

高等教育安全科学与工程类系列规划教材



机械工程基础

第2版

陈德生 曹志锡 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS


配套教师课件
www.cmpedu.com

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

机械工程基础

第2版

主 编 陈德生 曹志锡
参 编 潘浓芬 马德仲 楼飞燕 方云中 康泉胜
主 审 陈万金 王新泉 王明贤



机械工业出版社

本书是高等教育安全科学与工程类系列规划教材之一。本书的出版和再版均是在安全科学与工程类专业教材编审委员会组织相关专家进行顶层设计、整体规划以及专业指导下完成的。本书主要内容有：概论、工程材料及钢的热处理、常用机构、机械传动、轴系、联接、极限与配合、液压传动、毛坯制造、金属切削加工、机器制造工艺基础、机器设备寿命估算和设备故障诊断技术。

本书着力对基本概念和知识、基本过程和基本方法做深入浅出的讲授，并力求“少而精”。本书内容系统、全面，各章配有一定数量的复习思考题，便于学生进行复习、练习和细节的讨论。

本书主要作为普通高等院校非机械类专业的机械工程基础课程教材，特别适合作为需要了解机械设计、机械制造、机械设备质量及安全评估知识的安全科学与工程、化工、土木、电子、电气等工程类和相关管理类专业的本科教材。

图书在版编目（CIP）数据

机械工程基础/陈德生，曹志锡主编. —2版. —北京：机械工业出版社，2017.9

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-111-58008-9

I. ①机… II. ①陈… ②曹… III. ①机械工程-高等学校-教材
IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 227978 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：冷 彬 责任编辑：冷 彬 朱琳琳 刘丽敏

责任校对：刘秀芝 封面设计：张 静

责任印制：张 博

三河市国英印务有限公司印刷

2017 年 11 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·24 印张·580 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-58008-9

定价：54.80 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88379833

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

安全科学与工程类专业教材 编审委员会

主任委员：冯长根

副主任委员：王新泉 吴超 蒋军成

秘书长：冷彬

委员：（排名不分先后）

冯长根 王新泉 吴超 蒋军成 沈斐敏

钮英建 霍然 孙熙 王保国 王迷洋

刘英学 金龙哲 张俭让 司鹄 王凯全

董文庚 景国勋 柴建设 周长春 冷彬

“安全工程”本科专业是在 1958 年建立的“工业安全技术”“工业卫生技术”和 1983 年建立的“矿山通风与安全”本科专业基础上发展起来的。1984 年，国家教委将“安全工程”专业作为试办专业列入普通高等学校本科专业目录之中。1998 年 7 月 6 日，教育部发文颁布《普通高等学校本科专业目录》，“安全工程”本科专业（代号：081002）属于工学门类的“环境与安全类”（代号：0810）学科下的两个专业之一^①。据高等学校安全工程学科教学指导委员会 1997 年的调查结果显示，自 1958 到 1996 年年底，全国各高校累计培养安全工程专业本科生 8130 人。近年，安全工程本科专业得到快速发展，到 2005 年年底，在教育部备案的设有安全工程本科专业的高校已达 75 所，2005 年全国安全工程专业本科招生人数近 3900 名^②。

按照《普通高等学校本科专业目录》的要求，原来已设有与“安全工程”专业相近但专业名称有所差异的高校，现也大都更名为“安全工程”专业。专业名称统一后的“安全工程”专业，专业覆盖面大大拓宽^③。同时，随着经济社会发展对安全工程专业人才要求的更新，安全工程专业的内涵也发生了很大变化，相应的专业培养目标、培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化，学生毕业后的执业身份是注册安全工程师。但是，安全工程专业的教材建设与专业的发展出现了不适应的新情况，无法满足和适应高等教育培养人才的需要。为此，组织编写、出版一套新的安全工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。

机械工业出版社是有着悠久历史的国家级优秀出版社，在高等学校安全工程学科教学指导委员会的指导和帮助下，根据当前安全工程专业教育的发展现状，本着“大安全”的教育思想，进行了大量的调查研究工作，聘请了安全科学与工程领域一批学术造诣深、实践经验丰富的教授、专家，组织成立了教材编审委员会（以下简称“编审委”），决定组织编写“高等教育安全工程系列‘十一五’规划教材”^④。并先后于 2004 年 8 月（衡阳）、2005 年 8 月（葫芦岛）、2005 年 12 月（北京）、2006 年 4 月（福州）组织召开了一系列安全工程专业本科教材建设研讨会，就安全工程专业本科教育的课程

① 按《普通高等学校本科专业目录》（2012 版），“安全工程”本科专业（专业代码：082901）属于工学学科的“安全科学与工程类”（专业代码：0829）下的专业。

② 各高校安全工程本科每年招生数量可通过高等学校安全工程学科教学指导委员会主办的“全国高等院校安全工程学科教育数据和信息系统”查询（www.cosha.org.cn）。

③ 自 2012 年更名为“高等教育安全科学与工程类系列规划教材”。

体系、课程教学内容、教材建设等问题反复进行了研讨，在总结以往教学改革、教材编写经验的基础上，以推动安全工程专业教学改革和教材建设为宗旨，进行顶层设计，制订总体规划、出版进度和编写原则，计划分期分批出版 30 余门课程的教材，以尽快满足全国众多院校的教学需要，以后再根据专业方向的需要逐步增补。

由安全学原理、安全系统工程、安全人机工程学、安全管理学等课程构成的学科基础平台课程，已被安全科学与工程领域学者认可并达成共识。本套系列教材编写、出版的基本思路是，在学科基础平台上，构建支撑安全工程专业的工程学原理与由关键性的主体技术组成的专业技术平台课程体系，编写、出版系列教材来支撑这个体系。

本套系列教材体系设计的原则是，重基本理论，重学科发展，理论联系实际，结合学生现状，体现人才培养要求。为保证教材的编写质量，本着“主编负责，主审把关”的原则，编工委组织专家分别对各门课程教材的编写大纲进行认真仔细的评审。教材初稿完成后又组织同行专家对书稿进行研讨，编者数易其稿，经反复推敲定稿后才最终进入出版流程。

作为一套全新的安全工程专业系列教材，其“新”主要体现在以下几点：

体系新。本系列教材从“大安全”的专业要求出发，从整体上考虑、构建支撑安全工程学科专业技术平台的课程体系和各门课程的内容安排，按照教学改革方向要求的学时，统一协调与整合，形成一个完整的、各门课程之间有机联系的系列教材体系。

内容新。本系列教材的突出特点是内容体系上的创新。它既注重知识的系统性、完整性，又特别注意各门学科基础平台课之间的关联，更注意后续的各门专业技术课与先修的学科基础平台课的衔接，充分考虑了安全工程学科知识体系的连贯性和各门课程教材间知识点的衔接、交叉和融合问题，努力消除相互关联课程中内容重复的现象，突出安全工程学科的工程学原理与关键性的主体技术，有利于学生的知识和技能的发展，有利于教学改革。

知识新。本系列教材的主编大多由长期从事安全工程专业本科教学的教授担任，他们一直处于教学和科研的第一线，学术造诣深厚，教学经验丰富。在编写教材时，他们十分重视理论联系实际，注重引入新理论、新知识、新技术、新方法、新材料、新装备、新法规等理论研究、工程技术实践成果和各校教学改革的阶段性成果，充实与更新了知识点，增加了部分学科前沿方面的内容，充分体现了教材的先进性和前瞻性，以适应时代对安全工程高级专业技术人才的培育要求。本系列教材中凡涉及安全生产的法律法规、技术标准、行业规范，全部采用最新颁布的版本。

安全是人类最重要和最基本的需求，是人民生命与健康的基本保障。一切生活、生产活动都源于生命的存在。如果人们失去了生命，一切都无从谈起。全世界平均每天发生约 68.5 万起事故，造成约 2200 人死亡的事实，使我们确认，安全不是别的什么，安全就是生命。安全生产是社会文明和进步的重要标志，是经济社会发展的综合反映，是落实以人为本的科学发展观的重要实践，是构建和谐社会的有力保障，是全面建成小康社会、统筹经济社会全面发展的重要内容，是实施可持续发展战略的组成部分，是各级政府履行市场监管和社会管理职能的基本任务，是企业生存、发展的基本要求。国内外实践证明，安全生产具有全局性、社会性、长期性、复杂性、科学性和规律性的特点，随

着社会的不断进步，工业化进程的加快，安全生产工作的内涵发生了重大变化，它突破了时间和空间的限制，存在于人们日常生活和生产活动的全过程中，成为一个复杂多变的社会问题在安全领域的集中反映。安全问题不仅对生命个体非常重要，而且对社会稳定和经济发展产生重要影响。党的十六届五中全会提出“安全发展”的重要战略理念。安全发展是科学发展观理论体系的重要组成部分，安全发展与构建和谐社会有着密切的内在联系，以人为本，首先就是要以人的生命为本。“安全·生命·稳定·发展”是一个良性循环。安全科技工作者在促进、保证这一良性循环中起着重要作用。安全科技人才匮乏是我国安全生产形势严峻的重要原因之一。加快培养安全科技人才也是解开安全难题的钥匙之一。

高等院校安全工程专业是培养现代安全科学技术人才的基地。我深信，本系列教材的出版，将对我国安全工程本科教育的发展和高级安全工程专业人才的培养起到十分积极的推进作用，同时，也为安全生产领域众多实际工作者提高专业理论水平提供学习资料。当然，由于这是第一套基于专业技术平台课程体系的教材，尽管我们的编审者、出版者夙兴夜寐，尽心竭力，但由于安全工程学科具有在理论上的综合性与应用上的广泛性相交叉的特性，开办安全工程专业的高等院校所依托的行业类型又涉及军工、航空、化工、石油、矿业、土木、交通、能源、环境、经济等诸多领域，安全科学与工程的应用也涉及人类生产、生活和生存的各个方面，因此，本系列教材依然会存在这样和那样的缺点、不足，难免挂一漏万，诚恳地希望得到有关专家、学者的关心与支持，希望选用本系列教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议。谨祝本系列教材在编者、出版者、授课教师和学生们的共同努力下，通过教学实践，获得进一步的完善和提高。

“嚶其鸣矣，求其友声”，高等院校安全工程专业正面临着前所未有的发展机遇，在此我们祝愿各个高校的安全工程专业越办越好，办出特色，为我国安全生产战线输送更多的优秀人才。让我们共同努力，为我国安全工程教育事业的发展做出贡献。

中国科学技术协会书记处书记[⊙]

中国职业安全健康协会副理事长

中国灾害防御协会副会长

亚洲安全工程学会主席

高等学校安全工程学科教学指导委员会副主任

安全科学与工程类专业教材编审委员会主任

北京理工大学教授、博士生导师



[⊙] 曾任中国科协副主席。

序二

当我打开李振明先生邮寄来的由陈德生、曹志锡先生主编的《机械工程基础》厚厚的书稿时，很是兴奋，喜悦之情溢于言表。这本教材是安全科学与工程类专业教材编审委员会组织编写的系列规划教材之一。从2006年策划组稿、主编拟纲、主审审纲，到一稿、二稿……编审者夙兴夜寐、殚精竭虑、精益求精，数易其稿后始定稿付梓。面对这摞书稿，让笔者怎能不为之击掌而歌，于是提笔展纸，欣然为之作序。

自进入21世纪以来，安全科学与工程学科蓬勃发展，呈现出一派欣欣向荣的景象。据统计，至2011年年底，经教育部批准和备案的开设安全工程本科专业的普通高等学校（包括独立学院）已达133所。这些高校的安全工程专业人才培养方案（教学计划）和教育部安全科学与工程教学指导委员会制定的《安全工程专业规范》中，都设置有“机械安全”类课程，但名称鲜有一致者。有称之为“机械安全技术”“机械安全工程”，有谓之曰“机械设备安全学”，还有名之以“起重机安全技术”或“起重机安全”等。加之，安全科学与工程学科自身在理论上的综合性与应用上的广泛性相交叉的特性，各开设安全工程专业的高校所依托的行业领域不同，所以各高校对“机械安全”知识要求的深度、广度也不同，进而导致安全工程专业的“机械安全”类课程在教学内容、教学要求上的差别。有的侧重于起重机械、压力容器、电梯等特种设备的使用、维护安全技术，有的侧重于机械加工过程中安全技术，有的侧重于机械设备的安全检测和故障诊断技术等。为了满足教学急需，部分高校编写出版了相应的教材，这些教材为安全工程专业本科教学的顺利进行提供了支撑，但也都或多或少地带有各自的专业背景；其内容体系的架构，内容的通用性，知识点的分布，基础理论的引导、引申与应用等方面都稍欠统筹规划设计，特别是与相关先修课程、后续课程内容衔接及相互支撑的关系，不够明确、清晰。

为了便于学生学习“机械安全”类课程，各个学校通常都开设有先修课“机械设计”“机械原理”“机械零件”等名称不同的“机械工程”类课程。但由于先修课与后续课内容没有很好地衔接，不仅没有形成课程体系，而且课程的内容体系也没有很好地设计，使用的教材也多是采用其他非机械类专业相近课程的教材，完全没有考虑安全工程专业人才培养的实际知识背景和特殊的应用需要。

为了培养出适应经济社会发展需要的优秀的安全工程专业高级技术人才，在安全工程本科专业教育教学突破了行业限制的前提下，应重新审视过去教授“机械安全”类知识的教学目的、知识体系、课程体系、内容体系和教材建设。于是，安全科学与工程类

专业教材编审委员会根据学科要求,按照人才培养规律和“机械安全”类知识的教学目的、教学要求,在重新认识机械安全的科学内涵的基础上,经反复研究探讨,对安全工程本科生获得“机械安全”技能训练的知识体系、课程体系、内容体系进行统一规划及重新构建,保证学生在有限的教学时间内掌握有关机械安全的基本理论和基本技能,以便能在以后的实际工作中处理有关机械安全的技术问题与技术管理问题,并决定编写系列教材予以支撑。由陈德生、曹志锡主编的《机械工程基础》是按照这个规划编写的机械安全类课程教材之一。

机械在现实生活中具有相当重要的基础地位,是现代社会进行生产和服务的五大要素(人、资金、能量、材料和机械)之一。任何现代产业和工程领域都在应用机械,各个工程领域的发展都要求机械工程有与之相适应的发展,都需要机械工程提供所必需的机械。即使在我们日常生活中,也越来越多地应用各种各样的机械,这些数不清的各类机械的安全正常的工作,给我们人类的生产、生活提供了极大的便利。“机械是为人所使用的劳动工具,在这个劳动工具中,形状和尺寸适合的部分是由能经受很高压力(阻力)的材料所制成;在引入能量不断作用下,能完成适合的实际上有利的运动和动作;这些运动和动作是人们为完成技术的工艺目的所必要的。”(乌克兰/多布罗沃利斯基,1955)机械是人手的延伸,“它武装了人类,使虚弱无力的双手变得力大无穷。”(摘自英国/J.瓦特(1736—1819)的讣告)“有械于此,一日浸百畦,用力甚寡而见功多。”(《庄子·天地》)我们在享受机械之利的同时,也在承受着机械制造与运行过程中产生的负效应(危害)及其对人造成的伤害。据资料介绍,全世界发生的机械事故约占事故总数的1/3。机械安全是人类生活、生产活动中一个非常重要的安全问题。机械事故的表现形式也是林林总总,五花八门,但也不是毫无规律可言。机械安全是一门科学,它主要研究在一定的条件下,机械在工作或在装拆、调试、运输等状况时,对操作者产生伤害的规律及其相应的技术保护措施。所以,在给安全工程专业设计的教育教学课程体系中,应设有“机械安全”类课程,使安全工程专业的学生具备分析机械系统危险因素、制定机械系统安全技术措施的能力。

从机械的生命周期来看,机械安全的研究内容包括机械制造过程中的安全问题和机械使用过程中的安全问题。

机械制造过程中的安全问题是把机械制造过程作为研究对象,针对这个对象所涉及的安全问题进行研究,以预防机械制造过程中发生各类事故为目的,即研究机械制造行业的安全问题。就机械制造的一般过程而言,任何行业机械的制造过程都不外是铸造、锻造、金属切削、焊接以及热处理等工艺过程。其中,金属切削有车、铣、磨、刨、镗等工序;机械制造过程的加工设备有传统的车床、铣床、磨床、镗床等,也有现代的数控加工设备、激光加工设备、电火花加工设备等大型设备,设备、设施种类多样,工艺流程也繁简不一;在机械制造过程中,除了需要使用金属材料、工程塑料等工程材料之外,还需要使用除锈剂、乙炔气体等多种危险化学品。所以,机械生产制造过程的危险因素较多,涉及材料、设备、化学品等多个方面,易发生生产安全事故。因此,国内外众多学者对机械制造过程中存在的安全问题、多发易发事故的规律、预防控制事故的技术措施和管理措施等进行了研究。

机械使用过程中的安全问题是把机械本身作为研究对象,研究机械在工作或在拆装、调试、运输、保养、维修等状况时,对操作者伤害、对周围环境污染以及对机械自身损坏的规律,以预防机械使用过程中各类事故发生为目的。机械使用过程中的安全问题包括机械安全设计,机械安全检测技术以及机械维护、保养三方面。为了保证机械使用安全,首先在机械设计时,应具有机械安全设计的思想。机械设计师在设计时应采用当代先进、成熟、可靠的机械安全技术,事先对机械系统内容可能发生的危险及事故隐患进行识别、分析和评价,然后再根据其评价结果来进行具体的结构设计,以保证所设计的机械能够安全地度过整个生命周期。

在机械投入正常运行后,应对其运行状态的安全性进行检测,即机械的安全检测技术。机械安全检测技术归纳起来主要有设备故障诊断技术和设备安全检测技术。设备故障诊断技术大体上可以分为电子和计算机技术、声音与振动测试分析技术、温度测量技术、油液分析技术、应力与应变测试技术、无损检测技术等。机械投入运行后,为了使其能长期可靠运行,避免发生各类事故,还应根据运行环境、工况对其进行保养、维护、维修,其中保养工作包括对机械进行润滑、防腐等方面的日常工作;维护主要是根据机械载荷变化、构件磨损等情况对有关零件进行调节;维修主要是及时更换损坏的零部件。由于机械工作状况不同,其危险程度也有所差别,其中特别危险的机械(谓之“特种机械设备”)有锅炉、压力容器、压力管道、起重机械、电梯、客运索道等。但是,机械安全并不仅局限于这些特种机械设备的安全。

因此,要使安全工程专业的学生具备分析机械系统危险因素、制定保证机械系统安全的技术措施、管理措施的能力,如没有系列相关课程支撑,仅依靠一门孤立的所谓“机械安全技术”(或其他名称)的课程是很难实现的。我们认为,无论是针对机械制造过程还是机械使用过程的机械安全,都需要有以下几个方面的知识予以支撑。

1) 工程类基础知识。如“化学”“工程力学”“流体力学”“工程热力学”“传热学”“电工电子学”“工程图学”“流体机械”“机械振动”“材料防腐”等。这类知识属于工程基础知识,是学生必须掌握的基本知识。

2) 机械类知识。如“机械原理”“机械零件”“机械设计”“机械制造工艺”“工程材料”“机械可靠性理论”“机械故障诊断”等。这类知识属于机械方面的基础知识,是学生学好机械安全知识的前提保证条件。

3) 安全工程基础知识。如“安全原理”“安全系统工程”“安全管理”“安全人机工程”“安全检测技术”等。这类知识是保证学生具有分析机械系统安全性能的基本知识和技能的基础。

4) 安全工程专业知识。如“电气安全”“火灾爆炸预防控制理论与应用”“通风工程”“噪声控制技术”“特种机械设备(锅炉、压力容器等)安全技术”等。学生只有具备这些安全工程专业知识,才能具体应用机械安全知识,分析解决安全生产领域中的机械系统方面的安全问题。

5) 工程实践。如“金工实习”“安全检测课程实验”“机械设计课程设计”等。这些实践教学环节,一方面可以增加学生对机械装置的感官认识,另一方面可以培养学生分析机械安全性能的实践技能。

陈德生、曹志锡主编的《机械工程基础》就是基于安全工程专业的特点及其本科生的知识背景，为了便于学生学习上述“2) 机械类知识”而编写的教材。编者本着“少而精”的原则，着重能力培养的教学理念，结合多年教学经验和教学改革实践成果，设计了一个全新的“机械工程基础”课程内容体系。这个课程内容体系涵盖了机械原理、机械零件、机械设计、机械制造工艺等基本知识。在介绍机械设计知识时，主要介绍机械工作原理、结构特点及应用场合，不以机械设计理论和计算方法为重点；在介绍机械制造时，主要介绍工艺过程、加工方法及所用设备，不以工艺设计理论和质量保证为重点。全书系统性好，内容精练，理论联系实际，深度适中，叙述简明，在突出课程所必需的基本概念、基本过程、基础理论及基本方法的前提下，适当反映学科新成就，注意到教材的先进性，教学适应性强，便于组织教学。

我十分赞赏这个由老中青优秀教师组成的教材编写班子。本教材的两位主编都毕业于国内著名高校机械工程专业，且一直在高校从事机械类、近机类课程的教学与研究工作，后来又都投身于安全科学与工程学科，从事机械安全类课程教学与机械系统安全研究工作。本教材的其他编者也都是基础理论扎实，工程实践经验丰富，长期在教学、科研第一线的老师。他们优势互补，密切合作，共同编著了这部全新的教材。

与同类教材相比，《机械工程基础》一书更结合安全工程专业教学实际，较好地体现了加强基础、面向前沿、突出思想、关注应用、方便阅读的原则，是安全工程专业学生在学习机械安全知识之前，学习掌握机械工程知识的一本好教材。我很高兴向广大安全工程专业的学子们推荐本教材。

预祝本教材在教学实践过程中不断完善、提高。

全国机械安全标准化技术委员会 (SAC/TC208) 委员
教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会委员 (1996—2004 年)
安全工程专业教材编审委员会副主任委员

王新泉

第 2 版前言

《机械工程基础》第 2 版是在第 1 版的基础上，结合主编及参编院校的使用经验和
其他使用院校的反馈意见修订而成的。本书此次修订，突出安全工程专业的特色，贴
近安全工程实际，完善体系和内容，纠正疏漏和错误，加强教学和自学适用性。第 2 版
的主要修订内容如下：

1. 增加了“机械制造工艺基础”一章，使教材内容更完整和丰富。
2. 修改了部分章节内容的叙述方式，力求做到概念准确、深入浅出、层次分明、详
略得当、文句通顺，较好地体现“可教性”和“可读性”。
3. 采用了已正式颁布的现行国家标准及国家标准规定的名词术语和符号。
4. 更正了第 1 版中的文字、图及表的疏漏和错误。

本书由陈德生和曹志锡担任主编，具体的编写分工为：陈德生编写第一、九~十一
章，曹志锡编写第二、八章，潘浓芬编写第三~五章，马德仲编写第六章，楼飞燕编写
第七章，方云中编写第十二章，康泉胜编写第十三章。

全书由陈万金、王新泉和王明贤担任主审，三位教授认真阅读并提出许多宝贵意见
和建议，在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，参阅了其他版本同类教材、相关的技术标准和文献资料
等，在此对其编著者表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中系列教材编审委员会积极组织专家对本书的编写大纲和书稿进
行审纲和审稿工作，与此同时得到了许多专家，同仁的关心和指点，在此向他们表示衷
心的感谢。

受作者水平和时间的限制，错误之处在所难免，恳请广大读者批评和指正。

编 者

第 1 版前言

本书是为了适应正蓬勃发展的安全科学与工程学科及高等院校安全工程专业本科教学的需要，由安全工程专业教材编审委员会组织编写的。它是高等教育安全科学与工程类系列规划教材中“机械安全”类教材（包括《机械安全技术》《工业特种设备安全》等）之一，是为安全工程专业学生学习机械安全相关课程提供机械工程基础知识的先修课程的教材。

安全工程本科专业要求学生掌握的机械设计和机械制造知识与其他非机械类专业差别不大。基于此，本书的主要内容包括机械设计、机械制造的基本知识。机械设计以介绍机械的工作原理、结构特点及应用场合为主，不以机械设计理论和计算方法为重点；机械制造以介绍工艺过程、加工方法及所用设备为主，不以工艺设计理论和质量保证为重点，以适应非机械类专业的教学特点和需要。

本书由浙江工业大学陈德生、曹志锡任主编，陈德生负责全书的统稿工作。编写人员及分工如下：第一、九、十章由陈德生编写；第二章由曹志锡编写；第三、四、五章由浙江工业大学潘浓芬编写；第六章由潘浓芬和哈尔滨理工大学马德仲共同编写；第七章由浙江工业大学楼飞燕编写；第八章由陈德生和马德仲共同编写。第十一章由浙江省安全生产科学研究院方云中编写；第十二章由浙江工业大学康泉胜编写。全书由江苏大学陈万金教授、王明贤副教授及中原工学院王新泉教授担任主审。

本书在计划、编写及出版过程中得到了安全工程领域专家、学者王新泉以及李振明两位先生的悉心指导和热情帮助，也得到了安全工程专业教材编审委员会、浙江工业大学教育科学与技术学院领导的大力支持，同时获得了浙江工业大学重点建设教材项目的资助，在此编者深表感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请读者和学界同仁批评、指正。

编 者

目 录

序一		第三节 齿轮传动	112
序二		第四节 蜗杆传动	125
第2版前言		第五节 轮系及减速器	129
第1版前言		复习思考题	138
第一章 概论	1	第五章 轴系	141
第一节 机械的组成	1	第一节 轴	141
第二节 机械设计与机械制造	3	第二节 轴承	146
第三节 课程的性质、目的和任务	4	第三节 联轴器和离合器	153
第四节 课程学习方法	5	第四节 制动器	157
复习思考题	5	复习思考题	158
第二章 工程材料及钢的热处理	6	第六章 联接	160
第一节 金属材料的性能	6	第一节 螺纹联接	160
第二节 金属的晶体结构	12	第二节 螺旋传动	165
第三节 铁碳合金	18	第三节 其他联接	167
第四节 钢的热处理	25	复习思考题	169
第五节 常用金属材料	37	第七章 极限与配合	170
第六节 非金属材料	59	第一节 概述	170
第七节 机械零部件的失效与材料的 选用	64	第二节 极限与配合的基本术语与 定义	171
复习思考题	66	第三节 极限与配合的国家标准	174
第三章 常用机构	68	第四节 几何公差	177
第一节 平面机构及自由度	68	第五节 表面粗糙度	180
第二节 平面连杆机构	75	复习思考题	183
第三节 凸轮机构	84	第八章 液压传动	185
第四节 间歇运动机构	88	第一节 液压传动的基础知识	185
复习思考题	92	第二节 液压传动的元件	189
第四章 机械传动	94	第三节 液压传动基本回路及简单 液压系统	200
第一节 带传动	94	复习思考题	204
第二节 链传动	106		

第九章 毛坯制造	205	第四节 机器装配工艺简介	325
第一节 铸造	205	复习思考题	331
第二节 锻压	219	第十二章 机器设备寿命估算	333
第三节 焊接	237	第一节 概述	333
复习思考题	253	第二节 磨损寿命	334
第十章 金属切削加工	254	第三节 疲劳寿命及疲劳强度	336
第一节 金属切削原理	254	第四节 损伤零件寿命估算	342
第二节 金属切削机床	269	复习思考题	343
第三节 车削加工	273	第十三章 设备故障诊断技术	345
第四节 铣削、刨削和拉削加工	278	第一节 设备故障概述	345
第五节 钻削和镗削加工	289	第二节 设备故障诊断技术及其	
第六节 磨削加工	298	实施过程	348
复习思考题	304	第三节 设备故障诊断的常用	
第十一章 机械制造工艺基础	306	方法	351
第一节 工艺过程和工艺规程	306	复习思考题	367
第二节 工件的装夹	312	参考文献	369
第三节 工艺路线的制定	319		

概论

人类通过长期的生产和生活实践发明和创造了各种机械，用以减轻人的体力劳动，提高生产率，保证产品质量，完成各种复杂工作。远在古代，人类就知道了利用杠杆、滚子及绞盘等简单机械从事建筑和运输工作。早在公元前 3000 年，人们就使用了简单的纺织机械。在夏朝时代，人类已经发明了车子。在晋朝时的连机碓和水碾上，人们就应用了凸轮机构。在西汉时的指南车和记里鼓车上，人们已经应用了轮系。直至现代，随着科学技术与生产力的发展，人们设计、制造了采掘机、机床、汽车、洗衣机等各式各样的机器以促进生产和便利生活。计算机控制系统和伺服电动机的引入，使机器的组成、面貌和功能发生了革命性的变化。所以，机器已成为人类生产和生活中不可缺少的工具，同时也是社会生产力发展的重要标志之一。

机械在给人们带来高效、快捷和便利的同时，也会产生一定的副作用或负效应，甚至给人类及环境带来一些危险或伤害。这主要是指机械在制造、使用、维护、保养及报废等过程中可能发生的各种危险或伤害。这些危险或伤害不仅造成机械本身的危险或损坏，而且还可能给使用者带来人身危险或伤害，对周围环境或生态造成污染或破坏。

第一节 机械的组成

一、机器和机构

机械是什么？机械是机器和机构的总称。

机器的种类很多，在日常生活和生产中，经常会用到许多机器，如洗衣机、发电机、内燃机、机床、汽车和起重机等。虽然各种机器的用途、性能和构造各不相同，但都具有以下三个共同特征。

- 1) 机器都是由多个实体组合而成的。如图 1-1 所示的单缸四冲程内燃机，它是由气缸体、活塞、连杆和曲轴等构件组合而成的。
- 2) 各构件之间具有确定的相对运动。如图 1-1 所示，单缸四冲程内燃机中活塞相对气缸体做往复运动，曲轴相对气缸体做相对转动。
- 3) 能进行能量转换（如内燃机把热能转换为机械能），或完成有效机械功（如起重机提升重物）。

凡同时具有上述三个特征的机械称为机器，仅具有上述前两个特征的机械称为机构。可见，机构是用以实现某种确定运动的构件组合体，而机器则是用来完成机械功或转化机械能的机构。然而，从基本组成、运动特性和受力状态等方面进行分析，机器和机构并没有区别，故一般常以机械作为机器和机构的统称。

由于机器的特征包含着机构的特征，所以机器不能没有机构。一部完整的机器可以由一种机构组成，也可以是多种机构的组合。不同的机器也可能包括相同的主体机构，如蒸汽机、内燃机和压力机等机器的主体机构都是曲柄滑块机构。

二、构件、零件和部件

组成机构且相互间做确定运动的各个实体称为构件。构件可以是单一的整体，也可以是几个元件的组合体。为了便于制造和安装，可以将一个或几个元件组成一个构件。组成构件的元件称为零件，如图 1-2 所示的内燃机连杆构件就是由连杆体 1、连杆盖 3、螺栓 2 和螺母 4 等几个零件组成的。故构件是运动的基本单元，零件是制造的基本单元。

零件分两类：凡是在各种机器中经常使用的零件称为通用零件，如带轮、齿轮、轴承和螺栓等；只有在特定机器中使用的零件称为专用零件，如内燃机中的活塞、曲轴和汽轮机中的叶片等。

为了独立制造、独立装配和运输及使用上的方便，常把机械中为完成同一功能的一组构件组合在一起形成一个协同工作的整体，如减速器、离合器和制动器等。这种为完成同一功能而在结构上组合在一起协同工作的构件总体，称为部件。

三、机器的组成

在如图 1-3 所示的卷扬机中，电动机 1 通过联轴器 2、减速器 3、离合器 6、驱动卷筒 4 及钢丝绳滑轮组 7，带动吊钩及重物 8 以一定的速度做垂直的上下直线运动。离合器 6 用于传递或切断来自电动机的动力。当离合器合上时，电动机通过减速器带动卷筒正转以提升重物；当离合器脱开时，卷筒脱离电动机的动力而在重物重力的作用下反转，以提高重物的下降速度或空钩的下降速度。图中 5 为制动器。

从卷扬机的实例可知，任何一台完整的机器，通常都由动力部分、工作部分、传动部分和操纵控制部分组成。

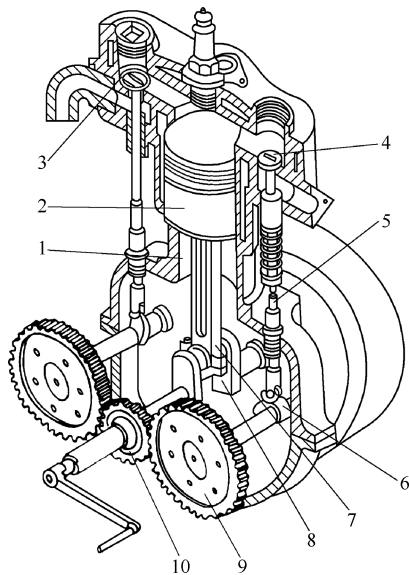


图 1-1 单缸四冲程内燃机

- 1—气缸体 2—活塞 3—进气阀 4—排气阀
- 5—推杆 6—凸轮 7—连杆 8—曲轴
- 9—大齿轮 10—小齿轮

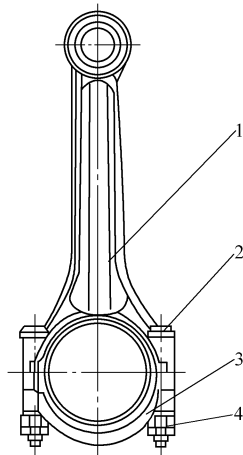


图 1-2 内燃机连杆构件的组成

- 1—连杆体 2—螺栓
- 3—连杆盖 4—螺母