

零碳数据中心园区能碳管理系统 白皮书

开放数据中心委员会

2023-09 发布

版权声明

ODCC（开放数据中心委员会）发布的各项成果，受《著作权法》保护，编制单位共同享有著作权。

转载、摘编或利用其它方式使用 ODCC 成果中的文字或者观点的，应注明来源：“开放数据中心委员会 ODCC”。

对于未经著作权人书面同意而实施的剽窃、复制、修改、销售、改编、汇编和翻译出版等侵权行为，ODCC 及有关单位将追究其法律责任，感谢各单位的配合与支持。

www.ODCC.org.cn

编写组

项目经理：

王元月 北京中科合盈数据科技有限公司

工作组长：

李代程 百度在线网络技术（北京）有限公司

贡献专家：

周天宇 北京中科合盈数据科技有限公司

叶雷霆 北京中科合盈数据科技有限公司

何玮 北京中科合盈数据科技有限公司

彭飞 北京中科合盈数据科技有限公司

苗兵杰 北京中科合盈数据科技有限公司

胡辉 北京中科合盈数据科技有限公司

马青云 北京中科合盈数据科技有限公司

于景淇 北京中科合盈数据科技有限公司

毛隆 北京中科合盈数据科技有限公司

杨朝旭 北京中科合盈数据科技有限公司

李洁 中国信息通信研究院

郭亮 中国信息通信研究院

王月 中国信息通信研究院

吴美希 中国信息通信研究院

张一星 中国信息通信研究院

阮迪 中国信息通信研究院

季伟光 北京三快云计算有限公司

谷曙媚 北京三快云计算有限公司

张剑 北京三快云计算有限公司

www.ODCC.org.cn

张广河	华为技术有限公司
李丹	华为技术有限公司
陈永昌	华为技术有限公司
张鹏	曙光数据基础设施创新技术（北京）股份有限公司
姚勇	曙光数据基础设施创新技术（北京）股份有限公司
蒋钢	中兴通讯股份有限公司
翁建刚	中兴通讯股份有限公司
冯鑫	深圳市江波龙电子股份有限公司

www.ODCC.org.cn

前言

国家“双碳”战略指导下，制定并执行碳中和与可再生能源目标已成为数据中心行业共识，零碳数据中心及其设计、实施、认证、低碳数字化管理是各方关心的热点问题。零碳数据中心园区能碳管理系统聚焦数据中心园区能源管理与碳管理的信息化和数字化，为数据中心园区的碳中和提供坚实的数据支撑和工具支持。

能碳管理系统覆盖园区的数据中心系统、建筑系统、交通系统、基础设施系统、废弃物处理系统以及能源系统等园区所有排放源。通过实时监测和记录数据中心园区的碳排放情况，识别并分析能源消耗的瓶颈和浪费点，能碳管理系统可提供改进能源使用效率、降低能源消耗与运营成本、减少碳排放的有效解决方案。

为高规格满足数据中心企业及客户对于 ESG 信息披露的各项需求，能碳管理系统对接国内和国际上最新的气候相关信息披露标准和规范指引，力求提供最为准确直观的碳排放数据和报告，帮助数据中心园区履行其可持续发展的承诺，满足客户和利益相关者的要求。

为更全面地覆盖数据中心碳排放源范围，追踪各排放源的碳核算，打造零碳数据中心园区，合盈数据综合考虑客户及行业的碳中和诉求，联合业内众多合作伙伴，基于 DCIM 底层数据架构，结合现

有成熟的 PaaS 平台架构及数据处理组件，开发了一套适用于数据中心的智能化的能碳管理系统。

本白皮书旨在与行业同盟分享零碳数据中心碳管理范围、可视化要求和系统功能，供从事数据中心的规划设计、新建、改建、扩建工程的技术选型、工程实施、运行管理等人员参考，推进数据中心碳管理未来数字化、智慧化发展。

由于时间仓促，水平所限，错误和不足之处在所难免，欢迎各位读者批评指正。如有意见或建议请联系编写组。

www.ODCC.org.cn

目 录

版权声明	I
编制说明	II
前 言	IV
一、 概述	1
(一) 编写目的	1
(二) 适用范围	1
二、 术语和定义	1
(一) 零碳数据中心	1
(二) 温室气体	2
(三) 碳排放	2
(四) 数据中心的碳排放范围	2
(五) 绿电	4
三、 零碳发展背景与挑战	4
(一) 国内外发展背景	4
(二) 数据中心行业挑战	7
四、 零碳管理	10
(一) 零碳管理目标	10
(二) 零碳管理方式	11
(三) 零碳管理工具	14
五、 零碳数据中心园区能碳管理系统	15
(一) 能源管理	16
1. 能耗采集	16

2. 能耗分析	17
3. 能耗优化	20
4. 能耗考核	21
5. 能流图	21
(二) 碳管理	22
1. 碳核算	22
2. 碳分析	26
3. 碳报告	28
4. 碳披露	29
5. 碳减排	30
6. 碳预警	32
7. 碳评价	33
(三) 碳抵消	34
(四) 供应链管理	35
1. 产品碳足迹	35
2. 绿色等级评价库	36
(五) 绿色治理	38
1. 社会活动	38
2. 低碳管理	38
3. 碳账户	39
六、能碳系统发展趋势	39
(一) 对园区的“零碳”追求	错误！未定义书签。
(二) 能碳管理系统在自动智慧化运维技术体系中渐趋重要	错误！未定义书签。
(三) 与 ESG 能源管理系统深度融合	错误！未定义书签。

(四) 对综合能源技术的应用	错误! 未定义书签。
(五) 对节能技术的应用	错误! 未定义书签。
(六) 评级机构、各交易市场、政府监管平台的标准化与规范化	错误! 未定义书签。
七、 能碳系统技术与实施	45
(一) 前期准备阶段	45
1. 深化设计	45
2. 配置、组装及内部联调	46
(二) 现场实施	46
1. 系统参数配置与设置	46
2. 工程调试	47
(三) 验收交付	50
1. 功能测试	50
2. 性能测试	51
3. 工程文档	52
4. 培训	52
八、 项目案例	53

零碳数据中心园区能碳管理系统白皮书

一、概述

（一）编写目的

本文件规定了零碳数据中心碳管理范围、可视化要求和系统功能。

零碳数据中心园区能碳管理系统是一种用于监测、评估和改进数据中心能源消耗和碳排放的系统。园区内的各项设备和环境因素都会被监测和评估，以帮助管理者更好地了解能源利用情况，进行管理和优化，为数据中心碳管理未来数字化、智慧化发展提供参考。

（二）适用范围

数据中心能碳管理系统是零碳数据中心必不可少的碳管理工具，可供从事数据中心的规划设计、新建、改建、扩建工程的技术选型、工程实施、运行管理等人员参考。

二、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

（一）零碳数据中心

零碳数据中心是指对其在其生命周期内直接或间接产生的温室气体排放总量，通过节能减排、清洁能源替代化石燃料、植树造林、二氧化碳捕集利用与封存、碳交易等方式进行抵消，实现总碳排放为零的数据中心。数据中心应采用绿色先进节能技术及节能管理手

段不断降低碳排放，对以碳交易方式进行碳排放抵消的，其比例宜限定在一定的范围之内，并给出持续改进的、以技术手段实现零碳的优化方案。

（二）温室气体

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。本文件中指：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）及三氟化氮（NF₃）。

（三）碳排放

是指煤炭、石油、天然气等化石能源燃烧活动和工业生产过程以及土地利用变化与林业等活动产生的温室气体排放，也包括因使用外购的电力和热力等所导致的温室气体排放。[《碳排放权交易管理办法（试行）》，中华人民共和国生态环境部令第19号]

（四）数据中心的碳排放范围

基于世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）共同发布的《温室气体盘查议定书》（GHG Protocol），针对企业的温室气体排放划分的三个范围，结合《零碳数据中心建设标准》（T/CA 301-2021）确定数据中心的排放范围。

范围一定义为“报告企业直接拥有或控制的运营产生的排放”；

对应《零碳数据中心建设标准》（T/CA 301-2021）中碳排放组成的 Cjs、Cyw、Ccc 参数中的直接排放部分。Cjs 中范围一排放主要包括施工机械燃油排放（电动机械排放算范围二）、燃油、燃气类施工车辆排放；Cyw 中范围一排放主要包括以下设备的排放（如果配置）：后备油机工作的排放、直接供给数据中心工作的燃气三联供发电设备的排放、园区燃油燃气类车辆排放、制冷设备冷媒泄露排放等；Ccc 中范围一排放主要包括施工机械燃油排放（电动机械排放算范围二）、燃油、燃气类施工车辆排放。

范围二定义为“报告企业消耗的购买或收购的电力、蒸汽、供热或供冷而产生的排放”；对应《零碳数据中心建设标准》（T/CA 301-2021）中碳排放组成的 Cyw 参数中的排放，包括专为支撑数据中心运行而购买或收购的电力、蒸汽、供热或供冷而产生的排放。

范围三定义为“报告企业供应链上发生的所有间接排放（范围二中未包括的），包括上游和下游的排放”。对应《零碳数据中心建设标准》（T/CA 301-2021）中碳排放组成的 Cjc、Csb 以及 Cjs 中材料的排放。

Cjc: 建筑建材生产运输阶段的碳排放，应为建材生产阶段碳排放与建材运输阶段碳排放之和，该指标应在设计阶段由设计、建设单位对材料清单进行计算。

Cjs: 数据中心建设阶段的碳排放，包括工程器械、工程车辆和施工人员活动产生的碳排放，应由建设单位对建设阶段的过程碳排

进。

Csb: 数据中心设备及材料生产运输阶段的碳排放, 包括除建筑建材外的所有设备和材料在生产、运输阶段产生的碳排放, 该参数在采购阶段, 由设备清单, 按照材料重量进行核算, 对于无法细分的设备, 按设备重量 1.1 倍的冷轧碳钢板卷的碳排放等效计算。

(五) 绿电

根据国家发展改革委、财政部、国家能源局关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作促进可再生能源电力消费的通知发改能源〔2023〕1044 号的定义, 绿电是指全国风电(含分散式风电和海上风电)、太阳能发电(含分布式光伏发电和光热发电)、常规水电、生物质发电、地热能发电、海洋能发电等已建档立卡的可再生能源发电项目, 以及 2023 年 1 月 1 日(含)以后新投产的完全市场化常规水电项目所生产的电量。

三、零碳发展背景与挑战

(一) 国内外发展背景

全球气候变化, 关系着人类的生存和发展, 是当今国际社会最为关注的生态环境问题。由 196 个缔约方一致通过的《巴黎协定》(2015), 为 2020 年后全球应对气候变化行动做出了安排, 提出“把全球平均气温升幅控制在工业化前水平以上低于 2°C 之内, 并努力将气温升幅限制在工业化前水平以上 1.5°C 之内”。要实现该目标, 必须携手推进碳中和。基于碳中和目标, 全球各国提出了各

自的碳中和目标：其中芬兰承诺 2035 年实现碳中和，奥地利、冰岛承诺 2040 年实现碳中和，瑞典承诺 2045 年实现碳中和，英国、美国、法国、欧盟、加拿大、韩国、日本、德国等发达国家承诺 2050 年实现碳中和。我国政府以全国长期目标为导向，相继制定了应对气候变化的战略和目标。2020 年 9 月 22 日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会提出：“力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”

2020 年中央经济工作会议要求抓紧制定 2030 年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。要加快调整优化产业结构、能源结构，推动煤炭消费尽早达峰，大力发展新能源，加快建设全国用能权、碳排放权交易市场，完善能源消费双控制度。要继续打好污染防治攻坚战，实现减污降碳协同效应。要开展大规模国土绿化行动，提升生态系统碳汇能力。

在双碳的进程中，产业园区成为建设城市低碳转型和产业升级的重要抓手。中国已有 2000 多个国家级及省级工业园区，贡献了全国工业产值的 50% 以上，工业园区也同时贡献了全国二氧化碳排放量的 31%。与此同时，大规模的工业园区也有达到系统性节能减排得天独厚的优势，能够通过能源、交通、建筑、产业、生活、智慧等综合调整的战略规划，推动达成生态、零碳、智慧的新产业模式。
数据中心。

针对工业园区的减排，国家也密集出台了系列政策。2021 年 10

月生态环境部《关于在产业园区规划环评中开展碳排放评价试点的通知》：选取一批具备碳排放评价工作基础的国家级和省级产业园区开展试点工作，以生态环境质量改善为核心，采取定性与定量相结合的方式，探索开展不同行业、区域尺度上碳排放评价的技术方法，包括碳排放现状核算方法研究、碳排放评价指标体系构建、碳排放源识别与监控方法、低碳排放与污染物排放协同控制方法等方面。通过试点工作，重点从碳排放评价技术方法、减污降碳协同治理、考虑气候变化因素的规划优化调整方式和环境管理机制等方面总结经验，形成一批可复制、可推广的案例，为碳排放评价纳入环评体系提供工作基础。

2021年2月国务院《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》：科学编制新建产业园区开发建设规划，依法依规开展规划环境影响评价，严格准入标准，完善循环产业链条，推动形成产业循环耦合。推进既有产业园区和产业集群循环化改造，推动公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置等。

2021年11月工信部、人民银行、银保监会、证监会《关于加强产融合作推动工业绿色发展的指导意见》：鼓励运用数字技术开展碳核算，率先对绿色工业园区等进行核算；支持在绿色低碳园区推动基础设施领域不动产投资信托基金（基础设施REITs）试点；鼓励建设中外合作绿色工业园区，推动绿色技术创新成果在国内转化落地。

2021年12月发改委、工信部《关于做好“十四五”园区循环化改造工作有关事项的通知》：通过优化产业空间布局、促进产业循环链接、推动节能降碳、推进资源高效综合利用、加强污染集中治理等循环化改造，实现园区的能源、水、土地等资源利用效率大幅提升，二氧化碳、固体废物、废水、主要大气污染物排放量大幅降低。

2022年1月国务院《“十四五”节能减排综合工作方案》：引导工业数据中心向园区集聚，推动工业园区能源系统整体优化和污染综合整治，鼓励工业数据中心、园区优先利用可再生能源。

（二）数据中心行业挑战

国际能源署（IEA）最新研究显示，伴随物联网持续发展，未来对数据服务的需求将呈现出指数级增长。在此推动下，全球数据中心平均增速高达7%。随着我国数字经济转型不断推进，以及新一代通信技术的应用和物联网IoT的落地实施，近5年机架投放市场的年平均增速高达30%¹。

数据中心园区作为工业园区新兴业态逐渐受到了社会的关注。在实现零碳发展过程中，数据中心行业面临着许多挑战。首先，数据中心超高的用电量是实现零碳目标的难点之一。数据中心需要保持24小时不间断地运作，因此需要大量能源供给。目前，大部分数据中心仍然使用化石燃料等高碳能源提供的电能来运行和维护设备，

¹ ABB 数据中心碳中和白皮书

这就导致了二氧化碳排放量居高不下。由中国工程建设标准化协会城乡建设信息化与大数据工作委员会和中国投资协会能源投资专业委员会联合发布的《零碳中国·数据中心》蓝皮书,对数据中心的用电及其由此带来的二氧化碳排放进行了深入浅出的研究。数据显示,2020年全国数据中心用电量为870亿度,占全社会用电量的1.16%,产生的二氧化碳排放约为7,290万吨。预计到2030年,数据中心用电量可能在2020年基础上翻一番,高达1,800亿度,用电量产生的碳排放值将达到全社会碳排放的1.5%²。

从数据中心全生命周期来看,以温室气体核算标准的边界定义,需要分别从三个范畴来分析数据中心的碳足迹——数据中心所有或可控制的排放源带来的直接温室气体(GHG)排放、以能源使用为主体的能源间接GHG排放、以组织活动引起的其他间接GHG排放(包括使用的资产、设备的生产过程所产生的GHG排放)。如何降低数据中心能耗,提高能源利用效率,是实现零碳目标的关键。其次,数据中心内部设备的高功率计算导致设备散热量高,经常需要进行强制散热,而这会将大量热能释放到空气中,造成能源浪费和环境污染。因此,如何有效地处理数据中心的散热问题,实现节能减排,是零碳发展面临的另一个挑战。

此外,数据中心行业也面临着更新迭代速度快的问题。当前技术发展非常迅速,数据中心的硬件设备、软件系统等需要不断地升

² ABB 数据中心碳中和白皮书

级迭代，这导致旧设备很快被淘汰，而新设备的生产过程也会带来大量的碳排放。除此之外，近年大量数据中心的建立，在建设过程中也造成了很多空气和水污染等环境影响。因此，为了实现零碳发展，数据中心需要考虑如何更好地管理建筑、设备的更新和替换。在全球经济一体化的背景下，供应链的因素也不同忽视。数据中心的硬件设备需要从全球各地的供应商中采购，这可能涉及大量的运输、加工和生产等环节。因此，数据中心需要在供应链上寻找更环保、低碳的选择。但是在这个过程中，数据中心企业面临着以下困难：

确定边界：确定哪些活动应该被包括在范围 3 碳排放中，例如供应链、客户使用和废弃物处理等数据收集：**收集范围 3 碳排放所需的数据可能比较困难，因为这些数据通常需要从供应链中的多个来源收集。确保数据可靠性：**范围 3 碳排放数据的可靠性可能受到供应链中各个环节数据收集的不一致性和不准确性的影响。**达成计算方法的共识：**确定如何计算范围 3 碳排放比较复杂，因为需要考虑多个因素，例如供应链中的不同环节、不同产品和不同地区的影响。

综上所述，数据中心行业在实现零碳发展方面面临着能源消耗、热量处理、成本控制等多重挑战。为了实现零碳发展目标，数据中心需要采用节能减排技术，探索新的能源利用方式，积极推广低碳能源，加强环保管理，降低对环境的影响，加强循环利用。同时，政府、企业和社会各界也需要共同努力，为数据中心实现零碳发展

提供必要的支持和保障。

四、 零碳管理

（一）零碳管理目标

零碳管理的目标是实现数据中心可持续发展经营，满足社会、经济发展及法律法规的需求。对于数据中心而言，需要规划严格的零碳管理目标，包括设立自身运营范围内的碳中和目标、范围 3 碳中和目标、碳抵消的原则性说明、设立绝对减排目标、设立节能目标、碳披露目标等。通过零碳管理，可以达到以下目标：

（1）减低数据中心的碳排放量，降低其对环境的影响。北京市和广东省已经将数据中心纳入区域碳排放管理体系，制定并动态更新数据中心碳排放基准值和先进值，以市场化的方式推动数据中心减少碳排放，能效水平差、碳排放量超过主管部门核发配额的数据中心运行单位需要从市场上购买配额履行碳排放控制责任。同时，目前全国碳市场虽并未纳入数据中心行业，但由于数据中心用电特性与有色金属（如电解铝）较为类似，当数据中心总用电量达到一定的体量时，很有可能也将进入全国碳市场的管控体系。因此，加强碳管理，提前引入管理体系，对接国际标准，将为成为行业的刚需。

（2）增加数据中心的经济效益。节约能源、降低成本一直是数据中心追求的目标，而零碳管理可以实现数据中心的节能减排，通过优化设备和能源使用方式、改进供电和冷却系统等技术手段，降

低能耗的同时也可以降低成本。

(3) 金融机构是推动全球绿色转型的重要力量。为实现我国 2030 年“碳达峰”目标，自 2021 年起累计绿色投资需求的保守估计为 14.2 万亿元人民币。金融机构也将推动企业层面碳核算和碳信息的披露。数据中心作为新基建的重要代表，其绿色化、零碳化转型也将是绿色金融的重要议题之一。通过零碳治理，形成满足金融投资标准的绿色资产，获取更广的融资渠道和更低的融资成本，也将成为零碳管理的目标之一。

(4) 实施零碳管理还可以提高数据中心的品牌形象和社会责任感，为数据中心带来更多的商誉和市场机会。

(二) 零碳管理方式

1、能源结构清洁化

数据中心在运营的过程中的主要排放是范围 2 的用电排放，用电排放占用了数据中心运营总排放的 90% 以上，所以用电能源结构清洁化是数据中心降低运营碳排放的主要手段。由于当前中国的发电量结构中占 70% 以上仍为燃煤发电，发电同时伴随着大量的温室气体及其它污染物排放。因此积极参加电力交易购买绿电、投资新能源项目是数据中心实现能源结构清洁化的主要手段。

2、节能降耗

(1) 从技术设计及运营运行进行减排



图 1 节能减排措施

(2) AI 节能优化

优化冷却系统：数据中心通常需要大量的冷却来确保设备正常运行。AI 可以通过分析数据中心内的热图，动态调整冷却系统来确

保最佳温度，从而节省能源。

需求响应管理：AI 可以预测数据中心的能源需求，以及何时可以从电网中获取能源。这有助于数据中心在电价最低时购买能源，进一步节省成本。

设备健康监测：AI 可以持续监测数据中心的设备健康状况，预测何时可能出现问题，并在问题发生之前采取预防性措施。这样可以减少意外停机时间，提高整体效率。

动态电源管理：通过分析负载和需求，AI 可以动态地调整电源分配，确保每个设备都得到其所需的电力，但不会浪费额外的能源。

自动化任务：AI 可以自动执行诸如数据迁移、备份和负载均衡等任务，从而提高数据中心的效率。

数据中心设计优化：使用 AI 对设计进行模拟和分析，可以找到最佳的布局和设计，确保空气流动和冷却效率最大化，从而节省能源。

预测性维护：通过对设备数据的实时分析，AI 可以预测哪些部件即将失效，这可以减少突然的设备故障和与之相关的能源浪费。

3、实现价值链减排的间接减排和排放抵消

如战略性采购物流运输服务和包装，优先选择能够提供电动运

输服务和绿色包装的供应商，使用绿色建筑材料，使用更低温室效应的空调制冷剂；持续开展行动，降低差旅和出行的碳足迹，包括鼓励员工采取拼车、乘坐公司大巴等出行方式；逐步落实绿色供应商管理计划和绿色供应链制度，结合数据中心商业部门，建立数据中心碳足迹评估机制，以达到节能减排的目的长期推动供应商设定以科学为基础的减排目标，通过提供低碳、低成本的解决方案和激励机制帮助加速价值链的低碳转型等。

最后对于无法减少的排放，通过基于自然的碳减排解决方案进行抵消。

（三）零碳管理工具

数据中心零碳管理工具是指基于共同认可的核算体系/标准，用于帮助数据中心或组织实现减少碳排放和实现零碳目标的软件或硬件工具。《温室气体核算体系》（GHG Protocol）由环境 NGO 世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）从 1998 年开始联合建立，是国际广泛使用的碳排放计算和报告标准。温室气体核算体系有两个核心部分，分别是企业会计与报告标准（企业排放清单方法学）和项目会计与报告标准（项目排放清单方法学）。旨在为企业公开报告和参与自愿或强制性的温室气体项目、进入温室气体市场提供指导，也能帮助公司识别温室气体排放源并排序，减少公司层面的温室气体排放。现有的温室气体核算体系由四个标准组成：《温室气体核算体系企业核算与报告标准》、《企业价值

链（范围 3）核算和报告标准》、《产品生命周期核算和报告标准》和《温室气体核算体系项目量化方法》。除了温室气体核算体系之外，目前认可的温室气体核算标准还有 PAS 2060，ISO 14064 以及我国颁布的行业减排标准等等。

基于上述标准体系，开发出来的管理工具可以帮助数据中心或跟踪和管理其碳排放，识别和评估减排机会，制定减排计划，并监测和报告减排成果。考虑到能源管理系统是目前市场上的主流工具，然而能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变是新形势新目标下的要求，需要在现有能源统计基础上，进一步建立和提升碳排放统计能力，完善基础数据质量，做到碳排放数据的可信与可比。因此针对数据中心各碳排放范围的核算，建立一套智能化能源碳管理系统是形势所需。

五、零碳数据中心园区能碳管理系统

能碳管理系统一般包括能源管理、碳管理、碳抵消、供应链管理以及绿色治理 5 大模块，及其子模块单元，如下图所示

www.ODCC.org.cn



图 2 能碳管理模块

（一）能源管理

数据中心能源利用效率指标是衡量数据中心能效的量化标准，它可以反映数据中心运行过程中的能耗利用情况，是作为数据中心设计和运维优化改进的重要依据和衡量指标。

数据中心的能耗一般由制冷系统、供配电系统、IT 系统、照明及办公等辅助系统组成，能耗管理的目的即是为了全面掌握能源消耗的情况，做到心中有数，合理调配能源，建立能源使用预警，做到安全生产，最终通过测试、统计、分析、改善能源管理方法，提高能源利用率。

1. 能耗采集

首先需要确定数据采集的范围和方法。这涉及到边界的划定、活动过程的分类、数据来源的准确性和可靠性等问题。需要根据实

实际情况选择合适的数据收集方式，如手工记录、计量设备、自动监测、传感器等。能耗采集应尽可能增加自动监测设备/仪表，具备动态实时性能力，在条件不成熟的情况下，亦可通过人工录入方式。如通过读取能源表或电表来收集用电量、用热量，用气量，用煤量、用油量等数据信息。数据中心在数据监测中，如无法直接读取相应的水、电、气仪表来获取，亦可从供应商处收集。

能耗图表支持模板化，可通过添加卡片方式，添加关注的设备用电图表。

按系统：按生产系统（IT、制冷、电气损耗、辅助）、交通系统、基础设施系统以及能源系统统计。

按空间：包含 ECC、楼栋、楼栋南北区、包间以及园区其他的公共空间。

按设备：按变压器、HVDC、UPS、冷机、水泵、末端空调、柴油机等重要设备统计对比。

2. 能耗分析

数据中心通过能耗分析功能统计分析不同节点和设备的能耗数据，包括电能表、燃气表、水表等计量装置的能耗数据。基于系统（制冷、IT、电源、辅助）、机房、设备等多个维度，对数据中心的能耗分布进行统计分析，计算 PUE、PLF、CLF、ALF 等能效指标，了解现有能耗的分布情况，使用特点，掌握所有设备实时用电状态，

对用电量过大设备提前做出预警，保证用电安全。基于系统的维度，统计各系统用电占比及各系统内设备用电占比；基于机房的维度，统计各机房用电及能效指标；基于设备的维度，统计分析各设备用电及排名。

数据中心需向能碳系统植入每年及每月的规划的能耗指标，能碳系统会根据数据中心的用电、用水、用气来分析和计算实时的能源消耗总量和能耗强度，并与规划的能耗的指标和历史能耗指标进行对比分析，分析哪个能耗点出现异常消耗，也给数据中心能耗使用规划调整提供实时的数据基础。

通过对收集到的能耗数据进行计算分析，可以将不同设备的能耗情况归类整理，建立能源模型，预测未来的能耗趋势，精准定位能源浪费的环节。

能耗分析提供多样的能耗分析样式，方便运维人员自主进行能效的分析。通过分析工具，对各楼宇能耗、各子系统（BA、配电、空调、照明等）的能耗展示、构建能耗间的关联关系；通过同比、环比分析给出能效分析曲线，为运维管理者提供节能控制依据。

能耗统计分析一般有子系统维度、空间维度、设备维度三个方面

- 1、园区、单个数据中心楼栋的整体能耗按 IT、制冷、电源、辅助四个子系统进行区分，对每个子系统的能耗使用情况进行统计和分析。

(1) 整体能耗统计分析: 各子系统日/月用电量值, 各子系统日/月用电量曲线, 各子系统用电量同比/环比。

(2) IT 系统能耗统计分析: IT 系统日用电量曲线、IT 机柜日/周/月用电量统计。

(3) 电源系统能耗统计分析: 电源系统(用电)损耗趋势曲线、电源系统设备(变压器、UPS、HVDC、直流电源)损耗分布、电源设备统计、各层级电源(10KV、380V、末端)功率对比。

(4) 制冷系统能耗统计分析: 制冷系统能耗趋势、制冷设备(空调、冷水机组、一次泵、二次泵、冷却塔、列间空调等)日/月能耗分布曲线、制冷系统包间(按模块机房)能耗对比、制冷设备(空调、冷水机组、一次泵、二次泵、冷却塔、列间空调等)日/周/月用电排名。

(5) 辅助系统能耗统计分析: 辅助系统能耗趋势曲线、辅助系统(照明、消防、弱电、其他)损耗分布、辅助设备统计。

2、能耗统计分析: 空间维度

按园区、楼栋、楼层、房间维度展示各空间整体用电(PUE、用电量、功率)及趋势曲线。

3、能耗统计分析: 设备维度

按设备(配电相关/机柜/末端空调/水泵)维度展示用电及趋势曲线。

3. 能耗优化

数据中心进行能耗优化需要综合运用技术、管理、制度等手段，针对具体情况制定相应的规划和措施，实现绿色低碳发展。数据中心可以通过以下措施来进行能耗优化：

1、完善能源管理体系。建立完整的能源管理系统，包括能源消耗监测、数据分析和评估、指标制定、计划实施和效果评估等环节，确保能源消耗状态得到精准监控和全面分析。

2、节能技术的持续更新。不断引入先进的节能设备和节能技术，如高效节能灯具、变频调速技术、热泵技术等。同时对现有设备进行改造升级，提高设备利用率和运行效能。

3、优化生产流程。通过优化生产流程，降低能源消耗，例如生产排程、人员调配、设备运行及停机调度等方面进行优化。

4、采用可再生能源。如太阳能、风能、水能等经济可行的可再生能源，以减少传统非可再生能源的使用，并对所选用的可再生能源进行节能和效率优化。

5、提升员工节能意识。加强员工培训和教育，传达节能理念，促进员工节约能源，鼓励员工在工作中参与节能活动。

数据中心将优化后的数据传输给能碳系统能耗优化模块，该模块可整合AI节能优化以及专家调优等功能，对于优化后的结果进行分析，给出进一步提升的策略，并对通过能效分析得出的能效报告

进行统一管理。

4. 综合考核

在实施了能耗优化措施后，需评估数据中心园区的能耗指标。目前主流的考核以 PUE 和 WUE 为主，同时为了更加全面地分析，也应考虑到碳使用效率 CUE（数据中心所消耗的碳排放量与其 IT 负载之比）和能源回收效率 ERE（数据中心所回收和再利用的总能源占总消耗能源的比例）。同时根据不同管理维度的需求，也可以考核数据中心能耗配额、动态显示水、电、气等能耗有效 KPI 值。在考核指标确认后，综合考核模块可以实现以下功能：

- 1、对区域各数据中心自动进行能耗排名，用能比较；
- 2、通过页面直接展示当年能耗、当年计划能耗、当年节约能耗、当年节约碳排放等信息。
- 3、定期核对数据中心能效指标，找出能耗异常的区域、数据中心；
- 4、根据用能情况将能源消费计划任务分解到各个数据中心。

5. 能流图

根据数据中心能量消耗情况，输出数据中心内部能量流向的图形，直观形象的概括数据中心能源系统的全貌，分析数据中心的用能状况，从而为数据中心节能提供方向和途径。输出的能流图可根

据时间、用能种类、用能场景来进行选取和切换，方便数据中心对不同单元、不同时间段、不同用能类型进行比较分析。

能流图主要内容如下图所示：

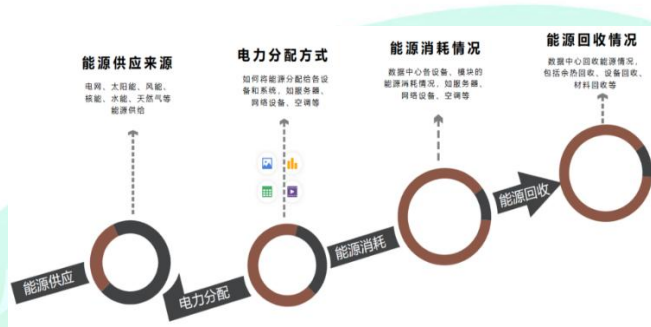


图 3 能流图

(二) 碳管理

1. 碳核算

根据 ISO14064 和 GHG Protocol 碳排放分类划分标准，数据中心碳排放按照范围 1/2/3 进行划分，主要排放源如下图所示





图 4 碳排放源划分

数据中心碳盘查是碳管理的数据基础，通过碳盘查掌握数据中心各排放源的碳排放量数据，为数据中心设置碳中和目标和减排计划做好数据支撑。目前，数据中心部分排放源的监测可实现自动采集，随着未来数据中心智能化程度的提高，碳盘查将更多的实现自动 DCI，数据互联互通。

1、数据中心范围 1 碳核算：

(1) 柴油消耗：数据中心需要备有柴发设备，以供数据中心不间断的用电；作为数据中心的备用电源，柴油消耗会排放一定的二氧化碳，通过监测柴油流量计或与数据中心运维系统互联互通，可实现柴油消耗统计。

(2) 制冷剂逸散、灭火剂排放、高压灭弧系统：数据中心的制冷剂逸散主要是空调使用或维修过程中产生的氢氟烃，远远高于 CO₂ 的温室效应潜力值，不同制冷剂的 GWP 存在有较大的差异，数据中心常见的制冷剂主要有 R410a、R22、R32 等；；灭火剂碳排放主要是通过不同的灭火剂长期存放产生的泄露或火灾过程中灭火剂的使用产生的，数据中心按照温室气体类型划分主要为：二氧化碳

灭火剂和七氟丙烷灭火剂，；高压灭弧系统主要存在数据中心的中压柜或大型数据中心园区内自建的 110KV 变电站中，其主要成分为六氟化硫，。此三种碳排放源的碳核算可通过碳管理系统与数据中心自身的资产管理系统相结合，形成自动传输和接入；或通过人工填报方式实现数据采集和填报。

(3) 交通车辆碳排放：数据中心或数据中心园区的交通碳排放，主要是通过自身拥有的燃油汽车的使用，而产生的碳排放；交通碳排放的核算可通过与数据中心或园区的物业管理系统，结合加油记录和车辆仪表校核，实现数据获取。

2、数据中心范围 2 碳核算：

数据中心范围 2 的碳排放源主要包含：外购电力、热力、蒸汽以及冷气，可通过监测仪表实现自动采集，也可通过与数据中心的运维系统相结合，实现数据的互联互通。

3、数据中心范围 3 碳核算：

数据中心范围 3 碳排放主要包括供应链的上下游，例如数据中心采购的原材料、施工过程中的能源消耗、施工人员的日常工作和生活、机电设备生产、废弃物回收与利用等，范围 3 涉及的范围较广，数量众多，可采用供应链智能化管理方式或碳足迹产品认证或人工填报方式，实现基础数据的采集。

碳核算功能的实现方式主要包含以下几方面：

(1) 确定数据源：识别需要采集和提取数据的来源，如数据库、应用程序、传感器、文件等。确定数据源的类型和位置，以便后续进行数据的自动读取和提取。

(2) 数据集成：使用适当的数据集成工具或技术，将不同数据源中的数据整合到一个集中的数据存储或数据库中。这可以包括 ETL（抽取、转换和加载）工具、API 集成、数据仓库等。

(3) 设定自动采集：根据数据源的特点和可用的工具，设定自动采集数据的方式和规则。这可以包括定时任务、事件触发、API 调用等，确保数据能够自动按需获取到指定的位置。

(4) 数据提取和转换：使用适当的数据提取和转换工具，读取和解析数据源中的数据。这可以包括使用 Web 爬虫、API 调用、文件解析等技术，将数据转化为可用的格式，便于后续处理和分析。

(5) 数据验证和清洗：自动采集的数据可能会存在错误或不一致的情况。通过设置数据验证和清洗规则，对采集到的数据进行验证、校验和清洗，确保数据的准确性和一致性。

(6) 数据存储：将提取和清洗后的数据存储到适当的位置，如数据库、数据仓库、云存储等。确保数据存储的可靠性、安全性和易访问性，方便后续的数据处理和分析。

(7) 错误处理和监控：设置错误处理和监控机制，能够自动检测和处理数据采集和提取过程中的错误。通过日志记录、告警通知等方式，及时发现和解决数据的异常情况。

(8) 自动化调度：根据需求和计划，设定自动化的采集和提取任务的调度时间表和频率。可以使用定时任务或调度工具，确保数据的及时采集和提取

所有排放源的数据采集采用自动 DCI+人工校核方式，保证基础数据的准确性。根据各碳排放源的数据实时计算其碳排放量，在计算各排放源碳排放量的过程中，数据中心可根据自身不同的需求采用以下核算依据：ISO14064、GHG Protocol、我国 24 个行业碳核算方法与报告指南、其他行业标准、不同的团体标准和地方标准等。

2. 碳分析

碳分析功能主要是针对数据中心各碳排放源排放情况，进行数据化梯度分析，识别主要的碳排放来源、趋势和关键点，为数据中心提供关于减排策略的决策支持，帮助制定和实施减排计划。

根据每个碳排放源的碳核算结果，进行实时碳分析，碳分析主要通过以下两个维度：

1、横向分析维度，通过对各排放源的碳排放量进行横向比较分析，分析数据中心在不同阶段的主要排放源，占比情况，重点关注点等。

2、纵向分析维度，通过对各排放源的时间维度进行纵向比较分析，分析每个排放源的排放纵向变化，排放异常情况分析，行业对比分析、减排潜力分析等。根据两个分析维度输出分析报告。

分析方式主要包含以下几种：

1、统计分析：对碳排放数据进行统计分析，计算平均值、总和、最大值、最小值等基本统计指标。这有助于了解碳排放的整体情况和变化趋势。

2、趋势分析：将碳排放数据绘制成趋势图，观察随时间的变化。趋势分析有助于识别碳排放的季节性、年度变化以及长期趋势，为制定减排策略提供参考。

3、详细分析：对不同部门、活动或项目的碳排放数据进行详细分析。比较不同部门或活动之间的差异，识别主要的碳排放来源和影响因素。

4、碳强度分析：通过将碳排放量与相关指标（例如算力、PUE或能源消耗）进行比较，计算碳强度。碳强度分析可以评估碳排放与经济产出或资源使用的关系，发现碳排放的效率问题和改进空间。

5、基准分析：将碳排放数据与适当的基准进行比较，如行业平均水平、政府标准或自身的历史数据。基准分析有助于评估组织的绩效、发现潜在的减排机会，并制定合理的减排目标。

6、敏感性分析：通过对不同影响因素进行敏感性分析，评估碳排放量的敏感程度和关键因素。这有助于了解碳排放量的主要驱动力，确定关键的减排措施。

7、高级分析技术：运用统计学方法、回归分析、时间序列分析

等高级分析技术，深入研究碳排放数据的关联性和影响因素。这可帮助揭示数据中的潜在模式、趋势和相关性。

3. 碳报告

能碳系统可根据碳核算和碳分析的结果，以及数据中心自身需求，一键输出不同标准下的碳报告，主要包含：我国标准下的碳排放报告、RE100、SBTI、认证辅助报告（包括 UI、国家数据中心、Leed 认证、CQC、ODCC、CDCC、IDCC 等相关低碳或零碳认证）等不同标准下的输出报告。

实现碳报告的自动生成方式主要包含以下几个工具：

1、数据集成和自动提取：确保碳排放数据的准确性和可靠性，通过数据集成和自动提取工具，将碳排放数据从各个数据源自动获取并整合到一个统一的数据库中。

2、数据处理和分析工具：使用数据处理和分析工具，如电子表格软件或专业的碳管理软件，对碳排放数据进行处理、计算和分析。这些工具可以自动执行公式和计算，生成各种指标和报告。

3、可视化工具：使用数据可视化工具，将碳排放数据转化为易于理解和直观的图表、图形和图像。这有助于提供直观的数据展示，使报告更具吸引力和易读性。

4、自动化报告生成工具：利用自动化报告生成工具，将数据处理和分析的结果自动转化为标准化的报告格式。这类工具可以根据

预先设定的模板和规则，自动将数据填充到相应的报告模块中，生成完整的碳报告。

5、数据质量管理：确保数据的准确性和一致性，通过在数据收集过程中设置有效的数据验证、校验和错误检测机制。定期进行数据质量检查和清洗，以保证报告生成的准确性和可靠性。

6、自动调度和发布：设定自动调度和发布报告的机制，根据预定的时间表和频率，定期自动生成碳报告并自动发送给相关人员。这可以减少手动干预和节省时间，确保报告的及时发布。

7、实时数据更新：通过与数据源的实时连接，确保碳排放数据的及时更新和准确性。这可以实现动态的碳报告生成，使报告一直保持最新的状态。

4. 碳披露

能碳系统可根据不同的标准要求，输出数据中心需要的碳披露数据和报告，用于数据中心 ESG 报告等其他披露需求，满足政府、监管机构、投资机构、社会组织的要求。主要披露标准包括：ISO14064、GHG Protocol、GRI、SASB、TCFD 等。

利用碳核算、碳分析和碳报告的实现工具，加入以下工具，实现数据中心碳数据和报告的自动披露：

1、自动化报告披露工具：将生成的报告自动上传至指定的平台或系统，以实现自动化的碳数据披露。这可以通过与现有系统集成，

或者使用 API 进行数据传输。

2、设定自动披露频率：根据需要，设定自动披露的频率。可以每月、每季度或每年自动披露一次。

3、数据验证和审核工具：确保自动化系统生成的报告准确无误，可以进行内部审核或者第三方审核。

4、更新和改进工具：定期更新数据，并根据实际需求改进自动化系统，以提高数据质量和系统的自动化程度。

5. 碳减排

根据数据中心不同的减排措施，提供实时的碳减排量和碳中和率，并通过减排项目历史减排量预测未来一年的减排量，为数据中心碳中和目标提供数据支撑，主要碳减排措施包括：能源结构清洁化、电气化、数字化、能效提高、循环利用、碳抵消、碳消除等。碳减排量的核算必须严格按照国际、国内的相应标准、方法学进行统计和计算，做到数据可追溯、减排可量化、结果可认证。在计算减排量的过程中必须做到三清晰：边界清晰、基线清晰、项目清晰。通过提高数据的准确性、实时性和效率，帮助组织实现碳减排目标，并及时作出调整和改进措施。

碳减排监测与分析的实现主要包含以下内容。

1、确定减排目标：首先要确定具体的碳减排目标，并将其转化为明确的减排指标，例如减少排放量的百分比或每单位产出的减排

指标。

2、确定监测内容：确定需要监测的碳减排相关内容，包括能源使用、排放量、生产过程等。

3、数据收集：使用传感器、监测设备等自动化技术，实时收集和记录能源使用、减排量等数据。

4、数据整合：将收集到的碳数据整合到一个中央数据库中，确保数据的准确性和一致性。

5、数据计算：植入减排量计算模型，确定减排量计算标准，对收集到的减排数据进行计算和分析，与碳核算、碳分析功能相结合，得出碳排放量及与减排目标相关的指标。

6、自动报告生成：根据监测内容和减排指标，使用自动化报告生成工具，将计算得到的结果自动转换为报告的格式，并生成报告。

7、可视化展示：利用数据可视化工具，将监测结果以图表、图形等形式展示，方便理解和分析，例如集成 Tableau、Power BI 功能界面等。

8、实时监测与提醒：建立实时监测系统，定期或实时检查和分析碳减排数据，提醒或报警系统是否达到预定的减排目标。

9、数据验证和审核：确保自动化系统生成的报告准确无误，进行内部审核或第三方审核。

10、更新和改进：定期更新数据，并根据实际需求改进自动化

系统，以提高数据质量和系统的自动化程度。

6. 碳预警

通过监测各排放源的排放情况，进行碳分析，系统预警提示主要分为两种：第一，在某些排放源出现排放偏离正常排放值的 10%，系统自动做出碳排放异常预警，以便于运维人员第一时间进行碳排放源的检查、维修和替换，避免碳排放出现持续偏高运行；第二，根据数据中心碳中和规划，预设进系统每年、每月的碳中和率，系统会在每个月的首个工作日来预警上一个月规划的碳中和率是否达标，若上个月碳中和率未达到预设的目标，系统会自动出现未达标预警。自动化的碳预警，可帮助数据中心及时发现和应对碳排放异常情况，有助于在碳管理和减排工作中及时采取行动，实现碳减排目标。

碳预警实现步骤：

1、确定预警指标：首先，确定碳排放的预警指标，例如每单位算力产出的排放量、能源使用的增长率等。这些指标应与组织的碳减排目标和可接受的排放水平相对应。

2、报警规则设定：按照不同数据中心的要求，可以设置阈值或规则来判断是否达到预警条件，配置预警系统。

3、预警通知和报警：一旦达到预警条件，预警系统会自动触发通知或报警。可以通过电子邮件、短信、报警器等方式向相关的人

员发送预警信息。

4、预警监测和调整：对预警系统进行监测，并根据实际情况进行调整和改进。可以根据反馈和数据分析结果来调整预警规则和条件，提高预警的准确性和效果。

7. 碳评价

数据中心根据自身需求，在能碳系统植入不同的评价和评级体系，根据数据中心碳减排、碳核算、碳抵消、碳中和率、供应链产品碳足迹等自动进行不同评价体系的评级，包括 UI、国家绿色数据中心、CQC、ODCC、CDCC、IDCC 等相关低碳或零碳评级。

结合碳核算、碳分析功能模块，加以以下几个工具，从而形成碳评价功能模块：

1、集成数据工具：将不同的碳评价标准植入系统功能模块中，包括评价指标、评价报告模板，进行系统自评系统搭建。

2、可视化和报告：将计算的碳评价数据，以及各项评分标准和得分结果，以图形、表格等形式展示，方便用户理解。可以为用户提供个性化的看板、报告简报等，以便数据中心实时了解自己碳排放等级。

3、持续改进：根据用户的需求和反馈不断优化模型和计算方法，以确保碳评价的准确性和适用性。为了做到这一点，可以进行定期审查、新数据及技术的跟踪、算法更新等。

（三）碳抵消

数据中心，首先需要确定碳抵消策略：选择适当的碳抵消项目，如可再生能源开发、植树造林、能效改进等。可以设立一个自动化决策系统，根据减排目标、投资回报等指标来确定最佳抵消策略。此外，还可以结合绿证交易市场、绿电交易市场、碳资产交易市场等进行碳信用购买碳抵消；能碳系统会实时抓捕绿证交易市场、绿电交易市场、碳资产交易市场的市场价格和交易信息，并在能碳系统上进行展示。能碳系统未来会根据这三大交易市场的准入条件，与各交易机构进行捆绑性合作，通过能碳系统实现一键购买和抵消，并在实时的碳中率、碳报告、碳分析、碳评价模块得到充分联动和输出体现。

其次，自动追踪抵消进度：将企业的碳抵消项目与实时数据系统集成，自动追踪抵消项目的执行情况 and 减排效果。这可以通过与第三方数据提供商、碳抵消项目组织以及内部数据跟踪系统的合作实现。将这些数据自动导入碳抵消系统，以生成准确、实时的碳抵消报告。

最后，整合行业标准：监测国内外碳抵消政策和法规，及时适应政策要求，参与相关行业组织制定行业准则，以获得更多合规性支持。

碳抵消可以帮助数据中心实现双碳目标，即在保证数据中心运行的同时，减少碳排放和碳足迹。通过购买碳信用额度或者实施碳

减排项目，可以抵消数据中心园区的碳排放量，从而实现碳中和或碳负责任的目标，同时也可以提高园区或数据中心的环保形象和社会责任感，吸引更多的客户和投资者。

（四）供应链管理

1. 产品碳足迹

产品碳足迹的大小对数据中心全生命周期碳排放量有较大的影响，数据中心外购产品包括：建筑材料、施工服务、辅助生产系统设备、办公设施、生活设施、废弃物回收设施等产品，数据中心承接主要产品为直接生产系统。能碳系统会把这类产品的碳足迹进行搜集和存储，为数据中心范围 3 的碳排放提供底层计算基础数据，并按照各产品碳足迹进行等级的划分。

产品碳足迹库的建立需要和碳核算深度融合，具体包含以下几方面内容：

1、确定边界：首先，需明确产品碳足迹的边界，包括产品生命周期的各个阶段，如原材料开采、生产、运输、使用和处置等。边界的确立将有助于确定需要收集数据的范围。

2、数据收集：

（1）内部数据：与企业内部相关部门（如生产、物流、研发等）合作，收集生产数据、能源消耗、废物处理等方面的信息；

（2）供应链数据：联系供应商、分销商等合作伙伴，以了解与

产品相关的上游和下游过程中的碳排放数据；

(3) 数据库与公开数据：使用行业数据库、国际数据库和公开数据集，获取行业平均数据和基准值，用于填补数据缺口和提高结果的准确性；

(4) 专业机构与论文：查阅相关研究论文、报告和市场调查，获取相关行业、过程或材料的碳排放因子和估算方法。

3、数据整理和归一化：将收集到的数据整理和归一化，使其具有可比性。数据可能需要在单位、时间跨度、产品规格等方面进行调整。

4、建立生命周期评估（LCA）模型：使用生命周期评估方法，将收集到的数据应用于产品生命周期各阶段的碳排放估算。可以根据实际需求开发自定义模型。

5、敏感性分析与数据验证：在建立碳足迹模型后，需要对重要参数进行敏感性分析，以检验数据的准确性和可靠性。如有必要，进行数据验证和审查，确保碳足迹收集结果的准确性。

6、监测和更新：产品碳足迹可能随着生产工艺、资源消耗、产品设计等的变化而变化。因此，建议定期更新数据和重新分析，确保结果的实时性和适用性。

2. 绿色等级评价库

根据产品碳足迹的等级划分，针对不同供应商提供的经过核证

后的碳足迹，对不同的供应商进行绿色等级评价，形成供应商的绿色等级评价库，从而为数据中心采购绿色产品提供供应商库，作为数据中心采购考核的一项重要指标，该评价库会根据供应商的产品碳足迹进行实时的调整，避免出现信息不对称或滞后的情况出现。

绿色等级评价库的建立可结合以下活动开展：

1、制定绿色等级评价指标：不同的数据中心可针对自己实际情况，制定一套详细的评价指标体系，可以包括环保法规遵守情况、清洁生产、废弃物处理、环境管理体系等各方面。

2、数据收集：收集供应商的环保数据信息，这可能需要供应商的配合，例如自我报告他们的环境影响和环保行动。还可以包括从其他来源收集数据——例如政府报告、第三方审核、新闻报道等。

3、制定评价标准：制定绿色等级评价的标准或阈值，将供应商按照绿色指标的表现进行分类等级划分。可能的分类可能包括：优秀、良好、合格、差等。

4、计算和分级：根据收集的数据，使用评价指标和标准，计算供应商的绿色等级，并对供应商进行分类排名。

5、更新和监督：定期更新评价库，监督供应商的改进情况，以确保信息的准确性。如果供应商改善了他们的绿色表现，他们应该有机会提升自己的等级。

6、审查和改进：周期性的审查绿色等级评价库和评价体系的制

度和结果，尽可能做到其符合环保精神和法规的双重要求，找到继续改进的方向。

7、信息公开和共享：将绿色等级评价库的结论与相关方（如企业各部门、合作伙伴或公众）分享，以促进供应链的整体绿色改进，同时根据反馈进行相应改进。

（五）绿色治理

绿色治理是指数据中心在经营过程中通过明确绿色管理的组织架构，宣传低碳理念，增强利益相关方互动所采取的一系列措施。

1. 社会活动

滚动展示数据中心参与的各项低碳社会活动，包括举办的碳中和会议、活动、植树活动、低碳宣传活动、公益活动、低碳培训等，计算每项活动的碳排放量，展示每项活动的碳中和措施，评估其活动的社会效益，为数据中心 ESG 提供数据和素材。

绿色社会活动可以提高数据中心的社會形象和声誉，增强数据中心的社會责任感和公民意识。这有助于吸引更多的消费者、投资者和员工，提高数据中心的市場竞争力。

2. 低碳管理

能碳系统和数据中心的 ESG 治理架构以及社会责任管理架构进行联动，清晰的展示数据中心绿色治理组织架构图，详细描述各部

门、人员的绿色治理职责和承担的碳管理绩效，避免出现责任不明确、落实不到位等情况的发生。低碳管理可以帮助数据中心降低碳排放，减少对环境的影响，同时也可以降低数据中心的成本。这有助于数据中心实现可持续发展，提高数据中心的长期竞争力。

3. 碳账户

通过能碳系统管理数据中心每个人的碳账户，鼓励数据中心每个人参与节能减排行动中，每个人可通过个人碳账户 APP 或微信小程序，每天进行碳减排的报备，当个人减排量超过一定基数后，数据中心会基于个人的减排量，给予一定的奖品或绩效的提升等形式予以鼓励。员工个人碳账户可以激励员工参与低碳行动，降低数据中心的碳排放。同时，员工参与低碳行动也可以提高员工的环保意识和责任感，增强员工的归属感和忠诚度。这有助于数据中心提高员工的工作效率和生产力。

六、能碳系统发展趋势

随着国家双碳战略的执行，能碳管理系统快速发展，数据中心的能碳系统技术与相关产业发展走过了近十个年头，大规模、超大规模的数据中心越来越多人们对能碳系统的需求越来越高。满足飞速发展的数据中心能碳管理信息化的需求，保障系统的可用性，只有通过科学、精细的管理才能实现。

其发展趋势主要包括：

1. 对园区的“零碳”追求
2. 能碳管理系统在自动智慧化运维技术体系中渐趋重要
3. 与 ESG 能源管理系统深度融合
4. 对综合能源技术的应用
5. 对节能技术的应用
6. 评级机构、各交易市场、政府监管平台的标准化与规范化

零碳园区是实现“碳中和”的重要载体，园区的产品未来需要满足国内外各类零碳统计核算标准的规定。为了应对未来碳管理的跳帧，更精准实现数据中心园区零碳目标，能碳管理系统需更细化核算和跟踪范围 1、2、3 各碳排放源。

此处排放源除了数据中心生产系统之外，还需涵盖园区建筑系统、交通系统、基础设施系统（环保、给排水、照明、生态），废弃物处理系统（针对循环利用场景）以及能源系统（如变电、配电等设施）

（一）能碳管理系统在自动智慧化运维技术体系中渐趋重要

自动智慧化运维是中大型数据中心运维管理的大趋势，数据中心运维人员需要管理对象的数量、规模及复杂度均呈现指数级增长，传统人工干预、保姆式管理监控与故障处理的方式肯定无法满足要求。对于公有云及大型私有云，服务器数量往往可以达到数万到数十万、百万规模，各类系统云服务及租户的业务应用负载数量，也

达到了数以百万乃至千万级的程度，这样全靠人工维护不现实，必须引入自动化、智能化运维的管理模式，将人均维护管理效率从平均每人数十台服务器，提升到平均每人数千、数万台服务器，自动智慧化运维相关技术的运用是实现上述目标的关键点。

能碳管理系统在数据中心逐渐扮演重要角色，是数据中心能源管理系统中的一个关键组成部分，随着“双碳”政策的陆续执行，能碳管理系统必将在自动智慧化运维技术体系中渐趋重要。

（二）与 ESG 指标管理深度融合

ESG 已成为衡量一个企业在可持续发展和社会责任方面表现的核心标准。这不仅关乎企业的长远发展，而且也是赢得投资者、客户和员工认可的关键。对于环境，企业需要推进绿色环保的产品和服务，并致力于降低碳排放以赢得社会的支持。在社会责任上，对劳工权益和人权的重视是获取公众和政府信赖的关键。而从公司治理的角度，透明的决策、反腐机制和对商业道德的坚守是建立品牌信任的基石。具有出色 ESG 成绩的企业通常在市场中具有更强的竞争力，其估值和声誉也相对更高；与此相反，忽视 ESG 治理的企业会面临更多风险。因此，良好的 ESG 治理不仅对企业的可持续发展至关重要，而且也是吸引投资者的重要因素。总的来说，对于现代企业，ESG 治理已经成为一个不可或缺的重要标准，其重要性不容忽视。数据中心及云计算行业已经普遍开展了 ESG 治理。

ESG 指标管理系统是一种用于追踪及评估公司的（ESG）治理效

果系统。ESG 指标管理系统常见的功能包括：

1、数据收集与整合：自动从各种数据源收集相关的 ESG 数据。数据清洗和预处理，确保数据的准确性和一致性。提供数据导入和导出功能。

2、数据分析与报告：提供对 ESG 数据的定量和定性分析工具。生成各种形式的报告，如趋势分析、基准对比等。自定义报告模板和数据可视化工具。

3、目标设置与跟踪：允许公司设定具体的 ESG 目标。跟踪目标完成进度，并提供提醒和警报功能。

4、风险管理：识别潜在的 ESG 风险和机会。提供风险评估和优先级排列工具。制定风险应对策略。

5、合规性检查：根据不同地区和行业的 ESG 相关法规，检查公司的合规性。提醒即将到来的合规性要求和截止日期。

6、利益相关者交流：提供与投资者、客户、员工和其他利益相关者沟通的平台。建立反馈机制，收集外部意见和建议。

7、培训和资源库：提供 ESG 相关的培训材料和资源。创建一个知识库，分享最佳实践、案例研究等。

审计与验证：记录和管理审计发现和改正措施。

9、整合性思考与策略规划：将 ESG 数据与其他业务数据整合，如财务、运营等，以支持整体战略规划。

能碳管理系统在能源数据收集和监测、能源效率分析、碳排放跟踪等功能模块上属于 ESG 指标管理系统中的环境板块，数据中心能碳管理系统与 ESG 指标管理系统将深度融合，为用户提供简便易操作的管理界面。

（三）对接综合能源应用场景

对于追求减排目标的园区来说，需要提高能源利用效率、增加清洁能源占比、整合能源系统、降低能源系统投资和运营成本等等，从而使能耗和碳排放的总量及强度尽可能降到最低。园区的能源系统，需要集技术创新、量化指标为一体，强调“源网荷储”的相互协同，注重多种能源的互联互通，旨在构筑与区域协调的高效、清洁、安全的能源体系。能源形式包括电力、燃气、热力/制冷、分布式清洁能源、氢能、余热利用以及储能等，并考虑不同种类能源的相互补充与替代，从而实现能源清洁、高效、可靠的阶梯利用，提高能源利用效率。

不同综合能源场景所产生的生产数据传输给能碳系统之后，能碳系统需根据减排方法学或者通行标准的规定，进行减排量的测算，为年度排放报告以及减排指标的申请提供底层数据支撑。

（四）对接节能技术的应用场景

节能技术的应用是实现降碳、降费、降能耗的关键途径，节能的两种方式：一是基于对单体设备的节能升级和改造，从而实现效能提升。二是基于全局系统性能调优，实现多个设备的高效协同，

从而达到节能降费降碳的效果。

单体设备的节能升级和改造是属于对设备硬件或性能上的改造，如：冷热通道封闭、定频升级到变频、使用液冷技术等，具体参见设备节能改造相关文档。

全局系统调优分为两类：一是基于专家经验，是指在长期的运维管理过程中，基于对系统架构的熟悉和对设备的熟练，对系统进行精细化调整，使之达到节能节碳的运行状态，此方案效果直接，成本较小。二是基于人工智能（AI）等先进算法和技术开展，是通过在系统中建立数据中心暖通机理模型，基于过去的运行数据建立全系统的动态仿真模型，基于不同的环境参数，产生不同的设备配置，自动下发后，实现智能节能的效果。此方案理论上最佳效能逼近度更高，且更智能，更自动化。

不同节能场景所产生的生产数据传输给能碳系统之后，能碳系统需根据减排方法学或者通行标准的规定，进行减排量的测算，为年度排放报告以及减排指标的申请提供底层数据支撑。

（五）评级机构、各交易市场、政府监管平台的标准化与规范化

数据中心园区在开展减碳实施方案后，需要第三方进行测评与认证，按照国内外标准起草碳中和报告，ESG 报告或者公司年度报告，通过自身减排或者抵消的方式完成减排任务，向社会展现减碳的成果，逐年降低排放，最终实现零碳数据中心园区。

因此，能碳系统也需要对接评级机构、各交易市场、政府监管

平台，标准化与规范化将会成为大势所趋。

七、能碳系统技术与实施

数据中心能碳管理系统实施属于与基础设施结合紧密的系统集成工程范畴。本节讲述能碳管理系统实施的各个阶段的工作内容、规范和方法等，为施工提供指导。

数据中心能碳管理系统实施一般主要包括前期准备、现场实施和验收交付三个阶段：

1. 前期准备阶段主要进行深化设计，配置、组装及系统内部联调等工作；
2. 现场实施主要进行管线施工、设备安装、系统调试等工作；
3. 验收交付主要进行系统测试、文档整理及验收培。

（一）前期准备阶段

前期准备阶段作为整个工程的开始和最基础的工作，是能碳管理系统工程中非常重要的个环节，其工作质量的好坏直接决定了整个工程的成败。

1. 深化设计

深化设计的主要目的是对前期的设计方案及清单进行细化和完善，并形成可以实施的技术方案。

根据现场设备的基础信息，结合系统初步设计方案，完成能碳

管理系统结构图及部署图的绘制。通过对图样的整理，确认设计清单中相应的设备数量及型号能否满足现场实际施工的需要，并形成深化设计后的设备清单。

深化设计一般会形成设备信息表、系统结构图、设备分布图、系统部署图、深化设计清单、功能列表等重要技术文档。

2. 配置、组装及内部联调

依据深化设计的资料，厂家需要在设备进场前完成系统的软件配置、设备组装及内部联调工作。

配置包括软件上设备界面的添加、主界面制作和资料关联检查等，必须确保资料测点关联的准确性及界面一致性。

内部联调，要求在厂家内部将所有设备搭建成模拟现场的系统，检查系统各项数据采集功能是否正常，是否可以满足工程现场需要。内部联调可提前发现硬件设备和软件是否存在兼容等问题，并提前解决。

（二）现场实施

现场实施阶段主要是指系统的调试及相关配置工作。

1. 系统参数配置与设置

设备测点的各类参数设置可根据运维管理需要灵活进行设置。因系统参数设置与数据中心基础设施的具体设计有关，建议与用户根

据具体数据中心的场景特色，结合 ITIL 管理要求，设置各类参数配置。

2. 工程调试

(1) 调试前必备物料。

- ✓ 设备安装手册和使用手册；
- ✓ 设备通信板的安装手册和使用手册。
- ✓ 设备通信协议。
- ✓ 系统软件（一般为光盘或软盘，随通信板附赠）。
- ✓ 设备的通信线（一般随通信板附带）。
- ✓ 笔记本电脑。
- ✓ 其他，如串口调试软件。

(2) 设备单体接入系统步骤。

- ✓ 仔细阅读设备和设备通信板的使用手册及通信协议，掌握设备参数设置的基本操作；了解设备的通信参数、通信接口的物理特性和指令。
- ✓ 根据实际需要对设备相关通信参数如地址、波特率、通信方式等进行接入平台。
- ✓ 根据设备的通信参数，在软件中设置好该设备所对应的软件

参数。

- ✓ 在设备正常运行的情况下，开启能碳系统软件检查通信是否正常。
- ✓ 通信正常后，应逐一校对软件所显示各项参数与设备是否一致，能碳数据采集与计量功能是否实现。

(3) 系统联调步骤。

- ✓ 功能调试。导出系统站点名称、设备名称、系统参数确认表，与用户进行一一确认，并根据确认的表格对系统基础数据进行正式配置。依据合同约定的功能要求并结合现场实际情况，逐一进行约定功能的配置、调试，如报表、数据展示、权限管理和系统联动等。
- ✓ 页面复核调试，主要包括控件关联及按钮导航准确性、测点单位是否正确和设备名称是否与用户要求一致。查询系统历史事件数据及曲线，确认有无频繁报警数据及跳变等情况。
- ✓ 性能调试。各子系统采集、报警实时性的调试，软件平台操作实时性的调试，系统负载率的调试并优化。

(4) 设备调试中排除问题的基本方法

1) 观察法。观察是调试判断过程中第一要法，它贯穿于整个调试过程中。观察不仅要认真，而且要全面。

2) 最小系统法。最小系统是指从调试的角度能使能碳管理系统

运行的最基本的硬件和软件环境。最小系统法首先要判断在最基本的软、硬件环境中，系统是否可正常工作。如果不能正常工作，即可判定最基本的软、硬件部件有故障，从而起到故障隔离的作用。最小系统法与逐步添加法结合，能较快速地定位故障的所在，提高调试效率。

3) 逐步添加/去除法。逐步添加法以最小系统为基础，每次只向系统添加一个部件/设备或软件，来检查故障现象是否消失或发生变化，以此来判断并定位故障部位。逐步去除法，正好与逐步添加法的操作相反。逐步添加/去除法一般要与替换法配合，才能较为准确地定位故障部位。

4) 隔离法。隔离法是将可能妨碍故障判断的硬件或软件屏蔽起来的一种判断方法，也可用来将怀疑相互冲突的硬件、软件隔离开以判断故障是否发生变化。上述软硬件屏蔽，对于软件来说，即停止其运行，或者是卸载；对于硬件来说，则是将硬件从系统中去除。

5) 替代法。替代法是用好的部件去代替可能有故障的部件，以判断故障现象是否消失的一种方法。好的部件可以是同型号的，也可能是不同型号的。替换的顺序一般为：

- ✓ 根据故障的现象或第二部分中的故障类别，来考虑需要进行替换的部件或设备；
- ✓ 按先简单后复杂的顺序进行替换。如判断通信故障时，可先考虑设备的通信参数的设置或相关的跳线是否有问题，再考

考虑通信线是否有故障，最后考虑通信转换模块或串口是否有故障；

- ✓ 最先考查与怀疑有故障的部件相连接的通信线、电源线等，之后是替换怀疑有故障的部件，最后是与之相关的其他部件；②从部件的故障率高低来考虑最先替换的部件，故障率高的部件先进行替换。

6) 比较法。比较法与替换法类似，即用好的部件与怀疑有故障的部件进行外观、配置及运行现象等方面的比较，也可在两台设备间进行比较，以判断故障设备在环境设置，硬件配置方面的不同，从而找出故障部位。

以上各方法根据实际情况灵活运用。

（三）验收交付

1. 功能测试

功能测试一般由合同的甲乙双方共同进行，必要时可组织第三方检测或监理单位共同参与。

功能测试的主要内容包括实时采集数据的测试及软件平台管理功能的测试两部分。其中软件平台管理功能的测试包括组态功能、参数设置、权限管理、数据管理、报表/数据展示运维管理和系统联动等按照合同要求的功能及软件说明书上的操作方法。

2. 性能测试

性能测试一般由合同的甲乙双方共同进行。必要时可组织第三方检测或监理单位共同参与。

现场性能测试主要是指实时性及负载率的验证。实时性以反应时间来衡量，反应时间应小于 6s。

负载率主要以 CPU 占用率、内存占用率和并发数等来衡量。

系统软件采用双机热备冗余设计的情况，还需要进行切换时间的性能测试，一般主备机切换时间应小于 60s。

(1) 模拟、状态量的实时性检测。模拟量、状态量数据的实时性是从现场模拟量或状态量的变化到能碳管理系统界面显示的时间来衡量的。其检测步骤为：

- 1) 人为制造能耗状态。
- 2) 用秒表计时，并记录能碳管理系统界面显示的全过程时间。

(2) 控制功能的实时性检测。其检测步骤为：

- 1) 从监控管理系统发出控制某设备指令，同时以秒表计时。
- 2) 观察现场设备响应控制指令的时间，以及能碳管理系统上反应的时间，计算出从指令发出到设备响应，再到能碳系统反应的全过程的时间。

(3) 负载率的检测。负载率的检测主要是通过能碳管理系统服

务器及客户端主机操作系统来查看及实际模拟来进行，一般要求如下：

- 1) CPU 负荷率宜<30% (1min 平均值)
- 2) 内存占用率应<50%，不应呈上升趋势。
- 3) 根据方案要求模拟最大并发访问数，确认系统在峰值访问时能正常工作。

3. 工程文档

工程施工产生的文档一般包括目录、施工组织方案、设备进场签收单、检验报告、合格证、项目变更单（只在项目有变更项时才提供）、自检测试记录表、培训记录表、竣工图、培训手册、验收申请表、验收方案、验收记录表、验收报告。

4. 培训

(1) 培训参加人员。

- ✓ 讲解人员: 厂家工程师;
- ✓ 培训对象: 用户使用工程师。

(2) 培训要点。

- ✓ 培训时长: 最短不低于 4h;
- ✓ 培训地点: 用户现场;。培训方法: 现场讲解和实际操作;

- ✓ 培训考核: 培训结束后, 对参加培训的人员进行掌握程度的考核

(3) 培训资料准备。

- ✓ 培训手册: 根据项目实际情况编制;
- ✓ 培训记录表: 由培训参加人员签字确认;
- ✓ 考核试题: 由讲解人员评分存档。

(4) 培训内容。以培训手册为基准, 培训内容包括:

- ✓ 该项目的系统结构讲解;
- ✓ 各硬件设备安装位置说明、使用讲解性能说明;
- ✓ 系统软件的使用讲解;
- ✓ 系统日常维护讲解;
- ✓ 系统常见故障处理讲解。

八、项目案例





图 5 项目案例图

www.ODCC.org.cn



ODCC公众号



ODCC订阅号

