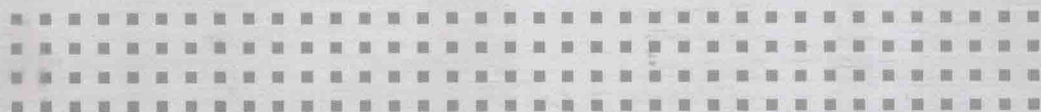




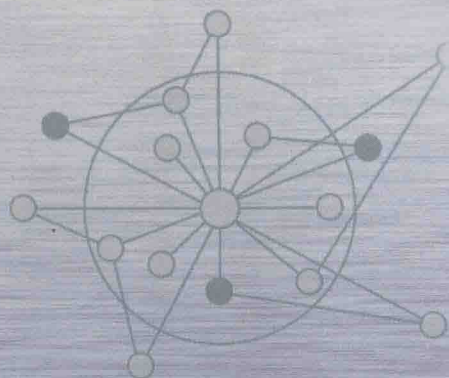
西电学术文库图书

Organization Design for Advanced
Manufacturing Mode

面向先进制造模式 的组织设计



王安民 著◆



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

西电学术文库图书

面向先进制造模式的组织设计

王安民 著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书主要研究并提出了一种适应先进制造模式(AMM)结构特性需求的组织设计模式——基于最优组织单元(OOU)的一体化网络组织集成设计模式。本书以社会技术系统理论为基本方法,对最优组织单元及基于该单元的一体化网络组织的概念与理论基础、结构与功能特性、设计原理与方法、性能评价与再设计等做了系统的研究,为先进制造模式的推广应用提供了一种可供选择的组织结构形式与相应的设计技术。

本书具有系统全面、应用性强、内容新颖的特点。本书的读者对象为从事管理学特别是从事组织理论与设计、制造系统工程和工业工程等学科领域研究的学者与工程技术人员,以及与上述领域相关的本科生和研究生。

图书在版编目(CIP)数据

面向先进制造模式的组织设计/王安民著. —西安:西安电子科技大学出版社,2014.12
ISBN 978-7-5606-3548-4

I. ①面… II. ①王… III. ①制造业—工业企业管理—研究 IV. ①F407.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 286401 号

策 划 李惠萍

责任编辑 王 瑛 李惠萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 北京京华虎彩印刷有限公司

版 次 2014年12月第1版 2014年12月第1次印刷

开 本 787毫米×960毫米 1/16 印 张 16

字 数 235千字

定 价 28.00元

ISBN 978-7-5606-3548-4/F

XDUP 3840001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

随着知识经济的崛起、信息技术(IT)革命的深入与全球化趋势的发展,制造业所面临的市场、技术、竞争及社会经济环境正经历着一场深刻的变化。建立在大规模市场基础之上的以大批量生产为主要特征的传统制造模式遇到了前所未有的挑战。制造业正在经历着一场以实施先进制造技术和经营方式彻底变革(如BPR)为主要内容的先进制造模式(Advanced Manufacturing Mode, AMM)的革命。

新的 AMM 不断涌现,目前国内外已提出的 AMM 多达数十种,且其基本理念已得到了广泛的认同。在性能上,AMM 追求精益、灵捷、柔性、绿色及其协同;在结构上,AMM 呈现单元化、集成化、网络化、虚拟化与生态化的趋势。但大部分 AMM 目前尚未投入实际应用,限制了先进制造技术效益的发挥。大量的调查研究表明,其关键的制约因素是组织创新的滞后。与之相应的是,目前 AMM 的研究中有关组织结构问题的研究较少。因此,建立适应 AMM 结构特性需求的新的组织模式已构成 AMM 研究和应用的紧迫课题。

本书的研究工作主要是定位于探索一种新的、适应 AMM 结构特性需求的组织结构形态与设计模式的理论和方法,即基于最优组织单元(Optimal Organization Unit, OOU)的一体化网络组织集成设计模式。为此,本书以社会技术系统(Socio-Technical System, STS)理论为基本方法,综合运用组织经济学、组织管理学及相关技术学科等跨学科的研究方法,在研究文献的基础上,首先研究了 AMM 理论与方法,界定了 AMM 的演化趋势和现代制造组织系统的本质特征,构建了相应的研究方法体系。在此基础上,对 OOU 的概念、模型与 STS 并行设计方法等进行了系统研究,讨论了基于 OOU 的一体化网络组织的结构特点、分析框架、优化模型、设计原理与理论应用,对一体化网络组织系统的综合评价方法与持续创新(再设计)模式等进行了探索研究。通过研究,形成了基于 OOU 的一体化网络组织模式及其系统设计、评价和再设计(变革)的初步理论与方法体系,为 AMM 结构特性的实现提供了一种可供选择的组织结构形式与相应的设计技术。

本书所做的主要工作及可能的创新之处包括:

(1) 通过对 AMM 与组织系统技术研究的文献评述,提出了依据 AMM 的组织结构、技术演化等对其进行分类的方法,指出了生态化是未来 AMM 演化的一个重要趋势,明确了面向 AMM 的关键组织技术与研究领域,并提出了制造组织的三维度研究模式。

(2) 构建了以 STS 方法(横向研究)、生命周期方法(纵向研究)、组织生态系统方法(比较研究)为主的多学科融合的研究方法体系。系统分析并指出了上述三种方法的优点与局限,提出了一个 STS 方法综合与改进的框架及制造系统价值生命周期的概念,并给出了其价值的测度评价方法,还指出了生态理论在制造组织设计中所具有的重要的借鉴价值。

(3) 从组织经济学、组织管理学及技术系统的视角对制造组织进行了深入的多学科理论分析,指出了制造组织的本质特征,并建立了一个制造组织的系统模型。本书的研究突破了制造组织的传统概念,并进一步澄清了关于组织与管理关系的模糊概念,为新型制造组织的设计研究提供了概念与理论基础。

(4) 提出了基于 OOU 的一体化网络组织集成设计的基本单元——最优组织单元的概念,定义并分析了 OOU 的结构与行为特性,建立了 OOU 结构的最优化模型,给出了 OOU 的设计原则与 STS 并行设计方法。

(5) 从契约与 OOU 的视角,对现实中的项目团队、永久团队、动态联盟与战略联盟四种团队及其集成进行了整合分析,提出了一种新的组织结构及其设计模式——基于 OOU 的一体化网络组织结构及其集成设计模式,给出了其集成设计的原理及一体化集成分析的参考框架,描述了该组织模式的基本特征与优点。

(6) 作为基于 OOU 的一体化网络组织集成设计模式的理论应用,对组织的多生命周期问题进行了探讨,提出了多生命周期组织的概念,解释了组织的生命特征及其代际遗传的机理,给出了多生命周期组织的设计原理。

(7) 针对基于 OOU 的一体化网络组织集成设计中的两个关键问题——OOU 的优化选择与契约设计,分别建立了 OOU 的优化选择模型与团队契约最优设计的博弈分析模型;建立了一个制造组织结构的综合评价模型,并运用 AHP 与模糊判别法给出了评价实例。

(8) 通过对彻底变革(BPR)与持续改进(TQM)两种经典变革模式的功能、特点与局限的分析、比较,融合二者的优点,提出了制造组织变革及其管理的一种新模式——持续创新(Continuous Innovation, Reformation and Improvement, CIR)模式。

本书具有系统全面、应用性强、内容新颖的特点。其读者对象为从事管理学特别是从事组织理论与设计、制造系统工程和工业工程等学科领域研究的学者与工程技术人员，以及与上述领域相关的本科生和研究生。

在本书的编写过程中，参阅了许多资料，在此向有关的作者致以诚挚的谢意。

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

王安民
西安电子科技大学
2014 年 7 月

目 录

第一章 先进制造模式与组织系统技术导论	1
1.1 先进制造模式研究的发展	1
1.1.1 AMM 研究发展的评述	1
1.1.2 主要 AMM 的分析	5
1.1.3 若干 AMM 的比较	11
1.2 制造模式演化的特点与规律	13
1.2.1 制造模式的演进过程	13
1.2.2 制造模式的分类研究	15
1.2.3 制造模式的发展趋势	21
1.3 制造组织和组织技术的研究与发展	23
1.3.1 制造组织研究发展的评述	23
1.3.2 组织因素在 AMM 中的作用	27
1.3.3 制造组织的研究模式与关键组织技术	29
1.4 本书的结构框架与研究方法	32
1.4.1 本书的研究背景与意义	32
1.4.2 本书的研究内容与框架	35
1.4.3 本书的研究方法	38
1.4.4 本书研究的主要创新点	38
1.5 本章小结	39
第二章 先进制造模式的社会技术系统分析方法研究	41
2.1 社会技术系统理论研究的进展及其分析方法的综合与改进	41
2.1.1 STS 研究进展的评述及其融合创新的概念框架	41
2.1.2 复杂适应系统理论	46
2.1.3 信息技术功能论	48
2.1.4 社会文化网络理论	50
2.1.5 社会经济技术综合系统、团队网络组织设计与适应性变革方法	53
2.2 制造系统的生命周期分析方法	55
2.2.1 生命周期理论的概念体系	55
2.2.2 制造系统的生命周期模型	58
2.2.3 价值生命周期及其评价模型	61

2.3 制造组织生态系统理论与方法	64
2.3.1 组织生态理论研究发展的评述	64
2.3.2 组织生态理论研究的局限与发展趋势分析	67
2.3.3 生态理论在制造模式及组织设计中的应用探讨	70
2.4 本章小结	72
第三章 制造组织的理论基础分析	74
3.1 制造组织的经济学分析	74
3.1.1 交易费用理论	74
3.1.2 委托代理理论	76
3.1.3 产权理论	78
3.1.4 契约、代理成本与组织结构的选择	79
3.2 制造组织的管理学分析	81
3.2.1 价值创造与价值链理论	81
3.2.2 核心能力理论	83
3.2.3 经营机遇理论	85
3.2.4 组织文化理论	87
3.3 制造组织的技术系统分析	89
3.3.1 制造技术的演变	89
3.3.2 先进制造技术的特点	91
3.3.3 技术与分工理论	95
3.3.4 技术、专业化及其与制造组织的关系	98
3.4 制造组织的本质与系统特征	99
3.4.1 组织的概念分析	99
3.4.2 现代制造组织的本质	101
3.4.3 制造组织的系统模型与特征	101
3.5 本章小结	105
第四章 最优组织单元研究	107
4.1 最优组织单元的定义及其特性分析	107
4.1.1 问题的提出: AMM 及其组织结构问题	107
4.1.2 最优组织单元的定义	109
4.1.3 最优组织单元的特性分析	110
4.2 最优组织单元的优化建模	115
4.2.1 假设条件与组织成本的计量	115
4.2.2 最优组织单元的优化模型	116
4.2.3 建模的意义与求解问题	117

4.3 最优组织单元的社会技术系统并行设计方法	118
4.3.1 OOU 设计的原则	118
4.3.2 OOU 设计的程序	120
4.3.3 OOU 设计的方法	122
4.4 本章小结	125
第五章 基于最优组织单元的一体化网络组织模式	127
5.1 动态团队、永久团队与制造组织的内部集成	127
5.1.1 动态团队分析	127
5.1.2 永久团队分析	129
5.1.3 动态团队与永久团队的比较	131
5.1.4 制造组织内部的网络化集成	132
5.2 动态联盟、战略联盟与制造组织的外部集成	135
5.2.1 动态联盟分析	135
5.2.2 战略联盟分析	137
5.2.3 动态联盟与战略联盟的比较	140
5.2.4 制造组织的外部集成	142
5.3 基于最优组织单元的一体化网络组织集成设计模式	144
5.3.1 基于 OOU 的一体化网络组织集成设计的原理	144
5.3.2 基于 OOU 的一体化网络组织集成设计的特点	146
5.3.3 基于 OOU 的一体化网络组织的结构形态	149
5.3.4 基于 OOU 的一体化网络组织的集成机制	151
5.4 基于最优组织单元的组织多生命周期集成设计模式	154
5.4.1 组织生命的意义与多生命周期循环	154
5.4.2 OOU 与组织多生命周期的机理	157
5.4.3 基于 OOU 的多生命周期组织设计模式	158
5.5 本章小结	161
第六章 一体化网络组织的优化设计与评价模型	163
6.1 最优组织单元的优化选择模型	163
6.1.1 OOU 优化选择的三阶段模型与 OOU 的初步筛选	163
6.1.2 基于 DEA 分析的 OOU 效率评价	166
6.1.3 基于多目标规划的 OOU 组合优化	169
6.2 团队最优契约设计的博弈分析模型	172
6.2.1 契约理论与团队契约的界定	172
6.2.2 博弈的战略均衡与合作机制	174
6.2.3 最优团队内部契约设计的博弈分析	176

6.3 制造组织的综合评价模型	180
6.3.1 组织系统评价指标体系建立的原则	181
6.3.2 评价指标体系的构建	182
6.3.3 评价方法	189
6.3.4 评价实例	193
6.4 本章小结	199
第七章 制造组织系统的持续创新技术	201
7.1 彻底变革与持续改进技术	201
7.1.1 彻底变革; BPR	201
7.1.2 持续改进; TQM	207
7.1.3 彻底变革与持续改进的比较	213
7.2 制造组织系统变革的改进技术——持续创新	214
7.2.1 持续创新的理念与概念框架	214
7.2.2 持续创新的三层次并行推进体系	217
7.2.3 持续创新的基础	220
7.2.4 持续创新管理的程序与方法	223
7.3 本章小结	225
第八章 结论与展望	226
8.1 本书研究的主要结论	226
8.2 需进一步研究的问题	230
参考文献	232

先进制造模式与组织系统技术导论

本章将通过先进制造模式(Advanced Manufacturing Mode, AMM)与制造组织技术研究的文献研究,分析 AMM 研究与实践的发展现状,并通过 AMM 的比较与分类分析,探求 AMM 的特点与演化趋势;分析制造组织与组织技术的发展,明确面向 AMM 的关键组织技术与研究领域,从而确定本书的研究领域与研究方法。

1.1 先进制造模式研究的发展

1.1.1 AMM 研究发展的评述

先进制造模式(AMM)是泛指各种比大规模制造模式更能适应当代市场与技术环境变化、更具发展前景的制造模式,它的出现是制造模式的一场革命,其发展的背景是 IT 革命与工业经济向知识经济的过渡。20 世纪 80 年代以来,学者们提出的 AMM 已多达 60 余种^[1]。这些模式观点各异、各具特色。下面依据相关文献对 AMM 的研究发展作一简要评述。

1988 年, GM 公司和 Lehigh 大学共同提出了敏捷制造 (Agile Manufacturing, AM), 形成了一种以快速反应为核心理念的新型制造概念与制造战略^[2]; 1989 年, MIT 大学国际汽车计划 (IMVP) 的 Womack 教授等人在对丰田公司等 90 多家汽车厂考察、研究的基础上出版了《改变

世界的机器》一书,在总结丰田方式的基础上提出了精益生产(Lean Production, LP)模式,其目标是彻底消除一切无效劳动和浪费^[3];柔性制造(Flexible Manufacturing, FM)是较早于 20 世纪 60 年代提出的 AMM,它主要依赖对柔性技术设备的投资来提高制造系统对内外环境变化的适应能力^[4];我国学术界则在融合 LP、AM、FM 的理念,及结合中国国情的基础上提出了精益-敏捷-柔性(Lean-Agile-Flexible, LAF)的制造系统模式^[5]。

20 世纪 90 年代,德国的 Warnecke 提出了分形制造(Fractal Manufacturing, FM)模式,该模式源于分形地理的概念^[6];生物制造(Biological Manufacturing, BM)是一种通过学习生物系统的结构、功能及其控制机制,解决制造过程中的一系列难题的新概念和新方法^[7];全息制造(Holonic Manufacturing, HM)起源于 20 世纪 60 年代 Koestler 等人对生物和社会组织的形式及其演变过程的研究^[8]。HM 代表了一种理想制造模式和制造理念。FM、BM 和 HM 的一个共同特点是强调制造组织的单元性。与之相类似的还有智能制造(Intelligent Manufacturing, IM),IM 最初是由日本的 Yoshikawa 于 1989 年提出的^[9],其制造系统是一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统。

美国 Harrington 博士于 1973 年在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首次提出了计算机集成制造的理念^[10]。计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)是基于计算机集成制造理念而组成的现代制造系统。随着计算机集成制造系统概念的发展,其具体含义也不断扩展。我国 863/CIMS 主题在研究与实践的基础上提出了现代集成制造与现代集成制造系统(Contemporary Integrated Manufacturing System, CIMS)。现代集成制造在广度和深度上拓展了计算机集成制造的内涵,它更强调系统集成信息化、智能化、计算机化,以及人因与组织的重要性^[11];日本学者 Ito 和 Hoft 依据制造结构的发展提出了柔性计算机集成制造系统(Flexible Computer-Integrated Manufacturing System, FCIMS)^[12];此外,还有计算机集成人机制造(Computer Integrated Man-machine Manufacturing)模式等。这些制造模式的一个共同特点是强调制造系统与组织的系统集成。

20 世纪 60 年代美国学者 Orlicky 提出了物料需求计划 (Material Requirement Planning, MRP)^[13], 70 年代又出现了制造资源计划 (Manufacturing Resource Planning, MRP II), 美国 Gartner Group 公司于 1990 年提出了企业资源计划 (Enterprise Resource Planning, ERP)^[4], 该计划主要是建立在信息技术基础上, 以系统化的管理思想, 为企业提供决策运行手段的管理平台; 80 年代以色列又提出了制约条件理论 (Theory of Constraints, TOC), 它是犹太物理学家 Goldratt 从最优生产技术 (Optimal Production Technique, OPT) 发展形成的理论^[14]; 1986 年, 美国正式提出了并行工程 (Concurrent Engineering, CE), 亦称为生命周期工程 (Life-cycle Engineering, LCE), 它是一种系统的集成方法, 采用并行方法处理产品设计及其相关过程, 包括制造过程和支持过程, 这个方法可以使产品开发人员从一开始就考虑到产品从概念设计到整个生命周期的所有因素^[4]; 1993 年, 美国学者 Hammer 和 Champy 出版了著名的《Reengineering the Corporation—A Manifesto for Business Revolution》一书, 提出了业务流程重组 (Business Process Reengineering, BPR), 倡导对企业的业务流程进行根本性再思考和彻底性再设计^[15]; 其他强调人因、组织与管理的 AMM, 如全面制造管理 (Total Manufacturing Management (Solutions), TMM/TMS) 是一个以发展高度柔性的、零缺陷和最小流转时间的生产系统为目标的先进管理模式^[16]; 此外, 还有基于思考方式的制造 (Thought Model-Based Manufacturing, THOMAS), 出自于智能制造研究计划中, 其概念是用深层知识来生产具有高附加值的产品^[17]; 与其相类似的 AMM 有以人为中心的生产系统 (Anthropocentric Production System, APS), 它是欧洲共同体研究项目 FAST (Forecasting and Assessment in Science and Technology) 提出的一种先进制造思想, 主要观点是要对人员技能、组织协作和相应的高技术进行优化, 被认为是有效的、富于竞争力的工具^[19]; 基于作业的管理 (Activity Based Management, ABM) 是基于作业成本法 (ABC) 的新型集中化管理方法, 其目的在于尽可能消除不增值作业、改进增值作业, 并提高其效率, 优化作业链与价值链, 最终增加顾客价值。

虚拟制造(Virtual Manufacturing, VM)是在1991年由美国的《21世纪制造企业的发展战略》报告中提出的一种新概念^[2]。之后,日本的Onosato和Iwata在1992年提出了以3D技术和面向对象的程序设计技术建立虚拟工厂,并在1993年提出了虚拟制造系统的概念;Kimura在此基础上描述了虚拟制造系统的产品和工艺模型;1994年,美国的Lawrence Associates公司综述了虚拟制造的概念、重要性和一些相关内容的关键技术;后来,Iwata又在1995年给出了虚拟制造系统的模型和仿真结构。绿色制造(Green Manufacturing, GM)的有关研究可以追溯到20世纪80年代,但比较系统地提出GM概念、内涵和主要内容的文献是美国制造工程学会(SME)于1996年发表的关于GM的专门蓝皮书《Green Manufacturing》。GM是以最有效地利用有限的资源和保护环境为目标的AMM。大规模定制(Mass Customization, MC)是根据每个用户的特殊需求提供定制产品的一种AMM,它是适应顾客需求日益个性化、多样化的趋势而发展起来的一种新型制造模式。

可重构制造系统(Re-configurable Manufacturing System)是针对美国Lehigh大学的敏捷制造系统研究而由美国密歇根大学提出的,主要目的是为了克服CIMS和FMS的缺点;分散化网络制造系统(Dispersed Network Manufacturing System, DNMS)是由香港理工大学和同济大学提出的,是实现敏捷制造和可持续发展的一种AMM,主要是通过制造资源网和Internet快速建立高效的供应链、市场销售和用户服务网而实现的;单元制造(Cellular Manufacturing)是近年在发达国家得到迅速发展的一种AMM,单元制造包括单元构建、设计和管理三个方面;由张曙教授所提出的独立制造岛(Island Manufacturing)是以强调信息流的自动化为特点的AMM;扩展企业(Extended Enterprise)用于定义一种产品的全球供应链的特征,这种供应链往往是企业处在一个复杂的动态的网络环境中;2000年在昆明举办的“集成自动化国际技术交流会”上,美国的罗克韦尔提出了自动化的最新概念——电子化制造(E-manufacturing)。

此外,学者们还提出了很多制造模式,如快速反应(Quick Response)、准时制制造(JIT Manufacturing)、同步制造(Synchronous Manufacturing)、合同制造(Contract Manufacturing)、自主性分散化网络制造(Autonomous and Distributed Manufacturing)、多代理制造

(Multi-agent Manufacturing)、下一代制造(Next Generation Manufacturing, NGM)、计算机辅助后勤支持(Computer Aided Logistics Support, CALS)系统、生命周期发展支持(Continuous Acquisition and Lifecycle Support, CALS)系统^[18]、供应链管理(Supply Chain Management, SCM)、基于文化差异的单元生产(Cultural Difference -Based Cell Production)等。

1.1.2 主要 AMM 的分析

1. 基于性能的 AMM:柔性制造、精益生产、敏捷制造、LAF 生产

(1) 柔性制造(FM)。柔性制造系统(Flexible Manufacturing System, FMS)是由统一的信息控制系统、物料储运系统和数字控制加工设备组成的,能适应加工对象变换的自动化制造系统。在结构上,FMS一般具有多个标准的制造单元。FMS包括计算机数控(DNC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统、柔性加工线(FML)等^[4]。

FMS的关键技术包括计算机辅助设计、模糊控制、人工智能、专家系统、智能传感器技术及人工神经网络技术等。FMS是较早提出与实施的 AMM。FMS主要是通过投资先进制造技术来提高制造系统对环境变化的适应能力。但早期的实践表明 FMS 并未完全取得所预期的效果,学者们认为其主要原因是,早期的 FMS 实践忽视了组织与人的因素。弥补该缺陷后,FMS 仍然是一种重要的 AMM^[4]。

(2) 精益生产(LP)^[3]。LP 是以最大限度地减少企业生产所占用的资源和降低企业管理与运营成本为主要目标的生产方式。其核心表现形式为大力精简中间管理层并雇佣最少的非直接生产人员;尽可能用最少的变异部件来减少生产中的失误并可增大加工批量;所有生产过程(包括整个供应链)要避免任何环节上由于低质量所带来的浪费,以及保证准时生产。LP 的结构基础是计算机网络支持下的团队工作方式和并行工作方式,全面质量管理(TQM)、准时制(JIT)和群组技术(GT)构成精益生产方式的三大支柱。其特征可归结为:以用户为上帝,以人为中心,以精益生产过程为手段,以产品的零缺陷为最终目标。

LP 的核心理念是消灭一切浪费。这种理念的实现是基于四种具体的方法与思想的共同作用,即流程管理、以人为本、合作制胜以及精益

求精的思想。LP 的基本目的是同时获得极高的生产率、质量和柔性。LP 在组织上强调企业各部门相互密切合作的综合集成。LP 不仅要求在技术上实现制造过程和信息流的自动化及其集成,更重要的是从系统的角度对制造活动及其社会因素进行全面的、整体的优化。

(3) 灵捷制造(AM)^[2]。AM 是一种全新的制造概念,Goldman 将灵捷性定义为企业在快速变化和分散的市场中的生存能力^[19]。Kidd 在 1994 年将 AM 定义为一种结构。构成这个结构的基石是三种基本资源:有创新精神的管理结构与组织,有技艺、有知识的高素质人员和先进制造技术。灵捷源于这三种资源的有效集成^[20]。实现 AM 的组织形式是虚拟公司(Virtual Corporation)。尽管不同人对 AM 有不同的理解,但 AM 的观点已得到了广泛认可,被誉为 21 世纪制造企业的主要形式,1992 年美国将其作为“21 世界的制造企业战略”^[2]。

关于 AM 的研究有大量的文献,Yusuf 给出了 AM 的综合定义^[21];Sharp 建立了 AM 的理论模型^[22];Gunasekaran 给出了 AM 的体系框架^[23]。AM 的总体技术体系包括 AM 方法论和 AM 综合基础两大部分^[2]:前者包括 AM 的理念、描述体系、实施方法三大部分;后者包括 AM 的三层基础结构(信息基础结构、组织基础结构和智能基础结构)和四类使能技术(敏捷制造信息服务技术、敏捷管理技术、敏捷设计技术、可重组可重用的制造技术),这为 AM 的实施提供了一个指导性框架。

AM 的关键是如何处理变化,核心理念是资源集成与快速应变。Goldman 提出了 AM 的运作规则:为顾客创造价值;通过合作来加强竞争力;通过合适的组织来主导变化的和不确定的环境;充分发挥人和信息的作用^[19]。因此,AM 具有应变性、虚拟性、分布性、单元性等特点,涵盖了众多 AMM 的观点。

(4) 精益-灵捷-柔性(LAF)生产系统^[5, 24]。LAF 生产系统全面吸收了 LP、AM 和 FM 的精髓,包含 TQM、JIT、BPR 和 CE 等现代生产与管理经验,并将这些技术和经验及相关资源集成为一个独特的管理环境和生产实体。

LAF 生产系统的根本目标是快速灵敏地响应市场变化、高效地满足消费者需求。其三大基础是三种并重的基本资源:有创新精神的管理

结构和组织,有技艺、有知识且拥有适当权力的人员,先进制造技术。精益、灵捷和柔性来自于这三种资源的有效集成。从管理角度看,LAF生产系统中有待解决的核心问题是组织创新、富有创造精神的高素质人员的培养和三种资源的集成问题。

LAF的基本特征是:强调组织创新和人因的发挥;适度松弛对制造技术先进性的苛求;全面吸收精益生产、灵捷制造和柔性制造的各家之长。

2. 基于单元的 AMM: 生物制造、分形制造、全息制造、智能制造

(1) 生物制造(BM)^[7]。BM是生态制造模式的典型体现,它是通过学习生物系统的结构、功能及其控制机制,集成现代制造过程的新概念和新方法。BM系统具有类似生物的自组织、自适应、自相似结构与分布化控制等特点,使组织结构、制造模式、制造技术和信息技术实现有机集成。在理论上,BM强调生命科学的应用,方法包括基因算法、进化算法、强化学习和神经网络等。

BM模拟生物的运行机制,BM系统以生产单元为单位,在信息和物流的环境中,通过协调者的作用来满足外界需求的订单。BM将这种生产单元称为模元(Modelon)。通常,BM就是依靠模元的结构来实现整体与部分关联、自决策、集成和自主单元间的协调的。在设计上,BM采用基于单元和团队的系统设计,设计对象是自主、合作和智能的制造实体。其设计包括单元、集合与系统的设计,可与现有的系统设计方法相结合,如面向对象的结构方法,但在寻求单元的遗传基因时存在困难。

(2) 分形制造(FM)^[6]。FM源于分形地理的概念,分形的概念用来描述自然界许多形状的结构和粗糙度不随形状的变化而发生改变。这种结构的一个显著特征是物体的每一部分包含了整个结构的特征。

分形结构的三个基本特征是:自组织、自相似和动态性^[6],其中最基本的是自相似。在FM中,通过自组织将自相似的作用加以放大。FM中包含许多分形体,它们虽然内部结构各不相同,且各有侧重,但其目标都是一致的。目标之间是通过专门的目标系统来协调的。当发生外界变化时,系统内部的分形体在目标系统的协调作用下各自发挥自己的作用来共同应付变化。FM目标的实现不是依靠详细的计划,而是依靠分