

学科门类：工 学
中图分类号：TH166 F407

单位代码：10287
密 级：公 开

硕 士 学 位 论 文

面向可重构制造的车间配置 的研究与开发

研究生姓名	刘 振 涛
一 级 学 科	机械工程
学科、专业	机械电子工程
研 究 方 向	现代集成制造系统
指 导 教 师	戴 勇 教授

南 京 航 空 航 天 大 学

二 零 零 二 年 三 月

学科门类：工 学
中图分类号：TH166 F407

单位代码：10287
密 级：公 开

硕 士 学 位 论 文

面向可重构制造的车间配置
的研究与开发

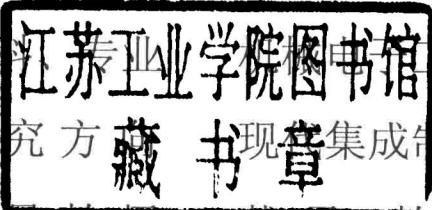
研究生姓名 刘 振 涛

一 级 学 科 机 械 工 程

学 科 专 业 机 械 工 程

研 究 方 向 现 代 集 成 制 造 系 统

指 导 教 师 戴 勇 教 授



南 京 航 空 航 天 大 学
二 零 零 二 年 三 月

摘 要

在先进制造模式中，恰当地处理技术、组织、人三要素之间的关系是至关重要的。组织反映了人与人之间、人与技术之间的相互关系和作用方式。在 CIMS 开始实施时，人们把很大精力投入在技术的集成、功能的集成上，对于建立什么样的组织结构才能适应 CIMS 技术以及人在 CIMS 中的作用考虑的相对较少，使许多企业实施了 CIMS 却没有收到应有的效果。因此在先进制造模式中，将技术的进步、组织的创新以及人的发展有机地结合与协调起来，是成功实施先进制造生产模式的关键。

本文根据目前我国制造业的特点以及我国的文化传统，分析了可重构制造系统的体系结构和功能框架及其在我国的适用性；提出组织结构重构是面向任务的，组织活动是组织结构重构的基础，企业价值、客户价值、合作伙伴价值是组织结构重构的最终目标；设计了组织结构重构的方法和步骤；提出了组织结构重构的评价指标；分析了车间组织重构的主要特点；结合组织结构重构对管理信息系统的要求，设计了管理信息系统软件的重构模式；结合江铃齿轮股份有限公司的生产实际，详细设计了车间配置的软件功能模块；设计了车间配置所需的用户角色管理模型和权限管理模式（菜单级的权限控制和数据级的权限控制）。最后，本文详细介绍了车间配置软件的功能实现。

本文的重点是组织结构的研究以及在可重构制造模式下车间组织结构的可重构模型和重构方法及其软件实现。

关键词：车间，可重构制造系统，角色管理

Abstract

For advanced manufacturing patterns, it is very important to establish an appropriate relation of technology, organization and staff. The mutual relation and affect between staff and technology are reflected by organization. During the execution of CIMS we have put too much importance on the integration of technology and function , and ignored the organization. As a result, many companies didn't get what they deserved. So in order to put advanced manufacturing patterns in practice successfully, it is essential that we should correspond the upgrade of technology, the innovation of organization and the development of staff.

In the paper, the architecture and the function structure of RMS(Reconfigurable Manufacturing System) which is based on our industry and its culture has been put forward .And the applicability of RMS is analyzed. The following is very important in reconfiguration of the organization: The reconfiguration of organization is task-oriented and is based on the workflow of organization. Its ultimate objective is to make the value of the company, the value of the customers and the value of the partners to be realized.

Also, the approach to reconfigure the organization and evaluate its success is dissected. The specialty of reconfiguring the organization of shop floor is analyzed. In order to meet the requirements of reconfiguration, the method to reconfigure MIS software is devised. And the function module of the shop floor reconfiguration software is designed according to the requirements of Jangling Gear Ltd.CO. The role-based access control and permission management are designed. At last, the implementation of the shop floor reconfiguration is introduced in detail.

In conclusion, the research on reconfiguration of the organization, approach to reconfigure the organization of the shop floor and the implementation by software are put more emphasis on in this paper.

Key word: shop floor, Reconfigurable Manufacturing System (RMS), role management

目 录

第一章 绪论	1
1.1 制造业面临的挑战	1
1.2 制造模式的探索	2
1.3 可重构制造模式	2
1.3.1 可重构制造模式	2
1.3.2 国内外研究现状	3
1.4 组织重构	5
1.5 课题研究的背景	6
第二章 可重构制造系统	8
2.1 可重构制造系统	8
2.1.1 重构的概念	8
2.1.2 可重构制造系统的定义	10
2.1.3 可重构制造系统的体系结构	10
2.1.4 可重构制造系统基本特征	11
2.1.5 可重构制造系统可带来的效益	12
2.2 可重构制造系统的研究动向与发展趋势	12
2.3 可重构制造模式下的车间管理	13
2.3.1 可重构对车间管理影响	13
2.3.2 可重构制造模式下对车间重构的需求	13
2.3.3 车间重构的主要方面	14
第三章 组织重构	15
3.1 组织重构的基本概念	15
3.1.1 组织的概念	15
3.1.2 组织重构	16
3.1.3 组织单元的构建模型	17
3.1.4 从组织视图的变迁看组织重构	19
3.2 组织重构的方法	21
3.3 组织重构的评价	23
3.3.1 重构实施评价指标	23
3.3.2 评价指标的数据来源和评价方式	25
3.4 车间组织重构的特点	25
第四章 管理信息系统软件的可重构性	27
4.1 系统重构的基础——重用的不同方面及层次	27
4.2 信息系统重构内涵	28
4.3 JC—DNC 系统中的软件重构设计	28
第五章 车间组织重构软件的设计	29
5.1 车间组织重构软件模块的开发方法	29
5.2 车间组织重构软件模块功能概述	29

5.3 车间组织重构流程	30
5.4 JC-DNC 管理信息系统系统需求功能描述	31
5.5 JC-DNC 管理信息系统数据库设计	34
第六章 车间配置软件设计的关键技术	36
6.1 车间组织结构的树形视图以及树形视图的搜索	36
6.2 数据的一致性	36
6.3 面向组织结构重构的用户—角色管理模型	38
6.3.1 基于用户-角色的安全管理模型	38
6.3.2 一个用户对应多个角色的实现	39
6.4 控制用户访问权限	40
6.4.1 控制用户访问模块（菜单级访问控制）	40
6.4.2 控制数据操作权限	42
第七章 有关模块的实现与说明	44
7.1 系统开发与运行环境	44
7.2 应用软件的主要界面与说明	45
7.2.1 权限管理	45
7.2.2 用户管理	46
7.2.3 车间配置	47
7.2.4 员工和设备基础数据管理	47
第八章 总结与展望	49
致 谢	50
在学期间的研究成果	51
参考文献	52

第一章 绪论

制造业的发展直接关系到国民经济和国家综合实力的提升。而各国对制造业发展的战略部署，集中的体现在对先进制造模式的研究、探索及实施当中。

1.1 制造业面临的挑战

20 世纪中页以后，由于科学技术发展迅速，信息技术、自动化技术、新材料和新的工艺方法使全球制造业发生了巨大的变化。制造技术的发展使得工业发达国家的市场在 20 世纪 80 年代基本趋向饱和，驱使企业在有限的市场中进行激烈竞争并在世界其它区域开拓市场，另一方面，发展中国家的企业为了获得充足的外贸收入实现持续发展，也努力打入发达国家的市场。这促成了市场的国际化，使全球融合成为一个大市场。市场的全球化使得企业可以在世界范围内利用各种制造资源（包括原材料、人力和技术等）。企业在全球制造和市场竞争中必须加强与其它企业的合作，建立面向任务的动态联盟。在快速变化的全球市场环境中，寻找和选择合作伙伴，建立并且有效地管理合作关系，对企业来说，是个挑战。同时，随着生产能力超过市场需求，客户不再轻易满足于被动的接受现有的产品，而是要求企业提供个性化产品。市场具有不可计划性和不确定性，传统的企业经营/制造模式已经不能应付今天快速变化的环境。当前，制造环境的根本特点就是客户需求方面的剧烈快速变化。制造环境的另一个主要变化因素是知识与技术发明创新，以及人才的流动。以信息技术为龙头的技术进步冲击着传统的制造业，信息产生与处理速度以几何级数增长，知识传递速度不断加快。企业处于一个知识和技术持续发展的环境中，如果不能掌握新的知识和技术，就可能被淘汰。

我国实行改革开放后，大量的外国公司向中国市场提供产品和服务，并且进行投资。外国产品和资本的大量涌入促进了经济发展、繁荣了市场，也对我国企业生存与发展造成了巨大的冲击。加入世贸组织为我国企业带来了机遇，同时，也使企业面临严峻的挑战。许多企业习惯于计划经济或者受到现行体制的约束，在市场中非常脆弱和缺乏竞争力。国有企业改革与发展引起各界的高度关注，采用新的制造模式与信息技术提高企业竞争力已经成为我国经济进一步发展的关键。

1.2 制造模式的探索

21 世纪的企业应当满足产品创新、基于信息的产品多样化、制造分散性、非标准性以及制造灵活性等方面的要求。世界各国从 20 世纪 90 年代已经开始研究新一代制造模式与制造技术。美国率先提出敏捷制造的概念,以期振兴制造业及重新夺回在全球市场的支配地位。日本为了巩固其在制造业的竞争优势,联合美国、澳大利亚、欧盟国家和加拿大等国开展智能制造计划。智能制造计划的根本目的是促进日本与欧美工业发达国家工业与科技界的合作,充分利用欧美等国的基础科学技术优势,保持日本应用科学技术的发展势头。目前,已经有 200 家企业和 200 余家研究机构参与智能制造计划,批准了数十项研究项目。智能制造计划全面研究制造系统各方面的问题,其中有两个项目直接研究下一代制造系统理论。这两个项目分别提出了“生物制造”和“整子制造”的概念,对制造模式研究产生了较大的影响。这两个制造系统的基本思想是充分利用生物智能或人工智能,构成“智能”的制造系统。在制造过程中众多实体能进行智能活动,诸如分析、推理、判断、构思和决策等,实体之间通过协商合作完成共同的生产任务。欧洲的研究机构对集成制造、企业重组方法和敏捷制造也予以高度重视,并且立项进行研究。欧洲信息技术研究计划(ESPRIT)最近在“集成制造”领域批准若干项目进行信息集成技术与敏捷制造企业研究。例如,“支持产品设计与制造过程数据描述的信息技术”项目的主要目的是为分布式企业环境提供信息集成基础结构(Infrastructure),支持快速开发高质量产品,协同设计和并行工程。“敏捷企业的管理工具”项目采用信息技术管理企业变化,支持全面质量管理和过程集成。该项目研究分布式环境中企业的描述、并发控制、后勤供应与资源管理,支持企业之间的交互与协调。制造业(尤其是机床与汽车工业)是德国的支柱产业,德国产品在全球市场享有很高的知名度。德国自然十分重视新的制造系统理论与技术的研究发展。除了参加智能制造计划和欧盟的相关科技计划外,德国还独立开展了制造 2000 年计划。在制造 2000 年计划支持下,德国 Fraunhofer 学会发展完善了“分形公司”理论,并且在十余个企业进行了应用验证。分形公司理论的中心思想是将制造系统划分成称为分形的单元,它们采用目标驱动机制完成一定的制造功能,彼此分工合作,具有快速自组织能力,适应环境变化。

1.3 可重构制造模式

1.3.1 可重构制造模式

如前所述,目前有许多先进制造计划和项目在研究新的制造策略、模式和方法。虽然这些项目在术语、工具和方法方面具有较大的差别,但是,它们却有一个共同的

目的：快速响应全球化市场的变化。因此，制造业面临的核心问题是如何有效地进行变化以便适应环境变化。事实上，各种新的制造理论都是对这个问题的不同答案。可重构制造是对此问题的一个正确答案。未来制造系统的基本要求就是能从经营策略、组织结构、业务过程和技术等方面敏捷地响应上述环境变化因素。在变化的环境中，企业必须在整体上具备一种重新构造自己的能力，即可重构能力。可重构能力使制造系统在较大的活动空间内自由地响应环境变化。可重构制造模式采用的关键手段是动态重构企业内部结构和企业之间的关系，优化配置企业资源以内部变化来适应外部变化和提高企业对市场变化的响应能力。为此，进一步要求企业的构成单元具有相对独立性及智能性，可以快速动态重组。

制造系统是制造模式的物理实现，制造模式决定了制造系统的结构和运行方式。可重构制造模式认为：制造系统（企业）是一个动态的系统，其稳定状态是暂时的和相对的；可重构制造系统与环境的边界是变化的，其内部结构和组成也是动态变化的；制造系统在与外界环境进行物质、能量和信息交换时不仅要改变（加工处理）信息和物料（产品），而且促使制造系统本身在形态上发展变化。可重构制造系统通过改变系统构形适应环境变化，具有更高的生存和发展能力。

一种制造模式是否先进应着眼于两点：它是否比现有的生产模式有质的改变，即能更有效地满足顾客需要、更好地促进制造生产系统的良性循环、更有利于制造生产系统人的全面发展；它是否能具体实施，且成本较低、时间较短、经济性较好。

可重构制造模式全面吸收了精益生产、敏捷制造、柔性生产系统的精髓，它包含了全面质量管理、准时制生产等现代管理经验，并将这些技术和经验与相关资源集成为一个管理环境和生产实体，通过组织创新，使企业释放出巨大的潜力，并使传统的生产系统观念发生显著的变化。由于可重构的制造模式松动了对制造（硬）技术的先进性要求，使得我们的企业在严重的投资制约下有了伸展的余地，而组织的创新和人的积极性的发挥则完全取决于我们的努力，因此适合我国的国情。可重构的制造模式是一种适应环境变化的先进的生产模式。

1.3.2 国内外研究现状

可重构制造系统（RMS, Reconfigurable Manufacturing System）是继承 20 年代的自动化流水线、50 年代的 NC 机床、60 年代的 FMS 和 80 年代的 CIMS 之后，由国外一些实施先进制造的企业首先创造的又一类新型可变制造系统。其目的在于：大大缩短适应产品品种与产量变化的制造系统的规划、设计和建造时间及新产品的上市时间，大幅度地压缩系统建造的投资、降低生产成本、保证质量、合理利用资源、提高企业的市场竞争力和利润率。它涉及：先进的制造战略、营销、新产品创新与改进的设计与开发、系统工程与分析、随机动态规划与决策论、质量工程、系统可靠性和运

行跟踪与诊断、计算机技术、自治与协同控制、软硬件接口与协议技术、经济可承受性、系统集成管理和生产运作管理等多学科、多种技术的交叉融合。

制造系统与新产品开发、商务实践构成了制造的三个基本要素。制造系统中的关键问题是：如何快速设计与建造新产品生产的系统，使企业及时抓住商机；在产品变化时，如何形成使企业可以迅速扩大市场份额或战胜竞争对手、抢占市场的能力；是否允许新技术、新装置尽快地用于制造生产。在 20—60 年代，刚性的自动化流水生产（大量生产）帮助先进的企业 and 国家形成制造竞争力的优势。70—80 年代以丰田生产方式为代表改进了大量生产的制造系统，由 NC 与 CNC 机床和 FMS、FMC 实现中小批量生产的优势。但在 80 年代以来，不断全球化和呈快速多变的制造货物市场上，它们均不能满意地解决上述 3 个问题。CIMS 虽然是一种解决问题的途径，但一些先进的企业为了实行更大的设备系统柔性进行了多种探索。日本对化工生产设备小型化和数控可移动化进行了成功地探索；美国等一些先进的制造企业利用弹性支撑，抛弃了单独地基的不变制造系统布置，成功实现制造系统的可移动组合布置。后者由于经济简单易行很快为不少企业所接受。据知：美国相当多的制造企业平均每年对制造系统进行 1—2 次的重组布置，以适应产品的变化；英国有的公司达到 1 次/周的重组布置频率。在工业界和政府的推广下，发达国家从 90 年代中开展了可重构制造系统的基础与应用研究，并已推广应用。例如：1994—1999 年以美国密执安大学为中心的 RMS 课题获得了 NSF 与工业界 3080 万美元的支持，进行了“制造系统重构方式对系统性能的影响”，“产品装配过程的变流理论与建模”等方面的研究，并以可重构的敏捷制造为课程进行了广泛地企业培训，同 30 个以上的企业进行以 RMS—ERC 为基础的合作。与此同时，美国依阿华大学和麻省理工学院的研究人员对此类系统的设计进行了研究。

在国内，北京机床研究所和清华大学在 FMS 和 CIMS 研究的基础上，从 80 年代以来进行了“制造系统组态（重组）的研究”、“机床弹性支持的试验研究”、“随机优化布置”、“质量监控与质量工程”等基础性的研究。在 1998 年开展了国家自然科学基金重点项目—快速重组制造系统理论与方法的研究，对 RMS 的科学基础、规划、设计、建造和运行理论与方法，设计应用，规划、性能测试与评价方法与工具，全寿命经济学等开展了深入地研究，已经受到一些单位的重视^[30]。沈阳自动化研究所对可重构制造做了深入的研究，建立了完善的可重构制造模式的理论体系^[29]。

因此，可以预见，一个建立在科学基础上可重构制造系统技术将成为支持 21 世纪初制造业发展的重大技术。

1.4 组织重构

在信息时代,随着企业面临的内外残酷环境和以信息技术为代表的高技术的推动,为了提高企业经济效益和竞争力,人们从各个角度对企业问题进行了研究,提出了 CIMS、第二代 CIMS、精益生产、敏捷制造、全能制造、独立岛、统一制造理论、并行工程^[9]、动态联盟^[10]等一些新生产方式(新技术或新观念或新哲理)。然而,在中国企业经过多年的实践表明,这些新的生产方式、新技术在中国并没有取得预期的效果。原因是多方面的,其中一个最重要的原因是:新方式、新观念的应用必须以时间、条件、地点为转移,先进的技术需要相应先进的组织结构和管理模式。由于早期的 CIMS 把主要精力置于技术集成和功能集成上,对组织结构、管理体制和人的因素考虑相对较少。种种迹象表明,单从技术的观念出发很难成功,过时的组织结构与管理模式已从根本上束缚了劳动生产率、管理效益的大幅度提高。所以说,在国有企业,合理的组织结构与管理模式比先进的技术更重要。

在先进制造模式中,要实现管理和技术的融合,恰当地处理技术、组织和人三要素之间的关系是至关重要的。技术是生产和服务过程中所采用的科学和技艺,它是制造的基本手段;人是生产活动的主体,既是生产的组织者又是操作者;组织则反映了制造过程中人与人之间、人与技术之间的相互关系和作用方式。在制造系统中,这三个要素是相互影响和相互依存的。

制造生产是一个利用制造资源将原材料转化为产品的过程。制造资源在其中所起的作用贯穿于制造过程的始终,且深入到每一个环节,制造资源和制造过程是一个有机联系的整体。传统的分工和专业化原则肢解了制造过程,虽然在一定程度上解决了产品制造的可行性和经济性问题,在小区域内制造资源利用效率得到了提高,但是它严重限制了个人能力的全面发挥,限制了人的全面发展,人成了技术和机器的附庸,扼杀了人的创造力,削弱了对员工的激励作用(当人们希望尽可能的发挥自己的才能时,单纯经济的激励效果越来越低)。另一方面,制造分工削弱了资源的整体性。制造分工要消耗一部分资源,加大了实施度量、协调与仲裁所需的人力和组织等;组织总是一种贡献与诱因(即组织目标、组织的生存与发展)相平衡的系统,过细的制造分工使制造组织不得不分化出许多小单位,众多的小单位各自追求自身利益的价值取向,使整个组织的诱因丧失一致性和目标性,削弱了它对组织发展的激励作用。对制造分工的原则使人们反思,能不能不断提高人的知识与技能,使之较全面的掌握复杂技术。可重构的组织结构是一种面向任务的动态重构的组织结构,它克服了传统专业化划分的缺陷,将不同专长的人才按任务组合成为多功能的基本组织单元,将有限可塑性与复杂技术相集成,能够充分发挥人的创造能力和自主决策能力,能够提高企业组织响应环境变化的敏捷性,是一种先进的、适应社会发展需要的生产经营行为方式。

组织重构是指企业组织为向客户提供所需服务,通过执行一系列系统工作流程而使制造系统从一种结构形态向另一种结构形态转变。它以人为中心,以满足顾客需求为目标,同时围绕完成相关的经营活动所必须的工作流程展开,正确的反应了技术、人和组织三者的关系。组织重构以合作和信任为基石,既反映了由组织纽带联系的人和人之之间的关联,又涉及到组织与组织之间的结合。组织重构是一种螺旋式上升的不断循环过程。从表面上看,组织结构随着市场机遇的到来而发生,随市场机遇的逝去而完结,但这仅仅是制造资源的一次循环。市场在不断的变化,产品在源源流出,制造资源处于动态的聚散与流动之中。

1.5 课题研究的背景

目前,在我国多数制造企业都是按照分工与专业化的思想,从功能的角度对企业组织结构进行严格的划分,存在设备利用率低、交货期长、生产准备周期长、费用高、自动化水平和柔性水平较低、质量不稳定、资金周转慢、库存大、员工生产积极性不高、整体协调性差等问题。企业要在激烈的市场竞争中求生存、谋发展,除了转变现有的经营机制外,最重要的是运用先进的制造技术与管理方法,以提高企业响应市场的快速应变能力。这就要求企业有快速的产品开发能力和响应能力,尽可能短的产品生产周期,较高的产品质量,较高的设备利用率。可重构制造模式试图通过改变自身构形,以形成新的生产能力,有效的协调和管理相互交叉作用的活动,快速生产和交付满足客户独特要求的产品,极大地提高企业的反应能力。高度柔性的生产设备,只是一种必要条件而非充分条件。它集技术、管理和人力资源于一身,相互协调依存的系统,非常适用于我国企业。

江西江铃齿轮股份有限公司属江铃汽车集团公司紧密层联营厂,是原机械工业部定点生产汽车变速器、工程机械(叉车、挖掘机)变速器总成、农用车、轻型卡车及配件的专业厂家,国家二级企业。有职工 1500 余人。公司拥有总资产 2.4 亿元,净资产 1 亿元,主要生产设备和仪器 533 台套,其中有当代国际最先进的热处理多用炉、花键滚轧机、多点校直机、激光焊接机、齿轮测量中心、玛格磨床、剃齿刀磨床、三坐标测量中心等精密数控机床和精密仪器。目前,江齿公司的生产是以车间为单位、按单个设备以手工方式进行组织与安排。这一方面造成生产控制指令传递迟缓、数据的一致性差、生产跟踪困难、人为因素多、设备利用率不高以及设备负荷不均衡等问题。这个问题在数控设备上显得更为突出。因此,只有进一步实现以 DNC 控制和车间生产管理为核心的制造自动化分系统(MAS),有效地、经济地将不同的数控系统(如 FANUC、SIEMENS 等)及生产车间进行集成,实现 CAD / CAPP / CAM、MIS、CAQ 与车间生产管理的集成,才有可能提高车间生产管理水平,显著提高工厂的生产能力,加速工艺准备,缩短设计周期,提高产品的制造质量,减轻技术人员及管理

人员的劳动强度,降低库存资金占用,维持均衡生产,优化选择加工设备,降低制造费用,消除工时估算的人为误差,减少中间环节和人为干预,使失误降至最低水平,大幅度提高技术水平和生产效率、提高企业制造能力和制造水平,使企业取得显著经济效益。

在实施本项目(JC—DNC)之前,江齿公司已经拥有一批高素质的经营管理、产品设计开发与制造的专业人才,拥有计算机管理系统,配备有先进的 CAD 设计系统,形成了快速适应市场的产品开发能力。并在一九九九年由国家正式立项组织实施 863 / JC-CIMS 应用示范工程,实施了 CAPP,实现了 CAD/CAPP 的初步集成,实施了包括销售管理、库存管理、劳动人事管理、外协配套管理、设备管理、经营管理等在内的管理信息分系统(MIS),实施了财务管理系统,初步构建了以质量计划、控制、统计、分析为核心的质量管理系统(CAQ),建立了网络、数据库系统及企业 WEB 网站,并通过 DDN 专线实现了与 Internet 的互联。但由于缺乏下层的支持以及对市场的快速响应能力,因此,江齿公司决定实施 JC—DNC 项目。

本文工作正是在这种背景下展开对面向可重构制造模式的车间配置的研究,并对本文的研究成果在 JC—DNC 项目上加以实现。

第二章 可重构制造系统

对先进制造模式的研究，西方工业发达国家走在了前列，其中理论上被认同并在实践中亦取得成效的有：计算机集成制造（CIM）及智能制造（IM）、精益生产系统（LP）和敏捷制造。通过对三种制造模式的比较、综合和创新，90年代提出了“可重构制造系统”的概念。该模式认为，基于时间的制造战略目标的努力应在多个方面展开，所依赖的手段应建立在以创新为主、投资与创新并用的基础之上。事实上，实际的可重构制造系统不大可能同时在各个方面展开，但它提供了一条思路，展示了一个宽大的范围。制造企业可根据具体情况，选择和确定某个先进且可行的行动方案，循序渐进地推动生产系统向世界先进水平发展。

2.1 可重构制造系统

随着科技的进步，人类正在进入一个新的历史时期——“信息与知识时代”，也有人称之为“知识经济时代”等。在这个新的时代，市场（客户）需求变化激烈且没有规律性，市场竞争空前激烈，信息技术和通信技术在改变人类生活和工作方式的同时，也加速了企业在经营生产和商务行为等方面进行适应性的技术进步，有效的利用自然资源和保护环境放在了企业生产经营活动的重要位置。很显然，传统制造模式已不能适应这种瞬息万变的环境变化，新的制造模式呼之欲出。

可重构的制造模式正是在这种环境下提出的，其基本思想是以变应变，即制造系统从经营策略、业务过程和技术等方面的重构，来提高企业响应环境变化的能力。可重构的制造模式的基本目的是提高企业对市场变化的响应能力，采用的关键手段是动态重构企业内部结构和企业之间的关系，优化配置企业资源以企业内部变化来适应企业外部变化。实现系统可重构性的重要基础是重构（重用）系统的原有资源和一切可用的外界资源。

2.1.1 重构的概念

在理解重构之前，有必要从系统的角度弄清制造系统构形的概念。

（1）制造系统构形

系统与环境是相对的概念，系统能够区别于环境的“形态”称为系统构形。系统构形确定了系统边界和内涵，使一个系统能够清晰的从环境中分离出来，并且区别于

其它系统。根据系统性质，系统构形可以是物理或抽象的构形。我们都知道每个系统包括许多构成要素，每个要素都有相应的属性与特征，要素之间存在若干关系。构形是表达复杂系统结构的重要概念，它包括组成系统的全部基本构件和它们的关系：

- 确定系统与环境的边界（包括关联性）；
- 给出系统中全部构建的清单；
- 定义每个基本构件的属性和内部结构；
- 定义全部构件在时间和空间上的关系。

当系统在满足某些约束条件是，系统的构成要素和它们之间的关系就可以完全确定，这时系统表现出确定的构形；当约束条件改变时，系统就会表现出另一种构形，因此，一个构形是系统在确定约束条件下的时空表达形式，系统在时间和空间下是动态变化的。

从上述定义的角度分析制造系统我们得出如下结论：

- 制造系统与环境的关联性反映了企业与客户、供应商、合作伙伴及竞争对手之间错综复杂的关系。

- 制造系统构形包括人员、技术、设备和资源等全部构成要素。

- 制造系统构形分层次描述系统构成要素的主要属性和内部结构。比如从制造系统的组织结构看，纵向分层依次为：车间，班组，单元，设备和人员。如作业单元、流程单元、核心能力企业、虚拟公司等。

- 制造系统构形的构成要素在时空上的关联性：时间方面主要表现为各种功能活动（如计划、控制）之间的逻辑关系；空间上，这表现为各构成要素在装配及布局等方面的要求。

（2）系统重构与可重构性

系统从一个构形向另一个构形状态的转移成为系统重构。系统重构不是各构成要素的简单组合，也不是构成要素的分割和重复使用，从系统哲理的角度来看，它是在追求整体协调性和系统功能最优基础上的构成要素集成。

系统重构包括两层含义：

- 1) 当环境稳定变化或业务变化可长期预测时，系统结构随之稳定演变发展。
- 2) 当环境激烈变化或者业务变化不可预测时，系统结构可以快速彻底重组进行适应。

因此，从系统重构的时间和触发因素两个角度看，系统重构可以分成静态重构、动态重构和自我重构。

能够进行构形变化的系统称为可重构系统，而系统进行重构的能力称为可重构性（Reconfigurability）。可重构性是复杂系统适应环境变化的重要保证。

2.1.2 可重构制造系统的定义

可重构制造系统^[30]（RMS）是指为能适应市场的需求变化，按系统规划的要求，以重排、重复利用、革新组元或子系统的方式，快速调整制造过程、制造功能和制造生产能力的一类新型可变制造系统。它是基于现有的或可获得的新机床设备和其它组元的、可动态组态的新一代制造系统。一般一条可重构制造系统相当于几条传统的制造系统。

也有学者从系统哲理的高度对可重构制造系统进行了定义，他们认为：制造系统（企业）是一个动态的系统，其稳定状态暂时的和相对的。可重构制造系统与环境的边界是变化的，其内部结构和组成也是动态变化的。可重构制造模式认为制造系统在与外界进行物质、能量和信息交换时不仅要改变信息和物料，而且，促使制造系统本身在形态上发展变化。可重构制造系统通过改变系统形态动态适应环境变化，具有更高的生存和发展能力。制造系统的动态重构是企业增强对环境变化响应能力的主要途径。

虽然这两个定义阐述的角度不同，前者侧重于重构的对象，后者侧重重构这样一个动态过程，但重心都是对系统的重构。制造资源的重构是为了获得更好的制造有效性和效率，使制造技术、人、和组织紧密联系，相互适应，彼此促进与共同发展。制造系统重构以快速响应客户需求为目的，以人为中心，整个重构过程要有利于人的全面发展。系统重构以组织创新为主线，因此，组织的形式、状态、功能和业绩和用于刻画制造资源重构的程度与效果。制造资源重构从低层次向高层次逐步展开，高一级的重构以低一级的重构为基础，同时考虑系统功能、目标等其他因素。例如，工作团队就是以若干“多面手”的员工为基础，同时考虑系统目标的新要求，吸收与团队整体相适应的技术和技术进步成果组建而成。

RMS 是适应今天和明天先进制造发展的新一代技术群体中一种重要而适用的技术，对我国制造企业增强竞争力有重要意义。它与传统的制造系统规划、设计和建造的区别在于：企业可随时根据产品变化，由产品工艺过程变化驱动、快速进行组态规划和设计，在专门的多功能小组（Team）的支持下快速实施系统动态组态（重构）。因它是建立在公共地基、可随时移动又可保证组态后性能的机床设备和组元基础上的，故具有投资少、可重复利用、优化布置、物流合理、保证质量、设备运行可靠、短交货期和低成本等优点。它既是可改进、可革新的开放系统，又是存在寿命期、由产品状况决定的一种新的可变制造系统。

2.1.3 可重构制造系统的体系结构

可重构制造系统能够改变其构形的各个方面，其中，每个方面可以单独变化，也

可以与其它方面协调变化。我们将可重构制造系统组成部分归结为六个方面，即制造策略、组织结构、业务过程、产品开发、加工系统、信息技术支持平台^[30]。上述六个方面的可重构性构成可重构制造系统的概念体系结构框架。

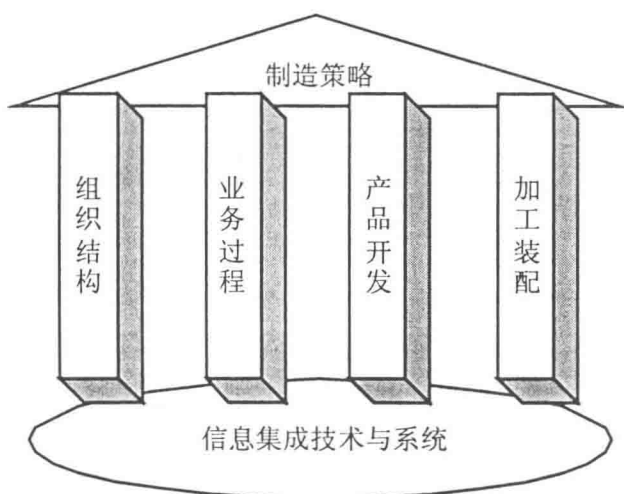


图 2-1 可重构制造系统的概念体系结构

2.1.4 可重构制造系统基本特征

RMS 技术可用于大多数制造系统中，特别是市场竞争激烈、产品的品种和数量陡变的状况下快速构建制造系统。它的基本特征是可重构（可组态）性，除此之外还包括以下主要特征：

- 可变性。对产品，制造技术和过程变化的高柔性的适应能力。
- 可集成性。是可嵌套新模块与新装置或设备，能实现“系统大于部分之和”的系统整合。
- 订货化。可按订单驱动。
- 模块化。可进行制造过程、制造功能和制造能力的模块化组合。
- 优化物流，减少在制件（WIP），提高机床利用率 5—10%，提高产品变换后产品的生产质量（据美国在汽车装配线实践的经验是压缩装配质量分散性 $1/3$ 左右，即使 δ 变为 $2/3 \delta$ ）。
- 可诊断性。对产品质量缺陷和设备故障的可跟踪和可溯源性。
- 经济可承受性。是投资、系统功能和成本综合优化，经济上可行的。
- 敏捷性。以强的市场扩展柔性、增强企业竞争力，使企业获利。