

大孔径应急救援钻孔施工技术

张小龙 林中湘 肖明国 杜兵建 朱泽斌

中煤地质集团有限公司

一、技术特点

随着我国矿井地下采矿深度、速度和规模的逐步扩大，尽管矿山安全生产事故发生的趋势有所减弱，但重、特大事故依然时有发生。瓦斯爆炸、老窑透水、底板突水、顶板冒落等矿山事故灾害发生后，因矿井条件复杂，井下救援通道短时间内难以打通。在井下救援难以奏效时地面钻孔成为有效救援手段，直径 550-800mm 的大孔径钻孔以救生为直接目的，是被困人员升井的生命通道。因此，通过地面大孔径钻探实施救援就成为解救井下被困人员最有效的手段，大孔径钻孔救援在矿山应急救援中占有举足轻重的位置。

本研究根据 2015 年 12 月山东平邑石膏矿坍塌事故大孔径应急救援中存在的客观问题，在充分调研矿山灾害的类型种类、突发因素和地质特征的基础上，分析灾害后抢险救援关键阻力因素，总结以往灾害事故后相应的对策方案，分析大孔径应急救援钻孔在表层开孔、导向孔钻进以及大孔径扩孔过程中的技术难点，通过钻进方法选择、钻具组合改造及钻进参数优化等方式，研究形成了表层钻进技术、易斜地层超直导向孔钻进技术、非贯通式潜孔锤反循环钻进技术和潜孔锤反循环精确钻进技术等，通过试验优化钻进参数和施工工艺，最终形成快速、安全、高效的矿山灾害大孔径应急救援钻工的技术体系，改进了国内大孔径钻孔钻进技术的不足，实现了大孔径应急救援钻孔的快速高效钻进，切实提高了国内重大矿山事故的应急救援技术水平。

本技术的成功研发和转化应用为我国矿山灾害救援提供了一种全新的方法，同时也规避了井下救援的高风险对救援人员造成的二次事故，可提高我国矿井灾害救援成功率，降低矿井生产死亡率和财产损失，保证国内矿井安全生产。

二、创新性

相较于传统的大孔径钻孔施工方法，本次研究成果不仅能提高钻进速度，缩短救援周期，还能提高钻孔透巷精准度和井身质量。本项目研究完成了现有配套装备与施工技术的兼容，主要创新性体现在以下几个方面：

1. 依据救生舱尺寸大小、结构特征，根据救生舱要起下顺利的要求，按照从三开到一开的设计思路，研究设计了一套适合应急救援的大孔径井身结构，可供矿山事故应急救援参考借鉴。

2. 针对表层松软破碎带坍塌严重、成孔难的问题，将旋挖钻进技术引进了应急救援领域，解决了表层边钻进边坍塌的现象，提高了表层钻进效率和成孔质量。

3. 通过小孔径钻孔引导大孔径钻进轨迹的技术，解决了大孔径钻进不能控制井眼轨迹的问题；钻具组合中加入风动螺杆，实现了全孔空气钻进，摆脱了水源限制。

4. 在钻具组合中加入阻风板和正反循环转换接头，迫使携带岩粉和碎渣的空气进入反循环通道，实现了非贯通式潜孔锤的反循环钻进。

三、实践应用成效

本技术的应用已成为矿山应急救援中解救井下被困人员的有效手段，在矿山应急救援中占有举足轻重的位置。

2015 年山东省平邑县玉荣石膏矿坍塌事故救援中，采用潜孔锤空气反循环钻进技术开凿大孔径救生钻孔，历时 36 天成功救援处 4 名被困矿工。实现了 21 世纪以来世界上第三例、国内第一例大孔径钻孔救援的成功案例。

2021 年山东栖霞市笏山金矿“1·10”重大爆炸事故救援中，采用导向孔钻进技术实现了国内难度最大的一次成功救援，成功解决被困人员 11 人。国家矿山应急救援大地特勘队荣获首届“全国应急管理系统先进集体”、应急管理部“集体二等功”，被中国煤炭地质总局授予“英雄救援队”荣誉称号。此次救援更是体现了中共中央“以人民为中心”的思想和习总书记“人民至上，生命至上”的理念精神。

四、推广应用情况

本技术不仅可应用于国内矿山事故应急救援任务中，还可推广和扩展应用到煤矿矿区的大孔径瓦斯排放钻孔、大孔径矿井水直排孔、大孔径避难硐室钻孔、大孔径投料孔以及非煤矿山大孔径通风孔、大孔径投料孔和大孔径排水孔的钻进施工中。

2020 年 4 月，本技术应用于冀中能源峰峰集团有限公司大淑村矿瓦斯抽采系统改造钻孔工程中，通过地面施工瓦斯 1 号孔和瓦斯 2 号孔，为大淑村矿后期瓦斯排放和井下施工提供了安全保障，该工程是本技术的进一步推广应用。

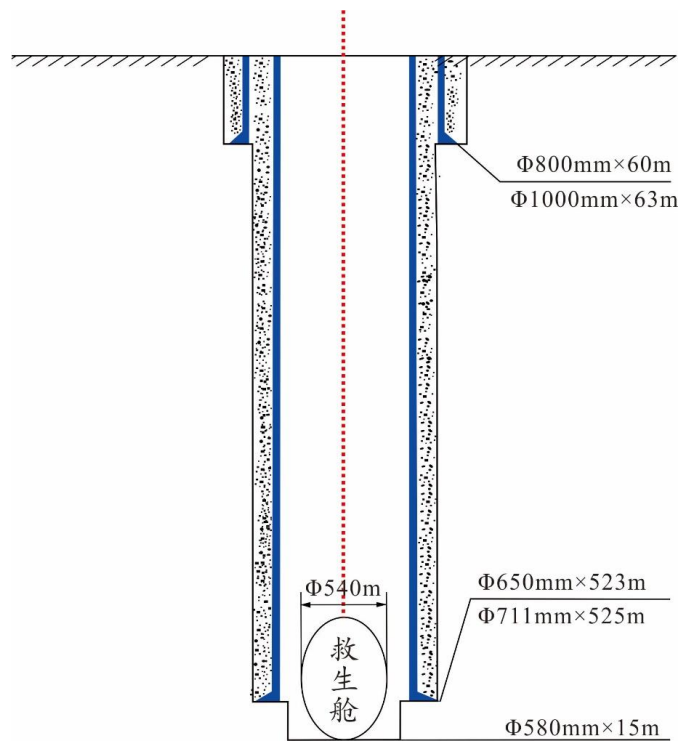
2020 年 5 月，本技术应用于冀中能源峰峰集团有限公司梧桐庄矿降温大孔径钻孔工程中，通过地面施工大孔径降温孔，为井下降温气体的输送提供了通道，该工程是本技术的又一次推广应用。

五、成果产出情况

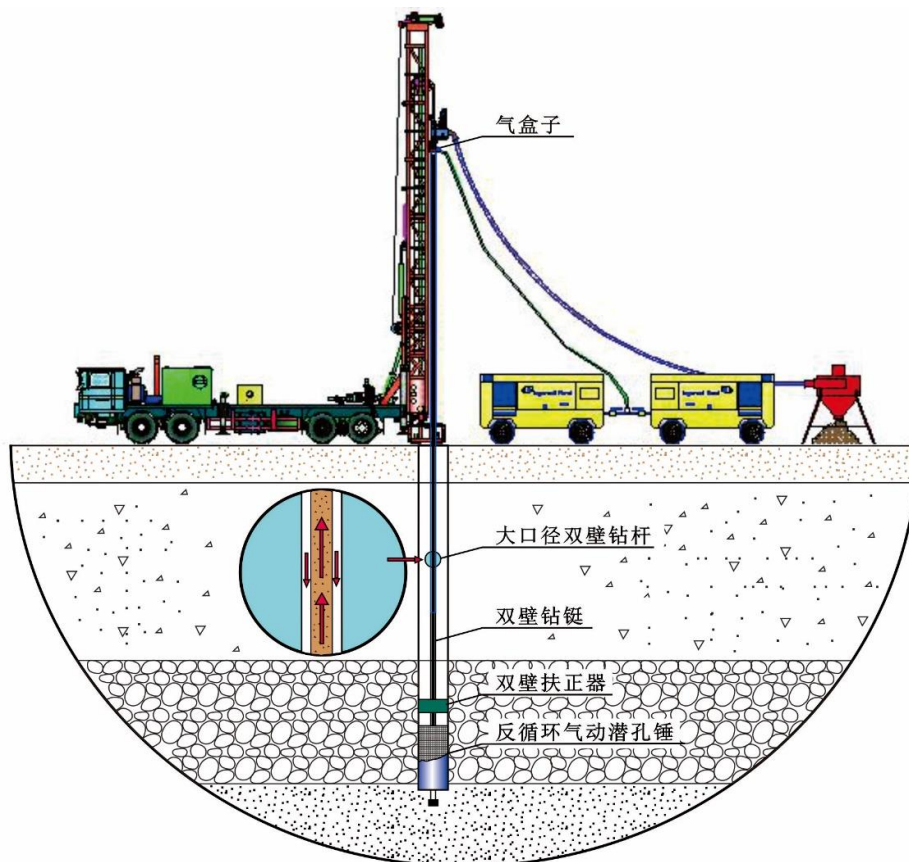
本技术获得一项名为《一种大孔径应急救援钻孔的施工方法》的发明专利授权，获得中国煤炭地质总局科学技术奖一等奖和中煤地质集团有限公司科学技术（成果）奖特等奖，于 2021 年获得北京市新技术新产品（服务）证书。

2020 年，本技术分别推广应用于大淑村矿瓦斯抽采系统改造钻孔工程和梧桐庄矿大孔径降温钻孔工程中，两次成果推广应用为企业创造产值约 1300 万元。

六、代表性图片



大口径应急救援钻孔井身结构设计图



大口径应急救援钻孔施工示意图

七、成果联系人

姓名：张小龙 邮箱：13521858311@163.com

座机：010-50813142 手机：13521858311

地址：北京市石景山区玉泉路 59 号中煤资源大厦 713 室