

机械设计手册

下 册

第 二 版

石油化学工业出版社

机械设计手册

下 册

液压传动和气动

第 二 版

《机械设计手册》联合编写组 编

石油化学工业出版社

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中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

《机械设计手册》联合编写组 编

*

石油化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张 57 字数 1947 千字 印数 1—192,250

1978年9月北京第1版 1978年9月北京第1次印刷

书号 15063·化198 定价 6.00 元

限 国 内 发 行

再 版 前 言

在毛主席的革命路线指引下,特别是经过伟大的无产阶级文化大革命,我国工农业生产和科学技术得到了迅速发展,机械制造、设计等战线积极开展技术革新活动,新技术、新工艺、新产品和新材料不断涌现,标准化工作也有了新的提高。在这样欣欣向荣的跃进形势下,《机械设计手册》初版的内容已经不能充分适应生产建设的需要。为了及时反映广大工农兵在生产实践和技术革新中所取得的新成果,以及有关标准经过修订后的新内容,以满足机械设计的要求,我们根据广大读者的意见对《手册》进行了修订。

这次修订基本上按原版的指导思想和原则,篇章结构基本不动,重点修订过时的标准、编印的错误以及不利于设计使用的地方。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。

修订本仍分三册出版。本分册的内容修订情况如下。

液压传动篇除对初版所发现的错误进行更正外,并作了如下变动和补充。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型密封圈和防尘圈,取消了原有的J型、三角型和DKI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原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、拖拉机厂和轴承工厂设计处等单位的工人、技术人员发扬独立自主、自力更生的革命精神,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铅版,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,造成浪费和影响出版时间,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。

毛主席教导我们:“没有调查,就没有发言权。”我们这次修订除研究了读者来信所提出的宝贵意见外,又到全国有关各地的工厂、设计、科研、学校等单位通过访问和开座谈会,听取了意见。修订过程中和初稿出来后,又分别得到了有关单位的帮助与审核,在此我们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!由于我们的政治、思想和技术水平不高,调查研究不够,加之液压传动和气动还有不少标准和系列产品设计,目前尚正在编制、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

目 录

第十一篇 液 压 传 动

第一章 通用标准及液压系统图形符号	1	第三章 液压基本回路	28
一、液压系统压力和流量	1	一、压力控制回路	28
(一) 压力分级(JB 824-66)	1	(一) 调压回路	28
(二) 公称压力和公称流量系列参数(JB 824-66)	1	(二) 减压回路	29
(三) 管道试验压力(GB 1048-70)	1	(三) 卸荷回路	29
二、液压系统管路公称通径系列参数		(四) 顺序动作回路	30
(JB 825-66)	2	(五) 平衡回路	32
三、液压元件用柱塞、滑阀、活塞杆外径和油		(六) 增压回路	32
缸内径系列参数(JB 826-66)	2	(七) 缓冲回路	33
四、液压传动系统用管子外径及接头连接螺纹		二、速度控制回路	34
(JB 827-66)	3	(一) 节流控制回路	34
五、接头连接螺纹	3	(二) 差动回路	35
六、液压及气动图形符号(GB 786-76)	3	(三) 增速回路	35
(一) 总则	3	(四) 减速回路	36
(二) 基本符号	4	(五) 气压与油压并用回路	37
(三) 管路连接及接头	5	(六) 用变量泵控制的回路	37
(四) 泵、马达及缸	6	(七) 同步回路	37
(五) 控制方式	7	三、方向控制回路	41
(六) 压力控制阀	9	(一) 锁紧回路	41
(七) 流量控制阀	10	(二) 液控回路	41
(八) 方向控制阀	10	(三) 多缸的控制回路	41
(九) 辅件和其它装置	12	四、油马达回路	42
(十) 基本符号的典型组合示例	14	(一) 恒力矩驱动回路	42
第二章 液压油	17	(二) 恒功率驱动回路	42
一、对液压油的要求及使用时注意事项	17	(三) 制动回路	43
二、油的粘度	17	(四) 采用补油装置的回路	43
(一) 粘度定义及单位	17	(五) 并联结合回路	44
(二) 各种粘度单位及其换算	18	(六) 串联结合回路	44
(三) 粘度指数	18	(七) 速度控制回路	44
三、粘度与压力和温度的关系	21	五、随动回路	45
(一) 粘度与压力的关系	21	(一) 控制位置的回路	45
(二) 粘度与温度的关系	21	(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	21	(三) 跟踪回路	45
五、液压油的其它物理特性	22	(四) 油缸同步控制回路	45
六、液压油的选择及性质	23	(五) 使用电液随动阀的回路	46
(一) 液压油的选择	23	第四章 液压传动系统的设计和	
(二) 液压油的性质	23	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	三、多联齿轮泵(2 CB-※及 3 CB-※型)	85
(二) 液压传动系统的主要组成	47	四、单级叶片泵	87
(三) 液压传动的特点	47	(一) YB 型单级叶片泵	87
(四) 液压传动的缺点	47	(二) YB-※ 型单级叶片泵	88
(五) 液压传动系统的设计步骤	47	(三) YB-※ 型车辆用单级叶片泵	90
二、液压传动系统工作压力和流量的确定	48	五、双级叶片泵(Y 2 B-※型)	92
三、初步液压传动系统图	50	六、双联叶片泵	94
(一) 油压控制	51	(一) YB 型双联叶片泵	95
(二) 系统的卸荷	51	(二) YYB-※型双联叶片泵	98
(三) 分支管路的功率分配	51	七、复合叶片泵(YB※-※型)	102
(四) 速度控制	51	八、变量叶片泵(YBN-※型)	106
(五) 流向控制	53	九、径向柱塞泵(JB-86-300 型)	108
(六) 辅助元件在系统中的放置	54	十、轴向柱塞泵(包括同系列的轴	
(七) 液压冲击的防止	54	向柱塞油马达)	109
(八) 提高系统的效率,降低系统的发热	55	(一) Z※B 型轴向柱塞泵(油马达)	109
四、液压件的选择或设计	56	(二) ZB型轴向柱塞泵(油马达)	125
(一) 液动机的选择	56	(三) ※CY 14-1 型轴向柱塞泵(油马达)	127
(二) 油泵的容量计算和选择	56	(四) ZB※ 型轴向柱塞泵(油马达)	136
(三) 各种控制阀的选择	57	(五) ZB ₁ 、ZB ₂ 、ZM 型轴向柱塞泵(油马达)	143
(四) 液压油及辅助元件的选择	57	十一、齿轮油马达(CM-※型)	145
五、液压传动系统的计算	57	十二、叶片油马达(YM-※型)	147
(一) 管路系统压力损失计算	57	十三、径向柱塞油马达(JMD型)	149
1. 液流的类型	57	十四、轴向柱塞油马达(DZM 型)	152
2. 直管内压力损失	57		
3. 局部压力损失	59	第六章 油缸	154
4. 管路系统总压力损失及压力效率	65	一、油缸分类	154
5. 管路系统压力损失简化计算	65	二、油缸安装方式	155
(二) 管路系统中的容积损失和容积效率计算	65	三、油缸传动机构应用举例	156
(三) 液压冲击计算	66	四、油缸主要参数	157
1. 当迅速关闭或打开液流通道时在系统		五、油缸一般性能计算	158
内产生的液压冲击计算	66	(一) 油缸活塞的推力及拉力计算	158
2. 当急剧改变油缸速度时由于液体及运动		(二) 油缸流量计算	160
机构惯性作用而引起的液压冲击计算	67	(三) 油缸的加(减)速载荷(惯性力)计算	161
(四) 液压传动系统发热计算	67	(四) 油缸加速时间和加速距离计算	161
六、正式的液压传动系统图及装配图	70	(五) 油缸行程所需时间计算	161
		(六) 油缸功率计算	161
第五章 油泵及油马达	71	(七) 摆动油缸(油马达)性能计算	161
一、油泵、油马达的类型和选择应用	71	六、油缸缓冲装置计算	161
(一) 产品概览表	71	(一) 说明	161
(二) 一般选用常识	73	(二) 缓冲压力一般计算公式	164
(三) 计算公式	76	(三) 恒节流面积缓冲装置计算	164
二、单级齿轮泵	77	(四) 变节流面积缓冲装置计算	165
(一) CB-B 型齿轮泵	77	七、缸筒计算	166
(二) YBC 型齿轮泵	78	(一) 缸筒内径计算	166
(三) CB 型齿轮泵	79	(二) 缸筒壁厚数表与计算	167
(四) CB-※ 型齿轮泵	81	(三) 缸筒变形计算	168
(五) CBZ 型齿轮泵装置	84		

八、活塞杆计算	169	(一) 型号说明	232
(一) 按速度比决定活塞杆直径	169	(二) Y 型中压溢流阀	232
(二) 活塞杆强度计算	169	(三) Y ₁ 型中压溢流阀	235
(三) 活塞杆稳定性验算	171	(四) P 型低压溢流阀	237
1. 无偏心载荷时的纵向弯曲极限力	171	(五) K _p 型远程调压阀	238
2. 承受偏心载荷时的纵向弯曲极限力	173	(六) YE 型电磁溢流阀(直流)	239
3. 活塞杆最大容许行程	173	(七) J 型减压阀	240
(四) 空心薄壁活塞杆临界外压力计算	180	(八) J1 型单向减压阀	242
九、缸底厚度计算	180	(九) X 型顺序阀	243
十、缸筒与缸底连接计算	180	(十) XI 型单向顺序阀	245
(一) 缸体螺纹连接计算	180	(十一) XY 型液动顺序阀(遥控顺序阀)	247
(二) 缸体法兰连接螺栓计算	181	(十二) XIY 型液动单向顺序阀(遥控单向顺序阀)	249
(三) 缸体半环连接计算	181	(十三) B 型背压阀(定压式)	251
(四) 缸体焊接连接计算	182	(十四) DP 型压力继电器	251
十一、活塞与活塞杆的连接计算	182	(十五) L 型节流阀(可调节式)	253
十二、销轴及耳环连接计算	183	(十六) LI 型单向节流阀(可调节式)	255
(一) 销轴	183	(十七) Q 型调速阀	257
(二) 耳环	183	(十八) QI 型单向调速阀	258
十三、油缸结构参考图例	184	(十九) QT 型温度补偿调速阀	260
(一) 活塞油缸	184	(二十) QIT 型单向温度补偿调速阀	262
(二) 柱塞油缸	188	(二十一) LY 型溢流节流阀	262
(三) 伸缩式套筒油缸	189	(二十二) LCI 型单向行程节流阀	264
(四) 齿条传动活塞油缸	190	(二十三) QCI 型单向行程调速阀	265
(五) 摆动油缸	191	(二十四) LHI 型延时阀	266
十四、油缸各部分的结构、材料及 制造技术条件	191	(二十五) ※※D 及※※E 型电磁滑阀(电 磁换向阀)	267
(一) 缸体	191	(二十六) ※※E 型微型电磁阀(微型电磁 换向阀)	278
(二) 活塞	192	(二十七) ※※Y 型液动滑阀(液动换向 阀)	281
(三) 活塞杆	194	(二十八) ※※DY 及※※EY 型电液动滑 阀(电液换向阀)	289
(四) 活塞杆的导向、密封和防尘	196	(二十九) ※※C 型行程滑阀(机动换向阀)	299
(五) 柱塞油缸端部	196	(三十) ※※S 型手动滑阀(手动换向阀)	303
(六) 缸体端部和安装联结部分	197	(三十一) ※※O 型转阀	305
(七) 排气塞(阀)	199	(三十二) I 型单向阀	307
(八) 缓冲调节阀	200	(三十三) IY 型液控单向阀	309
(九) 单向阀	201	(三十四) K 型压力表开关	311
十五、油缸出厂检验技术条件	201	三、中、高压系列液压阀	315
十六、活塞油缸系列	203	(一) 型号说明	315
十七、车辆用油缸(产品)	210	(二) YF 型溢流阀	316
(一) DG 型车辆用油缸	211	(三) YDF 型单向溢流阀	321
(二) G _A 、G _B 型车辆用油缸	212	(四) YFD 型电控卸荷溢流阀	322
十八、摆动油缸(BM 型)	213	(五) JF 型减压阀与 JDF 型单向减压阀	324
第七章 阀	215	(六) X※F 型顺序阀与 XD※F 型单向顺 序阀	329
一、阀的类型、结构原理及应用	215	(七) PF 型压力继电器	330
(一) 阀的类型及用途	215		
(二) 阀的结构和应用	220		
二、低、中压系列液压阀	232		

(八) LF 型节流阀与 LDF 型单向节流阀	334	(八) 活塞环	467
(九) 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	337	(九) L 形橡胶密封圈(HG 4-331-66)	468
(十) CDF 型单向调速阀	339	(十) J 形橡胶密封圈(HG 4-332-66)	469
(十一) ※※D※型电磁换向阀	341	(十一) 防尘圈	470
(十二) ※※DY※型电液换向阀	346	(十二) 组合防尘圈	472
(十三) ※※S※型手动换向阀	350	四、蓄能器	472
(十四) ZFS 型多路换向阀	355	(一) 蓄能器的分类及应用	472
(十五) DF 及 DIF 型单向阀	358	(二) 蓄能器的容量计算	475
(十六) DFY 型液控单向阀	361	(三) 重锤式蓄能器设计计算	477
(十七) KF 型压力表开关	364	(四) 气液直接接触式(非隔离式)蓄能器设计计算	479
四、分流阀	365	(五) 气囊式蓄能器	482
(一) F※L 型分流阀(同步阀)	365	(六) 活塞式蓄能器(产品)	483
(二) 3 FJL 型分流集流阀	369	五、油箱	484
(三) 3 FJL _K 型可调式分流集流阀	369	(一) 油箱的容量	484
第八章 辅助件	371	(二) 油箱设计要点	484
一、管道	371	(三) 油箱中油的冷却及加热	485
(一) 管道内油流速度	371	(四) SRY 2 型、SRY 4 型油用管状电加热器	486
(二) 壁厚计算	371	六、冷却器	487
(三) 钢管公称通径、外径、壁厚、连接 螺纹及推荐流量表(JB 827-66、JB/Z 95-67)	371	管式水冷却器的计算	487
(四) 胶管	372	七、过滤装置	491
二、管件	373	(一) 滤油器的型式、选择、计算和安装	491
(一) 卡套式管接头	373	(二) 滤油介质规格和参数技术数据	494
(二) 焊接式管接头	396	1. 金属滤网	494
(三) 薄壁管扩口式管接头	410	2. 粉末金属烧结滤芯	497
(四) 钢丝编织胶管接头	426	3. 微孔滤纸	499
(五) 三瓣式胶管接头	433	(三) 滤油器(产品)	500
(六) 快速接头	434	(四) 空气过滤器	506
(七) 锥螺纹连接的端管接头	440	第九章 液压传动系统的安装、使用和维护	508
(八) 方形法兰	445	一、液压传动系统的安装和试压	508
(九) 管夹(Q/ZB 13-65)	449	(一) 配管	508
三、密封件	450	(二) 液压元件的安装	511
(一) 密封件概述	450	(三) 试压	512
(二) O 形橡胶密封圈(GB1235-76)	452	二、液压传动系统的一般使用和维护	512
(三) Y 形橡胶密封圈(HG 4-335-66)	452	三、液压传动系统常见的故障及排除方法	513
(四) U 形夹织物橡胶密封圈(HG 4-336-66)	455	四、一般技术安全事项	516
(五) V 形夹织物橡胶密封圈(HG 4-337-66)	458	附录一 国内外油品对照表	517
(六) V 形塑料密封圈	461	附录二 液压系统计算图	520
(七) Y ₁ 形密封圈	464	附录三 冶金设备用液压缸	608

第十二篇 气 动

第一章 气动设计一般资料	618	3. 叶片式气马达气腔面积及气腔容积 的计算	688
一、概述	618	4. 主要参数计算	691
二、气压网路系统的组成	619	5. 主要参数计算示例	695
三、气路的分析及计算	619	(二) 正转与反转性能相同的叶片式气马 达	699
(一) 气路的一般分析	619	1. 理论工作图及其计算	699
(二) 气路系统供气需要量的计算	620	2. 主要参数计算	701
(三) 压缩空气管道管径和压力降的计算	621	3. 主要参数计算示例	701
四、控制阀通径的选择计算	623	(三) 叶片式气马达叶片的设计计算	702
第二章 气缸	626	(四) 叶片式气马达的扭矩及转速	707
一、气缸的类型	626	三、活塞式气马达	707
二、气缸的安装形式	630	(一) 工作过程分析和理论工作图	707
三、气缸的应用	630	1. 理论工作图	707
(一) 气缸选择的要点	630	2. 理论功的计算	708
(二) 气缸传动机构的应用举例	631	3. 功率及效率	709
四、气缸的设计计算	633	(二) 主要参数计算	709
(一) 气缸的组成与结构图例	633	(三) 主要参数计算示例	711
(二) 气缸的主要零部件设计计算	640	四、叶片式气马达的技术规格	712
1. 活塞杆上的作用力和气缸直径的确 定	640	五、活塞式气马达的技术规格	718
2. 气缸筒	642	六、低转速高扭矩气马达	723
3. 气缸盖	642	第四章 气动控制阀	726
4. 缸筒与缸盖的连接	643	一、压力控制阀	731
5. 活塞	644	(一) 顺序阀及单向顺序阀	731
6. 活塞杆	645	(二) 安全阀	734
7. 缓冲装置	648	二、流量控制阀	735
8. 耗气量的计算	649	(一) 节流阀	735
9. 气缸进(排)气口大小的决定	651	(二) 单向节流阀	736
10. 气动装置的密封	651	(三) 排气节流阀	738
五、气缸的标准系列	653	(四) 延时阀	739
(一) 冶金设备用气缸(JB 1444~1448-74)	653	三、方向控制阀	741
(二) 回转式气缸	672	(一) 概述	741
(三) 薄膜式气缸	681	(二) 电磁换向阀	742
第三章 气马达	682	1. 概述	742
一、气马达的工作原理与特点	682	2. 二位二通电磁阀	742
(一) 简单工作原理	682	3. 二位三通电磁阀	744
(二) 气马达的特点	684	4. 二位四通(单电控)电磁阀	750
(三) 气马达应用场合	685	5. 二位四通(双电控)电磁阀	751
二、叶片式气马达	685	6. 多能先导电磁气阀	752
(一) 正转与反转性能不相同的叶片式气 马达	685	(三) 气动换向阀	754
1. 正转时工作过程的分析	685	1. 二位三通气控滑阀	754
2. 反转时工作过程的分析	687	2. 二位三通气控截止阀	756
		3. 二位四通(五口)单气控滑阀	760

4. 二位四通(五口)双气控滑阀	765	(七) 自动往复回路	843
5. 二位四通气控截止阀	767	(八) 同步回路	844
(四) 电磁气动换向阀	770	(九) 延时回路	844
1. 二位二通电磁气动换向阀	770	(十) 单手柄操作气缸双向运动回路(二进制计数回路)	845
2. 二位三通电磁气动换向阀	771	(十一) 气液转换回路	845
3. 二位四通电磁气动换向阀	774	二、气动控制应用举例	848
(五) 机动换向阀	786	第七章 气动膜片逻辑元件	852
1. 多能气行程开关	786	一、概述	852
2. 机动行程阀	789	二、原理和元件	852
(六) 人力换向阀	792	(一) 原理	852
1. 手动滑阀	792	(二) 气动膜片逻辑元件线路常用图形符号	852
2. 转阀	797	(三) 元件	852
3. 脚踏滑阀	802	三、线路设计	862
(七) 单向控制阀	803	(一) 换向线路	862
1. 单向阀	803	(二) 气缸顺序动作线路	863
2. 梭阀	804	(三) 气动变速线路	864
3. 快速排气阀	806	(四) 脉冲线路	864
第五章 气动附件	809	四、元件设计	865
一、气动三大件	809	(一) 元件参数	865
(一) 分水滤气器	809	(二) 有机玻璃元件的制造尺寸	867
(二) 调压阀	812	(三) 机械连接式元件	869
(三) 油雾器	813	五、附件及其他	870
(四) 584 型复合式空气过滤减压阀	815	(一) 常断开关	870
(五) QFH 系列空气过滤减压阀	816	(二) 常通行程开关	871
二、其他气动附件	816	(三) 常通按钮	871
(一) TK 型系列压力控制器	817	(四) 转换开关	872
(二) YJ 压力继电器	817	(五) 节流阀	872
(三) TE 52 型压力继电器	818	六、在设计自控和联动线路中气动膜片逻辑元件的应用举例	873
(四) 消音器	819	(一) C 336-1 六角车床加工油管接头内槽气动控制线路	873
(五) 振荡器	820	(二) 半自动钻床加工轴承保持器兜孔气动控制线路	873
(六) 喷嘴	821	(三) 矿山竖井提升井口机械化联动线路	875
(七) 压力表	822	(四) 气动测量	876
三、压缩空气管路附件	823	七、产品	878
第六章 气动基本回路及其应用	838	(一) 产品品种	878
一、气动基本回路	838	(二) 元件外形尺寸和配管尺寸	879
(一) 单作用气缸控制回路	838	(三) 元件的安装	881
(二) 双作用气缸控制回路	838	八、附录——有机玻璃元件的制造	882
(三) 速度控制回路	839		
(四) 压力控制回路	840		
(五) 安全保护回路	841		
(六) 多位气缸控制回路	843		

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 (JB 824-66)

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) 公称压力和公称流量系列参数 (JB 824-66)

表 11-2

公称压力 p_g (公斤/厘米 ²)				公称流量 Q_g (升/分)				
	10	100	1000		1	10	100	1000
		125	1250				125	1250
	16	160	1600		1.6	16	160	1600
		200	2000				200	2000
2.5	25	250		0.25	2.5	25	250	2500
		320				32	320	3200
4	40	400		0.4	4	40	400	4000
		500				50	500	5000
6	63	630		0.6	6	63	630	
	80	800				80	800	

注：公称压力表示液压系统及元件在额定工作条件下的名义压力。公称流量表示液压系统及元件在额定工作条件下的名义流量。公称压力用 p_g 表示，如公称压力 50 公斤/厘米²，表示为 $p_g 50$ 。公称流量用 Q_g 表示，如公称流量 50 升/分，表示为 $Q_g 50$ 。

(三) 管道试验压力 (GB 1048-70)

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, p₁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用的管子和管道附件, 故在液压传动中仅作参考。

二、液压系统管路公称通径系列参数(JB 825-66)

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: 管路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、液压元件用柱塞、滑阀、活塞杆外径和油缸内径系列参数(JB 826-66)

表 11-5 柱塞、滑阀和活塞杆外径系列参数表 (毫米)

4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
22	25	28	(30)	32	35	40	45	50	55
(60)	63	(65)	70	(75)	80	(85)	90	(95)	100
(105)	110	(120)	125	(130)	140	(150)	160	180	200
220	250	(260)	280	320	360	(380)	400	(420)	450
500	(520)	560	(580)	630	650	710	(730)	820	900
(920)	1000	1140	1200	1280	1420	1500	1600	1800	2000

表 11-6 油缸内径系列参数表 (毫米)

20	25	32	40	50	55	63	(65)	70	(75)
80	(85)	90	(95)	100	(105)	110	125	(130)	140
(150)	160	180	200	(220)	250	(280)	320	(360)	400
(450)	500	(560)	630	(710)	820	(900)	1000		

注: 括号内的尺寸尽可能不用。

四、液压传动系统用管子外径及接头连接螺纹(JB 827-66)

表 11-7

公称通径 (毫米)	相当的英制管径 (英寸)	管子外径 (毫米)	接头连接螺纹	公称通径 (毫米)	相当的英制管径 (英寸)	管子外径 (毫米)	接头连接螺纹
2.5		4		25	1	34	M 33 × 2
3		6		32	1 ¹ / ₄	42	M 42 × 2
4		8		40	1 ¹ / ₂	50	M 48 × 2
5; 6	1/8	10	M 10 × 1	50	2	63	M 60 × 2
8	1/4	14	M 14 × 1.5	65	2 ¹ / ₂	75	
10; 12	3/8	18	M 18 × 1.5	80	3	90	
15	1/2	22	M 22 × 1.5	100	4	120	
20	3/4	28	M 27 × 2				

五、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”型密封圈。

以上四种连接螺纹标准,详见上册有关螺纹部分。

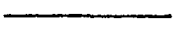
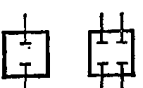
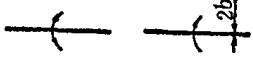
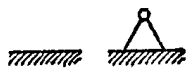
六、液压及气动图形符号(GB786-76)

(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。

(二) 基本符号

表 11-8

名 称		符 号		名 称		符 号		
管 路	工作管路		注： b 按机械制图 一般规定(GB 126-74) 中表 3 规定	阀 的 基 本 符 号	二位阀			
	控制管路				三位阀			
	泄漏管路				多位阀			
					阀的过渡位置	 注：虚线表示中 间过渡位置， 示例为二位 阀		
管路连接点		 注 $d=(3\sim 5)b$		阀 内 流 体 流 动 方 向 及 通 道	阀内流体流动方向			
流动方向					阀内封闭通道			
传压方向		 注：实心表示液体，空心表示气 体			阀内常闭通道			
可调性符号		 注：箭头只允许 向右上方倾 斜绘制			阀内常通通道			
轴转动方向				油箱、补油器等符号				
圆形符号		 用于绘制泵、马 达、压力源仪表 等元件符号		过滤、冷却等元件基本 符号				
弹簧				组合件范围线		 注：按机械制 图一般规 定 (GB 126-74) 中表 3 规 定		
阀 的 基 本 符 号	阀轮廓符号			固定符号				

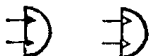
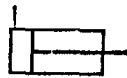
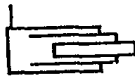
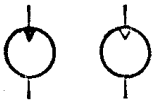
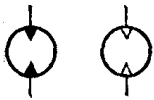
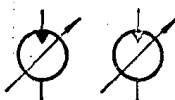
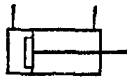
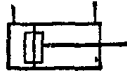
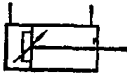
(三) 管路连接及接头

表 11-9

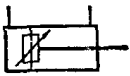
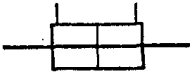
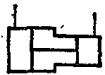
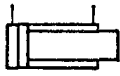
名 称		符 号	名 称		符 号
连接管路			开关		
交叉管路		 注：两种绘制方法中可任选一种	快 速 接 头	一般快速接头	 (卸开状态)
软管连接				带单向元件的快速接头	 (卸开状态)
放气装置		 注：必须向上绘制		一般快速接头组	
堵头				带一个单向元件的快速接头组	
压力测量接点				带二个单向元件的快速接头组	
排气口					
引出排气口					
通 油 箱 管 路	油管端部在油面之上		迴 转 接 头	有一条通路的迴转接头	
	油管端部在油面之下			有三条通路的迴转接头	
	油管接油箱底部		伸缩接头		

(四) 泵、马达及缸

表 11-10

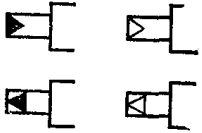
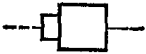
名 称		符 号	名 称		符 号
定 量 液 压 泵	单向定量泵		泵—马 达	变量泵—马达	
	双向定量泵			摆动马达	
变 量 液 压 泵	单向变量泵		单 作 用 缸	柱塞式缸	
	双向变量泵			活塞式缸	
空气压缩机				伸缩式套筒缸	
真空泵				弹簧复位缸	
定 量 马 达	单向定量马达			薄膜式缸	
	双向定量马达		双 作 用 缸	单活塞杆缸	
变 量 马 达	单向变量马达			不可调单向缓冲式缸	
	双向变量马达			不可调双向缓冲式缸	
泵—马 达	定量泵—马达			可调单向缓冲式缸	

续表

名 称		符 号	名 称		符 号
双 作 用 缸	可调双向缓冲式缸		双 作 用 缸	伸缩式套筒缸	
	双活塞杆缸		增 压 缸	相同介质增压缸	
	差动式缸			不同介质增压缸	

(五) 控制方式①

表 11-11

名 称		符 号	名 称		符 号
人 工 控 制	手柄式		机 械 控 制	可通过滚轮式	
	转动式			离心式	
	按钮式		液 (气) 压 控 制	直控式	
	脚踏式			先导式	 注: 上图为加强控制; 下图为卸压控制
机 械 控 制	弹簧式			差动式	
	顶杆式		制	压力一位移比例式	
	滚轮式				