

立轴式回转钻机液压系统升级及应用

谭鑫, 魏治利

(湖南飞碟新材料有限责任公司, 湖南长沙 410007)

摘要:机械传动、液压给进的立轴式钻机,是当前国内广泛应用的一种主流机型,液压系统是立轴式钻机的重要组成部分。针对主流深孔立轴式岩心钻机液压系统存在的问题,通过采取增大液压元件的额定流量、加大油管的通径、对油箱部分进行完善等措施,对立轴式回转钻机的液压系统进行了升级改进,并经实践验证取得了较好的效果。介绍了立轴式钻机液压系统优化升级的主要措施及其实际应用效果。

关键词:深孔立轴式钻机;液压系统;优化升级

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2015)09-0058-03

Upgrading of Hydraulic System of Spindle Rotary Drilling Rig and the Application/TAN Xin, WEI Zhi-li (Hunan Flydisc New Material Co., Ltd., Changsha Hunan 410007, China)

Abstract: Spindle drilling rig, with mechanical transmission and hydraulic driving, is still a kind of main model widely used in China at present, hydraulic system is an important component of the whole rig. Aiming at the existing problems in the hydraulic system of deep hole spindle drilling rig, upgrading improvement was made and good effect was verified by practice. The main measures of optimization and upgrading of spindle rotary drilling rig and the practical application are introduced in this paper.

Key words: deep hole spindle drilling rig; hydraulic system; optimization and upgrading

0 引言

2005 年以来,全液压动力头钻机在我国的应用推广速度逐渐加快,到目前为止,国内已经有十多家企业研发生产了全液压岩心钻机,由于其优越的技术经济指标和施工效果,市场竞争相当激烈。据中国地质调查局的市场调研与预测,动力头全液压钻机将是我国地质钻机制造业的未来,但在固体矿产钻探这一重要领域,目前仍然是立轴式钻机处于主导地位。

20 世纪中期,液压传动系统在立轴式钻机中开始应用,为绳索取心金刚石钻进工艺的广泛应用提供可靠的技术支撑。随着液压技术的发展和液压元件质量的提高,立轴式钻机的液压传动系统的工作性能也在几十年的实践中不断地完善。虽然全液压动力头钻机是较先进的钻机,但从近年来许多业内人士对该种钻机实际应用效果的分析来看,它的综合应用效果、保养维修成本及处理事故能力等并不比立轴式钻机有显著优势。特别是在深孔钻进中,随着岩层可钻性变差,起下钻工作时间长,孔内事故

多发,动力头钻机对立轴式钻机的优势也在逐渐减弱。我公司根据产品在市场的使用情况结合自身优势对立轴式钻机液压传动系统进行了分析与完善,更加适应了工作实际,取得了良好的技术效果。

1 深孔立轴式回转钻机液压系统应用现状

前几年,深孔钻探任务增大,许多钻机厂家经过市场调研和论证,纷纷投入开发了一系列深孔钻机。其中 1000、1500、2000 m³ 3 种机型是主流,拓宽了立轴式岩心钻机的钻探能力。深孔钻机的研制成功为立轴式岩心钻机研发技术的持续纵深发展提供了更加扎实的基础,从而增强了国内钻机的市场竞争力。我公司也相继设计生产了这几种机型,产品投放市场后,用户普遍反应液压系统有时发生一些故障,如升降油缸泄漏、油泵发热、油温过高等现象经常发生。因此,钻机液压系统整体必须进行优化升级,增强其功能可靠性,提高工作效率,满足使用要求。我公司原液压系统属于单齿轮泵、多执行元件并联、开式循环系统。工作示意图见图 1。

收稿日期:2015-01-29; 修回日期:2015-06-09

作者简介:谭鑫,男,汉族,1973 年生,工程师,机械制造工艺与设备专业,从事钻探设备研究与设计、生产与制造等工作,湖南省长沙市雨花区曙光路 232 号,2548100513@qq.com。

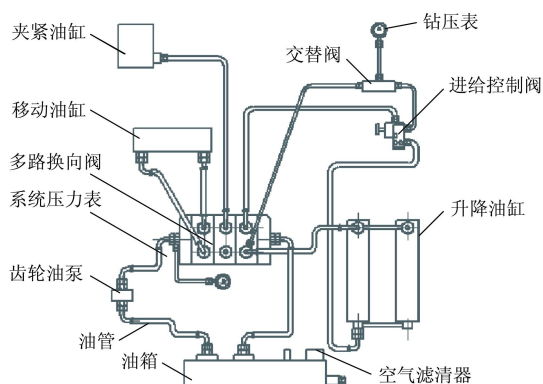


图 1 原液压系统工作示意图

2 深孔立轴式回转钻机液压系统优化的主要措施

回转式立轴钻机液压系统油路循环形式采用开

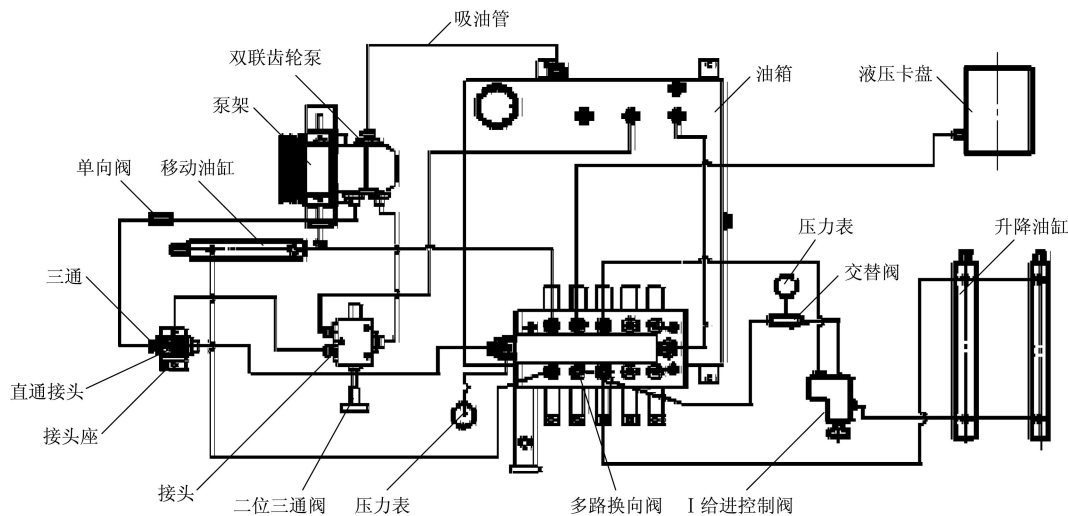


图 2 升级后的液压系统示意图

2.1 动力部分——油泵

从 1000 ~ 2000 m 型立轴式钻机,国内钻机厂家的液压给进系统原理与结构大同小异。基本上是由调压回路、回油节流调速回路与方向控制回路组成。我公司原来一直采用价格便宜的单齿轮定量泵供油。由于钻机的工作特点是钻进时负荷大,给进速度慢,工作时间长;倒杆时负荷小,速度快,工作时间短。较长时间里,油泵的泵油量,除了少量用以满足给进速度和补偿系统泄漏需要外,大部分油量均从溢流阀回到油箱。这种情况导致了油压系统功耗增加,系统发热严重。液压元件,尤其是油泵寿命降低。

经过对上述工况的分析,即动力分析和运动分析,计算液压执行元件压力和各个并联执行元件的

式回路。开式系统中,油泵从油箱吸油,供给执行机构后再排回油箱。油路系统包括以下部分:动力,控制,执行,辅助件 4 部分。其结构简单,散热良好,油液能在油箱内澄清,但油箱较大,空气与油液的接触机会较多,容易渗入。系统本身发热,主要是液压油流过小孔、弯道以及油泵的损失所引起的,其中尤以前者为主要原因。液压系统优化升级设计要求:

- (1) 满足钻机的工况要求;
- (2) 降低液压系统故障率;
- (3) 减少系统发热,温升不超过 30 ℃。

液压系统升级主要增大了液压元件的额定流量,加大了油管的通畅,同时对油箱部分进行了完善。优化升级后液压系统示意图 2。

最大总流量,确定油泵结构型式为主泵排量 32 mL/r、副泵排量 10 mL/r 的双联齿轮泵,能够满足要求。所选择的油泵额定流量不宜太大,否则多余的大量油液经溢流阀流回油箱,将导致油液严重发热。

1000 ~ 2000 m 钻机选用双联齿轮泵,它的公称排量一般在 40 mL/r 左右,公称压力 14 ~ 16 MPa,公称转速 1500 ~ 1800 r/min。能够满足设计要求。

2.2 控制部分——二位三通阀、操纵阀、I 给进控制阀

控制部分的职能是调节系统的油压与工作油量,变更油路方向、分配油路和施行液压锁紧,以满足钻进工序对系统的动作要求。优化升级后主要是增大了元件的额定流量、额定压力等,选用了机能更优的阀件。

控制阀的选择依据是:额定压力、最大流量、动作方式、安装形式、压力损失、工作性能参数及工作寿命等。一般选择控制阀的额定流量应比系统实际通过的流量稍大一些,必要时允许通过阀的最大流量超过其额定流量的20%。提高系统的效率,降低系统的发热,是优化升级的一个重要目标。

此次选择的控制阀参数是:多路操纵阀,最大压力16 MPa,调定压力12 MPa,流量80 L/min; I 给进控制阀,流量80 L/min;二位三通阀,压力16 MPa,流量80 L/min。比较之前,此次优化提高了阀元件的技术参数,使之更加适应复杂的工作情况。

该系统的多路换向阀是一个复合阀体,装在油泵与各工作机构之间。它由四位六通阀与3~5个三位六通阀和调压溢流阀组成。前两者的作用是分配油路和换向。调压溢流阀的作用是调节系统油压与工作油量,限制系统最高压力。

压力油经过溢流阀流回油箱,所产生的热量最大,因此在不需双泵供给工作压力油时,尽量不用双泵,二位三通阀手柄处于推进位置,其中主泵输出的油直接回油箱。

I 给进控制阀,是一个可调的节流阀。用于调节升降油缸速度,它有3个操纵位置。手柄处中位,旋转手柄均匀调速,实现加压或减压钻进;手柄推进关闭油路,用于钻具称重;手柄拉出油路完全畅通无阻,用于快速倒杆。

2.3 执行部分——移动油缸、升降油缸、卡盘油缸

其任务是将油的压力能和动能转换为机械能,提供力和速度,驱动工作机构完成钻进工序所要求的各种动作。

移动油缸和升降油缸主要对活塞杆处的密封结构进行了改进,增加活塞杆导向长度,同时由单层密封改成双层组合密封,防止泄漏,稳定工作压力,以降低故障率,提高钻机钻进与倒杆效率。

卡盘油缸对密封端盖的密封结构进行了改进,重新设计密封沟槽的尺寸,改变O形密封圈的装配位置,密封性能更加可靠。

2.4 辅助部分——油箱、液位液温计、过滤器、管件与接头、控制仪表

油箱与滤油器的作用是贮存必要的油量,散发系统的热量,分离油中的空气和沉淀杂物。同时对进入油泵的油进行过滤,防止杂质进入系统。油管接头的作用是连接元件成为系统,传输高压与低压

油,散发系统热量。油管内壁应光滑清洁,高压油管要有足够的强度,能承受系统最高压力。

升级后加大了油箱容量,增添了吸油过滤器,设置了液位液温计,管件与接头内径都相应增大了。许多厂家油管内径一般在13~19 mm之间,升级后为16~24 mm,这样畅通了油路,油压损失减少,热量大幅度降低。

液位液温计选用 YWZ-100 型;过滤器选用 WU-100 型;控制仪表选 BZY-5A 型钻压表。控制仪表,其作用是指示系统压力,钻具重力、平衡重量与孔底轴心压力。深孔立轴式钻机都装有压力表与孔底压力指示表,即钻压表。压力表用选购的钢丝编织的橡胶软管连接,更加耐用。

3 深孔立轴式钻机液压系统优化的效果

通过吸收客户的使用意见及同行的技术优点,液压系统经过升级改造,主要有以下几方面的改进。

(1) 液压系统启动后,整个液压回路运行良好。

(2) 正常钻进用小泵,降低了液压系统的噪声,减少了系统发热。

(3) 双泵同时工作时,升降油缸可快速升降,缩短了辅助时间。

(4) 升降、移动、卡盘油缸的密封条件得到长足改进。

4 深孔钻机液压系统升级后的应用推广

2011年,我公司立轴式钻机各机型中,1500 m 钻机改善了8台,1000 m 钻机也改善了5台,并在桃江、伊犁等各个工地长期使用,现在已经推广使用了4年,各项指标能够满足客户要求。据售后服务部门统计钻机液压故障维修率降低了65%,售后服务成本也显著降低了。在河南嵩县、湖南郴州等几个深孔任务多的钻探工地,使用者普遍反映,升级后的液压系统质量大大增强了,卡盘夹紧松开可靠,进尺平稳,倒杆快速安全。系统泄油现象极少出现了,工作环境改善了。

优化升级工作,有利于保持立轴式岩心钻机制造成本低,传动效率高等优点,对提高传统立轴式回转钻机整机性能意义重大,有力地增强了我国立轴式岩心钻机的市场竞争能力。

(下转第71页)

底。孔底岩粉磨损钻头胎体,使金刚石露出,继续破碎岩石,如此循环。钻压和钻头回转速度可以决定进尺效率和孔底岩粉的多少,而改变孔底岩粉数量在很大程度上取决于冲洗液的数量。冲洗液量过大时,会导致孔底没有岩粉,全被冲走,不能磨损胎体,金刚石不出刃,结果是钻头抛光。冲洗液量过小时,不能排走孔底岩粉,滞留孔底岩粉过多,致使钻头产生非正常磨损,如拉槽、金刚石脱落等。只有冲洗液量合适时,才能保持孔底有适量的岩粉,既能保证岩粉有效磨损胎体,使金刚石露出,保持正常钻进,又不至于孔底岩粉过多而使钻头产生非正常磨损。在这种情况下,冲洗液量大小才是金刚石正常钻进中非常关键的规程参数。

(5)把经验打钻上升到科学打钻。我们的钻工打钻经验非常丰富,能够高效优质地完成施工任务。机台上一般都配备有功率表和泵压表。根据功率表变化情况来判断孔底功率消耗的情况和钻进是否正常。正常钻进规程时,功率变化平稳。临界钻进规程时,功率值急剧增大,有产生非正常磨损和烧钻的危险。但是功率是轴向载荷(钻压)和钻头转速的乘积,功率一定时可以选择大钻压和小转速或小钻压和大转速两组组合乃至多种组合。选哪一种组合合适?要根据所钻岩石硬度(可钻性)和研磨性分析确定。常以泵压变化来判断冲洗液的循环状况和

孔底钻进的情况,但是多数机台没有配备冲洗液流量计,不能定量确定孔底的冲洗液数量,而后者对于保证正常的岩粉规程是非常重要的。可见,机台上配备流量计是很必要的。我们应该重视实践经验,也应尊重科学,提倡把经验打钻上升到科学打钻上来。

参考文献:

- [1] 汤凤林, А. Г. 加里宁, 段隆臣. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2009: 217 - 219.
- [2] 汤凤林, 段隆臣, Чихоткин В. Ф., 等. 合理设计岩屑规程, 保证正常钻进条件[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(6): 45 - 48.
- [3] Чихоткин В. Ф. Исследование призабойных процессов в алмазном бурении[D]. Москва, 1998: 118 - 127.
- [4] В. Ф. Чихоткин, 段隆臣, 汤凤林, 等. 基于破碎单位体积岩石能耗量设计坚硬研磨性岩石用钻头方法的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(S2): 72 - 76.
- [5] Чихоткин В. Ф., 高申友, 蒋国盛, 等. 关于金刚石钻进工艺优化几个问题的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(9): 18 - 22.
- [6] 朱恒银, 王强, 杨展, 等. 深部地质钻探金刚石钻头研究与应用[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2014: 31 - 35.
- [7] 朱恒银, 等. 深部岩心钻探技术与管理[M]. 北京: 地质出版社, 2014: 133 - 136.
- [8] 段隆臣, 潘秉锁, 方小红. 金刚石工具的设计与制造[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2012: 206 - 209.

(上接第60页)

5 结语

实践表明,优化升级后的液压系统满足了立轴式钻机的实际要求。

- (1)双泵的选择,完全符合钻机的实际工况。
- (2)系统回路的通径与油泵的排量相匹配。
- (3)液压辅助件的应用减少了液压系统的污染。
- (4)称重功能符合深孔钻进要求。
- (5)油缸密封结构的改进,减少了客户的维修成本。

深孔立轴式钻机仍是我公司地质勘探的主要机型,它的完善进一步稳定了钻机的性能,降低了钻孔事故,取得了良好的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 彭一江, 韩兰新. 新型高效节能立轴岩心钻机的开发与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(10): 23 - 27.
- [3] 鄢泰宁, 等. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2001.
- [4] 曹玉平, 阎祥安. 液压传动与控制[M]. 天津: 天津大学出版社, 2005.
- [5] 武汉地质学院, 等. 岩心钻探设备及设计原理[M]. 北京: 地质出版社, 2000.
- [6] 肖燕波, 谭国平, 彭儒金. 立轴式岩心钻机设计开发的新思路[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(9): 32 - 34.
- [7] 马德义, 覃勋平, 付兆友. 不同类型岩心钻机在新疆黄山铜镍矿钻探施工效果对比[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(6): 11 - 18.