

ICS 号：91.140.30  
中国标准文献分类号

# 团体标准

编号 XXXX

## 高效空调系统能效监测与分级标准

Energy efficiency evaluation standard for high-efficiency air conditioning systems

(征求意见稿)

XXXX 发布

XXXX 实施

中国勘察设计协会

发布

中国制冷空调工业协会

# 前 言

根据中国勘察设计协会和中国制冷空调工业协会团体标准修订计划和要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准共 5 章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 能效评价。本标准编制涉及广州市设计院集团有限公司专利《基于平均湿球温度的制冷机房系统能效分级的确定方法》ZL2021 1 1512894.9。

本标准由中国勘察设计协会和中国制冷空调工业协会负责管理，由中国勘察设计协会建筑环境与能源应用分会负责日常管理，由广州市设计院集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中若有修改意见或建议，请反馈至广州市设计院集团有限公司（地址：广东省广州市天河区体育东横街 3 号设计大厦，邮编：510620）。

本标准主编单位：广州市设计院集团有限公司  
合肥通用机电产品检测院有限公司

本标准参编单位：北京市建筑设计研究院有限公司  
天津市建筑设计研究院有限公司  
中国建筑西南设计研究院有限公司  
中国建筑西北设计研究院有限公司  
华东建筑设计研究院有限公司

清华大学

北京工业大学

五邑大学

仲恺农业工程学院

吉林省建苑设计集团有限公司

湖南省建筑设计院集团股份有限公司

海南省设计研究院有限公司

甘肃省建筑设计研究院有限公司

珠海格力电器股份有限公司

广东美的暖通设备有限公司

广州国灵空调有限公司  
东莞空研冷却塔有限公司  
广东申菱环境系统股份有限公司  
威凯检测技术有限公司  
广州柏诚智能科技有限公司  
开利空调销售服务（上海）有限公司  
广东新菱空调科技有限公司  
青岛海信日立空调营销股份有限公司  
广东昱石建设工程有限公司  
广州泰阳能源科技有限公司  
中电智维（上海）科技有限公司  
格兰富水泵（上海）有限公司  
广东汉维科技有限公司  
广州城投综合能源投资经营管理有限公司  
广东塞安科技有限公司  
广州市昊铭机电科技有限公司  
青岛海尔空调电子有限公司  
苏州汇川控制技术有限公司  
南京福加自动化有限公司  
青岛捷能易道能效科技有限公司  
中建三局安装工程有限公司

本标准主要起草人员：屈国伦 李 颀 谢鸿玺 谭海阳 黄冬娜 姜少华  
李 翔 林 辉 张 杰 伍小亭 杨 玲 赵 民  
沈列丞 张 辉 张伟荣 梁淑芳 丁力行 褚 毅  
袁建新 张水弟 毛明强 刘 华 李元阳 卢红平  
刁 力 邹永胜 陈泽鹏 谭文胜 仲卫纲 谭小卫  
禹 洋 徐 程 陈向阳 姬建海 禩耀明 刘军其  
许海航 刘定华 刘建涛 黄文字 宋欣梅 初宁波  
张 鑫

本标准主要审查人员：

# 目 录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1 总 则 .....                       | 1  |
| 2 术 语 .....                       | 2  |
| 3 基本规定 .....                      | 6  |
| 4 能效评价 .....                      | 7  |
| 4.1 一般规定 .....                    | 7  |
| 4.2 能效分级 .....                    | 8  |
| 4.3 能效监测 .....                    | 22 |
| 附录 A 高效空调系统能效评价报告（模版） .....       | 28 |
| 附录 B 全国主要城市气候分区及供冷季室外平均湿球温度 ..... | 37 |
| 本标准用词说明 .....                     | 43 |
| 引用标准名录 .....                      | 44 |
| 附：条文说明 .....                      | 45 |

# Contents

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 General Provisions.....                                                                                    | 1  |
| 2 Terms.....                                                                                                 | 2  |
| 3 Basic Requirements.....                                                                                    | 6  |
| 4 Energy Efficiency Evaluation.....                                                                          | 7  |
| 4.1 General Requirements.....                                                                                | 7  |
| 4.2 Energy Efficiency Graduation.....                                                                        | 8  |
| 4.3 Energy Efficiency Monitoring.....                                                                        | 22 |
| Appendix A Energy Efficiency Evaluation Report of High-efficiency Air Conditioning Systems (Template).....   | 28 |
| Appendix B Mean Outdoor Hourly Wet-bulb Temperatures During the Cooling Season of Major Cities in China..... | 37 |
| Explanations of Wording in This Standard.....                                                                | 43 |
| List of Quoted Standards.....                                                                                | 44 |
| Explanations of Provisions.....                                                                              | 45 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范和引导空调系统能效分级评价工作，促进空调系统能源利用效率的提升，制定本标准。

【条文说明】空调系统能耗占建筑能耗高，目前制冷机房系统的高能效运行要求已获得行业关注和重视，且在标准的引领下，发展较快；为进一步发挥能效的标尺作用，通过提升空调系统全局能效，降低空调系统运行能耗，助力我国双碳目标，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于采用由电动机驱动的蒸气压缩制冷循环的水冷式冷水机组的空调系统以及电动机驱动的空气源热泵空调供热系统能效等级评价，不适用于空气源热泵机组的夏季制冷模式。

【条文说明】水冷式冷水机组空调系统相比风冷系统，能效更高。对这类空调系统的能效做出监测和分级评价的具体规定，能有效提高我国空调系统的能效水平。此外，在用电紧张的区域（如广东、广西、浙江、上海等）以及工业建筑中，实施了蓄冷峰谷电价、工业峰谷电价，鼓励建设蓄冷空调系统，因此本标准也针对蓄冷空调系统进行了研究，提出了蓄冷空调系统的能效要求，适用于冰、水蓄冷空调系统。2025 年 4 月，国家发展改革委同工业和信息化部、生态环境部、住房城乡建设部、交通运输部、国家能源局等部门联合印发《推动热泵行业高质量发展行动方案》（发改环资〔2025〕313 号），提出鼓励在寒冷和夏热冬冷地区推广应用空气源热泵。此外，低环境温度热泵技术也在提升，严寒地区热泵亦有应用趋势，故为规范和提升热泵空调供热系统的运行节能水平，本标准也对采用空气源热泵系统供热的集中空调系统进行了能效分级评价。

**1.0.3** 在进行高效空调系统能效评价时，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】本标准主要对高效空调系统能效等级做出了规定，空调系统的整体设计、施工和节能运行，尚应符合其他现行的有关标准。

## 2 术 语

### 2.0.1 空调系统 air conditioning systems

以空调为目的而对空气进行处理、输送、分配，并控制其参数的所有设备、管道及附件、仪器仪表的总和，简称空调系统。按设备系统划分为冷热源系统、空调末端系统。

【条文说明】定义按照《供暖通风与空气调节术语标准》GB/T 50155-2015，同时为契合本标准用语，增加按设备系统划分的说明，即分为制冷机房系统、热泵空调供热系统和空调末端系统。本标准所述的空调系统，包括常规水冷空调系统、水冷冰蓄冷和水蓄冷空调系统及空气源热泵空调供热系统。参照《空气调节系统经济运行》GB/T 17981-2007，空调系统末端包括新风机组、空调机组、风机盘管、变风量箱等末端设备。

### 2.0.2 空调制冷机房系统能效比 energy efficiency ratio of chiller plant system ( $EER_{cp}$ )

空调制冷机房系统总制冷量与总耗电量的比值，即所有冷水机组的制冷量之和与所有冷水机组、冷水泵、冷却水泵及冷却塔的耗电量之和的比值，其单位用W/W 或(kW·h)/(kW·h)表示。对于蓄冷空调系统，总耗电量还应包括蓄冷循环泵、释冷循环泵的耗电量。

【条文说明】空调制冷机房系统能效比计算公式如下：

$$EER_{cp} = \frac{Q_{cp}}{N_{cp}} \quad (\text{式 2.0.2})$$

式中： $EER_{cp}$ ——空调制冷机房系统能效比[W/W 或(kW·h)/(kW·h)]；

$Q_{cp}$ ——空调制冷机房系统所有冷水机组的制冷量之和（W 或 kW·h）；

$N_{cp}$ ——空调制冷机房系统总耗电量，即所有冷水机组、冷水泵、冷却水泵及冷却塔的耗电量之和（W 或 kW·h），对于蓄冷系统，还包括蓄冷水泵、释冷水泵。

### 2.0.3 空调制冷机房系统全年运行能效比 annual operational energy efficiency ratio of chiller plant system ( $AOEER_{cp}$ )

空调制冷机房系统实际运行时全年累计总制冷量与全年累计总耗电量的比值，其单位用(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.4 空调供热热泵系统能效比** energy efficiency ratio of heat pump system for air conditioning heating ( $EER_{hp}$ )

空气源热泵供热系统总制热量与总耗电量的比值,即所有热泵机组的制热量之和与所有热泵机组、热水泵的耗电量之和的比值,其单位用 W/W 或 (kW·h)/(kW·h)表示。

【条文说明】热泵空调供热系统能效比计算公式如下:

$$EER_{hp} = \frac{Q_{hp}}{N_{hp}} \quad (\text{式 2.0.4})$$

式中:  $EER_{hp}$ ——热泵空调供热系统能效比[W/W 或(kW·h)/( kW·h)];

$Q_{hp}$ ——热泵空调供热系统所有热泵机组的制热量之和 (W 或 kW·h) ;

$N_{hp}$ ——热泵空调供热系统总耗电量,即所有热泵机组、热水泵的耗电量之和 (W 或 kW·h) 。

**2.0.5 空调供热热泵系统全年运行能效比** annual operational energy efficiency ratio of heat pump system for air conditioning heating ( $AOEER_{hp}$ )

空调热泵供热系统实际运行时全年累计总制热量与全年累计总耗电量的比值,其单位用(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.6 空调供冷系统末端能效比** energy efficiency ratio of air conditioning terminal system for cooling ( $EER_{tc}$ )

空调系统总制冷量与空调系统末端总耗电量之比,其单位用 W/W 或 (kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.7 空调供冷系统末端全年运行能效比** annual operational energy efficiency ratio of air conditioning terminal system for cooling ( $AOEER_{tc}$ )

空调系统实际运行时全年累计总制冷量与空调系统末端全年累计总耗电量之比,其单位用(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.8 空调供热系统末端能效比** energy efficiency ratio of air conditioning terminal system for heating ( $EER_{th}$ )

空调供热系统总制热量与空调供热系统末端总耗电量之比，其单位用 W/W 或(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.9 空调系统供热末端全年运行能效比** annual operational energy efficiency ratio of air conditioning terminal system for heating ( $AOEER_{th}$ )

空调供热系统实际运行时全年累计总制热量与空调供热系统末端全年累计总耗电量之比，其单位用(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.10 空调供冷系统能效比** energy efficiency ratio of air conditioning systems for cooling ( $EER_{ac,c}$ )

空调系统总制冷量与空调系统供冷总耗电量之比，其单位用 W/W 或(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.11 空调供冷系统全年运行能效比** annual operational energy efficiency ratio of air conditioning systems for cooling ( $AOEER_{ac,c}$ )

空调系统实际运行时全年累计总制冷量与空调系统实际运行时全年累计总耗电量之比，其单位用(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.12 空调供热系统能效比** energy efficiency ratio of air conditioning systems for heating ( $EER_{ac,h}$ )

空调供热系统总制热量与空调供热系统总耗电量之比，其单位用 W/W 或(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.13 空调供热系统全年运行能效比** annual operational energy efficiency ratio of air conditioning systems for heating ( $AOEER_{ac,h}$ )

空调供热系统实际运行时全年累计总制热量与空调供热系统实际运行时全年累计总耗电量之比，其单位用(kW·h)/(kW·h)表示。

**2.0.14 全年蓄冷率** annual cooling storage rate (ACSR)

在蓄冷空调系统中,全年由蓄冷装置提供的累计冷量与冷水机组提供的累计总制冷量之比(kW·h)/(kW·h)。

**2.0.15 空调末端能效比冷（热）量加权系数  $\lambda$**  The weighted coefficient of cooling (heating) capacity for the energy efficiency ratio of air conditioning terminal units

同一空调系统中,不同类型空调末端的设计冷（热）负荷占空调末端系统设计或实测总冷（热）负荷的比例,用 $\lambda_c$  ( $\lambda_h$ ) 表示。

【条文说明】空调系统末端一般包括风机盘管、新风机组和空调机组,其中风机盘管为全水系统,新风机组和空调机组为全空气系统。三种不同的末端,其供冷能效比相差较大,故在对空调末端系统进行能效评价时,引入空调末端能效比冷（热）量加权系数概念。同时,考虑设计之初对不同末端所承担的全年冷（热）量比例数据较难获得,而实际运行时,也一般不会对两类空调系统末端进行分别冷（热）量计量,实际运行时的冷（热）量各自占比数据也难以获得,故采用设计工况下的冷（热）量占比进行合理简化处理。通过利用该系数,计算某空调系统末端能效评价指标限值。

如某项目有空调末端形式风机盘管系统（A 系统）和新风系统（B 系统）2 种,通过计算分析,风机盘管 A 系统所服务的区域其设计冷负荷为 $Q_{A,c}$ ,新风 B 系统所承担的设计冷负荷为 $Q_{B,c}$ ,空调末端能效比冷量加权系数 $\lambda_{A,c}=Q_{A,c}/(Q_{A,c}+Q_{B,c})$ 、 $\lambda_{B,c}=Q_{B,c}/(Q_{A,c}+Q_{B,c})$ ,则该项目空调末端系统的能效评价值为

$$AOEER_{t,c}=1/\left[\frac{\lambda_{A,c}}{AOEER_{tA,c}}+\frac{\lambda_{B,c}}{AOEER_{tB,c}}\right]$$

对于供热工况,按同样方式计算。

如果实际可获得不同末端冷量和电量,则可按实际冷量比例进行计算。

**2.0.16 高效空调系统 high-efficiency air conditioning systems**

室内热湿环境及空气品质满足设计要求、设有满足本标准要求的能效监测系统且空调系统全年运行能效比不低于本标准最低能效等级要求的空调系统。

【条文说明】高效空调系统首先应可满足其服务的室内环境参数要求,且其所设置的监测系统应满足本标准的规定,系统能效比不低于本标准中规定的三级能效要求。

### 3 基本规定

**3.0.1 【总体要求】**高效空调系统应以系统能效为目标，对空调系统的设计、施工、调适和运行环节进行全过程控制。

**【条文说明】**高效空调系统的实现，要求目标导向，基于本标准的能效目标，以及监测要求，全过程落实。要从性能化的设计、精细化的施工和调适以及智能高效的运行全过程参与控制。

**3.0.2 【总体监测要求】**高效空调系统应设置监测系统，对空调制冷机房系统、空调供热热泵系统、空调末端系统等能效以及主要功能房间室内热湿环境和空气品质参数进行监测。

**【条文说明】**设置能效监测系统，用于系统运行调适和直观评价，以及及时发现问题，纠正偏差，优化运行。此外，高效空调系统还应优先满足室内房间的热湿环境及空气品质的要求，不得降低室内舒适性，故除了能效监测，提出室内热湿环境监测的要求，包括对室内温度、相对湿度、CO<sub>2</sub>浓度等的监控。室内温度、相对湿度、新风量和CO<sub>2</sub>浓度等应满足设计要求及《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《室内空气质量标准》GB/T 18883、《公共场所卫生指标及限值要求》GB 37488的相关规定。

**3.0.3 【评价依据】**高效空调系统能效等级应以全年运行能效比为评价依据。

**【条文说明】**制冷机房（冷源）系统、热泵系统（热源）系统、末端系统、空调供冷/供热系统等能效，均按运行能效比进行评价。

## 4 能效评价

### 4.1 一般规定

**4.1.1 【评价内容】**高效空调系统的能效评价包括空调制冷机房系统、空调供冷末端系统、空调供冷系统、空调供热热泵系统、空调供热末端系统、空调供热系统等内容。

**4.1.2 【评价分级】**能效评价等级分为三级、二级、一级与领跑级，三级为最低等级。

**4.1.3 【评价对象】**能效评价时可选取独立的空调系统或单栋建筑作为评价对象。

**【条文说明】**单栋建筑可能设计有多套空调系统，如超高层建筑有办公、酒店，按不同业态设置机电系统。因此允许按单个空调系统进行评价。另外如冷源系统负责多个单独建筑，可按一套空调系统进行评价，也可通过建筑入口设置冷量计量按其中一栋建筑进行评价。

**4.1.4 【评价时间要求】**能效评价应在竣工投入运行至少一年后进行，实测全年运行能效比不低于对应等级能效评价值。

**【条文说明】**评价为1年周期，或者1个完整的供冷（热）季。

**4.1.5 【冰蓄冷空调评价修正】**冰蓄冷空调制冷机房系统能效评价应根据系统实际运行的全年蓄冷率进行能效修正。

**【条文说明】**实际运行时，受各种因素影响，导致建筑空调负荷并未达到设计工况负荷，对于蓄冷项目来说，从运行费用角度考虑，一定会费用优先，即尽量夜间满载蓄冷，减少白天主机开启时间，降低运行费，从而会导致冰蓄冷空调系统全年蓄冷率 ACSR 不同，双工况主机的不同工况其运行时间不同，而双工况主机的能效在不同工况下相差较大，因此为了更加公平客观评价，提出基于全年蓄冷率的能效修正，全年蓄冷率越高，则夜间蓄冷工况供冷量越多，白天空调工况供冷量越小，系统能效则越低，但经济性更好。通过分析水蓄冷、冰蓄冷制冷机房系统在不同全年蓄冷率下的能效，发现水蓄冷系统所受影响较小，故本标准仅对冰蓄冷制冷机房系统进行能效修正。

**4.1.6 【空调末端评价方法】**含多种空调末端类型的空调系统应根据空调末端能效比冷（热）量加权系数加权计算后，再进行分级评价。

【条文说明】不同空调末端设备，其供冷（热）能效比（即提供的冷（热）量与消耗的电量之比）大有差异，主要与风机的全压、效率以及处理空气的焓差有关。一般来说，末端能效比中，风机盘管>新风机组>空调机组。因此整体的末端系统能效比，与各类型末端组成比例关系较大，因此引入空调末端能效比冷（热）量加权系数 $\lambda_c$ （ $\lambda_h$ ）进行加权计算评价。

如某项目有空调末端形式风机盘管系统（A 系统）和新风系统（B 系统）2 种，通过计算分析，风机盘管 A 系统所服务的区域其设计冷负荷为 $Q_{A,c}$ ，新风 B 系统所承担的设计冷负荷为 $Q_{B,c}$ ，空调末端能效比冷量加权系数 $\lambda_{A,c}=Q_{A,c}/(Q_{A,c}+Q_{B,c})$ 、 $\lambda_{B,c}=Q_{B,c}/(Q_{A,c}+Q_{B,c})$ ，则该项目空调末端系统的能效评价价值即为

$$AOEER_{tc}=1/[\frac{\lambda_{A,c}}{AOEER_{tA,c}}+\frac{\lambda_{B,c}}{AOEER_{tB,c}}]$$

对于供热工况，按同样方式计算。

**4.1.7 【冷热源能源综合利用评价】**冷（热）水机组有能量回收的系统，其回收热（冷）量应计入其总的制冷（热）量内，其对应消耗的电量应计入冷（热）用电量。

条文说明：设置热回收的主机，其运行能效受热回收影响，难以高效运行。为鼓励能源综合利用，设置此条，对于机组产生的冷、热量均作为有利的能源利用。

## 4.2 能效分级

**4.2.1 【非蓄冷制冷机房评级】**非蓄冷高效空调制冷机房系统，其能效分级评价按《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023 执行。

【条文说明】

非蓄冷系统沿用《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023 的评价要求，能效限值见其表 5.1.2-1~2。

表 5.1.2-1 高效空调制冷机房系统分级能效限值（冷水机组总设计制冷量&lt;1758kW）

| 气候分区   | 湿球温度子区 | 部分城市                  | 分级能效限值AOEERcp<br>(kW·h)/(kW·h) |     |     |     |
|--------|--------|-----------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|
|        |        |                       | 三级                             | 二级  | 一级  | 领跑级 |
| 夏热冬暖地区 | I 区    | 广州、深圳、南宁、海口           | 3.8                            | 4.3 | 4.5 | 4.7 |
|        | II 区   | 福州、厦门、河源、河池           | 4.0                            | 4.5 | 4.7 | 5.0 |
| 夏热冬冷地区 | I 区    | 上海、重庆、南京、杭州、<br>武汉、长沙 | 3.9                            | 4.3 | 4.5 | 4.8 |
|        | II 区   | 成都、南阳、遵义、汉中           | 4.0                            | 4.5 | 4.8 | 5.1 |
| 温和地区   | I 区    | 贵阳、思茅、澜沧、临沧           | 4.2                            | 4.5 | 4.9 | 5.2 |
|        | II 区   | 昆明、腾冲、丽江、西昌           | 4.4                            | 4.7 | 5.1 | 5.6 |
| 寒冷地区   | I 区    | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州    | 4.0                            | 4.4 | 4.7 | 5.0 |
|        | II 区   | 太原、银川、拉萨、兰州           | 4.5                            | 4.9 | 5.3 | 5.8 |
| 严寒地区   | I 区    | 哈尔滨、长春、沈阳、大同          | 4.3                            | 4.6 | 5.0 | 5.4 |
|        | II 区   | 包头、玉树、兴海              | 4.8                            | 5.1 | 5.7 | 6.3 |

5.1.2-2 高效空调制冷机房系统分级能效限值（冷水机组总设计制冷量≥1758kW）

| 气候分区   | 湿球温度子区 | 部分城市                  | 分级能效限值AOEERcp<br>(kW·h)/(kW·h) |     |     |     |
|--------|--------|-----------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|
|        |        |                       | 三级                             | 二级  | 一级  | 领跑级 |
| 夏热冬暖地区 | I 区    | 广州、深圳、南宁、海口           | 4.3                            | 4.7 | 5.0 | 5.2 |
|        | II 区   | 福州、厦门、河源、河池           | 4.4                            | 4.9 | 5.2 | 5.6 |
| 夏热冬冷地区 | I 区    | 上海、重庆、南京、杭州、<br>武汉、长沙 | 4.3                            | 4.7 | 5.0 | 5.3 |
|        | II 区   | 成都、南阳、遵义、汉中           | 4.4                            | 4.9 | 5.2 | 5.5 |
| 温和地区   | I 区    | 贵阳、思茅、澜沧、临沧           | 4.6                            | 5.0 | 5.4 | 5.7 |
|        | II 区   | 昆明、腾冲、丽江、西昌           | 4.8                            | 5.3 | 5.7 | 6.2 |
| 寒冷地区   | I 区    | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州    | 4.4                            | 4.8 | 5.1 | 5.4 |
|        | II 区   | 太原、银川、拉萨、兰州           | 4.8                            | 5.3 | 5.8 | 6.3 |
| 严寒地区   | I 区    | 哈尔滨、长春、沈阳、大同          | 4.6                            | 5.0 | 5.5 | 5.9 |
|        | II 区   | 包头、玉树、兴海              | 5.1                            | 5.7 | 6.4 | 7.1 |

**4.2.2 【水蓄冷制冷机房评级】**高效水蓄冷空调制冷机房系统能效分级评价限值不应低于表 4.2.2 的规定值。

表 4.2.2 高效水蓄冷空调制冷机房系统能效等级指标

| 气候分区   | 湿球温度子区 | 部分城市               | 能效等级            |     |     |     |
|--------|--------|--------------------|-----------------|-----|-----|-----|
|        |        |                    | 三级              | 二级  | 一级  | 领跑级 |
|        |        |                    | $AOEER_{cp}$ 限值 |     |     |     |
| 夏热冬暖地区 | I区     | 广州、深圳、南宁、海口        | 4.0             | 4.3 | 4.6 | 5.0 |
|        | II区    | 福州、厦门、河源、河池        | 4.1             | 4.5 | 4.8 | 5.1 |
| 夏热冬冷地区 | I区     | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙  | 4.0             | 4.4 | 4.7 | 5.1 |
|        | II区    | 成都、南阳、遵义、汉中        | 4.2             | 4.6 | 5.0 | 5.5 |
| 温和地区   | I区     | 贵阳、思茅、澜沧、临沧        | 4.3             | 4.7 | 5.0 | 5.4 |
|        | II区    | 昆明、腾冲、丽江、西昌        | 4.5             | 4.8 | 5.2 | 5.5 |
| 寒冷地区   | I区     | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州 | 4.2             | 4.6 | 5.1 | 5.6 |
|        | II区    | 太原、银川、拉萨、兰州        | 4.6             | 5.0 | 5.3 | 5.7 |
| 严寒地区   | I区     | 哈尔滨、长春、沈阳、大同       | 4.4             | 4.8 | 5.3 | 5.7 |
|        | II区    | 包头、玉树、兴海           | 4.7             | 5.0 | 5.3 | 5.7 |

**4.2.3 【冰蓄冷制冷机房评级】**高效冰蓄冷空调制冷机房系统应根据建筑所在气候分区，以及系统全年蓄冷率，由表 4.2.3-1 相应的能效值乘以表 4.2.3-2 中的修正系数，计算后进行能效分级评价。

表 4.2.3-1 高效冰蓄冷空调制冷机房系统能效等级基准指标

| 气候分区   | 湿球温度子区 | 部分城市               | 能效等级            |     |     |     |
|--------|--------|--------------------|-----------------|-----|-----|-----|
|        |        |                    | 三级              | 二级  | 一级  | 领跑级 |
|        |        |                    | $AOEER_{cp}$ 限值 |     |     |     |
| 夏热冬暖地区 | I区     | 广州、深圳、南宁、海口        | 2.9             | 3.1 | 3.4 | 3.6 |
|        | II区    | 福州、厦门、河源、河池        | 2.9             | 3.2 | 3.4 | 3.7 |
| 夏热冬冷地区 | I区     | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙  | 2.8             | 3.1 | 3.4 | 3.7 |
|        | II区    | 成都、南阳、遵义、汉中        | 2.9             | 3.3 | 3.6 | 4.0 |
| 温和地区   | I区     | 贵阳、思茅、澜沧、临沧        | 3.0             | 3.3 | 3.6 | 3.9 |
|        | II区    | 昆明、腾冲、丽江、西昌        | 3.1             | 3.4 | 3.7 | 4.0 |
| 寒冷地区   | I区     | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州 | 2.9             | 3.3 | 3.7 | 4.1 |
|        | II区    | 太原、银川、拉萨、兰州        | 3.2             | 3.5 | 3.9 | 4.2 |
| 严寒地区   | I区     | 哈尔滨、长春、沈阳、大同       | 3.1             | 3.5 | 3.9 | 4.2 |
|        | II区    | 包头、玉树、兴海           | 3.4             | 3.6 | 3.9 | 4.2 |

表 4.2.3-2 高效冰蓄冷空调制冷机房系统能效等级指标修正系数

| 全年蓄冷率<br>ACSR | 夏热冬暖 |      | 夏热冬冷 |      | 温和地区 |      | 寒冷地区 |      | 严寒地区 |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | I区   | II区  | I区   | II区  | I区   | II区  | I区   | II区  | I区   | II区  |
| (20%,30%]     | 1.02 | 1.02 | 1.03 | 1.03 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.01 |
| (30%,40%]     | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| (40%,50%]     | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| (50%,60%]     | 0.95 | 0.95 | 0.96 | 0.96 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 0.97 | 0.97 |
| (60%,70%]     | 0.93 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.96 | 0.96 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| (70%,80%]     | 0.89 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| (80%,90%]     | 0.85 | 0.85 | 0.86 | 0.86 | 0.89 | 0.89 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| (90%,100%]    | 0.81 | 0.81 | 0.82 | 0.82 | 0.84 | 0.84 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 |

## 4.2.2~4.2.3 【条文说明】

根据《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026、T/CRAAS 1039，制冷机房系统的运行能效水平，与气候分区相关性大，因此，对于蓄冷空调制冷机房系统的能效限值计算，也按项目所在的气候分区及湿球温度气候子区进行分级评价。

## 1 对于蓄冷空调制冷机房系统的能效模拟预测计算模型构建主要原则

1) 供冷规模：根据徐伟，孙宗伟，李骥等发表的论文《中国蓄冷空调工程应用调查分析研究(2011—2015)》，设计日蓄冷量 $>3.5$ 万 kWh 的约占 43%，该设计日蓄冷率下推算设计负荷 4000~5000RT。此外主编单位向标准编制参与单位征集蓄冷案例，共收集 36 个项目，大部分项目设计冷负荷均在 5000RT 以上，接近 80%。考虑蓄冷项目建设规模的变化，因此系统供冷负荷按 5000RT 取值。

2) 设计日蓄冷率：根据徐伟，孙宗伟，李骥等发表的论文《中国蓄冷空调工程应用调查分析研究(2011—2015)》，设计日蓄冷率一般取 20%~40%。根据经济蓄冷率和工程调研，设计日蓄冷率在 20%~30%的取值居多。设计日蓄冷率的取值，与当地峰谷电价、系统建设条件、综合经济性有关。设计日蓄冷率的不同，会导致设备选型（主要在于双工况主机与单工况主机的配置）不同，从而会影响系统设计能效。但本质的影响还是体现在全年蓄冷工况和非蓄冷工况，所提供的冷量大小。因此，为简化比选过程，解决影响能效的主要矛盾，拟基于全年蓄冷率进行能效评价，淡化设计蓄冷率的影响。模型中，设计日蓄冷率的取值综合

考虑实际项目的常规取值范围以及全年蓄冷率的可变范围（设计日蓄冷率取值偏大，则全年蓄冷率变化范围越小，评价的项目范围也就越小），故按 25%的蓄冷率进行设备选型。

### 3) 设备能效模型

冷水机组：三级能效模型中，选用定频主机，冷水机组按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 节能限值和《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2024 中的 3 级能效两者取大值。对于水蓄冷工况，则根据出水温度进行修正。对于冰蓄冷主机，则参考《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018 中表 3.3.4-1 取值。领跑级能效，则按优于《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2024 中的 1 级能效、《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 37227.1-2018 中的引导值，以及主流厂家的最优高效选型值，代表行业优秀领跑水平。

水泵：水泵扬程计算取值按《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023，水泵效率按《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762-2025，三级能效模型对应 3 级能效效率，领跑级能效模型则取水泵 1 级能效效率。

冷却塔：冷却塔能效参数取值按《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023。

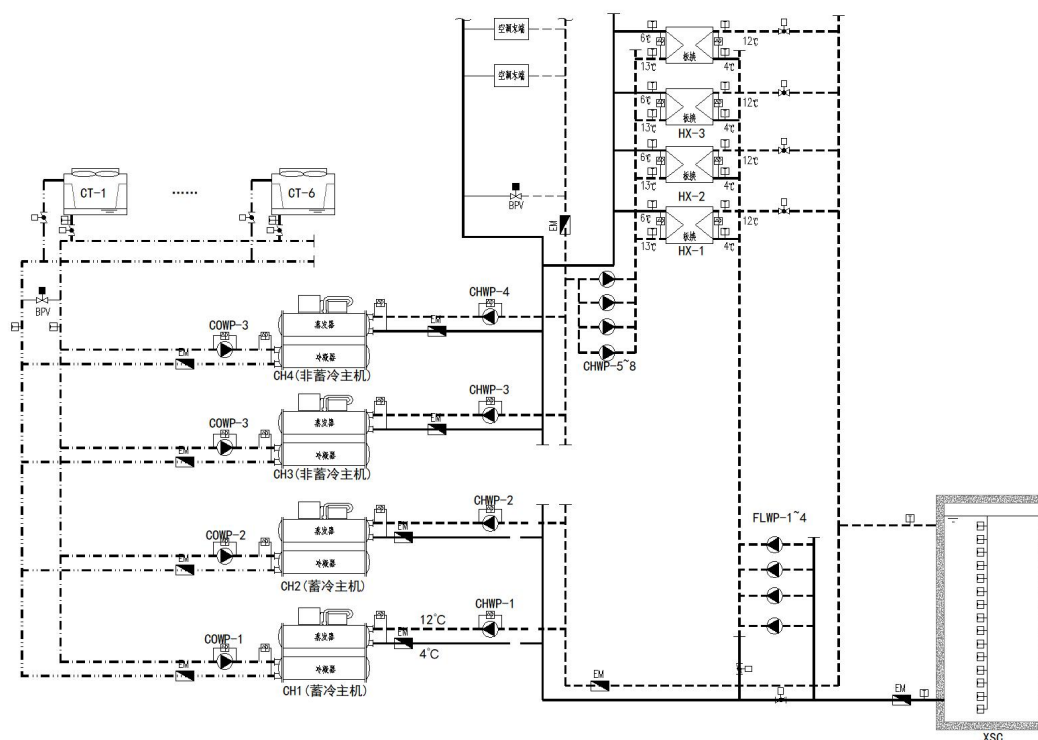
### 4) 建筑类型影响

根据文献姜少华、屈国伦、谭海阳等《建筑类型对高效制冷机房系统运行能效比影响的定量分析》，不同建筑类型，如常规民用建筑类型办公、酒店、商业等对制冷机房系统能效影响较小，因此为减少计算量，本标准按办公建筑进行能效预测模拟计算。

## 2 系统形式

### 1) 水蓄冷空调系统

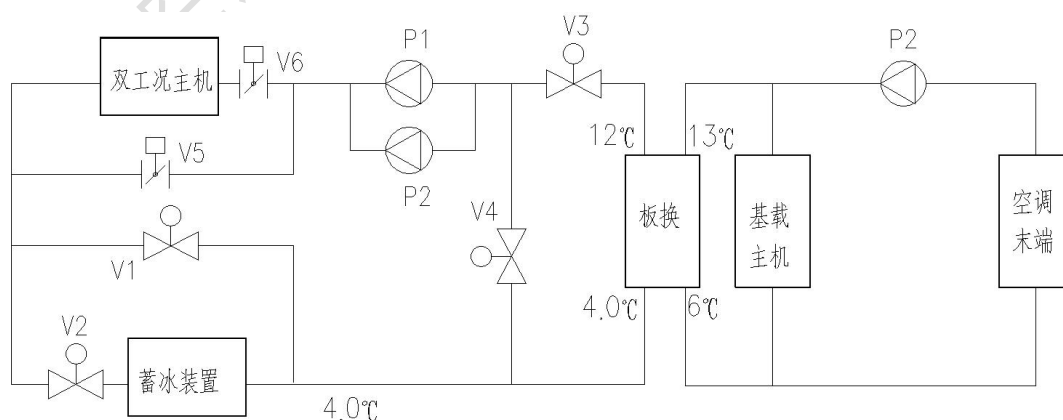
按低位水池，设置板换的水蓄冷系统，水池通过板换间接供冷，双工况主机供冷时，按直供，系统冷冻水供回水温度 6/13℃，蓄冷水温按 4/12℃。系统选用 2 台 3341kW（950RT）双工况水蓄冷离心式冷水机组，2 台 2286kW（650RT）单工况离心式冷水机组。



水蓄冷空调冷源系统流程图

## 2) 冰蓄冷空调系统

按内融冰+双工况主机上游系统，设置水-乙二醇板换供冷，非蓄冷主机直接供冷，不经板换。内融冰盘管乙二醇载冷剂供冷温度按 4.0°C，板换一次侧乙二醇供回水温度 4.0/12°C，二次侧去末端冷冻水供回水温度 6/13°C。系统选用 2 台双工况离心式冷水机组，名义空调工况制冷量 6572kW（1300RT），制冰工况制冷量 2975kW（845RT），2 台 1934kW（550RT）单工况主机。



| 系统工况 \ 阀门状态 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | P1 | P2 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 主机蓄冰        | 关  | 开  | 关  | 开  | 关  | 开  | 开  | 关  |
| 主机与蓄冰装置联合供冷 | 调节 | 调节 | 调节 | 调节 | 关  | 开  | 开  | 关  |
| 蓄冰装置单独供冷    | 调节 | 调节 | 调节 | 调节 | 开  | 关  | 关  | 开  |
| 主机单独供冷      | 开  | 关  | 开  | 关  | 关  | 开  | 开  | 关  |

冰蓄冷工况表

冰蓄冷空调冷源系统流程示意图

## 2 能效计算及分级取值

通过分别构建水蓄冷制冷机房系统模型（分为三级和领跑级）、冰蓄冷制冷机房模型（分为三级和领跑级），按全国不同的气候分区、不同的城市（共 270 个），进行全年能效预测模拟计算，得到每个气候分区、不同气候子区下不同城市的制冷机房系统能效值。

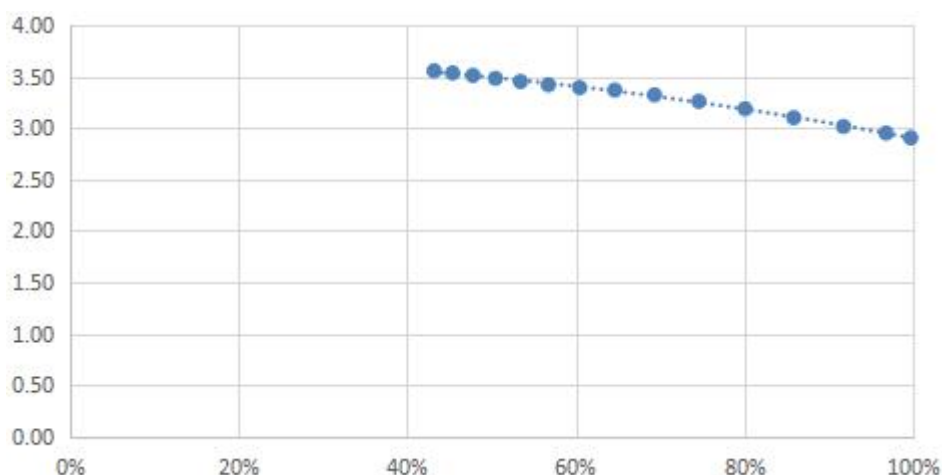
对于三级能效，取该气候子区中的能效最低值作为能效限值，可鼓励各地项目积极参评，获得低门槛等级。领跑级则按该气候子区中的能效最高值作为能效限值，可起到引领作用，激励采用优秀设计和管理，实现有挑战、有示范意义的能效评级。

对于二级能效、一级能效限值，则基于三级、领跑级的能效限值，通过插值计算确定。

## 3 基于全年蓄冷率的能效修正

为充分、客观地体现蓄冷对能效的影响，蓄冷系统能效评价引入全年蓄冷率，通过对水蓄冷空调系统的分析，其不同全年蓄冷率对系统能效的影响，在 4%~8% 左右，能效值差在 0.2~0.4 之间，影响偏差较小，为简化评价，水蓄冷空调制冷机房系统能效不再根据全年蓄冷率进一步的细化评价。

但对于冰蓄冷空调系统，不同的全年蓄冷率影响则较大，最高能效与最低能效相差 15%~20% 左右，能效值差在 0.6 以上。以广州为例，项目负荷达产年运行时，机房系统能效为 3.55，考虑前期入驻率较低时，以全蓄冷工况运行，全年蓄冷率 100%，此时系统能效为 2.90。



广州地区不同全年蓄冷率冰蓄冷制冷机房系统能效变化图

因此指标采用“基准能效指标表+修正系数表”的呈现方式。

**4.2.4 【热泵系统评级】** 高效空调供热热泵系统能效评价限值不应低于表 4.2.4 的规定值。

表 4.2.4 高效空调供热热泵系统能效等级指标

| 气候分区   | 部分城市                           | 能效等级                   |     |     |     |
|--------|--------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|
|        |                                | 三级                     | 二级  | 一级  | 领跑级 |
|        |                                | AOEER <sub>hp</sub> 限值 |     |     |     |
| 夏热冬暖地区 | 广州、深圳、南宁、海口、福州、厦门、河源、河池        | 3.2                    | 3.5 | 3.9 | 4.3 |
| 夏热冬冷地区 | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙、成都、南阳、遵义、汉中  | 2.8                    | 3.0 | 3.3 | 3.5 |
| 温和地区   | 贵阳、思茅、澜沧、临沧、昆明、腾冲、丽江、西昌        | 2.6                    | 3.0 | 3.4 | 3.7 |
| 寒冷地区   | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州、太原、银川、拉萨、兰州 | 2.3                    | 2.6 | 2.9 | 3.1 |
| 严寒地区   | 哈尔滨、长春、沈阳、大同、包头、玉树、兴海          | 2.1                    | 2.3 | 2.6 | 2.9 |

**【条文说明】**

本标准针对空气源热泵供热系统能效，也建立了相应的计算模型。热泵供热能效的影响因素包括所在的气候区、热泵机组能效及热水泵输送能效。根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016，我国气候区主要是基于干球温度进行区划的，因此，基于气候区的评价，可以体现干球温度对能效的影响。

空气源热泵机组包括螺杆式热泵机组和涡旋式热泵机组，根据《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2024，其对低环境温度空气源热泵机组能效进行了分级，但对

常规舒适性空气源热泵则仅对制冷工况能效提出了分级限值，对制热工况未做要求，标准体系尚不完善。因此，对于空气源热泵制热 COP 的取值，通过收集参编厂家单位的风冷螺杆热泵机组、风冷涡旋热泵机组的常规机型选型、高效机型选型获得对应的能效值，并按三级能效模型为定频、满足 GB 19577-2024 对风冷热泵的能效限值，领跑级按最优选型能效，来构建热泵热源物理模型系统。

对于涡旋机，一般风冷涡旋单模块机最大容量为 130kW，对应选择 8 台 130kW；对于风冷螺杆机，一般单台机组最大热负荷为 1600kW 左右，对应选择 5 台 1300kW 的风冷螺杆机组（均为 2 个压缩机，故不考虑大小机）。热泵供暖水温统一按 40/45℃。

热泵实际可提供的热负荷，需要根据设计工况的冷量衰减以及融霜衰减进行计算，由厂家提供相应的系数。

根据室外气象温度的不同，选用一般工况热泵（名义冬季室外干湿球温度按 7/6℃，最低适用温度-15℃，室外空调设计温度-10℃以上的城市采用此类热泵）和低环境温度热泵工况（名义冬季室外干湿球温度按-20℃，最低适用温度-25℃，室外空调设计温度-20℃以上的城市采用此类热泵）。

热水泵扬程综合考虑夏季冷水系统合用管网对水泵扬程的影响，并参考《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023 中对设备、阀门、阀件的阻力取值确定，水泵效率按《离心泵能效限定值及能效等级》GB19762-2025，三级能效模型对应 3 级能效效率，领跑级能效模型则取水泵 1 级能效效率。

计算不同气候区的典型城市、不同建筑类型的热泵供热系统的三级能效和领跑级能效值，对于三级能效，取该气候子区中的能效平均值作为能效限值，可更好的平衡不同业态的能效限值。领跑级则按该气候子区中的能效最高值作为能效限值，可起到引领作用，激励采用优秀设计和管理，实现有挑战、有示范意义的能效评级。

对于二级能效、一级能效限值，则基于三级、领跑级的能效限值，通过插值计算确定。

#### **4.2.5 【空调末端系统评级】**空调系统末端能效评价应符合下列规定：

1 根据运行工况，分为空调供冷系统末端能效评价和空调供热系统末端能效评价。

2 根据末端类型，分为风机盘管系统（A 系统）、新风机组（B 系统）和空调机组系统（C 系统）以及各自对应的能效等级指标。

3 空调供冷系统末端能效等级限值应按表 4.2.5-1~表 4.2.5-6 计算确定。

表 4.2.5-1 空调供冷系统末端能效等级指标

| 系统形式<br>能效等级                                                                 | 三级                                                                                                                                    | 二级                                                                                                                                    | 一级                                                                                                                                    | 领跑级                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 风机盘管系统(A)<br>$AOEER_{tA,c}$ 限值                                               | 50                                                                                                                                    | 80                                                                                                                                    | 100                                                                                                                                   | 130                                                                                                                                   |
| 新风机组系统(B)<br>$AOEER_{tB,c}$ 限值                                               | 见表 4.2.5-2                                                                                                                            | 见表 4.2.5-2                                                                                                                            | 见表 4.2.5-2                                                                                                                            | 见表 4.2.5-2                                                                                                                            |
| 空调机组系统(C)<br>$AOEER_{tC,c}$ 限值                                               | 见表 4.2.5-3                                                                                                                            | 见表 4.2.5-3                                                                                                                            | 见表 4.2.5-3                                                                                                                            | 见表 4.2.5-3                                                                                                                            |
| 空调系统末端<br>$AOEER_{t,c}$ 限值                                                   | $\frac{1}{\left[\frac{\lambda_{A,c}}{AOEER_{tA,c}} + \frac{\lambda_{B,c}}{AOEER_{tB,c}} + \frac{\lambda_{C,c}}{AOEER_{tC,c}}\right]}$ | $\frac{1}{\left[\frac{\lambda_{A,c}}{AOEER_{tA,c}} + \frac{\lambda_{B,c}}{AOEER_{tB,c}} + \frac{\lambda_{C,c}}{AOEER_{tC,c}}\right]}$ | $\frac{1}{\left[\frac{\lambda_{A,c}}{AOEER_{tA,c}} + \frac{\lambda_{B,c}}{AOEER_{tB,c}} + \frac{\lambda_{C,c}}{AOEER_{tC,c}}\right]}$ | $\frac{1}{\left[\frac{\lambda_{A,c}}{AOEER_{tA,c}} + \frac{\lambda_{B,c}}{AOEER_{tB,c}} + \frac{\lambda_{C,c}}{AOEER_{tC,c}}\right]}$ |
| 注: $\lambda_A$ 、 $\lambda_B$ 、 $\lambda_C$ 分别为风机盘管系统、新风机组和空调机组空调末端能效比冷量加权系数。 |                                                                                                                                       |                                                                                                                                       |                                                                                                                                       |                                                                                                                                       |

表 4.2.5-2 空调供冷系统新风机组末端能效等级指标

| 气候分区   | 湿球温度子区 | 部分城市               | 能效等级              |     |     |     |
|--------|--------|--------------------|-------------------|-----|-----|-----|
|        |        |                    | 三级                | 二级  | 一级  | 领跑级 |
|        |        |                    | $AOEER_{tB,c}$ 限值 |     |     |     |
| 夏热冬暖地区 | I区     | 广州、深圳、南宁、海口        | 14                | 20  | 26  | 32  |
|        | II区    | 福州、厦门、河源、河池        | 11                | 15  | 19  | 23  |
| 夏热冬冷地区 | I区     | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙  | 11                | 16  | 21  | 26  |
|        | II区    | 成都、南阳、遵义、汉中        | 8                 | 11  | 14  | 17  |
| 温和地区   | I区     | 贵阳、思茅、澜沧、临沧        | 4                 | 6   | 8   | 10  |
|        | II区    | 昆明、腾冲、丽江、西昌        | 1                 | 3   | 4   | 5   |
| 寒冷地区   | I区     | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州 | 6                 | 10  | 13  | 16  |
|        | II区    | 太原、银川、拉萨、兰州        | 不参评               | 不参评 | 不参评 | 不参评 |
| 严寒地区   | I区     | 哈尔滨、长春、沈阳、大同       | 4.0               | 7   | 11  | 14  |
|        | II区    | 包头、玉树、兴海           | 不参评               | 不参评 | 不参评 | 不参评 |

表 4.2.5-3 空调供冷系统空调机组末端能效等级指标

| 气候分区   | 湿球温度子区 | 部分城市              | 能效等级              |    |    |     |
|--------|--------|-------------------|-------------------|----|----|-----|
|        |        |                   | 三级                | 二级 | 一级 | 领跑级 |
|        |        |                   | $AOEER_{tC,c}$ 限值 |    |    |     |
| 夏热冬暖地区 | I区     | 广州、深圳、南宁、海口       | 11                | 13 | 16 | 19  |
|        | II区    | 福州、厦门、河源、河池       | 9                 | 12 | 14 | 17  |
| 夏热冬冷地区 | I区     | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙 | 6                 | 10 | 13 | 16  |
|        | II区    | 成都、南阳、遵义、汉中       | 9                 | 12 | 14 | 16  |

|      |     |                        |   |    |    |    |
|------|-----|------------------------|---|----|----|----|
| 温和地区 | I区  | 贵阳、思茅、澜沧、临沧            | 8 | 10 | 12 | 14 |
|      | II区 | 昆明、腾冲、丽江、西昌            | 7 | 9  | 11 | 12 |
| 寒冷地区 | I区  | 北京、天津、济南、石家庄、西安、<br>郑州 | 7 | 9  | 11 | 13 |
|      | II区 | 太原、银川、拉萨、兰州            | 6 | 6  | 6  | 9  |
| 严寒地区 | I区  | 哈尔滨、长春、沈阳、大同           | 6 | 8  | 10 | 11 |
|      | II区 | 包头、玉树、兴海               |   |    |    |    |

表 4.2.5-4 空调供热系统末端能效等级指标

| 系统形式<br>能效等级                                                                   | 三级                                                                                                                   | 二级                                                                                                                   | 一级                                                                                                                   | 领跑级                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 风机盘管系统<br>(A)<br>$AOEER_{tA,h}$ 限值                                             | 35.0                                                                                                                 | 60                                                                                                                   | 80                                                                                                                   | 110.0                                                                                                                |
| 新风机组系统<br>(B)<br>$AOEER_{tB,h}$ 限值                                             | 见表 4.2.5-5                                                                                                           | 见表 4.2.5-5                                                                                                           | 见表 4.2.5-5                                                                                                           | 见表 4.2.5-5                                                                                                           |
| 空调机组系统<br>(C)<br>$AOEER_{tC,h}$ 限值                                             | 见表 4.2.5-6                                                                                                           | 见表 4.2.5-6                                                                                                           | 见表 4.2.5-6                                                                                                           | 见表 4.2.5-6                                                                                                           |
| 空调系统末端<br>$AOEER_{t,h}$ 限值                                                     | $1/[ \frac{\lambda_{A,h}}{AOEER_{tA,h}} + \frac{\lambda_{B,h}}{AOEER_{tB,h}} + \frac{\lambda_{C,h}}{AOEER_{tC,h}} ]$ | $1/[ \frac{\lambda_{A,h}}{AOEER_{tA,h}} + \frac{\lambda_{B,h}}{AOEER_{tB,h}} + \frac{\lambda_{C,h}}{AOEER_{tC,h}} ]$ | $1/[ \frac{\lambda_{A,h}}{AOEER_{tA,h}} + \frac{\lambda_{B,h}}{AOEER_{tB,h}} + \frac{\lambda_{C,h}}{AOEER_{tC,h}} ]$ | $1/[ \frac{\lambda_{A,h}}{AOEER_{tA,h}} + \frac{\lambda_{B,h}}{AOEER_{tB,h}} + \frac{\lambda_{C,h}}{AOEER_{tC,h}} ]$ |
| 注： $\lambda_A$ 、 $\lambda_B$ 、 $\lambda_C$ 分别为风机盘管系统、新风机组和空调机组系统空调末端能效比热量加权系数。 |                                                                                                                      |                                                                                                                      |                                                                                                                      |                                                                                                                      |

表 4.2.5-5 空调供热系统新风机组末端能效等级指标

| 气候分区   | 部分城市                           | 能效等级              |    |    |     |
|--------|--------------------------------|-------------------|----|----|-----|
|        |                                | 三级                | 二级 | 一级 | 领跑级 |
|        |                                | $AOEER_{tB,h}$ 限值 |    |    |     |
| 夏热冬暖地区 | 广州、深圳、南宁、海口、福州、厦门、河源、河池        | 3                 | 5  | 7  | 9   |
| 夏热冬冷地区 | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙、成都、南阳、遵义、汉中  | 7                 | 12 | 18 | 23  |
| 温和地区   | 贵阳、思茅、澜沧、临沧、昆明、腾冲、丽江、西昌        | 2                 | 8  | 14 | 20  |
| 寒冷地区   | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州、太原、银川、拉萨、兰州 | 14                | 20 | 26 | 32  |
| 严寒地区   | 哈尔滨、长春、沈阳、大同、包头、玉树、兴海          | 17                | 26 | 36 | 46  |

表 4.2.5-6 空调供热系统空调机组末端能效等级指标

| 气候分区   | 部分城市                           | 能效等级              |    |    |     |
|--------|--------------------------------|-------------------|----|----|-----|
|        |                                | 三级                | 二级 | 一级 | 领跑级 |
|        |                                | $AOEER_{tB,h}$ 限值 |    |    |     |
| 夏热冬暖地区 | 广州、深圳、南宁、海口、福州、厦门、河源、河池        | 5                 | 10 | 16 | 21  |
| 夏热冬冷地区 | 上海、重庆、南京、杭州、武汉、长沙、成都、南阳、遵义、汉中  | 10                | 20 | 31 | 41  |
| 温和地区   | 贵阳、思茅、澜沧、临沧、昆明、腾冲、丽江、西昌        | 6                 | 15 | 24 | 33  |
| 寒冷地区   | 北京、天津、济南、石家庄、西安、郑州、太原、银川、拉萨、兰州 | 13                | 26 | 38 | 51  |
| 严寒地区   | 哈尔滨、长春、沈阳、大同、包头、玉树、兴海          | 15                | 31 | 47 | 63  |

## 【条文说明】

三级为各空调系统在满足公建及通规等相关标准的最低限值要求，领跑级为调研目前市场上采用的最先进技术及设备能达到的空调末端能效，二级一级在低限和高限中采用插值选取能效指标。

对于室内空调设计点的焓值低于室外设计工况点焓值时，因基本无新风负荷，故新风机组能效不参评。

#### 4.2.6 【空调系统评级】空调系统能效等级指标的确定应符合下列规定：

1 计算空调制冷机房系统（空调供热热泵系统）、空调供冷（供热）系统末端的各能效等级限值。

2 根据第 1 款计算结果，按式（4.2.6-1）和式（4.2.6-2）计算其能效等级限值。

$$AOEER_{ac,c}=1/[1/AOEER_{cp}+1/AOEER_{tc}] \quad (4.2.6-1)$$

$$AOEER_{ac,h}=1/[1/AOEER_{hp}+1/AOEER_{th}] \quad (4.2.6-2)$$

### 【条文说明】

根据空调末端形式不同分为 3 类，表中的数值表示该空调系统中的末端形式绝大部分为所列的形式，即空调末端中某一类型末端形式占比高于或等于 90%（以末端装机冷量计），则按该类型进行分级评价。如办公楼中，主要的空调末端形式为风机盘管+新风，其末端冷量装机冷量占比 90%以上，则按表中风机盘管列取值，否则按条文计算取值。

以水蓄冷空调系统为例，空调末端为风机盘管+新风系统，其中风机盘管负责冷量 70%，新风机负责冷量 30%，计算其能效分级评价等级如下：

根据表 4.2.5-1 和表 4.2.5-2，计算不同气候分区下，该空调系统末端能效比 $AOEER_{tc}$ 限值如下：

| $AOEER_{tc}$ |                           |    |     |     |     |
|--------------|---------------------------|----|-----|-----|-----|
| 气候区          | 子区                        | 三级 | 二级  | 一级  | 领跑级 |
| 夏热冬暖地区       | $>23^{\circ}\text{C}$     | 29 | 46  | 62  | 78  |
|              | $\leq 23^{\circ}\text{C}$ | 25 | 37  | 49  | 60  |
| 夏热冬冷地区       | $>21^{\circ}\text{C}$     | 25 | 39  | 53  | 66  |
|              | $\leq 21^{\circ}\text{C}$ | 20 | 29  | 38  | 47  |
| 温和地区         | $>19^{\circ}\text{C}$     | 11 | 18  | 24  | 30  |
|              | $\leq 19^{\circ}\text{C}$ | 3  | 9   | 13  | 16  |
| 寒冷地区         | $>16^{\circ}\text{C}$     | 16 | 27  | 36  | 45  |
|              | $\leq 16^{\circ}\text{C}$ | 55 | 103 | 152 | 200 |
| 严寒地区         | $>11^{\circ}\text{C}$     | 11 | 20  | 31  | 40  |
|              | $\leq 11^{\circ}\text{C}$ | 55 | 103 | 152 | 200 |

根据表表 4.2.2 和式 (4.2.6-1)，计算该空调系统能效比 $AOEER_{ac,c}$ 限值如下：

| $AOEER_{ac,c}$ |                           |     |     |     |     |
|----------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 气候区            | 子区                        | 三级  | 二级  | 一级  | 领跑级 |
| 夏热冬暖地区         | $>23^{\circ}\text{C}$     | 3.5 | 4.0 | 4.3 | 4.7 |
|                | $\leq 23^{\circ}\text{C}$ | 3.5 | 4.0 | 4.4 | 4.7 |
| 夏热冬冷地区         | $>21^{\circ}\text{C}$     | 3.5 | 3.9 | 4.3 | 4.7 |
|                | $\leq 21^{\circ}\text{C}$ | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 4.9 |
| 温和地区           | $>19^{\circ}\text{C}$     | 3.1 | 3.7 | 4.1 | 4.6 |
|                | $\leq 19^{\circ}\text{C}$ | 1.9 | 3.2 | 3.7 | 4.1 |
| 寒冷地区           | $>16^{\circ}\text{C}$     | 3.3 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
|                | $\leq 16^{\circ}\text{C}$ | 4.3 | 4.8 | 5.2 | 5.5 |
| 严寒地区           | $>11^{\circ}\text{C}$     | 3.2 | 3.9 | 4.5 | 5.0 |
|                | $\leq 11^{\circ}\text{C}$ | 4.3 | 4.8 | 5.1 | 5.5 |

## 4.3 能效监测

**4.3.1** 制冷机房系统的能效监测，应符合《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》（T/CECA 20026、T/CRAAS 1039）的规定。

【条文说明】《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》（T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023）第4章给出了制冷机房系统的能效监测系统一般规定、测量内容与测量仪表要求、数据存储及监视界面要求。

其中“一般规定”要求具体如下：

- (1) 应对制冷机房系统的总制冷量及总耗电量进行持续计量，宜对各冷水机组的制冷量以及制冷系统中各设备的耗电量进行持续分项计量。
- (2) 制冷机房系统能效比的测量不确定度应满足以下要求：
  - 1) 对于测量不确定度有高要求的应用场景，测量不确定度不应大于 5.0%；（适用于节能效果认证（IPMVP）、能源托管或合同能源管理应用场景。根据本标准进行能效评价时，应满足本条款要求。）
  - 2) 对于测量不确定度无高要求的应用场景，测量不确定度不应大于 10.0%；（适用于节能管理或系统调适应用场景等。）
- (3) 制冷机房系统运行期间，系统测量能量平衡系数（MEBC）小于或等于 5%的时间占比应高于 80%。
- (4) 测量数据采集周期与显示界面刷新时间间隔不宜大于 10s。
- (5) 监测设备、测量仪表以及传感器，应具有通用的通信接口，并使用开放的通信协议。
- (6) 当测量数据上传至终端或远端服务器时，应保持一致性与同步性。
- (7) 监测系统宜定期进行校准，并出具评价报告。

其中“测量内容”要求具体如下：

- (1) 制冷机房系统基本测量参数应为下列各项：
  - 1) 所有设备的总耗电量；
  - 2) 冷水总管的供水、回水温度及流量,系统总制冷量；
  - 3) 冷却水总管的供水、回水温度流量，系统排热量；
  - 4) 冷却水补水量；

5) 室外空气干球、湿球温度。

(2) 制冷机房系统其它测量参数宜包括下列各项：

- 1) 冷水总管的供回水压力；
- 2) 各台冷水机组的耗电量；
- 3) 各台冷水机组的制冷量，冷水进、出口水温度，水流量及进、出口压差；
- 4) 各台冷水机组的排热量（kW·h），冷却水进、出口水温度，水流量及进、出口压差；
- 5) 各台冷水泵和冷却水泵的耗电量，运行频率，进出口压差；
- 6) 各台冷却塔的冷却水进、出水温度；
- 7) 各台冷却塔风机的耗电量及运行频率。

其中“测量仪表”要求具体如下：

(1) 对于能效比测量不确定度有高要求的应用场景：

- 1) 测量冷（热）量宜优先采用整体式热量表，最大允许误差宜符合表 4.3.1-1 规定；

表 4.3.1-1 测量仪表最大允许误差

| 测量参数   | 最大允许误差（%） |
|--------|-----------|
| 热量表（%） | ±2.0      |
| 电功率（%） | ±1.5      |

- 1) 当采用组合式热量表时，最大允许误差宜符合表 4.3.1-2 规定。

表 4.3.1-2 测量仪表最大允许误差

| 测量参数   | 最大允许误差 |
|--------|--------|
| 水温差（K） | ±0.1   |
| 水流量（%） | ±2.0   |
| 电功率（%） | ±1.5   |

(2) 对于测量不确定度要求不高时，测量仪表的最大允许误差宜满足《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260 要求。

- (3) 水（液体）温度计宜符合下列规定：

- 1) 水温度计的测温范围：0℃~+45℃，最大允许误差±0.2℃；（对于冰蓄冷系统，测温范围为-15℃~+45℃。）
  - 2) 水（液体）温度传感器宜采用 PT1000 铂电阻，配套高精度温度变送器；
  - 3) 水（液体）温度传感器宜采用直接与水（液体）接触的安装方式，也可以采用带测温套筒的间接式测温方式，测温延迟时间不大于 6 s，应符合《热量表》GB/T 32224 的要求；
  - 4) 测量供回水温差的温度传感器应采用误差特性最接近的进行配对使用，并应进行配对标定，出具配对检定证书；
  - 5) 冷水与冷却水总管上的温度测点应设置备用校正孔。
- (4) 水（液体）流量计宜符合下列规定：
- 1 水（液体）流量传感器的流速范围：0.05 m/s-3.00 m/s；
  - 2 水（液体）流量传感器宜选用管段式超声波流量传感器或者电磁流量传感器，前后直管段过小或受其他条件限制的场合，宜选用多声道超声波流量传感器。不能安装管段式流量传感器的，宜安装外夹式或者插入式流量传感器；
  - 3 选用具有瞬态值输出功能的流量传感器；
  - 4 宜选用水流阻力低的产品。
- (5) 功率表安装设置宜符合下列规定：
- 1) 功率测量装置应根据测量的电流、电压和功率因数计算真均方根（RMS, Root Mean Square）功率；
  - 2) 监测带变频器的设备时，应计入变频器的耗电量；
  - 3) 电机输入功率检测应按现行国家标准《三相异步电动机试验方法》GB/T 1032 规定的方法进行。宜采用两表（两台单相功率表）法测量，也可采用一台三相功率表或三台单相功率表测量。当采用两表（两台单相功率表）法测量时，电机输入功率应为两表检测功率之和。
  - 4) 耗电量测量仪表宜采用数字功率表，并能输出有功功率、无功功率及功率因数。
- (6) 用于测量及控制的线缆应设有金属屏蔽层，与传感器或信息变送器相连的控制线缆的金属屏蔽层应接地。

**4.3.2** 对于水蓄冷空调制冷机房系统，监测内容还需包括下列内容：

1. 宜测量基载冷水机组的冷冻水总管总供冷量；
2. 宜测量蓄冷冷水机组的冷冻水总管总蓄（供）冷量；
3. 应测量冷冻水及冷却水总管供回水压差；
4. 应测量每台冷水机组的耗电量、供冷量与排热量；
5. 宜测量每台水泵的进出水口压差；
6. 应测量每台水泵的耗电量（含变频器）与电机频率，且耗电量应按冷却泵、冷冻泵、一级释冷泵、二级释冷泵分项计量；
7. 应测量每台板换两侧的进出水温度及进出水压差；
8. 应测量蓄冷水罐的总释冷量及释冷率；
9. 应测量蓄冷水罐垂直方向上的水温分布，测点间垂直间隔不宜大于 10 cm；
10. 应测量冷却水总管的进出水温度；
11. 应测量每台冷却塔的耗电量（含变频器）、电机频率与出水温度；

【条文说明】蓄冷空调系统的能量平衡校验。制冷机房系统能量平衡系数计算公式为|总供冷量（冷冻水主管）+所有主机输入功率-总排热量（冷却水总管）|/总排热量（冷却水总管），见式 4.3.2。

$$MEBC = \left| \frac{Q_e + N - Q_c}{Q_c} \right| \times 100\% \quad (\text{式 4.3.2})$$

式中：MEBC——制冷机房系统能量平衡系数（%）；

$Q_e$ ——制冷机房系统的总制冷量（kW·h）；

$N$ ——制冷机房系统的各台冷水机组的压缩机做功之和（kW·h）；

$Q_c$ ——制冷机房系统的冷却水系统总排热量（kW·h）。

因蓄冷空调系统的每台制冷主机冷冻侧与冷却侧均安装了能量表，故可对每台主机的能量平衡系数进行监测校验，制冷主机的热平衡系数计算公式为|供冷量+主机输入功率-排热量|/排热量。此外，因蓄冷空调系统的蓄冷装置在蓄冷侧与释冷侧均安装了能量表，故可对每组蓄冷装置的热平衡系数进行监测校验，每组蓄冷装置的热平衡系数计算公式为单个蓄放冷周期的|总蓄冷量-总释冷量-余冷量|/总释冷量。若总管上也设置了能量表，也可以根据支管所测热量之和与总管所测热量之间进行热平衡校验，实现系统设备的状态预警及监测系统的准确度自校验。

#### 4.3.3 对于冰蓄冷空调制冷机房系统，监测内容还需包括下列内容：

1. 应测量冷冻水总管总供冷量；

2. 应测量冷冻水与冷却水总管供回水压差；
3. 应测量每台基载与双工况机组的耗电量、供冷量与排热量；
4. 宜测量每台水泵的进出水口压差；
5. 应测量每台水泵的耗电量（含变频器）与电机频率，且耗电量应按冷却泵、冷冻泵（水）、冷冻泵（乙二醇）、释冷泵（水）分项计量；
6. 应测量每台板换两侧的进出水温度及进出水压差；
7. 应测量每组蓄冰盘管的蓄冰量、融冰量及融冰速率；
8. 应测量冰槽的余冰量；
9. 应测量冷却水总管的进出水温度；
10. 应测量每台冷却塔的耗电量（含变频器）、电机频率与出水温度；

【条文说明】因冰蓄冷工况较复杂，监控系统应根据运行工况判断能量表所采集冷量数据，例如根据进出载冷剂温度判断每台双工况主机是蓄冰工况还是供冷工况、根据载冷剂温度变化趋势判断每组蓄冰盘管是蓄冰工况还是供冷工况，从而对所采集冷量数据进行分类识别统计。为实现蓄冰盘管间水力平衡动态调节，建议对蓄冰盘管分组，并对其蓄冰量、融冰量及融冰速率进行监测。

#### 4.3.4 对于空气源热泵系统，监测内容还需包括下列内容：

1. 应测量热水总管总供热量；
2. 应测量热水总管供回水压差；
3. 宜测量每台机组的供热量，应耗电量；
4. 宜测量每台水泵的进出水口压差；
5. 应测量每台水泵的耗电量与电机频率；
6. 应测量热水总管供回水温度；

【条文说明】对于空气源热泵系统，为确保其能效比测量的准确性，可通过对比总管热量表读数与各机组支管热量表读数之和进行一致性校验。

#### 4.3.5 空调末端设备能效监测内容应满足以下要求：冷热区分

1 对于空调机组、新风机组，应对其耗电量（kWh）进行分项计量，并对空调机组的启停状态，电机运行频率（Hz），进（回）风温度（℃），送风温度（℃），电动调节阀开度（%）进行监测；

2 对于风机盘管，应对其耗电量进行分项计量，宜对风机盘管的电机转速档位，进（回）风温度（℃），电动调节阀开度（%）进行监测。

3 宜对进（回）风相对湿度、室内 CO<sub>2</sub> 浓度等室内空气品质参数进行监测。

【条文说明】空调处理机组通常采用专用供电回路及电箱，其耗电量可采用独立的电能表进行分项计量，有条件的情况下，宜实施每台设备单独计量。风机盘管则通常与房间插座照明共用供电回路及电箱。对于无精度要求的应用场景，可采用具有物联功能的功率模块对风机盘管耗电量进行分项计量，测量精度应满足《电子式交流电能表》JJG 596-2012 中对 2 级电子式电能表的精度要求；对于高精度要求的应用场景，应在供配电设计时设置风机盘管专用供电回路、电箱及独立的电能表。

#### 4.3.6 数据采集与存储，应符合下列规定：

- 1 数据存储时间间隔不应大于 10s。
- 2 应采用 1 min 内滑动平均法对存储数据进行平滑处理。
- 3 测量数据的存储不应少于 3 年。
- 4 测量数据可按通用格式导出。
- 5 具有便于检查和分析的分组记录和显示功能。
- 6 具有用户角色、权限、授权、登录等完善的权限管理功能。
- 7 数据通信中断恢复后，现场控制器数据可自动保存。通讯恢复后，现场控制器缓存数据可自动补全系统数据。

4.3.7 能效监测系统数据存储与监视界面除应符合《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》（T/CECA 20026、T/CRAAS 1039）的相关规定外，应增加蓄冷装置、空调末端设备及室内环境监测内容。

# 附录 A 高效空调系统能效评价报告（模版）

日期： 调适单位：

## A.1 建筑信息

项目名称：

项目地址：

项目类型：

建筑面积：

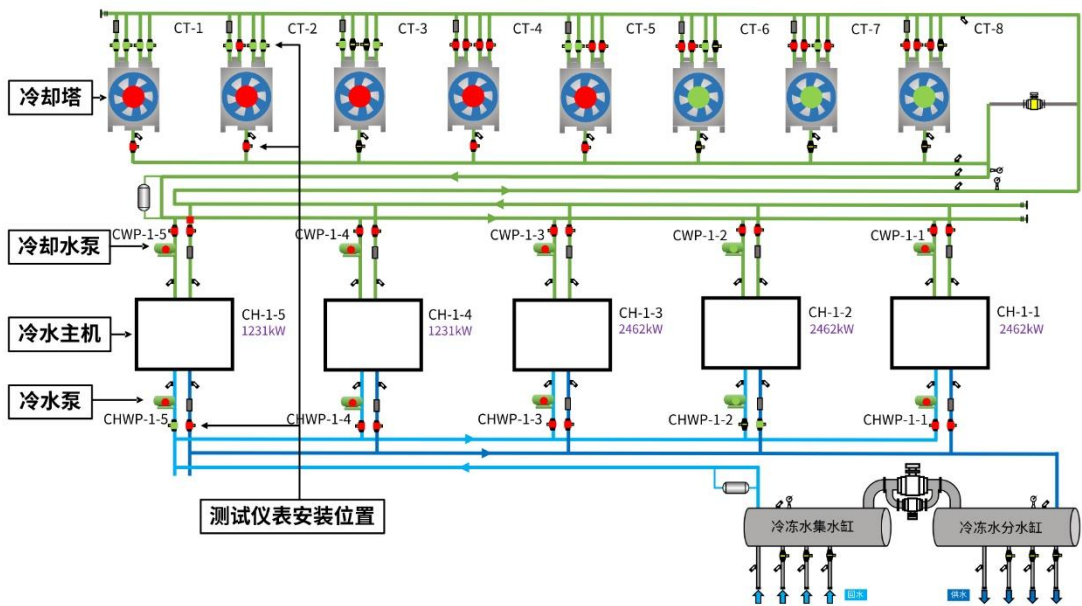
建筑高度：

空调面积：

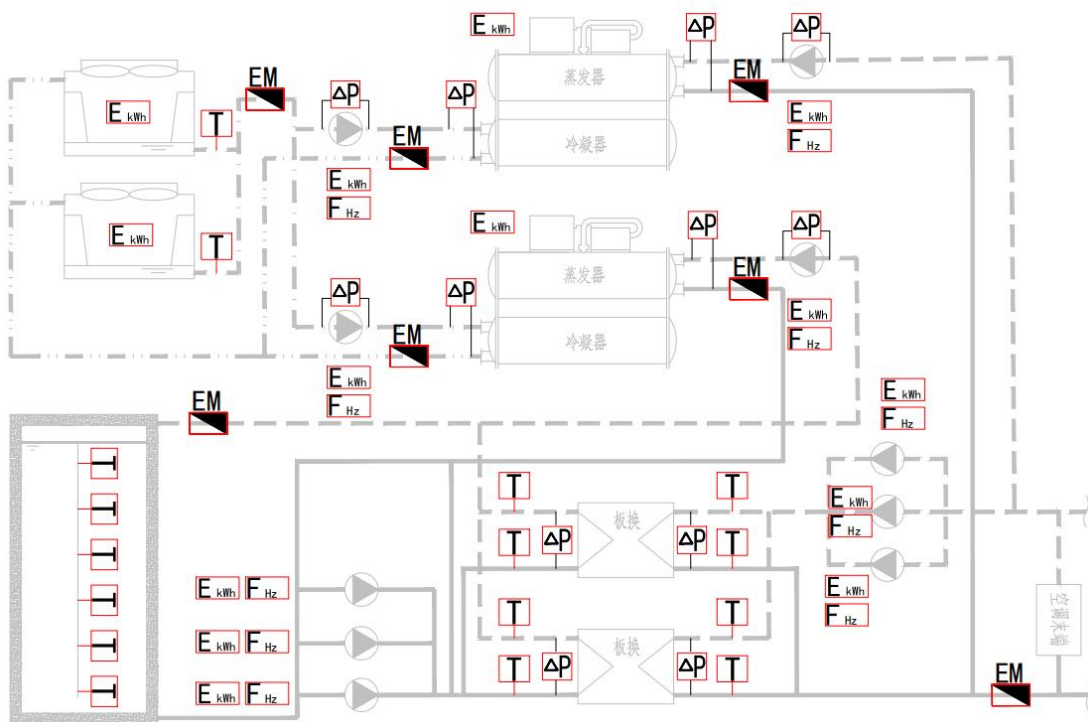
调适时段：

## A.2 空调系统主要设备信息表

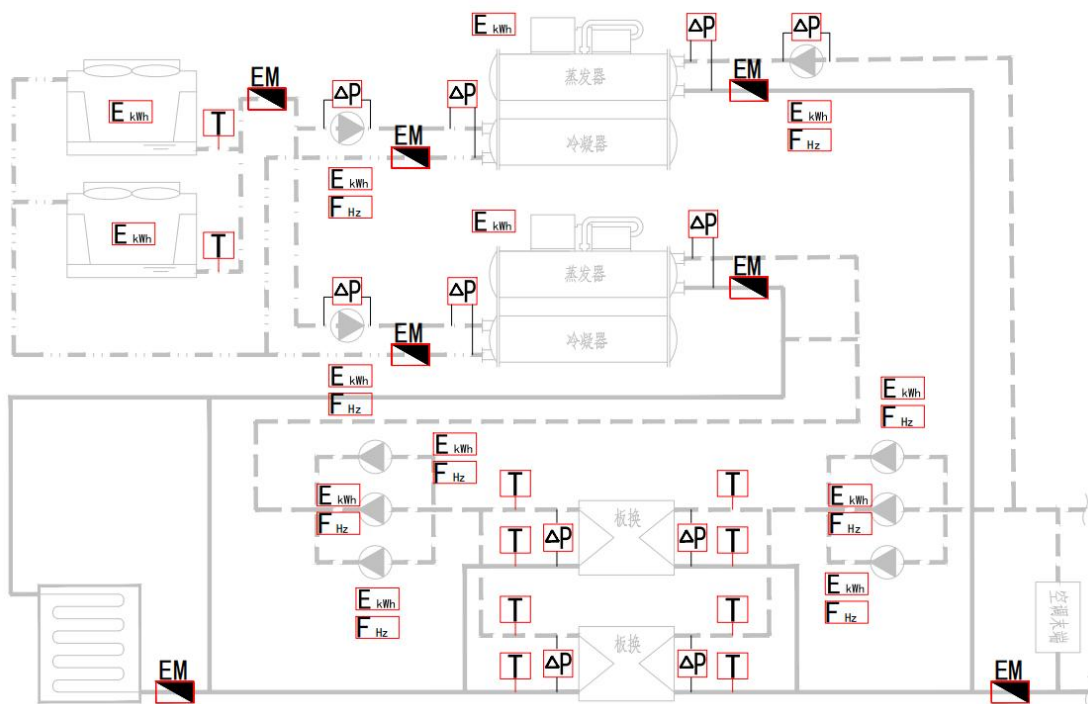
制冷机房系统流程如图 A. 2-1 所示，需要显示主要设备连接关系以及测量仪表安装位置。



(1) 常规制冷机房系统流程图  
图 A. 2-1 制冷系统流程图（示例）



(2) 水蓄冷制冷系统流程图



(3) 冰蓄冷制冷系统流程图

续图 A. 2-1 制冷系统流程图 (示例)

制冷系统的主要设备性能参数如下：

表 A. 2-1 冷水机组信息（示例）

| 编号               | CH-01      | CH-02 | CH-03 |
|------------------|------------|-------|-------|
| 机组类型             |            |       |       |
| 设计输入功率 (kW)      |            |       |       |
| 设计制冷量 (kW)       |            |       |       |
| 冷水供水温度 (°C)      |            |       |       |
| 冷水回水温度 (°C)      |            |       |       |
| 冷却水供水温度 (°C)     |            |       |       |
| 冷却水回水温度 (°C)     |            |       |       |
| 设计工况 $COP$ (W/W) |            |       |       |
| 名义工况 $COP$ (W/W) |            |       |       |
| 安装时间             | 2021-01-01 |       |       |
| 备注               |            |       |       |

表 A. 2-2 冷水/冷却水泵设备信息（示例）

| 编号                     | CHWP-1~2   | CHWP-3~4 | CWP-1~2    | CWP-3~4 |
|------------------------|------------|----------|------------|---------|
| 类型                     |            |          |            |         |
| 电动机铭牌功率 (kW)           |            |          |            |         |
| 水泵扬程 (m)               |            |          |            |         |
| 流量 (m <sup>3</sup> /h) |            |          |            |         |
| 水泵效率 (%)               |            |          |            |         |
| 电机效率 (%)               |            |          |            |         |
| 传动效率 (%)               |            |          |            |         |
| 安装时间                   | 2021-01-01 |          | 2021-01-01 |         |
| 备注                     |            |          |            |         |

注：CHWP 为冷水泵缩写(Chilled Water Pump)，CWP 为冷却水泵缩写(Condenser Water Pump)。

表 A. 2-3 冷却塔设备信息（示例）

| 编号                              | CT-1~4     | CT-5~6 |
|---------------------------------|------------|--------|
| 类型                              |            |        |
| 电机铭牌功率 (kW)                     |            |        |
| 设计处理的水流量<br>(m <sup>3</sup> /h) |            |        |
| 风机效率 (%)                        |            |        |
| 电机效率 (%)                        |            |        |
| 传动效率 (%)                        |            |        |
| 设计进/出水温度 (℃)                    |            |        |
| 设计湿球温度 (℃)                      |            |        |
| 可变流量范围 (%)                      |            |        |
| 安装时间                            | 2021-01-01 |        |
| 备注                              |            |        |

注：CT 为冷却塔缩写（Cooling Tower）。

空调末端系统设备信息见下表。

表 A. 2-4 空调末端设备信息（示例）

| 编号           | AHU-1~4    | PAU-5~6 |
|--------------|------------|---------|
| 类型           |            |         |
| 电机铭牌功率 (kW)  |            |         |
| 供冷量 (kW)     |            |         |
| 供热量 (kW)     |            |         |
| 风机效率 (%)     |            |         |
| 电机效率 (%)     |            |         |
| 传动效率 (%)     |            |         |
| 设计进/出水温度 (℃) |            |         |
| 安装时间         | 2021-01-01 |         |
| 备注           |            |         |

表 A. 2-5 蓄冷水罐信息（示例）

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 编号                   | SG-1~2 |
| 容积 (m <sup>3</sup> ) |        |
| 尺寸                   |        |
| 位置                   |        |
| 备注                   |        |

表 A. 2-6 蓄冰盘管信息（示例）

|                |          |
|----------------|----------|
| 编号             | IC-1~100 |
| 总蓄冰容量 (RTh)    |          |
| 单个盘管潜热容量 (RTh) |          |
| 盘管水温 (°C)      |          |
| 盘管水阻 (kPa)     |          |
| 材质             |          |

### A. 3 测量仪表及其测量不确定度校验

经现场检阅，监测系统测量仪表均具有一年内的校准证书，且所有传感器及其附属设备的安装位置与线缆连接均正确无误且物理外观完好，所有软硬件均能正常工作。测量仪表的性能参数详见下表。

表 A. 3-1 测量仪表信息（示例）

| 编号    | 测量内容   | 类型  | 量程         | 准确度                  | 校准日期     |
|-------|--------|-----|------------|----------------------|----------|
| WT-01 | 水温度    | 铂电阻 | 0~45 °C    | ±0.1°C               | 21-01-01 |
| WF-01 | 水流量    | 超声波 | 0.05~3 m/s | ±2%                  | 21-01-01 |
| EP-01 | 耗电量    | 互感  | -          | ±1.5%                | 21-01-01 |
| WP-01 | 水压差    | 电阻  | 0~100 kPa  | ±0.25%FS             | 21-01-01 |
| AT-01 | 空气温度   | 热电阻 | -40~80 °C  | ±0.2 °C              | 21-01-01 |
| AH-01 | 空气相对湿度 | 湿电阻 | 0~100%     | ±3%(<80%), ±5%(>80%) | 21-01-01 |

注：WT 为水温计缩写（Water Temperature）；WF 为流量计缩写（Water Flow）；EP 为电表缩写（Electric Power）；WP 为水压差计缩写（Water Pressure）；AT 为空气温度缩写

(Air Temperature)；AH 为空气湿度缩写 (Air Humidity)。

根据表 A.3-1 给出的与能效比计算有关仪表的准确度，可根据公式 (4.1.2-1) 计算得到制冷机房系统能效比的测量不确定度  $E$ ，为  $3.5\% < 5\%$ ，满足能效及能耗计量要求。

#### A.4 监测系统测量参数记录表

表 A.4-1 监测系统测量参数记录表 (示例)

| 时刻<br>测量参数                     | 00:00 | 00:01 | • • • | 23:59 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 冷水供水温度 CHSWT (°C)              |       |       |       |       |
| 冷水回水温度 CHRWT (°C)              |       |       |       |       |
| 冷水流量 CHWF (m³/h)               |       |       |       |       |
| 冷却水供水温度 CSWT (°C)              |       |       |       |       |
| 冷却水回供水温度 CRWT (°C)             |       |       |       |       |
| 冷却水流量 CWF (m³/h)               |       |       |       |       |
| 1 号冷水机组耗电量 EP-Chiller-01 (kWh) |       |       |       |       |
| 1 号冷水泵耗电量 EP-CHWP-01 (kWh)     |       |       |       |       |
| 1 号冷却水泵耗电量 EP-CWP-01 (kWh)     |       |       |       |       |
| 1 号冷却塔耗电量 EP-CT-01 (kWh)       |       |       |       |       |
| 空调末端耗电量 (kWh)                  |       |       |       |       |

- 1、根据监测系统实际测量内容以及测点数量酌情增减，但应包含与能效指标计算相关的测量参数；
- 2、记录时间间隔为 1 min；

#### A.5 热平衡及一致性校验

根据表 A.4-1 的测量数据记录，可根据制冷机房系统测量能量平衡系数公式，计算得到测试期间的制冷机房系统测量能量平衡系数，如图 A.5-1 所示，一周测试时间共计可生成 10080 个能量平衡系数（计算时间间隔为 1 min）。图中可观察到绝大多数时刻的能量平衡系数  $\leq 5\%$ ，测试期间能量平衡系数  $\leq 5\%$  的时间占总时长的 85%，满足能效计量要求。

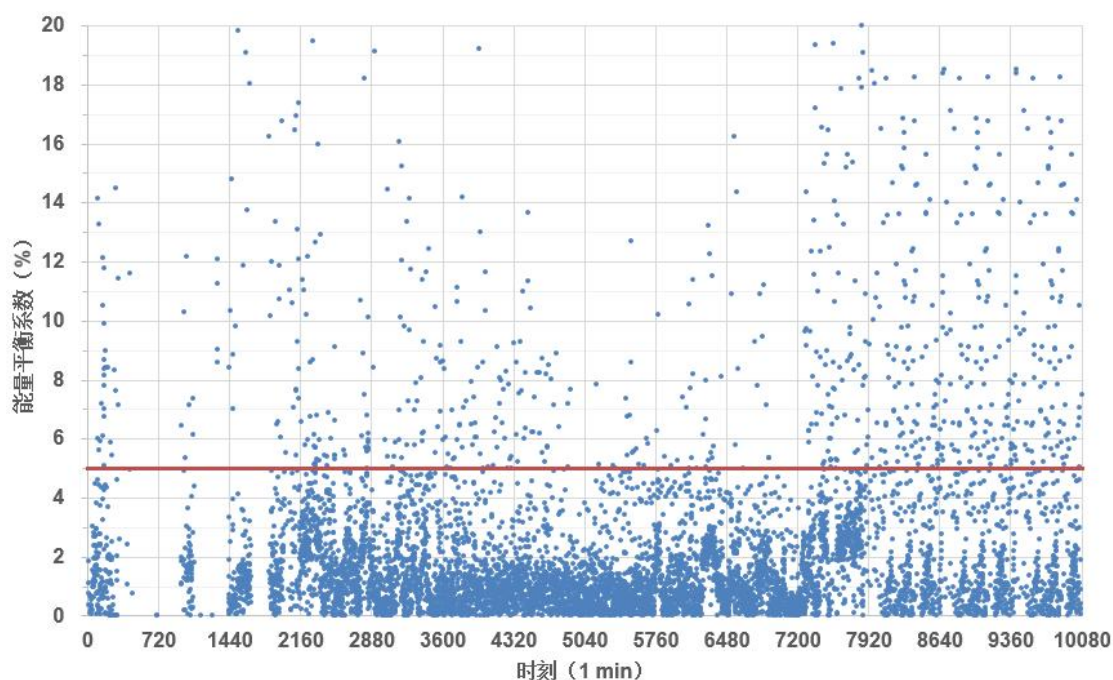


图 A.5-1 测试期间系统能量平衡系数散点图（示例）

总管流量传感器读数与支管流量传感器（如仅设置了支管或仅设置了总管流量传感器，则无需进行此项校验）读数如表 A.5-2 所示，则冷水总管流量计读数与冷水支管流量计读数之和相差  $1.35\% < 3.5\%$ （根据本标准第 4.1.2 条中测量不确定度传播公式（4.1.2-1）计算得到）、冷却水总管流量计读数与冷却水支管流量计读数之和相差  $1.44\% < 3.5\%$ 。

表 A.5-2 流量计测量不确定度一致性校验（示例）

| 测点名称       | 编号     | 测量值 (m³/h) |
|------------|--------|------------|
| 冷水总管流量     | CHWF01 | 100.00     |
| 冷水 1 支管流量  | CHWF02 | 55.12      |
| 冷水 2 支管流量  | CHWF03 | 46.23      |
| 冷却水总管流量    | CWF01  | 100.00     |
| 冷却水 1 支管流量 | CWF02  | 53.21      |
| 冷却水 2 支管流量 | CWF03  | 48.23      |

## A.6 制冷机房系统运行能效分析

根据 A.4 中所记录的测量参数，可对本制冷机房系统的实际运行能效进行分析，所采用

的能效分析指标以及分析图表包括但不限于以下内容：

图 A. 6-1 给出了制冷机房系统在测试期间的逐时能效比，测试期间的平均能效比为 5.04。

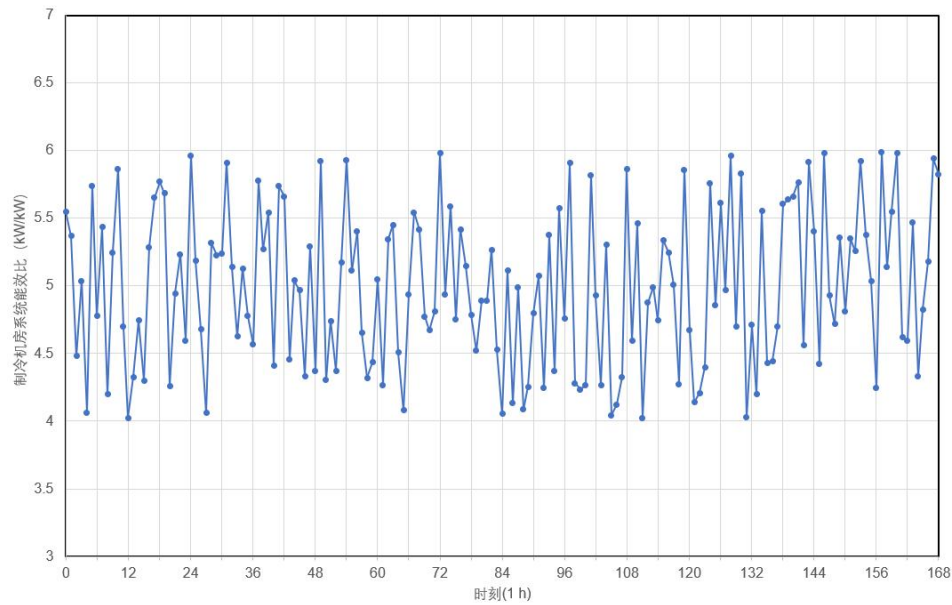


图 A. 6-1 测试期间系统能效比曲线图（示例）

图 A. 6-2 给出了制冷机房系统主要设备的分项能耗统计饼图。

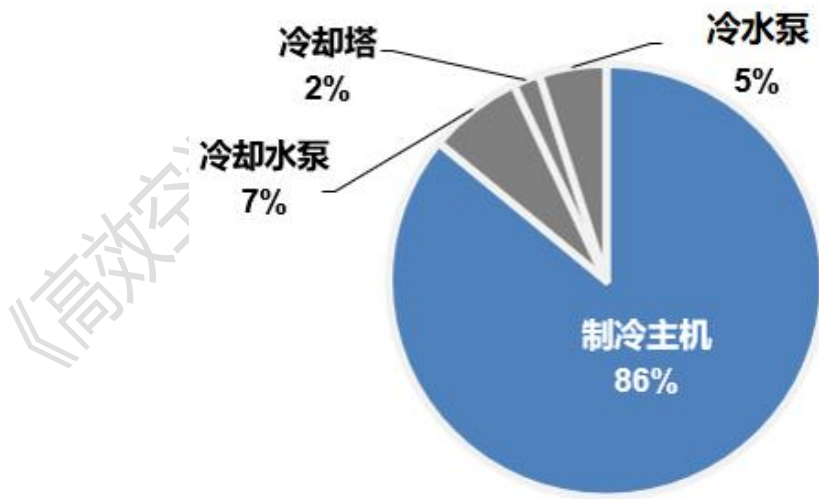


图 A. 6-2 测试期间系统主要设备分项能耗饼图（示例）

## A. 7 结论

本制冷机房能效监测系统测量仪表均能出具 1 年内的有效校准证书，且制冷机房系统能

效比的测量不确定度为  $3.5\% \leq 5\%$ ，满足标准规定；监测仪表以及附属设备安装位置与线缆连接均正确无误，软硬件均可正常工作；测试时长以及测试期间所得数据的热平衡校验（100% 时段的能量平衡系数  $\leq 5\%$ ）以及一致性校验结果也均符合标准规定。因此，本次测试数据真实有效。

测试期间（xx 年 xx 月 xx 日 ~ xx 年 xx 月 xx 日），本制冷机房系统及其主要设备的实际运行能效指标总结如下：

表 A.7-1 空调系统及其主要设备的运行能效指标（示例）

| 能效指标                      | 数值 | 备注 |
|---------------------------|----|----|
| 制冷机房系统能效比（W/W）            |    |    |
| 空调末端系统能效比（W/W）            |    |    |
| 空调系统能效比（W/W）              |    |    |
| 冷水水泵输送系数                  |    |    |
| 冷却水泵输送系数                  |    |    |
| 冷却塔出水温度与室外空气<br>湿球温度之差（K） |    |    |
| 冷水机组 COP(W/W)             |    |    |
| 冷却塔补水量（m <sup>3</sup> /h） |    |    |

- 注：1、能效指标计算方法参考现行相关国家标准；
- 2、主要设备的能效指标可根据实际情况酌情增减；
- 3、所有能效指标均为测试期间平均值；

## 附录 B 全国主要城市气候分区及供冷季室外平均湿球温度

表 B 全国主要城市气候分区及供冷季室外平均湿球温度

| 省份  | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ |
|-----|-----|----------------------|----------------|-----|----------------------|----------------|-----|----------------------|----------------|
| 直辖市 | 北京  | 2(I)                 | 19.4           | 天津  | 2(I)                 | 19.9           | 上海  | 3(I)                 | 22.3           |
|     | 重庆  | 3(I)                 | 22.3           |     |                      |                |     |                      |                |
| 安徽  | 合肥  | 3(I)                 | 22.2           | 安庆  | 3(I)                 | 22.7           | 蚌埠  | 3(I)                 | 21.7           |
|     | 霍山  | 3(I)                 | 22.0           | 寿县  | 3(I)                 | 21.8           | 桐城  | 3(I)                 | 21.7           |
|     | 屯溪  | 3(I)                 | 21.6           | 亳州  | 2(I)                 | 21.6           |     |                      |                |
| 福建  | 福州  | 4(II)                | 21.7           | 厦门  | 4(II)                | 22.2           | 上杭  | 3(I)                 | 21.9           |
|     | 崇武  | 3(I)                 | 22.1           | 建瓯  | 3(I)                 | 23.0           | 南平  | 3(I)                 | 22.7           |
|     | 永安  | 3(I)                 | 22.9           |     |                      |                |     |                      |                |
| 甘肃  | 兰州  | 2(II)                | 14.2           | 敦煌  | 2(II)                | 12.9           | 武都  | 3(II)                | 16.7           |
|     | 合作  | 1(II)                | 9.3            | 酒泉  | 1(I)                 | 14.0           | 乌鞘岭 | 1(II)                | 6.6            |
|     | 玉门镇 | 1(I)                 | 12.6           | 民勤  | 2(II)                | 12.8           | 天水  | 2(II)                | 15.9           |
|     | 平凉  | 2(II)                | 14.9           | 西峰镇 | 2(II)                | 14.3           | 岷县  | 2(II)                | 10.9           |
|     | 榆中  | 2(II)                | 12.1           |     |                      |                |     |                      |                |
| 广东  | 广州  | 4(I)                 | 23.3           | 深圳  | 4(I)                 | 23.6           | 汕尾  | 4(I)                 | 23.8           |
|     | 增城  | 4(I)                 | 23.1           | 韶关  | 3(I)                 | 24.9           | 河源  | 4(II)                | 22.6           |
|     | 阳江  | 4(II)                | 24.0           | 南雄  | 4(I)                 | 23.5           | 电白  | 4(I)                 | 24.3           |
|     | 汕头  | 4(I)                 | 23.1           |     |                      |                |     |                      |                |

| 省份  | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市   | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ |
|-----|-----|----------------------|----------------|------|----------------------|----------------|-----|----------------------|----------------|
| 广西  | 南宁  | 4(I)                 | 23.5           | 桂林   | 3(I)                 | 22.9           | 百色  | 4(I)                 | 23.1           |
|     | 都安  | 3(I)                 | 22.0           | 桂平   | 4(I)                 | 23.4           | 灵山  | 3(I)                 | 23.4           |
|     | 龙州  | 4(I)                 | 23.5           | 钦州   | 4(I)                 | 23.9           | 河池  | 4(II)                | 22.0           |
|     | 梧州  | 4(II)                | 22.8           |      |                      |                |     |                      |                |
| 贵州  | 贵阳  | 5(I)                 | 19.5           | 遵义   | 3(II)                | 19.7           | 毕节  | 2(I)                 | 17.3           |
|     | 兴义  | 5(II)                | 18.8           | 三穗   | 3(II)                | 20.2           | 桐梓  | 3(II)                | 18.8           |
|     | 威宁  | 2(II)                | 13.9           |      |                      |                |     |                      |                |
| 海南  | 海口  | 4(I)                 | 24.8           | 琼海   | 4(I)                 | 25.0           | 东方  | 4(I)                 | 24.8           |
| 河北  | 石家庄 | 2(I)                 | 19.9           | 张家口  | 2(II)                | 11.3           | 邢台  | 2(I)                 | 20.3           |
|     | 乐亭  | 2(I)                 | 19.4           | 承德   | 2(I)                 | 16.8           | 怀来  | 2(I)                 | 16.9           |
|     | 饶阳  | 2(I)                 | 19.8           | 丰宁   | 1(I)                 | 16.7           |     |                      |                |
| 河南  | 郑州  | 2(I)                 | 20.8           | 驻马店  | 3(II)                | 20.8           | 南阳  | 3(II)                | 20.8           |
|     | 信阳  | 3(II)                | 21.0           | 安阳   | 2(I)                 | 20.5           | 商丘  | 2(I)                 | 21.3           |
|     | 卢氏  | 2(I)                 | 18.9           |      |                      |                |     |                      |                |
| 黑龙江 | 哈尔滨 | 1(I)                 | 17.7           | 齐齐哈尔 | 1(I)                 | 17.7           | 漠河  | 1(I)                 | 14.3           |
|     | 安达  | 1(I)                 | 17.6           | 海伦   | 1(I)                 | 16.8           | 佳木斯 | 1(I)                 | 17.3           |
|     | 富裕  | 1(I)                 | 16.8           | 呼玛   | 1(I)                 | 15.4           | 克山  | 1(I)                 | 16.5           |
|     | 牡丹江 | 1(I)                 | 17.5           | 尚志   | 1(I)                 | 17.7           | 通河  | 1(I)                 | 17.8           |
|     | 嫩江  | 1(I)                 | 16.0           | 绥芬河  | 1(I)                 | 16.0           | 肇州  | 1(I)                 | 17.8           |
|     | 孙吴  | 1(I)                 | 15.3           | 富锦   | 1(I)                 | 17.6           | 鸡西  | 1(I)                 | 16.9           |
| 湖北  | 武汉  | 3(I)                 | 22.7           | 宜昌   | 3(I)                 | 21.7           | 麻城  | 3(I)                 | 22.1           |

| 省份  | 城市   | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市    | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ |
|-----|------|----------------------|----------------|-----|----------------------|----------------|-------|----------------------|----------------|
|     | 老河口  | 3(I)                 | 21.1           | 陕西  | 3(II)                | 20.2           | 钟祥    | 3(I)                 | 21.7           |
|     | 鄂西   | 3(II)                | 20.7           |     |                      |                |       |                      |                |
| 湖南  | 长沙   | 3(I)                 | 22.5           | 常德  | 3(I)                 | 22.5           | 株洲    | 3(I)                 | 22.8           |
|     | 吉首   | 3(I)                 | 22.0           | 南县  | 3(I)                 | 22.6           | 零陵    | 3(I)                 | 22.3           |
|     | 常宁   | 3(I)                 | 22.9           | 石门  | 3(I)                 | 21.4           | 武冈    | 3(I)                 | 21.5           |
|     | 芷江   | 3(I)                 | 21.8           |     |                      |                |       |                      |                |
| 吉林  | 长春   | 1(I)                 | 17.8           | 延吉  | 1(I)                 | 17.7           | 前郭尔罗斯 | 1(I)                 | 18.4           |
|     | 白城   | 1(I)                 | 17.2           | 东岗  | 1(I)                 | 15.9           | 敦化    | 1(I)                 | 16.0           |
|     | 临江   | 1(I)                 | 17.9           | 四平  | 1(I)                 | 19.0           |       |                      |                |
| 江苏  | 南京   | 3(I)                 | 21.9           | 徐州  | 2(I)                 | 21.2           | 赣榆    | 2(I)                 | 21.2           |
|     | 吕泗   | 3(I)                 | 21.5           | 淮阴  | 2(I)                 | 21.3           | 东台    | 3(I)                 | 21.4           |
| 江西  | 南昌   | 3(I)                 | 23.1           | 宜春  | 3(I)                 | 22.1           | 赣州    | 3(I)                 | 23.4           |
|     | 吉安   | 3(I)                 | 23.3           | 景德镇 | 3(I)                 | 22.7           | 南城    | 3(I)                 | 22.9           |
|     | 遂川   | 3(I)                 | 23.1           | 玉山  | 3(I)                 | 22.3           |       |                      |                |
| 辽宁  | 沈阳   | 1(I)                 | 20.0           | 大连  | 2(I)                 | 18.0           | 锦州    | 2(I)                 | 17.4           |
|     | 朝阳   | 2(I)                 | 17.0           | 本溪  | 1(I)                 | 18.6           | 宽甸    | 1(I)                 | 18.7           |
|     | 营口   | 2(I)                 | 18.3           | 兴城  | 2(I)                 | 18.2           | 丹东    | 2(I)                 | 18.1           |
|     | 彰武   | 1(I)                 | 19.3           | 新民  | 1(I)                 | 19.6           |       |                      |                |
| 内蒙古 | 呼和浩特 | 1(I)                 | 15.7           | 包头  | 1(II)                | 10.8           | 赤峰    | 1(I)                 | 16.6           |
|     | 吉兰泰  | 2(II)                | 13.2           | 东胜  | 1(I)                 | 13.6           | 通辽    | 1(I)                 | 18.2           |
|     | 阿巴嘎旗 | 1(I)                 | 13.4           | 海拉尔 | 1(I)                 | 14.4           | 巴林左旗  | 1(I)                 | 16.2           |

| 省份 | 城市     | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市     | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市   | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ |
|----|--------|----------------------|----------------|--------|----------------------|----------------|------|----------------------|----------------|
|    | 阿尔山    | 1(I)                 | 12.2           | 索伦     | 1(I)                 | 15.4           | 巴彦淖尔 | 1(I)                 | 13.0           |
|    | 百灵庙    | 1(I)                 | 13.2           | 多伦     | 1(I)                 | 13.1           | 二连浩特 | 1(I)                 | 14.0           |
|    | 林西     | 1(I)                 | 14.5           | 额济纳旗   | 1(I)                 | 14.1           | 海拉素  | 1(I)                 | 11.9           |
|    | 东乌珠穆沁旗 | 1(I)                 | 13.8           | 鄂托克旗   | 1(I)                 | 13.9           | 化德   | 1(I)                 | 12.4           |
|    | 开鲁     | 1(I)                 | 17.5           | 西乌珠穆沁旗 | 1(I)                 | 13.8           | 朱日和  | 1(I)                 | 13.5           |
|    | 满洲里    | 1(I)                 | 13.1           | 锡林浩特   | 1(I)                 | 14.7           | 海流图  | 1(I)                 | 14.0           |
|    | 图里河    | 1(I)                 | 12.2           | 扎鲁特旗   | 1(I)                 | 17.1           |      |                      |                |
| 宁夏 | 固原     | 2(II)                | 12.3           | 盐池     | 2(II)                | 13.3           | 银川   | 2(II)                | 15.2           |
| 青海 | 西宁     | 1(I)                 | 12.0           | 玉树     | 1(II)                | 8.0            | 民和   | 1(I)                 | 13.9           |
|    | 达日     | 1(II)                | 5.3            | 刚察     | 1(II)                | 6.3            | 玛多   | 1(II)                | 3.3            |
|    | 大柴旦    | 1(II)                | 6.4            | 格尔木    | 1(II)                | 7.9            | 曲麻莱  | 1(II)                | 4.1            |
|    | 都兰     | 1(II)                | 6.7            | 冷湖     | 1(II)                | 6.3            | 托托河  | 1(II)                | 2.3            |
|    | 兴海     | 1(II)                | 6.6            | 囊谦     | 2(II)                | 7.6            |      |                      |                |
| 山东 | 济南     | 2(I)                 | 20.7           | 潍坊     | 2(I)                 | 19.9           | 朝阳   | 2(I)                 | 20.3           |
|    | 成山头    | 2(I)                 | 18.7           | 惠民县    | 2(I)                 | 19.9           | 莒县   | 2(I)                 | 20.0           |
|    | 龙口     | 2(I)                 | 19.2           | 兖州     | 2(I)                 | 20.5           |      |                      |                |
| 山西 | 太原     | 2(I)                 | 16.3           | 大同     | 1(I)                 | 15.3           | 运城   | 2(I)                 | 19.7           |
|    | 榆社     | 2(II)                | 14.8           | 侯马     | 2(I)                 | 18.9           | 介休   | 2(I)                 | 16.6           |
|    | 原平     | 2(II)                | 15.7           |        |                      |                |      |                      |                |
| 陕西 | 西安     | 2(I)                 | 19.7           | 延安     | 2(I)                 | 16.3           | 汉中   | 3(II)                | 19.7           |
|    | 榆林     | 2(II)                | 15.2           | 洛川     | 2(II)                | 15.8           | 安康   | 3(II)                | 20.8           |

| 省份 | 城市    | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市   | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ | 城市  | 气候分区<br>(湿球温度<br>子区) | 供冷季平均<br>湿球温度℃ |
|----|-------|----------------------|----------------|------|----------------------|----------------|-----|----------------------|----------------|
|    | 定边    | 2(Ⅱ)                 | 13.9           | 绥德   | 2(Ⅱ)                 | 15.8           |     |                      |                |
| 四川 | 成都    | 3(Ⅱ)                 | 21.0           | 宜宾   | 3(Ⅰ)                 | 21.8           | 绵阳  | 3(Ⅱ)                 | 20.9           |
|    | 南充    | 3(Ⅰ)                 | 21.9           | 乐山   | 3(Ⅰ)                 | 21.2           | 泸州  | 3(Ⅰ)                 | 21.7           |
|    | 会理    | 5(Ⅱ)                 | 17.4           | 万源   | 3(Ⅱ)                 | 18.4           | 红原  | 1(Ⅱ)                 | 6.5            |
|    | 西昌    | 5(Ⅱ)                 | 18.1           | 甘孜州  | 1(Ⅱ)                 | 9.9            | 马尔康 | 2(Ⅱ)                 | 11.6           |
|    | 理塘    | 1(Ⅱ)                 | 7.7            | 松潘   | 1(Ⅱ)                 | 10.6           | 九龙  | 2(Ⅱ)                 | 11.4           |
| 西藏 | 昌都    | 2(Ⅱ)                 | 9.7            | 拉萨   | 2(Ⅱ)                 | 9.5            | 林芝  | 2(Ⅱ)                 | 11.7           |
| 新疆 | 乌鲁木齐  | 1(Ⅰ)                 | 14.3           | 克拉玛依 | 1(Ⅰ)                 | 15.8           | 吐鲁番 | 2(Ⅰ)                 | 17.3           |
|    | 精河    | 1(Ⅰ)                 | 16.9           | 乌苏   | 1(Ⅰ)                 | 16.1           | 哈密  | 2(Ⅱ)                 | 14.2           |
|    | 和布克赛尔 | 1(Ⅱ)                 | 10.8           | 塔城   | 1(Ⅰ)                 | 15.1           | 和田  | 2(Ⅱ)                 | 14.6           |
|    | 富蕴    | 1(Ⅰ)                 | 13.1           | 巴楚   | 2(Ⅱ)                 | 15.2           | 喀什  | 2(Ⅱ)                 | 14.8           |
|    | 阿勒泰   | 1(Ⅰ)                 | 14.4           | 铁干里克 | 2(Ⅱ)                 | 14.7           | 民丰  | 2(Ⅱ)                 | 13.6           |
|    | 库车    | 2(Ⅱ)                 | 14.5           | 焉耆   | 2(Ⅱ)                 | 14.2           | 若羌  | 2(Ⅱ)                 | 14.1           |
|    | 伊宁    | 2(Ⅱ)                 | 14.4           | 阿克苏  | 2(Ⅱ)                 | 15.4           | 莎车  | 2(Ⅱ)                 | 15.7           |
| 云南 | 昆明    | 5(Ⅱ)                 | 16.8           | 腾冲   | 5(Ⅱ)                 | 18.1           | 丽江  | 5(Ⅱ)                 | 14.8           |
|    | 元江    | 5(Ⅰ)                 | 22.6           | 思茅   | 5(Ⅰ)                 | 19.8           | 临沧  | 5(Ⅰ)                 | 19.1           |
|    | 蒙自    | 5(Ⅰ)                 | 19.2           | 楚雄   | 5(Ⅱ)                 | 17.5           | 德钦  | 1(Ⅱ)                 | 10.5           |
|    | 澜沧    | 5(Ⅰ)                 | 21.1           | 勐腊   | 4(Ⅱ)                 | 22.1           |     |                      |                |
| 浙江 | 杭州    | 3(Ⅰ)                 | 22.1           | 温州   | 3(Ⅰ)                 | 23.4           | 衢州  | 3(Ⅰ)                 | 22.4           |
|    | 洪家    | 3(Ⅰ)                 | 22.9           | 定海   | 3(Ⅰ)                 | 22.1           |     |                      |                |

注：1、上表中的“气候分区（湿球温度子区）”列中，“1”代表建筑热工气候分区编号，“(Ⅱ)”代表湿球温度子区编号。

2、建筑热工气候分区编号 1~5 分别代表严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区。

3、上表中主要城市所属建筑热工气候分区为根据 GB50176-2016《民用建筑热工设计规范》附录 A 中表 A.0.1 和图 A.0.3 确定，其中城市名称为斜体字体（如安徽 *屯溪*、*寿县*等）表示查图确定，其余为查表确定。

《高效空调系统能效监测与分级标准》征求意见稿

## 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) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

3) 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

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 2 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 3 《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
- 4 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 5 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 6 《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762-2025
- 7 《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
- 8 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378
- 9 《空气调节系统经济运行》GB/T 17981
- 10 《热量表》GB/T 32224
- 11 《测量不确定度评定和表示》GB/T 27418
- 12 《机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1
- 13 《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158
- 14 《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260
- 15 《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039-2023

- 16 《Instrumentation for Monitoring Central Chilled-Water Plant Efficiency》 (ASHRAE Guideline 22-2012)-Informative Appendix C  
与 《Long term, continuous and accurate measurement of central chilled water systems for high quality energy efficiency assessment》 SS591
- 17 《Instrumentation for Monitoring Central Chilled-Water Plant Efficiency》 ASHRAE Guideline 22

## 附：条文说明

中国勘察设计协会团体标准  
《高效空调系统能效监测与分级标准（征求意见稿）》  
编制说明

《高效空调系统能效监测与分级标准》编制组

2025 年 12 月 10 日

## 目 录

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 一、标准编制背景、目的和意义 .....                     | 1  |
| 二、工作简况 .....                             | 2  |
| (一) 任务来源 .....                           | 2  |
| (二) 主要工作过程 .....                         | 2  |
| (三) 主要参加单位和编制组成员所做的工作 .....              | 2  |
| 三、标准编制原则和主要内容 .....                      | 5  |
| (一) 编制原则 .....                           | 5  |
| (二) 编制依据及参考的标准规范 .....                   | 6  |
| (三) 标准主要内容说明 .....                       | 6  |
| (四) 标准中重点内容确定的依据及其成熟度 .....              | 7  |
| (五) 主要试验、验证情况及预期达到的效果 .....              | 9  |
| (六) 标准中涉及专利的情况 .....                     | 11 |
| (七) 与现行国家法律法规、政策及相关标准的协调性 .....          | 11 |
| (八) 采用国际标准和国外先进标准情况，与国外同类标准水平的对比情况 ..... | 11 |
| (九) 重大分歧意见的处理经过和依据 .....                 | 11 |
| 四、预期效益及对行业发展的作用 .....                    | 12 |
| 五、贯彻标准的要求、措施、建议 .....                    | 14 |
| 六、重要内容的解释和其他应予说明的事项 .....                | 14 |

## 一、标准编制背景、目的和意义

2020 年 9 月 22 日，习近平主席在联合国发表重要讲话，表示中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。这是国家对加强生态文明建设、全面完整准确贯彻新发展理念做出的重大战略部署。作为建筑节能重点领域的公共建筑，需要从强化能耗总量和强度“双控”，发展为能耗与碳排放总量和强度“双双控”，并进一步节能和提升建筑与系统能效。2020 年我国建筑能耗占全国能源消费总量的 21%，其中公共建筑能耗占比最大，为 31%左右。在公共建筑中，空调系统能耗占比较大，可达 25%~65%。显然，空调系统是否节能运行是决定建筑节能减排工作成效的重要因素。

2022 年 6 月 30 日，住房和城乡建设部、国家发展改革委联合印发《城乡建设领域碳达峰实施方案》，要求全面提高绿色低碳建筑水平，持续推进公共建筑能效提升重点城市建设，到 2030 年地级以上重点城市全部完成改造任务，改造后实现整体能效提升 20%以上。推进公共建筑能耗监测和统计分析，逐步实施能耗限额管理。加强空调、照明、电梯等重点用能设备运行调适，提升设备能效，到 2030 年实现公共建筑机电系统的总体能效在现有水平上提升 10%。

目前制冷机房系统（不含空调末端设备）能效已有相关标准（中国勘察设计协会、中国制冷空调工业协会团体标准《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039- 2023），但缺乏包含空调末端设备的全局空调系统能效标准及要求。

空调末端系统能耗占空调系统能耗 30%~40%，其节能运行影响空调系统的整体能效，因此有必要从系统整体的角度，完善建筑能耗中的主要用能系统——空调系统的能效标准，完善建筑节能能效标准体系。我国空调系统能效数据缺乏，根据现有调研经验，大部分空调系统全年平均运行能效比不超过 3.0。参考新加坡建设局提出的绿色建筑认证标准（BCA Green Mark 2021），其中空调系统能效比在新建办公建筑金级认证要求为 4.40，铂金级为 4.75，超低能耗认证为 5.17。可见，目前我国公共建筑集中空调系统能效比的提升空间很大。可见，目前我国公共建筑集中空调系统能效比的提升空间很大，假如一个项目空调系统的 EERs 从 2.0 提高到 3.5（仍远低于新加坡绿色建筑入门级认证标准），空调系统的能耗可降低 43%，整个建筑可实现 20%左

右的节能率（按空调能耗占建筑能耗的 45% 计算得出）；假如每年全国有 2000 万平方米公共建筑的制冷机房系统能效比实现这一提升，节电量可达 4 亿 kWh（以能效提升前建筑年平均能耗 100kWh/m<sup>2</sup> 计算得出）。

基于上述目标及任务，本项目开展相关行业标准的编制工作，助力实现我国建设领域碳达峰的实施。

## 二、工作简况

### （一）任务来源

根据中国勘察设计协会《关于印发<中国勘察设计协会 2024 年团体标准制修订项目工作计划>的通知》中设协字[2024] 45 号文件和中国制冷空调工业协会《关于发布 2024 年度第四批协会标准制定计划的通知》中冷协(2024) 62 号文件，《高效空调系统能效监测与分级标准》被纳入 2024 年团体标准制修订项目工作计划。

### （二）主要工作过程

本标准于 2024 年开始由广州市设计院集团有限公司筹备和开展前期工作，对国内外现状、同类标准情况以及需要准备和重点调研的工作做出初步规划，经过相关的申请工作，项目先后取得纳入中国勘察设计协会和中国制冷空调工业协会标准制订计划的通知，正式开展相关工作。

本标准于 2024 年 11 月 28 日在广东省广州市设计大厦召开项目的启动会，罗继杰、陈敬良、崔大梁、郭勇、吴小卫等 5 位行业专家组成审查组。会上由协会宣布编制组成员，成员分别来自勘察设计企业、高校科研院所、产品制造商等近 40 家单位。协会组织编制组成员学习了工程建设标准化工作有关文件，并讲解工作要求及工作纪律。广州市设计院集团有限公司代表编制组汇报了工作大纲、编制原则、分工及研究经费筹措等内容，经审查组讨论后，一致通过了编制计划。**同时明确了合肥通用机电产品检测院有限公司为共同主编单位。**

经过近 1 年的标准编制工作，编制组于 2025 年 11 月 10 日召开本标准征求意见稿的内部讨论会，全体编制组成员对征求意见稿初稿进行逐条讨论，经充分论证、优化与修改后，形成本征求意见稿。

### （三）主要参加单位和编制组成员所做的工作

标准编制组主要参加单位包括设计院、研究机构、高校和设备厂家等，编制组成员详见下表。

| 序号  | 单 位                | 姓名  | 职务         | 技术职称   |
|-----|--------------------|-----|------------|--------|
| 1.  | 广州市设计院集团有限公司       | 屈国伦 | 顾问总工       | 教授级高工  |
| 2.  | 广州市设计院集团有限公司       | 李 颀 | 副院长        | 教授级高工  |
| 3.  | 广州市设计院集团有限公司       | 谭海阳 | 低碳院总工      | 正高级工程师 |
| 4.  | 广州市设计院集团有限公司       | 黄冬娜 | /          | 工程师    |
| 5.  | 广州市设计院集团有限公司       | 姜少华 | /          | 工程师    |
| 6.  | 广州市设计院集团有限公司       | 林 辉 | 副主任        | 工程师    |
| 7.  | 广州市设计院集团有限公司       | 李 翔 | /          | 工程师    |
| 8.  | 合肥通用机电产品检测院有限公司    | 谢鸿玺 | 院长助理       | 高级工程师  |
| 9.  | 珠海格力电器股份有限公司       | 刘 华 | 总 工        | 教授级高工  |
| 10. | 北京市建筑设计研究院股份有限公司   | 张 杰 | 总 工        | 教授级高工  |
| 11. | 天津市建筑设计研究院有限公司     | 伍小亭 | 总 工        | 教授级高工  |
| 12. | 中国建筑西南设计研究院有限公司    | 杨 玲 | 副总工        | 教授级高工  |
| 13. | 中国建筑西北设计研究院有限公司    | 赵 民 | 教授级高工/副总工  | 教授级高工  |
| 14. | 华东建筑设计研究院有限公司      | 沈列丞 | 集团暖通总工     | 正高级工程师 |
| 15. | 清华大学               | 张 辉 | /          | 高级工程师  |
| 16. | 仲恺农业工程学院           | 丁力行 | 院 长        | 教授     |
| 17. | 北京工业大学             | 张伟荣 | /          | 教授     |
| 18. | 五邑大学               | 梁淑芬 | 副院长        | 教授     |
| 19. | 吉林省建苑设计集团有限公司      | 褚 毅 | 副总工        | 教授级高工  |
| 20. | 湖南省建筑设计院集团股份有限公司   | 袁建新 | 副总工        | 正高级工程师 |
| 21. | 海南省设计研究院有限公司       | 张水弟 | 副总工        | 高级工程师  |
| 22. | 甘肃省建筑设计研究院有限公司     | 毛明强 | 副总工        | 正高级工程师 |
| 23. | 东莞空研冷却塔有限公司        | 谭 海 | 董事长        | /      |
| 24. | 广东申菱环境系统股份有限公司     | 邹永胜 | 主 任        | 高级工程师  |
| 25. | 威凯检测技术有限公司         | 陈泽鹏 | 经 理        | /      |
| 26. | 广东美的暖通设备有限公司       | 李元阳 | 研究院院长      | 正高级工程师 |
| 27. | 广州柏诚智能科技有限公司       | 谭文胜 | 总经理        | 高级工程师  |
| 28. | 广州国灵空调有限公司         | 卢红平 | 总经理        | /      |
| 29. | 开利空调销售服务（上海）有限公司   | 仲卫纲 | 系统解决方案高级经理 | 高级工程师  |
| 30. | 青岛海信日立空调系统有限公司     | 路则锋 | 总经理        | 高级工程师  |
| 31. | 广东昱石建设工程有限公司       | 潘 毅 | 机电经理       | 高级工程师  |
| 32. | 广州泰阳能源科技有限公司       | 陈向阳 | 总经理        | 高级工程师  |
| 33. | 中电智维（上海）科技有限公司     | 姬建海 | 总经理        | 高级工程师  |
| 34. | 格兰富水泵(上海)有限公司      | 马利红 | 经 理        | 高级工程师  |
| 35. | 广东汉维科技有限公司         | 禰耀明 | 总经理        | /      |
| 36. | 广州城投综合能源投资经营管理有限公司 | 刘军其 | 副总经理       | /      |
| 37. | 广东新菱空调科技有限公司       | 谭小卫 | 董 事        | 高级工程师  |

|     |                |     |                |       |
|-----|----------------|-----|----------------|-------|
| 38. | 广东塞安科技有限公司     | 许海航 | 首席技术官          | /     |
| 39. | 广州市昊铭机电科技有限公司  | 刘定华 | 总经理            | /     |
| 40. | 青岛海尔空调电子有限公司   | 刘建涛 | 技术总监           | 高级工程师 |
| 41. | 南京福加自动化有限公司    | 宋欣梅 | 解决方案中心负责人      |       |
| 42. | 青岛捷能易道能效科技有限公司 | 初宁波 | 总经理            |       |
| 43. | 中建三局安装工程有限公司   | 张鑫  | 高效机房事业部总经理     |       |
| 44. | 苏州汇川控制技术有限公司   | 黄文字 | 数字化事业部暖通解决方案总监 |       |

编制组成员的分工详见下表。

| 内容                                           | 工作分工                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 标准条文及条文说明                                    | 全体编制组                                                                                                                                                                        |
| 专题研究一：国内外空调系统能效水平调查                          | 广州市设计院集团有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、北京市建筑设计研究院股份有限公司、天津市建筑设计研究院有限公司、华东建筑设计研究总院、北京工业大学、仲恺农业工程学院、五邑大学、广东昱石建设工程有限公司、广州泰阳能源科技有限公司、广东汉维科技有限公司、威凯检测技术有限公司、广州城投综合能源投资经营管理有限公司、中建三局安装工程有限公司 |
| 专题研究二：我国现行标准体系与空调系统能效关联性研究                   | 广州市设计院集团有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、吉林省建苑设计集团有限公司                                                                                                                   |
| 专题研究三：全气候分区下不同空调冷源系统模拟模型构建及其形式对空调系统能效水平的影响分析 | 广州市设计院集团有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、中国建筑西南设计院有限公司、广东美的暖通设备有限公司、珠海格力电器股份有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司、广东新菱空调科技有限公司、东莞空研冷却塔有限公司、广东汉维科技有限公司、中电智维（上海）科技有限公司           |
| 专题研究四：全气候分区下不同空调末端系统模拟模型构建及其形式对空调系统能效水平的影响分析 | 广州市设计院集团有限公司、湖南省建筑设计院集团股份有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、北京工业大学、广东美的暖通设备有限公司、珠海格力电器股份有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司、广东塞安科技有限公司                                         |
| 专题研究五：不同建筑功能模拟模型构建及其对空调系统能效水平的影响分析           | 广州市设计院集团有限公司、湖南省建筑设计院集团股份有限公司、广东美的暖通设备有限公司、东莞空研冷却塔有限公司、珠海格力电器股份有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司                                                                            |
| 专题研究六：高效空调系统能效监测系统合理性、准确性技术研究                | 广州市设计院集团有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、甘肃省建筑设计研究院有限公司、广东塞安科技有限公司、广州柏诚智能科技有限公司、广东美的暖通设备有限公司、东莞空研冷却塔有限公司、珠海格力电器股份有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、广东申菱环境系统股份有限公司、广东汉维科技有限公司、青岛捷能易道能效科技有限公司、南京福加自      |

|                      |                                                                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | 动化有限公司、苏州汇川控制技术有限公司                                                                                                                          |
| 专题研究七：空调系统能效分级评价方法研究 | 广州市设计院集团有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、北京市建筑设计研究院股份有限公司、华东建筑设计研究总院、清华大学、中国建筑西北设计研究院有限公司、吉林省建苑设计集团有限公司、中国建筑西南设计院有限公司、北京工业大学、海南省设计研究院有限公司、甘肃省建筑设计研究院有限公司 |

### 三、标准编制原则和主要内容

#### （一）编制原则

本标准总体编制背景为积极响应我国建筑能效提升、节能降碳的要求，编制原则则包括了编制的科学性、实用性、规范性、开放性、协调性、创新性、可操作性和经济性等原则，简述如下：

##### （1）科学性

本标准的制定基于科学研究和技术实践，确保内容的准确性和可靠性，参考了国内外相关标准和最新技术成果。

##### （2）实用性：

本标准具有实际应用价值，能够指导行业实践，考虑行业的现状和发展趋势，确保标准的适用性。

##### （3）表达规范性

本标准的编制严格按照《中国勘察设计协会工程建设团体标准编写规定》（中设协字[2020]51号），遵循标准编写格式和结构要求，使用统一的术语和符号，确保标准内容的清晰和一致。

##### （4）开放性

本标准编制过程开放透明，广泛征求行业专家和利益相关者的意见。允许公众参与和反馈，确保标准的广泛认可。

##### （5）协调性

本标准的编制与现有的国家标准、行业标准和国际标准协调一致，避免重复和冲突。考虑相关标准之间的衔接和配套。

##### （6）创新性

本标准编制基于技术创新，支持新技术、新工艺和新材料的应用，反映技术进步和行业发展。

#### **(7) 可操作性**

本标准条款明确、具体，便于实施和监督。

#### **(8) 经济性**

本标准考虑实施的经济成本和效益，确保标准的经济合理性。促进资源节约和环境保护。

通过遵循以上的编制原则，确保本标准的高质量和有效性，推动行业的健康发展。

### **(二) 编制依据及参考的标准规范**

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021

《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019

《空调系统经济运行》GB/T 17981-2007

《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T-15-129-2017

《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039- 2023

### **(三) 标准主要内容说明**

本征求意见稿的章节目录及各章节主要内容如下：

#### **1 总则**

本章规定了标准的制定目的、适用范围以及执行本标准时需遵循的相关国家现行标准，为后续空调系统能效分级评价的开展提供总体原则和依据。

#### **2 术语**

本章对空调系统能效分级评价中使用的关键术语和相关能效指标作了统一定义，为标准后续的技术要求、计算方法和评价规则提供一致、明确的基础概念体系。

#### **3 基本规定**

本章明确了高效空调系统在设计、施工、调适与运行全过程中应遵循的总体要求，提出了设置能效与室内环境监测系统的基本要求，并规定能效等级评价应以全年运行能效比作为依据，为监测系统建设及能效评价提供总体性原则。

## **4 能效评价**

### **4.1 一般规定**

本节规定了高效空调系统能效评价的内容、等级划分、评价对象与评价时机，并提出了针对蓄冷系统和多类型末端系统的评价修正方法，同时明确冷热源能量综合利用在评价中的处理原则，为实施能效分级提供了统一的评价框架和方法基础。

### **4.2 能效分级**

本节规定了不同类型制冷机房、空气源热泵供热系统以及各类空调末端系统在不同气候区的能效等级限值和分级方法，并明确了通过蓄冷率修正、末端加权计算及冷热源与末端综合折算等方式确定空调系统整体能效等级的计算方法。

### **4.3 能效监测**

本节规定了高效空调系统在制冷机房、水蓄冷与冰蓄冷系统、空气源热泵系统及空调末端设备等各环节必须配置的能效监测项目、测量精度与仪表要求，以及数据采集、存储与界面功能等技术要求，并要求在现有标准基础上增加蓄冷装置和室内环境监测内容，为能效评价提供可靠的数据基础。

## **附录 A 高效空调系统能效评价报告（模版）**

本附录给出了高效空调系统能效评价报告的完整模板，规定了报告应包含的建筑与设备基本信息、监测仪表配置、测量数据记录、热平衡与一致性校验方法、运行能效分析内容及最终结论格式，为开展能效评价和形成规范化成果文件提供统一的结构化指引。

## **附录 B 全国主要城市气候分区及供冷季室外平均湿球温度**

本附录提供了全国主要城市的建筑气候分区及供冷季平均湿球温度参考数据，为空调系统能效等级的判定、能效限值选取及相关计算提供统一的气象依据和区域分类参考。

### **本标准用词说明**

解释本标准中在执行时，不同用词代表的严格程度。

### **引用标准名录**

列出本标准引用的国内外标准的名称及编号。

## **（四）标准中重点内容确定的依据及其成熟度**

为确定标准中主要条款、分级指标的先进性与合理性，在编制过程中，同步开展

七项专题研究工作。通过这些专题研究，为标准的主要内容提供充分的数据支撑。各专题的研究内容简述如下：

### **专题一：国内外空调系统能效水平调查**

目前空调系统能效水平数据较少，通过文献调查、现场调查等方法，对已建设完成的运行中的空调系统进行调查，通过研究其空调系统的相关技术资料，包括主机选型及能效、水泵选型及效率、冷却塔选型、空调末端类型及能效等，以及空调系统的全局运行能效水平、热平衡系数等，总结分析，对本标准的编制提供理论研究支撑及落地的案例支持。

### **专题二：我国现行标准体系与空调系统能效关联性研究**

研究国内外空调系统能效相关标准规范，国内主要为《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021、《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019、《空调系统经济运行》GB/T 17981-2007、广东省省标《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T15-129-2017、团体标准《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039- 2023，国外主要参照新加坡绿标、美国 ASHARE 标准等，通过对标国内外相关标准，为本标准的能效数值提供参考借鉴意见，同时确保本标准与现行政策体系保持连贯性，以及最终能效评价值的合理性、可行性和可靠性。

### **专题三：全气候分区下不同空调冷源系统模拟模型构建及其形式对空调系统能效水平的影响分析**

本标准建立了包含非蓄冷空调系统、水蓄冷空调系统、冰蓄冷空调系统等不同冷源系统的空调系统能效评价指标体系。对于上述冷源系统，运行能效的差异较大，本专题针对性的研究了不同冷源系统的能效水平值。此外，不同气候分区下，由于负荷特点以及室外气温的不同，对系统运行能效影响也不同，也一并进行了研究分析。

### **专题四：全气候分区下不同空调末端系统模拟模型构建及其形式对空调系统能效水平的影响分析**

空调系统末端形式多样，分为全空气系统、风机盘管+新风系统、VAV 系统，同一建筑物中，还存在其不同的组合搭配。不同的空调末端形式，其运行能耗差异巨大，从风系统输送能耗、全新风节能运行、风机效率等各方面，均对运行能效带来不同的影响。此外，对于过渡季节可全新风运行的空调系统，不同气候分区下，其带来的运

行效益也不同。本专题研究了不同气候分区、不同类型空调末端、不同空调末端比例下的建筑空调末端系统运行能效。

#### **专题五：不同建筑功能模拟模型构建及其对空调系统能效水平的影响分析**

不同功能建筑对空调系统能效的影响主要体现在其负荷特性的不同，对全年运行能效水平带来影响，本标准通过仿真建模及逐时计算的方法，研究分析办公建筑、商业建筑、酒店建筑、医院建筑、学校教学楼、图书馆建筑等不同类型建筑下的空调系统运行能效水平特点。

#### **专题六：高效空调系统能效监测系统合理性、准确性技术研究**

本专题研究能效监测系统中“源、网、端”的监测技术和系统架构，为克服目前空调能效监测在准确性、同步性、有效性和颗粒度等方面存在的缺陷提供技术解决方案，使高效空调系统能效监测更为科学合理准确。研究国内外相关标准中对能效监测精度以及不确定度的要求，检索国内外制冷机房能效监测相关标准，综述其中关于监测传感器性能、变送器与存储器性能、仪表安装位置、能效测量不确定度的相关条文及其编制依据，并找到各项要求的出处及其原理。调查国内主流能效监测仪表产品系列、性能参数以及价格区间，提出适宜的分析判定方法，如经济效益分析图表、雷达图等，以根据用户需求选择性价比适宜并满足能效监测及能耗计量精度需求的测量仪表。研究用于能效监测的传感器精度、仪表安装位置及其测量不确定度要求，参照国内外标准的相关先进要求，根据我国主流能效监测仪表性能，制订适用于我国国情的能效监测传感器精度、仪表安装位置及其测量不确定度要求。

#### **专题七：空调系统能效分级评价方法研究**

本专题建立了一套基于项目全年冷负荷特性的空调系统能效预测方法，通过上述研究中确定的输入条件，模拟计算典型城市、典型项目的空调系统能效，并充分考虑运维过程中的各种不确定性的修正因子后，获得本标准能效评价的各等级参考值。

### **（五）主要试验、验证情况及预期达到的效果**

本标准的验证工作主要通过获取已实施的高效制冷机房系统及高效空调系统项目的历史运行数据，通过项目间横向对比、与仿真模拟结果对比等方式，论证标准中提出的主要评价指标的先进性及合理性。

#### **（1）高效制冷机房系统项目**

广州市设计院集团主持完成了 40 多个高效制冷机房项目，涵盖常规制冷机房系

统、水蓄冷制冷机房系统、冰蓄冷制冷机房系统，并持续跟踪各项目案例的制冷机房能效表现，案例的能效数据用于验证本标准评价体系及评价指标的合理性。典型项目概况如下表。

| 序号 | 项目名称                | 所在地 | 服务建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 项目业态  | 装机容量 (RT)     | 新改建 | 运行能效 (全年) |
|----|---------------------|-----|--------------------------|-------|---------------|-----|-----------|
| 1  | 白天鹅宾馆更新改造工程         | 广州  | 11.0 万                   | 酒店    | 2800          | 改建  | 5.9       |
| 2  | 省府大院 5 号楼中央空调系统更新改造 | 广州  | 1.5 万                    | 办公    | 600           | 改建  | 5.3       |
| 3  | 珠海长隆海洋科学馆           | 珠海  | 38.0 万                   | 综合体   | 13600         | 新建  | 5.0       |
| 4  | 利元亨智能装备公司项目         | 惠州  | 20 万                     | 厂房、办公 | 13600 (5 个冷站) | 新建  | 5.0       |
| 5  | 天津天河城购物中心工程         | 天津  | 21.0 万                   | 商业    | 4040          | 新建  | 4.9       |
| 6  | 招商太子湾逸海大厦           | 深圳  | 7.6                      | 酒店    | 1650          | 新建  | 5.0       |
| 7  | 联邦家私集团总部大楼          | 广州  | 5.0 万                    | 办公    | 1625          | 新建  | 5.9       |
| 8  | 广州美林综合购物广场 A 馆      | 广州  | 8.0 万                    | 商业    | 5400          | 改建  | 6.0       |
| 9  | 珠光云岭湖 GJ-1 酒店项目     | 广州  | 5.4 万                    | 酒店    | 1200          | 新建  | 5.9       |
| 10 | 苏州大悦城春风里·商业项目       | 苏州  | 18.0 万                   | 商业    | 7600          | 新建  | 5.3       |
| 11 | 地中海国际酒店项目           | 广州  | 12.0 万                   | 酒店+商业 | 3000          | 改建  | 5.8       |
| 12 | 广州东方宝泰购物广场          | 广州  | 13.5 万                   | 商业    | 3500          | 改建  | 6.0       |

## (2) 高效空调系统项目

在高效制冷机房的基础上，广州市设计院集团进一步地将整个空调系统能效作为提升目标，打造高效空调系统。现已完成和正在进行的项目概况见下表。数据用于指导和支持本标准的编制。

| 序号 | 项目名称              | 所在地 | 服务建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 项目业态 | 装机容量 (RT) | 新改建 | 机房/系统运行能效 (全年) |
|----|-------------------|-----|--------------------------|------|-----------|-----|----------------|
| 1  | 五邑大学超低能耗空调系统      | 江门  | 2.2 万                    | 学校   | 1500      | 改建  | 7.14/6.4       |
| 2  | 申菱环境高新区智造基地 (水蓄冷) | 佛山  | 2.3 万                    | 办公   | 1440      | 新建  | 5.52/4.1       |
| 3  | 珠海某研发大楼           | 珠海  | 7 万                      | 办公   | 1900      | 新建  | 7.0/5.5 (目标)   |
| 4  | 深圳天安云谷三期          | 深圳  | 12.5 万                   | 办公   | 3600      | 新建  | 7.0/5.0 (目标)   |

## （六）标准中涉及专利的情况

本标准编制涉及主编单位自有专利《基于平均湿球温度的制冷机房系统能效分级的确定方法》ZL2021 1 1512894.9。

## （七）与现行国家法律法规、政策及相关标准的协调性

广州市设计院集团已主编完成广东省地方标准《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T-15-129-2017（以下简称“省标”），是国内第一部用于制冷机房能效评价的标准。

广州市设计院集团已主编完成中国勘察设计协会、中国制冷空调工业协会团体标准《高效空调制冷机房系统能效监测与分级标准》T/CECA 20026-2023、T/CRAAS 1039- 2023。（以下简称“团标”）

目前，广东省标已正式实行 7 年时间，团标已实施 2 年多，广东省内基于省标实施的高效制冷机房项目已有数十项。广东省外的很多项目也参考省标推进高效制冷机房的应用。

本标准是在上述标准的基础上，将高效制冷机房的能效监测与评价提升到整个高效空调系统，其中涉及高效制冷机房部分的要求与指标与上述标准基本一致并略有提升，与现行标准体系的协调性良好。。

## （八）采用国际标准和国外先进标准情况，与国外同类标准水平的对比情况

除新加坡建设局提出的绿色建筑认证标准（BCA Green Mark 2021）中对高效空调系统能效比作出规定外，其他国际标准并未涉及这一指标。在 BCA Green Mark 2021，规定空调系统能效比在新建办公建筑金级认证要求为 4.40，铂金级为 4.75，超低能耗认证为 5.17。因其气象条件、边界条件及评价方式与本标准有较大差异，因此无法进行直接对比。

## （九）重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 四、预期效益及对行业发展的作用

本标准实施后，预计能够对行业发展积极促进作用，简述如下：

### （1）拓展“高效制冷机房系统”到“高效空调系统”

目前高效制冷机房系统已得到行业的高度认可，其发展越来越得到各方重视。对于建筑能耗中的主要用能系统——空调系统，其制冷机房系统部分能耗已在一定程度上通过实施“高效机房”得到控制和量的下降，为建筑节能贡献了力量。通过将需要研究和解决的问题。因此，在近零能耗建筑、近零碳建筑等对建筑能耗、建筑能效提出更高要求的背景下，通过将空调末端系统的高效运行也纳入能效评价体系，将“高效制冷机房系统”升级为“高效空调系统”，实现末端系统的高效运行，可以更加全面、更大程度的降低建筑能耗。

同时，现有高效制冷机房系统绝大部分为针对非蓄冷制冷系统，本标准将水蓄冷、冰蓄冷等蓄能制冷机房系统的能效水平也一并研究考虑，并结合空调末端系统运行能效，综合研究提出高效蓄冷空调系统的要求，可以进一步拓宽标准的使用范围，鼓励创新和提高。

### （2）制定合理科学的高效空调系统能效等级

本标准在编制过程中充分调研现有国内外空调系统运行情况，了解国内外空调系统的运行能效水平，为高效空调系统能效等级值的确定提供直观参考。通过对我国现行标准体系中空调系统能效水平要求的研究，通过对《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021、《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019、《空调系统经济运行》GB/T 17981-2007 以及其他各地方标准、行业标准、团体标准等研究，获得与高效空调系统设备及运行关联的要求，为高效空调系统能效等级的确定提供理论合规依据。通过研究不同冷源系统模拟模型、不同空调末端系统模拟模型以及不同建筑功能模拟模型的构建，以及其不同形式和在不同气候分区条件下，对空调系统能效水平的影响分析，通过建模仿真模拟，获得全气候、多组合、多工况、全范围覆盖的大量模拟计算数据，在此基础上，统计分析模拟获得的能效数据，基于统计学和空调系统运行特性的要求，提出合理科学的高效空调系统能效等级及其达标数值。上述研究工作严谨全面，得到的研究结论科学合理，填补了行业在这一方面的研究空白。

### （3）明确科学准确的高效空调系统能效监测系统要求

本标准研究针对蓄冷及非蓄冷制冷机房系统的监测参数的选取、监测点位的设置、传感器及仪表类型和精度的选择、相关数据的检测、传输、存储、处理、分析、发布、展示等的技术规范，以满足全局空调系统能效监测数据的准确性、同步性、有效性和颗粒度的技术要求。为推广适用于中国国情、经济适宜并满足高效空调系统能效监测要求提供了科学依据。

## 五、贯彻标准的要求、措施、建议

为了推广高效空调系统在项目中的实施落地，建议参与高效空调系统项目建设的各方（包括建设单位、设计单位、顾问单位、施工单位、运维单位等）均充分了解本标准的内容，基于本标准的能效目标以及监测要求，结合项目实际情况，制定能效目标，通过性能化设计、精细化施工和调适以及智能高效的运行等手段，确保能效目标的最终落地实现。

建议协会、各参编单位多宣传、引用标准，增加标准的引用率和曝光率，推动标准的全面应用，提升标准和协会的影响力。

## 六、重要内容的解释和其他应予说明的事项

无。