

全液压汽车起重机

——原理·结构·维修

贾文福 编



北起QY20B在南极长城站
on the "Great Wall Station" of South Pole



QLD16G在木材厂
on the wood works



中日合作的TG500E
co-operated with Japan

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书以国内外全液压汽车起重机的典型结构为重点,对全液压汽车起重机的构造、工作原理、使用、维修和故障排除作了系统的介绍。全书图文并茂,资料齐全,内容通俗易懂,非常实用。本书可供汽车起重机驾驶员、管理和维修人员使用,也为有关工程机械和汽车维修部门提供了翔实的技术资料。

全液压汽车起重机

——原理·结构·维修

贾文福 编

上海交通大学出版社出版发行

上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030

电话 64281208 传真 64683798

全国新华书店经销

立信会计常熟市印刷联营厂·印刷

开本:787×1092(mm)1/16 印张:21.5 插页:4 字数:534 千字

版次:1998 年 11 月 第 1 版

印次:1998 年 12 月 第 1 次

ISBN 7-313-02099-6/TK·056

定价:28.00 元

本书任何部分文字及图片,如未获得本社书面同意,
不得用任何方式抄袭、节录或翻印。

(本书如有缺页、破损或装订错误,请寄回本社更换。)

前 言

全液压汽车起重机结构紧凑、传递平稳、操作轻便、举升高、起重量大,易于实现自动化控制;同时还具有机动灵活、转移速度快的特点。它特别适于流动分散、作业场所不固定的大件装卸、设备安装、楼堂建筑的吊装作业,广泛应用在建筑工程、交通运输、油田、矿山、码头、货场等部门。

本书以国内外全液压汽车起重机的典型结构为重点,对汽车起重机的构造、工作原理、使用、维修和故障排除进行了系统的论述。全书通俗易懂、图文并茂、资料齐全、内容实用。

本书供汽车起重机驾驶员、管理和维修人员使用,也为工程机械和汽车维修部门提供了有关的技术资料。

由于本人水平所限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指教。

作 者

1998年2月

目 录

第一章 概述	1
第一节 起重汽车	1
一、起重汽车的分类	1
二、起重汽车的结构	2
第二节 液压传动	2
一、液压传动的工作原理	3
二、液压传动的特点	4
三、液压系统的组成	5
四、液压系统图形符号	6
五、对液压油的要求	6
六、液压传动的优缺点	11
七、液压回路	12
八、液压系统图的阅读	18
第二章 全液压汽车起重机基本知识	20
第一节 全液压汽车起重机的基本组成	20
一、上车起重机部分	20
二、下车运载车部分	23
第二节 全液压汽车起重机的有关术语	23
第三节 全液压汽车起重机规格	29
一、全液压汽车起重机的基本参数	29
二、全液压汽车起重机的工作速度	30
三、国产全液压汽车起重机技术性能	30
四、部分全液压汽车起重机性能参数	32
五、部分全液压汽车起重机的匹配	32
六、全液压汽车起重机底盘轮轴布置形式	33
七、部分日本全液压汽车起重机运载车规格	34
八、部分日本全液压汽车起重机臂杆翻倒角度	36
九、部分日本全液压汽车起重机液压元件主要技术参数	36
第四节 全液压汽车起重机的操纵装置	38

一、运载车驾驶室内的操纵装置·····	38
二、起重机的控制装置·····	38
第三章 全液压汽车起重机液压系统 ·····	46
第一节 国产 QY-8 型全液压汽车起重机液压系统·····	46
一、液压系统工作原理·····	46
二、主要液压元件·····	48
第二节 日本 NK-160 型全液压汽车起重机液压系统·····	48
一、液压系统·····	49
二、液压泵回路·····	49
三、支腿回路·····	52
四、绞车回路·····	52
五、臂杆变幅回路·····	54
六、臂杆伸缩回路·····	55
七、回转回路·····	55
第三节 日本 NK-250E Ⅲ 型全液压汽车起重机液压系统·····	56
一、液压泵回路·····	57
二、支腿回路·····	57
三、上车主控制阀·····	60
四、卷扬回路·····	65
五、臂杆变幅回路·····	66
六、臂杆伸缩回路·····	66
七、回转回路·····	67
八、安全阀·····	68
第四节 其他几种全液压汽车起重机液压系统·····	70
一、三节臂杆式全液压汽车起重机液压系统·····	70
二、NK-400E Ⅲ 型全液压汽车起重机液压系统·····	71
第五节 全液压汽车起重机控制阀的维修·····	71
一、手动换向阀的维修·····	72
二、其他阀的维修·····	74
第四章 液压油泵 ·····	77
第一节 齿轮泵·····	77
一、齿轮泵的结构·····	77
二、齿轮泵的工作原理·····	79
三、齿轮泵的性能参数·····	81
第二节 轴向柱塞泵·····	85

一、定量轴向柱塞泵·····	85
二、变量轴向柱塞泵·····	86
三、柱塞泵的性能参数·····	88
四、轴向柱塞泵的优缺点·····	89
第三节 液压泵的驱动装置·····	89
一、手动操作的取力器·····	89
二、电磁控制的气动换挡取力器·····	89
三、油泵驱动传动轴·····	94
第四节 液压泵的维修·····	96
一、液压泵需要维修的症状·····	96
二、液压发生系统的常见故障与排除·····	97
三、液压元件维修作业注意事项·····	98
四、齿轮泵拆装专用工具·····	99
五、液压泵维修技术标准·····	101
六、油泵的磨合与试验·····	101
第五章 卷扬机构·····	104
第一节 卷扬驱动装置·····	104
一、带行星齿轮减速器的定量柱塞马达·····	104
二、带齿轮减速装置的变量轴向柱塞马达·····	108
三、定量轴向柱塞油马达带行星针齿轮减速器·····	112
四、内装制动器卷扬油马达带行星针齿轮减速器·····	116
五、卷扬驱动装置的维修·····	117
第二节 卷扬装置·····	120
一、两套驱动机构的卷扬装置·····	121
二、一套驱动机构的卷扬装置·····	127
三、卷扬装置检修标准·····	127
四、吊钩与卷扬钢丝绳·····	130
第三节 卷扬液压系统的控制装置·····	133
一、卷扬背压平衡阀·····	133
二、卷扬离合器控制阀·····	136
三、吊钩自由降落的控制装置·····	141
第四节 卷扬机构常见故障及排除·····	145
一、吊钩自由降落的常见故障及排除·····	145
二、卷扬机构的常见故障及排除·····	145
第六章 臂杆装置·····	147

第一节 箱形伸缩式臂杆	147
一、箱形臂杆	147
二、臂杆的维修	151
三、副臂杆	153
第二节 臂杆驱动液压缸	154
一、臂杆变幅液压缸	154
二、臂杆伸缩液压缸	164
三、臂杆驱动液压缸的维修	169
第三节 臂杆装置常见故障与排除	171
一、臂杆变幅系统	171
二、臂杆伸缩系统	172
第七章 回转机构	174
第一节 中心回转密封	174
一、回转密封件	175
二、回转电刷	180
第二节 回转轴承	181
一、单排滚珠式回转轴承	181
二、双排滚珠式回转轴承	181
三、交叉滚柱式回转轴承	181
第三节 回转驱动装置	183
一、径向活塞式油马达带行星齿轮减速器	183
二、轴向柱塞式马达带行星针齿轮减速器	189
三、回转驱动装置的维修	192
四、回转驱动装置的故障与排除	194
第四节 回转液压控制装置	195
一、回转先导阀	195
二、回转缓冲阀	198
三、回转液动阀	199
第八章 液压支腿	201
第一节 液压支腿的布置形式	201
一、蛙式支腿	201
二、H 型支腿	202
第二节 液压支腿控制阀	204
一、支腿控制阀的结构	204
二、支腿控制阀的动作原理	208

三、支腿控制阀的维修	210
第三节 垂直支腿油缸液压锁	212
一、支腿单向液压锁	213
二、支腿双向液压锁	214
第四节 支腿液压缸	216
一、水平支腿液压缸	216
二、垂直支腿液压缸	216
第九章 吊机的电器装置	220
第一节 吊机的一般电器	220
一、仪表盘操纵的电器	220
二、控制液压系统的电器	220
三、上车对下车控制的电器	220
第二节 全自动超载防止装置(ACS)	220
一、全自动超载防止装置的结构和工作原理	222
二、用数字显示起重机作业性能	232
三、超极限状态的自停装置	234
四、全自动超载防止装置的自身监视	239
五、全自动超载防止装置的自身诊断	241
六、MS-4 型超载自停装置	260
第十章 全液压汽车起重机的使用与维修	263
第一节 全液压汽车起重机的合理使用	263
一、全液压汽车起重机使用须知	263
二、全液压汽车起重机作业时的指挥信号	266
第二节 液压吊机的保养	266
一、液压吊机的日常保养	266
二、液压吊机的定期保养	268
三、液压吊机的润滑	271
第三节 液压油的使用	272
一、液压油的主要性能	272
二、液压油的分类	274
三、汽车起重机液压油的选择	279
四、液压油使用注意事项	280
五、液压油污染的鉴别	281
六、液压油的更换	282
第四节 液压系统的主要故障及其原因	283

一、液压系统漏油	283
二、执行元件动作迟缓和无力	285
三、液压系统产生振动与噪音	287
第五节 全液压汽车起重机的常见故障与排除	287
一、故障的产生与诊断	287
二、全液压汽车起重机常见故障与排除	288
附录 1 全液压汽车起重机吊机部分维修技术标准	291
一、齿轮	291
二、花键	292
三、衬套	293
四、滑板	296
五、轴承	297
六、衬片	301
七、滑轮	302
八、钢丝绳	304
九、回转用液压马达	304
十、油封	305
附录 2 全液压汽车起重机日本三菱底盘的检修数据与油容量数据	314
一、检修数据	314
二、油容量数据	315
附录 3 全液压汽车起重机常用底盘的维修数据	316

第一章 概 述

第一节 起重汽车

在汽车或汽车专用底盘上装置起重设备,完成装卸货物和建筑构件吊装任务的汽车称为起重汽车。它是一种行走式起重机械,所以也称为汽车起重机或汽车吊车。起重汽车广泛应用于交通运输、建筑工程、油田、矿山、码头和国防部门,特别适用于货物分散、场地狭窄、货物起落高度大的施工现场。

20 世纪中期,由于装配式建筑物的出现,使起重汽车有了发展,当时就出现主臂长 61m,副臂长 15.2m,用于装配 24 层楼房的起重汽车。随着建筑业的发展,又出现了臂长 137m,起重质量 250t 的重型起重汽车。

一、起重汽车的分类

1. 按起重质量分类

分为轻型、中型、重型和超重型等四类。我国规定各类轻型起重汽车起重质量在 5t 以下;中型为 5~15t;重型为 15~50t;超重型为 50t 以上。

2. 按传动形式分类

分为机械传动、电力传动和液压传动三种。机械传动起重汽车,由发动机经汽车变速器、分动箱、传动轴驱动齿轮等机构,再带动转台,驱动起重绞车和吊臂绞车。电力传动起重汽车,由发动机带动发电机,供电给转台、起重绞车和吊臂绞车所用的电动机,完成起重作业。液压传动起重汽车,由汽车的发动机经变速器驱动液压泵,用液体传递能量,驱动液压马达和油缸,再带动转台、绞车和臂杆等,完成货物的空间位移。

由于液压传动比其他传动形式具有结构紧凑、操纵轻便灵活、动作平稳且微动性好等优点,加之液压技术不断地发展和日臻完美,所以,液压传动起重汽车在世界各国得到了迅速的发展和广泛的应用。

3. 按汽车起重装置在水平面内的转动范围分类

可分为全回转式和非全回转式两种,前者的转台可在 360°内任意转动,而后者转台转角小于 270°。

4. 按吊臂结构型式分类

分为折叠式、伸缩式和桁架式三种。折叠式起重汽车的吊臂分成几段,各段彼此铰链联结,不工作时各段可以叠合在一起,主要用于轻型起重汽车,如随车吊。伸缩式起重汽车的吊臂由几节伸缩臂互相套装而成,伸缩臂在主臂或上一节伸缩臂内可以伸缩,用以改变臂杆的工作长度。中型和重型汽车起重机,几乎都采用液压伸缩式吊臂,采用液压伸缩式吊臂的超重型汽车起重机也与日俱增。桁架式吊臂组装成整体式全金属桁架结构,主要用于重型或超重型起重汽车。

二、起重汽车的结构

起重汽车完成起重工作时,其作业循环通常是起吊——回转——卸货——返回,有时还需作间歇短距离的行驶。起重汽车的主要组成部分如下:

1. 起重装置

完成货物的提升和降落作业,包括提取装置(如吊钩、抓斗等)、钢丝绳、滑轮组、起重绞车、吊臂、吊臂伸缩和变幅的驱动装置等。

2. 回转装置

回转装置用以完成吊臂的转动作业,包括转台(其上装有吊臂、起重绞车和起重操作室等)、回转机构及其驱动装置。

3. 传动装置

指动力由发动机到起重装置和回转装置的传动机构。

4. 行走装置

包括汽车的底盘、汽车驾驶室和支腿装置等。

起重装置通常都安装在转台上,称为上车;转台以下的运载车部分(包括支腿)称为下车(见图 1-1)。

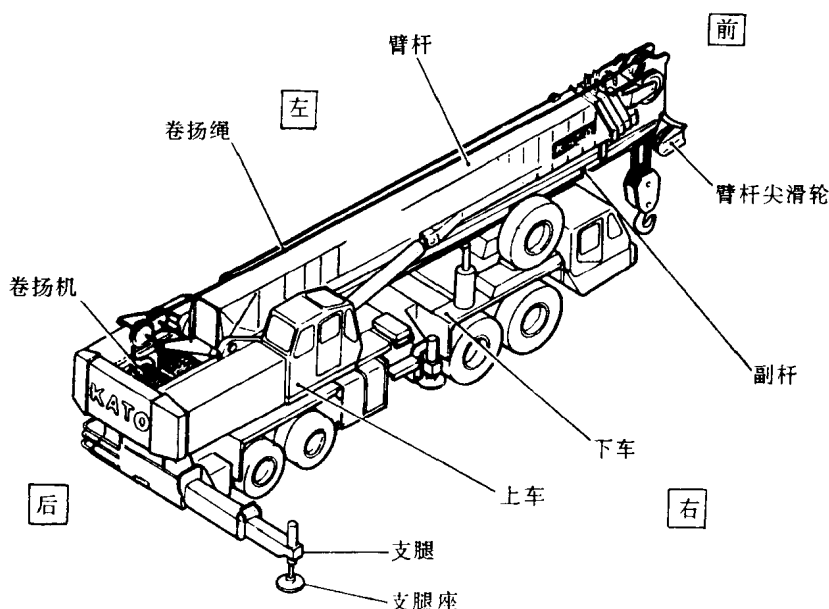


图 1-1 汽车起重机的主要结构

第二节 液压传动

液压传动是指把发动机的机械能,以油液为介质,利用油泵转变为液压能进行传递,然后通过油缸或油马达再转变为机械能的过程。同时,液压传动装置也可用于自动控制系统,满足工作机械对运动 and 力的要求。

一、液压传动的工作原理

根据巴斯加定律:在密闭的容器中加入一部分静止液体上的压力,能以相等的强度传递给液体的其他部分,液压传动机械就是根据这一原理制成的。液压传动是依靠处在密闭容积内的液体压力来传递能量的,所以又称容积式液体传动,能量转换是通过容积变化来实现的。液压传动不同于液力传动,液力传动是依靠液体的运动能量(冲击力、离心力)来实现能量或动力的传递的,如液力耦合器、变矩器等。

如图 1-2 所示,A 和 B 为大小不同的油缸,底部用管道连通,缸内充满油液。假设 A 缸的活塞面积 $F_1 = 10\text{cm}^2$,B 缸活塞面积为 $F_2 = 100\text{cm}^2$,当小活塞 F_1 上加上 100N 的力,则必须在大活塞上加 1000N 的力,才能使两油缸的活塞保持平衡。

此时 F_1 对油液单位面积上产生的压力强度,简称压强或压力为:

$$\frac{100\text{N}}{10\text{cm}^2} = 1 \times 10^5 (\text{Pa})$$

F_2 对油液产生的压强为:

$$\frac{1000\text{N}}{100\text{cm}^2} = 1 \times 10^5 (\text{Pa})$$

由此可知,油液传递给大活塞 F_2 的压力和小活塞 F_1 作用的油液压力大小相等。因此,在小活塞上加上较小的力,便可在大活塞上产生较大的举升力,如该系统的压力为 20MPa,则大活塞便产生 20t 的推力。12000t 水压机就是利用水作介质,产生巨大压力,锻造大型钢锭的。

图 1-3 为液压传动工作原理示意图。油泵 3 用发动机带动,当油泵活塞向左移动时,泵缸右腔容积增大,压力降低,排出阀 4 关闭,油箱内的油液,在油箱和泵缸压力差作用下顶开吸入阀 2,进入泵缸右腔,这时油泵吸油。当油泵活塞右行时,泵缸容积减少,压力增高,吸入阀关闭,排出阀打开,这时油泵排出油液。油泵排出的压力油进入油缸下腔,推动油缸活塞向上运动,重物被提升。

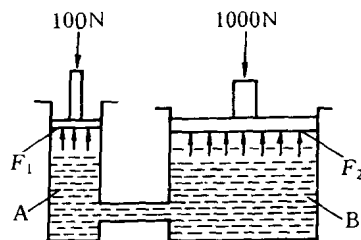


图 1-2 液压传动原理

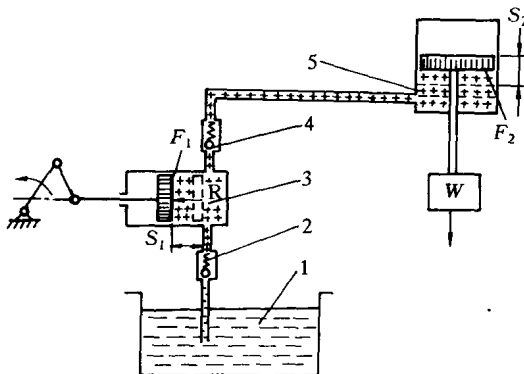


图 1-3 液压传动工作原理示意图

1. 油箱 2. 吸入阀 3. 油泵 4. 排出阀 5. 油缸

二、液压传动的特点

液压传动与其他传动形式比较,有以下特点:

(1) 以液体为工作介质来实现传动。

(2) 以静液传递原理进行工作。因为液体没有固定的形状,这种传递必须在密闭容器(油缸、管路、泵缸等)内进行。液压系统可以看作一个充满液体的密闭连通器,容器各点的压力(或称压强)相等,传递装置就是利用静压传递原理工作的,因此,液压传动又叫静液传动。

(3) 油缸的运动速度取决于进入油缸的液体流量。如果油泵和油缸都密封良好,液态油又不可压缩,那末,油泵排出的油必然全部进入油缸,即油泵活塞向右运动时容积的变化值(见图 1-3)等于油缸活塞向上运动的容积变化值,即

$$F_1 S_1 = F_2 S_2$$

式中, F_1 、 S_1 ——分别表示油泵活塞的有效作用面积和移动距离;

F_2 、 S_2 ——分别表示油缸活塞的有效作用面积和移动距离。

如果用 t 表示油泵和油缸活塞分别移动 S_1 、 S_2 距离所需时间,那末油泵和油缸活塞的运动速度 V_1 、 V_2 分别为:

$$V_1 = \frac{S_1}{t}; \quad V_2 = \frac{S_2}{t}$$

所以,

$$V_2 = \frac{F_1 S_1}{F_2 t} = \frac{V_1 F_1}{F_2} = \frac{Q}{F_2}$$

式中, Q 是油泵单位时间排出的液量体积,即泵的流量,也就是进入油缸的流量。

当油缸结构一定即 F_2 活塞面积一定时,油缸活塞的运动速度 V_2 决定于进入油缸的液压流量。所以,液压传动系统是用它的流量来满足对运动速度的要求的,这是液压传动的一个重要特点。

(4) 液压传动系统中的压力决定于负载。由图 1-3 可知,压力油在油缸活塞上产生的总压力 pF_2 必须等于或大于负载 W ,才能使油缸活塞向上运动,即

$$pF_2 \geq W$$

式中, p ——液压系统中的压力,即油泵排油压力。

由式 $p \geq \frac{W}{F_2}$ 可以看出,当负载 W 为零时,系统压力 p 为零;负载 W 增加时,压力 p 也随之升高。所以,液压传动系统中的压力决定于负载,即液压传动系统是用它的压力来满足对力的要求的。这是液压传动的又一重要特点。

(5) 液压传动系统的功率取决于系统的流量和压力。在图 1-3 中,起吊重物 W 所需的功率为:

$$P = WV_2 = pF_2 V_2 = pQ$$

在液压传动中,一般流量 Q 的单位为 L/min,压力 p 的单位为 0.1MPa,功率的单位为 kW,功率的计算公式为:

$$P = \frac{PQ}{612} \text{ (kW)}$$

上式说明,对于油泵来说,它把发动机的机械能转化为液压能;对于油缸来说,它把液压能

477

转化为机械能。以上各式没有考虑损失,即没有考虑效率的影响。

综上所述,液压传动是靠密闭容器内受静压力的液体传动的一种方式,由油泵将发动机的机械能转化为液压能,再由油缸、油马达等液动机将液压能转化为机械能,以满足工作机对运动和力的要求。

三、液压系统的组成

图 1-4 为一个简单的液压传动系统,其工作原理如下:

油泵 1 从带有过滤器 6 的油箱 5 中吸入工作液,产生的高压油液,通过管路 7 输入油缸 3,使活塞上下往复运动。为了控制油缸活塞的运动方向,换向阀 2 可用手操纵,有三个转换位置。中间位置时,油泵排除的油液经换向阀返回油箱,油泵空转,油缸活塞不动,如图 1-4(a)所示;阀柄向右拉,则通道按换向阀左方框所示方向,油缸上腔进油,活塞向下运动,活塞杆侧液

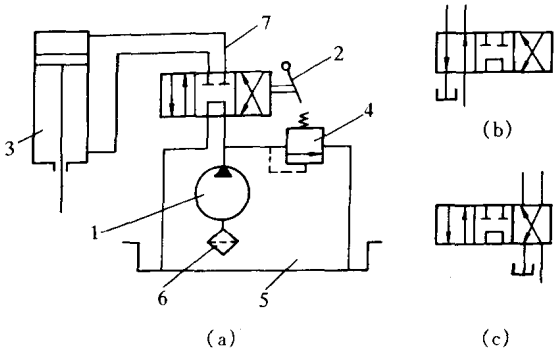


图 1-4 液压系统的组成

1. 油泵 2. 换向阀 3. 油缸 4. 溢流阀 5. 油箱 6. 过滤器 7. 管道

压油返回油箱,如图 1-4(b)所示; 阀柄向左推,则油液通道按换向阀右侧方框所示方向,油缸下腔进油,推动活塞向上移动,如图 1-4(c)所示。系统采用溢流阀 4 控制系统最高压力。

从上可见,液压系统主要由四类元件组成:

- (1) 动力元件:油泵把机械能转化为液压能,为系统提供压力油;
- (2) 执行元件:即液动机,如油缸、油马达等,它把液压能转化为机械能,带动负载运动;
- (3) 控制元件:包括控制液压系统的压力、流量和液流方向的装置。

压力控制阀有安全阀、减压阀、顺序阀等,满足执行元件所需要的力或力矩的要求;流量控制阀有节流阀、调速阀等,满足执行元件所需运动速度的要求;液流方向控制阀有手动换向阀、液动换向阀、电磁换向阀、电液换向阀、转阀、单向阀等,实现执行元件变换运动方向的要求。

上述所有的控制阀,结构上都是由阀体、阀芯(杆)和操纵机构(手动、机动、电动、液动、电液联合等)三部分组成的,都是通过改变过油断面面积或通道来实现控制作用的。总之,控制元件用来控制或调节执行元件的力、运动速度或方向,以满足机器的工作性能要求,实现各种不同的工作循环。

- (4) 辅助装置元件:如油箱、管路、蓄压器、滤油器及控制仪表等。

液压系统的压力可按压力大小分为低压、中压、中高压、高压和超高压五个等级(见表 1-1)。

表 1-1 我国液压系统压力分级(JB824-66)

压力分级	低 压	中 压	中高压	高 压	超高压
压力范围(MPa)	0~2.5	大于 2.5~8	大于 8~16	大于 16~32	大于 32

四、液压系统图形符号

一个完整的液压系统往往有很多液压元件。这些元件由管路纵横连接,用元件结构示意图来表达,既看不清楚,绘制又很复杂,使用也很不方便,为此,国家规定液压系统图一律使用液压元件职能符号绘制,并在国标 GB786-65 中给出了各种元件的职能符号。表 1-2 为常用液压元件职能符号,并作以下说明:

(1) 符号只能表达元件的作用和连接管路,不表示具体结构和参数,也不表示从一个工作转换到另一工作状态的过渡过程。

(2) 标准中规定的图形符号,适用于以液压油为工作介质的液压传动原理图和控制系统原理图,所以职能符号与元件的工作原理总有一定联系。

(3) 职能符号不表示系统布置的具体位置或元件在机器中的实际位置。

(4) 职能符号均以元件静止位置或零位置表示,当系统中另有说明时,可以例外。

(5) 符号在系统图中的布置,除方向性的元件符号(如油箱、仪表等)外,根据具体情况可旋转 90° 、 180° 或 270° 绘制,但不得将可调性箭头向下倒置。

(6) 标准仅规定了系统图中各种液压元件的基本符号,标准中未规定的图形符号,可以根据该标准的原则和所列图形的规律性派生,无法引用或派生时,均允许局部用结构简图表示。

(7) 元件名称、型号和参数(如压力、流量、功率、管径等),一般在系统图的零件表中说明,必要时可标注在元件符号旁边。

(8) 油泵及油马达都用圆圈表示,圆内的三角箭头,一个表示单向,两个表示双向。三角箭头向外表示油泵,箭头向内表示油马达,通过圆心有一斜向大箭头表示流量可调。

(9) 控制阀:主滑阀的基本符号是一个方框。有几个方框就是几位阀,方框外有几根主管道(实线)就叫几通阀(不算控制管道和泄漏管道——虚线)。各位置互通时用箭头表示,不通时用 T 型线表示。三位阀以中位方框为常态,两位阀以左位方框为常态。

五、对液压油的要求

液压传动以液压油为工作介质进行动力传递,为了有效地传递动力,并对元件进行良好的润滑,液压油必须满足以下要求:

(1) 适宜的粘度和良好的粘温性能,在工作温度变化范围内,粘度变化范围要小。因为粘度小时,泄漏增加;粘度大时,液压阻力损失增大。

(2) 具有良好的润滑性能,有很高的油膜强度,使液压零件的滑动表面形成液体摩擦,避免干摩擦。

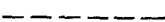
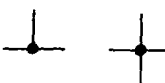
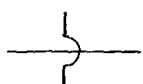
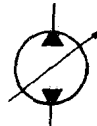
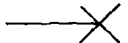
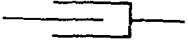
(3) 不得含有蒸汽、空气及其他容易汽化或产生气体的杂质,使用中泡沫要少,否则会产生气泡,影响工作机构的平稳性。液压油含水量不得超过 0.025% ,否则,使用中会形成水气,恶化油液的使用性能,且影响低温时的正常工作。

(4) 对机件和密封件腐蚀性小,防锈性能良好。不会造成密封材料膨胀、收缩、硬化或溶解等不良现象,即不含有水溶性酸类或碱类物质。

(5) 有高度的化学稳定性,在储存和工作过程中不易氧化而生成胶质,能长期使用而不变质。

(6) 尽量减少油中杂质,不允许有沉淀,以免加剧机件磨损、堵塞管道或液压元件,影响系

表 1-2 常用液压元件符号(GB 786-65)

管路及连接		油泵、油马达	
名称	符号	名称	符号
工作管路		单向定量油泵	
控制管路			
连接管路		单向变量油泵	
交错管路		双向变量油泵	
软管			
放气装置 (放气口朝上)		单向定量油马达	
通油箱管路		双向定量油马达	
堵头			
压力接头		单向变量油马达	
伸缩接头		摆动油马达 (摆动油缸) (回转角<360°)	

(续表)

油缸		控制方式	
名称	符号	名称	符号
单作用柱塞油缸		手动杠杆控制	
双作用单活塞杆式油缸		脚踏控制	
双作用单面带不可调缓冲式油缸		弹簧控制	
差动油缸		机械控制	
双作用双活塞杆式油缸		直接液压控制	
单作用伸缩式套筒油缸		先导液压控制	
		电磁力控制	
		电磁-液压控制	
		定位机构	