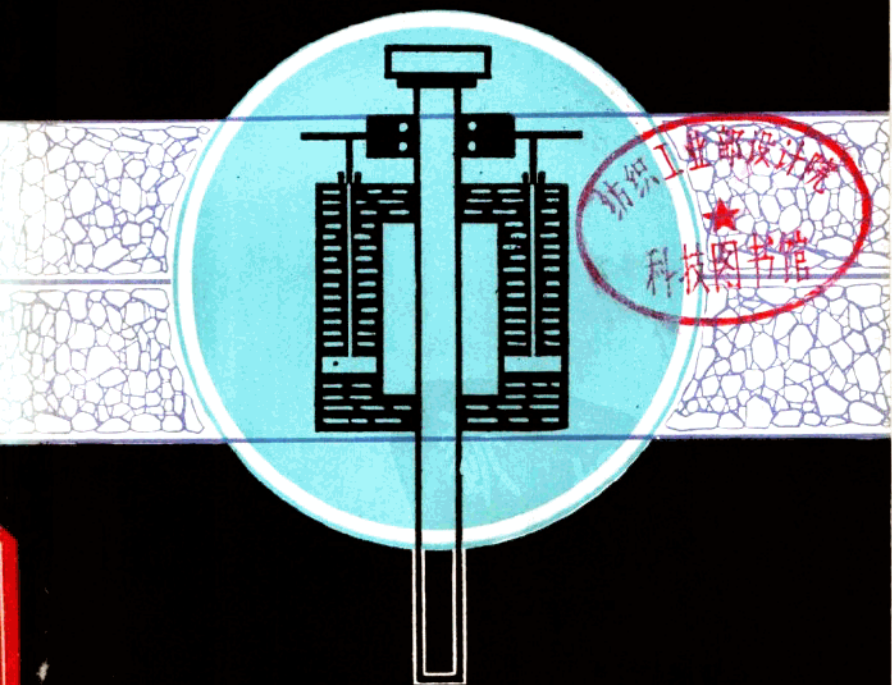


钻探液压技术

煤炭工业出版社



钻探液压技术

赵贵祥 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系根据广大地质钻探职工自学液压技术的需要而编写,共分三篇:第一篇液压技术基础,主要介绍液压技术最基本的知识;第二篇液压元件,全面介绍了各种常用液压元件的功能、作用、工作原理及图示方法;第三篇全液压岩芯钻机,以两种典型钻机为例,详细介绍了全液压式钻机的结构构造及工作原理,并结合前两篇的内容,对钻机的液压系统做了详细的分析与讲述。

主要读者对象:地质钻探工作者及地质院校师生。

责任编辑:吕代铭

钻 探 液 压 技 术

赵贵祥 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路15号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂: 印张9⁷/₈;
字数213千字 印数1—4,120
1985年4月第1版 1985年4月第1次印刷
书号15035·2659 定价1.70元

前 言

本书是专门为广大地质钻探职工编写的、学习液压技术的入门读物。

在进入七十年代以后，液压技术的应用几乎遍及工程技术各个领域，特别是全液压式岩芯钻探机的出现，已将液压技术全面地应用到钻探设备上来了。编者为了帮助广大地质钻探职工尽快熟悉这门新技术及其在钻探设备上的应用，乃写成此书，供有关同志自学参考并为深入学习液压技术奠定基础。

本书共分三篇：第一篇液压技术基础，主要介绍液压技术最基本的理论知识；第二篇液压元件，全面介绍各种常用液压元件的功能、作用、工作原理及其图形符号，进而介绍液压系统图的识读方法；第三篇全液压岩芯钻探机，通过两种典型全液压式钻机，详细地介绍全液压式钻机的结构构造及工作原理，并结合第二篇的内容，对钻机的液压系统逐一进行了分析和讲述，使读者对液压技术在钻探设备上的应用有一全面了解。在书末的附录中，除列出了国家标准液压系统图图形符号外，还选辑了若干典型液压式钻机的液压系统图，供读者作识读练习以提高识图能力。

本书在叙述上力求通俗易懂，以便于读者自学。

本书除可供读者自学之外，尚可作为钻探技工学校学员学习液压技术的参考读物。其第一篇、第二篇对有志于学习液压技术的其他读者，亦可作为入门的基础。

编者期望读者在读完本书之后，对液压技术这门学科能够有一个概括性的了解，熟悉各种常用液压元件在钻探设备上的应用原理和适用范围，并能正确地阅读各种钻探液压设备的液压系统图，从而达到正确地使用和操作、维护有关设备的目的。如果在此基础上，读者能进而把液压技术用于钻探设备和工具的改革、革新方面，那就是对编者最大的勉励了。

由于编者水平所限，书中一定会有错误和不当之处，热诚期待读者批评和指正。

编 者

目 录

前 言

第一篇 液压技术基础

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 液体传动的工作原理	2
一、动力式液体传动	2
二、容积式液体传动	3
第三节 液压传动系统的组成	4
第四节 液压系统的符号及液压传动系统图	8
第五节 液压传动的优缺点	13
第二章 液体的物理力学性质	14
第一节 液体的基本物理性质	14
一、液体的质量和重量, 密度和重度	14
二、液体的压缩性	17
三、液体的粘滞性	19
第二节 液体的基本力学性质	25
一、液体的平衡(液体静力学)	25
二、液体的运动(液体动力学)	38
第三章 液体流动中的一些问题	53
第一节 液体流动中的压力损失	53
一、液体运动的两种状态及雷诺数	53
二、液流在直管中的沿程压力损失	55
三、液体的局部压力损失	58
四、液压系统中的总压力损失	57
五、设定压力、系统压力、工作压力及压力效率	58

六、推荐采用的液流工作速度	59
第二节 液体流经小孔和缝隙的流量计算	59
一、液体流经小孔的流量计算	60
二、液体流经缝隙的流量计算	63
第三节 液压冲击	68
第四节 气穴及气蚀	69
第五节 液压系统的发热	70
第六节 功率及效率	71
第四章 液压传动的工作液体	77
第一节 液压传动对工作液体的要求	77
第二节 常用工作液体及其性能改善	78
第三节 液压油的选用原则	79
第四节 液压油的更换时间	80

第二篇 液压元件

第一章 液压泵及液压马达	83
第一节 概述	83
第二节 容积式液压泵及液压马达	84
第三节 液压泵及液压马达的分类	85
第四节 原动机、液压泵、液压马达间的能量转换及效率	87
一、能量转换	87
二、转换效率	87
三、液压泵实际需要输入的功率和液压马达实际输出 的功率和扭矩	89
第五节 齿轮泵及齿轮马达	92
一、齿轮泵的工作原理	92
二、齿轮泵的优缺点	98
三、齿轮马达的工作原理	99
第六节 叶片泵及叶片马达	102

一、叶片泵的工作原理	102
二、叶片泵的优缺点	105
三、叶片马达的工作原理	107
第七节 柱塞泵及柱塞马达	109
一、直列式（卧式）柱塞泵	110
二、径向柱塞泵和径向柱塞马达	110
三、轴向柱塞泵和轴向柱塞马达	115
第八节 低速大扭矩液压马达	122
一、双斜盘滑履式轴向柱塞马达	122
二、摆线转子式液压马达	123
第九节 变量泵及变量马达的工作性质	131
第二章 液压缸	133
第一节 液压缸的种类	133
第二节 几个值得注意的问题	140
第三章 液压阀	141
第一节 方向控制阀	141
一、单向阀	141
二、换向阀	145
第二节 压力控制阀	157
一、溢流阀	158
二、减压阀	166
三、顺序阀	170
四、复合压力阀	173
第三节 流量控制阀	175
一、节流阀	177
二、调速阀（压力补偿节流阀）	182
三、延时阀	187
第四节 容积调速	188
一、变量泵和定量液动机调速（恒扭矩或恒力调速）	189
二、定量泵和变量马达调速（恒功率调速）	191

三、变量泵和变量马达调速	192
第四章 辅助装置	193
第一节 管件	193
一、管材	194
二、管接头	195
三、快速管接头	195
第二节 密封件	197
一、间隙密封	198
二、密封圈密封	200
第三节 滤油器	203
第四节 蓄能器	206
第五节 油箱	208
第六节 压力表	211
第五章 液压系统图的阅读方法	212

第三篇 全液压岩芯钻探机

第一章 瑞典《托拉姆2×20》全液压岩芯钻探机	220
一、钻机的外貌及其特点	220
二、钻机的技术性能及规格	223
三、钻机配套水泵的技术性能及规格	226
四、钻机的结构构造及其作用	227
第二章 瑞典《泰美克-250》全液压岩芯钻探机	263
一、钻机的结构特点	263
二、钻机的技术规格	264
三、钻机的结构构造及作用	265
四、钻机的液压系统	272
附录	283
一、典型钻机液压系统图	283
1. 苏式3HΦ-650米油压钻机	283

2. 瑞典XH-60油压钻机	284
3. 日本TXL-1E油压钻机	285
4. 国产XD-600全液压钻机	286
5. 国产XU-300-2型油压钻机	287
二、液压系统图图形符号 (GB786-65)	288
参考书目	303

第一篇 液压技术基础

第一章 绪 论

第一节 概 述

液压技术是一门发展较晚但却发展较快的新技术。它主要是利用液体的压力能进行力和力矩的传递，即所谓的液压传动。

液压技术是以流体力学为基础逐步发展起来的。在十九世纪末，它首先被应用于机械和机床的传动中，随着该项技术的日益发展，它在工程技术方面的应用范围逐步扩大，从本世纪五十年代开始用到钻探设备上。起初，只是局部地采用，仅用于油压钻机的给进系统；到了六十年代后期，则出现了“全液压钻机”，液压技术已全面地应用到钻探设备上，目前已达比较成熟和相当完善的地步。

我国从1958年即已开始着手研制全液压钻机，但是由于液压元件的研制和生产跟不上等原因，致使钻机研制工作的进展十分缓慢，甚而曾一度中断。到了1973年以后，我国煤炭、地质和冶金系统终于相继试制了全液压钻机，例如煤炭系统郑州煤矿机械厂的中州-1200米全液压转盘钻机，石家庄煤矿机械厂的K56-800米全液压动力头钻机；地质系统的XD-600米全液压动力头钻机和冶金系统的100米、250米坑道用全液压动力头钻机，等等。与此同时，还相应研制了液

压起管机、液压拧管机、液压夹持器、液压钻杆控制制动器、液压敲管机、液压滚丝机、液压随车吊、液压扶移摆机械手、液压钻杆提升架、液压绳索取心绞车等多项钻探液压设备。

近些年来，液压技术的应用几乎遍及工程技术各个领域，并且有力地推动着生产技术的阔步发展。

第二节 液体传动的工作原理

任何一种传动方式的共同点，都是要通过一定的工作介质来传递能量。采用不同的工作介质，就构成了不同的传动方式。

就目前所知，动力的传动方式按其采用的工作介质分有下述几种即：机械传动、电力传动、气体传动和液体传动，其中后两者发展较晚。

由于液体极易流动，而且在密闭的容器中又几乎不可压缩，所以它很容易获得速度能和压力能。液体传动正是利用液体的这种特性来进行工作的。

所谓液体传动，乃是将原动机输入的机械能转变成液体的速度能或压力能，并以液体本身为工作介质传递动力的一种传动方式。

液体传动按其工作原理的不同，又可分为动力式和容积式两大类。

一、动力式液体传动

动力式液体传动简称液力传动，它借助高速运动着的液体速度能，来实现能量或动力的传递。换句话说，就是利用液体的冲击力来工作。这种传动方式实际上是利用一组离心泵-涡轮机系统，靠离心泵输出液体的高速冲力，像推动水

磨一样推动涡轮机工作，从而实现能量的传递。动力式液体传动装置有两种，一种是液力联轴器，另一种是液力变矩器。前者的特点是传动作等扭矩输出；后者的特点是输出的扭矩可以无级地改变。它们除了可以代替机械联轴器和机械变矩器（如齿轮减速器）外，其最大特点是能可靠地保护机器，防止过载，并改善机器的工作性能，而且能使原动机启动平稳、载荷均匀。液力传动装置在钻探设备上应用较少，只有苏联曾用在几种坑道钻机上。近年来，我国镇江煤田地质机械厂将其用在往复式注浆泵上，取得了很好的效果，现已批量生产。

二、容积式液体传动

容积式液体传动简称液压传动，它借助密闭容器内的液体压力能，来实现能量或动力的传递。换句话说，也就是利用液体的压力来工作。这种传动方式必须在密闭的容器内进行，依靠液体的不可压缩性，当其被迫移动时就能实现能量的传递。图1-1为液压传动工作原理示意图。

当活塞1在外力 P_1 作用下向下移动距离 h_1 时，由于液体的不可压缩性，将迫使活塞2连同其负载 P_2 向上移动一个距离 h_2 ，实现力的传动。如果活塞1的面积 F_1 及活塞2的面积 F_2 已定，则 h_1 及 h_2 即可确定，并有下列关系式：

$$F_1 h_1 = F_2 h_2$$

这种基于“通过密闭容器内受压液体的流动来传递能量”的传动方式，就称为液压传动。又由于它是依靠容器内液体容积的变化进行工作的，所以又叫容积式液体传动，它与动力式液体传动显然有所不同。

由于液压传动比液力传动有许多突出的优点，因而应用更加广泛。

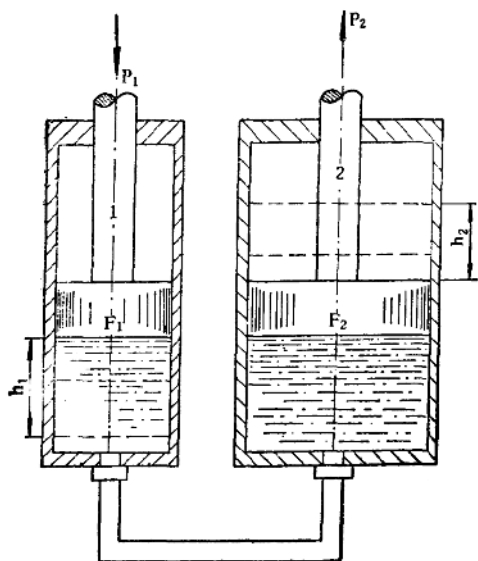


图 1-1 液压传动工作原理图

第三节 液压传动系统的组成

液压传动系统（或装置）是由各种液压元件组成的一整套液流循环系统（装置）。它先将原动机输入的机械能转变为液体的压力能，通过调节和控制，用以传递压力和工作信号，再借助适当的执行机构将液压能重新转变为机械能，借以驱动工作机械，实现所要求的各种动作。

液压传动装置一般由下述四个部份组成：

（1）动力部份 这一部份是指各种液压泵，它能够将原动机输入的机械能转变为液压能，并不断向系统提供压力液体，用以驱动其它液压元件和整个液压系统工作。

(2) 执行部份 这一部份是指各种液动机，包括液压马达和液压缸，它可使液压能重新转变为机械能并驱动工作机械。液压马达输出的机械能可供工作机械作旋转运动。而液压缸则多供作直线运动，有时也供作摆动运动。

(3) 控制调节部份 这一部分是指控制液体压力、流量（或流速）和方向的各种液压阀类，用以控制和调节液压系统的工作性能及实现不同的工作循环，以适应工作机械的性能并满足其动作要求。

(4) 辅助部份 指组成液压系统的辅助部件，包括管件、油箱、滤油器，冷却器、蓄能器和有关的指示仪表等，它们有的是必不可少的，有的则可根据具体情况采用或不采用。

任何一部完整的液压传动装置都是由上述四个部份组成的。当其配以原动机和工作介质——各种液压油或乳化液后，即可进行正常工作。它们之间的相互关系可简化示意如下：

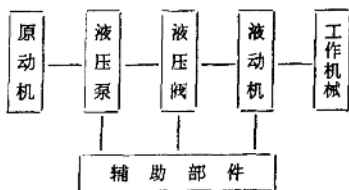


图1-2为一典型油压给进钻机的液压传动系统示意图，从中可以看出各组成部份之间的相互关系及其作用。

原动机带动齿轮油泵1旋转，此时，油液从油箱7经滤油器6、油管8被吸入油泵并从管9排出压力油液，将原动机的机械能转变为油液的压力能。经管9排出的压力油液共

分三路：一路通往换向阀 2，一路通向油压表 14，另一路通向压力阀 3。如图，因压力阀 3 和油压表 14 两路不能流通，故压力油液只能经换向阀 2 的内部通道及油管 11 进入钻机给

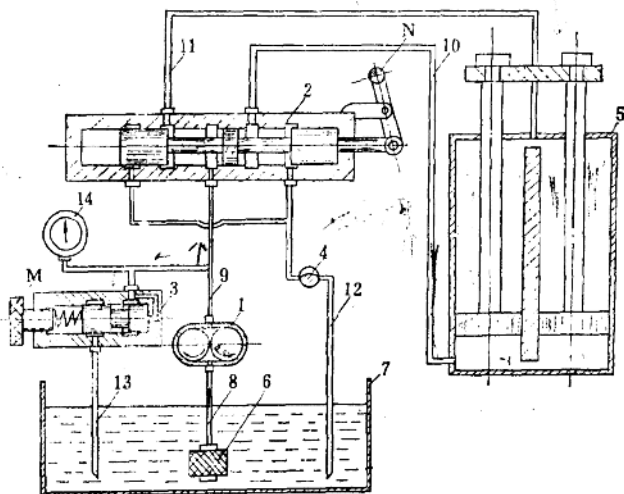


图 1-2 液压传动系统的组成

进油缸 5 的活塞杆腔，迫使活塞下行，使钻具向下给进（钻机立轴图中未示出）；而活塞下腔的油液则在活塞下行时被迫压出，经油管 10 及换向阀 2 内部的另一通道及节流阀 4 返回油箱 7。节流阀 4 的作用如同自来水龙头一样，可以调节所通过的油液流量：把通道的面积调大时，通过的流量就多，这时活塞下降的速度就快；把通道的面积调小其通过的流量就相应减少，这时活塞的下降速度也随之减慢。可见，节流阀的作用乃是控制活塞下降速度的一种液压阀，亦即流

量控制阀。如前所述，齿轮油泵 1 泵出的压力油液还同时通往压力阀 3。由于压力阀 3 的阀芯被弹簧固定在阀体的一侧，因而将其内部通往油箱 7 的通道隔断，弹簧的张紧力由手调螺钉 M 控制：旋紧螺钉压缩弹簧，即可增大对阀芯的推力；旋松螺钉放松弹簧，即能减少对阀芯的推力，直至弹簧全松而仅使阀芯维持在隔断内部通道的位置。很明显，只有当通往压力阀 3 的压力油的压力大于阀芯弹簧预调压力时，才能推动阀芯移向另一端，将通道打开并经排油管 13 将油液排回油箱。由此可见，控制压力阀 3 的手调螺钉 M，就可以控制通往换向阀 2 的油液压力，亦即系统的压力。所以，压力阀 3 的作用乃是控制液压系统压力大小的一种液压阀，亦即压力控制阀。至于油压表 14 的作用，由于它永远和系统油路相通，所以是用来指示系统压力大小的。当钻机给进油缸 5 的活塞下行至极限位置时，就完成了立轴给进的一个行程，应该进行“倒杆”。此时，操纵杠杆 N，使换向阀 2 的阀芯换向，将齿轮油泵的排油管 9 与油缸活塞下腔油管 10 连通，则压力油经油管 10 进入油缸 5 的活塞杆下腔，迫使活塞上行至最高位置，准备进行钻具给进的下一个行程；同时，活塞上腔排出的油液将经油管 11、换向阀 2、节流阀 4 和总回油管 12 返回油箱 7。可见，换向阀 2 的作用乃是控制油液流动方向的一种液压阀，即方向控制阀。滤油器 6 的作用是防止齿轮油泵 1 吸入油箱 7 中的污物，用以保证系统的正常工作和有效地减少污物对系统中各液压元件的磨损。

根据上面对典型液压传动系统工作循环的叙述可以看到，齿轮油泵 1 是系统的能源，属动力部份；换向阀 2 控制油液流动方向，压力阀 3 控制系统工作压力，节流阀 4 控制油液通过的流量，这三种液压阀同属控制调节部份；液压缸