

提高定向钻孔造斜弯曲强度的技术方法

吴 翔¹, 贺冰新¹, 王 艳²

(1. 中国地质大学工程学院, 武汉 430074; 2 安徽工程勘察院, 合肥 230011)

[摘 要] 定向钻进技术中, 按理论计算可选择的造斜强度是偏小的, 通过采用提高钻杆柔性等技术方法, 实际可选择的造斜强度大大提高, 经实践证明效果显著。

[关键词] 定向钻进 造斜强度 技术方法

[中图分类号] P634.7 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2000)02-0055-03

受控定向钻进技术中, 造斜钻进的弯曲强度是定向钻孔设计与施工的重要技术指标之一, 选择较小的造斜强度、造斜段, 有利于造斜后的正常钻进; 选择较大的造斜强度, 则能大大减少造斜段的长度, 从而降低定向钻孔的施工费用^[1]。但过大的钻孔弯曲强度会使得造斜钻进后的延伸钻进难度增大, 最突出的表现就是因钻孔急剧弯曲回转钻进时钻杆及钻具频繁折断。因此, 在保证安全钻进的前提下, 尽可能地提高造斜段钻孔弯曲强度是受控定向钻进技术研究的一个重要内容。

理论上, 定向钻孔造斜段弯曲强度的选择应能保证孔底造斜工具和稳斜粗径钻具顺利通过。由此可分别推导出允许粗径钻具通过造斜段的最大弯曲强度 i_C 和允许孔底造斜机具通过的最大弯曲强度 i_T 的计算公式如下^[2]:

$$i_C = \frac{114.6(\sqrt{D_k - d_g} + \sqrt{D_k - \frac{d_b + d_g}{2}})^2}{L^2} \quad ^\circ/\text{m}$$
$$i_T = \frac{458.4(0.74\Delta d - f)}{L_T^2} \quad ^\circ/\text{m}$$

式中: D_k —钻孔直径 (m); Δd —钻头直径与动力钻具直径差 (m); d_b —钻头直径 (m); L_T —动力钻具长度 (m); d_g —岩心管直径 (m); L —粗径钻具直径 (m); f —间隙值, 软岩膨胀地层 $f = 0$, 硬地层 $f = 0.003 \sim 0.006$ (m)。

但实践证明, 依据这两个公式计算的钻孔弯曲强度大大偏小, 根据各地经验, 地质勘探中定向钻孔的造斜弯曲强度可依据图 1 选取^[1]。

大量的定向钻孔实践证明, 图 1 推荐的参考值完全能保证定向钻孔安全顺利施工, 但其造斜弯曲强度能否进一步提高以及小口径定向钻孔极限弯曲强度到底能达到多大的值, 在江苏安基山矿区

ZK1514 定向钻孔的施工中作了一些有益的尝试。

1 钻孔地质概况与结构

江苏省安基山矿区 ZK1514 孔内地质条件复杂且具有强磁性, 钻孔轨迹人工弯曲难度大, 系为过去遗留下来的中途停钻数年的半截孔, 自停钻孔深 419.8 m 以下地质设计及钻孔结构如表 1 及图 2。

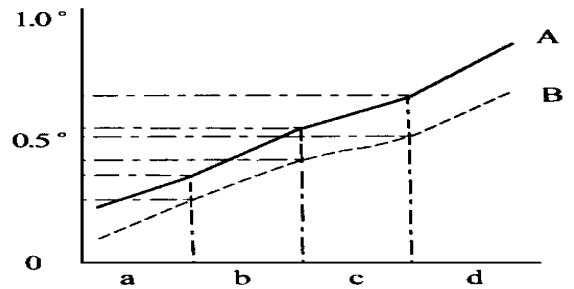


图 1 不同钻杆工作时弯曲强度参考值

A—普通钻杆; B—绳索取心钻杆;
a—安全区; b—较安全; c—临界区; d—危险区

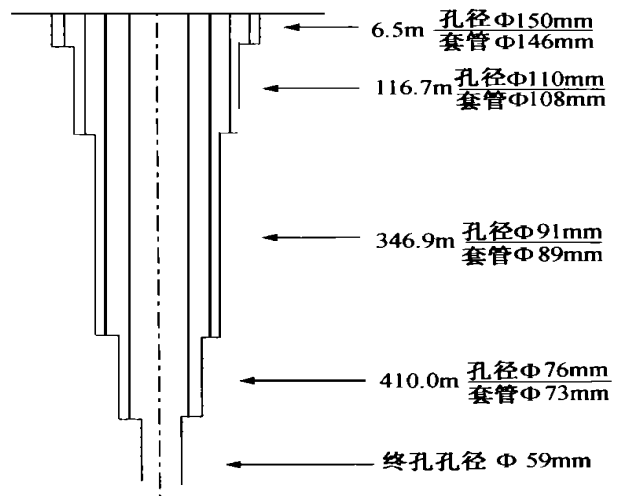


图 2 ZK1514 孔钻孔结构示意图

表 1 ZK1514 孔下部钻孔地层分布表

孔段 (m)	岩层描述
419.8 ~ 440	大理岩、角岩互层,角岩成份随钻孔加深而逐渐增多
440 ~ 520	角岩、夕卡岩,中间穿插有火成岩
520 ~ 736	花岗闪长斑岩
736 ~ 750	夕卡岩黄铜矿,主矿体
750 ~ 850	花岗闪长斑岩

2 定向钻进设计与施工

由于设计中靶点距 419.8 m 处孔底座标水平距离很大,又有地层条件的限制,自扫孔到底,钻进至 421.69 m 取上完整岩心即开始造斜钻进。设计造斜全弯角 27.93°,中靶顶角 29.8°,中靶的方位角

表 2 造斜钻进情况统计表

造斜 回次	造斜 孔段 (m)	进 尺 (m)	造斜前 (°)		造斜后 (°)		全弯 角 (°)	造斜 强度 (°)	钻进 地层	造斜钻具组合
			θ	α	θ	α				
	421.69 ~ 423.79	2.1	5.7	213	4.8	241	2.68	1.28	大理岩	LF-54 螺杆钻+1.5 弯外管+Φ59 金刚石造斜钻头
	431.23 ~ 436.48	5.25	4.8	241	12.6	275	9.02	1.72	大理岩、角岩	LF-54 螺杆钻+2.0 弯外管+Φ59 金刚石造斜钻头
	442.56 ~ 450.56	8.0	12.6	275	27.0	279	14.46	1.81	花岗闪长斑岩	LF-54 螺杆钻+1.5 弯外管+Φ59 金刚石造斜钻头
	464.58 ~ 466.58	2.0	27.0	279	30.0	282	3.32	1.66	角岩、夕卡岩	LF-54 螺杆钻+2.0 弯外管+Φ59 金刚石造斜钻头

279°,实际造斜钻进情况见表 2。

造斜段钻进采用间断人工弯曲工艺,即每造斜钻进一回次后,先用锥形金刚石钻头进行修扩孔,而后下入 1 m 长度的粗径短钻具回转延伸钻进,随着延伸钻进长度的增加逐渐加长粗径钻具长度,根据取上的岩心情况决定是否进行下一回次造斜钻进。

3 稳斜钻进情况及改进技术措施

3.1 稳斜钻进情况

全孔造斜钻进结束后,采用“三单元”稳斜钻具进行稳斜钻进,钻具组合如图 3。

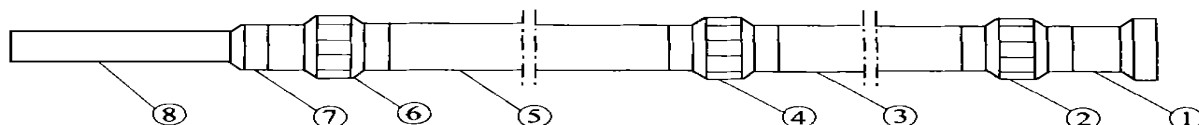


图 3 “三单元”造斜钻具组合示意图

—Φ59 mm 金刚石取心钻头; 、 、 —Φ60 mm 金刚石扩孔器; 、 —Φ57 mm 岩心管; —异径接头; —Φ50 mm 钻杆

第一回次稳斜钻进,孔内回转阻力很大,当钻进进尺 0.4 m 发生岩心管丝扣折断,经分析是因钻孔弯曲强度过大所致,后被迫减短粗径钻具长度采用小规程参数延伸钻进,经钻进至 547 m 报表统计,在近二十天的钻进过程中,平均每个班(8 h)发生钻杆折断 1~2 次,几乎每一回次都是因为钻杆折断而停钻打捞,严重影响钻进效率。

3.2 改进措施

为提高钻杆在急剧弯曲孔段抗弯曲折断的能力,降低孔内回转钻进阻力,所采取的技术措施主要有:

(1)在满足安全传递回转扭矩的前提下,通过适当减小钻杆直径、降低钻杆截面模量,进而达到降低钻杆刚度,提高钻杆柔性的目的,将原直径 Φ50 mm 改换为直径 Φ42 mm 钻杆。

(2)在 Φ42 mm 钻杆柱中,每隔 3 m~4 m 设置孔内扶正接头一只,接头外径 Φ57 mm,以减缓钻杆在孔内的波形弯曲,改善钻具在孔内的受力状况。

(3)改善钻孔冲洗液润滑性能,通过在钻孔冲洗液中添加 DR-4 钻孔润滑剂,降低钻杆及粗径钻杆与孔壁间的摩擦阻力,降低磨损及孔内负载。

(4)采用液动冲击回转技术,在粗径钻具上端设置液动冲击器,适当减小钻机回转速度及钻压,利用液动冲击能有效破碎孔内岩石,同时,由于液动冲击器的振动作用还有利于改善钻杆与孔壁的接触状态,大大减少了钻杆在孔内的工作负荷。

通过采取上述改进技术措施,稳斜钻进时钻杆折断事故大大减少,自 547 m 至终孔 850.32 m,钻杆折断次数由原来的每小班 1~2 次减少为每 3 个大班(24 h)1~2 次,取得了明显的效果。

4 结论与建议

(1) 由于 ZK1514 定向孔系为过去遗留的半截孔,在开孔设计即存在着不合理因素,加之受地层条件的限制,下部孔段定向钻进设计与施工难度很大,属不得已而为之,通过该孔实践证明,小口径定向钻孔造斜弯曲强度是可以提高的,但其极限造斜弯曲强度不宜超过 $1.7\text{ }^{\circ}\text{m} \sim 1.8\text{ }^{\circ}\text{m}$,且必须采取间断人工弯曲工艺,降低造斜孔段平均弯曲强度。

(2) 采用小直径钻杆,提高柔性,通过加接钻杆扶正器,在冲洗液中添加润滑剂及采用液动冲击回

转钻进技术,改善钻杆在孔内的工作状况,降低孔内负荷,提高钻杆在急剧弯曲孔段抗弯曲折断能力。

(3) 小曲率半径钻孔弯曲及水平延伸钻进是当今受控定向钻探技术发展的重要方向,建议进一步研制开发高柔性钻杆及配套器具,提高定向钻探生产技术水平。

[参考文献]

- [1] 江天寿,周铁芳,等.受控定向钻探技术[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] 吴光琳.定向钻进工艺原理[M].成都:成都科技大学出版社,1991.

TECHNICAL METHOD OF IMPROVING WHIPSTOCKING INTENSITY IN CONTROLLED DIRECTIONAL DRILLING

WU Xiang, HE Bing - xin, WANG Yan

Abstract :In controlled directional drilling technology, whipstocking intensity of theoretical calculation is smaller than that of practice. By using some technical method, such as raising flexibility of drilling rod, whipstocking intensity will be improved greatly, which has achieved success in practice.

Key words :controlled directional drilling, whipstocking intensity, technical method



第一作者简介:

吴 翔(1964 年 -),男,1987 年毕业于武汉地质学院(中国地质大学)探矿工程系。主要从事受控定向钻探教学与科研工作。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学工程学院 邮政编码:430074

(上接第 54 页)

NO - DIG PAYING BUNDLES OF PIPE IN CURVE TRAIL BY GUIDE DRILLING SECTION BY SECTION

WU Xiao - ming, LI Liang - gang, CHEN Jin

Abstract :Through the Kai - Luo highway whose width is 64.5 m, nine work wells and eleven road bases, the holes are drilled. Base on the shape of the road surface, the trail of drilling hole is curve. Its ends are lower and the middle part is higher. Then the diameter of holes is extended to 500mm step by step. Four pipes of 114 mm and three pipes of 60 mm are laid. The distance between the two bundles of pipe is 450 mm and it satisfies the request of the design.

Key words :guide drilling, trail, adjust, bundle of pipes



第一作者简介:

乌效鸣(1956 年 -),男,教授,博士。现任中国地质大学(武汉)工程学院副院长,武汉市青年科协副会长,长期从事钻探工程与基础工程方面的教学和科研工作。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学工程学院 邮政编码:430074