越众绿盛环保（集团）有限公司

广东三航爱吉尔机器人科技有限公司

中国科学院深圳先进技术研究院

广东华耀智能科技有限公司

比亚迪股份有限公司

广东纵横能源有限公司

清华四川能源互联网研究院

深圳市标准化协会

中国标准化研究院资源环境研究分院

深圳市标准技术研究院

广东省节能减排标准化促进会

东莞市标准化协会

澳门智慧城市联盟协会

中国产业互联网发展联盟

国家工业信息安全发展研究中心

国际智能制造产业联盟

东莞市低碳发展促进会

英标管理体系认证（北京）有限公司（BSI）

通标标准技术服务有限公司东莞分公司（SGS）

莱茵技术监督服务（广东）有限公司（TUV）

上海挪华威认证有限公司（DNV）

深圳赛西信息技术有限公司

北京赛西认证有限责任公司深圳分公司

广东省东莞市质量监督检测中心

深圳大学

深圳市环通认证中心有限公司

深圳市洲明科技股份有限公司

浙江吉利控股集团有限公司

广东财经大学

■ 指导委员会

李 军、史诗祯、尹 烨、李 强、王慧星、刘 颖、蔡 毅、程华军、许 浩、徐 炎、杨 鹏、司 晓、万 超、
杨 勇、梁定安、李 力、梅述家、李冬梅

■ 编制组

徐均伟、代 威、王永霞、但 丹、曹 原、许立杰、吴薇群、蔡雄山、乔婷婷、林 翎、杨 洁、伍文虹、刘 华、
蒋璐明、张雪琴、仝玉娟、张维维、赵 乔、周滢娅、王 岳、余 铉、鲁 静、甘 祥、郑 兴、丘志光、刘 羽、
王永峰、李潜杰、张润鑫、冯松佳、华珊珊、王 悦、李永韬、孙巧志、李洪飞、高 杰、梅结良、邵 兵、蒋 昊、
梁永甫、周子涵、王 敏、姚嘉杰、黄 超、李克鹏、石竹君、高国庆、叶思海、曾玉婷、郑友和、陈渲文、张文娟、
许秋明、陈胜喜、周 勇、胡 冉、叶文忠、张 乐、黄玲玲、陈 立、宋 科、周 钢、谭瑞琥、刘海平、赵海涛、
陈堂华、辜茂军、李 程、赵守峰、何 超、陈鹏宇、刘伟丽、刘海平、张永强、李 莲、郭晓明、张竞峰、李俊廷、
谢 洹、梁 亮、陈 佩、范旭丽、敬 军、汪胜业、胡 强、何 超、叶志辉、姚小峰、周光军、麻文灏、贺 晗、
郭晓丽、黄明星、周妮娜、黄承发、杨 璐、刘峻玮、徐 吉、鲍晓倩、林洺锋、贾 黎、李鹏程、孙 亮、丁 晴、
杨燕梅、王中航、李 进

序言一

习近平总书记指出：实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。2021年是碳中和元年，如果说前三十年是数字化与信息化的时代，那么后三十年将是低碳化的时代，“双碳战略”将引领各行各业发生巨变。工业是碳排放的重要领域，工业互联网作为互联网概念的进一步延伸，亦是各行业实现碳中和的重要推力。

深圳作为国家首批低碳试点城市和碳排放权交易试点城市，按照国家和省的部署要求，科学制定碳达峰目标，前瞻研究碳中和实施路线，在碳达峰、碳中和方面走在了全国前列。粤港澳大湾区标准创新联盟充分发挥深圳“双区驱动、双区叠加”效应，以先行示范的改革实践为基础，提出工业互联网碳中和的标准创新，为产业、能源、交通运输、用地等全面绿色转型提供标准技术支撑，推动生产、生活方式转型，积极推进“碳达峰”“碳中和”。

《粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化白皮书》是一本应运而生的创新之作。通过对粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化体系进行研究分析，为湾区企业智慧碳中和之路提供了解决路径，将有力推动大湾区绿色发展新模式向更高水平、更高质量的目标迈进。

本书参编单位涵盖了粤港澳三地的企业和研究机构，撰稿人员都具备丰富的行业一线实践经验，数据可靠、内容详实。相信白皮书的推出，能够为政府各部门制定碳中和实施路线提供有益参考，加快节能环保与大数据、互联网、物联网的融合，牵引并支撑工业经济高质量发展，助力粤港澳大湾区实现绿色低碳循环发展。



深圳市市场监督管理局党组书记、局长

序言二

我国正处在产业结构深度调整、经济持续升级转型的关键时期。做为《十四五规划》期间大力推动“高质量发展”的两个主题，“碳中和”和“数字化”将成为影响工业企业可持续竞争力和长期发展的关键。

腾讯作为科技企业的代表，在数字碳中和领域已经在积极行动：一方面系统规划自身实现碳中和的路径，为各类用户提供绿色算力；另一方面在数字化和工业互联网领域的不断探索，赋能工业企业的低碳转型。

标准化是新技术新模式发展的必要支撑，这对工业互联网碳中和这样全新议题的探索尤为重要，只有开放、透明和一致的标准，才能促进这一新兴领域的全面创新和大规模应用。腾讯将在这一领域与各相关机构一起持续的参与和贡献。



腾讯公司副总裁、可持续社会价值事业部负责人

目录 CONTENTS 05

第一章 国家战略及大湾区碳中和需求 07

1.1 国家双碳战略目标的提出与背景 08

1.2 湾区双碳战略目标的政策与挑战 08

第二章 大湾区工业互联网碳中和分析 10

2.1 大湾区工业互联网发展现状和相关政策 11

2.1.1 大湾区工业互联网发展现状 11

2.1.2 工业互联网相关政策 12

2.2 粤港澳大湾区排放现状与趋势 13

2.2.1 粤港澳大湾区经济特征 13

2.2.2 粤港澳大湾区碳排放量及特征 13

2.3 粤港澳大湾区碳中和路径与技术措施 14

2.3.1 经济活动实现碳中和的路径与技术需求 14

2.3.2 主要行业实现碳中和的技术措施 16

2.3.3 工业互联网助力碳中和的方式与案例 22

第三章 碳中和标准化现状 25

3.1 国际范围内碳中和标准化分析 26

3.1.1 国际标准化活动现状 26

3.1.2 国外标准化活动现状 26

3.1.3 国际范围内碳中和标准化的情况分析 28

3.2 国内碳中和标准化分析 29

3.3 广东省碳中和标准化工作实践 29

3.3.1 广东省碳排放权交易标准体系的研究 29

3.3.2 广东省碳中和标准化制定情况 31

3.3.3 广东省碳普惠制方法学 31

第四章 粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化全景图	33
4.1 标准化对工业互联网碳中和的重要意义	34
4.2 粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化缺口和机会	34
4.2.1 碳中和管理	34
4.2.2 智慧能源	36
4.2.3 智能制造	39
4.2.4 智能建筑	40
4.2.5 智慧城市	41
4.2.6 智慧政务	41
4.2.7 智慧交通	42
4.3 标准输出建议和标准化全景规划	43
4.4 工作展望	46
第五章 粤港澳大湾区企业智慧碳中和之路	47
5.1 湾区企业的智慧碳中和	48
5.2 围绕企业使命设立碳中和目标	48
5.3 尽早实现自身业务碳中和	49
5.4 助力社会碳中和	50
附件1: 工业互联网创新发展指导政策一览表	51
附件2: 国内外碳中和相关标准化一览	60



国家战略及 大湾区碳中和需求



第一章 国家战略及大湾区碳中和需求

1.1 国家双碳战略目标的提出与背景

自人类步入工业化时代以来，各项经济活动等大量排放二氧化碳等温室气体，加重地球的温室效应，使得全球平均温度持续攀升，引发一系列环境问题，极大地影响了自然的生态环境及人类的生活环境。

根据2015年第21届联合国气候变化大会通过《巴黎协定》，要求将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在2摄氏度以内，并努力将温度上升幅度限制在1.5摄氏度以内。中国作为全球最大的发展中国家，在快速崛起的同时如何节能减排、绿色发展，同样成为摆在面前的一道发展难题，据数据统计¹，2020年中国二氧化碳排放量占全球总排放量的28%。中国作为《巴黎协定》的缔约方，2020年习近平总书记在气候雄心峰会上发表重要讲话，再次重申中国的碳减排目标：2030年“碳达峰”，2060年“碳中和”，体现大国担当。如果说前三十年是数字化与信息化的时代，那么后三十年将是低碳化时代，低碳化和数字化将成为“新两化融合”。从这个意义上讲，碳中和不是一项短期工作，而是一项长期事业。

事实上，在正式宣布“3060”目标前，我国早已提前布局碳中和相关战略规划。2017年12月18日，国家发改委印发《全国碳排放权交易市场建设行业（发电行业）的通知》，在发电行业率先启动全国碳排放交易体系，逐步扩大参与碳市场的行业范围，增加交易品种，不断完善碳市场，以稳步推进建立全国统一的碳市场。2020年12月31日，生态环境部发布《碳排放权交易管理办法（试行）》，对全国碳排放权交易及相关活动进行规范。2021年2月2日，国务院发布《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，意见要求“建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，确保实现碳达峰、碳中和目标，推动我国绿色发展迈上新台阶。”2021年3月13日，我国发布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，提出“要完善能源消费总量和强度双控制度，实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度，推动清洁能源低碳安全高效利用，加大重点温室气体控制力度，提高生态系统碳汇能力”等要求。随后3月15日，习近平总书记在中央财经委员会第九次会议上强调要把“碳达峰碳中和”纳入生态文明建设整体布局。2021年7月16日，全国碳排放权交易市场正式上线，首日交易总额逾2.1亿元人民币，未来碳交易市场还有充分的上升空间。

当前处于碳达峰的关键期、窗口期，中国始终坚持绿水青山就是金山银山的发展理念，树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展观，推动经济社会发展全面绿色转型，建设美丽中国。尽快实现碳达峰、碳中和，有助于树立我国有担当、有作为的大国形象，能够为全球特别是发展中国家提供一系列先进经验。

1.2 湾区双碳战略目标的政策与挑战

粤港澳大湾区作为我国开放程度最高、经济活力最强的区域之一，正在向国际一流湾区迈进。推动大湾区建设成为充

1、<https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions>

满活力的世界级城市群，推动大湾区绿色发展布局，是党和国家的战略方针。

早在2017年7月，国家发展和改革委员会、广东省人民政府、香港特别行政区政府、澳门特别行政区政府一致签订《深化粤港澳合作 推进大湾区建设框架协议》，将“生态优先，绿色发展”作为合作原则之一，要求共同推动形成绿色低碳的生产生活方式和城市建设运营模式，完善生态建设和环境保护合作机制，建设绿色低碳湾区。2019年2月国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》，将“绿色发展，保护生态”作为指导大湾区发展的基本原则，同时要求大湾区发展应创新绿色低碳发展模式，提出应“进一步推广清洁生产技术；推进低碳试点示范；推进能源生产和消费革命；推进资源全面节约和循环利用；加快节能环保与大数据、互联网、物联网的融合；广泛开展绿色生活行动；推广碳普惠制试点经验”等具体要求，助力大湾区实现绿色低碳循环发展。

2019年8月国务院发布《关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见》，将“可持续发展先锋”作为深圳发展的战略定位，进一步要求加快建立绿色低碳循环发展的经济体系，构建以市场为导向的绿色技术创新体系，大力发展绿色产业，促进绿色消费，发展绿色金融。2021年4月，广东省人民政府印发《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中再次提到，全省范围内要深化碳交易试点，积极推动形成粤港澳大湾区碳市场，建立健全粤港澳大湾区生态环境保护协作机制等。前述政策文件的相继颁布，表明了政府推动粤港澳大湾区绿色发展布局的决心之大，大湾区碳中和行动势在必行、任重道远。

当前，大湾区碳中和行动已经初步展开，香港已于2014年实现碳达峰，并宣布将于2050年前实现碳中和，近十年，香港政府拨款超过470亿元，推行各项节能和可再生能源措施²；2021年澳门特区行政长官贺一诚同样表示澳门特区政府将配合国家环保发展战略，认真做好碳达峰、碳中和工作，因地制宜，逐步实现清洁能源替代，争取在2030年或之前实现碳达峰³。低碳试点城市广州、深圳、中山分别提出了2020年、2020-2022年、2023-2025年达到碳排放峰值的目标，明显超前于国家部署⁴。

未来，粤港澳大湾区在绿色发展方面仍有较大上升空间。一方面，大湾区碳排放总量较大。其常住人口数量多，能源消耗量大，化石能源占比仍然超过60%，能源强度是东京湾区的2.3倍、旧金山湾区的1.4倍⁵，节能降耗空间巨大。另一方面，区域发展不平衡，资源分布不均。粤港澳大湾区的非化石能源资源禀赋相对薄弱，碳排放水平差距较大，2018年深圳单位GDP碳排放较低达到0.2吨/万元，大部分珠三角城市也相对较低，而多个粤东西北城市仍高于1吨/万元⁶，加重了低碳产业布局和减排任务分配的复杂性，亟待加强大湾区绿色低碳转型协同，制定相对统一的生态建设目标，推动大湾区工业互联网碳中和标准制定，推进大湾区绿色发展进程。

2、<https://www.policyaddress.gov.hk/2020/chi/p125.html>

3、<https://www.usmart8.com/mainland/news-detail/6823516352930775133>

4、卞勇：《粤港澳大湾区率先实现碳中和方略》，载《开放导报》2021年6月第3期。

5、张胜杰：《率先碳达峰，粤港澳大湾区有何底气？》，载《中国能源报》2021年4月14日。

6、卞勇：《粤港澳大湾区率先实现碳中和方略》，载《开放导报》2021年6月第3期。



大湾区工业互联网 碳中和分析

第二章 大湾区工业互联网碳中和分析

2.1 大湾区工业互联网发展现状和相关政策

2.1.1 大湾区工业互联网发展现状

一般而言，工业互联网是互联网和新一代信息技术与工业系统全方位深度融合所形成的产业和应用生态，是工业智能化发展的基础设施。从链接基础角度看，工业互联网本质是以机器、原材料、控制系统、信息系统、产品以及人之间的网络互联为基础，通过对工业数据的全面深度感知、实时传输交换、快速处理和建模分析，实现智能控制、生产组织方式和运营优化。从生产端角度看，工业互联网利用网络将生产线上的设备连接在一起，通过终端数据搜集，可以实现从单个机器到“点、线、面”生产状况的监控，进而通过智能平台实施智能决策和动态优化，有利于提升全流程生产效率，降本增效。同时，由于生产线上的设备、原材料、系统可以实现灵活连接，客户可以联网提出个性化需求，生产端通过工业互联网平台进行智能搭配，实现低成本规模化定制。

此外，从商业端角度看，由于实现网络化协同，上游原材料供应商，中游产品设计商以及制造商，下游配送端以及销售端，商业链所需要的信息、资源将可以连接在一起，信息传递以及资源配送将变得高效化。因此，工业互联网将可以大幅降低新产品开发制造成本，缩短产品上市周期。

从发展的历程上来看，工业互联网的发展经历了云平台、大数据、物联网等多个阶段。到目前为止，全球各主要经济体在工业4.0、智能制造等环节的创新和研究纷纷集中于工业互联网、工业物联网、工业大数据等平台级项目上。根据咨询机构IoT Analytics 的统计，全球工业互联网平台数量超过150个，预计2021年工业互联网平台市场规模将达到16.44亿美元。

从企业端发展链路来看，工业软件串联工业与互联网主要有如下五个维度：1. 成本驱动导向；2. 集成应用导向；3. 能力交易导向；4. 创新引领导向；5. 生态构建导向。具体如下：

第一阶段：成本驱动导向。在此阶段，企业从研发设计端的应用软件作为切入点，通过云端实现弹性供给，按需付费，大幅降低软硬件的部署成本和运营成本。

第二阶段：集成应用导向。在此阶段，企业核心业务系统上云，系统架构迁移云端，有利于实现横向集成、纵向集成、端到端节沉，促使智能演进到全局优化。

第三阶段：能力交易导向。在此阶段，企业设备和产品上云，通过制造能力在线发布、制造资源弹性供给、供需信息实时对接、能力交易精准计算等方式实现跨企业的制造资源优化配置。

第四阶段：创新引领导向。在此阶段，企业通过工业知识的沉淀、复用及重构实现工业PaaS及定制化工业APP。

第五阶段：生态构建导向。在此阶段，企业开发内容和运营机制发生深刻变革，以平台化思维吸引大量第三方开发者和通用工业APP。

近年来，广东省出台各项政策明确本省工业互联网的发展目标和行动纲要。具体如下：2018年5月广东省印发《广东省信息基础设施建设三年行动计划（2018-2020年）》（粤府办[2018]14号），提出建成世界级宽带城市群的目标，明确启动5G网络建设任务。此后，2020年4月印发《广东省“5G+工业互联网”应用示范园区试点方案（2020-2022年）》，加快工业企业“5G+工业互联网”内外网改造，深化探索5G在工业领域应用。随着工业互联网标识解析五大国家级节点之一率先在大湾区城市广州落地运营，广东省工业互联网产业辐射和服务大湾区及周边地区。截至2020年10月23日，广州顶级节点接入二级节点共23个，占全国二级节点总量比例为30.7%，累计接入企业数量942家，占全国接入企业总量比例为13.6%，标识注册量达27.8亿，占全国标识注册总量比例为36.8%，标识注册量全国第一。其中大湾区分布17个二级节点，集聚在广州、深圳、佛山和中山4个城市。大湾区二级节点覆盖船舶制造、电路板、定制家居、医疗医药等12个行业，其中电路板、泛家居、能源和医疗医药行业均建成2个二级节点，体现该行业对标识解析的需求迫切。大湾区打造了众多二级节点重点项目，有5个工信部工业互联网创新发展工程（2019年、2020年），3个工信部试点示范项目（2018年、2019年），28个广东省工业互联网标识解析二级节点建设支持项目。

此外，随着二级节点的上线运营，各类标识创新应用也不断涌现，标识应用从纵向集成、横向集成和端到端集成三个方向开展，涉及智能生产、供应链管理、产品追溯、全生命周期管理等应用场景。

近年来，工业互联网平台在大湾区加大了布局范围和合作深度，总部在广东的有3家，分别是树根互联根云工业互联网平台、华为FusionPlant工业互联网平台、富士康BEACON工业互联网平台，其他7家均有在大湾区布局。在最新发布的2020年“工业互联网50佳”榜单中的平台，湾区成长的平台占18%，以华为、树根、工业富联、腾讯云、机智云、中船科技、美云智数、格创东智、金蝶为代表；湾区引进落地的平台占52%，包括航天云网、阿里云、徐工信息、智能云科、寄云智能、朗坤科技、和利时、索为、瀚云科技、昆仑数据、研华科技、普奥云、麦迪信息等。

2.1.2 工业互联网相关政策

近些年，随着移动互联网、云计算、大数据等新一代信息技术取得新的突破。基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革；网络众包、大规模个性化定制、项目全生命周期管理等正在重塑产业价值链体系。新一代信息技术与制造业深度融合，正在形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点，这也为我国制造业的再发展提供了技术支持和变革方向。

基于以上的时代背景下，我国于2015年5月发布《中国制造2025》制造强国战略行动纲领。《中国制造2025》提出了“三步走”和“两化”的战略目标。原则上，国家有意将新一代信息技术与制造技术进行深度融合发展，以此实现制造业的升级转型。在制造业信息化升级过程中，工业互联网、云计算、大数据等新一代信息技术将在企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链实现综合集成应用。为配合《中国制造2025》的落地实施，自2015年起，我国中央各部位和地方政府出台了一些列指导政策，加速工业互联网创新发展。具体详见本白皮书附录1。

2.2 粤港澳大湾区排放现状与趋势

2.2.1 粤港澳大湾区经济特征

- 粤港澳大湾区的经济特征具有以下两个显著特点：
- 1、粤港澳大湾区产业结构特点：高科技行业占比较高，高耗能行业较低
- 粤港澳地区以劳动密集型产业为主，但经济新旧动能转换加快，先进制造业和高技术制造业发展迅猛，经济贡献在前10的行业中，高科技行业占比较高、高耗能行业则较低。其中高科技行业增加值占47%，高能耗行业仅占18%。
- 2、粤港澳产业结构与空间分布：第二产业主要在其他城市，第三产业主要在中心城市
- 2016年时，粤港澳大湾区的中心城市与其他城市GDP构成方面，大湾区第二产业由其他城市主导，第三产业则由中心城市主导；第二产业：在大湾区中心城市GDP中占34%，大湾区其他城市中占51%；第三产业：在大湾区中心城市GDP中占62%，大湾区其他城市中占46%。

表2—1 粤港澳大湾区经济特征指标 ⑦

粤港澳大湾区经济特征指标	数值
城市数	11
面积(万平方千米)	5.62
2018年人口(万人)	6669.53 (含港澳)
2018年GDP (万亿元)	10.9
2018年GDP占全国份额(%)	12.00%
2018年人均GDP (万元/人)	16.3
一次能源消费全国占比(%)	7.00%
煤炭占本地区一次能源消费比例(%)	52.00%

2.2.2 粤港澳大湾区碳排放量及特征

从粤港澳大湾区能源消费的CO₂排放量趋势看，香港已经完成碳达峰，绝对排放量已经在持续下降阶段；澳门处于碳达峰的平台期；广东省碳排放仍在增长过程中。与长三角地区和京津冀地区相比，粤港澳大湾区单位GDP碳排放量、人均碳排放量均低于长三角地区和京津冀地区，低碳发展指标较优。目前，大湾区能源结构和强度均处于全国领先水平。

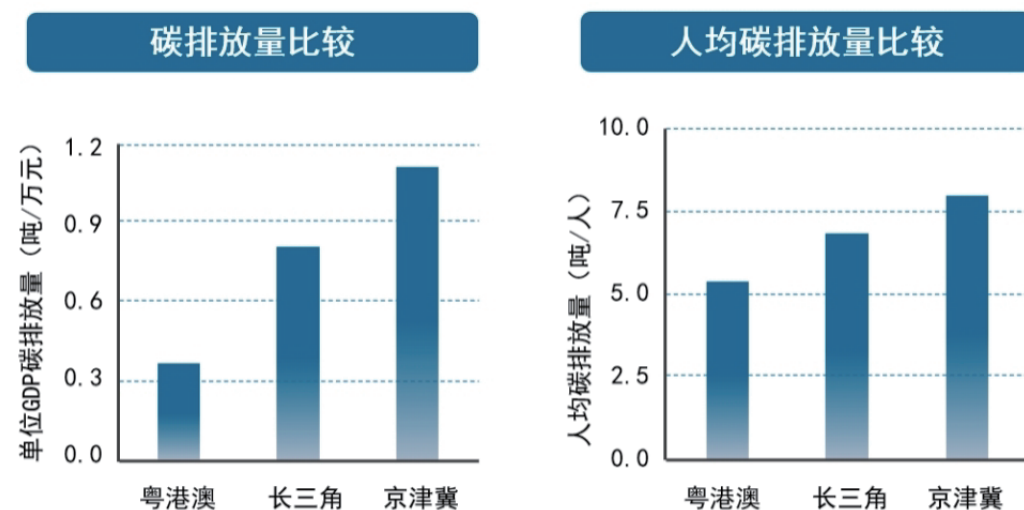
大湾区各个城市中，单位GDP碳排放量最低的是澳门。深圳、香港、广州等单位GDP碳排放量与英国、挪威等国家排放水平相当，略低于美国。江门、惠州等单位GDP碳排放量高于我国平均水平30%~50%。香港、澳门、深圳、广州等城市第三产业占比均在58%以上，且现代服务业、高技术制造业的比重较大，单位GDP碳排放量相对较低。

7、WRI报告《零碳之路：十四五开启中国绿色发展新篇章》

据《深圳市政府工作报告—2021年5月15日深圳市第七届人民代表大会第一次会议》2020年深圳单位GDP能耗、单位GDP二氧化碳排放分别为全国平均水平的1/3、1/5，五年分别下降19.3%、23.2%；据《惠州统计年鉴2020年》，惠州市2019年单位GDP能耗为0.698（吨标准煤/万元），增长率为1.7%。

同时，大湾区与国际先进水平相比，化石能源占比超过60%，万元GDP能耗偏高，能源强度是东京湾区的2-3倍、旧金山湾区的1.4倍，节能降耗空间巨大。

图2—1 三大城市群单位GDP碳排放量/人均碳排放量（2017年）



资料来源：中国碳核算数据库（CEADs）、各省市和地区统计年鉴

深圳、广州已提出2020年-2025年间实现碳达峰的目标。

2.3 粤港澳大湾区碳中和路径与技术措施

粤港澳大湾区单位增加值碳强度已处于全国领先水平，具有率先探索碳达峰与碳中和路径的示范意义。实现大湾区碳中和目标，可分解为粤港澳大湾区碳中和目标将通过以下六大路径实现：

2.3.1 经济活动实现碳中和的路径与技术需求

粤港澳大湾区碳中和目标，可通过以下六大路径实现：

I. 可持续消费：通过增加需求侧弹性、提升供给端与流通系统效率、优化供需匹配的措施，从而降低单位经济活动的能源消费量和资源消费量；

II. 电力脱碳化：通过提高电力系统非化石能源比例、降低化石能源电力比例，从而降低电网单位电量隐含的二氧化碳排放、甚至实现近零碳排放；

III. 再次电气化：通过采用电驱动或电加热，替代原本使用化石燃料驱动或加热的过程，从而提升电能占终端能源消费量的比例；

- IV. 燃料脱碳化：**对于无法用电能替代的能源需求，通过采用非化石燃料及配套设施，替代化石燃料及配套设施；
- V. 原料脱碳化：**通过采用非化石原料及配套设施，替代化石原料及配套设施；
- VI. 负排放措施：**通过增加自然碳汇、或采用碳捕集并封存利用措施，将大气中的二氧化碳或特定排放源的二氧化碳进行矿化封存或地质封存的措施；

在政府和企业推进六大路径的脱碳过程中，主要通过管理措施和技术措施，从宏观系统、中观及微观系统实现经济活动与碳排放脱钩、并逐步具备净零碳排特征。

对于城镇或园区管理部门，宏观系统的减碳路径会是主要抓手；对于各电力、工业、建筑和交通行业具体企业而言，应用减碳技术措施是实现碳中和的必经之路。各路径下的管理措施与技术措施见表：

表2—2 实现碳中和目标的六大路径

减碳路径	子类别	宏观系统（以减碳管理措施为主）	中观/微观系统（以减碳技术措施为主）
可持续消费	能效提升 /资源效率提升	在大系统尺度上优化物流或能源网络，缓解拥堵或低效的网络节点，例如优化路网布局、建设智能化交通管理系统	采用高效设备等
	系统节能 /优化	智能信息化碳排放监测平台，碳排放评估指标体系、结合分时电价等机制	系统能源效率优化、资源效率提升等技术措施
	需求引导	引导社会需求转向，或应用智能设备自动响应需求，从而减少不必要消耗	采用更加精简高效的系统设计
	流程再造	通过重构供应链，实现传统产业低碳化、或加速低碳产业化	生产工艺过程再造
电力脱碳化	提高非化石电源规模	发展可再生电力产业	采用分布式可再生发电
	提高非化石电力使用比例	提升电网可再生电力渗透率	主动购买绿色电力
再次电气化	动力再电气化	加快充电换电基础设施建设	推广新能源汽车、开发电动与氢能混动飞行器
	热力再电气化	制定利于电加热替代燃料的新型业态	例如注塑机采用电磁加热技术
燃料低碳化	使用生物质燃料	从生物质资源回收梯级利用、运输网络优化等方式提升生物质燃料应用比例	例如应用生物乙醇
	使用绿色电子燃料	从基础设施规划、配套产业培育等方面，发展机遇绿色电力和碳捕集利用的电子燃料产业	例如应用绿氢燃料
原料低碳化	提高再生原料比例	发展有利于再生原材料回收、加工和流通的运营体系	开展金属废弃物再生、建筑垃圾再生
	提高生物基原料比例	发展适合生物基原材料的新型供应链网络	利用农业废弃物材料 合成人造革面料等

负排放措施	生物固碳	从土地利用角度开展基于自然的解决方案，增加生态碳汇量	采用人工干预方式或应用新型生物技术，增加生物固碳能力
	碳捕集与矿化固碳	通过工业园区循环化改造等方式，将二氧化碳捕集与矿化固碳生产能力耦合	应用新型骨料开发、新型混凝土CO ₂ 熟化反应设施
	碳捕集与地质封存	将工业园区规划与二氧化碳捕集、地质封存资源可用性结合	应用二氧化碳捕集与地质封存技术

2.3.2 主要行业实现碳中和的技术措施

根据中国碳中和目标实现路径的研究，碳中和目标下，电力、工业、建筑和交通是主要的低碳变革领域^⑧。四大行业部门均需要通过应用新的技术措施，通过六大路径加速脱碳进程。

（1）电力行业

电力行业碳排放需要最早达峰并快速下降，至2050年争取实现零排放甚至负排放。电网系统需要考虑通过灵活发电、改进电网基础设施、需求侧响应以及部署储能技术提高电网灵活性，建立并完善电力现货市场，通过电力市场改革增加跨省绿电交易。预计至2050年时预计可再生能源发电占总发电量比例升至70%。

在发电行业，除了识别并关停燃煤电厂中的一小部分老旧、高污染且低效率的电厂，也将继续增加非化石燃料发电的比例（到2025年提高至45%左右）；通过完善碳捕集与封存利用(CCUS)政策，以促进新的化石燃料电厂采用CCUS技术，和/或在现有电厂进行CCUS改造。粤港澳大湾区电力部门脱碳是实现碳中和的先行条件，“十四五”时期主要的低碳/脱碳技术主要集中在以下领域（如表2—3）：

表2—3 电力行业的低碳/脱碳技术

减碳路径	行动方向	碳减排技术
电力脱碳化	低碳能源与可再生能源	持续扩大可再生能源发电规模
		提升风电光伏资源利用效率和转化效率
	储能	抽水蓄能电站
		机械储能（飞轮、压缩空气）
		液流电池储能
		绿电-氢储能
	智能电网	利用可再生电力储能提供辅助服务
		推广需求侧响应、虚拟电厂

8、《中国碳中和综合报告2020》,能源基金会；《广东省近零碳排放区示范工程关键性支撑研究报告》,中国质量认证中心

	发展分布式可再生能源	分布式风能、分布式光伏
		需求侧储能、分布式储能技术
		动力电池梯级利用与储能
可持续消费	降低线损	利用AI优化主干网潮流降低线损技术
		更新线路、断路器和变电站，或应用直流系统供电，减低线损
	需求侧响应	虚拟电厂与负荷交易，降低火电辅助服务

(2) 工业行业

碳中和目标下，工业部门排放量尽快达到峰值，到2050年实现在2015年基础上减少约90%的排放量。

工业部门不仅需要消除产能过剩，优化工业结构，提高效率和创新能力，也需要采取需求管理措施，控制工业产品产量，优先部署节能技术，控制并降低总能源需求。各工业领域将通过能效提高、材料替代和循环经济途径降低能源需求；通过数字化转型以及从化石燃料转向电力，特别是替代煤炭的使用，持续提高工业电气化水平，并降低碳强度；对于难以实现电气化的设施，以绿氢或生物质能替代化石燃料；对于在产生高浓度CO₂ 的设施，需要应用碳捕集与封存利用技术。

粤港澳大湾区工业部门脱碳是实现碳中和挑战较大领域，“十四五”时期主要的低碳 / 脱碳技术主要集中在以下领域（如表2—4）：

表2—4 工业行业的低碳/脱碳技术

减碳路径	子系统	碳减排技术
可持续消费	动力系统	变频调速节能技术
		高压变频调速技术
	能源与能耗系统	企业能源综合管控系统
		全功率匹配节能数控柔性联动技术
	配电系统	动态谐波抑制及无功补偿节能技术
		可控自动调容调压配电变压器技术
	热力系统	非稳态余热回收及饱和蒸汽发电技术
		钢铁高炉炉顶煤气循环
		余热锅炉尾部增加受热面
		聚能燃烧技术

		无引风机无换向阀蓄热燃烧节能技
再次电气化	工艺过程	钢铁电解铁矿石工艺
	能源与能耗系统	锅炉“煤改电”
电力脱碳化	能源与能耗系统	分布式光伏发电
		分布式风能发电
原料低碳化	工艺过程	铝加工中提高再生铝比例
		钢铁原料中提高废钢比
		钢铁新型熔融还原工艺
		水泥行业的熟料替代
		提高再生原料利用技术
燃料低碳化	能源与能耗系统	垃圾发电技术
	热力系统	煤改气技术
		油改气技术
负排放措施	工艺过程	CO ₂ 捕集并耦合微生物合成或农业
		CO ₂ 捕集并用于预制混凝土制品
		CO ₂ 捕集注入油井封存并驱油

(3) 建筑行业

碳中和目标下，建筑行业预计将进入存量时代，实现碳排放量快速达到峰值，到2050年排放比2015年减少约90%。

建筑部门将通过城市更新、建筑节能改造实延长既有建筑寿命、提升建筑能效和可再生能源利用率会成为主要技术应用领域。通过完善建筑照明、空调、取暖以及家电能效标准、纳入智能技术以实现系统节能、鼓励使用自然通风和照明等被动技术持续降低建筑行业能耗强度。

电气化也是建筑部门碳中和的主要路径，通过持续提高建筑设计标准，预计到2050年，75%甚至更高比例建筑能耗应实现电气化。粤港澳大湾区建筑部门碳排放占比高于国内其他地区、也是降碳潜力最显著的领域。建筑行业在碳中和进程中涌现深刻的变革，极大改变城市生活样式。“十四五”时期主要的低碳/脱碳技术主要集中在以下领域（如表2—5）：

表2—5 建筑行业的低碳/脱碳技术

碳中和路径	子系统	碳减排技术
可持续消费	建筑系统	软件模拟能耗优化技术
		优化建筑朝向
		优化建筑平面布局
		优化建筑总体布局
		装配式建筑应用
	空调系统	建筑冷热输配系统的节能技术
		温湿度独立控制空调技术
		蓄冰空调技术
		选用合适的冷热源
	能源系统	余热/废热利用技术
	通风系统	对流通风
		风帽
		混合通风
		冷巷通风
		热压通风
	围护结构	构件遮阳技术
		架空屋面技术
		建筑自遮阳设计手法
		节能门窗技术
		立体绿化表皮
		外墙、屋面材料隔热技术
		智能遮阳系统
	照明系统	LED节能照明灯具
		导光管技术
		照明智能控制技术
		自然采光最大化

再次电气化	能源系统	地源热泵技术
		空气源热泵技术
		水源热泵技术
电力脱碳化	能源系统	风力发电技术
		太阳能供热水技术
		太阳能光伏发电技术
		太阳能空调技术
		太阳能与建筑一体化技术
燃料低碳化	能源系统	生物柴油三联供技术
		生物质锅炉技术
原料低碳化	围护结构	生物基墙体材料技术
		再生混凝土骨料、高性能混凝土技术
负排放措施	二氧化碳捕集与固定	利用混凝土矿化固定CO ₂ 技术

(4) 交通行业

碳中和目标下，交通部门预计排放量在2025-2035年间达到峰值，到2050年碳排放量相对于2015年减少80%。通过在基础设施和交通工具中广泛应用大数据、5G、人工智能、区块链和超级计算机等创新技术，推动构建电气化、智能化和共享的交通系统；强交通需求管理（TDM）的政策创新，大力发展智能交通，显著提高交通能效结合交通规划实现综合管理，提升交通系统效能。

对于货运领域，通过加大铁路和水路利用率，加快长途货运结构的调整；对于城市客运，将加快发展以“公共交通+骑自行车/步行”为重点的绿色出行系统；持续发展以新能源汽车为重点的等低碳交通工具，加速向包括电力、可持续生物燃料和氢能低碳能源转型。粤港澳大湾区交通部门碳排放依然以较快速度增长，在中心城市已经成为排放规模最大的行业部门。交通部门脱碳面临巨大挑战，也将带动大量新技术应用落地。“十四五”时期主要的低碳/脱碳技术主要集中在以下领域（如表2—6）：

表2—6 交通行业的低碳/脱碳技术

减碳路径	子系统	碳减排技术
可持续消费	道路交通	道路低碳化设计
		交通智慧管理技术
		发动机节能技术

可持续消费	港口交通	行驶效率提高技术
		船体设计优化
		绿色船舶营运技术
		负载控制柴油机转速技术
		起重机势能回收和超级电容
	轨道交通	车体轻量化
		新材料节能技术
		新型节能机车
		牵引、辅助及控制系统高效节能技术
		再生制动节能
		重载运输节能技术
	航空交通	地面节能滑行技术
		机场协同决策系统
		轻质替代材料技术
再次电气化; 燃料低碳化	道路交通	电动汽车
		燃料电池汽车
	港口交通	“油改电”技术
		绿色动力技术
		岸电使用
		天然气/电力驱动机械
	航空交通	高效清洁发动机技术
		燃料电池技术
		太阳能电池技术
		推广实施GPU
	道路交通	氢能源汽车
	航空交通	生物燃料、电子燃料技术

2.3.3 工业互联网助力碳中和的方式与案例

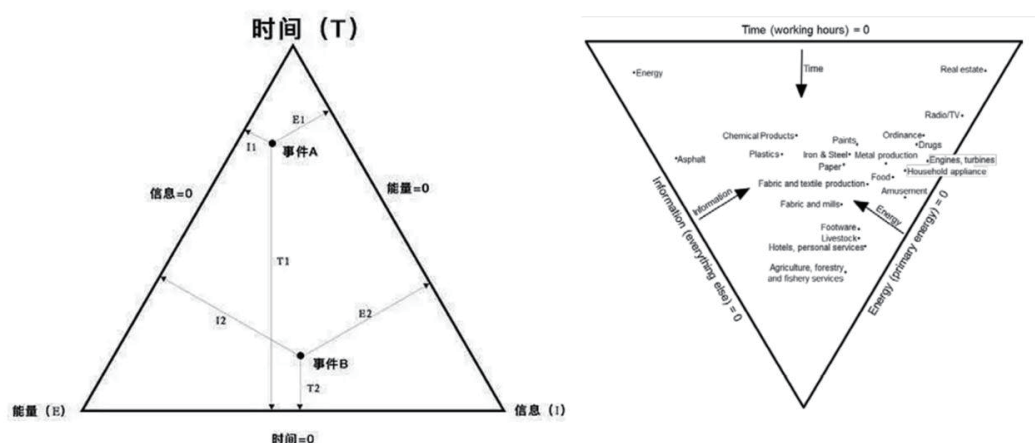
(1) 工业互联网加速各行业部门碳中和进度

瑞士联邦理工学院的能源学家丹尼尔·施普伦 (Daniel Spreng) 提出，在各类产业模式中，能量、信息和时间三个要素存在着相互代偿的关系。比如农产品的生产是非常耗费时间的，但额外需要的能量和信息也很少；而化工产品的生产耗费时间不长，但是对能量的需求则比较高。

图2—2 施普伦三角

(ICT行业对各行业能源及资源效率的作用示意图)

Interactions Between Energy, Information and Growth, Daniel Spreng)



5G技术、AIoT和数字智能组成的工业互联网应用，将会极大增加各行业过程可以使用的信息数量、精度和时效性。根据施普伦三角，当可用信息增加，相同时间约束下能量需求可以进一步降低，从而提高各行业过程的能源利用效率。同样，在能源加工转化过程（尤其不稳定可再生能源利用），通过更多有效信息指引，相同的风能或太阳能有效转化为电能将会提升，例如智能风电、智能光伏运营将提升电站全年利用小时。

(2) 工业互联网加速碳中和路径的三种方式

工业互联网应用于各个行业，作用于该行业的管理减碳或技术减碳过程，从而加速六大路径下低碳技术渗透率，呈现出一种“碳中和加速器”的特征。

具体而言，工业互联网应用可以产生以下三类“加速作用”：

利用数据智能，提升系统管理效能：除了将过程的碳排放结果转为前馈判断条件，为系统优化提供指引外，数据智能应用于电力系统、交通系统、工业过程以及供应链管理，都必然提升系统能源效率和资源效率，降低维持产出稳定所需能源冗余或资源冗余，从而降低系统碳排放强度。

利用创新服务，加速现有技术应用：利用工业互联网平台改造现有工业过程，或利用BIM和数字孪生实现建筑智能运维，可以自动实现控制参数优化并实现节能增效、解决传统节能与稳定产出之间的矛盾；工业互联网应用结合二次电气化改造、流程再造等方式，可以加速非化石原料或燃料替代。

利用数字仿真，加速未来技术开发：通过数字仿真可以将新型设备研发、新型分子合成路线设计的进程加快，从而加快碳中和路径需要的新型可再生能源发电技术、储能技术、新催化剂、新材料以及新装备的研发进度。

上述三种“加速作用”可以作用于管理减碳或技术减碳措施，从而加速四大行业部门实现碳中和：

表2—7

减碳路径	作用于减碳管理措施	作用于减碳技术措施
利用数据智能，提升系统管理效能	例如，电网利用人工智能更精准预测发电量和负荷变动趋势，可以优化电力调度策略，避免“大进大出”降低线损、提升可再生电力消纳水平。	例如，通过能源互联网建设，让用户侧可中断负荷参与负荷交易，结合分时电价等改革措施，降低企业用电成本，同时减少火电机组调峰需求，降低电力蕴含的碳排放。
利用创新服务，加速现有技术应用	例如，光伏和风电领域利用智能化分析，提升发电设备利用率；	例如，利用机器学习提升CO ₂ 地质封存项目的勘测与设计过程；
利用数字仿真，加速未来技术开发	例如，利用MES/MOM系统实现车间制造过程的自治，通过自适应加工控制、自动化加工检测，规划并实现柔性制造单元。	例如，利用人工智能模型的材料信息学平台可以加速筛选理想特性的新材料，用于发展新型催化剂。

工业互联网应用于电力、工业、建筑和交通行业，已经涌现了一批助力管理减碳或技术减碳的成功应用，如：

虚拟风场设计：在测风设备采集数据的基础上，基于云平台能够有效在云端汇总并利用前期历史数据，通过建立相关算法模型降低风场建设设计过程中的不确定性，利用线上操作提高设计精度，减短设计周期。一是线上模拟仿真。基于超算等平台的计算能力与长期积累的历史资源，开展宏微观地理选址与场区的智能辅助设计，减少人工成本。二是风场全生命周期设计。聚焦风场特有的风况特征、地形条件等，基于云平台提供高精度与高精细度的风资源解决方案，合理利用不同密度的风力资源，实现风场全生命周期降本增效。

风场管理优化：推动变电器、输电线等风场设备上云，有利于企业依托工业互联网平台建立场级运行管理模型，有利于精确预测发电区间，优化电网功率负荷，探索分布式能源管理，提升风场管理水平。一是能效优化。依托Scada生产数据、机组震动数据、升压站数据、场站气象数据等数据采集，形成实时及历史等多维度分析报表，助力提升运维水平。二是集成管理。通过设备上云建立运营服务中心，开发数据质量监控、程序版本管理、应用及资源监控等精益化运维辅助管理工具，提高风场管理水平，辅助功率调度、功率预测、集控等应用需求，支撑风电规模化发展。三是协调供电。通过上云提升发电量测算精准度，统筹构建跨区域储能、发电和运电方案，支撑智能电网建设，提升风电并网消纳能力。

高炉绿色生产：炼铁高炉上云，可以实时监测能耗和排污情况，提高环保管理的精准性和科学性，节能降耗。通过实时采集设备工况数据，结合大数据、人工智能等新兴技术，开展高炉设备状态检测、故障预警、远程运维等智能服务，改善能耗水平和绿色生产水平。预计到2025年，炼铁高炉上云普及率将超过45%，使设备平均能耗降低2%，CO₂排放量减少1千万吨以上。

空压机上云：空压机行业的能耗问题极为突出。上云有利于管理者提高能源消耗水平认知，实现精细化设备能耗管控优化。一是分配式优化。在实时采集能效数据的基础上建建设备用气、产气模型，通过设备整体效率和综合能耗分析，合理分配设备运行负载。二是互补式优化。利用整站效能提升的数据分析模型，为空压机动态互补调配提供支持，减少整体资源浪费。三是升级式优化。通过对空压机的横向数据对比与纵向历史分析，为空压机制造单位和使用单位进行产品升级换代提供数据支撑。

新装备智能研发：以柴油发动机上云为例，基于产品全生命周期的海量数据，有利于汇聚优势资源，优化产品研发流程，促进柴油发动机产品迈向高端化。基于工业互联网平台，通过边缘感知，实现柴油发动机运行数据实时采集分析，为产品全生命周期管理提供数据支撑。基于柴油机设备上云的海量数据基础，构建柴油发动机仿真模型或数字孪生体，通过参数设置、模拟实验不断优化设计，缩短研发周期。

建筑园区能效优化：腾讯微瓴AI能效的建设目标是降低建筑运营成本，提升能源利用效率，助力建筑碳中和目标。微瓴能效包含能源精细化管理，设备设施管理，智能AI优化控制三个模块。其中能源精细化管理会根据建筑物理结构，数字孪生出整个园区、建筑的能源系统的拓扑图及流向图，可以让管理者按不同维度，实时了解能源消耗量，能源消耗趋势，能耗费用等关键指标，同时可以对能源系统的能源流向进行跟踪，对能源使用效率进行分析评价，消除管理盲区，提升管理效率。设备设施管理可以帮助运维人员构建设备的档案库，实现设备从设计，选型，采购，安装，调试，维护，保养等过程的全生命周期管理，同时通过备品备件管理，工单管理，设备预测性维护，运维知识库等功能，提升系统报警，事件响应速度以及处置效率，提升用户满意度，降低成本支出。智能AI优化控制可根据建筑内部各功能区域环境参数要求以及建筑外部环境参数的变化，结合建筑设备设施系统的运行原理，建建设备设施系统的最优化算法模型，利用AI人工智能技术，在建筑外部和内部环境参数发生变化时，建筑的设备设施系统自动进行设定参数优选及控制，在满足室内环境需求的前提下，使建筑设备设施处于最优运行状态。

微瓴能效系统功能的实现主要依托于强大的数据整合能力、标准化能力，实现多系统或设备之间的互联互通，真正打破了数据孤岛，使数据之间的使用更加灵活、联动，提升建筑能源利用水平，降低建筑能耗，助力建筑园区碳中和目标。

循环包装设施与运营服务：顺丰通过应用大数据计算平台、智能调拨算法、RFID+二维码方案及5G联网技术，对包装相关数据进行实时采集、监测、分析和评价，实现循环箱全生命周期可视化管理和智慧决策，有效减少一次性包装材料消耗，提高包装使用效率。与传统包装相比，循环包装具有运单追溯、RFID芯片批量盘点、产品全过程监控、客户库存需求管理、大数据分析等数字化功能，其材质、防水性能、抗压、抗戳穿等物理性能以及箱体操作便捷性上都有大幅提升，每票快件可极大减少碳排放量。



碳中和标准化现状



第三章 碳中和标准化现状

3.1 国际范围内碳中和标准化分析

3.1.1 国际标准化活动现状

(1) 国际标准化组织ISO/TC 207/SC 07

国际标准化组织环境管理技术委员会温室气体管理及相关活动分技术委员会（ISO/TC207/SC7）是ISO在应对气候变化标准化方面最主要的技术委员会，负责有关温室气体标准化的活动。从2006年起在温室气体量化、报告、核查等方面发布了一系列重要的国际标准，涉及组织、项目、产品等多个层面，构成了国际通行的温室气体核算标准体系（具体见附件2）。目前，ISO/TC207/SC7正在制定国际高度关注的碳中和国际标准（ISO14068）《碳中和及相关声明实现温室气体中和的要求与原则》的工作组草案（WD稿）。

(2) 国际标准化组织ISO/TC265

国际标准化组织二氧化碳捕集、运输与封存技术委员会（ISO/TC265），共设立了二氧化碳封存组、运输组、捕集组等5个标准工作组，并开展了四届工作会议，目前已通过的工作项目有4项。

(3) 国际电工委员会IEC/TC 111

在应对气候变化方面，IEC还没有公开披露碳中和标准制定的相关信息，其市场战略委员会在2021年6月提出了基于可再生能源的零碳电力系统白皮书的提案。电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会下设的温室气体工作组（TC111/WG4）发布了两项关于电工电子产品与系统的温室气体排放量化方法指南和基于项目基准线的电工电子产品与系统的温室气体减排量化方法指南。具体详见附件2。

(4) 国际电信联盟ITU

国际电信联盟ITU (International Telecommunication Union) 曾在2018年内部提出了ICT行业的碳中和技术标准的研究立项，但最终没有通过。ITU在2021年4月的工作会议上，由中国工业和信息化部提出了“ICT技术在实现碳中和的最佳解决方案中的应用”的提案。

3.1.2 国外标准化活动现状

(1) WBCSD/WRI温室气体核算体系

温室气体核算体系（GHG Protocol，简称GHGP）是国际上最为广泛使用的温室气体核算工具，旨在帮助政府和企业理解、测量与管理温室气体排放。由世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）历经十余年合作开发，温室气体核算体系与世界各地的企业、政府以及环境组织一起，建立应对气候变化的可信、有效的新一代计划。温室气体核算体系主要标准见表3—1。

表3—1 温室气体核算体系主要标准

序号	标准英文名称	标准中文名称
1	Corporate Accounting and Reporting Standards (Corporate Standard)	企业核算和报告标准 (企业标准)
2	Project Accounting Protocol and Guidelines	项目核算协议和指南
3	Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard	企业价值链 (范围3) 核算和报告标准
4	Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	产品生命周期核算和报告标准
5	The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting	土地使用和森林的温室气体项目核算指南
6	Guidelines for Quantifying GHG Reductions from Grid-Connected Electricity Projects	电网项目温室气体减排量化指南

(2) PAS 2050和PAS 2060标准

PAS 2050规范是由英国标准协会(BSI)、英国碳信托机构 (Carbon Trust) 和英国环境、食品与农村事务部(Defra)发布, 与之配套的还有《<PAS 2050规范>使用指南》。此标准主要用于计算产品和服务在整个生命周期内 (从原材料的获取到生产、分销、使用和废弃后的处理) 温室气体排放量。标准中分别对企业-到-企业(Business to Business, B to B)以及企业-到-消费者(Business to consumer, B to C)两种评价模式下的产品碳足迹评价提出了具体要求, 是全球首个具有公开具体的计算方法产品碳足迹标准。目前, 被全球广泛应用于评价其商品和服务的温室气体排放。

PAS 2060是由英国标准协会 (BSI) 独立制定的证实碳中和的规范, 该标准是以现有的ISO 14000 (环境管理体系) 系列和PAS 2050等环境标准为基础, 以包容性、可及性、开放性为三大原则, 提出了通过温室气体排放的量化、减量和抵消来实现和实施组织所必须符合的规定。

(3) IPCC方法学

世界气象组织 (WMO) 和联合国环境规划署 (UNEP) 于1988年建立了政府间气候变化专门委员会 (IPCC)。它对联合国和WMO的全体会员开放。IPCC主要产品是: 评估报告、特别报告、方法报告和技术报告。

IPCC方法学体系中, 尚未纳入碳中和相关的指南或方法学, 但IPCC的评估报告为全球碳中和的时间节点给出了明确的预期。IPCC方法学是碳排放计算的基础, 因此是碳中和的前置工作。IPCC清单方法学不仅适用于国家排放清单的编制, 同时也广泛被应用于各类组织的碳排放计算工作中, 统一的计算方法使得不同国家、地区和组织的碳排放量化结果之间具有可比性和一致性。

(4) 清洁发展机制 (CDM) 方法学

清洁发展机制 (CDM) 是《联合国气候框架条约》(UNFCCC) 第三次缔约方大会COP3 (京都会议) 通过的附件2 缔约方 (发达国家) 在境外实现部分减排承诺的一种履约机制, 该机制允许发达国家通过向发展中国家提供资金和技术的方式, 与发展中国家展开项目级的合作, 在发展中国家进行既符合可持续发展政策要求、又产生温室气体减排效果的项目投资, 由此获取投资项目所产生的部分和全部减排额度, 作为其在本国以外地区取得减排的抵消额。其目的是协助未列入附件2缔约方 (发展中国家) 实现可持续发展和有益于《公约》的最终目标, 并协助附件2所列缔约方 (发达国家) 实现遵守第三条规定的其量化的限制和减少排放的承诺。核心是允许发达国家和发展中国家进行项目级的减排量抵消额的转让与获得。

CDM项目产生CERs是国家或组织抵消其剩余排放量, 是实现碳中和的一种方式。在几乎所有碳中和标准或规范中, 都明确将CDM列为合格的抵消项目, 如PAS 2060。

(5) 交易标准

在自愿减排体系中碳信用的形成绝大多数需要第三方的标准认证, 全球碳抵消市场中大部分的交易量来自经过第三方标准核证的VER (Voluntary Emission Reduction, 自愿减排信用)。目前被运用较多的标准有: 核证碳减排标准 (Verified Carbon Standard, VCS)、气候行动储备标准 (Climate Action Reserve, CAR)、芝加哥气候交易所抵消项目标准 (Chicago Climate Exchange Offsets Program Standard, CCX)、黄金标准 (Gold Standard, GS)、美国碳登记处标准 (American Carbon Registry, ACR)、ISO14064标准、社会碳标准 (Social Carbon)、气候社区和生物多样性标准 (Climate, Community and Biodiversity)、以及少量的其他标准如温室气体友好标准 (GHG Friendly, GF)、Plan Vivo标准、自愿核证减排标准 (VER+)、CDM/JI标准、绿色e气候标准 (Green-e Climate, GC)、CarbonFix标准等。

3.1.3 国际范围内碳中和标准化的情况分析

从开发主体看, 包括国际标准化组织、区域性联盟、英国标准化协会和其他机构。从应用主体看, 包括企业或组织层次、项目层次、产品和服务层次, 以及整个企业价值链。从覆盖范围来看, 国际标准化组织开发的碳排放标准较为系统完整, 涵盖了从量化、报告组织、项目和产品等不同层次的碳排放, 到审定、核查不同应用主体的碳排放, 而且对审定和核查团队的能力建设也出台了相应标准; 其他机构更专注于碳排放核算方法学的开发与应用。

从碳中和标准化和实践看。英国2010年发布的《关于碳中和承诺的规范》(PAS 2060) 中提出了碳中和的概念。近10年来, 联合国气候变化组织、澳大利亚、法国、英国、哥斯达黎加、中国等在气候中性、碳中和方面开展了很多实际行动, 也发布了相关的规范与指南, 如澳大利亚的碳信用额度ACCU等系列碳中和标准、法国环境与能源控制署的方法Bilan Carbon、GHG protocols、英国2014年版PAS 2060、哥斯达黎加标准INTE B5:2016、中国生态环境部《大型活动碳中和实施指南 (试行)》等。并在此基础上, 在组织、产品、服务、社区、建筑物、活动等方面开展了碳中和项目认证的实践。

3.2 国内碳中和标准化分析

在国家标准方面，全国环境管理标准化技术委员会（SAC/TC 207）主要负责全国环境管理专业领域基础性、通用性、综合性标准化工作，包括环境管理体系、环境标志和声明、环境绩效评价、环境成本和效益、生命周期评价、生态系统评估等，同时对口国际标准化组织环境管理标准化技术委员会（ISO/TC 207）。2014年，全国碳排放管理标准化技术委员会（SAC/TC 548）成立，对口国际标准化组织环境管理技术委员会温室气体管理和相关活动分技术委员会（ISO/TC 207/SC7），主要负责碳排放管理术语、统计、监测；区域碳排放清单编制方法；企业、项目层面的碳排放核算与报告；低碳产品、碳捕获与碳储存等低碳技术与装备；碳中和与碳汇等领域的标准化工作。截至目前为止，TC548标委会已发布了16项国家标准，正在制修订的标准30余项，其中行业企业温室气体核算与报告标准28项、项目减排量核算标准4项、核查系列标准3项、企业碳管理系列标准3项、单位产品碳排放限额标准4项（国家标准制定情况可详见附件2）。近日，国家标准《建筑产品与服务环境声明（EPD）通则》通过审查，这是国内首个面向建筑产品与服务领域的环境声明标准。

中国碳交易市场上除了碳配额之外，还有另一种产品，便是中国核证自愿减排量（Chinese Certified Emission Reduction，以下简称为“CCER”），其作用是抵消碳排放量，对碳配额交易形成有益补充。但2017年3月，国家发改委暂缓受理新的CCER备案，至今未重启。CCER方法学开发情况可详见附件2。

在行业标准方面，例如JT/T 827—2012《营运船舶CO₂排放限值及验证方法》、SH/T 5000—2011《石油化工生产企业CO₂排放量计算方法》等标准。2019年，生态环境部发布《大型活动碳中和实施指南（试行）》，规范了大型活动的碳中和实施，填补了我国在这方面的空白。2021年9月15日，国家工信部将申请立项的《石油和化工行业碳排放核查技术规范》等197项碳达峰相关行业标准项目予以公示。

在地方标准方面，随着各试点省市碳排放权交易机制的建立，各省市制定了部分急需的量化和报告标准，但对于碳盘查、核证、认证机构资质等方面主要还是采用国际标准化组织及国外的标准，以及国家标准，或行业主管部门发布的规范性文件。各省市的地方标准制定情况可见附件2。

在团体标准方面，根据全国团体标准信息平台上的不完全统计，目前在低碳管理领域发布实施了70多项，主要发布社会团体包括广东省节能减排标准化促进会、中关村生态乡村创新服务联盟、中国电子节能技术协会、中国建筑材料联合会等十多个社会团体。团体标准制定情况可详见附件2。

3.3 广东省碳中和标准化工作实践

3.3.1 广东省碳排放权交易标准体系的研究

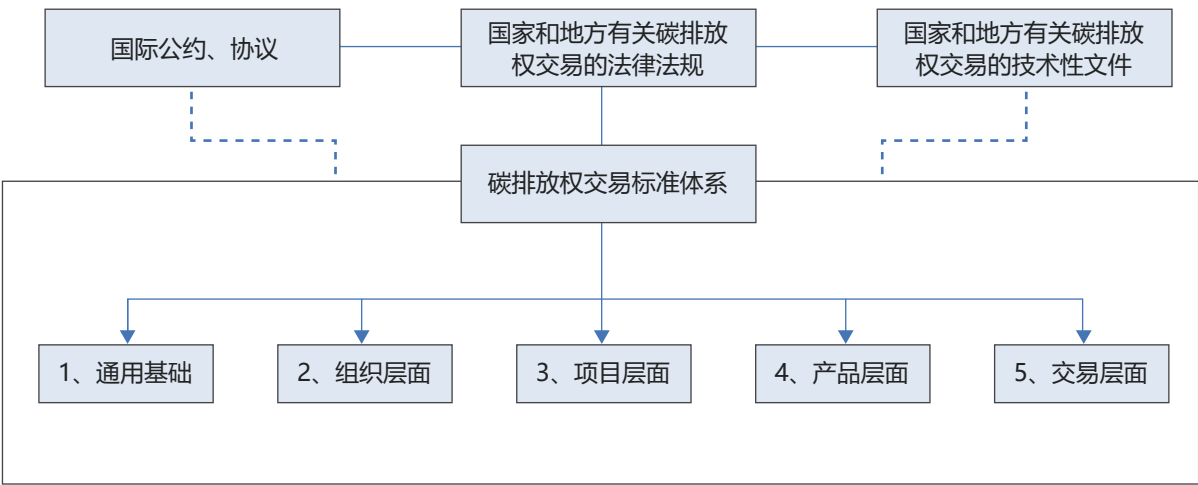
开展碳排放权交易标准体系研究，目的是为了建立一个科学合理的碳排放权交易标准体系，为碳排放权交易标准制修订计划和规划提供技术依据，为碳排放权交易的工作开展提供技术支撑。

2013年，广东省科技项目《广东省碳排放权交易标准体系研究》完成了研究报告，提出了“广东省碳排放权交易标准

体系框架”和标准化路线图，汇编了碳排放权交易法律法规和标准，完成了14个标准草案稿，发表学术论文《碳排放权交易标准体系框架模型研究》一篇。同时，筹建了广东省低碳管理标准化技术委员会和广东省节能减排标准化促进会。

碳排放权交易标准体系总体框架模型如下图所示。

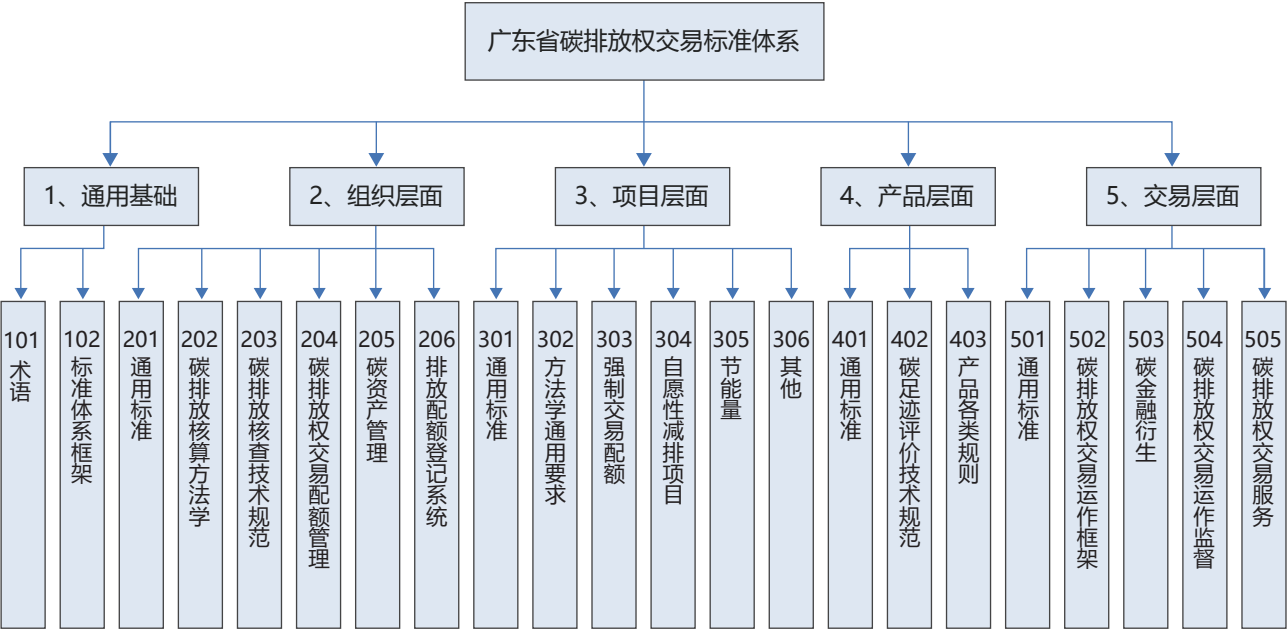
图3—1 碳排放权交易标准体系总体框架模型



注：1、虚线表示上排方框中的内容对标准体系的指导关系
2、实线表示相关关系，虚线方框内表示完整的碳排放权交易标准体系

在上图3—1所示的碳排放权交易标准体系框架模型的基础上，结合广东碳排放权交易试点工作的实际，建立了广东省碳排放权交易标准体系。

图3—2 广东省碳排放权交易标准体系



该体系突出了碳排放权交易标准体系应能够达到碳交易市场中所有信息传递需求，也是系统总体架构和功能层次信息化体现，但同时也涵盖了碳中和领域的标准化需求。上图中，通用基础标准子体系中主要包括术语和标准体系框架。

组织层面标准子体系中主要包括通用标准，如ISO 14064—1；碳排放核算方法学，如SAC/TC 548发布的首批包括《工业企业温室气体排放核算和报告通则》以及发电、钢铁、民航、化工、水泥等12个行业温室气体排放核算与报告要求系列国家标准。

项目层面标准子体系中主要包括通用标准，如ISO 14064—2；强制交易配额，如国家控排行业配额分配方法和广东控排配额分配方法等；自愿性减排项目，如CDM和CCER项目方法学等。

产品层面的标准子体系中主要包括通用标准，如ISO 14067；碳足迹评价技术规范，如PAS2050、产品碳足迹量化和沟通的要求和指导、产品和服务生命周期温室气体排放评估规范；产品种类规则（PCR方法学）。

交易层面的标准子体系中主要包括通用标准、碳排放权交易运作框架。

3.3.2 广东省碳中和标准化制定情况

在地方标准方面，广东省共发布了24项碳中和相关的地方标准（见附件2）。

在团体标准方面，2016年，广东省节能减排标准化促进会发布了广东省第一个团体标准《企业碳排放权交易会计信息处理规范》T/GDES 1—2016；2017年，建立了国内首个《绿色报告声明平台》（<http://www.environdec.cn/>），开展碳足迹声明、碳中和声明、环境产品声明、水足迹声明等绿色报告声明和绿色标签相关工作；2019年度申报的《环境产品声明、碳足迹和水足迹认证体系建设及其在家用洗涤剂产品应用》获得中国轻工业联合会科技进步二等奖。2020年度申报的《绿色发展背景下产品环境足迹标准化及其应用》获得教育部高等学校科学研究优秀成果奖（科学技术）科技进步二等奖。截至目前，已发布团体标准78项，涉及碳中和领域的团体标准近40项，是全国在低碳管理领域内发布团体标准最活跃的社会团体。详见附件2。

目前正开展有关碳中和工作主要有：碳排放管理体系标准化建设；楼宇碳中和标准化工作；组织和产品的碳中和声明标准化工作。

3.3.3 广东省碳普惠制方法学

2015年，根据《广东省人民政府关于印发“十二五”控制温室气体排放工作实施方案的通知》（粤府〔2012〕96号）要求和广东碳排放权交易试点工作部署，广东省发展改革委研究制定了《广东省碳普惠制试点工作实施方案》和《广东省碳普惠制试点建设指南》。

2017年，广东省发改委发布《关于碳普惠制核证减排量管理的暂行办法》，正式将碳普惠核证自愿减排量（PHCER）纳入碳排放权交易市场补充机制。也就是说，广东省纳入碳普惠制试点的广州、东莞、中山、惠州、河源、韶关等6地区的相关企业或个人，通过自愿参与实施的减少温室气体排放（如节水、节电、公交出行等）和增加绿色碳汇等低碳行为产生的减排量，将允许进入广东碳交易市场交易。居民社区、公共交通等领域的节能减排行为，都可以换算减排量。

碳普惠制是广东省探索低碳发展机制创新的一项重要成果，以市场机制增强生活消费领域的减碳动力，旨在提升全社会节能减碳、环境保护、资源综合利用意识。其核心路径是通过对小微企业、社区家庭和个人的减碳行为进行科学量化，进而将为减碳量转化为碳币或开发为核证减排项目。广州碳排放权交易所数据显示，截至2020年12月，碳普惠制核证减排量成交金额超过8276.3万元，为全省100多个省定贫困村带来超过1482万元经济收益。

随着“双碳”目标的推进，“碳普惠”正在从广东走向全国，北京、上海、深圳、江苏、河北等多个省市积极试点和探索，并陆续出台了相关的政策文件和实施方案，建设碳普惠平台，对用户的低碳行为进行痕迹化、量化、数据化分析汇总，丰富绿色数据，逐步建立起了针对不同减碳场景的普惠制体系。

目前，广东省已备案发布的碳普惠减碳量方法学有6项，具体可见附件2。

A large, stylized number '1' composed of three dark blue rectangular blocks. The top block is a long diagonal bar, the middle block is a smaller vertical rectangle, and the bottom block is a larger vertical rectangle. A short horizontal line segment is positioned to the left of the top block.

— 1 粤港澳大湾区工业互联网 碳中和标准化全景图

第四章 粤港澳大湾区工业互联网

碳中和标准化全景图

4.1 标准化对工业互联网碳中和的重要意义

标准化是实施碳达峰、碳中和不可或缺的基础性途径。在推动碳达峰、碳中和目标实现的过程中，无论政策落实、规范管理、引领技术、监测监管等多角度都离不开标准的支撑，对标准化工作提出了重大需求。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）在其报告当中特别指出“技术标准是当前减缓和适应气候变化的一种技术途径”。习主席也提出中国的标准化战略：“中国将积极实施标准化战略，以标准助力创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展、共享发展”。碳中和目标管理从标准化开始，推进国际规则标准制定，才能实现国内外互联互通，做到碳指标规范可靠。

目前已有部分企业宣布了实现碳中和目标的预期时间，中国机构也在全球首次发行了“碳中和”债券。然而，很多案例对“碳中和”的一些关键问题并没有公布详细的信息，尤其是工业互联网领域，例如：目前的排放量是多少？依据什么样的核算标准？是针对全部碳排放量进行中和还是部分碳排放量进行中和？评估标准是什么？是否已尽最大努力减排，衡量标准是什么？如何持续保持“碳中和”的成效？那么，回答以上这些问题的核心关键是什么？答案显而易见，是碳中和的标准化。

当前碳达峰、碳中和工作对标准具有迫切需求，应加快梳理粤港澳大湾区工业互联网产业脉络，把握工业互联网碳中和和未来重点发展方向，识别粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化缺口和机会，推进重点标准的研制工作，形成标准化全景规划，完善工业互联网碳中和标准体系。

4.2 粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化缺口和机会

结合第二、三章粤港澳大湾区工业互联网碳中和政策、技术及标准化现状分析，识别碳中和管理、智慧能源、智能制造、智能建筑、智慧城市、智慧政务、智慧交通等方面的湾区工业互联网碳中和标准化缺口和机会。

4.2.1 碳中和管理

实施碳中和管理的第一步是碳排放量的核算，需要针对区域、企业、建筑、产品等开展全生命周期温室气体排放的核算。其中，区域包括能源、工业、建筑、交通、农业等碳排放；企业包括直接温室气体排放、外购电力产生的温室气体排放、其他间接温室气体排放；建筑可包括建材生产、建筑施工、建筑运行、建筑废弃等排放；产品涉及原材料获取、生产加工、运输、产品使用、废弃处理等全生命周期过程的温室气体排放。碳排放核算为碳中和管理提供数据基础，所涉及的对象、环节、气体种类数量庞大，应用工业互联网技术可有效提高数据核算效率及数据的准确性和规范性。目前国内外已

发布了针对区域、企业、建筑、产品等温室气体排放核算的一系列标准化方法学，应用工业互联网技术的相关标准尚未形成。

(1) 区域和城市层面

在区域层面，工业互联网技术在碳交易、碳抵消、碳管理分析等方面具有越来越重要的应用。在碳交易、碳抵消方面，区块链的应用可防止碳信用等权益的重复申请和使用。

在城市碳管理层面，物联网、大数据等可实现各领域、多维度碳排放数据的监测和采集，实现重点领域碳排放数据分析、减排潜力评估、碳达峰碳中和预测分析等。在以上应用场景中，需要大量的标准对其进行规范，助力创新、协调、绿色、开放、共享。

(2) 园区层面

在园区和企业层面，工业互联网可以进一步加快碳中和管理的信息化进程。通过分布式数据库、大数据和云计算等支持，破除“数据孤岛”，从多渠道采集企业、项目的碳排放、碳足迹、经营情况、碳汇、碳交易等信息，形成用户碳画像，清晰掌握企业碳数据，实现精细化碳中和管理。同时通过完善分析模型，自动生成企业碳分析报告，预测碳中和路径。建议构建基于本体论（人工智能的核心方法论）的碳账户、碳画像管理规范，制定适用于园区、企业的《基于本体论的碳账户、碳画像管理规范》，帮助企业构建自己的碳账户、碳画像，将企业的碳资产相关数据以可控、可分析的本体汇集融合。

(3) 企业层面

在企业层面，信息和通信技术企业是提供工业互联网技术服务的重要主体。建议制定《信息和通信技术企业碳中和实施指南》，指导信息和通信技术企业制定碳中和目标和战略规划、实施碳减排措施、进行碳抵消、开展评价和声明等工作。

(4) 产品和服务层面

在产品和服务层面，随着各行业数字化转型需求大幅上涨，业务生产的数据量和需要的计算量持续增加。日益剧增的联网设备和网络数据量，意味着网络安全防御压力和云安全计算需求的暴涨，需要由传统对抗手段升级为通过人工智能等需要消耗更高算力的方式进行对抗。云计算服务作为正处于快速发展阶段的能源消费产业，对碳排放的影响不可小觑。同时，云计算对计算、存储、安全、网络资源的集约化可大幅降低能源消耗，达成节能减排的目标。比如，腾讯通过建设和优化更高效低耗的安全算力平台以及安全解决方案，帮助降低云计算数据中心算力集群的能源消耗与碳排放。

因此，优化云安全算力功耗、量化云服务商的碳排放、评估使用云服务的节能减排成效是急需标准化的方向。目前国内还未形成针对云服务的碳绩效评价标准。建议制定《云服务碳绩效评价指南》，为云服务商提供科学可行的减排工作指导，为消费者提供减排效果评估工具，为碳中和提供数据支撑。

4.2.2 智慧能源

2019年，中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》，提出了对能源基础设施支撑保障能力进一步增强，初步确立绿色智慧节能低碳的生产生活方式和城市建设运营模式，大力发展智慧能源等要求。推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

在能源供给端，《粤港澳大湾区发展规划纲要》明确指出需优化能源供应结构，大力推进能源供给侧结构性改革，优化粤港澳大湾区能源结构和布局，建设清洁、低碳、安全、高效的能源供给体系。大力发展绿色低碳能源，加快天然气和可再生能源利用，有序开发风能资源，因地制宜发展太阳能光伏发电、生物质能，安全高效发展核电，大力推进煤炭清洁高效利用，控制煤炭消费总量，不断提高清洁能源比重。强化能源储运体系，加强周边区域向大湾区以及大湾区城市间送电通道等主干电网建设，完善城镇输配电网络，提高电网输电能力和抗风险能力。

在能源消费端，指出需挖掘温室气体减排潜力，采取积极措施，主动适应气候变化。加强低碳发展及节能环保技术的交流合作，进一步推广清洁生产技术。推进低碳试点示范，实施近零碳排放区示范工程，加快低碳技术研发。推动大湾区开展绿色低碳发展评价，力争碳排放早日达峰，建设绿色发展示范区。推动制造业智能化绿色化发展，采用先进适用节能低碳环保技术改造提升传统产业，加快构建绿色产业体系。

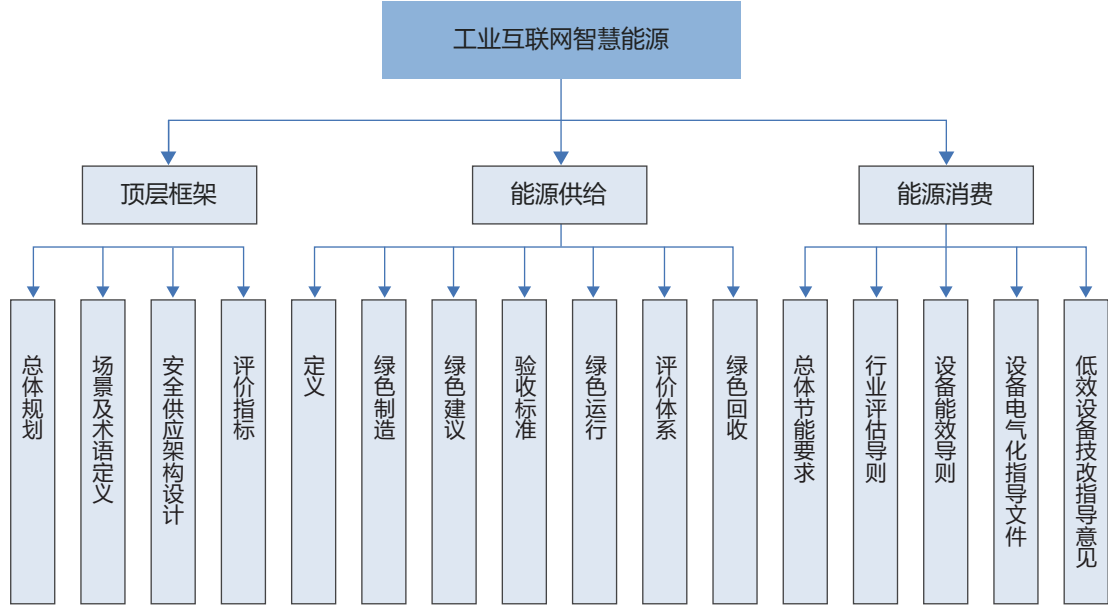
2021年3月，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席、中央财经委员会主任习近平3月15日下午主持召开中央财经委员会第九次会议，研究促进平台经济健康发展问题和实现碳达峰、碳中和的基本思路和主要举措。习近平在会上发表重要讲话强调实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，拿出抓铁有痕的劲头，如期实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和的目标。

同月，南方电网公司在广州召开新闻发布会，对外发布服务碳达峰、碳中和工作方案，构建以新能源为主体的新型电力系统。方案从5个方面提出21项措施，大力推动供给侧能源清洁替代，以“新电气化”为抓手推动能源消费方式变革，加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。

粤港澳大湾区工业互联网智慧能源碳中和领域，已具备相关标准化基础，顶层设计导则相关标准仍需完善。结合国家“十四五”规划纲要文件要求构建现代能源体系，全面服务能源消费方式变革，推动能源利用效能提升，下一步需要制定顶层框架、能源供给、能源消费管理等方面标准，促进实现碳达峰、碳中和目标愿景。

工业互联网智慧能源标准化体系可包含顶层框架、能源供给、能源消费，如图 4—1 所示。后期可根据总体规划进行扩展及调整。

图4—1 工业互联网智慧能源标准体系



(1) 顶层框架

顶层框架主要包括智慧能源的总体规划、场景及术语定义、安全供应架构设计及评价指标等，急需开展标准化建设。

(2) 能源供给

能源供给主要包括各类能源的定义、产业链上下游的绿色制造标准、供给场景的绿色建设过程标准、验收标准、运行标准以及评价标准，并且建立相关的绿色回收标准。

目前新能源发展，相比风能、氢能、核能、生物质等供给类型，太阳能光伏从标准化、规范化、商业化等维度成熟度更高，现行的标准库较为丰富，包括定义、绿色制造、绿色建设、验收标准、绿色运行、评价体系、绿色回收等，具体见表4—1。粤港澳大湾区可因地制宜优化相关标准，其他能源供给（包括分布式能源、微电网设计）可参考补齐各环节缺漏。

表4—1 工业互联网能源供给标准清单

序号	分类	标准号	标准名称	级别
1	定义	IEC/TS 61836—2016	太阳光伏能源系统.术语、定义和符号	国际标准
2		GB 2297—1989	太阳光伏能源系统术语	国标
3	绿色制造	T/CPIA0021—2020 T/CESA1074—2020	绿色设计产品评价技术规范光伏硅片	团标
4		T/CPIA0022—2020	光伏硅片制造业绿色工厂评价要求	团标
5		T/CPIA 0024—2020	绿色设计产品评价技术规范—光伏组件	团标
6		T/CAB 0022—2017	绿色设计产品评价技术规范铅酸蓄电池	团标

7		CQC5306—2020	光伏组件绿色等级认证技术规范	企标
8		CQC5307—2020	光伏逆变器绿色等级认证技术规范	企标
9	绿色建筑	NB/T 10353—2019	太阳能发电工程太阳能资源评估技术规程	行标
10		T/CSTE 0063—2021	光伏发电站建设碳中和通用规范	团标
11			工商业屋顶光伏建设规范	未制定
12	验收标准	GB/T 40103—2021	太阳能热发电站接入电力系统技术规定	国标
13		GB/T 40102—2021	太阳能热发电站接入电力系统检测规程	国标
14		GB/T 37655—2019	光伏与建筑一体化发电系统验收规范	国标
15		GB/T 33764—2017	独立光伏系统验收规范	国标
16	绿色运行	GB/T 38946—2020	分布式光伏发电系统集中运维技术规范	国标
17		GB/T 38993—2020	光伏电站有功及无功控制系统的控制策略导则	国标
18		GB/T 36568—2018	光伏方阵检修规程	国标
19		T/HZPVA 003—2020	附加型工商业屋顶光伏发电系统运行维护规程	团标
20		T/CECA-G 0025—2019	分布式太阳能光伏发电系运行管理维护通则	团标
21	评价体系	GB/T 39854—2021	光伏电站性能评估技术规范	国标
22		GB/T 39857—2021	光伏发电效率技术规范	国标
23		GB/T 34160—2017	地面用光伏组件光电转换效率检测方法	国标
24		NB/T 10394—2020	光伏发电系统效能规范	行标
25	绿色回收	GB/T 39753—2021	光伏组件回收再利用通用技术要求	国标

(3) 能源消费

第二次工业革命以来，电力作为主要能源连接并驱动了各种机器设备，成为工业的血液。然而，能源行业历来重发电轻输配电，在能源消费侧更是薄弱。但“弱”代表着这里存在许多优化和突破的机会，只要能够匹配上一门朝阳的技术必然能够带来新的发展。随着工业互联网的到来，这一切正在变成现实——传统能源消费与工业互联网的碰撞融合，催生了新型的智慧的用能服务。通过工业互联网平台及其标准化、普及化，使得能源消费数字化方面产生更多有用数据，能源消费智能化方面可挖掘更多数据价值，以提供持久的第N+1种新能源。

能源消费主要包括总体节能要求、行业评估导则、设备能效导则、设备电气化指导文件、低效设备技改指导意见等，急需开展标准化建设。

在总体节能要求方面，需要根据顶层架构里的场景定义，提出相关的节能要求，可参考DB34/T 3893—2021《工业企业节能诊断技术规范》、GB/T 40063—2021《工业企业能源管控中心建设指南》、GB/T 40064—2021《节能技术评价导则》等。

在行业评估导则方面，可结合各行业的节能相关规范、要求，形成大纲指导文件，帮助各行业企业建立能耗对标、技改指导、评价指标等相关标准化，可参考GB/T 39964—2021《造纸行业能源管理体系实施指南》、GB/T 36715—2018《节能评估技术导则 煤炭矿井及选煤厂项目》、GB/T 15914—2021《蒸汽加热设备节能监测方法》、GB/T 38899—2020《化工行业能源管理体系实施指南》、GB/T 37482—2019《电解铝行业能源管理体系实施指南》、GB/T 36718—2018《节能评估技术导则氧化铝项目》、GB/T 31276—2014《普通照明用卤钨灯能效限定值及节能评价值》、GB/T 33857—2017《节能评估技术导则 热电联产项目》、GB/T 32037—2015《工业窑炉燃烧节能评价方法》等。

在设备电气化指导文件及低效设备技改指导意见方面，需要建立设备电气化的技术标准及指导文件，将电气化作为落实双碳目标下行业数字化转型、产业转型的重要举措，深入推进电能替代，构建以电为中心的终端能源消费格局。同步迭代低效设备技改指导意见，提升各领域电气化普及率，推动技术装备创新突破。

4.2.3 智能制造

“十三五”以来，我国智能制造发展呈现良好态势。供给能力不断提升，智能制造装备市场满足率超过50%，主营业务收入超10亿元的系统解决方案供应商达40余家。推广应用成效明显，试点示范项目生产效率平均提高45%、产品研制周期平均缩短35%、产品不良品率平均降低35%，涌现出离散型智能制造、流程型智能制造、网络协同制造、大规模个性化定制、远程运维服务等新模式新业态。在新的应对气候变化背景下，智能制造将助力企业工艺优化、节能减碳，为碳达峰碳中和提供数据分析和人工智能的技术支持，助推数字经济的创新发展。

在国家层面，智能制造标准体系已有较为系统成熟的框架。《国家智能制造标准体系建设指南（2021年版）》（征求意见稿）中阐述，智能制造标准体系包括三方面建设内容：基础共性标准、关键技术标准和行业应用标准。其中，基础共性标准主要包括通用、安全、可靠性、检测、评价、人员能力6个部分，主要用于统一智能制造相关概念，解决智能制造基础共性关键问题。关键技术标准主要包括智能装备、智能工厂、智慧供应链、智能服务、智能赋能技术和工业网络6个部分，是建设的主要内容。行业应用标准主要包括船舶与海洋工程装备、建材、石油化工、纺织、钢铁、轨道交通、航空航天、汽车、有色金属、电子信息、电力装备及其他12个部分。

《2021年工业和信息化标准工作要点》提出强化制造业数字化转型融合标准制定：开展两化融合成熟度、供应链数字化管理、生产设备数字化管理与设备上云、制造业数字化仿真等领域的标准研究；做好智能制造新技术应用、供应链协同、数字孪生、供应商分类、集成服务、数字化车间等关键标准制定，以及钢铁、石化、有色金属、建材、纺织、汽车、家电和家具、电工、民爆等行业智能制造技术装备和应用标准制定；加强人工智能关键技术在制造业中的应用标准研究，开展服务型制造标准研究；统筹推进工业互联网网络、标识解析、平台和安全标准制定，大力开展5G+工业互联网、工业互联网大数据中心的标准研究，支持工业互联网+安全生产等行业应用标准制定。

在推动碳中和方面，智能制造领域已发布了T/CSPSTC 51—2020《智慧零碳工业园区设计和评价技术指南》、GB/T 39116—2020《智能制造能力成熟度模型》、GB/T 39117—2020《智能制造能力成熟度评估方法》、DB34/T 3671—2020《家居智能制造 生产状态监测技术规范》，正在制定《智能制造 网络协同设计 第4部分：面向全生命周期设计要求》

（征求意见稿）《电子信息制造业绿色供应链管理规范》（征求意见稿）等标准。

《国家智能制造标准体系建设指南（2021版）》（征求意见稿）还提出，到2023年要制修订100项以上国家标准、行业标准，不断完善先进适用的智能制造标准体系。基于粤港澳大湾区智能制造的技术发展水平及优势产业，为促进实现碳达峰、碳中和目标愿景，可率先开展动力电池、汽车、电子信息等行业应用方面以及智能装备、智能工厂、智慧供应链、智能服务、智能赋能技术和工业网络等关键技术方面标准研制。

随着国家碳中和战略的提出以及新能源汽车产业的升级迭代，新能源汽车动力电池保有量大规模增长，电池数据的作用和价值不断提高，催生了大量该领域的应用。如：电池资产管理、动力电池二次交易、动力电池梯次利用、新能源汽车“零碳”出行等。当前，电池全生命周期的数据普遍以数据孤岛形式存在，无法实现对电池资产精准评估、定价，间接地阻碍了电池梯次利用、电池金融、电池保险及新能源二手车交易等业务的开展。基于区块链、物联网、隐私计算等技术，实时采集动力电池的全生命周期数据并上链管理，可以从源头保证了数据的可信性和安全性。在电池数据具备隐私保护的前提下，电池数据可共享给各参与方，实现多方协作，从而让电池数据在整个电池生命周期进行流转。建议制定《基于区块链的动力电池全生命周期数据管理要求》，通过标准化手段助力动力电池全生命周期管理、电池仓储+充放电一体化管理、电池资产管理等应用，提升电池残值利用和电池资产的数字化流转效率，形成一个多方协作、多方共赢的开放生态，促进动力电池产业正向发展。

4.2.4 智能建筑

传统建筑行业面临着能源消耗、污染控制、环境保护等方面的问题，是温室气体排放的大户。根据中国建筑节能协会发布的《中国建筑能耗报告（2020）》，2018年我国建筑全过程碳排放总量为49.3亿tCO₂，占全国碳排放比重的51.3%。由此可见中国建筑行业在节能减排方面有巨大空间和潜力，智慧互联将是主要发展趋势。

在双碳战略下，绿色、零碳建筑是智慧建筑发展的最终目标，智慧建筑则是绿色建筑达成预期目标的重要手段，能够提供可靠的技术支持。工业互联网可支撑建筑的全过程碳中和，包括建材的全生命周期管理、在建项目的智能监测、运营建筑的智慧能效管理等。其中，建筑能效管理是智慧建筑的重要技术领域，通过智能分析能源使用、设施设备、环境管理等，对长期数据进行深度挖掘分析和有效利用，在建筑体的持续运营管理中提供决策支持，减少不必要运营成本。同时可利用云端协作和AI技术，提升运营效率，实施设备全生命周期管理，减少安全隐患。这其中，设计研发、数据使用、分析方法、发布维护、安全体系等方面需要具体的标准进行规范和完善。

建议在粤港澳大湾区率先制定《智慧建筑能效管理系统技术要求》，在对建筑的功能区域分布、能源管理组织架构、供配电系统、主要用能系统及设备（如照明系统、供冷供热系统、电梯、以及给排水系统等）等充分调研的基础上，规范建筑能源及环境数据的实时采集、监控和管理，指导对建筑能源消耗和建筑空气质量进行有效的辨识、跟踪、评价和预警，助力实现建筑能源及环境的全局性管理。

4.2.5 智慧城市

人口增长对传统服务提供造成了压力，对城市的可持续发展构成了重大挑战，包括管理物质资源，如能源或水，以及管理医疗、交通和城市物流等。智慧城市标准为城市管理者提供了新的工具和机会，以实现有效的变革，帮助他们应对这些挑战。通过制定粤港澳大湾区智慧和可持续城市标准，反映各利益相关者需求，应对城市可持续发展挑战并促进实现碳中和。

国际上已经形成智慧城市相关标准，国际标准化组织发布了ISO 37106: 2018《智慧可持续发展运营管理模型建立指南》、ISO 37107: 2019《智慧可持续发展城市与社区成熟度模型》、ISO 37120: 2018《智慧城市服务与生活质量指标》ISO 37122: 2018《智慧城市指标》等，为智慧可持续发展城市提供了建立、评价等指南，在城市层面助力碳中和。

粤港澳大湾区可在国际标准的框架和基础上，结合湾区优势和实际环境，发挥工业互联网行业优势，制定智慧城市和智慧社区可持续发展评价等方面标准，支持大湾区智慧城市碳中和发展。

4.2.6 智慧政务

今年全国两会期间，“碳达峰”“碳中和”被首次写入政府工作报告。各级政府部门推出碳达峰、碳中和项目政务快速审批服务，大力支持工业互联项目减少碳排放，切实推进绿色项目早落地、早投入、早开工、早建设、早见效。国家发展改革委重点出台了一揽子措施促进绿色低碳产业发展，其中将重点抓好工业、建筑、交通和公共机构等重点领域的节能，全面推进低碳试点工作，并对建筑供热计量和节能改造，污染物减排给予财政补贴，实施节能产品惠民工程，研究扩大绿色产品消费的补贴政策。工信部门推出了绿色低碳产业扶持计划，从产业链关键环节提升项目和产业服务体系项目给予资金支持。交通部门推出了交通节能减排专项扶持资金，重点支持交通行业项目实时企业节能减排。其它部门也在积极研究保障碳达峰、碳中和目标实现的支持政策。这对智慧政务提出了新的要求，利用政务大数据的优势支持政策的精准匹配，利用智慧政务“秒批秒办”“无感申办”“免申即享”等高效审批方式支持政策的及时落地，在多方协作和数据共享的基础上实现政策落地后的全生命周期管理。

为了支持工业互联网建设，配合企业达成碳中和目标，政府在建设智慧政务平台时需要考虑对于工业互联企业的政策支持匹配、经营对接服务增效、工业互联企业的碳中和相关项目的审批服务的规范建设，其中包括工业互联网企业数据采集规范、政策扶持数据匹配规范、项目审批的核准数据规范，从而加强政府对工业互联网企业的碳中和监管和服务，保障碳中和的尽快实现。建议制定适用于政府职能部门、工业主管部门的《支持工业互联网碳中和的政务服务规范》，从碳中和和数据采集、碳中和项目审批和碳中和全生命周期管理等三个方面提出规范内容。

同时，在碳中和数据采集方面，可制定具体行业数据采集规范。细分工业互联网行业分布、行业特点、行业规模等信息，梳理不同行业的不同采集内容，确保数据采集能够覆盖企业经营、碳排放、CCER、能耗、生产设备等数据。根据行业情况，确定数据的编目、指标、采集周期等内容。数据采集后将作为政策制定、政策实施、精准扶持的基础。

目前在国内还没有相关的标准，粤港澳大湾区作为国内智慧政务发展领先的区域，政府部门具备探索创新的精神，市场上聚集了大批的智慧政务专业厂商，正需要双方协为国内智慧政务开创新的内容，将支持碳达峰、碳中和的政务服务尽快形成规范进行推广，为全国树立标杆。

4.2.7 智慧交通

交通运输行业二氧化碳排放占全国总排放量的近9%，且交通行业CO₂排放仍处于增长阶段。相比工业、建筑行业，交通运输行业CO₂排放量总体仍处于增长阶段、短期减排潜力较低，对中国是否实现2030年前达峰有重要影响。粤港澳大湾区是中国开放程度最高、经济活力最强的区域之一，随之而来的是湾区交通压力陡增、交通碳排放增长压力突出。

加快发展智慧交通，是建设交通强国的核心工作，也是建设绿色低碳交通运输体系的技术措施。“十三五”时期以来，大湾区交通基础设施正在实现数字化、基于ETC、5G等技术的路路协同装备及系统研发应用效果明显，涌现了一批智慧机场、智慧港口、智慧地铁和公交应用，均有助于加速交通行业脱碳。

通过加速交通基础设施网、运输服务网、能源网与信息网络融合发展、构建智慧交通体系，将提升道路和轨道交通、航运与航空基础设施系统运营效率、加速交通工具电动化和低碳化、结合交通体系规划和终端需求引导措施，降低大湾区交通系统单位客运量、单位货运量碳足迹。

在交通系统规划和综合管理中，利用大数据、云计算等信息技术，尤其通过增强综合交通运输大数据动态采集、监测与处理技术，信息处理、深度挖掘与交换共享技术研发，制定交通大数据资源管理应用体系与相关标准规范，突破交通运输大数据技术障碍，可从交通系统发展规划层面提升运营效率、提升电气化运载工具和公共交通分担率，从而降低交通行业碳强度。例如，根据民众通勤或出行的数据统计分析，优化公交线路与停靠站点的设计。通过对不同时段（早高峰、晚高峰）的载客量、上座率等运营数据，以及天气等外部数据进行收集和分析，开发用于优化线路和站点的算法模型，进而对运营班次进行优化、对站点进行调整，目标是提升线路的客运量和上座率。

在机场、港口、公路与地铁等基础设施运营方面，通过智慧交通系统应用，可以提升道路路口效率或枢纽运营效率、加速能源互联网与新能源技术在交通基础设施的推广程度。例如，通过智慧机场解决方案提升机场治理能力，构筑绿色运营管理体系；通过智能港口与能源互联网，创新岸电应用模式。通过大规模、多场景、差异化部署路侧智能基础设施和V2X通信网络，统一建设云控基础平台，完成车、路、云网、图一体化系统关键技术的初步验证，探索车、路融合感知和云控等智能网联前瞻技术。逐步打造高精全息全域覆盖的智能网联公开道路，满足智能网联汽车的运营需求，积极探索智能交通管理的创新应用，例如协同信号控制、特殊车辆优先通行、单车级交通流感知、车道级精准诱导、车路系统感知和云控等，使交通系统运营可以基于实际碳排放效率进行优化，降低交通服务碳足迹。可以从终端需求引导方面，通过应用物联网、人工智能等技术支持的MaaS出行服务模式，可以更好实现公共交通与慢行系统接驳、促进新能源车辆共享出行等低碳出行方式。

从以下三个层面建立智慧交通领域的碳中和技术标准：

(1) 交通系统/基础设施：交通系统规划/顶层设计，基于交通系统优化、基础设施与交通工具低碳化目标开发“交通系统碳效率优化与效果评价规范”，重点解决数据采集、信息挖掘与共享技术缺乏规范的问题；

(2) 数据驱动的交通系统效率提升/脱碳技术：针对智慧机场、智慧港口、智慧高速、智慧公交、智慧地铁、智慧交通灯等重难点场景编制“交通基础设施碳效率优化与评价技术规范”；

(3) 数据驱动的交通工具脱碳/碳效率提升技术：结合车联网产业标准体系建设，重点编制车辆运行过程能耗与碳排放监测规范、以及基于绿色出行方式的MaaS模式技术规范和服务标准，充分发挥智慧交通技术在系统效率优化、需求侧引导方面的脱碳作用。

4.3 标准输出建议和标准化全景规划

通过梳理粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化需求，粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化全景规划主要包括碳中和、智慧能源、智能制造、智慧建筑、智慧城市、智慧政务和智慧交通等领域的标准化建设，如图4—2所示。

图4—2 粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化全景规划图



在碳中和管理方面，主要针对区域、企业和产品及服务等碳中和管理；在智慧能源方面，顶层框架、能源供给、能源消费中存在标准化需求；在智能制造方面，需要面向重点行业应用及关键技术开展标准研制；在智慧建筑方面，可支撑建材、建设及建筑运营等全过程碳中和标准；在智慧城市方面，重点关注智慧城市和园区的可持续评价；在智慧政务方面，碳中和数据采集和支持碳中和的智慧政务急需开展标准建设；在智慧交通方面，需要开展规划设计、降碳技术、碳中和验证等全链条标准研制。

按照“急用先行、成熟先上”的原则，提出重点制定第一批标准（见表4—2）。以粤港澳大湾区标准创新联盟为依托逐渐开展重点急需标准的研制、应用和推广工作。

表4—2 建议制定的湾区工业互联网碳中和相关标准

序号	分类	标准名称
1	碳中和管理	基于本体论的碳账户、碳画像管理规范
2	碳中和管理	信息和通信技术企业碳中和实施指南
3	碳中和管理	云服务碳绩效评价指南
4	智慧能源	工业总体节能要求
5	智慧能源	工业互联网节能技术及能源利用评估要求
6	智慧能源	工业设备能效限定值及能效等级大纲
7	智慧能源	工业设备电气化指导文件
8	智慧交通	基于区块链的动力电池全生命周期数据管理要求
9	智慧建筑	智慧建筑能效管理系统技术要求
10	智慧政务	支持工业互联网碳中和的政务服务规范
11	智慧交通	交通系统碳效率优化与效果评价技术规范

- (1) 《基于本体论的碳账户、碳画像管理规范》：本标准拟规范企业碳排放、碳足迹、经营情况、碳汇、碳交易等碳资产相关数据的本体汇集融合，为企业构建碳账户、碳画像提供指导和支撑。
- (2) 《信息和通信技术企业碳中和实施指南》：本标准拟指导信息和通信技术企业开展碳中和工作，包括规划、实施、评价和声明等阶段要求。
- (3) 《云服务碳绩效评价指南》：本标准拟构建针对云服务的碳绩效评价方法学，为量化其节能减排成效和碳绩效提供技术规范。
- (4) 《工业节能总体要求》：本标准拟构建工业节能的总体要求、工作目标及行动计划。
- (5) 《工业互联网节能技术及能源利用评估要求》：本标准拟构建具备节能技术及能源利用评估的行业要求，包括评估范围，评估内容和要求，行业指标，报告编制等。
- (6) 《工业设备能效限定值及能效等级大纲》：本标准拟构建具备能效限定值及能效等级大纲，作为指导文件。

(7) 《工业设备电气化指导文件》：本标准拟构建具备电气化改造的工业设备目录，作为指导文件。

(8) 《基于区块链的动力电池全生命周期数据管理要求》：本标准拟规定基于区块链的动力电池全生命周期数据管理的基本要素，涵盖成员构成、数据要求、交互逻辑、平台功能等。适用于基于区块链的动力电池溯源，金融，及衍生应用。

(9) 《智慧建筑能效管理系统技术要求》：本标准拟规定智慧建筑能效管理系统的技术架构，包括基础架构，以及数据采集、系统内核（包含数据管理平台层、基础服务层）、应用系统等各层的功能要求。适用于智慧建筑能效管理系统的规划、设计、开发及实施。

(10) 《支持工业互联网碳中和的政务服务规范》：本标准拟规范智慧政务平台中的工业互联网企业数据采集、政策扶持数据匹配、项目审批的核准数据等建设，支撑智慧政务对工业互联网企业的政策支持匹配、经营对接服务增效、工业互联网企业的碳中和相关项目的审批服务等。

(11) 《交通系统碳效率优化与效果评价技术规范》：本标准拟规范交通基础设施、交通工具与交通系统中智慧交通典型应用和碳效率优化技术规范，包括基础架构、数据采集、数据共享、各场景应用和服务功能的技术要求，以支持低碳交通系统规划、提升各类交通系统的碳效率、评级交通服务碳足迹。

4.4 工作展望

为加快粤港澳大湾区工业互联网碳中和标准化建设，应重点推进以下工作：

一是完善工业互联网碳中和标准体系。根据国家和粤港澳大湾区对碳达峰、碳中和工作的整体部署，提炼梳理工业互联网碳中和标准化需求，补齐减排技术、核算、评估等重要标准缺项，满足碳达峰、碳中和工作的重大战略需求。

二是推进重点急用标准的研制。围绕碳中和管理、智慧能源、智能制造、智能建筑、智慧城市、智慧政务、智慧交通等领域，制定标准研制计划，集聚国内产学研优势资源参与标准研制工作，引领工业互联网碳中和发展。

三是加大标准宣贯力度，加强标准应用推广和实施。充分发挥联盟、科研机构、协会和企业的各自优势，通过标准宣贯、标准验证、标准试点和推广开展标准的应用推广工作，引导各相关方主动对标、达标，带动工业互联网领域的绿色发展。



— 粤港澳大湾区 企业智慧碳中和之路

第五章 粤港澳大湾区企业智慧碳中和之路

5.1 湾区企业的智慧碳中和

大湾区单位碳排放的经济效率已处于国内前列，产业持续低碳化趋势明显，科技企业与数据赋能在其中发挥了重要作用。

本报告及案例表明：数据智能作为一种新型要素，是经济高质量发展、实现与碳排放脱钩的“加速器”和“催化剂”。工业互联网应用不仅可以推动新能源、新材料技术在各场景的应用，也在驱动能源、工业、建筑和交通等行业低碳转型中体现了“数据驱动的负成本降碳”特征。

在大湾区迈向碳中和的道路上，科技企业属于“高驱动力行业”，应力争尽早实现自身碳中和，从而验证数字化的低碳转型方法，并各行业低碳转型打造“零碳数据基础设施”与“脱碳解决方案”。

数字经济的蓬勃发展，云计算、5G、物联网、人工智能等新技术的加速应用，带来了数据流量的井喷式增长。大型数据中心纷纷建立，持续消耗大量能源。除数据中心的运行外，日常办公、员工出行，还有部分科技企业涉及的制造、物流等经营活动，也在不断推高行业整体用电量。根据BCG《中国互联网与高科技企业的碳中和之路》研究报告，全球科技行业用电量在2015年约为2,370TWh，占比约11%；预计将在2030年迅速攀升至8,000TWh，占比超过20%。面对日益增长的能源消耗，科技企业实现自身碳中和势在必行。

同时，大湾区经济活动中各类“高排放场景”，也为互联网和高科技企业发挥数字赋能作用提供了应用方向。通过在具体场景中寻找数字化的低碳方法，将概念性新技术变成场景应用型新技术；并通过编制和实施标准，与产业一起寻找脱碳之路。

在推动行业碳中和过程中，科技企业可充分发挥自身技术、资金优势，为其他企业提供碳中和相关的产品与解决方案（如碳排放监测工具等）或投资节能减排相关的初创企业（如氢能、氢燃料等），赋能、带动千行百业实现低碳转型；在倡导绿色生活方式方面，科技企业可有效利用流量资源优势，对用户进行碳中和相关的理念宣传与行为引导（如发起环保议题、健康出行打卡等），推动形成人人参与、人人尽责的健康生态。

5.2 围绕企业使命设立碳中和目标

科技企业应将自身使命与碳中和愿景结合、设立“业务价值链碳中和”目标，在助力大湾区碳中和愿景下，凝聚合作伙伴共识、实现企业价值向社会价值的“正向溢出”。

企业价值链包含自身经营活动、企业供应链和下游客户使用过程。在设立价值链目标时，应首先实现自身业务活动碳中和，即包含自身运营与上游价值链活动的净零碳排放。

设立自身业务碳中和路线图和量化目标，可采用本报告中六大脱碳路径规划企业实现碳中和的目标年份，考虑企业业务增长，兼顾企业脱碳的实质性与可持续性，设定逐年降碳目标。在争取供应链参与时，科技企业可以发挥“数字赋能”的优势，例如苹果、微软等企业，均支持并带动供应链设立同步的碳中和愿景。设立面向价值链下游的碳中和目标，将有助于科技企业发挥对传统行业零碳转型的赋能作用，将自身业务打造为“行业零碳解决方案”。

企业领导者需要推动行业建立共识，将碳中和作为企业关键战略举措之一，通过携手生态系统中的各方合作伙伴，从整体性出发，按照清晰、分阶段实施的路径，共同致胜长远。

5.3 尽早实现自身业务碳中和

科技企业在推动价值链碳中和目标过程中，可以从以下几个方面开展行动：

首先需要开展组织层面碳排放核算、支持并推动供应链伙伴披露碳排放信息，掌握企业服务的碳足迹，识别重要碳排放源，有针对性的实施碳中和计划。

持续提升能源和资源利用效率。互联网与高新技术产业的能源需求主要来自数据中心的运行和日常办公（照明、制冷制热、通风等），能源种类以电力为主。科技企业可利用硬件、软件技术优势，如智慧建筑能效管理系统等软硬件技术，实现智能照明，通风，利用地下泵热能系统实现冷热循环，降低日常运营整体能源需求。数据中心运行过程中会消耗大量的能源，通过开发和使用高能效的算力系统等措施，大幅降低其所需能耗。例如，腾讯通过从软件和硬件上优化算法结构，通过天幕PaaS平台有效降低数据中心中网络安全算力集群的能源消耗（单位流量的安全检测能耗仅为业界主流大厂的15%）。

持续提升绿色电力在终端能耗占比。例如，通过在数据中心、办公园区部署太阳能光伏装置，搭建水力发电设备等方式，直接产生并使用低碳能源。又如腾讯云为数据中心搭建太阳能屋顶，微软在园区探索水力发电等。其次对于“减无可减”的剩余排放，通常的做法是购买外部的抵消额，或称环境权益。例如，通过购买绿电、绿证，间接降低企业能源的碳排放，可以宣称用的电是“零排放”。

持续发展并积极应用固碳材料、固碳技术。互联网与高科技企业可通过参与/投资以CO₂为原料的化工或建材技术、支持稳定固碳应用场景、参与基于自然的气候解决方案建设、培育生态碳汇，或购买林业碳汇等方式对已排放的二氧化碳进行消除。如微软在2020年发布价值链碳消除建议邀请书，并已经从全球供应商手中采购可清除碳排放的解决方案。

5.4 助力社会碳中和

科技企业在实现自身碳中和的同时，还要发挥其社会示范效应，积极对外赋能，成为推动社会碳中和进程的一股中坚力量。

第一方面，搭建技术平台，助力企业节能减排。例如，腾讯云基于天幕安全算力算法PaaS，软件上采用对安全算法的运行时编译技术、Numa架构适配优化、Cache亲和性优化、SIMD指令集优化等方式，将单机处理的流量逐步提高，优化单机服务器的计算能力。硬件上，结合安全算力的高并发、高吞吐等特点，基于自研服务器，在维持功耗的情况下具备更高的CPU核数、主频、内存带宽等特性。此外，通过硬件加速和相应的算法设计，将更多计算逐步由服务器移植到专有硬件上（如FPGA卡）来承载，以实现更低的能源消耗。通过一系列软硬件升级打造“低碳安全算力”。与此同时，腾讯云基于物联网、云计算、大数据等技术，推出腾讯云碳引擎解决方案，打造从多源数据汇接，到可视化算式编辑，再到一次设计，自动计算的零门槛碳排放计算工具；碳引擎中还预置了国家24个行业的核算指南模板及推荐参数，整合了国内外多种碳排放参数库和排放因子库，可协助企业快速识别排放源，零门槛快速搭建适合自身的碳排查方案。为金融、政企、能源、大交通等行业客户赋能，帮助企业实现节能减排。

第二方面，推进绿色金融发展，支持减排事业发展。比如：中国工商银行广东省分行大力支持生态保护、清洁能源、节能减排和循环经济等绿色经济领域发展。截至2020年10月末，该行在生态保护、清洁能源、节能减排和循环经济等绿色经济领域贷款余额达816亿元，贷款余额折算为节能减排量，约相当于节约标准煤480多万吨、减少二氧化碳当量排放1000多万吨、减少化学需氧量36万吨，取得了良好的节能减排效果，进一步以金融“活水”推动绿色经济和环境保护协同发展。

第三方面，输出环保理念，传授自身成功经验。例如：今年9月，腾讯云与港华能源投资有限公司就“零碳园区智慧能源平台”达成合作，双方将协同优势资源，基于腾讯云综能工场打造数字化能源解决方案，助力园区和用能企业实现“双碳”目标。围绕零碳园区智慧能源平台，腾讯云将发挥领先的云计算、大数据、AI和物联网等技术优势，结合港华能源丰富的综合能源开发管理经验，共同打造更全面、更具优势的能源数字化解决方案。该平台针对碳管理、能耗监测等核心难点，支持智能化的能源数据管理、分析、预测和优化，实现碳排放一目了然、碳管理精准高效。未来，该平台还能灵活扩展出能效管理、能源交易、碳交易等应用，帮助工业园区加速建设“零碳园区”。

此外，与其他行业相比，科技型企业具有大众媒介特性和传播优势，可以通过理念推广、宣传活动、平台建设，不断发展C终端用户，让减排理念和行动贯彻落实到生活的方方面面。例如，腾讯推出首款全民碳中和科普产品，“碳中和问答”小程序助力推广绿色生活方式。

附件1：工业互联网创新发展指导政策一览表

时间	发布机关	政策名称	内容摘要
中央层面			
2018年2月	工信部	国家制造强国建设领导小组关于设立工业互联网专项工作组的通知	加快推进工业互联网创新发展，加强对有关工作的统筹规划和政策协调，在国家制造强国建设领导小组下设立工业互联网专项工作组
2018年3月	国务院	2018年政府工作报告	深入开展“互联网+”行动，发展工业互联网平台，创建“中国制造2025”示范区
2018年5月	工信部	工业互联网APP培育工程方案（2018-2020）	到2020年，培育30万个面向特定行业、特定场景的工业APP，突破一批工业技术软件化共性关键技术，构建工业APP标准体系，培育出一批具有国际竞争力的工业APP企业，创新应用企业关键业务环节工业技术软件化率达到50%，工业APP市场化流通、可持续发展能力初步形成
2018年5月	工信部、财政部	国2018年工业转型升级资金工作指南	支持工业互联网发展，提升工业互联网网络能力，支持工业互联网平台建设及推广，提升工业互联网安全保障能力
2018年6月	工信部	工业互联网专项工作组2018年工作计划	到2020年底，初步建成工业互联网基础设施和产业体系，我国将建成5个左右标识解析国家顶级节点，分期分批遴选10个左右跨行业跨领域平台、推动30万家以上工业企业上云
2018年9月	国务院	国务院关于推动创新创业高质量发展打造“双创”升级版的意见	深入推进工业互联网创新发展，加快发展工业互联网，与智能制造、电子商务等有机结合、互促共进，实施工业互联网三年行动计划，推进工业互联网平台建设，推动产学研用合作建设工业互联网创新中心，加强专业人才支撑
2018年9月	发改委	关于发展数字经济稳定并扩大就业的指导意见	深入推进数字技术与制造业融通发展，建立健全工业互联网基础设施体系，大力发展核心工业软件，推动传统制造业加快数字化转型
2019年3月	全国人大	第十三届全国人民代表大会第二次会议关于政府工作报告的决议	打造工业互联网平台，拓展“智能+”，为制造业转型升级赋能。支持企业加快技术改造和设备更新，将固定资产加速折旧优惠政策扩大至全部制造业领域

2020年7月	国务院办公厅	国务院办公厅关于提升大众创业万众创新示范基地带动作用进一步促改革稳就业强动能的实施意见	进一步提升双创示范基地服务信息化、便利化水平，充分发挥双创支撑平台、工业互联网平台、电子商务平台等作用，推广“一键申领、网上兑现”“企业网上跑、政府现场办”等经验
2021年3月	全国人大	中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要	实施“上云用数赋智”行动，推动数据赋能全产业链协同转型。在重点行业和区域建设若干国际水准的工业互联网平台和数字化转型促进中心，深化研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等环节的数字化应用
2021年4月	国务院	中共中央、国务院关于新时代推动中部地区高质量发展的意见	依托产业集群（基地）建设一批工业设计中心和工业互联网平台，推动大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术在制造业领域的应用创新，大力发展研发设计、金融服务、检验检测等现代服务业，积极发展服务型制造业，打造数字经济新优势
地方层面			
2018年3月	广东省政府	广东省深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的实施方案	到2020年，在全国率先建成完善的工业互联网网络基础设施和产业体系。初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，形成涵盖工业互联网关键核心环节的完整产业链
2018年3月	广东省政府	广东省支持企业“上云上平台”加快发展工业互联网的若干扶持政策（2018-2020年）	支持制造业龙头企业应用工业互联网新技术实现内部管理和生产的数字化管控，打造企业级平台；支持工业互联网平台商、服务商和制造业骨干企业联合建设行业性工业互联网平台，实现垂直领域行业或产业链企业的数据集成应用
2018年9月	广东省经济和信息化委办公室	广东省经济和信息化委办公室印发广东省工业互联网产业生态供给资源池优秀供应商培育工作方案的通知	培育一批工业互联网优秀供应商（简称“省优秀供应商”，包括平台商和服务商），形成一批低成本、快部署、易运维的工业互联网应用服务产品目录。到2020年，培育形成20家具备较强实力、国内领先的工业互联网平台商，200家技术和模式领先的工业互联网服务商，支撑工业企业数字化转型
2019年5月	广东省工业和信息化厅	广东省产业集群工业互联网数字化转型试点工作方案（试行）	充分发挥广东制造业的集聚效应，推动产业集群内企业广泛运用工业互联网实施数字化升级，提升产业集群竞争力。到2022年，培育30个产业集群工业互联网数字化转型试点，形成20个特定领域（区域）工业互联网平台，带动20000家企业“上云上平台”
2019年5月	广东省政府办公厅	广东省加快5G产业发展行动计划（2019-2022）	到2020年底，珠三角中心城区5G网络基本实现连续覆盖和商用；全省5G基站累计达6万座，5G个人用户数达到400万；5G产值超3000亿元；5G示范应用场景超过30个

2020年5月	广东省工业和信息化厅	关于组织推进2020年特色产业集群数字化转型试点工作的通知	请各地级以上市工业和信息化主管部门结合本地传统产业转型升级、中小企业健康发展、“5G+工业互联网”应用示范园区培育等重点工作，指导产业集群所在专业镇、工业园区或县区政府等（下称“起步区域”），统筹规划、积极推动特色产业集群数字化转型试点
2020年6月	广东省人民政府	广东省人民政府关于培育发展战略性支柱产业集群和战略性新兴产业集群的意见	到2025年，瞄准国际先进水平，落实“强核”“立柱”“强链”“优化布局”“品质”“培土”等六大工程，打好产业基础高级化和产业链现代化攻坚战，培育若干具有全球竞争力的产业集群，打造产业高质量发展典范
2020年11月	广东省人民政府办公厅	广东省推进新型基础设施建设三年实施方案（2020-2022年）	《实施方案》按照“1+4+10”框架即“构建一体化网络、打造四大集群、推进十大工程”，分类提出三方面共19项重点任务，统筹推进信息基础设施、创新基础设施和融合基础设施建设，夯实广东经济社会高质量发展的基础
2018年1月	广州市工业和信息化委员会	广州市工业企业技术改造三年行动计划（2018-2020）	力争用3年时间，推动全市先进制造业、优势传统产业和新兴产业完成新一轮技术改造，2018-2020年工业技术改造投资额年均增长20%以上，累计完成技改投资1100亿元以上，超过3000家工业企业开展技术改造，工业企业全员劳动生产率年均提高1万元/人
2019年1月	广州市人民政府办公厅	广州市关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的行动计划	力争用3年左右时间，培育1—2家达到国际水准的跨行业跨领域工业互联网平台，以及一批具备国际竞争力的行业性、功能性工业互联网平台，基本建立较为完备可靠的工业互联网安全保障体系，加快汇聚工业互联网信息流、技术流、人才流、资金流，将我市建设成为国内领先和具有全球影响力的工业互联网生态枢纽
2020年1月	广州市工业和信息化局	广州市推动规模化个性定制产业发展建设“定制之都”三年行动计划（2020-2022）	到2022年，规模化个性定制产业产值翻番，定制家居行业产值达1000亿元。培育形成5个示范产业集群，30家示范企业，20个名品名牌，成为世界先进、国内领先的规模化个性定制产业创新策源地、应用示范地、产业集聚地，具有全球影响力的“定制之都”
2020年6月	广州市工业和信息化局	2020年广州市进一步加快5G发展重点行动计划	《重点行动》提出“2020年底，新建5G基站1.27万座，智慧灯杆4200根，实现全市行政区域范围5G信号连续覆盖”的基础设施建设目标，和“5G用户数达500万户，打造5G典型应用300个，5G应用体验中心5个”的5G产业、应用发展目标

2020年7月	广东省工业和信息化局	广州市加快推进数字新基建发展三年行动计划 (2020-2022年)	坚持数字新基建与产业创新、融合应用、新消费、市场相结合，市区联动齐抓共建，兼顾广州既有基础和长远发展，重点选择“5G、人工智能、工业互联网、智慧充电设施”等四大领域专项行动，以融合应用为突破，以创新项目为牵引，以数据内容为要素，以人才集聚为根本，以生态构建为支撑，催生广州市发展数字新基建的“头雁”效应
2020年11月	广东省工业和信息化局	广州市深化工业互联网赋能改造提升五大传统特色产业集群的若干措施	到2022年，形成5个行业工业互联网平台和数字化转型解决方案，打造100家数字化转型标杆企业，建成1个“定制之都”消费体验中心，带动1万家企业上云上平台，培养10万名数字化转型产业人才，为传统产业向千亿级现代产业集群跃升贡献数字力量
2018年7月	深圳市人民政府	深圳市工业互联网发展行动计划（2018-2020年）	到2020年，全市工业互联网技术创新活跃，支撑能力明显增强，突破一批核心关键技术，初步形成涵盖工业互联网平台、系统解决方案、新一代网络设备、工业软件、工控系统与传感器、安全设备与产品等领域的完整产业链。改造优化覆盖全市重点工业区域的厂内外网络基础设施，基本形成地址、标识管理能力。培育2-3个资源丰富、服务完善、应用活跃的跨行业跨领域工业互联网平台及一批创新活跃的解决方案商。显著提升工业互联网安全感知与防护能力，初步建成本地工业互联网安全保障体系，培育形成1-3家具有核心竞争力的本地信息安全企业。培育5家年收入10亿元以上工业互联网核心产业企业
2018年7月	深圳市经济贸易和信息化委员会	深圳市关于加快工业互联网发展的若干措施	鼓励和支持制造业企业、互联网企业、电信运营商、系统集成商、院校研究机构及行业组织等各类机构优势互补加强合作，建设资源丰富、服务完善、创新活跃的跨行业跨领域工业互联网平台，以及面向特定行业的工业互联网平台。对具备跨行业跨领域工业互联网平台基础条件并取得良好应用效果的，按不超过平台建设总投入的30%予以资助，最高不超过3000万元。对具备特色功能并取得良好应用效果的特定行业工业互联网平台，按不超过平台建设总投入的30%予以资助，最高不超过500万元
2018年11月	深圳市投资推广署	深圳市战略性新兴产业发展专项资金扶持政策	支持建设国家重点实验室、国家工程研究中心等国家级创新载体，予以最高3000万元支持。支持建设国家企业技术中心，予以最高1500万元支持。支持建设省部共建国家重点实验室、国家地方联合工程研究中心，以及符合国家政策和市场需求且已开始实质性建设的国家级创新载体深圳分支机构，予以最高2000万元支持。支持建设市重点实验室、工程研究

			中心、公共技术服务平台、企业技术中心等市级创新载体，予以最高1000万元支持。其中，市级创新载体建设分为组建和提升两个阶段，每阶段分别予以最高500万元支持
2019年7月	深圳市工业和信息化局	深圳市工业互联网发展扶持计划操作规程	知名工业设计奖奖励项目。资助方向：重点支持获得国内外知名工业设计奖的项目。资助条件：从事工业设计相关活动的企业或设计师，近两年内获得中国优秀工业设计奖、广东省“省长杯”工业设计奖、iF奖、红点奖、IDEA奖、GMARK奖等国内外权威机构颁发的知名工业设计奖项。设计方和制造方共同获得奖项的，以知识产权所有方为申报主体
2019年9月	深圳市工业和信息化局	深圳市关于率先实现5G基础设施全覆盖及促进5G产业高质量发展的若干措施	加强统筹协调和规划布局，强化集约建设和资源共享，全面推进5G网络建设，提升5G基础设施供给水平。力争到2019年底，建成5G基站1.5万个，实现重点区域5G网络全覆盖；到2020年8月底，累计建成5G基站4.5万个，率先实现全市5G网络全覆盖，5G基站建设密度全国领先
2020年6月	深圳市工业和信息化局	2021年数字经济产业扶持计划	支持申报单位围绕产业链关键环节，以创新集聚优势资源和提升产业层级为战略任务，以重点领域服务和模式创新、重大战略布局、规模化示范应用推广、关键技术工艺提升、生产环节核心技术掌握为目标，实施对经济或社会经济效益显著、产业发展起到支撑引领作用或主要性能指标取得突破的新产品应用推广的项目
2020年7月	深圳市人民政府	深圳市人民政府关于加快推进新型基础设施建设的实施意见（2020-2025年）	到2025年，新型基础设施建设规模和创新水平位居全球前列，数字化、网络化、智能化与经济社会发展深度融合，智能泛在、融合高效、科产协同的城市发展格局基本形成，为带动信息产业升级提供崭新机遇，为拉动新一轮经济增长提供强大动能，为推动高质量发展提供重要支撑
2018年6月	珠海市科技和工业信息化局	珠海市促进工业企业技术改造三年行动计划（2018-2020年）	支持工业企业开展数字化、网络化、智能化、绿色化的技术改造。1.对工业企业实施技术改造购买设备予以补贴，每年每家企业最高补贴金额为100万元。2.对认定为智能制造示范项目给予奖励，最高奖励金额为100万元

2018年8月	珠海市科技和工业信息化局	珠海市深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网实施方案（2018-2020）	到2020年，建立完善的工业互联网产业体系。初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，培育形成不少于1个工业互联网行业示范平台，10家以上应用标杆企业；推动500家以上工业企业运用工业互联网新技术、新模式实施数字化、网络化、智能化升级；带动1万家中小企业业务系统“上云上平台”；初步建立工业互联网安全保障体系，保障能力明显提升；网络、平台、安全三大体系互相连通、紧密协同、形成与经济发展相适应的工业互联网产业生态，新时代先进制造业实现创新发展，争当全省示范
2020年9月	珠海市工业和信息化局	珠海市促进5G网络建设及产业发展若干政策措施	市工业和信息化局负责编制年度项目资金预算，按照“谁主管、谁分配、谁使用、谁负责”的原则，负责组织项目的申报、评审、实施、验收、信息公开、监督及绩效自评；研究制定项目资金安排计划并行文上报市政府审批，经市政府批准后下达项目计划；办理项目资金划拨等工作
2018年7月	佛山经信局	佛山市工业企业技术改造三年行动计划（2018-2020）	2018年至2020年，力争开展技术改造的工业企业超过3600家，工业技术改造投资年均增长22%以上，全员劳动生产率年均提高1万元/人。到2020年：引导1200家工业企业开展技术改造，完成工业技术改造投资增长21%以上。全员劳动生产率达33万元/人左右
2018年7月	佛山市工业和信息化局	佛山市深化“互联网+先进制造”发展工业互联网实施方案（2018-2020年）	积极培育引入工业互联网服务商，鼓励工业互联网服务商加入佛山市工业互联网产业生态供给资源池。佛山本地企业首次入选佛山市工业互联网产业生态供给资源池的，奖励10万元。佛山市工业互联网产业生态供给资源池服务商同时也是广东省工业互联网产业生态供给资源池企业的，再奖励10万元。每年入选佛山市工业互联网产业生态供给资源池企业不超过40家（含）
2019年12月	佛山市政府	佛山市加快推进5G发展行动计划（2019-2022年）	到2020年底，建成5G基站3000个，实现中心城区和重点应用场景的5G网络连片优质覆盖。5G应用示范场景超过4个，5G在垂直行业的示范引领作用初步显现，形成一批可复制、可推广的应用模式
2019年12月	佛山市政府	佛山市推动制造业高质量发展实施“六大工程”行动方案（2020-2022年）	实施“强核工程”，充分激发制造业创新活力。把科技创新摆在重中之重位置，深入实施创新驱动发展战略，集中力量开展关键核心技术攻关，坚定不移走好“世界科技+佛山智造+全球市场”创新发展之路，着力打造面向全球的国家制造业创新中心

2020年6月	佛山市工业和信息化局	佛山市深化“互联网+先进制造”发展工业互联网的若干政策措施	在落实广东省支持企业“上云上平台”服务券奖补政策基础上，扩大支持佛山本地工业企业“上云上平台”，每年安排不超过2000万（含）元开展佛山市“上云上平台”服务券奖补，佛山本地工业企业购买使用佛山市工业互联网生态资源池本地服务商应用产品，申请佛山市“上云上平台”服务券，按不超过其实际合同金额的50%（含）进行奖补，单个企业奖补不超过50万元（含）
2019年3月	肇庆市人民政府	肇庆市推动“互联网+先进制造业”发展工业互联网实施方案（2019-2020年）	到2020年，全市工业互联网产业生态初步建立，企业“上云上平台”意识和积极性明显提高。初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施。在重点行业和领域培育1-2个较具影响力的工业互联网平台，累计培育15个“互联网+先进制造业”标杆示范项目，推动300家工业企业运用工业互联网新技术、新模式实施数字化、网络化、智能化升级，带动2000家企业将信息技术基础设施与业务应用系统“上云”，促进制造业加快数字化转型
2020年3月	肇庆市人民政府	肇庆市加快5G发展实施方案（2020-2022年）	到2020年底，端州区、鼎湖区、高要区、四会市、肇庆高新区、肇庆新区的中心城区5G网络基本实现连续覆盖和商用；全市5G基站累计达1500座，5G个人用户数达到5万；5G相关产业产值超10亿元；5G示范应用场景超过5个。到2022年底，端州区、鼎湖区、高要区、四会市、肇庆高新区、肇庆新区5G网络基本实现连续覆盖和商用，广宁县、德庆县、封开县、怀集县主要城区和镇实现5G网络连续覆盖；全市5G基站累计达5000座，5G个人用户数达50万；5G相关产业产值超20亿元；5G示范应用场景超过15个
2018年5月	江门市人民政府	江门市深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网工作方案	到2020年，初步建成低成本、低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，初步形成涵盖工业互联网关键核心环节的完整产业链，培育形成2个左右具备较强实力、行业主导的工业互联网平台、5-10家技术和模式领先的工业互联网服务商，打造以平台为核心的工业互联网产业生态；引导1000家中小企业将信息技术基础设施与业务应用系统“上云”，促进制造业加快数字化转型，打造全省工业互联网示范基地
2020年6月	江门市工业和信息化局	江门市5G产业发展扶持资金管理实施细则	5G产业发展扶持资金的使用和管理，应遵循公开透明、突出重点、引导带动、绩效导向的原则，确保资金规范使用，充分发挥财政资金引导、带动和放大作用

2018年5月	东莞市人民政府办公室	东莞市人民政府办公室关于印发深入推进“筑云惠企”工程发展工业互联网促进东莞产业高质量发展实施方案的通知	2018-2020年为我市推进工业互联网发展的关键战略机遇期。到2020年，形成“基础上云广泛普及、核心应用层次丰富、创新示范效应明显、服务供给充分高效”的良好态势，率先建成广东省乃至全国领先的工业互联网产业示范基地
2019年10月	东莞市人民政府	东莞市加快5G产业发展行动计划（2019-2022年）	到2020年底，中心城区、松山湖高新区、滨海湾新区、水乡功能区5G网络基本实现连续覆盖和商用；全市5G基站累计达6000座，5G个人用户数达到200万；5G产值超500亿元；推动一批5G应用示范项目与5G综合应用示范园区入库建设。到2022年底，将东莞打造成在5G智能终端、高端装备制造产业方面的全国集聚区
2018年7月	中山市人民政府	中山市推动“互联网+先进制造业”发展工业互联网的实施方案	到2020年，在全国率先建成完善的工业互联网网络基础设施和产业体系。初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，形成涵盖工业互联网关键核心环节的完整产业链。培育形成20家具备较强实力、国内领先的工业互联网平台，200家技术和模式领先的工业互联网服务商；推动1万家工业企业运用工业互联网新技术、新模式实施数字化、网络化、智能化升级，带动20万家企业“上云上平台”，进一步降低信息化构建成本。初步建立工业互联网安全保障体系。在工业互联网领域实现率先发展、领先发展，争当全国示范
2018年8月	中山市人民政府	中山市优势传统产业转型升级行动计划（2018-2022年）	将在创新能力、绿色发展、工业经济平稳增长、智能制造、产业集群发展方面实现一系列的突破。其中，在工业经济平稳增长方面，到2022年，全市规上工业增加值将达1600亿元左右，年均增长要达到7%左右，工业企业全员劳动生产率要达24万元/人·年。在产业集群发展新突破方面，到2022年，营业收入10亿级企业达到80家，年产值1000亿级产业集群4个以上
2019年9月	中山市人民政府	中山市加快5G产业发展行动计划（2019-2022年）	到2020年底，我市主城区5G网络基本实现连续覆盖和商用；全市5G基站累计达2600座，5G个人用户数达到30万；5G产业链相关企业产值和营业收入超90亿元；5G示范应用场景超过5个。到2022年底，我市主城区实现5G网络连续覆盖，5G基站累计达8000座，5G个人用户数达200万；5G产业链相关企业产值和营业收入超百亿元；5G示范应用场景超过8个；我市5G产业初步集聚，5G技术与传统产业广泛融合

2018年5月	惠州市 工信委	惠州市工业企业技术改造 三年行动计划 (2018-2020)	2018年至2020年，市财政每年预算安排一定技术改造专项资金，支持企业实施提质增效、智能化改造、设备更新和绿色化发展。实施技术改造事后奖补普惠性政策，将享受范围放宽到主营业务收入1000万元以上工业企业。加快推动“企业上云”，从2018年起，连续3年，每年市财政预算安排1000万元，重点扶持企业“上云用云”
2018年11月	惠州市 人民政府	惠州市深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的行动计划	到2020年，全市建成完善的工业互联网网络基础设施和产业体系。初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，形成涵盖工业互联网环节的完整产业链。引进培育1-2家具备较强实力、国内领先的工业互联网平台，5-10家技术和模式领先的工业互联网服务商；推动1000家工业企业运用工业互联网新技术、新模式实施数字化、网络化、智能化升级，带动1万家企业“上云上平台”，进一步降低信息化构建成本。初步建立工业互联网安全保障体系。在工业互联网领域争当全省前列
2020年8月	惠州市发展 数据中心	惠州市发展数据中心及 5G产业行动计划 (2020-2025)	预计到2025年，全市将建成5G基站约2.5万个，实现5G网络城乡及重点园区全覆盖

附件2：国内外碳中和相关标准化一览

1、国际标准的制定情况一览表（节选）

序号	标准号	标准英文名称	标准中文名称
国际标准化组织ISO制定的相关标准			
1	ISO 14064—1:2018	Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals	温室气体 第1部分：组织层面指导量化和报告温室气体排放量和清除量的规范
2	ISO 14064—2:2019	Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements	温室气体 第2部分：项目层面指导量化，监测和报告温室气体排放量减少或清除量增强的规范
3	ISO 14064—3:2019	Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements	温室气体 第3部分：指导温室气体声明的验证与确认的规范
4	ISO 14065:2020	General principles and requirements for bodies validating and verifying environmental information	验证和核实环境信息机构一般原则和要求
5	ISO 14066:2011	Greenhouse gases -- Competence requirements for greenhouse gas validation teams and verification teams	温室气体 用于对温室气体审定组和核查组的能力要求
6	ISO 14067:2018	Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification	温室气体 产品的碳足迹，量化的要求和指南
7	ISO/WD 14068	Carbon neutrality and related statements requirements and principles for achieving greenhouse gas neutrality	碳中和及相关声明实现温室气体中和的要求与原则
8	ISO/TR 14069:2013	Greenhouse gases - Quantification and reporting of greenhouse gas emissions for organizations - Guidance for the application of ISO 14064-1	温室气体 组织机构应用ISO 14064—1标准导则的温室气体排放量化和报告

9	ISO 14080:2018	Greenhouse gas management and related activities - Framework and principles for methodologies on climate actions	温室气体管理和相关活动 气候行动方法论的框架和原则
10	ISO 14090:2019	Adaptation to climate change - Principles, requirements and guidelines	适应气候变化 原则, 要求和指南
11	ISO 14091:2021	Adaptation to climate change - Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment	适应气候变化-脆弱性、影响和风险 评估准则
12	ISO/TS 14092:2020	Adaptation to climate change - Requirements and guidance on adaptation planning for local governments and communities	适应气候变化 地方政府和社区适应 计划的要求和指南
13	ISO 14097:2021	Greenhouse gas management and related activities - Framework including principles and requirements for assessing and reporting investments and financing activities related to climate change	温室气体管理和相关活动-框架, 包 括评估和报告与气候变化有关的投 资和融资活动的原则和要求
14	ISO 19694—1:2021	Stationary source emissions - Determination of greenhouse gas emissions in energy-intensive industries - Part 1: General aspects	固定源排放 能源密集型工业中温室 气体排放的测定 第1部分: 一般方 面
15	ISO/AWI 19251	Capture, transport and geological storage of CO ₂ -- Vocabulary	二氧化碳的获取, 运输和地质储 存—术语
16	ISO/AWI 19253	Geological storage of carbon dioxide	二氧化碳的地质储存
17	ISO/AWI TR 19273	Carbon dioxide capture -- Carbon dioxide capture systems, technologies and processes	二氧化碳获取系统, 技术和过程
18	ISO/AWI 19274	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage -- Pipeline transportation systems	二氧化碳获取, 运输和地质储存— 管道运输系统
国际标准化组织IEC/TC 111制定的相关标准			
19	IEC/TR 62725 Ed. 1.0	Analysis of quantification methodologies of greenhouse gas emissions for electrical and electronic products and system	关于电工电子产品与系统的温室 气体排放量化方法
20	IEC/TR 62726 Ed. 1.0	Quantification Methodology of greenhouse gas emission (CO ₂ e) reductions for electrical and electronic products and systems from the project baseline	基于项目基准线的电工电子产品 与系统的温室气体减排量化方法

2、国家标准的制定情况一览表（节选）

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 24020—2000	环境管理 环境标志和声明 通用原则
2	GB/T 24021—2001	环境管理 环境标志和声明 自我环境声明(Ⅱ型环境标志)
3	GB/T 24024—2001	环境管理 环境标志和声明 I 型环境标志 原则和程序
4	GB/T 24031—2001	环境管理 环境表现评价 指南
5	GB/T 24015—2003	环境管理 现场和组织的环境评价(EASO)
6	GB/T 24050—2004	环境管理 术语
7	GB/T 24040—2008	环境管理 生命周期评价 原则与框架
8	GB/T 24044—2008	环境管理 生命周期评价 要求与指南
9	GB/T 21453—2008	工业清洁生产审核指南编制通则
10	GB/T 24025—2009	环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
11	GB/T 24256—2009	产品生态设计通则
12	GB/T 24062—2009	环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发
13	GB/T 26450—2010	环境管理 环境信息交流 指南和示例
14	GB/T 32150—2015	工业企业温室气体排放核算和报告通则
15	GB/T 32161—2015	生态设计产品评价通则
16	GB/T 32162—2015	生态设计产品标识
17	GB/T 24001—2016	环境管理体系 要求及使用指南
18	GB/T 33859—2017	环境管理 水足迹 原则、要求与指南
19	GB/T 34341—2017	组织水足迹评价和报告指南
20	GB/T 24004—2017	环境管理体系 通用实施指南
21	GB/T 37756—2019	产品水足迹评价和报告指南
22	GB/T 32150—2015	工业企业温室气体排放核算和报告通则
23	GB/T 33760—2017	基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

3、各省市地方标准制定情况一览表（节选）

序号	标准号	标准名称	所属省市
1	DB44/T 1448—2014	电子电气产品与组织的温室气体排放评价 术语	广东省
2	DB44/T 1449.1—2014	电子电气产品碳足迹评价技术规范 第1部分：移动用户终端	
3	DB44/T 1503—2014	家用电器碳足迹评价导则	
4	DB44/T 1506—2014	企业温室气体排放量化与核查导则	
5	DB44/T 1381—2014	纺织企业温室气体排放量化方法	
6	DB44/T 1382—2014	企业（单位）二氧化碳排放信息报告通则	
7	DB44/T 1448—2014	电子电气产品与组织的温室气体排放评价 术语	
8	DB44/T 1503—2014	家用电器碳足迹评价导则	
9	DB44/T 1506—2014	企业温室气体排放量化与核查导则	
10	DB/T 44 1874—2016	产品碳足迹产品种类规则 巴氏杀菌鲜牛奶	
11	DB44/T 1941—2016	产品碳排放评价技术通则	
12	DB44/T 1945—2016	企业碳排放核查规范	
13	DB44/T 1944—2016	碳排放管理体系 要求及使用指南	
14	SZDB/Z 66—2012	《低碳管理与评审指南》	广东省 深圳市
15	SZDB/Z 69—2018	《组织的温室气体排放量化和报告指南》	
16	SZDB/Z 70—2018	《组织的温室气体排放核查指南》	
17	SZDB/Z 75—2013	《低碳酒店评价指南》	
18	SZDB/Z 76—2013	《低碳景区评价指南》	
19	DB11/T 1563—2018	农业企业（组织）温室气体排放核算和报告通则	北京市
20	DB11/T 1559—2018	碳排放管理体系实施指南	
21	DB11/T 1558—2018	碳排放管理体系建设实施效果评价指南	
22	DB11/T 1860—2021	北京市电子信息产品碳足迹核算指南	
23	DB11/T 1861—2021	企事业单位碳中和实施指南	
24	DB11 /T 1862—2021	大型活动碳中和实施指南	

4、团体标准制定情况一览表（节选）

团体名称	标准编号	标准名称
广东省节能 减排标准化 促进会	T/GDES 1—2016	企业碳排放权交易会计信息处理规范
	T/GDES 2—2016	产品碳足迹声明标识
	T/GDES 3—2016	企业碳排放核查规范
	T/GDES 4—2016	碳排放管理体系 要求及使用指南
	T/GDES 6—2016	环境产品声明标识
	T/GDES 7—2016	企业碳排放管理 术语
	T/GDES 26—2019	碳足迹标识
	T/GDES 20001—2016	产品碳足迹 评价技术通则
	T/GDES 20002—2016	产品碳足迹 产品种类规则 巴氏杀菌乳
	T/GDES 20003—2016	产品碳足迹 小功率电动机基础数据采集技术规范
	T/GDES 60007—2019	环境管理 生命周期评价 敏感性分析要求与指南
	T/GDES 60008—2019	环境管理 生命周期评价 数据质量评估与控制指南
	T/GDES 60009—2019	环境产品声明 产品种类规则 曳引驱动电梯
	T/GDES 60010—2019	环境产品声明 产品种类规则 自动扶梯与自动人行道
中国电子节 能技术协会	T/DZJN 004—2019	碳标签标识
	T/DZJN 003—2019	电器电子产品碳足迹评价移动通信手持机
	T/DZJN 002—2019	电器电子产品碳足迹评价微型计算机
	T/DZJN 001—2019	电器电子产品碳足迹评价电视机
	T/DZJN 002—2018	电器电子产品碳足迹评价LED道路照明产品
	T/DZJN 001—2018	电器电子产品碳足迹评价通则
中国技术经 济学会	T/CSTE 0001—2019	出租车智能调度系统温室气体减排量评估技术规范
	T/CSTE 0073—2020	猪粪资源化利用替代化肥非二氧化碳温室气体减排量核算指南
中国科技产 业化促进会	T/CSPSTC 51—2020	智慧零碳工业园区设计和评价技术指南
中国钢铁工 业协会	T/CISA 027—2020	钢铁企业低碳清洁评价标准
广东省低碳 发展促进会	T/GDLC 001—2019	低碳宜居社区评价标准
	T/GDLC 002—2019	社区碳排放核算与报告方法
	T/GDLC 004—2021	园区低碳餐饮评价指南

北京低碳农业协会	T/LCAA 01—2020	发电行业温室气体排放监测技术规范
	T/LCAA 02—2020	水泥行业温室气体排放监测技术规范
	T/LCAA 003—2020	种植企业（组织）温室气体排放监测 技术规范
	T/LCAA 004—2020	养殖企业温室气体排放监测 技术规范
	T/LCAA 007—2021	种植企业(组织)温室气体排放核查技术规范

5、大型项目方法学（节选）

序号	编号	方法学名称
1	AM 0001	HFC23废气焚烧分解（V5.2）
2	AM 0007	生物质能热电联产最低成本季节运行分析（V1.0）
3	AM 0009	焚烧排空油田伴生气回收利用（V4.0）
4	AM 0014	天然气块装热电联产（V4.0）
5	AM 0017	改进凝气阀和回收冷凝物提高蒸汽系统效率（V2.0）
6	AM 0018	优化蒸汽系统（V2.2）
7	AM 0019	可再生能源(生物质能除外)替代单个火电厂部分发电量（V2.0）
8	AM 0020	提高抽水效率（V2.0）
9	AM 0021	现有己二酸厂的N ₂ O分解（V3.0）
10	AM 0023	减少NG管道压缩机和门站泄漏（V4.0.0）

6、大型造林与再造林项目方法学（节选）

序号	编号	方法学名称
1	AR—AM0002	恢复退化土地基础上的造林与再造林（V3.0）
2	AR—AM0004	农业用地的造林与再造林（V4.0）
3	AR—AM0005	工业或商业用地的造林或再造林（V4.0）
4	AR—AM0006	退化土地基础上以灌木为主的造林与再造林（V3.1.1）
5	AR—AM0007	农业或畜牧业用地的造林与再造林（V5.0）
6	AR—AM0009	林牧活动导致的退化土地的造林与再造林（V4.0）
7	AR—AM0010	储备或保护区域内非托管草原上实施的造林与再造林（V4.0）
8	AR—AM0011	农作物混种土地的造林与再造林（V 1.0.1）
9	AR—AM0012	退化或荒废的农用土地的造林与再造林（V1.0.1）
10	AR—AM0013	湿地以外的土地的造林与再造林（V 1.0.0）
11	AR—AM0014	退化的红树林栖息地的造林与再造林（V1.0.0）

7、小型项目方法学（节选）

序号	编号	方法学名称
1	AMS—I.A.	向用户提供电力（V14.0）
2	AMS—I.B.	以电力或非电力形式向用户提供机械能（V10.0）
3	AMS—I.C.	以电力或非电力形式向用户提供热能（V19.0）
4	AMS—I.D.	可再生能源并网发电（V17.0）
5	AMS—I.E.	热力用户转用其它能源替代非可再生生物质能（V4.0）
6	AMS—I.F.	自用和供应微型电网的可再生能源发电（V2.0）
7	AMS—I.G.	植物油生产和使用用于固定用途发电（V1.0）
8	AMS—I.H.	生物柴油的生产和使用用于固定用途发电（V1.0）
9	AMS—I.I.	家庭/小型用户的沼气、生物质热能利用（V2.0）
10	AMS—I.J.	太阳能热水系统（V1.0）

8、小型造林与再造林项目方法学（节选）

序号	编号	方法学名称
1	AR—AMS0001	草地或耕地上实施有限位移的小型造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V6.0）
2	AR—AMS0002	定居点的小型造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V2.0）
3	AR—AMS0003	湿地上的小型造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V6.0）
4	AR—AMS0004	小型农林业造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V2.0）
5	AR—AMS0005	支持活生物的低内在潜力土地上的小型造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V2.0）
6	AR—AMS0006	小型林牧业造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V1.0）
7	AR—AMS0007	草地或耕地上小型造林与再造林CDM项目的简化基准线和监测方法学（V1.1）

9、组合方法学（节选）

序号	编号	方法学名称
1	ACM0001	垃圾填埋气项目（V11.0）
2	ACM0002	并网可再生能源发电（V12.1.0）
3	ACM0003	水泥生产中以其它燃料或低碳燃料替代部分化石燃料（V7.4.0）
4	ACM0005	水泥生产中提高混材比例（V5.0）
5	ACM0006	生物质能(废弃物)发电（V11.2.0）
6	ACM0007	多循环发电替代单循环发电（V5.0.0）
7	ACM0008	煤层气、煤矿瓦斯、通风瓦斯甲烷回收发电、供热和/或燃烧或催化分解（V7.0）
8	ACM0009	工业生产中天然气替代煤或石油（V3.2）
9	ACM0010	减少粪便管理系统GHG排放（V5.0）
10	ACM0011	现有电力生产工厂天然气替代煤和/或油（V2.2）
11	ACM0012	废气或余热或废压回收利用减少GHG排放（V4.0.0）
12	ACM0013	低GHG排放新建并网火力发电厂（V4.0.0）
13	ACM0014	废水处理避免甲烷排放（V1.0.0）
14	ACM0015	水泥熟料生产采用非碳酸盐替代材料（V1.0.0）
15	ACM0016	大众快速交通项目（V2.0）
16	ACM0017	生物质燃料油生产（V2.1.0）
17	ACM0018	从生物质残留物中电力生产（V1.3.0）
18	ACM0019	硝酸生产中的N ₂ O消除（V1.0.0）
19	ACM0020	生物质残留物燃烧的热量或电力生产的并网发电（V1.0.0）
20	AR—ACM0001	退化土地的造林与再造林（V5.1.1）
21	AR—ACM0002	不转移已有项目活动的退化土地的造林与再造林（V1.1.0）

10、CCER方法学（节选）

序号	标准号	中文名
1	CM—001—V02	可再生能源并网发电方法学
2	CM—002—V01	水泥生产中增加混材的比例
3	CM—003—V02	回收煤层气、煤矿瓦斯和通风瓦斯用于发电、动力、供热和/或通过火炬或无焰氧化分解
4	CM—004—V01	现有电厂从煤和/或燃油到天然气的燃料转换
5	CM—005—V02	通过废能回收减排温室气体
6	CM—006—V01	使用低碳技术的新建并网化石燃料电厂
7	CM—007—V01	工业废水处理过程中温室气体减排
8	CM—008—V02	应用非碳酸盐原料生产水泥熟料
9	CM—009—V01	硝酸生产过程中所产生N ₂ O的减排
10	CM—010—V01	HFC—23废气焚烧
11	CM—011—V01	替代单个化石燃料发电项目部分电力的可再生能源项目
12	CM—012—V01	并网的天然气发电
13	CM—013—V01	硝酸厂氨氧化炉内的N ₂ O催化分解
14	CM—014—V01	减少油田伴生气的燃放或排空并用做原料
15	CM—015—V01	新建热电联产设施向多个用户供电和/或供蒸汽并取代使用碳含量较高燃料的联网/离网的蒸汽和电力生产

11、碳普惠制核证减排量方法学（节选）

序号	编号	方法学名称
1	2017001—V01	广东省森林保护碳普惠方法学
2	2017002—V01	广东省森林经营碳普惠方法学
3	2017003—V01	广东省安装分布式光伏发电系统碳普惠方法学
4	2017004—V01	广东省使用高效节能空调碳普惠方法学
5	2017005—V01	广东省使用家用型空气源热泵热水器碳普惠方法学
6	2019001—V01	广东省自行车骑行碳普惠方法学

粤港澳大湾区标准创新联盟工业互联网委员会

联系人： 但丹、王永霞

联系方式： 0755-83320341

邮 箱： szas_1983@163.com、cathyxwang@tencent.com