**内蒙古自治区苏尼特右旗干热岩孔钻探施工服务**

**工作量**

**干热岩地热孔钻探主要实物工作量一览表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 单位 | 设计工作量 | 备注 |
| 地热孔测井 | | | m/孔 | 4500/1 |  |
| 地热孔钻探 | | | m/孔 | 4500/1 |  |
|  | 地热流体全分析水样 | | 件 | 1 | 根据孔内是否存在地热流体实际情况确定 |
| 地热 | 稳定同位素 D（18O、34S、2H） | | 件 | 1 |
| 流体 | 放射性同位素 T（3H、14C） | | 件 | 1 |
| 与岩土实  验分 |
| 岩土样 | 岩芯（岩土）热物理  样 | 组 | 30 |  |
| 薄片鉴定样 | 件 | 15 |  |
| 析 |  |
| 锆石测定年龄样 | | 点 | 8 | 花岗岩、变质岩 |
|  | 测年龄 |

根据工作目标，本次工作部署了地热地质钻探及岩、土、水样采集测试等等工作，具体实物工作量详见工作量一览表。

### 一、地热井钻探

干热岩验证孔初步设计孔深 4500m，施工单位根据本次干热岩钻探的目的合理设计钻孔结构。

### 二、地球物理测井

设计工作量 4500m。对全孔进行井温、井斜及井径测量；进行全孔岩性解释，划分全孔地质剖面、裂隙发育带及破碎带等；通过测井计算获得热储及盖层的物理、水理性质，如渗透率、孔隙度、含泥量等。

(1)常规测井：在热储层上部的盖层，测井内容包括：泥浆电阻率、井斜测量、自然电位、视电阻率、自然伽玛、井温、井径、固井声幅测井、补偿声波速度测井、微电极测井、微电位测井、微梯度测井、矿化度测量等。

(2)热储层段测井：在常规测井的基础上进行偶级阵列声波测井及微电阻率扫描成像测井。

(3)全孔进行连续近似稳态测温。

### 三、样品采集与测试

1、岩芯（岩土）热物理样：本次勘查在测温孔和地热孔中系统集采取岩（土） 热物理力学样 50 件，进行分析测试，以获取岩石的密度、岩石生热率、岩石比热容、岩石热导率、岩石物理力学性质等热储的有关参数。预计采集 30 件。

2、锆石测定年龄样：采集花岗岩、变质岩及典型热储层的岩芯或露头样 8 件，以确定岩石年龄。

3、薄片鉴定样：为确定岩石名称、结构、构造特征等，采集典型热储和盖层岩芯样（或岩石露头样）15 件进行鉴定。

4、地热流体全分析：地热孔如有地热流体时，采集地热水样 1 件进行全分析、放射性元素（U、Ra、Rn）及总放射性的进行分析。

5、环境同位素样：为研究地热水的成因、年龄、补给来源等可视条件，采集稳定同位素 D（18O、34S、2H）和放射性同位素 T（3H、14C）各 1 件进行测定。

# 详细技术要求

**一、地热井钻探**

本次设计孔深 4500m。施工单位应参照《地热钻探技术规程》（DZ/T0260-2014）及《地质岩芯钻探技术规程》（DZ/T0227-2010），及本次干热岩钻探的目的、任务，编制《苏尼特右旗干热岩钻探施工方案》，合理设计钻孔结构，经内蒙古自治区地质调查研究院组织专家审查通过后实施。

井孔结构原则上要满足以下要求：

1、为了解岩石力学性质，为后期压裂试验提供依据，在热储层内应进行原位地应力试验。

2、下入套管的位置、套管长度及管径、壁厚、钢级等，应满足后期压裂试验要求。

3、热储层段孔径应满足样品采集、压裂试验等要求。

**（一）钻进与施工工艺流程**

依据地热勘探孔的设计深度、成井工艺以及地层的可钻性等，建议采用ZJ45或ZJ50型钻机，其最大钻进能力4500m-5000m，可以满足施工要求。钻进时需采用泥浆护壁钻进，正常钻进采用牙轮钻头，取芯段采用专用取芯钻具。由于断裂破碎带内钻孔施工难度大，钻进参数结合具体实际情况选择。

1、孔径

根据施工单位编制的《苏尼特右旗干热岩钻探施工方案》中孔径要求执行。

2、钻井液设计

（1）钻井液设计重点提示

①钻井液应满足地质录井、测井、下套管顺利进行，保证取全地质工程等资料，利于钻井施工和热储层保护。

②钻井液选用低固相、低滤失、低摩阻、携岩能力强的抗高温钻井液体系。

③第四系及新近系泥页岩成岩性差，易坍塌，应加强钻井液的封堵防塌能力和抑制性。

④古生界变质岩研磨性强，应调整泥浆参数，提高钻井液高温稳定性。

（2）钻井液体系的选择

①特点及要求

前期使用不分散聚合物泥浆体系，后期转换为淡水抗高温泥浆体系。

②不分散聚合物泥浆体系及淡水抗高温泥浆体系配方（略）

（3）钻井液测试仪器配套要求、钻井液资料录取要求、现场钻井液工作要求及泥浆净化措施（略）。

3、施工工艺流程

保证钻进施工安全和质量，执行《苏尼特右旗干热岩钻探施工方案》中制定的施工工艺流程。

#### （二）孔深与孔斜

1、设计孔深 4500 m，每钻进 100m、换径或下管前、钻进主要热储层井段和终孔后应校正孔深。校正孔深误差不大于 1%。

2、地热钻井直井段孔斜，300m 深度内不大于 1°，2000m 以深不大于 10°。

#### （三）岩芯采取及编录要求

岩芯是最可靠的反映地下地质情况的第一手资料，所取岩芯应满足可研究钻遇地层的岩性、物性、电性、热储层特征及地球化学指标，岩芯采取间隔应能满足建立地质标准剖面。通过岩性分析，可查明勘探过程所需地质资料及数据。

1、岩芯采取

根据钻孔钻遇地层情况，初步确定在新生界新近系、古近系、中生界白垩系

大磨拐河组、胡尔噶庙组、白音老高组、侏罗系玛尼吐组、大青山组各取心一次；钻入古生界变质岩后，每钻进200m及终孔各取芯一次，要求各取芯长度不小于2m，终孔前取芯长度不小于10m（以满足实验室相关试验要求），其中热储层取芯次数大于5次。完整基岩层段岩心采取率采取率≥75%，破碎、松散地层岩心采取率≥50%。

2、岩芯整理

取芯管到达地面后，迅速清洗岩芯，按顺序放入岩芯盒内并丈量岩芯长度。岩芯标签应注明：岩性名称、第几次取芯、块数。取芯井段长度、实际芯长及岩芯采取率，准确填写取芯卡片。

3、岩芯描述

描述内容包括岩石定名、颜色、成份、结构和构造，生物化石、含水程度、接触关系等，并对有意义的现象附素描图及照像。

#### （四）录井作业要求

根据施工单位编制的《苏尼特右旗干热岩钻探施工方案》录井作业要求执行。

#### （五）简易观测

参照《地热钻探技术规程》（DZ/T0260-2014）及《地质岩芯钻探技术规程》

（DZ/T0227-2010），观测涌气、涌水、掉块等现象。测定涌水、井喷的高度、涌水量、温度及冲洗液漏失量；钻进液观测为每班观测一次；同是做好施工钻井冲洗液消耗量的观测，每小时观测一次泥浆消耗量，不足一小时的按回次观测，如遇涌、漏水时，要记录其近似稳定水位。

#### （六）高温钻井操作要求

1、应安装钻井液冷却装置及井控装置。

2、依据地质条件合理选择钻井液类型、抗高温处理剂、耐高温钻头等，用API 推荐的高温高压滤失仪及测试方法测量钻井液高温高压滤失量。

3、注意人身安全，防止人员烫伤。

4、在钻头之上和主动钻杆之下各安装一个止回阀。

#### （七）固井

根据施工单位编制的《苏尼特右旗干热岩钻探施工方案》固井要求执行。

**二、抽水试验**

干热岩勘探井一般不含或微含地热流体，抽水试验可根据井内地热流体及现有抽水设备能力等实际情况另定。

**三、地球物理测井**

#### （一）测井目的任务

1、详细划分地层岩性及 4500 m 以浅干热岩地热储层的深度、厚度和结构；

2、获取地层及干热岩地热储 层岩石物理参数；

3、了解其它伴生矿产的分布情况；

4、获取井径、井斜、井温等资料。测井由施工方完成，测井位置及要求， 由施工方在钻探施工方案中明确指出。由于井孔较深、结构复杂，施工中应做好分段测井及互相衔接的预案。

#### （二）测井参数的选取

自然伽玛、自然电位、双侧向、声波时差、补偿中子、岩性密度、双井径、井斜、近似稳态测温、声放磁及变密度等。

#### （三）测井设备选取

本井较深，测井设备要求耐高温、高压，因此测井设备计划选取哈里伯顿公司开发的 LOHIQ 测井系统，系统配备的测井设备最高工作温度为 210℃、170MPa。它是基于 WINDOWS 操作界面之下，可实现网络化实时数据采集、处理、绘图的综合测井系统，具备远程联网能力，兼容性强等特点。

#### （四）测井施工技术与质量要求

1、参考《地热测井技术规程》(NB/T10269-2019)和设计要求进行测井工作。

2、原始记录要及时、齐全、准确、清楚。

3、现场要对测井成果进行初步解释，并与地质钻探资料进行结合、 对比分析，存有异议的问题，要分析原因及时解决。

4、在新生界底、基底隆起顶部即白垩系底界（侏罗系顶）、二叠系顶界及终孔时必须进行钻孔近似稳态测温。

5、测井速度符合规定要求。

6、各条测井曲线数值符合地质变化规律和地质地球物理特征。

7、参照《煤炭地球物理测井规范》（DZ/T0080-2010）及《石油电缆测井作业规范》（SY/T5600-2016）测井质量要达到乙级以上标准。

#### （五）测井资料解译

1、收集相关的地质、分析化验、生产动态等资料，合理选择解释参数，提出综合解释结论，按要求编写单井解释报告。

2、严格按照测井资料质量验收标准录取测井资料并进行资料处理，测井资料处理的综合成果图符合相关标准及单位规定，测井资料图面要整洁清晰，填写内容准确。

3、曲线深度准确，对套管深度误差在标准规定的误差范围内，各条曲线之间对应性好。

#### （六）测井成果资料提交

1、测井综合曲线图；2、测斜成果表；3、井温成果表；

4、井径成果表；5、解释成果表；6、测井解释报告。

### 四、样品采集与测试

干热岩勘探井一般不含或微含地热流体，地热流体全分析样与同位素样品的采集可根据实际情况另定。

#### 1、地热流体全分析样分析项目

主要有阴离子（HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻、CO₃²⁻）、阳离子（Mg²⁺、Ca²⁺、K⁺）、微量元素和特殊组份（F、Br、I、SiO2、B、H2S、Al、Pb、Cs、Fe、Mn、Li、Sr、Cu、Zn 等）、放射性元素（U、Ra、Rn）及总α、总β放射性、PH 值、溶解性总固体、硬度、耗氧量等。对高温热田应增加相关分析项目。采样方法：按照测试单位要求进行采样和送检。

2、同位素分析样

一般测定稳定同位素（18O、34S、2H）和放射性同位素（3H、14C）。采样方法：按照测试单位要求进行采样和送检。

#### 3、岩石热物理样采集要求

分析钻孔垂向热物理性特征，了解所遇岩性热物理参数等，热物理性能测试项目包括：比热容、热导率。依据《岩石物理力学性质试验规程第 13 部分：岩石比热试验》（DZ/T0276.13-2015）、《岩石物理力学性质试验规程第 14 部分：岩石热导率试验》（DZ/T0276.14-2015）、《岩石物理力学性质试验规程第 17 部分：岩石放射性比活度试验》（DZ/T0276.17-2015），采样规格为 5\*6\*7cm。

应在测试单位指导下，按照测试单位要求进行采集和送检。

#### 4、岩石物理性质采集要求

计算热储量，研究孔隙度发育特征及其变化规律，为干热岩资源评价提供关键参数，物理性能测试包括：密度、含水率、孔隙率、渗透率。按照《岩石物理力学性质试验规程第 4 部分：岩石密度试验》（DZ/T0276.4-2015），孔隙率、渗透率采样规格φ2.5\*1.5cm；密度采样规格为 3\*4\*5cm。

应在测试单位指导下，按照测试单位要求进行采集和送检。

#### 5、岩石薄片鉴定样

确定岩石名称、结构、构造特征等，采集典型热储和盖层岩芯样（或岩石露头样）。采样规格为 4\*5\*6cm。应在测试单位指导下，按照测试单位要求进行采集和送检。

#### 6、锆石年龄测定样

确定岩石年龄。采集花岗岩、变质岩及典型热储层的岩芯或露头样，采样规格为 2-3Kg/点。正确的样品采集与保存方法是保障地热流体分析及热物理性质试验质量的必要前提，样品采集方法和技术要求等，均在测试单位指导下，按照测试单位要求进行采集和送检。

以上所有样品，必须由具有甲级以上资质的测试单位进行测试，成果报告必须附资质原件的复印件。

#### 7、实验室实验

在干热岩储层井段采取实验样品进行水-岩相互作用实验和化学刺激实验。

#### 8、地应力测试

在干热岩储层井段，采用ASR法和偶级阵列声波测井法测取地应力数据。

### 五、成果资料提交

成果资料包括但不限于以下内容：

1、开孔通知书

2、测井通知书

3、终孔通知书

4、原始班报表

5、绿色勘查运行记录

6、质量运行过程控制

7、单点测斜记录

8、泥浆迟到时间记录

9、套管丈量记录

10、钻时录井记录

11、简易水文观测记录

12、泥浆温度记录

13、钻具丈量记录

14、岩屑录井记录

15、岩芯录井记录

16、合格供方名单（固井、化验、测井等）

17、外协方评审表（固井、化验、测井等）

18、回次鉴定表

19、综合鉴定表

20、固井确认记录

21、近似稳态测温数据表

22、测井解译报告

23、测井成果图

24、取样登记表

25、送样委托单

26、化验成果

27、抽水试验原始记录表

28、抽水试验相关图表及参数计算表

29、单孔终合柱状图表

30、钻孔质量验收书

31、完井总结报告（包括测井总结报告）