

▶▶▶ 863现代集成制造系统技术丛书

现代制造模式下的 质量管理

唐晓青 等著



科学出版社

www.sciencep.com

863 现代集成制造系统技术丛书

现代制造模式下的质量管理

唐晓青 等著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

现代制造模式直接影响着制造企业质量管理模式的变化。本书对现代制造模式下的企业质量管理所涉及的理念与概念、理论与方法、实施与应用等进行了系统的论述。全书共分7章,内容包括:现代制造模式概论;现代企业质量管理与质量体系标准;制造企业质量管理的信息化技术、方法、软件工具与系统,应用与实施策略;企业动态环境与质量管理;供应链质量管理的模型与信息支持技术;扩展企业质量管理模型与信息支持技术;大规模定制模式下的质量改进途径与相关技术。

本书为从事制造企业质量管理与企业信息化工作的研究人员、研究生、技术人员提供了了解现代制造模式下质量管理和企业质量管理信息化建设方面的资料。本书可以作为企业经营、质量管理、企业信息化、制造工程与机械制造等专业的研究生教材和参考资料,也可以作为企业管理人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代制造模式下的质量管理/唐晓青等著. —北京:科学出版社, 2004
(863 现代集成制造系统技术丛书/杨海成主编)
ISBN 7-03-014325-6

I. 现… II. 唐… III. 制造业-工业企业管理:质量管理
IV. F407.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第091149号

责任编辑:段博原 贾瑞娜/责任校对:包志虹
责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencecp.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年10月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年10月第一次印刷 印张:17 1/4

印数:1—2 500 字数:320 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

863 现代集成制造系统技术丛书

编写委员会

名誉主任:	孙家广	院士	国家自然科学基金委员会
主任:	杨海成	教授	中国航天科技集团公司
副主任:	王成恩	教授	东北大学
	林鹏	编审	科学出版社
委员:	褚健	教授	浙江大学
	徐晓飞	教授	哈尔滨工业大学
	范玉顺	教授	清华大学
	刘晓冰	教授	大连理工大学
	孙林夫	教授	西南交通大学
	黄涛	研究员	中科院软件研究所
	林忠钦	教授	上海交通大学
	全春来	研究员	中国航天科工集团第二研究院
	谢庆生	教授	贵州大学
	李美莺	副教授	清华大学
	田荣斌	讲师	科技部高技术研究发展中心

序

世纪之交,世界的政治、经济和技术发生了前所未有的巨大变化,经济的全球一体化和全球信息化正在形成。经济全球化和全球信息化使制造业的竞争环境、发展模式及运行效率与活动空间都发生了全面而深刻的变化。这些变化对我国制造业提出了严峻的挑战;当然,这也为实现我国制造业的跨越式发展提供了有利的条件和机遇。

由于我国工业化进程起步较晚,我国的制造业和制造技术与国际先进水平相比还存在着阶段性的差距。这些差距包括:产品结构不合理且附加值不高;制造业能耗大且污染严重;产品创新能力较差且开发周期较长;制造工艺装备落后,成套能力不强;生产自动化和优化水平不高,资源综合利用率低;企业管理粗放、国际市场开拓能力弱;战略必争装备和竞争前核心技术的开发相对薄弱等。这些差距使得我国的制造业和制造技术还不能很好地满足国民经济发展和参与国际竞争的要求。不解决上述问题,中国的制造业就不能在激烈的竞争中生存和发展。要使我国制造业在国内、国际市场竞争中立于不败之地,尽快形成我国自主创新和跨越发展的先进制造技术体系,积极发展和应用先进制造技术,用信息技术提升和改造传统制造业已经刻不容缓。

世界各国十分重视发展制造业信息化与先进制造技术,许多跨国公司应用这些高新技术实现了设计、制造、管理和经营的一体化,加强在国际市场的垄断地位。例如,美国波音公司在波音 777 客机的研制中,由于使用了先进的产品开发设计技术,使开发周期从过去的 8~9 年缩短到 4.5 年,时间缩短了 40% 以上,成本降低 25%,出错返工率降低 75%,用户满意度也大幅度提高。美国通用汽车公司应用现代集成制造系统技术,将轿车的开发周期由原来的 48 个月缩短到了 24 个月,碰撞试验的次数由原来的几百次降到几十次,应用电子商务技术降低销售成本 10%;美国 Exxon-Mobil 石油公司应用先进的综合自动化技术后,使企业的效益提高 5%~8%,劳动生产率提高 10%~15%;可见,先进制造与信息技术应用已经成为带动制造业发展的重要推动力。

为了占领先进制造与自动化技术的制高点,许多国家都提出了跨世纪的研究计划。例如,美国政府提出了《美国国家关键技术》、《先进制造技术计划》、《敏捷制造与制造技术计划》和《下一代制造 (NGM)》等计划;在欧共体的《尤里卡计划 (EUREKA)》、《信息技术研究发展战略计划 (ESPRIT)》和《第六届框架研究计划》中,与先进制造技术有关的项目占有相当大的比重;德国政府提出

了《制造 2000 计划》、《微系统 2000 计划》和《面向未来的生产》等计划；日本的《智能制造系统计划》、《极限作业机器人研究计划》、《微机器研究计划》和《仿人形机器人研究计划》，英国的《国家纳米技术计划（NION）》，韩国的《高级先进技术国家计划（G7 计划）》等均将先进制造与信息技术列为重要研究内容。

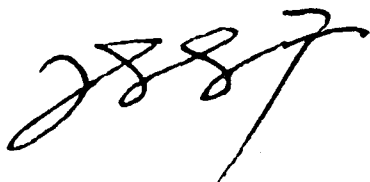
近十多年来，我国相关部门有计划地部署了一系列国家级重点科技项目，有效地促进了我国制造业信息化与先进制造技术的研究与应用推广。如：科技部组织实施的 863 计划的 CIMS 技术主题、智能机器人技术主题，“九五”国家科技攻关计划的 CAD 应用工程、精密制造技术开发与应用、数控技术与装备、现场总线控制技术开发与应用、工业机器人应用、激光技术应用等重点项目；总装备部（原国防科工委）在“九五”期间，组织实施了我国武器装备先进制造技术的发展项目；航空、航天、兵器和机械等许多行业和部门在“九五”期间组织实施了行业先进制造技术项目；国家计委、经贸委等部委在用高技术改造传统产业方面也推行了一系列计划。上述计划和项目极大地推动了我国制造业信息化与先进制造技术的发展。

综观世界各国先进制造与自动化技术计划的制定和实施情况可以看到，先进制造和自动化技术的发展有其深刻的国际经济竞争背景。这些先进制造与自动化技术计划提出时都以提高本国制造业的国际竞争能力、促进经济增长和提高国家综合实力为目标，既注重技术的前瞻性和前沿性，更重视来自产业界的实际需求；在关键技术的选择上对系统集成技术与工艺装备研究开发并重，通过系统技术、信息技术和自动化技术的引入来提高制造企业的竞争能力；同时也可以看到，各国在发展先进制造与自动化技术的过程中，政府通过若干计划的实施起到了关键的引导和调控作用，并形成了一套有效的研究开发及推广应用的管理机制和创新机制。

国家“十五”863 计划先进制造与自动化技术领域针对我国国民经济建设和社会发展主战场的重大需求，瞄准国际先进制造与信息技术前沿，在制造业信息化工程关键技术的研究开发和集成应用、战略必争装备和竞争前核心技术的研究开发、基础制造装备与成套装备的研究开发、先进制造与自动化前沿创新技术的研究等四个方面，按照一个工程（制造业信息化工程）、两个主题（现代集成制造系统技术主题、机器人技术主题）、四个专项（数据库管理系统及其应用、微机电系统（MEMS）、7000 米深海载人潜器、集成电路制造装备）的布局，组织开展了前沿创新技术研究、产品研发与产业化、集成应用示范工程三个层次的相关工作。

“十五”计划自启动以来，经过大家三年多的辛勤工作，多项研究课题已经取得阶段性成果，为了进一步推广应用制造业信息化及先进制造技术，国家“十

五”863计划现代集成制造系统技术主题专家组精心组织，汇集了部分课题的优秀研究成果，编写出版了这套《863现代集成制造系统技术丛书》，这套丛书将随着课题研究工作的不断深入分批与各位读者见面。相信这一套著作对我国从事制造科技研究、开发及应用的各级科技人员、管理人员具有重要的参考价值，同时也希望通过这套丛书，让社会了解和评价我们工作中的部分成果。我们真诚欢迎大家对我们的工作提出宝贵的意见和建议。



国家“十五”863计划先进制造与自动化技术领域专家委员会主任
中国工程院院士
2004年9月

前 言

伴随着人类社会的进步和科学技术的发展，制造技术从最初的手工制作物品发展到运用专门化的工具与手段；制造批量从小到大，从不变到变；制造组织形式从个体劳动进化到具有一定的组织形态，通过分工协作完成产品的制作；其内涵从单纯地将材料制作成为成品拓展到产品全生命期。制造在概念、理念、思维、行为等方面的变化突出地表现在制造模式的演变。

在制造模式的演变中，与制造模式相适应的质量管理模式也经历了不断的冲击，产生了巨大的变化。

自从人类有了生产活动，也就产生了质量的概念。在农业经济阶段，制造技术本身不很发达，质量仅是对产品的笼统评价，没有人对其进行专门研究或用其指导生产，在评价时也缺乏系统和科学的指标体系。这种朴素的质量意识和质量控制伴随人类经历了漫长的历史过程。真正系统的、科学的质量管理开始于十九世纪末现代工业生产的开始，并在一个多世纪的时间里逐渐发展起来。目前，质量管理经历了检验阶段、统计过程控制阶段、全面质量管理阶段、管理标准化阶段之后，已经发展成为一门学科，有了比较完整的理论、技术和方法。

现代质量的定义是“反映实体满足顾客明确和隐含需要的能力的特性总和”，即产品质量是性能、可靠性、经济性、外观以及售前和售后服务等方面的综合体现，而不再仅仅是对设计规范的符合；产品质量形成于并始终贯穿于产品生命期全过程，与人、材料、设备和方法等要素密切相关，因而质量管理覆盖了企业环境中与上述过程相关的诸多管理环节。

质量管理信息化是利用先进的信息技术对企业质量管理体系实施信息化建设的一系列理论、技术、方法和活动的统称。在现代制造模式下，质量管理信息化已经成为企业管理信息化的重要组成部分。质量管理信息化建设是一项复杂的系统工程，涉及企业经营模式、组织架构、质量管理体系、产品与技术特点、生产过程等多种因素。本书就计算机辅助质量管理技术、计算机集成质量系统、质量管理信息化实施技术与方法等方面对企业质量管理信息化进行系统的论述。

质量管理具有丰富的内涵和多种形态，结合现代制造模式和企业应用需求，了解现代制造模式下的质量管理，掌握其中的哲理、内容、技术与方法，是推动制造企业质量管理的关键。

本书作者均为北京航空航天大学机械工程及自动化学院质量工程实验室的教师和研究生。作者基于多年的理论研究和技术开发成果，总结了多年来坚持不

懈地在企业应用与实施的经验，梳理了积累多年的素材，合作编写了本书。

作为一本学术专著，作者试图全面地介绍现代制造模式下质量管理的内容，但由于时间和精力有限，本书仅介绍了动态企业环境下的质量管理、供应链质量管理、扩展企业的质量管理、大规模定制模式下的质量改进等方面的内容，并未涵盖所有应讨论的问题。作者将尽最大努力，继续此方面的研究与开发，向读者展示更加丰富的内容。

本书的第一章由唐晓青教授编写，第二、三章由唐晓青教授和段桂江副教授编写，第四章由段桂江副教授编写，第五章由麻书城博士编写，第六章由吕庆领博士编写，第七章由王雪聪博士、王美清副教授编写。

在本书的编写过程中，吸收了质量工程实验室其他教师和研究生研究成果，在此对他们的研究与开发工作表示衷心地感谢。

由于作者水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

作 者

2004年4月

目 录

序

前言

第一章 现代制造模式概论	1
1.1 制造模式的演变	1
1.2 现代制造模式的特点	3
1.3 典型的制造模式	4
1.3.1 精益生产	4
1.3.2 计算机集成制造	5
1.3.3 并行工程	7
1.3.4 敏捷制造	8
1.3.5 供应链管理	9
1.3.6 扩展企业	10
1.3.7 大规模定制	12
本章小结	13
第二章 现代企业质量管理	14
2.1 现代质量管理概述	14
2.1.1 质量管理的发展	14
2.1.2 现代质量管理及其特点	17
2.2 现代制造企业质量管理体系	20
2.2.1 ISO9000 质量管理标准	20
2.2.2 企业质量管理体系过程模型	22
2.2.3 制造企业质量管理体系集成模型	23
2.2.4 制造企业质量管理体系功能模型	25
2.3 现代制造模式与企业质量管理	29
本章小结	31
第三章 企业质量管理信息化	32
3.1 计算机辅助质量管理	32
3.1.1 计算机辅助质量管理技术的发展	32
3.1.2 企业对 CAQ 技术的需求	34
3.2 CAQ 技术内容	35

3.2.1 计算机辅助产品设计质量管理	35
3.2.2 计算机辅助质量计划	36
3.2.3 计算机辅助检验规划	36
3.2.4 生产过程质量控制与管理	36
3.2.5 计算机辅助供应商与采购质量管理	37
3.2.6 计算机辅助计量器具管理	38
3.2.7 计算机辅助故障管理	38
3.2.8 计算机辅助质量文档与标准化信息管理	39
3.2.9 计算机辅助质量改进管理	39
3.2.10 计算机辅助质量考核与奖惩管理模块	39
3.2.11 计算机辅助质量成本管理	39
3.2.12 计算机辅助质量体系审核管理	40
3.2.13 计算机辅助评审管理	40
3.3 CAQ 工具与系统	40
3.3.1 CAQ 工具	40
3.3.2 计算机集成质量系统	41
3.4 计算机集成质量系统	41
3.4.1 企业级集成质量系统	41
3.4.2 集团级集成质量系统	44
3.5 企业质量管理信息化的实施技术	45
3.5.1 实施是质量管理信息化建设的重要环节	45
3.5.2 实施薄弱是影响集成质量系统建设的重要因素	46
3.5.3 实施中常见的问题及其分析	48
3.5.4 基于软件平台的快速实施模式	50
3.5.5 实施策略	51
3.5.6 项目组织与协调	55
本章小结	57
第四章 动态企业环境下的质量管理	58
4.1 现代企业环境的动态特征	58
4.2 质量管理体系的动态适应性评价	60
4.2.1 动态重构能力	60
4.2.2 动态响应能力	60
4.2.3 质量信息的重组与重用能力	60
4.2.4 动态扩展能力	61
4.2.5 动态集成能力	61

4.3 质量体系动态组织模型	62
4.3.1 传统组织模型	62
4.3.2 敏捷化质量组织模型	62
4.3.3 基于敏捷化质量组织模型的“质量锥”	65
4.4 动态企业群质量管理	67
4.4.1 动态企业群质量管理的特征	67
4.4.2 企业群形态的质量管理	68
4.4.3 动态企业群的质量管理体系	71
4.5 集成质量管理系统的动态支持技术	72
4.5.1 集成质量管理系统的动态体系结构	72
4.5.2 集成质量管理系统的动态数据结构	75
本章小结	79
第五章 供应链质量管理	81
5.1 供应链质量管理的特点	81
5.2 供应链与 TQM	83
5.3 供应链质量管理的理论与方法	85
5.3.1 组织模型	86
5.3.2 进化模型	90
5.3.3 过程模型	93
5.3.4 信息模型	96
5.4 供应链生命周期质量管理模型	100
5.4.1 基于质量环的供应链生命周期模型	100
5.4.2 定义与规划期质量管理	102
5.4.3 供应链构建期质量管理	107
5.4.4 供应链运行期质量管理	110
5.4.5 供应商质量发展	117
5.5 供应链质量管理信息支持系统	121
5.5.1 需求分析与系统架构	121
5.5.2 面向供应链生命期的质量管理工具集	123
5.5.3 基于 XML 的供应链质量信息交换方案	126
5.5.4 基于 Web 服务的供应链质量系统集成方案	129
本章小结	134
第六章 扩展企业协同质量管理	135
6.1 扩展企业及其产品协同制造	135
6.1.1 扩展企业组织模型	135

6.1.2 产品协同制造	138
6.2 扩展企业协同质量管理	143
6.2.1 协同质量管理概念	143
6.2.2 协同质量管理业务模型	144
6.2.3 扩展质量环	146
6.3 扩展企业质量管理体系	148
6.3.1 扩展企业质量管理体系分析	148
6.3.2 扩展企业质量管理体系特性	150
6.3.3 扩展企业质量管理体系方法	153
6.4 扩展企业质量管理体系框架模型	154
6.4.1 模型概述	154
6.4.2 模型层次	155
6.4.3 模型主体关系	157
6.4.4 模型核心要素	159
6.4.5 模型支持性要素	164
6.5 扩展企业协同质量管理信息支持系统	165
6.5.1 基于 ASP 方式质量管理信息支持系统	165
6.5.2 系统功能模型	167
6.5.3 系统信息模型	170
6.5.4 系统组织角色模型	172
6.5.5 系统产品管理模型	173
6.5.6 系统体系结构	174
6.5.7 系统集成	175
本章小结	176
第七章 大规模定制质量改进	178
7.1 大规模定制生产模式的特点	178
7.1.1 大规模定制生产模式	178
7.1.2 产品过程的变革	180
7.1.3 产品平台	180
7.2 大规模定制模式下的质量管理	181
7.2.1 顾客满意与产品质量	181
7.2.2 质量保证与质量改进	183
7.2.3 以顾客满意为中心的质量改进	184
7.2.4 基于产品平台的质量改进	187
7.3 大规模定制模式下质量改进体系	196

7.3.1 质量改进组织	199
7.3.2 质量改进过程	206
7.3.3 质量改进信息	225
7.3.4 质量改进技术方法	229
7.4 大规模定制质量改进信息支持系统	246
7.4.1 需求分析	246
7.4.2 企业现有应用系统应用现状	248
7.4.3 系统解决方案	250
本章小结	254
术语缩写	255
参考文献	259

第一章 现代制造模式概论

制造是人们有目的、有意识、有组织地创造产品的活动和过程，是人类创造价值和积累物质财富的重要手段。

伴随社会的进步和科技的发展，制造在概念、指导思维、行动的基本观点和基本原则上演化着变化，这种变化特别突出地表现在制造模式的演变。制造模式是在一定的社会、经济和技术条件下形成的制造组织形式、技术体系、实施方法的范式。了解制造模式的演变，掌握制造模式的哲理、内容、特征和实施方法，是推动制造业发展的关键。

1.1 制造模式的演变

自从人类开始从事劳动，就存在了制造活动和制造技术。随着社会进步和人类活动能力的增强，制造的概念在不断地深化。最初的制造是指手工制作物品；第一次工业革命后，其含义转变为通过一定的组织形式、运用专门化的工具（特别是机器）和技术、通过分工协作、制作具有使用价值的产品，从而达到获利的目的。20 世纪 50 年代以后，人们对制造有了新的理解，将制造的内涵和外延拓展到产品全生命期，即贯穿于“市场需求－产品规划－设计开发－加工装配－销售服务－报废回收”整个产品生命过程。同时将制造视为一系列相互关联的活动和过程，并对这些活动和过程实施适时、可靠和有效的协调与管理。现代制造被认为是一种有特定目标的技术经济活动集合，是在遵循自然规律的基础上，综合社会、经济、环境和人的因素，在一定的资源、时间和技术条件的约束下，运用科学知识、技术技能、实践经验和手段方法，将物质、能量和信息变换为适应和满足社会需要的物质产品和技术知识的活动和过程。

制造模式是体现某种制造哲理思想的一类制造过程、方法、技术的综合集成形式。伴随着制造技术的进步（见图 1-1），制造在概念、哲理和基本原则方面的变化，制造模式也在发生着演变。

就机械制造而言，19 世纪末，在制造业逐渐兴起的阶段，生产呈现出批量的特性，形成了“批量化生产”模式，E. Whitney 提出了“互换性”原理，使得生产的批量加大，同时 F. Taylor 提出批量生产管理的科学方法，促进了“大批量生产”模式的形成。到了 20 世纪 20 年代，针对“大批量生产”的需求，Henry Ford 创造了“流水线生产”，解决了“大批量生产”的自动化问题，完善

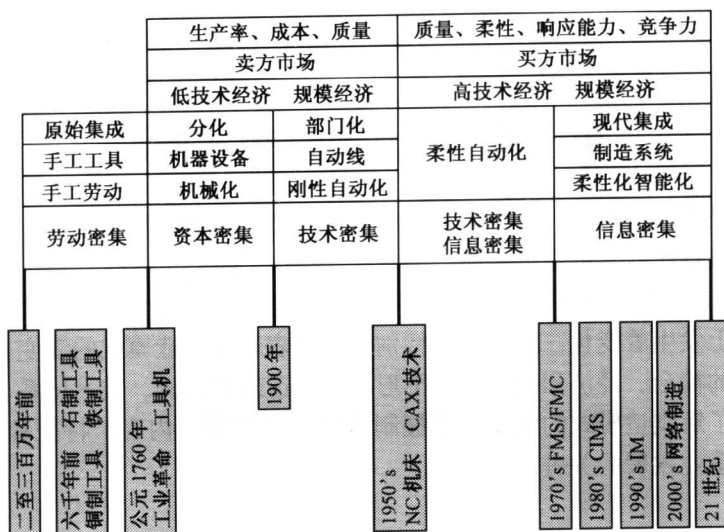


图 1-1 制造技术的发展

了“大批量生产”模式。20 世纪 50 年代以后，由于市场需求多变，顾客群体细分，“大批量生产”模式无法适应动态市场和复杂多变的顾客需求，“多品种小批量生产”模式在孕育和发展中。随之出现了加工过程的数字控制、计算机辅助设计 (computer aided design, CAD)、计算机辅助制造 (computer aided manufacturing, CAM) 等技术，较好地解决了“多品种小批量生产”模式的自动化问题。进入 20 世纪 70 年代，信息技术、先进管理技术、现代控制与自动化技术将制造模式引入到一个迅速发展的阶段，出现了计算机集成制造 (computer integrated manufacturing, CIM)、柔性制造 (flexible manufacturing, FM)、适时制造 (just in time, JIT) 等融技术、经济与管理为一体的新兴制造模式。到了 20 世纪 80 年代中期，全球经济一体化趋势，科学技术迅猛发展，导致了制造模式的变革加快，精益生产 (lean production, LP)、并行工程 (concurrent engineering, CE)、敏捷制造 (agile manufacturing, AM) 等制造模式带来了制造业的高速发展。进入 90 年代，网络技术、智能技术的发展，环境和资源的压力，促使制造朝着智能化、网络化、绿色化迈出了一大步，出现了智能制造 (intelligent manufacturing, IM)、虚拟制造 (virtual manufacturing, VM)、网络化制造 (networked manufacturing, NM)、绿色制造 (green manufacturing, GM) 等富有更多哲理的制造模式。

现代制造模式是制造业在机械、电子、信息、材料、能源等技术以及现代管理理论发展的基础上，将先进的技术和管理方法综合应用于产品生命期的全过

程,实现优质、高效、低耗、清洁和灵活的生产,以适应动态市场需求、并取得理想技术经济效益的制造模式的总称。总之,制造模式的演变以科学基础为指导、以市场需求为驱动、以新兴技术为手段、以学科交叉为途径、以解放生产力为目标,正在推动着技术变革、经济发展和社会进步。

1.2 现代制造模式的特点

现代制造环境是由全球化市场与竞争、不断提高的顾客期望、不断加快的产品换代等经济因素,技术获取途径的多元化、信息利用的普遍性、技术革新不断加快等技术因素,人力资源多元化、知识密集度加大、环境保护与资源紧缺的限制等社会因素构成(图1-2)。它孕育着面向21世纪的各种现代制造模式,不断形成适应动态制造环境、满足市场需求、运用先进管理理念的制造技术、方法和系统。

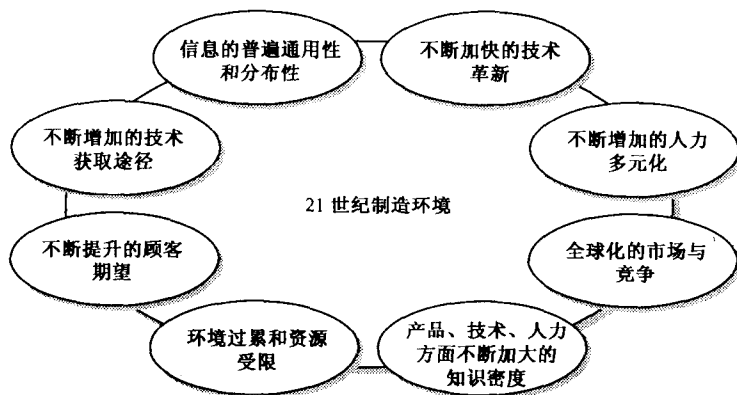


图 1-2 21 世纪制造环境的形成因素

一般认为现代制造模式具有如下特点:

(1) 强调先进的哲理与思想

现代制造模式均体现出倡导先进的哲理与思想的特点,如:精益生产强调的是精良性和准时性,计算机集成制造强调系统性、集成性和计算机技术的应用,并行工程强调产品设计与制造过程的并行性和组织的协同性,敏捷制造强调对市场的动态响应性,绿色制造强调环境的友好与资源保护,等等。

(2) 注重学科交叉,应用新兴的科学技术

现代制造模式综合应用了机械、电子、自动化、材料等技术,尤其是新兴的控制技术、信息技术和管理技术。以计算机应用为特点的企业管理信息化对现代