

NB

中华人民共和国能源行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

地热井钻井工程设计规范

Specification for geothermal well drilling engineering design

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期：)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家能源局

发布

目 次

前言..... IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 设计原则..... 1

4 基本内容与要求..... 1

5 设计格式..... 10

附录 A（规范性附录）地热井钻井工程设计格式..... 12

附录 B（资料性附录）地热钻井设计大表.....36



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、北京市地质勘察技术院

本标准主要起草人：

本标准于XXXX年XX月XX日首次发布。



地热井钻井工程设计规范

1 范围

本规范规定了地热井钻井工程设计的原则、基本内容和格式要求。

本规范适用于水热型地热井钻井工程设计。

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

DZ/T 0260 地热钻探技术规程

DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程

DZ/T 0064.2 地下水水质检验方法 水样的采集和保存

SY/T 5347 钻井取心作业规程

SY/T 5435 定向井轨道设计与轨迹计算

SY/T 5593 钻井取心质量指标

3 设计原则

- 3.1 符合质量、安全、环境与健康体系要求。
- 3.2 有利于降低地热井施工难度和提高钻井速度。
- 3.3 有利于避免钻井过程中出现塌、卡、涌等复杂情况。
- 3.4 目的层段设计应有利于发现和保护热储层；非目的层段设计应满足钻井施工及生产需求。
- 3.5 推广应用技术成熟的钻探新设备、新方法、新工艺，提高经济效益。

4 基本内容要求

4.1 地质概况

地质概况内容包括但不限于基础资料(项目井网部署方案、井号、井别、井型、井口坐标、靶点数据、地面海拔、构造位置、地理位置、钻探目的、设计井深/垂深、取水/回灌层位及深度、完钻层位、完钻原则、成井方式等)、地理环境资料、地质特征、水温水量预测、地层压力预测、地温梯度、邻井资料、风险分析。

4.2 设计依据

依据国家法律法规、行业标准、钻井地质设计及邻井资料等。

4.3 质量要求

4.3.1 井身质量要求

4.3.1.1 井身质量要求井深、井斜、方位、全角变化率、靶心半径、靶点垂深等指标应达到设计要求。

4.3.1.2 井深误差不大于 1/1000。

4.3.1.3 井径扩大率要求：针对套管固井射孔成井的地热井目的层井段平均井径扩大率宜小于 10%，非目的层井段平均井径扩大率宜小于 15%。

4.3.1.4 直井井斜、全角变化率及井底水平位移考核指标宜参考并执行表 1 所示。

表 1 直井井斜、全角变化率及井底水平位移要求表

井深 (m)	探井			开发井		
	井斜角(°)	全角变化率 (° /25m)	井底水平位移 (m)	井斜角(°)	全角变换率 (° /25m)	井底水平位移 (m)
0~300 (泵室段)	≤1	≤1.5	≤5	≤1	≤1.5	≤5
300~1000	≤3	≤2.0	≤30	≤3	≤2.0	≤30
1000~2000	≤7	≤2.5	≤50	≤6	≤2.5	≤50
2000~3000	≤9	≤3.0	≤80	≤8	≤3.0	≤75
3000~4000	≤11	≤3.5	≤120	≤10	≤3.5	≤90
4000~5000	≤13	≤4.0	≤160	≤12	≤4.0	≤120

注：泵室段井斜角≤1°。

4.3.1.5 定向井的最大全角变化率以钻杆防疲劳破坏的全角变化率限定值和套管柱抗弯曲强度的全角变化率限定值中的最小值为准。

4.3.1.6 常规定向井的最大全角变化率宜不超过 5° /30m，如果连续三个测点的全角变化率超过 5° /30m 为全角变化率超标，常规定向井的靶区半径按设计目标点的不同垂直深度确定，宜符合表 2 要求。

表 2 定向井靶区半径数据表

测量井深 (m)	探井 (m)	开发井 (m)
0~1000	≤20	≤20
1000~2000	≤30	≤30
2000~3000	≤50	≤50
3000~4000	≤75	≤70
4000~5000	≤100	≤90

4.3.1.7 严格要求丛式井的井斜和井底水平位移，邻井套管固井水泥环边界距离应不小于 1m。

4.3.1.8 对于其他特殊要求的定向井，应在设计中明确要求。

4.3.2 固井质量要求

4.3.2.1 地热井固井质量应达到设计要求。

4.3.2.2 针对套管固井射孔成井的地热井，各开次固井质量可按照 SY/T 6592 要求执行。

a) 固井质量应在规定的时间内进行固井水泥胶结测井，并按要求进行试压。

b) 固井质量检测可使用声波幅度测井、声波变密度测井等评价方法。

c) 固井声幅曲线声幅相对值大于 30%、套管波明显、地层波弱，固井为不合格，固井不合格的井应采取补救措施。

4.3.3 取心质量要求

4.3.3.1 地热井取心质量应达到设计要求，可按照 SY/T 5593 执行。

4.3.3.2 常规地层取心收获率 $\geq 90\%$ ；破碎地层取心收获率 $\geq 50\%$ 。

4.4 定向井剖面设计

4.4.1 定向井剖面设计原则

4.4.1.1 定向井剖面设计可按 SY/T 5435 要求执行。

4.4.1.2 有利于实现定向地热井的地质勘探开发目的。

4.4.1.3 有利于满足地热井采水和回灌工艺要求。

4.4.1.4 有利于安全、优质、快速钻井。

4.4.2 定向井剖面设计内容

4.4.2.1 剖面设计应包括剖面设计基本参数、剖面设计数据、投影示意图、防碰设计及测量要求。

4.4.2.2 定向井剖面设计基本参数包括有磁倾角、磁场强度、磁偏角、收敛角和方位修正角，宜用表 A.4 形式给出基本参数。

4.4.2.3 设计剖面参数主要包括井深、井斜、方位、垂深、南北位移、东西位移、全角变化率、闭合位移、闭合方位等，宜用表格 A.5 形式给出剖面数据。

4.4.2.4 投影示意图应包括水平投影图和垂直投影图。

4.4.2.5 防碰设计扫描结果数据宜用表 A.6 形式给出（可绘出防碰扫描图）。

4.4.2.6 应根据井深测量间隔要求选择相应测量工具。

4.5 井身结构

4.5.1 井身结构设计原则

4.5.1.1 应根据地质岩性剖面、地层压力剖面及地热井生产需要设计。

4.5.1.2 应满足钻井施工、成井出水及获取参数的需要。

4.5.1.3 应满足出现漏、塌、卡、涌等复杂情况的处理作业需要。

4.5.1.4 应留有储备和余地。

4.5.2 井身结构设计内容

4.5.2.1 井身结构设计包括井身结构设计依据、井身结构示意图、井身结构设计数据表及说明。

4.5.2.2 井身结构示意图应标出钻头直径与井深、套管尺寸与下深、水泥返深、悬挂位置等数据。

4.5.2.3 井身结构设计数据表应包括开钻次序、钻头尺寸、井段、管柱尺寸、管柱下入深度、水泥返深等，宜用表 A.8 形式给出。

4.5.2.4 各开次井管重叠段 30~50m 为宜。

4.5.2.5 泵室管尺寸宜为 $\Phi 339.7\text{mm}$ ，满足水泵下入、封固上部不稳定地层、封隔凉水层和保护地下水的要求。

4.5.2.6 井管重叠段及悬挂器水泥浆应返至悬挂器之上，留 20~30m 上塞，保证固井质量。

4.5.2.7 井身结构常用二开次、三开次和四开次，且最后一个开次的直径不宜小于 152.4mm。

4.5.3 地热井成井方式

4.5.3.1 砂岩地热井根据井别和地层特征情况，宜采用缠丝过滤管、桥式过滤管、贴砾过滤管或套管固井射孔等成井方式。全井下管时，应在底部有 10~30m 沉淀管。

4.5.3.2 砂岩地热井（直井）必要时采用动水填砾成井方式。采用动水填砾成井方式时，具体操作遵循 DZ/T 0148 执行。

4.5.3.3 地层稳定的基岩地热井宜采用裸眼成井方式；地层不稳定的基岩地热井宜采用过滤管成井方式。

4.6 钻进方法

根据岩石的机械物理性质、可钻性、井眼尺寸、深度、施工条件、钻探目的，分别选择取心钻进、全面钻进及扩眼钻进等相适应的钻进方法与工艺。钻进方法选择遵循 DZ/T 0260 执行，并确定相应的钻进技术参数。

4.7 钻井设备

4.7.1 设计内容应包括钻机选型依据和钻井主要设备。

4.7.2 地热井钻井设备应综合考虑设计井深、井身结构、钻具组合、地层特点、摩擦阻力、井控需要等因素对钻机设备及相关配套辅助设施进行选择，可选择满足施工要求的石油或水文钻机。

4.7.3 钻机设备表可根据钻机选择的类型填写，包括设备名称、型号、规格、数量等，宜用表 A.9 形式给出。

4.8 钻具组合与强度校核

4.8.1 钻具组合设计原则

4.8.1.1 钻具组合设计可按照 SY/T 5172 和 SY/T 5619 规定执行。

4.8.1.2 钻具选择应能有效地控制井斜、方位角和全角变化率，保证井身质量满足设计要求和成井需要。

4.8.1.3 采用气举反循环钻进时，双壁钻具的数量应保障沉没比不宜小于 0.5。

4.8.2 钻具组合设计内容

- 4.8.2.1 设计应包括各开次钻具组合、钻柱强度校核、钻具、工具、打捞工具配套等。
- 4.8.2.2 各开次钻具组合内容应包括井眼尺寸、井段、钻具组合名称，宜用表 A.11 形式给出。
- 4.8.2.3 钻柱强度校核应满足地热井施工要求，设计内容包括井眼尺寸、井段、钻井液密度、钻具名称、钢级、外径、内径、长度、单位重量、累计重量、抗拉、抗扭、抗拉余量等参数，宜用表 A.12 形式给出。
- 4.8.2.4 应对送管的钻具进行强度校核，选择满足施工要求的送管钻具。
- 4.8.2.5 复杂结构井应有钻柱的摩阻扭矩的计算和分析，确保钻柱能够顺利下入井底。
- 4.8.2.6 钻具和工具应包括名称、尺寸、单位重量及数量，宜用表 A.13 形式给出。
- 4.8.2.7 测量工具应包括名称、规格、型号、数量等，宜用表 A.14 形式给出。
- 4.8.2.8 打捞工具应包括打捞工具名称、规格、数量等，宜用表 A.15 形式给出。

4.9 钻头与钻井参数设计

- 4.9.1 钻头设计应明确所钻井段、地层、钻头直径、进尺、纯钻时间、机械钻速以及钻头型号推荐，宜用表 A.16 形式给出。
- 4.9.2 钻井参数设计应明确所钻井段、钻头直径、钻头型号、钻压、转速、排量、泵压等，设计的参数应能够满足钻井设备额定功率，宜用表 A.17 形式给出。
- 4.9.3 水力参数设计应明确所钻井段、钻头直径、喷嘴面积、排量、泵压、循环压降、环空返速及钻井液密度等，宜用表 A.18 形式给出。水力参数设计应满足井底净化和提高机械钻速的需要。

4.10 取心设计

- 4.10.1 根据钻井地质设计的要求，进行钻井取心设计。
- 4.10.2 取心设计应明确取心序号、层位、预计井段、进尺、取心收获率、取心直径和取心目的，宜用表 A.19 形式给出。
- 4.10.3 取心钻井参数包括取心工具和钻具组合设计和钻进参数设计（钻压、转速、排量、机械钻速及钻进时间等），宜用表 A.20 形式给出。
- 4.10.4 取心技术措施可按照 SY/T 5347 规定，主要包括：工具准备、井眼准备、下钻操作、取心钻进、割心、起钻要求及其他内容。

4.11 钻井液设计

4.11.1 钻井液设计原则

- 4.11.1.1 钻井液设计应能够满足钻井安全施工的要求。
- 4.11.1.2 针对井身结构、地层岩性和地层流体性质配制不同类型、不同参数的钻井液。
- 4.11.1.3 有利安全钻进和保护热储层。
- 4.11.1.4 钻井液耐温要大于预测地层温度，保证钻井液性能良好。
- 4.11.1.5 钻进过程中钻井液漏失较为严重时，可采用低密度钻井液。
- 4.11.1.6 应满足地热井井控要求。

4.11.2 钻井液设计

4.11.2.1 钻井液设计包括钻井液设计依据、体系配方、性能参数、各开次维护处理措施、钻井液用量及材料用量、固控设备及使用要求、加重装置要求、测试仪器配备、钻井液地面管理、钻井液资料录取要求。

4.11.2.2 根据地层压力、岩性特征、井下安全和热储层保护的要求，进行钻井液体系配方设计，宜用表 A.21 形式给出。

4.11.2.3 钻井液性能参数设计包括井段、密度、漏斗粘度、失水、泥饼厚度、PH 值、含砂、摩擦系数、流变参数、固相含量等，宜用表 A.22 形式给出。

4.11.2.4 钻井液用量设计根据钻头直径、井段长度计算钻井液用量，钻井液总量=井筒容积+循环系统量+消耗量，宜用表 A.23 形式给出。

4.11.2.5 按照不同井段的地质特点，制定钻井液维护处理措施。

4.11.2.6 合理使用四级固控，并强化固控管理，以使钻井液含砂量、固相含量控制在合理范围内，为快速钻进创造良好条件，固控设备要求，宜用表 A.26 形式给出。

4.12 热储层保护要求

4.12.1 根据不同地区热储层的物性和敏感性参数，制定热储层保护技术要求和措施。

4.12.2 目的层段禁止使用重晶石、沥青类材料、磺化类材料等会造成储层堵塞的处理剂。

4.12.3 为保证地质录井的准确性，严禁加入各种影响录井结果的钻井液处理剂。

4.12.4 在较稳定地层可选用清水、空气、无固相、气液混合物等钻井液。

4.13 地热井压力控制

4.13.1 井控级别

4.13.1.1 一级井控风险

a) 有下列任意条件之一的地热井，属于一级井控风险的地热井：

- 所钻遇地层有异常高压；
- 所钻遇地层有浅层气或油气显示；
- 所钻目的层为地热蒸汽田。

b) 该类风险级别的地热井井控设备配置要求为：

- 井控装备：原则按照油气井标准；
- 压井材料：现场储备酸溶性重浆；
- 配套工具：原则按照油气井标准。

4.13.1.2 二级井控风险

a) 同时满足以下条件的地热井，属于二级井控风险的地热井：

- 所钻遇地层无异常高压；
- 所钻遇地层无浅层气或油气显示；
- 所钻目的层不是地热蒸汽田；
- 井口水温大于或等于当地汽化温度。

b) 该级别的地热井井控设备配置要求为：

——井控装备：环形防喷器和闸板防喷器。当地层压力系数小于1时，井控装备可降一级压力级别；

——压井材料：现场储备酸溶性加重材料；

——配套工具：内防喷工具（止回阀、旋塞等）。

4.13.1.3 三级井控风险

a) 同时满足以下条件的地热井，属于三级井控风险的地热井：

——所钻遇地层无异常高压；

——所钻遇地层无浅层气或油气显示；

——所钻目的层不是地热蒸汽田；

——井口水温小于当地汽化温度。

b) 该级别的地热井井控设备配置要求为：

——井控装备：具备导流能力的简易井口；

——压井材料：区域配备酸溶性石粉；

——配套工具：不做要求。

4.13.2 井控设计

4.13.2.1 根据不同地热井类型选择相应级别的井控设备。

4.13.2.2 井控内容应包括井控装置选择依据、井控装置、井控装置示意图、井控装置试压要求、钻具内防喷工具要求、地层孔隙压力监测、地层漏失试验要求、钻井各工况井控技术措施。

4.14 固井设计

4.14.1 固井设计可按照 DZ/T 0260 或 SY/T 5480 要求执行。

4.14.2 应满足固井施工要求及地热井采水和回灌要求。

4.14.3 应包括固井设计依据、套管柱设计、各层次套管串结构数据、套管试压要求、注水泥设计、水泥浆性能要求、固井添加剂及附件、固井技术要求。

4.14.4 套管柱设计内容应包括套管次序、井段、长度、外径、通径、钢级、壁厚、扣型、每米重量、抗拉强度、抗外挤强度、抗内压强度、套管柱校核等，宜用表 A.32、A.33、A.34 形式给出。

4.14.5 根据井身结构数据进行注水泥设计，应包括套管层次、套管尺寸、下深、水泥返深、封固段长度、水泥塞面、水泥用量及水泥等级，宜用表 A.37 形式给出。

4.14.6 按照地层物性和流体性质进行水泥浆性能设计，设计内容应包括水泥浆密度、初始稠度、稠化时间、可泵时间、游离液、滤失量、流变性、抗压强度、渗透率、沉降稳定性等参数，宜用表 A.38 形式给出。

4.15 洗井

4.15.1 根据 GB/T 11615 或 DZ/T 0260 规定执行，包括洗井方法、洗井介质选择与洗井技术措施。

4.15.2 洗井前要及时破坏并清除井壁上附着的泥饼。

4.15.3 采用物化联合方法进行洗井，抽水试验前达到水清砂净，流体中含砂量含量小于 1/20000（体积比）。

4.15.4 根据地热井热储层特征, 选择合理的洗井方式。常用洗井措施包括并不限于以下方法: 喷射洗井、气举吞吐法洗井、活塞洗井、潜水泵抽水洗井和化学洗井等。

4.16 抽水(放喷)试验及水样采集

4.16.1 抽水(放喷)试验设计可按照 GB/T 11615 或 DZ/T 0260 规定执行。

4.16.2 设计内容包括抽水试验类型选择、抽水设备与观测设备选择、抽水试验技术要求、放喷管线要求等。

4.16.3 在抽水(放喷)试验结束时采集水样, 采集水样与保存可按照 DZ/T 0064.2 中相关要求执行, 水样及时送检。

4.16.4 依据水质化验结果, 必要时设计水处理工艺。

4.17 回灌试验设计

4.17.1 回灌井和开采井应遵循同层回灌原则, 确定回灌井和采水井的合理布局和采灌强度, 保证地热田可持续开发利用。

4.17.2 地热回灌井成井工艺要求:

4.17.2.1 根据不同的地热井类型, 选择合理的成井工艺。

4.17.2.2 成井工艺应保持长期回灌的要求。

4.17.3 回灌试验系统要求

4.17.3.1 回灌方式: 自然重力回灌优先; 当自然重力回灌量无法满足采储平衡时, 需采取加压回灌模式。

4.17.3.2 回灌试验系统: 回灌试验系统应处于密闭状态, 根据水质化验结果, 必要时对回灌的尾水进行水质处理。

4.17.4 回灌试验监测

4.17.4.1 地热井回灌试验应进行动态监测。

4.17.4.2 回灌试验结束后对项目的动态监测资料进行分析并总结。

4.17.4.3 分析内容包括: 回灌量、温度、水位、压力、水质、热储的动态变化趋势, 并编制回灌试验报告。

4.18 钻井施工重点技术要求

主要设计内容包括钻井重点提示、开钻前及安装工程要求、各开次钻井重点技术措施、成井作业要求、复杂情况(如防卡、防斜、防塌、防漏、冬季安全施工等)预防及处理措施等。钻井施工应有质量保证措施。

4.19 测试要求

根据地热井钻井地质设计要求进行测试, 包括测试前的井眼准备、测试后的压井和安全措施等要求。

4.20 井口装置

4.20.1 地热井口装置应满足下列要求

4.20.1.1 能承受所需的温度、压力。

- 4.20.1.2 密封性能良好。
- 4.20.1.3 满足井管伸缩。
- 4.20.1.4 配置测量流体温度、压力和流量的仪表。
- 4.20.1.5 能适应更换泵型规格的要求。
- 4.20.1.6 井口顶盖应具备可开启的水位测量孔。
- 4.20.2 地热井应根据地热流体压力和温度的不同，分别采用不同类型的井口装置。自流和温度超过 60℃ 的地热井，应采用防喷型井口装置。
- 4.20.3 当地热流体含有天然气或其他有害气体时，井口应安装气水分离器。
- 4.20.4 宜安装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。

4.21 弃井要求

- 4.21.1 井口处理要求：要求井口用钢板焊死，并点焊本井井号。
- 4.21.2 井下处理要求
 - 4.21.2.1 各套鞋处和井口各打一个 50~100m 长的水泥塞。必要时全井封固和恢复地貌。
 - 4.21.2.2 封固段水泥浆密度应达到 1.85g/cm³ 以上。
 - 4.21.2.3 水泥塞凝固后，采用钻头加压探塞和关井憋压两种方法检验封固质量。
 - a) 钻头探套管鞋处水泥塞，加压 40~60kN，压住刹把，保持钻压不下降为合格。
 - b) 关井憋压 10MPa，10min 压力不降为合格。

4.22 职业健康、安全、环保要求

设计内容应包括基本要求、职业健康、安全、环保管理的要求。

4.23 钻井资料要求

- 4.23.1 钻成井后钻井队应及时送交资料的清单，包括验收资料 and 上交资料。
- 4.23.2 验收资料 and 上交资料包括：
 - 4.23.2.1 钻井井史；
 - 4.23.2.2 成井报告；
 - 4.23.2.3 固井施工方案；
 - 4.23.2.4 钻井工程班报表；
 - 4.23.2.5 钻井施工方案；
 - 4.23.2.6 固井质量检测报告（含检测曲线）；
 - 4.23.2.7 抽水（放喷）试验记录、回灌试验记录、水质化验报告；
 - 4.23.2.8 现场验收表；
 - 4.23.2.9 钻井工程交井资料表；
 - 4.23.2.10 甲方要求的其他资料。
- 4.23.2 上交资料应齐全、真实、详细、字迹整洁清晰，并上交相应的电子版资料。

4.24 钻井进度计划

包括钻井进度计划和钻井进度计划图。按钻井开次对应的井深、预测作业时间、绘出全井钻成井折线图，宜用表 A.40 形式给出。

4.25 地热井设计大表

钻井施工现场宜张贴地热井设计大表，可参照附录 B。

5 设计格式

5.1 幅面

钻井工程设计文本的幅面为A4，即297mm×210mm，允差-3mm。

5.2 字体与字号

5.2.1 5.2.1 字体

钻井工程设计的文本汉字字体宜采用宋体；西文字母、数字字体可自行选择。

5.2.2 字号

5.2.2.1 封面字号

封面见图A.1。位于页面右上角的“设计编号”及填写的内容宜采用小四号字；页面上部的“项目”及填写的内容宜采用四号字；页面上部的“钻井工程设计”宜采用小初加粗字；位于页面中部的“井号”、“井别”、“井型”及填写的内容宜采用小二号字；位于页面下部的业主单位名称处宜采用小三号加粗字。

5.2.3.2 内封面字号

内封面见图A.2。位于页面上部的“(项目名称)”处填写的内容宜采用小二号字；页面上部的“xx井钻井工程设计”及要填写的井号宜采用一号加粗字；位于页面下部的“(设计单位名称)”处、“年月日”及填写的内容宜采用四号字。

5.2.3.3 目录字号

目录页见图A.5。位于页面上部的“目录”宜采用三号加粗字；其余宜采用小四号字。

5.2.3.4 正文字号

正文内容：一级标题宜采用三号字，二级标题宜采用小三号字，三级标题宜采用四号字，内容宜采用小四号字；表头、图名宜采用五号加粗字，表格内容宜采用五号字。

5.2.3.5 其它字号

设计单位审核页见图A.3，业主单位审批页见图A.4。使用的字体宜采用四号字。

5.3 文本结构

5.3.1 5.3.1 封面

封面见图A.1。“设计编号”栏宜采用7位数字，前4位为年份，后三位为设计顺序号；“井号”、“井别”、“井型”栏填写应与钻井地质设计一致；“(业主单位名称)”栏填写内容应为业主方单位全称。

5.3.2 5.3.2 内封面

内封面见图A.2。“(项目名称)”一栏与“xx井钻井工程设计”中的井号应按照钻井地质设计填写，“(设计单位名称)”填写内容应为设计单位的全称，日期应填写设计完成日期。

5.3.3 5.3.3 审核(批)

设计单位审核页见图A.3。设计人(包括钻井工艺设计人、钻井液设计人、固井设计人等)应签署姓名与日期，初审人(设计部门负责人)、审核人(设计单位技术负责人)应依次签署意见、姓名与日期。

业主单位审批页见图A.4。初审人签署意见、姓名与日期。

对于组织会议评审的井，评审意见及专家组人员签字名单需附在业主单位审批页后面。

5.3.4 5.3.4 目录

目录页见图A.5。目录由基本内容一级标题构成。

5.3.5 5.3.5 正文

设计内容见附录A。由章、一级、二级条目构成，根据具体设计内容可增加条目。因井别、井型的不同，可对设计文本的内容进行取舍。



32

XXX^a

23

45

10

设计编号:

65

项目名称

10

XX井钻井工程设计

15

井号:

10

井型:

10

井别:

单位名称

50

^a *a:根据需要设置保密级别。

图 A. 1 封面

(项目名称) XX井钻井工程设计
设计单位名称 年 月 日

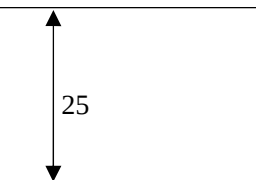
图 A. 2 内封页

设计单位:	
设计人:	
年 月 日	
初审意见:	
初审人 (签字):	
年 月 日	
审核意见:	
审核人 (签字):	
年 月 日	

图 A. 3 设计单位审核表

23	25	23
业主单位意见: 初审人 (签字): 年 月 日		
25 165 25 批准意见:  批准人 (签字): 年 月 日		

图 A. 4 业主单位审核表



目录

A. 1	地质概况.....	17
A. 2	设计依据.....	19
A. 3	质量要求.....	19
A. 4	剖面设计.....	20
A. 5	井身结构.....	21
A. 6	钻进方法.....	22
A. 7	钻井设备.....	22
A. 8	钻具组合与强度校核.....	23
A. 9	钻头选型与钻井参数设计.....	24
A. 10	取心设计.....	25
A. 11	钻井液.....	26
A. 12	热储层保护要求.....	29
A. 13	地热井压力控制.....	29
A. 14	固井设计.....	31
A. 15	洗井.....	34
A. 16	抽水(放喷)试验.....	34
A. 17	回灌设计.....	34
A. 18	钻井施工重点技术要求.....	34
A. 19	测试要求.....	35
A. 20	井口装置.....	35
A. 21	弃井要求.....	35
A. 22	职业健康、安全、环保要求.....	35
A. 23	钻井资料要求.....	35
A. 24	钻井进度计划.....	35

图 A. 5 目录页

A.1 地质概况

A.1.1 地理基础资料

A.1.1.1 井网部署情况:

A.1.1.2 井号:

A.1.1.3 井别:

A.1.1.4 井型:

A.1.1.5 井口坐标: 纵 (X): m 横 (Y): m

A.1.1.6 方位修正角: (°); 磁倾角: (°); 磁场强度: (μT)。

A.1.1.7 靶点坐标:



表 A.1 靶点数据表

序号	名称	垂深 m	靶点坐标 m		闭合位移 (m)	闭合方位 (°)	靶心半径 (m)
			纵坐标 (X)	横坐标 (Y)			

- A. 1. 1. 8 钻井目的:
- A. 1. 1. 9 设计井深和垂深:
- A. 1. 1. 10 目的层层位:
- A. 1. 1. 11 完钻层位
- A. 1. 1. 12 完钻原则:
- A. 1. 1. 13 成井方式:
- A. 1. 1. 14 地面海拔:
- A. 1. 1. 15 构造位置:
- A. 1. 1. 16 地理位置:
- A. 1. 1. 17 测线位置:
- A. 1. 1. 18 气象资料:
- A. 1. 1. 19 地形地貌及交通情况:



A. 1. 2 地质特征

A. 1. 2. 1 地质分层及岩性:

表 A. 2 地质分层表

地质年代	地质分层	底界深度 m	分层厚度 m	地层		岩性描述	热储预测	故障提示
				倾角, (°)	倾向, (°)			

- A. 1. 2. 2 热储特征
- A. 1. 3 水温和水量预测
- A. 1. 4 地层压力梯度预测
- A. 1. 5 地温梯度
- A. 1. 6 邻井资料
- A. 1. 7 风险分析

A. 2 设计依据

- A. 2. 1 钻井技术规范
- A. 2. 2 钻井地质设计
- A. 2. 3 邻井实钻资料

A. 3 质量要求

- A. 3. 1 井身质量要求
 - A. 3. 1. 1 直井段井身质量要求



表 A. 3 井身质量要求

井深 m	井斜角 (°)	全角变化率 (°) /30m	水平位移 m	平均井径扩大率 %

A. 3. 1. 2 斜井段井身质量要求

A. 3. 2 取心质量要求

A. 3. 3 固井质量要求

A. 4 剖面设计

A. 4. 1 剖面参数设计

表 A. 4 基本参数表

井号:

轨道类型:

井底垂深 m	井底闭合距 m	井底闭合方位 °	造斜点 m	最大井斜角 °		
磁倾角°	磁场强度 μ T	磁偏角°	收敛角°	方位修正角°		
井口坐标: X= ; Y=						
名称	垂深 m	纵坐标 (X)	横坐标 (Y)	闭合位移 (m)	闭合方位 (°)	靶心半径 (m)

注：磁倾角、磁偏角和磁场强度等施工前现场复核。

表 A. 5 剖面参数表

井深 m	井斜 °	方位 °	垂深 m	南北 m	东西 m	全角变化率 ° /100m	闭合位移 m	闭合方位 °	备注

A. 4. 2 剖面设计垂直投影示意图

A. 4. 3 剖面设计水平投影示意图

A. 4. 4 轨道防碰设计

表 A. 6 轨道防碰数据表

序号	设计井号		邻井井号		最近距离 m
	井深 m	垂深 m	井深 m	垂深 m	

A. 4. 5 测量要求

A. 5 井身结构

A. 5. 1 设计依据

A. 5. 1. 1 设计系数

表 A. 7 设计系数表

名称	抽吸压力 当量密度 g/cm ³	激动压力 当量密度 g/cm ³	溢流允许值 g/cm ³	地层破裂压 力安全当量 密度允许值 g/cm ³	钻井液密度 附加值 g/cm ³	异常压力地 层压差卡钻 临近值 MPa	正常压力地 层压差卡钻 临近值 MPa
数值							

A. 5. 1. 2 必封点说明

A. 5. 2 井身结构示意图

A. 5. 3 井身结构设计数据

表 A. 8 井身结构设计数据表

开钻 次序	钻头尺寸 mm	井段 m	管柱尺寸 mm	管柱下深 m	水泥返深 m	备 注
一开						
二开						
三开						
四开						

...						
-----	--	--	--	--	--	--

A. 5. 4 井身结构设计说明

A. 6 钻进方法

A. 7 钻井设备

A. 7. 1 钻机选型依据

A. 7. 2 钻井主要设备

表 A. 9 钻井主要设备表

序号	名称	型号	规格	数量	备注
1	钻机				
2	井架				底座高度, m
3	提升系统	绞车			
		天车			
		游动滑车			
		大钩			
		水龙头			
4	顶部驱动装置				
5	转盘				
6	循环系统配置	钻井泵 1#			
		钻井泵 2#			
		钻井液罐			含储备罐
7	机械钻机动力系统	柴油机 1#			
		柴油机 2#			
		柴油机 3#			
	电动钻机动力系统	发电机			
		柴油机			
		直流电机			

表 A. 10 钻井主要设备表(续)

序号	名称	型号	规格	数量	备注
7	电动钻机动力系统	SCR 房			
		电机控制中心			
		主变压器			

8	发电机组	发电机 1#				
		发电机 2#				
		发电机 3#				
		MCC 房				
9	钻机控制系统	自动压风机				
		电动压风机				
		气源净化装置				
		刹车系统				
		辅助刹车				
10	固控系统	震动筛 1#				
		震动筛 2#				
		除砂器				
		除泥器				
		离心机				
		除气器				

A. 8 钻具组合与强度校核

A. 8. 1 钻具组合选择原则

A. 8. 2 各开次钻具组合

表 A. 11 各开次钻具组合

开钻次序	井段 m	井眼尺寸 mm	钻具组合

A. 8. 3 钻具强度分析

表 A. 12 钻具强度校核表

井眼 尺寸 mm	井段 m	钻井 液密 度 g/cm ³	钻具参数						累计 重量 kN	安全系数		
			钻具 名称	钢级	外径 mm	内径 mm	长度 m	重量 kN		抗拉	抗扭	抗拉 余量 kN

A. 8. 4 钻具及工具

表 A. 13 钻具及工具表

名称	规格	型号	数量	备注

A. 8. 5 测量仪器

表 A. 14 测量仪器表

名称	规格	型号	数量	备注

A. 8. 6 打捞工具配套标准

表 A. 15 打捞工具配套表

名称	规格	数量

A. 9 钻头选型与钻井参数设计

A. 9. 1 钻头及钻井参数设计

表 A. 16 钻头设计表

井段		地层组段	钻头直径 mm	进尺 m	纯钻时间 h	机械 钻速 m/h	钻头型号 推荐
下入井深 m	起出井深 m						

A. 9.2 钻井参数设计

表 A.17 钻井参数设计表

井段		钻头直径 mm	钻头型号	钻压 kN	转速 r/min	排量 l/s	泵压 MPa
下入井 深 m	起出井 深 m						

A. 9.3 钻井水力参数设计

表 A.18 钻井水力参数设计

井段		钻头 直径 mm	喷嘴面 积 mm ²	排 量 l/s	泵压 MPa	钻头 压降 MPa	循环 压降 MPa	钻头水 功率 kW	比水功 率 W/mm ²	喷射速 度 m/s	冲击 力 kN	环空 返速 m/s	钻井 液密 度 g/cm ³
下 入 井 深 m	起 出 井 深 m												

A. 10取心设计

A. 10.1 取心井段及工具

表 A.19 取心井段及工具

层位	取心井段 m	取心 进尺 m	回次	收获率 %	岩心直径 mm	推荐取心钻头类型× 外径×内径	备注

A. 10.2 取心钻具组合及钻进参数设计

表 A. 20 取心钻具组合及钻进参数设计

序号	取心井段 m	钻具组合	钻进参数				
			钻压 kN	转速 r/min	排量 l/s	机械钻速 m/h	钻进时间 h

A. 10.3 取心技术措施

A. 11 钻井液

A. 11.1 钻井液设计依据

A. 11.2 总体要求

A. 11.3 重点提示

A. 11.4 目的层钻井液性能要求

A. 11.5 密度设计原则

A. 11.6 钻井液体系



表 A. 21 钻井液体系表

开钻次序	井眼尺寸 mm	井段 m	钻井液体系

A. 11. 7 钻井液配方

A. 11. 8 分段钻井液性能

表 A. 22 分段钻井液性能表

开钻次序	井段 m	常规性能									流变参数				固相含量 %	膨润土含量 g/L	
		密度 g/cm³	漏斗粘度 s	API 滤失量 mL	泥饼厚度 mm	pH 值	含砂量 %	HT-HP 滤失量 mL	摩擦系数	静切力 Pa		塑性 粘度 mPa.s	动切力 Pa	N 值			K 值
										初切	终切						

A. 11. 9 钻井液维护处理措施

A. 11. 10 钻井液数量及材料用量



表 A. 23 钻井液用量表

开钻次序	钻头直径 mm	井段 m	井筒容积 m ³	循环系统 m ³	钻井液消耗量 m ³	总需求量 m ³

表 A. 24 钻井液储备表

开钻次序	低密度钻井液		加重钻井液	
	密度 g/cm ³	数量 m ³	密度 g/cm ³	数量 m ³

--	--	--	--	--

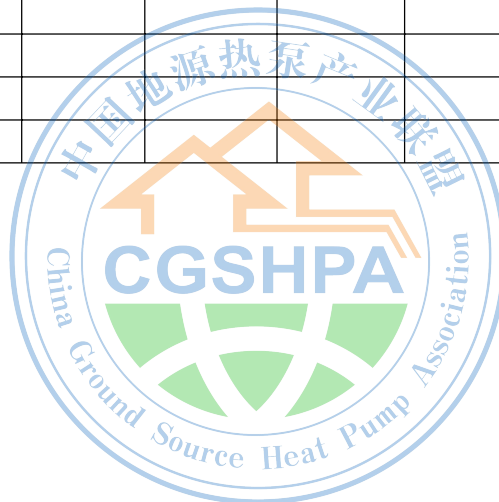
表 A. 25 钻井液材料用量表

材料名称	单位	用量				
		一开	二开	三开		合计

A. 11. 11 固控设备及使用要求

表 A. 26 固控设备及使用要求

井段 m	固控指标			振动筛		除砂器除泥器		离心机	
	密度 g/cm ³	含沙量 %	固含 %	目数	运转率 %	处理量 m ³ /h	运转率 %	处理量 m ³ /h	运转率 %



A. 11. 12 钻井液测试仪器配套要求

表 A. 27 钻井液测试仪器配套要求

名称	数量	名称	数量

A. 11. 13 钻井液地面管理要求

A. 11. 14 钻井液加重装置要求

A. 11. 15 钻井液资料录取要求

A. 12热储层保护要求

A. 13地热井压力控制

A. 13. 1 井控装置选择依据



表 A. 28 各开次预测最大地层压力表

开钻次序	钻头直径 mm	设计井深 m	地层压力梯度 MPa/100m	最大地层压力 MPa

A. 13. 2 井控装置

表 A. 29 井控装置表

开钻次序	名称	规格型号	数量	备注

A. 13.3 井控装置示意图

A. 13.4 井控装置试压要求

A. 13.4.1 井控装置试压要求见下表。

表 A. 30 井控装置试压表

开钻次序	名称	型号	试压要求		
			试压值 MPa	稳压时间 min	允许压降 MPa

A. 13.4.2 压井管汇和节流管汇试压要求：

A. 13.5 钻具内防喷工具要求

A. 13.6 地层孔隙压力监测

A. 13.7 地层漏失试验要求

表 A. 31 地层破裂(漏失)压力试验数据

井地层破裂(漏失)压力试验数据			
试验时间	年月日	套管直径 mm	
井深 m		套管钢级	

地层岩性		套管壁厚 mm		
钻井液密度 g/cm³		套管下深 m		
泵型号		防喷器额定压力, MPa		
试验方式	钻具内加压□ 环空内加压□			
时间—泵入量—压力记录				
时间 min	总泵入量 L	立管压力 MPa	套管压力 MPa	备注

A. 13. 8 井控技术措施

A. 14 固井设计

A. 14. 1 套管柱设计

表 A. 32 套管数据表

套管 程序	井段 m	套管规范				理论强度值			
		直径 mm	钢级	壁厚 mm	扣型	推荐上扣 扭矩 N·m	抗外挤 MPa	抗内压 MPa	抗拉 kN

表 A. 33 套管强度校核表

套管 程序	井段 m	长度 m	套管重量			抗外挤		抗内压		抗拉		钻井液
			每米 重量 N/m	段重 量 kN	累计 重量 kN	最大 载荷 MPa	安全 系数	最大 载荷 MPa	安全 系数	最大 载荷 kN	安全 系数	密度 g/cm ³

A. 14.2 各层次套管串结构数据

表 A. 34 各层次套管串结构数据表

套管程序	套管串结构（自下而上）	备注

A. 14.3 套管试压要求

表 A. 35 套管试压表

开钻次序	套管直径 mm	介质	试压值 MPa	稳压时间 min	允许压降 MPa

A. 14.4 水泥浆体系

表 A. 36 水泥浆体系表

套管程序	水泥浆体系

A. 14.5 注水泥设计

表 A. 37 注水泥设计表

套管 层次	套管 尺寸 mm	套管 下深 m	水泥塞面深 度 m	水泥 返深 m	管外封固段 长度 m	水泥浆 密度 g/cm ³	水泥用量 t	水泥等级
表层套管								
技术套管								
生产套管								

A. 14. 6 水泥浆性能要求

表 A. 38 水泥浆性能要求表

性 能	一开	二开		三开
密度, g/cm ³				
初始稠度, Bc				
稠化时间, min				
可泵时间, min				
游离液, %				
相容性				
6.9MPa, 30min 滤失量, ml				
流变性				
抗压强度 MPa/8h				
抗压强度 MPa/24h				
渗透率, 10 ⁻³ μ m ²				
沉降稳定性, g/cm ³				

A. 14. 7 固井添加剂及附件

表 A. 39 固井材料表

材料名称		单位	数量						备注
			导管	一开	二开	三开		合计	
水泥 添加剂									
固井 附件									
套管 扶正器									

A. 14. 8 固井成井技术要求

A. 15 洗井

A. 16 抽水(放喷)试验

A. 16. 1 抽水试验

A. 16. 2 放喷试验

A. 17 回灌试验设计

A. 17. 1 回灌试验原则。

A. 17. 2 回灌井成井工艺要求：

A. 17. 3 回灌试验系统要求

A. 17. 4 回灌试验监测要求。



A. 18 钻井施工重点技术要求

A. 18. 1 钻前及安装工程要求

A. 18. 2 各开次钻井重点技术措施

A. 18. 3 特殊工艺技术要求

A. 19测试要求

A. 20 井口装置

A. 21弃井要求

A. 22 职业健康、安全、环保要求

A. 23 钻井资料要求

A. 24钻井进度计划

表 A. 40 钻井进度计划表

开钻 次序	钻头 直径	井段	施工作业项 目	速度指标		计划天数, d	累计天数, d
				段长	钻速 m/h		

开 钻 次 序	井 深 m	作业时间, d																	

图 A. 6 钻井进度计划图

A. 25地热井设计大表

附录 B（资料性附录）地热钻井设计大表

地质年代	层底深度 (m)	柱状图 (比例尺)	地层简述	井身结构与套管程序	岩石等级	钻井故障提示	预计水位埋深 m	取心及岩样要求	井深井斜误差要求	地球物理测井要求	取水样要求	水泥固井或填砾止水要求	抽水试验方法要求	钻井液性能及要求	洗井方法与要求	设计依据	安全措施	环保措施	井号	井别	设计井深	目的层	地理位置	井位坐标	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
																				建设方					
																				承建方					
																				施工钻机		开钻日期			
																				设计单位					
																				主设计人		审核人			
																				专家或监理工程师意见					
																				主管部门批准意见					