



# 公路工程工程机械液压系统 故障排除

公路工程机械使用与维修专业用

- 主编 朱烈舜
- 主审 周永春



人民交通出版社  
China Communications Press



全国交通高级技工学校通用教材

Gonglu Gongcheng Jixie Yeya Xitong Guzhang Paichu

# 公路工程机械液压系统故障排除

除

(公路工程机械使用与维修专业用)

朱烈舜 主编

周永春 主审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍公路工程机械液压传动中出现的故障及其排除方法,内容包括:液压系统液压泵、液压控制阀、液压缸(液压马达)、辅助元件等四大元件的故障现象、原因与排除方法;典型公路工程机械液压系统分析和常见故障排除等。

本书是全国交通高级技工学校公路工程机械使用与维修专业教学用书,也可供有关人员学习参考,或作为高级工、技师、高级技师培训的选用教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

公路工程机械液压系统故障排除 / 朱烈舜主编.  
北京:人民交通出版社,2005.12  
ISBN 7-114-05868-3

I.公… II.朱… III.工程机械-液压系统-故障修复 IV.TU607

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第145442号

全国交通高级技工学校通用教材

书 名:公路工程机械液压系统故障排除(公路工程机械使用与维修专业用)

著 者:朱烈舜

责任编辑:蔡培荣

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285656,85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:18.25

字 数:453千

版 次:2005年12月 第1版

印 次:2005年12月 第1次印刷

书 号:ISBN7-114-05868-3

印 数:0001-3000册

定 价:30.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

**交通职业教育教学指导委员会公路类（技工）学科委员会  
和交通技工教育研究会公路专业委员会**

柯爱琴 周以德 刘传贤

卞志强 严 军 朱小茹

高连生 毕经邦 姚为民

梁柱义 程兴新 张文才

易连英 蒋 斌 周萌芽



# 前言

## FOREWORD

为了适应交通新的跨越式发展,积极推进一体化教学改革,进一步加快高级技工学校公路类专业教材建设,交通职业教育教学指导委员会公路类(技工)学科委员会和交通技工教育研究会公路专业委员会组织制定了高级技工学校公路施工与养护和公路工程机械使用与维修两个专业的教学计划与教学大纲,并依此确定了教学改革和教材改革的模式。2004年3月启动教材的编写工作,2005年7月交稿。

本套教材用于培养公路类专业高级技工和技师,具有以下特点:

1. 教材内容与高级工等级标准、考核标准相衔接,适应现代化施工与养护的基本要求,教材全部采用最新的标准和规范,符合先进性、科学性和实用性的要求。
2. 教材编写满足理实一体化和模块式的教学方式,以操作技能为主,体现职业教育特色,使学生具备较高的实用技能。
3. 教材与作业、题库配套。各课程均编写了“习题集和答案”,汇成题库和题解,供学生做作业和练习,也可供命题参考。

本套教材由柯爱琴担任责任编辑。

《公路工程机械液压系统故障排除》是全国交通高级技工学校公路工程机械使用与维修专业通用教材之一,内容包括:液压系统液压泵、液压控制阀、液压缸(液压马达)、辅助元件等四大元件的故障现象、原因与排除方法;典型工程机械液压系统分析和常见故障排除。

参加本书编写工作的有:山东公路高级技工学校朱烈舜(编写第一、二单元、第三单元的课题一、二、三),河南省南阳公路技工学校王讯(编写第三单元的课题四,第四单元,第五单元的课题一、二、三、四),北京市路政局技工学校李兴辰(编写第五单元的课题五、六、七、八、九)。全书由朱烈舜担任主编,四川省公路技工学校周永春担任主审。

本套教材在交通技工教育研究会理事长卢荣林的指导下进行,在编写过程中,得到了全国16个省市的高级技工学校领导的大力支持和帮助,共有60余名公路类专业教师参与了教材的编审工作,在此表示感谢。

由于我们的业务水平和教学经验有限,书中有不妥之处,恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。

交通职业教育教学指导委员会公路类(技工)学科委员会

交通技工教育研究会公路专业委员会

二〇〇五年八月

# 目录

## CONTENTS

单元一 液压与液力系统故障及排除基本概论	1
课题一 液压系统故障分类及故障分析方法	1
课题二 液压系统常见故障原因及排除	5
课题三 液压与液力系统的正确使用与维护	10
单元二 液压泵与液压马达的故障与排除	32
课题一 齿轮泵与齿轮马达的故障与排除	32
课题二 叶片泵与叶片马达的故障与排除	38
课题三 柱塞泵与柱塞马达的故障与排除	44
单元三 液压阀的故障与排除	56
课题一 方向控制阀的故障与排除	57
课题二 压力控制阀的故障与排除	66
课题三 流量控制阀的故障与排除	85
课题四 电液伺服阀、电液比例阀的故障与排除	96
单元四 液压缸和辅助元件的故障与排除	102
课题一 液压缸的故障与排除	102
课题二 液压辅助元件的故障与排除	112
单元五 典型公路工程机械液压液力系统分析	119
课题一 推土机液压液力系统分析和常见故障诊断	119
课题二 装载机液压液力系统分析和常见故障诊断	143
课题三 平地机液压液力系统分析和常见故障诊断	159
课题四 振动压路机液压系统分析和常见故障诊断	170
课题五 全液压挖掘机液压系统分析和常见故障诊断	190
课题六 稳定土拌和机液压系统分析和常见故障诊断	201
课题七 沥青混凝土摊铺机液压系统分析和常见故障诊断	207
课题八 水泥混凝土摊铺机液压系统分析和常见故障诊断	237
课题九 水泥混凝土专用机械液压系统分析	265



## 单元一 液压与液力系统故障及排除基本概论

### 【知识目标】

1. 了解液压系统故障分类及故障分析方法;
2. 了解液压系统常见故障产生的原因;
3. 了解液压与液力系统的正确使用与维护内容。

### 【能力目标】

1. 进行液压系统常见故障的诊断与排除;
2. 进行液压与液力系统的正确使用与维护。

### 课题一 液压系统故障分类及故障分析方法

液压工程机械的故障主要表现在液压系统或其回路中的元件损坏,伴随漏油、发热、振动、噪声等现象,导致系统不能发挥正常功能。

#### 一、液压系统故障分类

故障按性质,可以分为突发性及缓发性两种。突发性的特点是具有偶然性。它与使用时间无关,如管路破裂、液压件卡死、油泵压力失调、速度突然下降、液压振动、噪声、油温急剧上升等,故障难以预测与预防;缓发性的特点是与使用时间有关,尤其是在使用寿命的后期表现最为明显,主要是与磨损、腐蚀、疲劳、老化、污染等劣化因素有关,但故障通常可以预防。

故障按在线显现情况,可分为实际故障和潜在故障两种。实际故障又称为功能性故障,由于这种故障的实际存在,使液压(力)系统不能工作或工作能力显著降低,如关键液压元件被损坏等;潜在故障与缓发性(或渐进性)故障相似,尚未在功能性方面表现出来,但可以通过观察及仪器测试知道它的潜在程度。

故障按发生的原因,可分为人为故障和自然故障两种。由于设计、制造、运行安装、使用及维修不当等造成的故障均称为人为故障;由于不可抗拒的自然因素(如磨损、腐蚀、老化及环



境等因素)产生的故障均属于自然故障范围。

液压设备的故障,一般在初期因设计、制造、运输、安装、调试等原因而使故障率较高,随着运用时间延长及故障的不断排除,故障率将逐渐降低。到了设备使用后期,由于长期使用过程中的磨损、腐蚀、老化、疲劳等而逐渐使故障增多。只有在使用中期,设备故障才趋于随机的较稳定期,也就是设备的有效工作寿命期。但如果由使用不当或对潜在的故障不及时诊断与排除,即使在有效寿命期也不能排除出现突发性的各种严重故障。故研究和总结液压设备故障及诊断技术,则是正确及时地排除各种故障的前提。

### 故障诊断方法

故障诊断的最基本方法有观察法、逻辑分析法及仪器检测法。观察法、逻辑分析法是一种定性分析方法,仪器检测法具有定量分析的性质。

#### 1. 观察诊断法

观察诊断,实际就是凭人的眼、鼻、耳、手的观察、嗅觉、听觉及触摸感觉与日常经验结合起来的分析液压设备是否存在故障、故障部位及原因的一种最初的直观诊断法。

一般情况下,任何故障在演变为大故障之前都会伴随有种种不正常的征兆,例如:

- (1) 出现不正常的振动与噪声,尤其是在液压泵、液压马达、液压阀等液压元件处。
- (2) 出现液压执行元件(液压马达、液压缸)工作速度下降,压力降低及无力现象。
- (3) 出现工作油液温升过高及有焦烟味等现象。
- (4) 出现管路损伤、松动等现象。
- (5) 出现压力油变质、油箱液位下降等现象。

上述这些现象只要勤检查、观察,不难被发现。将这些现场现象作为第一手资料,根据经验及有关图表、资料数据,就很快地能判断出是否存在故障、故障性质、发生的部位及故障具体产生的原因,就可以着手进行采取排除故障的措施或作出预防大故障的发生。日常检查的项目,见表 1-1-1。

日常检查项目表

表 1-1-1

检查项目	检查方法	判断标准	处理方法
外观不正常现象	眼观	有无泄漏、管接头松动、管路损伤	进行修理、拧紧、维护
油箱油量、油变质、油污染	眼观	油位是否正常、滤油器是否堵塞、油液是否变质	补足油量、清洗滤油器、更换液压油等
振动、噪声	眼观、耳闻	是否正常	比正常值大时立即查明原因进行修理
油温	手摸后发现不正常再用温度计测量	是否正常	超过正常允许值时,查明原因处理
工作速度	眼观	不正常,太慢	流量不足、泄漏、定压太低等,查明原因进行处理
工作压力	眼观	无力	定压太低、供油不足以及其他故障的查处





## 2. 逻辑分析法

逻辑分析法主要根据设备液压系统工作基本原理进行的逻辑推理方法,也是掌握故障判断技术及排除故障的最主要的基本方法。它是根据该设备液压系统组成中各回路内的所有液压元件,有可能出现的问题导致执行元件(液压缸或液压马达)故障发生的一种逼近的推理查出法。这种方法有叙述法、列表法及框图法,现分别介绍如下。

### 1) 叙述法

按液压系统图分析故障原因。现以图 1-1-1 简单的液压系统举例说明叙述法故障分析的方法。

液压系统中液压缸动作不灵,其故障是:

#### (1) 液压油箱内液面太低

故障原因:长期损耗或泄漏,以致供油量不足。

排除方法:加足液压油至油箱容积的 80% 处。

#### (2) 滤油器堵塞

故障原因:液压油受到污染。

排除方法:检查液压油或换油,清洗或更换滤油器。

#### (3) 液压油污染或变质

故障原因:由于液压油在运输、装注过程中,雨水侵入、元件使用过程中的磨损、高温、气蚀氧化等现象使油污染或变质,致使液压执行元件动作不良。

排除方法:检查液压油污染程度、变质情况,更换液压油。

#### (4) 吸油管堵塞或管太细长引起吸油不足

故障原因:吸油管因氧化腐蚀、污物堵塞或设计过细过长,使吸油阻力增大,吸油性变差。

排除方法:疏通、减低管路长度、加粗管径等。

#### (5) 泵自吸性差

排除方法:

①增大自吸高度,提高吸油管至泵吸油口内的真空度,减小进油速度减小管内能量损失。

②提高管与泵接头的密封性,提高自吸性。

③保持管道内光滑程度,防止自吸管道弯曲等。

#### (6) 液压泵故障

液压泵故障与排除,可详见单元二课题一。

#### (7) 溢流阀故障

溢流阀故障现象,一般是调压失灵及溢流不正常或不按要求溢流。故障原因一般可能是阻尼孔堵塞,主滑阀卡死,导阀密封性不良,弹簧疲劳或折断等。

#### (8) 换向阀故障

换向阀故障一般可能是间隙过大,泄漏现象严重或阀芯发生卡紧现象等。

#### (9) 液压缸故障

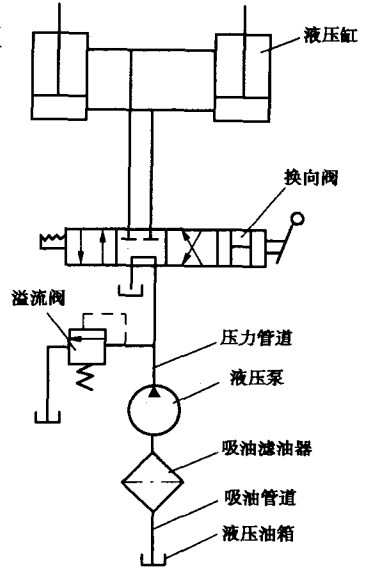


图 1-1-1 简单的液压系统



液压缸本身存在毛病,如密封件损坏、活塞与缸体存在间隙、内外泄漏存在、缓冲装置有毛病、缸内存在空气等。

### (10) 压力管道故障

压力管道一般存在接头松动,管内阻尼太大,弯头太多,弯头处存在空气等。这些现象找出后,可对症下药予以排除。

### 2) 列表法

列表法是利用表格将系统中发生的故障、故障原因及故障排除方法简明地列出,便于查找的方法,见表 1-1-2。

工作油的故障及排除

表 1-1-2

故障	故障原因分析	故障排除方法
油温上升过高	使用了粘度高的工作油,粘性阻力增加,油温升高; 使用了消泡性差的油,由于气泡的绝热压缩,工作油变质使油温上升; 在高温暴晒下工作,工作油劣化加剧,使油温上升; 其他如过猛操作换向阀,经常处于系统溢流等也会使油温加速上升	更换合格合适的液压油,平稳操作,防止冲击,尽可能减少系统溢流损失等
油中气泡增多	工作中混入空气,停机时气泡积存于配管,执行元件排气不良等,同样会出现更多的气泡; 噪声增加; 油温上升	检查工作油量是否过少,尤其要注意工作油在倾斜厉害的状况下长时间使用时,油面应比油泵进油口高; 检查泵密封好不好,吸油管管夹松动了没有,松了要拧紧; 使用消泡性好的工作油

### 3) 框图法

框图法是利用矩形框、菱形框(或左右两端是半圆的圆边框)、指向线和文字组成的描述故障及故障判断过程的一种图式方法。有了框图,即使故障复杂,也能做到分析思路清晰,排除方法层次分明,解决问题一目了然。

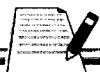
框可分为两种。一种是矩形框,称叙述框,表示故障现象或要进行解决的问题,它只有一个入口和一个出口;另一种是菱形框,它表示进行故障的原因分析,是检查、判断框,一般有一个入口,两个出口,判断后形成两个分支,在两个出口处,必须注明哪一个分支是对应满足条件的(常以“是”表示),哪一个分支是对应不满足条件的(以“否”表示)。

现举例说明框图法的应用,如图 1-1-2 所示。

### 3. 仪器检测法

仪器检测法是使用仪器、仪表进行故障诊断的方法。这些仪器、仪表是在不拆卸液压设备的情况下进行参数测量后与正常值相比较从而断定是否有故障。一般地说,用仪器仪表检测是较准确有效。

### 4. 油液分析法



液压油是液压系统不可缺少的组成部分。根据国内外统计资料表明,液压系统的故障大约有70%是由于油液的污染而引起的,因而必须掌握有关油液状态的信号。利用各种分析手段来鉴别油液中污染物的成分和测定油液中污染的含量,就可以诊断液压系统故障及液压油污染故障。目前常用的方法有:光谱分析、铁谱分析、磁塞检测和颗粒计数法等。

油液分析诊断过程:

1) 采样

从液压油中采集能反映液压系统中各液压元件运行状态的油样。

2) 检测

指对油样进行检测,以测定液压油中磨损物质的数量和粒度分布。

3) 识别

诊断和识别液压油故障、液压元件磨损状态及液压系统故障。

4) 预测

指预测处于异常磨损状态的液压元件的寿命和今后磨损的类型。

5) 处理

指对液压油的换油周期、液压系统的维修方式、液压元件的修理和更换等的处理。

5. 振动声学法

应用声学法诊断液压故障,就是通过振动声学仪器对液压系统的振动和噪声进行检测,按照振动声学规律,识别液压元件的磨损状况及其技术状态,在此基础上诊断故障原因、部位、程度、性质和发展趋势等。此法适用于所有液压设备的液压故障诊断,特别是对价值较高的液压泵和液压马达的故障诊断,具有重要的实用意义。

6. 超声检测法

这种方法是应用超声技术在液压元件壳体外和油管壁外进行探测,以测量其内部的流量值。常用的方法有回波脉冲法和穿透传输法。

7. 计算机诊断(诊断的专家系统)

计算机高科技的发展,使人工智能专家咨询系统将得以实现。它可以根据人们事先安排好的程序进行有条不紊的逻辑判断和推理,模拟人类专家的思维过程,关键是仍要依靠人们在日常工作中逐渐积累起来的大量经验与计算机判断结合起来才能得到正确判断。

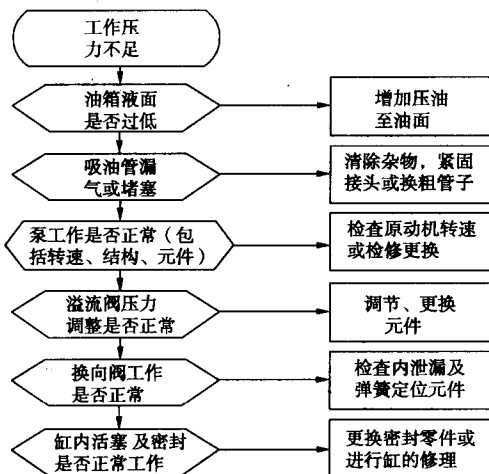


图 1-1-2 框图法

## 课题二 液压系统常见故障原因及排除

液压系统常见的故障有振动和噪声、液压系统泄漏、液压冲击、液压系统中的“爬行”、液压系统中的液压卡紧、液压系统中的温升等。



## 二 振动和噪声

### 1. 液压泵及吸油管路的气穴现象产生的振动噪声

当吸油管路在阻力很大时,油液来不及填充管路及泵腔,产生局部真空,形成低压。当压力低到“空气分离压”时,溶解在工作油液中的空气(通常有9%的体积量)大量分解出来,形成气穴气泡。气泡到高压区被压缩、击破,又会产生高频冲击,其压力值有时可高达系统压力的10倍以上,这时会使系统产生“气蚀”现象,可引起固体壁面的剥蚀和管壁金属晶体接缝处金属颗粒被击落,形成腐蚀,并伴随着冲击振动、噪声及高温。

排除方法:

- (1)增大吸油管直径,减少或避免吸油管道的弯曲,减少管道阻力。
- (2)经常清洗滤油器。
- (3)液压泵吸油高度尽可能小(不能超过0.5m)。

### 2. 液压泵困油现象产生的振动噪声

液压泵困油造成高压油部分使泵内某些零件受到高频撞击负荷增大而产生噪声,局部真空部分使溶于液压油中的空气产生气穴气泡,引起流量、压力的不均匀和振动,从而产生噪声。

排除方法:对齿轮泵主要检查端盖上卸荷槽尺寸位置,若相差不多,可用锉刀修锉,否则需换端盖。

对叶片泵主要检查三角沟槽是否加工太短,可用三角锉刀进行修锉。

### 3. 控制阀引起的噪声

- (1)调压弹簧损坏。

排除方法:更换弹簧。

- (2)阀座密封不良。

排除方法:更换钢球或修研该锥阀与阀座密封接合面,使钢球与阀座接合面接触良好。

- (3)滑阀在阀体内移动不灵活。

排除方法:将滑阀用金相砂纸研磨光滑,并清除污物。

- (4)滑阀阻尼孔被堵塞。

排除方法:清洗疏通阻尼孔。

- (5)节流阀口开得太小,流速高产生喷流。

排除方法:减少节流阀进出口液压差,或采用小规格节流阀,使得在流量很少的情况下,节流阀开口较大。

- (6)电磁换向阀快速切换,产生液压冲击。

排除方法:在电磁换向阀油路中设置缓冲装置。

### 4. 液压系统的机械噪声

- (1)原动机与泵联轴器同轴度误差或产生松动或轴承损坏。

排除方法:提高联轴器同轴度,控制在0.1mm内,更换已损坏的轴承。

- (2)管路安装不良,进油管与回油管距离太近。

排除方法:适当拉开进油管与回油管距离,主要的管道应用管夹装置定位。



## 液压系统泄漏

(1) 系统压力调整过高,使密封件或密封面处泄漏。

排除方法:适当降低液压系统压力,但仍应根据机器说明书的要求,将液压系统压力调整到规定范围内,不可调得过高。

(2) 阀内产生内泄漏,滑阀磨损使间隙增大。

排除方法:研磨阀体孔,重新制作滑阀,根据阀体孔实际尺寸配间隙,一般控制在 $0.005 \sim 0.01\text{mm}$  范围内。

(3) 密封件泄漏、密封件损坏、老化,使密封不良。

排除方法:应更换这些密封件;有方向性的密封件装配方向装错时,应重新安装。

(4) 接合面间产生泄漏:

① 两接合面本身的平面度误差或表面受到损伤。

排除方法:研磨或修磨接合面。

② 接合面上的纸垫被压力油损伤。

排除方法:更换纸垫。

③ 接合件上的螺钉未拧紧。

排除方法:拧紧或更换新的螺钉。拧紧时应按对角方向逐步拧紧,防止接合面发生倾斜。

## 液压冲击

1. 液流换向时产生冲击

排除方法:可使换向阀阀芯控制边切制成 $1.5^\circ \sim 40^\circ$ 的锥角(其原值长视密封边长而定)或开轴向缓冲槽。

2. 节流缓冲装置失灵产生冲击

(1) 有的是液压缸缓冲装置中的钢球与阀座封油不良、端盖处纸垫损坏、活塞的锁紧螺母产生松动、活塞与缸体孔配合间隙过大等原因。

排除方法:调换钢球、研磨阀座接合处,更换新纸垫,旋紧锁紧螺母或重新制作活塞(与缸体孔配合间隙为 $0.03\text{mm}$ )。

(2) 有的液压缸缓冲活塞端的缓冲柱塞上设有三角槽,油液经三角槽回油时进行缓冲,当缓冲柱塞外缘与端盖内孔磨损而配合间隙过大时,三角槽将不起节流缓冲作用。

排除方法:可根据端盖内孔尺寸重新做活塞及缓冲柱塞,或将此缓冲柱塞磨圆后,表面镀一层硬铬,再根据端盖内孔尺寸配磨间隙。

(3) 有的液压缸在缓冲缸端体外设有节流阀。节流阀中节流螺母松动或调整不当,会产生液压冲击。

排除方法:紧固螺母或重新调整。

(4) 有的液动换向阀两端设有单向节流阀(阻尼器),若此单向节流阀中节流阀调整不当或单向阀密封不良时,均会使工作装置在换向时产生冲击。

排除方法:这时拧紧节流阀调节螺钉,适当增大缓冲阻尼,若仍有冲击,可判断为单向阀密



封存在问题,从而再检查单向阀及其阀座密封问题。

### 3. 液压冲击

系统内存在大量空气,换向阀内空气时而被压缩,时而被释放,造成液压冲击。

排除方法:检查空气进入处,采取防止措施,排除系统内存在的空气。

## 四 液压系统中的“爬行”

“爬行”是液压传动中经常出现的非正常运动状态。轻微的“爬行”使运动件产生目光不易觉察的振动,显著的“爬行”使运动件产生大距离地跳动。“爬行”现象是很有害的,因此消除“爬行”现象对于改善液压系统稳定性和提高工作精度是非常重要的。

### 1. 驱动刚性差引起的“爬行”

空气进入油液中后,一部分溶于压力油液中,其余部分就形成气泡浮游在压力油中。因为空气有压缩性,使液压油产生明显的弹性,造成驱动刚性差而引起“爬行”。空气混入液压系统中的原因是:

(1) 在往复运动的零件之间,需要有一定的配合间隙,空气易从这些间隙中混入。

(2) 液压管接头松动或密封不严,空气由此进入系统中。

(3) 液压元件的精度差,密封件性能不良而造成各种泄漏。

(4) 吸油管设置不当而吸入空气,或因被污物堵塞而形成局部真空。

(5) 油箱中油液不足或吸油管插入深度不够造成吸油时吸入空气。

(6) 液压系统中局部压力低于空气的分离压力,使溶于油液中的空气分离出来。

(7) 系统设计不合理,在机械停止工作时,液压缸左、右腔互通并通过回油路,油液在位能作用下流回油箱,在系统中形成局部真空,空气从各个渠道进入系统。针对上述原因,采取措施如下:

①在制造和修配零件时,应严格达到公差要求,装配时要保证配合间隙。

②紧固各管道连接处,防止泄漏。

③均匀紧固各接合面处的连接螺钉,密封垫应均匀,不允许用多层纸垫。

④油箱中进出油管应保持一定的距离,也可增加隔板使之隔开。

⑤清除附着于滤油器上的脏物,应采用足够容量的滤油器。

⑥油箱要保证足够油液,使之不低于油标指示线。

⑦为了保证系统中各部分能经常充满油液应在泵出口处安装单向阀,在回油路上设置背压阀。

⑧改进液压系统,设法防止系统中出现局部真空,并设置必要的排气塞或放气阀。

### 2. 液压元件间隙大而引起的“爬行”

#### 1) 运动件低速运动引起的“爬行”

运动件低速运动时,一旦发生干摩擦,阻力增加。这时要求液压泵提高压力,但由于液压泵间隙大而严重漏油,不能适应执行元件因阻力的变化而形成的压力变化而产生的“爬行”。此时应修复或更换液压泵内零件,保证装配要求的间隙,以减少液压泵的泄漏。

#### 2) 控制阀失灵引起的“爬行”

各种控制阀的阻尼孔及节流口被污物堵塞,阀芯移动不灵活等,使压力波动大,造成推力



或流量时大时小而产生“爬行”。因此要经常保持油液清洁,定期清洗并更换,加强元件的维护,以防液压油污染。

### 3) 元件磨损引起的“爬行”

由于阀类零件磨损,使配合间隙增大,部分高压油与低压油互通,引起压力不足。另外液压缸活塞与缸体内孔配合间隙因磨损而增大,发生内泄漏,使液压缸两腔压差减小,以致推力减小,致使在低速时因摩擦力的变化而产生“爬行”。

具体措施是认真检验配合间隙,研配或重新制作元件,保证配合间隙,并更换已损坏的密封件。

### 3. 摩擦阻力变化引起的“爬行”

这种现象在液压缸出现的较多,主要是因为:液压缸中心线与活塞杆不平行,活塞杆局部或全长弯曲,缸筒内圆被拉毛刮伤,活塞与活塞杆不同轴,缸筒精度达不到技术要求,活塞杆两端油封调整过紧等因素会引起“爬行”。采取措施是逐项检验液压缸的精度及损伤情况,并进行修复或更新,使液压缸安装精度符合技术要求。

## 五 液压系统中的液压卡紧

液压系统中产生液压卡紧,一般是指当阀芯停止运动一段时间(大约2~5min)后,产生很大阻力,致使阀芯重新移动十分困难。这种现象容易增加滑阀的磨损,降低元件的使用寿命,同时会使系统运行产生不良后果。

### 1. 径向力不平衡引起的液压卡紧

液压滑阀副几何形状误差和同轴度变化引起径向不平衡的液压力,是产生液压卡紧的主要原因。

### 2. 油液中极性分子的吸附作用产生的卡紧

在产生液压卡紧之后,由于油液中的极性分子的吸附作用,使液压卡紧现象会在稍长的时间才会消失。

### 3. 杂质楔入间隙引起的液压卡紧

油液中杂质楔入间隙也会形成液压卡紧。

因此应在阀芯上开有环形平衡槽,又称均匀槽,以减少径向不平衡力。同时应严格控制阀芯与阀孔的制造精度,配合间隙要合理,过大会增加泄漏,过小则会在温度过高时,阀芯会因热膨胀卡死。另外要精密过滤油液,保证油液的洁净度。

## 六 液压系统中的温升

### 1. 液压系统设计不合理产生的系统温升

液压系统在工作过程中有大量压力损失而使油温过高,诸如液压元件规格选用不合理;系统中存在多余的元件和回路;节流方式不当;系统在非工作过程中,无有效的卸荷措施,使大量的压力油损耗而使油液发热。因此可针对上述不合理设计,给予改进完善。

### 2. 压力损耗大使压力能转换为热能

最常见的是管路设计、安装不合理,致使压力损失加大以及管路维护清洗不及时所造成。应在调试、维护时给予改善。



### 3. 容积损耗大而引起的油液发热

应在液压泵、各连接处、配合间隙等处,防止内外泄漏、减少容积损耗。

### 4. 机械损耗大而引起的油液发热

机械损耗经常是由于液压元件的加工精度和装配质量不良,安装精度差、密封件安装不当而造成的。特别是密封件松紧调整要合理,使得密封装置密封性能良好,主要从改进密封结构,并按规定的压缩量调整,以减少摩擦阻力。

### 5. 压力调整过高

不能在不良的工况下,采用提高系统压力来保证正常工作。这样会增加能量损耗,使油液发热。

### 6. 油箱体积小、散热条件差

应当改善散热条件,适当增加油箱容量,有效地发挥箱壁的散热效果。必要时应采取强迫冷却措施。

## 课题三 液压与液力系统的正确使用与维护



### 系统污染的危害与原因

污染物混入系统后会加速液压零件的磨损、烧伤甚至产生破坏故障或者使阀的动作失灵、引起噪声。污染物会堵塞液压元件的节流孔或节流缝隙,改变液压系统的工作性能,引起动作失调甚至完全失灵,产生误动作造成事故。灰尘颗粒在液压缸内会加速密封件的损坏,缸筒内表面的拉伤,使泄漏增大,推力不足或者动作不稳定、爬行、速度下降,产生异常的声响与振动。还可能引起滤网堵塞,液压泵吸油困难,回油不畅而产生气蚀、振动和噪声,堵塞严重时会使阻力过大而将滤网击穿,完全丧失过滤作用,造成液压系统的恶性循环。

系统污染的原因很多,从污染产生机理来看,分为2种:

(1)制作、安装过程中潜伏在系统内部的污染物。

(2)系统工作过程中产生的污染。显然,系统制作、安装过程中潜伏的污染物多为切屑、毛刺、型砂、涂料、磨料、焊渣、锈片和灰尘等固体颗粒。它们对系统的危害比较大,必须在这一阶段加强管理,控制污染,确保安装后的液压系统能够安全可靠地运行。



### 液压系统安装、清洗、调试

液压传动系统的安装,包括液压管路、液压元件(液压泵、液压缸、液压马达和液压阀等)及辅助元件的安装等内容。具体安装步骤可按下述程序进行:

(1)预安装(试装配)。系统中各弯管,组对油管 and 元件,点焊接头,整个管路定位。

(2)第一次清洗(分解清洗)。酸洗管路,清洗油箱和各类元件等。

(3)第一次安装。联成清洗回路及系统。

(4)第二次清洗(系统冲洗)。用清洗油清洗管路。

(5)第二次安装。组成正式系统。

(6)调整试车。灌入实际工作用油,进行正式试车。





## 1. 液压管路的安装

液压管路是连接液压泵、各种液压阀和油缸及油马达的通道。液压系统的安装,就是用管路把各种液压元件连接起来,组成回路。因此,管路的选择不合理,安装是否正确,清洗是否干净,对液压系统的工作性能有很大影响。

### 1) 管路的选择与检查

在选择管路时,应根据系统的压力、流量以及工作介质、使用环境和元件及管接头的要求,来选择适当口径、壁厚、材质和管路。要求管道必须具有足够的强度,内壁光滑、清洁、无砂、无锈蚀、无氧化铁皮等缺陷,并且配管时应考虑管路的整齐美观以及安装、使用和维护工作的方便。管路的长度应尽可能短,这样可减少压力损失以及延时和振动等现象。

检查管路时,若发现管路内外侧已腐蚀或有明显变色,管路被割口,壁内有小孔,管路表面凹入深达管路直径的10%~20%以上(不同系统要求不同),管路伤口裂痕深度为管路壁厚的10%以上等情况时均不能使用。

检查长期存放的管路,若发现内部腐蚀严重时,应用酸彻底冲洗内壁,清洗干净,再检查其耐用程度,合格后才能进行安装。

检查经加工弯曲的管路时,应注意管路的弯曲半径不应太小。弯曲曲率太大,将导致管路应力集中的增加,降低管路的疲劳强度,同时也是易出现锯齿形皱纹,用填充物弯曲管路时,其最小弯曲半径 $R$ (图1-3-1)的要求为:

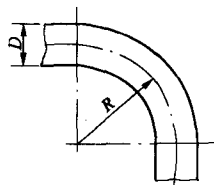


图 1-3-1 液压管路弯曲半径

- 钢管热弯曲:  $R \geq 3D$   
 钢管冷弯曲:  $R \geq 6D$   
 钢管冷弯曲:

$$R \geq 2D (D \leq 15\text{mm})$$

$$R \geq 2.5D (D = 15 \sim 22\text{mm})$$

$$R \geq 3D (D > 22\text{mm})$$

管路弯曲处最大截面的圆度不应超过15%;弯曲处外侧壁厚的弯曲曲率减薄不应超过管路壁厚的20%;弯曲处内侧部分不允许有扭伤,压坏或凹凸不平的皱纹。弯曲处内外侧部分都不允许有锯齿形或形状不规则的现象。扁平弯曲部分的最小外径应为原管外径的70%以下。

### 2) 管路的安装

#### (1) 吸油管路的安装及要求

安装吸油管路时应符合下列要求:

①吸油管路要尽量短,弯曲少,管径不能过细。以减少吸油管的阻力,避免吸油困难,产生吸空、气蚀等现象。对于泵的吸程高度,各种泵的要求有所不同,但一般不超过500mm。

②吸油管应连接严密,不得漏气,以免使泵在工作时吸进空气,导致系统产生噪声,以致无法吸油(在泵吸入部分的螺纹,法兰接合面上往往会由于小小的缝隙而漏入空气)。

③除了个别泵(在产品说明书或样本中有说明)以外,一般在吸油管路上应安装滤油器,滤油精度通常为100~200目,滤油器的通油能力至少相当于泵的额定流量的两倍,同时要考虑清洗时拆装方便。