

Based on the drilling operation of different drilling RIGS, the technical conditions of deep hole drilling in soft surrounding rock are discussed

Liu Mingyu

Hubei University Of Technology, Wuhan

Abstract: The drilling work can be done with the compressed-air driven percussion drill, the hydraulic pressure rotation drill and the multi-purpose drill at different geological conditions. The drilling conditions of deep holes for soft surrounding rock are obtained. The important technical support for pre-drilling and pre-reinforcement at soft surrounding rock is provided.

Key words: Underground; Soft surrounding rock; Drilling technology

Received: 2020-03-23; Accepted: 2020-04-07; Published: 2020-04-09

基于不同钻机的钻凿作业探讨软弱围岩深孔钻凿技术的条件

刘明宇

湖北工业大学，武汉

邮箱: liumy2013@163.com

摘 要: 分别通过对风动冲击钻机、液压回转钻机、多功能钻机在不同地质条件下的钻凿作业进行分析, 得出在软弱围岩成功实现深孔钻凿穿越的条件, 为软弱围岩的超前钻探与预加固提供重要技术支持。

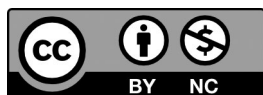
关键词: 地下工程; 软弱围岩; 钻凿技术

收稿日期: 2020-03-23; 录用日期: 2020-04-07; 发表日期: 2020-04-09

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



无论采用旋喷还是静压注浆, 还是管棚注浆等加固措施, 钻凿成功穿越是实现软弱围岩加固的前提。在软弱围岩超前钻探或预加固施工中, 钻机进行钻孔作业时经常受阻, 无法穿越软弱地层。一般出现钻孔受阻情况时, 外在的表

现是因钻机的扭矩无法克服地层阻力而卡钻，即使采用扭矩极大的全液压钻机仍未能幸免。

因此，研究如何钻凿穿越软弱围岩，可以为软弱围岩的超前钻探与预加固提供重要技术支持。

1 前置冲击动力的风动钻机钻凿作业分析

前置冲击动力的风动钻机主要依靠前置冲击器冲击破坏围岩，利用冲击器排出的尾气排渣，在给进力作用下向前推进。

对于保留一定厚度弱风化岩盘或混凝土岩盘的软弱带，使用前置冲击动力的风动钻机进行钻孔可以快速凿除硬质岩盘。但进入软弱带时，当软弱带富水且极为软弱时，前置冲击动力钻机无法启动冲击；当软弱带中的泥水压力大于压缩空气压力时，泥水将通过钻头由钻杆反向灌入供风系统，损坏设备。

前置冲击动力的风动钻机的旋转扭矩一般不大，如 CLG361 钻机最大扭矩为 $2510\text{N} \cdot \text{m}$ ，进入软弱带后，在泥砂包裹下，极易卡钻。

以 CLG361 钻机为例，进入软弱带 10m，泥水压力暂定 1MPa ，此时，由于泥水压力大于冲击器尾气压力，排渣受阻，对钻杆的受力分析如图 1 所示。

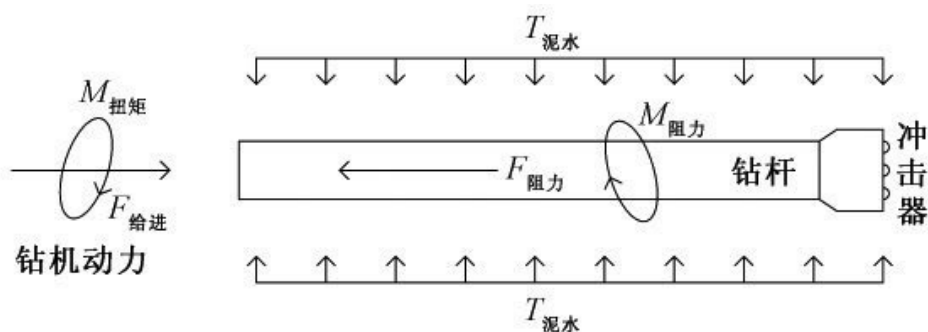


图 1 CLG361 钻机钻杆受力分析示意

钻杆与泥水接触面积 $S=2.826\text{m}^2$ ；钻杆受到径向压力之和 $T=PS=2.826 \times 106\text{N}$ ；滑动摩擦系数 $\mu=0.2$ 。

1) 对于回转

阻力 $F=\mu T=5.652 \times 105\text{N}$ ；阻力力矩 $M=Fr=25434\text{N} \cdot \text{m}$ 。

2) 对于 CLG361 钻机, 给进力 13.62kN, 最大扭矩 2.51kN·m, 均远小于穿越 10m 软弱带所需的给进力与扭矩。

因此, 类似 CLG361 的前置冲击动力的风动钻机明显不适合富水软弱带钻孔使用。

影响阻力及其力矩的因素: 进入软弱带的深度、泥水压力、钻杆直径、滑动摩擦系数。对各影响因素分析如下: ①进入软弱带的深度由所穿越软弱带的最大宽度决定, 难以改变。②滑动摩擦系数取决于钻杆材质与软弱带物质的性质, 改进余地不大。③泥水压力取决于软弱带本身的性质及泥水的运动状态, 根据伯努利方程 $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + h = \text{恒量}$, 当泥水以较大速率排出孔外时, 由于压力与速率平方成负相关, 能明显减小泥水对钻杆的压力, 从而减小阻力及力矩。但对于风动钻机, 由于使用压缩空气的压力一般不大于 2MPa, 冲击器的尾气压力远小于 2MPa, 因此, 无法将泥水以较大速率排出孔外, 难以克服泥水压力产生的阻力及力矩。④钻杆直径在钻杆的强度、刚度允许情况下, 选用直径较小的钻杆, 受到的阻力较小, 但一般受制于设备的配套选型, 改进余地不大。

综上所述, 在泥水压力较大的软弱带中, 由于物质软弱或泥水压力大于冲击器的尾气压力, 冲击器将无法工作, 即使在给进力作用下也无法向前推进。同时, 由于冲击器的尾气压力无法排碴, 也就难以克服泥水压力的阻力扭矩而导致卡钻。

因此, 风动钻机钻凿适用于无水条件下的软、硬围岩及水压不大的硬质围岩, 不适合富水软弱围岩或水压较大的硬质围岩。

2 后置旋转动力液压钻机钻凿作业分析

后置旋转动力液压钻机主要依靠扭矩通过钻头旋转切割围岩, 利用压缩空气或高压水排碴, 在给进力作用下向前推进。

现场液压回转钻机主要用于钻取岩芯, 一般利用低压水排碴。当围岩的泥水压力较大时, 排碴困难, 泥水压力的阻力力矩容易卡钻, 排碴压力过大时, 取芯套管内芯样难以保存。

液压回转钻机用于凿岩穿越时, 可以通过增大排碴水压克服泥水阻力及力矩, 但钻头旋转切割硬质围岩的效率不高, 钻进速度缓慢。如穿越软弱围岩时可能遇到孤石, 钻凿将因此受阻, 表 1 为液压回转钻机凿岩适用范围。

表 1 液压回转钻机凿岩适用范围

围岩条件	无水	有水, 压力较小	有水, 压力较大
软质围岩	适用	适用	适用
硬质围岩	不适用	不适用	不适用

3 后置冲击动力的多功能钻机钻凿作业分析

后置冲击的多功能钻机集风动钻机的冲击动力与液压回转钻机的强大扭矩、专用排碴通道之所长, 在强大排碴水压支持下, 一般不容易发生卡钻, 在后置冲击动力支持下, 即使遇到孤石, 也可以轻而易举给予凿除, 真正发挥钻机的多功能优势。后置冲击多功能钻机凿岩适用于各种情况。

4 软弱围岩成功实现深孔钻凿穿越的条件

以上分别通过对风动冲击钻机、液压回转钻机、多功能钻机在不同地质条件下的钻凿作业进行分析, 通过分析, 在软弱围岩中成功实现钻凿穿越主要取决于以下两个条件: ①后置冲击动力, 主要用以克服硬质围岩。②强大排碴水压, 主要用以排碴, 克服地层压力, 防止卡钻。

5 工程实例

2011 年 1 月 31 日, 厦深铁路梁山隧道 1 号斜井右侧平导基本施工到软弱带前方预留岩盘位置, 使用 RPD-180CBR 钻机进行超前地质钻探以查明软弱带的性质, 钻探过程先后出现的问题有: ①使用的高山水池高压水的压力不能充分满足钻机需要, 导致送水量很小, 甚至为零, 经常抱钻卡死, 钻探进尺相应很小, 甚至为零。②穿过软弱带一定深度后, 进尺很慢, 只有 1 ~ 2cm/min。

针对以上发现的问题, 分析及采取对策: 抱钻甚至卡死是典型的排碴故障, 在泥水阻力及力矩阻挡下, 进尺必然很慢。因此, 问题的主要矛盾是排碴能力

不足,采取的对策是采用压力更大高压水提高排碴能力。对于高压水的提供,改用高压注浆泵供应高压水。

通过采取高压注浆泵供应高压水排碴,2011年2月1—2日,使用RPD-180CBR钻机在右侧平导掌子面左侧、中部及右侧进行的超前钻孔成功穿越了软弱带,通过钻探,掌子面前方岩盘厚度分别为6.2,6.7,6.5m,平均厚度6.5m。软弱带宽度分别为17.7,16.3,20.1m,平均宽度18.0m。钻孔进入对面岩盘深度分别为0.5,2.4,7.1m。进入软弱带时有水、浑浊、夹带泥砂,有较大泥水压力,拔出钻杆,涌出小部分泥砂后即塌孔。

参考文献

- [1] 郭孝先,李耀武. 煤矿回转式锚杆钻机的基本特征与发展方向, 矿井建设现代技术理论与实践[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2005.
- [2] 郭孝先,李耀武. 在岩石钻凿系统中研究钎具钻具性能[J]. 钻凿机械气动工具, 2009(1): 31-41.