

探讨绳索取芯液压锤钻进工艺在泥岩段地层的钻效

刘丰辉

甘肃煤田地质局一四九队 甘肃 兰州 730030

摘要： 在介绍绳索取芯液压锤现场情况、钻进设备、钻具选择及性能参数的基础上，探讨了引起孔斜的主要因素及防斜措施，并对绳索取芯液压锤减斜效果进行了分析和评价。采用绳索取芯和液压锤钻进技术，完成了宁夏某煤矿钻探工程的 1 个钻孔。累计工作量 1043m，月平均效率 650.7m，岩心回收率 93%，钻进顶角始终控制在 3°/1000m 以内，防止了钻孔偏斜，大大提高了钻进质量。同时也加快了该采区的勘探进程。

关键词： 绳索取芯；钻进工艺；泥岩段地层；钻效分析

一、绳索取芯钻进工艺概述

绳索取芯钻进技术以其纯钻时间长、月单位效率高、劳动强度低等优点得到了广泛的应用。特别是在 5~8 级中硬地层和完全地层中，效率最高。然而，对于对于结构致密、颗粒细小或磨损性弱的泥岩地层，钻头打滑、进尺不足和钻进效率低的问题时有发生。为此，人们将双喷嘴复合液动锤与绳索取芯钻具相结合，研制了 SYZX 系列绳索取芯液动锤。并广泛应用于肇源金矿、武平银多金属矿、甘谷牛家沟极化异常区、甘肃北部德勒罗尔铁矿和宜昌东家堡磷矿，可以明显提高往返时间和单位月效率。大多数施工单位选用普通的双筒钻进技术或普通的绳索取芯钻进技术。当井深大于 300m 时，由于厚覆盖层和孔斜的影响，经常发生钻孔坍塌和缩径。虽然采取了大量的措施，仅仅达到了地质要求，但钻孔偏差严重影响了施工进度和成本。

地层和钻进工艺是影响井眼轨迹偏差的主要因素。由于矿区地层不是单一的岩性地层，变化频繁，层理发育，使得不同方向的岩石物理学性质不尽相同。当平行于顺层方向的硬度高于垂直于顺层方向的硬度时，钻孔偏斜趋势较强。如果地层中的软硬岩层交替出现，也容易造成孔斜。当钻孔以锐角通过软硬地层界面时，由于软硬地层抗破坏强度的差异，使钻孔由软进入硬地层，向垂直于地层方向弯曲。钻具轴线有偏离地层正常方向的趋势，但由于上述地层较硬，限制了钻具的偏离，使钻具保持原有方向。当钻具依次钻穿坚硬岩石、软岩石和硬岩石时，最终沿法向延伸。绳索取芯的钻具示意图如下：

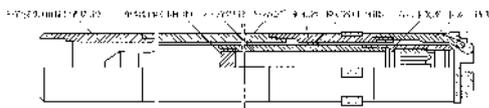


图 1 绳索取芯钻具示意图

钻进参数也是影响孔斜的重要因素。选择高泵压、高转速、高泵量等高标准参数来追求高进尺是造成孔斜的重要原因[3-6]。当钻头重量过大时，部分受压钻杆会发生严重弯曲，迫使上端粗钻具弯曲到井壁一侧，使粗钻具偏离井轴，使井壁弯曲，当井壁间距过大时，这种情况更为严重。此外，过多的转速可以增加离心力。从而增加了钻具的侧向力和扩大井壁的力，扩大了钻具与井壁的间隙，降低了大直径钻具的导向作用，导致井壁弯曲。如果泵容量过大，特别是在软岩地层中，钻井液会冲刷并破坏井壁。如果钻井液的质量不好，一些塌陷的岩石会产生“怀孕”的井眼，造成过大的井眼和

孔斜。

二、案例分析

2.1 工程概况

该煤矿是宁东能源化工基地开发建设的主要供煤矿井，是宁东能源化工基地规划的大型矿井之一。该煤矿位于宁夏回族自治区宁东煤田河东规划区的鸳鸯湖矿区中部，南北长约 4.5km，东西宽约 7km，井田面积约 31.13km²。井田内大部分地区被第四系（Q）风积砂及粉土所覆盖，仅在井田北部鸳鸯湖背斜西翼有侏罗系中统安定组（J2a）零星出露，井田南部鸳鸯湖背斜东翼及张家庙有侏罗系中统直罗组（J2z）零星出露。经钻孔揭露井田内地层由老至新依次有：三叠系上统上田组（T3S）；侏罗系中统延安组（J2y）、直罗组（J2z）、安定组（J3a）；古近系（E）和第四系（Q）。安定组岩性以灰褐、紫红、紫褐色粉砂岩和泥岩为主，易发生钻孔缩径和地层坍塌；直罗组岩性主要为灰绿、蓝灰、灰褐色夹紫斑的中、细粒砂岩和粉砂岩，夹少量的粗粒砂岩和泥岩，砂岩的成熟度较低，分选性差，孔隙式胶结为主，地层倾角为 9°~12°，钻孔易发生偏斜。

2.2 钻进工艺选择

根据地层条件、钻进深度和钻进直径，选择了最大钻进深度为 2000m 的 XY-3000 型钻机进行钻进。采用两台 NBB260 型泥浆泵，可大范围变压变泵量，能满足深孔取芯钻进和液压锤的要求。为了便于比较，在同一钻孔中使用了普通的 S-95 绳索取芯工具和 SYZX96 绳索取芯液动锤工具。

为了预防钻孔孔内事故发生后的合理处理，钻孔结构的设计和钻进工艺的选择应为多口径留有余地。钻孔结构起始直径 138mm，穿过覆盖层后遇基岩下入 127mm 表层套管，然后用 98mm 金刚石钻头完成全孔钻进工作。

SYZX96 绳索取芯液动锤工具对无固相钻井液和低固相钻井液具有良好的适应性。但部分钻井液参数如含砂量、杂质含量等对液动锤的工作状态有较大影响。因此，钻井液中不允许有大的固体颗粒、杂草和油块，以免堵塞喷嘴，妨碍部件的灵活运动。在选择钻井液类型时，地层和井深是主要考虑因素。为了防止钻杆结垢，在钻进过程中使用了无固相 PHP 钻井液。

SYZX96 型绳索取芯液动锤工具的性能参数如下：工具外径 89mm，锤击行程 15~25mm，自由行程 4~10mm，泵

（下转第 24 页）

(上接第 22 页)

容积 90—120L/min, 工作压力 0.5—3.0 MPa, 冲击频率 20—40Hz, 冲击能量 15—70J, 长度 5130mm, 重量 110kg, 适宜孔径 95—122mm, 适宜深度 1000m 以内, 适宜淡水、乳化和固相钻井液。

三、液压锤的应用效果与分析

3.1 应用效果

该型工具在本钻孔的应用效果主要从两个方面来认识。

孔斜控制方面, 地层因素是客观的, 因此钻进工艺是唯一突破口。关键是找到适合地层的钻进工艺, 提高钻进效率。为此, 我们采取措施, 迅速穿过上部不稳定地层, 进入工艺套管。在此基础上, 采用绳索取心和液压锤钻进技术, 解决了钻进孔斜问题, 保证了钻进工作的顺利进行。由于地层条件复杂, 采区钻孔严重偏斜。但是, 在液压锤的作用下, 钻孔偏差大大减小。液压锤取芯钻进与普通绳索取芯钻进在 400m 以浅的深度曲率差异不是很明显, 但在此之后, 由于地层产状的变化, 普通绳索取芯钻进的井眼曲率明显增大。该钻孔深度在 400m 以深曲率明显降低, 可得知液压锤绳索取芯钻进在孔斜控制方面具有明显的优势, 可显著提高孔斜控制效果。

在泥岩段钻进进尺方面, 采用普通绳索取芯钻进工艺, 每天的进尺约为 20—25 米; 采用绳索取芯液压锤钻进工艺, 每天的进尺可达到 50—65 米。由此可见, 在提高钻进效率方面, 绳索取芯液压锤优势明显, 有效解决了金刚石钻头在泥岩段钻进时地层打滑、泥包钻头、泵压居高不下等问题。

3.2 绳索取芯液压锤钻进技术优势分析

液压锤钻进岩石破碎过程中, 不仅有旋转力, 还有轴向冲击力。这种向下的冲击力即有助于使钻具保持在井眼轴线方向上, 又可使钻井液对孔底岩粉的彻底冲洗, 避免岩粉二次切削而造成钻进效率较低。低钻压钻进是孔斜控制的一种重要手段, 但低钻压和纯旋转钻进严重影响钻进速度和回次

进尺长度(岩心易堵塞), 而液压锤钻进由于破碎岩石的机理不同于传统回转钻进, 与传统钻进参数相比, 液压锤钻进时选用中等钻压、高泵量、低转速可以减小客观因素对钻孔的弯曲影响, 因而能较好地解决钻孔孔斜超标和泥岩钻进时钻头打滑, 从而有效提高钻进效率。

四、小结

如何提高钻探效率和钻孔质量, 缩短矿山勘探周期, 是新形势下钻探工作的新课题。严重的孔斜会造成井下事故, 影响钻进效率和钻进质量。这会增加施工单位的钻探成本, 影响经济效益和收益。通过该矿区的钻探实践, 现有的钻探设备能够满足绳索取芯液动锤钻进的要求, 绳索取芯液动锤钻进技术能够明显提高钻进效率、钻头寿命和回次进尺, 并能观察到钻进成本和孔斜的下降。在普通绳索取芯钻进的基础上, 绳索取芯液动锤钻进技术可作为一种常规钻进技术或配套技术推广应用。证明绳索取芯液动锤钻进技术在防止钻孔倾斜方面发挥了重要作用, 能明显提高生产效率, 缩短施工周期, 可为今后的钻探工作提供参考。因此, 我们应该更加重视并继续应用这种方法, 继续发挥其在钻探工作中的重要作用。

参考文献:

[1]李志敏. 小口径绳索取芯泥浆技术及配方应用[J]. 西部探矿工程, 2019, 31(05): 51—53.

[2]黄帆. 基于纵横弯曲理论的绳索取芯满眼防斜技术研究与应用[D]. 中国地质大学, 2014.

[3]蔡卫明. 大口径绳索取芯工艺在丰县岩盐井勘探中的应用研究[A]. 中国地质学会探矿工程专业委员会第十七届全国探矿工程(岩土钻掘工程)学术交流年会论文集[C]. 中国地质学会探矿工程专业委员会: 中国地质学会探矿工程专业委员会, 2013: 3.

[4]宋红旗, 许欢迎. 郑庄区块煤层气评价井绳索取芯工艺技术研究[J]. 化学工程与装备, 2013, (02): 115—117.