

Analysis of How to Improve the Reliable Operation of Emulsion Pumps

Bao Wu

Mining Operations Branch of Kailuan Group Mining Engineering Company, Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract

Two BRW400/31.5 emulsion pumps are installed in the 18L longitudinal groove of LWP-VI long wall working face in a certain coal mine. The pump adopts a five plunger reciprocating motion working mode, with stable system flow supply and convenient pressure adjustment, which can meet the liquid needs of hydraulic supports and self moving devices of the working face and transfer machine. However, in practical use, the pump often experiences a large loss of flow rate for liquid supply, leading to unstable liquid supply. At the same time, it is accompanied by faults such as the valve body components being prone to heating, the box temperature being too high, the valve stem seal inside the pilot valve being prone to damage, the one-way valve spring inside the automatic unloading valve being prone to breaking, and the circulation pipeline being prone to bursting. This paper analyzes the working principles of the valve body components and automatic unloading valves, analyzes the working conditions of the liquid pump, and deeply elaborates on the shortcut methods and handling skills for daily maintenance. It also conducts in-depth analysis and demonstration of the operational defects of the liquid pump, and proposes scientifically feasible solutions.

Keywords

emulsion pump; maintenance; safety; energy saving

浅析如何提高乳化液泵的可靠运行

吴宝

开滦集团矿业工程公司矿山运营分公司, 中国·河北唐山 063000

摘 要

某煤矿LWP-VI长壁工作面-18L顺槽安装有两台BRW400/31.5型乳化液泵。该泵采用五柱塞往复运动工作模式, 系统流量供应稳定, 压力调节方便, 能满足工作面液压支架及转载机自移装置用液的需求。但是该泵在实际使用中常出现流量供液流量损失大, 而导致供液不稳定的现象, 同时伴有阀体组件易发热、箱体温度过高以及先导阀内阀杆密封易损坏、自动卸载阀内的单向阀弹簧易折断、环流管路易爆裂等故障。此论文通过分析阀体组件及自动卸载阀的工作原理, 对液泵的工作工况进行分析并深刻阐述了日常维护保养的捷径方法及处理技巧, 并对液泵运行缺陷进行了深入分析和论证, 提出了科学可行的解决办法。

关键词

乳化液泵; 检修; 安全; 节能

1 引言

煤矿行业的同仁都知道乳化液泵是综采工作面液压工作系统的核心。液泵的运行质量直接关系到工作面液压支架的支护安全以及运行稳定性的控制。因此, 乳化液泵在工作面连续生产时间内, 必须保证不间断可靠运行, 这就对液泵的运行可靠性提出了较大的挑战。通过理论分析和煤矿井下值守表明: 管路特性对液泵的动静特性、泵体吸液阀的开合状态对流量变化、调节阀组的密封性能对压力稳定等都产生很大影响。本文通过对液压管路压力损失和管路参数对泵吸泵

性能的影响和日常值守总结的维护经验, 得出了减少液泵事故率的关键改进措施, 为乳化液泵的可靠运行提供了参考^[1]。

2 乳化液泵的工作原理

论文所分析的液泵为卧式五柱塞往复泵, 由 250kW 三相交流卧式四极隔爆电动机驱动, 经联轴器和一对斜齿圆柱齿轮减速 ($i = 2.68$) 带动五曲轴旋转, 再经连杆滑块(十字头) 带动柱塞作往复运动, 使工作液体经吸、排液阀吸入和排出, 从而将电机的电能转换成液泵生成的液压能, 输出高压液体供工作面使用。

3 乳化液泵工作中常见的故障分析及维护

3.1 液压管路压力损失造成工作面液压支架支撑力不足

①原因分析: 由于液体流过乳化液泵的吸排液阀、各

【作者简介】吴宝(1982-), 男, 中国安徽桐城人, 本科, 工程师, 从事机电一体化研究。

种弯曲的管路等局部元件和配套管件时,造成流通截面、流动方向的急剧变化,从而增大了流体间的摩擦、碰撞以及形成的漩涡区等现象,这就势必引起了局部压力损失。而提供到工作面的总压力损失是沿程压力损失与局部压力损失之和。这些不可避免的沿程压力和局部压力损失,达到一定的损失量后,从液压输出的工作压力输送到工作端就会产生压力不足的现象,从而导致工作端支撑力达不到要求。一旦达不到工作要求,工作面液压支架就会支撑力不足,导致支架接顶不实,支护能力不足,如果多组成片达不到要求,就一定会导致顶板回采中垮落,从而产生严重的生产事故,是我们必须采取措施进行避免的^[2]。

第一,沿程压力损失的计算。

设乳化液在管路里做稳定的层流运动,输送管路的长度为L,由计算可知在输送管路长度L范围内的流量为:

$$q = \frac{\pi h_{\gamma} d^4}{128 \mu l} \quad (1)$$

$$h_{\gamma} = p_s - p_t \quad (2)$$

其中,q为流量;h_γ为层流时的压力损失,MPa; p_s为液泵出口压力,MPa; p_t为工作面入口压力,MPa; d为管路内径,mm; μ为动力粘度,Pa·s。

供液平均流速为:

$$v = \frac{q}{A} = \frac{h_{\gamma} d^2}{32 \mu l} \quad (3)$$

其中,A为供液管路的截面积, $A = \frac{\pi d^2}{4}$ 。

由公式(3)可知,管路层流压力损失为:

$$h_{\gamma} = \frac{32 \mu l}{d^2} v \quad (4)$$

第二,局部压力损失计算。

局部压力损失计算往往要通过经验公式进行计算,其计算公式如下:

$$P_{\tau} = \xi \frac{\rho v^2}{2} \quad (5)$$

其中,ξ为局部阻力系数,查表后取9;ρ为乳化液密度,ρ=890kg/m³。

通过分析得知,管路压力损失 $P_s = \frac{32 \mu l}{d^2} v + \xi \frac{\rho v^2}{2}$ 。

由计算公式可以分析得出以下总结:

管路越长,压力损失就越大;流速越大,压力损失就越大;供液管路直径越小,压力损失就越大。

②解决方法:尽量不采用远距离供液方式,减少管理损失,增加供液管理的直径,增大供液流量,降低压力损失。

3.2 阀体组件密封不严导致流量损失

①原因分析:液泵工作时,柱塞腔内的最低压力必须始终大于乳化液的饱和压力,否则就会引起柱塞腔内的工作液体汽化,造成柱塞与液体脱流,引起噪声和振动,产生气蚀现象。而气蚀就会腐蚀柱塞体和墙体内壁,破坏密封面,严重时就会产生裂纹,给液泵带来损坏。而要降低气蚀对泵体的损坏就要保证排液阀的正常开合,确保流量稳定。实际

使用时,将手摸到壳体吸液腔位置外部时,发现有震动或冲击感,表示吸液阀阀芯的开合处于非正常状态,也可能是吸液阀弹簧折断或是弹性力不足。另外,配合耳听的方式进行判断,如何某个阀体有压缩的冲击杂音,也能判断是阀体整体密封性能下降造成的。其原因可能是腔体内壁受到压力腐蚀作用,导致内壁与阀芯结合面处产生腐蚀沟痕,使得泵流量下降,产生脉动冲击所致。

②解决方法:拆除吸液阀,对阀内弹簧进行更换,更换主阀弹簧及阀体外圈的配套挡圈和密封圈。如发现气蚀沟痕严重,就需要对阀体外壳进行更换,避免事故扩大^[3]。

3.3 自动卸载阀无法正常卸载

①原因分析:液泵工作时,压力持续升高,无法正常卸载,导致安全阀保护超压泄露,或者是卸载达不到要求,持续保持高压而走内卸,导致乳化液温度不断升高出现超温,进而对卸载阀密封件造成二次伤害。主要原因是先导阀节流孔不畅通,通常是被细小杂质堵塞,导致主阀阀体内的高压液体无法及时排出泄压,使得自动卸载阀无法开启卸载回路;其次可能是先导阀内的阀杆磨损超标、铜滑套别卡或者是密封O型圈磨损、折断未得到及时更换,导致先导阀内卸口持续开启,压力无法实现自调节,高压液体不能完成卸载。再次,就是卸载阀内的主阀阀座与壳体结合面磨损超标,导致密封性能不符合要求,从而产生内泄漏,使得阀体无法完成卸载要求。

②解决方法:首先,及时高标准清理液箱,并把磁性过滤棒进行彻底清擦,确保液泵所吸取的液体清洁可靠。其次,对先导阀进行拆卸查验,清除阻尼孔内的杂质,对先导阀的阀杆及密封件查验校核,及时更换磨损超标件或损坏的密封圈。最后,更换主阀阀座,并及时对吸液阀阀堵进行紧固,从而降低密封不严产生泄漏而对液泵运行产生不利影响。

3.4 工作面流量不够或脉冲严重

①原因分析:首先,是工作面使用过程中,操作液压元器件,突然发现流量不够,这可能是液压主管路出现了破损泄露,或者是支架的控制阀片及操作千斤顶有较严重的串液现象,导致流量损失而出现不能满足要求的现象。其次,是液泵吸液阀的阀芯弹簧折断或者单向阀锥面贴合壳体不严,出现高压排液未完全从排液口排出,而是从吸液口泄露,阻断了吸液能力。最后,是液泵在维修完成后,尤其是对阀体组件或者自动卸载阀维修后,未及时排除系统内的空气,导致吸液系统吸液不充分,出现流量不足甚至脉冲严重的故障现象。

②解决办法:首先,查验吸液阀零件的完好和密封情况,对损坏或者磨损超标的零件要及时更换。其次,定期对主阀阀芯弹簧进行预防性的更换,避免主阀阀芯组件损坏的情况发生。最后,检修完成后的吸液系统要进行排气处理,具体办法可以通过松动安全阀后,点动开液泵,将系统内的空气及时排尽。另外,也可以对缓冲氮气瓶及时查验压力变化,

达不到要求的,要及时更换。

3.5 液泵或供液系统出现异常温升

①原因分析:供液系统出现的异常温升,大概率可能是工作面控制阀片串液严重或自动卸载阀异常连续卸载而产生的。同时也可能是当高压液体流过先导阀,由于阀杆上密封损坏、铜环卡滞、调节节流孔堵塞等原因,而导致液体产生异常摩擦而升温。另外就是油箱内加入了过多的润滑油,导致壳体散热不畅,出现油温过高。也有可能是对液箱的密封散热做的不好,比如箱体上面加遮帆布或者其他杂物,导致箱体散热不畅,再就是液泵工作地点通风不畅,环境散热能力不足,而导致温度异常上升。

②解决办法:首先,液压支架工对工作面串液严重的阀片要及时更换密封,对损坏的千斤顶必须利用检修班进行更换。其次,检修自动卸载阀,把磨损超标的零件进行更换,对堵塞的部位进行疏通处理,定期清洗乳化液箱,保持液箱表面无遮盖物,增加通风条件,确保散热系统正常工作。最后,主动查看油箱油位变化,将多余的润滑油及时排除。如果在未加注新油的情况下,液位依然较高,建议要查验一下冷却铜螺旋管是否有泄露,如果有泄露,就会发生乳化液混入油箱,从而导致液面异常升高情况出现。此种情况就要找到泄露点,对泄露螺旋管进行修复或更换处理。

4 提高乳化液泵安全可靠运行的措施

为了保证在生产班次乳化液泵安全可靠运行,必须从日常维护和使用管理方面进行协调管理,做到隐患排查及时,解决实际问题得当,才能保证液泵的运行安全。

4.1 在日常的维护和检修中必须做到以下几点

认真执行日检项目各项内容。日常检查是对保证液泵可靠运行最有效的方法,从现场总结的经验来看,重点检查以下几个方面:

①曲轴箱中的油位,充油必须加注到油位中线处,并结合液泵所在位置坡度情况进行综合考虑。

②检查各重要连接位置是否松动,如滑块前端的M52×2的螺纹压套,如有松动必须及时拧紧。

③查验自动卸载阀的压力是否正确,对压力不符合要求的,要及时调整先导阀的调节螺母。

④柱塞与密封填料的密封性:现场可以用灯照方法查看密封,正常情况下密封填料处会有液体滴落,但如果低落成线,则必须更换密封。

⑤注意液箱的液位及积垢情况,应及时补充液体和清洗污垢,不使泵吸空和阻塞。

⑥如遇异常声响,温度过高(超过80℃)剧烈的抖动等异常情况,应立即停泵检查。

⑦两台液泵从泵自卸载阀到液箱的连接管路,常出现管路交叉摩擦、管路磨损而损坏。对管路相互摩擦接触的部位进行隔离处理,达到延长管路使用寿命的目的。

4.2 在使用管理方面必须做到以下几点

①合理选择液泵使用位置,尽量避免远程供液,采取移动设备列车的方式,降低压力和流量损失,从而提高使用效率。

②液泵安装位置要尽量选择干净、平整、宽敞、顶板条件良好的工作地点,对轮安装时要严格落实间隙要求,保证电机轴和泵轴同轴度符合要求,对轮要留有2~4mm的间隙。

③在检修调整柱塞密封压缩量时,不能将螺母压得过紧。柱塞密封在更换时,必须整套一起更换,安装缸套密封时,要涂抹锂基脂,减少硬装卸。

④在更换轴瓦调节间隙时,要保证间隙控制在0.02~0.05mm。如没有测量工具,可以用长钎杆撬动连杆合件,以经验感知判断,标准是到要动却又撬不动为标准。

⑤先导阀的蝶形簧片如果弹性不足,就要及时更换。井下如没有备件,但不能耽误生产,也可以将簧片两片重合再翻转180°后对面压缩使用,以解燃眉之急。

⑥机械结构连接紧固部位要牢固可靠,达到拧紧力矩,在运行一段时间后,用力矩扳手再拧紧一次。运动副部位要间隙适当,间隙过小就会加大摩擦消耗,产生额外热量;间隙过大就会造成振动和噪音的事故现象。

⑦发现高压胶管有反常抖动时,应检查供液压力和供液过滤器是否堵塞,一旦堵塞,必须及时清洗干净。

5 结语

结合工作面液泵检修的实际,系统性的阐述了常见的液泵工作原理和使用过程中的主要故障,并对产生的原因进行了专业的分析,同时给出了实用的解决办法。另外,还从使用维护角度出发,总结了日常检修的主要内容和需要关注的关键问题,讲解了关键零部件的安装工艺要求和值守注意事项,提出了预防和处理措施,极大的提高了现场工人工作的安全可靠,实现了降噪提效,节能环保。该论文对煤矿的安全生产具有十分重要的现实指导意义。

参考文献

- [1] 王启广,石熙年,万柏群.液压传动(第2版)[M].北京:中国矿业大学出版社,2006.
- [2] 焦文华.煤矿乳化液泵站常见故障的分析处理及预防[J].科技创新,2019(14):43-44.
- [3] 程军.乳化液泵站常见故障的分析处理及预防措施[J].煤矿开采,2010,15(2):75-77.