

若尔盖铀矿区复杂易斜地层定向分支钻孔施工技术

张文英¹, 刘卫东², 赵燕来¹, 李忠¹, 黎波²

(1. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 610081; 2. 四川省核工业地质局, 四川 成都 610061)

摘要:在陡斜矿体上施工分支钻孔,不但节约钻探工作量,减少钻机搬迁、修路次数,对环境保护和提高地质找矿效果也有重要意义。主要介绍了用LZ型连续造斜器在易斜地层施工定向分支钻孔的技术和工艺。

关键词:复杂易斜地层;定向钻探;连续造斜器;分支钻孔

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)08-0022-03

Construction Technology of Directional Branch Hole in Complex Easily Inclined Stratigraphic/ZHANG Wen-ying¹, LIU Wei-dong², ZHAO Yan-lai¹, LI Zhong¹, LI Bo² (1. The Institute of Exploration Technology of CAGS, Chengdu Sichuan 610081, China; 2. Sichuan Provincial Geological Bureau of Nuclear Industry, Chengdu Sichuan 610061, China)

Abstract: The construction of directional branch hole in steep orebody can not only save drilling workload, reduce drilling rig relocation and road repairing, but also is helpful for environmental protection and improving geological prospecting effect. This paper introduces the technology and processes of directional branch hole with LZ continuous whipstock in complex easily inclined stratigraphic.

Key words: complex easily inclined stratigraphic; directional drilling; continuous whipstock; directional branch hole

1 概述

四川若尔盖铀矿区是国内重点铀矿田之一,海拔高度3700 m左右,山高坡陡,相对高差500 m,空气稀薄,气候环境恶劣,钻机搬迁、修路十分困难。地层为沉积变质岩,主要有砂岩、板岩和炭质板岩等,时有断层泥出现。地层倾角80°,小构造发育,换层频繁,地层十分破碎,孔斜问题十分突出。

该矿区20世纪60年代开始进行钻探,主要是浅孔勘查浅部矿体,以满足当时矿山开采基本储量需要。至1992年矿区共完成钻探工作量17万m,钻孔不合格率50%以上,主要原因是孔斜指标超差,严重影响了评价工作质量。随着国家对矿产资源需求的增长,促使新一轮找矿工作展开,找矿重点在深部和外围。由于钻孔加深和对孔斜质量要求提高,近年来施工的钻孔孔斜指标多数不能满足地质设计要求,不但影响了钻探生产进度和地质找矿效果,也造成了经济损失。

ZK27-6-1孔是矿区2007年施工的钻孔,设计孔深760 m,设计倾角80°,设计方位190°。钻孔方位从上至下顺时针递增,至孔深740 m时,方位角达到286.6°,与设计方位相差96.6°,与矿体走向平行并上弯走回头路,逐渐远离矿体,孔深773.73 m时被迫终孔,未能达到地质目的。

为挽救该孔,2008年5月在钻孔内架桥建造水泥孔底,在孔深270 m处用LZ连续造斜器定向分支成功(钻孔编号ZK27-6-2),然后又不断纠斜造斜,于2008年9月3日终孔,完成了ZK27-6-2定向分支孔施工任务(如图1所示),终孔孔深954.58 m,见矿孔深810 m,靶点孔深800 m,偏离勘探剖面9.18 m(地质允许20 m),是在复杂易斜地层中完成的一个高水平定向分支钻孔。

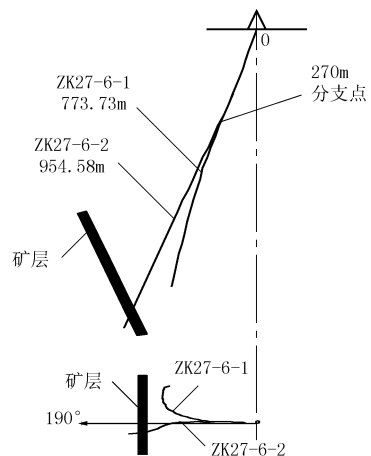


图1 分支孔示意图

2 现场主要设备

XY-5型钻机, BW-250型泥浆泵, 23 m斜直

收稿日期:2009-02-05

作者简介:张文英(1940-),男(汉族),北京顺义人,中国地质科学院探矿工艺研究所教授级高级工程师、有突出贡献专家,长期从事固体矿产定向钻探科研工作,四川省成都市一环北路二段1号。

两用钻塔, Ø50 mm 外丝钻杆, LZ-73 型连续造斜器, DX-2 型定向仪, Ø75 mm 天然表镶造斜金刚石钻头, KXP-1S 型测斜仪。

3 定向分支孔施工技术与工艺

3.1 分支点选择

分支点应选择 在孔壁相对完整孔段。分支点靠上节约进尺少, 钻孔顶角增量也小, 可以减少造斜工作量; 分支点靠下节约进尺多, 但顶角增量也大, 造斜工作量增加。分支点的选择要从经济、技术两个方面综合考虑。经过分析, 认为本孔分支点在孔深 268 ~ 275 m 较为适宜。

3.2 水泥架桥

在孔内定向分支, 以在老孔内架桥、灌注水泥建造人工孔底, 然后用造斜器在水泥孔底上造斜偏出新孔最为安全可靠, 如图 2 所示。

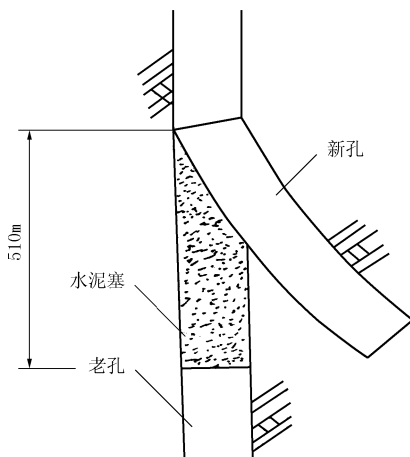


图 2 水泥架桥示意图

应注意几点: (1) 灌注水泥前应用清水将钻孔冲洗干净; (2) 应选用 425 以上高标号硅酸盐水泥, 水灰比 0.45 为宜, 并加 5% 无水氯化钙作为速凝剂, 凝固 72 h 取出完整灰心即可造斜分支; (3) 造斜钻头选用侧向切削能力较强的天然表镶钻头; (4) 为了克服水泥孔底与孔壁岩石硬度差, 造斜钻进采用大压力(28 kN)、低转速(<100 r/min), 一般情况下进尺 1.0 m 以内可以偏出新孔; (5) 偏出新孔后, 用总成 1.0 m 的短钻具钻进 2 个回次, 然后钻具逐渐加长。

3.3 造斜器在孔内安装角(面向角)计算

造斜器在孔内安装方位不同, 所产生的纠斜效果也不一样, 根据不同的目的选择不同的安装角。原则上讲: 造斜器楔形滑块安装在钻孔上帮可使顶角下垂; 安装在下帮可使顶角上漂; 安装在左、右侧

帮可使钻孔方位增加或减小。ZK27-6-2 定向分支孔主要是减方位、增顶角, 所以造斜器滑块都安装在钻孔右侧帮。

造斜器安装角计算可以用球面三角数学算法, 也可以用作图法, 在该孔的施工过程中我们采用作图法来计算, 其具体方法如下(以某次纠斜工作为例):

钻孔顶角 14.2°, 方位 196.4°, 计划将方位减至 192.4°(顶角不变), 求安装角 β 及楔顶角 γ。

如图 3 所示: 由 O 点画出 196.4° 和 192.4° 两条方位线, 在 196.4° 方位线上按一定比例画出钻孔顶角 θ₁ = 14.2°, 再按同样比例在 192.4° 方位线上画出 θ₂ = 14.2°, 连接 θ₁、θ₂ = γ, β 即为安装角, 用量角器量出 β ≈ 90°。

如图 4 所示, 安装角 β = 90°, 就是造斜器滑块以钻孔最下帮为起点逆时针旋转 90°, 实际上安装角可在定向仪传感器上调好, 不必逆时针扭转钻杆。

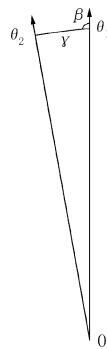


图 3 安装角计算示意图

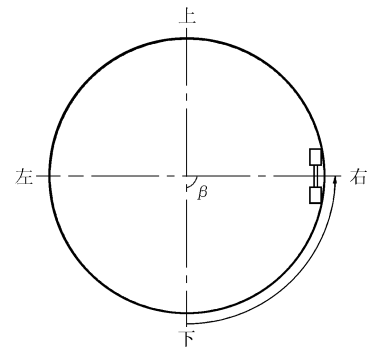


图 4 安装角示意图

γ 角为相当楔顶角, 用与顶角同样比例尺量出 γ = 1.00°, γ = 造斜强度 × 造斜进尺。LZ 型造斜器造斜强度 i = 1.2°/m, 则造斜进尺 L = 0.83 m 就可满足造斜要求。

3.4 钻孔空间位置计算

钻孔纠斜或造斜以后, 应随时测斜, 并根据测斜数据对钻孔空间位置进行计算, 以便动态掌握钻孔空间位置变化情况, 当实际孔身轨迹与设计轨迹相差较大时应及时采取纠斜或造斜措施。

目前地质单位最常采用的计算方法是均角全距法和全角半距法, 这两种方法计算误差较小, 与钻孔实际形态基本吻合, 本钻孔的计算采用的是全角半距法, 其方法如下:

A、B、C 为相邻 3 个测斜点, AB 测距为 L₁, BC 测距为 L₂, B 点倾角 β, 方位差 Δα(实际方位 - 设计方位), 计算公式如下:

$$\Delta X = [(L_1 + L_2) / 2] \cos \beta \cos \Delta \alpha$$

$$\Delta Y = [(L_1 + L_2)/2] \cos\beta \sin\Delta\alpha$$

$$\Delta Z = [(L_1 + L_2)/2] \sin\beta$$

式中: $(L_1 + L_2)/2$ ——计算孔段长度; ΔX ——计算孔段在设计方向(地质剖面)上的投影长度; ΔY ——计算长度偏离设计方向的距离; ΔZ ——计算长度的垂直投影。

以上数据分别累加就可以得出整个钻孔空间形态:

$$\sum X = \Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3 + \dots + \Delta X_n$$

$$\sum Y = \Delta Y_1 + \Delta Y_2 + \Delta Y_3 + \dots + \Delta Y_n$$

$$\sum Z = \Delta Z_1 + \Delta Z_2 + \Delta Z_3 + \dots + \Delta Z_n$$

应说明两点:(1)纠、造斜孔段倾角、方位角变化大,应加密测斜计算,以减少钻孔空间位置计算误差;(2)应注意 $\Delta\alpha$ 正负值变化,当 $\Delta\alpha$ 为负值时, ΔY 也应为负值。

3.5 先期控制原则

ZK27-6-2 分支钻孔设计靶点孔深 800 m,地质允许偏离勘探剖面 20 m,中靶控制难度大,为确保钻孔准确穿靶并保障施工安全,钻孔纠斜主要集中在上部,即孔深 450 m 以内将钻孔顶角、方位控制在最佳状态,以避免因钻孔延深孔斜超差而脱靶。先期控制施工原则在该孔获得成功。

4 分支孔施工效果及主要意义

4.1 施工效果

ZK27-6-2 钻孔在孔深 270 m 分支成功后,又用 LZ-73 连续造斜器进行了 10 次纠斜,纠斜目的是减方位、增顶角,效果十分明显(见表 1),图 5 为该钻孔破碎的岩心照片,图 6 为造斜后取出的岩心照片。

表 1 ZK27-6-2 钻孔纠(造)斜效果

纠斜孔段/m	纠(造)斜目的	纠斜前 顶角/方位	纠斜后 顶角/方位
267.14~268.94	增顶角	12.2°/201.7°	13.6°/201.5°
269.80~270.50	增顶角、降方位	13.6°/201.5°	14.4°/199.5°
275.04~275.34	增顶角、降方位	14.7°/199.75°	14.75°/198.0°
283.30~284.30	降方位	14.6°/198.7°	14.5°/196.7°
295.37~296.47	降方位	14.2°/196.4°	14.3°/192.9°
311.46~311.94	降方位	13.9°/189.85°	13.7°/187.65°
320.30~321.44	增顶角	13.7°/187.6°	15.1°/189.8°
348.99~349.54	降方位	未测斜	未测斜
355.98~356.81	降方位	14.75°/190.8°	14.8°/187.1°
450.47~451.66	增顶角	14.45°/187.5°	15.3°/189.85°

注:设计顶角/方位为 15°/190°。

4.2 技术意义

ZK27-6-2 高精度定向分支钻孔,成功解决了



图 5 破碎的岩心

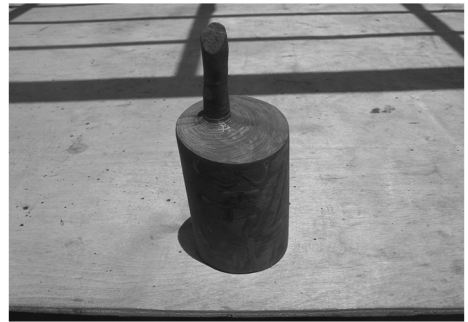


图 6 造斜后取出的岩心

矿区钻探生产中的孔斜难题,对提高生产效率、提高钻孔质量、加快矿区勘探进度,都是十分重要的,也为以后的钻探工作提供了有力的技术支撑,不但开创了该矿区定向钻探历史,也为以后的钻孔设计提供了宝贵的经验,对国内类似矿区也有一定的借鉴意义。

4.3 社会经济意义

定向钻探可以最大限度减少钻探进尺工作量和挽救报废工作量。以 ZK27-6-2 分支孔为例,不但节约 270 m 进尺,还减少 1 次机台搬迁、修路、植被恢复等费用,尤其在高寒生态环境脆弱地区对减少植被破坏、保护生态环境意义非常重大,同时也减轻工人的劳累之苦,总价值不少于 40 万元。

4.4 地质意义

定向钻探目的是控制钻孔空间位置,按地质设计要求揭穿设计靶区,这对找矿效果和提高储量级别都特别重要。ZK27-6-2 孔处于矿区边缘,该孔不仅见矿,而且矿体规模、品位都十分理想,扩大了矿区范围,也增加了储量,是一举多得的高水平定向分支孔。

参考文献:

- [1] 吴光琳,定向钻进工艺原理[M].成都:成都科技大学出版社,1991.