ICS 91.010.01
CCS P 30

# T/CS

# 团 体 标 准

T/CS 021—2025

# 绿色建筑可再生能源检测技术规范

Technical specification for renewable energy testing in green buildings

2025－05－30 发布 2025－05－30 实施

中国商品学会 发 布

# 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　总体要求 ..... 1
4.1　检测机构 ..... 1
4.2　检测人员 ..... 1
4.3　检测仪器 ..... 2
4.4　检测场所、设施与环境 ..... 2
5　检测程序 ..... 2
5.1　检测准备 ..... 2
5.2　检测实施 ..... 3
5.3　检测原始记录 ..... 3
5.4　检测报告 ..... 4
5.5　检测档案 ..... 4
6　检测内容 ..... 4
7　检测要求 ..... 4
7.1　太阳能光伏系统 ..... 4
7.2　太阳能热水系统 ..... 6
7.3　地源热泵系统 ..... 8
7.4　空气源热泵热水系统 ..... 10

# 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江宏业检测科技有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：浙江宏业检测科技有限公司、浙江宏元勘测设计有限公司、嘉善经济技术开发区实业有限公司、浙江弘岩检测科技有限公司、浙江华云清洁能源有限公司、巨鑫建设集团有限公司。

本文件主要起草人：张巧琴、柴志峰、许聪、罗琳芳、周汉铮、李磊磊、张嘉梦、周清国、倪娴、戴军、陆佳佳、李岑、陈杰、许波、张剑、孙小柳、胡意超。

# 绿色建筑可再生能源检测技术规范

## 1 范围

本文件规定了绿色建筑可再生能源检测的总体要求、检测程序、检测内容、检测要求。

本文件适用于绿色建筑中太阳能光伏系统、太阳能热水系统、地源热泵系统和空气源热泵热水系统的检测。

## 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 19565 总辐射表

GB/T 32224 热量表

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**太阳能光伏系统 solar photovoltaic system**

利用光生伏打效应，将太阳能转变成电能，包含逆变器、平衡系统部件及太阳能电池方阵在内的系统。

3.2

**地源热泵系统 ground-source heat pump system**

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。其中地表水源热泵又分为江、河、湖、海水源热泵系统。

## 4 总体要求

### 4.1 检测机构

4.1.1 检测机构应在技术能力、相关资质认定和现场检测情况范围内开展检测工作。

4.1.2 检测机构应建立、实施和完善与其检测工作相适应的管理体系。

4.1.3 检测机构应对出具的检测报告的真实性、准确性负责。

4.1.4 检测机构应采用检测信息化管理系统。

4.1.5 检测机构应建立检测档案及日常检测资料管理制度。

### 4.2 检测人员

4.2.1 检测人员应经技术培训合格后，方可从事检测工作。

4.2.2 检测机构应设立技术负责人、质量负责人、检测项目负责人、授权签字人、检测员及辅助岗位，并明确岗位职责。

4.2.3 检测机构的技术负责人、授权签字人应具有工程类专业中级及以上技术职称或同等能力，掌握绿色建筑领域知识，具有工作经历和检测工作经验。

4.2.4 检测机构每年应制定检测人员的培训考核计划。

4.2.5 检测机构应建立检测人员的从业档案。

4.2.6 检测人员不应同时受聘于两个或者两个以上的检测机构。

### 4.3 检测仪器

4.3.1 检测机构应制定检测仪器的检定/校准周期计划，并按计划执行。

4.3.2 检测仪器的检定/校准结果应由检测机构确认，满足检测要求后方可使用。

4.3.3 检测机构的检测仪器应标有唯一性标识，在用的检测仪器均应标有检定/校准有效期的状态标识。

4.3.4 检测机构应建立仪器档案，记录检测仪器技术条件及使用过程的信息。

4.3.5 检测机构应对检测仪器编制使用操作规程，并做好使用记录，用于现场检测的仪器还应记录领用、归还情况。

4.3.6 检测机构应采取措施确保仪器处于正常的工作状态。

4.3.7 检测机构应建立检测仪器的维护保养、日常检查制度，并做好相应记录。

4.3.8 检测仪器出现下列情况之一时，应重新进行检定/校准：

a) 可能对检测结果有影响的改装、移动、修复和维修后；

b) 停用超过检定/校准有效期后再次投入使用；

c) 检测仪器出现其他可能对检测结果有影响的情况。

4.3.9 检测仪器出现下列情况之一时，应停止使用：

a) 当指示装置损坏、刻度不清或其他影响测量精度时；

b) 仪器的性能不稳定，漂移率偏大时；

c) 当检测仪器出现显示缺损或按键不灵敏时；

d) 其他影响检测结果的情况。

### 4.4 检测场所、设施与环境

4.4.1 检测机构应具备所开展检测项目相适应的场所，各种检测仪器应布局合理，满足检测工作需要。

4.4.2 检测机构应根据试验室的功能和用途，满足能源、采光、采暖、通风、洁净要求，并应采取有效的预防措施，防止环境因素对检测工作可能造成的不利影响。

4.4.3 对有环境要求的场所应配备相应的监控仪器，记录环境条件。当检测环境条件不符合要求时，检测人员应立即停止检测活动，并应采取相应措施、有效处置后，方可恢复检测活动。

4.4.4 检测工作场所应有明显标识，与检测工作无关的人员和物品不应进入检测工作场所。

4.4.5 检测工作场所应有安全作业措施和安全预案。

4.4.6 检测工作场所应配备必要的消防器材，存放在明显和便于取用的位置，并由专人负责管理。

## 5 检测程序

### 5.1 检测准备

5.1.1 检测人员开始检测前，应对检测方案和检测对象状况的一致性进行确认。

5.1.2 检测人员在检测前应对检测仪器进行检查，确认其状态正常。数据显示器需要归零的应在归零状态。

5.1.3 对首次使用的检测仪器或新开展的检测项目以及检测标准变更的情况，检测机构应对人员技能、检测仪器、环境条件进行确认。

5.1.4 检测前应确认检测人员的岗位能力，检测操作人员应熟识相应的检测操作规程和检测仪器使用、维护技术手册。

5.1.5 检测工作开始前应确认检测依据、标准条文和检测环境要求，并将环境条件调整到检测要求的状况。

5.1.6 检测工作应根据现场的安全制度，制定完善的安全措施。

5.1.7 检测工作开始前应确认检测方法，确认原则应符合下列规定：

a) 有多种检测方法可用时，应在检测合同中明确选用的检测方法；

b) 对于没有明确的检测方法或有地区特点的检测项目，其检测方法应由委托双方协商确定。

5.1.8 检测委托方应配合检测机构做好检测准备，并提供必要的条件。

5.1.9 检测机构对现场检测应事前编制检测方案，现场检测的构件、部位、检测点确定后，应绘制测点图，并应经技术负责人批准。

## 5.2 检测实施

5.2.1 检测工作应按照经确认的检测方法和现场检测方案进行。

5.2.2 检测原始记录应在检测操作过程中边检测边记录，检测原始记录应采用经检测机构受控的文件格式。

5.2.3 遇到仪器故障时，应立即启动应急程序。

5.2.4 检测过程中应注意环境条件的变化情况，检测环境条件发生变化并超出允许范围时，应停止检测工作，恢复到规定的环境条件后方可继续进行检测。

5.2.5 检测完成后应及时进行数据整理和出具检测报告，并核查仪器状态并做好仪器使用记录，同时进行环境清理、检测仪器的清洁保养工作。

5.2.6 见证人员对现场检测进行见证时，应对检测的关键环节进行见证，现场检测见证记录内容应包括下列主要内容：

a) 检测机构名称、检测内容、部位及数量；

b) 检测日期、检测开始、结束时间及检测期间天气情况；

c) 检测人员姓名及证书编号；

d) 主要检测仪器的名称、型号及编号；

e) 检测中异常情况的描述记录；

f) 必要的现场工程检测影像资料；

g) 见证人员、检测人员签名。

5.2.7 检测机构应建立检测异常情况的处理制度。

## 5.3 检测原始记录

5.3.1 检测原始记录应包含试验方法规定的完整信息。

5.3.2 检测原始记录应及时填写，自动采集数据的应打印原始记录。原始记录应做到数据准确、字迹清晰、信息完整，不应追记和涂改。

5.3.3 检测原始记录需要更正时，应由原记录人进行规范修改，并在修改处留下修改人的印记。

5.3.4 原始记录应具有可追溯性，自动采集的原始数据应备份保存。

5.3.5 自动采集数据出现异常时，应查明异常原因，在备注中予以说明，需要更正时应有更正的依据，并报技术负责人批准。

5.3.6 原始记录应统一编号，编号应连续，经检测机构受控，不应重复和空号，不应随意抽撤、涂改。

### 5.4 检测报告

5.4.1 检测报告应采用经检测机构受控的文件格式。
5.4.2 检测信息管理系统的检测项目，应通过系统出具检测报告。检测报告内容应与检测委托的要求一致。
5.4.3 检测报告应按年度统一编号，编号应连续，不应重复和空号，不应随意抽撤、涂改。
5.4.4 检测报告至少应由检测项目负责人、授权签字人签字，并加盖检测专用章，多页检测报告还应加盖骑缝章。当采用电子签名方式时，检测机构应有可靠措施保证电子签名真实、可靠。
5.4.5 见证取样的检测报告中应当注明见证人员及其单位的相关信息。
5.4.6 检测报告应登记后发放。登记应记录报告编号、份数、领取日期及领取人信息。
5.4.7 检测报告应为原件，不应使用复印件。存档的检测报告应与发出的检测报告一致。

### 5.5 检测档案

5.5.1 检测机构应建立档案管理制度，由专人负责检测档案的收集、整理、归档、分类编目工作。
5.5.2 档案内容主要包括管理档案、技术档案：

a) 管理档案包括：标准规范、质量管理体系文件、质量体系运行记录、人员资料、法律法规文件、管理部门来文、内部行政文件、仪器资料；
b) 技术档案包括：检测合同、委托书、抽样记录、原始记录、检测报告、检测报告登记台账、检测结果不合格项目台账、其他与检测相关的重要文件。

5.5.3 档案宜采用纸质文档或者电子文档的形式保存，电子档案的保存应有防止信息丢失或被篡改的可靠措施。
5.5.4 检测机构应建立符合保存要求、拥有独立空间的检测资料档案室，应做到防火、防盗、防潮、防蛀、防霉变，档案室的条件应能满足纸质文件和电子文件的长期存放。
5.5.5 保管期限到期的检测资料档案销毁应进行登记、造册后经技术负责人批准。销毁登记册保管期限应不少于 6 年。

## 6 检测内容

6.1 可再生能源检测包括太阳能光伏系统、太阳能热水系统、地源热泵系统和空气源热泵热水系统检测。
6.2 太阳能光伏系统应检测光电转换效率。
6.3 太阳能热水系统检测项目应包括集热系统效率和贮热水箱热损系数。
6.4 地源热泵系统应检测系统能效比。
6.5 空气源热泵热水系统检测项目应包括机组性能系数和保温性能。

## 7 检测要求

### 7.1 太阳能光伏系统

#### 7.1.1 检测条件

7.1.1.1 在检测前，应确保系统在正常负载条件下连续运行 3 d，检测期内的负载变化规律应与设计文件一致。
7.1.1.2 检测应重复进行 3 次，每次检测时间应为中午 11 h 到 13 h，共计 2 h。
7.1.1.3 检测期间，室外环境平均温度的允许范围应为年平均环境温度±10 ℃。

7.1.1.4　检测期间，环境空气的平均流动速率应不大于 4 m/s。

7.1.1.5　检测期间，太阳总辐照度应不小于 700 W/m²，太阳总辐照度的不稳定度应不大于±50 W/m²。

### 7.1.2　检测项目及仪器

应符合表1的规定。

**表 1　检测项目及仪器**

| 序号 | 检测项目 | 单位 | 检测仪器 | 要求 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 太阳辐照度 | W/m² | 总辐射表 | 应符合GB/T 19565的规定 |
| 2 | 长度 | m | 钢直尺、钢卷尺 | 精度≤2 mm |
| 3 | 空气速率 | m/s | 风速仪 | 准确度≤0.5 m/s |
| 4 | 电功率 | kW | 电功率表 | 测量误差≤0.5% |
| 5 | 环境空气温度 | ℃ | 温度计 | 准确度≤0.5 ℃ |
| 6 | 时间 | s | 计时器 | 准确度≤0.2% |

### 7.1.3　检测数量

当太阳能光伏系统的太阳能电池组件类型、系统与公共电网的关系相同，且系统装机容量偏差在10%以内时，应视为同一类型太阳能光伏系统。同一类型太阳能光伏系统被检测数量应为该类型系统总数量的5%，且应不少于1套。

### 7.1.4　检测方法

7.1.4.1　测量空气温度时应确保温度传感器置于遮阳且通风的环境中，高于地面 1 m，距离集热系统在 1.5 m～10.0 m 之间，环境温度传感器的附近不应有烟囱、冷却塔或热气排风扇热源。

7.1.4.2　光电转换效率检测应符合以下规定：

a)　应检测系统每日的发电量、光伏电池表面上的总太阳辐照量、光伏电池板的面积、光伏电池背板表面温度、环境温度和风速的参数；

b)　对于独立太阳能光伏系统，电功率表应接在蓄电池组的输入端，对于并网太阳能光伏系统，电功率表应接在逆变器的输出端；

c)　检测开始前，应切断所有外接辅助电源，安装调试好太阳辐射表、电功率表、温度自记仪和风速计，并测量太阳能电池方阵面积；

d)　检测期间数据记录时间间隔应不大于 600 s，采样时间间隔应不大于 10 s；

e)　太阳能光伏系统光电转换效率应按公式（1）计算。

$$n_d = \frac{3.6\times\sum_{i=1}^{n} E_{PV-i}}{\sum_{i=1}^{n} H_i A_{ci}} \times 100\,\% \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

$n_d$——太阳能光伏系统光电转换效率；

$n$——不同朝向和倾角采光平面上的太阳能电池方阵个数，单位为个；

$E_{PV-i}$——第i个朝向和倾角采光平面上的太阳能光伏系统的发电量，单位为千瓦时（kWh）；

$H_i$——第i个朝向和倾角采光平面上单位面积的太阳辐射量，单位为兆焦耳每平方米（MJ/m²）；

$A_{ci}$——第i个朝向和倾角平面上的太阳能电池采光面积，在测量太阳能光伏系统电池面积时，应扣除电池的间隙距离，将电池的有效面积逐个累加，得到总有效采光面积，单位为平方米（m²）。

### 7.1.5 结果判定

7.1.5.1 太阳能光伏系统的光电转换效率应符合表 2 的规定。

**表 2 不同类型太阳能光伏系统的光电转换效率**

| 太阳能光伏系统类型 | 光电转换效率 |
|---|---|
| 晶体硅电池 | $n_d$≥8% |
| 薄膜电池 | $n_d$≥4% |

7.1.5.2 当检测结果全符合 6.2.5.1 的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

## 7.2 太阳能热水系统

### 7.2.1 检测条件

7.2.1.1 太阳能热水系统性能检测应在太阳能热水系统调试完成、实际运行状态下进行。

7.2.1.2 检测期间的运行工况宜达到系统的设计工况，且应在连续运行的状态下完成。

7.2.1.3 太阳能热水系统检测的室外环境平均温度的允许范围应为年平均环境温度±10 ℃。

7.2.1.4 检测期间的太阳辐照量实测值与平均值的偏差应控制在±0.5 MJ/（$m^2$·d）以内。

7.2.1.5 太阳辐照量检测应不少于 4 d，每一太阳辐照量区间检测天数应不少于 1 d，太阳辐照量区间划分应符合下列规定：

a) J＜8 MJ/（$m^2$·d）；
b) 8 MJ/（$m^2$·d）≤J＜12 MJ/（$m^2$·d）；
c) 12 MJ/（$m^2$·d）≤J＜16 MJ/（$m^2$·d）；
d) 16 MJ/（$m^2$·d）≤J。

7.2.1.6 检测期间，室外环境应符合下列规定：

a) 室外平均环境温度不低于 8 ℃且不高于 39 ℃；
b) 环境空气的平均流速应不大于 4 m/s。

### 7.2.2 检测项目及仪器

应符合表3的规定。

**表 3 检测项目及仪器**

| 序号 | 检测项目 | 单位 | 检测仪器 | 要求 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 太阳辐照度 | W/$m^2$ | 总辐射表 | 应符合GB/T 19565的规定 |
| 2 | 环境空气温度 | ℃ | 温度计 | 准确度≤0.5 ℃ |
| 3 | 水温度 | ℃ | 温度计 | 准确度≤0.2 ℃ |
| 4 | 水流量 | $m^3$/h | 流量计 | 准确度≤1.0% |
| 5 | 质量流量 | kg/h | 流量计 | 准确度≤1.0% |
| 6 | 时间 | s | 计时器 | 准确度≤0.2% |
| 7 | 空气速率 | m/s | 风速仪 | 准确度≤0.5 m/s |
| 8 | 长度 | m | 长度尺 | 不确定度≤2 mm |
| 9 | 热量 | MJ/h | 热量表 | 应符合GB/T 32224的规定 |

### 7.2.3 检测数量

太阳能热水系统检测数量应符合下列规定：

a) 集中式系统，应全数检测；

b) 分散式系统，应按同类型总数抽检 2%，且应不少于 1 套。

### 7.2.4 检测方法

7.2.4.1 集热系统得热量的检测符合下列规定：

a) 每日检测的时间从上午 8 h 开始至达到所需要的太阳辐射量为止；

b) 检测参数包括集热系统进出口温度、流量、环境温度、环境空气流速，采样时间间隔应不大于 10 s；

c) 太阳能集热系统得热量宜用热量表直接测量，也可通过分别测量温度、流量参数按公式（2）计算。

$$Q_j = \sum_{i=1}^{n} m_{ji}\rho_w c_{pw}\left(t_{dji} - t_{bji}\right) \triangle T_{ji} \times 10^{-6} \cdots\cdots (1)$$

式中：

$Q_j$——太阳能集热系统得热量，单位为兆焦耳（MJ）；

$n$——总记录数；

$m_{ji}$——第i次记录的集热系统平均流量，单位为立方米每秒（$m^3/s$）；

$\rho_w$——集热工质的密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；

$c_{pw}$——集热工质的比热容，单位为焦耳每千克摄氏度[J/（kg·℃）]；

$t_{dji}$——第i次记录的集热系统的出口温度，单位为摄氏度（℃）；

$t_{bji}$——第i次记录的集热系统的进口温度，单位为摄氏度（℃）；

$\triangle T_{ji}$——第i次记录的时间间隔，单位为秒（s），$\triangle T_{ji}$≤600 s。

7.2.4.2 集热系统效率的检测应符合下列规定：

a) 每日检测的时间从上午 8 时开始至达到所需的太阳辐射量为止。达到所需要的太阳辐射量后，应采取停止集热系统循环泵的措施，确保系统不再获取太阳的热量；

b) 检测参数应包括集热系统得热量、太阳总辐照量和集热系统集热器总面积；

c) 太阳能热水系统的集热效率应按公式（3）、公式（4）计算。

$$\eta = \frac{1}{365}\sum_{i=1}^{4} x_i\eta_i \cdots\cdots (2)$$

$$\eta_i = \frac{Q_j}{A \times H_i} \times 100\,\% \cdots\cdots (3)$$

式中：

$\eta$——设计使用期内或全年使用的集热系统效率；

$x_i$——第i辐照段检测期间，太阳辐照量在当地气象条件下供热水时期统计得到的天数，单位为天（d）；

$\eta_i$——第i辐照段检测期间，太阳辐照量下的单日集热系统效率；

$A$——集热系统的集热器面积，单位为平方米（$m^2$）；

$H_i$——第i辐照段检测期间，室外太阳总辐照量，单位为兆焦耳每平方米（$MJ/m^2$）。

7.2.4.3 贮热水箱热损因数的检测应符合下列规定：

a) 检测持续的时间从晚上 8 时开始至次日早上 6 时结束，共计 10 个小时。检测开始时贮热水箱水温应不低于 5 0℃，与水箱所处环境温度差应不小于 20 ℃。检测期间应确保贮热水箱的水位处于正常水位，且无冷热水出入水箱；
b) 检测参数包括贮热水箱内水的初始温度、结束温度、贮热水箱容水量、环境温度；
c) 贮热水箱热损因数应按公式（5）计算。

$$U_{SL}=\frac{\rho_w c_{pw}}{\triangle\tau}\ln\left[\frac{t_i-t_{as(av)}}{t_f-t_{as(av)}}\right] \quad (4)$$

式中：
$U_{SL}$——贮热水箱热损因数，单位为瓦特每立方米开尔文[W/（$m^3$·K）]；
$\rho_w$——水的密度，单位为千克每立方米（kg/$m^3$）；
$c_{pw}$——水的比热容，单位为焦耳每千克摄氏度[J/（kg·℃）]；
$\triangle\tau$——降温时间，单位为秒（s）；
$t_i$——开始时贮热水箱内水温度，单位为摄氏度（℃）；
$t_f$——结束时贮热水箱内水温度，单位为摄氏度（℃）；
$t_{as(av)}$——降温期间平均环境温度，单位为摄氏度（℃）。

### 7.2.5 结果判定

太阳能热水系统检测参数符合设计文件要求时应判定为合格，否则判定为不合格。

## 7.3 地源热泵系统

### 7.3.1 检测条件

7.3.1.1 地源热泵系统能效比检测应选择在制热/冷季节、系统调试完成、实际运行状态下进行，检测时间不少于 4 d。
7.3.1.2 热泵机组运行稳定，热泵机组制热/冷性能系数的测定工况宜达到机组的额定工况，机组的负荷率宜达到机组额定值的 80%以上；系统能效比的测定工况宜达到系统的设计工况，系统的负荷率宜达到设计值的 60%以上。
7.3.1.3 夏季检测时，室外空气温度应大于或等于 29 ℃，冬季应小于或等于 16 ℃。

### 7.3.2 检测项目及仪器

应符合表4的规定。

**表 4 检测项目及仪器**

| 序号 | 检测项目 | 单位 | 检测仪器 | 要求 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 空气温度 | ℃ | 温度计（仪） | 不确定度≤0.5 ℃ |
| 2 | 相对湿度 | % | 相对湿度仪 | 不确定度≤5%RH（测量值） |
| 3 | 水温度 | ℃ | 温度计 | 准确度≤0.2 ℃ |
| 4 | 水流量 | $m^3$/h | 流量计 | 准确度≤5.0% |
| 5 | 质量流量 | kg/h | 流量计 | 准确度≤1.0% |
| 6 | 电功率 | kW | 电功率表 | 测量误差≤1.5%（测量值） |
| 7 | 时间 | s | 计时器 | 准确度≤0.2% |

### 7.3.3 检测数量

7.3.3.1 热泵机组性能检测的抽样方法应符合下列规定：

a) 对于 2 台及以下同型号机组，应至少抽取 1 台；

b) 对于 3 台及以上同型号机组，应至少抽取 2 台。

7.3.3.2 室内温湿度检测数量按照空调系统分区进行选取。当系统形式不同时，每种系统形式均宜检测。相同系统形式的抽检数量不宜低于系统数量的 5%，检测点应具有代表性。

### 7.3.4 检测方法

7.3.4.1 室内温湿度检测应在建筑物达到热稳定后进行，检测期间的室外温湿度检测应与室内温湿度的检测同时进行，记录检测期间室外温度的变化情况，且数据记录时间间隔最长应不超过 10 min。

7.3.4.2 热泵机组制热/冷性能系数应符合下列规定：

a) 热泵机组制热/冷性能系数是指热泵机组的制冷/制热量与输入功率之比；

b) 检测工况下启用的热泵机组应进行机组热源侧流量、机组用户侧流量、机组热源侧进出口水温、机组用户侧进出口水温和机组输入功率的数据采集；

c) 水系统供、回水温差的检测方法应符合下列规定：

1) 热泵机组热源侧和机组用户侧的供、回水温度应同时进行检测；

2) 测点应布置在靠近被测机组的进出口处，测量时应采取减少测量误差有效措施。

d) 检测时间：热泵机组的检测应在机组运行工况稳定后进行，检测周期为 24 h，检测期间应每隔 5 min～10 min 读数 1 次；

e) 机组检测期间的平均制冷（热）量应按公式（6）计算；

$$Q = \frac{V\rho_w c\triangle t_w}{3600} \cdots\cdots (1)$$

式中：

$Q$——机组检测期间的制冷（热）量，单位为兆焦耳（MJ）；

$V$——热泵机组用户侧平均流量，单位为立方米每小时（$m^3/h$）；

$\rho_w$——冷（热）媒介质平均密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；

$c$——冷（热）媒介质平均定压比热容，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/kg·℃]；

$\triangle t_w$——热泵机组用户侧进出口水平均温差，单位为摄氏度（℃）。

f) 数据整理：热泵机组制热/冷性能系数应按公式（7）、公式（8）计算。

$$COP_c = \frac{Q_c}{n_i} \cdots\cdots (2)$$

$$COP_H = \frac{Q_H}{n_i} \cdots\cdots (3)$$

式中：

$COP_c$——热泵机组的制冷性能系数；

$COP_H$——热泵机组的制热性能系数；

$Q_c$——检测期间机组的平均制冷量，单位为千瓦（kW）；

$Q_H$——检测期间机组的平均制热量，单位为千瓦（kW）；

$n_i$——检测期间机组的平均输入功率，单位为千瓦（kW）。

7.3.4.3 地源热泵系统能效比应符合下列规定：

a) 系统能效比是指地源热泵系统的制冷/热量与系统输入电量之比；

注：系统输入电量主要是指热泵机组以及与地源热泵系统相关的所有水泵的输入电量之和（不包括用户末端仪器）。

b) 检测参数：系统热源侧流量、系统用户侧流量、系统热源侧进出口水温、系统用户侧进出口水温、机组消耗的电量、水泵消耗的电量；

c) 系统检测期间的总制冷（热）量应按公式（9）、公式（10）计算；

$$Q = \sum_{i=1}^{n} q_i \triangle T_i \quad (4)$$

$$q_i = \frac{V_i \rho_i c_i \triangle t_i}{3600} \quad (5)$$

式中：

$V_i$——系统第i时段用户侧的平均流量，单位为立方米每小时（$m^3/h$）；

$\rho_i$——第i时段冷（热）媒介质平均密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；

$c_i$——第i时段冷（热）媒介质平均定压比热容，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/kg·℃]；

$q_i$——热泵系统的第i时段制冷（热）量，单位为千瓦（kW）；

$\triangle t_i$——系统第i时段用户侧的进出口水温差，单位为摄氏度（℃）；

$\triangle T_i$——第i时段持续的时间，单位为小时（h）；

$n$——热泵系统检测期间采集数据组数，单位为组。

d) 数据整理：热泵系统的典型季节系统能效比应按公式（11）、公式（12）计算。

$$EER_c = \frac{Q_c}{\sum N_i + \sum N_j} \quad (6)$$

$$EER_h = \frac{Q_h}{\sum N_i + \sum N_j} \quad (7)$$

式中：

$EER_c$——地源热泵系统的制冷能效比；

$EER_h$——地源热泵系统的制热能效比；

$Q_c$——系统检测期间的总制冷量，单位为千瓦时（kWh）；

$Q_h$——系统检测期间的总制热量，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum N_i$——系统检测期间，所有热泵机组消耗的电量，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum N_j$——系统检测期间，所有用于水泵消耗的电量，单位为千瓦时（kWh）。

### 7.3.5 结果判定

当检测结果符合表5的规定时，应判定为合格，否则判定为不合格。

**表5 结果分析**

| 项目 | 指标限值 |
|---|---|
| 制冷能效比 | ≥3.0 |
| 制热能效比 | ≥2.6 |

## 7.4 空气源热泵热水系统

### 7.4.1 检测条件

7.4.1.1 检测应在空气源热泵热水系统安装调试完成后，至少正常运行 5 d 后进行。

7.4.1.2 检测时应断开其他辅助热源。

7.4.1.3 空气源热泵机组性能系数检测应在典型制热工况下进行，机组负荷率宜达到80%以上，室外干球温度宜在-14 ℃～-8 ℃之间。

7.4.1.4 机组的实测制热量应不小于名义热泵制热量的92%。

7.4.1.5 机组的实测制热消耗功率应不大于名义制热消耗功率的110%。

### 7.4.2 检测项目及仪器

应符合表6的规定。

**表6 检测项目及仪器**

| 序号 | 检测项目 | 单位 | 检测仪器 | 要求 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 空气温度 | ℃ | 温度计（仪） | 准确度≤0.5 ℃ |
| 2 | 水温度 | ℃ | 温度计 | 准确度≤0.2 ℃） |
| 3 | 空气速率 | m/s | 风速仪 | 准确度≤0.5 m/s |
| 4 | 电功率 | kW | 电功率表 | 1.5级 |
| 5 | 水流量 | $m^3/h$ | 流量计 | 准确度≤2% |
| 6 | 长度 | m | 钢卷尺、钢直尺、游标卡尺 | 准确度≤1.0% |
| 7 | 时间 | s | 计时器 | 准确度≤0.2% |

### 7.4.3 检测数量

空气源热泵热水系统装机容量偏差在10%以内时，视为同一类型空气源热泵热水系统。同一类型空气源热泵热水系统检测数量为该类型系统总数量的5%，且应不少于1套。

### 7.4.4 检测方法

7.4.4.1 应分别记录贮热水箱、空气源热泵周围的空气流速、环境湿度与温度。测量仪表应分别放置在与贮热水箱、热泵中心点相同高度的遮阴处，分别距离贮热水箱、热泵1.5 m～2.0 m的范围内。

7.4.4.2 贮热水箱的水量应在检测结束后，检测贮热水箱内的水在冷水进水状态下的水量（水量不包括管路内的水）。对于贮热水箱内的水是直流式加热的热泵热水系统，将流量计安装在热泵热水机组的进水管路上，通过记录试验开始时和结束时流量计读数的差值，计算出贮热水箱的试验水量。

7.4.4.3 关闭循环水泵，开启热泵热水机组，设定热水机组温度为不小于额定值的95%，持续记录热泵热水机组瞬时出水温度。

7.4.4.4 检测宜在热泵机组运行工况稳定后1 h进行，检测时间应不低于2 h，机组的各项参数检测记录应同步，记录时间间隔应不大于600 s。

7.4.4.5 热水型空气源热泵机组应检测系统的热源侧流量、用户侧流量、室外温湿度和机组输入功率的参数；热风型空气源热泵机组应检测热泵机组的送风量、入口温度、入口相对湿度、入口焓值、出口温度、出口相对湿度、出口焓值、机组消耗功率、室外温湿度。

7.4.4.6 待温度达到设定温度后，记录热泵输入功率，重复试验不少于3次。

7.4.4.7 机组性能系数应按公式（13）、公式（14）计算。

$$COP = \frac{Q}{P} \quad (1)$$

$$Q = \frac{V_w \rho_w C_{pw} \triangle t_w}{3600} \quad (2)$$

式中：

$COP$——机组性能系数；

$Q$——检测期间热水型空气源热泵机组或热风型空气源热泵机组的平均制热量，单位为千瓦（kW）；

$P$——检测期间机组的平均输入功率，单位为千瓦（kW）；

$V_w$——热泵机组用户侧平均流量、循环风量，单位为立方米每小时（$m^3/h$）；

$\rho_w$——热水平均密度、空气出口密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；

$C_{pw}$——水的定压比热容，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/kg·℃]；

$\triangle t_w$——热泵机组用户侧进出口介质平均温差，单位摄氏度（℃）。

7.4.4.8 保温性能检测在水箱出水口处加装温度计。将水箱注满水，设置加热温度在 55 ℃±3 ℃，连续开机至温控器断开，关闭电源与水源、关闭出水阀门，保持自然放置 24 h，然后打开阀门放水，记录出水平均温度，即为试验终止温度。

### 7.4.5 结果判定

检测结果符合设计图纸要求时应判定为合格，否则判定为不合格。