|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 73.020 |
| CCS | D 10 |

|  |
| --- |
| 42 |

湖北省地方标准

DB 42/T XXXX—XXXX

生态地质探测技术规程

Technical code of practice for eco-geology detection

（本草案完成时间：2022.6.16）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

湖北省市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc111620542)

[1 范围 1](#_Toc111620543)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc111620544)

[3 术语和定义 1](#_Toc111620545)

[4 基本规定 2](#_Toc111620546)

[5 技术设计 3](#_Toc111620547)

[6 探测方法 5](#_Toc111620548)

[7 野外资料质量检查、评价与验收 12](#_Toc111620549)

[8 报告编写 13](#_Toc111620550)

[附录A（规范性） 生态地质探测误差统计计算表 16](#_Toc111620551)

[附录B（规范性） 生态地质探测质量评价表 17](#_Toc111620552)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖北省地质局地球物理勘探大队提出。

本文件由湖北省自然资源厅归口。

本文件起草单位：湖北省地质局地球物理勘探大队、武汉市测绘研究院、湖北省地质调查院、湖北省地质环境总站、湖北省地质局第四地质大队、湖北省神龙地质工程勘察院有限公司、湖北神龙工程测试技术有限公司。

本文件主要起草人：

本文件由湖北省地质局地球物理勘探大队负责解释。

本文件为首次发布。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省自然资源厅，联系电话：027-86656061，邮箱：441956313@qq.com，对本文件的有关修改意见和建议请反馈至湖北省地质局地球物理勘探大队，电话：027-84239489，邮箱g200@hbwht.gov.cn，地址：武汉经济技术开发区沌阳街联城路108号，邮政编码：430056。

生态地质探测技术规程

* 1. 范围

本文件规定了生态地质探测的应用范围、应用条件、技术设计、探测方法、成果编制、野外验收和审查等主要工作环节的技术要求。

本文件适用于生态地质调查的地层结构、地质构造、地质环境和灾害、地下水的地球物理探测工作。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 14499 地球物理勘查技术符号

DZ/T 0153 物化探工程测量规范

GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范

DZ/T 0391 地球物理勘查基本术语

DZ/T 0070 时间域激发极化法规程

DZ/T 0073 电阻率剖面法技术规程

DZ/T 0081 自然电场法技术规程标准

DZ/T 0170 浅层地震勘查技术规范

DZ/T 0187 地面瞬变电磁法技术规程

DZ/T 0171 大比例尺重力勘查规范

DZ/T 0071 高精度磁法勘探规范

EJ/T 363 地面伽玛能谱测量规范

EJ/T 605 氡及其子体测量规范

CJJ/T 7 城市工程地球物理探测标准

SY/T 5249 地面液压驱动可控震源

* 1. 术语和定义

生态地质 eco-geology

研究各种生态问题或生态过程的地质学机理、地质作用过程及背景条件。



生态地质条件 eco-geological conditions

对生态有影响的地质条件的总称，主要包括地形地貌、地层岩性、成土母质、土壤、地下水等。



生态地质问题 eco-geological problems

人类活动扰动与自然条件变化引起的生态地质条件改变，导致生态系统结构和功能失调的现象。



生态地质探测 eco-geological detection

采用专门地球物理仪器设备采集信号，通过分析、处理、提取相关信息，经反演获得地下生态地质特征的方法。



电阻率法 resistivity method

以介质电阻率差异为基础，采用一定电极装置，供以稳定电流或可以忽略电磁效应的超低频交变电 流，观测供电电流强度和测量电极之间的电位差，进而计算和研究视电阻率，推断介质的电阻率变化，以研究有关地质问题的勘探方法。



地质雷达法 ground penetrating radar（GPR）

利用地质雷达发射天线向地下发射高频脉冲电磁波，由接收天线接收目标体的反射电磁波，探测目标体分布特征的勘探方法。



电磁法 electromagnetic method

根据不同频率电磁波的特点，利用人工电磁信号，测量地面电磁场的频率响应从而获得不同深度介质电性分布信息，并探测地下目的体分布特征的一种方法。



弹性波法 shallow seismic

利用地震波的原理，对地下具有波阻抗差异的地层或构造进行探测的一种方法。



测井法 logging

采用两种或两种以上的地球物理测井技术，以测量钻孔中及周围介质的物理特性的综合探测方法。

* 1. 基本规定
     1. 应用范围
        1. 用于探测生态地质的地层结构。
        2. 用于探测生态地质的地质构造。
        3. 用于探测生态地质的地质环境和灾害。
        4. 用于探测生态地质的地下水特征。
     2. 应用条件
        1. 目标体与周围地层存在明显物性差异。
        2. 目标体有足够的尺度能在地表引起可分辨的异常，或能引起足够强度的地球物理响应。
        3. 场地无地球物理信号干扰，或干扰可被消减、压制。
        4. 地形、地貌和场地条件满足探测工作布设的基本要求。
        5. 观测数据质量满足本文件规定的要求。
  2. 技术设计
     1. 设计准备
        1. 资料收集

资料收集应包含下列内容**：**

1. 地质资料：收集项目相关的地质平面图、地质剖面图、地质钻孔柱状图、遥感图像解译和野外生态地质调查等资料；
2. 地球物理资料：收集项目相关的地球物理资料，包括以往物探工作资料、物性资料、测井资料；
3. 测绘资料：收集项目相关的测绘资料，包括测绘平面图、测量控制点等。
   * + 1. 野外踏勘
          1. 应在设计前到生产测区进行野外踏勘。踏勘测区地形、地貌、交通、人文环境、噪声干扰等。
          2. 野外踏勘主要内容：
4. 调查测区内交通网；
5. 查看测区地形地貌，为探测布设做好准备；
6. 核查收集到的地质、物探、物性及测绘等资料；
7. 调查测区探测方法的噪声干扰源特征；
8. 调查测区内经济、人文地理等实际情况，并对开展野外工作所需要的基本保障条件进行详细的了解；
9. 开展探测安全施工的危险源调查。
   * 1. 方法有效性试验和分析
        1. 方法有效性试验
           1. 技术设计前或开工初期应安排必要的技术试验，以确定最佳探测技术参数。探测技术试验剖面应符合以下条件：
10. 技术试验剖面应选择在地质情况比较清楚、有代表性的地段；
11. 试验点应选择在地形平坦、地质条件相对简单的区域。在条件许可时，宜在已知地质剖面上的钻孔位置进行。
    * + - 1. 技术试验内容包括：
12. 探测装置：依据工作目的要求，一般应选择多个装置进行观测结果对比试验，确定最优形式。
13. 探测深度：根据现场条件，进行探测深度试验，应确定方法的有效探测深度。
14. 探测范围：根据现场条件，确定有效探测范围。
15. 探测的技术参数：应根据现场条件和工作目的要求，试验和确定方法的仪器设备、工作装置的技术参数。
    * + 1. 探测有效性分析
           1. 应根据具体生态地质任务的要求，结合方法有效性试验的成果，详细分析与评价探测的有效深度、最小和最大分辨率，最后综合判定方法的应用有效性。
           2. 应根据探测目标体的特点，在方法的有效性的基础上，分析并确定仪器设备、工作装置等技术参数。
      1. 工作精度
         1. 工作精度应根据勘查任务、地形条件、干扰条件、探测深度及其他因素进行设计。
         2. 工作精度采用均方相对误差来进行衡量。宜根据工作的比例尺选择测网大小或点线距，地球物理探测方法和行业规范确定均方相对误差。
      2. 设计书编写
         1. 设计书的编写应根据工作目的任务和测区的实际情况，确定野外施工的测网和工作精度。
         2. 观测技术参数选择应根据方法有效性试验分析确定。在实际观测过程中，可根据探测特征进行合理调整。
         3. 测网选择应根据地质任务、工作性质、勘查对象和地形地貌合理选择，点线距根据比例尺的要求选定，应能良好反映生态地质体的尺度：
16. 测线方向应尽可能垂直于探测生态地质目标体的走向；
17. 测线尽可能与已知地质、物探、钻探勘查剖面重合；
18. 测线、测点号编排采用相同规律，点线号按自西向东、自南向北增大的顺序编排。
    * + 1. 设计书的内容根据项目的特点编写，应涵盖以下内容：
19. 序言：简述项目来源、项目概况，测区的自然地理、经济地理概况；
20. 任务与目的：工作任务、工作范围、比例尺、勘查目标物、实物工作量等；
21. 以往工作成果和评价：简述与工作任务相关地质、物探、钻探工作成果，以及对这些工作的评价；
22. 执行的技术标准；
23. 测区地质和地球物理特征：简述测区地质特点，包括地层、构造、水文地质及生态地质等；测区地球物理特征；应描述前期的方法有效性试验和探测有效性分析的成果，论证项目开展生态地质探测的地球物理前提条件；
24. 方法技术、仪器设备、技术指标及质量要求：阐述要解决具体地质问题，分析其合理性和有效性。阐述技术试验的结论或试验方法的选择。阐述野外工作方法技术的选择，包括测网的选择、测线测点的布置，对仪器的性能及使用等要求；观测技术与质量；物性参数测定的要求等；
25. 工作部署：工作各阶段的安排、时间分配及主要时间节点；
26. 数据处理和资料解释：阐述资料整理、数据预处理方法及要求，资料处理、解译的方法及成果资料质量的保证措施；
27. 安全生产、组织与管理：阐述人员安排、仪器设备，保证野外工作质量、工作安全、提高工作效率的技术措施；
28. 提交成果的内容及时间；
29. 经费预算；
30. 相关附图和附表。
    * 1. 设计书审批与变更
         1. 设计书应由管理部门或相关单位组织批准或审批，未经批准不得施工。
         2. 因客观条件的变化，无法按照设计书执行时，经过管理部门或相关单位组织批准或审批，根据实际条件对设计书进行调整。
    1. 探测方法
       1. 基本要求
          1. 生态地质调查主要的探测方法、物性参数、常用仪器设备及适用范围见表1。
          2. 根据调查区特征、调查规范、仪器发展水平与可操作性，以及相关方法的成功应用案例，生态地质探测的主要探测方法：直流电法、电磁法、弹性波法、高精度磁法、高精度重力法、放射性测量法、测井法。
          3. 条件允许时，宜同时采用多种方法进行探测。由于不同方法探测精度和深度不同，在同时使用多种方法进行生态地质调查测区探测时，应注意主次搭配。
          4. 针对不同调查对象采用适当的具体探测方法，见本文件附录C。
31. 生态地质调查主要探测方法

| 序号 | 探测方法 | 物性参数 | 常用仪器设备 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 直流电法 | 视电阻率、  极化率 | 激电仪、高密度电法仪、  多功能电法分布式采集工作站 | ①地层结构（第四系覆盖层结构、厚度；风化层厚度、分布、垂直分带；古河道、古潜山、古冲积扇；基岩面埋深及起伏形态 、基岩地层结构）。  ②地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ③地质环境、灾害（滑坡；地面塌陷、地面沉降、地裂缝；崩岸、堤坝渗漏；采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。  ④地下水（含水层结构、岩性、埋深、厚度；含水破碎带）。 |
| 2 | 电磁波法 | 介电常数、电磁波速、吸收衰减系数、介质分层电导率 | 地质雷达仪、电导率成像系统、  土壤电导率成像仪、瞬变电磁仪 | ①地层结构（第四系覆盖层结构、厚度；风化层厚度、分布、垂直分带；基岩面埋深及起伏形态、基岩地层结构）。  ②地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ③地质环境、灾害（滑坡；地面塌陷、地面沉降、地裂缝；崩岸、堤坝渗漏；采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。  ④地下水（含水层结构、岩性、埋深、厚度；）。 |
| 3 | 弹性波法 | 纵横波速（Vp、Vs）、弹性模量、泊松比、密度等 | 浅层地震仪、面波仪、微动仪 | ①地层结构（第四系覆盖层结构、厚度；风化层厚度、分布、垂直分带；古河道、古潜山、古冲积扇；基岩面埋深及起伏形态 、基岩地层结构）。  ②地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ③地质环境、灾害（滑坡；地面塌陷、地面沉降、地裂缝；崩岸；采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。 |
| 4 | 高精度磁法 | 磁场强度 | LACOSTE高精度磁力仪 | ①地层结构（基岩面埋深及起伏形态 、基岩地层结构）。  ②地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ③地质环境、灾害（采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。 |
| 5 | 高精度重力法 | 重力值 | CG-5型重力仪 | ①地层结构（基岩面埋深及起伏形态 、基岩地层结构）。  ②地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ③地质环境、灾害（采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。 |
| 6 | 放射性测量法 | 伽玛照射量、  氡气浓度 | 伽玛射线测量仪、氡测量仪 | ①地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ②地质环境、灾害（滑坡；地面塌陷、地面沉降、地裂缝；采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。 |
| 7 | 井中探测法 | 电阻率、自然电位、电磁波速、弹性波速、电磁波衰减度等 | 弹性波测井成像系统、  电磁波测井成像系统、  钻孔雷达 | ①地层结构（第四系覆盖层结构、厚度；风化层厚度、垂直分带；古河道、古潜山、古冲积扇；基岩地层结构）。  ②地质构造（断裂、破碎带、裂隙发育带）。  ③地质环境、灾害（滑坡；地面塌陷、地面沉降、地裂缝；崩岸、堤坝渗漏；采空区、地下洞穴；岩溶与土洞）。 |

* + 1. 直流电法
       1. 适用条件

直流电法的适用条件：

1. 目标体与周围地层存在明显电阻率或极化率差异；
2. 具备必要的接地条件；
3. 测线下覆地层无低阻屏蔽层。
   * + 1. 测线测点布置原则

直流电法测线布置遵循以下原则：

1. 确定测区范围时应考虑地形、地貌，兼顾施测方便，力求资料完整和测区边界规则；
2. 测网的覆盖范围要涵盖整个调查区，条件较好的地区应向调查区周边延伸，以了解调查区外围的状况，保证有足够的背景场衬托异常，保证异常的完整性；
3. 测线布置在覆盖范围内尽可能采用网格状方式布置，测线应尽量平行和垂直于目标物分布方向，并尽可能避免或减小地形和其他干扰因素的影响；
4. 测线位置应尽量避免穿越河道、池塘等难以跨越的地方，宜采用直线布置为主；
5. 结合探测区地貌以及生态地质可能分布深度的资料确定测线长度，方便野外探测设备的准备以及探测到目标物。
6. 直流电法应依据分辨率和探测深度确定合理的测点间距和电极间距。
   * + 1. 常用装置

直流电法常用的装置有:对称四极装置、复合对称四极装置、联合剖面装置、偶极剖面装置、中间 梯度装置、高密度电阻率法测量装置（排列）。高密度电阻率法常用测量装置有温纳装置法、斯伦贝谢装置法（简称斯贝法）、二极装置法及偶极装置法。

* + - 1. 电极距

最大供电电极距 AB 至少应为勘查目标物顶部埋深的 4～6 倍，测量电极距M、N应不大于勘查目标物的顶部埋深。野外测定过程中，决定探测深度（z）的主要测定参数为：供电电极A、B之间的极距 L 和测量电极M、N之间极距a，并与测定方式有关。

* + - 1. 数据采集

野外数据采集应遵循下列原则：

1. 测量和记录测线的起止点和控制点坐标，并对测线附近的地形、地表建筑物等作适当描述。当地表高程差异明显（地形坡度大于15°时），必须对各电极进行高程测量，以供后面地形校正使用；
2. 根据现场测量状况调整测定参数，采集数据。测定时工作人员应注意屏幕上各电极间的通电反应，必要时调整测定参数重新测定；
3. 对于每个排列的观测，坏点总数不应超过测量总数的l％，对意外中断后的复测，应有不少于 2 个深度层的重测值；
4. 对二极和三极观测装置，应采集电压和电流值，数据处理时，应另行计算出视电阻率值；当远电极极距 OC 不满足 5倍以上 OA 时，应在数据处理中进行远电极修正；
5. 现场观测时，应记录排列位置，并注明特殊环境因素的位置，同时应在草图上标明。
   * + 1. 数据处理和资料解译

生态地质直流电法探测的数据处理和资料解译，执行DZ/T 0070、DZ/T 0073、DZ/T 0081的规定

* + 1. 电磁波法
       1. 电磁法勘探可选用地质雷达法、瞬变电磁法、电导率成像等。
       2. 适用条件

电磁波法的适用条件：

1. 被探测目的体或目的层与围岩之间存在明显的电性差异，如视电阻率、电导率或介电常数差异；
2. 被追踪地层应具有一定的厚度，被追踪地质体具有一定的规模；
3. 工测区内没有较强的工业游散电流、大地电流或电磁干扰；
4. 被探测目的层或目的体位于探测盲区以下。
   * + 1. 测线测点布置原则

测线布置遵循以下原则：

1. 同电阻率法6.2.2中的a)-e);
2. 电导率成像和瞬变电磁法测线应在目标体有5个以上的探测测点。
   * + 1. 地质雷达
          1. 参数设置

地质雷达测定参数选择的正确与否，关系测定结果质量。探测系统需设定的工作参数，包括：天线频率、时间取样间隔、天线移动间距、天线间距、时间窗口及迭加次数、滤波参数、增益参数等：

1. 天线频率：天线频率选择与目标体大小及所处深度有关。常见的天线频率有 25MHz、40MHz、100MHz、200MHz、500MHz和1000MHz等可供选择。天线频率与探测目标大小和深度之间存在相关的关系，建议在应用时进行实地试验，选择合适的天线频率。
2. 地质雷达测量参数有天线移动间距、时间取样间隔、时间窗口、迭加次数、取样频率等应现场进行实地试验，选择合适的测量参数。
   * + - 1. 数据采集

地质雷达进行探测时，工作人员应注意仪器屏幕接收天线的信号曲线形态，根据现场耦合状态调整测定参数，信号稳定时采集数据：

1. 应通过试验选择天线的工作频率，确定介电常数、电磁波的传播速度等；当探测条件复杂时应选择两种或两种以上不同频率的天线进行测试；
2. 应选择合适的时间窗口和采样间隔，并在数据采集过程中根据干扰情况及图像（或波形）效果及时调整测定参数；
3. 连续测量时，天线移动速度应均匀，并与仪器扫描率相匹配；使用分离天线进行点测时，应调整天线距离使来自目标体的反射信号最强；使用偶极天线时，天线取向宜使电场的极化方向与目标体长轴或走向平行，当目标体长轴方向不明时，宜使用两组正交方向的天线分别进行观测；
4. 遇有干扰影响或处在异常点位置应及时在记录中予以标注，重点异常区应重复观测，重复性较差时，应查明原因。
   * + 1. 瞬变电磁法
          1. 瞬变电磁法应根据工作条件和探测任务选择使用重叠回线装置、中心回线装置、偶极装置、大定源回线装置等。
          2. 参数设置
5. 应当根据勘探深度，选择合适的关断时间、关断电流、时窗大小等。
6. 观测参数应通过试验确定；
   * + 1. 数据采集
7. 现场观测值应在噪声电平以上;
8. 应在测区内均匀布置于扰水平观测点，应根据干扰水平选择叠加次数；
9. 曲线出现畸变时，应查明原因后重复观测，或加密测点；
10. 每个测点观测完毕，应对数据或曲线进行检查，确认合格后方可搬站。
    * + 1. 电导率成像
           1. 电导率成像可以采用传统单点测量、也适合地面2D、3D连续张量式电导率测量。
           2. 电导率成像应加强高频讯号，增加采集数据的可靠性和提高分辨率。探测系统需设定的工作参数，包括：频率范围、冲量、电磁脉冲间距、时间窗口、迭加次数、滤波参数、增益参数等：

a) 频率范围：10Hz-100KHz；

b) 电导率成像其他测量参数应现场进行实地试验，选择合适的测量参数。

* + - 1. 数据处理和资料解译

生态地质电磁法探测的数据处理和资料解译，执行DZ/T 0187、CJJ/T 7的规定

* + 1. 弹性波法
       1. 弹性波法根据地质条件和探测要求，可选择使用浅层折射波法、浅层反射波法、瞬态面波法、微动勘探法、三维地震反射波法，水域地层剖面探测和水域地震勘探等。
       2. 适用条件

弹性波法的适用条件：

1. 目标体与周围地层存在明显波阻抗或速度差异；
2. 追踪地层应具有一定的厚度，且应大于有效波波长的1/4；
3. 探测的断层时，应有明显的断距或破碎带；
4. 面波探测时，被探测地层与其相邻层之间、透镜体或不良地质体与其周边地层应存在大于20%的面波波速差异；
5. 水域探测时，水深范围3m～1000m。探测深度小于50m可用浅地层剖面仪；探测深度小于200可用中地层剖面仪。
   * + 1. 测线布置原则

弹性波法测线布置遵循以下原则：

1. 同电阻率法 4.2.2.1 中a）-e）；
2. 折射波法沿测线被追踪地层的视倾角与折射波临界角之和应小于90°；
3. 浅层反射波法入射波能在界面上产生较规则的反射波；
4. 瞬变面波和微动勘探时，地面应相对平坦或坡面为单斜且起伏不大，并避开沟、坎等复杂地形和障碍物的影响。
   * + 1. 震源要求

弹性波法可使用爆炸震源、可控震源、锤击震源、落重震源、电火花震源或天然微动震源等。

1. 震源应有所选工作方法需要的主频地震脉冲，能量符合探测深度要求；
2. 可控震源的型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存应按SY/T 5249的规定执行；
   * + 1. 仪器

浅层折射波法、浅层反射波法、瞬态瑞雷面波法仪器通道数不应少于12道，天然源面波法仪器通道数不应少于4道；三维地震勘探仪器宜具有分布式功能或无线节点数据采集和存储功能。

1. 仪器采样率可选、最小采样间隔不大于0.05ms，微动仪最小采样间隔分为1、2、4、10等若干档；
2. 仪器动态范围不应低于120dB，模数转换（A/D）的位数不宜小于20 位；
3. 仪器放大器各通道的幅值偏差不应大于5%，相位时差不应大于所用采样时间间隔的一半；
4. 通频带为0.5Hz～4000Hz，天然源面波仪通频带为0.2Hz～4000Hz；
5. 仪器应具有频响与幅度一致性的自检功能；
6. 放大器内部噪声不大于1μV，无前放增益时，放大器内部噪音和直流漂移均不大于4μV。
   * + 1. 检波器
7. 应采用垂直方向的速度型检波器，天然源面波应采用低频、高灵敏检波器；
8. 检波器各道之间自然频率允许偏差为±10%，灵敏度允许偏差为±10%，相位差允许偏差为±1ms，电阻值允许偏差为±10%，阻尼系数允许偏差为±10%；
9. 绝缘电阻不小于10MΩ；
10. 井下和水下使用的检波器，应有良好的防水性能。
    * + 1. 数据采集、数据处理和资料解译

生态地质的弹性波法探测数据采集、数据处理和资料解译，执行DZ/T 0170、CJJ/T 7的规定。

* + 1. 井中探测法
       1. 井中探测法包括电测井、弹性波测井、电磁波井、井间层析成像、放射性测井、管波探测法等。井中探测法可用于钻孔中测定相关物性参数、岩体完整性、区分岩性、划分地层等。
       2. 基本要求

1. 井中探测的井下设备应耐压、抗震且防水；
2. 仪器设备的绝缘性能应符合下列规定。地面仪器之间及反对地、绞车集流环对地、供电电源对地的绝缘电阻应大于1O兆欧；电缆缆芯对地、电极系各电极之间、井下仪器线路与外壳之间的绝缘也阻应大于2兆欧；
3. 测井电缆深度标记间隔应与深度比例尺相适应，长度相对误差不应大于0.2%;
4. 连续测井方法在记录测井曲线时，电缆的升降速度应保持恒定，升降速度应保证深度准确、数据清晰。
   * + 1. 电测井
          1. 电测井可用于测定地层和地下水的电性参数，确定含水层位置和厚度，区分淡水和咸水，测量钻孔中含水层之间的联系等。
          2. 电测井的电极装置、电极距应根据探测任务要求和不同测区的地球物理条件，经试验后确定。
       2. 弹性波测井
          1. 弹性波测井可用于测定岩土层的弹性波波速、岩体的完整性和风化程度。
          2. 波速测试可根据现场条件选择地面激发-井中接收，井中激发-地面接收或井中激发-井中接收的工作方式。
          3. 测试横波时，接收探头应贴井壁，并应进行正反方向激发，同一测点接收探头不得旋转、移位。
       3. 电磁波测井
          1. 电磁波测井可用于单个钻孔中划分地层、区分含水层，也可确定钻孔岩层中裂隙、溶洞、松散层的位置等。
          2. 电磁波测井可使用测井探头或天线系统，并应具有保持探头或天线系统紧贴井壁的装置。
          3. 现场工作时应根据地质地球物理条件和精度要求选择一个或多个工作频率，工作频率不宜小于20MHz。
       4. 井间层析成像
          1. 井间层析成像可用于探查井间地质构造、岩溶洞隙、断裂、破碎带等不良地质的发育、分布及连通性。
          2. 井间层析成像可分为井间弹性波层析成像、井间电磁波层析成像、井间电阻率层析成像，应根据地质地球物理条件，应结合探测目标体的特点、井壁质量、泥浆条件、井间距离和成像精度等选用成像方法。
          3. 弹性波层析成像段应无金属套管且有井液，宜等间距激发、等间距接收，且间距不应大于探测目标体的尺寸。井下震源或地表震源的激发能量应能够在观测井产生足够的信号强度。
          4. 电磁波层析成像段应为裸眼井，现场宜实施双频观测，工作频率应由现场试验确定，每个剖面在完成一次完整的观测后，发射井和观测井应互换后实施第二次测量，以实现井间观测数据的完整采集。
          5. 电阻率层析成像钻孔应为静充水条件下的裸眼井，二极法观测的两个远电极应有良好的接地条件，距观测剖面的距离应为井间距的5倍以上；在井间和两井连线外侧的地表宜同时布设地表测量电极。
       5. 数据处理和资料解译

生态地质测井法探测的数据采集、数据处理和资料解译，执行规范性引用文件的规定。

* + 1. 重力、磁法、放射性勘探法

生态地质的重力勘探，执行DZ/T 0171的规定。

生态地质的磁法,执行DZ/T 0071的规定。

生态地质的放射性勘探,执行EJ/T 363、EJ/T 605的规定。

* 1. 野外资料质量检查、评价与验收
     1. 原始资料的整理
        1. 班报记录的整理应按工区测线及施工排列的顺序整理装订成册，并在每册的封面注明单位名称、工区、测线号及施工排列的起始号和终止号、工作时间等。
        2. 记录数据的固体储存介质上应粘贴标签，编写序列号、测线号和日期、记录格式、记录长度、采样率等。确保与班报对应无误。
        3. 监视记录应按工区测线统一编录，装订成册。
     2. 野外资料质量检查
        1. 测区的观测质量以“系统检查观测”来评价。系统检查观测点一般应为测区总工作量的3%～5%，且不少于1个测点。在测区内和时间上随机选择，且大体均匀分布。在异常区段，对推断解释有意义的测点应重点检查。
        2. 系统检查观测应在原始观测完成之后，采取相同或不同仪器对于不同日期、相同测点进行重新布置并观测。
        3. 检查点的检查观测和原始观测，主要对比测点两次观测采用相同反演参数的均方相对误差满足工作精度的要求。项目质量检查对检查点的误差计算结果应编制检查点误差统计计算表，格式见本文件的附录A。
        4. 生态地质探测应采用测点主要反演参数(X)的均方相对误差进行质量评价。设检查观测并参与统计的频点数为n，mi为第i个频点的反演参数相对误差，均方相对误差M按下列公式(1)计算。

 ()

式中：

M——均方相对误差；

n——检查观测并参与统计的频点数；

mi——第i个频点反演参数的相对误差。

* + 1. 野外资料质量评价
       1. 野外测点数据质量根据测点原始数据或反演的主要参数特性进行评价。测点数据的质量评价分为三个等级:

1. Ⅰ级（优良）：原始数据特征优秀或反演的主要参数特性优良；深度超过勘查深度要求。
2. Ⅱ级（合格）：原始数据特征良好或反演的主要参数特性合格；深度满足勘查深度要求。
3. Ⅲ级（不合格）：原始数据特征良好或反演的主要参数特性合格；深度未达到勘查深度要求。
   * + 1. 野外测点数据的Ⅰ级测点数量占比不低于80%，Ⅱ级测点数量不髙于20%，无Ⅲ级测点。应及时对野外测点观测数据开展质量评价工作，出现不合格或Ⅲ级测点应及时返工。评价表格式见本文件的附录B。
     1. 野外资料质量验收
        1. 验收原始资料包括：
4. 仪器标定或自检、一致性试验记录（含电子文档）；
5. 野外观测班报记录；
6. 各测点记录数据（U盘或硬盘等）；
7. 测量数据（含电子文档）；
8. 质量检查点数据；
9. 验收相关文件。
   * + 1. 验收基础资料包括：
10. 实际材料图；
11. 各测点原始曲线图册；
12. 各测线主要反演参数的断面图；
13. 质量检查点误差统计表；
14. 参数测定记录及统计表；
15. 野外工作小结。
    1. 报告编写
       1. 基本要求
          1. 报告的原始和基础性资料，应在外业数据和资料验收合格后使用。
          2. 报告的文字应叙述准确、完整、真实，图表清晰，结论与建议明确、 合理。
          3. 报告编写应依据下列资料：
16. 项目任务书；
17. 项目任务书变更和工作调整批复意见书；
18. 设计书、设计审查意见书、设计审批意见书；
19. 野外验收意见书；
20. 其它有关的技术规范和技术标准；
21. 野外实测数据、资料处理解释及综合研究成果。
    * + 1. 报告编写要求及程序应包含下列内容：
22. 全面完成了任务书的工作任务，并通过了野外验收后方可编写成果报告；
23. 为了满足异常定性、定量解释需要，进行物性参数测定后，方可进行报告编写；
24. 报告编写前对数据应进行必要的数据处理，数据处理软件应是经过行业认可的软件；
25. 报告附图的制图软件应采用成果资料汇交指定的制图软件；
26. 报告编写要收集、采用最新的地质成果资料，并对其质量可靠性进行认真评估，确认其是否合格，不合格的资料不能用于成果报告的编写。
27. 报告中的技术符号应符合GB/T 14499的要求；
28. 报告编写应充分运用新理论、新技术、新方法、新观点；
29. 成果报告应根据各专业要求的格式进行编写。
    * 1. 报告
         1. 序言

简述项目的来源、项目的性质和工作任务；测区的自然地理及经济地理概况。

* + - 1. 地质任务及完成情况

工作的具体任务；使用的主要仪器设备；野外施工过程；野外工作起始时间；完成的野外勘查总工作量等。

* + - 1. 工区位置、概况、前人工作程度及主要研究成果

测区场地范围、测网位置、剖面方位、障碍物或干扰情况；测区以往的地质及物探工作程度，以及对这些工作的评价；总结本次勘查工作的主要研究成果。

* + - 1. 工区地质及地球物理特征

工区的地质、构造特征，应详细描述与工作任务有关的内容；工区的物性特征；结合工区的地质特点，分析勘查目标体及各种地层、构造等在观测结果中的反映，建立推断解释的正演模型。

* + - 1. 野外工作方法技术和质量评价

工作中采用的仪器设备及具体方法技术，方法试验的工作情况，阐述方法技术的合理性和所取得资料的可靠性与精度。描述野外工作质量措施，说明质量检查方法、检查工作量、分布等，并根据检查结论及其他资料说明野外观测的完整性、可靠性、精确性等工作情况。

* + - 1. 资料处理方法

原始资料整理、数据预处理方法、反演方法和图件编绘等。

* + - 1. 解释推断

描述资料解释发现的参数异常，说明其特征；综合地质解释、分析地球物理场异常，阐明引起异常的地质现象或原因，编绘成果图；讨论解释推断结果的可靠程度以及定量解释结果的精确程度。

* + - 1. 结论与建议

论述取得的各项结论和成果，说明其中存在问题的原因；提出本区下阶段地质工作、物探工作、异常查证的建议，说明这些工作的意义、具体任务、方法手段、工作范围及应注意的问题。

* + 1. 图件、附件及附表

报告主要图件、附件及附表包括：

1. 勘查实际材料图；
2. 仪器设备一致性检查资料；
3. 综合解释推断剖面图；
4. 探测点实测特征曲线图；
5. 测线主要参数剖面；
6. 物性资料收集和测定说明；
7. 质量检查点误差统计计算表；
8. 其他附件。
   * 1. 资料存档

成果报告通过评审后，对其进行修改，将正式的成果报告和资料提交有关部门存档。

2. 附 录 C
3. （规范性）
4. 微动勘探频散曲线质量评价表
5. 工区： 测线： 测点：
6. （规范性）  
   生态地质探测误差统计计算表

工区： 测线： 测点：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 深度（m）/  频率（Hz） | X | | | X | | | 备注 |
| 原始  观测  X | 检查  观测  X | 相对  误差  Mi | 原始  观测  X | 检查  观测  X | 相对  误差  X |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 均方相对误差或均方误差（M） |  |  |  |  |  |  |  |

计算者： 检查者：

年 月 日

1. （规范性）  
   生态地质探测质量评价表

工区： 测线： 测点：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 点号  /  线号 | VR1 | | | VR2 | | | 单测点 | | | 备注 |
| **Ⅰ** | Ⅱ | Ⅲ | **Ⅰ** | Ⅱ | Ⅲ | **Ⅰ** | Ⅱ | Ⅲ |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

评价者： 检查者：

年 月 日

附 录 C

（资料性）

生态地质探测方法选择

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 适用范围  探测方法 | | 地层结构 | | | | 地质构造 |
| 风化层厚度 、分布 、垂  直分带 | 第四系覆盖层结  构 、厚度 | 古地貌（古河道 、古潜山 、  古冲积扇） | 基岩面埋深及起伏形态 、基岩  地层结构 | 断裂 、破碎带 、裂隙发育带 |
| 直流电法 | 电测深法 | ○ | ○ |  | ○ | ● |
| 电剖面法 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 高密度电阻率法 | ● | ● | ● | ● | ● |
| 自然电场法 |  |  |  |  |  |
| 充电法 |  |  |  |  | ○ |
| 直流激发极化法 | ○ |  |  | ○ | ○ |
| 电磁法 | 电磁测深法 |  | ○ |  | ○ | ● |
| 电磁剖面法 |  | ○ |  | ○ | ● |
| 瞬变电磁测深法 |  | ○ |  | ○ | ● |
| 地质雷达 | ● | ● |  | ● | ● |
| 地面核磁共振法 |  |  |  |  |  |
| 弹性波法 | 反射波法 | ● | ● | ● | ● | ● |
| 折射波法 |  |  |  |  | ○ |
| 直达波法（透射波） | ● | ● |  | ● | ○ |
| 面波法（瞬态、微动） | ● | ● |  | ● | ○ |
| 高精度磁法 | |  |  |  |  | ○ |
| 高精度重力法 | | ○ | ○ |  | ○ | ○ |
| 放射性测量法 | |  |  |  |  | ● |
| 井中探测法 | 电测井 | ○ | ○ |  | ○ | ○ |
| 电磁波测井 | ○ | ○ |  | ○ | ○ |
| 弹性波法测井 | ○ | ○ |  | ○ | ● |
| 井间层析成像 | ○ | ○ |  | ○ | ● |
| 其他测井 |  |  | ○ |  | ○ |

附 录 C（续）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 适用范围  探测方法 | | | 地质环境 、灾害 | | | | | 地下水 | |
| 滑坡 | 地面塌陷、地面沉降 、地裂缝 、崩岸 | 堤坝渗漏、坝体水位 | 采空区、地下洞穴 | 岩溶发育带与土洞分布 | 含水层结构 、岩性 、埋深 、厚度 | 含水破碎带 |
| 直流电法 | | 电测深法 |  |  |  |  |  | ● | ● |
| 电剖面法 | ○ | ○ |  | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 高密度电阻率法 | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 自然电场法 |  |  | ● |  |  |  | ● |
| 充电法 | ○ |  |  |  | ○ |  |  |
| 直流激发极化法 | ○ |  |  |  |  |  | ● |
| 电磁法 | | 电磁测深法 |  |  |  | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 电磁剖面法 |  |  |  | ● | ● | ○ | ○ |
| 瞬变电磁测深法 |  |  |  |  | ○ |  |  |
| 地质雷达 | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ |
| 地面核磁共振法 |  |  |  |  |  | ○ | ● |
| 弹性波法 | | 反射波法 |  |  |  | ● | ● |  |  |
| 折射波法 | ○ | ○ |  | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 直达波法（透射波） | ○ | ○ |  | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 面波法（瞬态、微动） | ○ | ○ |  | ○ | ○ |  |  |
| 高精度磁法 | | | ○ | ○ |  | ○ | ○ |  |  |
| 高精度重力法 | | | ○ | ○ |  | ○ | ○ |  |  |
| 放射性测量法 | | | ● | ● |  | ● | ● |  |  |
| 井井中探测法 | 电测井 | |  |  | ○ | ○ | ○ |  | ○ |
| 电磁波测井 | |  |  |  | ● | ● |  |  |
| 弹性波法测井 | |  |  |  | ● | ● |  |  |
| 井间层析成像 | | ○ |  | ○ | ● | ● |  |  |
| 其他测井 | | ○ |  |  |  |  |  | ○ |

附 录 C（续）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 适用范围  探测方法 | | 地下水 | | | | 地表水域 |
| 地下水流向、与地表水联系 | 岩溶裂隙水、地下暗河 | 相对富水带 | 地下水污染 | 水底地形、地层结构、隐伏断裂 |
| 直流电法 | 电测深法 |  |  |  |  |  |
| 电剖面法 | ○ |  |  | ○ | ○ |
| 高密度电阻率法 | ● | ● | ○ | ○ | ● |
| 自然电场法 | ● |  |  |  |  |
| 充电法 | ● | ● |  |  | ○ |
| 直流激发极化法 |  | ● | ● |  | ○ |
| 电磁法 | 电磁测深法 |  |  |  |  |  |
| 电磁剖面法 |  | ○ |  |  | ○ |
| 瞬变电磁测深法 |  | ○ |  |  |  |
| 地质雷达 |  | ○ |  |  | ● |
| 地面核磁共振法 | ● | ● | ● |  |  |
| 弹性波法 | 反射波法 |  |  |  |  | ● |
| 折射波法 |  |  |  |  | ○ |
| 直达波法（透射波） |  |  |  |  | ○ |
| 瑞雷波法（面波） |  |  |  |  |  |
| 高精度磁法 | |  |  |  |  | ● |
| 高精度重力法 | |  |  |  |  | ○ |
| 放射性测量法 | |  |  |  |  |  |
| 井中探测法 | 电测井 | ○ |  | ○ |  |  |
| 电磁波测井 |  | ○ |  |  | ○ |
| 弹性波法测井 |  | ○ |  |  | ○ |
| 井间层析成像 |  | ○ |  |  | ○ |
| 其他测井 | ○ | ○ |  | ○ |  |

注 ： ●推荐方法 ； ○可选方法 。