



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—202X

区域能源系统评价

Evaluation for District Energy System

(征求意见稿)

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国能量系统标准化技术委员会（SAC/TC 459）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

区域能源系统评价

1 范围

本文件规定了区域能源系统评价的总则、安全可靠、高效低碳、智慧运行、柔性调节、运行管理、经济效益、提高创新等方面的评价方法和要求。

本文件适用于新建、扩建和改建的区域能源系统在设计、运行阶段的评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 2589 综合能耗计算通则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 19577 热泵和冷水机组能效限定值及能效等级
- GB 19762 离心泵能效限定值及能效等级
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 29871 能源计量仪表通用数据接口技术协议
- GB/T 33757.2 分布式冷热电能源系统的节能率 第2部分：多能互补驱动系统
- GB/T 38692 用能单位能耗在线监测技术要求
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 51348 民用建筑电气设计标准
- GB/T 51350 近零能耗建筑技术标准
- GB 55024 建筑电气与智能化通用规范

3 术语和定义

GB/T 2589、GB 17167、GB 19577、GB 19762、GB 20052、GB/T 23331、GB/T 29871、GB/T 33757.2、GB/T 38692、GB 55015、GB 50736、GB 51348、GB/T 51350、GB 55024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

区域能源系统 district energy system

为满足区域内生产生活所需的冷、热、电、气、蒸汽等能源需求，临近用户设置，由能源站集中制取，利用管网进行供给，通过各子系统之间协调规划、优化设计，实现互补互济、安全可靠、高效低碳、智慧运行、柔性调节的一体化能源系统。由能源站、输配管网、用能末端、控制系统四部分构成。

注：本文件中的区域是指园区或建筑群。

3.2

可再生能源利用率 utilization ratio of renewable energy

一个完整运行年度内，可再生能源利用量占其能量需求量的比率。

3.3

区域碳排放量 district carbon dioxide emissions

在设定计算条件或实际运行条件下，区域内建筑、交通、市政等活动产生的能源消耗以及区域内碳汇、可再生能源产能按不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子计算得出的碳排放量，以二氧化碳当量表示。

3.4

绿色电力利用率 utilization rate of green power

区域内消纳的、外调输入的以及进行碳交易等的可再生能源绿色电量占区域能源系统总用电量的比率。

注：本文件绿色电力的来源包括自发自用绿色电力、外购绿色电力、外购含有绿色电力的网电、绿色电力证书交易；绿色电力种类包括：风电、利用太阳能生产的电力、经国家主管部门政策文件明确认定的绿色电力种类。

3.5

电气化率 electrification rate

终端电力能源消费与终端全部能源消费转化为等效电力后的比值。

3.6

区域碳排放强度 district carbon dioxide emissions of per unit service

在一个完整的供能周期内，区域能源系统总二氧化碳排放量与所提供产品或服务的比值。

注：本文件中所提供产品或服务，对于建筑领域，是指供能建筑面积；对于工业领域，是指产值。

3.7

柔性调节 flexible adjustment

根据本地气候条件、资源条件及用户需求，能源系统调节/管理自身能源需求和供给之间不平衡的能力。

3.8

财务内部收益率 financial internal rate of return

项目在整个计算期内各年财务净现金流量的现值之和等于零时的折现率。

4 总则

4.1 一般规定

4.1.1 区域能源系统评价应以区域为评价对象，并应明确供能规划用地范围和所服务建筑。

4.1.2 区域能源系统评价应根据项目建设进度进行设计评价和运行评价。设计评价应在区域能源系统施工图设计文件审查完成后进行；运行评价应在区域能源系统竣工验收、正常使用一年后，且使用率大于 30%时进行。

4.1.3 区域能源系统设计评价应提交以下资料：

- a) 可行性研究报告、批复文件；
- b) 各专业全套设计图纸、设计说明、计算书；
- c) 设计审查通过或批复文件；
- d) 设计评价阶段所获得分值的证明文件。

4.1.4 区域能源系统运行评价应提交以下资料：

- a) 竣工验收报告；
- b) 运营管理制度及相关文件；
- c) 与能耗、能效相关的运行数据或能效检测报告；
- d) 可公开的运行财务数据。

4.1.5 申请单位应提交自我评价报告和相关文件，并对提交资料的真实性和完整性负责。自我评价报告样本格式参见附录 A。

4.1.6 评价机构应按本文件的有关要求，对申请单位提交的申请文件进行审查，并进行现场考察，确定评价等级，并撰写评价报告，评价报告样本格式参见附录 B。

4.2 评价与等级划分

4.2.1 区域能源系统评价指标体系应符合下列规定：

- a) 应由安全可靠、高效低碳、智慧运行、柔性调节、运营管理、经济效益6类指标组成，且每类指标包含控制项和评分项；评价指标体系还统一设置提高与创新加分项；
- b) 控制项的评定结果应为达标或不达标，评分项和加分项评定结果应为分值；
- c) 设计评价时，不对运营管理指标进行评价，但可预评相关条文；

d) 运行评价时，应对6类指标、提高与创新进行全部评价。

4.2.2 区域能源系统评价分值应符合表 1 的规定。

表 1 区域能源系统评价分值

阶段	控制项 基础分值	评价指标体系评分项						提高与创新 加分项
		安全可靠	高效低碳	智慧运行	柔性调节	运营管理	经济效益	
设计评价	300	120	150	100	80	—	150	100
运行评价	300	120	150	100	80	100	150	100

4.2.3 区域能源系统设计评价总分值应按公式 1 进行计算，运行评价总分值应按公式 2 进行计算：

$$Q_D = (Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_6 + Q_A)/10 \tag{1}$$

$$Q_R = (Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_A)/11 \tag{2}$$

Q_D ——设计评价总得分值；

Q_R ——运行评价总得分值；

Q_0 ——控制项基本分值，当满足所有控制性要求时取 300 分；

$Q_1 \sim Q_6$ ——分别为安全可靠、高效低碳、智慧运行、柔性调节、运营管理、经济效益 6 类指标评分项得分值；

Q_A ——提高与创新加分项得分值。

4.2.4 当区域能源系统有不参评条文时，应按参评条文的评分项实际得分值除以适用于参评能源系统的评分项总分值再乘以 100 分计算。

4.2.5 区域能源系统评价划分为一星级、二星级、三星级 3 个等级，并按下列规定确定：

a) 一星级、二星级、三星级3个等级的区域能源系统均应满足本文件全部控制项要求；

b) 一星级、二星级、三星级3个等级的区域能源系统6类指标中每类指标的评分项得分不应小于其评分值满值的30%；

c) 当总得分值分别达到60分、70分、85分时分别判定为一星级、二星级、三星级。

5 安全可靠评价

5.1 控制项

- 5.1.1 区域内应无洪涝、滑坡、泥石流等自然灾害的威胁，无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁，无电磁辐射、含氡土壤等危害。
- 5.1.2 区域内应具有满足生产、生活所需的电源、水源、燃气等外部的配套供应设施。
- 5.1.3 区域内应有便利的交通运输条件，且应具备废气、废水等的排放条件。
- 5.1.4 能源站应采取隔声、吸声和隔振措施。
- 5.1.5 能源站应符合消防安全、环境保护的要求，便于设备运输吊装。
- 5.1.6 能源站具有应急响应及应急保障措施，应急器具配备到位。
- 5.1.7 能源站应根据燃料、制冷剂的种类特性设置泄漏检测及报警装置，并应与机房内的事故通风系统联锁。
- 5.1.8 对于新开发区域，应根据区域经济社会发展需要和能源资源禀赋情况、能源生产消费特点、生态环境保护要求等，编制区域能源规划。

5.2 资源条件

- 5.2.1 对区域内及周边资源条件进行适宜性分析和资源评估，且至少利用了一种可再生能源，得 10 分。
- 5.2.2 根据当地能源状况、建筑的规模、用途和功能、建设进度、使用特点等，进行多种能源方案的技术、经济比较，得 10 分。
- 5.2.3 区域内构建了多能互补的综合能源系统，得 8 分。

5.3 能源站房

- 5.3.1 能源站靠近负荷中心，并远离噪声比较敏感的建筑和区域，位置设置合理，布置在建筑物或区域常年最小频率风向的上风侧或夏季主导风向的下风侧，得 6 分。
- 5.3.2 能源站按批准的总体规划分期建设，并符合 GB 50736 的有关规定，评价总分为 20 分，按下列规则分别评分并累计：
 - a) 根据建设时序做到远近结合，合理设置总站、分站，得 8 分；
 - b) 预留可拓展、可扩容空间，得 6 分；
 - c) 预留大型设备和管道运输通道、安装、维修与更换的空间，得 6 分。
- 5.3.3 各子能源站互联互通，相互补充、互为备用保障，得 8 分。
- 5.3.4 能源站房独立设置，层高 6m 以上，采取消声降噪措施，地面采用易清洗、抗腐蚀和耐磨的面层，得 6 分。

5.4 输配管网

- 5.4.1 根据能源站位置、负荷分布、其他管线及构筑物、园林绿地、水文、地质条件等因素，进行多种输配管网布置方案技术、经济比较，得 6 分。

- 5.4.2 输配管网管径结合管网投资、道路开挖、年输送能耗等进行综合对比，分析确定，得 5 分。
- 5.4.3 输配管网沿道路边缘敷设，主管网穿越负荷较集中的区域，得 5 分。
- 5.4.4 输配管网设置管道泄漏监测，得 5 分。
- 5.4.5 区域供冷供热水系统形式，当采用分布式二级泵或多级泵系统，且经技术经济比较合理时，得 6 分。

5.5 供需匹配

- 5.5.1 采用当地其他项目实测数据和区域内建筑模拟数据相结合的方式，根据项目建设进度，进行近远期负荷预测，得 7 分。
- 5.5.2 计算逐时负荷和年累计负荷，评价总分值为 7 分，按下列规则分别评分并累计：
 - a) 根据供能规模、建筑类型、入住率、同时使用系数等，计算设计日逐时负荷，得3分；
 - b) 计算全年8760h动态负荷和年累计负荷，得4分。
- 5.5.3 区域能源系统能够根据末端的负荷变化及时响应并调节，得 6 分。
- 5.5.4 供能品质与末端需求匹配，温度对口、压力匹配，得 5 分。

6 高效低碳评价

6.1 控制项

- 6.1.1 建设项目可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含区域能源、可再生能源利用及区域碳排放量分析报告；施工图设计文件应明确节能降碳及可再生能源利用系统运营管理的技术要求。
- 6.1.2 区域能源系统方案选择应遵循优先用电、禁止用煤、谨慎用燃气的原则。
- 6.1.3 区域能源系统冷热源设备、循环水泵、变压器等产品选型应满足 GB 19577、GB 19762、GB 55015、GB 20052、GB 51348、GB 55024 的节能要求。

6.2 系统方案

- 6.2.1 区域内根据资源禀赋，因地制宜利用可再生能源，评价总分值为 12 分，并按下列规则分别评分并累计：
 - a) 在建筑屋面、立面、公园、广场、停车场、市政设施、公共交通站点等场地空间，安装太阳能光伏，装机容量不小于能源站装机容量的5%，得5分；
 - b) 区域内安装风光互补路灯，装机容量不小于0.1MW，得2分；
 - c) 遵循“因地制宜、集约开发、加强监管、安全环保”的原则，开展各类热泵利用，并采用高效热泵机组，装机容量不小于能源站装机容量的30%，得5分。
- 6.2.2 区域能源系统采用蓄冷蓄热技术，经技术、经济比较合理，得 7 分。

- 6.2.3 区域供冷能源站的供能范围及规模应根据建设条件、用能需求合理确定，评价总分为10分，按下列规则分别评分并累计：
- a) 接入建筑类型、建筑功能至少2种以上，且容积率大于3.0，得4分；
 - b) 单个能源站供能建筑面积小于200万m²，得3分；
 - c) 供冷半径小于1.5km，得3分。
- 6.2.4 区域内电动汽车充电设施占比应满足区域规划要求，且10%以上实现车网互动，得6分；
- 6.2.5 区域内露天停车位建设光储充放检一体化充电桩，且不少于20个充电车位，得5分。
- 6.2.6 区域能源系统应进行优化设计与计算，设备选型时，除考虑设计工况下的性能参数外，尚需考虑运行工况下的部分负荷性能，得5分。
- 6.2.7 采用蒸汽压缩循环的冷水（热泵）机组使用全球变暖潜势（GWP）小于600的制冷剂，并采取有效防泄漏措施，得5分。

6.3 技术指标

- 6.3.1 结合当地气候和自然条件合理利用可再生能源，应按附录C.1计算可再生能源利用率，并按表2的规则评分。

表2 可再生能源利用率评分规则

可再生能源利用率（ η_1 ）	得分
$\eta_1 \geq 30\%$	8
$20\% \leq \eta_1 < 30\%$	6
$10\% \leq \eta_1 < 20\%$	4
$1\% \leq \eta_1 < 10\%$	2
$\eta_1 < 1\%$	0

- 6.3.2 综合梯级利用不同能源品位并制定高效运行匹配策略，提高能源系统能源综合利用率。能源综合利用率应按附录C.2计算，并按表3的规则评分。

表3 能源综合利用率评分规则

能源综合利用率（ η_2 ）	得分
$\eta_2 \geq 85\%$	8
$80\% \leq \eta_2 < 85\%$	6
$75\% \leq \eta_2 < 80\%$	4
$60\% \leq \eta_2 < 75\%$	2
$\eta_2 < 60\%$	0

6.3.3 采用电力驱动的用能设备，提高电气化率，电气化率应按附录 C.3 计算，并按表 4 的规则评分。

表4 电气化率评分规则

电气化率 (η_3)	得分
$\eta_3 \geq 85\%$	8
$75\% \leq \eta_3 < 85\%$	6
$65\% \leq \eta_3 < 75\%$	4
$50\% \leq \eta_3 < 65\%$	2
$\eta_3 < 50\%$	0

6.3.4 充分利用绿色低碳电力，提高绿色电力利用水平，绿色电力利用率应按附录 C.4 计算，并按表 5 的规则评分。

表5 绿色电力利用率评分规则

绿色电力利用率 (η_4)	得分
$\eta_4 \geq 25\%$	8
$20\% \leq \eta_4 < 25\%$	6
$10\% \leq \eta_4 < 20\%$	4
$1\% \leq \eta_4 < 10\%$	2
$\eta_4 < 1\%$	0

6.3.5 采用绿色低碳技术开展清洁低碳能源替代，降低区域碳排放强度，并按下列规则评分。
a) 建筑领域，区域碳排放强度应按附录C.5计算，并按表6-1的规则评分；

表6-1 区域碳排放强度评分规则

碳排放强度 C (kgCO ₂ /m ²)	得分
$C \leq 15$	8
$15 < C \leq 20$	6
$20 < C \leq 25$	4
$25 < C \leq 30$	2
$C > 30$	0

b) 对于工业领域，区域碳排放强度应按表6-2的规则评分；

表6-2 区域碳排放强度评分规则

碳效等级	得分
1级	8

2级	6
3级	4
其他	0

注：碳效等级1级是指接入工业互联网的所有用能企业碳效较好的前10%的水平；碳效等级2级是指接入工业互联网的所有用能企业碳效较好的前30%的水平；碳效等级3级是指接入工业互联网的所有用能企业碳效较好的前60%的水平。

6.3.6 选用高效冷热源设备，热泵和冷水机组的性能应符合 GB 19577 的相关规定，应按表 7 的规则评分。

表7 热泵和冷水机组评分规则

能效等级	得分
1 级	8
2 级	5
3 级	2

备注：热泵和冷水机组的类型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、间接蒸发冷却水机组和一体式冷水（热泵）机组。

6.3.7 冷源系统应选择合适的冷源形式及供回水温度，冷源系统综合能效应按附录 C.6 计算，并按表 8 的规则评分。

表8-1 冷源系统综合能效（未采用冰蓄冷技术）评分规则

冷源系统综合能效 EER_{sys}	得分
$EER_{sys} \geq 5.0$	8
$4.0 \leq EER_{sys} < 5.0$	5
$3.0 \leq EER_{sys} < 4.0$	3
$EER_{sys} < 3.0$	0

表8-2 冷源系统综合能效（采用冰蓄冷技术）评分规则

冷源系统综合能效 EER_{sys}	得分
$EER_{sys} \geq 4.0$	8
$3.0 \leq EER_{sys} < 4.0$	5
$2.5 \leq EER_{sys} < 3.0$	3
$EER_{sys} < 2.5$	0

6.3.8 热源系统应因地制宜采用高效低碳的供热方式，一次能源利用率应按附录 C.7 计算，并按表 9 的规则评分。

表9 热源系统一次能源利用率评分规则

热源系统一次能源利用率 (η_5)	得分
$\eta_5 \geq 110\%$	8
$95\% \leq \eta_5 < 110\%$	5
$80\% \leq \eta_5 < 95\%$	3
$\eta_5 < 80\%$	0

6.3.9 区域能源系统采用大温差供冷供热，降低输配能耗，输配能耗占总能耗的比例，应按表 10 的规则评分。

表10 输配能耗占总能耗的比例评分规则

输配能耗占总能耗的比例 (η_6)	得分
$\eta_6 \leq 10\%$	8
$10\% < \eta_6 \leq 15\%$	4
$15\% < \eta_6 \leq 20\%$	2
$\eta_6 > 20\%$	0

6.3.10 合理设置供能半径、选择合理保温材料及保温厚度，降低管网冷热损失，管网冷热损失率应按附录 C.8 计算，应按表 11 的规则评分。

表11 管网冷热损失率评分规则

管网冷热损失率 (η_7)	得分
$\eta_7 \leq 3\%$	8
$3\% < \eta_7 \leq 4\%$	4
$4\% < \eta_7 \leq 5\%$	2
$\eta_7 > 5\%$	0

- 6.3.11 选用节能高效的三相配电变压器，变压器能效等级达到 GB 20052 规定的 2 级，得 3 分；达到 GB 20052 规定的 1 级，得 6 分。
- 6.3.12 配电系统网络架构采用多路环网供电，供电可靠性达到 99.999%，得 6 分。
- 6.3.13 采用无功补偿技术措施，评价总分值为 8 分，应按下列规则评分并累计：
- a) 变电室采用集中式无功补偿装置，且低压侧功率因数不低于0.95，得3分；
 - b) 功率因数低的大功率用电设备在就地配电系统中设置无功补偿装置，且功率因数不低于0.95，得3分；
 - c) 无功补偿器采用静止无功补偿装置（SVC）或静止无功发生器（SVG）等技术，得2分。

7 智慧运行评价

7.1 控制项

7.1.1 区域能源系统应具有各子系统分项计量和重点用能设备单独计量功能，计量器具应符合 GB 17167、GB/T 29871、GB/T 38692 的有关规定。

7.1.2 区域能源系统应具有安全保护、自动监测、优化调控功能，并应建立完善的网络安全防护体系。

7.2 计量和监控

7.2.1 对区域内能源站供能侧、产能侧、输配侧、需求侧分别进行计量，得 15 分。

- a) 能源站总供冷（热）量、燃料消耗量；
- b) 冷热电联供系统、可再生能源系统的发电量、消纳量、并网量、上网量，储能装置充放电量；
- c) 冷水（热泵）机组、电锅炉、空气源热泵、冷却塔等主要耗电设备的功率和耗电量；
- d) 能源站、换热站各级循环水泵的功率和耗电量；
- e) 换热站、建筑入口处的总供冷（热）量；
- f) 太阳能光热系统的热水量、水泵的功率和耗电量；
- g) 系统补水量。

7.2.2 对能源站重要位置参数进行监测，监测下列内容中的 4 项，得 5 分；监测 6 项，得 10 分；监测 7 项，得 15 分。

- a) 工艺系统总管路和子系统支管路的进出口温度、压力、流量；
- b) 总高低压进线柜处和子系统支路高低压进线柜处的电压、电流、功率因数、有功功率、累计电量；
- c) 主要耗能设备的耗能量；
- d) 可再生能源发电系统产能量、消纳量；可再生能源供热系统供热量、低品位热源取热量；
- e) 换热器进出口温度、压力、瞬时流量、累计流量；
- f) 分集水器温度、压力或压差；
- g) 水过滤器前后压差。

7.2.3 能源站自动控制功能满足下列要求中的 4 项，得 5 分；满足 5 项，得 10 分；满足 6 项，得 18 分。

- a) 系统自动保护功能；
- b) 系统、设备的远程和本地控制；
- c) 主机设备根据负荷需求自动执行优化运行策略；
- d) 冷冻水系统、冷却水系统变流量、变温差或压差控制；
- e) 系统设备自动联锁控制；
- f) 系统自动寻优控制和能效持续优化。

7.2.4 通过数字化、智能算法、柔性调节等手段持续低碳、经济运行，并根据运行碳排放年度核算结果，动态调整低碳运行目标，得 7 分。

7.3 评价指标

7.3.1 采用信息技术、人工智能技术等进行智慧能源运行管理，包括但不限于大数据分析、机器学习算法以及智能传感器技术，以实现高效的能源调度和控制。评价总分为 15 分，按表 12 的规则评分。

表12 智慧能源运行管理覆盖率评分规则

智慧能源运行管理覆盖率 (η_8)	得分
$\eta_8 \geq 98\%$	15
$95\% \leq \eta_8 < 98\%$	10
$90\% \leq \eta_8 < 100\%$	5
$\eta_8 < 90\%$	0

7.3.2 能源站设置能源管理平台，利用人工智能进行负荷预测，运行优化，实现下列功能中的 5 项，得 10 分；实现 6 项，得 15 分；实现 8 项，得 30 分。

- a) 实时监测、显示运行参数和设备状态，记录和存储5年以上的所有运行及相关数据；
- b) 设置和修改负荷预测、设备模型、控制算法、机组群控等功能模块，实现优化控制；
- c) 利用人工智能方法开展数据分析，实现系统故障实时监测、诊断与处理；
- d) 参数列表、故障列表、曲线图、运行日志及多种报表自动生成功能；
- e) 电、气、热、冷、蒸汽的消耗记录，分析和管理功能；
- f) 设备能效、系统能效、运行费用等的计算和统计，并能输出数据报表；
- g) 操作者权限控制功能和与其他系统数据共享功能；
- h) 建立碳排放管理，实现能源管控和调度功能。

8 柔性调节评价

8.1 控制项

- 8.1.1 区域能源系统应配置柔性资源，且区域内应具备进行柔性调节的软硬件。
- 8.1.2 区域能源系统应具备接受电网公司或负荷聚合商的远端控制，并根据电力系统运行需要，改变系统运行状态、调整用电功率或功率输出大小的能力。
- 8.1.3 区域能源系统在进行柔性调节时，应优先保障用户用能安全与服务质量，不得超过设备安全允许的调节范围。
- 8.1.4 区域内应通过柔性调节提升参与电网互动响应和可再生能源消纳的能力。

8.2 柔性资源

8.2.1 区域能源系统应在能源供应、能源转换、能源存储和能源消费各环节采取柔性调节措施，提高系统的柔性调节能力，评价总分值为 20 分，按下列规则评分并累计：

a) 采用具有调峰、填谷等作用的储能技术与设备，实现冷热（量）和电能转移和储存，增强系统可靠性和独立性，得6分；

b) 充分发挥建筑本体围护结构、输配管网和暖通空调系统末端设备的蓄冷蓄热能力，利用可调设备电器、电动汽车等资源，得6分。

c) 柔性资源容量不应低于设计负荷的10%，得8分。

8.2.2 区域能源系统应至少参与下列一种柔性调节方式，得 7 分：

a) 价格需求响应：根据分时电价、峰谷电价、尖峰电价等价格信息，主动调整柔性资源的运行状态；

b) 日前邀约需求响应：直接参与或通过负荷聚合商、虚拟电厂运营商代理参与日前邀约需求响应；

c) 实时需求响应：直接参与或通过负荷聚合商、虚拟电厂运营商代理参与实时需求响应；

d) 参与辅助服务市场、容量市场。

8.2.3 区域设置电动汽车充电桩智能管理系统，评价总分值为 8 分，按下列规则分别评分并累计：

a) 对电动汽车充电桩充放电量的单独计量和收费，得2分；

b) 具有区域电动汽车充电桩的多用户分时共享模式，得2分；

c) 与可再生能源发电、建筑用电负荷管理等协同，实现电动车的智能柔性充放电，得4分。

8.3 评价指标

8.3.1 应采取措施，提高区域内能源系统柔性调节能力，系统柔性调节效果应按表 13 的规则评分，评价总分值为 15 分。其中，最大调节容量比例应按附录 C.9 计算，调节电量比例应按附录 C.10 计算。

表 13 系统柔性调节效果评分规则

最大调节容量比例 (η_{max})	调节电量比例 (γ)	得分
$\eta_{max} \geq 20\%$	$\gamma \geq 20\%$	15
$15\% \leq \eta_{max} < 20\%$	$15\% \leq \gamma < 20\%$	12
$10\% \leq \eta_{max} < 15\%$	$10\% \leq \gamma < 15\%$	8
$5\% \leq \eta_{max} < 10\%$	$5\% \leq \gamma < 10\%$	5
$\eta_{max} < 5\%$	$\gamma < 5\%$	0

注：最大调节容量比例、调节电量比例两项指标需同时满足才可以得分。

8.3.2 应采取措施提供区域能源系统柔性调节可靠性，区域能源系统柔性调节可靠性应按照表 14 的规则评分，总分 15 分。其中，最大调节功率偏差率应按附录 C.11 计算，调节电量偏差率应按附录 C.12 计算。

表 14 系统柔性调节可靠性评分规则

最大调节功率偏差率（ α_p ）	调节电量偏差率（ α_E ）	得分
$\alpha_p \leq 15\%$	$\alpha_E \leq 15\%$	15
$15\% < \alpha_p \leq 20\%$	$15\% < \alpha_E \leq 20\%$	12
$20\% < \alpha_p \leq 25\%$	$20\% < \alpha_E \leq 25\%$	8
$25\% < \alpha_p \leq 30\%$	$25\% < \alpha_E \leq 30\%$	5
$\alpha_p > 30\%$	$\alpha_E > 30\%$	0

注：最大调节功率偏差率、调节电量偏差率两项指标需同时满足才可以得分。

8.3.3 区域能源系统柔性调节过程性能应按照表 15 的规则评分，评价总分值为 15 分。其中，响应时间应按附录 C.13 计算，响应速率应按附录 C.14 计算，持续时间应按附录 C.15 计算。

表15 系统柔性调节过程性能评分规则

响应时间（ T_1 ）	响应速率（ v ）	持续时间（ T_2 ）	得分
$t_1 \leq 5\text{min}$	$v \geq$ 最大调节容量的 15%/min	$T \geq 2\text{h}$	15
$5\text{min} < t_1 \leq 10\text{min}$	$v \geq$ 最大调节容量的 15%/min	$1\text{h} < T \leq 2\text{h}$	12
$10\text{min} < t_1 \leq 15\text{min}$	$v \geq$ 最大调节容量的 15%/min	$30\text{min} \leq T < 1\text{h}$	8
$15\text{min} < t_1 \leq 20\text{min}$	$v \geq$ 最大调节容量的 15%/min	$15\text{min} \leq T < 30\text{min}$	5
$t_1 > 20\text{min}$	$v \geq$ 最大调节容量的 15%/min	$T < 15\text{min}$	0

注：响应时间、响应速率、持续时间三项指标需同时满足才可以得分。

9 运营管理评价

9.1 控制项

- 9.1.1 运营管理单位应建立健全运行管理制度、安全操作规程、能源服务管理制度、应急预案管理体系，确保区域能源系统安全运行。
- 9.1.2 各专业技术服务人员配置应完备，定期进行技术培训，并应按照国家相关规定持证上岗。
- 9.1.3 区域能源系统中的安全防护及保护装置应定期检查，冷媒泄露报警装置、应急通风系统、漏电保护装置、过载保护装置、高温高压保护装置等功能应正常有效，并留存完整的检查记录。

9.2 运维管理

9.2.1 建立智能运维管理系统，实现主动巡检工单派发、故障报警、记录查询等智能运维功能，评价分值 8 分。

9.2.2 区域能源系统的主要设备、附件、管道及控制系统应定期保养、维护和检修，工艺系统中的温度、压力、流量、液位等仪器仪表传感器应正常工作，并定期校验、标定和维护，留存完整的维保记录及校验记录，评价总分为 8 分。

9.2.3 定期检查冷热源、循环水泵、冷却塔、可再生能源利用等设备，并根据监测和运行数据进行设备、系统的运行优化，评价总分为 12 分，按下列规则分别评分并累计：

- a) 近一年内开展了能效评估或节能降碳审核等工作，得6分；
- b) 制定并实施设备或系统能效持续提升方案，得6分。

9.2.4 区域能源网络安全系统运维，评价总分为 10 分，按下列规则分别评分并累计：

- a) 区域能源网络安全系统采用多层网络架构，如管理层、控制层和现场层三层网络结构，得2分；
- b) 区域能源网络安全系统冗余合理，主控制器采用冗余控制器，得2分；
- c) 区域能源网络安全系统具备孤网运行的能力或具有独立的防火墙，得2分；

d) 对系统数据服务器、数据采集网关、监测计量、通信线路等软件和硬件，应进行定期日常维护、巡检、病毒防护、升级与管理，得2分。

9.2.5 能源系统的水质和用水量记录应完整准确，评价总分为 4 分，按下列规则分别评分并累计：

- a) 定期进行水质监测，记录完整、准确，得2分；
- b) 污水、再生水、地表水、地下水等低位热源用水量和系统补水量记录完整、准确，得2分。

9.3 服务管理

9.3.1 运营单位具有 GB/T 23331、GB/T 2589 的能源管理体系认证，得 8 分。

9.3.2 实施能源管理激励机制，管理业绩与节约能源资源、提高经济效益挂钩，得 7 分。

9.3.3 建立服务信息系统，实现下列功能中的 3 项，得 5 分；实现 5 项，得 10 分；实现 7 项，得 15 分。

- a) 申请、办理能源服务业务功能；
- b) 缴费、缴费历史信息查询功能；
- c) 报修、预约、进度查询功能；
- d) 在线咨询功能；
- e) 投诉处理功能；
- f) 供能故障、抢修等信息通知功能；
- g) 其他信息提醒功能。

9.3.4 以用户为导向，提供优质供能服务，评价总分为 16 分，并按下列规则分别评分并累计：

- a) 供能设施抢修响应率达到100%，得4分；
- b) 投诉处理及时率达到100%，得4分；
- c) 报修处理响应率100%，得4分；
- d) 报修处理及时率98%及以上，得2分；
- e) 投诉办结率达到95%及以上，得2分。

9.3.5 区域能源系统应保证用户室内舒适度，供能舒适满意度评价总分为 12 分，按表 16 的规则评分：

表16 供能舒适满意度评分规则

供能舒适满意度 (η_8)	得分
$\eta_8 \geq 95\%$	12
$90\% \leq \eta_8 < 95\%$	8
$85\% \leq \eta_8 < 90\%$	4
$\eta_8 < 85\%$	0

10 经济效益评价

10.1 控制项

- 10.1.1 在区域能源服务周期内，应进行成本效益分析，制定明确的投融资方案和可持续性的收费方案；与用户签订长期供能协议，确保项目在运营期间具备稳定的财务支撑，保障其正常运营。
- 10.1.2 项目全部投资财务内部收益率（FIRR）应不低于行业基准收益率 6%。
- 10.1.3 能源服务单位应具备风险识别、风险评估、风险评级等措施。对项目收益风险、建设风险、融资风险、建设周期风险、运营成本费用风险、政策风险等，进行全面的风险防控措施分析。

10.2 财务评价

10.2.1 区域能源项目具有良好的经济效益，评价总分为 30 分，项目投资财务内部收益率按表 17 的规则评分。

表17 项目投资财务内部收益率评分规则

项目投资财务内部收益率 ($FIRR$)	得分
$FIRR \geq 12\%$	30
$10 \leq FIRR < 12\%$	20
$8 \leq FIRR < 10\%$	15
$6 \leq FIRR < 8\%$	8

$FIRR < 6\%$	0
--------------	---

10.2.2 能源服务收费标准明确，评价总分为 20 分，能源服务收费率按表 18 的规则评分。

表18 能源服务收费率评分规则

能源服务收费率 (η_9)	得分
$\eta_9 \geq 90\%$	20
$70\% \leq \eta_9 < 90\%$	10
$60\% \leq \eta_9 < 70\%$	5
$\eta_9 < 60\%$	0

10.2.3 区域能源项目投资回收期合理，评价总分为 20 分，项目动态回收期按表 19 的规则评分。

表19 动态回收期评分规则

动态回收期 (P_t)	得分
$P_t \leq 10$	20
$10 < P_t \leq 12$	12
$12 < P_t \leq 14$	8
$14 < P_t \leq 16$	5
$P_t > 16$	0

10.2.4 建立经济效益监测机制，对能源价格波动、政策变化、市场需求变动等风险进行敏感性分析，提出应对预案，评价总分为 30 分，按下列规则分别评分并累计。

- a) 建立经济效益监测机制，得7分；
- b) 对能源收费价格、工程静态总投资、入住率与使用强度、外购水电燃气价格等因素进行敏感性分析并提出预案，得15分；
- c) 未出现敏感性风险，或出现后应对预案落实到位，及时响应，得8分。

10.2.5 对区域能源项目进行全生命周期成本分析，在经济效益、环保效益和社会效益之间实现良好平衡，评价总分为 25 分，按下列规则分别评分并累计：

- a) 对区域能源项目进行全生命周期成本分析，并选取成本较低的技术方案，得15分；
- b) 远期规划和近期建设相结合，预留升级接口，降低未来改造或扩容的成本，得10分。

10.2.6 在区域能源项目服务周期内，采用市场化模式进行推动，评价总分为 25 分，按下列规则分别评分并累计：

- a) 采用合同能源管理、公私合营、特许经营或其他市场化经营模式进行区域能源项目的运营，降低公共财政负担，得7分；

- b) 纳入地方财政补贴、税收减免或政策支持范围，得8分；
- c) 获得绿色金融支持或纳入国家/地方示范项目，得10分。

11 提高与创新评价

11.1 一般规定

11.1.1 区域能源系统评价时，提高与创新性得分为加分项得分之和，当得分大于 100 分时，应取 100 分。

11.2 提高与创新

11.2.1 能源站选址应充分考虑节约用地，和其他市政基础设施结合建设，或与公园绿地结合设置在地下，得 8 分。

11.2.2 应用建筑信息模型（BIM）技术，评价总分为 12 分，按下列规则分别评分并累计：

- a) 在能源站规划设计阶段应用BIM技术，得3分；
- b) 在能源站施工建造阶段应用BIM技术，得6分；
- c) 在能源站运行维护阶段应用BIM技术，得3分。

11.2.3 能源站采用节约资源的创新型技术，能源系统、设备能效等高于本文件第 6.3.6、第 6.3.7、第 6.3.8 条规定最高得分上限 10%，得 10 分。

11.2.4 能源站采用智慧友好的创新型技术，评价总分为 30 分，按下列规则分别评分并累计：

- d) 采用能源站关键设备实时在线监测技术，实现连续高效供能，得5分；
- e) 采用机器学习、深度学习等前沿技术进行负荷预测、数据分析，实现能效持续优化，得10分；
- f) 采用机器人智能巡检技术，实现能源站的无人运维管理，得10分；
- g) 采用碳资产管理技术，实现能源生产、输配、存储、使用等环节的碳资产管理，得5分。

11.2.5 能源站采用绿电交易、碳交易等创新型交易机制，评价分值为 15 分。

11.2.6 区域内统筹推进低碳建筑、电动汽车、光伏、光热设备及其他可再生能源的有效利用，开展可再生能源发电、储能、高效用电、节电和智慧微电网建设，得 10 分。

11.2.7 其他降低运行能耗和碳排放，提高系统效率和柔性调节能力的创新举措，每增加一项得 5 分，最高不超过 15 分。

12 评价报告

12.1.1 根据区域能源系统评价的要求，确定区域能源系统评价报告的具体内容。评价报告应包括下列内容：

- a) 项目概况和报告主体基本信息；
- b) 评价依据；
- c) 评价内容；
- d) 评价过程；

e) 审查结果;

f) 评价指标的评价结果;

g) 等级评价结果。

12.1.2 报告主体基本信息应包括企业名称、单位性质、报告年度、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

12.1.3 应根据第 5~11 章的计算结果,按照第 4 章的相关规定进行等级判定,并注明评价结果。

附 录 A
(资料性)
自评价报告 (样本)

项目名称: _____

项目概况: _____

申请单位: _____

评价阶段: ☐ 设计评价 ☐ 运行评价

自评结果: _____

自评单位: (盖章)

项目负责人: (签字)

年 月 日

图 A.1 自评价报告封面

表 A.1 自评价表（样表）

申请单位					
地 址		联系电话			
工程名称					
工程地址		申请日期			
评价阶段	☐ 设计评价 ☐ 运行评价				
自评结果	☐ 1 星 ☐ 2 星 ☐ 3 星				
章节	具体条款	分值	自评	得分简要说明	
5 安全可靠	5.1 控制项	5.1.1			
		5.1.2			
		5.1.3			
		5.1.4			
		5.1.5			
		5.1.6			
		5.1.7			
		5.1.8			
	5.2 资源条件	5.2.1			
		5.2.2			
		5.2.3			
	5.3 能源站房	5.3.1			
		5.3.2			
		5.3.3			
		5.3.4			
	5.4 输配管网	5.4.1			
		5.4.2			
		5.4.3			
		5.4.4			
		5.4.5			
5.5 供需匹配	5.5.1				
	5.5.2				
	5.5.3				
	5.5.4				
6 高效低碳	6.1 控制项	6.1.1			

		6.1.2			
		6.1.3			
	6.2 系统方案	6.2.1			
		6.2.2			
		6.2.3			
		6.2.4			
		6.2.5			
		6.2.6			
		6.2.7			
	6.3 技术指标	6.3.1			
		6.3.2			
		6.3.3			
		6.3.4			
		6.3.5			
		6.3.6			
		6.3.7			
		6.3.8			
		6.3.9			
		6.3.10			
		6.3.11			
		6.3.12			
		6.3.13			
7 智慧运行	7.1 控制项	7.1.1			
		7.1.2			
	7.2 计量和监控	7.2.1			
		7.2.2			
		7.2.3			
		7.2.4			
	7.3 评价指标	7.3.1			
		7.3.2			
8 柔性调节	8.1 控制项	8.1.1			
		8.1.2			
		8.1.3			

		8.1.4			
	8.2 柔性负荷	8.2.1			
		8.2.2			
		8.2.3			
	8.3 评价指标	8.3.1			
		8.3.2			
		8.3.3			
9 运维管理	9.1 控制项	9.1.1			
		9.1.2			
		9.1.3			
	9.2 技术管理	9.2.1			
		9.2.2			
		9.2.3			
		9.2.4			
		9.2.5			
	9.3 服务管理	9.3.1			
		9.3.2			
		9.3.3			
		9.3.4			
		9.3.5			
10 经济效益	10.1 控制项	10.1.1			
		10.1.2			
		10.1.3			
	10.2 财务评价	10.2.1			
		10.2.2			
		10.2.3			
		10.2.4			
		10.2.5			
		10.2.6			
11 提高与创新	11.1 控制项	11.1.1			
	11.2 提高与创新	11.2.1			
		11.2.2			
		11.2.3			

		11.2.4			
		11.2.5			
		11.2.6			
		11.2.7			
总得分					

自评单位：(盖章)

项目负责人：(签字)

年 月 日

附 录 B
(资料性)
评价报告 (样本)

项目名称: _____

申请单位: _____

评价单位: _____

评价阶段: ☐ 设计评价 ☐ 运行评价

评价结果: _____

评价单位: _____

(盖章)

年 月 日

图 B.1 评价报告封面

表 B.1 审查表（样表）

报告编号：第 页 共 页

申请单位			
地 址		联系电话	
工程名称			
工程地址		测评日期	
评价单位			
地 址		联系电话	
审查结果			
序号		项目	结论
资料审查	1		☐ 合格 ☐ 不合格
	2		☐ 合格 ☐ 不合格
	3		☐ 合格 ☐ 不合格
	4		☐ 合格 ☐ 不合格
	5		☐ 合格 ☐ 不合格
	6		☐ 合格 ☐ 不合格
	7		☐ 合格 ☐ 不合格
	8		☐ 合格 ☐ 不合格
	9		☐ 合格 ☐ 不合格
	10		☐ 合格 ☐ 不合格
	11		☐ 合格 ☐ 不合格
	12		☐ 合格 ☐ 不合格
	13		☐ 合格 ☐ 不合格
	14		☐ 合格 ☐ 不合格
			☐ 合格 ☐ 不合格
审查结论			☐ 合格 ☐ 不合格

评价报告表（样表）见表 B.2。

表 B.2 评价报告表（样表）

报告编号：第 页 共 页

评价指标（区域能源系统）		
序号	项目	得分
1	控制项评价	
2	安全可靠评价	
3	高效低碳评价	
4	智慧运行评价	
5	柔性调节评价	
6	运营管理评价	
7	经济效益评价	
8	提高与创新评价	
最终得分		
等级评定		☐ 一星级 ☐ 二星级 ☐ 五星级
批准：	审核：	主检： 日期：
说明：此表为评价报告总表，在评价报告正文中要求给出详细的评价情况及结果，正文至少包括下列几部分内容：1）项目概况；2）评价依据；3）评价内容；4）评价过程；5）评价结果。		

附录 C
(规范性)
关键评价指标计算方法

C.1 可再生能源利用率

可再生能源利用率应按式C.1计算：

$$\eta_1 = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i}$$
 (C.1)

式中：

- η_1 ——可再生能源利用率，%；
- EP_h ——供热系统中可再生能源利用量，kWh；
- EP_c ——供冷系统中可再生能源利用量，kWh；
- EP_w ——生活热水系统中可再生能源利用量，kWh；
- Q_h ——年供暖耗热量，kWh；
- Q_c ——年供冷耗热量，kWh；
- Q_w ——年生活热水耗热量，kWh；
- E_l ——除供冷供热及供生活热水系统外，其它系统耗电量，kWh；
- $E_{r,i}$ ——年本体产生的i类型可再生能源发电量，kWh；
- $E_{rd,i}$ ——年周边产生的i类型可再生能源发电量，kWh；
- f_i ——i类能源的能源转换系数，参考表C.1。

表 C.1 能源转换系统

能源类型	换算单位	能源换算系数
标准煤	kWh/kgce _{终端}	8.14
天然气	kWh/m ³ _{终端}	9.85
热力	kWh/kWh _{终端}	1.22
电力	kWh/kWh _{终端}	2.6
生物质能	kWh/kWh _{终端}	0.2
电力（光伏、风力等可再生能源发电）	kWh/kWh _{终端}	2.6
见GBT 51350-2019的附录A		

供热系统中可再生能源利用量应按式C.2进行计算：

$$\begin{aligned}
EP_h &= EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio} \\
EP_{h,geo} &= Q_{h,geo} - E_{h,geo} \\
EP_{h,air} &= Q_{h,air} - E_{h,air} \\
EP_{h,sol} &= Q_{h,sol} \\
EP_{h,bio} &= Q_{h,bio}
\end{aligned} \tag{C.2}$$

式中:

$EP_{h,geo}$ ——地源热泵供热系统年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,air}$ ——空气源热泵供热系统年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,sol}$ ——太阳能热水供热系统年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,bio}$ ——生物质供热系统年可再生能源利用量, kWh;

$Q_{h,geo}$ ——地源热泵系统的年供热量, kWh;

$Q_{h,air}$ ——空气源热泵系统的年供热量, kWh;

$Q_{h,sol}$ ——太阳能系统的年供热量, kWh;

$Q_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年供热量, kWh;

$E_{h,geo}$ ——地源热泵机组年供热耗电量, kWh;

$E_{h,air}$ ——空气源热泵机组年供热耗电量, kWh。

供冷系统中可再生能源利用量应按下式C.3和C.4进行计算:

$$EP_c = EP_{c,sol} \tag{C.3}$$

$$EP_{c,sol} = Q_{c,sol} \tag{C.4}$$

式中:

$EP_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年可再生能源利用量 (kWh) ;

$Q_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年供冷量 (kWh) 。

生活热水系统中可再生能源利用量应按下式C.5进行计算:

$$\begin{aligned}
EP_w &= EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio} \\
EP_{w,geo} &= Q_{w,geo} - E_{w,geo} \\
EP_{w,air} &= Q_{w,air} - E_{w,air} \\
EP_{w,sol} &= Q_{w,sol} \\
EP_{w,bio} &= Q_{w,bio}
\end{aligned} \tag{C.5}$$

式中:

$EP_{w,geo}$ ——地源热泵生活热水系统年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,air}$ ——空气源热泵生活热水系统年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,sol}$ ——太阳能生活热水系统年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统年可再生能源利用量, kWh;

$Q_{w,geo}$ ——地源热泵系统的年生活热水供热量, kWh;

$Q_{w,air}$ ——空气源热泵系统的生活热水年供热量, kWh;

$Q_{w,sol}$ ——太阳能系统的年生活热水供热量, kWh;

$Q_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年生活热水供热量, kWh;

$E_{w,geo}$ ——地源热泵机组供生活热水年耗电量, kWh;

$E_{w,air}$ ——空气源热泵机组供生活热水年耗电量, kWh;

C.2 能源综合利用率

以气体或液体燃料为一次能源的区域冷热电能源系统的能源综合利用率应按下式C.6计算:

$$\eta_2 = \frac{3.6W + Q_1 + Q_2}{B \times k} \quad (C.6)$$

式中:

η_2 ——年平均能源综合利用率, %;

W——年净输出电, kWh;

Q_1 ——年余热供热总量, MJ;

Q_2 ——年余热供冷总量, MJ;

B——年燃料总耗量, Nm^3 ;

k——燃料低位发热量, MJ/ Nm^3 ; 参照GB/T 2589表A.1各种能源折标准煤系数。

以气体或液体化石燃料、气体生物质燃料、氢、可再生能源发电(风电、太阳能发电等)、网电(来自公共电力网的电, 仅限于用作风机, 水泵的动力), 外部工业余热, 太阳热能等多能源互补驱动的区域冷热电能源系统的能源综合利用率应参照GB/T 33757.2计算。

C.3 电气化率

电气化率应按下式 C.7 计算

$$\eta_3 = \frac{E_d \times f_i}{\sum E_i \times f_i} \quad (C.7)$$

式中:

η_3 ——电气化率, %;

E_d ——区域能源系统年电力消耗量, kWh;

E_i ——第i类能源消耗量;

f_i ——第i类能源的能源转换系数, 参考表C.1。

C.4 绿色电力利用率

绿色电力利用率应按下式C.8计算。

$$\eta_4 = \frac{E_g}{E_d} \quad (C.8)$$

式中:

η_4 ——绿色电力利用率, %;

E_d ——区域能源系统年总用电量，kWh；

E_g ——区域内消纳的、外调输入的以及进行碳交易等的年可再生能源绿色电量，kWh。

C.5 建筑区域碳排放强度

建筑区域碳排放强度应按式C.9计算：

$$C = (\lambda_e \times E_e + \sum (\lambda_j \times M_j \times k_j) + \lambda_{he} \times Q_{he}) / A \quad (C.9)$$

式中：

C ——建筑区域碳排放强度，kgCO₂/m²年；

λ_{eCO_2} ——电力的CO₂排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时(kgCO₂e/kW·h)，应采用国家最新发布的国家温室气体排放因子数据库的相关数据；

E_e ——区域能源系统年电力消耗量，kWh；

M_j ——区域能源系统第*i*种燃料年消耗量，Nm³或kg；

k_j ——区域能源系统第*i*种燃料的平均低位发热量，kJ/Nm³或者kJ/kg；参照GB/T 2589表A.1各种能源折标准煤系数。

λ_j ——区域能源系统第*i*种燃料单位热量的CO₂排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦(kgCO₂e/kJ)，应采用国家最新发布的国家温室气体排放因子数据库的相关数据；

Q_{he} ——区域能源系统市政热力消耗量，MJ；

λ_{he} ——市政热力的二氧化碳排放因子，参照《温室气体排放核算与报告 第4部分：铝冶炼企业》取值为0.11 kgCO₂/MJ；

A ——供能建筑面积，m²。

C.6 冷源系统综合能效

冷源系统综合能效应按式C.10计算。

$$EER_{sys} = \frac{Q_c}{E_c} \quad (C.10)$$

式中：

EER_{sys} ——冷源系统综合能效，kWh/kWh；

$Q_{C(H)}$ ——供冷系统的年供冷量，kWh；

$E_{C(H)}$ ——冷源主机、冷水输配系统水泵、冷源侧附属设备的年净输入电力之和，kWh。

C.7 热源系统一次能源利用率

常规供热系统的一次能源利用率可按式C.11计算：

$$\eta_5 = \frac{Q_r}{Q_p} \quad (C.11)$$

式中：

η_5 ——供热系统的一次能源利用率；

Q_r ——供热系统的年供热量, kWh;

Q_p ——供热系统的年一次能源消耗量, kWh。

热泵供热系统一次能源利用率可按照下式C.12计算:

$$\eta_5 = \frac{Q_r}{Q_p} = \frac{Q_r}{W_r} \times \frac{W_r}{Q_p} = COP_r \times \eta_f \times (1 - \eta_s) \quad (C.12)$$

式中:

W_r ——热泵供冷(热)系统年耗电量, kWh; ;

COP_r ——热泵供冷(热)系统运行能效;

η_f ——一次能源发电效率, 可取33%;

η_s ——电力输送损耗率, 可取5%。

C.8 管网冷热损失率

管网冷热损失率应按下式C.13计算:

$$\eta_7 = (1 - \sum_{j=1}^n Q_{a,j} / Q_{a,t}) \times 100\% \quad (C.13)$$

式中:

η_7 ——供冷供热系统室外管网冷热损失率;

$Q_{a,j}$ ——第j个热力入口处的年供冷供热量, MJ;

$Q_{a,t}$ ——冷热源的年供冷供热量, MJ。

C.9 最大调节容量比例

最大调节容量比例是用于评价系统柔性调节能力的指标, 为区域能源系统在t时刻的最大调节容量和同一时刻不调节时的基线功率比值, 其计算公式如下式C.14~C.16:

$$\Delta P(t) = P(t) - P_0(t) \quad (C.14)$$

$$\Delta P_{max} = \max\{|\Delta P(t)|, |\Delta P(t+1)|, \dots, |\Delta P(t+T)|\} \quad (C.15)$$

$$\eta_{max} = \frac{\Delta P_{max}}{P_0(t)} \times 100\% \quad (C.16)$$

式中:

$\Delta P(t)$ ——区域能源系统在t时刻的调节容量, kW;

$P(t)$ ——区域能源系统在t时刻的实际功率, kW;

$P_0(t)$ ——同一时刻不调节时的基线功率, kW;

ΔP_{max} ——最大调节容量, kW;

T ——调节时段, 按最大调节容量 ΔP 调节时, 区域能源系统可以保持的最大可持续的时长, min;

η_{max} ——最大调节容量比例。

C.10 调节电量比例

调节电量比例应按下式C.17~ C.20计算:

$$Q_{up} = \int_t^{t+T} \Delta P(t) dt \quad (C.17)$$

$$Q_{down} = \int_t^{t+T} \Delta P(t) dt \quad (C.18)$$

$$\gamma_{up} = Q_{up} / \int_t^{t+T} P_0(t) dt \quad (C.19)$$

$$\gamma_{down} = Q_{down} / \int_t^{t+T} P_0(t) dt \quad (C.20)$$

式中：

Q_{up} 和 Q_{down} ——分别为向上调节和向下调节电量，kWh；

γ_{up} 和 γ_{down} ——分别为向上调节和向下调节电量比例，%。

C.11 最大调节功率偏差率

在区域能源系统调节期间，最大调节功率偏差率应按下式 C.21计算：

$$\alpha_P(t) = \frac{|P(t) - P^*(t)|}{P^*(t)} \times 100\% \quad (C.21)$$

式中：

$\alpha_P(t)$ —区域能源系统最大调节功率偏差率；

$P(t)$ —区域能源在t时刻的功率，kW；

$P^*(t)$ —区域能源在t时刻的调节指令的目标功率，kW。

C.12 调节电量偏差率

调节电量偏差率应按下式C.22计算：

$$\alpha_P = \frac{\int_t^{t+T} |P(t) - P^*(t)| dt}{\int_t^{t+T} P^*(t) dt} \quad (C.22)$$

式中：

T—全天24h为调节周期。

C.13 响应时间

区域能源系统柔性调节响应时间应按下式C.23计算：

$$T_1 = t_1 - t_0 \quad (C.23)$$

式中：

T_1 —区域能源系统柔性调节响应时间

t_0 —区域能源系统接收到调节指令的时刻；

t_1 —区域能源系统运行功率首次达到调节指令目标值90%的时刻。

C.14 响应速率

区域能源系统柔性调节响应速率应按下式C.24计算：

$$v = \frac{|P(t_1) - P(t_0)|}{T_1} \quad (C.24)$$

式中：

v —区域能源系统柔性调节响应速率；

$P(t_1)$ —区域能源系统接收到调节指令的时刻系统功率，kW；

$P(t_0)$ —区域能源系统运行功率首次达到调节指令目标值90%的时刻功率，kW。

C.15 持续时间

区域能源系统柔性调节持续时间应按下式C.25计算：

$$T_2 = t_3 - t \tag{C.25}$$

式中：

T_2 —区域区域能源系统柔性调节持续时间；

t_3 —区域能源系统运行功率偏差首次超容许范围的时刻；

t_2 —调节过程中达到容许的最大功率偏差值的时刻。
