

Development of Casing Drilling Bit in Complicated Stratum of Molybdenum Minerals in Luanchuan

Jun Liu

China Molybdenum Co., Ltd., Luoyang

Email: lmliujun@163.com

Received: Mar. 6th, 2013; revised: Mar. 23rd, 2013; accepted: Mar. 30th, 2013

Copyright © 2013 Jun Liu. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The stratum of molybdenum minerals in Luanchuan, especially the upper strata is a typical hard, brittle, broken, and collapsed formation. The experiment shows drilling with casing in this area low core recovery rate, casing shoe fractured easily, depth and other technical problem. In order to solve these problems encountered, concentric casing drilling bit of reverse circulation DTH hammer is designed, simulation analysis of casing shoe structure is also made by finite element software (ANSYS), the structure of casing shoe is optimized, the service life of casing shoe is improved, the depth of drilling casing is increased.

Keywords: Complicated Stratum; With Pipe Drilling; Drilling Tools; Structural Optimization

栾川钼矿复杂地层钻进跟管钻具研制

刘 军

洛阳栾川钼业集团股份有限公司, 洛阳

Email: lmliujun@163.com

收稿日期: 2013年3月6日; 修回日期: 2013年3月23日; 录用日期: 2013年3月30日

摘 要: 栾川钼矿地层是典型的硬、脆、碎、塌复杂地层, 特别是上部地层尤其破碎, 勘探时采用跟管钻进保护孔壁。但跟管钻进过程中, 遇到了岩样采取率低、跟管管靴断裂、跟管深度不足等技术难题。为解决所遇问题, 研发了反循环潜孔锤同心跟管钻进钻具; 利用 ANSYS 有限元软件对套管管靴结构参数进行了仿真分析研究, 优化了管靴结构, 提高了管靴使用寿命, 提高跟管深度。

关键词: 复杂地层; 跟管钻进; 钻具; 结构优化

1. 概述

洛阳栾川钼矿是位于东秦岭多金属矿带内的一个重要矿床, 矿区矿石埋藏浅、矿石可选性好, 拥有矿石储量 5.83 亿吨, 其中钼金属量 67.25 万 t, 属于矽卡岩—斑岩型矿山^[1]。矿区地质构造发育, 受长期地质构造变化的影响, 产生复向斜和冲断层, 复向斜与冲断层相互切割、风化, 造成地层裂隙发育、产状变化大, 冲断层之间夹有松散的风化层和破碎带。由于

矿区采用爆破式开采, 人为爆破造成岩层裂隙纵横交错、严重漏失, 矿区属于典型的硬、脆、碎、磨、塌复杂地层^[2]。目前矿区存在的勘探技术难题主要有: 1) 矿区裂隙发育、漏失严重, 为典型的“难成孔、难钻进、难取样”地层; 2) 矿区地层岩石可钻性等级高, 大多在 8~10 级, 地层研磨性强, 钻具磨损严重, 钻进效率较低。根据现场地层条件, 实际生产钻进选择气动潜孔锤, 辅之以跟管护壁的气动潜孔锤正循环钻

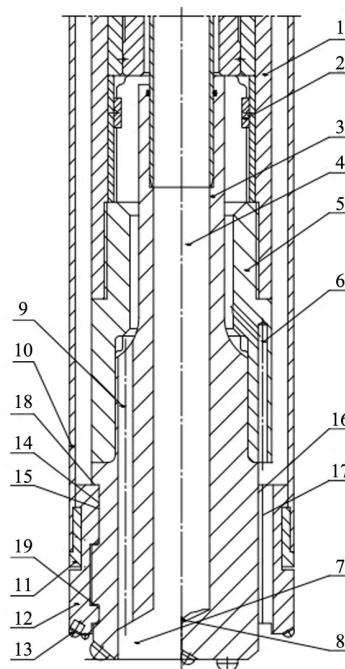
进方法，在矿区地质勘探中取得良好的效果^[3]。但跟管钻进存在当套管跟进到一定深度、套管总是在螺纹丝扣根部发生断裂或疲劳破坏，岩样采取率低、样品质量差等问题，从而影响到跟管钻进深度。为了适应该矿区空区勘探，穿越破碎带的需要，提高跟管钻进深度，研发了反循环潜孔锤同心跟管钻头，并对管靴结构进行了优化改进。

2. 反循环同心跟管钻具设计

目前使用的偏心跟管和同心跟管钻具采用正循环排渣，在钻进破碎漏失地层时，难以获取岩样，采取率低、样品质量差^[4-6]。采用反循环排渣能大幅度提高采取率和样品质量。结合栾川钼矿钻进实际情况，研发了反循环同心跟管钻具，其结构如图 1 所示，潜孔锤反循环同心跟管钻具是由反循环钻具和套管总成构成。反循环钻具由中空式潜孔锤 1 和反循环导向钻头 3 组成，所述套管总成由套管 10、管靴 11 和环状套管钻头 12 组成。所述反循环导向钻头 3 设计为中空式结构，通过半圆卡 2 和花键套 5 与中空式潜孔锤 1 连接。反循环导向钻头 3 在轴向方向上开设外花键 16，并与环状套管钻头 12 的内花键 17 相配合，可实现整套反循环钻具在套管总成内部自由升降。反循环钻头 3 上具有传扭凹槽 14 可与环状跟管钻头 12 上的传扭凸台 15 相咬合，跟管钻进过程中顺时针旋转带动跟管钻头同时轴向回转。而环状跟管钻头 12 通过管靴 11 悬挂在套管 10 下端，套管不回转。潜孔锤 1 的冲击力通过反循环导向钻头 3 上的两传力台阶 18、19 传递给环状跟管钻头 12，实现冲击碎岩。跟管钻进结束后，将钻具逆时针回转 60°，可将反循环导向钻头 3 与环状跟管钻头 12 咬合位置脱开。通过反循环导向钻头 3 上的内花键可将钻具提离孔底，也可不更换钻具，利用反循环钻具继续实施钻进。

3. 跟管钻具管靴结构优化

目前使用的跟管钻具，管靴长度短，套管壁经常出现管靴断裂，导致跟管无法继续。对管靴结构的优化研究中，采用大型有限元分析软件 ANSYS 对管靴构件应力分布状态进行分析。管靴内台阶上的荷载值取为 200 kN。管靴模型如图 2 所示，管靴结构参数 B 取为 75 mm，螺纹段长度 L 取为 55 mm，S 为参数化



1-反循环潜孔锤；2-半圆卡；3-导向钻头；4-中心排渣通道；5-花键套；6-引射喷嘴；7-扩压槽；8-防堵凸台；9-底喷孔；10-套管；11-管靴；12-环状跟管钻头；13-钻头合金；14-传扭凹槽；15-传扭凸台；16-外花键；17-内花键；18、19-传力台阶。

Figure 1. Reverse circulation drill bit with coaxial casing pipe
图 1. 反循环同心跟管钻头

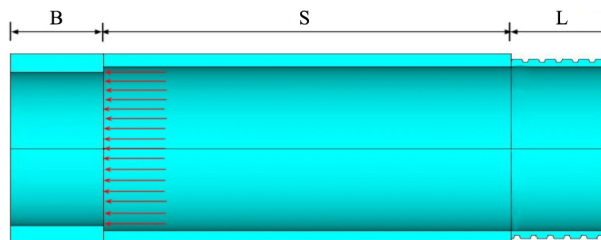
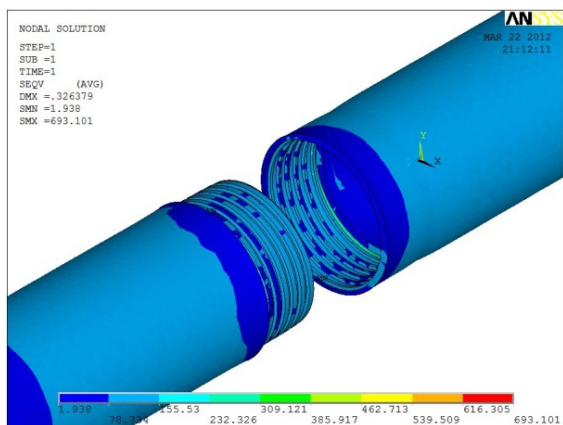


Figure 2. Schematic diagram of the structure model for a casing shoe
图 2. 管靴结构模型示意图

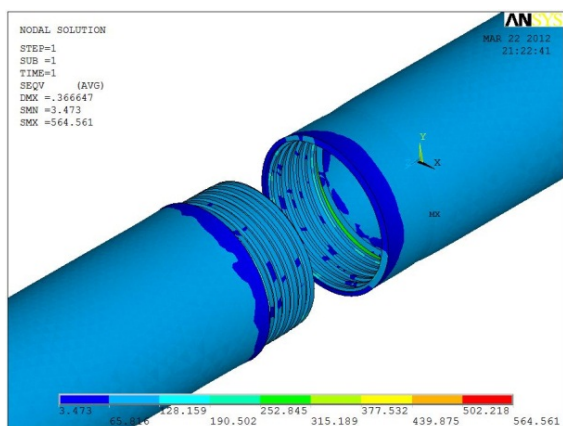
变量，对比组管身长度 S 取值分别为 250 mm、300 mm、350 mm、400 mm、420 mm。分析结果的评价指标为第四强度理论的冯·米塞斯(Von Mises)应力值，通过 ANSYS 后处理面操作以云图的方式显示结果。

通过对管靴长度对比组有限元接触分析，得出管靴长度 S = 250 mm、350 mm 和 420 mm 时对应的应力应变等值线云如图 3 所示。

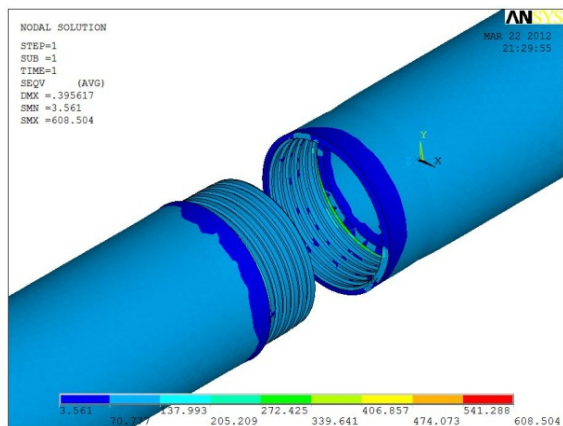
仿真分析结果显示：当套管管靴长度分别为 250 mm、300 mm、350 mm、400 mm 时，最大 Von Mises 应力分别为 693.1 Mpa、585.9 Mpa、564.6 Mpa、517.3 Mpa，螺纹丝扣应力值一直处于降低的趋势，当管靴



(a)



(b)



(c)

Figure 3. Von Mises stress contour of casing screw thread: (a) The length of the casing shoe is 250 mm; (b) The length of casing shoe is 350 mm; (c) The length of casing shoe is 420 mm
图 3. 套管螺纹 Von Mises 应力云图: (a) 管靴长度 S = 250 mm; (b) 管靴长度 S = 350 mm; (c) 管靴长度 S = 420 mm

长度为 400 mm 时最大 Von Mises 应力为 564.6 Mpa, 较 250 mm 时的对比组, 强度值降低达到 34.0%。而当管靴长度为 420 mm 时, 最大 Von Mises 应力又有

所回升, 达到 608.5 Mpa。

通过 ANSYS 非线性有限元的接触分析, 计算出套管管靴长度优化对比的 5 组模拟结果。如图 4 是对比组最大 Von Mises 应力与螺纹螺距的关系曲线。

从图 4 可以看到: 在该对比组范围内, 螺纹的 Von Mises 应力随着管靴长度的增大而降低, 螺纹承载的应力强度有所提高, 主要原因是由于管靴尺寸的增大, 薄弱的螺纹丝扣远离冲击荷载加载的位置, 应力的传递得到了管靴段扩散和缓冲, 削弱了螺纹根部的应力值。理论上讲, 增大管靴的长度, 有利于螺纹丝扣应力的扩散, 但是从仿真分析的第 5 组试验中可以看到, 当管靴长度为 420 mm 时, 螺纹 Von Mises 丝扣应力反而又有所增大, 这主要由于螺纹丝扣的不对称性, 和网格划分的不均匀性, 螺纹根部受到一定附加弯矩所致。综合上述分析: 管靴参数 S 长度最后确定为 400 mm, 管靴总长为 480 mm, 现场试验管靴长度为 500 mm, 与实际情况较为吻合。

4. 现场应用

为验证设计优化后的应用效果, 专业技术人员采用反循环同心跟管钻进钻具和结构优化后的管靴组合作业, 在地下有多层采空区赋存场地内进行了钻进试验。以 ZK2152 号钻孔为例, 分别在 18~23.6 m 和 33~38 m 孔段遇到采空区, 最终穿越两层空区后钻至设计孔深 65 m 后终孔。同时利用上述钻具组合在露天采场的爆破崩落区成功了 24 个空区勘探孔的施工, 均探明孔底采空区和“盲空区”的顶板高度、空区高

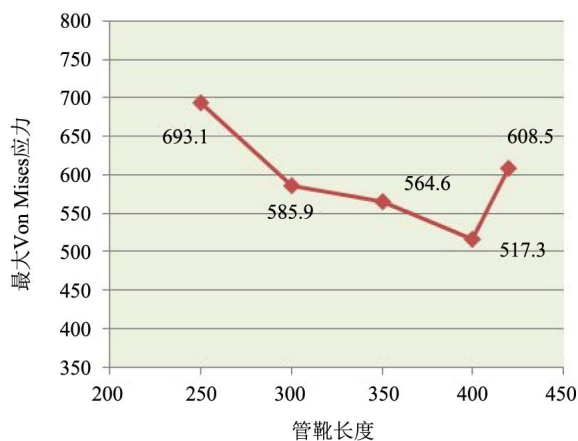


Figure 4. The relation curve of maximal Von Mises stress and the length of casing shoes
图 4. 最大 Von Mises 应力与管靴长度关系曲线

度、顶板深度等数据,最大空区高度 34.0 米,为矿山公司空区处理和安全生产提供了详实的地质数据。

5. 结语

反循环同心跟管钻进钻具和结构优化后的管靴应用于栾川钼矿现场钻进试验,完全满足了栾川钼矿复杂地层空区勘探,穿越矿区表层破碎带的需要,取得了良好的工程效果。

现场试验表明:

1) 反循环同心跟管钻具钻进,采用反循环排渣,岩样采取率高,岩样质量好,而且满足了跟管护壁的需要,该同心跟管钻头已成功申报国家专利;

2) 优化后的管靴应用于跟管钻进,套管与管靴螺纹连接处的应力有降低,提高了跟管钻进深度,最大

跟管深度提高一倍以上;

3) 把反循环钻进与跟管钻进结合,有利于解决了复杂地层“钻进难,取样难”的钻探技术难题。

参考文献 (References)

- [1] 胡振阳. 潜孔锤反循环钻进技术在河南栾川钼矿复杂地层中的试验与理论研究[D]. 吉林长春: 吉林大学, 2004.
- [2] 王茂森. 全孔反循环潜孔锤参数优化及其钻进工艺研究[D]. 吉林长春: 吉林大学, 2007.
- [3] 张泽业, 唐雪云. 影响空气潜孔锤跟管钻进速度和跟管深度因素的分析[J]. 西部探矿工程, 1997, (5): 58-59, 71.
- [4] 赵建勤, 李子章, 石绍云等. 空气潜孔锤跟管钻进技术与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, (7): 55-59.
- [5] 范黎明, 殷琨等. 栾川钼矿跟管钻进套管失效分析及优化设计[J]. 金属矿山, 2009, (9): 143-145.
- [6] 耿瑞伦. 跟套管钻进技术及其应用[J]. 地质装备, 2000, 1(3): 11-14.