

江苏省地方标准

DB32

J 11955—202X

DB32/T****—202X

地源热泵系统检测技术规程

Technical Specification for Test of Ground-source

Heat Pump System

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

江苏省住房和城乡建设厅

江苏省市场监督管理局

联合发布

前言

根据《省住房和城乡建设厅关于下达〈2022 年度江苏省建设系统科技项目和工程建设地方标准编制修订项目〉的通知》（苏建科[2022]145 号）的要求，编制组结合地源热泵系统检测的实践经验、新技术、新成果，在广泛征求意见的基础上，经过多次讨论，编制了本规程。

本规程于 202X 年 X 月 X 日经主管部门批准发布，自 202X 年 X 月 X 日起实施，并替代《地源热泵系统检测技术规程》DGJ32/TJ 130—2011。

本规程共 8 章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 建筑物内温、湿度检测；5 输送系统检测；6 性能系数检测；7 冷却塔效率检测；8 地源热泵系统合格评价；附录 A～附录 G。

本规程的主要编制内容：修订了地源热泵系统能效比的计算方法；调整了建筑物室内平均温度、湿度的要求；调整了冷却塔效率的限值要求；修改了地源热泵系统制冷/热能效比的指标限值；删除了地源热泵输送系统的输送能效比相关内容。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅负责管理，由南京工业大学（地址：南京市江北新区浦珠南路 30 号，邮编：211816）负责具体技术内容的解释。各个单位在执行过程中若有修改意见或建议，请反馈至江苏省工程建设标准站（地址：南京市鼓楼区草场门大街 88 号江苏建设大厦 8 楼；邮政编码：210036）。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：南京工业大学

南京工大建设工程技术有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
4 建筑物内温度、湿度检测	4
5 输送系统检测	5
5.1 地源热泵水系统供回水温差检测	5
5.2 回水温度一致性检测	5
5.3 水流量检测	5
6 性能系数检测	7
6.1 热泵机组性能系数检测	7
6.2 地源热泵系统能效比检测	8
7 冷却塔效率检测	10
8 地源热泵系统合格评价	11
8.1 单项指标合格评价	11
8.2 地源热泵系统合格评价	11
附录 A 仪器仪表测量性能要求	12
附录 B 地源热泵系统检测报告	13
附录 C 室内温湿度测点布置与计算	14

附录 D 水在各种温度下的密度 17

附录 E 水在各种温度下的比热 19

附录 F 电机输入功率测试方法 20

附录 G 电能、一次能换算表..... 21

本规程用词说明 22

引用标准名录 233

条文说明 24

1 总 则

1.0.1 为了规范地源热泵系统性能检测方法，促进我省地源热泵系统可再生事业的健康有序发展，技术先进经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建建筑中地源热泵系统的检测。

1.0.3 地源热泵系统检测，除应符合本规程外，尚应符合国家和江苏省有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 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。

2.0.2 机组性能系数 (COP) coefficient of performance

热泵机组性能系数是指热泵机组输出冷/热量与输入功率的比值。这里热泵机组的性能检测是指机组在实际运行工况下的性能检测。

2.0.3 地源热泵系统能效比 (EER) ground-source heat pump system energy efficiency ratio of heat pump system

地源热泵系统制冷/热量与热泵系统总耗电量的比值，热泵系统总耗电量包括热泵主机、混合系统机组、冷却塔和地源侧/使用侧循环水泵等的耗电量。

3 基本规定

3.0.1 当进行地源热泵系统检测时，委托方应完成调试并提供地源热泵有关的技术资料。

3.0.3 热泵机组及其系统性能检测工况应符合以下规定：

1 热泵机组运行稳定，系统负荷不宜小于设计负荷的60%，且运行机组负荷不宜小于额定负荷的80%，处于稳定状态：

2 夏季运行期间，热泵机组地源侧水系统进口最高温度应低于33℃；

3 冬季运行期间，热泵机组地源侧水系统出口最低温度应高于4℃；

4 应同时对测试期间的室外温度进行监测，记录室外温度的变化情况。

3.0.4 夏季检测时，室外气温应大于或等于 29℃；冬季检测时，室外气温应小于或等于 16℃。

3.0.5 地源热泵系统各项性能检测应在稳定运行工况下进行。

3.0.6 地源热泵系统性能测试所使用的全部仪器设备应在标定有效期内使用，各仪器仪表测量性能应满足附录附录 A 的要求。

3.0.7 地源热泵系统检测应按以下步骤进行：

1 编写检测方案，做好检测准备工作；

2 现场检测；

3 对检测数据进行处理，并进行分析计算；

4 编写地源热泵系统检测报告，检测报告应满足附录B的要求。

4 建筑物内温度、湿度检测

4.0.1 室内温度、湿度的检测应符合下列规定：

- 1 室内温度、湿度检测应选择有代表性的建筑物内的空间连续进行；
- 2 室内温度、湿度的检测应在建筑物达到热稳定后进行，测试期间的室外温度、湿度监测应与室内温度、湿度的检测同时进行；
- 3 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%，同一个系统检测数量不应少于 2 间。

4.0.2 室内温度、室内湿度的检测方法应符合下列规定：

- 1 室内温度、湿度测点布置按照附录 C 条款确定测点；
- 2 有代表性的建筑物内空间的室内平均温度、湿度进行连续检测，正常运行累计检测时间宜为 6h，且数据记录时间间隔最长不得超过 30min；
- 3 室内温度、室内湿度的检查方法应满足本规程附录 C 的要求。

5 输送系统检测

5.1 水系统供/回水温度检测

5.1.1 实际运行状态下的地源热泵系统应进行水系统供/回水温度检测。地源热泵系统水温检测对象主要为用户侧供/回水、地源侧供/回水的温度。水温度的检测应符合以下要求：

- 1 利用系统已有的测温仪表时应进行校验；
- 2 当被检测系统不能提供安放插入式温度计位置时，可利用其他方法测量水温度。

5.1.2 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的有效措施；
- 3 检测工况下，每隔 5min~10min 读数 1 次，连续测量 24h 或系统正常使用期间，并应取有效读数的平均值作为检测值。有效数据采集不应少于 50 个。

5.2 回水温度一致性检测

5.2.1 与水系统集水器相连一级支管路均应进行水系统回水温度一致性检验。

5.2.2 水系统回水温度一致性的检测方法应符合下列规定：

- 1 检测位置应在系统集水器处；
- 2 检测持续时间应不少于 24h，检测数据记录间隔不应大于 1h。

5.3 水流量检测

5.3.1 地源热泵水系统流量检测设备的测量准确度应为 $\pm 1.0\%$ ，应在冬夏季分别对地源侧水系统流量、用户侧水系统流量和生活热水水流量进行检测。

5.3.2 水流量的检测应符合以下要求：

- 1 测点应布置在流速相对较稳定的直管段上，水流量测量断面应设置在距上游局部阻力构件 10 倍管径、距下游局部阻力构件 5 倍管径之间的管段上；
- 2 利用系统已有的流量计时应进行校验；
- 3 利用移动式超声波流量计进行检测时，应进行数据修正。并且超声波流量计的测量点位置应符合下列规定：

- 1) 应选择流体流畅分布均匀的部分；

2) 应选择流体充满的管段;

3) 测量点应距上游局部阻力构件大于 10 倍管径, 距下游局部阻力构件大于 5 倍管径, 距弯头处要应大于 20 倍管径, 距泵出口或阀门处要应大于 30 倍管径;

4) 传感器的安装应符合下列规定: 应保证把管外安装传感器的区域清理干净, 露出金属的原有光泽; 探头的中心部分和管壁应涂上足够的耦合剂; 传感器和管壁之间不能有气泡及沙砾; 应输入管道的正确参数, 严格按照安装距离进行安装。

5.3.3 检测工况下, 每隔 5min~10min 读数 1 次, 连续测量 24h, 并应取每次读数的平均值作为检测值。

6 性能系数检测

6.1 热泵机组性能系数检测

6.1.1 热泵机组实际性能系数的检测数量应符合下列规定：

- 1 对于 2 台及以下同型号机组，应至少抽取 1 台；
- 2 对于 3 台及以上同型号机组，应至少抽取 2 台。

6.1.2 热泵机组实际性能系数的检测方法应符合下列规定：

1 检测工况下，热泵机组运行工况稳定后的 1h，每隔 5min~10min 读数 1 次，连续测量时间宜为 72h，并应取每次读数的平均值作为检测值；应测试系统的热源侧流量、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等参数并应同步记录；

- 2 热泵机组的供冷/热量应按下式计算：

$$Q_0 = V \rho c \Delta t / 3600 \quad (6.1.2-1)$$

式中： Q_0 —— 热泵机组供冷/热量（kW）；

V —— 冷/热水平均流量（m³/h）；

Δt —— 冷/热水进、出口平均温差（℃）；

ρ —— 冷/热水平均密度（kg/m³）；

c —— 冷/热水平均定压比热[kJ/(kg·℃)]；

ρ 、 c 可根据介质进、出口平均温度根据附录 D、E 查取。

3 电驱动压缩机的蒸气压缩循环热泵机组的输入功率应在电动机输入线端测量。输入功率检测应符合本标准附录 F 的规定；

- 4 电驱动压缩机的蒸气压缩循环热泵机组的实际性能系数（COP）应按下式计算。

$$COP = \frac{Q_0}{N_i} \quad (6.1.2-2)$$

式中：COP——电驱动压缩机的蒸汽压缩循环热泵机组的实际性能系数；

N_i ——检测工况下机组平均实际输入功率（kW）。

6.2 地源热泵系统能效比检测

6.2.1 地源热泵系统均应进行系统能效比的检测。

6.2.2 地源热泵系统能效比检测方法应符合下列规定：

1 检测工况下，每隔5min~10min读数1次，连续测量时间宜为72h，并应取每次读数的平均值作为检测的检测值；

2 地源热泵系统的供冷/热量按下式计算：

$$Q_0 = V \rho c \Delta t / 3600 \quad (6.2.2-1)$$

式中： Q_0 ——地源热泵系统供冷/热量（kW）；

V ——冷/热水平均流量（m³/h）；

Δt ——冷/热水进、出口温差（℃）；

ρ ——冷/热水平均密度（kg/m³）；

c ——冷/热水平均定压比热（kJ/(kg·℃)）；

ρ 、 c 可根据介质进、出口平均温度由物性参数表查取。

3 热泵机组、混合系统热泵机组、冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔风机的输入功率应在电动机输入线端同时测量；输入功率检测应符合本标准附录E的规定。测试期间各用电设备的输入功率应进行平均累加。

4 地源热泵系统能效比（EER）按下式计算：

$$EER = \frac{Q_0}{\sum N_i} \quad (6.2.2-2)$$

式中：EER——地源热泵系统系统能效比，（kWh/kWh）；

Q_0 ——地源热泵系统平均制冷/热量，（kWh）；

$\sum N_i$ ——地源热泵系统总耗电量，（kWh）。

7 冷却塔效率检测

7.0.1 地源热泵系统配辅助冷却系统时均应进行冷却塔效率的检测。

7.0.2 冷却塔的检测数量应符合下列规定：

- 1 对于2台及以下同型号机组，应至少抽取1台；
- 2 对于3台及以上同型号机组，应至少抽取2台。

7.0.3 冷却塔效率的检测方法应符合下列规定：

- 1 冷却塔性能的检测宜在气温较高季节、无雨天进行；
- 2 检测工况下，应同时连续检测塔冷却塔进、出水温和环境空气湿球温度；每隔5min～10min读数1次，连续测量24h，并应取每次读数的平均值作为检测的检测值；
- 3 冷却塔效率应按下式计算：

$$\eta_{ic} = \frac{T_{iC,in} - T_{iC,out}}{T_{iC,in} - T_{iw}} \times 100\% \quad (7.0.3)$$

式中： η_{ic} —— 冷却塔效率（%）；

$T_{iC,in}$ —— 冷却塔进水温度（℃）；

$T_{iC,out}$ —— 冷却塔出水温度（℃）；

T_{iw} —— 环境空气湿球温度（℃）。

8 地源热泵系统合格评价

8.1 单项指标合格评价

8.1.1 单项指标应符合设计要求。设计无要求时，参考相关规范要求。对有工艺或特殊要求的，应符合相关要求。工业建筑中相关参数有特殊要求的，应符合相关行业规范和标准。

8.1.2 冬季室内平均温度不得低于设计温度 2°C ，且不应高于 1°C ；夏季室内平均温度不得高于设计温度 2°C ，且不应低于 1°C 。

8.1.3 水系统供、回水温度检测值不应小于设计温差的80%。

8.1.4 检测持续时间内，冷冻水系统一级支管路回水温度间的允许偏差应为 1°C ，热水系统一级支管路回水温度间的允许偏差应为 2°C 。

8.1.5 热源侧水系统、用户侧水系统和生活热水总流量与设计总流量的允许偏差应 $\leq 10\%$ 。

8.2 地源热泵系统合格评价

8.2.1 地源热泵系统的制冷/热能效比应满足设计要求；当设计无明确规定时应满足表8.2.1的规定。

表8.2.1 地源热泵系统制冷/热能效比限值

技术指标	指标限值
系统制冷能效比	≥ 3.0
系统制热能效比	≥ 2.6

附录 A 仪器仪表测量性能要求

A.0.1 仪器仪表测量性能应符合表 A.0.1。

表 A.0.1 仪器仪表测量性能要求

序号	检测参数	功能	最大允许误差
1	空气温度	宜具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口	$\leq 0.5^{\circ}\text{C}$
2	空气相对湿度	宜具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口	$\leq 5\%$ （测量值）
3	水流量	宜具有自动采集和存储数据功能，能显示和记录瞬时流量和累计流量，并可以和计算机接口	$\leq 5\%$ （测量值）
4	水温度	宜具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口	$\leq 0.2^{\circ}\text{C}$
5	电功率	宜具有自动采集和存储数据功能，能显示和记录瞬时电量和累计电量，并可以和计算机接口	$\leq 1.5\%$ （测量值）

注：所有测试仪器、仪表都必须按国家规定进行检定，并在检定有效期内。

附录 B 地源热泵系统检测报告

B.0.1 现场检测数据记录应完整。可采用原始表格式记录，也可采用仪器发备自带储存输出设备记录。现场原始表格式记录应包含以下基本信息：

- 1 工程名称、系统名称、检测周期、检测部位以及室外空气环境参数等；
- 2 使用的仪器设备的名称、型号、精度等级及其状态；
- 3 直接从仪器设备读取的检测值；
- 4 检测人员和校对人员签字。

B.0.2 检测报告应包括以下基本信息：

- 1 基本概况，包括工程特性、系统类别、室外气象条件、室内负荷状况以及检测对象、范围和主要目的等；
- 2 检测依据，包括规范、图纸、设计文件和设备的技术资料等；
- 3 主要仪器设备名称、型号、精度等级等；
- 4 主要数据取值与检测方法；
- 5 检测结果；
- 6 检测结论，可附检测位置示意图、编号图以及工程照片等资料。

B.0.3 地源热泵系统检测报告应符合表 B.0.3 的要求。

表 B. 0. 3 地源热泵系统检测报告

报告内容			
工程名称			
工程地址			
委托单位		建设单位	
施工单位		监理单位	
见证人		见证号	
委托日期		检测日期	
一、检测概要			
二、检测和判定依据			
三、主要检测仪器/型号/编号			
序号	设备名称	规格型号	精度等级
1			
2			
3			

四、检测结果

序号	参数	单位	技术要求	检测结果	判定
1	室内温度	℃			
2	室内湿度	%			
3	水系统供/回水温差	℃			
4	回水温度一致性	℃			
5	水流量	m³/h			
6	热泵机组性能系数	/			
7	系统能效比	/			
8	冷却塔效率	%			

五、地源热泵系统合格评价

附录 C 室内温度、湿度测点布置与计算

C.0.1 室内温度、室内湿度的检查方法应符合下列规定：

1 温度、湿度测点布置应符合下列原则：

- 1) 3 层及以下的建筑物应逐层选取区域布置温度、湿度测点；
- 2) 3 层以上的建筑物应在首层、中间层和顶层分别选取区域布置、湿度测点；
- 3) 气流组织方式不同的房间应分别布置温度、湿度测点。

2 温度、湿度测点应设于室内活动区域，且应在距地面（700～1800）mm 范围内有代表性的位置，温度、湿度传感器不应受到太阳辐射或室内热源的直接影响。温度、湿度测点位置及数量还应符合下列规定：

- 1) 当房间使用面积小于 16 m²时，应设测点 1 个；
- 2) 当房间使用面积大于或等于 16 m²，且小于 30 m²时，应设测点 2 个；
- 3) 当房间使用面积大于或等于 30 m²，且小于 60 m²时，应设测点 3 个；
- 4) 当房间使用面积大于或等于 60 m²，且小于 100 m²时，应设测点 5 个；
- 5) 当房间使用面积大于或等于 100 m²时，每增加（20～30）m²应增加 1 个测点。

3 室内平均温度、湿度检测应在最冷或最热月，且在供热或供冷系统正常运行后进行。室内平均温度、湿度应进行连续检测，检测时间不得少于 6h，且数据记录时间间隔最长不得超过 10min。

4 室内平均温度应按下列公式计算：

$$t_m = \frac{\sum_{i=1}^n t_{m,i}}{n} \quad (C.0.1-1)$$

$$t_{m,i} = \frac{\sum_{j=1}^p t_{i,j}}{p} \quad (C.0.1-2)$$

式中：

t_m ——检测持续时间内受检房间的室内平均温度（℃）；

$t_{m,i}$ ——检测持续时间内受检房间第 i 个室内逐时温度（℃）；

n ——检测持续时间内受检房间的室内逐时温度的个数；

$t_{i,j}$ ——检测持续时间内受检房间第 j 个测点的第 i 个温度逐时值（℃）；

p ——检测持续时间内受检房间布置的温度测点的点数。

5 室内平均相对湿度应按下列公式计算：

$$\varphi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_{m,i}}{n} \quad (\text{C. 0. 1-3})$$

$$\varphi_{m,i} = \frac{\sum_{j=1}^p \varphi_{i,j}}{p} \quad (\text{C. 0. 1-4})$$

式中

φ_m ----检测持续时间内受检房间的室内平均相对湿度（%）；

$\varphi_{m,i}$ ----检测持续时间内受检房间第 i 个室内逐时相对湿度（%）；

n ----检测持续时间内受检房间的室内逐时相对湿度的个数；

$\varphi_{i,j}$ ----检测持续时间内受检房间第 j 个测点的第 i 个相对湿度逐时值（%）；

p ----检测持续时间内受检房间布置的相对湿度测点的点数。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/187154114133006133>