

液压传动设计手册

上海人民出版社

液压传动设计手册

上海煤矿机械研究所编

上海人民出版社

内 容 提 要

本手册共分十三章,内容包括液压系统的设计和计算、齿轮油泵、叶片油泵、柱塞油泵、低速大扭矩油马达、油缸、阀门、管件、密封件、其它辅助件、液压油、测试及使用、维护等。对轴向柱塞泵、低速大扭矩油马达、油缸的设计计算方法作了比较详细的介绍。

本手册供工程、矿山、起重、运输机械及其它有关专业的工人和工程技术人员使用,也可供有关专业的院校作液压传动的教学参考用。

液 压 传 动 设 计 手 册

上海煤矿机械研究所 编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 34.5 插页 4 字数 1,867,100

1976年8月第1版 1976年8月第1次印刷

统一书号: 15171·218 定价: 3.40 元

(只限国内发行)

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在批林批孔运动普及、深入、持久发展的大好形势下，我国社会主义革命和社会主义建设正在十分迅速地前进。近年来，随着我国国民经济的高速度发展，液压技术发展很快，在许多工业部门得到了推广和使用。为了更好地贯彻执行“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，和“独立自主，自力更生”的方针，为了适应液压技术日益发展的需要，我们编写了《液压传动设计手册》。

手册的编写力求简明、实用，符合我国实际情况。手册中所列的各种元件的产品系列，基本上是我国目前正在生产的产品。为了满足液压技术设计、研究工作的需要，对某些正在试验的产品和一些新的品种，也作了简单的介绍，以供参考。

针对工程、矿山、起重、运输等机械设备液压传动的特点，为满足液压技术日益普及的需要，在有关章节中，对轴向柱塞油泵、低速大扭矩油马达、油缸等主要元件的工作原理和设计计算方法，作了比较详细的介绍；在测试一章中对油泵、油马达的测试方法和系统作了分析、比较，对测试所需的仪表也作了介绍。

手册中编入的某些资料数据，系选自有关标准草案或草案送审稿，在审批过程中可能有变动，选用时请注意。

在手册编写过程中，得到了各方面的大力支持和帮助。太原矿山机器厂、上海机床厂、上海建筑机械厂、济南铸锻机械研究所、上海交通大学、浙江大学、同济大学等许多单位提供了不少资料，协助我们审稿，提出了许多宝贵意见，谨表示衷心感谢。

由于我们水平有限，手册中可能有不少缺点和错误，特别是关于轴向柱塞油泵和低速大扭矩油马达的设计计算方法可能有不妥之处，我们热诚地欢迎提出批评、指正。

上海煤矿机械研究所

1974年12月

目 录

第一章 液压系统的设计和计算

一、液压元件基本要素	1
(一) 液压系统公称压力和公称流量系列参数 (JB824-66)	1
(二) 液压元件用柱塞、滑阀和活塞杆的外径系列参数 (JB826-66)	2
(三) 油泵及油马达参数的计算公式	3
(四) 各类油泵的效率 η 和 η_v	5
二、液压系统的设计	7
(一) 液压传动系统的组成	7
(二) 液压传动系统的型式	7
(三) 液压传动系统的速度调节	8
三、液压系统的计算	12
(一) 管路系统压力损失计算	12
(二) 管路系统中的容积损失和容积效率计算	26
(三) 液压冲击计算	28
(四) 液压传动系统发热计算	30
四、液压系统图图形符号 (GB 786-65)	33
(一) 管路及连接	34
(二) 油泵、油马达及油缸	35
(三) 控制方式	36
(四) 阀的基本符号和规则	37
(五) 压力控制阀	39
(六) 流量控制阀	40
(七) 方向控制阀	41
(八) 附件及其它装置	42
(九) 基本符号的典型组合示例	44
五、液压基本系统	46
(一) 压力控制系统	46
调压系统	46
减压系统	47

卸荷系统.....	47
顺序动作系统.....	50
平衡系统.....	54
缓冲系统.....	55
增压系统.....	57
(二)速度控制系统.....	59
节流控制系统.....	59
差动系统.....	61
补油增速系统.....	61
减速系统.....	63
气压-液压并用系统.....	64
同步系统.....	64
(三)方向控制系统.....	73
锁紧系统.....	73
液控系统.....	74
多缸控制系统.....	74
(四)油马达系统.....	75
恒扭矩驱动系统.....	75
恒功率驱动系统.....	76
制动系统.....	76
补油系统.....	77
并联系统.....	78
串联系统.....	79
速度控制系统.....	80
(五)随动系统.....	80
控制油泵输出量的系统.....	80
跟踪系统.....	80
六、液压系统参考图例.....	81
1. DY-100 型采煤机液压系统图.....	81
2. MLS2 型采煤机液压系统图.....	82
3. 法国 D. T. S. 300 型采煤机液压系统图.....	83
4. 英国 AM 型采煤机液压系统图.....	84
5. 急倾斜采煤机液压系统图.....	85
6. B15 型采煤机液压系统图.....	86
7. 采煤机外部牵引液压系统图.....	87
8. MLD 型采煤机液压系统图.....	88
9. 3MZ 型薄煤层刨煤机液压系统图.....	88
10. 英国古利克 4 柱 500 吨垛式支架液压系统图.....	89

11. 运输机液压系统图	90
12. 120 马力静压传动小机车液压系统图	91
13. 160 马力静压传动小机车液压系统图	91
14. 80 马力静压传动小机车液压系统图	92
15. 100 吨煤仓运输机液压系统图	92
16. JDY-40 型调度绞车液压系统图	93
17. 5 吨起货机液压系统图	94
18. 5 吨、8 吨起货机液压系统图	95
19. 3 吨起货机液压系统图	96
20. 5.9 米岩巷掘进机液压系统图	97
21. 6.8 米岩巷掘进机液压系统图	98
22. 掘进机液压系统图	99
23. 3 吨全液压叉车闭式液压系统图	100
24. 3 吨全液压叉车开式液压系统图	101
25. 2 吨全液压电瓶叉车液压系统图	102
26. 3 吨侧面叉车液压系统图	103
27. 300 马力牵引车液压系统图	104
28. 四轮驱动木材装载车液压系统图	105
29. 自动油压机液压系统图	106
30. 船舶侧面推进器液压系统图	107
31. JCB 7 型挖掘机液压系统图	108
32. 全液压挖掘机液压系统图	109
33. 0.6 米 ³ 挖掘机液压系统图	110

第二章 齿轮油泵、齿轮油马达和螺杆油泵

一、概述	111
二、齿轮油泵、齿轮油马达和螺杆油泵概览表	114
三、齿轮油泵和齿轮油马达	115
1. CB-B 型齿轮油泵(广州机床研究所系列)	116
2. YBC 型齿轮油泵(石家庄煤矿机械厂)	118
3. CBZ 型齿轮油泵(太原矿山机器厂)	120
4. CB 型齿轮油泵(长江液压件厂、天津机械厂、合肥液压件厂)	121
5. CB(OM)型齿轮油泵(齿轮油马达)(榆次液压件厂系列)	124
四、摆线齿轮油泵	129
BB 型摆线齿轮油泵(上海机床厂)	129
五、螺杆油泵	131
1. LB-B 型三螺杆油泵(广州机床研究所系列)	132
2. 3UY 型螺杆油泵(沈阳水泵厂)	133

8. 3GY 型螺杆油泵(天津工业泵厂)	134
----------------------------	-----

第三章 叶片油泵和叶片油马达

一、概述	135
二、叶片油泵和叶片油马达概览表	136
三、单级叶片油泵	137
1. YB 型单级叶片油泵(广州机床研究所系列)	137
2. HY 02 型单级叶片油泵(上海机床厂)	140
3. YB 型单级叶片油泵(榆次液压件厂系列)	142
4. YB 型车辆用叶片油泵(榆次液压件厂系列)	146
5. QSB 型叶片油泵(戚墅堰机车车辆工艺研究所)	148
四、双级叶片油泵	150
1. Y2B 型双级叶片油泵(榆次液压件厂系列)	150
2. HYY 02/2T 型双级叶片油泵(上海机床厂)	154
五、双联叶片油泵	155
1. YB 型双联叶片油泵(广州机床研究所系列)	155
2. 2HY 02 型双联叶片油泵(上海机床厂)	159
3. YYB 型双联叶片油泵(榆次液压件厂系列)	163
六、复合叶片油泵	171
YB1 型、YB2 型复合叶片油泵(榆次液压件厂系列)	177
七、变量叶片油泵	177
1. YB* 型变量叶片油泵(广州机床研究所系列)	177
(1) 单向变量叶片油泵	177
(2) 双向变量叶片油泵	178
2. YBN 型变量叶片油泵(榆次液压件厂系列)	183
八、叶片油马达	186
1. YM 型叶片油马达(榆次液压件厂系列)	186
2. QSM 型叶片油马达(戚墅堰机车车辆工艺研究所)	189
3. HYY 07/F 型叶片油马达(上海机床厂)	190

第四章 柱塞油泵和柱塞油马达

一、概述	192
(一)分类与特点	192
(二)变量形式	192
二、直轴滑履式轴向柱塞油泵	197
(一)工作原理与主要优缺点	197
(二)结构形式	197

1. 非通轴式轴向柱塞油泵	197
2. 通轴式轴向柱塞油泵	198
(三) 设计计算	198
1. 主参数及结构参数计算	198
2. 运动学分析	204
3. 受力分析与强度计算	207
4. 静压平衡的设计与计算	220
(四) 主要零件的材质和技术要求	226
1. 技术要求	226
2. 位置偏差	228
(五) 产品介绍	229
1. OY14-1B (CM14-1B) 型轴向柱塞油泵 (油马达) (济南铸锻机械研究所 列)	229
2. ZB(ZM) 型轴向柱塞油泵 (油马达) (北京起重机械厂系列)	248
三、斜轴式轴向柱塞油泵	259
(一) 工作原理与主要优缺点	259
(二) 结构型式	260
(三) 设计计算	260
1. 运动学分析	260
2. 主参数及结构参数计算	262
3. 受力分析	263
(四) 产品介绍	269
Z×B 型轴向柱塞油泵 (太原矿山机械厂系列)	269
四、其它类型轴向柱塞油泵	305
1. A964 K 轴向柱塞油泵 (常州内燃机厂)	305
2. 732 型轴向柱塞油泵、油马达 (石家庄动力机械厂)	307
3. 133 H 轴向柱塞油泵 (上海高压油泵厂)	307
4. ZB 740 型轴向柱塞油泵 (上海液压泵厂等)	308
5. 750 型轴向柱塞油泵 (大连工矿车辆厂)	310
6. ZB 763 型轴向柱塞油泵 (上海液压泵厂)	311
7. ZM 型轴向柱塞油马达 (广州机床研究所)	312
8. ZM 型轴向柱塞油马达 (天津市液压件厂)	314
9. ZBF 45-25 型轴向柱塞油泵 (浙江大学东方红机械厂)	316
10. F 4501 型轴向柱塞油泵 (杭州阀门厂)	317
五、径向柱塞油泵	318
1. JT 13-× 型径向柱塞油泵 (长沙机床厂等)	318
2. 曲轴式径向柱塞油泵 (沈阳液压机厂等)	329

3. L17 型径向柱塞油泵(上海制笔机械厂)	330
4. JBZ 型径向柱塞油泵(上海冲剪机械厂)	331
六、卧式柱塞油泵	331
1. PZB25-86 型柱塞油泵(上海液压泵厂等)	331
2. BFW-01 型柱塞油泵(天津高压泵阀厂)	332
3. 2BZ 型柱塞油泵(张家口煤矿机械厂)	333

第五章 低速大扭矩油马达

一、概述	334
二、静力平衡径向油马达	338
(一)工作原理	338
(二)参数的选择与计算	340
1. 排量计算	340
2. 活塞直径 d 和偏心距 e 的选择	340
3. 五星轮最小内切圆半径 r 的计算	341
4. 油马达最小外径 ϕ 的计算	341
5. 比值 k_1 的合理选择	343
(三)运动学分析	344
1. 活塞的位移、速度和加速度	344
2. 流量脉动计算	345
3. 背压计算	347
(四)主要零件的设计计算	348
1. 活塞的比压计算	348
2. 压力环的设计	352
3. 五星轮的设计	355
4. 活塞弹簧的设计	359
5. 主要零件的材质和技术要求	359
(五)产品介绍	360
三、曲轴连杆式径向油马达	368
(一)工作原理	368
(二)结构参数的选择和设计	370
(三)运动学分析	372
1. 活塞的位移、速度和加速度	372
2. 流量脉动计算	374
(四)受力分析	376
(五)活塞与连杆球铰副的计算	377
(六)主要零件的材质和技术要求	378

(七)产品介绍	379
四、径向柱塞式多作用内曲线油马达	384
(一)工作原理及结构分类	384
(二)主要参数的选择和计算	386
1. 排量	386
2. 结构参数	386
(三)柱塞组的运动学与动力学分析	389
1. 速度与加速度	389
2. 作用力	389
3. 合力	390
4. 背压	391
(四)导轨曲线的设计计算	391
1. 余弦加速律曲线	392
2. 修正余弦加速律曲线	394
3. 等加速律曲线	395
4. 幅角修正等加速律曲线	397
(五)主要零件的设计与计算	400
1. 柱塞或横梁与缸体间比压计算	400
2. 导向滚轮与导向槽间的接触应力计算	402
3. 滚轮与导轨曲线间的接触应力计算	402
4. 滚轮轴承寿命计算	405
5. 配流器设计	409
(六)变排量方式及结构	410
1. 变柱塞排数	410
2. 变柱塞数	410
3. 变作用次数	411
4. 变行程	411
(七)主要零件的材质和技术要求	413
(八)产品介绍	413
五、其它低速大扭矩油马达	437
1. Y※型摆线式油马达(石家庄煤矿机械厂)	437
2. DZM※-※型轴向柱塞油马达(北京起重运输机械研究所)	439

第六章 油 缸

一、油缸的基本参数	441
1. 油缸的内径系列参数(JB 826-66)	441
2. 活塞杆外径系列参数(JB 826-66)	441
3. 油缸的公称压力系列参数(JB 1068-67)	441

4. 油缸参数的综合应用.....	449
5. 油缸的行程系列参数.....	443
二、油缸的类型及安装方式	444
1. 油缸的类型.....	444
2. 油缸的安装方式.....	447
三、油缸的计算	448
(一)油缸的作用能力、作用时间及储油量计算.....	448
(二)油缸壁厚的计算	451
(三)油缸稳定性和活塞杆强度的计算	453
(四)油缸零件的连接计算	470
四、油缸主要零件的结构、材料及技术要求.....	473
(一)缸体和缸盖	473
(二)活塞	476
(三)活塞杆	478
(四)活塞杆的导向、密封和防尘.....	482
(五)油缸的阀(塞)装置	484
(六)油缸安装连接部分的型式及尺寸(JB 1068-67)	486
五、油缸典型产品介绍	489
(一)柱塞式油缸端部型式及尺寸	489
(二)柱塞式油缸标准系列	491
1. 轴向底座固定式油缸(G)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)的外形尺寸	491
2. 轴向底座固定式油缸(G)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)的外形尺寸	492
3. 头部法兰固定式油缸(GT)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)和底部法兰固定式油缸(GD)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)的外形尺寸	493
4. 头部法兰固定式油缸(GT)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)和底部法兰固定式油缸(GD)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)的外形尺寸	494
5. 中部轴销摆动式油缸(B)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)的外形尺寸	495
6. 中部轴销摆动式油缸(B)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)的外形尺寸	496
7. 头部轴销摆动式油缸(BT)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)和底部轴销摆动式油缸(BD)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)的外形尺寸	497
8. 头部轴销摆动式油缸(BT)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)和底部轴销摆动式油缸(BD)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)的外形尺寸	498
9. 底部耳环悬挂式油缸(S)(缸径 $D=32\sim 80$ mm)的外形尺寸	499
10. 底部耳环悬挂式油缸(S)(缸径 $D=100\sim 200$ mm)的外形尺寸	500
(三)车辆用油缸(榆次液压件厂产品)	501
(四)摆动油缸	504
1. 单叶片摆动油缸(YM-3 叶片式摆动液压马达)(原一机部五局液压室).....	504

2. 多叶片摆动油缸 (10t·m 转叶式液压马达) (天津机械厂)	505
3. 单叶片摆动油缸 (天津市液压件厂)	506

第七章 阀 门

一、阀门的结构原理和应用	507
(一) 溢流阀	507
(二) 减压阀	510
(三) 顺序阀	511
(四) 节流阀	513
(五) 串连式调速阀	515
(六) 分路式调速阀	516
(七) 分流阀和分流集流阀	516
(八) 行程控制阀	518
(九) 换向阀	519
(十) 单向阀和液控单向阀	523
二、阀门的产品汇总表	524
三、高压阀门 (榆次液压件厂系列)	530
(一) 型号说明	530
(二) 压力控制阀	531
1. 溢流阀	531
2. 减压阀与单向减压阀	539
3. 顺序阀 (卸荷阀、平衡阀) 与单向顺序阀	548
(三) 流量控制阀	555
1. 节流阀与单向节流阀	555
2. 流量控制阀	561
3. 单向调速阀	564
(四) 方向控制阀	568
1. 单向阀	568
2. 液控单向阀	573
3. 电磁换向阀	577
4. 电液换向阀	585
5. 手动换向阀	593
6. 多路换向阀	604
7. 压力继电器	607
8. 压力表开关	609
9. 方型法兰	610
四、中低压阀门 (广州机床研究所系列)	613

(一)型号说明	613
(二)压力阀	614
1. 中压溢流阀(Y 型)	614
2. 中压溢流阀(Y ₁ 型)	619
3. 低压溢流阀	622
4. 减压阀	624
5. 单向减压阀	626
6. 远程调压阀	628
7. 中、低压顺序阀	629
8. 中、低压单向顺序阀	632
9. 中、低压液动顺序阀	636
10. 中、低压液动单向顺序阀	640
11. 电磁溢流阀(直流)	644
12. 背压阀(定压式)	645
13. 压力继电器	646
(三)流量阀	648
1. 节流阀	648
2. 单向节流阀	652
3. 调速阀(不带单向阀)	655
4. 调速阀(带单向阀)	656
5. 温度补偿调速阀(不带单向阀)	659
6. 温度补偿调速阀(带单向阀)	661
7. 溢流节流阀	662
8. 单向行程节流阀	664
9. 单向行程调速阀	666
10. 延时阀	667
(四)方向阀	669
1. 电磁滑阀	669
2. 微型电磁阀	702
3. 液动滑阀	707
4. 电液动滑阀	719
5. 行程滑阀	733
6. 手动滑阀	739
7. 转阀	744
8. 单向阀	747
9. 液控单向阀	750
10. 压力表开关	752
五、其它阀门	756

截止阀	756
六、滑阀机能参考图例	758

第八章 管 件

一、管道的基本要素	765
1. 管道公称通径系列参数(JB 825-66)	765
2. 管子外径、壁厚、接头连接螺纹及推荐流量(JB 827-66、JB/Z 95-67)	766
3. 流速及摩擦压力损失	767
4. 推荐管子弯管曲率半径	767
5. 推荐配管支架之间距离	767
6. 圆柱管螺纹(G)	768
7. 圆锥管螺纹(ZG)	769
8. 圆锥管螺纹(Z)	771
二、管道的计算	772
(一)管内油流速度计算	772
(二)推荐的管道流速	772
(三)管道壁厚计算	772
三、管材	774
(一)无缝钢管(YB 231-64)	774
(二)高压胶管	777
1. 高压钢丝编织胶管(HG 4-406-66)	777
2. 胶管的工作压力、试验压力、爆破压力(HG 4-406-66)	778
3. 钢丝编织高压胶管(上海橡胶厂, 1973 年)	779
4. 钢丝编织高压胶管(天津胶管厂, 1968 年)	780
5. 钢丝编织高压胶管(青岛第六橡胶厂, 1968 年)	780
6. 钢丝编织高压胶管(沈阳第四橡胶厂, 1968 年)	781
7. 钢丝缠绕高压胶管(上海橡胶厂, 1973 年)	782
四、管接头	783
(一)管接头类型	783
(二)焊接式管接头	785
(三)卡套式管接头	812
(四)扣压式胶管接头	845
(五)可拆式胶管接头	855
(六)快速管接头	863

第九章 密 封 件

一、密封件的类型	865
二、O 形橡胶密封圈(HG 4-333-66)	867

附一: 安装和使用示例	873
附二: 机床用O形密封圈规格及沟槽参考尺寸	879
三、U形橡胶密封圈(HG 4-334-66)	881
四、Y形橡胶密封圈(HG 4-335-66)	882
附: 沟槽尺寸	885
五、Y _x 形密封圈(孔用)	887
六、Y _x 形密封圈(轴用)	892
七、U形夹织物橡胶密封圈(HG 4-336-66)	897
八、V形塑料密封圈	901
九、V形夹织物橡胶密封圈(HG 4-337-66)	905
附: 安装和使用示例	911
十、活塞环	912
十一、L形橡胶密封圈(HG 4-331-66)	915
十二、J形橡胶密封圈(HG 4-332-66)	917
十三、J形无骨架橡胶油封(HG 4-338-66)	919
附: 结构和安装示例	920
十四、J形骨架式橡胶油封(HG 4-692-67)	922
十五、U形无骨架橡胶油封(HG 4-339-66)	924
附: 结构和安装示例	925
十六、骨架式防尘圈(DKI型)	926
十七、J形防尘圈	928
十八、三角形防尘圈	929
十九、密封橡胶制品(HG 4-329-66)	930

第十章 其它辅助件

一、滤油器	932
(一) 液压油的过滤要求	932
(二) 滤油器的类型和特性	932
(三) 滤油器的安装	933
(四) 滤油器的选择和计算	934
(五) 滤芯的品种和规格	935
(六) 滤油器产品和规格	941
二、蓄能器	953
(一) 蓄能器的种类、用途及特点	953
(二) 蓄能器的应用	954
(三) 蓄能器的容量计算	956

(四)产品及参考规范	959
三、油箱及油的加热和冷却装置	963
(一)油箱的设计要点	963
(二)油箱的容量	963
(三)油的加热及加热器	964
(四)油的冷却及冷却器	966
(五)油箱的油位指示计及空气过滤器	970
四、压力表及温度计	972
(一)压力表及真空表	972
(二)温度计	976

第十一章 测 试

一、试验和试验台的类别	980
(一)试验的类别	980
(二)试验台的类别	980
二、油泵、油马达加载方法	980
(一)非功率回收方式的加载方法	980
(1)节流加载 油泵试验	980
(2)节流加载 油马达试验	981
(3)水力测功机加载 油泵、油马达试验	981
(4)背压加载 油马达试验	982
(5)电力加载 油泵、油马达试验	982
(二)功率回收方式的加载方法	983
(1)电力反馈 油泵、油马达试验	983
(2)自循环油压反馈 油马达试验	983
(3)串联油压反馈 油马达试验	984
(4)并联油压反馈 油马达试验	985
(5)串并联油压反馈 油马达试验	986
(6)机械反馈 油泵、油马达试验	986
(7)综合反馈 油泵、油马达试验	986
三、测试用元件及仪表	991
(一)流量及排量测量用	991
(二)扭矩测量用	992
(三)压力测量用	993
(四)转速(或转数)测量用	994
(五)温度测量用	995