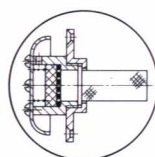


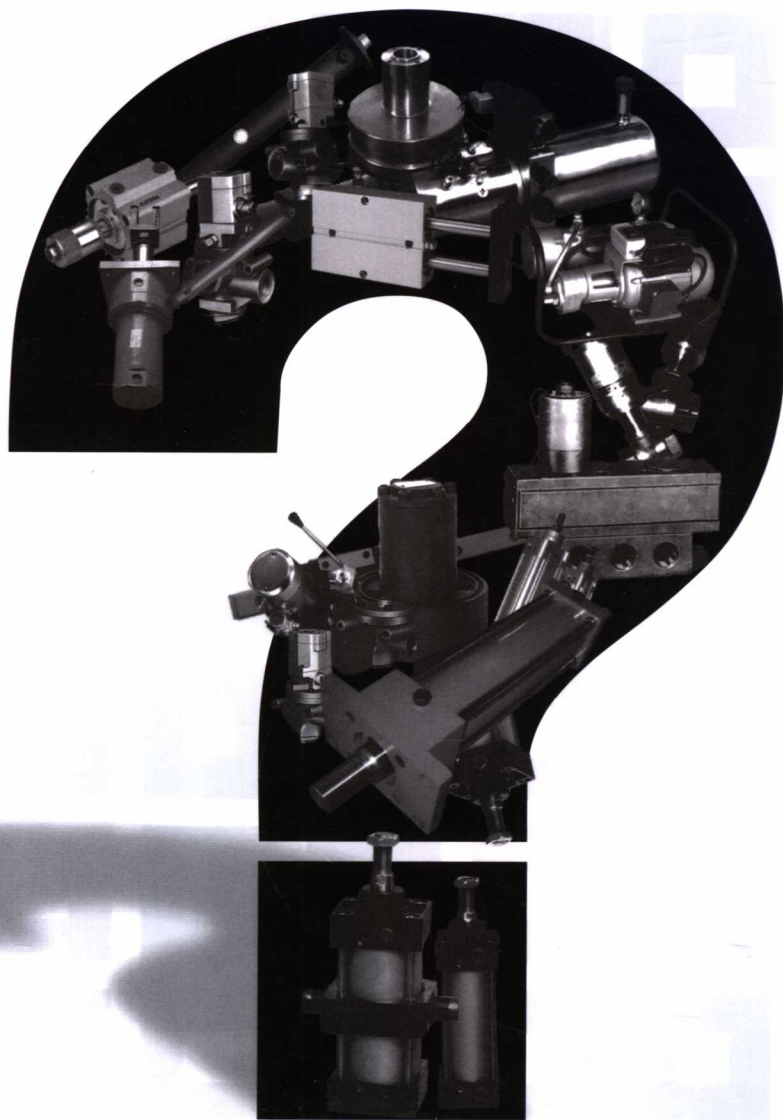
YEYA QIDONG JISHU SHIYONG WENDA

液压气动技术



实用问答

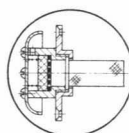
张利平 编著



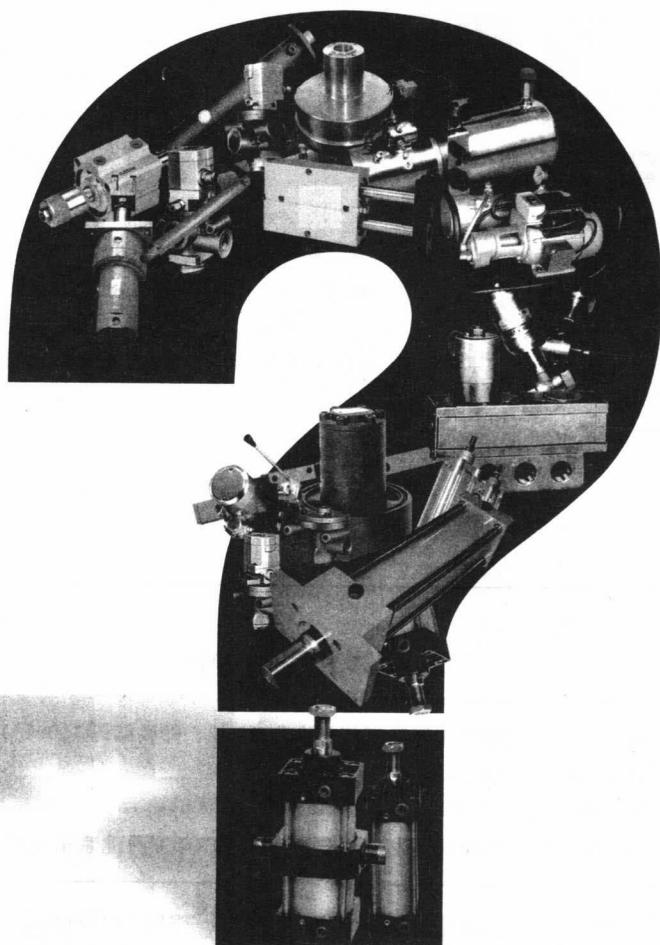
化学工业出版社

YEYA QIDONG JISHU SHIYONG WENDA

液压气动技术 实用问答



张利平 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压气动技术实用问答/张利平编著. —北京: 化学工业出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-122-00863-3

I. 液… II. 张… III. ①液压传动-问答②气压传动-问答 IV. TH137-44 TH138-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 112101 号

责任编辑: 张兴辉 黄 滢

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20 1/4 字数 513 千字 2007 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

近年来, 液压气动技术在快速发展的同时, 其应用领域逐渐扩大, 已成为现代传动与控制的重要手段。为了有助于从事液压气动技术的研究与教学、设计制造、安装调试、使用维护、管理与营销等业内各类人员做好相关工作, 快速解决其在液压气动技术实际工作中经常遇到的各类问题, 提高液压气动技术的使用水平, 作者在总结多年从事液压气动技术教学、科研和工程实践经验的基础上, 搜集了大量资料, 编写成《液压气动技术实用问答》一书。全书以一问一答的形式, 通过对基本概念和可能遇到的 500 多个问题进行解释、说明或解算, 介绍液压气动技术的基本知识、有关计算方法、设计制造中实际问题的处理, 提高读者理论联系实际和工程应用的能力。

本书共 11 章, 各章以液压技术为主线, 气动技术单独成节, 以节省篇幅并顾及气动技术内容的独立性及完整性。第 1 章主要涉及液压气动技术的原理、组成、特点和发展概况等基础知识; 第 2 章主要涉及液压和气动工作介质的性质、计算、选择和使用等方面的问题; 第 3 章主要涉及液压与气动技术中相关的流体力学基本概念及实用分析计算问题; 第 4 章~第 7 章主要涉及液压与气动能源元件、执行元件、控制元件和辅助元件的功用、结构、原理、选择、使用注意事项、故障诊断方法等方面的问题; 第 8 章主要涉及液压气动系统的各种常用基本功能回路的功用、组成、原理和适用场合等; 第 9 章主要涉及典型液压系统和气动系统的组成、原理及特点的分析等问题; 第 10 章主要涉及液压系统和气动系统的设计计算内容、方法要点及注意事项等问题; 第 11 章主要涉及液压气动技术安装调试、使用维护及故障诊断、排除的方法及注意事项等问题。全书几乎涵盖了液压气动技术的各个方面, 选材和编写立足于工程应用实际, 并注意反映液压气动技术的一些新发展和新成就, 力求内容丰富、新颖实用、设问合理、回答简明, 以体现系统性、先进性、知识性和实用性的特点。

本书由张利平编著。张津、张秀敏参与了本书的前期策划, 并与王惠霄、牛振英、刘青社、吴宗哲、张书任、甄志伟、张保令、张树德、周兰午、严一萍、张灿娟等一同参与了文稿的录入整理及插图绘制工作。

本书可供液压气动技术的科研设计、制造调试和使用维护部门的工程技术人员、技术工人、现场工作人员、管理与营销人员参阅, 也可作为大、中专院校相关专业的教学参考书。

对于本书编写过程中曾给予鼎力支持的业内同仁表示诚挚谢意。欢迎同行专家及广大读者对本书存在的不足进行批评指正。

编著者

欢迎订阅液压气动技术及机械设计图书

液压气动技术

蓄能器实用技术	2007 年/B5 开/28 元
汽车液压系统及故障维修	2007 年/16 开/26 元
液压识图	2007 年/16 开/28 元
液压工必读	2007 年/大 32 开/18 元
液压气动技术速查手册	2007 年/16 开/86 元
液压系统设计丛书-液压元件及选用	2007 年/16 开/58 元
液压系统设计丛书-液压控制系统及设计	2006 年/16 开/49 元
液压系统设计丛书-液压系统使用与维修	2006 年/16 开/35 元
液压系统设计丛书-液压传动系统及设计	2005 年/16 开/56 元
液压阀原理、使用与维护	2005 年/16 开/76 元
现代液压技术应用 220 例	2004 年/16 开/69 元
机械设计手册(单行本) 液压传动	2005 年/16 开/88 元
机械设计手册(单行本) 液压控制	2006 年/16 开/42 元
机械设计手册(单行本) 气压传动	2006 年/16 开/78 元
液力传动理论及设计	2004 年/16 开/40 元

机械设计工具书系列

齿轮传动设计手册	2005 年/16 开/168 元
现代机械设计方法实用手册	2004 年/16 开/80 元
光机电一体化设计使用手册(上、下册)	2003 年/16 开/216 元
机械设计手册(第四版, 共 5 卷)	2002 年/16 开/598 元
机械设计手册(单行本, 共 15 分册)	2002 年/16 开/798 元
机械设计图册(共 6 卷)	2000 年/16 开/666 元
机械设计实用手册	2003 年/16 开/170 元
离合器、制动器选用手册	2003 年/16 开/56 元
电动滚筒设计与选用手册	2002 年/16 开/48 元
机械无级变速器设计与选用指南	2002 年/16 开/38 元
减速器选用手册	2002 年/16 开/120 元
联轴器选用手册	2001 年/16 开/72 元
现代机械优化设计方法	2005 年/16 开/39 元
机械工程师电子手册(普及版)	2006 年/16 开/98 元
现代连杆机构设计	2006 年/16 开/18 元

(以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社) 出版。如果以上图书的内容简介和详细目录, 或者更多的专业图书信息, 请登录 www.cip.com.cn。如果出版新著, 请与编辑联系。

地址: 北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

编辑: 010-64519270/64519275

Email: zxh@cip.com.cn huangying0436@163.com

目 录

第 1 章 基础知识 1

- 1-1 什么是液体传动、液力传动与液压技术? 1
- 1-2 什么是气动技术和射流技术? 1
- 1-3 什么叫流体动力传动与控制技术? ... 1
- 1-4 何谓气液传动与控制技术? 1
- 1-5 液压系统和气动系统的工作原理如何? 有哪些工作特征? 1
- 1-6 液压系统与气动系统主要由哪些部分组成? 其功用如何? 3
- 1-7 什么是液压与气动元件、回路和系统? 3
- 1-8 什么是液压气动系统原理图? 有哪两种表示法? 3
- 1-9 我国现行的液压气动图形符号执行何种标准? 4
- 1-10 GB/T 786. 1—1993 对液压气动图形符号和名词术语有哪些规定和说明? 4
- 1-11 采用 GB/T 786. 1—1993 绘制系统原理图时一般应注意哪些事项? 5
- 1-12 试对液压气动与其他传动方式进行综合比较。 5
- 1-13 液压气动技术的应用状况怎样? 6
- 1-14 我国液压气动标准化工作由谁组织协调? 我国液压气动技术现行的国家标准和行业标准有多少项? 列表说明这些标准的编号和名称。 6
- 1-15 GB/T 2346—2003 对流体传动系统及元件压力系列是如何规定的? ... 11
- 1-16 GB/T 7935—1987《液压元件通用技术条件》对液压元件的产品铭牌设计和包括的内容有何规定? 11
- 1-17 我国现有哪些液压气动技术期刊? 11
- 1-18 我国国内主办的大型液压气动国际学术交流会和展览会有哪些? 12

第 2 章 工作介质 14

第 1 节 流体的一般知识 14

- 2-1 什么叫流体? 14
- 2-2 什么是连续介质假设? 其意义如何? 14
- 2-3 什么是流体的易流性? 为什么易流性是流体与固体在力学性质上的主要区别? 14
- 2-4 液体和气体的主要区别是什么? 14
- 2-5 流体的易流性和液体的少压缩性对流体传动与控制有何利弊? 15
- 第 2 节 液压工作介质 15
- 2-6 液压工作介质的两个主要功用是什么? 液压工作介质有哪些物理性质? 15
- 2-7 什么是液体的密度? 试举例说明之。 15
- 2-8 什么是液体的可压缩性和膨胀性? 实际使用中为何要防止空气侵入液压系统? 在液压系统分析计算中如何考虑可压缩性的影响? 15
- 2-9 液体的可压缩性计算举例。 16
- 2-10 什么是液压油的黏性? 用什么衡量油液的黏性? 16
- 2-11 什么是动力黏度、运动黏度和相对黏度? 16
- 2-12 恩氏黏度与运动黏度之间如何换算? 17
- 2-13 黏度计算举例。 17
- 2-14 温度压力和对液压工作介质的黏度有何影响? 17
- 2-15 液压技术对工作介质有哪些基本要求? 18
- 2-16 液压工作介质如何分组? 各组工作介质的特性如何? 液压油(液)的代号含义及命名方法如何? 18
- 2-17 影响液压油选用的最重要因素是什么? 19
- 2-18 如何选择液压油? 20
- 2-19 液压工作介质使用中应注意哪些问题? 20
- 2-20 为什么要重视液压油液的污染问题? 污染物主要有哪些来源? 20

2-21	工作介质污染对液压系统有哪些危害?	21	等级?	29
2-22	什么是工作介质的污染度? 污染度测量有哪些常用方法?	21	3-8	静压力基本方程应用举例。
2-23	什么是工作介质污染度等级? 如何确定污染度等级?	22	3-9	利用静压力基本方程计算油液密度。
2-24	防止液压工作介质污染主要有哪些措施?	22	3-10	在液压工程计算中, 计算液体的压力时, 为什么一般忽略由液体自重产生的压力?
2-25	什么是液压油液的换油期? 如何确定换油期?	23	3-11	什么是帕斯卡原理? 试用帕斯卡原理解释液压传动对力的放大作用。
第3节	气动工作介质	24	3-12	帕斯卡原理应用计算举例。
2-26	湿空气与干空气有何区别? 哪种形态的空气可作为气动技术的工作介质?	24	3-13	如何计算液体静压力对固体壁面的作用力?
2-27	气动工作介质有哪些主要物理性质?	24	3-14	什么叫理想液体和实际液体?
2-28	什么是空气的密度? 试计算在大气压作用下干空气在 180℃ 时的密度。	24	3-15	什么是定常流动和非定常流动?
2-29	什么是空气的黏性? 空气的黏度与温度之间的关系怎样?	25	3-16	什么是流线 and 迹线? 二者在何时重合?
2-30	湿空气所含水分的程度用什么来表示?	25	3-17	什么是流束、微小流束和通流截面?
2-31	什么是空气的绝对湿度和相对湿度?	25	3-18	什么是流量和流速? 什么是实际流速和平均流速? 液体在管道中的流速指的是什么速度? 平均流速和流量之间有什么关系?
2-32	何谓空气的含湿量?	25	3-19	什么是液流连续性方程? 举例说明连续性方程的应用。
2-33	在气动技术中为何要考虑空气的可压缩性和膨胀性?	26	3-20	什么是液流的能量方程 (伯努利方程)? 其物理意义与几何意义是什么? 在液压传动中为什么主要考虑油液的压力能?
第3章	流体力学	27	3-21	应用伯努利方程及解决实际问题时有哪些条件及注意事项?
第1节	液体力学	27	3-22	利用伯努利方程分析水箱侧壁孔口出流。
3-1	什么是液体静力学? 什么是液体动力学?	27	3-23	利用伯努利方程分析计算液压泵吸油条件。
3-2	何谓质量力、表面力?	27	3-24	什么是液流的动量方程? 其主要用途是什么?
3-3	什么是液体静压力? 液体静压力有哪两个重要特性?	27	3-25	动量方程应用示例。
3-4	什么是液体静压力基本方程? 什么是等压面?	27	3-26	什么是层流和紊流? 如何进行判别?
3-5	什么是大气压力、绝对压力、相对压力和真空度? 它们之间有什么关系? 液压系统中的压力指的是什么压力?	28	3-27	非圆截面管道的雷诺数如何计算? 水力半径 R 与圆管直径 d 是什么关系? 水力半径的物理意义如何?
3-6	我国目前采用哪种压力计量单位? 以前曾用过哪些压力计量单位? 它们的换算关系如何?	28	3-28	运动黏度 $\nu = 4.06 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ 的液压油在内径为 $d = 16 \text{ mm}$ 钢管中流动,
3-7	液压元件及系统的压力分为哪些			

流速为 4.6m/s, 试判别为层流还是紊流?	39	3-47 气体的流动规律何时与液体相同?	48
3-29 什么是流动液体的压力损失? 液压系统中的压力损失分哪两种形式?	39	3-48 什么是气体流动连续性方程?	48
3-30 如何计算液体流经等径圆管中的沿程压力损失、局部压力损失和管路系统总的压力损失?	40	3-49 气体(可压缩流体)的能量方程(伯努利方程)与液体的伯努利方程是否相同?	48
3-31 什么是液压管路系统的压力效率? 如何计算之?	40	3-50 如何计算气体管道沿程压力损失?	49
3-32 压力损失对液压系统有何益处和弊端? 减小压力损失有哪些措施? ...	41	3-51 容器的充气与排气计算主要有哪些内容?	49
3-33 液压元件和系统中的泄漏有哪两种形式? 泄漏有什么危害? 产生的根源是什么?	41	3-52 如何计算充气温度与时间?	49
3-34 液压元件和系统中有哪些常见的孔口及缝隙?	41	3-53 如何计算排气温度与时间?	50
3-35 如何计算液体流经孔口的流量? 什么是孔口流量通用公式, 用于什么场合?	41	3-54 充气参数计算示例。	50
3-36 液压泵吸油口压力分析计算举例。	42	3-55 充、排气参数计算示例。	50
3-37 液压缸运动的速度计算举例。	43	3-56 什么是气动元件的通流能力? 通流能力用什么参数表示?	51
3-38 如何计算液体流经缝隙的流速、流量及功率损失? 缝隙对液压元件的泄漏量及泄漏功率损失有何影响? ...	44	3-57 换向阀通过流量计算举例。	52
3-39 如何计算液体流经圆柱环形缝隙的流量? 如何减小液体流经环形缝隙的泄漏量并避免液压卡紧现象? ...	44	第 4 章 能源元件	53
3-40 圆环缝隙泄漏计算举例。	45	第 1 节 液压泵	53
3-41 什么是气穴现象? 什么是空气分离压? 气穴现象有何危害? 如何预防?	45	4-1 液压泵的功用是什么?	53
3-42 什么是液压冲击? 液压冲击对液压系统有何危害? 如何减少和防止液压冲击?	46	4-2 举例说明容积式液压泵的基本原理和结构特征。	53
第 2 节 气体力学	46	4-3 液压泵有哪些类型? 其性能特征如何? 画出常用液压泵的图形符号。	53
3-43 气体的状态通常以哪些参数表示?	46	4-4 液压泵有哪些主要技术参数?	54
3-44 什么是气体状态变化过程? 其参数的关系用什么方程进行描述?	46	4-5 什么是液压泵的工作压力和额定压力? 二者之间有何关系? 什么是液压泵的最高允许压力和吸入压力?	54
3-45 什么是理想气体状态方程? 适用于什么气体?	46	4-6 液压泵出口压力分析判断举例。	55
3-46 气体有哪些状态变化过程? 其状态方程怎样?	47	4-7 什么是液压泵的排量、流量、理论流量、实际流量和额定流量? 它们之间有何关系?	55
		4-8 液压泵的转速通常如何选定?	56
		4-9 什么是液压泵的理论功率? 液压泵的实际输出功率如何计算? 液压泵的功率损失表现为哪两部分?	57
		4-10 什么是液压泵的容积效率、机械效率和总效率?	57
		4-11 液压泵的驱动功率一般如何计算? ...	57
		4-12 液压泵性能计算示例 1。	58
		4-13 液压泵性能计算示例 2。	58
		4-14 为何液压泵的实际流量会随工作压力升高而减少?	58
		4-15 液压泵产品的铭牌一般包括哪些内容?	58

4-16	什么是液压泵的流量脉动?有何害处?用什么参数表示脉动性大小?哪种液压泵流量脉动最小?	59	么场合?有何特点?	65	
4-17	齿轮泵有哪些类型?特点如何?主要用于哪些场合?	59	4-36	如何计算限压式变量叶片泵的驱动功率?	66
4-18	简述外啮合齿轮泵和内啮合齿轮泵的结构组成和工作原理。	59	4-37	限压式变量叶片泵的流量-压力特性曲线调整和驱动功率计算举例。	67
4-19	怎样计算外啮合齿轮泵的排量和流量?	60	4-38	什么是双联叶片泵?适用于什么场合?如何计算双联叶片泵的驱动功率?	67
4-20	外啮合齿轮泵计算举例。	60	4-39	双联叶片泵驱动功率的计算举例。	67
4-21	困油有什么危害?如何解决困油问题?	60	4-40	简述凸轮转子叶片泵的工作原理及特点。	68
4-22	齿轮泵有哪些可能的泄漏途径?泄漏对泵的性能有何影响?如何解决泄漏问题?	61	4-41	国产叶片泵有哪些标准系列产品?其具体型号规格、外形连接尺寸及主要生产厂家如何查取?	68
4-23	齿轮泵为何会受到径向不平衡力?会带来什么后果?如何消除径向不平衡力?	61	4-42	柱塞泵有哪些类型?特点如何?主要用于哪些场合?	68
4-24	齿轮泵有哪些标准系列产品?其具体型号规格、外形连接尺寸及主要生产厂家如何查取?	62	4-43	简述斜盘式轴向柱塞泵的工作原理。	69
4-25	叶片泵有哪些类型?特点如何?主要用于哪些场合?	62	4-44	怎样计算轴向柱塞泵的理论流量?为什么此种泵可作变量泵使用?	69
4-26	简述单作用叶片泵的结构组成及工作原理,并说明为何称单作用叶片泵为非平衡式叶片泵。	63	4-45	斜盘式轴向柱塞泵驱动功率计算示例。	70
4-27	怎样计算单作用叶片泵的流量?为什么单作用叶片泵可制成变量泵?	63	4-46	斜盘式轴向柱塞泵有哪三对摩擦副?如何解决柱塞与缸体孔间的泄漏和缸体端面与配油盘间的泄漏问题?如何减少或消除柱塞头部与斜盘间的磨损?	70
4-28	单作用叶片泵计算举例。	63	4-47	变量柱塞泵的变量控制机构有哪些类型?简述手动变量轴向柱塞泵的变量头的原理。	70
4-29	为什么单作用叶片泵的叶片槽要后倾一个角度开出?	63	4-48	简述斜轴式轴向柱塞泵的工作原理和特点。	70
4-30	简述双作用叶片泵的结构组成与工作原理,并说明为何称双作用叶片泵为平衡式叶片泵。	64	4-49	径向柱塞泵的工作原理如何?如何计算其流量?径向柱塞泵的特点如何?	71
4-31	怎样计算双作用叶片泵的流量?为什么双作用叶片泵通常制成定量泵?	64	4-50	国产柱塞泵有哪些标准系列产品?其具体型号规格、外形连接尺寸及主要生产厂家如何查取?	72
4-32	双作用叶片泵定子内表面一般采用何种过渡曲线?	64	4-51	试列表对齿轮泵、叶片泵、柱塞泵的性能及应用范围进行综合比较。	72
4-33	双作用叶片泵的叶片槽为何要前倾一个角度开出?	65	4-52	选择液压泵时要考虑哪些因素?	72
4-34	双作用式叶片泵的配油盘上为什么开有三角眉毛槽?	65	4-53	选择液压泵的原则是什么?	73
4-35	什么是限压式变量叶片泵?其工作原理与特性曲线如何?适用于什		4-54	如何选用液压泵的类型?	74
			4-55	如何确定液压泵的工作参数和	

规格?	75
4-56 如何确定液压泵的驱动功率? 确定 液压泵的驱动方式时应注意哪些 事项?	76
4-57 如何确定齿轮泵的吸油高度?	76
4-58 如何为液压泵选用工作介质与过 滤器?	77
4-59 安装和使用液压泵时一般应注意哪 些问题?	77
4-60 液压泵有哪些常见故障? 怎样分析 液压泵的故障?	77
4-61 齿轮泵有哪些常见故障? 如何诊断 排除?	78
4-62 叶片泵有哪些常见故障? 如何诊断 排除?	78
4-63 柱塞泵有哪些常见故障? 如何诊断 排除?	78
第2节 空压机、真空泵和真空发生器	80
4-64 气动系统的能源元件主要有哪两类? 其功用是什么?	80
4-65 空压机的基本工作原理与液压泵是 否相同? 空压机有哪些类型? 举例 说明空气压缩机的工作原理。	80
4-66 什么是空压机组?	81
4-67 空压机有哪些主要性能参数? 如何 确定?	81
4-68 国产空气压缩机有哪些标准系列产 品? 其具体型号规格、外形连接尺 寸及主要生产厂家如何查取?	82
4-69 如何选择空压机?	82
4-70 使用空气压缩机时应注意哪些 事项?	82
4-71 空压机有哪些常见故障? 其对策 如何?	82
4-72 真空泵有哪些形式? 如何获得 真空?	82
4-73 真空泵的主要参数是什么? 国产真 空泵有哪些典型产品系列, 如何查 取其型号规格、外形连接尺寸和主 要生产厂家?	82
4-74 如何选择真空泵?	84
4-75 何谓真空发生器? 简述喷射式真空 发生器的工作原理。	84
4-76 真空发生器有哪些典型产品系列? 其型号规格、外形连接尺寸和主要生	

产厂家如何查取?	85
第5章 执行元件	86
第1节 液压执行元件	86
5-1 什么叫液压执行元件? 有哪些类型? 功用如何?	86
5-2 常用的液压缸有哪些类型? 它们的 图形符号及特点如何?	86
5-3 双杆活塞缸有哪些结构特点? 适用 于哪些场合? 怎样计算双杆活塞缸的 输出力和速度?	88
5-4 单杆活塞缸有哪些结构特点? 怎样 计算单杆活塞缸的输出力和速度? 什么叫做液压缸的差动连接? 怎样 计算差动缸的运动速度和输出力? 单杆活塞缸适用于哪些场合?	88
5-5 双杆液压缸如何做成差动缸?	90
5-6 工作机构要求往复运动速度相同时, 应选用何种类型的液压缸?	90
5-7 串联液压缸负载和速度计算 示例。	90
5-8 单杆活塞缸推力和运动速度计算 示例。	91
5-9 简述柱塞式液压缸的工作原理。怎 样计算柱塞式液压缸的输出力和速度? 指出其特点及适用场合。	91
5-10 简述增压缸的适用场合、类型、工 作原理及特点。什么是增压比?	92
5-11 不同连接方式的单杆液压缸的输出 力、运动速度及方向的分析 示例。	92
5-12 简述三腔复合增速缸的结构组成、 工作原理、应用特点及适用场合。	93
5-13 液压缸一般由哪些部分组成?	94
5-14 对液压缸的缸筒-缸盖组件有何基 本要求? 常用何种材料制造? 液压 缸的缸筒和缸盖间有哪些连接方式? 特点如何?	94
5-15 液压缸的活塞-活塞杆组件有哪些 形式? 特点如何?	95
5-16 液压缸的活塞杆外端与工作机构 有哪些连接形式?	95
5-17 在液压缸中加设密封装置的目的是 什么? 液压缸的哪些部位需要设置 密封装置?	96
5-18 对液压缸密封装置主要有哪些	

要求?	96	5-41 什么是液压马达的转矩与机械效率?	110
5-19 液压缸有哪些常用的密封装置? 其密封原理和特点如何?	96	5-42 什么是液压马达的功率与总效率?	110
5-20 液压缸设缓冲装置的目的是什么? 缓冲原理怎样? 常见的缓冲方式有几种?	98	5-43 如何计算液压马达的转速、输出转矩和输出功率?	111
5-21 何种液压缸需要设置排气装置? 其安放位置如何?	98	5-44 液压马达的输入转速、输出转矩、输入功率、输出功率计算举例。	111
5-22 液压缸有哪些安装方式? 特点如何? 如何选用?	99	5-45 液压马达供油压力和流量计算举例。	111
5-23 液压缸有哪些主要尺寸参数和工作性能参数?	99	5-46 国产液压马达有哪些典型产品? 如何查取其型号规格、外形连接尺寸及主要生产厂?	112
5-24 如何确定液压缸的作用力(负载)?	99	5-47 试列表对各类液压马达的性能进行综合比较。各类液压马达适用的工况与应用范围怎样?	112
5-25 液压缸有哪些标准系列产品? 如何查取?	100	5-48 如何选择液压马达? 使用液压马达应注意哪些事项?	112
5-26 液压缸的一般设计步骤怎样?	100	5-49 液压马达有哪些常见故障? 如何排除?	114
5-27 如何计算液压缸的缸筒内径 D 和活塞杆直径 d 并进行圆整?	101	5-50 摆动液压马达的最大优点是什么? 有哪些应用?	114
5-28 如何确定液压缸的缸筒长度 L ?	102	5-51 摆动液压马达有哪些类型?	114
5-29 如何确定液压缸的缸筒壁厚 δ ?	103	5-52 简述叶片式摆动液压马达的工作原理和特点。	114
5-30 如何确定液压缸的活塞宽度 B ?	103	5-53 举例简述活塞式摆动液压马达的工作原理和特点。	116
5-31 怎样确定液压缸的流量?	103	5-54 摆动液压马达有哪两个主要性能参数? 如何计算?	116
5-32 单杆活塞式液压缸设计计算示例。	103	5-55 摆动液压马达输出转矩和角速度计算举例。	116
5-33 差动液压缸设计计算示例。	104	第2节 气动执行元件	117
5-34 液压缸使用中应注意哪些事项? 液压缸有哪些常见故障? 如何排除?	104	5-56 气动执行元件有哪些类型? 其功用如何?	117
5-35 液压马达和液压泵有哪些异同点? 是否所有的液压泵都能作液压马达使用?	108	5-57 与液压执行元件相比, 气动执行元件有何特点?	117
5-36 简述液压马达的类型、特点与图形符号。	108	5-58 气缸有哪些主要类型? 其图形符号怎样?	117
5-37 举例说明液压马达的基本工作原理。	109	5-59 简述薄膜式气缸的原理、特点及适用场合。	117
5-38 液压马达有哪些主要性能参数?	110	5-60 举例简述气-液阻尼式缸的原理及特点。	117
5-39 什么是液压马达的工作压力、压力差和额定压力?	110	5-61 简述钢索式气缸的原理及特点。	118
5-40 什么是液压马达的排量、流量和容积效率?	110		

5-62	简述回转气缸的原理、特点及适用场合。·····	118
5-63	简述磁性无活塞杆气缸的原理、特点及适用场合。·····	118
5-64	气缸有哪些主要参数? ·····	119
5-65	活塞式普通气缸的输出力和速度一般如何计算? ·····	119
5-66	如何计算膜片式气缸的输出力? ·····	119
5-67	气缸的输出力计算举例。·····	119
5-68	什么是气缸的负载率? 如何取值? ·····	119
5-69	如何计算气缸的耗气量? ·····	120
5-70	气缸耗气量计算举例。·····	120
5-71	气缸有哪些安装连接方式? 特点如何? ·····	120
5-72	国内常用气缸有哪些标准系列产品? 如何查取其具体型号规格、安装连接尺寸和主要生产厂? ·····	121
5-73	在实践中如何选择气缸? 气缸的使用应注意哪些事项? ·····	121
5-74	气缸有哪些常见故障, 如何排除? ·····	122
5-75	气马达如何分类? 容积式气马达有哪些类型? ·····	122
5-76	简述叶片式气马达的工作原理、画出气马达的图形符号并说明其特点及应用场合。·····	122
5-77	气马达有哪些典型产品? 如何查取? ·····	126
5-78	简述气马达的选择与使用要点。·····	126
5-79	说明摆动气马达(摆动气缸)的类型、图形符号、工作原理、特点及主要参数。·····	126
5-80	国内常用摆动气马达(摆动气缸)有哪些标准系列产品? 如何查取? ·····	127
5-81	简述真空吸盘的功用、原理及应用。·····	127
5-82	说明真空吸盘的结构、类型和特点? ·····	127
5-83	真空吸盘有哪些主要性能参数? 选择真空吸盘时应注意哪些事项? ·····	127

5-84	真空吸盘有哪些典型产品, 如何查取? ·····	129
------	--------------------------	-----

第 6 章	控制元件 ·····	130
第 1 节	液压控制元件 ·····	130
6-1	液压阀在液压系统中的功用是什么? ·····	130
6-2	简述液压阀的基本结构与原理。·····	130
6-3	液压控制阀有哪些类型? ·····	130
6-4	管式阀和板式阀各有什么结构特点? ·····	130
6-5	何谓液压阀的通径和额定压力? ·····	130
6-6	对液压阀有哪些基本要求? ·····	131
6-7	方向控制阀有哪些类型? ·····	132
6-8	给出普通单向阀和液控单向阀的图形符号并简述二者的作用。·····	132
6-9	普通单向阀在性能上应满足哪些基本要求? ·····	132
6-10	普通单向阀主要应用于哪些场合? ·····	132
6-11	何谓普通单向阀的开启压力? 作背压阀使用时的开启压力是多少? ·····	133
6-12	为何复式液控单向阀比简式液控单向阀的控制压力低? ·····	133
6-13	液控单向阀主要用于哪些场合? ·····	134
6-14	使用液控单向阀时应注意哪些问题? ·····	135
6-15	液控单向阀应用计算举例。·····	135
6-16	普通单向阀和液控单向阀有哪些常见故障? 如何诊断排除? ·····	136
6-17	换向阀的作用是什么? 有哪些类型? ·····	136
6-18	何谓换向阀的结构主体? ·····	136
6-19	举例说明滑阀式换向阀的工作原理及图形符号的构成和意义。·····	136
6-20	什么是换向阀的“位数”与“通路数”? 常见的换向阀主体部分结构形式及其图形符号如何? 各油口设在阀体的什么位置? ·····	137
6-21	什么是滑阀式三位换向阀的中位机能? 常用的中位机能有哪些? 其特点及作用如何? ·····	137
6-22	换向阀有哪些操纵控制方式, 其图形符号与适用场合怎样? 何谓换向	

阀的静态位? 如何判定换向阀的 实际工作位置?	139	6-42 顺序阀有哪些常见故障? 如何诊 断排除?	151
6-23 以电液动换向阀为例, 说明滑阀式 换向阀的典型结构组成与原理。如 何调节其换向时间?	140	6-43 溢流阀、减压阀和顺序阀有哪些 异同点?	152
6-24 试比较交流电磁换向阀和直流电磁 换向阀的换向时间、换向频率和使 用寿命?	140	6-44 现有三个压力阀, 其铭牌不清楚, 若不进行拆解, 如何判断哪个是 溢流阀?	152
6-25 用简图说明转阀式换向阀的工作 原理。其图形符号、特点与应用 场合如何?	141	6-45 溢流阀和顺序阀是否可以互换 使用?	153
6-26 简述电磁球阀的工作原理。其特点 与应用场合怎样?	142	6-46 压力继电器的功用和应用场合 如何?	153
6-27 什么是多路换向阀? 有哪些类型? 其图形符号、特点与应用场合 怎样?	142	6-47 使用压力继电器时, 有哪些注意 事项? 常见故障及诊断排除方法 如何?	154
6-28 换向阀工作时有哪些常见故障? 如 何排除?	143	6-48 流量控制阀有哪些类型? 应满足哪 些主要性能要求?	154
6-29 压力控制阀在液压系统中的功用 是什么? 有哪些类型? 共同特点 是什么?	143	6-49 流量控制阀为何能调节流量? 常见 的节流口有哪些类型? 如何实现流 量调节? 各有何特点?	155
6-30 溢流阀在液压系统中的功用 如何?	143	6-50 节流阀的特点如何? 有哪些主要应 用场合?	155
6-31 与直动式溢流阀相比, 先导式溢流 阀有何结构性能特点?	143	6-51 使用节流阀时有哪些注意 事项?	157
6-32 何谓溢流阀的启闭特性? 何谓开启 压力、调整压力、闭合压力? 何谓开 启比与闭合比?	145	6-52 节流阀应用分析举例。	157
6-33 何谓溢流阀的动态特性? 溢流阀典 型动态响应特性曲线如何? 有哪些 性能指标?	146	6-53 节流阀有哪些常见故障? 如何诊 断排除?	158
6-34 多级调压回路液压泵出口压力分析 判别举例。	146	6-54 为什么调速阀能够使执行元件的运 动速度稳定? 调速阀正常工作所需 的最小压差为多少? 调速阀一般用 于哪些场合?	158
6-35 溢流阀有哪些常见故障? 如何诊 断排除?	147	6-55 调速阀有哪些常见故障? 如何 排除?	159
6-36 减压阀有何功用? 一般用于什么 场合?	147	6-56 分流集流阀的功用、分类及应用 如何?	159
6-37 减压阀应用回路分析举例。	148	6-57 国内开发和生产的常规液压阀(方 向阀、压力阀和流量阀)的产品 有哪些系列?	160
6-38 减压阀有哪些常见故障? 如何诊 断排除?	149	6-58 方向阀、压力阀和流量阀的选型依 据与考虑因素有哪些?	161
6-39 顺序阀有何用途? 其类型如何? 应 用于什么场合?	149	6-59 何谓叠加阀? 有哪些类型? 叠加阀 组成的液压系统的特点如何?	161
6-40 在顺序阀使用中应注意哪些 问题?	150	6-60 用叠加阀组成液压系统时应注意哪 些主要问题?	162
6-41 顺序阀应用回路分析举例。	150	6-61 国内开发和生产的叠加阀产品有哪 些系列?	164

6-62	何谓插装阀? 简述二通盖板式插装阀的结构组成、工作原理及特点。	164	些产品系列?	178
6-63	举例说明由插装阀组成的方向、压力和速度控制回路。	165	6-85	何谓电液数字阀? 其分类如何? 主要优点是什么?
6-64	国内开发和生产的插装阀产品有哪些系列?	166	6-86	简述增量式电液数字阀的原理。
6-65	水液压控制阀面临哪些关键技术难题?	167	6-87	简述液压控制阀的常用材料和工艺要求。
6-66	举例说明水压溢流阀的结构及特点。	167	6-88	试对各类液压阀的性能与应用场合进行比较, 并说明液压系统设计实际中, 如何选择液压阀?
6-67	举例说明水压节流阀的结构及特点。	167	第2节	气动控制元件
6-68	与开关式或定值液压阀相比较, 电液控制阀有哪些特点?	167	6-89	气动控制阀在气动系统中的功用是什么? 有哪些类型?
6-69	电液伺服阀的功用与基本组成及原理如何? 主要有哪些优点?	168	6-90	气动控制阀与液压控制阀相比较有哪些异同点?
6-70	电液伺服阀有哪些类型?	168	6-91	气动方向阀有哪些类型?
6-71	电液伺服阀的电气-机械转换器有哪些类型? 试简述动铁式力矩马达的原理和特点。	168	6-92	何谓截止式方向阀?
6-72	何谓电液伺服阀滑阀的控制边、零开口、通路数和凸肩数?	169	6-93	常用的单向型方向阀有哪些类型? 应用在什么场合?
6-73	简述喷嘴挡板式力反馈两级电液伺服阀的结构组成和工作原理。	171	6-94	换向型方向阀的功用是什么? 有哪些类型?
6-74	国产电液伺服阀有哪些产品系列?	172	6-95	何谓气控换向阀? 适用于哪些场合? 有哪些类型? 以释压控制型为例说明其原理。
6-75	如何选择电液伺服阀?	172	6-96	何谓电磁换向阀? 适用于哪些场合? 有哪些类型? 以双电磁铁驱动为例说明其原理。
6-76	电液伺服阀的线圈有哪些连接形式? 其特点如何?	173	6-97	何谓电-气控制换向阀?
6-77	如何选用电液伺服阀的油源? 三种常用油源的特点如何?	174	6-98	气动方向控制阀的选择一般应注意哪些事项?
6-78	电液伺服阀有哪些常见故障? 如何诊断排除?	174	6-99	使用气动方向控制阀时应注意哪些事项?
6-79	电液比例阀的功用、基本组成及原理如何? 主要有哪些优点?	175	6-100	气动方向阀有哪些常见故障? 如何诊断排除?
6-80	电液比例阀有哪些类型?	176	6-101	气动压力控制阀的功用与类型如何?
6-81	比例电磁铁与开关式电磁铁有何异同?	176	6-102	举例说明气动减压阀的结构和原理。
6-82	举例说明电液比例压力阀、流量阀和方向阀的应用及特点。	176	6-103	何谓气动三联件?
6-83	如何选择电液比例阀? 应注意哪些事项?	177	6-104	如何选择气动减压阀?
6-84	国内开发和生产的电液比例阀有哪		6-105	安装和使用气动减压阀应注意哪些事项?
			6-106	气动安全阀(溢流阀)和减压阀有哪些常见故障? 如何诊断排除?

6-107	气动流量控制阀的功用、种类及特点如何?	189	7-21	开式液压油箱通常有哪些附件? 各起什么作用?	201
6-108	何谓排气节流阀? 功用与特点如何?	189	7-22	如何确定开式油箱的容量?	201
6-109	选择与使用气动流量控制阀时应注意哪些事项?	190	7-23	是否所有的液压系统都需设置冷却器和加热器?	202
6-110	国产气动控制元件有哪些产品系列?	191	7-24	怎样确定冷却器在液压系统中的安装位置?	202
第 7 章 辅助元件	192	7-25	设计油箱时应注意哪些问题?	202	
第 1 节 液压辅助元件	192	7-26	密封装置的功用及要求如何?	203	
7-1 液压系统中有哪些常用的辅助元件?	192	7-27	液压系统的密封装置有几类? 其特点和应用场合及相关标准怎样?	203	
7-2 液压系统中的过滤器有哪些类型? 各起什么作用?	192	第 2 节 气动辅助元件	203		
7-3 何谓油液过滤器的过滤精度? 油液过滤器分为哪些种类? 图形符号如何?	192	7-28 何谓压缩空气的净化元件? 其图形符号与作用如何?	203		
7-4 选择过滤器时要考虑哪些使用要求? 油液过滤器一般安装在液压系统中的什么位置?	192	7-29 何谓油雾器? 有何特点?	204		
7-5 选用空气过滤器时一般要考虑哪些问题?	193	7-30 在气动系统中为何要设置消声器? 其原理与图形符号如何?	204		
7-6 简述蓄能器的三个主要功用。	193	7-31 何谓气液转换器? 其应用场合与类型如何? 举例说明其结构原理与图形符号。	204		
7-7 蓄能器有哪些类型? 各有何特点?	194	7-32 气动系统的管道及管网布置有哪些形式? 各有何特点?	205		
7-8 简述充气式蓄能器的工作原理与皮囊式蓄能器的结构及特点。	194	第 8 章 基本回路	206		
7-9 如何计算皮囊式蓄能器的容量?	195	第 1 节 液压基本回路	206		
7-10 皮囊式蓄能器计算举例。	196	8-1 何谓液压基本回路? 常见的液压基本回路有几类? 各起什么作用?	206		
7-11 液压技术的一般用户能否自行设计制造蓄能器?	196	8-2 执行元件的运动速度如何调节? 常用的调速方法有哪些?	206		
7-12 油管有哪些种类? 各有何特点? 分别应用于什么场合?	196	8-3 调速回路有哪些主要特性要求?	206		
7-13 如何计算油管的内径和壁厚?	196	8-4 什么是串联节流调速回路? 有哪些工作特征? 特点与应用场合如何?	207		
7-14 油管尺寸计算举例。	197	8-5 什么是并联节流调速回路? 有何工作特征? 特点与应用场合如何?	207		
7-15 布置液压管路时有哪些要求? 应遵循哪些规则?	197	8-6 试对采用节流阀的串联节流和并联节流两类调速方法的主要性能进行比较。	208		
7-16 管接头有哪些类型? 特点与应用如何?	197	8-7 执行元件为液压缸的节流调速回路性能计算举例。	208		
7-17 何谓电接点压力表?	197	8-8 执行元件为液压马达的节流调速回路性能计算举例。	210		
7-18 液压系统中为何要设置压力开关?	200	8-9 容积调速回路有何特点? 何谓闭式回路? 常见的容积调速回路有哪些种类? 各用于什么场合?	210		
7-19 何谓压力表的精度等级?	200				
7-20 液压油箱的功用、类型及其特点如何?	200				

8-10	容积调速回路性能计算举例。·····	212	常用的卸荷回路有哪些? 都有何特点? ·····	221	
8-11	什么是容积节流调速回路? 有何特点? 举例说明其原理和应用场合。·····	213	8-29	立置液压缸为何要设置平衡回路? 常用的平衡回路有哪些形式? 各有何特点? ·····	222
8-12	在液压系统中为何要设置快速运动回路? 实现执行元件的快速运动有哪些方法? ·····	214	8-30	保压回路和泄压回路有何功用? 应满足哪些基本要求? 举例说明在液压系统中常用的保压和泄压方法及其特点。·····	223
8-13	什么是差动连接快速回路? 举例说明差动连接快速回路的动作过程。简述差动回路的优点和使用注意事项。·····	214	8-31	何谓缓冲回路? 常用的缓冲方法有哪些? ·····	224
8-14	举例说明复合缸式快速运动回路的原理和特点。·····	215	8-32	何谓制动回路? 举例说明制动回路的原理。·····	224
8-15	简述高低压双泵供油实现执行元件的快速运动的原理、特点及其适用场合。·····	215	8-33	在液压系统中为何要设置背压回路? 背压回路与平衡回路有何区别? ·····	225
8-16	简述蓄能器快速运动回路的工作原理及使用这种回路时的注意事项。·····	216	8-34	调压回路计算举例。·····	225
8-17	什么是速度换接回路? 应满足哪些基本性能要求? ·····	216	8-35	减压回路计算示例。·····	225
8-18	举例说明快、慢速换接回路的速度变换原理及特点。·····	216	8-36	增压回路计算示例。·····	226
8-19	举例说明二次工进速度的换接回路如何将 I 工进(慢进)转为 II 工进(更慢的进给速度)的速度。·····	217	8-37	平衡回路计算举例。·····	226
8-20	如何使用电液比例流量阀实现减速控制? ·····	217	8-38	压力控制回路综合分析举例。·····	226
8-21	采用电磁换向阀的速度换接回路的工作原理分析及电磁铁动作顺序表列写举例。·····	217	8-39	方向控制回路主要有哪些种类? ·····	227
8-22	采用电磁换向阀和液控单向阀的速度换接回路的工作原理分析及电磁铁动作顺序表列写举例。·····	218	8-40	换向回路有哪些要求? 采用换向阀的换向回路, 一般如何选择换向阀? ·····	227
8-23	压力控制回路包括哪些种类? ·····	218	8-41	采用专用换向阀的往复直线运动换向回路的换向过程分为哪三个阶段? 如何实现? ·····	228
8-24	调压回路的功用是什么? 常用的调压回路有哪些种类? 各用于哪些场合? ·····	219	8-42	分述时间控制制动式换向回路和行程控制制动式换向回路的工作原理。·····	228
8-25	简述数字逻辑多级远程调压回路的组成和工作原理。·····	220	8-43	锁紧回路的功用是什么? 常用的锁紧方法有哪些? ·····	229
8-26	减压回路的功用是什么? 常用的减压回路有哪些形式? ·····	220	8-44	举例说明采用液控单向阀的锁紧回路的原理、特点及应用注意事项。·····	229
8-27	何谓增压回路? 常用的增压回路有哪些? ·····	220	8-45	举例说明采用制动器的锁紧回路的原理。·····	229
8-28	在液压系统中为何要设置卸荷回路? 常用的卸荷回路有哪些? 都有何特点? ·····	221	8-46	何谓顺序动作回路? 主要有哪些类型? 各有何特点? ·····	230
			8-47	使用顺序阀构成的顺序动作回路, 如何设定顺序阀的压力? 简述用压力继电器的顺序动作回路的原理及注意事项。·····	230

8-48	举例说明行程控制的顺序动作回路的原理和特点。·····	230	油液流动路线。·····	240	
8-49	同步动作回路的功用是什么? 同步动作回路有哪些种类? 影响同步精度的因素有哪些? ·····	231	9-6	YT4543 型液压动力滑台的液压系统有何特点? ·····	241
8-50	举例说明采用流量阀控制的同步动作回路的原理。·····	231	9-7	万能外圆磨床的液压系统主要完成哪些运动? 属于何种工况类型? 应满足哪些要求? ·····	241
8-51	简述带补正装置的串联液压缸同步动作回路的原理。·····	232	9-8	试分析 M1432A 型万能外圆磨床的液压系统(见图 9-4)如何实现工作台的往复运动? 如何实现工作台的液压驱动与手动操作的互锁? ·····	242
8-52	举例说明采用电液伺服阀的同步动作回路的原理。·····	232	9-9	M1432A 型万能外圆磨床的液压系统如何实现工作台的抖动? ·····	244
第 2 节	气动基本回路·····	233	9-10	M1432A 型万能外圆磨床的液压系统如何实现砂轮架的快速进退运动和周期进给运动? ·····	244
8-53	何谓气动系统基本回路? 有哪些种类? ·····	233	9-11	M1432A 型万能外圆磨床的液压系统有何特点? ·····	244
8-54	采用气液复合调速回路有何好处? 试举例说明其调速原理。·····	233	9-12	简述液压机的功能结构及其典型工作循环, 液压系统的工况类型及其应满足的要求。·····	245
8-55	举例说明气动系统的速度换接方法。·····	233	9-13	试分析 YA32-200 型四柱万能液压机普通阀液压系统的工作原理。·····	246
8-56	常见的气动压力控制回路有哪些? 应用场合与特点如何? ·····	234	9-14	YA32-200 型四柱万能液压机液压系统有何特点? ·····	248
8-57	如何实现气动执行元件的换向? 常见的换向回路有哪些? 简述气缸连续往复换向回路的原理。·····	235	9-15	试分析 500 吨冲压机插装阀集成液压系统的工作原理。·····	248
8-58	常见的多缸顺序动作控制有哪些方法? 其原理及特点如何? ·····	235	9-16	500 吨冲压机插装阀集成液压系统有何特点? ·····	250
8-59	何谓安全保护回路? 举例说明常见的安全保护回路的工作原理。·····	236	9-17	汽车起重机的功能结构及液压系统的任务如何? ·····	251
8-60	简述计数回路的原理。·····	237	9-18	试分析汽车起重机液压系统的工作原理并归纳其特点。·····	251
第 9 章	系统分析·····	238	9-19	简述塑料注射成型机的功能结构、工况特点及其液压系统采用电液比例或电液伺服控制的优越性。·····	253
第 1 节	液压系统分析·····	238	9-20	分析 XS-ZY-250A 型塑料注射成型机电液比例控制系统的原理和特点。·····	254
9-1	简述液压系统的分析步骤和注意事项。·····	238	9-21	液压仿形刀架为何能仿照样件自动加工工件? ·····	255
9-2	按工作特征不同, 液压系统分为哪两种类型? 按工况特点的不同, 液压传动系统可分为哪几种主要类型? ·····	238	9-22	带钢卷取机为何要采用电液伺服系统进行跑偏控制? 举例说明其跑偏控制原理。·····	256
9-3	简述组合机床动力滑台的功能结构及其液压系统的工况类型, 列出 YT4543 型液压动力滑台的结构及工况参数。·····	239	第 2 节	气动系统分析·····	257
9-4	分析 YT4543 型液压动力滑台的液压系统图, 指出各组成元件在系统中起什么作用? ·····	239			
9-5	分析说明 YT4543 型液压动力滑台的液压系统(见图 9-2)在各工况下的				