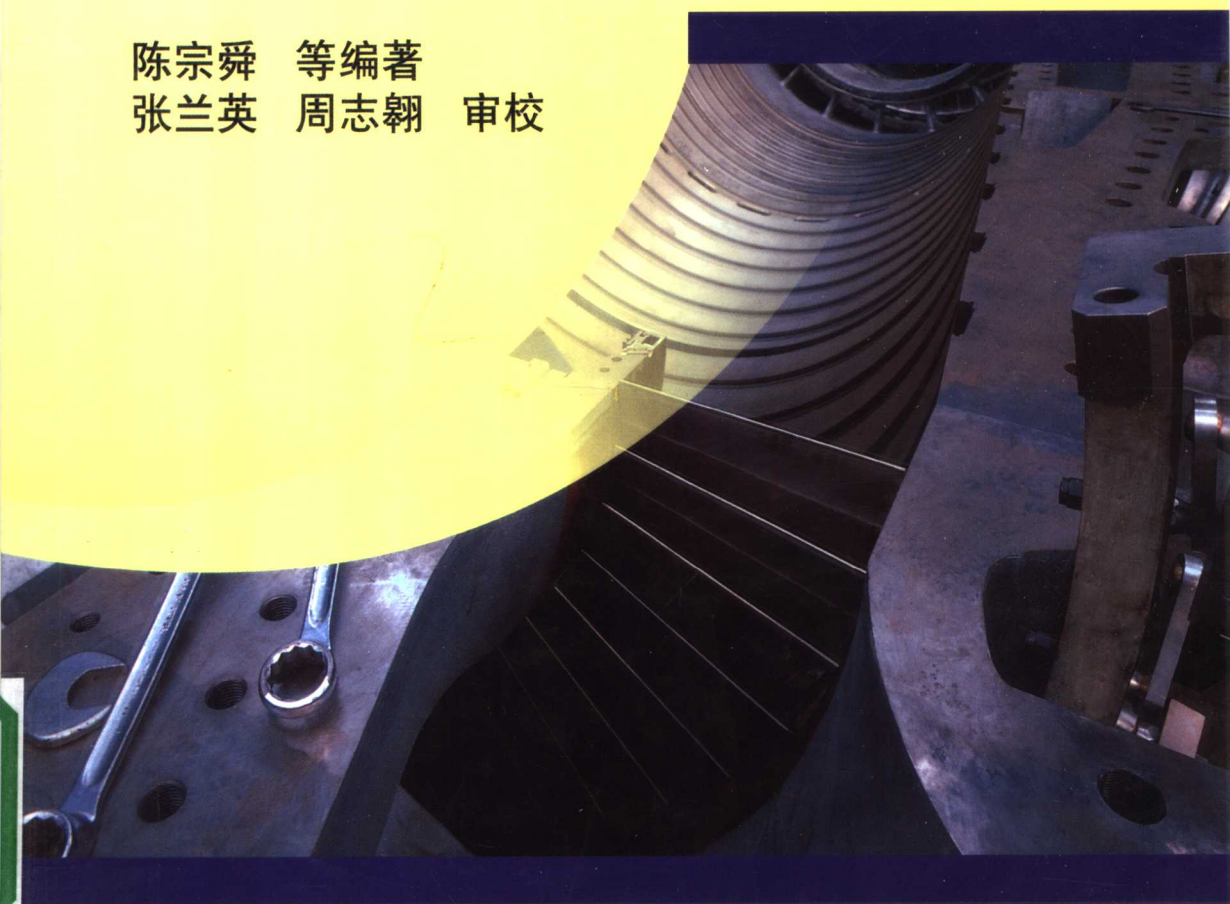


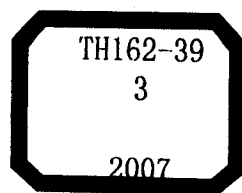
# 机械制造装配工艺设计与装配CAPP

陈宗舜 等编著  
张兰英 周志翱 审校



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS





# 机械制造装配工艺设计 与装配 CAPP

陈宗舜 刘方荣 吴春燕 编著  
张兰英 周志翱 审校

机械工业出版社

本书是根据原机械工业部《1996 科研项目(962A6001 制造系统与制造单元)》中的装配 CAPP 研究内容编著的。书中对装配工艺技术与装配工艺设计进行了分析,研究了市场经济下机械制造企业中装配工艺设计的要求及装配 CAPP 开发应用的必要性与可行性,并且通过对装配 CAPP 系统的分析及系统设计方法的探索与装配 CAPP 系统应用实例的介绍,对装配 CAPP 系统在各类企业中的实施进行了描述与对比,为企业实现信息化促工业化提供强有力的保障。

本书可作为机械制造装配工艺设计人员的工具书,也可作为工程技术人员、管理人员、从事制造业信息化的软件开发人员及其有关领导,以及相关专业的大专院校师生的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造装配工艺设计与装配 CAPP / 陈宗舜等编著. —北京:机械工业出版社, 2006.10

ISBN 7-111-20062-4

I. 机... II. 陈... III. 机械制造工艺—计算机辅助设计 IV. TH162

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122922 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:李万宇 责任编辑:庞晖 版式设计:冉晓华

责任校对:张晓蓉 封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

成都新华印务有限责任公司印刷

2007年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm·6.875印张·263千字

0 001-4 000册

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379732

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

任何一种机械产品都有明确的功能和性能要求，为了达到事先确定的要求，一种产品往往要由若干功能和性能不同的零部件组成，简单的产品也要由几个零件组成，复杂的产品则由成千上万甚至几万、几十万个零部件组成，这些几个至几万、几十万个的零部件只有按照产品功能、性能要求组装连接在一起才能达到用户的要求。因此为了使组装连接的过程及方法既安全合理，又经济可靠，必须进行装配工艺设计，这既是指导装配作业的依据，也是企业组织生产必需的技术文件。

应用 MRP/ERP/JIT 解决企业经营管理的问题已为大多数人所接受，MRP/ERP/JIT 要求从装配开始到安排生产计划，从下道工序向上道工序发出需求指令（看板管理的形式），形成“拉动”的生产方式。分析这一“拉动”的过程，就是研究生产过程中的物料需求，而这一需求正是由装配工艺设计首先确定的，这就是 MRP/ERP 软件中所提到的物料清单（BOM）。为了最大限度地优化生产，提出了零库存与准时生产，计划时间要求缩短到天，所以其 BOM 必须提供装配工艺决定的装配顺序，否则不可能准确到这种程度，而且越是复杂、大型、装配周期长的产品，BOM 要求得越细。从以上分析可知，要使 MRP/ERP/JIT 的运行有良好的效益，首先必须解决装配工艺设计适应 MRP/ERP/JIT 的要求。如果不按装配工艺设计的要求提供 BOM，只按传统的设计 BOM 来组织生产，使用任何一种以 MRP 为核心的软件（MRP-II、JIT、EMS、ERP 等）将都不可能获得应有的效果。这也是我国近 20 年来应用 MRP/ERP 效果不理想的原因之一。因此研究市场经济下机械制造企业对装配工艺设计的要求，尤其是企业应用 ERP 等先进管理软件时对装配工艺设计的要求，并且要通过应用装配 CAPP 来实现的话，开发设计与实施装配 CAPP 就是当务之急。

本书主要通过机械制造装配工艺设计与装配 CAPP 有关知识的介绍，培训双知识结构的人才，希望通过对以上问题的探讨，使机械制造企业的工程技术人员、管理人员、从事制造业信息化的软件开发人员及其相关领导以及相关专业的大专院校师生，共同关心装配工艺设计与装配 CAPP 的研究与发展。

本书第 1 章由陈宗舜编著，第 2、3 章由陈宗舜、刘方荣编著，第 4、5 章由陈宗舜、吴春燕编著；周志翔、张兰英审校。

编 者  
2006 年 9 月

# 目 录

## 前言

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 机械制造技术的发展与装配工艺设计</b> ..... | 1  |
| 1.1 机械制造企业中装配工艺的设计现状 .....          | 1  |
| 1.2 先进制造与管理技术对装配工艺设计的要求 .....       | 3  |
| <b>第 2 章 机械制造装配工艺设计</b> .....       | 8  |
| 2.1 机械制造装配工艺设计基础 .....              | 8  |
| 2.2 机械产品装配工艺技术 .....                | 11 |
| 2.2.1 机械产品装配作业及装配工艺设计的分析 .....      | 11 |
| 2.2.2 装配配合的精度 .....                 | 13 |
| 2.2.3 装配尺寸链 .....                   | 15 |
| 2.2.4 装配方法及选择 .....                 | 16 |
| 2.2.5 机械装配常用工艺作业方法 .....            | 18 |
| 2.2.6 装配作业顺序的分析 .....               | 34 |
| 2.3 机械产品装配工艺的设计 .....               | 37 |
| 2.3.1 企业的生产类型与装配作业的组织形式 .....       | 37 |
| 2.3.2 装配工艺设计文件 .....                | 40 |
| 2.3.3 装配系统图的绘制 .....                | 42 |
| <b>第 3 章 典型结构的装配工艺</b> .....        | 48 |
| 3.1 典型结构配合的装配工艺 .....               | 48 |
| 3.1.1 可拆卸的固定配合装配 .....              | 48 |
| 3.1.2 不可拆卸的固定配合装配 .....             | 50 |
| 3.1.3 不可拆卸的动配合装配 .....              | 60 |
| 3.1.4 具有可拆卸和不可拆卸装配的典型部件的装配 .....    | 60 |
| 3.2 液压系统的装配 .....                   | 78 |
| 3.2.1 一般要求 .....                    | 78 |
| 3.2.2 液压系统的调试 .....                 | 83 |
| 3.2.3 安全 .....                      | 84 |
| 3.2.4 其他 .....                      | 84 |
| 3.3 密封件的安装 .....                    | 84 |
| 3.3.1 O 形密封圈的安装 .....               | 84 |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| 3.3.2      | Y <sub>x</sub> 形密封圈的装配                       | 86         |
| 3.3.3      | Y形密封圈的装配                                     | 87         |
| 3.3.4      | 油封装配   | 88         |
| 3.3.5      | 端面密封装置装配                                     | 88         |
| 3.3.6      | 密封胶的使用                                       | 91         |
| 3.4        | 电气系统的安装                                      | 91         |
| 3.5        | 装配技术条件                                       | 93         |
| 3.5.1      | 装配通用技术条件                                     | 93         |
| 3.5.2      | 产品涂漆技术条件                                     | 98         |
| 3.6        | 产品涂漆典型工艺                                     | 101        |
| 3.6.1      | 涂漆材料   | 101        |
| 3.6.2      | 产品涂漆典型工艺                                     | 101        |
| <b>第4章</b> | <b>装配CAPP的开发与设计</b>                          | <b>109</b> |
| 4.1        | 计算机技术在企业中的应用与发展                              | 109        |
| 4.2        | CAPP技术的发展                                    | 109        |
| 4.2.1      | CAPP的由来                                      | 109        |
| 4.2.2      | CAPP的几种类型及分析                                 | 109        |
| 4.2.3      | CAPP在我国的应用                                   | 113        |
| 4.2.4      | CAPP今后发展的方向                                  | 114        |
| 4.2.5      | CAPP开发策略                                     | 115        |
| 4.2.6      | 系统设计方法                                       | 116        |
| 4.2.7      | CAPP系统的原型设计                                  | 120        |
| 4.2.8      | CAPP的二次开发                                    | 122        |
| 4.3        | 装配CAPP系统的开发设计                                | 123        |
| 4.3.1      | 装配CAPP开发应用的必要性                               | 123        |
| 4.3.2      | 装配CAPP开发应用的可行性                               | 127        |
| 4.4        | 装配CAPP系统的系统设计                                | 129        |
| 4.4.1      | 装配CAPP系统方案设计与分析                              | 129        |
| 4.4.2      | 派生式装配CAPP系统的设计                               | 131        |
| 4.4.3      | 装配CAPP系统的设计实例                                | 142        |
| 4.5        | 装配CAPP系统的详细设计                                | 148        |
| 4.5.1      | 装配CAPP系统的数据库结构设计                             | 148        |
| 4.5.2      | 装配CAPP系统的信息编码设计                              | 151        |
| 4.5.3      | 装配CAPP系统与CAD、PDM、加工CAPP及ERP的数据关系<br>及其集成方案设计 | 156        |

---

|   |            |
|---|------------|
| 4.5.4 装配 CAPP 系统各功能模块 IPO 设计 .....        | 159        |
| 4.5.5 装配 CAPP 系统实例——CMTB-装配 CAPP 系统 ..... | 165        |
| <b>第 5 章 装配 CAPP 系统的应用与实施</b> .....       | <b>179</b> |
| 5.1 建立装配 CAPP 系统目标 .....                  | 179        |
| 5.2 应用与实施装配 CAPP 的关键 .....                | 179        |
| 5.3 应用成组技术与标准化技术开展装配工艺设计的标准化与规范化 .....    | 186        |
| 5.3.1 工艺设计标准化的发展 .....                    | 186        |
| 5.3.2 成组技术与标准化 .....                      | 188        |
| 5.4 装配 CAPP 系统的开发与引进 .....                | 196        |
| 5.5 装配 CAPP 系统的实施 .....                   | 196        |
| 5.6 建立实施 CAPP 的保障机制 .....                 | 201        |
| <b>附录 本书常用缩略语</b> .....                   | <b>205</b> |
| <b>参考文献</b> .....                         | <b>209</b> |

# 第 1 章 机械制造技术的发展与装配工艺设计

## 1.1 机械制造企业中装配工艺的设计现况

### 1. 我国机械制造企业中装配工艺的设计现况

由于我国目前大量的单件、中小批量生产企业,基本延用了传统的生产模式和生产技术准备模式与技术标准,所以技术基础工作适应不了市场经济的要求。在装配工艺设计上反映尤为明显,只重视装配工艺技术的设计,对于装配顺序的安排没有详细的要求,使生产计划部门无法了解详细的装配要求,只好按整机组织生产,长期造成了装配中的待料现象(装配当前需要的零部件没有加工好,不要的加工出来了)和零件的库存、在制品的积压现象;设备负荷不平衡,尤其是关键设备负荷未按真正需求使用;工厂为解决这些问题,只好组织临时调度,甚至请现场装配工段(小组)提出零件的需要计划,这种现象严重影响企业生产周期、不能按时交货,影响用户的使用,还影响本企业流动资金的周转,产品成本上升。这种现象不但在手工管理如此,也影响先进管理技术的应用,从 20 世纪 80 年代以来,企业为了提高管理水平,引进计算机技术和先进生产管理技术,开展 MRP、MRP II、ERP 软件的应用,但是由于没有注意到装配工艺设计的改进,有的甚至用产品设计零件明细表(设计 BOM 或称工程 BOM)作为 MRP II 的输入,这样的 MRP、MRP II、ERP 系统不可能优化生产管理,因此发挥不了先进管理技术与软件的作用。

现行的工艺设计技术文件 JB/T 9165.1~9165.4—1998 规定了装配工艺卡与装配工序卡,前者反映了装配工艺与工序的技术要求、方法等。虽然也提到了可用工艺附图、装配系统图来描述装配过程,但无详细说明,有的行业制订了通用装配技术要求如 JB/T 9874—1999 金属切削机床装配通用技术要求,规定了金属切削机床装配共同的技术要求,但也没有对装配工艺卡与装配工序卡提出具体规定。

在 1997 年 8 月原机械部科技与质量监督司召开的装配工艺编制与装配 CAPP 研讨会上,根据到会的汽车、机床、通用、重型、农机、轻工、纺织、电机、汽机等行业企业介绍,只有汽车等大批量生产的企业装配工艺非常仔细,轻工行业的许昌烟草机械厂,使用装配系统图指导装配与全厂生产计划的安排,一般企业基本上按 JB/T 9165.1~9165.4—1998 规定执行,部分企业应用装配零部件明细表。在装配工艺设计过程中很少推广应用先进设计方法,因此普遍存在以下问题:



(1) 工艺设计的随意性 由于工艺方法的灵活性,加工设备、工装等随机性,在传统工艺设计中,往往以工艺设计人员经验为主进行装配工艺与工艺路线、工艺规程等工艺文件的设计,虽然在工艺文件的格式、部分工艺术语贯彻工艺标准化,但在工艺内容上由于没有制定详细标准或参考资料,所以还以经验为主,经验是随人们经历不同而变化,因此造成了以往工艺设计因人而异。另一方面,由于人们记忆力的局限性,随着时间的变化,同一位工艺人员可能对相似的零件编制出不同的装配工艺、工艺路线和工艺规程。这样对组织生产、指导生产带来不良后果。

(2) 工艺设计中大量的重复劳动 由于机械零件有 70%~80%的相似性,相似零件的工艺路线和工艺规程,包括装配工艺也一定相似,虽然在已往国内外工艺专家提出多种利用相似性开展典型工艺、成组工艺的编制,但是由于种种原因没有很好推广,尤其是在装配工艺编制上,所以造成了工艺设计中大量的重复劳动,不但浪费时间,使工艺人员没有更多时间从事创造性劳动;而且影响广大工艺人员的积极性。

## 2. 机械制造企业中工艺设计中的计算机应用情况

(1) CAPP 在我国的应用 我国院校、研究设计单位和企业 20 世纪 80 年代初已开始计算机辅助工艺设计(CAPP)的应用研究与跟踪世界这一技术的发展,近二十年,在理论上和实践上均取得了重大成就,结合中国国情掌握了 CAPP 的原理与方法,在各类机械企业进行了应用实践。据不完全统计,从 1985 年至 1999 年在不同杂志、会议上发表 CAPP 研究、开发、应用成果的文章达五百多篇,专著十多种,在大型工具手册、机械制造工艺文集中都有 CAPP 的专门篇章,并于 1995 年由原机械工业部颁布了 JB/T 7701—1995《计算机辅助工艺规程(CAPP)设计导则》。这象征着我国 CAPP 研究开发进入成熟期。目前 CAPP 的内容已从单一的机械加工发展到锻造、焊接,并向着装配 CAPP 发展,它将包括机械制造工艺的整个领域;从零件加工发展到整机产品的工艺信息;从工艺设计发展到工艺信息的管理;从研究开发专用系统发展到研究开发工具,再到应用原型化的设计方法开发通用原型系统。

20 世纪 90 年代后期受所谓“放下图板”的 CAD 活动影响,出现了完全模仿交互式计算机绘图的计算机辅助工艺设计系统,这种系统只能用计算机代替手工书写、描图的作用,被称为“甩钢笔”,没有起到优化、标准化工艺设计和减少重复设计的作用。所以严格地说不能称为 CAPP。在世界公认的各种类型 CAPP 中都有交互编辑的功能,只作为系统辅助功能。这种状况影响我国机械制造企业应用 CAPP 系统的发展,应引起企业领导与有关人员的重视。

### (2) CAPP 今后发展的方向

1) 为适应企业进入市场经济,解决 T、Q、C、S 问题,在优化产品设计的同

时,就必须优化工艺设计,才能为优化管理打好基础。因此,CAPP不能是简单地用计算机人机交互代替工艺文件的打印,而必须通过应用CAPP系统提高工艺设计的优化、标准化水平(标准化不仅仅是文件格式的标准化,而是内容的标准化),以指导生产过程与生产管理获得良好的效果,包括实施MRPⅡ、ERP、JIT、CIMS等应用效果,使企业经营进入良性循环的轨道。

2) 为了实现以上目标,必须应用相似性原理、成组技术、标准化技术开展工艺标准化工作,建立工艺标准体系,才能解决工艺设计的多样性,才能为开发CAPP的应用及其系统的通用化、商品化打下牢固的基础,才能使企业工艺工作适应市场经济的发展。绝对不能牺牲开发应用CAPP的根本目的——优化生产管理与优化操作解决T、Q、C、S,来达到所谓系统的“商品化”。

3) 一个企业的实用的、可行的CAPP系统,必须首先以企业中占70%以上的可以实现工艺标准化的零件及产品工艺信息为主体,形成多种CAPP技术方式应用系统,包括目前条件下可能实现的专家系统、半自动生成系统、派生式系统、样件系统等。

4) 在应用CAPP工艺设计系统的同时,明确CAPP与CAD、PDM、ERP的关系,开展工艺信息管理系统的开发与应用。用系统工程的原理与方法对企业工艺系统的全部工作进行系统分析、设计,形成完整的工艺信息系统,不但使工艺工作实现信息化,同时为企业工作的信息化提供坚实的基础。

## 1.2 先进制造与管理技术对装配工艺设计的要求

### 1. 先进制造与管理技术的发展

(1) 先进制造技术概念 20世纪80年代中期以来,美国为了夺回科技与市场的优势,首先提出了先进制造技术(Advanced Manufacturing Technology, AMT)概念。美国联邦科学工程技术协调委员会——工业和技术委员会(FccsET)提出了先进制造技术,包括主体技术群、支持技术群与制造基础设施,从而可知先进制造技术是一个不断发展的制造技术的总称。

#### 1) 主体技术群:

面向制造的设计技术群:产品设计、工艺过程设计、工厂设计等一系列方法和工具。

计算机辅助设计技术(CAD/CAE&CAPP):面向装配的设计、工艺过程建模、仿真、并行工程、工艺规程设计、快速原型技术(RP)、环境设计等。

制造工艺技术群:材料生产工艺、加工工艺、CAM、装配工艺、测试与检验、CAT/CAQ、环保技术、维修技术。

#### 2) 支持技术群是支持主体技术群的基础核心技术与生产过程需求的一系列

支撑技术,主要有信息技术、计算机技术、网络通信技术、数据库及集成技术、人工智能技术,标准化、成组技术、模块化,传感器和控制技术,机床与工具技术,生产计划与作业控制技术,供销与市场开发技术,物料搬运技术。

3) 制造技术基础设施是为应用先进制造技术采取的各种方案和机制。主要有质量管理、用户/供应商的交互作用、工作人员的培训再教育、全局的监督与基准评价。

(2) 先进制造技术的发展 图 1-1 是先进制造技术发展的示意图。

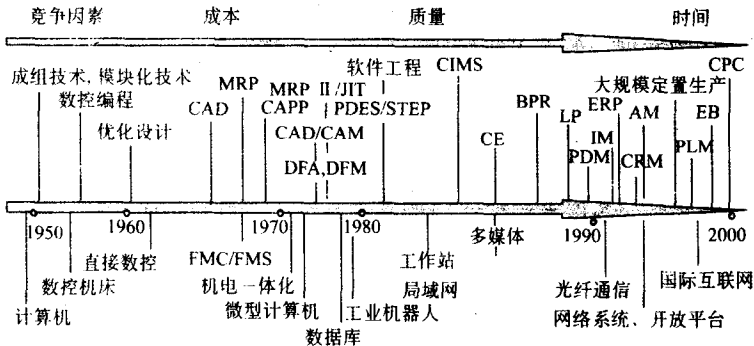


图 1-1 先进制造技术发展的示意图

(3) 先进制造技术的分析 自从美国提出先进制造技术以来,这种思想与方法在不断发展,它是:

- 1) 面向 21 世纪,面向工业的应用,面向全球竞争。
- 2) 先进制造技术贯穿从设计、制造、销售、服务全过程的循环设计中,而不仅是加工。
- 3) 应用计算机技术、自动化技术、信息技术、管理技术的最新成果,互相融合,而不分割。
- 4) 技术、组织、管理的有机集成,强调制造组织和管理体制的简化、合理,硬件、软件、人、网络综合与统一,不热衷于在原有体系上进行局部或全局过程的计算机化。重视组织、体制的合理化,按功能、集中、宝塔式的组织过渡到以过程为中心,分散、专业、扁平、协同的组织。
- 5) 强调以人为中心,不追求全面、高度的自动化与计算机化,要求自主与自律的统一,最大限度地调动人的积极性、创造性与互相协调性,人机的有机结合,不片面强调技术至上。
- 6) 强调系统开发,自组织能力,大协作,充分合理地利用资源,生产出有竞争力的产品。
- 7) 强调最低的成本,最快速度生产,生产优质、高效、低耗、清洁、灵活的产品,达到好的经济效益。

综上所述, 先进制造技术具有以下几方面特点:

- 1) 技术特征: 先进性、通用性、系统性、集成性、综合性(技术+管理)。
- 2) 目标: 优化设计、优化制造、优化全过程。
- 3) 思想与方法(策略): 将现代先进组织结构、计算机、自动化设计(硬技术、硬件)合理地应用到机械制造中, 将系统生产技术(软技术、软件)应用到机械制造中。

## 2. 实施 MRP/ERP/JIT 对装配工艺设计的要求

由于机械产品通常是由少则几十个零件, 多则上万个零件所组成的, 所以其生产过程是离散的, 尤其是占机械行业 80% 以上的多品种、单件、中小批量生产企业, 在组织一种产品的生产中有上万个零件, 每个零件少则 2~3 道工序, 多则几十道工序, 而且还要进行从零件组装到组件、部件, 最后装配成产品的逐级装配, 才能成为用户的需求。在这一复杂的制造过程中, 要能按“需求”的方式组织生产, 首先必须弄清楚装配过程中的“需求”, 即什么时间需要? 需要什么物料? 需求数量是多少? 这样才能进一步推导什么时间加工, 什么时间制造毛坯等。而装配过程中物料的需求正是装配工艺设计的内容, 一个复杂的产品装配不但与严格的工艺要求有关, 还与企业的生产组织、装配工艺装备、工人的技术水平有关, 否则不能保证装配质量和按期完成产品的装配。从装配周期分析, 简单的产品装配在一天或几天内可以完成, 而复杂的产品装配要一个月到几个月甚至 1 年到 1 年半的时间。所以其装配过程的物料(零件等)需求也是陆续的, 就应按装配工艺的要求陆续提供, 但如果不按这一要求提供物料, 就会造成停工待料或者物料积压。这就是国外统计的在不良生产的过程中, 零件从加工到装配的过程中只有 5% 的时间用于加工或装配的作业, 另外 95% 的时间则处于等待, 从而造成生产过程的库存、在制品的增加与资金的积压, 恶化了生产过程(如图 1-2 所示)。所以 MRP 提出从装配开始安排生产计划, 从下道工序向上道工序发出需求指令(看板

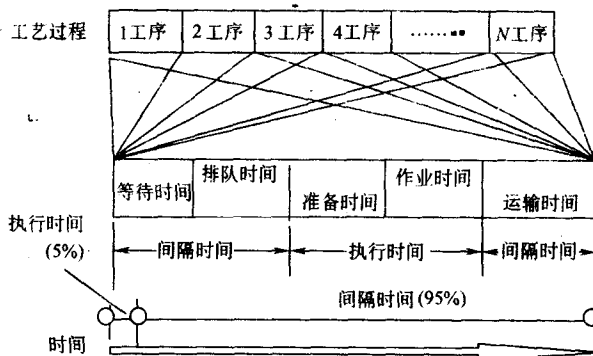


图 1-2 零件加工与装配的时间组成

管理的形式), 形成“拉动”的生产方式。分析这一“拉动”的过程就是研究生产过程中的物料需求, 而这一需求正是由装配工艺设计首先确定的, 这就是 MRP 软件中所提到的物料清单 (BOM)。为了最大限度地优化生产, 先进国家提出零库存与准时生产, 计划时间要求缩短到

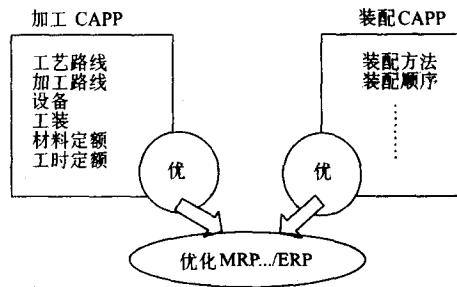


图 1-3 优化加工与装配工艺设计

天, 所以其 BOM 必须提供装配工艺决定的顺序要求, 否则不可能准确到这种程度, 越是大型复杂、装配周期长的产品, BOM 要求的越细。从以上分析可知, 要使 MRP、JIT、ERP 运行有良好的效益, 首先必须解决装配工艺设计的适应性, 如果不按装配工艺设计的要求提供 BOM, 只按传统的设计 BOM 来组织生产, 使用任何一种 MRP 为核心的软件 (MRP II、JIT、EMS、ERP 等) 将都不可能获得应有的效果。这也是我国近十年来应用 MRP/ERP 效果不理想的原因之一。图 1-3 是优化加工与装配工艺设计, 这是 MRP/ERP 运行优化的关键。

### 3. 先进生产方式需要相适应的工艺技术文件

(1) 需要反映整个产品的装配结构、层次、顺序及所需物料数量的物料清单 (BOM) 根据国外介绍, 在产品生命周期内将产生不同的 BOM, 在概要设计阶段、技术设计阶段、工艺设计阶段, 即使同一种产品也会由于时间、目的的不同, 使其 BOM 的内容也不相同。MRP、MRP II 或 ERP 是企业生产经营管理的软件, 目的是合理利用企业资源, 按时、按质、按量地为顾客提供产品, 为企业创造利润。为此, MRP、MRP II 或 ERP 是按顾客需要时间及产品、各部件装配过程来安排零部件的生产作业计划与原材料、外购件等的采购、外协计划, 进行能力、资源的平衡, 合理利用企业资源, 保证生产顺利进行, 最终满足顾客需求并获得最大利润。一个复杂产品由多个大部件组成, 每个大部件又由多个零部件组成, 生产周期少则几天, 多则几个月, 在这一过程中如果不能按时地提供所需物料, 则将使正在进行的工序停工待料, 最终不能按时交货, 当然不可能获取最大利润。如果过早提供所需的物料, 将会造成资金积压。因此, 为 MRP、MRP II 或 ERP 提供准确的具有装配过程顺序的物料清单是正确运行 MRP、MRP II 或 ERP 的必要条件。具有装配过程顺序的物料清单称为装配 BOM (ABOM) 或制造 BOM (MBOM)。为了 MRP、MRP II 或现代 ERP 的正确运行, 必须提供装配 BOM。安排产品全面计划 MRP/ERP 所需的是装配 BOM, 必须反映整个产品的装配结构、层次、顺序及所需物料的数量, 只有这样才能作为提供装配过程中所需物料的依据。

据。

根据我国现行的设计、工艺文件分析, JB/T 5054.1~5054.6—2000 中的明细表、汇总表只表达了产品设计结构、组成及所需物料数量, 并没有反映出装配过程中的结构、组成与数量, 更没有装配的顺序。现行的工艺设计技术文件 JB/T 9165.1~9165.4—1998 规定了装配工艺卡与装配工序卡, 前者反映了装配工艺与工序的技术要求、方法等。虽然也提到了可用工艺附图、装配系统图来描述装配过程, 但无详细说明。没有提出要求提供具有装配顺序的物料明细表概念。所以现行的设计、工艺技术文件不能达到 MRP/ERP/JIT 所要求的 BOM。根据设计物料明细表作为计划的依据, 即使用 MRP 软件也无法编出符合装配顺序需求的生产计划。

因此改进现行的装配工艺文件与设计的内容成了细化计划管理, 使企业由粗放型发展到集约型的一个重要环节, 也是使 MRP /ERP 软件运行能发挥作用获得应有经济效益的关键。图 1-4

是传统工艺文件与运行 MRP/ERP 所需工艺文件的比较。

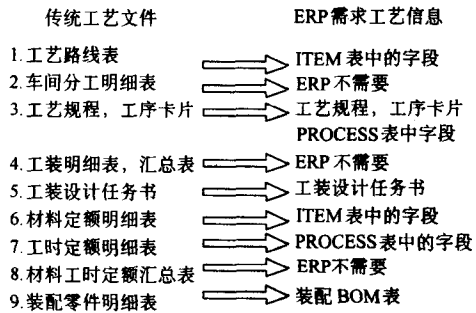


图 1-4 传统工艺文件与运行 MRP/ERP 所需工艺文件的比较

## (2) 需要优化、标准的装配工艺

1) 产品的质量、功能、性能需要优化、标准的装配工艺。产品是由成千上万甚至几万、几十万个零部件组成, 这些成千上万的零部件是按产品功能、性能的要求, 经装配连接后才能实现的, 所以不经装配作业无法把这些零部件连接成为具有符合设计要求的一定功能、性能, 因此装配工艺的优化、标准化与产品质量的好坏息息相关。

2) 缩短生产技术准备周期和解放工艺人员重复劳动的需要。根据我国机械制造企业中装配工艺的设计现况、工艺设计的随意性、工艺设计中大量的重复劳动以及先进制造与管理技术对装配工艺设计要求的分析, 装配工艺的设计规范化与标准化既是企业生产经营的需求, 也是解放工艺人员重复劳动的根本措施, 还是缩短生产技术准备周期的因素之一。

3) 从企业信息化的要求分析, CAPP 是 CAD/ERP 系统的桥梁, 装配 CAPP 是 CAPP 系统不可缺少的内容, 是企业信息化集成与取得实效的关键之一。

## 第2章 机械制造装配工艺设计

### 2.1 机械制造装配工艺设计基础

#### 1. 装配工艺中名词术语及定义

为了对装配工艺设计过程中的有关名词术语有统一的理解，下面对有关名词术语进行定义。

**构件：**在装配过程中独立存在的，用来组成机械产品的物料，如零件（自制或外购外协）、分件、合件、组件、部件、总成（大部件或一级部件）、整机等，统称为构件。

**零件：**不经装配加工而构成的构件。

**装配件：**经装配加工而构成的构件，通常可包括：

**分件：**用永久性配合方法（焊、铆、浇注、粘接）组成的构件。

**合件：**用永久性配合方法将两个以上分件组成的构件。

**组件：**用非永久性配合方法，将两个以上零件、合件组成的构件。

**部件：**用非永久性配合方法，将一个以上组件与其他零件、合件组成的构件。

**总成：**用非永久性配合方法，将一个以上部件与其他零件、合件、组件组成的构件，但本身无独立的整机功能。

**整机：**由几个部件或和总成及其他零件、合件、组件所构成，且具有用户需求独立作业功能的构件。

**装配尺寸链：**在装配过程中，由相关零件的有关尺寸（表面或轴线间）和相互位置关系（平行度、垂直度、同轴度等）所组成的尺寸链。

**装配尺寸组成环：**由对装配精度有直接影响的那些零件的尺寸和位置关系组成的尺寸。

**装配尺寸封闭环：**装配后的尺寸、位置精度与技术要求。

**装配基准件：**在一组装配构件中，其装配尺寸链的共同基准面或线所在的构件。

**装配单元：**在装配过程中，由一个装配基准件为基础，可以独立组装达到规定的尺寸链与技术要求，作为进一步装配的独立组件、部件、总成或最终整机的一组构件。

**装配层：**在装配过程中，为了便于作业划分，对类似作业的装配阶段的划分，如总装层、部装层等。一个装配层，可以是一个装配单元，也可以是几个装配单元所组成。

**基层单元：**只用零件、合件组成的装配单元。

**上层单元：**有几个基层单元或下层单元组成的高一层次的构件。

**配合面与非配合面：**配合面是指在装配过程中与其他件表面互相配合组成一种特定的结合面，在装配件中不与其他件表面互相配合的结合面称为非配合面。

**基准面（主要基准面）：**用来保证装配件中零部件位置的配合面。

**辅助基准面：**用来确保其他连接在其上的零部件位置的配合面。

**工作配合面：**零部件互相配合中实现其功能的表面。

**装配工序：**在执行装配工艺过程中，由一个或由一组工人在一个工作地点完成一个组、部件或整机装配工艺过程中的一部分工作称为装配工序。

**装配工步：**在执行装配工序过程中，不更换工具就可完成一种配合而进行的工作称为装配工步，其间工人完成的各种动作称为工步的组成部分。

## 2. 机械产品的构成分析

(1) **机械产品的构成** 任何一台机械产品都有明确的功能、性能要求，为了达到确定的功能、性能要求，其往往要由若干功能、性能的零部件所组成，简单的产品由几个零件组成，复杂的产品由成千上万至几万、几十万个零部件所组成，这些几个至几万、几十万个零部件是按照产品功能、性能要求组装连接在一起的，如图 2-1 所示。

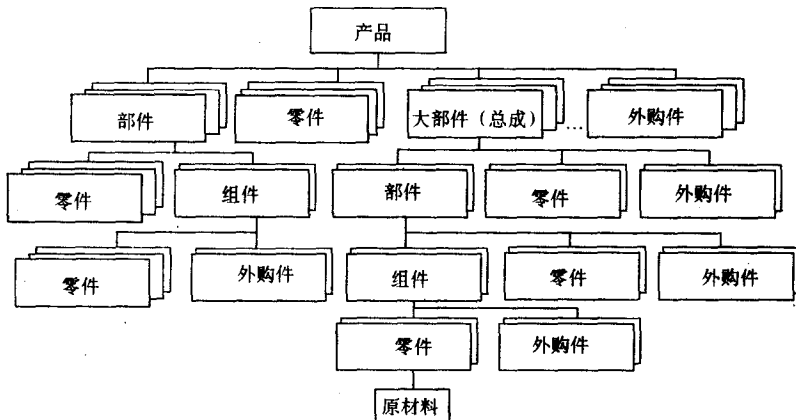


图 2-1 机械产品的构成

(2) **机械产品的装配过程** 把多个零部件连接成为具有符合设计要求的一定功能、性能的产品，这一过程称为机械产品的装配，装配过程中使用的方法、技艺称为装配工艺，机械产品的装配过程是从最基层的零件组装成组件装配开始，



若干个组件装配完成后进入部件装配, 若干个部件装配完成后进入总成(大部件)装配, 直到最后产品装配, 图 2-2 是产品装配过程的示意图。

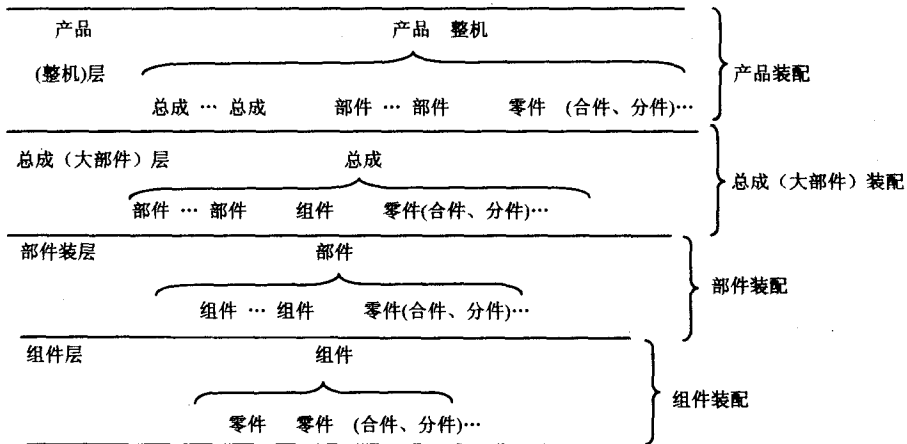


图 2-2 产品装配的过程

### 3. 机械产品装配中配合方法的分类

机械产品的装配是使装配的各级组、部件达到按产品设计规定的构件功能、性能的要求, 组成机械产品的各级零、组、部件, 它们的互相关系有的是相对固定不变的, 有的能在一定条件下作相对的运动, 有的零、组、部件在装配后是不能拆卸的, 有的零、组、部件在装配后是能拆卸的, 这些装配工艺方法的分类如下:

(1) 固定配合 装配后的零、组、部件在机械工作状态下不能互相运动的结合为固定配合, 固定配合按其装配后的零、组、部件能否拆卸, 又可分为可拆卸的固定配合和不可拆卸的固定配合, 如用螺钉、螺栓等螺纹类配合, 用键、花键、槽、销、楔、圆锥类配合及静座配合是可拆卸的固定配合; 用压力配合或扩压法配合的钢性材料零、组、部件的配合, 用铆、焊、冲压、粘接及浇注方法配合的零、组、部件的配合为不可拆卸的固定配合。

(2) 活动配合 装配后的零、组、部件在机械工作状态下能作相对运动的结合为活动配合, 活动配合按其装配后的零、组、部件能否拆卸, 又可分为可拆卸的活动配合和不可拆卸的活动配合, 可拆卸的活动配合, 如回转运动的轴与轴承, 往复运动的活塞与活塞环, 活塞、活塞环与气缸, 机床的溜板与床身等; 不可拆卸的活动配合如压力配合回转运动的滚动轴承、往复运动的止回阀等。可拆卸的固定配合还可进一步分为可调整的与不可调整的。

图 2-3 是装配工艺方法的分类, 图 2-4 是固定配合特征的分类, 图 2-5 是活动配合特征的分类。