



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

农机液压 与气动技术

张宏友 主编

农业机械化专业用



中国农业出版社

责任编辑 郑剑玲
封面设计 姜 欣
版式设计 王家璜
邵国平

中等职业教育国家规划教材 农业机械化专业书目

机械制图与公差
机械基础
机械制造基础
拖拉机汽车应用技术
农业机械应用技术
农机液压与气动技术
农机检测技术
中级农机修理工技能训练

林春江 主编
郝 婧 主编
丁新民 主编
蒋双庆 主编
胡 霞 主编
张宏友 主编
彭富明 主编
白长城 主编

ISBN 7-109-07220-7



9 787109 072206 >

ISBN 7-109-07220-7/S·4801

定价: 12.30 元



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

农机液压与气动技术

农业机械化专业用

张宏友 主 编
张文立 责任主审
毛恩荣 审 稿
谭 或

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农机液压与气动技术/张宏友主编. —北京: 中国农业出版社, 2001.12

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-109-07220-7

I. 农... II. 张... III. ①农业机械—液压传动—专业学校—教材②农业机械—气压传动—专业学校—教材
IV. S220.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 082433 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 郑剑玲

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 10.25

字数: 223 千字

定价: 12.30 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

全书共两篇，第1篇为基本知识，主要包括液压与气动基础知识，常用液压元件、液压基本回路、液压系统的使用、维护与故障排除，典型系统的原理及故障分析、气动元件、气动回路及应用实例；第2篇为实践技能，内容包括大纲规定的必做和选做实训11项。各章均附有习题。全书严格执行了新的国家标准(GB786.1—93)。

中等职业学校农业类教材

编

审

人

员

主 编

张宏友 (大连水产学院职业技术学院)

参 编

杜昌义 (四川省机电工程学校)

宋连龙 (山东省机电工程学校)

张煜明 (辽宁省沈阳市农机办科教处)

主 审

缪培仁 (江苏省南京农业机械化学校)

中等职业学校农业类教材



为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

CHUBANSHUOMING

前言



本书是根据教育部 2000 年 12 月批准的中等职业学校农林类重点建设专业——农业机械化专业的《农机液压与气动技术教学大纲》(60~70 学时)编写的,是教育部确定的面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材。

全书共两篇,第 1 篇为基本知识,主要内容包括液压与气动基础知识,常用液压元件、液压基本回路、液压系统的使用、维护与故障排除,典型系统的原理及故障分析、气动元件、气动回路及应用实例;第 2 篇为实践技能,内容包括大纲规定的必开和选做实训 11 项。各章均附有习题。全书严格执行了新的国家标准(GB786.1-93)。需要说明的是在标题前加有*的为选修内容。

本书在编写过程中,力求做到少而精、理论联系实际。阐明了液压与气动技术的基本原理,着重培养学生理解和分析液压与气动系统的能力,诊断和排除典型的农机液压与气动系统故障的能力。

本书由辽宁省农业工程学校张宏友担任主编。四川省农业机械化学校本昌义编写第 1 篇的第 1、2 章和第 2 篇的实训 1、3、4、5;辽宁省农业工程学校张宏友编写第 1 篇的第 3、5、6 章和第 2 篇的实训 6、8、9;山东省机电工程学校的宋连龙编写第 1 篇的第 4、7 章和第 2 篇的实训 2、7、10、11;辽宁省沈阳市农机办公室科教处的张煜明参加了第 1 篇第 6 章部分内容的编写。

江苏省南京农业机械化学校的缪培仁为本书的主审。山东省机电工程学校李允志参加了本书的审稿工作。

本书在编审过程中得到了辽宁省农业工程学校、山东省机电工程学校等有关兄弟学校及各单位的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中存在的缺点和错误敬请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 7 月 18 日

QIANYAN*

目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明
前 言

第一篇 基本知识

第 1 章 液压与气动基础知识 1

第一节 液压与气动概论	2
第二节 液压油	6
第三节 流体力学基础	8
习题一	13

第 2 章 液压动力元件与执行元件 14

第一节 液压泵和液压马达概述	14
第二节 齿轮泵	17
* 第三节 叶片泵	21
第四节 轴向柱塞泵	24
第五节 液压缸	26
* 第六节 液压马达	32
习题二	34

第 3 章 液压控制元件与辅助元件 36

第一节 液压控制元件概述	36
第二节 方向控制阀	37
第三节 压力控制阀	45



第四节	流量控制阀	52
* 第五节	比例阀、插装阀和叠加阀	56
第六节	液压辅助元件	60
习题三		65

第 4 章 液压回路 67

第一节	压力控制回路	67
第二节	速度控制回路	70
第三节	方向控制回路	75
第四节	多缸配合工作回路	75
第五节	液压伺服回路	77
习题四		80

第 5 章 液压系统的使用、维护与故障排除 82

第一节	液压系统的使用维护	82
第二节	液压系统的故障诊断与排除	84
第三节	液压油液的污染控制	88
习题五		89

第 6 章 典型液压系统的原理及故障分析 90

第一节	液压系统的分析方法和步骤	90
第二节	组合机床动力滑台液压系统	91
第三节	拖拉机的液压悬挂系统	94
第四节	JL-1075 谷物联合收割机液压系统	97
第五节	汽车起重机液压系统	101
* 第六节	单斗挖掘机液压系统	104
习题六		108

第 7 章 气压传动 109

第一节	气动元件	109
第二节	气动回路及应用实例	115
习题七		122

第二篇 实践技能

* 实训 1	液压油恩氏黏度测定	124
* 实训 2	液压系统工作压力形成原理	124
实训 3	液压泵的拆装	128
* 实训 4	液压泵性能测试	130
实训 5	液压缸与液压马达的拆装	132
实训 6	液压控制阀的拆装	133
实训 7	液压基本回路调试	135
实训 8	液压转向助力器的拆装	137
实训 9	典型液压系统调试及故障排除	138
实训 10	气动元件的拆装	141
实训 11	典型气动系统调试及故障排除	142
附录	常用液压与气动图形符号	
	(GB/T786.1-93 摘录)	144
参考文献		150

新编野史



第一篇

基本 知 识

第 1 章

液压与气动基础知识

第一节 液压与气动概论

液压传动与气压传动（简称液压与气动）是以流体（液压油与压缩空气）为工作介质，利用它们的压力能来传递能量（运动和动力）的传动方式。由于它们具有许多独特的优点，因此被广泛应用于各行各业及各种设备中。

一、液压与气动的工作原理及系统组成

（一）液压传动的工作原理及系统的组成

1. 工作原理 为了对液压传动有一个初步的了解，我们用两个简单的实例来说明。

图 1-1 是液压千斤顶工作原理图。当用手向上提起手柄 1 时，小活塞 2 上移，小缸 3 下腔的密封容积增大，形成部分真空。这时，油箱 10 中的油液在大气压力的作用下，推开钢球 4 进入小缸下腔，实现吸油。当压下手柄 1 时，小活塞下移，小缸下腔的密封容积减小，压力升高，这时钢球 4 自动关闭了与油箱的通路，小缸下腔的压力油便推开钢球 5 挤入大缸 6 的下腔，推动大活塞 7 将重物 8 向上顶出一段距离。如此反复地提压手柄 1，就可不断将重物升至所需的位置。若将放油阀 9 旋转 90°，则在重物 8 的自重作用下，大缸中的油液流回油箱，大活塞下降到原位。

图 1-2 是一个能驱动工作部件实现往复运动的液压系统。液压泵 3 由原动机（图中未画出）驱动从油箱 1 中吸油，并将油液送往系统，经节流阀 4 至换向阀 6 的 P 口，当换向阀处于图 1-2a 位置时，P、T、A、B 口互不相通，液压缸左右两腔均无压力油进入，活塞停止不动。当操纵手柄使换向阀处于图 1-2b 位置时，

压力油经换向阀 P 口、A 口进入液压缸左腔，推动活塞 8 带动工作部件向右运动，液压缸右腔的油液经换向阀 B 口、T 口流回油箱。当换向阀处于图 1-2c 位置时，压力油经换向阀 P 口、B 口进入液压缸右腔，推动活塞带动工作部件向左运动，液压缸左腔的油液经换向阀 A 口、T 口流回油箱。

工作部件的速度由节流阀 4 来调节。当节流阀口开大时，进入液压缸的油液增多，活塞运动速度增大；当节流阀口关小时，活塞速度减小。液压泵 3 出口多余油液打开溢流阀 5 流回油箱。此外，活塞运动时克服的负载（工作阻力和摩擦力等）不同，所需的工作压力也不同。因此，液压泵输出的油液压力应能调节，这个功能也是由溢流阀 5 来完成的。

2. 系统组成 从上述例子可以看出，液压传动系统由以下五个部分组成：

(1) 动力元件。即液压泵，其作用是将原动机输入的机械能转换为液体的压力能，为液压系统提供压力油。

(2) 执行元件。指液压缸和液压马达，其作用是将液体的压力能转换为机械能输出，以驱动工作部件。

(3) 控制元件。指各种阀类元件，如方向阀、压力阀和流量阀等。其作用是控制液流的方向、压力和流量大小，以满足执行元件的各种要求。

(4) 辅助元件。指油箱、滤油器、油管、管接头、压力表、蓄能器等，起贮油散热、过滤、输油、连接、测量、贮存压力能等作用，它们是保证系统正常工作不可缺少的组成部分。

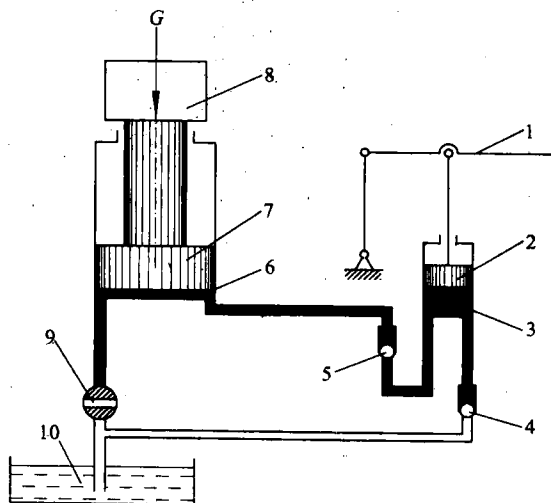


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

1. 手柄 2. 小活塞 3. 小液压缸 4. 5. 钢球 6. 大液压缸 7. 大活塞 8. 重物 9. 放油阀 10. 油箱

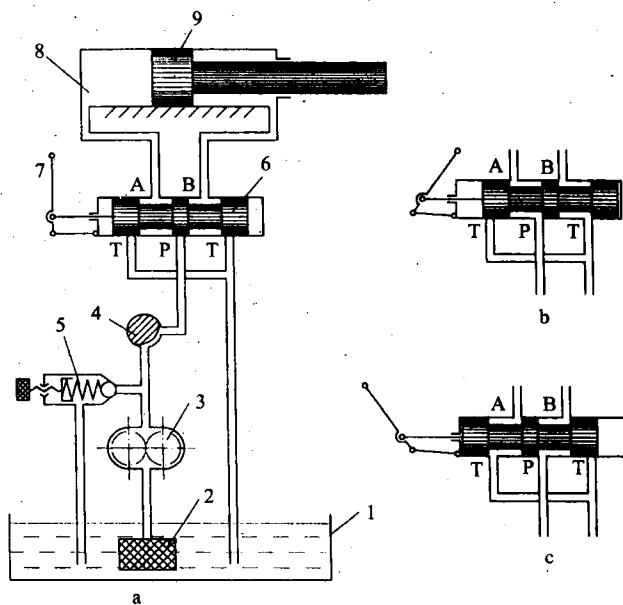


图 1-2 液压传动系统的工作原理及组成

1. 油箱 2. 滤油器 3. 液压泵 4. 节流阀 5. 溢流阀 6. 换向阀 7. 手柄 8. 液压缸 9. 活塞

(5) 工作介质。指液压油，其作用是实现运动和动力的传递。

(二) 气压传动的工作原理及系统的组成

1. 气压传动的工作原理 气压传动的工作原理是利用空气压缩机把电动机或其他原动机输出的机械能转化为空气的压力能，然后在控制元件和辅助元件的配合下，通过执行元件把空气的压力能转换为直线运动或回转运动的机械能，从而完成各种动作并对外作功。

2. 气动系统的组成 典型的气压传动系统，如图 1-3 所示。气压传动系统与液压传动系统相似，也由五部分组成：

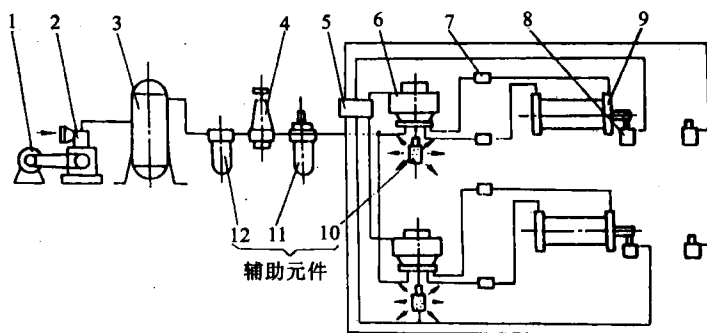


图 1-3 气动系统的工作原理及组成

1. 电动机 2. 空气压缩机 3. 储气罐 4. 压力控制阀 5. 逻辑元件
6. 方向控制阀 7. 流量控制阀 8. 机控阀 9. 气缸
10. 消声器 11. 油雾器 12. 空气过滤器

(1) 动力元件（气源装置）。是获得压缩空气的能源装置，主体部分是空气压缩机（简称空压机）。其作用是将原动机供给的机械能转变为气体的压力能。

(2) 执行元件。包括气缸和气马达。

(3) 控制元件。包括各种控制阀。

(4) 辅助元件。包括消音器及管件等。其作用是消声及元件连接等。

(5) 工作介质。压缩空气。

(三) 液压与气动的图形符号

图 1-2 所示的液压系统图，其中的元件基本上是用半结构式图形画出来的，故称为结构式原理图。这种图形较直观，易为初学者接受，

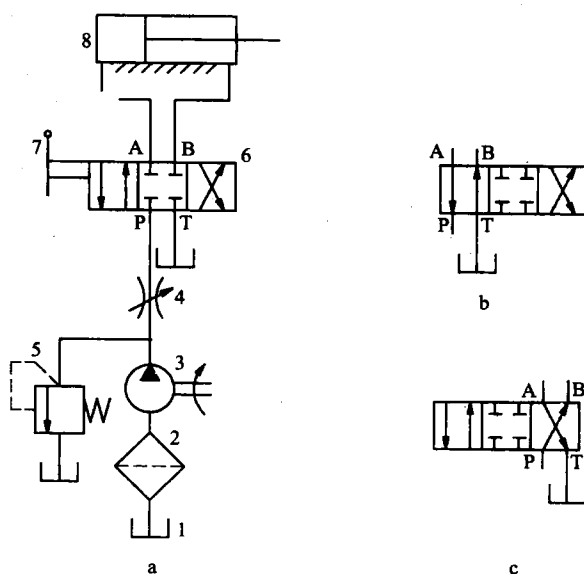


图 1-4 液压传动系统工作原理图（用图形符号）

1. 油箱 2. 滤油器 3. 液压泵 4. 节流阀
5. 溢流阀 6. 换向阀 7. 手柄 8. 液压缸

但图形较复杂。为此,在实际工作中,除少数特殊情况外,一般都采用国标 GB786.1—93 所规定的液压与气动图形符号(参看附录)来绘制,如图 1-4 所示。图形符号只表示元件的功能,而不表示元件的具体结构和参数。用图形符号绘制液压系统图,可使系统原理简单明了,既便于绘制,又便于读图和分析。

* 二、液压传动与气压传动的优缺点

(一) 液压传动的优缺点 液压传动与其他传动方式相比,有如下主要特点:

1. 液压传动的优点

- (1) 液压传动输出的推力和转矩可以很大,这是其他传动方式所不能比的突出优点。
- (2) 液压传动能方便地实现无级调速,且调速范围大。
- (3) 在相同功率情况下,液压传动装置的体积小、重量轻、结构紧凑。
- (4) 工作平稳,换向冲击小,便于实现频繁换向。
- (5) 便于实现过载保护,而且工作油液能实现自润滑,故液压元件的使用寿命长。
- (6) 操作简单,调整控制方便,易于实现自动化。特别是与机、电联合使用时,能方便地实现复杂的自动工作循环。

(7) 液压元件易于实现系列化、标准化和通用化,便于设计、制造和推广应用。

2. 液压传动的缺点

- (1) 由于液压油的泄漏和可压缩性的影响,液压传动无法保证严格的传动比。
- (2) 对油温变化比较敏感,不宜在很高或很低的温度下工作。
- (3) 能量损失较大,传动效率较低,不宜作远距离传动。
- (4) 系统出现故障时不易找出原因。

(二) 气压传动的优缺点

气压传动与液压传动相比有如下优缺点:

1. 气压传动的优点

- (1) 以空气为工作介质,不仅来源方便,而且用后可直接排入大气而不污染环境。
- (2) 因空气的黏性很小(约为油的万分之一),其损失也很小,所以节能、高效,适于远距离输送。
- (3) 动作迅速、反应快、维护简单、管路不易堵塞,且不存在介质变质、补充和更换等问题。

(4) 工作环境适应性好,可安全可靠地应用于易燃易爆场合。

(5) 成本低、过载能自动保护。

2. 气压传动的缺点

- (1) 由于空气具有明显的可压缩性,工作速度稳定性稍差。
- (2) 因工作压力较低(一般为 0.4~0.8MPa),不易获得较大的推力或转矩。
- (3) 有较大的排气噪声。
- (4) 因空气无润滑性能,需在气路中设置给油润滑装置。