

39. 安装、使用和故障诊断

39.1 安装调试

39.1.1 安装

液压系统的安装是液压系统将来能否正常可靠运行的一个重要环节。液压系统安装工艺不合理,甚至出现安装错误,将会造成液压系统无法运行,给生产带来巨大的经济损失,甚至造成重大事故。因此必须重视液压系统安装这一重要环节。

(1) 安装队伍的组成

液压传动系统虽然与机械传动系统有大量相似之处,但液压传动系统确实有它的特性。经过专业培训,并有一定安装经验的人员才能从事液压系统的安装。

对于一个大型液压系统,例如机械厂的一台加工中心,冶金行业的连铸、连轧液压系统等,承担这样的大型液压系统安装和调试的队伍必须具备以下基本条件:

- 要有几位(最少一位)液压专家水平的工程技术人员,主管液压系统的安装。
- 要有具备液压专业水平的中级技术职称的中青年技术人员。他们是安装调试具体工艺的实施者,也是各个安装调试环节的责任者。
- 要有一批具有液压安装调试经验的技术工人。他们是安装工艺的执行者,他们的水平高低,直接影响到安装的质量。
- 必须有基本的安装调试设备及仪表等。
- 必须有安装液压系统的成功经历。

(2) 审查液压系统

主要是审查该项设计能否达到预期的设计目标,能否实现机器的动作和达到各项性能指标。安装工艺有无实现的可能性。全面地了解设计总体各部分的组成,深入地了解各部分所起的作用。

对所要安装的液压系统必须经过严格的技术审查。审查的主要内容包括以下几点:

A. 审查液压系统的设计

液压系统设计如何,是直接关系到液压系统能否正常运行的首要环节。一个拙劣的液压系统设计,是不可能获得正常运行效果的,更谈不上使用寿命了。有的液压系统安装后,就不能正常运行,经千方百计调

整改进还是不能承担应有的生产任务,结果不得不重新改造或设计液压系统,这都是不负责任的拙劣的设计者造成的。

审查评价液压系统的设计者,不能看设计单位“牌子有多大”,必须看直接设计者的技术水平与思想品质,必须严防为了私利坑害用户者。

B. 鉴定液压系统原理图的合理性

鉴定液压系统原理图要看这个液压系统对工况的适应性,即液压系统中各个回路的相容性,也就是回路之间要匹配,不得互相干扰。要确认每一个液压元件的地位、规格、性能参数、质量的合理性。

C. 评价液压系统生产厂制造工艺水平

液压系统不是任何一个机械厂都能制造的,必须是液压专业机械厂才能承担液压系统的制造任务。一般而言,名牌厂的产品质量较佳,可信度差的工厂生产的产品会给安装带来麻烦。

D. 检查并确认液压系统的净化程度

净化达不到应有标准的液压系统不能安装。因此要检查液压系统制造厂家提供的技术资料,液压系统净化记录及出厂验收质量标准,液压系统净化达标的确认单位,从而确认液压系统应达到的净化标准。

E. 液压系统零部件的确认

液压系统安装前,要按图纸、零部件清单,核对零部件的数量,确认所有液压元件的质量状况。伪劣产品、假冒产品不得安装。

(3) 安装前的技术准备工作

液压系统在安装前,应按照有关技术资料做好各项准备工作,这是安装工作顺利进行的基本保证。

A. 技术资料的准备与熟悉

液压系统原理图、电气原理图、管道布置图,液压元件、辅件、管件清单和有关元件样本等,这些必要的图纸和资料都应准备齐全,以便工程技术人员对具体内容和技术要求逐项熟悉与研究。

B. 物资准备

按照液压系统图和液压件清单,核对液压件的数量,确认所有液压元件的质量状况。切不可使用已有破损和有明显缺陷的液压元件。检测液压系统工作压力大小的仪器是压力表,压力表不准确,将会导致压力

误调,使液压系统发生故障。因此要严格检查压力表的质量,查明压力表校验日期。对校验时间过长的压力表要重新进行校验,确保准确可靠。

C. 质量检查

液压元件的技术性能是否符合要求,管件质量是否合格,将关系到液压系统工作可靠性和运行的稳定性。要使液压系统运行时少出故障,不漏油,液压系统的安装人员一定要把好质量关。

液压元件在运输或库存过程中极易被污染和锈蚀,库存时间过长会使液压元件中的密封件老化而丧失密封性,有些液压元件由于加工及装配质量不良使性能不可靠。所以对液压元件必须进行严格的质量检查。

(A) 液压元件质量检查

- 各类液压元件型号必须与元件清单一致。
- 要查明液压元件保管时间是否过长,若超过保管期限,或保管环境不合要求,应注意液压元件内部密封件老化程度,必要时要进行拆洗、更换,并进行性能测试。

- 每个液压元件上的调整螺钉、调节手轮、锁紧螺母等都要完整无损。

- 液压元件所附带的密封件表面质量应符合要求,否则应予更换。

- 板式连接元件连接平面不准有缺陷。安装密封件的沟槽尺寸加工精度要符合有关标准。

- 管式连接元件的连接口螺纹不准有破损和活扣现象。

- 板式阀安装底板的连接平面不准有凹凸不平缺陷,连接螺纹不准有破损和活扣现象。

- 将通油口堵塞取下,检查元件内部是否清洁。

- 检查电磁阀中的电磁铁芯及外表质量,若有异常不准使用。

- 各液压元件上的附件必须齐全。

(B) 液压辅件质量检查

- 油箱要达到规定的质量要求。油箱上附件必须齐全。箱内部不准有锈蚀,装油前油箱内部一定要清洗干净。

- 所领用的滤油器型号规格与设计要求必须一致,确认滤芯精度等级,滤芯不得有缺陷,连接螺口不准有破损,所带附件必须齐全。

- 各种密封件外观质量要符合要求,并查明所领用密封件保管期限。有异常或保管期限过长的密封件不准使用。

- 蓄能器质量要符合要求,所带附件要齐全。查明保管期限,对存放过长的蓄能器要严格检查质量,不符合技术指标和使用要求的蓄能器不准使用。

- 空气滤清器用于过滤空气中的粉尘,通气阻力不能太大,保证箱内压力为大气压。所以空气滤清器要有足够大的通过空气的能力。

(C) 管子和接头质量检查

a. 管子的材料、口径、壁厚和接头的型号规格及加工质量都要符合设计要求。

b. 所用管子不准有缺陷。有下列异常,不准使用:

- 管子内、外壁表面已腐蚀或有显著变色。

- 管子表面伤口裂痕深度为管子壁厚的10%以上。

- 管子壁内有小孔。

- 管子表面凹入程度达到管子直径的10%以上。

c. 使用弯曲的管子时,有下列异常不准使用:

- 管子弯曲部位内、外壁表面曲线不规则或有锯齿形。

- 管子弯曲部位其椭圆度大于10%以上。

- 扁平弯曲部位的最小外径为原管子外径的70%以下。

d. 所用接头不准有缺陷。若有下列异常,不准使用:

- 接头体或螺母的螺纹有伤痕、毛刺或断扣等现象。

- 接头各接合面加工精度未达到技术要求。

- 接头体与螺母配合不良,有松动或卡涩现象。

- 安装密封圈的沟槽尺寸和加工精度未达到规定技术要求。

e. 软管和接头有下列缺陷的不准使用:

- 软管表面有伤皮或老化现象。

- 接头体有锈蚀现象。

- 螺纹有伤痕、毛刺、断扣和配合有松动、卡涩现象。

f. 法兰件有下列缺陷不准使用:

- 法兰密封面有气孔、裂缝、毛刺、径向沟槽。

- 法兰密封沟槽尺寸、加工精度不符合设计要求。

- 法兰上的密封金属垫片不准有各种缺陷。材料硬度应低于法兰硬度。

D. 液压元件的拆洗与测试

液压元件在运输或库存期间易侵入污染物和锈蚀。新的液压元件内部也有可能残留未清除尽的污

物。对这些元件必须拆洗、清除污物。确认未被污染的液压元件可不拆洗。但需进行性能检测,质量检验。若性能、质量有问题要与生产厂联系解决。具备技术条件的单位,可以自行拆洗检查,然后重新组装测试,以确保液压元件使用可靠。

(A) 拆、洗、装时的注意事项

用户如果不具备一定条件,切勿随意拆装。

• 分解液压元件应在净化室中进行。若无此环境,也应在封闭的车间中进行。严禁在露天、棚子、杂物间和库房中分解装配液压元件。元件的拆装间最好和机加车间分开。

• 要熟知液压元件的结构、工作原理和特性。要熟知拆卸顺序和工艺方法。不得损坏零部件、特别是不得损坏密封件。

• 允许用煤油、汽油以及和液压系统所用同牌号的液压油清洗,不得使用与液压系统牌号不同的液压油清洗。清洗后的零件应放入带盖子的容器中,并注入同牌号液压油。至于液压元件生产厂所采用的清洗方法详见本书 37.9 液压元件去毛刺、清洗工艺。

• 清洗后必要时,可用干燥清洁的压缩空气吹干零件。不得使用可能被污染的气体吹,也不得用棉、麻、化纤品擦拭,防止脱落纤维污染系统。

• 拆洗过程中,检查零件、密封状况,不符合要求的应更换。

• 装配时切勿把零件、密封件错装或漏装。要严格执行精密机械装配工艺手段与规范。反对野蛮装配。

• 装配完的液压元件,所有进出油口要用塑料塞子堵上。

(B) 液压元件安装前的测试

液压元件的测试是对拆洗、装配完的元件或领用的新元件进行技术指标测定和试验。各类液压元件均应用系统同牌号的油进行循环运转式清洗,然后换清洁的系统用油,才能进行测试。测试程序是先进行低频、空载、低压、小流量跑合,然后进入正式测试。测试应按出厂标准、专业标准或国家标准规定的方法、设备、项目进行。其主要项目简述如下:

• 液压泵、液压马达要测试运转状况、容积效率、额定流量、额定转速、额定压力、压力摆差、噪声等。

• 液压缸测试运动状态、内外泄漏、缓冲效果、启动压力、行程、速度、输出力等是否要求在要求范围内。同时要观察有无爬行和振动。

• 方向控制阀测试换向状况、换向是否平稳、通油

能力、换向时间、内外泄漏等。电磁换向阀要测电磁铁的有关参数。

• 压力控制阀测试调压状况、工作运行状况、内外泄漏等。

• 流量控制阀测试调节状况、工作运行状况、内外泄漏等。

• 蓄能器要按设计数据进行充气试压、测试其性能,校验合格后将气放净,放气应缓慢进行。

• 冷却器首先要通水或通油检查,若有泄漏应立即排除。然后进行性能试验,测其冷却效果是否达到规定指标。

• 压力表开关虽是一个简单的元件,但是多路压力表开关,由于质量问题易使系统产生较大的故障。因此要测试各测压点是否正确,压力损失是否过大,控制是否灵敏等。

所有被测试的元件都要达到产品样本上所规定的主要技术指标,未达到主要技术指标的元件,不准装在设备上。已测试达到要求的元件用塑料塞子将油口堵住,并用塑料布包好,以防被污染。

测试液压元件要有试验台和平台,以及仪表和管件等。所以应根据本单位的液压设备上所用的液压元件种类,配备一台综合试验台。图 39.1-1 提供一个简易液压试验台的液压原理图,利用此试验台可测试泵、阀等液压元件。

(4) 液压管道安装要求

液压管道安装是液压设备安装的一项主要工程。管道安装质量的好坏是关系到液压系统工作性能是否正常的关键之一。这部分内容在本书 38“液压系统组装机”中已详述,此处不再重复了。

(5) 液压件安装要求

(详见本书 38“液压系统组装机”)

(6) 液压系统清洗

液压系统安装完毕后,在试车前必须对管道、流道等进行循环清洗。清洗是减少液压系统故障的重要措施。新安装的设备要进行清洗,使用运行一定阶段的液压设备也必须进行定期清洗。因为液压装置经过长期工作后,油液劣化、橡胶落渣、金属磨损物等污染物将会影响系统正常工作。液压系统清洗,单机或自动线均可利用本设备上的液压泵作为供油泵,临时增加一些必要的元件和管件,就可进行清洗。清洗的方法要点简述如下:

• 首先应将环境和场地清扫干净。

• 清洗的第一阶段,清洗液要选用低粘度的专用

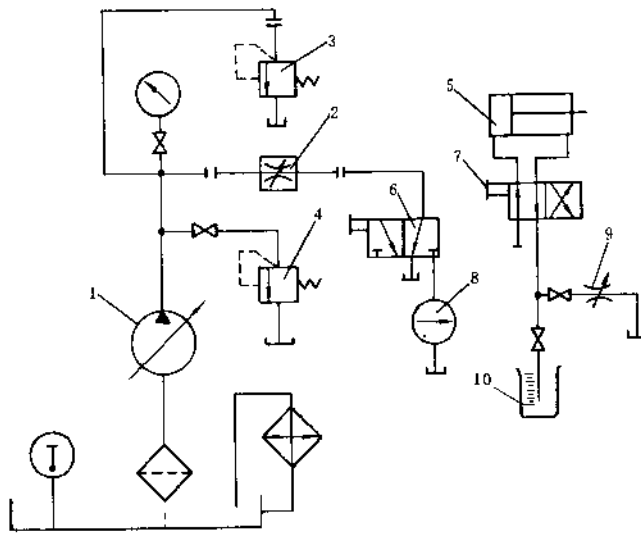


图 39.1-1 简易试验台液压系统

1—被试泵或供油泵;2—被试流量阀;3—被试压力阀;4—调压阀;5—被试液压缸;6—换向阀;7—换向阀;8—流量阀;9—节流阀;10—量杯

清洗油,或本系统同牌号的液压油。

• 清洗工作以主管道系统为主。清洗前将溢流阀压力调节到(0.3~0.5)MPa,对其它液压阀的排油回

路要在阀的入口处临时切断,将主回路连接临时管路,并使换向阀换向到某一阀位,使油路循环。清洗油路见图 39.1-2。

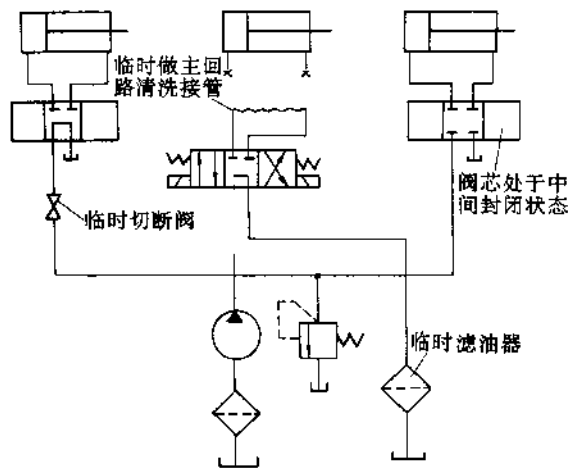


图 39.1-2 清洗油路

• 在主回路的回油管处临时接一个回油滤油器。滤油器的过滤精度,一般液压系统的不同清洗循环阶段,分别使用 30 μ m、20 μ m、10 μ m 的滤芯;伺服系统用 20 μ m、10 μ m、5 μ m 滤芯,分阶段分次清洗。清洗后,液

压系统必须达到净化标准,不达净化标准的液压系统不准运行使用。

• 清洗过程中要轻轻地敲击管子,这样可收到除去水锈和尘埃的效果。清洗过程中要不断观察滤油器

堵塞状况显示的信号,滤油器发出信号后要及时更换滤芯。更换下来的纸滤芯、化纤滤芯和粉末冶金滤芯不得清洗再用,其它材质的滤芯,视具体情况而定,例如金属表面型(非深度型)滤芯反冲后仍可再用。

- 复杂的液压系统或自动线液压系统,可以按工作区域分别对各个区域进行清洗。

- 清洗后,将清洗油排尽,确认清洗油排尽后,才算清洗完毕。

- 确认液压系统净化达到标准后,将临时增设的管路拆掉,并把管路恢复到原设计系统。在拆卸后要确保清洁,安装时有关元件、管道的安装要牢固可靠。

- 按液压设备说明书上规定的油品加油,加油过程必须有过滤环节,严防系统再被污染。

39.1.2 调试

(1) 调试目的

不管是新制造的液压设备,还是经过大修后的液压设备,在安装完毕后,都要经认真地调试,才能投入生产运行。

液压元件组成液压回路,液压回路组成液压系统,液压系统组成液压生产线。在安装前各个技术环节都是准确无误的前提下,液压系统和液压生产线能否按设计要求进行正常的生产运行,调试是具有决定性作用的一个环节。一些液压系统由于调试不当或有误,使液压设备长期在非理想工况下运行,甚至在错误的技术条件下运行,使液压设备故障接连发生,这种状况必须在正确合理地调试中予以避免。

具体地说,调试应达到以下一些目的:

- 检查、发现、修正设计、制造、安装中的不足与缺陷。如某些局部设计时考虑不周到,温升过高,噪声过大,冲击振动等;制造安装中液压元件选用不当或有质量问题等。

- 调试液压元件、液压回路在液压系统或液压自动生产线中的各种参数和职能,以及其相互间匹配、连锁和顺序动作等性能。

- 调试各种液压信号、电信号以及仪表的灵敏度、准确度和可靠性。

- 评价液压系统运行水平,质量状况,生产能力,启动操作特点等。

- 确定液压系统投产运行的条件及投产运行时间。

- 专家带队调试,可以培训工程技术人员和操作、维护技术工人。

- 记录调试中第一手资料,纳入设备档案,作为日后诊断排除液压系统故障时的参考资料。这也是液压

系统维护保养的技术依据。

(2) 调试准备工作

- 由液压技术专家牵头,由液压技术人员与液压技术工人组成调试队伍。

- 认真熟悉液压系统工作原理,设计意图和设计的要求;要了解液压系统中各个元件的技术性能,特别是要了解各个元件的生产厂家,以便确认每个元件的可靠性和在调试中可能出现的问题。

- 各种检测仪器和有关设备要准备齐全。各种备用的元器件以及必要的检测手段和方案都要准备好。

- 要研究液压设备的工作对象。对机床类液压设备要研究加工对象的性能、精度要求。对冶金、矿山等类液压设备要研究工况条件和负载特性等。

- 要制订出详细调试方案、工作步骤、操作规程以及有关技术责任等。

(3) 调试方法与步骤

- 确认液压系统净化符合标准后,向油箱加入规定的介质。加入介质时一定要过滤,滤芯的精度要符合要求,并要经过检测确认。

- 检查液压系统各部,确认安装合理无误。

- 向油箱灌油,当油充满液压泵后,用手转动联轴节,直至泵的出油口出油并不见气泡时为止。有泄油口的泵,要向泵壳体中灌满油。

- 放松并调整调压阀的调节螺钉,使调节压力值能维持空转即可。调整好执行机构的极限位置,并维护在无负载状态。如有必要,伺服阀、比例阀、蓄能器、压力传感器等重要元件应临时与循环回路脱离。节流阀、调速阀、减压阀等应调到最大开度。

- 接通电源,点动液压泵电机,检查电源接线是否正确。延长启动时间,观察空运转有无异常。按说明书规定的空运转时间进行试运转。此时要随时了解滤油器的滤芯堵塞情况,并注意随时更换堵塞的滤芯。

- 在空运转正常的前提下,进行加载调试,即压力调试。加载可以利用执行机构移到终点或挡铁位置,也可用节流阀加载,使系统建立起压力。压力升高要逐级进行,每一级为 1MPa,并稳压 5min 左右为宜。最高试验调整压力应按设计要求的系统额定压力或按实际工作对象所需的压力进行调节。不能超过设计规定的工作压力进行调节。最高试验调整压力按最高工作压力的 1.25~1.5 倍进行调试的说法是不妥的。对液压设备的用户来讲,不能按制造厂样机试验的试压调压程序进行。

- 压力试验过程中出现故障应及时排除。排除故

障时必须在卸压后进行。若焊缝需要重焊,必须将该件拆下,除净油污后方可焊接。

- 调试过程应详细记录,经整理由主管工程师签字后,纳入设备档案。

(4) 调试注意事项

- 不准在执行元件运动状态下调节系统的工作压力。

- 调压前应先检查压力表有无异常现象,若有异常现象,待压力表更换后再调节压力。

- 无压力表的系统,不准调压。

- 调压大小应按说明书规定的压力值或按实际使用要求的压力值调节。压力调节后应将调节螺钉锁住,防止松动。

39.2 使用维护

液压设备正确使用与精心保养,可以防止机件过早磨损和遭受不应有的损坏,从而减少故障发生,并能有效地延长使用寿命。对液压设备进行主动保养预防性维护,进行有计划地检修,可以使液压设备经常处于良好的技术状态,并发挥应有效能。

39.2.1 液压系统的使用保养要求

(1) 使用维护要求

为了保证液压设备能达到预计的生产能力和稳定可靠的技术性能,对液压设备必须做到:熟练操作、合理调整、精心保养和计划检修。液压设备使用时应符合下列要求:

- 按设计规定和工作要求,合理调节液压系统的工作压力和工作速度。压力阀、调速阀调节到所要求的数值时,应将调节螺钉紧固牢靠,防止松动。没有锁紧件的元件,调节后应把调节手柄锁住。

- 液压系统生产运行过程中,要注意油质的变化状况,要定期进行取样化验,若发现油质不符合使用要求,要进行净化处理或更换新油液。

- 液压系统油液工作温度不得过高,机床类液压系统,油液的工作温度不应超过 60℃,一般控制在 35~55℃ 范围内。其它行业的液压系统油液温度按使用说明书要求的范围进行控制。超过允许的温度使用范围,应检查原因并采取相应对策。

- 为保证电磁阀工作正常,应保持电压稳定,其波动值不应超过额定电压的 5%~15%。

- 不准使用有缺陷的压力表,不允许在无压力表的情况下工作或调压。

- 电气柜、电气盒、操作台和指令控制箱等应有盖

子或门,不得敞开使用,以免积污。

- 当液压系统某部位产生异常时(例如,油压不稳定,压力太低、振动等)要及时分析原因进行处理,不要勉强运转,造成大事故。

- 定期检查冷却器和加热器工作性能。

- 经常观察蓄能器工作性能,若发现气压不足或油气混合时,应及时充气 and 修理。

- 经常检查管件接头、法兰盘等的固定状况,发现松动及时紧固。

- 高压软管、密封件的使用期限,应根据具体的液压设备而定。大型重要流水线液压设备,要定期更换,一般为二年左右。对于工程机械类单机作业的液压设备,一般不漏油,不损坏就不必更换。

- 主要液压元件定期进行性能测定,并实行定期更换维修制。

- 定期检查润滑管路是否完好,润滑元件是否可靠,润滑油质量是否达到规定标准要求,油量是否充足,若有异常应及时排除。

(2) 操作保养规程

液压设备的操作保养,除应满足对一般机械设备的保养要求外,还有它的特殊要求。其主要内容如下:

- 操作者必须熟悉本设备所用的主要液压元件的作用,熟悉液压系统工作原理,掌握系统动作程序。

- 操作者要经常监视液压系统工作状况,特别是工作压力和执行机构的运行速度,确保液压系统工作稳定可靠。

- 液压系统起动前,应检查电磁阀和所有运动机构是否处于原始状态,油箱油位是否正常,若有异常,不准起动,应找维修人员进行处理。

- 冬季当油箱内油温未达到 25℃ 时,各执行机构不准开始按顺序工作,而只能起动液压泵电机使液压泵空运转,或启动电加热设备,使系统油液温度升高达到允许运转条件,才能进行正常运行。夏季工作过程中,当油箱内油温高于 60℃ 时,要注意检查温度控制状况,发现异常要通知维修人员进行处理,使油温降到允许的范围。

- 液压设备停机 4 小时以上,在开始工作前应先起动液压泵电机 5~10 分钟,使泵进行空运转,然后才能带压力正常工作。

- 操作者不准损坏电气系统的互锁装置;不准用手推动电控阀;不准损坏或随便移动各操纵挡块的位置。

- 未经主管部门同意,操作者不准对各液压元件

私自调节或更换。

- 当液压系统出现故障时,操作者不准私自乱动,应立即报告维修部门。维修部门有关人员应速到现场,对故障原因进行分析,并尽快予以排除。

- 液压设备应经常保持清洁,防止各种污染物进入油箱。

- 操作者要按设备点检卡上规定的部位和项目进行认真点检。

(3) 点检与定检

点检是设备技术管理的基础之一。液压传动装置的点检是按规定的点检项目,检查液压装置是否完好,工作是否正常。点检可从外观进行检查,听运转声音,或用简单工具、仪器进行测试。点检必须严格认真进行,因为点检可防止突发故障发生。点检第一手资料对确定修理项目,编制维修计划,故障产生的规律,以及液压元件的使用寿命都有很重要作用。

点检一般分两种,一是日常点检,由操作者进行。二是定期检查(也称定检),指的是时间间隔在一个月以上的点检,由维修工进行。点检卡要认真记录,并要纳入设备管理档案。

液压系统点检的内容:

- 所有液压阀、液压缸、管件是否有渗漏。
- 液压泵或液压马达运转时是否有异常噪声。
- 液压缸运动全行程中是否正常平稳。
- 液压系统中各测压点压力是否在规定的范围内,压力是否稳定。
- 液压系统中油液温度是否在允许范围内。
- 液压系统各部位有无高频振动。
- 油箱内油量是否在油标刻度线范围内。
- 电气控制或撞块(凸轮)控制的换向阀工作是否灵敏可靠。
- 行程开关或限位挡块的位置是否有变动,固定螺钉是否松动。
- 液压系统手动或自动循环时是否有异常现象。
- 定期对油箱内的油液进行取样化验,检查油液的污染状况。
- 定期检查蓄能器工作性能。
- 定期检查冷却器和加热器工作状况。
- 定期检查和紧固重要部位的螺钉、螺帽、接头和法兰螺钉。

39.2.2 定期维护内容与要求

定期维护是保证液压系统正常工作的重要措施。定期维护的主要内容有以下几方面:

(1) 定期紧固

液压系统在工作过程中由于外载变化,换向冲击,管道振动等原因,容易使管接头、紧固螺钉松动,若不定期检查和紧固,会引起各种故障发生,最常见的是泄漏。因此对受冲击影响较大的螺钉、螺帽和接头等进行定期紧固。具体做法是:对中高液压设备,其管接头、法兰盘螺钉、液压缸紧固螺钉和压盖螺钉、活塞杆止推或工作台的止推调节螺钉、蓄能器连接管路、行程开关和挡块固定螺钉等,应当每个月紧固一次。低压液压系统可以三个月紧固一次。紧固时,拧紧力要均匀,并应达到规定的拧紧力矩。

(2) 定期检查或更换密封件

目前弹性密封件材料,一般为耐油丁腈橡胶和聚胺脂橡胶。这类密封件长期使用,不仅会自然老化,而且因长期处于受压状态下工作,使密封件永久变形,丧失密封性,因此一般说来应定期更换。但在具体作法上,应讲究科学性,防止盲目性。为此应考虑以下几点因素:

- 对重大流水线液压设备,在正常运行的周期内(一般为二年),不允许发生停机故障,否则给生产带来重大损失。这样的液压设备应严格执行定期更换密封件制度。也就是说在停机大修时,所有密封件都应更换新件。

- 对单机作业,非连续运行的液压设备,例如工程机械类液压设备,可对检查有问题的密封件进行更换,无异常现象的一般不予以更换。

- 对所使用的密封件材料性能、寿命、使用环境条件,要有深入了解,再制订出更换密封件的周期。

(3) 定期清洗或更换液压件

液压元件在工作过程中,由零件之间互相摩擦产生的金属磨损物、密封件磨损物,以及液压件在装配时带入的各种污染物等随液流一起流动,它们之中有一部分被过滤掉了,但仍会有一部分积聚在液压元件的流道内,这将会损坏液压元件。因此要定期清洗液压元件。清洗周期也要视具体使用条件,特别是液压装置的环境条件而定。例如,铸造设备上的液压阀应每隔三个月清洗一次,液压缸应每隔一年清洗一次。其它液压设备应根据实际情况确定清洗周期。

定检时若发现磨损严重的液压件,影响液压系统正常运行,经调整修理无效者应更换新件。

定检时若发现某些零件,例如弹簧,疲劳到一定程度,丧失原有性能时也应更换新件。

(4) 定期清洗油箱与管道

液压系统工作时,油液中的污染物存留在油箱内,若不定期清除,存留量会越来越多,有时又被液压泵吸入系统中,使液压系统产生故障。油箱一般应半年清洗一次。

液压系统中的污染物常常会积聚在管子的弯曲部位和油路板的流通腔内,使用年限越久,管子内壁积聚的胶质也会越多,这样不仅增加油流的阻力,还容易凝结污染物。由于油液流动,污染物又可能被冲走,堵塞液压元件的阻尼孔,使液压元件无法正常工作。

对油路板、软管、可拆的管道应拆下来清洗。清洗周期应根据液压设备工作环境和污染情况而定。对大型自动线液压管道每隔三年应清洗一次。

(5) 定期更换滤芯

目前净化液压系统中的机械污染物的主要手段是在系统中的不同部位设置滤油器,不同档次的液压系统,过滤精度也不一样。但不管什么档次的液压系统,滤油器的滤芯是必须经常更换的。更换周期视滤芯堵塞状况而定,不管时间长短,只要堵塞了就应及时更换。特别重要的液压系统,定时时,滤芯虽未到报废程度,但已有足够的污垢,过油能力有所下降,也应更换,如军品系统。

39.2.3 液压件修理

液压元件标准化、通用化和系列化程度较高,因此一般都具有可维修性。液压元件经过修理和试验后,其技术指标和性能达到要求者仍可继续使用。用户若不具备一定条件,切勿自行修理。

(1) 更换修理法

液压系统由于某个元件发生故障,并一时难于排除时,可将该元件拆卸,换上合格的元件,先使设备正常运转。对拆下的元件进行检修,并在试验台上进行性能测试,符合要求就可作为备件待用。采用更换修理,要有更换的备件、修理用的易损件和测试用的试验台。

(2) 液压件可修理的内容与修理方法

液压元件使用到一定程度,由于零件磨损、疲劳或密封件老化失效,技术指标已达不到使用要求,虽然还未发展到完全不能用的程度,也应该进行修理。若不及时修理,继续使用下去,不仅使液压系统工作不可靠,而且会造成无法修复而报废的结果。

修理液压元件时,零件间相互配合应达到规定的间隙要求。常用液压元件修理的配合间隙如表 39.2-1 所示。

A. 齿轮泵或齿轮马达可修理的内容与方法

表 39.2-1 常用液压元件的配合间隙(供修理用)

液压元件名称与部位	配合间隙/mm
中低压齿轮泵 齿顶圆与壳体内孔 轴向间隙	0.05~0.10 0.04~0.08
中高压齿轮泵 齿顶圆与壳体内孔 轴向间隙	0.05~0.10 0.03~0.05
中低压叶片泵 叶片与转子槽 叶片与配流盘 转子与配流盘(轴向)	0.02~0.03 0.01~0.03 0.02~0.04
柱塞泵 柱塞与缸体上的柱塞孔 配流盘与缸体之间(轴向)	$d \leq 12$ 0.01~0.02 $d \leq 20$ 0.015~0.03 $d \leq 35$ 0.02~0.04 0.01~0.02
中低压滑阀 阀芯与阀套	$d \leq 16$ 0.008~0.025 $d \leq 28$ 0.010~0.03 $d \leq 50$ 0.012~0.035 $d \leq 80$ 0.015~0.04
高压滑阀 阀芯与阀套	$d \leq 16$ 0.005~0.015 $d \leq 28$ 0.007~0.02 $d \leq 50$ 0.009~0.025 $d \leq 80$ 0.011~0.03

注:d 分别表示柱塞、阀芯直径。

• 齿轮两侧面与泵盖之间磨损后,其配合间隙比产品图纸规定值增大在 30% 左右时,可用研磨的方法进行修复。

• 轴用旋转油封件或其它密封件失效,丧失密封性能时,应当更换密封件。对更换的新件质量要精心检查,安装时要注意唇口方向,注意保护唇口,不得损坏。

• 泵或马达的容积效率比规定值降低在 10%~15% 时,如果继续使用下去,不仅降低整个系统的效率,而且还会造成无法修复的后果。因此要及时进行检修。

B. 叶片泵或叶片马达可修理的内容与方法。

• 定子圈内表面有异常磨损,或有条痕存在,易造成压力波动和噪声。因此必须对定子圈内表面在专用磨床上进行修磨。如果定子圈内表面磨损不严重,可

用油石修磨,使内表面光滑。磨损严重不能修复应更换新件。

- 配流盘有条状划痕及其它缺陷时,用研磨的方法进行修复。

- 个别叶片磨损、胶粘、折断,应清洗修磨或更换新件。

- 转子端面有划痕、磨损点、金属胶合,须进行修研。同时要对叶片宽度和定子圈厚度作相应修磨,使转子、叶片、定子圈三者配合间隙达到表 39.2-1 中规定的数值。

- 旋转轴用油封或其它密封件失效,丧失密封性能时,应更换新件。要认真检查更换新件的质量,安装时要注意唇口方向,防止损坏唇口。

- 泵或马达的容积效率比规定值降低 10%~15% 时,必须进行检修。

C. 柱塞泵或柱塞马达可修理的内容与方法

- 柱塞与其配合的孔磨损后,其配合间隙比产品图纸规定值增大 15%~20% 时,应重新做柱塞,对孔进行配研修复。柱塞与其相配合孔的间隙应达到表 39.2-1 的规定值。

- 配流盘有磨损或有条状划痕,用研磨的方法进行修复。

- 转子端面有条状划痕或磨损,用研磨方法修复。

- 变量控制弹簧弹力不足时,将会影响变量性能,须更换弹簧。

- 变量控制阀的阀芯与阀孔磨损后,配合间隙比产品图纸规定值大 15%~20% 时,须做新阀芯并对阀孔进行配研修复。

- 泵或马达的容积效率比规定值降低 10%~15% 时,须进行检修。

- 旋转轴用油封或其它密封件失效,丧失密封性能时,应更换密封件。

D. 液压缸可修理的内容和维修方法

- 活塞表面有划痕,造成漏油,活塞杆表面锈蚀严重、镀铬层脱落,要进行磨削,再镀铬修复。

- 活塞杆上防尘圈损坏不起防尘作用,污染物易于进入缸内,使活塞杆表面损坏,应更换防尘密封件。

- 活塞杆弯曲变形值大于图纸规定值的 20% 时,必须进行校正修复。

- 液压缸内泄漏量超过图纸规定值的三倍以上时,应查找泄漏原因。若是密封件失效,应更换新件。若因磨损造成活塞与缸筒配合间隙过大,应重新做活塞,保证配合间隙。

- 液压缸两端盖处有外泄漏,原因可能是:密封件老化、破损,紧固螺钉松动;也可能是紧固螺钉过长,未压紧端盖。应针对具体原因进行处理。

- 缓冲式液压缸,缓冲效果不良时,对缓冲装置进行检修。若是采用单向节流阀的缓冲装置,应检查单向阀的密封性能和节流阀的调节性能;若是采用缓冲活塞作为缓冲装置时,应检查缓冲活塞与缓冲套的配合间隙,如有拉毛、拉沟或间隙过大,应按图纸要求修理。装配后还应对缓冲性能进行试验。

E. 液压阀可修理内容与维修方法

- 阀芯与阀套磨损后,配合间隙比产品图纸规定值增大 20%~25% 时,须做新阀芯与孔进行配研修复。

- 锥阀芯与阀座的圆锥面接触不良,封闭性能差时,应进行配研修复。

- 调压弹簧弯曲,变弱或折断时,应更换新弹簧。

- 密封件老化、失效,应更换新密封件。

- 阀类元件出现工作失常,如卡死、失灵、迟缓等现象时,应进拆洗检修。

(3) 液压元件修理测试的主要内容

液压元件修理后,必须进行技术性能测试,这是考核液压元件修理质量的手段。通过试验来确定是否达到使用标准和使用要求。

液压元件的试验要有一台试验台。试验台结构可以简单一些。修理后元件的测试项目要比元件出厂试验的项目少,而且要求可低一些。

液压元件修理后必须测试下列项目:

A. 液压泵测试项目

压力 压力是液压泵主要性能参数,所以要做额定压力测验。

排量 排量也是液压泵的主要性能参数。在额定转速和额定压力下测试液压泵的排量。

容积效率 容积效率是衡量液压泵修理装配质量的一个重要指标。修理后的液压泵容积效率不得低于规定值。计算公式为

$$\text{容积效率} = \frac{\text{满载排量(公称转速下)}}{\text{空载排量(公称转速下)}} \times 100\%$$

总效率 总效率也是衡量液压泵修理质量的重要技术指标。计算公式为

$$\text{总效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\%$$

运动平稳性 在额定转速下,空运转或负载运转都要平稳,无异常噪声和振动现象。

压力摆差 压力摆差也是液压泵的一个重要性能参数。因此,压力摆差值不能超过规定的指标。

变量机构性能试验 变量机构的性能好坏,反映泵的制造质量和修理质量。因此,对变量泵要进行变量特性试验,并要达到变量机构动作灵敏、准确可靠,达到规定的技术要求。

测量泵壳温度 对轴向柱塞泵应测量外壳温度,其温升范围不得超过规定值。

有外泄漏 液压泵不准有外泄漏现象。

B. 液压马达测试项目

液压马达测试项目除以下几点外,其余与液压泵相同。

容积效率 计算公式为

$$\text{容积效率} = \frac{\text{空载排量(相应转速)}}{\text{满载排量(同上相应转速)} + \text{泄漏量}} \times 100\%$$

低速稳定性试验 要求液压马达在低转速时不产生“爬行”。试验最低稳定转速不得高于规定值。

启动转矩试验 在最大排量、额定压力时,启动转矩应符合设计要求或满足使用要求。

C. 液压缸测试项目

运动平稳性 在空载下,对液压缸进行全行程往复运动试验,运动应平稳。

最低启动压力 最低启动压力是衡量液压缸制造质量和修理质量的重要技术指标。要求最低启动压力不超过规定值,或满足使用要求。

最低稳定速度 它是考核液压缸装配质量的指标。要求液压缸在最低速度运动时无“爬行”、无振动等不正常现象。

内泄漏量 液压缸内泄漏量是指液压缸有负载时,通过活塞密封处从高压腔流到低压腔的流量。在额定压力下进行测量,其值不能超过规定值。

耐压试验 被试液压缸公称压力 $\leq 16\text{MPa}$ 时,试验压力为其公称压力的1.5倍,保压1分钟以上;被试液压缸公称压力 $\geq 16\text{MPa}$ 时,试验压力为其公称压力的1.25倍,保压2分钟以上,不得有内外泄漏等不正常现象。

缓冲效果 对带有缓冲装置的液压缸要进行缓冲性能及效果试验。试验时按设计要求的最高速度往复运动,观察其缓冲效果,按设计要求和实际使用要求确认缓冲性能优劣。

D. 方向控制阀测试项目

换向平稳性 换向阀在换向时应当平稳。换向冲击不应超过规定值。

换向时间或复位时间 换向阀主阀芯换向时应灵

活,复位迅速,到位准确。换向压力和换向时间的调节性能必须良好。换向时间和复位时间不得超过规定值,或按使用要求考核。

压力损失 在通过额定流量时,压力损失不得超过规定值,或按使用要求考核。

内泄漏 在额定压力下,测量内泄漏量,不得超过规定值,或按使用要求考核。

外泄漏 在额定压力下,在阀盖处不得有外泄漏现象。

E. 压力控制阀测试项目

调节压力特性 在最低压力至额定压力范围内均能调节,压力值稳定,调节螺钉灵敏、可靠。

压力摆差 压力摆差的大小反映该阀的稳定性。压力摆差不得超过规定值,或按使用要求考核。

压力损失 在额定流量下,测量阀的压力损失,应在允许范围内。

内外泄漏 在额定压力下,测量内外泄漏不得超过规定。

F. 流量控制阀测试项目

流量调节特性 在最小流量至最大流量范围内均能调节。调节机构灵敏可靠,流量值稳定。

稳定性 调速阀又称速度稳定阀。当调节调速阀节流开口时,通过节流口的流量应稳定,其变化量不得超过规定值。

内外泄漏量 在额定压力下,测量内外泄漏量,不得超过规定值。

39.2.4 机械设备液压部分的修理

修理液压设备时,机械、电器部分修理一般是不太难的。而液压系统的修理,无论在修理项目和修理具体内容上都有特殊要求。

(1) 机械设备液压部分小修理内容

设备小修理(一级保养)是全员参加的生产维修,以操作者为主体,并在维修工人的参与指导下,对设备局部解体检查,清洗净化。具体内容有以下一些方面:

- 检测油箱油液,油液变质,须更换新油。若未变质,但已被污染,应过滤净化。过滤精度应符合系统油液污染度要求。特别注意选用合格的滤芯。
- 清洗滤网,空气滤清器,若发现损坏或污染严重,应更换新件。
- 清洗净化油箱内外表面。
- 有泄漏的接合面,应清洗后更换密封件,紧固结合螺钉。
- 紧固有松动的接头、压盖和法兰盘上的紧固螺

钉。

- 更换被压扁的管子。
- 排除某些部位的外泄漏。
- 检测电磁铁、压力继电器、行程开关的性能,接线是否良好。
- 调节机构调节是否准确,锁紧螺母有否松动。
- 所有仪表是否在良好的工作状态。

(2) 机械设备液压部分大修理内容

- 液压缸要更换密封件。活塞杆、活塞、柱塞、缸筒等若损坏,应进行修复。若无法修复,应更换新件。
- 所有液压阀均应清洗,更换密封件、弹簧等易损件。对磨损严重,技术性能不能满足使用要求的液压元件,应检修或更换新件。
- 液压泵应进行检测与修理,性能达到要求的才能继续使用。无法修复的应更换新泵。
- 压力表应进行检测校正,不合质量指标,应更换新压力表。新压力表必须灵敏、可靠、字面清晰、指示准确。压力表开关应灵敏、可靠。
- 所有管子都要清洗干净。更换被压扁的管子,不准使用有明显坑点、敲击斑点、锈蚀严重的管子。高压胶管外皮有破损、有老化裂纹等缺陷应更换新件。
- 净化液压油,净化油箱内外表面。检查滤油器的滤油性能,确认滤芯是否能达到要求的过滤精度。
- 油箱上一切附件要齐全,油位指示器要清晰、明显。全部回油管均应插入油面以下,以防产生泡沫和带入空气。
- 液压系统在规定的工作速度和工作压力范围内运行时,不应发生异常振动和噪声,以及明显的冲击等现象。
- 一般液压系统工作时油箱内不应产生泡沫、油温不应超过 55℃。当环境温度高于 35℃ 时,液压系统连续工作 4 小时,油温不应高于 65℃。若机器的说明书有明确规定时,按说明书的要求控制温度。

39.2.5 液压系统的主动保养预防维护

维护是防止机器发生故障和过早失效、保证机器可靠运行的一系列措施。在过去的一些年代里,常常是在机器发生故障时才进行维修,这样,必然要花费很大的费用,并因停产而带来巨大的经济损失。

今天,随着工业技术的发展,维护的经济效益越来越被人们所重视。因此,维护的策略在日益完善和发展。这里提出的主动保养预防维护就是维修技术工程近年来兴起的新策略。

(1) 主动保养预防维护新策略

当前,维护的方法主要有以下几种:

A. 定期检修

根据经验,机器故障档案资料,失效趋势分析,按工作小时(或年)、行程(公里数)或循环次数而进行定期修理与维护。

定期检修对防止机器严重故障发生,避免停产有决定性作用。特别是大型联动流水线设备,一定周期内分别进行小修与大修是非常必要的。但这种定期检修有时由于情况变化,或未估计到的因素,故障有可能突然发生在按计划安排的维修之前。有时按计划进行维修时,机器被拆开的某些部位没有出现任何磨损或损坏迹象,因而形成人力和物力的浪费。据统计分析,定期检修有三分之一的费用被浪费了。

B. 检测维修

通过仪器监测机器失效征兆及其发展,经过专家分析与决策,在机器发生故障之前进行维修。

检测维修是以对系统工况进行监测为依据的。所监测的内容是反映材料磨损和性能下降的早期失效征兆。如油液中的磨粒含量和特性,系统的振动、噪声、温升等。根据检测的失效征兆可以诊断失效程度和故障部位。虽然检测维修不能准确预报故障发展的确切时间,但可以预先警告维护人员需要及时采取维修措施,避免发生严重的停机故障。但应认识到,由于失效征兆只有在材料发生磨损和性能出现下降以后才能检测出来,因此,检测维修不能彻底达到延长元件寿命和降低故障出现频率的目的,但可减轻故障的严重性。所以检测维修仍然是非常重要的,是目前仍在发展的维护手段。

C. 主动保养预防维护

主动保养预防维护是在机器开始发生失效(材料磨损和性能下降)之前采取的维护活动。它通过监测可得到导致系统失效的根源性参数,并及时纠正根源性异常工况,以保持机器健康的工作状态。如油液污染度、物体的物理和化学性能,以及温度等。通过维护措施保持基本参数在允许范围内,以达到防止故障发生和延长元件寿命的目的。

主动保养预防性维护与检测维修的区别可以从图 39.2-1 所示的失效曲线看出。主动保养预防性维护的目的是保持失效发生前的曲线水平段,并尽可能向右延伸,以延长机器的寿命。

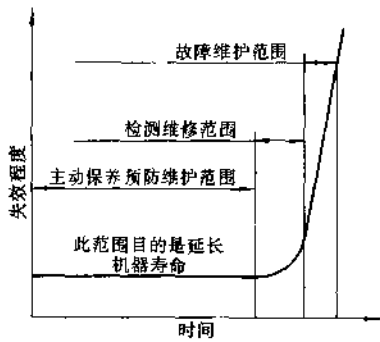


图 39.2-1 机器失效曲线

(2) 液压系统失效根源

主动保健预防维护是对机器失效根源进行监测和纠正,使机器正常工作的基本参数保持在允许的范围。因此液压系统的主动保健预防维护实施的首要环节是弄清楚其失效根源。一般机器的最终失效是指机器的材料、结构或系统不能在安全和正常状态下达到预期的性能。任何导致机器材料磨损和性能下降的不正常工况称为“失效根源”。当系统的任一根源性参数出现异常(指超出允许范围)时,如不及时采取纠正措施,则将引起材料的磨损,进而引起工作性能下降,最后导致机器的完全失效。失效的发展过程如图 39.2-2 所示。

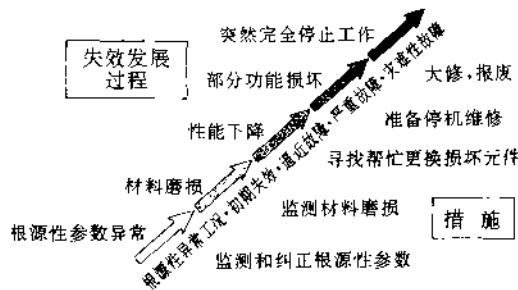


图 39.2-2 机器失效发展过程

液压系统失效根源主要有以下几个方面:

- 流体污染。
- 流体泄漏。
- 流体化学性能变化。
- 流体物理性能变化。
- 流体气蚀。
- 流体系统过热。

为了防止液压系统失效的发生和发展,必须通过对以上失效的根源性参数进行监测和纠正,使其保持在允许的范围。也就是说,必须保持失效根源性工况的稳定性。

A. 流体污染

流体污染是液压系统最主要的失效根源。据统计液压系统故障大约有 75% 是由于流体污染引起的。流体污染引起元件失效的形式主要有污染磨损、污染卡紧和污染堵塞等。

影响液压元件材料磨损和性能下降的主要因素是流体污染度、元件污染敏感度以及工作条件。为了防止流体污染引起的失效和故障,必须通过污染控制措

施使系统内流体的污染度保持在关键元件污染耐受度范围内,也就是使流体污染的程度稳定。

B. 泄漏

泄漏是当前液压系统普遍存在的问题。外泄漏发生在液压元件外部结合面,管接头以及直线、旋转运动界面。内泄漏发生在液压元件内部运动副间隙处,如液压泵的配流副,液压缸和活塞的密封间隙等。过量的内泄漏使泵容积效率降低,液压缸爬行,液压马达转速损失等,对液压系统有较大的危害。

泄漏是液压系统失效和故障的信号,必须及时采取对策。影响液压系统泄漏的主要因素是密封的磨损或损坏,管件受振而引起松动,以及软管加工或安装不良等。合理的密封结构,优良的密封材料,必要的密封力是流体泄漏稳定性的重要因素。控制液压系统温升,控制油液污染,控制过大的振动,就可以控制液压系统的内外泄漏。

C. 流体化学性能的变化

流体的化学性能与流体基础成分以及添加剂的化学成分有关。为了改进流体的性能,以满足液压系统的

工作要求,在工作液体中加有各种化学添加剂,如抗氧化、防锈、增粘、抗磨、低凝等添加剂。因此保持化学稳定性是保证液压系统工作可靠和元件寿命的重要条件。

由于在系统中流体受到高压,不良环境对流体的影响,流体在工作和贮存过程中其化学成分和性能将逐渐发生变化。这主要是由于流体的氧化以及添加剂的消耗而引起的。这种氧化反应的结果引起流体劣化,并产生可溶和不可溶的化合物,如树脂、酸性物质及沉淀物等,进一步增加了流体的污染。

流体的劣化速度与工作温度、压力、污染物种类和含量等因素有关。当水和起催化剂作用的金属颗粒同时存在时,油液的氧化速度急剧增快。铁使油液氧化速度增快约 10 倍,铜使氧化速度增快约 30 倍。因此,有效地控制油液污染,选用添加剂稳定的油液,有助于保持油液的化学稳定性。

D. 流体物理性能的变化

流体的物理性能与液压系统工作有关的主要有粘度、粘度指数、剪切强度、体积弹性模数、饱和蒸气压、吸气性和含水量等。这些物理性能随系统状态(如压力、温度)、流体的化学成分、机械搅拌和剪切,以及污染物种类和浓度而变化。一般当影响和干扰因素消失后,流体物理性能可恢复到原始值,这时可认为流体物理性能是稳定的。然而,当流体发生了化学分解时,引起的物理性能变化是不可恢复的。当流体物理性能的变化超过了允许范围,则将对系统和元件带来危害。所以,液压系统的维护人员必须注意流体物理性能的变化,保持流体物理性能的稳定性。

E. 液体气蚀

液压系统出现气蚀后会引引起振动和噪声,加速油液劣化,使液压系统性能变坏。

F. 流体系统过热

液压系统的工作温度应有一定范围,过高的温度使流体粘度变低,润滑性能变坏,泄漏增大,并使流体氧化分解。温度过低时,流体粘度增大,流动性变差。温度超出允许的范围,对密封材料和元件的性能也有较大影响。低温下橡胶弹性体系性能变差。高温下材料强度减弱。同时由热膨胀易引起元件运动受阻或卡紧。所以控制液压系统工作温度过大的变化是很重要的。

(3) 主动保养预防维护的实施

实践表明,液压系统最主要的失效根源是流体污染。流体污染磨损引起液压系统泄漏和过热,引起流体物理和化学性能劣化。因此,油液的污染监测与控制是液压系统主动保养预防维护的主要技术措施。此

外,对油液理化性能的变化进行定期检测,保持其稳定性,也是很重要的。

实施以污染控制为主要内容的主动保养预防维护应采取以下步骤:

- 确定为达到预期寿命和工作可靠性所需的液压系统清洁度等级(即目标清洁度)。
- 选择改善过滤装置,确认滤芯的过滤精度。
- 定期检测液压系统油液的污染度,若超过允许范围,及时采取纠正措施,使其达到目标清洁度。

为了有效地进行主动保养预防维护,也应利用检测维修中监测所得的结果,如磨屑分析、噪声、振动、泵和马达的转速以及系统的过热等。在实际维护工作中,主动保养预防维护与预测维护相结合,通过对失效根源和故障征兆的监测,就可以延长液压系统的寿命和防止故障发生。

39.3 故障诊断与排除

39.3.1 液压系统故障诊断的基本方法与步骤

液压设备由机械、液压、电器及其仪表等装置有机地组成统一体,系统的故障分析是受各方面因素影响的复杂问题。因此分析故障必须弄清楚整个液压系统的工作原理、结构特点,然后根据故障现象进行判断,逐步深入,有目的,有方向地逐步缩小范围,确定区域、部位,以至某个元件。

液压系统故障不像电气系统那样检测方便,因为液压管路内油流的流动状态、液压件内部的零件动作,以及密封件的损坏等情况,一般是看不见摸不着的,这就给观察分析带来了很大困难。近年来,在设备维修部门开始采用状态监测技术,可以在液压系统运行中,在基本不拆卸零部件的情况下检测出失效根源参数,再由液压专家来分析并排除故障。

(1) 液压系统故障特征

A. 试制液压设备调试阶段的故障

试制的液压设备在调试阶段故障率最高。设计、制造、安装等质量问题交织在一起。经常出现的故障是:

- 外泄漏严重,主要发生在接头和有关元件的端盖处。
- 执行元件运动速度不稳定。
- 液压阀阀芯卡死、运动不灵活和运动不到位。导致执行元件动作失灵。
- 压力控制阀的阻尼孔堵塞,造成压力不稳定。
- 阀类元件漏装弹簧、密封件等机件,造成控制失灵。

• 液压系统设计不完善, 液压元件选用不当, 造成系统发热、噪声、振动、执行机构运动精度差等故障现象。

B. 液压系统运行初期的故障

液压系统经过调试阶段后, 便进入正常生产运行阶段, 此阶段故障特征是:

- 管接头因振动而松脱。
- 密封件质量差, 或由于装配不当而破损, 造成泄漏。
- 管道或液压元件流道内的型砂、毛刺、切屑等污染物在油流的冲击下脱落, 堵塞阻尼孔和滤油器, 造成压力和速度不稳定。

• 由于负荷大或外界散热条件差, 油液温度过高, 引起内外泄漏, 导致压力和速度的变化。

C. 液压系统运行中期的故障

液压系统运行中期, 故障率最低, 这是液压系统运行的最佳阶段。此阶段控制油液污染是极其重要的。

D. 液压系统运行后期的故障

液压系统运行到后期, 液压元件因工作频率和负荷的差异, 易损件开始正常的超差磨损。此阶段故障率较高, 泄漏明显增加, 效率下降。针对这一情况, 要对元件进行全面检测, 对已失效的液压元件应进行修理或更换。液压系统运行中要加强维护, 注意观察各部位工作状况, 发现有异常现象, 及时分析原因, 采取

有效对策, 以防发生重大故障。液压系统何时应该大修, 寿命还有多长, 何时进行局部或全部更新改造, 要进行全面地科学地综合分析, 制订合理的维修、改造计划, 使液压系统尽可能最大限度地发挥其潜在作用。

E. 突发性故障

这类故障多发生在液压设备运行初期和后期。由于对这两个时期故障特征认识不足, 认为新设备运行不会有什么大问题, 认为老设备过去一直很好用, 忽略了监测维护, 因此易发生突发性故障。故障发生的区域及产生原因较为明显, 如发生碰撞, 元件内弹簧突然折断, 管道破裂, 异物堵塞流道, 密封损坏, 控制信号失真, 动作错乱, 内外泄漏失控等故障现象。

突发性故障往往与液压设备安装不当、维护不及时有关系。有时由于操作错误而发生破坏性故障。防止这类故障的主要措施是认识故障特征, 加强管理维护, 严格执行岗位责任制, 以及加强人员岗位培训。不懂专业知识, 未经过液压基本知识、液压故障诊断与维修技术培训的人员不得上岗。

(2) 液压系统故障诊断步骤

液压系统的故障往往是系统中某个元件产生故障造成的, 因此, 需要把出了故障的元件找出来。根据图 39.3-1 列出的步骤进行检查, 就能找出液压系统中产生故障的元件。

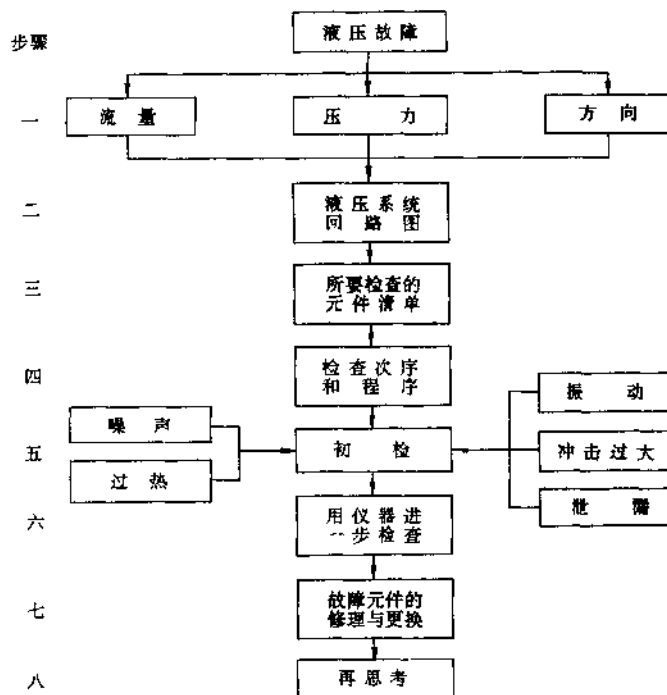


图 39.3-1 液压系统故障分析步骤

第一步:液压设备运转不正常,例如,没有运动,运动不稳定,运动方向不正确,运动速度不符合要求,动作顺序错乱,力输出不稳定,严重泄漏、爬行,温升等。无论是什么原因,都可以归纳为:流量、压力和方向三大问题。

第二步:审核液压回路图,并检查每个元件,确认其性能和作用,初步评定其质量状况。

第三步:列出与故障有关的元件清单,进行逐个分析。进行这一步时,一要充分利用判断力,二是注意绝不可遗漏对故障有重大影响的元件。

第四步:对清单中所列元件按已往的经验和元件检查难易排列次序。必要时,列出重点检查的元件和元件重点检查部位。同时安排检测仪器等。

第五步:对清单中列出的重点检查元件进行初检。初检应判断以下一些问题:元件的使用和安装是否合适;元件的测量装置、仪器和测试方法是否合适;元件的外部信号是否合适;对外部信号是否响应等。特别要注意某些元件的故障先兆,如过高的温度和噪声,振

动和泄漏等。

第六步:如果初检未查出故障,要用仪器反复检查。

第七步:识别出发生故障的元件,对不合格的元件进行修理或更换。

第八步:在重新启动主机前,必须先认真考虑一下这次故障的原因和后果。如果故障是由于污染或油液温度过高引起的,则应预料到另外元件也有出现故障的可能性,并应针对隐患采取相应的补救措施。例如:由于铁屑进入泵内引起泵的故障,在换新泵之前要对系统进行彻底地清洗净化。

(3) 重新启动的步骤

排除液压系统故障之后,不能操之过急而盲目启动。启动必须遵照一定的要求和程序。否则,旧的故障排除了,新的故障会相继产生,其主要原因是缺乏周密思考。如前所述,液压泵故障是因铁屑进入而引起的,那么,铁屑是怎样进入的呢?油箱、管道中是否还有铁屑等污染物存在?

重新启动程序框图如图 39.3-2 所示。

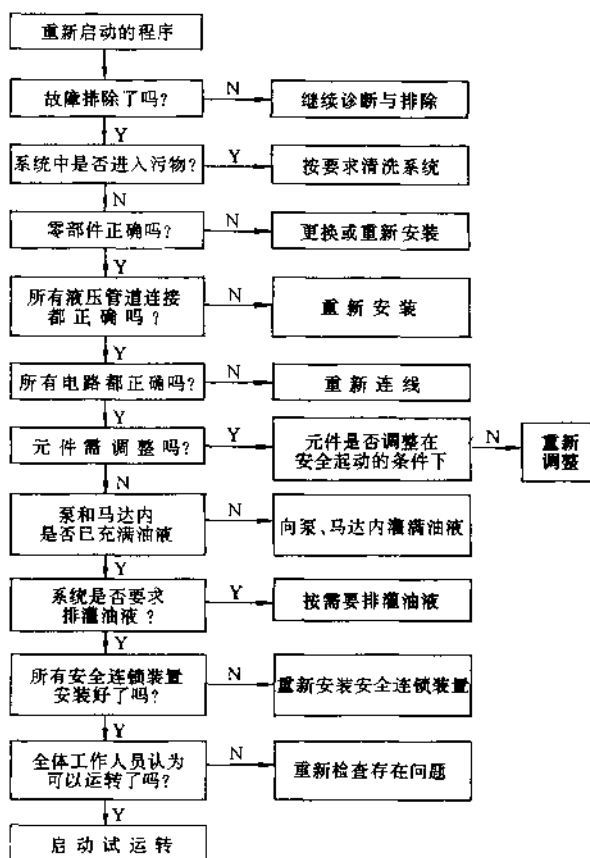


图 39.3-2 重新启动程序框图

(4) 故障诊断技术

液压设备故障诊断和医生诊断病情的程序是一样的。医生凭借自己的医学理论和临床实践对病人进行初步诊断。初步诊断有困难,就要利用已有仪器设备对病人进行专项检查,根据检查结果再对病人进行综合分析与确诊。

三摸爬行:当工作台在轻载低速运动时,用手摸工作台有无爬行现象。

四摸松紧程度:用手拧一下挡铁、微动开关和紧固螺钉等松紧程度。

闻 用嗅觉器官辨别油液是否发臭变质,橡胶件是否因过热发生硫化与破裂。

液压设备出现故障也是采取初步诊断、仪器检测、

查阅设备技术档案中的有关故障分析和修理

综合分析 with 确诊等基本程序。

A. 初步诊断

一看液压系统工作的实际情况。一般有六看:

一看速度:指执行机构运动速度有无变化和异常现象。

二看压力:指液压系统中各测压点的压力值大小,压力值有无波动现象。

三看油液:观察油液是否清洁,是否变质,油液表面是否有泡沫,油量是否在规定的油标线范围内,油液的粘度是否符合要求等。

四看泄漏:指液压管道各接头,阀板结合处,液压缸端盖,液压泵轴端等处是否有渗漏滴漏等现象。

五看振动:指液压缸活塞杆、工作台等运动部件工作时有无因振动而跳动的现象。

六看产品:根据液压设备加工出来的产品质量,判断运动机构的工作状态、系统的工作压力和流量的稳定性。

听 用听觉判断液压系统工作是否正常。一般有四听:

一听噪声:听液压泵和液压系统工作时的噪声是否过大,噪声的特征。溢流阀、顺序阀等压力控制元件是否有尖叫声。

二听冲击声:指工作台液压缸换向时冲击声是否过大,液压缸活塞是否有撞击缸底的声音,换向阀换向时是否有撞击端盖的现象。

三听气蚀和困油的异常声:检查液压泵是否吸进空气,是否有严重困油现象。

记录,查阅日检和定检卡,查阅交接班记录和维修保养情况记录。

问 访问设备操作者,了解设备平时运行状况。一般有六问:

一问液压系统工作是否正常,液压泵有无异常现象。

二问液压油更换时间,滤网是否清洁。

三问发生事故前压力调节阀或速度调节阀是否调节过,有哪些不正常现象。

四问发生事故前对密封件或液压件是否更换过。

五问发生事故前后液压系统出现过哪些不正常现象。

六问过去经常出现过哪些故障,是怎样排除的,哪位维修人员对故障原因与排除方法比较清楚。

总之,对各种情况必须了解得尽可能清楚。但由于每个人的感觉,判断能力和实践经验的差异,判断结果会有差别。这种差别不会永远存在,是暂时的,经过反复实践,故障原因是特定的,终究会被确认并予以排除。

B. 仪器专项检测

初步诊断只能定性地分析出故障的基本原因,排除一般常见故障。一些重大液压设备必须进行定量的专项检测,即检测故障发生的根源性参数,为故障确诊提供可靠依据。

压力检测 检测液压系统各部位的的压力值,分析其是否在允许的范围内。

测流量 检测液压系统各位置的油流量是否在正

至盲目解体检查。

在线检测 随着液压技术的发展,很多液压设备本身就配有重要参数的检测仪表,以及系统中已预留了测量接口,不用拆下元件就能观察出或从接口检测出元件的性能参数,为初步诊断提供了定量分析条件。如在液压系统的有关部位和各执行机构中装设压力、流量、位置、速度、油位、温度等各种监测传感器,在系统自动运行过程中,某个部位产生异常现象时,监测仪器均可及时测出技术参数状况,并可在控制屏幕上自动显示出来,这时可组织有关人员分析研究,调整参数,诊断故障,并予以排除。

在线检测主要对液压系统的“内部器官”运行状态进行检测监控,所以也称状态监测。状态检测用的仪器很多,通常有压力传感器、流量传感器、速度传感器、位移传感器、油温监测仪、压力增减仪等。用监测仪器把测量到的数据输入计算机系统,计算机根据输入的信号提供各种信息和各项技术参数,由此可判断出某个执行机构的工作状况,并可在显示器上自动显示出来。在出现危险性故障之前,可自动报警、自动停机或不能继续完成下一个动作。所以状态监测技术可解决人的感觉器官无法感受的疑难故障,为液压系统故障准确诊断与排除提供了可靠的数据。

C. 综合确诊

经过初步诊断,仪器专项检测,就进入综合确诊阶段了。综合确诊是在人的感官观察到的定性材料和仪器检测的定量数据的基础上进行的。因此综合确诊必须得出准确、可靠的结论。为此应注意以下几点:

- 综合诊断的主持人必须是液压技术专家以及设备的主管领导。

- 综合确诊的主持人,是液压设备故障排除的责任者。所以在确诊过程中要认真组织工程技术人员,技术工人进行充分研讨,最后由综合确诊的主持人确定排除故障方案,并从技术角度组织实施。

(5) 诊断故障原因的方法

液压系统出现故障,原因是多方面的,但其中必定有一个主要原因,寻找主要原因的方法有:方框图分析法、鱼刺图分析法、逻辑流程图分析法、液压系统图分析法等。

A. 方框图分析法

用实例来说明方框图的使用方法。在铸造流水线中,“型砂压实机”液压缸防尘圈因老化失效更换新防尘圈后,启动时柱塞向上冲击一下便停止不动,再启动一次仍出现同样的状况。

故障产生的原因可以根据图39.3-3所示方框图

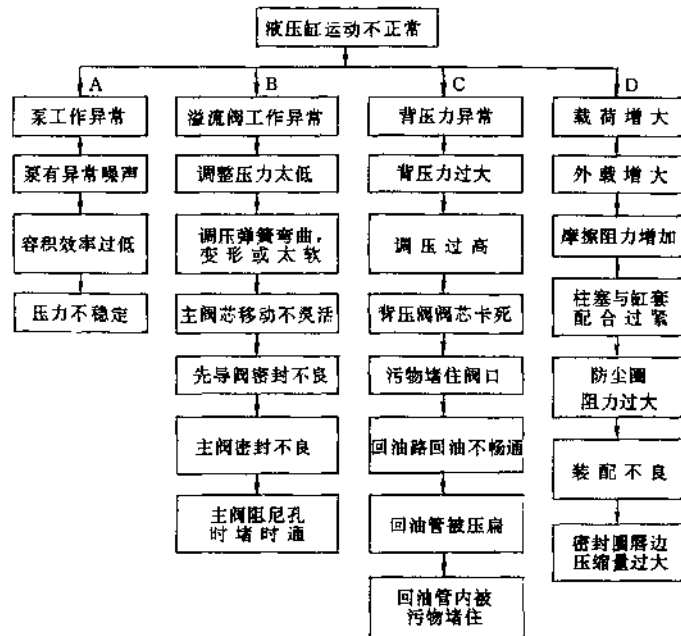


图 39.3-3 方框图故障分析法

进行分析。横向按 A、B、C、D 顺序,纵向按箭头指向查找。经查找与测试发现,压力不足是产生故障的主要原因。因此时工作压力值与更换防尘圈前工作压力值相同,虽然外载荷未增加,但由于新防尘圈的唇口与柱塞表面压缩量过大,造成阻力增加。将溢流阀压力调节值由 6MPa 调高到 6.3MPa 时,“压实柱塞缸”运动恢复正常。

B. 鱼刺图分析法

鱼刺图用因果关系分析方法,对液压设备出现的故障进行分析,找出故障的主要原因。这种方法既能较快地找出故障的主次原因,又能积累排除故障的经验。

图 39.3-4 所示鱼刺图是分析磨床工作台爬行故障的实例,以此说明鱼刺图的使用方法。

把磨床工作台产生爬行的各种原因,依次标写在

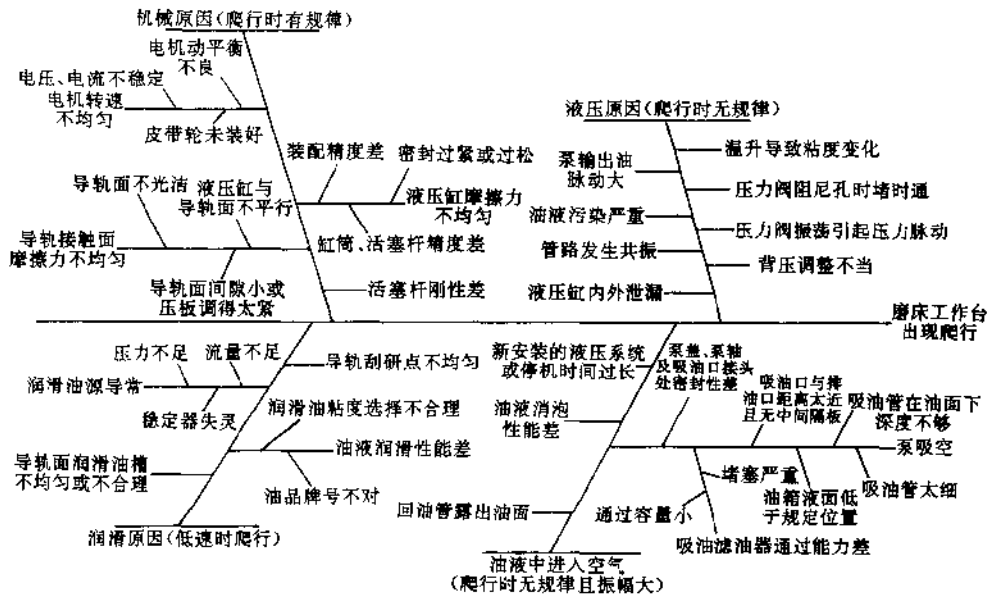


图 39.3-4 鱼刺图故障分析法

鱼刺图上,然后经过分析与检测,确认主要原因。

从图中可以初步确定产生爬行故障的几方面主要因素是:液压泵吸空、油温过高、油液粘度过低、润滑性能差、液压缸装配精度差、液压缸轴线与导轨不平行、摩擦阻力不均匀等。这些因素是磨床工作台产生爬行常见的主要原因,经过逐步检测分析,确认出最终原因,采取相应对策予以排除。

鱼刺图分析法,可以将设备维护管理与故障诊断密切结合起来,因此被广泛采用。

C. 逻辑流程图分析法

逻辑流程图是根据液压系统的基本原理进行逻辑分析,减少怀疑对象,逐步逼近,最终找出故障发生的部位,检测分析故障的原因。

随着计算机技术的发展,计算机用于查找液压设备故障部位和产生原因,也已开始广泛的研究与应用了。这就是由故障诊断专家设计出逻辑流程图,对产生故障的原因进行逻辑判断,一步一步地查找产生故

障的原因。逻辑流程图经过程序设计输入到计算机储存。当某个部位出现不正常的技术状态时,计算机可帮助人们及时地找到产生故障的部位和原因,从而得到及时地排除。

下面以液压系统中液压缸无动作为例,来说明逻辑诊断流程图的使用方法。如图 39.3-5 所示。

D. 液压系统分析法

应用液压系统图分析故障原因是目前工程技术人员采用的基本方法,这个方法是故障诊断的基础,其它方法都必须依此为基础。所以认真掌握液压系统原理图是故障诊断与排除的基本条件。

(A) 理解液压系统。真正理解液压系统也不是很容易的事。读一台液压设备的液压系统,就象读一篇文章一样,必须反复琢磨、推敲,理解作者的思路和设计意图。

了解工况 就是要分析负载对力、速度、行程、位置及工作循环周期的要求。分析液压系统的设计者是

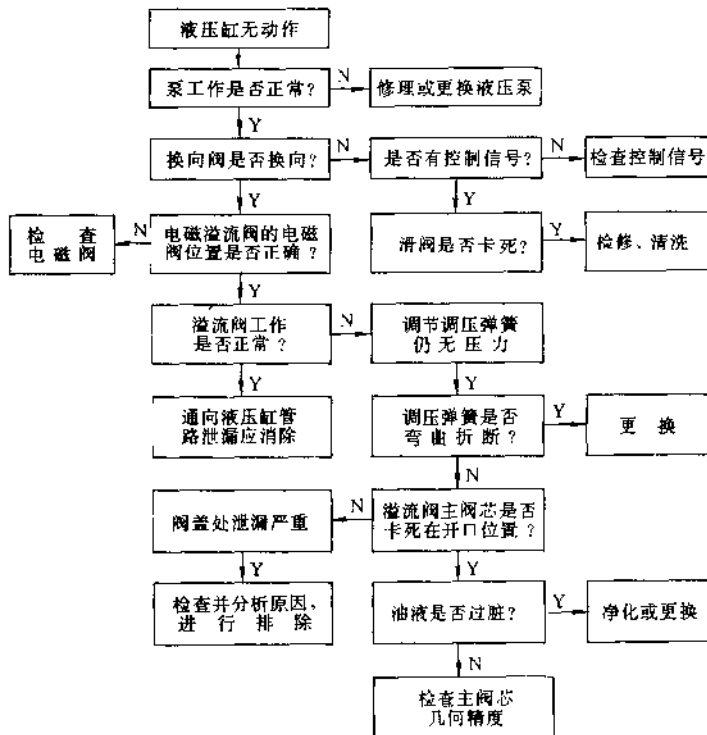


图 39.3-5 液压缸无动作逻辑诊断流程图

如何保证负载的这些工况要求的。

认识液压系统的结构 液压系统是由哪些回路组成的,每个回路的特性是什么,回路之间是如何溶合一体的等等。所有这些都弄清楚了,一个地方理解错误,就不可能有效地排除液压系统的故障。

认识每个液压元件 这里有两个含意,一是要确认每个元件的功能和对液压系统的适应性,即每个元件必须满足液压系统的要求。二是要认识液压元件本身的结构、原理及其质量指标。此外,还应了解油液的品质、清洁度、以及过滤净化水平等。

(B) 了解安装调试过程,评价其质量与水平。特别要了解、分析安装调试有否不满足液压系统设计要求的,有否擅自变动的地方。要分析其后果及对液压系统的适应性,以及低水平的安装调试对液压系统稳定工作的影响等。

(C) 评价液压系统。所谓评价液压系统,一是要看出液压系统设计的特点、合理性及先进性,二是要看出液压系统设计的缺陷,甚至错误的地方。例如温升、噪声、冲击等问题,往往是设计时就没有充分考虑,也未采取相应的措施。

对液压系统有了以上的分析与了解,液压系统产

生故障的原因就不会难找了。

39.3.2 液压系统常见故障诊断与排除

液压执行机构不能正常工作,例如没有运动、运动不稳定、运动方向不正确、运动速度不符合要求、动作顺序错乱、力输出不稳定、爬行等许多故障现象,无论具体是什么缘故,往往可根据压力和流量这两个基本的工作参数能查到故障原因并加以排除。一般来说,若系统工作压力不正常,则可能液压泵、压力控制阀等有故障;若系统中流量不正常,则可能液压泵、流量控制阀等有故障。

(1) 压力不正常

液压系统中,工作压力不正常主要表现在工作压力建立不起来,或工作压力升不到调定值,致使液压系统不能正常工作,甚至运动件处于原始位置不动。

图 39.3-6 所示为液压系统工作压力不足的基本逻辑诊断框图。图 39.3-7 所示为液压系统工作压力不正常的原因诊断与排除框图。

(2) 流量不正常

在液压系统中,执行机构的运动速度应满足负载所要求的速度范围;低速时不出现爬行现象;高速时不产生液压冲击现象;调速呈线性规律变化;变负载下速

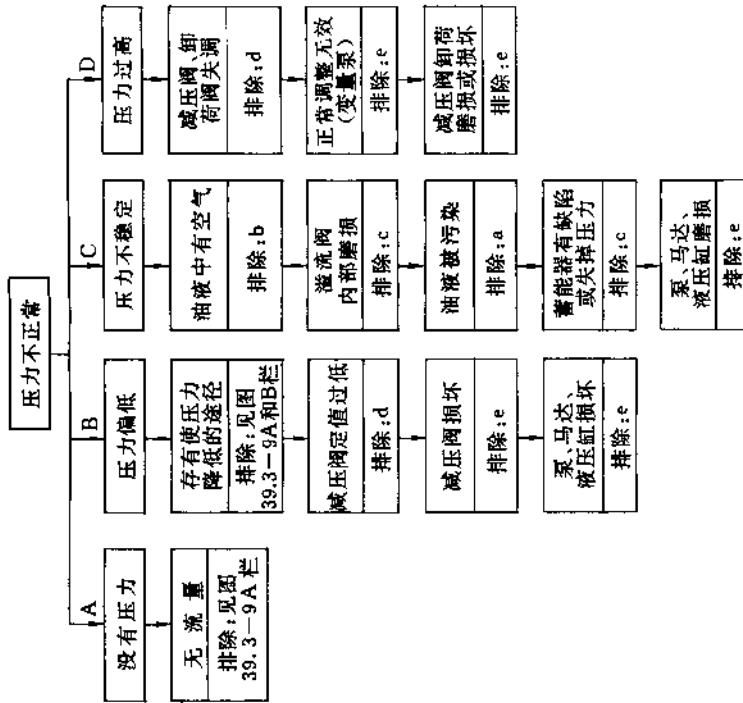


图 39.3-7 压力不正常的原因诊断与排除方法框图

a—更换滤油器, 更换系统中的油液; b—拧紧漏油的连接件, 将油箱中油液加到规定的液位, 排除系统内的空气; c—检查漏油情况, 将压力调至设定要求, 排除出现的故障; d—调整; e—修理或更换

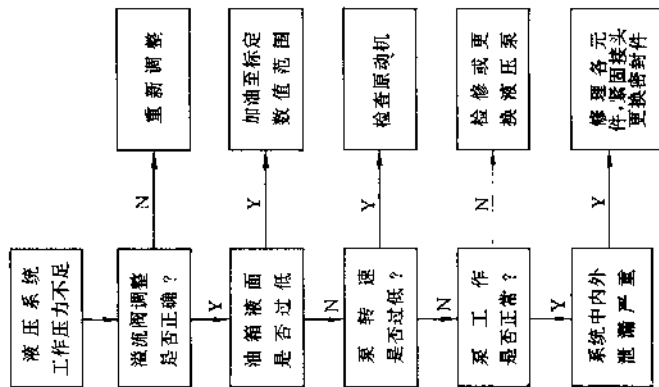


图 39.3-6 压力不足逻辑诊断流程图

度变化小;速度转换时平稳;往复速度差小等要求。在实际工作中,如果执行机构出现不符合上述速度要求时,往往可从“流量不正常”去进行故障诊断。

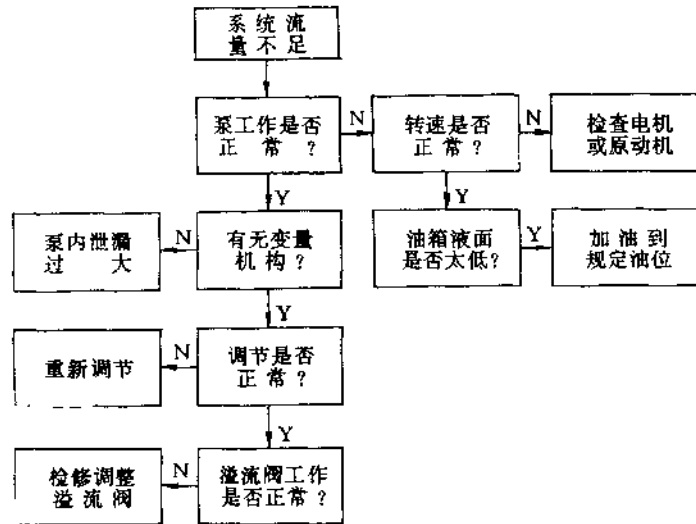


图 39.3-8 流量不足逻辑诊断框图

(3) 液压冲击

在液压系统中,液体流动方向的迅速改变或停止流动,如换向阀迅速换向、液压缸或液压马达迅速停止运动或改变运动速度,使得液流速度迅速改变,这样流动液体的惯性便引起系统内压力某一瞬间急剧上升,形成一个油压峰值,这种现象称为液压冲击。

液压冲击不仅影响液压系统的性能稳定和工作可靠性,还会引起剧烈地振动和噪声,造成联接件松动,管路破裂,液压元件和测量仪表损坏。在高压大流量液压系统中液压冲击造成的不良后果更为严重。因此研究消除或减轻液压冲击,对提高液压系统的性能有着非常重要的意义。

图 39.3-10 所示为液压系统中产生液压冲击的逻辑诊断方框图。

(4) 运动不正常

前面已分析了流量不正常对液压系统执行机构运动的影响,而引起运动不正常不仅仅是流量因素,很多其它原因都容易导致运动不正常。因此运动不正常是液压系统综合性故障,必须综合起来研究其产生的原因与排除方法。

图 39.3-11 所示为液压系统工作机构运动不正常的原因诊断与排除方法框图。

(5) 噪声过大

图 39.3-8 所示为液压系统工作流量不足的基本逻辑诊断框图。图 39.3-9 所示为液压系统流量不正常的原因诊断与排除方法框图。

过大噪声的逻辑诊断流程图见图 39.3-12。

引起噪声的原因之一是系统中含有空气,其原因和排除方法见图 39.3-13。

过大噪声的原因诊断与排除方法见图 39.3-14。

泵的气穴原因诊断与排除框图见图 39.3-15。

(6) 过分振动

振动的产生原因诸多方面的。一个液压系统出现剧烈振动,往往是故障的先兆,最终导致系统不能正常运动,甚至完全停机。图 39.3-16 所示为振动的逻辑诊断框图。

(7) 过高的温度

液压系统温度过高,油液粘度显著下降,泄漏加剧,液压泵及整个液压系统效率显著降低。另外,由于粘度下降,滑移部位油膜被破坏,摩擦阻力增加,磨损加剧,于是又引起发热。同时,低粘度液压油流过节流元件时,元件特性要发生变化,造成压力、速度调节不稳定。

液压系统油液温度过高,将引起膨胀系数不同的运动副间隙变化。间隙增大造成泄漏增加;间隙减小将引起运动件动作不灵,甚至卡死。

油液温度过高,油液氧化加剧,导致油液使用寿命降低。石油基油液将会形成胶状物质,在过热的元件表面上形成沉淀物,并易堵塞各种阀的控制小孔,使之



图 39.3-9 流量不正常的原因诊断与排除方法框图

a—采用以下某一种或全部措施：①更换滤油器，清洗堵塞的入口，②清洗油箱通气孔，③将油箱中的油液加至规定油位，④修理或更换补油泵；b—拧紧漏油联接件；c—检查损坏的泵或泵的驱动装置，更换或调整联轴器；d—调整；e—修理或更换；f—检查手动操作控制装置，检查滑阀控制线路，修理或更换；g—反向旋转；h—更换合适的装置

不能正常工作。水油乳化液过热时，将会分解而失去工作能力。

温度过高的油液使橡胶密封件、软管等早期老化失效而降低使用寿命。

所以温度过高是液压系统的重要故障先兆，其逻辑推理诊断如图 39.3-17 所示。其产生原因与排除方法如图 39.3-18 所示。

(8) 泄漏

在液压系统中，油液泄漏是一个不可忽视的问题。如果过多的泄漏得不到解决，将会影响液压设备的正常应用和液压技术的发展。具体地说，泄漏引起的问题有以下几种：

- 系统压力调不高；
- 执行机构运动速度不稳定；
- 系统发热；
- 元件容积效率低；
- 能量、油液浪费；
- 污染环境；
- 引起控制失灵；
- 可能引起火灾。

一般地说，产生泄漏的原因有设计、制造以及密封件方面的问题，也有设备维护、保养等管理方面的问题。

过多泄漏也是故障先兆之一，其逻辑推理诊断如图 39.3-19 所示。

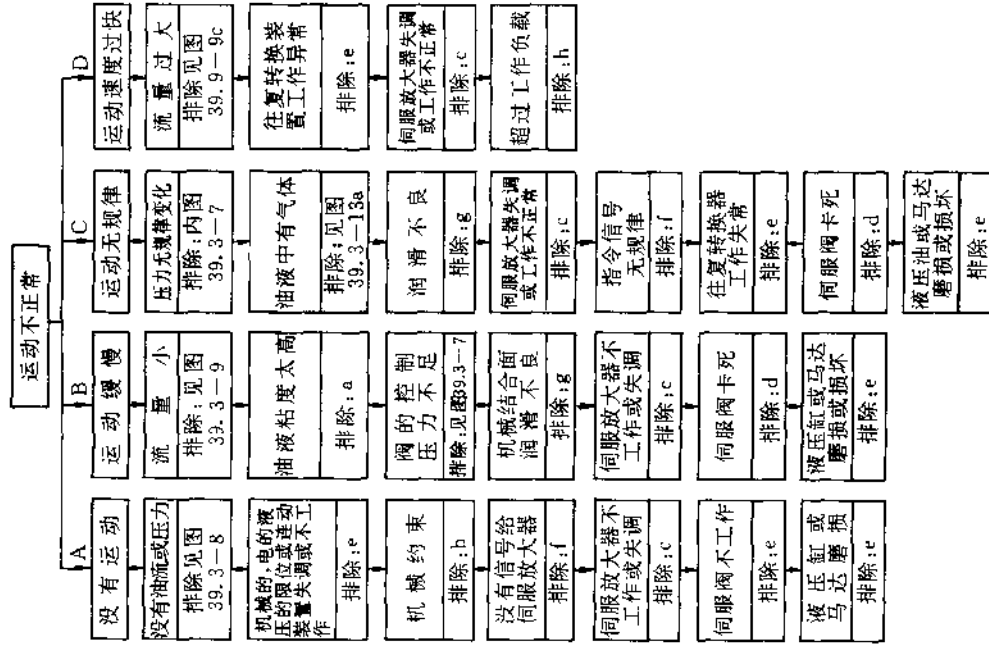


图 39.3 11 运动不正常的综合原因与排除框图

a—油液温度可能过低,或油液太脏应更换成洁净的液压油,使油液的粘度合适;b—找出卡死部位,针对卡死原因进行修理的排除;c—调整,修理或更换;d—清洗,调整,或更换,检查系统中油液或滤油器状况;e—修理或更换;f—修理控制台或检查内部线路;g—加润滑油;h—调整,修理或更换补偿阀

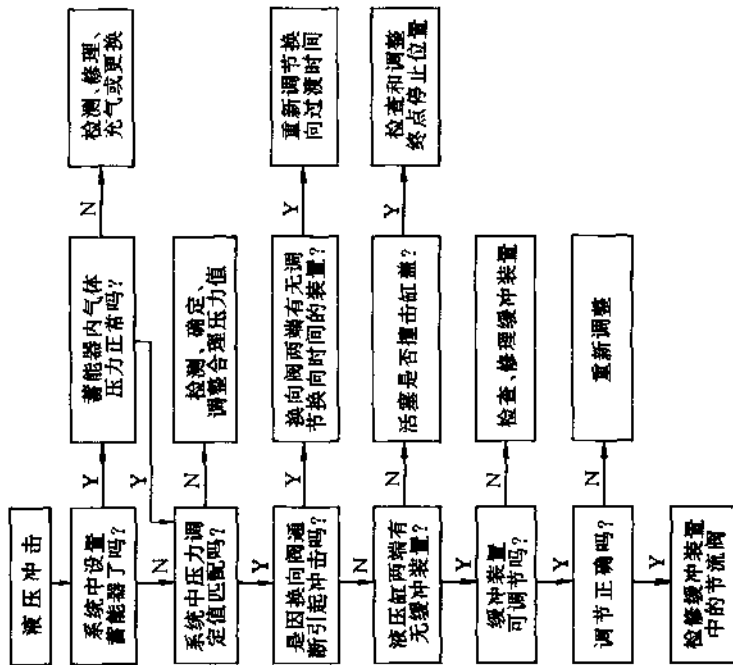


图 39.3-10 液压冲击故障逻辑诊断框图

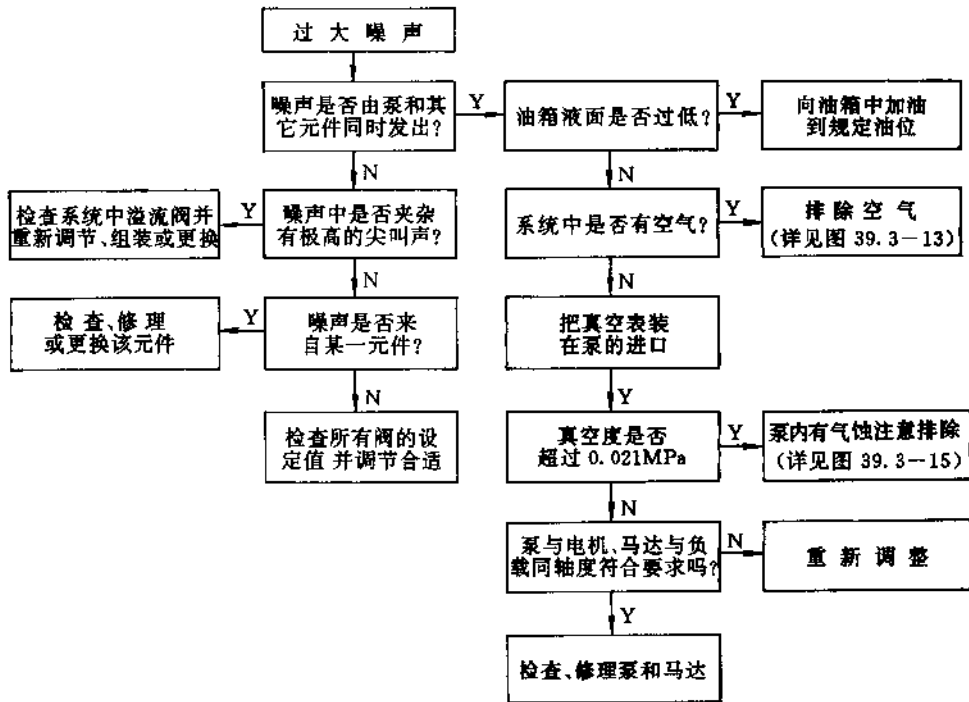


图 39.3-12 过大噪声的逻辑诊断流程图

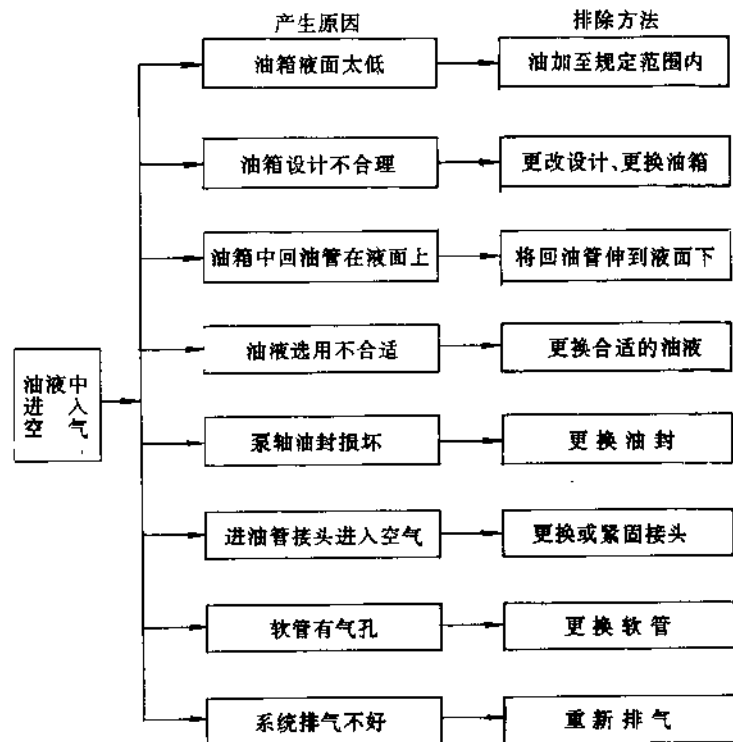


图 39.3-13 油液中进入空气的原因与排除方法框图

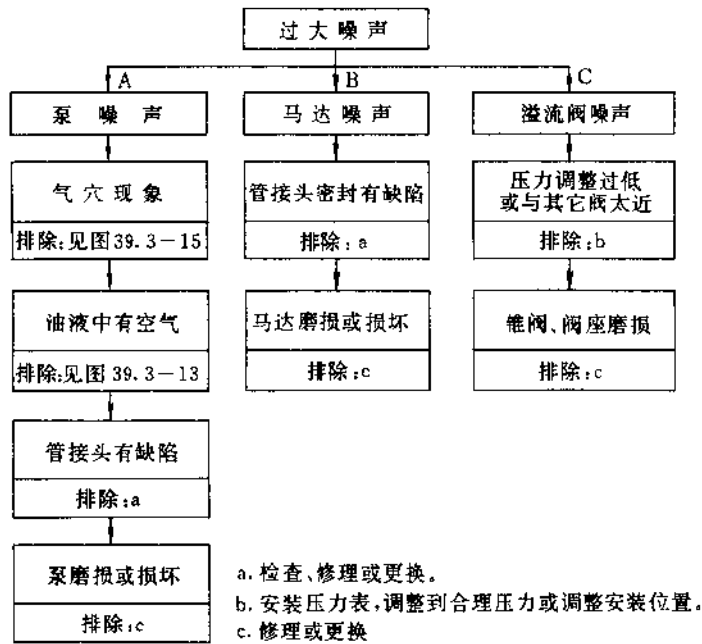


图 39.3-14 过大噪声的原因诊断与排除方法框图

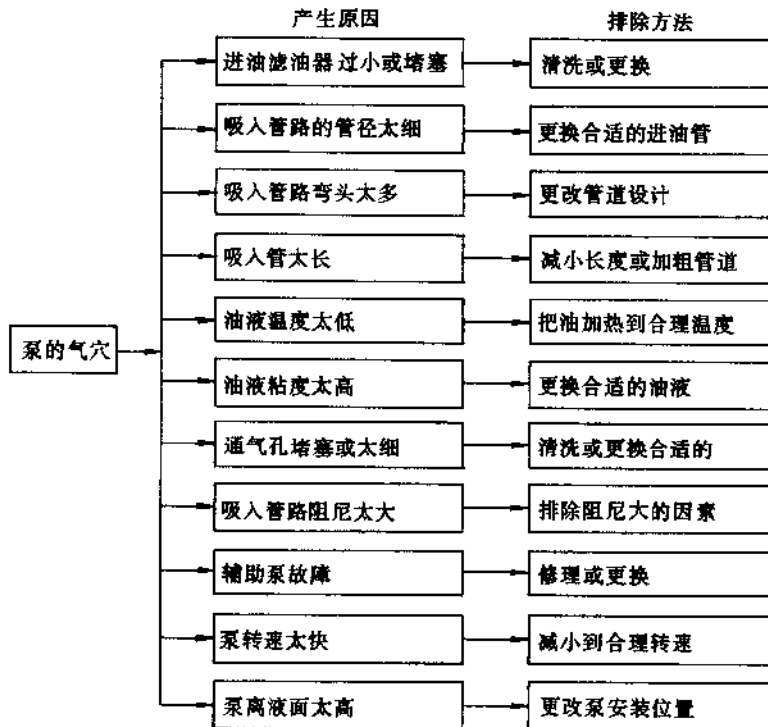


图 39.3-15 泵的气穴原因诊断与排除框图

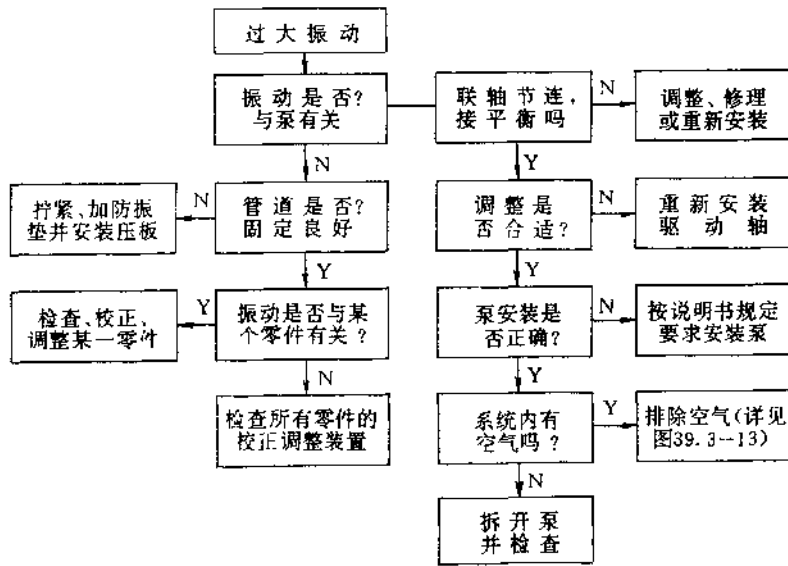


图 39.3-16 过大振动的逻辑诊断框图

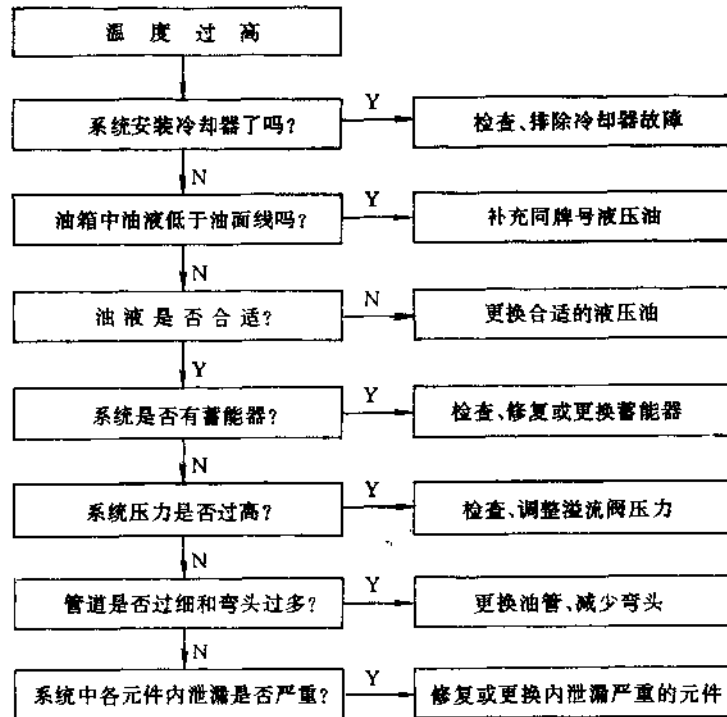


图 39.3-17 温度过高逻辑诊断流程图

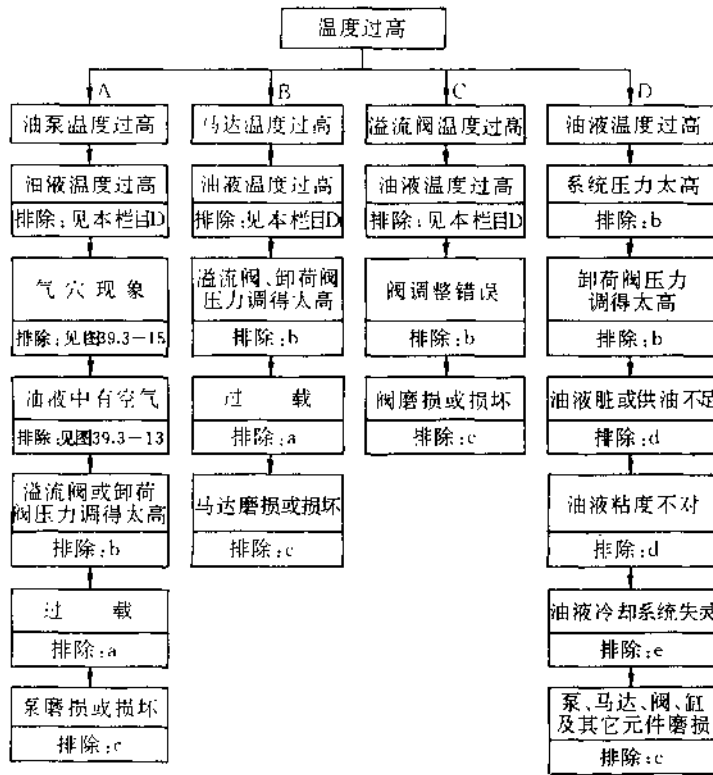


图 39.3-18 温度过高故障排除框图

a—检查支承与密封状况, 检查超出设计要求的负荷; b—安装上压力表, 调至正确压力; c—修理或更换; d—清洗或更换滤油器, 更换合适粘度的油液, 加油至规定油位; e—清洗, 修理或更换冷却器及其控制阀

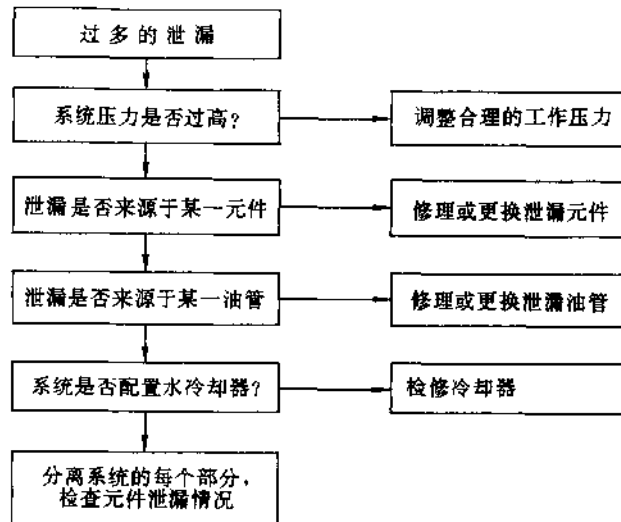


图 39.3-19 液压系统过多泄漏的逻辑诊断框图

(9) 爬行

爬行是液压系统中经常出现的非正常运动状态。轻微时出现目力不易觉察的振动,严重时将出现大距离的跳动。

液压系统中的爬行现象是很有害的,特别是在磨床液压系统中,执行机构出现爬行,就不会磨削出合格的工件。对工作位置要求很高的机床产生爬行,很难实现精确定位。因此消除爬行现象对于改善液压系稳定性和提高机床加工精度是非常重要的。

爬行现象一般发生在低速运动工况,多半与载荷大小、滑动表面的面压、运动件卡滞,以及供油状况等有关。爬行现象除应查明油液本身问题外,还应对外部条件进行检查,进行综合分析。图 39.3-20 所示为爬行故障逻辑诊断框图。利用此图可以从总体上知道爬行产生的主要原因和控制的主要途径。爬行也可以用图 39.3-4 鱼刺图进行分析。

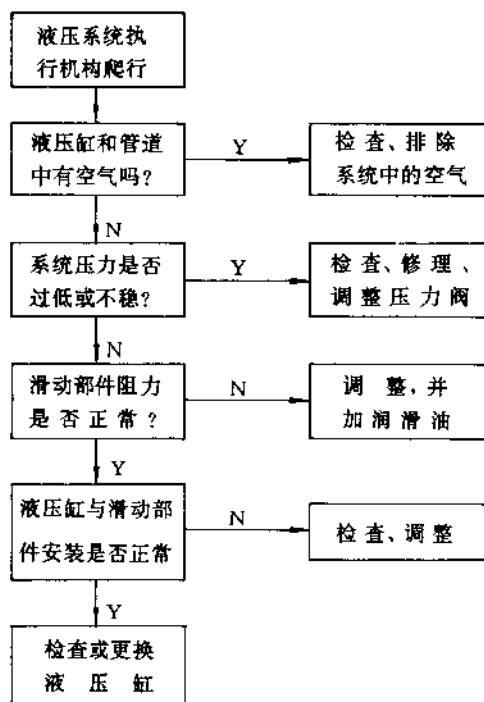


图 39.3-20 爬行故障逻辑诊断框图

(10) 液压卡紧

液压元件一般都是采用圆柱滑阀结构,阀芯和阀体从理论上讲应该完全同心,因此不管在多大压力下工作,移动阀芯所需的力只须克服粘性摩擦力就行,数值上应该是很小的(0.5~5N)。但实际情况并非如

此,特别在中高压系统中,当阀停止运动一段时间后(一般为5min),有时这个阻力可以大到几百牛顿,使阀芯移动十分费劲,甚至完全卡死,使阀动作失灵,这就是所谓液压卡紧现象。

A. 液压卡紧产生的主要原因

• 径向力不平衡引起的液压卡紧。这就是滑阀副几何形状的误差和同心度变化引起的径向不平衡液压力造成的液压卡紧。

• 油液中极性分子的吸附作用。不平衡径向力使阀芯向阀孔一边靠近,产生阻碍阀芯运动的摩擦力。间隔一段时间后,轴向下紧力突然增加,甚至在卸压后仍然紧密地粘附在孔壁上,这是由于油液中的极性分子阻塞所致。

• 油液中杂质楔入配合间隙。油液中的污垢颗粒和缝隙阻塞现象也是引起液压卡紧的重要原因。如果使用过滤精度为 $10\mu\text{m}$ 左右的滤油器就能有效地防止卡死现象。

• 滑阀移动时的附加阻力。与径向力产生的同时,有时阀芯与阀套在工作压力下产生弹性变形的附加阻力,以及在阀芯和阀套间隙中液体边界层产生的附加阻力,这些阻力使阀芯运动产生轴向卡紧。

• 干式电磁阀上的电磁推杆偏斜。干式电磁换向阀上的电磁铁推杆采用动密封,摩擦阻力较大,且阀芯两端中心孔大而推杆尺寸小,推杆插入阀芯中心孔后倾斜,使阀运动不灵活,甚至不能换向而卡死。

• 阀芯、阀孔加工质量较差。液压卡紧的首要原因是滑阀副几何形状误差和同心度变化引起的径向力不平衡。而这些误差都与加工质量有密切关系。

• 减小液压卡紧力的主要措施

• 在阀芯台肩上开均压槽。

• 使阀芯环面略带顺锥度。

• 提高机械加工和装配质量。

• 在高灵敏度重要液压系统中,采用电磁或机械手段使阀芯高频振动。

(11) 气穴现象

一般矿物油中能溶解6%~12%的空气(按体积算)。油液中溶解的空气量与油液的绝对压力成正比。油液在液压系统中流动时,流速高的区域压力很低,当低于工作温度下的空气分离压时,溶解于液体中的空气将大量分离出来,形成气泡。这些气泡以原有的气泡为核心逐渐生成扩大。同时,当油液中某一点的压力低于当时温度下油液的空气分离压时,油液将沸腾汽化,也在油液中形成气泡。这两种情况都将气泡混

杂在液体中,形成气穴,使充满管道或元件中油液成为不连续状态,这种现象称气穴现象。

由于气穴现象产生的气泡随着液体运动到高压区时,气泡在周围压力油的冲击下,其体积迅速缩小直至溃灭。在溃灭中心可产生极高压力和高温,同时产生振动和噪声。液压元件表面长期受高压、高温作用,又由于从液体中游离出氧气,具有较强的氧化作用,零件表面逐渐被腐蚀,严重时剥落成小坑,呈蜂窝状,使液压元件寿命降低。这种因气穴现象而产生零件腐蚀称

为气蚀。

气穴和气蚀是液压系统中常出现的故障现象,危害很大。除产生噪声和振动外,还由于破坏了液体的连续性,降低了流道的通油能力,容积效率降低,使压力和流量波动,最终造成液压系统工作不稳定。

液压泵是容易产生气穴现象的主要元件,其原因与排除方法如图 39.3-21 所示。溢流阀在溢流口,节流阀在节流口都易产生气穴现象。

通常防止气穴产生的主要原则是:

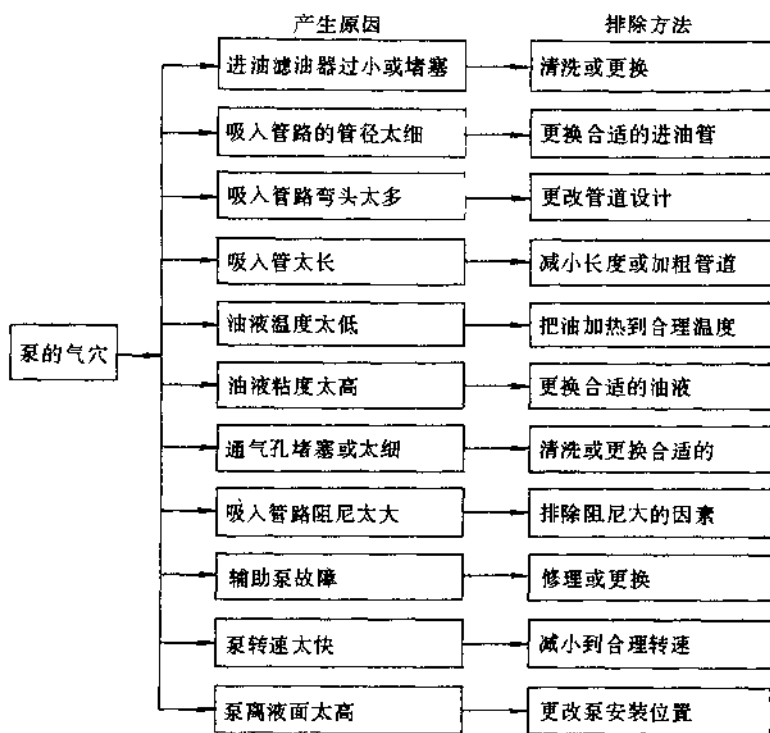


图 39.3-21 泵的气穴原因诊断与排除框图

• 防止局部压力过低。为此目的,应通过合理的结构设计和系统的安装维护,把液体中的最低压力限制在空气分离压以上,这样既防止混入空气形成气穴,也能防止液体汽化形成气穴。

• 降低液体中气体的含量也是防止气穴现象产生的措施之一。管接头及液压元件的密封处密封要良好,以防止空气侵入;吸油管口应防止吸入气泡。另外,减少油液中的机械杂质也是降低空气含量的措施之一,因机械杂质的表面上通常附有一薄层的空气。

39.3.3 液压系统典型故障实例分析

实例 1 在图 39.3-22 所示二级调压回路中,液

压系统循环运行,当二位二通电磁换向阀 4 通电右位工作时,液压系统突然产生较大的液压冲击。

故障分析 这个二级调压回路中,当二位二通阀 4 断电关闭,系统压力决定于溢流阀 2 的调整压力 p_1 , 阀 4 通电切换后,系统压力就由调压阀 3 的调整压力 p_2 决定了。由于阀 4 与阀 3 之间的油路内没有压力(压力为零),阀 4 右位工作时,溢流阀 2 的远程控制口处的压力由 p_1 几乎下降到零后才又回升到 p_2 , 这样系统必然产生较大的压力冲击。

不难看出,故障原因是由于系统中 2 级调压回路设计不周造成的。若将此 2 级调压回路改设成如图

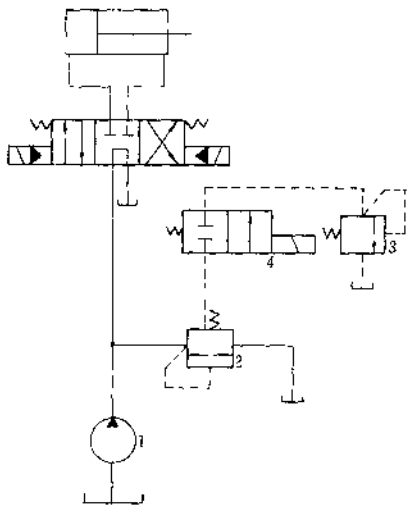


图 39.3-22 易产生液压冲击的二级调压回路

39.3-23 所示的组合形式,即把二位二通阀 4 接到远程调压阀 3 的出油口,并与油箱接通,这样从阀 2 远程控制口到阀 4 的油路中充满接近 p_1 压力的油液,阀 4 通电切换后,系统压力从 p_1 直接降到 p_2 ,不会产生较大的压力冲击。

实例 2 在图 39.3-24 所示回路中,因液压设备要求连续工作,不允许停机修理,所以有两套供油系统。当其中一个供油系统出现故障时,可立即启动另一供油系统,使液压设备正常运行,再修理出故障的供油系统。

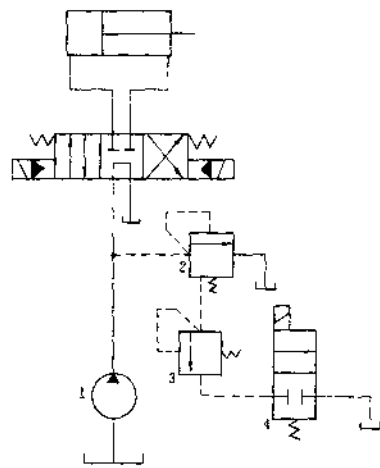


图 39.3-23 改进后的二级调压回路

图中两套供油系统的元件性能规格完全相同,由溢流阀 3 或溢流阀 4 调定第一级压力,远程调压阀 9 调定第二级压力。

但泵 2 所属供油系统停止供油,只有泵 1 所属系统供油时,液压系统压力上不去,即使将电液换向阀 7 置于中位时,泵 1 输出油路仍不能上升到要求的压力值。

调试发现,泵 1 运转时压力最高只能达到 12MPa,设计要求应能调到 14MPa,且 14MPa 也不是应该调到的最高压力值。将溢流阀 3 和远程调压阀 9 的调压旋钮全部拧紧时,压力仍然上不去。当油温为 40℃ 时,

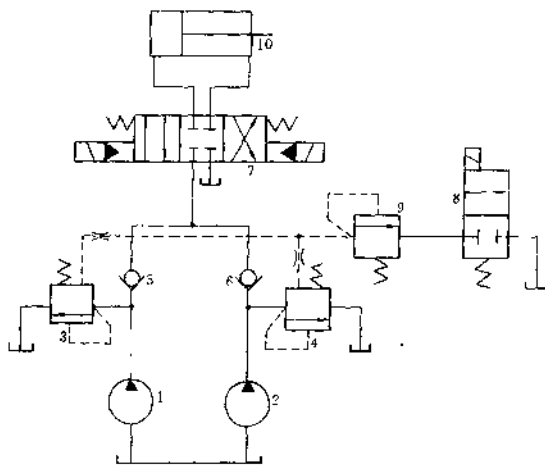


图 39.3-24 两套供油系统原理图

压力上升值为 12MPa, 油温升到 55℃ 时, 压力只能上升到 10MPa。此时, 分别检测液压泵及其它元件, 均未发现质量和调整上的问题, 各项指标符合性能要求。那么故障原因是什么呢?

故障分析 液压元件没有质量问题, 组合成系统后压力上不去, 故障出现了, 此时就应该分析系统中元件组合的相互影响。

泵 1 工作时, 压力油从溢流阀 3 的进油口进入主阀芯的下端, 同时经过阻尼孔流进主阀芯上端弹簧腔, 再经过溢流阀 3 的远程控制口及外接油管进入溢流阀 4 主阀芯上端的弹簧腔, 接着经阻尼孔向下流动, 进入主阀芯的下腔, 再由溢流阀 4 的进油口反向流入停止运转的泵 2 的排油管中, 这时油液推开单向阀 6 可能

性不大; 由泵 2 出油口进入泵 2 中, 这股压力油将会使泵 2 像液压马达一样反向微微转动, 或经泵 2 的缝隙流入油箱中。

问题清楚了, 溢流阀 3 的远程控制口向油箱中泄漏液压油, 上述压力上不去的故障发生是必然的了。由于控制油路上设置有节流装置, 溢流阀 3 的远程控制油路上的泄液是在一定的阻力状况下流回油箱的, 所以压力不是完全没有, 溢流阀 3 只能在低于要求的压力下溢流。

故障原因找到了, 排除就不会很难了。图 39.3-25 所示为改进后的两套供油系统, 系统中设置单向阀 11 和单向阀 12, 切断进入泵 2 的油路, 上述故障就不会发生了。

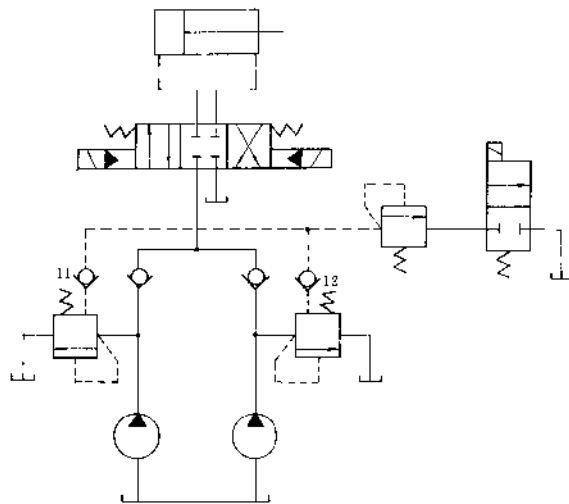


图 39.3-25 改进后的供油回路

实例 3 图 39.3-26 所示为采用液控单向阀的平衡回路, 回路中泵 1 为定量泵, 三位四通电磁换向阀中位机能 H 型。故障现象是, 当液压缸向下运行时, 活塞断续地向下跳动, 并因此而引起激烈地振动, 致使系统无法正常工作。

故障分析 由于活塞向下运动时回路中没有背压, 液控单向阀 4 打开后, 活塞将会因自重向下跌落 (加速下降), 使液压缸上腔失压, 于是液控单向阀也因失压而关闭, 使活塞运行停止。随后进油路上又建立起压力, 液控单向阀又打开, 不断重复上述过程。即活塞断续下降, 并引起强烈地振动。

如图 39.3-27 所示, 在液压缸下腔的出口油路上

加设节流阀 5 和单向阀 6, 当换向阀 3 左位接入回路时, 压力油进入液压缸的上腔, 并将液控单向阀打开, 液压缸下腔的油便可经节流阀 5, 液控单向阀 4 和换向阀 3 流回油箱, 使活塞向下运动。

由于节流阀在回油路上, 所以构成回油节流调速回路。溢流阀 2 起调压与溢流作用, 液压泵 1 输出的压力油一部分进入液压缸上腔, 一部分由溢流阀溢回油箱。由于节流阀的节流作用, 所以活塞下降是平稳运动。又由于液压缸上腔的压力由溢流阀调定, 液控单向阀打开后也不会出现失压, 液控单向阀开启后不会关闭, 于是就不会出现上述故障了。

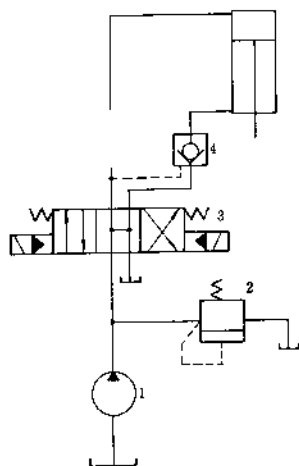


图 39.3-26 液控单向阀控制的平衡回路

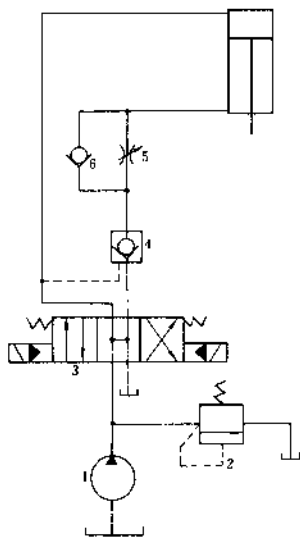


图 39.3-27 改进后的平衡回路

实例 4 在图 39.3-28 所示系统中, 液压缸 1 所属回路为进油节流调速回路。液压缸 1 的外载为液压缸 2 的二分之一。液压缸 2 前设置顺序阀 4, 其压力调定值比溢流阀低 1MPa。要求液压缸 1 运动完后, 液压缸 2 再运动。但当启动液压泵并使电磁换向阀 3 通电以左位工作时, 出现液压缸 1 和 2 基本同时动作的故障, 不能实现缸 1 运动终了后缸 2 再动的顺序要求。

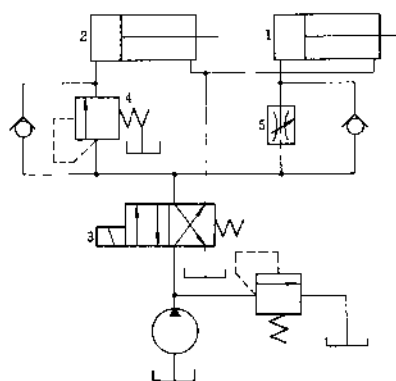


图 39.3-28 缸顺序动作回路

故障分析 系统中, 虽然液压缸 1 的载荷是液压缸 2 的二分之一, 并且液压缸 2 前安装了顺序阀, 好象能实现缸 1 先动作缸 2 后动作的顺序。但其实不然, 因通向液压缸 1 的油路为节流阀进油节流调速回路, 溢流阀 2 起定压和溢流作用。因此溢流阀前压力达到调定值后是恒定的, 并有一部分油液从溢流阀溢回油箱。改变节流阀 5 的开口度, 实现缸 1 调速。

液压缸 2 前安装的是内控顺序阀, 在溢流阀溢流时, 系统的工作压力早已达到打开顺序阀的调定值, 所以在液压缸 1 运动时, 液压缸 2 也开始动作。

将回路改成如图 39.3-29 所示, 将内控顺序阀改为外控顺序阀, 并且将顺序阀的外控油路接在液压缸 1 与节流阀之间的油路上。此时控制顺序阀启闭的压力是由液压缸 1 的负载压力决定的与顺序阀的入口压

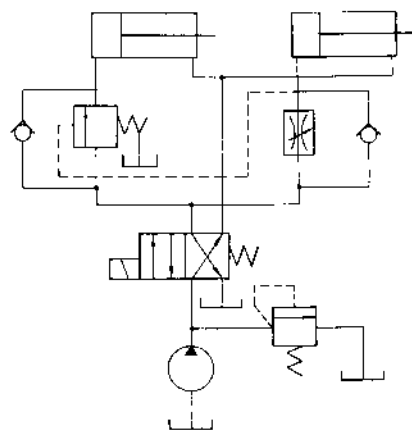


图 39.3-29 改进后的双缸顺序动作回路

力无关。所以将外控顺序阀的开启压力调得比液压缸 1 的负载压力稍高,就能实现缸 1 先动,缸 2 后动。又由于缸 1 的负载只有缸 2 的二分之一,所以溢流阀的调定值应按缸 2 的负载压力调定。这样上述故障就排除了。

实例 5 在图 39.3-30 所示系统中,顺序阀 5 控制液压缸 6 在液压缸 7 运动到终点后再动作;顺序阀 4 控制液压缸 6 在液压缸 7 回程到初始位置时再开始回程运动。

故障现象是系统运行中液压缸 6 的运动速度比预定的速度慢。

故障分析 造成液压缸运动速度比预定速度慢,一般有以下几方面原因:

- 液压泵流量不足;
- 换向阀内外泄漏严重;
- 液压缸本身内部泄漏。

对系统故障进行检查,上述原因不成立。在检查溢流阀 2 的回油管时发现,当液压缸 6 运动时,有大量油液从回油管流出,可见溢流阀开始溢流。液压油打开顺序阀 5 推动液压缸 6 运动过程中溢流阀 2 不应溢流。这说明溢流阀与顺序阀压力调定值不匹配。当把溢流阀的压力调到比顺序阀的压力高 $0.5 \sim 0.8 \text{ MPa}$ 时,上述故障现象立即消除。

压力控制系统中,压力阀的压力值匹配是很重要的,不同的系统应根据实际情况,对各种压力阀进行合理的调定。上述系统中,顺序阀 4 和 5 的调定压力应

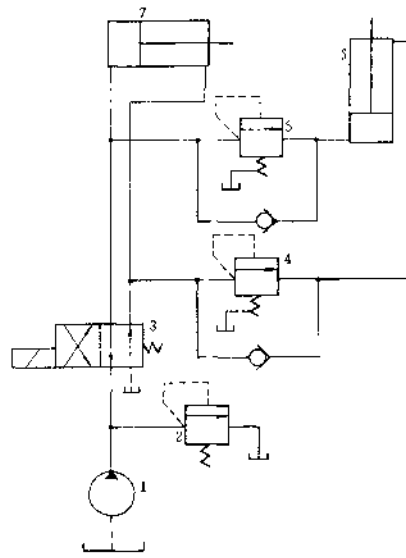


图 39.3-30 双缸顺序动作回路图

比液压缸 7 的工作压力高 $0.4 \sim 0.5 \text{ MPa}$, 如果溢流阀 2 的压力也按这一数值调定,那么在顺序阀打开,通压力油时,溢流阀也开始溢流。溢流阀的压力虽比顺序阀调得高些,但高出的数值不够,这样当液压缸 6 运动过程中遇到外载增大时,即液压缸 6 的工作压力达到溢流阀的调定压力时,溢流阀便开始溢流,液压缸 6 的运动速度便会慢下来。因此这样的系统,溢流阀、顺序阀的调定压力按上述数值调定是适宜的。