

# S75 - SF 中深孔绳索取心钻具结构及应用

高申友, 杨金东, 王金, 吴兴宇  
(地质矿产部无锡钻探工具厂, 江苏 无锡 214174)

**摘要:**随着中深孔地质岩心钻探工作量的大幅增长, 不仅对绳索取心钻柱提出了严格要求, 对绳索取心钻具的功能和可靠性要求也越来越高。S75 - SF 绳索取心钻具采用了双弹卡结构, 增强了悬挂机构的安全性, 提高了内管总成的投放和打捞速度, 减轻了孔内冲洗液压力波动, 在正常钻进时可降低泥浆泵压力损失, 有利于复杂地层孔壁稳定。内管总成机构与内岩心管采用插接的连接方式, 拆卸方便, 便于钻探施工人员采取岩心。该钻具在施工中效果良好, 减轻了工人的劳动强度, 提高了施工效率, 可满足中深孔绳索取心钻探施工要求。

**关键词:**绳索取心钻具; 双弹卡; 插接式; 中深孔; 岩心钻探

**中图分类号:** P634.4<sup>+</sup>2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672 - 7428(2012)05 - 0045 - 04

**Structure of Wire-line Coring Drilling Tool for Medium Depth Hole and the Application/GAO Shen-you, YANG Jin-dong, WANG Jin, WU Xing-yu (Wuxi Drill Tools Factory, Wuxi Jiangsu 214174, China)**

**Abstract:** The strict demands of wire-line coring drill string have been set and function and reliability requirement of wire-line coring drilling tool has been going higher along with the greatly increased geological coring drilling project in medium depth hole. Hanging device safety of S75 - SF wire-line coring tool is improved by double elastic clip structure with inner assembly releasing and fishing speeding up and washing fluid pressure fluctuation reducing, pressure loss of mud pump can be decreased for wall stability in complex formation. Inserted connected structure is adopted for inner assembly and inner core barrel, which can be operated conveniently.

**Key words:** wire-line coring drilling tool; double elastic clip structure; inserted connected structure; medium depth hole; core drilling

## 1 概述

金刚石绳索取心钻进目前已经作为地质岩心钻探的主要技术方法之一。近年来, 我国绳索取心钻探技术发展很快, 中深孔绳索取心钻探产品和应用已经走在了世界前列。如从 2007 年开始, 我厂与中国地质科学院勘探技术研究所合作开展了中深孔高强度钻杆螺纹优化、高压水密拉伸试验、钻杆破坏性试验、表面磨损对比试验、螺纹副不同几何尺寸(齿高、圆角等)强度对比试验等大量技术性工作, 取得了宝贵的数据。同时, 研究设计了适用于 3000 m 以浅的高强度双密封不对称梯形扣绳索取心钻杆。研制的新型高强度 H、N 规格绳索取心钻杆在山东乳山金青顶矿区与进口钻杆混合使用, H 规格绳索取心钻杆创造了国内同规格绳索取心钻杆应用孔深记录(1461.90 m), N 规格绳索取心钻杆应用孔深达到 2212.80 m。此后(2009 年), 我厂经过不断探索, 在国内率先突破了绳索取心钻杆负角梯形螺纹加工和可修复仿形梳刀制造技术。研制的负角梯形螺纹绳索取心钻杆在安徽霍

邱矿区进行了钻探试验, 终孔深度达到 2706.68 m (N 级口径), 创当时国内小口径金刚石绳索取心钻探深度纪录。另一方面, 绳索取心钻具亦是绳索取心钻进的重要组成部分, 是钻取岩心的主要工具。在中深孔中, 绳索取心钻具能否实现基本功能动作和正常稳定应用, 将直接影响到施工进度、工程成本和岩心采取质量。随着钻孔的深度越来越深, 绳索取心钻具的可靠性越来越重要。因此, 我厂根据地质钻探需求和钻探机台的要求, 研制开发了适合中深孔应用的 S75 - SF 新型绳索取心钻具, 使用安全性和可靠性大大提高, 确保了钻探施工效率和取心质量。

## 2 S75 - SF 绳索取心钻具结构及参数

### 2.1 S75 - SF 绳索取心钻具的结构

S75 - SF 绳索取心钻具由外管总成和内管总成组成, 其结构如图 1 所示。钻具采用了上、下弹卡结构, 利用下弹卡代替了原来的悬挂环, 其内管总成采

收稿日期: 2012 - 04 - 11

**作者简介:** 高申友(1969 -), 男(汉族), 安徽庐江人, 地质矿产部无锡钻探工具厂厂长, 高级工程师, 矿业机械专业, 从事地质钻探工具研究工作, 江苏省无锡市惠山开发区畅园路 8 号, gaoshenyou@126.com; 杨金东(1985 -), 男(汉族), 江苏大丰人, 地质矿产部无锡钻探工具厂助理工程师, 机械设计制造及其自动化专业, 从事地质钻具研究工作, ztgc@126.com。

用了插接式结构。由于采用下弹卡机构代替了传统绳索取心钻具的悬挂环,其投放可靠性大大提高,因此,钻具取消了内管总成到位报信机构;另外,由于金刚石取心钻头、卡簧、岩心管等钻具产品和部件制造质量不断提高,长行程全液压钻机推广应用和钻进操作逐步规范等因素,近年来绳索取心钻探实践

中岩心堵塞的几率大幅减少,故此,S75-SF绳索取心钻具亦取消了传统绳索取心钻具的岩心堵塞报信机构。S75-SF绳索取心钻具大大简化了内管总成结构,减少了零件数量,缩短了钻具长度,使其加工容易,成本降低。方便了搬运和施工,减轻了工人劳动强度。

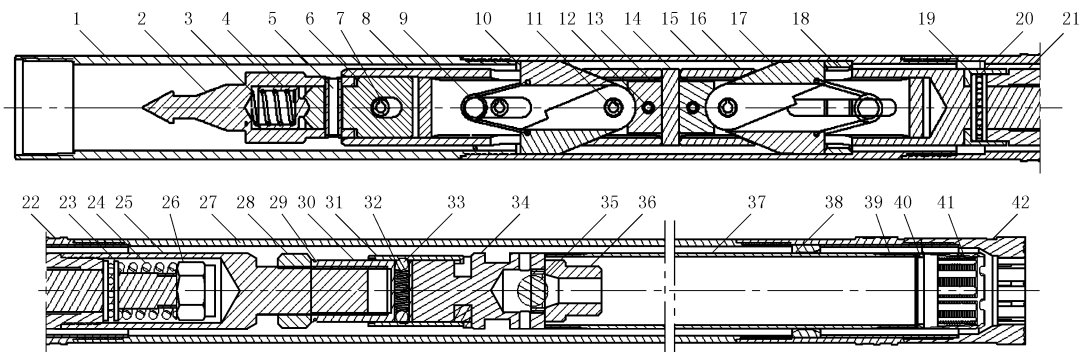


图1 S75-SF绳索取心钻具结构

1—弹卡挡头;2—捞矛头;3—捞矛头弹簧;4—捞矛头定位销;5—弹性圆柱销;6—捞矛座;7—弹性圆柱销;8—回收管;9—张簧;10—上弹卡钳;11—弹性圆柱销;12—弹性圆柱销;13—弹卡座;14—弹卡架;15—弹卡室;16—下弹卡管;17—下弹卡钳;18—座环;19—轴承罩;20—轴承;21—轴承座;22—扩孔器;23—轴承;24—弹簧;25—弹簧套;26—锁紧螺母;27—外管;28—调节螺母;29—锁圈;30—调节接头;31—限位套筒;32—弹簧;33—钢球;34—内管上接头;35—钢球;36—压盖;37—内管;38—扶正环;39—卡簧座;40—挡圈;41—卡簧;42—钻头

## 2.2 S75-SF绳索取心钻具参数

钻头直径:75 mm;取心直径:49 mm;外管内外径:63/73 mm;内管内外径:51/56 mm;取心长度:3000 mm。

## 3 S75-SF绳索取心钻具设计优化

### 3.1 下弹卡结构取代悬挂环

(1)S75-SF绳索取心钻具去掉了悬挂环,增加了钻具内管总成与绳索取心钻杆体之间的环状间隙的面积,提高了内管总成的投放速度,减轻了孔内冲洗液压力波动,在正常钻进时可降低泥浆泵压力损失,有利于复杂地层孔壁稳定。钻具可以在泥浆中快速、可靠到位,减少了内管总成投放时间,提高了钻探施工纯钻进时间。以下对S75-SF绳索取心钻具与传统的S75绳索取心钻具环状间隙面积进行的计算比较,充分证明了上述应用效果。

S75绳索取心钻具在钻杆体中的环状面积如图2所示,其面积为:

$$\begin{aligned} S &= \pi(D^2 - d^2)/4 \\ &\approx 3.14(61^2 - 58.3^2)/4 \\ &\approx 253 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

S75-SF绳索取心钻具环状面积如图3所示,其面积为:

$$S = S_{\text{圆环}} - 4 \int_0^{7.5} (\sqrt{R^2 - x^2} - \sqrt{r^2 - x^2}) dx \approx 383.6 \text{ mm}^2$$

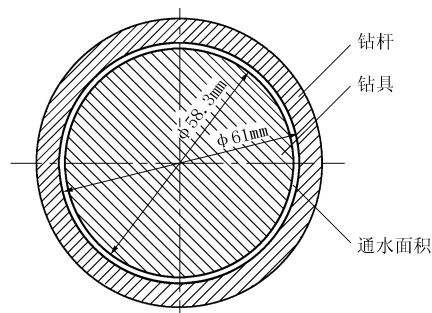


图2 S75绳索取心钻具环状面积

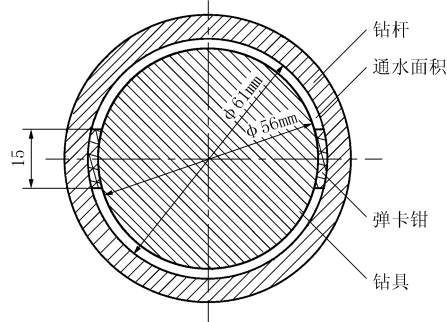


图3 S75-SF绳索取心钻具环状面积

通过计算,S75-SF绳索取心钻具的环状面积为S75绳索取心钻具的1.67倍,因而可大大提高内

管总成投放速度,节约大量辅助时间。

(2)增加了内管总成坐落在座环上的面积,增强了悬挂机构的安全性。悬挂环一直就是绳索取心钻具的薄弱环节,由于内管总成要通过钻杆体,决定了悬挂环与座环之间的过盈面积很小,当钻具磨损严重时,投放钻具会使悬挂环钻到座环中,使其卡死。而双弹卡结构较好地解决了这一技术问题。

S75 绳索取心钻具悬挂机构为一个圆环(如图 4),其悬挂面积为:

$$S = \pi(D^2 - d^2)/4$$

$$\approx 3.14(58.3^2 - 57.5^2)/4$$

$$\approx 72.7 \text{ mm}^2$$

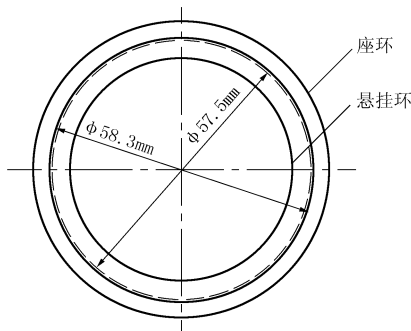


图 4 S75 绳索取心钻具悬挂面积示意

S75-SF 绳索取心钻具悬挂机构见图 5,其悬挂接触面积为:

$$S = 4 \int_0^{7.5} (\sqrt{R^2 - x^2} - \sqrt{r^2 - x^2}) dx$$

$$= 4 \int_0^{7.5} (\sqrt{33^2 - x^2} - \sqrt{28.75^2 - x^2}) dx$$

$$\approx 128.7 \text{ mm}^2$$

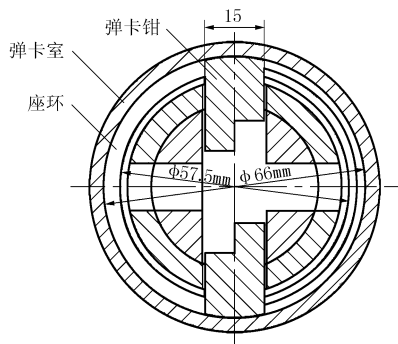


图 5 S75-SF 绳索取心钻具悬挂面积示意

通过图示与计算,S75-SF 绳索取心钻具的座环接触面积大约是 S75 绳索取心钻具的 1.75 倍。保证了悬挂结构的安全性,有效地防止了钻具悬挂机构的卡死。

(3)S75-SF 绳索取心钻具是通过听下弹卡钳

撞击座环所发出的声音来判断到位,简单明了。一般悬挂环机构的绳索取心钻具也可以通过听声音来判断到位,但一般当孔深超过 600 m 时就很难清晰地听到声音,而双弹卡却可以清晰地听到 1000 m 深的声音,方便了工人判断到位。

### 3.2 内管总成采用了便于拆卸插接式装置

插接式结构(图 6)方便了钻探施工,此结构不再需要两套钻具轮换使用,只需两套内管即可。这样减少了钻具配置数量,减轻了劳动强度,提高了施工效率,降低了成本。

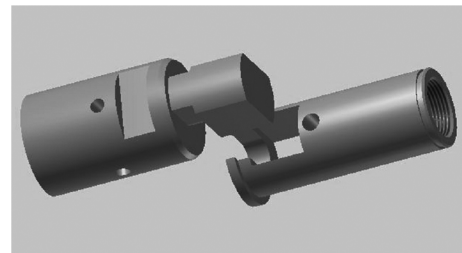


图 6 插接式结构示意图

### 3.3 采用了钢球和弹簧的限位机构

内管总成插接装置设置了钢球和弹簧的限位机构,使限位套筒在投放和打钻时不易上下滑动,保证了插接式结构的安全性。

### 3.4 钻具配套了专用辅助工具

为方便钻探施工,提高施工的安全性,减少钻探辅助时间,S75-SF 绳索取心钻具配套了专用辅助工具,主要有下钻漏斗、简易打捞机构、内管钻具总成垫叉等,详见图 7。



图 7 辅助工具

### 3.5 钻具整体进行镍磷(Ni-P)化学镀处理

S75-SF 绳索取心钻具整体进行镍磷(Ni-P)化学镀处理。镍磷化学镀具有镀层均匀性好,不易变形;对于复杂表面不受形状限制,能保证每个型面都有均匀的合金镀层;镀层硬度高,抗磨性能优良;抗腐蚀性能优良等特点。因此,S75-SF 绳索取心钻具不仅外观美观,而且增加了其耐磨和耐腐蚀性,

使产品品质和档次大大提高。

#### 4 试验及应用情况

S75-SF 绳索取心钻具于 2010 年 12 月由安徽省地勘局 326 地质队在安庆市月山铜矿进行野外钻探试验,取得了良好效果。目前已在月山铜矿完成了 4 个孔,钻孔深度分别为 1320、1360、1380 及 1450 m。S75-SF 绳索取心钻具试验成功后,我厂已先后投产 600 多套,并在多个工地扩大使用,以其钻探效率提高、孔内事故率降低、施工成本下降、劳动强度减轻等突出效果,赢得了钻探机台的一致好评。目前我厂正在开发系列钻具产品,S95-SF 绳索取心钻具已经完成试制。

#### 5 结论

(1)S75-SF 绳索取心钻具采用了双弹卡结构,增强了悬挂机构的安全性,提高了内管总成的投放和打捞速度,减轻了孔内冲洗液压力波动,在正常钻进时可降低泥浆泵压力损失,有利于复杂地层孔壁稳定。

(2)S75-SF 绳索取心钻具内管总成机构与内岩心管采用插接的连接方式,拆卸方便,便于钻探施

工人员采取岩心。该钻具在施工中效果良好,减轻了工人的劳动强度,提高了施工效率,满足中深孔绳索取心钻探施工要求。

(3)S75-SF 绳索取心钻具研制成功后,已推广应用 500 余套。取得了钻探效率提高、孔内事故率降低、施工成本下降、劳动强度减轻等突出效果,赢得了钻探机台的一致好评。

#### 参考文献:

- [1] 王达. 深孔岩心钻探的技术关键[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).
- [2] 张金昌. 2000 m 地质岩心钻探成套装备研制工作进展[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6).
- [3] 孙建华,张永勤,梁健,等. 深孔绳索取心钻探技术现状及研发工作思路[J]. 地质装备,2011,(4).
- [4] 彭步涛. 绳索取心深孔施工技术问题的探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).
- [5] 唐创瑞. 浅议岩心钻探工程中的绳索取心工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(7).
- [6] 孙建华,张永勤,赵海涛,等. 复杂地层中深孔绳索取心钻探技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(5).
- [7] 汤凤林. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2009.
- [8] 李海石,符国强. 钻进取心技术[M]. 北京:石油工业出版社,1993.

(上接第 44 页)

先进浅钻技术代替槽井探,保护环境,提高地质找矿效果和效率已经势在必行。TGQ-30 型钻机及钻具有效地解决了目前化探界急需解决的难题,同时该设备具有快速移动、可靠性高的特点,在浅覆盖区复杂地层地质取心具有广阔的应用前景;在化探、地质勘查、煤炭勘查、石油物探等领域同样具有极大的开发价值。

#### 5 结论

通过在安徽白湖地区 100 km<sup>2</sup> 的充分试验,验证了 TGQ-30 型轻便取样钻机具在相似景观区取样的可行性和有效性,试验取得了较好的社会效益和经济效益,为今后该产品及工艺在我国南部低山丘陵地区的广泛推广提供了强有力的例证。TGQ-30 型取样钻机具主要有如下特点:

(1)钻机设备本体和动力系统分开,很好地解决了轻便化、自动化和一机多能的矛盾,整体性能达到了国内领先水平。

(2)钻机率先在轻便浅层取样钻进中实现了小

口径绳索取心技术。采用 S46 绳索取心钻具,使起下钻次数减少,减轻钻杆钻具对孔壁的破坏,既提高了取样效率,又减少了故障率。

(3)钻机结构简单、性能可靠、质量轻、操作简单、维修方便、易损件少、可拆装性强,适合地形陡峭、交通不便地区的野外地质勘察取样钻进,是我国低山丘陵地区地质取样的首选设备。

(4)采用该取样钻机具取样,可成功代替槽(井)探传统取样和人工挖掘取样,满足地质大调查的勘察取样要求,可显著提高地质调查取样的速度和质量,是区域地质填图、物化探取样、环境监测和地质灾害预警防治等领域必不可少的技术手段。

#### 参考文献:

- [1] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [2] 田树伟,卢猛. TGQ-10A 型浅层取样钻机的研制[J]. 探矿工程,2008,35(4):13-15.
- [3] 朱文鉴,张培丰,张建业. TGQ 系列勘察取样钻机(具)的研究[J]. 探矿工程,2004,31(2):33-36.
- [4] 冯德强. 钻机设计[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1992.