

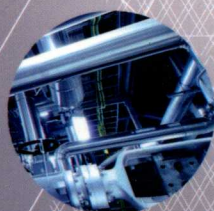
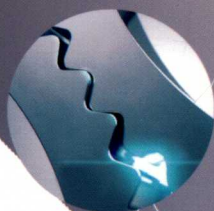
普通高等教育“十三五”规划教材

机械制造基础

Foundation of Mechanical
Manufacturing

第3版

胡忠举 宋昭祥 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

机械制造基础

第3版

主 编 胡忠举 宋昭祥
副主编 康辉民 吴克军
参 编 陆名彰 廖先禄 李会强
 万林林 陈向健 朱秋玲
 廖艳春
主 审 傅水根



机械工业出版社

本书是根据教育部提出的“普通高等学校机械制造实习教学基本要求”(非机械类专业适用),并结合高等学校实际情况编写而成的。

全书分为上、下两篇。上篇为机械制造实践基础,主要内容有工程材料的改性,铸造,锻造,焊接与粘结,板料冲压,常用非金属材料的成型,量具,车削加工,铣削、刨削、磨削加工,钻削加工和镗削加工,数控机床加工,特种加工,常用非金属材料的切削加工,钳工,装配与调试,共15章;下篇为机械制造理论基础(专题),主要内容有常用工程材料及其选择,毛坯制造方法的选择,机械零件表面加工方法及其选择,机械零件制造工艺过程及其技术经济分析,共4章。本书内容具有综合性、实践性、科学性和先进性。

本书是普通高等学校非机械类(包括工科各专业及文、理、医、艺术、管理等专业)专业的基本教材,也可供电视大学、职业大学、职工大学、成人高等教育、函授大学等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/胡忠举,宋昭祥主编. —3版. —北京:机械工业出版社,2015.5

普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-111-50196-1

I. ①机… II. ①胡…②宋… III. ①机械制造-高等学校-教材 IV. ①TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第097229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:刘小慧 责任编辑:刘小慧 李超

责任校对:刘怡丹 封面设计:张静 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2015年7月第3版第1次印刷

184mm×260mm·18.25印张·452千字

标准书号:ISBN 978-7-111-50196-1

定价:38.00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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

本书自1998年出版以来,受到广大兄弟院校的欢迎,第1版连续重印了12次。2010年第2版出版,又连续重印了4次。为了进一步提高教材质量,适应教学改革的需要,在第2版的基础上,根据教育部提出的“普通高等学校机械制造实习教学基本要求”(非机械类专业适用)进行了修订。

本书仍保留了原版的风格,由机械制造实践基础和机械制造理论基础两部分组成。机械制造实践基础部分主要涉及机械制造的一般过程,包括机械零件的常用加工方法及其所用主要设备,工、夹、量具的结构和工作原理,特种加工方法、非金属材料成型加工方法的主要设备、原理、特点和应用,非金属材料切削加工方法的主要设备、原理、特点和应用,常用工程材料及其改性方法的主要设备原理、特点和应用,机械装配等内容。此外增加了钣金加工。机械制造理论基础部分在实践教学的感性知识基础上,综合介绍了常用工程材料的主要性能,分析了各种成形方法和加工方法的工艺特点和应用,对各种工艺进行了综合论述与横向比较,加强了材料、毛坯和零件加工方法的选择,并介绍了有关新材料、新工艺、新技术的内容。

在修订本书时力图表现以下特点:

1) 调整知识结构,培养学生的综合工程能力,强调理论与实践相结合、技术与经济相结合、技术与管理相结合,突出对各种工艺的综合论述与横向比较,使学生具有选择材料、毛坯和零件加工方法的初步能力。

2) 提高起点,拓宽知识面,力求反映近年来在工程材料和制造工艺方面的最新成果。

3) 根据非机械类专业的特点,加强对非金属材料和非金属材料成型加工方法及切削加工方法的介绍,使学生对现代工程材料的加工制造有较全面的了解。

4) 力求内容精炼,从培养学生实践能力出发,结合生产实际,在精选普通生产工艺和操作的基础上,对工艺操作中的难点和常见问题的处理方法做了介绍。

5) 在叙述上,力求深入浅出、通俗易懂、图文并茂、文字简练、直观形象,以便于教学。

6) 本书在使用新国家标准规定的术语时,考虑到贯彻新国家标准应有的历史延续性,所以也兼顾了长期沿用的名称和定义,并尽可能使两者达到和谐和统一。

为了方便各学校使用本书,特对本书的使用做如下说明(供参考):

课堂理论教学内容	下篇:第一章至第四章。学时:10~12学时,穿插在实习过程中的适当时间集中讲授
现场讲授与演示内容	上篇:第六章、第九章、第十三章
实习教学内容	上篇:第一章至第五章、第七章、第八章、第十章、第十一章、第十二章、第十四章、第十五章
学生自学内容	上篇:各章节中有关新材料、新技术的介绍

本书由胡忠举、宋昭祥任主编，康辉民、吴克军任副主编，参加编写的人员有陆名彰、廖先禄、李会强、万林林、陈向健、朱秋玲、廖艳春。

本书由教育部机械基础课程教学指导分委员会原副主任、普通高等学校“工程材料及机械制造基础”课程指导小组组长、清华大学傅水根教授担任主审。傅水根教授对本书提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平与经验有限，书中的缺点与错误请同行与读者批评指正。

编者

目 录

前言		08
绪论	1	
第一节 工业系统、机械制造系统与集成概述	1	
第二节 工业安全	7	
第三节 环境保护	8	
第四节 机械制造工艺过程	16	
第五节 产品质量管理概述	17	
第六节 工程素质训练课程的目的、内容与方法	23	
上篇 机械制造实践基础		
第一章 工程材料的改性	28	
第一节 金属材料的改性工艺	28	
第二节 常用非金属材料的改性工艺	35	
第三节 改性工艺新技术	41	
第二章 铸造	47	
第一节 砂型制造	48	
第二节 铸铁的熔炼及浇注	54	
第三节 铸件结构的工艺性及铸件图	57	
第四节 特种铸造	64	
第五节 铸造新工艺、新技术简介	68	
第三章 锻造	70	
第一节 金属的加热与锻件的冷却	70	
第二节 自由锻造	72	
第三节 锤上模锻和胎模锻	77	
第四节 轧制、挤压、拉拔和旋压工艺	79	
第五节 锻造新工艺、新技术简介	82	
第四章 焊接与粘结	86	
第一节 焊条电弧焊	86	
第二节 焊接结构件的工艺性	93	
第三节 气焊、氧气切割和等离子弧切割	96	
第四节 其他焊接方法	101	
第五节 焊接新技术、新工艺简介	104	
第六节 粘结	106	
第五章 板料冲压	110	
第一节 冲压设备	110	
第二节 冲压的基本工序	112	
第三节 冲压模具	113	
第四节 板料冲压件结构的工艺性	114	
第五节 钣金成形	117	
第六章 常用非金属材料的成型	124	
第一节 塑料的成型	124	
第二节 工程陶瓷的成型	130	
第三节 橡胶的成型	133	
第四节 复合材料的成型	136	
第七章 量具	141	
第一节 零件的技术要求	141	
第二节 常用量具及其使用	145	
第八章 车削加工	152	
第一节 卧式车床	153	
第二节 车刀	154	
第三节 车削时工件的装夹方式和车床附件	157	
第四节 常用车削加工	161	
第九章 铣削、刨削、磨削加工	170	
第一节 铣削加工	170	

第二节 刨削加工	172	第十三章 常用非金属材料	的切削加工	207
第三节 磨削加工	174	第一节 塑料的切削加工	207	
第十章 钻削加工和镗削加工	179	第二节 工程陶瓷的切削加工	208	
第一节 钻削加工	179	第十四章 钳工	212	
第二节 镗削加工	185	第一节 划线	212	
第十一章 数控机床加工	187	第二节 锯切	215	
第一节 数控机床的工作原理及组成	187	第三节 锉削	216	
第二节 常用数控切削加工机床	189	第四节 螺纹加工	218	
第十二章 特种加工	194	第十五章 装配与调试	220	
第一节 电火花线切割加工	194	第一节 机械零、部件的装配	220	
第二节 光化学加工	197	第二节 机械零、部件装配后的调整	226	
第三节 其他常用的特种加工	202			

下篇 机械制造理论基础 (专题)

第一章 常用工程材料及其选择	231	选择	265	
第一节 工程材料的主要性能	231	第三节 内圆表面的加工方法及其选择	267	
第二节 常用金属材料	235	第四节 平面的加工方法及其选择	268	
第三节 常用非金属材料	245	第五节 特形表面的加工方法及其选择	271	
第四节 新材料	248	第四章 机械零件制造工艺过程及其技术经济分析	273	
第五节 机械零件的选材	252	第一节 机械零件制造工艺过程	273	
第二章 毛坯制造方法的选择	255	第二节 制造工艺过程的经济分析	279	
第一节 毛坯选用的原则	255	第三节 提高机械制造生产率	的措施	281
第二节 典型机械零件毛坯的选用	258	参考文献	285	
第三章 机械零件表面加工方法及其选择	261			
第一节 机械加工方法的选择原则	261			
第二节 外圆表面的加工方法及其				

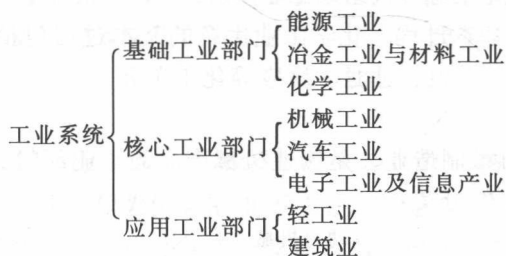
绪 论

第一节 工业系统、机械制造系统与集成概述

一、工业系统

工业本身就是一个系统，它植根于国民经济的广袤大地上，自身又可分为上游产业、中游产业和下游产业，各部门之间存在着千丝万缕的联系，各自和整体又有着特定的发展规律。对现今社会生产力主体的工业系统作一些初步了解，有助于引导大学低年级学生对工程技术、管理和社会经济规律的学习和研究。

(一) 工业系统分类



(二) 工业系统简介

1. 能源工业

(1) 能源 能源是能够产生和提供可控能量的各种资源。

(2) 能源工业 现代能源工业的重要生产部门有煤炭工业、石油工业和电力工业。

(3) 能源系统 能源按加工程度划分为一次能源（直接来自自然界而没有经过加工或转换的能源）和二次能源（由一次能源经过加工转换为其他种类和形式的能源）。能源必须组成能源系统才能发挥作用。主要能源及其转化和应用如图 0-1 所示。

2. 冶金工业与材料工业

(1) 冶金工业 从矿石和其他含金属的原材料中制取金属的工业，包括采矿、选矿、冶炼、加工。我国习惯上将金属大体划分为黑色金属和有色金属。黑色金属指钢、铁和铁合金。有色金属又分为重金属、轻金属、稀有金属和贵金属。为此，冶金工业包括炼铁、炼钢、钢材生产、有色金属工业。

(2) 材料工业 我国的材料工业，包括冶金、加工、建材等主要行业，它既提供生铁、钢、铁合金、有色金属、水泥、塑料、橡胶、化纤、平板玻璃等传统结构材料和原料，又开发出信息功能材料、能源材料和生物材料。

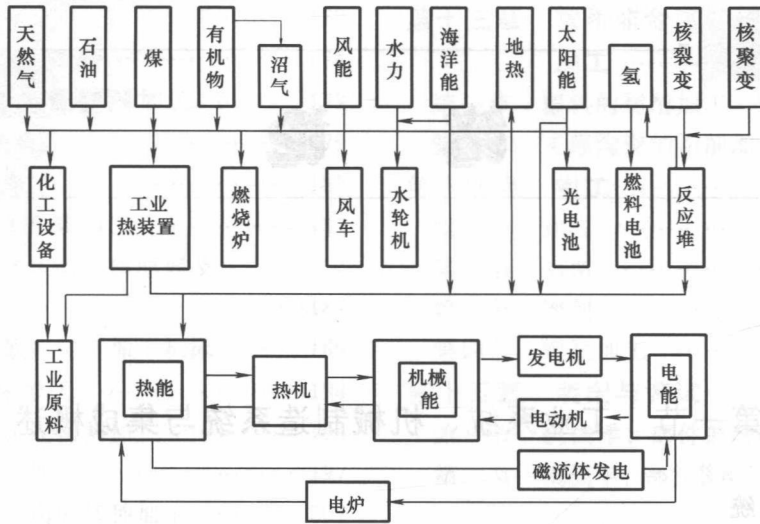


图 0-1 主要能源及其转化和应用

3. 化学工业

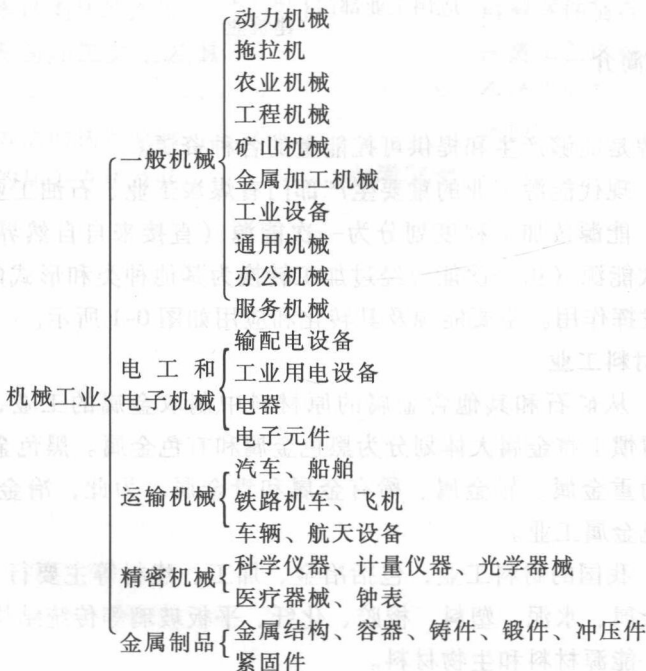
(1) 化学工业 它是利用物质发生化学变化的规律, 改变物质的结构、成分、形态而进行工业化生产的工业部门。化学加工是一个渗透于多行业的基本生产方法。在国民经济中, 采掘业、加工业、动力部门和交通运输部门组成工业体系, 它们中很多生产都与化学加工密不可分。

(2) 化学工业生产的基本过程 化学工业生产的基本过程包括流体输送、传热、蒸发、结晶、蒸馏、吸收、萃取、干燥、过滤、反应等化工单元。

4. 机械工业

1) 机械工业也称为机械制造业, 是制造机械产品的工业部门。

2) 机械工业可作如下的分类:



5. 汽车工业

汽车本身的制造属于机械制造业，但因其规模巨大，且又是与其他产业关联度最大的产业，故将其单独列为一个工业部门。随着汽车的使用和普及，产生了许多与之相关的部门来促进其发展。汽车工业涉及领域甚宽，包括钢铁、玻璃、橡胶、塑料等原材料，机床、机械加工、机电零部件及附件，燃料油及润滑油供应，以及公路交通、建筑设施和各种消费服务。在当今世界，还没有哪一个工业部门所涉及的范围比汽车工业更为广泛。因此，从某种意义上讲，它是衡量一个国家工业化水平和科学技术水平高低的重要标志之一。

6. 电子工业及信息产业

(1) 电子工业的对象 电子工业的对象包括计算机、雷达、导航、电视、广播、微波、半导体、激光、红外、电声、声纳、电子测量、自动控制、遥感遥测、电波传播、材料、器材、系统工程等几十个门类。

(2) 电子信息产业 电子信息产业包括通信与信息服务业、电子信息产品制造业。

(3) 微电子技术 将含有成千上万甚至上亿个元器件的复杂电路，都制作在一块小小的半导体硅片上，在很小的体积内，微电子技术能实现令人难以想象的复杂功能。

(4) 电子工业结构 电子工业的上游是半导体设备工业，提供制造电子元器件的设备器件；中游是半导体工业，制造大规模集成电路芯片等电子元器件；下游是电子系统工业，用元器件开发计算机、通信设备等应用系统。

(5) 信息技术 信息技术是以微电子学、光电子学为基础，以计算机通信、控制技术为核心的综合技术群，主要研究和解决信息的产生、获取、度量、传输、交换、处理、识别和应用等问题。

7. 轻工业

轻工业是我国消费品生产的主体，承担着改善人民生活、繁荣城乡市场、支持工业发展、扩大出口创汇和为国家建设积累资金的重要任务。它是一种以消费品生产为主的加工工业的群体，包括纺织和缝纫生产，食品加工，家用机械、电子及轻化工生产，造纸工业，皮革工业，木材加工，日用玻璃、日用陶瓷、自来水和饲料生产加工等。

8. 建筑业

建筑业是从事建筑、安装工程的产业部门，其业务范围不仅包括建造房屋和构筑物，而且包括各种设备的安装工程。建筑业最终提供给社会的产品，是已建成并可以投入生产或使用的工厂、矿井、铁路、公路、桥梁、港口、机场、仓库、管线、住宅及各种公用建筑与设施。

二、机械制造系统的概念

制造业是将制造资源（物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等）通过制造过程，转化为可供人们使用或利用的工业品，或生活消费品的行业。它涉及国民经济的各个部门，是国民经济和综合国力的支柱产业。

制造系统是制造过程及其所涉及的硬件（物料、设备、工具和能源等）、软件（包括制造理论、制造工艺和制造信息等）和人员组成的一个将制造资源转变为产品（含半成品）的有机整体。

制造系统的基本特性包括以下几个方面。

(1) 集合性 制造系统是由两个或两个以上的可以相互区别的要素（或环节、子系统）

所组成的集合体。它确定了制造系统的组成要素。

(2) 相关性 制造系统内各要素是相互联系的。它说明了这些组成要素之间的关系,这种关系构成了制造系统的结构,而结构又决定了制造系统的性质。制造系统的基本结构体现为组织、技术和管理三方面。制造系统中任一要素与存在于该制造系统中的其他要素是互相关联和互相制约的。

(3) 目的性 一个实际的制造系统是一个整体,要完成一定的制造任务,或者说要达到一个或多个目的,就是要把资源转变为财富或产品。

(4) 环境适应性 一个具体的制造系统,必须具有对周围环境变化的适应性。外部环境的变化与系统是互相影响的,两者之间必然要进行物质、能量或信息的交换。制造系统应是具有动态适应性的系统,表现为以最低的代价和最短的时间去适应变化的环境,使系统接近理想状态。

(5) 动态性 制造系统的动态性主要表现在以下几个方面:

1) 总是处于生产要素(原材料、能量、信息等)的不断输入和有形财富(产品)的不断输出的这样一种动态过程中。

2) 系统内部的全部硬件和软件也是处于不断的动态变化发展之中的。

3) 为了适应生存环境,制造系统总是处于不断发展、不断更新、不断完善的运动之中。

(6) 反馈特性 制造系统在运行过程中,其输出状态如产品质量信息和制造资源利用状况等信息总是不断地反馈回制造过程的各个环节中,从而实现产品生命周期中的不断调节、改进和优化。

(7) 随机特性 制造系统中有很多随机因素,从而使制造系统的某些性质具有随机性。

机械制造系统是一种典型的、具体的制造系统,其组成如图 0-2 所示。

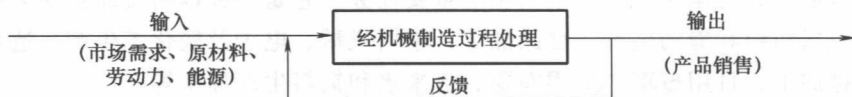


图 0-2 机械制造系统的组成

机械制造系统具有制造系统应具有的一切基本特性。图 0-3 表明,机械制造过程是一个将资源向产品或零件转变的过程。这个过程是不连续的(或称离散性),其系统状态是动态的,故机械制造系统是离散的动态系统。

机械制造系统由机床、夹具、刀具、被加工工件、操作人员和加工工艺等组成。机械制造系统输入的是制造资源(毛坯或半成品、能源和劳动力),输出的是经过机械加工过程制成的产品或零件。图 0-4 所示为机械制造系统组成图。

图 0-4 所示的“三流”(物料流、信息流、能量流)分别表示如下:

(1) 物料流(物流) 机械制造系统输入的是原材料或坯料(有时也包括半成品)及相应的刀具、量具、夹具、润滑油、切削液和其他辅助物料等,经过输送、装夹、加工、检验等过程,最后输出半成品或成品的过程(一般还伴随着切屑的输出)。整个加工过程(包括加工准备阶段)是物料输入和输出的动态过程,这种物料在机械制造系统中的运动称为物料流。

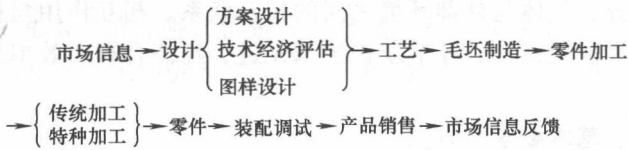


图 0-3 机械制造过程

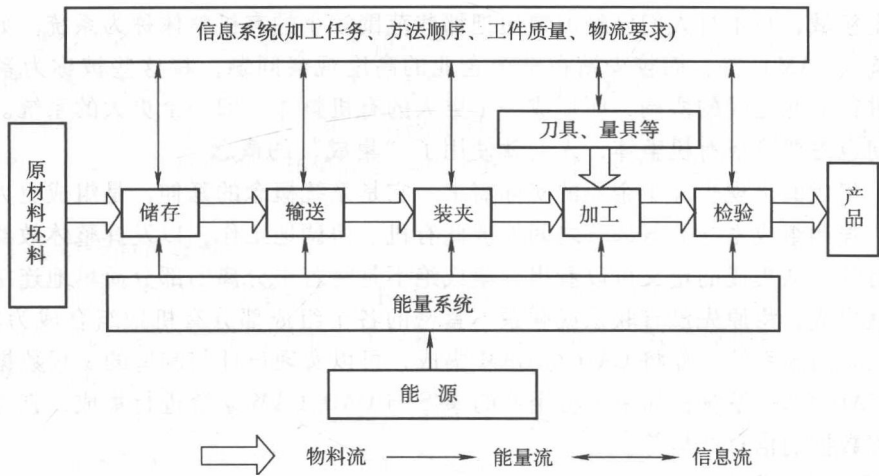


图 0-4 机械制造系统组成图

(2) 信息流 在机械制造系统中，必须集成各个方面的信息，以保证机械加工过程的正常进行。这些信息主要包括加工任务、加工工序、加工方法、刀具状态、工件要求、质量指标和切削参数等。这些信息又可分为静态信息（如工件尺寸要求、公差大小等）和动态信息（如刀具磨损程度、机床故障状态等）。所有这些信息构成了机械加工过程的信息系统。这个系统不断地和机械加工过程的各种状态进行信息交换，从而有效地控制机械加工过程，以保证机械加工的效率和产品质量。这种信息在机械制造系统中的作用过程称为信息流。

(3) 能量流 能量是一种物质运动的基础。机械制造系统是一个动态系统，其动态过程是机械加工过程中的各种运动过程。这个运动过程中的所有运动，特别是物料的运动，均需要能量来维持。来自机械制造系统外部的能量（一般是电能）多数转变为机械能。一部分机械能用于维持系统中的各种运动，另一部分通过传递、损耗而到达机械加工的切削区域，转变为分离金属的动能和势能。这种在机械加工过程中的能量运动称为能量流。机械制造系统中的物料流、信息流、能量流之间相互联系、相互影响，组成了一个不可分割的有机整体。

在很长一段时期里，人们习惯于孤立地、分别地研究机械制造中所涉及的各种问题。尽管在机床、工具和制造工艺等各个方面都取得了长足的进步，而且成功地应用于大批量生产，但在大幅度提高各种因素非常复杂的小批量生产的生产率方面，长时间未能取得大的突破。直至 20 世纪 60 年代末期，人们才逐步认识到，必须运用系统的观点来认识机械产品制造的全过程，将其视为系统，进而运用系统工程的理论和方法，根据制造系统的目的，从整

体与部分、部分与部分、整体与外部环境之间的相互联系、相互作用与相互制约的关系中综合、准确地分析和研究制造系统,才能获得技术先进、经济合理、效率高及整体协调运转的最佳效果。

三、集成的概念、基本要求与方式

集成的概念与系统的概念较相似。系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。实际上,集成一词早在人们熟知的集成电路出现时就已广泛应用于各个领域,只不过人们已经习惯地把那些范围较小的有机整体称为系统。如计算机辅助制造系统(CAM)等,而较少站在整个企业的高度观察问题,将这些被称为系统的有机整体再次进行彼此之间的协调,而形成更大的有机整体,即一个更大的系统。为了突出在系统之间也需要形成有机整体,人们就使用了“集成”的概念。

因此,集成的出现来源于企业的实际需求。它是系统概念的延伸,是组成更大规模系统的手段,它强调组成系统的各部分之间能彼此有机、协调地工作,以发挥整体效益,达到整体优化的目的。从集成的定义可以看出,集成绝不是将若干分离的部分简单地连接拼凑,而是通过信息集成,将原先没有联系或联系不紧密的各个组成部分有机地组合成为功能协调、互相紧密联系的新系统。如将CAD与CAM集成,可以实现设计与制造的工程数据的信息共享,组成CAD/CAM系统;如果再将企业的MIS与CAD/CAM系统进行集成,就可实现商用数据和工程数据的信息共享等。

1. 集成的基本要求

集成的最终目的是使组成新系统的各子系统有机协调地工作,以发挥整体效益,达到整体优化,这种集成也称为系统集成。当然,每个分系统内部的集成也是一种小范围、小规模集成,但它是系统集成的基础,两者相互联系。因此,从制造企业的角度来看,要实现集成,必须满足以下基本要求:

- 1) 应包括数控机床、自动化小车在内的各种加工设备,以及计算机等通信设备在内的部分或全部的硬件资源。
- 2) 应包括系统软件、工具软件及应用软件在内的软件资源。
- 3) 在软硬件及网络的基础上,建立一个良好的企业信息模型,以达到信息共享。
- 4) 企业各职能部门必须协调一致,使企业管理、技术和生产三个主要职能紧密地联系在一起。
- 5) 强调集成过程中人的地位和作用。

2. 集成的方式

集成的方式有硬件集成,软件集成,数据和信息集成,管理、技术和生产等功能集成,以及人和组织机构的集成。其中,硬件集成是指在计算机网络系统的支撑下实现计算机上层与工厂底层执行设备的集成。软件集成是指系统软件(如操作系统等)、工具软件及应用软件之间的集成,即软件的异构问题。如果没有软件的集成,硬件集成就会变得毫无意义。软件集成的关键是选用的各类软件要尽可能符合国际统一标准和开放的要求。数据和信息集成作为系统集成的一个子集,它要对全企业的数据合理地进行规划和分布,以避免不必要和有害的冗余数据。要做到信息共享,建立一个良好的信息模型是非常重要的。管理、技术和生产等功能集成是指工厂为完成战略目标,各职能部门应协调一致地工作,管理、技术和生产三个主要功能需要相互配合。而这些环节在未集成之前是彼此分离和相互脱节的。人和组织

机构的集成是指充分提高人在企业中的地位。强调企业和供应商、顾客之间的良好合作，强调友好的人机界面和专家系统的引入。人是系统中最为重要和活跃的因素，已成为系统集成重点考虑的因素之一。

第二节 工业安全

现代工业生产除了应充分考虑技术和经济问题外，还必须对能源利用、资源条件、安全性和环境保护等因素进行综合分析，才有可能作出正确的决策。安全性和环境保护对于经济性具有不同性质的重要意义，有时甚至是决定性的因素。必须强调从工厂开始规划与设计起，即应考虑建立一个安全的、环境良好的生产场所，并将这一考虑贯穿于工厂的整个寿命周期。

一、工业安全的重要性

工业安全的重要性正在日益提高，主要表现在以下两个方面：

- 1) 尽管现代社会的发展依赖于工业与科学技术的发展，但是现代社会也要求工业企业必须满足安全性的要求。
- 2) 现代工业企业的数量越来越多，规模越来越大，技术越来越复杂，一旦发生事故，所带来的危害也越来越严重，因此社会已对工业与科学技术的发展产生了极大的担心与疑虑。工业安全问题不仅为工厂本身所关注，而且也成为整个社会所关注的重要问题。

二、工业安全性的评价

通常用引起不良后果的事件出现的可能性或概率来评价工业企业的安全性。所谓的不良后果，一般从以下几个方面进行衡量：①人员死亡；②人员伤残；③设备与厂房毁坏；④生产损失（如工时损失、材料损失、延误工期等）；⑤环境污染。

在进行工厂规划设计、制造工艺设计及日常运行管理时，对各种方案的评价与选择，都必须充分考虑其安全性。

三、工业系统的危险性因素

工业系统中，典型的危险性因素（或称不安全因素）主要表现在以下几个方面：①系统过载；②系统长期负载运行造成损坏；③系统本身的可靠性差；④系统的维修不善；⑤人-机误差（机器在人机控制方面失当或人的误差）；⑥人员缺乏技术培训，素质偏低；⑦管理不善；⑧环境不好。

通过分析工业系统的危险性因素可知，工业系统的安全性主要取决于工业系统本身与系统的运转操作过程。这两个方面都表明工业系统的安全性在相当大的程度上与人的失误密切相关，人的失误是最重要的危险性因素。因此，工业企业必须在努力提高系统本身安全性的同时，充分重视安全教育，使所有员工都树立起“安全第一”的观念，懂得并严格执行有关的安全技术与安全规程。

四、工业安全性的分析方法

为了建立工业安全状态，设计工程师和制造工程师都必须对各种方案进行安全性分析。在工业生产中常用的安全性分析方法可分为定性分析和定量分析两类。定性分析用于确定可能产生的故障类型及可能导致产生重大事故的多种故障的组合类型。定量分析用于确定故障

发生的可能性或概率，并可用于估价预计损失和进行安全系统的优化。在定量分析前应先进行定性分析。

安全性分析对于指导企业建立安全可靠的生产系统具有非常重要的意义。通常，分析人员应特别重视系统要害部位的安全性分析。

五、有关安全法规与制度

党和政府非常重视工业安全问题，制定了一系列的安全法规与制度。现简要介绍如下：

(1) 安全生产责任制 安全生产责任制是工业企业中最基本的安全制度。它规定企业单位的各级领导在管理生产的同时，必须负责安全管理工作，认真贯彻执行国家有关安全生产与劳动保护的法规与制度；企业单位中的各个职能机构都应该在各自的业务范围内，对实现安全生产的要求负责；企业单位的职工必须自觉遵守安全生产规章制度。

(2) 安全技术规程 安全技术规程包括“工厂安全卫生规程”“建筑安装工程安全技术规程”“矿山安全条例”“工人职员伤亡事故报告规程”等，对建筑物与通道的安全、机电设备的安全等都作了明确的规定。对特殊工种的工人，还规定其必须进行专门的安全操作技术训练，经过考核合格后才允许上岗操作。

(3) 劳动卫生规程 为了保护生产过程中职工的健康，防止和消除职业病与职业中毒，我国制定了“工业设计卫生标准”等规程，针对各种有毒有害物质的最高允许浓度，制定了国家的统一标准。

第三节 环境保护

一、环境与环境保护的概念

环境是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城镇和乡村等。

构成环境的各种自然因素是经济发展不可或缺的自然资源和物质基础，也是人类赖以生存的基本条件。因此，保护环境就是保护自然资源，保护人类的生存条件。对于可以再生的资源（如水、大气、森林、草原等），应该使之不断再生增殖，以资永续利用；对于不可再生的一次性资源（如石油、煤等矿产），应该合理地开发利用，避免和减少资源的破坏与浪费。

我国政府对于环境保护极为重视，明确提出环境保护是我国现代化建设的一项战略任务，并将其列为我国的一项基本国策。1989年12月，我国颁布了《中华人民共和国环境保护法》（以下简称为《环境保护法》）。此外，还颁布了一系列关于防治各种环境污染和其他公害的专门法律，如《中华人民共和国水污染防治法》《海洋环境保护法》等。

二、环境污染及其特征

人类在其生产和生活活动中，把各种废弃物排放到环境中，不断地影响和改变着周围的环境。反过来，环境质量的变化也在不断地反馈作用于人类。凡是使环境质量发生不良变化，扰乱和破坏生态系统的良性循环及人类的正常生活条件，甚至危及人类健康的现象，均称为环境污染。

当前主要的环境污染物及其来源有以下几类：①工业污染源，指工业生产中形成、排放的废水、废气、废渣等；②交通污染源，指各种交通运输工具在运行中发出的噪声、扬起的灰尘、排出的废气、清洗车体的污水及运载的有毒、有害物质的泄漏等；③农业污染源，指农业生产中施用农药与化肥、土壤流失、农业废弃物造成的污染；④生活污染源，指生活烧煤和生活污水造成的污染；⑤放射性污染源，指核能工业、医用及工农业用放射源和核武器生产、试验的放射性污染及其排放的废弃物与飘尘的放射性污染。

从对人体危害的角度来看，环境污染一般具有以下特征：

1) 影响的范围大，涉及的地区广，危害的人群多。从某种意义上说，其影响所及，达到整个人类。

2) 作用的时间长。环境一经污染，短时间内难以治理，接触者长时间不断地暴露于被污染的环境中。

3) 污染物浓度低，作用情况复杂。污染物经大气和水的稀释后，浓度一般很低。但污染物的种类多，不但可以通过生物或理化作用产生迁移、转化、代谢、降解和富集，改变其原有的性状和浓度，产生不同的危害作用，而且多种污染物同时作用于人体，可以产生复杂的综合作用。

三、环境保护法的基本原则

环境保护法的基本原则是指该法特定的，在调整由于开发利用和保护自然资源、防治环境污染和生态环境破坏所产生的社会关系中，所规定的具有普遍性的基本准则，主要包括以下几个方面：

(1) 环境保护纳入国民经济计划的原则 各级政府在制订国民经济和社会发展规划时，必须把保护和自然资源作为综合平衡的重要内容，必须包括环境保护的目标、要求和措施。

(2) 预防为主、防治结合的原则 预防为主、防治结合就是要把环境保护工作的重点放在预防上，防止在开发建设活动中产生新的环境污染和资源破坏，对于已经造成的污染，必须进行积极治理。遵照这项原则，必须做好以下几方面的工作：

1) 认真执行环境影响评价制度。即在开始进行某个建设项目或活动之前，应先对可能对周围环境造成的不良影响进行调查、分析、预测和评价，并提出处理意见和对策，报国家环保部门审批。

2) 认真执行“三同时”制度。即一切建设项目、技术改造项目和其他开发项目的防治污染及其他公害的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

3) 搞好资源的综合利用，化害为利。

4) 加强各类企业的环境管理。

5) 结合技术改造，防治环境污染。

6) 结合产业调整，改造不合理的工业布局。

(3) 谁污染谁治理，谁开发谁保护的原则 根据这项原则，一切开发利用自然资源的单位和个人都必须采取措施保护环境；对造成环境严重污染的排污单位，由法定的政府主管机关作出决定，限定其在规定的期限内完成治理污染的任务。

(4) 依靠群众保护环境的原则 环境保护必须依靠群众的智慧和力量，同时每个公民也都有遵守国家法律，进行环境保护的义务。

四、机械制造过程中的环境保护

(一) 金属热处理及表面处理过程中的环境保护

在金属热处理及表面处理过程中,高温炉与高温件会产生热辐射,退火和正火时加热炉有烟尘和炉渣产生,淬火时不仅有油烟生成,还会因为防止金属氧化而在盐浴中加入二氧化钛、硅胶和硅钙铁等脱氧剂导致产生废渣盐,在盐浴炉及化学热处理时会产生氢氧化钠等各种有害气体和高频电声辐射等。表面渗氮时,用电炉加热,并通入氨气,存在氨气泄漏的可能性。表面氰化时,将金属放入加热的含有氰化钠的渗氰槽中,氰化钠有剧毒,产生含氰气体和废水。表面(氧化)发黑处理时碱洗在氢氧化钠、碳酸和磷酸三钠的混合溶液中进行,酸洗在浓盐酸、水、尿素混合溶液中进行,将排出废酸液、废碱液和氯化钠气体。

以上产生的废水、废气、废渣,热辐射、声辐射等物质将对环境产生很大的污染,对人体造成很大的伤害。

这些污染物就其形态看有固态、液态和气态三种。

1) 固态污染物有各种大小不一、性质各异的粉尘粒子,有的粒子粒径仅 $1\mu\text{m}$,人体吸入后可直达肺泡并长期储留,对人体造成伤害;有的粒子却是很贵重的工业原料,如有色金属氧化物原料。

2) 液态污染物主要有各种酸雾、各种有机溶剂液滴等。

3) 气态污染物则有硫氧化物、氮氧化物、碳氧化物、重金属、碳氢化合物等,也包括有机气体恶臭等。

污染物质的形态不同,治理方法也不同。可以用机械和电等物理方法把污染物分离开来,也可以用化合、分解等化学方法将有害污染物转为无害物,乃至转变为有用物质。

下面将介绍各种防治方法和技术。

1. 工业废气的防治

对排入大气中的固态污染物,可以通过各种除尘器除去其中的颗粒;对液态污染物可以采用各种除雾器捕集悬浮在废气中的各种悬浮液滴;气态污染物的分离、捕集设备主要有各种脱硫、脱氮设备,也可以采用吸收、吸附、焚烧、冷凝及化学反应等方法净化工业有害气体。

(1) 工业废气的除尘 从废气中分离、捕集颗粒物的设备称为除尘器。采用除尘器除尘已成为机械工业防治工业性大气污染的一项重要技术措施,其作用不仅是除去废气中的有害粉尘,还可以不定期地回收废气中的有用物质,用于工业生产,达到综合利用资源的目的。

(2) 工业有害气体的净化技术 控制工业有害气体的污染,应该重视减少污染物的产生和对已产生的污染物进行净化两方面的技术措施。工业有害气体的净化过程就是从废气中清除气态污染物的过程,它包括化工及有关行业中通用的一系列单元操作过程,涉及流体输送、热量传递和质量传递。要处理含有几种有害气体的废气,净化系统必须既能处理其中的每一种成分,也能够处理其组合成分。如果要在工艺中回收某些物质,则需要在回收前先行分离,这就使设计更为复杂。净化工业有害气体的基本方法有五种,即吸收、吸附、焚烧、冷凝及化学反应。

(3) 废气中液态污染物的除雾设备 废气中液态污染的除雾设备主要包括四大类:①惯性力除雾装置,包括折板式除雾器、重力式脱水器、弯头脱水器、旋风脱水器、旋流板