

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/××× ××××—××××

区域低碳能源系统技术导则

Technical guidelines for regional low carbon energy systems

×××× - ×× - ×× 发布

×××× - ×× - ×× 实施

中国能源研究会发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	4
5 指标体系和分项指标要求	4
5.1 一般规定	4
5.2 指标体系	4
5.3 指标计算方法与要求	5
6 建筑能效提升要求	6
7 高效制冷要求	7
8 清洁采暖要求	7
9 柔性用电要求	7
10 信息化和智慧化建设要求	8
11 多能源交互协同	8
12 低碳产业发展	9
参考文献	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国能源研究会提出并归口。

本文件的起草单位：XXXXXX

本文件的主要起草人：XXXXXX

本文件为首次发布。

引 言

推动城乡建设绿色低碳发展，是以习近平生态文明思想为指导，全面贯彻党的二十大精神的重要举措，是提升能源资源利用效率，减少二氧化碳等温室气体排放，最大限度降低对自然生态环境影响，积极应对气候变化的重点行动。

为落实双碳目标，我国城乡建设领域的绿色低碳发展面临新形势，一方面要积极发展高品质绿色建筑，推动单体建筑由节能建筑提升到超低能耗建筑、近零能耗建筑乃至零能耗建筑，再进一步迈向低碳建筑、零碳建筑；另一方面，建筑能效提升的对象将从单体建筑向建筑群、园区乃至整个城区的规模化迈进。厘清从单体建筑迈向区域化和规模化过程中建筑能效提升的关键性能指标，规范区域低碳能源系统规划、设计及运行管理过程中程序性、关键性做法，对开展区域低碳发展工作具有极强的现实意义。

本文件的制定和实施，有利于规范区域低碳能源系统的技术要求，指导区域高效、有序、合理开展低碳建设，促进区域绿色可持续发展、整体实现双碳转型，支撑我国能源革命战略。

区域低碳能源系统技术导则

1 范围

本标准规定了区域低碳能源系统的术语和定义、基本要求、指标体系和分项指标、建筑能效提升、高效制冷、清洁采暖、柔性用电、信息化和智慧化建设、多能源交互协同、低碳产业发展等要求。

本标准适用于节能减排潜力较大或基础较好的区域，规模化利用低碳技术，构建低碳能源系统。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50189-2015 公共建筑节能设计标准

GB/T 50378 绿色建筑评价标准

GB/T 51350 近零能耗建筑技术标准

T/CABEE 030-2022 民用建筑直流配电设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

区域 *district*

由若干个地块组成，具有清晰的地理边界和供能范围、管理主体明确、统一运营管理，总用地面积为几十公顷到数十平方公里，建筑规模可达几十到上千万平方米的片区、产业园区或科技园区、居住社区、校区。

3.2

区域能效提升 *district energy efficiency improving*

通过集成建筑节能、高效制冷、清洁采暖、柔性用电、数字能源等多领域的技术成果，实现区域的建筑及其他用能系统的能源利用效率持续提升、碳排放总量逐步趋近于零，并且经济性合理可行，涵盖投资、建设、运营全过程的综合性行动。

3.3

区域低碳能源系统 *low carbon energy system of district*

满足区域内用户（以建筑为主，兼顾工业生产和交通用能）以电为中心的冷、热、电、气用能需求，在能源供给端具备促进风光可再生能源消纳的能力，在传输环节具备多能耦合特性，在供能形式

上具备以电为基础的两种或两种以上能源品种协同供应能力，能耗和碳排放的总量及强度都满足指标要求的能源系统。

3.4

绿色建筑 green building

在全寿命期内，节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。

3.5

超低能耗建筑 ultra low energy building

建筑能耗水平较国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012降低50%以上的节能建筑。

3.6

零碳建筑 zero carbon building

通过提高建筑本体降碳水平、利用建筑本体及周边的可再生能源资源和建筑蓄能，并可结合电碳交易进行抵消，以及考虑建造拆除全过程，达到零碳排放指标要求的建筑，划分为低碳、近零碳、零碳、全过程零碳四种类型。

3.7

区域集中制冷系统 regional centralized cooling system

在建筑群中设置集中的制冷站，再经一次侧管网、板式换热器、二次侧管网，向各建筑物供给冷量以满足区域内建筑制冷需求的系统。

3.8

低品位余热利用 utilization of low grade heat

通过直接换热或热泵方式回收利用温度低于150℃的电厂及工业乏汽、烟气以及循环水等热量。

3.9

跨季节储热 seasonal heat storage

为解决热源供给侧和需求侧在时间、空间和强度上的不匹配特性，利用储水储热或地埋管等方式将太阳能、工业余热等低品位热量由夏季和过渡季向冬季转移，扩大可再生能源或低品位余热的利用。

3.10

光储直柔配电系统 PEDF distribution system

配置建筑光伏和建筑储能，采用直流配电，且用电设备具备主动功率响应功能的建筑能源系统。

3.11

主动响应 active power response (APR)

直流设备根据直流母线电压变化，通过调整工作状态改变功率的方法，对光储直柔配电系统功率调整需求做出主动响应的功能。

3.12

数字能源平台 intelligent energy management system

采用智能化、自动化、信息化等先进技术，对区域低碳能源系统的分布式产能、用能预测、购入存储、加工转换、输送分配、调度运行、交互协同、终端使用和能源计量器具等实施集中动态监控和智慧化管理的系统。

3.13

交互协同 synergic interaction

根据数字能源平台交互协同模块发出的信号，调节冷、热、电、气等能源供给或冷、热、电、气等负荷需求行为，实现区域综合用能优化的过程。

3.14

电压电流功率电荷（UIPQ）电态势感知 UIPQ electrical situation awareness

供用电系统的状态和趋势，通过高精度的在线能源环境信息数据采集，状态数据的环比和同比分析，判定系统状态的发展趋势，实现系统的主动保护。

3.15

区域电力柔性调节能力 power flexibility

具备柔性调节能力的用户侧电力容量占区域总配电容量的比例，反映区域低碳能源系统电负荷调节的总体能力。

3.16

碳减排产品 product of carbon emission reduction

按照相关的技术标准、认定程序确认并量化减碳效果后可用于抵消碳排放的产品，包括绿电、绿证以及核证减排量。

3.17

电力动态碳排放因子 electricity dynamic carbon emission factor

电网供应电力时，单位电能所对应的每间隔15min或更短时间的碳排放量，是该时段内电网中火力发电、可再生能源发电的直接真实碳排放指标。

注：单位为千克二氧化碳每千瓦时（kgCO₂/kWh）。

3.18

电力动态碳排放责任因子 electricity dynamic carbon emission responsibility factor

根据某一时刻的电力构成计算得到每千瓦时电力对应的二氧化碳排放责任，是对真实的直接碳排放量在生产侧（电源侧）和消费侧（用电侧）之间的一种分配，是用于协调用电侧与电源侧调节的激励信号。

注：单位为千克二氧化碳每千瓦时（ kgCO_2/kWh ）。

4 基本规定

4.1 区域低碳能源系统应根据资源禀赋和能源供需特点，在单体建筑节能的基础上，对高效制冷、清洁采暖和柔性用电系统进行优化配置、协调互补，并利用数字化交互协同手段实现智慧管理，持续提升能源利用效率、逐步降低碳排放，发展成为以客户为中心、经济合理可行的能源服务体系。

4.2 区域低碳能源系统应满足能耗强度和总量的双控、碳排放强度和总量的双控要求，同时满足围护结构热工性能、制冷系统效率、清洁采暖、屋顶光伏铺设比例、光伏发电自消纳率、用电柔性调节、能源和碳排放管理体系建设等分项技术要求。

4.3 片区、园区、社区和校区应坚持系统观念，在安全可靠的前提下，遵循“源网荷储用协同互动、冷热电多能互补、能源信息深度融合”的总体原则，围绕建筑能源的供应、输配、消耗、存储、交易等环节开展全局优化，完成规划设计、项目投资、工程建设、运营服务等全过程的工作，实现区域低碳能源系统全生命周期内的风险、效益和成本综合最优。

4.4 鼓励区域低碳能源系统参与主体的多元化，探索公平、开放、科学、共赢的商业模式，积极发挥市场引导作用促进能源的优化配置和高效利用。充分考虑当地资源、气候等自然条件和市场、体制等社会经济条件，鼓励积极利用政策引导作用促进投资开发。

5 指标体系和分项指标要求

5.1 一般规定

5.1.1 区域低碳能源系统应同时满足能耗和碳排放的总量及强度量化指标要求。

5.1.2 区域低碳能源系统的各个环节可根据分项技术引导指标进行优化协同。

5.1.3 区域低碳能源系统宜加强管理体系构建。

5.2 指标体系

区域低碳能源系统的指标体系由双控指标、分项技术引导指标和能力建设要求构成，具体指标及要求见表5.2-1的规定。

表5.2-1 区域低碳能源系统指标体系

指标		要求
双控 指标	人均能耗 或单位建筑面积能耗 或单位产品能耗	满足国家和地方现行标准规定的建筑能耗及工业指标的引导值。
	区域能耗总量	建成区，相比于2020年降低20%以上； 新建区，满足国家和地方现行标准要求。

	人均碳排放量 或单位建筑面积碳排放量 或单位产品的碳排放量	满足国家和地方现行标准规定的建筑及工业碳排放指标的引导值。
	区域碳排放总量	建成区，相比于 2020 年降低 40%以上； 新建区，满足国家和地方现行标准要求。
分项 技术 引导 指标	新建绿色建筑占比	新建建筑中二星级及以上绿色建筑面积占比 $\geq 90\%$ 。
	既有建筑节能改造	运行能耗指标高于国家和地方现行建筑能耗标准约束值的既有建筑全部完成节能改造，且改造后满足国家和地方现行标准规定的建筑能耗指标的引导值。
	制冷系统方式合理	除满足特定条件外，不发展集中供冷。
	燃气采暖比例	建成区，燃气采暖比例小于 10%； 新建区，燃气采暖比例为 0。
	屋顶光伏铺设比例	区域建筑中屋顶光伏组件安装面积占建筑屋顶面积的比例 $> 50\%$ 。
	光伏发电自消纳率	区域建筑的光伏发电应优先本地消纳： 1) 光伏全年发电量与区域建筑全年用电量的比例小于等于 30% 时，光伏发电自消纳率应达到 100%； 2) 光伏全年发电量与区域建筑全年用电量的比例在 30%~100% 时，光伏发电自消纳率应达到 80%以上； 3) 光伏全年发电量占区域建筑全年用电量比例大于 100%时，光伏发电自消纳率应达到 80%以上或变压器台区内全部消纳。
	停车位双向充电桩安装比例	区域内双向充电桩数量占充电桩数量的比例 $> 20\%$ 。
	电力柔性调节能力	区域内发展光储直柔建筑和零碳建筑，提高建筑与电网友好互动的柔性调节能力，区域内光储直柔建筑和零碳建筑占比 $> 10\%$ 。
能力 建设 要求	数字能源平台	建立
	碳排放管理体系	建立
	购买碳信用抵消量、CCER	不计入量化指标计算。
	购买绿色电力证书	不计入量化指标评价。

5.3 指标计算方法与要求

5.3.1 区域建筑能耗强度

单位建筑面积能耗：在统计报告期内，区域建筑能耗总量与建筑面积的比值。单位为千克标准煤每平方米（ kgce/m^2 ）或千瓦时每平方米（ kWhe/m^2 ）。

人均能耗：在统计报告期内，区域建筑能耗总量与用能人数的比值。单位为千克标准煤每人（ $\text{kgce}/\text{人}$ ）或千瓦时每人（ $\text{kWhe}/\text{人}$ ）。

5.3.2 区域建筑能耗总量

在统计报告期内，满足区域内用户（不包括工业生产和运营型交通）以电为中心的冷、热、电、气用能需求，包括供暖、通风、空调、照明、炊事、生活热水，以及其他为了实现建筑各项服务功能

所产生的能源消耗（含非运营类电动车用电）的实物量，按照规定的计算方法和单位分别折算后的总和，单位为千克标准煤（kgce）或千瓦时（kWh）。

5.3.3 区域建筑碳排放强度

单位建筑面积碳排放量：在统计报告期内，区域建筑碳排放总量与建筑面积的比值。单位为千克二氧化碳每平方米（kgCO₂/m²）；

人均碳排放量：在统计报告期内，区域建筑碳排放总量与用能人数的比值。单位为千克二氧化碳每人（kgCO₂/人）。

5.3.4 区域建筑碳排放总量

在统计报告期内，区域内建筑在运行使用过程中消耗的由区域外部购入的电力、燃料、热力等各种能源的实物量，按照碳排放因子法折算为碳排放量后的总和，单位为千克二氧化碳（kgCO₂）。

$$C_M = \sum_{i=1}^n E_i \cdot C_{f_i}$$

式中：

C_M ——区域建筑碳排放总量（kgCO₂）；

E_i ——由区域外部购入的第*i*类能源消耗量（实物量），单位为kWh（电力）、Nm³（燃气）、GJ（热力）等；

C_{f_i} ——第*i*类能源的碳排放因子（kgCO₂/单位实物量），其中，电力碳排放因子应优先采用所在地电力调度部门发布的动态碳排放责任因子（Cr(t)），当动态碳排放责任因子无法获取时，可采用国家相关部门发布的电网平均碳排放因子；其他类型能源的碳排放因子按照国家和地方现行相关标准取值。

5.4.5 燃气采暖比例

区域内建筑采暖用燃气消费量占采暖总能源消费量的比例。

5.4.6 光伏发电自消纳率

区域内光伏发电系统中全年直接利用部分的光伏发电量与全年光伏发电总量的比值。

5.4.7 管理体系能力要求

5.4.7.1 数字能源平台。对区域内各交互协同主体的能源购入存储、加工转换、输送分配、终端使用环节和能源计量器具实施集中动态监控，对交互协同主体、区域与外部供能系统之间的交互协同实施集中智慧动态管理。

5.4.7.2 碳排放管理体系。采集并统计区域内碳排放量，建立碳排放数据管理体系和信息平台，并根据排放数量实时更新数据库。建立包括政策规章制度体系、碳排放管理组织机构、碳资产财务管理体系、碳排放信息管理平台、支持服务体系和监督管理机制。

5.4.7.3 碳抵消。购买绿电、绿证以及CCER、碳普惠项目等核证减排量属于完成减排考核要求的经济行为和管理手段，不计入区域碳排放量化考核指标。

6 建筑能效提升要求

6.1 单体建筑应对提高性能实现降碳的边际效应进行分析，适度发展超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑及零碳建筑。

6.2 区域新建建筑应针对不同区域特点，规划设计合适的节能措施和运营管理体系，全部达到绿色建筑的要求，且满足二星级及以上绿色建筑要求的面积占比超过90%。绿色建筑的要求可参照现行国家标准GB/T 50378的相关规定。

6.3 区域既有公共建筑应制定整体计划，有序开展一项或多项节能绿色化技术改造，并达到节能率要求。区域既有居住建筑宜结合社区更新工作统筹开展节能改造。区域其他功能建筑，可按国家和地方现行相关标准开展节能改造。

6.4 区域建筑生活热水、高温蒸汽、炊事等宜采用电气化设备，提高建筑终端用能的电气化水平。

7 高效制冷要求

7.1 应根据所在地资源禀赋、建筑功能、使用特点等因素，确定合理的制冷方式。

7.2 应优先选择分散式冷源，居住建筑以及体量较小的公共建筑可选择分体空调、多联机。体量较大的公共建筑可选择高效型离心式或螺杆式制冷机组。

7.3 当区域内存在可利用的江河水源、地源（土壤源）、空气蒸发冷却资源等自然冷源时，经济技术性可行的，制冷系统的冷却侧应优先利用自然冷源作为热汇。

7.4 多座由同一业主统一管理的集中大型公共建筑、机场航站楼和高铁站等大型交通枢纽，或存在深海取水、高坝水库下游、雪山冰川下游等丰富自然冷源的特殊情形，技术经济性可行的，可设置集中供冷方式。

7.5 除区域的冷热电负荷需求与供给匹配外，不宜采用燃气热电冷三联供方式。

8 清洁采暖要求

8.1 区域应优先选择热电联产和工业余热为主的集中供热方式。

8.2 对于周边无热电厂、工业余热、生物质和垃圾、污水等适合于集中供热资源的区域，应采用空气源热泵、地源热泵、中深层地热等分散采暖方式。

8.3 区域应通过实施建筑节能改造和采用低温采暖末端，降低所在区域的热网供回水温度，实现低温供热，促进可再生能源和余热资源的利用。

8.4 针对区域建筑采暖，可建设跨季节储热系统，回收利用各类全年未有效利用的余热，并可与日储热调峰相结合，用于区域供热保障和调峰。还可通过需求侧响应，作为解决电网削峰填谷及负荷波动的手段。

8.5 供热系统宜具备对热源、热网、末端供热各环节的实时在线监测能力。

8.6 热计量应包括区域热网接入、输出、热源和输送环节，输送环节的热计量应实现按楼栋计量收费，用户应具备计量调控措施，允许用户按需取热。

9 柔性用电要求

9.1 区域配电系统应具备功率柔性控制和电量柔性调节能力，可根据城市电网和区域建筑能源系统要求，主动调整电源设备和用电设备运行状态。

9.2 应利用区域内条件，合理增加光伏发电容量，提高区域建筑清洁能源利用比例，且光伏发电装置产生的电能宜在区域内实时消纳。

9.3 应发挥电力储能、蓄冷、储热和电动汽车动力电池储能作用，通过多种类型储能的综合利用，提高能源系统柔性，降低储能成本。

9.4 电动汽车充电设施应具备电动汽车与建筑双向功率互动调节（V2B）功能，应具备有序充电和柔性充电功能，可根据配电系统要求对充电功率进行实时调节，宜具备反向放电功能。

9.5 在区域建筑包含直流分布式电源和直流用电设备的情况下，配电系统宜采用光储直柔技术，且光储直柔系统应具备主动功率响应功能。

9.6 光储直柔系统电气设计应符合团体标准《民用建筑直流配电设计标准》T/CABEE 030-2022的要求。

10 信息化和智慧化建设要求

10.1 区域应建立覆盖区域内各建筑、各类用能系统的数字能源平台，对能源购入存储、加工转换、输送分配、终端使用和能源计量器具等实施集中动态监控。

10.2 数字能源平台宜包含信息采集、信息传输、智慧管理和智慧应用四个层次结构，且系统宜采用插件式微服务的可扩展架构，满足系统快速灵活扩展及二次开发要求。

10.3 数字能源平台应具备能耗系统分项计量及监测数据统计分析和研究功能，对系统能量负荷平衡进行优化核算及运行趋势预测，建立科学有效的节能运行模式与优化策略方案。

10.4 数字能源平台应采集区域内用户侧的能耗，并核算其碳排放量，建立碳排放数据管理体系和信息系统，并实时更新数据库。

11 多能源交互协同

11.1 区域能源的交互协同模块应建立在统一的数字能源平台上，并应开发区域内可交互协同资源、实现区域能源交互协同功能、制定区域能源参与主体的交互协同机制。

11.2 区域能源的交互协同应包含高品位电能与低品位冷热等的协同互补、综合利用，并应包括电化类等短时储能及跨日、周、月的长时储能的耦合共济。

11.3 区域低碳能源系统应以本区域低碳能源资源禀赋为基础，进行负荷用能强度规划和开发建设，区域多能源协同交互应首先实现内部源荷储的高效利用与协同，同时应兼具与外部供能系统的并网交互协同能力。

11.4 区域能源系统的交互协同应确定区域中各交互主体，并应制定建筑之间以及建筑中源储网荷各设备之间的接入规则、信息传递要求、协议规约以及运行机制，以及各交互主体低碳运行的本地协同策略和区域云边协同控制模式。

11.5 数字能源平台的交互协同模块应满足下列技术要求：

- 1 具备与外部供能系统进行相互通信的能力；
- 2 具备与区域交互协同主体所属多能负荷聚合系统及能源管理系统相互通信的能力；

3 具备根据区域内多能源供给功率、多负荷需求功率以及能源存储情况，自动下发多能源价格、出力需求、负荷削减或转移量等交互协同指令的能力，自动上报交互协同主体运行功率、可交互协同响应时段、可调节潜力等信息的能力；

4 具备计算区域能源利用效率、监测交互协同执行效果、自动结算功能。

11.6 各设备应具备下列电态势感知能力：

- 1 具备UIPQ电状态检测与数字化及电态势对比诊断能力；
- 2 可实时提供功能运行状态，并开放调度控制接口，支撑交互协同调度管理；
- 3 UIPQ等电状态数据满足统一的精度等级要求；
- 4 功能状态信息及调度接口满足统一的时间精度等级要求。

11.7 具备参与交互协同负荷资源的用户，可选择独立参与或通过多能负荷聚合商参与区域的交互协同，并应通过与用户数字能源平台交互，实现所属用能设备的调控，完成交互协同。

12 低碳产业发展

12.1 区域低碳能源系统应从技术成效、经济性和社会效益等三个方面，按“定量与定性评估相结合，定量为主、定性为辅”的原则进行评价，为方案优选和投资决策提供依据。

12.2 区域低碳能源系统宜结合运营收入进行产业发展模式分析，且运营收入可包括下列来源：

- 1 光伏发电自用的电费省减和多余电量销售的收入；
- 2 制冷供热的冷量和热量取费收入；
- 3 为电动车充电的服务费收入；
- 4 为用户提供设备维修维护、户内系统运维的服务费收入；
- 5 节能改造的运行费用省减收入；
- 6 储能利用峰谷电差套利收入；
- 7 能源管理系统参与需求侧响应的奖励型经济激励收入；
- 8 参与电力现货市场、绿电交易、碳交易的收益。

12.3 产业投资者宜采用“区域尺度聚合、建筑+X协同”的商业模式开展综合能源服务。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
 - [2] GB 50189-2015 公共建筑节能设计标准
 - [3] GB 55015-2021 建筑节能与可再生能源利用通用规范
 - [4] GB/T 50378 绿色建筑评价标准
 - [5] GB/T 51350-2019 近零能耗建筑技术标准
 - [6] T/CABEE 010-2021 区域能源系统评价标准
 - [7] JGJ 158-2018 蓄能空调工程技术标准
 - [8] T/CDHA 503-2021 供热规划标准
 - [9] GB/T 51074-2015 城市供热规划规范
 - [10] T/CDHA 504-2021 长输供热热水管网技术标准
 - [11] CJJ34 城镇供热管网设计规范
 - [12] T/CABEE 030-2022 民用建筑直流配电设计标准
 - [13] GB/T 17045-2020 电击防护装置和设备的通用部分
 - [14] GB/T 32672-2016 电力需求响应系统通用技术规范
 - [15] GB/T 33593-2017 分布式电源并网技术要求
 - [16] GB/T 35681-2017 电力需求响应系统功能规范
 - [17] GB/T 41235-2022 能源互联网与储能系统互动规范
 - [18] GB/T 41236-2022 能源互联网与分布式电源互动规范
 - [19] IEEE 1888-2011 泛在绿色社区控制网络标准
 - [20] GB 17167-2019 用能单位能源计量器具配备和管理通则
-