

反井钻机电液比例控制系统的设计与实现

徐广龙

(煤炭科学研究总院建井研究分院, 北京 100013)

摘要: 为了适应反井钻机施工技术的发展需要, 煤炭科学研究总院建井研究分院研制出电液比例控制 BMC400 型反井钻机, 从而实现恒压钻进导孔和扩孔, 有效地提高了钻孔精度和钻进效率。文章介绍了该反井钻机电液比例控制系统的设计及其技术特点。

关键词: 反井钻机; 电液比例控制; 恒钻压

中图分类号: P634 3⁺ 1 文献标识码: A 文章编号: 1004- 4051 (2008) 11- 0052- 03

Design and implementation of electro-hydraulic proportional control system for raise boring machine

XU Guang-long

(Construction Research Institute of China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: In order to adapt to the needs of the raise-boring technology development, the new type of BMC 400 raise boring machine with electro-hydraulic proportional control system is developed by China Coal Research Institute (CCRI), which could achieve constant pressure in drilling pilot holes and reaming, and effectively improve the accuracy and efficiency of drilling. This paper introduces the system design and technical features of electro-hydraulic proportional control system for raise boring machine.

Key words: raise boring machine; electro-hydraulic proportional control; constant pressure

反井钻机于 20 世纪 50~ 60 年代出现在美国和德国采矿工程领域, 用于矿山地下暗井施工、溜井和矿仓等导井工程。我国反井钻机研制从 70 年代开始, 现已形成中小型反井钻机系列。但是, 过去反井钻机采用液压控制, 钻进参数无法实现数字控制, 影响其精确性, 在钻进导孔时偏斜较大, 且不易控制。为此, 煤炭科学研究总院建井研究分院研制出 BMC400 型电液比例控制反井钻机, 提高导孔钻进精度, 以便适应反井钻机施工深井的需要。BM C400 型反井钻机电液比例控制系统, 设计主要件有传感器、主泵站、油箱副泵站、控制台等。

1 传感器

在钻机马达的安装座上设计了两个测速传感器, 在马达与主轴连接的花键套上固定一个计数环, 测速传感器与计数环配合测量马达的转速。测量转速是导孔钻进防止偏斜的一项重要措施, 转速过大不利于保证钻孔垂直度, 为此, 开孔转速应控

制在 9~ 13r/min, 正常钻进转速可提高至 15~ 21 r/min。马达测速装置见图 1。

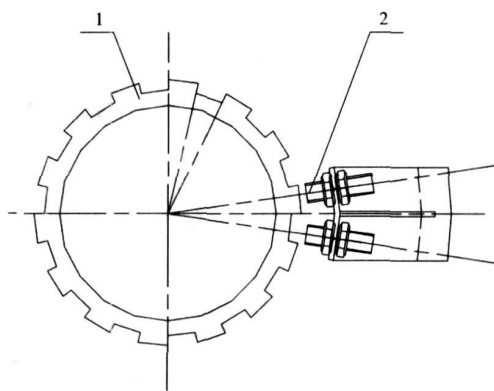


图 1 马达测速装置

1. 计数盘; 2. 传感器

在主机底座的下插板定位块里, 设计了位置传感器, 并把传感器固定在插板的定位块里。其作用是当插板由插板油缸推出至定位块处时, 传感器有一电信号经放大器放大后反馈给 CPU 处理器。在计算机程序设计上, 设定只有当插板经插板油缸完

全推出, 马达才允许反转进行接、卸钻杆的操作。只要插板稍微离开定位块处的传感器, 就接收不到任何信号, 程序就锁住了反转操作, 避免操作者误操作带来的钻孔事故发生。插板传感器结构见图 2。

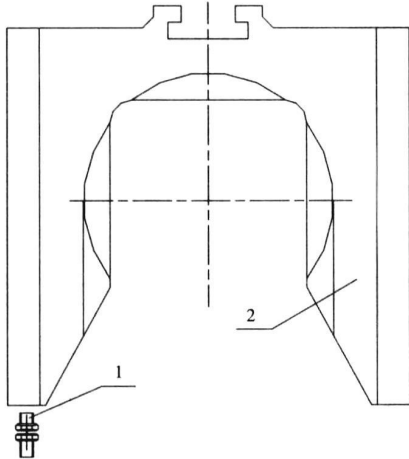


图 2 插板传感器

1. 传感器; 2. 插板

在主机的半架上, 还装有测动力头上下行走速度的测速条。动力头上的传感器与半架上的测速条配合, 测量导孔钻进速度或扩孔钻进速度。

另外, 还设计有四个压力传感器装在油箱副泵站上, 主要是测推进缸上、下腔压力, 并经过计算机进行钻具的称重计算。马达油压的测定是为计算扭矩, 并传送到控制台的计算机屏幕上, 实现精确显示钻进时的各项参数。

2 主泵站

主泵选用两台 A7V160EP 型电液比例控制的变量油泵, 由两台 75kW 电机驱动。A7V160EP 型油泵的优点是, 零流量输出至额定流量输出可调, 当不需要大流量时, 可把油泵的流量调低, 降低油液运转过程中的发热量, 有效地控制油液温升, 并实现马达的无级调速。为了避免两根吸油管连接困难, 在油箱吸油口处设计了两个伸缩装置。在导孔钻进或扩孔钻进时, 两个 A7V60EP 油泵输出的压力油液并联供给马达使用, 实现马达高速旋转, 确保导孔的垂直度和扩孔时的扭矩输出; 在接、卸钻杆时, 两个 A7V60EP 油泵分别供压力油液给马达和推进缸。操作多轴控制手柄, 实现马达旋转的同时, 使动力头快速升降, 避免接卸钻杆时丝扣的压扣或损毁。

为防止启动后 A7V60EP 油泵的振动, 影响其使用寿命及不利工况发生, 在底座设计了减震装

置, 并在吸油口设计避震喉。

主泵站一端设计有强电控制箱, 总电源接到强电控制箱。强电控制箱的电, 一部分接到两个 A7V160EP 型油泵电机和清洗孔内沉渣的泥浆泵或清水泵驱动电机; 另一部分接到油箱副泵站的弱电控制箱, 经变压器变压后, 接到各电磁溢流阀和电磁换向阀, 控制各溢流阀调定油泵的输出压力或控制各阀的换向, 以实现各油缸的动作。

3 油箱副泵站

油箱副泵站主要由油箱、L10VSO 型油泵及 18.5kW 驱动电机、CBK1010 型控制泵及 1.1kW 驱动电机、电磁控制溢流阀组、蓄能器、冷却器、回油滤油器、弱电控制箱等组成。油箱副泵站结构型式见图 3。

油箱设计容积为 1.365m^3 , 油箱上设计有空气滤清器、油温计、液液液温计、油箱清洗盖、油泵吸油口、回油滤油器、消泡板等。电磁比例溢流阀的阻尼孔及高精度阀都需要干净的油液, 因此设计选用了滤油精度为 $10\mu\text{m}$ 的回油滤油器, 最大限度保证油液的清洁。油箱清洗盖设计在油箱的侧面, 方便清洗油箱。油箱的中间设计有消泡板, 以消除系统回油所带的气泡。

专门制作的国内第一台 L10VSO 型油泵, 用 18.5kW 电机驱动, 电机选用 B35 法兰连接方式, 泵与电机连接采用钟罩式联轴器, 电机通过减振装置与底架相连, 此结构油泵受力小。油泵的吸油口设计为避振喉吸油, 避免了刚性连接油泵工作受外力作用较大, 从而延长了油泵的使用寿命。L10VSO 型油泵产生的压力油液主要供给推进缸, 产生向下钻进导孔的推力或向上扩孔时的拉力, 并在接、卸钻杆时, 供压力油液给各个辅助油缸, 完成吊装、运送、回撤、接卸钻杆等动作。L10VSO 型油泵的控制方式, 是电比例流量控制+电比例压力控制, 在扩孔钻进时, 减小油泵的流量, 而压力不变, 即恒压变量, 此功能符合反井钻机扩孔时, 推进缸对压力油液的需求。液压控制钻机的副泵, 无法提供小流量高压力的压力油液, 大部分油液通过溢流卸掉, 这是影响油温升高的一个因素。接、卸钻杆时, 需要副泵提供流量大、较小的压力油液, 这时可由电比例流量控制油泵压力油液的输出。

钻压是施加于导孔钻头上的压力, 用于破碎岩石。钻压小, 达不到体积破碎状态, 钻进磨损快, 效率低; 钻压大, 钻杆中合点上移, 钻杆易弯曲, 钻孔偏斜增大。电液比例控制反井钻机钻进导孔时, 通过测压接头测量平衡钻具和动力头自重时所

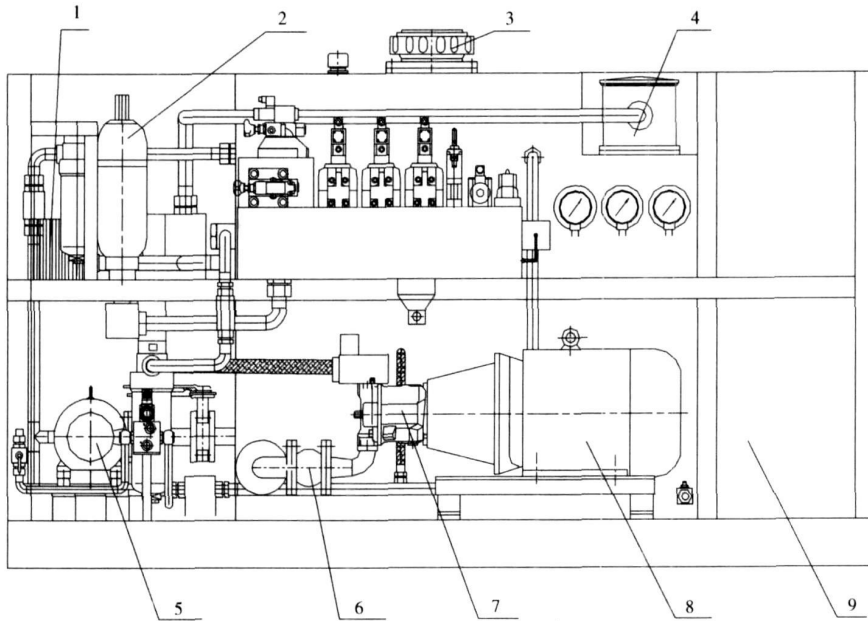


图 3 油箱副泵站结构型式

1. PWOK45 冷却器; 2. 蓄能器; 3. 空气滤清器; 4. 回油滤油器;
5. 齿轮泵及电机; 6. 避震喉; 7. 10VSO 油泵; 8. 电动机; 9. 弱电控制箱

需的油缸压力, 然后通过计算机程序设定导孔钻进时推进缸下腔进油压力, 实现钻机的恒钻压钻进, 最大限度保证导孔钻进的垂直度。L10VSO 型油泵电比例流量控制+电比例压力控制油泵, 可以恒压力、小流量输出, 又可以恒流量、大压力输出, 满足扩孔及辅助工作要求, 避免了液压控制反井钻机扩孔时副泵输出流量过大, 而推进缸需要的流量较小, 产生过多的热量, 使油液升温较大。

CBK1010 型齿轮泵与 1.1kW 电机采用钟罩式联轴器, 吸油口设置避震喉, 输出的压力油液分为两路: 一路通过电液换向阀来控制马达变速; 另一路控制 A7V160EP 型油泵的斜盘, 实现控制油泵输出流量。电磁比例控制溢流阀组, 是通过电磁铁控制溢流阀调整液压泵出口压力油液的输出压力。蓄能器的主要作用, 是保护系统中的液压元件不受压力油液的冲击。冷却器选用澳大利亚生产的 PWOK45-100 型冷却器, 其优点是冷却器体积小、重量轻、冷却效果好。弱电控制箱的作用, 主要是给各个电磁溢流阀和电磁换向阀, 提供所需要的电压和电流, 调定各自的电磁阀及各泵压力油液, 并使油缸做出相应的动作。

4 控制台

控制台包括所有油泵的启动和停止、压力和流量控制、辅助油缸的控制和马达转速的控制、电源控制、事故电源急停按钮等。控制台上设有计算

机屏幕, 钻机的主要参数, 如推进力、主轴转速、钻压、扭矩等, 在显示屏上实现数字化显示, 达到最大限度的发挥钻机性能。

钻机所有传感器的电信号, 经比例放大器都反馈到控制台的计算机 CPU 处理器, 钻机钻进时的各项参数, 如推进力、主轴转速、钻压和扭矩等, 都在显示屏上实现数字化显示, 使操作者能够直观地了解钻机钻进的主要性能参数, 方便操作者根据设定的各项参数进行工作。尤其是在导孔钻进时, 及时掌握各项参数, 并及时采取有效的措施, 实现钻机钻进时各项参数的精确控制, 最大限度的发挥钻机性能, 对提高钻进效率, 保证导孔钻进并孔质量至关重要。

5 结语

BMC400 型电液比例控制反井钻机的研制成功, 填补了国内空白, 其技术达到国际先进水平。该型反井钻机实现了液压控制反井钻机无法完成的一些重要功能, 满足了当前采用反井钻机钻进导孔的各项要求, 在国内矿业、水电、交通等各领域地下工程建设中, 必将发挥重要作用, 并将取得良好的社会效益和经济效益。

参考文献

- [1] 刘志强, 王强. 强力反井钻机的研制及应用 [J]. 煤炭科学技术, 2005, (4).
- [2] 刘志强. 水电工程应用反井钻井技术的新进展 [J]. 水利发电, 2004, (11).