

**T/CECS** XXX- 2022

中国工程建设标准化协会标准

西北村镇地热能利用技术导则

**Application technical guidelines for geothermal energy**

**in northwest villages and towns**

**(征求意见稿)**

**2022 北京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]20号）的要求，导则编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本导则。

本导则共分8章，主要技术内容是：1总则；2术语；3基本规定；4西北村镇地热能利用潜力与方式；5地热水供暖系统；6浅层地埋管地热能采集系统；7建筑物内系统；8监控与运行管理。

请注意本导则的某些内容可能直接或间接涉及专利，本导则的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区专业委员会归口管理，由中国建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：天津市津南区天津大学北洋园校区43B403，邮政编码：300350）。

主编单位：中国建筑设计研究院有限公司

天津大学

参编单位：同济大学

中国建筑科学研究院有限公司

内蒙古工业大学

陕西煤田地质勘查研究院有限公司

陕西新眉清洁能源有限公司

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

甘肃龙城蓝天新能源科技有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目  次

[1 总 则 1](#_Toc114648046)

[2 术 语 2](#_Toc114648047)

[3基本规定 3](#_Toc114648048)

[3.1一般规定 3](#_Toc114648049)

[3.2　热负荷 3](#_Toc114648050)

[3.3　地热利用率 4](#_Toc114648051)

[4西 北 村 镇 地 热 能 利 用 潜 力 与 方 式 5](#_Toc114648052)

[4.1 一般规定 5](#_Toc114648053)

[4.2 西北村镇地热能资源利用潜力评价 5](#_Toc114648054)

[4.3 西北村镇地热能资源利用方式 5](#_Toc114648055)

[5 地 热 水 供 暖 系 统 6](#_Toc114648056)

[5.1 一般规定 6](#_Toc114648057)

[5.2 地热水供暖系统选择 6](#_Toc114648058)

[5.3地热水取水回灌系统设计 6](#_Toc114648059)

[5.4地热水取水回灌系统施工 9](#_Toc114648060)

[5.5地热水供暖系统检验与验收 10](#_Toc114648061)

[5.6地热水供暖系统维护与管理 11](#_Toc114648062)

[6 浅 层 地 埋 管 地 热 能 采 集 系 统 13](#_Toc114648063)

[6.1一般规定 13](#_Toc114648064)

[6.2管材与传热介质 13](#_Toc114648065)

[6.3地热能采集及补偿系统设计 14](#_Toc114648066)

[6.4地热能采集系统施工 15](#_Toc114648067)

[6.5地热能采集系统检验与验收 17](#_Toc114648068)

[7 建 筑 物 内 系 统 19](#_Toc114648069)

[7.1 一般规定 19](#_Toc114648070)

[7.2 热源站设计 19](#_Toc114648071)

[7.3 末端系统设计 21](#_Toc114648072)

[7.4 建筑物内系统施工、检验与验收 21](#_Toc114648073)

[8 监 控 与 运 行 管 理 23](#_Toc114648074)

[8.1 一般规定 23](#_Toc114648075)

[8.2 监控与管理系统 23](#_Toc114648076)

[8.3 运行管理 25](#_Toc114648077)

[标准用词说明 27](#_Toc114648078)

[引用标准名录 28](#_Toc114648079)

[条文说明 29](#_Toc114648080)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc114648046)

[2 Terms 2](#_Toc114648047)

[3 Basic regulations 3](#_Toc114648048)

[3.1 General regulations 3](#_Toc114648049)

[3.2　Heat load 3](#_Toc114648050)

[3.3　Geothermal utilization rate 4](#_Toc114648051)

[4Utilization potential and mode of geothermal energy in northwest villages and towns 5](#_Toc114648052)

[4.1 General Provisions 5](#_Toc114648053)

[4.2 Evaluation on utilization potential of geothermal energy resources in northwest villages and towns 5](#_Toc114648054)

[4.3 Utilization mode of geothermal energy resources in northwest villages and towns 5](#_Toc114648055)

[5 Ground hot water heating system 6](#_Toc114648056)

[5.1 General regulations 6](#_Toc114648057)

[5.2 Selection of geothermal water heating system 6](#_Toc114648058)

[5.3 Design of geothermal water intake and reinjection system 6](#_Toc114648059)

[5.4 Construction of geothermal water intake and reinjection system 9](#_Toc114648060)

[5.5 Inspection and acceptance of geothermal water heating system 10](#_Toc114648061)

[5.6 Maintenance and management of geothermal water heating system 11](#_Toc114648062)

[6 Shallow buried pipe geothermal energy collection system 13](#_Toc114648063)

[6.1General regulations 13](#_Toc114648064)

[6.2Pipe and heat transfer medium 13](#_Toc114648065)

[6.3Design of geothermal energy acquisition and compensation system 14](#_Toc114648066)

[6.4Construction of geothermal energy collection system 15](#_Toc114648067)

[6.5Inspection and acceptance of geothermal energy collection system 17](#_Toc114648068)

[7 Systems in Buildings 19](#_Toc114648069)

[7.1 General regulations 19](#_Toc114648070)

[7.2 Heat source station design 19](#_Toc114648071)

[7.3 Terminal system design 21](#_Toc114648072)

[7.4 Construction, inspection and acceptance of systems in buildings 21](#_Toc114648073)

[8 Monitoring and Operation Management 23](#_Toc114648074)

[8.1 General regulations 23](#_Toc114648075)

[8.2 Monitoring and management system 23](#_Toc114648076)

[8.3 Operation management 25](#_Toc114648077)

[Explaination of wording 27](#_Toc114648078)

[List of quoted standards 28](#_Toc114648079)

[Addition：Explanation of provisions 29](#_Toc114648080)

1 总 则

**1. 0. 1** 为规范西北村镇地热能供暖系统的勘察、设计、施工及验收等各环节，切实保障工程质量，确保地热能供暖系统经济、合理、安全、可靠地运行以及更好地发挥其节能、环境效益，制定本标准。

**1. 0. 2** 本标准适用于西北村镇新建、改建和扩建的以地热能进行供暖工程的勘察、设计、施工、验收及运行管理。

**1. 0. 3** 地热能应用工程的设计、施工和运营阶段应结合西北地区的气候地理环境特点及现有资源禀赋条件，并充分考虑地热能利用的有效性、可靠性、经济性。

**1. 0. 4** 西北地区地热能供暖系统工程的勘察、设计、施工、验收及运行管理除应符合本导则外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

**2.1  地热资源  geothermal resources**

    在可以预见的时间内，能够为人类经济、合理开发利用的地球内部的地热能，包括作为主要地热载体的地热流体及围岩中的热能。

**2.2  地热流体 geothermal fluid**

    温度高于25℃的地下热水、蒸汽和热气体的总称。

**2.3  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。

**2.4 地热水供暖系统 geothermal water heating system**

通过地热井开采贮存在地下热储层中的地热水并用以供暖的系统，分为地热水直接供暖系统和地热水间接供暖系统。

**2.5 地热能采集系统 geothermal energy collection system**

提取地热能的系统，一般包括地热能采集装置、输送系统和换热器。

**2.6** **浅层地埋管地热能采集系统 shallow borehole geothermal energy collection system**

传热介质通过竖直或水平地埋管换热器与浅层岩土体进行热交换的地热能采集系统。

**2.7 地热井 geothermal well**

用于从热储层中取水或向热储层灌注回水的井，是开采井和回灌井的统称。

**2.8 回灌系统 injection system**

地热回灌中，由回灌井、水质净化装置、排气设备、加压泵以及连通装置构成的回灌体系。

3基本规定

3.1一般规定

**3.1.1** 地热供热工程设计前，必须对工程场地及周边状况等资料进行搜集和调查。

**3.1.2** 地热供热工程应依据地热资源勘查部门所提供的资源可采储量及地热井参数进行设计。主要参数应包括地热流体稳定条件下的温度、流量、压力或水位、水质。

**3.1.3**  地热供热设计应确定地热供热负荷、调峰负荷、供热工艺流程、热泵选型和地热井井泵选型。

**3.1.4**　地热供热系统设计与能源配置应考虑下列措施：

**1**　采用地热梯级综合利用形式；

**2**　设置调峰系统；

**3**　采用蓄热储能系统；

**4**　采用自动控制装置；

**5**　采用低温高效的末端装置。

**3.1.5**　中、低温地热田供热工程设计，地热资源可开采量的保证程度应按现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB 11615的有关规定执行。

3.2　热负荷

**3.2.1**地热用户供暖通风与空气调节设计热负荷的确定应按国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《城镇供热管网设计规范（附条文说明）》CJJ 34、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准（附条文说明）》[JGJ 26](http://www.zjsis.com/DataCenter/Standard/StdDetail.aspx?ca=cbMK%2BdIQA4g=" \t "_blank)和《公共建筑节能设计标准》GB 50189的规定执行；既有建筑应按调查实际热负荷确定；生活热水设计热负荷应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的规定执行。

**3.2.2**　地热供热系统设计应以地热承担基本热负荷，辅助能源承担调峰热负荷。热负荷应按下列规定计算：

**1**　地热基本热负荷按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3.2.2-1） |

式中：—— 基本热负荷（kW）；

 —— 地热井开采量（m3/h）；

 —— 地热流体密度（kg/m3）；

 —— 地热流体的定压比热［kJ/（kg·℃）］；

 —— 地热流体供水温度（℃）；

 —— 无调峰装置时地热流体回水温度（℃）。

**2**　调峰热负荷应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3.2.2-2） |

 式中：—— 调峰热符合（kW）；

 —— 设计热负荷（kW）。

3.3　地热利用率

**3.3.1**　地热利用率应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3.3.1） |

 式中：—— 地热利用率；

 —— 地热实际利用热量（kW）；

 —— 地热最大可供热量（kW）；

 —— 地热稳定流温（℃）；

 —— 地热流体排放温度（℃）；

 —— 当地年平均气温（℃）。

**3.3.2**　地热利用率不应小于60%。

4西 北 村 镇 地 热 能 利 用 潜 力 与 方 式

4.1 一般规定

**4.1.1** 西北村镇地热能利用应考虑当地地热能储量与利用潜力。

**4.1.2** 西北村镇地热能利用应充分调研当地地质情况，由具有勘察资质的专业队伍承担勘察任务，并出具相关报告。

**4.1.3**  地热能利用项目应在符合当地政策的前提下进行合理规划建设。

4.2 西北村镇地热能资源利用潜力评价

**4.2.1** 地热能资源量应与当地供暖需求进行对比、匹配，权衡地热能供暖潜力。

**4.2.2** 西北村镇地热能适宜性评价应考虑地域发展、人口质量、政府支持力度、地热能资源量等方面。

**4.2.3** 影响地热能供暖发展因素的数据宜用因子分析法进行处理。

**4.2.4** 应根据各村镇所提取出共性因子得分的大小，确定影响当地地热能利用的关键因素。

4.3 西北村镇地热能资源利用方式

**4.3.1** 地热能资源宜根据出水温度，热能品位进行梯级利用。

**4.3.2** 采用地埋管、地下水地源热泵系统时，应满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736及《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366的相关规定。

**4.3.3** 地源热泵系统应依据场地的地质和水文地质条件进行设计，主要包括地层岩性，地下水水温、水质、水量和水位，土壤的常年温度及传热特性。设计的系统不应破坏项目所在区域的自然生态环境。

**4.3.4** 农村小型冷库、水产养殖及温室种植等农业生产领域应用地热能时，应本着节约资源、降低能耗、保护环境的原则，因地制宜地确定系统形式，且应符合国家现行有关标准的规定。

**4.3.5**  畜牧养殖棚舍及农作物温室采用地源热泵系统时，室内空气参数应根据动植物的生长要求确定，空调系统形式宜考虑与其他非农业建筑的空调系统兼用。

5 地 热 水 供 暖 系 统

5.1 一般规定

**5. 1. 1** 地热能供暖系统方案设计应遵循保护地热资源、满足建筑物功能的要求及节能、运行管理方便等原则，做到取热不取水。

**5. 1. 2** 应通过协调优化地热能供暖系统设计、施工与运行管理，使地热能供暖系统一次能源利用率高于传统供暖系统。

**5. 1. 3** 地热水供暖系统方案应根据水文地质勘察资料进行详细的可行性研究，必须采取可靠回灌措施，确保换热后的地热水全部回灌到热储层，并不得对地热水资源造成浪费。

**5. 1. 4** 应根据地热能采集系统进出口流体参数和末端系统温度、水质需求，合理选择直接供暖、通过地热换热器的间接供暖、水源热泵机组供暖或混合方式供暖。

**5. 1. 5** 地热水供暖系统地热侧水系统宜采用变流量设计。

5.2 地热水供暖系统选择

**5. 2. 1** 应根据工程勘察结果，经技术经济比较确定地热水供暖系统形式。

**5. 2. 2** 地热水供暖系统应采用间接供暖系统，仅当地热水水质满足本导则表4.2.2的要求时，可采用地热水直接供暖系统。

表5.2.2 地热水直接供暖系统水质要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 允许值 | 序号 | 项目名称 | 允许值 |
| 1 | 含砂量（体积比） | ﹤1/200,000 | 6 | Fe2+ | ﹤1mg/L |
| 2 | CaO | ﹤200mg/L | 7 | Cl－ | ﹤100mg/L |
| 3 | SO42- | ﹤200mg/L | 8 | H2S | ﹤0.5mg/L |
| 4 | PH值 | 6.5～8.5 | 9 | 游离CO2 | ﹤10mg/L |
| 5 | 矿化度 | ﹤3g/L | 10 | 总碱度 | ≤500mg/L |

**5. 2. 3** 地热水供暖系统应采用合理的调峰措施或梯级利用方式，减少地热水用量。

**5. 2. 4** 地热水管路应符合下列规定：

**1** 供水管、回灌管不得与市政管道连接；

**2** 不得采用化学水处理方式；

**3** 应采用闭式系统。

5.3地热水取水回灌系统设计

**5. 3. 1** 地热取水回灌系统应按照以下程序设计：

**1** 确定该工程项目所需的总水量；

**2** 地热井的设计与回灌方式的选择；

**3** 确定地热井的数量和位置；

**4** 井或井群管路的设计；

**5** 地热换热器的选择与计算；

**6** 井泵等设备的选择与布置。

**5. 3. 2** 地热取水总水量应按照所选系统形式经过计算确定；管井井群设计的总出水量应小于开采地区地热水允许开采量。

**5. 3. 3** 地热井数目应满足持续设计出水量和完全回灌的需求。

**5 3. 4** 地热井口装置设计应符合下列规定：

**1** 井口装置应满足动态监测设备、回灌设备等设施的安装要求；

**2** 井口装置能够承受所需的温度、压力；

**3** 井口材料应根据地热流体水质检测要求，选择具有抗地热流体腐蚀的型材；

**4** 井口装置应采用闭式装置；

**5** 井口装置结构设计应考虑井管的热胀冷缩特点，与井管的连接应采用填料密封套接方式，并应具有良好的密封性能，不宜采用直接连接方式；

**6** 井口装置应预留水温、水位测量口，回灌井管道应具备溢流回流管道；

**7** 井口装置应预留水泵线缆与自动监测设施线缆入口，且两种线缆入口应分布于井口装置两侧；

**8** 井口装置应做防腐处理，对于高温、腐蚀性强的地热井，井管外应设置保护套管。保护套管直径依井管直径确定，与井管之间的间距以10mm～20mm为宜，材质宜采用无缝套管，选料总长度不应小于1200mm，留置在地面以上的高度不应小于400mm，安装时应保证水平、牢固、密闭；

**9** 井口宜设置微正压氮气保护系统，且充氮装置应设置自动压力控制设备；

**10** 回灌井口装置应具备回扬功能。

**5. 3. 5** 地热水除砂设备的选择应符合下列规定：

**1** 当地热水中含砂量超过0.05‰（体积比）时，应采取除砂措施；

**2** 应满足排砂方便、温度降低少、地热水不与空气接触等要求，宜选用旋流式除砂器；

**3** 应考虑处理水量、外部接管管径、管道工作压力和水质要求等因素。

**5. 3. 6** 回灌系统应符合下列规定：

**1** 回灌不得对热储层造成污染；

**2** 回灌宜采取同层回灌模式；

**3** 基岩裂隙型热储层地热回灌系统中，回灌井内不应安装水泵，进水方式宜采取回灌水管方式进行注水回灌，回灌水管下至回灌井内静水位液面以下5m～10m。孔隙型热储层的回灌系统，考虑回扬需要可在回灌井内安装水泵；

**4** 回灌井与开采井应保持一定的间距，其间距应在分析地质构造、热储性质、回灌量、开采和回灌水温差等的基础上确定；

**5** 回灌井与开采井的深度、井结构应相同。

**5. 3. 7** 回灌水系统应安装过滤器，并应符合下列规定：

**1** 裂隙型热储层可只安装粗过滤器，孔隙型热储层回灌系统应安装精过滤器；

**2** 粗过滤精度宜为50μm，精过滤精度宜为1μm～3μm；

**3** 过滤器宜采用多个相同的过滤器并联的安装方式，粗过滤器宜采用自清洗；

**4** 过滤器应采用不锈钢材质。

**5. 3. 8** 回灌系统中的排气罐应符合下列规定：

**1** 排气罐应安装在精过滤器之后，地热换热器、加压泵、回灌井口之前；

**2** 排气罐的容量应根据地热水中所含气体组分和含量确定；

**3** 地热水中含气体容量较高时，应将排气罐排出气体通过风管直接排至室外；

**4** 排气罐应采用不锈钢材质，顶部设置自动排气装置及压力表。

**5. 3. 9** 回灌系统设计应能实现自然回灌和加压回灌的切换，并宜采用自然回灌，当自然回灌水量达不到要求时，可采用加压回灌方式。

**5. 3. 10** 回灌系统中的加压泵应符合下列规定：

**1** 加压泵设置在排气罐和地热换热器之后；

**2** 加压泵宜选用变频控制的管道离心泵；

**3** 加压泵应根据回灌压力和回灌量的要求确定，并符合压力容器和设备的设计安装要求。

**5. 3. 11** 回灌系统管道宜选用全密封玻璃钢、PVC或不锈钢管材，同时进行防腐、防垢处理，并应满足管道的允许工作压力和工作温度要求。回灌系统应严格进行密封处理，所有接口的连接方式除应采用法兰连接的设备、阀门外，其他管道应采用焊接。

**5. 3. 12** 地热井井口监测仪表应符合下列规定：

**1** 应安装流量计、水位监测仪、压力表、温度计；

**2** 仪器、仪表材质应考虑防腐蚀、防结垢；

**3** 水位监测仪精度不应低于±0.01m，流量计精度不应低于2.5%，压力表精度不应低于±0.01MPa，温度计准确度不应低于±0.3℃。

**5. 3. 13** 室外管道系统管材宜采用耐腐蚀较强的不锈钢或塑料管材，设计应符合下列规定：

**1** 管路中的法兰、阀门、弯头、蝶阀等，应采用不锈钢材质；

**2** 管道系统运行中，应保证在各种设计工况下，管道不出现负压；

**3** 压力输水管应考虑水流速度急剧变化时产生的水锤，并采取消除或削弱水锤的措施。

**5. 3. 14** 管道布置和敷设应符合下列规定：

**1** 地热水输配管道和管路附件应采取保温措施，设计工况下沿程温降不应大于0.1℃/km；

**2** 室外管道宜采用直埋敷设。埋设深度应根据冬季冻土深度、外部荷载、管材性能、抗浮要求及与其他管道交叉等因素确定；

**3** 地热水输配管道的平面和竖向布置，应按现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289的规定确定；

**4** 地热水输配管道应避免穿过污染及腐蚀性地段，无法避开时应采取保护措施；

**5** 与污水管道或输送有毒液体管道交叉时，地热水输配管道应敷设在上面，且不应有接口重叠；

**6** 应充分利用自然补偿释放管道的温度变形，当自然补偿无法满足变形量时应采用补偿器。支架（支座）的类型、间距和结构应根据管道结构、安装和运行条件、敷设环境、受力特征等因素确定；

**7** 管道高点或易存气点应设排气装置，管线坡度较小时，宜间隔1000m设排气装置。

5.4地热水取水回灌系统施工

**5. 4. 1** 地热水取水回灌系统施工前应具备地热井及其周围区域的工程勘察资料、设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计。

**5. 4. 2** 地热井的钻探应满足现行行业标准《地热钻探技术规程》DZ/T 0260的要求。

**5. 4. 3** 成井时应进行物探测井、扫孔、破壁、冲孔换浆、下管与止水固井、洗井和抽水试验。

**5. 4. 4** 地热井井管应符合下列规定：

**1** 井深大于1500m或腐蚀性较强的地热井，宜选择石油套管；过滤管选择石油套管缠梯形丝的双层过滤管，不宜直接使用单层桥式过滤管或单层缠丝过滤管；

**2** 井管连接推荐使用丝扣连接方式，焊接连接井深不宜超过1500m；

**3** 对于基岩稳定地层可根据具体情况裸孔成井；对于破碎掉块地层应下入井壁管或过滤管，过滤管可视情况选择钻孔式或条缝式；

**4** 泵室段井管直径应满足下入开采泵和测量的要求，泵的安装深度应大于与开采量相应的动水位；

**5** 全井下管时，应在底部有15m～30m沉淀管。

**5. 4. 5** 地热井的抽水试验应按现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615执行。

**5. 4. 6** 除砂器安装应符合下列规定：

**1** 除砂器应安装在供水管网的主管道，并固定在基座上；

**2** 为保证进水水流平稳，在设备进水口前应安装一段与进水口等径的直通管，长度相当于进水口直径的10～15倍；

**3** 除砂器四周应预留有足够的维护空间。

5.5地热水供暖系统检验与验收

**5. 5. 1** 地热水采集系统分项工程完成施工后应对以下内容进行整体检验：

**1** 系统的压力、温度、流量等各项技术数据应符合设计要求和相关规范的规定；

**2** 系统连续运行应达到正常平稳；水泵的压力和水泵电机的电流波动不应超出规定值；

**3** 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常，满足建筑设备自动化系统对被测定参数进行检测和控制的要求；

**4** 应保证控制、检测设备与系统检测元件和执行机构的信号传输，状态参数的正确显示，以及设备连锁、自动调节、自动保护机构的正确动作。

**5. 5. 2** 地热井的检验应满足现行行业标准《地热钻探技术规程》DZ/T 0260的要求。

**5. 5. 3** 地热井持续出水量和回灌量应稳定，并应满足设计要求。

**5. 5. 4** 抽水结束前应采集水样，进行含砂量测定。经处理后的水质应满足系统设备的使用要求。

**5. 5. 5** 地热井应单独进行验收，且应符合设计要求和现行行业标准《地热钻探技术规程》DZ/T 0260有关规定。

**5. 5. 6** 开采井和回灌井持续出水量和回灌量应稳定，并应满足设计要求。

**5. 5. 7** 抽水试验结束前应采集水样，进行水质和含砂量测定。其水质和含砂量应符合系统设备的使用要求。

**5. 5. 8** 开采井与回灌井间排气装置的设置应符合设计要求。

**5. 5. 9** 输水管网安装应符合设计要求及现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定。

**5. 5. 10** 抽水管和回灌管上水样采集口及监测口的设置应符合设计文件要求。

**5. 5.11** 地热井井口处检查井的施工质量应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。

5.6地热水供暖系统维护与管理

**5. 6. 1** 运行时应严格实施地热水供暖系统的回灌技术方案，结合水位、水质的监测情况进行必要的调整，确保置换热量的地热水全部回灌到同一含水层。

**5. 6. 2**  地热水换热系统的开采量、回灌量、水位和水温超过系统设计允许值时，应停止运行并采取相应的措施。

**5. 6. 3** 孔隙型热储回灌井回扬应符合下列规定：

**1** 孔隙型热储层每年回灌开始前及结束后，应对回灌井进行回扬；

**2** 基岩热储回灌井视回灌井单位回灌量减小情况，采取回扬措施；

**3** 回扬措施应按以下程序操作：

1) 根据表4.6.3记录各数据起始值；

2) 将各阀门调至回扬模式，检查回扬排水通道是否通畅；

3) 应以泵最大水量抽水洗井，至砂含量小于二十万分之一（体积比）或水温无明显变化时停止；

4) 按要求定时记录观测数据及水质的清洁情况；

5) 在回扬结束前，在回灌井井口取样进行地热流体质量分析。

表5.6.3 回灌井回扬监测数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 落程 | 观测时间 | 水位观测(m) | 水量观测(m3/h) | 水温观测(℃) | 备注 |
| 日月 | 时 | 分 | 持续 | 累计 | 由测点算起水位深度 | 由地面算起水位深度 | 水位降 | 测量工具 | 读数 | 涌水量 | 水温 | 气温 |
| 时 | 分 | 时 | 分 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**5. 6. 4** 当回灌井的回灌能力与成井初期相比有明显的降低，经过多次回扬仍未能恢复，宜采取洗井等维护措施。

**5. 6. 5**  回灌井停灌后系统维护与保养应符合下列规定：

**1**  回灌设备养护：过滤装置应拆卸过滤袋（网），并用淡水冲洗罐体，排净，关闭进出口，风干后妥善保存；排气罐用淡水清洗后，排净，风干，关闭进出口，进行密封处理或充氮气；

**2**  回灌管网养护：回灌设备关闭进出口，用淡水冲洗管路，待水清砂净，充满淡水，关闭进出口，进行密封处理。

**3**  停灌回扬后，提出泵管，除去管内外污渍、锈斑等，做好防腐、防锈等保养措施，储存场地应干燥、通风；封闭回灌井井口，利用氮气保护装置，将井管内充满氮气。

**4** 停灌期间，对回灌系统设备及仪器仪表应按照要求进行检测，保证监测数据的准确可靠。

**5. 6. 6** 地热井应定期检查井口封闭情况，以及设备和管道的泄露情况，防止地下水污染。

**5. 6. 7** 每年供暖期结束后应对井泵进行检修**。**

6 浅 层 地 埋 管 地 热 能 采 集 系 统

6.1一般规定

**6. 1. 1** 浅层地埋管地热能采集系统宜结合供暖末端需求和水源热泵机组的设计方案进行分区设置。

**6. 1. 2** 浅层地埋管地热能采集系统施工时，应进行详细的施工组织设计，严禁损坏既有地下管线及构筑物。

**6. 1. 3** 地埋管换热器安装完成后，应在埋管区域做标志或标明管线的定位带，并应采用2个现场的永久目标进行定位，建立地埋管换热器的数据档案。

**6. 1. 4** 地埋管地热能采集系统应设自动充液、自动排气及泄漏报警系统，并应设防冻保护装置。

6.2管材与传热介质

**6. 2. 1** 地埋管管材及管件应具有质量检验报告和生产厂的合格证，并应符合下列规定：

**1** 管材应采用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小、热胀系数小的塑料管材及管件；

**2** 埋管内外表面应清洁、光滑，不应有气泡、明显的划伤、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷，管端头应切割平整，并与管轴线垂直；

**3** 宜采用高密度聚乙烯管（PE80或PE100），且应符合《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663的要求，不宜采用聚氯乙烯（PVC）管及管件；

**4** 管件与管材应为相同材料；

**5** 管材的公称压力及使用温度应满足设计要求，且管材的公称压力不应小于1.0MPa。埋深达120m时，必须采用公称压力不低于1.6MPa的管材，工作温度应在-20℃～40℃范围内。地埋管外径及壁厚可按本规程附录B的规定选用；

**6** 地埋管应按设计长度要求成捆供应，中间不应有机械接口及金属接头；

**7** 管材规格应符合设计要求；

**8** 接头部位应易于密封和防漏。

**6. 2. 2** 传热介质应添加防冻剂。防冻剂的类型、浓度、有效期、使用说明及注意事项应在充注阀处注明。

**6. 2. 3** 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，应同时考虑防冻剂安全性，经济性，对流经的管道、管件和设备的腐蚀性，对水泵的流量和扬程，以及对换热的影响。

6.3地热能采集及补偿系统设计

**6. 3. 1** 地埋管地热能采集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、施工空间及埋管区域进出重型设备的车道位置。

**6. 3. 2** 地埋管换热器应根据可利用地面面积、岩土体地质勘察结果及挖掘成本等因素确定具体埋管方式，并基于岩土的热物性确定埋管深度与间距。

**6. 3. 3** 浅层地埋管地热能采集系统应监测运行过程中浅层岩土体的温度变化。

**6. 3. 4** 地埋管换热器长度应通过计算确定。计算时应考虑管材、岩土体及回填料热物性的影响，宜采用专用软件计算。

**6. 3. 5** 地埋管地源热泵系统的埋管如设在建筑物的基础下，应与有关专业协调，考虑基础沉降、防水、安全及施工工艺等因素。

**6. 3. 6** 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。

**6. 3. 7** 水平地埋管换热器可不设坡度，最上层埋管顶部埋深均应在冻土层下0.5m。

**6. 3. 8** 竖直地埋管换热器埋管深度应大于恒温层深度，单U管钻孔孔径不宜小于110mm，双U管钻孔孔径不宜小于140mm，对于管径为De32及De40的埋管，钻孔孔径宜为150mm～250mm。钻孔间距应满足换热需要，间距宜为4m～6m。水平连接管的顶部埋深应在冻土层下0.2m。

**6. 3. 9** 地埋管换热器管内流体应保持紊流流态，水平环路集管坡度宜为2/1000。

**6. 3. 10** 地埋管换热器的连接应符合下列规定：

**1** 应进行分组连接，每组换热器数目宜相等，且不宜超过8个；

**2** 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；

**3** 供、回水环路集管的间距不应小于0.6m，否则管道应进行保温；

**4** 应在各环路的总接口处设置检查井。

**6. 3. 11** 地埋管换热器安装位置应远离水井及室外排水设施，并靠近机房或以机房为中心设置。

**6. 3. 12** 地埋管地热能采集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应低于钻孔外或沟槽外岩土体的导热系数，回填料的渗透系数应满足地下水抗渗要求。

**6. 3. 13** 地埋管地热能采集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。埋管换热器的环路平均比摩阻宜控制在（10～30）kPa/100m，最大不应超过50kPa/100m。

**6. 3. 14** 地埋管地热能采集系统设计时应考虑地埋管换热器的承压能力，若建筑物内系统压力超过地埋管换热器的承压能力时，应设中间换热器将地埋管换热器与建筑物内系统分开。地埋管换热器的承压能力可按下式计算：

 (6.3.14)

式中：——管路最大压力（Pa）；

——当地大气压力（Pa）；

——地埋管中流体密度（kg/m3）；

——重力加速度（m/s2）；

——地埋管承压最不利点与闭式循环系统最高点的高度差（m）；

——水泵扬程（m）。

**6. 3. 15** 地埋管地热能采集系统应设置反冲洗系统，冲洗流量宜为工作流量的2倍。

**6. 3. 16** 与地埋管换热器连接的水泵、阀门、管道附件等设计与选择应符合国家现行相关规范的要求。

6.4地热能采集系统施工

**6. 4. 1** 地埋管地热能采集系统施工前应具备埋管区域的工程勘察资料、设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计。

**6. 4. 2**  水平支管沟应在竖直钻孔钻完后开挖，并应设遮蔽物防止杂物进入钻孔。

**6. 4. 3** 在施工现场应对地埋管系统所用材料进行保护，并应符合下列规定：

**1** 进入现场的管材、管件必须逐件进行外观检查；

**2** 管材和管件存放、搬运和运输过程中，应小心轻放，排列整齐，采用柔韧性好的皮带、吊带或吊绳进行装卸，不得随意抛摔和沿地拖拽；

**3** 夏季施工应预防管道受热发生热变形，未安装的管材应避光存放。

**6. 4. 4** 管道连接应符合下列规定：

**1** 埋地管道应采用热熔或电熔连接。聚乙烯管道连接应符合现行行业标准《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101的有关规定；

**2** 壁厚不大于3.5mm的PE、PB塑料管，应使用活接头连接或承插连接；壁厚大于3.5mm的塑料管，应采用对接焊接或活接头连接；

**3** 竖直地埋管换热器的U型弯管接头，应选用定型的U型弯头成品件，不宜采用直管道煨制弯头，不得采用两个90°的弯管对接构成U型弯管；

**4** 竖直地埋管换热器U型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型管的两开口端部，应及时密封；

**5** 竖直地埋管换热器使用的管道，应组对整根放入，不得拼接；

**6** 地埋管系统水平集管与地埋管换热器的连接：当管径小于De90时，宜采用电熔套筒连接；当管径大于De90时，宜采用热熔对接方式。如需采用金属件丝扣连接时，必须在连接件外作防腐处理，并作地下检查井维护。

**6. 4. 5** 竖直地埋管钻探施工应符合下列规定：

**1** 根据地层条件、孔深、孔径等合理选择钻探设备和钻进工艺；

**2** 钻进过程中应采取护壁措施，确保孔壁稳定；

**3** 钻孔深度应确保地埋管下放至设计深度；

**4** 钻孔的垂直偏差度不应大于1%。

**6. 4. 6** 钻孔施工时应设排水沟和泥浆池等设施，以排除钻井时产生的水和储存钻孔浆液。

**6. 4. 7** 竖直地埋管换热器的安装应符合下列规定：

**1** 对于U型换热管，在每钻一孔前，换热管必须组装好；应用水充满管道，打压合格后在有压状态下将换热管放入钻孔，以防孔内积水使换热管脱离孔底上浮，达不到预埋深度；

**2** 当钻孔成孔后，应立即下管；下管时应将灌浆管和U型管一起插入孔中，直至孔底。下管时，必须保证下管长度符合设计要求，管道不应受钻孔内积水浮力影响而产生位移；

**3** 灌浆管端头宜设防堵装置，且灌浆时应能够将其冲开；

**4** 下管完毕后U型管上端应高出地面，管端应作好封闭措施，防止进入杂物；

**5** 换热管应每间隔2m～4m安装管卡支撑，使U型管支管处于分开状态。

**6. 4. 8** 竖直地埋管换热器U型管安装应在钻孔钻好且孔壁固化后立即进行。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。若发现不合格的钻孔，如井壁坍塌、钻孔垂直度不满足要求或埋管后保压时出现泄露，必须报废钻孔，并重新钻孔埋管。

**6. 4. 9** 竖直地埋管钻孔回填应符合下列规定：

**1** 地埋管换热器安装完成后应在12小时内用灌浆材料回灌封孔。灌浆应密实，无空腔。在灌浆之前应对埋管进行试压，确认无泄漏现象后方可进行灌浆；

**2** 钻孔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。当地埋管换热器设在密实或坚硬的岩土体时，应采用水泥基料灌浆回填；

**3** 回填材料应与周围岩土相适应，具有良好的导热性能和密封低渗透性能；

**4** 回填材料通过灌浆管自孔底向上进行；

**5** 灌浆材料应搅拌均匀后方可使用。灌浆回填过程中，应注意观察竖直埋管周围回填物的沉降情况，必要时需采用多次灌浆回填，确认稳定后方可结束该工序；

**6** 当地埋管位于建筑基础底部时，注浆回填质量应确保基坑开挖阶段埋管位置不发生涌水和涌砂现象。

**6. 4. 10** 环路集管安装施工应符合下列规定：

**1** 沟槽开挖应根据表层土性和地下水位埋深合理确定开挖方案，防止管沟坑壁滑塌；

**2** 沟槽底部先铺设不少于100mm厚度的细砂并平整夯实；

**3** 管道不应有折断、扭结等问题，转弯处平顺，并采取固定措施；

**4** 安装完成后，应进行水压试验，确认无泄漏后回填；

**5** 沟槽应首先用细砂回填至高于管顶不少于100mm，后用不含石块及杂物的原土回填，并分层压实至设计标高。

**6. 4. 11** 地埋管换热器安装后应用清水对管路进行冲洗，管内水流速不小于1m/s。充注防冻和防腐液前应进行排气。

**6. 4. 12** 当室外环境温度低于0℃时，不应进行地埋管换热器的施工。

**6. 4. 13** 警示带宜铺设于管道上方，沟槽深度的1/2处。

6.5地热能采集系统检验与验收

**6. 5. 1** 地埋管地热能采集系统安装过程中，应由监理工程师或在其监督下完成下列工作内容，并提供检验报告：

**1** 管材、管件等材料应符合国家现行标准的规定和设计要求；

**2** 钻孔、水平埋管的位置和深度、地埋管的直径、壁厚及长度均应符合设计要求；

**3** 回填料及其配比应符合设计要求；

**4** 水压试验和水冲洗应符合设计要求；

**5** 各环路流量应平衡，且应满足设计要求；

**6** 防冻剂和防腐剂的特性及浓度应符合设计要求；

**7** 循环水流量及进出水温差均应符合设计要求。

**6. 5. 2** 水压试验应符合下列规定：

**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；当工作压力大于1.0MPa时，应为工作压力加0.5MPa；

**2** 水压试验步骤应符合下列规定：

1) 竖直地埋管换热器插入钻孔前，应做第一次水压试验。在试验压力下，稳压至少15min，稳压后压力降不应大于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lh；

2) 竖直地埋管换热器与环路集管装配完成后，回填前应进行第二次水压试验。在试验压力下，稳压至少30min，稳压后压力降不应大于3%，且无泄漏现象；

3) 环路集管与分区二级分集水器及机房分集水器连接完成后，回填前应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) 地埋管换热系统全部安装完毕，且冲洗、排气及回填完成后，应进行第四次水压试验。在试验压力下，稳压至少12h，稳压后压力降不应大于3%。

**3** 水压试验应缓慢升压，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。

**6. 5. 3** 回填过程的检验应与安装地埋管换热器同步进行。

**6. 5. 4** 管材、管件等材料应符合设计要求。

**6. 5. 5** 地埋管的材质、直径、壁厚及长度应符合设计要求。

**6. 5. 6** 竖直和水平地埋管的安装位置和深度应符合设计要求。

**6. 5. 7** 回填料及其配比应符合设计要求。

**6. 5. 8** 换热管道安装时，应分阶段对管道进行冲洗和水压试验；水压试验应符合本规程6.5.2中的相关规定。

**6. 5. 9** 各环路流量应平衡，且应满足设计要求。

**6. 5. 10** 环路集管安装完成后，应对换热器环路的循环介质阻力和换热功率进行检测。

**6. 5. 11** 管材、管件等材料的包装应完整无破损，表面应无损伤与划痕。

**6. 5. 12** 管道的连接方法应符合设计要求和国家现行有关标准、产品使用说明书的规定。

**6. 5. 13** 钻孔位置和深度应符合设计要求，其允许偏差应符合表9.4.10要求。

表6.5.13 钻孔、水平埋管管沟的位置和深度的允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） |
| 钻孔孔位 | 50 |
| 钻孔深度 | 50，–50 |
| 钻孔垂直度 | 1%*L*，且不得串孔 |

注：*L*——孔深（mm）。

**6. 5. 14** 地埋管区域应做出标志或标明管线定位带。

**6. 5. 15** 阀门井施工质量应符合设计要求和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定。

7 建 筑 物 内 系 统

7.1 一般规定

**7.1.1** 建筑物内系统的设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019及其他相关国家标准的要求。

**7.1.2** 建筑物内系统方案应根据建筑供暖技术要求与负荷特点，通过技术、节能与经济比较后合理确定。

7.2 热源站设计

**7.2.1** 热源站设计应按照以下程序进行：

**1** 设计之前，应充分了解工程情况，应做好设计前的准备工作；

**2** 根据建筑物的热负荷、发展规划、使用场所等，进行多方案技术经济综合比较，制定出能满足用户要求，且技术先进、经济合理的方案；

**3** 设备的选择与计算；

**4** 机房的位置、大小及房间组成的确定；

**5** 向配合专业提出协作条件；

**6** 机房管路布置与水力计算；

**7** 编制设计文件、图纸，并列出设备和材料清单。

**7.2.2** 热源站房位置宜靠近地热能采集装置和热负荷比较集中的地区。

**7.2.3** 当热源站机房设置在建筑物内时，应做好防振、隔声、消声等措施。

**7.2.4** 地热水供暖系统中地热换热器的选型和设计应符合下列规定：

**1** 宜选用板式换热器；

**2** 主要零部件的耐温和耐腐蚀性能应满足要求；

**3** 应安装在除砂器之后；

**4** 不应少于两台，一台停止工作时，剩余换热器的设计换热量不应低于供热量的70%。

**7.2.5** 水源热泵机组的选型和设计应符合下列规定：

**1** 性能应符合现行国家标准《水（地）源热泵机组》GB/T 19409的规定，且应满足系统运行参数的要求；

**2** 应按实际工况参数进行选型，设计运行工况与名义工况不一致时，应根据性能曲线对其实际出力进行修正；

**3** 热泵机组应与各相关设备进行电气联锁、顺序启停；采用全自动运行方式时，宜利用供热量、水温等参数对系统进行优化控制；

**4** 选择水源热泵机组时，其工质必须符合有关环保要求；采用过渡工质时，热泵机组的使用年限不得超过我国禁用时间表的规定；

**5** 热泵机组的性能与台数，应适应热负荷变化规律，满足部分负荷要求，一般不应少于两台。

**7. 2. 6** 地热能采集系统中添加防冻液时，应对换热器、水源热泵机组等设备的换热性能、阻力进行修正。

**7. 2. 7** 地热换热器、热泵机组、水泵、末端装置等设备和管路及部件的工作压力，应不大于其额定工作压力。

**7. 2. 8** 地热侧换热系统循环水泵的流量，应由所配主机与水系统设计温差确定；水泵的扬程应由循环管路的水力计算确定，循环水泵宜设置变频功能。

**7. 2. 9** 地热侧换热管系统宜具有反冲洗功能。

**7. 2. 10** 闭式管路换热系统应设置排气、定压、膨胀、自动补水以及水过滤装置。

**7. 2. 11** 热源站机房内系统的监测与控制可包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备联锁与自动保护、能量计量以及中央监控与管理等。

**7. 2. 12** 热源站机房设计应便于机组和配电装置的布置、运行操作、搬运、安装、维修和更换，以及进、出水管的布置，并应符合下列规定：

**1** 机房宜设置控制值班室；

**2** 机房应有良好的通风设施，地下层机房应设置机械通风，必要时应设置事故通风装置；

**3** 机房内的主要人行通道宽度不应小于1.2m；相邻机组之间、机组与墙壁间的净距不应小于0.8m，并满足热泵机组抽管等维修长度要求；高压配电盘前的通道宽度不应小于2.0m；低压配电盘前的通道宽度不应小于1.5m；

**4** 机房内的地面和设备机座应采用易于清洗的面层，机房内应设排水沟、集水坑，必要时应设排水泵；

**5** 机房高度，应满足操作、维修的要求和最大物体的吊装要求，起重设备应满足最重设备的吊装要求；

**6**  机房的防火措施应符合《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定，并应预留满足设备最大组件运输的安装孔、洞及运输通道；

**7** 机房应设事故照明装置，照度不宜小于100 lx，测量仪表集中处应设局部照明；

**8** 机房内应设置供暖装置，控制值班室不低于18℃，其他区域不低于5℃。

7.3 末端系统设计

**7. 3. 1** 室内末端设备的选择应适合地热能供暖系统的特点。

**7. 3. 2** 末端系统设计应符合下列规定：

**1** 末端系统应根据建筑物的特点、使用功能及热源站的设置方式确定；

**2** 对于有较大内区且常年有稳定的余热量建筑，在冬季或过渡季节需要同时供冷供热，且经济合理时，宜采用水环热泵系统；

**3**  采用低温热水地面辐射供暖方式时，宜按供水温度45℃设计；

**4** 末端设备应按实际运行参数选型。

**7. 3. 3** 末端系统和地热侧循环系统的补水、定压系统应独立设置，并分别计量，应有异常补水报警措施。

7.4 建筑物内系统施工、检验与验收

**7. 4. 1** 水源热泵机组、换热器、附属设备、管道、管件及阀门的型号、规格、性能及技术参数等应符合要求，并具备产品合格证书、产品性能检验报告及产品说明书等文件。

**7. 4. 2** 热源站系统安装应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程及验收规范》GB 50274及《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243的规定。

**7. 4. 3** 室内末端系统的安装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的规定。

**7. 4. 4** 水系统安装完毕后，应进行系统试压和冲洗，系统冲洗时水源热泵机组和地热换热器应设置临时旁通系统，关闭主要设备的阀门。

**7. 4. 5** 检验阀门严密性的排水短管及阀门应接至方便操作与观察处。

**7. 4. 6** 施工与检验、冲洗、调试过程中，应避免建筑物内水系统与地热侧水系统相混。

**7. 4. 7** 地热侧与建筑物内系统循环水、补水等应安装水表、温度计、压力表等就地显示计量器具；并应按本标准有关条款的规定，在适当位置安装相应的传感器、变送器等自动计量检测元件；计量器具、检测元件的准确度、工作压力、量程应符合计量标准与设计要求。

**7. 4. 8** 管材、管件等材料应符合设计要求。

**7. 4. 9** 中深层地埋管的材质、直径、壁厚及长度应符合设计要求。

**7. 4. 10** 中深层埋地换热器应单独进行验收，且应符合设计要求和《地热钻探技术规程》DZ/T 0260有关规定。钻探的位置允许偏差为100 mm，钻探的深度允许偏差为0.1%。

**7. 4. 11** 回填料及其配比应符合设计要求。

**7. 4. 12** 换热管道安装时，应分阶段对管道进行冲洗和水压试验；水压试验应符合相关规定。

**7. 4. 13** 各环路流量应平衡，且应满足设计要求。

**7. 4. 14** 环路集管安装完成后，应对换热器环路的循环介质阻力和换热功率进行检测。

**7. 4. 15**  管材、管件等材料的包装应完整无破损，表面应无损伤与划痕。

**7. 4. 16** 管道的连接方法应符合设计要求和国家现行有关标准、产品使用说明书的规定。

**7. 4. 17** 地埋管区域应做出标志或标明管线定位带。

**7. 4. 18** 阀门井施工质量应符合设计要求和现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的规定。

8 监 控 与 运 行 管 理

8.1 一般规定

**8. 1. 1** 地热能供暖系统运营单位应制定运行管理办法和规定，规范对地热能供暖系统的日常监控、操作、维护和管理，保证地热能供暖系统安全、高效运行。

**8. 1. 2** 地热能供暖系统的设计单位应提出地热能供暖系统的运行建议，运行管理部门应监控和记录地热能供暖系统运行参数，并结合设计单位的建议，根据系统实际使用情况不断调整、优化运行模式。

**8. 1. 3** 地热能供暖系统工程运行期应进行地热能采集系统、热源站系统和代表用户室温的动态监测；监测设施应作为地热能供暖系统工程的组成部分列入建设计划，同步设计、施工和验收。

**8. 1. 4** 地热能供暖系统监测宜配置监测数据自动采集、传输系统，并能与楼宇自动化管理系统进行通信。

**8. 1. 5** 监测与控制系统应根据建筑物规模、使用功能、系统形式、相关标准等综合确定，应包括下列功能：

**1** 运行参数监测、显示和记录；

**2** 各设备工作状态显示、启停连锁控制、报警及保护功能；

**3** 热泵机组和地热换热器台数、加减载控制功能；

**4** 水系统温度或压力控制功能；

**5** 用能分项计量；

**6** 系统调节与工况转换。

**8. 1. 6** 监测与控制系统的设置应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019和《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093的相关规定。

**8. 1. 7** 监测数据应定期进行分析。

8.2 监控与管理系统

**Ⅰ** 地热水供暖系统系统监测

**8. 2. 1** 地热水供暖系统应监测地热井抽取及回灌期间的地热水量、水温、水质、水位。

**8. 2. 2** 地热井宜采用智能动态监测系统，对不具备建立智能动态监测系统的地热井可采用人工监测。

**8. 2. 3** 地热井地热水量、水温、水位监测宜采用自动化方式，数据采集间隔时间为30min～60 min。

**8. 2. 4** 水位监测仪应符合下列规定：

**1** 水位监测仪探头应随潜水泵一并安装，将其固定在与潜水泵连接的第二根扬水管自下而上1m处。探头宜采用卡箍固定，内衬胶皮护套；信号线应逐节泵管捆绑固定，直至井口出线法兰处，防止信号线任意摆动损坏；

**2** 监测探头底部测孔不应被任何物体遮挡或堵塞，不应破坏探头与通气管导线之间的密封，不应磕碰测试探头；

**3** 井口基座上安装出线法兰，出线后保证出线口密闭，防止空气泄漏加速井、泵管腐蚀，并方便拆装；

**4** 信号线不应受力且不能进水，外皮不应划伤划破；

**5** 如采用人工监测，应设置水位测管，测管宜选用直径不小于25mm的镀锌钢管或不锈钢管，安装在地热井内的每节泵管法兰上，长度与泵管长度相同，每节测管上下接口处均应由悬挂连接护套严格密封相接直通至井口法兰；

**6**  水位测管与井口法兰盘上的接缝处应严格密封；

**7**  出露在井口法兰盘上方的水位测管应设有专用的开启、关闭阀门；

**8**  人工监测精度应达到0.01m，并与智能水位监测相校核。

**8. 2. 5** 地下水质动态监测应符合下列规定：

**1** 水质检测指标包括电导率、PH值、溶解氧、浊度、高锰酸盐指数、总磷、氨氮、总硬度、砷 （As）、钼（Mo）、氟（F）；

**2**  系统供暖运行前和运行期末分别取样检测，当指标出现异常时，加密取样检测。

**8. 2. 6**  接触地热水的所有部件均应有防腐措施。

**ⅠI** 浅层地埋管地热能采集系统监测

**8. 2. 7** 浅层地埋管地热能采集系统的地埋管换热区应进行地温动态监测。

**8. 2. 8** 地温监测宜布设监测孔，监测孔应符合下列规定：

**1** 监测孔能满足长期监测需要；

**2** 监测孔分别布设在地埋管换热区内部及外部区域；

**3** 监测孔深度不小于换热孔深度；

**4**  监测孔数量不少于3个，可根据地埋管的布置方式和占地面积确定；

**5**  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；

**6** 温度测量误差不大于±0.3℃。

**8. 2. 9**  地温监测数据宜采用自动化采集方式，地埋管地热能采集系统运行期数据采集时间间隔宜为1h～2h，非运行期数据采集时间间隔12h～24h。

**ⅠII** 热源站机房系统监测

**8. 2. 10**  热源站机房系统应监测下列参数：

**1**  地热侧流量、供回水温度、压力；

**2**  用户侧流量、供回水温度、热量、压力；

**3** 中间换热器一、二次侧供回水温度、流量、压力；

**4**  水源热泵机组、水泵、工况转换及连锁阀门的启停；

**5**  水过滤器及水处理设备的压差；

**6** 系统安全保护及故障报警；

**7**  水源热泵机组、水泵等设备的运行参数。

**8. 2. 11**  热源站机房系统监测的计量装置布置应符合下列规定：

**1**  地热侧总进水管布置1个循环水流量传感器；

**2** 用户侧总进水管布置1个循环水流量传感器；

**3**  地热侧总进水管、总出水管各布置1个水温传感器；

**4**  用户侧总进水管、总出水管各布置1个水温传感器；

**5** 水源热泵机组配电输入端布置功率传感器或者电能表，数量根据机组实际情况确定；

**6** 循环水输配系统配电输入端布置功率传感器或者电能表，数量根据输配系统实际情况确定。

**8. 2. 12**  热源站机房系统监测的计量装置安装应符合下列规定：

**1** 水流量传感器安装在水管直管段，距离上游不少于10倍管径，下游不少于5倍管径，流量传感器安装方向与管内循环水的流向一致；

**2** 温度传感器置于管道中流速最大处，且逆水流方向斜插或沿管道直线安装；

**3** 电能表表垂直、牢固安装，表中心线倾斜不大于1°。

**8. 2. 13** 机房系统水温度测量误差不应大于±0.3℃，水流量测量误差不应大于2.5%，输入功率测量误差不应小于3.0级，监测数据采集时间间隔不应大于1h。

8.3 运行管理

**8. 3. 1** 热源站机房系统机房环境应符合下列规定：

**1** 机房内做到温、湿度适宜，地面干净、无积水，环境清洁、严禁堆放杂物；

**2** 机房的积水及时排除，待积水排除后方可接入主电源，开启热泵系统；

**3** 管道、线缆等穿越机房地下室外墙、底板时，定期检查穿越处的防水情况，存在渗水情况时应及时进行防水处理；

**4** 定期检查机房地面及设备基础的承载力，发现沉降、开裂等情况应及时加固处理；

**5** 定期检查消防安全、事故通风和应急照明设备，保证设备正常有效的使用。

**8. 3. 2** 机房内设备、管道、部件的防腐保温层应保持良好状态；发现保温层、防潮层、保护层有破损和脱落现象，应及时修补。

**8. 3. 3**  热泵机组运行维护应符合下列规定：

**1** 热泵机组地热侧和用户侧流量、温度、压力及制冷剂压力、温度等主要运行参数值在设计文件和设备说明书中明确规定的范围内；

**2** 根据负荷情况及热平衡运行方案，调节热泵机组的开启台数和顺序；

**3** 定期检查热泵机组油过滤器、水过滤器、水流开关的通畅状况，每月应不少于一次；定期更换冷冻油及其它易损部件；

**4** 定期对热泵机组的冷凝器、蒸发器结垢状况进行检查和清除处理，每年不少于一次。

**8. 3. 4** 机房系统附属设备运行管理应符合下列规定：

**1** 定期检查热源站机房内设备管道的支吊架、管箍、减震装置和各类阀门，并及时修补或更换；

**2** 保持水处理设备中的加药装置有效运行，及时记录加药时间、加药品名和加药数量；

**3** 保持换热设备的温控装置、安全装置在正常工作状态。

# 标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格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用词，采用“可”。

2 标准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. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

2. 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366

3. 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289

4. 《地热钻探技术规程》DZ/T 0260

5. 《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615

6. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

7. 《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663

8. 《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101

9. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019

10. 《水（地）源热泵机组》GB/T 19409

11. 《建筑设计防火规范》GB 50016

12. 《制冷设备、空气分离设备安装工程及验收规范》GB 50274

13. 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243

14. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242

15. 《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093

16. 《农村小型地源热泵供暖供冷工程技术规程》CECS 313-2012

中国工程建设协会标准

西北村镇地热能利用技术导则

**T/CECS xxx-2022**

# 条文说明

1 总 则

**1.0.1** 西北地区是中国西北内陆的一个区域，包括陕西省、山西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区西部，气候特征属于内陆干旱半干旱区。随着我国西北地区经济水平的整体提升，村镇居民的居住条件和生活水平得到了显著改善，居民对能源的需求也有明显提高，我国西北地区地热资源丰富，村镇相较于城市地区，有着地热能利用的良好环境优势，地热资源作为新型清洁能源在开发利用过程中受到很多人的青睐。国家重视地热能开发项目，制定了《地热能开发利用“十三五”规划》，规划阐述了地热能开发利用的指导方针和目标、重点任务和重大布局，地热能成为我国解决采暖问题的重要技术措施，开发前景广阔。现有的西北村镇住宅对采暖空调设备的需求逐渐增加，但是部分建筑依然保持直接燃烧薪柴和秸秆等不节能、不环保的用能习惯，能源利用率低，对国家的能源消耗和环境保护造成很大负担。制定西北村镇地热能利用技术导则，对科学的规划利用地热能，发展可再生能源意义重大。

**1.0.2** 本条规定了标准的适用范围，即本标准适用于西北地区新建、改建和扩建的以地热能进行供暖工程的勘察、设计、施工、验收及运行管理。

**1.0.3** 地热能供暖受到多方面因素的限制，如城市发展、政府支持力度、地热能资源量等。我国各地区在气候、地理环境与经济发展等方面都存在较大差异，这些因素都会对地热能应用工程的设计、施工和运营等产生影响。本标准综合考虑西北地区的气候环境特点及现有资源禀赋条件，基于地热能技术的应用技术和现状的调研，对各地区不同的资源禀赋和供暖需求做了供需匹配。从社会、人口、资源禀赋、空气质量等多角度衡量，采用因子分析法对各地区进行打分排序，评价各地区地热能利用适宜性，根据各因子得分给出针对性的建议，最终形成对地热能应用工程的设计、施工和运营阶段的技术指导。

**1.0.4** 符合国家现行有关标准的规定是可参考本地热能利用技术的前提条件。故西北村镇地热能的应用技术除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

**2.6** 浅层地埋管地热能采集系统与岩土体的热交换采用封闭环路，取热不取水，作为热泵供暖的低位热源和供冷的放热热汇，具有供冷、供热双重功能。根据《浅层地热能勘查评价规范》DZ/T 0225，岩土体深度一般为地表下200m以内。

3基本规定

3.1一般规定

**3.1.1**地热供热工程设计，必须对工程场地及周边状况等资料进行搜集和调查，一般包括：

**1**现状及规划供热范围内的热负荷类型和供热参数；

**2**现状及规划供热范围的总平面图及地形图；

**3**调峰热源的位置、供热参数；

**4**地热井泵房、地热供热站的位置和水文地质资料；

**5**供水、供电、排水、道路交通等建设条件；

**6**管线综合图；

**7**与工程设计相关的其他资料。

**3.1.2**地热井的流量对确定地热井的可供热负荷至关重要。可持续使用的流量要通过地热井成井后的抽水试验确定。

**3.1.4**对本条各款说明如下：

**1**地热梯级利用是降低地热水排放温度的有效方式，包括采用低温地板辐射或风机盘管采暖、利用热泵和余热利用等；

**2**地热供热设置调峰系统，其热源可采用煤(环保允许)、油、气、电等其他常规能源，因为调峰所耗的能量占总热负荷的比例很小；

**3**采用地热蓄热设备可以调节地热利用的日不均匀性。提高地热井产水率；

**4**提高系统自控水平可降低动力设备耗电量，提高生产效率，节约能源；

**5**地板辐射采暖与风机盘管都属这类末端装置。

**3.1.5**地热资源开发利用一般分两个阶段进行：第一阶段由有资质的地热勘察部门按现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB 11615进行地热资源的地质、地球物理和地球化学勘察，提交可行性报告，根据这些勘察资料选定比较有利的井位开凿地热井，经抽水试验取得地热井的有关参数；第二阶段为地面利用，设计部门根据地热地质勘察及钻井所取得的数据，结合城镇供热规划进行地热供热工程设计，两个阶段既有联系又相互独立。地热供热工程设计者只要求开发者提供正式的地热井有关参数的书面材料就可作为设计依据，其职责就是保证地热供热工程质量达到最优，并不对地热资源的勘察和评价承担责任。但是设计部门应了解提供的地热井参数是否符合有关规定和要求，能否保证持续使用的年限。若发观问题应及时提出，以免工程受到不必要的损失。

地热井可持续开采的年限与其开采量和补给的情况有关，开采量超过补给量，开采越多，热储压力和水位下降越快。地热发电的地热资源开采年限一般定为30年，地热供热等直接利用项目要大于100年，对于著名的酒泉风景区和温泉历史文物点，则役有别用时间的限定，要实现无限期地持续利用。

在冰岛，地热界对“地热资源的可持续利用”进行如下定义（Axelsson et al．2001）；对于每一个地热系统、每一一种生产模式，都存在一个确定的最大能量生产值$E\_{0}$。当生产量小于$E\_{0}$，该系统就可以长时间(100～300年)保持稳定生产；生产量高于$E\_{0}$，它就不能维持长时间的稳定生产。因此，当地热能生产量低于或等于$E\_{0}$即为可持续生产。所以，从管理角度控制生产量小于$E\_{0}$是十分重要的。如果生产量大于$E\_{0}$，则称为过量生产。应该指出的是，最大可持续生产量取决于生产模式，即一个给定的地热资源的最大可持续生产量受资源管理的影响。如果采取回灌开采措施，当生产量大于$E\_{0}$时，根据回灌量的多少，也可使地热系统长时间维持稳定生产。

3.2　热　负　荷

**3.2.1**供暖系统的采暖设计热负荷，是指在设计室外温度下，为了达到室内设计温度，供热系统在单位时间内向建筑物供给的热量。确定合理的采暖设计热负荷是节能的基础，它影响到设备容量大小、工程投资和运行成本。

**3.2.2**用地热以外的辅助能源承担调峰热负荷。

3.3　地热利用率

**3.3.1**　地热利用率表示地热供热负荷与地热供热理论最大负荷的比值，它与地热利用后的排水温度有关，即与地热利用温差有关，但与地热产水量无关。地热利用温差越大，地热利用率越高。地热流体理论最低排水温度一般可取当地年平均室外气温，这与国外低温地热资源评价方法一致。

但是，严格地说，采用地热利用率来评价地热资源利用的完善程度还不够准确，因为这里所指的地热利用率还不是地热有效利用率。例如，地热水输送系统的热损失，也会降低地热水的温度，而这部分温降井不代表有效利用的能量。还应考虑整个采暖期内地热井的流量利用率，即采暖期内地热井实际采水量与最佳采水量之比。

**3.3.2**　60%的地热利用率指标是考率到各种地热供热水温都应达到的要求，意在解决地热利用率普遍较低的问题。地热供热水温愈高，地热利用率的百分比也应该愈高。例如80℃～90℃的地热水，其地热利用率能达别70%以上。

4 西 北 村 镇 地 热 能 利 用 潜 力 与 方 式

4.1 一般规定

**4.1.1** 西北各省地热能资源分布及赋存量如下：

陕西省四类典型地貌单元为风沙高原区、黄土高原区、河谷阶地区和山间盆地区。陕西省地热资源主要集中于关中盆地。关中盆地是我国陆地上新生代盆地沉降幅度最大的断陷盆地。关中盆地地热资源总量达3230×1015kcal，相当于4610亿t标准煤。

甘肃省隆起断裂型地热资源主要分布在北山、祁连山、西秦岭三条造山带，沉降盆地型分布在安西-敦煌盆地、河西走廊盆地群、陇中盆地群和陇东盆地。造山隆起较沉积盆地有较高的大地热流值。

宁夏地热储存区预估共有8处，其中有四处地热田。最大的为银川平原地热田，银川盆地沉积盆地型中低温地热资源，采用热储法估算的银川盆地地热资源总量为2.7075×1017kJ，地热资源可开采量为8.9665×1016kJ，热储层50年热水储量为8.6171×1011m3，地热水可开采量1.6798×1010m3。

青海省地热资源分布广泛，在六州一地一市均有分布，主要分布于共和-贵德盆地、大柴旦、都兰、青藏铁路沿线温泉和玉树巴塘地区、兴海地区、同仁盆地等地区。全省已经发现水温15℃以上的热水或地热异常点84处，其中90℃ 以上的热水点1处，60℃～80℃的低温热水点10处，40℃～60℃的低温热水点9处，15℃～40℃的低温水点64处。

内蒙古是温泉广布和利用热水历史悠久的省区，但系统性的地热资源研究起步较晚，研究程度较低。内蒙古地热资源总量为1.99×1016kJ。实际开采量4.60×1011kJ/a，可替代的常规能源量2.6×104t/a。

新疆地下热水的分布受地貌控制较为明显， “三山夹两盆”的地貌特征决定了其不同类型的地热水资源分布。新疆省主要地热资源分布如表3.1.1所示：

表4.1.1 新疆省主要地热资源分布

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地区 | 海拔(m) | 占比(%) | 温度(℃) | 说明 |
| 昆仑山区 | >3000 | 31 | >40 | 温度较高，最高达72℃ |
| 天山山区 | 1500~3000 | 45 | 20~60 | 沿乌鲁木齐-伊利带状分布 |
| 阿尔泰山南麓山区 | 1400~2000 | 10 | 32~52 | 沿北西-南东方向带状分布 |
| 低山丘陵区 | <1400 | 8 | <30 | 较少，零星分布 |

山西省地热能资源相对丰富，其中，浅层地热能可开采资源总量约2800万吨标准煤，是全国浅层地热能开发利用的“适宜区”，主要分布在朔州、忻州、大同、晋中、太原、临汾、运城和长治8个城市。水热型地热能可开采资源总量约5700万吨标准煤，位居全国第 8 位，主要分布在太原、临汾、曲沃、运城等市县。全省共有地热井超210个。

**4.1.2** 工程场地勘察应包括下列内容:

1 场地规划面积、形状；

2 场地内已有建筑和规划建筑的占地面积、分布概况及用能状况；

3 场地内相关地上、地下设施的位置、用途及其深度；

4 场地内生活、生产设施现状及环保要求。

4.2西北村镇地热能资源评价方法

**4.2.1** 本条应用于宏观层面对多个村镇进行地热能供需匹配研究。村镇地热能资源量可参考各地方政府地质调研报告，如条件允许，应对所评估村镇的地热能资源进行探查。

**4.2.2** 地热能供暖受到多方面因素的限制，如城市发展、政府支持力度、地热能资源量等。应从社会、人口、资源禀赋、空气质量等多角度进行评价。发展水平可用人均收入、人均GDP、空气质量衡量；人口素质可用劳动力比率和受教育年限衡量；政府支持力度可包括用于资源勘探支出和用于节能环保的支出。各项指标的数据可根据各地年鉴、人口普查结果及政府机构报告获取。

**4.2.3** 因子分析法的基本思想是将观测变量进行分类，将相关性较高，即联系比较紧密的分在同一类中，而不同类变量之间的相关性则较低，每一类变量代表一个基本结构，即公共因子。对于所研究的问题就是试图用最少个数公共因子的线性函数描述原来观测结果，从而达到数据浓缩，以小见大，抓住问题本质和核心的目的。

观测的变量数据应进行标准化。利用因子分析法提取共性因子，共性因子的个数选取遵循提取出因子的方差贡献率总和大于80%的原则。由各因子方差贡献率占总方差的比例计算各因子的权重。赋予权重后，根据各因子得分，赋予各村镇地热能适宜性的综合评分。

4.3西北村镇地热能资源利用方式

**4.3.1** 地热流体梯级利用方式如下：

1 饱和蒸气：200～140℃宜用于发电；200～180℃宜用于高浓度溶液的蒸发、氨吸收制冷及纸浆和牛皮纸浆的蒸煮；180～170℃宜通过硫化氢流程制取重水及用于硅藻土的干燥；170～160℃宜用于鱼类产品和木材干燥；160～150℃宜通过拜尔流程制取铝土；150～140℃宜用于高速干燥农产品、罐装食品；140～130℃宜用于精制食糖的蒸发和食盐的制取；130～120℃宜用于通过蒸馏法制取淡水及浓缩含盐溶液；120～110℃宜用于轻型混凝土板的干燥和养护。

2 饱和蒸气和地热水：110～100℃宜用于有机材料、海草、草和蔬菜的干燥。

3 地热水：100～90℃宜用于鱼类资源干燥和快速除冰作业；90～80℃宜用于采暖和温室供热；80～70℃宜用于制冷；70～60℃宜用于动物饲养及温室、温床联合供热；60～50℃宜用于培植蘑菇、医疗保健沐浴；50～40℃宜用于土地加温；40～30℃宜用于游泳池、生物降解、发酵及利用温水采矿防冻；30～20℃宜用于鱼类孵化、土地加温。

4 经发电或采暖后的地热尾水的温度仍在30～40℃左右，宜用于水产养殖及灌溉。

**4.3.3** 本条明确地源热泵使用的前提条件。

地源热泵应用的关键在于地质和水文地质条件，条件不利的情况下盲目采用地源热泵，会导致实际使用中大量消耗驱动能源，浪费物力财力。

**4.3.4** 农村小型冷库指目前农村比较常见的家庭式冷冻冷藏库，是实现农产品及时贮藏、调节产品淡旺季、减损增值的重要设施和手段。地热水产养殖是指利用地热水进行鱼、虾等名贵水产和动物的亲本保种、苗种早繁越冬，延长生长期和冬季养殖，但必须注意热水中氟含量和其他有害元素的含量不得超标。畜牧养殖的棚舍、农作物的温室大棚等农业设施内要求达到一定的温湿度才能满足动植物的生长。

**4.3.5** 动植物生长对所处环境的空气参数有其特定的要求，畜牧养殖棚舍及温室的系统形式及设备配置应有别于常规空调。

5 地 热 水 供 暖 系 统

5. 1 一 般 规 定

**5.1.2** 传统供暖系统热源一般为热电厂、锅炉房等，其热源为化石燃料。地热能供暖系统中地热能的采集、输送和能量提升多消耗电能。电能为二次能源，因此，地热能供暖系统和传统供暖系统比较能效时，不应直接从能耗数量上比较，而应将电能折算成一次能源，比较一次能源利用效率。

**5.1.3** 地热水回灌的目的是：

1 保护地热水资源；

2 改善和提高地热能利用效率；

3 回灌保持热储层内的压力，维护地热能的开采条件；

4 减少地热流体直接排放对环境的污染。

要做到取热不取水，必须全部回灌。全部回灌是指除了少量的除砂器排污、粗（精）过滤器反冲洗和回扬洗井排水外，开采的地热水完全回灌到热储层。地热井只能用于置换地下热量，不得用于取水等其他用途。抽水、回灌过程中应采取密闭等措施，不得对地热水造成污染。

**5.1.4** 地热能采集系统进出口流体参数包括进出口温度、流量和水质参数。当地热能采集系统进出口流体温度和水质参数满足末端系统温度、水质需求时，可以采用直接供暖方式。当地热能采集系统进出口流体温度满足末端系统温度需求，但水质参数不满足时，可以采用通过地热换热器间接供暖方式。当地热能采集系统出口流体温度较低，不满足末端系统温度需求时，应采用水源热泵机组提升温度后供暖。

一般来说浅层地埋管地热能采集系统均需要通过水源热泵机组提升水温后供暖；中深层地埋管地热能采集系统如果采用同轴套管式换热器也需要采用水源热泵机组提升水温后供暖，若采用U型换热器，则根据出口温度和取热量综合考虑是否需要采用水源热泵；地热水供暖系统可以通过水源热泵机组降低尾水回灌温度，增加供热量。当地热能采集系统流量与热泵机组或末端系统流量不匹配时，可以采用缓冲罐或者混水方式。

**5.1.5** 变流量系统设计有两个作用：

（1）显著降低地热侧水泵功耗，对于地热水供暖系统包括开采井水泵和回灌井水泵，对于地埋管地热能供暖系统则为循环泵；

（2）部分负荷时可降低地热水供暖系统开采的水量，起到保护地热资源的作用。

5. 2 地热水供暖系统选择

**5. 2. 2** 通常地热水水质较差，不应采用直接式系统。当地热水的总矿化度为3g/L～5g/L时，可采用不锈钢的板式换热器；当地热水的矿化度大于5g/L时，应安装钛合金等抗腐蚀的换热器。

**5. 2. 3** 采用调峰或梯级利用方式可以大幅减少地热水用量，从而减少开采量、减轻回灌压力。

以自然回灌为例，给出常用的调峰方式如下：

（1）锅炉调峰，如图5.2.3-1所示。



图5.2.3-1 锅炉调峰示意

（2）水源热泵降低地热排水温度组成地热尾水地源热泵系统调峰，如图5.2.3-2所示。



图5.2.3-2 水源热泵降低地热排水温度调峰示意

（3）水源热泵降低供暖回水温度调峰，如图5.2.3-3所示。



图5.2.3-3 水源热泵降低供暖回水温度调峰示意

常用的梯级利用方式如下：

（1）梯级直接利用，如图5.2.3-4所示。



图5.2.3-4 梯级直接利用示意

（2）地热水间接供暖+地热尾水地源热泵供暖梯级利用，如图5.2.3-5所示。



图5.2.3-5 地热水间接供暖+地热尾水地源热泵供暖梯级利用

其中，直接利用级数由地热水供水温度和末端散热设备温度要求确定，一般供回水温度散热器75℃/50℃、风机盘管60℃/45℃、地面辐射供暖45℃/35℃、毛细管网辐射供暖35℃/30℃。间接利用级数由直接利用后地热水温度、地热水容许回灌温度和热泵性能确定。

**5. 2. 4**

**1** 地热水供水管不得与市政管道连接是为了避免污染市政供水和由市政供水管网取热；地热水回灌管不得与市政管道连接，是为了避免回灌水排入市政排水管网，保护水资源不被浪费。

**2** 化学水处理残留的化学物质会改变地热水水质。

**3**  采用闭式系统可以避免空气进入系统，从而避免腐蚀。

5. 3 地热水取水回灌系统设计

**5. 3. 4**  氧气会与水井内存在的低价铁离子反应形成铁的氧化物，也能产生气体黏合物，引起井堵塞。为此，地热井设计时应采取有效措施避免空气侵入。建议采用氮气保护装置，宜利用自动控制充氮装置，将地热井液面之上的井管充满氮气，防止空气进入。

图5.3.4-1、5.3.4-2、5.3.4-3分别给出了开采井标准井口装置基础设施、回灌井标准井口装置基础设施图和井口氮气保护系统。



1—井管；2—泵管；3—保护套管；4—石棉盘根；5—混凝土基础；6—填料压盖；7—井口封闭管件；8—接管；9—密封法兰；10—井口法兰盖；11—吊钩；12—冲压弯管；13—柔性接头；14—蝶阀；15—直管段；16—氮气管；17—液位计；18—螺栓；19—压盖法兰；20—基础钢构件；21—卡箍；21—液位探头

图5.3.4-1 开采井标准井口装置基础设施图



1—井管；2—泵管；3—保护套管；4—石棉盘根；5—混凝土基础；6—填料压盖；7—井口封闭管件；8—接管；9—密封法兰；10—井口法兰盖；11—吊钩；12—冲压弯管；13—柔性接头；14—蝶阀；15—直管段；16—氮气管；17—液位计；18—螺栓；19—压盖法兰；20—基础钢构件；21—卡箍；22—液位探头

图5.3.4-2 回灌井标准井口装置基础设施图



图5.3.4-3 标准氮气井口保护系统

**5. 3. 5**  为了保证地热水中裹携的岩屑微粒、尤其是孔隙型热储层砂岩地层的细砂颗粒（因为岩性较松散，细小的砂粒更容易随水流被带出）或裸眼成井的基岩层中水中携带的细小颗粒不被传输到循环系统管路，一般地热回灌水源均宜经过除砂处理。当地热水中含砂量超过0.05‰（体积比）时，必须采取除砂措施。而且除砂器的设置也可在一定程度上减轻回灌系统过滤器的工作负担。

除砂器的选型应根据地热井所揭露热储层岩性、流体杂质来设计和确定。

**5. 3. 6**

**1** 宜采取同层回灌模式，回灌目的层与地热开采热储层基本相同，回灌水源（供暖后尾水）应经过密闭系统进入回灌井，以维持开采热储的压力；特殊情况下可以实行异层回灌。进行异层回灌时，要求开采层的水质与回灌井热储层的水质类型基本一致，矿化度相近，且开采井水质优于回灌井。同时应在回灌前对两种水质进行配伍试验，并对回灌水源水质进行评价。在保证回灌热储层不受回灌水影响的前提下方可回灌。

**2** 应避免发生回灌水未达到增温目标而提前进入开采井；

**3**  回灌水水源要求应参照地热回灌水推荐主要控制指标，评价方法及判断标准执行《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615。

**4** 理论上来说，回灌温度较低的尾水会降低开采温度，形成热贯通。回灌井与开采井的间距确定原则是供暖期回灌井对开采井的热贯通程度在可接受的范围内，也即是这种降低不影响供暖末端设备的使用，在下一个供暖季能基本恢复。其间距与地质构造、热储性质、回灌量、开采和回灌水温差等有关。

**5. 3. 7** 回灌井堵塞是地热水供暖系统的常见问题。回灌井堵塞的原因有：悬浮物堵塞、微生物的生长、化学沉淀、气泡阻塞、颗粒膨胀和扩散、细颗粒重组。其中悬浮物堵塞是回灌井堵塞中最常见的情况。因此过滤处理控制回灌井中悬浮物的含量是防止回灌井堵塞的首要因素。过滤处理可以除掉地热水中的悬浮颗粒、滋生的细菌和管道锈蚀产生的固相物质。

**1** 裂隙型热储层回灌系统中，为不增加额外投资，可根据地热水质量的具体情况，在回灌水源经除砂处理后，在地面净化措施上考虑增设管道过滤或其它过滤等粗过滤器，达到能将回灌水中残留的相对直径较大的颗粒过滤掉的目的。孔隙型热储层由于渗透率小、岩石粒径细，滤水管网容易被细微颗粒或细菌堵塞，因此要求同时安装粗、精两级过滤装置。

**2** 粗过滤器承担过滤系统中残留的相对直径较大的颗粒任务，并在一定程度上减轻精过滤器的工作负担，延长精过滤器的使用寿命；精过滤不仅可滤掉大部分悬浮颗粒，有效防止回灌时井内的物理堵塞，还可以有效地拦截或吸附一部分微生物，防止细菌堵塞。

**3** 同级的多个过滤器采用并联方式，便于过滤器的清洗或维修。

**5. 3. 8**

**1**  换热后的地热水流经管道并经过过滤后，流速、压力、温度、化学特性等均会发生一系列变化，可能会有一部分地热水中的原始气体或经由某种反应（如硝化反应）新产生的气体释放出来，或者残留一部分不饱和气体如甲烷、二氧化碳等。因此回灌系统需设置排气设施，便于释放回灌水中的不凝气体，防止气泡随回灌水源进入回灌系统，产生气泡阻塞，影响回灌效果；也可以强化地热换热器的热交换、减缓腐蚀。因此，排气罐应安装在地热换热器、加压泵、回灌井口之前，用以在地热水进入地热换热器和回灌井之前排除多余气体。

**3、4** 在排气罐设计、安装时需要注意两点，其一在罐体顶部设置自动排气阀，当罐内气体浓度聚集到一定程度时，应及时将挥发气体释放到罐体外，降低罐体内的压力，以保证安全；其二注意如果地热水中含气体容量较高时，要采用连接风管方式将释放出的气体排至室外，以防中毒和引发火灾。

**5. 3. 10** 当采用加压回灌时，应设置回灌加压泵，提供需要的回灌压力，避免开采井的地热井泵扬程过大，一方面降低水泵效率，另一方面对地热换热器的承压要求也高。当同时设置有地热井泵和回灌加压泵时，回灌加压泵的扬程应能满足回灌压力的需求，地热井泵扬程应根据除回灌阻力外的其它阻力选择，利于自然回灌和加压回灌的切换。

**5. 3. 13** 地热水具有腐蚀、结垢特征。

5. 4 地热水取水回灌系统施工

**5. 4. 3**

**1**  物探测井

1）测井前应进行通孔，通孔至井底后开泵循环，使井内钻井液性能指标上下保持一致；

2）测井探头和电缆在起下过程中要缓慢匀速，防止产生抽吸作用；

3）根据地质情况和合同要求选择测井项目。

**2** 扫孔

1）为保证井眼的圆整，应采用与原来井径相同的钻头进行扫孔；

2）扫孔时，通过钻机提升和回转系统在井内由浅而深上下及旋转运动，容易井斜的区段应反复扫孔。

**3**  破壁

1）根据不同地层或泥皮情况，可采用专用刮刀或钢丝刷机具破壁；

2）用钻杆连接破壁工具，在井内自上而下慢速回转方式破坏井壁泥皮，并注意控制提、下钻具速度。

**4** 冲孔换浆

1）破壁结束后，可利用井内原钻具进行排渣和冲孔换浆；

2）对于相对稳定地层，换浆黏度宜为15s～20s，密度小于1.15g/cm3；地层稳定性较差时，换浆黏度宜为20s～25s，密度1.15g/cm3～l.20g/cm3。

**5** 止水固井

地热井可根据情况选用膨胀橡胶或膨胀橡胶与普通橡胶联合止水，止水位置应在最上部过滤器顶端，数量为2组～4组。采用水泥固井方法止水。

**5.4.4** 常用管材有石油套管、无缝钢管、螺旋和直缝高频焊管、PVC-U塑料管等。过滤管主要有桥式过滤管、梯形丝过滤管、贴砾过滤管、钻孔缠丝管、铣缝式PVC-U塑料 管等。

5. 5 地热水供暖系统检验与验收

**5.5.5**

检查方法：核查每个地热井验收记录。

检查数量：全数检查。

**5.5.6**

检查方法：旁站观察，核查抽水试验、回灌试验记录。

检查数量：全数检查。

**5.5.7**

检查方法：核查水质和含砂量检测报告，按系统设备的使用说明书核对。

检查数量：每个地热井对水质和含砂量测定一组。

**5.5.8**

检查方法：旁站观察，核查施工安装记录。

检查数量：全数检查。

**5.5.9**

检查方法：核查输水管网验收记录。

检查数量：全数检查。

**5.5.10**

检查方法：观察，核查施工安装记录，按设计图纸核对。

检查数量：全数检查。

**5.5.11**

检查方法：观察检查，核查检查井的施工记录。

检查数量：全数检查。

5. 6 地热水供暖系统维护与管理

**5. 6. 4**

**1** 回灌堵塞的判别方法

回灌运行时，一旦发生以下一种或几种现象，即可判断系统出现了堵塞现象：

1) 当保持一定的回灌量时，随着回灌时间的延长，回灌井的水位突然上升或连续上升，单位回灌量逐渐减少；

2) 当保持一定水头时，随着回灌时间的增长回灌量逐渐减少；

3) 回灌井经过多年运行后，单位回灌量或洗井时单位涌水量逐年减少；

4) 过滤器两端的压力差持续增大。

**2** 预防回灌堵塞的方法

预防回灌堵塞的方法如下：

1) 经常检查回灌装置的密封效果，如发现漏气，应及时处理；

2) 洗井时，为防止污水倒流井内，避免空气混入，提高密封效果，须在洗井水管路安装单流阀或“U”型管，或把扬水管出口没入水中，形成水封；

3) 洗井时，须对回灌井的水质进行检测，回灌运行过程中，应定期检测回灌水源水质，对没有达到标准的项目及时采取措施进行处理；

4) 掌握好回灌量和地下水位的动态变化，及时检查有无堵塞现象；

5) 回灌运行中，若发现物理、化学沉淀、细菌堵塞时，需立即停灌，深入分析堵塞原因，针对具体情况及时采取有效措施处理。

**3**  回灌堵塞的处理措施

根据回灌井产生的堵塞性质和原因，可采用连续反冲洗、化学处理法和灭菌法等处理方法：

1) 回灌井成井时，应洗井彻底，充分清洗岩层孔隙（裂隙）通道；

2) 对于回灌管路的堵塞，可直接用连续反冲洗方法处理；对于回灌井本身产生的堵塞，可用间歇停泵反冲洗与压力灌水相结合的方法处理；

3) 碳酸盐岩溶地区基岩裸眼成井的回灌井如在加装粗过滤器后回灌效果仍不理想，可考虑采用压裂酸化洗井措施，以沟通含水层的岩溶裂隙，增大地层吸水能力。如果堵塞沉淀物是CaCO3或Fe(OH)3，已与砂胶合成Ca质或Fe质结垢，在井壁管路上已形成坚硬的水垢时，一般可用HCl（浓度10%，加酸洗抗蚀剂）使之生成溶解性的CaCl2来处理。但在用盐酸处理之前，必须掌握井管口径、深度、材料、静动水位等资料，依具体情况制定安全有效的处理方案，以不造成回灌水二次污染为前提。

6 浅 层 地 埋 管 地 热 能 采 集 系 统

6. 1 一般规定

**6. 1. 1**  分区设置地埋管换热器与集中设置相比，便于浅层岩土体温度场的恢复，在部分负荷工况下，可以实现地埋管地热能采集系统各换热环路的轮换或间歇运行，有利于减少岩土体的换热强度，便于系统分区管理、维护，提高地埋管地热能采集系统使用的可靠性；同时可避免部分负荷时在较大的管系中流速降低，换热性能变差，浪费水泵能量的不利情况。

**6. 1. 2**  施工时应避开既有地下管线及构筑物，保证在保护线以外。地埋管换热器距离水井、化粪池不宜少于15m，并远离室外排水设施等构筑物，以减少对这些设施的影响。

**6. 1. 3** 埋管区域不应以树木、灌木、花园等作为标识。每孔地埋管换热器都应建立数据档案，包括定位坐标、实际深度、钻孔完成时间等。

**6. 1. 4** 目的在于增加系统的安全性、可靠性。便于系统充液，一般可在分水器或者集水器上预留充液管。地埋管地热能采集系统应设置排气、定压、膨胀、自动补水和水过滤等装置，以及压力表和温度计等仪器。

6. 2 管材与传热介质

**6. 2. 1** 地埋管与管件在土层中易受到有机生物等的腐蚀，为延长其使用寿命，应采用化学稳定性好、耐腐蚀的材料。导热系数大的材料，有助于减少热阻，提高换热效率。换热管与管件需承受系统的水压力，故除了应满足设计压力要求外，承压值不应小于1.0MPa，且需留有裕度。

**6. 2. 3** 传热介质的安全性包括毒性、易燃性及腐蚀性；介质的良好换热性能和较小的摩擦阻力系数是指具有较大的导热系数和较低的黏度。此外，可采用的其它传热介质有：氯化钠溶液、氯化钙溶液、乙二醇溶液、丙醇溶液、丙二醇溶液、甲醇溶液、乙醇溶液、醋酸钾溶液及碳酸钾溶液。

6. 3 地热能采集及补偿系统设计

**6. 3. 3** 对于小型地埋管地源热泵系统，可以通过设置在地埋管出水总管上的温度监测系统，监测地埋管出水温度，作为浅层岩土体温度变化定性评估指标。建筑面积20000m2以上的大规模地源热泵系统，除了监测出水温度外，还需要专门设置浅层岩土体温度监测系统，在埋管区域的最不利换热孔设置温度传感器。分区域埋设地埋管换热器的项目，则需要分别监测每个分区内的最不利换热孔。在单个地埋管换热器钻孔深度范围内设置温度传感器数量与项目所在地质条件相关，一般不宜少于3个，分别设置于钻孔底部、中部和顶部。若钻孔深度范围内地质条件变化显著则应适当增加温度测点。

**6. 3. 4** 地埋换热管的设计计算是地源热泵系统的重要设计内容。地埋管的换热性能受岩土体热物性和地下水流动等地质条件的影响很大，即使在同一地区，岩土体的热物性参数也有差别。为确保地埋换热管的设计符合实际情况，通常在设计前需对现场岩土体热物性进行测定，并根据实测数据进行计算。此外，建筑物的全年动态负荷、系统运行过程中岩土体的温度变化、换热管及传热介质的特性都会影响换热效果。因此，考虑到地埋换热管设计计算的特殊性与复杂性，其设计长度宜采用专用软件进行计算。

**6. 3. 5** 许多地埋管地源热泵系统的埋管在建筑物的底板下，常需穿过底板，由于基础防水与沉降等潜在性问题较为复杂，故必须预先与有关专业协同研究和评估，以确保系统的可靠性。

**6. 3. 6** 加拿大《Design and Installation of Earth Energy Systems for Commercial and Institutional Buildings》CAN/CSA-C448.1中指出，环路集管不是有效的换热单元，不应包括在地埋管换热器长度内。

**6. 3. 8**  对钻孔孔径作出规定主要是为了保障U型管支管距离、便于U型管安装及钻孔注浆回填，钻孔孔径可根据U型管类型、管径确定，直径0.032m单U型换热管钻孔直径通常为0.14m～0.16m；钻孔间距的规定主要是为了减轻钻孔之间的热干扰，钻孔间距应通过计算确定。

**6. 3. 9**  目的为确保系统及时排气和加强换热。地埋管换热器内管道推荐流速：双U型埋管不宜小于0.4m/s，单U型埋管不宜小于0.6m/s。

**6. 3. 10**  环路同程布置，与每对供、回水环路集管（或分、集水器）连接的换热管环路数宜相等，是考虑水力平衡的需要；供、回水环路集管的间距不应小于0.6m，是为了减少供、回水管间的热传递。

**6. 3. 11** 地埋换热管远离水井及室外排水设施，是为了减少水井及室外排水设施对换热管换热的影响。换热管邻近机房或以机房为中心设置是为了减少供、回水集管的长度，利于节能。

**6. 3. 12** 换热孔的回填材料位于换热管与钻孔壁之间，可用于保证换热管和周围岩土的换热，并防止地表水通过钻孔向地下渗透或不同承压含水层之间的水力沟通，保护地下水不受污染或避免各承压水层之间地下水的相互影响。因此，适宜的回填材料对于保证地埋管换热器的性能、防止地质环境恶化有重要意义。

回填材料的导热性、抗渗性、经济性以及施工难易程度是选择回填材料的主要因素；不同地质条件对回填材料的性能要求也不同。

回填材料的导热系数是影响换热孔孔内热阻的重要因素，当回填材料的导热系数低于周围岩土的导热系数时，换热孔孔内的热阻在总热阻中所占比重较大，因此增大其导热系数有利于减小总热阻；当回填材料的导热系数大于周围岩土的导热系数时，孔内的热阻在总热阻中所占比重相对较小，增大其导热系数对总热阻的减少量不明显。

为进一步了解国内常用回填料的性能，国内相关研究人员对由膨润土、水泥、黄沙构成的回填料进行了试验研究，膨润土基回填材料（主要由黄沙、膨润土组成）、水泥基回填材料（主要由黄沙、水泥、膨润土组成）在不同配比条件下的导热系数、渗透系数试验测试结果见表6.3.12、图6.3.12-1和图6.3.12-2，可供勘察、设计和施工人员参考。

表6.3.12 水泥基回填材料不同配比导热系数测试结果表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 配比 | 导热系数W/(m·K) |
| 黄沙:膨润土:水泥 |
| 1 | 5:4:1 | 1.205 |
| 2 | 5:3:2 | 1.221 |
| 3 | 5:2:3 | 1.257 |
| 4 | 5:1.5:3.5 | 1.324 |
| 5 | 6:3:1 | 1.334 |
| 6 | 6:2:2 | 1.411 |
| 7 | 6:1.5:2.5 | 1.531 |
| 8 | 6:1:3 | 1.596 |
| 9 | 7:2:1 | 1.492 |
| 10 | 7:1.5:1.5 | 1.641 |
| 11 | 7:1:2 | 1.695 |
| 12 | 7:0:3 | 1.883 |
| 13 | 8:0:2 | 1.948 |
| 14 | 9:0:1 | 2.147 |

图6.3.12-1 不同配比膨润土基回填材料导热系数



图6.3.12-2 不同配比膨润土基回填材料渗透系数

回填材料的抗渗性可用其渗透系数进行描述，渗透系数越小其抗渗性能越好。

**6. 3. 13** 根据地埋管材料、施工和输送成本综合比较的经济比摩阻范围。考虑到大型工程埋管占地面积较大，埋管系统管线较长，可能还需要分区设置，此时连接各区域分、集水器和热泵机组的管道管径、流量都较大，可参考空调水系统经济比摩阻进行选择。

**6. 3. 14** 地埋换热管的承压能力薄弱点在接头处，热熔连接处的承压值约为1.0MPa，电熔连接处的承压值约为1.6MPa。由于U型管位置最低，可在地面上预先以电熔方式连接。

**6. 3. 15**  目的在于防止地埋管地热能采集系统堵塞。反冲洗系统应与水源热泵等设备隔开，可以分组冲洗，水泵宜按单次冲洗地埋管换热器工作流量的2倍和相应扬程选配。

6. 4 地热能采集系统施工

**6. 4. 4**

**4**  主要目的是方便竖直U型管与环路集管对接， U型管的组对长度大于换热孔设计深度1m～2 m为宜。

**6. 4. 5**

**2** 换热孔孔壁稳定是保障后续下管和注浆回填顺利进行的前提，当浅部填土较厚且含较多杂质时，钻孔采用护筒护壁，其它地层可用泥浆护壁；

**4**  垂直偏差度指钻孔底部中心在水平方向偏离孔口中心垂线的距离与钻孔垂直深度的百分比。目前竖埋管深度多在80m～120 m之间，埋管的间距在4m～6 m之间，垂直偏差度过大可能导致钻孔相交，损坏已埋设的地埋管，或因两管距离过近影响热交换效率。为保证钻孔垂直，钻进设备安装应稳固、水平，钻塔天车和钻机立轴及孔口中心在同一直线上；钻进时应使用导向钻具、采取减压钻进等措施。

**6. 4. 7**

**1、2**  换热管在有压状态下目的是消除在下管过程中受孔壁及其它外力导致换热管变形，下入灌浆管用于后续灌浆回填；

**4** 当竖直地埋管设置在基础地下时，埋管一般在基坑开挖前进行，因地埋管在孔内自然弯曲变形、钻孔超深等因素可能导致地埋管下沉，竖直地埋管的长度应在设计换热长度的基础上适当增加富余量，防止基坑超挖引起安全事故。在地埋管的端部用醒目的方式进行标识，便于在挖土时识别，防止挖土机械损坏地埋管。

**5** 目的是减轻 U型管支管之间的热影响。

**6. 4. 9** 灌浆回填料一般为膨润土和细沙（或水泥）的混合浆或其它专用灌浆材料。膨润土的比例宜占4%～6％。钻孔时取出的泥沙浆凝固后如收缩很小时，也可用作灌浆材料。如果地埋管换热器设在非常密实或坚硬的岩土体或岩石中，宜采用水泥基料灌浆，以防止孔隙水因冻结膨胀损坏膨润土灌浆材料而导致管道被挤压节流。对地下水流丰富的地区，为保持地下水的流动性，增强对流换热效果，不宜采用水泥基料灌浆。

回填材料应具有周围岩土相适应的较高的导热性能和保证钻孔密封性的低渗透率。所有使用的非水泥灌浆混合物可参考加拿大《Design and Installation of Ground Source Heat Pump Systems for Commercial and Residential Buildings》ANSI/CAS C448 Series-16，按照如下条件选取：

（1）回填灌浆材料最小导热系数为0.71W/(m·K)；

（2）水力渗透系数不大于1×10-7cm/s；

（3）惰性且无毒；

（4）不可生物降解。

同时灌浆混合料应保持其热力学、水文和机械性能在系统全寿命期内退化不超过10％。

**6. 4. 12** 一般来说，地埋管换热器施工环境温度建议在10℃以上。室外环境温度低于0℃时，塑料地埋管物理力学性能将有所降低，容易造成地埋管的损害。故当室外环境温度低于0℃时，尽量避免地埋管换热器的施工。如果地埋管系统采用防冻液，填充系统的方法必须确保整个地埋管回路中均包含正确浓度的防冻剂，即在热泵运行之前已经进行了充分的混合，形成均匀的流体。

**6. 4. 13** 警示带应清楚地标识其保护对象，例如“下面有地热管道”，以防止其他施工损坏管道。

6. 5 地热能采集系统检验与验收

**6. 5. 3** 回填过程的检验内容包括回填料配比、混合程序、灌浆及封孔的检验。

**6. 5. 4**

检验方法：核查产品合格证、出厂检测报告、产品说明书及产品性能检测报告。

检查数量：全数检查。

**6. 5. 5**

检验方法：观察、尺量，按设计图纸核对。

检查数量：每批次随机抽查10%，且不少于10件，少于10件的，全数检查。

**6. 5. 6**

检验方法：尺量、旁站检查，按设计图纸核对。

检查数量：随机抽查10%，且不少于10件，少于10件的，全数检查。

**6. 5. 7**

检查方法：检查配比单，与实物对照检查。

检查数量：每个竖直或水平地埋管换热器回填时抽样检查不少于1次。

**6. 5. 8**

检查方法：旁站检查，核查冲洗、水压试验记录。

检查数量：全数检查。

**6. 5. 9**

检验方法：观察检查；核查施工安装记录。

检查数量：全数检查。

**6.5.10**  地埋管换热器施工属于隐蔽工程，其施工特点具有一次性，不可逆性，虽然在施工安装过程中每个环节均需进行质量控制，但安装施工完成后的换热器成品性能是否满足设计要求是地埋管换热器施工验收的重要环节。地埋管换热器循环介质阻力和换热功率是后续系统输送、辅助热源等配置的重要依据，同时也是施工安装质量的直接体现。

检测方法：通水试验，换热试验。

检测数量：循环介质阻力按环路支路全数检测；换热功率检测按2%环路支路抽样，且不少于2个。

**6. 5. 11**

检验方法：观察检查。

检查数量：每批次随机抽查10%，且不少于10件，少于10件的，全数检查。

**6. 5. 12**

检查方法：观察检查。按设计图纸、产品使用说明书核对。

检查数量：随机抽查10%，且不少于10件，少于10件的，全数检查。

**6. 5. 13**

检查方法：采用测斜仪、钢卷尺、经纬仪、测绳等量测，按图纸核对；核查成孔的施工与检测记录。

检查数量：随机抽查10%，且不少于10个，少于10个的，全数检查。

**6. 5. 14**

检查方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**6. 5. 15**

检查方法：观察检查，核查阀门井验收记录。

检查数量：全数检查。

7 建 筑 物 内 系 统

7.2 热源站设计

**7. 2. 4** 为了提高换热效率，减少地热水的温度损失，减少换热器体积，常采用板式换热器。对于高温、高压的地热水供暖系统可采用管壳式换热器。

**7. 2. 5**

**2** 实际工况参数与水源热泵机组的名义工况差别较大，应按实际工况进行换算水源热泵机组的性能参数。《水（地）源热泵机组》GB/T 19409规定了在名义制热工况下冷热风型和冷热水型水源热泵机组的制热性能系数(COP)。

**4** 制冷剂对环境的破坏主要体现在破坏大气臭氧层和增强温室效应两个方面。鉴于CFC和HCFC对大气臭氧层的破坏，我国已于2010年1月1日完全停止CFCs的生产和消费，而HCFC类物质(含HCFC22、HCFC123)在我国的禁用年限为2040年。而HFC类物质(含HFC134a)虽然不破坏大气臭氧层，但属于温室气体，属于《京都议定书》中要限制使用的物质，其使用前景并不明朗。压缩式冷水机组的使用年限超过20年，选择制冷剂时应考虑以上因素。

**7. 2. 6**  防冻剂水溶液的密度、比热容、粘度以及导热系数与水有较大不同，应根据选用的防冻剂水溶液的热物性参数计算循环管路的阻力，换热器换热量和阻力，水源热泵机组的制热量、冷凝器阻力也应联系供应商进行修正。

**7. 2. 12**

**2** 热源站机房通风按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736设计；

7.3 末端系统设计

**7. 3. 1** 末端设备的选择应考虑到地热能供暖系统供水温度较低的特点，常用的末端设备有空气处理机、风机盘管、地面辐射供暖等。

**7. 3. 2**

**2** 水环热泵系统是小型水/空气热泵的一种应用方式，即用水环路将小型水/空气热泵机组并联在一起，构成以回收建筑物内部余热为主要特征的热泵供热、供冷的系统。

**3** 当建筑物内采用低温热水地面辐射供暖方式，且供水温度低于45℃时，应特别注意对围护结构保温最不利的小建筑面积房间进行校核计算。小建筑面积房间除去四周外可以敷设辐射管的面积较小，应校核其供热量。

7.4 建筑物内系统施工、检验与验收

**7. 4. 4** 水系统安装完毕后，内有泥沙、焊渣或其他施工污物，如不冲洗，在随流水循环过程中，极易堵塞在热泵机组冷凝器和地热换热器的换热管束内，导致制热量和换热量下降。因此在水系统安装完毕后，应进行系统整体冲洗，冲洗前应将管道上安装的孔板、滤网、温度计、调节阀等拆除，关闭主要设备的阀门，冲洗完毕应清除除污器（或过滤器）内污物，恢复原管道系统。

**7. 4. 8**

检验方法：核查产品合格证、出厂检测报告、产品说明书及产品性能检测报告。

检查数量：全数检查。

**7. 4. 9**

检查方法：观察、尺量，按设计图纸核对。

检查数量：每批次随机抽查15%，且不少于15件，少于15件的，全数检查。

**7. 4. 10**

检查方法：核查钻探的施工与检测记录，按图纸核对，必要时尺量。

检查数量：全数检查。

**7. 4. 11**

检查方法：检查配比单，与实物对照检查。

检查数量：每个换热器回填时抽样检查不少于2次。

**7. 4. 12**

检查方法：旁站检查，核查冲洗、水压试验记录。

检查数量：全数检查。

**7. 4. 13**

检验方法：观察检查；核查施工安装记录。

检验数量：全数检查。

**7. 4. 14**

检测方法：通水试验，换热试验。

检测数量：循环介质阻力按环路支路全数检测；换热功率检测按2%环路支路抽样，且不少于2个。

**7. 4. 15**

检验方法：观察检查。

检查数量：每批次随机抽查10%，且不少于10件，少于10件的，全数检查。

**7. 4. 16**

检查方法：观察检查。按设计图纸、产品使用说明书核对。

检查数量：随机抽查15%，且不少于15件，少于15件的，全数检查。

**7. 4. 17**

检查方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7. 4. 18**

检查方法：观察检查，核查阀门井验收记录。

检查数量：全数检查。

8 监 控 与 运 行 管 理

8.1 一般规定

**8. 1. 3**  工程案例的研究结果表明，地热能供暖系统的能效除与设计、施工因素有关外，与后期运行控制、管理及维护保养有密切关系。因此，进行系统运行状态参数、换热器地温和水温、以及代表用户室温的动态监测对指导系统运行，提高系统能效有重要作用。

**8. 1. 7** 为指导地热能供暖系统合理运行，应定期对监测数据进行分析，包括能耗数据分析，评判系统运行经济性和合理性；地热能采集参数分析，判断对地质环境影响程度；室内热环境参数分析，判断供暖质量等。监测数据分析的周期可根据工程的实际情况和运行管理需要确定。

8.2 监控与管理系统

**Ⅰ** 地热水供暖系统系统监测

**8. 2. 1**  地热水供暖系统监测宜直接在地热井上开展，为了降低成本可不设单独的监测井。地热井智能监测系统仪器仪表布置如图7.2.1所示。



1. —井口装置；②—关断阀；③—温度传感器；④—压力传感器；⑤—流量计；⑥—单阀水嘴；⑦—水位监测仪

图8.2.1 地热井智能监测系统仪器仪表布置

**8. 2. 6**  常用防腐措施如选择耐腐蚀合金和有色金属生产的设备、管材，采用非金属材料或保护层、涂敷防腐涂料等。

**ⅠI** 浅层地埋管地热能采集系统监测

**8. 2. 8**

**2** 工程实践表明，地埋管地源热泵系统地埋管与地层进行热交换，由于地埋管换热区中心区域最不利于热量补给，温度变化幅度最大，并且出现冷坑的情况最为严重。因此，应对地埋管换热区的中心区地温进行监测，从而掌握换热区最不利区域地温动态变化。并且浅层地埋管地热能采集系统长期运行引起的热影响范围不断扩大，并大致呈线性增长，连续运行1年、3年、5年、10年的最大影响范围为10、14、18、26m。了解和掌握地源热泵系统长期运行引起的热影响范围和程度至关重要，因此还需对地埋管换热区外围地温进行监测。

**3**  根据已有研究表明竖直地埋管换热器在竖直方向上也存在传热，使换热器下方土层温度发生变化，因此地温监测深度不应小于换热孔深度，对换热器下方地温场进行监测。

**8. 2. 9** 监测数据采集时间间隔对监测数据的分析及应用起到至关重要的作用，间隔时间过小造成不必要的浪费，给数据处理分析造成困难，间隔时间过大不能满足监测精度的要求，因此监测数据采集时间间隔可根据需要设置。根据工程经验，地埋管地热能采集系统运行期数据采集时间间隔1h～2h，非运行期数据采集时间间隔12h～24h。

**ⅠII** 热源站机房系统监测

**8. 2. 12**

**1~3** 参照住房和城乡建设部发布的《可再生能源建筑应用示范项目数据监测系统技术导则》而提出的。

8. 3 运行管理与维护

**8. 3. 2**  机房内的热泵机组和换热储热等设备，地热侧、用户侧管道，以及各种部件的保温应保持良好状态，有利于降低能耗、节省运行费用。平时应注意保温层和防潮层有无脱落和破损，当管道及设备维修后，应将保温层恢复原状。特别注意与支吊架接触的部位，如果保温层破坏形成冷桥，将增加热量损失。

**8. 3. 3**  目的是确保热泵机组的安全、高效运行。

**2** 应在系统能耗（包括水泵）的角度考虑，使投入运行的设备数量最少，且应考虑设备轮换和设备机械寿命的消耗问题。一般可设置机房群控系统来综合考虑各种因素，机房群控系统的预设逻辑和控制参数应在运行调节过程中根据时间调节。没有机房群控系统，运行管理人员应结合热平衡运行方案，根据室外环境参数、室内使用情况、机组实际负荷及时调整开机数量；

**3**  使用率高的常规热泵机组一年或两年更换一次冷冻油和油过滤器。也要根据具体机组的年实际运行时间而定，一般可由厂家或第三方机构提供油质分析报告确定是否更换；

**4** 蒸发器和冷凝器的换热热阻主要是在水侧，为了保证良好的换热效果，需要定期清洗热泵机组蒸发器和冷凝器，除去水侧污垢，减少水侧换热热阻，提高换热效率；一般热泵机组可以根据换热器进出水温度，对应的冷媒饱和压力和冷媒压力判断换热温差是否增至需要清洗的程度。