

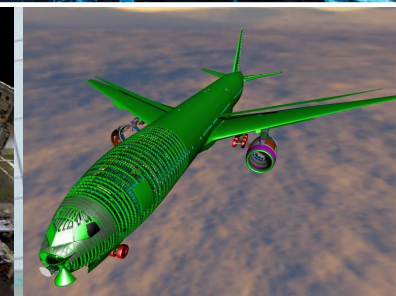
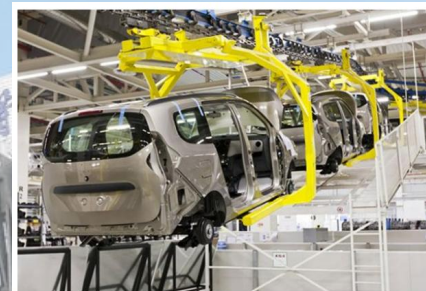


电子科技大学(深圳)高等研究院

《数字化设计与制造》



任课教师: 孙勇¹, 张东星²
联系方式: 1.yong_sun@uestc.edu.cn,
2.zhangdongxing@uestc.edu.cn



产品数字化 开发集成技术



内容提纲

第一节 概述

第二节 柔性制造系统

第三节 计算机集成制造系统

第四节 协同设计技术

第五节 网络化制造技术

第六节 并行工程

概述

- 从产品开发的角度，数字化设计与数字化制造之间具有密切关系，两者之间存在双向联系。
- 人们发现，只有将两者有机地结合起来，才能获得更大的经济效益。主要原因有：
 - ① 只有与数字化制造技术结合，产品数字化设计模型的信息才能充分利用；
 - ② 只有基于产品的数字化模型，才能充分体现数控加工及数字化制造的高效特征。
- 数字化设计和数字化制造技术自然地结合起来，并与产品开发的领域知识、数字化管理技术等学科之间相互渗透，形成支持产品全生命周期的数字化开发集成技术。

- 例如：以CAD/CAM技术为基础，考虑对产品开发、制造及售后 等环节的信息集成，形成了计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)；
- 以产品的数字化模型为载体，改变传统的串行开发模式、实 现产品并行开发的并行工程 (Concurrent Engineering, CE) 技术；
- 产品全生命周期管理技术(Product Life cycle Management, PLM)等。

复杂产品是多学科专家协同开发过程的结果,为了实现全生命周期内产品开发与管理的数字化,必须确定面向全生命周期信息交换的数字化产品定义模型。



内容提纲

第一节 概述

第二节 柔性制造系统

第三节 计算机集成制造系统

第四节 协同设计技术

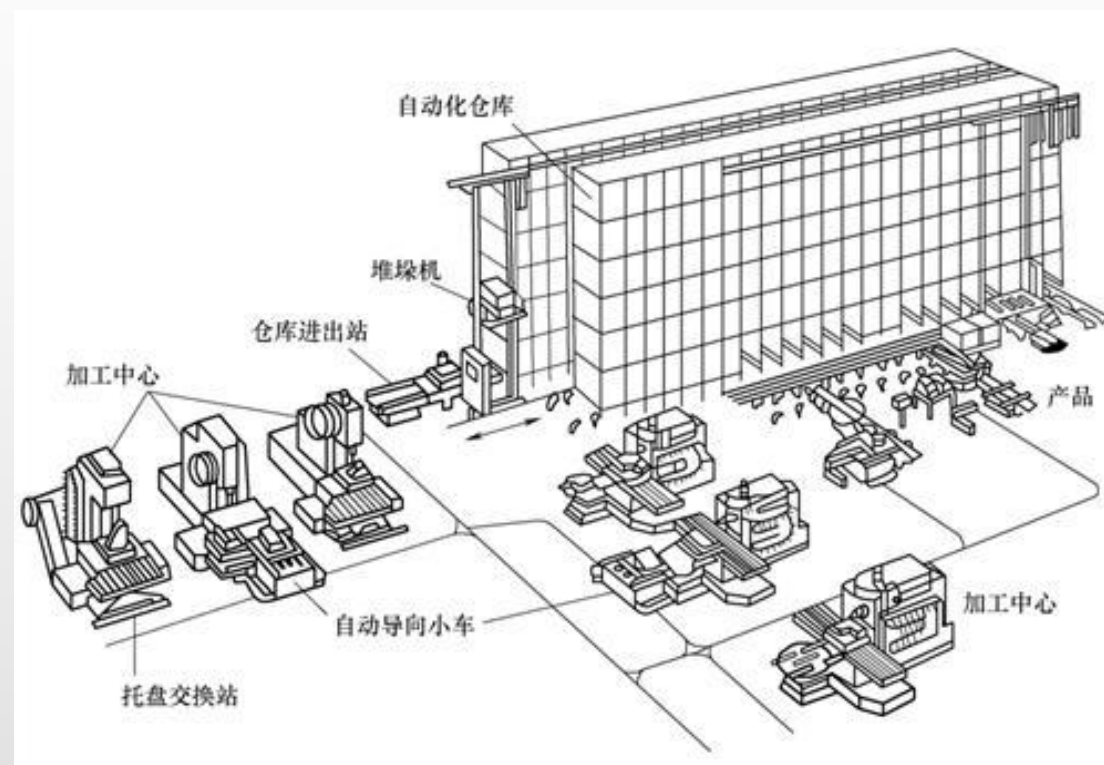
第五节 网络化制造技术

第六节 并行工程

- 1 柔性制造系统产生的背景
- 2 柔性制造系统的组成与分类

1 柔性制造系统产生的背景

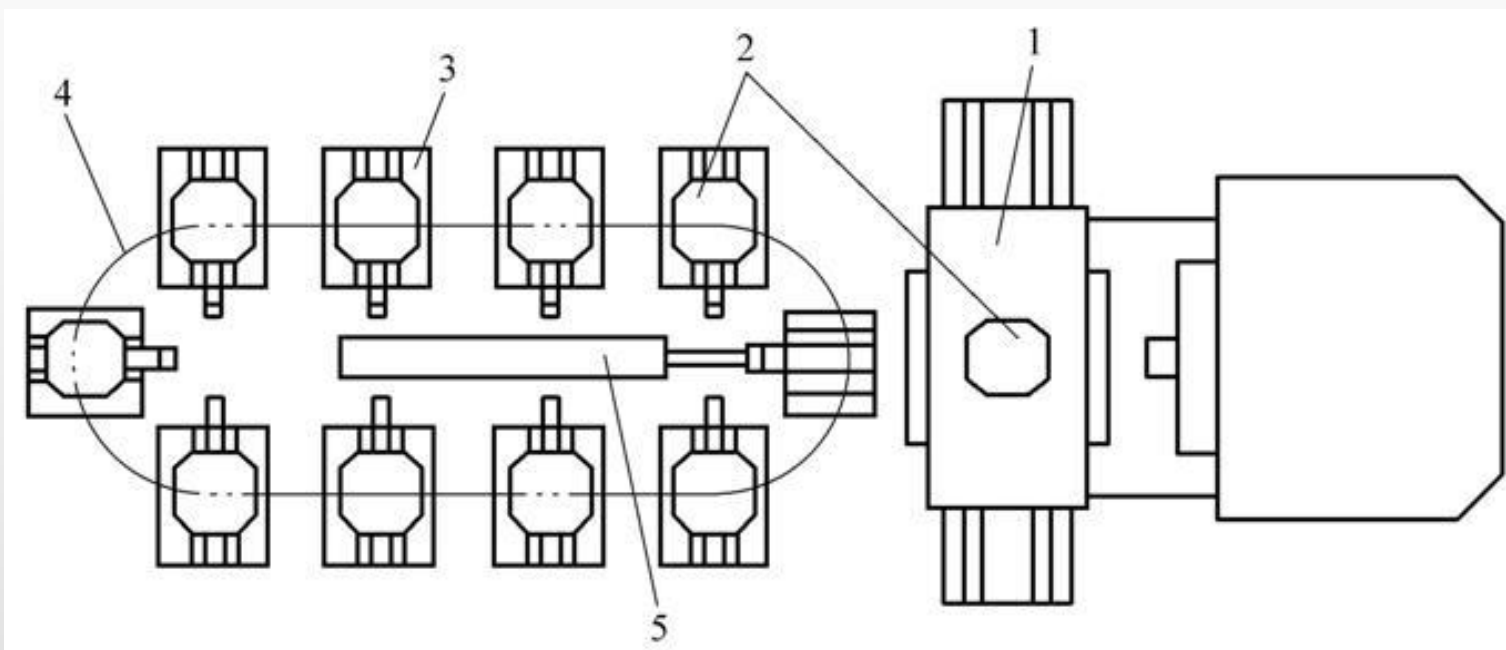
随着经济的发展和消费水平的提高，人们更注重产品的不断更新和多样化，中小批量、多品种生产已成为机械制造业的一个重要特征。科学技术的迅猛发展推动了自动化程度和制造水平的提高。



柔性制造系统(FMS)示意图

1 柔性制造系统产生的背景

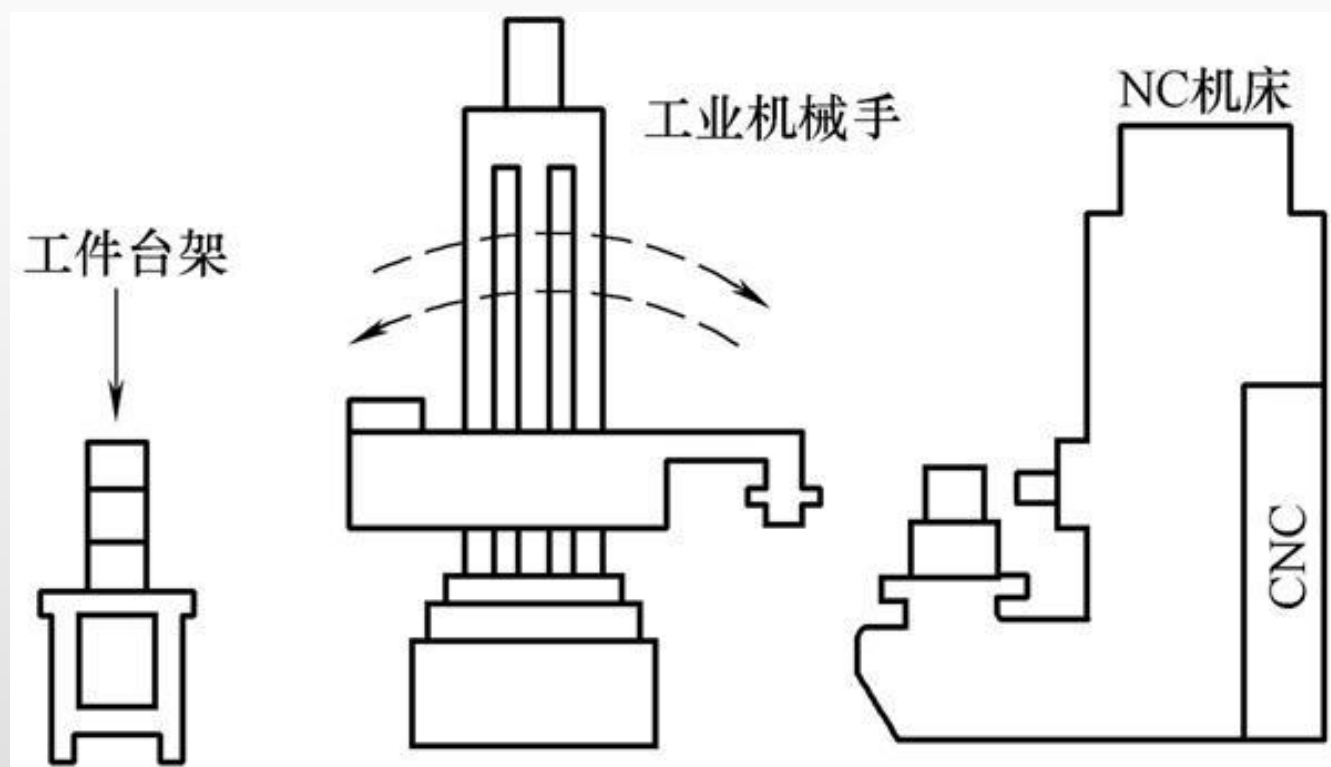
- (1) 柔性制造单元(FMC)。
- (2) 柔性生产线(FML)。
- (3) 柔性制造系统(FMS)。



帶有托盤交換系統的FMC
1—数控加工中心 2—托盤 3—托盤座 4—环形工作台 5—托盤交換裝置

1 柔性制造系统产生的背景

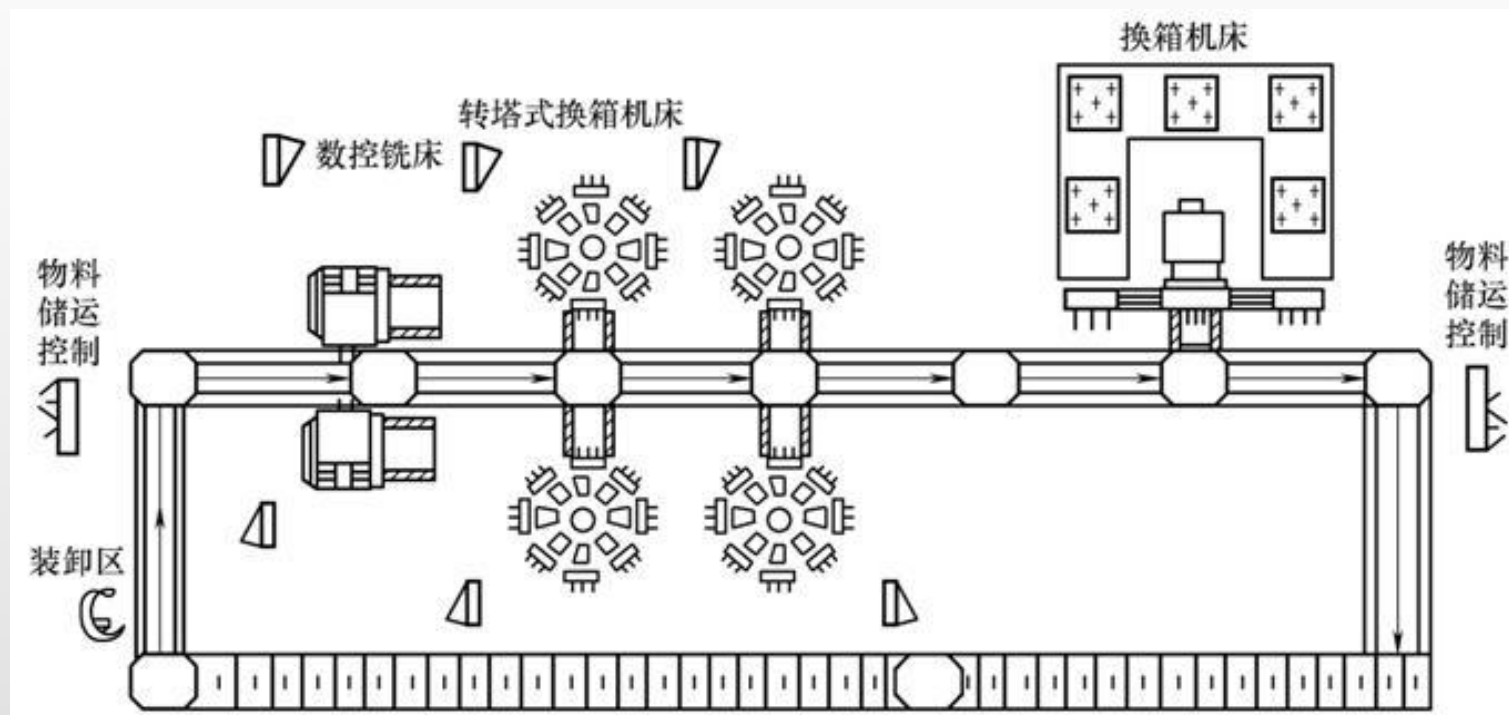
(1) 柔性制造单元(FMC)。



带有机械手的FMC

1 柔性制造系统产生的背景

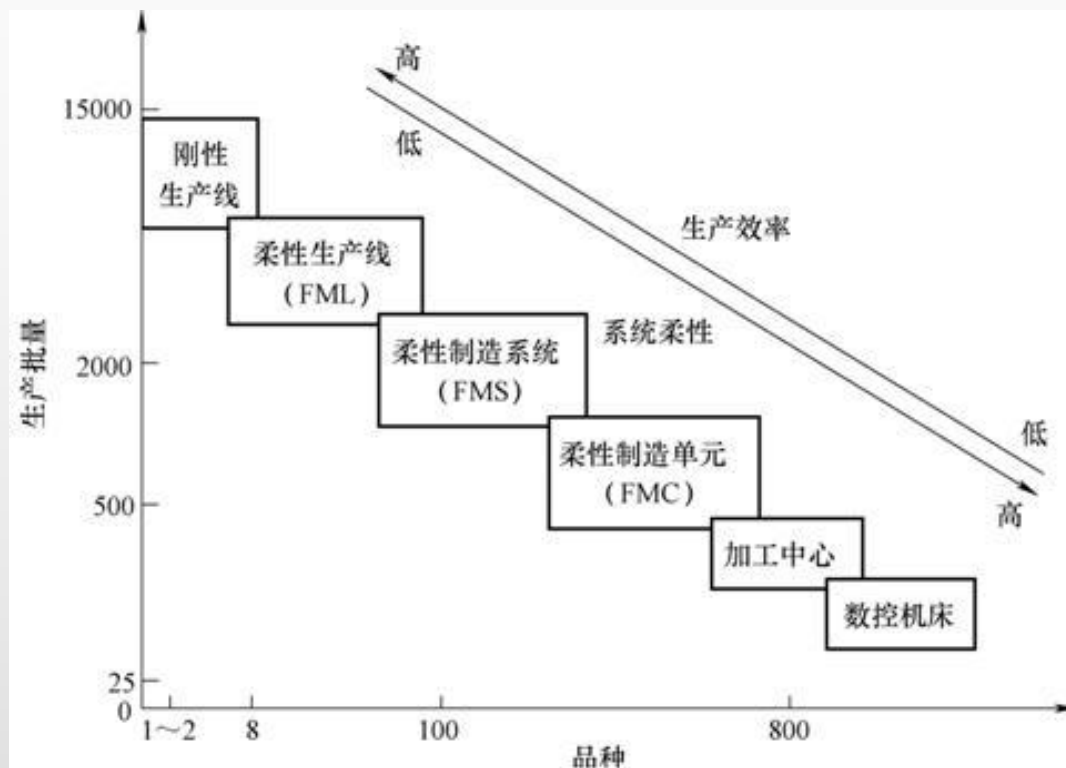
(2) 柔性生产线(FML)



由换箱式数控机床和转塔式组合加工中心组成的FML

1 柔性制造系统产生的背景

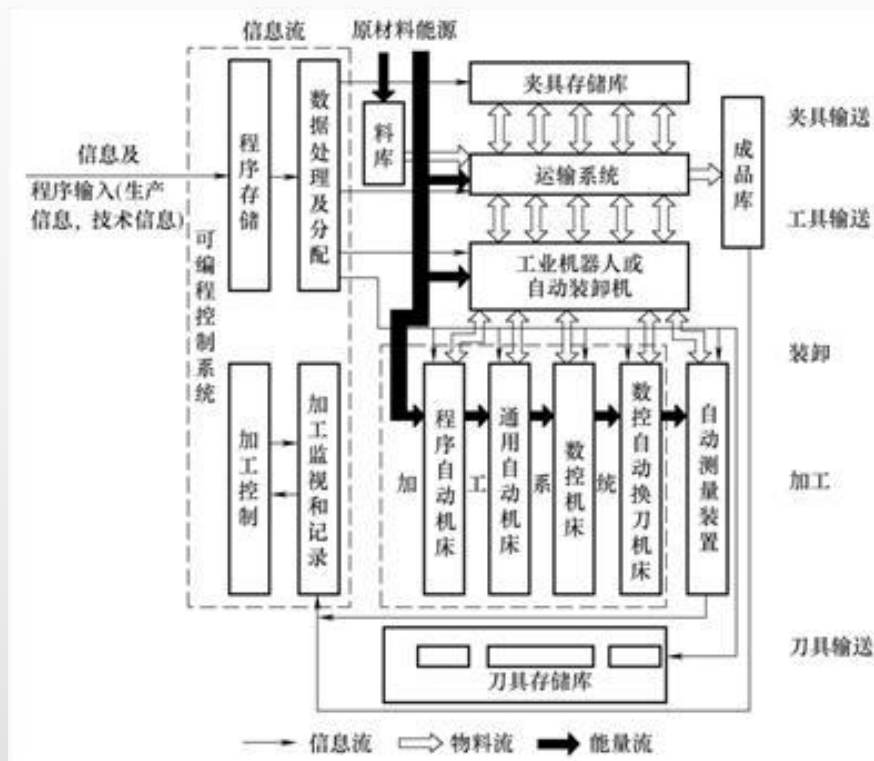
(3) 柔性制造系统(FMS)



不同类型制造系统特性的比较

1 柔性制造系统产生的背景

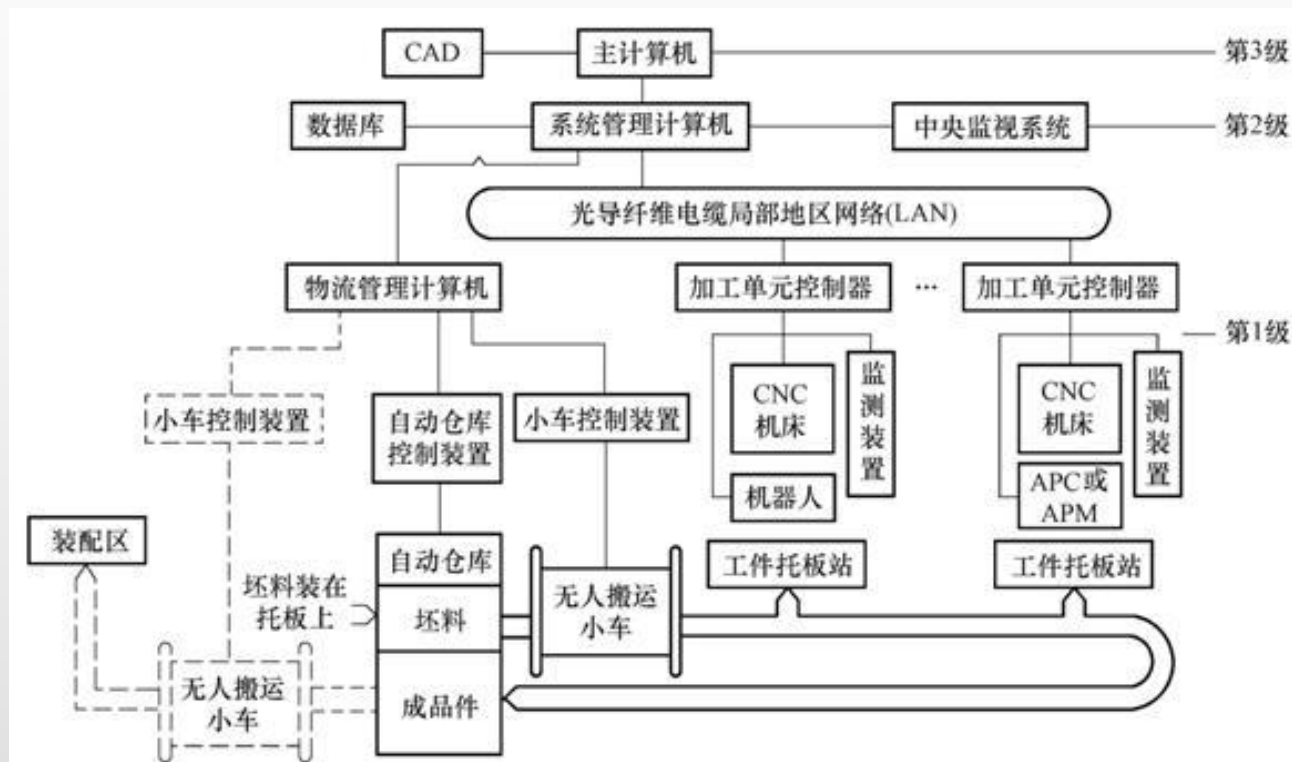
(3) 柔性制造系统(FMS)



柔性制造系统(FMS)的工作原理图

1 柔性制造系统产生的背景

(3) 柔性制造系统(FMS)



柔性制造系统(FMS)的控制系统结构图

2 柔性制造系统的组成与分类

- (1) 自动化加工子系统。
- (2) 自动化物料处理子系统。
- (3) 计算机控制与管理子系统。

2 柔性制造系统的组成与分类

(1) 自动化加工子系统。

它是FMS的基本制造单元，由CNC机床、FMC及工具等组成，一般CNC机床均需安装自动托盘交换器(APC)。

2 柔性制造系统的组成与分类

(2) 自动化物料处理子系统

包括自动化仓库、中央刀具库、无人运输小车、输送带及搬运机器人等。自动化仓库包括平面仓库和立体仓库。物料自动搬运可以选用无人运输小车、搬运机器人或传送带等。无人运输小车可以有轨，也可以无轨。

2 柔性制造系统的组成与分类

(3) 计算机控制与管理子系统

它接收来自工厂或车间主计算机的指令并对整个FMS实行监控，实现单元层对上级(车间或其它)及下层(工作站层)的内部通信传递，对每一个标准的数控机床或制造单元的加工实行控制，对夹具及刀具等实行集中管理和控制，协调各控制装置之间的动作。另外，该子系统还要实现单元层信息流故障诊断与处理，实时动态监控系统状态变化。

第一节 概述

第二节 柔性制造系统

第三节 计算机集成制造系统

第四节 协同设计技术

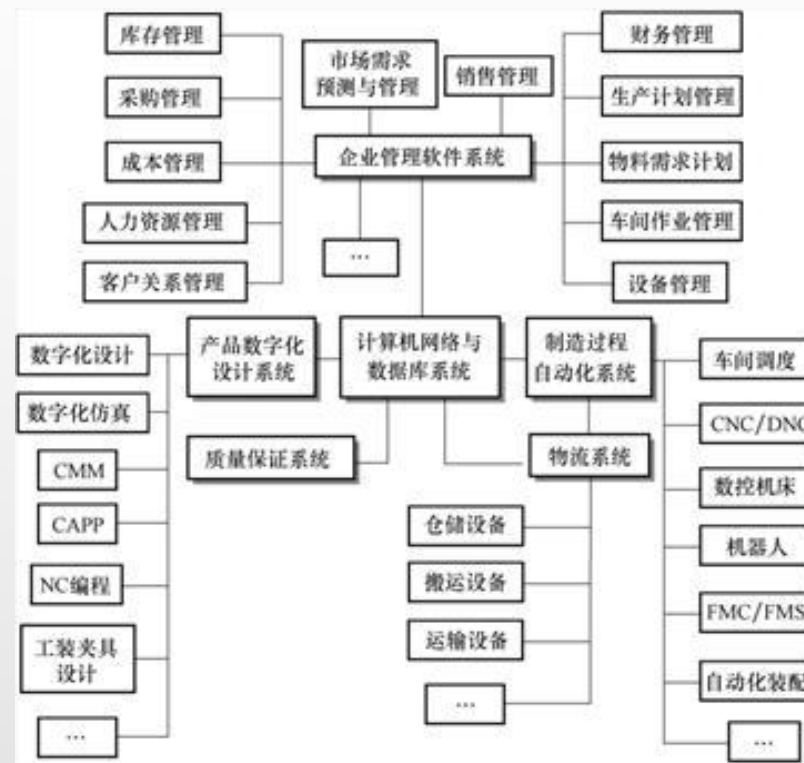
第五节 网络化制造技术

第六节 并行工程

- 1 计算机集成制造产生的背景及其定义
- 2 计算机集成制造系统的分类
- 3 计算机集成制造系统的开发模式与实施

1 计算机集成制造产生的背景及其定义

CIMS 定义：CIMS是通过计算机硬软件。并综合运用现代管理技术、制造技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术。将企业生产全部过程中有关的人、技术、经营管理三要素及其信息与物流有机集成并优化运行的复杂的大系统。

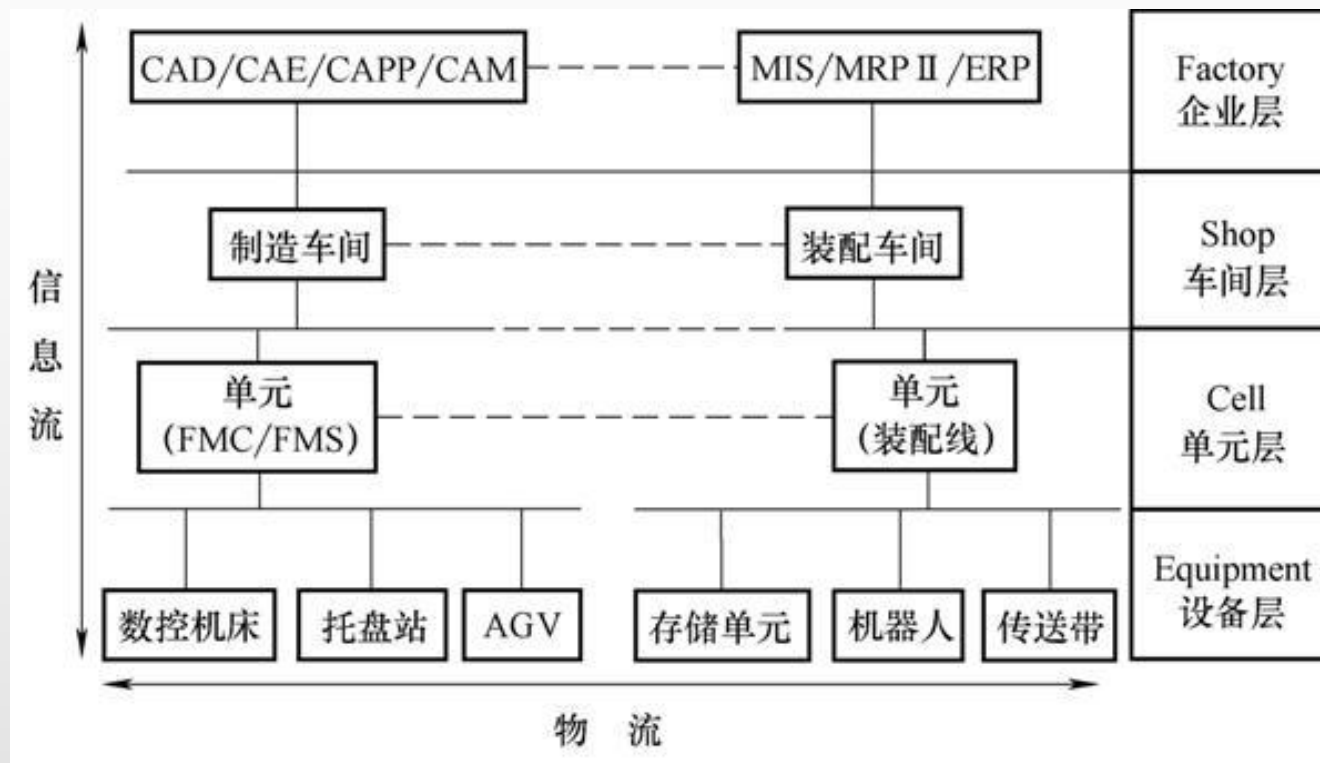


计算机集成制造系统(CIMS)的基本结构

1 计算机集成制造产生的背景及其定义

CIMS功能结构:

- (1)企业管理软件系统。
- (2)产品数字化设计系统。
- (3)制造过程自动化系统。
- (4)质量保证系统。
- (5)物流系统。
- (6)数据库系统。
- (7)网络系统。



CIMS的层次结构以及其中的信息流、物流关系

1 计算机集成制造产生的背景及其定义

企业层	多	大	长	大	小
车间层	↑	↑	↑	↑	↑
单元层	↓	↓	↓	↓	↓
设备层	少	小	短	小	大
	部件 数目	数据 容量	数据生 命周期	横向 通信量	纵向 通信量

CIMS不同层次之间的通信关系

1 计算机集成制造系统的分类

- (1)离散型企业的CIMS。
- (2)流程型企业的CIMS。
- (3)混合型企业的CIMS。

2 计算机集成制造系统的分类

(1) 离散型企业的CIMS

所谓离散型生产企业主要是指一大类机械加工企业。它们的基本生产特征是机器(机床)对工件外形的加工,再将不同的工件组装成具有某种功能的产品。由于机器和工件都是分立的,故称之为离散型生产方式。该类企业使用的CIMS即为传统意义上的CAD/CAM型CIMS。

2 计算机集成制造系统的分类

(2) 流程型企业的CIMS

所谓流程型生产企业是指被加工对象不间断地通过生产设备,如化工厂、炼油厂、水泥厂、发电厂等,这里基本的生产特征是通过一系列的加工装置使原材料进行规定的化学反应或物理变化,最终得到满意的产品。

2 计算机集成制造系统的分类

(3)混合型企业的CIMS

所谓混合型企业是指其生产活动中既有流程型特征，又有离散型特征，这类企业的CIMS，不仅解决了每道工序的自动化问题，而且解决了各工序间的所有平衡问题。

3 计算机集成制造系统的开发模式与实施

- 1)将CIMS的实施过程分为“应用工程、产品开发、产品预研与关键技术攻关、应用基础研究课题”四个层次。
- 2)强调实用，强调效益驱动。
- 3)围绕企业的经营发展战略，找出“瓶颈”，明确技术路线，自上而下规划，由底向上实施，以减少实施CIMS的盲目性，降低企业风险和提高企业的经济承受能力。
- 4)强调开放的体系结构及计算机环境、标准化，为后续的维护、扩展和进一步开发打下良好基础。
- 5)强调通过信息集成取得效益，车间层适度自动化。
- 6)实施过程中强调集成，如技术集成，人的集成，经营、技术与人、组织的集成，资金的集成等。
- 7)依靠政府部门的支持，强调企业、大学和研究所的结合，建立起高效运转的官、产、学、研联合体制，充分发挥各自的优势。



内容提纲

第一节 概述

第二节 柔性制造系统

第三节 计算机集成制造系统

第四节 协同设计技术

第五节 网络化制造技术

第六节 并行工程



- 1 协同设计技术的发展及定义
- 2 协同设计的关键技术
- 3 协同设计的体系结构
- 3 协同设计工具



1 协同设计技术的发展及定义

- 1984年,美国麻省理工学院Irene Grief和Paul Cashman提出 计算机支持的协同工作(Computer Supported Cooperative Work, CSCW)的概念, 旨在研究如何利用计算机支持交叉学科 的工作者共同开展某项工作。
- 1986年, 在美国Texas展开了第一次国际CSCW学术会议, 正式 提出由计算机科学、通信技术、认知科学、社会学、组织管 理等学科综合构成CSCW研究领域。

在计算机支持的环境中, 一个群体协同工作完成一项共同的任务。” 它的基本内涵是计算机支持通信、合作和协调。

1 协同设计技术的发展及定义



CSCW的模式及其常用工具

1 协同设计技术的发展及定义

- 协同设计（CSCD）是研究以分布资源（如制造设备，设计者的知识、经验和技巧，数据库等）为基础，利用计算机支持团队成员进行产品的合作设计，实现企业内部乃至全球范围内产品协同开发。协同设计是实现并行工程的基础，也为产品的数字化集成开发提供了技术支持。

- 协同设计从根本上改变了传统的单机作业的产品开发模式。

在分布式的协作环境下，设计人员可以在产品开发中及时查询相关信息，方便地团队成员沟通合作，借助电子邮件、网络会议系统、电子白板等等工具进行讨论协商，共同完成产品的开发。

- 协同设计技术已成为当今产品开发的重要工具，也成为先进制造技术领域研究热点。

- ◆ 人们从协同设计的体系结构、知识模型的表达与显示、协同设计中的冲突检测与消解策略、支持协同设计的数据库技术多媒体数据通信等方面进行研究，为建立实用化的协同设计环境打下了理论基础。

(1)协同会话功能。

(2)协同浏览功能。

(3)协同文本编辑功能。

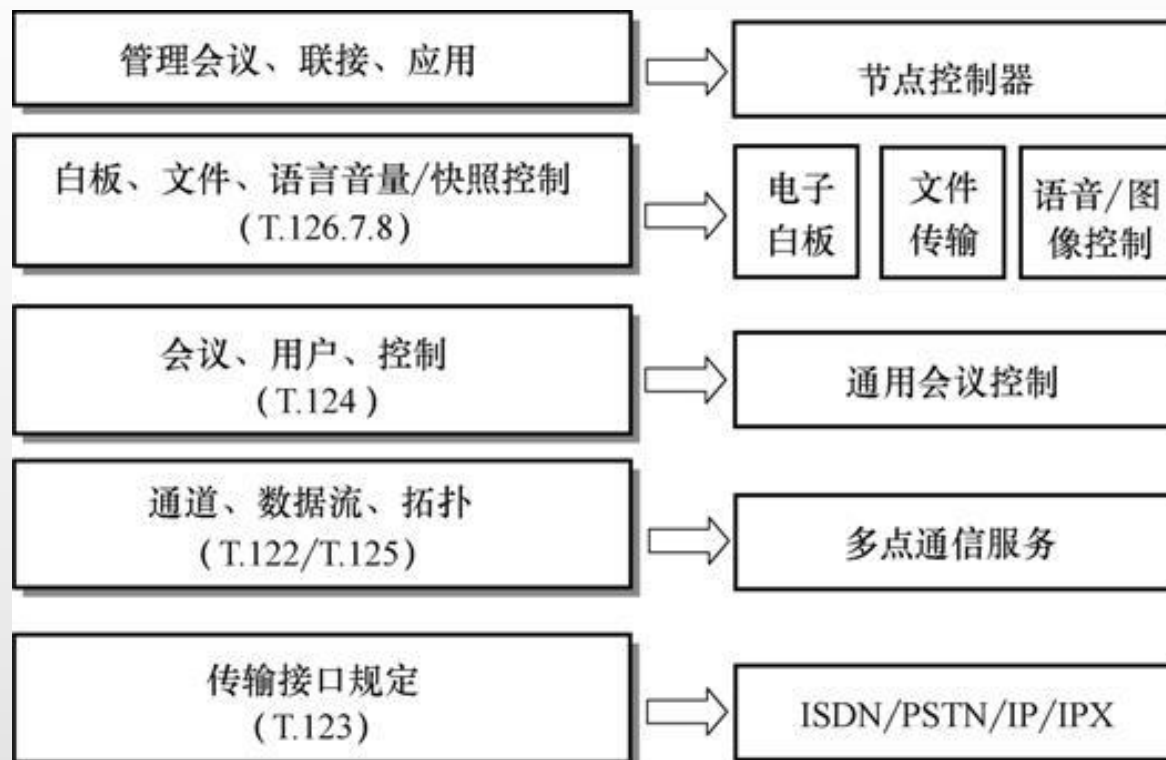
(4)协同造型。

(5)协同查询。

2 协同设计的关键技术

- (1)支持协同设计的产品信息模型。
- (2)协同设计过程中冲突的检测与消解。
- (3)协同设计的产品数据管理技术。
- (4)协同设计中的通信技术。

2 协同设计的关键技术



多媒体会议通信协议T.120的功能结构

3 协同设计的体系结构

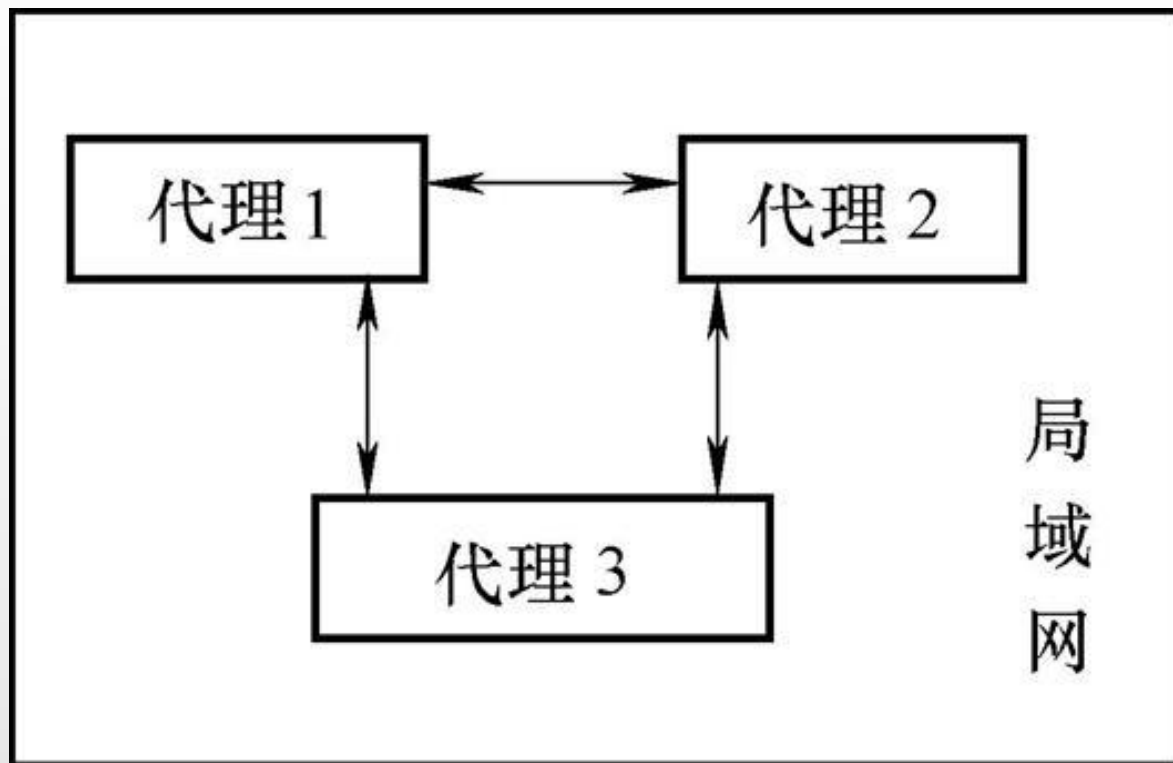
- (1)协同设计体系结构的类型。
- (2)协同设计的环境模型。

3 协同设计的体系结构

(1) 协同设计体系结构类型

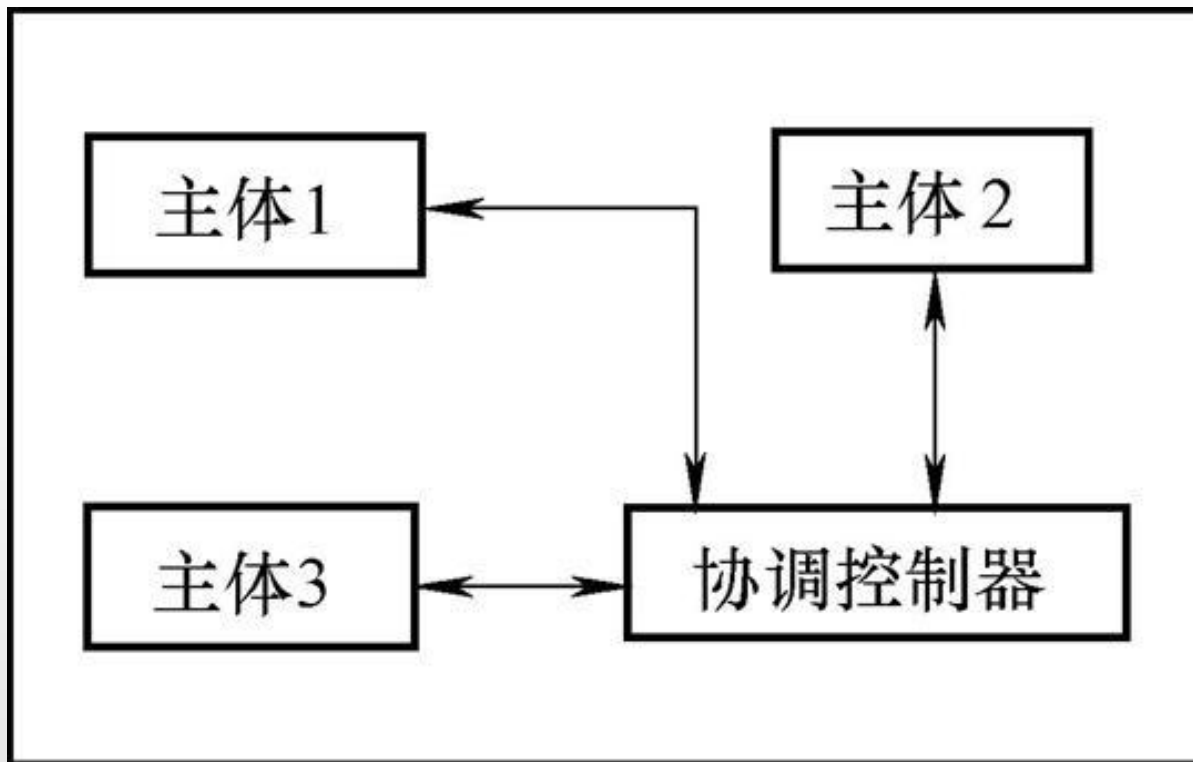
- 系统结构取决于以下因素：系统的整体目标及功能、设计任务的特性、系统的开放性、子任务的耦合程度、企业软硬件条件及人员素质等。
- 总体上，协同设计的体系结构有集中式结构、分布式结构、网络结构、面向代理的黑板结构、联邦式结构等形式

3 协同设计的体系结构



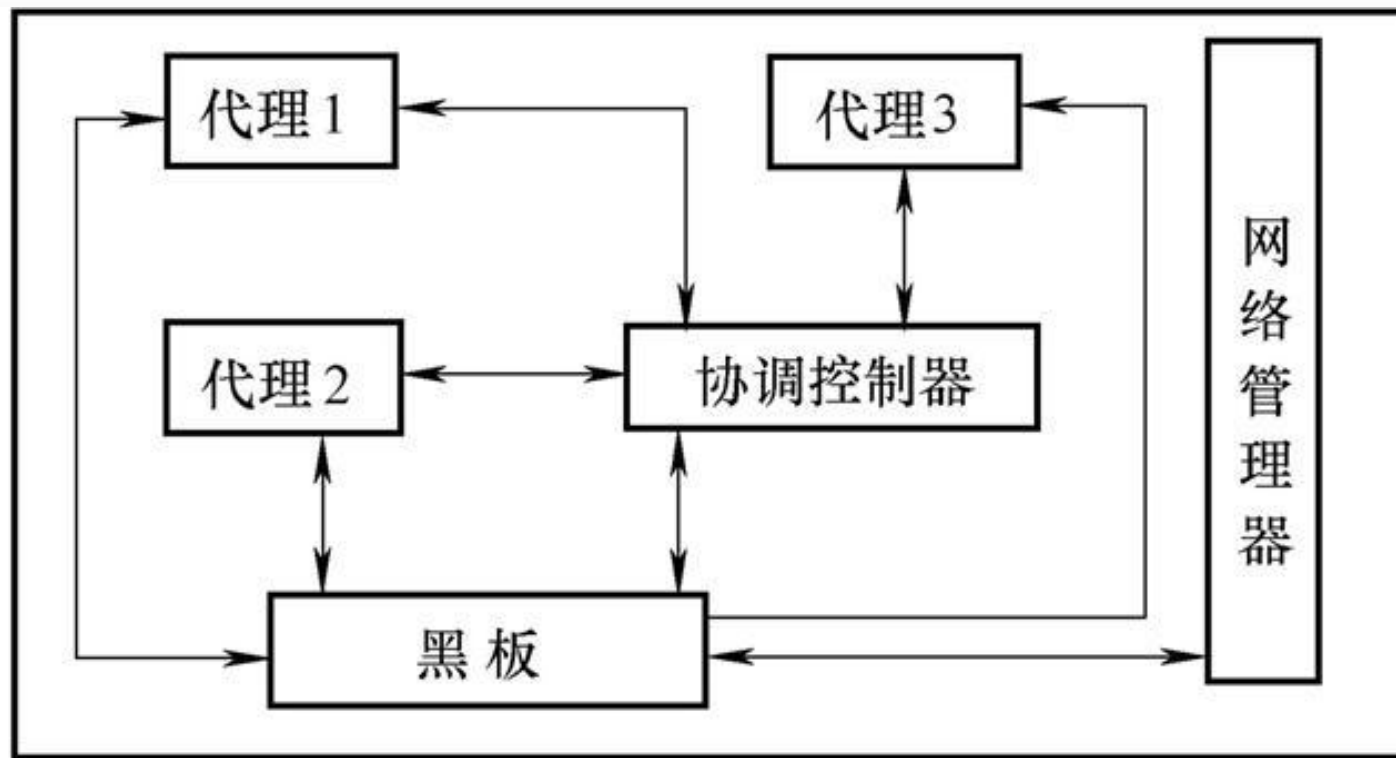
网络型系统结构

3 协同设计的体系结构



联邦型系统结构

3 协同设计的体系结构



面向代理的黑板型系统结构

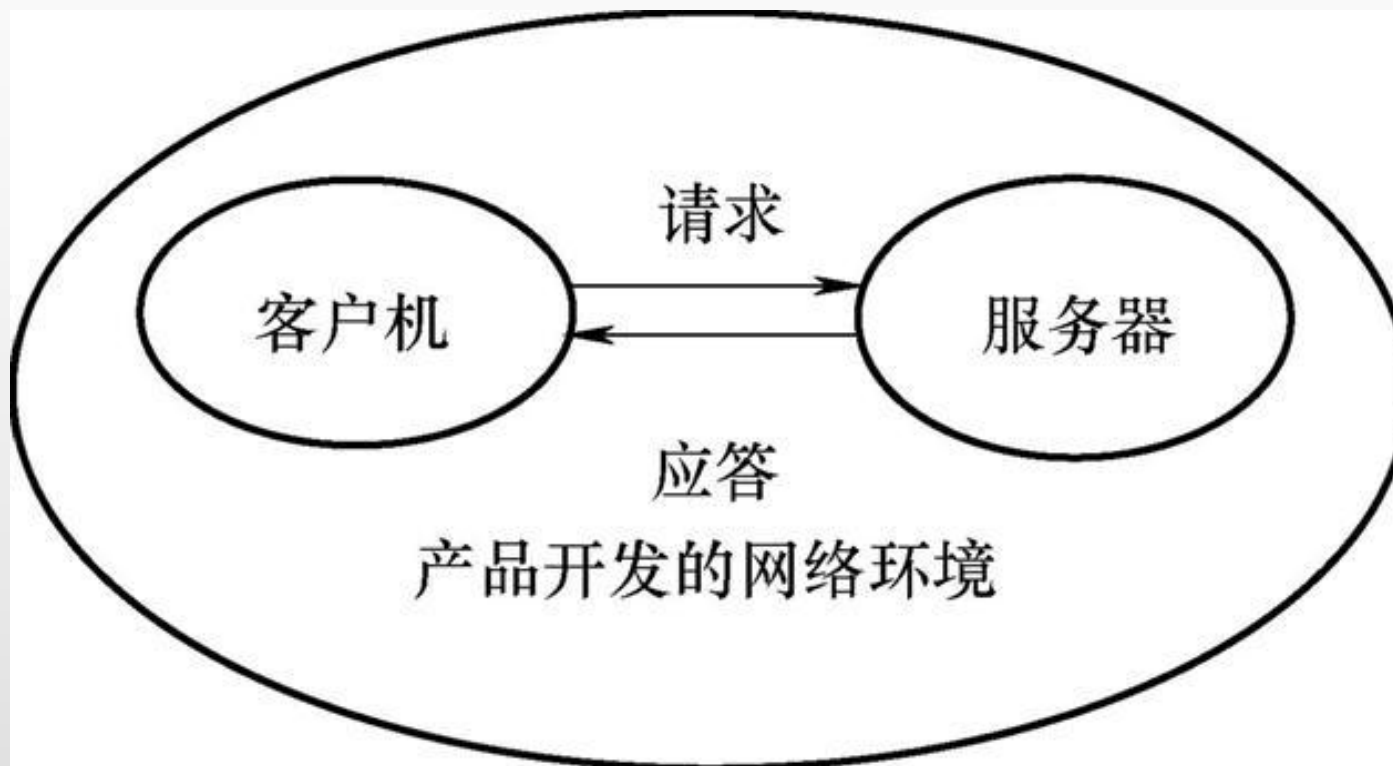
3 协同设计的体系结构

(2) 协同设计的环境模型

- ① 基于客户机/服务器的协同设计环境
- ② 基于多代理和浏览器/服务器模型的协同设计环境

3 协同设计的体系结构

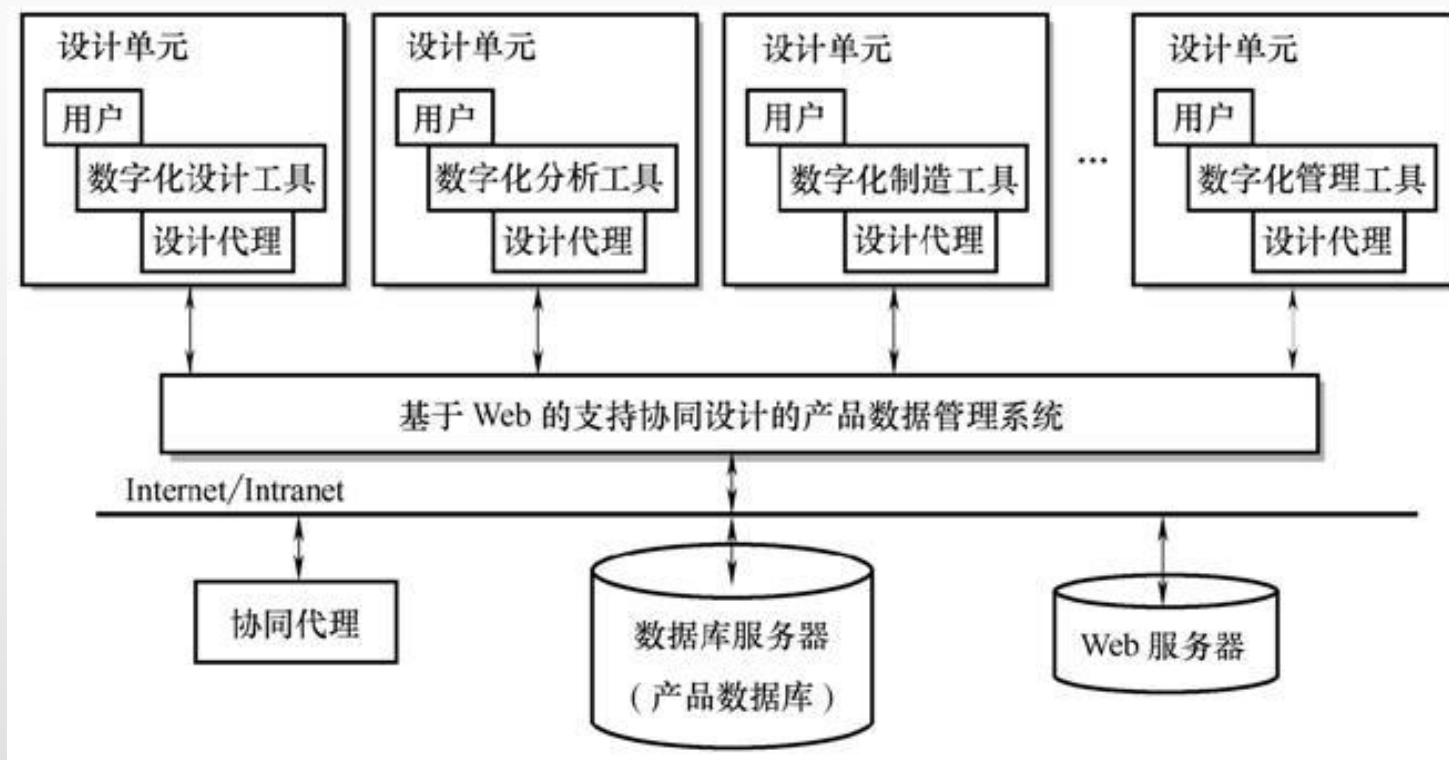
① 基于客户机/服务器的协同设计环境



客户机/服务器模型

3 协同设计的体系结构

② 基于多代理和浏览器/服务器模型的协同设计环境

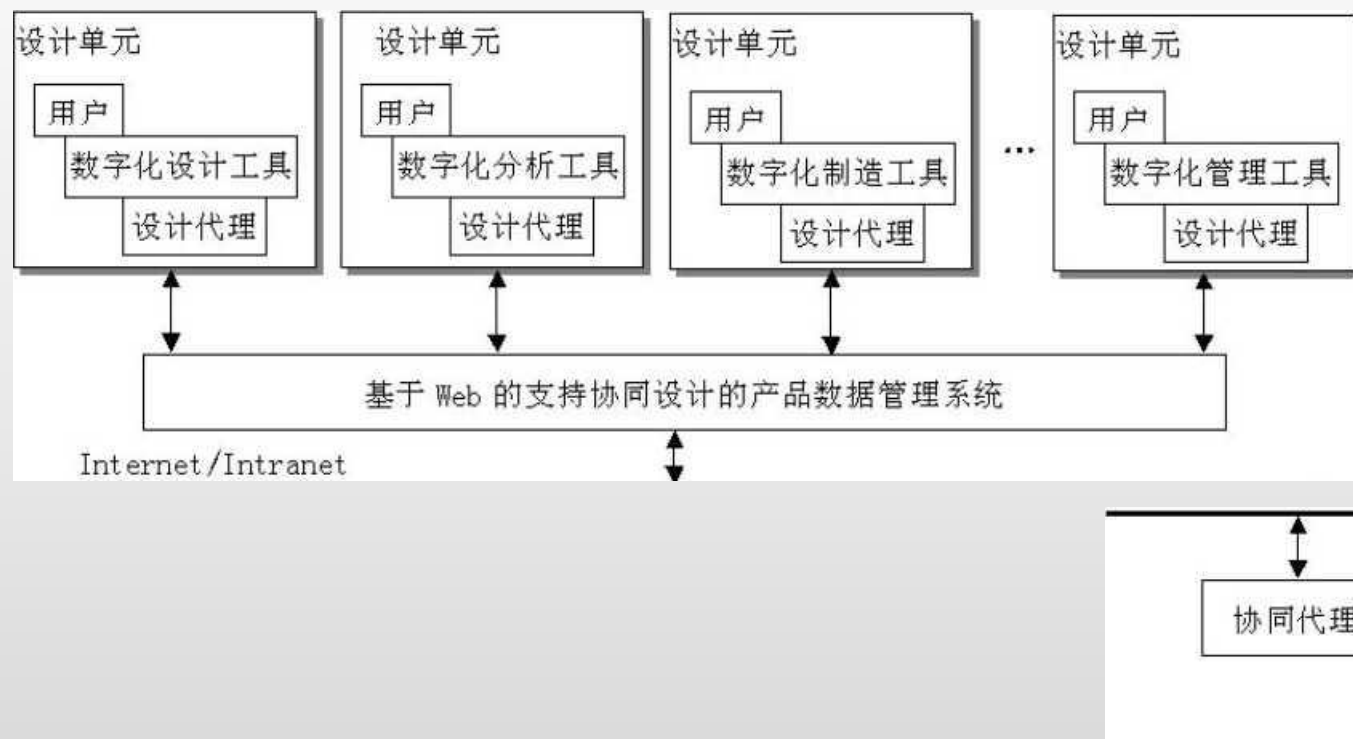


基于多代理和Web的分布式体系结构

3 协同设计的体系结构

(2) 协同设计的环境模型

- ① 基于客户机/服务器的协同设计环境
- ② 基于多代理和浏览器/服务器模型的协同设计环境

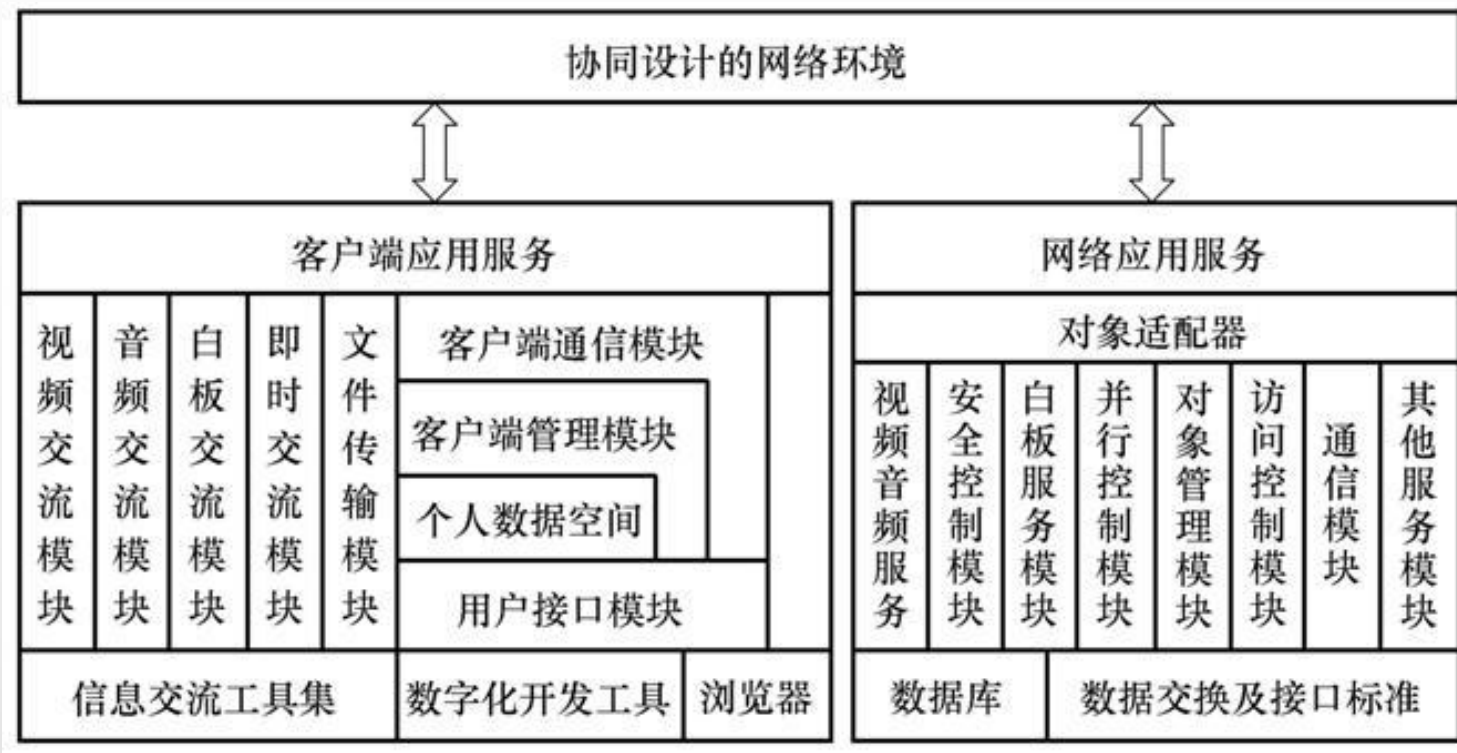


4 协同设计工具

■常用的协同设计工具

- (1) 电子白板(white board)
- (2) 电子公报牌(Bulletin Board System, BBS)
- (3) 视频会议(video conference)
- (4) 文件传输协议(File Transfer Protocol, FTP)
- (5) 聊天室(chatting)

4 协同设计工具



协同设计工具及网络服务功能



第一节 概述

第二节 柔性制造系统

第三节 计算机集成制造系统

第四节 协同设计技术

第五节 网络化制造技术

第六节 并行工程



- 1 网络化制造的定义及发展现状
- 2 网络化制造系统的体系结构
- 3 网络化制造的基础技术



1 网络化制造的定义及发展现状

- 在全球化、信息化和网络化的背景下，制造企业已不再是孤立的市场个体，而是全球化制造系统的一个节点。
- 借助于Internet/Intranet/Extranet等网络技术，可以在广域内形成分布式数字化制造网络环境，参与产品制造的员工、设备、车间、企业、经销商、供应商以及市场等都是网络的节点。

所谓网络化制造是指通过采用先进的网络技术、制造技术及其其它相关技术，构建面向企业特定需求的基于网络的制造系统，并在系统的支持下，突破空间对企业生产经营范围和方式的约束。

- 它有利于企业快速获取市场需求信息，提高企业管理预见性和主动性，增强企业生产计划的针对性，整合制造资源，提高企业市场响应速度。

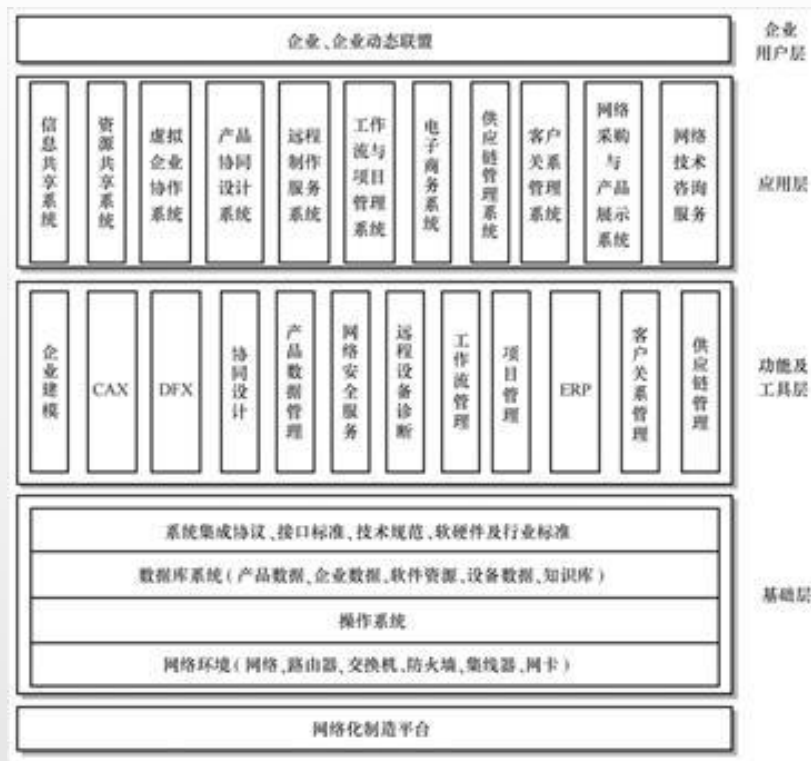


1 网络化制造的定义及发展现状

网络化制造的特点

- (1)网络化。
- (2)协同化。
- (3)敏捷化。
- (4)集成化。
- (5)最优化。
- (6)远程化。
- (7)虚拟化。

2 网络化制造系统的体系结构



网络化制造的体系结构



2 网络化制造系统的体系结构

网络化制造主要的应用模式:

- (1) 基于*ASP*的网络化制造。
- (2) 以龙头企业为核心的网络化制造。
- (3) 基于企业动态联盟的网络化制造。



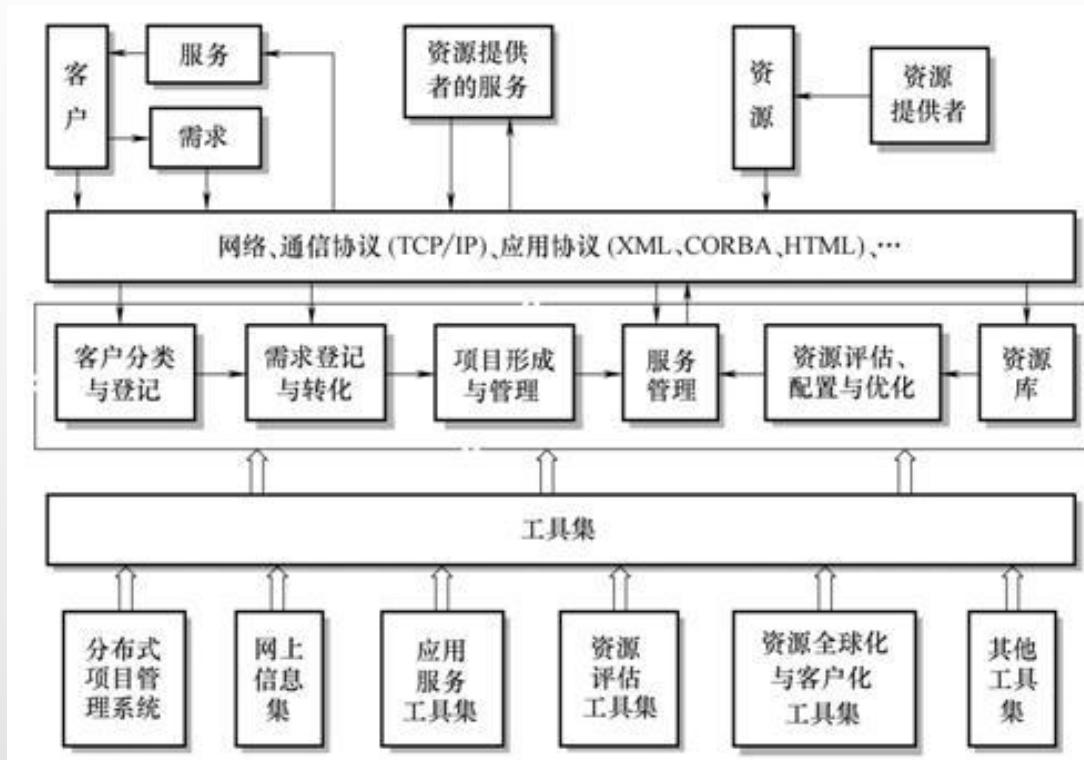
2 网络化制造系统的体系结构

(1) 基于应用服务提供商(Application Server Provider, ASP) 的网络化制造

■利用**Internet, ASP**为产品开发提供以下应用服务功能:

- ① 提供环境配置功能, 实现对网络信息的管理配置;
- ② 提供网络环境下透明的通信服务;
- ③ 为开发团队提供透明的信息访问服务;
- ④ 系统运行管理和控制服务。

2 网络化制造系统的体系结构



ASP平台典型结构图



2 网络化制造系统的体系结构

(2) 以龙头企业为核心的网络化制造

- 龙头企业在产业规模、产品结构、人才、技术、资金、装备、市场和品牌等方面具有显著优势。
- 以龙头企业为核心将上下游企业整合，可以构建企业动态联盟，形成面向某个行业或典型产品的产业链。
- 以龙头企业为核心的网络化制造主要基于协同产品商务(Collaborative Product Commerce, CPC)平台的**ERP/SCM/CRM**的集成系统，它面向产业链对产品整个生命周期(包括市场分析、产品规划和设计、制造、采购、销售、售后服务等)进行管理，使企业以协同方式组织产品开发、生产、销售和服务。
- 实例有美国**Dell**公司, **Ford**公司、**Boeing**公司和**CISCO**公司等。



2 网络化制造系统的体系结构

(3) 基于企业动态联盟(Dynamic Alliance)的网络化制造

- 网络化制造的重要特点是通过网络将参与产品开发的多个企业联系起来，构成一个制造联盟。
 - 联盟是以信息技术为平台，建立在合同和信誉基础之上，以共同获利为目标。
 - 一般地，联盟是为抓住市场机遇而构建，当产品生命周期结束时，联盟即自行解体。由于联盟多具有临时性和动态性，也称为动态联盟(Dynamic Alliance)。



2 网络化制造系统的体系结构

(3) 基于企业动态联盟(Dynamic Alliance)的网络化制造

■ 根据动态联盟组织形式的不同，可以将联盟分为：

- ① 战略级联盟：为了共同的战略目标，企业之间达成的长期合作关系。
- ② 项目级联盟：产品开发过程分别在不同企业内完成，或一个企业把项目的某些部分外包给合作企业，并提供相应的技术规范。
- ③ 专业产品级联盟：产品中某些专业性强的子系统或零部件的设计及生产，交由专业化公司完成。
- ④ 过程级联盟：根据某一项目开发涉及的资源，联盟企业共同参与某些开发过程。



内容提纲

第一节 概述

第二节 柔性制造系统

第三节 计算机集成制造系统

第四节 协同设计技术

第五节 网络化制造技术

第六节 并行工程



- 1 并行工程的产生和定义
- 2 并行工程的特点
- 3 并行工程的关键技术
- 4 并行工程的实施模式



1 并行工程的产生和定义

1988年美国国家防御分析研究所（IDA—Institute of Defense Analyze）完整地提出了并行工程（CE— Concurrent Engineering）的概念，即“并行工程是集成地、并行地设计产品及其相关过程（包括制造过程和支持过程）的系统方法。



1 并行工程的产生和定义

并行工程(Concurrent Engineering) 是对产品及其相关过程（包括制造过程和支持过程）进行并行、集成化处理的系统方法和综合技术



1 并行工程的产生和定义

20世纪90年代以后，并行工程引起我国学术界的重视，成为我国制造业和自动化领域的研究热点。1995年，我国将“并行工程”作为关键技术列入863/CIMS研究计划。

经过十多年的发展，市场上已经出现支持并行工程的工具软件及集成环境。

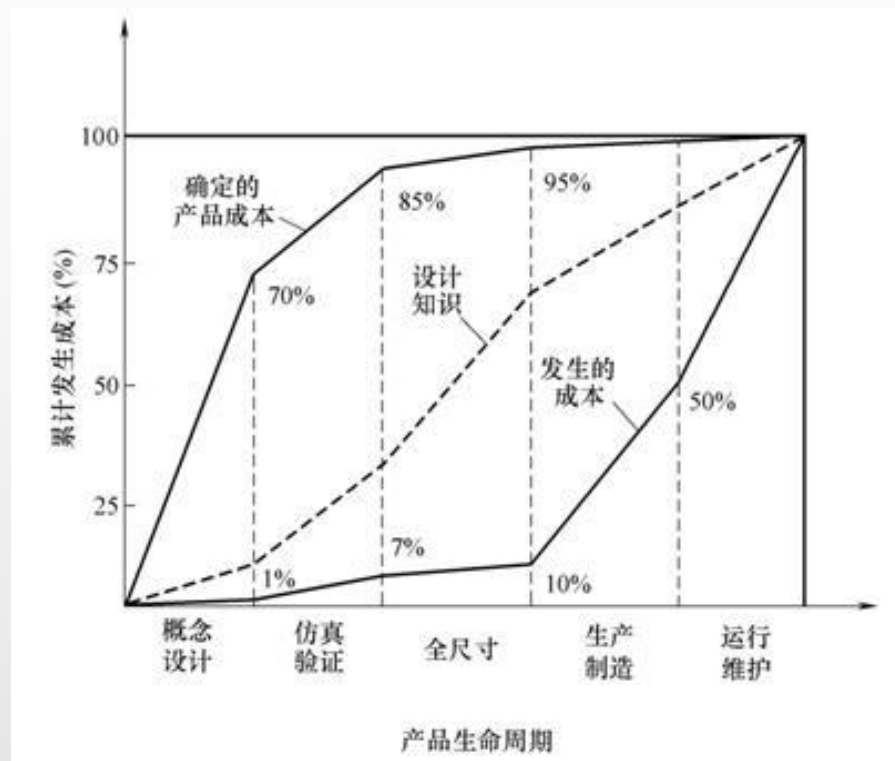
世界主流数字化设计与制造软件供应商重构或修改原有软件系统，推出支持并行工程的新版本或新系统，如CATIA、Pro/Engineer>Unigraphics等。

国际知名企业如波音(Boeing)、洛克希德(Lockheed)、雷诺(Reynolds)、通用电气(GE)等公司都在产品开发中采用并行工程技术，并取得了显著的经济效益。

2 并行工程的特点

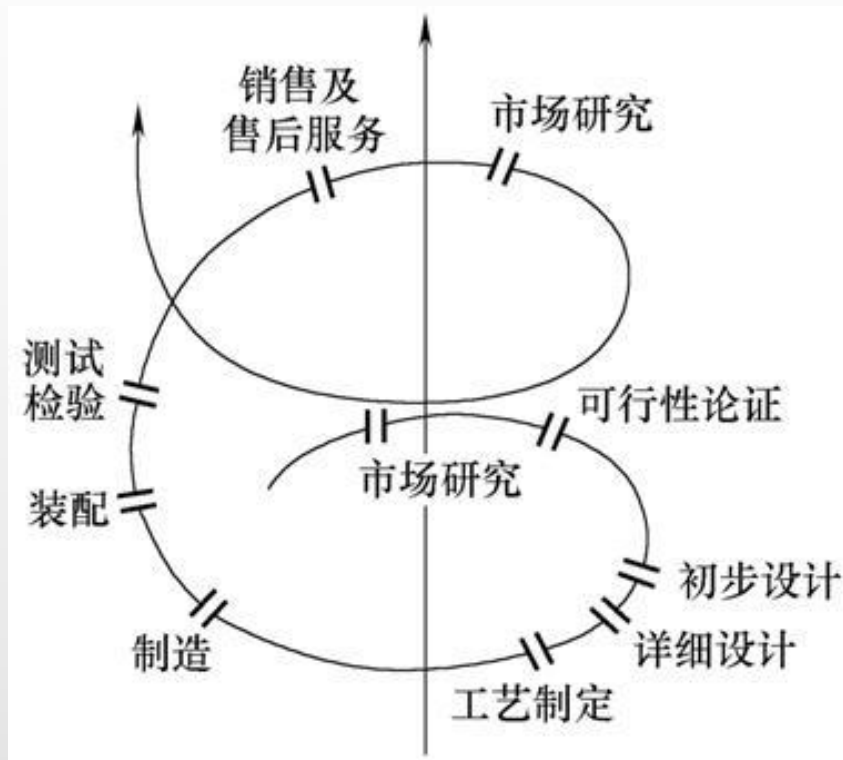
- 并行工程是一种新的设计“哲理”。它集成了制造业中的新技术、新模式和新思想，将先进的管理思想和现代的产品开发手段结合起来，采用集成化和并行化的思想设计产品及其相关过程，以缩短产品开发周期、降低成本、提高产品质量、提高产品设计一次成功率和提升企业效益为目标。
- 传统的产品开发遵循从市场调研—概念设计—结构设计—制造—装配—营销等串联的环节，称之为产品开发的串行工程 (Sequential Engineering)。

2 并行工程的特点



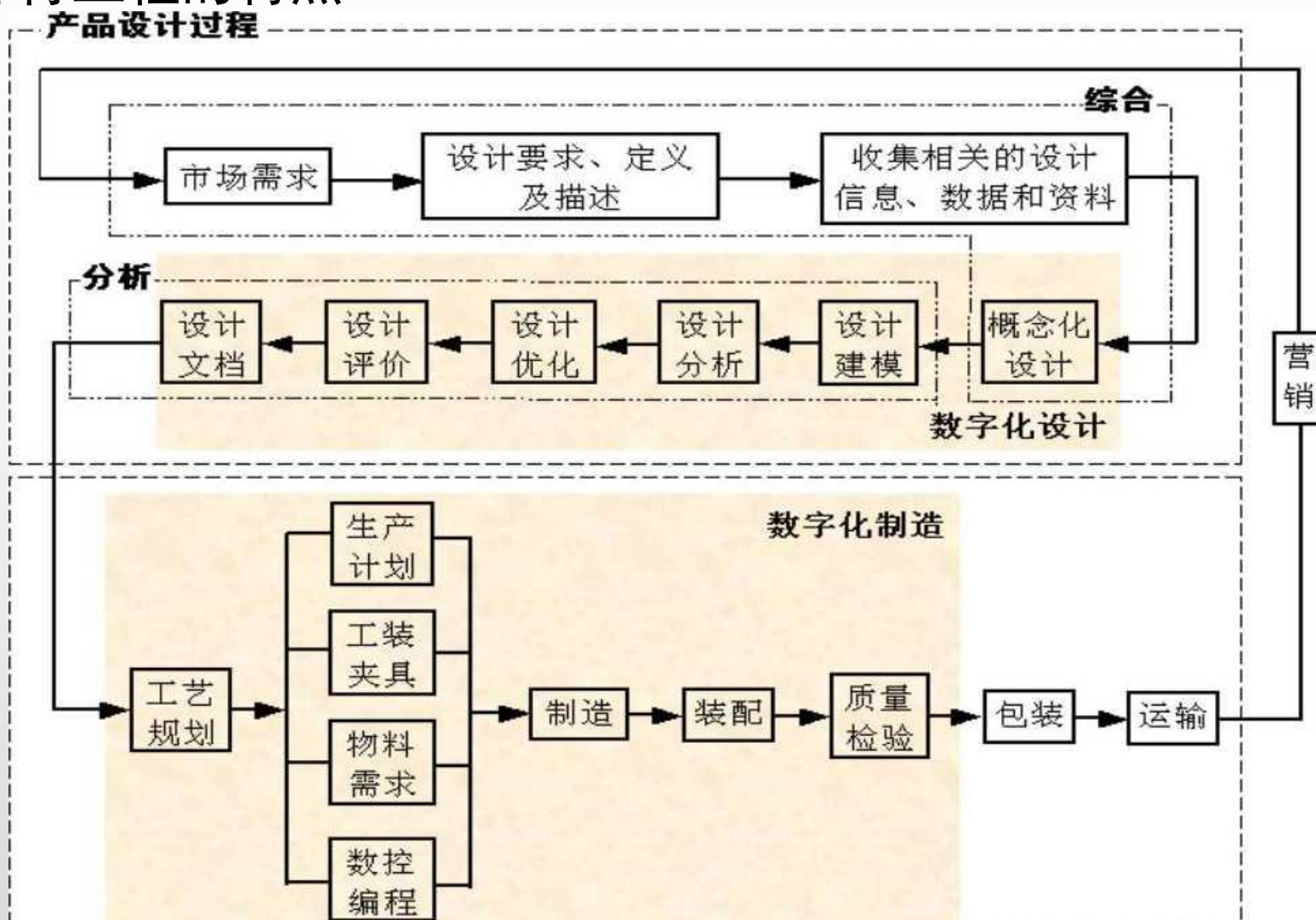
产品生命周期与产品成本之间的关系

2 并行工程的特点



产品的形成过程

2 并行工程的特点



2 并行工程的特点

■产品的串行开发存在以下缺点

- ① 产品开发各环节分工相对独立，按从设计到制造的先后关系 逐步展开，产品的开发周期较长。
- ② 各环节的责任难以明确界定，交流和协调较为困难，容易形成推诿现象，使开发过程出现反复，产品质量难以保证。
- ③ 串行工程中对企业的组织、协调和管理能力要求较高。
- ④ 串行作业方式的市场响应速度较慢，难以适应快速多变的市场需求。

2 并行工程的特点

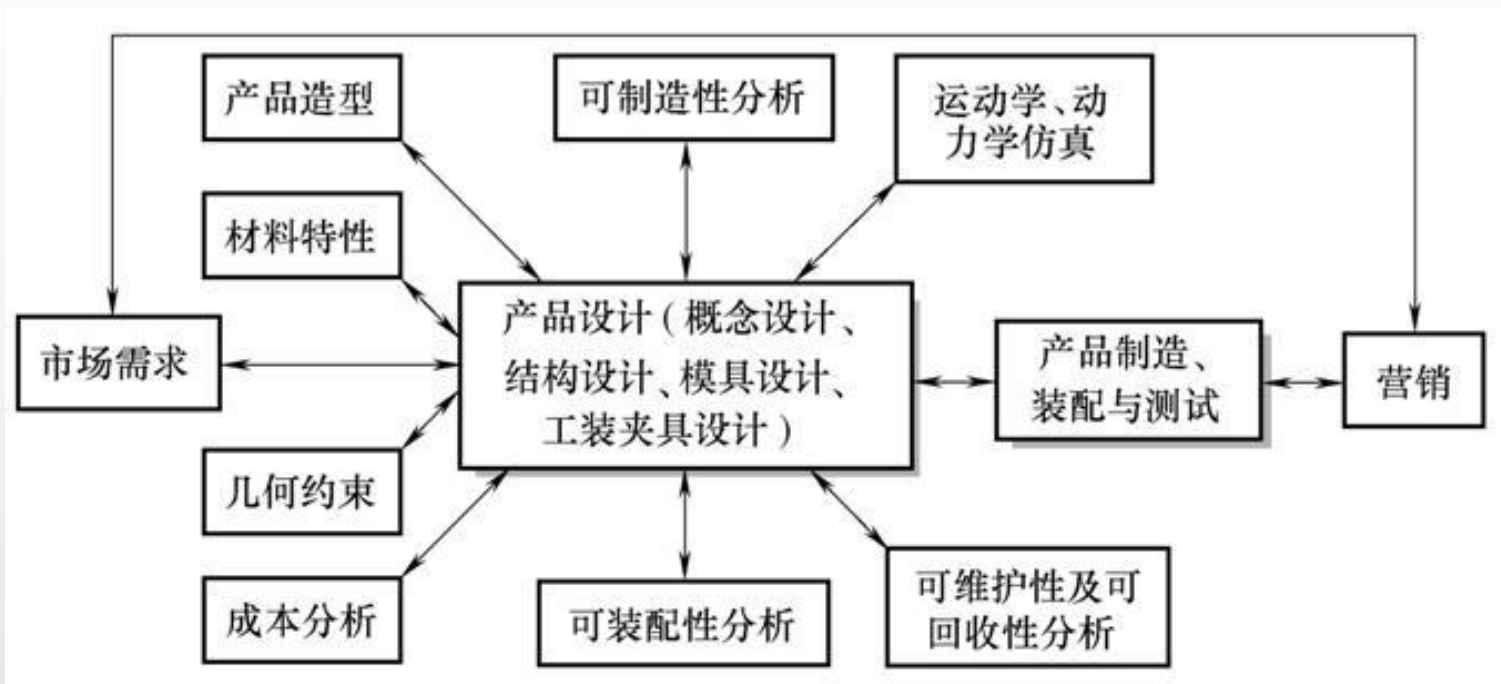
■与串行工程相比，并行工程具有以下特点：

- ① 以系统的方法和技术作为支撑，强调产品开发过程、尤其是设计过程的并行化和集成化处理。
- ② 要求开发人员在产品的设计阶段，就考虑到产品全生命周期内的所有因素。
- ③ 强调各部门的协同工作，通过决策者之间有效的信息交流与通信，尽早地发现和解决后续环节中可能出现的问题，以减少设计地反复，保证产品质量、缩短开发周期。

2 并行工程的特点

- ④ 并行工程通过改进设计质量以减少产品或工程开发中的变更次数，通过产品设计及其相关过程的并行以缩短产品的开发周期缩短，通过产品设计及其制造过程一体化降低产品的制造成本。
- ⑤ 并行工程在先进制造技术中具有承上启下的作用，它利用数字化设计与制造技术实现了产品开发过程在时间和空间上的交叉和重迭，也促进了先进制造技术与计算机技术、信息技术新成果的集成融合。

2 并行工程的特点



产品并行开发示意图

2 并行工程的特点

■并行工程是对传统产品开发模式的深刻变革，主要体现在：

- ① **产品开发技术：**并行工程的实施以产品现代设计方法和先进 制造技术为基础，如数字化设计、有限元分析、数控编程与 加工等。为满足并行开发的要求，还产生了一些并行工程的 使能(enabling)技术，如面向制造/装配/拆卸/检测/维护/ 的设计(Design For X, DFX)以及各种集成技术。
- ② **生产组织方式：**并行工程要求打破传统的、按部门条块分割 的生产组织模式，取而代之以产品开发为对象的跨部门集成 产品开发团队。

2 并行工程的特点

- ③ **企业管理模式：**在并行工程模式下，企业管理的对象、内容 和方法都发生了变化，必须有相应的机制以及时消解产品开 发中可能存在的冲突，去除可能出现的矛盾。
- ④ **并行工程的实施可以产生显著的经济效益。**

1994年，美国波音公司向全世界宣布：由于采用并行工程方 法，大量地使用数字化设计与制造(CAD/CAM)技术，实现了无 纸化生产，波音777飞机试飞一次成功，开发周期比传统方法缩 短约50%。



3 并行工程的关键技术

- (1)并行工程的组织管理技术。
- (2)并行工程的过程重构技术。
- (3)并行工程的协调管理和协同工作环境。
- (4)*DFX*技术。
- (5)质量功能配置技术。
- (6)产品数据管理技术。
- (7)产品性能综合评价和决策系统。
- (8)并行工程的集成框架系统。

3 并行工程的关键技术

①并行工程的组织管理技术

并行工程要求企业组织管理模式从传统的按部门划分的串行管理模式转变为平面化、网络化的企业组织管理机制、企业文化和产品开发模式。

其中，跨部门、多学科的集成产品开发团队（team）是实施并行工程的重要组织形式和有效的产品开发模式。

3 并行工程的关键技术

团队主要由三类人员构成：企业管理决策者、团队领导和 团队成员。

企业管理决策者的作用是提出路线、任务、目标，组织产品 开发团队，指定团队领导并给予授权，参与和支持团队领导的决 策制订。

产品开发团队需从市场及用户需求出发，根据团队的集体意 志作出决策，并对决策负责。为保证开发的效率和质量，团队成 员的个人行为应服从整个团队的决策。

企业中开发团队的数量、规模及人员组成需要根据产品的 技术需求及企业资源等决定。

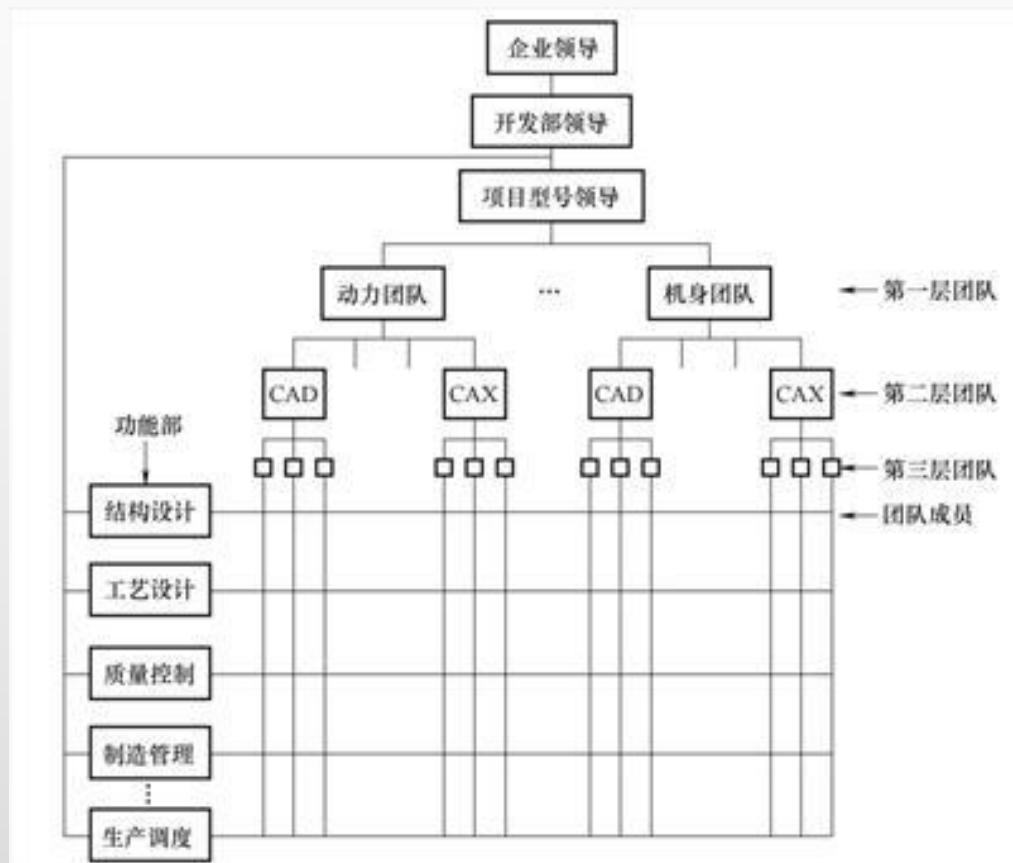
3 并行工程的关键技术

一般地，团队的规模分为：

- ① **任务级**: 小规模、单一学科的团队，用于过程及结构简单的产品开发。
- ② **项目级**: 中等规模，含一个或多个学科，适合于含多个任务的产品开发。
- ③ **工程级**: 大型团队，含多学科成员，适合功能结构复杂、部件件采用不同工艺的产品零部件开发。其中，每个零部件可以构成一个独立的小团队。
- ④ **企业级**: 人员多、机构复杂，可含多个开发团队，还可包含供应商等。

3 并行工程的关键技术

①并行工程的组织管理技术



波音公司某型号开发团队的组织结构

3 并行工程的关键技术

②并行工程的过程重构技术

- 企业要实施并行工程，就必须对现有的产品开发流程进行深入剖析，找出影响产品开发质量和速度的症结，在并行工程哲理为指导，重构产品开发模式，包括市场分析、产品开发信号、流程和开发进程等。因此，实施并行工程的本质是产品开发过程重构 (process re-engineering) 的过程。
- 过程重构可分为任务级、项目级、工程级和企业级等层次。随着团队规模的增大，过程重构的复杂性和难度也在增长。

3 并行工程的关键技术

■重构过程中应考虑以下因素:

- ① 产品开发的数据流程，从传统的串行开发流程转变到集成的、并行的产品开发；
- ② 团队成员的素质和要求；
- ③ 不同层次团队对协同环境的要求；
- ④ 企业的资源状况。

3 并行工程的关键技术

③并行工程的协调管理和协同工作环境

- 产品的并行工程开发过程中含有大量不确定因素，因设计模型、产品数据、评价标准、知识表达方式、资源约束等方面的原因，会导致多个相互关联的对象之间存在不一致、不和谐或不稳定的对立状态，称为**冲突**。因此，冲突是产品开发过程中的一种现象。
- 为保证开发过程的顺利进行，使并行工程的效益得以充分体现，需要有一种支持技术、工具及系统，以构建各开发团队及功能部门之间的依赖关系，协调跨学科团队的活动，支持团队及产品信息的和沟通，及时发现和消除冲突的起因，这就是并行工程中的协调**管理**。

3 并行工程的关键技术

- 并行工程的协调管理应提供有效的冲突仲裁机制，妥善处理 并行工程环境下出现的各种冲突。
- 目前，并行工程协调管理的研究重点主要集中在协调的定义、 协调的表示、协调规律、协调方法、冲突化解方法、协调模 型以及协调系统开发等。美国西弗吉尼亚大学的项目协调板 是具有代表性的系统。
- 为支持团队模式的产品开发，并行工程强调构建协调环境， 并已由早期的团队会议、团队讨论、设计人员面对面交流等协同工作方式，发展到目前计算机支持下的协同工作 (Computer-Supported Cooperative Work, CSCW) 方式，也称为群件(Groupware)。

3 并行工程的关键技术

④ DFX

- ◆ DFX (Design For X) 是并行工程的关键使能技术。其中，X 代表产品生命周期中的除设计外的其他过程，包括制造、装配、拆卸、检测、维护、服务等。
- ◆ DFX技术使设计人员在设计阶段就考虑到设计决策对后续过程的影响。应用较普遍的DFX技术包括DFA和DFM等。
- ◆ DFA (Design For Assembly) 即面向装配的设计，它是在产品 设计阶段，就考虑零件之间的配合、定位、装配和装配路径等。 例如：选择有利于装配的产品结构、几何尺寸和材料，制定装配工艺规划，考虑装配的可行性，优化装配路径，通过仿真避免装配干涉等。



3 并行工程的关键技术

- DFA的目标是在综合考虑经济性、生产时间及生产柔性的前提下，尽可能地减少产品最终装配向设计阶段的反馈，有效地缩短开发周期并优化产品结构，提高产品质量。
- DFM (Design For Manufacturing)即面向制造的设计。它的主要思想是在产品设计时不仅考虑产品功能和性能的要求，还要考虑产品、模具及其工装夹具制造的可能性、高效性和经济性，即产品的可制造性。

DFM使很多隐含的制造工艺问题提前暴露出来，避免或减少了设计的反复。当存在多个设计方案时，还可以根据可制造性指标进行评估、取舍，或根据加工费用进行优化，以降低产品成本，增强产品和企业的竞争力。

3 并行工程的关键技术

⑤质量功能配置技术

质量功能配置 (Quality Function Development, QFD) 是一种将用户需求作为最终质量保证因素映射到产品开发活动中的系统化方法。

通过对产品开发过程中基本元素、基本事件、基本活动的分析及它们之间的关系描述，实现对产品模型中涉及用户最终要求的因素进行控制，以保证最大限度地满足用户需求。

利用一系列关系矩阵，即质量屋 (House of Quality) 来描述上述关系，从而将用户需求转化成一系列可检查、可操作的活动事件或指标。



3 并行工程的关键技术

⑥产品数据管理技术

- 从管理的对象看，产品数据可以分为两类：一类是产品的定义信息，如几何、拓扑、特征、精度等信息；另一类是产品开发过程中的相关管理信息。
- 产品数据管理(Product Data Management, PDM)技术可以对产品的共享数据进行统一、规范管理，保证全局共享数据的一致性，提供统一的数据库操纵界面，从而保证产品数据信息在物理层面上的分布和逻辑层面上的集成，使用户可以透明调用。
- 产品数据模型的标准化是实现产品数据管理和共享的基础。PDM提供了统一的产品数据平台，为并行工程实施提供了基础数据和支撑环境。

3 并行工程的关键技术

⑦产品性能综合评价和决策系统

并行工程的核心准则是优化，即在对产品性能进行仿真的基础上，优化产品的结构性能，如可加工性、可装配性、可检验性、易维护性以及降低材料成本、加工成本、管理成本

■产品性能的综合评价和决策系统是并行工程的重要组成部分。

3 并行工程的关键技术

⑧并行工程的集成框架系统

并行工程的集成框架(framework)是实现业内部信息集成、功能集成和过程集成的各种软件系统，如辅助决策系统、支持多功能小组的多媒体会议系统、计算机辅助冲突解决的协调系统等。

集成框架可以快速引进新的应用类型，降低维护和支持费用，具有良好的环境适应性。

目前，集成框架系统主要采用多媒体技术、客户机/服务器模型等进行开发，但是在知识共享、多领域数据信息转换、设计意图表达等方面还存在缺陷，还难以提供一个包括信息集成、工具集成和人员集成的理想网络环境。



4 并行工程的实施模式

- (1)以信息系统和软件集成为主线。
- (2)以计算机辅助设计(*CAD*)和计算机辅助制造(*CAM*)为基础的集成。
- (3)从产品全生命周期管理的角度出发。
- (4)从面向制造的设计(*DFM*)和面向装配的设计(*DFA*)的角度出发。
- (5)从改变企业的组织、管理和文化的角度出发。



4 并行工程的实施模式

(1) 以信息系统和软件集成为主线

- 及时、有效和精确的信息服务是实现并行工程的基础。这种 模式认为，实施并行工程的关键在于为产品的设计过程提供 有效可用的数据库、软件和专家系统。



4 并行工程的实施模式

(2) 以CAD/CAM为基础的集成

■由于制造工艺特征与设计特征存在很大差别，建立广义特征 的建模方法是集成的关键。它的主要步骤包括：

- ① 确定产品设计的功能和行为；
- ② 确定制造工艺规划；
- ③ 确定设计和制造特征，考虑制造的可行性和经济性；
- ④ 建立以特征为基础的产品开发管理系统。



4 并行工程的实施模式

(3) 从产品全生命周期管理的角度出发

■该方法强调从产品的概念设计到废弃物处理的全部过程设计，强调在产品设计的早期阶段就考虑产品全生命周期的各种需求，主要包括：

- ① 产品的设计需求；
- ② 产品的制造活动及工艺过程；
- ③产品的运行和维护；
- ④产品的回收利用等。



4 并行工程的实施模式

(4) 从DFM和DFA的角度出发

■该方法主要是从产品设计角度出发，强调在设计阶段就充分考虑产品的可制造性和可装配性，以保证产品的设计质量，减少产品开发过程的反复。



4 并行工程的实施模式

(5) 从改变企业的组织,管理和文化的角度出发

- 产品开发过程是一种团队活动，企业组织结构、管理理念和 企业文化从根本上决定了设计过程与制造过程并行、交互的 程度。
- 该方法将企业组织结构、管理理念和文化的改变作为并行工程前提。它认为，设计者应抛弃封闭设计的观念，强调设计过程中的合作，而柔性的组织结构和良好的合作氛围可以促进交流，有利于产品创新和组织目标的实现。
- 前四种方法主要是从技术的角度出发，第五种则从管理和组织 的角度出发。实际应用时，要集各方法之长处，避各方法之缺 点，才能产生最佳的效益。



谢谢聆听

Thank You