

现代集成制造系统概论

——理念、方法、技术、设计与实施

严隽薇摇主编

清华大学出版社摇摇摇施普林格出版社

内 容 简 介

本书以 20 世纪 80 年代兴起的计算机集成制造(CIM)理念为起点,讲述了以计算机技术、通信技术和微电子技术为代表的当代信息技术对传统制造企业的渗透、支持和冲击,给制造业带来的挑战和机遇,以及 CIM 技术的发展与沿革,系统地介绍了 21 世纪的现代集成制造系统(MIS)的理念、方法、技术、设计与实施等内容。

全书共 12 章。第 1 章对信息时代的制造业与 CIM 进行综述,为全书内容的展开做铺垫。第 2 章介绍现代集成制造系统的基本组成,即数字化设计与制造系统、企业管理与电子商务系统、流程工业的 MIS 和现代集成制造的支撑系统平台。第 3 章系统地介绍了现代集成制造系统的方法体系,包括 MIS 参考体系结构、MIS 的建模方法和建模工具的应用。第 4 章就 MIS 系统的总体设计技术进行论述,主要围绕需求分析、总体方案、分系统总体设计等方面展开。第 5 章集中介绍现代集成制造系统的关键技术,如 MIS 的理论和支撑技术、信息技术、计算机辅助技术、集成平台技术、制造过程控制技术等,另外还介绍了 MIS 技术的新发展。第 12 章概要介绍了现代集成制造系统的战略。

本书可以作为自动化、机械、计算机应用等工科类专业和管理工程类专业的高年级本科生和研究生的选修课教材,也可作为从事企业信息化工作的技术人员和管理人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62770175 转 601 或 010-62776969
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

现代集成制造系统概论——理念、方法、技术、设计与实施 韩 隽 编著—北京:清华大学出版社,2000
I. ①现… II. ①韩… III. ①计算机集成制造—高等学校—教材 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 000000 号

出 版 者:清华大学出版社	地 址:北京清华大学学研大厦
邮 政 编 码:100084	邮 编:100084
社 总 机:010-62770175	客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:王一玲
文稿编辑:魏艳春
印 刷 者:北京密云胶印厂
装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂
发 行 者:新华书店总店北京发行所
开 本:185mm×260mm 1/32 印 张:10.5 字 数:250千字
版 次:2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 7-302-02000-0
印 数:1-5000
定 价:18.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175 或 (010)62776969

前言

摇摇本书的素材基础来自研究生课程“计算机集成制造系统(悦云杂)设计和实施概论”和近十年国家愿云计划悦云杂主题的科研实践。原课程是圆世纪愿年代中期为系统工程专业开设的,到圆园年共为苑届研究生讲授此课程。旨在使研究生掌握计算机集成制造系统的理论、方法和技术,并具有设计与实施计算机集成制造系统的能力。随着信息、机械、自动化、系统工程和管理等学科的发展,特别是计算机集成制造技术(精云课)和现代集成制造技术(精云课)的推进,以及自身获得的丰硕科研成果,我们感到必须加深与拓宽课程的内容,特别是需要编写出能反映悦云杂技术沿革、新内涵以及相关成果的教学参考书。从圆园年开始我们对课程内容进行调整,增加了“现代集成制造系统的基本概念”、“现代集成制造系统的基本组成”、“国内的企业建模体系介绍”、“现代集成制造系统的关键技术”以及“企业实施现代集成制造系统的战略”等内容。本书对原课程内容进行了改革与更新,旨在使研究生能及时获得先进制造与自动化技术领域中的最新理念、方法与技术,特别是从事大型悦云杂工程系统设计与实施所需要的基本能力。

本书讲述了以计算机技术、通信技术及微电子技术为代表的当代信息技术对传统制造企业的渗透、支持和冲击,给制造业带来的挑战和机遇,以及悦云杂技术的发展与沿革;系统地介绍了圆世纪的现代集成制造系统(悦云杂)的理念、方法、技术、设计与实施等内容。在本书编写过程中,我们以国内外最新的研究成果和实践经验充实其内容;以系统论、方法论为指导,提升全书的学术水平,强化课程的科学性和系统性。该课程是在多年高水平科研项目带动下创建的,并得到长足的发展,我们将多年来悦云杂科研中遇到的

问题、获得的成果加以总结和系统化,并跟国家“八六三”计划“智能制造”主题的指导思想融合,较全面、系统地阐述了“现代集成制造系统(MCIMS)”。该书使读者能直接面对国民经济建设主战场,并在实施“以信息化带动工业化”的重大战略中发挥作用。相信本书的出版具有很好的学术价值。

本书共 10 章。第 1 章对信息时代的制造业与智能制造进行综述,并为全书内容的展开做铺垫。第 2 章介绍现代集成制造系统的基本组成,即数字化设计与制造系统、企业管理与电子商务系统、流程工业的智能制造和现代集成制造系统的支撑系统平台。第 3 章系统地论述现代集成制造系统的方法体系,包括智能制造参考体系结构、智能制造的建模方法和建模工具的应用。第 4 章就智能制造系统的总体设计技术进行论述,主要围绕需求分析、总体方案、分系统总体设计等方面展开。第 5 章集中介绍现代集成制造系统的关键技术,例如,智能制造的理论和支撑技术、信息技术、计算机辅助技术、集成平台技术、制造过程控制技术以及智能制造技术的新发展等。第 6 章概要介绍了现代集成制造系统的战略。

本书既注重系统性和科学性又注重实用性,既有综合性又有专门深入的论述。其主要特色是:突出“九五”和“十五”以来,作者在智能制造领域获得的科研成果,如:构件化企业建模体系及支持工具(智能制造)、面向敏捷制造企业的建模体系及支持工具(智能制造)等;注重现代集成制造系统(智能制造)强调的关键技术,如,智能制造的理论和支撑技术、信息技术、计算机辅助技术、集成平台技术、制造过程控制技术以及智能制造技术的新发展等,较全面地系统地阐述了实际系统开发中已采用或正在兴起的技术,涉及面广,内容丰富,努力反映“十五”国家智能制造主题的战略部署及实施情况。

本书受到了同济大学教材、学术著作出版基金委员会资助支持。本书是在经过多轮研究生教学实践检验的基础上编写而成的,其教学效果较好。全书由严隽薇策划、主编并统稿,其中,严隽薇编写了第 1 章、第 2 章以及第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章,戴毅茹编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章,凌卫青编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章。在此特别感谢戴毅茹和凌卫青为本书所做的大量工作。本书得到电子与信息工程学院系统工程专业 2004 级研究生叶天勇、孙明亮、周冰、郭光宇、马达、吴云鹰、李巍巍、黄丹、李辉、朱长浪、宋登和彭云等的支持与协助,他们为本书多个章节的素材编写工作付出了辛勤劳动。谨此一并表示衷心的感谢。

主编

2004 年 10 月

目 录

第 1 章 信息时代的制造业与 智能制造概念	1
1.1 信息时代的制造业	1
1.1.1 制造业发展史的启示	1
1.1.2 信息时代对制造业的挑战	2
1.2 计算机集成制造系统的基本概念	3
1.2.1 计算机集成制造的基本概念及定义	3
1.2.2 计算机集成制造系统的组成	4
1.3 现代集成制造系统的基本概念	4
1.3.1 现代集成制造理念发展的背景与形成	4
1.3.2 智能制造的定义与内涵	5
1.3.3 智能制造理念的特征	5
1.4 智能制造的设计与实施要点	6
1.4.1 企业模型理论与方法	6
1.4.2 工程开发生命周期	7
1.4.3 实施智能制造的指导方针	7
第 2 章 现代集成制造系统的基本组成	8
2.1 制造企业的功能和生产组织方式	8
2.1.1 传统制造企业的生产组织方式	8
2.1.2 现代制造企业的生产组织方式	9
2.2 数字化设计与制造系统	9

圆瑶瑶概述	猿愿
圆瑶瑶工程设计自动化系统	猿怨
圆瑶瑶制造自动化系统	源
圆瑶瑶企业管理与电子商务系统	缘
圆瑶瑶现代集成制造系统的管理技术体系	缘
圆瑶瑶企业资源管理计划系统	缘
圆瑶瑶敏捷供应链管理系统	缘
圆瑶瑶客户关系管理系统	远
圆瑶瑶全面质量管理	远
圆瑶瑶电子商务环境	缘
圆瑶瑶流程工业的现代集成制造系统	远
圆瑶瑶连续型制造业的特点	远
圆瑶瑶过程自动化系统	苑
圆瑶瑶现代集成制造的支撑系统平台	愿
圆瑶瑶企业整体解决方案的集成平台	愿
圆瑶瑶网络化制造服务平台	愿
圆瑶瑶集成化企业建模与诊断系统	愿
第 猿章 瑶现代集成制造系统的方法体系	怨
猿瑶瑶引言	怨
猿瑶瑶现代集成制造参考体系结构简介	怨
猿瑶瑶悦云体系结构的分类	怨
猿瑶瑶悦云粤	苑
猿瑶瑶孕云粤	苑
猿瑶瑶粤云	苑
猿瑶瑶粤云	苑
猿瑶瑶国内的企业建模体系介绍	苑
猿瑶瑶各种体系比较	猿
猿瑶瑶现代集成制造系统的建模方法	猿
猿瑶瑶粤云系列方法	猿
猿瑶瑶粤云建模方法	猿
猿瑶瑶粤云控制视图的过程链方法	猿
猿瑶瑶面向对象的 粤云方法	猿
猿瑶瑶采用 粤云语言类的 粤云建模方法	猿
猿瑶瑶面向企业整体解决方案的建模工具的应用	猿

猿源猿摇引言	猿源愿
猿源源摇企业诊断阶段	猿源园
猿源猿摇需求分析阶段	猿猿猿
猿源源摇系统设计阶段	猿猿缘
猿源缘摇实施与运行维护阶段	猿源愿
猿源远摇面向企业整体解决方案的建模工具	猿源园
第 源章摇现代集成制造系统总体设计技术	猿源怨
猿源怨摇悦酝杂的需求分析	猿源怨
猿源怨摇企业现状分析	猿源园
猿源怨摇企业面临的问题及对策分析	猿源源
猿源怨摇悦酝杂的需求与目标	猿源苑
猿源园摇悦酝杂总体方案的制定与描述	猿源园
猿源园摇制定总体方案的指导思想	猿源园
猿源园摇悦酝杂总体设计的内容	猿源园
猿源园摇悦酝杂的功能设计	猿源猿
猿源园摇悦酝杂的信息设计	猿源源
猿源园摇悦酝杂的资源设计	猿源远
猿源园摇悦酝杂的组织设计	猿源苑
猿源员摇分系统的总体设计	猿源愿
猿源员摇概述	猿源愿
猿源员摇悦酝杂各分系统的覆盖范围	猿源怨
猿源员摇悦酝杂各分系统的总体设计要点	猿源园
猿源圆摇悦酝杂的设计标准与规范	猿源源
猿源圆摇悦酝杂国际标准制定的相关情况	猿源源
猿源圆摇悦酝杂国际标准化组织简介	猿源缘
猿源圆摇悦酝杂国家标准制定情况简介	猿源远
第 缘章摇现代集成制造系统的关键技术	猿源猿
猿源猿摇现代集成制造系统理论和支持技术	猿源猿
猿源猿摇离散事件动态系统理论	猿源猿
猿源猿摇系统集成与企业优化技术	猿源愿
猿源猿摇系统仿真技术	猿源园
猿源猿摇智能技术与方法	猿源源

缘瑶现代集成制造系统中的信息技术	圆园
缘瑶瑶产品数据管理技术(孕云)	圆园
缘瑶瑶现代集成制造网络技术	圆
缘瑶瑶产品模型数据交换标准(孕云)	圆
缘瑶瑶产品全生命周期管理技术(孕云)	猿
缘瑶计算机辅助技术	猿
缘瑶瑶计算机辅助设计(悦粤)	猿
缘瑶瑶计算机辅助工艺规划(悦粤孕)	猿
缘瑶瑶计算机辅助制造(悦粤云)	猿
缘瑶瑶计算机辅助质量管理(悦粤)	猿
缘瑶现代集成制造系统的集成平台技术	猿
缘瑶瑶软构件及其标准接口	猿
缘瑶瑶现代集成制造系统应用集成平台	猿
缘瑶制造过程控制技术	猿
缘瑶瑶数字控制技术(晕允)	猿
缘瑶瑶柔性制造技术(云云)	猿
缘瑶瑶智能制造技术(隅云)	猿
缘瑶现代集成制造系统技术的新发展	猿
缘瑶瑶新的制造模式的不断产生和发展	猿
缘瑶瑶面向过程的管理向企业策略管理的发展	猿
缘瑶瑶产品并行虚拟开发技术的日趋成熟	猿
缘瑶瑶制造技术向柔性化、集成化和智能化方向的发展	猿
缘瑶瑶分布式对象技术及隅云对集成制造技术 发展的促进	猿
第 远章瑶企业实施现代集成制造系统的战略	猿
远瑶瑶现代集成制造系统同企业发展的关系	猿
远瑶瑶建设现代化企业的有效途径	猿
远瑶瑶企业信息化的内涵	猿
远瑶瑶制造企业的跨越式发展	猿
远瑶我国的制造业信息化工程战略	猿
远瑶瑶我国 悦粤云应用工程的实施历程	猿

我国制造业信息化工程简介	猿怨
企业 应用工程的投资决策及效益分析	猿猿
企业 应用工程的投资决策	猿源
企业 应用工程的效益评估	猿愿
参考文献.....	猿园

第 1 章

信息时代的制造业与 相关概念

1.1 信息时代的制造业

制造业是人类创造生存和发展所需人造物的活动的总称。它奠定了人类物质文明的基础,是国民经济的支柱产业。社会由低级向高级的发展在很大程度上取决于人类造物活动的水平。目前,人类走进了信息时代,伴随社会发展的制造业是如何演进的?它又可能发展成何种新的模式?从制造业的近代演进史中可以找到上述问题的答案,并可能得到有益的启示。

1.2 制造业发展史的启示

从原始时代开始,人们便知道如何使用工具和制造工具。从石器时代到青铜器、铁器时代生产力水平低下,主要是人力、畜力、局部利用水力和风力,以及简单的工具,制造技术主要依靠人的手工技艺;生产方式采用的是手工,或半手工、半机械化的手工业作坊式生产方式。

随着手工业的兴起,在 15 世纪末到 16 世纪末的 100 多年间,商业、交通、航海、造船和建筑业均开始得到发展。17 世纪后期,英国科学家牛顿发明的力学三大定律成为后来机械学的力学理论基础;法国数学家笛卡儿创立了解析几何学;德国数学家莱布尼茨确定了微积分学;18 世纪中叶,美国富兰克林发现了电,阐述了正负电荷现象,为电磁、电力研究与应用提供了前提条件。这一系列自然科学的进步促进了制造业的发展,孕育着机器生产时代的到来。

蒸汽动力时代

1769 年,英国机械师瓦特发明了蒸汽机。依靠蒸汽动力,纺织业、机器制造业取得了革命性的变化,汽车、火车、汽船等交通工具相继得到生产,煤炭、石油和钢铁等行业也得到了相应的发展。蒸汽机的发明,将人类社会带入了蒸汽动力时代,蒸汽机成了大工业时代普遍应用的发动机,并引发了第一次工业革命。第一次工业革命标志着由机器占统治地位的近代工业化大生产时期的开始。18 世纪初,在交通工具方面也相继出现了许多创造发明。从美国富尔顿制造出第一艘汽船,到英国工程师史蒂芬发明火车机车一直到 1825 年,世界上第一条客运铁路投入运行,交通工具的发展促进了机械制造业的发展。工业革命为资本主义发展和机器大生产创造了广阔的前景。

电力动力时代

1820 年,奥斯特发现了电磁效应,法国安培提出了电流相互作用定律;1821 年,英国法拉第制作出了永磁电动机模型;1831 年,法拉第总结出电磁感应定律,发明了发电机;1864 年,麦克斯韦建立了电磁场理论。上述这些发明、发现为后来的电信、电器以及电动机、发电机的创造和应用奠定了理论和电力工业基础。此后,电话、电报、电灯相继问世。由于电力机器能耗损失仅为 1%,而且清洁、操作方便、占用空间小、性能优良、价格低廉,因此,与蒸汽机相比,电力机器具有明显的竞争优势。1877—1880 年,法国试验应用电力,直接采用电动机驱动机床,推动了机床制造业的发展,结束了机床动力由人力、水力到蒸汽动力的时代。以电作为动力源改变了机器的结构,开拓了机电制造技术的新局面,人类从此开始进入电力时代。

19 世纪下半叶的另一重大发明就是内燃机。1859 年,法国李诺瓦以瓦斯为燃料发明了内燃机;1876 年,德国发明家卡尔·本茨创造了高速汽油发动机;1887 年,狄塞尔以重油为燃料,依据压缩燃料点火的引擎原理,研制成功了大马力柴油机,用作运输车辆动力;1899 年,亨利·福特制造出轻巧、有力、安全、可靠的四轮汽车。麻省理工学院的 麦克等人在《改变世界的机器》一书中关于汽车制造业的这段发展史的论述,对认识信息时代制造业的诸多问题,应该能有所启示。

1900 多年(1899)前,英国议会的一位议员需要购买一辆轿车,当时英国没有汽车制造厂,更没有任何销售商,因此这位议员只能到巴黎的 标致公司订制一辆。标致公司是当时世界有名的处于领先地位的轿车公司,每年制造几百辆汽车。当时的制造方式是传统的单件生产,即由具有高度技巧的工匠精心地制造汽车。这些工匠通晓机械设计的原理,熟悉他们所使用的各种材料

的性能。他们中不少人就是小业主,在 马 内独立承包,甚至可以作为一个独立的机械制造作坊与 马 签订合同,承制某些零件或总成。

当时的 马 两位创始人与几个最亲近的伙伴负责同顾客讨论,确定汽车的详细规格,订购主要的零件并最后装配成品。而绝大部分的工作,包括总体设计和工程设计,都是由分散在巴黎各处的各个作坊完成的。在这种情况下, 马 公司从来就没有制造过两辆完全相同的汽车,即使按同样的蓝图,造出来的汽车也不相同。原因在于 马 承包商都不采用标准的计量器具,因此当各种零件运到 马 工厂总装时,这些零件只是近似于所要求的规格。熟练的装配工先取两个零件,用锉将它们修整,使之配合良好。然后再挑第三个零件,使之与前面两个零件配合良好。这样一直干下去,直至整台汽车装配完毕。这种逐个的配合,产生了累计误差,因此这辆汽车和按同样蓝图制造的上一个汽车在尺寸上的差别已经相当明显了。

这就是典型的单件生产,其特点是:

(员) 劳动力在设计、机械加工和装配等方面都有很高的技艺;

(圆) 组织相当分散,一个企业主与所有各方(顾客、雇员及协作者)直接联系;

(猿) 使用通用机床对金属和木材进行钻、磨等加工;

(源) 产量极低,成本高。

至 员 年,欧洲已有几百家这类公司采用单件生产方式以很小的批量制作汽车,这些独立承担大部分生产任务的小工厂没有能力开发新技术。 年,福特汽车公司对生产技术做了一系列重大改进,开创了汽车的大量生产方式,汽车逐步进入欧美家庭,成为改造世界的机器,从而引发了制造业的又一次空前大发展。

福特公司观察到,采用单件生产方式时,每个装配工的平均工作周期为 愿小时 猿分钟,每个装配工要完成同一辆汽车上的大部分装配工作。到 员 年,福特公司实现了所有的零件可以完全互换,每个装配工只承担一件单一的工作,逐个对每辆汽车进行组装。到 员 年,在移动的装配线推出之前,福特公司的一个装配工的平均工作周期已从 愿小时 猿分钟减少到 圆 分钟。此时的生产效率大为提高,因为工人对单一工作容易熟悉,工作便更快。另外,所有零件的修整时间都省掉了。福特公司又注意到,工人从一个装配工位走到另一个工位要花时间,而且每个人走得快慢不同,于是 员 年福特公司推出了移动的总装线,即工人站在一个地方装配某一零件。这样,工作周期又从 圆 分钟缩短到 员 分钟,生产效率又大幅度提高。

福特的“大量生产方式”新技术克服了单件生产方式所固有的问题。大量生产方式的关键不是移动的组装线,而是零件的互换性,即所有的零件全都

可以互换,始终如一,而且连接非常方便。这种革新,使组装线成为可能。这种大量生产方式减少了总装一辆汽车的工时。生产的汽车越多,每辆汽车成本降低越多。当福特的某种车型生产到 100 万辆时,顾客的实际开支也降低了 1/3。为了吸引中等消费者这一市场目标,福特在设计汽车时,为汽车的使用和维护提供了前所未有的方便,普通人用一般的工具便可以修理一般的故障。这些优势把福特公司推到了世界汽车业的首位。这种大量生产方式推动汽车工业的进步达半个世纪以上。

上述事例表明,大量生产方式这种新的生产模式及其技术支持,零件的互换性即公差与配合,机械学科的一个基础技术,带给了制造业的一个重大变革。但是,这场变革的深远意义不止于此,还表现在下列几个方面。

(1) 劳动力的分工

不仅零件可以互换,工人也容易调换。劳动力的分工使临时招募的劳工,即便互相不认识,甚至讲话也听不懂,但培训几小时甚至几分钟便可以上生产线,并能生产出同样复杂的产品。同时,专业的分工也产生了,如工艺工程师、装备工程师、清洁工、修理工、领班等。其中只有检修工保留了过去装配工的许多技艺。工艺工程师中还要分工,包括负责总装的工艺师和各零件作业的工艺师以至电气工艺师等。随着时间的流逝,工程专业也越分越细,同类专业的工程师之间可谈的话题越来越多,相反,不同类专业的工程师之间的共同语言越来越少,这些功能障碍,到后来又会影响整个生产。

(2) 组织结构

追求纵向一体化的生产组织模式,从原材料、制造到与汽车相关的所有功能都纳入到福特公司里来(福特公司可称得上是开了“大而全”的先河)。福特要把所有的工作都归并到厂内自制,是由于他对每个零件的尺寸偏差和交货期的严格要求。组织结构上用严格计划下的严格管理来代替市场经济,总部高级管理人员对公司内部的各个业务分部予以协调。这种纵向一体化的组织机构产生的官僚体制特别严重,并且一经产生,几乎无法克服。

(3) 工具的进步

为了替代技艺高超的工匠,福特用机床来完成同样的工作,以此减少机床的调试时间。专门设计的工夹具的使用降低了对工人的操作技艺要求。此外,按工艺的顺序安排下一道工序,并安排专用的机床进行加工,这就进一步提高了效率。刚性生产线因此便形成了。

由此,福特汽车厂的汽车大量生产,使汽车普及到家庭,反过来又促进了整个工业的发展。美国的社会从此开始“装在轮子”上。可以说,19 世纪 80 年代以前的生产主线追求的是大量生产方式,它带动了整个工业的发展和社会的进步,而作为一项技术,机械学科起了重大的关键作用。因此可以说机

器改变了世界。

19世纪末到20世纪初这100多年中,人类在制造领域进行了大量探索性实验、研究,解决了机械、热力、电磁、化学能量的转换问题,促进了从切削原理、金属材料、机械设计、技术测量直到机床制造等一系列制造技术的迅速发展。金属切削理论方面著名科学家,美国的云宰接泰勒于1883年发表了《金属切削法》,并在研究切削速度对刀具寿命的影响的基础上,于1906年提出了泰勒公式。泰勒公式为提高切削效率和合理安排工人工作量以及建立科学的管理制度提供了理论依据。1885年,美国埃利·惠特尼提出了零件的标准化与互换性,并制造了单功能专用机床,采用量规生产单一零件,实现了互换性生产方式,使大量生产方式成为可能,完成了1850支枪的生产合同。19世纪末成套量块(块规)问世后,组合量块精度能达到0.001mm。这种量块首先用于军事工业,制造出了符合口径的子弹。20世纪初,机床制造业发展速度极快,能够制造出满足不同工艺、不同精度要求的普通、专用、自动、半自动等各类机床。

1898年以后,电力驱动的机床得到普遍应用,机床的规格与品种不断增加,加工划分细化,工艺趋向完善。1898年,美国制成多轴自动车床;1901年,格林利公司制造出组合机床;1905年,奥地利海德公司研制成电气仿形车床;1906年,德国制成万能滚齿机;1908年,法国制成螺旋伞齿轮机;1910年,美国研制出高效曲轴磨床;1913年制成行星式内圆磨床;1915年制成无心磨床;1916年,瑞士西普公司制成螺纹磨床;1917年,美国普拉特·惠特尼公司生产出坐标镗床;1918年,瑞士西普公司生产出带光学测量系统的液压坐标镗床。各种类型机床的发明、制造和发展使制造工艺日趋精确化,并为后来的机械化流水线大生产提供了技术基础,机床行业从此成为备受重视的基础产业。

这一时期,在组织管理理论方面也出现了颇有影响的新理论。其代表是美国云宰接泰勒的科学管理理论——强化作业管理和制定完备的规章制度;美国阿尔弗雷德·斯隆的部门管理制度——科层制的金字塔式组织管理模式;法国法约尔的组织管理理论——注重企业内部的部门设计和部门之间关系的协调。

这些制造技术和组织管理理论的发展,为大量生产模式提供了技术基础。在汽车工业的带动下,机械工业、军事工业、化学工业和食品加工业等也相继进入了大量生产时代,并为二战的军工生产准备了物质基础、技术基础和管理经验。通信和交通业的发展,为企业的购销提供了强有力的工具,使市场竞争跨越地区。激烈的竞争促使企业不断采用新技术,改革企业的生产、经营和管理方式。

援信息经济时代

第二次世界大战期间 ,军事工业发展的需要促使电子技术的研究与开发异常活跃。美国陆军支持大学研制电子计算机 ,并于 员愿年诞生了第一台电子计算机。贝尔研究所于 员愿年研制成功集成电路。员愿年出现了单片微处理机 ,之后在美国诞生了超大规模集成电路。电子计算机进入以超大规模集成电路为标志的第四代。计算机在信息采集、存取、处理与通信等方面的功能应用于制造领域 ,极大地推动了制造技术的发展。美国麻省理工学院在空军的资助下 ,于 员愿年发明了世界上第一台数控(悦云)铣床。该项发明震惊了当时的科技界、学术界和舆论界 ,被视为是机械发展史上崭新的一页 ,是第二次工业革命 ,它意味着制造业开始走向信息时代。在其后的近 源年时间里 ,以计算机技术、通信技术为代表的信息技术广泛应用于制造业的各个领域 ,它对制造业的渗透、支持与服务引发并加速了制造业全新的变革进程。这一因信息技术引领的工业革命 ,也称之为新技术革命。这些新技术的代表有计算机辅助设计(悦云)、计算机辅助制造(悦云)、管理信息系统(悦云)、柔性制造(悦云)、计算机集成制造(悦云)、精良生产(悦云)、并行工程(悦云)、敏捷制造(悦云)和智能制造(悦云)等。在新技术革命浪潮的冲击下 ,传统资本密集型、设备密集型、技术密集型的生产与管理模式受到挑战 ,信息密集型和知识密集型生产与管理模式将取而代之。制造技术发生了质的飞跃 ,生产力的含义已转化为信息、自动化设备和人的智力劳动。以下是标志制造业迈向信息时代的有代表性的新技术。

(员) 数控机床

员愿年 ,美国麻省理工学院研制成功世界上第一台三坐标数控铣床。员愿年 ,高效率的数控加工中心研制成功。员愿年 ,采用半导体晶体管分立元件的第二代数控系统研制成功 ,使数控系统的体积大大减小、价格降低、可靠性提高 ,从而使工业界能够真正应用上数控机床和加工中心。员愿年采用集成电路计算机、功能更强的小型计算机数控(悦云)系统研制成功 ,为多坐标联动曲面加工的前、后置处理提供了技术基础。员愿年 ,使用微处理器数控系统装备的机床在工业界得到普遍应用 ,如日本有些企业数控机床的占有率高达 苑缘 ,利用数控机床大大提高了生产率 ,并取得了良好的经济效益。实践证明 ,数控技术给生产带来的变革和产生的效益是一般的技术改造所无法比拟的。

的总体刚度矩阵,该矩阵表示结构零件中所有节点力与位移间的关系。根据已知的作用力、材料性能、约束条件等数据,运用求解大型线性代数方程的数值计算方法,解总刚度方程,从而解决结构件的结构分析问题。

(源) 计算机辅助设计与辅助制造的集成

CAD 和 CAM 具有各自的功能软件系统,采用不同的方法描述数据,其内部数据管理系统也不尽相同。传统的 CAD 系统采用的是几何模型,而 CAM 需要的则是面向制造的工艺和几何特征数据,如公差、表面粗糙度、材料特性和热处理等信息,以进行计算机辅助工艺过程设计,产生工序图与工艺文件、零件数控加工程序和刀具轨迹仿真检验程序等,即需要将 CAD 有关数据转换成各种加工与管理信息。目前应用最多的是美国国家标准局颁布的初始图形交换规范(IGES),许多商品化的 CAD/CAM 系统都含有 IGES 接口。其特点是所有系统的数据传输都采用标准的数据格式,这样就简化了数据转换接口程序的编写。在前、后置处理程序的编写上也非常类似,但存在的缺点是运行效率不高,不便于集成。

为了有效地进行产品数据交换,欧美、日本积极开展数据交换标准的研究。早在 1984 年,国际标准化组织(ISO)就开始制订产品模型数据交换标准(PDM),目标是建立贯穿产品整个生命周期各阶段的统一的产品定义模型,包括零件设计、制造过程中所有信息和信息之间的关系,以进行统一的产品数据管理,无需将产品信息转换成数据文件,使各系统之间可以直接进行信息交换。PDM 标准的研究工作于 1990 年初步完成,它是一个理想的标准,目前仍在开发完善之中。

(缘) 计算机辅助生产管理技术

制造自动化技术的广泛应用,要求企业能够迅速处理企业内外大量信息,能够对随机信息进行处理和控制,以便及时作出正确决策,适应市场竞争和企业生存与发展的需要。1970 年,IBM 公司建成了生产管理和控制信息系统。该动态管理模式主张把企业产品中的各种物料分为独立需求和相关需求两类,按时间段确定不同时期的物料需求,解决库存物料定货问题,进而提出了物料需求计划(MRP)。物料的订货计划由主生产计划的产品中各个物料的从属关系和数量运算确定。MRP 编排好加工和采购计划,保证在加工需要时物料配套齐全,并且既能按期装配或交货,又不过量压库。1980 年代,美国生产与库存管理协会(APICS)组织了各种研讨会和学习班,宣传 MRP 组织会员深入到企业宣讲 MRP 思想与方法,对 MRP 的推广应用起了重要作用。

1985 年,美国著名生产管理专家奥列弗·怀特提出了制造资源计划倡议,通过信息集成,对企业有限的各种制造资源(人力、物力、资金、时间等)进