

# 小口径地质钻探用 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的研制

冯美贵, 朱迪斯, 翁 炜, 黄玉文, 蒋 睿, 徐军军

(北京探矿工程研究所, 北京 100083)

**摘要:**针对小口径地质钻探对小型化、轻型化、易搬迁冲洗液离心机市场需求, 自主研制了 TGLW220 × 660 新型冲洗液离心机。该机具有体积小、质量轻、安装拆卸方便灵活、处理效果好、能耗低、易搬迁等特点。重点介绍了 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的整机结构、工作原理、性能特点和试验情况。

**关键词:**小口径地质钻探; 冲洗液; 离心机

中图分类号: P634.3 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2014)12-0040-04

**Development of TGLW220 × 660 Flushing Fluid Centrifuge for the Small-diameter Geological Drilling/FENG Mei-gui, ZHU Di-si, WENG Wei, HUANG Yu-wen, JIANG Rui, XU Jun-jun** (Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Based on the market demand of the flushing fluid centrifuge that is small, light, easy to move in medium-shallow hole of the small-diameter geological drilling, TGLW220 × 660 flushing fluid centrifuge has been independently developed. It has the characteristics of small volume, light weight, simple and compact structure, easy installation and disassembly, flexible, good treatment effect, low energy consumption and easy to move, etc. The whole structure, working principle, performance characteristics and of TGLW220 × 660 flushing fluid centrifuge are mainly introduced in this paper.

**Key words:** small-diameter geological drilling; flushing fluid; centrifuge

冲洗液固控技术是保证正常钻井工艺技术实施的关键之一, 已成为直接影响安全、优质、快速钻井的重要因素。离心机作为冲洗液固相控制处理的重要设备<sup>[1-5]</sup>, 可有效控制冲洗液粘度、密度, 清除有害固相, 回收重晶石, 对提高机械钻速, 延长钻具和钻头使用寿命、减少井下事故、降低钻进成本, 减少对环境污染等方面具有重大意义。目前有石油领域内应用的离心机处理量比较大、体积庞大、质量大, 不利于搬迁, 不适应小口径地质钻探施工<sup>[6]</sup>。为此北京探矿工程研究所针对小口径地质钻探对小型化、轻型化、低能耗、易搬迁离心机的市场需求, 就冲洗液固控系统和小型化轻型化离心机的关键技术、技术难点、技术方法、经济指标及可行性分析进行了深入研究和攻关, 研制出 TGLW220 × 660 新型冲洗液离心机。

要由进料管、清水管、机罩、转鼓、螺旋推进器、差速器、主皮带轮、副皮带轮、主皮带、副皮带、电机、调节螺母、调节螺杆、组合皮带轮、液力耦合器、机座、橡胶减震垫等组成, 图 1 为 TGLW220 × 660 型离心机结构示意图, 图 2 为实物图。

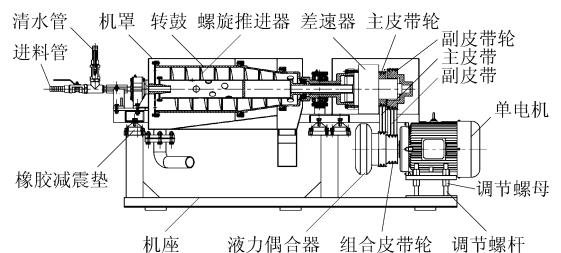


图 1 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的结构示意图

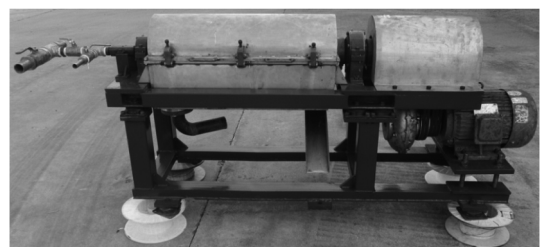


图 2 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机实物图

## 1 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的整机结构和工作原理

### 1.1 整机结构

#### TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的整机结构主

收稿日期: 2014-08-08

**基金项目:**中国地质调查局地质调查项目“柴达木地区矿产勘查钻探工艺技术集成研究与示范(12120113032600)”、“小口径孔底动力钻进关键技术攻关及应用研究(12120113017500)”；科研院所技术开发项目“新型地质钻探钻井液离心机的研究与开发”

**作者简介:**冯美贵(1981-), 女(汉族), 河南泌阳人, 北京探矿工程研究所工程师, 机械工程专业, 硕士, 从事大口径旋挖钻具、孔底动力钻具及冲洗液固控系统的研发工作, 北京市海淀区学院路 29 号, rosy03250186@126.com。

## 1.2 结构特点

(1) 该设备主要采用 7.5 kW 单电机驱动双皮带轮的结构设计, 整机结构简单紧凑、体积小、质量轻、能耗低、便于搬迁。

(2) 研制液力偶合器过载保护装置, 离心机启动、停机运行平稳, 安全可靠。

(3) 研制摆线针轮差速器传动装置, 制造精度高、性能好、运行平稳、传动效率高。

(4) 主副皮带轮分别与摆线针轮差速器的壳体和输入轴相连, 通过更换主副皮带轮调节转鼓和螺旋推进器转速, 实现差转速可调, 适应不同特性的冲洗液固相处理要求。

(5) 研制调节螺母和调节螺杆, 离心机安装拆卸方便灵活, 并可调整皮带松紧程度。

(6) 清水管注水后可对转鼓和螺旋推进器的内部进行清洗, 便于离心机维护和保养; 离心机轴承采用原装进口 FAG 和 NSK 轴承, 轴承精度高, 承载能力强, 寿命长。

## 1.3 工作原理

冲洗液经离心机的进料管、螺旋推进器的出料口进入转鼓内部, 转鼓与螺旋推进器在电机带动下以一定的转速差同向高速旋转, 在离心力作用下颗粒较大的固相沉积在转鼓内壁上并形成沉渣层; 与转鼓作相对运动的螺旋推进器将沉积在转鼓内壁上的固相颗粒刮下, 并连续不断地将其推至转鼓锥端, 经排渣口排出; 颗粒较小的液相则形成内层液流环, 由转鼓大端溢流口连续排出, 实现冲洗液的固液分离。转鼓与螺旋推进器的差转速是由摆线差速器来实现, 摆线差速器的外壳与转鼓相连, 其输出轴与螺旋推进器相连, 其输入轴与副皮带轮相连。

## 2 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的分离特性

### 2.1 长径比大, 分离固相干燥, 减少冲洗液流失和对环境污染

长径比是衡量离心机分离性能的重要参数之一, 长径比:

$$\lambda = L/D$$

式中:  $\lambda$ ——转鼓的长径比, r/min;  $L$ ——转鼓的有效长度, mm;  $D$ ——转鼓的公称内径, mm。

当转鼓的公称内径一定时, 转鼓的有效长度越长<sup>[2]</sup>, 即长径比越大, 冲洗液在转鼓内的停留时间越长, 分离固相越干燥, 分离效果越好, 减少冲洗液流失, 有利于重晶石回收, 减少对环境污染。通过对 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机关键部件转鼓结构

的强度分析和优化改进<sup>[7]</sup>, 确定转鼓长径比  $L/D = 3$ , 外形为圆柱锥形。

### 2.2 分离因数高, 分离效果好

分离因数也是衡量离心机分离性能的重要参数之一:

$$F_r = \frac{\text{离心力}}{\text{重力}} = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{(2\pi n_2)^2}{60^2 g} r = \frac{(\pi n_2)^2}{900 g} r$$

式中:  $F_r$ ——离心机的分离因数;  $\omega$ ——转鼓的角速度, rad/s;  $n_2$ ——差速器输入轴的转速; r/min;  $r$ ——转鼓的半径, mm。

当转鼓的公称直径一定时, 转速越高, 分离因数越高, 分离颗粒越细, 处理效果越好。TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的转鼓最高转速 3000 r/min 时, 分离因数为 1107, 可分离 5  $\mu\text{m}$  及以上固相颗粒。

### 2.3 差转速可调, 适应不同地层和特性冲洗液

差转速是衡量离心机分离性能的又一重要参数:

$$\Delta n = (n_1 - n_2) / i_{\text{差}}$$

式中:  $\Delta n$ ——转鼓与螺旋推进器的差转速, r/min;  $n_1$ ——转鼓的转速, r/min;  $i_{\text{差}}$ ——差速器传动比。

当差速器的传动比一定时, 差转速越小, 螺旋推进器对冲洗液扰动越小, 分离效果越好, 固相沉渣在干燥区停留时间越长, 排渣含水率越低, 排渣能力越小; 差转速越大, 螺旋推进器对冲洗液的扰动越大, 分离效果越差, 固相沉渣在干燥区停留时间越短, 排渣含水率越高, 排渣能力越大。根据钻进工艺实际情况以及钻遇不同地层使用冲洗液的粘度、密度、固相含量和排渣量的变化, 更换摆线差速器的主副皮带轮, 调节转鼓转速、转鼓和螺旋推进器的差转速, 满足分离要求和处理能力。

### 2.4 处理量满足小口径地质钻探施工市场需求

离心机的处理能力与冲洗液的特性、离心机的结构参数和工作参数有关。根据安布勒 (Ambler)  $\Sigma$  理论, 对不同特性的冲洗液按悬浮液计算得出 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的处理量为 0.5 ~ 2  $\text{m}^3/\text{h}$ , 满足小口径地质钻探冲洗液固相处理的需求。

## 3 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机的试验

### 3.1 室内试验

#### 3.1.1 试验过程

试验目的: 验证 TGLW220 × 660 型冲洗液离心机可靠性、稳定性、安全性; 根据分离冲洗液前后的

粒度分析报告,分析其分离性能。

试验方法:空载、清水和负载试验。

试验用设备:TGLW220×660 型冲洗液离心机、2 m<sup>3</sup> 泥浆罐、5.5 kW 搅拌器、泥浆注入泵(经分流后 2 m<sup>3</sup>/h)、噪音声级计、红外线测温仪、马氏漏斗粘度计、激光粒度分析仪、光电转速表、液体密度计、固相含量测定仪。

试验内容:噪音试验、振动试验、轴承温升试验、差速器性能试验、清除固相粒度试验、排渣含水率试验。

### 3.1.2 试验结果与分析

TGLW220×660 型冲洗液离心机室内试验分离过程如图 3 所示,依据《螺旋卸料沉降离心机》(JB/T 502-2004)和《离心机安全要求》(GB 19815-2005)标准,设备外观质量良好,各密封部位无渗漏;转动灵活人工盘车无卡阻现象;空载和负载时,振动小,噪声低,轴承温升低;液力偶合器过载保护装置和摆线差速器传动装置安全可靠,运行平稳;试验过程中实测离心机处理量 1.5 m<sup>3</sup>/h,处理后排渣口的固相较干,排渣含水率为 10.14%,减少冲洗液损失,废液排放符合国家环保要求。

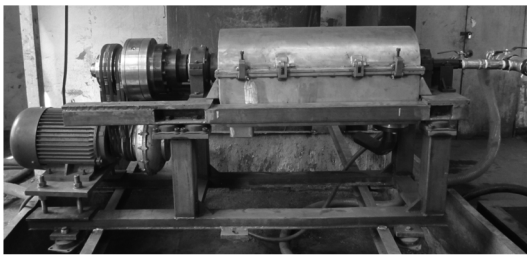


图 3 TGLW220×660 型冲洗液离心机室内试验

利用激光粒度分析仪分析冲洗液前后的粒度分析报告如图 4 和图 5 所示。从粒度分布图得出,冲洗液的固相峰值从处理前的 14.82 μm 降到处理后的 4.56 μm,处理后 20 μm 以上固相基本完全清除,90% 的固相从处理前的 42.77 μm 降到了处理后的 8.68 μm,处理效果好,有效控制了冲洗液性能。

该设备已在青海省柴达木地区五龙沟金矿黄龙沟矿段 HLZK5101 钻探施工中开展了野外现场示范应用。

### 3.2 现场示范应用

五龙沟金矿区地质构造复杂,地层主要为元古界的中深变质岩、浅变质岩及火山碎屑岩等;海拔高,水资源短缺,山势陡峻,交通不便,并且施工空间有限。现场采用 XY-5 型立轴钻机,金刚石绳索取心钻进工艺。根据地层特性,采用无固相冲洗液

样品名称:220处理前	样品折射率:1.54	测试日期:2014/6/23
样品编号:	分 析 模 式:rosin-ran	测试时间:15:27:20
介质名称:水	介质折射率:1.33	超声时间:2'
分散剂:	遮 光 比:19.2%	拟合残余:0.06
文 件 名:	截 断 下 限:1.00	截断上限:1000.00

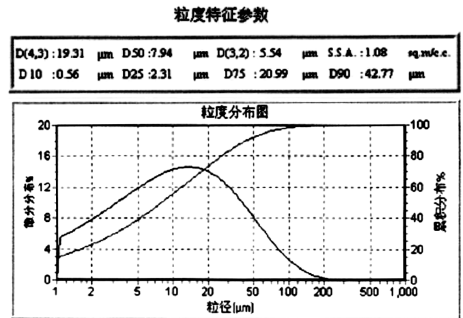


图 4 冲洗液处理前粒度分布

样品名称:220处理后	样品折射率:1.54	测试日期:2014/6/23
样品编号:	分 析 模 式:rosin-ran	测试时间:15:39:11
介质名称:水	介质折射率:1.33	超声时间:2'
分散剂:	遮 光 比:19.8%	拟合残余:0.06
文 件 名:	截 断 下 限:1.00	截断上限:1000.00

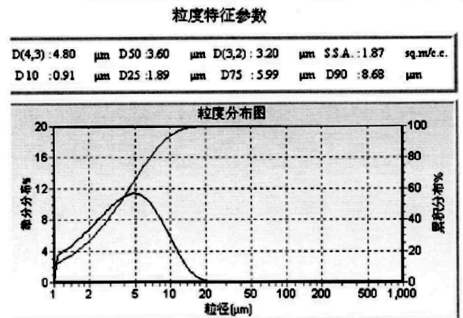


图 5 冲洗液处理后粒度分布

钻探施工钻进。采用 TGLW220×660 型冲洗液离心机进行现场固相处理后,设备运行平稳,密封无泄漏,轴承温升正常,整机振动小,噪声低;减少了废浆排放,保护了环境,节约了水资源,可清除 5 μm 及以上固相颗粒,满足了现场固相控制需求。

#### 4 技术创新点

(1)小型化:小处理量离心机研制,填补了国内小口径中、浅孔地质钻探用离心机空白。

(2)轻量化:优化结构、优选材料,整机400 kg,减轻了质量,节约了成本,并易于搬迁。

(3)低能耗:7.5 kW 单电机双皮带轮结构设计,结构简单紧凑,降低了能耗,节约了成本。

(4)灵活性:设有调节螺母和调节螺杆,安装拆卸方便灵活,并可调节皮带松紧程度,降低了劳动强度。

(5)适应性:差转速可调,适应不同特性冲洗液处理要求。

#### 5 结论

TGLW220×660 新型冲洗液离心机适用于小口径地质钻探,特别是中、浅孔施工用冲洗液固相处理,具有转动灵活无卡阻、运行平稳、安全可靠、噪声低、轴承温升正常、密封无渗漏、外观质量良好、处理量小、分离粒度小、排渣含水率低等特点。实践应用

表明,该机在有限场地空间范围内提高了冲洗液的固相处理效果,提高了钻探效率,减少了废浆排放,降低了综合钻探成本,符合新形势下国家节能减排的要求。基于该技术的优越特性,其适合在小口径地质钻探领域中开展大规模的推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 贾军. 中国大陆科学钻探先导孔及扩孔钻井泥浆工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2003, 40(3): 57-60.
- [2] 龚伟安. 钻井液固相控制技术与设备[M]. 北京:石油工业出版社, 1995: 49-53, 316-322.
- [3] 韩滨. ZYK-160 型钻井液固控系统的研究与设计[D]. 黑龙江大庆:大庆石油学院, 2007.
- [4] 张金昌, 刘凡柏, 冉恒谦, 等. 2000 m 地质岩心钻探关键技术与装备[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(1): 3-6.
- [5] 胡继良. 复杂地层地质钻探冲洗液研究与应用[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2012.
- [6] 王达, 赵国隆, 肖亚民, 等. DZ/T0227-2010, 地质岩心钻探规程[S].
- [7] 冯美贵, 朱迪斯, 翁炜, 等. TGLW220×660 型冲洗液离心机转鼓的强度分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(3): 41-43.

### “勘探技术与地质钻探学”国家自然科学基金资助新领域

**本刊讯** 由吉林大学和中国地质大学等单位联合申请,经国家自然科学基金委批准,2014年12月,“勘探技术与地质钻探学”被正式列为国家自然科学基金地球科学部资助研究领域,从2015年起,将进入国家自然科学基金项目指南,申请代码为D0219。

“勘探技术与地质钻探”是能够直接获取地下实物地质资料的唯一技术方法。该技术方法是目前乃至未来地球科学研究、地质资源调查、矿产勘探、工程地质勘察、验证地质理论以及地球物理勘探异常等所必需的,也是各类岩土工程、基础工程、钻孔采矿、地质环境保护和地质灾害防治等所必需的。

“勘探技术与地质钻探学”是地球科学不可缺少的重要组成部分,在地质类学科中具有唯一性和不可替代性。在过去的专业分类中,勘探技术与应用地球物理、应用地球化学和遥感技术同属于“地质勘查技术”范畴。在目前的学科分类中,它与工程地质同属于“地质工程学科”范畴。地球物理学、地球化学、遥感地质学和工程地质学均早已列入国家自然科学基金委地球科学部资助的研究领域。由于历史原因,“勘探技术与地质钻探学”一直未能列入国家自然科学基金委资助范畴,严重制约了该领域基础研究工作的深入开展,也影响了地质工程学科的均衡发展。

目前,我国从事“勘探技术与地质钻探学”研究的人员超过1000人,每年招收博士生50名左右、硕士生500名左右,主要分布在7所大学和5个研究所。大学包括:吉林大学、

中国地质大学(武汉)、中国地质大学(北京)、中南大学、中国矿业大学、成都理工大学、长春工程学院。研究所包括:中国地质科学院勘探技术研究所、北京探矿工程研究所、中国地质科学院探矿工艺研究所、中煤科工集团西安研究院钻探技术研究所、冶金探矿技术研究所等。

“勘探技术与地质钻探学”的研究领域主要包括勘探技术和地质钻探学两个方面。勘探技术涵盖钻探技术、坑探技术、勘探机械和安全技术。地质钻探学涵盖钻探基础理论、钻探方法、钻井液、岩矿芯采取、钻孔弯曲及定向钻进等。

当代人类面临着人口、资源、环境等问题,随着科学技术的发展和人类社会发展的需要,地球科学的工作范围已扩展到“上天、入地、下海、登极”等领域,“勘探技术与地质钻探学”也拓展到深空勘探与钻探、深地勘探与钻探、深海勘探与钻探和深极勘探与钻探等,勘探技术与地质钻探的难度越来越大,很多该领域的基础性科学问题急需研究,如极端环境下的岩土破碎机理、孔壁的稳定机理、岩屑的运移机理、钻头和钻具新材料、新型钻探流体、小直径钻探钻杆柱动力学、勘探新技术、新方法和新工艺等。

该研究领域的设立,为勘探技术与地质钻探学的基础研究提供了广阔的空间和研究平台,将有利于我国地质勘查技术的科技进步,有利于该领域优秀人才的培养,有利于地球科学的发展,更有利于地质工程学科的发展,对我国地质工程学科的发展将具有里程碑的意义。

(孙友宏 供稿)