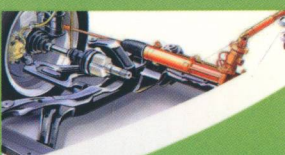
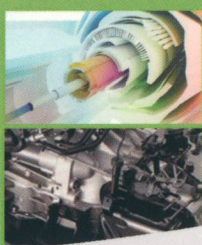




北京市高等教育精品教材立项项目

高职高专规划教材



液压、液力与气压 传动技术

✿ 王丽君 叶克 主编



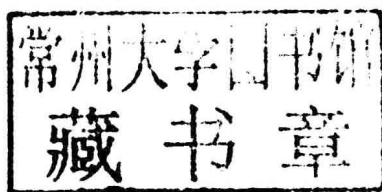
配电子课件

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

北京市高等教育精品教材立项项目
高职高专规划教材

液压、液力与气压 传动技术

主 编 王丽君 叶 克
副主编 王 京 张广栋
参 编 杨佳慧 王跃森 张大鹏
丁永艳 杨开锁



机械工业出版社

本书是为适应高等职业教育汽车类专业教学改革而编写的,其内容与汽车类专业的岗位需求紧密结合,并对教学内容进行了优化整合。

本书内容包括液压传动、液力传动和气压传动三部分,主要介绍了三种传动技术的工作原理、常用元件、装置与元件的使用、维护和维修的基本方法以及三种传动在汽车工业领域中的一些应用案例,目的在于为今后的专业课学习打下扎实的理论和技能基础。针对课程的“专业基础课”定位和职业教育的特色,本书侧重对基本概念的理解与应用,在内容上加强针对性与实用性,对一些概念的介绍从简从易,侧重讲述了汽车和汽车生产、维修设备中常见的液压、液力与气压传动装置,内容上兼顾了各细分专业的使用,所选内容尽可能反映了液压与气压以及液力传动技术的发展与应用现状。

本书在每章后附有习题和技能训练,不仅适用于传统教学,也适用于一体化教学、项目教学等教学模式。*为选学内容。

本书可作为高职高专汽车类、工程机械类专业的教材,也可供汽车维修工程技术人员参考使用。不同专业可以根据教学大纲要求灵活选取和组织教学内容。

图书在版编目(CIP)数据

液压、液力与气压传动技术/王丽君,叶克主编. —北京:
机械工业出版社, 2012. 7

北京市高等教育精品教材立项项目·高职高专规划教材
ISBN 978-7-111-34606-7

I. ①液… II. ①王… ②叶… III. ①液压传动—高等
职业教育—教材 ②液力传动—高等职业教育—教材 ③气压
传动—高等职业教育—教材 IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第083423号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:葛晓慧 责任编辑:葛晓慧 蓝伙金

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15.5印张·378千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34606-7

定价:31.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着汽车工业技术水平的快速发展,液压、液力与气压传动与控制技术在汽车上的应用越来越广泛;同时,汽车消费的持续增长使汽车后市场也不断发展壮大。汽车的生产、流通和维修等领域急需一批具有高素质、技术过硬的专业技术人才。汽车工业的发展需要具有创新能力的从业人员,而创新离不开扎实的理论基础,因此职业院校需要为社会输送符合市场需求的专业技术人才。基于这种需要,各职业院校近几年不断对课程体系及教学模式进行改革。

液压、液力与气压传动作为汽车类专业的一门专业基础课,多数学校历年来一直沿用机电类专业教材,与汽车领域岗位的结合不够紧密,加之近年来汽车技术的发展,已显现出“学不为所用”的问题。因此,汽车类专业需要一本具有高职高专教育特点的专业教材,这对于全面提高汽车领域专业技术人员技术水平、加速汽车工业向高水平发展具有重要意义。

本书在编写过程中调研了一些汽车生产企业、维修企业、职业院校,结合调研结果对教材的内容进行了选取和整合,初步形成了现有的教材结构和内容。本书内容涵盖汽车生产、维修使用等领域涉及的液压、液力与气压传动基础知识和应用知识,可作为高职高专汽车类、工程机械类专业教材,也可作为广大汽车运用、维修工程技术人员的参考用书或学习资料。

参加本书编写的人员有北京农业职业学院王丽君、叶克、杨佳慧、张大鹏、杨开锁、王跃森,承德石油高等专科学校张广栋,北京电子科技职业技术学院王京,北京航天科工集团丁永艳等。其中王丽君、叶克任主编,王京、张广栋任副主编,杨佳慧、王跃森、张大鹏、丁永艳、杨开锁任参编。

本教材配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

本书在编写过程中,得到了相关院校及汽车生产、维修企业专业技术人员的指教和帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见,以待今后改正和提高。

编 者

目 录

前言

绪论	1
第一节 液压、气压与液力传动的发展及 应用	1
第二节 液压与气压传动系统的工作原理及 系统组成	3
第三节 液力传动的原理和特点	7
第四节 本课程的主要内容和学习目的	9
习题	9
延伸阅读 流体传动与液粘传动	10

第一篇 液 压 传 动

第一章 液压传动基础知识	12
第一节 液压传动工作介质	12
第二节 液体静力学基础	15
第三节 液体动力学基础	17
第四节 液压传动中的几个问题	20
习题	23
技能训练 1 液压系统压力形成实验	25
技能训练 2 液压油品质的现场鉴定	29
第二章 液压泵和液压马达	32
第一节 概述	32
第二节 齿轮泵	35
第三节 叶片泵	38
第四节 柱塞泵	40
第五节 液压马达	42
第六节 液压泵和液压马达的选用	44
习题	45
技能训练 液压泵和液压马达的拆装	46
第三章 液压缸	48
第一节 液压缸的类型及特点	48
第二节 液压缸的结构和组成	53
第三节 液压缸的材料及技术要求	56
第四节 液压缸的常见故障及排除方法	59

习题	60
技能训练 液压缸的拆装与维护	61
第四章 液压辅助装置	63
第一节 油箱	63
第二节 油管和管接头	67
第三节 过滤器	69
第四节 蓄能器	74
第五节 密封装置	76
第六节 压力表、压力表开关及流量计	78
习题	80
第五章 液压控制阀及其回路	81
第一节 方向控制阀	82
第二节 压力控制阀	93
第三节 流量控制阀	101
第四节 其他类型的阀	107
习题	112
技能训练 常见阀的拆装与调试	115
第六章 液压伺服系统	118
第一节 概述	118
第二节 汽车伺服系统应用实例	119
习题	125
第七章 液压传动与控制系统应用 简介	126
第一节 摩托车车轮压窝冲孔机液压 系统	127
第二节 移动式汽车维修举升机液压 系统	128
第三节 翼开厢式车的翼开系统结构及液压 系统	130
第四节 汽车防抱死制动液压系统	133
第五节 汽车自动变速器液压控制系统	138
第六节 污泥自卸车液压系统	161
习题	162

第二篇 液力传动

第八章 液力传动介绍	166
第一节 液力耦合器	166
第二节 液力变矩器	168
习题	175

第三篇 气压传动

第九章 气压传动基础	178
第一节 空气的物理性质	178
* 第二节 气体静力学基础	180
* 第三节 气体动力学基础	181
习题	182
第十章 气动元件	183
第一节 气源装置及气动辅助元件	183
第二节 气缸和气马达	191
第三节 气动控制元件	196
习题	204
技能训练 气动元件的认识和拆装	204
第十一章 气压传动技术应用简介	206
第一节 汽车车门气动安全操纵系统	206
第二节 气压制动系统	207
第三节 汽车主动空气悬架系统	208
习题	211

第四篇 应 用

第十二章 液压系统的使用与维护	214
第一节 一般液压系统的使用与维护	214
第二节 液压元件的安装调试和检查	216
第三节 液压系统的故障诊断与排除	220
习题	226
技能训练 桑塔纳 2000GSI 型轿车液压动力 转向系统的维护与调试	226
第十三章 气压传动系统的使用与 维护	228
第一节 气动系统常规维护	228
第二节 气压传动系统常见故障	230
第三节 汽车气压制动系统故障	233
习题	234
技能训练 东风 EQ1090E 型汽车制动失 灵的故障诊断与排除	234
第十四章 液压系统的液压油污染和噪 声污染的控制	235
第一节 液压油污染的控制	235
第二节 液压系统噪声的控制	236
习题	238
参考文献	239

绪 论

【学习目标】

1. 熟悉液压、液力和气压传动的基本原理和系统组成。
2. 了解液压与气压传动的优缺点。
3. 了解本课程与其他课程间的关系、学习任务、学习方法等。

第一节 液压、气压与液力传动的发展及应用

一、液压、气压与液力传动的发展简介

1. 液压传动的发展概况

液压传动相对于机械传动是一门新学科，但相对于计算机等新技术，它又是一门较老的技术。如果从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算起，液压传动已有二百多年的历史。只是由于在早期没有成熟的液压传动技术和液压元件，而使得它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新的需求。特别是在第二次世界大战期间，由于液压传动技术反应快、重量轻、功率大，在军事武器装备上的应用获得了较大的发展。

在第二次世界大战后的20世纪50年代，液压传动技术迅速转向民用工业，不断应用于各种自动机械及自动生产线，从而使它在机械制造、工程机械、农业机械、汽车制造等行业得到推广应用。

20世纪60年代以来，液压技术随着原子能、空间技术、计算机技术的发展而迅速发展，渗透到各个工业领域中，并开始向高速、高压、大功率、高效率、低噪声、经久耐用、高度集成化的方向发展。同时，新型液压元件和液压系统的计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助测试（CAT）、计算机直接控制（CDC）、机电一体化技术、可靠性技术等领域也是当前液压传动及控制技术发展和研究的方向。

我国的液压工业开始于20世纪50年代，最初只应用在机床和锻压设备上，后来又用于拖拉机和工程机械。目前，我国从国外引进及自行设计的液压元件，已形成了系列，并在各种机械设备上得到了广泛应用。

2. 气压传动的发展概况

从18世纪的产业革命开始，气压传动逐渐被应用于各类行业中，如矿山风钻、火车制动装置等。而气压传动应用于一般工业中则是在近些年。目前世界各国都把气压传动作为一种低成本的工业自动化手段。国内、外自20世纪60年代以来，气压传动发展十分迅速，目前气压传动元件的发展速度已超过了液压元件，并已成为了一个独立的专门技术领域。

目前，液压与气动技术在实现高压、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、一体化和执行件柔性化等方面取得了很大进展。同时，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，从而更使其在

各行各业中的应用发挥出了巨大作用。

3. 液力传动的发展概况

液力传动用于现代化机器始于 20 世纪初,最早作为船舶动力装置与螺旋桨之间的传动机构。液力传动由于其操纵的方便性和档位选择的合理性,被广泛应用于军工和各种民用工业领域,如在坦克、装甲运输车、重型汽车、大型拖拉机、工程机械、起重运输机械、内燃机车等领域都得到了应用,使用液力传动可提高传动品质并节约能源。

我国液力元件近年来发展较快。当前我国液力耦合器的最高输出转速为 6500r/min,最小功率为 0.3kW,最大功率为 7100kW。液力耦合器的发展趋势是高转速、大功率。

二、液压、气压与液力传动技术在汽车工业领域的应用

1. 液压与气动技术的应用

由于液压与气动技术的特点及它们很容易与微电子、计算机技术相结合,现代汽车在许多方面都采用了液压与气压传动技术。自卸式汽车、平板车、高空作业车、自动变速器、悬架系统、ABS/ESP、动力转向、TRAC 系统、汽车生产流水线、汽车举升机、客车车门开关、行李箱支杆等都是利用液压、气压的系统或元件工作的。在汽车的燃料供给、机械润滑、动力传动等系统中也涉及液压传动技术。这些技术的应用适应了汽车在舒适性、安全性、方便性、节能环保等方面的发展要求,可较容易地实现生产系统的自动化控制、提高系统安全性、改善系统传动性能。

车门自吸关门系统在车门关闭到触动开关时,自吸泵会吸合车门到关闭状态,若在 80s 内车门不能被吸合,为保护自吸泵不被烧毁,自吸泵会自动切断该车门的自吸功能。采用了车门自吸关门系统,关门就不需要很大力气,也不用担心门虚关的状态出现。

目前,随着我国民用汽车的大量发展和汽车高新技术在中低档汽车中的大量使用,液压与气压传动技术在汽车领域的应用将会越来越广泛。在传动方面,适合大、中型汽车的传动要求,工作更加可靠,操作更加方便、舒适,且性能稳定,无泄漏等;在控制方面,与微电子技术和计算机技术结合成为控制系统执行单元,向着精密、耐用、灵敏、高可靠性的方向发展;在燃料和润滑油传输方面,向着供给精确、稳定、可靠、无泄漏、无污染的方向发展;在元件加工制造方面,向着精度高、组合性强、工作灵敏、安全可靠、寿命长的方向发展。

液压与气压传动技术与传统的机械传动技术有不少区别,特别是在日常维护和故障诊断方面,不如机械传动那么直观。随着汽车上运用液压传动技术的不断增多,汽车液压系统的使用、维护和故障诊断方面的知识也越来越受到关注。

2. 液力传动技术的应用

液力传动技术在汽车领域的应用形式主要是液力耦合器和液力变矩器。液力变矩器取代了机械传动中的离合器,具有分段无级调速能力。变矩器的功率密度很大而负荷应力却较低、大批生产时成本不高等特点使它得以广泛应用于大中型铲土及运土机械、起重运输机械领域和汽车、坦克等高速车辆中。

3. 发展中的复合传动技术

基于单一传动技术的传动装置构成简单、传动可靠,适用于某些特定的场合和领域。而在大多数的实际应用中,各种传动技术往往不是孤立存在的,彼此之间都存在着相互的渗透和结合,如液力、液压和电力的传动装置中都或多或少地包含有机机械传动环节,而新型的机

械和液力传动装置中也设置了电气和液压控制系统。换言之,采用有针对性的复合集成的方式,可以充分发挥各种传动方式各自的优势,扬长避短,从而获得最佳的综合效益。需要指出的是:在很多应用中,兼有调节与布局灵活性及高功率密度的液压传动装置在其中充当着重要角色。如液压式电子控制动力转向系统是在液压传动动力转向系统的基础上增设电子控制装置而构成的,该系统能够根据汽车行驶条件的变化对助力的大小实行控制,以提高操纵的稳定性。

第二节 液压与气压传动系统的工作原理及系统组成

1. 液压传动系统的工作原理

图 0-1 所示为一种驱动工作台作直线往复运动的液压传动系统图。通过它可以了解液压传动系统的工作原理。该系统由油箱 1、过滤器 2、液压泵 4、溢流阀 7、换向阀 9、节流阀 13、换向阀 15、液压缸 18 以及连接这些元件的油管组成。系统工作原理如下:液压泵 4 由电动机驱动,从油箱 1 中吸油;油液经过滤器 2 通过液压泵向整个系统供油。在图 0-1a 所示的状态下,油液通过换向阀 9、节流阀 13、换向阀 15 进入液压缸 18 的左腔,推动活塞 17 和工作台 19 向右移动;同时,液压缸右腔的油液经换向阀 15 和回油管 14 排回油箱。

如果将换向阀 15 的换向手柄 16 转换成图 0-1b 所示的状态,则压力油管 10 中的油液将经过换向阀 9、节流阀 13、换向阀 15 进入液压缸的右腔,推动活塞和工作台向左移动,并使液压缸左腔的油液经换向阀 15 和回油管 14 排回油箱。

工作台的移动速度是由节流阀 13 来调节的。当节流阀口开大时,进入液压缸的油液增多,工作台的移动速度增大;当节流阀口关小时,进入液压缸的油液减少,工作台的移动速度减小。

为了克服移动工作台所受到的各种阻力,液压缸必须产生一个足够大的推力,这个推力决定了液压缸中的油液的压力。要克服的阻力越大,液压缸中的液体压力越高;反之液体压力就越低。液压泵输出的多余油液经溢流阀 7 和回油管 3 排回油箱。这只有在压力油管 8 中的油液压力对溢流阀钢球 6 的作用力等于或略大于溢流阀中弹簧 5 的预紧力时,油液才能顶开溢流阀中的钢球流回油箱。所以,在图 0-1 所示液压系统中,液压泵出口处的油液压力是由溢流阀决定的,它和液压缸中的压力不一样大。

如果将换向阀 15 的换向手柄转换成图 0-1c 所示的状态,则压力管中的油液将经溢流阀和回油管排回油箱,不输送到液压缸中去,这时工作台停止运动,而系统保持溢流阀调定的压力。如果将换向阀 9 的手柄 11 转换成图 0-1d 所示的状态,则压力油管中的油液将经换向阀 9 和回油管 12 排回油箱,不输送到液压缸中去,这时工作台就停止运动,而液压泵输出的油液直接流回油箱,使液压系统卸荷。因此,换向阀 9 对工作台起到开停控制的作用。

液压传动是以液体作为工作介质来进行能量传递的一种形式。它通过能量转换装置(液压泵),将原动机(发动机)的机械能转换为液体的压力能,又通过密闭管道、控制元件等,经另一能量转换装置(液压缸、液压马达),将液体的压力能又转换为机械能,以驱动负载,实现执行机构所需要的运动(直线运动或旋转运动)。图 0-2 所示为用图形符号绘制的液压系统图。

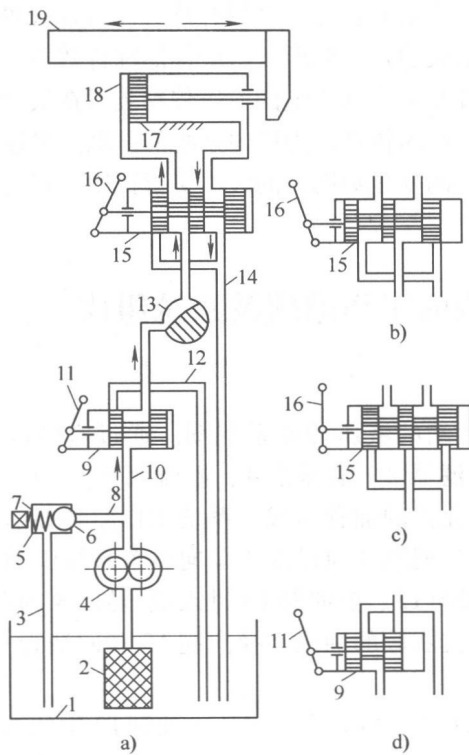


图 0-1 液压传动系统的工作原理

- 1—油箱 2—过滤器 3、12、14—回油管 4—溢流阀
5—弹簧 6—钢球 7—溢流阀 8、10—压力油管
9、15—换向阀 11—开停手柄 13—节流阀 16—换向手柄
17—活塞 18—液压缸 19—工作台

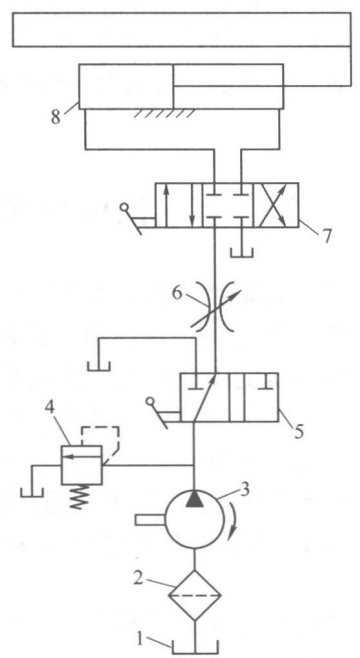


图 0-2 用图形符号绘制的液压系统图

- 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—活塞

2. 气压传动系统的工作原理

从原理上讲，将液压传动系统中的工作介质换为气体，液压传动系统则变为气压传动系统。由于这两种传动系统的工作介质及其特性有很大区别，所以这两种系统的工作特性有较大不同，所应用的场合也不一样。尽管这两种系统所采用的元器件的结构原理相似，但很多元件不能互换，液压传动元件和气压传动元件通常是分别由不同的专业生产厂家加工制造的。

图 0-3 给出了一个部分元件用图形符号绘制的气压传动系统工作原理图。在图 0-3 中，原动机驱动空气压缩机 1，空气压缩机将原动机的机械能转换为气体的压力能，受压缩后的空气经后冷却器 2、除油器 3、干燥器 4，进入储气罐 5。储气罐用于储存压缩空气并稳定压力。压缩空气再经过滤器 6，由减压阀 7 将气体压力调节到气压传动装置所需的工作压力，并保持稳定。油雾器 9 用于将润滑油喷成雾状，悬浮于压缩空气中，使控制阀及气缸得到润滑。经过处理的压缩空气，通过气压控制元件（气压控制阀 10、12，气压逻辑元件 11，可调单向节流阀 14 和行程阀 15）的控制进入气压执行元件（气缸 13），推动活塞带动负载工作。气压传动系统的能源装置一般都设在距控制、执行元件较远的空气压缩机站内，用管道将压缩空气输送给执行元件，而过滤器以后的部分一般都集中安装在气压传动工作机构附近，各种控制元件按要求组合后构成具有不同功能的气压传动系统。

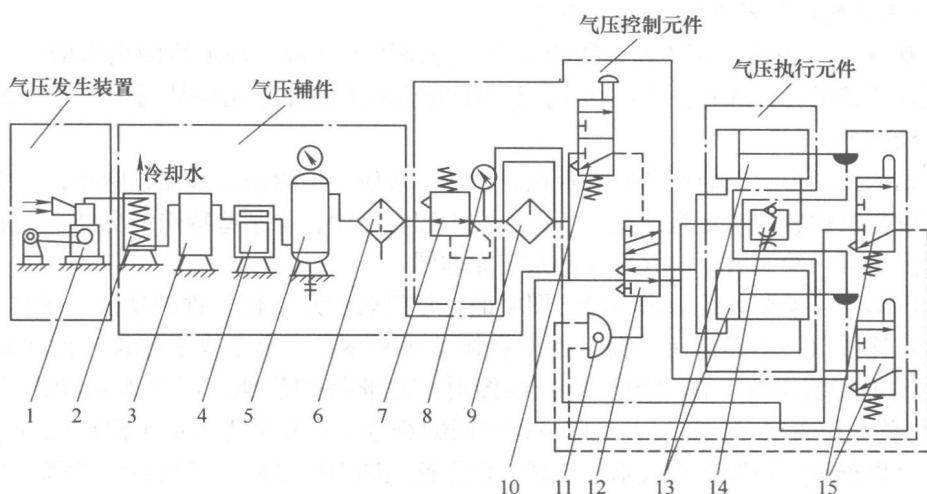


图 0-3 气压传动系统工作原理图

1—空气压缩机 2—后冷却器 3—除油器 4—干燥器 5—储气罐 6—过滤器 7—减压阀 8—压力表
9—油雾器 10、12—气压控制阀 11—气压逻辑元件 13—气缸 14—可调单向节流阀 15—行程阀

从液压传动系统和气压传动系统这两个实例可以看出：

- 1) 液压传动与气压传动是分别以液体和气体作为工作介质来进行能量传递和转换的。
- 2) 液压传动与气压传动是分别以液体和气体的压力能来传递动力和运动的。
- 3) 液压传动与气压传动中的工作介质是在受控制、受调节的状态下进行工作的。

3. 液压与气压传动系统的组成

从上述的液压和气压传动系统的工作原理图可以看出，其组成形式类似。液压与气压传动系统大体上由以下五部分组成：

(1) 动力装置 动力装置是指能将原动机的机械能转换成液压能或气压能的装置，它是液压与气压传动系统的动力源。对液压传动系统来说动力装置是液压泵，其作用是为液压传动系统提供压力油；对气压传动系统来说动力装置是气压发生装置，也称为气源装置，其作用是为气压传动系统提供压缩空气。

(2) 控制调节装置 它包括各种阀类元件，其作用是用来控制工作介质的流动方向、压力和流量，以保证执行元件和工作机构按要求工作。

(3) 执行元件 执行元件指缸或马达，是将压力能转换为机械能的装置，其作用是在工作介质的作用下输出力和速度（或转矩和转速），以驱动工作机构做功。对于液压传动系统来说执行元件是液压缸和液压马达；对于气压传动系统来说执行元件是气缸和气马达。

(4) 辅助装置 除以上装置外的其他元器件都称为辅助装置，如液压系统中的油箱、过滤器、管件、密封件、蓄能器等，气压系统中还有干燥器、冷却器、分水滤气器、油雾器、消声器以及各种信号转换器等。它们是一些对完成主运动起辅助作用的元件，在系统中也是必不可少的，对保证系统正常工作有着重要作用。

(5) 工作介质 工作介质是指系统进行能量传递和转换的液体或气体。在液压传动系统中工作介质通常是各种液压油，在气压传动系统中工作介质通常是压缩空气。

4. 液压及气压传动系统的图形符号

在图 0-1 中, 组成液压传动系统的各个元件是用半结构式图形绘制出来的; 在图 0-2 中组成液压系统的元件和在图 0-3 中组成气压传动系统的部分元件是用国家标准所规定的图形符号绘制的。

用半结构式图形绘制原理图时直观性强, 容易理解, 但绘制起来比较麻烦, 特别是在系统中的元件数量比较多时更是如此。所以, 在工程实际中, 除某些特殊情况外, 一般都是用简单的图形符号来绘制液压与气压传动系统原理图。

在用图形符号绘制系统原理图时, 图中的符号只表示元(辅)件的功能、操作(控制)方法及外部连接口, 不表示元(辅)件的具体结构和参数, 也不表示连接口的实际位置和元(辅)件的安装位置。在用图形符号绘图时, 除非特别说明, 图中所示状态均表示元(辅)件的静止位置或零位置, 并且除特别注明的符号或有方向性的元(辅)件符号外, 它们在图中可根据具体情况水平或垂直绘制。使用这些图形符号后, 可使系统图简单明了, 便于绘制。

当有些元件无法用图形符号表达或在国家标准中未列入时, 可根据标准中规定的符号绘制规则和所给出的符号进行派生。当无法用标准直接引用或派生时, 或有必要特别说明系统中某一元(辅)件的结构和工作原理时, 可采用局部结构简图或采用它们的结构或半结构示意图来表示。在用图形符号进行绘图时, 符号的大小应以清晰美观为原则, 绘制时可根据图纸幅面的大小酌情处理, 但应保持图形本身的适当比例。

现行图形符号的绘制规则应遵守 2009 年 11 月 01 日实施的 GB/T 786.1—2009《流体传动系统及元件图形符号和回路图》, 其被替代标准是 GB/T 786.1—1993《液压气动图形符号》。

5. 液压与气压传动系统的特点

液压与气压传动虽然都是以流体作为工作介质来进行能量的传递和转换, 其系统的组成也基本相同, 但由于所使用的工作介质不同, 使得它们各自的特点不尽相同。

借助电子技术与液压技术的结合, 可以很方便地实现对液压系统的各种调节和控制。而计算机控制的引入和各类传感元件的应用, 更极大地扩展了液压元件的工作范围。通过传感器可监测工程车辆的各种状态参数, 经过计算机运算输出控制目标指令, 使车辆在整个工作范围内实现自动化控制, 机器的燃料经济性、动力性、作业生产率均达到最佳值。因此, 采用液压传动可使工程机械易于实现智能化、节能化和环保化, 而这已成为当前和未来工程机械的发展趋势。

与其他传动形式相比较, 液压传动的特点主要有以下几方面:

- 1) 与电动机相比, 在同等体积下, 液压装置能产生更大的动力。也就是说, 在同等功率下, 液压装置的体积小、重量轻、结构紧凑, 即它具有大的功率密度或力密度(力密度在这里指工作压力)。

- 2) 液压装置容易实现对速度的无级调节, 而且调速范围大, 并且对速度的调节还可以在工作过程中进行。

- 3) 液压元件质量轻, 工作平稳, 换向冲击小, 便于实现频繁换向。

- 4) 液压装置易于实现过载保护; 传动介质为油液, 能实现自润滑, 使用寿命长。

- 5) 液压装置易于实现自动化, 可以很方便地对液体的流动方向、压力和流量进行调节

和控制,并能很容易地和电气、电子控制或气压传动控制结合起来,实现复杂的运动和操作。

- 6) 液压元件易于实现系列化、标准化和通用化,便于设计、制造和推广使用。
- 7) 由于液压传动中的泄漏和液体的可压缩性,使这种传动无法保证严格的传动比。液压元件的制造精度要求较高,故造价较高。
- 8) 液压传动有较多的能量损失(泄漏损失、摩擦损失等),因此,传动效率相对较低。
- 9) 液压传动对油温的变化比较敏感,不宜在较高或较低的温度下工作。
- 10) 液压传动在出现故障时不易诊断。

与其他传动形式相比较,气压传动的特点主要有以下几方面:

- 1) 气压传动的工作介质是空气,它取之不尽用之不竭,用后的空气可以排到大气中去,不会污染环境。
- 2) 气压传动的工作介质粘度很低,所以流动阻力很小,压力损失小,便于集中供气和远距离输送。
- 3) 气压传动对工作环境适应性好,在易燃、易爆、多尘埃、强辐射、振动等恶劣工作环境下,仍能可靠地工作。
- 4) 气压传动动作速度及反应快。液压油在管道中流动速度一般为 $1 \sim 5\text{m/s}$,而气体流速可以大于 10m/s ,甚至接近声速,因此在 $0.02 \sim 0.03\text{s}$ 内即可以达到所要求的工作压力及速度。
- 5) 气压传动有较好的自保持能力。即使压缩机停止工作,气阀关闭,气压传动系统仍可维持一个稳定压力。而液压传动要维持一定的压力,需要能源装置工作或在系统中加蓄能器。
- 6) 气压传动在一定的超负载工况下运行也能保证系统安全工作,并不易发生过热现象。
- 7) 气压传动系统的工作压力低,因此气压传动装置的推力一般不宜大于 40kN ,仅适用于小功率的场合。在相同输出力的情况下,气压传动装置比液压传动装置尺寸大。
- 8) 由于空气的可压缩性大,气压传动系统的速度稳定性差,给系统的位置和速度控制精度带来很大影响。
- 9) 气压传动系统的噪声大,尤其是排气时,需加消声器。
- 10) 气压传动工作介质本身没有润滑性,如不采用无给油气压传动元件,需另加油雾器进行润滑,而液压系统无此问题。

第三节 液力传动的原理和特点

凡是主要以工作液体的动能进行能量传递与控制的装置,称为液力传动或动液传动,其工作元件称为液力元件,如各种形式的液力耦合器和液力变矩器等。

一、液力传动的原理

如图 0-4 所示,发动机带动离心泵叶轮 1,水被离心泵叶轮从集水槽 4 中抽上来,通过连接管路 8 进入水轮机壳体 6、导水机构 7 冲击水轮机叶轮 9,使水轮机带动工作机构旋转做功。这个液力传动机构效率小于 70% ,显然不适合生产需要。在改进的液力传动

原理简图 10 中, 取消了进水管、集水槽等不必要的机构, 以泵轮和涡轮取代离心泵和水轮机, 并使泵轮和涡轮尽可能地接近, 构成一个共同的工作液体的循环圆, 其传动效率得到了较大提高。现代液力传动技术就是在此基础上, 把工作介质由水改为矿物油演变而成的。

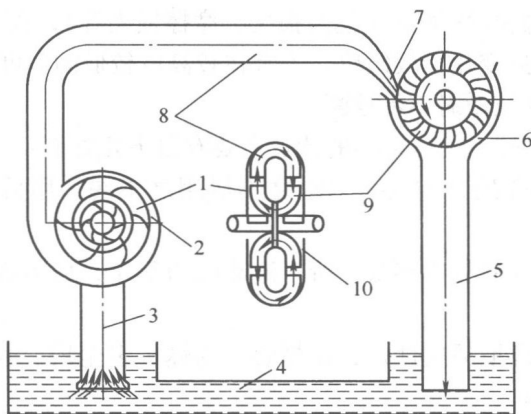


图 0-4 液力传动的原理简图

1—离心泵叶轮 2—离心泵壳体 3—离心泵进水管 4—集水槽 5—水轮机尾水管
6—水轮机壳体 7—导水机构 8—连接管路 9—水轮机叶轮 10—改进的液力传动原理简图

在循环圆中去除导向装置的固定叶片后就成了液力耦合器。在液力耦合器中, 转矩的传递并没有变化, 但涡轮的转速比泵轮的转速低。

因此, 液力传动是以液体为工作介质, 利用液体动能来传递能量的流体传动。叶轮将动力机输入的转速、力矩加以转换, 经输出轴带动机器的工作部分。液体与装在输入轴、输出轴、壳体上的各叶轮相互作用, 产生动量矩的变化, 从而达到传递能量的目的。液力传动与靠液体压力能来传递能量的液压传动在原理、结构和性能上都有很大差别。液力传动的输入轴与输出轴之间只靠液体为工作介质联系, 构件间不直接接触, 是一种非刚性传动。

二、液力传动的特点

液力传动主要具有以下优点:

1) 使汽车具有良好的自动适应性。采用液力变矩器的汽车, 在困难和复杂的道路上行驶, 行驶阻力增大时, 液力变矩器能自动地增大驱动力, 同时自动地降低行驶速度, 以克服增大的行驶阻力。反之, 当行驶阻力减小时, 汽车又能自动地减少驱动力和提高汽车行驶的速度, 保证发动机能经常在额定功率下工作, 既可避免发动机因负荷突然增大而熄火, 又能满足汽车行驶的要求, 因而具有自动适应性。

2) 防振性能好。液力传动的工作介质是液体, 各叶轮之间可相对滑转, 故液力元件具有减振作用。液力元件既能对发动机曲轴的扭转振动起阻尼作用, 提高传动元件的使用寿命, 又能降低来自汽车行驶系统或传动系统中的动载荷, 提高发动机的使用寿命。

3) 具有良好的通过性和低速稳定性。装有液力变矩器的汽车可以在泥泞地、沙地、雪地等软路面以及非硬土路面上行驶, 能提高车辆的通过性, 并具有良好的低速稳定性。

4) 具有良好的舒适性。采用液力传动的汽车,可使汽车起步平稳,并在较大范围内进行无级变速,可以少换挡或不换挡,减轻驾驶员的疲劳强度,提高车辆乘坐的舒适性。

液力传动的缺点如下:

- 1) 液力传动系统的效率要比机械传动系统低。
- 2) 为使液力传动系统能正常工作,需要设置冷却补偿系统,因而使汽车结构复杂,体积和质量较大,成本较高。
- 3) 变矩范围较小,动力制动能力差,不适合用于要求速度稳定的场合。

第四节 本课程的主要内容和学习目的

一、本课程的主要内容

本课程的主要内容包括:液压传动与控制技术的基础知识,液压系统各组成部分的结构、原理及应用;气压传动基本知识及气动元件;液力传动基础知识及应用;液压液力和气动系统的综合使用与维护技术。基本知识涵盖汽车生产、维修及应用等领域,并适当地介绍了相关方面的新技术使用情况。

二、本课程的学习目的

本课程是汽车类各专业的一门技术基础课程,是后续相关各专业核心课程的学习基础,也是学生必备的专业技术基础知识,是学生今后在工作中进行技术创新必备的知识模块。学习本课程要具备基本的识图能力、机械基础知识和初等数学应用能力。在学习中要注意和实际技术应用结合,透彻理解基本理论知识,为今后的职业发展奠定坚实的基础。同时,要养成良好的动手实践习惯,具有一定的技能基础。

习 题

一、填空题

1. 液压传动是主要利用液体_____能的传动;液力传动是主要利用液体_____能的传动。
2. 液压传动_____实现自动化控制,_____获得很大的力和力矩(易于、不易于)。
3. 液压元件的职能符号只表示元件的_____,_____及_____,不表示元件的_____,_____及接口的实际位置和元件的_____。

二、简答题

1. 何谓液压传动? 液压传动系统由哪几部分组成? 各组成部分的作用是什么?
2. 气压传动系统与液压传动系统相比有哪些优缺点?
3. 谈谈你对液压、液力传动技术和气动技术的认识。

延伸阅读：流体传动与液粘传动

流体传动包括气体（压）传动和液体传动，液体传动分为液压传动、液力传动和液粘传动。液压传动基于帕卡定律，以液体的压能来传递动力；液力传动基于欧拉方程，以液体动量的变化来传递动力；液粘传动基于牛顿内摩擦定律，以液体的粘性来传递动力。

液粘传动是液体传动的一门新兴学科，在我国尚处于起步阶段。液粘传动产品（如液粘调速离合器）与液力传动产品（如调速型液力耦合器）虽有本质上的不同，但由于有相似的性能和相同的用途（调速节能），在若干技术活动（如制订发展规划、标准、技术管理、订货活动等）中均被视为同一类型，与液力行业有共性。

液粘耦合器就是一种利用液体的粘性阻力来传递转矩的传动装置。它的工作原理有些类似于多片离合器：在输入轴上装有许多内板，插在输出轴壳体中的许多外板当中，并充入高粘度的硅油。在这个结构中，多片离合器并不接触，因此传递转矩的工作完全依靠硅油来完成。动力主要分配到前桥，一根传动轴通向后桥，前后桥之间由粘性万向节连接。前轮出现打滑空转，前后车轮出现较大的转速差，粘性万向节把动力传送给后轮，汽车就转变成全轮驱动汽车。这是一个典型的适时四驱结构，正常行驶时后轮不获得动力，即使是四驱状态，后轮获得的转矩也很有限。

液粘耦合器具有结构简单、可靠性高等优点，曾一度是四驱车的主流配置，但它的缺点也不能忽视：转矩的传递随转速差的增大而增大，不能手动控制，并且反应略微滞后。

第一篇 液 压 传 动