

# 中国电子节能技术协会团体标准

T/DZJN 78—2022

## 集中空调制冷机房系统能效等级及限定值 第1部分：采用电驱动水冷式冷水机组的机 房系统

Energy efficiency grade and the minimum allowable value for central  
air-conditioning chiller plant system  
Part 1: Electrically driven water-cooled chiller

(送审稿)

2022 - 02 - 20 发布

2022 - 04 - 01 实施



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价内容.....	3
4.1 总体说明.....	3
4.2 集中空调制冷机房系统能效等级评价内容.....	3
5 评价方法.....	4
5.1 总体说明.....	4
5.2 集中空调制冷机房系统名义设计工况能源效率评价.....	4
5.3 集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率评价.....	5
5.4 集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率评价.....	8
6 监测.....	8
6.1 总体说明.....	8
6.2 测量内容.....	9
6.3 测量精度.....	9
6.4 数据存储.....	10
6.5 数据监视.....	10
附录 A（规范性） 集中空调制冷机房系统的能效监测及评价报告编写要求（格式）.....	12
A.1 项目信息.....	12
A.2 集中空调制冷机房系统运行能效信息.....	12
A.3 集中空调制冷机房系统信息.....	12
A.4 监测设备.....	13
A.5 集中空调制冷机房系统能效分析.....	13
A.6 集中空调制冷机房系统能效概况.....	13
A.7 系统测量能量平衡系数概况.....	13
A.8 评价汇总表模板.....	14
附录 B（资料性） 部分城市温度分布系数.....	15

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国电子节能技术协会提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：中国电子节能技术协会清洁能源装备与应用专业委员会。

本文件主要编制单位：河南理工大学、东北电力大学、重庆大学、北京理工大学、南京天加环境科技有限公司、万科企业股份有限公司、浙江中天智汇安装工程有限公司、绿能环球（福建）科技集团有限公司、苏州市建筑科学研究院集团股份有限公司、河南省建筑业协会建筑环境与能源分会、国家商用制冷设备质量监督检验中心、北京环渤高科能源技术有限公司、武汉所为科技有限公司、东尤水汽能热泵制造有限公司、深圳融科科技有限公司。

本文件参编单位：西安易筑机电工业化科技有限公司、浙江久正工程检测有限公司、河南省建筑科学研究院有限公司、福建省建筑设计研究院有限公司、四川省节能协会、湖北省节能协会、安徽省节能减排促进会、上海市高效能源互联网创新研究院、烟台南山学院、河南机电职业学院、长沙亚博能源开发有限公司、广州水大陆环保科技有限公司、重庆市江北嘴水源空调公司、广州施杰节能科技有限公司、广州聚赢节能科技开发有限公司、中国电子系统工程第二建设有限公司、中国电子系统工程第三建设有限公司、阿姆斯特壮（西安）智能流体技术有限公司、广东尊工冷却设备有限公司、亿联鑫工程科技有限公司、科宇智能环境技术服务有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、新菱空调（佛冈）有限公司、湖北跃华检测有限公司、中强环宇（北京）科技有限公司、武汉新天宇建设工程有限公司、杭州凯澜能源科技有限公司、河南冷博士节能科技有限公司、惠康智创环境科技有限公司、国家冷冻冷藏设备质量检验检测中心、江苏天纳节能科技股份有限公司、北京绿建之星管理咨询有限公司、北京京维永诚空调制冷技术服务有限公司、重庆控环科技集团有限公司、北京大冲环境工程有限公司、郑州乐诚制冷设备有限公司、北京中创鑫业经贸有限公司、广州杰能空调设备有限公司。

本文件主要起草人：金旭、盛伟、屈国伦、卢军、郝晓茹、王永真、张国强、赵凌骁、万珺、王霄虹、郭嵩、郑丽军、谭志坚、彭新平、沈德杰、郑晟胜、雷亚平、钱文波、杜永恒、司春强、姚广顺、张新昌、曹春恒、黄国和、古炳文、许大伟、姚琳强、陈许刚、刘小玲、常建国、肖剑仁、景成相、冬光林、刘磊、邵志刚、郑刚、代彦军、李成、李超、欧阳曲、葛颖、宁绍龙、张蕾、阳红军、卢嘉琪、华来珍、王佚诗、王顺乾、霍金鹏、陈建维、刘文浩、车福亮、赵汇涛、张俊利、崔龙、谭小卫、胡正跃、宁汉江、管占晓、王松柏、张勇、张嘉琦、马锦伟、赵桂芳、底玉芹、宁方亮、向良浩、王浩、姜威、王彦禹、肖继攀、姜小亮、王凯歌、杨旭、伊吉永、李芳星。

# 集中空调制冷机房系统能效等级及限定值

## 第 1 部分：采用电驱动水冷式冷水机组的机房系统

### 1 范围

本文件规定了集中空调制冷机房系统的能源效率（简称能效）等级和限定值及其评价要求与评价方法。

本文件适用于电驱动水冷式冷水机组的新建、扩建、改建和在运行的集中空调制冷机房系统的能效等级及限定值的评价，相关系统的评价也可参照执行。

本文件不适用于采用溴化锂吸收式冷水机组的集中空调制冷机房系统的能效等级及限定值的评价。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 7190 机械通风冷却塔
- GB/T 17981 — 2007 空气调节系统经济运行
- GB/T 18430.1 — 2007 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组
- GB/T 16666 — 2012 泵类液体输送系统节能监测
- GB/T 19413 — 2010 计算机和数据处理机房用单元式空气调节机
- GB/T 28750— 2012 节能量测量和验证技术通则
- GB/T 25860 — 2010 蒸发式冷气机
- GB/T 50378 — 2014 绿色建筑评价标准
- GB 19577 — 2015 冷水机组能效限定值及能效等级
- GB 50019 — 2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50189 — 2015 公共建筑节能设计标准
- GB 50736 — 2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- JG/T 162 民用建筑远传抄表系统
- JGJ/T 177 公共建筑节能检测标准
- JGJ/T 260 采暖通风及空气调节工程检测技术规范
- DBJ/T 15-129 集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**集中空调制冷机房系统** central air-conditioning chiller plant system

对于采用电驱动水冷式冷水机组的集中空调制冷机房系统包含制冷主机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、蓄冷装置、软化装置、补水装置及其连接的管道、阀门与控制系统等。

#### 3.2

**制冷机房系统能源效率（EER）** energy efficiency ratio of a chiller plant system

制冷运行时，制冷机房系统总制冷量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 与系统总能耗 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 的比值。对于电驱动水冷式冷水机组的集中空调制冷机房系统的能源效率为多台制冷机组的制冷量之和与制冷机房系统的总能耗的比值。

### 3.3

**制冷机房系统测量能量平衡系数 (MEBC) measured energy balance coefficient of a chiller plants system**

制冷机房内冷冻水系统得热量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 与各台制冷压缩机能耗 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 之和减去冷却水系统排热量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 的差值，再与冷却水系统排热量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 的比值。

### 3.4

**制冷机房系统名义设计工况 nominal design condition for a chiller plant system**

制冷机房系统设计阶段时，采用的室内温湿度、室外环境气象参数以及制冷机组冷冻水和冷却水进出温度的条件。

### 3.5

**制冷机房系统名义设计工况能源效率 (EER) energy efficiency ratio of a chiller plant system under nominal design condition**

名义设计工况条件下，制冷机房系统总制冷量 ( $\text{kW}$ ) 与制冷机房系统输入总功率 ( $\text{kW}$ ) 的比值。

### 3.6

**制冷机房系统输入总功率 total input power of a chiller plant system**

制冷运行时，制冷机房系统涉及的所有机器和设备的输入功率之和。对于电驱动水冷式冷水机组的集中空调制冷机房系统输入总功率为制冷压缩机电动机、油泵电动机、水冷式冷水机组的冷却水泵电动机和冷却塔风机电动机、冷冻水泵电动机、蓄冷装置电动机、软化补水装置电动机以及测控电器等装置的输入功率总和，单位为千瓦 ( $\text{kW}$ )。

### 3.7

**制冷机房系统全年平均设计能源效率 (EERad) annual average design energy efficiency ratio of a chiller plant system**

在设计阶段，考虑全年气象条件、负荷特性变化的基础上，在典型工况条件下，计算得到的制冷机房系统制冷量 ( $\text{kW}$ ) 与制冷机房系统输入总功率 ( $\text{kW}$ ) 的比值。

### 3.8

**制冷机房系统运行能源效率 (EERo) operational energy efficiency ratio of a chiller plant system**

实际运行工况下，制冷机房系统某一瞬时或某一时间段测量或计量得到的系统总制冷量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 与系统总能耗 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 的比值。

### 3.9

**制冷机房系统全年运行综合能源效率 (EERao) annual operational energy efficiency ratio of a chiller plant system**

实际运行工况下，制冷机房系统全年累计总制冷量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 与制冷机房系统全年累计总耗电量 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) 的比值。

### 3.10

**制冷机房能效限定值 the minimum allowable values of energy efficiency ratio for chiller plant system**

制冷机房系统全年运行综合能源效率最小允许值。

### 3.11

**制冷机房系统能效等级 energy efficiency grade for a chiller plant system**

表示制冷机房系统能源效率高下差别的一种分级方法，根据制冷机房系统全年运行综合能源效率的大小确定，依次分为1、2、3、4、5五个等级，1级表示集中空调制冷机房系统能源效率最高，节能效果最好。

### 3.12

#### 集中空调制冷机房系统 high-efficiency central air-conditioning chiller plant system

在原有普通中央空调机房架构上，将传统机房内制冷机组，泵组、阀组、过滤除污器、仪器仪表，配套部件和控制装置串联组合的工程系统，通过采用性能优化设计、精细化施工、全过程调适、持续运行优化等措施，并以最经济节能方案运行的制冷机房系统。集中空调制冷机房系统应符合本标准规定的制冷机房系统能效等级中1级、2级和3级的指标要求。3级指标为集中空调制冷机房系统的合格指标，即集中空调制冷机房系统的能源效率最低限定值。

## 4 评价内容

### 4.1 总体说明

4.1.1 集中空调制冷机房系统的能效等级及集中空调制冷机房系统的能效限定值，主要根据制冷机房系统的主机形式和使用情况，结合所在地域的气候、环境、经济等特点，基于制冷机房系统的设计及机房内设备运行情况，通过高效设计、合理地设置能效监控系统优化运行，并依据实际监控数据确定制冷机房系统的整体能效，用于评价制冷机房系统的能源效率等级。

4.1.2 集中空调制冷机房系统应对系统的设计、施工、竣工与运营阶段进行能效等级评价，通过质量控制，保证系统能效水平。

4.1.3 集中空调制冷机房系统能效等级评价包括名义设计工况能效等级评价、全年平均设计能效等级评价和全年运行综合能效等级评价。

4.1.4 集中空调制冷机房系统应在设计阶段计算制冷机房系统名义设计工况能源效率，宜进行制冷机房系统全年平均设计能源效率的预测分析计算，并确定制冷机房系统全年平均设计能源效率的目标值。

4.1.5 集中空调制冷机房系统应在施工阶段按制冷机房系统全年平均设计能源效率的目标值进行工程实施。

4.1.6 集中空调制冷机房系统的全年运行能效等级评价以完整供冷季的连续运行数据为依据。

4.1.7 集中空调制冷机房系统宜在建筑投入使用后进行运行能效评价，并在不少于一个完整的供冷期之后对制冷机房系统全年平均运行能源效率进行评价，且在全寿命周期内应每间隔2年复评一次，宜每年复评一次。

4.1.8 集中空调制冷机房系统应对制冷机房系统的各用电设备进行用电计量，对制冷机房系统的供冷量和能效，冷冻水、冷却水系统能耗以及冷却塔能耗（包含冷却塔附近环境的温度和相对湿度参数）等进行监测，并应满足以下要求：

- 1) 制冷机房系统能源效率测量结果的计算不确定度应在 $\pm 5\%$ 以内；
- 2) 在系统运行时间内，应有不少于80%的时间，制冷机房系统测量能量平衡系数不应超过 $\pm 10\%$ ，不宜超过 $\pm 5\%$ ；
- 3) 监测和计量系统平台应实现制冷机房系统的能源效率等级评价所需参数的连续监测和存储，同时宜具备数据远程监测与传输功能，符合JG/T162的规定。
- 4) 监测和计量系统平台的有效监测为系统连续运行时间应大于2h的监测。

4.1.9 申请评价方应提供完整的数据资料，无监测和计量系统平台时，数据采集间隔应小于1天；具有监测和计量系统平台时，数据采集应小于5min，宜间隔1min，且数据采集时间同步。

4.1.10 第三方评价机构在采用申请评价方提供的数据之前，应对数据进行不低于48h的现场检测校核，偏差5%以内即为校核通过。

4.1.11 第三方评价机构在完成现场检查、数据监测校核、能效计算后，应编制评价报告，给出评价结论。评价报告首页应为评价汇总表，评价报告模板参考附录A。

### 4.2 集中空调制冷机房系统能效等级评价内容

4.2.1 集中空调制冷机房系统应根据系统全年运行综合能源效率（EERao）测试结果，按照表1的规定，判定制冷机房系统的能效等级。1级为最高级别，节能效果最好；5级为最低级别，4级和5级应改造升级；3级的能效值为集中空调高效制冷机房系统的能效限定值。

表 1 集中空调制冷机房系统的能效等级

气候分区	制冷机房系统 制冷量CC(kW)	能效等级				
		1级	2级	3级	4级	5级
夏热冬暖地区	CC>1758	5.5	5.0	4.5	4.1	3.7
	528<CC≤1758	5.0	4.6	4.2	3.8	3.5
	CC≤528	4.6	4.2	3.9	3.5	3.3
夏热冬冷地区	CC>1758	5.7	5.2	4.7	4.3	3.9
	528<CC≤1758	5.2	4.8	4.4	4.0	3.7
	CC≤528	4.8	4.4	4.1	3.7	3.5
严寒、寒冷和温和地区	CC>1758	6.0	5.5	5.0	4.6	4.2
	528<CC≤1758	5.5	5.1	4.7	4.3	4.0
	CC≤528	5.1	4.7	4.4	4.0	3.8

4.2.2 集中空调制冷机房系统的能效等级及限定值，除应符合本标准外，尚应符合国家和现行有关标准的规定。

4.2.3 在设计阶段，制冷机房系统名义设计工况能源效率不应低于表 1 中的夏热冬暖地区制冷机房系统能效等级 3 级的指标要求。制冷机房系统全年平均设计能源效率不应低于表 1 中制冷机房系统所在气候分区的 3 级要求。

4.2.4 在运行阶段，制冷机房系统全年运行综合能源效率不应低于表 1 中机房所在气候分区的 3 级要求。

4.2.5 在进行集中空调制冷机房系统能效等级评价时应获取的数据包括但不限于：

- 1) 集中空调制冷机房系统各用电设备完整供冷季的累计消耗电量；
- 2) 集中空调制冷机房系统完整供冷季的累计供冷量。

4.2.6 集中空调制冷机房系统的冷冻水输送系数和冷却水输送系数等应符合 GB/T 17981 的规定。冷冻水的实际供回水温差应不小于设计温差的 80%，宜不小于设计温差的 90%。

4.2.7 第三方评价机构在进行集中空调制冷机房系统能源效率等级评价时，应制定完整的评价流程，评价流程包括但不限于以下内容：

- 1) 收集评价项目基本信息：包括设备类型、设备参数、运行时间等；
- 2) 明确现场检查内容：各设备耗电量、供冷量计量情况等；
- 3) 确定数据现场检测校核内容：供冷量校验、耗电量校验等；
- 4) 选择能效计算方法，并进行能效计算；
- 5) 编制评价报告。

## 5 评价方法

### 5.1 总体说明

5.1.1 集中空调制冷机房系统能效评价方法包括名义设计工况能源效率、全年平均设计能源效率和全年运行综合能源效率的评价方法。

5.1.2 集中空调制冷机房的能源效率等级及限定值，依据集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率的评价方法进行判定。

### 5.2 集中空调制冷机房系统名义设计工况能源效率评价

5.2.1 名义设计工况的条件应符合表 2 的规定。

表 2 集中空调制冷机房系统的名义设计工况参数

项目	工况参数	
建筑室内侧工况	空气干球温度（℃）	26
	空气相对湿度（%）	40~65
	制冷机组冷冻水出口温度（℃）	7

项目	工况参数	
建筑室外侧工况	制冷机组冷冻水进口温度 (°C)	12
	干球温度 (°C)	31.5
	湿球温度 (°C)	28
	制冷机组冷却水进口温度 (°C)	32
	制冷机组冷却水出口温度 (°C)	37

5.2.2 名义设计工况能源效率按公式 (1) 计算。

$$EER_d = \frac{\sum Q_d}{\sum W_{Z-d} + \sum W_{LD-d} + \sum W_{LQ-d} + \sum W_{LT-d} + W_{CK-d}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$EER_d$  —— 集中空调制冷机房系统设计工况的能源效率 (kW / kW) ;

$\sum Q_d$  —— 设计工况, 制冷机房系统制冷机组总制冷量 (kW) ;

$\sum W_{Z-d}$  —— 设计工况, 制冷机房系统制冷机组总输入功率 (kW) ;

$\sum W_{LD-d}$  —— 设计工况, 制冷机房系统冷冻水泵总输入功率 (kW) ;

$\sum W_{LQ-d}$  —— 设计工况, 制冷机房系统冷却水泵总输入功率 (kW) ;

$\sum W_{LT-d}$  —— 设计工况, 制冷机房系统冷却塔总输入功率 (kW) ;

$W_{CK-d}$  —— 设计工况, 制冷机房系统测控系统输入功率 (kW)。

5.2.3 计算出集中空调制冷机房系统名义设计工况的能源效率, 参照表 1 中的夏热冬暖地区制冷机房系统能效等级 3 级的指标要求, 若高于规定值, 认为制冷机房系统设备选型达到要求; 若低于规定值, 则认为该制冷机房系统的设备选型不达标, 需重新进行设备选型。

### 5.3 集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率评价

5.3.1 在设计阶段, 集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率按照表 3 设计工况参数进行计算。

表 3 集中空调制冷机房全年运行设计工况参数

项目	全年制冷设计运行工况				
	A	B	C	D	
建筑室内侧工况	干球温度 (°C)	26	26	26	26
	相对湿度 (%)	40~65	40~65	40~65	40~65
制冷机组运行工况	冷冻水出口温度	7	7	7	7
	冷冻水进口温度	12	12	12	12
	冷却水进口温度	30	26	23	21
	冷却水出口温度	35	31	28	25

5.3.2 集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率计算

1) 全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷的 90% 时, 集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率按照公式 (2) 计算。

$$EER_{ad}^C = \frac{1}{\frac{T_A}{EER_{ad-A}^C} + \frac{T_B}{EER_{ad-B}^C} + \frac{T_C}{EER_{ad-C}^C} + \frac{T_D}{EER_{ad-D}^C}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$EER_{ad}^C$  —— 全年平均设计冷负荷大于等于系统设计工况负荷 90% 的集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率 (kW / kW) ;

$T_A \sim T_D$  —— 表 3 中 A~D 四种工况的温度分布系数, 其数值按附录 B (温度分布系数表) 的规定;

$EER_{ad-A}^C \sim EER_{ad-D}^C$  —— 表 3 中 A~D 四种工况条件下, 全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷 90% 的制冷机房系统的设计能源效率 (kW / kW), 按照公式 (3) 计算。

$$EER_{ad-i}^C = \frac{\sum Q_d}{\sum W_{Z-ad-i}^C + \sum W_{LD-ad-i}^C + \sum W_{LQ-ad-i}^C + \sum W_{LT-ad-i}^C + W_{CK-ad-i}^C} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$EER_{ad-i}^C$  —— 表3中A~D四种工况的某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷90%的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum Q_d$  —— 设计工况，制冷机房系统各制冷机组的总制冷量 (kW)；

$\sum W_{Z-ad-i}^C$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷90%的制冷机房系统各制冷机组总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum W_{LD-ad-i}^C$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷90%的制冷机房系统，冷冻水泵总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum W_{LQ-ad-i}^C$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷90%的制冷机房系统，冷却水泵总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum W_{LT-ad-i}^C$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷90%的制冷机房系统，冷却塔总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$W_{CK-ad-i}^C$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷大于等于设计工况负荷的90%的制冷机房系统，测控系统输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况。

2) 全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷的 90%时，包含多台制冷机组的集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率按照公式(4)计算。

$$EER_{ad}^{RM} = \frac{1}{\frac{1.2\%}{EER_{ad-A}^{RM}} + \frac{32.8\%}{EER_{ad-B}^{RM}} + \frac{39.7\%}{EER_{ad-C}^{RM}} + \frac{26.3\%}{EER_{ad-D}^{RM}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$EER_{ad}^{RM}$  —— 全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷90%，包含多台制冷机组的制冷机房系统全年平均设计能源效率 (kW / kW)；

$EER_{ad-A}^{RM} \sim EER_{ad-D}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷的90%，包含多台制冷机组的冷机房系统设计能源效率 (kW / kW)，按照公式(5)计算。

$$EER_{ad-i}^{RM} = \frac{\sum Q_d}{\sum W_{Z-ad-i}^{RM} + \sum W_{LD-ad-i}^{RM} + \sum W_{LQ-ad-i}^{RM} + \sum W_{LT-ad-i}^{RM} + W_{CK-ad-i}^{RM}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$EER_{ad-i}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况的某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷的90%，包含多台制冷机组的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum Q_d$  —— 设计工况，制冷机房系统各制冷机组的总制冷量 (kW)；

$\sum W_{Z-ad-i}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷90%的制冷机房系统各制冷机组总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum W_{LD-ad-i}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷90%的制冷机房系统冷冻水泵总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum W_{LQ-ad-i}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷90%的制冷机房系统冷却水泵总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$\sum W_{LT-ad-i}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷90%的制冷机房系统冷却塔总输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况；

$W_{CK-ad-i}^{RM}$  —— 表3中A~D四种工况中某一个具体工况条件下，全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷90%的制冷机房系统测控系统输入功率 (kW)，下标  $i$ 代表A~D四个工况。

3) 全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷的 90%时，单台制冷机组的集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率按照公式(6)计算。

$$EER_{ad}^{RS} = \frac{1}{\frac{1.2\%}{EER_{ad-A}^{RS}} + \frac{32.8\%}{EER_{ad-B}^{RS}} + \frac{39.7\%}{EER_{ad-C}^{RS}} + \frac{26.3\%}{EER_{ad-D}^{RS}}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$EER_{ad}^{RS}$  —— 全年平均设计冷负荷小于设计工况负荷的90%的单台制冷机组的制冷机房系统全年平均设计能源效率 (kWh/ kWh)；

$EER_{ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，100%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)，按照公式(7)计算；

$EER_{ad-B}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，75%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)，按照公式(8)计算；

$EER_{ad-C}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，50%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)，按照公式(9)计算；

$EER_{ad-D}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，25%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)，按照公式(10)计算。

$$EER_{ad-A}^{RS} = \frac{Q_d}{W_{Z-ad-A}^{RS} + W_{LD-ad-A}^{RS} + W_{LQ-ad-A}^{RS} + W_{LT-ad-A}^{RS} + W_{CK-ad-A}^{RS}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$EER_{ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，100%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)；

$Q_d$  —— 设计工况，制冷机房系统的制冷机组制冷量 (kW)；

$W_{Z-ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，制冷机房系统100%负荷时，制冷机组输入功率 (kW)；

$W_{LD-ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，制冷机房系统100%负荷时，冷冻水泵输入功率 (kW)；

$W_{LQ-ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，制冷机房系统100%负荷时，冷却水泵输入功率 (kW)；

$W_{LT-ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，制冷机房系统100%负荷时，冷却塔输入功率 (kW)；

$W_{CK-ad-A}^{RS}$  —— 表3中A工况条件，制冷机房系统100%负荷时，测控系统输入功率 (kW)。

$$EER_{ad-B}^{RS} = \frac{0.75 \times Q_d}{W_{Z-ad-B}^{RS} + W_{LD-ad-B}^{RS} + W_{LQ-ad-B}^{RS} + W_{LT-ad-B}^{RS} + W_{CK-ad-B}^{RS}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$EER_{ad-B}^{RS}$  —— 表3中B工况条件，75%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)；

$Q_d$  —— 设计工况，制冷机房系统的制冷机组制冷量 (kW)；

$W_{Z-ad-B}^{RS}$  —— 表3中B工况条件，制冷机房系统75%负荷时，制冷机组输入功率 (kW)；

$W_{LD-ad-B}^{RS}$  —— 表3中B工况条件，制冷机房系统75%负荷时，冷冻水泵输入功率 (kW)；

$W_{LQ-ad-B}^{RS}$  —— 表3中B工况条件，制冷机房系统75%负荷时，冷却水泵输入功率 (kW)；

$W_{LT-ad-B}^{RS}$  —— 表3中B工况条件，制冷机房系统75%负荷时，冷却塔输入功率 (kW)；

$W_{CK-ad-B}^{RS}$  —— 表3中B工况条件，制冷机房系统75%负荷时，测控系统输入功率 (kW)。

$$EER_{ad-C}^{RS} = \frac{0.5 \times Q_d}{W_{Z-ad-C}^{RS} + W_{LD-ad-C}^{RS} + W_{LQ-ad-C}^{RS} + W_{LT-ad-C}^{RS} + W_{CK-ad-C}^{RS}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$EER_{ad-C}^{RS}$  —— 表3中C工况条件，50%负荷的制冷机房系统设计能源效率 (kW/ kW)；

$Q_d$  —— 设计工况，制冷机房系统的制冷机组制冷量 (kW)；

$W_{Z-ad-C}^{RS}$  —— 表3中C工况条件，制冷机房系统50%负荷时，制冷机组输入功率 (kW)；

$W_{LD-ad-C}^{RS}$  —— 表3中C工况条件，制冷机房系统50%负荷时，冷冻水泵输入功率 (kW)；

$W_{LQ-ad-C}^{RS}$  —— 表3中C工况条件，制冷机房系统50%负荷时，冷却水泵输入功率 (kW)；

$W_{LT-ad-C}^{RS}$  —— 表3中C工况条件，制冷机房系统50%负荷时，冷却塔输入功率（kW）；

$W_{CK-ad-C}^{RS}$  —— 表3中C工况条件，制冷机房系统50%负荷时，测控系统输入功率（kW）。

$$EER_{ad-D}^{RS} = \frac{0.25 \times Q_d}{W_{Z-ad-D}^{RS} + W_{LD-ad-D}^{RS} + W_{LQ-ad-D}^{RS} + W_{LT-ad-D}^{RS} + W_{CK-ad-D}^{RS}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$EER_{ad-D}^{RS}$  —— 表3中D工况条件，25%负荷的制冷机房系统设计能源效率（kW/ kW）；

$Q_d$  —— 设计工况，制冷机房系统的制冷机组制冷量（kW）；

$W_{Z-ad-D}^{RS}$  —— 表3中D工况条件，制冷机房系统25%负荷时，制冷机组输入功率（kW）；

$W_{LD-ad-D}^{RS}$  —— 表3中D工况条件，制冷机房系统25%负荷时，冷冻水泵输入功率（kW）；

$W_{LQ-ad-D}^{RS}$  —— 表3中D工况条件，制冷机房系统25%负荷时，冷却水泵输入功率（kW）；

$W_{LT-ad-D}^{RS}$  —— 表3中D工况条件，制冷机房系统25%负荷时，冷却塔输入功率（kW）；

$W_{CK-ad-D}^{RS}$  —— 表3中D工况条件，制冷机房系统25%负荷时，测控系统输入功率（kW）。

5.3.3 计算出集中空调制冷机房系统全年平均设计能源效率，参照表1中的机房系统所在气候分区的3级指标要求，若高于规定值，认为制冷机房系统设备选型达到要求；若低于规定值，则认为该制冷机房系统的设备选型不达标，需重新进行设备设计选型。

#### 5.4 集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率评价

5.4.1 集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率评价应首先进行现场检查，包括但不限于以下内容：

- 1) 设备运行情况；
- 2) 设备计量情况；
- 3) 数据收集情况。

5.4.2 第三方评价机构完成现场检查工作后，应开展数据现场检测校核工作，检测方法应符合以下要求：

- 1) 每台设备耗电量的现场检测应按照 JGJ/T 260 的有关规定；
- 2) 系统供冷量的现场检测应按照 JGJ/T 177 的有关规定。

5.4.3 数据现场检测校核通过后，集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率按公式(11)计算。

$$EER_{ao} = \frac{\sum Q_s}{\sum N_{St}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$EER_{ao}$  —— 集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率（kW·h/ kW·h）；

$\sum Q_s$  —— 集中空调制冷机房系统全年运行累计制冷量（kW·h）；

$\sum N_{St}$  —— 集中空调制冷机房系统各设备全年累计耗电量（kW·h）；

计算出集中空调制冷机房系统全年运行综合能源效率后，参照表1中的机房所在气候分区的3级指标要求，若高于规定值，认为该制冷机房系统能效达标；若低于规定值，则认为制冷机房系统能效不达标，需进行节能改造。

## 6 监测

### 6.1 总体说明

6.1.1 集中空调制冷机房系统的测量内容应满足系统能效监测的要求。

6.1.2 集中空调制冷机房系统能效监测系统应满足下列要求：

- 1) 测量仪器应具备校准证书，以保证测量精度；
- 2) 测量仪器的位置和安装应满足制造厂商及使用的要求；

- 3) 集中空调制冷机房系统的所有测量采集数据的记录时间间隔不应大于 5min 一次，参与机房系统供冷量、系统运行能源效率运算的数据记录时间间隔宜 1min 一次；
- 4) 数据采集系统应能在同一记录时间间隔内对各个监测对象进行准确记录，并且不影响系统的控制性能。

## 6.2 测量内容

### 6.2.1 测量内容应包括下列参数：

- 1) 集中空调制冷机房系统的总耗电量；
- 2) 冷冻水供水温度、回水温度和流量；
- 3) 冷却水供水温度、回水温度、流量和冷却水补水量；
- 4) 室外空气干球温度和湿球温度。

### 6.2.2 测量内容宜包括下列参数：

- 1) 集中空调制冷机房系统各台冷水机组的耗电量；
- 2) 集中空调制冷机房系统各台冷水机组的冷冻水供水温度、回水温度、供回水压差和流量；
- 3) 集中空调制冷机房系统各台冷水机组的冷却水供水温度、回水温度、供回水压差和流量；
- 4) 集中空调制冷机房系统各台冷冻水泵和冷却水泵的耗电量、运行频率和进出口压差；
- 5) 集中空调制冷机房系统各台冷却塔的冷却水进水温度、出水温度、补水量以及冷却塔风机的运行频率和耗电量；

6.2.3 能效监测系统应记录系统的供冷量、冷冻水供水温度、冷冻水供回水温差、集中空调制冷机房系统测量能量平衡系数和系统能源效率等的瞬时值、累计值或平均值，以图表形式显示并生成报告。

6.2.4 能效监测系统宜监视下列性能指标的瞬时值、累计值或平均值，以图表形式显示并生成报告：

- 1) 集中空调制冷机房系统各台冷水机组的能源效率；
- 2) 集中空调制冷机房系统各类设备的效率：包括冷水输送系数、冷却水输送系数等；
- 3) 集中空调制冷机房系统中制冷机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机等各类设备单独能耗占集中空调制冷机房系统总能耗的比例。

## 6.3 测量精度

6.3.1 测量仪器的选用和设置应考虑各个物理量测量的传感器、信号调节、数据采集和接线系统等对系统精度的影响。

6.3.2 集中空调制冷机房系统能源效率测量结果的计算不确定度应在±5%以内。水温度、水流量、耗电量、空气温度、空气湿度的测量不确定度或最大允许误差应满足表 4 的指标要求。

表 4 测量不确定度或最大允许误差

测量内容	测量不确定度或最大允许误差
水温度	± 0.1℃
水流量	± 1%
热量表	± 2%
耗电量	± 1%
空气温度	± 0.2℃
空气湿度	± 3%

6.3.3 测量仪表应根据相关的国家或产品标准进行标定校准。

6.3.4 传感器测量范围和精度应与采集端及二次仪表匹配，并高于工艺要求的控制和测量精度。

6.3.5 温度、湿度传感器的设置，应符合下列规定：

- 1) 温度测量宜使用铂电阻温度传感器；
- 2) 温度、湿度传感器测量范围宜为测点温度范围的 1.2~1.5 倍；
- 3) 供、回水管温差的两个温度传感器应配对选用，且温度偏差系数应同正或同负；
- 4) 测量冷冻水和冷却水温度的传感器均应采用插入式传感器；插入式水管温度传感器应保证测头插入深度在水流的主流区范围内，安装位置附近应无热源及水滴；

- 5) 测量空气温度、湿度传感器应安装在空气流通,能反映被测房间空气状态的位置;
- 6) 测量空气温度的传感器应进行合理的辐射防护;
- 7) 重要的温度测点应设置备用校正孔。

6.3.6 流量传感器的设置,应符合下列规定:

- 1) 宜采用管道式超声波流量传感器或电磁流量传感器,当现场安装条件限制或流量测量范围变化大时,可采用多通道式超声波流量传感器;
- 2) 流量传感器量程宜为系统最大工作流量的 1.2~1.3 倍,量程比宜大于等于 50:1;
- 3) 流量传感器安装位置前后应有保证产品所要求的直管段长度或其他安装条件;
- 4) 应选用具有瞬态值输出的流量传感器;
- 5) 宜选用水流阻力低的产品。

6.3.7 用电量测量,应符合下列规定:

- 1) 应测量包括功率因数在内的均方根三相电量;
- 2) 用电量测量仪器应根据所测得的电压、电流和功率因数生成真有效值功率;
- 3) 对带变频器的设备,用电量测量应计量变频器的输入耗电量;
- 4) 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/T1032 规定方法进行;
- 5) 电机输入功率检测宜采用两表(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;
- 6) 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;
- 7) 耗电量测量仪表宜采用数字功率表。

6.3.8 压力(压差)传感器的设置,应符合下列规定:

- 1) 压力(压差)传感器的工作压力(压差)应大于该点可能出现的最大压力(压差)的 1.5 倍,量程宜为该点压力(压差)正常变化范围的 1.2~1.3 倍;
- 2) 在同一建筑层的同一水系统上安装的压力(压差)传感器宜处于同一标高;
- 3) 测压点和取压点的设置应根据系统需要和介质类型确定,设在管内流动稳定的地方并满足产品需要的安装条件。

6.3.9 测量线和控制线应有金属屏蔽层保护。

6.3.10 与测量传感器或信号变送器相连的控制线缆的屏蔽层应连接至接地点。

## 6.4 数据存储

6.4.1 监测系统的数据存储容量应能存储不少于 3 年的数据量。

6.4.2 监测系统应具备同时监测、数据存储和数据查看的功能。

6.4.3 数据应以便于数据分析和运行检查的方式进行分组记录和显示。

6.4.4 监测系统应定期自动将数据存储入数据库,存储的时间间隔应不大于 12h/次;记录的数据应以开放通用的文件格式导出,所有数据标记数据记录的时间信息

6.4.5 删除或修改数据库数据的权限应采用密码保护。

6.4.6 当数据通信功能中断时,建筑管理系统或能源管理系统应在通信恢复后自动从现场控制器将数据导入并保存。

## 6.5 数据监视

6.5.1 数据的采集和监视应采用具有远程监控能力的建筑管理系统或能源管理系统。

6.5.2 监测系统应以图形化界面显示以下的反映制冷机房系统整体运行情况的内容:

- 1) 所有监测点的位置以及各个监测点的监测结果;
- 2) 制冷机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔等主要设备的运行状态;
- 3) 参数设定值随时间变化的趋势图;
- 4) 集中空调制冷机房系统能源效率;
- 5) 室外干球温度和湿球温度;
- 6) 系统冷负荷和总排热量。

- 6.5.3 监测系统宜以图形化界面显示以下的反映制冷机房系统整体运行情况的内容：
- 1) 冷冻水的供回水温差、冷水输送系数、冷却水输送系数等；
  - 2) 各类设备单独耗电量占机房系统总耗电量之比的瞬时值；
  - 3) 各类设备单独的耗电量。
- 6.5.4 监测系统宜以随时间变化的趋势图显示以下的制冷机组的实时参数和机房系统的设定值：
- 1) 制冷机组的实时参数，包括启停状态、有功功率、有功电能、视在功率、相电流、相电压、相功率因数、相全载电流、相部分负荷以及蒸发器和冷凝器的趋势温度；
  - 2) 机房系统的设定值，包括冷水供水温度设定值、冷水回水温度设定值、冷水流量变化率设定值、最大电流限制设定值和水压差设定值。
- 6.5.5 界面中显示的内容应与项目实际的系统流程一致。
- 6.5.6 监测系统应显示中央空调机房的系统测量能量平衡系数的测试结果及相关测试数据。
- 6.5.7 监测系统宜在单独的界面上显示各台冷水机组的瞬时相电压、电流、功率因数、功率和视在功率等以及累计的耗电量等内容。

## 附录 A (规范性)

### 集中空调制冷机房系统的能效监测及评价报告编写要求 (格式)

日期:

#### A.1 项目信息

项目名称:

项目规模:

项目的地址及气候区:

应用建筑的类型:

应用建筑的面积:

应用建筑的窗墙比:

应用建筑的墙体材料:

应用建筑的窗户材料与遮阳情况:

应用建筑的空调面积:

应用建筑人员设备运行作息时间:

集中空调制冷机房系统运行时间段:

注: 项目信息不限于以上参数, 可根据实际需要增减。

#### A.2 集中空调制冷机房系统运行能效信息

监控时间段:

数据记录间隔: 每\_\_\_\_min采样

趋势记录参数:

冷水供水温度、冷水回水温度、冷水流量、冷却水供水温度、冷却水回水温度、冷却水流量、制冷机用电量、冷冻水泵用电量、冷却水泵用电量、冷却塔用电量等。

注: 趋势记录参数应包括但不限于以上参数, 可根据具体空调管路和配电情况变化。

#### A.3 集中空调制冷机房系统信息

集中空调制冷机房系统制冷机组和其他设备信息应按照表A1和表A2要求内容制定, 但不限于表中信息内容, 可根据实际需要增减。

表 A.1 集中空调制冷机房系统制冷机组信息

编号	类型	电动机铭牌功率 (kW)	设计制冷量 (kW)	冷冻水供水温度 (°C)	冷冻水回水温差 (°C)	冷却水供水温度 (°C)	冷却水回水温差 (°C)	能效比	安装时间	台数	备注

表 A.2 集中空调制冷机房系统其他设备信息

编号	描述	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	备注	编号	描述

注: 包括冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机以及软化补水装置等

#### A.4 监测设备

集中空调制冷机房系统监测设备信息应按照表A3的要求内容制定，但不限于表中信息内容，可根据实际需要增加。

表 A.3 集中空调制冷机房系统监测设备信息

编号	描述	传感器类型	测点位置	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、用电量等监测传感器的信息。

#### A.5 集中空调制冷机房系统能效分析

- 1) 图 1 集中空调制冷机房系统示意图
- 2) 图 2 日冷负荷变化曲线
- 3) 冷负荷历史频率
- 4) 日制冷机房能效比曲线
- 5) 集中空调制冷机房系统能效比—冷负荷散点图

注：分析图应包括但不限于以上图，可根据实际需要增减。

#### A.6 集中空调制冷机房系统能效概况

集中空调制冷机房系统设备效率情况应按照表A4的要求内容制定，但不限于表中信息内容，可根据实际需要增减。

表 A.4 集中空调制冷机房系统设备效率情况

指标	数值	计算方法
制冷机效率 $E_1$		集中空调制冷机房系统总制冷量÷冷水机组总用电量，无量纲
冷冻水输送系数 $E_2$		集中空调制冷机房系统总制冷量÷冷冻水泵总用电量，无量纲
冷却水输送系数 $E_3$		集中空调制冷机房系统总制冷量÷冷却水泵总用电量，无量纲
冷却塔输送系数 $E_4$		集中空调制冷机房系统总制冷量÷冷却塔总用电量，无量纲
集中空调制冷机房系统能效比 $E_5$		集中空调制冷机房系统总制冷量÷机房总用电量，无量纲

#### A.7 系统测量能量平衡系数概况

集中空调制冷机房系统能量平衡系数概况信息应按照表A5的要求内容制定，但不限于表中信息内容，可根据实际需要增减。

表 A.5 系统能量平衡概要

指标	数值	单位	符号
总用电量		kWh	A
总冷量		kWh	B
总排热量		kWh	C
机房效率（能效比）		kW/ kW	B/A
系统测量能量平衡系数数据点总数量			D
系统测量能量平衡系数 > +5%的数据点数量			E
系统测量能量平衡系数 < -5%的数据点数量			F
系统测量能量平衡系数在±5%之内的数据点数量			G=D-E-F
系统测量能量平衡系数在±5%之内的数据点比例		%	100×G/D

A.8 评价汇总表模板

集中空调制冷机房系统评价汇总表应按照表A6的要求内容制定，但不限于表中信息内容，可根据实际需要增减。并可增加附件，如机房制冷系统图、机房系统的供电系统图，标记有测试仪表的测点选取图。

表 A.6 评价情况汇总表

项目名称		评价测试时间	
评价单位名称		测试人员	
项目基本信息			
系统运行情况		设备运行情况	
平台数据情况		现场校验情况	偏差≤5% 偏差>5%
各种指标验证结果：			
评价结论			
签章： 日期：			

附 录 B  
(资料性)  
部分城市温度分布系数

温度分布系数是当地干球温度在所设区间的小时数占全年小时数的百分比。部分城市的温度分布系数如表B1。

表 B.1 温度分布系数参数表

温度分布系数	$T_a$	$T_b$	$T_c$	$T_d$
城市	温度区间/℃			
	$\geq 30$	$\geq 20, < 30$	$\geq 10, < 20$	$< 10$
兰州	3.3%	20.5%	30.1%	46.10%
贵阳	0.8%	33.1%	37.3%	28.80%
石家庄	9.3%	27.2%	24.5%	39.10%
哈尔滨	2.2%	19.1%	22.7%	56.10%
长春	0.6%	19.1%	24.8%	55.60%
沈阳	4.1%	22.2%	23.5%	50.30%
呼和浩特	3.6%	19.8%	26.0%	50.60%
西宁	0.7%	8.6%	29.5%	61.20%
银川	1.6%	20.9%	28.1%	49.40%
太原	1.4%	23.9%	28.2%	46.40%
成都	3.7%	33.0%	39.4%	23.90%
拉萨	0.0%	8.6%	41.2%	50.10%
乌鲁木齐	4.0%	22.8%	22.4%	50.80%
昆明	0.0%	21.9%	52.5%	25.60%
合肥	8.2%	34.3%	27.3%	30.30%
北京	7.2%	28.1%	23.1%	41.60%
福州	8.7%	44.7%	36.2%	10.40%
广州	12.7%	54.0%	28.3%	5.10%
桂林	7.0%	42.7%	32.4%	17.90%
南宁	12.3%	54.4%	29.0%	4.30%
海口	12.8%	63.2%	22.4%	1.60%
郑州	6.9%	29.6%	25.5%	38.00%
武汉	12.8%	33.1%	27.8%	26.30%
长沙	11.5%	33.3%	27.1%	28.10%
南京	7.7%	29.8%	26.9%	35.50%
南昌	12.9%	34.9%	27.3%	24.90%
济南	10.8%	28.4%	24.8%	36.00%
西安	6.0%	27.8%	28.8%	37.50%
天津	6.6%	26.9%	24.6%	41.80%
上海	8.4%	34.1%	28.8%	28.70%
杭州	6.0%	37.3%	28.8%	27.90%
重庆	9.4%	32.4%	40.5%	17.70%
注:	数据来源于中国气象局气象信息中心气象资料室和清华大学建筑技术科学系编著的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》。该数据集以全国270个地面气象站从1971年到2003年共30年的实测气象数据为基础。			