

地热回灌技术要求

Technical requirements for geothermal reinjection

2018-10-29 发布

2019-03-01 实施

国家能源局 发布

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 总则	2
5 基础资料准备与回灌试验	2
6 回灌系统设计	2
7 回灌系统主要装置及设备	3
8 地热回灌运行、维护与管理	4
9 动态监测	5

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规定起草。

本标准由能源行业地热能专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石化集团新星石油有限责任公司、天津地热勘查开发设计院、河北省地热资源开发研究所、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国石油天然气集团有限公司辽河油田供水公司。

本标准主要起草人：赵丰年、向焯、赵苏民、张德忠、王贵玲、国殿斌、金文倩、郭世炎、姚艳华、袁明叶、杨卫、周鑫。

本标准于2018年首次发布。

地热回灌技术要求

1 范围

本标准规定了地热回灌的名词术语、总则、基础资料的准备、地热回灌工程设计、地热回灌系统主要装置及设备、地热回灌运行维护和动态监测的要求。

本标准适用于水热型地热能开发利用项目中回灌工程的设计、施工、验收、运行维护和监测，其他类型的地热回灌工程参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 11615 地热资源地质勘查规范

GB 50027 供水水文地质勘察规范

DZ/T 0260 地热钻探技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

同层回灌 **geothermal reinjection into the same reservoir**

将地热流体回灌至与开采井相同的热储层。

3.2

自然回灌 **natural reinjection**

在不用加压泵加压的情况下，将利用后的地热流体直接注入回灌井进行回灌。

3.3

加压回灌 **pressurized reinjection**

在采用加压泵加压的情况下将利用后的地热流体注入回灌井进行回灌。

3.4

回灌系统 **reInjection system**

地热回灌中，包括开采井、回灌井以及连通采、灌井之间的地面管路、水质净化、排气、加压、监测等装置及设备在内的完整的封闭系统。

3.5

回扬 **pump lifting**

利用抽水的方式除去回灌井中堵塞物和附着物的方法。

4 总则

地热能开发利用项目应通过科学回灌防止环境污染，保护地热资源，实现地热能的可持续开发和利用。

5 基础资料准备与回灌试验

5.1 基础资料准备

地热回灌工作前，宜结合前期的地质勘查和试生产情况准备以下基础资料：

- a) 地热田的地质构造、岩浆活动、控热构造及地热流体的动力场、温度场和循环途径；
- b) 地热井位置、深度、生产能力、温度、压力、流体化学成分等地热井参数；
- c) 边界位置、面积、顶板深度、底板深度等热储几何参数；
- d) 温度、储层压力、岩石密度、比热、热导率和压缩系数等热储物理性质；
- e) 渗透率、渗透系数、水力传导系数、弹性释水系数、孔隙率、有效孔隙率等热储渗透性和储存流体能力的参数；
- f) 密度、热焓、热导率、比热、组分、粘滞系数和压缩系数等热流体性质。

5.2 回灌试验

开展回灌试验测定回灌井的回灌量、压力、流体温度随时间的变化。结合示踪试验进行回灌能力评价、确定回灌影响范围及影响区内热储温度、储层压力和化学组分的变化特点等并形成回灌能力评价报告。回灌试验的具体要求按照 GB/T 11615 执行。

6 回灌系统设计

6.1 回灌井设计要求

6.1.1 应在基础资料准备和回灌试验的基础上，建立热储模型，设计开发方案。

6.1.2 回灌井与开采井的目的层宜在同一热储层，宜通过数值模拟确定开采井、回灌井的合理数量和井位布置及保持地热田实现可持续开发利用的采灌强度。

6.1.3 井位布置应避免开采井和回灌井的井距过近，防止出现热突破。

6.1.4 回灌井钻井工程设计按照 DZ/T 0260 执行。

6.1.5 回灌井成井工艺原则：

- a) 选择条件好、渗透能力强的热储；
- b) 将目的层与非目的层隔开；
- c) 加强井壁的稳定性；
- d) 采用高过流面积的成井工艺。

6.1.6 回灌井储层保护要求：

- a) 加强钻井过程中钻井液性能和质量管理，减少钻井液对储层的伤害；
- b) 成井时对目的层进行洗井，洗井应清除孔内及热储层段井壁的泥浆、岩屑、岩粉等堵塞物，具体按照 GB/T 11615 和 GB 50027 的要求执行。具体洗井工艺及要求根据实际情况而定。

6.2 回灌系统设计要求

6.2.1 回灌方式选择

回灌可采用自然回灌或加压回灌方式。自然回灌不能满足全部回灌情况下进行加压回灌。

6.2.2 回灌系统工艺流程设计

6.2.2.1 地热水从开采井抽取出来，经过换热利用后输送至回灌井，过程中采用除砂、过滤、排气等工艺，自然或加压回灌至回灌井，实现同层回灌。工艺流程示意图见图 1。

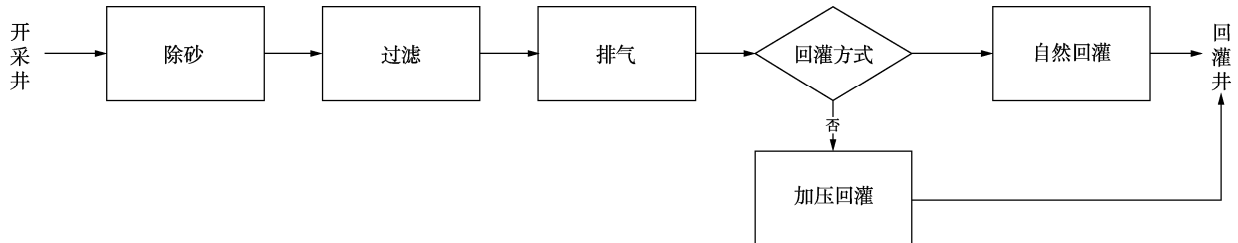


图 1 回灌系统工艺流程示意图

6.2.2.2 回灌管网设计应保证气体的排出和清洗方便。

6.2.2.3 回灌水水质净化处理符合下列要求：

- a) 对裂隙型热储，回灌过滤精度应小于 $50\mu\text{m}$ ；
- b) 对孔隙型热储，过滤精度应小于 $5\mu\text{m}$ ；
- c) 宜具有排气装置，防止气体堵塞。

7 回灌系统主要装置及设备

7.1 除砂器

除去地热流体中的砂粒和杂质，分离粒径应达 0.1mm 。

7.2 过滤器

用于滤除地热流体中的小粒径颗粒和悬浮物，防止堵塞。根据热储层特征选择相应的过滤精度，过滤材料要考虑耐温和耐压。

7.3 排气装置

用于排除流体中的气体，防止气体堵塞。排气装置流量应满足回灌设计的流量要求。排气装置容许的工作压力应高于回灌系统的最大工作压力。

7.4 回灌加压泵

用于加压回灌，加压泵电机应具有变频控制功能。原则是回灌井底压力要高于储层压力，加压泵压力不超过系统额定系统压力。

7.5 井口装置

安装完成后应进行密封检查，压力测试应满足系统设计的回灌压力要求。

7.6 回扬潜水泵

用于返排井管中的堵塞物和附着物，回扬潜水泵应采用变频控制功能。当回扬泵在回灌井中，利用泵管作为回灌管时，泵头应有抽水和灌水转换装置。

7.7 动态监测装置

用于监测地热井液位及回灌系统中井口压力、温度、流量等数据的监测仪表，应根据检定规程定期检定或校验。监测仪器仪表所有接触液体部分应满足于地热应用工况要求。

8 地热回灌运行、维护与管理

8.1 回灌前准备

8.1.1 对系统装置检查要求

开采井、回灌井的井口动态监测仪器仪表正常，回灌系统电源、设备和阀门状态正常。

8.1.2 冲洗回扬

在回灌前对回灌井进行冲洗回扬，清除井筒内的死水及杂质。根据目测冲洗排水的透明度与原水相同时，结束回扬作业。冲洗回扬结束后对整个回灌系统的管网试运行测试，保证回灌管网完好、无渗漏，各设备运行正常。

8.2 回灌系统运行

回灌系统运行时要求：

- a) 回灌开始前，记录开采井流量表、回灌井流量表的起始读数，开采井、回灌井液位埋深及温度；
- b) 回灌开始后，应及时检查整个回灌系统的密封情况，检查排气装置和过滤装置是否正常；
- c) 当过滤装置两端的压力差持续增大，数值达 50kPa~60kPa 时，应进行清洗或更换滤料；
- d) 回灌系统运行稳定后，在回灌井井口取样进行水质分析，15 天内完成；
- e) 当采用加压回灌时，回灌压力不超过系统额定工作压力；
- f) 回灌运行出现下列现象之一时，可判断回灌井出现堵塞：
 - 当保持一定的压力时，随着回灌时间的增长回灌量逐渐减小；
 - 当保持一定的回灌量时，随着回灌时间的增长，回灌液位持续上升；
 - 连续回灌一段时间后，进行回扬时井的动水位显著下降或出现断水；
- g) 判断回灌井发生堵塞时应及时采取有效措施。

8.3 回灌结束后系统设施的养护

系统设施的养护内容包括：

- a) 停灌后，对回灌井进行回扬；
- b) 做好设备的维护保养及防腐、防锈等工作；
- c) 在停灌期间，宜将停用的地热井（开采井、回灌井）液面以上的井管部分充满惰性气体，对系统各部分定期进行密封检查；
- d) 停灌后每季度应监测液位并记录。

9 动态监测

9.1 总体要求

根据日常开采动态监测数据保证回灌系统正常，地热水在回灌系统中密闭运行，实现原水回灌。地热井应进行日常开采回灌动态监测、开发利用管理动态监测。

9.2 开采井及回灌井监测数据记录

记录的内容包括：

- a) 开采井监测内容：压力、水位、出水温度、开采量、累计开采量等；
- b) 回灌井监测内容：压力、水位、回灌温度、回灌量、累计回灌量等；
- c) 水质监测：根据所在地区开发利用的要求监测回灌井水质，每年至少一次水质分析。

9.3 动态监测管理

资料档案内容及管理要求：

- a) 各动态数据的获得可自动记录或由人工记录。自动记录数据应做好储存和备份，人工记录的数据应定期收集整理成电子版并存档。
 - b) 地热井动态监测各项原始数据必须及时整理、校核、并应编制地热井动态监测资料统计表，资料应包括纸质文件和电子文档，应按档案管理规定对资料进行系统归档保存。
 - c) 在回灌结束后对项目动态监测资料进行系统分析，分析内容包括：地热井开采量、回灌量、温度、水位、压力、水质等，对回灌系统中的回灌设备设施做出评价，分析热储的动态变化趋势，编制回灌运行分析报告，以指导和改进后续的回灌工作，保证实现采储平衡。
-

中华人民共和国能源
行业标准
地热回灌技术要求
NB/T 10099—2018

*

中国石化出版社出版发行
地址：北京市朝阳区吉市口路9号
邮编：100020 电话：(010) 59964500
石化标准编辑部电话：(010) 59964080
发行部电话：(010) 59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京艾普海德印刷有限公司印刷
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 13 千字
2018 年 11 月第 1 版 2018 年 11 月第 1 次印刷

*

书号：155114·1529 定价：25.00 元