

ICS ***

CCS ***

团体标准

T/CABEE 0XX-20XX

数据中心低碳基础设施技术标准

Technical standard of low-carbon infrastructure in data center

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会

发布

中国建筑节能协会团体标准

数据中心低碳基础设施技术标准

Technical standard of low-carbon infrastructure in data center

T/CABEE 0XX-20XX

批准部门：中国建筑节能协会

施行日期：XXXX 年 X 月 X 日

中国 XXXX 出版社

20XX 北京

中国建筑节能协会文件

国建节协标〔20XX〕 X 号

关于发布团体标准《XXX 技术标准》 的公告

现批准《XXX 技术标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE ***-202*，自 202*年*月*日起实施。协会委托主编单位收集标准的应用案例（包括政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料），并对案例进行宣传。

现予公告。

20XX 年 X 月 X 日

前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法（试行）》（国建节协（2017）40号）及根据中国建筑节能协会《2023年度第一批团体标准制修订计划》（国建节协（2023）12号）的要求，由建科环能科技有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认证总结实践经验，参考有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1总则；2术语；3基本规定；4过程要求；5技术措施。

本标准由中国建筑节能协会标准化管理办公室负责管理（联系电话：010-57811218，010-57811483，邮箱：biaoban@cabee.org），由建科环能科技有限公司负责具体内容的解释及标准应用案例（包括政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料）收集。标准应用过程中如有意见或建议，以及标准相关应用案例，请反馈至建科环能科技有限公司（联系人：***，联系方式：***，邮箱：iwgf@foxmail.com，地址：北京市北三环东路30号中国建筑科学研究院节能示范楼，邮编：100013）。

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1 总 则	1
2 术 语	3
3 基本规定	12
3.1 一般规定	12
3.2 技术指标	15
3.3 判 定	19
3.4 碳 抵 消	20
4 过程要求	22
4.1 选址要求	22
4.2 设计要求	23
4.3 建造要求	24
4.4 运行要求	26
5 技术措施	29
5.1 一般规定	29
5.2 空调系统	30
5.3 电气系统	33
5.4 给排水系统	36
5.5 设备监控	36
附录 A 电力二氧化碳排放因子	38
附录 B 电力碳足迹因子	41
本标准用词说明	43
引用标准名录	44

Contents

1 General provisions	1
2 Terms.....	4
3 Basic requirements.....	12
3.1 General requirements.....	12
3.2 Technical indicators.....	19
3.3 Judgment.....	23
3.4 Carbon offset.....	24
4 Process requirements.....	26
4.1 Site selection requirements.....	26
4.2 Design requirements.....	27
4.3 Construction requirements.....	28
4.4 Operation requirements.....	30
5 Technical measures.....	33
5.1 General requirements.....	33
5.2 Air - conditioning system.....	34
5.3 Electrical system.....	38
5.4 Water supply and drainage system.....	40
5.5 Equipment monitoring.....	40
Appendix A Carbon emission factor of electric power.....	43
Appendix B Carbon footprint factor of electric power.....	47
Explanation of wording in this standard.....	50
List of quoted standards.....	51
Addition:Explanation of provisions.....	<u>52</u>

1 总 则

1.0.1 为规范数据中心基础设施的低碳技术的科学运用，推动数据中心绿色低碳发展，加快节能降碳改造和用能设备更新，促进为数据中心绿色、低碳转型，制定本标准。

【条文说明】

数据中心是支撑新质生产力发展的重要基础设施，也是当前我国能源消耗增速较快的领域之一。2024 年 7 月，国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家数据局等部门制定了《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，其部分内容如下：

1 到 2025 年底，全国数据中心布局更加合理，整体上架率不低于 60%，平均电能利用效率降至 1.5 以下，可再生能源利用率年均增长 10%，平均单位算力能效和碳效显著提高。到 2030 年底，全国数据中心平均电能利用效率、单位算力能效和碳效达到国际先进水平，可再生能源利用率进一步提升，北方采暖地区新建大型及以上数据中心余热利用率明显提升。2 严格数据中心项目节能审查，鼓励各地区结合实际对新上数据中心项目能效提出更高要求。……到 2025 年底，新建及改扩建大型和超大型数据中心电能利用效率降至 1.25 以内，国家枢纽节点数据中心项目电能利用效率不得高于 1.2。

3 推进存量项目节能降碳改造。

4 提升可再生能源利用水平。5 加强资源节约集约利用。

6 推广应用节能技术装备。

1.0.2 本标准适用于新建、改建及扩建数据中心低碳基础设施的设计、建造与运行。

【条文说明】

“中国二氧化碳排放力争于 2030 年前达峰，努力争取于 2060 年前实现碳中和”，是习近平总书记对国际社会的庄严承诺，是党中央、国务院统筹国际国内两个大局作出的重大战略部署，彰显了中国积极应对气候变化、努力构建人类命运

共同体、走绿色低碳发展道路的坚定决心。数字产业绿色低碳发展是落实党中央、国务院碳达峰、碳中和重大战略决策的重要内容。为加快数据中心绿色转型，财政部、生态环境部、工业和信息化部制定了《绿色数据中心政府采购需求标准（试行）》。

在省市方面，北京市经济和信息化局、市发展改革委、市通信管理局联合印发了《北京市存量数据中心优化工作方案（2024—2027 年）》，旨在提升新型信息基础设施建设水平，促进算力基础设施能耗动态平衡，加快北京市存量数据中心优化，有力支撑全球数字经济标杆城市建设和人工智能产业发展。主要提及：

北京将引导存量数据中心完成绿色低碳改造，转型为智能算力中心，促进绿色电力消纳，提高存量数据中心能效、碳效水平，推动数据中心集约化、绿色化、智能化建设。到 2027 年实现北京市数据中心能效水平全面达到地方标准，年均 PUE 值（电能利用率）降低至 1.35 以下，集约高效、绿色低碳的数据中心高质量发展格局基本形成。从具体政策措施来看，北京将对存量数据中心实施节能、节水、降碳改造，并对新能源和可再生能源利用等绿色低碳项目给予资金奖励。自 2026 年起，北京将对 PUE 值高于 1.35 的数据中心征收差别电价。鼓励大型高效数据中心整合低效数据中心、承接业务迁移。北京还将推动数据中心进入电力交易市场，促进数据中心企业绿电消纳，逐年提高数据中心企业绿电替代比例。

另外，上海、广东等省市也相继发布了关于数据中心节能优化的政策问题。

1.0.3 数据中心低碳基础设施设计、建造及运行除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国建筑节能协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 数据中心 data center

由信息设备场地（机房）其他基础设施、信息系统软硬件、信息资源（数据）和人员及相应的规章制度组成的实体。

注：[来源：《数据中心 资源利用 第1部分：术语》GB/T 32910.1—2017，2.1]

【条文说明】

本条来源《数据中心 资源利用 第1部分：术语》GB/T 32910.1-2017，目前国内多个数据中心相关国家标准（例如《数据中心能效限定值及能效等级》GB 40879-2021）等均为此来源。

2.0.2 基础设施 infrastructure

在数据中心为保证电子信息设备安全、可靠、连续 正常运行提供基本支持的空调与新风、电力与照明、防雷保护、系统接地、消防与安全保障、信息网络与布线、系统监控、给排水等设施。

【来源：《数据中心基础设施施工及验收标准》GB 50462-2024】

【条文说明】

数据中心（data center）由计算机场地（机房），其他基础设施、信息系统软硬件、信息资源（数据）和人员以及相应的规章制度组成的实体。虽然目前国内相关数据中心的国标中对于基础设施的定义不同，例如：《数据中心设计规范》GB 50174-2017 指“在数据中心内，为电子信息设备提供运行保障的设施”，总体来说，基本定义范围是相同的，即在数据中心的除信息系统及设备之外的所有相关系统及设备。

2.0.3 碳排放 carbon emissions

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。

【条文说明】

温室气体是指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波的气态成分。温室气体包括但不限于二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)。建筑建造、运行、拆除过程中产生的温室气体主要为CO₂,其计算结果通常使用kgCO₂;建材生产和运输及制冷剂排放的温室气体包括各种温室气体,其碳排放强度通常使用二氧化碳当量(kgCO₂e)表示。CO₂为人类活动最常产生的温室效应气体,为了统一度量整体温室效应的结果,规定以kgCO₂e为度量温室效应的基本单位。二氧化碳当量(kgCO₂e)指与一定质量的某种温室气体具有相同温室效应的CO₂的质量,是可用于比较不同温室气体对温室效应影响的度量单位。

2.0.4 碳排放因子 carbon emission factor

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数,用于量化建筑物不同阶段相关活动的碳排放。

【条文说明】

数据中心的建筑形式类型多样,建材数量众多,建造方式种类多,能源系统多样,有着“非标准化、难以复制重现”的特点,因此本标准选择相对普遍和通用的建材、建造方法,给出其碳排放因子,便于统一计算基准并进行结果比较。

2.0.5 基础设施碳排放 carbon emissions from infrastructure

基础设施在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行阶段产生的温室气体排放的总和,以二氧化碳当量表示。

【条文说明】

推动能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变。坚持节约优先,深化产业结构调整,深挖数据中心基础设施的节能潜力,提升能源利用效率。鼓励引导数据中心绿色化、智能化、数字化转型升级。

2.0.6 项目碳汇 carbon sink of the project

在划定的数据中心项目范围内，通过植树造林、森林管理、植被恢复等措施，从而减少温室气体排放的二氧化碳当量。

【条文说明】

碳汇（Carbon Sink），是指通过植树造林、植被恢复等措施，吸收大气中的二氧化碳，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动或机制。与碳汇相对的是碳源（Carbon Source）指产生二氧化碳之源，既来自自然界，也来自人类生产和生活过程。根据来源不同，碳汇可分为自然碳汇和人工碳汇两种类型。

自然碳汇是指自然界中能够吸收和储存大量二氧化碳的过程或机制。它们主要通过光合作用、生物地球化学过程等自然机制，将大气中的二氧化碳转化为有机碳，并长期储存在植物、土壤、海洋等媒介中。自然碳汇主要包括森林碳汇、草地碳汇、耕地碳汇、土壤碳汇与海洋碳汇等类型。

人工碳汇是指人类通过一系列措施和技术手段，捕获并储存二氧化碳的过程或机制。与自然碳汇相比，人工碳汇具有更强的主动性和可控性，可以根据人类的需求和目标进行设计和实施。人工碳汇包括碳捕获与储存（CCUS）、植树造林与再造林、生物质能源与碳汇等类型。

联合国政府间气候变化专门委员会在第四次报告中指出，全球森林覆盖面积约占地球面积的 30%，预测到 2030 年，全球碳汇能力将达到 27.5 亿吨二氧化碳/年（预测结果区间为 12.7 亿吨~42.3 亿吨二氧化碳/年）。对于吸收大量温室气体的自然碳汇和人工碳汇，一些国际气候协议和计划提供激励措施，以支持和保护这些区域，以减缓气候变化并实现温室气体减排目标。碳汇在全球气候变化的应对中扮演着重要角色，对保护和管理碳汇资源具有重要意义。

碳汇的概念最早由联合国环境规划署提出，后被国际气候变化专门委员会（IPCC）所采纳。“碳汇”一词来源于《联合国气候变化框架公约》缔约国签订的《京都议定书》，1997 年 12 月，为缓解全球气候变暖趋势，149 个国家和地区的代表在日本京都通过了《京都议定书》，并于 2005 年 2 月 16 日在全球正式生效。该议定书中（UNFCCC）将碳汇（Carbon Sink）定义为：清除大气中产生的温室

气体、气溶胶或温室气体前体的过程、活动或机制。

2.0.7 低碳基础设施 low-carbon infrastructure

低碳基础设施是指数据中心在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，降低数据中心碳排放。

【条文说明】

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。

2.0.8 碳交易 carbon trading

把二氧化碳排放权作为一种商品，买方通过向卖方支付一定金额从而获得一定数量的二氧化碳排放权，从而形成了二氧化碳排放权的交易。

【条文说明】

碳市场是推进“双碳”工作的重要市场化机制，碳排放数据是开展交易的基础，数据质量是碳市场的生命线。

为规范核查工作流程、提升碳排放数据质量，北京碳市场在建立之初就制定了《北京市碳排放报告第三方核查程序指南》，同时依据《碳排放权交易管理暂行条例》、《北京市碳排放权交易管理办法》等相关文件规定，并结合北京碳市场核查工作实践工作，不断修改完善。北京市生态环境局《关于做好2024年本市碳排放单位管理和碳排放权交易工作的通知》【京环发〔2024〕8号】规定：重点碳排放单位边界内含有数据中心的，若数据中心全年电力能源消耗量500万千瓦时及以上且能耗单独计量，2023年度数据中心部分配额可依申请按照基准线法核算，其他部分配额按照对应的行业方法学核算；2024年度起数据中心部分配额统一按照基准线法核算，其他部分配额按照对应的行业方法学核算。数据中心部分的核算应按照《二氧化碳排放核算和报告要求 服务业》（DB11/T 1785-2020）执行，其中补充数据表要求单独报告数据中心相关信息，包括但不限于明确数据中心类型、数据中心总功率、机架数量、IT设备耗电量、PUE值、

冷却方式、余热回收利用和机房出租情况、备用电源使用情况等。并规定数据中心碳排放基准线为 0.85tCO₂/IT 设备 MWh。

广东省生态环境厅印发的《广东省 2024 年度碳排放配额分配方案》规定：

数据中心行业企业采用基准线法分配配额，计算公式如下：

企业配额=IT 设备耗电量×数据中心行业碳排放基准值×年度下降系数

其中：

IT 设备耗电量：为报告年度数据中心计算处理设备、交换处理设备、存储处理设备、辅助电子设备等各类电子信息设备耗电量统计值总和，单位为 MWh；

数据中心行业碳排放基准值：0.893 tCO₂/IT 设备耗电量 MWh；

年度下降系数：0.98。

2.0.9 绿电 green power

由可再生能源发电设备生产的电力，就是绿色电力。在生产电力的过程中，其二氧化碳排放量为零或趋近于零，相较于其他方式(如火力发电)所生产的电力，对环境的冲击影响较低。

2.0.10 绿证 green electricity certificate (GEC)

通过电力交易中心购买的经过认证的风电、光伏发电、水电等绿色电力核销证明。绿色电力证书是国家对发电企业每兆瓦时非水可再生能源上网电量颁发的具有独特标识代码的电子证书，是非水可再生能源发电量的确认和属性证明以及消费绿色电力的唯一凭证。

【《国家发展和改革委员会财政部国家能源局关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知》发改能源[2017]132 号】

【条文说明】

2024 年 8 月国家能源局印发《可再生能源绿色电力证书核发和交易规则》指出：为规范可再生能源绿色电力证书(Green Electricity Certificate(GEC)，以下简称绿证)核发和交易，依法维护各方合法权益，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)等要求制定本规则。

第二条 本规则适用于我国境内生产的风电（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、海洋能发电等可再生能源发电项目电量对应绿证的核发、交易及相关管理工作。

第三条 绿证是我国可再生能源电量环境属性的唯一证明，是认定可再生能源电力生产、消费的唯一凭证。……绿证有效期 2 年，时间自电量生产自然月（含）起计算。

国家发展改革委等部门《关于促进可再生能源绿色电力证书市场高质量发展的意见》【发改能源〔2025〕262 号】提出：到 2027 年，绿证市场交易制度基本完善，强制消费与自愿消费相结合的绿色电力消费机制更加健全，绿色电力消费核算、认证、标识等制度基本建立，绿证与其他机制衔接更加顺畅，绿证市场潜力加快释放，绿证国际应用稳步推进，实现全国范围内绿证畅通流动。到 2030 年，绿证市场制度体系进一步健全，全社会自主消费绿色电力需求显著提升，绿证市场高效有序运行，绿证国际应用有效实现，绿色电力环境价值合理体现，有力支撑可再生能源高质量发展，助力经济社会发展全面绿色转型。……依法稳步推进绿证强制消费，逐步提高绿色电力消费比例并使用绿证核算。加快提升钢铁、有色、建材、石化、化工等行业企业和数据中心，以及其他重点用能单位和行业的绿色电力消费比例，到 2030 年原则上不低于全国可再生能源电力总量消纳责任权重平均水平；国家枢纽节点新建数据中心绿色电力消费比例在 80%基础上进一步提升。在有条件的地区分类分档打造一批高比例消费绿色电力的绿电工厂、绿电园区等，鼓励其实现 100%绿色电力消费。……加强绿证与碳排放核算衔接，强化绿证在重点产品碳足迹核算和产品碳标识中的应用。

2.0.11 全球变暖潜势 global warming potential （GWP）

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

【来源：《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》GB/T 33760-2017】

2.0.12 碳捕集、利用与封存 carbon capture, utilization and storage (CCUS)

在二氧化碳排放前进行捕捉，并将二氧化碳从排放源(如工业过程、能源利用或大气中)分离出来，然后运输到新的生产过程进行提纯、循环再利用，或输送到封存地并使其发挥有效作用的过程，通过 CCUS 技术，达到彻底减排和二氧化碳资源化利用的目的。

【条文说明】

碳捕集、利用与封存(Carbon Capture, Utilization and Storage, 简称 CCUS)是指将 CO₂ 从工业过程、能源利用或大气中分离出来，直接加以利用或注入地层以实现 CO₂ 永久减排的过程。按照技术流程，CCUS 主要分为碳捕集、碳运输、碳利用、碳封存等环节。其中，碳捕集主要方式包括燃烧前捕集、燃烧后捕集和富氧燃烧等；碳运输是将捕集的 CO₂ 通过管道、船舶等方式运输到指定地点；碳利用是指通过工程技术手段将捕集的 CO₂ 实现资源化利用的过程，利用方式包括矿物碳化、物理利用、化学利用和生物利用等；碳封存是通过一定技术手段将捕集的 CO₂ 注入深部地质储层，使其与大气长期隔绝，封存方式主要包括地质封存和海洋封存。

然而，仅仅依靠提升能源利用效率、增加新能源装机比例等减碳措施，是无法达到《巴黎协定》所指定的 1.5 摄氏度温度控制目标的。IEA（国际能源署）提出，如果要想实现 1.5 摄氏度气候变化控制目标，则 2060 年全球工业部门将有 280 亿吨的二氧化碳需要进行 CCUS 处理，能源加工和转换部门的 CCUS 需求累计量为 310 亿吨，电力部门 CCUS 需求累计量为 560 亿吨。对于中国而言，如果我们要实现碳中和远景以及气候控制目标，我国到本世纪中叶在电力、工业领域将分别有 8 亿吨/年和 6 亿吨/年的碳排放需要通过 CCUS 进行处理。

随着“双碳”目标的提出和碳减排工作的不断推进，我国正从能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，在这样的大背景下，开展二氧化碳捕集、运输、利用与地质封存全流程重大技术创新，开展大规模产业化 CCUS 技术示范应用，可为碳减排目标的实现提供重要支撑，对服务国家战略和经济社会绿色发展意义重大。生态环境部环境规划院、中国科学院武汉岩土力学研究所等机构将碳捕集、利用和埋存的定位概括为：目前实现大规模化石能源零排放利用的唯一技术选择、碳中和目标下保持电力系统灵活性的主要技术手段、钢铁水泥等难以减

排行业深度脱碳的可行技术方案、实现碳中和目标的托底技术保障。

2.0.13 碳抵消 carbon offset

用于减少温室气体排放源和增加温室气体吸收,用来实现补偿或抵消其他排放源产生温室气体排放的活动。建筑或区域碳抵消可通过绿色电力交易、碳排放权交易等非技术措施实现。

2.0.14 不间断电源系统 uninterruptible power supply system (UPS)

由变流器、开关和储能装置组合构成的系统,在输入电源正常或故障时,输出满足负载要求的电能,在输入电源异常的一定时间内,维持对负载供电的连续性。

2.0.15 电能利用效率 power usage effectiveness (PUE)

表征数据中心电能利用效率的参数,其数值为数据中心内所有用电设备消耗的总电能与数据中心所有电子信息设备消耗的总电能之比。PUE 数值大于 1,越接近 1 表明用于电子信息设备的电能占比越高,制冷、供配电等非电子信息设备耗能占比越低。

2.0.16 水资源利用效率 water usage effectiveness (WUE)

表征数据中心水资源利用效率的参数,其数值为数据中心内所有用水设备消耗的总用水量与所有电子信息设备消耗的总电能之比。WUE 数值越小,代表数据中心利用水资源的效率越高。

2.0.17 碳排放效率 carbon usage effectiveness (CUE)

表征数据中心碳排放利用效率的参数,其数值为数据中心内所有温室气体排放转换为 CO₂排放量与信息设备使用的能源相比较的比率。【条文说明】

【来源:工业和信息化部等六部门关于《算力基础设施高质量发展行动计划》的通知 工信部联通信〔2023〕180 号】。

指数据中心 CO₂总排放量与 IT 负载能源消耗的比值,单位是 kg/kWh。CUE 数值越小,代表数据中心碳排放强度越低。

2.0.18 可再生资源利用率 renewable energy factor (REF)

表征数据中心可再生能源利用的参数,其数值为可再生能源总能耗与数据中心总能耗的比值。

注:[来源:《数据中心 资源利用 第4部分:可再生能源利用率》GB/T 32910.4—2021, 3.4]

2.0.19 二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注:二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

【来源:《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》GB/T 33760-2017, 3.7】

2.0.20 审定 validation

根据本标准的要求对一个数据中心的项目策划与设计的碳排放声明进行评价的系统的、独立的、形成文件的过程。

2.0.21 核查 verification

根据本标准的要求对一个数据中心的项目运行过程中碳排放声明进行系统的、独立的评价,并形成文件的过程。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.0.1 数据中心基础设施应以《数据中心能效限定值及能效等级》GB 40879 规定的边界统计碳排放。

【条文说明】

本标准适用于单体建筑或多个相似建筑组成的数据中心基础设施的碳排放计算，数据中心物理边界应清晰。

《数据中心能效限定值及能效等级》GB 40879-2021 规定：数据中心应符合《数据中心设计规范》GB 50174 中的相关要求，建筑形态可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分。测量和评价的最小单元应采用独立配电、空气冷却、电动空调的数据中心建筑单体或模块单元。对于几栋建筑物组成的数据中心，应按单体建筑，分开测量和评价。分期建设的数据中心至少应按已建成可评价最小单元测量。

ISO 14064-1 中提到的六类排放源：

1 直接温室气体排放：组织拥有或控制的温室气体排放源所产生的温室气体排放，通常分为固定源燃烧排放、移动源燃烧排放、逸散排放、制程排放等类型。例如，工厂中自有锅炉燃烧煤炭产生的排放，公司车队车辆燃烧汽油产生的排放等。

2 输入能源的间接温室气体排放：组织所消耗的外部电力、热力或蒸汽的生产而造成的间接温室气体排放。比如，企业使用电网供应的电力，而发电过程中会产生温室气体排放，这部分排放就属于此类。

3 运输产生的间接温室气体排放：通常指与组织生产经营活动有关的，但非组织直接运营控制的上游或下游的运输活动产生的间接温室气体排放。包括原辅材料从供应商到组织的运输过程排放，组织的产品运输至下游客户过程中的排放，员工通勤和差旅产生的排放等。

4 组织使用的产品产生的间接温室气体排放:通常指与组织生产经营活动有关的采购的商品或服务产生的间接温室气体排放,包括组织采购的产品在制造过程的排放,组织输出的固体或液体废物处理过程的排放等。

5 与使用组织产品有关的间接温室气体排放:通常指组织的产品或服务被使用产生的间接温室气体排放。例如,汽车制造企业生产的汽车在消费者使用过程中燃烧燃料产生的温室气体排放,就属于该企业的此类排放,还包括组织出售的产品在报废过程相关的排放等。

6 其它来源的间接温室气体排放:通常指上述类别无法包含的间接温室气体排放,由组织自行定义此类排放。

3.0.2 基础设施碳排放应进行统计,按建造阶段碳排放和运行阶段碳排放分别统计。

【条文说明】

建造阶段碳排放和运行阶段碳排放的温室气体排放源有着较大区别,

为保证数据中心低碳基础设施的实施质量,推动其健康发展,需要通过评价技术,对其设计、施工及运行全过程进行核查和管理,进一步保证质量。当数据中心的基础设施设计完成后,应对其整个设计过程进行评价,设计部分的重点是评价是否采取了性能化设计方法,能效指标是否达到本标准及国家标准、国家及地方政策要求;当建造完成后,应对其整个建造过程进行碳排放统计,建造部分的重点是评价建筑采取的低碳施工措施;当竣工验收并正常投入运行一年后,应评估其运行效果。实际工程中,由于低碳基础设施相比常规基础设施,在设计、施工等方面均有更高的要求,因此在统计方法,以及对统计人员需要具备的专业技能上也有不同要求。

3.0.3 建造阶段碳排放应按照现行标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 规定的计算边界及范围进行统计。

【条文说明】

《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 规定了在建筑建造过程中的碳排放计算方法,数据中心的基础设施也属于建筑物的一个种类。

本标准强调通过计算得到数据中心基础设施的碳排放量，指对设计图纸、施工方案等技术材料中与碳排放有关的数据进行统计、计算和汇总，计算得到碳排放量。实际碳排放量可在数据中心实际运行阶段通过计量获得。目前主要参考《工业企业温室气体排放核算和报告通则》GB/T 32150-2015。

3.0.4 数据中心的运行阶段的碳排放可用于设计阶段对运行阶段碳排放进行统计计算或在基础设施建造后对运行阶段碳排放量进行统计核算。

【条文说明】

本标准强调通过计算得到数据中心基础设施的碳排放量，指对设计图纸、施工方案等技术材料中与碳排放有关的数据进行统计、计算和汇总，使用本标准给出的方法和因子，计算得到建筑碳排放量。建筑物实际碳排放量可在建筑物实际运行阶段通过计量获得。

节能减碳是实现 2030 年前碳达峰和 2060 年前碳中和两大战略的基础，设计阶段是决定项目的全寿命期能耗和碳排放表现的重要阶段，其合理性主导了后续活动对环境的影响和资源的消耗。能耗、可再生能源利用及碳排放量是表征建筑对环境影响和资源消耗的关键指标，设计阶段对能耗、可再生能源利用及碳排放分析有助于更加科学合理地确定设计方案、能源系统设计方案和相关参数。国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 对碳排放计算方法进行了规定。但能耗和碳排放量计算过程较为复杂、涉及的计算因素也很多，国际上普遍采用提供工具并配合详细的计算方法的方式提高计算结果的有效性和一致性。

设计达到节能要求并不能保证建筑做到真正的节能，实际的节能效益，必须依靠合理运行才能实现。就目前我国实际情况而言，在使用和运行管理上，不同地区、不同建筑存在较大的差异，相当多的实际运行管理水平不高、实际运行能耗远远大于设计时对运行能耗的评估值，这一现象严重阻碍了我国节能工作的正常进行。设计文件应为工程运行管理方提供一个合理的、符合设计思想的节能措施使用要求，这既是各专业的设计师在节能方面应尽的义务，也是保证工程按照设计思想来取得最优节能效果的必要措施之一。

3.0.5 建造阶段的碳排放声明或统计应经具备 CNAS 资质的第三方机构进行审定或核查结论，宜根据核查结论通过碳汇等措施实现建造过程碳中和。包括：

1 建造前应对建造阶段的碳排放进行声明，且由具备 CNAS 资质的第三方机构进行审定。

2 竣工后应统计建造阶段的碳排放，且应由具备 CNAS 资质的第三方机构进行核查。

【条文说明】

在材料开发、生产、运输，施工等各阶段均产生碳排放，对环境造成影响，因此应进行全生命期碳排放计算，全面了解对自然界产生的影响。建筑全生命期有多种不同划分方法，本标准将其划分为建材生产及运输、建造托阶段，根据所需计算的建造阶段的碳排放量，选择本标准中规定的计算边界和方法进行计算。所以建造阶段应进行碳排放总量进行统计。

审定是指在数据中心建造前对建设单位根据数据中心项目策划与设计资料所发布的碳排放声明，进行评价的系统的、独立的、形成文件的过程。

核查是指在数据中心竣工后对施工承包单位建造与安装过程中的碳排放统计文件，进行系统的、独立的评价，并形成文件的过程。

3.0.6 运行阶段碳排放应根据统计结果，经具备 CNAS 资质的审第三方机构进行核查。

【条文说明】

由于数据中心基础设施运行阶段的总碳排放量根据数据中心信息设备的运行负载率有直接关系，而信息设备的用能量具有不确定性，所以数据中心运行阶段的总碳排放不易进行碳排放总量预估，所以运行阶段碳排放进行总量核查相对准确。

3.2 技术指标

3.2.1 数据中心的电能利用效率（PUE）应按公式 3.2.1 计算。

$$PUE = \frac{E_{Total}}{E_{It}} \quad (3.2.1)$$

式中：

PUE —数据中心的电能利用效率，一般以年计。

E_{Total} —维持数据中心正常运行的总耗电量，单位为 kWh。

E_{It} —数据中心中 IT 设备耗电量，单位为 kWh。

3.2.2 数据中心的水资源利用效率（WUE）应按公式 3.2.2 计算。

$$WUE = \frac{L_{Total}}{E_{It}} \quad (3.2.2)$$

式中：

WUE —数据中心的水资源利用效率，一般以年计。

L_{Total} —维持数据中心正常运行的总用水量，单位为 m^3/h 。

E_{It} —数据中心中 IT 设备耗电量，单位为 kWh。

3.2.3 数据中心的碳利用效率（CUE）应按公式 3.2.3 计算。

$$CUE = \frac{C_E}{E_{It}} \quad (3.2.3)$$

式中：

CUE —数据中心的碳利用效率，单位为 kg/kWh ，一般以年计。

C_E —核算运行阶段各个源头的能源（如电、天然气、柴油等）占比、碳排放因子、排放量，进行 CO_2 当量转换，获得碳排放总量，单位是 kg 。

E_{It} —一定时间内的数据中心中 IT 设备耗电量，单位为 kWh。

3.2.4 数据中心运行阶段的碳排放强度（CEI）应按公式 3.2.4 计算。

$$CEI = \frac{C_E + C_{ys} + C_{wb} + C_{ot}}{E_{It}} \quad (3.2.4)$$

式中：

CEI —数据中心的运行阶段的碳排放强度，单位为 kg/kWh ，一般以年计。

C_E —核算运行阶段各个源头的能源（如电、天然气、柴油等）占比、碳排放因子、排放量，进行 CO_2 当量转换，单位是 kg 。

C_{ys} —核算运行阶段由于制冷剂或灭火气体等的逸散温室气体的排放量，进行 CO_2 当量转换，获得碳排放总量，单位是 kg 。

C_{wb} —核算运行阶段由于设备及系统维修或更换引起的温室气体的排放量，进行 CO₂ 当量转换，获得碳排放总量，单位是 kg。

C_{ot} —核算运行阶段除 C_E 、 C_{ys} 、 C_{wb} 之外的数据中心其他温室气体排放，进行 CO₂ 当量转换，单位是 kg。

E_{It} —一定时间内的数据中心中 IT 设备耗电，单位为 kWh。

【条文说明】

根据 ISO 14064-1 中提到的六类排放源，一般来说数据中心碳排放源主要包括以下几部分：

- 1 直接温室气体排放——柴油发电机等燃烧排放。
- 2 直接温室气体排放——制冷设备的制冷剂、灭火装置的气体等逸散排放。
- 3 输入能源的间接温室气体排放——使用电网供应的电力。
- 4 组织使用的产品产生的间接温室气体排放——基础设施维护等。
- 5 其它来源的间接温室气体排放——通常指上述类别无法包含的间接温室气体排放。

3.2.5 数据中心的可再生能源利用率（REF）应按公式 3.2.5 计算。

$$REF = \frac{E_R}{E_{Total}} \quad (3.2.5)$$

式中：

REF：数据中心的可再生资源利用率。

E_R ——数据中心拥有和使用的可再生能源能在一段时间周期内的总和，单位为 kWh（即数据中心拥有的具备合法支配属性的由可再生能源产生的任何能源）；

E_{Total} —维持数据中心正常运行的总耗电，单位为 kWh。

3.2.6 数据中心的低碳基础设施应满足表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6 低碳基础设施技术要求

类别	PUE	WUE	CUE (kgCO ₂ /kWh)	CEI (kgCO ₂ /kWh)	REF
低碳	≤1.30	≤2.50	≤0.70	≤0.75	30%

低碳	≤ 1.30	≤ 2.00	≤ 0.60	≤ 0.63	50%
近零碳	≤ 1.20	≤ 1.50	≤ 0.50	≤ 0.52	80%

【条文说明】

《互联网数据中心（IDC）技术和分级要求》GB/T 43331-2023 规定：

1 PUE 应统计除建筑办公设施外，IDC 中 IT 设备、制冷设备、供配电系统和其他基础设施的用电量，根据设计或实测形成全年电能利用效率计算文档。

2 采样测量点位置与测试方法应符合《数据中心能效限定值及能效等级》GB 40879-2021 中 6.2.1 和 6.3.2 的要求，宜采用自动采集方式，采集数据精度宜在士 1% 内，检测数据偏差宜在士 1% 内；

3 CUE 应统计运行阶段，消耗电力、热力（蒸汽、热水）等能源所对应的二氧化碳等温室气体排放量，根据设计或实测形成碳利用效率计算。

4 CEI 应统计 IDC 运行阶段，除 CUE 外，还包括制冷剂、灭火器的气体逸散等对应的温室气体排放量和设备维修及更换等对应的温室气体排放量，CEI 的统计宜进行第三方进行碳核查。

国际标准化组织对于数据中心的各项关键性指标，颁布了以下标准：

ISO/IEC 30134-1:2016 《Information technology — Data centres — Key performance indicators Part 1: Overview and general requirements》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第 1 部分：概述和一般要求》

ISO/IEC 30134-2:2016 《Information Technology — Data Centres — Key performance indicators —Part 2:Power usage effectiveness (PUE)》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第 2 部分：电能利用率》

ISO/IEC 30134-3:2017 《Information technology — Data centres — Key performance indicators —Part 3:Renewable energy factor (REF)》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第 3 部分：可再生能源利用率》

ISO/IEC 30134-6:2021 《Information technology — Data centres key performance indicators —Part 6:Energy Reuse Factor (ERF)》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第 6 部分：能量利用系数》

ISO/IEC 30134-7:2023 《Information technology — Data centres key performance indicators —Part 7:Cooling efficiency ratio (CER)》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第7部分：冷却系数》

ISO/IEC 30134-8:2022 《Information technology — Data centres key performance indicators Part 8: Carbon usage effectiveness (CUE)》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第8部分：碳利用率》

ISO/IEC 30134-9:2022 《Information technology — Data centres key performance indicators —Part 9:Water usage effectiveness (WUE)》

《信息技术 数据中心 主要绩效指标 第9部分：水利用率》。

3.3 判 定

3.3.1 应以设计文件为依据，判定基础设施运行阶段的碳排放水平。

【条文说明】

目前国际上通用的碳排放多数是指运行阶段的碳排放水平的反映，所以，在设计阶段对基础设施建成后的碳排放测算，是预估碳排放的重要措施。

3.3.2 建造前判定基础设施运行阶段的碳排放水平应具备下列条件：

- 1 施工图设计审查通过；
- 2 建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。
- 3 当分期建造时，应分期判定。

3.3.3 参与判定的碳排放的基础设施应进行检测和监测，检测和监测内容应包含下列内容：

- 1 包括温度、湿度、尘埃粒子等室内环境参数；
- 2 能耗监测应包含运行过程中全部能源消耗。
- 3 可再生能源监测应包含光伏系统发电、太阳能热水等。

【条文说明】

数据中心投入运行后，宜对其效果进行评估。运行效果评估应在数据中心竣工验收后，并投入正常使用一年后进行。运行效果评估是对数据中心基础设施实际运行情况的反映，可作为应用各种节能技术效果的评价参考。

3.3.4 基础设施的运行碳排放应按运行阶段核算，运行碳排放指标评估应符合下列规定：

- 1 评估时间应以一年为一个周期；
- 2 应直接采用分项计量的能耗数据，并对其计量仪表进行校核后采用。

【条文说明】

数据中心投入运行后，宜对其效果进行评估。运行效果评估应在数据中心竣工验收后，并投入正常使用一年后进行。运行效果评估是对数据中心基础设施实际运行情况的反映，可作为应用各种节能技术效果的评价参考，不作为是否达到近零能耗建筑标准的判定依据。

通过运行效果评估可以改进和优化建筑的实际运行。由于数据中心运行有规律可循，且监测系统完善，通过运行效果评估对其优化运行策略及能效提升具有显著促进作用，故要求对基础设施“应”进行运行评估。

3.3.5 碳排放计算所采用的外购电力排放因子取值见附录 A，可再生能源发电电力排放因子取值见附录 B。

3.4 碳抵消

3.4.1 可通过引入绿色电力交易和碳排放权交易等碳抵消方式实现。

3.4.2 绿色电力交易与碳排放权交易的产品应为中国国内相关交易机制签发或在中国境内开发的减排项目。

3.4.3 设计阶段碳排放统计不应采用绿色电力或碳信用产品进行抵消。

【条文说明】

设计阶段主要依据设计图纸的所呈现的基础设施技术能力进行技术分析,应客观。

3.4.4 宜在数据中心基础设施边界外投资集中式或分布式可再生能源发电设施,为运行阶段提供绿色电力。

【条文说明】

随着太阳能光伏发电等可再生能源的成本逐步降低,在建筑物上采用光伏发电越来越普遍,所以数据中心的基础设施宜设计光伏发电等。

4 过程要求

4.1 选址要求

4.1.1 宜选址气候适宜、环境空气清洁、能充分利用自然冷源的区域，且自然冷源利用的技术方式应满足环境容量承载力的要求。

【条文说明】

根据国家“碳达峰、碳中和”战略，以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以高效用能节能为基础，面向高质量发展需要，提供数字化转型、智能升级、融合创新等服务的 IT 基础设施。

4.1.2 宜选址在水力、风力、太阳能等可再生能源充足的地区，应结合场地环境与气候特点，对项目的太阳能、风能等可再生能源利用条件进行综合分析。

【条文说明】

绿色低碳选址需平衡技术可行性、经济成本与环境效益，通过“能源就近、气候适配、政策协同”三原则，推动数据中心向高效、可持续方向转型。

4.1.3 宜利用闲置或废弃的隧道、洞室、仓库、厂房等设施，减少土建过程的碳排放。

【条文说明】

根据国家“碳达峰、碳中和”战略，以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以高效用能节能为基础，面向高质量发展需要，提供数字化转型、智能升级、融合创新等服务的 IT 基础设施。

4.2 设计要求

4.2.1 基础设施应采用全过程多专业协同设计组织形式,从数据中心基础设施内在本质及基本规律出发,基于基础设施低碳高效的设计目标开展设计工作。

【条文说明】

根据国家“碳达峰、碳中和”战略,以新发展理念为引领,以技术创新为驱动,以高效用能节能为基础,面向高质量发展需要,提供数字化转型、智能升级、融合创新等服务的 IT 基础设施。

4.2.2 设计阶段应根据室内环境参数、能效及碳排放指标要求,利用碳排放模拟计算软件等工具,结合建造全过程的经济效益分析,对设计方案进行优化,指导技术措施的确定。

【条文说明】

数据中心的室内设计参数应根据现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174;数据中心的能效要求应根据《数据中心能效限定值及能效等级》GB 40879。

4.2.3 应根据使用需求,合理控制基础设施规模和建筑物高度,不应大拆大建。

4.2.4 宜为太阳能、风能等可再生能源设施提供安装条件,建筑设计宜进行光伏发电系统一体化设计。

【条文说明】

建筑一体化光伏(BIPV)与数据中心的深度融合,正成为推动数据中心绿色转型的核心引擎。通过将光伏组件集成于建筑屋顶、立面、遮阳结构等部位,BIPV不仅实现了“建筑即发电站”的能效革命,更以“零碳建筑+零碳算力”的双重价值重塑行业格局。BIPV正从“附加技术”升级为数据中心的基础设施,预计到2030年,全球40%的数据中心将采用BIPV技术。

4.2.5 当功能需求、资源条件适宜时，宜选用钢结构等低碳建筑结构体系及建筑拆除时便于材料循环利用的措施，宜采用回收率高的设计方案，建筑材料的回收率宜大于 70%。

4.3 建造要求

4.3.1 宜选用可循环、耐久性长及本地材料及设备，材料及设备选择宜符合下列规定：

- 1 使用获得绿色建材标识（或认证）的或有明确碳足迹标签的材料与设备；
- 2 在满足同等技术目标下，选择全寿命期碳排放更低的材料与设备；
- 3 因地制宜使用本地的材料与设备，降低建筑材料运输的碳排放。

4.3.2 宜采用 BIM 等技术，进行过程优化，减少人为失误，缩短施工周期，节省施工材料，提高设备运行使用效率，降低能耗，减少碳排放。

【条文说明】

数据中心的 BIM（建筑信息模型）应用是实现全生命周期数字化管理的核心技术之一，尤其在提升能效、优化资源配置、支持零碳目标方面具有显著价值，BIM 可通过三维模型成为数据中心的规划、设计、施工提供全链条支持。BIM 为数据中心的绿色化、智能化提供了底层数字底座，尤其在能源优化、模块化建造、碳管理等领域具有不可替代的作用，构建全生命周期的“数字孪生数据中心”，为零碳目标提供技术支撑。

4.3.3 项目建造宜采用装配式建造方式，提高效率，减少损耗，与设计、物流、现场施工进行有效协同与联动。

【条文说明】

数据中心的装配式建造是指通过工厂预制化生产、现场快速组装的模块化方式建设数据中心基础设施，其核心目标是提升建设效率、降低成本、优化资源利用并减少环境影响。结合用户此前关注的绿电、零碳、BIPV 等技术方向，装配式建造在数据中心领域的应用可进一步强化可持续性和能效优化。

装配式建造为数据中心的绿色化、高效化提供了新路径，尤其在实现零碳目标、整合新能源技术方面潜力显著。未来需进一步突破标准化设计、智能集成等瓶颈，推动数据中心向更可持续的方向发展。

4.3.4 工程建造应实施降碳目标管理，促进设计、施工深度协同，实现建造全过程碳排放统筹与计量。

4.3.5 施工前应进行低碳建造策划及施工阶段碳排放量测算，制定专项低碳建造方案，明确建造碳排放目标。专项低碳建造方案应包括施工现场内能源供应方案，宜采用清洁能源作为施工现场用能。

4.3.6 工程项目建造应进行施工现场场地布置规划，减少场地内运输能耗及碳排放。

4.3.7 施工现场的生产、生活、办公用房应采用保温隔热、遮阳等被动式方式，主要用能设备应符合下列规定：

- 1 应采用节能高效设备；
- 2 应采用节能照明灯具；
- 3 宜采用新能源施工机具与运输设备；
- 4 应监控重点能耗设备，对多台同类设备实施群控管理。

4.3.8 施工时应进行施工现场用能及碳排放量统计，统计内容应包括施工现场内工作区、材料堆放区、办公区、生活区等，竣工后应基于实际能源消耗种类及数量进行碳核查。

4.3.9 应制定专项拆除施工方案及资源化利用方案，拆除前应对工程所在地建筑预产生垃圾进行识别与分类。拆除垃圾应实现分类收集、运输及处理处置，拆除垃圾的处置应符合现行行业标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T134 的规定，优先考虑资源化利用。

4.4 运行要求

4.4.1 低碳运行应以保障室内环境为前提，以降低运行能耗和碳排放为目标，基于系统的高效运行、可再生能源利用及碳汇等多领域低碳与降碳技术，并宜通过数字化、智能算法、柔性调配等手段提升运行管理，实现数据中心的碳利用效率的持续优化和碳排放强度的持续降低。

4.4.2 运行碳排放应基于监测数据进行核算，运行碳排放核算应符合下列规定：

- 1 基于各用能系统的运行计量数据；
- 2 排放源应计入直接碳排放和间接碳排放。

4.4.3 持续优化低碳运行的管理措施，并根据运行碳排放年度核算结果对低碳运行目标进行动态调整。

4.4.4 应建立再调适制度，并对基础设施进行综合能效调适，再调适应符合下列规定：

- 1 应从正式投入使用开始，一般不少于三个完整年度；
- 2 应以满足设计能效为系统调适目标；
- 3 调适目标的实现应通过运维管理水平提升、建筑设备与系统校正、运行与控制策略优化等途径；
- 4 包括但不限于冷却系统、供配电系统、可再生能源系统及智能化控制系统等；
- 5 综合调适报告应包括调适记录、调适结果及调适过程中发现的问题日志及解决方案；
- 6 数据中心在运行过程中，当使用功能发生重大改变，或对用能系统进行改造后，应重新进行系统综合调适。

4.4.5 系统设备维护应有利于控制和降低碳排放，并应符合下列规定：

- 1 维持设备系统的高能效运行状态；

2 材料、设备及构件的维修或更换应基于技术经济比较和碳排放比较。

4.4.6 应建立智能化低碳运行维护工作体系，包括系统运行、系统维护、系统维修和系统优化等方面内容。

4.4.7 每月宜检查建筑设备控制系统及动环系统的控制器、内置电池、系统通信、控制逻辑算法、联动功能的工作状态，每季度宜监测校正传感器和执行器。

4.4.9 应建立覆盖多类别的碳排放管理体系，制定碳排放管理制度，明确各主体责任和义务，建立区域重点排放单位目标责任制。

4.4.10 基础设施系统低碳运行，应以保障建筑室内环境舒适度和其他基本用能需求为前提，减少系统化石能源消耗为目标，并应符合下列规定：

- 1 优先充分利用本地可再生能源系统产能量；
- 2 降低区域用能峰值、提升用能效率；
- 3 根据实际运行工况和外部条件变化及时优化调整蓄能系统运行模式。

4.4.11 低碳基础设施运行管理单位应针对建筑设备系统、动环系统以及其他用能系统的运行与管理，制定专项运行管理方案，并应编制相应运行管理手册。

【条文说明】

基础设施的节能性能在其漫长的运行阶段体现，对基础设施进行科学的维护、管理、运行是保证在运行阶段能够达到设计意图的关键环节。因此，每个数据中心都应根据自身基础设施的设计特点和功能特性，制定有针对性的维护、管理、运行方案，保证基础设施低碳目标的实现。

运行管理手册应包含设备系统的特点、使用条件、运行模式、参数记录及维护要求，并根据使用情况可将手册涉及的工作内容分别落实于管理人员、运维人员或公共区域提示信息。

4.4.12 运行与管理应在保证设备稳定、系统安全及满足室内环境设计参数的前提下，应根据室外气象参数和实际使用情况做出动态运行策略调整，选择最利于节能降碳的运行方案。

【条文说明】

运行管理人员或使用者需要明确设计中与节能和环境相关的各项设计意图，在不同季节、不同气候条件和使用情况下，制定并实施相应的运行策略，以保证运行的节能效果。

5 技术措施

5.1 一般规定

5.1.1 应采购具有绿色建材认证的建筑材料及设备。

【条文说明】

绿色建材产品认证是指，建材产品符合国家相关技术要求和标准，且通过了国家认证认可监督管理委员会审批，获得绿色建材产品认证资质的认证机构的认证，建材具备“节能、减排、安全、便利和可循环”的特征建材产品，属于绿色产品认证活动一中的范畴，也是住房和城乡建设领域绿色建材有关应用要求主要的采信范围。

绿色建材产品认证是依据国家市场监管总局、住建部、工信部《绿色建材产品认证实施方案》和《关于加快推进绿色建材产品认证及生产应用的通知》等政策文件的要求，由国家统一推行的绿色建材分级认证制度，是按照国务院要求推动绿色产品认证在建材领域率先落地的重要成果。

绿色建材认证产品所用标识采用与之相适用的一星级、二星级或三星级标识。

5.1.2 宜采购碳中和的材料及设备，并要求供应商提供相关证明材料，在计算建设阶段碳排放量的时候，可进行减除。

5.1.3 对于产品本身没有实现碳中和的材料及设备，应要求设备供应商提供产品碳足迹报告，并计入数据中心总碳排放量中。

【条文说明】

产品碳足迹是指沿着产品的整个生命周期，包括从原材料的开采、制造、运输、分销、使用到最终废弃阶段所产生的温室气体排放量。它是碳足迹中应用最广的概念。“产品碳足迹”这个术语通常是指某个产品在其整个生命周期内的各种 GHG 排放，即从原材料一直到生产（或提供服务）、分销、使用和处置/再生利

用等所有阶段的 GHG 排放。其范畴包括二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、和氮氧化物 (N₂O) 等温室气体。

5.1.4 技术经济合理时，宜采购能效指标更优的产品。

5.2 空调系统

5.2.1 空调系统应综合经济技术分析，进行方案比选和性能优化。

5.2.2 空调系统应优先利用可再生能源和自然冷源，并考虑多能互补集成优化。宜优先选用间接蒸发、水侧自然冷却等利用自然冷源的方式降低 PUE。

【条文说明】

数据中心的自然冷却是一种利用自然环境中的低温资源来降低数据中心能耗的冷却技术，主要是通过热交换器等设备，将数据中心内部产生的热量传递到外部环境中。利用室外空气、水或其他自然介质的低温特性，实现对数据中心服务器等设备的冷却，减少或替代传统制冷设备的使用，从而降低能源消耗。常见类型分为风冷式自然冷却和水冷式自然冷却：

风冷式自然冷却：利用室外冷空气与室内热空气进行热交换。当室外温度较低时，通过风机将室外冷空气引入数据中心，经过专门设计的风道系统，使冷空气在服务器机柜间流动，带走设备散发的热量，然后将热空气排出室外。这种方式适用于气候较为寒冷、干燥的地区，可显著降低数据中心在非夏季的制冷能耗。

水冷式自然冷却：通常采用冷却塔或其他水冷系统。通过循环水系统将数据中心内的热量传递到室外的冷却塔，在冷却塔中，热水与冷空气进行热交换，冷却后的水再回流到数据中心继续循环冷却设备。此外，还有一些数据中心会利用地下水、湖水等天然冷源进行水冷式自然冷却，进一步提高冷却效率和节能效果。水冷式自然冷却适用于水资源相对丰富的地区。

自然冷却具有以下优点：

1 节能效果显著:减少了对机械制冷设备的依赖,降低了电力消耗。据统计,采用自然冷却技术的数据中心,在适宜的气候条件下,可节省 30%-80% 的制冷能耗。

2 降低运营成本:由于减少了制冷设备的运行时间和维护需求,降低了设备的维护成本和运营成本。

3 更加环保:自然冷却技术利用自然环境资源,减少了制冷剂的使用和排放,对环境更加友好,有助于降低数据中心的碳排放。

但是自然冷却技术的限制因素也较多,主要包括:

气候条件依赖:自然冷却的效果受当地气候条件的限制。在炎热的夏季或气候炎热潮湿的地区,自然冷却可能无法满足数据中心的冷却需求,仍需依赖传统制冷设备辅助冷却。

初始投资较高:建设自然冷却系统需要较大的初始投资,包括安装热交换器、风道系统、冷却塔等设备,以及对数据中心基础设施进行相应的改造。

空间需求:自然冷却系统通常需要占用一定的空间来安装设备和布置风道、管道等,对于空间有限的数据中心来说,可能是一个需要考虑的因素。

5.2.3 空调制冷设备能效系数应不低于现行国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 的 2 级。

【条文说明】

《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 规定了热泵和冷水机组的能效等级、技术要求和试验方法。适用范围包括:蒸气压缩循环冷水(热泵)机组、低环境温度空气源热泵(冷水)机组、水(地)源热泵机组、溴化锂吸收式冷(温)水机组、蒸气压缩循环高温热泵机组、间接蒸发冷却冷水机组和一体式冷水(热泵)机组。

5.2.4 采用蒸汽压缩循环的冷水(热泵)及直膨式空调机组应优先使用环保制冷剂,并采取有效防泄漏措施。

【条文说明】

制冷剂与温室气体密切相关,一些制冷剂本身就是强效的温室气体,在使用、泄漏和报废处理过程中会对全球气候变暖产生影响。

1 全球变暖潜值 (GWP): 这是衡量制冷剂温室效应的一个重要指标,表示某种物质在一定时间内(通常为 100 年)相对于等量二氧化碳的温室效应强度。例如, R134a 的 GWP100 为 1530,意味着 1kg 的 R134a 逸散到大气中产生的温室效应相当于 1530kg 二氧化碳的效果。不同制冷剂的 GWP 值差异很大,从 1 到 12400 不等。

2 温室气体排放途径: 制冷剂在设备运行过程中可能因设备老化、密封不严等原因发生泄漏,从而进入大气;在设备维修、报废处理时,如果没有进行规范的制冷剂回收和处理,也会导致制冷剂排放到大气中。例如,建筑物制冷剂泄漏产生的含氟气体占建筑物温室气体总排放量的 40%,到 2050 年累计排放量中占比近 45%。

为减少制冷剂对环境的影响,国际社会采取了一系列措施。1987 年签订的《蒙特利尔议定书》旨在保护臭氧层,规定了逐步淘汰破坏臭氧层的制冷剂。2016 年的《蒙特利尔议定书基加利修正案》则进一步要求各国逐年削减强温室效应的合成制冷剂使用,发达国家到 2035 年,发展中国家到 2045 年逐步减少 HFCs 等制冷剂的生产和使用。

5.2.5 应合理设置新风系统,宜变风量运行。

【条文说明】

在数据中心中,新风是重要的组成部分,其作用:

1 保证空气质量: 为数据中心提供新鲜空气,稀释室内的污浊空气,包括人体呼出的二氧化碳、设备运行产生的异味等,同时控制空气中的含尘量,防止灰尘过多导致静电放电问题而损坏元器件。

2 维持微正压: 通过送入新风,使机房内保持微正压状态(主机房对走廊或其他房间的正压 $\geq 5\text{Pa}$),防止外界未经处理的空气通过门窗缝隙等进入机房,保证机房空气的洁净度。

3 满足人员需求: 为在数据中心内工作的人员提供足够的新鲜空气,满足人员正常呼吸需求(每人每小时 $\geq 40\text{m}^3$)。

新风采用变风量控制后具有以下优点：

节能：数据中心的热负荷会随着设备的运行状态、数量以及外部环境等因素而变化。变风量系统可以根据实际热负荷的变化自动调节送风量，避免了传统定风量系统在低负荷时的能源浪费。当数据中心内部分设备停机或负荷降低时，系统自动减少送风量，降低风机能耗。

精确控制温度：能够更精准地控制数据中心内的温度分布。通过安装在不同区域的温度传感器反馈信息，系统可以实时调整各个区域的送风量，确保每个区域都能保持在合适的温度范围内，避免局部过热或过冷的情况，提高了设备运行的稳定性和可靠性。

在数据中心实际应用中，新风系统和变风量系统通常会结合使用。例如，智能新风系统可与原有精密空调联动，利用空气对流原理，通过智能控制器分析对比室外温度、室内温度、室外湿度、室外粉尘度等数据，判断是否启动风机引进室外冷空气、排出室内热空气，并随时调整进风量，保持与设备散热量同步，使进出风量、设备散热量、热交换率三者之间达到平衡。这样既能保证数据中心的空气质量和微正压要求，又能根据热负荷的变化灵活调节风量，实现节能和精确的环境控制，有助于降低数据中心的电能使用效率（PUE），提高数据中心的整体性能和运营效益。

5.2.6 技术经济比较合理，可采用江河湖海水等作为冷源时。

5.2.7 主机房的空调形式应与气流组织匹配，宜采用近端冷却设备，减少输配能耗。

5.3 电气系统

5.3.1 宜采用可再生能源微网系统，利用蓄能、用能设备协同控制技术，提升可再生能源就地消纳比例。

5.3.2 供配电系统应具备实时监测、分析、智能调度等管理功能，具备按核算单元和用能形式进行分类分项计量功能。

5.3.3 UPS 功率模块应具备根据负载情况进行休眠及优化负载率的功能，提升电源转换效率。

【条文说明】

通常情况下 UPS 在 50%-70%负载时效率最高，休眠策略通过减少运行模块数量，使剩余模块负载率提升至 60%-80%。提升 UPS 功率模块转换效率需从拓扑优化、器件升级、智能控制多维度入手，结合行业认证与实际负载特性，选择适配方案。

5.3.4 光伏发电系统应优先自发自用。

5.3.5 电梯能效等级宜满足现行国家标准《电梯自动扶梯和自动人行道的能量性能 第 2 部分 电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2 的 1 级能效要求，并采取群控等节能控制方式。

5.3.6 变压器能效不应低于现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 规定的 2 级。

【条文说明】

《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 规定了各类电力变压器的能效等级，电力变压器能效等级分为 3 级，其中 1 级能效最高，损耗最低。

5.3.7 用电设备宜具备用电负荷调节功能，采用光储直柔技术建筑的用电设备应具备功率主动响应功能，且宜具备与电网的适配接口。

【条文说明】

光储直柔技术（光伏发电、储能、直流配电、柔性用电）是数据中心实现绿色低碳转型的核心路径。该技术通过整合可再生能源、储能系统与智能电力控制，

构建“源 - 网 - 荷 - 储”协同的能源体系，显著提升数据中心能效并降低碳排放。

光储直柔技术通过整合光伏、储能、直流配电与柔性控制，正在重塑数据中心能源架构。随着政策支持与技术突破，该技术将成为数据中心实现“双碳”目标的核心手段。

5.3.8 应合理选择 LED 照明产品，并应采用智能照明调光控制系统。

【条文说明】

在数据中心的 LED 照明结合智能调光技术具有诸多优势，能有效提升照明系统的能效和管理水平。

LED 照明优点：

1 节能高效：LED 灯具的发光效率高，相比传统的荧光灯、白炽灯等，能显著降低能耗。例如，相同亮度下，LED 灯的能耗可能仅为荧光灯的一半甚至更低，这有助于降低数据中心的整体能耗。

2 寿命长：LED 灯的使用寿命通常可达 50000 小时以上，远高于传统灯具。这意味着在数据中心的运营周期内，更换灯具的频率大大降低，减少了维护成本和因维护带来的停机时间。

智能调光技术的作用：

根据环境亮度自动调节：通过安装在数据中心内的光线传感器，实时监测环境光照强度。当外界光线充足时，自动调暗 LED 灯光亮度；当外界光线较暗或夜间时，适当提高灯光亮度，确保数据中心内始终保持合适的光照水平，同时避免不必要的能源浪费。例如，在白天有自然光透过窗户进入数据中心时，智能调光系统可将 LED 灯亮度降低 30%-50%。

根据人员活动情况调节：利用人体感应传感器，检测数据中心内人员的活动情况。当某个区域长时间无人时，自动降低该区域的 LED 灯亮度或关闭灯光；当有人进入时，再自动恢复到正常亮度。这种方式可以有效避免无人区域的灯光浪费，进一步提高节能效果。例如，在机房的过道等人员流动较少的区域，当无人经过时，灯光可自动调至最低亮度，仅保留必要的安全照明。

实现精细化照明控制：智能调光系统可以将数据中心划分为多个不同的照明区域，根据每个区域的功能和使用需求，设置不同的调光策略。例如，在服务器机房区域，可设置较低的基础照明亮度，当需要进行设备维护或巡检时，通过手动或自动触发的方式，将相应区域的灯光亮度提高；在办公区域，则可根据不同的工作时间和任务需求，灵活调整灯光亮度。

5.4 给排水系统

5.4.1 数据中心的各类的排水宜按水质分类收集，经集中处理可以达到不同使用水质要求的排水，宜重复或多次应用。

5.4.2 给水排水管网应采取有效措施避免管网漏损，用水器具应采用 2 级及以上节水器具。

5.4.3 生活用热水的热源宜选用数据中心余热或太阳能等热源。

5.5 设备监控

5.5.1 应设置建筑碳排放管理平台，实现运行碳排放量的动态统计、计算、分析和展示等管理目标。

【条文说明】

数据中心碳管理平台是实现绿色低碳转型的核心基础设施，通过整合能源监测、碳排放核算、智能优化与合规管理，构建覆盖“数据采集 - 分析决策 - 执行优化”的全链路数字化体系。

数据中心碳管理平台通过“数据驱动、智能决策、生态协同”，正在重塑行业能源管理模式。随着政策加码与技术突破，预计到 2030 年，90% 以上的大型

数据中心将部署智能化碳管理平台,推动行业 PUE 均值进一步下降,为全球“双碳”目标贡献中国方案。

5.5.2 碳排放管理平台应具备下列功能:

- 1 运行阶段碳排放量、可再生能源降碳量和建筑碳抵消量的分类分项动态统计、计算、分析和展示;
- 2 碳排放数据的查询、预警、记录和下载;
- 3 建筑碳排放报表的生成;
- 4 与其他系统集成的权限。

5.5.3 碳排放管理平台应对下列内容进行计量和监测:

- 1 消耗的电能及其他能源消耗量;
- 2 建筑可再生能源发电量、蓄能系统蓄放的能量;
- 3 典型房间室内温湿度等主要环境指标;
- 4 室外干球温度和相对湿度(或湿球温度)。

5.5.4 碳排放管理系统的计量和监测应满足下列规定:

- 1 采用具有远传功能的智能计量表具和传感器;
- 2 计量表具和传感器精度应满足建筑运维管理和碳核查要求;
- 3 数据采集频率和存贮周期满足碳排放核查要求和建筑机电系统运行要求。

5.5.5 建筑智能化系统硬件宜选用功耗低、长寿命的设备和产品。

附录 A 电力二氧化碳排放因子

(资料性)

表 A. 0. 1 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0. 5366

表 A. 0. 2 2022 年区域电力平均二氧化碳排放因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
华北	0. 6776
东北	0. 5564
华东	0. 5617
华中	0. 5395
西北	0. 5857
南方	0. 3869
西南	0. 2268

表 A. 0. 3 2022 年省级电力平均二氧化碳排放因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
北京	0. 5580
天津	0. 7041
河北	0. 7252
山西	0. 7096
内蒙古	0. 6849
辽宁	0. 5626
吉林	0. 4932
黑龙江	0. 5368
上海	0. 5849

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
江苏	0.5978
浙江	0.5153
安徽	0.6782
福建	0.4092
江西	0.5752
山东	0.6410
河南	0.6058
湖北	0.4364
湖南	0.4900
广东	0.4403
广西	0.4044
海南	0.4184
重庆	0.5227
四川	0.1404
贵州	0.4989
云南	0.1073
陕西	0.6558
甘肃	0.4772
青海	0.1567
宁夏	0.6423
新疆	0.6231

表 A. 0. 4 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0.5856

表 A. 0. 5 2022 年全国化石能源电力二氧化碳排放因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0.8325

注：生态环境部、国家统计局《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》

【公告 2024 年 第 33 号】，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。

附录 B 电力碳足迹因子

(资料性)

表 B. 0. 1 2023 年全国电力平均碳足迹因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0. 6205

表 B. 0. 2 2023 年主要发电类型电力碳足迹因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
燃煤发电	0. 9440
燃气发电	0. 4792
水力发电	0. 0143
核能发电	0. 0065
风力发电	0. 0336
光伏发电	0. 0545
光热发电	0. 0313
生物质发电	0. 0457

表 B. 0. 3 2023 年输配电碳足迹因子

——	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0. 0063

注：生态环境部、国家统计局《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》

【公告 2025 年 第 3 号】，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。

【条文说明】

2024 年政府工作报告和中央经济工作会议均明确提出建立碳足迹管理体系的任务要求。碳足迹因子是我国产品碳足迹管理体系建设的“重要基石”，电力碳足迹因子具有基础能源属性，是核算各类中下游产品碳足迹的必要前提。首次以生态环境部公告形式发布，填补了国内电力碳足迹因子数据空白，可供不同主

体核算电力生产和消费产生的碳足迹使用,有助于促进产业链供应链绿色低碳转型,培育发展新质生产力和实现“双碳”目标。

遵循“以标准编制支撑因子测算,以因子试算完善标准文本”的方式,按照国内国际产品碳足迹、生命周期评价等规则确定了系统边界,通过试算明确了取舍条件,基于电力统计调查数据和企业实测数据同步开展电力碳足迹因子研究,在大量测算案例基础上得出 2023 年度燃煤发电、燃气发电、水力发电、核能发电、风力发电、光伏发电、光热发电、生物质发电、输配电(不含线损)碳足迹因子,在此基础上采用加权平均的方法计算得出全国电力碳足迹因子。

目前的碳足迹因子研究方法遵循了与 ISO14067 国际标准保持一致且兼具中国特色的产品碳足迹核算通则《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》GB/T 24067-2024。电力碳足迹因子与电力二氧化碳排放因子有较大区别,一方面是核算范围不同,电力二氧化碳排放因子只考虑火力发电产生的二氧化碳直接排放,仅是电力碳足迹因子核算范围的一部分。电力碳足迹因子核算范围还包括上下游碳排放量,如:原材料获取阶段、设备获取阶段、施工建设阶段、退役处置阶段碳排放量;同时,运营维护阶段碳排放量核算也更加全面。总体来看,电力碳足迹排放中,直接排放约占八九成。另一方面是应用场景不同,电力二氧化碳排放因子主要用于计算外购电力产生的间接碳排放量,电力碳足迹因子主要用于计算电力消费产生的生命周期碳排放量,即用于产品碳足迹核算。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

引用标准名录

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- 1 《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366
- 2 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 3 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167
- 4 《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》GB/T 24067
- 5 《工业企业温室气体排放核算和报告通则》GB/T 32150
- 6 《数据中心 资源利用 第1部分：术语》GB/T 32910.1
- 7 《数据中心 资源利用 第2部分：关键性能指标设置要求》GB/T 32910.2
- 8 《数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法》GB/T 32910.3
- 9 《数据中心 资源利用 第4部分：可再生能源利用率》GB/T 32910.4
- 10 《数据中心能源消耗限额》DB 31/652
- 11 《数据中心电能使用效率限额》DB 15/T 2231

中国建筑节能协会团体标准

标准名称

T/CABEE XXX-20XX

条文说明

编制说明

《XXX》T/CABEE 00X-2021 经中国建筑节能协会 20XX 年 X 月 XX 日以国建节协标第 X 号公告批准发布。

(第二段为标准内容介绍.....)

为了便于.....在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《XXX》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则 48

2 术 语 错误！未定义书签。

3 基本规定 错误！未定义书签。

1 总 则