

ICS 27.010

CCS F01



中华人民共和国国家标准

GB/T 17981—20XX

代替GB/T 17981—2007

空气调节系统经济运行

Economic Operation of Air Conditioning Systems

（征求意见稿）

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言 1

1. 范围 2

2. 规范性引用文件 2

3. 术语和定义 2

4. 空调系统经济运行的基本要求 4

5. 空调系统经济运行的评价指标与方法 12

6. 运行管理 19

附录 A 各种能源折算等效电系数 22

附录 B 各种化石燃料的碳排放折算系数 23

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。

本文件代替GB/T 17981-2007《空气调节系统经济运行》，与GB/T 17981-2007相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了术语和定义(见第3章)；
- b) 增加了民用建筑空调系统和工艺性空调系统运行时的合理室内环境参数（见第4章）；
- c) 增加了“空调系统用能分项计量与数字化”（见第4章）；
- d) 增加了“空调系统运行数字化与智慧化”、“空调系统冷热源设备经济运行”，“空调水系统经济运行”，“民用建筑空调末端系统经济运行”（见第4章）
- e) 增加了“工艺性空调系统经济运行”（见第4章）；
- f) 增加了“空调系统可再生能源和低碳经济运行”（见第4章）；
- g) 更改了“空调系统经济运行的评价指标与方法”（见第5章，2007年版的第5章）；
- h) 更改了“节能管理”为“运行管理”，并增补了内容（见第6章，2007年版的第6章）；

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。

本文件由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC 20）提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件于2000年首次发布，2007年第一次修订，本次为第二次修订。

空气调节系统经济运行

1 范围

本标准规定了空气调节系统（以下简称空调系统）经济运行的基本要求、评价指标与方法、节能低碳管理要求。

本标准适用于公共建筑、居住建筑等民用建筑和工业建筑中的集中空调系统，以及多个建筑共同使用的集中空调系统。

2 规范性引用文件

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。凡是注明日期的引用文件，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。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 19577-2024 热泵和冷水机组能效限定值及能效等级

GB/T 34913-2017 民用建筑能耗分类及表示方法

GB/T 50155-2015 采暖通风与空气调节术语标准

GB 50189-2015 公共建筑节能设计标准

GB 50352-2019 民用建筑设计统一标准

GB 55015-2021 建筑节能与可再生能源利用通用规范

GB 55016-2021 建筑环境通用规范

GB/T 51161-2016 民用建筑能耗标准

3 术语和定义

以上标准中的术语和定义，以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

公共建筑 public building

公共建筑包含办公建筑（包括写字楼、政府办公楼等），商业建筑（如商场、金融建筑等），旅游建筑（如旅馆饭店、娱乐场所等），科教文卫建筑（包括文化、教育、科研、医疗、卫生、体育建筑等），通信建筑（如邮电、通讯、广播用房）以及交通运输用房（如机场、车站建筑等）。

3.2

工业建筑 industrial building

生产厂房、仓库、公用辅助建筑及生活、行政辅助建筑的统称。

3.3

工艺性空调 industrial air conditioning system

工艺性空调服务于生产，以温度、相对湿度、空气微粒数和压力为主要控制对象，用于生产车间、试验室、实验动物房、环境试验室等，创造各种生产需要的环境，使生产正常开展和保证产品质量。

3.4

单位面积空调系统能耗强度 energy consumption intensity per air conditioned area, ECA

空调系统总能耗与空调面积之比。

3.5

单位面积耗冷量 cooling consumption in unit air conditioning area, CCA

空调系统制冷工况下制备的总冷量与空调面积之比。

3.6

单位面积耗热量 heating consumption in unit air conditioning area, HCA

空调系统制热工况下制备的总热量与空调面积之比。

3.7

制冷工况空调系统能效比 energy efficiency ratio of air conditioning system in cooling regime, EERs

空调系统制备的总冷量与空调系统制冷工况下各设备总能耗之比。

3.8

制冷工况冷站系统能效比 energy efficiency ratio of chiller plant, EERp

空调系统制备的总冷量与制冷工况下冷站各设备总能耗之比，包括冷水机组、冷水泵、冷却水泵和冷却塔风机能耗。

3.9

制冷工况冷源系统能效比 energy efficiency ratio of refrigeration system, EERr

空调系统冷站的总冷量与制冷工况下不包括冷水泵在内的、冷水机组、冷却水泵和冷却塔风机能耗。

3.10

冷水输送系数 water transport factor of chilled water, WTFchw

空调系统制备的总冷量与冷水泵（包括冷水系统的一次泵、二次泵、加压泵、二级泵等）能耗之比。

3.11

空调系统末端 air condition terminals

空调系统中的新风机组、空调机组、风机盘管、变风量箱等末端设备，简称空调末端。

3.12

空调末端能效比 energy efficiency ratio of terminal system, EERt

空调系统制备的总冷量与空调末端能耗之比。

3.13

冷却水输送系数 water transport factor of condensate water, WTFcw

冷却水输送的热量与冷却水泵能耗之比。

3.14

冷水机组运行性能系数 operational coefficient of performance, COP

冷水机组制备的冷量与冷水机组能耗之比。

3.15

制冷工况空调系统单位制冷量补水量系数 Water Refilling Rate, WRef

制冷工况下为满足冷却塔蒸发散热、水处理装置排污需求和存在一定漂水下的冷却水系统补水量，与空调系统制冷量之比。

3.16

热泵制热空调系统热源能效比 energy efficiency ratio of heat pump system, EERhp

空调系统供热工况下制备的总热量与热泵机组、热源泵、热水泵等热源系统各设备总能耗之比。

3.17

单位供冷量碳排放强度 Carbon Dioxide Emission Intensity of Cooling, CIC

空调系统制冷工况下各设备电耗和燃料耗量折算为碳排放量，与空调系统总冷量之比。

3.18

单位供热量碳排放强度 Carbon Dioxide Emission Intensity of Heating, CIH

空调系统制热工况下各设备电耗和燃料耗量折算为碳排放量，与空调系统总热量之比。

3.19

单位面积空调系统能耗碳排放强度 energy consumption related carbon dioxide emission intensity per air conditioned area, ECA

输入空调系统的电、冷、热和燃油、燃气等能源导致的碳排放并折算为二氧化碳，与空调面积之比。

3.20

空调面积 air conditioning area, A

由空调系统设备提供降温、除湿服务的区域的面积。空调区域中的走廊、墙体均应计入空调面积；空调区域与非空调区域邻接时，应取墙中线计算。

3.21

操作温度 operative temperature

综合空气温度和平均辐射温度对人体热感觉影响的当量温度。

4 空调系统经济运行的基本要求

空调系统应在满足建筑物使用要求、保证卫生安全 and 健康、不影响空调系统使用寿命等基本目标基础上，实现经济运行。

4.1 空调系统运行时的合理室内环境参数

4.1.1 室内环境的主要控制参数是温度、湿度、新风量和以 CO₂ 浓度、细颗粒物浓度等为代

表指标的室内空气质量。

4.1.2 空调系统运行时的室内环境参数应根据建筑功能、使用要求以及室外气象参数等合理确定，室内环境的主要控制参数不应超过表 1 规定的范围。

表 1 空调系统运行时的室内环境控制参数值

房间类型	夏 季		冬 季		新风量 (m³/h·p)
	温度 (℃)	相对湿度 (%)	温度 (℃)	相对湿度 (%)	
	民用建筑				
房间	≥24	40~65	≤21	30~60	≤50
一般房间	≥26	40~65	≤20	30~60	10~30
大堂、过厅	26~28	——	≤18	——	≤10
	工业建筑				
一般性降温、 供暖房间	≤28	≤70	≥15	≤70	满足人员卫 生要求
一般精度恒温 空调房间	≥±1 且≤3	/	≥±1 且≤3	/	
高精度恒温空 调房间	≤±0.5℃	/	≤±0.5℃	/	
超高精度恒温 空调房间	<±0.1℃	/	<±0.1℃	/	
恒温恒湿空调 房间	同上	±5%或工艺 要求	同上	±5%或工艺 要求	
工艺无特殊要 求净化空调房 间	20~26	30~70	20~26	30~70	满足工艺设 备排风、房 间正压、人 员新风等
人工气候室和 环境实验室	按工艺要求				
注 1：特定房间通常为对外经营性且标准要求较高的个别房间，以及其它有特殊需求的房间。对于冬季室内有大量内热源的房间，室内温度可高于以上给定值。 注 2：特殊功能房间通常为对室内环境有专门要求、并实现某种特殊功能的个别房间，如数据中心机房、洁净室、手术室、文献文物资料储存室、演出或体育活动时间等，宜配置可独立运行调节的空调系统并制定专门的经济运行要求。 注 3：表中的新风量指夏季室外温度或湿度高于室温或冬季室外温度低于室温时的新风量，当利用室外新风对室内进行降温或排湿时，不受此表参数限制。					

4.1.3 对允许提高室内空气流动速度的场所，宜在夏季空调系统运行时，适当提高空气流动速度和室内温度设定值。建筑室内人员大堂、过厅等短期逗留区域空调供冷工况室内运行参数宜比长期逗留区域提高 1℃~2℃，供热工况宜降低 1℃~2℃。短期逗留区域供冷工况风速不宜大于 0.5m / s，供热工况风速不宜大于 0.3m / s。

4.1.4 建筑室内辐射供暖室内设计温度宜降低 2℃；辐射供冷室内设计温度宜提高 0.5℃~1.5℃，使得室内操作温度处于舒适区。

- 4.1.5 空调系统在运行期间,应合理控制新风量,空调房间内 CO_2 浓度日平均值应小于 0.1%。
- 4.1.6 对多出入口、或出入口开口面积较大的场所,宜在冬季空调系统运行时,通过提高出入口和围护结构气密性、做好建筑物排风补风等风平衡,减少冷风通过出入口的渗入,既满足舒适性要求又达到节能目的。
- 4.1.7 除生产工艺必须保证相应的空调室内环境控制参数外,能在较低精度级别生产的不应提高级别,一般清洁要求能满足的不应提高洁净要求,并且应尽可能压缩洁净室面积和高度,以节约空气调节系统投资,降低能耗,提高经济运行效益。
- 4.1.8 为了确保空调室内设计参数和控制精度,空调房间应有较好的密闭和防潮性能,并采取必要的遮阳措施。
- 4.1.9 对于有舒适性要求的空调厂房,采用局部区域空气调节可以满足要求时,宜采用工艺空调与通风相结合的系统,保障人员集中工作地带形成区域性小气候,减少空调负荷。
- 4.1.10 高度在 10m 以上,容积大于 10000m^3 ,有舒适性要求的高大厂房和高顶棚的大型民用建筑,宜采用分层空调系统。
- 4.1.11 空调系统应设置自控装置,对空调系统的各项参数如温、湿度调节、水温及压差控制等实行逻辑程序控制,保证空调系统在全年多工况变化条件实现最佳性能运行。

4.2. 空调系统用能分项计量与数字化

4.2.1. 冷量和热量的计量

应对空调系统冷热源的制冷量、制热量进行计量,并对供向建筑物的供冷量、供热量进行计量。

采用外部冷热源供冷供热的建筑,应对该建筑空调系统所消耗的冷热量分别计量。

4.2.2 用电量分项计量

空调系统用电量应独立计量,系统中各类设备的用电量应分项计量,包括:

- a) 冷水机组和热泵机组用电量;
- b) 冷水系统循环泵用电量(如有高低分区则应包括高区板式换热器二次侧冷水循环泵);
- c) 冷却水系统循环泵用电量;
- d) 冷却塔风机用电量
- e) 采暖热水循环泵用电量;
- f) 水/地源热泵系统的水源侧、地源侧循环泵用电量;
- g) 空调箱和新风机组的风机用电量;
- h) 空调系统送、排风机用电量;
- i) 其它必要的空调系统设备的用电量,如蓄冷空调系统中的载冷剂循环泵等。

4.2.3 热驱动冷热源设备能耗计量

使用燃料或蒸汽、热水驱动的吸收式冷水机组、吸收式热泵、空调供热用锅炉等冷热源设备，应对其燃料耗量及蒸汽、热水用量进行计量。

4.2.4 空调系统相关可再生能源生产量和利用量的计量

采用建筑本体或周边光伏发电并向空调系统供电的系统，应计量光伏总发电量、空调系统消纳光伏电量。如采用光储直柔技术并应用于空调系统，宜计量光储直柔配电系统中双向逆变器的两方向、交直流分别的逆变电量，以及被空调系统相关设备以直流方式直接消纳的电量。

采用水/地源热泵作为冷热源的空调系统，宜对水源/地下换热器从地下土壤岩层中的换热量进行计量。

4.2.5 空调系统补水量计量

应对空调系统的冷却水系统、冷水循环和采暖循环系统的补水量进行计量。对于数据中心冷却系统宜设置空调补水计量装置。

4.2.6 空调系统能耗计量的数字化要求

空调系统宜采用数字化能耗计量装置，并固定时间间隔自动记录，数据本地存储和上传，实现空调系统能源消耗的集中数字化监测，宜与空调设备监控系统数据实现互通。

4.2.7 能耗分项计量数据的统计分析

应对能耗数据定期进行统计分析，并按照本标准所规定的评价指标和方法，结合数据挖掘和人工智能等技术进行深入分析，指导空调系统经济运行。

4.3 空调系统运行数字化与智慧化

4.3.1 空调系统运行宜通过 IOT 物联网对运行数据进行采集。

(1) 空调系统运行室内外环境参数采集数据宜包含以下内容：

- a) 室内房间温度、湿度、CO₂浓度、PM_{2.5}浓度；
- b) 室外空气干球温度、湿球温度、大气压力、PM_{2.5}浓度。

(2) 空调系统冷热源设备的采集数据宜包含以下内容：

- a) 设备启停状态、运行台数、累计运行时间；
- b) 供冷量、供热量、蒸汽供应量、补水量；
- c) 蓄能装置的实时储能量、释能量；
- d) 设备输入电流、电压、功率，运行频率或档位；
- e) 载冷剂的进出口温度、压力、流量；
- f) 冷热媒饱和蒸发/冷凝压力温度、压力；

- g) 烟囱的烟气排放温度;
- h) 流量开关、电动阀的调节和开关状态。

(3) 空调系统源侧设备的采集数据宜包含以下内容:

- a) 设备启停状态、运行台数、累计运行时间;
- b) 冷却塔风机输入电流、电压及功率, 风机变频器的频率或档位;
- c) 源侧供回水温度、水压、流量;
- d) 水源侧水质、水位和水温;
- e) 土壤源侧温度、吸热量与释热量;
- f) 流量开关、电动阀的调节和开关状态。

(4) 空调系统水系统和设备的采集数据宜包含以下内容:

- a) 设备启停状态、运行台数、累计运行时间;
- b) 设备输入电流、电压、功率, 运行频率或档位;
- c) 设备进、出水的压力、流量;
- d) 系统起始端与最不利环路的温度、压力;
- e) 电动阀的调节和开关状态, 平衡调节控制阀的阀位、测点压力、流量;
- f) 过滤器、空气净化器前后压差的超压报警信号。

(5) 空调系统末端设备的采集数据宜包含以下内容:

- a) 空气冷却器/加热器、加湿器的前后空气温度与湿度;
- b) 变风量末端装置的阀位、流量。

4.3.2. 空调系统应配置数字化群控管理系统, 能够适时显示空调系统主要设备的组成、运行状态、基础参数、关键指标参数的计算结果。

4.3.3. 空调系统配置的数字化群控管理系统具备主要设备节能控制策略, 能够实现高效设备独立、智能运行, 通过主动寻优控制算法精准追踪设备高效运行区, 并找到各设备运行时全系统最高效耦合点, 使空调系统运行在能效最高处。

4.4. 空调系统冷热源设备的经济运行

4.4.1. 冷热源设备运行调度

a) 设置有分布式光伏和实施峰谷电价的冷热源系统, 应采用建筑蓄能、管网蓄能以及设备蓄能等方式实现经济运行; 土壤源热泵系统, 可优化选择按年季节蓄、按每周蓄、按每天早晚蓄等多种蓄能模式, 以提高其利用率。

- b) 间歇运行的冷热源设备,应根据气候情况、空调负荷特性和建筑实际需要选择合理的运行时间,宜在供冷或供热前 0.5h~2h 开启,供冷或供热结束前 0.5h~2h 关闭。
- c) 在有条件时,宜采用错峰运行措施,充分利用低谷电价、或充分吸纳建筑物本体光伏等可再生能源发电量。
- d) 宜采用基于已有运行数据建模、短期负荷预测、设备运行能效预测检验等技术实现冷热源设备高效智慧运行调节。
- e) 空调系统有多种冷热源时,应根据实际运行情况部分或全部使用经济性更好的冷热源。
- f) 冷热源设备应根据室外气象条件和负荷变化,采用低温供热、高温供冷变工况运行模式。

4.4.2. 防止冷水机组的水系统旁通

对于多台冷水机组的空调系统冷源,应关闭处于停止状态的冷水机组的冷水与冷却水管路上的阀门,防止短路旁通。

4.4.3. 冷热源设备的优化运行

- a) 在非高温高湿的室外工况下,应在保障室内空调末端设备除湿效果和舒适度的前提下,适当提高冷冻水供水设定温度,并监测冷冻水回水温度。
- b) 在满足空调负荷需求的情况下,应优先选择效率高、经济性好的冷热源设备运行。
- c) 应根据负荷变化实行合理的群控措施,使每台冷热源设备均在合理的负荷率下运行,避免冷热源设备低负荷低效率运行。
- d) 应调整各冷热源设备间的输配介质流量,使其流量与负载相匹配。
- e) 有条件的情况下,在过渡季,宜采用冷却塔直接供冷措施。

4.4.4. 防止冷水机组换热器结垢

冷水机组蒸发器的蒸发温度与冷冻水出口温度之差、冷凝器的冷凝温度与冷却水出口温度之差应在正常范围内,当超出时应及时检查蒸发器和冷凝器的结垢情况,并采取措施消除。

4.4.5. 冷却塔的优化运行

- a) 应综合考虑冷却塔的性能对冷水机组耗能的影响,使冷却塔出水温度接近室外空气湿球温度。
- b) 多台冷却塔并联运行时,在保持各冷却塔之间水量分配均匀的条件下,应充分利用冷却塔换热面积,实现一机对多塔运行,同时冷却塔风机宜采用变频调节。
- c) 多台冷却塔并联运行并采用风机台数启停控制时,应关闭不工作冷却塔的冷却水管路的水阀,防止冷却水通过不开风机的冷却塔旁通。
- d) 应保持冷却塔周围通风良好。
- e) 冷却塔宜采用吸附除垢方式,节约用水减少冷却水的连续排污。

4.4.6. 其他

- a) 非空调期冷水机组停机时,应切断电源,防止冷水机组待机时持续加热润滑油消耗电能,宜按照技术要求在使用前若干小时接通电源预热润滑油。
- b) 应确保风冷式冷水机组的室外机通风良好,并防止被阳光直射。
- c) 应对空调系统中用蒸汽设备的凝结水进行回收利用。
- d) 当有一定生活用热需求时,应采用制冷机冷凝热回收措施。
- e) 在具备条件时,空调系统应对工业余热进行回收利用。
- f) 数据中心的空调末端应根据机柜负载率变频调节。多台末端设备应轮换运行,避免单台设备长期运行。

4.5. 空调水系统经济运行

- 4.5.1. 冷水泵和冷却水泵的运行台数应满足冷水机组的运行需求;为使水泵全年在高效点运行,应对设备进行适当的优化。
- 4.5.2. 在部分末端不满足环境控制要求时,应通过对末端水系统的平衡调节来改善该部分末端的空调效果,而不能盲目的增加循环泵开启台数。
- 4.5.3. 冷水泵和冷却水泵宜配置相应的传感器和智能控制系统,并对传感器和智能控制系统进行定期检查,保证其运行正常。
- 4.5.4. 在满足末端需求的前提下,应以降低冷水泵、冷却水泵和冷源的总电耗为目标,确定水泵合理的运行策略,宜采用人工智能等技术提升系统的智能化水平。
- 4.5.5. 有变频控制的空调冷水系统、冷却水系统的总供回水温差不宜小于 5°C 。
- 4.5.6. 冬季供暖工况下,采暖热水供回水温差不应小于设计工况的80%。
- 4.5.7. 安装有限流器的水系统,应检查必要性,如无必要应予以拆除。

4.6. 民用建筑空调末端系统经济运行

- 4.6.1. 间歇运行的空调系统应根据气象情况、空调负荷和建筑热惰性确定启停时间。空气处理机组进行预冷或预热时,应关闭新风风阀,预冷或预热结束后开启新风风阀。
- 4.6.2. 全空气空调系统的空气处理机组风机宜采用变频调速控制,并根据控制参数的变化进行相应调节。
- 4.6.3. 在满足风量平衡和气流组织合理的前提下,全空气系统宜采取有效措施加大送、回风温差;当系统功能或负荷发生较大变化时,应重新评估并采取相应措施。
- 4.6.4. 人员密度相对较大且变化大的场所,宜采用新风需求控制和室内二氧化碳浓度监控相结合的运行调节。
- 4.6.5. 空调区域新风量和排风量应根据房间的功能进行调节;对于医疗建筑等室内空气流动可能带来污染物传播的场景,宜采取措施避免相邻区域通风对风量平衡的影响,确保洁净的空调房间微正压。
- 4.6.6. 为保持空调运行期间建筑物内部新风和排风的平衡,新风量宜随排风量变化进行调节;

空调运行时应关闭外窗，减少无组织新风；应防止车库、厨房、楼梯间、吊顶空间等非空调区域与空调区域间的不合理空气流动，造成空调区域负压大量无组织未处理的渗透风进入空调区域，增加空调系统的负荷。

4.6.7 变风量空调系统应采取下列运行措施

- a) 送风温度应根据运行工况自动调整。
- b) 全空气变风量系统送风温度、静压设定值应根据需求自动调整；
- c) 采用回（排）风机的变风量空调系统，回（排）风机与送风机应连锁启停、调节。
- d) 应优化空气热湿处理过程，减少同一区域内冷热能量抵消、除湿与加湿工况并存的情况。

4.6.8 低温送风全空气系统，开启后送风温度应逐步降低到设定值。

4.6.9 在室外温度、湿度适宜的条件下，有条件的功能区应直接采用通风换气的方式降温除湿。

4.6.10 新、排风热回收装置应具备旁通风道，且正常运转。

4.6.11 空调风系统宜定期进行节能性检验。

4.6.12 空调系统过滤器应设置压差监测和报警装置并定期检查，宜降低过滤器终阻力值。

4.6.13 空调末端采用辐射与对流送风混合系统时，为提高室内热舒适性和降低能耗，空调末端应优先使用辐射系统。

4.6.14 大空间集中空调末端系统，在保证室内气流组织和温度均匀的条件下，应采用大温差适时变风量运行，以降低风机能耗。

4.6.15 为降低冬季采暖供热量和水系统能耗，对于人员不使用期的房间可采用变室温与间歇供暖模式，通常温度可采用 12℃ 与 5℃。

4.6.16 餐饮业较大的商业建筑，厨房排风与对应的补风系统应采用适时间歇运行，以减少空调负荷和风机能耗。

4.7 工艺性空调系统经济运行

4.7.1 空调系统末端应根据实际需求及时调整温湿度设定值，以降低系统能耗。

4.7.2 变风量空调系统在不改变室内气流分布，并满足空调区温度、风速基本要求的前提下，应尽量降低末端的送风量。

4.7.3 洁净空调系统的末端应根据洁净等级和使用频率分区域调整运行模式，在保证生产环境洁净度，快速去除污染，有效防止污染和交叉污染的前提下，实现经济运行。

4.7.4 在满足环境控制要求的前提下，环境试验室（人工气候室）在非生产时间应采取节能运行切换模式。

4.7.5 分层空调系统在冬夏季转换期间应及时调整风口角度。

4.7.6 空调系统的高效过滤器应及时更换。

4.8. 空调系统可再生能源和低碳经济运行

4.8.1. 空调系统在冷水和热泵机组选型时，优先采用高能效和使用环保制冷剂的主机。产品需满足 JB/T14572-2023《绿色设计产品评价技术规范蒸气压缩循环水源式冷水（热泵）机组》和 JB/T14568-2023《绿色设计产品评价技术规范空气源热泵冷热水机组》中绿色产品评价限值要求。

4.8.2. 空调系统应设置经济、能耗以及碳量显示与分析系统，以便运行时选择经济、低碳、低能耗的运行模式。

4.8.3. 空调系统应对含氟氯烃的制冷剂实际充灌量、储存量等进行统计，减少含氟氯烃制冷剂的泄漏量，以每年实际含氟氯烃制冷剂向冷水机组或热泵机组中的补充量计算相应的泄漏量及其温室效应。

5 空调系统经济运行的评价指标与方法

以下指标即可用于全年累计工况的综合评价，也可用于典型工况的短时间瞬态工况的测试评价。

符号说明（有特殊说明的除外）：

α ：能源折成等效电的系数；

β ：能源折算成碳排放的系数；

A ：空调面积；

W ：能源消耗量；

N ：电力消耗量；

G ：能源消耗量折算碳排放量；

Q_c ：制冷量，空调系统制冷工况下制备的总冷量；

Q_h ：制热量，或制热工况下制备的总热量；

下标及缩写说明：

chiller (*chiller*)：冷水机组；

hp (*heat pump*)：热泵机组；

cp (*condensate water pump*)：冷却水泵；

cw (*condensate water*)：冷却水系统；

chp (*chilled water pump*)：冷水泵；

chw (*chilled water*)：冻水系统；

ct (*cooling tower*)：冷却塔；

t (*terminal*)：空调末端；

C (*cooling*)：冷，冷量

H (*heating*)：热，热量

5.1 单位面积空调系统能耗（ECA）

输入空调系统的电、冷、热和燃油、燃气等能源均应计入该指标，并折算为等效电。

5.1.1 计算公式

$$ECA = \frac{\sum \alpha_i W_i}{A} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ECA ——单位面积空调能耗，单位为千瓦时每平方米（kWh/ m²）；

α_i — 能源 i 按能源品位折算成等效电的系数，不同类型能源所对应的 α_i 的数值和单位见附录 A。

W_i — 能源 i 的消耗量；

A — 空调面积，单位为平方米（ m^2 ）。

5.1.2 评价方法

该指标用于评价空调系统的整体运行能耗强度，准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能、要求和所处气候区等规定。

5.2 单位空调面积耗冷量（CCA）

5.2.1 计算公式

$$CCA = \frac{Q_C}{A} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

CCA — 单位空调面积耗冷量，单位为千瓦时每平方米（ kWh_c/m^2 ）；

Q_C ：— 空调系统制备的总冷量，单位为千瓦时冷（ kWh_c ）；

5.2.2 评价方法

该指标用于评价空调系统制冷工况下的供冷强度，准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能、要求和所处气候区等规定。

5.3 单位空调面积耗热量（HCA）

5.3.1 计算公式

$$HCA = \frac{Q_H}{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

HCA — 单位空调面积耗热量，单位为千瓦时每平方米（ kWh_h/m^2 ）；

Q_H ：— 空调系统供热工况制备的总热量，单位为千瓦时热（ kWh_h ）；

5.3.2 评价方法

该指标用于评价空调系统的整体运行能耗强度，准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能和所处气候区等规定。

5.4 制冷工况空调系统能效比（EERs）

当输入空调系统制冷时的能源全部为电能时，该指标适用；如在空调系统制冷时有燃料输入，则燃料耗量应折算为等效电后计入该指标的计算。

5.4.1 计算公式

$$EER_S = \frac{Q_c}{\sum N_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

EER_S — 空调系统制冷工况能效比；

$\sum N_i$ — 空调系统制冷工况时运行设备（包括冷水机组、冷冻泵、冷却泵、冷却塔、空调系统末端设备等）的年电耗，单位为千瓦时（kWh）。

5.4.2 评价方法

该指标用于评价空调系统制冷工况的整体运行效率，应高于准入值，宜高于先进值。

用于全年累计工况的评价，该指标准入值为 3.0，先进值为 4.0。

用于典型工况的评价，该指标准入值 3.0。

5.5 制冷工况冷站系统能效比（EERP）

当采用电驱动冷水机组时，该指标适用；如在空调系统制冷时有燃料输入，则燃料耗量应折算为等效电后计入该指标的计算。

5.5.1 计算公式

$$EER_P = \frac{Q_c}{\sum N_j} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

EER_P — 冷站系统能效比；

$\sum N_j$ — 制冷系统主要设备的年耗电量，对于对采用蒸发冷却的水冷冷水机组而言，冷站系统包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔；对采用风冷冷水机组而言，冷站系统包括制冷主机和冷冻水泵，单位为千瓦时（kWh）。

当系统采用水冷冷水机组，并采用蒸发式冷却塔冷却时， $\sum N_j$ 应采用式（6）计算：

$$\sum N_j = N_{chiller} + N_{chp} + N_{cp} + N_{ct} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$N_{chiller}$ ， N_{cp} ， N_{ct} — 分别为冷水机组、冷却水泵、冷却塔能耗，单位为千瓦时（kWh）。

5.5.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中制冷系统即制冷站的经济运行情况，应高于准入值，宜高于先进值。

用于全年累计工况的评价，该指标准入值为 4.0，先进值为 5.0。

用于典型工况的评价，该指标准入值 4.0。

5.6 制冷工况冷源系统能效比 (EERR)

当采用电驱动冷水机组时,该指标适用;如在空调系统制冷时有燃料输入,则燃料耗量应折算为等效电后计入该指标的计算。

5.6.1 计算公式

$$EERR = \frac{Q_c}{\sum N_j} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$EERR$ — 制冷系统能效比;

$\sum N_j$ — 制冷系统主要设备(对采用蒸发冷却的水冷冷水机组而言,制冷系统包括冷水机组、冷却水泵、冷却塔;对风冷冷水机组而言,制冷系统仅包括制冷主机)的年电耗,单位为千瓦时(kWh)。

当系统采用水冷冷水机组,并采用蒸发式冷却塔冷却时, $\sum N_j$ 应采用式(8)计算:

$$\sum N_j = N_{chiller} + N_{cp} + N_{ct} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$N_{chiller}$, N_{cp} , N_{ct} — 分别为冷水机组、冷却水泵、冷却塔能耗,单位为千瓦时(kWh)。

5.6.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中不包括冷水系统的冷源系统经济运行情况,应高于准入值,宜高于先进值。

用于全年累计工况的评价,该指标准入值为 4.5,先进值为 5.5。

用于典型工况的评价,该指标准入值 4.5。

5.7 冷水输送系数 (WTFchw)

5.7.1 计算公式:

$$WTFchw = \frac{Q}{N_{chp}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$WTFchw$ — 冷水输送系数;

N_{chp} — 冷水泵总能耗,单位为千瓦时(kWh)。

5.7.2 评价方法:

该指标用于评价空调系统中冷水系统的经济运行情况,应高于准入值,宜高于先进值。

用于全年累计工况的评价,该指标准入值为 45,先进值为 60。

用于典型工况的评价，该指标准入值 45。

5.8 冷却水输送系数（WTF_{cw}）

5.8.1 计算公式

$$WTF_{cw} = \frac{Q_{cw}}{N_{cp}} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

WTF_c— 冷却水输送系数；

Q_{cw}— 冷却水输送的热量，单位为千瓦时（kWh）。

5.8.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中冷却水系统的经济运行情况，应高于准入值，宜高于先进值。

用于全年累计工况的评价，该指标准入值为 45，先进值为 60。

用于典型工况的评价，该指标准入值 45。

5.9 空调末端能效比（EER_t）

5.9.1 计算公式

$$EER_t = \frac{Q}{\sum N_t} \dots\dots\dots (41)$$

式中：

EER_t— 空调末端能效比；

∑N_t— 各类空调末端（包括各类空调机组、新风机组、排风机组、风机盘管等）的年电耗，单位为千瓦时（kWh）。

5.9.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中空调末端的经济运行情况，应高于准入值。

该指标受空调末端类型影响，对不同的空调末端类型该指标的准入值如表 2 所示：

表 2 不同空调末端类型对应的空调末端能效比准入值

空调末端类型	空调末端能效比准入值 EER _t	
	全年累计工况	典型工况
全空气系统	6	8
新风+风机盘管系统	9	12
风机盘管系统	24	32

当系统采用多种末端时，则该系统的空调末端能效比准入值按不同空调末端服务空调面积加权平均取值。

5.10 冷水机组运行性能系数（COP）

5.10.1 计算公式

$$COP = \frac{Q}{N_{chiller}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

COP — 冷水机组的运行效率；

$N_{chiller}$ — 冷水机组的能耗，单位为千瓦时（kWh）。对电制冷冷水机组， $N_{chiller}$ 为输入的电量；对吸收式冷水机组， $N_{chiller}$ 为加热源消耗量（以低位热值计）与电力消耗量（折算成一次能源）之和。

5.10.2 评价方法

该指标用于评价冷水（热泵）机组的经济运行情况。

该指标的限值参照 GB 19577 - 2024 中第 4 章的相关要求。

5.11 制冷工况空调系统单位制冷量补水量系数 WR_{ef}

5.11.1 计算公式

$$WR_{ef} = \frac{WR}{Q} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

WR_{ef} — 单位制冷量空调补水量系数，kg/kWh₀；

WR — 补水量，kg

5.11.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中冷却水及其水处理系统的水资源经济运行情况，受蒸发量、排污量和漂水量等影响，应不高于准入值，宜不高于先进值。

用于全年累计工况的评价，该指标准入值为 2.10，先进值为 1.95。

用于典型工况的评价，该指标准入值 2.10。

5.12 热泵制热空调系统热源能效比（EERhp）

当采用电驱动热泵机组供热时，该指标适用。

5.12.1 计算公式

$$EERhp = \frac{Q_H}{\sum N_j} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

EER_{hp} —热泵制热空调系统热源能效比；

$\sum N_j$ — 热泵制热空调系统热源能效比主要设备的年耗电量,对于对采用采用电驱动热泵机组而言,热泵系统包括热泵机组、热源水泵、热水泵;对采用风冷热泵机组而言,热泵系统包括热泵机组和热水泵,单位为千瓦时(kWh)。

当系统采用水源热泵机组时, $\sum N_j$ 应采用式(15)计算:

$$\sum N_j = N_{hp} + N_{hswp} + N_{hwp} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

N_{hp} , N_{hswp} , N_{hwp} — 分别为热泵机组、热源水泵、热水泵能耗,单位为千瓦时(kWh)。

5.12.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中制冷系统即制冷站的经济运行情况,应高于准入值,宜高于先进值。

用于全年累计工况的评价,该指标准入值为4.0,先进值为5.0。

用于典型工况的评价,该指标准入值4.0。

5.13 单位供冷量碳排放强度(CIC)

5.13.1 计算公式

$$CIC = \frac{C}{Q_c} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

CIC — 单位供冷量碳排放强度,单位为千克每千瓦时(kg/kWh_c);

Q_c : — 空调系统制备的总冷量,单位为千瓦时冷(kWh_c);

5.13.2 评价方法

该指标用于评价空调系统制冷工况下的供冷强度,准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能、要求和所处气候区等规定。

5.14 单位供热量碳排放强度(CPH)

5.14.1 计算公式

$$CIH = \frac{C}{Q_h} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

CIH — 单位供热量碳排放强度,单位为千克每千瓦时(kg/kWh_h);

Q_h — 空调系统制备的总热量，单位为千瓦时热（kWh_h）；

5.14.2 评价方法

该指标用于评价空调系统制冷工况下的供冷强度，准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能、要求和所处气候区等规定。

5.15 光储直柔等吸纳本场可再生电力技术应用下单位面积空调系统碳减排量（CECAPV+）

5.15.1 计算公式

$$CECA_{PV+} = \frac{\beta W_s}{A} \quad \dots\dots\dots (78)$$

式中：

$CECA_{PV+}$ — 单位面积空调能耗，单位为千瓦时每平方米（kWh/ m²）；

β — 电力折算成碳排放的系数，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；

W_s — 光伏消纳电量，单位为千瓦时（kWh）；

A — 空调面积，单位为平方米（m²）。

5.15.2 评价方法

该指标用于评价空调系统的整体运行能耗强度，准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能、要求和所处气候区等规定。

5.16 单位面积空调系统能耗碳排放（CECA）

输入空调系统的电、冷、热和燃油、燃气等能源导致的碳排放均应计入该指标，并折算为二氧化碳。氟氯烃等制冷剂泄漏导致的碳排放暂不计入。采用光储直柔等吸纳本场可再生电力技术的空调系统，应按 5.15 计算结果折减碳排放。

5.16.1 计算公式

$$CECA = \frac{C}{A} \quad \dots\dots\dots (89)$$

式中：

$CECA$ — 单位面积空调系统能耗碳排放，单位为千克每平方米（kg/ m²）；

C — 空调系统能源消耗量折算碳排放量，单位为千克（kg）；

A — 空调面积，单位为平方米（m²）。

5.16.2 评价方法

该指标用于评价空调系统的整体运行能耗强度，准入值和先进值依空调系统服务的建筑类型、功能、要求和所处气候区等规定。

6 运行管理

6.1 空调系统经济运行技术资料应齐全，建立技术资料和数据档案并妥善保存。

6.1.1 空调系统经济运行技术资料应包括下列文件：

- a) 设计文件；
- b) 施工、调试及验收文件等相关竣工资料；
- c) 设备资料；
- d) 经济运行评价文件；
- e) 空调系统冷热源系统、水系统和空调末端系统运行记录；
- f) 维修保养与改造记录；
- g) 其他相关文件。

6.1.2. 空调系统经济运行技术资料应填写详细、准确、清楚，填写人应签名，图纸部分应有各级责任人签名，形成可追索的法律责任文档，宜建立电子文档。

6.1.3. 空调系统的运行管理措施、控制和使用方法，运行使用说明以及不同工况设置等，应作为技术资料管理，宜委托相关专业人员研究制定，并应在实践中根据实施情况予以完善。

6.2 空调系统运行应建立健全的运行管理制度。

6.2.1. 空调系统经济运行应有专人负责。管理人员应根据空调系统的规模、复杂程度、信息化水平进行配备，并应符合下列规定：

- a) 配备专业对口的专职管理人员，空调系统经济运行管理应有专人负责。运行管理人员应通过相关知识、技能考核，具备空调系统经济运行管理资格；
- b) 建立相应的运行班组；
- c) 配备相应的检测仪表和维修设备。

6.2.2. 空调系统运行管理部门应按制订空调系统经济运行操作手册，在空调设备用房内应配备空调系统流程图，明示各受控设备的节能运行策略和操作规程。

6.2.3. 空调系统运行管理部门应每月对能耗数据进行分析，对经济运行状况进行评价，对能耗浪费现象进行整改。

6.3 空调使用人应提高行为节能意识，减少对空调运行能源消耗。

6.3.1. 空调系统运行期间，应关闭外窗，增设建筑出入口空气幕、门帘或利用外门门斗提高出入口气密性，且宜关闭不同空调室内环境运行参数区域之间的门窗洞口。

6.3.2. 间歇运行的冷热源设备与系统应根据实际需要确定合理的运行时间，视系统对空调负荷的反应时间提前开启与关闭。

6.3.3. 对于作息时间固定的公共建筑，非工作时段应关闭空调末端设备或降低室内温湿度运行参数标准。

6.3.4. 夏季阳光直射室内时宜采取遮阳措施。

6.4 空调系统的运行调节宜优先利用可再生能源。

6.4.1. 当空调系统所服务建筑或多个建筑周边安装光伏发电等系统时，宜将光伏发电系统与空调系统对应配电系统连接，宜通过低压直流或低压交流方式接入，使空调系统成为吸纳本场光伏发电量的重要用户。

6.4.2. 当空调系统采用电驱动热泵和燃料锅炉等多种能源供热时，宜优先采用电驱动热泵供热，在供热负荷增加并超过热泵供热能力后以燃料锅炉供热方式进行调峰，调峰时宜采在空

调供热水回水管上采用热泵上游、燃料锅炉下游的串联方式运行。

6.4.3. 宜对空调系统用氟氯烃类制冷剂的储存、添加、补充等进行定期统计，并对冷水机组或热泵机组的制冷剂管路定期进行制冷剂泄漏检查。

6.5. 空调系统宜基于运行数字化管理平台采用自动控制方式运行维护。

6.5.1. 数字化运维管理平台宜采用物联网、大数据、云计算、人工智能等数字化技术，实现负荷预测、运行优化、异常预警、故障诊断功能。

6.5.2. 数字化运维管理平台宜接入空调系统和环境监控等数据。基于建筑信息模型（BIM）、地理信息系统（GIS）、物联网（IoT）等技术，整合多维多尺度信息模型数据和感知数据，对城市信息模型（CIM）基础平台预留数据接口。

6.5.3. 数字化运维管理平台应采用通用的通讯协议。

6.5.4. 数字化运维管理过程中，应满足下列管理要求：

- a) 运维人员不得擅自将系统从自动运行状态切换至手动状态；
- b) 数字化运维管理平台应对系统用户进行权限设置，人员权限的变更应进行管理并记录；
- c) 数字化运维管理平台应定期维护底层数据采集，核查上传数据和设备状态的可靠性，发现问题及时整改；
- d) 数字化运维管理平台的关键数据存储，应采用高安全性的数据备份保护机制，支持多种容灾备份机制；
- e) 数据采集传输装置的时间设定，应与传感器、监控中心平台的时间一致。

附 录 A

(资料性附录)

各种能源折算等效电系数

表 A.1 各种能源折算成等效电的系数

终端能源	折标准电系数 α
电	1.000 kWh/kWh
天然气 (1500℃/−1.6℃)	7.156 kWh /m ³ (天然气)
原油 (1500℃/−1.6℃)	7.686 kWh /kg (原油)
汽油、煤油 (1500℃/−1.6℃)	7.917 kWh /kg (汽油、煤油)
柴油 (1500℃/−1.6℃)	7.840 kWh /kg (柴油)
原煤 (550℃/−1.6℃)	2.640 kWh/kg (原煤)
标准煤 (550℃/−1.6℃)	3.695 kWh/kg (标准煤)
市政热水 (95℃/70℃/−1.6℃)	65.6 kWh/GJ (热水)
市政蒸汽 (0.4MPa/−1.6℃)	96.7 kWh/GJ (蒸汽)

附 录 B

(资料性附录)

各种化石燃料的碳排放折算系数

表 B.2 各种化石能源折算成碳排放量的系数

燃料品种	计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率
无烟煤	t	20.304	27.49x10 ⁻³	85.0%
一般烟煤	t	19.570	26.18x10 ⁻³	85.0%
燃料油	t	40.190	21.10x10 ⁻³	98.0%
汽油	t	44.800	18.90x10 ⁻³	98.0%
柴油	t	43.330	20.20x10 ⁻³	98.0%
煤油	t	44.750	19.60x10 ⁻³	98.0%
其他油品	t	41.031	20.00x10 ⁻³	98.0%
液化石油气	t	47.310	17.20x10 ⁻³	98.0%
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.310	15.30x10 ⁻³	99.0%
注1：低位发热量来源于《中国温室气体清单研究》。 注2：单位热值含碳量和碳氧化率来源于《省级温室气体清单指南（试行）》。 注3：天然气的低位发热量来源于《中国能源统计年鉴2011年》。 注4：其他油品的低位发热量来源于《万家企业能源利用状况》。				