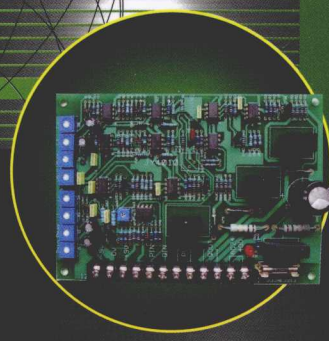
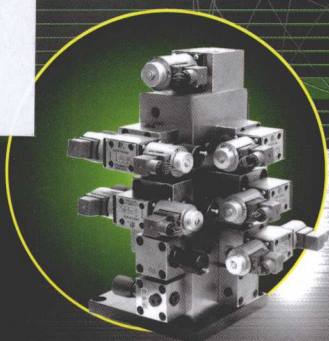
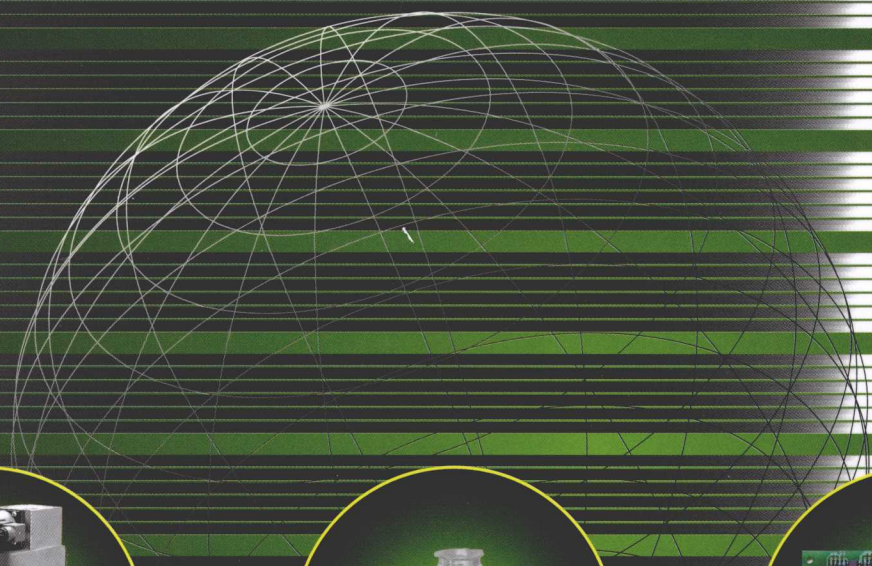


# 现代液压设备与系统 故障诊断排除及典型案例

XIANDAI YEYA SHEBEI YU XITONG  
GUZHANG ZHENDUAN PAICHU JI DIANXING ANLI



张利平 编著



化学工业出版社

014034890

TH137  
307

# 现代液压设备与系统 故障诊断排除及典型案例

张利平 编著



责任编辑：王颖  
封面设计：王颖

TH137

北京航空航天大学出版社 (北京市昌平区清河大街13号 邮编100011)

307



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：38.00元



北航

C1714738

008580110

本书按行业、按设备类型介绍液压故障排除,分上、下两篇共计13章。上篇(共3章)主要介绍液压故障诊断技术、共性故障排除方法与液压元件(泵、马达、缸、阀、辅件及介质)典型故障排除案例;下篇(共10章)主要介绍材料成型设备[含铸造、焊接及压力加工(锻压)]、金属切削机床与数控加工中心、电力及煤炭设备、冶金机械设备、轻纺包装及橡塑机械、建材与建筑机械、车辆与工程机械、农林机械、铁路与公路机械设备、航空河海及武器装备等国民经济发展中10大类行业(领域)的液压机械设备的典型故障排除案例。书末附有常用液压元件图形符号现行国家标准(GB/T 786.1—2009)。

全书选材紧密结合工程实际和当代液压技术的发展及应用状况,具有实用、系统、先进和多样的特点。全书叙述和表达深入浅出、图文并茂、案例丰富、新颖翔实,便于读者自学及触类旁通。

本书可供各行业液压设备与系统的一线工作人员(加工制造、安装调试、现场操作、使用维护与设备管理)参阅,也可作为液压系统使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材及自学读本,还可作为本科院校及高职高专院校相关专业及方向的教学参考书或实训教材,同时可供液压气动技术爱好者学习参阅。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代液压设备与系统故障诊断排除及典型案例/张利平编著. —北京:化学工业出版社,2014.1  
ISBN 978-7-122-19274-5

I. ①现… II. ①张… III. ①液压装置-故障诊断-案例②液压装置-故障修复-案例 IV. ①TH137

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第299583号

责任编辑:黄滢  
责任校对:宋夏

文字编辑:陈喆  
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:三河市延风印装厂  
787mm×1092mm 1/16 印张21¼ 字数549千字 2014年4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:88.00元

版权所有 违者必究







理、部分插图的绘制和文稿的录入校对整理工作。编著者的学生王金业、樊志涛、刘健、耿卫晓、岳玉晓、窦赵明、刘鹏程、冯力伟、陈清华等在繁忙的工作或研究生学业中挤出时间，利用CAD为本书精心绘制了插图。参与本书相关工作的还有王慧霄、牛振英、周湛学、黄涛、史玉芳等。

本书的编写出版工作得到了国内外众多厂家（公司）以及笔者的学生（学员）的大力支持与帮助。他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见。笔者还参阅了国内外同行的相关参考文献，在此表示诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎液压力同行专家及广大读者不吝指正。

本书的编写出版工作得到了国内外众多厂家（公司）以及笔者的学生（学员）的大力支持与帮助。他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见。笔者还参阅了国内外同行的相关参考文献，在此表示诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎液压力同行专家及广大读者不吝指正。

本书的编写出版工作得到了国内外众多厂家（公司）以及笔者的学生（学员）的大力支持与帮助。他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见。笔者还参阅了国内外同行的相关参考文献，在此表示诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎液压力同行专家及广大读者不吝指正。

本书的编写出版工作得到了国内外众多厂家（公司）以及笔者的学生（学员）的大力支持与帮助。他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见。笔者还参阅了国内外同行的相关参考文献，在此表示诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎液压力同行专家及广大读者不吝指正。

本书的编写出版工作得到了国内外众多厂家（公司）以及笔者的学生（学员）的大力支持与帮助。他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见。笔者还参阅了国内外同行的相关参考文献，在此表示诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎液压力同行专家及广大读者不吝指正。

本书的编写出版工作得到了国内外众多厂家（公司）以及笔者的学生（学员）的大力支持与帮助。他们提供了最新的技术成果、信息、经验，以及翔实生动的现场资料或建设性意见。笔者还参阅了国内外同行的相关参考文献，在此表示诚挚谢意。对于书中不足之处，欢迎液压力同行专家及广大读者不吝指正。

# 目录 I

# CONTENTS I



## 上 篇

<b>Chapter 1</b>	<b>第 1 章 液压故障诊断技术</b>	2
1.1	1.1 液压故障及其诊断定义	2
1.1.1	1.1.1 引言	2
1.1.2	1.1.2 液压故障及其诊断的定义	3
1.2	1.2 做好液压故障诊断及排除应具备的条件	3
1.2.1	1.2.1 必备的理论知识	3
1.2.2	1.2.2 丰富的实践经验	3
1.2.3	1.2.3 了解和掌握主机结构功能及液压系统的工作原理	4
1.3	1.3 液压系统的常见故障类型及其特征	4
1.3.1	1.3.1 按故障发生时间分类——早期故障、中期故障和后期故障	4
1.3.2	1.3.2 按故障发生原因分类——人为故障、自然故障	5
1.3.3	1.3.3 按故障性质分类——慢性故障、急性故障	6
1.3.4	1.3.4 按表现形式分类——实际故障、潜在故障	6
1.3.5	1.3.5 按液压故障特性分类——共性故障、个性故障、理性故障	6
1.3.6	1.3.6 其他分类	6
1.4	1.4 液压系统的故障特点及故障征兆	6
1.4.1	1.4.1 液压系统的故障特点	6
1.4.2	1.4.2 液压系统故障的常见征兆	7
1.5	1.5 液压系统的故障诊断排除策略及一般步骤	7
1.5.1	1.5.1 故障诊断排除策略	7
1.5.2	1.5.2 故障诊断排除的一般步骤	8
1.6	1.6 液压系统故障诊断方法	9
1.6.1	1.6.1 逻辑分析法	10
1.6.2	1.6.2 对比替换法	14
1.6.3	1.6.3 观察诊断法(简易故障诊断法)	14
1.6.4	1.6.4 仪器专项检测法	15
1.6.5	1.6.5 智能诊断法	16
1.7	1.7 液压系统故障现场快速诊断仪器及其典型应用	17
1.7.1	1.7.1 通用诊断仪器	18
1.7.2	1.7.2 专用诊断仪器	18
1.7.3	1.7.3 综合诊断仪器	18
1.7.4	1.7.4 液压测试仪器在检测液压系统故障中的典型应用	20
1.8	1.8 液压元件故障诊断与维修中拆解时的注意事项	21

Chapter 2	第 2 章 液压系统及元件共性故障诊断排除方法	23
	2.1 液压系统共性故障及其诊断排除方法	23
	2.1.1 液压执行元件动作失常故障及其诊断排除方法	23
	2.1.2 液压系统压力失常故障及其诊断排除方法	24
	2.1.3 液压系统流量失常故障及其诊断排除方法	25
	2.1.4 液压系统异常振动和噪声故障及其诊断排除方法	25
	2.1.5 液压系统过热故障及其诊断排除方法	26
	2.1.6 液压系统的冲击及其控制	27
	2.1.7 气穴现象及其防止	27
	2.1.8 液压卡紧及其消除	28
	2.1.9 开环控制系统和闭环控制系统常见故障诊断	29
	2.1.10 液压系统的泄漏故障及其诊断排除	31
	2.2 液压元件常见故障及其诊断排除方法	36
	2.2.1 液压泵常见故障诊断排除方法	36
	2.2.2 液压阀常见故障诊断排除方法	40
	2.2.3 液压辅件常见故障及其诊断排除方法	47
	2.3 液压工作介质的污染及其控制	49
	2.3.1 污染物种类、来源及危害	49
	2.3.2 污染度及其测量	50
	2.3.3 污染度等级标准	51
	2.3.4 液压系统与液压元件清洁度等级(指标)	53
	2.3.5 液压工作介质的污染控制措施	54
Chapter 3	第 3 章 液压元件故障诊断排除典型案例	55
	3.1 液压泵及液压马达故障及其诊断排除	55
	3.1.1 CBU3-160 系列高压齿轮泵泄漏故障及其诊断排除	55
	3.1.2 ZCBG3350 型齿轮泵高噪声故障及其诊断排除	56
	3.1.3 双作用定量叶片泵不能正常启动故障及其应急排除	57
	3.1.4 PV2R 型叶片泵叶片折断故障及其诊断排除	58
	3.1.5 63PCY14-1 型斜盘式恒压变量轴向柱塞泵噪声大与压力不能 上调故障及其诊断排除	59
	3.1.6 径向变量柱塞泵系统无法达到正常工作压力故障及其诊断 排除	59
	3.1.7 PV18 型电液伺服双向变量轴向柱塞泵难以启动故障及其诊断 排除	60
	3.1.8 试验台用 2.5MCY14-1B 型斜盘式定量轴向柱塞泵压力上不去 故障及其诊断排除	61
	3.1.9 摆线马达输出无力故障及其诊断排除	63
	3.1.10 斜轴式变量轴向柱塞马达内部构件损坏故障及其排除	64
	3.1.11 IQJM42-4.0 低速大转矩液压马达壳体爆裂及轴端泄漏故障及其 诊断排除	65
	3.2 液压缸故障及其诊断排除	66
	3.2.1 双作用活塞式单杆液压缸节流调速系统增压故障及其诊断排除	66



811	3.2.2	液压缸反向行走故障及其诊断排除	68
818	3.2.3	液压缸非正常回退故障及其诊断排除	69
151	3.2.4	高压工具液压缸超压故障及其诊断排除	70
153	3.2.5	冶金机械液压缸几类常见故障及其诊断排除	72
	3.2.6	挖掘机小臂液压缸动作缓慢故障及其诊断排除	74
	3.3	液压阀故障及其诊断排除	74
	3.3.1	液控单向阀引出的立置液压缸停位不准故障及其诊断排除	74
129	3.3.2	双向液压锁引出的钻孔机整机猛烈振动故障及其诊断排除	75
132	3.3.3	新液压系统安装调试时电磁换向阀卡死故障及其诊断排除	76
139	3.3.4	插装式电磁溢流阀引起的系统油温升高、压力急剧下降故障及其诊断排除	77
157	3.3.5	MOOG30 系列伺服阀流量单边输出故障及其诊断排除	79
	3.3.6	电液伺服阀力矩马达衔铁变形及反馈杆端部轴承磨损的故障及其诊断排除	81
138	3.3.7	整体式多路阀中限速阀的复位弹簧断裂故障及其诊断排除	83
130	3.3.8	液压阀板(块)击穿故障及其诊断修复	85
131	3.4	液压辅件故障及其诊断排除	87
133	3.4.1	液压管路系统的共振故障及其诊断排除	87
134	3.4.2	旋转接头泄漏故障及其诊断排除	89
135	3.4.3	皮囊式液压蓄能器失效故障及其诊断排除	91

## 下 篇

Chapter 4	第 4 章	材料成型机械设备液压系统故障诊断排除案例	94
	4.1	铸造设备液压系统故障及其诊断排除	94
140	4.1.1	炼钢厂铸机主液泵站噪声高、无压力与漏油故障及其诊断排除	94
143	4.1.2	500t 压铸机液压系统油温过高故障及其诊断排除	94
145	4.1.3	IP-750 型压铸机液压泵气穴导致停机故障及其诊断排除	97
145	4.1.4	ZJ022 卧式转子压铸机液压系统不能卸荷启动与不能增压故障及其诊断排除	99
145	4.1.5	MG9D 型单模浇注机液压系统常见故障及其诊断排除	101
145	4.2	Verson 焊机牵引小车液压伺服马达卡死故障及其诊断排除	103
149	4.3	压力加工设备液压系统故障及其诊断排除	105
153	4.3.1	75B 型缩管机液压系统压力异常故障及其诊断排除	105
154	4.3.2	YB32-500 四柱万能液压机液压缸不动作、回油管路迸裂故障及其诊断排除	107
154	4.3.3	2000t 液压机液压系统压力失常、内泄故障及其诊断排除	109
158	4.3.4	人造板贴面设备液压机下滑故障及其诊断排除	110
158	4.3.5	Y32-300 型四柱式液压机主缸回程时下滑故障及其诊断排除	112
160	4.3.6	W67Y-63/2500 型板料液压折弯机高压失控故障及其诊断排除	113
165	4.3.7	CNTA-3150/16A 型液压剪板机动剪刀液压缸冲击撞缸、不能自动返回故障及其诊断排除	114

88	4.3.8	4000×500 型压弯机比例伺服系统液压缸颤抖故障及其诊断排除	116
98	4.3.9	PPN180/4000 型液压板料折弯机振动噪声故障及其诊断排除	118
107	4.3.10	FB5232 型旋压封头机液压系统速度控制与同步功能故障及其 诊断排除	121
117	4.3.11	铝型材挤压机液压系统噪声大故障及其诊断排除	122

## Chapter 5 第 5 章 金属切削机床及数控加工中心液压系统故障诊断排除案例

127	5.1	普通机床液压系统故障及其诊断排除	125
127	5.1.1	滚压车床纵向进给液压缸启动时跳动故障及其诊断排除	125
127	5.1.2	YB 型半自动万能花键铣床进刀液压缸速度不稳故障及其诊断 排除	127
127	5.1.3	M1432A 型万能外圆磨床砂轮架液压缸微量抖动故障及其诊断 排除	128
128	5.1.4	S7520A 型万能螺纹磨床闸缸卸荷阀失常引起的轮架后退缓慢 故障及其诊断排除	130
128	5.1.5	Z126 型镗孔车床端面组合机床液压缸爬行故障及其诊断排除	131
128	5.1.6	曲轴连杆颈车床夹紧液压缸开裂故障及其诊断排除	132
128	5.1.7	曲轴磨床液压卡盘松开不到位故障及其诊断排除	134
128	5.1.8	YT4543 型液压力滑台速度换接前冲故障及其诊断排除	135
128	5.2	数控机床及加工中心液压系统故障及其诊断排除	137
128	5.2.1	TND360 数控车床液压夹头不能夹紧工件故障及其诊断排除	137
128	5.2.2	20/15-11GM600 CNC/27m 数控龙门铣床拉刀液压系统常见 故障及其诊断排除	139
128	5.2.3	XK5040-1 型数控机床致使主轴不能变速的液压系统故障及其 诊断排除	140
128	5.2.4	HMC-800 卧式加工中心液压泵电机烧毁故障及其诊断排除	142
128	5.2.5	MK84160 型数控磨床液压驱动测量臂自行抬起故障及其诊断排除	143

## Chapter 6 第 6 章 电力及煤炭设备液压系统故障诊断排除案例

149	6.1	电力设备液压系统故障及其诊断排除	145
149	6.1.1	TS-100R 立杆车液压起升机构振动故障及其诊断排除	145
149	6.1.2	330MW 汽轮机高压主汽门电液伺服系统伺服卡故障及其诊断排除	147
149	6.1.3	翻车机夹轮器液压系统发热故障及其诊断排除	149
149	6.1.4	翻车机压车机构液压系统不能自锁故障及其诊断排除	152
149	6.2	煤炭设备液压系统故障及其诊断排除	154
149	6.2.1	1MGD200 型采煤机液压系统常见故障及其判断排除	154
149	6.2.2	煤炭检验螺旋采样系统液压油温过高与工作台摇摆等故障及其 诊断排除	156
149	6.2.3	某型压滤机液压缸进退缓慢与爬行等故障及其诊断排除	158
149	6.2.4	某引进二手压滤机液压系统压力不足故障及其诊断排除	160
149	6.2.5	钻机闭式液压系统压力不足故障及其诊断排除	162
149	6.2.6	QJ-2000 型全液压锚固钻机液压泵发热故障及其诊断排除	164

Chapter 7	第 7 章 冶金机械设备液压系统故障诊断排除案例	165
	7.1 冶炼连铸设备液压系统故障及其诊断排除	165
	7.1.1 100t 交流电弧炉调试过程中电极升降液压缸不升降故障及其诊断排除	165
	7.1.2 钢包液压加盖机构动作缓慢及不动作故障及其诊断排除	168
	7.1.3 高炉泥炮液压系统保压失常及差动快速不达要求故障及其诊断排除	170
	7.1.4 交流电弧炉电极升降液压伺服系统高低压油路窜通故障及其诊断排除	171
	7.1.5 焦炉设备液压系统压力故障及其诊断排除	173
	7.1.6 精炼炉液压驱动炉盖倾斜故障及其诊断排除	174
	7.1.7 铝电解铸造 60t 倾翻炉炉体液压缸无法正常下降故障及其诊断排除	175
	7.1.8 转炉活动烟罩液压缸下滑故障及其诊断排除	177
	7.1.9 ZH-3000 真空自耗电弧炉液压系统保压时间短故障及其诊断排除	178
	7.1.10 顶升台架液压缸动作缓慢与不能锁紧故障及其诊断排除	181
	7.1.11 钛渣电炉放散阀启闭液压系统故障排除及改造	182
	7.2 轧制机械设备液压系统故障及其诊断排除	184
	7.2.1 JLB-250 型精密冷拔机液压马达损坏故障及其诊断排除	184
	7.2.2 板坯输送液压系统调试中的几种故障及其诊断排除	186
	7.2.3 步进加热炉升降液压缸运动失常故障及其诊断排除	189
	7.2.4 HK1800L 排锯液压系统油温异常故障及其诊断排除	192
	7.2.5 $\phi 400\text{mm}$ 轧管机液压辊缝控制系统不稳定及压力波动故障及其诊断排除	193
	7.2.6 3t 有轨操作机大车行走液压马达易损故障及其诊断排除	195
	7.2.7 卷取机助卷辊液压伺服系统动作失常故障及其诊断排除	196
	7.2.8 钢卷卸卷小车液压系统卸卷动作失常故障及其诊断排除	199
	7.2.9 轧机上阶梯垫跑位和液压缸有杆腔压力超高故障及其诊断排除	201
	7.2.10 轧机液压 AGC (Automatic Gauge Control) 系统几种常见故障及其诊断排除	203
Chapter 8	第 8 章 轻纺包装及橡塑机械设备液压系统故障诊断排除案例	206
	8.1 轻纺包装机械液压系统故障及其诊断排除	206
	8.1.1 印刷切纸机压纸器液压缸不能复位并伴随系统噪声与温升故障及其诊断排除	206
	8.1.2 QZ205A 型切纸机液压系统改造后的压力故障及其诊断排除	208
	8.1.3 自动络筒机理管装置的翻斗升降液压缸下行停位缓慢与向下漂移故障分析及其诊断排除	210
	8.1.4 皮革削匀机液压系统常见故障及其诊断排除	211
	8.1.5 腈纶成品打包机液压系统高压柱塞泵磨损故障及其诊断排除	213



281	8.1.6	毛呢罐蒸机液压系统转速不能上调故障及其诊断排除	215
281	8.2	橡塑机械液压系统故障及其诊断排除	216
	8.2.1	J-1245 型油压机液压系统保压故障及其诊断排除	216
281	8.2.2	XS-ZY-2000 注射机液压系统注射压力不足故障及其诊断排除	217
188	8.2.3	吹塑机液压系统压力不足与振动噪声大故障及其诊断排除	219
071	8.2.4	某注塑机液压系统动摸缸外伸时背压高故障及其诊断排除	221
	<b>Chapter 9</b>	<b>第 9 章 建材与建筑机械设备液压系统故障诊断排除案例</b>	223
272	9.1	砌块推板机液压系统调速失常故障及其诊断排除	223
171	9.2	IHI-IPF85B 型混凝土泵车液压系统主泵滑靴磨损等故障及其诊断排除	224
271	9.3	混凝土泵车主液压缸速度慢故障及其诊断排除	225
171	9.4	盾构设备管片拼装机液压系统振动故障及其诊断排除	227
178	9.5	混凝土输送泵车泵送行程变短与远距离泵送时堵管故障及其诊断排除	230
181	9.6	三洋 K40.21 型塔机顶升液压缸外伸停留时回缩故障及其诊断排除	231
181	9.7	升降小车液压缸动作失常故障及其诊断排除	233
	<b>Chapter 10</b>	<b>第 10 章 车辆与工程机械液压系统故障诊断排除案例</b>	236
181	10.1	汽车拖拉机液压系统故障及其诊断排除	236
181	10.1.1	自卸汽车液压缸自行举升故障及其诊断排除	236
	10.1.2	交通牌 15t 自卸汽车转向液压系统转向沉重故障及其诊断排除	237
181	10.1.3	电动轮汽车液压系统污染及其治理	238
181	10.1.4	汽车传动器试验台液压系统发热故障及其诊断排除	240
181	10.1.5	JD-445 拖拉机液压转向系统跑偏故障及其诊断排除	242
	10.1.6	拖拉机悬挂系统液压缸缸端盖突然断裂故障及其诊断排除	243
105	10.2	起重搬运车辆液压系统故障及其诊断排除	244
	10.2.1	CPC20 型内燃叉车液压系统门架起升速度不足故障及其诊断排除	244
	10.2.2	多田野 TL-360 型汽车起重机液压吊臂下落故障及其诊断排除	246
308	10.2.3	NK-300 起重机液压系统压力不足故障及其诊断排除	247
308	10.3	消防车辆液压系统故障及其诊断排除	248
	10.3.1	CDZ53 登高平台消防车伸缩臂液压缸回缩与噪声故障及其诊断排除	248
308	10.3.2	CDZ32 型举高消防车水平液压支腿无法伸展故障及其诊断排除	249
019	10.4	装载机液压系统故障及其诊断排除	251
113	10.4.1	ZL50G 型装载机液压动臂提升缓慢故障及其诊断排除	251
113	10.4.2	ZL50G 装载机液压齿轮泵损坏故障及其诊断排除	253

10.4.3	装载机液压动臂举升无力和转向失灵故障及其诊断排除	255
10.5	推土机及压路机液压系统故障及其诊断排除	256
10.5.1	SD42-3 型推土机电液系统油温异常转向行走失常故障及其诊断排除	256
10.5.2	TY320 推土机液压驱动铲刀提升困难故障及其诊断排除	258
10.5.3	TY320 推土机行走无力故障及其诊断排除	261
10.5.4	TY220 推土机液压变速系统失灵故障及其诊断排除	262
10.5.5	TY220 型推土机松土器液压缸漏油故障及其诊断排除	263
10.5.6	TY220 推土机液压液力机构工作无力故障及其诊断排除	265
10.6	挖掘机液压系统故障及其诊断排除	267
10.6.1	EX200 型液压挖掘机上车工作无力故障及其诊断排除	267
10.6.2	EX200-1 型液压挖掘机动作失常故障及其诊断排除	267
10.6.3	W <sub>2</sub> -100 型挖掘机液压系统发热故障及其诊断排除	268
10.6.4	WY80 型液压挖掘机铲斗挖掘速度缓慢与挖掘无力故障及其诊断排除	270
10.6.5	德国德马克 H95 型液压挖掘机工作装置动作失常故障及其诊断排除	271

## Chapter 11 第 11 章 农林机械液压系统故障诊断排除案例 274

11.1	农业机械液压系统故障及其诊断排除	274
11.1.1	JD-7000 型播种机的支重轮升降柱塞缸无法回缩引起的轮胎爆裂故障及其诊断排除	274
11.1.2	1000 系列谷物联合收割机割台升降液压缸提升不能定位故障及其诊断排除	275
11.1.3	东风-5 型联合收割机割台升降液压缸提升无力故障及其诊断排除	277
11.1.4	E-514 谷物联合收割机行走液压无级变速失控故障及其诊断排除	278
11.1.5	液压榨油机常见故障及其诊断排除	279
11.2	林业机械液压系统故障及其诊断排除	280
11.2.1	人造板生产线 M-48 型热磨机喷放阀液压系统油温过高故障及其诊断排除	280
11.2.2	X643A 中密度板压机液压系统油管接头漏油故障及其诊断排除	282

## Chapter 12 第 12 章 铁路与公路机械设备液压系统故障诊断排除案例 284

12.1	铁路机械设备液压系统故障及其诊断排除	284
12.1.1	900t 运梁车走行液压系统行走失常故障及其诊断排除	284
12.1.2	DF 系列架桥机支腿液压缸缸盖紧固螺钉拉断故障及其诊断排除	285
12.1.3	铁路接触网检修作业车液压平台回转冲击故障及其诊断排除	286
12.1.4	机车起复设备液压缸损坏故障及其诊断排除	288

290	12.1.5	特种铁路货车液压缸外漏故障及其诊断排除	290
291	12.2	公路机械设备液压系统故障及其诊断排除	291
291	12.2.1	CA25 振动压路机行走液压系统进退异常故障及其诊断排除	291
291	12.2.2	振动压路机电液伺服系统伺服阀控制故障及其诊断排除	291

**Chapter 13 第 13 章 航空河海及武器装备液压系统故障诊断排除案例** ..... 294

294	13.1	航空器（装备）液压系统故障及其诊断排除	294
294	13.1.1	8m×6m 低速风洞特大攻角试验设备液压系统油源压力故障及其诊断排除	294
297	13.1.2	航空地面液压源噪声与降噪措施	297
299	13.1.3	飞机场旅客登机车液压系统主泵损坏等故障及其诊断排除	299
301	13.1.4	电液伺服系统高频颤振故障及其诊断排除	301
302	13.1.5	飞机液压刹车系统动作失常故障及其诊断排除	302
303	13.1.6	歼七飞机起落架减震支柱漏油故障及其诊断排除	303
305	13.1.7	飞机场配餐车厢体升降支腿收起与系统噪声故障及其诊断排除	305
306	13.2	河海装备液压系统故障及其诊断排除	306
306	13.2.1	EXC100-1B 型水文巡回车液压支撑缓慢下滑故障及其诊断排除	306
307	13.2.2	波浪补偿起重机电液缸失速与系统发热等故障及其诊断排除	307
310	13.2.3	船用绞缆（锚）机液压马达壳体破裂故障及其诊断排除	310
312	13.2.4	集装箱空箱堆高机变速箱液压系统漏气故障及其诊断排除	312
314	13.2.5	船用锚链绞车液压系统发热故障及其诊断排除	314
315	13.3	武器装备液压系统故障诊断排除案例	315
315	13.3.1	液压工作平台泄漏故障及其诊断排除	315
316	13.3.2	火炮液压调平系统故障树	316

**附录 常用液压气动图形符号（GB/T 786.1—2009 摘录）** ..... 318

**参考文献** ..... 324

294	12.1.5	特种铁路货车液压缸外漏故障及其诊断排除	290
291	12.2	公路机械设备液压系统故障及其诊断排除	291
291	12.2.1	CA25 振动压路机行走液压系统进退异常故障及其诊断排除	291
291	12.2.2	振动压路机电液伺服系统伺服阀控制故障及其诊断排除	291
294	13.1	航空器（装备）液压系统故障及其诊断排除	294
294	13.1.1	8m×6m 低速风洞特大攻角试验设备液压系统油源压力故障及其诊断排除	294
297	13.1.2	航空地面液压源噪声与降噪措施	297
299	13.1.3	飞机场旅客登机车液压系统主泵损坏等故障及其诊断排除	299
301	13.1.4	电液伺服系统高频颤振故障及其诊断排除	301
302	13.1.5	飞机液压刹车系统动作失常故障及其诊断排除	302
303	13.1.6	歼七飞机起落架减震支柱漏油故障及其诊断排除	303
305	13.1.7	飞机场配餐车厢体升降支腿收起与系统噪声故障及其诊断排除	305
306	13.2	河海装备液压系统故障及其诊断排除	306
306	13.2.1	EXC100-1B 型水文巡回车液压支撑缓慢下滑故障及其诊断排除	306
307	13.2.2	波浪补偿起重机电液缸失速与系统发热等故障及其诊断排除	307
310	13.2.3	船用绞缆（锚）机液压马达壳体破裂故障及其诊断排除	310
312	13.2.4	集装箱空箱堆高机变速箱液压系统漏气故障及其诊断排除	312
314	13.2.5	船用锚链绞车液压系统发热故障及其诊断排除	314
315	13.3	武器装备液压系统故障诊断排除案例	315
315	13.3.1	液压工作平台泄漏故障及其诊断排除	315
316	13.3.2	火炮液压调平系统故障树	316
318	附录	常用液压气动图形符号（GB/T 786.1—2009 摘录）	318
324	参考文献		324



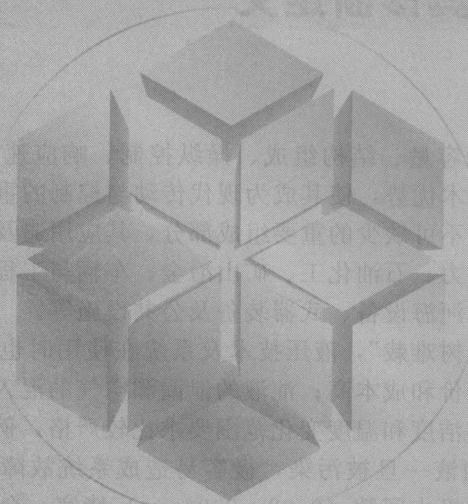
# 设计色彩

## 上篇

### 色彩构成

#### 色彩构成

第1章 色彩构成



色彩构成是设计色彩的重要组成部分，它研究色彩的对比、调和、节奏、韵律等规律，旨在通过色彩的组合与搭配，创造出具有美感和表现力的视觉形象。色彩构成在平面设计、环境设计、产品设计等领域有着广泛的应用。

色彩构成的基本原理包括色彩的对比与调和、色彩的节奏与韵律、色彩的平衡与重心、色彩的肌理与肌理等。通过对这些原理的深入理解和实践应用，设计师可以更好地掌握色彩的运用技巧，提升作品的艺术感染力。

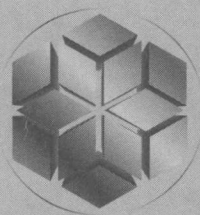
在色彩构成中，色彩的对比与调和是最基本的要素。对比是指两种或多种色彩在色相、明度、纯度等方面的差异，而调和则是指色彩之间在视觉上的和谐统一。通过合理的对比与调和，可以使色彩组合更加生动、协调。

此外，色彩的节奏与韵律也是色彩构成中的重要因素。节奏是指色彩在空间或时间上的有规律的变化，而韵律则是指色彩在视觉上的流动感。通过色彩的节奏与韵律，可以使作品呈现出一种和谐、统一的美感。

色彩的平衡与重心也是色彩构成中不可忽视的要素。平衡是指色彩在视觉上的均衡感，而重心则是指色彩组合在视觉上的稳定感。通过合理的平衡与重心设计，可以使作品呈现出一种稳定、和谐的美感。

最后，色彩的肌理与肌理也是色彩构成中的重要因素。肌理是指色彩在视觉上的质感，而肌理则是指色彩在视觉上的纹理感。通过色彩的肌理与肌理设计，可以使作品呈现出一种丰富的视觉层次感。

总之，色彩构成是设计色彩的重要组成部分，它通过研究色彩的对比、调和、节奏、韵律等规律，旨在创造出具有美感和表现力的视觉形象。通过对色彩构成原理的深入理解和实践应用，设计师可以更好地掌握色彩的运用技巧，提升作品的艺术感染力。



# 第 1 章

Chapter 1

## 液压故障诊断技术

### 1.1 液压故障及其诊断定义

#### 1.1.1 引言

众所周知，液压技术在能容量、结构组成、操纵控制、响应速度、调速范围、过载保护、电液整合等方面独特的技术优势，使其成为现代传动与控制的重要技术手段、不可替代的基础技术之一和机械设备中不可缺少的重要组成部分，其应用遍及国民经济各领域，例如材料工程、机械制造、煤炭电力、石油化工、矿山冶金、车辆与工程机械、交通运输、建材建筑、农业机械、航空航天、河海设备、武器装备及公共设施等。

然而，正可谓“樱桃好吃树难栽”，液压技术及系统在使用时也存在许多问题：液压元件制造精度和使用要求高，造价和成本高；油液的泄漏和空气的混入直接影响执行机构运转的平稳性和准确性；油液对清洁度和温度变化范围要求比较严格，例如有的液压伺服系统要求油液过滤精度达到 $1\mu\text{m}$ ，油液一旦被污染，极易造成系统故障，比如污物一旦将两级电液伺服阀的喷嘴与挡板间的极小间隙（ $0.02\sim 0.06\text{mm}$ ）堵塞，会使可变液阻乃至整个伺服阀失效，再如液压泵及液压阀的内部微小直径（ $0.7\text{mm}$ 甚至更小）的阻尼孔被污物堵塞而使其失去应有作用导致整个元件失效。而液压系统出现故障后，又难以准确快速对故障点及其原因做出诊断并提出相应解决方案或排除措施，从而直接影响液压机械设备的正常生产及作业，这也在一定程度上影响了液压技术的声誉并制约了其推广应用。因为液压系统的故障既不像机械传动那样显而易见，又不如电气传动那样易于检测。所以，欲使一套液压系统及其主机能正常、可靠地工作，必须满足诸多性能要求：例如对于液压传动系统主要是液压

执行元件（液压缸和马达）的拖动功能及性能要求，包括推力（转矩）、行程、转向、速度（转速）及其调节范围等，对于液压控制系统主要是控制性能（稳定性、准确性及快速性）要求，此外液压系统尚有效率、温升、噪声等性能要求。倘若在实际运行过程中，液压系统能完全满足这些要求，主机设备将正常、可靠地工作。如果有某些不正常情况，从而不完全能或不能满足这些要求，则认为液压系统出现了故障。

### 1.1.2 液压故障及其诊断的定义

液压系统在规定时间内、规定条件下丧失规定的功能或降低其液压功能的事件或现象称为液压故障，也称为失效。

液压系统出现故障后，会造成液压执行机构某项技术、经济指标偏离正常值或正常状态，如：不能动作，输出力或运动状态不稳定，输出力和运动速度不合要求，爬行，运动方向不正确，动作顺序错乱等。影响正常作业及生产效率。为使系统及主机恢复正常运转状态，液压系统出现故障必须进行及时诊断和排除。

所谓液压故障诊断，就是要对故障及其产生原因、部位、严重程度等逐一作出判断，是对液压系统健康状况的精密诊断，故其技术实质就是一种给液压系统诊治疾病的技术。利用液压故障诊断技术，操作者及相关人员可以了解和掌握液压系统运行过程中的状态，进而确定其全体或局部是否正常，发现和判断故障原因、部位及其严重程度，对液压系统“健康”状况做出精密诊断，显然这种诊断需要由专业的操作维护人员和技术人员来实施。

## 1.2 做好液压故障诊断及排除应具备的条件

液压系统的故障诊断是一项专业性及技术性极强的工作。它能否准确及时，往往依赖于用户及相关人员的知识水平与经验多寡。做好故障诊断及排除工作通常应具备以下条件。

### 1.2.1 必备的理论知识

欲有效地排除液压系统的故障，首先要掌握液压元件及系统的基本知识（如液压工作介质及流体力学基础知识，泵、马达、缸、阀及过滤器等各类液压元件的构造与工作特性，常用液压基本回路及系统的组成及工作原理等）和常见液压故障诊断排除方法。因为分析液压系统故障时，必须从其基本工作原理出发，当分析其丧失工作能力或出现某种故障的原因是由于设计与制造缺陷带来的问题，还是因为安装与使用不当带来的问题时，只有懂得基本工作原理才有可能做出正确的判断。切忌在不明主机及系统结构原理时就凭主观想象判断故障所在或拆解液压系统及元件。否则故障排除就带有一定的盲目性。对于大型精密、昂贵的液压设备来说，错误的诊断必将造成维修费用高、停工时间长，导致降低生产效率等经济损失。

### 1.2.2 丰富的实践经验

很多机械设备的液压系统故障属于突发性故障和磨损性故障，这些故障在液压系统运行的不同时期表现形式与规律互不相同。因此诊断与排除这些故障，不仅要有专业理论知识，还要有丰富的设计研发、制造安装、调试使用、维修保养方面的实践经验。如同医生看病一样，临床经验必不可少。而液压故障实践经验的取得，来自于液压系统使用、维修及故障排除工作的日积月累及学习总结。



## 1.2.3 了解和掌握主机结构功能及液压系统的工作原理

检查和排除液压系统故障最重要的一点是在了解和明确主机的工艺目的、功能布局（固定还是行走，卧式还是立式等）、工作机构（运动机构）数量、这些机构是全液压传动还是部分液压传动、液压系统中各执行元件与主机工作机构的连接关系（例如液压缸是缸筒还是活塞杆与工作机构连接）及其驱动方式（是直接驱动还是通过杠杆、链条、齿轮等间接驱动）等基础上，掌握液压系统的组成〔油源形式（泵的数量、定量还是变量）、油路结构（串联、并联等）〕及工作原理（压力控制、方向控制、流量控制、分流与合流、每种工况下的油液流动路线等）。系统中每一个元件都有其功用，同一元件置于不同系统或同一系统不同位置，其作用将有很大差别，因此应该熟悉每一个元件的结构及工作特性。此外还要了解系统的容量（性能指标的额定值）以及系统合理的工作压力。每一个液压系统性能指标都有其额定值：例如额定速度、额定转矩或额定压力等，负载超过系统的额定值就会增加故障发生的可能性。

合理的工作压力是系统能充分发挥效能的压力，应低于元件或设备的最大额定值。要知道工作压力是否超过了元件的额定值，就要用压力检测仪器仪表检查压力值。应把正确的工作压力标注在液压系统原理图中以供以后分析时参考。

## 1.3 液压系统的常见故障类型及其特征

液压系统故障最终主要表现在液压系统或其回路中的元件损坏，并伴随漏油、发热、振动、噪声等不良现象，导致系统不能发挥正常功能。液压故障按不同分类方式可分为以下几种。

### 1.3.1 按故障发生时间分类——早期故障、中期故障和后期故障

液压系统调试时及运行中都可能出现故障，故障特征因设备类型不同和运行阶段不同而异。

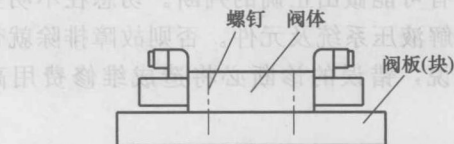
(1) 早期故障。是指系统调试和运转初期发生的故障。此时，故障率最高，设计、制造、安装、调试等质量问题交织在一起，主要有以下特征。

① 密封件质量差或由于沟槽设计（尺寸及公差和粗糙度）选择有误及装配不当而破损，造成外泄漏严重〔主要是管接头和液压元件端盖（如缸筒与缸盖）处〕，其示例见图 1-1 所示的某压力机产生外泄漏的液压缸。

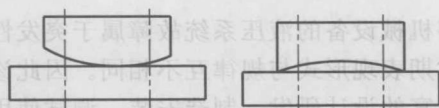
② 液压阀阀芯卡死在阀腔中〔如图 1-2 所示的小通径板式电磁换向阀与阀板用螺钉固



图 1-1 产生外泄漏的压力机液压缸



(a) 小通径板式电磁换向阀与阀板(块)用螺钉固紧在一起



(b) 电磁换向阀底面凸出来 (c) 电磁换向阀底面凹进去

图 1-2 电磁换向阀与阀板(块)固紧在一起及卡死示意图