

气动与液压技术

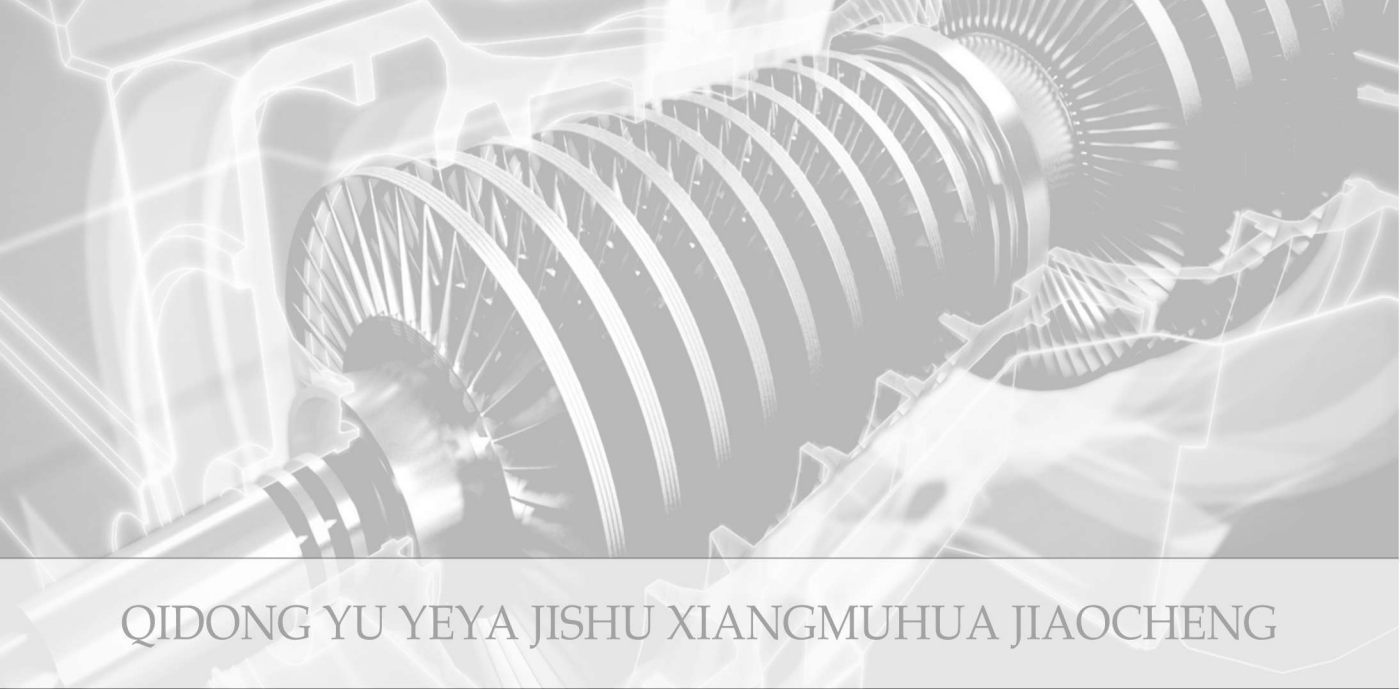
项目化教程

周晶主编



上海交通大学出版社





QIDONG YU YEYA JISHU XIANGMUHUA JIAOCHENG

气动与液压技术 项目化教程

常州大学图书馆
藏书章

主 编◎周 晶

副主编◎姜 明 郭联金 刘云志



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

全书内容包括气动技术和液压技术两部分,通过 13 个学习项目来强化学生的操作技能,内容包括气动与液压的基础知识、气源装置、气动元件、气动基本回路、气动系统的应用和维护、液压元件、液压基本回路和应用以及液压系统的安装和维护等。本书强调气动与液压元件的选用与拆装,控制回路的设计与组装,气动与液压系统的组建、调试及故障排除等实践操作;着重于学生知识应用综合技能和创新能力的培养。本书为高职高专院校机电专业、自动化类专业及机械专业的教学用书,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、开放大学、中职学校等教材,以及企业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

气动与液压技术项目化教程 / 周晶主编. —上海:
上海交通大学出版社,2017
ISBN 978-7-313-16926-6

I. ①气… II. ①周… III. ①气压传动—高等职业教
育—教材②液压传动—高等职业教育—教材 IV.
①TH138②TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 074748 号

气动与液压技术项目化教程

主 编:周 晶

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:谈 毅

印 制:当纳利(上海)信息技术有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:322 千字

版 次:2017 年 9 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-16926-6/TH

定 价:31.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:15.25

印 次:2017 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-31011198

东莞职业技术学院 校本教材编委会

主 任 贺定修

副主任 李奎山

成 员 王志明 陈炯然 卞建勇 刘忠洋
李小东 李龙根 何风梅 范明明
胡选子 郭 洁 石文斌 颜汉军
杨乃彤 周 虹

总 序

依据生产服务的真实流程设计教学空间和课程模块,通过真实案例和项目激发学习者在学习、探究和职业上的兴趣,最终促进教学流程和教学方法的改革,这种体现真实性的教学活动,已经成为现代职业教育专业课程体系改革的重点任务,也是高职教育适应经济社会发展、产业升级和技术进步的需要,更是现代职业教育体系自我完善的必然要求。

近年来,东莞职业技术学院深入贯彻国家和省市系列职业教育会议精神,持续推进教育教学改革,创新实践“政校行企协同,学产服用一体”人才培养模式,构建了“学产服用一体”的育人机制,将人才培养置于“政校行企”协同育人的开放系统中,贯穿于教学、生产、服务与应用四位一体的全过程,实现了政府、学校、行业、企业共同参与卓越技术技能人才培养,取得了较为显著的成效,尤其是在课程模式改革方面,形成了具有学校特色的课程改革模式,为学校人才培养模式改革提供了坚实的支撑。

学校的课程模式体现了两个特点:一是教学内容与生产、服务、应用的内容对接,即教学课程通过职业岗位的真实任务来实现,如生产任务、服务任务、应用任务等;二是教学过程与生产、服务、应

用过程对接,即学生在真实或仿真的“产服用”典型任务中,也完成了教学任务,实现教学、生产、服务、应用的一体化。

本次出版的系列校本教材是“政校行企协同,学产服用一体”人才培养模式改革的一项重要成果,它打破了传统教材按学科知识体系编排的体例,根据职业岗位能力需求以模块化、项目化的结构来重新架构整个教材体系,较于传统教材主要有三个方面的创新:

一是彰显高职教育特色,具有创新性。教材以社会生活及职业活动过程为导向,以项目、任务为驱动,按项目或模块体例编排。每个项目或模块根据能力、素质训练和知识认知目标的需要,设计具有实操性和情境性的任务,体现了现代职业教育理念和先进的教学观。教材在理念上和体例上均有创新,对教师的“教”和学生的“学”,具有清晰的导向作用。

二是兼顾教材内容的稳定与更新,具有实践性。教材内容既注重传授成熟稳定的、在实践中广泛应用的技术和国家标准,也介绍新知识、新技术、新方法、新设备,并强化教学内容与职业资格考试内容的对接,使学生的知识储备能够适应社会生活和技术进步的需要。教材体现了理论与实践相结合,训练项目、训练素材及案例丰富,实践内容充足,尤其是实习实训教材具有很强的直观性和可操作性,对生产实践具有指导作用。

三是编著团队“双师”结合,具有针对性。教材编写团队均由校内专任教师与校外行业专家、企业能工巧匠组成,在知识、经验、能力和视野等方面可以起到互补促进作用,能较为精准地把握专业发展前沿、行业发展动向及教材内容取舍,具有较强的实用性和针对性,从而对教材编写的质量具有较稳定的保障。

东莞职业技术学院校本教材编委会

前 言

本书根据高等职业教育和高等专科教育要求,结合最新的教学改革经验,通过学生就业岗位需求和针对职业典型工作任务的分析,按照以就业为导向、能力为本位、突出应用能力和综合素质培养的原则进行编写。全书内容包括气动技术和液压技术两部分,分13个项目,其中第1~7项为气动技术,第8~13项为液压传动。本书主要论述了气动与液压的基础知识、气源装置、气动元件、气动基本回路、气动系统的应用和维护、液压元件、液压基本回路和应用以及液压系统的安装和维护等。

本书在编写过程中注重理论联系实际,采用理论实践一体化教学法优化课程内容,较好地处理了理论教学与技能训练的关系,切实突出“管用、够用、适用”的教学指导思想;注重教材的针对性和实用性,侧重培养学生基本技能,尽量编入新技术和新设备内容,强调以真实项目为引导,配有工程项目应用实例作为操作训练项目,提高学生的学习兴趣,贴近工程实际,突出完成工作任务与所需知识的密切联系,强化学生知识应用综合技能和创新能力的培养,以缩短学校教育与企业需要间的距离,更好地满足企业用人的需要,体现高职教育重技能操作的教学特色。

本书图文并茂,通俗易懂,通过13个实训项目强化学生的操作技能。本书以项目任务为导向,可采用四步教学法、引导提示法、案例分析法、模拟教学法、演示教学法等多种方法进行教学与实践。为使学生更直观地认识到教材内容与职业岗位的关系,本书设置了“项目描述和项目分析”;为更好地引导教师与学生实现教学目标,教材在每个项目中都设置了“知识目标和能力目标”;为使学生掌握每小节内容的知识与技能要点,本书在正文中都提供了“跟我学和动手做”;为了帮助学生实现学习目标,教材在每一个项目的最后均安排“项目小结和实践练习”。

本书由东莞职业技术学院周晶主编,姜明、郭联金、刘云志任副主编。其中第1~6项、第12项由周晶编写,第9~11项由姜明编写,第7、8、13项由郭联金和刘云志编写,本书在编写过程中得到许多同行、专家和企业工程人员的指点,同时也从许多文献中得到有益的启发。由于编写水平有限,书中存在的不妥之处,敬请读者指正。

目 录

项目一	认识气动剪切机气动回路	1
任务一	认识气压传动系统	2
任务二	气压传动中的力、速度与功率	5
任务三	气动剪切机回路仿真——FluidSIM 软件入门	10
任务四	气动剪切机回路仿真——宇龙机电控制仿真软件入门	16
项目二	认识气源系统及执行元件	23
任务一	气源设备	25
任务二	认识气动执行元件	44
项目三	工件转运装置方向控制回路设计	64
任务一	认识方向控制阀	65
任务二	认识基本的方向控制回路	78
任务三	工件转运装置方向控制回路的设计	84
项目四	家具测试装置压力控制回路设计	92
任务一	认识压力控制阀	93
任务二	认识基本的压力控制回路	99
任务三	家具测试装置压力控制回路的设计	103

项目五	钻床速度控制回路设计	109
任务一	认识流量控制阀	110
任务二	认识基本的速度控制回路	114
任务三	钻床速度控制回路的设计	121
项目六	综合应用(一)气动机械手设计	132
任务一	认识气动机械手组成及结构形式	133
任务二	气动机械手设计	134
项目七	综合应用(二)数控加工中心气动系统组建与调试	147
任务一	数控加工中心气动系统分析	149
任务二	数控加工中心气动系统组建与调试	150
项目八	认识液压传动系统	153
任务一	液压千斤顶的工作原理	154
任务二	磨床的液压系统的工作原理	159
任务三	液压泵和执行元件	163
项目九	汽车起重机支腿机构液压系统设计	182
任务一	认识方向控制阀	183
任务二	认识基本的方向控制回路	184
任务三	汽车起重机支腿机构液压系统	186
项目十	定位夹紧机构液压系统	189
任务一	认识压力控制阀	190
任务二	认识基本的压力控制回路	193
任务三	定位夹紧机构液压系统	196
项目十一	组合机床动力滑台液压系统	199
任务一	认识流量控制阀	200
任务二	认识基本的速度控制回路	201
任务三	组合机床动力滑台液压系统	206

项目十二	综合应用(一)压力机液压控制系统设计	210
任务一	认识压力机液压控制系统组成及结构形式	211
任务二	压力机液压控制系统设计	212
项目十三	综合应用(二)外圆磨床液压系统分析与组建	221
任务一	认识 M1432A 型万能外圆磨床液压系统	222
任务二	M1432A 型万能外圆磨床液压系统的分析	224
任务三	M1432A 型万能外圆磨床液压系统的构建与仿真	229
参考文献		232

项目一

认识气动剪切机气动回路

项目描述

东莞某电子设备有限公司专门从事研发设计、生产制造各类电测器具、工装夹具、非标自动化设备、自动化生产线、电源/充电器自动化测试系统及产品老化自动生产线。公司生产的气动剪切机如图 1-1 所示,采用无弯曲应力和高刚性 C 型结构原理设计,以电控方式、压缩空气为动力对 PCB 连板分板作业。对有敏感度极高 SMD 零件的 PCB 板可安全分板。分板作业时,无震动产生。气动式驱动,安静无噪声,操作简便易保养。在本项目中以剪切机为例分析气压传动系统的组成,介绍气动系统的优缺点,并用软件对剪切机回路进行仿真。



图 1-1 气动剪切机

项目分析

气动剪切机的气压传动系统由哪几部分组成才能正常工作? 各部分起什么作用? 如何利用仿真软件进行气压传动系统的设计?

知识目标

1. 了解气压传动系统的基本组成、应用范围。
2. 了解气压传动系统的发展趋势。
3. 掌握液压与气动仿真软件 FluidSIM 的使用方法。
4. 掌握宇龙机电控制仿真软件的使用方法。



1. 了解气压传动的应用场合。
2. 会应用液压与气动仿真软件 FluidSIM 组建气动剪切机的回路并仿真运行。
3. 会应用宇龙机电控制仿真软件组建气动剪切机的回路并仿真运行。

任务一 认识气压传动系统

任务要求

通过分析气压传动的原理、组成和优缺点,初步认识气压传动系统。本项目以气动剪切机为例,使读者对气压系统有一个基础认知。

跟我学——气动剪切机的工作原理

液压传动与气压传动统称为流体传动,是利用有压流体(液体或气体)作为工作介质来传递动力或控制信息的一种传递方式。

近年来随着气动技术的飞速发展,气压传动在工业中得到了越来越广泛的应用,已成为当今工业科技的重要组成部分。应用领域已从汽车、采矿、钢铁、机械工业等行业迅速扩展到化工、轻工、食品、军事工业等各行各业。由于工业自动化技术的发展,气动控制技术发展的特点和研究方向主要是节能化、小型化、轻量化、位置控制的高精度化,以及与电子学相结合的综合控制技术,以提高系统可靠性,降低总成本为目标,研究和开发机、电、气一体的气压设备。气动技术在各方面的应用如图 1-2 所示。

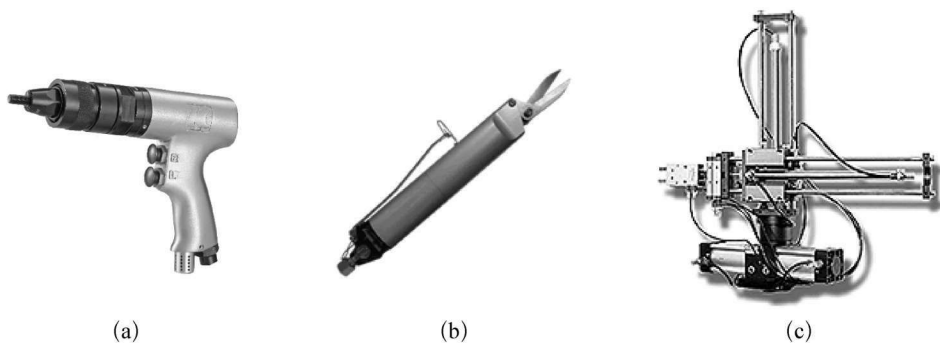


图 1-2 气动技术的应用

(a) 气动枪 (b) 气动剪刀 (c) 气动机械手

液压与气压传动的工作原理是相似的,它们都是执行元件在控制元件的控制下,将传动介质(压缩空气或液压油)的压力能转换为机械能,从而实现对执行机构运动的控制。

气压传动简称气动,是以压缩空气为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式。以密封容积中的压缩空气来传递运动和动力。利用多种元件组成不同功能的基本回路,再由若干个基本回路有机地组合成能完成一定控制功能的传动系统来进行能量的传递、转换和控制,以满足机电设备对各种运动和动力的要求,控制和驱动各种机械和设备,以实现生产过程机械化、自动化。

气动剪切机的工作原理如图 1-3(a)所示。空气压缩机产生的压缩空气经空气过滤器 1、减压阀 2、油雾器 3 到达换向阀 5,部分气体经节流通路 a 进入换向阀 5 的下腔 A,使上腔弹簧压缩,换向阀阀芯位于上端;大部分压缩空气经换向阀 5 后由 b 路进入气缸 6 的上腔,而气缸 6 的下腔经 c 路、换向阀与大气相通,故气缸活塞处于最下端位置。

当工料送入剪板机并达到预定位置时,工料将行程阀 4 的阀芯向右推动,换向阀 5 的 A 腔经行程阀 4 与大气相通,换向阀 5 阀芯在弹簧作用向下运动至下端,压缩空气则经换向阀 5 后进入气缸的下腔,上腔经换向阀 5 与大气相通。气缸活塞向上运动,带动剪刀上

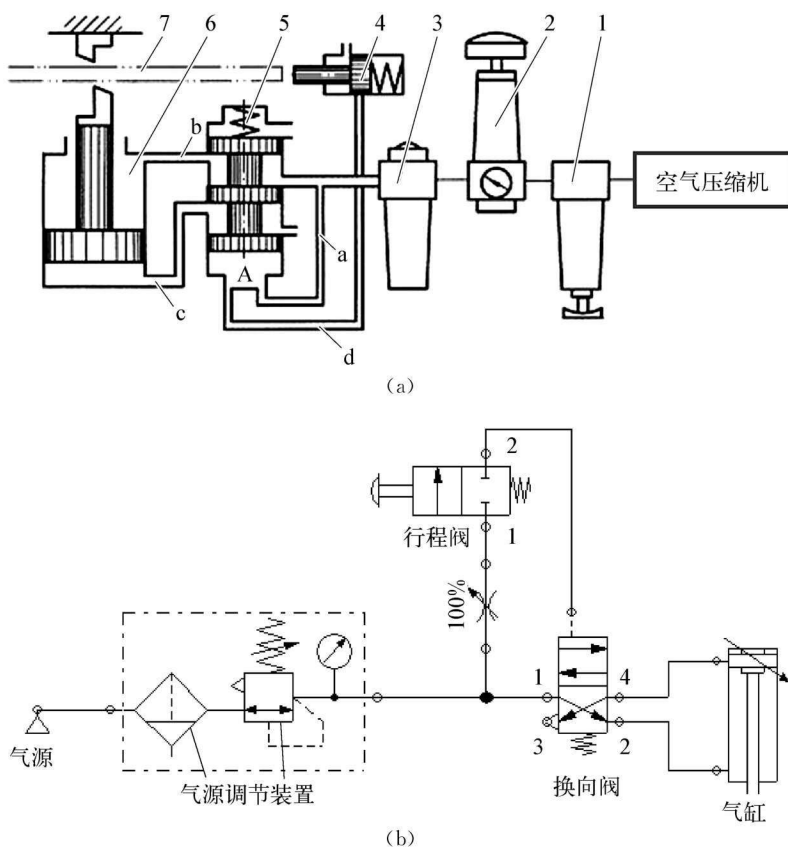


图 1-3 气动剪切机的工作原理

(a) 结构原理 (b) 气动原理

行剪断工料,并随之松开行程阀 4 的阀芯使之复位,将排气口堵死,换向阀 5 的 A 腔压力上升,阀芯上移,使气路换向。气缸 6 上腔进压缩空气,下腔排气,活塞带动剪刀向下移动,系统又恢复到图示预备状态,待第二次进料剪切。图 1-3(b)为用图形符号表达的气动剪切机系统。

气压传动系统的能源装置一般都设在距控制、执行元件较远的地方,通常在专用的气压缩机房内,用管道输出给执行元件,而其他从动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,把各种控制元件按要求进行组合后构成气压传动回路。

动手做——分析剪切机气动回路的组成

步骤一:选择合适的传动介质。

在剪切机中采用气压传动,主要考虑到气压传动有以下优点:

(1) 工作介质是空气,来源方便,使用后直接排至大气,泄漏不会造成环境污染。可以保障剪切机的使用环境卫生,不会污染需要切割的电路板。

(2) 空气黏度小,流动压力损失远小于液压传动,适用于远距离输送和集中供气,系统简单。

(3) 压缩空气在管路中流速快,可直接利用气压信号实现系统的自动控制,完成各种复杂的动作,可以提高剪切机的自动化程度,保证产品的一致性。

(4) 易于实现快速的直线运动、摆动和高速转动。对于剪切机可以实现快速切割。

(5) 调速方便,与机械传动相比易于布局及操纵。

(6) 工作环境适应性好,具有防火、防爆、耐潮湿的能力。与液压方式相比,气动方式可在恶劣的环境下进行工作。

(7) 适用于标准化、系列化、通用化。可以提高剪切机的设计效率,减少制造成本。

(8) 可靠性高,使用寿命长。电气元件的有效动作次数约为数百万次,而新型电磁阀的寿命大于 3 000 万次,小型阀超过 2 亿次。能有效地提高剪切机的使用期限。

气压传动与其他传动方式相比,气压传动的主要缺点如下。

(1) 空气可压缩性大,载荷变化时,传递运动不够平稳、均匀。而剪切机对传动的平稳性要求不高。

(2) 工作压力不能过高,传动效率低,不易获得很大的力或力矩。所以采用气压传动的剪切机只适合剪切一定厚度的薄板。

(3) 工作介质没有润滑性,系统中必须采取措施进行给油润滑。在剪切机的气动回路中需要增加油雾器。

(4) 气压传动装置的信号传递速度限制在声速(约 340 m/s)范围内,所以它的工作效率和响应速度远不如电子装置,并且信号要产生较大的失真和延滞,也不便于构成较复杂的回路。所以适合于剪切机这种较简单的系统。

(5) 有较大的排气噪声,尤其在超声速排气时需要加装消声器。在剪切机的气动回

路换向阀 5 上的排气孔需要加装消声器。

步骤二：分析剪切机气动回路有哪几部分组成。

组成一个完整的气压传动系统,必须有以下五个部分:

(1) 气源装置。气压传动系统的动力元件。其主体是空气压缩机。将原动机输入的机械能转换成空气的压力能,为各种气压设备提供洁净的压缩空气。在气动剪切回路中气源装置主要是空气压缩机、空气过滤器 1、减压阀 2、油雾器 3。

(2) 执行装置。气压传动系统的能量输出装置,它将压缩空气的压力能转换为机械能,驱动工作机构作直线运动或旋转运动。包括作直线往复运动的气缸,作连续回转运动的气马达和作不连续回转运动的摆动马达等。在气动剪切回路中执行装置主要是双作用气缸 6。

(3) 控制调节装置。控制和调节压缩空气的压力、流量和流动方向,以保证系统各执行机构具有一定的输出动力和速度。主要包括各类方向阀、压力阀、流量阀和逻辑阀。在气动剪切回路中控制调节装置主要是行程阀 4、换向阀 5。

(4) 辅助装置。除以上三种以外的其他装置,主要包括消声器、转换器等。对保持系统正常、可靠、稳定、持久地工作起着十分重要的作用。

(5) 传动介质。气压传动系统中传递能量的气体。常用介质是压缩空气。

任务二 气压传动中的力、速度与功率

任务要求

通过分析气压传动中的力、速度与功率,初步计算气压传动系统的各项参数。本任务以气动剪切机为例,使读者对气压系统的计算有一个基础认知。

跟我学——流体静力学和动力学

流体,是与固体相对应的一种物体形态,是液体和气体的总称,由大量的、不断地作热运动而且无固定平衡位置的分子构成。它的基本特征是没有一定的形状并且具有流动性。

流体都有一定的可压缩性,液体可压缩性很小,而气体的可压缩性较大,在流体的形状改变时,流体各层之间也存在一定的运动阻力(即黏滞性)。当流体的黏滞性和可压缩性很小时,可近似看作是理想流体,它是人们为研究流体的运动和状态而引入的一个理想模型。流体是液压传动和气压传动的介质。

一、流体静力学及其特性

(一) 压力的表示方法

压力是由于气体分子热运动而互相碰撞,在容器的单位面积上产生的力的统计平均

值,用 p 表示。

工程上压力有两种表示方法:一种是以绝对真空作为基准所计的压力,称为绝对压力;另一种是以大气压力作为基准所计的压力,称为相对压力。由于大多数测压仪表所测得的压力都是相对压力,故相对压力也称为表压力(表压)。绝对压力与相对压力的关系为

$$\text{绝对压力} = \text{相对压力} + \text{大气压力}$$

而当某点的绝对压力小于大气压时,则将在这点上的绝对压力比大气压小的那部分数值叫作真空度,即

$$\text{真空度} = \text{大气压} - \text{绝对压力}$$

由此可知,当以大气压为基准计算压力时,基准以上的正值是表压力;基准以下的负值是真空度。

绝对压力、表压力和真空度的相互关系如图 1-4 所示。

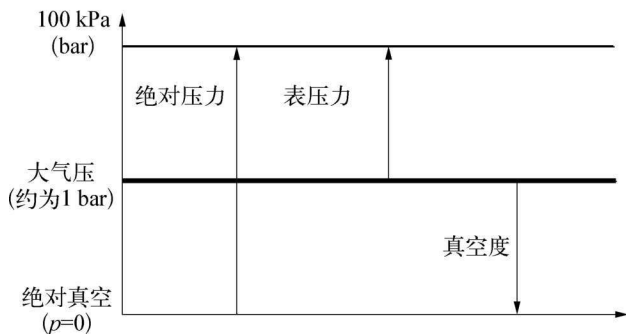


图 1-4 绝对压力、表压力和真空度的关系

ISO 规定的压力单位为帕斯卡,简称为帕,符号为 Pa, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 。由于这个单位很小,工程上使用不方便,因此常采用兆帕,符号为 MPa, $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ 。目前,压力单位巴也很常用,它的符号是 bar, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ 。

(二) 流体静压力

流体静压力是指静止流体单位面积上所受的法向力,如果在流体内某质点处微小面积 ΔA 上有法向力 ΔF ,则 $\Delta F/\Delta A$ 的极限就定义为该处的静压力,用 p 表示,即

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (1-1)$$

若在液体的面积上,所受的作用力 F 均匀分布时,则静压力可表示为

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-2)$$