

煤矿排水孔下套管及固井技术探讨

王旭东

河南省资源环境调查三院 河南郑州 450016

摘要：煤矿抗灾排水系统钻孔施工难度大，主要体现在钻孔间距小、钻孔垂直度高、靶心半径小、扩孔难度大、下套管风险大、固井质量高等技术难点。通过工程实例，根据套管直径、重量、设备提升能力、套管材质等方面合理选择下管方法与固井施工工艺。

关键词：大口径；排水孔；下套管；固井

Discussion on casing and cementing technology of drainage hole in coal mine

Xudong Wang

Third Institute of Resources and Environment Survey of Henan Province, Zhengzhou, Henan 450016

Abstract: The construction of drainage systems for disaster-resistant coal mines is challenging, mainly due to the small spacing between boreholes, high verticality of boreholes, small target radius, difficulty in hole expansion, high risk of casing running, and high requirements for cementing quality. Based on engineering examples, this paper proposes reasonable methods for casing running and cementing construction based on factors such as casing diameter, weight, equipment lifting capacity, and casing material.

Keywords: large caliber; Drain hole; Running casing; Cementing

一、工程概况

梁北煤矿抗灾排水系统是“梁北矿240万吨改扩建项目”配套工程。该项目设计抗灾排水管路钻孔3个，单孔深度683.50m，合计2050.50m，钻孔内敷设Φ480×22mm技术护壁管；设计抗灾排水电缆钻孔1个，孔深680.50m，钻孔内敷设Φ630×24mm技术护壁管。

二、地层条件及技术要求

第四系(Q)由砂质粘土、砾石组成，总厚度71m，其中44-50m为砾石，该地层易坍塌，施工难度较大；基岩段71-131m为石千峰组平顶山砂岩，终孔层位为下石盒子17.75m的砂质泥岩中。表层护壁管下至稳定基岩层位，规格为φ711×12mm，材质为螺旋钢管；技术护壁管为φ480×22mm，材质为20号钢无缝钢管；靶心距≤1.5m，技术护壁管管口高出地面0.5m。

三、设备选型

TSJ-2600型水源钻机，该钻机单绳最大提升能力100KN，动滑轮组采用5×6绳系，最大提升能力1000KN。钻塔型号为JJ135-31，

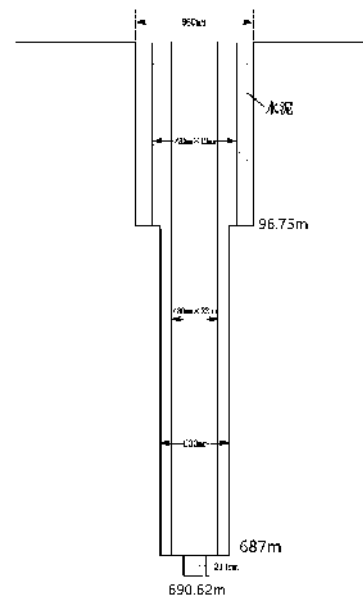


图1 钻孔结构图

最大承载力1350KN，游动大钩载荷1350KN。主循环系统采用3NB-1300型泥浆泵一台、备用TBW-1200型泥浆泵一台。固控系统采用YZS-20-4型震动筛一台、LW450x1000N型离心机一台。ZX7-400G型电焊机2台。

四、提吊浮力下管技术

4.1 浮力下法技术要点

浮力下管技术原理: 制作浮力塞使套管内形成中空, 一般为空气, 套管在入井进入泥浆液后产生浮力, 套管自身重力减去浮力塞产生的浮力等于大勾载荷, 钻机提升载荷始终小于设备额定最大承载力, 满足施工条件。

4.2 浮力下法的选择

本次下入技术护壁管约重 170t, 钻机卷扬机最大提升能力为 100t, 普通的提吊下管法已无法满足条件, 只能选用浮力下法。常见的浮力塞有水泥浮力塞、钢制浮力板以及浮球式浮力塞。本次采用技术成熟的钢板式浮力塞, 当套管下到设计位置时再通过专用工具打开浮力塞板, 使套管内外建立循环进行固井作业。

4.3 下管有关数据计算

正式下管之前根据套管入场时验收结果进行数据计算, 材料用量及材质、重量及强度计算。(入井套管总重量、套管抗挤毁强度、套管底部抗压值及安全系数、允许最大空管长度、浮板受力强度及安全系数等等)。

以 2# 排水孔为例, 经计算得出套管自重为 170t 左右, 设备提升能力为 100t, 浮力塞位置: 经计算套管抗挤毁强度为 $P_1 19.91 \text{MPa}$, 当下管深度为 687 米时, 套管底部受力值为 $P_2 = \rho g h = 8.416 \text{MPa}$, 因此技术护壁管的抗挤毁安全系数为 $P = P_1 / P_2 = 2.37$; 允许最大空管长度为 1691.98m, 所以将浮力塞放置在套管底部, 满足安全下管条件。

4.4 浮力塞制作

浮力塞工作原理。本次技术管的重量远大于钻塔的额定承载力, 下管过程中浮板能阻止泥浆进入技术套管体内, 借助浮板增加浮力, 减轻提吊设备的负荷。浮力装置包括浮力挡板、浮力塞板与钢结构导向组成, 浮力塞与浮力挡板由螺丝连接。

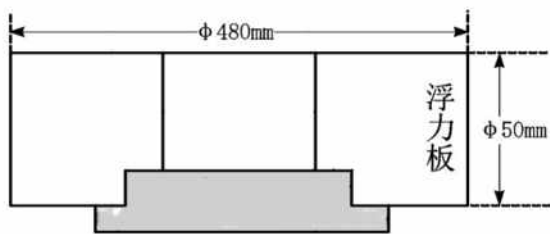


图 2 浮力板结构示意图

图 2 浮力板结构示意图

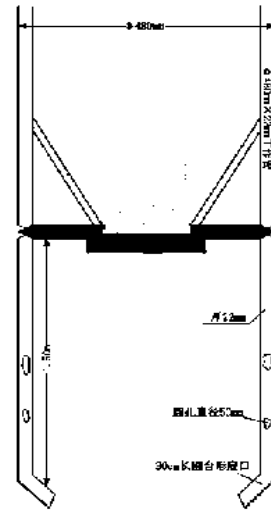


图 3 浮力塞结构示意图

4.5 试下套管

使用钻杆连接长度不少于 30m 的 $\Phi 480 \text{mm} \times 22 \text{mm}$ 套管 (4 根) 进行试下。试下时钻具下放速度要慢, 注意观察拉力表变化, 如有遇阻现象, 并做好记录, 不得强行下入, 严禁开转盘下放, 全孔无遇的阻情况下, 起钻后可直接正式下入套管。

4.6 下套管

下管前丈量套管长度、排序、按编号依次入井。采用割洞穿杠和升降机提吊工艺。大直径套管自身重量很大, 须采用割洞焊接穿杠法。在管口上端 0.50m 处对称切割 $\Phi 130 \text{mm}$ 圆孔。穿杠由圆钢加工而成, 直径为 $\Phi 125 \text{mm}$, 材质为 Q235, 用钢丝绳连接游动大钩, 起吊套管, 将套管引于孔内, 穿杠卡在钻机转盘面上, 解开绳后提吊起第二根套管, 底部对准入井套管的顶部, 两根套管居中后进行焊接, 焊接后再提起套管, 抽掉钻机转盘面上的穿杠, 将切下的圆板填入割孔内, 焊牢, 割孔外补焊方板加强, 下放前检查穿杠及钢丝绳是否牢靠, 是否有暗伤, 确保安全下入下一根套管, 以此类推, 直至套管全部下放完毕。下套管时做好悬重记录, 实时与理论计算进行数据对比, 找出差值原因, 如差值过大应停止作业, 找出原因排除隐患方可继续作业。

4.7 下管作业注意事项

4.7.1 将入井套管吊起后, 应由两台经纬仪观测 (两台经纬仪的夹角应有 90 度), 确保套管接口处垂直。

4.7.2 套管焊接的接缝两侧在焊接前用钢丝刷清除杂质, 保证接口的干净, 提高焊接的强度。

4.7.3 在角焊时要注意保持正确的焊条角度, 焊接速度及手势要根据焊脚尺寸而定。钢管连接采用 30° 坡度对焊, 焊接时管口合缝、同心, 焊接处管内、外无台阶。

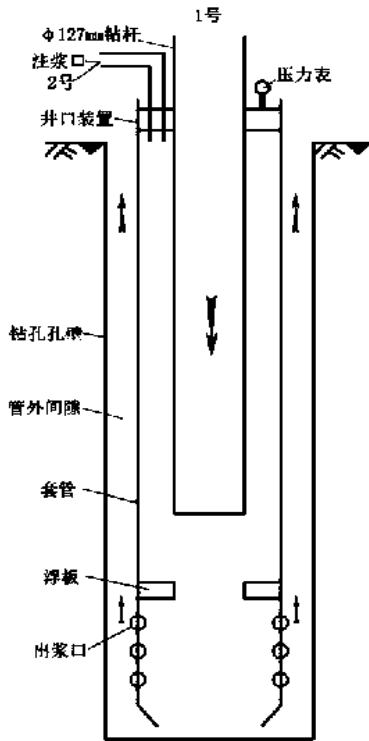
4.7.4 套管焊接, 焊接时由 2 人一组进行焊接, 焊接人员必须持证上岗, 每根套管的焊接口, 需焊工及现场

质检人员签字确认。

五、固井施工

5.1 固管方法：插入式双压固管法即套管内环空充满前置液无空气残留后，再由孔底压注水泥浆，从孔壁与管壁之间的环状间隙返出井口，再由套管内环空注入清水，替出套管内残留水泥浆，避免钻具外部水泥埋钻的全孔固管方法。

5.2 固井步骤：



插入式双压固井示意图

图4 插入式双压固井示意图

5.2.1 套管焊缝检查。套管内注满清水，观察套管内外液面变化。

5.2.2 下钻具至套管底部，撬开凸形钢板，再上提钻具两个单根。在钻具和套管环空安装井口装置（套管帽）及止回阀。

5.2.3 打开1号注浆口，充分循环替出套管外环空泥浆，并打开2号阀门放气，待气体排完后关闭2号阀门。

5.2.4 固井前注入隔离液，再注入水泥浆，取2-3组灰浆样，每组2个灰浆样。从1号注浆口注入清水替浆，替出钻杆及管线中水泥浆后，并关闭1号注浆口，然后打开2号注水口注入清水，替出套管内水泥浆，预留10m水泥塞。

5.2.5 稳压、候凝6-7小时，观察灰浆样品凝固情况及气压表情况，确定水泥凝固后打开井口装置并起钻。

5.2.6 固井结束后，使用倒链固定套管位置，使套管与表套井口照中。水泥浆凝固72小时后进行扫水泥塞作业，套管内保留2m水泥塞。

六、结语

1、在大直径钻孔施工中，提吊浮力下管法已经非常成熟，只是在选择浮力塞上有多种的选择，如经济型的水泥浮力塞，可以购买的浮球式浮力塞以及加工的钢板浮力塞都是很好的选择。

2、焊接套管时使用二保焊代替传统电焊，下管效率明显提升，3#排水孔使用传统电焊下入φ480mm共用7天，2#排水孔使用二保焊下入φ480mm套管共用4.5天，大大提高了工作效率。

3、下套管悬重理论数值与实际数值的差异问题。经过讨论得出实际重量小于计算重量，由于套管之间焊接缝位置有加强筋导致外径较大同时随着井内狗腿度与井壁泥皮厚度变化，套管与井壁动摩擦系数与会发生变化。井内狗腿度较大或泥皮厚度增大时井壁将承载部分套管自重。若套管的下放，一部分重量会释放出来，指重表读数将会在短距离内出现较大误差。

参考文献：

- [1] 李云峰. 淮南丁集矿瓦斯排放井施工技术[J]. 中国煤田地质, 2007, 19: 31-33.
- [2] 贺宏伟. 矿山大口径排水钻孔的施工工艺探讨[J]. 世界有色金属, 2019, 16: 278-280.
- [3] 杨建, 孙家应, 余大有. 煤矿地面大口径瓦斯抽排钻孔施工关键技术[J]. 煤炭科学技术, 2020, 38(11): 60-61.