



液压传动与人造板机械

主 编 陈光伟 花 军

YEYA CHUANDONG YU RENZAOBAN JIXIE



东北林业大学出版社

液压传动与人造板机械

主编 陈光伟 花 军

东北林业大学出版社

• 哈尔滨 •

版权专有 侵权必究
举报电话：0451-82113295

图书在版编目 (CIP) 数据

液压传动与人造板机械 / 陈光伟, 花军主编. — 哈尔滨 :
东北林业大学出版社, 2014. 1

(东北林业大学优秀教材丛书)

ISBN 978-7-5674-0367-3

I. ①液… II. ①陈…②花… III. ①液压传动-
高等学校-教材②木质板-木工机械-高等学校-教材
IV. ①TH137②TS64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 003944 号

责任编辑: 任兴华

封面设计: 刘长友

出版发行: 东北林业大学出版社

(哈尔滨市香坊区哈平六道街 6 号 邮编: 150040)

经 销: 全国新华书店

印 装: 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 21

字 数: 376 千字

版 次: 2014 年 1 月第 1 版

印 次: 2014 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

如发现印装质量问题, 请与出版社联系调换。(电话: 0451-82113296 82191620)

内容简介

本书较为系统地介绍了液压传动与人造板机械的相关知识，主要讲述了液压传动系统的基础理论知识，以及各类元件和基本回路的结构、组成与工作原理；对人造板机械中的旋切机、削片机、热磨机、热压机、砂光机等设备的类别、组成进行了说明，对各类设备的结构与工作原理做了较为详尽的分析。

本书是高等林业院校木材科学与工程专业的特色教材，也可作为家具设计制造专业等其他相近专业的参考书，并对从事人造板机械设备设计、研究、制造、使用和维修等工作的工程技术人员具有一定的使用、参考价值。

前 言

本书是根据高等林业院校木材科学与工程专业的《木材加工装备》教学大纲编写的。

人造板机械是木材加工工业中重要的机械装备之一,“木材加工装备”是研究用于胶合板、纤维板、刨花板等木制品加工的各种设备的一门课程,它是本专业的主要专业课之一。

人造板机械的种类繁多,涉及的专业基础理论广泛,特别涉及较多的液压传动知识。因此,本书将“液压传动”与“人造板机械”知识合二为一,较系统地介绍了液压传动系统中动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件以及液压基本回路的组成、结构、功能与工作原理;通过对人造板机械中旋切机、削片机、热磨机、热压机和砂光机的类别、典型结构的分析,说明了上述各类人造板机械设备的工作原理和技术性能。

本教材具有与本学科相适应的科学水平;基本做到了教材的重点突出,内容覆盖面宽泛;难点的阐述深入浅出,便于自学;理论联系实际,以利于学生深入掌握其基本结构与基本原理,注重学生分析与解决实际问题能力的培养。并对从事木工机床设计、研究、制造、使用和维修等工作的工程技术人员具有参考价值。

本书共分为两篇十三章,其中第一篇液压传动及第二篇十二章人造板压机部分由东北林业大学陈光伟编写;其余第八、九、十、十二、十三章由东北林业大学花军编写。

本书大部分内容均经过编者多年教学实践,但由于编者的学术水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者指正。

编著者

2012年10月

目 录

第一篇 液压传动

1 液压传动概述	(3)
1.1 液压传动系统的工作原理	(3)
1.2 液压传动系统的组成	(5)
1.3 液压传动系统的优缺点	(7)
1.4 液压传动系统的发展与应用	(8)
2 液压传动基础知识	(10)
2.1 液压传动的工作介质	(10)
2.2 液体静力学基础	(15)
2.3 流体动力学基础	(19)
2.4 液压传动的压力损失	(24)
2.5 液压冲击和空穴现象	(29)
3 液压动力元件	(32)
3.1 液压泵	(32)
3.2 齿轮泵	(36)
3.3 叶片泵	(40)
3.4 柱塞泵	(44)
4 液压执行元件	(49)
4.1 液压缸	(49)
4.2 液压缸的结构	(56)
4.3 液压马达	(59)
5 液压控制元件	(64)
5.1 液压控制阀	(64)
5.2 压力控制阀	(65)
5.3 流量控制阀	(73)
5.4 方向控制阀	(77)
5.5 液压阀的选择与使用	(87)

6 液压辅助元件	(90)
6.1 管道及管接头	(90)
6.2 油箱	(92)
6.3 蓄能器	(94)
6.4 过滤器	(96)
6.5 密封装置	(100)
7 液压基本回路	(105)
7.1 压力控制回路	(105)
7.2 速度控制回路	(113)
7.3 方向控制回路	(125)
7.4 多缸动作控制回路	(127)

第二篇 人造板机械

8 人造板机械概述	(137)
8.1 我国人造板机械的发展概况及趋势	(137)
8.2 人造板机械的特点	(140)
8.3 人造板机械的技术参数	(141)
8.4 人造板机械的型号编制	(144)
9 旋切机	(146)
9.1 概述	(146)
9.2 旋切机的传动系统	(152)
9.3 旋切机的卡轴箱	(157)
9.4 旋切机的刀床	(165)
9.5 旋切机的进给机构	(173)
9.6 旋切机的防弯压辊、动力压辊	(177)
10 削片机和刨片机	(183)
10.1 削片机	(183)
10.2 刨片机	(198)
11 纤维分离设备	(210)
11.1 概述	(210)
11.2 热磨机的进料装置	(213)
11.3 热磨机的预热蒸煮装置	(221)
11.4 热磨机的研磨装置	(226)
11.5 热磨机的排料装置	(238)

12 人造板压机	(241)
12.1 概述	(241)
12.2 多层压机	(242)
12.3 单层热压机	(270)
12.4 连续式热压机	(274)
13 宽带式砂光机	(299)
13.1 概述	(299)
13.2 砂架	(302)
13.3 支承装置、压紧装置和进给机构	(315)
13.4 吸尘、除尘装置	(321)
13.5 气压系统、电气控制系统	(323)
参考文献	(326)

第一篇 液压传动

1 液压传动概述

本章要点：掌握液压传动的概念、工作原理及其结构组成；理解液压传动系统的优点、缺点与应用领域；了解液压传动技术的发展与应用情况。

1.1 液压传动系统的工作原理

液压传动是以液体（包括各种石油基传动液和合成传动液）为传动介质进行能量的传递、转换和控制的一种机械传动形式。液压传动的工作原理是以帕斯卡定律为基础的，即“在密闭容器内，施加于静止液体上的压强将以等值同时传递到液体内部各点”。该定律也称为静压传递原理。

现以液压千斤顶为例说明液压传动的工作原理。图 1-1 所示的（a）液压千斤顶结构简图中，当将手柄 1 向上扳动时，小活塞 3 向上移动，其下端

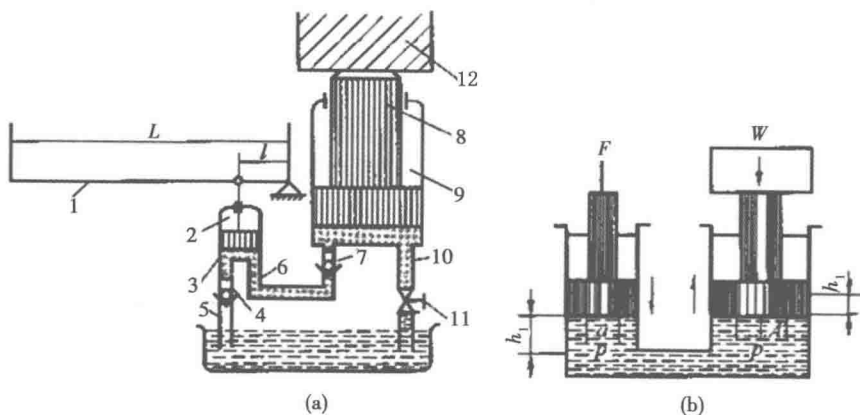


图 1-1 液压千斤顶工作原理

1-手柄；2-小液压缸；3-小活塞；4、7-单向阀；5、6、10-管道；

8-大活塞；9-大液压缸；11-截止阀；12-重物

容积增大，产生相对真空。在大气压力的作用下，油箱中的油液通过管道 5 和单向阀 4 进入小液压缸 2 的下腔。当将手柄 1 向下压时，小活塞下移，其下端的封闭容积减小，油液压使单向阀 4 关闭。受压的油液则经管道 6 和单向阀 7 进入大液压缸 9 的下腔，推动大活塞 8 上移，顶起重物 12。若上下不

停地扳动手柄 1, 油液便不断地进入大液压缸, 使重物 12 渐渐升起。这种靠受压液体在密闭容积内的流动传递动力的方式就叫作液压传动。截止阀 11 打开后, 大液压缸中液体经管道 10 流回油箱, 重物随之下降。

为分析方便, 将液压千斤顶简化成如图 1-1 (b) 所示原理图, 并假定液压油是没有黏性且不可压缩的理想液体, 活塞的重力以及各处的摩擦力忽略不计, 也不考虑油液的泄漏。经过以上理想的假设, 可以得出下列平衡方程

$$p = \frac{W}{A_2} = \frac{F}{A_1} \quad (1-1)$$

式中: p ——封闭容积内液体的压力;

W ——重物的重力, 即外负载力;

A_2 ——大活塞的有效作用面积;

F ——在小活塞上所施加的力;

A_1 ——小活塞的有效作用面积。

液压千斤顶中, 大活塞的上升是因为通过手柄在小活塞上施加了作用力 F , 迫使油液向大液压缸内流动, 而大活塞上的外负载力 W 又阻止油液向大液压缸内流动; 油液由于受到挤压产生压力, 从而把小活塞上所施加的动力传递到大活塞, 举起重物做功。由此可见, 力的传递是通过液体压力来实现的, 并且外负载力越大, 系统压力越高; 也就是说, 液压系统的压力取决于负载, 这是液压技术中非常重要的基本概念。

另由图 1-1 (b) 可知, 当小活塞在力 F 作用下向下运动一段距离 h_1 后, 它所排出的油液体积应为 $V = A_1 h_1$ 。依前面的假设条件, 体积为 V 的油液将全部进入大液压缸, 推动大活塞向上移动距离 h_2 , 因此

$$V = A_1 h_1 = A_2 h_2 \quad (1-2)$$

设活塞移动时间为 t , 可得

$$q = \frac{V}{t} = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

或

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{q}{A_2} \quad (1-3)$$

式中: q ——油液的流量;

v_1 ——小活塞的下移速度;

v_2 ——大活塞的上升速度。

由式(1-2)可以看出,液压传动中运动(指小活塞和大活塞的移动)的传递是按照容积变化相等的原则进行的;或由式(1-3)可看出,执行机构(大活塞)的运动速度取决于进入执行机构的流量;这是液压传动的另一个重要的基本概念。

根据力学知识计算液压千斤顶的功率 P 为

$$P = W \cdot v_2 = p \cdot A_2 \cdot \frac{q}{A_2} = p \cdot q \quad (1-4)$$

式(1-4)说明,液压力做功的功率等于压力和流量的乘积。这个结论具有普遍意义,无论对液压泵、液压马达及液压阀等,涉及液压功率的计算时均是如此。

1.2 液压传动系统的组成

实际液压传动系统的结构是多种多样的,但其构成原理都是将各种元件组成不同功能的基本控制回路,若干基本控制回路再经过有机组合,总和成一个完整的液压传动系统,进行能量的传递、转换与控制。下面以图1-2所示驱动机床工作台的液压传动系统为例,说明其组成和工作原理。

图1-2中,液压泵3启动后,从油箱1中吸油,油液经过滤器2、液压泵3进入油路;在图1-2(a)所示状态下,通过换向阀5、节流阀6,换向阀7进入液压缸8左腔,此时液压缸8右腔的油液经换向阀7和回油管回流油箱,液压缸中的活塞推动工作台9向右移动。

如果将换向阀7的手柄移动至如图1-2(b)所示的状态,则经节流阀6的压力油将由换向阀7进入液压缸8的右腔,此时液压缸8左腔的油经换向阀7和回油管回流油箱,液压缸中的活塞将推动工作台向左移动。因而,换向阀7的主要功用就是控制液压缸及工作台的运动方向。

系统中换向阀5若处于如图1-2(c)所示的位置,则液压泵输出的压力油将经换向阀5直接回流油箱,系统处于卸荷状态,液压油不能进入液压缸。

在图1-2中,工作台的移动速度是通过节流阀6来调节的,当节流阀的开口增大时,进入液压缸的油液流量增大,工作台移动速度加快;反之,工作台移动速度将减慢。因而节流阀6的主要作用是控制进入液压缸的流量,从而控制液压缸活塞的移动速度。

液压缸推动工作台移动时必须有一定的油液压力,在图1-2所示系统中,液压泵出口处的油液压力是由溢流阀4决定的,所以溢流阀在液压系统

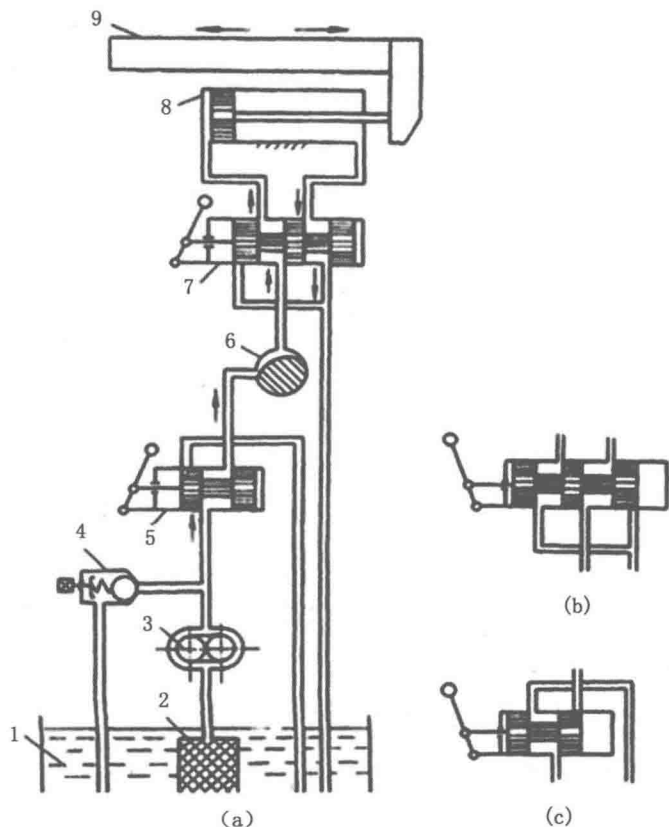


图 1-2 机床工作台液压系统的工作原理

1-油箱；2-过滤器；3-液压泵；4-溢流阀；5, 7-换向阀；
6-节流阀；8-液压缸；9-工作台

中的主要功用是控制系统的压力。

从上例可以看出，完整的液压系统主要由以下五部分组成：

(1) 动力装置（能源装置）：将电动机或其他动力设备输出的机械能转换成流体压力能的装置，即液压泵。

(2) 执行装置：把流体的压力能转换成机械能的装置，一般指做直线运动的液压缸、做回转运动的液压马达等。

(3) 控制调节装置：对液压系统中流体的压力、流量和流动方向进行控制和调节的装置，如溢流阀、节流阀、换向阀等。这些元件的不同组合可以构成能完成不同功能的、对液压系统进行控制或调节的回路。

(4) 辅助装置：指除上述三部分以外的其他装置，如油箱、过滤器、

油管、管接头等。它们对保证液压系统正常工作起着重要的作用。

(5) 工作介质：传递能量的流体，即液压油。

图 1-2 所示液压系统的工作原理图是按各种液压元件的结构画出的，它直观性强，容易理解，但难于绘制。实际工作中，一般采用国标 GB/T 786.1-2009 所规定的液压元件图形符号来绘制，如图 1-3 所示；该图中各标号所代表的元件名称与图 1-2 相同。液压元件图形符号表示元件的功能，而不表示元件的具体结构和参数。

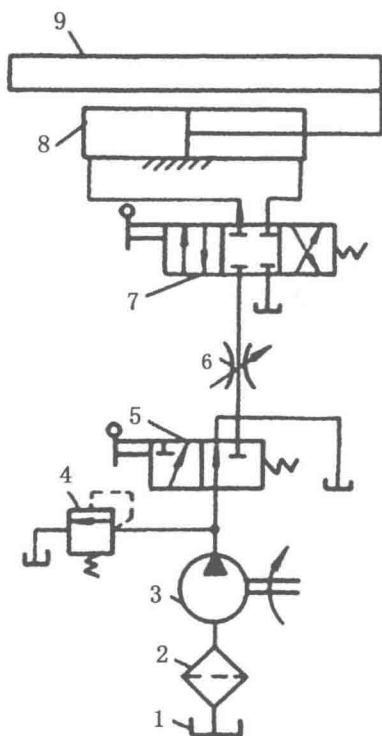


图 1-3 用图形符号表示的机床工作台液压系统的工作原理

1-油箱；2-过滤器；3-液压泵；4-溢流阀；5、7-换向阀；
6-节流阀；8-液压缸；9-工作台

1.3 液压传动系统的优缺点

液压传动与其他传动方式相比，主要优点有：

(1) 液压传动装置的体积小、重量轻，功率-质量比、力-质量比均较

大。

(2) 系统流量易于连续调节,可方便实现无级调速;且调速范围大,性能好。

(3) 液压传动装置工作平稳,响应快,可频繁启动、制动和换向。

(4) 液压传动装置易于实现过载保护。

(5) 液压元件和辅件便于实现标准化、系列化和通用化。

(6) 液压传动装置具有自润滑功能。

液压传动的主要缺点有:

(1) 液压传动难以保证严格的传动比。

(2) 液压传动的总效率比较低,功率损失大,不宜远距离传输能量。

(3) 液压传动装置的性能受温度的影响较大。

(4) 液压传动存在介质泄漏现象。

1.4 液压传动系统的发展与应用

液压传动相对于机械传动是一门新学科,其发展历史仅有二百多年。17世纪帕斯卡提出静压传递原理,18世纪英国制成世界上第一台水压机,这标志着液压技术的开端;只是由于当时没有成熟的液压传动技术和液压元件,使之没有得到普遍的应用。随着科学技术的不断发展,各行各业对传动技术有了不断的需求;特别是在第二次世界大战期间,由于军事上迫切地需要反应快、质量轻、功率大的各种武器装备,而液压传动技术适应了这一要求,所以使液压传动技术获得了快速发展。战后的液压传动技术迅速地转向其他各个部门,并发展为完整的自动化技术。

由于液压传动有许多突出的优点,因此它的应用非常广泛,如一般工业用的加工机械、压力机械、机床;行走机械中的工程机械、农业机械、汽车;钢铁工业用的冶金机械、提升装置、轧辊调整装置;电力设备中的涡轮机调速装置、核发电设备;船舶用的甲板起重机械、船头门、船尾推进器等;特殊技术用的巨型天线控制装置、测量浮标、升降旋转舞台等;军事工业用的火炮操纵装置、舰船减摇装置、飞行器仿真、飞机起落架的收放装置和方向舵控制装置等。据统计,发达国家95%的工程机械、90%的数控加工中心、95%以上的自动生产线采用了液压传动。液压传动在机械行业中的应用见表1-1。

表 1-1 液压传动在机械行业中的应用

行业名称	应用举例	行业名称	应用举例
工程机械	挖掘机、装载机、推土机	轻工机械	打包机、注塑机
矿山机械	凿石机、开掘机、提升机、 液压支架	灌装机械	食品包装机、真空镀膜机、化 肥包装机
建筑机械	打桩机、液压千斤顶、平 地机	汽车工业	高空作业车、自卸式汽车、汽 车起重机
冶金机械	轧钢机、压力机、步进加 热炉	铸造机械	砂型压实机、加料机、压铸机
锻压机械	压力机、模锻机、空气锤	纺织机械	织布机、抛砂机、印染机
机械制造	组合机床、冲床、自动线、 气动扳手		

目前，液压传动在实现高压、高速、大功率、高效率、低噪声、长寿命、高度集成化、小型化与轻量化、一体化和执行元件柔性化等方面取得了很大的进展。同时，由于与微电子技术密切配合，能在尽可能小的空间内传递尽可能大的功率并加以准确地控制，从而使得其在各行各业中发挥了巨大的作用。

复习思考题

- 1-1 液压传动系统的基本原理是什么？
- 1-2 液压系统由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 1-3 液压传动有何特点？