

天津市工程建设标准

# 天津市地热回灌地面工程建设标准

Engineering Construction Standard of  
Geothermal Reinjection in Tianjin

天津地热勘查开发设计院

二〇〇七年九月

天津市工程建设标准

## 天津市地热回灌地面工程建设标准

Engineering Construction Standard of Geothermal Reinjection in Tianjin

主编单位：天津地热勘查开发设计院

批准单位：天津市建设管理委员会

2007 年. 天 津

## 天津市工程建设标准

### 天津市地热回灌地面工程建设标准

编写单位：天津地热勘查开发设计院

综合地质研究所

所 长：林建旺

项目负责：曾梅香

编 写 人：曾梅香 张久潮 赵 娜 王连成 林建旺 林 黎

孙宝成 马凤如 王幼军 王 坤 盛中杰 李 俊

程万庆 江国胜 沈 建 曹凤兰

总工程师：林 黎

院 长：孙宝成

提交单位：天津地热勘查开发设计院

提交日期：二〇〇七年九月

# 天津市地热回灌运行操作规程（试行）

编写单位：天津地热勘查开发设计院综合地质研究所

所 长：林建旺

项目负责：曾梅香

编 写 人：曾梅香 张久潮 林建旺 韩金树 李春华 王幼军

孙宝成 林 黎 马凤如 王 坤 盛中杰 赵 娜

李 俊 程万庆

总工程师：林 黎

院 长：孙宝成

提交单位：天津地热勘查开发设计院

提交日期：2006 年 8 月

## 《天津市地热回灌地面系统标准》

# 评审意见

2007年9月10日，由天津市建委组织有关专家对《天津市地热回灌地面系统标准》（以下简称《标准》）进行了评审，经专家组认真讨论，形成如下评审意见：

一、本《标准》从天津市实际出发，规范了地热回灌系统的地面建设，满足了地热回灌工作的需要。

二、本《标准》明确规定了地热回灌系统的工艺设计、施工技术、设备安装和系统维护等各个环节的工程技术要求，适用于中低温地热回灌系统工程建设。

三、本《标准》提出的地热回灌地面系统工程的质量验收方法可行，条文说明全面详细。

四、《标准》重点突出、结构合理、内容翔实，对规范我市地热回灌系统的地面建设工作将起到重要作用。

专家组一致同意通过评审。

建议：

1. 《标准》的名称改为《天津市地热回灌地面工程建设标准》。
2. 按专家意见进一步修改完善，尽快形成报批稿。

评审专家组组长：

二〇〇七年九月十日

# 《天津市地热回灌地面系统标准》 评 审 专 家 组 名 单

序号	姓 名	评审组职务	单位	所学专业	现从事专业	职称职务	签名
1	赵维明	组长	天津市地质矿产勘查开发局	地质	水工环	正高工、付局长、 总工	
2	韩金树	组员	天津市国土资源和房屋管理局	钻探	地热管理	高工、处长	
3	李明朗	组员	天津市规国地热工程监理公司	水文地质	水工环	正高工、总工	
4	于希曾	组员	中国市政华北设计研究院	热能动力	热能动力	高工、总工	
5	郑维民	组员	天津市热力公司	采暖通风	采暖通风	正高工、总工	
6	罗凤媛	组员	天津市热电设计院	自动化	自动化	高工	
7	高顺庆	组员	天津市供热办	供热施工	供热施工	正高工	

## 前 言

本标准是按照市建委《关于下达 2005 年度建设系统科学技术发展计划和工程建设标准编制计划的通知》（建科教〔2005〕1391 号）的要求，由天津市地质矿产勘查开发局天津地热勘查开发设计院编写而成。

本标准遵循规范管理工作行为、符合工作需要、具有可操作性等三项原则，依据地热资源勘查规范和法规的有关要求编制而成。在编制过程中，天津地热勘查开发设计院编写组进行了认真、深入地调查研究，总结了天津市多年来地热回灌工作的实践经验，应用了本地区多项地热回灌科研成果的技术结论，参考借鉴了国内外类似地热田地热回灌地面工程的建设实例，广泛征求了相关单位及专家的意见，经过反复多次修改后定稿。

本标准共分 9 章和 6 个附录。主要对地热回灌地面工程建设中，回灌井井口装置施工技术、井口监测仪器仪表选型与安装、井泵房建设标准、回灌系统水质净化装置及排气装置、加压装置、系统管路材料及密封、工程验收等内容提出详细技术要求。

希望各相关单位在贯彻执行过程中，注意积累资料、总结经验，如发现需要修改和补充完善之处，请将意见和建议及时反馈给天津市建设管理委员会、天津市国土资源和房屋管理局地热管理处、天津地热勘查开发设计院，以供今后修订时参考，使其日臻完善。

**本标准主编单位：**天津地热勘查开发设计院（天津市河东区卫国道 189 号 300250）

**本标准主要起草人：**曾梅香 张久潮 赵 娜 王连成 林建旺 林 黎 孙宝成 马凤如

王幼军 王 坤 盛中杰 李 俊 程万庆 江国胜 沈 建 曹凤兰

# 目 次

1 总则 .....	1
2 术语 .....	2
3 回灌井井口装置基础设施及施工技术要求 .....	4
4 回灌井井口监测仪器仪表的选型与安装 .....	5
5 地热回灌井泵房建设 .....	9
6 回灌流体水质净化过滤系统设置 .....	12
7 地热回灌系统其他装置 .....	13
8 地热回灌系统管路材料及密封要求 .....	14
9 工程验收 .....	15
附录 A 回灌井标准井口装置基础设施图 .....	17
附录 B 回灌井井口监测仪器仪表布置图 .....	19
附录 C 地热回灌系统地热井井口泵房建筑图件 .....	23
附录 D 地热回灌系统工艺流程示意图 .....	25
附录 E 工程竣工交接书及质量验收报告 .....	29
附录 F 本标准要求严格程度用词说明 .....	30
条文说明 .....	31



## 1 总 则

1.0.1 为满足当前地热回灌工作的需要，规范地热回灌地面工程的建设，使地热回灌地面工程建设标准化，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于天津市中低温地热回灌地面工艺设计及回灌系统建设安装工程，不适用于浅层地温资源和高温地热资源的回灌系统工程建设。

1.0.3 主要内容：地热回灌地面工程建设中，地热回灌系统的工艺设计、施工技术、设备安装和系统维护等方面的工程技术要求。

1.0.4 地热回灌地面工程建设除应符合本标准外，尚应符合国家和我市现行的相关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 地热资源 geothermal resources

能够经济地为人类所利用的地球内部的热能资源。该标准适用于水热型中低温地热资源，地热资源开发利用的载体是地热流体。

### 2.0.2 中低温地热田 low-to-moderate-temperature geothermal field

经过调查、勘查或研究，证实赋存有一定质量和数量，在目前工艺条件下可以采及的深度内，富含可供经济开发利用的、温度范围在 25~150℃之间的地热资源的地热区。

### 2.0.3 热储层 geothermal reservoir

地热流体相对富集、具有一定渗透性并含载热流体的岩土层或岩层破碎带。

### 2.0.4 地热回灌 geothermal reinjection

为保持热储压力、充分利用地热能源、减少地热流体直接排放对环境的污染，将经过利用（降低了温度）的地热流体或其他水源通过回灌井重新灌入热储层。

### 2.0.5 地热回灌地面工程 geothermal reinjection ground engineering

本标准所指的地热回灌地面工程包括回灌井及输送管路、回灌流体水质净化装置、排气装置、加压装置等在内的工程体系。

### 2.0.6 回灌井 injection well

指向地下热储层人工补给灌注流体的地热钻井。

### 2.0.7 地热流体腐蚀性 the corrosion of geothermal fluid

地热流体中溶解氧等化学组份和微生物对地热井的井管、过滤网、缠丝、垫筋产生的物理化学破坏作用。

### 2.0.8 流体动态 geothermal fluid regime

在天然因素或人工开采等各种综合因素影响下，地热流体的水位、压力、水量、水温及化学成分等要素随时间变化的过程。

### 2.0.9 孔隙型热储层 porous reservoir

指埋藏于地下，具有一定有效孔隙度和渗透性的地质建造(松散土层或岩层)。

### 2.0.10 裂隙型热储层 fissured reservoir

指埋藏于地下，具有一定裂隙度和渗透性的地质建造(地层、岩体)。

#### 2.0.11 气体成分分析 gas analysis

对溶解于地热流体中的气体成分及含量的分析测定。

#### 2.0.12 水样 water sample

为了解地热流体的物质成分及物理化学性质而采取的、能提供分析、鉴定、试验的水体。

#### 2.0.13 地热井静水位 static water level

地热井开采（回灌）前井孔中的流体稳定时的液面标高。

#### 2.0.14 地热井动水位 dynamic water level

开采（回灌）过程中，地热井内某一时刻的流体液面标高。

#### 2.0.15 回灌水源 recharge water source

本标准所指回灌水源为地热流体经供热利用后的原地热尾水。

#### 2.0.16 自重回灌 gravity injection

管路密封装置下，利用水柱自重压力进行的回灌，主要适用于热储水位埋藏较深，储层渗透性良好的热储层。

#### 2.0.17 压力回灌 pressurizing injection

在采用加压泵加压的情况下，使回灌流体以高出水柱自重压力从回灌水管内加速补给热储层的回灌方式。主要适用于热储水位较高、储层渗透性较差和滤网强度较大的热储层。

#### 2.0.18 回扬 returning pumping

在地热回灌时，为消除堵塞于热储层中的细粒物质和回灌井中的沉淀物以保持回灌井的回灌能力，需要定期或不定期的在回灌井中进行的抽水洗井。

### 3 回灌井井口装置基础设施及施工技术要求

3.0.1 回灌井成井后井管留置在地面以上的高度以 500~1000mm 为宜，泵室部分的倾斜度不得超过  $1.50^{\circ}$ ，井管形位公差应符合国家钢制型材规定的技术标准。

3.0.2 回灌井在未交付使用前应采取良好的封井措施。

3.0.3 设计安装回灌井井口装置前应提供该井的相关材料，包括：

- 1 井身结构剖面图；
- 2 成井参数（包括静水位、动水位、出水量、最大稳定流温）；
- 3 回灌井抽水试验 S—Q 曲线、S—q 曲线；
- 4 回灌井地热流体化学成份检测报告；
- 5 回灌井成井时为自流井时，应提供该井的闭井压力。

3.0.4 回灌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 10~20mm 为宜，材质宜采用无缝套管，选料总长度应不小于 1200mm，留置在地面以上的高度应不小于 400mm，安装时必须保证水平、牢固、密闭。

3.0.5 井口装置的用料应选择具有抗地热流体腐蚀性的材料。

3.0.6 回灌井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函密封套接方式，并应具有良好的密封性能，不宜采用直接连接方式。

3.0.7 标准回灌井井口装置基础设施图见附录 A 的图 A-1、图 A-2。

3.0.8 回灌井井口装置施工安装时，应先将基础钢构件与混凝土基础浇筑在一起，基础钢构件应处于水平位置，水平倾角不得超过  $0.20^{\circ}$ ，混凝土基础厚度控制在 200mm 左右，最小面积应不小于长 1000mm×宽 1000mm，强度等级应不小于 C<sub>25</sub>。浇筑混凝土时要注意混凝土不得与井管固接，待满足混凝土养护要求后，在填料函中嵌入石棉盘根。当地热流体的温度超过 100℃时，应采用高温石棉盘根。

嵌入石棉盘根之后安装填料压盖，并用紧固螺栓使其均匀受力下滑，充分填实压紧盘根。压紧盘根时应使用扭力扳手，使各个紧固螺栓受力均匀以保证井管伸缩的自由度，避免受力不均致使井管不均匀伸缩造成井口装置损坏及泄漏事故发生。

3.0.9 井口装置基础设施施工安装完成、经施工验收达到合格后，方可安装井口监测仪器仪表及其他配管和回灌系统地面输送管路等。

## 4 回灌井井口监测仪器仪表的选型与安装

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 地热回灌系统中每一眼回灌井的井口都要配备一套动态（液面水位、流体温度、压力、流量等）监测系统。
- 4.1.2 回灌井井口监测系统宜采用智能网络化动态监测系统。
- 4.1.3 人工动态监测系统适用于尚未建立智能网络化监测系统的地热回灌井。
- 4.1.4 井口动态监测系统的仪器仪表和连接这些仪器仪表的其它标准部件（如柔性接头、蝶阀、短管等）应安装在回灌井井口输送流体管路的主管道直管段上，直管段的总长度应不小于 4000mm。
- 4.1.5 温度变送器（计）与压力变送器（表）之间的距离应不小于 200mm。
- 4.1.6 电磁流量计（流量表）安装时主体箭头标识方向应与管内流体方向一致，且必须安装在所有分水管及分水设备之前，至回灌井井口之间严禁再设置任何排水支管。
- 4.1.7 在电磁流量计（流量表）箭头标识方向上游的主管道上应安装一个单阀水嘴，当流体介质温度高于 80℃时，应设置取样冷却器。
- 4.1.8 各种仪器仪表均应运转正常、符合规定的准确度等级，并应定期校验和检修。
- 4.1.9 接触地热流体的所有部件均应有防腐措施。

### 4.2 智能网络化动态监测系统

- 4.2.1 包括液位计、温度变送器、压力变送器、电磁流量计、数据采集处理系统（下位机）等，实现水位、温度、压力、流量变化的自动监测和记录。
- 4.2.2 温度、压力变送器及电磁流量计的信号转换器输出 4~20mA、1~5V 直流电流信号。
- 4.2.3 各种仪器仪表的安装及线路的敷设，应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》（GB50093-2002）的相关规定。
- 4.2.4 液位计的安装应符合下列要求：

1 液位计测试探头随回灌水管一同下入回灌井内，探头主体应采用卡箍固定在最下端一根回灌水管的管壁上，内衬胶皮护套，固定时用力不宜过大；

2 安装时探头底部测孔不得被任何物体遮挡或堵塞、不得破坏探头与通气管信号线护套之间的密封、不得磕碰测试探头；

3 液位计通气管信号线必须沿回灌水管逐节捆绑，固定在管壁上，直至井口专用出线法兰处，防止任意摆动损坏导线（见附录 A 的图 A-1）；

4 回灌井井口装置上应设置有专用的液位计通气管信号线出线法兰，通气管信号线在出线法兰处的折弯度不得小于  $90^{\circ}$ ，出线后应采用压兰密封保证出线口的密闭效果，防止空气渗入，出线法兰应便于拆装；

5 通气管信号线不得受力且不能进水，信号线外皮不得划伤划破；

6 液位监测仪表安装应符合国家建筑标准设计《物（液）位仪表安装图》（03R421）的有关规定要求。

#### 4.2.5 温度变送器的选型与安装应符合下列要求：

1 宜选用机电一体化的铜热电阻或铂热电阻式温度变送器；

2 温度传感器主体探头底部应下探至主管道中轴线以下的位置，浸入被测流体中的长度应不小于 50mm，倾斜安装，倾角保持在  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，且与被测流体方向相对（见附录 B 的图 B-1），配套附件中应包括管道螺栓盲堵，一旦探头需要拆卸及维修，应及时封堵；

3 根据被测地热流体温度选择适合的量程测试区间，总体精确度等级应达到 1.0 级；

4 被测流体水质较差（如拉申指数  $LI > 10.0$ ）时，温度传感器应考虑采用防腐材料；

5 热电阻的接线盒不可碰到被测介质的容器壁，应避免安装在高温处，接线盒处的环境温度不宜超过  $100^{\circ}\text{C}$ ，接线盒的出线孔朝向应向下。

#### 4.2.6 压力变送器的选型与安装应符合下列要求：

1 宜采用电容式压力变送器；

2 应垂直安装在主管道直管段上，配套附件中应包括管道螺栓盲堵（见附录 B 的图 B-1）；

3 根据地热回灌系统压力大小范围选择适合的量程测试区间，总体精确度等级应达到 1.0 级。

#### 4.2.7 电磁流量计的选型与安装应符合下列要求：

1 电磁流量计传感器的安装位置应选择测量点前后有足够长度的直管段上，遵循“前 5 后 3”的原则，即：传感器上游来水方向的直管段长度应不小于主管道直径的 5 倍、下游直管段的长度应不小于主管道直径的 3 倍（见附录 B 的图 B-1）；

2 电磁流量计传感器宜在水平、垂直或 U 形管的水平管段上安装（见附录 B 的图 B-2），

旋转倾斜度应小于  $2^{\circ}$ ，不得安装在管道的最高位置，确保满管安装，应避免沉积物和气泡对传感器测量电极的影响，电极轴向尽量保持水平；

3 电磁流量计必须安装在井口处所有分水管及分水设备之前，流量计至回灌井井口之间严禁再设置任何排水支管；

4 安装时电磁流量计主体与显示部分的信号连接严格按照说明书所示连接；

5 正确选择电磁流量计测试量程，兼顾冬夏两季流量的变化，测量精度为  $\pm 0.5\%$ ；

6 被测流体介质的最低流速应不小于  $0.3\text{m/s}$ ；

7 具有空管自动报警功能、量程上限及下限自动报警功能；

8 防爆等级为 Exd[ia]iaqIICT5；

9 电磁流量计应配有出厂标定证书。

4.2.8 数据采集处理系统的安装应符合下列要求：

1 应安装在方便监测、维修及周围环境温度不高于  $45^{\circ}\text{C}$ 、通风条件比较好的位置；

2 机箱用支架水平固定安装在井泵房建筑墙壁的适当位置，高低位置适合人员观测及维修，机箱上部应安装有遮水挡板；

3 数据采集处理系统应设置有设备故障报警功能、电磁流量计空管报警功能、量程上限及下限报警功能、警戒液位标高报警功能。

4.2.9 电源系统设置应符合下列要求：

1 电源箱宜安装在下位机附近，内置 3 个以上两孔插座和 3 个三孔插座，配有断电保护装置及下位机接线端子若干（视测试数据的数量而定）；

2 220V 交流电源，电源容量大于  $1000\text{VA}$ ，有接地端；

3 强电走线必须与信号传输线分开，防止干扰。

4.2.10 信号传输线及通讯方式的设置应符合下列要求：

1 液位计、温度变送器、压力变送器及电磁流量计均为现场安装，信号传输线可采用普通信号线或屏蔽信号线，应采用不同颜色信号线区分不同传感器的接地线及信号线（见附录 B 的图 B-3）；

2 各路信号传输线无论分线还是集中走线，要全部进入线桥（PVC 管或 PVC 线槽），或穿钢管保护埋地暗敷至下位机电源机箱入口端，不得走明线，变送器出线口标高的具体位置根据现场实际情况确定；

3 现场应安装有固定电话或网络接口连接网络通讯，并接至数据采集处理系统安装的位置。

### 4.3 人工动态监测系统

4.3.1 包括水位测管、温度计、压力表、流量计等（见附录 B 的图 B-4）。

4.3.2 水位测管设置应符合下列要求：

1 在回灌井内的每节回灌水管法兰上，安装长度相同、直径约为 25mm 镀锌管或不锈钢管作为测管，每节测管上下接口处均应严格密封相接直通至井口法兰；

2 水位测管与井口法兰盘上的接缝处应严格密封；

3 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（见附录 A 的图 A-2）。

4.3.3 温度计的选型与安装应符合下列要求：

1 可采用通用直读式温度计，安装符合国家建筑标准设计《温度仪表安装图》（01R406）的有关要求；

2 根据流体介质的温度选择适合的测量量程，精确度等级应达到 1.5 级，基本误差应不超过量程的 1.5%。

4.3.4 压力表的选型与安装应符合下列要求：

1 可采用通用直读式压力表，安装符合国家建筑标准设计《压力表安装图》（01R405）的有关要求；

2 宜采用数值范围 0~1MPa、精度为 0.01MPa 的压力表，应在满足量程的前提下尽量提高监测精度。

4.3.5 流量计的选型与安装应符合下列要求：

1 可采用直径为 150mm、精度为 0.01m<sup>3</sup>的通用直读式数字型流量计；

2 安装时保持水平，安装位置应选择在测量点前后有足够长度的直管段上，遵循“前 10 后 5”的原则；

3 流量计安装应符合国家建筑标准设计《流量仪表管路安装》（03R420）的有关要求，施工应符合管道工艺施工验收标准，严格遵守产品说明书各项要求。

4.3.6 其它各种仪表和接头、蝶阀、变径管、阀门等的安装均应符合国家建筑标准设计《常用小型仪表及特种阀门选用安装》（01SS105）的有关要求。



## 5 地热回灌井泵房建设

### 5.1 一般规定

5.1.1 地热回灌井泵房建筑（又称泵站、泵房）布置应根据泵房的总体布置要求和站址地质条件，机电设备型号和参数，进、出水流动（或管道），电源进线方向，对外交通以及有利于泵房施工、机组安装与检修和工程管理等，经技术经济比较确定。

5.1.2 井泵房建筑设计布置应符合下列规定：

1 井泵房建筑的长度和宽度必须同时满足布置、安装有流量、温度、压力等监测仪器仪表及连接各种仪器仪表所需的短接、阀门、蝶阀、变径管、柔性接头等主管路直管段的长度和安装其它部件所需的长、宽要求；

2 井泵房建筑内各设施之间应有运行操作及维修所必需的场地和检修通道；

3 井泵房建筑的高度应满足设备安装、起吊、检修、搬运所需的空間；

4 井泵房建筑内应保证所有阀门操作和装卸的空间；

5 满足泵房结构布置的要求；

6 数据采集处理系统、电源线、信号线之间要有足够的安全距离；

7 满足内外交通运输的要求；

8 井泵房建筑的设计应考虑修井的要求；

9 井泵房建筑的房顶承重能力应考虑修井、提升回灌水管时系统最大载重所需的承重要求；

10 满足泵房内通风、采暖和采光要求，并符合防潮、防火、防噪声等技术规定；井泵房建筑的房顶应防水、防漏；

11 注意建筑造型，做到布置合理，适用美观。

5.1.3 根据工程实际需要在井泵房建筑侧壁适当位置应预埋设置三个以上的穿墙防水钢套管，引入各种管道。

5.1.4 在井泵房建筑的墙壁适当位置应预埋电源进线钢管，引入电源。

5.1.5 井泵房建筑内应设置防爆照明灯具及开关，其他电器设备应符合相应的国家防爆技术要求。

5.1.6 井泵房建筑的耐火等级应不小于二级，并根据等级配置符合消防安全通道要求的门窗，泵房门应为向疏散方向开启的丙级防火门。

5.1.7 井泵房建筑内各管道安装设置除应符合本标准外，尚应符合国家现行的《泵站设计规范》(GB/T50265-97)、《管道穿墙窗、屋面防水套管》(01R409)、《热水管道直埋敷设》(05R410)、《室外热力管道安装(地沟敷设)》(03R411-1)、《室外热力管道地沟》(03R411-2)、《室内动力管道装置安装(热力管道)》(01R415)、《公用设备专业常用压力管道设计》(05R501)等相关标准及国家建筑标准设计图集的有关规定。

5.1.8 井泵房建筑一般可分两大类：独立的地热井泵房、地热井泵房与地热利用系统一体式热力站。按其建筑形式又分为地上井泵房、半地下或全地下井泵房两类。

5.1.9 回灌井泵房建筑应首先考虑地上井泵房形式。如现场条件局限，可以考虑半地下或全地下井泵房建筑形式。

5.1.10 一体式热力站不应设计为半地下或全地下形式。

5.1.11 地上井泵房内应在适当位置设置一个或一个以上面积不小于长 1000mm×宽 500mm 的通风采光窗，并备有进风、排风设施。

5.1.12 地上井泵房内应设置重力排水和压力排水二种排水方式，排水口预留管应低于室内地面 100mm，不同排水方式应分别符合下列规定：

1 重力排水：设置排水沟及排水地漏，沟盖板为带眼盖板，排水能力按具体工程确定；

2 压力排水：排水能力应大于地热井出水量，排水压力应不小于 0.25MPa，排水管道直接引至室外压力扩容排水井，站外设置一个容量不小于长 1000mm×宽 1000mm×深 1000mm 的压力扩容排水井。

5.1.13 二眼回灌井结合在一起、或一眼回灌井和一眼开采井组成的对井系统，其井泵房建筑面积应不小于单眼回灌井井泵房建筑面积的 2 倍；二眼以上的地热井（包括一采多灌、多采一灌、多采多灌）联合在一起的井泵房建筑面积由具体情况确定，原则上应符合本标准第 5.1.1、第 5.1.2 条的规定。

5.1.14 地热回灌井泵房建筑除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行的《泵站设计规范》(GB/T50265-97)、《建筑给水排水设计规范》(GB 50015-2003) 的规定。

## 5.2 地上井泵房建设

5.2.1 单眼回灌井地上井泵房建筑的站内面积应不小于长 6000mm×宽 5000mm（见附录 C

的图 C-1)。

5.2.2 若采用房顶电动葫芦提升回灌水管（每节水管以 3000mm 计），要求井泵房内梁下的净高不小于 7500mm；若采用三角架或汽车吊提升回灌水管，要求井泵房内梁下的净高不小于 4500mm，并在每眼回灌井井口的正上方房顶设置一个面积不小于长 1500mm×宽 1500mm 的提升孔（见附录 C 的图 C-2），提升孔应做成活动盖板形式，并应防水防漏。

5.2.3 井口与该井泵房建筑物的出入门之间应有不小于 1000mm 的距离。

### 5.3 半地下或全地下式井泵房建设

5.3.1 地下式井泵房建筑的净高应不小于 2500mm，单眼回灌井井泵房站内面积应不小于长 6000mm×宽 5000mm（见附录 C 的图 C-3）。

5.3.2 井泵房内应设置压力排水方式，排水管应直接引至泵房外的压力排水系统。

5.3.3 井泵房内应设置一个长 1200mm×宽 700mm×深 1000mm 的排水集水坑，集水坑内设置潜水排污泵，排污泵配备自动水位控制器。

5.3.4 每眼回灌井井口的正上方房顶应设置一个面积不小于长 1500mm×宽 1500mm 的活动提升孔，提升孔盖板面应有防水防漏措施。

5.3.5 地下式井泵房建筑的顶面应设有出入人孔、进气孔及排气孔（见附录 C 的图 C-4）。进气孔管道应高出井泵房屋顶 300mm，排气孔管道应高出井泵房屋顶 500mm。进气孔、排气孔管道室外部分均应设置防雨、防尘帽，室外进气、排气管道附近应设置警示标志。

5.3.6 自流井的井泵房建筑不宜采用全地下形式。

5.3.7 井泵房建筑上不得有永久性建筑物。

### 5.4 一体式热力站建设

5.4.1 一体式热力站设计以其供热系统整体布局的经济合理性及运行管理方便为总原则。

5.4.2 热力站净高度应不小于 7500mm、站内面积不宜小于 200m<sup>2</sup>。

5.4.3 站内应设置排水集水坑并配备自动控制的排污泵。

5.4.4 热力站内各设备基础宜高出室内地面 150mm 左右。

5.4.5 地面宜铺贴防滑瓷砖或地面防滑涂料。

5.4.6 热力站内应有管径不小于 80mm 的自来水管接入。

## 6 回灌流体水质净化过滤系统设置

### 6.1 一般规定

6.1.1 地热回灌原则上应遵循原水同层回灌（成井目的热储层相同），不能做到同层回灌的异层采灌系统，开采层的地热流体质量应好于回灌层的流体质量，要求二者水质类型一致，矿化度相近。

6.1.2 地热回灌水源均需经过除砂处理，除砂器设置应符合下列规定：

- 1 安装在开采井井口；
- 2 除砂器进水口直径  $D$  和出水口直径  $D_p$  应遵循  $D = (0.4 \sim 0.6) \times D_p$  的关系；
- 3 最高使用压力不大于 1MPa，最高使用温度不高于 100℃；
- 4 除砂器外露金属面喷涂防锈底漆及面漆各两遍，内衬玻璃钢厚 1.5mm 或静电喷涂环氧树脂厚度大于 0.2mm；
- 5 对地热流体中直径大于 0.08mm 的固体颗粒的整体除砂效率应不小于 90%。

### 6.2 过滤系统设置

6.2.1 基岩岩溶裂隙型热储层地热回灌系统，除设置除砂器外，尚需增设精度不小于 50~80  $\mu\text{m}$  的管道过滤或专用过滤装置（见附录 D 的图 D-1、图 D-2）。

6.2.2 新近系孔隙型热储层地热回灌系统，除设置除砂器外，要求同时安装粗（精度不小于 50~80  $\mu\text{m}$ ）、精（精度须达到 3~5  $\mu\text{m}$ ）两级过滤装置（见附录 D 的图 D-3、图 D-4）。

6.2.3 地热回灌系统过滤装置由单个或数个过滤罐组成，精度相同的过滤罐采用并联方式连接，并有并联备用过滤罐。

6.2.4 单体罐过滤量大小依所需过滤的回灌水量而确定。

6.2.5 每个过滤罐应配有精确度等级达到 1.0 级的差压变送器或在罐体进、出水两端分别配备精度为 0.01MPa 的表盘式压力监测仪表。

6.2.6 滤芯材料应满足系统所需精度及效果。

6.2.7 要求滤芯材料耐温性能高于地热流体最高温度。

6.2.8 过滤器外壳承受压力应高于系统最大工作压力。

## 7 地热回灌系统其他装置

### 7.1 排气装置

- 7.1.1 地热回灌系统中的排气装置应安装在回灌加压泵之前（见附录 D 的图 D-1、图 D-2、图 D-3、图 D-4）。
- 7.1.2 排气装置的排气罐容量须根据地热回灌流体检测报告中所含气体组分和含量的多少确定。
- 7.1.3 排气装置的罐体顶部须设置自动排气阀，排气点应设在整个系统的最高点。
- 7.1.4 应采用连接排气管道方式将释放出的气体排出设备间。

### 7.2 加压装置

- 7.2.1 地热回灌系统中应安装加压泵（见附录 D 的图 D-1、图 D-2、图 D-3、图 D-4），以备系统采用加压回灌方案时使用。
- 7.2.2 加压泵应设置在过滤装置、排气装置之后。
- 7.2.3 加压泵宜选用变频立式管道离心泵。
- 7.2.4 加压泵的规格、型号依据回灌量和回灌压力确定。
- 7.2.5 加压泵的设计、安装应符合《离心式水泵安装》（03K202）的有关规定要求。

## 8 地热回灌系统管路材料及密封要求

8.0.1 地热回灌地面工程系统采用的管材和管件，应符合现行产品标准的要求，管道的工作压力和工作温度不得大于产品标准标定的允许工作压力和工作温度。

8.0.2 回灌系统的地面输送管路管径根据地热井井管及流体输送量确定，一般不宜小于 $\phi 150\text{mm}$ 。

8.0.3 地热回灌地面工程系统的输送管道、系统循环管网和回灌水管材质由输送流体的水温、水质选定，应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材，且符合下列规定：

1 对温度不高于 $50^{\circ}\text{C}$ 、拉申指数（LI）不大于10的地热流体，可选用玻璃钢管、碳钢管材、聚乙烯管或不锈钢钢管；

2 对温度高于 $50^{\circ}\text{C}$ 、拉申指数（LI）大于10的地热流体，应选用无缝石油钢管或碳钢管材，所有管材应进行严格的防腐处理，禁止使用普通金属材料。

8.0.4 地热回灌地面工程系统所有输送管道和配件的选材、设计安装应符合《通用阀门 碳素钢锻件技术条件》（GB/T 12229-2005）、《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》（GB 50236-98）、《工业金属管道工程施工及验收规范》（GB 50235-97）、《城镇供热管网工程施工及验收规范》（CJJ28-2004）等国家标准的有关技术要求。

8.0.5 回灌井的井口装置部分应严格进行密闭处理，回灌水管、水位测管、阀门等所有接口的连接方式均应采用法兰式严格密封连接方式。

8.0.6 地热回灌系统应是一个完整的严格密闭系统，在回灌运行时全系统中应始终保持正压。

8.0.7 在回灌井井口宜安装隔氧保护设施，如井口氮气保护装置。充氮装置应设有自动压力调节控制系统。

8.0.8 回灌水管保证始终浸入回灌井内流体液面以下。

## 9 工程验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 地热回灌地面系统工程的设计、安装、施工由国家承认资质的相关部门及单位承担。

9.1.2 地热回灌地面工程验收包括施工完成后的施工验收和整个地面工程施工验收合格、试运行后的竣工验收。

9.1.3 工程验收应在施工单位自检合格的基础上进行。

9.1.4 工程验收应检查以下主要项目：

- 1 回灌井井口装置的制作与安装情况；
- 2 设备承重和受力情况；
- 3 系统密封和防腐效果；
- 4 回灌水管的选型选材、安装、承压密封情况；
- 5 回灌井井口监测仪器仪表的安装情况和精确度等级；
- 6 井泵房的设计与配套设施的建设情况；
- 7 回灌系统水质净化过滤、排气、加压设置的精度、安装情况；
- 8 其他标准设备安装和非标准设备的制造、安装情况和精确度等级。

9.1.5 地热回灌地面工程竣工验收应由建设单位组织，监理、设计、施工、管理等有关单位参加，验收合格后签署验收文件，移交工程，并填写竣工交接书，内容应附合附录 E 中表 E.0.1 的规定。

### 9.2 竣工验收

9.2.1 竣工验收时，施工单位应提供下列资料：

- 1 施工技术资料：
  - 1) 施工组织设计（或施工技术措施）；
  - 2) 竣工测量资料；
  - 3) 竣工图；
  - 4) 其他相关资料。

## 2 施工管理资料：

1) 材料的产品合格证、材质单、分析检验报告和设备的合格证、安装说明书、技术性能说明书、专用工具和备件的移交证明；

2) 本标准中规定施工单位应进行的各种检查、检验和记录等资料；

3) 工程竣工报告；

4) 其他需要提供的资料。

### 9.2.2 竣工验收时，检查项目应符合下列规定：

1 回灌井井口装置的密封、承压及泵房建筑、回灌系统地面水质净化过滤装置、排气装置、加压装置等应达到设计指标和参数；

2 监测仪器仪表选型、精度应达到设计参数，监测到的数据应准确；

3 电气设备及信号转输线路应正常、可靠，安全保护装置应灵敏、可靠；

4 各种设备的性能及工作状况应正常，运转设备产生的噪声值应符合国家规定标准；

5 管路及系统装置、设备各密封部位不应渗漏，严格密封，各紧固连接部位不应松动；

6 管路及配套设施选材及防腐工程施工质量应合格；

7 管路材料输热损耗不得高于国家规定标准；

8 井泵房建设的给排水、消防安全等级符合设计的要求；

9 工程档案资料应符合要求。

## 9.3 工程质量验收方法

9.3.1 地热回灌地面工程的质量验收结果分二个等级：合格、不合格。

9.3.2 地热回灌地面工程的质量验收由检验人员填写附录 E 中表 E.0.2 的内容。

9.3.3 经质量验收评定为合格的地热回灌地面工程，方可进入正常的回灌运行。

9.3.4 经质量验收评定为不合格的地热回灌地面工程不予验收通过，应根据验收意见立即进行返修、返工、完善，经过再次验收认定为合格后，方可交付使用，进入正常的回灌运行。



## 附录 A 回灌井标准井口装置基础设施图

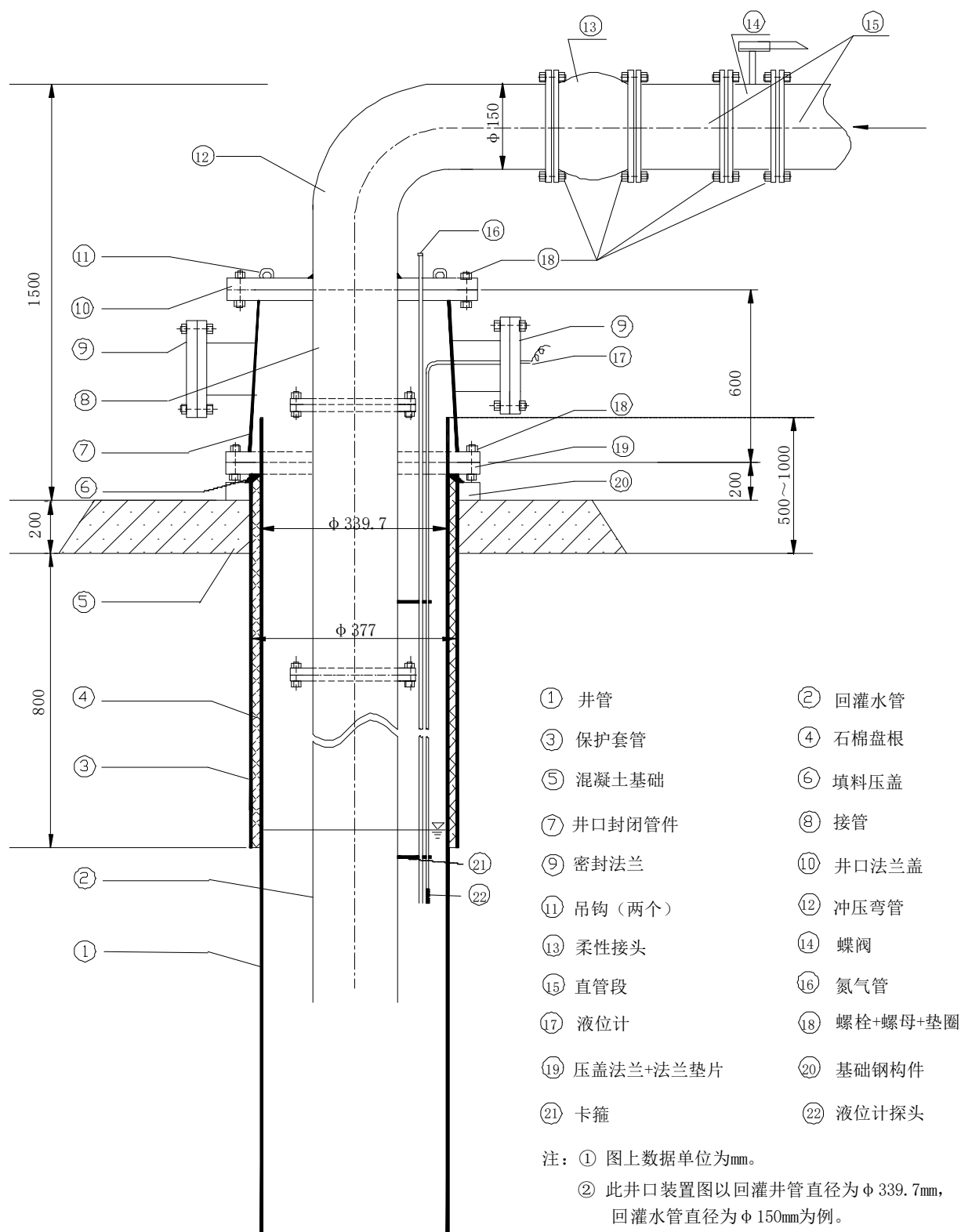


图 A-1 地热回灌井标准井口装置基础设施图（智能监测井口）

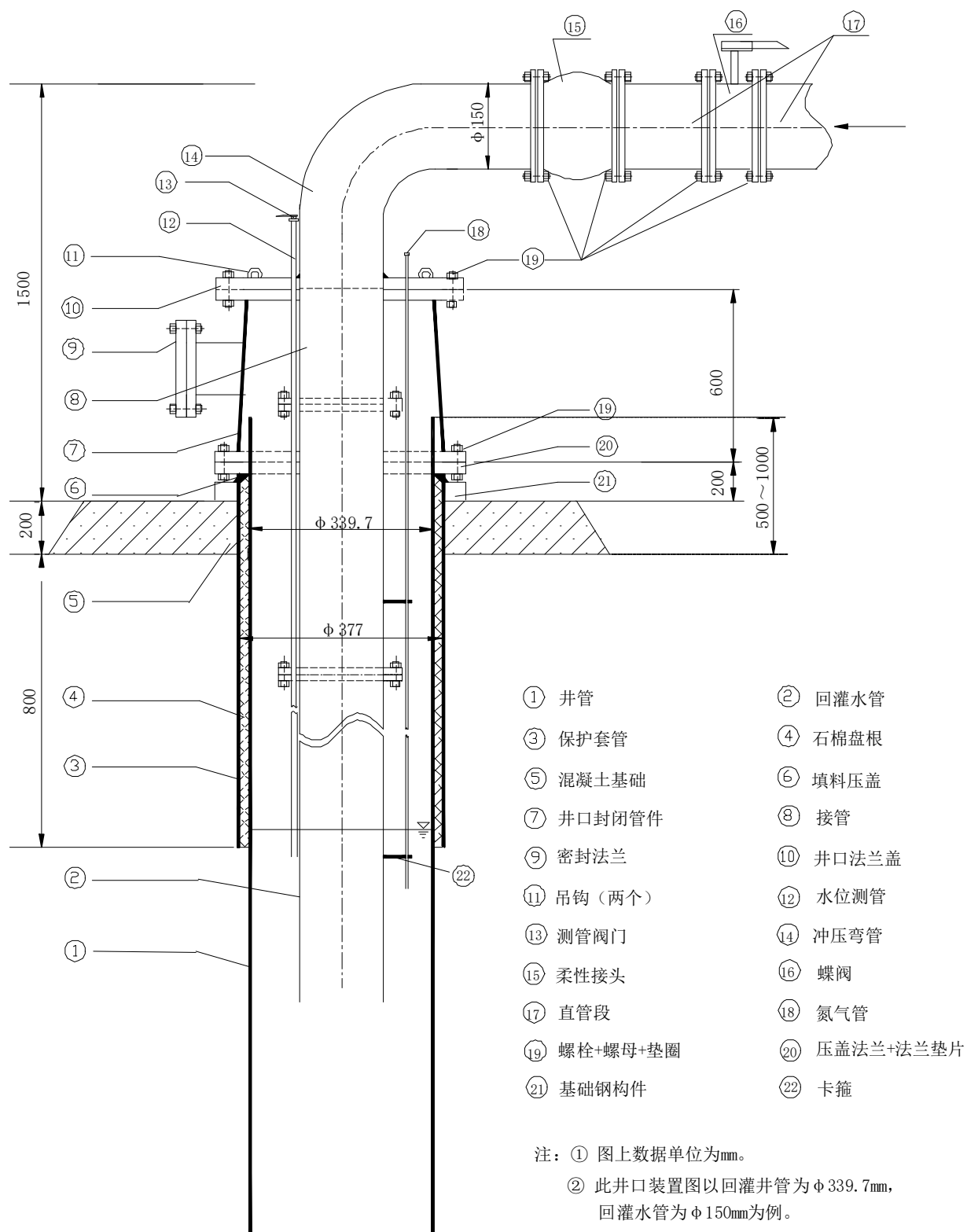


图 A-2 地热回灌井标准井口装置基础设施图（人工监测井口）

## 附录 B 回灌井井口监测仪器仪表布置图

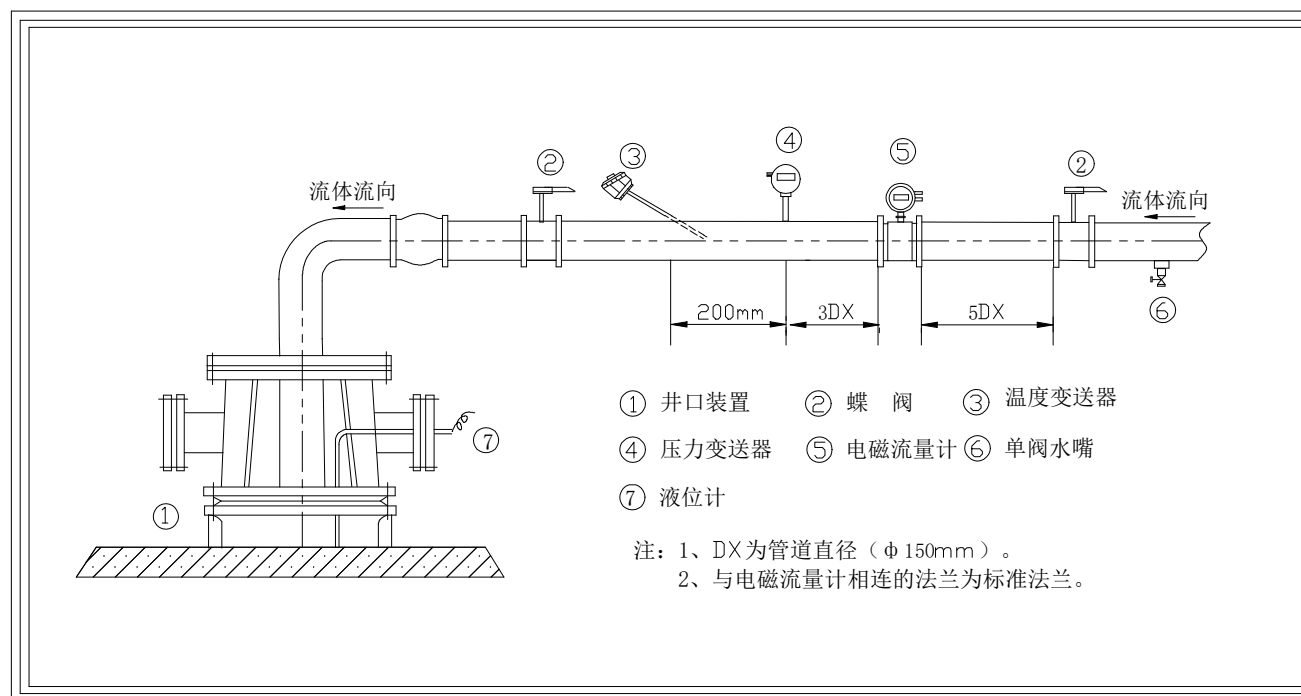


图 B-1 地热回灌井智能监测系统仪器仪表布置图

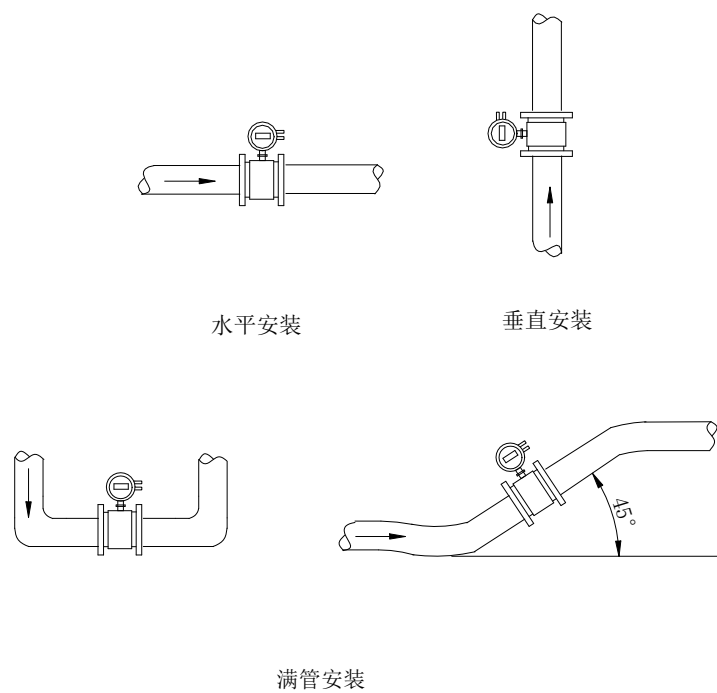


图 B-2 电磁电流计的几种安装方法

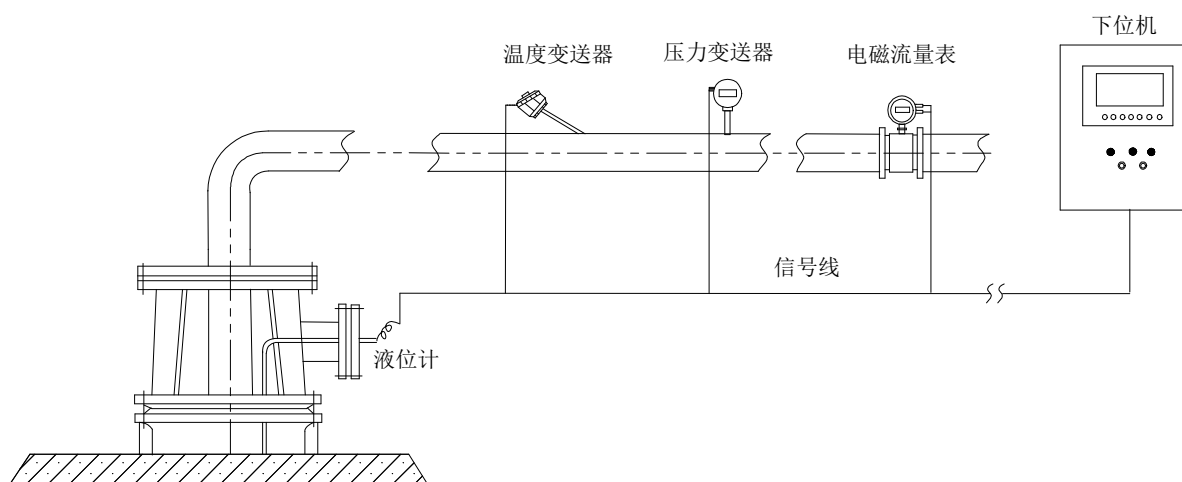


图 B-3 智能监测系统仪器仪表布线图



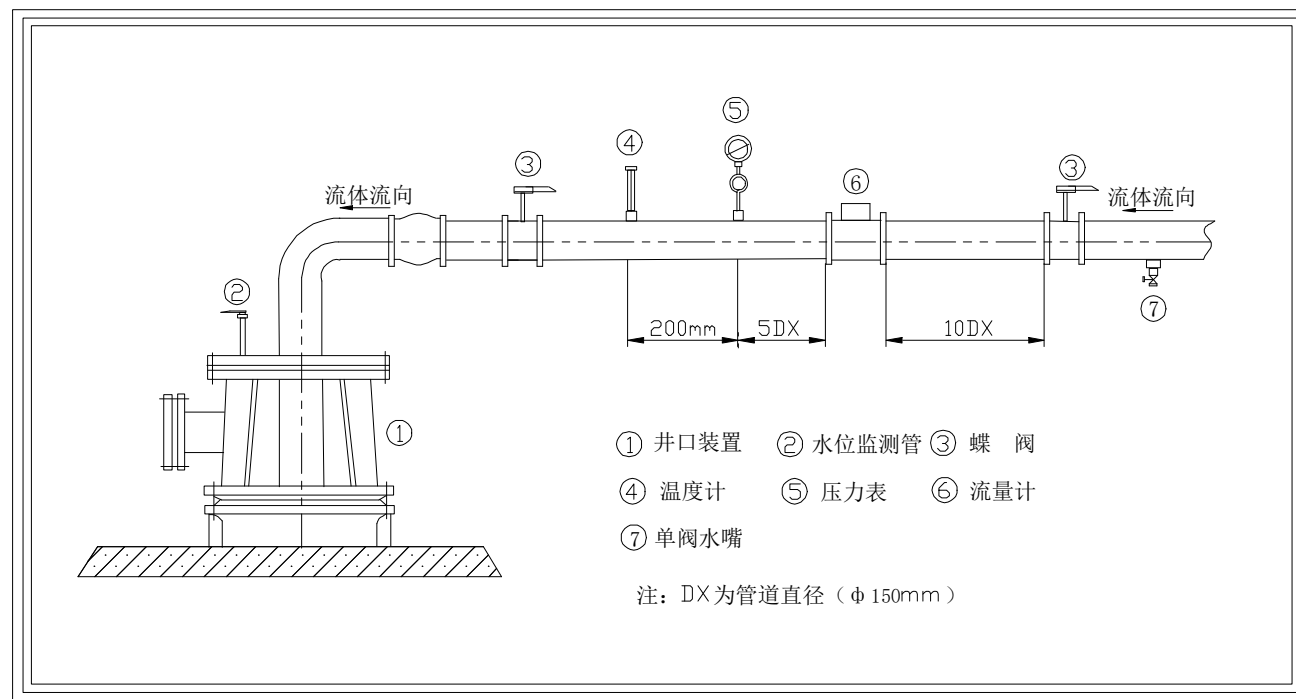


图 B-4 地热回灌井人工监测系统仪器仪表布置图

## 附录 C 地热回灌系统地热井井口泵房建筑图件

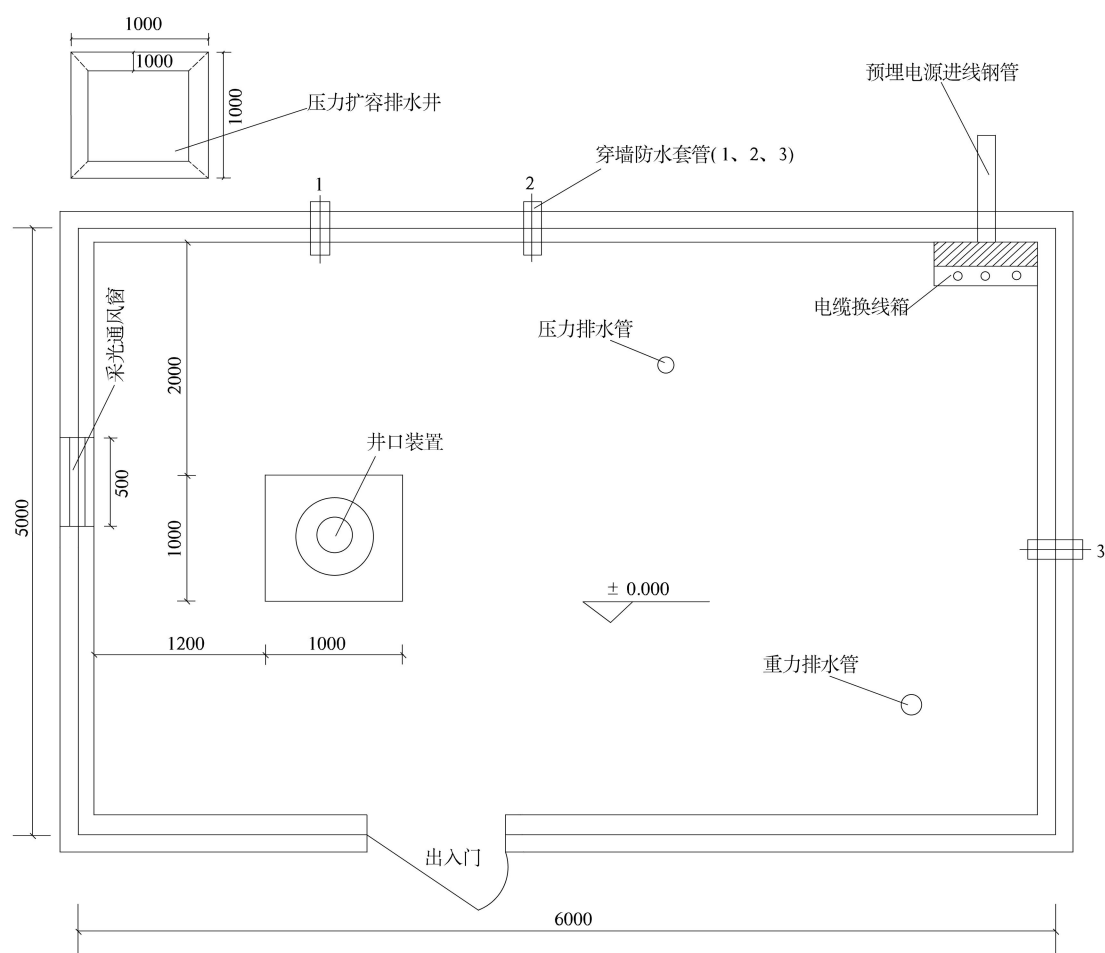


图 C-1 回灌井地上井泵房建筑站内示意图 (单位: mm)

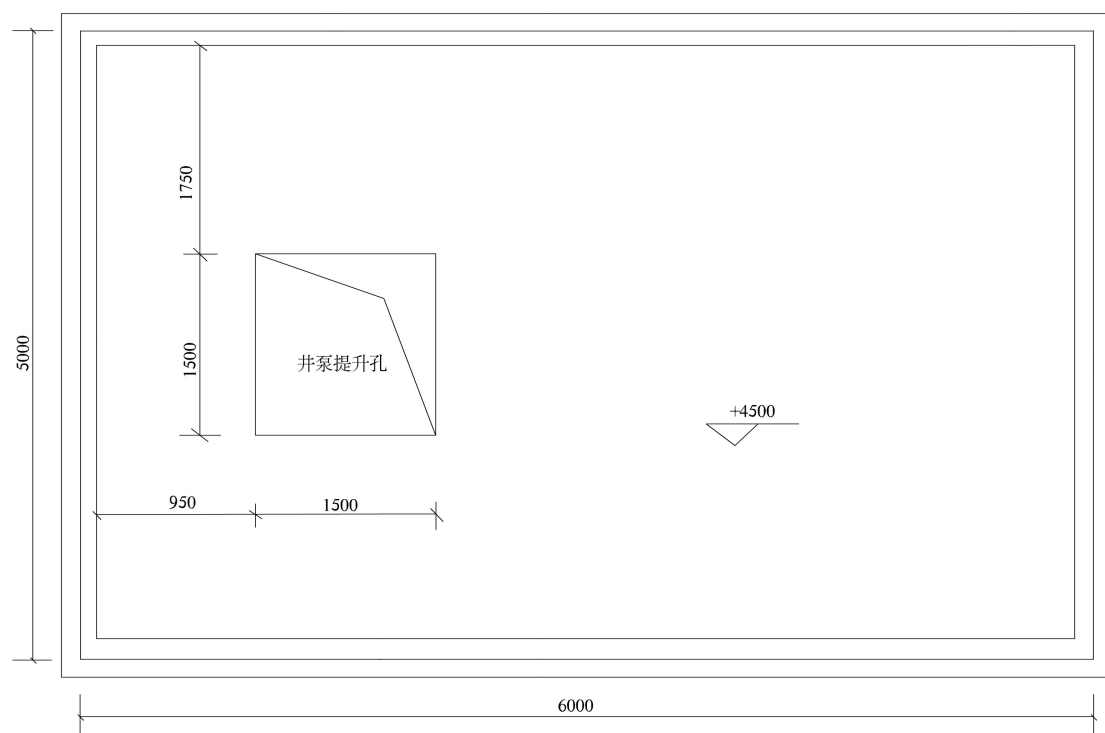


图 C-2 回灌井地上井泵房建筑房顶示意图 (单位: mm)

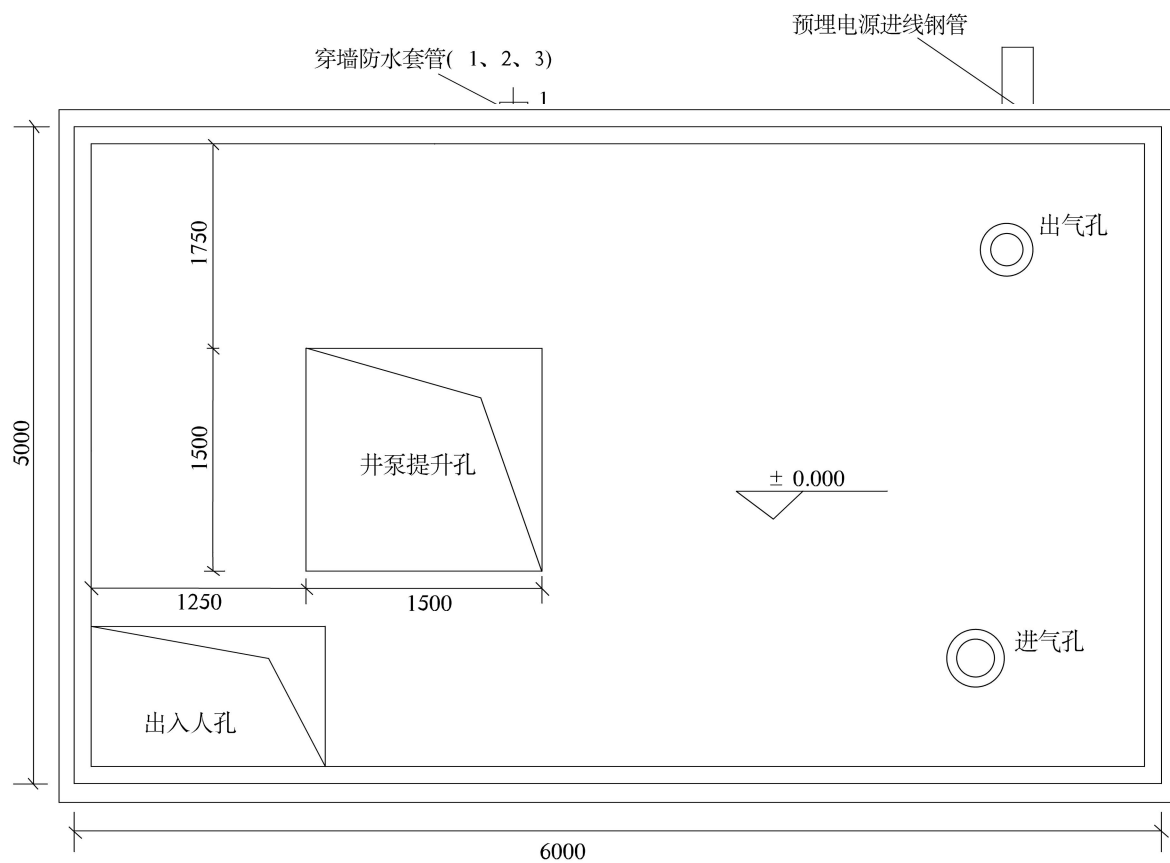


图 C—3 回灌井全地下式井泵房建筑站内示意图 (单位: mm)

图 C—4 回灌井全地下式井泵房建筑地面示意图 (单位: mm)



附录 D 地热回灌系统工艺流程示意图

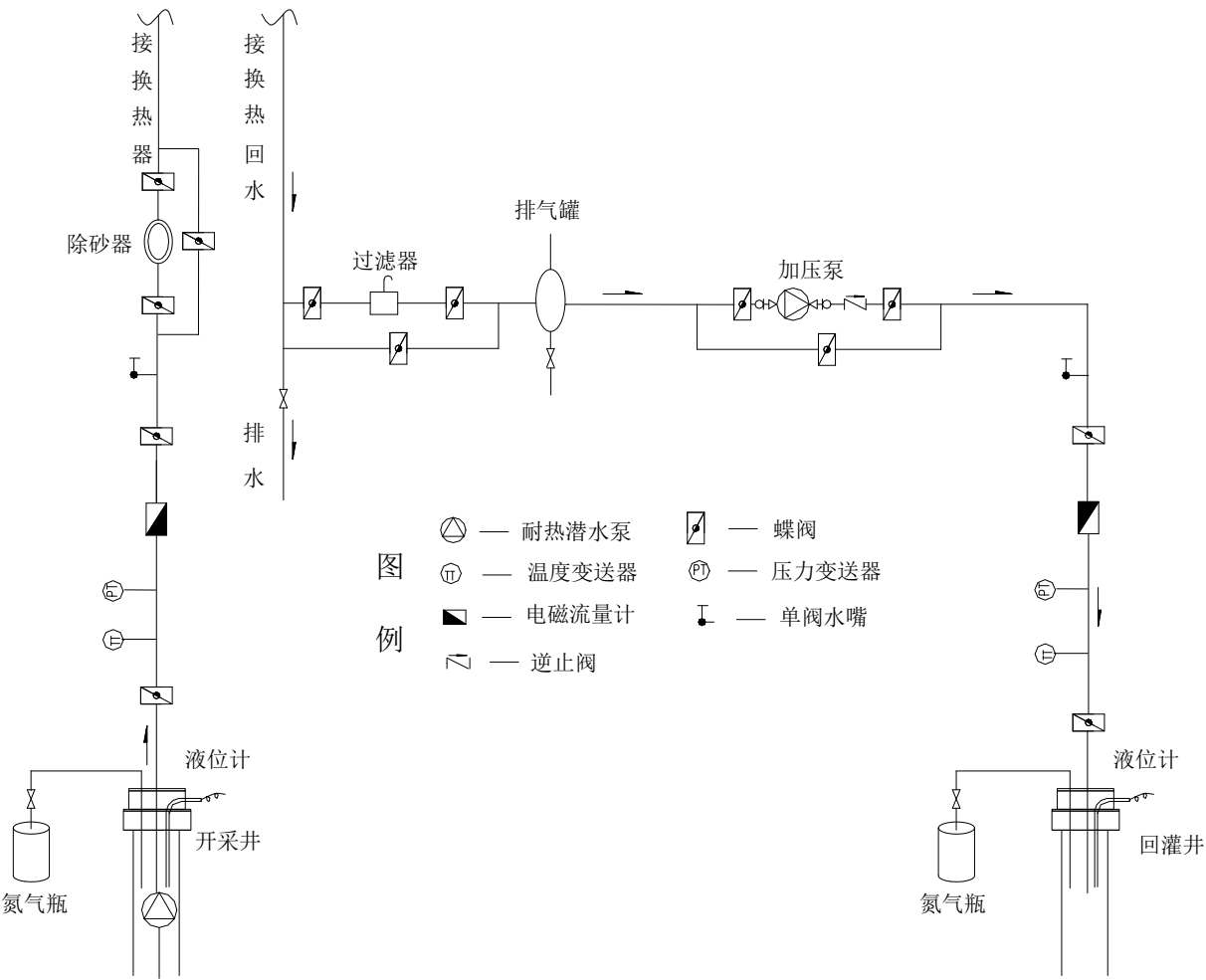


图 D-1 裂隙型回灌系统（智能监测）工艺流程示意图

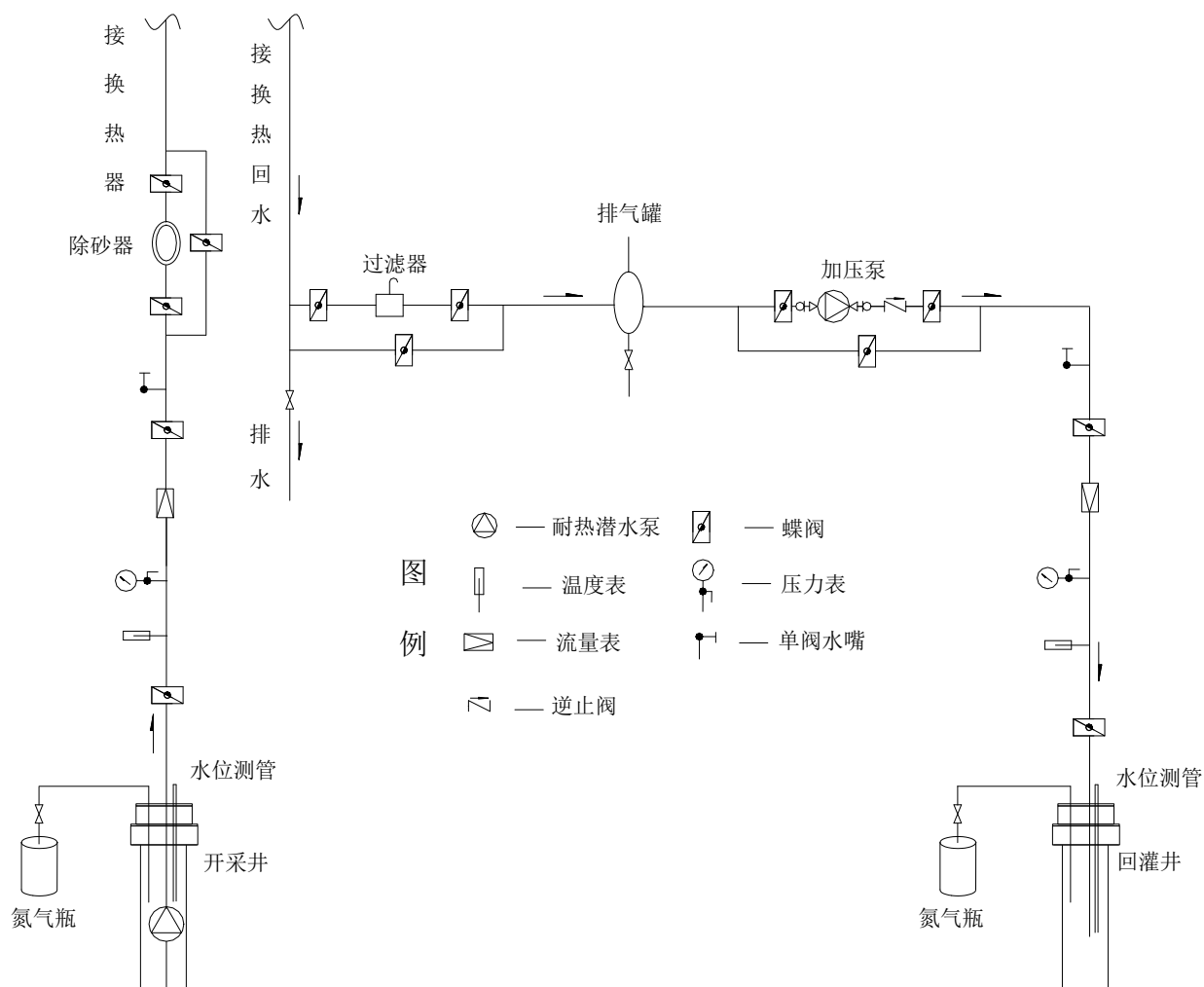


图 D-2 裂隙型回灌系统（人工监测）工艺流程示意图

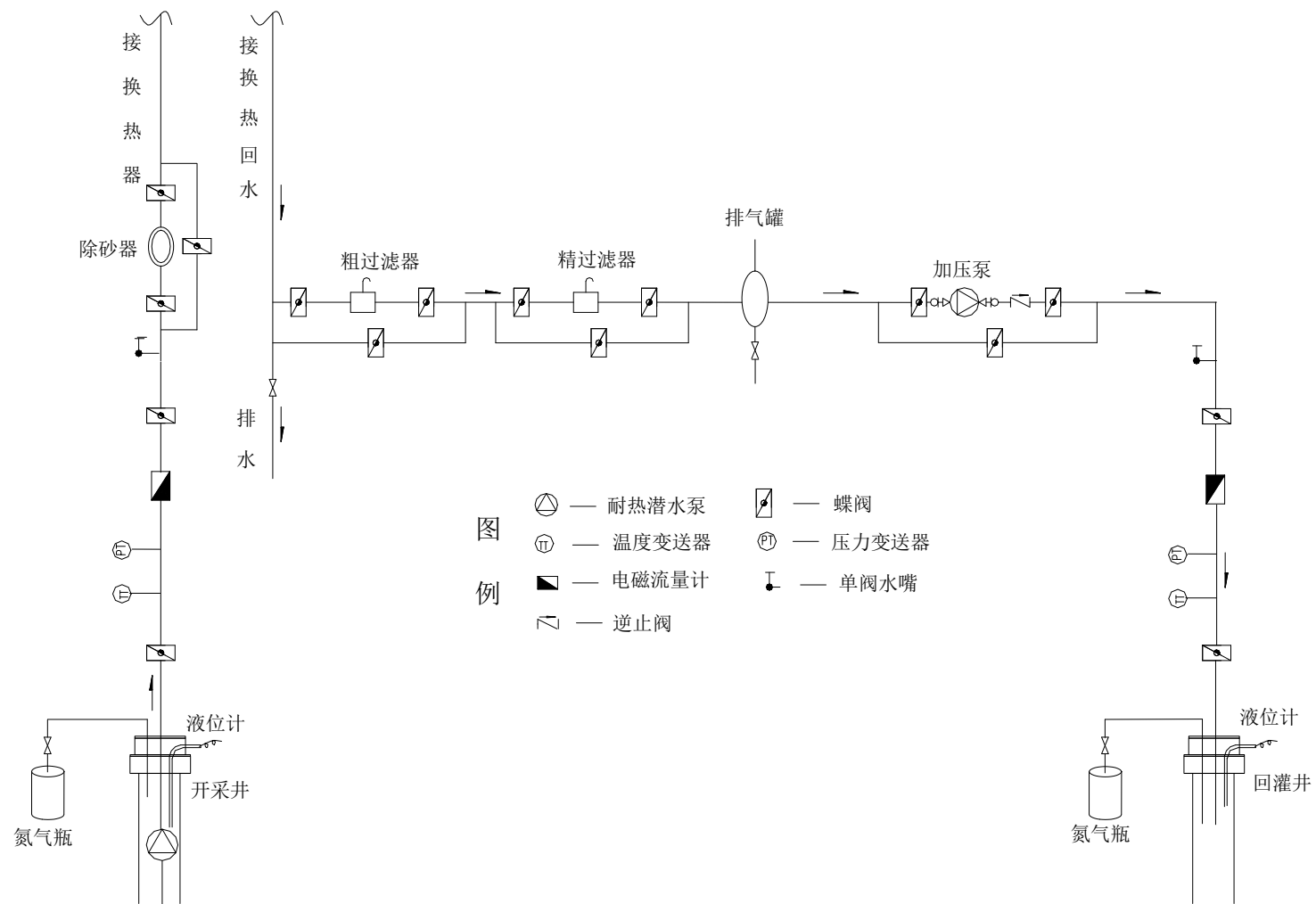


图 D-3 孔隙型回灌系统（智能监测）工艺流程示意图

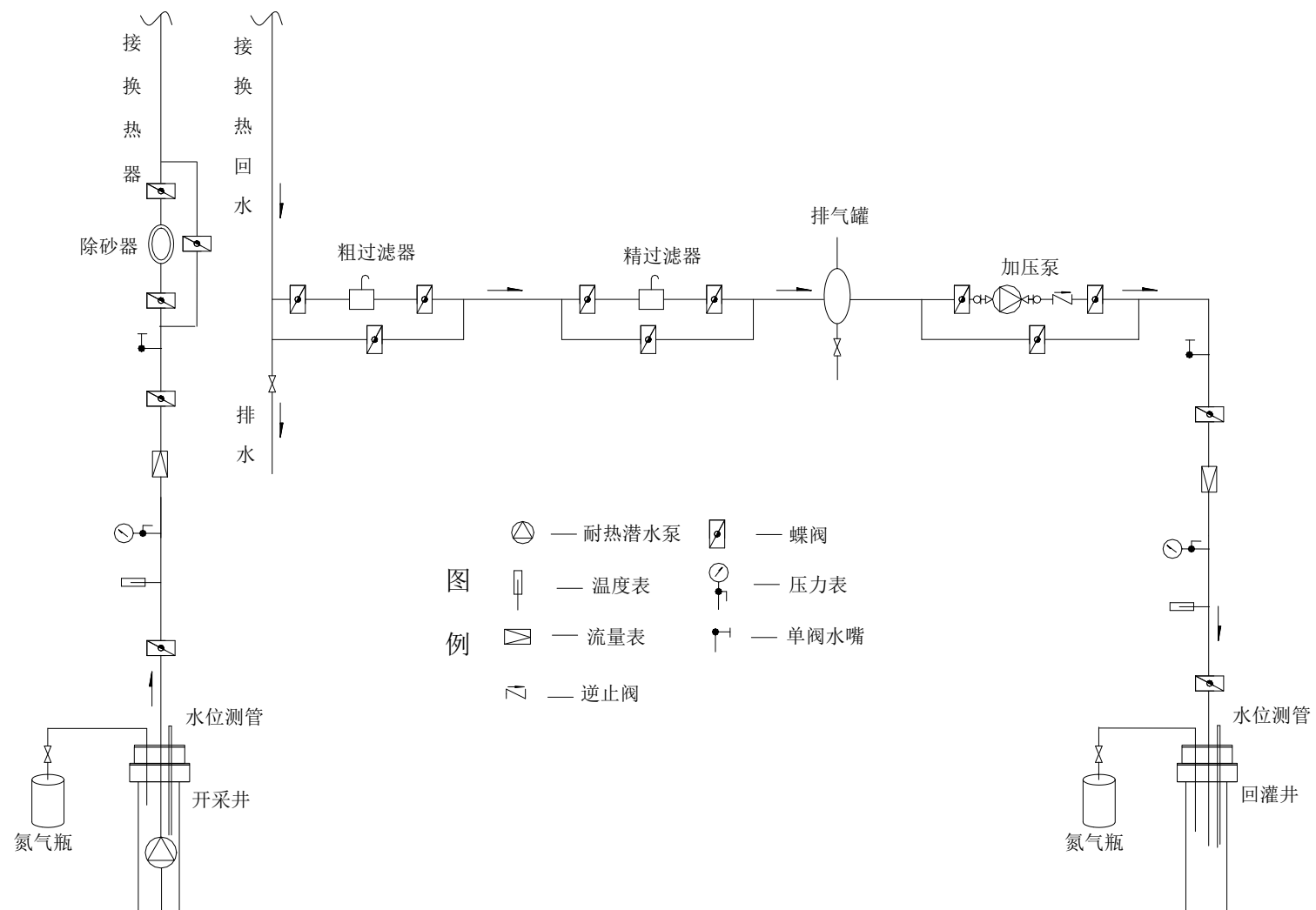


图 D-4 孔隙型回灌系统（人工监测）工艺流程示意图

## 附录 E 工程竣工交接书及质量验收报告

表 E.0.1 地热回灌地面系统工程设备安装竣工交接书

地热开发利用单位名称				
设备装置名称		交接日期： 年 月 日		
工程内容：				
交接事项说明：				
工程质量鉴定意见：				
参加单位及	建设单位	设计单位	施工单位	监理单位
人员签字				

本表由施工单位填写，参试单位各保存一份。

表 E.0.2 地热回灌地面系统工程质量验收报告

地热开发利用单位名称					
施工单位					
序号	项目名称	外观检查	质量情况	验收结果	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
验收意见				验收结果	
施工单位		项目经理		技术负责人	
建设单位		监理单位		设计单位	
日 期		年 月 日			

## 附录 F 本标准要求严格程度用词说明

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，作如下说明：

- F1** 表示很严格，没有选择的余地，非这样做不可的用词：
- 正面词采用“必须”；
- 反面词采用“严禁”。
- F2** 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”。
- F3** 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”；反面用词采用“不宜”。
- 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- F4** 在条文中按指定的标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……的规定执行”。

天津市工程建设标准

# 天津市地热回灌地面工程建设标准

条文说明

天津地热勘查开发设计院 主编

2007 年 天 津

## 目 次

1 总则 .....	33
2 术语 .....	34
3 回灌井井口装置基础设施及施工技术要求 .....	35
4 回灌井井口监测仪器仪表的选型与安装 .....	36
5 地热回灌井泵房建设 .....	39
6 回灌流体水质净化过滤系统装置 .....	41
7 地热回灌系统其他装置 .....	42
8 地热回灌系统管路材料及密封要求 .....	43
9 工程验收 .....	44



## 1 总 则

1.0.1 制订本标准的目的是为了规范地热回灌地面工程建设，使地热回灌井的井口装置、井口监测系统、水质净化处理系统、排气加压装置等一系列设备和工艺的设计、工程建设均做到规范化标准化，便于更好地管理和监管地热回灌工作。

1.0.2 本标准主要适用于中低温地热回灌地面工艺设计及回灌系统建设安装工程，凡本市区域内的回灌井井口装置、地热回灌地面系统工艺建立、井泵房建设，在实际设计、施工、日常运行维护中均应执行本标准所规定的各项条款。

1.0.4 其它现行相关标准包括：

GB11615-89	地热资源地质勘查规范
DZ/T0134-94	地下水动态监测规程
GB50015-2003	建筑给水排水设计规范
GB50242-2002	建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
GB50236-98	现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范
CJJ / T81-98	城镇直埋供热管道工程技术规程
CJJ34-2002	城市热力网设计规范
CJJ28-2004	城镇供热管网工程施工及验收规范
GB50093-2002	自动化仪表工程施工及验收规范
SY / T5329-94	碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法

## 2 术 语

本章所列地质专业术语，参照了《地热资源地质勘查规范》（GB11615-89）、《地下水动态监测规程》（DZ/T0134-94）及地球科学大辞典（2005 年第一版）等相关地质专业辞典。

2.0.1 目前地热资源共有五类：以蒸气为主的地热资源、以液态水为主的地热资源、地压型地热资源、干热岩体型地热资源和岩浆型地热资源。

2.0.5 本标准所指的地热回灌地面工程仅指回灌井及输送管路、回灌流体水质净化装置、排气装置、加压装置等在内的工程体系，未包括地热开采井在内。

### 3 回灌井井口装置基础设施及施工技术要求

3.0.1 地热井成井后泵室部分倾斜度如超过  $1.50^{\circ}$ ，将给泵管和回灌水管的下入带来困难，长期使用时会因倾斜度过大而造成变形，严重影响到地热井的正常使用。

3.0.2 地热井在未交付使用前未封闭，容易造成井壁氧化腐蚀，同时如果异物落入或降雨、地面其它污水流入井内，将影响后期的使用效果。

3.0.3 地热井的相关成井材料，是设计制作井口装置的依据。

3.0.5 由于地热流体温度较高，且一般具有一定的腐蚀性，不同的热储层地热流体的腐蚀强度不同，因此不同热储层(主要是新近系馆陶组、古生界奥陶系、中元古界蓟县系雾迷山组)的回灌系统，要求管道材料的抗腐蚀强度不同，可依据地热流体质量的不同性质选用相应的防腐材料，回灌系统的所有管路用材不允许使用普通铁管、钢管。

3.0.6 地热井井口装置在结构设计上应充分考虑到井管材料遇高温流体时所产生的热胀冷缩效应，在设计时要预留一定的井管膨胀空间。

井口装置与地热井井管的直接连接不利于维修养护，且容易损坏井管，对地热井使用寿命影响较大。而采用填料函密封套接方式可有效防止井管伸缩造成的井口基础破坏或拉裂。

3.0.8 成套的地热井井口装置必须正确设计、安装，才能充分发挥其作用，尤其是石棉盘根的紧固和压实是保证井管伸缩自由度及无泄漏事故的关键，必须引起高度重视。

## 4 回灌井井口监测仪器仪表的选型与安装

### 4.1 一般规定

4.1.1 由于地热井的主要动态要素水位、水温等并不是多年恒定不变的，随着使用时间、开采强度等不同因素的变化而变化，而且地热井水位及水温观测是掌握地热井动态特征、指导下泵深度和回灌水管下入深度、及时保养和维护地热井的基础数据，因此为加强地热资源计量管理工作，并对地热井的动态数据进行实时监测，应保证地热回灌系统中每一眼回灌井的井口都要配备一套动态监测系统。

4.1.2~4.1.3 由于天津市开采地热资源较早，历史原因造成大部分原有地热井的井口监测系统非常不规范，对所有地热井的监测系统改造只能分阶段、分步分批进行，人工监测系统只适用于已运行的、尚未改造完毕的地热利用系统，用以实时监测和记录地热井动态要素的变化情况，仅作为一个过渡时期的暂行监测系统。根据天津市国土资源和房屋管理局 2006 年 7 月 3 日签发的《关于安装地热井智能化监测系统的通知》（津国土房热[2006]697 号）要求，全市新审批的地热项目，在设备安装时必须按规定安装智能化监测系统，并严格按照规范设计、施工；现已运行的地热系统，包括人工监测系统、仪器仪表不全或不准或已损坏、安装位置不正确或不符合要求的均应分批次进行改造，按规定加装水位监测仪、温度变送器、压力变送器、电磁流量计、数据采集处理系统（下位机）等设施，两年内实现全市地热系统全部安装智能化监测系统的目标。

4.1.6 流量计（表）与回灌井井口之间禁止设置任何排水支管或分水器，以确保计量的精确性。

4.1.7 安装单阀水嘴，是为取样进行水质监测备用的。

4.1.8 由于地热工程现场对测试仪器仪表的特殊要求，以及地热流体本身特点，在安装和组件中，需要提出特殊要求，以保证测试数据的准确性和测试仪器仪表的使用寿命。同时回灌系统中各仪器仪表均应随时校验，对已经损坏或灵敏性能不高的系统设备、仪器仪表及时更换、维修，保证回灌运行时能进行准确的监测和计量。

### 4.2 智能网络化动态监测系统

4.2.5 当地热流体的拉申指数  $LI > 10.0$  时，属强腐蚀性热水，具有较强腐蚀性，其温度变送器的热敏探头部位要采用防腐材料，防止地热流体对它的腐蚀，损坏探头；

热电阻的接线盒出线孔向下，可防止因密封不良而使水汽、灰尘和脏物等落入接线盒内。

4.2.6 压力变送器配备管道螺栓盲堵，可便于安装、调试、拆卸及维护。

4.2.7 电磁流量计选择正确的安装点和采用正确的安装方法是其正常工作、保证能准确计量的关键，若安装位置不正确或安装方法不对，不但会影响测量精度，还会影响流量计的使用寿命。

安装位置选择测量点前后有足够的直管段，能保证流入电磁流量计的流体流量稳定、监测到的数量真实可信，否则电磁流量计输出的信号可能不稳定，造成计量不准确。

电磁流量计传感器应严格按照产品说明书明示的正确位置、方式进行安装，必须保证在流体通过流量计时，任何时候流量计测量管中均充满流体，避免不满管或空管现象出现。

如果不能按说明书指明的正确安装位置、方式安装，应在流量计前设置止回阀，防止停泵后管道中的地热流体部分或全部回流，造成半管或空管现象。

天津地区地热资源为沉积盆地型中低温地热资源，目前可测到的地热流体最高井口稳定流温未超过 110℃，因此电磁流量计测试介质温度范围选择在 0~120℃之间是比较合适的。

4.2.8 下位机监控系统包括一台工控机，由数个流量、温度、压力、液位传感器组成。现场数据采集装置负责对现场的温度、压力、流量、液位等过程量进行实时采集，将采集的数据存储在数据库中，并在液晶显示屏上实时显示。

下位机监控系统安装在地热站的控制室内，如果上位机管理系统发出上传数据的指令，下位机可以把数据传送到上位机管理系统监控中心服务器。同时接受监控中心的指令，对现场情况实施控制。

下位机的数据显示方式有三种：

表格显示方式：通过表格实时显示，在一个采样周期内，当系统完成对过程参数的采样和计算后，将结果显示在屏幕所对应的表格中，每个采样周期，屏幕中的表格也将被刷新一次；

曲线显示方式：通过曲线图可以显示每一个参数在一定时期内总的变化趋势。当曲线图被用来显示在某月内地热井过程参数的变化趋势时，以天为最小单位的数据将会随时更新；当新的月份开始时，原整月的曲线数据将自动被清除，并重新开始显示；

系统流程显示方式：通过模拟现场设备的配置模式，实时的显示参数的变化。这种显示方式不仅可实时显示采集的数据，而且通过现场模拟，对数据的显示更加直观。

以上三种显示方式均可通过监测仪面板上的按钮来实现相互切换。

如现场条件较差或防雨措施较差时，机箱上部应安装遮水挡板。

4.2.10 通过电话网通信需要在上、下位机同时安装调制解调器，在地热井现场可以通过电话网络和监控中心连接时，采用公用电话网络进行通信，具有设计方法简单可行，运行成本低等特点。

### 4.3 人工动态监测系统

4.3.2 由人工监测动态的每一眼回灌井的井口装置中，都应设有专门的观测管（孔）进行水位、水温监测，测管出露在井口法兰上方的部位应有专用的开关，只在进行数据监测时才开启井口法兰盘上的专用阀门，其它任何时候都进行关闭密封处理，这样即能保证随时监测到水位、水温数据，又能起到防止空气渗入井内腐蚀井壁、回灌水管、测管的作用。

4.3.5 流量计的前后保证足够的直管段距离，是其计量精确的前提，而且流量计一旦安装，应由管理部门统一铅封。

## 5 地热回灌井泵房建设

### 5.1 一般规定

5.1.1~5.1.2 地热井施工结束交付使用前要建筑井口泵房，建设符合标准的地热井井口泵房能有效保护地热井及井口装置、保证井口监测仪器仪表正常运行、监测精度、延长使用寿命。

5.1.5 井泵房为确保系统运行时的安全用电，所设置的照明灯具应具有防爆性能，防水插座、所有电器及接触器都应符合相应的防爆等级。

5.1.6 地热井泵房内不允许堆放其它杂物，保持泵房内干净、整洁，出入门的开启要灵活，出入通道要符合消防安全通道要求。

5.1.8~5.1.10 为实现地热回灌工作的标准化规范化管理，新审批施工建成的地热井井泵房不得再设计为半地下或全地下形式，地热回灌系统的地面工程建设要严格按本标准的有关要求设计、施工，井泵房建筑一律按地上形式的标准验收和交付使用。

5.1.12 重力排水主要承担地面管道渗漏、设备溢流、冲洗地面和检修时的排水；压力排水主要承担未完全灌入回灌井的多余地热尾水或除砂器、过滤器反冲洗的排水或回扬洗井的地热流体，室外设置的压力扩容排水井兼具降温 and 降压作用，使这种具有一定温度和压力的排水从扩容井靠重力流入排水系统。

### 5.2 地上井泵房建设

5.2.1 单眼回灌井地上井泵房建筑的面积不小于长 6000mm×宽 5000mm，当井泵房的建筑长度不能满足在主管道直管段上安装除砂器时，除砂器的安装位置可以在主管道的折弯段，但所有监测仪器仪表都必须安装在主管道直管段上，而且电磁流量计或流量计的前后直管段必须保证有足够的、规定的标准距离。

### 5.3 半地下或全地下式井泵房建设

5.3.2~5.3.3 地下式井泵房最重要的一点注意事项是要设置压力排水系统和排水集水坑，及时将积水、设备检修及输水管道渗漏的积水和弃水通过潜水排污泵提升到室外排水处，防止因大量降雨或突发漏水事故时，地热井、井口装置、监测仪器仪表及电路、电器设备浸泡在积水中，确保系统的用电安全和正常运行。

5.3.4~5.3.5 设计地下式井泵房时应考虑到今后提泵、下泵施工作业、修井作业、监测人

员出入、通风安全等要求，井泵房屋顶要设置有一定长度和宽度的活动提升孔、出入人孔、进气孔、出气孔。

室外进气、排气管道附近设置警示标志，避免绊倒行人。

#### 5.4 一体式热力站建设

5.4.3 设备间设置集水坑并配备排水泵，以便收集、排除设备间内的积水。排水管道直接引至室外压力扩容排水井，依据站房附近排水管道的位置确定排水沟内地漏就近接出。



## 6 回灌流体水质净化过滤系统装置

### 6.1 一般规定

6.1.2 为了保证地热流体中裹挟的岩屑微粒、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)或裸眼成井的基岩地层中水中携带的细小颗粒不被传输到循环系统管路,地热回灌水源均需经过除砂处理,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、流体质量来设计和确定。

### 6.2 过滤系统设置

6.2.1 地热供暖系统长年运行,管道不可能经常更换,由于管路的老化、锈蚀,会使流经的地热流体质量受到不同程度的影响,因此需对回灌水进行净化过滤处理,去除掉回灌水源中的悬浮固相物质和滋生的细菌,降低水源质量不佳对回灌效果的不良影响。

基岩岩溶裂隙型热储层回灌系统中,为不增加额外投资,可根据地热流体质量的具体情况,在回灌水源经除砂处理后,在地面净化措施上要考虑增设精度不小于  $50\sim 80\ \mu\text{m}$  的管道过滤或其他过滤装置,达到能将管道及系统中残留的相对直径较大的颗粒过滤掉的目的。

6.2.2 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,因此要求同时安装精、粗两级过滤装置。

孔隙型热储层回灌系统的粗过滤器精度应不小于  $50\sim 80\ \mu\text{m}$ ,承担过滤管道及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;精过滤器精度应达到  $3\sim 5\ \mu\text{m}$ ,不仅要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。

6.2.3 同级的多个过滤器采用并联方式,便于其中某个过滤器的清洗或维修。

6.2.5 过滤罐配备差压变送器或压力表,可根据罐体两端压力的变化情况来辨别过滤器的工作状态,并决定更换或清洗滤料的时间,以保证过滤效果。

6.2.7~6.2.8 选择滤芯材料首先要考虑耐温和耐压。如地热流体经板式换热器后,回水温度在  $50^{\circ}\text{C}$  左右,为保证滤料使用寿命,要求滤料耐温应在  $60^{\circ}\text{C}$  左右,如果循环水温度较高,滤料耐温范围也要相应增大;其次是耐压,由于在回灌运行时系统通常要承受一定的压力,因此要求在设计过滤器外壳时,应充分考虑系统最大工作压力。

## 7 地热回灌系统其他装置

### 7.1 排气装置

7.1.1 换热后的地热流体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流体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，因此地热回灌系统需设置排气设施，便于释放回灌流体中的不凝气体，防止流体性质发生变化后生成的气泡随回灌水源进入回灌系统，产生气相阻塞，影响回灌效果。

为了确保气体的有效释放，排气罐应安装在加压泵、回灌井口之前，用以在回灌流体进入回灌井之前排除流体中的多余气体，防止气堵。

7.1.2 具体是否有必要安装排气罐和该设备的规模、容量，应根据该回灌流体中气体样分析报告气体所含具体组分和含量的多少而定。

7.1.3~7.1.4 在考虑安装排气罐时需要注意两点，其一在罐体顶部要设置自动排气阀，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；其二注意如果地热流体中含气体容量较高时，要采用连接排气风道方式将已释放出的气体排出设备间，以防中毒和引发火灾。

### 7.2 加压装置

7.2.1 地热回灌的加压装置是在回灌运行时，回灌井井口压力过高（回灌井内液面水位上升较快）而造成回灌困难，为不具备自重回灌条件或回灌效果不理想、需要启动加压泵采用加压回灌方案而配置的。

压力回灌适用于回灌井内流体水位高、透水性差的热储层和滤网强度较大的地热深井，主要是针对新近系孔隙型热储层的回灌系统。

7.2.2 压力回灌时系统有压力存在，要放气，因此在管路上应为加压泵专门配置放气阀和压力表等装置。运行启动时待回灌水从放气阀溢出，使系统管路中的空气彻底排出后，再关紧封固放气阀。

7.2.4 进行压力回灌时，回灌量和压力要由小到大逐步调节，同时了解回灌系统的最大承载压力，不能盲目加压，否则将致使系统压力过大而损坏地热井井管和井口装置，造成不可估量的损失。

## 8 地热回灌系统管路材料及密封要求

8.0.3 由于地热流体温度较高和普遍存在一定的腐蚀性，因此在地热回灌系统中所有管道禁止使用普通金属管材，而且还要定期对所采用的玻璃钢管、不锈钢钢管或碳钢管材进行严格的防腐处理。

8.0.5~8.0.6 地热回灌系统应是一个完整的严格密闭系统，在回灌运行时系统保持正压，可减少空气在地热流体输送中的渗入，严防空气渗入造成管材的氧化腐蚀，并且所有管材都必须具备良好的防腐性能和密封性能。

8.0.7 利用自动控制的充气装置，将井内水位液面以上的井管部分自动充满惰性保护气体（如氮气），始终保持井内压力略高于大气压力，阻止空气渗入到井内，隔绝空气与地热流体的直接接触，这样既能防止产生井管腐蚀，又能避免由于氧化反应所产生的新的氧化物沉淀。

要做到氮气保护的前提条件是地热井内必须做到严格密封，因此地热井井口装置应严格密闭处理，每节回灌水管、水位测管的上下接口部位也应进行密封处理，尤其是人工动态监测的回灌系统，其出露在井口上的水位测孔不能是敞口直通形式，要设置专用开关，且不得长时间处于开启状态。

8.0.8 由于井管回灌容易造成气堵而影响回灌效果，基岩裂隙型热储层地热回灌系统中，不宜采取井管回灌的方式，而且回灌井内不允许下置潜水电泵进行泵管回灌，应通过专用回灌水管将回灌流体从管内注入回灌井内，回灌水管下入回灌井内流体液面以下 5~10mm，这样能在一定程度上使整个管路形成某种意义的真空密封状态和密闭路径，减少空气渗入输送管路，实现自重密封回灌。

新近系孔隙型热储层进行回灌时原则上应与基岩裂隙型热储层回灌系统一致，通过浸入液面以下的回灌水管实现自重回灌。鉴于目前新近系孔隙型热储层回灌时普遍出现回灌困难、灌量衰减明显等现象，须进行回扬反冲洗措施，以增加回灌量，改善回灌效果，因此孔隙型回灌井内回灌水管下入流体液位以下的深度应加大，浸入深度应不小于该井水位埋深的 2 倍，以备必要时的气举回扬洗井之用。

同时需要回扬洗井的孔隙型热储层回灌井井口应有专门的回扬输水旁管，管路上应按规定安装专用流量计（表），其回扬水量应严格计入地热资源开采总量中。

## 9 工程验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 地热资源作为国有矿产资源，它的开采、利用及回灌等工作均属采矿行为，须严格遵守《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席第七十四号）、《天津市矿产资源管理条例》（2001年10月31日天津市第十三届人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过）、《天津市地热资源管理规定》（1995年7月12日市人民政府发布1997年12月15日市人民政府修订发布2004年6月30日根据市人民政府《关于修改〈天津市地热资源管理规定〉的决定》再次修订分布）等法规及条例。

9.1.2 施工验收指施工完成后在试运行前由建设单位组织设计、施工、监理、管理等单位对工程进行的验收。竣工验收指试运行合格后，竣工资料已整理完毕，而且宜在正常运行一段时间后，由建设单位组织设计、施工、监理、管理等单位对资料和工程进行的验收。

施工验收和竣工验收应对验收项目做出结论性意见，如有缺陷应在处理合格后重新验收。

9.1.4 工程验收检查是在各种检验及自检的基础上进行的验收，主要目的是检查工程各部位是否达到设计要求及使用标准，检查各种记录是否完整、合格。

### 9.3 工程质量验收方法

9.3.4 对经质量验收后，认定为不合格的地热回灌地面工程，要严格按验收意见尽快重建、整修、改进、完善，经过再次验收认定为合格后，方可进入回灌运行。

## 主要技术文件目录和提供单位

1. 《地球科学大辞典》 地质出版社, 2005. 11
2. 《自动化仪表工程施工及验收规范》(GB50093-2002) 提供单位: 全国化工施工标准化管理中心
3. 《物(液)位仪表安装图》(03R421) 提供单位: 中国建筑标准设计研究院
4. 《温度仪表安装图》(01R406) 提供单位: 中国建筑标准设计研究院
5. 《压力表安装图》(01R405) 提供单位: 中国建筑标准设计研究院
6. 《流量仪表管路安装》(03R420) 提供单位: 中国建筑标准设计研究院
7. 《常用小型仪表及特种阀门选用安装》(01SS105) 提供单位: 机械工业部设计研究院
8. 《泵站设计规范》(GB/T50265-97) 提供单位: 水利部水利水电规划设计总院 北京水利水电管理干部学院
9. 《管道穿墙窗、屋面防水套管》(01R409) 提供单位: 中械国际工程设计研究院
10. 《室外热力管道安装(地沟敷设)》(03R411-1) 提供单位: 北京中铁工建筑工程设计院
11. 《热水管道直埋敷设》(05R410) 提供单位: 北京市热力工程设计公司
12. 《室外热力管道地沟》(03R411-2) 提供单位: 北京中铁工建筑工程设计院
13. 《室内动力管道装置安装(热力管道)》(01R415) 提供单位: 北京中铁工建筑工程设计院
14. 《公用设备专业常用压力管道设计》(05R501) 提供单位: 北京市热力工程设计公司
15. 《建筑给水排水设计规范》(GB 50015-2003) 提供单位: 上海现代建筑设计(集团)有限公司
16. 《离心式水泵安装》(03K202) 提供单位: 中南建筑设计院
17. 《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235-97 提供单位: 化工部施工标准化管理中心站
18. 《通用阀门 碳素钢锻件技术条件》(GB/T 12229-2005) 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会联合发布
19. 《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GB50236-98) 提供单位: 中国化学工程第三建设公司
20. 《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ28-2004) 提供单位: 北京市热力集团有限责任公司
21. 《天津市地热利用工程设计标准(试行)》2006 年 提供单位: 天津大学地热中心天

津甘泉集团公司研究设计院

22. 《天津市地热回灌运行操作规程（试行）》2006 年 提供单位：天津地热勘查开发  
设计院

本标准共复制：10 份

电 子 文 档： 4 份

分 发 单 位：天津市建设管理委员会

报告 1 份

电子文档 1 份

天津市国土资源和房屋管理局科技教育处

报告 1 份

电子文档 1 份

天津市地质资料馆

报告 2 份

电子文档 1 份

天津市地质矿产勘查开发局

报告 2 份

自 留 份 数：本院资料室

报告 4 份

电子文档 1 份

印 制 单 位：天津地热勘查开发设计院

校 对 人：曾梅香 赵娜