

# 地浸砂岩型铀矿弹塑性致密泥岩钻头的研究与应用

要二仓<sup>1</sup>, 张富兰<sup>1</sup>, 杨爱军<sup>1</sup>, 邵盛元<sup>2</sup>

(1. 核工业二〇八大队, 内蒙古 包头 014010; 2. 核工业二一六大队, 新疆 乌鲁木齐 830011)

**摘要:**针对北方地浸砂岩型铀矿超过 400 m 钻孔钻进中弹塑性致密泥岩钻进效率低的问题, 研究试验了钻头, 提高了钻进效率, 总结了操作技术。用  $\varnothing 104$  mm 中八角阶梯肋骨钻头钻进较软弹塑性致密的光滑的红褐色、浅绿色“打滑”泥岩; 用  $\varnothing 104$  mm 中八角阶梯肋骨钻头钻进较软弹塑性致密的灰色致密泥岩; 用  $\varnothing 104$  mm 交错式圆片状复合片钻头钻进脆性较大的黑灰色弹塑性致密泥岩; 用  $\varnothing 104$  mm 交错式圆片状复合片钻头钻进灰白色脆性较大的弹塑性致密泥岩; 用  $\varnothing 104$  mm 双环式齿形复合片钻头钻进弹塑性致密硬泥岩。

**关键词:**弹塑性致密泥岩; 阶梯肋骨钻头; 交错式圆片状复合片钻头; 齿形复合片钻头

**中图分类号:** P634.4<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)06-0072-04

**Research and Application of Bits for Drilling in Elastic-plastic Dense Mudstone of In-situ Leaching Sandstone Uranium Deposit/YAO Er-cang<sup>1</sup>, ZHANG Fu-lan<sup>1</sup>, YANG Ai-jun<sup>1</sup>, SHAO Sheng-yuan<sup>2</sup>** (1. No. 208 Geological Brigade of Nuclear Burea of Geology, Baotou Inner Mongolia 014010, China; 2. No. 216 Geological Brigade of Nuclear Burea of Geology; Urumqi Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** In view of the low drilling efficiency of elastic-plastic dense mudstone in more than 400 meters of holes in north-situ leaching sandstone-type uranium deposits, research test was made on bit to improve the situation.  $\varnothing 104$  mm octagonal step rib bit was chosen for soft elastic-plastic dense smooth reddish brown and light green mudstone;  $\varnothing 104$  mm octagonal step rib bit was chosen for soft elastic-plastic dense gray mudstone;  $\varnothing 104$  mm staggered round flake PDC bit was chosen for brittle-plastic high dense black gray mudstone;  $\varnothing 104$  mm staggered round flake PDC bit was chosen for brittle-plastic high dense white mudstone; and  $\varnothing 104$  mm tooth shape PDC bit was chosen for hard-plastic high dense mudstone.

**Key words:** elastic-plastic dense mudstone; step rib bit; staggered round flake PDC bit; tooth shape PDC bit

弹塑性致密泥岩的钻进效率低一直是地质、煤炭、石油系统的钻进难题, 至今未能从根本上解决。<sup>[1]</sup>在地浸砂岩型铀矿找矿中, 鄂尔多斯盆地银东地区和巴音戈壁盆地塔木素地区钻探施工孔深大多数超过 400 m, 钻孔揭露的弹塑性致密泥岩地层平均占每个钻孔 25% 左右, 厚度约 100 m, 该地层钻进时的特点: (1) 钻速低。弹塑性大的泥岩抵抗切削工具压入能力强, 刻取岩石时易发生切削工具在岩石表面打滑, 造成碎岩困难。(2) 钻孔缩径。岩石中粘土矿物成分含量高, 水敏性强, 易发生糊钻和缩径现象, 这些因素造成钻进时进尺慢、效率低。采用普通硬质合金钻头钻进, 开始具有一定钻速, 很快切削具被磨钝, 失去切削能力, 不进尺, 需频繁提钻换钻头, 同时由于易缩径、护壁难, 造成提下钻困难, 严重时会引起孔内事故。<sup>[2~4]</sup>2007 年笔者根据弹塑性致密泥岩的特点, 设计试验大出刃的阶梯肋骨钻头和齿形复合片钻头、交错式圆片状复合片钻头, 提

高了工作区弹塑性致密泥岩的钻进效率。

## 1 弹塑性泥岩试验钻头的设计

在弹塑性致密泥岩地层, 根据致密泥岩具有弹塑性、研磨性强、糊钻的特点, 设计试验大出刃的阶梯肋骨钻头和齿形复合片钻头, 交错式圆片状复合片钻头。

### 1.1 中八角阶梯肋骨钻头

钻进较软弹塑性致密泥岩, 理论上应选用片状切削具, 易于切入和切削岩石, 但抗弯能力差。考虑到生产中多数地层均为不均质的<sup>[5]</sup>, 因此弹塑性泥岩地层选用抗弯抗压能力强, 适用于中硬岩层的柱状硬质合金作为切削具。设计钻头为  $\varnothing 104$  mm 中八角阶梯肋骨钻头, 其特点是水口大、出刃大, 有利于排除岩粉, 进尺快, 避免岩心堵塞、泥包钻头和烧钻。

$\varnothing 104$  mm 中八角阶梯肋骨钻头底唇面镶焊 4

收稿日期: 2009-05-05

基金项目: 中国核工业地质局“地浸砂岩铀矿中—深孔钻探技术研究”项目(编号: DK2006)

作者简介: 要二仓(1964-), 男(汉族), 内蒙古人, 核工业二〇八大队高级工程师, 钻探工程专业, 从事地浸砂岩铀矿钻探技术工作, 内蒙古包头市 128 信箱, yaoercang@163.com。

组 T107(八角柱状)硬质合金,呈三环状排列,在钻头钢体外侧,四周均焊 4 块肋骨,每块肋骨镶焊

T107 硬质合金 2 块。钻头底出刃 5 mm,内外出刃 2 mm,在钻头底部开有 4 个方形水口。如图 1。

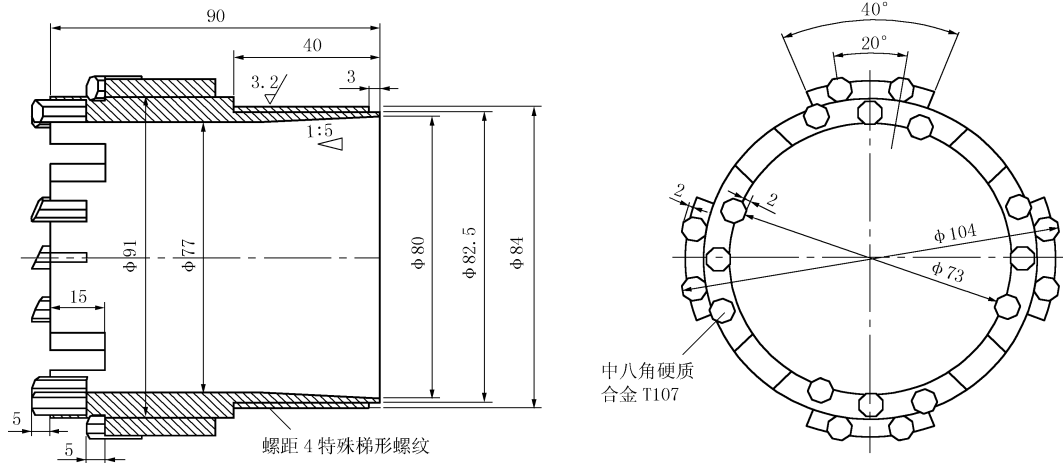


图 1 Ø104 mm 中八角阶梯肋骨钻头

### 1.2 齿形复合片钻头

钻进较硬弹塑性致密泥岩,根据泥岩中细小颗粒石英含量多,结构致密及弹性较高的特点,从复合片性能和钻头结构参数方面研究设计复合片钻头,复合片具有高耐磨性、高抗冲击韧性、高热稳定性;设计的复合片钻头为齿形复合片钻头。齿形复合片

钻头钻进时在孔底形成两个齿形环自由面,使岩石产生拉应力破碎。<sup>[6]</sup>底水口、外水槽、内水槽水路空间要大,排粉通畅,有效防止钻孔缩径和岩心膨胀。

Ø104 mm 齿形复合片钻头出刃锋利,底唇面镶焊 6 组 12 片齿形复合片,每组 2 片,镶焊角取 15°,径向角取 15°。钻头保径采用硬质合金。如图 2。

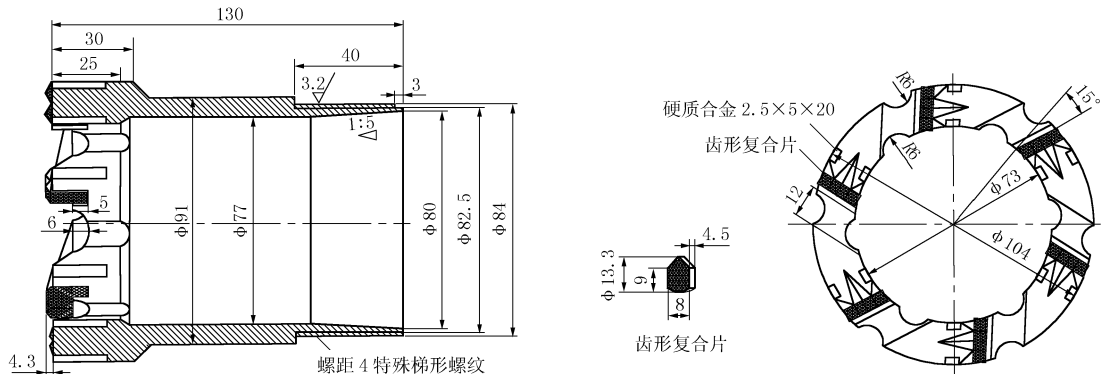


图 2 Ø104 mm 齿形复合片钻头

### 1.3 交错式圆片状复合片钻头

钻进弹塑性较弱的脆性硬泥岩,钻头设计为交错式圆片状复合片钻头。圆片状复合片钻头具有耐磨性强,寿命长,水口、水槽大,排粉通畅的特点。<sup>[7]</sup>

Ø104 mm 交错式圆片状复合片钻头,底唇面镶焊 6 组 Ø13.3 mm×4.5 mm 的复合片,呈交错状排列;镶焊角取 15°,径向角取 15°。出刃高度设计为半出露型,钻头保径采用硬质合金。如图 3。

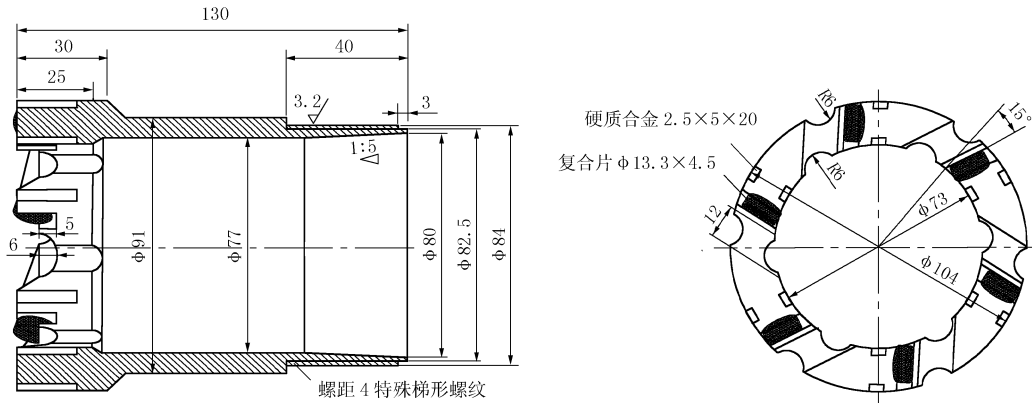
### 150 型除砂机。

配 Ø68 mm 钻铤 4 根,钻铤总重 655 kg,孔深较深时进行减压钻进,减压钻进倒杆时,先用升降机将孔内钻具拉紧(不得提高孔底),倒杆后用油缸减压并在小于正常钻压的情况下平稳开车。

钻进技术参数如下:转速使用 4 挡(134 r/min)、5 挡(188 r/min)、6 挡(227 r/min),钻压 6 ~ 12 kN,泵量 150 L/min。软岩采用“小钻压,高转速”,硬岩采用“大钻压,低转速”。钻压按每粒切削具 0.5 kN(软岩)、1 kN(硬岩)进行估算。采用 5 挡转速进尺较快。

## 2 现场试验

施工试验设备: HXY - 800Q 型钻机, NBB - 250/6 型泥浆泵, 208NJB - 06 型泥浆搅拌机, CS -

图3  $\phi 104$  mm 交错式圆片状复合片钻头

### 2.1 $\phi 104$ mm 中八角阶梯肋骨钻头试验

HZK5-3孔(2006年,塔木素),用 $\phi 104$  mm中八角阶梯肋骨钻头,孔深454 m,试验地层为较软弹塑性致密泥岩,红褐色、浅绿色,打滑。进尺47.60 m,纯钻时间17.92 h,平均钻进效率2.65 m/h,平均钻头寿命为24 m/个。同类地层用 $\phi 104$  mm普通硬质合金钻头,钻进效率1.5 m/h,钻头寿命10 m/个。

ZKD14-2孔(2007年,银东),用 $\phi 104$  mm中八角阶梯肋骨钻头,孔深430 m,试验地层为较软弹塑性致密泥岩,灰色。进尺88 m,纯钻时间34.23 h,平均钻进效率3.5 m/h,钻头寿命35 m/个。同类地层用 $\phi 104$  mm普通硬质合金钻头,钻进效率2.5 m/h,钻头寿命28 m/个。

### 2.2 $\phi 104$ mm 齿形复合片钻头试验

BZK32-32孔(2007年,塔木素),用 $\phi 104$  mm齿形复合片钻头,孔深450 m,钻进较硬弹塑性致密泥岩,该泥岩中细小颗粒石英含量多,结构致密及弹性较大,浅灰色。平均钻进效率2.6 m/h,钻头寿命180 m/个。同类地层用 $\phi 104$  mm普通复合片钻头,

钻进效率1.5 m/h,钻头寿命100 m/个。

### 2.3 $\phi 104$ mm 交错式圆片状复合片钻头试验

HZK1-1孔(2006年,塔木素),用 $\phi 104$  mm交错式圆片状复合片钻头,孔深455 m,试验地层为脆性较大的弹塑性致密泥岩,黑灰色。进尺98.70 m,纯钻时间26.83 h,平均钻进效率3.67 m/h,钻头寿命272 m/个。同类地层用 $\phi 104$  mm普通硬质合金钻头,钻进效率2.4 m/h,钻头寿命26 m/个。

A32-12孔(2006年,银东),选用 $\phi 104$  mm交错式圆片状复合片钻头,孔深530.70 m,试验地层为脆性较大的弹塑性致密泥岩,灰白色。进尺57.6 m,纯钻时间16 h,平均钻进效率3.60 m/h,钻头寿命250 m/个。同类地层用 $\phi 104$  mm普通硬质合金钻头,钻进效率2.5 m/h,钻头寿命30 m/个。

### 2.4 试验结果对比

钻头的最终试验结果见表1,从表1中可以看出,研究试验的阶梯肋骨硬质合金钻头、齿形复合片钻头、交错式圆片状复合片钻头在工作区弹塑性硬致密泥岩的钻进效率高,每米钻头成本低。

表1 三种钻头在弹塑性致密泥岩地层钻进效果的对比

钻头类型	钻进效率 /( $\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$ )	提高钻进效率 /%	钻头寿命 /( $\text{m} \cdot \text{个}^{-1}$ )	钻头成本 /元	每米钻头成本 /元	每米钻头成本降低 /%
中八角阶梯肋骨钻头	2.65		24	150	6.25	
普通硬质合金钻头	1.5	77	10	120	12.00	48
中八角阶梯肋骨钻头	3.5		35	150	4.28	
普通硬质合金钻头	2.5	40	28	120	4.28	0
交错式圆片状复合片钻头	3.67		272	1200	4.41	
普通硬质合金钻头	2.4	53	26	120	4.60	4
交错式圆片状复合片钻头	3.6		250	1200	4.80	
普通硬质合金钻头	2.2	64	24	120	5.00	4
齿形复合片钻头	2.6		180	1400	7.80	
普通复合片钻头	1.5	73	100	1200	12.00	35

用 $\phi 104$  mm中八角阶梯肋骨钻头钻进光滑的红褐色、浅绿色“打滑”泥岩,钻进效率达到2.65 m/h,

比普通硬质合金钻头提高77%,每米钻头成本降低48%;用 $\phi 104$  mm中八角阶梯肋骨钻头钻进灰色致

密泥岩,钻进效率达到3.5 m/h,比普通硬质合金钻头提高40%;用 $\varnothing 104$  mm交错式圆片状复合片钻头钻进黑灰色致密泥岩,钻进效率达到3.67 m/h,比普通硬质合金钻头提高53%,每米钻头成本降低4%;用 $\varnothing 104$  mm交错式圆片状复合片钻头钻进灰白色致密泥岩,钻进效率达到3.6 m/h,比普通硬质合金钻头提高64%,每米钻头成本降低4%;用 $\varnothing 104$  mm齿形复合片钻头钻进浅灰色硬致密泥岩,钻进效率达到2.6 m/h,比 $\varnothing 104$  mm交错式圆片状复合片钻头提高73%,每米钻头成本降低35%。

### 3 结论

(1)在较软的弹塑性致密泥岩中,采用中八角阶梯肋骨钻头可以高效钻进,防止钻头泥包和减少缩径卡钻事故。

(2)在具有一定脆性的致密泥岩中,采用交错式圆片状复合片钻头,可大幅度提高钻进效率和降低成本。

(3)在硬的弹塑性致密泥岩中,采用齿形复合片钻头,是钻进该类型难钻进地层的最佳途径。可

以实现快速钻进和大幅度降低成本。

总之,该矿区3种不同类型的泥岩中,分别设计采用3种典型的钻头,实现分层钻进,取得的效果是显著的,设计理念是科学的,可以推广使用。

### 参考文献:

- [1] 李雨,蔡家品,贾美玲,等.硬致密泥岩钻进的新型复合片钻头的研制与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(9):60-61.
- [2] EJ/T 1140-2002,地浸砂岩型铀矿钻探规范[S].
- [3] 韩广德.中国煤炭工业钻探工程学[M].北京:煤炭工业出版社,2000.
- [3] 要二仓,杨爱军,张富兰.地浸砂岩型铀矿中一深孔钻探技术研究科研成果报告[R].内蒙古包头:核工业二〇八大队,2007.
- [4] 胡辰光.钻探工程技术及标准规范实务全书[M].合肥:安徽文化音像出版社,2003.
- [5] 刘晓阳,段隆臣.泥岩层钻进鼠齿式金刚石复合片取心钻头:中国,200720084717[P].2007.
- [6] 要二仓,邢预恩,杨爱军.软硬互层金刚石复合片钻头在地浸砂岩型铀矿中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(1):68-70.

(上接第61页)

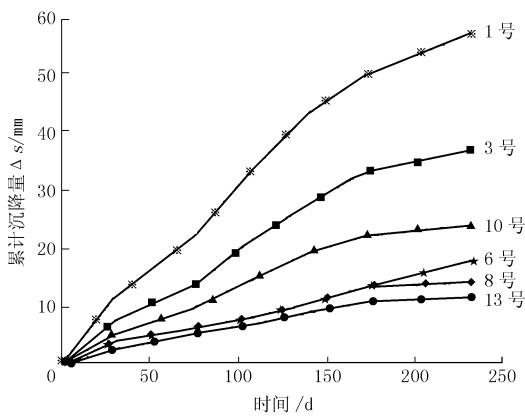


图4 观测点s-t累计趋势图

### 4 结语

本文介绍了水泥搅拌桩的作用原理,论述了水泥搅拌桩应用于高层建筑的设计和计算过程,并通过工程实例说明水泥搅拌法复合地基可以应用于高层建筑。桩基检测和沉降观测结果表明,这种复合地基承载力能够满足设计要求,沉降量符合规范要求。

水泥搅拌法因其本身固有的优点在地基处理和

加固中应用广泛,已经成为地基处理最重要的方法之一。实践证明,经过合理设计,严格控制施工质量,水泥搅拌法复合地基用于高层建筑时既可以使承载力达到设计要求,又可将沉降变形控制在允许范围之内。由于水泥搅拌桩施工快、成本低,所以采用水泥搅拌法复合地基与采用混凝土灌注桩基和刚柔组合桩复合地基相比,既缩短了工期又极大地降低了工程投资。本文为水泥搅拌法复合地基在高层建筑中的应用提供了实践经验,为高层建筑的地基处理方案的选择提供了参考依据。

### 参考文献:

- [1] 马克生,梁仁旺,白晓红.水泥搅拌桩复合地基承载力的试验确定[J].岩石力学与工程学报,2004,23(15).
- [2] 陈水龙,巨建勋.深层水泥搅拌桩在基坑支护中的应用[J].水利与建筑工程学报,2006,4(3).
- [3] 王博,高有斌,王俊林.在高层建筑中水泥土搅拌桩的设计与应用[J].河南科学,2005,23(5).
- [4] 王燕波.水泥搅拌桩复合地基承载力的探讨[J].昆明冶金高等专科学校学报,2005,21(5).
- [5] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [6] 洪忠景,罗磊坚.深层水泥搅拌桩在砂层及淤泥层中的应用[J].西部探矿工程,2003,(9).