



绿色低碳标识 企业碳效评价白皮书

工业互联网产业联盟（AII）

2023年12月

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他文献的内容除外），并受法律保护。

如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aii@caict.ac.cn

前 言

实现碳达峰碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。“十四五”时期，是我国应对气候变化、实现碳达峰目标的关键期和窗口期，也是工业实现绿色低碳转型的关键五年，也是推动工业领域节能低碳重点任务的关键期，发挥工业互联网等新一代信息技术与制造业融合已经成为推动工业领域节能低碳工作的重要驱动力。

2023年5月，工信部印发《工业互联网专项工作组2023年工作计划》，提出推进基于工业互联网标识解析基础设施的绿色低碳标识体系建设，建立健全工业数字化碳管理公共服务平台项目管理制度，搭建完成基础平台，面向重点行业企业组织开展碳效评价工作，具备对外开展工业企业碳排放核算、产品碳足迹核算、低碳产品评价及检验检测、生命周期评价等相关服务的能力，探索绿色低碳标识创新应用模式和发展路径，为行业推进碳效评价和绿色低碳发展提供参考和指导。

为贯彻落实《工业互联网专项工作组2023年工作计划》要求、加速推进工业互联网标识解析等新一代信息技术对实现绿色低碳发展的赋能作用，前期提出了绿色低碳标识体系，并发布了《绿色低碳标识白皮书》。本白皮书重在基于绿色低碳标识的企业碳效评价实践探索和应用研究，通过分析企业开展碳效评价背景和意义、面临的机遇和挑战，提出碳效评价方案，面向建材、化工、钢铁、汽车制造等重点行业开展实践应用探索，并给出企业碳效评价和绿色低碳发展的策略建议。

编写组成员（排名不分先后）：

刘阳、池程、马宝罗、田娟、李胡升、蔡盛佳、李昊霖、杨桦、彭芬、叶佳奇、严涵琦、钟爱雪、冯欢、徐锐、王永祥、费海平、杨鹏、吴涛、杨辉、苗海涛、杨东靓、许健、苗硕、李波、孙康峰、周胜达、荆书典

牵头编写单位：

中国信息通信研究院

参与编写单位：

冶金工业规划研究院

建筑材料工业信息中心

常州大数据有限公司

广域铭岛数字科技有限公司

上海摩联信息技术有限公司

北京数洋智慧科技有限公司

上海华峰创享互联网络科技有限公司

江苏中天互联科技有限公司

河钢数字技术股份有限公司

重庆工业大数据创新中心有限公司

浪潮云洲工业互联网股份有限公司

江苏荣泽信息科技股份有限公司

海澜智云科技有限公司

济南大陆机电股份有限公司



工业互联网产业联盟公众号

目 录

一、碳效评价的背景和意义	1
(一) 背景	1
(二) 意义	2
二、碳效评价面临的机遇和挑战	4
(一) 面临的机遇	4
(二) 存在的挑战	5
三、基于绿色低碳标识的碳效评价	7
(一) 标识解析赋能绿色低碳发展	7
(二) 绿色低碳标识为碳效评价提供有力支撑	8
(三) 碳效评价方案架构	9
四、碳效评价关键要素	10
(一) 采集终端	11
(二) 数据模板	11
(三) 评价流程	12
(四) 碳效等级	13
五、重点行业碳效评价及绿色低碳实践探索	14
(一) 建材行业	14
(二) 化工行业	19
(三) 钢铁行业	23
(四) 汽车制造行业	28

(五) 电解铝行业	33
六、发展对策和建议	37
(一) 强化顶层规划设计，完善低碳政策体系	37
(二) 深化核心技术创新，推动标准体系建设	37
(三) 完善基础设施建设，强化数绿协同发展	38
(四) 打造典型应用标杆，发挥行业引领作用	38



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

一、 碳效评价的背景和意义

（一）背景

气候变化是当今世界面临的严峻挑战。极端天气事件、海平面上升和生态系统崩溃等现象引发了全球范围内对气候行动的呼声。为减缓气候变化的速度，全球范围内制定了各种政策和协议，要求各国采取措施降低温室气体排放。2023年2月6日，联合国秘书长古特雷斯呼吁各国10年内将全球温室气体排放量减半，同时敦促较富裕国家至少要兑现去年在《联合国气候变化框架公约》第二十七次缔约方大会上做出的承诺，在此背景下，各国碳中和实际进展备受关注，多个国家出台了具体的政策和行动计划，以推动企业减排和绿色低碳发展。

碳达峰碳中和是新发展理念的必要要求。实现碳达峰碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。2022年1月24日，中央政治局首次集体学习会上，总书记明确表示“减排不是减生产力，也不是不排放，而是要走生态优先、绿色低碳发展道路，在经济发展中促进绿色转型、在绿色转型中实现更大发展。企业作为温室气体的主要排放源，被视为实现碳达峰和碳中和目标的关键参与者，碳效评价在支持企业实现碳达峰和碳中和目标中扮演了关键的角色。

碳效评价是推进可持续发展的普遍需求。当前，消费者和投资

者对企业的社会责任、可持续性和环保实践的关注日益增强，不再仅仅满足于产品或服务的质量和价格，而是越来越注重企业对环境和社会的影响。碳效评价作为企业履行社会责任的一项关键举措，企业通过进行碳效评价，不仅能够积极响应社会的期望，树立良好的企业形象，还能够市场上赢得竞争优势，吸引更多支持和资源，在实现自身可持续发展的同时，也为全球社会 and 环境的可持续性做出贡献，成为社会责任的践行者。

（二）意义

碳效评价是推动企业可持续发展关键环节。碳效评价为企业提供了实现可持续发展目标的实际路径，通过评估和管理温室气体排放，企业可以更好地理解自身对环境的影响，有助于制定可行的减排策略，减少对环境的负面影响，从而实现经济、社会 and 环境的协调发展。因此，碳效评价不仅仅是一种环保手段，更是企业实现可持续发展目标的实际路径，促使企业从传统的经济视角过渡到以环境 and 社会责任为导向的经营理念，为建设更加绿色、可持续的未来经济体系贡献力量。

碳效评价是提升企业竞争力的重要手段。碳效评价作为提高企业竞争力的重要手段，在当今日益注重可持续经营 and 环保的商业环境中扮演着关键的角色。碳效评价不仅有助于企业了解自身温室气体排放 and 碳效情况，还能为企业采取有效的减排策略提供科学依据。碳效评价不仅是一项环保实践，更是提高企业竞争力的战略性工具。

企业通过塑造良好的企业形象、降低成本、满足市场需求，能够在日益激烈的商业竞争中脱颖而出，为可持续发展赢得更为广泛的支持，从而在竞争激烈的商业环境中取得先发优势。

碳效评价是激发企业技术创新的核心动力。碳效评价不仅仅是企业履行社会责任的手段，更是激发企业技术创新和效率提升的重要驱动力，碳效评价促使企业系统评估和管理企业的温室气体排放，从根本上重新审视其生产流程、能源利用和产品设计，从而推动技术创新的发展。同时，企业在寻找降低排放的途径时，往往需要借助新技术和工艺，这种追求更环保、更高效的技术创新不仅有助于降低碳排放，还能提高企业的生产效率，实现经济和环保的双赢。

碳效评价是推动经济社会高质量发展的应有之义。碳效评价在推动经济社会高质量发展中扮演着不可忽视的角色。碳效评价督促企业技术和工艺的创新，引领企业实施绿色经营，提高社会环保意识，推动整个产业结构向着低碳、高效的方向转型升级，这种产业升级为经济社会的可持续发展提供了坚实的支撑。作为推动经济社会高质量发展的重要手段，碳效评价的应用为构建绿色、可持续发展的经济社会发展模式提供了切实的支持，引领了经济社会向着更为环保和高质量的未来迈进。

二、碳效评价面临的机遇和挑战

（一）面临的机遇

一是国家政策支持，为碳效评价提供科学参考依据。相关政策的发布和实施不仅为企业开展碳效评价提供了明晰的方向，也为碳效评价的推广和规模化应用奠定了坚实的基础。在全球追求低碳环保和可持续发展的浪潮中，各国政府纷纷出台相关政策，明确企业温室气体排放的规范和管理要求，不仅为碳效评价提供了法律基础，也规范了具体的标准依据和方法指南。同时，相关政策文件的发布，为企业在进行碳效评价时能够更加系统、科学衡量温室气体排放和碳效等级提供了重要支撑，以确保评价的准确性和可比性。

二是数字技术发展，为碳效评价提供重要技术支撑。数字技术的飞速发展，为碳效评价提供了重要技术手段。在数字技术的推动下，碳效评价不再局限于静态的数据收集，而是更加注重动态的监测和实时反馈。通过数字化技术，企业能够实时监测和分析能源消耗、碳排放情况，实现精准碳效评价。先进的传感技术、大数据分析和人工智能算法使得数据采集更加全面、准确，为企业提供了更为客观的碳效评价技术支撑。同时，数字技术的应用可有效促进企业间碳效信息的共享与交流，推动企业向更加环保和可持续发展方向迈进。

三是龙头企业引领，为碳效评价提供可参考路径。龙头企业的引领作用对推动企业开展碳效评价起到了关键作用，为企业提供了

可借鉴的路径。这些企业在生产、供应链和管理方面的创新，实现了全面碳排放监测和精准评估，展示了高效节能减排的榜样。其次，企业依托自身技术实力，采用数字化技术实现全面数据采集和监测，精准碳排放核算和碳效评价，为其他企业提供了技术手段和参考依据。此外，龙头企业在社会责任履行方面积极作为，倡导可持续发展理念，为企业树立了实现低碳经济转型的成功典范。

（二）存在的挑战

一是大众认知意识差。随着“双碳”战略的推进，工业企业节能降碳已经形成共识，但如何科学地统计碳排放量、推动企业转型升级和绿色发展成为亟待解决的问题之一。这种认知差异可能会影响到碳效评价的实施和效果。对于碳效评价的具体操作和方法，大众的了解程度也相差较大、对于碳效评价的态度和价值观也存在差异，整体重视程度不高。

二是数据获取难度大。碳效评价需要大量的数据支持，包括企业在生产运营管理过程中的能源消耗数据、生产过程中的碳排放数据等。然而在实际数据采集过程中常常面临着数据获取成本较高、数据获取时效性低等情况。精确测量和报告自身的碳排放是一项复杂且繁琐的任务，需要对各种排放源进行详细的盘点和监测，对于很多企业来说是一个很大的挑战。

三是数据可信度不高。数据质量是影响碳效评价结果的关键问题之一，数据存在的错误、遗漏或主观调整，均可导致评价结果的

不准确性。企业的碳排放数据往往散布在各种不同的系统，收集和整合难度较大却准确性无法保证。此外，供应链企业可能以涉及商业敏感信息、出于竞争等原因不愿意公开数据。

四是评价体系不完善。目前针对碳效的评价体系尚未统一，不同行业的生产过程和碳排放特点均存在差异。这可能导致碳效评价的结果存在偏差，无法全面反映实际的碳排放情况，不同行业和企业有着不同的特点和条件，通用的评价体系可能无法满足所有情况的需要，且随着产业结构的变化，评价方法也需要不断更新。

五是标准体系不健全。目前在碳效评价领域尚未建立统一的标准体系。针对不同地区、不同行业甚至不同评价机构可能采用不同的评价指标和计算方法，导致结果的可比性较差；企业的碳排放涉及到供应链、产品生命周期等多个环节，如何确定评价的范围以及如何计算边界之外的间接排放均是亟需解决的问题。

六是强监管手段缺失。在进行碳效评价后，如何进行第三方审核和认证是一个重要的环节。建立独立、透明、可信的审核机制是确保评价结果可信度的关键，但在某些地区或行业，政府对碳排放管理的监管力度较弱，缺乏强有力的监管手段，使得碳效评价结果的互信难以保障，甚至导致企业没有足够的动力去关注和改善碳排放情况，阻碍“双碳”战略的实施。

七是专业人才缺口大。不同行业的碳排放情况存在明显差异性，这就要求碳效评价人员要具备某行业或某领域的专业知识和碳排放

核算、碳足迹管理等专业知识，但目前具有双方面专业知识的融合人才还存在较大的缺口，碳效评价专业人员还需要深入掌握碳效评价体系，企业也可能需要更长的时间来完成碳足迹测算和评价，导致效率低下。

三、基于绿色低碳标识的碳效评价

（一）标识解析赋能绿色低碳发展

标识解析为绿色低碳发展打造统一入口。工业互联网标识兼容 Handle、OID、Ecode 等公有标识、企业私有标识等不同编码体系，能够唯一识别机器、产品等绿色低碳标识对象，通过打造绿色低碳数字“身份证”，解决异构标识互操作难题，提供绿色低碳产业链协同的统一入口。

标识解析为绿色低碳发展提供重要手段。通过标识解析，打通产业链上下游绿色低碳标识数据流通和共享，消除 N2 问题，解决跨行业、跨产业链细粒度数据获取和流通，为绿色低碳产业应用提供重要技术手段。

标识解析为绿色低碳产业应用提供重要支持。基于统一为绿色低碳数据的异构互联提供保障。绿色低碳相关数据归口众多、格式不一，难以完全实现数据统一。标识解析体系通过中间件建立异构数据转换交互机制，统筹发挥好现有各类数据平台作用，有效提升绿色低碳数据的应用价值，增强信任传递和市场引导效应。

标识解析为提升绿色设计与制造水平提供数字手段。以标识为载体推动企业、园区的能量流、物质流等信息采集监控、智能分析和精细管理，为产品全生命周期绿色设计、工业重点用能设备工序数字化改造、再生资源使用管理等提供数据支撑，推动实现以能效、碳效为约束的多目标运行决策优化等。

标识解析为绿色低碳发展提供监管支撑。依托标识解析体系，实现数据可信采集、汇聚、共享和分析，打破产业端和碳金融端数据的壁垒，消除金融端对绿色低碳数据疑虑，为地方、监管部门绿色政采、绿色金融、绿色信贷、碳交易及绿色低碳政策制定等工作提供重要支撑。

（二）绿色低碳标识为碳效评价提供有力支撑

绿色低碳标识的引入，赋能企业更全面、准确地评估和优化其碳排放水平，助力企业在碳效评价中能够更系统、科学地进行碳减排，实现可持续发展的战略目标。

绿色低碳标识助力企业基础活动获取。企业基于绿色低碳标识，依托标识解析体系，实现数据的可信采集和安全共享，解决数据采集难、流通难的问题，为基础活动数据获取提供技术手段和重要抓手，为碳效评价提供真实可信、精准高效、贯穿供应链全程的碳数据支撑。

绿色低碳标识为评价结果提供直观展示。绿色低碳标识（如产品碳标签、企业碳效码）通过图形、符号等方式更直观的呈现企业

的绿色低碳水平，企业能够更明确其生产和运营中哪些环节存在较大的碳排放，从而有针对性地进行改进和优化。

绿色低碳标识为企业减排提供指引。绿色低碳标识不仅为企业提供了在减排方面的具体目标和行动指南，帮助企业根据行业和企业特点制定符合自身需求的减排策略和绿色低碳发展路径。同时，绿色低碳标识不仅仅是一种市场推广工具，还是企业履行社会责任的象征，拥有绿色低碳标识将为企业在市场上赢得竞争优势，树立了环保和可持续发展的良好形象，从而吸引更多的合作机会和客户。

（三）碳效评价方案架构

按照“充分利用工业互联网标识解析基础设施、发挥企业创新活力、治理服务支持监管”的原则；围绕“数据获取难、数据可信度差、数据流通共享难”、“碳效评价标准不一致”、“监管难”等问题，构建基于绿色低碳标识的企业碳效评价方案，包括基础支撑层、数据获取层、工具模型层、碳效评价层、结果呈现层、绿色低碳标识应用层、绿色低碳标识服务层，如图 1 所示。旨在打造统一、可扩展、低成本的碳数据标识，构建快速、有效的碳效评价、碳数据管理与查询体系，保障企业和用户披露碳数据的隐私与可信。

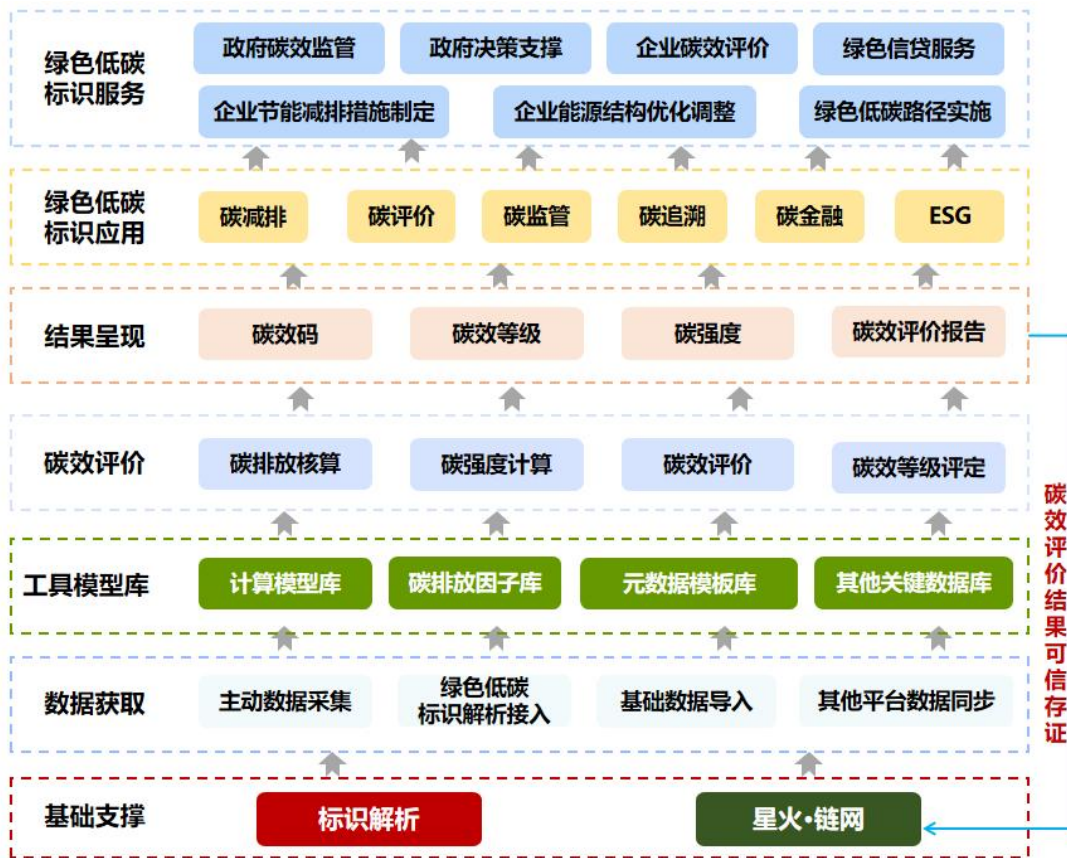


图 1 基于绿色低碳标识的碳效评价方案架构

工业互联网产业联盟 of Industrial Internet

四、碳效评价关键要素

基于绿色低碳标识的活动数据获取及碳效评价流程，除了能帮助健全产品生命周期数据库，助力管理部门、行业企业摸清家底，尽早实现“双碳”目标之外，还能助力行业企业提升能源的利用水平，减低能源使用的成本，增强产业竞争优势，在整条产业链上高效协同各环节单位，扩大绿色产品份额，降低绿色转型压力，真正形成“多赢”“共赢”的产业新形态。

（一）采集终端

采集终端是碳数据收集的重要设备，可对能源生产，消耗等数据实时监测，并上送至数据平台。采集终端可具备多种形态，可利用边缘计算、区块链等数字化技术，从活动数据采集、碳排放核算、碳排放在线监测等全过程，对企业能耗和碳排放总量、直接排放、间接排放等各种排放源进行可信计量和精细化管理，支撑用能单位碳管理数字化及碳效提升。

结合商用密码、隐私计算、区块链等技术，使碳基础数据从采集端即获得安全保护和可信签名，确保碳基础数据从源头可信，真正实现“物链一体”，基于区块链，实现碳基础数据可信上链，建设可信碳数据生态，实现碳数据资源产权、碳数据交易可信流通和共享。

（二）数据模板

参照工业互联网标识解析元数据模板，遵循《工业互联网标识管理办法》要求，构建统一的元数据模板，包括公共数据模板、行业数据模板、企业数据模板等内容，如图 2 所示。节点企业可以根据需要对行业元数据进行数据项扩展，并向二级节点和国家顶级节点申请更新。通过构建元数据模板，一是建立数据语义映射关系，基于标识解析体系解析出存储标识关联信息系统网络地址等；二是解决设备互联难、通信协议不兼容造成数据不匹配、不互认问题；三是促进数字资源在数字空间的交互，基于标识解析查询到标识所

关联的地址或信息，实现数据交互。

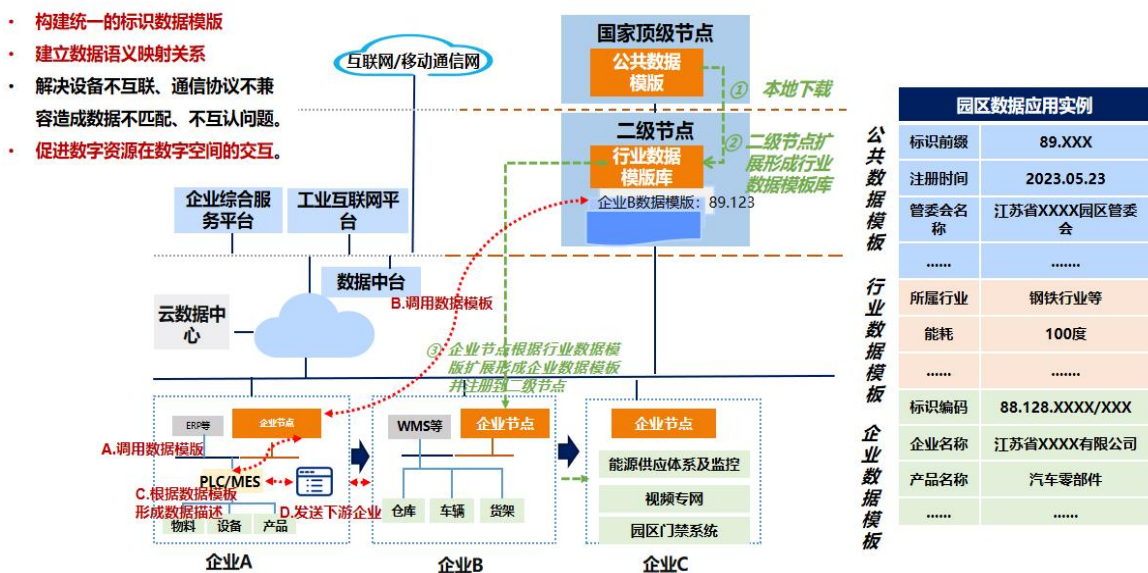


图2 绿色低碳标识元数据模板

(三) 评价流程

构建基于绿色低碳标识的企业碳效评价流程，是规范企业科学开展碳效评价的前提，基于统一流程，实现碳效评价过程和结果的合理性、完整性、准确性和一致性。评价流程如图3所示。首先根据开展评价工作的目的，明确对象和碳效评价边界，确定排放源和气体种类；基于绿色低碳标识和标识解析基础设施，获取企业活动数据；选择并获取碳排放因子数据；计算温室气体的排放量，开展碳效评价；基于评价规则进行碳效等级划分；生成碳效评价等级评定结合和碳效评价报告。

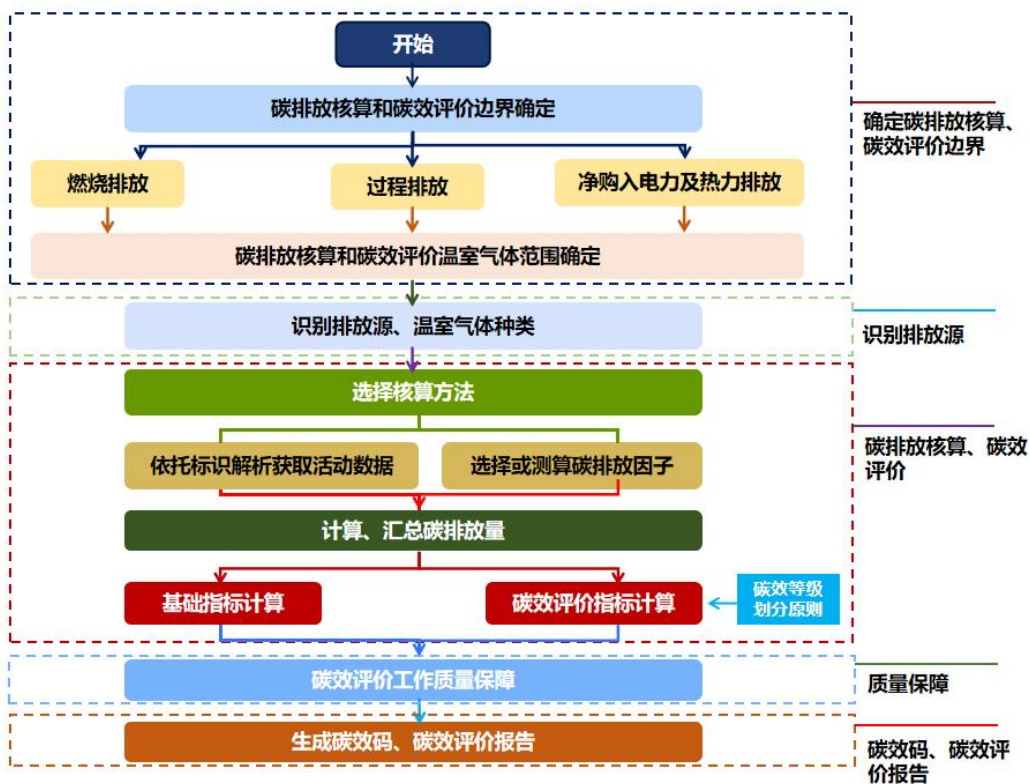


图 3 企业碳绩效评价流程

(四) 碳效等级

碳效评价是衡量企业、组织或活动在碳效和绿色低碳水平方面表现的方法，碳效评价等级的划分，可以更全面、客观地评估不同对象的节能减排成效和碳效水平，为社会、企业和消费者能源结构优化调整、绿色低碳发展、碳资产管理等提供重要参考。为确保碳效等级划分的科学性、客观性和可操作性，明确的碳效等级划分原则至关重要。

全面系统性原则。评估应该覆盖整个生命周期，包括原材料采购、生产制造、运输、使用和废弃处理等各个环节。这有助于确保

评估的全面性和综合性，避免简单地关注某个环节而忽略其他可能对碳足迹产生影响的因素。

科学准确性原则。碳效等级划分的结果直接关系到实体的碳管理水平，因此评估数据必须基于科学准确性。采用标准化的测量和计量方法，确保数据的可比性和可信度。科学准确性也要求在数据收集和分析过程中采用最新的科学技术和研究成果，以反映实际的环境影响。

透明一致性原则。一致性原则要求碳效等级划分在方法和标准上保持一致，以便在不同组织、产品或活动之间进行比较。透明性是建立信任和促进改进的关键，在进行碳效等级划分时，应该清晰地呈现评估的方法、数据来源和计算过程。

周期性调整原则。环境状况和技术水平在不断变化，因此碳效等级划分应具备周期性和动态性，评估方法和标准应该能够随着科技进步和环境认识的提高而不断更新，以反映最新的信息和趋势，确保评估结果的周期性和适应性。

五、重点行业碳效评价及绿色低碳实践探索

（一）建材行业

1. 行业发展现状

由于产业规模大、窑炉工艺特点等原因，建材行业也是工业能源消耗和碳排放的重点领域。建材工业能源消耗品种主要是煤炭、

电力、燃料油及少量的天然气、煤气、焦炭等。其中，煤炭作为所有化石能源中含碳量最高的一种，无论是作为能源被直接燃烧还是被用于原料、还原剂等非能源使用目的，都不可避免会产生大量二氧化碳，燃煤产生的二氧化碳排放总量大约占我国二氧化碳排放总量的 85%以上。水泥行业是建材行业中的“碳排放大户”，也是全球二氧化碳排放的主要“贡献者”之一。

2. 绿色低碳发展机遇和挑战

2.1 面临的机遇

建材行业规上企业数量增加明显，产业结构持续优。建材行业供给侧结构性改革持续推进，产业规模化发展加快，规上企业数量大幅增加促进行业组织结构优化，通过淘汰落后产能，不断优化重组产业内部结构，推进行业低碳化、绿色化发展。同时，通过技术升级、设备更新、管理提升、发展循环经济等多项举措实现提高资源利用效率，减少温室气体排放，保障使用安全健康等目标。

建材行业绿色制造快速推进，提升行业整体效能与竞争力。“十三五”以来，工信部已发布 6 批绿色制造示范名单，绿色工厂示范累计入选 2783 家，其中建材行业有 340 余家企业入选，其中 9 家企业入选国家绿色供应链管理示范企业，覆盖水泥、玻璃、陶瓷等大宗建材领域。建材行业已普遍认识到，当前的重中之重是要加快产业绿色低碳转型，以内部转型促进产业发展，实现安全高质量发展。

2.2 存在的挑战

工艺过程产生碳排放，排减难度大。相比电力、钢铁等行业，建材行业除了化石燃料和耗电产生碳排放，还有工艺过程的大量碳排放，工艺固有的特性让碳排放的减少变得异常困难，无形中加大了减排的难度，如水泥生产工艺过程碳排放占单位产品碳排放量 60% 左右。解决建材行业工艺过程碳排放的难题需要综合利用新技术、提高资源利用效率、推动能源结构转型等多方面的努力。

减排时间紧，改造投资大。2022 年，工业和信息化部等四部门印发的《建材行业碳达峰实施方案》中明确提出以排放占比最高的水泥、石灰为重点，加大力度实施原燃料替代，实现碳减排重大突破。按照方案要求，到 2025 年，能效基准水平以下产能基本清零，但仅水泥行业基准水平以下的产线、介于标杆水平与基准水平之间的产线改造预计投入资金达 2500 亿元。

技术水平及创新能力不足，运行成本巨大。建材行业是典型的以大宗物料生产为特征的资源能源依赖型产业，原料价格大幅上涨，使建材企业生产经营持续面临高成本压力。技术水平及创新能力的不足，许多企业在生产过程中只能依赖传统工艺和设备，缺乏高效、环保的生产技术，导致生产效率低下，能源消耗高，运行成本居高不下，建材行业节能减碳改造面临较大投资压力。

3. 绿色低碳发展解决方案

综合考虑建材基本信息、用能结构、能源清洁度、碳核查结果、碳排放预警等多个方面，提炼企业碳排放特征，开展企业碳效评价

和碳画像体系建设，构建企业碳数据标签，开展企业碳画像分析，一站式多视角掌握企业能耗、碳排放全景信息，支撑企业掌握碳排放水平，实现多途径“碳治理”，助力企业转型升级，践行国家绿色发展战略部署，解决方案架构如图4所示。

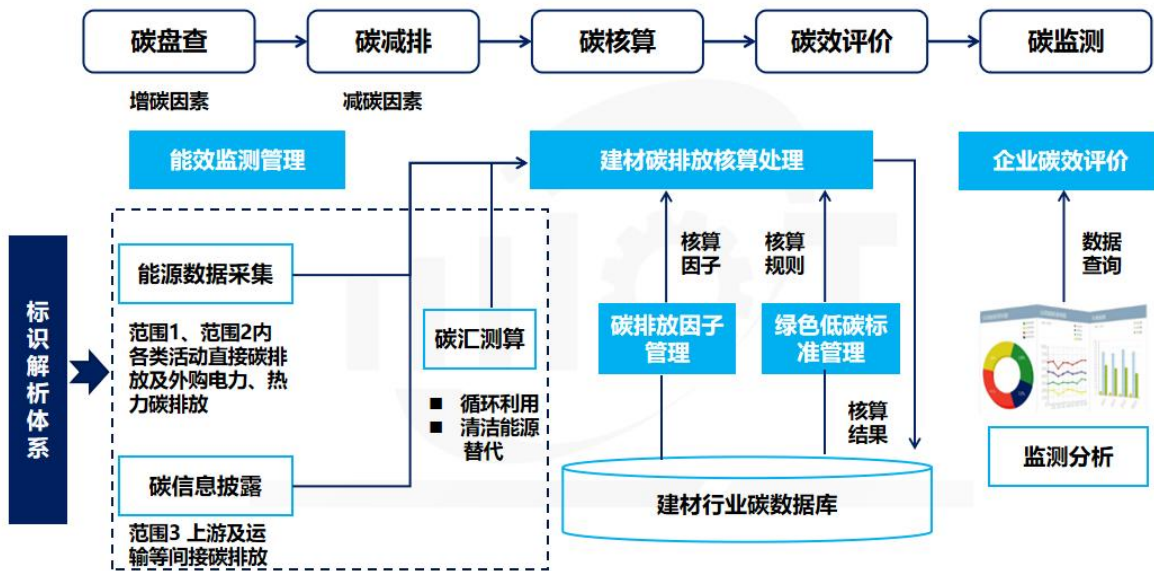


图4 碳绩效评价体系架构

企业碳绩效评价。构建企业碳绩效评价计算模型和指标体系，建立基于标识解析企业碳绩效评价和认证数据信息采集机制，打通企业从清洁能源消纳、能效利用、污染控制、节能减排等方面的数据流通，基于模型开展精准碳排放核算和碳绩效评价，形成不同等级的碳绩效评价结果，对标行业标杆与地区水平，引导企业绿色低碳健康发展模式。

能效监测管理。基于标识解析及工业互联网平台，提高企业的能效管理水平。通过对生产设备、转运设备、计量设备、试验设备

等物理实体对象进行标识，实现能源绩效参数的采集与监测，对企业用能过程有确切的掌握。通过能源分析实现对企业能耗全方位管理，帮助企业实现节能降耗、提高能源利用效率。

4. 典型案例及实施成效

案例 1：某二级集团企业建材行业碳效评价及监测

1. 案例介绍

我国平板玻璃行业碳排放总量处于低增长态势，二氧化碳排放量约占建材行业的 4.2%，占国内全部碳排放量的 0.3%。当前，玻璃企业碳中和进程中缺乏数字化支撑能力，需要构建企业碳监测预测体系，预测玻璃企业碳排放趋势、精细化管理生产过程碳排放监测数据、精准评估及匹配行业节能减排降碳方案的情况下，数字化碳管理平台亟需建设。

2. 实施路径

基于玻璃新材料工业互联网平台及标识解析体系，通过数字化能源精细化管理体系，实现分板块、分企业、分工段的能耗数据实时监测、能耗报警、能源基础数据管理、碳排放指标对比分析、碳效综合分析等企业级云应用服务，同时建立综合能效能耗、碳排放公示，碳监测及能耗诊断等行业云应用服务，实现对能碳的精细化管理，提高能源利用效率，降低企业运营成本，推动建材行业节能降碳转型升级，提高建材行业核心竞争力。

通过碳效评价、能碳分析促进产能优化。构建能碳分析模型，

对智能玻璃工厂能耗进行节能降碳诊断分析，进行碳效评价与综合能效评估，基于设备全过程能耗监测数据，辅助工艺操作模式调整，提升能源利用率、降低碳排放。

通过数字化碳管理提升监测管理能力。利用新一代物联网和信息技术，打破生产连接壁垒，连接设备数据孤岛，实现设备互联网互通，通过工业物联网平台对设备信息，设备连接设备数据进行管理，并以此为基础，提升对重点用能设备、生产工序、产品生命周期等碳排放监测管理能力。

3. 实施成效

通过技术创新，为玻璃行业企业从能源“双控”逐步转向碳排放总量和强度“双控”提供线上的监测、诊断、评估。通过数字化与节能环保业务的融合，开展绿色低碳平台与工程服务的融合，预计到2030年可实现单位原料排放减碳15%，单位玻璃平均碳减排30%。

（二）化工行业

1. 行业发展现状

化工行业排放量远低于电力、钢铁、水泥等行业，从总量看化工并非首当其冲。但从强度看，由于产业特性、生产过程以及原材料的选择等因素，单位收入排放量高于工业行业平均水平，且不同区域由于经济结构、能源结构及发展水平的不同，面临差异化的压力，在排放总量控制目标于区域和行业维度层层分解的过程中，化

工行业在部分地区可能会面临来自碳排放的发展桎梏。

2. 绿色低碳发展机遇和挑战

2.1 面临的机遇

有助于化工行业实现低碳转型。化工行业是我国的高耗能高排放行业，化工产业实现低碳转型，关键在于推进能源结构优化升级。一是大力发展利用可再生能源，积极研发利用可再生能源的新工艺技术和装备逐步增加可再生能源在生产中的应用比例。二是提高传统燃料利用效率，通过提高化石燃料的转化效率，实现节能降碳。三是推广清洁高效的能源系统，通过技术与管理创新，推动碳排放强度下降。

有助于拓展绿色产品的市场空间。随着全球对气候变化和环境污染问题的关注不断增加，政府和国际社会对碳排放的监管逐渐趋严，绿色低碳已经成为社会发展的方向。化工企业积极迈向绿色低碳发展，可以更好地遵循环境法规，降低环境污染，提升企业社会责任感，获得政府支持和认可。此外，通过技术创新，调整产品结构，回应消费需求，不仅可以实现企业自身的绿色发展，也可以有效拓展市场空间。

2.2 存在的挑战

装备更新成本高昂。化工企业要实现绿色低碳发展，关键就是要对现有生产装置进行技术改造和优化升级。但这一改造进程存在巨大的资金压力。一方面，对传统的生产装置进行节能减排改造，

需要大量资金投入。另一方面，建设智能化的绿色工厂投入更高，且新工艺和新装备试验验证也需要一定的投入。高额成本严重制约了化工企业装备更新和技术升级的进程，增加了绿色低碳发展的难度。

行业标准有待建立。相关标准体系不够完善，缺乏统一的评价认证体系，一定程度上制约了化工行业绿色低碳发展。一是化工产品种类繁多，生产工艺各异，需要制定一套适应多元发展和生产安全的行业标准。二是国际市场对产品的标准要求也在不断提高，缺乏与国际接轨的行业标准可能影响到化工企业在全全球市场的竞争力。亟需建立完善的行业标准体系，推动整个行业向更可持续和健康发展的方向迈进。

3. 绿色低碳发展解决方案

通过构建企业数字化碳管理平台，对化工生产过程进行精细化的数据采集和分析，实现绿色低碳管理。一是充分利用标识解析、工业互联网、区块链等新技术，实现工艺流程和碳排放管理的精细化，有效推动行业的绿色低碳转型。二是通过企业数字化碳管理平台的应用，实现全流程的数据采集、碳效评价和数据分析，找出过程中的“能效和碳效盲区”，并持续进行工艺优化，大力推动了行业的转型升级。架构如图 5 所示。

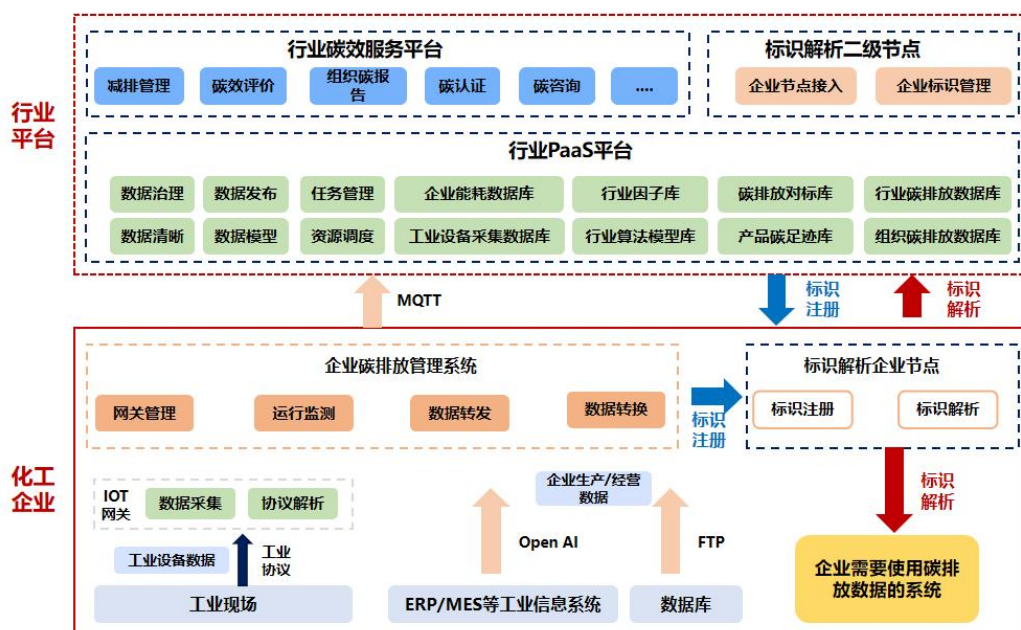


图 5 数字化碳管理公共服务平台架构

4. 典型案例及实施成效

案例 2：某化工新材料企业数字化能碳管理

1. 案例介绍

华峰新材料公司通过采用数字化碳管理平台对化工新材料各链路企业进行了企业组织碳盘查和产品及其生态链企业的碳足迹服务，为企业主体构建了链上可信碳资产管理账本。通过企业碳效评价和碳盘查服务，实现了企业全方位碳排数据可信管理，结合“品标码+企业数字化能碳管理平台”平台可信信息披露，提升产品品牌价值链，也为企业后续进行节能降碳规划提供了有力的数据支撑，同时也推动了绿色产业链体系的打造。

2. 实施路径

通过搭建企业数字化能碳管理平台，基于标识解析和主动标识载体采集各反应釜、蒸馏塔等设备的能源消耗数据，以及生产过程中各种能耗数据，生产过程中三废排放数据，结合产品全生命周期管理系统中的产品生产数据和生产时间，就能收集到每一批次产品的生产数据和能源消耗数据，基于数字化碳管理平台，调用计算模型和碳排放因子库，计算企业碳排放核算和碳效值，形成差异化的碳效等级和碳效码。

3. 实施成效

企业实施数字化碳管理系统后，结合碳效码向客户及公众提供准确的碳排放数据，不仅增强了企业的社会责任感，还有助于建立公众信任。其次，系统生成的详细报告支持企业在减排策略和产品设计优化方面的决策。此外，通过识别和改善高碳排放的环节，企业不仅能实现节能减排，还能大幅节约成本。

（三）钢铁行业

1. 行业发展现状

钢铁工业是中国碳排放重点行业，碳排放总量占全国碳排放总量 15%左右，是 31 个制造业门类中碳排放量最大的行业。我国钢铁行业以高炉-转炉长流程生产工艺为主，高炉转炉长流程占比约 90%，能源消费结构以煤炭等化石能源为主。我国电炉短流程占比约 10%，低于全球电炉短流程占比（28.2%），远低于欧盟电炉短流程占比（40%）。双碳目标提出后，钢铁行业积极响应、迅速行动，推动以

低碳为统领的发展理论体系建设，提前谋划碳达峰及降碳路径。

2. 绿色低碳发展机遇和挑战

2.1 面临的机遇

有助于推动能源结构清洁化转型。碳排放双控鼓励地方和企业更多依靠非化石能源以满足用能需求，提升推动能源结构清洁化转型的内驱动力，有利于钢铁行业能源结构优化。鼓励钢铁企业因地制宜，充分利用风能、太阳能等能源，提高新能源和可再生能源的使用占比，加快构建光伏发电、氢能等多能互补与储能相结合的能源体系，提升企业电气化水平。

有助于促进流程结构低碳化转型。基于煤焦的传统高炉-转炉长流程工艺“碳锁定”效应强，碳排放双控将倒逼行业工艺结构低碳化转型。一是推动长流程向电炉短流程低碳转型，推动我国钢铁产业结构逐步向电炉短流程炼钢转变。二是推动氢冶金等低碳冶金技术研发应用，氢冶金工艺通过“以氢代碳”能够有效推动减污降碳。

有助于促进产品结构高端化转型。碳排放双控将推动全社会绿色低碳发展，意味着下游用钢行业将要求钢铁行业提供高强度、耐腐蚀、长寿命等绿色钢材产品。当前，汽车、家电、建筑等行业已经提出了明确的低碳产品供给和钢材降碳的要求，倒逼钢铁行业产品结构向高端化转型，提升绿色供给能力，推动产品全生命周期减碳，推进上下游产业耦合降碳。

有助于推动构建产能治理新机制。在摸清全行业钢铁产能底数，

数据真实可靠的基础上，实时动态管理产能清单，利用差别化的环保、碳排放等政策，特别是建立以碳排放总量为依据的产量约束机制，实现差异化管控，低碳发展水平高的企业可充分发挥产能的利用率，并从中获取效益。同时，推动落后产能或劣势产能逐步退出，逐步形成公平公正的产能治理新机制。

2.2 存在的挑战

管碳基础薄弱。从行业企业层面来看，虽已有《温室气体排放核算与报告要求 第5部分：钢铁生产企业》标准，但碳排放核算范围的完整性和数据的准确性仍有待提高。从工序层面来看，钢铁生产工艺流程复杂，涉及炼焦、烧结、球团、炼铁、炼钢、轧钢等生产工序，目前并未健全各工序碳排放统计核算方法与标准。从产品层面来看，钢铁产品种类众多，目前产品碳排放统计核算方法与标准也仍处于起步阶段。

控碳难度较大。一是我国钢铁行业碳排放总量巨大，碳排放量约占全国碳排放总量的15%，面临碳排放总量的约束压力大。二是我国钢铁行业以高炉-转炉长流程工艺为主，突破性的冶炼技术研发应用难，且短期难以改变，低碳转型难度大。三是我国钢铁企业低碳发展水平不平衡，钢铁企业数量多且水平差异大，大多数企业低碳发展基础薄弱。四是钢铁产业碳排放机理复杂，钢铁行业涉及石灰、炼钢等生产过程碳排放，受化石能源的严格约束。

减碳成本偏高。一是实现碳中和需要投入巨大资金，据冶金工

业规划研究院预测，2060年前转型资金需求约6万亿元，为当前大环境下的投入提出严峻的挑战。二是随着行业推进绿色低碳发展和传统节能降碳技术的应用，减排难度也将加剧，大幅减排成本逐步增加。三是未来行业要力争实现经济增长从根本上与碳排放增长脱钩，行业需致力于碳生产率的稳步提升。

3. 绿色低碳发展解决方案

搭建碳中和数字化平台，面向企业碳数据管理层面为钢铁及其他重点排放企业的绿色发展提供网络化、数字化、智能化的技术手段，为钢铁企业提供绿色低碳产品设计、研发方案，开展全工艺流程碳足迹计算和分析，并为下游行业用户提供数据分析支持方案，促进产业绿色供应链的形成，实现生产工序碳排放过程目标管控、碳排放预警管控及减碳降污协同管控，推动企业的绿色低碳高质量发展。架构如图6所示。

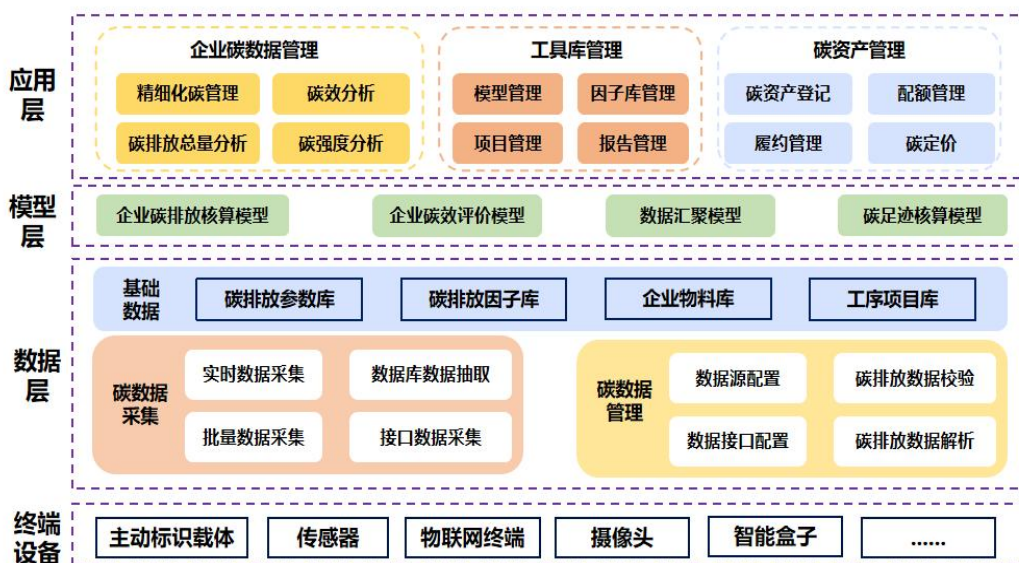


图6 碳中和数字化平台架构

4. 典型案例及实施成效

案例 3: 中天钢铁碳排放管控和碳资产管理

1. 案例介绍

在“双碳”背景下，中国钢铁行业低碳转型压力艰巨。中国钢铁企业具有绿色低碳发展的严峻外部发展要求，以及企业高质量可持续发展的内在迫切需求，亟需寻找科学、有效的路径和方法，推动“双碳”工作切实落地。多项政策文件涉及碳排放管控，均不同程度提到了以信息化智能化手段推动碳排放管理，为钢铁等重点行业企业高效系统推进“双碳”工作提供了方向。在此背景下，中天钢铁开展了基于标识解析的碳排放管控平台，依托平台开展企业碳排放核算、碳效评价及碳排放管理等。

2. 实施路径

(1) 标识解析接入服务

通过开发标识解析接入应用平台，对钢铁产业及其上下游客户，进行标识解析服务的接入。

(2) 建立碳排放源点位清单，实现碳排放数据可视化

梳理全厂核心碳排放源点位，链接企业最新碳排放因子，展示全厂各环节的碳排放总量及强度，并作不同时间维度的碳排放信息数据分析。

(3) 碳数据管理

从企业层面实现对钢铁企业全流程碳数据的采集、监视和分析，

帮助企业摸清碳家底、完成碳核查；其特有的数据汇接能轻松接入不同系统源数据，保证计算高时效、无需人工抄录数据，大大提升企业碳排放计算效率。

（4）标识解析应用服务

应用服务包括业务供应链管理、产品全生命周期管理、防伪溯源等服务。将企业应用和产品与公共标识解析体系对接，进行规范化，通过标识增加应用和产品的品牌力和可信度，从而实现标识应用和解决方案的快速推广。

3. 实施成效

依托碳排放管控平台，实现碳素流可视可管可控以及钢铁企业生产全过程的碳排放监测、统计、对标，支撑企业开展碳排放水平、碳足迹和全生命周期碳排放的分析研究，以碳效率为核心优化生产工艺及管理，实现生产工序碳排放过程目标管控、碳排放预警管控及减碳降污协同管控。通过降碳路径及技术措施的全过程追踪及效果实时评价，促进实现路径的合理最优选择，预计可实现吨钢碳效评价水平的持续上升，成本降低 5-10 元左右，碳排放量降低 1-2%。

（四）汽车制造行业

1. 行业发展现状

汽车零制造是汽车产业链的重要环节，涵盖了汽车研发、设计、生产、销售及售后服务的整个过程。汽车制造企业在生产过程以及

运输过程中使用了大量的化石能源和生物质能源，导致了大量 CO2 和其他温室气体的排放。当前，我国汽车行业全生命周期碳排放总量达到 12 亿吨，其中乘用车约占 58%。相比较传统汽油车，纯电动汽车碳排放减少 43.4%。预计到 2060 年，纯电动车全生命周期碳排放可达每公里 23 克，碳减排潜力巨大。

2. 绿色低碳发展机遇和挑战

2.1 面临的机遇

推动低碳转型促进技术创新。随着全球低碳发展理念的深入，汽车制造行业将迎来技术创新的机遇。汽车制造企业可以加大在新能源汽车、智能网联汽车等领域的投资和研发力度，推出更加环保、节能、高效的新技术和新产品，满足国内外市场需求，并获得新的增长点。

推动汽车制造行业供应链双碳管理。由于整车厂商按照价值链的原理对自身的制造供给链进行重组，而将大量的非核心业务剥离和外包，把越来越多的零部件制造和装配责任推给了独立的第一层供给商。为了应对欧洲碳边界调整机制协议，降低缴纳的税费或碳配额，整个汽车制造供应链上下游均需要进行绿色化转型，推动绿色低碳生产。

推动企业绿色制造。对于零部件制造商，既需要为整车厂提供快速、灵活地响应，又需要持续降低本钱。制造企业急需针对自身产业和产线，结合双碳和数字化进行改造，提升企业整体产能和产

品碳效率，降低能源消耗和环境污染，满足主机厂以及市场的碳排放需求。

2.2 存在的挑战

企业生产耦合度高核算难度大。汽车制造行业在生产过程中创造的价值与产生的碳排放高度耦合，生产价值与碳排放的映射关系不明，需要解构价值链与碳链以及厘清企业、车间、工艺和设备等不同层级的生产价值与碳排放的映射关系，形成碳效率评价体系，为碳约束下的产品设计、工艺、生产、管理等优化提供支撑，故想要针对企业所有碳排放源进行精准核算难度较大。

企业减排难度大。技术创新可以优化生产工艺、提高生产效率，但技术创新和研发投入需要大量资金和人力资源的投入，而且存在一定的风险和不确定性，给汽车制造企业带来一定的压力和挑战。此外，新能源汽车、智能网联汽车等领域的投资和研发力度不断加大，需要推出更加环保、节能、高效的新技术和新产品，从而降低生产成本和碳排放量，以满足市场需求和提高产品竞争力。

缺乏行业统一的标准。不同地区的政策和法规环境存在差异，不同主机厂对上游的各零部件生产企业的要求也各不相同，企业需要制定相应的应对策略，以确保针对不同地区、不同主机厂都能符合相关标准和要求。企业缺少对应的行业标杆进行参考，大多企业只能不断探索，难以选择合适的方案和技术去进行绿色低碳化改造，导致企业的管理成本和建设成本大幅提高。

3. 绿色低碳发展解决方案

构建汽车制造行业碳排放基础数据库。为汽车制造不同企业提供多层次动态核算功能，包括活动水平数据库、核算方法模型库、排放因子数据库、碳减排技术库和其他数据库等五大数据库。

开展碳排放诊断和碳效优化。制造车间拥有着大量不同类型、不同厂家、不同型号、不同建设时间的生产设备，而不同的生产设备又具有不同的数字化接口和通信协议，生产设备具有复杂性、多样性和广域分布性等特点。在企业原有设备编码的基础上，通过对各生产设备进行统一工业互联网标识，依托标识解析体系，提升多源异构生产数据采集和互通能力，对企业信息化系统数据、生产运行状况、企业物料购买台账进行梳理和碳排放核算，根据碳效评价和低碳运行监测模型，对碳效值、排放强度等进行实时诊断分析。方案架构如图 7 所示。



图 7 碳排放诊断及碳效优化方案架构

4. 典型案例及实施成效

案例 4: 成都万友滤机有限公司双碳数字化管理

1. 案例介绍

以“技术改造+精益管理”为推进方法，通过“数智化+双碳”模式，对成都万友滤机能碳数据提供不同维度的采集核算，结合碳排放核算数据，对企业的生产能流、碳流、价值流进行综合评价，对现场设备碳效率、班组碳效率、产品碳效率、设备运行分析等指标进行优化管理，帮助企业客观评估诊断企业绿色制造水平，挖掘生产各环节降碳潜力，确定数字化建设转型方向和目标，全面推动企业低碳化发展、能源绿色化转型。

2. 实施路径

通过构建企业双碳管理体系，采用工业主动标识载体数采终端，依托标识解析体系，实现无 MES 数采服务，实现设备运行状态、生产数据、能耗数据的采集对接；依据核算标准体系和碳排放计算模型，对过程碳、能源碳、物料碳、工艺废物等多维度碳源进行动态碳排放核算和碳效评价；依托双碳精益管控和模型算法技改，提供能耗尖峰平谷分析调优、边缘设备低碳智能管控、班组碳效率评估等多技改路径，实现对企业能源消耗和碳排放进行优化改造，提高资源和能源利用效率，降低企业碳排放强度。

3. 实施成效

通过搭建工业双碳大数据平台，构建企业双碳管理模式和体系，

对企业全流程物料、能源以及工艺过程导致的碳排放进行全面感知和动态精确核算，可实现工业企业碳排放量填报准确度提升 5%—20%。对现场生产设备的实时能耗和实时碳排放进行精准管控，设备利用率提升 5%-15%，总体能耗降低 5%-10%，实现节能减排降耗，提升产品碳效率，实现成本节约。

（五）电解铝行业

1. 行业发展现状

电解铝的主要碳排放来源于电力消耗，电力能耗对应的碳排放占电解铝环节的比例高达 80%，是主要碳排放来源。与欧美电解铝企业相比，我国电解铝行业在电解环节上的排碳量较高，主要原因是国内原铝电力能源严重依赖火电，但近年我国电解铝企业使用太阳能电、水电、风电等清洁能源的比例有所提升。随着用能结构的不断调整和生产工艺的持续优化，电解铝行业单位碳排放已呈现下降趋势，但我国铝消费强度正不断增强，电解铝行业碳达峰、碳中和仍有一定压力和挑战。

2. 绿色低碳发展机遇和挑战

2.1 面临的机遇

各地对碳排放硬性约束增加，电解铝作为高耗能行业首当其冲。目前，我国铝工业清洁能源使用比例仅为 13%，其中，80%左右的电解铝厂为火力发电，尽管一些企业在推进脱硫脱硝的改造，但对环

境的负面影响仍难消除。煤电在我国电网电力中的份额从2010年的77%下降到2019年的62%，而在原铝生产电力消费中所占份额仍保持在90%左右。

双碳政策约束，叠加周期性缺电压力。我国是全球最大的电解铝生产国，用电量大、用电成本高是电解铝行业的显著特征。电解铝行业年度用电量约占全社会用电总量6.8%，用电成本占电解铝生产成本的40%以上。随着电价改革的不断深化，国家发建立了针对电解铝行业的差别化电价政策，电解铝行业节能减排压力逐年增大。

2.2 存在的挑战

数字化技术赋能。供给侧改革叠加双碳战略的影响下，我国电解铝行业重大节能降耗先进技术不断推广应用。随着智能制造和“互联网+”推广应用，越来越多电解铝企业采用数字化科技手段减少碳排放量。通过新一代信息技术助力电解铝企业改善制造资源配置、促进使用效率提升、降低生产运营成本、增强企业竞争力和推动产业高端化发展，推动企业实现节能降碳、绿色发展目标。

清洁能源优势明显。我国水力资源丰富，技术可开发装机容量约为6.87亿千瓦，位居世界第一。从区域分布看，四川、云南、贵州、广西、重庆、西藏西南六省是我国水力发电的主要区域，约占全国可开发水能总量的70%。近年来，我国电解铝加快向云南、广西等水电资源丰富的西南地区转移，通过水电绿色能源使用，对电解铝碳减排起到了积极作用。

3. 绿色低碳发展解决方案

电解铝行业绿色化低碳发展从绿色集约生产、能源动态配置及能耗和碳排放管控等方面切入，通过构建工业互联网平台数字底座，利用大数据、人工智能、标识解析等数字技术，打破电解铝企业数据孤岛，通过分析数据，挖掘利用数据价值，推动电解铝企业生产制造运营环节和电解铝典型工业场景的数据全生命周期管理及辅助决策，助力企业提质降本增效、节能减碳。推动工业互联网平台技术体系助力电解铝行业数字化运营管理应用快速复制推广，实现电解铝企业高质量、高技术水平、节能减排的数字化管理。解决方案架构如图 8 所示。

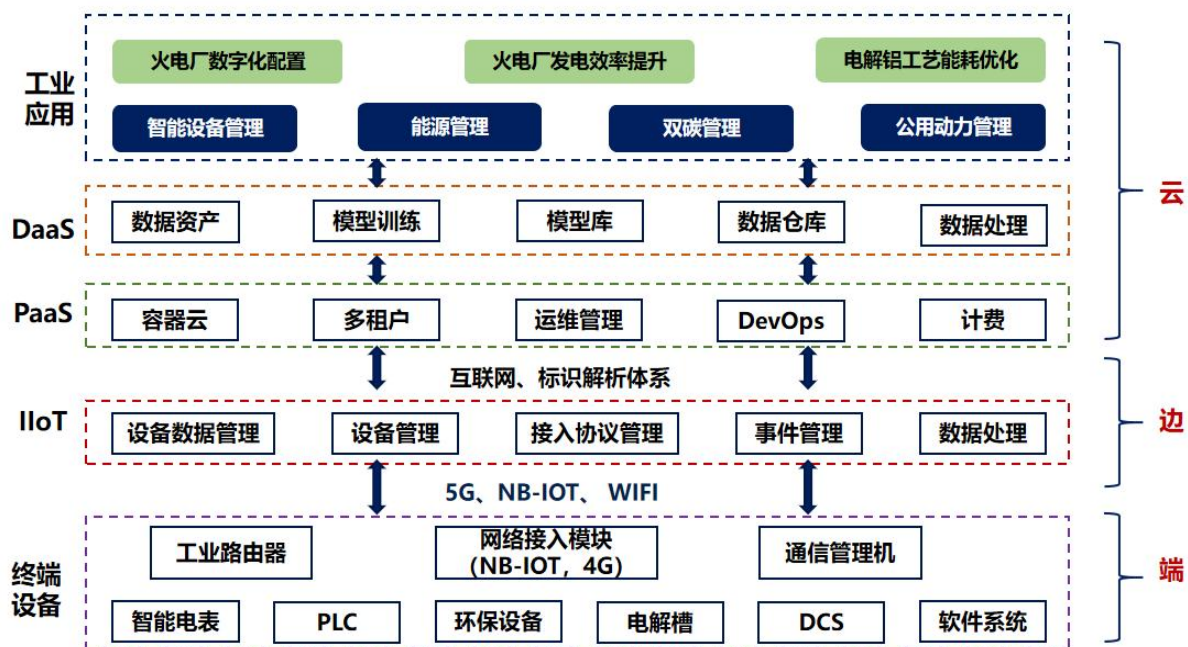


图 8 电解铝行业绿色低碳解决方案架构

4. 典型案例及实施成效

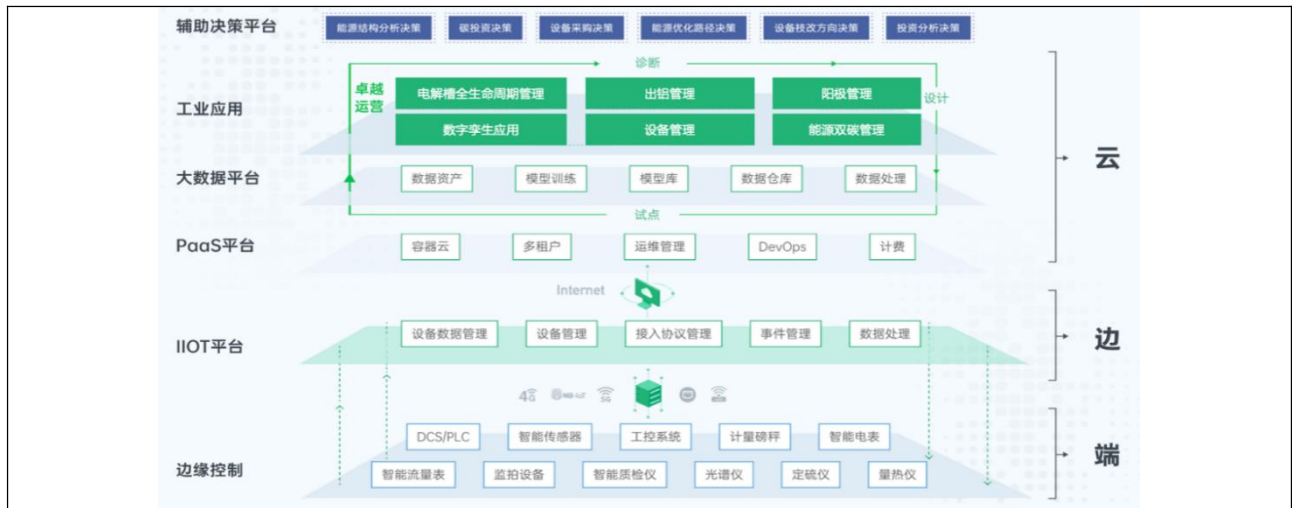
案例 5: Geega (际嘉) 数字化赋能智慧节能降碳

1. 案例介绍

在“双碳”战略指引下，广域铭岛数字科技有限公司（以下简称广域铭岛）通过数字化技术，助力广西百矿集团实现精准节能智慧降碳。广域铭岛提出的电解铝数字化节能减碳解决方案，Geega(际嘉) 通过构建工业互联网数字化底座，结合精益能效工具、大数据分析处理、人工智能等技术，对电解铝阳极组装、电解槽管理、能源管理等生产运营管理环节的能耗量及能耗桥进行实时在线监控，并以此为输入，结合深厚的工业经验沉淀到机理模型和智能应用中，实现智能决策路径，优化能源配置，助力企业节能降耗。

2. 实施路径

总体框架包括“1 个工业互联网数字化底座+6 个工业应用+1 套卓越运营转型方法论”。针对电解铝高能耗、高碳排的生产运营管理环节，打造 2 个针对性解决方案，包括能源管理解决方案和碳排管理解决方案。能源管理解决方案基于对电解铝厂各生产、动力设备进行机理建模，结合大数据算法，打造能源计划、能源监控和执行、能源分析和检查、能源优化决策的完整闭环，提升了现场能源管理水平。碳排管理解决方案包含对现场碳排放数据进行采集、计算、碳效评价、核查以及分析报告生成。



3. 实施成效

案例通过以数据资源作为关键生产要素，以新一代信息技术、全要素数字化转型为重要推动力，以减污节能降碳减排为重要抓手，破除数字化和绿色化之间相互独立的技术壁垒，实现经济效益与社会效益的共赢。实现吨铝电耗下降 1.5%，阳极毛耗下降 3%，供电标煤耗实现度电 5g 的节降，整体节能降耗实现 7000 多万年化效益。

六、发展对策和建议

（一）强化顶层规划设计，完善低碳政策体系

按照党的二十大部署，推动经济社会发展绿色化、低碳化。强化绿色低碳发展顶层设计，加快推进绿色低碳标识体系的建设布局和发展路径规划，支撑政府主管部门出台绿色低碳标识体系相关政策文件，通过政策引领提升区域用能、用碳数据监测能力和调控水平，完善行业绿色低碳评价和公共服务能力。

（二）深化核心技术创新，推动标准体系建设

深化核心技术的创新，以提高碳效评价的准确性和效率，围绕绿色低碳领域关键技术开展攻关，着力解决行业关键共性技术问题。利用人工智能和大数据等新技术，对碳排放数据进行深度挖掘和分析，以提供更为精准和细致的评价结果。立足绿色低碳标识发展需求，加强标准体系建设，推进一批绿色低碳国家、行业、团体标准制定和试验验证。

（三）完善基础设施建设，强化数绿协同发展

面向重点用能装备，规模部署主动标识载体，建立碳排数据可信采集、核验机制。推动工业碳效监测服务平台上线运行，面向重点企业开展碳效评价工作，强化绿色低碳服务能力。推进数字化赋能绿色化协同发展，面向重点用能行业，部署绿色低碳标识节点，实现碳排数据汇聚共享，促进企业能源消费从“降价”向“降量”转变。

（四）打造典型应用标杆，发挥行业引领作用

围绕重点区域和重点行业，推进碳效评价工作，为区域和企业刻画立体“碳画像”，建立绿色低碳示范体系，遴选一批标杆企业，形成可复制、可推广的技术和经验，充分发挥行业的引领作用。完善财政补贴、税收优惠、市场准入等低碳激励机制，通过建立绿色低碳标识服务商资源池，提升绿色低碳保障服务水平。