



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2025.0026.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2025.0026.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.j00001.01310

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2025-03-10

录用日期: 2025-11-15

发表日期: 2025-11-25

黄河上游兴海盆地大地电磁测深数据集

张庆元^{1,2}, 王斌^{1,2}, 张飞³, 谭立渭^{1,2}, 李磊⁴, 晁增成^{1,2*}, 李聪^{1,2}

1. 青海省水文地质工程地质环境地质调查院, 西宁 810008
2. 青海省水文地质及地热地质重点实验室, 西宁 810008
3. 中国科学院地球环境研究所, 黄土科学全国重点实验室, 西安 710061
4. 青海省第四地质勘查院, 西宁 810008

摘要: 本研究基于大地电磁测深方法 (MT) 在青藏高原兴海盆地开展地热资源勘探, 通过高精度数据采集与多维反演技术揭示深部电性结构特征。研究采用美国 CG 公司 Aether 全频带系统与 LEMI-120 磁探头, 布设十字交叉测网完成 106 个物理测点, 创新采用 50–300 m 动态极距调整、多电极降阻 (接地电阻<2000 Ω) 及多装置布设技术, 有效克服高阻地层信号衰减和外部电磁干扰难题, 在兴海盆地内测得深度大、精度高、连续性好的数据。采集的数据由多个单点数据文件组成集合, 构成兴海盆地全区探测成果, 单点数据包含完整的头信息和数据体, 支持阻抗、倾子、误差等信息。对仪器和磁探头进行平行试验控制数据质量, 电阻率和相位总均方误差计算结果表明, 采集数据质量合格。本数据支持多算法二次开发应用, 对青藏高原深部地热勘探具有重要示范价值。

关键词: 兴海盆地; 地质特征; 大地电磁数据; 黄河上游

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	黄河上游兴海盆地大地电磁测深数据集
数据通信作者	晁增成 (1570303984@qq.com)
数据作者	张庆元、王斌、张飞、谭立渭、李磊、晁增成、李聪
数据时间范围	2023年4月至10月
地理区域	黄河上游兴海县县域, 地理范围为: 35°38'32"–35°54'29"N, 99°46'45"–100°01'15"E。
探测深度	4000 m
数据量	50.71 GB
数据格式	*.atts
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01310
基金项目	青海昆仑英才计划 (2023QHSKXRCTJ30)
数据库 (集) 组成	数据集共包括2个数据文件, 其中: (1)W1.zip是W1号剖面大地电磁广域信号数据, 数据量30.12 GB; (2)W2.zip是W号剖面大地电磁广域信号数据, 数据量20.59 GB。

* 论文通信作者

晁增成: 1570303984@qq.com

引言

兴海盆地位于青藏高原东部，是中生代以来形成的断陷盆地，基底由印支期花岗岩组成。所在的东昆仑地块上地幔存在一条宽达 150 km 的低速带，形成丰富的以干热岩、地下热水为主的地下热能资源^[1]。大地电磁测深对深部地层、构造探测有良好的效果，通过一维、二维反演计算，可有效消除外部干扰，是寻找地热资源最直接的技术方法^[2-3]。

大地电磁测深凭借其独特的技术优势在复杂地形条件调查中展现出显著的应用价值，该方法采用天然场源电磁信号，通过多通道同步采集系统和连续时间序列存储技术有效抑制环境干扰，显著提升原始数据质量。其同一点位全频段覆盖特性实现了从浅层（数十米）至深部（数十千米）的立体探测^[4-5]，探测深度大，范围广。特别对于高阻层（如玄武岩盖层、盐丘构造）具有独特穿透优势，通过分析电磁场分量相位及振幅变化，可准确识别深部断裂带、岩浆房等电性界面差异显著的地质体^[6]。

本次研究是兴海盆地内首次开展的大比例尺大地电磁测量。根据盆地形态和主要构造展布方向，构建了呈“十”字交叉分布的二维测网，“十”字测网具有同等工作量下覆盖探测面积最广的优势，可高效探测整个盆地的基底形态和隐伏构造。累计完成 106 个物理测点，平均点距 500 m，通过多参数综合反演，同时获取电阻率、相位、倾子等参数，可构建精确的地下电性模型。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集方法

本次工作采用美国 CG 公司的 Aether 全频带系统，磁探头为乌克兰 LEMI-120 型（表 1），数据格式后缀名为 A24 的数据；原始采集 A24 数据文件，使用 GeoTSHub 时间序列转换程序将其转换为后缀名为 atts 文件，经快速傅立叶转换（FFT）转换为 atft 文件，再将 atft 文件经过稳健估计方法变换为 atimpd 文件后，最终导出 EDI 的数据文件，使用 MTneer 数据处理软件进行反演处理形成二维反演图件，数据采集的采样率为 4k，采样深度根据趋肤深度计算公式及实际处理结果来看约为 5 km 以浅。

表 1 技术规格

Table 1 Technical specifications

Aether 系统技术参数		LEMI-120 磁探头技术参数	
通道数	2/6/8/14	接收信号的频段	0.0001~1000 Hz
采样率	24-bit: 5, 10, 37.5, 50, 62.5, 80, 100, 200, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 6k, 12k, 24k, 48k, 96kHz	外形尺寸	I=1340 mm D=85 mm
增益	24bit: 1/2,1.5,25	连接线长度	≤200 m
输入阻抗	10M ohm	电流（正常态）	+14 mA -10 mA
频带宽度	24-bit 通道: DC~48 kHz	转化误差	<1 dB
噪声水平	≈5nV/√Hz/32bit@gain of 16,6nV/√Hz24bit@gain of 25	输出转换因子（引脚 A 和 G）	100 mV/nT 100f mV/nT

Aether 系统技术参数		LIMI-120 磁探头技术参数	
位置精度	2.5 m（标准）	传递函数转折频率	1 Hz
数据格式	多通道的连续数据记录，ASCM 数据输出	工作温度	-20 至 50℃

在野外大地电磁测深的施测中，采用四个不极化电极测量电场，由两个组成一对电偶极子测量正交的电场，每两个电极，即 X-Dipole 电偶极子和 Y-Dipole 电偶极子相互垂直，极距 50 m，Aether 接收机放在两组电偶极子的中心，观测装置如图 1 所示。

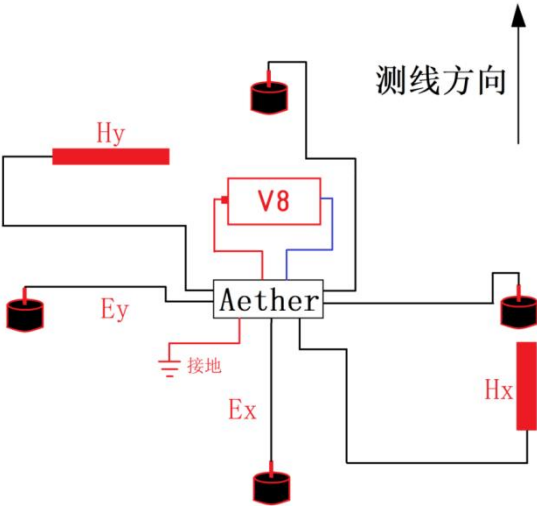


图 1 野外工作布置示意图

Figure 1 Schematic diagram of the field work layout

1.1.1 测线与测点布置

测线及测点的布置依据设计书及相关技术规范，并结合现场地形特征与电磁环境进行适应性调整。在剖面测量中，测点位置偏移范围控制在设计点距的 1/2 以内，以确保数据空间分辨率。针对特殊地形（如山顶或狭窄沟底），测点需转移至地势相对平缓的区域，要求两对电极范围内地面高差与极距比值 $<10\%$ ，以减小地形对电流分布的干扰。测点布设时应规避局部非均匀地质体（如岩石露头或土壤突变区），优先选择地表土质均匀的区域埋设电极。此外，测点需远离电磁干扰源：与大型工厂、矿山、电气化铁路及电站保持 2 km 以上距离；与广播电台、雷达站间隔 1 km 以上；与高压电力线、繁忙公路分别保持 500 m 和 200 m 以上的安全间距，最大限度降低外部噪声对数据采集的影响^[7-8]，点位布置见图 2。

1.1.2 仪器标定与一致性控制

为确保观测数据的可靠性，接收机、磁探头及附属设备在研究区工作开展前及作业期间定期进行标定与性能检测。接收机通过自动校准程序验证其信号采集精度，磁探头则通过专业标定设备测试其灵敏度与频率响应特性，所有设备指标合格后方可投入野外使用。对于同一测区内多台同型号接收机，在工前与工后开展仪器一致性对比试验，通过同步观测标准信号源，各仪器间的相位偏差 $<1^\circ$ 。确保多台设备数据的一致性误差满足规范要求。

1.1.3 观测装置布设技术

本次野外工作电极采用“十字型”布置进行观测,通过正交布设的两对电极与磁传感器,有效抑制表层电流场不均匀性对电磁信号的畸变效应。水平方向电极与磁传感器方位偏差控制在 1° 以内,磁棒埋设位置距中心点8–10 m。受地形限制时,可采用“L”型、“T”型或斜交装置替代,斜交角需 $>70^{\circ}$,且方位偏差仍保持 $<1^{\circ}$ 。电极距根据信号强度及背景噪声动态调整,范围为50–300 m,实施动态点距调整的原因是受测点地形无法到达或高压电线影响,从而导致测点的位置变化。采用实测水平距布设,极距误差不超过 $\pm 1\%$ 。针对高阻区(如戈壁、沙漠),采用多电极并联及浇盐水等方法降低接地电阻至 $2000\ \Omega$ 以下。电极埋深20–30 cm,避开树根、流水等干扰源,确保与土壤接触良好;磁棒埋设后使用水平仪校准,电缆每隔1–2 m以土石压实,防止风致晃动。

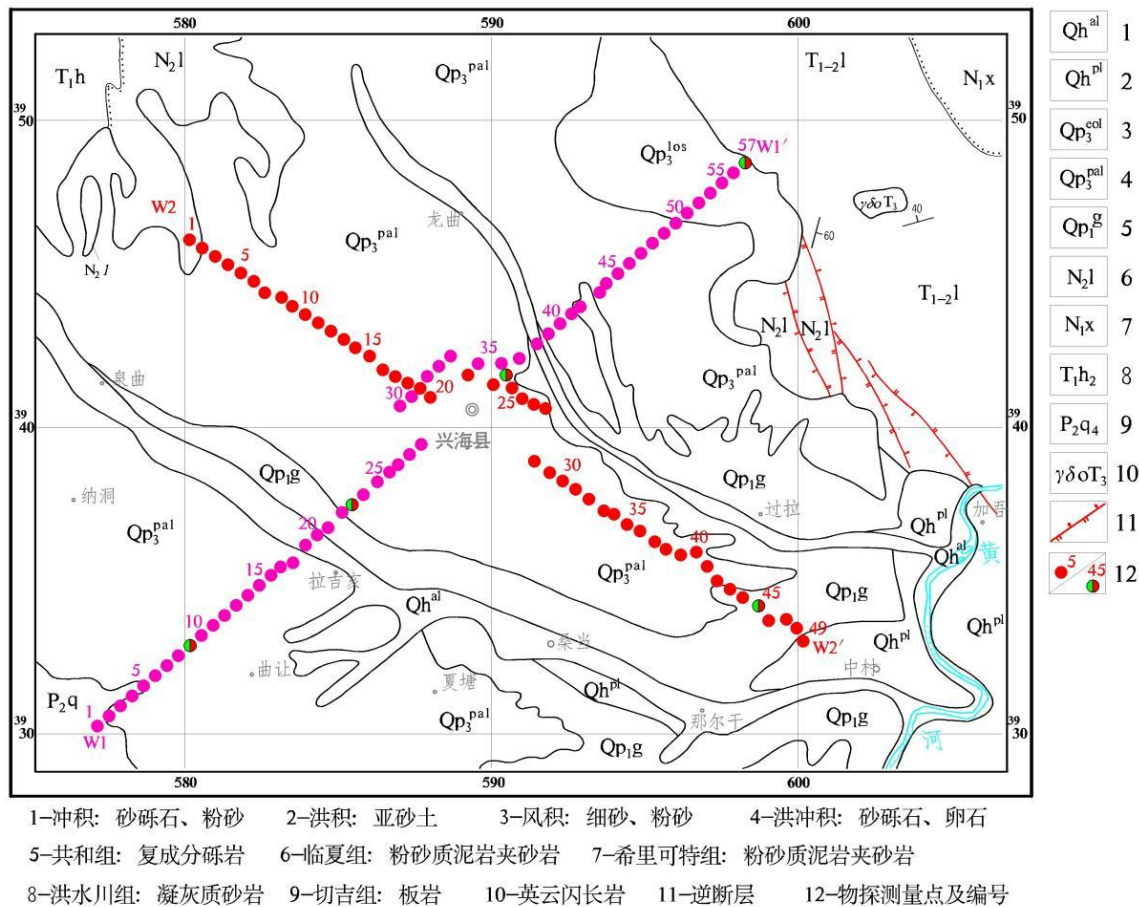


图2 研究区MT点位布置图

Figure 2 MT measurement locations in the study area

磁探头布置方法及流程: 第一, 两个水平磁探头在不同象限垂直敷设, 其方位偏差 $\leq 1^{\circ}$; 第二, 磁探头顶端距中心点(采集点)8–10 m; 第三, 每个磁探头挖槽埋入土中固定, 入土深度30 cm, 然后用水准仪校准水平; 第四, 为统一全区数据采集工作及后续数据处理流程, 避免因采集、处理人员的变化而造成混乱, 本次测量的磁探头布置统一按HX探头沿剖面前进方向摆放, HY探头则与HX探头方向垂直摆放。

1.1.4 数据采集

数据采集前严格检测MN不极化电极和磁探头接地和连通情况, 确保MN接地良好、MN之间

的直流电位差稳定、磁探头工作正常；观测时做野外观测现场工作记录，除按规定记录点、线号等信息外，还记录了观测点附近影响观测结果的地质现象、地形地貌以及可能引起噪声的干扰源等。数据采用聚类分析去噪，响应数据在 1 Hz 左右低频段的估算质量得到明显改善^[9]。在干扰相对平静的地区进行当日质量检查，质检率不少于 3%；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，经编辑、插值后检查点与被检查点同一极化的均方相对误差 $\leq 5\%$ 。收工后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，另存盘备份并由专人保管。

1.2 数据预处理

Aether 仪器可自动存储测点数据，每天的野外数据采集结束后，由采集员利用 GeoHub 软件将原始的时间域数据及时导入计算机中并转换，重点是保护好数据并存入磁盘。其后用配套的 prMT 对数据进行时一频转换、阻抗计算等预处理形成 EDI 文件；随后使用专业的 Pioneer4.0 软件进行数据的进一步处理，具体步骤为：数据调入→坐标数据导入→测点排序→测线拟合→阻抗和倾子数据的旋转→阻抗张量分解与构造维性分析→数据的编辑→一维反演→二维带地形反演→数据输出等。主要采用拟合分析对畸变数据进行删除、移动等以去除电磁干扰，然后进行静态位移校正。最后对整条剖面的 ρ_s 断面进行反演计算，将频率域数据转换成深度的 ρ 断面图后用于电性剖面解释与地质剖面推断。数据处理流程如图 3 所示。

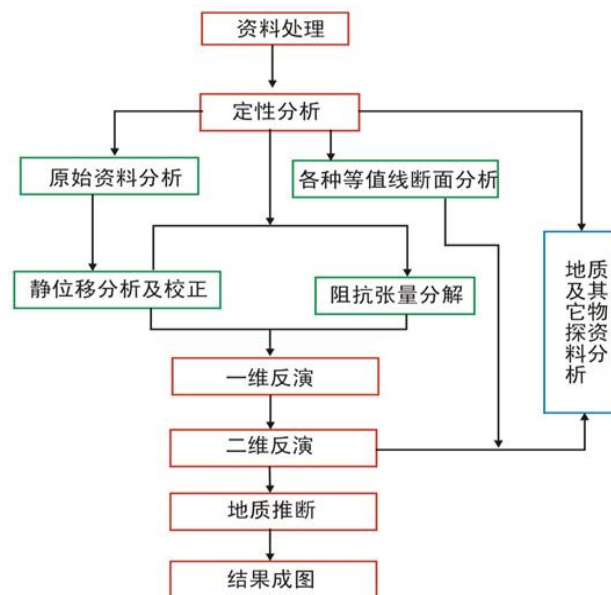


图 3 数据制作流程图

Figure 3 Data production flowchart

本次数据处理工作分两部分：

(1) 时域信号使用 prMT 预处理软件，该软件由美国 CrystalGlobe Geophysical Research & Services LLC 公司开发，用于转换大地电磁的电场与磁场时间序列为阻抗谱或倾子信息，其处理流程如下：运行 AttsEditor 程序查看、分析时域信号→运行 GeoTSHub 程序，导入设备文件后生成 .atts 格式→运行 prMT 程序，导入测点（时间段）文件，检查并确认电磁道配置及元数据→进行傅立叶变换，生成测点的 .atft 数据文件→进行 Robust 阻抗估计，生成 .atimpd 数据文件→导出格式为 EDI 的阻抗和倾子的标准电磁文件。

(2) 后期采用专业大地电磁软件 Pioneer 开展数据处理, 其处理流程如下: 创建工程→原始数据导入→地形及测点坐标文件导入→拟合测点位置→进行电性主轴和维性统计分析→测点数据筛选及曲线调整并进行测点的一维反演→二维反演, 建立网格、选择反演方法、反演模式及正则化因子等→反演模型输出。

V8 数据的处理因数据采集设备及数据格式的不同, 其前期数据的处理软件及流程(时域数据的处理及格式转换)与本次工作采用的 Aeather 设备有所不同, 待转换为大地电磁标准数据格式的 EDI 文件后, 在 Pioneer 处理软件上的处理流程一致。

2 数据样本描述

每个单测点数据对应一个物理测点的所有信息, 单测点数据包括头文件信息和数据体。

本次测量数据时间序列长度平均为 12 小时, 采样率设置为 4 ms, 剔除了强电磁干扰时段的数据, 有效数据时长占比 92%。观测频率范围覆盖 0.0001–1000 Hz, 包含低频至高频全频段, 其中中低频段(0.0001–10 Hz)用于反演深部地层与构造特征, 高频段(10–1000 Hz)聚焦浅部地层与断裂分布。

物探原始数据是电磁场时间序列, 通过反演计算可以构建深部电性结构模型, 并对一定深度地质体进行解释。数据反演计算采用 Pioneer 软件, 计算模型使用非线性共轭梯度二维反演算法 NLGC (nonlinear conjugate gradients)。该算法是快速、稳定、收敛的二维反演计算方法, 其正演模拟方法基于有限差分法。实践证明, NLGC 反演处理方法是比较有效的, 反演结果具有较高的分辨率, 反演计算具有较快的速度, 反演计算只需较小的存储量^[10-11]。

以 1-57 号单测点为例进行反演利用, 其点位沿北东方向直线分布, 数据文件构成 W1 剖面成果, 这个剖面数据集包含所有测点在空间上的位置关系、所有单点数据文件的存档、元数据文件, 可以反演构建剖面的电阻率断面模型文件。反演结果显示 W1 剖面的地电类型以 H 型为主, 剖面西段为二层类型 D 型。从等值线图形态可见, 从南向北新生代地层的沉积厚度逐渐加大, 呈楔状, 如图 4 所示。

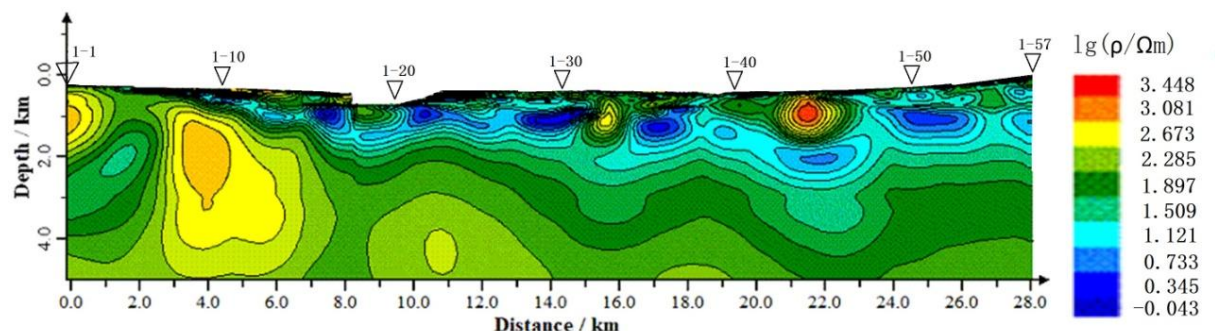


图 4 W1 剖面二维反演电性结构模型

Figure 4 2D inversion electrical structure model of the W1 profile

电阻率断面浅部的第一电性层, 对应了曲线类型 D 型及 H 型的首支部位, 其中 H 型的首支是受地表影响其电阻率变化较大的电性层, 电阻率变化大致为 20–300Ω·m。

第二电性层当为 D 型时, 为次低阻层, 电阻率 200Ω·m 左右, 对应三叠系砂板岩; H 型时为低阻电性层, 对应曲线的极小值部位, 电阻率 5–20Ω·m, 厚度 300 m 左右, 为第四系下更新统冲湖积地层或新近系, 岩性为亚粘土、粘土层或泥岩。当曲线类型为 K 型时为极大值段, 对应砂砾岩或砂

岩时，可形成层状热储层。

第三电性层为曲线的尾支，表现为高阻层，电阻率 $>200\Omega\cdot\text{m}$ ，是三叠系砂岩、板岩的反映，为本次勘探的基底。

3 数据质量控制和评估

野外数据采集前在工区内选择了一处干扰较小的区域对仪器和磁探头进行了平行试验。试验结果说明，两个通道所采集的信号大小相近，曲线形态相似，仪器及探头性能良好（图5）。

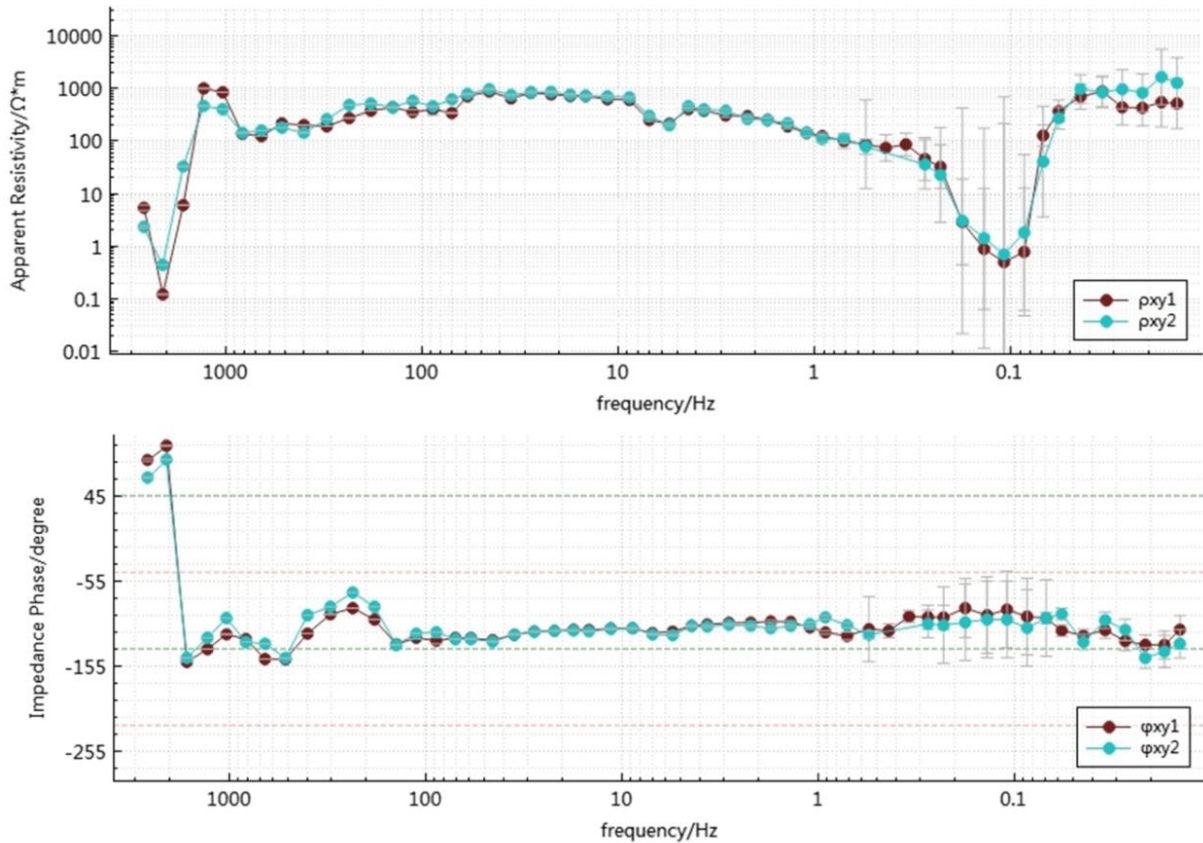


图5 平行试验曲线图

Figure 5 Parallel test curves

对不极化电极进行极差测量，保持工作期间所使用的不极化电极两两之间均极差 $<2\text{ mV}$ 。

在本次测量中我们进行了重复点的观测，其基本方法是对同一个点位在不同时间进行参数设置完全相同的重复测量。按照“一同三不同”（同点位、不同时间、不同仪器、不同操作员）的方法进行，根据原始观测结果和检查观测结果计算了电阻率与相位的总均方相对误差，计算公式为（1）。

$$M = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i - A'_i}{\bar{A}} \right)^2} \quad \bar{A} = \frac{A_i + A'_i}{2} \quad (1)$$

式中： i -频点（ $i=1, 2, 3, \dots, n$ ）； $A_i - \rho_{xyi}, \phi_{xyi}$ （原测点第 i 个频点的视电阻率或相位）； $A'_i - \rho'_{xyi}, \phi'_{xyi}$ （检查点第 i 个频点的视电阻率或相位）。

通过在不同时间在同一测点（检查点）上进行重复观测并对比。比较同一极化模式下的视电阻率和相位，当两次测量相对误差在 15%之内为 I 级点，30%之内为 II 级点。本次野外工作质量检查点共计 6 个（表 2）。

表 2 MT 质量检查点误差统计表

Table 2 Error statistics for MT quality inspection points

检查点 点号	视电阻率 误差(%)	视电阻率 I 级频率点数	视电阻率 II 级频率点数	I 级频点 比例(%)	相位 误差(%)	相位 I 级频 率点数	相位 II 级 频率点数	I 级频率点 比例(%)
W1-9	3.64	44	6	88.0	5.84	42	8	84.0
W1-23	2.47	56	5	91.8	4.79	54	7	88.5
W1-56	4.32	47	7	87.0	4.75	47	7	87.0
W2-14	5.76	53	10	84.1	4.58	54	9	85.7
W2-25	6.04	55	10	84.6	4.26	56	9	86.2
W2-40	10.37	45	11	80.3	4.35	49	7	87.5
平均				87.03				87.59

经检查计算，本次工作电阻率总均方误差为 4.97%，相位总均方相对误差为 $\pm 4.61\%$ ，采集数据准确，质量满足使用要求。

4 数据价值

本数据集包括 106 点大地电磁测深数据，形成两条垂直剖面，总长度 52 km，覆盖兴海盆地核心区域，是研究区首次开展的高精度大地电磁测量工作。获得的数据质量高，数值准确，平均探测深度达 4000 m，能够精细反演兴海盆地地层结构、断层及基底埋深，为进一步开展兴海盆地地热勘探提供重要的数据支撑，对推动兴海盆地地热开发利用具有重要意义。本数据具有二次利用的价值，反演结果亦可用于区域地质矿产勘查、水工环地质调查、石油地质调查、地热钻探工程等方面。通过陈列部署、时间序列处理和更为先进的反演算法，可以显著提升应用效果、挖掘数据价值。

作者分工职责

张庆元（1988—），男，山东省德州市人，高级工程师，研究方向为水文地质、地热地质勘查。主要承担工作：数据集制作和论文撰写。

王斌（1975—），男，陕西省扶风人，高级工程师，研究方向为地球物理勘探。主要承担工作：数据处理和论文撰写。

张飞（1983—），男，湖北省仙桃市人，博士，研究员，研究方向为地表过程与碳循环。主要承担工作：数据采集指导，论文修改。

谭立渭（1980—），男，湖北巴东人，正高级工程师，研究方向为水工环地质。主要承担工作：数据准备及预处理。

李磊（1984—），男，陕西省宝鸡市人，高级工程师，研究方向为地质矿产勘查。主要承担工作：数据处理。

晁增成（1996—），男，青海省海东市人，助理工程师，研究方向为地热地质。主要承担工作：数据采集。

李聪（1988—），男，黑龙江哈尔滨人，工程师，研究方向为地球物理勘探。主要承担工作：物探测量以及数据处理。

参考文献

- [1] 严维德, 王焰新, 高学忠, 等. 共和盆地地热能分布特征与聚集机制分析[J]. 西北地质, 2013, 46(4): 223–230. DOI:10.3969/j.issn.1009-6248.2013.04.022. [YAN W D, WANG Y X, GAO X Z, et al. Distribution and aggregation mechanism of geothermal energy in Gonghe Basin[J]. Northwestern Geology, 2013, 46(4): 223–230. DOI:10.3969/j.issn.1009-6248.2013.04.022.]
- [2] 杨学明, 雷清, 聂冀强, 等. 太行拱断束地热资源调查评价基于大地电磁测深结果的分析[J]. 西北地质, 2020, 53(4): 235–245. DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.04.022. [YANG X M, LEI Q, NIE J Q, et al. Investigation and evaluation of geothermal resources of Taihang arch fault cluster based on the magnetotelluric exploration[J]. Northwestern Geology, 2020, 53(4): 235–245. DOI: 10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.04.022.]
- [3] 陈昌昕, 严加永, 周文月, 等. 地热地球物理勘探现状与展望[J]. 地球物理学进展, 2020, 35(4): 1223–1231. DOI:10.6038/pg2020DD0229. [CHEN C X, YAN J Y, ZHOU W Y, et al. Status and prospects of geophysical method used in geothermal exploration[J]. Progress in Geophysics, 2020, 35(4): 1223–1231. DOI:10.6038/pg2020DD0229.]
- [4] 黄力军, 陆桂福, 刘瑞德, 等. 电磁测深方法在深部地热资源调查中的应用[J]. 物探与化探, 2004, 28(6): 493–495. DOI:10.3969/j.issn.1000-8918.2004.06.006. [HUANG L J, LU G F, LIU R D, et al. The application of electromagnetic sounding method in deep geothermal investigation[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2004, 28(6): 493–495. DOI:10.3969/j.issn.1000-8918.2004.06.006.]
- [5] 张超, 张盛生, 李胜涛, 等. 共和盆地恰卜恰地热区现今地热特征[J]. 地球物理学报, 2018, 61(11): 4545–4557. DOI:10.6038/cjg2018L0747. [ZHANG C, ZHANG S S, LI S T, et al. Geothermal characteristics of the Qiabuqia geothermal area in the Gonghe basin, northeastern Tibetan Plateau[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2018, 61(11): 4545–4557. DOI:10.6038/cjg2018L0747.]
- [6] 任磊, 薛宝林, 罗晓春, 等. 物探技术在河北西部山区深部地热勘查定井中的应用效果[J]. 矿产勘查, 2020, 11(9): 1981–1985. DOI:10.3969/j.issn.1674-7801.2020.09.023. [REN L, XUE B L, LUO X C, et al. Application of comprehensive geophysical prospecting technologies for deep geothermal exploration in the western mountainous areas, Hebei Province[J]. Mineral Exploration, 2020, 11(9): 1981–1985. DOI:10.3969/j.issn.1674-7801.2020.09.023.]
- [7] 大地电磁测深法技术规程: DZ/T 0173—1997[S]. [Technical regulations for magnetotelluric sounding: DZ/T 0173—1997[S].]
- [8] 物化探工程测量规范: DZ/T 0153—2014[S]. [Engineering survey specification for geophysical and geochemical prospecting: DZ/T 0153—2014[S].]
- [9] 卿志. 强干扰地区含噪电磁数据的信噪特征分析与多技术融合抗噪处理[J]. 工程地球物理学报, 2025, 22(5): 547–555. DOI:10.3969/j.issn.1672-7940.2025.05.026. [QING Z. Analysis of signal-to-noise

characteristics of noisy electromagnetic data and anti-noise processing through multi-technology integration in strong interference areas[J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2025, 22(5): 547–555. DOI:10.3969/j.issn.1672-7940.2025.05.026.]

[10] 余晨. 对流型地热区地热资源评价及数值模拟研究-以济源五龙口地热区为例[D]. 郑州: 华北水利水电大学, 2016. [YU C. Geothermal resource evaluation and numerical simulation research of convective type geothermal area: The Jiyuan Wu Longkou geothermal field for example[D]. Zhengzhou: North China University of Water Resources and Electric Power, 2016.]

[11] 黄力军. 可控源音频大地电磁测深法在西藏羊八井地热田勘查中的应用效果[J]. 工程地球物理学报, 2020, 17(6): 775–779. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7940.2020.06.015. [HUANG L J. Application effect of controlled source audio-frequency magnetotelluric sounding method in geothermal field of yambajanin Tibet[J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2020, 17(6): 775–779. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7940.2020.06.015.]

论文引用格式

张庆元, 王斌, 张飞, 等. 黄河上游兴海盆地大地电磁测深数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(4). (2025-11-25). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2025.0026.zh.

数据引用格式

张庆元, 王斌, 张飞, 等. 黄河上游兴海盆地大地电磁测深数据集[DS/OL]. Science Data Bank, 2025. (2025-03-24). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.01310.

A dataset of magnetotelluric sounding data from the Xinghai Basin in the upper reaches of the Yellow River

ZHANG Qingyuan^{1,2}, WANG Bin^{1,2}, ZHANG Fei³, TAN Liwei^{1,2}, LI Lei⁴,
CHAO Zengcheng^{1,2*}, LI Cong^{1,2}

1. Institute of Hydrogeological Engineering and Environmental Geological Survey of Qinghai Province, Xining 810008, P.R. China

2. Key Laboratory of Hydrogeology and Thermo-Geology of Qinghai Province, Xining 810008, P.R. China

3. State Key Laboratory of Loess Science, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710061, P.R. China

4. The Fourth Geological Institute of Qinghai, Xining 810008, P.R. China

*Email: 1570303984@qq.com

Abstract: The study investigates geothermal resource exploration in the Xinghai Basin of the Tibetan Plateau using the magnetotelluric (MT) sounding method. High-precision data acquisition combined with multi-dimensional inversion techniques was employed to characterize the deep electrical structure. This study employed the Aether full-band system from U.S.-based CG Company and LEMI-120 magnetic

probes to establish a cross-shaped survey network, completing 106 physical survey points. Innovative techniques such as dynamic electrode spacing adjustment (50–300m), multi-electrode resistance reduction (grounding resistance $<2000\ \Omega$), and multi-configuration deployment were applied to effectively overcome challenges related to signal attenuation in high-resistance formations and external electromagnetic interference. As a result, high-quality MT data with large exploration depth, high precision, and strong continuity were obtained in the Xinghai Basin. The collected data are organized into multiple single-point data files, forming a comprehensive survey result for the entire Xinghai Basin area. Each single-point dataset includes complete header information and a data volume, supporting parameters such as impedance, tipper responses, and errors. Parallel testing of instruments and magnetic probes was conducted to control data quality. The calculated total root mean square errors of resistivity and phase demonstrate that the acquired data meet quality standards. The dataset supports secondary development and application with multiple algorithms, providing significant reference value for deep geothermal exploration in the Tibetan Plateau.

Keywords: Xinghai Basin; geological characteristics; magnetotelluric data; the upper reaches of the Yellow River

Dataset Profile

Title	A dataset of magnetotelluric sounding data from the Xinghai Basin in the upper reaches of the Yellow River
Data corresponding author	CHAO Zengcheng (1570303984@qq.com)
Data authors	ZHANG Qingyuan, WANG Bin, ZHANG Fei, TAN Liwei, LI Lei, CHAO Zengcheng , LI Cong
Time range	April-October 2023
Geographical scope	Xinghai County area in the upper reaches of the Yellow River (35°38'32"–35°54'29"N, 99°46'45"–100°01'15"E)
Probing depth	4,000 m
Data volume	50.71 GB
Data format	*.atts
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01310
Source of funding	Qinghai Kunlun Talent Plan (2023QHSKXRCTJ30)
Dataset composition	The dataset consists of 2 subsets in total. 1) <i>W1.zip</i> contains the wide-area magnetotelluric signal data from the W1 profile, with a data volume of 30.12 GB. (2) <i>W2.zip</i> contains the wide-area magnetotelluric signal data from the W2 profile, with a data volume of 20.59 GB.