

# 深部取心钻探拆卸工具机械化的思考和实践

黄洪波, 张文举, 臧臣坤, 张雅石

(中国地质装备总公司, 北京 100102)

**摘要:**通过分析钻杆拆卸对地质钻探起下钻效率的制约以及目前拆卸工具存在的问题,提出了适合深部取心钻探的拆卸工具机械化研制思路及技术要点,介绍了SQ114/8型绳索取心钻杆专用液压钳的技术、性能特点和应用效果。

**关键词:**深部岩心钻探;拆卸工具;绳索取心钻杆;起下钻;液压卸扣钳

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)07-0001-04

**Thinking and Practice of Installation and Disassembly Tools Mechanization in Deep Coring Drilling/HUANG Hong-bo, ZHANG Wen-ju, ZANG Chen-kun, ZHANG Ya-shi (China Geo-Equipment Corporation, Beijing 100102, China)**

**Abstract:** Based on the analysis on current problems in the restriction of rod trip efficiency by rod installation and disassembly tools in geological drilling, the development and technical points of installation and disassembly tools mechanization were put forward, which was fit for deep coring drilling. The paper introduced the technical features and effects of the special hydraulic clamp of SQ114/8 wire-line coring drilling rod.

**Key words:** deep core drilling; installation and disassembly tools; wire-line coring rod; rod trip; hydraulic unscrewing clamp

## 0 引言

21世纪以来,全国地质岩心钻探形势发生很大变化,主要表现为:取心工作量剧增,2006年之后每年机械岩心钻探工作量达1100万m以上(见图1);深度延伸至第二找矿空间,2010年钻探取心深度已经突破2700m;井身结构及套管层级增多,井径和适用钻杆(套管)直径也逐渐增大。深部及复杂地层取心钻探的新形势下,面对巨大的动力和材料消耗、成倍增加的劳动量和劳动强度、层出不穷的复杂地质和孔内事故,如何提高钻探效率、降低人财物消耗、缩短施工周期和确保施工安全,成为我国深部取心钻探的主要问题。

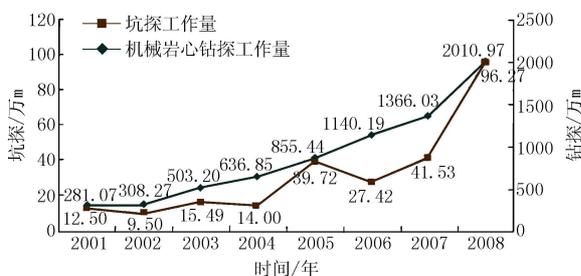


图1 岩心钻探工作量

深入剖析深部取心钻探过程,以及大量的钻探

实践证明,依靠增强主机性能来提高钻进时效固然重要,但大量的动力、人员劳动和时间都消耗在频繁的起下钻和处理复杂地层的过程中,有时占比可达30%~40%,这就导致了钻探井口附属机具的机械效率在一定程度上直接决定了综合钻探效率,钻杆拆卸工具作为其主要组成部分,起到了非常关键的作用。

本文就适用于绳索取心主导工艺的绳索钻杆专用拆卸钳的研制和应用进行专题讨论。

## 1 国内地质钻杆拆卸的现状

目前国内地质岩心钻探项目中,钻杆拆卸呈现以下2大特点。

### 1.1 拆卸劳动量急剧增大

随着我国地质找矿进入500~2000m第二找矿空间,取心钻探深度不断加大,复杂地层处理次数的增多,钻杆单根、立根及套管柱的拆卸工作量随深度延伸和提下钻次数增加呈几何倍数的增加。以安徽省地质矿产勘查局313地质队2010年创造的2706.68m小口径绳索取心钻探记录的安徽霍邱周集铁矿深部找矿项目ZK1725号孔为例,正常起下钻时间占10.34%,正常下套管时间占1.57%,处理

收稿日期:2011-07-01

**作者简介:**黄洪波(1971-),男(汉族),湖南衡阳人,中国地质装备总公司高级工程师,矿山机械专业,硕士,从事技术管理工作,北京市朝阳区望京西园221号博泰大厦15层,huanghongbo@cgeq.com.cn;张文举(1982-),男(汉族),河北邢台人,中国地质装备总公司工程师,机械设计自动化专业,硕士,从事机械设计工作,zhangwenju@cgeq.com.cn。

事故时间占 19.06%。综合考虑各种因素,钻杆拧卸相关时间占比可达 30% 以上,而实际纯钻进时间仅占 18.73%。由此可见,目前深孔钻探项目中钻杆拧卸劳动量是巨大的。

### 1.2 拧卸劳动强度不断增大

随着大深度、大口径、复杂钻孔的增加,大吨位、大功率、大扭矩的主机以及较大直径、较高强度的绳索钻杆的应用,除了拧卸劳动量急剧增加外,更大的挑战来自于单次钻杆拧卸劳动强度的增大。这一点,一方面可以从目前超过 1000 m 钻深典型岩心钻机的额定扭矩可以看出(见表 1),额定扭矩最小的 XY-44 型钻机都超过国家地质岩心钻探用钳行业标准《地质岩心钻探用钳》(DZ/T 0058-93)规定的最大扭矩 3.06 kN·m,也就是说超出了人力所能承受的极限。同时,在每一个施工现场,大量卸扣钳的损坏、加长套筒以及大锤的使用、钻杆接头的损坏也从另外一个方面佐证了一线地质钻探工人的作业强度;何况,在一些特殊绳索取心项目如 WFS D 科学钻探项目中使用的  $\varnothing 127$  mm 大直径绳索钻杆根本不具备人工拧卸的可能性。

表 1 目前市场典型钻机额定扭矩

序号	型号	扭矩/(kN·m)	适用口径
1	XY-44	3.2	S95
2	XY-5	5.5	S95
3	XY-6B	7.8	S114
4	XY-8	9.2	S114
5	2000 m 全液压岩心钻机	$\geq 6.0$	S114

## 2 国内目前拧卸机具存在的问题

目前,在地质取心钻探工程中,90% 以上的钻杆拧卸操作都是使用手动工具钳,少量使用拧管机;在石油、工程及水井钻探中,常用的钻杆拧卸机具有动力钳、“猫头”(液动或气动)、夹持卸扣器以及双油缸搓扣装置。但是相对于深部取心钻探的要求,在扭矩、效率、结构空间以及功能上都表现出不同程度的不适应性。

### 2.1 手动钳

根据《地质岩心钻探用钳》(DZ/T 0058-1993)标准,所有工具钳,包括 27 种规格钻杆钳、内外管钳的适用扭矩都小于 3.06 kN·m,而特制的手动工具钳质量大,非人力所能把握。所以,手动钳不能满足深孔 S75 以上规格绳索取心钻杆的大扭矩使用。在钻探现场所见的工具钳损坏比比皆是。

同时,绳索取心钻杆为外平钻杆,接头部位为圆柱面,不同于带卡槽锁接头的常规地质钻杆,手工工

具钳容易打滑,加之表面润滑泥浆,起始松扣时扭矩较大,不但卡不紧,卸不开,而且容易增加操作的安全隐患。现场人员采用锤击丝扣部位松扣,容易造成薄壁绳索取心钻杆的损坏,加上大直径( $\varnothing 75 \sim 146$  mm)、大扭矩钻杆、套管的使用,更加大了人工拧卸难度。

### 2.2 拧管机

拧管机(图 2)适用于  $\varnothing 60$ 、50、42 mm 的锁接头钻杆,无法满足大口径以及外平接头的绳索取心钻杆的拧卸要求。

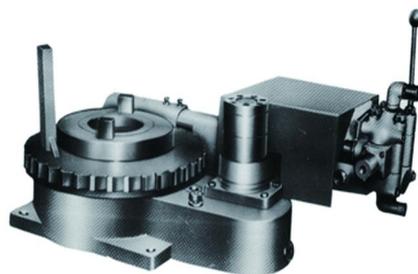


图 2 地质拧管机

### 2.3 “猫头”和动力钳

“猫头”虽然扭矩大,但效率很低,安装空间也不允许;石油动力钳扭矩大、效率高,但扭矩、钻柱、安装空间都不适应(见图 3)。



图 3 石油钻杆动力钳

### 2.4 卸扣器和搓扣装置

工程钻机的卸扣器(图 4)和水井钻机的搓扣装置(图 5),卸扣扭矩大,但不能实现连续旋扣和完全退扣,只能实现不连续倒扣,效率不高。

### 2.5 动力头卸扣

进口的全液压钻机,采用动力头机上卸扣方式,仍然需要操作者使用手动工具钳作辅助备钳,动力头低速正转卸扣,不能彻底摆脱人工拧卸扣操作。

## 3 液压卸扣钳研制的思路 and 关键技术

### 3.1 基本研制思路

上述机具虽然都不能完全满足绳索取心钻杆拧



图 4 工程钻机的卸扣器



图 5 水井钻机的搓扣器

卸的要求,但不无借鉴意义,如石油动力钳合理的开口式主背钳结构、灵活的让开孔口机构、理想的爬坡夹紧和旋扣模式,地质拧管机与钻机共用液压动力源和阀组的整体性优势以及搓扣、旋扣分离的特点。因此,充分借鉴石油动力钳和地质拧管机的结构特点和功能优势,针对绳索取心钻杆的规格、扣型、材质、适用扭矩和转速特点,从地质钻机结构和参数等方面进行匹配考虑,对石油动力钳的扭矩、规格、动力和结构等方面进行改造,即可形成满足深部绳索取心钻杆拧卸机械化要求的专用液压卸扣钳的基本研制思路。

### 3.2 关键技术

在具体研制时,以下 4 个方面的技术因素需要着重考虑。

#### 3.2.1 孔口拧卸空间

立轴钻机提钻时,可让开孔位 450 ~ 600 mm,全液压钻机的动力头中心距离桅杆轨道面 250 ~ 300 mm,考虑到适用性,绳索取心钻杆液压钳的外形尺寸不得大于 400 mm。

#### 3.2.2 绳索取心钻杆的扣型、材质、规格

套管接箍锥度 1: 16,绳索取心钻杆接头 1: 28,相对于石油钻杆的 1: 4 或 1: 6,绳索取心钻杆的锥度很小,在拧入扣时,不容易进行自动对扣;绳索取

心钻杆材料一般为 45MnMoB、30CrMnSi、XJY850 等,机械物理性能较高,没有足够的夹持力或者钳牙的材料、硬度、牙型不合适很容易打滑;同时,地质钻杆(套管)的规格非常宽泛(50 ~ 114 mm),要求卸扣钳的扭矩和通孔直径具有对钻杆规格很强的兼容性和对卡瓦的适配性。

#### 3.2.3 动力配置和结构衔接

要根据现有立轴钻机和全液压钻机的动力和液压系统特点,统筹考虑液压卸扣钳的动力和液压控制阀设置,要充分吸收石油动力钳悬挂安装及自动让开孔口装置的优势。

#### 3.2.4 扭矩控制

薄壁绳索取心钻杆的抗扭强度有限,既要能卸开钻杆,又要保证不拧坏接头,上扣扭矩要确保大于卸扣扭矩,又要小于抗扭强度,并且要针对不同规格钻杆在不同的操作阶段进行扭矩的监控和调定。

## 4 实践

按照以上思路,我公司在深部取心钻探拧卸机械化方面开展了大量的工作,研制出了 SQ114/8 型绳索取心钻杆专用液压钳(见图 6)。



图 6 SQ114/8 型外观图

### 4.1 主要结构组成及技术参数

结构主要包括主钳、前导杆、背钳、后导杆、悬吊杆、吊筒、液压马达、液压换向阀、换挡手柄。主要技术参数见表 2。

### 4.2 性能特点

(1) 衔接方便,可与所有地质钻机进行衔接,可单独配套动力站;

(2) 可靠夹持并卸扣,夹持钻杆微粗部分,不打滑、不啃伤钻杆;

(3) 主背钳对中性能良好,彼此浮动,整体浮动悬挂,可侧摆移开;

(4) 操作简单,换向阀实现拧卸,主背钳同步夹紧、同步松开;

(5) 两挡设置,可实现高档快速拧卸和低挡位

表2 SQ114/8型液压钳技术参数

项目	规格	参数	备注
适用钻柱	绳索钻杆	S59、S75、S95、S114	
	进口钻杆	BQ、NQ、HQ、PQ	
	国内套管	Ø60、Ø73、Ø89、Ø108	可适配卡瓦
	地质套管	BW、NW、HW、PW	
	常规钻杆	Ø50、Ø60、Ø73、Ø89	
扭矩	低挡	8.0 kN·m	可监控、调定
	高挡	1.5 kN·m	
转速	低挡	20 r/min	手动换挡
	高挡	85 r/min	
液压系统	压力	16 MPa	可独立动力站
	流量	120 L/min	
外形	200 mm × 400 mm × 380 mm		
质量	270 kg		

大扭矩拧卸,可设定扭矩;

卸扣效率高,单扣拧卸 10 s 之内,节省大量人力、动力、时间。

#### 4.3 适用主机及衔接

绳索取心钻杆专用液压钳可以与目前所有立轴岩心钻机(XY-44、XY-5、XY-6、XY-8、XY-9型)以及动力头式全液压岩心钻机(1000~3000 m 所有机型)进行动力衔接。

#### 4.4 优势

液压卸扣钳在提高综合钻探效益和效率方面主要体现在以下 3 个方面(图 7):

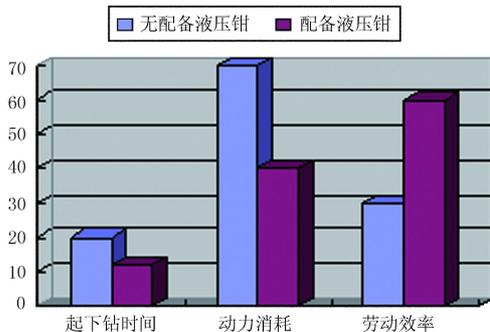


图7 综合优势分析

(1)大幅度降低劳动强度,改善施工条件,减少人身安全,提高施工效率;

(2)大大缩短了深孔提下钻所耗费的漫长时间,减少了施工周期;

(3)节省了长时间提下钻巨大的动力消耗,保护绳索钻杆,降低了成本。

#### 4.5 应用效果

SQ114/8型绳索取心钻杆专用液压钳于2009年试验成功,并投入了批量生产。在矿产地质、煤田地质、武警黄金地质、核工业地质、有色地质、冶金地质等领域的众多地勘单位中广泛应用,从山东、安

徽、新疆、内蒙古、福建、江西等全国近 20 个省份的使用单位反馈来看,大大提高了施工单位综合钻探效益,赢得一线钻探工人的一致好评。其中,山东省地质矿产勘查开发局第三地质大队在莱州的 4000 m 金矿钻孔(图 8),安徽省地质矿产勘查局 313 地质队在霍邱创全国纪录的 2706.68 m 钻孔中 SQ114/8 型液压钳都发挥了重要作用。目前,我公司正在进行绳索钻杆专用液压钳的系列化研制,以期在中小型水井钻机(含起下套管)和顶驱钻机(含顶驱备钳)施工中得到更广泛的应用。



图8 山东地勘局第三地质大队 4000 m 钻孔现场

## 5 结语

井口装置的机械化是钻探设备体系成熟的重要标志,机械化的拧卸装置是其重要的组成部分。SQ114/8型绳索取心钻杆专用液压钳的研制成功只是国内地质钻探装备井口装置的机械化方面迈开的一小步,相对于目前先进的石油机械装备来说,地质钻探装备的井口装置机械化体系还需要有很长的路要走,在依靠井口装置机械化以至自动化提升地质钻探综合钻探效率和技术水平方面,需要业内同仁继续思考和实践。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国土资源部. 中国国土资源统计年鉴 2009 [M]. 北京:地质出版社,2009.
- [2] 朱恒银. 2706 m 试验孔施工关键装备与技术[A]. 特深孔设备配套与施工技术研讨会及第二届全国地质勘探技术研讨会[C]. 安徽六安,2010.
- [3] 张伟. 关于我国地质岩心钻机发展方向的分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(8):1-5.
- [4] 刘跃进. 岩心钻探设备的现状与发展[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(1):39-43.
- [5] 黄洪波,朱江龙,刘跃进. 我国钻探技术装备“十一五”回顾与“十二五”展望[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(1):8-14.
- [6] DZ/T 0058-93,地质岩心钻探用钳[S].