

DOI:10.13235/j.cnki.ltcn.2017.08.013

引用格式:王荣钧.钻机液压系统故障的诊断方法与应用[J].露天采矿技术,2017,32(8):45-49.

## 钻机液压系统故障的诊断方法与应用

王荣钧

(神华准格尔能源有限公司设备维修中心,内蒙古 鄂尔多斯 017100)

**摘要:**通过液压故障处理方法的分析对比,结合神华准格尔黑岱沟露天煤矿在用钻机的液压实际维修经验,阐述了借助一种液压检测仪,可快速分析判断并最终确定故障发生的具体液压元件,缩短液压故障诊断时间,提高了设备液压故障维修效率。

**关键词:**压力;流量;测试仪;预防性维修

中图分类号:TD422.1

文献标志码:B

文章编号:1671 - 9816 (2017) 08 - 0045 - 05

### Diagnosis methods and application of drill hydraulic system fault

WANG Rongjun

(Equipment Repair Center, Shenhua Group Zhungeer Energy Co., Ltd., Ordos 017100, China)

**Abstract:** Through the analysis and contrast of hydraulic fault handling methods, combined with the drill hydraulic maintenance experience in Heidaigou Open-pit Mine, this article elaborated that by means of a hydraulic tester, we can rapidly analyze and ultimately determine the failure of hydraulic components, shorten hydraulic fault diagnosis time, improve the efficiency of the hydraulic equipment fault maintenance.

**Key words:** pressure; flow; tester; preventive maintenance

### 0 引言

神华准格尔能源有限公司所属的黑岱沟露天煤矿在2012年产原煤32.26 Mt/a,成为我国首座产能超30 Mt/a的特大型露天矿。该矿包括煤层、岩层在内的爆破钻孔,投入生产运行的钻机共12台,其中有Atlas Copco生产的DM-H2、DM45钻机、Ingersoll-Rand生产的DM-H钻机、Sandvik生产的1190E钻机。各钻机的共同特点是电机或内燃机为动力源的全液压驱动型。

作为液压传动,其具有结构紧凑、功率输出比大、易实现过载保护、可快速启动制动及频繁换向等优点得到广泛应用。但是在维修方面,当出现液压故障后如何准确、快速诊断故障点所在,已是一个的普遍性难题。结合设备现场液压维修经验,提出流量-压力的液压系统检测法,就液压故障判断方式及一种流量-压力检测仪(以下简称检测仪)在露天采矿钻机设备上的应用进行分析阐述。

收稿日期:2017-04-05

**作者简介:**王荣钧(1971—)男,内蒙古鄂尔多斯人,钳工高级技师、工程师,本科,毕业于海拉尔煤炭工业学校,现从事露天矿采钻设备维修工作。

### 1 液压故障判断的一般方式

液压系统中各液压元件的动作大部分处在密闭的油液里,系统内油液的流动状态和元件内部零件的运动状态看不见、摸不着。同时,液压系统的故障表现形式规律不一,对于这些故障的准确判断与排除不仅需要专业理论知识,掌握各种液压元件构造性能、液压基本回路的原理,还要有丰富的现场维修实践经验。因此,液压系统的故障诊断比一般机械、电气设备的故障诊断更为困难。

传统的液压系统故障判断的方法有很多种,因现场条件、设备特点及个人经验等因素而方法不一,比如常用的因果图、实验法、区域分析法、动作循环查找法等。其中最常用的还是对系统各点压力检测后进行的系列判断。

液压系统的工作压力在正常工作条件下取决于负载,但在设备的长期使用后,由于元器件配合部位磨损、密封老化等原因,造成元器件内、外部泄漏,使系统的工作压力受到影响。如果系统中某一元件损坏,就有可能造成系统压力明显下降,这也是形成液压故障判断难度之一。

此外传统判断液压系统故障方法中,使用比较、

隔离、替换等方法来逐步查找,其本身也存在缺点问题。比如使用比较或替换法时,必须有同类型的设备或同型号的配件,且在替换时需重复拆装,易造成元器件的损坏、液压油的浪费和对环境的污染;使用隔离法时,在液压系统中如果隔离不当,将系统保护元器件隔离后,轻者容易造成系统元器件的损坏,严重时甚至会造成事故。

使用压力表对液压系统进行压力测量情况如图 1 所示,如果不考虑系统压力损失,则在正常工作状况下 3 个测压点的压力显示是相同的,即  $P_0 = P_1 = P_2 = P$ 。

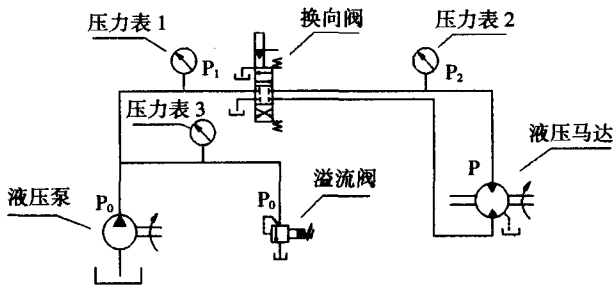


图 1 液压系统的压力表测量法

假设图示液压系统中的溢流阀调定压力为 20 MPa,系统发生故障后对 3 个测压点分别进行测量,在液压马达工作的状态检测压力如果均明显小于 20 MPa,这时我们不能明确判断究竟是液压泵、液压马达或者溢流阀当中的哪一个元件存在故障。因

为液压泵如果出现内泄,会造成以上测量结果;如果液压马达内泄漏严重,也会造成系统工作压力降低;而溢流阀的泄漏或调压弹簧损坏及弹力不足以及换向阀出现内泄漏同样也能造成上述故障表象。

当然也可以用排除法来排除一部分元件存在故障的可能性。液压系统的压力表测量法如图 1 所示,操作换向阀为中位状态,则系统压力  $P_0 = P_1$ ,若系统压力仍明显偏低,这样也只能证明故障所在可能不是液压马达,对于液压泵或溢流阀的故障判断,具体仍需进一步检测。如果仅以液压系统压力测定的方法,是不能准确断定具体发生故障的元件,这样在排除系统故障方面也就不能提供可靠依据。

## 2 采用检测仪判断液压故障

液压系统发生故障的位置虽然只是动力源(液压泵)、控制元件(各类型控制阀)和执行元件(马达或油缸)这几方面,但维修的难点是不能准确判断元器件故障所在位置。液压泵(马达)的额定功率为其额定输出(输入)压力和流量的乘积,而系统的压力虽说取决于负载,但它也是由多方面的因素决定的,如元件的故障以及泄漏情况,而系统的流量却可体现动力元件、执行元件和控制元件的即刻工况。

一个完整的液压系统中,在设定的位置接入检测仪状况如图 2 所示,通过检测仪对系统中这些位置压力和流量参数的测定,从功率、压力和流量逻辑

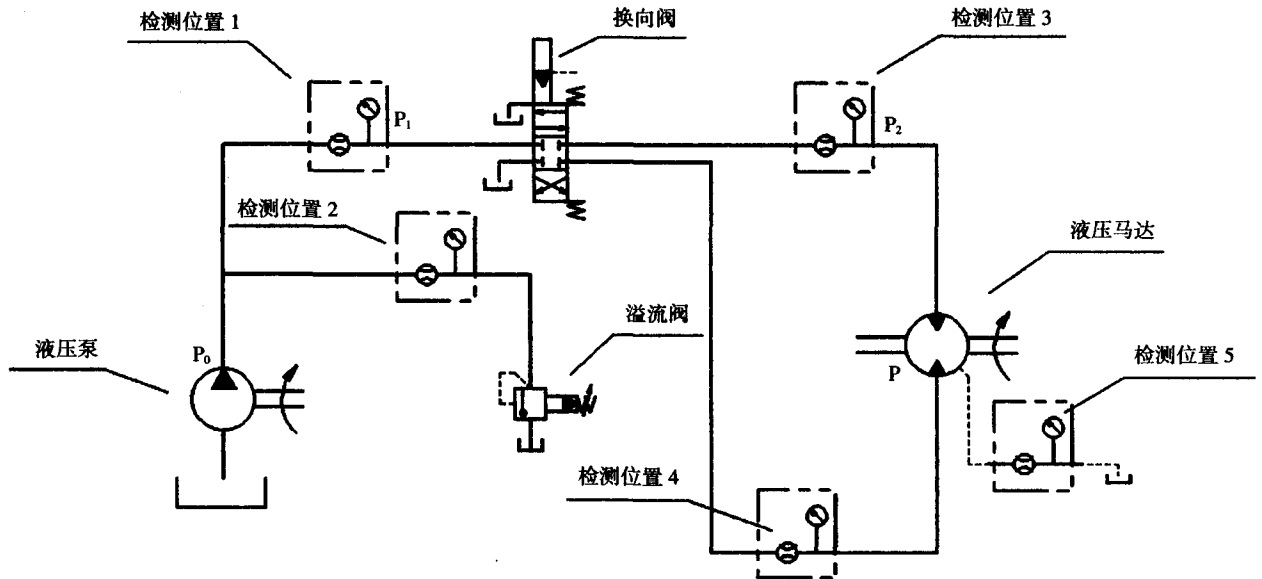


图 2 液压系统的检测仪测量法

关系中我们就可快速判断出故障所在。

假设该液压系统额定压力为 20 MPa,出现液压

马达回转无力故障现象。若以图 1 所示方式去判断,单就压力的测定,在理论逻辑上不能明确故障点所

在,因为系统中的各元件只要其中一个出现问题,则都会产生这一故障现象。对系统的故障排除中,当外观的检查(如泄漏、运转噪音等)无异常,我们使用检测仪进行故障的检测及判断。

### 2.1 在检测位置1和2处进行检测

换向阀为中位截止状态时,若压力正常,流量为零,则可以排除换向阀和溢流阀的故障可能性;如果有一定流量显示,则换向阀存在内泄漏故障;若压力低,流量为零,则排除换向阀的故障可能性,可尝试进行溢流阀压力调整的操作;在调压无效果后,可进一步在检测位置2进行流量检查,在明显低于额定压力情况下,有流量显示则可明确断定溢流阀故障,如无流量显示,那便可以确定是液压泵存在故障。

### 2.2 在检测位置3处进行检测

当换向阀处于上部位置接通状态时,检测仪如果显示压力偏低,流量明显低于液压泵额定流量的90%以下,则可以判断液压泵存在故障;如果压力和流量正常或者略微偏低,那对于回转无力的故障点基本可以划定为液压马达,只是再需进一步的验证。

### 2.3 在检测位置4和5处的检测

液压马达在正常工作状态下,内泄流量正常为小于额定流量的5%或者近于零。在基本确定马达为故障点后,可在检测位置4和5进行准确诊断。将检测仪接入液压马达回油管路即位置4处,开启换向阀后,将此处检测仪流量显示值与马达进油管路流量值进行比对,其数值差即为液压马达内泄漏的流量,或者说这个数值差也就是检测位置5的流量显示值。

流量-压力检测仪的使用,在液压系统中通过对压力及流量参数的测定,以及功率、压力、流量及泄漏量之间的计算和液压元件额定参数进行对比的方式,我们就可以明确判断出故障位置所在。这种方法应用对于液压系统闭式回路或多回路系统的故障诊断则更为有效。还有更重要的一点是,在对各元件的实际参数测定后,该液压元件目前使用的性能和内部磨损状况我们也可以做到准确掌握。

## 3 液压检测仪在钻机设备上的应用及效果

### 3.1 钻机设备情况

神华准能公司黑岱沟露天矿所属的钻机目前有5个型号12台,其中内燃机动力3台、电机动力9台。

钻机动力源的功用主要分为2部分,一是驱动空压机产生风压源,主要用以钻孔排渣;二是为液

系统提供动力源,通过齿轮分动箱带动若干不同型号的液压泵,对钻机行走、钻架起落、钻杆回转加压等所有的动作提供液压力源。这样就形成了全液压驱动型的钻机。

### 3.2 钻机设备液压故障原有处理方法

钻机液压故障的处理,一般是根据故障表现形式,由近及远运用逻辑推理法、比较法甚至替代法进行判断排查。

钻杆回转无力故障的处理方法:①先观察操作台压力表,看工作压力是否正常,如果压力低,则需要检查回转分支这一回路中的管路溢流阀和主泵调压阀。这里涉及的难点是无法准确断定具体是哪个方面的问题,一般就是先调整这2个阀的压力进行比较,在还不能排除故障的情况下,再进行逐个更换阀总成进行再一次的确认处理(这其中不可避免的会存在误判现象);②压力正常情况下,考虑回转主换向阀不能开启或者开启不到位造成流量不足,通过目测或量尺测量阀杆位移量的方法判断电液比例助力阀的性能。这其中主阀溢流阀芯是否存在泄漏则不能有更好的方法进行判断;③其它故障的可能性都排除后,再就是考虑液压回转主马达方面。对于马达的处理,先进行转速-扭矩的调节,如果没有效果,再就是进行更换马达总成件的方式进一步排除。而更换该液压马达的工作量则比较大,需要吊车、高空车辅助设备的配合。

### 3.3 液压检测仪在钻机设备的实践应用

1)实例1:DM-H型102#钻机出现行走经常性跑偏故障

该型号钻机的液压系统分为闭式液压回路和开式液压回路2种类型,其中行走部分作为设备全部液压系统中的唯一的闭式回路,由2件双向变量液压泵、2件双向定量行走马达及控制等部分组成;而包括主回转马达、主阀、换向阀等组成的回转分支液压系统成为钻机完成采钻作业的开式液压系统动力源。这两部分液压系统均由双向变量泵提供压力油,再由左、右马达换向阀进行切换。

出现这种跑偏故障现象,原有的处理方法是先对比2件主泵的压力,调整至相同,如果故障还存在,那就更换速度慢的液压马达再进一步排除。

在此次应用检测仪辅助处理的实践维修过程中,首先检测了2件主液压泵泄油口,根据泄油口流量情况对液压泵性能进行一个初步判断,主液压泵的液压原理图如图3所示。

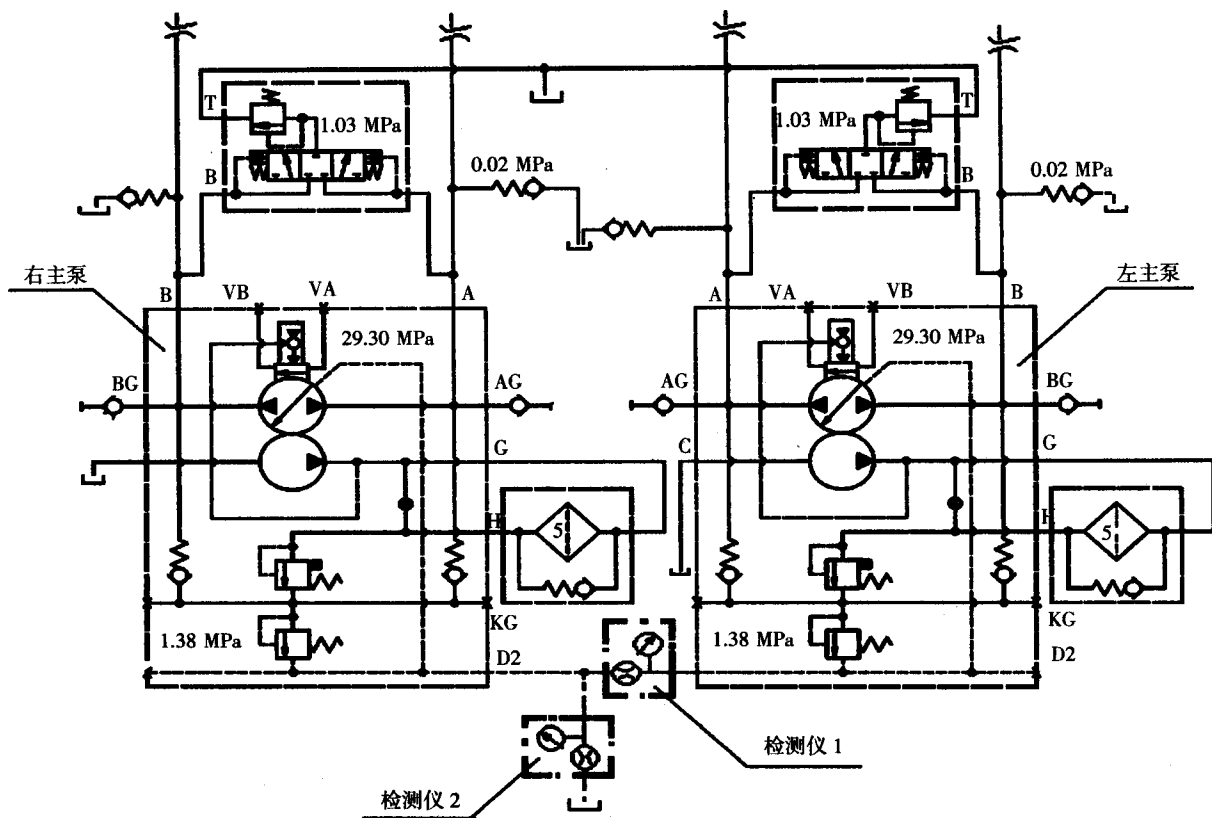


图3 钻机主泵液压原理图

由于设备安装结构原因,2件主泵的泄油口为串接形式,检测仪只能先接入左侧主泵的泄油口(检测仪1),检测后再连接这2件泵串接的总管路(检测仪2),通过计算再得到右主泵的实际流量参数。检测步骤按启动空载、履带空转和实地行走满载3种工况对主泵的流量、压力参数检测并做记录。

经过对主液压泵泄油口的检测,具体检测对比值见表1所示,2件主泵的出口压力虽然相同,左侧主泵泄漏量已然超标(该类型主泵标准排量为221 L/min),该泵性能不符合设备需求。

表1 2台主泵泄漏检测对比值

油泵名称	测试接口位置	实测流量/ (L/min)	实测压力/ MPa	备注
液压左主泵 (司机室侧)	泄油口	92	20.68	卡钳锁紧钻杆(满负荷状态)
液压右主泵 +左主泵	泄油口	92~95	20.68	左、右主泵泄油口为串接形式,测试流量为两泵之和
液压右主泵 (除尘侧)	泄油口	0~3	20.68	

在更换左侧主泵后,设备的行走跑偏故障消除,恢复了正常运行。再对2件主泵的出油口进行检测,其性能参数均已符合要求。

流量-压力检测仪的应用,通过实践故障排除我们可以看到,其不仅可以准确确定故障所在位置,而且对液压元件在用性能参数做到一个精准的掌握。检测仪对钻机液压系统可以做到一个体检式的全面监测、检查及故障排除功用。

2) 实例2:DM-H2型503#钻机运行人员反映设备出现空压机油温过高故障现象

以往对此故障的处理方法是,先检查散热器叶片是否有堵塞现象,散热器没问题后再检查散热风扇马达及供油系统压力状况来排除故障。

该类型钻机设备的空压机机油温度正常情况不大于100℃,在这次故障的处理中,检查司机室温度仪表显示为103℃,对循环油泵端口进行实测为105℃。因没有空压机循环散热泵的参考流量数据,对此维修人员针对该钻机和另一台同类型的502#钻机使用检测仪进行了检查。散热泵流量检测对比值具体如表2所示。

从上述检测对比结果可知,2件设备空压机循环散热泵参数相近,甚至上报故障的503#钻机散热

泵性能更优些。但是在液压系统散热器的检测中,发现为风扇液压马达提供压力油的双联泵存在流量偏低,实际流量与理论流量相差近10%,至此可以判断,这就是造成空压机油温高故障所在。最终原因也如所判。

表2 散热泵流量对比值

油泵名称	测试接口位置	工作状态	流量/(L/min)	备注
503# 空压机 循环散热泵	泵出口	空载	425	无参考数值
503# 风扇马 达双联泵	泵出口	空载	89	计算理论流量 为98 l/min
502# 空压机 循环散热泵	泵出口	空载	310	无参考数值

检测仪的应用不仅可以确定液压系统发生故障元件的准确位置,还可以为精确断定液压系统元件的在用性能参数提供可靠依据。

#### 4 总结

流量-压力检测仪在黑岱沟露天矿钻机设备维修中进行的实践应用,较传统方式具有显著特点:①压力和流量参数的确定使得复杂的液压系统故障判断变得清晰明确,可以快速测定故障所在,提高了维

修效率,延长设备有效运行时间;②在液压故障的维修中,避免了原有故障判断过程中带有的不确定性的推断,避免了一些无谓更换液压元件的失误现象,在节约生产成本方面卓有见效;③检测仪这种故障判断方法的应用,通过准确地数据测量和统计,以及阶段对比趋势分析,与设备预防性维修有机结合,为现代化矿山设备的计划性检修提供精准的理论依据,为一流采剥设备维修的建设提供科学保障。

#### 参考文献:

- [1] 黄如意.黑岱沟露天煤矿年产原煤突破3000万吨[J].西部资源,2011(5):22.
- [2] 方桂花.液压传动[M].北京:地震出版社,2002.
- [3] 赵月静.常用液压测试仪器及使用入门[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [4] 陆望龙.液压系统使用与维修手册[M].北京:化学工业出版社,2011.
- [5] 张海平.实用液压测试技术[M].北京:机械工业出版社,2015.
- [6] 袁子荣,吴张永,袁锐波.新型液压元件及系统集成技术[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [7] 黄志坚.新型液压元件结构与拆装维修[M].北京:化学工业出版社,2013.

【责任编辑:解连江】

(上接第44页)

否在正常值;同时查看机组压力是否超过额定压力;进而对接触器、电机、压缩机检查是否故障。

#### 3.6 机组启动时电流大或跳闸

出现机组启动电流大或跳闸故障时,首先检查接线是否松动;检查输入电压是否在正常值范围;进气阀及液压油缸是否动作灵敏可靠;进而检查星-三角转换时隔时间(应为10~12s),若未发现异常,检查压缩机及电机是否损坏。

#### 4 结语

M200微油螺杆压缩机结构紧凑,控制程序集中,操作简易、维护保养方便。同时掌握正确的操作技能,按期对压缩机保养,可以延长压缩机使用寿命。提供压缩机常见故障的判断方法及排除策略,需修理人员要静下心来进行综合分析、判断,准确的诊断出故障所在,从而尽快处理故障,保证设备的出动率。

#### 参考文献:

- [1] 李绍卿.螺杆空压机卸载时温度高跳机原因分析[J].技术与市场,2012(1):69.
- [2] 刘广利.空压机空冷器泄漏故障的分析与处理[J].世界海运,2012(1):17-19.
- [3] 刑子文.螺杆压缩机-理论、设计及应用[M].北京:北京机械工业出版社,2008.
- [4] 兰运良.空气压缩机技术[M].西安:西北工业大学出版社,2008.
- [5] 张冬春,冉启发.露天煤矿钻机司机[M].徐州:中国矿业大学出版社,2007.
- [6] 微油螺杆压缩机培训手册[S].上海:上海英格索兰压缩机有限公司,2013.
- [7] 程永峰.ZP5200A空气压缩机系统故障分析与排除[J].露天采矿技术,2011(6):63-65.
- [8] KY-250D型牙轮钻机使用维护说明书[S].南昌:江西凯马有限公司,2011.

【责任编辑:陈 斌】