

机械设计手册

下册

第二版(修订)

化学工业出版社

机械设计手册

下 册

液压传动和气动

第二版(修订)

《机械设计手册》联合编写组 编

化学工业出版社

内 容 简 介

本手册共分三册出版。上册主要是标准规范；中册主要是设计计算；下册是液压和气动元件及系统的设计计算。

下册液压传动部分的内容包括：液压通用标准；液压油的性能和选用；液压基本回路的类型、特性和应用；液压传动系统的型式和设计计算方法；各种油泵、油马达、油缸、高、中、低压系列液压阀和分流阀等产品的标准及选用计算；液压管子、管件、密封、蓄能器、油箱、冷却器和过滤器等液压辅助件产品规格；液压传动系统的安装使用和维护一般知识。液压篇以附录形式列出一套比较完整的液压系统计算图和公式。

气动部分的内容包括：气动控制系统的原理、应用以及设计计算；气马达、气缸、控制阀等气动元件以及过滤器、减压阀、油雾器等气动附件产品的规格、性能；气动回路的应用。气动篇还单辟一章介绍气动膜片逻辑元件的原理、设计及线路设计和应用。

《手册》供从事冶金、矿山、煤炭和石油、化工机械设计的工人和技术人员参考，也可供其他专业机械设计人员和大专院校有关专业师生参考。

参加本分册修订再版工作的单位有：冶金工业部北京有色冶金设计院、北京钢铁设计院、洛阳轴承厂、洛阳拖拉机厂、一机部轴承工厂设计处、东北工学院矿山机械教研组。

机 械 设 计 手 册

下 册

液 压 传 动 和 气 动

第 二 版 (修 订)

《机械设计手册》联合编写组 编

*

化学工业出版社 出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

一二〇一工厂印刷

平谷县后罗庄装订厂装订

新华书店北京发行所经销

*

开本787×1092¹/₄。印张66¹/₄。字数2,255千字印数483,271-625,270

1983年7月北京新2版1987年12月北京第5次印刷

统一书号15063·3558定价15.20元

第二版修订说明

《机械设计手册》第二版发行至今已逾七年。我国机械工业不断发展，新产品大量涌现，各类标准也有了很大的变化，为及时反映这一情况，满足广大读者要求，我们对《手册》第二版作了修订。

这次修订主要是以新产品和1986年底以前新颁布实施的标准代替过时的产品和标准，并仍分上、中、下三册出版。上册修改有机械制图，零部件冷加工设计工艺性和结构要素，焊接材料和焊缝，金属材料和非金属材料，表面粗糙度，紧固件及联接件，滑动轴承，联轴器，操作件及小五金，起重机械零、部件等，并同时编入常用法定计量单位表。中册主要修改有：常用电动机。下册修改有：液压传动用油泵，油马达，油缸，阀，辅助件，并增加了中、高压产品；气动传动用气缸，气马达，气动控制阀，气动附件。对《手册》第二版编印中的错误也作了改正。

《手册》这次修订再印，是在《手册》第二版纸型的基础上进行的，纸型保留的内容中，其机械制图画法，公差配合和表面粗糙度表示法，以及计量单位均与新标准不一致。请读者使用时注意与新标准对照。

1987年4月

第二版前言

为适应我国社会主义经济建设发展和科学技术进步的需要，我们根据近年来机械制造、设计和标准化工作的进展情况，以及广大读者的要求，对本手册第一版进行了修订，新版本仍分上、中、下三册出版。

这次修订基本上维持第一版的指导思想和原则，重点修订过时的标准、编印错误以及不便于设计使用的地方。同时，力争补充了一些经过生产考验的新产品和新技术资料，并考虑设计工作的实际需要，将部分常用的产品标准编到工作图深度。

液压传动篇中的液压油部分补充了一部分新牌号产品。液压元件产品部分，除了个别产品以外，均按现行的正式产品样本或说明书进行了重编或校对，其中有关中、高压系列液压元件产品，主要按1974年第一机械工业部编“液压元件产品样本”进行了校对；低、中压系列产品，按1972年第一机械工业部编“机床液压产品样本”进行了改编；此外还补充了在设计上常用的新产品。高压胶管及管件部分，已全部进行重编或更新，其中高压胶管部分全部更新为1975年新标准；管件部分按1977年最新标准编入；此外，还编入了已投入试生产的三瓣式胶管接头、快速接头等产品标准。密封件部分增编了Y_x型密封圈和防尘圈，取消了原有的J型、三角型和DK I型骨架防尘密封圈。设计计算部分，补充了一些设计资料，为设计非标准油缸，在第六章增加了油缸的缓冲装置的结构和计算、油缸的性能和强度计算等内容。在附录中增加了较完整的液压传动系统用的计算图和相应的计算公式。为压缩篇幅，删除了一部分陈旧的，或不属于液压传动专业范围的产品，以及与上册重复的内容。

气动篇的第一章中压缩空气消耗量的计算考虑第一版的计算公式采用的系数偏小，改用了《压气站设计手册》推荐的方法。第二章气缸和第三章气马达，考虑非标准设计的需要，气缸增加了一些结构与应用举例，同时，两者都增加了设计计算。第四章气动控制阀和第五章气动附件，为了选择方便，增加了阀的分类、特性和应用。在产品介绍中，删除了落后的老产品，增加了新品种。除重点介绍一机部定点生产气动元件的工厂的产品外，考虑全国各行业对气动元件需要日益增加的趋势，贯彻两条腿走路的方针，更好地发挥两个积极性，我们对各地区气动元件厂的产品也作了相应的介绍。第六章气动回路，是为了便于设计气压传动参考，新增加的一章。第七章气动膜片逻辑元件，是洛阳轴承厂、拖拉机厂和轴承厂设计处等单位的工人、技术人员研制成功的新技术、新产品，经多年使用，已充分体现了它在自动化和技术改造中应用的优越性。为了便于推广这项新技术，除介绍了其原理与设计以外，并将其制造工艺也编入了本篇的附录。

关于液压及气动系统图形符号，《手册》编入了我国新近颁布的统一的最新标准GB 786-76。惟本书有关产品和控制回路的插图，在图形符号新标准颁布之前已制妥铸版，其中所用图形符号有个别与新标准不符，为避免大量重新制版影响出版时间，保留未改。这将在图形符号表中加注说明，请读者使用图形符号时，概以新标准GB 786-76的规定为准。

这次修订，除研究了读者来信提出的宝贵意见外，曾赴各地有关工厂、设计、科研、学校等单位进行调查，听取意见。修订初稿完成后，又承许多单位帮助审核。在此我们谨向协助过我们的单位和有关同志，特别是一机部机电研究所液压室和《机床设计手册》编写组，表示衷心的感谢！

由于我们的水平不高，加之液压传动和气动还有不少标准和系列产品设计，目前尚处在编制、修订或试制中，给修订工作带来一定困难，《手册》中可能仍会出现缺点和错误，我们恳切希望广大读者继续给我们提出批评和建议。

《机械设计手册》联合编写组
一九七六年

第十一篇 液压传动

第一章 通用标准及液压系统	第三章 液压基本回路	28
图形符号	一、压力控制回路	28
一、液压系统压力和流量	(一)调压回路	28
(一)压力分级(JB824-66)	(二)减压回路	29
(二)公称压力(GB2346-80)和公称排量	(三)卸荷回路	29
(GB2347-80)	(四)顺序动作回路	30
(三)管道试验压力(GB1048-70)	(五)平衡回路	32
二、液压系统管路公称通径系列参数	(六)增压回路	32
(JB825-66)	(七)缓冲回路	33
三、液压气动系统和元件的油(气)	二、速度控制回路	34
口连接螺纹尺寸(GB2878-81)	(一)节流控制回路	34
四、接头连接螺纹	(二)差动回路	35
五、液压及气动图形符号(GB786-76)	(三)增速回路	35
(一)总则	(四)减速回路	36
(二)基本符号	(五)气压与油压并用回路	37
(三)管路连接及接头	(六)用变量泵控制的回路	37
(四)泵、马达及缸	(七)同步回路	37
(五)控制方式	三、方向控制回路	41
(六)压力控制阀	(一)锁紧回路	41
(七)流量控制阀	(二)液控回路	41
(八)方向控制阀	(三)多缸的控制回路	41
(九)辅件和其它装置	四、油马达回路	42
(十)基本符号的典型组合示例	(一)恒力矩驱动回路	42
第二章 液压油	(二)恒功率驱动回路	42
一、对液压油的要求及使用注意事项	(三)制动回路	43
二、油的粘度	(四)采用补油装置的回路	43
(一)粘度的定义及单位	(五)并联结合回路	44
(二)各种粘度单位及其换算	(六)串联结合回路	44
(三)粘度指数	(七)速度控制回路	44
三、粘度与压力和温度的关系	五、随动回路	45
(一)粘度与压力的关系	(一)控制位置的回路	45
(二)粘度与温度的关系	(二)控制油泵输出量的回路	45
四、调合油的粘度及调合率的计算	(三)跟踪回路	45
五、液压油的其它物理特性	(四)油缸同步控制回路	45
六、液压油的选择及性质	(五)使用电液随动阀的回路	46
(一)液压油的选择	第四章 液压传动系统的设计和	
(二)液压油的性质	计算	47
	一、液压传动系统的型式和设计步骤	47

(一) 液压传动系统的型式	47	九、径向柱塞泵(JB-※型)	110
(二) 液压传动系统的主要组成	47	十、轴向柱塞泵(包括同系列的轴	
(三) 液压系统的特点	47	向柱塞油马达)	114
(四) 液压传动的缺点	47	(一) Z×B型轴向柱塞泵(油马达)	114
(五) 液压传动系统的设计步骤	47	(二) ZB×型轴向柱塞泵(油马达)	121
二、明确设计依据进行工况分析		(三) ×CY14-1B型轴向柱塞泵	125
并确定液压系统主要参数	48	(四) ZB×型轴向柱塞泵(油马达)	133
三、初步液压传动系统图	50	(五) ZB ₁ 、ZB ₂ 、ZM型轴向柱塞泵(油马达)	138
(一) 油压控制	51	十一、齿轮油马达(CM-※型)	140
(二) 系统的卸荷	51	十二、叶片油马达(YM-※型)	143
(三) 分支管路的功率分配	51	十三、径向柱塞油马达(JMD型)	146
(四) 速度控制	51	十四、轴向柱塞油马达(DZM型)	149
(五) 流向控制	53	十五、内曲线油马达(NJM型)	150
(六) 辅助元件在系统中的放置	54	十六、径向球塞马达(QJM型)	154
(七) 液压冲击的防止	54	第六章 油缸	155
(八) 提高系统的效率, 降低系统的发热	55	一、油缸分类	155
四、液压件的选择或设计	56	二、油缸安装方式	156
(一) 液动机的选择	56	三、油缸传动机构应用举例	157
(二) 油泵的容量计算和选择	56	四、油缸主要参数	158
(三) 各种控制阀的选择	57	五、油缸一般性能计算	160
(四) 液压缸及辅助元件的选择	57	(一) 油缸活塞的推力及拉力计算	160
五、液压传动系统的计算	57	(二) 油缸流量计算	162
(一) 管路系统压力损失计算	57	(三) 油缸的加(减)速载荷(惯性力)计算	163
(二) 管路系统中的容积损失和容积效率计算	65	(四) 油缸加速时间和加速距离计算	163
(三) 液压冲击计算	66	(五) 油缸行程所需时间计算	163
(四) 液压传动系统发热计算	67	(六) 油缸功率计算	163
六、正式的液压传动系统图及装配图	70	(七) 摆动油缸(油马达)性能计算	163
第五章 油泵及油马达	71	六、油缸缓冲装置计算	163
一、油泵、油马达的选择应用	71	(一) 说明	163
(一) 一般选用常识	71	(二) 缓冲压力一般计算公式	166
(二) 计算公式	73	(三) 恒节流面积缓冲装置计算	166
二、单级齿轮泵	74	(四) 变节流面积缓冲装置计算	167
(一) CB-B型齿轮泵	74	七、缸筒计算	168
(二) CB型齿轮泵	75	(一) 缸筒内径计算	168
(三) CB-※型齿轮泵	77	(二) 缸筒壁厚数表与计算	169
三、多联齿轮泵(2CB-※及CB-G※/※)	85	(三) 缸筒变形计算	170
四、单级叶片泵	90	八、活塞杆计算	171
(一) YB ₁ 型单级叶片泵	90	(一) 按速度比决定活塞杆直径	171
(二) YB-※型单级叶片泵	91	(二) 活塞杆强度计算	171
(三) YB-※型车辆用单级叶片泵	93	(三) 活塞杆稳定性验算	173
五、双级叶片泵(Y2B-※型)	95	1. 无偏心载荷时的纵向弯曲极限力	173
六、双联叶片泵	97	2. 承受偏心载荷时的纵向弯曲极限力	175
(一) YB ₁ 型双联叶片泵	98	3. 活塞杆最大容许行程	175
(二) YYB-※型双联叶片泵	99	(四) 空心薄壁活塞杆临界外压力计算	182
七、复合叶片泵(YB※-※型)	103	九、缸底厚度计算	182
八、变量叶片泵(YBN-※型)	107	十、缸筒与缸底连接计算	182

(一)缸体螺纹连接计算	182
(二)缸体法兰连接螺栓计算	183
(三)缸体半环连接计算	183
(四)缸体焊接连接计算	184
十一、活塞与活塞杆的连接计算	184
十二、销轴及耳环连接计算	185
(一)销轴	185
(二)耳环	185
十三、油缸结构参考图例	186
(一)活塞油缸	186
(二)柱塞油缸	190
(三)伸缩式套筒油缸	191
(四)齿条传动活塞油缸	192
(五)摆动油缸	193
十四、油缸各部分的结构、 材料及制造技术条件	193
(一)缸体	193
(二)活塞	194
(三)活塞杆	196
(四)活塞杆的导向、密封和防尘	199
(五)柱塞油缸端部	199
(六)缸体端部和安装联结部分	200
(七)排气塞(阀)	202
(八)缓冲调节阀	203
(九)单向阀	204
十五、油缸出厂检验技术条件	204
十六、活塞油缸系列	206
十七、DG型车辆用液压缸	214
十八、HSG型工程用液压缸	217
(一)技术规格	217
(二)型号意义	218
(三)外形尺寸	220
十九、其它单活塞杆双作用液压缸	226
二十、摆动油缸(BM型)	226
第七章 阀	227
> 一、阀的类型、结构原理及应用	227
(一)阀的类型及用途	227
(二)阀的结构和应用	232
二、低、中压系列液压阀	244
(一)型号说明	244
(二)Y型中压溢流阀	244
(三)Y ₁ 型中压溢流阀	247
(四)P型低压溢流阀	249
(五)YE型电磁溢流阀(直流)	250
(六)J型减压阀	251
(七)J1型单向减压阀	253

(八)X型顺序阀	254
(九)XI型单向顺序阀	256
(十)XY型液动顺序阀(遥控顺序阀)	258
(十一)XIY型液动单向顺序阀 (遥控单向顺序阀)	260
(十二)B型背压阀(定压式)	262
(十三)DP型压力继电器	262
(十四)L型节流阀(可调节式)	264
(十五)LI型单向节流阀(可调节式)	266
(十六)Q型调速阀	268
(十七)QI型单向调速阀	269
(十八)QT型温度补偿调速阀	271
(十九)QIT型单向温度补偿调速阀	273
(二十)LY型溢流节流阀	273
(二十一)LGI型单向行程节流阀	275
(二十二)QCI型单向行程调速阀	276
(二十三)LHI型延时阀	277
(二十四)※※ ^D _D 及※※ ^E _E 型电磁滑阀 (电磁换向阀)	278
(二十五)※※E型微型电磁阀(微型电磁换向阀)	289
(二十六)※※Y型液动滑阀(液动换向阀)	292
(二十七)※※DY及※※EY型电液动滑阀 (电液换向阀)	300
(二十八)※※C型行程滑阀(机动换向阀)	310
(二十九)※※S型手动滑阀(手动换向阀)	314
(三十)※※O型转阀	316
(三十一)I型单向阀	318
(三十二)IY型液控单向阀	320
(三十三)K型压力表开关	322
三、中、高压系列液压阀	326
(一)型号说明	326
(二)YF型溢流阀	327
(三)HY型卸荷溢流阀	338
(四)YF ₂ 型电磁溢流阀	343
(五)JF型减压阀与JDF型单向减压阀	345
(六)X※F型顺序阀与XD※F型单向顺序阀	350
(七)压力继电器	354
(八)LF型节流阀及LDF型单向节流阀	358
(九)L型节流阀及LA型单向节流阀	362
(十)Q型调速阀及QA型单向调速阀	366
(十一)QDFT型压力温度补偿单向流量控制阀 及QF型压力补偿流量控制阀	369
(十二)CDF型单向调速阀	371
(十三)电磁换向阀	373
(十四)电液换向阀	388
(十五)※※S※※型手动换向阀	399
(十六)ZFS型多路换向阀	411
(十七)单向阀	414

(十八) 液控单向阀	422
(十九) KF型压力表开关	429
四、分流阀	431
(一) F×L型分流阀(同步阀)	431
(二) 3FJL型分流集流阀	435
(三) 3FJL _K 型可调式分流集流阀	435
(四) 自调式分流集流阀	436
五、YJF型高压截止阀	437
第八章 辅助件	442
一、管道	442
(一) 管道内油流速度	442
(二) 壁厚计算	442
(三) 钢管公称通径、外径、壁厚、连接 螺纹及推荐流量表 (JB827-66、 JB/Z95-67)	442
(四) 胶管	443
二、管件	444
(一) 卡套式管接头	444
(二) 焊接式管接头	471
(三) 薄壁管扩口式管接头	486
(四) 钢丝编织胶管接头	502
(五) 三瓣式胶管接头	509
(六) 快速接头	511
(七) 锥螺纹连接的端管接头	515
(八) 方形法兰	520
三、密封件	524
(一) 密封件概述	524
(二) O形橡胶密封圈 (GB3452.1-82、 GB1235-76)	526
(三) Y形橡胶密封圈 (HG4-335-66)	526
(四) U形夹织物橡胶密封圈 (HG4-336- 66)	529
(五) V形夹织物橡胶密封圈 (HG4-337- 66)	532
(六) V形塑料密封圈	535
(七) Y _x 形密封圈	538
(八) 活塞环	541
(九) L形橡胶密封圈 (HG4-331-66)	542
(十) J形橡胶密封圈 (HG4-332-66)	543

(十一) 防尘圈	544
(十二) 组合防尘圈	546
四、蓄能器	546
(一) 蓄能器的分类及应用	546
(二) 蓄能器的容量计算	549
(三) 重锤式蓄能器设计计算	551
(四) 气液直接接触式(非隔离式)蓄能器 设计计算	553
(五) 气囊式蓄能器	556
(六) 活塞式蓄能器(产品)	558
五、油箱	559
(一) 油箱的容量	559
(二) 油箱设计要点	559
(三) 油箱中油的冷却及加热	560
(四) SRY2型、SRY4型油用管状电加 热器	561
六、冷却器	562
七、过滤装置	563
(一) 滤油器的型式、选择、计算和安装	563
(二) 滤油介质规格和参数技术数据	565
1. 金属滤网	565
2. 粉末金属烧结滤芯	568
3. 微孔滤纸	570
(三) 滤油器(产品)	571
(四) 空气过滤器	586

第九章 液压传动系统的安装、使用和维护

一、液压传动系统的安装和试压	588
(一) 配管	588
(二) 液压元件的安装	591
(三) 试压	592
二、液压传动系统的一般使用和维护	592
三、液压传动系统常见的故障及排除 方法	593
四、一般技术安全事项	596
附录一 国内外油品对照表	597
附录二 液压系统计算图	600
附录三 冶金设备用液压缸	688

第十二篇 气 动

第一章 气动设计一般资料	698
一、概述	698
二、气压网路系统的组成	699
三、气路的分析及计算	699
(一) 气路的一般分析	699

(二) 气路系统供气需要量的计算	700
(三) 压缩空气管道管径和压力降的计算	701
四、控制阀通径的选择计算	703
第二章 气 缸	706
一、气缸的类型	706

二、气缸的安装形式	710	2. 主要参数计算	795
三、气缸的应用	710	3. 主要参数计算示例	795
(一) 气缸选择的要点	710	(三) 叶片式气马达叶片的设计计算	796
(二) 气缸传动机构的应用举例	711	1. 叶片形状	796
四、气缸的设计计算	713	2. 叶片几何尺寸的确定	797
(一) 气缸的组成与结构图例	713	3. 叶片几何尺寸的计算示例	800
(二) 气缸的主要零部件设计计算	720	(四) 叶片式气马达的扭矩及转速	801
1. 活塞杆上的作用力和气缸直径的确定	720	三、活塞式气马达	801
2. 气缸筒	722	(一) 工作过程分析和理论工作图	801
3. 气缸盖	722	1. 理论工作图	801
4. 缸筒与缸盖的连接	723	2. 理论功的计算	802
5. 活塞	724	3. 功率及效率	803
6. 活塞杆	725	(二) 主要参数计算	804
7. 缓冲装置	728	(三) 主要参数计算示例	805
8. 耗气量的计算	729	四、叶片式气马达的技术规格	806
9. 气缸进(排)气口大小的决定	731	1. 0.9马力叶片式气马达	806
10. 气动装置的密封	731	2. 2、2.4、3、4马力叶片式气马达	806
五、气缸的产品系列	733	3. 6、8、9马力叶片式气马达	807
(一) 冶金设备用气缸(JB1444~1448-74)	733	4. 10马力TM型10叶片式气马达	809
(二) QGA型和QGB型气缸	741	5. 12、14、20马力叶片式气马达	809
(三) QGA II、QGN、QGB II型气缸	759	五、叶片摆动马达	810
(四) 其他型式气缸	764	1. QMY1型单叶片摆动马达	
1. QGA I型和QGB I型轻型铝合金气缸	764	(原QGB ₂ 型叶片式摆动气缸)	810
2. QGL型缆索气缸	769	2. QMY2型双叶片摆动马达	
3. QGK型齿轮齿条摆动气缸	770	(原QGB ₂ 型叶片式摆动气缸)	812
4. DQG型和DQGL型不供油薄型气缸	770	六、活塞式气马达的技术规格	815
5. KQG型磁性开关气缸	771	1. 1马力TM1B-1型活塞式气马达	815
6. CQG40×S(R)型磁性无活塞杆气缸	772	2. 2.8、3.4马力活塞式气马达	816
7. QGA-D×S-W系列不供油润滑气缸	773	3. 4.5马力TM1-4型活塞式气马达	817
8. QGX系列微型气缸	773	4. 5、6、8、10、15、20、25	
9. QGE型双活塞杆双作用气缸	774	马力活塞式气马达	818
10. QGD型气-液阻尼缸	775	七、低转速高扭矩气马达	819
第三章 气马达	776	1. 2.26马力TM3气马达	820
一、气马达的工作原理与特点	776	2. 2.8马力TM1A-3气马达	821
(一) 简单工作原理	776	第四章 气动控制阀	822
(二) 气马达的特点	778	一、压力控制阀	827
(三) 气马达应用场合	779	(一) 顺序阀及单向顺序阀	827
二、叶片式气马达	779	PXA型单向压力顺序阀(原KPSA-8型	
(一) 正转与反转性能不相同的叶片式气马达	779	单向压力顺序阀)	829
1. 正转时工作过程的分析	779	PXA型单向压力顺序阀(原KXA	
2. 反转时工作过程的分析	781	型单向压力顺序阀)	829
3. 叶片式气马达气腔面积及气腔容积		(二) 安全阀	831
的计算	782	A27W-10 [†] 型安全阀	831
4. 主要参数计算	785	二、流量控制阀	832
5. 主要参数计算示例	789	(一) 节流阀	832
(二) 正转与反转性能相同的叶片式气马达	793	L型节流阀(原KLJ型节流阀)	832
1. 理论工作图及其计算	793	(二) 单向节流阀	833

LA型单向节流阀(原KLA或KLJA型单向节流阀)	833
(三)排气节流阀	838
LP型排气节流阀(原KLJP型或KLP型排气节流阀)	839
LX型排气消声节流阀(原KLPX型排气消声节流阀)	840
(四)延时阀	841
23MC型二位三通正(负)脉冲阀(原K23Y型延时换向阀)	841
25MC型二位五通脉冲阀(原K24Y-8型延时阀及K25Y-8型可调延时阀)	842
三、方向控制阀	844
(一)概述	844
(二)电控换向阀	845
1. 概述	845
2. 二位三通单电控电磁阀	845
23JVD型二位三通单电控截止式电磁阀(原K23D型、Q23XD型二位三通微型电磁阀)	845
23JVD型二位三通单电控截止式电磁阀(原K23D型电磁先导阀)	846
23JVD型二位三通单电控常闭截止式电磁阀(原K23D(X ₁)型电磁先导阀)	849
23ZVD型二位三通单电控常通式硬配电磁滑阀(原QF23ZD型二位三通单电控硬配滑阀)	851
23VD型二位三通单电控电磁滑阀(原PC1/2"型交流电磁阀)	853
3. 二位三通双电控电磁阀	854
23ZVD2型二位三通双电控硬配电磁滑阀(原QF23ZD2型二位三通双电控硬配滑阀)	855
4. 二位四通单电控电磁阀	857
24VD型二位四通单电控电磁滑阀(原PC1/2"型交流电磁阀)	857
5. 二位五通电磁阀	858
25ZV _{D2} 型二位五通单、双电控硬配电磁滑阀(原QF25ZD型和K25ZD2型单、双电控二位五通电磁滑阀)	858
(三)气控换向阀	861
1. 二位二通气控换向阀	861
22JQ型二位二通单气控换向阀(原K22JKW型二位二通单气控截止阀)(常阀式)	861
2. 二位三通气控滑阀	863
23Z _{Q2} 型二位三通单、双气控硬配滑阀(原QF23Z _{Q2} 型二位三通单、双气控硬配滑阀)	863
23 _{Q2} 型二位三通、25 _{Q2} 型二位五通单、双气控滑阀(原QK型气控气阀)	866
3. 二位三通气控截止阀	869
23JQ型二位三通单气控截止式换向阀(原K23JKW型二位三通单气控截止阀)	869
23JQ型二位三通单气控截止式换向阀(原K23JK型和K23JK-F型二位三通单气控截止阀)	872
4. 二位四通气控换向阀	874
24JQ型二位四通单气控截止式换向阀(原K24JKW型二位四通气控截止阀)	874
5. 二位五通气控滑阀	876
25 _{Q1} 型二位五通单、双气控滑阀(原K25 _{K2} 型二位五通单、双气控换向阀)	876
25 _{Q2} 型二位五通单、双气控滑阀(原K25 _{K2} 型二位五通单、双气控滑阀)	876
25 _{Q2} 型二位五通单、双气控滑阀(原Q24 _{G2} H型二位四通滑阀式气控换向阀)	879
25 _{Q2} 型二位五通单、双气控滑阀(原K25 _{K2} H型二位五通单、双气控滑阀)	881
25Z _{Q2} 型二位五通单、双气控硬配滑阀(原QF25Z _{Q2} 型二位五通单、双气控滑阀)	883
6. 三位三通、三位五通双气控滑阀	886
35Q2型三位五通双气控滑阀(原K35K2型三位五通双气控滑阀)	886
35QQ2型三位三通、三位五通气先导式双气控滑阀(原QK型三位式气控气阀)	889
(四)电控电气换向阀	892
1. 二位二通单电控电气换向阀	892
22MD型二位二通单电控膜片式电气换向阀(原ZCS-D系列电磁阀)	892
22JD型二位二通单电控常闭截止式电气换向阀(原FDF型二位二通电磁阀)	893
22JD型二位二通单电控常闭截止式电气换向阀(原FDF型二位二通电磁阀)	895
22JD型二位二通单电控常闭截止式电气换向阀(原K22JDW型二位二通常闭式截止阀)	897
2. 二位三通气控截止式电气换向阀	901
23J _{D2} 型二位二通单、双电控截止式电气	

换向阀(原K23 P_{D2} 型二位三通单、双 电控电气截止阀)	898	行程阀(原QX-3型气行程开关)	944
23JD型二位三通单电控截止式电气换向阀 (原K23JDW二位三通单电控截止阀)	901	23JC1型二位三通常闭(通)直动截止式 行程阀(原Q23JC-3-00型直动式二 位三通机控阀)	944
3. 二位五通电控电气滑阀	903	23JC1型二位三通常闭(通)直动截止式 行程阀(原K23JC1型直动式机 控换向阀)	945
25 P_{D2} 型二位五通、23 P_{D2} 型二位三通单、 双电控电气滑阀(原DQK型电控气阀)	903	23JC3型二位三通常闭和常通杠杆滚轮 式行程阀(原K23JC1和K23JC1-T 型二位三通机控行程阀)	946
25 P_{D2} 型二位五通单、双电控电气滑阀 (原K25 P_{D2} 型二位五通单、双电控 电气滑阀)	908	23JC3型二位三通常闭和常通杠杆滚轮 式行程阀(原Q23JC-3A-00型杠杆式二位 三通机控阀)	948
25 P_{D2} 型二位五通单、双电控电气滑阀 (原Q24 P_{D2} H型二位四通滑阀式电磁 气阀、K24 P_{D2} K电磁、双电磁气控 滑阀)	911	23JC3型二位三通常闭和常通杠杆滚轮 式行程阀(原K23JC3型杠杆滚轮式二 位三通换向阀)	949
4. 二位五通电控截止式电气换向阀	914	23JC4型二位三通常闭(通)可通过式行 程阀(原K23JC4型通过式二位三通 换向阀)	950
25 P_{D2} 型二位五通单、双电控截止式电气 换向阀(原K25 P_{D2} 型二位五通单、双电 控截止阀)	914	2. 二位五通机控换向阀	951
25 P_{D2} 型单、双电控截止式电气换向阀 (原Q24 P_{D2} 型截止式电磁气阀)	916	25C6型二位五通直动滚轮式行程阀 (原K25C1型二位五通机控行程 阀)	951
5. 三位五通、三位三通双电控电气滑阀	918	(六)人力换向阀	952
35D2型三位五通双电控电气滑阀(原D2K 型和DQK型三位式电控滑阀、K35D2 型三位五通双电控电气滑阀)	918	1. 二位二通人力换向阀	952
6. 四位五通双电控截止式电气换向阀	922	22ZR3型二位二通旋扭式手动换向阀 (原QF-0.3二通阀)	952
45JD2-B8-W型四位五通同轴截止式 电磁换向阀	922	2. 二位三通人力换向阀	953
7. 电控防爆电气换向阀	924	23JR1型二位三通常闭式按钮阀(原FR0601 型气门开关)	953
防爆电气设备类型、标记及有关规定 (GB1336-77)	924	23JR1型二位三通常闭式按钮阀(原K23JR1-8 型二位三通手按阀)	953
23JVD型二位三通单电控截止式防爆电 磁阀(原K23DZ型三通电磁阀)	925	23JR1型二位三通常闭式按钮阀(原K23JR1 型和Q23JR1型按钮式手控阀)	955
23JD型二位三通单电控截止式防爆电气 换向阀(原K23D型三通电磁阀)	927	23JR3型二位三通常闭旋扭式手动换向阀	956
25 P_{D2} 型二位五通单、双电控防爆电气滑 阀(原K25 P_{D2} -B型二位五通防爆电磁气 阀)	931	23JR6型二位三通常闭长手柄截止式换向阀 (原K23JR6型长手柄换向阀和K23JR9型 手制动阀)	957
25 P_{D2} 型二位五通单、双电控防爆电气滑 阀(原K25 P_{D2} -B型防爆二位五通电磁 阀)	933	23JR7型二位三通常闭脚踏式换向阀	958
H II 系列安全火花型防爆电控换向阀	935	23R1型二位三通常闭(通)滑柱式按钮阀 (原K23R1型按钮式手动换向阀)	959
33D2、35D2型双电控防爆电气滑阀 (原K33D2、K35D2型电磁阀)	940	23R5型二位三通滑柱式推拉换向阀	960
(五)机控换向阀	943	23R5型二位三通滑柱式推拉换向阀 (原K23R2型二位三通手动滑阀)	961
1. 二位三通机控换向阀	943	3. 二位四通人力换向阀	962
23JC1型二位三通常闭(通)直动截止式 行程阀	943	24R5型二位四通滑柱式推拉换向阀 (原K24R5型二位四通手控阀)	962
		24JK/型二位四通脚踏式换向阀(原K24JR7	

型二位四通脚踏阀)	963
4. 二位五通人力换向阀	964
25R5型二位五通滑柱式推拉换向阀	
(原K25R5型二位五通推拉式换向阀)	964
25R7型二位五通脚踏式换向阀)	965
5. 三位四通人力换向阀	966
三位四通(五口)手动滑阀	966
34ZR8型三位四通手动转阀(原FRO242	
型手动转阀)	967
6. 多位手动转阀	968
DZR8型多位手动转阀(原XQZ8635	
型手动转阀)	968
DZR8型多位手动转阀(原XQZ8636	
型手动转阀)	969
(七) 单向控制阀	969
1. 单向阀	969
A型单向阀(原KA型单向阀)	970
2. 梭阀	970
S型梭阀(原KS-8型梭阀)	971
S型梭阀(原KS型梭阀)	972
SY型双压阀(原KSY型双压阀)	973
3. 快速排气阀	974
KP型快速排气阀(原KKP型快速排气阀)	
(联合设计)	974
KP型快速排气阀(原KKP型快速排气阀)	
(肇庆)	975
KP型快速排气阀(原FQO422、FQO414	
型快速排气阀)	976
KP型快速排气阀(原KPF-G型快速排气阀)	977
KP型快速排气阀(原QKPM型快速排气阀)	978

第五章 气动附件

1. 气源处理元件	979
(一) 分水滤气器	979
1. QSL型分水滤气器(原QSL ₂ 型分水滤气器)	979
2. QSL型分水滤气器(原QSL型分水滤气器)	981
3. QSL型分水滤气器(原QSL型分水滤气器)	982
4. QSL型分水滤气器(原QSL型分水滤气器)	983
(二) 减压阀	985
1. PJ型减压阀(原QTY型减压阀)	985
2. PJ型插入式减压阀(原QCT型	
插入式减压阀)	988
(三) 油雾器	989
1. QYW型油雾器(原QIU型油雾器)	989
2. QYW型油雾器(原QIU型油雾器)	990
(四) 组合式气源处理元件	991
1. QLJ型插入式分水滤气、减压阀(原	
QOFT型插入式分水滤气、减压阀)	991
2. Q2LW型插入式分水滤气、油雾器	

(原QCFY型插入式分水滤气、油雾	
器)	993
3. Q3LJW型过滤、减压、油雾器组件	
(原QCS型插入式气动三大件)	995
二、其他气动附件	997
(一) 气动功率放大器	997
1. 23FD型二位三通气动功率放大器	
(原QDF-101型气动放大器)	997
2. 24FD型二位四通气动功率放大器	
(原QDF-201型气动放大器)	998
(二) 气电开关	999
1. QK型微压气电开关(原QD-380型	
微压气转换器)	999
2. QYD型可调气电开关(原TK-10	
型压力继电器)	1000
3. QYD型可调气电开关(原YJ型	
压力继电器)	1001
(三) 消声器	1002
1. XS型消声器(原FXS或QXS或KXY	
型消声器)	1002
2. XS型消声器(原FXS ₃ 型消声器)	1004
(四) QPZ型气喷嘴	1005
(五) 振动器	1006
三、压缩空气管路管接头	1007
(一) 气动管接头型号及说明	1007
1. 型号意义	1007
2. 型号简要说明	1007
(二) JO系列卡箍式管接头	1008
1. 卡箍式活节直通终端管接头	1008
2. 卡箍式直通终端管接头	1009
3. 卡箍式活节直通管接头	1009
4. 卡箍式活节弯角终端管接头	1010
5. 卡箍式活节直角终端管接头	1010
6. 卡箍式快速终端管接头	1011
7. 卡箍式快速管接头	1011
8. 卡箍式带单向阀快速终端管接头	
(JOKA-Z型)	1011
9. 卡箍式带单向阀快速终端管接头	
(JOKA型)	1012
10. 卡箍式管接头用卡箍	1012
(三) JT系列卡套式管接头	1012
1. 卡套式直通终端管接头	1012
2. 卡套式直角终端管接头	1013
3. 卡套式直角终端锥管接头	1013
4. 卡套式三通终端管接头(JT3-2Z型)	1011
5. 卡套式三通终端管接头(JT3-2ZJ型)	1014
6. 卡套式四通终端管接头	1015
7. 卡套式直通管接头	1015

8. 卡套式直角管接头	1016	(一) 单作用气缸控制回路	1027
9. 卡套式杆状直角管接头	1016	(二) 双作用气缸控制回路	1027
10. 卡套式三通管接头	1016	(三) 速度控制回路	1028
11. 卡套式杆状三通管接头	1017	(四) 压力控制回路	1029
12. 卡套式四通管接头	1017	(五) 安全保护回路	1030
13. 卡套式直通变径管接头	1018	(六) 多位气缸控制回路	1032
14. 卡套式变径直通管接头	1018	(七) 自动往复回路	1032
15. 卡套式直通穿板管接头	1019	(八) 同步回路	1033
16. 卡套式直通杆状活节管接头	1019	(九) 延时回路	1033
(四) JC系列插入式管接头	1020	(十) 单手柄操作气缸双向运动回路 (二进制计数回路)	1034
1. 插入式直通终端管接头	1020	(十一) 气液转换回路	1034
2. 插入式直角终端管接头	1020	二、气动控制应用举例	1037
3. 插入式三通终端管接头	1020	附录一 气动元件型号编制及命名	1041
4. 插入式直通管接头	1021	附录二 本篇所用工厂全称和 简称对照表	1043
5. 插入式直角管接头	1021	附录三 常用法定计量单位与 非法定计量单位 的换算	1044
6. 插入式三通管接头	1022		
7. 插入式直通穿板管接头	1022		
(五) JZ系列组合式气动管接头	1022		
第六章 气动基本回路及其应用	1027		
一、气动基本回路	1027		

第十一篇 液压传动

第一章 通用标准及液压系统图形符号

一、液压系统压力和流量

(一) 压力分级(JB924-69)

表 11-1

压力分级	低 压	中 压	中 高 压	高 压	超 高 压
压力范围(公斤/厘米 ²)	0~25	>25~80	>80~160	>160~320	>320

(二) 公称压力(GB2346-80)和公称排量(GB2347-80)系列

表 11-2

液压气动系统及元件-公称压力(GB2346-80)(bar)					液压泵及马达公称排量(GB2347-80)(ml/r)				
0.1	1.0	10	100	1000	0.1	1.0	10	100	1000
								(112)	(1120)
			(125)			1.25	12.5	125	1250
							(14)	(140)	(1400)
0.16	1.6	16	160		0.16	1.6	16	160	1600
							(18)	(180)	(1800)
	(2.0)		200			2.0	20	200	2000
							(22.4)	(224)	(2240)
0.25	2.5	25	250		0.25	2.5	25	250	2500
							(28)	(280)	(2800)
			315			3.15	31.5	315	3150
							(35.5)	(355)	(3550)
0.4	4.0	40	400		0.4	4.0	40	400	4000
							(45)	(450)	(4500)
			500			5.0	50	500	5000
							(56)	(560)	(5600)

续表

液压气动系统及元件-公称压力 (GB2346-80) (bar)					液压泵及马达公称排量 (GB2347-80) (ml/r)				
0.63	6.3	63	630		0.63	6.3	63	630	6300
							(71)	(710)	(7100)
	(8.0)	(80)	800			8.0	80	800	8000
							(90)	(900)	(9000)

- 注: 1. 括号内数值尽量不用。
 2. 公称压力超出1000bar时, 公称排量超出9000ml/r时, 应按GB221-89《优先数和优先数系》中R10级系选用。
 3. 1巴(bar) = 0.1兆帕(MPa) = 1.01972公斤力/厘米²(kgf/cm²)。

(三) 管道试验压力(GB1048-70)

表 11-3

公称压力 p_g	2.5	4	6	10	16	25	40	64	(80)	100	(130)	160	200	250	320	400	500	640	800	1000
试验压力 p_s	4	6	9	15	24	38	60	96	(120)	150	(195)	240	300	380	480	560	700	900	1100	1300

- 注: 1. 表中所列数值系指一般情况下的静压试验值。系统中有蓄能器时, p_s 可取公称压力的 125~150%, 无蓄能器时, 可取150~200%。
 2. 表中带括号的压力级仅适用管子。
 3. 本标准适用于流体输送的管道和管道附件, 对液压传动中仅作参考。

二、液压系统管路公称通径系列参数(JB825-66)

表 11-4

公称通径(毫米)	相当的英制管径(英寸)	公称通径(毫米)	相当的英制管径(英寸)	公称通径(毫米)	相当的英制管径(英寸)
1		15	1/2	125	5
1.5		20	3/4	150	6
2		25	1	175	7
2.5		32	1 ¹ / ₄	200	8
3		40	1 ¹ / ₂	225	9
4		50	2	250	10
5; 6	1/8	65	2 ¹ / ₂	300	12
8	1/4	80	3		
10; 12	3/8	100	4		

注: 全部的公称通径系指管道的名义内径。公称通径用 D_g 表示, 如公称通径50毫米时, 表示为 $D_g 50$ 。

三、液压气动系统和元件的油(气)口连接螺纹尺寸(GB2878-81)

表 11-5

(毫米)

M5×0.8	M8×1	M10×1	M12×1.5	M14×1.5	M16×1.5
M18×1.5	M22×1.5	M27×2	M33×2	M42×2	(M48×2)
M50×2	M60×2				

注：当设计新产品时，括号内螺纹尺寸M48×2不推荐使用。

四、接头连接螺纹

液压系统中，一般采用四种连接螺纹，即：55°圆柱管螺纹(G)，55°圆锥管螺纹(ZG)，60°圆锥螺纹(Z)，及普通细牙螺纹(M)。前三种是英制，第四种是公制。国外管螺纹多为英制，我国采用英制的也很多，公制是我国基本计量制度，国际上管螺纹亦渐有公制化的趋势。这四种螺纹，目前国内都在使用。前两种(G、ZG)，各工业部门的中、低压系统均有采用，密封简单，用量很大，使用范围最广。第三种(Z)在中高压系统用的很多，如汽车、机床、航空上。用麻、聚四氟乙烯、塑料填料作密封，低压时漏损不大，用于高压系统时，密封性不如第四种。第四种(M)最近采用渐多，特别是高压系统，可用以代替英制管螺纹，是发展的趋势。其密封用组合垫圈或“O”形密封圈。

以上四种连接螺纹标准，详见上册有关螺纹部分。

五、液压及气动图形符号(GB786-76)

(一) 总 则

1. 本标准规定的图形符号，主要用于绘制以液压油及压缩空气为工作介质的液压及气动系统原理图。
2. 本标准中仅规定液压及气动各种元件的基本符号，以及部分常用的其它有关装置的符号。
3. 符号只表示元件的职能，连接系统的通路，不表示元件的具体结构和参数，不表示系统管路的具体位置和元件的安装位置。
4. 元件符号均以静止位置或零位置表示，当组成系统其动作另有说明时，可作例外。
5. 符号在系统图中的布置，除有方向性的元件符号(如油箱、仪表等)外，根据具体情况可水平和垂直绘制。
6. 元件的名称、型号和参数(如压力、流量、功率、管径等)，一般在系统图的元件表中标明，必要时可标注在元件符号旁边。
7. 本标准中未规定的图形符号，可以根据本标准的原则和所列图例的规律性进行派生。当无法直接引用及派生时，或者有必要特别说明系统中某一重要元件的结构及动作原理时，均允许局部采用结构简图表示。
8. 符号的大小以清晰美观为原则，根据图纸幅面的大小斟酌处理，但应适当保持图形本身的比例。