



普通高等教育“十四五”创新型规划教材
理论 + 实践 + 数字资源一体化规划教材

液压与气压传动技术

主 编 鄂东辰 孙文学 王颖辉 蔺 毅

副主编 黄江航 李 煜 张雷伟 王跃辉 孙继芳



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动技术 / 鄂东辰, 孙文学, 王颖辉, 蔺毅主编.
—哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2025.
ISBN 978-7-5661-4797-4

I. ①液… II. ①鄂… ②孙… ③王… ④蔺 III. ①

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 号

液压与气压传动技术
YEYA YU QIYA CHUANDONG JISHU

责任编辑
封面设计 文翰誉诚

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 湖北鄂南新华印刷包装股份有限公司
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 17
字 数 403 千字
版 次 2025 年 5 月第 1 版
印 次 2025 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5661-4797-4
定 价 49.80 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

FOREWORD

前言

编者经过多年来的教学，发现大多数液压传动教材的知识点相对陈旧，与当前液压企业中使用技术具有较大代沟，导致学生所学的知识点难以应用于解决实际工程问题，因此急需一本能够反映当前液压传动最新技术的教材，提升学生的解决液压传动工程问题的能力。

根据以上宗旨编写的这本教材，共分为两部分。第一部分介绍液压传动的基本原理，包括液压传动技术的概述、液压液、基本定理、节流孔及液压系统动态特性分析等内容；第二部介绍分液压元件，包括液压泵和马达、液压缸、液压阀、蓄能器及气压传动等内容。本书由浅入深介绍基本概念，引用了大量工程案例，并配有丰富的例题和课后系统，不仅适用于课堂教学，同时也是工程技术人员的一本较好的参考资料。

本书在编写过程中编者参考了大量英文资料，并在书中标注了专业名词对应的英文翻译，这将有利于学习者日后查看英文资料；借鉴了大量企业样本，把液压传动行业发展的最新成果展现给读者。

感谢相关企业能够分享技术资料；感谢研究生宁少瑄、李义航，他们在绘图过程中付出了大量时间；还要感谢家人在编写过程中的支持和理解。

编 者

2025 年 2 月

目 录

CONTENTS

第一部分 基本原则

第 1 章 绪 论	3
1.1 液压传动发展历史	3
1.2 液压系统符号及其演变	6
1.3 常见的 ISO 符号	9
第 2 章 液压液	18
2.1 理想与实际的压力液	18
2.2 液压油的分类	20
2.3 液压液的物理特性	24
2.4 液压压缩性：体积模量	25
2.5 流体密度	26
2.6 流体黏度	28
2.7 夹带空气、气体溶解度和空化	33
2.8 液压油中的污染	39
2.9 关于液压油箱的考虑因素	47
第 3 章 流体力学基本方程	51
3.1 帕斯卡定律	51
3.2 流体静力学基本定律	52
3.3 体积流量	53

3.4	质量守恒	55
3.5	伯努利方程	58
3.6	流体阻力	63
3.7	流量网络的静态模型	65
3.8	动量方程	67
第4章 孔口流动基础		77
4.1	孔隙方程	77
4.2	固定节流孔和可变节流孔	80
4.3	孔口的功率损耗	81
4.4	孔口的并联和串联连接	82
4.5	孔口在液压系统中的作用	85
第5章 液压系统动力学		93
5.1	压力积聚方程：液容	93
5.2	流体惯性方程：液感	97
5.3	液流网络建模：动态考虑	102
5.4	液压蓄能器的阻尼效应	108
参考文献		112

第二部分 液压元件

第6章	液压泵和马达	117
6.1	介绍	117
6.2	理想情况	118
6.3	一般工作原理	119
6.4	ISO 符号	123
6.5	理想方程	124
6.6	真实案例	125
6.7	泵和电机的损耗	126

6.8	容积和机械效率	132
6.9	设计类型	141
第 7 章	液压缸	155
7.1	分 类	155
7.2	液压缸分析	156
7.3	理想与真实液压缸	159
7.4	伸缩液压缸	164
第 8 章	液压控制阀	170
8.1	弹簧基础知识	170
8.2	单向阀和梭阀	171
8.3	压力控制阀	174
8.4	流量控制阀	182
8.5	方向控制阀	194
8.6	伺服阀	204
第 9 章	液压蓄能器	224
9.1	蓄能器类型	224
9.2	充气蓄能器的工作原理	227
9.3	典型应用	228
9.4	等式与容积	232
第 10 章	气压传动	241
10.1	气压传动概述	241
10.2	气源装置与气动元件	243
10.3	气压传动回路介绍	252
参考文献		260

