

# 救援钻孔跟管钻进技术装备

孙红波 张彪 董恒义 李红叶 薛仁智

国家矿山应急救援大地特勘队

## 一、技术特点

跟管钻进技术是地面钻探救援可使用的高效钻进技术。地面钻探救援就是利用钻井施工构建救生通道实施救援。发生矿难并知悉矿井内有人的情况下，第一要务是通过生命保障孔的施工，确定被困人员的位置、提供生命存活的有效保障。快速高效的救生孔钻井技术，是矿山救援工作的基础和不可缺少的手段，基岩以上覆盖层的快速钻进、有效保证孔壁安全就尤为重要。

目前常规钻井施工一般采用牙轮钻头泥浆正循环、气举反循环钻进，其主要不足在于机械钻速低、钻井周期长等问题。稳定的覆盖层钻进，通常采用泥浆正循环钻井，钻至目的层位下入套管，钻井过程、套管下入是两个接续过程；当钻遇不稳定地层，如卵砾石地层、外力导致的破碎地层（如山东临沂石膏矿坍塌事故），采用正循环钻井会出现岩屑无法上返、地层不稳定坍塌现象，钻井完成后套管无法下入。近年来在抢险救援中，采用空气潜孔锤反循环技术大大提高了机械钻速，但其地层适应性差，在松散覆盖层、强富水含水层、裂隙发育复杂地层中钻进，存在钻进效率低、欠平衡状态无法实现，乃至出现卡钻、埋钻等井下事故，不能满足小直径探查保障孔快速构建的要求。

为有效解决该类复杂地层钻井，通过对跟管钻进钻具进行静力学分析，对跟管钻进装置进行了改造，研发了一种套管提引装置和一种刮刀喷射钻头救援钻孔跟管钻进技术装备，对跟管钻井深度和钻机额定钻压等参数进行了优化，形成了更为先进的跟管钻进技术，实现了松散第四系地层和快速钻进。

## 二、创新性

相较于传统的牙轮钻头泥浆正循环、气举反循环钻进技术，本技术实现了钻井作业和下套管作业同时进行，优化了钻头钻具和套管提升装置等跟管钻进装备。主要创新性体现在以下几个方面：

- (1) 所研发的刮刀喷射钻头在三块翼板上设置有三组共十二个截齿，并且相互交错分布，可以无死角的切削地层；
- (2) 高压钻井液从牙轮喷嘴中喷出冲击地层，使地层被破坏，便于截齿进行切削，并且钻井液除可喷射在截齿上，起到冲刷钻头的作用避免泥包钻，提高钻进效率；
- (3) 在翼板上端设置有轴向包围的保护套，通过保护套可起到扶正器的作用，也可

起到防止大块地层卡到翼板中间的作用；

（4）套管提引装置套管底托呈无底水桶状，并且采用空心式结构，更便于跟管钻进工艺连接套管。

### 三、实践应用成效

在矿山灾害钻探救援方面，尤其是在复杂松散地层中施工大口径救生孔中，使用跟管钻进技术可在一定程度上节省救援时间，解决常规泥浆钻进成孔难、井壁不稳定的难题，间接提高钻孔救援升功率。2021 年，青海海北州柴达尔煤矿 8•14 泥浆崩塌事故救援中，采用了此种跟管钻进技术进行开孔作业。地层为露天矿坑的碎石回填层，地层厚度 87m，采用跟管钻进技术，配合空气潜孔锤正循环钻进工艺，成功钻进 87m，形成了稳定的井壁，避免了卡钻、埋钻的隐患，满足了应急救援钻孔的施工要求。

### 四、推广应用情况

本技术还可推广应用至石油、煤层气、页岩气等各领域的开孔钻进中，可省略一开钻孔作业的辅助下套管环节，大幅缩短开孔作业时间，提高开孔作业效率。

2020 年，本技术应用于河北省邯郸市梧桐庄矿区。矿区内上部覆盖层主要为红色粘土、砂质粘土，耕植土、卵石，地层厚度最小 20 米。使用跟管钻进技术，实现跟套管钻进至 20 米深，施工时间从 5 小时缩短至 1.5 小时，施工效率提高了 3 倍以上。

### 五、成果产出情况

通过跟管钻进技术研究，研制出了适用于矿山事故钻孔救援的配套钻具，申报了名为《一种套管提引装置》和《一种刮刀喷射钻头》的实用新型专利，并于 2021 年 2 月成功获得以上专利的授权，专利号分别为 ZL 2021 2 0383137.5 和 ZL 2021 2 0382924.8。

### 六、代表性图片



刮刀喷射钻头



2020年该技术在河北省邯郸市梧桐庄矿区实践演练现场

## 七、成果联系人

姓名：孙红波

邮箱：shb714@163.com

座机：010-50813169

手机：13383589500

地址：北京市石景山区玉泉路59号3号楼中煤资源大厦