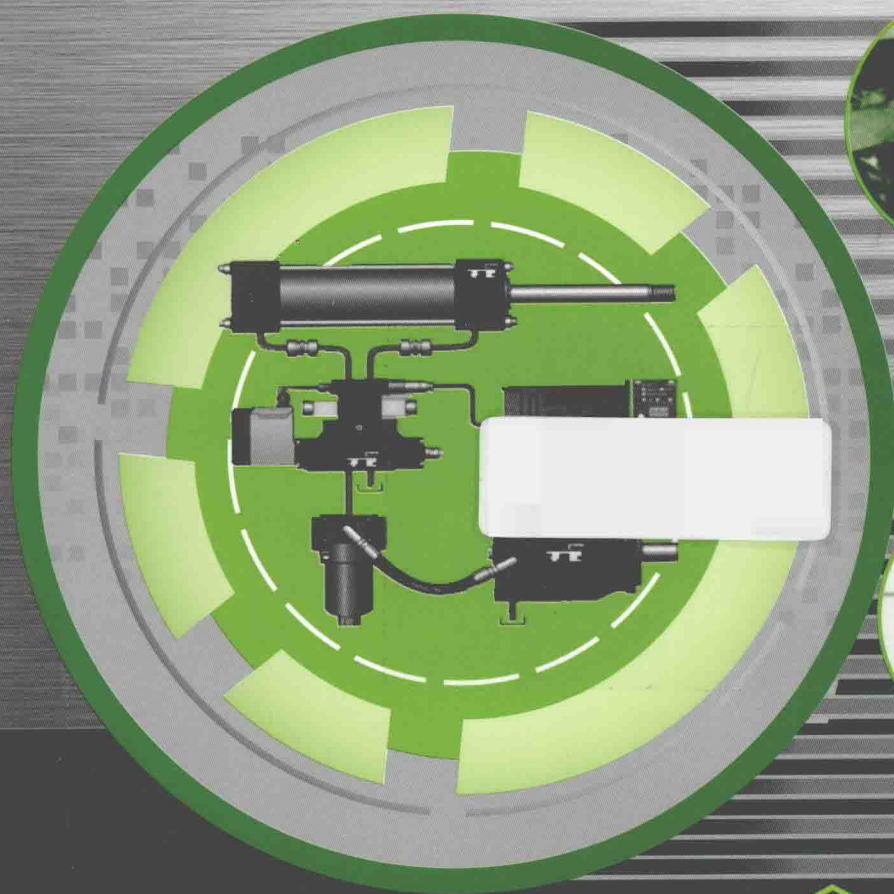


SHIYONG YEYA QIDONG JISHU
800WEN

实用液压气动技术

800 问

张利平 编著



化学工业出版社

实用液压气动技术 800 问

张利平 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书内容几乎涵盖了液压气动技术的所有方面,包括基本知识、流体力学、液压气动元件及回路、系统分析与设计、安装调试、运转维护与故障诊断等共计十三章。全书以一问一答的形式,对液压气动技术学习、使用和维修中常见的 800 个问题,进行了解释、说明和解算。旨在通过介绍实际问题的处理方法,为读者答疑解惑。在拓展视野的同时,提高读者液压气动技术理论联系实际和工程应用的能力。

本书是笔者在总结多年液压气动技术教学培训、科研设计、工程实践和企业技术服务及咨询工作经验的基础上,广泛搜集资料,编著而成。全书内容丰富、设问合理、回答简明,具有系统性、先进性、知识性、实用性和指导性的特点,是液压气动技术各类从业人员日常学习和工作的辅导书,是配合企业和培训机构开展培训的实用教材,也是帮助各技术领域了解和采用液压气动技术的重要参考书。

本书可供各行业液压设备与系统的一线工作人员(设计研究、加工制造、安装调试、现场操作、运转维护、故障诊断与设备管理者)使用,也可作为液压气动系统使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材及自学读本,还可作为大中专院校相关专业及方向的教学及实训的参考书,同时可供液压气动技术爱好者参阅。

图书在版编目(CIP)数据

实用液压气动技术 800 问/张利平编著. —北京:化学工业出版社,
2014. 4
ISBN 978-7-122-19719-1

I. ①实… II. ①张… III. ①液压传动-问题解答②气压传动-问题
解答 IV. ①TH137-44②TH138-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 023210 号

责任编辑:黄 澄
责任校对:吴 静

文字编辑:陈 喆
装帧设计:王晓宇

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:北京永鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 26 字数 696 千字 2014 年 6 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:98.00 元

版权所有 违者必究



前 言

本书内容几乎涵盖了液压气动技术的所有方面,包括基本知识、流体力学、液压气动元件及回路、系统分析与设计、安装调试、运转维护与故障诊断等共计十三章,设问 800 个。全书以一问一答的形式,对液压气动技术学习和使用中经常碰到的问题,进行了解释、说明和解算。旨在通过介绍实际问题的处理方法,为读者答疑解惑。在拓展视野的同时,提高读者液压气动技术理论联系实际和工程应用的能力。

本书编写的指导思想和目标是紧密跟踪技术发展进步、突出工程实际应用,追求先进性、系统性、知识性、实用性和指导性的完整统一。围绕上述目标,全书进行了如下尝试和努力:①选材和编写立足于工程应用实际,注意反映当代液压气动技术的新发展、新应用和新成果;②考虑到气动与液压的相似性,各章均以液压技术为主线,气动技术单独成节,以节省篇幅并顾及气动内容的独立性及完整性;③所有国家标准和行业标准全部采用最新版本,所有液压气动回路与系统图全部采用最新标准(GB/T 786.1—2009)绘制;④就读者关注的国内外部分新的液压气动元件及新结构(如自清洁油箱、气动阀岛、气动手指和气动人工肌肉)和新方法(如液压气动系统仿真软件 FLUID SIM 和 AME SIM 等)进行了设问和解答;⑤对液压气动系统的安装调试、运转维护特别是故障诊断技术和一些相应实用案例进行了详细问答,以满足现场维护和故障诊断人员的需求。

本书可供各行业液压设备与系统的一线工作人员(设计研究、加工制造、安装调试、现场操作、运转维护、故障诊断与设备管理者)使用,也可作为液压气动系统使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材及自学读本,还可作为大、中专院校相关专业的教学及实训参考书,同时可供液压气动技术爱好者参阅。

本书由张利平编著。陈建中、张津、山峻、张秀敏参与了本书的前期策划、标准资料的搜集、文稿的录入整理及部分插图绘制工作,笔者的学生史琳、甄依、王宝松和郭号在繁忙的工作和学习中抽出时间,协助绘制了本书气动系统的部分插图,参与本书相关工作的还有牛振英、王慧霄、李珊、李丽琳、王金业、樊志涛、顾敬伟、李震、赵丽娜、田贺、朱林丽、向其兴、耿卫晓、冯德兵、岳玉晓、窦赵明等。

本书的编写工作得到了多位业内同仁及笔者的同事、学生、学员的支持和帮助,在此对他们以及参考文献的各位作者表示诚挚谢意。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。

编者

目 录

第一章 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 液压和气动的工作原理如何? 有哪些工作特征?	1
1-6 液压与气动主要由哪些部分组成, 其功用如何?	2
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哪个标准?	3
1-10 采用 GB/T 786.1—2009 绘制系统原理图时一般应注意哪些事项?	4
1-11 液压技术的特点如何?	4
1-12 气动技术的特点如何?	4
1-13 试对液压气动与其他传动方式进行综合比较。	5
1-14 液压气动技术的应用状况怎样?	5
1-15 液压技术的发展概况和趋势如何?	6
1-16 气动技术的发展概况和趋势如何?	7
1-17 我国液压气动工业目前的状况和水平怎样?	8
1-18 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?	8
1-19 GB/T 2346—2003 对流体传动系统及元件压力系列是如何规定的?	8
1-20 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?	9
1-21 我国现有哪些液压气动技术专业期刊?	9
1-22 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?	9
第二章 工作介质	11
第一节 流体的一般知识	11
2-1 什么叫流体?	11
2-2 什么是连续介质假设? 其意义如何?	11
2-3 什么是流体的易流性? 流体与固体在力学性质上的主要区别是什么?	11
2-4 液体和气体的主要区别是什么?	11
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?	12
第二节 液压工作介质	12
2-6 液压工作介质的三个主要功用是什么? 液压工作介质有哪些物理性质?	12
2-7 什么是液体的密度? 已知体积为 $500 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 的某种液体的质量为 6795 kg, 试计算 其密度 ρ ?	12
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?	12
2-9 液体的可压缩性计算举例。	13
2-10 什么是液压油的黏性? 如何衡量油液的黏性?	13
2-11 什么是动力黏度、运动黏度和相对黏度?	13
2-12 恩氏黏度与运动黏度如何进行换算?	14
2-13 黏度计算举例。	14
2-14 压力和温度对液压工作介质的黏度有何影响?	15

2-15	液压系统对工作介质的一般要求有哪些？	15
2-16	液压油（液）的代号含义及命名方法如何？我国的液压工作介质分为哪两类，其组成、特性和适用场合怎样？	16
2-17	影响液压油选用的最重要因素是什么？	18
2-18	如何选择液压油的品种和黏度？	18
2-19	液压工作介质使用中应注意哪些问题？	21
2-20	为什么要重视液压油的污染问题？污染物主要有哪些来源？	22
2-21	工作介质污染对液压系统有哪些危害？	22
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？	22
2-23	什么是污染度等级标准？液压工程中有哪些常用污染度等级标准？	23
2-24	我国在 GB/T 14039—2002《液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号》中对污染度等级代号是如何规定的？	23
2-25	典型液压系统清洁度等级和液压元件清洁度指标如何？如何进行清洁度试验？	24
2-26	防止液压工作介质污染主要有哪些措施？	25
2-27	什么是液压油的换油周期？有哪几种常用换油方法？	25
2-28	常用的 HL 和 HM 液压油的换油指标如何？	26
2-29	在给液压系统换油时应注意哪些事项？	26
2-30	进口液压设备如何换用国产油液？	26
2-31	废旧液压油可否进行回收和再生处理？废旧液压油具有哪些特性，如何判别？回收有哪些注意事项？再生工艺流程如何？	28
第三节	气动工作介质	29
2-32	空气有哪两种形态？气动技术以哪种形态的空气作为工作介质？	29
2-33	气动工作介质有哪些主要物理性质？	29
2-34	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。	29
2-35	什么是空气的黏性？空气的黏度与温度之间的关系怎样？	30
2-36	湿空气所含水分的程度用什么来表示？	30
2-37	什么是空气的绝对湿度、相对湿度？	30
2-38	何谓空气的含湿量？	30
2-39	在气动技术中为何要考虑空气的可压缩性和膨胀性？	30
第三章	流体力学	31
第一节	液体力学	31
3-1	什么是液体静力学？什么是液体动力学？	31
3-2	何谓质量力、表面力？	31
3-3	什么是液体静压力？液体静压力有哪两个重要特性？	31
3-4	什么是液体静压力基本方程？什么是等压面？	31
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？液压系统中的压力通常指的是什么压力？	32
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？其换算关系如何？	32
3-7	液压元件及系统的压力分为哪些等级？	33
3-8	静压力基本方程应用举例。	33
3-9	利用静压力基本方程计算油液密度。	33
3-10	在液压工程计算中，计算或分析系统压力时，为什么一般忽略由液体自重产生的压力？	34
3-11	什么是帕斯卡原理？用帕斯卡原理解释液压传动对力的放大作用。液压系统中的压力大小取决于什么？液压系统中的压力是怎样产生的？	34
3-12	帕斯卡原理应用计算举例。	35
3-13	如何计算液体静压力对固体壁面的作用力？举例说明液压系统中受液体静压力作用的固体壁面形式及其作用力的计算式。	36
3-14	什么叫理想液体和实际液体？	36
3-15	什么是定常流动和非定常流动？	37
3-16	什么是流线和迹线？两者在何时重合？	37

3-17	什么是流管、流束、微小流束和通流截面?	37
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何关系?	37
3-19	什么是液流连续性方程? 举例说明其应用。	38
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?	38
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?	39
3-22	利用伯努利方程分析计算水箱侧壁小孔处流速。	39
3-23	用伯努利方程分析计算液压泵正常吸油的条件。	40
3-24	什么是液流的动量方程? 其主要用途是什么?	41
3-25	动量方程应用示例。	41
3-26	什么是层流和紊流? 如何进行判别?	42
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?	42
3-28	运动黏度 $\nu=4.06\times 10^{-5}\text{m}^2$ 的液压油液在内径为 $d=16\text{mm}$ 钢管中流动, 流速为 4.6m/s , 试判别为层流还是紊流?	43
3-29	什么是流动液体的压力损失? 液压系统中的压力损失有哪两种形式?	43
3-30	如何计算液体流经等径圆管中的沿程压力损失? 如何计算局部压力损失和管路系统总的压力损失?	43
3-31	什么是液压管路系统的压力效率, 如何计算?	44
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?	44
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?	44
3-34	液压元件和系统中有哪些常见的孔口及缝隙?	45
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?	45
3-36	液压泵吸油口压力分析计算举例。	46
3-37	液压缸运动的速度计算举例。	46
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?	47
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?	47
3-40	圆环缝隙泄漏计算举例。	48
第二节	气体力学	48
3-41	气体的状态通常以哪些参数表示?	48
3-42	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?	48
3-43	什么是理想气体状态方程? 适用于什么气体?	48
3-44	气体有哪些状态变化过程? 其状态方程怎样?	49
3-45	气体的流动规律何时与液体相同?	50
3-46	什么是气体流动连续性方程?	50
3-47	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?	50
3-48	如何计算气体管道沿程压力损失?	51
3-49	容器的充气与排气计算主要有哪些内容?	51
3-50	如何计算充气温度与时间?	51
3-51	如何计算排气温度与时间?	51
3-52	充气参数计算示例。	52
3-53	充、排气参数计算示例。	52
3-54	什么是气动元件的通流能力? 通流能力用什么参数表示?	53
3-55	换向阀通过流量计算举例。	53
第四章	能源元件	54
第一节	液压泵	54
4-1	液压泵的功用是什么?	54

4-2	容积式液压泵的基本原理和结构特征如何？	54
4-3	液压泵有哪些类型？其性能特征如何？常用液压泵的图形符号如何绘制，其意义如何？	54
4-4	液压泵有哪些主要技术参数？	55
4-5	什么是液压泵的工作压力和额定压力？两者之间有何关系？什么是液压泵的最高允许压力？什么是液压泵的自吸能力，如何进行改善？	55
4-6	液压泵出口压力分析判断举例。	56
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？	57
4-8	液压泵的转速通常如何选定？	58
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？	58
4-10	什么是液压泵的容积效率、机械效率和总效率。	58
4-11	液压泵的驱动功率一般如何计算？	59
4-12	液压泵性能计算示例 1。	59
4-13	液压泵性能计算示例 2。	59
4-14	为何液压泵的实际流量会随工作压力升高而减少？	60
4-15	液压泵产品的铭牌一般包括哪些内容？	60
4-16	液压泵出厂装箱时应附带哪些文件？	60
4-17	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？	60
4-18	齿轮泵有哪些类型？特点如何？主要用于哪些场合？	60
4-19	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。	61
4-20	怎样计算外啮合齿轮泵的排量和流量？	62
4-21	外啮合齿轮泵计算举例。	62
4-22	简述齿轮泵的困油问题及其危害。如何解决困油问题？	62
4-23	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？	63
4-24	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？	63
4-25	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的如何查取？	63
4-26	叶片泵有哪些类型？特点如何？主要用于哪些场合？	64
4-27	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？	64
4-28	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？	65
4-29	单作用叶片泵计算举例。	65
4-30	为什么单作用叶片泵的叶片槽要沿转向后倾一个角度开出？	65
4-31	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？	65
4-32	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？	66
4-33	双作用叶片泵定子内表面一般采用何种过渡曲线？	66
4-34	双作用叶片泵的叶片槽是否均前倾一个角度开出？	66
4-35	双作用式叶片泵的配油盘上为什么开有三角眉毛槽？	66
4-36	什么是限压式变量叶片泵？其工作原理与特性曲线如何？适用于什么场合？有何特点？	67
4-37	如何计算限压式变量叶片泵的驱动功率？	68
4-38	限压式变量叶片泵流量-压力特性曲线调整和驱动功率计算举例。	68
4-39	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？	69
4-40	双联叶片泵驱动功率的计算举例。	69
4-41	简述凸轮转子叶片泵的工作原理及特点。	69
4-42	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的如何查取？	70
4-43	柱塞泵有哪些类型？特点如何？主要用于哪些场合？	70
4-44	简述斜盘式轴向柱塞泵的工作原理。	70

4-45	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?	71
4-46	斜盘式轴向柱塞泵驱动功率计算示例。	71
4-47	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?	72
4-48	轴向柱塞泵的柱塞中心弹簧回程(外伸)机构如何工作?	72
4-49	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。	72
4-50	简述斜轴式轴向柱塞泵的工作原理和特点。	73
4-51	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?	73
4-52	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?	74
4-53	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。	74
4-54	选择液压泵时要考虑哪些因素?	75
4-55	如何选用液压泵的类型?	75
4-56	如何确定液压泵的工作参数和规格?	76
4-57	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?	77
4-58	如何确定齿轮泵的吸油高度?	78
4-59	如何为液压泵选用工作介质与过滤器?	78
4-60	安装和使用液压泵时一般应注意哪些问题?	79
4-61	液压泵有哪些常见故障? 怎样分析液压泵的故障?	79
4-62	齿轮泵有哪些常见故障? 如何诊断排除?	79
4-63	叶片泵有哪些常见故障? 如何诊断排除?	79
4-64	柱塞泵有哪些常见故障? 如何诊断排除?	81
第二节	空压机、真空泵和真空发生器	81
4-65	气动系统的能源元件主要有哪两类? 其功用是什么?	81
4-66	空压机的工作原理与液压泵是否相同? 空压机有哪些类型?	82
4-67	举例说明空气压缩机的工作原理。	82
4-68	什么是空压机组?	82
4-69	空压机有哪些主要性能参数? 如何确定?	83
4-70	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?	83
4-71	如何选择空压机?	83
4-72	使用空气压缩机时应注意哪些事项?	83
4-73	空压机有哪些常见故障? 其对策如何?	84
4-74	真空泵有哪些形式? 如何获得真空?	86
4-75	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?	86
4-76	如何选择真空泵?	86
4-77	何谓真空发生器? 简述喷射式真空发生器的工作原理。	86
4-78	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?	87
第五章	执行元件	88
第一节	液压执行元件	88
5-1	液压执行元件有哪些类型? 功用如何?	88
5-2	常用液压缸有哪些类型? 其图形符号及特点如何?	88
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?	90
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? 什么叫作液压缸的差动连接? 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?	90
5-5	双杆液压缸如何做成差动缸?	92
5-6	工作机构要求往复运动速度相同时, 应选用哪种液压缸?	92
5-7	串联液压缸负载和速度计算示例。	92

5-8	单杆活塞推力和运动速度计算示例。	93
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?	93
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?	94
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。	94
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。	95
5-13	液压缸一般由哪些部分组成?	96
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?	96
5-15	液压缸的活塞-活塞杆组件有哪些形式? 特点如何?	97
5-16	液压缸的活塞杆外端与工作机构有哪些连接形式?	97
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?	98
5-18	对液压缸密封装置主要有哪些要求?	98
5-19	液压缸有哪些常用的密封装置?	98
5-20	间隙密封和金属活塞环的原理和特点如何?	98
5-21	橡胶密封圈的密封原理和特点如何?	98
5-22	组合密封装置的密封原理和特点如何?	100
5-23	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?	100
5-24	何种液压缸需要设置排气装置? 其安放位置如何?	101
5-25	液压缸有哪些安装方式? 特点如何? 如何选用?	101
5-26	液压缸有哪些主要尺寸参数和工作性能参数?	102
5-27	如何确定液压缸的负载作用力?	102
5-28	液压缸有哪些标准系列产品? 如何查取?	103
5-29	液压缸的一般设计步骤怎样?	103
5-30	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?	103
5-31	如何确定液压缸的缸筒长度 L ?	105
5-32	如何确定液压缸的缸筒壁厚 δ ?	105
5-33	如何确定液压缸的活塞宽度 B ?	106
5-34	怎样确定液压缸的流量?	106
5-35	单杆柱塞式液压缸设计计算示例。	106
5-36	差动液压缸设计计算示例。	106
5-37	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?	107
5-38	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?	111
5-39	简述液压马达的类型、特点与图形符号。	111
5-40	举例说明液压马达的基本工作原理。	112
5-41	液压马达有哪些主要性能参数?	112
5-42	什么是液压马达的工作压力、压力差和额定压力?	112
5-43	什么是液压马达的排量、流量和容积效率?	113
5-44	什么是液压马达的转矩与机械效率?	113
5-45	什么是液压马达的功率与总效率?	113
5-46	如何计算液压马达的转速、输出转矩和输出功率?	114
5-47	液压马达的输出转速、输出转矩、输入功率、输出功率计算举例。	114
5-48	液压马达供油压力和流量计算举例。	114
5-49	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家?	115
5-50	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?	115
5-51	如何选择液压马达? 使用液压马达应注意哪些事项?	115
5-52	液压马达有哪些常见故障? 如何排除?	116
5-53	摆动液压马达的最大优点是什么? 有哪些应用?	117
5-54	摆动液压马达有哪些类型?	118

5-55	简述叶片式摆动液压马达的工作原理和特点。	118
5-56	举例简述活塞式摆动液压马达的工作原理和特点。	118
5-57	摆动液压马达有哪两个主要性能参数? 如何计算?	119
5-58	摆动液压马达输出转矩和角速度计算举例。	119
第二节	气动执行元件	119
5-59	气动执行元件有哪些类型? 其功用如何?	119
5-60	与液压执行元件相比, 气动执行元件有何特点?	120
5-61	气缸有哪些主要类型? 其图形符号怎样?	120
5-62	简述膜片式气缸的原理、特点及适用场合。	120
5-63	举例简述气-液阻尼式缸的原理及特点。	120
5-64	简述钢索式气缸的原理及特点。	121
5-65	简述回转气缸的原理、特点及适用场合。	121
5-66	简述磁性无活塞杆气缸的原理、特点及适用场合。	121
5-67	气缸有哪些主要参数?	121
5-68	活塞式普通气缸的输出力和速度一般如何计算?	122
5-69	如何计算膜片式气缸的输出力?	122
5-70	气缸的输出力计算举例。	122
5-71	什么是气缸的负载率? 如何取值?	122
5-72	如何计算气缸的耗气量?	123
5-73	气缸耗气量计算举例。	123
5-74	气缸有哪些安装连接方式? 特点如何?	123
5-75	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?	124
5-76	在工程实际中如何选择气缸?	124
5-77	使用气缸时应注意哪些事项?	125
5-78	气缸有哪些常见故障, 如何排除?	125
5-79	气马达如何分类? 容积式气马达有哪些类型?	127
5-80	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。	128
5-81	气马达有哪些典型产品? 如何查取?	128
5-82	简述气马达的选择与使用要点。	128
5-83	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。	129
5-84	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?	129
5-85	气动手指有何特点, 有哪些类型?	129
5-86	举例说明气动手指的结构组成及其图形符号。	129
5-87	气动手指的产品实物外形怎样?	130
5-88	气动手指有哪些主要技术参数, 举例说明。	131
5-89	简述真空吸盘的功用、原理及应用。	131
5-90	说明真空吸盘的结构、类型和特点。	131
5-91	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?	131
5-92	真空吸盘有哪些典型产品, 如何查取?	133
5-93	气动肌肉的原理如何, 有何优点?	133
5-94	气动肌肉主要有哪类型? 各有何特点?	133
5-95	气动肌肉有哪些主要技术参数? 其产品如何查取?	134
第六章	控制元件	135
第一节	液压控制元件	135
6-1	液压阀在液压系统中有哪些功用?	135
6-2	简述液压阀的基本结构与原理。	135
6-3	液压控制阀有哪些类型?	135
6-4	管式阀和板式阀各有什么结构特点?	136
6-5	何谓液压阀的通径和额定压力?	136

6-6	对液压阀有哪些基本要求？	136
6-7	方向控制阀有哪些类型？	136
6-8	给出普通单向阀和液控单向阀的图形符号并简述两者的作用。	137
6-9	普通单向阀在性能上有哪些基本要求？	137
6-10	普通单向阀有哪些主要用途？	137
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？	138
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？	138
6-13	液控单向阀主要用于哪些场合？	138
6-14	使用液控单向阀时应注意哪些事项？	140
6-15	液控单向阀应用计算举例。	140
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？	140
6-17	换向阀的作用是什么，有哪些类型？	140
6-18	何谓换向阀的结构主体？	141
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。	141
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？	142
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？	142
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？何谓换向阀的常态位？如何判定换向阀的实际工作位置？	143
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？	145
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？	145
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？	146
6-26	简述电磁球阀的工作原理。其特点与应用场合怎样？	146
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？	147
6-28	换向阀工作时有哪些常见故障？如何排除？	148
6-29	压力控制阀在液压系统中的功用是什么？有哪些类型和共同特点？	148
6-30	溢流阀在液压系统中有何功用？	149
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？	150
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？	151
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？	151
6-34	多级调压回路液压泵出口压力分析判别举例。	152
6-35	溢流阀有哪些常见故障？如何诊断排除？	152
6-36	减压阀有何功用？一般用于什么场合？	153
6-37	减压阀应用回路分析举例。	154
6-38	减压阀有哪些常见故障？如何诊断排除？	154
6-39	顺序阀有何用途？其类型如何？应用于哪些场合？	155
6-40	在顺序阀使用中应注意哪些问题？	156
6-41	顺序阀应用回路分析举例。	156
6-42	顺序阀有哪些常见故障？如何诊断排除？	157
6-43	溢流阀、减压阀和顺序阀有哪些异同点？	157
6-44	现有三个压力阀，其铭牌不清楚，问不进行拆解，如何判断哪个是溢流阀？	158
6-45	溢流阀和顺序阀是否可以互换使用？	158
6-46	压力继电器的功用和应用场合如何？	158
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？	160
6-48	流量控制阀有哪些类型？应满足哪些主要性能要求？	160
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？	160
6-50	节流阀的特点如何？有哪些主要应用场合？	161

6-51	在使用节流阀时应注意哪些事项？	163
6-52	节流阀应用分析举例。	163
6-53	节流阀有哪些常见故障？如何诊断排除？	163
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？	163
6-55	调速阀有哪些常见故障？如何排除？	165
6-56	分流集流阀的功用、分类及应用如何？	165
6-57	国内开发和生产的普通液压阀（方向阀、压力阀和流量阀）产品有哪些系列？	166
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？	166
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？	167
6-60	用叠加阀组成液压系统时应注意哪些主要问题？	168
6-61	国内开发和生产的叠加阀产品有哪些系列？	169
6-62	何谓插装阀？简述其结构组成、工作原理、特点。	170
6-63	如何用插装元件与控制盖板及先导控制阀组成完整液压阀功能？	171
6-64	插装件怎样组合成插装单向阀和液控单向阀？	171
6-65	插装件怎样组合成插装换向阀？	172
6-66	插装件怎样组合成插装溢流阀和顺序阀以及减压阀？	173
6-67	插装件怎样组合成插装流量阀？	173
6-68	举例说明插装阀的综合应用。	174
6-69	国内开发和生产的插装阀产品有哪些系列？	174
6-70	水液压控制阀面临哪些关键技术难题？	174
6-71	举例说明水压溢流阀的结构及特点。	175
6-72	举例说明水压节流阀的结构及特点。	175
6-73	与开关式或定值液压阀相比较，电液控制阀有哪些特点？	175
6-74	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？	176
6-75	电液伺服阀有哪些类型？	176
6-76	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结构原理和特点。	176
6-77	电液伺服阀中先导级阀主要有哪些结构形式，其原理和特点如何？	177
6-78	何谓电液伺服阀滑阀的控制边、零开口、通路数和凸肩数？	178
6-79	简述喷嘴挡板式力反馈两级电液伺服阀的结构原理和特点。	179
6-80	国产电液伺服阀有哪些产品系列？	181
6-81	如何选择电液伺服阀？	181
6-82	电液伺服阀的线圈有哪些连接形式？其特点如何？	182
6-83	如何选用电液伺服阀的油源？三种常用油源的特点如何？	182
6-84	电液伺服阀有哪些常见故障及原因？如何诊断排除？	183
6-85	电液比例阀的功用、基本组成及原理如何？主要有哪些优点？	184
6-86	电液比例阀有哪些类型？	184
6-87	比例电磁铁与开关式电磁铁有何异同？	185
6-88	举例说明电液比例压力阀、流量阀的应用及特点。	185
6-89	举例说明电液比例方向阀的结构及应用特点。	186
6-90	如何选择电液比例阀？应注意哪些事项？	186
6-91	国内开发和生产的电液比例阀有哪些产品系列？	188
6-92	何谓电液数字阀？其分类如何？主要优点是什么？	188
6-93	简述增量式电液数字阀的原理。	188
6-94	简述液压控制阀的常用材料和工艺要求。	188
6-95	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？	189
第二节	气动控制元件	191
6-96	气动控制阀在气动系统中的功用是什么？有哪些类型？	191
6-97	气动控制阀与液压控制阀相比较有哪些异同点？	192

6-98	气动方向阀有哪些类型？	192
6-99	何谓截止式方向阀？	192
6-100	常用的单向型方向阀有哪些类型？应用在什么场合？	192
6-101	换向型方向阀的功用是什么？有哪些类型？	192
6-102	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。	194
6-103	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。	194
6-104	何谓电-气控制换向阀？	195
6-105	气动方向控制阀的选择一般应注意哪些事项？	195
6-106	使用气动方向控制阀时应注意哪些事项？	196
6-107	气动方向阀有哪些常见故障？如何诊断排除？	196
6-108	气动压力控制阀的功用与类型如何？	197
6-109	举例说明气动减压阀的结构和原理。	198
6-110	何谓气动三联件？	198
6-111	如何选择气动减压阀？	198
6-112	安装和使用气动减压阀应注意哪些事项？	199
6-113	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？	199
6-114	气动流量控制阀的功用、种类及特点如何？	200
6-115	何谓排气节流阀？功用和特点如何？	200
6-116	选择与使用气动流量控制阀时应注意哪些事项？	200
6-117	国产常用气动控制元件有哪些产品系列？	200
6-118	电-气伺服阀及电-气比例阀在气动系统中有何功用？其结构原理与电液伺服阀和比例阀有何差别？	201
6-119	何谓气动逻辑控制元件？有哪些类型？一般组成和图形符号如何？有何应用特点？	201
6-120	举例说明逻辑元件的结构原理、逻辑表达式及真值表。	202
6-121	气动逻辑控制元件有哪些主要技术参数？	202
6-122	气动逻辑控制元件的使用要点如何？	202
6-123	传统独立接线控制方式的气动系统有何缺陷？	202
6-124	何谓气动阀岛？有何特点？	203
6-125	气动阀岛有哪些类型？	204
6-126	气动阀岛有哪些典型应用？	205
6-127	气动阀岛有哪两种安装方式？	206
6-128	气动阀岛的产品有哪些类型？有哪些主要规格？主要有哪些生产厂商？	206
6-129	选择气动阀岛应考虑哪些因素？	206
第七章 辅助元件		207
第一节 液压辅助元件		207
7-1	液压系统中有哪些常用的辅助元件？	207
7-2	液压系统中的过滤器有哪些类型？各起什么作用？	207
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？	207
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？	207
7-5	选用空气过滤器时一般要考虑哪些问题？	208
7-6	蓄能器有哪三个主要功用？	208
7-7	蓄能器有哪些类型？各有何特点？	209
7-8	简述充气式蓄能器的工作原理。	209
7-9	皮囊式蓄能器有何结构特点？	210
7-10	举例说明蓄能器的工程实际应用。	210
7-11	如何计算皮囊式蓄能器的容量？	211
7-12	皮囊式蓄能器计算举例。	211
7-13	液压技术的一般用户能否自行设计制造蓄能器？	212
7-14	液压油管有哪些种类？各有何特点？分别应用于什么场合？	212
7-15	如何计算油管的内径和壁厚？	212

7-16	油管尺寸计算举例。	213
7-17	布置液压管路时有哪些要求,应遵循哪些规则?	213
7-18	管接头有哪些类型?特点与应用如何?	213
7-19	何谓电接点压力表?	215
7-20	在液压系统中为何要设置压力表开关?	215
7-21	何谓压力表的精度等级?	216
7-22	液压油箱的功用、类型及其特点如何?	216
7-23	开式液压油箱通常有哪些附件?各起什么作用?	217
7-24	如何确定开式油箱的容量?	217
7-25	何谓自清洁油箱?	218
7-26	是否所有的液压系统都需设置冷却器和加热器?	218
7-27	怎样确定冷却器在液压系统中的安装位置?	218
7-28	设计油箱时应注意哪些问题?	219
第二节	气动辅助元件	220
7-29	何谓压缩空气的净化元件?其图形符号与作用如何?	220
7-30	何谓油雾器?有何特点?	220
7-31	在气动系统中为何要设置消声器?其原理与图形符号如何?	221
7-32	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。	221
7-33	气动系统的管道及管网布置有哪些形式?各有何特点?	221
第八章	基本回路	223
第一节	液压基本回路	223
8-1	何谓液压基本回路?常见的液压基本回路有哪几类?	223
8-2	执行元件的运动速度如何调节?有哪些常用的调速方法?	223
8-3	调速回路有哪些主要特性要求?	223
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?	223
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?	224
8-6	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相比较有哪些异同?	225
8-7	执行元件为液压缸的节流调速回路性能计算举例。	225
8-8	执行元件为液压马达的节流调速回路性能计算举例。	226
8-9	容积调速回路有何特点?何谓闭式回路?	227
8-10	常见的容积调速回路有哪几类?其构成、原理及适用场合怎样?	227
8-11	容积调速回路性能计算举例。	228
8-12	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。	230
8-13	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?	231
8-14	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。	231
8-15	举例说明复合缸式快速运动回路的原理和特点。	232
8-16	简述高低压双泵供油实现执行元件的快速运动的原理、特点及适用场合。	232
8-17	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。	232
8-18	什么是速度换接回路?应满足哪些基本性能要求?	233
8-19	举例说明快、慢速换接回路的速度变换原理及特点。	233
8-20	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。	233
8-21	如何使用电液比例流量阀实现减速控制?	234
8-22	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。	235
8-23	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。	235
8-24	压力控制回路包括哪些种类?	236
8-25	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?	236
8-26	简述数字逻辑多级远程调压回路的组成和工作原理。	237

8-27	减压回路的功用是什么？常用的减压回路有哪些形式？	238
8-28	何谓增压回路？常用的增压回路有哪些？	238
8-29	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？有何特点？	239
8-30	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？	239
8-31	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。	240
8-32	何谓缓冲回路？常用的缓冲方法有哪些？	241
8-33	何谓制动回路？举例说明制动回路的原理。	241
8-34	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？	242
8-35	调压回路计算举例。	242
8-36	减压回路计算示例。	243
8-37	增压回路计算示例。	243
8-38	平衡回路计算举例。	243
8-39	压力控制回路综合分析举例。	244
8-40	方向控制回路主要有哪些种类？	245
8-41	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？	245
8-42	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？	245
8-43	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。	246
8-44	锁紧回路的功用是什么？常用的锁紧方法有哪些？	246
8-45	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。	247
8-46	举例说明采用制动器的锁紧回路的原理。	247
8-47	何谓顺序动作回路？主要有哪些类型？各有何特点？	247
8-48	使用顺序阀构成的顺序动作回路时，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。	248
8-49	举例说明行程控制的顺序动作回路的原理和特点。	248
8-50	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？	249
8-51	举例说明采用流量阀控制的同步动作回路的原理。	249
8-52	简述带补正装置的串联液压缸同步动作回路的原理。	250
8-53	举例说明采用液压泵的同步动作回路的原理。	250
8-54	举例说明采用液压马达的同步动作回路的原理。	250
8-55	举例说明采用电液伺服阀的同步动作回路的原理。	250
第二节	气动基本回路	251
8-56	何谓气动系统基本回路？有哪些种类？	251
8-57	采用气液复合调速回路有何好处？试说明其调速原理。	251
8-58	举例说明气动系统的速度换接方法。	252
8-59	常见的气动压力控制回路有哪些，应用场合与特点如何？	253
8-60	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。	254
8-61	常见的多缸顺序动作控制有哪些方法？其原理及特点如何？	254
8-62	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。	255
8-63	简述计数回路的原理。	256
8-64	举例说明双缸同步回路的工作原理。	257
第九章	系统分析	258
第一节	典型液压系统分析	258
9-1	了解和掌握液压系统分析方法的意义何在？	258
9-2	何谓液压传动系统和液压控制系统？	258
9-3	按工况特点的不同，液压传动系统分哪些主要类型？	258
9-4	何谓开式系统和闭式系统，各有何特点？	258
9-5	单泵系统和多泵系统各有何特点？	259
9-6	并联系统和串联系统各有何特点？	259

9-7	阀控系统、泵控系统和执行元件控制系统对于执行元件速度的调节控制各有何特点？	259
9-8	中开型系统和闭型系统各有何特点？	260
9-9	何谓液压传动系统的评价，有哪些主要评价指标？	260
9-10	液压传动系统的分析主要有哪些内容，其方法要点如何？	261
9-11	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。	262
9-12	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？	263
9-13	分析说明 YT4543 型液压动力滑台液压系统（见图 9-4）各工况下的油液流动路线。	264
9-14	YT4543 型液压动力滑台的液压系统有何特点？	264
9-15	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？	265
9-16	试分析 M1432A 型万能外圆磨床的液压系统（见图 9-6）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？	265
9-17	M1432A 型万能外圆磨床的液压系统如何实现工作台的抖动？	267
9-18	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？	267
9-19	M1432A 型万能外圆磨床的液压系统有何特点？	268
9-20	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。	268
9-21	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。	269
9-22	YA32-200 型四柱万能液压机液压系统有何特点？	272
9-23	试分析 500t 冲压机插装阀集成液压系统的工作原理。	272
9-24	500t 冲压机插装阀集成液压系统有何特点？	274
9-25	汽车起重机的功能结构及液压系统的任务如何？	274
9-26	试分析 QY 型汽车起重机液压系统的工作原理并归纳其特点。	274
9-27	履带式全液压单斗挖掘机的功能结构、典型工作循环及液压系统的类型归属如何？	276
9-28	WY-100 型履带式全液压单斗挖掘机有哪些主要技术参数？	277
9-29	WY-100 型履带式全液压单斗挖掘机的液压系统主要由哪些部分组成？	277
9-30	WY-100 型履带式全液压单斗挖掘机的液压系统工作原理如何？有何特点？	277
9-31	履带式推土机的功能结构和主要组成如何？	279
9-32	简述三种国产基本型推土机。	280
9-33	TY220 型推土机传动系统的传输路线如何？	280
9-34	TY320 推土机有哪些主要用途，有哪些主要技术参数？	280
9-35	试对 TY320 型履带推土机工作装置液压系统的组成及主要元件的作用进行简要分析。	280
9-36	试对 TY320 型履带推土机的液力传动补偿系统进行简要分析。	282
9-37	试对 TY320 型履带推土机液压转向系统进行简要分析。	283
9-38	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。	283
9-39	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。	284
9-40	液压仿形刀架为何能仿照样件自动加工工件？	285
9-41	带钢卷取机为何要采用电液伺服系统进行跑偏控制？举例说明卷取机跑偏控制电液伺服系统的原理。	285
第二节	典型气动系统分析	287
9-42	气动系统与液压系统的分析方法步骤是否相同？	287
9-43	试分析机床夹具气动系统的工作原理。	287
9-44	多工位石材连续磨床的主机功能结构如何？简述其气动进给系统的工作原理和特点。	288
9-45	简述机械手的功能结构及应用气动机械手的意义。	289
9-46	举例说明全气控通用气动机械手气动系统的工作原理和特点。	289
9-47	以连轧机组活套气动系统为例说明气动技术在冶金机械中的应用。	290
9-48	简要分析通过式磨革机的气动系统原理。	291
9-49	试分析粒状物料计量装置的功能结构、气动系统的工作原理和特点。	292
9-50	以汽车方向盘疲劳试验机为例，说明电-气伺服系统的构成与原理。	293
9-51	简要说明带材或板材卷绕机张力电-气比例控制系统的构成与原理。	294