

机械零件设计手册

(续 编)

——液压传动和气压传动——

东北工学院《机械零件设计手册》编写组 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

《机械零件设计手册》(续编)是冶金工业出版社出版的《机械零件设计手册》的补充,并与之配合使用。本《手册》包括两篇,即:液压传动和气压传动。

液压传动主要内容是:普通标准及液压油,液压基本回路及常用回路,液压传动系统的设计与计算,各种液压泵及马达,液压缸,液压控制阀,管件,密封,辅助装置及液压站。

气压传动的主要内容是:气缸,气马达,气动控制阀,气动逻辑元件及节流元件,气动辅助元件,气动基本回路与常用回路,气动行程程序控制回路设计,气动系统设计。

本《手册》可供工矿企业、设计研究部门从事机械设计的技术人员、工人使用,也可供高等学校机械系及其他专业师生参考。

机械零件设计手册

(续 编)

——液压传动和气压传动——

东北工学院《机械零件设计手册》编写组 编

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

天津市印刷一厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 46 3/4 字数1,488千字

1979年12月第一版 1979年12月第一次印刷

印数00,001~160,000册

统一书号:15062·3494 定价4.80元

前 言

《机械零件设计手册》自一九七四年出版以来，得到广大读者的关怀与支持，提出了许多宝贵的建议，希望《手册》增加在现代机械设计中经常遇到的液压技术和气动技术的内容。我们根据读者的要求和社会主义现代化建设的需要，经过两年多的时间，进行了大量的走访、调研和收集资料，编写了《机械零件设计手册》（续编）。

《机械零件设计手册》（续编）的内容包括液压传动和气压传动两篇共十八章。编者的意图想为从事机械设计的人员提供必要的资料和方法，进行液压传动系统和气压传动系统设计、液压及气压元件（包括阀、泵、缸、马达、伺服元件、比例元件、逻辑元件以及各种附件）的选择及液压缸和气缸的设计。本书采用了国际单位制（SI）、新近颁布的液压及气动系统图形符号，介绍了一机部联合设计组设计的、经试制鉴定的各种液压、气压元件和我国现用的可靠产品。《手册》所载的标准是我国现行的新标准。另外，考虑到现在气动技术方面的书籍较少，本书对气体的一般知识，气动原理以及气压元件的结构都作了必要的论述。

《手册》在编写中力求简明扼要，内容新颖，资料可靠，使用方便。根据《中华人民共和国计量管理条例（试行）》的规定：“我国的基本计量制度是米制，逐步采用国际单位制”。我们考虑到我国的计量单位将以国际单位制为基础。因此，《手册》中对现行的标准、规范除保留原单位外，又加进了国际单位。计算公式均用国际单位。为了推广国际单位制，《手册》附录中编入了国际单位制的使用方法和常用的国际单位与其它单位的关系表，并在多数章中配有适当的例题。

在编写过程中得到北京有色冶金设计研究总院，北京钢铁设计研究总院，广州机床研究所，一机部机床研究所，一机部自动化研究所，西安重型机械研究所，济南铸锻研究所和一些大专院校、有关生产工厂的大力帮助，并提供了大量资料，在此表示衷心感谢！

《手册》由蔡春源担任主编，编写组的成员有：

机械零件教研室：鄂中凯、白景忠、马先贵、姚玉泉、何德芳、刘茵、李桂华、李国权；机械制图教研室：方昆凡；液压传动及控制教研室：李绍荣、郑洪生；冶金机械设备教研室：周培德。

热诚地欢迎广大读者对本书提出批评及建议。

东北工学院《机械零件设计手册》编写组

一九七九年三月

目 录

第六篇 液 压 传 动

第二十七章 通用标准及液压油

一、液压及气动图形符号

(GB 786—76) 1

(一) 总则 1

(二) 基本符号 1

(三) 管路连接及接头 2

(四) 泵、马达及缸 3

(五) 控制方式 4

(六) 压力控制阀 5

(七) 流量控制阀 6

(八) 方向控制阀 6

(九) 辅件和其他装置 7

(十) 基本符号的典型组合示例 9

(十一) 液压及气动系统图示例 12

二、基础标准 12

(一) 液压、气动系统及元件公称压力系列 12

(二) 液压泵及马达公称排量系列 12

三、液压油 13

(一) 液压油的分类 13

(二) 液压油的粘度和粘温特性 13

(三) 液压油的选择 14

(四) 液压油的性质及用途 14

第二十八章 液压基本回路及常用回路

一、液压基本回路 18

二、液压常用回路 29

第二十九章 液压传动系统的设计与计算

一、明确工作要求, 进行工况分析 36

二、初步拟定液压系统图 36

三、液压件的选择和计算 36

(一) 计算液压执行器的外负载 38

(二) 确定液压系统的工作压力 38

(三) 计算液压缸的有效面积或液压马达的排量 38

(四) 计算液压执行器所需流量 40

1. 缸的流量 40

2. 马达的流量 40

(五) 确定液压泵的规格 40

1. 液压泵的工作压力 p_P 40

2. 液压泵的流量 Q_P 40

3. 液压泵的规格 41

(六) 确定泵的驱动功率 N 41

(七) 选择控制阀 41

1. 阀的规格 41

2. 阀的型式 41

(八) 非标准液压件的设计 41

(九) 管件及其它辅助装置的选择 41

四、液压系统的验算 41

(一) 管路系统压力损失的计算 41

1. 液流的类型 41

2. 沿程压力损失 41

3. 局部压力损失 42

4. 管路系统总压力损失及压力效率 46

(二) 发热温升的验算 47

1. 系统发热的计算 47

2. 系统散热的计算 47

3. 热平衡条件 48

(三) 液压冲击的验算 48

(四) 管路系统容积损失和容积效率的计算 49

五、绘制正式工作图和编制技术文件 50

(一) 绘制正式工作图 50

(二) 编制技术文件 50

六、液压系统设计计算举例——1.5t

电炉液压系统设计计算 50

(一) 工作要求及参数 50

1. 工作要求 50

2. 设计参数 50

(二) 初步拟定液压系统图 50

(三) 液压件的选择和计算 51

1. 计算液压缸的外负载 51

2. 确定液压系统的工作压力 51

3. 计算油缸的有效面积 52

4. 油缸所需流量	52
5. 确定油泵的规格	52
6. 确定泵的驱动功率 N	52
7. 控制阀的选择	52
8. 管件的选择	53
9. 油箱的选择和设计	53
10. 选择液压油	53
(四) 液压系统的验算	53
1. 液压管路系统压力损失的计算	53
2. 发热温升的计算	55
3. 液压冲击的计算	55
第三十章 液压泵及液压马达	
一、分类及技术性能	57
(一) 液压泵的分类	57
(二) 液压马达的分类	57
(三) 液压泵的技术性能	57
(四) 液压马达的技术性能	58
二、常用计算公式	58
三、液压泵与液压马达结构、工作原理及特点	60
(一) 齿轮泵与齿轮马达	60
1. 外啮合齿轮泵	60
2. 摆线齿轮泵	61
3. 外啮合齿轮马达	61
(二) 叶片泵与叶片马达	62
1. 单作用叶片泵	62
2. 限压式变量泵	62
3. 双作用叶片泵	63
4. 双联叶片泵	64
5. 叶片马达	64
(三) 柱塞泵与柱塞马达	65
1. 轴向柱塞泵和马达	66
2. 径向柱塞泵和马达	69
(四) 螺杆泵	71
四、液压泵及液压马达产品	71
(一) 齿轮泵与齿轮马达	71
1. 齿轮泵、齿轮马达概览表	71
2. CB-B型齿轮泵	72
3. CBZ型齿轮泵	73
4. YBC型齿轮泵	74
5. CB型齿轮泵	75
6. CBG型和CBL型齿轮泵	76

7. BB型摆线齿轮泵	79
8. CB(CM)型齿轮泵(马达)	80
(二) 叶片泵与叶片马达	84
1. 叶片泵和叶片马达概览表	84
2. YB型单级叶片泵	84
3. YB-※※B型及YB ₁ -E※F型单级叶片泵	86
4. YB-※※C车辆用叶片泵	89
5. Y2B型双级叶片泵	90
6. YB型双联叶片泵	92
7. YYB型双联叶片泵	94
8. YBN型变量叶片泵	99
9. YM型叶片马达	100
(三) 柱塞泵与柱塞马达	102
1. 柱塞泵与柱塞马达概览表	102
2. CY14-1B(CM14-1B)、GY14-1B(GM14-1B)型轴向柱塞泵(马达)	102
3. ZB(ZM)型轴向柱塞泵(马达)	112
4. ZB(ZM)型斜轴式轴向柱塞泵(马达)	117
5. TH-52型通轴式轴向柱塞泵	120
6. Z※B型轴向柱塞泵	121
7. ZM1型轴向柱塞马达	122
8. ※ZM型轴向柱塞马达	123
9. ZM型轴向柱塞马达	124
10. JB型径向柱塞泵	125
11. JYB610型径向柱塞泵	126
12. NJM型内曲线径向马达	127
13. JMD型连杆式径向柱塞马达	129
14. YMA型球塞式低速大扭矩径向马达	131
(四) 螺杆泵	132
1. LB-B型三螺杆泵	132
2. 3UY型螺杆泵	133
3. 3GY型螺杆泵	134

第三十一章 液 压 缸

一、液压缸的基本参数	135
二、液压缸的类型及安装方式	136
(一) 液压缸的类型	136
(二) 液压缸的安装方式	137
三、液压缸的设计计算	138
(一) 液压缸设计计算步骤	138

(二) 液压缸的作用能力、作用时间及储油量的计算	138
(三) 液压缸壁厚计算	139
(四) 活塞杆的计算	139
(五) 液压缸零件的连接计算	140
四、液压缸各部分的结构、材料及技术要求	142
(一) 缸体与缸盖	142
(二) 活塞	143
(三) 活塞杆	144
(四) 液压缸的缓冲装置及阀(塞)	147
(五) 液压缸安装连接的型式及尺寸(摘自JB 1068—67)	148
(六) 柱塞式液压缸结构图例、端部型式及尺寸	150
(七) 液压缸型式试验(JB 2149—77)	151
五、液压缸标准系列	153
(一) 冶金设备用液压缸(按JB 826—66)	153
1. 基本参数及种类	153
2. 尺寸规格	154
3. 液压缸安装要求	157
(二) 工程机械液压缸系列	157
1. 种类及型号	157
2. 技术规格	158
六、液压缸的装配图及零件图	160
(一) 装配图	160
(二) 零件图	167

第三十二章 液 压 控 制 阀

一、液压控制阀的结构、工作原理与

应用	195
(一) 压力控制阀	195
(二) 流量控制阀	197
(三) 方向控制阀	199
(四) 比例阀	202

二、液压控制阀产品汇总表

三、中、低压阀

(一) 型号说明	208
(二) 压力阀	208
1. 中压溢流阀(Y型)	208
2. 中压溢流阀(Y ₁ 型)	211
3. 低压溢流阀	212
4. 减压阀	213

5. 单向减压阀	214
6. 远程调压阀	215
7. 中、低压顺序阀	216
8. 中、低压单向顺序阀	217
9. 中、低压液动顺序阀	219
10. 中、低压液动单向顺序阀	221
11. 电磁溢流阀	223
12. 背压阀(定压式)	224
13. 压力继电器	224
(三) 流量控制阀	225
1. 节流阀	225
2. 单向节流阀	227
3. 调速阀	229
4. 单向调速阀	231
5. 温度补偿调速阀	231
6. 温度补偿单向调速阀	232
7. 溢流节流阀	232
8. 单向行程节流阀	234
9. 单向行程调速阀	235
10. 延时阀	236
(四) 方向阀	237
1. 电磁滑阀	237
2. 微型电磁阀	252
3. 液动滑阀	255
4. 电液动滑阀	261
5. 行程滑阀	268
6. 手动滑阀	271
7. 转阀	273
8. 单向阀	275
9. 液控单向阀	276
10. 压力表开关	277

四、中、高压阀(榆次液压件厂系列)

(一) 型号说明	279
(二) 压力控制阀	280
1. 溢流阀	280
2. 减压阀与单向减压阀	284
3. 顺序阀与单向顺序阀	289
4. 压力继电器	292
(三) 流量控制阀	293
1. 节流阀与单向节流阀	293
2. 流量控制阀(调速阀)	297
3. 单向调速阀(单向行程阀)	298
4. 分流阀	300
(四) 方向控制阀	302

1. 单向阀	302
2. 液控单向阀	305
3. 电磁换向阀	308
4. 电液换向阀	313
5. 手动换向阀	317
6. 多路换向阀	322
7. 压力表开关	324
(五) 方形法兰	325
五、球阀(截止阀)	326
1. 球阀	326
2. 对夹式球阀	327
六、31.5MPa(315kgf/cm ²)高压液压	
阀(一机部联合设计系列)	328
(一) 高压液压阀系列型号说明	328
(二) 技术规格	329
1. 远程调压阀	329
2. 溢流阀	329
3. 减压阀	329
4. 顺序阀、卸荷阀	330
5. 压力继电器	330
6. 电磁换向阀	330
7. 电液动换向阀、液动换向阀	330
8. 手动换向阀	331
9. 单向阀	331
10. 节流阀、单向节流阀	331
11. 行程节流阀、单向行程节流阀	331
12. 调速阀、单向调速阀	332
(三) 高压板式液压阀连接尺寸	
(JB 2185—77)	332
七、比例阀	336
(一) 广州机床研究所BKP系列比例阀	336
(二) B※F型比例阀	337
八、液压伺服元件	341
(一) 电液伺服阀	341
1. QDY型电液伺服阀	341
2. DY型电液伺服阀	343
(二) DYM1型电液脉冲马达	346

第三十三章 管 件

一、管道	350
(一) 管子内径的计算	350
(二) 金属管管子壁厚 δ 的计算	351
(三) 胶管的选择及设计中应注意事项	351

二、管接头	352
(一) 管接头的类型	352
(二) 焊接式管接头	353
1. 焊接式管接头的规格	353
2. 接头体、螺母、螺塞、垫圈等技术	
要求(摘自JB 1003—77)	362
(三) 卡套式管接头	363
1. 卡套式管接头规格	363
2. 卡套式管接头技术条件	
(摘自JB 1989—77)	378
(四) 扩口式管接头	380
1. 扩口式管接头的规格	380
2. 扩口式管接头技术条件	
(摘自JB 1941—77)	390
3. 管子扩口型式、尺寸及许用压力	391
(五) 钢丝编织胶管接头	391
1. 钢丝编织胶管接头的规格	391
2. 钢丝编织胶管接头技术要求	
(摘自JB 1901—77)	404
(六) 三瓣式胶管接头	405
(七) 胶管接头	409
(八) 快速接头	412
(九) 其它接头	417
(十) 螺塞	425

第三十四章 密 封

一、密封件的类型	426
二、橡胶制品技术条件	
(按HG 4—329—66)	427
三、O形橡胶密封圈	
(摘自GB 1235—76)	428
(一) 规格尺寸	428
(二) 技术要求	430
(三) O形密封圈用沟槽型式与尺寸	432
(四) O形橡胶密封圈用挡圈型式与尺寸	434
四、U形夹织物橡胶密封圈	
(按HG 4—336—66)	438
(一) 规格尺寸	438
(二) 使用举例	439
五、Y形橡胶密封圈	
(按HG 4—335—66)	441
(一) 规格尺寸	441
(二) 使用说明	443

六、孔用 Y_x 形密封圈	
(摘自 Q/ZB248—77)	447
(一) 规格尺寸	447
(二) 技术要求	448
(三) 孔用 Y_x 形密封圈的沟槽型式与尺寸	449
(四) 孔用 Y_x 形密封圈用挡圈型式与尺寸系列	451
七、轴用 Y_x 形密封圈	
(摘自 Q/ZB249—77)	453
(一) 规格尺寸	453
(二) 轴用 Y_x 形密封圈的沟槽型式与尺寸	454
(三) 轴用 Y_x 形密封圈用挡圈型式与尺寸系列	455
八、V 形夹织物橡胶密封圈	
(按 HG4—337—66)	457
(一) 规格尺寸	457
(二) 安装和使用示例	459
九、活塞环	460
(一) 规格尺寸	460
(二) 活塞环的数量	462
(三) 活塞环的材料和技术条件	462
十、L 形橡胶密封圈	
(按 HG4—331—66)	462
(一) 规格尺寸	462
(二) 设计资料	464
十一、J 形橡胶密封圈	
(按 HG4—332—66)	465
(一) 规格尺寸	465
(二) 设计资料	466

十二、无骨架防尘圈	
(按 Q/ZB336—77)	467
(一) 规格尺寸	467
(二) 无骨架防尘圈用沟槽型式及尺寸	468

第三十五章 其它辅助装置及液压站

一、滤油器	469
(一) 滤油器的作用和过滤精度	469
(二) 滤油器的类型和特性	469
(三) 滤油器在系统中的安装位置	469
(四) 滤油器的选择	470
(五) 滤油器的产品规格	471
二、蓄能器	476
(一) 蓄能器的应用	476
(二) 蓄能器的种类及特点	478
(三) 气体加载式蓄能器的计算	479
(四) 蓄能器的产品规格	479
三、油箱及油的加热和冷却	481
(一) 油箱	481
1. 油箱的设计要点	481
2. 油箱的容量	481
(二) 油的加热及加热器	482
1. 蒸汽加热蛇形管的计算	482
2. 电加热器的计算	482
(三) 油的冷却及冷却器	482
1. 冷却器的种类及特点	482
2. 冷却器的选择及应用	483
四、压力表及温度计	485
五、液压站	489
(一) YZ 系列液压泵站	489
(二) YGF 等型液压柜、液压站	494

第七篇 气 压 传 动

第三十六章 概 论

一、气压传动应用特点与系统组成	498
二、空气的性质、状态变化及其有关计算	499
(一) 空气的组成与湿度	499
(二) 空气的基本物理性质	500
1. 密度 ρ 与重度 γ	500
2. 粘度	500

3. 比热容 C 与导热率 λ	501
4. 音速 a 、马赫数 M 对气流压缩性的影响	501
(三) 空气的状态变化	502
1. 理想气体状态方程及其修正	502
2. 理想气体状态变化的基本过程	502
三、气体动力学的有关计算	504
四、气动系统供气量与管道直径计算	504
(一) 气动系统供气量计算	504

(二) 压缩空气管道和压力降计算	504
1. 管道内径计算	504
2. 压降验算	505
第三十七章 气 缸	
一、气缸的基本参数	507
二、气缸的类型及安装方式	507
(一) 气缸的类型	507
(二) 气缸的安装形式	511
三、气缸的设计与计算	511
(一) 气缸设计步骤	511
(二) 气缸的有关计算	511
1. 活塞杆上作用力和气缸直径的计算	511
2. 缸筒壁厚的计算	511
3. 活塞杆的计算	514
4. 缓冲计算	515
5. 耗气量的计算	516
6. 冲击气缸	516
(三) 气缸主要零部件的结构、材料及技术要求	520
1. 气缸筒	520
2. 气缸盖	520
3. 缸筒与缸盖的连结	520
4. 活塞	520
5. 活塞杆	525
四、气缸的选择及应用	525
(一) 气缸选择要点	525
1. 安装形式的选择	525
2. 作用力的大小	525
3. 活塞行程长度	525
4. 活塞的运动速度	525
(二) 气缸使用注意事项	525
(三) 气缸应用举例	525
五、气缸的典型产品	527
(一) 一机部联合设计标准化气缸	527
1. QGA 系列无缓冲普通气缸	528
2. QGB 系列有缓冲标准杆气缸	529
3. QGH 系列双活塞回转气缸	530
(二) 冶金设备用气缸	
(JB 1444~1448-74)	531
1. 说明	531
2. 冶金设备用气缸型式、尺寸和质量	531
(三) 薄膜式气缸	541

六、气缸零件	541
1. 气缸QGA及QGB系列总装配图例	541
2. 活塞杆	543
3. 压盖	545
4. 导套	546
5. 前盖	547
6. 缸筒	551
7. 缓冲活塞	552
8. 套	553
9. 活塞	553
10. 后盖	555
11. 单向阀节流阀组	560

第三十八章 气 马 达

一、概述	562
(一) 气马达的分类	562
(二) 气马达的工作原理	562
(三) 气马达的特点	563
(四) 气马达的选择、应用及润滑	564
二、叶片式气马达产品	564
1. 0.9马力	564
2. 6, 8, 9马力	565
3. 12, 14, 20马力	566
三、活塞式气马达产品	567
1. 1马力	567
2. 2.8马力	568
3. 4.5马力	569
4. 5马力	569
5. 10.5马力	570
6. 8.5, 15, 25马力	571

第三十九章 气 动 控 制 阀

一、气动控制阀的分类及型号说明	572
(一) 气动控制阀的分类、特点和应用	572
(二) 气动控制阀型号说明	575
二、压力控制阀	576
(一) 压力控制阀的品种和规格	576
(二) 减压阀	576
1. QFJ 型减压阀	576
2. QFH 型过滤减压阀(调压阀)	577
(三) 单向压力顺序阀	578
(四) 安全阀(溢流阀)	579
三、方向控制阀	584

(一) 方向控制阀的品种和规格	584
(二) 气控阀	585
1. 二位三通气控阀	585
2. 二位五通气控阀	586
3. 三位五通气控滑阀	593
(三) 电控阀	593
1. 直动式电控换向阀	593
2. 先导式电控换向阀	599
(四) 防爆电磁阀	608
1. 防爆二位二通先导截止式电磁阀	608
2. 防爆二位三通先导式电磁阀	609
3. 防爆二位五通先导式电磁滑阀	610
(五) 人控换向阀	610
1. 手动阀	610
2. 脚踏阀	615
(六) 机控换向阀	615
1. 直动式二位三通机控阀	615
2. 杠杆滚轮式二位三通机控阀	618
3. 可通过式二位三通机控阀	618
(七) 时间控制换向阀	619
1. 延时阀	619
2. 脉冲阀	620
(八) 单向型控制阀	621
1. 单向阀	621
2. 梭阀(又称“或”门)	622
3. 双压阀(又称“与”门)	623
4. 快速排气阀	623
四、流量控制阀	625
(一) 流量控制阀的品种和规格	625
(二) 节流阀	625
(三) 单向节流阀	626
(四) 消声节流阀	629

第四十章 气动逻辑元件及射流元件

一、气动逻辑元件	630
(一) 概述	630
1. 特点	630
2. 分类	630
(二) 高压截止式逻辑元件(QLJ型)	630
1. 工作原理及特点	630
2. QLJ型逻辑元件技术规格	630
3. QLJ型逻辑元件工作原理及外形尺寸	630
(三) 高压膜片式逻辑元件	641

1. 工作原理及特点	641
2. 元件	641
3. 产品	647
二、射流元件	650
(一) 概述	650
1. 特点	650
2. 分类	650
(二) 数字式射流元件	650
1. 附壁式元件	650
2. 动量交换式元件	652
3. 其它型数字元件	653
(三) 模拟式射流元件	654
(四) 产品	654

第四十一章 气动辅助元件

一、气动辅助元件的型号说明及品种	
规格	656
二、分水滤气器	657
三、油雾器	658
四、消声器	659
五、高压气电转换器	660
(一) QD-G系列高压气电转换器	660
(二) TK-10型压力继电器	661
(三) YJ型压力继电器	662
(四) TE52型压力继电器	662
六、管接头	664
(一) 管接头的类型	664
(二) 有色金属管接头	665
1. 卡套式直通终端管接头和卡套式直通管接头	665
2. 卡套式直通变径管接头	667
3. 卡套式穿板直通管接头	669
4. 卡套式直角终端管接头、卡套式直角管接头及卡套式杆状直角管接头	670
5. 卡套式铰接直角终端管接头	672
6. 卡套式三通终端管接头、卡套式三通管接头及卡套式杆状三通管接头	674
7. 卡套式铰接三通终端管接头	676
8. 对接式管接头	677
9. 有色金属管接头技术条件	677
(三) 棉线编织胶管接头	678
1. 直接插入、直通胶管管接头	678

2. 直角终端管接头、弯角终端管接头.....	682
3. 棉线编织胶管接头技术条件.....	683
(四) 插入式管接头.....	683
(五) 快速管接头.....	688

第四十二章 气动基本回路与常用回路

一、基本回路.....	694
(一) 压力与力控制回路.....	694
(二) 换向回路.....	695
(三) 速度控制回路.....	697
(四) 位置控制回路.....	699
(五) 气动基本逻辑回路.....	701
二、常用回路.....	703
(一) 安全保护回路.....	703
(二) 往复动作回路.....	704
(三) 程序动作控制回路.....	705
(四) 同步动作控制回路.....	706

第四十三章 气动行程程序控制回路设计

一、使用符号说明	707
二、写出工作行程程序	708
三、绘制 X/D 线图	708
(一) 画方格图.....	708
(二) 画动作状态线.....	709
(三) 画信号状态线.....	709
(四) 分析并排除障碍, 确定执行信号.....	710
四、回路简化方法及操作要求的回路措施	713
(一) 回路简化方法.....	713
(二) 操作要求的回路措施.....	715
1. 回路复位及启动.....	715
2. 自动及手动操作.....	715

五、绘制气控逻辑原理图与气动回路

原理图	715
(一) 气控逻辑原理图.....	715
1. 气控逻辑原理图的作用.....	715
2. 气控逻辑原理图的基本组成及相应的表示符号.....	715
3. 气控逻辑原理图的画法.....	715
(二) 气动回路原理图.....	716
1. 基本组成.....	716
2. 回路连接.....	716
3. 气动回路原理图的画法.....	717

第四十四章 气动系统设计

一、气动系统设计的基本内容及一般

步骤	719
(一) 明确设计依据.....	719
(二) 设计气动回路.....	719
(三) 选择设计执行元件.....	719
(四) 选择控制元件.....	720
(五) 气动辅件选用.....	720
(六) 管道直径的确定、系统压降验算.....	721
(七) 空压机选择.....	721

二、气动系统设计的几个注意事项

(一) 气源应适当净化.....	721
(二) 气动元件辅件选用应注意匹配合适、质量合要求.....	722
(三) 用气点管路布置的合理性.....	722
(四) 要注意系统工作的安全性与环境保护.....	722

三、设计某鼓风机钟罩式加料装置气

动系统	723
-----------	-----

附录 国际单位制简介

第六篇 液 压 传 动

第二十七章 通用标准及液压油

一、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) 本标准仅规定液压及气动的各种元件的基本符号, 以及部分常用的其他有关装置的符号。

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及元件的安装位置。

4) 元件的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。

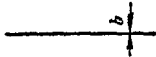
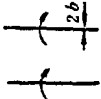
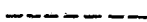
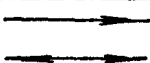
7) 本标准中未规定的图形符号, 可以根据本标准的原则和所列图例的规律性进行派生, 当无法直接引用及派生时, 或者有必要特别说明系统中某一重要元件的结构及动作原理时, 均允许局部采用结构简图表示。

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, 但应当保持图形本身的比例。

(二) 基本符号

基本符号见表27-1。

表 27-1 基 本 符 号

名 称	符 号	名 称	符 号
管	工作管路 注: b 按机械制图一般规定(GB126—74)中表3规定 	轴转动方向	
路	控制管路 	圆形符号 注: 用于绘制泵、马达、压力源、仪表等元件符号	
泄漏管路		弹 簧	
管路连接点 注: $d = (3 \sim 5) b$		阀轮廓符号	
流动方向		二位阀	
传压方向 注: 实心表示液体 空心表示气体		三位阀	
可调性符号 注: 箭头只允许向右上 方倾斜绘制			

续表 27-1

名 称		符 号	名 称		符 号
阀的基本符号	多位阀		油箱、补油器等符号		
	阀的过渡位置 注：虚线表示中间过渡位置，示例为二位阀		过滤、冷却等元件基本符号		
阀内流体流动方向及通道	阀内流体流动方向		组件范围线 注：按机械制图一般规定 (GB 126—74) 中表 3 规定		
	阀内封闭通道		固定符号		
	阀内常闭通道				
	阀内常通通道				

(三) 管路连接及接头

管路连接及接头符号见表27-2。

表 27-2 管路连接及接头

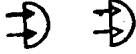
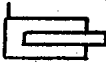
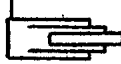
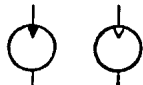
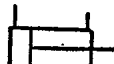
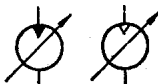
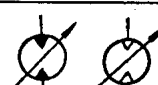
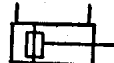
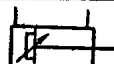
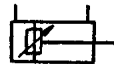
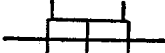
名 称		符 号	名 称		符 号
连接管路			通油箱管路	油管端部在油面之下	
交叉管路 注：两种绘制方法中可任选一种				油管接油箱底部	
软管连接			开 关		
放气装置 注：必须向上绘制			快 速 接 头	一般快速接头 注：卸开状态	
堵 头				带单向元件的快速接头 注：卸开状态	
压力接点				一般快速接头组	
排气口				带一个单向元件的快速接头组	
引出排气口				带二个单向元件的快速接头组	
通油箱 管 路	油管端部在油面之上				

名 称		符 号	名 称		符 号
回转接头	有一条通路的回转接头		伸缩接头		
	有三条通路的回转接头				

(四) 泵、马达及缸

泵、马达及缸符号见表27-3。

表 27-3 泵、马达及缸

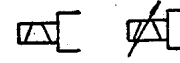
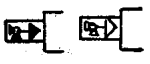
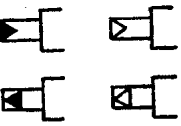
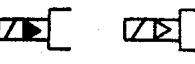
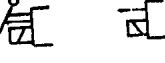
名 称		符 号	名 称		符 号
定量液压泵	单向定量泵		泵 马 达	变量泵-马达	
	双向定量泵		摆动马达		
变量液压泵	单向变量泵		单 作 用 缸	柱塞式缸	
	双向变量泵			活塞式缸	
空气压缩机				伸缩式套筒缸	
真空泵				弹簧复位缸	
定量马达	单向定量马达			薄膜式缸	
	双向定量马达		双 作 用 缸	单活塞杆缸	
变量马达	单向变量马达			不可调单向缓冲式缸	
	双向变量马达			不可调双向缓冲式缸	
泵 马 达	定量泵-马达			可调单向缓冲式缸	
				可调双向缓冲式缸	
				双活塞杆缸	

名 称	符 号	名 称	符 号
双作用缸	差动式缸 	增压缸	相同介质增压缸 
	伸缩式套筒缸 	缸	不同介质增压缸 

(五) 控制方式

控制方式符号见表27-4。

表 27-4 控 制 方 式

名 称	符 号	名 称	符 号
人 工 控 制	手柄式 	电 磁 控 制	单线圈式 注：右图为可调式 
	转动式 		双线圈式 注：右图为可调式 
	按钮式 		差动线圈式 注：右图为可调式 
	脚踏式 	伺 服 控 制	注：左图用于液压 右图用于气动 
机 械 控 制	弹簧式 		电动机控制
	顶杆式 	电 动 机 控 制	交流单向旋转式 
	滚轮式 		直流双向旋转式 
	可通过滚轮式 	液 压 马 达 控 制	单向旋转式 
	离心式 		双向旋转式 
液 (气) 压 控 制	直控式 		摆动式 
	先导式 注：上图为加压控制，下图为卸压控制 	复 合 控 制	顺序动作式 注：左图为电-液控制，右图为电-气控制 
	差动式 		选择动作式 注：左图为手动式电磁控制，右图为液压式电磁控制 
	压力-位移比例式 		

名 称	符 号	名 称	符 号
辅助机构	定位机构 注：缺口数根据定位位数而定	辅助机构	机械反馈机构 注：在元件符号上下各画一平行线，在平行线的上部或下部用连线和反馈机构连接
辅助机构	锁紧机构 注：*表示锁紧机构方式	其他机构	注：*表示控制方式
辅助机构	弹跳机构		

(六) 压力控制阀

压力控制阀符号见表27-5。

表 27-5 压力控制阀

名 称	符 号	名 称	符 号
溢流阀	溢流阀 注：在符号上须标通 道性质时，可标 在通路旁边。 压力腔— P 、 P_1 ... 回油腔— O 、 O_1 ... 控制腔— K 、 K_1 ...	减压阀	定比减压阀
外控溢流阀		定比调压阀	
减压阀	定压减压阀 注：泄漏油路可用 L 、 L_1 、 L_2 ...表示	顺序阀	顺序阀
带溢流阀的定压减压阀		外控顺序阀	
外控减压阀		卸荷阀	
定差减压阀		限压切断阀	

(七) 流量控制阀

流量控制阀符号见表27-6。

表 27-6 流量控制阀

名 称	符 号	名 称	符 号
节 流 器		温度补偿调速阀	
可调节流器		溢流节流阀	
节 流 阀		分流阀	
可调节流阀		集流阀	
调速阀		分流-集流阀	

(八) 方向控制阀

方向控制阀符号见表27-7。

表 27-7 方向控制阀

名 称	符 号	名 称	符 号
二位二通阀		二位五通阀	
常闭式二位二通阀		三位三通阀	
常通式二位二通阀		三位四通阀	
一般二位三通阀		三位四通阀滑阀机能	
二位三通阀 (带中间过渡位置)		A、B连接(U型)	
二位四通阀		中间封闭(O型)	