

ICS 27.080

CCS F 15

DB 11

北京市地方标准

DB11/T 2412—2025

地埋管地源热泵监测系统建设技术规范

Technical specifications for construction of ground-coupled heat
pump monitoring system

2025 - 06 - 24 发布

2025 - 10 - 01 实施

北京市市场监督管理局 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 2

5 系统设计 2

6 系统安装 3

7 数据采集与传输 4

8 系统安全 4

9 调试与验收 4

附录 A（资料性）通讯协议..... 6

附录 B（资料性）验收单..... 9

参考文献 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。

本文件由北京市发展和改革委员会提出并归口。

本文件由北京市发展和改革委员会组织实施。

本文件起草单位：北京京能华清综合能源股份有限公司、北京华清元泰新能源技术开发有限公司、北京节能环保中心、北京市地热调查研究所地热研究中心、建科环能科技有限公司、北京华勤创新软件有限公司、北京京能热力发展有限公司华源分公司、北京能源集团有限责任公司、北京建工集团有限责任公司、北京城建集团有限责任公司、河北省地球物理勘察院（河北省浅层地热能研究中心）、北京华清能环咨询服务有限公司。

本文件主要起草人：陈燕民、孟超、刘伟、韩彩云、孙干、王吉标、赵武琦、杜林芳、朱世权、李凯、郭艳春、杨灵艳、王丙友、马琳、魏本平、刘宁、张书臣、王云霞、魏腾腾、于新华、张毅男、赵明、郑文科、王克、杨世明、李聚刚、韩伟鹏、金凯欣、刘雷明、陈宇迪、关鉴。

地埋管地源热泵监测系统建设技术规范

1 范围

本文件规定了地埋管地源热泵监测系统建设的总体要求、系统设计、系统安装、数据采集与传输、系统安全和调试与验收。

本文件适用于以岩土体为低温热源的地埋管地源热泵监测系统的建设。

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 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 28448 信息安全技术 网络安全等级保护测评要求
- GB/T 32224 热量表
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50339 智能建筑工程质量验收规范
- GB/T 50785 民用建筑室内热湿环境评价标准
- GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准
- DZ/T 0225 浅层地热能勘查评价规范
- DB11/T 1253 地埋管地源热泵系统工程技术规范
- DB11/T 1639 地源热泵系统节能监测
- DB11/T 2177 能源计量器具配备和管理规范 地源热泵系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地埋管地源热泵系统 ground-coupled heat pump system

以岩土体为低温热源，以地埋管为换热方式，以水为传热介质，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供冷、供热系统。

[来源：DB11/T 1253—2022，3.1]

注：简称地源热泵系统。

4 总体要求

- 4.1 地源热泵监测系统应作为地源热泵系统工程实施的组成部分，新建地源热泵系统应同步设计、实施和验收监测系统。
- 4.2 监测系统应由计量器具、数据采集、数据传输系统、数据处理/分析、存储、应用等部分组成。
- 4.3 计量器具的准确度等级应符合 DB11/T 2177 的要求。

5 系统设计

5.1 监测内容

5.1.1 地埋管

地埋管监测应包含以下内容：

- a) 群孔中心区域监测孔、换热区域外监测孔均纵向设置监测点，测点间隔不大于 10 m；
- b) 在热泵机房内配置地埋管热量表，监测地埋管的取（排）热量；
- c) 各换热区域分、集水器应设置温度计、压力表，宜设置流量计；
- d) 项目涉及多个打孔区域的，分别设置监测孔，并满足 DB11/T 1253 要求；
- e) 按照 DB11/T 1253 的要求对地质环境参数进行监测。

5.1.2 热泵机组及输配

热泵机组及输配监测应包含以下内容：

- a) 读取热泵机组的工作状态参数，至少包括负载率，温度，压缩机加载率、电流等；
- b) 监测蒸发器及冷凝器的供回水温度和压力；
- c) 监测用能侧分集水器各分路的供回水温度、压力、流量等；
- d) 监测热水系统的供水量、供水温度；
- e) 监测各热泵机组的耗电量、各类水泵耗电量；
- f) 监测热泵系统的供冷（热）量。

5.1.3 辅助能源

辅助能源监测应包含以下内容：

- a) 宜分别监测市政热力、冷水机组、锅炉等其它各辅助能源系统的供冷（热）量、耗能量；
- b) 宜监测地温场平衡措施的补能量和耗能量。

5.1.4 室内外环境

室内外环境监测应包含以下内容：

- a) 用户侧温湿度监测点设置的位置、数量、方法宜参照 GB/T 50785 的要求；
- b) 用于监测室外温度情况的传感器应防晒、防雨、防风等；
- c) 监测点至监测系统应采取有效的通讯措施，避免干扰。

5.2 监测装置

- 5.2.1 水表、电表、冷（热）量表、流量计的选型及配备器具应符合 DB11/T 2177 的要求。
- 5.2.2 温度、压力传感器应考虑供冷、供热等不同工况下的参数。
- 5.2.3 系统进行电力监测时，应选用环形电流互感器，后期加装互感器时，可采用钳形电流互感器。

5.2.4 管道监测设备应符合下列规定：

- 管道温度监测设备量程应大于管道温度连续运行最大变幅；
- 管道温度监测宜采用插入式温度传感器；
- 流量监测宜采用管段式流量计。

5.3 监测系统功能

5.3.1 本地监测系统

本地监测系统应包含以下内容：

- a) 计算地源热泵在整个系统总供能量的占比；
- b) 计算地源热泵机组能效、系统能效；
- c) 能耗和能效按照 DB11/T 1639 规定的方法计算；
- d) 减排量按照 GB/T 50801 规定的方法计算；
- e) 地温场热平衡按照 DZ/T 0225 规定的方法计算；
- f) 具备异常数据处理功能；
- g) 预留接入远程集中监控系统的数据接口；
- h) 监测数据的采集间隔满足本地监测系统的数据分析、系统调控等需求。

5.3.2 远程集中监控系统

远程集中监控系统应包含以下内容：

- a) 远程集中监控系统的服务器考虑数据量增加的影响，并预留本地在线监测系统接入端口；
- b) 宜具有在移动端进行数据查看、管理等功能；
- c) 对接入其它本地监测系统的数据进行固定周期的备份；
- d) 宜具有智慧数据分析、运行策略制定、下发等功能；
- e) 宜具有区域同类项目集中管控、调度、设备设施管理等功能；
- f) 监测数据的采集间隔满足本地监测系统的数据分析、系统调控等需求。

5.3.3 通讯协议

通讯协议参照附录A。

6 系统安装

6.1 一般要求

- 6.1.1 监测采集装置安装前应对型号、规格、尺寸、数量、性能参数进行检验，并应符合设计要求。
- 6.1.2 装置安装后应对设备运行状况进行全面检查，应包括传感器参数变化、数据发送和固态存储器数据的写入、读取及监测数据的一致性检查等。
- 6.1.3 系统器具的安装位置应便于检修维护、校验和标定。

6.2 地埋管

- 6.2.1 监测孔钻孔、回填应采用与换热孔相同的材料和工艺。
- 6.2.2 地埋管监测装置安装应与地埋管钻凿同期实施。
- 6.2.3 监测孔完成后应做好孔口保护，设置标识。
- 6.2.4 测温线缆应做好防护，接入采集远传设备后，应进行稳定性测试。

6.3 热泵机组及输配

- 6.3.1 水、电、冷热计量仪表应满足 GB/T 32224、GB 50093 的要求。
- 6.3.2 温度、压力等传感器安装位置应满足 GB 50093 的要求。
- 6.3.3 热泵主机的工作参数宜通过设备配套的通讯接口同步接入在线监测系统。

7 数据采集与传输

7.1 一般要求

- 7.1.1 应选用国家标准通信协议的硬件设备。
- 7.1.2 采集传输设备应具有监测点兼容能力、数据存储能力、数据处理能力、数据上传功能。
- 7.1.3 数据采集设备应支持在温度-20℃~55℃、相对湿度 5%~85%环境下通电寿命不低于 10 年。

7.2 传输要求

- 7.2.1 采用有线传输方式时，带宽应不小于 10 Mbit/s，数据传输误码率应不低于 10^{-9} ；采用无线方式传输时，带宽应不小于 2 Mbit/s，数据传输误码率应不低于 10^{-6} 。
- 7.2.2 需要同时对多个热泵系统进行数据监测采集的项目，宜采用相同的数据结构。
- 7.2.3 数据存储的数据库点数应留有余量，且余量不宜小于 10%。
- 7.2.4 地源热泵系统运行期间，机房系统监测数据采集时间间隔不宜大于 10 min，地温场数据采集时间间隔不宜大于 1 h；非运行期地温数据采集时间间隔不宜大于 24 h。数据宜存储 3 年以上。
- 7.2.5 传输数据宜采用国标计量单位，存储数据的精度不低于传感器采集精度。
- 7.2.6 数据上传应支持断点续传，当传输失败时应进行日志记录，并设置自动重传机制。

8 系统安全

- 8.1 接入外网的监测系统应采取安全隔离措施，应设置硬件防火墙设备。
- 8.2 涉及到安全运行的数据宜采用硬件加密方式进行加密。
- 8.3 监控中心网络安全等级保护应按照 GB/T 28448 的规定进行安全等级测评，信息网络安全宜达到 GB/T 22239 规定的等保二级安全要求。

9 调试与验收

9.1 一般规定

- 9.1.1 监测系统安装后应进行调试。
- 9.1.2 检验、调试与验收应符合 GB 50243 和 GB 50462 的相关规定。
- 9.1.3 设备、材料质量证明文件齐全并符合设计及国家相关标准要求。

9.2 调试

- 9.2.1 调试监测数据采集、显示等各项设计功能。
- 9.2.2 系统显示数据应与现场计量器具显示数据一致。
- 9.2.3 调试正常后，应进行连续 24 h 的系统试运行，并填写记录。
- 9.2.4 各项功能均能正常运行，数据接口传输正常。

9.3 验收

9.3.1 监测系统验收应符合 GB 50093、GB 50339 及 DB11/T 1253 的有关规定。

9.3.2 验收单参照附录 B。

附录 A
(资料性)
通讯协议

A.1 一般需求

- A.1.1 监测系统宜采用Modbus RTU TCP/IP通讯协议，宜配备具备固定IP地址的互联网网络。
- A.1.2 机房宜按照通讯协议要求编写采集传输模块的Modbus从站协议，传输方式见表A.1。

表A.1 传输方式

地址	功能代码	数据数量	数据1	...	数据N	CRC低字节	CRC高字节
地址域	功能域	数据域				错误检测域	

A.2 指令说明

指令说明见表A.2。

表A.2 地源热泵监测系统指令说明

1. 读保持寄存器（03 代码）			
数据范围：			
说明：	读取保持寄存器的值（读取的是整型变量或状态量）		
请求：			
从机地址	1 BYTE	1	
功能码	1 BYTE	0X03	
起始地址（Hi）	1 BYTE		
起始地址（Lo）	1 BYTE		
读取数量（Hi）	1 BYTE		最多 70 个数据 (140byte)
读取数量（Lo）	1 BYTE		
CRC（LOW）	1 BYTE		
CRC（HIGH）	1 BYTE		
回应：			
从机地址	1 BYTE	1	
功能码	1 BYTE	0X03	
字节计数	1 BYTE	2*N	
输入状态	2*N BYTE	N VALUE	
CRC（LOW）	1 BYTE		
CRC（HIGH）	1 BYTE		

A.3 CRC16 校验计算说明

CRC16 校验计算步骤如下：

- a) 设置 CRC 寄存器，并给其赋值 FFFF (hex)；
- b) 将数据的第一个 8-bit 字符与 16 位 CRC 寄存器的低 8 位进行异或，并把结果存入 CRC 寄存器；
- c) CRC 寄存器向右移一位，MSB 补零，移出并检查 LSB；
- d) 如果 LSB 为 0，重复第三步；若 LSB 为 1，CRC 寄存器与多项式码（A001）相异或；
- e) 重复第 3 与第 4 步直到 8 次移位全部完成。此时一个 8-bit 数据处理完毕；
- f) 重复第 2 至第 5 步直到所有数据全部处理完成；
- g) 最终 CRC 寄存器的内容即为 CRC 值。

示例：

以05（hex）为例说明：

FFFF→CRC
CRC异或05→FFFA→CRC
CRC右移1→7FFD→CRC，LSB=0 一次移位
因LSB=0，CRC右移1→3FFE→CRC，LSB=1 二次移位
因LSB=1，CRC异或A001→9FFF→CRC
CRC右移1→4FFF→CRC，LSB=1 三次移位
因LSB=1，CRC异或A001→EFFE→CRC
CRC右移1→77FF→CRC，LSB=0 四次移位
因LSB=0，CRC右移1→3BFF→CRC，LSB=1 五次移位
因LSB=1，CRC异或A001→9BFE→CRC
CRC右移1→4DFF→CRC，LSB=0 六次移位
因LSB=0，CRC右移1→26FF→CRC，LSB=1 七次移位
因LSB=1，CRC异或A001→86FE→CRC
CRC右移1→437F→CRC，LSB=0 八次移位
CRC=437F（HEX），CRC（Hi）=43（hex），CRC（Lo）=7F（hex）

A.4 通讯协议

通讯协议见表A.3。

表A.3 通讯协议

地址	内容	默认值	类型	范围	状态(R/W)	单位
00H	1#主机电能	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
02H	2#主机电能	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
04H	3#主机电能	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
.....
0AH	地源侧循环泵电能	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
0CH	用户侧循环泵电能	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
.....
14H	热泵系统累计供热量	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh

表A.3 通讯协议（续）

地址	内容	默认值	类型	范围	状态 (R/W)	单位
16H	热泵系统累计供冷量	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
18H	其它能源 1#供热量	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
1AH	其它能源 2#供热量	0	DWORD	0-9999999999	R	kWh
.....
24H	COP _{sys}	0	DWORD	0-100	R	
26H	EER _{sys}	0	DWORD	0-100	R	
.....
30H	室外温度	0	WORD	-50-50	R	℃
31H	热泵系统地源侧供水温度	0	WORD	0-100	R	℃
32H	热泵系统地源侧回水温度	0	WORD	0-100	R	℃
33H	热泵系统空调侧供水温度	0	WORD	0-100	R	℃
34H	热泵系统空调侧回水温度	0	WORD	0-100	R	℃
35H	其它能源 1#总供水温度	0	WORD	0-100	R	℃
36H	其它能源 1#总回水温度	0	WORD	0-100	R	℃
.....
注：以上数据均以100倍的关系读取，例如：读取数据为12345678，则数据为123456.78。						

附 录 B
(资料性)
验收单

表B. 1给出了验收单格式。

表B. 1 验收单

项目名称			
项目地址			
建设单位		开工日期	
施工单位		竣工日期	
工程概况			
	售后服务联系电话：		
验收意见	建设单位（章）： 负责人 日期： 年 月 日	施工单位（章）： 负责人 日期： 年 月 日	监理单位（章）： 负责人 日期： 年 月 日

参 考 文 献

- [1] GB 50366—2005（2009 版）地源热泵系统工程技术规范
 - [2] NB/T 10274 浅层地热能开发地质环境影响监测评价规范
 - [3] NB/T 10278 浅层地热能监测系统技术规范
 - [4] DB11/T 1771 地源热泵系统运行技术规范
 - [5] DB11/T 1772 地源热泵系统评价技术规范
 - [6] DB11/T 1956 地热动态监测规范
-