

浅层地源热泵系统工程技术规范

Technical code for shallow ground-source heat pump system



2021 - 12 - 28 发布

2022 - 03 - 28 实施

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 基本规定 4

5 工程勘察 5

 5.1 浅层地埋管换热系统勘察 5

 5.2 地下水换热系统勘察 6

 5.3 中水换热系统勘察 7

6 系统设计 8

 6.1 浅层地埋管换热系统设计 8

 6.2 地下水换热系统设计 10

 6.3 中水换热系统设计 11

 6.4 浅层地源热泵机房设计 12

7 系统施工 14

 7.1 浅层地埋管换热系统施工 14

 7.2 地下水换热系统施工 15

 7.3 中水换热系统施工 16

 7.4 浅层地源热泵机房施工 16

 7.5 系统试压 17

8 调试、验收、监测与运行管理 17

 8.1 调试与验收 17

 8.2 监测与控制 19

 8.3 运行管理 21

9 资源环境保护 21

附录 A（规范性） 中水换热系统计算公式 23

附录 B（资料性） 地埋管外径及壁厚 24

附录 C（规范性） 竖直地埋管换热器的设计计算 25

附录 D（规范性） 地下水换热系统总需水量的确定 28

参考文献 29

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。

本文件由山西省能源局提出并监督实施。

本文件由山西省能源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山西综改示范区供热有限公司。

本文件参与起草单位：太原理工大学、山西双良再生能源产业集团有限公司、山西土木学会暖通空调专业委员会、山西省可再生能源研究院、山西省可再生能源行业协会、山西双良新能源热电工程设计有限公司、中石化新星双良地热能热电有限公司。

本文件主要起草人：田琦、李宝山、刘鑫、李泽、杜彦青、贾佳、李沿英、徐坤、乔景亚、张晓亮、胡锡荣、马宁甫、张震宇、张亮亮、王凯、牛克龙、杨艳、梁亚玲、曹子龙、贺淑芹、王超慧、张志强、高鹏。

地方标准信息服务平台

浅层地源热泵系统工程技术规范

1 范围

本文件规定了浅层地源热泵系统工程勘察、设计、施工、验收及运行管理的相关要求。

本文件适用于新建、改建和扩建的，以浅层的岩土体、地下水及中水为低温热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用蒸汽压缩热泵技术进行供热、供冷或加热生活热水的系统工程。

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 18430.1 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组 第1部分工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组

- GB 50013 室外给水设计标准
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50027 供水水文地质勘察规范
- GB 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工及验收规范
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50242 建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50274 制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范
- GB 50296 供水管井技术规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50366 地源热泵系统工程技术规范
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准
- GB 55010 供热工程项目规范
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- CJJ 13 供水水文地质钻探与凿井操作规程
- CJJ 34 城镇供热管网设计规范
- CJJ 101 埋地聚乙烯给水管道工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

浅层地热能资源 shallow geothermal resources

蕴藏在浅层的岩土体、地下水或地表水中的热能资源。地表水包括河流、湖泊、海水、中水或达到国家排放标准的污水、废水等。

3.2

浅层地热能交换系统 shallow geothermal exchange system

将浅层地热能资源加以利用的热交换系统。

3.3

浅层地源热泵系统 shallow ground-source heat pump system

以浅层的岩土体、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，浅层地源热泵系统分为浅层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。

3.4

水源热泵机组 water-source heat pump unit

以水或添加防冻剂的水溶液为低温热源的热泵机组。

3.5

传热介质 heat-transfer fluid

浅层地源热泵系统中，通过换热管与岩土体、地下水或地表水进行热交换的一种液体。

3.6

浅层地埋管换热系统 shallow ground heat exchanger system

传热介质通过竖直或水平浅层地埋管换热器与浅层岩土体进行热交换的地热能交换系统。

3.7

浅层地埋管换热器 shallow ground heat exchanger

供传热介质与浅层岩土体换热用的，由埋于地下的密闭循环管组构成的换热器。根据管路埋置方式不同，分为水平浅层地埋管换热器和竖直浅层地埋管换热器。

3.8

水平浅层地埋管换热器 horizontal shallow ground heat exchanger

换热管路埋置在水平管沟内的浅层地埋管换热器。

3.9

竖直浅层地埋管换热器 vertical shallow ground heat exchanger

换热管路埋置在竖直钻孔内的浅层地埋管换热器。

3.10

环路集管 circuit header

连接各并联环路的集合管，通常用来保证各并联环路流量相等。

3.11

岩土体 rock soil body

岩石和松散沉积物的集合体，如砂岩、砂砾石、土壤等。

3.12

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

通过测试仪器，对项目所在场区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。

3.13

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，地埋管换热器深度范围内，岩土的综合导热系数、综合比热容。

3.14

岩土初始平均温度 initial average temperature of the rock-soil

从自然地表下10m~20m至竖直地埋管换热器埋设深度范围内，岩土常年恒定的平均温度。

3.15

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竖直地埋管换热器称为测试孔。

3.16

换热孔 heat exchange hole

浅层地埋管换热系统运行期间，其中埋设的地埋管换热器参与热量交换的钻孔。

3.17

地下水换热系统 groundwater 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。

3.18

直接地下水换热系统 direct closed-loop groundwater system

由抽水井取出的地下水经处理后直接流经水源热泵机组热交换后返回地下同一含水层的地下水换热系统。

3.19

间接地下水换热系统 indirect closed-loop groundwater system

由抽水井取出的地下水经中间换热器热交换后返回地下同一含水层的地下水换热系统。

3.20

含水层 aquifer

导水的饱和岩土层。

3.21

管井 deep well

井管从地面打到含水层，抽取地下水的井。

3.22

井身结构 well structure

构成钻孔柱状剖面技术要素的总称，包括钻孔结构、井壁管、过滤管、沉淀管、管外滤料及止水封井段的位置等。

3.23

抽水井 production well

用于从地下含水层中取水的井。

3.24

回灌井 injection well

用于向含水层灌注回水的井。

3.25

换热井 heat exchange well

用于从地下含水层中取水或向含水层灌注回水的井，是抽水井和回灌井的统称。

3.26

抽水试验 pumping test

一种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。

3.27

回灌试验 injection test

一种向井中连续注水，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。

3.28

中水 reclaimed water

中水是指污水经适当再生工艺处理后，达到一定的水质标准，满足某种使用功能需求，可以进行有益使用的水。

3.29

中水热能资源 reclaimed water heat resources

中水中所蕴藏的低温热能，其能量主要来源于城市排热、污水处理工艺的增热产热和太阳辐射等。

3.30

中水换热系统 reclaimed water heat exchanger system

使用中水与某种介质进行热能交换的系统。

3.31

直接式中水换热系统 direct reclaimed water heat exchanger system

中水经过水处理后直接进入热泵机组换热器进行换热的热交换系统。

3.32

间接式中水换热系统 indirect reclaimed water heat exchanger system

中水经过水处理后进入中间换热器与热泵机组实现间接换热的换热系统。

3.33

间接式中水换热器 indirect reclaimed water heat exchanger

间接式中水换热系统中，从中水中取热或释热，并传递给其它介质的设备。

4 基本规定

4.1 浅层地热资源为可再生能源，有条件项目应优先采用浅层地源热泵系统。

4.2 浅层地源热泵系统设计前应进行工程场地状况调查，对项目可行性进行评估。

4.3 工程场地状况调查的主要内容包括（但不限于）：

- a) 场地以往相关资料的收集；
- b) 场地规划面积、形状及地形地貌特征；
- c) 场地内已有建筑和规划建筑物的占地面积及其分布、基础形式及埋深；
- d) 场地内已有树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、市政管网、交通设施、历史文化遗迹、电信电缆的分布及综合管线分布；

- e) 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;
 - f) 交通道路状况及施工所需的电源、水源等;
 - g) 场地内已有水井的位置;
 - h) 工程场区及附近地下水径流方向、速度、地下水静水位、水温、水质分布、冻土层厚度等。
- 4.4 对已有气象水文地质资料或附近有水井的地区,可通过调查获取水文地质和气象资料。
- 4.5 浅层地源热泵系统设计前应根据地热资源条件、当地政府的相关政策、建筑空调与供热负荷特点、节能与环保要求,通过技术经济比较,合理确定浅层地源热泵系统方案。
- 4.6 冷、热负荷的确定应按 GB 50736、CJJ 34 和 GB 50189 的规定执行;既有建筑应按调查实际热负荷确定。
- 4.7 浅层地源热泵系统全年能效比应满足 GB 50801 的要求。
- 4.8 浅层地源热泵系统设计、施工与运行管理还应满足 GB 55010、GB 55015 以及 GB/T 50801 的节能环保等相关要求。
- 4.9 浅层地源热泵系统工程勘察、设计、施工和监理应由具有相应资质的单位完成。

5 工程勘察

5.1 浅层地埋管换热系统勘察

- 5.1.1 浅层地埋管地源热泵系统方案设计前,应对工程场区内岩土体地质条件进行勘察。
- 5.1.2 浅层地埋管换热系统勘察的内容包括(但不限于):
- a) 岩土层的结构与分布;
 - b) 岩土体热物性参数;
 - c) 岩土体温度随深度的变化;
 - d) 地下静水位、水温、水质及分布;
 - e) 地下水径流方向、流速。
- 5.1.3 勘察报告的内容包括(但不限于):
- a) 项目概况;
 - b) 勘察工作概况;
 - c) 拟建工程场区场地条件;
 - d) 拟建工程场区地质条件;
 - e) 岩土热物性特征;
 - f) 地下换热器换热能力分析评价;
 - g) 拟建工程的风险性评估;
 - h) 结论与建议。
- 5.1.4 当浅层地埋管地源热泵系统的应用建筑面积在 $3000\text{m}^2 \sim 5000\text{m}^2$ 时,宜进行岩土热响应试验;当应用建筑面积大于等于 5000m^2 时,应进行岩土热响应试验。岩土热响应试验方法应符合 GB 50366 附录 C 的规定,热物性参数的测量宜采用现场测试法,测试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。
- 5.1.5 测试孔的地埋管换热器设置方式、深度和回填方式应与拟建设的工程换热孔保持一致。
- 5.1.6 测试设备与测试孔的连接应减少弯头、变径,连接管外露部分应保温,保温层厚度不应小于 20mm。
- 5.1.7 应用条件评估应根据可用的场地面积,结合岩土层的结构确定换热井井深,初步确定浅层地埋管换热器的布置。再根据单位延米的换热量,评估浅层地埋管换热系统具有的最大瞬时换热能力。计算

方法如下：

$$Q = aql \dots\dots\dots (1)$$

- 式中：
- Q ——浅层地埋管换热器最大瞬时换热量（kW）；
 - a ——单位延米换热量修正系数，可取0.8；
 - q ——单孔设计工况下单位延米换热量（W/m）；
 - l ——浅层地埋管系统总延米数（km）。

5.2 地下水换热系统勘察

5.2.1 地下水地源热泵系统方案设计前，应根据地源热泵系统对水量、水温和水质的要求，对工程厂区的水文地质条件进行勘察。

5.2.2 地下水水文地质勘察的内容包括（但不限于）：

- a) 地下水类型；
- b) 含水层岩性、分布、埋深及厚度；
- c) 含水层的富水性和渗透性；
- d) 地下水径流方向、流速、水力坡度、补给排泄条件；
- e) 地下水水温及其分布；
- f) 地下水水质；
- g) 地下水水位动态变化；
- h) 地球物理测井。

5.2.3 地下水换热系统勘察应进行水文地质试验。试验内容包括（但不限于）：

- a) 抽水试验；
- b) 回灌试验；
- c) 测量水位、水温和水量；
- d) 取分层水样并化验分析分层水质；
- e) 示踪试验；
- f) 渗透系数计算。

5.2.4 当地下水换热系统的勘察结果符合浅层地源热泵系统要求时，应采用成井技术将水文地质勘探井完善成换热井加以利用。成井过程应由水文地质专业人员进行监理。

5.2.5 勘查井勘察工作要求应符合下列规定：

- a) 抽水试验及回灌试验可利用已建井开展，不具备合适水井的应专门施工勘查井，勘查井施工应满足 GB 50027 的要求；
- b) 根据浅层地热能开发工程的建设需求、工作面积、工程负荷，确定勘察井的数量，按表 1 确定；
- c) 勘查井的深度，应根据含水层或含水构造带埋藏条件确定，宜小于 200m，当有多个含水层组且无水质分析资料时，宜进行分层勘查，获取各层水化学资料；
- d) 勘查井的布置应依据地下水流场、渗透率及其他水文地质参数确定；
- e) 抽水试验及回灌试验步骤应满足 GB 50027 的要求；
- f) 在勘查井中取样分析地下水，机组热源侧水质应符合 GB/T 18430.1 的要求；
- g) 岩溶发育地区应对可能引起的地面塌陷等情况进行重点评述。

表1 勘察井工作量

系统应用建筑面积 A (m ²)	勘察井数量 (个)
A<10000	1~2
A≥10000	≥2

5.2.6 水文地质勘察报告的内容包括（但不限于）：

- a) 项目概况；
- b) 勘察工作概况；
- c) 拟建工程场地条件；
- d) 目标含水层分析评价；
- e) 换热井抽、灌能力分析评价；
- f) 地质环境影响与评价；
- g) 结论与建议。

5.2.7 应用条件评估应根据水文地质勘察报告，采用水文地质学的方法，计算工程场区可持续的最大允许涌水量，并根据抽水井与回灌井的距离确定可利用的温差，从而得出场区内地下水能满足的最大供热、供冷负荷。

5.3 中水换热系统勘察

5.3.1 中水热能资源勘察的内容包括（但不限于）：

- a) 中水输水路线；
- b) 中水源位置与建筑物的距离、取水与退水点位置；
- c) 中水源逐时流量及逐时水温；
- d) 中水水质条件，水质调查项目见表 2；
- e) 中水取水管线下游用户情况，包括用水需求的水量、水温、水质等；
- f) 中水处理厂的维修规律。

表2 中水水质调查项目

序号	水质参数	单位	序号	水质参数	单位
1	pH 值	—	11	溶解性总固体	mg/L
2	悬浮物 (SS)	mg/L	12	余氯	mg/L
3	浊度	NTU	13	粪大肠杆菌	个/L
4	生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	14	含砂量 (体积比)	—
5	氯离子	mg/L	15	二氧化硅	mg/L
6	氨氮	以 N 记, mg/L	16	总硬度	以 CaCO ₃ 记, mg/L
7	总氮	mg/L	17	总碱度	以 CaCO ₃ 记, mg/L
8	总磷	以 P 记, mg/L	18	硫化物	mg/L
9	硫酸盐	mg/L	19	石油类	mg/L
10	动植物油	mg/L			

5.3.2 中水热能资源利用条件勘察完成后，应编写中水热能资源勘察及利用评价报告。

5.3.3 中水热能资源勘察及利用评价报告的内容包括（但不限于）：

- a) 建设项目概况、来源、中水资源论证范围、开发利用状况分析等；
- b) 取用水合理性分析，分析可供工程项目利用的水量及其可靠性、水质及其稳定性、水温条件、合理取水量的核定等；
- c) 应对中水热能资源量进行评价，计算可利用中水换热功率，计算公式应符合附录 A 的规定；
- d) 取水影响论证及退水影响论证，论证中水取水与退水的适宜路线与方案以及取水、退水对下游用户的影响等内容；
- e) 影响补偿和水资源保护措施；
- f) 应根据工程具体情况进行经济性和风险性分析。

6 系统设计

6.1 浅层地埋管换热系统设计

6.1.1 地埋管管材与传热介质

6.1.1.1 浅层地埋管管材及管件应符合下列规定：

- a) 浅层地埋管管材与管件应采用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的塑料管材及管件，宜采用高密度聚乙烯管（HDPE80 或 HDPE100），不宜采用聚氯乙烯管（PVC），且管件与管材材质应相同；
- b) 浅层地埋管外径及壁厚见附录 B；
- c) 竖直浅层地埋管换热器的 U 形弯管接头，宜选用定型的 U 形弯头成品件，不宜采用直管道煨制弯头，不应采用两个 90° 的弯管对接构成 U 型弯管。

6.1.1.2 传热介质应以水为首选，也可选用符合下列要求的其他介质：

- a) 安全，腐蚀性弱，与地埋管管材无化学反应；
- b) 较低的冰点；
- c) 良好的传热特性，较低的摩擦阻力；
- d) 易于购买、运输和储藏。

6.1.1.3 在有可能冻结的地区，传热介质应添加防冻剂。防冻剂的类型、浓度及有效期应在充注阀处注明。

6.1.1.4 添加防冻剂后的传热介质的冰点宜比设计最低运行水温低 3℃～5℃。选择防冻剂时，应同时考虑防冻剂对管道与管件的腐蚀性，防冻剂的安全性、经济性及其对换热的影响。

6.1.2 换热系统设计

6.1.2.1 浅层地埋管换热系统设计前，应根据工程勘察报告评估浅层地埋管换热系统实施的可行性及经济性。

6.1.2.2 浅层地埋管换热系统设计前应明确待埋管区域内各种地下管线的种类、位置及深度，预留未来地下管线所需的埋管空间及埋管区域进出重型设备的车道位置。

6.1.2.3 浅层地埋管换热系统设计应进行全年动态负荷计算，最小计算周期应不少于 1 年。计算周期内，浅层地埋管换热系统总释热量宜与其总吸热量相平衡。

6.1.2.4 浅层地埋管换热器换热量满足浅层地源热泵系统最大吸热量或释热量的要求。在技术经济合理时，可采用辅助热源或冷源。

- 6.1.2.5 浅层地埋管换热系统宜结合系统末端需求和冷热源机组的设计方案进行分区设计，且采用条带状分散布设换热孔，保证地埋管运行的间歇性和地温的恢复。
- 6.1.2.6 浅层地埋管换热器应根据可使用地面面积、工程勘察结果及钻井施工成本等因素确定埋管方式。
- 6.1.2.7 浅层地埋管换热器设计计算宜根据现场实测岩土体及回填料热物性参数，采用专用软件进行。中、小型竖直浅层地埋管的设计计算应符合附录 C 的规定。
- 6.1.2.8 当浅层地埋管地源热泵系统的应用建筑面积在 5000m² 以上，或实施了岩土热响应试验时，应利用岩土热响应试验结果进行浅层地埋管换热器的设计，且宜符合下列要求：
- 夏季运行工况条件下，浅层地埋管换热器出口最高温度宜低于 33℃；
 - 冬季运行工况条件下，不添加防冻剂的浅层地埋管换热器进口最低温度宜高于 4℃，添加防冻剂的浅层地埋管换热器进口最低温度宜高于 -2℃。
- 6.1.2.9 浅层地埋管换热器设计计算时，环路集管不应包括在浅层地埋管换热器总长度内。对于大面积的竖直浅层地埋管换热系统，且水平埋管部分在整个系统中占较大的比例，水平埋管部分应折算成适当的浅层地埋管换热器长度，并计入竖直地埋管总长度中。
- 6.1.2.10 水平浅层地埋管换热器宜进行分组连接，每组换热器管长不大于 5000m，各组换热器形成的地埋管环路两端应分别与供、回水环路集管连接，应采取同程式布置，并应在各环路的总接口处设置检查井，井内设置相应的阀门和仪表。
- 6.1.2.11 水平浅层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 0.6m，且距地面不宜小于 1.5m。地埋管换热器可分层埋设，分层间距不应小于 1m；也可水平管沟埋设，水平管沟间距不应小于 1.2m。
- 6.1.2.12 竖直浅层地埋管换热器埋管深度宜为 40m~150m，钻孔孔径不宜小于 0.11m，钻孔间距应满足换热需要，间距不小于 4m。
- 6.1.2.13 为了加强系统换热和系统内能够及时排气，浅层地埋管换热器管内流体应保持紊流流态。竖直地埋管管内流速：单 U 形管不宜低于 0.6m/s，双 U 形管不宜低于 0.4m/s。水平环路集管坡度宜为 0.002。
- 6.1.2.14 地埋管环路两端应分别与供、回水环路集管相连接，且宜同程布置。每对供、回水环路集管连接的地埋管环路数宜相等。供、回水环路集管的间距应不小于 0.6m，否则管道应进行保温。每组供、回水集管连接的竖直地埋管孔数不宜超过 8 个，集管与分、集水器之间应设置关断阀。
- 6.1.2.15 浅层地埋管换热系统设计时应根据实际选用的传热介质的水力特性进行水力计算。
- 6.1.2.16 地埋管换热器安装位置应远离水井及室外排水设施，并宜靠近机房或以机房为中心设置。采用桩基埋管和竖直埋管的复合地下换热系统时，应保证桩基埋管换热器与竖直浅层地埋管换热器间的水力平衡。
- 6.1.2.17 浅层地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。
- 6.1.2.18 浅层地埋管换热系统宜采用变流量设计。
- 6.1.2.19 浅层地埋管换热系统设计时应考虑浅层地埋管换热器的承压能力，若建筑物内系统压力超过浅层地埋管换热器的承压能力时，应设中间换热器将浅层地埋管换热器与建筑物内系统分开。
- 6.1.2.20 浅层地埋管换热器的承压能力可按下式计算确定：

$$P = P_0 + \rho gh + 0.5P_h \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P ——管路最大压力（Pa）；

P_0 ——当地大气压力 (Pa)；

ρ ——地埋管中流体密度 (kg/m^3)；

g ——重力加速度 (m/s^2)；

h ——地埋管承压最不利点与闭式循环系统最高点的高度差 (m)；

P_h ——水泵扬程 (Pa)。

6.1.2.21 浅层地埋管换热系统应设置反冲洗系统，冲洗流量不应低于工作流量的 2 倍。

6.1.2.22 浅层地埋管换热系统应设自动充液及泄漏报警系统，需要防冻的地区，应设防冻保护装置。

6.1.2.23 大规模的浅层地埋管系统宜分区设置分、集水器，各区所有回路连接浅层地埋管换热器的数量和埋管深度宜保持一致。

6.1.2.24 浅层地埋管换热器的环路平均比摩阻宜控制在 $10\text{kPa}/100\text{m} \sim 30\text{kPa}/100\text{m}$ ，最大不应超过 $50\text{kPa}/100\text{m}$ 。

6.1.2.25 地埋管侧循环水泵的选型应符合下列要求：

- a) 循环流量应选取夏季地下侧总流量 G_s 和冬季地下侧总流量 G'_s 中的较大值。 G_s 和 G'_s 的计算方法如下：

$$G_s = 0.86(Q_L + N)/\Delta t_{s,x} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q_L ——地源热泵机组总制冷量 (kW)；

N ——地源热泵机组总耗电量 (kW)；

$\Delta t_{s,x}$ ——夏季地源水进出热泵机组温差 ($^{\circ}\text{C}$)。

$$G'_s = 0.86(Q_R + N)/\Delta t_{s,d} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Q_R ——地源热泵机组总制热量 (kW)；

N ——地源热泵机组总耗电量 (kW)；

$\Delta t_{s,d}$ ——冬季地源水进出热泵机组温差 ($^{\circ}\text{C}$)。

- b) 地埋管侧循环水泵的扬程应按地埋管最不利环路的压力损失，加上热泵机组、平衡阀和其他设备管件的压力损失，并考虑一定的安全裕量来确定。

6.2 地下水换热系统设计

6.2.1 地下水换热系统应根据水文地质勘察报告进行设计。必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，并不得对地下水资源造成浪费及污染。系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水位、水质进行定期监测。

6.2.2 地下水换热系统应根据地下水水质条件选择直接或间接系统，水系统宜采用变流量设计。当采用直接系统时，进入热泵机组的地下水水质应满足：PH 值为 6.5~8.5，含砂量 $< 1/200000$ ，矿化度 $< 3\text{g}/\text{L}$ ， $\text{CaO} < 200\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{Cl}^- < 100\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{SO}_4^{2-} < 200\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{Fe}^{2+} < 1\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{H}_2\text{S} < 0.5\text{mg}/\text{L}$ ；当水质条件不满上述要求时，应采用间接系统。

6.2.3 换热井设计应符合 GB 50296 的相关规定，并应包括（但不限于）下列内容：

- 换热井抽水量和回灌量、水温和水质；
- 换热井数量、井位分布及取水层位；
- 井管配置及管材选用，抽灌设备选择；
- 井身结构、填砾位置、滤料规格及止水材料；
- 抽水试验和回灌试验要求及措施；

- f) 井口装置及附属设施。
- 6.2.4 抽水井和回灌井的平面布局应根据下列规定确定：
 - a) 根据水文地质勘察报告，结合项目建设情况，确定抽水井和回灌井井位；
 - b) 换热井井位的设置避开有污染的地面或地层。
- 6.2.5 换热井设计时应采取减少空气侵入的措施。
- 6.2.6 换热井数目应满足持续出水量和完全回灌的要求。
- 6.2.7 地下水的持续出水量应满足浅层地源热泵系统最大吸热量或释热量的要求。
- 6.2.8 取用河流冲洪积一级阶地的砂及砂卵石层中地下水时，换热井设计应对因抽水引起的沉降值、沉降范围进行计算，并不得超过周边地面、管线设施、建（构）筑物沉降要求限值。
- 6.2.9 抽水井与回灌井宜能相互转换，其间应设排气装置。排气装置设计要求：
 - a) 在地热流体中含气量较大的项目，宜设计独立排气装置，含气量较小的项目可在回灌系统高点或水质净化装置设计排气阀；
 - b) 回灌井井口宜设计排气口；
 - c) 排气装置流量应满足回灌设计的流量要求。
- 6.2.10 应根据水文地质勘察报告，考虑地下水含水层结构、含水层组成物质的粒径进行回灌井设计。
- 6.2.11 地下水回灌一般采用注入式回灌，通常的方式有自流回灌、真空回灌和压力回灌。地下水回灌方式宜采用自流回灌。特殊情况，在不改变含水层渗透率的前提下，可采用压力回灌方式。
- 6.2.12 回灌井井身结构宜与抽水井相同，单纯回灌井井身结构可不同于抽水井。
- 6.2.13 为预防和处理回灌井堵塞，设计中应考虑回扬措施。
- 6.2.14 回灌水管出水孔段应布置在主要含水层厚度的 1/2 处。泵井管的连接部位，泵管与井管之间应做好密封。真空回灌时必须先抽真空，保持回灌所需的真空度。
- 6.2.15 地下水抽水管、回灌管不得与市政管道连接。抽水管和回灌管上均应设置水样采集口及监测口，且抽水管宜采用保温措施。
- 6.2.16 地下水供回水管网的布置应考虑多口抽水井、回灌井水力的平衡。
- 6.2.17 应根据取水方式、建筑物冷（热）负荷、水源热泵机组性能、地下水温等因素，综合确定地下水换热系统总需水量。总需水量的确定应符合附录 D 的规定。
- 6.2.18 抽水泵的选型应符合下列要求：
 - a) 应根据单井的流量-降深曲线（Q-S 曲线）确定抽水泵的流量，并考虑合适的安全裕量。
 - b) 抽水泵的扬程应按下式计算：

$$H = H_1 + H_2 \cdots \cdots \cdots (5)$$

- 式中：
- H ——抽水泵的扬程（m）；
 - H_1 ——动水位液面到泵座出口测压点的垂直距离（m）；
 - H_2 ——抽水系统所需压力，系统摩擦阻力和局部阻力损失的总和（m）。
- 6.2.19 应根据建筑物的特点、使用功能及地下水的温度参数来确定机组的合理运行工况，以提高地下水地源热泵系统的整体运行性能。

6.3 中水换热系统设计

- 6.3.1 中水换热系统形式应根据中水热能资源勘查及利用报告确定，根据中水是否直接与热泵机组换热器接触，中水换热系统可分为直接式中水换热系统和间接式中水换热系统。
- 6.3.2 中水换热系统的设计，应采取措施保证中水水质不受污染。直接式中水换热系统中水水质应符合

合本文件 6.2.2 规定。

6.3.3 中水换热系统冬季取热量及夏季释热量的计算应符合附录 A 的规定。

6.3.4 根据监测的中水温度，确定系统中各节点的设计温度。对于直接式中水换热系统，冬季热泵中水回水的最低温度不宜低于 4℃，夏季热泵中水回水最高温度不宜高于 35℃。

6.3.5 中水热泵系统取水口应位于退水口的上游，取水口根据实际情况设置污物过滤装置。

6.3.6 中水在进入换热器前，宜根据水质实际情况设置自动过滤除污装置或中水专用过滤器，并能实现全自动连续过滤功能。

6.3.7 中水换热器宜具备免拆清洗功能，源水流道的流速不宜小于 1.0m/s。

6.3.8 直接式中水热泵机组的中水侧宜采用相应在线清洗措施。

6.3.9 间接式中水换热器宜采用小温差、不易堵塞、易清洗的换热器。

6.3.10 间接式中水换热器的设计应符合下列要求：

- a) 应根据水质特点，确定间接式中水换热器的材质及换热壁面厚度，并应满足 GB 50050 的要求；
- b) 应考虑并预留换热器进行人工检修的空间；
- c) 应充分考虑中水在换热器内污物附着、结垢等影响实际换热性能的不利影响，合理选择换热器传热系数。

6.3.11 中水换热系统中循环水泵的选型应符合下列要求：

- a) 中水侧循环水泵宜采用变频水泵，并应同时满足夏季工况与冬季工况要求，技术经济比较合理时，冬夏季可分设循环泵；
- b) 间接式中水换热器与热泵机组之间循环水泵的输送能效比（ER）应符合 GB 50189 的规定；
- c) 水泵台数与规格宜与热泵机组及系统水力特性相对应。

6.3.12 中水换热系统设备、部件及管道应符合下列要求：

- a) 与中水接触的设备、部件及管道均应具有防腐、防生物附着的能力或措施。技术经济比较合理时，可采用非金属或合金材料的中水换热器。中水管网选用适宜的材质，包括内外防腐的普通碳钢管、中水用球磨铸铁管及承压塑料管材等。
- b) 中水换热系统换热器结构应尽可能简单，并应留有清洗开口或拆卸端头，便于清洗、更换管件等日常维护。中水管路系统应顺畅，尽量减少弯头及阀门等管路附件。
- c) 水路系统的设计应符合 GB 50013 及 GB 50014 的要求。

6.4 浅层地源热泵机房设计

6.4.1 浅层地源热泵系统的机房设计，应符合 GB 50736 的规定。其中涉及生活热水或其他热水供应部分，应符合 GB 50015 的规定。

6.4.2 热泵机房设计应遵照以下程序进行：

- a) 设计之前，必须充分了解工程情况，应做好设计前的准备工作；
- b) 根据建筑物的冷、热负荷、发展规划、使用场所等，进行多方案综合技术经济比较制定出既能满足用户要求，且技术先进、经济合理的方案；
- c) 设备的选择与计算；
- d) 机房的位置、大小及房间组成的确定；
- e) 向配合专业提出协作条件；
- f) 机房管路布置；
- g) 编制设计文件、图纸，并列出设备材料清单。

6.4.3 浅层地源热泵系统采用开式冷却塔时应增设板式换热器。

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/076122103152010043>