

# NBB - 390 ~ 52/11 ~ 8 型变量泥浆泵的研制与应用

马一平, 金 顿, 陈云召, 张金龙, 陈占荣

(河北永明地质工程机械有限公司, 河北 邢台 055150)

**摘要:** 为了满足深层岩心钻探的需要, 在分析了目前市场上现有同类泥浆泵的优缺点的基础上, 提出了新型泥浆泵主要应解决的问题; 介绍了 NBB - 390 ~ 52/11 ~ 8 型变量泥浆泵的主要组成部分、特点、技术参数以及试验情况。

**关键词:** 泥浆泵; 变量; 岩心钻探

中图分类号: P634.3<sup>+</sup>2 文章标识码: A 文章编号: 1672 - 7428(2013)12 - 0058 - 05

**Development of NBB - 390 ~ 52/11 ~ 8 Variable Displacement Mud Pump and the Application/MA Yi-ping, JIN Dun, CHEN Yun-zhao, ZHANG Jin-long, CHEN Zhan-rong** (Hebei Yongming Geological Project Machinery Co., Ltd., Xingtai Hebei 055150, China)

**Abstract:** In order to meet the deep core drilling requirements and based on the analysis on the advantages and disadvantages of the existing similar mud pumps in the market, the main problems to be solved for new mud pump are put forward. NBB - 390 ~ 52/11 ~ 8 variable displacement pump is introduced about its main components, characteristics, technical parameters and test running.

**Key words:** mud pump; variable displacement; core drilling

资源紧张是全球性问题, 随着人类对地下资源的不断开采, 浅层地下资源已接近枯竭, 深部找矿逐渐成为我国今后地质勘探的重要发展方向。而目前市场上, 深孔岩心钻机已经很普遍, 但与其配套的泥浆泵还有待开发研制。

根据市场需求, 在我国地质勘探行业现有类型泥浆泵的基础上, 借鉴了国内外泥浆泵的优点进行优化设计, 研制出了新一代的泥浆泵, 满足了市场的需求。NBB - 390 ~ 52/11 ~ 8 型变量泥浆泵为卧式三缸单作用活塞往复泵, 冲洗液以泥浆为主, 兼用清水、煤水等。由于采用了 5 挡变速装置, 可以满足各种不同的地质条件、各种不同的钻探工艺的特殊要求。

## 1 NBB - 390 ~ 52/11 ~ 8 型变量泥浆泵的主要特点

(1) 该泥浆泵为我公司自主设计研发, 借鉴我厂现有的 NBB - 250/6 型变量泥浆泵、NBB - 260/7 型变量泥浆泵、NBB - 300/6 型变量泥浆泵、TBW - 850/5A 型泥浆泵, 国内青州石油机械厂生产的 QZ3NB - 350 型泥浆泵, 宝鸡石油机械厂生产的 F - 1600 型钻井泵及国外一些泥浆泵的优点进行优化设计。

(2) 能够满足钻孔深度 1500 ~ 2500 m 之间的地质勘探钻机配套使用, 并可作为注浆泵使用。

(3) 主动轴和曲轴间采用了人字形齿轮传动, 传动噪声小, 扭力大, 安全可靠。

(4) 超大曲轴箱设计, 采用 API 标准, 机架为钢板焊接结构, 刚性好, 强度高, 质量轻, 机架内部整洁, 润滑油不易被污染, 外部造型美观。

(5) L 形整体式锻造泵头, 克服了以往铸钢泵头易渗漏、易刺坏、寿命低的缺点。

(6) 活塞杆与介杆间采用夹板联接, 拆装方便。

(7) 曲轴箱内采用了配有导油盒装置的强制润滑和飞溅式润滑相结合的润滑方式, 使轴承的润滑更可靠。

(8) 配有喷淋冷却系统, 对双金属缸套、活塞进行必要的冷却和冲洗, 以提高双金属缸套及活塞的使用寿命。

(9) 采用双金属缸套, 其硬度达 HRC60 ~ 65, 具有耐腐蚀、耐高压、高硬度、寿命长的特点。

(10) 钢球形式吸排阀, 结构简单, 维修方便。

(11) 采用 5 挡变速箱, 变量快捷, 可选择范围大。

(12) 三角皮带传动采用了强力三角带, 皮带根数少, 传递功率大, 使用寿命长。

收稿日期: 2013 - 02 - 02; 修回日期: 2013 - 05 - 13

作者简介: 马一平(1943 - ), 男(汉族), 河北唐山人, 河北永明地质工程机械有限公司高级工程师, 机械设计与理论专业, 从事钻探设备的研发工作, 河北省邢台市任县河头工业区, ymkjzx@163.com。

(13)产品零件的互换性好,部分零件借用了我厂生产的NBB-250/6型变量泥浆泵、NBB-260/7型变量泥浆泵、NBB-300/6型变量泥浆泵、TBW-850/5A型泥浆泵等产品。

## 2 NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵的主要结构及组成

NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵主要由14

个部件组成,它们分别是主动轴组、机架组、泵体组、空气包组、安全阀组、传动装置、喷淋装置、三通阀、电动机组、底座、进口管汇、吸水龙头、电机皮带护罩、大皮带轮护罩等,其中泵底座与电机底座连接在一起,其余部件安装在其上面,如图1所示。

### 2.1 主动轴组

主动轴组由主动轴、皮带轮、人字形齿轮、圆柱滚子轴承等组成。它是中间传动装置并作二级减速,

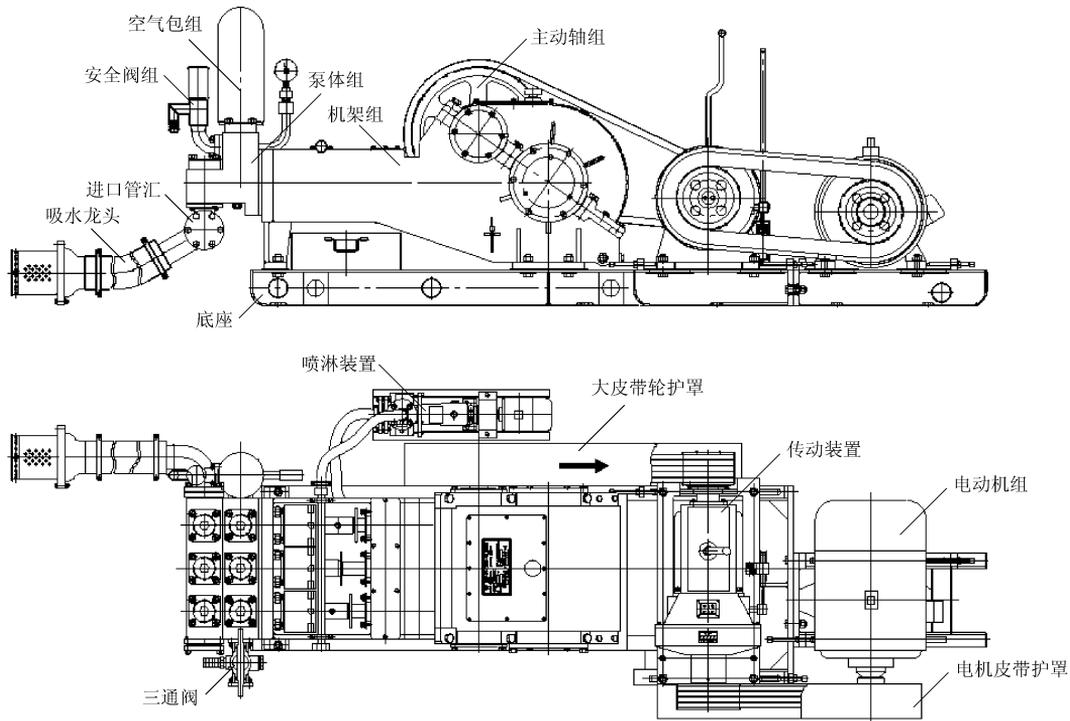


图1 NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵结构示意图

第一级为三角皮带减速,第二级为人字形齿轮减速,动力经皮带轮传入主动轴上的人字形齿轮后再传入曲轴齿轮。主动轴为合金钢锻件,在主动轴上装有一对左右旋齿轮,构成人字形齿轮结构,采用中硬齿面。

### 2.2 机架组

机架组由机架、机架盖、付杆、十字头、连杆、曲轴齿轮、挡泥板、喷淋管、V形密封圈、滚针轴承、圆柱滚子轴承、向心滚子轴承等组成。机架组为泥浆泵的主体,它将来自传动装置的动力经两级减速,第一级为三角皮带减速,第二级为人字形齿轮减速,再经过曲轴连杆转变为付杆的直线往复运动。机架及机架盖采用的钢板焊接结构,经消除应力处理,具有了刚性好、强度高、质量轻、机架内部整洁、润滑油不易被污染、外部造型美观等优点。曲轴为合金钢铸件。曲轴轴承处采用筋板加强结构,增强了机架的稳定性。付杆与十字头之间为销孔配合的法兰螺栓

连接,这种刚性的连接方法,保证了付杆与十字头的同心度。这种连接方式取代了同类产品中所普遍采用的螺纹连接形式,避免了螺纹粘扣现象的发生。曲轴齿轮两端轴承位处配有导油槽及接油盒,实现了对曲轴轴承的强制润滑,可保证泥浆泵在任意转速的情况下使曲轴轴承都能得到充分的润滑,其它位置的轴承均采用的是飞溅式润滑。付杆盘根采用V形圈密封结构,密封效果好。

### 2.3 泵体组

泵体组由泵体、定位板、缸套座、双金属缸套、缸套压帽、活塞杆、卡板总成、活塞、大阀座、小阀座、钢球、钢球罩、阀压盖、阀压盘等组成。泵体组的作用为吸液和排液,通过定位板、螺柱及螺母和机架组连为一体。泵体内装有双金属缸套及吸排液阀,双金属缸套具有耐腐蚀、耐高压、高硬度、寿命长的特点,双金属缸套的密封由方形密封圈组成,用缸套压帽将双金属缸套、缸套座及密封圈压紧,以防止高压泥

浆从缸套外壁窜流。双金属缸套与缸套座采用锥度配合形式(见图2),配合接触面积小,方便了缸套的拆装,极大地缩短了更换缸套的时间,活塞装到活塞套上,活塞套与活塞杆采用圆柱面配合和O形圈密封形式,用防松螺母压紧,紧固该螺母后既能防止活塞松动,又能起到密封作用,由于采用了圆柱面配合,在拆卸活塞套时会更加的方便快捷,取代了现有同类产品中所采用的锥度配合。活塞杆与付杆之间采用的是卡板连接形式,比目前同类产品采用的螺纹连接在安装和拆卸上都有了极大地改善,避免了螺纹粘扣现象的发生,极大地缩短了更换活塞杆及付杆的时间。泵体为L形整体式锻造,克服了以往铸钢泵头易渗漏、易刺坏、寿命低的缺点。该泵采用的是后置式缸套,活塞及活塞杆直接在泵体后端取出,这样就减少了在泵体上开孔的数量,提高了泵体的密封性能。现有同类型产品多采用的是前置缸套,活塞及活塞杆需在泵体前端取出,这样就对泵体组的密封性有了更加严格的要求。在该组中大阀座、阀压盖、阀压盘、钢球等零件均为现有产品的借用件,在产品的设计、生产和维修时,都具有了很好的互换性。

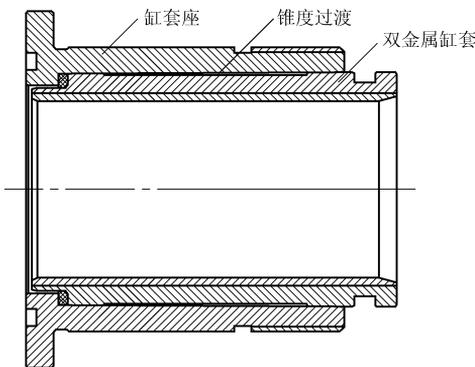


图2 双金属缸套与缸套座配合结构示意图

## 2.4 空气包组

空气包组由气包体、压力表等组成。空气包即蓄能器,它的作用是吸收泵的冲击压力,使整个系统的压力趋于平稳,保护高压系统的元件,有利于钻井施工。空气包的一侧安装抗震压力表(YK-100)一块,可以随时监视泵的工作压力。空气包的另一侧与安全阀连接。

## 2.5 安全阀组

安全阀组由缓冲垫、座、安全销、活塞杆、进水管、三通阀体、安全罩、密封圈等组成。安全阀为剪销式结构。不同直径的安全销决定着不同的安全阀

开启压力,在相对应的孔内插入相对应的安全销。它的作用是当泵压超过安全阀的设定压力值时,安全阀活塞开启,高压泥浆即从安全阀的排出口排出,使泥浆泵不过载,以确保泥浆泵的安全。例如在钻孔倒塌或发生卡钻事故时排水突然堵塞或开动泥浆泵时没有将三通回水管打开的情况下,压力突然增加,此时安全阀能自动释放压力,起到保护软管、水龙头和泥浆泵本身因超压而引起损坏的作用。

## 2.6 传动装置

传动装置由输入皮带轮、输出皮带轮、变速箱、离合器操纵装置、离合器、离合器外壳、垫板、轴颈支架、向心球轴承等组成。它是输入动力的变速装置,为提高零部件的通用化程度,便于维修管理,本机借用了EQ145汽车变速箱总成及离合器主要零部件,动力由变速箱输出经三角皮带减速后传入主动轴组的动力输入端。泵的操纵装置包括变速箱手把与离合器手把都装置在本组。由于采用了变速箱,变流量方式快捷,可选择的范围大。表1为变速箱挡位与泵流量的对应关系。本组中部分零件均借用NBB-260/7型变量泥浆泵传动装置中的零件,提高了产品的互换性。

表1 变速箱挡位与泵流量对应关系

变速箱挡位	额定流量 $/(L \cdot \text{min}^{-1})$	变速箱挡位	额定流量 $/(L \cdot \text{min}^{-1})$
空	0	3	160
1	52	4	250
2	90	5	390

## 2.7 喷淋装置

喷淋装置由喷淋泵、低压球阀、出水接头、喷淋水箱、胶管等组成。其作用是对双金属缸套、活塞进行必要的冷却和冲洗,以提高双金属缸套及活塞的使用寿命。用水作为冷却液。在所有使用时间内都必须适当注意,冷却液要充分供应到双金属缸套及活塞上,冷却液的中断会立即导致活塞橡胶件及缸套的损坏。喷淋泵采用的是普通清水离心泵,也可采用机床水泵,这样在使用和维护上都十分方便。出水口处设有低压球阀,客户可根据现场工作情况,及时的调整喷淋泵的流量大小,使活塞及双金属缸套能够得到充分的冷却和冲洗。

## 2.8 三通阀

三通阀由阀体、阀芯、阀壳、钢球、三通体、O形密封圈、泄水阀座等组成。三通阀为钢球水门式旁路阀,可为提灌或刺泥浆等特殊需要提供旁路通道。本组均为通用零件,保证了产品的互换性。

### 2.9 电动机组

电动机组由电机、电机底座、电机皮带轮等组成,它是整个系统的动力来源,也可采用柴油机作为动力来源。

### 2.10 吸水龙头

吸水龙头由过滤器、埋线胶管、连接法兰等组成。带有底阀的吸水龙头可保证泵的吸入性能,还可以过滤杂质。

为保障吸水系统的正常工作,及时清除过滤器外部的杂物是十分必要的。

### 2.11 底座

底座为整机的安装基础,由槽钢焊接而成。可由动力拖动底座,使整个泵在地板上滑动,以利于路程不远的运输。

## 3 NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵的工作原理及技术参数

### 3.1 工作原理

电动机通过一组皮带轮和三角皮带传动,带动多挡位变速器运转,变速器输出至另一组皮带轮和三角皮带减速后,将运动传送到泵的动力端;经动力端传动箱内的一对减速齿轮和曲柄连杆机构,将减速后的旋转运动转换成泵液力端的直线往复运动;在泵的液力端泵头壳体内形成容腔体积的增减变化,驱使其泵体内的吸排阀形成连续且有规律的开启和闭合,也就完成了对工作液体的吸入并排出;而在泵排出口所联接的压力表,会随其排出管路系统所形成的负载阻力大小,显示出大小不同的压力数值,如果再通过操纵变速箱总成中的离合器改变挡位,即可得到所需要的泵的压力、流量许用值。

### 3.2 技术参数

NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵基本技术参数详见表 2。

表 2 NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵基本技术参数

活塞行程/mm	140				
缸套内径/mm	100				
活塞每分钟往复次数/min <sup>-1</sup>	130	85	53	30	18
额定流量/(L·min <sup>-1</sup> )	390	250	160	90	52
额定排出压力/MPa	8		11		
吸水管直径/mm	102				
排水管直径/mm	50				
容积效率/%	90				
配套动力	Y250M-4 电动机/kW		55		
	4135N-1 型柴油机/PS		80		
外型尺寸(长×宽×高)/mm	2750×1180×1320				
整机质量/kg	约 2800(不含动力)				

## 4 NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵的试验

### 4.1 室内台架试验

2012 年 9 月,在我公司试验台对该泵整机进行了试机试验,试验要求均按照《NBB 系列变量泥浆泵》(Q/HYM 01-2012)企业标准执行,在整个试验操纵过程中协同人员少,效率较高。

试验证明,NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵能够达到预期的各项技术性能参数,其主要可概括为以下几点。

(1)采用了合理的技术参数,流量及压力等技术参数均能到达预期的要求(见表 3)。

表 3 NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵各挡位压力、流量及泵速试验数据

试验项目	挡位	压力 /MPa	流量/(L·min <sup>-1</sup> )		泵速/min <sup>-1</sup>	
			额定	实测(平均值)	额定	实测(平均值)
空载试验	1	0	52	53	18	18.5
	2	0	90	90	30	31
	3	0	160	160	53	55
	4	0	250	251	85	87.5
	5	0	390	396	130	131.5
负载试验	1	11	52	52	18	18.5
	2	11	90	91	30	31
	3	11	160	166	53	54
	4	11	250	249	85	86
	5	8	390	391	130	130

(2)在负载试验中,泥浆泵(油池)在满载运行时的油温稳定,主动轴轴承和曲轴轴承以及其他运动部件的温度均符合要求。试验数据见图 3、图 4。

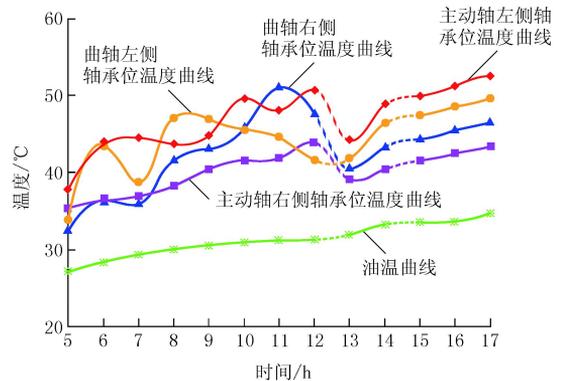


图 3 NBB-390~52/11~8 型变量泥浆泵额定工况下所测各处升温曲线

(3)在额定工况下运行,声响、振动、润滑均正常,各部无渗漏,噪声控制在设计要求以内,试验数据见表 4。

### 4.2 生产试验

该泥浆泵在河北邢台瑞杰地质工程机械有限公司某水文地质调查孔进行了生产试验。设计孔深

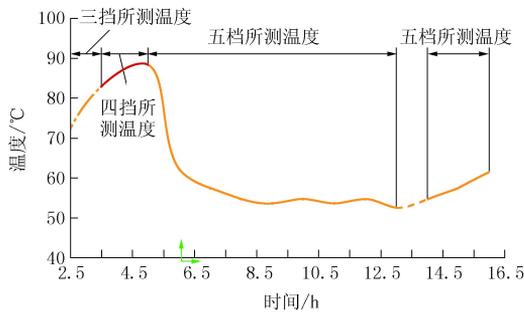


图4 NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵  
各挡位温度变化曲线

表4 NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵各挡位下  
噪声试验数据

试验项目	挡位	流量 /(L·min <sup>-1</sup> )	压力 /MPa	泵速 /min <sup>-1</sup>	噪声 /dB
空载 试验	1	52	0	18	75
	2	90	0	30	76
	3	160	0	53	77
	4	250	0	85	79.5
	5	390	0	130	83
负载 试验	1	52	11	18	75
	2	90	11	30	79.5
	3	160	11	53	84.9
	4	250	11	85	87.9
	5	390	8	130	88.5



图5 NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵施工现场

自主设计研发,借鉴了国内同类型产品、石油行业钻井泵以及国外钻井泵的优点,并在此基础上进行了优化设计。在产品的设计、制造、使用及维修方面上充分考虑了产品的互换性,缩短了产品的设计周期,提高了劳动生产率,提高了产品的质量,降低了生产成本,减少了设备的维修时间和费用,提高了设备的使用价值。

该型号泥浆泵结构合理、外形美观,与国内同类型产品比较,具有结构紧凑、操作简单、功能完善、效率高、维护方便等特点。能够满足深层岩心钻探的需要,具有巨大的市场前景。

#### 参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [2] 大港油田集团钻采工艺研究院. 国内外钻井与采油设备新技术[M]. 北京:中国石化出版社,2004.
- [3] 彭儒金,戴圣海,邱华,等. XY-6B型岩心钻机的研制及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8):59-61.
- [4] 彭儒金,戴圣海,邱华,等. QDW-50型无水钻机的研究与应[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(6):20-22.
- [5] 李社育,董朝晖,王龙. XDL-1800型全液压岩心钻机的研发[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(6):8-11.
- [6] 孙建华,赵海涛,张阳明,等. CQK-50型车载化钻机的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(11):41-44.

1730 m,施工工期约7个月。采用TXJ-1600型岩心钻机配套NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵。该型泥浆泵生产试验数据见表5,试验现场见图5。

表5 NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵生产试验数据

开口直径/mm	钻进深度/m	钻杆直径/mm	排量/(L·min <sup>-1</sup> )	工作压力/MPa	施工时间/d
311	0~200	73	390	1	26
244	200~500	73	390	2~3	28
166	500~1622	60	250	4~6	130
100	1622~1735	60	250	7	32

现场试验表明,该泵设计较以往的泥浆泵结构更合理,工作更可靠,稳定性好,施工效率高,操作方便快捷,维修方便。

#### 5 结语

NBB-390~52/11~8型变量泥浆泵是我公司

