

YEYA GONGCHENGSHI
JISHU SHOUCE

液压工程师 技术手册

王益群 高殿荣 主编



化学工业出版社



TH137-62
W425

YEYA GONGCHENGSHI
JISHU SHOUCHE

液压工程师 技术手册

王益群 高殿荣 主编

TH137-62
W425



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压工程师技术手册/王益群, 高殿荣主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 11
ISBN 978-7-122-06196-6

I. 液… II. ①王…②高… III. 液压传动-技术手
册 IV. TH137-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 107816 号

液压工程师技术手册

王益群 高殿荣 主编

责任编辑: 黄 滢
责任校对: 吴 静

装帧设计: 尹琳琳

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 62½ 字数 1606 千字 2010 年 3 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: 128.00 元

版权所有 违者必究

《液压工程师技术手册》编委会

主 任：王益群

委 员：（按姓名汉语拼音排序）

高殿荣 高英杰 何 殷 姜万录

孔祥东 刘劲军 刘 涛 王益群

吴晓明 张齐生 张 伟 赵静一

本书第一版出版以来，蒙广大读者厚爱，出版以来深受广大读者好评，为国内液压行业

随着制造业的快速发展，液压传动与控制技术应用领域不断扩大，应用范围越来越广，新型高性能的液压传动及控制元件及系统不断出现。从事设计、制造、使用、维护、管理和经销液压产品的人员越来越多，他们迫切需要一本能反映当前最新的国家液压标准，体现液压行业国内外最新技术成果，易于查找和使用，内容丰富，既有液压技术的基础理论知识，实用性又强的手册，本手册正是基于这样的出发点编写的。

考虑到本手册的读者对象范围广泛，所以手册尽力保持了内容的基础性、先进性、系统性、实用性，在篇章的框架结构上有些方面不同于以往出版的液压手册。在第1篇“常用设计资料”中，介绍了最新的常用液压国家标准、常用术语、常用的液压流体力学公式和资料、常用的液压基本回路等。第2篇“液压介质”对液压介质的分类、代号、性质、质量指标和选用作了介绍。第3篇“液压产品”中，对国内外各类液压泵的工作原理、特点作了介绍，列出了相应的产品，特别增加了各类泵的加工工艺、拆装方法及注意事项；介绍了各类液压马达的工作原理、加工工艺以及计算和选用原则，列出了相应的液压马达产品；详细介绍了各类液压缸的结构形式、安装方式、加工工艺、设计计算等内容，列出了众多的液压缸产品，使读者具有宽阔的选择范围；较为详细地介绍了各类压力控制阀、方向控制阀和流量控制阀的工作原理、结构特点和相应的产品以及加工工艺。对工程机械上应用的多路阀，广泛应用的叠加阀、插装阀以及能够反映当前液压控制技术发展水平的比例阀和伺服阀也作了详细介绍，特别列出了代表伺服阀技术目前先进水平的美国MOOG公司产品和国内的相关产品，便于读者比较选用。液压辅件是液压系统中不可或缺的元件，对系统正常工作起着重要作用。液压辅件的产品种类很多，生产厂家众多，限于篇幅，本手册只列出部分厂家的有代表性的产品供读者选用和参考。第4篇“液压系统设计计算”介绍了液压系统的设计计算步骤，各类元件的选用原则，以及液压泵站、液压集成块的设计和技术文件的编写等，给出了应用于不同行业的多个液压系统的设计计算实例。第5篇“液压系统安装、调试与故障处理”实用性很强，适合于从事液压系统安装、调试、维护和管理的人员阅读。第6篇“检测与测试”详细介绍了液压系统中常用的各类传感器及其测量装置的工作原理和特点，各类液压元件的测试回路、方法和数据处理等，适合于从事液压产品的开发、生产检测，液压系统的监测和检测，以及液压系统维护和管理人员阅读。

本手册由燕山大学流体传动与控制工程学科的老教师们根据长期从事液压传动与控制领域的教学、科研以及工程实践经验编写而成。

参加编写与审稿的人员分工如下：

高殿荣编写第1篇、第2篇和第3篇的第5章（刘劲军审稿）；

张伟编写第3篇的第1章、第2章（赵静一审稿）；

吴晓明编写第3篇第3章和第3篇第4章中比例阀、伺服阀及加工部分（孔祥东审稿）；

刘涛编写第3篇第4章中压力阀、流量阀、方向阀、多路阀、叠加阀、插装阀部分（高英杰审稿），以及第3篇第6章（赵静一审稿）；

张齐生编写第4篇和第5篇（高英杰审稿）；

姜万录编写第6篇（孔祥东审稿）；

王益群、高殿荣对全书内容统稿，何殷进行了统一整理。

研究生王海军、吴胜强参与了手册部分章节的资料收集和整理工作。

手册在编写过程中还得到了很多同行的大力支持并提出了宝贵意见和建议，一并在此致谢！

由于编者水平有限，加之定稿时间匆促，疏漏之处在所难免，敬请读者提出批评建议。

主编

第 1 篇 常用设计资料

第 1 章 常用液压国家标准	2	1.5.1 静止流体对平面壁的总压力	25
1 常用液压术语	2	1.5.2 静止流体对曲面壁的总压力	26
1.1 基本术语	2	2 流体运动学基础	27
1.2 液压泵的术语	3	2.1 研究流体运动的两种方法	28
1.3 液压马达和缸的术语	3	2.1.1 拉格朗日法	28
1.4 液压阀的术语	4	2.1.2 欧拉法	28
1.5 液压辅件及其他专业术语	5	2.2 流体运动中的基本概念	28
2 液压图形符号	7	2.2.1 定常流动与非定常流动	28
2.1 常用液压图形符号	7	2.2.2 一维流动、二维流动、三维	
2.2 液压图形符号绘制规则	16	流动	28
3 常用液压标准	18	2.2.3 迹线与流线	28
3.1 液压系统及元件公称压力系列	18	2.2.4 流管与流束	28
3.2 液压泵及马达公称排量系列	19	2.2.5 过流断面、流量和平均流速	29
3.3 液压油口螺纹连接系列	19	2.3 连续性方程	29
3.4 液压系统硬管外径和软管内径系列	19	3 流体动力学	29
3.5 液压缸内径及活塞杆外径系列	19	3.1 理想流体伯努利方程	30
3.6 液压缸活塞行程系列	20	3.2 实际流体总流的伯努利方程	30
3.7 液压元件清洁度指标	20	3.3 系统中有流体机械的伯努利方程	31
3.8 液压阀油口、底板、控制装置和电磁铁的标识	21	3.4 恒定流动动量方程	31
4 常用液压公式	22	4 流体在管路中的流动	32
第 2 章 液压流体力学常用计算公式及资料	23	4.1 管路中流体流动的两种状态	32
1 流体静力学	23	4.1.1 层流和紊流	32
1.1 作用于静止流体上的力	23	4.1.2 基本概念	32
1.1.1 质量力	23	4.2 管道中的压力损失	33
1.1.2 表面力	23	4.2.1 沿程压力损失	33
1.2 流体静压力及其特性	24	4.2.2 局部压力损失	34
1.2.1 压力	24	4.2.3 局部阻力系数	34
1.2.2 流体静压力的特性	24	4.3 总能量损失	37
1.3 流体静力学基本方程	24	5 圆管紊流	37
1.4 压力的度量标准及测量	24	5.1 紊流的速度结构、水力光滑管和水力粗糙管	37
1.5 静止流体对固体壁面的作用力	25	5.1.1 紊流的速度结构	37
		5.1.2 水力光滑管和水力粗糙管	38

5.1.3	流速分布	38	3.1	调压回路	47
5.1.4	切应力	38	3.2	减压回路	48
5.2	管路计算	38	3.3	增压回路	48
5.2.1	水力短管与水力长管	38	3.4	保压回路	49
5.2.2	串联管路	39	3.5	卸荷回路	50
5.2.3	并联管路	39	3.6	平衡回路	51
6	孔口及管嘴出流	40	3.7	缓冲回路	52
6.1	薄壁孔口和厚壁孔口	40	3.8	卸压回路	52
6.2	大孔口和小孔口	40	4	速度控制回路	52
6.3	自由出流和淹没出流	40	4.1	节流调速回路	53
7	缝隙流动	41	4.2	容积式调速回路	54
7.1	壁面固定的平行缝隙中的流动	41	4.3	容积节流调速回路	55
7.2	壁面移动的平行平板缝隙流动	41	4.4	增速回路	55
7.3	环形缝隙中的流体流动	42	4.5	减速回路	56
7.4	平行平板间的径向流动	42	4.6	二次进给回路	57
8	液压冲击	43	4.7	比例阀连续调速回路	58
第3章	液压基本回路	44	5	同步控制回路	58
1	概述	44	5.1	机械同步回路	58
2	液压源回路	44	5.2	流量控制同步回路	59
2.1	定量泵—溢流阀液压源回路	44	5.3	容积控制同步回路	59
2.2	变量泵—安全阀液压源回路	45	6	方向控制回路	60
2.3	高低压双泵液压源回路	45	6.1	换向回路	60
2.4	多泵并联供油液压源回路	46	6.2	锁紧回路	61
2.5	闭式系统液压源回路	46	6.3	顺序动作回路	62
2.6	辅助泵供油液压源回路	46	7	液压马达回路	63
2.7	辅助循环泵液压源回路	47	7.1	马达制动回路	63
3	压力控制回路	47	7.2	马达浮动回路	63

第 ② 篇

液压介质

第1章	液压介质的分类与性质	66	2.3.4	液压介质的热膨胀性	68
1	液压介质的分组、命名与代号	66	2.4	比热容	68
1.1	液压介质的分组	66	2.5	含气量、空气分离压、饱和蒸气压	69
1.2	液压介质的命名	66	2.5.1	含气量	69
2	液压介质的性质	67	2.5.2	空气分离压	69
2.1	密度	67	2.5.3	饱和蒸气压	69
2.2	黏度及黏度与温度之间的关系	67	2.5.4	热导率	69
2.2.1	黏度	67	2.5.5	闪点	69
2.2.2	黏度与温度之间的关系	67	2.5.6	倾点	70
2.3	可压缩性与膨胀性	67	2.5.7	中和值	70
2.3.1	体积压缩系数	67	2.5.8	腐蚀	70
2.3.2	液压介质的体积模量	68	3	液压介质的性能要求及选择	70
2.3.3	含气液压介质的体积模量	68	3.1	液压介质的性能指标	70

3.1.1	黏性	70
3.1.2	润滑性	70
3.1.3	氧化安定性	70
3.1.4	剪切安定性	71
3.1.5	防锈性和耐腐蚀性	71
3.1.6	抗乳化性	71
3.1.7	抗泡沫性	71
3.1.8	对密封材料的相容性	71
3.1.9	其他要求	71
3.2	常用液压油品种简介	71
3.2.1	L-HL 液压油	71
3.2.2	L-HM 液压油	71
3.2.3	L-HR 液压油	72
3.2.4	L-HG 液压油	72
3.2.5	L-HV 液压油	72
3.3	液压介质的常用添加剂	72
3.3.1	增黏剂	72
3.3.2	降凝剂	72
3.3.3	抗磨剂	72
3.3.4	抗泡剂	72
3.3.5	乳化剂	72

3.3.6	抗氧化剂	73
3.3.7	防锈剂	73

第2章 液压介质的选用与污染控制

1	液压介质的选用和更换	74
1.1	选用原则	74
1.2	品种选用	74
1.2.1	工作油温	74
1.2.2	工作压力	75
1.2.3	工作环境	75
1.2.4	液压泵类型	75
1.2.5	与材料的适应性	75
1.3	液压油(液)的更换	75
2	液压介质的污染控制	76
2.1	污染物种类及来源	76
2.2	油液污染的危害	76
2.3	油液的污染控制	76
2.3.1	油液污染度测定	76
2.3.2	油液的污染控制	78
2.4	液压介质的使用与维护	79

第3篇 液压产品

第1章 液压泵

1	液压泵的分类	82
2	液压泵的主要技术参数及计算公式	82
2.1	液压泵的主要技术参数	82
2.2	液压泵的常用计算公式	83
3	液压泵的技术性能和参数选择	84
3.1	液压泵的技术性能和应用范围	84
3.2	液压泵参数的选择	84
4	齿轮泵	85
4.1	齿轮泵的工作原理及主要结构特点	86
4.2	齿轮泵的加工工艺及拆装方法、注意事项	88
4.2.1	齿轮的加工	88
4.2.2	泵体和泵盖的加工	88
4.2.3	齿轮泵的拆装方法与注意事项	89
4.3	齿轮泵产品	89
4.3.1	齿轮泵产品技术参数总览	89
4.3.2	CB型齿轮泵	90
4.3.3	CB-B型齿轮泵	91

4.3.4	CBF-E型齿轮泵	94
4.3.5	CBF-F型齿轮泵	97
4.3.6	CBG型齿轮泵	99
4.3.7	P系列齿轮泵	104
4.3.8	NB型内啮合齿轮泵	107
5	叶片泵	111
5.1	叶片泵的工作原理及主要结构特点	111
5.1.1	单作用叶片泵的工作原理及主要结构特点	111
5.1.2	双作用叶片泵的工作原理及结构特点	112
5.2	叶片泵的加工制造工艺及拆装方法、注意事项	113
5.2.1	叶片	113
5.2.2	转子	113
5.2.3	定子	113
5.2.4	配油盘	113
5.2.5	叶片泵的拆装方法与注意	113

事项	114	5 叶片马达	172
5.3 叶片泵产品	114	5.1 YM型中压叶片马达	172
5.3.1 叶片泵产品技术参数总览	114	5.2 YM型中高压叶片马达	173
5.3.2 YBI型叶片泵	114	5.3 YM※型低速大扭矩叶片马达	174
5.3.3 YB-*型车辆用叶片泵	117	6 轴向柱塞马达	175
5.3.4 PV2R型低噪声叶片泵	117	6.1 ZM型轴向柱塞马达	175
5.3.5 PFE型柱销式叶片泵	123	6.2 ZM型斜轴式轴向柱塞马达	176
5.3.6 YBX型限压式变量叶片泵	129	6.3 A6V型斜轴式变量柱塞马达	176
5.3.7 V4型变量叶片泵	134	7 曲柄连杆低速大扭矩液压马达	177
6 柱塞泵	137	8 静力平衡式低速大扭矩液压马达	179
6.1 柱塞泵工作原理及主要结构特点	137	8.1 1JM型静平衡径向柱塞马达	179
6.1.1 斜盘式轴向柱塞泵工作原理及 主要结构特点	137	8.2 2JM型变量静平衡径向柱塞马达	180
6.1.2 斜轴式轴向柱塞泵的工作原理 及主要结构特点	137	9 多作用内曲线马达	181
6.1.3 径向柱塞泵的工作原理及主要 结构特点	138	10 摆动液压马达	182
6.2 柱塞泵的加工制造工艺及拆装方法、 注意事项	138	10.1 摆动液压马达的分类	182
6.2.1 内、外球面的加工	138	10.2 摆动液压马达的常用计算公式	183
6.2.2 主轴的加工	139	10.3 摆动液压马达的工作原理及特点	183
6.2.3 配油盘和缸体的加工	139	10.4 摆动液压马达产品介绍	183
6.2.4 壳体的加工	139	10.5 摆动液压马达的选用原则	183
6.2.5 柱塞泵的拆装方法与注意 事项	139	11 液压马达的选择	184
6.3 柱塞泵产品	140	第3章 液压缸	186
6.3.1 柱塞泵产品技术参数总览	140	1 液压缸的类型	186
6.3.2 CY14-1B型斜盘式轴向 柱塞泵	141	2 液压缸的基本参数	187
6.3.3 A2F型斜轴式轴向柱塞泵	142	3 液压缸的安装方式	192
6.3.4 A7V型斜轴式变量柱塞泵	149	4 液压缸的主要结构、材料及技术要求	198
6.3.5 ZB型斜轴式轴向柱塞泵	156	4.1 缸体	198
6.3.6 JB※型径向变量柱塞泵	158	4.1.1 缸体材料	198
6.3.7 A10V型通轴式轴向柱塞泵	159	4.1.2 对缸筒的要求	198
6.3.8 RK型径向柱塞泵	164	4.2 缸盖	198
6.3.9 SB型手动泵	164	4.3 缸体端部连接形式	199
第2章 液压马达	167	4.4 活塞	204
1 液压马达的分类	167	4.4.1 活塞材料	204
2 液压马达的主要参数及计算公式	167	4.4.2 活塞的尺寸和公差	204
2.1 液压马达的主要参数	167	4.4.3 活塞的密封	205
2.2 液压马达的计算公式	168	4.5 活塞杆	206
3 液压马达产品技术参数概览	168	4.5.1 活塞杆材料	206
4 齿轮马达	169	4.5.2 活塞杆的技术要求	210
4.1 CMG4型齿轮马达	170	4.6 活塞杆的导向、密封和防尘	213
4.2 CMK型齿轮马达	171	4.6.1 导向套的材料	213
4.3 GM5型齿轮马达	171	4.6.2 技术要求	213
		4.6.3 活塞杆的密封	213
		4.6.4 活塞杆的防尘	213
		4.7 液压缸的缓冲装置	217
		4.8 液压缸的排气装置	218
		5 液压缸的设计计算	218
		5.1 液压缸的设计计算	218

5.2	液压缸性能参数的计算	219	事项	307	
5.2.1	压力	220	7.1	活塞与活塞杆的加工	307
5.2.2	流量	220	7.1.1	活塞的加工	307
5.2.3	运动速度	220	7.1.2	活塞杆加工	308
5.2.4	速比	221	7.2	缸体的加工	308
5.2.5	行程时间	221	7.2.1	热轧管材的镗削加工工艺	308
5.2.6	推力和拉力	221	7.2.2	冷拔管材珩磨工艺	308
5.2.7	功和功率	221	7.2.3	国外现状	308
5.3	液压缸主要几何参数的计算	222	7.3	液压缸的拆装方法与注意事项	309
5.3.1	液压缸内径 D 的计算	222	7.3.1	液压缸的拆卸	309
5.3.2	活塞杆直径 d 的计算	222	7.3.2	液压缸的安装	310
5.3.3	液压缸活塞行程 S 的计算	222	8	液压缸的选择指南	312
5.3.4	液压缸缸筒长度 L_1 的确定	222	8.1	液压缸主要参数的选定	312
5.3.5	最小导向长度 H 的确定	223	8.2	液压缸安装方式的选择	313
5.4	液压缸结构参数的计算	224	8.3	速度对选择液压缸的影响	313
5.4.1	液压缸缸筒壁厚 δ 的计算	224	8.4	行程对选择液压缸的影响	314
5.4.2	端盖厚度 h 的计算	224	8.5	温度对选择液压缸的影响	314
5.4.3	缸底厚度的计算	226	8.6	工作环境对选择液压缸的影响	315
5.4.4	液压缸油口尺寸的确定	226	8.7	受力情况对选择液压缸的影响	315
5.5	液压缸的连接计算	227	8.8	选用液压缸时应注意密封件和工作油的影响	316
5.5.1	活塞杆连接螺纹的计算	227	第4章	液压控制阀	317
5.5.2	活塞杆卡键连接强度的计算	227	4.1	液压控制阀的分类	317
5.5.3	缸盖内部连接强度的计算	227	4.1.1	按照液压阀的功能和用途进行分类	317
5.5.4	缸盖外部连接强度的计算	229	4.1.2	按照液压阀的控制方式进行分类	318
5.6	活塞杆稳定性验算	229	4.1.3	按照液压阀的控制信号形式进行分类	318
6	液压缸标准系列	230	4.1.4	按照液压阀的结构形式进行分类	318
6.1	工程液压缸系列	230	4.1.5	按照液压阀的连接方式进行分类	318
6.2	冶金设备用标准液压缸系列	240	4.2	压力控制阀	319
6.2.1	YHG ₁ 型冶金设备标准 液压缸	240	2.1	溢流阀	319
6.2.2	ZQ型重型冶金设备液压缸	250	2.1.1	溢流阀的工作原理及结构	319
6.2.3	JB系列冶金设备液压缸	255	2.1.2	溢流阀的特性	322
6.2.4	YG型液压缸	259	2.1.3	溢流阀的典型应用	323
6.2.5	UY型液压缸	266	2.1.4	溢流阀的常见故障与排除	324
6.3	车辆用液压缸系列	273	2.2	电磁溢流阀和卸荷溢流阀	325
6.3.1	DG型车辆液压缸	273	2.3	减压阀	326
6.3.2	G※型液压缸	276	2.3.1	减压阀的工作原理和结构	326
6.4	重载液压缸	278	2.3.2	定比减压阀	327
6.4.1	CD/CG型液压缸	278	2.3.3	定差减压阀	328
6.4.2	CG250、CG350等速重载 液压缸	291	2.3.4	减压阀的性能	328
6.5	轻载拉杆式液压缸	293	2.3.5	减压阀的应用	329
6.6	带接近开关的拉杆式液压缸	302	2.3.6	减压阀的常见故障与排除	329
6.7	伸缩式套筒液压缸	303	2.4	顺序阀	329
6.8	传感器内置式液压缸	303	2.4.1	顺序阀的工作原理	329
7	液压缸的加工工艺与拆装方法、注意				

70E	2.4.2	顺序阀的主要性能	330	61E	4.2.3	调速阀的主要性能要求	370
70E	2.4.3	顺序阀的应用	331	62E	4.2.4	改善调速阀流量特性的措施	371
70E	2.4.4	顺序阀的常见故障与排除	331	63E	4.2.5	调速阀的典型结构和特点	371
80E	2.5	压力继电器	331	63E	4.2.6	调速阀的应用和故障排除	372
80E	2.5.1	压力继电器的结构和工作原理	331	13E	4.3	溢流节流阀	373
80E		原理	331	13E	4.4	分流集流阀	374
80E	2.5.2	压力继电器的主要性能	333	13E	4.4.1	分流集流阀的分类	374
80E	2.5.3	压力继电器的主要应用	333	13E	4.4.2	分流集流阀的结构和工作原理	374
90E	2.5.4	压力继电器的常见故障及排除	333	92E		原理	374
90E		排除	333	92E	4.4.3	分流集流阀的应用	375
01E	3	压力控制阀典型产品	333	92E	5	流量控制阀产品	376
11E	3.1	直动式溢流阀及远程调压阀	333	92E	5.1	节流阀	376
11E	3.1.1	DBD型直动式溢流阀	333	92E	5.1.1	MG/MK型节流阀及单向节流阀	376
61E	3.1.2	DBT/DBWT型遥控溢流阀	335	92E		节流阀	376
81E	3.1.3	C-175型直动式溢流阀	335	43E	5.1.2	DV/DRV型节流截止阀及单向节流截止阀	377
41E	3.1.4	CGR型遥控溢流阀	337	43E	5.2	调速阀	379
11E	3.2	先导式溢流阀、电磁溢流阀	337	92E	5.2.1	2FRM型调速阀	379
21E	3.2.1	DB/DBW型先导式溢流阀	337	92E	5.2.2	MSA型调速阀	382
21E	3.2.2	ECT(G)型溢流阀	338	72E	5.2.3	F*G型流量控制阀	383
	3.2.3	CG2V型溢流阀	340	72E	5.3	分流集流阀	385
31E	3.3	卸荷溢流阀	341	72E	5.3.1	FJL、FL、FDL型同步阀	385
71E	3.3.1	DA/DAW型先导式卸荷阀	341	72E	5.3.2	3FL、3FJLK型同步阀	387
71E	3.3.2	EUR型卸荷溢流阀	343	92E	5.3.3	3FJLZ型自调式分流集流阀	389
	3.4	减压阀	345	92E	5.3.4	ZTBF2型自调式同步阀	389
81E	3.4.1	DR型先导式减压阀	345	0E	6	方向控制阀	390
81E	3.4.2	DR*DP型直动式减压阀	346	0E	6.1	概述	390
	3.4.3	X、XC型减压阀及单向减压阀	351	01E	6.1.1	方向控制阀的分类	390
81E		减压阀	351	01E	6.1.2	滑阀式换向阀的工作原理	391
81E	3.5	顺序阀	354	01E	6.1.3	换向阀的工作位置数和通路数	391
81E	3.5.1	DZ*DP型直动式顺序阀	354	02E	6.1.4	换向阀的中位机能	391
01E	3.5.2	DZ型先导式顺序阀	354	02E	6.1.5	滑阀的液压卡紧现象	392
01E	3.5.3	R、RC型顺序阀及单向顺序阀	356	02E	6.1.6	滑阀上的液动力	392
01E		顺序阀	356	07E	6.2	单向阀	393
22E	3.6	压力继电器	358	07E	6.2.1	单向阀的工作原理	393
22E	3.6.1	HED型压力继电器	358	07E	6.2.2	应用单向阀须注意的问题	394
42E	3.6.2	DP型压力继电器	361	07E	6.3	液控单向阀	395
52E	4	流量控制阀	365	07E	6.3.1	液控单向阀的工作原理	395
52E	4.1	节流阀及单向节流阀	365	07E	6.3.2	应用液控单向阀须注意的问题	397
52E	4.1.1	节流阀的工作原理和基本结构	365	10E		问题	397
52E	4.1.2	节流阀的典型应用	368	09E	6.4	电磁换向阀	400
52E	4.1.3	节流阀的常见故障与排除	368	90E	6.4.1	电磁铁	400
92E	4.2	调速阀及单向调速阀	368	90E	6.4.2	电磁阀的典型结构和特点	402
92E	4.2.1	调速阀的工作原理	368	90E	6.4.3	性能要求	407
92E	4.2.2	调速阀的流量特性和性能改善	370	90E	6.4.4	电磁换向阀的应用	408

6.4.5	常见故障	409	8.4.3	DF型多路换向阀	464
6.4.6	电磁换向阀的选用	410	8.4.4	CDB型多路换向阀	465
6.5	电液换向阀	411	9	叠加阀	468
6.5.1	电液换向阀的工作原理	411	9.1	概述	468
6.5.2	典型结构和特点	412	9.2	叠加阀的典型结构	469
6.5.3	电液换向阀的先导控制方式和回油方式	416	9.2.1	滑阀式	469
6.5.4	电液换向阀的主要性能要求	418	9.2.2	插装式	469
6.6	其他类型的方向阀	418	9.2.3	叠加阀的安装	469
6.6.1	手动换向阀	418	9.3	叠加阀的功能及应用	470
6.6.2	机动换向阀	421	9.3.1	单功能叠加阀	470
6.6.3	电磁球阀	422	9.3.2	复合功能叠加阀	470
7	方向控制阀产品	423	9.3.3	叠加阀的应用	471
7.1	单向阀	423	9.4	叠加阀产品介绍	472
7.1.1	S型单向阀	423	9.4.1	力士乐系列叠加阀	472
7.1.2	C型单向阀	425	9.4.2	威格士系列叠加阀产品	477
7.2	液控单向阀	427	10	插装阀	484
7.2.1	SV/SL型液控单向阀	427	10.1	插装阀的工作原理及特点	484
7.2.2	4C型液控单向阀	429	10.1.1	插装阀的工作原理	484
7.3	电磁换向阀	432	10.1.2	插装元件的结构	485
7.3.1	WE5型湿式电磁换向阀	433	10.1.3	控制盖板	485
7.3.2	WE6型电磁换向阀	435	10.2	插装阀的典型组件	487
7.3.3	WE10型电磁换向阀	437	10.2.1	方向控制组件	487
7.3.4	DG4V型电磁换向阀	440	10.2.2	压力控制组件	488
7.4	电液换向阀	443	10.2.3	流量控制组件	489
7.4.1	WEH(WH)型电液换向阀	443	10.3	插装阀的基本回路	491
7.4.2	DG5S4-10型电液换向阀	446	10.3.1	方向控制回路	491
7.5	手动换向阀和行程换向阀	449	10.3.2	压力控制回路	491
7.5.1	WMD型手动换向阀	449	10.3.3	流量控制回路	491
7.5.2	WMM型手动换向阀	451	10.4	插装阀典型产品	492
7.5.3	DG型手动(机动)换向阀	453	10.4.1	力士乐系列插装阀产品	492
7.5.4	WMR/U型行程(滚轮)换向阀	455	10.4.2	威格士系列插装阀	514
8	多路换向阀	456	11	比例阀	524
8.1	多路换向阀的分类及功能	456	11.1	比例阀的分类及特点	524
8.2	多路换向阀的工作原理及典型结构	457	11.2	比例阀的结构及工作原理	525
8.2.1	多路换向阀的油路形式和工作原理	457	11.3	比例阀用放大器	532
8.2.2	多路换向阀的滑阀机能	457	11.3.1	VT2000比例放大器——比例压力阀用的放大器	532
8.2.3	多路换向阀的典型结构	458	11.3.2	VT3000比例放大器——无阀芯位置反馈比例方向阀用的放大器	533
8.2.4	多路换向阀的补油装置	459	11.3.3	VT5005比例放大器——带阀芯位置反馈比例方向阀用的放大器	535
8.3	多路换向阀的性能	460	11.4	比例阀的选用原则	540
8.4	多路换向阀的产品介绍	460	11.5	比例阀产品	542
8.4.1	ZFS型多路换向阀	460	11.5.1	BY※型比例溢流阀	542
8.4.2	ZFS※※H型多路换向阀	462			

11.5.2	4B*型比例方向阀	543	13.3	集成块的加工	621
11.5.3	KTGI型比例节流阀	547	13.4	液压阀的拆装方法与注意事项	623
11.5.4	4WRA型电磁比例换向阀	549	13.4.1	液压阀清洗	623
11.5.5	4WRE型电磁比例换向阀	553	13.4.2	拆装阀的一般要求	624
11.5.6	4WRZ、4WRH型电液比例换向阀	555	13.4.3	液压阀拆卸注意事项	624
11.5.7	DBETR型比例压力溢流阀	560	13.4.4	液压阀组装注意事项	625
11.5.8	DBE/DBEM型比例溢流阀	563	第5章 液压辅件		626
11.5.9	3DREP6型三通比例压力控制阀	568	1 蓄能器		626
11.5.10	DRE、DREM型比例减压阀	569	1.1 蓄能器的种类及特点		626
11.5.11	ZFRE6型二通比例调速阀	573	1.2 蓄能器在系统中的应用		627
11.5.12	3BYL型比例压力—流量复合阀	576	1.3 各种蓄能器的性能及用途		628
11.5.13	ZFRE*型二通比例调速阀	577	1.4 蓄能器的容量计算		628
11.5.14	ED型比例遥控溢流阀	580	1.5 蓄能器产品		629
11.5.15	EB型比例溢流阀	580	1.5.1 NXQ型气囊式蓄能器		629
11.5.16	ERB型比例溢流减压阀	585	1.5.2 HXQ型活塞式蓄能器		631
11.5.17	EF(C)型比例(带单向阀)流量控制阀	588	1.6 蓄能器附件		632
11.5.18	4BEY型比例方向阀	591	1.6.1 CQJ型充氮工具		632
11.5.19	BQY-G型电液比例三通调速阀	592	1.6.2 CDZ型充氮车		633
11.5.20	BFS、BFL型电磁比例方向流量阀	593	1.6.3 蓄能器专用阀门		633
11.5.21	BY型比例溢流阀	594	2 过滤器		637
11.5.22	BJY型比例减压阀	596	2.1 过滤器的主要性能参数		637
11.5.23	DYBQ、BL型比例流量阀(节流阀)	596	2.2 过滤器的名称、用途、安装、类别、形式及效果		637
11.5.24	BPQ型比例压力流量复合阀	598	2.3 推荐液压系统的清洁度和过滤精度		638
12 电液伺服阀		599	2.4 过滤器的计算及选择		638
12.1 电液伺服阀分类		599	2.5 过滤器产品		638
12.2 电液伺服阀的工作原理、典型结构及特点		600	2.5.1 国产过滤器产品		638
12.3 电液伺服阀的应用及选择		603	2.5.2 HYDAC产品		658
12.3.1 电液伺服阀的应用		603	3 热交换器		680
12.3.2 电液伺服阀的选择		604	3.1 冷却器的种类及特点		680
12.4 电液伺服阀的典型产品		607	3.2 冷却器的选择及计算		681
12.4.1 MOOG公司产品		607	3.3 冷却器产品		682
12.4.2 609所产品		614	3.3.1 LQ*型列管式冷却器		682
13 液压阀的加工制造工艺及拆装方法、注意事项		618	3.3.2 GL*型列管式冷却器		689
13.1 阀芯的加工		618	3.3.3 BR型板式冷却器		690
13.2 阀体的加工		619	3.3.4 FL型空气冷却器		692
			3.3.5 ACE型空气冷却器		692
			3.4 电磁水阀		693
			3.5 GL型冷却水过滤器		694
			3.6 加热器		695
			3.6.1 油的加热及加热器的发热能力		695
			3.6.2 电加热器的计算		695
			3.6.3 电加热产品		695
			4 温度计		696

4.1	WS※型双金属温度计	696	1.2.4	下置式液压站	732
4.2	WTZ型温度计	697	1.2.5	液动力单元	732
5	压力仪表	698	1.3	典型液压站产品	732
5.1	Y系列压力表	698	1.3.1	YZ系列液压站	732
5.2	BT型压力开关	699	1.3.2	ROEMHELD液压站	735
5.3	压力表开关	700	1.3.3	UP系列液动力单元	737
5.3.1	KF型压力表开关	700	2	油箱	739
5.3.2	AF6E型压力表开关	701	2.1	油箱的设计要点	739
5.3.3	MS型六点压力表开关	702	2.2	油箱的分类	739
5.4	测压、排气接头及测压软管	703	2.3	油箱容积的计算	740
5.4.1	PT型测压排气接头	703	2.3.1	根据不同的用途确定油箱容量	740
5.4.2	HF型测压软管	703	2.3.2	根据允许温升确定油箱容量	741
6	空气过滤器	704	2.4	油箱内的油温控制	742
6.1	QUQ型空气过滤器	704	2.5	油箱内壁的处理	742
6.2	EF型空气过滤器	705	3	管路	743
6.3	PFB型增压空气过滤器	706	3.1	液压管路的种类	743
7	液位仪表	707	3.2	硬管(金属管)	743
7.1	YWZ型液位计	707	3.3	胶管	745
7.2	CYW型液位液温计	707	4	管接头	746
7.3	YKZQ型液位控制器	708	4.1	管接头的类型和应用	746
8	密封件	708	4.2	焊接式管接头规格	748
8.1	O形橡胶密封圈	709	4.2.1	焊接式端直通管接头和焊接式端直通长管接头	748
8.2	组合密封垫圈	714	4.2.2	焊接式直通管接头	748
8.3	液压缸活塞及活塞杆用高低唇Y _x 形橡胶密封圈	714	4.2.3	焊接式分管管接头	749
8.4	液压缸活塞杆及活塞用脚形滑环式组合密封	720	4.2.4	焊接式直角管接头、焊接式三通管接头、焊接式四通管接头	749
8.5	轴用J型防尘圈	721	4.2.5	焊接式隔壁直通管接头和焊接式隔壁直角管接头	750
9	阀门	722	4.2.6	焊接式铰接管接头	750
9.1	高压球阀	722	4.2.7	焊接式端直通锥螺纹管接头和焊接式端直通锥螺纹长管接头	751
9.1.1	YJZQ型高压球阀	722	4.2.8	直角焊接接管	751
9.1.2	Q21N型外螺纹球阀	723	4.2.9	焊接式管接头接管	751
9.2	JZFS系列高压截压阀	723	4.3	卡套式管接头规格	752
9.3	DD71X型开闭发信器蝶阀	726	4.3.1	卡套式端直通管接头和接头体、卡套式端直通长管接头	752
9.4	D71X-16型对夹式手动蝶阀	727	4.3.2	卡套式锥密封组合弯通管接头	754
9.5	低压内螺纹直通式球阀	727	4.3.3	卡套式锥螺纹直通管接头	755
10	E型减振器	728	4.3.4	卡套式锥密封组合三通管接头	756
11	KXT型可曲挠橡胶接管	729	4.3.5	卡套式直通管接头	757
12	NL型内齿形弹性联轴器	729	4.3.6	卡套式可调向端弯通管接头	758
第6章 液压站、油箱、管路及管件		731			
1	液压站	731			
1.1	概述	731			
1.2	液压站的结构形式	731			
1.2.1	旁置式液压站	731			
1.2.2	上置卧式液压站	732			
1.2.3	上置立式液压站	732			

4.3.7	卡套式可调向端三通管接头	759		接头	783
4.3.8	卡套式锥螺纹弯通管接头	760	4.5.5	锥密封焊接式 90°弯管接头	784
4.3.9	卡套式锥螺纹三通管接头	761	4.5.6	锥密封焊接式圆柱管螺纹 90°弯管接头	784
4.3.10	卡套式直角管接头	762	4.5.7	锥密封焊接式 50°密封圆锥管 螺纹 90°弯管接头	785
4.3.11	卡套式过板直通管接头	764	4.5.8	锥密封焊接式 60°密封圆锥管 螺纹 90°弯管接头	785
4.3.12	卡套式隔壁直角管接头	765	4.5.9	锥密封焊接式直角管接头	786
4.3.13	卡套式铰接管接头	766	4.5.10	锥密封焊接式三通管接头	786
4.3.14	卡套式压力表管接头	767	4.5.11	锥密封焊接式隔壁直角管 接头	787
4.3.15	卡套式组合弯通管接头	767	4.5.12	锥密封焊接式隔壁直通管 接头	787
4.3.16	卡套式焊接管接头	768	4.5.13	锥密封焊接式压力表管接头	788
4.4	扩口式管接头规格	769	4.6	液压软管接头	788
4.4.1	扩口式端直通管接头	769	4.6.1	扩口式软管接头	788
4.4.2	扩口式锥螺纹直通管接头	770	4.6.2	卡套式软管接头	789
4.4.3	扩口式直通管接头	771	4.6.3	焊接式或快换式软管接头	789
4.4.4	扩口式锥螺纹弯通管接头	772	4.7	快换接头	790
4.4.5	扩口式锥螺纹三通管接头	773	4.8	旋转接头	791
4.4.6	扩口式直角管接头、扩口式三通 管接头、扩口式四通管接头	774	4.9	螺塞	791
4.4.7	扩口式可调向端直角管接头、扩 口式可调向端三通管接头、扩口 式可调向端直角三通管接头	775	4.9.1	外六角螺塞	792
4.4.8	扩口式组合直角三通管接头、扩 口式组合三通管接头	776	4.9.2	内六角螺塞	792
4.4.9	扩口式焊接管接头	778	4.9.3	液压气动用球胀式堵头安装 尺寸	793
4.4.10	扩口式隔壁直通管接头、扩口 式隔壁直角管接头	778	4.10	法兰	794
4.4.11	扩口式组合直角管接头	780	4.10.1	直通法兰	794
4.4.12	扩口式压力表管接头	781	4.10.2	中间法兰	794
4.5	锥密封焊接式方接头	782	4.10.3	法兰盖	795
4.5.1	锥密封焊接式直通管接头	782	4.10.4	直角法兰	796
4.5.2	锥密封焊接式直通圆柱管螺纹管 接头	782	4.11	管夹	796
4.5.3	锥密封焊接式直通圆锥管螺纹管 接头	783	4.11.1	塑料管夹 (B型) 尺寸	796
4.5.4	锥密封焊接式直通锥螺纹管 接头	783	4.11.2	塑料管夹 (B系列 I型) 组合 安装尺寸	797

第 4 篇

液压系统设计计算

第 1 章	液压系统设计	800	3.2	计算液压缸尺寸或液压马达排量	802
1	液压系统的设计步骤	800	3.3	作出液压缸或马达工况图	803
2	明确技术要求	801	4	拟定液压系统原理图	803
3	确定液压系统的主要参数	801	5	液压元件的选择	804
3.1	初选系统工作压力	801	5.1	液压执行元件的选择	804

5.2	液压泵的选择	804	9.1	集成块设计概述	821
5.3	液压控制阀的选择	805	9.2	液压集成块设计要点	821
5.4	蓄能器的选择	805	10	全面审核及编写技术文件	826
5.5	管路的选择	806	第2章 典型设计及应用实例		828
5.6	确定油箱容量	806	1	液压系统设计计算实例	828
5.7	过滤器的选择	806	1.1	机床液压系统设计实例	828
5.8	液压油的选择	807	1.2	油压机液压系统设计实例	829
6	液压系统性能验算	807	1.3	注塑机液压系统设计实例	831
6.1	系统压力损失计算	807	1.4	钢水包绞车液压系统设计实例	832
6.2	系统效率计算	808	1.5	挖掘机液压系统设计实例	833
6.3	系统发热计算	808	2	液压系统应用实例	835
6.4	热交换器的选择	809	2.1	开放式造型线的插装阀液压系统	835
7	液压装置结构设计	810	2.2	液态模锻液压机系统	836
7.1	液压装置结构概述	810	2.3	大功率闪光焊机液压系统	839
7.2	液压装置结构设计	810	2.4	曲轴感应淬火机床液压系统	841
8	液压泵站设计	815	2.5	农用车发动机连杆销压装机液压系统	842
8.1	液压泵站概述	815	2.6	板坯连铸机液压振动台系统	844
8.2	液压泵站设计	815	2.7	轧机液压压下系统	846
8.2.1	液压泵站的组成及分类	815	2.8	人造板热压机液压系统	847
8.2.2	油箱及其设计	817	2.9	飞机多执行器液压系统	848
8.2.3	液压泵组的结构设计	818	2.10	地空导弹发射装置	849
8.2.4	蓄能器装置的设计	820			
9	液压集成块设计	821			

第 5 篇

液压系统安装、调试及故障处理

第1章 液压系统的安装		854	3.5.2	冲洗回路的选定	861
1	概述	854	3.5.3	循环冲洗主要工艺流程及参数	861
2	对液压系统安装方面的要求	854	3.5.4	循环冲洗注意事项	861
2.1	液压泵装置的安装要求	854	3.6	各类液压系统清洁度指标	862
2.2	液压油箱的安装要求	854	3.6.1	ISO 4406 油液污染度等级标准	862
2.3	液压阀的安装要求	855	3.6.2	(美国) NAS 1638 油液污染度等级标准	862
2.4	液压辅件的安装要求	855	第2章 液压系统的调试与维护		864
2.5	液压执行元件的安装要求	855	1	液压系统调试	864
3	液压系统的安装	856	1.1	液压系统调试前的准备工作	864
3.1	安装前的准备工作	856	1.2	液压系统调试步骤	864
3.2	液压设备的就位	856	1.2.1	调试前的检查	864
3.3	液压配管	856	1.2.2	启动液压泵	864
3.4	管道的处理	858	1.2.3	系统排气	865
3.4.1	管道酸洗	859	1.2.4	系统耐压试验	865
3.4.2	管路酸洗工艺	859			
3.5	管路的循环冲洗	860			
3.5.1	循环冲洗的方式	860			