



团 体 标 准

T/SDTRB XXXX-XXXX

既有磁性锚杆长度检测技术规程

Code of practice for testing of existing magnetic anchor length

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

山东省交通运输研究会 发布

目 次

目 次	I
前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 检测工作程序	2
5 接受委托	3
6 现场调查与资料收集	3
7 制定检测方案	3
7.1 检测数量与抽样方案	3
7.2 检测方案编制	4
8 现场准备	5
8.1 锚杆定位与标识	5
8.2 作业环境与空间	5
8.3 钻机及钻孔设置	5
8.4 安全准备	6
9 现场检测	7
9.1 检测原理	7
9.2 检测仪器设备	7
9.3 数据采集	7
9.4 检测数据分析	9
9.5 检测结果判定	10
10 出具检测报告	10
11 过程记录	11
附录 A （资料性） 典型 Gz 曲线示例	12
附录 B （资料性） 检测记录表格模板	13

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。

本文件由山东省交通运输研究会提出并归口。

本文件起草单位：济南能源工程集团有限公司、山东省交通科学研究院、山东科技大学。

本文件主要起草人：张志军、张文俊、刘卿、潘福勇、张旭、高天罡、施振跃、解春林、李鸿钊、王琳、陈朋、刘秀杰、刘广波、赵军平、王振军。

既有磁性锚杆长度检测技术规程

1 范围

本文件确立了采用旁孔磁测法对既有磁性锚杆长度进行检测的工作程序，规定了既有磁性锚杆长度检测的接受委托、现场调查与资料收集、检测方案制定、现场准备、旁孔磁测法检测、检测报告出具等阶段的指示，以及各阶段之间的转换条件，描述了既有磁性锚杆长度检测过程的追溯方法。

本文件适用于公路、市政、水利、铁路等工程中已投入使用的磁性锚杆长度的检测。

本文件不适用于下列场景：

- a) 锚杆周围存在强磁性介质且无法有效屏蔽的工程，如磁铁矿层、高磁性矿物富集区的工程；
- b) 检测孔无法钻设的场景。

2 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。

JGJ/T 422 既有建筑地基基础检测技术标准

JJG（交通）175 钢筋笼长度磁法检测仪

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

既有磁性锚杆 Existing magnetic anchor bolt

已施工完成并投入使用的，由铁磁性材料制作的锚杆。

3.2

检测孔 Inspection hole

为放置磁传感器，在锚杆旁侧钻设的与锚杆轴线平行的辅助钻孔，用于磁场信号采集。

3.3

旁孔磁测法 Side-hole magnetic survey method

通过检测孔，利用磁传感器采集铁磁性锚杆与周围介质的磁场差异信号，分析磁场异常特征以判定其长度的检测方法。

[来源：JGJ/T 422-2018，2.1.4，有修改]

3.4

磁场垂直分量梯度 (Gz) Gradient of the vertical component of the magnetic field (Gz)

磁场垂直分量 (Z 轴方向) 随深度的变化率。

注：单位为纳特斯拉每米 (nT/m)

3.5

磁场异常特征 Magnetic field anomaly characteristics

由锚杆与周围介质产生的磁场垂直分量梯度曲线的极值点或突变点，反映锚杆与周围介质的磁性差异。

4 检测工作程序

既有磁性锚杆长度检测程序包括 6 个阶段：接受委托，现场调查与资料收集，制定检测方案，现场准备，现场检测，出具检测报告，程序流程如图 1 所示。

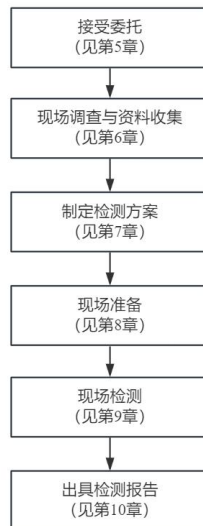


图 1 检测工作程序图

5 接受委托

5.1 由委托方出具正式委托书，包括委托单位名称、项目名称、项目结构形式、检测内容、检测要求、检测时限等信息。

5.2 接受委托后，检测单位指派满足检测项目专业和数量要求的检测人员，组建检测项目组进入现场调查与资料收集阶段。

6 现场调查与资料收集

6.1 项目组现场调查，查明并记录下列内容：

- a) 工程地址、支护结构形式、锚杆布置形式与现场现状；
- b) 锚杆服役年限、使用期间是否进行过翻新改造、维修加固、变更等情况；
- c) 锚杆作用结构是否存在变形、开裂、破坏、用途变更等情况；
- d) 锚杆服役过程中场地的环境变化相关情况；
- e) 检测区域电磁干扰源、地下管线、构筑物分布情况；
- f) 影响检测工作进度计划的因素，需委托方与其他单位配合的工作内容；
- g) 检测作业的安全保障、环境保护相关要求；
- h) 其他对现场检测产生影响的因素。

6.2 按以下范围收集相关资料，确保资料真实、完整且可追溯：

- a) 工程岩土工程勘察报告；
- b) 锚杆工程设计文件，包括锚杆设计长度、直径、材质、布置间距、锚固段长度、埋设角度等核心参数；
- c) 锚杆工程建设期施工记录、质量控制文件、竣工验收检测文件；
- d) 工程建设、设计、施工、监理、运营管理单位相关信息；
- e) 与锚杆质量、支护结构安全相关的其他文件。

6.3 只准许完成现场调查、资料收集齐全的，进入检测方案制定阶段。

7 制定检测方案

7.1 检测数量与抽样方案

7.1.1 按照委托要求确定检测数量和范围，委托未明确的，按以下要求执行：

- a) 正常使用的锚杆工程，抽样比例不应低于 1%，且抽样数量不应少于 3 根；
- b) 重点工程抽样比例不应低于 3%，且抽样数量不应少于 5 根；
- c) 不同地层应抽样数量不应少于 3 根；
- d) 安全检查中发现有变形、开裂等异常的支护结构对应的锚杆、锚固装置损坏的锚杆、存在安全隐患的锚杆、服役过程中受到损害的锚杆应全部检测。

7.1.2 存在下列情况之一时，扩大检测数量：

- a) 场地地质条件复杂，存在深厚软弱土层、岩溶、断层破碎带的；
- b) 锚杆服役期间场地发生地震、滑坡、泥石流、地面沉降、塌陷、地裂缝等地质灾害的；
- c) 建设、监理、运营等相关方对锚杆实际长度、材质、锚固质量存在质疑，且无有效证明文件佐证的；
- d) 锚杆工程施工记录不完整、关键数据矛盾，或存在伪造、篡改施工记录嫌疑的；
- e) 锚杆所在支护结构出现变形、开裂等异常情况，且变形速率超过规范允许限值的；
- f) 支护结构进行改扩建、加层或增加永久荷载，可能显著改变锚杆受力状态的；
- g) 发生过锚杆失效、支护结构垮塌等工程事故的同批次、同施工工艺、同区域的锚杆；
- h) 其他影响锚杆使用安全的情况。

7.1.3 按照委托要求确定抽样方案，委托未明确的，按以下要求执行：

- a) 抽样应覆盖工程的不同区段、不同地层条件和不同锚杆设计参数，保证样本在空间分布上的均匀性和代表性；
- b) 优先抽取设计参数变化处、地质条件复杂区段、施工质量存疑区段、服役过程中受力状态发生显著变化的区段以及支护结构变形敏感部位的锚杆；
- c) 同批次、同施工工艺、同设计参数的锚杆可作为同一抽样总体，按比例随机抽样与针对性抽样相结合的方式选取；
- d) 抽样时应综合考虑锚杆的服役年限、历史维护情况、周边环境变化等影响因素，适当提高服役年限较长、维护记录缺失或环境条件不利的锚杆的抽样比例；
- e) 抽样位置应便于检测作业的实施，兼顾检测孔钻设条件与现场安全保障要求。

7.2 检测方案编制

7.2.1 根据委托书、现场调查与资料收集情况、本文件及相关标准要求，编制检测方案。

7.2.2 检测方案包含以下内容：

- a) 工程概况，包括委托内容、地质条件、支护结构情况、锚杆服役情况等；
- b) 检测目的、检测范围与检测要求；
- c) 检测依据，包括本文件、设计文件、相关标准；
- d) 检测方法、检测数量、抽样原则与检测锚杆的选取情况；
- e) 检测项目组人员配置、岗位职责等；
- f) 选用的仪器情况；
- g) 检测孔布置方案、检测操作流程、关键技术参数要求；
- h) 数据分析方法、结果判定规则；
- i) 检测进度计划；
- j) 需委托方与其他单位配合的工作内容；
- k) 检测中拟采取的安全、环保、应急处置措施；
- l) 锚杆布置图、检测孔位布置图等必要附图。

7.2.3 只准许检测方案编制完成、审核批准的，进入现场准备阶段。

8 现场准备

8.1 锚杆定位与标识

8.1.1 根据设计文件与检测方案，在现场用明显标识标明待检测锚杆的准确位置、唯一性编号。

8.1.2 对每个待检测锚杆设置唯一性标识牌，注明项目名称、锚杆编号、检测日期、检测人员等信息，标识牌设置于锚杆外露端或对应支护结构的显著位置。

8.1.3 提前标记检测孔位，明确孔位与对应锚杆的距离、钻进角度，每个检测孔设置唯一性标识。

8.2 作业环境与空间

8.2.1 清除锚杆及检测孔位周边设备、杂物等不利于检测的遮挡物，平整作业场地，确保设备操作空间充足。

8.2.2 需要时搭建检测作业平台，确保人员作业空间充足。

8.3 钻机及钻孔设置

8.3.1 根据场地地质条件选择适配钻机：

- a) 土层、砂层宜采用螺旋钻机，岩层、破碎带宜采用冲击回转钻机；
 - b) 钻机具备角度精准调节与锁定功能，可满足钻孔角度偏差要求。
- 8.3.2 钻机就位前复核孔位坐标，钻杆中心线与检测孔位中心的偏差不大于2cm；钻机底座调平、固定，确保作业过程中无移位、倾斜。
- 8.3.3 边坡、基坑边缘作业时，钻机底座距边缘距离不应小于2m，设置防倾覆支撑；高空作业平台搭设牢固，设置高度不低于1.2m的防护栏杆。
- 8.3.4 按照下列要求布设检测孔：
- a) 检测孔布设在距锚杆外侧边缘 0.3m~0.8m 范围内；锚杆直径小于 25mm 时，水平距离为 0.3m~0.5m；锚杆直径不小于 25mm 时，水平距离为 0.5m~0.8m；
 - b) 检测孔深度超过锚杆设计长度 1.0m 以上；
 - c) 孔壁稳定性差时，安置 PVC 管护孔。

8.4 安全准备

8.4.1 按下列操作进行人员安全准备：

- a) 划定封闭作业区，设置警示标识与防护围挡，严禁无关人员进入作业区；
- b) 检测人员岗前接受安全技术交底，明确钻孔、设备操作等作业风险及应急处置措施；
- c) 检测人员规范佩戴安全帽、防滑鞋、防护手套等个人防护用品；
- d) 钻孔作业时设置专人全程监护；
- e) 全面排查周边安全风险，避开过往车辆、高空坠物等隐患，夜间作业配备充足的照明设备与警示灯；
- f) 作业现场配备急救箱，作业人员掌握基本急救技能，制定人员受伤、设备故障等突发情况的应急处置方案。

8.4.2 按下列要求进行设备安全准备：

- a) 现场检测前对所有仪器设备、钻孔设备进行性能检查与试运行，确认运行正常并记录后方可使用；
- b) 钻机等重型设备做好防下陷、防倾倒措施，专人监护作业，设备接地压力不大于地基承载力特征值的 1.5 倍；
- c) 对设备操作人员进行专项操作培训，考核合格后方可上岗，严禁无证操作；

d) 用电设备做好接地防护，电缆线采取防碾压、防破损措施，雨天作业配备防雨设施，作业前全面检查用电安全。

8.4.3 只准许锚杆与孔位标识完成、作业空间准备就绪、安全措施落实到位的，进入现场检测阶段。

9 现场检测

9.1 检测原理

既有磁性锚杆由铁磁性材料制成，在地磁场中被磁化后，其磁导率远大于周围岩土介质（混凝土、砂浆、岩土等），锚杆与周围介质之间形成显著的磁性差异。在锚杆旁侧钻设检测孔，利用磁传感器沿检测孔逐点测量磁场垂直分量，通过分析磁场垂直分量沿深度的变化规律，即可识别锚杆的空间分布特征并判定锚杆长度。

铁磁性锚杆在地磁场作用下发生感应磁化，内部磁畴沿地磁场方向定向排列，产生附加感应磁场。感应磁场与地磁场叠加，使锚杆所在区域的总磁场强度发生改变。在锚杆杆体范围内，由于锚杆连续分布，磁场垂直分量随深度呈规律性变化；在锚杆底部端面处，磁荷集中分布产生磁极，导致磁场垂直分量在该深度位置出现突变，形成可识别的磁场异常特征，典型 G_z 曲线参考附录 A。

9.2 检测仪器设备

9.2.1 检测系统包含磁传感器、定位装置、数据采集仪、线缆及配套辅助工具，系统核心性能符合 JJG(交通) 175 的规定。

9.2.2 按照下列要求选用数据采集仪：

- a) 具备实时存储、显示磁场垂直分量 (B_z)、水平分量 (B_x/B_y) 及 G_z 曲线的功能；
- b) 内置可调低通滤波器，具备高频噪声过滤功能；
- c) 工作温度范围覆盖 $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，适应野外作业环境。

9.2.3 钻机及钻孔符合下列要求：

- a) 优选干燥风钻钻孔，便于放置传感器；
- b) 钻头直径 $50\text{mm} \sim 80\text{mm}$ ，钻孔角度偏差不大于 1° ；
- c) 配备高压气泵、水冲设备等孔内清淤装置，检测孔内无碎屑、积水，传感器下放无阻碍。

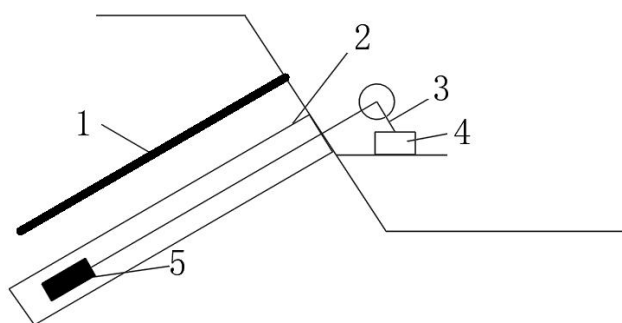
9.3 数据采集

9.3.1 按下列要求进行环境保护准备:

- a) 布设作业产生的废渣、废水收集装置;
- b) 钻孔作业时做好粉尘防护。

9.3.2 钻孔完成后进行成孔检验, 检验内容包括孔深、孔径、垂直度、孔位偏差, 检验合格后方可进入数据采集环节。

9.3.3 按照下列要求进行数据采集:



标引序号说明:

- 1——铁磁性锚杆;
- 2——检测孔;
- 3——线缆;
- 4——旁孔磁测仪;
- 5——传感器。

图2 现场工作示意图

- a) 将磁传感器平稳放入检测孔底部, 采用匀速提升的方式采集数据, 提升速度应控制在 $0.3\text{m}/\text{min}\sim 0.5\text{m}/\text{min}$;
- b) 常规段采样间隔不大于 0.1m ; 锚杆设计底部位置上下 1m 范围内, 采样间隔加密至不大于 5cm ;
- c) 数据采集范围覆盖孔口至孔底全段, 确保包含锚杆全长及底部以下不少于 0.5m 的范围;
- d) 同一检测孔重复采集不少于 3 次, 每次检测间隔不少于 5min ;
- e) 实时监控采集曲线, 对数据异常的点位加密复测, 对干扰严重、一致性差的数据剔除后重新采集;
- f) 异常部位数据采集不少于 3 次, 传感器下放深度应超过异常部位至少 1.0m 。

9.3.4 检测过程中同步记录环境参数, 包括环境温度、湿度情况等, 填写检测记录表, 检测记录表格式可参考附录B。

9.3.5 只准许采集参数设置合理、有效信号组数达标、实测曲线一致性良好、异常部位复核完成、现场记录齐全的，进入检测数据分析阶段。

9.4 检测数据分析

9.4.1 按照下列要求进行数据预处理：

- a) 高频噪声去除，采用截止频率 1Hz 的低通滤波器，去除电磁干扰引起的高频波动；
- b) 基线漂移校正，采用滑动平均法，校正传感器温度漂移导致的基线偏移；
- c) 异常点剔除，删除偏离均值 $\pm 3\sigma$ （ σ 为数据标准差）的异常数据点；
- d) 多组数据一致性校验，同一检测孔的多组检测数据，离散度不大于 5cm 时，取平均值作为分析基础数据，离散度超标的，重新检测。

9.4.2 按公式（1）计算磁场垂直分量梯度值 G_z ：

$$G_z = \frac{Z_{\text{上}} - Z_{\text{下}}}{\Delta H} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

G_z —— 磁场垂直分量梯度值，单位为纳特斯拉每米（nT/m）；

$Z_{\text{上}}$ —— 上测点的实测磁场垂直分量强度值，单位为纳特斯拉（nT）；

$Z_{\text{下}}$ —— 下测点的实测磁场垂直分量强度值，单位为纳特斯拉（nT）；

ΔH —— 上下测点的间距，单位为米（m）。

9.4.3 绘制深度-磁场垂直分量（ $H-Z$ ）曲线、深度-磁场垂直分量梯度（ $H-G_z$ ）曲线，典型曲线示例见附录 A。

磁场背景值判定，依据磁场实测垂直分量曲线下端的平坦值，结合本地区官方发布的地磁图，判定磁场背景值 Z_g 。

9.4.4 按照下列规则进行磁场异常特征识别：

- a) 锚杆底部界面对应 G_z 曲线的极值点，极值点满足 $|G_z|$ 小于 50nT/m；
- b) 相邻极值点间距小于 0.5m，避免误判；
- c) 结合 $H-Z$ 曲线与 $H-G_z$ 曲线双重特征，识别锚杆底部对应的拐点与极值点， $H-Z$ 曲线下部由小于背景场转为大于背景场的拐点，与 G_z 曲线最深的明显极值点对应。

9.4.5 锚杆检测长度按公式（2）计算：

$$L_{\text{检测}} = h_{\text{极值}} - d \times \tan \theta \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$L_{\text{检测}}$ ——锚杆检测长度，单位为米（m）；

$h_{\text{极值}}$ ——Gz 曲线极值点对应的深度，单位为米（m）；

d ——检测孔与锚杆的水平距离，单位为米（m）；

θ ——检测孔与锚杆夹角（°），单位为度（°），二者平行时 $\theta=0^\circ$ 。

9.4.6 只准许背景值判定合理、梯度计算准确、曲线特征点识别清晰、长度计算无误的，进入检测结果判定阶段。

9.5 检测结果判定

9.5.1 同时满足下列要求时判定单根锚杆长度合格：

- a) 锚杆检测长度不小于锚杆设计长度的 95%；
- b) 锚杆检测不足长度不超过 0.5m。

9.5.2 检测信号异常、干扰严重无法准确判定的，建议采用其他有损检测方法。

9.5.3 只准许现场检测数据完整、数据分析无误、结果判定明确或不适用情况说明充分的，进入检测报告编制阶段。

10 出具检测报告

10.1.1 检测报告包含以下通用内容：

- a) 委托单位名称、工程名称、工程地点、检测单位名称；
- b) 检测依据、检测目的、检测范围、检测日期；
- c) 工程地质概况、锚杆工程设计与施工概况、上部支护结构信息；
- d) 检测数量、抽样原则、检测锚杆编号与核心设计参数；
- e) 检测仪器设备型号、计量校准情况、检测人员信息及资格证书编号；
- f) 检测条件、检测过程概述、异常情况及处置措施；
- g) 检测数据汇总、计算结果、合格性判定汇总；

- h) 明确的检测总体结论、不合格锚杆处置建议、复检要求；
- i) 必要的附图、附表。

10.1.2 可按工程特点在检测报告中补充以下专项内容：

- a) 锚杆布置图、检测孔位布置图；
- b) 每根受检锚杆的 H-Z 曲线、H-Gz 曲线，标注锚杆底部拐点与极值点位置；
- c) 每根受检锚杆的检测长度、设计长度、误差、合格性判定结果明细；
- d) 检测原始记录表、成孔检验记录表等过程记录附件。

10.1.3 只准许报告内容完整、数据齐全、图表附件完备的，归档完成后，检测程序终止。

11 过程记录

在执行各个阶段的程序指示过程中，记录并保存以下内容：

- a) 接受委托阶段：委托记录、委托书、委托审核意见、项目组组建文件；
- b) 现场调查与资料收集阶段：现场调查记录、收集资料清单；
- c) 制定检测方案：方案审核批准文件、方案变更记录；
- d) 现场准备阶段：现场准备情况记录、成孔检验记录；
- e) 现场检测阶段：现场检测记录表、仪器设备运行记录、异常情况处置记录；
- f) 出具检测报告阶段：检测报告审批记录、报告发放记录、异议处置记录。

附录 A

(资料性)

典型 G_z 曲线示例

锚杆的底部位置对应的磁场垂直分量为极值点转换的拐点，对应的磁场梯度曲线同时出现极值点。如图 A.1 为实测旁孔磁测曲线图，上部曲线为磁场强度垂直分量随深度变化的实测曲线，下部曲线为磁场梯度随深度变化的实测曲线，图中框线处为磁场强度垂直分量从小于背景场转成大于背景场的拐点，其磁场垂直分量梯度出现极值，判断此处为锚杆杆底。

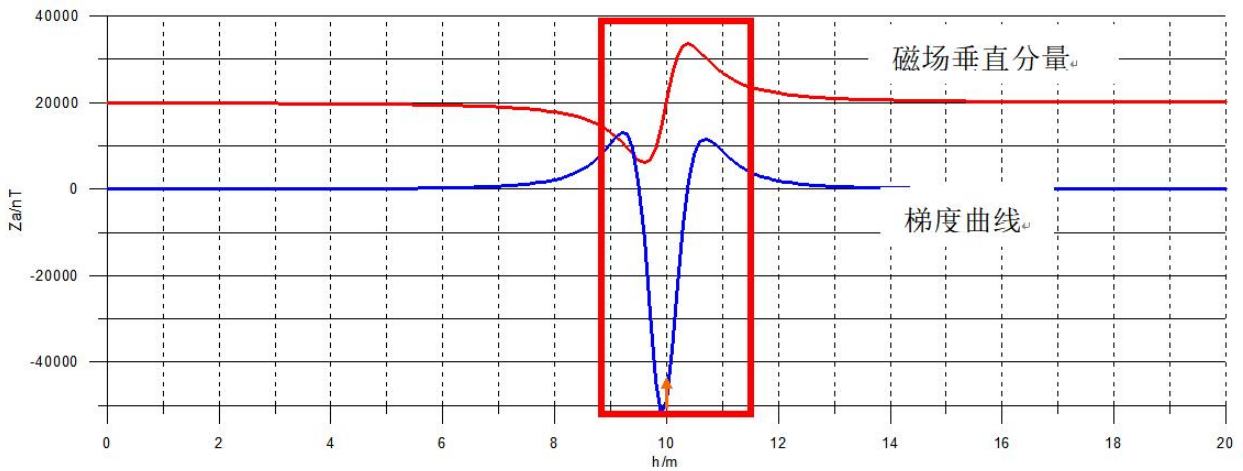


图 A.1 典型旁孔磁测法实测曲线图

附录 B

(资料性)

检测记录表格模板

工程名称: _____

检测日期: ____年__月__日

类别	项目名称	填写内容
基本信息	锚杆编号	锚杆 No. _____
	检测孔编号	No. _____
	检测人员	(资格证书编号:) _____
	记录人员	_____
钻孔参数	水平距离 (d)	_____ m (与锚杆水平距离)
	孔深 (H)	_____ m (\geq 设计长度+0.5m)
	角度偏差 (θ)	_____ ° ($\leq 1^\circ$)
	孔位坐标 (GPS)	X: _____ m / Y: _____ m
	钻孔直径	_____ mm (50~80mm)
数据采集日志	下放速度	_____ m/min (0.3~0.5m/min)
	采样频率	_____ Hz (≥ 10 Hz)
	采样间隔	_____ m (≤ 0.1 m)
	重复检测次数	_____ 次 (2~3次)
	每次检测间隔时间	_____ min (≥ 5 min)
环境参数	温度	_____ °C (-20~50°C)
	湿度	_____ % (≤ 85 %)
	工频磁场强度	_____ μ T ($\leq 100 \mu$ T)
	高频磁场强度 (10kHz~100MHz)	_____ V/m (≤ 10 V/m)
设备信息	磁传感器型号	_____
	传感器校准日期	____年__月__日
	定位装置精度	水平 ≤ 10 cm / 深度 ≤ 1 cm / 角度 $\leq 0.5^\circ$
	数据采集仪型号	_____
地质与备注	钻孔岩土层变化	(如: _____m深度进入强磁性岩层)
	干扰段标注	_____m~_____m (强磁性介质/电磁干扰)
	异常情况说明	(如: 数据波动、传感器故障等)
	备注	_____
备注		

检测人员: _____

审核人: _____

日期: ____年__月__日