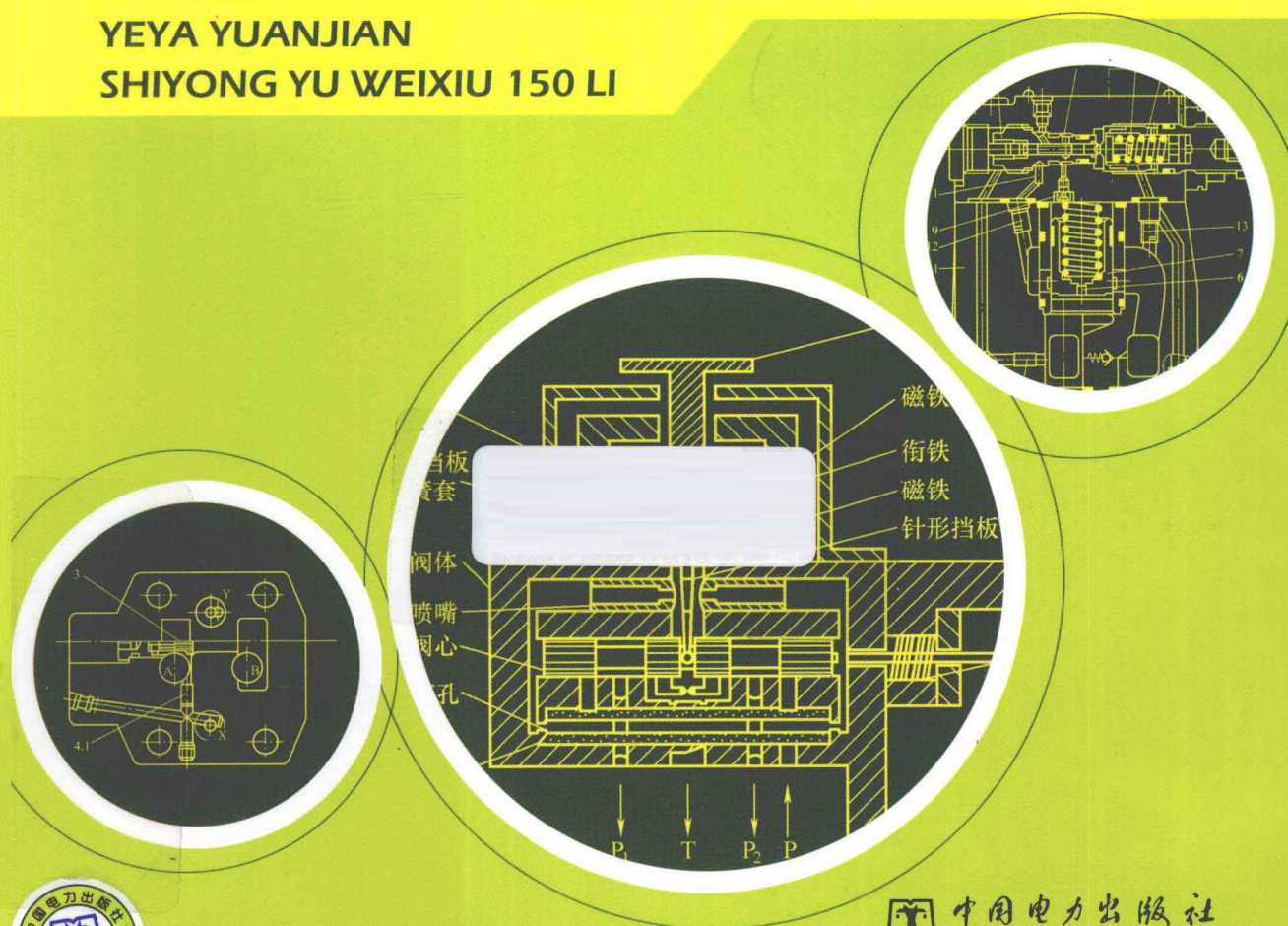


液压元件 使用与维修150例

黄志坚 编著

YEYA YUANJIAN
SHIYONG YU WEIXIU 150 LI



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

液压元件 使用与维修150例

黄志坚 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

液压设备的正确使用及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。全书采用大量典型案例介绍材料、能源、制造、交通运输、建筑、农业、国防等行业液压系统中液压泵、液压阀、液压执行件与液压辅件的安装、调试、维护、污染控制、泄漏治理、振动与噪声控制、温度控制、测试、故障诊断与排除以及技术改进思路、技巧、要领与策略。本书取材新颖广泛,数据翔实,侧重实用,力求反映各类液压元件使用、维修的具体环境与技术特点,同时,也尽量选用有代表性的例子,以便读者从中找到有实用价值的技术资料。本书可供液压元件与系统的研究、开发、设计、制造、使用与维修人员以及机电专业的大学生、研究生、教师参考,亦可供相关专业的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

液压元件使用与维修 150 例/黄志坚编著. —北京:中国电力出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-5123-0684-4

I. ①液… II. ①黄… III. ①液压元件-使用②液压元件-维修 IV. ①TH137.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 142529 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 1 月第一版 2011 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 556 千字

印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言



液压传动与控制技术在国民经济与国防各部门的应用日益广泛。液压设备在装备体系中占有十分重要的位置,液压设备发生故障,轻则导致产品质量下降,重则引起生产中断,严重的甚至会带来灾难性后果。设备的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,系统具有机液耦合、时变性和非线性等特点。液压故障因故障点隐蔽、因果关系复杂,易受随机性因素影响,失效分布较分散,故障诊断与维修的难度较大。

液压技术本身在发展演变,新技术、新元件不断涌现,使用维修中新的问题也随之出现,学习新技术、探索新方法始终是广大液压维修人员的一项课题。

液压元件是液压系统的基本组成单元,理解液压元件的工作原理与技术特点是顺利完成液压设备使用与维修任务的前提。为帮助广大专业技术人员进一步掌握现代液压元件的使用与维修技术并更好地解决各类千变万化的实际问题,特编著了此书。

全书采用大量典型案例介绍材料、能源、制造、交通运输、建筑、农业、国防等行业液压系统中液压泵、液压阀、液压执行件与液压辅件的安装、调试、维护、污染控制、泄漏治理、振动与噪声控制、温度控制、测试、故障诊断与排除以及技术改进的思路、技巧、要领与策略。

本书取材新颖广泛,数据翔实,侧重实用,力求反映各类液压元件使用与维修的具体环境与技术特点,同时,也尽量选用有代表性的例子,以便读者从中找到有实用价值的技术资料。新颖、实用、具体、典型化是本书编著的指导思想。研究生王星、刘开宇、张伟参加了文献资料的整理工作。

本书可供液压元件与系统的研究、开发、设计、制造、使用与维修人员以及机电专业的大学生、研究生、教师参考,亦可供相关专业的人员阅读。

编者

目 录



前言

第一章 液压泵的使用与维修实例	1
第一节 齿轮泵的使用与维修实例	1
一、齿轮泵的拆装要求和主要故障分析	1
二、故障排除实例	2
例1 双联齿轮泵的故障排除实例	2
例2 轮式装载机变速齿轮泵失效原因及故障排除实例	4
例3 TQY 系列塔机液压顶升系统故障排除实例	6
例4 外啮合齿轮泵噪声的机理及故障排除实例	7
例5 装载机齿轮泵油封窜油故障排除实例	9
三、齿轮泵故障树分析	10
例6 某数控镗铣床变速过程中出现齿轮泵工作不正常的分析实例	11
四、基于容积效率的齿轮泵状态监测与故障诊断	13
第二节 叶片泵的使用与维修实例	17
例7 T6CC 叶片泵早期故障维修实例	17
例8 双联叶片泵叶片早期磨损原因及故障排除实例	18
例9 定量叶片泵的一种应急修理方案	21
例10 小排量叶片泵启动吸油困难的解决方法	21
例11 双联叶片泵损坏原因及故障排除实例	22
例12 叶片泵材料磨损失效分析及故障排除实例	23
例13 动力转向叶片泵的使用与维护	24
例14 长时间打死舵引起转向叶片泵故障分析	25
例15 焦炉液压系统故障的诊断与排除实例	26
例16 限压式变量叶片泵的使用及调节实例	28
第三节 柱塞泵的使用与维修实例	30
例17 YZB-20H 型柱塞泵故障的排除实例	30
例18 1250t 油压机比例泵故障的诊断与排除实例	31
例19 PV 型轴向柱塞泵自动调节机理及故障排除实例	32
例20 负载敏感泵与比例多路阀在大机上的应用实例	35
例21 恒压式变量柱塞泵的改进实例	38
例22 打包机液压系统柱塞泵的故障诊断与排除实例	39
例23 铝合金轮毂矫形机液压系统改造实例	40
例24 HD2 系列轴向柱塞泵的维修与调试实例	41

例 25	闭式变量柱塞泵的改造与再应用实例	44
例 26	矿山提升机液压控制系统改进实例	46
例 27	基于虚拟仪器的电液比例变量泵自动测控系统	48
例 28	某型径向柱塞泵的故障诊断及排除实例	55
例 29	国产径向柱塞泵使用寿命问题	56
例 30	径向变量柱塞泵的修复实例	57
例 31	立式拉床 L5120B 径向柱塞泵故障的检修实例	58
第二章	液压阀的使用与维修实例	60
第一节	单向阀的使用与维修实例	60
一、	单向阀造成液压泵吸空故障的分析与排除	60
二、	单向阀故障引起的液压系统压力升高	61
三、	液控单向阀平衡回路故障与改进	63
四、	故障排除实例	64
例 32	3000t 油压机故障查找与改进实例	64
例 33	一种充液阀的故障分析及维修实例	65
例 34	液压 AGC 系统的改造实例	67
例 35	KR 铁水倾翻车液压系统故障分析与改进实例	69
例 36	罩式退火炉液压系统故障的原因和排除实例	71
例 37	转炉活动烟罩液压系统改造实例	73
第二节	换向阀的使用与维修实例	75
一、	换向阀的合理使用	75
二、	换向阀的选择	77
三、	换向阀中位机能的选用	81
四、	换向阀的阀心故障	82
五、	故障排除实例	83
例 38	换向阀的改装实例	83
例 39	换向阀的换向故障分析及排除实例	85
例 40	电液换向阀过渡机能引起的故障分析及排除实例	89
第三节	溢流阀的使用与维修实例	91
一、	溢流阀在液压回路中叠加位置的分析	91
二、	溢流阀置于液压缸处作用的分析	91
三、	泵站溢流阀设定值的调整	92
四、	故障排除实例	93
例 41	溢流阀油液污染故障的分析及排除实例	93
例 42	液压回路中溢流阀引起的故障与消除措施	93
例 43	板框压滤机液压系统泄漏原因分析及调整方案	97
例 44	液压系统压力转换滞后问题及防止措施	99
例 45	解决溢流阀控制腔压力不稳定的措施	102
例 46	用电磁溢流阀解决液压冲击的方案	103
例 47	装载机液压系统故障的分析及排除实例	105

第四节 减压阀的使用与维修实例	109
一、减压阀引出的组合机床液压故障及改进	109
二、普通减压阀与一种新型溢流—减压阀的对比分析	109
例 48 新型溢流—减压阀应用实例	111
三、故障排除实例	111
例 49 一个典型液压系统故障的分析及改进实例	111
例 50 小方坯连铸机泵源液压系统的改进实例	114
例 51 小方坯连铸机拉矫阀台的改进实例	115
第五节 顺序阀的使用与维修实例	116
一、顺序阀的典型应用	116
二、故障排除实例	120
例 52 QCSO03B 液压综合实验台维修与故障排除实例	120
例 53 立式液压机械的故障分析与改进实例	122
例 54 平衡回路振动原因分析及对策	124
例 55 一种新型比例平衡阀的原理与应用	126
例 56 单向顺序阀和平衡阀的区别	129
第六节 流量控制阀的使用与维修实例	131
一、调速阀使用应注意的问题	131
二、两种减压调速阀的对比分析	132
三、故障排除实例	135
例 57 机床液压系统中进口节流调速回路的改进措施	135
例 58 动力滑台双泵供油液压系统回路的改进	136
例 59 液压机床“冲刀现象”的改进方案	140
例 60 液压分流马达的应用与调整	143
例 61 正确消除液压同步马达的同步误差应用实例	145
第七节 插装阀的使用与维修实例	147
一、二通插装阀集成块设计应用中的注意事项	147
二、插装阀的安装与拆卸	148
三、二通插装阀常见故障分析	152
四、插装阀液压系统故障的排除	154
五、液压泵站振动分析与处理	155
第八节 叠加阀的使用与维修实例	156
一、叠加阀的使用要点	156
二、故障排除实例	158
例 62 DM-3 全自动曲轴淬火机床液压系统	158
例 63 叠加阀在双端面磨床液压系统中的应用实例	161
例 64 KT01 铸造造型线液压系统的改造实例	163
例 65 布袋除尘叠加阀式差压控制液压系统应用实例	165
第九节 伺服阀的使用与维修实例	167
例 66 电液伺服阀的保养及零位校准实例	167

例 67	200MW 机组电液伺服阀故障分析及排除实例	169
例 68	300MW 机组伺服阀运行故障的处理案例	172
例 69	330MW 汽轮机高压主气门伺服系统的改进	174
例 70	水电厂伺服阀结构特点和存在的问题与对策	176
例 71	热轧 CVC 液压控制系统故障分析与排除实例	178
例 72	LF 炉液压系统的改进实例	181
例 73	汽动轴流风机液压控制系统的故障分析和改造实例	183
例 74	压路机电液伺服阀故障的诊断及排除实例	186
第十节	比例阀的使用与维修实例	187
例 75	REV100 塑料注塑—吹塑成型机液压系统的改进实例	187
例 76	PE4-HH-2000 压力机液压气垫常见故障分析及排除实例	192
例 77	P&H5250 履带吊行走液压系统的改造实例	197
例 78	100t 重型平板运输车悬挂液压系统的改进实例	199
例 79	模块钻机负载敏感变量泵与电控比例多路阀的应用实例	203
例 80	冷轧酸洗线启卷器液压回路故障的分析及排除实例	205
例 81	水电站调速器机械液压系统改造实例	208
第三章	液压缸的使用与维修实例	212
第一节	液压缸的故障诊断与排除实例	212
例 82	JFY400 型油压机双副缸不上升故障分析及排除实例	212
例 83	TL-360 型起重机液压故障诊断及排除实例	213
例 84	汽车起重机液压缸爬行的故障树分析实例	214
例 85	大型养路机械液压缸不保压原因分析及处理实例	217
例 86	轮式挖掘机支腿故障分析及排除实例	219
例 87	支腿液压缸工作过程中回缩现象分析	220
例 88	堆取料机液压系统故障分析和改进实例	221
例 89	斗轮堆取料机尾车液压系统的改进实例	223
例 90	连铸机曲柄式飞剪液压缸故障分析及排除实例	225
例 91	粗轧机平衡液压系统的改进实例	226
例 92	全液压钻机液压缸活塞杆失效原因及防止措施	228
第二节	液压缸的修理与改进实例	231
一、	液压缸失灵原因分析与修复的基本方法	231
二、	故障排除实例	233
例 93	大型液压缸的现场修复实例	233
例 94	大型液压缸缸筒内壁拉伤的修复实例	235
例 95	挤压机液压缸国产化改造实例	236
例 96	立式车床主轴旋转液压缸的改造实例	237
例 97	打包机液压缸的改进实例	238
例 98	生料立磨液压缸的现场修复实例	240
例 99	离心机液压系统改造实例	241
例 100	高压 C316 氧压机双向柱塞泵液压缸的修复与柱塞环的优化	242
第四章	液压马达的使用与维修实例	245

第一节	液压马达的使用、维护、故障分析与排除实例	245
例 101	铣削式营林割灌机液压马达的使用维护	245
例 102	井口推车机液压马达的故障原因和分析	247
例 103	日本加藤 40t 汽车起重机液压故障的分析及排除实例	248
例 104	SD175 振动压路液压故障的分析及排除实例	249
例 105	内燃机车静液压马达油封漏油分析及处理	249
例 106	闭式液压系统中液压马达漏油原因及防止措施	251
第二节	液压马达的修理实例	252
例 107	某船液压起货机液压马达故障的排除实例	252
例 108	液压马达柱塞压盘的自制	254
例 109	摆线液压马达端面划伤的修复实例	254
第五章	液压辅件的使用与维修实例	256
第一节	蓄能器的使用与维修实例	256
一、蓄能器的充气方法	.....	256
二、蓄能器充气压力的检查	.....	257
三、一种蓄能器充气装置	.....	258
四、液压系统的软起动	.....	259
五、故障排除实例	.....	259
例 110	蓄能器引发液压系统故障的诊断与排除实例	259
例 111	专用机床蓄能器回路的改进实例	261
例 112	高炉炉顶液压系统与故障分析及排除实例	262
例 113	换向冲击造成的蓄能器故障分析及排除实例	265
例 114	无缝钢管液压系统故障分析及改造方案	267
例 115	带钢厂收集区液压系统改造实例	269
例 116	制动系统活塞式蓄能器的故障分析及排除实例	271
第二节	过滤器的应用与污染控制实例	273
一、过滤器精度选择的实用方法	.....	273
二、应用与污染控制实例	.....	274
例 117	过滤器的绝对精度测算	274
例 118	液压挖掘机液压系统清洁度的控制	275
例 119	WTU75 稳定土摊铺机液压系统污染防治及系统保养	277
例 120	大型工程机械液压油的在线监测	279
例 121	应用压力管路过滤器避免液压系统故障及改造实例	280
例 122	飞机液压油泵车液压系统污染控制	281
第三节	密封件的使用与泄漏控制实例	284
一、新型密封件的应用	.....	284
二、使用与泄漏控制实例	.....	288
例 123	O 形密封圈压缩率的确定实例	288
例 124	一种液压缸密封件装配方法	288
例 125	电极挤压机液压缸密封失效原因及改进措施	289

例 126	LF 炉电极升降液压缸密封问题分析与处理	291
例 127	液压缸密封性能改进实例	293
例 128	液压缸外漏故障排除实例	294
例 129	汽车自动变速器液压油泄漏及变质的分析	295
例 130	液压支架泄漏故障分析及改进	297
例 131	O 形密封圈在机载雷达液压系统改进中的应用	300
第四节	冷却器的使用与温度控制实例	302
例 132	翻转起模机液压系统油温过高的问题分析及排除实例	302
例 133	高炉炉前液压系统的改进实例	306
例 134	炼钢厂连铸液压系统的改进实例	307
例 135	进口液压剪冷却系统改造实例	309
例 136	液压剪循环冷却系统的改进实例	311
例 137	掘进机油箱冷却系统的改进实例	313
例 138	液压站上置式冷却方式的应用实例	314
例 139	矿井上下井口液压站冷却系统的改造实例	315
例 140	石油钻机液压油冷却系统的改造实例	316
例 141	全液压起重机液压冷却系统的改进实例	317
参考文献	.....	319

第一章 液压泵的使用与维修实例

第一节 齿轮泵的使用与维修实例

一、齿轮泵的拆装要求和主要故障分析

齿轮泵零件加工精度高,其主要工作零件,如主动轮、从动轮、轴套,是分组装配的,因此,在使用中不得轻易拆卸,必须拆卸时,要注意以下几个方面。

(1) 在拆下齿轮泵之前,要清除齿轮泵外部油渍脏物,并用堵塞封好进、出油口,严禁脏物进入。用专用扳手拧下内六角螺钉,拆下的零件清洗干净后小心放置,注意不得互相碰撞和划伤。轴套拆下后要做好标记,以免装错。

(2) 检查零件磨损情况。一般情况下,壳体内腔和轴套大端面磨损较重,密封圈易老化和损坏,自紧油封的阻油边易磨损和损坏。如果齿轮泵使用时间过长,最好更换全部密封圈,其中卸压密封圈极易损坏,应多准备几个备件,以便随时更换。

(3) 要检查前轴套背面与壳体端面的间隙,正常值为 $2.4 \sim 2.6\text{mm}$ 。如果间隙已超过 2.6mm ,可在后轴套背面加入薄铜片进行补偿,以保证卸压密封圈有 $0.3 \sim 0.6\text{mm}$ 的预压缩量(卸压密封圈厚 3mm)。

(4) 轴套按原来位置装配,端面有供油槽的轴套,其供油槽应在吸油腔一边。螺旋润滑油槽的螺纹方向,左旋泵的主动齿轮前轴套和被动齿轮后轴套为右旋螺纹,其余两轴套为左旋螺纹。轴套装入壳体孔时,应按被动齿轮旋转方向偏转,在壳体内不应有卡阻现象。主、被动齿轮在壳体内的安装位置,应按左、右旋泵和壳体进、出口位置确定。

(5) 卸压片及其密封圈要装在进油口一侧的前轴套背面上,不得装反。

(6) 安装完毕,主动轴应能灵活转动,其转动阻力矩不应大于 $0.3\text{N} \cdot \text{m}$,不允许有卡阻现象,否则会引起烧伤。

(7) 进行台上或车上试验,检查有无外漏、过热和发出异常响声等现象。

齿轮泵的主要故障是不供油或供油压力不足,除油箱缺油或油液过稀外,主要原因是进油管漏气和齿轮泵有内漏。

(1) 进油管漏气。可能是进油管接头松动或进油管道有破裂的地方,也可能是齿轮泵自紧油封密封不良。当齿轮泵吸入空气后,会出现油液乳化并从油箱加油口大量溢出的现象。

(2) 齿轮泵内漏。出现内漏主要有三个原因:①零件严重磨损,壳体和齿顶磨损会使齿轮的径向间隙增大;②卸压密封圈老化或损坏,加压腔的压力油漏回吸油腔,形成内循环,不能建立高压(当卸压密封圈损坏时,有油从高压区进入低压区,这时有“嘶”的响声,拆开卸压片观察时,有高压油的冲刷位置而发亮);③齿轮泵装配错误,如轴套的安装位置和偏转方向不正确,

卸压片及密封圈错装在压油腔一侧等。齿轮泵内漏严重时,会出现过热、异响和转动不平稳等现象,但是当齿轮泵同时吸入油和空气时也会出现这些现象,所以要认真判断。如果排除了空气进入的可能,可以判断是由于齿轮泵内偏所致。如发现齿轮泵向油底壳漏油时(此时油底壳油位增高,液压油箱油位迅速下降),都要拆卸齿轮泵检查、修复或更换磨损较重或已损坏的零件,然后正确装配。在液压系统中,齿轮泵工作负荷最大,磨损最重,为保证齿轮泵良好的工作状态,延长使用寿命,要求必须用清洁油,防止油中杂质对齿轮泵中精度较高的零件造成严重磨损。工作中严禁超负荷,否则除加剧磨损外且极易损坏密封圈。

二、故障排除实例

例 1 双联齿轮泵的故障排除实例

1. 故障现象

某产品在装配调试过程中,出现液压系统双联齿轮泵不能正常工作的故障。该故障主要体现在双联齿轮泵工作一段时间后,液压系统的压力明显下降,不能满足使用要求,经拆解检查发现双联齿轮泵的前泵有不正常的磨损现象,在后续的生产中又陆续发生双联齿轮泵不能正常工作的故障,产生故障的均为双联齿轮泵的前泵。

该双联齿轮泵是液压系统的动力源,其结构为浮动轴套型轴向间隙自动补偿。产品中的安装方式为输入花键轴与传动轴输出端的花键套相连,传动轴的另一端与分动箱取力器输出端连接,传动夹角约 5° ,最高转速为 1497r/min 。双联齿轮泵的排量为 25mL/r 和 25mL/r ,额定压力为 20MPa ,容积效率大于 90% ,额定转速为 2000r/min 。双联齿轮泵的结构形式如图 1-1 所示。

2. 故障原因

因为该双联齿轮泵前泵和后泵的工作机理、结构和性能是一样的,故分析时仅对单泵进行分析。

齿轮泵的工作机理是通过传动轴带动齿轮副啮合,在啮合过程中,形成一个连续的吸油、排油过程。为保证能够可靠地得到高压液体,其齿轮的周边环境需要进行密闭。由于齿轮是运动件,只能允许齿轮同周边的零件存在微小间隙。齿轮的齿顶和壳体内孔表面间及齿轮端面 and 盖板间间隙很小,而且啮合齿的接触面接触紧密,起密封作用并把二腔隔开。因此,齿轮转动时泵便连续、周期性地排油。齿轮泵的正常工作状态如图 1-2 所示。

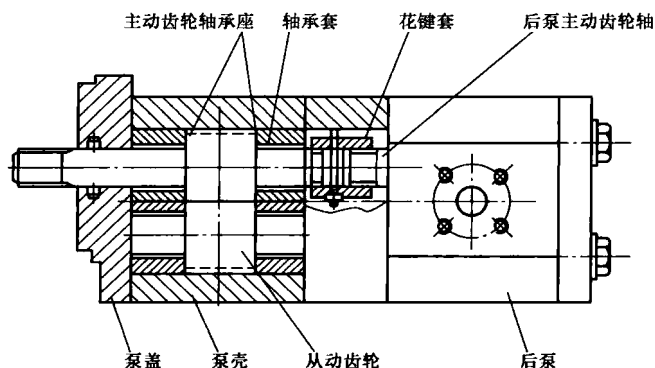


图 1-1 双联齿轮泵的结构形式

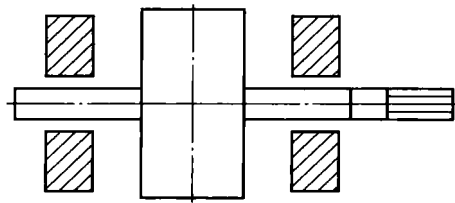


图 1-2 齿轮泵的正常工作状态

对齿轮泵正常工作影响最大的是齿轮轴向两端与轴套的间隙和齿轮外圆同泵壳的间隙。齿轮轴向的间隙控制是作用在浮动轴套上的压力油,使浮动轴套与齿轮端面按一定的压紧系数压紧,

从而使其间形成适当的油膜。浮动轴套中有 DU 材料轴承，在泵起动或空载时油压还未建立，O 形密封圈的弹性可以使浮动轴套与齿轮之间产生必要的压紧。齿轮外圆面的间隙控制是通过工作时低压端齿顶同泵壳内圆贴合来保证的。

该齿轮泵要求不能承受轴向力和径向力，而由于产品的结构限制，采取从分动箱取力器取力，通过一个传动轴传递动力。传动轴一端用法兰盘与取力器连接，另一端用花键套与齿轮泵花键连接。传动过程中，由于传动轴的重力和转动时的离心力以及扰动力，在齿轮泵输入轴上施加了轴向力和径向力，轴向力通过花键套与花键的滑动消除。由于该齿轮泵的外接齿轮轴是一个悬伸臂，当径向力作用在悬伸臂上时，这个作用力有使齿轮轴转动的趋势。从滑动轴承工作的情况分析，当作用力不足以克服齿轮的压紧力时，齿轮泵的内部环境还能够保持正常工作状态，此时，齿轮泵仍能够正常工作；当作用力超过齿轮的压紧力，使齿轮同轴套分离并形成足够的间隙时，齿轮泵将由于高低压腔室之间出现内漏而失效。齿轮泵的异常工作状态如图 1-3 所示。

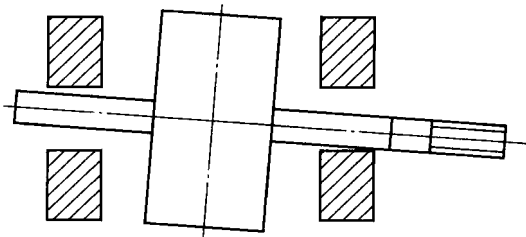


图 1-3 齿轮泵的异常工作状态

3. 改进方案

为了解决该问题，采取在原双联齿轮泵前端采用双列球轴承支撑结构，消除传动轴带来的径向力对齿轮泵的不利影响。改进后的齿轮泵结构如图 1-4 所示。

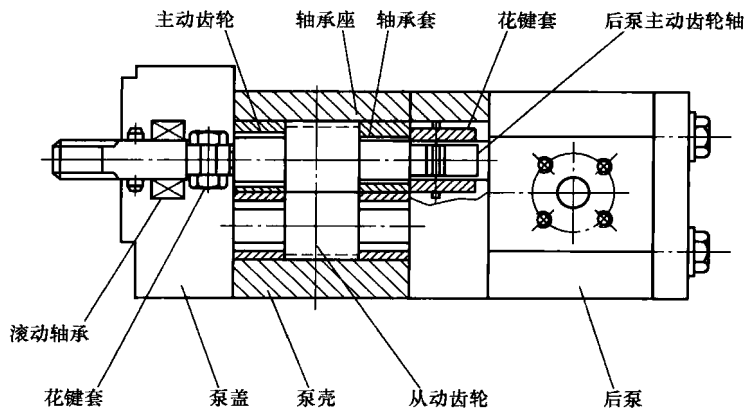


图 1-4 改进后的齿轮泵结构

从该泵的结构上可以看到，该泵实际上是将原来双联齿轮泵的后泵连接结构用到了前泵上，即前泵和后泵都采用花键套进行动力输入连接，这样可以使齿轮泵的齿轮轴不受外界径向力影响，从而保证了齿轮泵的正常工作的。齿轮泵与传动轴的连接采用一根短轴进行连接，通过在泵前端面增加一个双列球轴承，使得从传动轴传递来的径向力通过球轴承传递到泵壳上。通过结构变化，将传动轴的径向力阻截在齿轮轴之外，切断外界径向力传入，明显改善齿轮泵的工作条件，故障得到消除。

4. 小结

用前端带球轴承的齿轮泵，切断外界径向力的传入，可明显改善齿轮泵的工作条件。改进后，按照可靠性试验大纲，对该产品进行可靠性试验验证，该改进方案可行，质量问题得到圆满解决。

例 2 轮式装载机变速齿轮泵失效原因及故障排除实例

1. 故障现象

某公司在一段时期内, 频频接到用户反映, 新购进的 ZL20、ZL30 型轮式装载机使用不到 1 个月, 就出现了工作无力现象, 到后期根本就无法工作。这一情况以前从未出现过, 是什么原因引起的呢?

通过分析故障以及对生产过程、供货渠道变化的排查, 初步得出结论, 有可能与最近改变了变速齿轮泵的供货厂家有关。维修人员拆下齿轮泵后发现, 与大齿轮相邻的泵盖端面、泵体端面以及与大齿轮外圆相邻的泵体内孔均出现了严重的刮削磨损。由于泵体、泵盖材质均为 HT200 灰口铸铁, 而大齿轮材质为 20CrMnTi, 其齿面及两端经渗碳淬火处理, 表面硬度为 56~62HRC。正因为两种材质硬度相差甚远, 所以被刮削磨损的是泵体和泵盖, 其刮削磨损深度达到 0.5mm 以上, 而齿轮泵技术要求规定大齿轮端面装配间隙为 0.135~0.169mm。由于刮削磨损的原因, 大齿轮端面及周边间隙逐渐增大, 齿轮泵的压力和流量随之逐渐下降, 供给变矩器传动和变速器换挡用的油液从流量到压力均逐渐减少, 所以造成装载机工作无力(齿轮泵技术规范要求为: 工作压力 $p=1.5\text{MPa}$ 、流量 $Q=114\text{L/min}$ 、最大转速 $n_{\max}=2000\text{r/min}$)。由于压力不足, 还出现换挡时摩擦片打滑等现象。当刮削磨损间隙达到一定量后, 齿轮泵无法泵油而失效。

2. 刮削磨损产生的原因

出现大齿轮刮削泵体、泵盖的现象, 可能是在机加工或装配中的某个环节出现了问题, 也可能是工艺问题。从齿轮泵的工作原理可知, 由变速器内的轴齿轮带动齿轮泵的大齿轮旋转做功, 这就存在轴齿轮与大齿轮如何连接的问题。查阅供货厂家的图纸与工艺过程发现, 轴齿轮带动大齿轮旋转是靠矩形花键连接的, 并以轴齿轮的花键大径定心, 轴齿轮花键配合尺寸如图 1-5 所示, 大齿轮花键槽配合尺寸如图 1-6 所示。轴齿轮的花键大径和大齿轮的内花键槽都需要在表面渗碳淬火处理之前进行机加工, 而渗碳淬火处理之后不可避免地会产生变形, 造成尺寸偏差, 这主要是因为 20CrMnTi 渗碳钢一般需要 870~880℃ 的温度进行淬火处理, 加上轴齿轮外花键比较单薄, 而大齿轮的花键槽经渗碳淬火也存在一定的变形。正是由于经渗碳淬火处理引起薄弱处的变形, 导致轴齿轮的外花键与大齿轮的内花键槽装配发生困难, 几乎无法直接装配。而厂家采取的

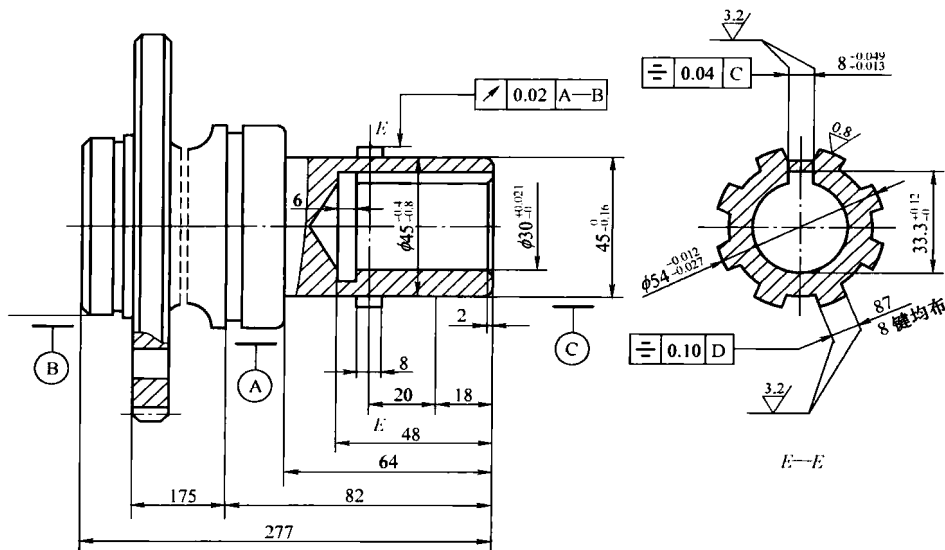


图 1-5 轴齿轮花键配合尺寸

补救措施是：选择装配加磨削轴齿轮花键外径的办法，选择装配即某一轴齿轮配某一大齿轮。由于渗碳淬火处理造成变形量的不均，因此轴齿轮花键大径的磨削余量较大。轴齿轮与大齿轮花键孔的配合间隙不可能是均匀的，致使大齿轮在旋转过程中无法定心，大齿轮始终不能在一根轴线上转动。由于大齿轮在高速旋转中不能定心，摆动较大。其结果就会出现大齿轮严重刮削泵体、泵盖端面以及泵体的内圆周面。当刮削磨损达到一定量后，齿轮泵因无法泵油而失效。

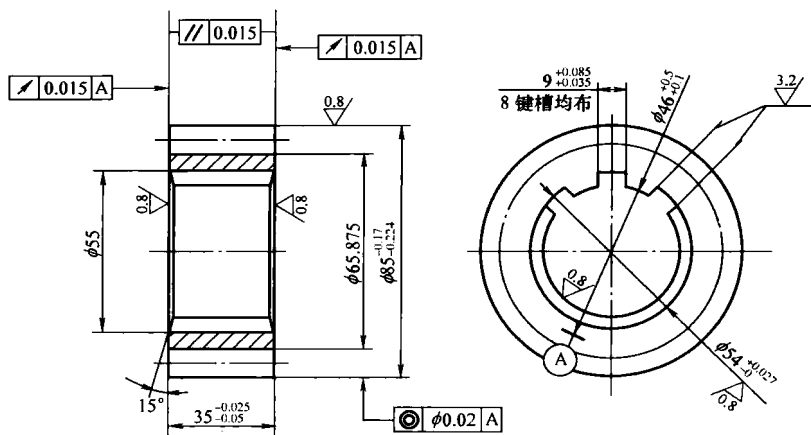


图 1-6 大齿轮花键槽配合尺寸

3. 消除方法

找到原因后，怎样消除大齿轮刮削泵体、泵盖故障呢？很显然，就是要解决大齿轮不能定心的问题。通过分析，决定在不改变轴齿轮和大齿轮形状和尺寸的情况下，来解决大齿轮的定心问题。具体措施是：改变原采用的轴齿轮花键大径定心方式，将轴齿轮上的外花键与大齿轮上的内花键孔按图 1-7、图 1-8 所示的尺寸制造，即在最后磨削时将大齿轮花键孔按 $\phi 46^{+0.027}_0$ 来制作，而将轴齿轮花键两侧光轴的外径按 $\phi 46 \pm 0.027$ 制作。装配后的最大间隙为 0.054mm。轴齿轮

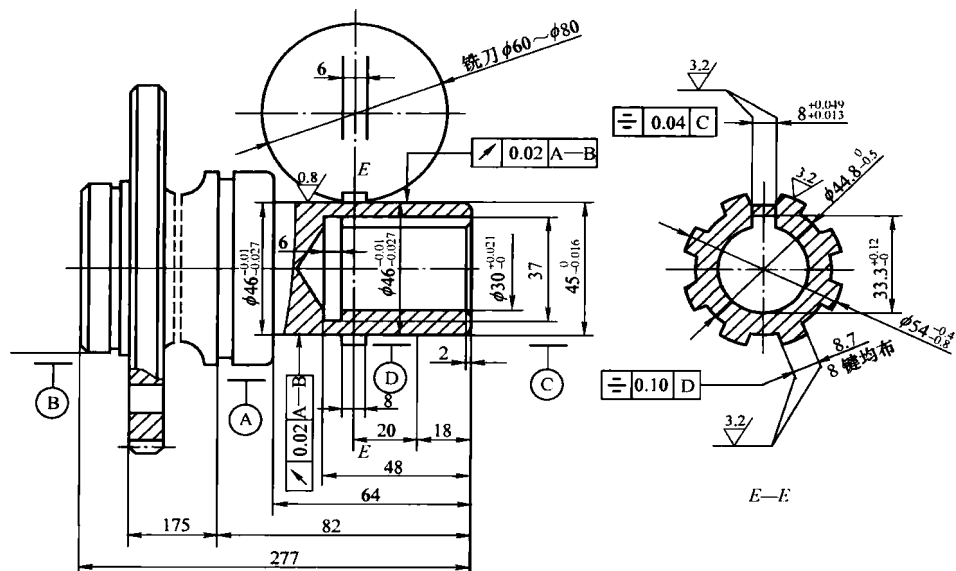


图 1-7 改进后轴齿轮花键配合尺寸

外花键处的小径用 $\phi 60 \sim \phi 80$ 铣刀铣至 $\phi 44.8_{-0.5}^0$, 使其不影响大齿轮与轴齿轮的装配。另外, 为了防止渗碳淬火后轴齿轮花键齿 (厚度 8mm) 变形导致装配困难, 将轴齿轮花键大径按 $\phi 54_{\pm 0.40}^{+0.40}$ 制作, 而大齿轮花键孔大径按 $\phi 54_{\pm 0.40}^{+0.40}$ 制作, 该处配合有 0.4~1.2mm 的间隙。对于键槽宽度, 轴齿轮按 $8.70_{-0.20}^{+0.20}$ mm 制作, 大齿轮按 $9_{-0.035}^{+0.085}$ 制作。由于大齿轮键槽是通孔, 因此不存在装配困难的问题。

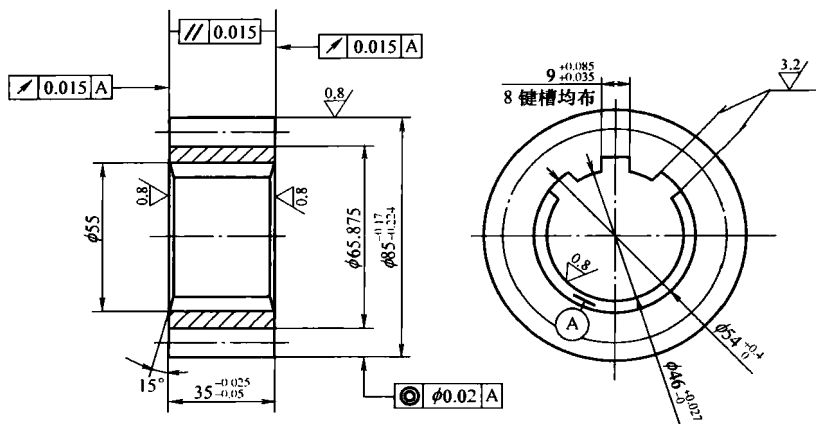


图 1-8 改进后大齿轮花键槽配合尺寸

4. 效果

通过改变轴齿轮与大齿轮的连接配合部位以及严格控制装配间隙, 使大齿轮转动有了确定的轴心, 改变了原来大齿轮高速旋转时无法定心的问题, 从而有效地控制了大齿轮刮削磨损泵体、泵盖端面及内圆周面的现象。改进后的齿轮泵 (变速用) 使用寿命大大提高, 一般能达到两个大修期以上, 而且不增加任何成本, 加工方便, 轴齿轮与大齿轮也不需要选配。从根本上解决了变速齿轮泵早期刮削磨损失效的问题, 取得了明显的经济效益。

例 3 TQY 系列塔机液压顶升系统故障排除实例

1. 故障现象

某公司生产的 TQY 系列塔机顶升系统 (见图 1-9、图 1-10), 在现场使用中有 20 台 (套) 出现顶升液压缸缸筒上升一半 (活塞杆在下) 突然停止的故障, 致使塔帽上下两难, 直接影响施工进度, 误工误时。

2. 故障原因

经过拆卸检查发现故障原因全部是齿轮泵泵体爆裂, 系统打不上油, 造成液压缸上下两难的问题。更换新的齿轮泵后, 短时间内又出现这种情况, 不能从根本上解决问题。

经过分析认为: 故障产生的原因不是齿轮泵质量不好, 而是电动机经十字滑块联轴器与齿轮泵连接的同轴度不好, 泵轴上所受的径向载荷超过泵制造厂的规定, 将液压油挤向泵体的一边, 使泵体超过耐压极限而爆裂, 导致系统停止工作。

3. 故障排除

针对上述情况, 将十字滑块联轴器的配合间隙放大了 0.1mm, 以消除安装误差, 修正电动机经滑块联轴器与齿轮泵连接的同轴度误差, 装配后保证了电动机与齿轮泵的连接运转灵活、无卡滞现象。

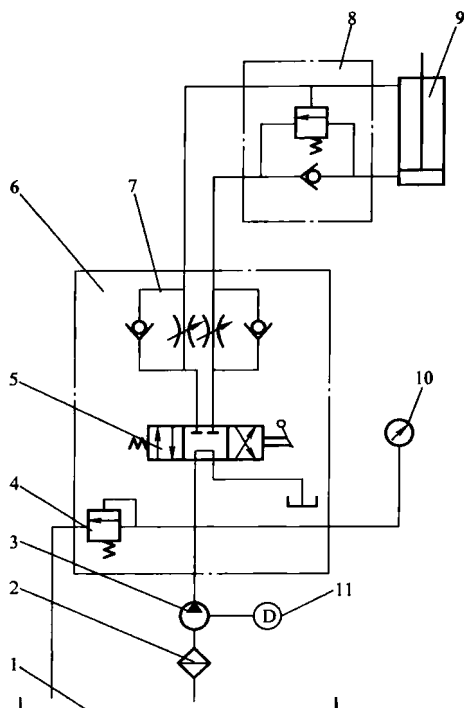


图 1-9 顶升液压系统工作原理

1—油箱；2—滤油器；3—齿轮泵；4—溢流阀；5—手动换向阀；6—组合阀；7—节流阀；8—限速锁；9—液压缸；10—压力表；11—电动机

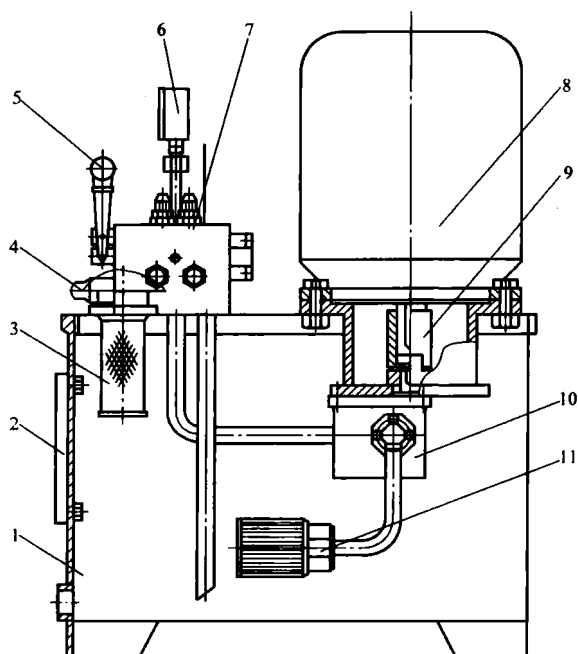


图 1-10 液压泵站

1—油箱；2—液位计；3—空气滤清器；4—溢流阀；5—手动换向阀；6—压力表；7—节流阀；8—电动机；9—联轴器；10—齿轮泵；11—过滤器

4. 小结

通过上述改进，并经 500 台（套）使用验证后，工作正常，再无上述故障出现。

例 4 外啮合齿轮泵噪声的机理及故障排除实例

1. 外啮合齿轮泵噪声的产生机理

（1）压力脉动和流量脉动产生的噪声。液压泵的流量脉动是泵的固有特性。泵在工作时，不管是吸油腔还是压油腔的体积都会产生周期性的变化，泵的流量也将发生周期性变化，遇到液阻时就引起油液的压力脉动，从而产生液体的振动和噪声。这种脉动的幅度和频率取决于液压泵的转速、流量和工作腔数（齿数、叶片数、柱塞数）。由于泵的制造质量不高，压油腔的油液向吸油腔泄漏，产生压力脉动及噪声。

（2）困油现象产生的噪声。为了保证齿轮泵的齿轮平稳啮合运转，必须使齿轮的重叠系数略大于 1，即在前一对齿轮尚未脱离啮合之前，后一对齿轮进入啮合。当两对齿轮同时啮合时，由于齿轮的端面间隙很小，因此这两对齿之间的油液与泵的吸、排油腔均不相通，从而形成一个封闭容积。齿轮转动时，此封闭容积会发生变化，使其中的液体受压缩或膨胀，造成封闭容积内液体的压力急剧变化形成“困油现象”。由于液体的可压缩性很小，当闭死容积减小时，油液压力骤增，当闭死容积中的高压油通过各种缝隙泄漏时，造成功率损失，并使油液发热，使机件受激振动，产生困油噪声；当闭死容积增加时，形成真空，使溶于液体中的气体析出，形成气泡，产生“气蚀”，这种周期性的冲击压力使泵的各零件受到很大的冲击载荷，引起振动和噪声。