

**液压设备** 设计、生产、

**技术改进与故障诊断  
监测及国内外标准规范**

**实用手册**

北方工业出版社

**书 名：** 液压设备设计、生产、技术改进与故障诊断监测及国内外标准规范实用手册

---

**出 版：** 北方工业出版社

**出 版 号：** ISBN 7-5019-3852-0

**出版日期：** 2006年1月

---

**定 价：** 998.00元(全四卷+1CD)

# 液压设备设计、生产、 技术改进与故障诊断监测 及国内外标准规范实用手册

## 编委名单

主 编：帅长红

编委会：王小会 马艳芳 李小飞 徐雪丽  
刘 宝 徐玉红 张 丽 马 壮  
李贵虹 崔红艳 葛凤超 丁小明

## 前 言

由于液压技术本身所具有的独特技术优势,使得它在现代农业、制造业、能源工程、化学与生化工程、交通运输与物流工程、采矿与冶金工程、油气探测与加工、建筑与公共工程、水利与环保工程、航天与海洋技术、船舶与舰艇、生物与医学工程、科学实验装置、军事装备、国防工程等领域获得了广泛应用,成为农业、工业、国防和科学技术现代化进程中不可替代的一项重要基础技术。

液压设备在液压装备体系中占有十分重要的位置。为了促进液压设备设计、生产、技术改进技术水平的提高,加强液压设备故障诊断监测及国内外标准规范应用工作,我们特组织有关专家、学者编撰了本手册。

手册分为总论、液压泵设计、生产、液压马达和液压缸设计、生产、液压控制阀设计、生产、其他液压设备设计、生产、液压设备技术改进、液压机械设备故障诊断监测及液压设备国内外标准规范,内容全面、新颖。

手册在编撰过程中参考了相关资料,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大专家、学者批评指教。

手册编委会  
2005年12月

## 目 录

## 第一篇 总 论

第一章 液压传动概述 .....	(3)
第一节 液压传动的工作原理 .....	(3)
第二节 液压系统的图形符号 .....	(4)
第三节 液压系统的组成 .....	(5)
第四节 液压传动的特点 .....	(6)
第二章 液压传动的基本概念和常用参数 .....	(8)
第一节 液压油的物理性质 .....	(8)
一、液体的密度 .....	(8)
二、液体的黏性 .....	(8)
三、液体的可压缩性 .....	(9)
四、液压油的污染及控制 .....	(10)
第二节 液压传动中的压力 .....	(10)
一、压力单位 .....	(10)
二、压力的度量 .....	(11)
三、压力的传递 .....	(12)
四、液压系统中工作压力与负载的关系 .....	(12)
第三节 液压传动中的流量 .....	(13)
一、流速与流量 .....	(13)
二、流量与液压缸速度 .....	(13)
第四节 液压系统中的压力损失 .....	(14)
一、沿程损失 .....	(14)
二、局部损失 .....	(14)
三、管路系统的总压力损失 .....	(14)
四、压力损失的危害及可利用之处 .....	(15)
第三章 液压传动设计 .....	(16)
第一节 明确液压系统的设计要求 .....	(17)
第二节 系统工况分析 .....	(17)
一、运动分析 .....	(17)

二、负载分析 .....	(18)
第三节 液压系统主要参数确定 .....	(20)
一、初选液压系统的工作压力 .....	(20)
二、执行元件主要结构尺寸的确定 .....	(20)
三、绘制液压马达执行元件工况图 .....	(21)
第四节 拟定液压系统原理图 .....	(22)
一、拟定主回路 .....	(22)
二、拟定基本控制回路 .....	(23)
三、液压系统的合成 .....	(24)
第五节 液压元件的计算和选择 .....	(24)
一、液压泵的选择 .....	(24)
二、液压阀的选择 .....	(26)
三、油管及管接头的选择、油箱的设计、滤油器的选择 .....	(26)
四、液压装置结构形式和液压元件配置形式的选择 .....	(26)
第六节 液压系统性能的验算 .....	(27)
一、系统压力损失的验算 .....	(28)
二、系统发热温升验算 .....	(28)
三、系统效率验算 .....	(29)
第七节 绘制正式工作图和编写技术文件 .....	(30)
第八节 液压传动系统的设计举例 .....	(30)
一、负载分析 .....	(30)
二、负载图和速度图的绘制 .....	(31)
三、液压缸主要参数的确定 .....	(31)
四、液压系统图的拟定 .....	(33)
五、液压元件的选择 .....	(35)
六、液压系统的性能验算 .....	(38)
第四章 液压技术应用 .....	(39)
第一节 民用工业方面 .....	(39)
第二节 国防工业方面 .....	(39)
第二篇 液压泵设计、生产	
第一章 概 述 .....	(43)
第一节 液压泵的基本工作原理 .....	(43)
第二节 液压泵的基本参数及其计算 .....	(44)
第三节 液压泵的分类 .....	(49)

## 目 录

第二章 齿轮泵设计、生产 .....	(50)
第一节 外啮合齿轮泵的工作原理及流量公式 .....	(50)
一、外啮合齿轮泵的工作原理 .....	(50)
二、瞬时流量及排量 .....	(51)
三、流量不均匀系数 .....	(54)
四、齿轮的齿形修正 .....	(55)
第二节 外啮合齿轮泵的困油现象及卸荷措施 .....	(56)
一、困油现象 .....	(56)
二、卸荷措施 .....	(57)
第三节 外啮合齿轮泵的径向力 .....	(62)
一、径向力的计算 .....	(62)
二、减小径向力的措施 .....	(65)
第四节 中高压齿轮泵的结构特点 .....	(65)
一、提高容积效率的措施 .....	(66)
二、轴承 .....	(71)
第五节 内啮合齿轮泵 .....	(74)
一、月牙形隔板式内啮合齿轮泵 .....	(74)
二、摆线转子泵 .....	(78)
第六节 齿轮泵的设计要点 .....	(79)
一、齿轮泵参数的选择原则 .....	(79)
二、齿轮泵的设计概要 .....	(80)
三、齿轮泵的工艺、材料及技术要求 .....	(82)
第三章 叶片泵设计、生产 .....	(83)
第一节 双作用叶片泵的工作原理和流量 .....	(83)
一、工作原理和结构特征 .....	(83)
二、瞬时流量和排量 .....	(85)
第二节 双作用叶片泵的定子曲线及叶片数 .....	(87)
一、对定子曲线的要求 .....	(87)
二、定子过渡曲线及其特点 .....	(89)
三、双作用叶片泵叶片数的选取 .....	(91)
第三节 双作用叶片泵的结构 .....	(91)
一、双作用叶片泵的结构特点 .....	(91)
二、中高压叶片泵 .....	(93)
第四节 双作用叶片泵的设计要点 .....	(96)
第五节 变量叶片泵 .....	(98)

## 目 录

一、变量叶片泵的工作原理 .....	(98)
二、排量的计算 .....	(100)
三、变量原理 .....	(101)
<b>第四章 柱塞泵设计、生产 .....</b>	<b>(104)</b>
<b>第一节 轴向柱塞泵的工作原理及结构特点 .....</b>	<b>(104)</b>
一、轴向柱塞泵的工作原理 .....	(104)
二、斜盘式轴向柱塞泵的结构特点 .....	(105)
三、斜轴式轴向柱塞泵的结构特点 .....	(107)
<b>第二节 斜盘式轴向柱塞泵的运动学分析 .....</b>	<b>(109)</b>
一、柱塞运动学分析 .....	(109)
二、瞬时流量及脉动特性分析 .....	(111)
三、轴向柱塞泵的困油现象 .....	(114)
<b>第三节 斜盘式轴向柱塞泵的动力学分析 .....</b>	<b>(116)</b>
一、柱塞滑靴的受力分析 .....	(116)
二、缸体的受力分析 .....	(120)
<b>第四节 轴向柱塞泵典型摩擦副及结构特点 .....</b>	<b>(125)</b>
一、滑靴副的结构 .....	(125)
二、配流盘结构 .....	(128)
三、配流盘和缸体的自位结构 .....	(130)
四、几种关键零部件的设计计算 .....	(133)
五、主要零件的材料与技术要求 .....	(138)
<b>第五节 无铰式轴向柱塞泵 .....</b>	<b>(140)</b>
一、无铰式轴向柱塞泵的运动学分析 .....	(140)
二、无铰式轴向柱塞泵的排量 .....	(141)
三、无铰式轴向柱塞泵的受力分析 .....	(142)
<b>第六节 阀配流径向柱塞泵 .....</b>	<b>(143)</b>
一、阀配流径向柱塞泵的工作原理 .....	(143)
二、典型结构介绍 .....	(144)
<b>第七节 轴向柱塞泵的变量机构 .....</b>	<b>(146)</b>
一、变量调节原理和分类 .....	(146)
二、典型变量机构 .....	(147)
<b>第五章 螺杆泵设计、生产 .....</b>	<b>(160)</b>
<b>第一节 概 述 .....</b>	<b>(160)</b>
一、螺杆泵结构简介 .....	(160)
二、故障分析及排除 .....	(161)



## 目 录

第二节 抽油杆柱载荷计算与简单强度设计 .....	(161)
一、抽油杆柱载荷分析与计算 .....	(162)
二、抽油杆柱简单强度设计方法 .....	(168)
三、抽油杆柱简单强度设计工程实例 .....	(170)
四、结论与认识 .....	(174)
第三节 抽油杆螺纹连接力学特性分析与强度计算 .....	(175)
一、螺纹连接的预紧与松脱 .....	(175)
二、旋合螺纹力学特性分析 .....	(177)
三、螺纹连接强度计算 .....	(181)
四、现用抽油杆螺纹连接力学特性分析与计算 .....	(187)
第六章 摆线泵设计、生产 .....	(212)
第一节 概 述 .....	(212)
第二节 故障分析与排除 .....	(212)
一、压力波动大 .....	(212)
二、输出流量不够 .....	(214)
三、发热及噪声大 .....	(214)
第三节 使用和修理 .....	(215)
一、使用 .....	(215)
二、修理 .....	(215)
第三篇 液压马达和液压缸设计、生产	
第一章 液压马达设计、生产 .....	(219)
第一节 概 述 .....	(219)
一、液压马达与液压泵比较 .....	(219)
二、液压马达的基本参数及其计算 .....	(220)
三、液压马达分类 .....	(224)
四、液压马达的主要性能指标 .....	(225)
五、高速液压马达 .....	(227)
六、低速液压马达 .....	(234)
第二节 齿轮液压马达 .....	(264)
第三节 叶片液压马达 .....	(265)
一、工作原理 .....	(265)
二、YM 型叶片马达结构 .....	(266)
第四节 轴向柱塞马达 .....	(266)
第二章 液压缸设计、生产 .....	(268)
第一节 各类液压缸的工作原理和基本参数计算 .....	(268)

一、单作用液压缸·····	(268)
二、双作用液压缸·····	(270)
三、组合液压缸·····	(274)
四、摆动液压缸·····	(276)
第二节 液压缸的典型结构·····	(277)
一、单作用柱塞式液压缸·····	(277)
二、双作用单活塞杆式液压缸·····	(278)
三、双作用双活塞杆式液压缸·····	(279)
四、齿条活塞式液压缸·····	(279)
五、单叶片式摆动液压缸·····	(280)
第三节 推力液压缸主要零部件的结构、材料与技术要求·····	(281)
一、缸筒和缸盖·····	(281)
二、活塞和活塞杆·····	(284)
三、密封、导向和防尘装置·····	(287)
四、缓冲装置·····	(291)
五、排气装置·····	(292)
第四节 液压缸的设计·····	(292)
一、设计依据和设计步骤·····	(292)
二、基本参数的确定·····	(293)
三、强度和稳定性计算·····	(296)
四、缓冲装置设计计算·····	(312)
<b>第四篇 液压控制阀设计、生产</b>	
<b>第一章 概 述</b> ·····	(317)
第一节 液压控制阀的分类·····	(317)
一、根据在液压系统中的功用分类·····	(317)
二、根据控制方式分类·····	(317)
三、根据结构形式分类·····	(318)
四、根据连接和安装方式分类·····	(318)
第二节 液压阀上的作用力·····	(319)
一、液压力·····	(319)
二、液动力·····	(320)
三、液压侧向力·····	(324)
四、弹性力·····	(325)
五、重力和惯性力·····	(326)
第三节 阀口压力流量特性·····	(326)

## 目 录

一、滑阀的压力流量特性·····	(326)
二、锥阀的压力流量特性·····	(327)
第四节  液压阻尼及其压力流量方程·····	(329)
一、液压半桥的构成和功能·····	(330)
二、液压半桥的基本类型及其特性·····	(331)
三、半桥构成的基本原则·····	(333)
四、对先导控制液压桥路的要求·····	(334)
第五节  液压阀的级间耦合·····	(334)
一、液压力耦合·····	(334)
二、位置耦合·····	(335)
三、位移—力耦合·····	(335)
四、电信号耦合·····	(336)
五、复合耦合·····	(336)
第六节  液压阀的控制输入装置·····	(336)
一、控制放大器·····	(337)
二、电—机械转换器·····	(338)
第七节  液压控制阀的噪声·····	(346)
一、液压控制阀的噪声·····	(346)
二、噪声的测量·····	(347)
第八节  水压控制阀·····	(348)
一、水压控制阀的关键技术难题·····	(348)
二、几种水压控制阀的结构及特点·····	(349)
第九节  液压控制阀的材料及工艺要求·····	(353)
第十节  液压控制阀主要零件的制造工艺·····	(354)
一、液压阀加工的工艺特点·····	(354)
二、阀体的加工·····	(355)
三、阀芯的加工·····	(381)
四、其他重要零件的加工·····	(391)
五、阀类元件的去刺与清洗·····	(394)
第二章  方向控制阀设计、生产·····	(395)
第一节  单向阀·····	(395)
一、普通单向阀·····	(395)
二、液控单向阀·····	(396)
第二节  换向阀·····	(397)
一、换向阀的分类及结构介绍·····	(398)

## 目 录

二、滑阀机能	(405)
三、换向阀的压力损失分析及主要结构尺寸确定	(408)
四、换向阀的换向可靠性及操作力计算	(409)
五、换向阀的泄漏分析	(411)
六、换向平稳性分析	(412)
第三节 多路换向阀	(413)
第三章 压力控制阀设计、生产	(416)
第一节 溢流阀	(416)
一、溢流阀的结构和工作原理	(416)
二、溢流阀的性能指标	(421)
三、溢流阀的静态特性分析	(423)
四、溢流阀的动态特性分析	(426)
五、溢流阀的设计计算	(430)
第二节 减压阀	(436)
一、定压减压阀	(436)
二、定差减压阀	(441)
三、定比减压阀	(441)
四、减压阀的主要静态性能指标	(442)
第三节 顺序阀	(443)
一、直动式顺序阀	(443)
二、先导式顺序阀	(444)
第四节 平衡阀	(446)
第四章 流量控制阀设计、生产	(448)
第一节 节流口的流量特性	(448)
一、节流孔的流量特性	(448)
二、影响流量稳定性的因素	(449)
三、常用节流口的形式	(450)
第二节 节流阀	(451)
一、结构与工作原理	(451)
二、节流阀的刚度	(452)
三、节流阀的主要性能指标	(453)
四、节流阀的设计要点	(453)
第三节 调速阀	(454)
一、调速阀的结构及工作原理	(454)
二、调速阀的静态特性分析	(456)

三、调速阀的主要性能指标·····	(457)
四、调速阀的设计计算·····	(458)
第四节 温度补偿调速阀·····	(465)
第五节 溢流节流阀·····	(466)
第六节 分流集流阀·····	(468)
一、分流阀·····	(468)
二、分流集流阀·····	(469)
三、分流精度及影响分流精度的因素·····	(470)
第五章 电液伺服阀设计、生产·····	(472)
第一节 概 述·····	(472)
第二节 电液伺服阀的结构组成·····	(472)
第三节 电液伺服阀的分类和常见类型·····	(473)
第四节 电液伺服阀的工作原理、结构及特点·····	(480)
第五节 电液伺服阀的技术性能指标和有关的技术术语·····	(505)
第六章 比例控制阀设计、生产·····	(517)
第一节 比例控制阀·····	(517)
第二节 比例控制阀的分类和典型结构的工作原理·····	(519)
一、比例阀的分类·····	(519)
二、比例阀的典型结构和工作原理·····	(520)
第三节 比例控制阀的主要性能·····	(551)
一、比例阀的主要静态性能·····	(551)
二、动态性能·····	(555)
第七章 逻辑阀设计、生产·····	(559)
第一节 逻辑阀的工作原理·····	(560)
一、逻辑阀对油流的方向控制·····	(560)
二、逻辑阀对油流的压力控制·····	(573)
三、逻辑阀对油流的流量控制·····	(582)
四、逻辑阀对油流方向、压力和流量的综合控制·····	(585)
第二节 液压逻辑控制系统的应用举例·····	(586)
一、单动薄板冲压液压机的液压控制系统·····	(587)
二、剪板机的液压控制系统·····	(590)
三、塑料注射机的液压控制系统·····	(592)
第三节 钢球式液压逻辑阀·····	(599)
一、基本元件及其逻辑控制功能·····	(600)
二、钢球式元件构成的液压方向控制阀·····	(603)

三、钢球式元件的优点	(603)
<b>第八章 液压阀的新品种及控制系统的集成方法</b>	(607)
<b>第一节 液压阀的新品种</b>	(607)
一、高速电磁换向阀和电液换向阀	(607)
二、减压式先导阀	(613)
三、新型溢流阀	(618)
四、直通式单向节流阀	(619)
五、单体三回路手动换向阀	(620)
六、双单向节流阀	(620)
七、座阀式电磁换向阀	(623)
八、梭 阀	(629)
<b>第二节 板式集成</b>	(630)
<b>第三节 块式集成</b>	(632)
一、三面安装式块式集成	(633)
二、单面安装式块式集成	(638)
<b>第五篇 其他液压设备设计、生产</b>	
<b>第一章 油管及管接头设计、生产</b>	(647)
<b>第一节 管路的种类及材料</b>	(647)
一、管路的种类	(647)
二、管路的材料	(647)
<b>第二节 油管内径和壁厚的确定及受力分析</b>	(648)
一、内径	(648)
二、金属油管的壁厚	(649)
三、导管的振动问题	(649)
<b>第三节 管接头的结构及选择</b>	(651)
一、卡套式管接头	(651)
二、扩口式管接头	(652)
三、焊接式管接头	(653)
四、橡胶软管接头	(653)
五、快换接头	(653)
六、活动铰接式管接头	(654)
七、中心回转接头	(654)
八、法兰式接头	(655)
<b>第二章 滤油器设计、生产</b>	(656)
<b>第一节 滤油器的用途</b>	(656)

第二节 滤油器的种类和特点 .....	(656)
一、按过滤方式分类 .....	(656)
二、按滤芯结构分类 .....	(657)
三、按安装部位分 .....	(658)
第三节 滤油器的典型结构 .....	(658)
一、网式滤油器 .....	(658)
二、线隙式滤油器 .....	(659)
三、纸质滤油器 .....	(660)
四、烧结式滤油器 .....	(661)
五、磁性滤油器 .....	(661)
第四节 滤油器的主要性能参数及计算 .....	(664)
一、滤油器的主要性能参数 .....	(664)
二、滤油器的计算 .....	(671)
第五节 滤油器的安装与使用 .....	(671)
一、滤油器在液压系统中的安装位置 .....	(671)
二、滤油器的使用与维护 .....	(674)
第六节 滤油器产品性能及规格尺寸 .....	(677)
一、网式滤油器 .....	(677)
二、线隙式滤油器 .....	(701)
三、纸质滤油器 .....	(709)
四、化纤滤油器 .....	(715)
五、烧结式滤油器 .....	(725)
六、磁性滤油器 .....	(726)
七、箱外内积式滤油器 .....	(734)
八、滤油机 .....	(747)
第三章 蓄能器设计、生产 .....	(751)
第一节 蓄能器的用途 .....	(751)
一、作辅助动力源 .....	(751)
二、作补偿泄漏和保持恒压用 .....	(752)
三、作应急动力源 .....	(752)
四、作热膨胀补偿器用 .....	(752)
五、作液体补充装置用 .....	(753)
六、消除液压脉动,降低噪声 .....	(753)
七、吸收液压冲击 .....	(754)
八、用来改善频率特性 .....	(755)

## 目 录

九、作液压空气弹簧用·····	(755)
十、用于输送异性液体、有毒液体等·····	(756)
第二节 蓄能器的种类与特点·····	(756)
一、重锤加载式(简称重锤式)蓄能器·····	(756)
二、弹簧加载式(简称弹簧式)蓄能器·····	(757)
三、气体加载式(简称气体式)蓄能器·····	(757)
第三节 蓄能器的参数选择及计算·····	(765)
一、作蓄能用的蓄能器的参数选择与计算·····	(765)
二、作补偿泄漏用的蓄能器的参数选择与计算·····	(770)
三、作热膨胀补偿用的蓄能器的参数选择与计算·····	(771)
四、作液体补充装置用的蓄能器的参数选择与计算·····	(772)
五、用于消除脉动降低噪声的蓄能器的参数选择与计算·····	(772)
六、用于吸收液压冲击的蓄能器的主要参数选择与计算·····	(774)
七、重锤式蓄能器的参数选择与计算·····	(776)
八、非隔离式蓄能器的参数的选择与计算·····	(777)
第四节 蓄能器的安装与使用·····	(780)
一、蓄能器的安装·····	(780)
二、蓄能器的使用·····	(780)
第五节 蓄能器产品性能及规格尺寸·····	(781)
一、活塞式蓄能器·····	(781)
二、胶囊式蓄能器·····	(782)
三、消振蓄能器·····	(785)
四、重力式蓄能器·····	(786)
五、非隔离式(气并式)蓄能器·····	(786)
第六节 蓄能器辅件·····	(787)
一、CQJ 型充气工具·····	(787)
二、CDZ 型充氮车·····	(788)
三、蓄能器的控制阀组·····	(790)
第四章 热交换器设计、生产·····	(791)
第一节 冷却器·····	(791)
一、冷却器的用途·····	(791)
二、冷却器的种类和特点·····	(791)
三、冷却器的选择及计算·····	(795)
四、冷却器的安装与使用·····	(799)
五、冷却器产品的性能及规格尺寸·····	(802)



第二节 加热器 .....	(837)
一、加热器的用途 .....	(837)
二、加热器的种类和特点 .....	(837)
三、加热器的选择与计算 .....	(837)
四、加热器的安装与使用 .....	(838)
五、加热器产品的性能及规格尺寸 .....	(839)
第五章 油箱设计、生产 .....	(841)
第一节 概 述 .....	(841)
第二节 油箱的种类和特点 .....	(841)
第三节 油箱的设计及计算 .....	(845)
一、油箱的结构设计 .....	(845)
二、油箱的容量计算 .....	(846)
三、油箱中油液的冷却与加热计算 .....	(850)
第四节 油箱内液面和油温的显示及控制 .....	(851)
一、液面显示和控制 .....	(851)
二、油温显示和控制 .....	(853)
第五节 油箱的安装与使用 .....	(854)
第六节 油箱的标准系列产品 .....	(854)
第七节 油箱辅件 .....	(858)
一、空气滤清器 .....	(858)
二、液位指示器 .....	(863)
三、压力表 .....	(866)
四、流量计 .....	(875)
第六章 液压系统基本回路设计 .....	(880)
第一节 调压回路 .....	(880)
第二节 减压回路 .....	(882)
第三节 增压回路 .....	(883)
第四节 卸压回路 .....	(884)
第五节 卸荷回路 .....	(885)
第六节 保压回路 .....	(887)
第七节 平衡回路 .....	(888)
第八节 速度控制回路 .....	(890)
第九节 增速回路 .....	(893)
第十节 换速回路 .....	(894)
第十一节 换向回路 .....	(896)