ICS 07.060
D 12

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0293—2016

井中磁测技术规程

Technical regulation for magnetic logging

2016-02-22 发布　　2016-05-01 实施

中华人民共和国国土资源部　发布

刮涂层 查真伪

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义、符号和计量单位 …… 1
3.1　术语和定义 …… 1
3.2　符号和计量单位 …… 2
4　总则 …… 2
4.1　应用条件 …… 2
4.2　应用范围 …… 2
5　技术设计 …… 3
5.1　资料收集 …… 3
5.2　工作精度 …… 3
5.3　设计书编写 …… 3
5.4　设计书审查 …… 3
6　仪器设备 …… 3
6.1　仪器种类 …… 3
6.2　仪器选择 …… 4
6.3　仪器检查与调试 …… 4
6.4　使用与维护 …… 4
7　野外工作 …… 5
7.1　测井准备 …… 5
7.2　井场布置 …… 5
7.3　安全要求 …… 5
7.4　技术要求 …… 6
7.5　质量要求 …… 6
8　资料整理 …… 6
8.1　正常场确定 …… 6
8.2　误差计算 …… 7
8.3　井中磁测资料整理 …… 8
8.4　数据整理 …… 8
8.5　图件编制 …… 8
9　质量评价与验收 …… 9
9.1　井场资料验收 …… 9
9.2　矿区野外工作验收 …… 9
10　解释推断 …… 9
10.1　异常识别 …… 9
10.2　定性解释 …… 10

10.3 定量解释 …… 10
11 成果报告编写 …… 10
11.1 编写要求 …… 10
11.2 单孔和全区测井报告 …… 11
11.3 单孔测井报告附图 …… 11
11.4 勘查区成果报告附图 …… 11
附录A（规范性附录） 井中三分量仪器的检查 …… 12
附录B（规范性附录） 井中磁测工作记录表 …… 13
附录C（规范性附录） 右手系井中磁测资料的计算方法 …… 15
附录D（规范性附录） 左手系井中磁测资料的计算方法 …… 18
附录E（规范性附录） 井中磁测常规图件的内容及说明 …… 20
附录F（规范性附录） 误差统计表格 …… 22
附录G（资料性附录） 特征点半定量解释方法 …… 24
附录H（资料性附录） 不同产状、不同方向板状体旁侧异常图 …… 25

前　言

本标准遵循 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则　第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本标准起草单位：安徽省勘查技术院。

本标准主要起草人：刘冬节、任振波、何景枝、王鹏、靳虎。

井中磁测技术规程

1 范围

本标准规定了井中磁测的引用文件、术语和定义、符号和计量单位、应用条件和范围、技术设计、仪器设备、野外工作、资料整理、资料质量评价与验收、解释推断、成果报告编写等的技术要求。

本标准适用于探测具有磁性差异目标体的所有井中磁测工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 3100—3102 中华人民共和国国家计量单位标准

GB/T 14499 地球物理勘查技术符号

DZ/T 0069 地球物理勘查图示图例及用色标准

DZ/T 0071 地面高精度磁测技术规程

DZ/T 0196 测井仪通用技术条件

3 术语和定义、符号和计量单位

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

井中磁测 magnetic logging

通过井中磁场强度和磁化率测量探测目标体的一种井中物探方法。

3.1.2

磁化率测井 magnetic susceptibility logging

在钻孔中测定井壁岩(矿)石的磁化率参数的方法。

3.1.3

井中三分量磁测 three-component magnetic logging

测量井中 ΔX、ΔY、ΔZ 的磁测方法，经过处理后可获得 ΔX、ΔY、ΔZ、$\Delta H'$、$\Delta T'$，在斜孔中(能获得准确的井斜方位角数据时)还可获取 ΔH、$\Delta H_{//}$、$\Delta H_{\perp}$、ΔT、$\Delta T_{//}$、$\Delta T_{\perp}$ 等参数。

3.1.4

井中二分量磁测 two-component magnetic logging

测量井中 $\Delta H'$、ΔZ 的磁测方法；在斜孔中(能获得准确的井斜方位角数据时)还可获取 ΔH、$\Delta H_{//}$、$\Delta H_{\perp}$、ΔT、$\Delta T_{//}$、$\Delta T_{\perp}$ 等参数。

3.1.5

井中高精度 ΔT 测量 high-accuracy measurement of ΔT in borehole

测量总场模量差的井中高精度磁场强度测量方法。

3.2 符号和计量单位

各术语对应的符号和计量单位见表1。

表1 符号和计量单位

序号	术语名称	符号	计量单位(名称)
1	磁异常 X 方向分量	ΔX	nT(纳特[斯拉])
2	磁异常 Y 方向分量	ΔY	nT(纳特[斯拉])
3	磁异常垂直分量	ΔZ	nT(纳特[斯拉])
4	磁异常水平分量	ΔH	nT(纳特[斯拉])
5	水平分量模差	$\Delta H'$	nT(纳特[斯拉])
6	纵剖面磁异常水平分量	$\Delta H_{//}$	nT(纳特[斯拉])
7	横剖面磁异常水平分量	$\Delta H_{\perp}$	nT(纳特[斯拉])
8	磁异常总强度	ΔT	nT(纳特[斯拉])
9	磁异常总强度模差	$\Delta T'$	nT(纳特[斯拉])
10	纵剖面磁异常总强度	$\Delta T_{//}$	nT(纳特[斯拉])
11	横剖面磁异常总强度	$\Delta T_{\perp}$	nT(纳特[斯拉])
12	井中高精度 ΔT	ΔT	nT(纳特[斯拉])
13	磁化强度	M	A/m(安[培]每米)
14	磁化率	κ	量纲为一

各参数计量单位符合 GB 3101—3102 相关要求,符号标注符合 GB/T 14499 相关规定。

4 总则

4.1 应用条件

井中磁测用于研究与围岩有磁性差异的目标体,且磁性差异能被仪器观测到。

4.2 应用范围

4.2.1 井中低精度井中磁测适用于对中、强磁性体的探测;井中高精度磁测的应用范围可扩大到探测弱磁性体(含多金属矿床)。

4.2.2 单井井中磁测的应用范围包括:

a) 推断钻遇(含地质编录遗漏的)磁性体(含矿体,下同)的厚度、产状与延伸;

b) 发现井旁或井底盲磁性体,并推断其位置;

c) 在地质、地球物理条件具备的勘查区,磁化率测井在有利的情况下用以估算磁铁矿层的全铁品位,获取磁化率参数。

4.2.3 结合地面磁测,提高磁性体规模、分布范围推断的准确度。

5 技术设计

5.1 资料收集

设计书编写前，应根据工作任务要求收集下列资料：

a) 工区的地质情况，尤其已知磁性体的赋存情况(规模、分布、产状)；

b) 地面磁测工作成果和其他有关的物化探资料，含磁测基点网的设置情况，以往岩(矿)石的磁性资料；

c) 工区的地磁要素，如地磁正常场垂直分量 Z_0、水平分量 H_0、地磁偏角 D_0、地磁倾角 I_0；

d) 待测钻孔数、钻孔深度、井口坐标以及钻孔分布情况，井径、井斜、井液性质、钻孔安全等情况；

e) 与工作有关的交通、气象、人文资料，必要时进行现场踏勘。

5.2 工作精度

根据地质任务，在设计书中明确测量精度要求，参照表2。

表2 井中磁测质量指标

级别	三分量磁测均方误差/nT			二分量磁测均方误差/nT		井中高精度 ΔT 测量均方误差/nT	磁化率平均相对误差/%
	X 分量	Y 分量	Z 分量	垂直分量 Z	水平分量 H		
Ⅰ	±450	±450	±300	±100	±150	±5	5
Ⅱ				±200	±300		10

5.3 设计书编写

设计书编写的主要内容如下：

a) 井中磁测的地质任务及工作量；

b) 井中磁测方法及仪器选择；

c) 测区概况、地质及地球物理特征；

d) 野外工作方法和技术、质量要求；

e) 数据处理与解释推断；

f) 进度安排；

g) 人员组成和仪器设备的配置、安全生产、组织与管理；

h) 经费预算；

i) 有关附图及附表。

5.4 设计书审查

设计书由项目管理单位或委托单位组织审查。设计书经批准后方可实施。在施工过程中，因客观条件的影响，需对设计内容做调整时，应报项目管理单位或委托单位审批，变更被批准后方可执行。

6 仪器设备

6.1 仪器种类

井中磁测仪器包括井中三分量磁力仪、井中二分量磁力仪、井中高精度 ΔT 磁力仪、磁化率测井仪；

地面仪器包括测井主机、绞车及绞车控制器等。各类测井仪应符合 DZ/T 0196 相关要求。

6.2 仪器选择

根据设计确定的质量指标要求和本标准表 2 选择相应的仪器。

6.3 仪器检查与调试

6.3.1 仪器设备在投入生产前应做全面检查：

a) 检查仪器有无输出，采集数据是否正常；

b) 绞车动力装置、传动机构、刹车系统、集流环是否正常；

c) 仪器设备的绝缘是否满足要求。

6.3.2 仪器设备检测校验不符合要求或在检查过程中出现不正常现象时要进行调节和维修。

6.3.3 井中三分量磁力仪每年检测一次，检测应选平稳场区在校验台上进行，检验方法符合附录 A 的规定；仪器转向差要符合仪器的技术指标要求。

6.3.4 磁化率测井仪每年校验一次。校验应在全部刻度装置中刻度，刻度点在刻度曲线上要均匀分布，刻度范围应超过工区钻孔岩(矿)心磁化率值。

6.3.5 井中高精度 ΔT 磁力仪每年检测一次。检测应在霍尔姆线圈产生的标准磁场内进行。

6.3.6 新绞车使用前需做深度修正系数校定。绞车使用时间超过一年、深度误差大于 0.1%、更换铠装电缆或更换光电编码器时，需重新校定深度修正系数。修正方法参见各仪器厂家说明。

6.3.7 仪器通过检测与校验合格后，应进行性能测试，包括仪器的稳定性和重复性质量检查。

a) 井中三分量磁力仪稳定性每三个月测定一次，测定时间应不少于 4 h，零漂应不大于 100 nT；

b) 磁化率测井仪稳定性每三个月测定一次，测定时间应不少于 4 h，零漂应不大于 200×10^{-5} SI；

c) 井中高精度 ΔT 磁力仪稳定性每三个月测定一次，测定应在无干扰的平稳场区进行，通过日变校正后的不同方向、不同倾斜角测得的数据与其平均数的均方误差应优于 ±5 nT。

6.3.8 仪器设备的绝缘应满足下列要求：

a) 仪器各种连接线对地绝缘电阻应大于 10 MΩ；

b) 在潮湿条件下，井下电缆缆芯间对地绝缘电阻大于 2 MΩ。

6.3.9 生产和备用的仪器设备配套情况良好，档案完整，具有产品出厂合格证和检定证明。

6.4 使用与维护

6.4.1 各种仪器设备都必须按说明书进行操作、使用和维护。

6.4.2 仪器设备发生故障要及时维修，检验合格后方可使用。

6.4.3 仪器设备保养与检修应由熟悉仪器设备的专业人员进行，保养与检修主要内容如下：

a) 工作结束后应及时擦净尘土，转动部分应定期注油，发电机应定期更换机油；

b) 铠装电缆与电缆接头应连接可靠，铠装电缆外层钢丝有磨损应停止使用，更换新电缆；

c) 每三个月全面保养、检查一次；

d) 检查和修理结果，应做记录；

e) 各类仪器在未使用时应将开关置于“关”的安全位置，运输及搬运时，仪器必须放入仪器箱内妥善保管，使用、保管、运送仪器设备时，要注意防潮、防尘；

f) 对每台仪器建立相应的档案，其内容应包括仪器的检测、校正、性能测试、使用与维护等，并以此作为考核仪器性能的依据。

7 野外工作

7.1 测井准备

7.1.1 了解钻孔进度、钻孔状况和地质情况，以确定能否进行井中磁测。

a) 测井前应使用终孔孔径的钻头扫孔并循环井液，待测井人员到达后提钻；

b) 在使用泥浆护壁的钻孔中，要求泥浆含沙量不大于5%，黏度不大于30 s，密度不大于1.3×10^3 kg/m^3；

c) 保留必要的钻探设备、器材和防寒、防暑、防雨、避雷等设施；

d) 钻孔在穿越磁性矿层后终孔时，出矿层以后的终孔距离至少大于20 m。

7.1.2 根据测井通知书，与项目管理单位或委托方共同商定该孔井中磁测的工作方案，并记入操作员记录。

7.1.3 在新区，当地球物理前提不明时，应在地质、钻探资料较完整的钻孔中进行方法有效性和测量条件试验研究。

7.2 井场布置

7.2.1 绞车和井口滑轮要固定平稳牢靠，绞车与滑轮应保持一定距离，电缆经过井口滑轮应从钻孔中心下放。

7.2.2 使用发电机时，发电机要有接地线，在给仪器供电前，先检查电压与频率是否正常，电压范围(220±10%)V，频率范围(50±10%)Hz。

7.2.3 电源线与测量线应分开布放，排列整齐，以防有干扰信号，防止踩破和刮断。

7.2.4 测井前应对地面仪器、井下仪器、仪器的接线、铠装电缆等进行全面检查。确保仪器各接线连接良好且无接触不良、短路和断路现象，仪器的接线、铠装电缆缆芯间对地绝缘电阻应大于10 MΩ。井下仪器下井前，要确保各地面仪器各连接线、井下仪器与铠装电缆接头连接可靠，井下仪器密封良好，工作正常时方可下入钻孔。

7.3 安全要求

7.3.1 仪器设备应做好防震、防尘、防火、防潮等工作。

7.3.2 井中磁测所涉及的仪器、设备、交通运输及井下施工安全问题，应制定具体措施，并指定专人负责各项安全的管理工作。

7.3.3 在井场工作时，钻机应停止一切影响人员和仪器设备安全的工作，工作场地在夜间施工必须有足够的照明，在高山井场作业或雷雨天作业时应检查避雷装置是否可靠。

7.3.4 确认供电电压符合要求，供电线路连接无误后，方可接通电源。

7.3.5 井下探管与电缆连接的拉力应小于电缆的允许拉力，井下探管提升至距井口20 m处时应有警戒信号。

7.3.6 井下探管下井前必须拧紧“O”形密封圈，并要检查密封圈压紧后是否完好，以防下井后密封不良造成漏水。

7.3.7 绞车和滑轮要安装牢固，以免发生翻倒事故；绞车要有完好的刹车，不准在运转情况下检修绞车和滑轮。

7.3.8 下放电缆速度应均匀，严禁急刹车；井下仪器下放到孔底、提升到套管靴、套管变径处和孔口附近时必须提前减速。

7.3.9 下放仪器遇阻时，不得用井下探管冲击阻碍物；提升电缆遇卡，应立即停车，上下活动电缆以求解

脱，解脱无效时，应迅速指定专人会同钻探人员协商处理方案，以防事故进一步复杂化。

7.4 技术要求

7.4.1 采用提升测量模式；在全孔所有可测井段测量。

7.4.2 井中磁场强度测量，连续测量时采样间距 0.1 m～1.0 m，连续测量达不到精度要求时，应采用点测工作方式。点测时应根据下井时的连续测量数据所确定目标体的大小采用相应的点距，磁场变化平缓段采样间距 5 m～10 m。在有旁侧异常和矿层的井段采用加密测量，加密测量应以突出异常的细节为原则。

7.4.3 磁化率测井测量采样间距 0.1 m～1.0 m。磁化率原始曲线应清楚，出现畸变（与孔内岩石磁性无关的零值、跳动、锯齿等）的井段进行补测。磁化率测井可在地面或孔内无磁异常井段定出零线。

7.4.4 同一钻孔分段测量时，应使用同一仪器测量。在测量连接处重复观测段不少于 20 m（最少应有 3 个重测点），其误差应满足质量检查的规定要求，否则应重新进行全孔测量。

7.4.5 测井速度一般不得超过 15 m/min，在有异常段一般不得超过 10 m/min。

7.4.6 各种井下仪器记录的深度零点应与钻探采用的深度起算点一致；起始深度要记录清楚，计算准确；操作员工作记录表（见附录 B）应真实准确，字体工整，字迹清楚，内容齐全。

7.4.7 测井深度误差不得超过 0.1%的要求。

7.4.8 井中高精度 ΔT 测量应做日变改正（DZ/T 0071）。

7.5 质量要求

7.5.1 井中磁测的野外工作均应做检查测量，检查测量应在相同点位和井段上进行，且检查工作量应符合以下要求：

a) 井中磁场测量检查工作量应不少于磁性矿层以外测量总工作量的 10%。当测井段较短时，检查工作量应不少于 30 个测点，若工作量少于 30 个测点应 100%检查。

b) 井斜检查工作量不少于总工作量的 10%。

c) 磁化率测井曲线检查工作量不少于总工作量的 5%。

7.5.2 磁测质量检查分为平稳场检查（用于计算均方误差），旁侧异常与井底异常段检查（用于评价异常的重现性和计算相对误差）。质量检查要求在可检查的测井段内尽量分布均匀，并对异常井段或曲线变化较大井段以及质量存疑的井段加大检查工作量。

7.5.3 井中磁场强度总精度须满足本标准且达到设计中的具体指标。

7.5.4 有零点漂移的磁化率测井仪，需进行漂移校正，原始测量与检查测量的曲线形态应一致，校正以后的异常幅度的平均相对误差应小于或等于 10%。

7.5.5 提交井斜参数资料（钻孔磁方位角 β 和顶角 δ）时有两种方法：

a) 三分量仪器磁方位测量；

b) 陀螺仪的真北方位测量。

钻孔方位角统计需在无磁性矿层段顶角大于 5°时进行，方位角的均方误差 ε_β 优于±5°，顶角的均方误差 ε_δ 优于±0.5°。

8 资料整理

8.1 正常场确定

井中磁场强度正常场可在以下几种方法中任选一种：

a) 用井中磁力仪在工区附近地面磁测总基点或平稳场区读数的均值作为正常场值；进行正常场测

定时，仪器应接上测井电缆在四个不同方位角上进行测量；四个方位的最大读数差不得大于仪器观测精度的2倍；

b) 利用国际地磁参考场(IGRF)在线求取正常场值；

c) 通过对比分析井中磁场测量平稳段，选择其中一段作为正常场值；

d) 对局部磁异常进行定量反演时，应针对具体反演异常单独确定其正常场。

8.2 误差计算

8.2.1 井中磁场强度测量均方误差计算公式。

$$\varepsilon=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2}{2n}}=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(B_{i1}-B_{i2})^2}{2n}}\quad i=1,2,3,\cdots,n \qquad \cdots\cdots (1)$$

式中：

σ_i ——第 i 点原始观测与检查观测之差；

n ——检查点数；

B_{i1}，B_{i2}——第 i 个检查点上不同时间两次等精度的观测值。

8.2.2 井斜参数均方误差计算公式。

井斜磁方位角 β 均方误差计算式：

$$\varepsilon_\beta=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\Delta\beta_i^2}{2n}}=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\beta_{i1}-\beta_{i2})^2}{2n}}\quad i=1,2,3,\cdots,n \qquad \cdots\cdots (2)$$

式中：

$\Delta\beta_i$ ——第 i 点磁方位角原始观测与检查观测值之差；

n ——检查点数；

β_{i1}，β_{i2}——第 i 个检查点上不同时间两次等精度的观测值。

钻孔顶角 δ 均方误差计算式：

$$\varepsilon_\delta=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\Delta\delta_i^2}{2n}}=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\delta_{i1}-\delta_{i2})^2}{2n}}\quad i=1,2,3,\cdots,n \qquad \cdots\cdots (3)$$

式中：

$\Delta\delta_i$ ——第 i 点顶角原始观测与检查观测值之差；

n ——检查点数；

δ_{i1}，δ_{i2}——第 i 个检查点上不同时间两次等精度的观测值。

8.2.3 平均相对误差计算公式(磁化率)。

$$\eta_i=\frac{|a_1-a_2|}{a_1}\times 100\% \qquad \cdots\cdots (4)$$

$$\overline{\eta}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|\eta_i| \qquad \cdots\cdots (5)$$

式中：

n ——检查曲线中抽样计算误差的点数；

η_i——第 i 抽样检查点的相对误差；

a_1——第 i 抽样点原始幅值；

a_2——第 i 抽样点检查幅值。

8.2.4 统计误差时，原则上须使用所有同类质量检查的数据，删除量最多不得超过1%。

8.3 井中磁测资料整理

8.3.1 原始资料整理应包括下列内容：

a) 收集或测定、统计岩(矿)石磁性资料；

b) 井中磁测原始记录和其他原始曲线、数据(包括仪器校验、正常场数据、重复测量资料、钻孔柱状图或岩心编录资料、钻孔方位角和顶角以及地质剖面方位资料、各种计算整理表格和图件)；

c) 井中磁测工作记录表；

d) 质量检查、误差计算与统计结果。

8.3.2 二分量、三分量仪器要根据左、右手规则选择相应的资料整理方法(见附录C和附录D)。

8.3.3 相应的测量参数的计算：

a) 井中二分量计算磁异常垂直分量 ΔZ、水平分量模差 $\Delta H'$、磁异常总强度模差 $\Delta T'$；井中三分量还应计算水平元件上磁异常 X 方向分量 ΔX 和 Y 方向分量 ΔY；在斜孔中，井斜方位角能够准确测量时，应计算磁异常垂直分量 ΔZ、磁异常水平分量 ΔH、横剖面磁异常水平分量 $\Delta H_{\perp}$、纵剖面磁异常水平分量 $\Delta H_{//}$、磁异常总强度 ΔT、纵剖面磁异常总强度 $\Delta T_{//}$ 和横剖面磁异常总强度 $\Delta T_{\perp}$(计算方法见附录C和附录D)；

b) 仪器有系统误差时应进行系统零点校正；

c) 高精度 ΔT 测量应做日变改正，计算 ΔT 值；

d) 磁化率测井资料可根据刻度情况采用面积法或加权法，求取岩(矿)层的磁化率平均值。

8.3.4 资料整理必须专人核对，确保资料准确无误。

8.4 数据整理

8.4.1 数据整理的目的是压制数据中各种噪声的影响，如仪器噪声、人文噪声等；井中磁测常规处理，主要是对异常曲线进行畸变点剔除、编辑、圆滑等。

8.4.2 对于见矿段，判断磁性体产状和走向时不宜对原始数据进行处理。

8.4.3 数据整理的编辑和圆滑不得改变原始曲线的基本形态。

8.5 图件编制

8.5.1 一般要求

图件编制应符合以下要求：

a) 深度比例应与地质柱状图相同，横向比例除矿层外在同一矿区要统一。多孔测量时，各孔曲线横向比例应一致。

b) 图件必须经专人核对，项目负责人审查后才能作为正式成果提交。

8.5.2 单孔成果图的编制

单孔成果图件编制包括：

a) 井中三分量测量绘制 ΔX、ΔY、ΔZ、$\Delta H'$、$\Delta T'$ 曲线图，二分量仪器不单独绘制 ΔX、ΔY 曲线图；

b) 在有准确井斜方位角数据时应绘制 ΔH、$\Delta H_{\perp}$、$\Delta H_{//}$ 矢量图及相应的磁异常总矢量图 ΔT、$\Delta T_{\perp}$、$\Delta T_{//}$；

c) 单孔图件中应给出地质柱状、钻孔磁参数、解释结果说明和图示；

d) 进行井中高精度磁测应提交高精度 ΔT 曲线图；

e) 磁化率测量绘制磁化率曲线图；

f) 井中磁测资料整理图件要求见附录E；

g) 图件绘制应符合 DZ/T 0069 相关要求。

8.5.3 成图比例尺

成图比例尺应符合以下要求：

a) 在井场工作时可根据所解决的地质任务选用不同的深度比例，1∶1 000 或 1∶2 000 常用于未见目标层井段，用于发现井旁和井底盲矿；目标层井段可采用 1∶200 或 1∶500 比例尺；

b) 井中磁测成果图件的深度比例尺应与钻孔柱状(或剖面)图相一致，其参数比例尺在同一工区内应统一；

c) 参数比例尺依据观测精度确定，图上 1 cm 代表的相应数值一般不小于均方误差的 3 倍；对于强异常可选择能同时完整显示强磁和可靠的弱磁异常对数或其他第二比例尺；

d) 磁化率测井一般根据测量值的大小和变化范围，选择能同时完整显示强和可靠的弱磁化率值的合适横向比例尺。

9 质量评价与验收

9.1 井场资料验收

9.1.1 单孔测量结束后，应在确认资料齐全、测量数据准确无误时，方可进行钻孔封堵、钻机拆迁。在单孔井场工作结束前，应由井场负责人(或验收人员)对资料进行验收，填写单孔资料验收文据，验收内容为：

a) 仪器性能的各项校验测定是否符合要求；

b) 按设计或规定完成了各项观测，各项资料是否完整，原始采集数据是否准确、清晰、齐全；

c) 测点距的布置是否满足解释要求；

d) 检查工作量、质量和检查井段布置是否符合要求；

e) 资料的计算整理是否正确；

f) 井场解释及时，能满足完成地质任务的要求。

9.1.2 井场资料若精度、点距、完整性不合要求，不得撤离现场，应补测或重测。

9.1.3 测井技术人员应会同地质等有关人员一起分析研究资料，当日做出初步解释。主要内容为：

a) 发现孔底磁异常时，应提出继续钻进的建议；

b) 如见磁性矿体，应定性推断矿体的延伸情况及产状(质量统计相关表格见附录 F)；

c) 确定被钻探打丢或打薄的磁性矿层的深度和厚度；

d) 如有旁侧异常，应初步分析异常方位，及时通报项目管理单位或委托方。

9.2 矿区野外工作验收

9.2.1 对于有多个钻孔的矿区，在完成所有钻孔井中磁测工作后，要对项目进行二级验收，即测井组、测井项目部(或测井组主管部门)。

9.2.2 在一个工区有多个钻孔时应进行总体质量评价，编写多孔总体验收文据。

10 解释推断

10.1 异常识别

10.1.1 剔除不可靠数据点，一般可靠异常的强度应大于 3 倍观测均方误差，且具有地质找矿意义。

10.1.2 井底异常往往不够完整，难以识别，需认真分析孔底附近磁异常的变化规律。

10.2 定性解释

10.2.1 分析井中磁异常与地面磁异常的相关性；

10.2.2 依据钻孔岩(矿)心的磁性和地质资料，推断磁异常的地质起因，重点分析孔旁、孔底异常的意义；

10.2.3 当存在地质干扰体(即存在多解性)时，应采用定量方法论证异常的地质起因。

10.3 定量解释

10.3.1 半定量解释

半定量解释包括：

a) 对钻遇的磁性体，根据磁异常特征分析磁性体的产状和主体延伸方向；

b) 发现孔旁、孔底异常时，根据磁异常特征分析盲磁性体相对钻孔的大致方位与距离，参见附录G；

c) 本标准提供了来自不同方向及不同产状板状体旁侧理论异常图，可用于快速判断磁性体的方向、产状、延伸方向等相关信息，参见附录H。

10.3.2 定量反演解释

定量反演解释包括：

a) 当推断孔旁、孔底异常具有找矿意义时，应进行定量反演，推断异常源的位置、埋深、产状、厚度等。

b) 要针对异常和矿区地质特点，选择相应的计算方法。一般二度体应选择二维反演方法，三度体应选择三维反演方法；宜采用人机联作反演和井一地磁测联合约束反演方法。

10.3.3 综合解释推断

10.3.3.1 要求综合利用测区地质，其他物探、化探资料进行更精细的定性、定量解释推断。

10.3.3.2 要求综合全测区所有钻孔测量结果，对整个矿区的矿体、构造展布特点做出推断。

10.3.4 质量保障措施

10.3.4.1 对于定性解释和定量解释的结果，应由第二人进行独立复核。

10.3.4.2 依据异常完整、复杂情况、有无地质干扰体、反演方法以及其结果等，对定性解释、定量反演结果的可靠性做出说明。

11 成果报告编写

11.1 编写要求

11.1.1 工作结束后，应及时编写成果报告。所有钻孔需提供单孔测井报告；一个勘查区还需提供总体成果报告；当工区工作量少时，只需提供单孔测井报告和总体成果说明书及有关图件。

11.1.2 报告要求全面反映工作成果，重点突出，论述及推断有据且充分，文字简练，逻辑严密，结论客观。

11.1.3 报告附图、附表、附件要规范、齐全。

11.2 单孔和全区测井报告

测井报告主要内容应包括：

a) 前言(含工作任务工区概况)；
b) 工区地质及地球物理特征；
c) 野外工作方法技术、完成工作量及质量评述；
d) 资料整理、处理及解释方法；
e) 成果解释推断；
f) 结论与建议。

11.3 单孔测井报告附图

单孔测井报告附图应包括：

a) 各类参数实测曲线图；
b) 地面磁异常图；
c) 单孔解释剖面成果图。

11.4 勘查区成果报告附图

成果报告附图应包括：

a) 各类参数实测曲线图；
b) 地面磁异常图；
c) 钻孔分布图；
d) 单孔解释剖面成果图；
e) 综合解释成果图。

附 录 A
（规范性附录）
井中三分量仪器的检查

井中三分量仪器的检查要求如下：

a） 仪器的检测应在室外空旷无磁干扰的地方进行。

b） 在地面使用罗盘找出东、南、西、北四个方位，然后将探管分别指向四个方位（探管要有一定的倾角，应将探管固定在校验架上），观察各参数的变化情况。

c） 计算探管在四个方向的水平分量值和 Z 分量值。水平分量的最大值和最小值之差为水平分量转向差，Z 分量的最大值和最小值之差为垂直分量转向差。

d） 在测量仪器转向差的同时，根据 X、Y 分量的指向可以区分出仪器的测量坐标系统（即左、右手法则）。

附 录 B
（规范性附录）
井中磁测工作记录表

表 B.1、表 B.2、表 B.3 分别为井中二分量、三分量磁测工作记录表及井中高精度 ΔT 测量工作记录表。

表 B.1 井中二分量磁测工作记录表

钻孔编号： 孔深： m； 套管深度： m； 测量范围： m；

零点位置： m； 回程差： m； 井场温度： ℃

井中磁测起始记录点/m	二分量磁测		磁化率		绞车深度系数	上升	下降
井口坐标	X：	Y：	Z：		检查井段/m	二分量磁测	磁化率
铠装电缆缆芯间对地绝缘电阻/MΩ	最大值		最小值		地面各连接线对地绝缘电阻/MΩ	最大值	最小值
正常场值	磁偏角 D/(°)		磁倾角 I/(°)		水平分量 H_0/nT	垂直分量 Z_0/nT	总场 F_0/nT
钻孔行政地理位置							
备注							

测量者： 检查者： 施工日期：

表 B.2 井中三分量磁测工作记录表

钻孔编号： 孔深： m； 套管深度： m； 测量范围： m；

零点位置： m； 回程差： m； 井场温度： ℃

井中磁测起始记录点/m	三分量磁测		磁化率		绞车深度系数	上升	下降
井口坐标	X：	Y：	Z：		检查井段/m	三分量磁测	磁化率
铠装电缆缆芯间对地绝缘电阻/MΩ	最大值		最小值		地面各连接线对地绝缘电阻/MΩ	最大值	最小值
正常场值	磁偏角 D/(°)		磁倾角 I/(°)		水平分量 H_0/nT	垂直分量 Z_0/nT	总场 F_0/nT
钻孔行政地理位置							
备注							

测量者： 检查者： 施工日期：

表 B.3　井中高精度 ΔT 测量工作记录表

钻孔编号：　　孔深：　　m；　套管深度：　　m；　测量范围：　　m；

零点位置：　　m；　回程差：　　m；　井场温度：　　℃

井中磁测起始记录点/m	高精度 ΔT		磁化率		绞车深度系数	上升	下降
井口坐标	X：	Y：	Z：		检查井段/m	高精度 ΔT	磁化率
铠装电缆缆芯间对地绝缘电阻/MΩ	最大值		最小值		地面各连接线对地绝缘电阻/MΩ	最大值	最小值
正常场值	磁偏角 D/(°)		磁倾角 I/(°)		水平分量 H_0/nT	垂直分量 Z_0/nT	总场 F_0/nT
钻孔行政地理位置							
备注							

测量者：　　检查者：　　施工日期：

附 录 C
（规范性附录）
右手系井中磁测资料的计算方法

C.1 ΔZ、$\Delta H'$的计算整理

$$\Delta \boldsymbol{Z} = \boldsymbol{Z} - \boldsymbol{Z}_0 \qquad \cdots\cdots (C.1)$$

式中：

$\Delta \boldsymbol{Z}$ ——磁异常垂直分量；

$\boldsymbol{Z}$ ——磁场强度垂直分量；

$\boldsymbol{Z}_0$ ——正常场垂直分量。

$$\Delta H' = H - H_0 = \sqrt{X^2 + Y^2} - H_0 \qquad \cdots\cdots (C.2)$$

式中：

$\Delta H'$ ——磁异常水平分量模差；

H ——磁场强度水平分量；

X、Y ——H 的两个分量；

H_0 ——正常场水平分量。

C.2 矢量 $\Delta \boldsymbol{H}$（$\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/}$）的计算方法

$\Delta \boldsymbol{H}$ 的整理计算需在钻孔顶角大于 5°且有准确的井斜磁方位角 β 及工区正常场资料时进行。

特别注意：针对右手系在计算时，仪器读数的 Y 值要取相反值（即用 $-Y$ 代替 Y）。

由图 C.1 得计算公式为

$$\Delta \boldsymbol{H} = (X - H_{ox})\boldsymbol{i} + (Y - H_{oy})\boldsymbol{j} = \Delta \boldsymbol{X} + \Delta \boldsymbol{Y} \qquad \cdots\cdots (C.3)$$

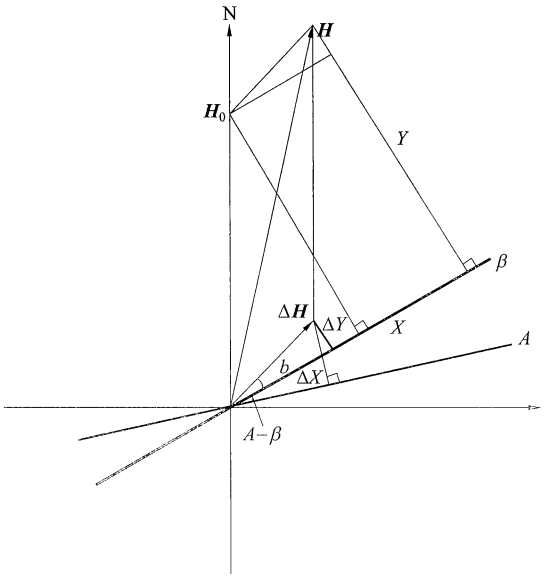


图 C.1 矢量 ΔH 计算图示

式中：

$\Delta \boldsymbol{H}$ ——磁异常水平分量矢量；

H_{ox}、H_{oy}——正常场在两水平元件上的投影；

$\boldsymbol{i}$、$\boldsymbol{j}$ ——水平计算坐标系单位矢量；

$\Delta \boldsymbol{X}$、$\Delta \boldsymbol{Y}$ ——两个水平元件上磁异常水平分量。

$$b=\arctan^{-1}\left|\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right| \qquad \cdots\cdots (C.4)$$

式中：

b ——$\Delta \boldsymbol{H}$ 与 $\Delta \boldsymbol{X}$ 的夹角。

$$\left.\begin{aligned} H_{ox}&=H_o\cos\beta\\ H_{oy}&=H_o\cos\beta \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (C.5)$$

式中：

β ——井斜磁方位角。

$$\left.\begin{aligned} \Delta H_{/\!/}&=H_{/\!/}-H_{0/\!/}=\Delta H\sin(b+A-\beta)=\Delta X\sin(A-\beta)+\Delta Y\cos(A-\beta)\\ &=X\sin(A-\beta)+Y\cos(A-\beta)-H_0\sin A\\ \Delta H_{\perp}&=H_{\perp}-H_{0\perp}=\Delta H\cos(b+A-\beta)=\Delta X\cos(A-\beta)-\Delta Y\sin(A-\beta)\\ &=X\cos(A-\beta)-Y\sin(A-\beta)-H_0\cos A \end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (C.6)$$

$$\Delta \boldsymbol{H}=\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}+\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/} \qquad \cdots\cdots (C.7)$$

$$\Delta H=\sqrt{\Delta H_{/\!/}^2+\Delta H_{\perp}^2} \qquad \cdots\cdots (C.8)$$

式中：

$\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/}$ ——纵剖面磁异常水平分量矢量；

$\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}$ ——横剖面磁异常水平分量矢量；

$\boldsymbol{H}_{/\!/}$、$\boldsymbol{H}_{\perp}$ ——$\boldsymbol{H}$ 在纵横剖面上的投影；

$\boldsymbol{H}_{0/\!/}$、$\boldsymbol{H}_{0\perp}$ ——$\boldsymbol{H}_0$ 在纵横剖面上的投影；

A ——横剖面磁方位角，$-90°<A\leqslant 90°$。

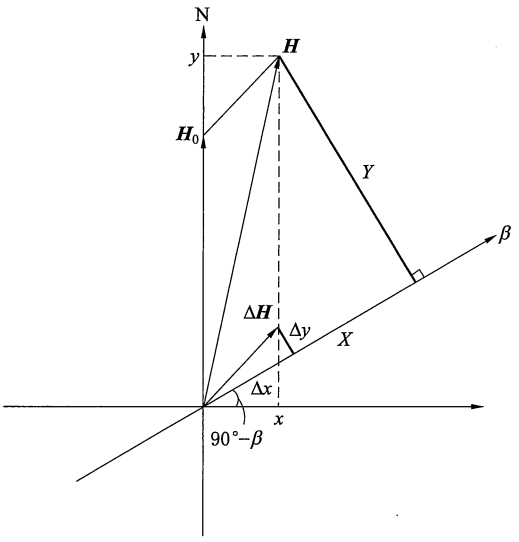


图 C.2 $\Delta \boldsymbol{H}$ 磁方位角 φ 的计算图示

由图 C.2 得 $\Delta \boldsymbol{H}$ 磁方位角 φ 的计算公式如下：

$$\left.\begin{aligned} x &= X\cos(90°-\beta)-Y\sin(90°-\beta) \\ y &= X\sin(90°-\beta)+Y\cos(90°-\beta) \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C.9)$$

式中：

x ——$\boldsymbol{H}$ 矢量在正常场坐标系的横坐标的投影；

y ——$\boldsymbol{H}$ 矢量在正常场坐标系的纵坐标的投影。

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= 180°-\arccos(H_0^2+\Delta H^2-H^2)/(2H_0\Delta H) \quad x>0 \\ \varphi &= 180°+\arccos(H_0^2+\Delta H^2-H^2)/(2H_0\Delta H) \quad x<0 \\ \varphi &= 180°, H<H_0 \quad x=0 \\ \varphi &= 0°, H>H_0 \quad x=0 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C.10)$$

C.3 矢量 ΔT($\Delta T_\perp$、$\Delta T_{/\!/}$)的计算方法

分别取 $\Delta \boldsymbol{T}_\perp$ 与 $\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$ 矢量沿井轴分布的向线簇，按下式计算：

$$\left.\begin{aligned} \Delta \boldsymbol{T} &= \Delta \boldsymbol{T}_\perp + \Delta \boldsymbol{T}_{/\!/} \\ \Delta \boldsymbol{T}_\perp &= \Delta \boldsymbol{H}_\perp + \Delta \boldsymbol{Z} \\ \Delta \boldsymbol{T}_{/\!/} &= \Delta \boldsymbol{H}_{/\!/} + \Delta \boldsymbol{Z} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C.11)$$

式中：

$\Delta \boldsymbol{T}$ ——磁异常总强度矢量；

$\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$——纵剖面磁异常总强度矢量；

$\Delta \boldsymbol{T}_\perp$——横剖面磁异常总强度矢量；

$$\left.\begin{aligned} \Delta T &= \sqrt{\Delta H^2+\Delta Z^2} \\ \Delta T_\perp &= \sqrt{\Delta H_\perp^2+\Delta Z^2} \\ \Delta T_{/\!/} &= \sqrt{\Delta H_{/\!/}^2+\Delta Z^2} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (C.12)$$

附 录 D
（规范性附录）
左手系井中磁测资料的计算方法

D.1 ΔZ、$\Delta H'$的计算整理

$$\Delta Z = Z - Z_0 \qquad \cdots\cdots (D.1)$$

式中：

ΔZ ——磁异常垂直分量；

Z ——磁场强度垂直分量；

Z_0 ——正常场垂直分量。

$$\Delta H' = H - H_0 = \sqrt{X^2 + Y^2} - H_0 \qquad \cdots\cdots (D.2)$$

式中：

$\Delta H'$ ——磁异常水平分量模差；

H ——磁场强度水平分量；

X、Y ——H 的两个分量；

H_0 ——正常场水平分量。

D.2 矢量 ΔH（$\Delta H_\perp$、$\Delta H_{/\!/}$）的计算方法

ΔH 的整理计算需在钻孔顶角大于 5°且有准确的井斜磁方位角 β 及工区正常场资料时进行。

$$\Delta H = (X - H_{ox})i + (Y - H_{oy})j = \Delta X + \Delta Y \qquad \cdots\cdots (D.3)$$

式中：

ΔH ——磁异常水平分量矢量；

H_{ox}、H_{oy}——正常场在两水平元件上的投影；

i、j ——水平计算坐标系单位矢量；

ΔX、ΔY ——两个水平元件上磁异常水平分量。

$$b = \arctan^{-1}\left|\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right| \qquad \cdots\cdots (D.4)$$

式中：

b ——ΔH 与 ΔX 的夹角。

$$\Delta H = (H_{/\!/} - H_{0/\!/})i + (H_\perp - H_{0\perp})j \qquad \cdots\cdots (D.5)$$

式中：

$H_{/\!/}$、$H_\perp$ ——H 在纵横剖面上的投影；

$H_{0/\!/}$、$H_{0\perp}$——H_0 在纵横剖面上的投影。

$$\left.\begin{aligned}\Delta H_{/\!/} &= H_{/\!/} - H_{0/\!/} = Y\sin(\beta - A) + X\cos(\beta - A) + H_0\sin A\\ \Delta H_\perp &= H_\perp - H_{0\perp} = Y\cos(\beta - A) - X\sin(\beta - A) - H_0\cos A\end{aligned}\right\} \qquad \cdots\cdots (D.6)$$

式中：

$\Delta H_{/\!/}$——纵剖面磁异常水平分量矢量；

$\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}$——横剖面磁异常水平分量矢量；

β ——井斜磁方位角；

A ——横剖面磁方位角，$-90^{\circ}<A\leqslant 90^{\circ}$。

$$\Delta \boldsymbol{H}=\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}+\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/} \quad \cdots\cdots (D.7)$$

$$\Delta H=\sqrt{\Delta H_{/\!/}^{2}+\Delta H_{\perp}^{2}} \quad \cdots\cdots (D.8)$$

D.3 矢量 $\Delta \boldsymbol{T}$（$\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$）的计算方法

分别取 $\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}$ 与 $\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$ 矢量沿井轴分布的向线簇，按下式计算：

$$\left.\begin{aligned}\Delta \boldsymbol{T}&=\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}+\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}\\ \Delta \boldsymbol{T}_{\perp}&=\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}+\Delta \boldsymbol{Z}\\ \Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}&=\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/}+\Delta \boldsymbol{Z}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (D.9)$$

式中：

$\Delta \boldsymbol{T}$ ——磁异常总强度矢量；

$\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$——纵剖面磁异常总强度矢量；

$\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}$——横剖面磁异常总强度矢量。

$$\left.\begin{aligned}\Delta T&=\sqrt{\Delta H^{2}+\Delta Z^{2}}\\ \Delta T_{\perp}&=\sqrt{\Delta H_{\perp}^{2}+\Delta Z^{2}}\\ \Delta T_{/\!/}&=\sqrt{\Delta H_{/\!/}^{2}+\Delta Z^{2}}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (D.10)$$

附 录 E
（规范性附录）
井中磁测常规图件的内容及说明

E.1 井中磁测整理图件

图 E.1 为井中磁测资料整理的基本图件，从左至右分别为：图 a）为钻孔地质柱状图；图 b）为磁化率 κ 测井曲线；图 c）为 ΔZ 曲线、$\Delta H'$ 曲线及 $\Delta \boldsymbol{T}'$ 矢量图；图 d）为 $\Delta \boldsymbol{H}$ 矢量图；图 e）为 $\Delta H_{\perp}$、$\Delta H_{/\!/}$（或 ΔX、ΔY）曲线图；图 f）为 $\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}$ 矢量图；图 g）为 $\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$ 矢量图；图 h）为 β' 曲线；图 i）为 δ 曲线；图 j）为高精度 ΔT 曲线。

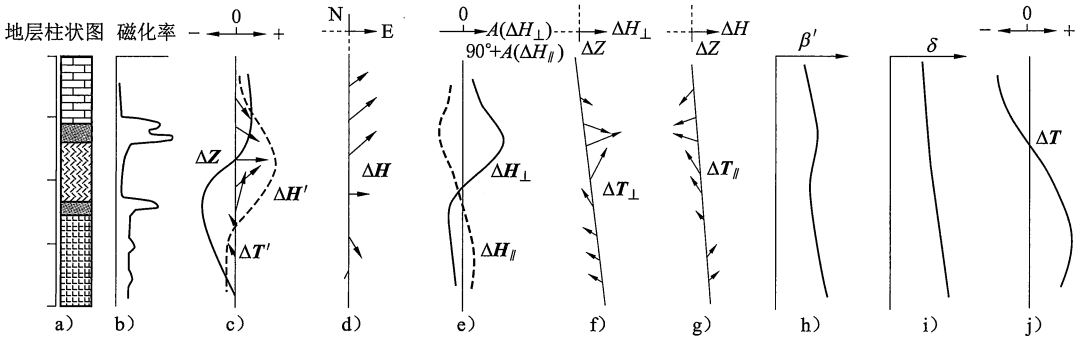


图 E.1 井中磁测资料整理图件

E.2 钻孔地质柱状图

地层柱状图以深度为纵坐标，岩性花纹填充，记录下钻孔不同深度的岩性。

E.3 磁化率测井 κ 曲线

磁化率 κ 曲线以深度为纵坐标，κ 值为横坐标，记录下井壁岩矿石的磁化率大小。

E.4 ΔZ 曲线、$\Delta H'$ 曲线及 $\Delta \boldsymbol{T}'$ 矢量图

ΔZ（磁异常垂直分量）曲线图以深度为纵坐标，ΔZ 为横坐标，正常垂直磁场为零线，左负右正取值，沿深度展点联展成曲线。负值表示向上，正值向下，用来做定性和半定量解释。

$\Delta H'$ 水平模差曲线图以深度为纵坐标，$\Delta H'$ 为横坐标，正常水平磁场为零线，左负右正取值，沿深度展点联展成曲线。在一定的应用条件下，负值表示 $\Delta H'$ 偏向南，正值通常向北。用来与 ΔZ 曲线综合判断矿体相对于钻孔的位置，做定性解释。

$\Delta \boldsymbol{T}'$（磁异常的磁北剖面投影）矢量图是在 $\Delta H'$ 应用前提下的 ΔZ 与 $\Delta H'$ 的合成量。沿深度取相应点的 ΔZ 与 $\Delta H'$ 合成的矢量，近似地当作磁异常矢量在磁北剖面中投影沿井轴的分布。

E.5 $\Delta \boldsymbol{H}$ 矢量图

此图以矢量图的形式表示，它表征了磁性体在所测钻孔内产生的磁场的水平分量，$\Delta \boldsymbol{H}$ 为实测磁场水平分量 $\boldsymbol{H}$ 与正常场水平分量 $\boldsymbol{H}_0$ 的矢量差，即 $\Delta \boldsymbol{H}=\boldsymbol{H}-\boldsymbol{H}_0$。作图时假定图纸上方为磁北方向，但需要和理论图册进行对比时，则应将图纸上方定为垂直矿体走向的北方向，或东西方向。由于目前可供整理的井斜方位资料精度较低，故整理后的 ΔH 图准确度较差，主要应用是粗略地判断矿体与钻孔相对位置，指示矿体赋存方向。

E.6 $\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/}$（或 $\Delta \boldsymbol{X}$、$\Delta \boldsymbol{Y}$）曲线图

它以曲线图的形式表示，分别为 ΔH 在横剖面上的分量 $\Delta H_{\perp}$ 和在纵剖面上的分量 $\Delta H_{/\!/}$、$\Delta H_{\perp}$，一般选用剖面北端（北东或北西）或东端（东西剖面或磁性体南北走向）为正，反之为负。当剖面方向不明时，亦可将 ΔH 投影到十字剖面上，得出分量为 ΔY 和 ΔX。由于 $\Delta H_{\perp}$ 和 $\Delta H_{/\!/}$ 是基于 ΔH 相同条件下整理得出，$\Delta H_{/\!/}$、$\Delta H_{\perp}$（或 ΔX、ΔY）的准确度和 ΔH 大体相同。

E.7 $\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$ 矢量图

以剖面矢量图形式表示，深度为纵坐标，$\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/}$ 为横坐标，分别由 $\Delta \boldsymbol{Z}$ 与 $\Delta \boldsymbol{H}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{Z}$ 与 $\Delta \boldsymbol{H}_{/\!/}$ 合成矢量。能形象地描述磁性体假想的磁力线在剖面上的分布特征，主要用来推断矿体的空间位置。通过解析法做半定量解释和用于判别井底或井底旁盲矿。

E.8 $\boldsymbol{\beta}$ 曲线

以深度为纵坐标，β' 值为横坐标，右向为角度增大方向，沿井深取 β' 值展点连成曲线。表征在井轴磁方位的基础上，叠加了 $\Delta \boldsymbol{H}$ 方向引起的方位差异沿井轴的变化状况。一般不作为附图。

当 β' 曲线某段大于磁方位 β 时，为正 $\Delta\beta(\beta'-\beta>0)$ 异常，说明 $\Delta \boldsymbol{H}$ 指向偏西；反之为负 $\Delta\beta(\beta'-\beta<0)$ 异常，说明 $\Delta \boldsymbol{H}$ 指向偏东。常用来结合 $\Delta \boldsymbol{T}_{\perp}$、$\Delta \boldsymbol{T}_{/\!/}$ 做矿体定位解释。

E.9 $\boldsymbol{\delta}$ 曲线

制图方式与 β' 曲线相同，是井轴顶角沿深度的变化状况。δ 曲线可判断 β' 曲线的可靠程度，顶角大则 β' 准确性高。一般不作为附图。

E.10 高精度 $\Delta \boldsymbol{T}$ 曲线

高精度 ΔT 曲线以深度为纵坐标，ΔT 值为横坐标，记录 ΔT 沿深度的变化状况。正常磁场为零线，左负右正取值，沿深度展点连展成曲线。ΔT 主要用于精细旁侧异常的测量。

附 录 F
（规范性附录）
误差统计表格

井中二分量磁测质量检查误差统计见表F.1；井中三分量磁测质量检查误差统计见表F.2；井中高精度ΔT测量质量检查误差统计见表F.3；井中二分量质量统计数据见表F.4；井中三分量质量统计数据见表F.5；井中高精度总场测量质量统计数据见表F.6；磁化率质量统计数据见表F.7。

表F.1 井中二分量磁测质量检查误差统计结果表

井深/m	顶角及二分量均方误差			磁化率平均相对误差 $\overline{\eta}$/%
	顶角 ε_δ/(°)	水平分量 ε_H/nT	垂直分量 ε_Z/nT	

表F.2 井中三分量磁测质量检查误差统计结果表

井深/m	顶角及三分量均方误差				磁化率平均相对误差 $\overline{\eta}$/%
	顶角 ε_δ/(°)	$X\varepsilon_X$/nT	$Y\varepsilon_Y$/nT	$Z\varepsilon_Z$/nT	

表F.3 井中高精度ΔT测量质量检查误差统计结果表

井深/m	高精度 ΔT 均方误差 $\varepsilon_{\Delta T}$/nT	磁化率平均相对误差 $\overline{\eta}$/%

表F.4 井中二分量质量统计数据表

深度/m	××××孔原测数据			××××孔检测数据		
	顶角/(°)	磁场值/nT		顶角/(°)	磁场值/nT	
		水平分量	垂直分量		水平分量	垂直分量
ε_δ= °； ε_H= nT； ε_Z= nT						

表F.5 井中三分量质量统计数据表

深度/m	××××孔原测数据				××××孔检测数据			
	顶角/(°)	磁场值/nT			顶角/(°)	磁场值/nT		
		X	Y	Z		X	Y	Z
ε_δ= °； ε_X= nT； ε_Y= nT； ε_Z= nT								

表 F.6　井中高精度 ΔT 测量质量统计数据表

深度/m	××××孔高精度磁测总场值/nT		深度/m	××××孔高精度磁测总场值/nT	
	原测数据	检测数据		原测数据	检测数据
ε_T =　　%					

表 F.7　磁化率质量统计数据表

深度/m	××××孔磁化率/10^{-5} SI		深度/m	××××孔磁化率/10^{-5} SI	
	原测数据	检测数据		原测数据	检测数据
$\overline{\eta}$ =　　%					

附 录 G
（资料性附录）
特征点半定量解释方法

根据磁法勘探理论，本附录列出了井中磁测在有旁侧异常时依据特征点的关系大致对引起异常的磁性体的距离利用切线法进行计算的公式，供井中磁测工作者参考，此距离可作为定量反演计算时的模型初值。

切线法是利用过异常曲线的一些特征点的切线之交点坐标间的关系来计算磁性体产状要素的方法。这种方法计算简便快速，受正常场选择影响小，在地面 ΔT 异常的定量解释中应用广泛。

如图 G.1 所示，过 $\Delta H'$ 曲线（适用于 $\Delta H'$ 曲线的幅度大于 ΔZ 的 50%以上）极大值两侧的拐点作两条切线，它们与过曲线极大点和极小点的切线有 4 个交点，其坐标分别为 x_2、x_3 和 x_1、x_4，则有磁性异常体距钻孔的距离 h 的经验公式：

$$h=\frac{1}{2}\left[\frac{1}{2}(x_1-x_2)+\frac{1}{2}(x_3-x_4)\right]=\frac{1}{2}\left(\frac{d_1+d_2}{2}\right) \quad \cdots\cdots (G.1)$$

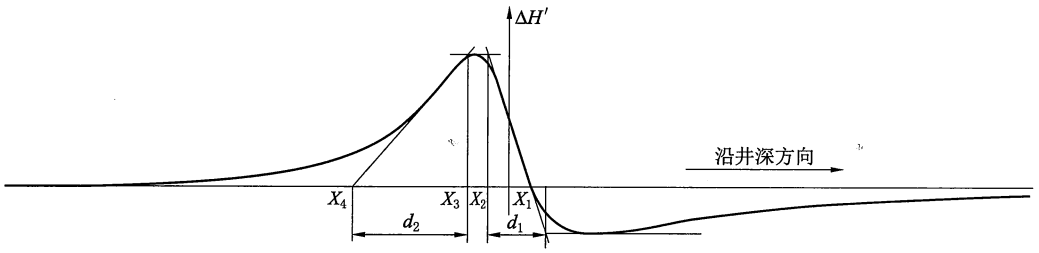


图 G.1 经验切线法示意图

经验切线法对顺层磁化和无限延伸的板状体或有限延伸水平板状体，一般能取得较好的效果，而对其他二度体和三度体效果均有一定误差，加之用 $\Delta H'$ 代替 ΔH 又有一定误差，所以实际工作中，产生的误差会更大。半定量解释应与定量解释结合才能达到较好的效果。

附 录 H
（资料性附录）
不同产状、不同方向板状体旁侧异常图

不同方向、不同方向板状体旁侧异常图见图 H.1～图 H.10。

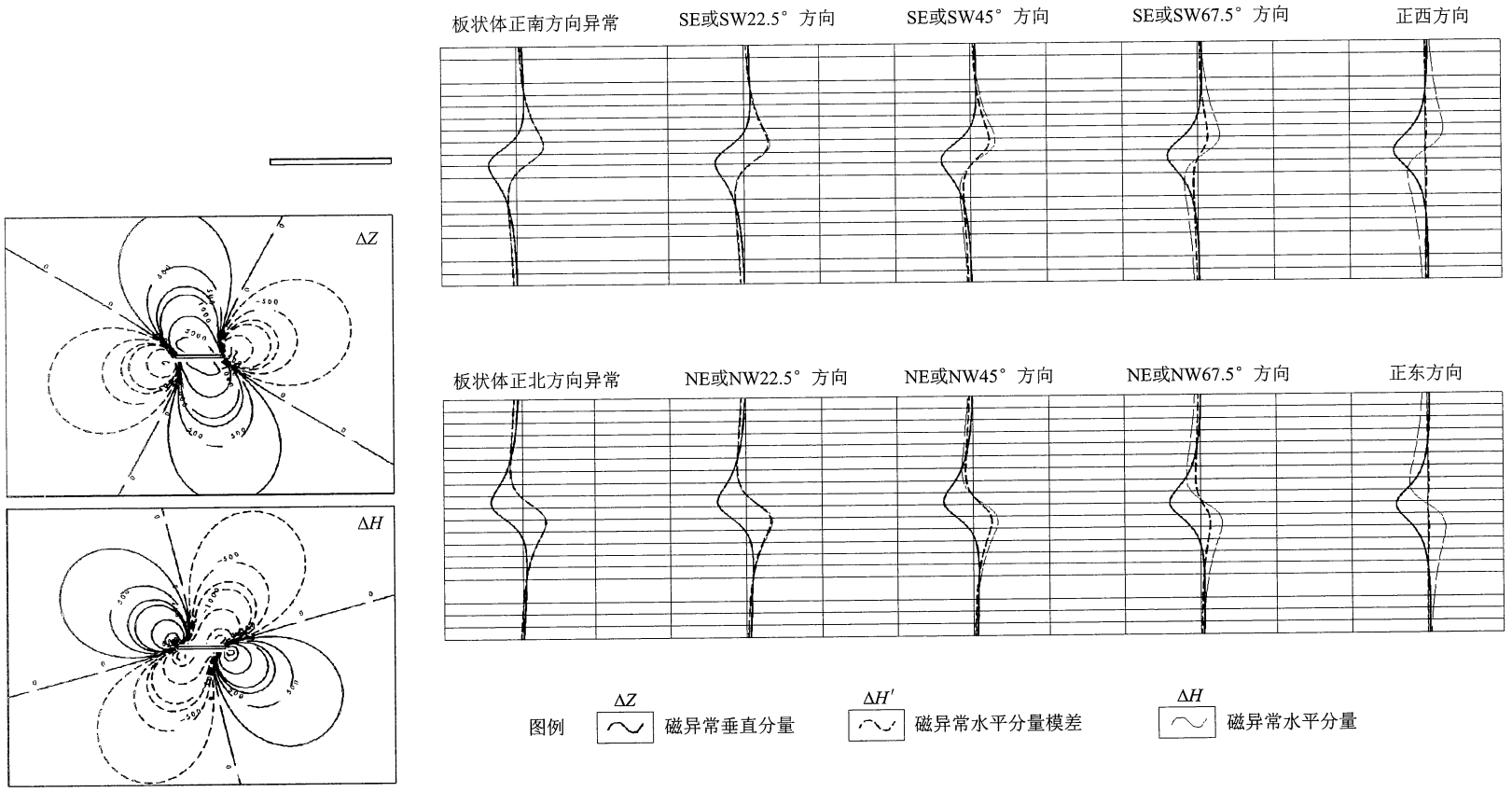


图 H.1 不同方向水平板状体旁侧异常图

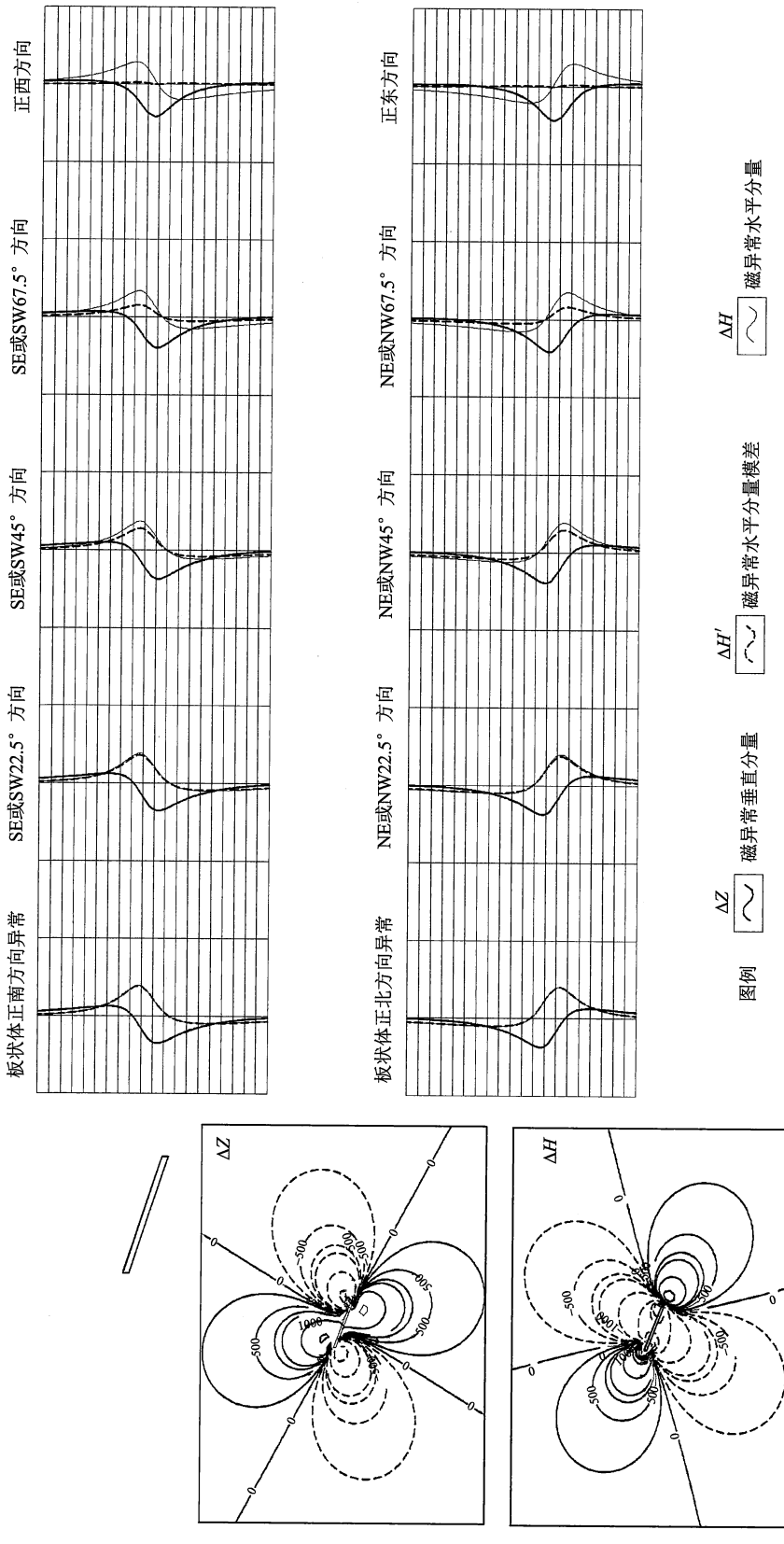


图 H.2　不同方向22.5°缓倾板状体旁侧异常图

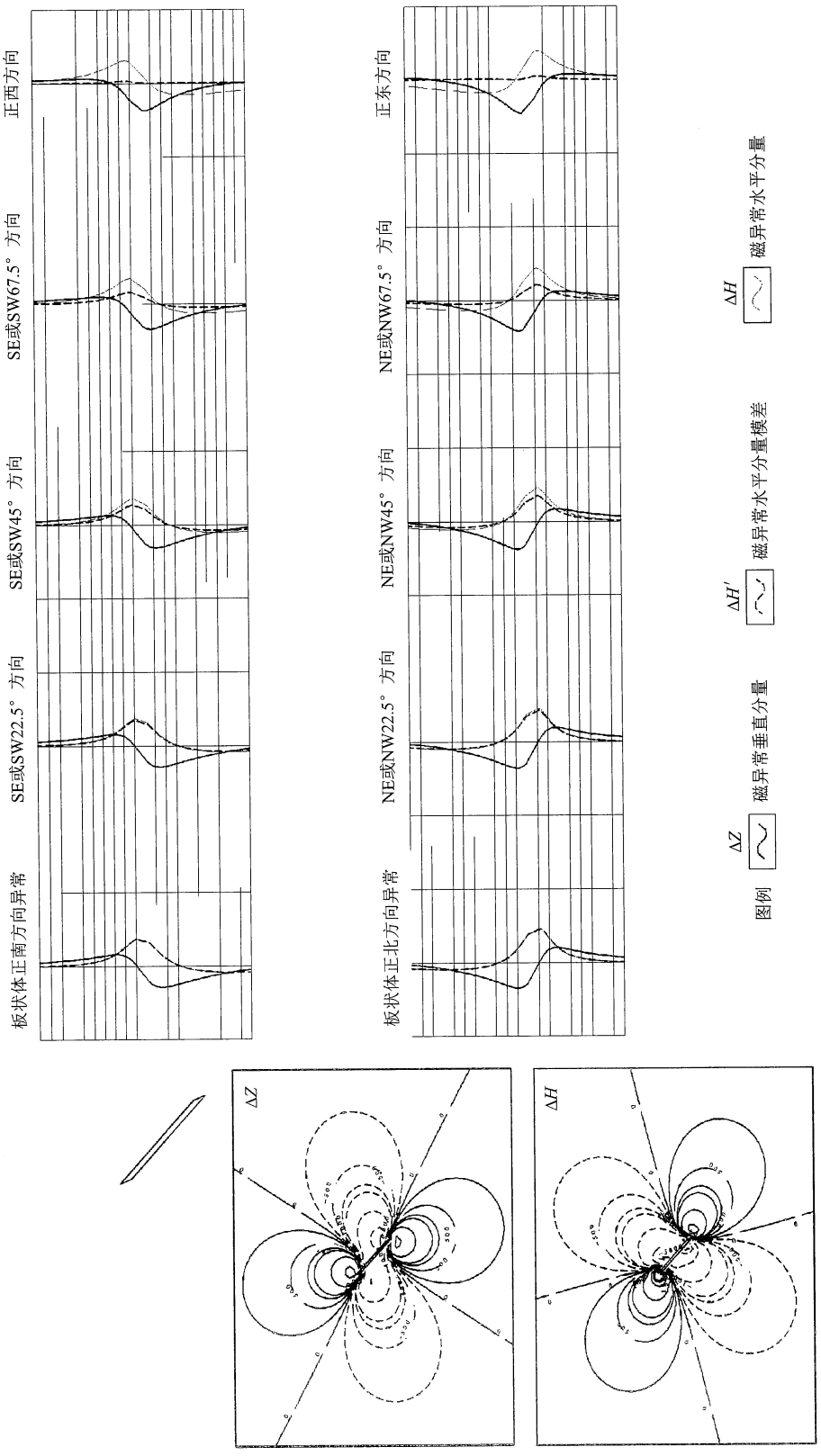


图 H.3　不同方向45°倾斜板状体旁侧异常图

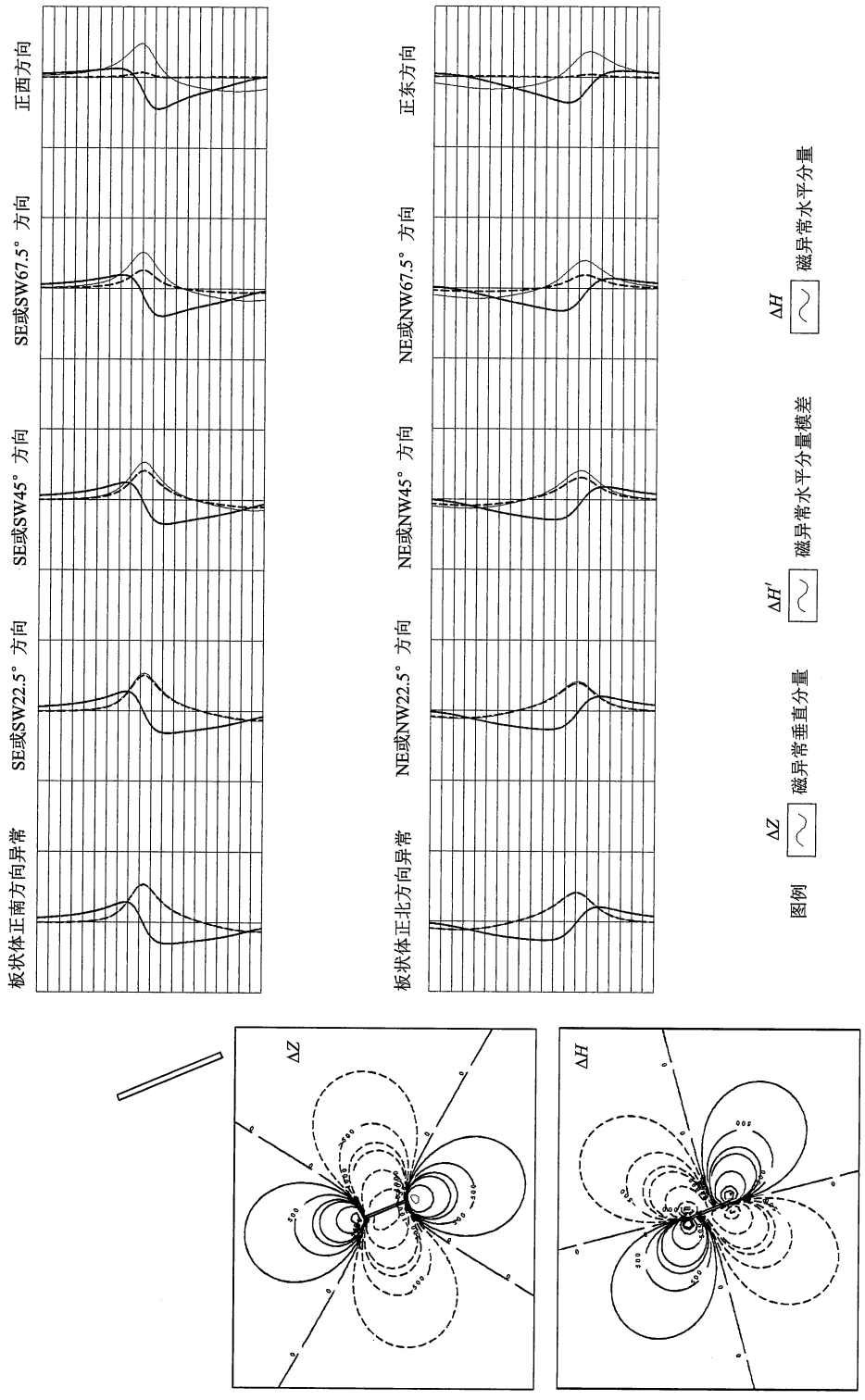


图 H.4　不同方向67.5° 陡倾板状体旁侧异常图

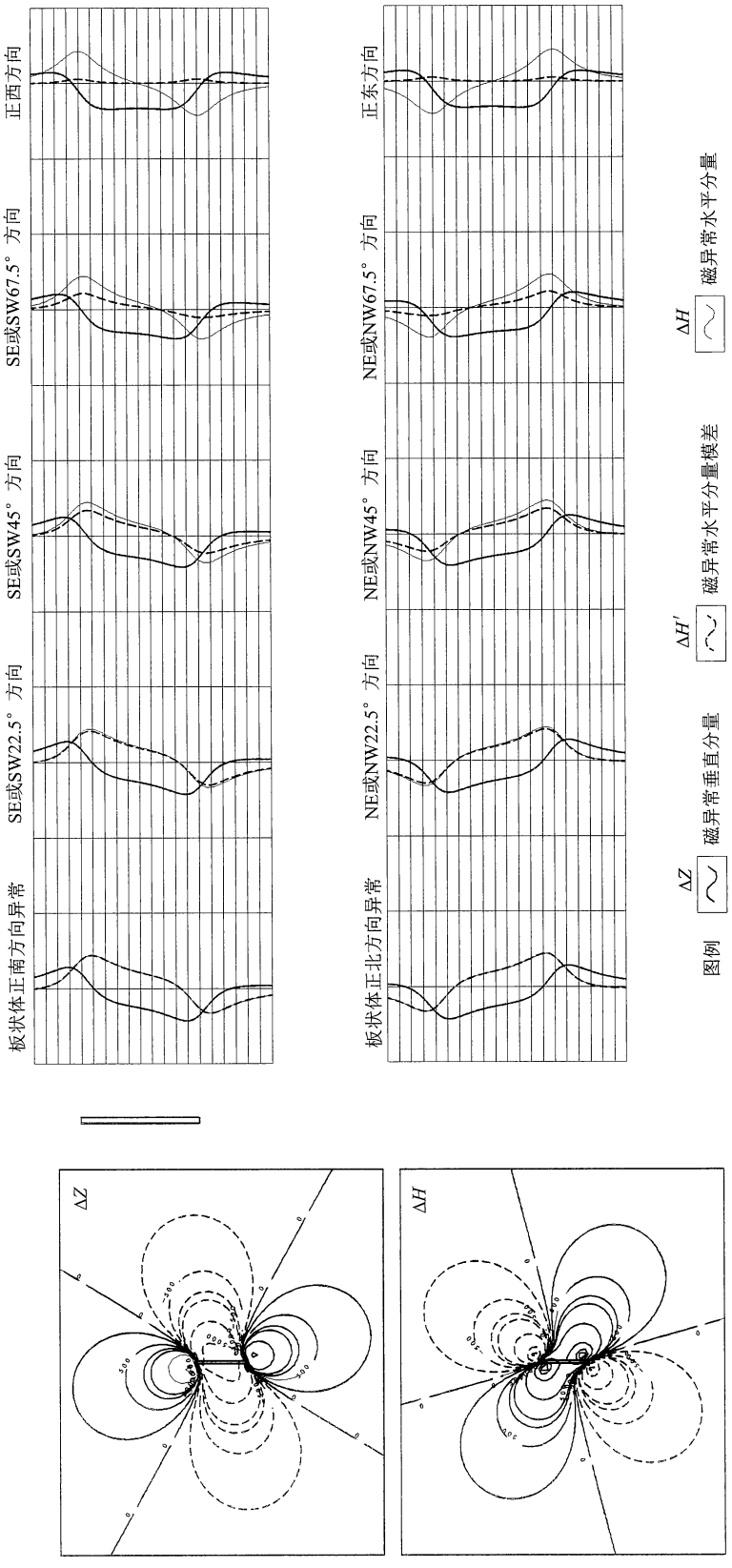


图 H.5　不同方向垂直板状体旁侧异常图

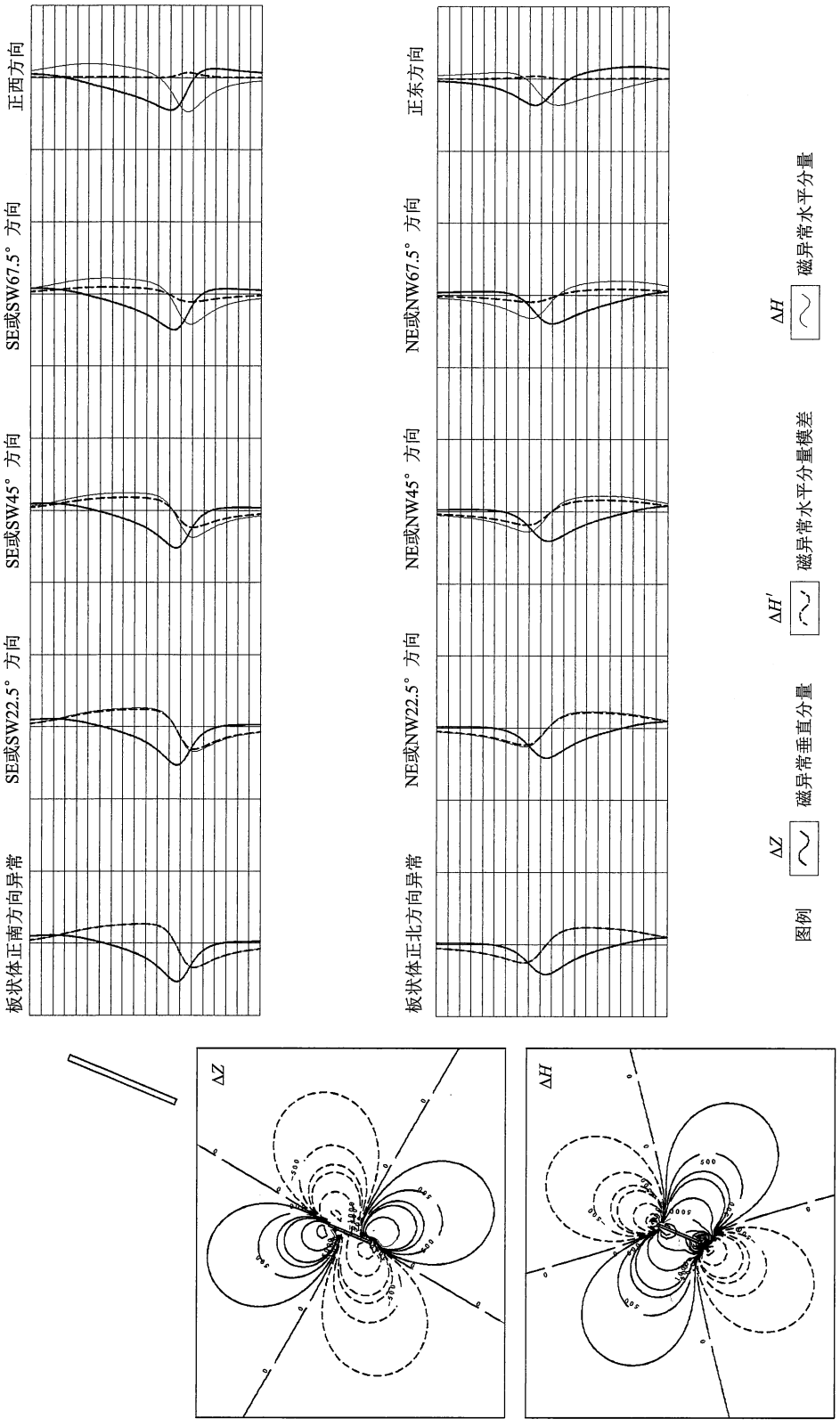


图 H.6　不同方向112.5°陡倾板状体旁侧异常图

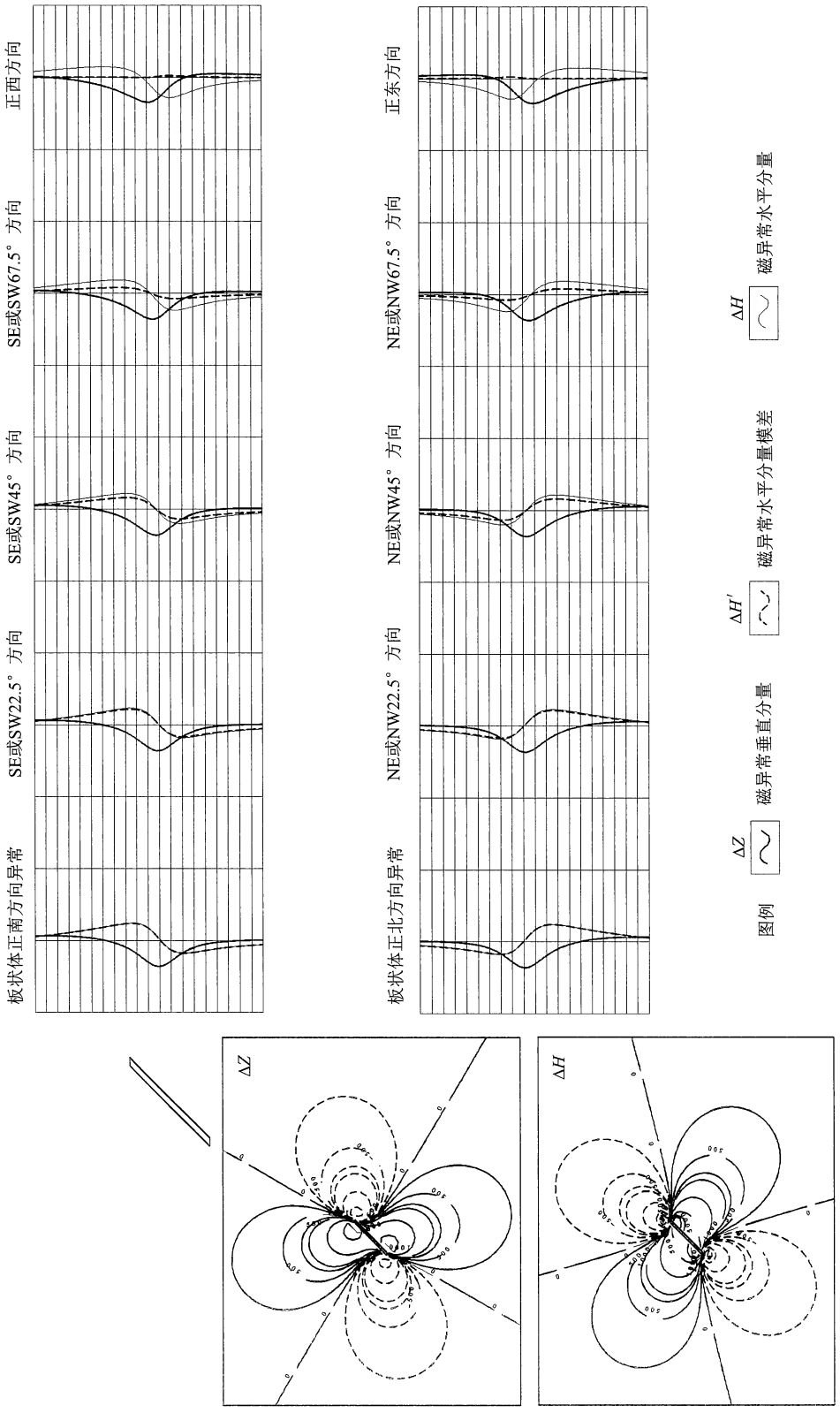


图 H.7　不同方向135° 陡倾板状体旁侧异常图

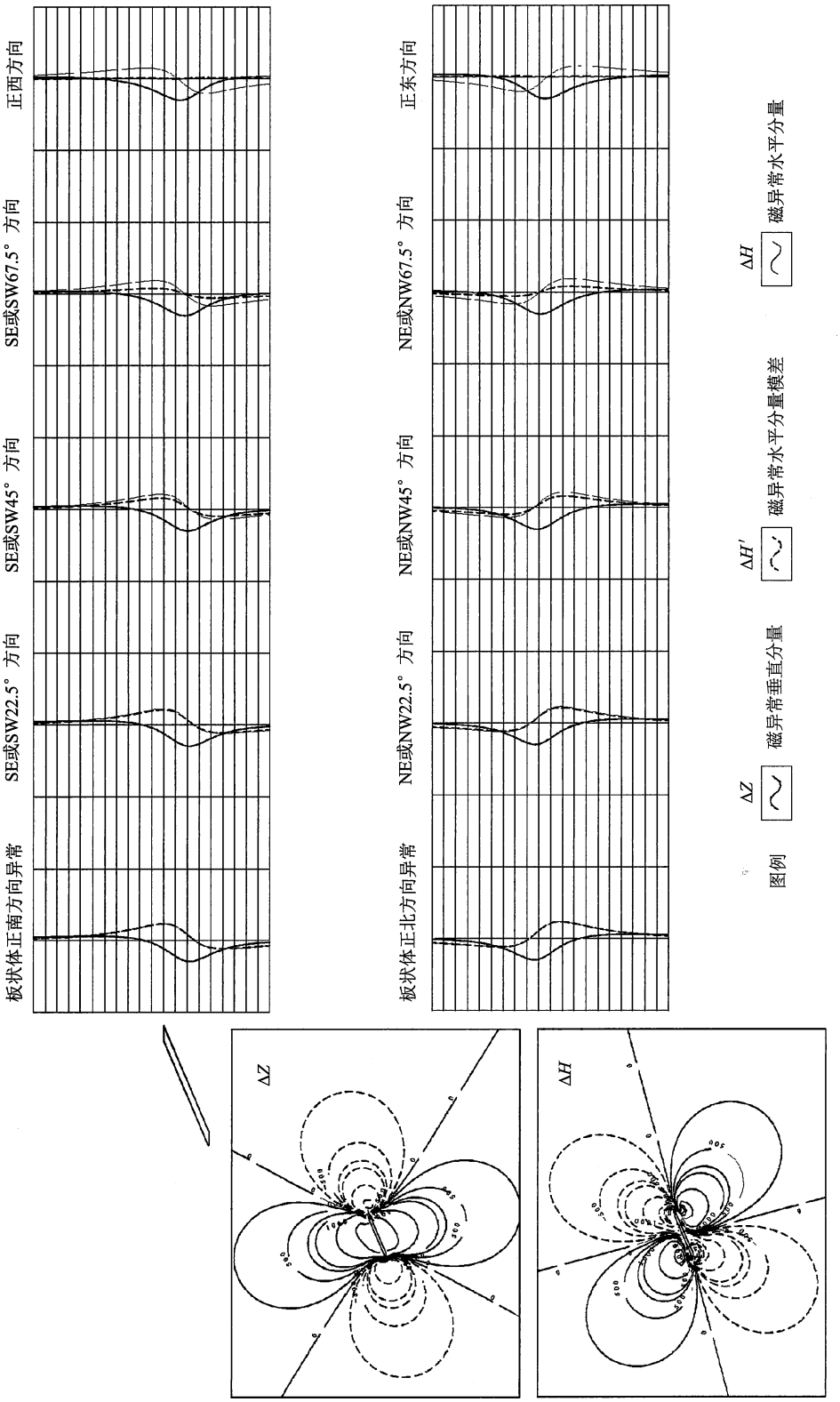


图 H.8　不同方向157.5° 缓倾板状体旁侧异常图

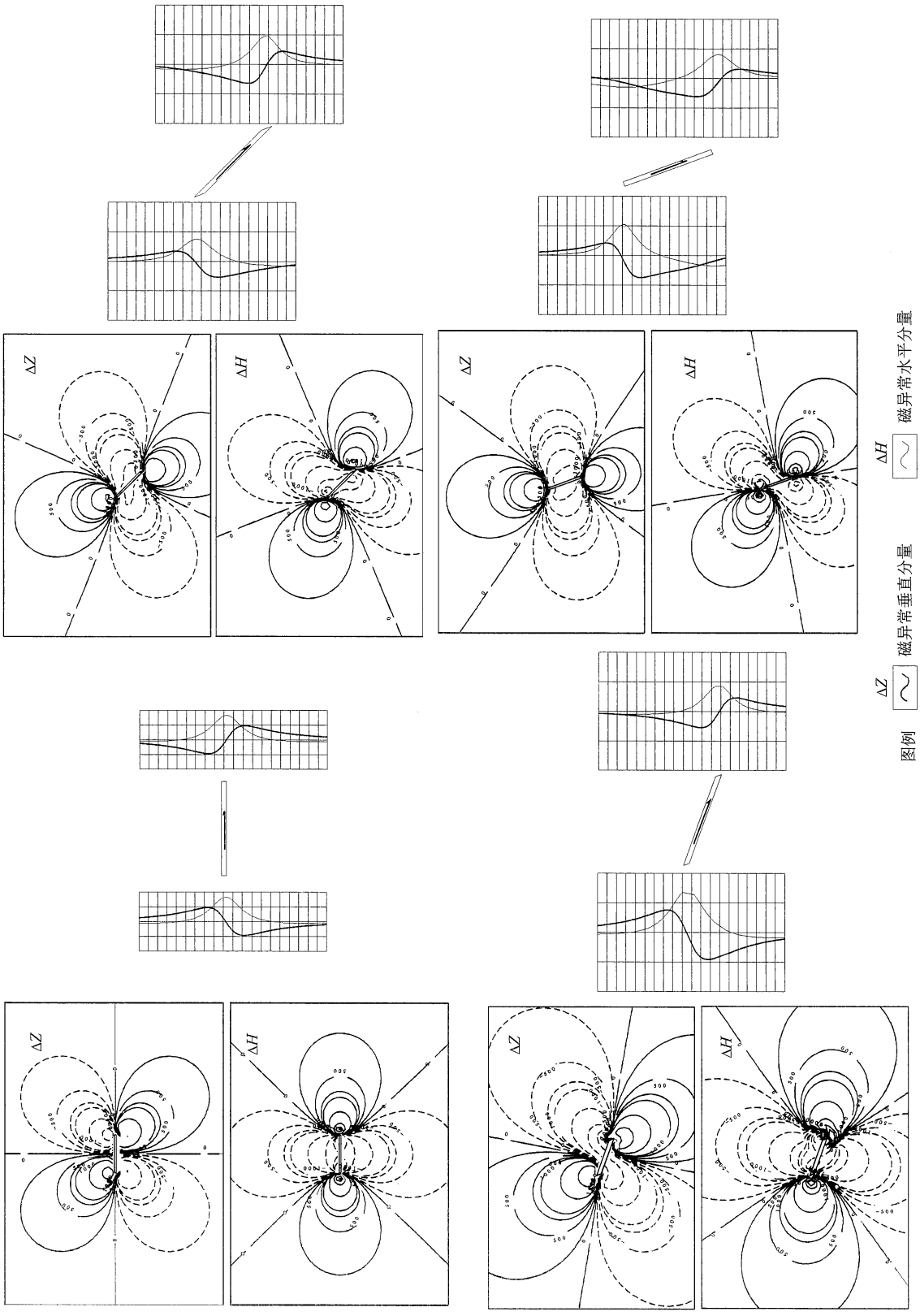


图 H.9　顺层磁化板状体旁侧异常图1

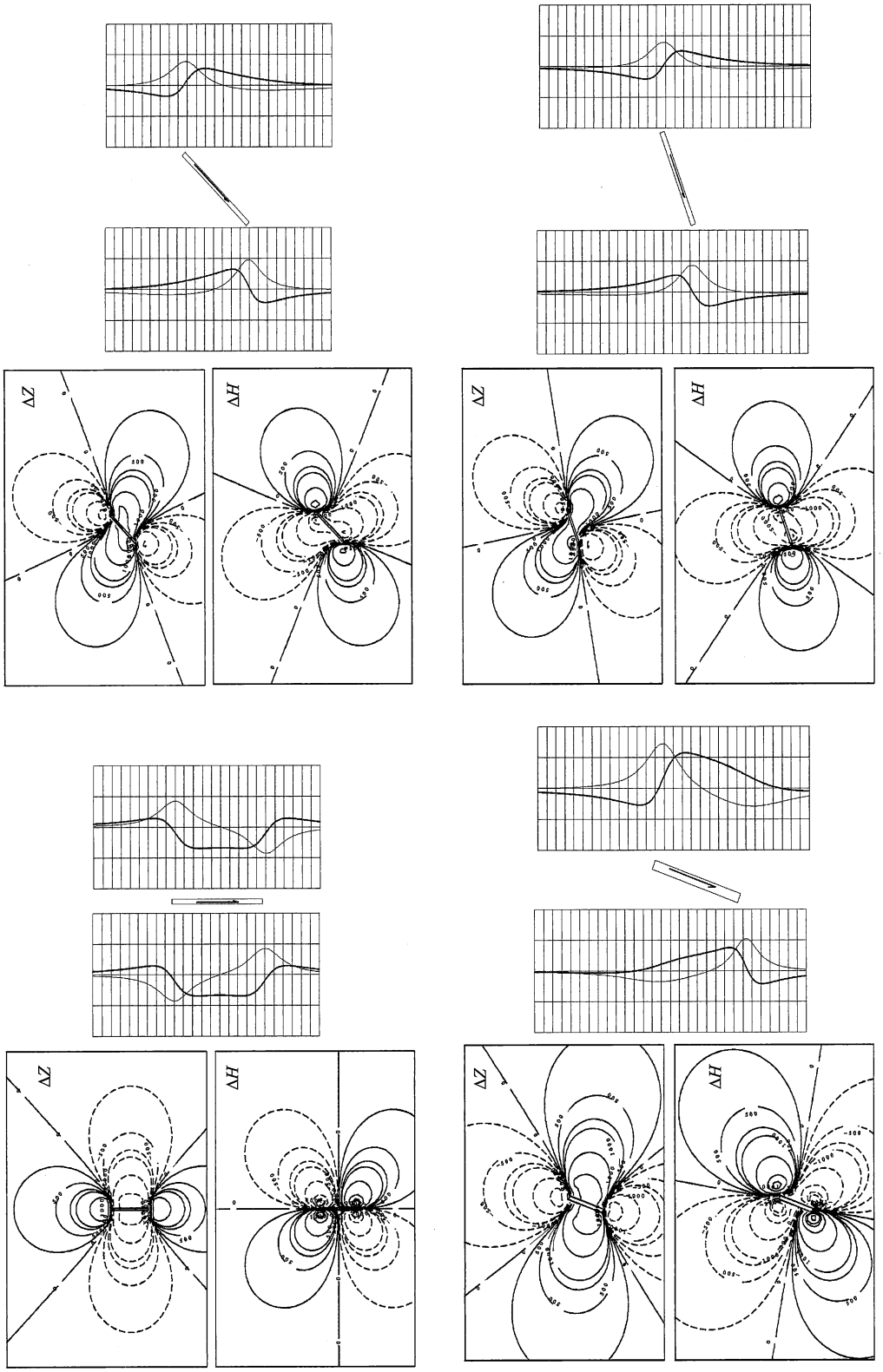


图 H.10　顺层磁化板状体旁侧异常图2

说明：异常图适用于北半球中纬度地区。等值线图为穿过磁性板状体中心的剖面图，剖面图中等值线实线为正，虚线为负；旁侧异常为剖面两侧的异常。旁侧异常为距离钻孔 20 m，取磁性体的有效磁化强度为 $20\,000\times10^{-3}$ A/m。

中 华 人 民 共 和 国
地 质 矿 产 行 业 标 准
井中磁测技术规程
DZ/T 0293—2016
*
责任编辑：王春庆　责任校对：李　玫
地质出版社出版发行
北京市海淀区学院路31号
邮政编码：100083
网址：http://www.gph.com.cn
电话：(010) 66554528（邮购部）
(010) 66554578（编辑室）
传真：(010) 66554582
*
开本：880 mm×1230 mm　1/16
印张：2.75　字数：86千字
2016年4月北京第1版　2016年4月北京第1次印刷
*
书号：12116·232　定价：49.00元
*
如本书有印装问题　本社负责调换
版权专有　侵权必究