全国高等工科院校课程改革规划教材

工业工程基础与实践

梁迪 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

www.cmpedu.com

配电子课件

全国高等工科院校课程改革规划教材

工业工程基础与实践

主　编　梁　迪
副主编　苏莹莹
参　编　张凤荣　王丽莉　潘苏蓉
　　张天瑞　单麟婷

机械工业出版社

本书从中国制造业和工业工程的现状及发展趋势入手，简明扼要地介绍了工业工程的研究内容、研究方法和基本原理。本书共九章，主要内容包括工作研究、生产计划与控制、人因工程学、设施规划与物流分析、质量管理、工程经济、供应链管理和网络化制造等，可使读者对工业工程有深刻和完整的理解与认识，形成现代工业工程的系统思想和思维方式，并能形成系统应用工业工程的理论和方法来分析、解决问题的能力。在每章后面有可供研究的案例分析及丰富的思考题。

本书编写逻辑性强，语言深入浅出，通俗易懂，可供高等院校经济、管理类师生使用，也可作为理工类学生学习管理类知识的教材。

本书配有电子课件，凡使用本书作教材的教师可登录机械工业出版社教育服务网（http://www.cmpedu.com）下载，或发送电子邮件至cmpgaozhi@sina.com索取。咨询电话：010-88379375。

图书在版编目（CIP）数据

工业工程基础与实践/梁迪主编. —北京：机械工业出版社，2016.1
全国高等工科院校课程改革规划教材
ISBN 978-7-111-52264-5

Ⅰ.①工… Ⅱ.①梁… Ⅲ.①工业工程-高等学校-教材 Ⅳ.①F402

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第283334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：王英杰 责任编辑：王英杰 责任校对：刘怡丹
封面设计：鞠 杨 责任印制：乔 宇
北京铭成印刷有限公司印刷
2016年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·15印张·371千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-52264-5
定价：32.00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

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

封面无防伪标均为盗版

前言

制造业特别是机械制造业是国民经济的支柱产业，现代制造业正在改变着人们的生产方式、生活方式、经营管理模式乃至社会的组织结构和文化。由于拥有潜在的巨大市场和丰富的劳动力资源，我国已成为世界的制造大国。我国家电等若干产品的产量已居世界第一位。但是我国制造业还存在工人工资较低、能耗较高等问题，在自主知识产权的创新设计、先进制造工艺和装备及现代化管理等方面与制造强国仍然存在很大差距。

我国制造竞争力在什么地方？美国管理大师彼得·德鲁克（Peter Drucker）说："20世纪工业取得的重大成就，在管理技术上贡献最大的莫过于工业工程技术。这是一个由美国人创造，被世界接受并产生重大影响的思想。不论什么时候它被应用，生产率就会提高，在减少工人工作负荷的同时，他们的收入就会上升，它已经提高工人的劳动生产率超过百倍。"没有一个国家可以在低廉工资的基础上，在全球竞争中建立长期绝对的优势，因此通过工业工程的方法和技术来维持优势是最优选择。

本书是从工业工程的视角来解读工程中所遇到的管理问题，不是给出宏观的管理理念，而是从微观管理的层面，对工作研究、生产计划与控制、人因工程学、设施规划与物流分析、质量管理、工程经济、供应链管理和网络化制造等方面进行较详细的阐述和说明。为提高制造企业收益和企业市场竞争力等提供理论基础和方法技术，为制造企业制定战略方案提供参考。

美国制造的根本是劳动分工、工作研究及标准化，日本制造的根本是精益生产。所以说，大规模生产模式造就了美国制造，精益生产模式造就了日本制造，那么中国制造需要什么来造就？如果按目前制造业的发展趋势，2020年中国制造的份额将会变得非常大，我们就需要有自己的生产模式。希望读者们能够通过本书的内容，不仅是复制美国和日本的生产方式，而是要结合我国制造企业的特点创建更优的管理模式，超越精益，我们才有可能成为真正的世界制造强国。

在本书的编写过程中，我们参阅和借鉴了大量的相关书籍和论文，在此谨向这些书籍和论文的作者表示诚挚的感谢。全书结构由梁迪确定，第1、2、3章由潘苏蓉、张天瑞编写，第4、6章由王丽莉、张凤荣编写，第5、7、8、9章由梁迪、苏莹莹、单麟婷编写。

由于时间仓促，书中难免存在不妥和疏漏之处，恳请专家与读者批评指正。

编　者

目录

前言

第1章　现代制造企业管理导论 …… 1

1.1　我国制造业的现状及发展趋势 …… 1

1.1.1　我国制造业的现状 …… 1

1.1.2　我国制造业的发展趋势 …… 3

1.2　现代制造企业的科学管理 …… 5

1.2.1　现代企业管理理论 …… 5

1.2.2　现代制造企业管理模式 …… 8

1.2.3　现代制造企业科学管理的应用 …… 9

1.3　工业工程的应用与发展 …… 12

1.3.1　工业工程概述 …… 12

1.3.2　工业工程的应用现状 …… 15

1.3.3　工业工程的发展前景 …… 17

思考题 …… 19

第2章　工作研究 …… 20

2.1　工作研究概论 …… 20

2.1.1　工作研究的含义 …… 20

2.1.2　工作研究的意义与目的 …… 20

2.1.3　工作研究的范畴 …… 21

2.1.4　工作研究的实施程序 …… 21

2.1.5　工作研究的用途与方法 …… 24

2.2　方法研究 …… 25

2.2.1　方法研究概述 …… 25

2.2.2　程序分析 …… 27

2.2.3　操作分析 …… 34

2.2.4　动作分析 …… 38

2.3　作业测定 …… 42

2.3.1　作业测定的概念 …… 42

2.3.2　作业测定的作用 …… 42

2.3.3　作业测定的方法 …… 43

2.4　案例分析 …… 44

思考题 …… 49

第3章　生产计划与控制 …… 50

3.1　生产计划与控制概述 …… 50

3.1.1　生产系统 …… 51

3.1.2　生产系统的绩效考核 …… 51

3.2　生产计划 …… 54

3.2.1　生产计划的组成 …… 54

3.2.2　生产计划的内容 …… 55

3.3　综合生产计划 …… 56

3.4　主生产计划 …… 58

3.5　MRP、MRPⅡ与ERP …… 60

3.5.1　物料需求计划（MRP） …… 60

3.5.2　制造资源计划（MRPⅡ） …… 64

3.5.3　企业资源计划（ERP） …… 65

3.6　生产作业计划 …… 67

3.6.1　大量流水生产的生产作业计划 …… 68

3.6.2　成批生产的生产作业计划 …… 69

3.6.3　单件小批量生产的生产作业计划 …… 70

3.7　生产控制 …… 70

3.7.1　生产控制的任务 …… 70

3.7.2　生产进度控制 …… 72

3.7.3　生产成本控制 …… 73

3.7.4　生产率控制 …… 73

3.8　案例分析1 …… 73

3.9　案例分析2 …… 76

思考题 …… 77

第4章　人因工程学 …… 78

4.1　人因工程学的定义及发展历程 …… 78

4.1.1　人因工程学的命名 …… 78

4.1.2　人因工程学的定义 …… 78

4.1.3　人因工程学的研究内容与应用领域 …… 79

4.2　人的劳动形态特征 …… 80

4.2.1　人体的形态测量 …… 80

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

4.2.2 人的劳动心理特征 …… 85
4.2.3 人的劳动生理特征 …… 87
4.3 人的系统功能特征 …… 89
4.3.1 人的神经系统 …… 89
4.3.2 人的视觉信息接收系统 …… 89
4.3.3 人的听觉信息接收系统 …… 91
4.3.4 人的其他感觉系统 …… 92
4.4 作业环境 …… 93
4.4.1 微气候环境 …… 93
4.4.2 照明环境 …… 95
4.4.3 噪声环境 …… 97
4.5 人机系统 …… 99
4.5.1 人机系统概述 …… 99
4.5.2 人机系统设计 …… 99
4.6 案例分析 …… 100
思考题 …… 101
第5章 设施规划与物流分析 …… 102
5.1 设施规划概论 …… 102
5.1.1 设施规划的意义和作用 …… 102
5.1.2 设施规划的目标 …… 102
5.2 设施选址及评价 …… 103
5.2.1 设施选址的意义 …… 103
5.2.2 设施选址的内容 …… 103
5.2.3 设施选址的一般程序与基本原则 …… 103
5.2.4 设施选址的评价方法 …… 105
5.3 工业设施布置的方法 …… 113
5.3.1 工业设施布置的内容 …… 113
5.3.2 系统化设施布置方法 …… 113
5.4 物料搬运系统分析 …… 120
5.5 仓储规划与设计 …… 124
5.5.1 库容量 …… 124
5.5.2 库房设计 …… 126
5.6 案例分析 …… 128
思考题 …… 135
第6章 质量管理 …… 136
6.1 质量概论 …… 136
6.1.1 质量发展 …… 136
6.1.2 质量基本概念 …… 136
6.1.3 ISO 质量认证 …… 138
6.2 质量管理概述 …… 139
6.2.1 质量管理的定义与任务 …… 139
6.2.2 质量管理过程和产品 …… 140
6.2.3 质量管理的发展历程 …… 141
6.2.4 统计制造过程管理 …… 141
6.2.5 制造过程能力分析 …… 143
6.3 质量改善 …… 145
6.3.1 全面质量管理 …… 145
6.3.2 制造过程改善 …… 148
6.3.3 全面质量管理基本质量工具 …… 148
6.4 案例分析 …… 160
思考题 …… 161
第7章 工程经济 …… 162
7.1 工程经济学概述 …… 162
7.1.1 工程经济学基本概念 …… 162
7.1.2 工程经济学的研究对象、性质与特点 …… 163
7.1.3 工程经济分析的一般过程 …… 163
7.2 工程经济分析的基本要素 …… 163
7.2.1 项目投资的构成 …… 164
7.2.2 产品成本和费用的构成 …… 165
7.2.3 主要税金的构成与利润 …… 166
7.3 资金的时间价值 …… 169
7.3.1 现金流量与现金流量图 …… 169
7.3.2 资金的时间价值计算 …… 170
7.4 建设项目经济评价指标 …… 174
7.4.1 时间性指标与评价方法 …… 175
7.4.2 价值性指标与评价方法 …… 176
7.4.3 比率性指标与评价方法 …… 178
7.5 方案的经济比较与选择 …… 180
7.5.1 方案的经济比较与选择类型 …… 180
7.5.2 互斥方案比选 …… 181
7.5.3 独立方案选择 …… 185
7.5.4 相关方案的选择 …… 187
7.6 案例分析 …… 188
思考题 …… 192
第8章 供应链管理 …… 193
8.1 从企业内部的运筹到供应链管理 …… 193
8.2 供应链的发展沿革与供应链中的牛鞭效应 …… 194
8.2.1 供应链的发展阶段 …… 194
8.2.2 供应链的概念 …… 194
8.2.3 供应链中的“三流” …… 195
8.2.4 供应链中的牛鞭效应 …… 195
8.3 供应链管理与设计 …… 198
8.3.1 供应链管理概述 …… 198

8.3.2 供应链设计 …… 200
8.4 供应链生产运营管理 …… 201
8.4.1 精益生产 …… 201
8.4.2 快速响应供应链体系 …… 204
8.5 供应链全球化的趋势 …… 206
8.5.1 全球供应链管理概念 …… 207
8.5.2 全球供应链的类型 …… 207
8.5.3 全球供应链的趋势和影响 …… 207
8.6 案例分析 …… 208
思考题 …… 209
第9章 网络化制造 …… 210
9.1 网络化制造概述 …… 210
9.1.1 网络化制造的产生背景 …… 210
9.1.2 网络化制造的定义和特征 …… 211
9.1.3 网络化制造的核心 …… 212
9.1.4 实施网络化制造的意义 …… 213
9.2 网络化动态联盟企业评价 …… 214
9.2.1 网络化动态联盟概述 …… 214
9.2.2 网络化动态联盟合作企业评价指标体系 …… 216
9.2.3 网络化动态联盟合作企业评价模型 …… 222
9.3 网络化制造的关键技术与体系结构 …… 229
9.3.1 网络化制造的关键技术 …… 229
9.3.2 网络化制造的体系结构 …… 230
9.4 案例分析 …… 231
思考题 …… 233
参考文献 …… 234

第1章 现代制造企业管理导论

1.1 我国制造业的现状及发展趋势

机械制造业是一个传统的行业，目前已经过了很多年的发展，也积累了丰富的理论和实践经验。我国的机械制造业起步较晚，而且存在底子薄、受其他国家技术封锁等难题。但是，新中国成立后，我国建立了自己独立的、门类齐全的，包括轻工业、重工业等在内的机械制造业，取得了举世瞩目的成就。根据工信部数据显示，2013 年我国装备制造业产值规模突破 20 万亿元，占全球比重超过三分之一，稳居世界首位。当前我国多数装备产品产量位居世界第一。2013 年发电设备产量 1.2 亿千瓦，约占全球总量的 60%；造船完工量 4534 万载重吨，占全球比重 41%；汽车产量 2211.7 万辆，占全球比重 25%；机床产量 95.9 万台，占全球比重 38%。现在我国已经是一个制造业大国，我国的制造业规模已经达到世界第四位，仅次于美国、日本和德国。但是，与工业发达国家相比较，还存在很大的差距。主要表现为产品质量和技术水平不高，具有自主知识产权的产品少，而且制造技术及工艺落后，结构不够合理，技术创新能力落后，以及在先进制造技术和生产管理等方面，也存在一定的差距。但整体来看，我国的机械制造业取得了不可否认的成就，为社会经济的发展做出了巨大的贡献，当然在发展的过程中也遇到了不少问题。

1.1.1 我国制造业的现状

以下几个方面是机械制造业的重要组成部分，我们通过分析比较来了解我国制造业的现状。

1. 基础设备

在机械制造业中，机床、刀具、夹具、检测仪器等设备很大程度上决定了加工水平。而许多关键零部件我国还不能自己生产制造，完全依赖进口，这在很大程度上限制了我国机械制造业的发展。然而，放眼世界我们可以看到：美国在集成电路和航天器领域、德国在汽车领域，日本在机械制造领域都享有垄断的先进技术优势，形成了独、特、高的产品，占领了世界市场的制高点，而拥有先进的制造设备是其成功的保障。反观我国，大多数企业还采用较落后的制造工艺与技术装备进行生产，优质、高效、低耗工艺的普及率不足 15%，数控机床、精密设备不足 10%，配有国产数控系统的中档数控机床不超过 25%，90% 以上的高档数控机床依赖进口；在大型成套装备技术方面严重落后，高档、大型仪器设备大多依赖进口；中档产品以及许多关键零部件，国外产品占有我国市场 60% 以上的份额等。由此可以

看出，我国的机械制造设备还比较落后，与发达国家还有一定的差距。

2. 制造工艺

随着科学技术的发展，特别是电子技术、信息技术的迅猛发展，越来越多的高新技术应用到机械制造行业中，我国的制造业得到了大力发展。于是，中国制造成了耳熟能详的一个词，而中国创造才刚刚提出不久。由此可以看出，我们的产品质量还有待提高，这很大程度上取决于制造工艺。工业发达国家较广泛地采用高精密加工、精细加工、微细加工、微型机械和微米/纳米技术、激光加工技术、电磁加工技术、超塑加工技术以及复合加工技术等新型加工方法。但是这些加工方法和工艺在我国的普及率不高，尚在开发、掌握过程中，我们仍然是以传统加工方式为主体，这就使得我国工艺水平的提高受到了限制。

3. 自动化技术

随着计算机技术等高新技术的发展，机械制造业的自动化技术程度进一步提高。工业发达国家普遍采用数控机床、加工中心及柔性制造单元（FMC）、柔性制造系统（FMS）、计算机集成制造系统（CIMS），实现了柔性自动化、智能化、集成化。我国尚处在单机自动化、刚性自动化阶段，柔性制造单元和系统仅在少数企业使用。而且，我国在这方面的研究尚处于起步阶段，发展还不太成熟。

4. 生产管理

工业发达国家广泛采用计算机管理，重视组织和管理体制、生产模式的更新发展，推出了准时生产（JIT）、敏捷制造（AM）、精益生产（LP）、并行工程（CE）等新的管理思想和技术。我国只有少数大型企业局部采用了计算机辅助管理，多数小型企业仍处于经验管理阶段，而且正是由于我国企业规模小而散，大多数企业未能建立现代化的科学管理体系，组织机构系统不完善，人员素质较低，管理水平有限。大多数企业中存在着重视生产技术，轻视管理技术；重视硬件建设，轻视软件建设；重视信息化，轻视集成化管理等问题。企业专业化管理水平越低，国际市场开拓能力越弱。现阶段，我国多数企业管理粗放，专业化管理水平低，其中机械工业的专业化水平仅为15%～30%，而美国、西欧各国、日本企业的专业化水平已经达到75%～95%。

5. 核心技术

改革开放以来，越来越多的外国企业到我国来投资，我国引进了不少国外的先进设备但并没有掌握核心技术。业内人士认为，我国机械行业存在一个巨大的技术“黑洞”，最突出的表现是对外技术依存度高。对外技术依存度居高不下，导致我国机械制造产业的发展受制于人。我国对外技术依存度高达约50%，而美国、日本为5%左右，一般发达国家这一占比也在30%以下。并且我国的关键技术自给率低，占固定资产投资40%左右的设备投资中，有60%以上要靠进口来满足，高科技含量的关键装备基本上依赖进口。值得注意的是，许多重点领域特别是国防领域的对外技术依赖，会对国家安全构成严峻挑战。作为窗口的国家高新技术产业开发区，也有57%的技术源自国外。不过现在已经有几家汽车制造企业开始关注设计自己的发动机，奇瑞汽车股份有限公司是其中之一，该公司成功研发了ACTECO发动机，使我国汽车也开始获得技术收益。

6. 国家的宏观方针政策

机械工业作为一般竞争性行业，其竞争状况与效益状况直接受生产投入结构的影响。企业之间的竞争，实际上是科学技术实力和创新能力的竞争，而科技实力和技术创新能力在很

大程度上取决于科研与开发的投入。发达国家为了保持机械工业的市场竞争力，加大了科技投入的力度。一些大企业的科技开发费用占到其销售额的4%～8%，甚至10%以上。这种高投入，使其本来就远远领先的科技优势进一步扩大，使企业从完全竞争的局面转变为“垄断竞争”，在许多关键领域占据了战略性优势地位。日本、美国、德国、法国机械工业企业的人均研究开发经费，分别为21.54万美元/年、15.76万美元/年、19.99万美元/年、25.94万美元/年，是我国企业的几十倍。由此可以看出，我国的研发经费投入等还很不足，这在很大程度上限制了我国机械制造业的发展。

7. 自主创新及人才培养

我国企业的技术创新能力较差，产品开发周期较长。我国中小型企业以及大型企业走的还是低成本工业控制自动化的道路。以制造业中的印刷机械为例，存在的问题包括：

1）进出结构很不合理。据统计，2012年印刷设备进口量达到近万台，进口额达24亿美元，出口额仅为13亿美元。其中进口的印刷机数量达到近万台，这无不说明我国机械设备精度低，市场少等现状。

2）产业集中度低，创新科研人才少。在海德堡，科研、生产、销售三方面的人员是接近相等的。而在我国，科研人员、科研经费甚至不到4%。全国印刷机械厂的总产值也只有海德堡的一半。

3）智能设备少，自动化低。设备自动化程度低，精度达不到要求，很多印刷企业更愿意买进口机，这样不仅能满足印刷要求，还能很大程度上减少劳动力，节约成本。

4）产品配套厂生产水平低。我国现在的印刷机械企业大多数毛坯的前期处理是外协加工的，由于配套厂生产技术的缺陷，很多时候无法满足印刷机械产品的安装调试。

5）电气元件材质差。国产印刷机上的很多电气元件，都要靠从国外进口，国内的元件很难达到印刷机工作所需要求。

人才是自主创新的核心，而我国却没有拔尖的创新人才。这充分体现在：高层次人才严重不足，技术创新缺乏动力。虽然我国人才总体规模已近6000万，但高层次人才十分短缺，能跻身国际前沿、参与国际竞争的战略科学家更是凤毛麟角。在158个国际一级科学组织及其包含的1566个主要二级组织中，我国参与领导层的科学家仅占总数的2.26%，其中在一级科学组织担任主席的仅1名，在二级组织担任主席的仅占1%。

8. 高精尖技术的开发相对薄弱

高精尖技术在未来的国际竞争中具有重大的作用。例如：用于海洋资源开发的水下作业装备，用于高精尖设备制造的超精密加工装备，面向IT等产业的集成电路制造关键装备，微机电系统（MEMS）以及集高新技术于一身的仿人形机器人等。由于国外的技术封锁，我们只能引进一般设备和一般技术，核心技术很难引进，只能靠自己的研究才能掌握，只有自力更生才能发展。

1.1.2 我国制造业的发展趋势

我国的机械工业与国际还有一定的差距，特别是在工艺、管理等方面，而这些方面关系着我国能否在未来的机械制造发展中迎头赶上。面对全球制造业的产能不断扩大、劳动力成本上升、产品同质化竞争激烈、利润率下降、消费者需求更加苛刻等难题，我国制造业应如何应对呢？

1. 利用外资的溢出效应，东西部并行发展

随着全球化的飞速发展，制造业转移出现新的战略动向。研发环节开始向发展中国家转移，这种趋势在不断加强。当然，核心研发仍然留在跨国公司的总部，其地区总部或分部从事的主要是本地化的研发。发达国家跨国公司研发环节的转移加快了其技术的转移，同时也加强了对其投资企业的技术控制。相应地，跨国公司的对外投资更多地采取了独资的形式，并购投资的增长也明显加快。尽管这一阶段外资对技术壁垒设限甚高，但溢出效应仍不可避免。内资企业要不断提高自身的技术水平和创新能力，才能更好地消化吸收外资企业的先进技术；东部地区在今后的外资引进工作中，应更加重视外资质量，鼓励外资企业在国内设立研发中心，将最先进的技术引入我国。

对于西部地区，由于生产力水平较低，还无法承接外资的溢出效应。在引进外资方面，应该结合当地的经济发展水平，有选择地引进，而不应该盲目地追求较高的技术水平。西部地区目前的主要任务是加大在科研发方面的资金投入、提高企业的技术水平和人力资本水平，为当地企业获取外资的溢出效应积极创造条件。同时，西部应发挥自身劳动力丰富的优势，大力发展加工制造业，营造一个较好的投资环境，降低物流、贸易成本；积极承接东部地区的产业转移。如果不这样做，东西部的差距还有不断加大的可能。

2. 产业集聚与全球视野

产业集聚是指在一个适当大的区域范围内，生产某种产品的若干个同类企业，为这些企业配套的上下游企业，以及相关的服务业，高密度地聚集在一起。在集聚区内，产品的生产和销售规模都非常大，这方面浙江省发展得非常好，省内几乎每个城市都有一个甚至几个“产业之都”。

产业集聚使专业化分工以一种独特的方式得到空前发展，在高度分工基础上形成的配套产业优势，是外界很难进入的产业壁垒。产业集聚有着先天的优势，各厂商间细致紧密的分工协作，可以大大降低生产与交易成本，明显的规模效应又强化了各厂商之间的互相依存关系。由于信息在区内传播非常迅速，可以灵活进行各种各样的敏捷制造，市场反应要比区外快得多。目前，在长江三角洲地区，已形成了一批在全球举足轻重的产业带；从昆山到南京形成了 200 公里的 IT 产业带，产值超过 1500 亿元；从太仓到南京形成了 200 公里的重化工和新材料产业带，产值超过 1600 亿元；江苏吴江开发区，生产最终产品的外商 IT 企业其所需的装配材料 80% 以上不用出区即可配齐，如果再与周边的一些 IT 企业相衔接，配套水平可达 98% 以上。如此高效发达的敏捷制造能力，任何独立的企业均无法与之竞争。

全球分工深化，意味着产业集聚在某个特定区域内有时是不可能的，这就要求企业领导者还要有全球视野，能清晰地看到世界制造业的发展变化。例如：浙江商人鲁冠球前些年收购了生产万向节产品的一个公司，而这个公司实际上是由于多年亏损，才被以很低的价钱卖给鲁冠球的。该公司在美国的生产厂，主要加工我国生产厂不能加工的技术复杂的零件，而比较简单的零件则由国内生产厂家生产，这样结合起来以后，该公司实现了转亏为盈，鲁冠球也因此净赚 2000 万美元。现在在一些发达国家，很多制造业企业由于市场的原因、经营的原因或成本的原因经营困难。我们可以主动走出去，把我们的优势和它们的优势结合起来，这样既提升了水平又解决了困难，可以达到双赢的效果。也可以说是敏捷制造升级为全球化制造。产业集聚一旦形成便很难复制，各地政府在做产业驱动时务必注意，一个成熟的产业集聚区具有外界无法比拟的成本与交易优势，行政重复投资带来的危险要比从头再来

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

更大。

3. 以国家意志实现重装备业崛起

重装备业是一个国家制造业的灵魂，是产业安全与国防安全的基本保证。但是很不幸，改革开放30多年来，我国的重装备制造业并未跟上国民经济的发展速度，与国外相比差距越来越大。可以说，在广大人民消费水平、生活水平显著提高的同时，我们也不得不面对以下问题：对外依存度过高，重要关键设备几乎全部依赖进口。

我国东北地区作为“共和国的装备部”，在装备制造业领域的发展具有绝对优势。其成套装备产品研发、制造能力居国内领先水平，重型装备产品在国内具有不可替代的地位。作为经济社会发展的支柱性、战略性产业，重大装备制造业始终是一个国家综合国力与技术水平的重要体现。然而，尽管重大装备制造业解决了重大装备产品空心化问题，促进了国民经济发展，但对承担使命的骨干企业而言，其在体制机制创新改革的路上依然任重而道远。为了更好地解决这一问题，经国务院批准国家发改委下发了《全国老工业基地调整改造规划(2013—2022年)》，以从国家层面更好地促进我国重装备业地崛起。

4. 加快市场一体化，市场向国内转移

目前，我国的制造业高度依赖于国外市场需求，缺乏内生的动力机制。沿海地区大量出口企业不是通过国内市场销售实现规模经济，而是以定点生产（OEM）为主要形式间接进入国际市场，出口贸易条件随着生产规模的扩大而日趋恶化。因此，消除国内各区域市场分割等制约需求的各种因素，坚持走创造内需的道路，是实现制造业崛起的重要途径。

同时，加快国内市场一体化进程，降低国内区域间的贸易成本，还将有利于东部地区制造业发展水平的提高，大量通过定点生产方式从事出口的民营企业将逐步由国际市场转向国内市场，充分依托我国巨大的国内市场需求来实现规模经济，建立企业自主品牌，然后再进入企业自主品牌的出口发展阶段，通过规模和技术上的优势提高出口产品的国际竞争力。

5. 科技创新，人才是关键

国家综合实力的提高，主要依靠科学技术水平的提高，科学技术进步主要依靠创新，创新的载体是人才。我们只有以工程项目带动科技进步，培养从设计、制造工艺到操作、管理的各类、各级优秀人才，才能使我国制造业快速发展。

重视人才，加大研发的投入力度，提高科技创新能力，发展核心技术。我国要想成为世界制造中心之一，必须依靠技术创新，科技工作必须服务于先进制造业基地建设。通过政府的引导建立企业、高校与科研院所的联系，把产、学、研紧密地连接起来，做到不脱节，使科技创新体系内各个要素互动，从而构成一个有机的整体，让人才能够尽其所用。加大研究开发资金投入，培养企业独立的技术创新能力，改变对技术引进的依赖。由制造商、用户共同组成技术消化吸收和创新小组，争取更多的自主知识产权，提高出口产品的技术含量，探索一条适合我国国情的由引进技术到自主创新的路子。

1.2 现代制造企业的科学管理

1.2.1 现代企业管理理论

现代企业管理理论萌芽于18、19世纪西方产业革命时期，产生于19世纪末20世纪初。

此后，随着科学技术的飞速发展，管理理论也不断发展创新。大致经历了古典管理理论、行为科学管理理论和现代企业管理新理论三个阶段。现代管理理论的出现和发展速度之快、影响之大，在人类历史上并不多见。在不到100年的时间里，管理改变了世界上发达国家的社会与经济的组织形式，创造了一种全球经济，并为全球经济一体化中各国的国际分工做了协调管理，形成了各种规则。

1. 科学管理的特征

科学管理是能够最有效地满足企业持续发展、实现企业社会和经济目标最大化的控制体系、系统组织和技术手段。科学管理不仅是一门研究市场、研究如何战胜竞争对手、研究人与物关系的理论，也是一项随着市场变化而不断更新和需要系统学习的理论。其主要特征有：

1）科学管理是一套专业化与规范化的实用技术管理，与经验式管理相对立。

2）科学管理必须能最大限度地满足企业经济与社会发展目标的要求。

3）科学管理是可以传授的系统性知识。

4）科学管理应当是适宜的、有效的组织技术手段。

2. 科学管理的主要技术

现代制造业的科学管理技术，主要包括工业工程（IE）、价值工程（VE）、成组技术（GT）、计划评审技术（PERT）、物料需求计划（MRP）、管理信息系统（MIS）、制造资源计划（MRPⅡ）、准时生产（JIT）、最优化技术（OPT）、约束理论（TOC）、全面质量管理（TQC）、柔性制造系统（FMS）、计算机集成制造系统（CIMS）以及业务流程重组（BPR）、企业资源计划（ERP）、精益生产（LP）、敏捷制造（AM）等。

（1）制造资源计划（Manufacturing Resource Planning，MRPⅡ） MRPⅡ是美国在20世纪70年代末、80年代初提出的一种现代企业生产管理模式和组织生产的方式。MRPⅡ由美国著名管理专家、MRP的鼻祖奥列弗·怀特（Oliver W. Wight）在物料需求计划（Material Requirement Planning，MRP）的基础上继续发展起来。制造资源计划（MRPⅡ）是将企业产品中的各种物料分为独立需求物料和相关需求物料，并按时间段确定不同时期的物料需求，从而解决库存物料订货与组织生产问题；按照基于产品结构的物料需求组织生产，根据产品完工日期和产品结构规定生产计划；根据产品结构的层次从属关系，以产品零件为计划对象，以完工日期为计划基准倒排计划；按各种零件与部件的生产周期反推出它们的生产与投入的时间和数量；按提前期长短区别各种物料下达订单的优先级，从而保证在生产需要时所有物料都能配套齐备，不需要时不要过早积压，达到减少库存量和占用资金的目的。MRPⅡ系统分为5个计划层次：经营规划、生产规划、主生产计划、物料需求计划和生产/采购作业计划，如图1-1所示。

（2）准时生产（Just in Time，JIT） 该方法又称及时生产，是20世纪80年代初由日本丰田汽车公司创立的，是继泰勒的科学管理和福特的大规模装配线生产系统之后的又一革命性的企业管理模式。JIT，即在正确的时间、正确的地点做正确的事情，以期达到零库存、无缺陷、低成本的理想生产模式。对某一零件的加工在数量与完成时间上的要求，是由下一道工序状况决定的。若下一道工序拥挤阻塞，上一道工序就应减慢或停止，这些信息均靠看板来传递。JIT生产管理模式的最终目标是使企业获取最大利润；JIT最基本的方法是降低成本，排除一切浪费；JIT最主要的手段是适时适量生产、弹性配置作业人数及质量保证。

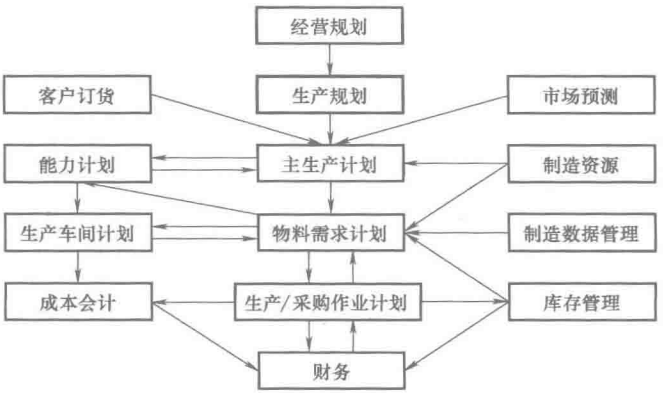

图 1-1 MRPⅡ系统层次模型

JIT 的基本概念是指在所需要的精确时间内，按所需要的质量和数量，生产所需要的产品。它的理想目标是 6 个“零”和 1 个“一”，即零缺陷、零储备、零库存、零搬运、零故障停机、零提前期和批量为一。JIT 管理技术体系的构成主要包括：适时适量生产、全面质量管理、自动化控制、全员参与管理、人性化管理、外部协作关系等。

（3）约束理论（Theory of Constraints，TOC） 约束理论是以色列物理学家埃利亚胡·戈德拉特（Eliyahu M. Goldratt）博士在 20 世纪 70 年代开创的最优生产技术（Optimized Production Technology，OPT）的基础上发展起来的管理理论。TOC 是关于进行改进和如何最好地实施这些改进的一套管理理念和管理原则，可以帮助企业识别出在实现目标的过程中存在着哪些“约束”因素，并进一步指出如何实施必要的改进来逐一消除这些约束，从而更有效地实现企业目标。

（4）精益生产（Lean Production，LP） 精益生产又称精良生产。20 世纪 80 年代末，美国麻省理工学院承担了国际汽车计划项目，着重研究日本汽车制造业与欧美大量生产方式的差别及其成功的秘诀。美国麻省理工学院的研究小组做了大量的调查和对比，总结了以丰田汽车生产系统为代表的生产管理与控制模式后提出了“精益生产”概念，把以丰田公司为代表的日本生产方式称为“精益生产”。精益生产要求：对于人、时间、空间、财力、物力等，凡是不能在生产中增值的就要去掉。例如，维修工，当操作工人进行增值的生产活动时，他们不工作，而需要维修时，操作工又不工作，故维修工作不能直接增值，应撤销，而要求操作工成为多面手，能够完成一般性的维修工作。

（5）敏捷制造（Agile Manufacturing，AM） 这一概念是 1991 年美国国防部为解决国防制造能力问题，而委托美国里海大学亚柯卡研究所，拟定一个同时体现工业界和国防部共同利益的中长期制造技术规划框架，在其《21 世纪制造业战略》研究报告里提出的。该模式是一种在工业企业界已崭露头角的新的生产模式，是一种直接面向用户不断变更的个性化需求，完全按订单生产的可重新设计、重新组合、连续更换的新的信息密集的制造系统。这种系统对用户需求的变更有敏捷的响应能力，并且在产品的整个生命周期内使用户满意。生产系统的敏捷性是通过技术、管理和人这三种资源集成为一个协调的、相互关联的系统来实现的。

（6）计算机集成制造系统（Computer Integrated Manufacturing System，CIMS） 计算机集

成制造系统是1973年由美国约瑟夫·哈林顿（Joseph E. Harrington）博士首先提出的，在20世纪80年代得到发展并逐渐成熟的一种制造业先进管理模式。CIMS是通过计算机和自动化技术把企业的经营销售、开发设计、生产管理和过程控制等全过程组合在一起的计算机集成制造系统。

1.2.2 现代制造企业管理模式

一般而言，市场对制造企业的要求是高效、低耗、灵活、准时地生产合格产品和提供顾客满意的服务，也就是说产量高、成本低、品种丰富、适应性强、质量高、交货准时是制造企业竞争制胜的要素，也是制造企业管理模式追求的目标。但在不同的时代，对这些要素的要求程度是不同的，因而企业管理模式的发展呈现不同的特征。

从世界范围内现代制造管理模式发展现状来看，这些制造企业管理模式大致可以归为三类：一是美国企业模式，二是日本企业模式，三是其他模式。

美国企业模式最初可以追溯到一种被称为订货点法的生产制造管理方法。订货点法是一种库存量不低于安全库存的库存补充方法。依靠计算机技术的发展，订货点法进一步发展成为物料需求计划（MRP），在此基础上，考虑到企业外部市场需求和企业内部生产能力、各种资源的变化，在MRP的基础上增加了能力计划和执行计划的功能，就发展成为闭环的MRP。闭环的MRP是一个完整的生产计划与控制系统。进入20世纪80年代，在闭环MRP的基础上产生了制造资源计划（MRPⅡ），MRPⅡ不仅涉及物料，而且将生产、财务、销售、技术、采购等各个子系统结合成一个一体化的系统，成为一个广泛的物料协调系统。到了20世纪90年代，市场竞争日益激烈，消费者需求特征发生了巨大的变化，仅仅依靠一个企业的资源已经无法实现快速响应市场需求的目的，随着网络技术的发展，涵盖企业内外所有资源的供应链管理（SCM）、企业资源计划（ERP）、敏捷制造（AM）、大规模定制生产（MC）等管理模式相继产生。

日本企业模式是以准时生产（JIT）为代表的。准时生产是日本丰田汽车公司20世纪60年代创造的采用看板系统和倒流水拉动方式的追求零库存的制造企业管理模式，保证成品在销售时能准时生产出来并发送、组件能准时送入总装、部件能准时进入组装、零件能准时进入部装、原材料能准时转化为零件。这种模式旨在消除超过生产所绝对必要的最少量的设备、材料、零件和工作时间。针对准时生产的特点，美国麻省理工学院研究者柯瑞福赛克（John Krafcik）更广泛地将日本汽车工业生产管理模式命名为精益生产（LP）。精益生产可以表述为通过系统结构、人员组织、运作方式和市场营销等各方面的改革，使生产系统对市场变化做出快速适应，并消除冗余无用的损耗浪费，以求企业获得更好的效益。进入20世纪90年代以后，日本制造业的大公司在探索制造生产自动化技术的基础上，针对大型自动化生产系统过于复杂、对上下游协作厂商（供货商和销售商）要求高、需要巨额投资等问题，又创新出一种更依存于人、富有灵活性的制造模式——作业单元生产（Cell Production）模式或细胞式生产方式。所谓“作业单元”是指生产上能独立完成整个产品的全部生产作业的一个组织单位，一个作业站配备有生产一类产品的全套设备和若干全能作业者。该模式采用率较高的行业是一般机械和电气机械，具有缩短提前期、提高品种适应性、减少库存和节省人力等优点。

其他模式是指除日本、美国企业模式以外的其他在MRP和JIT基础上发展起来的制造

企业管理模式和技术，主要包括最优生产技术（OPT）、约束理论（TOC）和世界级制造（World Class Manufacturing，WCM）等。最优生产技术是以色列科学家戈德拉特博士在20世纪70年代开创的一种生产组织方式。它吸收MRP和J IT的长处，以相应的管理原理和软件系统为支柱，以增加产销率、减少库存和运行为目标的优化生产管理技术。约束理论是在最优生产技术基础上进一步发展的理论。世界级制造是对现有优秀跨国企业生产管理经验的总结，这些经验被概括为一系列交互作用的原则，这些原则被认为将是下一个10年制造业的活动安排程序。

1.2.3 现代制造企业科学管理的应用

随着科学技术的不断发展，国内一些大型企业开始着手科学管理。科学管理的应用能够明显缩短新产品的开发周期，尤其将计算机辅助设计、并行工程等管理技术用于企业管理当中，对于提高企业的效率和效益有明显的促进作用。

1. 产品开发与协同设计

产品开发中的设计问题是一个典型的具有分布、动态特征的群体求解问题。在传统的工程设计中，人们多数采用串行迭代的方法。这种方法不能有效地处理分布在不同地域设计者并行协同设计的问题。由于各个分布执行的设计步骤之间的协调不够，易造成设计的缺陷或隐患，使设计方案的后期修改费用大幅增加，开发周期加长，成本大大增加。

1984年麻省理工学院的依瑞·格里夫（Irene Greif）和DEC的保尔·卡什曼（Paul Cashman）等人提出了计算机支持的协同工作的概念，它的目标是设计出支持各种各样的协同工作的工具、环境与应用系统。计算机支持的协同设计（Computer Supported Collaborative Design，CSCD）是计算机支持协同工作（Computer Supported Collaborative Work，CSCW）的概念和技术在产品开发过程中的有效应用，是CAD技术发展到一定高度后与CSCW技术相结合的产物，也是对并行工程、敏捷制造等先进制造模式在设计领域的进一步深化。计算机支持的协同设计具有分布式的信息集成、过程集成和组织集成的特征，它以开发的产品为核心，以客户需求为目标，组织不同专业领域的多学科技术人员进行异地分布式协同设计，这种崭新的产品设计理念和方法将给人们带来协作方式的变革，它可以有效地提高人们协同工作的整体效率。

网络化协同设计在企业产品设计中的应用也有很多典型的案例，如波音公司投资研制的波音777客机，是由网络技术协调该公司分散在世界各地的分支机构和日本三菱重工等5家公司协同设计与制造的。在世界各地的波音公司工程师随时可从波音777客机300多万个零部件中调出其中一种，在计算机屏幕上对其三维模型进行观察、研究、修改。波音777客机的研制，从1990年10月开始设计到1994年6月一次试飞成功，仅用3年8个月的时间。Ultea Comm是生产电子产品的虚拟公司，是将散布在美国各地60多家公司的数以千计的雇员联系在一起的电子集团。公司本身的雇员只有几个人。虚拟公司依靠网络技术组合设计、生产、经营实体，合作伙伴是动态的，以适应不同产品开发、改进、制造、销售和服务的需要。公司按用户需求大批量定制生产各种复杂电子产品，采用协同设计与现代制造技术保证在接到订单后24小时内供货。

2. 产品设计流程

一项大型机械产品开发项目投资大、周期长，参与单位众多，项目的成败不仅关乎各企

业的生存，也对地区经济带来深远的影响。因此，必须认真分析研究产品开发管理及工作流程的特点，制定合理可行的产品开发战略，从而有效地保障产品开发按期顺利进行。

（1）产品开发流程　在协同设计过程中，协同小组成员各自具有很强的自主性和独立性，相互之间通过协同设计的总任务和子任务联系起来，并行、交互、协作地进行设计工作，其合作方式松散。因此，首先应根据产品设计的最终目标，确定整体方案，对总任务进行分解，并定义适合的产品协同设计开发流程，通过该流程进行产品的协同设计，最终实现协同产品设计过程的集成与控制。新产品开发一般需要经过图 1-2 所示的几个阶段。其中，产品设计包括设计、制图、审核、标准化、工艺会签和批准五个阶段，工艺设计包括设计、审核和批准等。由此可见，在产品的整个生命周期内，需要经过若干不同的工作过程，每个工作过程都包含着不同的内容、不同性质的工作，有的工作过程还可以嵌套另一类工作过程。

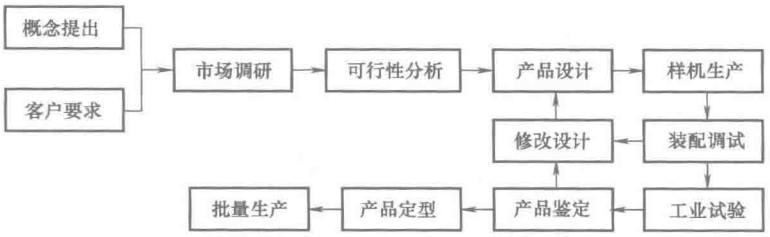

图 1-2　产品开发工作流程

（2）协同产品设计工作流程　构建面向网络化制造的协同设计系统工作流程也是按一般产品设计流程规划的，其中该协同设计系统中的协同管理部分是支持“多用户、多任务”的工作模式，更加突出了产品设计过程中协同工作管理的重要性，因此要系统地规划协同设计工作的执行机制。在本协同设计系统中，产品的协同设计工作流程如图 1-3 所示。这一工作流程是在一般产品设计工作流程的基础上，引入了网络化协作内容和技术，必须支持协同设计。

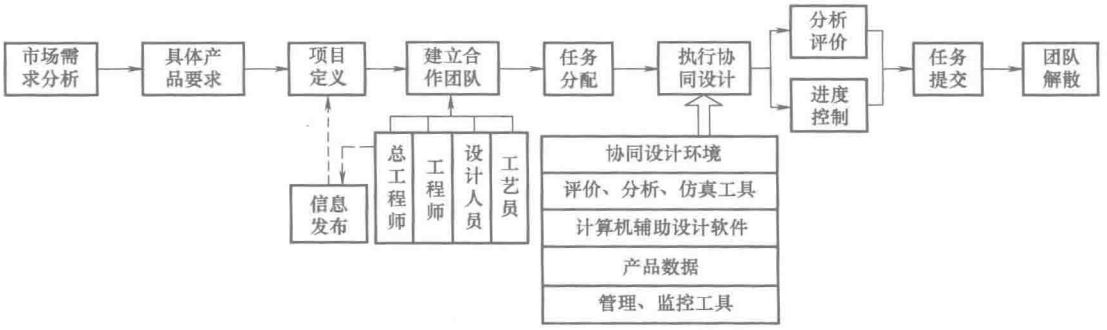

图 1-3　产品的协同设计工作流程

3. 计算机辅助设计

利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计工作称为计算机辅助设计（Computer Aided Design，CAD）。20 世纪 50 年代在美国诞生第一台计算机绘图系统，开始出现具有简

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com