

机械设计手册

第 三 版

第 4 卷

主编单位 北京有色冶金设计研究总院

副主编单位 北京钢铁设计研究总院

主 编 成大先

副 主 编 王德夫 姜 勇 李长顺 韩学铨

江苏工业学院图书馆
藏书章

化学工业出版社

目 录

第 19 篇 液 压 传 动

第 1 章 基础标准及液压流体力学常用

公式 19-3

1 基础标准 19-3

1.1 液压气动系统及元件的公称压力系列

(GB2346—80) 19-3

1.2 压力分级 (JB824—66) 19-3

1.3 液压泵、马达公称排量系列

(GB2347—80) 19-3

1.4 液压缸、气缸内径及活塞杆外径系列

(GB2348—80) 19-4

1.5 液压缸、气缸活塞行程系列

(GB2349—80) 19-5

1.6 液压系统管路公称通径系列

(JB825—66) 19-5

1.7 液压传动系统用管子外径

(JB827—66) 19-5

1.8 液压气动系统和元件的油(气)口

连接螺纹尺寸(GB2878—81) 19-6

1.9 液压泵站油箱公称容量系列

(GB2876—81) 19-6

2 液压气动图形符号(GB786.1—93) 19-6

2.1 图形符号 19-6

2.2 控制机构、能量控制和调节元件符

号绘制规则 19-14

3 液压流体力学常用公式 19-17

3.1 流体主要物理性质公式 19-17

3.2 流体静力学公式 19-17

3.3 流体动力学公式 19-18

3.4 雷诺数、流态、压力损失公式 19-18

3.5 小孔流量公式 19-26

3.6 平行平板间的缝隙流公式 19-27

3.7 环形缝隙流公式 19-27

3.8 液压冲击公式 19-28

第 2 章 液压系统设计 19-29

1 概述 19-29

1.1 液压系统的组成和型式 19-29

1.2 液压系统的类型和特点 19-30

1.3 液压传动与控制的优缺点 19-30

1.4 液压开关系统逻辑设计法 19-30

1.5 液压CAD的应用 19-31

1.6 可靠性设计 19-31

2 液压系统设计 19-33

2.1 明确设计要求 19-33

2.2 总体规划、确定液压执行元件 19-33

2.3 明确液压执行元件的载荷、速度

及其变化规律, 绘制液压系统

工况图 19-36

2.4 确定系统工作压力 19-36

2.5 确定执行元件的控制和调速方案 19-37

2.6 草拟液压系统原理图 19-40

2.7 计算执行元件主要参数 19-40

2.8 计算泵的流量, 选择液压泵 19-40

2.9 选择液压控制元件 19-41

2.10 计算液压泵的驱动功率, 选择电 动机 19-42

2.11 选择、计算液压辅助件 19-42

2.12 验算液压系统性能 19-42

2.13 绘制工作图, 编写技术文件 19-43

2.14 液压系统设计计算举例——ZS-500

型塑料注射成形液压机液压系统

设计 19-44

第 3 章 液压基本回路 19-57

1 压力控制回路 19-57

1.1 调压回路 19-57

1.2 减压回路 19-59

1.3 增压回路 19-61

1.4 保压回路 19-62

1.5 卸荷回路 19-64

1.6 平衡回路 19-67

1.7 制动回路 19-69

2 速度控制回路 19-70

2.1 调速回路 19-70

2.1.1 节流调速回路 19-70

2.1.2 容积式调速回路 19-74

2.1.3 容积节流调速回路	19-77
2.1.4 节能调速回路	19-78
2.2 增速回路	19-80
2.3 减速回路	19-82
2.4 同步回路	19-83
3 方向控制回路	19-87
4 其他液压回路	19-90
4.1 顺序动作回路	19-90
4.2 缓冲回路	19-92
4.3 锁紧回路	19-93
第4章 液压工作介质	19-95

1 液压工作介质的类组别、产品符号、命名和代号	19-95
1.1 液压工作介质的类组别、产品符号和命名(GB7631.1—87、GB7631.2—87)	19-95
1.2 液压工作介质的原类组别、命名和代号	19-96
2 对液压工作介质的主要要求	19-97
3 常用液压工作介质的组成、特性和应用	19-98
4 液压工作介质的添加剂	19-103
5 液压工作介质的质量指标	19-104
5.1 抗氧、防锈液压油和代用油质量指标	19-104
5.2 抗氧、防锈、抗磨液压油质量指标	19-106
5.3 抗氧、防锈、抗磨、改善粘温性能液压油质量指标	19-108
5.4 专用和其他液压油质量指标	19-110
5.5 抗燃液压油质量指标	19-111
6 液压工作介质的选择	19-114
7 液压工作介质使用要点	19-116

第5章 液压泵和液压马达

1 液压泵和液压马达的分类与工作原理	19-117
2 液压泵和液压马达的选用	19-118
3 液压泵	19-121
3.1 齿轮泵	19-121
3.1.1 CB型齿轮泵	19-121
3.1.2 CB-B型齿轮泵	19-122
3.1.3 CB-※※C型齿轮泵	19-123
3.1.4 ※CB-D型齿轮泵	19-125
3.1.5 CB※-E、CB※-F型齿轮泵	19-127

3.1.6 CB-G型齿轮泵	19-132
3.1.7 多联齿轮泵	19-133
3.2 叶片泵	19-136
3.2.1 YB型、YB ₁ 型单级叶片泵	19-136
3.2.2 PV2R系列单级叶片泵	19-141
3.2.3 双级叶片泵	19-142
3.2.4 双联叶片泵	19-143
3.2.5 YB※-A※型复合叶片泵	19-148
3.2.6 YBN型变量叶片泵	19-151
3.3 柱塞泵	19-153
3.3.1 ※CY14-1B型斜盘式轴向柱塞泵	19-153
3.3.2 ZB型斜盘式轴向柱塞泵	19-158
3.3.3 B型斜盘式轴向柱塞泵	19-163
3.3.4 XB-H※/※型双联轴向柱塞泵	19-168
3.3.5 ※/※ZZB型组合泵	19-168
3.3.6 ZB※、Z※B型斜轴式轴向柱塞泵	19-170
3.3.7 A※V、A※F型斜轴式轴向柱塞泵/马达	19-175
3.3.8 JB-※型径向柱塞泵	19-180
4 液压马达	19-181
4.1 齿轮液压马达	19-181
4.1.1 CM-※型液压马达	19-181
4.1.2 GM5系列液压马达	19-182
4.2 柱塞液压马达	19-185
4.2.1 B系列轴向柱塞马达	19-185
4.2.2 A6V系列斜轴式变量马达	19-187
4.2.3 1JMD、※JM、JM1※型曲轴连杆式径向柱塞液压马达	19-189
4.2.4 DMQ系列径向柱塞马达	19-194
4.2.5 NJM型内曲线径向柱塞马达	19-196

第6章 液压缸

1 液压缸的分类	19-199
2 液压缸的安装形式	19-201
3 液压缸传动机构的应用举例	19-201
4 液压缸的主要参数	19-202
5 液压缸主要技术性能参数的计算	19-203
6 通用液压缸的典型结构	19-209
7 液压缸主要零部件设计	19-210
7.1 缸筒	19-210
7.2 活塞	19-215

7.3	活塞杆	19-218	2.14	微小电流控制型电磁换向阀	19-320
7.4	活塞杆的导向套和密封	19-222	2.15	DSHG-04/06/10电液换向阀	19-320
7.5	中隔圈	19-224	2.16	C※※-02/03/06/10单向阀	19-325
7.6	缓冲装置	19-225	2.17	CP※※-03/06/10液控单向阀	19-327
7.7	排气阀	19-229	3	高压液压控制阀(引进德国力士乐技术产品)	19-328
7.8	油口	19-229	3.1	DBD直动型溢流阀	19-328
8	液压缸的标准系列与产品	19-231	3.2	DB/DBW型先导溢流阀	19-332
8.1	工程用液压缸	19-231	3.2.1	特性参数和特性曲线	19-332
8.2	车辆用液压缸	19-233	3.2.2	外形尺寸	19-334
8.3	冶金设备用液压缸	19-235	3.2.3	远程调压阀及安装底板	19-338
8.4	CD/CG250、CD/CG350系列重载 液压缸	19-244	3.3	DR型先导式减压阀	19-339
8.5	C25、D25系列高压重型液压缸	19-261	3.3.1	特性参数及特性曲线	19-339
9	液压缸的设计选用说明	19-278	3.3.2	外形尺寸	19-340
9.1	液压缸主要参数的选定	19-278	3.3.3	遥控阀	19-344
9.2	使用工况及安装条件	19-278	3.4	DZ型先导顺序阀	19-345
9.3	缓冲机构的选用	19-279	3.5	DA/DAW型先导式卸荷阀	19-349
9.4	密封装置的选用	19-279	3.6	ZDR ⁶ ₁₀ D型叠加式减压阀	19-354
9.5	工作介质的选用	19-279	3.7	FD型平衡阀	19-357
第7章	液压控制阀	19-282	3.8	HED1型柱塞式压力继电器	19-362
1	液压控制阀的类型、结构原理及应用	19-282	3.9	HED2型弹簧管式压力继电器	19-364
1.1	液压控制阀的类型	19-282	3.10	HED3型弹簧管式压力继电器	19-365
1.2	液压控制阀的结构和应用	19-284	3.11	HED4型电液压力继电器	19-366
2	中、高压系列液压阀(引进日本油研公 司技术产品)	19-292	3.12	MG型节流阀、MK型单向节 流阀	19-368
2.1	D※-01遥控溢流阀	19-292	3.13	Z2FS型叠加式双单向节流阀	19-369
2.2	D※-02直动型溢流阀	19-293	3.14	2FRM型调速阀及Z4S型流向调 整板	19-371
2.3	B※-03/06/10先导溢流阀	19-294	3.15	MSA型调速阀	19-374
2.4	S-BG-03/06/10低噪声溢流阀	19-296	3.16	2FRW型电磁调速阀	19-374
2.5	BS※-03/06/10电磁溢流阀	19-297	3.17	S型单向阀	19-376
2.6	BUCG-06/10卸荷溢流阀	19-300	3.18	Z1S型叠加式单向阀	19-377
2.7	H※-03/06/10顺序阀、HC※- 03/06/10单向顺序阀	19-301	3.19	SV/SL型液控单向阀	19-378
2.8	R※-03/06/10减压阀、RC※- 03/06/10单向减压阀	19-304	3.20	Z2S型叠加式液控单向阀	19-381
2.9	S※-02压力继电器	19-306	3.21	WE型湿式电磁换向阀	19-383
2.10	FG-※※流量控制阀、FCG-※※ 带单向阀的流量控制阀	19-307	3.22	WEH型电液换向阀	19-390
2.11	FBG-03/06/10溢流节流阀	19-311	3.23	WM ^R _{U6} 型滚轮/推杆操纵换向阀	19-401
2.12	SR※-03/06/10节流阀、SRC※- 03/06/10单向节流阀	19-313	3.24	WMM型手动换向阀	19-404
2.13	DSG-01/03电磁换向阀	19-315	3.25	AF6型压力表开关	19-409
			3.26	MS2型多路压力表开关	19-410
			4	GE系列液压阀	19-411
			4.1	YTF3型远程调压阀	19-411
			4.2	YF3型溢流阀	19-411

4.3	Y※F3型电磁溢流阀	19-413
4.4	JF3型减压阀、AJF3型单向减压阀	19-413
4.5	XF3型顺序阀、AXF3型单向顺序阀	19-414
4.6	YJF3型溢流减压阀	19-415
4.7	FBF3型负荷相关背压阀	19-416
4.8	LF3型节流阀、ALF3型单向节流阀	19-417
4.9	QF3型调速阀、AQF3型单向调速阀	19-418
4.10	AXLF3-E10B 单向行程节流阀	19-419
4.11	AXQF3-E10L单向行程调速阀	19-420
4.12	AF3型单向阀	19-421
4.13	YAF3型液控单向阀	19-421
4.14	$\frac{2}{3}D_{EF}3$ 型电磁换向阀	19-422
4.15	$\frac{2}{3}D_{EYF}3$ 型电液换向阀	19-424
4.16	$\frac{2}{3}4YF3$ 型液动换向阀	19-427
4.17	KF3型压力表开关	19-428
5	其他阀	19-429
5.1	FL型、F※L型分流集流阀	19-429
5.2	3FL-L30※型分流集流阀	19-430
5.3	3FJLK-L10-50H型分流集流阀	19-431
5.4	3FJLZ-L20-130H型自调式分流集流阀	19-431
5.5	※STF ₂ 型分流集流阀	19-431
5.6	※※S※型手动换向阀	19-433
5.7	ZFS型多路换向阀	19-438
5.8	KF型压力表开关	19-439
5.9	CJZQ型球阀	19-439
6	引进美国威格士技术产品的技术规格	19-441
7	叠加阀系列型谱	19-442
8	二通插装阀	19-454
8.1	二通插装阀的组成及工作原理	19-454
8.2	二通插装阀的基本回路及其组合	19-455
8.3	JK3系列二通插装阀及集成阀块	19-457
8.3.1	技术规格	19-457
8.3.2	型号说明	19-457
8.3.3	集成阀块原理图	19-460
8.3.4	集成阀块外形尺寸	19-465

8.4	JK系列二通插装阀及集成阀块	19-472
8.4.1	技术规格	19-472
8.4.2	插装元件	19-472
8.4.3	控制盖板	19-473
8.4.4	集成块	19-475
8.5	TJ系列二通插装阀及集成阀块	19-475
8.5.1	技术规格	19-475
8.5.2	插装元件	19-476
8.5.3	控制盖板	19-477
8.5.4	集成控制块	19-477
8.6	LD※、LB※系列插装阀	19-478
8.6.1	技术规格	19-478
8.6.2	型号说明	19-479

第8章 液压辅助件及液压泵站 19-481

1	管件	19-481
1.1	管道	19-481
1.2	管接头	19-486
1.2.1	焊接式管接头	19-487
1.2.2	锥密封焊接式管接头	19-493
1.2.3	扩口式管接头	19-498
1.2.4	胶管接头	19-506
1.2.5	活接头	19-516
1.2.6	快换接头	19-517
1.2.7	其他接头	19-519
1.2.8	螺塞及其垫圈	19-523
1.3	管夹	19-529
1.3.1	模压钢板管夹	19-529
1.3.2	塑料管夹	19-531
1.3.3	球铁管夹	19-532
2	蓄能器	19-533
2.1	蓄能器的种类、特点和用途	19-533
2.2	蓄能器在液压系统中的应用	19-535
2.3	蓄能器的计算	19-536
2.3.1	蓄能用的蓄能器的计算	19-536
2.3.2	其他情况下蓄能器总容积 V_0 的计算	19-540
2.3.3	重锤式蓄能器设计计算	19-542
2.3.4	非隔离式蓄能器计算	19-542
2.4	蓄能器的选择	19-543
2.5	蓄能器的产品	19-544
2.6	蓄能器控制阀组	19-549
3	冷却器	19-551
3.1	冷却器的用途	19-551
3.2	冷却器的种类和特点	19-552

3.3	常用冷却回路的型式和特点	19-553
3.4	冷却器的计算	19-553
3.5	冷却器的选择	19-554
3.6	冷却器的产品性能及规格尺寸	19-555
3.7	冷却器用电磁水阀	19-566
4	过滤器	19-568
4.1	过滤器的类型、特点与应用	19-568
4.2	过滤器在系统中的安装与应用	19-569
4.3	过滤器的计算	19-570
4.4	过滤器的选择	16-570
4.5	过滤器产品	19-573
5	油箱及其附件	19-585
5.1	油箱的用途与分类	19-585
5.2	油箱的构造与设计要点	19-585
5.3	油箱的容量及计算	19-585
5.4	油箱中油液的冷却与加热	19-587
5.5	油箱及其附件的产品	19-588
6	液压泵站	19-596

6.1	液压泵站的分类及特点	19-596
6.2	AB-C系列液压泵站	19-597
6.3	YYZ系列液压泵站	19-600

第9章 液压传动系统的安装、使用和维护

	维护	19-603
1	液压传动系统的安装、试压和调试	19-603
1.1	液压元件的安装	19-603
1.2	管道安装与清洗	19-603
1.3	试压	19-607
1.4	调试与试运转	19-608
2	液压传动系统的使用和维护	19-608
2.1	液压系统的日常检查和定期检查	19-608
2.2	液压介质的污染等级	19-611
3	液压传动系统常见故障及排除方法	19-613
4	拖链	19-616
	参考文献	19-621

第20篇 液压控制

第1章 控制理论基础

1	控制系统的一般概念	20-3
1.1	反馈控制原理	20-3
1.2	反馈控制系统的组成、类型和要求	20-3
2	线性控制系统的数学描述	20-4
2.1	微分方程	20-4
2.2	传递函数及方块图	20-5
2.3	控制系统的传递函数	20-7
2.4	信号流图及梅逊增益公式	20-8
2.4.1	信号流图和方块图的对应关系	20-8
2.4.2	梅逊增益公式	20-9
2.5	机、电、液系统中的典型环节	20-10
2.6	频率特性	20-11
2.6.1	频率特性的定义、求法及表示方法	20-11
2.6.2	开环波德图、奈氏图和尼柯尔斯图的绘制	20-13
2.7	单位脉冲响应函数和单位阶跃响应函数	20-15
3	线性控制系统的性能指标	20-15
4	线性反馈控制系统分析	20-17
4.1	稳定性分析	20-17
4.1.1	稳定性定义和系统稳定的充要	

	条件	20-17
4.1.2	稳定性准则	20-17
4.1.3	稳定裕量	20-19
4.2	控制系统动态品质分析	20-20
4.2.1	时域分析法	20-20
4.2.2	频率分析法	20-23
4.2.3	控制系统波德图的绘制	20-25
4.3	控制系统的误差分析	20-25
4.3.1	误差和误差传递函数	20-25
4.3.2	稳态误差的计算	20-26
4.3.3	改善系统稳态品质的主要方法	20-27
5	线性控制系统的校正	20-27
5.1	校正方式和常用的校正装置	20-27
5.1.1	校正方式	20-27
5.1.2	常用的校正装置	20-28
5.2	用期望特性法确定校正装置	20-32
5.2.1	期望特性的绘制	20-32
5.2.2	校正装置的确定	20-33
5.3	用综合性能指标确定校正装置	20-35
6	非线性反馈控制系统	20-36
6.1	概述	20-36
6.2	描述函数的概念	20-37
6.3	描述函数法分析非线性控制系统	20-40

6.3.1 稳定性分析	20-40	3.2 四边阀控缸的方块图	20-69
6.3.2 振荡稳定性分析	20-41	3.3 四边阀控缸的传递函数及其简化	20-70
6.3.3 消除自激振荡的方法	20-41	3.4 其他形式动力元件的传递函数	20-72
6.3.4 非线性特性的利用	20-41	3.5 速度放大系数 K_v 、液压固有频率 ω_h 和液压阻尼比 ζ_h	20-73
6.3.5 非线性系统分析举例	20-42	3.6 液压动态刚度(柔度)	20-74
7 控制系统的仿真	20-42	3.7 负载特性与动力元件输出特性的 匹配	20-75
7.1 系统仿真的基本概念	20-42	4 机液伺服系统的动态计算	20-77
7.1.1 模拟仿真和数字仿真	20-42	4.1 机液伺服系统方块图和稳定性的 计算	20-77
7.1.2 仿真技术的应用	20-45	4.2 机液伺服系统响应指标的计算	20-81
7.2 连续系统离散相似法数字仿真	20-45	4.3 机液伺服系统稳态误差的计算	20-82
7.2.1 离散相似法的原理	20-45	4.4 机液伺服系统性能的改善	20-85
7.2.2 连接矩阵及程序框图	20-47	5 设计计算举例——仿形刀架的设计	20-86
8 线性离散控制系统	20-48	第4章 电液伺服系统设计计算	20-87
8.1 概述	20-48	1 电液伺服系统的分析与设计	20-87
8.1.1 信号的采样过程	20-48	1.1 电液位置控制系统	20-87
8.1.2 信号的复原	20-49	1.1.1 系统的组成、方块图与传递 函数	20-87
8.1.3 数字控制系统的离散脉冲模型	20-49	1.1.2 电液伺服系统的技术指标	20-90
8.2 Z变换	20-50	1.1.3 系统的稳定性和品质分析	20-90
8.2.1 Z变换定义	20-50	1.1.4 精度分析	20-91
8.2.2 Z变换的基本性质	20-52	1.1.5 系统的校正	20-91
8.2.3 Z反变换	20-53	1.2 电液速度控制系统	20-97
8.2.4 用Z变换求解差分方程	20-53	1.2.1 电液速度控制系统的组成及控 制方式	20-98
8.3 脉冲传递函数	20-54	1.2.2 电液速度控制系统的分析与 校正	20-98
8.3.1 脉冲传递函数的定义	20-54	1.3 电液力(或压力)控制系统	20-99
8.3.2 离散控制系统的脉冲传递函数	20-54	2 电液伺服系统的设计方法与步骤	20-102
8.4 离散控制系统分析	20-55	3 电液伺服阀	20-105
8.4.1 稳定性分析	20-55	3.1 电液伺服阀的组成与分类	20-105
8.4.2 过渡过程分析	20-56	3.2 几种主要类型的电液伺服阀的结构 及工作原理	20-106
8.4.3 稳态误差分析	20-57	3.3 电液伺服阀的特性及技术性能参数	20-110
第2章 液压控制概述	20-58	3.3.1 静态指标	20-110
1 液压、液力传动与液压伺服、比例控制 的原理、特点及区别	20-58	3.3.2 动态特性	20-113
2 液压伺服控制系统及电液比例控制系统 的分类	20-59	3.3.3 输入特性(电气特性)	20-113
第3章 机液伺服控制系统的设计计算	20-61	4 系统用伺服液压缸的设计计算	20-114
1 机液伺服控制系统的组成与分类	20-61	4.1 系统用伺服液压缸与传动用液压缸 的区别	20-114
2 液压放大元件	20-62		
2.1 液压放大元件的结构形式与分类	20-62		
2.2 滑阀的设计	20-63		
3 液压动力元件	20-68		
3.1 四边阀控缸的动态特性方程	20-68		

4.2 系统用伺服液压缸的一般设计步骤	20-114
4.3 对系统用伺服液压缸的要求	20-115
4.4 系统用伺服液压缸的类型和结构	20-117
5 液压伺服系统的能源设计	20-118
5.1 对液压能源的要求	20-118
5.2 液压能源的型式、特点及应用	20-119
5.3 液压能源参数选择	20-120
6 电液位置控制伺服系统设计举例——350mm可逆轧机液压压下装置	20-121
7 速度控制伺服系统设计举例——伺服阀拖动液压马达	20-128
8 力控制伺服系统设计举例——材料实验机的液压控制系统	20-131
9 液压伺服系统回路分析	20-135
10 国内主要电液伺服阀产品	20-135
10.1 双喷嘴挡板力反馈式电液伺服阀	20-135
10.2 双喷嘴挡板电反馈式 (FF108、FF109、QDY3、QDY8、DYSF型) 电液伺服阀	20-144
10.3 动圈式滑阀直接反馈式 (YJ、SV、QDY 4 型)、滑阀直接位置反馈式 (DQSF-I 型) 电液伺服阀	20-146
10.4 动压反馈 (FF103型)、双喷嘴挡板压力反馈 (DYSF-3P型)、带液压锁 (FF107A型)、射流管式力反馈 (CSDY、FSDY、SSDY型) 电液伺服阀	20-149
11 国外主要电液伺服阀产品	20-151
12 伺服液压缸用密封件产品的性能及沟槽尺寸	20-157
12.1 国内伺服液压缸用密封件产品	20-157
12.2 国外伺服液压缸用密封件产品	20-159
13 电液伺服阀的测试和液压伺服阀及其系统的使用与维护	20-168
13.1 电液伺服阀的测试	20-168
13.1.1 伺服阀的静态实验	20-168
13.1.2 伺服阀的动态实验	20-170
13.2 液压伺服阀及其系统的使用与维护	20-171
14 附录: 力士乐 A 4 VSO 系列轴向柱塞恒压	

变量泵	20-172
第 5 章 电液比例控制系统的设计	
计算	20-175
1 概述	20-175
1.1 电液比例控制系统的组成、原理与分类	20-175
1.2 电液比例控制系统的性能要求	20-176
2 电-机械比例转换器	20-176
2.1 对比例电磁铁的主要技术要求	20-176
2.2 比例电磁铁的结构及工作原理	20-177
2.3 常用电-机械转换器的比较	20-180
3 电液比例压力控制	20-181
3.1 电液比例压力阀的典型结构及工作原理	20-181
3.2 电液比例压力阀的性能	20-183
3.3 电液比例压力控制回路及系统	20-186
4 电液比例流量控制	20-190
4.1 电液比例流量控制阀的典型结构及工作原理	20-190
4.2 电液比例流量控制阀的性能	20-192
4.3 电液比例流量控制回路及系统	20-195
5 电液比例多参数控制	20-197
5.1 电液比例方向流量控制阀及比例复合阀的典型结构和工作原理	20-197
5.2 电液比例方向流量控制阀性能	20-201
5.3 电液比例多参数控制回路及系统	20-205
6 电液比例控制系统的设计计算	20-209
6.1 电液比例控制系统的设计步骤	20-209
6.2 电液比例压力控制阀的选择	20-209
6.3 电液比例流量控制阀的选择	20-209
6.4 电液比例方向流量控制阀的选择	20-209
7 国内生产的电液比例阀	20-211
BY-G型电液比例溢流阀	20-211
BL-G型电液比例节流阀	20-212
BYBQ-G型电液比例二通调速阀	20-213
BQY-G型电液比例三通调速阀	20-213
电磁式比例方向流量阀	20-215
SZBY型直动电液比例溢流阀	20-215
SDBY型电液比例溢流阀	20-216
SBY型先导式电液比例溢流阀	20-217
8 国外生产的电液比例阀	20-218
8.1 比例控制阀	20-218

力士乐(Rexroth)DBETR型/10系列比例 压力溢流阀(带位置反馈阀)	20-218
力士乐DBE型/30系列溢流阀	20-219
力士乐DRE/DREM型减压阀	20-224
力士乐3DREP6型三通比例压力阀	20-227
力士乐2FRE6型/20系列二通比例流量阀	20-229
力士乐2FRE型/40系列二通比例流量阀	20-233
力士乐FE...C型/10系列二通比例流量插 装阀	20-237
威格士(Uickers)KFTG4V-3/5型/20系列 带反馈比例节流阀	20-241
力士乐4WRA 6 型/10系列比例方向流量阀	20-244
力士乐4WRE6型/10系列比例方向流量阀	20-246
力士乐4WRA10型系列比例方向流量阀	20-249
力士乐4WRE10型/10系列比例方向流 量阀	20-252

力士乐4WR ^Z _H 10型/30系列比例方向流 量阀	20-255
力士乐4WR ^Z _H 16型/30系列比例方向流 量阀	20-259
力士乐4WR ^Z _H 25型/30系列比例方向流 量阀	20-260
力士乐4WR ^Z _H 32型/30系列比例方向流 量阀	20-262
8.2 进口压力补偿器	20-264
力士乐ZDC10型/20系列进口压力补偿器	20-264
力士乐ZDC16型/20系列进口压力补偿器	20-266
力士乐ZDC25型/20系列进口压力补偿器	20-267
8.3 出口压力补偿器	20-268
力士乐SCA型出口压力补偿器	20-268
8.4 比例方向流量阀底板	20-271
力士乐比例方向流量阀底板	20-271
参考文献	20-276

第 21 篇 气压传动

第 1 章 气压传动设计一般资料.....21-3

1 气压传动的特点及气压传动网络的组成	21-3
1.1 气压传动的优缺点	21-3
1.2 气压传动与其他传动方式性能的比较	21-3
1.3 气压传动网络系统的组成	21-4
2 气路的分析及计算	21-4
2.1 气路的一般分析	21-4
2.2 气路系统供气需要量的计算	21-5
2.3 压缩空气管道管径和压力损失的计算	21-7
2.3.1 压缩空气管道管径的确定	21-7
2.3.2 管道压力损失的计算	21-10
3 控制阀通径的选择计算	21-12

第 2 章 气动基本回路及其应用 21-14

1 气动基本回路	21-14
1.1 换向回路	21-14
1.2 速度控制回路	21-15
1.3 压力与力控制回路	21-16
1.4 安全保护回路	21-17

1.5 位置控制回路	21-18
1.6 自动往复回路	21-19
1.7 同步回路和延时回路	21-20
1.8 单手柄操作气缸双向运动回路(二 进制计数回路)	21-20
1.9 气液转换回路	21-21

2 气动控制应用举例 21-22

第 3 章 气缸..... 21-25

1 气缸的类型与特点	21-25
2 气缸的安装型式	21-27
3 气缸的应用	21-27
3.1 气缸的选择要点	21-27
3.2 气缸的应用举例	21-29
4 气缸的设计计算	21-31
4.1 气缸的组成与结构图例	21-31
4.2 气缸的设计计算	21-37
4.2.1 活塞杆上的作用力和气缸直 径的确定	21-37
4.2.2 气缸筒	21-39
4.2.3 气缸盖	21-39
4.2.4 缸筒与缸盖的连接	21-39

4.2.5	活塞	21-40
4.2.6	活塞杆	21-41
4.2.7	缓冲装置	21-43
4.2.8	耗气量的计算	21-44
4.2.9	气缸进(排)气口直径	21-45
4.2.10	气缸的密封	21-46
5	气缸的产品系列	21-48
5.1	冶金设备用气缸(JB1444~1448—74)	21-48
5.2	QGA型与QGB型系列气缸	21-52
5.3	QGA型与QGB型派生系列气缸	21-57
5.4	QGA II型与QGB II型系列气缸	21-59
5.5	QGB II型派生系列气缸	21-61
5.6	QGL型绳索气缸	21-64
5.7	QGK型和QK型齿轮齿条摆动气缸	21-65
5.8	QGZ型磁性无活塞杆气缸	21-67
5.9	薄型气缸	21-67
5.10	QGX和QGX I系列微型气缸	21-69
5.11	QGD型气液阻尼缸	21-75
5.12	QGBX系列气缸	21-75
5.13	FQGA系列方形气缸	21-76
5.14	LTA系列方形摆动气缸	21-76
5.15	GWC系列拉绳气缸和QGWG(B)系列刚性无杆气缸	21-77
5.16	LBA系列微型摆动气缸	21-78
5.17	QGV(D)型薄膜气缸	21-79
5.18	LCZ、LCZM、LCD、LCDM、LZE、LZEM型气缸	21-79
5.19	LCZ-F、LCZM-F、LCD-F、LCDM-F型带阀气缸与LZE-F、LZEM-F组合气缸	21-82
5.20	QM小型气缸、QM-W小型无油润滑气缸、QM-K小型带磁性开关气缸	21-82
5.21	QA型可调缓冲气缸、QA-W型无油润滑可调缓冲气缸、QA-K磁性开关气缸	21-83
5.22	10A-5系列无给油润滑气缸、QGEW-2系列无给油润滑双活塞杆气缸	21-85
5.23	10Y-2系列无给油润滑气缸	21-90
5.24	10A-2系列无给油润滑气缸	21-95
第4章	气动马达	21-98

1	气动马达的分类、工作原理与特点	21-98
1.1	气动马达的分类	21-98
1.2	气动马达工作原理	21-98
1.3	气动马达的特点	21-99
1.4	气动马达的润滑及应用	21-101
2	气动马达产品	21-101
2.1	叶片式气动马达	21-101
2.2	活塞式气动马达	21-104
第5章	气动控制阀	21-106
1	概述	21-106
1.1	气动控制阀的分类、特点和应用	21-106
1.2	气动控制阀型号意义	21-111
2	压力控制阀	21-112
2.1	顺序阀及单向顺序阀	21-112
2.2	安全阀	21-113
3	流量控制阀	21-114
3.1	节流阀	21-114
3.2	单向节流阀	21-115
3.3	排气节流阀	21-120
3.4	排气消声节流阀	21-120
4	方向控制阀	21-121
4.1	概述	21-121
4.2	气控换向阀	21-122
4.2.1	二位二通气控换向阀	21-122
4.2.2	二位二通、二位三通气控球阀	21-123
4.2.3	二位三通气控滑阀	21-123
4.2.4	二位三通气控截止阀	21-125
4.2.5	二位四通气控换向阀	21-128
4.2.6	二位五通气控滑阀	21-130
4.2.7	二位五通截止式气控换向阀	21-137
4.2.8	二位三通、二位五通气控换向阀	21-138
4.2.9	三位三通、三位五通双气控滑阀	21-141
4.3	电控换向阀	21-146
4.3.1	微型电磁阀	21-146
4.3.2	二位二通单电控电气换向阀	21-153
4.3.3	二位三通单电控电磁阀	21-157
4.3.4	二位三通双电控电磁阀	21-162
4.3.5	二位五通电磁阀	21-164

4.3.6 多位多通电控换向阀	21-174
4.3.7 三位五通、四位五通电控换向阀	21-181
4.3.8 SR系列电控换向阀	21-184
4.3.9 无给油润滑电控换向阀	21-200
4.3.10 电控防爆电气换向阀	21-206
4.4 机控换向阀	21-220
4.4.1 二位三通机控换向阀	21-220
4.4.2 二位五通机控换向阀	21-227
4.5 人控换向阀	21-228
4.5.1 手控换向阀	21-229
4.5.2 脚控换向阀	21-236
4.5.3 Q23R8型管道手拉式换向阀	21-238
4.5.4 手动转阀	21-239
4.6 时间控制换向阀	21-243
4.7 单向型控制阀	21-246
4.7.1 单向阀	21-246
4.7.2 梭阀	21-247
4.7.3 双压阀	21-248
4.7.4 快速排气阀	21-249
第6章 气动附件	21-252
1 气源处理元件	21-252
1.1 QSL系列空气过滤器	21-252
1.2 QTY系列空气减压阀	21-253
1.3 QIU系列油雾器	21-254
1.4 394系列空气过滤器	21-255
1.5 395系列空气减压阀	21-256
1.6 396系列油雾器	21-257
1.7 397系列过滤减压阀	21-258

1.8 398系列气源处理三联件	21-259
1.9 399系列气源处理二联件	21-260
1.10 QGL系列精密过滤器	21-261
1.11 QCY系列除油器	21-262
1.12 QSLa型高压过滤器	21-263
1.13 QTYa型高压减压阀	21-263
2 其他气动附件	21-264
2.1 QSA系列气按钮	21-264
2.2 QSX系列气行程开关	21-264
2.3 QD系列低压气电转换器	21-265
2.4 QD-L2型气电转换器	21-265
2.5 压力继电器	21-265
2.6 QDF系列气动放大器	21-266
2.7 气动磁敏开关	21-267
2.8 消声器	21-267
2.9 排气消声节流阀	21-268
3 压缩空气管路管接头	21-269
3.1 QJKG系列卡箍式管接头、QJZS系列锥面锁紧管接头	21-270
3.2 QJKT系列卡套式管接头	21-273
3.3 QJCR系列插入式管接头	21-277
3.4 QJKH系列快换管接头	21-279
3.5 QJTS调速管接头	21-280
3.6 JZH系列组合式气动管接头	21-281
附录 日本黑田精工株式会社气动元件简介	21-283
冷冻式空气干燥器	21-283
电磁阀	21-285
摆动气缸/PRN系列	21-287
参考文献	21-293

4.3.6 多位多通电控换向阀	21-174
4.3.7 三位五通、四位五通电控换向阀	21-181
4.3.8 SR系列电控换向阀	21-184
4.3.9 无给油润滑电控换向阀	21-200
4.3.10 电控防爆电气换向阀	21-206
4.4 机控换向阀	21-220
4.4.1 二位三通机控换向阀	21-220
4.4.2 二位五通机控换向阀	21-227
4.5 人控换向阀	21-228
4.5.1 手控换向阀	21-229
4.5.2 脚控换向阀	21-236
4.5.3 Q23R8型管道手拉式换向阀	21-238
4.5.4 手动转阀	21-239
4.6 时间控制换向阀	21-243
4.7 单向型控制阀	21-246
4.7.1 单向阀	21-246
4.7.2 梭阀	21-247
4.7.3 双压阀	21-248
4.7.4 快速排气阀	21-249
第6章 气动附件	21-252
1 气源处理元件	21-252
1.1 QSL系列空气过滤器	21-252
1.2 QTY系列空气减压阀	21-253
1.3 QIU系列油雾器	21-254
1.4 394系列空气过滤器	21-255
1.5 395系列空气减压阀	21-256
1.6 396系列油雾器	21-257
1.7 397系列过滤减压阀	21-258

1.8 398系列气源处理三联件	21-259
1.9 399系列气源处理二联件	21-260
1.10 QGL系列精密过滤器	21-261
1.11 QCY系列除油器	21-262
1.12 QSLa型高压过滤器	21-263
1.13 QTYa型高压减压阀	21-263
2 其他气动附件	21-264
2.1 QSA系列气按钮	21-264
2.2 QSX系列气行程开关	21-264
2.3 QD系列低压气电转换器	21-265
2.4 QD-L2型气电转换器	21-265
2.5 压力继电器	21-265
2.6 QDF系列气动放大器	21-266
2.7 气动磁敏开关	21-267
2.8 消声器	21-267
2.9 排气消声节流阀	21-268
3 压缩空气管路管接头	21-269
3.1 QJKG系列卡箍式管接头、QJZS系列锥面锁紧管接头	21-270
3.2 QJKT系列卡套式管接头	21-273
3.3 QJCR系列插入式管接头	21-277
3.4 QJKH系列快换管接头	21-279
3.5 QJTS调速管接头	21-280
3.6 JZH系列组合式气动管接头	21-281
附录 日本黑田精工株式会社气动元件简介	21-283
冷冻式空气干燥器	21-283
电磁阀	21-285
摆动气缸/PRN系列	21-287
参考文献	21-293

第19篇 液 压 传 动

主 编 姬奎生 李长顺

主要撰稿 姬奎生 李长顺 丛书和 褐有雄 王玲梅

佟 新 朱天仕 林文溢

审 稿 姬奎生 段慧文 丛书和 成大先

第1章 基础标准及液压流体力学常用公式

1 基础标准

1.1 液压气动系统及元件的公称压力系列(GB2346—80)

表 19-1-1

MPa

0.01	0.1	1.0	10	100
			(12.5)	
0.016	0.16	1.6	16	
	(0.2)		20	
0.025	0.25	2.5	25	
			31.5	
0.04	0.4	4.0	40	
			50	
0.063	0.63	6.3	63	
	(0.8)	(8.0)	80	

注: 括号内公称压力值为非优先选用者。

1.2 压力分级(JB824—66)

表 19-1-2

kg/cm²(MPa)

压力分级	低 压	中 压	中 高 压	高 压	超 高 压
压力范围	0~25 (0~2.5)	>25~80 (2.5~8)	>80~160 (8~16)	>160~320 (16~32)	>320 (32)

1.3 液压泵、马达公称排量系列(GB2347—80)

表 19-1-3

ml/r

0.1	1.0	10	100	1000
			(112)	(1120)
	1.25	12.5	125	1250
		(14)	(140)	(1400)
0.16	1.6	16	160	1600
		(18)	(180)	(1800)
	2.0	20	200	2000
		(22.4)	(224)	(2240)

续表

0.25	2.5	25	250	2500
		(28)	(280)	(2800)
	3.15	31.5	315	3150
		(35.5)	(355)	(3550)
0.4	4.0	40	400	4000
		(45)	(450)	(4500)
	5.0	50	500	5000
		(56)	(560)	(5600)
0.63	6.3	63	630	6300
		(71)	(710)	(7100)
	8.0	80	800	8000
		(90)	(900)	(9000)

注：括号内公称排量值为非优先选用者。

1.4 液压缸、气缸内径及活塞杆外径系列(GB2348—80)

(1) 液压缸气缸的缸筒内径尺寸系列

表 19-1-4 mm

8	40	125	320
10	50	(140)	400
12	63	160	500
16	80	(180)	630
20	(90)	200	
25	100	(220)	
32	(110)	250	

注：括号内数值为非优先选用者。

(2) 液压缸气缸的活塞杆外径尺寸系列

表 19-1-5 mm

4	18	45	110	280
5	20	50	125	320
6	22	56	140	360
8	25	63	160	400
10	28	70	180	
12	32	80	200	
14	36	90	220	
16	40	100	250	

注：超出本系列400mm的活塞杆外径尺寸应按GB321—80《优先数和优先数系》中R20系列选用。