

ICS 27.200

CCS Q 76

# 团 体 标 准

T/CAQI 503-2026

## 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价

Comprehensive evaluation of virtual carbon emission reduction of  
thermal storage

2026-02-12 发布

2026-03-12 实施

中国质量检验协会 发布

## 前 言

本标准根据《中国质量检验协会关于下达〈蓄冷储热虚拟碳减排综合评价〉团体标准制定项目计划的函》（质检协函〔2025〕101号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要内容包括：总则、术语、基本规定、基准虚碳、移峰虚拟碳减、能效虚拟碳减、多元虚拟碳减、附加虚拟碳减。

本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国质量检验协会负责管理，由广东览讯科技开发有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至广东览讯科技开发有限公司（地址：广东省肇庆市四会市高新技术开发区文德四街12号，邮编：526242；电子邮箱：13661537335@126.com）。

本标准主编单位：广东览讯科技开发有限公司

本标准参编单位：河北空调工程安装有限公司

上海极碳微网科技有限公司

上海路明星光智能科技有限公司

河南羿赐智能科技有限公司

上海庄生机电工程设备有限公司

北京中汇华兴供热技术服务有限公司

中国建筑西北设计研究院有限公司

同济大学

上海萃纯新能源科技有限公司

山西博源电力科技有限公司

广州凌富机电有限公司

上海华电源信息技术有限公司  
润沣清源（陕西）传热科技有限公司  
广州泰阳能源科技有限公司  
浙江大冲能源科技股份有限公司  
中煤科工集团杭州研究院有限公司  
大秦集萃（陕西）材料科技有限公司  
广州鲲云数字科技有限公司  
中建研科技股份有限公司  
宣城雪诺制冷设备有限公司  
上海水石建筑规划设计股份有限公司  
阿达科工程咨询（上海）有限公司  
广东创驰科技有限公司  
苏州塞维索斯自动化设备有限公司  
杭州汽轮新能源有限公司  
济南一诺振华防腐保温工程有限公司  
佛山冰菱能源科技有限公司  
广州锦域能源科技有限公司  
上海凯士比泵有限公司  
西安建筑科技大学  
陕西中煤新能源有限公司  
中国启源工程设计研究院有限公司  
中联西北工程设计研究院有限公司  
远能（苏州）环境科技有限公司  
中国矿业大学深圳研究院  
上海应用技术大学

金华市南山建设工程施工图审查中心

广东博益换热科技有限公司

广州创想碳汇技术有限公司

主要起草人员： 李海军 贺颂钧 张亚朝 王旭 姬有  
刘俊良 张小刚 薛晓 曹雨平 唐俊杰  
陈向阳 姜干清 刘吉涛 魏志刚 廖振良  
吴沛杰 周如禄 姜震 丁现阳 李忠  
王永前 高懿明 褚军伟 郭海新 林星春  
薛沛 葛凌文 丁峰 李润恺 冯增喜  
倪震楚 田太阳 汪祖芳 张传东 张南城  
张之强 赵秀雷 赵彦兵 蔡文 陈国林  
仇慧芳 关运龙 魏世廉 陈殿坤 刘东红  
柴德闯 李会生 韩婷丽 王辉 王忠举  
主要审查人员： 刘家伟 陈清林 高学农 张沂 赵文成

## 目 次

1 总 则 .....	1
2 术 语 .....	2
3 基本规定 .....	4
3.1 一般规定 .....	4
3.2 评价与等级划分 .....	4
4 基准虚碳 .....	6
4.1 一般规定 .....	6
4.2 计算流程 .....	6
5 移峰虚拟碳减 .....	7
5.1 一般规定 .....	7
5.2 控制项 .....	7
5.3 评分项 .....	7
6 能效虚拟碳减 .....	8
6.1 一般规定 .....	8
6.2 控制项 .....	8
6.3 评分项 .....	8
7 多元虚拟碳减 .....	9
7.1 一般规定 .....	9
7.2 加分项 .....	9
8 附加虚拟碳减 .....	10
8.1 一般规定 .....	10
8.2 加分项 .....	10
8.3 减分项 .....	10
附录 A 虚碳因子计算 .....	11
本标准用词说明 .....	13
引用标准名录 .....	14
附：条文说明 .....	15

## Contents

1 General provisions .....	1
2 Terms .....	2
3 Basic requirements .....	4
3.1 General requirements.....	4
3.2 Assessment and rating .....	4
4 Baseline virtual carbon emissions .....	6
4.1 General requirements.....	6
4.2 Calculation process .....	6
5 Virtual carbon emission reduction of peak electricity shift.....	7
5.1 General requirements.....	7
5.2 Prerequisite items.....	7
5.3 Scoring items.....	7
6 Virtual carbon emission reduction of energy efficiency .....	8
6.1 General requirements.....	8
6.2 Prerequisite items.....	8
6.3 Scoring items.....	8
7 Virtual carbon emission reduction of hybrid thermal storage .....	9
7.1 General requirements.....	9
7.2 Bonus Items .....	9
8 Additional carbon emission reduction .....	10
8.1 General requirements.....	10
8.2 Bonus items.....	10
8.3 Negative bonus items .....	10
Appendix A Calculation of virtual carbon emission factors of standard load tariffs	11
Explanation of wording in this standard.....	13
List of quoted standards.....	14
Addition: Explanation of provisions.....	15



## 1 总 则

1.0.1 为综合评价蓄冷储热对新型电力系统移峰减碳的量化效果，鼓励建筑因地制宜发展蓄冷储热多元储能，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的工业与民用建筑蓄冷储热系统虚拟碳减排的设计阶段预评价和运行阶段综合评价。

1.0.3 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

**2.0.1 平段电价虚碳因子** virtual carbon emission factor of standard load tariff

根据电力系统年总碳排放量守恒，即各省尖峰、高峰、平段、低谷、深谷时段的年总耗电量与对应时段经分时电价成比例修正后的电力碳排放因子的乘积之和等于该省年总耗电量与电力平均碳排放因子的乘积，求解得到平段电价的平均碳排放系数，简称虚碳因子。

【注】虚碳因子的取值详见附录 A

**2.0.2 分时电价虚碳因子** virtual carbon emission factor of TOU

虚碳因子与尖峰电价、高峰电价、低谷电价、深谷电价的乘积除以平段电价分别得到尖峰电价虚碳因子、高峰电价虚碳因子、低谷电价虚碳因子、深谷电价虚碳因子，简称分时虚碳因子。

**2.0.3 虚拟碳排放** virtual carbon emissions

分时虚碳因子与对应时段的耗电量的乘积之和，简称虚碳。

**2.0.4 基准虚碳** baseline virtual carbon emissions

不计入蓄能运行方式时机房直供产生的虚碳。

**2.0.5 蓄能虚碳** virtual carbon emissions of thermal storage

蓄能设备产生的虚碳。

**2.0.6 移峰虚拟碳减** virtual carbon emission reduction of peak electricity shift

蓄能虚碳比基准虚碳的减少量。

**2.0.7 移峰虚碳减比** virtual carbon emission reduction percentage of peak electricity shift

蓄能虚拟碳减占基准虚碳的百分数，简称移峰碳减。

**2.0.8 设计阶段虚碳** virtual carbon emissions during design

设计阶段模拟能耗数据计算得到的虚碳。

**2.0.9 运行阶段虚碳** virtual carbon emissions during operation

运行阶段实测能耗数据计算得到的虚碳。

**2.0.10 能效虚拟碳减** virtual carbon emission reduction of energy efficiency

主机能效、蓄能效率、梯级蓄能等对虚碳减排影响的赋分值。

- 2.0.11 附加虚拟碳减 additional virtual carbon emission reduction**  
蓄能系统通过优化运行方式主动消纳就地的可再生能源、参与需求侧响应产生的虚拟碳减排折减以及蓄能介质环境因子附加分值。
- 2.0.12 蓄能率 storage ratio**  
在一个蓄能释能周期内蓄能装置提供的能量与此周期内系统负荷的比值。
- 2.0.13 蓄能效率 efficiency of thermal storage**  
蓄能释能周期内，蓄能装置释能量与蓄能量的比值。
- 2.0.14 蓄能装置利用效率 utilization efficiency of thermal storage device**  
蓄能装置有效蓄能量与名义蓄能量的比值。
- 2.0.15 综合性能系数 coefficient of performance**  
蓄能释能周期内，蓄能空调的供能量与冷（热）源设备、冷却塔和相关水泵输入能量的比值。
- 2.0.16 移峰电量 peak electricity shift**  
在一定时间内，蓄能空调系统转移电力高峰或平段的用电量。
- 2.0.17 蓄能密度 energy density of thermal storage**  
单位体积蓄能装置储存的冷热能量（kJ/GJ, kWh, RT.h）。
- 2.0.18 蓄能温差 temperature difference of thermal charging**  
蓄能过程中冷、热源侧与水、冰、相变等储能介质平均温度的差值。
- 2.0.19 释能温差 temperature difference of thermal discharging**  
释能过程中水、冰、相变等储能介质平均温度与末端侧平均温度的差值。
- 2.0.20 蓄能介质环境因子 the environmental factor of thermal storage media**  
蓄能介质在生命周期内对环境造成的影响，简称环境因子。
- 2.0.21 蓄（释）能速率 thermal charging(discharging) rate**  
在同等温差下蓄能装置单位时间内蓄(释)能量（kJ(kWh)/（K.h））。
- 2.0.22 梯级蓄能 cascade thermal storage**  
蓄能温差和蓄能速率实现热能在蓄能、释能中的梯级利用。
- 2.0.23 多元蓄能 hybrid thermal storage**  
多种热储能方式相结合。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

- 3.1.1 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价应以单体建筑或建筑群（园区）为评价对象。
- 3.1.2 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价应遵循可操作性、完整性、一致性、透明性原则。
- 3.1.3 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价应提供不少于 1 整年的逐时运行数据，蓄冷储热虚拟碳减排预评价应在施工图设计完成后进行。
- 3.1.4 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价可委托第三方评估机构或自评估。

#### 3.2 评价与等级划分

- 3.2.1 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价指标应由移峰虚拟碳减、能效虚拟碳减、多元虚拟碳减、附加虚拟碳减组成。移峰虚拟碳减应包含蓄能率、移峰碳减、蓄能密度、蓄能速率、放能速率 5 项指标。能效虚拟碳减应包含主机能效、蓄能效率、梯级蓄能 3 项指标。上述每类指标均包括控制项和评分项。评价指标体系还设置多元虚拟碳减、附加虚拟碳减 2 大类加分项。多元虚拟碳减包含共用蓄能、多元蓄能 2 项指标。附加虚拟碳减包含需求侧响应、消纳可再生能源加分项和环境因子减分项。
- 3.2.2 控制项评定结果应为达标或不达标；评分、加分项评定结果应为分值。
- 3.2.3 综合评价分值设定应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 综合评价分值

综合评价	控制项基础分值 $Q_0$	移峰虚拟碳减					能效虚拟碳减			多元虚拟碳减		附加虚拟碳减		
		蓄能率 $Q_1$	移峰碳减 $Q_2$	蓄能密度 $Q_3$	蓄能速率 $Q_4$	放能速率 $Q_5$	主机能效 $Q_6$	蓄能效率 $Q_7$	梯级蓄能 $Q_8$	共用蓄能 $Q_9$	多元蓄能 $Q_{10}$	需求侧响应 $Q_{11}$	消纳可再生能源 $Q_{12}$	环境因子 $Q_A$
预评价	10	30	10	10	7	3	10	10	10	5	5	0	0	2
综评	10	30	10	10	7	3	10	10	10	5	5	10	5	2

3.2.4 综合评价得分应按下式计算：

$$Q = \sum_{i=0}^{12} (Q_i) - Q_A \quad (3.2.4)$$

式中：Q —总得分；

$Q_0$  —控制项基础分值，当满足所有控制项要求时取 10 分；

$Q_1 \sim Q_5$  —分别为评价体系移峰虚拟碳减指标移峰虚拟碳减、移峰碳减、蓄能密度、蓄能速率、放能速率评分项得分；

$Q_6 \sim Q_8$  —分别为评价体系能效虚拟碳减指标主机能效、蓄能效率、梯级蓄能评分项得分；

$Q_9 \sim Q_{10}$  —分别为评价体系多元虚拟碳减指标共用蓄能、多元蓄能加分项得分；

$Q_{11} \sim Q_{12}$  —分别为评价体系附加虚拟碳减指标需求侧响应、消纳可再生能源加分项得分；

$Q_A$  —附加虚拟碳减指标环境因子减分项。

3.2.5 综合评价等级应由低至高划分为基本级、一星级、二星级、三星级、四星级。

3.2.6 当满足全部控制项要求时综合评价等级应为基本级。

3.2.7 综合评价等级应按下列规定确定：

1 一星级、二星级、三星级、四星级的蓄冷储热虚拟碳减排综合评价指标均应满足本标准全部控制项要求。

2 当总分分别达到 60、70、80、90，综合评价等级应分别为一星级、二星级、三星级、四星级。

## 4 基准虚碳

### 4.1 一般规定

4.1.1 基准虚碳为蓄能装置未运行时模拟得到的相关设备以及配套循环水泵耗电量对应的虚碳排放量，不应包含末端供冷供热的二次泵系统耗电量。

4.1.2 基准虚碳计算时采用的分时电价应在预评价阶段采用上一年的数据。综合评价阶段应采用实时分时电价。

### 4.2 计算流程

4.2.1 基准虚碳计算应建立在能耗模拟基础上。

4.2.2 基准虚碳计算应按下列流程执行：

- 1 逐时负荷计算；
- 2 负荷分析；
- 3 蓄能未运行工况的确定；
- 4 耗电量计算；
- 5 分时虚碳因子计算；
- 6 逐时虚拟碳排放计算。

## 5 移峰虚拟碳减

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 蓄能虚拟碳应包含冷（热）源设备、冷却塔和相关水泵输入电能产生的虚拟碳。
- 5.1.2 蓄能虚拟碳的分时虚拟碳因子应与基准虚拟碳一致。
- 5.1.3 水蓄冷蓄热应能实现变温蓄能运行。

### 5.2 控制项

- 5.2.1 预评价设计日水蓄冷量或综评实测最大水蓄冷量不应小于 200kWh，冰蓄冷量不应小于 1000 kWh，其他相变蓄冷不应小于 500 kWh。
- 5.2.2 预评价设计日水蓄热量或综评实测最大水蓄热量不应小于 500kWh，相变蓄热量不应小于 300kWh。
- 5.2.3 蓄能率不应小于 10%。
- 5.2.4 水蓄冷设计温差不应小于 6℃。
- 5.2.5 水蓄热设计温差不应小于 15℃。
- 5.2.6 蓄能速率应不超过 8h 蓄满。
- 5.2.7 释能速率可调节且不应小于最大时设计负荷的 10%。

### 5.3 评分项

- 5.3.1 蓄能率大于 10%部分的工业建筑每 3%得 1 分；民用建筑每 3%得 2 分，最高得 30 分。
- 5.3.2 移峰碳减应在 10%的基础上每增加 10%，得 2 分，最高得 10 分。
- 5.3.3 相变蓄能应得 10 分。水蓄冷设计温差 6℃应得 1 分，每增加 1℃加 1 分。水蓄热设计温差 15℃应得 1 分，每增加 2℃加 1 分。最高得 10 分。
- 5.3.4 蓄能速率 7h 蓄满应得 1 分，每减少 1h 应多得 1 分，最高得 7 分。
- 5.3.5 放能速率大于最大时设计负荷的 30%应得 1 分，大于最大时设计负荷的 60%应得 2 分，大于最大时设计负荷的 90%应得 3 分。

## 6 能效虚拟碳减

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 能效虚拟碳减指标应包含主机能效、蓄能效率、梯级蓄能。
- 6.1.2 冷热源及其配套蓄冷（热）循环泵的能耗应单独计量。

### 6.2 控制项

- 6.2.1 蓄冷空调系统蓄冷工况主机能效不应低于现行国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577 的限定值。
- 6.2.2 蓄能效率不应小于 92%且蓄能装置系统效率不应小于 90%。
- 6.2.3 蓄能装置利用率不应小于 90%。
- 6.2.4 多个不同供水温度运行时蓄能装置应实现梯级蓄能。

### 6.3 评分项

- 6.3.1 供暖空调系统的锅炉热效率优于现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定，提高 1%应得 5 分；提高 2%应得 10 分。
- 6.3.2 热泵和冷水机组能效等级达到现行国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 的 3 级应得 3 分；2 级应得 6 分；1 级应得 9 分，超过 1 级能效 10%应得 10 分。
- 6.3.3 蓄能装置系统蓄能效率 90%应得 1 分；每增加 0.5%应多得 1 分，最高得 10 分。
- 6.3.4 蓄热介质温度高于 200℃应得 1 分；每增加 20℃应多得 1 分，最高得 10 分。

## 7 多元虚拟碳减

### 7.1 一般规定

7.1.1 多元虚拟碳减应包含共用蓄能装置和多元蓄能。

### 7.2 加分项

7.2.1 蓄冷储热共用装置或采用消防水池蓄冷应各加 5 分。

7.2.2 多种热储能方式相结合应加 5 分。

全国团体标准信息平台

## 8 附加虚拟碳减

### 8.1 一般规定

8.1.1 附加虚拟碳减应包含需求侧响应、消纳本地可再生能源加分项和蓄能介质环境因子减分项。

8.1.2 蓄冷储热系统应具备接受建筑智能微电网或虚拟电厂调度、参与需求侧响应的能力。

### 8.2 加分项

8.2.1 需求侧响应时蓄能率大于 10%的部分每 10%或每 100kWh 应得 1 分，最高得 10 分。

8.2.2 消纳本地可再生能源每 10%应得 1 分，最高得 5 分。

8.2.3 附加虚拟碳减满分应为 15 分。

### 8.3 减分项

8.3.1 蓄能介质材料存在环保隐患应减 1 分。

8.3.2 蓄能介质存在安全隐患应减 1 分。

## 附录 A 虚碳因子计算

**A.0.1** 虚碳因子是最基本、最重要的碳排放系数。在难以获取准确的实时碳排放系数的情况下，采取一种简化的方法计算碳排放。峰谷电碳排放系数反映不同时段电力产生二氧化碳排放强度的差异。碳排放核算方法面临技术挑战，包括机组启停过程排放量化、跨省电力交易排放因子分配问题。储能技术发展改变传统峰谷排放格局。英国国家电网公司开发碳强度预测 APP，提前 48 小时发布各时段碳排放系数。美国国会立法要求能源部门发布小时级电力排放因子，芬兰电网每 3 分钟发布一次电力排放因子。我国可再生能源的占比持续升高、储能装机容量不断，增加了准确计算、预测各时段碳排放系数的难度。

根据中国化学与物理电源行业协会储能应用分会统计，截至 2022 年末，我国储能项目累计投运装机总功率达 66.493GW。其中蓄冷/蓄热储能项目累计投运规模 531.2MW，占比 0.80%。截至 2025 年，热储能有了较快的发展，但占比依然不足 1.5%。性价比高、安全可靠的热储能，还需要标准的赋能和引领。如何合理地确定各个时段的碳排放因子，从而为储能的碳减排量计算提供基础数据迫在眉睫。

通过价格信号引导用户用电行为与新能源出力特性相匹配，是分时电价的核心功能之一。储能是实现削峰填谷的最佳方式。分时电价差与储能的经济性正相关，随着分时电价的市场化改革，对储能的需求越来越大。

通过电力碳排放总量平衡，可以计算出虚碳因子。碳排放总量=总电量 x 电力平均碳排放因子=尖峰电量 x 尖峰电价虚碳因子+高峰电量 x 高峰电价虚碳因子+平段电量 x 虚碳因子 +低谷电量 x 低谷电价虚碳因子+深谷电量 x 深谷电价虚碳因子。

分时各省总用电量的获取比较困难，但这个数值只会影响虚碳因子的绝对值，不会影响分时电价虚碳因子之间的比例关系，这个关系由分时电价决定，与用电量无关。热储虚拟碳减排综合评价中更关注碳减排占碳排放的比例，只要分时电价确定，上述比例关系的影响在变小。

以上海的峰平谷为例，假定高峰用电量、平时段用电量、低谷时段用电量的比例为 1.2:1.0:0.8。分时电价浮动比例按照《关于进一步完善我市分时电价机制

有关事项的通知》（沪发改价管〔2022〕50号）文件规定执行：

（1）一般工商业及其他两部制、大工业两部制：夏季（7-9月）高峰上浮80%，低谷下浮60%，尖峰电价在高峰电价基础上上浮25%，其他月份高峰上浮60%，低谷下浮50%；

（2）一般工商业及其他单一制：夏季（7-9月）高峰上浮20%，低谷下浮45%，其他月份高峰上浮17%，低谷下浮45%。

（3）平均碳排放因子：0.5859。

取大工业电价冬季和夏季的分时电价比为：1.8:1:0.4，虚碳因子C可计算： $1.8 \times 1.2 \times C + 1.0 \times 1.0 \times C + 0.8 \times 0.4 \times C = (1.2 + 1.0 + 0.8) \times 0.5859 = 1.7577$   $C = 0.5051$ 。

虚碳因子预评价阶段模拟计算时采用上一年的分时电价数据，评价阶段采用实时分时电价数据。以山西2024年工商业电价为例计算，高峰用电量39.22亿千瓦时，0.815元/kWh，平段用电量26.06亿千瓦时，0.585元/kWh，低谷用电量38.92亿千瓦时，0.375元/kWh，平均碳排放因子为0.9608。

通过以下公式可计算得到平段电价虚碳因子  $C = 0.9476$ ， $39.22 \times (0.815 / 0.585) \times C + 1.0 \times 26.06 \times C + (0.375 / 0.585) \times 38.92 \times C = (39.22 + 26.06 + 38.92) \times 0.9608$

上述虚碳因子计算仅为示意，实际应用中应使用各省市官方发布的分时电价和用电量数据。

## 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 条文中指明应按其它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

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 2 《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》 GB19577
- 3 《制冷系统绩效评价与计算测试方法 第1部分:蓄能空调系统》 GB/T 37227.1
- 4 《绿色建筑设计标准》 GB/T 50378
- 5 《蓄能空调工程技术标准》 JGJ 158
- 6 《蓄能空调工程测试与评价技术规程》 T/CECS 799-2021

中国质量检验协会团体标准

# 蓄冷储热虚拟碳减排综合评价

Comprehensive evaluation of virtual carbon emission reduction of  
thermal storage

T/CAQI 503-2026

条文说明

## 目 次

1 总 则.....	17
2 术 语.....	19

# 1 总 则

**1.0.1** 蓄冷储热将冷量或热量以显热或潜热的形式储存在某种介质中，并在需要时释放。蓄能系统对电网的削峰填谷和平抑新能源波动有着积极的作用。截至 2024 年上半年，我国风电光伏装机已历史性超过火电装机。传统分时电价机制难以适应源荷双侧的剧烈波动，分时电价和储能成为破局的关键。电机驱动的蒸汽压缩循环冷水机组、热泵成为建筑用能电气化的重要组成部分。实现能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”的转变以及零碳、低碳园区需要新型多元化储能技术，特别是安全性与性价比高的热储能。目前蓄能的占比不足 1.5%，急需赋能和发展。单靠电源侧抽水和电化学储能，不能解决空调采暖负荷波动与可再生能源消纳的矛盾。蓄能实现能源的梯级利用，助力源网荷储一体化。许多技术上具备蓄能条件、高能耗的医院等公共建筑由于分时电价的改革不到位导致峰谷电价差小，储能的经济价值不能体现，制约其发展。蓄能目前内驱力不足的项目需要用绿色低碳设计的理念和前瞻性的眼光，在经济性短期内不能体现的情况下，更多地体现其可靠性价值和间接碳减排的环境价值，体现一个机房的品质和品位。采用简化、可操作、易实现的方法量化、分级蓄能的减碳水平，鼓励和引领建筑因地制宜地发展蓄冷储热等多元储能，助力碳中和。本标准的制定旨在通过量与质、移峰电量和蓄能能效综合评价蓄能的虚拟碳价值，不强调刚性、绝对的高效和碳减排量，偏重机房的柔性高效和需求侧响应，更好地适应新型电力系统。

**1.0.2** 蓄能技术在解决热量供应与需求在时间和空间上不一致问题的同时，能实现采暖和制冷的安全、经济运行，可解决可再生能源消纳、电力系统调节和多能互补等问题，对于电力系统减碳起到重要作用。实时电力碳排放因子获取困难，制约了蓄能的碳减排量的准确量化。采用可操作、机电融合的虚拟碳减排来评价蓄能的碳价值，可以激发设计师蓄能的积极性，因地制宜地采用各种显热储热、相变储热技术，实现机电工程师向能源工程师的转变。狭义的高效机房提升到广义的低碳、减碳机房，接受微电网或虚拟电厂调度，不再追求机房单个设备的能效和机房的绝对能效，而是注重其经济运行，兼顾初投资，讲究性价比，通过卖冷卖热实现机房全生命周期的可持续。

改建项目日益增多，第一代节能技术（1G）处在设备节能阶段，围绕单个设备展开，主要是针对冷冻泵和冷却泵安装变频器，利用设计余量，直接手动设置运行频率，进行设备节能；第二代节能技术（2G）强调群控节能。通过一些简单的控制逻辑，实现水泵的动态变频控制。同时用群控软件代替部分人工操作。第三代高效空调—高效机房（3G）强调机房整体节能。关注点从单个设备节能，延伸到机房整体节能；运用更先进的算法来进行自动控制；对机房管道

进行水力优化设计，增加冷却塔均匀布水、冷却塔可变流量、主机加减载优化控制、环境温度补偿、小球清洗等技术；在保证设备稳定运行的基础上，进行机房整体能效寻优，力争给用户交付一个无人值守的高效制冷机房。第四代高效空调—高效系统（4G）强调空调全系统的节能阶段。关注点从制冷机房节能到全系统节能；在第三代节能技术的基础上，重视优化末端水力平衡（去除动态平衡阀），控制上注重按需供给的流量与能量双变双控；做到全年自动化运行，给用户交付一个机房与末端都可以高效运行的自动化制冷系统。第五代高效空调—可持续高效系统（5G）注重全生命周期高效运行的节能阶段。关注延续性的全年能效指标。不仅基于全年负荷特性进行设备选型优化，还包括利用 BIM 技术，进行精细化制图设计、施工、调适及运维，在全生命周期内形成闭环管理。在第四代节能技术基础上，强化数字化技术，将运维经验前馈至设计。从系统验收交付时的高效状态，延伸到全生命周期的高效，从高效走向持续高效。交付用户一个可靠、安全、经济、低维护成本的高效空调场景。第六代高效空调—柔性需求侧响应（6G）机房。利用蓄冷蓄热和 AI 技术，适应动态电价，主动调整运行方式，尽可能高效使用低品位低价电力，不以机房的绝对高效为目的，实现卖冷性价比高的低碳机房。以高效为基础、低碳为目的，刚性高效转变为柔性高效。6G 机房需要机电协同，实时的通信、AI 的助力、标准的引领和赋能。6G 蓄能机房适应峰谷差不断变化、不断加大的分时电价，实现需求侧响应，进一步减少碳排放。预评估鼓励精细化设计，运行阶段的综合评价体现设计、施工、调适、运维的合力。

**1.0.3** 双碳背景下需要改变过去习以为常的理念，从原理出发，深入探索实现精细化、低碳化设计。简单的储热、放能策略已经不能适应波动剧烈的分时电价。在满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》《绿色建筑评价标准》《蓄能空调工程技术标准》等现行国家规范、标准的同时，增强创新能力，提升绿色低碳设计水平。

## 2 术 语

### 2.0.2 尖峰电价虚碳因子 (virtual carbon emission factor of sharp load tariff) :

尖峰电价与平段电价的比值乘以虚碳因子, 简称尖峰虚碳因子。

### 高峰电价虚碳因子 (virtual carbon emission factor of peak load tariff) :

高峰电价与平段电价的比值乘以虚碳因子, 简称高峰虚碳因子。

### 低谷电价虚碳因子 (virtual carbon emission factor of off-peak load tariff) :

低谷电价与平段电价的比值乘以虚碳因子, 简称低谷虚碳因子。

### 深谷电价虚碳因子 (virtual carbon emission factor of deep valley load tariff) :

深谷电价与平段电价的比值乘以虚碳因子, 简称深谷虚碳因子。

**2.0.3** 蓄能的碳减排量准确计算需要实时准确的碳排放系数。本标准引入虚拟碳排放, 旨在鼓励蓄能, 采取一种间接的方法计算碳排放, 体现蓄能的绿色减碳价值。

### 2.0.16 蓄能一释能周期内蓄能空调系统移峰电量 ( $N_{\text{pes}}$ ), 按下式计算:

$$N_{\text{pes}} = \frac{Q_{\text{ed,peak}}}{SCOP_0} - \sum_{t=t_{\text{peak1}}}^{t_{\text{peak2}}} N_{\text{ed,t}} \Delta\tau$$

式中:  $N_{\text{pes}}$ —移峰电量 (kWh);

$Q_{\text{ed,peak}}$ —高峰时段蓄能装置释能量 (kWh);

$N_{\text{ed,t}}$ —高峰时段  $t$  时刻释能循环泵输入功率 (kW);

$SCOP_0$ —常规空调系统的冷 (热) 源综合性能系数基准值, 按现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 规定的限值确定;

$t_{\text{peak1}}$ —高峰时段开始时间;

$t_{\text{peak2}}$ —高峰时段结束时间;

$\Delta\tau$ —高峰时段时间 (h)。

**2.0.18** 蓄能过程源侧与储能介质之间需要足够温差 (资用温差) 以实现热能传递。该温差一方面影响到热能传递的效率 (越大越好), 另一方面影响到冷热量制备的能量转化效率 (COP 值)。