

高端线材大盘卷步进梁液压系统故障诊断及处理措施

吴春明 宋清山 杨成海

(宝武装备智能科技有限公司 广东 韶关 512123)

摘要: 液压系统技术为我国重工业的成长起到了极大的促进作用,并且对其他行业发展带来了有效的辅助。而在重工业钢铁轧制技术中,液压系统为重要的构成之一,若液压系统发生故障,则会对生产线造成极大的影响,会产生相应的经济损失。基于上述背景,本文展开了对高端线材(高线)大盘卷步进梁液压控制系统故障诊断及处理措施的研究,希望能够助力于液压系统相关行业的发展,为液压系统平稳运行保驾护航。

关键词: 液压系统; 设备故障; 技术改造

1 高线大盘卷步进梁液压系统现状概述及诊断

1.1 液压系统概述

液压系统主要由控制元件、动力元件、执行元件、辅助元件和液压油五个部分共同组成。液压系统是通过将油液作为工作介质,把油液的压力能,经过控制阀门及管路等辅助元件控制调节,通过执行元件输出,以满足显示工作中需要的一种结构。液压系统主要分为两大类。一类是以传递动力和运动为主的液压传动系统,另一类是使输出满足特定的需求的液压控制系统,通常情况下所说的液压系统为液压传动系统^[1]。

1.2 高线大盘卷步进梁液压系统现状

在宝武装备智能科技有限公司韶关分公司高三产线,高线大盘卷步进梁液压系统同样由五部分组成。动力元件为液压泵,通过电力来驱动原动机,将原动机的机械能转化为液压油的压力能,推动液压油的流通,将动力提供给整个液压系统。执行元件为升降平移油缸,将液压油的压力能转化为机械能,使步进梁循环往复地做升降或平移运动。控制元件主要包含溢流阀(安全阀)、减压阀、顺序阀、节流阀、比例控制阀和压力继电器。上述这些阀的相互配合共同作用可以保证步进梁正常运作,保证了设备运转的精度和安全要求。辅助元件主要包括油管及管接头、密封圈、快换接头、高压球阀、胶管总成、测压接头、压力表、油位计和油温计等,确保高线大盘卷生产过程中密封良好,传动平稳。液压油作为工作介质,将能量传递至整个液压系统。

然而自高线大盘卷步进梁液压控制系统投产以来,步进梁液压系统在工作时出现了前后升降油缸动作不同步的现象,即一个油缸停止运动而另一个油缸还在继续上升或者下降。这种现象的发生,使设备受力不均匀,

导致油缸的地脚螺栓更容易断裂,具有极大的安全隐患。经过初步改进后,又出现了步进梁在上升到目标位置后不能锁定保持不动,上升信号丢失,设备不能正常运行等故障,严重影响了高线大盘卷的生产节奏。为彻底解决高线大盘卷步进梁液压控制系统存在的问题,需对此液压控制系统进行相应的优化,使设备能够正常运转,消除存在的安全隐患,保证设备的功能精度。

1.3 高线大盘卷步进梁液压系统故障诊断

在高线大盘卷步进梁液压系统运行时,升降油缸能否正常上下移动以及在锁定状态时能否保持绝对静止是最为关键的。因此该液压系统中设置两个液控单向阀(即液压锁)作为锁紧回路来实现这一要求。在需要升降油缸锁定不动时,液压锁关闭,油液无法流通;在需要升降油缸上下往复移动时,液压锁打开,油缸在油液压力的作用下保持相对平稳的速度往复运动。液压锁的存在,可以使油缸在承受外界较大的负载时,不会由于负载的压力而逐渐向下滑动。

液控单向阀是一种较为特殊的单向阀,它具有普通单向阀的功能,即让油液正向流通反向截止。同时,液控单向阀在联通控制油口后,可以根据工作需要由人为控制,使其能够反向流通。液控单向阀的阀芯主要包括锥阀式和球阀式两种,其中球阀式的单向阀结构更为简单,但是在工作时会产生较大的噪声,同时密封性较差。锥阀式液控单向阀的结构较为复杂,但是它的导向性以及密封性更为优秀,工作时更加平稳。按照控制活塞的泄油方式,可以把液控单向阀分为内泄式和外泄式两种,一般情况下低压系统采用内泄式液控单向阀,高压系统采用外泄式液控单向阀。按照液控单向阀不同的阀芯结构,可以将其分为筒式和复式两个类别,一般将两个具有相同结构的液控单向阀

共用同一个阀体的结构称为液压锁^[2]。

液压锁锁紧回路示意图如图1所示，当油液由A1流向A2时，油液压力克服弹簧力将阀芯顶开，使油液顺利流通，此时X1控制油口连通压力油，将阀芯顶开

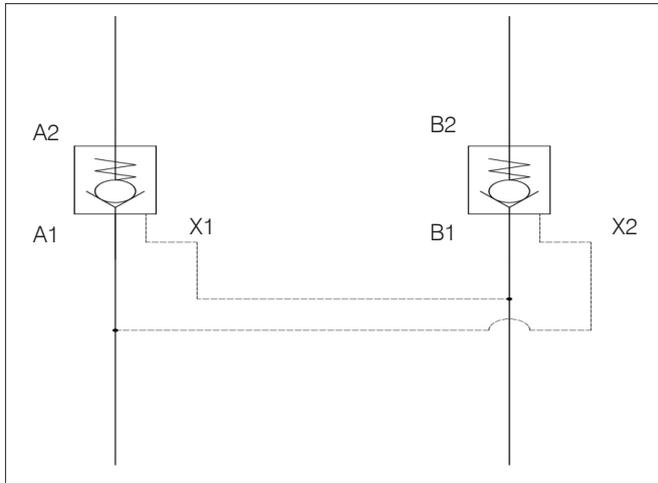


图1 液压锁锁紧回路示意图

使油液能够反向由B2流向B1。当油液由B1流向B2时，油液压力克服弹簧力将阀芯顶开，使油液顺利流通，此时X2控制油口连通压力油，将阀芯顶开使油液能够反向由A2流向A1。当升降油缸处于锁定状态时，A1油口和B1油口的油液压力均无法克服弹簧力将阀芯顶开，同时X1控制油口和X2控制油口所联通的控制油也无法将阀芯顶开，此时两个液控单向阀均处于锁定状态。油液无法由A2流向A1，也无法由B2流向B1，实现了升降油缸的锁定。

步进梁液压系统的原理图见图2，正常工作情况下，当前后升降油缸开始下降时，由杆腔通入压力油，无杆腔回路上的液压锁在控制油压的作用下打开，使油液流通，此时无杆腔里的油液排出，油缸在较为稳定的背压下平稳地下降。

而在实际工作中，由于油缸所承受的负载比较大，同时液控单向阀是一种具有较大面积梯度的阀（即液控单向阀的阀口过流面积随阀芯位移的变化率较大），这

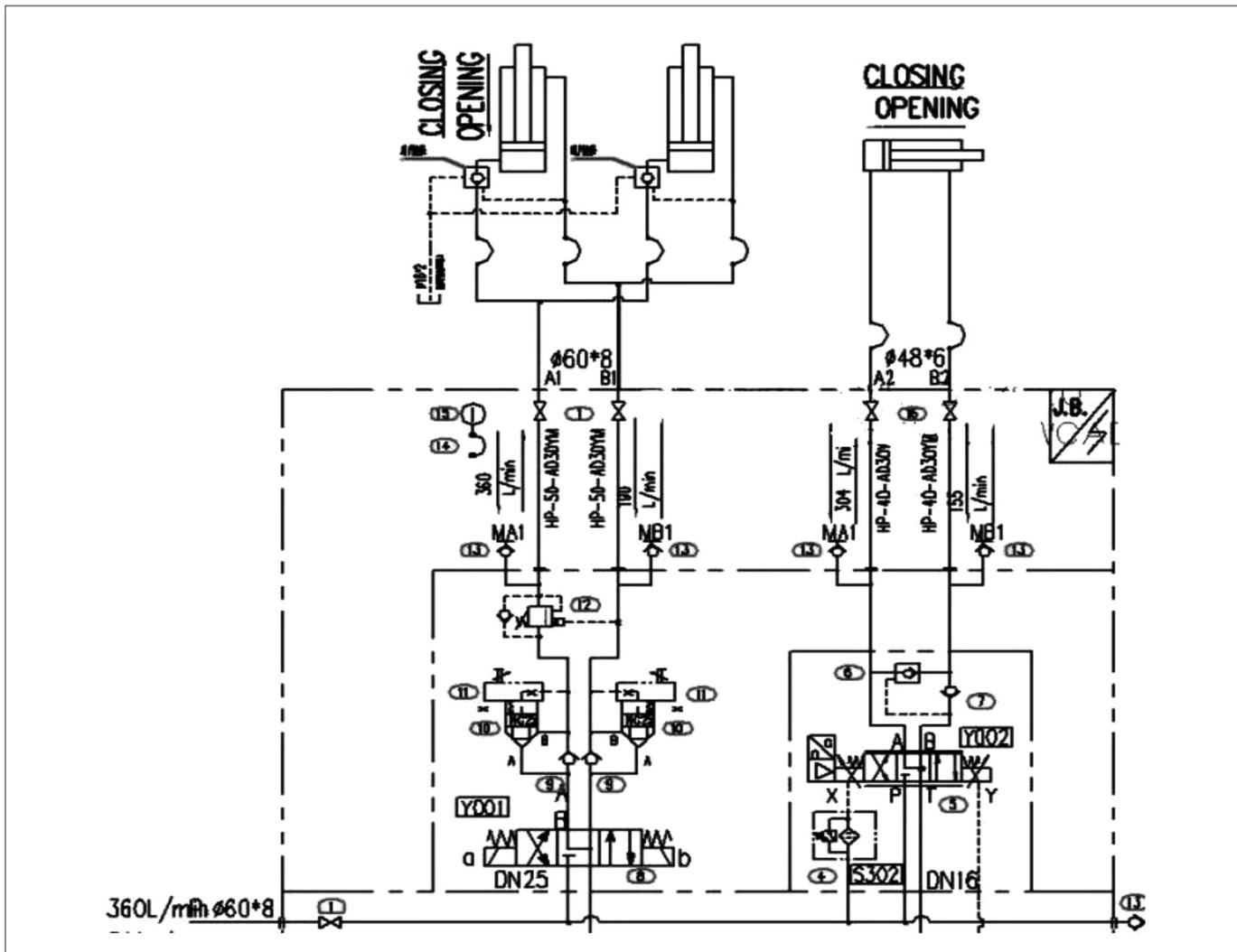


图2 液压系统原理图

就导致了液控单向阀的过流面积较大,流经油液的流量也大,液压缸会加速下滑。油缸的加速下滑会使距离动力源位置比较远的回路上的液控单向阀中控制油压下降,使其无法克服弹簧力将阀芯顶开,这就导致了该回路上液控单向阀关闭,油液无法流通,液压缸处于静止状态。而这时,离动力源位置较近的回路不受这一影响,油缸继续保持平稳的下降,这就出现了工作时前后油缸升降不同步的现象。两个油缸升降不同步导致油缸受力不均匀,油缸结构承受了较原来更大的剪切力,这就导致油缸的地脚螺栓更容易产生疲劳断裂。

在对液压系统进行改进时,由于液压回路中存在平衡阀,且前后段升降油缸油路上液控单向阀控制管路相隔较远。为了消除两个油缸下降时产生的干涉现象,只能尽量减少两个液控单向阀对回路的影响。综合上述考虑取消液控单向阀的阀芯,使油液能够正常流经液控单向阀。堵住控制油管,防止油液沿控制油管流出,产生油液的泄漏。改进后两个液控单向阀不能正常地发挥功能,油液可以畅通无阻地通过,基本杜绝了两油缸下降互相干涉的现象^[3]。

然而在液控单向阀改进完成的后续生产中,步进梁升降油缸在生产节奏不高的情况下,出现了高位锁不住、高位信号丢失以致机构无法自动升降步进的现象。经过对油路的仔细检查发现改进后的液控单向阀的泄压管出现了漏油现象,造成油路的压力丢失,使液压缸不能保持静止状态,导致出现高位锁不住等现象。虽然控制油管被堵住了,但是控制柱塞处的泄压管并没有被堵住,于是油液不仅会在管路中流通,也会经过泄油口排出,于是就造成了压力的丢失。因此堵住控制柱塞处的泄压管即可解决压力丢失的问题。

2 高线大盘卷步进梁液压系统改造措施

2.1 取消前后升降缸上的液控单向阀

由于两个油路上的液控单向阀相互干涉,通过取消液控单向阀来消除它的影响。具体操作为:

(1) 移除液控单向阀的阀芯。液控单向阀的阀芯移除后,油液的流通不会再受到限制,沿着两个方向均可自由流通。

(2) 堵住控制油管。由于液控单向阀的阀芯去除了,管路中的油液会直接联通控制油管,如果不将控制油管堵住,油液会流经控制油管产生泄漏。

2.2 堵住控制柱塞处的泄压管

由于液控单向阀的阀芯去除后,管路中的油液与泄

压管直接联通,造成了压力损失,堵住泄压管可以消除步进梁升降油缸在生产中高位锁不住的现象。

2.3 在原升降阀台上增设叠加式液控单向阀

由于之前为了消除两个油缸下降时互相干涉的现象,取消了液控单向阀,这就导致了升降油缸无法满足生产的需要,即无法控制油缸上下往复运动和保持锁定状态。故决定在原升降阀台上设置叠加式液控单向阀(即叠加阀),起到控制升降油缸移动的作用。

叠加阀是由叠积方式连接而成的液压阀,是一种特殊的、集成化的板式液压阀。叠加阀通常情况下安装在换向阀和底板之间,包括压力控制阀、流量控制阀和方向控制阀。叠加阀不仅仅可以起到普通液压阀的作用,也可以充当油液流通的管路,因此由叠加阀构成液压系统,不需要管路等其他连接体,阀本身可以作为连接体的一部分在液压系统中发挥作用。它的工作原理与一般的板式液压阀相差无几,唯一的不同点在于它特殊的结构和连接方式。叠加阀一般具有标准化、通用化、集成化程度高的特点,可以满足多种液压系统的需要。同时它的结构紧凑,体积小、重量轻、占地面积小,可以分散或集中配置在液压系统中,组装更加方便灵活,后期更换也更加便捷。综合考虑以上的优点,此处选择用叠加阀取代原来厂家自行生产的流量控制阀^[4]。

2.4 取消流量控制阀并增设叠加式双向节流阀

由于前面已经安装了叠加式液控单向阀,因此在其上安装叠加式双向节流阀会更加简便,相较于原厂家生产的流量控制阀更加紧凑,节约空间。

节流阀是一种可以通过改变节流截面的长度来控制流体流量的阀。将叠加式双向节流阀叠加在液控单向阀上,其示意图如图3所示。当油液由A1流向A2时,可以克服弹簧力流通,此时的节流阀只起到单向阀的作用,另一边B2-B1回油管路油液会流经节流阀,起到调节油液流量的作用。当油液由B1流向B2时,可由单向阀顺利流通,另一边A2-A1回油管路会流经节流阀^[5]。

通过以上改造,取消了影响管路互相干涉的两个液控单向阀,并堵住泄压管,用叠加式液控单向阀替换了原来的流量控制阀,大幅度保证了无杆腔背压时的压力要求,消除了机旁两个液压锁不同步和背压减少的情况,使其在一定负载下仍然能正常工作。同时增设VICKERS生产的叠加式双向节流阀,当油液流经叠加式双向节流阀时,会在一定程度上阻碍油液的流通,从而减少冲击力。同时保证了油缸的受力平衡,使油缸在运行时能够平缓地上升或下降,实现了节流调速

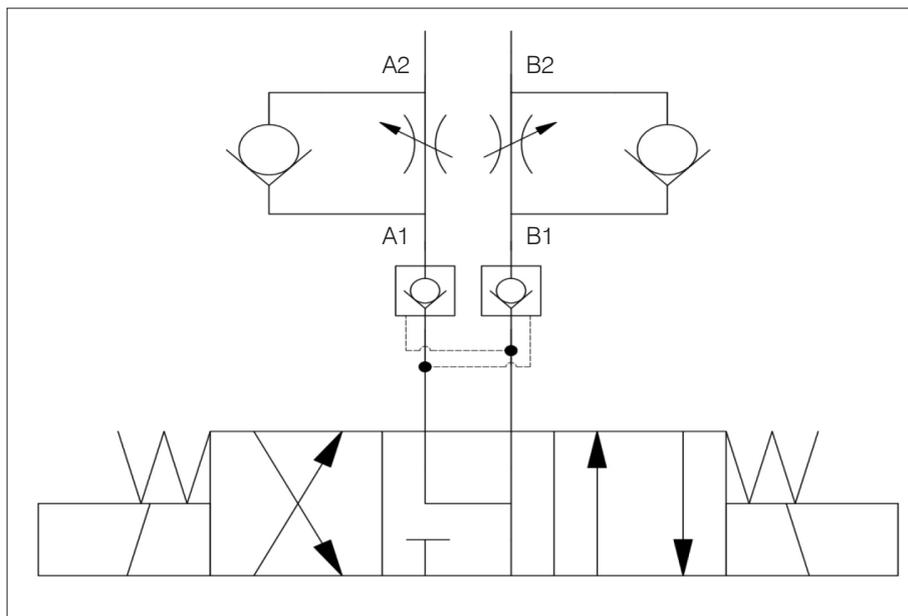


图3 叠加式双向节流阀示意图

的目的^[6]。

3 高线大盘卷步进梁液压系统改造后效果

通过本次高线大盘卷步进梁液压系统改造，成功解决步进梁下降不同步、持重时无杆腔背压丢失的问题，消除了升降油缸下降不同步导致油缸地脚螺栓断裂、步进梁上升到位不能锁定导致位置信号丢失等设备故障。通过取消设置在机旁的液压锁，在阀台上增设叠加式液控单向阀和叠加式双向节流阀，保证了大盘卷步进梁机构的平稳运行，避免了液压系统不正常造成的故障停机。

4 结语

本文阐述了对高线大盘卷步进梁液压系统经常出现的故障进行诊断与处理的全过程。通过取消液

控单向阀、堵住控制油管 and 泄压管、增设叠加式液控单向阀和叠加式双向节流阀等一系列技术改造，成功解决了液压系统经常出现的故障问题，可以大幅度上降低生产过程中安全事故出现的概率，促进我国钢铁行业实现可持续发展。

参考文献:

- [1] 马振福. 液压与气压传动: 第3版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [2] 成大先. 机械设计手册: 液压传动[M]. 单行本. 北京: 机械工业出版社, 2004.

- [3] 刘俊峰, 赵铁英. 浅析钢铁冶炼机械设备的故障诊断及处理措施[J]. 包钢科技, 2018, 44(03): 70-72.
- [4] 张天亮. 高线和大盘卷生产线工艺及设备特点[C]//河北省2010年炼钢—连铸—轧钢生产技术与学术交流会论文集(下), 2010: 151-154.
- [5] 仝金平, 张天亮, 米科峰, 等. 高线和大盘卷孔型系统优化与创新[C]//河北省2010年炼钢—连铸—轧钢生产技术与学术交流会论文集(下), 2010: 166-169.
- [6] 项幼阳. 高速线材和大盘卷生产线工艺及设备特点[J]. 金属世界, 2009(01): 59-62.

作者简介: 吴春明(1971.01-), 男, 汉族, 湖南邵阳人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 机械设备管理、冶金设备。