|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 27.080 |
| CCS | F15 |

|  |
| --- |
| 11 |

北京市地方标准

DB 11/T XXXX—XXXX

地源热泵监测系统建设技术规范

Technical specification for construction of ground-source heat pump monitoring system

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

北京市市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc179278094)

[1 范围 1](#_Toc179278095)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc179278096)

[3 术语和定义 1](#_Toc179278097)

[4 总体要求 1](#_Toc179278098)

[5 系统设计 2](#_Toc179278099)

[6 系统安装 3](#_Toc179278100)

[7 数据采集与传输 3](#_Toc179278101)

[8 安全要求 4](#_Toc179278102)

[9 验收 4](#_Toc179278103)

[附录A （资料性） 通讯协议 6](#_Toc179278104)

[附录B （资料性） 验收单 9](#_Toc179278105)

[参考文献 10](#_Toc179278106)

1. 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：

本文件主要起草人：

地源热泵监测系统建设技术规范

* 1. 范围

本文件规定了地源热泵项目在线监测系统的总体要求、系统设计、系统安装、数据采集与传输、安全要求与验收等内容。

本文件适用于以岩土体为低温热源的地源热泵项目在线监测系统的建设。

* 1. 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 50462 数据中心基础设施施工及验收规范

GB 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 能源计量器具设置和管理规范 地源热泵系统

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

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、供热空调系统。

[来源：DB11/T 1253-2022，3.1，有修改]

* 1. 总体要求

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。

监测系统应由计量表计、数据采集、本地数据传输系统、数据处理/分析、存储、应用等部分组成。

计量表计的监测精度应符合DB11/T 2177的要求。

* 1. 系统设计
     1. 监测内容设计

地源热泵项目监测系统监测内容应包含地埋管部分、热泵机组及输配部分、其它辅助能源及室内外环境。

地埋管部分

* 1. 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，测点间隔应不大于10m；
  2. 应在热泵机房内配置地埋管热量表，监测地埋管的取（排）热量；
  3. 各换热区域分集水器应设置温度计、压力表，宜设置流量计；
  4. 项目涉及多个打孔区域的，应分别设置监测孔,并满足DB11/T 1253要求；
  5. 应按照DB11/T 1253的要求对地质环境参数进行监测。

热泵机组及输配部分

* 1. 应读取热泵机组的工作状态，包括负载率、温度状态、压缩机工作状态等；
  2. 应监测蒸发器及冷凝器的供回水温度、压力等；
  3. 应监测各末端供能用户的供回水温度、压力；
  4. 应监测热水系统的供水量，供水温度；
  5. 应监测各热泵机组的耗电量、各类水泵耗电量；
  6. 应监测热泵系统的供冷（热）量。

其它辅助能源

* 1. 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；
  2. 宜监测地温场平衡措施的补能量和耗能量。

室内外环境监测

* 1. 空调房间温湿度监测点设置的位置、数量、方法应满足GB/T 50785的要求；
  2. 用于监测室外温度情况的传感器应防晒、防雨、防风等；
  3. 监测点至监测系统应采取有效的通讯措施，远离其它电气设备，避免干扰。
     1. 监测设备要求

水表、电表、冷（热）量表的量程应根据被监测参数进行选择，应在表计的额定量程内。

温度、压力传感器应考虑供冷、供热等不同工况下的参数。

用于计量热水供应的流量计，应结合热水的输送温度考虑流量计的额定工作温度。

管道监测设备应符合下列规定：

* 1. 管道温度监测设备量程应大于管道温度多年最大变幅，精度应不低于±0.2℃ 。
  2. 管道温度监测宜采用插入式温度传感器，当传感器为后期安装且管道不可开孔时，可采用贴片式温度传感器；
  3. 抽水回灌流量监测设备量程应大于单井最大可开采（回灌）量，循环流量监测设备量程应大于系统设计最大循环流量，精度等级应不低于±0.5%；
  4. 流量监测宜采用管段式流量计。
     1. 监测系统功能设计

本地在线监测系统

* 1. 应计算地源热泵系统在整个系统总供能量的占比；
  2. 应可以直接得出地源热泵机组能效、系统能效；
  3. 能耗和能效按照DB11/T 1639规定的方法计算；
  4. 减排量应按照GB/T 50801规定的方法计算；
  5. 地温场热平衡应按照DZ/T 0225规定的方法计算；
  6. 应具备因监测系统故障、传输故障等形成的异常数据处理功能；
  7. 应预留可以接入远程集中监控系统的数据接口；
  8. 各监测数据的采集间隔应满足本地监测系统的数据分析、系统调控等需求。

远程集中监控系统

* 1. 大型和重要项目应设置远程集中监控系统，应具备接入多个本地在线监测系统数据处理、显示能力；
  2. 远程集中监控系统的服务器应考虑数据量增加的影响，并预留本地在线监测系统接入的端口；
  3. 宜同步具有在移动端进行数据查看、管理等的功能；
  4. 应对接入其它本地监测系统的数据进行固定周期的备份；
  5. 宜具有智慧数据分析、运行策略制定、下发等功能；
  6. 宜具有区域同类项目集中管控、调度、设备设施管理等功能。
  7. 系统安装
     1. 一般要求

监测采集设备安装前应对型号、规格、尺寸、数量、性能参数进行检验，并应符合设计要求。

设备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。

系统表计的安装位置应便于检修维护、校验和标定。

* + 1. 地埋管部分

监测孔钻孔、回填应采用与换热孔相同的材料和工艺。

地埋管监测设备安装应与地埋管钻凿同期实施。

监测孔完成后应做好孔口保护，设置标识。

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。

* + 1. 热泵机组及输配部分

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。

水、电、冷热计量仪表应满足GB/T 32224、GB 50093的要求。

温度、压力等传感器安装位置应满足GB 50093的要求。

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。

* 1. 数据采集与传输
     1. 一般要求

应选用带Modbus等行业、国家标准通信协议的硬件设备。

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。

数据采集设备应支持在-20℃～55℃，相对湿度5%～85%环境下通电寿命不低于10年。

* + 1. 传输要求

应提供4G、5G、有线宽带或其它internet上网通道，支持向远程集中监控系统上传数据；上传协议宜采用http(s)方式。

采用有线传输方式时，带宽应不小于10Mbit/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2Mbit/s，数据传输误码率应不低于10-6。

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。

数据存储的数据库点数应留有余量，且余量不宜小于10%。

地源热泵系统运行期，机房系统监测数据采集时间间隔不宜大于10min，地温场数据采集时间间隔不宜大于1h；非运行期地温数据采集时间间隔不宜大于24h。数据宜存储3年以上。

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。

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。

* 1. 安全要求

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。

涉及到安全运行的数据宜采用硬件加密方式进行加密。

根据GB/T 28448的规定，监控中心网络安全等级保护应进行安全等级测评。

信息网络安全宜达到GB/T 22239中等保二级安全要求。

* 1. 验收
     1. 一般规定

监测系统交付使用前，应进行检验、调试。

检验、调试与验收应符合GB 50243的相关规定。

* + 1. 检验

设备、材料应符合国家现行标准及设计要求。

设备、材料应具有产品合格证、性能检验报告和产品说明书等。

各监测设备安装位置应符合设计要求。

* + 1. 调试

监测系统应能实现监测数据采集、显示等各项设计功能。

在线监测系统的显示数据应与就地显示数据一致。

监测系统调试正常后，应进行连续24h的系统试运行，并填写记录。

在线监测系统的各项功能均能正常运行，数据接口传输正常。

* + 1. 验收

监测系统的验收，应符合GB 50093和GB 50462的有关规定。

监测系统的验收应由建设单位组织，设计、施工、建立单位共同进行，填写验收表。

监测系统质量控制资料应完整，至少包括以下内容：

* 1. 施工现场质量管理检验记录；
  2. 设备材料进场检验记录；
  3. 监测仪器、仪表、设备检验记录；
  4. 隐蔽工程验收记录。

监测系统竣工验收资料应至少包括以下内容：

* 1. 工程施工合同；
  2. 图纸会审记录，有设计变更的需要有设计变更通知单；
  3. 竣工图纸；
  4. 设备、系统测试记录；
  5. 系统运行维护手册；
  6. 系统调试和试运行报告。

2. （资料性）  
   通讯协议
   1. 一般要求
      1. 在线监测系统宜采用Modbus RTU TCP/IP通讯协议，各热泵机房宜配备具备固定IP地址的互联网网络，互联网接入带宽不低于10M。
      2. 各热泵机房宜按照本通讯协议规范要求编写采集传输模块的Modbus从站协议。
   2. 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 | |

1. 每两个字符之间发送或者接收的时间间隔不能超过1.5倍字符传输时间，如果两个字元时间间隔超过了3.5倍的字符传输时间，依规定就认为一笔数据已经接收完毕，新的一笔数据传输开始；两个数据包间隔时间不可小于350ms，建议500ms
   1. 指令说明
   2. 地源热泵监测系统指令说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1.读保持缓存器（03代码）** | | | |
| 数据范围： |  | |  |
| 说明： | 读取保持缓存器的值（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 |  |  |

* 1. CRC16校验计算说明

(1)设置CRC寄存器，并给其赋值FFFF(hex)；

(2)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；

(3)CRC寄存器向右移一位，MSB补零，移出并检查LSB；

(4)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；

(5)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；

(6)重复第2至第5步直到所有数据全部处理完成；

(7)最终CRC寄存器的内容即为CRC值。

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）

* 1. 通讯协议
  2. 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 |
| 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 | COPsys | 0 | DWORD | 0-100 | R |  |
| 26H | EERsys | 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 | ℃ |
| ...... | ...... | ...... | ...... | ...... | ...... | ...... |

1. 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
2. （资料性）  
   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 | | |

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

