

◀ 黄志坚 吴百海 编著

液压设备

故障诊断 与 维修

案例精选



YE
YA

SHEBEI GUZHANG ZHENDUAN
YU WEIXIU ANLI JINGXUAN



化学工业出版社

黄志坚 吴百海 编著

液压设备

故障诊断与维修

案例精选



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压设备故障诊断与维修案例精选/黄志坚, 吴百海
编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 12
ISBN 978-7-122-03802-9

I. 液… II. ①黄…②吴… III. ①液压装置-故障
诊断-案例②液压装置-故障修复-案例 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 150992 号

责任编辑: 黄 滢
责任校对: 吴 静

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21 字数 551 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

液压传动与控制技术在国民经济各部门的应用日益广泛, 液压设备在装备体系中占据着十分重要的位置。液压设备一旦发生故障, 轻则导致产品质量下降, 重则引起生产中断, 更严重的甚至造成灾难性的后果。因此, 快速准确地对液压设备进行故障诊断与维修, 是保证其运行可靠、性能良好并充分发挥效益的重要途径。

液压系统是结构复杂且精密度高的机、电、液综合系统, 具有机液耦合、时变性和非线性等特性。液压设备发生故障时, 其故障点隐蔽、因果关系复杂、易受随机性因素的影响、失效分布较为分散, 因此故障诊断与维修的难度都很大。

为帮助广大液压技术从业人员更好地掌握现代液压设备故障诊断与维修技术, 并进一步解决实际工作中遇到的各类问题, 我们编著了此书。

书中精选了百余个典型案例, 全面系统地介绍了各行业液压设备故障诊断与维修的方法、思路、技巧、要领与策略。对每个案例基本上是按照分析故障原因、判断产生故障的部位、指出排除故障的方法和步骤的顺序进行阐述的。

全书共 11 章。其中第 1、3~7、10、11 章由黄志坚编著, 第 2、8、9 章由吴百海编著。广东工业大学研究生赖茶秀、王巍、林东阳等参与了部分文稿的录入和资料整理工作。

本书取材新颖广泛、数据翔实、一事一例、侧重实用、针对性强, 力求反映各类液压设备故障诊断与维修的具体环境与技术特点。可指导使用与维修人员快速排除液压故障, 同时也为研发、制造、设计人员改进液压系统的功能和设计思路提供了依据。本书也可供初学液压技术的人员及大专院校机械专业的学生逐步掌握液压设备的维修方法和提高实际操作技能参考。

编著者

目录

第1章 金属加工设备液压故障诊断与

维修案例..... 1

1.1 金属切削加工机床液压故障 诊断与维修 1

1.1.1 液压进给组合机床故障 1

1.1.2 液压半自动车床的维修—— 数控化改造 3

1.1.3 数控机床液压故障 5

1.1.4 数控镗床液压故障 8

1.1.5 卧式加工中心早期液压 故障 9

1.1.6 外圆磨床液压故障..... 10

1.1.7 平面磨床液压故障..... 12

1.1.8 液压滑台的维修——技术 改造..... 12

1.1.9 机床液压系统换向故障..... 14

1.2 材料切割加工设备液压故障 诊断与维修..... 17

1.2.1 普通液压板料折弯压力 机故障..... 17

1.2.2 数控液压板料折弯机 故障（一）..... 19

1.2.3 数控液压板料折弯机 故障（二）..... 21

1.2.4 校直机液压故障..... 22

1.2.5 剪切机液压故障..... 24

1.3 压力加工设备液压故障 诊断与维修..... 25

1.3.1 液压机液压故障（一）..... 25

1.3.2 液压机液压故障（二）..... 27

1.3.3 液压机液压故障（三）..... 30

1.3.4 压铸机液压故障..... 33

第2章 轻工与化工设备液压故障

诊断与维修案例 35

2.1 注塑机液压故障诊断与维修..... 35

2.1.1 注塑机液压故障（一）..... 35

2.1.2 注塑机液压故障（二）..... 37

2.1.3 注塑机的维修——液压 系统的改进..... 40

2.2 橡胶机械液压故障诊断与 维修..... 41

2.2.1 橡胶密炼机液压故障 （一）..... 41

2.2.2 橡胶密炼机液压故障 （二）..... 44

2.2.3 橡胶压块机液压故障..... 46

2.3 打包机液压故障诊断与维修..... 49

2.3.1 打包机液压故障（一）..... 49

2.3.2 打包机液压故障（二）..... 52

2.4 纸机液压故障诊断与维修..... 54

2.4.1 纸机液压故障（一）..... 54

2.4.2 纸机液压故障（二）..... 55

2.4.3 纸机的维修（一）——压榨 部加载装置的维护..... 57

2.4.4 纸机的维修（二）——软压 光系统的改进..... 58

2.4.5 纸机液压故障（三）..... 61

2.5 陶瓷与玻璃机械液压故障 诊断与维修..... 62

2.5.1 陶瓷挤管机的维修—— 液压系统的改进..... 62

2.5.2 玻壳自动压机冲压缸颤抖 故障..... 62

第3章 农机液压故障诊断与维修

案例 64

3.1 拖拉机液压故障诊断与维修..... 64

3.1.1 拖拉机液压故障（一）—— 液压系统常见故障..... 64

3.1.2 拖拉机液压故障（二）—— 输出流量减小..... 67

3.1.3 拖拉机液压故障 (三)——软管爆裂	68	4.2.2 炼钢大包的维修——滑动水口液压站的改进	90
3.1.4 拖拉机液压故障 (四)——系统泄漏	69	4.2.3 钢包提升装置液压系统故障	92
3.1.5 拖拉机液压故障 (五)——供油泵和主泵故障	69	4.2.4 对包液压系统故障	94
3.2 联合收割机液压故障诊断与维修	70	4.2.5 结晶器液压伺服振动系统故障	97
3.2.1 联合收割机液压故障 (一)——液压系统常见故障	71	4.2.6 液压式大包连浇小车的维修——同步系统的改造	98
3.2.2 联合收割机液压故障 (二)	72	4.3 轧钢设备液压故障诊断与维修	100
3.2.3 联合收割机液压故障 (三)——驱动系统故障	73	4.3.1 中板轧机液压故障	100
3.2.4 联合收割机液压故障 (四)——制动系统故障	74	4.3.2 中板轧机的维修——液压微调系统的改进	102
3.2.5 联合收割机液压故障 (五)	75	4.3.3 轧机 AWC 系统液压故障	106
3.2.6 联合收割机液压故障 (六)	75	4.3.4 轧辊的维修——平衡液压控制回路的改进	109
3.2.7 联合收割机液压故障 (七)	76	4.4 卷取机与运输设备液压故障诊断与维修	111
3.2.8 联合收割机的维修——双联齿轮泵的拆装	77	4.4.1 卷取机侧导板液压系统故障	111
第4章 冶金设备液压故障诊断与维修案例	78	4.4.2 钢卷运输小车液压系统故障	114
4.1 炼铁与炼焦设备液压故障诊断与维修	78	4.4.3 卷取机助卷辊振颤故障	117
4.1.1 焦炉液压系统压力故障	78	4.5 加热炉液压故障诊断与维修	118
4.1.2 冶金设备的维修 (一)——液压泥炮在线改造	80	4.5.1 步进炉水平液压缸比例控制失效故障	118
4.1.3 冶金设备的维修 (二)——炼铁污水处理液压系统的改造	83	4.5.2 步进加热炉速度控制系统故障	119
4.1.4 冶金设备的维修 (三)——高炉鼓风机液压系统的调整与改进	85	第5章 电厂设备液压故障诊断与维修案例	122
4.2 炼钢与连铸设备液压故障诊断与维修	88	5.1 汽机液压故障诊断与维修	122
4.2.1 精炼炉的维修——液压系统的改造	88	5.1.1 系统运行中油动机全关故障	122
		5.1.2 EH 油压低故障	125
		5.1.3 汽轮机电液伺服阀突然关闭故障	126
		5.1.4 汽轮机液压油系统引起机组异常跳闸的故障	128
		5.2 阀门液压故障诊断与维修	132

5.2.1 自动保压式液控蝶阀故障	132
5.2.2 锁定型蝶阀开启时系统油管振动故障	134
5.2.3 核电 300MW 机组循环水系统的维修——蝶阀液压系统的改造	135
5.3 锅炉液压故障诊断与维修	137
5.3.1 磨煤机故障 (一)	137
5.3.2 磨煤机故障 (二)	139
5.3.3 排渣门的维修——液压系统的改造	142
5.4 电力开关设备液压故障诊断与维修	143
5.4.1 液压操动机构故障 (一)——超压故障	143
5.4.2 液压操动机构故障 (二)——运行故障	145
5.4.3 少油断路器打压失灵故障	147
5.5 水电设备液压故障诊断与维修	149
5.5.1 启闭机液压故障 (一)	149
5.5.2 启闭机液压故障 (二)	151
5.5.3 启闭机液压故障 (三)——活塞杆镀铬层非正常失效	154
5.5.4 升船机液压故障	155
5.5.5 升船机的维修——液压系统的安装调试	155
5.5.6 水轮机调速器液压系统故障	158
5.5.7 水电站调速器机械液压系统故障	161

第 6 章 煤矿设备液压故障诊断与

维修案例	165
6.1 采煤机液压故障诊断与维修	165
6.1.1 采煤机液压故障 (一)	165
6.1.2 采煤机液压故障 (二)	167
6.1.3 采煤机液压故障 (三)	168
6.1.4 采煤机液压故障 (四)	171
6.1.5 采煤机的维修 (一)——	

液压系统的改进

172

6.1.6 采煤机的维修 (二)——
稳压减振蓄能器的应用 ...

173

6.2 液压支架液压故障诊断与
维修

174

6.2.1 液压支架故障 (一)

174

6.2.2 液压支架故障 (二)

176

6.2.3 液压支柱故障 (一)

180

6.2.4 液压支柱故障 (二)

182

6.2.5 液压支柱的维修——液

压缸密封失效的解决

183

6.3 提升机液压故障诊断与维修 ...

184

6.3.1 提升机液压站故障

184

6.3.2 提升机液压系统故障

186

6.3.3 提升机液压站及其制动

系统故障

186

6.3.4 提升机的维修 (一)——

液压系统的调试与维护 ...

187

6.3.5 提升机的维修 (二)——

液压站的改进

188

6.3.6 提升机的维修 (三)——

蓄能器的应用

189

6.3.7 提升机的维修 (四)——

制动系统液压站的维护 ...

190

第 7 章 工程机械液压故障诊断与

维修案例

194

7.1 挖掘机液压故障诊断与维修 ...

194

7.1.1 挖掘机操纵阀故障

194

7.1.2 挖掘机液压系统故障

195

7.1.3 挖掘机不能回转故障

197

7.1.4 挖掘机液压泵故障

198

7.1.5 挖掘机支腿液压缸胀缸

故障

201

7.1.6 挖掘机的维修 (一)——

用三合一测试仪检测主泵

比例阀

202

7.1.7 挖掘机的维修 (二)——

液压控制系统的改进

204

7.1.8 挖掘机的维修 (三)——

液压系统的改造

207

7.2 推土机液压故障诊断与维修 ...

209

7.2.1 推土机液压故障 (一) ...

209

7.2.2	推土机液压故障 (二) …	210		故障 ……………	247
7.2.3	推土机液压故障 (三) …	211	8.3.4	装载机的维修——液压 系统的检测 ……………	248
7.2.4	推土机的维修——铲刀 提升系统的改进 ……………	213	8.4	叉车液压故障诊断与维修 ……	249
7.3	建筑与施工机械液压故障 诊断与维修 ……………	216	8.4.1	叉车液压系统故障 ……	249
7.3.1	压路机液压系统故障 ……	216	8.4.2	叉车四种故障 ……………	250
7.3.2	振动压路机突然不能工作 故障 ……………	217	8.5	其他起重运输设备液压故障 诊断与维修 ……………	251
7.3.3	稳定土拌和机不能行走 故障 ……………	218	8.5.1	液压自卸车辆故障 ……	251
7.3.4	砼泵的维修——液压系统 的改进 ……………	220	8.5.2	铲运机液压系统故障 ……	252
7.3.5	混凝土搅拌运输车的维 修——液压系统的使用 维护 ……………	223	8.5.3	正面吊运机的维修—— 液压缸的修理 ……………	253
7.3.6	砼泵车主液压系统故障 …	226	第9章 船舶与港口设备液压故障		
7.3.7	盾构机推进系统故障 ……	228		诊断与维修案例 ……………	256
第8章 起重运输设备液压故障诊断与 维修案例 ……………			9.1	船舶设备液压故障诊断与 维修 ……………	256
8.1	汽车起重机液压故障诊断与 维修 ……………	232	9.1.1	减少船舶液压设备故 障的途径 ……………	256
8.1.1	汽车起重机液压转向 故障 ……………	232	9.1.2	船舶动作故障——执行 元件速度过慢或不动作 …	259
8.1.2	汽车起重机转向助力机构 故障 ……………	232	9.1.3	船舶压力不稳定或压力 调节失灵故障 ……………	259
8.1.3	汽车起重机支腿收放液压 支路故障 ……………	233	9.1.4	船舶起货机液压系统噪声 和振动故障 ……………	260
8.1.4	汽车起重机的维修——换 向阀的调整与修理 ……	236	9.1.5	船舶起锚机液压系统 故障 ……………	260
8.2	汽车液压故障诊断与维修 ……	238	9.1.6	液压舵机故障 (一) ……	262
8.2.1	奥迪五缸车中央液压 故障 ……………	238	9.1.7	液压舵机故障 (二) ……	263
8.2.2	大客车转向液压油温过 高故障 ……………	240	9.1.8	液压舵机故障 (三)——电 液伺服系统零偏、零漂 …	264
8.2.3	斯太尔重型汽车转向助力 液压泵故障 ……………	242	9.1.9	起货机变幅液压系统 故障 ……………	266
8.3	装载机液压故障诊断与维修 …	243	9.1.10	减摇鳍装置液压故障 (一) ……………	268
8.3.1	装载机三种液压故障 ……	243	9.1.11	减摇鳍装置液压故障 (二) ……………	269
8.3.2	装载机液压系统的高温 故障 ……………	245	9.1.12	液压舵机故障 (四)—— 液压油乳化 ……………	272
8.3.3	装载机行驶时前车架摆动 故障 ……………	247	9.1.13	船舶电液伺服控制系统 故障 ……………	273
			9.2	港口设备液压故障诊断与 维修 ……………	275

9.2.1	码头装卸桥液压系统故障	275
9.2.2	轮胎式龙门吊的维修——大车转向液压系统的改进	278
9.2.3	液压客汽滚装连接桥的应 用与维护	281
9.2.4	码头设备液压系统泄漏故障	282
9.2.5	港口输油臂液压系统的 维修	283
9.2.6	悬臂式斗轮取料机变幅 机构液压故障	285
9.2.7	翻车机的维修——液压站 呼吸系统的改进	287

第10章 铁道运输设备液压故障诊断 与维修案例

10.1	机车设备液压故障诊断与 维修	290
10.1.1	机车静液压系统故障 (一)	290
10.1.2	机车静液压系统故障 (二)	293
10.1.3	机车静液压系统故障 (三)	295
10.2	铁道工程设备液压故障 诊断与维修	297
10.2.1	捣固车液压系统的使用与 维修	297

10.2.2	清筛机走行离合器液压 系统故障	300
10.2.3	配碴整形车液压故障	302
10.2.4	翻车机的维修——液压 系统的改进	303
10.2.5	液压转辙机油路故障	305
10.2.6	液压救援起重机回转制动 失灵故障	306

第11章 飞机及机场设备液压故障 诊断与维修案例

11.1	飞机液压故障诊断与维修	310
11.1.1	飞机液压故障(一)	310
11.1.2	飞机液压故障(二)—— 起落架收放故障	311
11.1.3	飞机液压故障(三)—— 部件管路漏油	313
11.1.4	飞机液压故障(四)—— 防滞系统伺服阀故障	314
11.1.5	飞机液压故障(五)—— 防火开关故障	316
11.2	机场设备液压故障诊断与 维修	318
11.2.1	旅客登机车液压系统 故障	318
11.2.2	机场地面设备的维修—— 支撑脚液压系统的 改进	320

参考文献

参考文献	323
------	-----

第1章

金属加工设备液压故障诊断与维修案例

1.1 金属切削加工机床液压故障诊断与维修

1.1.1 液压进给组合机床故障

液压进给组合机床经常出现这样一种现象：快速进刀速度正常，开始加工时工作台就停止不前。这种“无工进”现象由多种原因造成。液压系统的故障牵涉面广，主要的可能原因有：切削力大；液压泵内泄；溢流阀内部零件卡住、损坏或弹簧疲劳；执行控制元件（方向阀，流量阀等）内部零件磨损或卡死及检修装配失误；执行元件内部零件磨损造成内漏；系统外漏油严重；液压缸因密封件挤进缸壁引起执行件阻力增大等。在设备的初期故障和偶发故障期内，上述原因只可能有一种，两种以上原因的概率很小。

组合机床液压系统（图 1-1）中，各种元件和辅助装置的机构及油液均封闭在液压站及管道和执行元件内，不像机械故障那样直观，而且测量也不如电器问题方便，不易直接判断。如果先从液压站逐一检查，维修起来非常困难，不但找不到原因，还会因盲目拆卸元件，造成新的故障。以下是按逐项排除方式快速诊断“无工进”故障的方法。

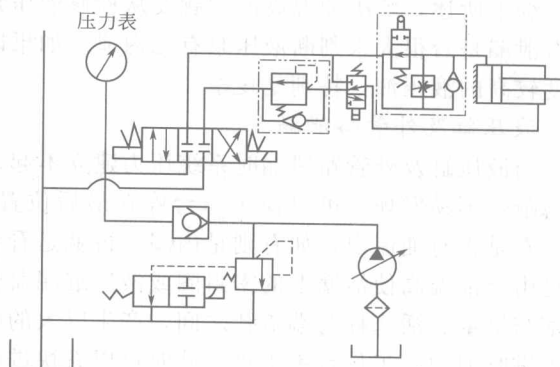


图 1-1 组合机床液压原理图

(1) 工进切削力大

这类问题的原因主要是刀具磨损，锋利度不够，或零件材质不均匀，有硬点存在，特别是铸造毛坯夹杂硬点很多。因为很多组合机床为满足加工要求的“快进大流量、小压力，工进小流量、大压力”需要，基本都采用如图 1-2 所示的自反馈变量泵。当工进切削力增大时，液压系统压力增大。柱塞（件 1）在反馈液压油的作用下推动定子（件 3）向右运动，直至定子与转子同心、无流量输出，从而进油管路无流量，滑台停止。可以从加工产生的声音是否异常来判断这种情况，也可观察液压系统压力表读数是否超过泵的额定压力。解决这种问题最简单的办法就是检查更换质量好的刀具，或测试毛坯硬度、改善毛坯铸造质量。

(2) 液压泵内泄

当油温过高时，液压油黏度下降，泵端盖螺钉松动或转子与端盖间隙因磨损增大均可造成液压泵内泄，不能输出压力油，从而无工进。

造成油温升高的原因很多，最主要的是液压泵不变量。当滚柱（件 2）由于磨损而卡死时，或者配油盘与定子圈压死，反馈液压油推不动定子，则无法实现变量，致使大量压力油

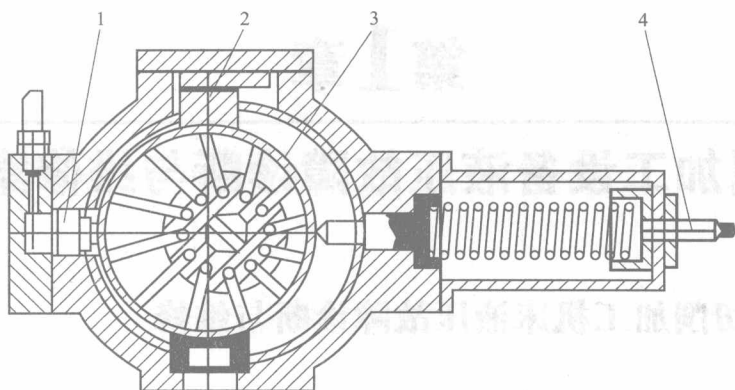


图 1-2 自反馈变量泵结构原理图

经溢流阀流回油箱，造成液压功率损失，产生大量热能使温度升高。判断泵是否变量的方法是：首先开动液压泵，在系统不卸荷的情况下慢慢升高安全阀的压力，同时观察压力表，若泵变量不好，则系统压力一直升高，可能超过泵的额定压力（6.3MPa）的数值。造成油温升高的另一种原因是系统压力调整不当。为防止液压系统压力过高而损坏元件，系统中设置了溢流阀，它的压力一般低于泵压 0.2~0.3MPa。但若溢流阀低于变量泵的最大压力太多时，在“工进”时便有大量液压油经溢流阀流回油箱，使油发热。

综上所述，解决油温高的问题要从检修液压泵和调整系统压力着手。可以打开泵的泄油管看泄漏是否很大来判断液压泵有无内泄。如果以上工作都做了，内泄依然很大，就要换成黏度较高的液压油，特别是夏季。

(3) 液压缸及外管路泄漏

当液压缸及外管路泄漏时系统压力建立不起来，无法实现工进。特别是液压缸内泄，比较隐蔽，不易发现。可以使工作台停在最后位置，打开向后的回油管，用手捅向后的换向阀，看是否有油流出，如有则是内漏。再就是看看液压缸内部阻力是否很大。液压缸阻力一般是由于油温高使活塞上的密封圈或液压缸端盖密封活塞杆的油封老化、变形、变软，挤进活塞与缸壁、活塞杆与端盖孔之间，产生巨大的摩擦力，抵消了一部分液压力，从而无法克服工进吃刀力，工作台不工进。此时可以看快进时的压力表读数，如果快进压力很大，说明缸内阻力很大；也可拆开油管，松开滑台压板，撬动滑台，如果感觉非常沉重，即可判断缸内阻力很大。若已确认是这种现象，就要拆开液压缸检查，更换密封圈。

(4) 各种压力阀的检查

压力阀（如溢流阀）因配合副磨损或弹簧疲劳而无法实现额定压力，或者换向阀因油液污染阀芯卡死、不在中位，使压力油直接回油箱，则系统压力建立不起来。这些都可以从压力表上看出。如原理图 1-1 所示，可以采用截堵的办法来判断具体是哪一个阀泄漏，即将阀的进出口都堵住，看压力能否升起来，不能则阀泄漏。

综合以上各种故障原因，快速判断修理应遵循如图 1-3 所示的步骤。

按照树状图的分析步骤，可以先根据压力表读数判断故障的大方向，然后再拆开油管判断液压泵内泄、液压缸内泄、工作台别劲等故障，再堵截判断阀的故障。因为液压泵和液压缸故障容易判断，但修理时间长，所以为减少维修时间应先将它们检查排除，如果有问题可以先更换，再随后修理，可供下次备用。该方法尤其适用于生产线，因为生产线中的同类型组合机床很多，便于储备备用液压部件，而且生产节拍紧，停机时间非常有限，使用该方法不仅可以降低停歇台时，而且可以缓解大多数企业机修工“闲时多，忙时少”的矛盾。

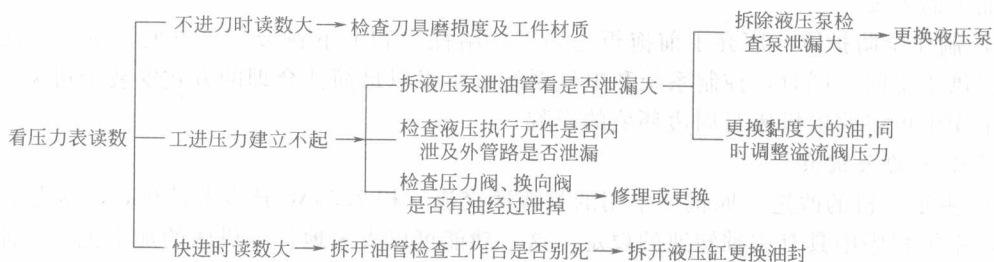


图 1-3 液压进给机无工进故障快速诊断及修理顺序树状图

1.1.2 液压半自动车床的维修——数控化改造

液压半自动车床是典型的早期半自动车床产品中的一种，由床身、主轴箱、前大拖板、前小拖板、后大拖板、后小拖板、排刀架、液压卡盘、电气控制系统、液压系统等组成。

液压系统的工作方式决定了液压半自动车床在生产中的加工局限性。虽说机床床身的结构可以满足很多形式零件的车削加工，但不具备仿形功能，只能进行简单工序的加工，且这种机床采用的是排刀式刀架，前后两个刀架在一件产品的加工中只能完成一刀的车削外圆或端面加工，也就是说无法实现阶梯轴类和锥面的车削加工。

(1) 改造的必要性

液压半自动车床在床身结构上接近于目前专业厂家生产的全功能数控车床，具有设计合理的 30° 倾角的后刀架大拖板，机床上、下料方便，导轨的刚性高，并为使用转塔刀架提供了空间。但机床其他方面使其优势得不到发挥。

① 由于没有仿形刀架，加工能力及范围受到限制，液压系统及控制系统使其加工精度难以保证。前刀架在机床操作人员前增加了大、小拖板，给操作和上、下料带来不便，也给安全防护增加了难度。

② 液压半自动车床有着繁杂的液压控制系统，两个大拖板和两个中拖板需要 4 个液压缸提供动力，并要求能够实现快进、工进、快退的转换，电液配合的可靠性及控制精度阻碍了设备能力的发挥。

③ 在大多数情况下液压半自动车床采用一人一机的操作方式，在人力成本越来越高的今天，占用人力资源增加了制造成本。

(2) 改造方案

① 降低液压系统故障率 弃除液压半自动车床上前后刀架两套 4 个液压缸的液压系统，减少液压系统故障对机床的影响；采用伺服电机和滚珠丝杆组作为刀架的驱动，定位准确，运行可靠；保留液压卡盘及液压刹车系统，可以充分利用原液压系统；原液压系统中的油泵为双联叶片泵，流量配备上已过剩，故改用 YB-25 叶片泵。

② 弃除前刀架和拖板 前拖板的设计是为了扩展液压车床的加工范围，改用数控设备之后，机床后刀架拖板可以在数控系统控制下，依靠多工位刀塔实现外圆、端面、锥面、内孔等各种加工，前刀架拖板已失去存在的意义。

③ 主轴驱动 主轴驱动有两种方式：一是保留原有的主轴箱及电机（手动变速），这一方式的优点是能够保证主电机工作在较为理想的状态，实现高的扭矩，缺点是加工程序中不能设定主轴转速；二是电机通过 V 带直接带动主轴，由变频器控制调速，可以实现现在一个加工程序中的不同转速变换。在这里选择的是第二种方案，因为该机床改造之后的加工任务主要是产品的半精和精加工，希望能够在加工程序执行中进行主轴速度的改变，以适应半精

4 液压设备故障诊断与维修案例精选

与精加工的需要。

④ 制作全防护罩 废弃了前拖板与刀架,给操作和上下料带来了方便,也为全防护的制作提供了空间。同时,控制系统和电气系统都可以以最简洁合理的方式安装于机床上,并且在工作中可以改善机床对周边环境的影响。

(3) 改造中的关键点

① 主轴电机的改造 原机床中用的是普通交流三相 7.5kW 异步电动机,改为数控设备之后,系统程序中具有主轴转速的设定,这一功能可以大大地扩展机床的加工范围,能够很好地发挥多工位刀塔的作用。如果需要加工螺纹类型的工件,主轴上可增装光电编码器,以准确跟踪主轴的转速回馈给控制系统。

② 拖板驱动的改造 拆除原有的液压缸,用数控驱动单元代替之。由于机床原有的拖板及导轨设计,Z 轴电机只能与主轴面对面安装。为发挥原机床的高刚性性能,作为主要传动件的丝杠在安装结构上必须具有足够的刚度和精度。在这里选用直径为 32mm、精度等级为 P4 的双螺母可预紧滚珠丝杠,滚珠直径为 4mm、螺距为 5mm、承载圈数为 6。该丝杠可受载荷为 53.5kN,同时,在丝杠支撑端的结构上,在接近主轴的一端,采用角接触球轴承(见图 1-4),以克服切削力,并保证在正常的切削状态下丝杠承受拉应力,而在另一端采用深沟球轴承。电机与丝杠采用直连方式,联轴器采用双薄膜式,能够在较好地保证传动精度的同时消除安装误差的影响。伺服电机选用 130 型连接方式,扭矩不小于 $7\text{N}\cdot\text{m}$; X 轴的结构与此类同,但在电机的选择上,因为导轨有 30° 的倾角,采用中惯量带刹车的伺服电机,功率为 1.6kW。

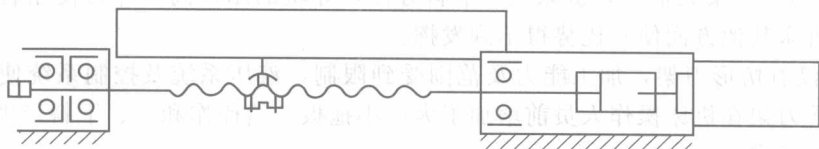


图 1-4 滚珠丝杠与轴承结构简图

③ 导轨的改造 原机床采用的为铸造淬火导轨,拖板为球墨铸铁铸造件。该导轨刚性好,精度高,但摩擦阻力大,响应速度慢。为此,在导轨的改造中,将拖板的导轨面刨削掉 2mm,进行贴塑(聚四氟乙烯)处理。聚四氟乙烯摩擦因数小,耐磨性好,应用很广,与淬火导轨配合使用,既可体现出硬轨的刚性优势,又可在一定程度上消除硬轨响应速度慢的缺点,费用也不高。

④ 刀架的改造 原机床的刀架比较简单,因为系统决定了在一次装夹中只能对工件的外圆或端面加工一刀,所以机床只配备了排刀架。数控改造后功能可很大程度地加强,但排刀已限制了机床功能的扩展,不能充分满足机床的功用,所以,改造中选用了 4 工位的电动刀架。

⑤ 润滑系统的改造 液压车床各润滑点的润滑是直接由液压系统的分支完成的,故改造时保留原机床上的润滑分支并改成定时定量润滑以改善润滑性能。

(4) 数控系统的选择

机床结构和功能的需求,决定了对机床数控系统功能的要求。

① 必须提供 2 个伺服数控轴的控制与驱动,并能够实现联动。

② 必须提供主轴的变频控制。

③ 必须提供超过 4 工位刀架的控制。

④ 必须提供数控轴的各种异常(如超程)保护。

- ⑤ 必须提供高的移动速度和响应速度。
- ⑥ 提供方便的操作编程界面。

数控系统的选择主要考虑的即是上述这些方面，在这里选用了北京凯恩帝公司的产品，凯恩帝（KND）公司的数控系统与 FANUC 系统完全兼容，具有丝杠的螺距补偿功能，超过 10m/min 的快速移动速度，高速插补，程序预读功能保证机床运行不停顿，提高效率与质量，控制精度在微米级，配备串行接口 RS232，提供电子盘技术，数据可多个位置保存，可以快速恢复，采用电子齿轮比，简化传动结构，提高机床精度。系统的基本参数见表 1-1。

表 1-1 KNDIT 系统的基本参数

项 目	参 数	项 目	参 数
最大联动轴数	2	急停/软硬件限位	✓
最小指令单位	0.001mm	刀具偏置	8
最大编程尺寸	±9999.999mm	刀补量计数/测量方式输入	✓
快速移动速度	3~6m/min, 可扩展 6~12m/min	刀具选择	8
进给速度	1~3000mm/min, 可扩展 1~8000mm/min	反向间隙/螺距误差补偿	反向间隙补偿
工作程序容量/个数/电子盘	48kB/63/×6	每分进给/每转进给	✓
显示界面	320×240 液晶屏	恒线速控制	✓
机床操作面板	✓	直线/指数自动加减速	✓
内装式 PMC	标准固化式	手动/自动返回参考点	机械参考点
图形功能	✓	工件坐标系设定/平移	✓
诊断/报警信息显示	✓	电子齿轮	✓1/127-127
位置/计时/计件显示	✓	RS232 接口	✓
绝对/增量/小数点编程	✓	机床锁住/进给保持/程序段跳过	✓
直径/半径编程	✓	自动/手动/单步/手轮进给	✓
程序编辑/管理	✓	MDI 运行/试运行/单程序段运行	✓
子程序调用	✓	模拟主轴控制	✓
直线/圆弧插补	✓	输入 DI/输出 DO 点数	20/16
单一/复合循环	✓	配数字交流伺服	✓
直/锥/端面/管螺纹切削	✓	配步进电机	✓

(5) 小结

经过改造，原来的液压半自动车床成为 30°斜床身的经济型数控车床，同时，具有液压车床的高刚性，加工精度及加工范围得到很大的提高和扩展，可以实现外圆、端面、锥面、球面等复杂工件的加工，也可以同时实现粗精加工在一台机床上完成，并大大提高了自动化的程度，为降低人力成本创造了条件。

1.1.3 数控机床液压故障

(1) 概述

某 MJ-50 型数控车床是两坐标连续控制的卧式车床。其卡盘夹紧与松开、卡盘夹紧力的高低压转换、回转刀架的松开与夹紧、刀架刀盘的正反转、尾座套筒的伸出与退回都是由

6 液压设备故障诊断与维修案例精选

液压系统驱动的。该液压系统采用变量叶片泵供油，各电磁阀电磁铁的动作是由数控系统的 PLC 控制实现的。图 1-5 是它的液压系统原理图。

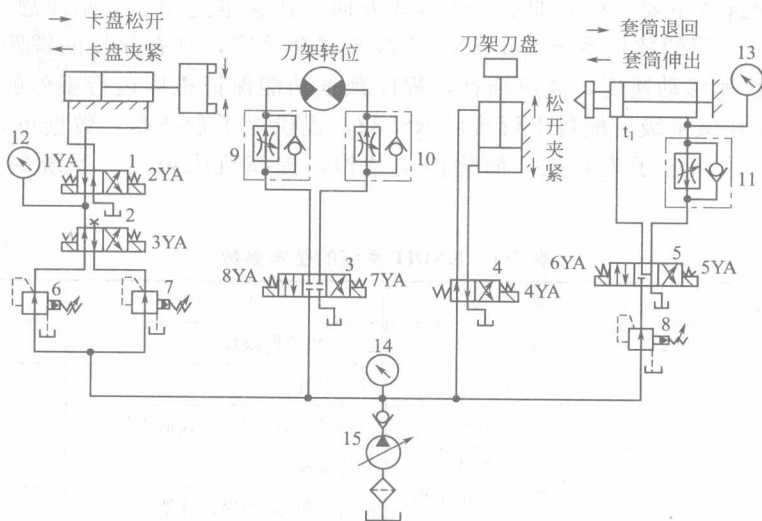


图 1-5 液压系统原理图

系统的主要驱动对象有卡盘、回转刀架、尾座套筒、静压导轨、液压拨叉、变速液压缸、主轴箱的液压平衡与液压驱动机械手和主轴的松刀液压缸等。数控机床液压系统引发的故障有：①主轴部件切削振动大、齿轮和轴承损坏、主轴无变速、主轴不转动、主轴发热、液压变速时齿轮推不到位；②丝杠螺母润滑不良；③转塔刀架没有抬起动作、转塔转位速度缓慢或不转位、转塔刀重复定位精度差、刀具不能夹紧、机械手换刀速度过快；④尾座顶不紧或不运动；⑤导轨润滑不良。

液压系统的故障严重地影响了数控机床的正常工作，如数控机床主轴部件是影响机床加工精度的主要部件，它的回转精度影响工件的加工精度，功率大小与回转速度影响加工效率，自动变速、准停和换刀等影响机床的自动化程度。因此，高效率地查找液压故障显得尤其重要。

(2) 故障检测排序

一般情况下人们都采用现场诊断技术来诊断数控机床的液压故障，由现场维修人员使用一般的检查工具或通过感觉器官的问、看、听、摸、嗅等对机床进行故障诊断。目前，现场诊断技术被广泛采用，但它需要有丰富的实践经验。为了高效率地查找液压故障原因，必须设定一个合理的故障检测次序。确定故障检测次序有两个原则：一是根据故障原因可能性大小排序；二是根据元件或部件的拆卸和装配的难易程度排序。

① 按故障原因可能性大小排序 在故障分析过程中，应先对最可能存在的故障怀疑点作深入的检查，排除后，再检查可能性相对较大的故障怀疑点。确定故障原因可能性大的依据如下。

a. 比较明显地出现与故障原因相关的特征信息的元件出故障的可能性大。如图 1-5 所示 MJ-50 型数控车床在工作中若卡盘、刀架、尾座套筒的运动都不正常，则应该首先怀疑各个分支油路的公共部分——液压油、过滤器、液压泵和公共管路是否通畅。

b. 在相同情况下，先检查使用时间长的元件、负载率高的元件、被证明是质量差易出故障的元件以及对液压油污染敏感的元件。也可按照有关的统计结论确定故障原因可能性的大小，就是当出现故障以后，根据长年积累获得的统计结论，先检查概率值大的故障点。

② 按拆卸与观测的难易程度排序 面对液压故障的多种可能原因,在各种故障原因可能性大小并不清楚的情况下,应按照拆卸分解及观测液压元件的难易程度设定检测次序,即先检查比较容易观察测试或易于拆卸的元件与环境因素(如油、电气系统、冷却水等),再检查较难拆卸的元件,特别是体积大、质量大的元件;先检查外部因素,再检查元件内部;先检查比较简单的元件,再检查结构功能比较复杂、其状况不甚明了的元件。就各元件而言,应先检查阀,再检查泵,最后检查液压缸与液压马达。

(3) 诊断举例

某 MJ-50 型数控车床故障症状为尾座套筒在工作中突然停止运行,如何检测这一故障呢?

首先读懂系统图。由图 1-5 所示液压系统知,尾座套筒的工作原理如下。

① 当电磁铁 5YA 断电、6YA 通电时,套筒伸出。此时进油路为:油箱→过滤器→泵→单向阀→减压阀 8→阀 5(左位)→液压缸无杆腔;回油路为:液压缸有杆腔→单向调速阀 11→阀 5(左位)→油箱。套筒伸出时的工作预紧力大小通过减压阀 8 来调整,并由压力表 13 显示,伸出速度由调速阀 11 控制。

② 当 5YA 通电、6YA 断电时,套筒退回。此时进油路为:油箱→过滤器→泵→单向阀→减压阀 8→阀 5(右位)→单向调速阀 11→液压缸有杆腔;回油路为:液压缸无杆腔→阀 5(右位)→油箱。

然后联系尾座工作原理分析故障原因有:压力不足、泄漏、液压泵不供油或流量不足、液压缸活塞拉毛、磨损或密封圈损坏、液压阀断线或卡死等。

针对以上这些故障原因,按照拆卸分解及观测液压元件的难易程度设定检测次序如下。

① 检查卡盘、回转刀架的运动 按下卡盘、回转刀架的运动按钮:若运动正常,则可排除液压泵装反,液压泵转向相反、定子偏心方向相反、泵转速太低而使叶片不能甩出、叶片在转子槽内卡死、油的黏度过高而使叶片运动不灵活等故障原因。接下来进行②~⑪步骤的检查;否则进行第②步,检查油箱若没问题,则依次检查过滤器、吸油管是否堵塞、油的黏度是否过高、泵是否调节不当或损坏。

② 查看系统管道、接头、元件处是否有泄漏。

③ 检查油箱油位,看看是否在最低油位以上,吸油管、过滤器是否露出油面,回油管是否高出油面而使空气进入油箱。

④ 手动操纵方向控制阀 5(电磁阀通过电磁铁两端的手动按钮推动),如果阀芯推不动,说明是方向阀出了故障。如果方向阀可以换向,且液压缸动作了,说明是电磁阀的电气线路出了故障。如果液压缸还不能动作,则进行第⑤步检查。

⑤ 手动操纵单向调速阀 11,将单向调速阀开口调大,若液压缸动作了,说明是单向调速阀 11 堵塞了;否则将单向调速阀旋钮调至最松,然后进行第⑥步检查。

⑥ 调节减压阀 8,若液压缸动作了,说明是减压阀堵塞或调节不当;否则将减压阀旋钮调至最松,然后进行下一步检查。

⑦ 检查泵站压力 方向阀 5 处于中位,查看泵出口处压力表 14 的读数是否调至设定值。如果不是,做下列检查: a. 压力表开关是否打开了,压力表是否损坏; b. 液压泵 15 压力调节弹簧是否过松; c. 吸油过滤器是否部分堵塞、容量是否不足; d. 吸油管是否部分堵塞; e. 泵是否损坏、是否有严重的内泄漏将泵压力调高。再控制换向阀换向,液压缸应动作,如果液压缸的运动速度满足工作要求,故障就排除了,如果速度不能满足要求,则需修理液压泵;如果在泵压力值调高后液压缸仍不能动作,则进行下一步检查。

⑧ 将方向控制阀 5 切换至右位,查看压力表 13 的读数。如果读数与主压力表 14 读数

不接近,说明右边管路、单向调速阀 11 堵死;如果接近,说明没有堵死。

⑨ 上述工作做完以后,仍没有排除故障,那么可能就是液压缸出故障了。首先不要急于拆卸液压缸,把方向阀打开到左位或右位,启动液压泵一段时间以后,仔细摸一摸整个缸壁,看看是否有局部发热处。如果活塞处密封损坏了,就会有油液从高压腔漏至低压腔,油液从狭窄的缝隙流过时,液压能便转化为热能;如果没有局部热点,进行下一步检查。

⑩ 拆开液压缸另一端的管接头 t_1 , 把它连接到一个三通管接头上,三通的另外两端分别接压力表与截止阀,方向阀 5 换向至左位,读压力表的读数。同样,如果读数与主压力表 14 读数不接近,说明管路堵死;如果接近,说明没有堵死。如果管路无堵塞,进行下一步。

⑪ 拆卸分解并检测液压缸。

(4) 小结

液压传动故障的发生也是有一定条件和规律的。在工作中严格按使用说明书的要求来操作可大大降低故障发生率。发生故障时先读懂系统图,后按照合理的故障检测次序去查找原因、排除故障并不困难。

1.1.4 数控镗床液压故障

某 HEAVYCUT4.2- ϕ 225 型数控镗床是从德国引进的大型数控机床。

(1) 液压工作原理

该机床的高压液压系统采用液压泵电机常转、电磁阀切换的保压方法,如图 1-6 所示。机床送电后,高压齿轮泵即开始工作。当油压达到 13.5MPa 时,压力开关 5 接通使电磁阀 8 断电,回路油箱接通,液压系统开始泄压。当系统压力降到 11.0MPa 时,压力开关 6 接通,使电磁阀 8 得电,回路油箱断开,这时系统压力升高。电磁阀如此循环切换使机床液压系统压力保持在 11.0~13.5MPa 范围内,以保证机床的三级齿轮变速、机械手自动换刀、刀具夹紧、滑枕平衡等需要。如果二位二通电磁阀 8 在得电后的 30s 内系统压力达不到 13.5MPa,即压力开关 5 不接通,则电控系统报警,机床不能正常工作。

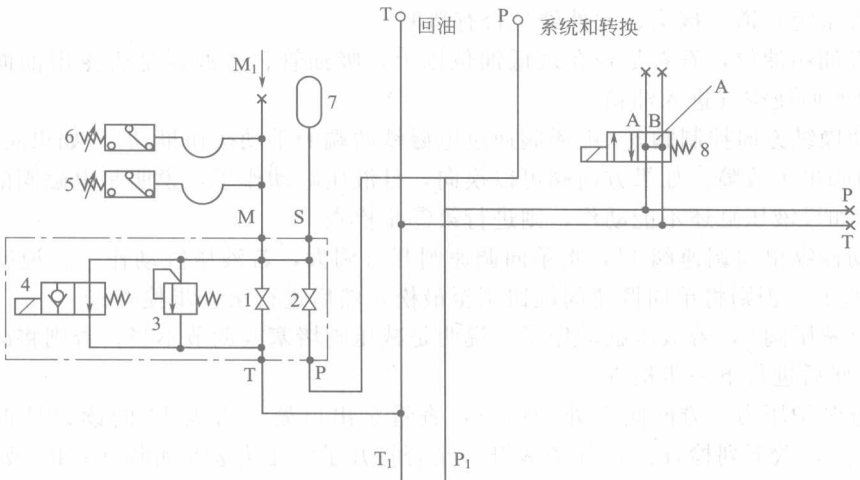


图 1-6 机床的高压液压系统工作原理图

(2) 液压系统内泄

① 故障 I 屏幕显示 HYDR MACHINE FAILURE HYDR MACHINE OIL MISSING 40 号、50 号报警故障。