用户需求书

**一、项目概况**

项目名称：海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目

范围：本招标项目划分为 4 个标段，本次招标为其中的：

(001)海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深；

(002)海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目广域电磁法；

(003)海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目地热地质钻探；

(004)海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究。

项目编号：

预算金额：3829800.00元（大写：叁佰捌拾贰万玖仟捌佰元整）；

最高限价：

【采购包1名称：海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深；最高限价：672000.00元】

【采购包2名称：海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目广域电磁法；最高限价：547200.00元】

【采购包3名称：海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目地热地质钻探；最高限价：2253600.00元】

【采购包4名称：海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究；最高限价：357000.00元】

采购需求：海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目。详见《用户需求书》

采购包1服务期限：1.野外工作需在合同签订之日起 3 个月内完成野外工作。2.野外验收需在9月底提交野外工作总结报告，配合招标人做好项目野外验收工作。 3.成果评审需在2025年10月底完成成果报告评审。

采购包2服务期限：1.野外工作需在合同签订之日起 15天内完成野外工作。2.野外工作结束后5天内，结合前期物探成果综合分析，提交地热地质钻探井位确定成果报告，由招标人组织技术专家论证井位可行性。3.野外验收需在2025年6月中旬提交野外工作总结报告，配合招标人做好项目野外验收工作。4.成果评审需在2025年6月底完成成果报告评审。

采购包3服务期限：1.合同签订之日起3天内，提交地热地质钻探施工设计方案，由招标人组织专家评审。2.地热地质钻探施工设计方案评审通过后5天内钻探设备进场到位并开始施工。3.钻探施工开始后5个月内，完成全部钻探工作。4.野外钻探验收需在2025年11月上旬提交野外工作总结报告，配合招标人做好项目野外验收工作。5.成果评审需在2025年11月底完成地热地质钻探专题成果报告评审。

采购包4服务期限：合同签订之日起至论文录用通知下达。要求2025年11月中旬前完成采购人组织的研究报告评审，并于2025年11月底前向采购人提交经采购人验收通过的研究报告。采购人指定评审地点。

本项目（是/否）接受联合体：

采购包1（是/否）接受联合体：否

采购包2（是/否）接受联合体：否

采购包3（是/否）接受联合体：否

采购包4（是/否）接受联合体：否

行业类别：其他未列明行业

付款条件：详见项目合同文本

服务范围：用户需求书要求的全部内容

**★** 注：本项目采购需求全部内容均为实质性条款，不允许负偏离。

**二、服务内容及要求**

**（一）项目预算及费用组成**

本项目的预算费用包括，海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深、广域电磁法、地热地质钻探及海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究。

**（二）服务工作内容及要求**

**采购包1采购需求**

**（一）基本情况**

**1.1 标包名称**

海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深

**1.2 预算金额**

672000.00元

**1.3 工作区**

工作区范围为陵水县、保亭县。

**1.4 工作任务**

以查明区域地质构造展布走向和前期圈定的干热岩型地热靶区为布线依据，部署更长周期的大地电磁探测剖面，获得地壳及上地幔顶部（35km以浅）电性结构，综合其它地质地球物理资料，刻画区域岩浆岩体的空间分布特征，推测从热源到运移再到储存的深部地热系统，为区域干热岩资源分布及控制条件提供来自深部电性结构的依据。

**1.5探测深度要求**

最大探测深度不低于35km。

**1.6测点布设要求**

大地电磁测深共布设北西向和北东向两条剖面测线（见附图1）。北东向剖面测线长度约74km；北西向剖面测线长度约76km，测线总长度150km。测点布置：以南平温泉和前期圈定的干热岩靶区为中心，测点距为2km，提高中心区域分辨率；外围区域测点距逐渐增大，大约为4~8km，主要增加反演孔径以控制深部电性结构，共计50个测点。每个测点开展5分量观测（Ex，Ey，Hx，Hy，Hz），考虑到区域噪声较大，观测不少于3天，获得包含重点频段0.1-0.0002Hz（即10s-5000s周期段）的响应函数，探测深度不小于35km。具体采样频率和时长根据后期施工情况确定。利用更长周期的大地电磁数据详细刻画壳内低阻低密体特征。



**★（二）技术要求**

**2.1 参照标准**

项目实施主要执行和参照相关规范和技术标准如下：

（1）《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615-2010；

（2）《绿色地质勘查工作规范》DZ/T 0374-2021

（3）《大地电磁测深技术规程》DZ/T 0173-1997

（4）《物化探工程测量规范》DZ/T 0153-2014

（5）《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T18314-2009

（6）《工程测量标准》GB 50026-2020

（7）《电阻率测深法技术规程》DZ/T 0072-2020

（8）《地球物理勘查图式图例及用色标准》DZ/T 0069-1993

（9）《地球物理勘查技术符号》GB/T 1449-1993

（10）《地球物理勘查计量单位》DZ/T 0361-2020

（11）《海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）实施方案》

**2.2 基本要求**

（1）测地工作

测地工作采用高精度RTK获得各物探测点坐标和高程。采用国家2000坐标系和1985年国家高程基准。数据信号基于海南连续运行卫星定位综合服务系统（简称HiCORS）。

①工作前打开RTK主机及专配手簿，在手簿上输入连接网络HI-CORS的专用帐号、密码，获得国家2000坐标系坐标和大地高程。

②在接收到网络基准站HICORS及四颗以上卫星信号后即可出现窄带固定解坐标及高程。在固定解状态下，平面精度可达到±10cm，高程精度可达到±5cm。

③在设计图中生成每条测线端点的设计坐标，将其输入至仪器手簿，自动生成放样数据文件，并保存该文件在外业施工中使用。

④使用RTK测出实际点位坐标和高程，并记录在手簿上，并用红布或油漆标记。

（2）工作原理

大地电磁测深（MT）所研究的对象是大地电磁场，其频段很宽，多数人认为其起源于宇宙现象，其中高频信号（f＞1Hz）来源于全球的闪电活动，低频信号（5~0.01Hz）是由地磁脉动产生的，甚低频信号则是由磁暴及亚磁暴产生的。

大地电磁测深技术是利用天然交变电磁场研究地球电性结构的一种地球物理勘探方法。其基本原理是不同频率的电磁波在地下介质中的传播具有不同趋肤深度，即所谓的趋肤效应。一般把电磁波在地下介质传播中振幅衰减到地面处幅值的1/e（约0.37）的深度定义为趋肤深度δ（m）：

（公式A-1）

式中，为趋肤深度，为电阻率，*f*为频率。

（3）测点布设要求

本次布置大地电磁测量剖面2条，剖面总长150km，点距2-8km，每个测点开展五分量观测（Ex，Ey，Hx，Hy，Hz），考虑到区域噪声较大，观测不少于3天，获得包含重点频段0.1-0.0002Hz（即10s-5000s周期段）的响应函数，探测深度不小于35km。

测点定位采用RTK进行，进行高精度的水平定位与高程测量。测点布设原则如下：

①根据地质任务及设计，布置测线、测点，在施工中根据实际情况在一定范围内调整，但必须满足规范要求。若测区内有异常，应及时申请加密测线测点，以保证至少应有三个测点位于异常部位。

②测点附近地形平坦，尽量不要选在狭窄的山顶或深沟底部，选在开阔的平地布极，至少两对电极的范围内地面相对高差与电极之比小于10%，以避免地形的起伏影响大地电流场的分布。

③测点避开河流、湖泊、沼泽、地表局部电性不均匀体，因为它们导致地表电性严重不均匀，从而影响了电流场正常分布。

④测点远离电磁干扰源，如发电厂、电台和大型用电设施，在不能调整情况下，应采取其他措施减少电磁干扰。

⑤测点选在僻静之处，避开公路、铁路、住宅和其他人们经常活动的地区。

（4）观测装置的布设要求

①观测装置的布设使用地面正交测量轴观测系统，在每一测点上，必须测量彼此正交的电磁场水平分量，使用GPS定位。

②电极布设根据点位场地实际情况，选择最佳布设方案，本工区采用“十”字型布极方式。

③电极距的长度一般为30~50m之间选择。测点离开村镇及工业设施，Ex和Ey的AC电压低于50mv/km。接地电阻小于2kΩ。观测装置能够规范化布设，用罗盘定向，用链尺量距，水平磁棒埋深30公分以下。同时做好导线及插接件的防雨、防潮、防风动。

④测站内所有电缆无悬空现象，且不平行放置，电极线绕开磁棒3m以远，沿线压实，导线及插接件布设要防雨、防潮、防风。保证仪器接地良好。

（5）仪器标定主要要求

a）开工前、收工后以及仪器发生故障修复后，应对磁探头进行标定或平行测试。；

b）仪器发生故障修复后应重新进行标定或平行测试。

（6）一致性对比试验主要要求

a）同一测区，如有两台或两台以上的仪器一起施工，应在开工前、收工后在同一位置采用相同观测装置进行一致性对比试验；

b）相同模式、相同参数的测量结果应有80 %以上频点均方相对误差小于5%；

c)一致性试验计算结果应记录在误差统计表中。

（7）大地电磁测深观测方法与技术要求

a)仪器启动后应按仪器操作说明书进行各项测试；

b)输入各项采集参数应正确无误，每记录完一个点后做到及时处理，如果发现记录不合格及时补测，及时将数据拷盘。

c)注重目标频段频点(0.1—0.0002Hz)的采集，改善高、低频数据品质，每一频点应有足够的叠加次数，特别是低频段数据质量，不符合要求的数据应延长观测时间，以确保低频段的数据可靠。保证测点的有效观测时间不小于72小时，尽量保证夜间观测时间长度。

d)如果采用远参考道法工作时，参考站观测时间应覆盖测点观测时间；

e)观测期间，应停止自配电台、手机等无线电通讯设备；

f)雷雨天气应关闭仪器，停止观测，并将各连线断开；

g)测量期间应安排专人守护测站，守护人员应远离测站不小于200m，在测站100m范围内严禁任何人员和动物靠近测站。

（8）大地电磁测深质量检查要求

a）原始数据采集频率、记录时间应符合设计要求，文件头段各项参数齐全、正确。

b）测点布极班报的各项内容填写完整、正确、字迹清楚，与原始数据文件头段参数一致，对每个测点周围地形、干扰源等应有简略描述。

c）按照时间、空间分布均匀的原则，随机抽取部分测点、测段或整条测线，进行系统检查观测。

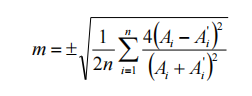
d）检查点应遵循以下原则：

1）检查点应是同一测点，不同时间进行的重复观测点；

2）检查点应选在干扰相对平静的地区；

3）检查点数不应少于全测区坐标点的3%；

4）检查点与被检查点的全频视电阻率曲线及相位曲线，应形态一致。对应频点的数值接近，但经编辑、插值后检查点与被检查点同一极化模式的均方相对误差（m）不应大于5 %，其计算公式如下：

 （公式A-2 ）

式中：i=1，2，3，.....n（频点）。

**（三）预期成果**

**3.1 原始资料**

（1）原始班报记录1套

（2）原始数据电子版1份

**3.2 相关报告及图件**

（1）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深野外施工方案

（2）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深野外验收报告

（3）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目大地电磁测深专题成果报告及相关图表

**（四）验收要求**

**4.1 野外验收**

野外验收均需经过招标人组织有关技术专家验收通过，验收结果需为优秀等级以上（评分≥90分）。

**4.2 成果报告验收**

提交的成果报告均需经过招标人组织有关技术专家进行会议评审，评审结果需为优秀等级以上（≥90分）。

**采购包2采购需求**

**（一）基本情况**

**1.1 标包名称**

海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目广域电磁法

**1.2 预算金额**

547200.00元

**1.3 工作区**

工作区范围为陵水县。

**1.4 工作任务**

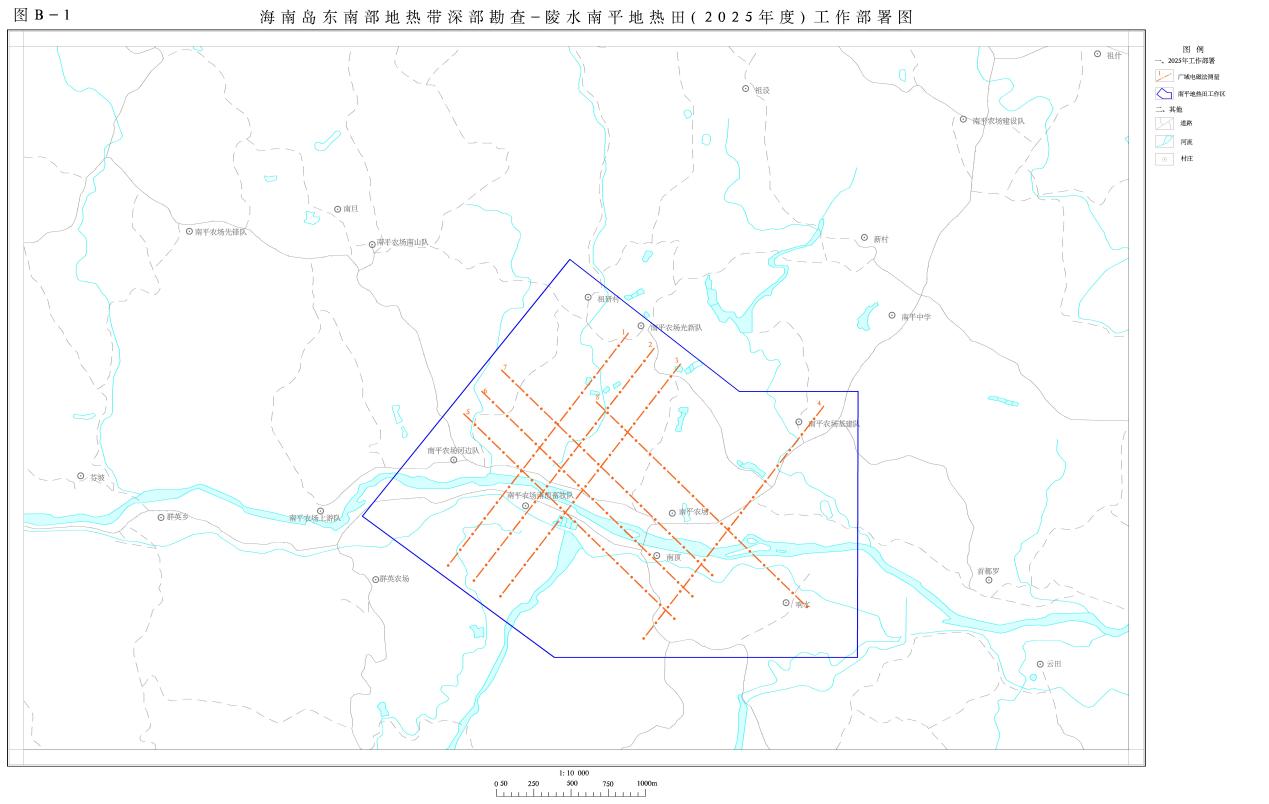
查明工作区中深部地质结构，为地热地质钻探井位及孔深的确定提供地球物理依据。

**1.5探测深度要求**

最大探测深度不低于2km。

**1.6测点布设要求**

北东向、北西向布置剖面测线共8条，单条测线长度2km，测点布置在测线中心位置点距50m，两侧点距增大为100m。每条测线设计测点36个，8条测线共计288个测点（图B-1）。



**★（二）技术要求**

**2.1 参照标准**

项目实施主要执行和参照相关规范和技术标准如下：

（1）《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615-2010；

（2）《绿色地质勘查工作规范》DZ/T 0374-2021

（3）《广域电磁法技术规程》DZ/T 0407-2022

（4）《物化探工程测量规范》DZ/T 0153-2014

（5）《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T18314-2009

（6）《工程测量标准》GB 50026-2020

（7）《电阻率测深法技术规程》DZ/T 0072-2020

（8）《地球物理勘查图式图例及用色标准》DZ/T 0069-1993

（9）《地球物理勘查技术符号》GB/T 1449-1993

（10）《地球物理勘查计量单位》DZ/T 0361-2020

（11）《海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）实施方案》

**2.2 基本要求**

（1）测地工作

测地工作采用高精度RTK获得各物探测点坐标和高程。采用国家2000坐标系和1985年国家高程基准。数据信号基于海南连续运行卫星定位综合服务系统（简称HiCORS）。

①工作前打开RTK主机及专配手簿，在手簿上输入连接网络HI-CORS的专用帐号、密码，获得国家2000坐标系坐标和大地高程。

②在接收到网络基准站HICORS及四颗以上卫星信号后即可出现窄带固定解坐标及高程。在固定解状态下，平面精度可达到±1cm，高程精度可达到±2cm。

③在设计图中生成每条测线端点的设计坐标，将其输入至仪器手簿，自动生成放样数据文件，并保存该文件在外业施工中使用。

④使用RTK测出实际点位坐标和高程，并记录在手簿上，并用红布或油漆标记。

（2）观测装置及参数

观测装置为E-Ex旁侧装置（图B-2）。AB为供电电极，测量范围一般在发射偶极中垂线两侧各30°张角范围内。

观测参数如下：

①收发距离（AB）=1Km～3Km，具体根据试验确定。

②接收极距（MN）=100m。

③收发距应大于3倍勘探深度。

④采集频率

如表B-1所示，广域电磁仪器共有12个频组80个频率点(其中7频组和3频组，6频组和2频组，5频组和1频组，4频组和0频组各重叠了一个频率)，频率范围8192Hz～5/512Hz。最低采集频率点按照以下公式5-4进行计算，计算值为0.42HZ，实际采集频率应比计算频率低，本次采集最低频率拟定为3/256HZ。根据以上最低频点及经验，本次采集频率范围拟定为8192Hz～3/256Hz，采集频组为1、3、5、7、9、11，具体采用频组根据现场试验确定。

 （公式B-1 ）

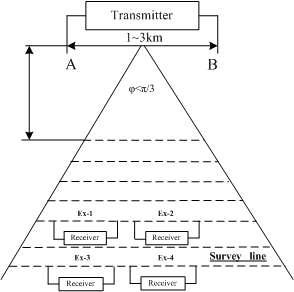
公式中：

—最低工作频率（赫兹）；

D—探测深度（米），本次最大探测深度为2km。

ρ—估计的测区大地平均电阻率（欧姆·米），本次取临井测井加权平均值50欧姆·米。

供电电流拟定为70安培，具体以现场试验为准。



图B-2 广域电磁法观测装置示意图

表B-1 广域电磁法频率表

| 频组 | 频率（Hz） | | | | | | | 时间（s） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | 8192 | 4096 | 2048 | 1024 | 512 | 256 | 126 | 8 |
| 10 | 7168 | 3584 | 1792 | 896 | 448 | 224 | 112 | 8 |
| 9 | 6144 | 3072 | 1536 | 768 | 384 | 192 | 96 | 8 |
| 8 | 5120 | 2560 | 1280 | 640 | 320 | 160 | 80 | 8 |
| 7 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 | 32 |
| 6 | 56 | 28 | 14 | 7 | 7/2 | 7/4 | 7/8 | 32 |
| 5 | 48 | 24 | 12 | 6 | 3 | 3/2 | 3/4 | 32 |
| 4 | 40 | 20 | 10 | 5 | 5/2 | 5/4 | 5/8 | 32 |
| 3 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 | 256 |
| 2 | 7/8 | 7/16 | 7/32 | 7/64 | 7/128 | 7/256 | 7/512 | 256 |
| 1 | 3/4 | 3/8 | 3/16 | 3/32 | 3/64 | 3/128 | 3/256 | 256 |
| 0 | 5/8 | 5/16 | 5/32 | 5/64 | 5/128 | 5/256 | 5/512 | 256 |

（3）发射源布设

①场源电极（A、B）应根据任务要求和实际地形、地物情况，选择合适的场地进行布设。场源电极AB 间距一般要求 1～3km，实际接地点（A或B）应按照测量规范要求测定其坐标。

②供电电极应选择土壤潮湿处埋设，采用多块金属板、网、箔（约1m×2m）等材料，挖数个电极坑埋设，坑深不低于0.5m，相邻坑距不小于 3m；也可用多根柱电极弧形并联相接，保证接地良好，以满足供电电流要求。

③供电极处须有明显的警示标志，供电导线连接处应用绝缘胶布包裹，遇障碍物应挖沟架空埋设（保证绝缘）。供电点和导线均应挂上高压危险标志，在A、B接地电极周围10m范围内拉警戒线，沿线派专人查护，确保人畜生命安全。供电站应选在地面干燥处。

④场源电极AB布设要尽量避开高压线、矿山（洞）上方、暗埋管道、溪流水域、平行的断裂构造等以减少电磁干扰。

⑤场源电极AB布设应尽量避开已知矿山、变电站、湖泊、溶洞和局部电性不均匀等可能引起场源效应的已知地质体。

⑥场源电极AB布设完毕后，应检查供电导线是否有漏电情况，是否正确连接、接地情况是否良好，各连接点是否牢固。

（4）接收装置布设

①MN电极采用不极化电极或铜电极，与土壤接触良好。

②MN电极的接地电阻一般应小于2kΩ，如遇基岩裸露地区，可适当放宽，但不应大于10kΩ。在高阻岩石裸露区，应采用多电极并联，电极周围采取垫土浇水等措施降低接地电阻。

③MN电极与土壤接触良好，两电极埋置条件基本相同，不能埋在树根处、流水旁、繁忙的公路边，同时应避免埋设在沟、坎边。如果观测时有信号不稳现象，应检查电极埋设质量和接地条件，处理达到稳定要求后再观测。

④电极埋设位置偏移位置在沿测线方向不超过点距的20%，垂直测线方向不超过线距的30%（野外记录需记录偏移点坐标）。

（5）数据采集

①数据采集前，操作员应确保接收机与发射机的时钟处于同步状态；操作员应检测MN连线与电极的连通情况，确保电极接地良好。

②在供电之前，应观测噪声水平，根据噪声情况，设定叠加次数和重复观测次数。供电观测时，应停止无线电通信。当工业频率干扰较严重时，可选取陷波滤波器抑制噪声。强干扰条件下应选择避开干扰严重的时间段采集数据。当干扰较小时，单个频点一般至少取两次读数；在干扰较强时，应增加观测次数。

③观测时应做好野外观测现场工作记录，应使用铅笔清晰地书写，字迹工整。除按规定记录点、线号等信息外，还应记录观测点附近影响观测结果的地质现象、地形地貌、可能引起噪声的干扰源等。

④收工后应及时将当天采集的数据传入计算机，经检查确认无丢失遗漏数据后，另存盘备份并设定为唯一标识，直至确认所有数据无遗漏并备份成功后方可清除仪器内存储的数据。

⑤野外工作期间，如遇仪器发生故障无法排除时，应立即送回基地（或返厂）维修，不得自行拆卸，并做好记录。严禁仪器带故障工作。野外必须建立仪器检测、维护记录，详细记述仪器使用中出现的故障和排除故障的措施，野外施工过程需要有严谨全面的备忘录。

（6）质量检查点及覆盖点

①质量检查应确保“一同三不同”（即：检查点测点位置相同、检查人员不同、检查时间不同、检查仪器不同）。

②检查点总数不得少于全测区观测点的5%，要求检查点在测区内分布均匀，异常区段以及质量可疑地段必须有一定数量的检查点。

③检查点前后两次数据得到的广域视电阻率曲线形态须一致，对应频点数值接近，均方相对误差m小于3%，计算观测误差时，可剔除个别干扰大的频点，按公式（B-2）计算。

 （公式B-2）

公式中：*i*—频点号；—第*i*个频点的广域视电阻率；—第*i*个频点检查观测的广域视电阻率；—第*i*个频点观测和检查观测的广域视电阻率的平均值。

④同一测线需改变场源位置时，应至少有3个重复观测点。改变场源位置前后重复点的广域视电阻率曲线形态应大体一致或基本重合。

（7）野外工作质量评价

①单测点视电阻率质量评价标准分为：

I级：无畸变频点，曲线圆滑连续，能确定唯一曲线，误差不超过设计工作精度。

II级：无三个以上的连续畸变频点，曲线形态明确，误差不超过2倍设计工作精度。

III级（不合格）：数据点分散，不能满足II级的要求。

②每个测点的视电阻率应分别评定，按级登记，对III级曲线还应注明原因。

③全区物理点质量评价标准：

a）测点质量评价满足I级品率不小于80%，且III级品率不大于2%，视为野外工作质量合格；

b）测点质量评价满足I级品率小于80%，或III级品率大于2%，视为野外工作质量不合格；

c）强干扰地区或地形复杂区可适当调整。

**（三）预期成果**

**3.1 原始资料**

（1）原始班报记录1套

（2）原始数据电子版1份

**3.2 相关报告及图件**

（1）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目广域电磁法野外施工方案

（2）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目广域电磁法野外验收报告

（3）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目广域电磁法专题成果报告及相关图表

**（四）验收要求**

**4.1 野外验收**

野外验收均需经过招标人组织有关技术专家验收通过，验收结果需为优秀等级以上（评分≥90分）。

**4.2 成果报告验收**

提交的成果报告均需经过招标人组织有关技术专家进行会议评审，评审结果需为优秀等级以上（≥90分）。

**采购包3采购需求**

**（一）基本情况**

**1.1 标包名称**

海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目地热地质钻探

**1.2 预算金额**

2253600.00元

**1.3 工作区**

工作区范围为陵水县。

**1.4 工作任务**

在地球物理勘探工作基础上开展陵水南平地热田地热地质钻探工作，查明工作区内地层结构、热储特征、地热流体化学组分及含水层（带）富水性等，进一步评价地热资源量。本次地热钻探总进尺1600米，根据热源条件和已查明的控热导水断裂布置地热钻探井两口，深度分别为1000米和600米，两口井抽水试验台班数合计为40台班。本项地热钻探工作包含钻探设备、材料运输，材料购置及加工，场地平整，场地青苗赔偿，施工用水用电，钻探取芯及扩孔成井、抽水试验及相关设备，原位测试，物探测井，税金等所有为完成本项目工作所需要的设备及发生的费用。

**1.5井位确定要求**

以地球物理勘探解译成果为准。

**★（二）技术要求**

**2.1 参照标准**

项目实施主要执行和参照相关规范和技术标准如下：

（1）《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615-2010；

（2）《绿色地质勘查工作规范》DZ/T 0374-2021

（3）《工程测量标准》GB 50026-2020

（4）《地热钻探技术规程》DZ/T 0260-2014

（5）《供水水文地质勘查规范》GB 50027-2001

（6）《水文水井地质钻探规程》DZ/T 0148-2014

（7）《地热资源评价方法及估算规程》DZ/T 0331-2020

（8）《海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）实施方案》

**2.2 基本要求**

地热钻探是在资料收集、地球物理勘探工作基础上，以进一步查明勘查区地层结构、热储、盖层及其地热增温率，热储特征、地热流体温度、压力、产量及化学组分等。

**1.施工前准备工作**

（1）钻孔定位

按实施方案初步部署结合已有地质资料和地球物理勘探解译成果，确定钻孔孔位及孔深，并抓取坐标，形成“钻孔点位信息表”。

（2）野外放孔

由各施工单位协调人员、技术人员、项目部钻探施工组技术人员共同组成野外放孔小组。

①初步放孔

野外放孔小组对钻孔点位进行实地勘测，根据施工条件，现场确定钻孔点位，作上标识（插上竹桩或喷油漆，桩上注明钻孔编号，绑上红色布条），记录坐标（RTK测量，记录国家2000坐标及高程+经纬度）和施工场地及周边有关信息（坐标、所处的行政村、施工场地情况、联系人及电话等），形成“钻孔点位信息表（野外）”。

②施工场地协调

初步放孔结束后，各施工单位协调人员进行施工场地集中协调，协调孔位偏移一般在物探解译断裂构造的走向上偏移，偏移距离不超过物探确定孔位50m，若协调的孔位偏移超过以上规定的，必须征得项目部钻探施工组技术人员同意。局分管部门配合与政府有关部门协调申请现场施工有关函件。

③测量放孔

完成协调工作的钻孔，由测量人员、施工单位技术员、施工单位协调人员进行测量放孔。测量人员最终提交“钻孔点位基本情况表”（表中包括孔号、孔位、平面坐标、孔口高程等内容）。

④设备安装

放孔完成后，尽快组织钻探设备进场安装。

⑤安全检查

设备安装完成后，承担单位向地质局及我院安全管理部门申请进行安全检查，检查合格后方可开工。

**2.地热地质钻探施工**

（1）施工场地整理

①场地环境保护

钻探施工过程应尽量将其对环境的影响降至最低，如在挖泥浆池的场地应尽量找空旷且植被覆盖较少处，一旦在植被（主要是草地以及其它景观灌木等）覆盖完好的地方施工，应将植被迁移到合适的地方放置。施工过程中避免泥浆乱排放，施工完毕后将场地平整覆绿。

②施工防护与警示

施工场地四周用彩条布围栏，并在各个方向设置警示牌。在施工场地显眼位置设立施工牌（图C-1）。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **施 工 牌** | | | |
| 项目名称 | 海南岛东南部地热带深部勘查  （2025年度） | | |
| 钻孔编号 |  | 设计孔深 |  |
| 钻孔类型 |  | 开工日期 |  |
| 项目单位 | 海南省生态环境地质调查院 | 施工单位 |  |
| 机台编号 |  | 机台负责人 |  |
| 编录员/电话 |  | 野外负责人/电话 |  |
| 项目负责人/电话 |  | 技术负责人/电话 |  |

图C-1 施工牌版式（A3版面，过塑）

（2）地热钻探技术要求

①孔径：钻孔施工前编制地热地质钻探施工设计方案

NPZK06深度1000m钻孔:上部0~50m开孔口径不小于Φ350mm，下入Φ325\*6mm无缝钢管。为满足抽水试验水泵直径要求（140T/h，扬程120m，泵身直径233mm），50~200m钻孔口径Φ305mm，下入Φ273\*6mm无缝钢管；200~1000m钻孔口径Φ95mm，裸孔。

NPZK07深度600m钻孔:上部0~30m开孔口径不小于Φ325mm，下入Φ273\*6mm无缝钢管，下部裸孔。为满足抽水试验水泵直径要求（80T/h，扬程100m，泵身直径175mm），30~100m钻孔口径不小于Φ219mm，100~600m钻孔口径为Φ95mm。

②岩心采取率：粘性土、完整基岩平均不低于70%，风化或破碎基岩平均不低于40%，基岩强风化带、破碎带，无岩心间隔不超过2m。

③地热钻井应保持垂直，300m深度内（开采井泵室段）不大于1°，1000m内不大于3°；每100m均进行孔深和孔斜校正，井深误差不大于1/1000。

④基岩层，应采用清水钻井；松散层，可采用泥浆钻井。

⑤钻进过程中岩心应妥善保管，标记好回次，松散岩心要及时装箱，基岩岩心用红油漆按回次及块数编号；及时对岩心进行编录拍照，整理岩心编录资料。

⑥止水采用水泥和套管隔离地表污水及浅层潜水。洗井采用活塞、喷枪、水泵、空气压缩机等方法。

⑦地质观测与编录：

a目的层井段，必须经常对泥浆槽液面及泥浆池中的泥浆量的变化进行观察，注意有否漏失，漏失量及速度、漏失前后泥浆性能的变化。

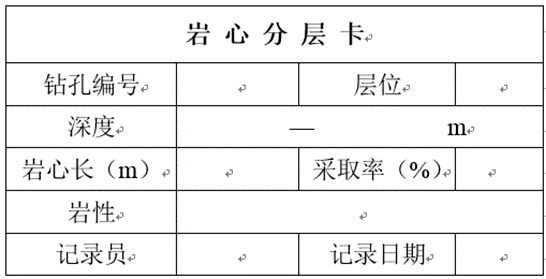
b详细记录钻进过程中井内水位变化、涌水、漏水、涌砂、掉块、塌孔等现象的起止时间、井深、层位及采取的处理措施等。

c测定井口泥浆的温度变化，在钻入热储目的层段时应加密观测并做好记录。

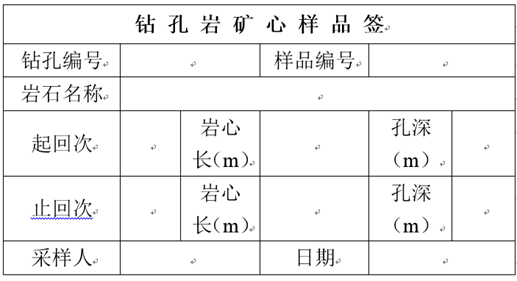
d钻进过程中对憋、跳钻、放空等情况应认真记录起止时间、井深、层位、憋跳程度、钻时情况，做好地质方面的分析判断。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 岩 心 牌 | | | |
| 钻孔编号 |  | 回次编号 |  |
| 孔 深 | 自 至 （米） | | |
| 回次进尺 |  | 岩矿心长 |  |
| 岩心残留 |  | 岩心编号 |  |
| 班 长 |  | 记 录 员 |  |
| 记录日期 | 年 月 日 班 | | |

图C-2 岩心牌



图C-3 岩心分层卡



图C-4 样品签

e编录前应对照班报表检查岩心牌（图C-2）回次记录是否正确且一致，需要记录的数据是否齐全，避免漏记。整理岩心，检查上下顺序，校正岩心长度。鉴定岩性，确定分层位置，填写分层标签（图C-3），并取代表分析样品（图C-4）。

f岩心描述：基岩定名、颜色、结构、矿物成分、岩心破碎情况、岩心采取率、节理、裂隙，充填情况和充填物、断层擦痕、断层泥及其充填物，风化程度等，含水层段还应裂隙面的水蚀、蚀变矿物等。松散层定名、颜色、湿度、成分、磨圆度、分选性、结核、包裹体、结构层的相互关系及层理特征、胶结程度及类型、化石等。

（3）成井

地热钻孔钻进至设计深度并进行物探测井工作后，可继续进行扩孔、下管、止水、洗井等工作。

①扩孔、下管口径以满足完井后安装抽水试验设备要求。

NPZK06深度1000m钻孔:上部0~50m松散覆盖层下入Φ325\*6mm无缝钢管，50~200m下入Φ273\*6mm无缝钢管（下管深度根据松散覆盖层厚度及上部测井温度而定），对浅部的冷水及常温、低温水进行封堵，下部目标含水层段采用裸孔。

NPZK07深度600m钻孔:上部0~30m松散覆盖层下入Φ273\*6mm无缝钢管（下管深度根据松散覆盖层厚度而定），对浅部的冷水及常温应进行封堵，下部目标含水层段采用裸孔，30~100m扩孔口径为219mm。

②下管完成后开始洗井，主要采用空压机、水泵或活塞洗井。活塞洗井由上往下洗，洗井时间视具体情况掌握，一般当水中含砂量不多时，即可停止。

③洗井结束后进行试抽检查，如出水量不符合实际地层情况再继续洗井，洗完后再抽水，如果前后抽水量和水位降深差别小于10%且水清沙净，可视为洗井干净。

**3.施工后整理工作**

（1）井口保护装置

地热钻孔抽水试验完成后施工单位必须加工设置井口保护盖，保护井口以便开展下一步的工作。

（2）岩心保存

①编录完成后的岩心保存

编录拍照结束后，岩心由机台人员将岩心搬到施工单位现场技术员指定的地点进行保存，避免日晒、雨水浸泡。

②野外验收后的岩心保存

项目野外验收完成后，对钻孔的岩心按10%～20%的量进行缩减保存，选择对区域地层及目标热储层段具有重要指示意义的岩心装入岩心箱，搬至指定岩心库保管，其余岩心野外验收完成后可自行处理。

（3）钻探施工资料整理与提交

各钻探施工单位于每个钻孔终孔10个工作日内，将完成钻探施工的钻孔资料整理完善，并提交至项目牵头单位。野外施工全部结束后，施工单位提交野外工作总结报告。地热钻孔提交的资料清单见表C-1。

表C-1 地热钻孔提交的资料清单

| **资料**  **类别** | **序号** | **资料名称** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 地热钻孔施工报告 | 1 | 地热钻孔施工方案 |  |
| 2 | 开孔通知书 |  |
| 3 | 钻孔设计书（附施工设计图） |  |
| 4 | 地质钻探班报表 |  |
| 5 | 钻孔野外编录表 |  |
| 6 | 钻孔分层编录表 |  |
| 7 | 下管记录表 |  |
| 8 | 抽水试验下泵记录表、成井结构记录表 |  |
| 9 | 抽水前静止水位观测记录表 |  |
| 10 | 抽水试验观测记录表 |  |
| 11 | 抽水试验水位恢复观测记录表 |  |
| 12 | 计算数据及成果表 |  |
| 13 | 抽水试验曲线图 | Q、s-t曲线、Q-s曲线、q-s曲线 |
| 14 | 地热钻孔综合柱状图 | 反映地层信息、成井结构、抽水试验结果 |
| 15 | 自检、互检记录表 |  |
| 16 | 地热钻孔验收表 |  |
| 17 | 钻孔终孔通知书 |  |
| 18 | 岩样送样单 |  |
| 19 | 水样送样单 |  |
| 电子资料 | 1 | 相片 |  |
| 2 | 钻孔相片柱 |  |
| 3 | 勘探孔一览表 |  |
| 4 | 钻孔分层信息表 |  |
| 5 | 钻孔抽水试验综合信息表 |  |
| 6 | 水位观测记录表（静水位、抽水试验水位观测） |  |
| 7 | 岩样采集登记表 |  |
| 8 | 水样采集登记表 |  |
| 9 | 地热钻孔综合柱状图 | CAD版本 |

**4.抽水试验**

本次施工的地热井水温较高（周边地热孔井内测温最高84℃，泉眼水温最高77℃），因此抽水设备需要采用专门的热水潜水电泵，使用温度≤120℃，抽水流量采用水泵专用变频控制柜进行调节。

根据南平地热田已有地热井和泉眼的分布情况，本次对新施工的两口地热井进行抽水试验，其中NPZK06孔（1000米）进行多孔稳定流抽水试验，宜做1~2次降压的稳定流试验，最大一次降压的延续时间不少于120小时，稳定延续时间24小时；NPZK07孔（600米）进行单孔稳定流抽水试验，宜做3次降压的稳定流试验，最大一次降压的延续时间不少于48小时，稳定延续时间24小时。通过稳定流抽水试验，确定基岩含水层（带）富水性、渗透性及流量与水位降深的关系。两口地热井抽水试验总台班数为40台班。

**（1）试验抽水**

在正式抽水前作试验抽水

①在洗孔结束后开始试验抽水。

②试验抽水应作一次最大降深，初步了解水位降低值与涌水量的关系，以便正式抽水时合理选择水位的降深，抽水时间应在四个小时以内。

**（2）正式抽水**

①静止水位观测

正式抽水前，工区地热钻孔均进行24小时静水位孔测，并填写静水位观测记录表。建议采用水位自动记录仪进行观测，观测间隔10分钟。如果人工观测，观测时间间隔1小时。

②抽水的水位降深

单孔抽水试验降深次数为3次，多孔抽水试验降深次数为2次，基岩含水层应从大到小的降深顺序进行，每次降深差值不小于3米。若涌水量大于140立方米/小时，因条件所限降深达不到上述要求时，最小降距大于1米。

③抽水时间与稳定时间要求

一般进行三次连续抽水，单孔试验第一个落程的延续时间不得少于48小时，多孔试验第一个落程的延续时间不得少于120小时，其余落程延续时间不作要求，但要满足抽水稳定时间的要求。

各次降深的稳定时间必须达24小时，有特殊要求时应适当延长。

④动水位观测

观测时间。按抽水开始后的第1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120分钟进行动水位观测，之后每30分钟观测1次。有观测孔同步进行观测。

水位测量。可采用测绳或水位尺、水位记录仪测水位，如果受管内喷流干扰太大可采用自动水位记录仪。夜间抽水时（如果技术员不值班），必须采用水位仪自动记录动水位，水位自动记录时间1分钟，流量、水温采用人工测量，每小时测量1次。

抽水设备。多次降深原则上采用变频水泵控制，在施工条件不允许的情况下，可采用回水装置回水。

⑤流量观测

流量观测与动水位观测同步进行；测量工具主要采用三角堰、堰箱或水表，各施工单位根据实际情况选用。

⑥水温、气温观测

抽水过程中每隔2小时同时观测一次（应与流量、动水位的观测相应），其精度要求为0.5℃，发现水温异常时，应在抽水结束后进行井温测量。测温时，温度表应放在空气通畅、背阴的地方，严禁放在日光直照和其它影响温度变化的地方。

⑦抽水试验达到稳定的界定

1）在抽水稳定延续时间内，抽水孔涌水量和动水位与时间关系曲线只在一定范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势。

2）在抽水稳定延续时间内，主孔水位波动值不超过水位降低值的1%；当降深小于10m时，水位波动不应超过5cm（用空压机抽水时，水位波动不超过10~15cm）。观测孔水位波动值不应超过2~3cm。稳定流量变幅：单位涌水量大于0.01升/秒.米时，流量变化幅度不大于3%；单位涌水量小于0.01升/秒.米，流量变化幅度不大于5%。

3）多孔抽水时，以最远观测孔的水位达到稳定为标准。动水位变化趋势：抽水期间，动水位在某一固定值上、下波动，且波动幅度在稳定水位变幅范围内，则视为抽水达到稳定。

其它情况：抽水期间，若动水位、流量的变幅度虽已符合要求，但水位变化呈缓慢的持续下降或持续上升趋势（未出现上下波动），则抽水时间应进一步延长，直至稳定24小时以上。

**5.恢复水位观测**

试抽水、正式抽水结束后，均应进行恢复水位的观测。观测过程中，严禁采用注水或提水的方法帮助稳定。

观测时间：按停泵后第1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、12、15、20、25、30、40、60分钟的进行恢复水位观测，之后每半小时观测1次直至稳定。如有观测孔，应与主孔应同一时间观测。

结束观测的要求：恢复水位，符合下列条件之一，方可停止观测：连续3小时水位不变；水位呈单向变化，连续4小时内每小时升（降）不超过1厘米；水位呈锯齿状变化，连续4小时内升、降之最大差值不超过5厘米；达不到上述要求，但观测时间已超过72小时，一般可停止观测。

**4.钻孔深度检查**

抽水前静止水位测定后和恢复水位观测结束后，应分别探测孔深；孔内沉淀物不得埋设含水层厚度，当抽水含水层（段）为含水层组时，孔内沉淀物不得埋设底部主要含水层厚度。

**（三）预期成果**

**3.1 原始资料**

（1）原始班报记录1套

（2）原始编录记录1套

**3.2 相关报告及图件**

（1）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目地热地质钻探施工设计方案

（2）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目地热地质钻探野外验收报告

（3）海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）项目地热地质钻探专题成果报告及相关图表

**（四）验收要求**

**4.1 野外验收**

野外验收均需经过招标人组织有关技术专家验收通过，验收结果需为优秀等级以上（评分≥90分）。

**4.2 成果报告验收**

提交的成果报告均需经过招标人组织有关技术专家进行会议评审，评审结果需为优秀等级以上（≥90分）。

**采购包4采购需求**

**（一）基本情况**

**1.1 标包名称**

海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究

**1.2 预算金额**

357000.00元

**1.3 工作区**

工作区范围为陵水县、保亭县。

**1.4 工作任务**

系统分析海南岛东南地区地球物理剖面的特征，建立岩石圈热流变结构剖面数学模型，提供验收通过的《海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究报告》，在服务期间协助甲方进行与本项目相关的基金项目申报、核心期刊论文发表工作，服务期后协助本项目奖项申报工作。

**★（二）技术要求**

**2.1 参照标准**

项目实施主要执行和参照相关规范和技术标准如下：

（1）《地热资源地质勘查规范》GB/T 11615-2010；

（2）《绿色地质勘查工作规范》DZ/T 0374-2021

（3）《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》GB 8538-2022

（4）《地下水质分析方法》DZ/T 0064-2021

（5）《地下水质量标准》GB/T 14848-2017

（6）《生活饮用水标准检验方法》GB/T5750-2023

（7）《同位素地质样品分析方法》DZ/T 0184.1～0184.22-1997

（8）《硅酸盐岩石化学分析方法》GB/T 14506.1~30-2010、GB/T 14506.11~34-2019

（9）《地质矿产实验室测试质量管理规范》DZ/T 0130-2006

（10）《电感耦合等离子体质谱分析方法通则》 GB/T 39486-2020

（11）《沉积岩中黏土矿物和常见非黏土矿物X 射线衍射分析方法》SY/T 5163-2018

（12）《海南岛东南部地热带深部勘查（2025年度）实施方案》

**2.2 基本要求**

（1）区域构造解析

结合区域大地构造格架与地应力场，构建区域构造-热演化过程。选取保城岩体及周边具有显著水热活动出露的断裂带开展野外观测，获取断裂带地质结构参数。开展野外露头节理测量统计，确定断裂带中心断层面分布。在卫星影像与前期野外观测基础上，厘定区域主要断裂的空间展布特征，分析断裂交汇区构造破碎带与地热异常的耦合关系。

（2）壳内低速体热状态与部分熔融条件

分析在特定温度条件下相应岩性是否具备熔融条件。系统分析海南岛东南地区地球物理剖面的特征，建立岩石圈结构剖面模型。结合前期钻孔获得的测温和大地热流数据，建立基于捕虏体测量的岩石圈热结构模型。基于岩石圈热结构，结合摩擦破裂公式、韧性蠕变公式，模拟计算研究区岩石圈流变结构，提取壳内低速体所在深度区间的流变特征，揭示壳内低速体的流变状态。

（3）流体地球化学示踪

开展多相流体样品采集与测试分析，建立地热流体“岩浆水-大气水-海水”混合端元模型；通过水化学反向模拟与地热温标，反演热储温度与流体循环深度；探讨低阻体与热源空间匹配关系，识别地热系统的热源机制。

（4）海南岛东南地区热源机制与资源富集规律

结合区域浅部地热地质的响应，揭示壳内低速体的地质属性，识别海南岛东南部岩浆热源存在的可能性。建立地热系统的热源来源配分模式，阐述海南岛东南部地热资源的富集规律。

（5）样品采集与测试

在地热勘查中，采集热矿水样品进行测试，掌握地热流体的有关参数，从而进行地球化学分类和计算，包括流体类型、特征组分、组分比率、地球化学温标、水/岩平衡等。

①水样测试

热矿水分析：对新施工2口地热勘探孔采集热矿水分析样，分析项目为主要阴离子、阳离子、微量元素和特色组分（F、Br、I、Sr、Li、Ba、偏硅酸、偏硼酸、Cu、Zn等），共计2件。

放射性元素分析：对新施工2口地热勘探孔采集热矿水，用于分析放射性元素铀（U）、镭（Ra）、氡（Rn）含量测试，每口井每项分析1件，共计2件。

稳定同位素：对新施工2口地热勘探孔采集热矿水，分析2H、18O同位素浓度。

放射性同位素：对新施工2口地热勘探孔采集热矿水，分析13C、14C同位素浓度。

Cl、Br同位素：对保城岩体工作区内的地热田采集热矿水，分析37Cl、35Cl同位素和81Br同位素。其中，Cl同位素2件、Br同位素2件。

②气体测试

气体组分和N、C同位素：对保城岩体工作区内的地热田采集热矿水，分析气体组分、15N、13C同位素。其中，气体组分6件，N同位素6件、C同位素6件。

③岩矿测试

对保城岩体工作区内典型围岩、捕掳体和钻孔岩芯采集岩石样品，全岩主微量元素分析，与热矿水样品元素含量进行对比，联合约束地热流体的物质来源，计5件；放射性生热率分析，计30件；岩石热导率分析，计30件。

**（三）预期成果**

（1）海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究方案

（2）海南岛东南地区岩石圈大地构造与热流变模型构建专题研究报告及相关图表

**（四）验收要求**

4.1 工作方案验收

提交的工作方案需经过招标人组织有关专家评审通过，评审结果需为优秀等级（≥90分）。

4.2 成果报告验收

提交的成果报告需经过招标人组织有关专家进行会议评审，评审结果需为优秀等级（≥90分）。