

地源热泵系统工程技术规范

DB

安徽省地方标准

J12231-2023

DB34/T 1800-2023

## 地源热泵系统工程技术规程

Engineering technical specification for ground-source  
heat pump system

2023-03-01 发布

2023-09-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布

安徽省地方标准

# 地源热泵系统工程技术规程

Engineering technical specification for ground-source  
heat pump system

**DB34/T 1800—2023**

主编部门：安徽省住房和城乡建设厅

批准部门：安徽省市场监督管理局

施行日期：2023年09月01日

2023 合 肥

# 安徽省市场监督管理局 公告

第 2 号

---

## 安徽省市场监督管理局关于批准发布 “可交互空中成像技术规范”等 103 项地方标准的公告

安徽省市场监督管理局依法批准“可交互空中成像技术规范”等 103 项安徽省地方标准,现予以公布。

安徽省市场监督管理局

2023 年 3 月 1 日

## 安徽省地方标准清单

序号	地方标准编号	标准名称	代替标准号	批准日期	实施日期
1	DB34/T 1800-2023	地源热泵系统工程技术规范	DB34/1800-2012	2023-03-01	2023-09-01
2	DB34/T 5006-2023	太阳能光伏与建筑一体化技术规范	DB34/5006-2014	2023-03-01	2023-09-01
3	DB34/T 4385-2023	城市地下工程周边环境风险评估规范		2023-03-01	2023-09-01
4	DB34/T 4386-2023	园区及建筑智慧运维技术标准		2023-03-01	2023-09-01
5	DB34/T 4387-2023	装配式建筑工程项目管理规程		2023-03-01	2023-09-01
6	DB34/T 4388-2023	花境营造技术导则		2023-03-01	2023-09-01
7	DB34/T 4389-2023	城市轨道交通结构安全保护技术规范		2023-03-01	2023-09-01
8	DB34/T 4390-2023	物业管理区域安全管理规范		2023-03-01	2023-09-01
9	DB34/T 4391-2023	中小学校园智慧化设计标准		2023-03-01	2023-09-01

# 前 言

根据安徽省住房和城乡建设厅《安徽省市场监督管理局关于下达 2020 年第二批安徽省地方标准制修订计划的函》(皖市监函〔2020〕341 号)文件要求,由合肥工业大学设计院(集团)有限公司等有关单位对安徽省地方标准《地源热泵系统工程技术规程》DB34/1800—2012 进行修订。

本规程修订过程中,编制组进行了深入的调查研究,全面总结了安徽省地源热泵系统工程应用的实践经验和相关科研成果,并在广泛征求意见的基础上,通过反复讨论、修改,形成了本规程。

本规程共分 9 章。主要内容是:1. 总则;2. 术语;3. 基本规定;4. 工程勘察;5. 工程设计;6. 工程施工;7. 检验与验收;8. 监测与控制;9. 运维与能效评价。

本规程修订的主要技术内容是:

1. 增加基本规定章节,突出环保和可行性评估的重要性;
2. 增加了中深层地埋管换热系统和污水源热泵换热系统内容;
3. 完善系统运行监测与运维管理的要求,并按监测与控制、运维与能效评价章节分别作出规定。

本规程由安徽省住房和城乡建设厅负责管理,由合肥工业大学设计院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。

本规程在执行过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈给合肥工业大学设计院(集团)有限公司,以便今后修订时参考。地址:安徽省合肥花园大道 369 号 合肥工业大学设计院(集团)有限公司,邮编:230009

主 编 单 位:合肥工业大学设计院(集团)有限公司

安徽省住房和城乡建设厅建筑节能与科技处

安徽省建筑节能与科技协会  
合肥市绿色建筑与勘察设计协会  
参编单位:安徽省城建设计研究总院股份有限公司  
安徽省医药设计院  
安徽建筑大学  
安徽两淮建设有限责任公司  
安徽中电节能科技有限公司  
安徽华冶新能源科技有限公司  
安徽地矿新能源开发有限责任公司  
哈尔滨工大金涛科技股份有限公司  
安徽省方舟科技开发有限责任公司  
安徽利新能环境工程有限公司  
安徽威智建设集团有限公司  
安徽地平线建筑设计有限公司  
麦克维尔中央空调有限公司合肥分公司  
安徽美的楼宇设备销售有限公司  
珠海格力电器股份有限公司

主要编写人员:张勇 陈必喜 杨孝鹏 韩非 朱力  
王晏平 官煜 鲁长权 张抗 林凡  
胡浩威 甄茂盛 叶长青 祖国全 谢宝良  
汤佳佳 吴建兵 毛雨生 张勇(金涛科技)  
刘森 陈国栋 高德刚 余根 姜苏  
陶全胜 黄太松 张捍东 张宁 王东红  
王浩 余红海 续红军 刘坤 姜子健  
陈丽娟 刘水 张燕 杨爱芝 孟庆海  
秦爽 许康 章琛 刘亚军 谢宗标  
主要审查人员:夏卓平 路宾 郁云涛 余弢 林宾  
陈雷 丰建国

# 目 次

1	总 则 .....	1
2	术 语 .....	2
3	基本规定 .....	5
4	工程勘察 .....	6
4.1	一般规定 .....	6
4.2	浅层地埋管换热系统 .....	6
4.3	中深层地埋管换热系统 .....	7
4.4	地表水换热系统 .....	8
4.5	污水换热系统 .....	8
4.6	地下水换热系统 .....	8
5	工程设计 .....	10
5.1	一般规定 .....	10
5.2	浅层地埋管换热系统 .....	10
5.3	中深层地埋管换热系统 .....	12
5.4	地表水换热系统 .....	13
5.5	污水换热系统 .....	14
5.6	地下水换热系统 .....	15
5.7	热泵机房系统 .....	16
5.8	管 材 .....	17
6	工程施工 .....	19
6.1	一般规定 .....	19
6.2	浅层地埋管换热系统 .....	19
6.3	中深层地埋管换热系统 .....	21
6.4	地表水换热系统 .....	22
6.5	污水换热系统 .....	23
6.6	地下水换热系统 .....	23
6.7	热泵机房系统 .....	24
7	检验与验收 .....	25
7.1	一般规定 .....	25

7.2	浅层地埋管换热系统 .....	25
7.3	中深层地埋管换热系统 .....	26
7.4	地表水换热系统 .....	27
7.5	污水换热系统 .....	27
7.6	地下水换热系统 .....	27
7.7	热泵机房系统 .....	28
8	监测与控制 .....	29
8.1	一般规定 .....	29
8.2	地埋管换热系统 .....	29
8.3	地表水换热系统 .....	29
8.4	污水换热系统 .....	30
8.5	地下水换热系统 .....	30
8.6	系统监测与控制 .....	31
9	运维与能效评价 .....	32
9.1	一般规定 .....	32
9.2	节能运行 .....	32
9.3	维护与管理 .....	32
9.4	能效评价 .....	33
附录 A	地源热泵系统设计流程 .....	34
附录 B	地源热泵系统工程可行性研究报告 .....	35
附录 C	专项勘察报告 .....	36
附录 D	岩土热响应试验 .....	39
附录 E	地下水换热系统勘察抽水试验、回灌试验方法 .....	42
附录 F	竖直地埋管换热系统设计计算 .....	43
附录 G	地埋管压力损失计算 .....	46
附录 H	同轴套管式中深层地埋管换热器传热分析模型 .....	48
附录 J	地源热泵换热系统设计吸热量与设计释热量计算 .....	50
附录 K	污水源热泵系统换热温差推荐值 .....	52
附录 L	地埋管及地表水换热器用管材外径及壁厚 .....	53
附录 M	地源热泵系统水压试验 .....	55
	本规程用词说明 .....	57
	引用标准名录 .....	58
	条文说明 .....	60

# Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	5
4	Engineering survey	6
4.1	General requirements	6
4.2	Shallow ground heat exchange system	6
4.3	Middle and deep ground heat exchange system	7
4.4	Surface water heat exchange system	8
4.5	Sewage heat exchange system	8
4.6	Groundwater heat exchange system	8
5	Engineering design	10
5.1	General requirements	10
5.2	Shallow ground heat exchange system	10
5.3	Middle and deep ground heat exchange system	12
5.4	Surface water heat exchange system design	13
5.5	Sewage heat exchange system	14
5.6	Groundwater heat exchange system	15
5.7	Heat pump plant room system	16
5.8	Pipes	17
6	Engineering construction	19
6.1	General requirements	19
6.2	Shallow ground heat exchange system	19
6.3	Middle and deep ground heat exchange system	21
6.4	Surface water heat exchange system design	22
6.5	Sewage heat exchange system	23
6.6	Groundwater heat exchange system	23
6.7	Construction of heat pump room system	24
7	Inspection and acceptance	25
7.1	General requirements	25

7.2	Shallow ground heat exchange system .....	25
7.3	Middle and deep ground heat exchange system .....	26
7.4	Surface water heat exchange system design .....	27
7.5	Sewage heat exchange system .....	27
7.6	Groundwater heat exchange system .....	27
7.7	Heat pump plant room system .....	28
8	System of monitoring and control .....	29
8.1	General requirements .....	29
8.2	Ground heat exchange system .....	29
8.3	Surface water heat exchange system design .....	29
8.4	Surface water heat exchange system design .....	30
8.5	Sewage heat exchange system .....	30
8.6	System monitoring and control .....	31
9	Operations and system energy efficiency evaluation .....	32
9.1	General requirements .....	32
9.2	Energy conservation operation .....	32
9.3	Maintenance and management .....	32
9.4	Energy efficiency evaluation .....	33
Appendix A	Design process of ground-source heat pump system .....	34
Appendix B	Engineering feasibility study report of ground-source heat pump system .....	35
Appendix C	Special survey report .....	36
Appendix D	Rock-soil thermal response tests .....	39
Appendix E	Pumping test, injection test methods for groundwater heat exchange system survey .....	42
Appendix F	Design calculation of vertical ground heat exchange system .....	43
Appendix G	Buried pipe pressure loss calculation .....	46
Appendix H	Numerical analysis method for heat transfer of coaxial deep borehole heat exchanger .....	48
Appendix J	Design heat absorption and design heat release of ground-source heat pump exchange system .....	50

Appendix K	Recommendation of temperature difference of sewage-source heat pump system .....	52
Appendix L	Outer diameter and wall thickness of buried pipe and surface water heat exchangers .....	53
Appendix M	Water pressure test of ground-source heat pump system .....	55
	Explanation of wording in this standard .....	57
	List of quoted standards .....	58
	Explanation of provisions .....	60



# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻落实国家和安徽省在建筑领域的“双碳”目标，规范我省地源热泵系统工程勘察、设计、施工、检验与验收、监测与控制、运维与能效评价，做到安全适用、经济合理、技术先进可靠，保证工程质量，并符合资源节约和保护环境的要求，修订本规程。

**1.0.2** 本规程适用于安徽省新建、改建和扩建的以岩土体、地表水（江、河、湖水）、城市污水、地下水为低温热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用蒸气压缩热泵技术进行供热、供冷的地源热泵系统工程勘察、设计、施工、检验与验收、监测与控制、运维与能效评价。

**1.0.3** 地源热泵系统工程应结合水文地质条件、地热能资源、建筑用能特性和系统经济性等因素综合考虑，并做到合理设计、规范施工及科学运维。

**1.0.4** 地源热泵系统工程勘察、设计、施工、检验与验收、监测与控制、运维与能效评价除应符合本规程外，尚应符合现行国家有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 地源热泵系统 ground-source heat pump system

以岩土体、地表水(江、河、湖水)、城市污水、地下水为低温热源,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理管地源热泵系统、地表水地源热泵系统、污水源热泵系统和地下水地源热泵系统。

### 2.0.2 地热能资源 geothermal resources

蕴藏在岩土体、地表水(江、河、湖水)、城市污水或地下水中,能够开发和利用的热能资源。

### 2.0.3 岩土体 rock-soil body

指岩体、土体及其组合。岩体是工程作用范围内具有一定的岩石成分、结构特征的岩石集合体,土体是分布于地壳表部尚未固结成岩的松散土质堆积物。

### 2.0.4 中深层换热孔 middle deep geothermal heat exchange hole

用于与中深层岩土体进行热交换的井。

### 2.0.5 测试孔 vertical testing exchanger

按照测试要求和拟采用的成孔方案,将用于岩土热响应试验的勘探孔称为测试孔。

### 2.0.6 岩土综合热物性参数 parameter of the rock-soil thermal properties

是指不含回填材料在内的,地理管换热器深度范围内,岩土的综合导热系数、综合比热容。

### 2.0.7 浅层岩土初始平均温度 initial average temperature of rock-soil

主要是指地壳浅层(指恒温带至 200m 以浅范围内)岩土常年恒定的平均温度。

### 2.0.8 岩土热响应试验 rock-soil thermal response test

通过测试仪器,对项目所在的场区内的测试孔进行一定时间的连续加热,获得岩土综合热物性参数及岩土初始平均温度的试验。

### 2.0.9 地埋管换热系统 ground heat exchange system

传热介质通过地埋管换热器与岩土体进行热交换的地热能交换系统。分为浅层地埋管换热系统和中深层地埋管换热系统。

### 2.0.10 浅层地埋管换热系统 shallow ground heat exchange system

采用竖直或水平地埋管换热器与浅层岩土体进行热交换,可通过热泵供冷、供热的换热系统。

### 2.0.11 中深层地埋管换热系统 middle deep geothermal heat exchange system

采用竖直地埋管换热器与 1000m~3000m 的中深层岩土体进行热交换,通过热泵用于供热的换热系统。

### 2.0.12 水平地埋管换热器 horizontal ground heat exchanger

换热管路埋置在水平管沟内的地埋管换热器。

### 2.0.13 竖直地埋管换热器 vertical ground heat exchanger

换热管路埋置在垂直钻孔内的地埋管换热器。

### 2.0.14 地表水换热系统 surface water heat exchange system

与地表水进行热交换的地热能交换系统,分为开式地表水换热系统和闭式地表水换热系统。

### 2.0.15 污水换热系统 sewage heat exchange system

与城市污水进行热交换的热能交换系统,可分为直接式污水换热系统和间接式污水换热系统。

### 2.0.16 地下水换热系统 groundwater heat exchange system

与地下水进行热交换的地热能交换系统,分为直接地下水换热系统和间接地下水换热系统。

### 2.0.17 抽水试验 pumping test

在井中进行计时计量抽取地下水,并测量水位变化的过

程,目的是了解含水层富水性,并获取水文地质参数。

**2.0.18 回灌试验 injection test**

向井中连续注水,使井内保持一定水位,或计量注水、记录水位变化来测定含水层渗透性、注水量和水文地质参数的试验。

**2.0.19 地源热泵系统制冷能效比/制热性能系数 energy efficiency ratio/coefficient of performance of ground-source heat pump system**

地源热泵系统总制冷量(制热量)与热泵系统总耗电量的比值,热泵系统总耗电量包括热泵机组、各级循环水泵的耗电量。

### 3 基本规定

- 3.0.1** 有条件且技术经济合理时,应优先采用地源热泵系统。
- 3.0.2** 地表水热泵系统、污水源热泵系统、地下水热泵系统利用时,除技术经济合理外,尚应符合国家和地方有关规定及要求。
- 3.0.3** 地源热泵系统设计前,应调查拟利用的工程场地状况,勘察场地地质条件及地热能资源,并进行工程可行性评估。
- 3.0.4** 工程场地状况调查主要包括下列内容:
- 1 场地规划面积、形状及坡度;
  - 2 场地内已有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布;
  - 3 场地内树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、电信电缆的分布;
  - 4 场地内已有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的分布及其埋深;
  - 5 场地及周围地下水开采情况,已有水井的位置、水质、水位、水温和涌水量;
  - 6 水源性质与条件、水源与建筑之间的距离;
  - 7 地表水水文资料;
  - 8 地热资源资料。
- 3.0.5** 地源热泵系统设计流程可按本规程附录 A 执行。
- 3.0.6** 地源热泵系统工程应用应编制可行性研究报告,报告主要内容可按本规程附录 B 要求进行编制。
- 3.0.7** 地源热泵系统勘察和施工时,各项污染物排放应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 等相关标准的规定。

## 4 工程勘察

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 场地地质条件及地热能资源勘察应由具有相应能力的单位承担,评估阶段应提供相关的热物性参数及必要的地质条件,施工图阶段应编制专项勘察报告,专项勘察报告可参照本规程附录 C 执行。

**4.1.2** 地质条件及地热能资源勘察的试验仪器、仪表应具有有效期内的检验合格证、校准证书或测试证书。

### 4.2 浅层地埋管换热系统

**4.2.1** 地埋管换热系统设计前,应对工程场区内岩土体地质条件及地热能资源进行勘察。

**4.2.2** 岩土体地质条件勘察应参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《供水水文地质勘察规范》GB 50027 及行业标准《地源热泵系统工程勘察标准》CJJ/T 291 的规定执行。

**4.2.3** 地埋管换热系统勘察主要包括下列内容:

- 1 岩土层的地质年代、岩性特征、地层结构和地质构造;
- 2 岩土体热物性;
- 3 钻孔范围内岩土体的原始温度及其平均温度;
- 4 岩土体含水量、饱和度;
- 5 地下水赋存条件,相关含水层静水位、水温、水质及分布;
- 6 地下水径流方向、渗流速度、水力坡度;
- 7 不良地质作用及特殊岩土;
- 8 钻探及成井工艺;
- 9 场地水、土对工程管道材料等的腐蚀性。

**4.2.4** 地埋管换热系统场地勘察应进行现场岩土热响应试

验,测试方法应符合本规程附录 D 的规定。

**4.2.5** 岩土现场热响应测试孔应通过全孔取芯钻进和物探等方法,获取地层岩性等相关资料;测试孔数量应符合下列规定:

1 应用建筑面积小于等于  $5000\text{m}^2$  时,测试孔数量不应少于 1 个;

2 应用建筑面积在  $5000\text{m}^2 \sim 50000\text{m}^2$  时,测试孔数量不应少于 2 个;

3 应用建筑面积大于  $50000\text{m}^2$  时,测试孔数量不应少于 4 个;

4 地质情况较复杂时,除符合上述规定外,应适当增加测试孔数量。

**4.2.6** 采用垂直埋管换热器时,应通过钻探进行岩土体地质勘察;钻探方案应根据场地地质条件复杂程度确定;勘察及试验孔深度应比拟设计钻孔深度深 2m。

**4.2.7** 采用水平埋管换热器时,宜通过槽探、坑探或钎探进行岩土体地质勘察;勘察方案应根据场地及地质条件确定,勘察深度宜比拟设计的埋管深度深 1m。

### 4.3 中深层埋管换热系统

**4.3.1** 中深层埋管换热系统设计前,应对工程场区内中深层地热地质条件及地热能资源进行勘察。

**4.3.2** 中深层地质条件勘察应符合现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615 的规定。

**4.3.3** 中深层埋管换热系统勘察主要包括下列内容:

- 1 地层结构、断裂分布和性质;
- 2 地热增温率;
- 3 岩性、厚度、温度平面及剖面分布情况;
- 4 地下流体温度、压力及化学组分;
- 5 地下热储的岩性、埋深、厚度及分布;
- 6 热储盖层的岩性、厚度及分布;

- 7 岩土体热物性分析及地热储层热物性分析；
- 8 开凿地热井所需的全部地质参数；
- 9 钻探方法。

#### 4.4 地表水换热系统

4.4.1 地表水换热系统设计前,应对工程场区地表水状况、地表水资源、利用方式进行勘察。

4.4.2 地表水换热系统勘察主要包括下列内容:

- 1 水源性质、用途、深度、面积及其分布；
- 2 水温、水位的变化；
- 3 流速、流量的变化；
- 4 水质及其变化；
- 5 取水和退水的适宜地点及路线；
- 6 换热器布置适宜区域及干管路线；
- 7 分析取用地表水时对水体水质、生态环境的影响；
- 8 航运情况、附近取排水构筑物情况。

#### 4.5 污水换热系统

4.5.1 污水换热系统设计前,应对工程场区周边的污水资源、利用方式进行勘察。

4.5.2 污水换热系统勘察主要包括以下内容:

- 1 污水的性质、来源、污水管网的布局、走向、埋深和处理工艺；
- 2 水温、水质、流速、流量(平均值、峰值、谷值)的变化规律；
- 3 取水及利用方式,取水和退水的地点和路由；
- 4 污水管渠的管径及材质；
- 5 施工场地与条件等因素；
- 6 污水资源利用现状及中长期发展规划。

#### 4.6 地下水换热系统

4.6.1 地下水换热系统设计前,应对工程场区水文地质条件

及地下水资源进行勘察与评价。

**4.6.2** 水文地质条件勘察参照现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027、《管井技术规范》GB 50296 规定执行。

**4.6.3** 地下水换热系统勘察主要包括以下内容：

- 1 含水层的岩性、厚度、产状与分布特征；
- 2 含水层埋藏条件、取水层中地下水类型；
- 3 含水层补给、径流、排泄条件，含水岩之间水力联系和各隔水岩的隔水性能；
- 4 含水层地下水水位、水温、水质分布与动态特征。

**4.6.4** 地下水换热系统应进行水文地质钻探、抽水及回灌试验，并提供以下成果：

- 1 取水层的抽水试验，并提供钻孔柱状图，抽水试验综合成果图；
- 2 取水层的回灌试验，并提供钻孔柱状图，回灌试验综合成果图；
- 3 取水层的水量、水质分析试验报告。

**4.6.5** 地下水换热系统，必须采取可靠的回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到相应的取水层位，并不得对地下水资源造成污染。

**4.6.6** 地下水换热系统，应对抽水和回灌方案的可行性和可靠性进行技术论证，主要包括以下内容：

- 1 抽水方案：包括取水层、抽水井结构、抽水井数量与平面布局、各井的抽水量计划；
- 2 回灌方案：包括回灌至取水层、回灌井结构、回灌井数量与平面布局、各井的回灌量计划；
- 3 地下水换热系统运行对地下水水位、水量、水质与水温的影响范围、程度与过程。

**4.6.7** 地下水换热系统勘察抽水试验和回灌试验方法应符合本规程附录 E 的规定。

## 5 工程设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 地源热泵系统设计应包括地源侧换热系统、热泵机房系统等设计内容。

**5.1.2** 地源热泵换热系统设计应依据可行性研究报告及专项勘察报告进行。

### 5.2 浅层地埋管换热系统

**5.2.1** 地埋管换热系统应结合冷(热)负荷、埋管面积、岩土结构、热物性参数及钻孔成本等因素确定埋管方式。

**5.2.2** 地埋管换热系统设计应进行所负担建筑物全年动态负荷及吸、热、释热量计算,最小计算周期不应小于1年。建筑面积50000m<sup>2</sup>以上大规模地埋管地源热泵系统,应进行10年以上地源侧热平衡计算。在计算周期内,地源热泵系统总释热量宜与总吸热量相平衡,不平衡时,应采取可靠的热平衡措施。

**5.2.3** 地埋管换热器的设计长度应满足热泵系统最大释(吸)热量的要求,最大释(吸)热量应按热泵系统承担的冷(热)负荷计算确定。

**5.2.4** 地埋管换热器长度和埋管深度应通过专业软件计算或参照本规程附录F的方法确定,且应符合下列规定:

- 1 夏季运行期间:地埋管换热器出口最高温度宜低于33℃;
- 2 冬季运行期间:地埋管换热器进口最低温度宜高于4℃。

**5.2.5** 地埋管换热器设计计算时,环路集管不应包括在地埋管换热器长度内。

**5.2.6** 水平地埋管换热器可不设坡度,最上层埋管顶部应在冻土层以下0.4m,且距地面不宜小于0.8m。单层管埋设深度

宜为 1.2m~2.0m, 双层管宜为 1.6m~2.4m。

**5.2.7** 竖直埋管换热器埋管深度宜大于 60m, 单 U 管钻孔孔径不宜小于 0.11m, 双 U 管钻孔孔径不宜小于 0.15m; 钻孔间距应满足换热需要, 间距宜为 4m~6m。水平环路集管距地面不宜小于 1.5m, 且应在冻土层以下 0.6m。

**5.2.8** 埋管换热器管内流体应保持紊流流态, 单 U 形管内流速不宜小于 0.6m/s, 双 U 形管不宜小于 0.4m/s。

**5.2.9** 埋管换热系统设计时, 应进行水力计算, 埋管换热器的环路压力损失宜控制在 30Pa/m~50Pa/m。埋管压力损失可按本规程附录 G 计算。

**5.2.10** 大型埋管换热系统宜进行分区设计, 且与机组设置相对应。

**5.2.11** 竖直埋管宜直接连接至检查井内的分集水器, 水平管宜采取同程式布置; 当采用埋管环路两端应分别与供、回水环路集管相连接时, 每对供回水环路集管连接的埋管环路数宜相等, 且每组集管连接的竖直埋管环路数不宜超过 8 个, 各分区环路集管的接口处应设二级分集水器; 水平供回水干管宜采取同程式布置, 布置间距不宜小于 0.6m, 坡度不宜小于 0.002。

**5.2.12** 埋管环路采取二级分、集水器连接时, 二级分、集水器应有平衡和调节各地埋管环路流量的措施, 设置在室外的二级分、集水器应设检查井。

**5.2.13** 检查井应符合下列规定:

- 1 检查井内管道、阀门、分集水器应有保温措施;
- 2 检查井应设集水及排水装置;
- 3 检查井应有足够的检修空间。

**5.2.14** 地库底板下方布置埋管时水平埋管宜设计沟槽, 且应避免地下结构构件密集区域。

**5.2.15** 埋管换热系统应根据地质特征确定回填料配方, 回填料的导热系数不宜低于钻孔外或沟槽外岩土体的导热系数,

且不对周边环境造成污染。

**5.2.16** 地理管换热系统宜采用变流量设计。

**5.2.17** 地理管换热系统设计时,地理管管材的承压能力应满足系统工作压力要求。

**5.2.18** 地理管换热系统应设地温监测,监测孔布置应符合下列规定:

1 监测孔数量根据换热孔的布置方式及数量确定,换热孔群内部区域不应少于1个,外围区域不宜少于2个;

2 监测孔内温度传感器数量不少于5个,可根据埋管区岩土层结构确定。

### 5.3 中深层地理管换热系统

**5.3.1** 中深层地理管换热系统应结合可使用场地面积、岩土结构、岩土竖向温度分布、钻孔成本等因素确定埋管型式。

**5.3.2** 中深层地理管换热系统应根据建筑物供热负荷和地热换热系统取热量进行设计,应进行供暖季动态热负荷计算和热平衡分析,系统模拟最小计算周期不应少于两年。

**5.3.3** 中深层地理管换热系统设计,应选取代表孔监测循环介质进出口温度及流量,并应采用现场测试结合本规程附录 H 理论建模的方法计算换热孔换热能力。

**5.3.4** 地理管换热器应设置于中深层热储层。

**5.3.5** 中深层换热孔孔径不宜小于220mm,孔间距不宜小于15m,水平埋管顶部应在冻土层以下1.0m,且距地面不宜小于1.5m。

**5.3.6** 采用深度为2000m左右的同轴套管换热器时,地源侧循环介质流量宜为 $18\text{m}^3/\text{h}\sim 27\text{m}^3/\text{h}$ 。

**5.3.7** 同轴套管换热器宜外管进水,内管出水;并宜控制换热器入口水温维持在 $4^\circ\text{C}$ 以上,外管流速宜小于 $1.0\text{m}/\text{s}$ 。

**5.3.8** 同轴套管换热器,宜优先确定外套管直径,内套管直径宜以埋管系统流动阻力相对较小的原则确定。

- 5.3.9** 中深层地埋管换热系统宜采用变流量、大温差设计。
- 5.3.10** 中深层地埋管换热系统设计时,应进行水力计算,并应考虑自然压头的作用。
- 5.3.11** 中深层地埋管换热系统的补水应进行除氧及软化处理。

## 5.4 地表水换热系统

- 5.4.1** 地源热泵系统应根据水质、水位、水温、水体面积及深度、环保要求等因素选择开式或闭式换热系统。
- 5.4.2** 对地表水体的温度影响,应限制在周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ,周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的范围内。
- 5.4.3** 地表水换热系统设计换热量宜同时满足热泵系统最大释热量与吸热量要求。设计吸热量与设计释热量可按本规程附录J计算。
- 5.4.4** 开式地表水换热系统取、退水口应避免热短路,且符合下列规定:
- 1** 取水口应选择水质较好的位置,外围应设置污物初步过滤装置;
  - 2** 取水口应有沉淀、过滤等除泥、除砂、除藻等物理水处理措施;
  - 3** 流动水域取水口应位于退水口的上游且远离退水口;
  - 4** 取水口水流速度不宜大于  $1\text{m/s}$ ;
  - 5** 退水口的位置应避免对环境造成影响。
- 5.4.5** 取水构筑物设计应符合现行《室外给水设计标准》GB 50013 中的规定。
- 5.4.6** 开式地表水换热系统宜选用便于拆洗的热交换器作中间换热器,中间热交换器选用板式换热器时,设计接近温度不应大于  $2^{\circ}\text{C}$ ;换热器阻力不应大于  $70\text{kPa}$ 。
- 5.4.7** 闭式地表水换热器选型计算时,夏季工况换热器的设计接近温度宜取  $5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ,冬季工况换热器设计接近温度宜为  $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ,换热器进水温度:夏季应不高于  $32^{\circ}\text{C}$ ,冬季宜不低于  $6^{\circ}\text{C}$ 。

**5.4.8** 当地表水换热系统有冻结的可能性时,换热器内工质应有防冻措施,流速宜控制在  $0.7\text{m/s}\sim 1.2\text{m/s}$ 。

**5.4.9** 闭式地表水换热系统中地表水换热器单元的阻力不应大于  $100\text{kPa}$ ,各组换热器单元(组)的环路集管应采用同程布置形式,每个环路集管内的换热环路数宜相同。环路集管比摩阻不宜大于  $100\text{Pa/m}\sim 150\text{Pa/m}$ ,流速不宜大于  $1.5\text{m/s}$ ;系统供回水管比摩阻不宜大于  $200\text{Pa/m}$ ,流速不大于  $3.0\text{m/s}$ 。

**5.4.10** 地表水换热系统室外部分管道宜采用直埋敷设方式。

**5.4.11** 地表水换热系统宜采用变流量设计。

## 5.5 污水换热系统

**5.5.1** 污水换热系统应根据水质、水温、管渠污水水量变化及环保要求等因素综合考虑,原生污水换热系统应采用间接式换热。

**5.5.2** 原生污水换热系统宜采用重力取水,取水口应设置在污水渠最低水位以下,距污水取水设施底板不宜小于  $300\text{mm}$ ,取水口处宜设阀门井和冲洗设施。

**5.5.3** 原生污水进入污水取水管路前宜设置粗格栅。

**5.5.4** 原生污水退水应符合当地市政排水规定,并排放至取水点下游不小于  $30\text{m}$  的距离。

**5.5.5** 原生污水取退水管线的流速不宜低于  $1\text{m/s}$ ,取退水管径不宜小于  $150\text{mm}$ 。

**5.5.6** 原生污水取水管上应设置调节池,其容积应不小于污水泵 5 分钟出水量要求。

**5.5.7** 污水换热系统退水温度应符合下列规定:

- 1 原生污水应满足污水处理厂工艺要求;
- 2 再生污水应满足《地表水环境质量标准》GB 3838 要求。

**5.5.8** 污水换热系统换热温差应依据污水取水温度确定,不同取水温度的换热温差,可按本规程附录 K 取值。

**5.5.9** 污水换热器应符合下列规定:

1 原生污水换热器应具有耐腐蚀、污水通道截面积大、不易积污的特性；

2 再生污水换热器应具有耐腐蚀、便捷拆卸及清洗的特性。

**5.5.10** 原生污水取水泵应符合下列规定：

1 宜采用污水潜污泵或虹吸泵；

2 水泵进出口不应设底阀或止回阀；

3 水泵出口设电动闸阀；

4 设置检修平台。

**5.5.11** 原生污水专用换热器接管阀门宜使用闸阀，不应选用蝶阀。

## 5.6 地下水换热系统

**5.6.1** 地下水的持续出水量应满足地下水地源热泵系统最大释热量或最大吸热量的要求，设计吸热量与设计释热量可按本规程附录J计算。

**5.6.2** 水量及井数量设计应符合下列规定：

1 单井出水量应根据工程所在区域的水文地质条件及抽、回水试验数据确定；

2 抽水井数量应根据空调系统的使用工况、负荷峰值、最小值、平均值等需求计算设计总出水量，并根据单井出水量确定抽水井的数量；

3 回灌井数量应根据勘察成果及回灌试验资料确定，并确保地下水能够实现同层回灌；

4 地源热泵系统的抽水量，应不大于所有抽水井在热泵系统运行期所能提供的最小出水总量，并要考虑周边工程对工程区地下水位和水资源量的干扰。

**5.6.3** 地下水换热系统设计应符合下列规定：

1 当采用集中设置的水源热泵机组时宜设间接换热器；采用分散小型单元机组时，应设中间换热器；

2 根据建筑物的特点、使用功能及不同地区地下水的温

度参数,确定机组合理的运行工况,提高地下水地源热泵系统的整体运行性能。

**5.6.4** 抽水井、回灌井设计应符合现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 的相关规定,并应包括以下内容:

- 1 抽水井、回灌井抽水量和回灌量、水温 and 水质;
- 2 抽水井、回灌井数量、井位分布及取水层位;
- 3 井管配置及管材选用、抽灌设备选择;
- 4 井身结构、填砾位置、滤料规格及止水材料;
- 5 抽水试验和回灌试验要求及措施;
- 6 井口装置及附属设施。

**5.6.5** 抽水井与回灌井宜能相互转换,抽水管和回灌管上应设置排气装置、水样采集口及监测口。

**5.6.6** 抽水井、回灌井的设置应避免有污染的地面或地层,抽水井、回灌井井口处应设检查井。

**5.6.7** 抽水井和回灌井应安装计量水表。

**5.6.8** 换热系统宜采用变流量、大温差设计,并根据空调负荷变化调节地下水用量,供回水设计温差不宜小于 7℃。

## 5.7 热泵机房系统

**5.7.1** 水源热泵机组的能效不应低于现行国家标准《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721 规定的节能评价价值。

**5.7.2** 水源热泵机组正常工作的冷热源温度范围应符合表 5.7.2-1 的规定:

表 5.7.2-1 水源热泵机组正常工作的冷热源温度范围

机组类型	制冷工况进入 冷凝器的水温(℃)	制热工况进入 蒸发器的水温(℃)
地理管系统	10~40	-5~25
地表(污)水系统	20~40	-5~30
地下水系统	10~25	10~25

**5.7.3** 水源热泵机组设计或运行工况与名义工况不一致时,应根据性能曲线对水源热泵机组制冷量、制热量及实际电机输出功率等参数进行修正。

**5.7.4** 对计量管理有要求或项目分期实施时,水源热泵机房宜采用分散布置方式。

**5.7.5** 地源热泵系统采用冷却塔作为辅助散热设备时,宜采用闭式冷却塔;当采用开式冷却塔时,冷却水侧宜设置板式换热器。

**5.7.6** 地表水、污水、地下水直接进水源热泵机组时应设过滤、除砂等处理措施,并应采用在线自动清洗装置。

**5.7.7** 地源热泵系统应设防超压措施和冬、夏季便于操作及控制的手动或电动功能转换阀门,并在转换阀门上设置明显标识。

**5.7.8** 热泵机组连接地源侧的进、出水管上应设旁通管(阀)及冲洗设施,冲洗流量宜为工作流量的2倍。

**5.7.9** 热泵机组连接闭式换热系统时,系统应符合下列规定:

- 1 设置排气、定压、膨胀、自动及补水装置;
- 2 定压、补水应独立设置。

**5.7.10** 原生污水换热器机房,应设置独立的通风系统,平时通风量不小于4次/小时,换热器保养操作通风量不应小于10次/小时。

## 5.8 管 材

**5.8.1** 地源热泵系统设计选用的管材、管件应符合国家现行有关标准的规定,不得对环境造成污染。

**5.8.2** 地源热泵系统设计选用的管材应符合系统承压和使用温度的要求。

**5.8.3** 浅层埋管换热器的管材及管件应符合下列规定:

- 1 化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的塑料管材及管件。宜采用聚乙烯管(PE80或PE100)或聚丁烯管

(PB)。管件与管材应为相同材料；

2 管材的公称压力及使用温度应满足设计要求，埋管及地表水换热器外径及壁厚可按本规程附录 L 的规定选用。

**5.8.4** 中深层埋管换热系统的管材及管件应符合下列规定：

1 应采用化学性稳定、耐腐蚀、耐承压、耐高温、比摩阻小的管材及管件；

2 套管式埋管换热器外管应采用导热系数大、承压能力强的材料；内管宜采用导热系数小、承压能力较强的材料；

3 管件与管材应选用相同材料。

**5.8.5** 地下水供、回水管宜采用无缝钢管、聚乙烯管 (PE80 或 PE100)。

**5.8.6** 地表水换热器宜采用水泥管、聚乙烯管 (PE80 或 PE100)。

**5.8.7** 污水取、退水管宜采用水泥管、碳钢管、聚乙烯管 (PE80 或 PE100)。

## 6 工程施工

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 地源热泵系统工程施工前,具备专项勘察报告、设计文件。
- 6.1.2 地源热泵换热系统施工时,应严格控制材料的质量,做好管材、管件、既有地下管线及构筑物保护。
- 6.1.3 当环境温度低于 0℃时,不宜进行地源热泵系统室外换热器的施工。
- 6.1.4 地源热泵系统换热器安装前后应对管道进行冲洗,并符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。安装后应对管道进行试压,试压应符合本规程附录 M 中相关规定。
- 6.1.5 室外换热系统施工完成后,应对换热区域或管线位置做出标识,并采用两个现场的永久目标进行定位。

### 6.2 浅层地埋管换热系统

- 6.2.1 地埋管换热系统施工前应了解埋管场地内已有地下管线、地下构筑物的功能及其准确位置,并应进行场地清理。
- 6.2.2 管道连接应符合下列规定:
  - 1 竖直地埋管换热器的 U 形弯管接头,应选用定型的 U 形弯头成品件;
  - 2 竖直地埋管换热器 U 形管的组对长度应能满足插入钻孔后与环路集管连接的要求,组对好的 U 形管的两开口端部,应及时密封;
  - 3 管道连接按先地埋管,其次环路集管(水平管),最后连接机房分、集水器的顺序进行,不同阶段都应分别进行水压试验,并应有水压试验记录。

**6.2.3 水平埋管换热器铺设应符合下列规定：**

1 铺设水平埋管前，将沟槽清理干净，沟槽误差不大于50mm，水平埋管管沟标高误差不大于±20mm，并宜在沟槽底部先铺设厚度不小于30mm的细砂，细砂铺设应平整；

2 管道不应有折断、扭结等问题，转弯处应光滑，且应采取固定措施；

3 防止石块等重物撞击。

**6.2.4 水平埋管换热器回填应符合下列规定：**

1 回填料应细小、松散、均匀，且不应含石块及土块；

2 槽底至管顶以上500mm，不得含有有机物和冻土；

3 回填压实过程应均匀，回填料应与管道接触紧密，且不得损伤管道；管道两侧和管顶以上500mm范围内，应采用轻夯实，严禁压实机具直接作用在管道上；

4 水平干管应铺设警示带，警示带距离管顶不得小于300mm，且不能敷设在道路基础中。

**6.2.5 垂直钻孔施工应符合下列规定：**

1 钻孔孔位误差不得大于50mm，钻孔深度误差不大于±50mm；

2 垂直钻孔的垂直偏差度不应大于钻孔深度的1%，且不得串孔；

3 钻孔出现多层地下水时，应采取回填封闭措施；

4 当钻孔孔壁不牢固或者存在孔洞、洞穴等导致成孔困难时，应设护壁套管。

**6.2.6 竖直埋管换热器安装应符合下列规定：**

1 冲洗试压合格后的埋管内应充满传热介质并带压下管，压力检验应与下管同步进行并符合本规程附录M要求；

2 下管应根据不同的钻孔深度和地质状况选择合适的方法。当孔深大于25m时，宜采用机械下管；

3 埋管换热器供回水竖直管之间应有分隔措施，底部应设专用U型接头；

4 竖直埋管换热器 U 形管安装完毕后,应及时灌浆回填封孔;

5 灌浆液应从孔底自下而上灌注封孔,确保钻孔灌浆密实,无空腔;

6 灌浆时,应保证灌浆的连续性,应根据机械灌浆的速度将灌浆管匀速抽出;

7 当埋管深度超过 40m 时,灌浆回填应在周围临近钻孔均钻凿完毕后进行。

**6.2.7** 竖直埋管换热器灌浆回填料应符合下列要求:

1 按照设计要求调配灌浆回填料;

2 灌浆回填料宜采用膨润土和细砂(或水泥)的混合浆或专用灌浆材料;

3 当地埋管换热器设在密实或坚硬的土壤、岩石内时,宜采用含水泥的基料灌浆。

**6.2.8** 埋管换热器钻孔时应设置专用泥浆池和排水沟,施工泥浆处理应符合环保要求。

**6.2.9** 埋管换热器检查井应做好防渗漏处理,井盖应设永久性系统编号标志。

### **6.3 中深层埋管换热系统**

**6.3.1** 中深层换热孔钻孔场地应符合下列规定:

1 钻孔应避免地质灾害易发地段,不应损坏原有管线及构筑物,地基应平整、坚固、稳定;

2 单个钻孔施工场地长度、宽度、平整度和坡度应满足钻孔设备需求;

3 钻孔施工场地应修建废水、废渣回收池。

**6.3.2** 中深层换热孔施工,应符合现行标准《地热钻探技术规程》DZ/T 0260 和《钻孔孔身质量控制规范》SY/T 5088 相关规定。钻进过程中穿透的地下水层应进行及时封堵,并应符合现行国家标准《石油天然气钻井井控技术规范》GB/T 31033 相关

规定。

**6.3.3** 中深层换热孔固井施工,应符合《固井作业规程 第1部分:常规固井》SY/T 5374.1、《固井作业规程 第2部分:特殊固井》SY/T 5374.2 和《固井质量评价方法》SY/T 6592 相关规定。

**6.3.4** 中深层换热孔钻孔完成后应进行下套管作业,并应符合下列规定:

1 下套管作业前应进行检验,并应做检验记录;检验项目包括套管钢级、套管外径、套管壁厚、接头扣型等;

2 宜在外管下入静置 48h 后进行钻孔深度和温度测试,深度和温度测试后宜下入内管。

**6.3.5** 中深层换热孔完工后应做好孔口保护,完善孔口装置,以确保换热孔循环介质循环量、温度监测的需要,同时为后续管道作业做好准备。

**6.3.6** 中深层换热孔的实物验收应在现场进行,并应符合下列规定:

1 钻孔结构应符合设计要求;

2 施工单位提供相应的钻孔施工记录、套管购买及下管记录以便验证钻孔实际深度;

3 孔口地面封闭硬化,按设计安装孔口装置及相应的测量仪表。

## 6.4 地表水换热系统

**6.4.1** 开式地表水换热系统施工应符合下列规定:

1 取水构筑物的施工工艺应根据取水水体类型和取水构筑物固定形式及设计要求确定;

2 管道的敷设、安装、固定和管道支墩施工,应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定。

**6.4.2** 闭式地表水换热器和衬垫物的制作应符合以下规定:

- 1 换热盘管不应有扭曲,制作前应对换热管进行水压试验;
- 2 绑扎材料应选用有足够强度的耐腐蚀材料,各绑扎点必须牢固,且不得对盘管造成损伤;
- 3 夏季施工时换热盘管不得长时间曝晒;
- 4 闭式地表水换热盘管固定在水体底部时,换热盘管下应安装衬垫物。衬垫物应平整、坚固,且应高出水体底部的淤泥。

## 6.5 污水换热系统

### 6.5.1 污水换热系统施工应符合下列规定:

- 1 换热系统接入污水分界接口时,应保证原污水系统正常运行;
- 2 重力引流的换热系统施工,应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 等规定;
- 3 换热系统管道与其他类管道并行或交叉安装距离应符合设计或相关标准规定;
- 4 换热系统管道应安装紧急泄空阀和紧急排空系统。

### 6.5.2 污水调节池(箱)应做好防渗漏处理。

## 6.6 地下水换热系统

### 6.6.1 抽水井、回灌井施工应符合下列规定:

- 1 抽水井、回灌井施工过程中应同时绘制地层钻孔柱状剖面图;
- 2 抽水井、回灌井施工应符合现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 和行业标准《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 等规定;
- 3 抽水井、回灌井在成井后应及时洗井,出水含砂量 $<1/200000$  为止,洗井结束后应进行抽水试验和回灌试验;
- 4 抽水试验应稳定延续 12 小时,出水量不应小于设计出

水量,降深不应大于 5m;回灌试验应稳定延续 36 小时以上,回灌量应大于设计回灌量。

**6.6.2** 当利用山前冲洪积含水层,且为较松散的砂砾、卵石和卵石夹小漂石等地层时,成孔深度 20m 以内的宜采用冲抓成井工艺。

## **6.7 热泵机房系统**

**6.7.1** 水源热泵机组、附属设备、管道、管件及阀门等安装前,应按设计文件要求对其型号、规格、性能及技术参数等进行核对,并核查产品合格证书、产品性能检验报告及产品说明书等文件。

**6.7.2** 水源热泵机组、附属设备、管道、管件及阀门等应按设计文件及现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274、《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 等有关要求进行安装。

## 7 检验与验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 地源热泵系统应进行换热系统检验与验收、热泵机房系统的检验与验收以及系统整体检验与验收,并填写工程验收记录。地源热泵系统的验收资料应单独组卷。

**7.1.2** 地源热泵系统应对隐蔽工程进行验收,并应有详细的文字记录和必要的图像资料。

**7.1.3** 系统主要组成设备、管材和管件进场验收应符合下列规定:

1 对系统主要组成设备、管材和管件的品种、规格、包装、外观和尺寸等进行检查验收,并经专业监理工程师(建设单位代表)确认,形成相应的验收记录;

2 对系统主要组成设备、管材和管件的质量证明文件进行核查,并经专业监理工程师(建设单位代表)确认,纳入工程技术档案。

**7.1.4** 地源热泵系统验收应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 等规定。

### 7.2 浅层地埋管换热系统

**7.2.1** 浅层地埋管换热系统安装过程中,应进行现场检验,并提供检验报告。检验内容应符合下列规定:

1 管材、管件等材料应符合国家现行标准的规定,地埋管直径、壁厚及长度应符合设计要求,表面应无损伤与划痕;

2 钻孔和水平埋管管沟的位置、深度应符合设计要求,钻孔垂直度偏差不应大于1%;

3 回填料及配比符合设计要求,回填过程的检验与安装地埋管换热系统同步进行;

4 水压试验应合格;

5 各环路流量应平衡,且应满足设计要求;

6 系统循环水流量及进出水温差应满足设计文件要求。

7.2.2 地源热泵系统验收时,应查验换热系统施工安装过程的检验批和分项工程资料、隐蔽工程验收资料、压力试验资料、热响应试验报告和设计图纸等资料。

7.2.3 地源热泵系统验收时,应查验冷冻机组、水泵、冷却塔等设备的选型、运行参数、调试记录,查验地埋管换热系统和冷冻侧的进出水温度、温差和末端换热效果,查验地埋管换热系统监测系统,查验地源热泵系统调试记录。

### 7.3 中深层地埋管换热系统

7.3.1 中深层换热孔的实物验收应在现场进行,并应符合下列规定:

1 钻孔结构应符合设计要求;

2 施工单位提供相应的钻孔施工记录、套管的采购合同及下孔记录以便验证钻孔实际深度;

3 孔口地面封闭硬化,按设计安装孔口装置及相应的测量仪表。

7.3.2 下套管之前,应进行下管前的检验。检验项目包括:套管钢级、规格(外径、壁厚)、接头扣型,并做好检验记录。

7.3.3 中深层地埋管与环路干管装配完成后,以及换热系统全部安装完成后应对管道进行冲洗。

7.3.4 中深层换热孔钻完后下套管前,套管应检验合格后及时进行,严禁所有疑似问题的套管下孔。检验项目包括套管钢级、规格(外径、壁厚)、接头扣型确定,做好检验记录。

## 7.4 地表水换热系统

7.4.1 地表水换热系统安装过程中,应进行现场检验,并提供检验报告,检验内容应符合下列规定:

- 1 管材、管件等材料应具有产品合格证和质量检验报告;
- 2 换热盘管长度、布管方式及管沟设置应符合设计要求;
- 3 管沟的挖掘、回填方式应符合设计要求;
- 4 各环路流量应平衡,且应满足设计要求;
- 5 换热系统循环水流量及进出水温差应满足设计文件要求;
- 6 防冻剂和防腐剂的特性及浓度应符合设计要求。

7.4.2 管道系统安装完毕后,应按设计要求进行水压试验和管道冲洗,各环路流量应平衡并满足设计要求。

## 7.5 污水换热系统

7.5.1 污水换热系统安装过程中,应进行现场检验,并提供检验报告,检验内容应符合下列规定:

- 1 管材、管件等材料应具有产品合格证和性能检验报告;
- 2 取、退水管路设置应符合设计要求;
- 3 水压试验应合格;
- 4 与污水直接接触的设备和管道应符合设计要求。

7.5.2 污水调节池(箱)的满水试验应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的规定。

## 7.6 地下水换热系统

7.6.1 抽水井、回灌井应单独进行验收,且应符合设计要求和现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 及行业标准《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 等规定,并应符合下列规定:

- 1 抽水井、回灌井井身结构应符合设计要求;

- 2 抽水井、回灌井深度应现场测量；
  - 3 单井出水量(回灌量)及降深(上升值)应符合设计要求；
  - 4 含砂量应小于 1/200000(体积比)；
  - 5 井底沉淀物厚度应小于井深 0.5%。
- 7.6.2 抽水井、回灌井持续出水量和回灌量应稳定,并满足设计要求。
- 7.6.3 抽水试验结束前应采集水样,进行水质测定和含砂量测定。经处理后的水质应满足系统设备的使用要求。
- 7.6.4 地下水换热系统验收后,施工单位应提交抽水井、回灌井成井报告。报告应包括管井综合柱状图,洗井、抽水和回灌试验、水质检验及验收资料。

## 7.7 热泵机房系统

- 7.7.1 热泵系统交付使用前,应进行单机试运行、整体试运行和调试。
- 7.7.2 水源热泵机组和附属设备的性能参数和地源热泵系统运行参数应在设计图纸范围内,满足地源热泵系统运行要求。

## 8 监测与控制

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 地源热泵系统监测与控制应保证地源热泵系统运行安全可靠及节能环保。

**8.1.2** 地源热泵系统应设置监测与控制系统,应用建筑面积大于  $20000\text{m}^2$  公共建筑或  $100000\text{m}^2$  居住建筑的应设集中管理平台。

### 8.2 地埋管换热系统

**8.2.1** 浅层地埋管换热系统监测主要包含以下内容:

- 1 地埋管总分、集水器的压力;
- 2 地埋管总分、集水器上供回水支路的温度;
- 3 地埋管换热器循环水总流量。

**8.2.2** 浅层地埋管换热系统应设置地温监测,并符合本规程第 5.2.18 条规定。

**8.2.3** 浅层地埋管换热系统应实时监测场地地温变化,并设最高、最低温度限值,当温度超出允许值时应自动切换运行模式。

**8.2.4** 中深层地埋管换热系统监测主要包括以下内容:

- 1 中深层换热孔换热媒介温度、压力、流量等技术参数;
- 2 换热孔地层温度。

### 8.3 地表水换热系统

**8.3.1** 地表水换热系统监测主要包括以下内容:

- 1 取、退水口的水温、水质;
- 2 取水口水位变化;

- 3 过滤、消毒设备进出口压力。
- 8.3.2 开式地表水换热系统换热区水温的监测宜符合以下要求：
  - 1 对于静止水体，应监测退水口 30m 范围内水温；
  - 2 对于流动水体，非感潮水体时，应监测退水口下游 50m 范围内水温；感潮水体时，监测退水口上下游 50m 范围内水温。
- 8.3.3 闭式地表水换热系统换热区水温监测应符合以下要求：
  - 1 水温监测应不少于 1 个监测断面，监测断面应垂直于换热器延伸方向设置，每个断面测温点数量宜不少于 3 个；
  - 2 测温点的位置根据水源水文条件、换热器形状和尺寸确定，测温点位置宜固定。
- 8.3.4 设置水体最高允许温度，当水体温度超过允许值时，应切换运行模式或停机。

#### 8.4 污水换热系统

- 8.4.1 污水换热系统监测主要包含以下内容：
  - 1 取、退水口水温、水质；
  - 2 取、退水口处污水管道内水量变化；
  - 3 污水调节池有效水位高度；
  - 4 过滤、消毒设备进出口压力。
- 8.4.2 设置机组取水最低允许温度，当水体温度低于允许值时，应切换运行方式或停机。

#### 8.5 地下水换热系统

- 8.5.1 地下水换热系统监测主要包括以下内容：
  - 1 取水井、回灌井温度、水质；
  - 2 取水、回灌水水量；
  - 3 取水井、回灌井水位变化；
  - 4 周边建(构)筑物地面等沉降观测。
- 8.5.2 监测回灌井水位和水量，回灌井水位高于水位设定值，

宜及时进行回扬或洗井。

## 8.6 系统监测与控制

8.6.1 地源热泵系统地源侧监测与控制除换热系统监测内容外,尚应包含下列内容:

- 1 水源热泵机组的进、出水温度、压力及流量(或水流状态);
- 2 地源侧循环水泵流量(或水流状态)、进出口压力;
- 3 过滤器前后压差;
- 4 换热器两侧温度、压力和流量;
- 5 水源热泵机组、附属设备、阀门等设备的工作状态及故障报警;
- 6 补水水位或压力,高低水位报警;
- 7 室外空气温度、湿度;
- 8 热泵系统运行模式切换阀门两侧压差、流量;
- 9 地源侧水系统泄漏报警。

8.6.2 地源热泵系统管理平台应具备以下功能:

- 1 监测与控制功能;
- 2 安全保护功能;
- 3 远程控制和自动启停功能;
- 4 节能运行;
- 5 能效监测;
- 6 管理功能。

## 9 运维与能效评价

### 9.1 一般规定

9.1.1 地源热泵系统运行除满足室内设计参数和使用要求外,尚应做到高效节能。

9.1.2 系统运维与管理宜采用合同能源管理模式。

9.1.3 地源热泵系统宜进行系统能效评价,测试方法、评价方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定。

9.1.4 系统能效评价时应进行地源热泵系统碳排放量计算。

### 9.2 节能运行

9.2.1 地源热泵系统投入运行时,应制定系统全年运行策略,并根据系统运行的历史数据及分析结果持续优化运行策略。

9.2.2 地源热泵系统节能运行主要包括以下内容:

- 1 监测地源侧温度变化,适时调整运行模式;
- 2 部分负荷运行时,地源侧热泵系统分区运行;
- 3 室外干湿球温度变化时,调整地源侧与辅助冷源运行模式;
- 4 根据当地能源价格政策,调整复合能源运行模式;
- 5 用户侧负荷变化时,调节热泵机组的冷、热水出口温度。

### 9.3 维护与管理

9.3.1 地源热泵系统运行过程中,应做好设备运行记录、巡回检查记录、事故分析及其处理纪录、运行值班记录、维护保养记录、设备和系统部件的大修和更换情况记录,制定地源热泵系统运行管理技术规定。

**9.3.2** 地源热泵系统维护与管理主要包含以下内容：

- 1 影响系统能效的设备和部件定期检查和清洗；
- 2 设备及管道绝热设施定期维护和检查；
- 3 自动控制系统的传感器、变送器、调节器和执行器等基本元件日常维护保养。

## **9.4 能效评价**

**9.4.1** 系统能效评价采用资料审查、现场检查和现场测试验证相结合的方法。主要包含以下内容：

- 1 资料核查；
- 2 现场检查；
- 3 系统性能和室内效果测试；
- 4 能效监测系统准确性验证；
- 5 能效评价。

**9.4.2** 地源热泵系统能效评价可根据实际工程需要确定，主要包含以下内容：

- 1 室内典型性区域温湿度；
- 2 热泵机组制热性能系数 COP、制冷性能能效比 EER；
- 3 热泵系统制热性能系数  $COP_{SYS}$ 、热泵系统制冷性能能效比  $EER_{SYS}$ 。

## 附录 A 地源热泵系统设计流程

A.0.1 地源热泵系统设计流程如图所示：

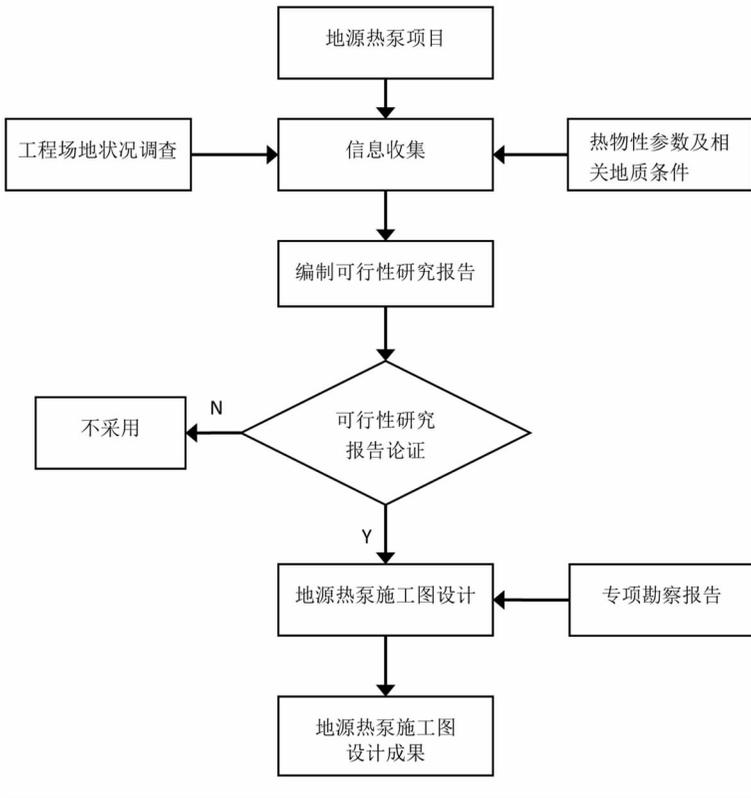


图 A.0.1 地源热泵系统设计流程图

## 附录 B 地源热泵系统工程可行性研究报告

**B.0.1** 地源热泵系统工程可行性研究报告编制内容如表 B.0.1-1 和表 B.0.1-2 所示：

表 B.0.1-1 可行性研究报告编制内容一

序号	阶段	主要编制内容
1	工程概况	包括工程项目所在区位的地理位置、气象及水文地质条件、地形及地貌特征、工程项目规模等
2	资源条件	包括工程场地状况调查、地源热泵换热系统初步勘察、地热能资源利用条件以及建设项目影响区域内的能源、资源应用条件等
3	技术方案	对地热能资源利用场地条件进行评估,并根据评估结果,提出适宜的地源热泵系统建设方案
4	经济分析	对地源热泵系统建设和运营费用、增量投资回收期和项目费效比等相关指标进行技术经济分析
5	结论与建议	对上述分析成果进行总结并提出建议

表 B.0.1-2 可行性研究报告编制内容二

序号	阶段	主要编制内容
1	工程概况	包括工程项目所在区位的地理位置、气象及水文地质条件、地形及地貌特征、工程项目规模等
2	必要性分析	分析拟建项目能源利用的节能环保及可持续发展的意义和必要性
3	资源条件	包括工程场地状况调查、地源热泵换热系统初步勘察、地热能资源利用条件以及建设项目影响区域内的能源、资源应用条件等
4	技术方案	对地热能资源利用场地条件进行评估,并根据评估结果,提出适宜的地源热泵系统设计方案
5	经济分析	对地源热泵系统建设和运营费用、增量投资回收期和项目费效比等相关指标进行技术经济分析
6	环境影响	根据项目的建设方案,评估对环境的产生不利影响,采取经济合理的技术手段解决可能对环境产生的不利影响
7	碳排放量	分析估算项目全年系统常规能源替代量;减少污染物、碳排放等
8	结论与建议	对上述分析成果进行总结并提出建议

## 附录 C 专项勘察报告

**C.0.1** 浅层地埋管换热系统专项勘察报告应包含以下主要内容：

**1** 文字部分应包括：

- 1) 勘察目的和任务；
- 2) 拟建工程概况；
- 3) 勘察方法和钻孔布置；
- 4) 岩土体的地质时代、成因类型、地层特征(松散、坚硬、破碎程度)、地层结构(单一、多层)和地质构造；
- 5) 地下水补给、径流及排泄特征,水位、水温、水质及地下水分布情况等；
- 6) 不良地质作用及特殊岩土体；
- 7) 岩土体热物性参数分析；
- 8) 岩土体钻探及成井工艺建议；
- 9) 场地水、土对工程管道材料的腐蚀性评价。

**2** 图表部分应包括：

- 1) 钻孔平面布置图；
- 2) 地球物理勘察资料；
- 3) 钻孔地质柱状图；
- 4) 岩土现场热响应试验资料。

**C.0.2** 中深层地埋管换热系统专项勘察报告应包含以下主要内容：

**1** 文字部分应包括：

- 1) 勘察目的和任务；
- 2) 拟建工程概况；
- 3) 勘察方法和钻孔布置；
- 4) 岩土体的地质时代、成因类型、地层结构和地质构造；
- 5) 地下流体温度、压力及化学组分；
- 6) 热储盖层的岩性、厚度及分布；
- 7) 岩土体热物性分析及地热储层热物性分析；

- 8) 地热井钻探及成井工艺建议；
- 9) 场地水、土对工程管道材料的腐蚀性评价。

**2 图表部分应包括：**

- 1) 钻孔平面布置图；
- 2) 地球物理勘察资料；
- 3) 钻孔地质柱状图；
- 4) 岩土现场热响应试验资料。

**C.0.3 地表水换热系统专项勘察报告应包含以下主要内容：**

**1 文字部分应包括：**

- 1) 勘察目的和任务；
- 2) 拟建工程概况；
- 3) 地表水水源性质、用途、深度、面积及其分布；
- 4) 地表水水温、水位、流速和流量的变化；
- 5) 地表水水质及腐蚀性评价；
- 6) 地表水取水和回水的适宜地点及路线建议；
- 7) 地表水换热器布置适宜区域及干管路线建议；
- 8) 取用地表水时对水体水质、生态环境的影响评价；
- 9) 航运情况、附近取排水构筑物情况。

**2 图表部分应包括：**

- 1) 地表水水源平面图及剖面图；
- 2) 地表水取水和回水的适宜地点及路线建议；
- 3) 地表水换热器布置适宜区域及干管路线建议。

**C.0.4 污水换热系统专项勘察报告应包含以下主要内容：**

**1 文字部分应包括：**

- 1) 勘察目的和任务；
- 2) 拟建工程概况；
- 3) 污水的性质、来源、处理工艺；
- 4) 污水管线路由、管径、方向、埋深；
- 5) 一年中不同时期污水水温、水质、流速、流量(平均值、峰值、谷值)；

- 6) 污水取水和回水的适宜地点及路线建议；
- 7) 污水换热器布置适宜区域及干管路线建议；
- 8) 污水源热泵站选址建议。

**2 图表部分应包括：**

- 1) 污水管线平面图及剖面图；
- 2) 污水取水和回水的适宜地点及路线建议；
- 3) 污水换热器布置适宜区域及干管路线建议。

**C.0.5 地下水换热系统专项勘察报告应包含以下主要内容：**

**1 文字部分应包括：**

- 1) 勘察目的和任务；
- 2) 拟建工程概况；
- 3) 勘察方法和钻孔布置；
- 4) 岩土体的地质时代、成因类型、地层特征(松散、坚硬、破碎程度)、地层结构(单一、多层)和地质构造；
- 5) 地下水补给、径流及排泄特征,水位、水温、水质及地下水分布情况等；
- 6) 不良地质作用及特殊岩土体；
- 7) 含水层水文地质参数分析；
- 8) 岩土体钻探及成井工艺建议；
- 9) 地下水、土对工程管道材料的腐蚀性评价。

**2 图表部分应包括：**

- 1) 钻孔平面布置图；
- 2) 地球物理勘察资料；
- 3) 钻孔地质柱状图；
- 4) 抽水及回灌试验图表。

## 附录 D 岩土热响应试验

### D.1 一般规定

**D.1.1** 在岩土热响应试验之前,应对测试地点进行实地的勘察,根据地质条件的复杂程度,确定测试孔的数量和测试方案。

对 2 个及以上测试孔的测试,其测试结果应取算术平均值。

**D.1.2** 在岩土热响应试验之前应通过钻孔勘察,绘制项目场区钻孔地质综合柱状图。

**D.1.3** 岩土热响应试验应包括下列内容:

1 岩土初始平均温度;

2 地埋管换热器的循环水进出口温度、流量以及试验过程中向地埋管换热器施加的加热功率。

**D.1.4** 岩土热响应试验报告应包括下列内容:

1 项目概况;

2 测试方案;

3 参考标准;

4 测试过程中参数的连续记录,应包括:循环水流量、加热功率、地埋管换热器的进出口水温;

5 项目所在地岩土柱状图;

6 岩土热物性参数;

7 测试条件下,钻孔单位延米换热量参考值。

**D.1.5** 测试现场应提供稳定的电源,具备可靠的测试条件。

**D.1.6** 在对测试设备进行外部连接时,应遵循先接水后接电的原则。

**D.1.7** 连接应减少弯头、变径,连接管外露部分应保温,保温层厚度不应小于 10mm。

**D.1.8** 岩土热响应的测试过程应遵守国家 and 地方有关安全、劳动保护、防火、环境保护等方面的规定。

## D.2 测试仪表

- D.2.1** 在输入电压稳定的情况下,加热功率的测量误差不应大于 $\pm 1\%$ 。
- D.2.2** 流量的测量误差不应大于 $\pm 1\%$ 。
- D.2.3** 温度的测量误差不应大于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

## D.3 岩土热响应试验方法

- D.3.1** 岩土热响应试验的测试过程,应遵循下列步骤:
- 1 制作测试孔;
  - 2 平整测试孔周边场地,提供水电接驳点;
  - 3 测试岩土初始温度;
  - 4 测试仪器与测试孔的管道连接;
  - 5 水电等外部设备连接完毕后,应对测试设备本身以及外部设备的连接再次进行检查;
  - 6 启动电加热、水泵等试验设备,待设备运转稳定后开始读取记录试验数据;
  - 7 岩土热响应试验过程中,应做好对试验设备的保护工作;
  - 8 提取试验数据,分析计算得出岩土综合热物性参数;
  - 9 测试试验完成后,对测试孔应做好防护工作。
- D.3.2** 测试孔的深度应与实际的用孔相一致。
- D.3.3** 岩土热响应试验应在测试孔完成并放置至少 48h 以后进行。
- D.3.4** 岩土初始平均温度的测试应采用布置温度传感器的方法。测点的布置宜在地理管换热器埋设深度范围内,且间隔不宜大于 10m;以各测点实测温度的算术平均值作为岩土初始平均温度。
- D.3.5** 岩土热响应试验测试过程应符合下列要求:
- 1 岩土热响应试验应连续不间断,持续时间不宜少于 48h;

- 2 试验期间,加热功率应保持恒定;
- 3 地理管换热器的出口温度稳定后,其温度宜高于岩土初始平均温度 5℃以上且维持时间不应少于 12h;
- 4 地理管换热器内流速不应低于 0.2m/s;
- 5 试验数据读取和记录的时间间隔不应大于 10 分钟。

## 附录 E 地下水换热系统勘察 抽水试验、回灌试验方法

### E.1 抽水试验

**E.1.1** 抽水试验应符合以下要求：

- 1 可进行稳定流或非稳定流抽水试验；
- 2 在有多套含水层(组)且含水层(组)水力联系不密切的场区,宜采用分层(组)抽水；
- 3 对应用建筑面积小于  $3000\text{m}^2$  或总需水量小于  $500\text{m}^3/\text{d}$  的项目,可采用单孔抽水试验;对应用建筑面积小于  $5000\text{m}^2$  或总需水量小于  $1000\text{m}^3/\text{d}$  的项目,宜采用多孔抽水试验(在抽水孔附近至少有 1 个观测孔);对应用建筑面积小于  $20000\text{m}^2$  或总需水量小于  $3000\text{m}^3/\text{d}$  的项目,宜采用群孔抽水试验(2 个或 2 个以上的抽水孔同时抽水)。

**E.1.2** 抽水孔和观测孔的钻探与成孔、数量与布置,抽水过程与观测,应符合《供水水文地质勘探规范》GB 50027 的有关要求。

### E.2 回灌试验

**E.2.1** 根据场区岩性特征、渗透系数,地下水位情况及建筑物特点,选定量回灌方式,应采用无压、微压回灌技术进行。

**E.2.2** 通过回灌试验,确定抽水量与回灌量的关系。

## 附录 F 竖直地埋管换热系统设计计算

**F.0.1** 竖直地埋管换热器的热阻计算宜符合下列要求：

1 传热介质与 U 形管内壁的对流换热热阻可按下式计算：

$$R_f = \frac{1}{\pi d_i K} \quad (\text{F.0.1-1})$$

式中： $R_f$ ——传热介质与 U 形管内壁的对流换热热阻( $\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$d_i$ ——U 形管的内径(m)；

$K$ ——传热介质与 U 形管内壁的对流换热系数  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

2 U 形管的管壁热阻可按下列公式计算：

$$R_{pe} = \frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln\left[\frac{d_o}{d_e - (d_o - d_i)}\right] \quad (\text{F.0.1-2})$$

$$d_e = \sqrt{nd_o} \quad (\text{F.0.1-3})$$

式中： $R_{pe}$ ——U 形管的管壁热阻( $\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$\lambda_p$ ——U 形管导热系数  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；

$d_o$ ——U 形管的外径(m)；

$d_e$ ——U 形管的当量直径(m)。对单 U 形管,  $n=2$ ；对于双 U 形管,  $n=4$ 。

3 钻孔灌浆回填材料的热阻可按下式计算：

$$R_b = \frac{1}{2\pi\lambda_b} \ln\left(\frac{d_b}{d_e}\right) \quad (\text{F.0.1-4})$$

式中： $R_b$ ——钻孔灌浆回填材料的热阻( $\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$\lambda_b$ ——灌浆材料导热系数  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；

$d_b$ ——钻孔的直径(m)。

4 地层热阻, 即从孔壁到无穷远处的热阻可按下列公式计算：

对于单个钻孔：

$$R_s = \frac{1}{2\pi\lambda_s} I\left(\frac{r_b}{2\sqrt{a\tau}}\right) \quad (\text{F.0.1-5})$$

$$I(u) = \frac{1}{2} \int_u^{\infty} \frac{e^{-s}}{s} ds \quad (\text{F. 0. 1-6})$$

对于多个钻孔：

$$R_B = \frac{1}{2\pi\lambda_s} \left[ I\left(\frac{r_b}{2\sqrt{a\tau}}\right) + \sum_{i=2}^N I\left(\frac{x_i}{2\sqrt{a\tau}}\right) \right] \quad (\text{F. 0. 1-7})$$

式中： $R_s$ ——地层热阻(m·K/W)；

$I$ ——指数积分公式，可按公式(C. 0. 1-6)计算；

$\lambda_s$ ——岩土的平均导热系数 W/(m·K)；

$a$ ——岩土体的热扩散率(m<sup>2</sup>/s)；

$r_b$ ——钻孔的半径(m)；

$\tau$ ——运行时间(s)；

$x_i$ ——第*i*个钻孔与所计算钻孔之间的距离(m)。

5 短期连续脉冲负荷引起的附加热阻可按下列式计算：

$$R_{sp} = \frac{1}{2\pi\lambda_s} I\left(\frac{r_b}{2\sqrt{a\tau_p}}\right) \quad (\text{F. 0. 1-8})$$

式中： $R_{sp}$ ——短期连续脉冲负荷引起的附加热阻(m·K/W)；

$\tau_p$ ——短期脉冲负荷连续运行的时间，例如：8h。

**F. 0. 2 竖直地理管换热器钻孔的长度计算**宜符合下列要求计算：

1 制冷工况下，竖直地理管换热器所需钻孔的长度可按下列式计算：

$$L_c = \frac{1000Q_c [R_f + R_{pe} + R_b + R_s \times F_c + R_{sp} \times (1 - F_c)]}{t_{\max} - t_{\infty}} \left( \frac{EER + 1}{EER} \right) \quad (\text{F. 0. 2-1})$$

$$F_c = T_{c1} / T_{c2} \quad (\text{F. 0. 2-2})$$

式中： $L_c$ ——制冷工况下，竖直地理管换热器所需钻孔的总长度(m)；

$Q_c$ ——水源热泵机组的额定冷负荷(KW)；

$EER$ ——水源热泵机组的制冷性能系数；

$t_{\max}$ ——制冷工况下，地理管换热器中传热介质的设计平均温度，通常取 33℃~36℃；

$t_{\infty}$ ——埋管区域岩土体的初始温度(℃)；

$F_c$  —— 制冷运行份额；

$T_{c1}$  —— 一个制冷季中水源热泵机组的运行小时数，当运行时间取一个月时， $T_{c1}$  为最热月份水源热泵机组的运行小时数；

$T_{c2}$  —— 一个制冷季中的小时数，当运行时间取一个月时， $T_{c2}$  为最热月份的小时数。

2 供热工况下，竖直埋管换热器所需钻孔的长度可按下式计算：

$$L_h = \frac{1000Q_h [R_f + R_{pe} + R_b + R_s \times F_h + R_{sp} \times (1 - F_h)] (\frac{COP - 1}{COP})}{t_{max} - t_{min}} \quad (F. 0. 2 - 3)$$

$$F_h = T_{h1} / T_{h2} \quad (F. 0. 2 - 4)$$

式中： $L_h$  —— 供热工况下，竖直埋管换热器所需钻孔的总长度(m)；

$Q_h$  —— 水源热泵机组的额定热负荷(kW)；

$COP$  —— 水源热泵机组的供热性能系数；

$t_{min}$  —— 供热工况下，埋管换热器中传热介质的设计平均温度，通常取 $-2^{\circ}\text{C} \sim 6^{\circ}\text{C}$ ；

$F_h$  —— 制冷运行份额；

$T_{h1}$  —— 一个供热季中水源热泵机组的运行小时数，当运行时间取一个月时， $T_{h1}$  为最冷月份水源热泵机组的运行小时数；

$T_{h2}$  —— 一个供热季中的小时数，当运行时间取一个月时， $T_{h2}$  为最热月份的小时数。

## 附录 G 地理管压力损失计算

**G.0.1** 地理管压力损失宜按以下方法进行计算：

- 1 确定流量  $G(\text{m}^3/\text{h})$ ，公称直径和流体特性；
- 2 根据公称直径，确定管子的内径  $d_j(\text{m})$ ；

3 计算管子的断面面积  $A(\text{m}^2)$ ： $A = \frac{\pi}{4} \times d_j^2$  (G.0.1-1)

4 计算流速  $V(\text{m/s})$ ： $V = \frac{G}{3600 \times A}$  (G.0.1-2)

5 计算管子的雷诺数(Re)：

Re 应该大于 2300 以确保紊流： $Re = \frac{\rho V d_j}{\mu}$  (G.0.1-3)

式中： $Re$ ——管内流体的雷诺数；

$\mu$ ——管内流体的动力黏度( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ )。

6 计算管段的沿程阻力损失  $P_Y(\text{Pa}/\text{m})$ ；

$$P_Y = Pd \times L \quad (\text{G.0.1-4})$$

$$pd = 0.158 \times \rho^{0.75} \times \mu^{0.25} \times dj^{-1.25} \times V^{1.75} \quad (\text{G.0.1-5})$$

式中： $Pd$ ——单位管长的摩擦阻力损失( $\text{Pa}$ )；

$L$ ——计算管段的长度( $\text{m}$ )。

7 计算管段的局部阻力损失  $P_J(\text{Pa})$ ；

$$P_J = P_d \times L_j \quad (\text{G.0.1-6})$$

式中： $L_j$ ——计算管段中局部阻力的当量长度( $\text{m}$ )，见表 G.0.1。

**G.0.1 地理管局部阻力的当量长度表**

名义管径		弯头的当量长度(m)				T形三通的当量长度(m)			
		90° 标准型	90° 长半径型	45° 标准型	180° 标准型	旁流三通	直流三通	直流三通后缩小 1/4	直流三通后缩小 1/2
3/8"	dn10	0.4	0.3	0.2	0.7	0.8	0.3	0.4	0.4
1/2"	dn12	0.5	0.3	0.2	0.8	0.9	0.3	0.4	0.5
3/4"	dn20	0.6	0.4	0.3	1.0	1.2	0.4	0.6	0.6

续表 G.0.1

名义管径		弯头的当量长度(m)				T形三通的当量长度(m)			
		90° 标准型	90° 长半径型	45° 标准型	180° 标准型	旁流 三通	直流 三通	直流三 通后缩 小1/4	直流三 通后缩 小1/2
1"	dn25	0.8	0.5	0.4	1.3	1.5	0.5	0.7	0.8
5/4"	dn32	1.0	0.7	0.5	1.7	2.1	0.7	0.9	1.0
3/2"	dn40	1.2	0.8	0.6	1.9	2.4	0.8	1.1	1.2
2"	dn50	1.5	1.0	0.8	2.5	3.1	1.0	1.4	1.5
5/2"	dn63	1.8	1.3	1.0	3.1	3.7	1.3	1.7	1.8
3"	dn75	2.3	1.5	1.2	3.7	4.6	1.5	2.1	2.3
7/2"	dn90	2.7	1.8	1.4	4.6	5.5	1.8	2.4	2.7
4"	dn110	3.1	2.0	1.6	5.2	6.4	2.0	2.7	3.1
5"	dn125	4.0	2.5	2.0	6.4	7.6	2.5	3.7	4.0
6"	dn160	4.9	3.1	2.4	7.6	9.2	3.1	4.3	4.9
8"	dn200	6.1	4.0	3.1	10.1	12.2	4.0	5.5	6.1

8 计算管段的总阻力损失  $P_z$ (Pa)。

$$P_z = P_Y + P_J \quad (\text{G.0.1-7})$$

## 附录 H 同轴套管式中深层地埋管 换热器传热分析模型

**H.0.1** 同轴套管式中深层地埋管换热器传热分析模型宜符合下列规定：

1 同轴套管式中深层地埋管换热器的传热分析模型可按下列公式计算：

$$\frac{1}{a} \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 t}{r^2 \partial \delta^2} + \frac{\partial^2 t}{r z^2} \quad (\text{H.0.1-1})$$

$$\delta = \ln\left(\frac{r}{r_0}\right) \quad (\text{H.0.1-2})$$

2 流动方式为内进外出时，内管流体的能量控制方程可按下列式计算：

$$C_2 \frac{\partial t_{f2}}{\partial \tau} = \frac{t_{f1} - t_{f2}}{R_2} - C \frac{\partial t_{f2}}{\partial z} \quad (\text{H.0.1-3})$$

3 流动方式为内进外出时，外管流体的能量控制方程可按下列式计算：

$$C_1 \frac{\partial t_{f1}}{\partial \tau} = \frac{t_{f2} - t_{f1}}{R_2} + \frac{t_b - t_{f1}}{R_1} + C \frac{\partial t_{f1}}{\partial z} \quad (\text{H.0.1-4})$$

4 流动方式为外进内出时，内管流体的能量控制方程可按下列式计算：

$$C_2 \frac{\partial t_{f2}}{\partial \tau} = \frac{t_{f1} - t_{f2}}{R_2} + C \frac{\partial t_{f2}}{\partial z} \quad (\text{H.0.1-5})$$

5 流动方式为外进内出时，外管流体的能量控制方程可按下列式计算：

$$C_1 \frac{\partial t_{f1}}{\partial \tau} = \frac{t_{f2} - t_{f1}}{R_2} + \frac{t_b - t_{f1}}{R_1} - C \frac{\partial t_{f1}}{\partial z} \quad (\text{H.0.1-6})$$

6 外管流体与钻孔壁之间单位长度的热阻可按下列式计算：

$$R_1 = \frac{1}{\pi d_i h_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_{pl}} \ln\left(\frac{d_{1o}}{d_{1i}}\right) + \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln\left(\frac{d_b}{d_{1o}}\right) \quad (\text{H.0.1-7})$$

7 内管流体与外管流体之间单位长度的热阻可按下列公式计算：

$$R_2 = \frac{1}{\pi d_{2i} h_2} + \frac{1}{2\pi \lambda_{p2}} \ln\left(\frac{d_{2o}}{d_{2i}}\right) + \frac{1}{\pi d_{2o} h_1} \quad (\text{H. 0. 1-8})$$

$$C_1 = \frac{\pi}{4} (d_{1i}^2 - d_{2o}^2) \rho c + \frac{\pi}{4} (d_{1o}^2 - d_{1i}^2) \rho_1 c_1 + \frac{\pi}{4} (d_b^2 - d_{1o}^2) \rho_g c_g \quad (\text{H. 0. 1-9})$$

$$C_2 = \frac{\pi}{4} (d_{2i}^2 \rho c + \frac{\pi}{4} (d_{2o}^2 - d_{2i}^2) \rho_2 c_2) \quad (\text{H. 0. 1-10})$$

- 式中：  $a$  —— 热扩散率 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )；  
 $t_{f1}$  —— 外管流体温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )；  
 $t_{f2}$  —— 内管流体温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )；  
 $t_b$  —— 钻孔壁面温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )；  
 $\lambda_{p1}$  —— 外管导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]；  
 $\lambda_{p2}$  —— 内管导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]；  
 $\lambda_g$  —— 回填材料导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]；  
 $h_1$  —— 外管流体与管壁间对流换热系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]；  
 $h_2$  —— 内管流体与管壁间对流换热系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]；  
 $d_{1o}$  —— 外管外径 ( $\text{m}$ )；  
 $d_{1i}$  —— 外管内径 ( $\text{m}$ )；  
 $d_{2o}$  —— 内管外径 ( $\text{m}$ )；  
 $d_{2i}$  —— 内管内径 ( $\text{m}$ )；  
 $C$  —— 循环介质热容量 [ $\text{J}/(\text{s} \cdot \text{K})$ ]；  
 $C_1$  —— 单位长度的外管中流体以及管壁的热容量 [ $\text{J}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]；  
 $C_2$  —— 单位长度的内管中流体以及管壁的热容量 [ $\text{J}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]；  
 $\rho c$  —— 循环介质的体积比热容 [ $\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ]；  
 $\rho_1 c_1$  —— 外管材料的体积比热容 [ $\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ]；  
 $\rho_2 c_2$  —— 内管材料的体积比热容 [ $\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ]；  
 $\rho_g c_g$  —— 回填材料的体积比热容 [ $\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ]。

## 附录 J 地源热泵换热系统设计 吸热量与设计释热量计算

**J.0.1** 地源热泵系统最大释热量与建筑空调设计冷负荷或地埋管地源热泵系统承担的空调冷负荷相对应,地埋管换热系统最大释热量,可按下列式计算:

$$Q_k = Q_L(1 + 1/EER) + N_1 + N_3 \quad (\text{J.0.1-1})$$

式中:  $Q_k$  ——地埋管换热系统释热量(kW);

$Q_L$  ——建筑设计冷负荷,或由地埋管地源热泵系统承担的冷负荷(kW);

$EER$  ——水源热泵机组制冷性能系数;

$N_1$  ——循环水输送过程得热量(kW);

$N_3$  ——水泵释放到循环水中热量(kW)。

注:机组  $EER$  为地埋管设计工况出水温度下的数值。

按地埋管地源热泵系统释热量设计地埋管换热器数量时,以下式计算:

$$N = 1000(1 + K)Q_k/qL \quad (\text{J.0.1-2})$$

式中:  $N$  ——地埋管换热器数量(个);

$Q_k$  ——地埋管换热系统释热量(kW);

$q$  ——单位延米换热器的释热量(W/m);

$L$  ——单位延米换热器的有效深(长)度(m);

$K$  ——安全裕量系数,取 5%~10%。

**J.0.2** 地源热泵系统最大吸热量与建筑空调设计热负荷或地埋管地源热泵系统承担的空调热负荷相对应,地埋管换热系统最大吸热量,可按下列式计算:

$$Q_o = Q_R(1 - 1/COP) + N_2 - N_3 \quad (\text{J.0.1-3})$$

式中:  $Q_o$  ——地埋管换热系统吸热量(kW);

$Q_R$  ——建筑设计热负荷,或由地埋管地源热泵系统承担的热负荷(kW);

$COP$ ——水源热泵机组制热性能系数；

$N_2$ ——循环水输送过程失热量 (kW)；

$N_3$ ——水泵释放到循环水中热量 (kW)。

注：机组  $COP$  为地理管设计工况出水温度下的数值。

按地理管地源热泵系统吸热量设计地理管换热器数量时，  
以下式计算：

$$N=1000(1+K)Q_0/qL \quad (J.0.1-4)$$

式中： $N$ ——地理管换热器数量(个)；

$Q_0$ ——地理管换热系统吸热量(kW)；

$q$ ——单位延米换热器的吸热量(W/m)；

$L$ ——换热器的有效深(长)度(m)；

$K$ ——安全裕量系数，取 5%~10%。

## 附录 K 污水源热泵系统换热温差推荐值

### K.0.1 污水源热泵系统换热温差

污水取水温度 (℃)	供热工况中间传热介质运行温差(℃)	
	原生污水水源热泵系统	再生水水源热泵系统
10	3~4	4~5
11	4~5	5~6
12	5~6	6~7
13	6~7	7~8
14	7~8	8~9
15	8~9	9~10
16	9~10	10
污水取水温度 (℃)	供冷工况中间传热介质运行温差(℃)	
	原生污水水源热泵系统	再生水水源热泵系统
22	10~11	11~12
23	9~10	10~11
24	8~9	9~10
25	7~8	8~9
26	6~7	7~8
27	5~6	6~7
28	4~5	5~6

## 附录 L 地埋管及地表水换热器 用管材外径及壁厚

### L.0.1 聚丁烯(PB)管外径及公称壁厚(mm)

公称外径 (dn)	平均 外 径		公称壁厚
	最 小	最 大	
20	20.0	20.3	1.9+0.3
25	25.0	25.3	2.3+0.4
32	32.0	32.3	2.9+0.4
40	40.0	40.4	3.7+0.5
50	49.9	50.5	4.6+0.6
63	63.0	63.6	5.8+0.7
75	75.0	75.7	6.8+0.8
90	90.0	90.9	8.2+1.0
110	110.0	111.0	10.0+1.1
125	125.0	126.0	11.4+1.3
140	140.0	141.3	12.7+1.4
160	160.0	161.5	14.6+1.6

L.0.2 聚乙烯(PB)管外径及公称壁厚(mm)

公称 外径 (dn)	平均外径		公称壁厚/材料等级		
	最小	最大	公称压力		
			1.0MPa	1.25 MPa	1.6 MPa
20	20.0	20.3	—	—	—
25	25.0	25.3	—	2.3+0.5/ PE80	—
32	32.0	32.3	—	3.0+0.5/ PE80	3.0+0.5/PE100
40	40.0	40.4	—	3.7+0.6/ PE80	3.7+0.6/PE100
50	50.0	50.5	—	4.6+0.7/ PE80	4.6+0.7/PE100
63	63.0	63.6	4.7+0.8/PE80	4.7+0.8/PE100	5.8+0.9/PE100
75	75.0	75.7	4.5+0.7/PE100	5.6+0.9/PE100	6.8+1.1/PE100
90	90.0	90.9	5.4+0.9/ PE100	6.7+1.1/PE100	8.2+1.3/PE100
110	110.0	111.0	6.6+1.1/ PE100	8.1+1.3/PE100	10.0+1.5/PE100
125	125.0	126.2	7.4+1.2/ PE100	9.2+1.4/PE100	11.4+1.8/PE100
140	140.0	141.3	8.3+1.3/ PE100	10.3+1.6/PE100	12.7+2.0/PE100
160	160.0	161.5	9.5+1.5/ PE100	11.8+1.8/PE100	14.6+2.2/PE100
180	180.0	181.7	10.7+1.7/ PE100	13.3+2.0/PE100	16.4+3.2/PE100
200	200.0	201.8	11.9+1.8/ PE100	14.7+2.3/PE100	18.2+3.6/PE100
225	225.0	227.1	13.4+2.1/ PE100	16.6+3.3/PE100	20.5+4.0/PE100
250	250.0	252.3	14.8+2.3/ PE100	18.4+3.6/PE100	22.7+4.5/PE100
280	280.0	282.6	16.5+3.3/ PE100	20.5+4.1/PE100	25.4+5.0/PE100
315	315.0	317.9	18.7+3.7/ PE100	23.2+4.6/PE100	28.6+5.7/PE100
355	355.0	358.2	21.1+4.2/ PE100	26.1+5.2/PE100	32.2+6.4/PE100
400	400.0	403.6	23.7+4.7/ PE100	29.4+5.8/PE100	36.3+7.2/PE100

## 附录 M 地源热泵系统水压试验

**M.0.1** 试验压力应符合以下要求：

1 当工作压力小于等于 1.0MPa 时，试验压力应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa；

2 当工作压力大于 1.0MPa 时，试验应为工作压力加 0.5MPa。

**M.0.2** 水压试验宜采用手动泵缓慢升压，升压过程中应随时观察与检查，不得有渗漏，不得以气压试验代替水压试验。

**M.0.3** 地理管地源热泵系统水压试验应符合以下要求：

1 竖直地理管换热器下入钻孔前，做第一次水压试验。在试验压力下，稳压至少 15min，稳压后压力降应不大于 3%，且无泄漏现象；将其密封后，在有压状态下插入钻孔，完成灌浆之后保压 1h；

2 竖直与环路集管连接完成后进行第二次水压试验。在试验压力下，稳压至少 30min，稳压后压力降应不大于 3%，且无泄漏现象；

3 环路集管与机房分集水器连接完成后，回填前进行第三次水压试验。在试验压力下，稳压至少 2h，且无泄漏现象；

4 地理管地源热泵系统工程全部安装完毕，且冲洗、排气及回填完成后，进行第四次水压试验。在试验压力下，稳压至少 12h，稳压后压力降应不大于 3%；

5 地理换热器位于建筑物基础下部，先埋管后基坑开挖的工程，在基坑开挖完成后，竖直地理管和环路集管连接前，宜增加一次水压试验，以检验竖直地理管的完好性。在试验压力下，稳压至少 15min，稳压后压力降应不大于 3%。

**M.0.4** 闭式地表水地源热泵系统水压试验应符合以下要求：

1 换热盘管组装完成后，做第一次水压试验，在试验压力下，稳压至少 15min，稳压后压力降应不大于 3%，且无泄漏现象；

2 换热盘管与环路集管装配完成后,进行第二次水压试验,在试验压力下,稳压至少 30min,稳压后压力降应不大于 3%,且无泄漏现象;

3 环路集管与机房分集水器连接完成后,进行第三次水压试验,在试验压力下,稳压至少 12h,稳压后压力降应不大于 3%。

**M.0.5** 开式地表水地源热泵系统工程水压试验,应符合国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 中的相关规定。

## 本规程用词说明

**1** 为了便于执行本规程条文时区别对待，对要求程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015
- 2 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
- 3 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
- 4 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 5 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 6 《通风与空调工程施工规范》GB 50738
- 7 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 8 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 9 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 10 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141
- 11 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 12 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》  
GB 50275
- 13 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》  
GB 50274
- 14 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 15 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 16 《管井技术规范》GB 50296
- 17 《室外给水设计标准》GB 50013
- 18 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 19 《水(地)源热泵机组》GB/T 19409
- 20 《水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721
- 21 《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615
- 22 《石油天然气钻井井控技术规范》GB/T 31033
- 23 《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918
- 24 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523

- 25 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》  
GB 18599
- 26 《陆上钻井作业环境保护推荐作法》SY/T 6629
- 27 《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13
- 28 《地源热泵系统工程勘察标准》CJJ/T 291
- 29 《地热钻探技术规程》DZ/T 0260
- 30 《固井作业规程 第 1 部分:常规固井》SY/T 5374.1
- 31 《固井作业规程第 2 部分:特殊固井》SY/T 5374.2
- 32 《固井质量评价方法》SY/T 6592