

易斜地层钻探施工技术



中国地矿

JIA

目录

第一章 前言	- 1 -
第一节 钻进方法的选择	- 1 -
第二节 钻孔结构的选择	- 2 -
第三节 钻探设备的选择	- 2 -
第四节 钻进方法、钻孔结构及钻探设备的选择	- 2 -
第三章 钻孔弯曲原因分析	- 3 -
第一节 钻孔弯曲的含义和危害	- 3 -
第三节 钻探工艺因素	- 4 -
第四节 综述	- 4 -
第三章 钻孔弯曲防斜技术	- 4 -
第一节 初级定向	- 5 -
第二节 设备安装、开孔、换径与钻进	- 5 -
第三节 动力学防斜理论的前景与实践	- 5 -
第五章 测斜	- 7 -
第一节 钻孔弯曲测量原理	- 7 -
第二节 常用测斜仪	- 9 -
第三节 钻孔轨迹的绘制	- 10 -
第六章 治斜技术	- 10 -
第一节 螺杆钻的定向	- 10 -
第二节 治斜孔段急弯的处理	- 11 -
第七章 结束语	- 11 -

易斜地层钻探施工技术

摘要

近两年来开展地质找矿和勘探工作投入了大量的钻探工作量,提高钻进速度和质量,以缩短各矿区的勘探周期,是钻探工作面临的新课题。在地质勘探中,钻孔的垂直至关重要,它直接影响到钻探生产的质量,也影响了地质资料的可靠性和地质储量的圈定。湖南东务山矿田是著名的易斜区,由于孔斜严重,经常造成孔内事故,阻碍了勘探工作的顺利进行。本文论述了我们队在此矿田施工中所采用的钻进方法、钻孔结构和钻探设备的合理选择而后论述了本地层造成钻孔弯曲的两个主要原因,然后论述了此工程在防斜和治斜所采取的措施,同时介绍了钻孔弯曲的测量,其中还介绍了动力学防斜技术的前景和实践。

关键词: 钻孔弯曲测斜仪螺杆钻治斜孔段急弯

第一章 前言

湖南东务山矿田岩层比较复杂,岩层产状比较大,岩性以千枚岩和灰岩居多,千枚岩层理发育,软硬不均且局部地区软硬互层比较频繁,在钻进中极易促斜,造成钻孔弯曲,不仅影响钻孔质量,甚至造成钻孔报废。去年六月份有一地质队在此地层进行钻进,所钻进的 zk102 孔偏斜达 32° , 不符合要求,此孔报废。此外,在治斜后孔内弯急,金刚石钻进开不起较高转速,钻杆折断事故频繁且难以打捞,绳索取钻进内管投不到位等。我队今年在本地层所完成的 zk105,总进尺达到 965.31m 而且钻孔偏斜角仅为 12° , 符合要求,此孔合格第二章钻进方法、钻孔结构及钻探设备的合理选择

第一节 钻进方法的选择

2.1.1 按与钻进工艺有关的几个特性将岩石做如下分类

一、按硬度的大小分为四类,按可钻性的高低分为十二级,其相应关系为:

- 1.软--可钻性 1~3 级;
- 2.中硬--可钻性 4~6 级;
- 3.硬--可钻性 7~9 级;
- 4.坚硬--可钻性 10~12 级。

二、按研磨性的强弱分为三类:弱研磨性.中研磨性.强研磨性。

三、按完整程度分为三类:完整、较完整、破碎。

2.1.2 应根据岩石的可钻性、研磨性、完整程度,来选择磨料和钻进方法。

一、1~6 级和部分 7 级岩石宜选用硬质合金、针状硬质合金或聚晶金刚石、复

合片钻进。

二、4~12 级岩石宜选用金刚石回转钻进。

三、7~12 级岩石也可用钢粒钻进。

四、6~8 级岩石可硬质合金冲击回转钻进；6~12 级，特别是弱研磨性岩石，可选用金刚石冲击回转钻进。

第二节 钻孔结构的选择

2.2.1 设计与施工钻孔时，要充分考虑地质条件、钻孔深度、终孔直径、钻进方法、护孔措施和设备情况，并合理选择开孔直径、换径次数与深度、套管程序等。

第三节 钻探设备的选择

2.3.1 应根据钻孔设计深度、钻孔设计倾角、岩层条件、钻进方法以及钻孔设计结构等，合理地选择钻探设备。应尽量选择电动机动力机。常用设备配套见表 1。

2.3.2 金刚石岩心钻探必须选用有较高转速和有较大调速范围的液压钻机，并须配备有孔底压力指标表。同时也要求配备有转速度、扭矩表。选用电动机驱动时，还须配备有电压表和电流表。

2.3.3 金刚石岩心钻探应选用变量泵，并须配备有泵压表和流量计。在选用一般泥浆泵时，其最大泵压应能达到 40 公斤/厘米²，最大泵量要在 100 升/分以内，泵量要便于调节(可采用改变缸径与柱塞直径、增加变速机构等方法)。

表 2-1 岩心钻探常用设备配套表设计钻孔深度（米）

SGZ-23 钻塔注：使用泥浆作冲洗液时应配备 0.3~0.6 米³ 规格的搅拌机。

第四节 钻进方法、钻孔结构及钻探设备的选择

湖南东务山矿田岩层比较复杂，岩层产状比较大，岩性以千枚岩和灰岩居多，千枚岩层理发育，软硬不均且局部地区软硬互层比较频繁，在钻进中极易促斜。

2.4.1 选择一、

此钻孔的设计深度为 965m，依据上表我们所用钻机型号为 XY-4（JU-1000），泥浆泵型号为 BWB250，钻塔型号为 SG-23 钻塔。

二、

钻具：ø54 钻杆，ø60 金刚石普通双管钻具，ø55、5 钻杆，Ys60 钻具，ø71 钻杆，YS75

钻具。

2.4.2

此孔的钻孔结构采用ø130/ø110/ø91/ø75/ø60

多径成孔，把75 mm口径作为技术口径备用，下部60 mm口径采用金刚石绳索取心钻进或普通双管钻进，60 mm以上口径采用硬质合金单管轻压慢转钻进，采用优质泥浆护孔。

第三章 钻孔弯曲原因分析

本章首先论述了钻孔弯曲的含义和危害，而后论述了在本工程中造成钻孔弯曲的两个主要原因：地层因素和钻探工艺因素。

第一节 钻孔弯曲的含义和危害

3.1.1 钻孔弯曲的含义

在钻进过程中，设计钻孔往往是直孔或折线轨迹的孔。但由于各种因素的影响，实际的钻孔轨迹往往偏离设计的钻孔轨迹，形成弯曲钻孔。

3.1.2 钻孔弯曲的危害

钻孔弯曲常会带来不良后果。在地质钻探中由于未能按预定目标穿过矿体或地质层位，就有可能歪曲矿体产状、打丢矿体、遗漏断层或改变勘探密度。从而影响对矿体的评价，构造的判断和储量计算的精确程度。第二节地层因素

3.2.1 岩石的各向异性

此岩层比较复杂，岩层产状变化较大，而岩层层理发育，这样就使得岩石不同方向上的物理力学性质不相同，当平行于层理方向与垂直于层理方向上的硬度比越大时，钻孔弯曲趋势越强烈。在层理片理发育的岩石中钻进时，钻孔朝着垂直于层理面，片理面的方向弯曲；钻孔遇层角大于临界角值，钻孔方位垂直于层面走向时，顶角上漂而方位角稳定；钻孔方位与层理走向斜交时，既有顶角上漂又有方位角弯曲，方位变化趋向于与层面走向垂直；钻孔遇层角小于临界值，则钻孔沿层面下滑，方位角变化不大。

3.2.2 岩石的软硬互层

此地层岩石软硬互层交替频繁，在钻进中极易促斜，造成钻孔弯曲。当钻孔以锐角穿过软硬岩层界面时，从软岩进入硬岩时，由于软硬部分抗破碎阻力不同，使钻孔朝着垂直于层面的方向弯曲；从硬岩进入软岩时，钻具轴线有偏离层面法线方向的趋势，但由于上方较硬，限制了钻具的偏斜，结果是基本保持原来的方向。钻孔通过硬岩进入软岩又从软岩进入硬岩时，最终还是沿着层面法线方向延伸，在这种情况下钻孔遇层角存在着临界值，超过此值时，钻孔顶层进方位趋于与层面走向垂直；低于此值时钻孔顺层下滑方位变化较大，且无一定规则。如下图 3-1

图 3-1 地层对孔斜的影响示意图

第三节 钻探工艺因素

3.3.1 钻进规程参数

一、钻进规程参数是影响孔斜的重要因素。钻压过大，会造成钻杆具甚至粗径钻具弯曲，使钻头紧靠孔壁一边，此时偏倒角可能最大，并且钻具与孔壁之间摩擦阻力增加。随着摩擦阻力的增大，钻具围绕钻孔轴线回转的频数下降，甚至只围绕自身轴线自转而不作公转。此时，钻具倾面有固定方向，从而导致钻孔弯曲。

二、转速过高。钻杆柱回转离心力增大，从而加剧了钻具的横向振动和扩壁作用，结果孔壁间隙增加。但是钻压过小，转速过低，则进尺慢，效率低，钻头停留在孔底的时间过大，也会扩大也壁间隙，使孔斜增加。

三、冲洗液量过大，特别是在较软的岩层中，液流会冲刷，破坏孔壁，冲洗液质量不好，某些易塌岩石会产生“大肚子”孔段。这些都会使孔壁间隙剧增，为钻具偏倒，钻孔弯曲提供条件。钻进规程参数过大，不仅会增大孔壁间隙，而且会使钻杆柱强烈弯曲。此时钻杆柱产生多次弯曲，与孔壁可能有多个接触点，如果钻杆直径与粗径钻具直径相差较大，粗径钻具钢度高，则多次弯曲的钻杆会使粗径钻具在孔底偏倒；如果钻杆直径与粗径钻具基本相同，则粗径钻具与钻杆柱可视为一体，在孔底呈弯曲状态，也会使粗径钻具轴线偏离钻孔轴线而造成孔斜。

第四节 综述

3.4.1 发生孔斜的主要原因是地层变化大、软硬互层交替频繁、岩层层面倾角较大；钻进规程参数不匹配、钻具与孔壁的环状间隙过大等。这两方面的原因都使钻头的轴心线产生较大的偏移，最终导致孔斜发生。

3.4.2 据《岩心钻探规程》规定：一般钻孔不同孔深的各测点实测顶角与开孔设计顶角之差不得超过下表范围：

注：孔深大于 600 米的钻孔，其弯曲度允许顶角差，可根据地质目的要求与钻探施工状况具体商定。3.4.3 据地质资料记载，此地层施工过的钻孔都发生过孔斜在 1000m 以内深度的钻孔孔斜都超过 16 度，最大的钻孔孔斜度达 42 度，是典型的易斜孔地层。由于孔斜严重，经常发生孔内事故，岩心采取率很低，，这直接影响到钻探生产的安全质量及矿产储量的正确评价。

第三章 钻孔弯曲防斜技术

本章论述了本工程钻探施工中处理钻孔弯曲的措施以及动力学防斜理论的

前景与实践。

第一节 初级定向

4.1.1.根据以前的施工记录和多年施工经验，此矿区的钻孔不管是向北东还是向西南方向，钻孔的方位都向西偏斜，偏斜幅度为（ 8° - 12° ）/100m。根据这一弯曲规律，我们对钻孔方位进行初级定向。

4.1.2 根据设计孔深和见矿位置，按照弯曲规律，在安装时将钻孔方向向东预偏。

第二节 设备安装、开孔、换径与钻进

4.2.1 天车、立轴、和钻孔三者中心应在一条直线上，特别是斜孔钻探，天车、立轴、和钻孔三者中心的直线，要符合设计钻孔的方位角和倾角的要求，钻塔柱脚要有足够的稳固性，不能在受力后，因钻塔柱脚沉落不均向一个方向倾斜。

4.2.2 开孔钻进时要轻压慢转勤提动，逐渐加长钻具，使钻具满眼，直至正常钻进（4-6m）。根据岩层情况逐级换径，下入多级套管。下套管前须测量孔斜，换径需带导正，以防止孔斜。4.2.3 下部金刚石钻进，钻压控制在 6-7kN 之间，转速控制在 380-800r/min，泵压控制在 2-3MP，不盲目加压或开高转速，防止软硬互层引起孔斜。

第三节 动力学防斜理论的前景与实践

在转盘旋转钻进中，对于普通的光钻铤钟摆钻具组合，可望通过加大钻压使其处于涡动状态，由此形成“动力学防斜理论”。

4.3.1 基本思路

由常规防斜理论可知，防斜原理主要有三个：一是靠钟摆力防斜，主要是利用倾斜井眼中的钻头与稳定器或“切点”之间的钻铤重力之横向分力，迫使钻头趋向井眼底边降斜钻进，以达到纠斜和防斜的效果，这个横向分力通常称为“钟摆力”。如普通钟摆钻具组合；二是靠钟摆力和离心力联合防斜，如偏心钻铤；三是靠钻具自身结构的力学特性实现防斜由静力和动力分析可发现，如果钻压足够大，使得底部钻铤能够保持涡动，那么在钻头处可以具备常规防斜理论的所有优点：钻压大，有钟摆力，有惯性离心力，此外还有一个动态轴向附加力。在所有这些有利因素的联合作用下，使井斜能够很快得到纠正，并保持良好的垂直钻进状态。

4.3.2 动力学防斜理论的意义

偏心钻铤也靠钟摆力和离心力防斜，在一定条件下也可能出现动态轴向附加力，但是它们有以下缺点：钻铤结构特殊，需要经过专门设计和加工；离心力受

转盘转速的限制；钻压不能大，因为钻压一大就可能出现涡动，钻铤即使强度没问题，其原有结构也失去作用；对钻压、转速等参数配比要求高。动力学防斜理论就没有这么多限制，关键是要要求加大钻压，即做到在不降低钻压的条件下实现防斜或纠斜，这正是多年来钻井工作者所苦苦追求的目标。所以，动力学防斜理论具有重要的现实意义。

4.3.3 加大钻压的作用

综合起来说，加大钻压有如下作用：由直观可以知道，钻压增大，使中性点上移，从而增加了钻柱受压段长度，也就增加了出现螺旋屈曲的可能性；增加了钻柱与井壁之间的接触力；使钻压柱螺旋屈曲的螺距减小；有利于消除钻头的轴向跳动：由井下记录知道，在钻进时，钻头轴向跳动非常厉害，从而降低钻进效率。增大钻压可抑制这种跳动，同时增加钻头破碎岩石的机械能量。

4.3.4 加大钻压时的降斜因素

在大钻压作用下，有几种机制起到防斜和降斜的作用，可概述如下：首先是惯性离心力。它使钻头产生相当大的侧向力，在实例计算中约为 6KN。这样大的侧向力一方面与重力分量一起，起到降斜的作用，另一方面，在没有井斜时可以产生防斜效果。我们知道，产生井斜的原因主要有两方面，一是钻柱变形后，钻头出现偏转，造成井眼偏斜。较大的钻头侧向力与钻压侧向力与钻压一起，使合力足以抑制由地层各向异性产生的造斜趋势。第二是重力分量，即常规防斜中的钟摆力。第三是周期性轴向附加力。它的最大特点是，随井斜的存大而存在，没有井斜时就没有这个力。另一个特点是，它只有降斜的存在而存在，没有井斜时就没有这个力。另一个特点是，它只有降斜效果，没有增斜作用。这两个特点使它成为动力学防斜理论优于其它防斜理论的关键。如果说其它防斜理论叫做静力学与运动学防斜，那么周期性轴向附加力使钻压防斜理论成为动力学防斜。动力学防斜理论最适用于牙轮钻头的破岩过程是冲击和挤压。先是牙齿以一定的速度冲击岩石，这时如果钻压增大，无疑会增加冲击的力度再加其后的大力挤压，使破岩速度加快。这种加速破岩的过程正是在钻头指向井底低边时进行的。当钻头指向井底高边时，钻压不但不增大，还可能减小，破岩速度就慢。

4.3.5 动力学防斜的不利因素

一、首先，加大钻压肯定会增加中性点以下钻柱的摩阻。钻压增大，伴随着中性点位置上移，钻柱与井壁的接触段增加，总接触力增大，从而导致摩阻增加。由计算知道，中性点到钻头距离变化同钻压成正比，总接触力又近似同中性点的位置成正比。所以，中性点以下的摩阻几乎是同钻压变化成正比关系。对于具有 203mm 直径的钻铤，数值上大约是长度每增加一米，接触力约增加 1KN。如果钻压增加 100KN，那么受压段钻铤约增加 5 米，接触力 5KN。取摩擦系数为 0.3，则摩阻力为 1.5KN。摩阻力对井眼中心形成的扭矩约为 0.25KN.M。这是上限值，因为涡动时引起的摩阻应该小于滑动时的摩阻。

二、大钻压动力学防斜时有可能加速钻头失效。这是一个复杂问题，一方面，钻

头确实要承受更大的钻压和周期性轴向附加力，造成钻头损坏机会加大。另一方面，钻压增大也有可能减少或消除钻头在井底纵向跳跃，起到保护钻头的作用。事实上，由于纵向振动，钻头与井底的瞬时接触力有时会是钻压的两倍，甚至更高。与这种情况想比，把钻压提高二分之一，并不是不能接受的。

三、大钻压动力学防斜时有可能增加钻柱疲劳。钻压增大，使底部钻柱轴向压应力升高，且处于涡动状态。由钻柱涡动分析知道，涡动频率高于钻柱自转频率，因而其疲劳问题更加严重。同时就注意到，尽管钻柱承受高频率交变应力的作用，同时平均轴向应力也很大，但影响疲劳寿命最重要的因素是交变应力的幅值，平均应力是次要因素，交变频率的大小不一也只有在交变应力幅值大到一定程度才起作用。这些问题同样需要实践验证。

4.3.6 实践

一、在塔里木盆地西南三个构造上试验了光钻铤加大钻压防斜打直技术落后，共钻 10 口井，总进尺 4000m，取得了 100%的成功，这种光钻铤加压防斜打直的办法能极大地释放钻压，操作起来没有危险，是十分可行的。

实例：柯 500 井用直径 244mm 钻头和直径 177.8mm 钻铤打钻，在 1.20g/cm 的泥浆中钻铤的临界屈钻压为 5.4t。井队用 7-8t 钻压打钻，从 450m 打至 1050m，井斜就从 1° 增加到 4° 15'，后来未采取任何其它措施，只是将钻压加在 20t。钻至 1600m 井斜降到了 145°。

二、在巴什托普构造和玉代力克构造用带稳定器的满眼钻具钻进，由于地下情况复杂，缩径垮塌严重，卡钻多次，报废了一个井眼，侧钻了一个井眼，后来采用与柯克亚油田一样的用光钻铤加压防斜打钻，钻进结果明显好转。

4.3.7 意义

由此可见，加大钻压用动力学防斜技术在控制井斜时，不但没有引起井斜增加，反而打出了比传统防斜方法更好的井眼，因而把防斜钻压从单纯小钻压发展为小钻压和大钻压，扩大了钻压的使用范围，发展了防斜理论，使鲁宾斯基的静力防斜理论发展为运动学与动力学防斜理论。在动力学防斜打直理论指导下，可以开发研制各种有效的防斜打快专用工具和钻具组合。

第五章 测斜

为了随时掌握与控制钻孔轨迹的变化，预防与纠正钻孔弯曲或者实现定向钻进，都必须测量钻孔的空间位置。这一工作称为测斜。测斜就是测量钻孔的 3 个基本要素：顶角、方位角和孔深。

第一节 钻孔弯曲测量原理

5.1.1 顶角测量原理一、顶角在测点处的钻孔弯曲平面内。因此，测出的角

度应符合两个条件：其一是该角度代表测点钻孔轴线与铅垂线的夹角；其二该角度在钻孔弯曲平面内。

二、测量顶角是利用地球重力场的原理。

1、重力方向对于钻孔轴线方向的夹角就是钻孔顶角。顶角测量的敏感元件可能是自由液面、机械重锤、沿环形槽或球面自由滚动的球体，或者在球形或环形液面上游动的气泡等。利用自由液面测量钻孔顶角的原理如下图 5-1。图 5-1 液面水平原理测量钻孔顶角示意图

2.如将液体注入一圆筒形容器内，再将此容器下入钻孔中，上容器轴线与钻孔轴线重合或平行，此时圆筒内形容器内水平液面呈椭圆形，椭圆长轴既在水平面内，又在钻孔弯曲平面内。因此，长轴与钻孔轴线的夹角是钻孔的倾角，它的余角就是钻孔的顶角利用悬垂测量钻孔顶角的原理。3.框架可绕轴灵活转动，轴与轴垂直相交，两轴构成框架平面。在轴中点悬挂一能灵活转动的弧形刻度盘，刻度盘转动面与钻孔弯曲面一致，刻度盘因重力作用永远下垂。当仪器在垂直孔内时，刻度盘上的 0 度正好对准弧形竖板 T 上的标线，即顶角为 0 度；当仪器在倾斜孔内时，弧形竖板倾斜一个角度，此角度就是钻孔顶角。

5.1.2

方位角测量原理一、真北与磁北之间的差值称为磁偏角。如果地磁北极在地理北极之东，则为东磁偏角；如果地磁北极在地理北极之西，则为西磁偏角。磁偏角不是一个常量，而是随地区位置的不同而改变的。为了获得真方位角的数值，必须对罗盘测得的磁方位角读数，进行磁偏角校正：

$$\alpha = \alpha' + \lambda E$$

$$\alpha = \alpha' - \lambda W$$

式中， α 为真方向角，°， α' 为磁方向角，°， λE ， λW 分别为东磁偏角和西磁偏角。

二、在无磁性干扰或干扰很小的孔段中，可直接用罗盘测得磁方位角；在有磁屏蔽或磁干扰较大的孔段中，因为磁针失去了定向能力，所以必须在地面测定一方向，并将此已知方向用一定的方法引到孔内测点，先求出测点处的终点角，然后换算出方位角。

三、测斜仪常用的方位角测量原理如下；1.

地磁场定向原理

地磁场定向原理是利用罗盘磁针的指北特性或磁敏感元件确定倾斜钻孔的方位角。此角度在水平面上。

因此，测量时罗盘必须处于水平状态，并且罗盘上的 0°线必须指向钻孔弯曲方向。

为了满足这些要求，罗盘的转动轴应

垂直钻孔弯曲的平面，并且在其下部装有重块，使罗盘保持水平。此外，罗盘上 0°与 180°连线及框架上的偏重块都在垂直且平分框架的平面内，偏重块与 180°线同侧。这样一

来，在倾斜钻孔中 0°线必定指向钻孔弯曲的方向。此时，0°线与磁针指北方向的

夹角就是钻孔的磁方向角。

2.

地面定向原理

在地面用经纬仪由已知坐标导测一通过孔口中心的方向线，作为定位方向，然后将此定位方向设法传到孔内各个测点。若钻孔轴线为斜直线，顶角为 θ ，水平面对钻孔的截面为椭圆 O' 。可以把圆 O' 看成是椭圆 O 在钻孔横截面上的投影。若取定位方向为 OA ，其方位角为 α_0 ， OA 在圆 O' 上的投影为 $O'A'$ 。钻孔弯曲平面的方向为 OB ，其方位角为 α_1 ；令 $\angle AOB = \alpha_1 - \alpha_0$ ， OB 在圆 O' 上的投影为 $O'B'$ 。若令 $\angle A'O'B' = \phi$ 。则此在钻孔横截面上的 ϕ 角，即为终点角。终点角可定义为钻孔弯曲方向与定位方向在圆 O' 上投影的夹角。此处 $OAA'O'$ 为起点平面或定位平面， $OBBO'$ 为终点平面或钻孔弯曲平面。由此看见，终点角也就是终点平面与起点平面之间的夹角。

根据投影几何，可有以下关系：

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \phi \cdot \cos \theta$$

式中： α ——终点平面与起点平面方位角差，°；

ϕ ——为终点角，°；

θ ——测点处钻孔顶角，°。如图 5-2。

图 5-2 地面定向原理测钻孔方位角示意图

目前采用地面定向原理测钻孔方位角的具体方法有钻杆定向法、环测定向法和陀螺惯性定向法。

第二节 常用测斜仪

5.2.1

非磁性矿区常用测斜仪，测量方位角都有磁针，而测量顶角大部分采用重锤，但是读数的方法不尽相同。有用机械顶卡装置固定罗盘和重锤读数的；有将角度的变化转化成

电阻值来读数的；也有用照相、感光或固结浮动磁球等方法读数的。此外，有些仪器每次下孔只能测一个点的顶角和方位角，称为单点全测仪；有些仪器每次下孔能测许多点的顶角和方位角，称为多点全测仪。

5.2.2

下面介绍一下我队在钻进 zk105 使用过一种多点测斜仪 JJX-3 型磁针测斜仪。如下图 5-3。此测斜仪是多点测斜仪。用磁针测量方位角，用电桥电路和电桥平衡原理进行非电量测量。先把非电量的变化转换成电量的变化，再把电量转换成非电量，并在地表直接读数。它主要由外套铜管、电磁吸铁、传动结构、测量系统等几个部分组成。当吸铁线圈通过电流时，将磁铁心向下吸动一次，它就推动导杆、活动圆压板、活动柱、活动柱座下行，活动柱座就把活动撑杆拉下去，从而

使棘轮转动四分之一周。此时吸铁线圈电流中断，撑牙弹簧使传动机构复位。因此，吸铁线圈每通过一次电流，磁铁心就被吸动一次，传动机构工作一次，棘轮转动四分之一周，共完成顶角锁紧、自由、方位角锁紧、自由等 4 个动作，实现状态转换。顶角锁紧和方位角锁紧时，部分电阻被短路，故测量电阻值的大小，即可得到顶角和方位角读数。

图 5-3JJX-3 型磁针测斜仪孔下仪器示意图

5.2.3

在磁性矿区，无法用罗盘磁针定向，现代钻井常用陀螺测斜仪进行测斜。陀螺测斜仪利用陀螺惯性定向原理进行定向。高速旋转的（20000~30000r/min）3 自由度陀螺具有定轴性，即陀螺在空间的方向可保持不变，因此，可利用这一特性进行定向测量。

第三节 钻孔轨迹的绘制

5.3.1 对测斜数据进行误差评估，确定测量结果可靠之后，就根据这些资料绘制钻孔轨迹图。为了方便起见，把钻孔轨迹表示在垂直平面和水平平面上。在垂直平面上绘制钻孔剖面遵循这样的原则：第一，使平面上每一点的孔深与空间钻孔轴线对应点的孔深一致；第二，使平面上每一点的顶角与空间钻孔对应点的顶角一致。这样做虽然看不出钻孔在空间的实际位置，但是他对于查看孔深与空间钻孔各点的顶角却十分方便。在水平平面上绘制钻孔水平投影。水平投影反映空间钻孔每点的方位角的变化。5.3.2

目前，通常是按一定的测距测量钻孔顶角和方位角，而不是连续测斜。因此，只能根据各测点的测斜数据计算出各测点的空间坐标，然后画出钻孔轨迹。采用的计算方法有：全角半距法、均角全距法、曲率半径法和最小曲率法等几种。

第六章 治斜技术

上部大口径孔段主要采用套管楔子纠斜，而在下部小径（ $\phi 60$ ， $\phi 75$ ）孔段采用 LF-54，LF-65 型螺杆钻具、天然表镶金刚石钻头、BD-14 型摆锤定向仪、BW250 型水泵。

第一节 螺杆钻的定向

6.1.1 将装配好的螺杆钻具沿钻孔方向摆放，把螺杆钻具的上部支高，在重力的作用下，螺杆钻的弯接头或弯外管弯处自然向下，引出母线，根据计算好的安装角和反扭矩所造成的反扭转角，以母线为基础，转动螺杆钻具至需要的角度后固定，松开定向仪的锁紧螺母，将定向仪插入定向接头内，连接好导线，打开电源，

转动定向仪使微安表的指针处于短零的开始状态。此时的位置即为螺杆在井下的定向位置，拧紧锁紧螺母，转动螺杆钻具，检查螺杆钻所需位置的方向是否处于短零状态，转动几次，确认无误后，地表定向结束。抽出定向仪，在其定向键槽上涂抹油漆，待稍干后下井定向。这种方法定向，方便、简单、可靠、准确度高，避免了使用量角器测量角度的麻烦，减小了测量误差。

6.1.2 螺旋钻具及螺旋钻杆在下井时，接头间缠胶带密封且一定要拧紧，防止接头间泄露及因螺杆钻在工作时的反扭矩使钻杆接头转动而改变安装角度，造成造斜成功率降低。深孔定向时，定向仪难以下到位且是否到位难以判断。我们采取了加长定向杆，增大定向仪的质量的方法在 ZK105 孔 478-483m 孔段的治斜定向中取得了成功。井下定向结束后，提出定向仪，检查定向键槽的油漆是否有擦磨的痕迹，若有擦痕则证明定向仪确已到位，若无则说明定向仪没有到位，必须重新下定向仪定向。在这个孔的深部定向中，成功率都达到了 100%。

6.1.3 螺杆钻具在下钻前，在钻头底部贴上胶布，临时封闭底部水眼，阻止岩粉进入螺杆钻具内，正常启动时可冲走。

第二节 治斜孔段急弯的处理

6.3.1 浅孔：小径（ $\phi 60$ ）治斜，大径（ $\phi 65$ ）扩孔后下入 $\phi 75$ 的套管，急弯被扩掉。

6.3.2 深孔：在 1.2~1.5m 长的报废的六方主动钻杆的棱上镶焊硬质合金，做成钻铤，把钻铤下部加工成锥形，不镶焊硬质合金做导正，下井至治斜孔段，利用主动钻杆壁厚，弹性变形小的特点，轻压慢转，以研磨治斜孔段的上部，反复研磨几次后，钻进钻具（3~4.5m）就能直接进入。

第七章 结束语

7.1.1 在东务山矿田易斜地层中钻进，除采用合理的钻进规程参数和精心操作外，根据钻孔弯曲规律对钻孔的方位倾角提前预偏，目前初级定向在此矿田的钻探施工中已广泛使用。同时还介绍了动力防斜理论的前景和实践。

7.1.2 在易斜地层中钻进，要经常进行钻孔测斜，本文介绍了测斜的基本原理、常用测斜仪以及钻孔轨迹的绘制。

7.1.3 在钻孔深部治斜定向，将定向杆加长以增大其质量，解决了定向仪难下到位，是否到位难以判断的问题，提高了治斜定向的准确性和成功率。治斜后，使用修弯钻铤，对治斜孔段的急弯进行修磨，可使钻具能正常下到位，减小了钻进阻力，减小了在治斜孔段的钻杆折断情况，提高了钻进效率。