

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 142 – 2023

# 公共建筑集中空调系统能效评价标准

Standard for energy efficiency assessment on central air  
conditioning system of public building

2023-11-15 发布

2024-02-15 实施

深圳市住房和建设局 发布

深圳市工程建设地方标准

公共建筑集中空调系统能效评价标准

Standard for energy efficiency assessment on central air  
conditioning system of public building

**SJG 142 - 2023**

2023 深 圳

## 前 言

根据《深圳市住房和建设局关于发布 2021 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目的通知》的要求，标准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，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.能效评价；5.能效检测。

本标准由深圳市住房和建设局批准发布，由深圳市住房和建设局业务归口并组织深圳市紫衡技术有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳市紫衡技术有限公司（地址：深圳市南山区学苑大道 1001 号南山智园 C3 栋 5F，邮编：518071），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市紫衡技术有限公司

深圳市华阳国际工程设计股份有限公司

本标准参编单位：清华大学

华南理工大学

同济大学

北京江森自控有限公司

广东美的暖通设备有限公司

南方泵业股份有限公司

深圳证券交易所营运服务与物业管理有限公司

江苏区宇能源有限公司

广东省建筑设备智慧控制与运维工程技术研究中心

本标准主要起草人员：任中俊 何 影 赵 伟 易检长 苗建增

欧阳前武 赵立华 魏庆芑 张 辉 周 祁

李铮伟 苏 醒 刘永桂 王 艺 聂鹏翔

蒋家祺 吴宏飞 谢玉军 黄 鹤 杨远林

宁振兴 邓杰文 黄 涛 杨心宇

本标准主要审查人员：马晓雯 王红朝 丁瑞星 卢 振 田拥军

朱 勇 薛 雪

本标准主要指导人员：宋 延 龚爱云 方 军

# 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	能效评价	4
4.1	一般规定	4
4.2	能效指标	4
4.3	能效评价	4
5	能效检测	6
5.1	一般规定	6
5.2	检测内容	6
5.3	检测方法	7
5.4	检测要求	7
	附录 A 公共建筑空调系统能效评价报告	8
	本标准用词说明	13
	引用标准名录	14
	附：条文说明	15

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	3
4	Energy Efficiency Assessment .....	4
4.1	General Requirements .....	4
4.2	Energy Efficiency Index .....	4
4.3	Energy Efficiency Assessment .....	4
5	Energy Efficiency Test .....	6
5.1	General Requirements .....	6
5.2	Testing Content .....	6
5.3	Testing Method .....	7
5.4	Testing Requirements .....	7
Appendix A	The Energy Efficiency Assessment Report of Air Conditioning System of Public Building .....	8
	Explanation of Wording in The Standard .....	13
	List of Quoted Standards .....	14
	Addition: Explanation of Provision .....	15



# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家有关法律法规和方针政策，促进深圳市建筑行业高质量绿色发展，提高深圳市集中空调系统运行能效水平，规范深圳市集中空调系统能效评价，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于深圳市公共建筑水冷式电制冷集中空调系统运行能效评价及检测。

**1.0.3** 空调系统能效评价及检测除应符合本标准外，尚应符合国家、广东省和深圳市现行有关标准的要求。

## 2 术 语

### 2.0.1 制冷机房系统 chiller plant system

对于水冷式电制冷集中空调制冷机房，包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔及其管道系统。对于蓄冷空调制冷机房，包括蓄冷装置、乙二醇泵、冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔及其管道系统。

### 2.0.2 蓄冷装置 thermal energy system (TES)

由蓄冷设备（如蓄冰槽、蓄冰罐、蓄水槽等）及附属阀门、配管、传感器等相关附件组成的蓄存冷量的装置。

### 2.0.3 冰蓄冷系统 ice thermal storage system

通过制冰方式，主要以冰的相变潜热蓄存冷量的空调系统。

### 2.0.4 水蓄冷系统 water thermal storage system

利用水的显热蓄存冷量的蓄冷空调系统。

### 2.0.5 制冷机房系统能效比 (EERs) energy efficiency ratio of chiller plant system

制冷机房系统总制冷量和总用电量的比值。对于水冷式电制冷集中空调制冷机房，即多台冷水机组制冷量之和与冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵及冷却塔的用电量之和的比值。对于蓄冷空调制冷机房，即多台冷水机组制冷量之和与冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、蓄冷装置及乙二醇泵的用电量之和的比值。

### 2.0.6 制冷机房系统全年平均运行能效比 ( $EER_{ao}$ ) annual average operational energy efficiency ratio of chiller plant system

制冷机房系统实际运行时全年累计制冷量与全年累计总用电量的比值。

### 2.0.7 空调系统全年平均运行能效比 ( $EER_a$ ) annual average operational energy efficiency ratio of air conditioning system

空调系统实际运行时全年累计制冷量与全年累计总用电量的比值。

### 2.0.8 高效制冷机房系统 high performance chiller plant system

高效制冷机房系统是在满足室内热舒适度和经济合理性的前提下，制冷机房系统全年平均运行能效比符合本标准规定的三级及以上能效等级的制冷机房系统。

### 2.0.9 高效空调系统 high performance air conditioning system

高效空调系统是在满足室内热舒适度和经济合理性的前提下，空调系统全年平均运行能效比符合本标准规定的三级及以上能效等级的空调系统。

### 3 基本规定

**3.0.1** 公共建筑水冷式电制冷集中空调系统能效评价参数应采用运行能效比。能效评价宜从空调系统、制冷机房系统、空调设备三个层级进行。

**3.0.2** 公共建筑水冷式电制冷集中空调系统应在不少于一个完整供冷期之后对制冷机房系统全年平均运行能效比、空调系统全年平均运行能效比进行评价。

**3.0.3** 公共建筑水冷式电制冷集中空调系统能效评价应以制冷机房系统全年平均运行能效比为主，空调系统全年平均运行能效比为辅。

**3.0.4** 公共建筑水冷式电制冷集中空调系统应在施工和运行使用阶段按系统全年运行能效比的目标值进行工程实施与运营。

## 4 能效评价

### 4.1 一般规定

4.1.1 公共建筑水冷式电制冷集中空调系统能效评价应符合下列规定：

- 1 运行能效评价应按一级、二级、三级和限额值进行能效分级评价；
- 2 当制冷机房系统全年运行能效比评价指标低于限额值时，应进行节能改造。

4.1.2 纳入运行能效评价的蓄冷系统，其提供的冷量应不低于设计日空调冷量的 30%。

4.1.3 制冷机房系统采用冷水机组、水泵等空调设备能效应符合现行深圳市地方标准《公共建筑节能设计标准》SJG 44 的有关规定。

### 4.2 能效指标

4.2.1 制冷机房系统全年平均运行能效比应按下式计算：

$$EER_{ao} = Q_{ao} / \sum N_{ao} \quad (4.2.1)$$

式中：

$EER_{ao}$  ——制冷机房系统全年平均运行能效比；

$Q_{ao}$  ——制冷机房系统实际运行时全年累计制冷量（kWh）；

$\sum N_{ao}$  ——制冷机房系统实际运行时全年累计总用电量（kWh）。

4.2.2 空调系统全年平均运行能效比应按下式计算：

$$EER_a = Q_a / \sum N_a \quad (4.2.2)$$

式中：

$EER_a$  ——空调系统全年平均运行能效比；

$Q_a$  ——空调系统实际运行时全年累计制冷量（kWh）；

$\sum N_a$  ——空调系统实际运行时全年累计总用电量（kWh）。

### 4.3 能效评价

4.3.1 集中空调系统运行能效比评价应符合表 4.3.1-1、表 4.3.1-2 的规定。高效制冷机房系统、高效空调系统全年平均运行能效比不应低于表 4.3.1-1、表 4.3.1-2 规定的三级要求。

表 4.3.1-1 水冷式电制冷空调系统全年平均运行能效比  $EER_a$  ( $EER_{ao}$ ) 评价表

系统类型	评价对象	额定制冷量 (kW)	一级	二级	三级	限额值
水冷式电制冷 空调系统	空调系统	<1758	4.4	4.0	3.6	3.0
		≥1758	4.8	4.4	4.0	3.2
	制冷机房系统	<1758	5.5	5.0	4.5	3.6
		≥1758	6.0	5.5	5.0	4.0

表 4.3.1-2 蓄冷系统全年平均运行能效比评价表

系统类型	评价对象	一级	二级	三级	限额值
蓄冷系统	制冷机房系统	4.0	3.5	3.0	2.6

4.3.2 空调系统采用设备能效应符合下列规定：

1 冷水机组制冷性能系数应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的有关规定；

2 蓄冷装置应符合现行行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158 的有关规定；

**3** 冷冻水泵和冷却水泵的效率应不低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价  
值》GB 19762 规定的节能评价值；

**4** 水泵电机效率应满足现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定中的  
2 级及以上能效的要求；

**5** 冷却塔风机效率应不低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761 中的  
2 级及以上的能效值；

**6** 末端设备应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定。

**4.3.3** 深圳市超低能耗建筑制冷机房系统能效等级应达到本标准规定的三级及以上。

**4.3.4** 深圳市近零能耗建筑制冷机房系统能效等级应达到本标准规定的二级及以上。

**4.3.5** 深圳市碳中和建筑制冷机房系统能效等级应达到本标准规定的一级及以上。

## 5 能效检测

### 5.1 一般规定

5.1.1 能效评价应由有相关资质的单位出具能效检测报告，能效检测报告主要的测试和评价范围应包括以下内容：

- 1 数据处理过程的有效性；
- 2 测试方法与国家现行有关标准规定的符合性；
- 3 符合设计参数的要求。

5.1.2 能效检测报告检测结论应作为最终能效评价的必要条件，能效评价报告可按本标准附录 A 进行记录。

5.1.3 能效检测应在满足建筑室内热舒适性要求前提下进行，能效检测工况应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的有关规定。

5.1.4 能效检测除应符合本标准的规定外，尚应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、深圳市地方标准《绿色建筑运行检验技术规程》SJG 64 的有关规定。

### 5.2 检测内容

5.2.1 对于已安装能效监测系统的公共建筑，参与能效评价的空调系统应测量如下参数：

- 1 制冷机房系统总用电量；
- 2 空调系统总用电量；
- 3 冷水机组用电量；
- 4 制冷机房系统制冷量；
- 5 蓄冷设备蓄冷量；
- 6 冷冻水供水温度、回水温度、流量；
- 7 冷却水供水温度、回水温度、流量、冷却水补水量；
- 8 室外干球温度和湿球温度；
- 9 主要功能房间室内干球温度和湿球温度。

5.2.2 对于已安装能效监测系统的公共建筑，参与能效评价的空调系统宜测量如下参数：

- 1 各台冷水机组的用电量；
- 2 各台冷水机组的冷冻水供水温度、回水温度、供回水压差、流量；
- 3 各台冷水机组的冷却水供水温度、回水温度、供回水压差、流量；
- 4 各台冷冻水泵和冷却水泵的用电量、运行频率、进出口压差；
- 5 各台冷却塔的冷却水进水温度、回水温度；
- 6 各台冷却塔风机的用电量、运行频率。

5.2.3 对于未安装能效监测系统的公共建筑，参与能效评价的空调系统应测量如下参数：

- 1 制冷机房系统总用电量；
- 2 空调系统总用电量；
- 3 制冷机房系统制冷量；
- 4 蓄冷设备蓄冷量；
- 5 冷冻水供水温度、回水温度、流量；
- 6 室外干球温度和湿球温度；
- 7 主要功能房间室内干球温度和湿球温度。

### 5.3 检测方法

5.3.1 对于已安装能效监测系统的公共建筑，其制冷机房系统全年平均运行能效比、空调系统全年平均运行能效比的计算应采用能效监测系统记录的全年运行数据。

5.3.2 对于未安装能效监测系统的公共建筑，其制冷机房系统全年平均运行能效比、空调系统全年平均运行能效比的计算应符合下列规定：

- 1 应采用连续 7 日平均干球温度超过 24℃时的空调系统运行数据；
- 2 应对连续 7 日空调系统全天候测试，每小时数据采集不应少于 4 次。

### 5.4 检测要求

5.4.1 能效检测测量仪器的选用和设置应考虑各个物理量的传感器、信号调节、数据采集和接线系统对系统测量精度的影响。

5.4.2 空调系统、制冷机房系统能效比测量结果的计算最大允许误差应在±5%以内。用电量、水温度、水流量、空气温度、空气湿度的测量最大允许误差应满足表 5.4.2 的要求。

表 5.4.2 测量最大允许误差

测量内容	最大允许误差
用电量	±1.5%
水温度	±0.2℃
水流量	±5%
空气温度	±0.5℃
空气湿度	±5%

附录 A 公共建筑空调系统能效评价报告

XXXX（建筑名称）  
空调系统能效评价报告

评价组长：\_\_\_\_\_

评价机构（盖章）：\_\_\_\_\_

评价时间：\_\_\_\_\_

## 第 1 章 基本概况

### A.1 建筑基本情况

表 A.1.1 建筑基本情况表

建筑名称			
建筑地址			
竣工时间			
建筑性质	____ 出租, ____ 出售, ____ 自用		
建筑类型	____ 办公建筑, ____ 商场建筑, ____ 宾馆饭店建筑, ____ 学校建筑, ____ 医疗卫生建筑, ____ 体育建筑, ____ 交通建筑, ____ 综合建筑		
建筑面积 (m <sup>2</sup> )			
空调面积 (m <sup>2</sup> )			
空调系统运行时间段	____ 月—____ 月		
冷源设备 (可多选)	<input type="checkbox"/> 常规水冷式冷水机组 <input type="checkbox"/> 双工况冷水机组 <input type="checkbox"/> 蓄冰槽 ( <input type="checkbox"/> 冰盘管 <input type="checkbox"/> 冰球 <input type="checkbox"/> 冰浆   其他: _____ ) <input type="checkbox"/> 蓄冷水罐 <input type="checkbox"/> 蓄冷水池		
空调末端	<input type="checkbox"/> 组合式风柜 <input type="checkbox"/> 风机盘管+新风机 <input type="checkbox"/> 吊柜   其他: _____ 设计温差: <input type="checkbox"/> 5℃ <input type="checkbox"/> 6℃ <input type="checkbox"/> 7℃ <input type="checkbox"/> 8℃   _____ °C		
是否安装有空调机房能效监控系统	____ 是, ____ 否		
空调系统已采用节能优化控制策略	1) 冷水机组群控: <input type="checkbox"/> 主机负载+出水温度控制   其他: _____ 2) 冷冻水泵控制: <input type="checkbox"/> 供回水总管压差控制 <input type="checkbox"/> 最不利末端压差控制 <input type="checkbox"/> 冷冻水供回水温差控制 <input type="checkbox"/> 无控制   其他: _____ 3) 冷冻水供水温度控制: <input type="checkbox"/> 定水温控制 <input type="checkbox"/> 变水温控制 4) 冷却水泵控制: <input type="checkbox"/> 压差控制 <input type="checkbox"/> 温差控制   其他: _____ 5) 冷却塔控制: <input type="checkbox"/> 定冷幅值控制 <input type="checkbox"/> 变冷幅值控制   其他: _____ 6) 新型节能技术: <input type="checkbox"/> 过渡季板换供冷 <input type="checkbox"/> AI 群控 <input type="checkbox"/> 负荷预测+前馈控制   其他: _____		
填报人		联系电话	

注: 本调研表格仅调研采用水冷式电制冷空调系统或蓄冷空调系统的公共建筑;  
若同时采用了水冷式电制冷空调系统和蓄冷空调系统两套系统的请分别填写。

## 第 2 章 空调系统运行能效信息

### A.2 空调系统运行能效信息

监控时间段：

数据记录间隔：每\_\_\_ min 采样

趋势记录参数：

制冷机房系统总用电量、空调系统总用电量、冷水机组用电量、制冷机房系统制冷量、蓄冷设备蓄冷量、冷冻水供水温度、冷冻水回水温度、冷冻水流量、冷却水供水温度、冷却水回水温度、冷却水流量、冷却水补水量、室外干球温度和湿球温度、主要功能房间室内干球温度和湿球温度。

## 第 3 章 空调系统信息

### A.3 空调系统信息

表 A.3.1-1 冷水机组信息

编号	品牌型号及设备名称	电动机铭牌功率 (kW)	设计制冷量 (kW)	冷冻水供水温度 (°C)	冷冻水供回水温差 (°C)	冷却水供水温度 (°C)	冷却水供回水温差 (°C)	额定 COP	安装时间	台数

表 A.3.1-2 冰蓄冷设备信息

编号	品牌型号及设备名称	有效容积 (m <sup>3</sup> )	是否全负荷蓄冰	蓄冰率 (%)	制冰率 (%)	蓄冰量 (kWh)	融冰效率 (%)	安装时间	台数

表 A.3.1-3 水蓄冷设备信息

编号	品牌型号及设备名称	有效容积 (m <sup>3</sup> )	是否全负荷蓄冷	蓄水槽长/宽/高 (m/m/m)	有效水位高度 (m)	蓄冷供/回水温度 (°C)	释冷供/回水温度 (°C)	有效蓄冷 (kWh)	安装时间	台数

表 A.3.1-4 水泵及冷却塔信息

编号	品牌型号及设备名称	电动机铭牌功率 (kW)	水泵扬程 (m)	流量 (m <sup>3</sup> /h)	水泵或风机机械效率 (%)	电动机效率 (%)	安装时间	台数

表 A.3.1-5 空调末端信息

编号	末端类型	台数	类型	厂家及型号	单台机额定制冷量 (kW)	单台机额定制热量 (kW)	电机额定输入功率 (kW)	位置

#### 第 4 章 监测设备信息

#### A.4 监测设备信息

表 A.4.1 监测设备信息

编号	描述	传感器类型	测量范围	测量误差	上一次校准时间

注：应包括主要的监测设备，如包括水流量、水和空气温度、用电量及制冷量等监测设备的信息。

## 第 5 章 制冷机房效率分析

### A. 5 制冷机房效率分析

应包含制冷机房系统示意图、日冷负荷变化曲线、冷负荷历史频率、日制冷机房能效比曲线、制冷机房能效比—冷负荷散点图

注：分析图应包括但不限于上述图，可根据实际需要增加。

## 第 6 章 空调系统能效概况

### A. 6 空调系统能效概况

表 A. 6. 1-1 空调系统运行概况

参数类型	数值	备注
各冷水机组年总供冷量 (kWh)		
蓄冷设备年蓄冷量 (kWh)		IRTH=3.517kWh
制冷机房系统各用电设备的年耗电量之和 (kWh)		
空调系统各用电设备的年耗电量之和 (kWh)		
电价 (元/kWh)		
冷量价格 (元/kWh)		

表 A. 6. 1-2 空调系统能效情况

能效评价指标	数值	能效等级	数值来源	评价时间 (年)
制冷机房系统全年平均运行能效比			系统实时运行数据及历史数据 第三方测试报告	
空调系统全年平均运行能效比			系统实时运行数据及历史数据 第三方测试报告数据	

注：1 制冷机房系统全年平均设计能效比是指在设计阶段，考虑全年气象条件、负荷特性变化的基础上，计算得到的制冷机房系统全年累计总制冷量与全年累计总用电量的比值；制冷机房系统全年平均运行能效比是指制冷机房系统实际运行时全年累计制冷量与全年累计总用电量的比值；空调系统全年平均运行能效比是指空调系统实际运行时，自然年时段测量或计量得到的总供冷量与总用电量的比值；

2 运行能效比来源于系统实时运行数据及历史数据需提供一个完整制冷季的实际运行数据；运行能效比来源第三方机构能效检测报告需提供测试报告扫描件。

## 本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“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 《电动机能效限定值及能效等级》 GB 18613
- 3 《通风机能效限定值及能效等级》 GB 19761
- 4 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762
- 5 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 6 《机械通风冷却塔第 1 部分：中小型开式冷却塔》 GB/T 7190.1
- 7 《空气调节系统经济运行》 GB/T 17981
- 8 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350
- 9 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 75
- 10 《蓄能空调工程技术标准》 JGJ 158
- 11 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177
- 12 《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》 DBJ/T 15-129
- 13 《公共建筑节能设计标准》 SJG 44
- 14 《居住建筑节能设计规范》 SJG 45
- 15 《绿色建筑运行检验技术规程》 SJG 64

深圳市工程建设地方标准

公共建筑集中空调系统能效评价标准

**SJG 142 - 2023**

条文说明

## 制 订 说 明

本标准是由编制组在总结深圳市公共建筑水冷式电制冷集中空调系统的工程实施经验和研究成果，借鉴国内外先进经验，结合深圳市地方特点，通过反复讨论、协调、修改和专家审查后编制而成。

为便于深圳市公共建筑水冷式电制冷集中空调系统的评价、检测等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条、款、项顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1	总则	18
2	术语	19
3	基本规定	20
4	能效评价	21
4.1	一般规定	21
4.3	能效评价	21
5	能效检测	24
5.3	检测方法	24
附录 A	公共建筑空调系统能效评价报告	27

# 1 总 则

**1.0.1** 2019年6月,住房和城乡建设部和国家发展改革委等7部委,研究制定了《绿色高效制冷行动方案》(发改环资〔2019〕1054号),方案提出到2030年,大型公共建筑制冷能效提升30%,制冷总体能效水平提升25%以上,绿色高效制冷产品市场占有率提高40%以上,实现年节电4000亿千瓦小时左右,并提出了要“强化标准引领”的总要求。

2021年9月22日,《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》,指出实现碳达峰、碳中和目标,要坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”原则。要把节约能源资源放在首位,实行全面节约战略,持续降低单位产出能源资源消耗和碳排放,提高投入产出效率。

2022年6月30日,住房和城乡建设部、国家发展改革委发布了《城乡建设领域碳达峰实施方案》(建标〔2022〕53号),提出要加强空调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%。

2023年2月,广东省发展和改革委员会等7部门印发了《广东省绿色高效制冷行动计划(2023-2025)》(粤发改能源〔2023〕61号),要求到2025年,大型公共建筑和产业园区制冷系统能效提升20%;逐步改造 $EER_{ao}$ 低于4.0的制冷机房(不包括蓄冷系统);着力提升节能降耗智慧运营管控与绿色运维水平,供冷系统总体综合能效水平提升25%以上。

改革开放44年以来,深圳市大型医疗卫生建筑、商业地产等公共建筑快速发展,开始进入存量时代。但调研发现,深圳近一半大型公共建筑空调制冷机房系统全年平均运行能效比不超过3.0,空调系统设备及其运行管理亟需更新与优化,深圳市集中空调系统能效水平亟待提升。

因此,为促进深圳市建筑行业高质量绿色发展,提高深圳市集中空调系统能效水平,规范深圳市集中空调系统能效评价,制定本标准。

**1.0.2** 本条规定了本标准的适用范围和系统形式。本标准适用于水冷式电制冷集中空调系统的能效评价及检测,不适用于风冷式冷水机组、溴化锂吸收式冷水机组、燃气空调机组系统的能效检测及评价。本标准中空调系统均为集中空调系统。

## 2 术 语

**2.0.5** 制冷机房系统总用电量不包括负荷侧二级泵或多级泵用电量。对于蓄冷空调制冷机房，制冷机房系统能效比即多台冷水机组制冷量之和与冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、蓄冷装置及乙二醇泵的用电量之和的比值。

**2.0.7** 对于水冷式电制冷集中空调系统，全年累计总用电量包括制冷机房中冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔用电量，负荷侧二级泵或多级泵用电量及空调末端用电量。对于蓄冷空调系统，全年累计总用电量包括蓄冷装置、乙二醇泵、冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔用电量，负荷侧二级泵或多级泵用电量及空调末端用电量。其中空调末端用电量包括风机盘管、新风机组、组合式空调风柜等设备用电量。两者均不包括管道系统等用电量。

### 3 基本规定

**3.0.3** 用于描述空调系统能效比的参数有很多，包含了对空调系统整体以及主要设备的评价，如常用的冷水机组性能系数  $COP$ 、空调冷源系统能效比  $EER$ ；《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 的电冷源综合制冷性能系数  $SCOP$ 、综合部分负荷性能系数  $IPLV$ 、风道系统单位风量耗功率  $WS$  等。其中  $COP$ 、 $IPLV$  只针对指定工况、指定负荷率下的单个冷水机组效率，既不能代表实际运行时的机组效率，也不能体现整个空调系统的效率。 $SCOP$  的计算范围未考虑冷冻水泵的能耗，且衡量的是名义工况。空调输配系统的评价参数只针对系统中的水泵与空调末端，也不足以体现整个空调系统的运行效率。

而在 2012 年美国 ASHRAE 发布了《Instrumentation for monitoring central chilled-water plant efficiency》ASHRAE guideline 22-2012，2016 年新加坡发布了《空调系统设计运行规范》SS 553-2016，2017 年 12 月广东省住房和城乡建设厅发布了《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T 15-129，均采用了系统运行能效比作为评价参数，不约定运行条件与负荷率，以实际运行测量计算的能效限值为目标。

因此，为了提高评价的全面性、系统性、实用性，引导设计和管理去研究空调系统整体性措施，提高空调系统整体运行能效水平，本条款采取了制冷机房系统全年平均运行能效比、空调系统全年平均运行能效比作为运行阶段能效评价指标。且能效评价以制冷机房系统全年平均运行能效比为主，空调系统全年平均运行能效比为辅。

**3.0.4** 高效制冷机房系统的建设需要从系统设计、施工、运行维护全过程进行把关，因此本条文规定制冷机房系统和空调系统施工和运行使用阶段均应按系统全年运行能效比的目标值进行工程实施与运营，此处目标值即根据建设方需求，经项目技术经济分析确定的高效制冷机房系统全年平均运行能效比值，包括如 4.3.1 条规定的一级、二级和三级能效等级值。

## 4 能效评价

### 4.1 一般规定

4.1.1 2017年12月，广东省住房和城乡建设厅发布了《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJT 15-129，规定了设计阶段与运行阶段制冷机房系统能效等级均分为一级、二级、三级。2023年2月，广东省发展和改革委员会等7部门印发了《广东省绿色高效制冷行动计划（2023-2025）》，要求逐步改造  $EER_{ao}$  低于 4.0 的制冷机房（不包括蓄冷系统）。因此，本条规定集中空调系统运行能效评价按一级、二级、三级和限额值进行能效分级评价，且当制冷机房系统全年运行能效比评价指标低于限额值时，应进行节能改造。

### 4.3 能效评价

4.3.1 对于水冷式电制冷空调系统，美国《Instrumentation for monitoring central chilled-water plant efficiency》ASHRAE guideline 22-2012，规定制冷机房系统能效比低于 3.5 需要改进，优秀的制冷机房系统能效比应高于 5.0；新加坡《空调系统设计运行规范》SS 553-2016，规定“总装机大于 500RT 的金+级绿色建筑，制冷机房能效应达到 5.17 以上”。

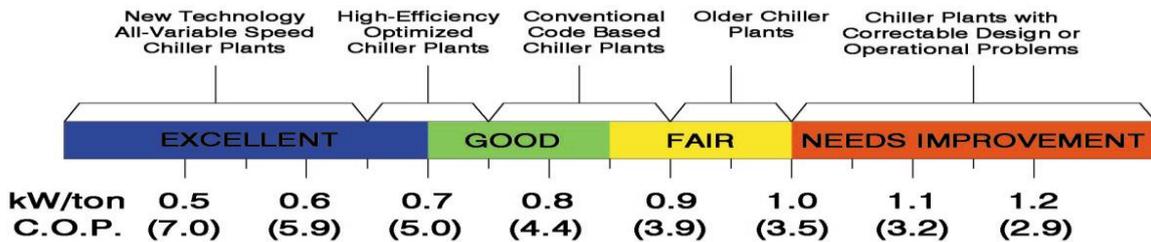


图1 制冷机房能效评级图（配置电制冷离心机组）

2017年12月，广东省住房和城乡建设厅发布了《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJT 15-129，规定了制冷机房系统全年平均运行能效比不应低于表1的三级要求。

表1 制冷机房系统最低能效要求

系统额定制冷量 (kW)	系统能效等级	系统能效最低要求
<1758	三级	3.2
	二级	3.8
	一级	4.6
≥1758	三级	3.5
	二级	4.1
	一级	5.0

2023年2月，广东省发展和改革委员会等7部门印发了《广东省绿色高效制冷行动计划（2023-2025）》（粤发改能源〔2023〕61号），要求到2025年，大型公共建筑和产业园区制冷系统能效提升20%；逐步改造  $EER_{ao}$  低于 4.0 的制冷机房（不包括蓄冷系统）。

另根据现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 第4.2.12条中关于夏热冬暖地区空调系统 SCOP 限定值的约定，当名义制冷量不小于 1758kW 时，选取 4.6 作为 SCOP 的限额值，根据现行国家标准《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 第5.5.2条的规定，选取冷冻水输送系数为 30，可计算制冷机房系统能效比为 3.99。同理，当名义制冷量小于 1758kW 时，根据现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 第4.2.12条中关于夏热冬暖地区空调系统

SCOP 限定值的约定, 选取 4.1 作为 SCOP 的限额值, 根据现行国家标准《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 第 5.5.2 条的规定, 选取冷冻水输送系数为 30, 可计算制冷机房的能效比为 3.61。

同时根据深圳市乃至夏热冬暖地区 40 个水冷式电制冷空调系统项目系统能效调研情况, 其中制冷机房系统全年平均运行能效比  $EER_{ao}$  全年平均运行能效比大于 5.0 项目总共有 19 个, 占比 48%, 19 个项目大多属于新建大型公共建筑制冷机房项目或经空调节能改造后的既有建筑制冷机房项目, 全年平均运行能效比大于 6.0 项目总共有 9 个, 占比 23%; 但仍然存在 15 个项目制冷机房系统运行能效比小于 4.0, 数量占比约 38%, 15 个项目大多为未安装空调自控装置的制冷机房项目。

综上, 当系统额定制冷量不小于 1758kW 时, 本标准取制冷机房系统全年运行能效比 4.0 作为其能效限额值, 并依次以 5.0、5.5、6.0 为基准值划分三级、二级、一级。

当系统额定制冷量小于 1758kW 时, 选取制冷机房系统全年运行能效比 3.6 作为其能效限额值, 并依次以 4.5、5.0、5.5 为基准值划分三级、二级、一级。

另一方面, 据统计, 空调末端能耗占中央空调能耗的 10%~40%, 因此, 按空调末端能耗占中央空调能耗的 20%, 确定高效空调系统能效等级。

对于蓄冷系统, 根据深圳市乃至夏热冬暖地区公共建筑冰蓄冷能效专题调研结果, 取制冷机房系统全年平均运行能效比上四分位数 3.0 作为三级能效目标值, 再按一定权重确定空调系统能效等级。另纳入能效评价的冰蓄冷空调系统, 因主机在蓄冰工况下, 其性能系数明显低于常规制冷工况下性能系数, 且系统蓄冰量越大, 系统整体能效比越低。本标准约定当进行冰蓄冷系统空调能效评价时, 其蓄冰提供的冷量应不低于设计日空调冷量的 30%。

**4.3.2** 第 4 款 2020 年 5 月, 国家市场监督管理总局等发布了国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613, 规定了三相异步电动机、单相异步电动机的能效等级、能效限定值。其中电动机能效等级分为 3 级, 1 级能效最高, 2 级能效次之, 3 级能效最低。

**4.3.3** 2021 年 5 月, 深圳市住房和建设局发布了深圳市超低能耗建筑相关技术导则, 规定了深圳市超低能耗建筑是指适应当地气候特征和场地条件, 采用被动式设计策略最大限度降低建筑供暖空调、照明系统能耗, 通过主动技术措施最大限度提高能源设备与系统能效, 充分利用可再生能源, 以最少的能源消耗提供舒适室内环境, 且室内环境参数和能效指标符合该导则规定的建筑。深圳市超低能耗建筑的能耗水平应较深圳市地方标准《公共建筑节能设计规范》SJG 44-2018 和《居住建筑节能设计规范》SJG 45-2018 降低 50%以上。

另该导则在第 5.3.1 条第 7 款规定了集中空调系统的制冷机房系统名义工况能效比、制冷机房系统全年平均设计能效比应达到现行广东省地方标准《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》DBJ/T 15-129 的一级能效要求。其中系统额定制冷量小于 1758kW 时, 制冷机房系统全年平均设计能效比最低要求为 4.6, 系统额定制冷量大于等于 1758kW 时, 制冷机房系统全年平均设计能效比最低要求为 5.0。并规定了运行调适阶段, 其运行效果应达到或接近设计预期为目标。因此, 本条文规定了深圳市超低能耗建筑制冷机房系统能效等级应达到本标准规定的三级及以上, 即制冷机房系统全年运行能效比应达到 5.0 及以上。

**4.3.4** 根据现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的规定, 近零能耗建筑是指适应气候特征和场地条件, 通过被动式建筑设计最大限度降低建筑供暖、空调、照明需求, 通过主动技术措施最大限度提高能源设备与系统效率, 充分利用可再生能源, 以最少的能源消耗提供舒适室内环境且其室内环境参数和能效指标符合本标准规定的建筑, 其建筑能耗水平应较现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 和行业标准《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012 降低 60%~75%以上。可以预见深圳市近零能耗建筑制冷机房系统全年运行能

效比约是超低能耗建筑制冷机房系统全年运行能效比的 1.25 倍。同时充分考虑深圳市近零能耗建筑制冷机房系统建设的可操作性，本条文规定了深圳市近零能耗建筑制冷机房系统能效等级应达到本标准规定的三级及以上，即制冷机房系统全年运行能效比应达到 5.5 及以上。

**4.3.5** 碳中和建筑是指建筑在运行阶段特定时间内直接或间接产生的二氧化碳或温室气体排放总量，与通过建筑碳汇系统、可再生能源利用等形式抵消自身产生的二氧化碳或温室气体排放量，实现正负抵消，达到相对“零排放”状态的建筑。

## 5 能效检测

### 5.3 检测方法

**5.3.1** 对于已安装能效监测系统的公共建筑，其制冷机房系统全年平均运行能效比、空调系统全年平均运行能效比的计算应采用能效监测系统记录的全年运行数据。根据现行国家标准《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 第 4.1.2 条规定，空调系统运行时的室内房间温度不应低于 24℃。对于不存在内外分区的公共建筑，当室外平均干球温度低于 20℃，能效监测系统记录的空调系统运行数据不宜作为空调系统全年平均运行能效比的计算数据，以避免空调系统运行能效比高而空调系统用电量居高不下。

**5.3.2** 据统计，深圳市大型公共建筑中，未设计安装能效监测系统的公共建筑占比 60%以上，该部分建筑无法获取全年运行数据来进行空调系统能效检测。为获取制冷机房系统全年平均运行能效比，目前市面上采用的方法主要有两种：1、根据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177，在检测工况下，每隔（5~10）min 读数 1 次，连续测量 60min，取每次读数的平均值作为检测的检测值，并将计算得到的运行能效比近似作为全年平均运行能效比；2、选择整个制冷季，对制冷机房系统运行参数进行现场测试，将计算得到的运行能效比作为全年平均运行能效比。方法 1 时间短，但未充分考虑部分负荷率、室外湿球温度变化对运行能效比的影响，方法 2 充分考虑了部分负荷率、室外湿球温度变化对运行能效比的影响，但时间跨度整个制冷季，实际操作过程中存在一定困难。因此，在充分考虑测试时间跨度与测试准确性的基础上，提出了采用连续 7 日平均干球温度超过 24℃时的空调系统运行数据计算的方法。

采用连续 7 日空调系统运行数据计算的步骤如下所示：

1、查阅深圳市上一年度 5 月~10 月气象数据，选取连续 7 日室外平均干球温度超过 24℃的时段；

2、在当年度对应连续 7 日，根据现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、深圳市地方标准《绿色建筑运行检验技术规程》SJG 64 及本标准 5.2.3 条的规定，对公共建筑空调系统连续测试 7\*24h，采集频率不低于 15min/次；

3、根据采集连续 7 日干球温度超过 24℃时的空调系统运行数据，计算制冷机房系统全年平均运行能效比、空调系统全年平均运行能效比。

通过查询深圳市政府数据开发平台深圳国家基本气象站地面观测数据，2019 年~2021 年深圳市逐周温度分布如下图 2 如下：



图 2 2015-2021 年深圳市温度逐周分布图

基于深圳市气象数据，选取了深圳市 6 个典型项目案例共计 144 组进行了数据分析，在连续 7 日平均温度超过 24°C 时，使用连续 7 日实测法获得的制冷机房运行能效比与全年运行能效比相比，其偏差在 ±5% 以内的平均占比 38%，误差在 ±10% 以内的平均占比 97%，详见下表 2。可见在工程允许误差范围内，连续 7 日实测法获得的制冷机房系统运行能效比可以近似替代制冷机房系统实际年运行能效比，连续 7 日实测法具有较高的可靠性和准确性。

表 2 案例数据统计表

项目	数据组/个	偏差±5%以内	偏差±10%以内
建筑A	26	42%	96%
建筑B	24	58%	100%
建筑C	23	35%	91%
建筑D	24	33%	100%
建筑E	24	21%	96%
建筑F	23	39%	100%
平均占比	144 (数据总数)	38%	97%

列举典型案例建筑 A 项目数据如下：

项目建筑 A 位于深圳市福田区，大厦于 2013 年建设投入使用，占地面积 3.9 万平方米，建筑总面积 27.13 万平方米。

该项目空调系统冷源服务于数据中心等 24 小时供冷区域，设计负荷 2752RT，选用 3 台 900RT 单工况冷水机组，3 台冷却塔，11 台水泵，2 台板式换热器。

选取 2021 年 4 月 5 日至 2021 年 10 月 31 日的制冷机房运行数据（共划分 30 个连续 7 日），并通过深圳市政府数据开发平台获取对应时间深圳国家基本气象站地面观测数据，完成连续 7 日平均干球温度、连续 7 日制冷机房运行能效比、全年运行能效比和测量运行能效比偏差值计算（偏差计算以全年运行能效比为基准，下同）。其中，制冷机房全年运行能效比为 3.74，连续 7 日平均干球温度、连续 7 日制冷机房运行能效比具体数据详见表 3，并绘制偏差分布散点图，如图 3。

从图 3 数据显示，以 24°C 作为基准温度，根据连续 7 日测量的制冷机房运行能效比偏差值分布，共有 26 组数据。其中，偏差在 ±5% 以内的占比 42%（包含 5%，下同），偏差在 ±10% 以内的占比 96%。当基准温度设定低于 24°C 时，部分偏差值大幅跃升，偏差值达到 15%。

表 3 深圳市某办公建筑 A 连续 7 日制冷机房运行能效对比表 (2021 年)

测试日期	连续 7 日室外平均干球温度 (°C)	制冷机房系统连续 7 日平均运行能效比	制冷机房系统全年平均运行能效比	偏差%
4 月 5 日-4 月 11 日	22.41	4.10	3.74	9.7%
4 月 12 日-4 月 18 日	23.98	4.04	3.74	8.1%
4 月 19 日-4 月 25 日	24.85	3.75	3.74	0.4%
4 月 26 日-5 月 2 日	24.39	3.94	3.74	5.4%
5 月 3 日-5 月 9 日	26.18	3.84	3.74	2.7%
5 月 10 日-5 月 16 日	28.98	3.68	3.74	-1.4%
5 月 17 日-5 月 23 日	30.05	3.71	3.74	-0.8%
5 月 24 日-5 月 30 日	29.37	3.61	3.74	-3.3%
5 月 31 日-6 月 6 日	27.74	3.68	3.74	-1.5%
6 月 7 日-6 月 13 日	28.59	3.76	3.74	0.6%
6 月 14 日-6 月 20 日	29.71	3.42	3.74	-8.4%
6 月 21 日-6 月 27 日	27.29	3.48	3.74	-6.8%
6 月 28 日-7 月 4 日	29.09	3.54	3.74	-5.3%
7 月 5 日-7 月 11 日	29.71	3.51	3.74	-6.1%
7 月 12 日-7 月 18 日	29.61	3.58	3.74	-4.2%
7 月 19 日-7 月 25 日	27.99	3.51	3.74	-6.2%
7 月 26 日-8 月 1 日	29.35	3.35	3.74	-10.4%
8 月 2 日-8 月 8 日	28.27	3.42	3.74	-8.6%
8 月 9 日-8 月 15 日	28.27	3.62	3.74	-3.3%
8 月 16 日-8 月 22 日	28.91	3.52	3.74	-5.9%
8 月 23 日-8 月 29 日	28.41	3.53	3.74	-5.7%
8 月 30 日-9 月 5 日	28.63	3.45	3.74	-7.8%
9 月 6 日-9 月 12 日	29.82	3.40	3.74	-9.1%
9 月 13 日-9 月 19 日	29.00	3.48	3.74	-7.0%
9 月 20 日-9 月 26 日	28.68	3.41	3.74	-8.7%
9 月 27 日-10 月 3 日	29.15	3.48	3.74	-7.0%
10 月 4 日-10 月 10 日	27.47	3.72	3.74	-0.5%
10 月 11 日-10 月 17 日	25.00	3.79	3.74	1.4%
10 月 18 日-10 月 24 日	21.56	4.02	3.74	7.6%
10 月 25 日-10 月 31 日	23.82	4.29	3.74	14.7%

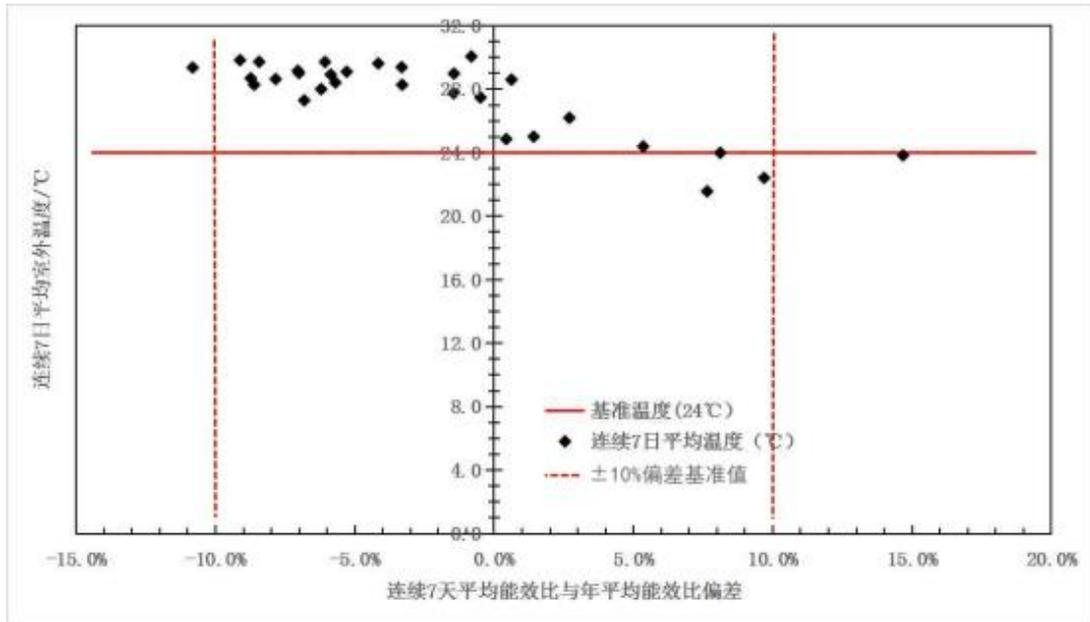


图 3 深圳市某公共建筑 A 制冷机房实测运行能效比偏差分布图 (2021 年)

## 附录 A 公共建筑空调系统能效评价报告

**A. 1. 1** 对于调研采用水冷式电制冷集中空调制冷机房或蓄冷空调制冷机房的公共建筑，建筑基本情况可按表 A. 1. 1 的要求填写。

**A. 6. 1** 对于调研采用水冷式电制冷集中空调制冷机房或蓄冷空调制冷机房的公共建筑，空调系统运行概况及空调系统能效情况可按表 A. 6. 1-1、A. 6. 1-2 的要求填写。