

第1章 引言

1.1 制造业面临的挑战

对制造业(Manufacturing)这一名词的含义,有狭义的理解,也有广义的理解。当前比较普遍的是从广义上来理解。凡是利用一定的原材料,进行加工处理,生产出各种产品的企业,不管产品对象的千差万别,不管加工过程是离散的还是连续的,只要这些企业具有相应的输入输出、相应的组织机构以及计划管理、生产控制和采购销售等方面的共性,都可以归纳在制造业这一个大类之内。从具体的行业来说,大至飞机、汽车制造,小到鞋帽袜子的生产,都是制造业,从工作内容来说,从订单处理开始,原材料准备、物料搬运、计划安排、生产调度、加工处理、协作配套、装配包装、设备维护、成品发送、直至售后服务,都应隶属于这一领域之下。这样一种看法和认识,不是学究式的名词定义的探讨,而是由于世界市场急速变化,竞争日趋激烈,必然要求从更大范围,或者说从全局性的“综合”或“集成”上,来考虑问题和组织生产。所以,这种广义的认识,是生产发展的一种必然结果。

正因为制造业涉及的面非常广,紧密地联系着国民经济的命脉和人民生活的许多方面,因此能否在制造业的竞争中占优势就成为国民经济发展的一个重要标志。80年代后期,美国发觉日本在很多方面都超过了它,惊呼要夺回制造业的优势,经过这几年的大量工作,形势才有所变化。其它国家也越来越重视制造业对本国经济的影响。

回顾一下历史,在20世纪初,工业工程的分析方法的出现,促进了从手工生产向大规模生产的转化。人们主要靠大批量生产来降低成本,使顾客买得起各种各样的商品,因而提高了生活水准。80年代以来,经济发展越来越快,各国人民的物质生活都有了很大的提高,与几十年前相比,完全不可同日而语,顾客采购商品不仅要有、要多,还要好,而且这个“好”也已不仅是传统概念上的质地结实、经久耐用,而更强调花样翻新,与众不同。也就是说除了用性能指标和经济指标来表示产品的好坏之外,多样性、独特性成了一个很突出的方面,谁能够在这一点上领先,即把思想概念转化为产品这一段“上市时间”(Time to Market)缩到最短,谁就能占领市场,赢得竞争。而要实现这一目标,决不能单靠一两项新技术的应用,譬如单纯的计算机控制生产过程或单纯的计算机辅助设计,而要依靠集成技术,即将整个企业的方方面面综合成一个整体,改造成一个有机集成的大系统,使企业具有很强的柔性。这样,一旦发现市场的新要求、新机遇、或新的产品概念,整个系统从产品设计、原材料准备、计划安排、生产调度、加工制造到推出成品,就能够快速适应。这就是国际市场上制造业所面临的激烈挑战。我国的企业要想真正参与国际竞争,并能够立于不败之地,出路就在于走“系统集成”之路。

1.2 正确认识 CIM 概念

在制造业谈系统集成,就是指计算机集成制造(Computer Integrated Manufacturing, 缩写为 CIM)。实际上,不同的专家在不同的时间对 CIM 有着不同的认识,从这些差异和演变中,我们先来探讨一下如何正确认识 CIM。

1.2.1 CIM 的定义

1974 年美国约瑟夫·哈林顿博士(Dr. Joseph Harrington)提出了 CIM 这一概念,当时的提法有两个基本观点:其一是,企业生产的各个环节,包括市场分析、产品设计、加工制造、经营管理及售后服务的全部经营活动,是一个不可分割的整体,要紧密连接,统一考虑。其二是,整个经营过程实质上是一个数据的采集、传递和加工处理的过程,其最终形成的产品可以看作是数据的物质表现。这一概念直到 80 年代才被人们广泛地接受并付诸实施。

二十年来,世界各地的人们在实践 CIM 的过程中提出了各种不同的 CIM 定义,表达了不同认识和看法,CIM 的概念也由此不断得到完善和发展。下面列出了部分不同的定义供大家参考。

Merchant(1977): CIMS 是一个闭环反馈系统,其主要输入为产品需求和产品概念,主要输出是制成品。它把软件、硬件、产品设计、工艺设计、生产控制、生产设备和生产过程组合成一个整体。

欧共体(ESPRIT) (1982): CIMS 包含了制造过程的全局的和系统的计算机化。这类系统将利用一个公共的数据库将计算机辅助设计、计算机辅助制造和计算机辅助工程、测试、维修和装配集成起来。

Harhen and Browne(1984): 将应用了计算机的自动化系统和决策支持系统集成地用于管理制造系统的全部操作,也就是从产品设计,经过制造过程本身,最后到销售,并包括生产和库存管理,以及财务资源管理的全部操作。

美国机械工程师协会(ASME) (1985): 一个真正集成的 CAD/CAM 系统或 CIM 系统,就应对所有经营活动,从市场销售到产品发货(也就是从订单进厂到成品发货)提供计算机的帮助。

Teicholz and Orr(1988): CIM 是用于描述工厂全盘自动化的名词,它要使所有过程都在计算机控制下进行,只有数字信息将它们联系在一起。在 CIM 中对纸张的需要以及大多数用人的工作将消失。

欧洲标准(ENV 40003: 1990): CIMS 是信息技术和制造技术的联合应用,通过将一个企业的所有功能、信息和组织方面变成为一个集成的整体的各个部分,来提高制造企业的生产率和响应能力。

ISO TC184/SC5/WG1(1992): CIM 是把人和经营知识及能力与信息技术、制造技术综合应用,以提高制造企业的生产率和灵活性,由此将企业所有的人员、功能、信息和组织诸方面集成为一个整体。

从以上介绍的定义中可以看到,CIM 的覆盖范围涉及整个企业的全部活动这一点是共同的,也就是说,在对 CIM 系统进行分析和设计时,我们必须要有站在全企业高度的全局观点。另外,在某些问题上,如 CIM 是不是全盘自动化? CIMS 中应强调计算机还是强调集成,或者说计算机是主体还是只是集成的工具? CIM 是否应该包括人? 人在 CIM 中处于什么地位? 各家的看法是有分歧的。

本书作者认为: CIM 需要利用各种自动化设施,但 CIM 不等于全盘自动化。不切实际的自动化,甚至会对企业的经营起负作用。计算机只是一种工具、一种手段,更重要的是人的集成。因此我们把 CIM 和 CIMS 分别定义如下:

CIM 是一种概念、一种哲理。它指出了制造业应用计算技术的更高阶段。即在制造企业中将从市场分析、经营决策、产品设计,经过制造过程各环节,最后到销售和售后服务,包括原材料、生产和库存管理、财务资源管理等全部运营活动,在一种全局集成规划指导下,在更充分发挥人的集体智慧和合作精神的氛围中,关联起来集成成一个整体,逐步实现全企业的计算机化。实施 CIM 的目的是实现企业内更短的设计生产周期,改善企业经营管理,以适应市场的迅速变化,获得更大经济效益。

CIMS 就是在 CIM 思想指导下,逐步实现企业全过程计算机化的综合人-机系统。不论其计算机技术应用的广度和深度处于什么阶段,只要全局规划是明确的,确实按照 CIM 思想指导着企业的体制改革和技术改革,就可称之为 CIM 系统。全面应用于各个环节的 CIM 系统可以说是未来工厂的模式,但在发展过程中,则可以把它本身看作是一种进程,而不必局限于某种固定格局的层次模式。还要强调的是,这种人-机系统的集成,不仅是技术上信息和物流的集成,或者说硬件、软件的集成,更重要的是人的集成,是人、技术和经营三大方面的集成,而且系统成效的大小,更多地要取决于人的集成的情况。

为了纠正当前一些模糊认识,有几个词的含义还需特别强调一下:

“全局集成规划指导”。实施 CIM,往往是对现有企业的经营模式的改造,即把已有的计算机技术、自动控制、信息技术、管理科学等单项技术综合成为一个内部关联运行的整体,以满足经营战略目标的需要。而各种信息技术的硬件与软件,制造业的各种生产设备,来自于各种各样厂商,其异构性(Heterogeneity)是一个必然存在的突出问题;即使是完全新建的企业,也不可能是一蹴而就,建成后又一成不变的,也必然因逐步扩展而存在异构性问题。因此,如何最好地利用已有设施,如何逐步扩展才能最有利于系统内部的信息交换而综合为一个有机的整体,如何保证各个阶段的投資都能取得最大效益,要解决好这些问题,都需要先有一个“全局规划”。

“逐步实现”与“一种进程”。实施 CIM 是一个全企业范围不断改造的过程,是一个极其复杂的系统工程问题,不可能也不应该急于求成;更不要把它理解为:一定要如何如何复杂的自动化,一定要包含多少种层次的某某模式,否则就不是 CIMS。相反,应把它看成一种对经营过程重新设计和改进的动态过程(即一种进程),该过程中必然会扩展计算机技术的应用,必然有自动化,但这些技术只是一种手段,一种可以模块式地逐步演进地改造企业的工具。模块要一块一块地扩展,一块一块地连接,始终服务于企业的经营目标,从有利于提高企业竞争能力出发,选定何时何地需要采用何种先进技术,或选定如何更好地发挥人的作用、或选定如何改变管理方式……如果条件成熟,建立一个能掩盖各种异构性

的集成基础结构(Integrating Infrastructure,缩写为 IIS)(或称系统运行开发平台,或称使能集成器),在贯彻一定的标准和协议的前提下,使新开发的异构模块更顺利地与原系统连接,就能加快 CIM 实施的步伐。

“人的集成”。从实践中人们越来越认识到,实施 CIM 的障碍 70%以上来自于人,企业集成除了要求方法和技术的解答外,还要克服心理、社会、教育等障碍,以达到一种新的经营模式。这一点在 1.2.2 节还要详述。

1.2.2 CIM 集成的三个阶段

所谓集成,绝不只是把各个单项技术互连在一起,而是一个全企业内全方位的综合问题。ESPRIT/CIM-OSA 课题组把集成过程分成物理系统集成→应用集成→经营集成三个阶段,如图 1-1。我们基本上同意这样的划分,但增加了人的集成部分,并将该集成归于经营集成中。下面将根据我们自己的实践和理解,对这三阶段的内容进行解释和补充。

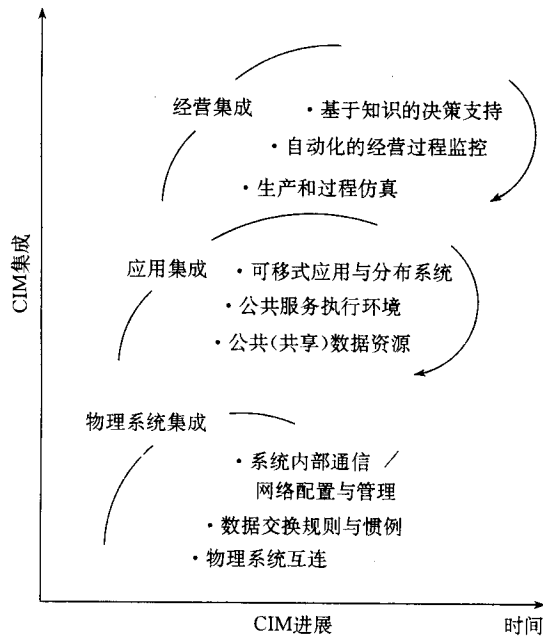


图 1-1 集成的三个阶段

1. 物理系统集成

相对于集成来说,人们习惯于把各个单项技术的应用叫作自动化岛(Islands of Automation)。在此基础上前进的第一步,必然是把这些岛沟通起来,使之能够互相交换数据和信息,也就是要将制造自动化设备和数据处理设施用通信网络互连起来。譬如将 CAD 系统直接与工艺计划 CAPP 和辅助加工 CAM 相连接,零件设计结果就能直接提供给工艺设计,接着又编出数据加工程序直接下达到柔性制造单元去进行加工;又如管理信息系统运行 MRP II 软件,编制了月生产计划,便可直接下达到车间或单元控制器,分解成更细

的周计划或双日滚动计划。这些工作的完成,主要是由于建立了系统内部的网络配置和管理,并且制定了相应的数据交换协议。

在我们现有的制造企业实施 CIM 的过程中,作为一种参考,可以把整个企业分成四个应用分系统:管理信息系统(MIS),工程设计系统(EIS,包含 CAD/CAPP/CAM),制造自动化系统(MAS)和质量保证系统(QAS)。它们之间交换的信息可用图 1-2 表示。因为这是一个高层次的示意图,所以信息的名称较为抽象,实际工作中必须在分系统之间仔细协商,将信息内容细化和具体化,同时加上时序的考虑才能切合实用。

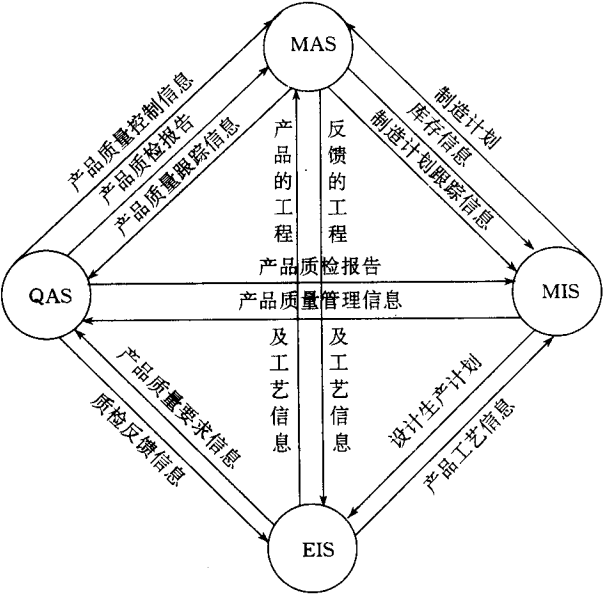


图 1-2 分系统信息交换

2. 应用集成

应用集成指的是整个系统内各部分的应用软件及其用户之间的集成,包括人和机器之间的控制和信息集成。应用集成的实施要有公共数据库,要通过系统内或系统间的通信,共享和处理各种信息资源。由于实际系统中异构问题的普遍存在,在应用集成的层次上就要提供一个技术的基础结构(或者说一个公共的服务与报告的环境),能在全系统范围内,存取所有生产和经营需要的有关信息,而无论这些数据(可能是异构的数据库,可能是不同的设施等等)原来存放在何处。在 ESPRIT/CIM-OSA 中,这个基础结构(IIS)基本上由五个实体组成:系统管理实体、信息实体、经营实体、表达实体和公共服务实体。这些实体主要用于完成非常复杂的通信和异构同化的工作。

国际上几家最著名的计算机公司已纷纷推出类似的商用软件包。IBM 公司提出的是以所谓系统应用体系结构(System Application Architecture,缩写为 SAA)为基础的集成使能器(Integration Enabler)。DEC 公司的集成平台称为网络应用支持(Network Application Support);HP 公司的新潮流办公室(New Wave Office)和 ICL 公司的信息处理体系结构(Information Processing Architecture,缩写为 IPA)都是起类似作用的软件。

3. 经营和人的集成

这是 CIM 集成的最高阶段,从技术实现上来说包含三个方面:

(1) 生产和过程的仿真。这个阶段的集成需要有一个覆盖面较宽的仿真软件,该软件对底层的生产过程,能进行物理过程动态调度的仿真与优化,对上层生产计划的安排与调整,能进行仿真统计分析,给决策者提供参考信息。

(2) 自动化的经营过程监控。集成系统需要有一个全企业范围内的综合数据采集和统计分析系统,而且要有较好的数据统计和分析功能,使高层的经理人员能随时掌握采购、生产、销售等各个经营过程的情况。

(3) 基于知识的决策支持。一个完整的决策支持系统不仅能利用 CIM 系统已建立的全企业范围内的分布式数据库系统,还应有自己的模型库、知识库和方法库,利用这些手段和工具,高层决策者能够更科学地完成其决策过程。当然这是一个更高层次的研究课题,不能操之过急,只能逐步研究实现。

经营集成中更重要的问题是人的集成。经营思想能否正确贯彻,最根本的是要通过人来实现;技术工具也只是一辅助手段。能否用好前述的一些技术工具,真正改善经营,取得经济效益,归根结底也取决于人。近年来的实践显示,在所有实施 CIM 的企业中,成功的比例与没有达到理想目标的比例相比,前者远远小于后者。不少咨询公司都投入了很大力量进行调研,分析原因。据美国 AMRC(先进制造研究公司)统计,实施 CIM 的障碍 70%来自于人,11%是由于对成本的评估不正确,9%是技术原因,还有其它原因如资金限制等等。美国 Yankee Group Study 也对实施 CIM 的障碍提出了如图 1-3 的分析结果,其

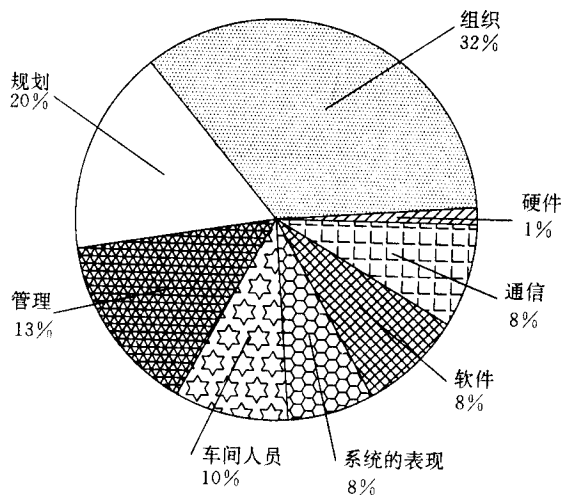


图 1-3 实施 CIM 的阻力分布

中与人员有关的为 75%。这都充分说明了如果把 CIM 的实施单纯看作一个技术问题,很可能导致巨额投资收效甚微的结果。“人的集成”实际是技术改造和社会改革相结合的问题,是工程技术和社会科学相结合的问题。国际上虽然已有不少学者在谈论和研究这个问题,但由于它本身的复杂性,尚未能提供有效的系统的解答。更何况这类问题的处理与国

情、厂情密切相关,不可能有普遍适用的灵丹妙药。下面我们根据自己的实践,提出在人的集成中起重要作用的几个方面,供大家参考。

(1) 对 CIM 概念的正确认识。CIM 涉及全企业经营模式的根本变化,因而理解 CIM,同心同德地推进 CIM 是实施 CIM 的首要前提。如果一个企业内,某些领导只是为了争得一个好名誉而搞 CIM,有些技术人员只是为了学技术而参加 CIM 设计,且搞不切实际的高度自动化,又有些管理人员因不愿改变传统的工作方式而抵制 CIM 等,那么再好的技术也不可能发挥其应有的作用。

(2) 适应企业集成的组织机构。现有的组织机构是在计划经济的生产管理体制、信息交换模式下工作的,无法适应 CIM 环境下信息集成和物理集成的需要,结合厂情研究制订新的适应 CIM 需要的组织体系,并逐步改革完成过渡是实施 CIM 的组织保证。

(3) 严格的计划管理制度和正确的数据信息。CIM 的目的是要优化企业的运行机制以提高企业的柔性和市场竞争能力,因此要应用先进的科学技术进行分析管理。但是,如果不能得到正确的数据,工时定额、材料消耗等都是有百分之几十、甚至成倍的“误差”,那么这些分析计算就完全失去了意义,只是在做所谓“垃圾输入垃圾输出”的虚功。另一方面,如果制订了计划,作出了调度方案,但却不被尊重,下级管理人员还是我行我素,各行其是,那也是一种很可悲的局面。

(4) 工作人员的教育和培训。在 CIM 环境下引进计算机技术来改造企业,因而对从总经理到勤杂工的各级人员都提出了在不同程度上了解计算机、应用计算机的要求。为此需要进行培训,使各级人员掌握在相应岗位上所需的应用计算机的技能。这里,我们更希望强调教育而不只是培训,因为培训只是告诉人们如何进行相应的操作等一些具体做法,而教育则要告诉人们为何这样做,相关的基本知识是什么,这样可使各级工作人员不仅知其然,而且知其所以然,能在以后的工作中发挥主动性、创造性,适应外界需求的变化和技术发展的变化。否则,作为一个动态过程的 CIM 系统会不断地与人员思想和技能产生矛盾。

总之,CIM 的实施对人的工作责任心、协作精神、知识水平、生产技能等各方面的素质都提出了更高的要求,能否改造人、改造组织去适应这个要求,以克服前述的 70% 以上的障碍因素,是真正挖掘出 CIM 潜力的关键。

1.2.3 CIM 概念的延伸

近年来,国际上有不少学者和企业家在对未来 21 世纪的制造业经营模式进行探讨。比较著名的提法有:精良生产(Lean Production)、灵敏制造(Agile Manufacturing)、并行工程(Concurrent Engineering)、以人为中心的生产系统(Anthropocentric Production Systems)、智能制造系统(Intelligent Manufacturing Systems)等等。模式虽多,但是其核心思想还是共同的,即追求一种提高企业柔性,能快速响应市场变化的系统集成。这种集成从技术上表现为各功能单元或部门之间的信息共享和通信,其目标则在于逐步减少直至消除任何非增值的环节和步骤,并满足用户所提的各种要求。为了实现这种集成,不少工业界人士从自己成功和失败的经验中总结出一条结论,即必须对企业的经营过程、生产过程作根本性的改革,以适应新的集成环境的需要,这就是所谓的经营过程重构(Busi-

ness Process Reengineering, 缩写为 BPR)。Hammer(1993)给 BPR 作出的定义是:“用根本上的重新构思和对经营过程彻底的重新设计,来达到对诸如成本、质量、服务和速度等关键的且需同时考虑的性能指标的惊人改进。”它要求完全抛开旧的经营过程的约束,从头开始另辟蹊径,而且要从设计走向实现。这里译成“重构”就意味着“构想—构划(设计)—构造—构成”。这样的新过程是对总系统运行方式的改革,所以它所带来的效益往往不是生产率提高百分之几或十几,而是大幅度的跃进。

基于上述认识,我们认为在当前形势下,并考虑到未来的发展,不必去追求什么新名词,而应从更广泛的意义上正确理解 CIM,为此我们希望称之为广义计算机集成制造(Extended Computer Integrated Manufacturing, 缩写为 ECIM)。其内涵可概述为如下几点:

(1) ECIM 的核心在于集成“I”。我们要强调集成的目的是为了整个企业的柔性,在急剧变化的国际市场上赢得竞争胜利。绝对要避免单纯从技术上考虑,为集成而集成,或者为追求名声(Prestige)而搞集成,这样往往会收不到实效而浪费大量投资。

(2) ECIM 中保留了计算机“C”。这说明以计算机技术为代表的现代工业技术是未来高技术企业的基础。但是计算机系统终究只是一种工具,是要由人来使用的,计算机只是用来执行人所编制的程序,用更快的速度解决人已经会解决的具体事务,不能期望人还没有解决的体制改革、组织调整等类型的问题由计算机系统来解决。当然,人机之间又是互相促进的,在计算机技术推广应用过程中,人们可能受到启发,产生一些新的管理或工作模式的思想,而更进一步发挥了机器的潜力。

(3) 企业内组织机构的改革是 ECIM 实施的基本保证。为了加快企业内部的信息传递,减少企业递阶结构的层次是一种必然趋势;另一方面,以任务为中心的多学科群体工作(Task-focused Multi-discipline Team Work)模式将大大加强,这种方式更易于贯彻并行工程,能减少工程设计中的矛盾,加强协作,更精良地完成整个工程任务,将时间和精力浪费减到最低限度。

(4) 技术上的集成。高技术与先进设备的广泛应用,是未来企业的标志之一,技术的集成是总体全局集成的物质基础。但是能否引进和引进多少先进技术取决于资金筹集和投资能力,要量力而行。从投资重点的安排来说首先要有一套良好的及时信息系统(Just-In-Time Information System, 缩写为 JITIS),能够在正确的时间,正确的地点,将正确的信息传递给正确的应接受信息的人,这是集成基础结构的重要组成部分。其次是需要各种尽可能先进的生产设备和应用软件,如计算机和仪表控制的连续生产过程;离散零件加工中的柔性制造系统(FMS)或柔性制造单元(FMC);加入人工智能的质量控制系统;先进的 CAD 或 MRP II 软件等等;这些设备和条件都可能大大地节省人力,提高产品质量和劳动生产率。但是,又往往需要耗用大量投资,务必从实际的需要与可能出发,不要盲目求新求全,特别是在引进设备或软件时,一定要认真地结合国情、厂情,切实地分析自己的需求,作出正确抉择。第三是要建成一套使企业适应多销售商(Multi-Vendor)环境,易于实现各种设备软件异构同化的基础结构。其基本功能除了上述信息服务外,还应有前端服务(包括人、机)、经营服务和通信服务等,使各类用户都能被方便地集成到总系统中来。

(5) ECIM 成功实施的关键因素是人,是具有突出的敬业精神、能够正确理解 ECIM

8
2
17

哲理、在思想素质和技术能力上能够适应形势不断变化的人。如果我们能利用当前正在建立现代企业制度的形势,建成一套能促进企业集成的思想教育与合理的分配制度相结合的新体系,充分调动工作人员对全局集成的积极性和责任心,全局集成中的很多问题就可迎刃而解。日本的汽车工业中谁贡献大谁收入多,以致工人合理化建议的数目比欧美同类厂多几十倍;日本工人工资与厂龄密切挂钩,形成了工人以厂为家的铁饭碗思想。我国在50年代曾经实行过工人参加企业管理的作法,工人当家作主的思想很明确,90年代就应恢复这种传统,即要让工人参加管理,更应该要求真正做了主人的工作人员不断学习,以充实自己,适应竞争形势,满足 ECIM 对自己提出的更高要求。

(6) ECIM 是一个不断演进的长期进程,因此教育与培训必然是实施 ECIM 的极为重要的、占有很大比重的一项日常工作。因为新技术、新概念层出不穷,工作人员的知识更新不能仅仅是一个良好的愿望,必须有具体的安排加以落实。工作人员接受继续教育的时间甚至要达到其工作时间的 1/4 到 1/3。特别是准备进入高层管理的候选人员要花相当多的时间,分别到各种基层单位去实习,目的不是以前理解的劳动锻炼,而是要广泛了解基层,这样才能组织好多学科的群体项目组,对复杂企业做好综合管理。

(7) ECIM 中“E”的含义,不仅在于对原有 CIM 概念的拓宽,还包括对象范围的拓宽,从原来只考虑一个企业范围内的集成,扩展到与此企业相关联的协作厂、供应商、甚至用户之间的集成。这样一种大范围的对象可以称之为“广义企业”。因为从国际范围的竞争趋势来看,很多企业已经意识到企业间必然要由相互竞争过渡到相互合作,协力去攫取新的市场机遇。“精良生产”中的协作厂的关系,以及“灵敏制造”中提出的虚拟公司的概念,是在他们的条件下实现的合作。我们的大部分企业是全民所有制的国营企业,从根本上说应该是合作远大于竞争,而且竞争也是在共同利益基础上的竞争。因此,如果能学习“精良生产”的“市场价格减法体系”,从法律上和经济利益分配上采取妥善办法处理好协作单位间的关系;从技术上全面贯彻各种国际、国家和行业标准;那么,各企业之间一旦需要合作时就能够密切配合,互相兼容,很自然地形成所谓“广义企业”。

(8) 实施 ECIM 的目的是要使企业的生产更适应用户不断变化的需要。因此,对产品质量的要求必须以“全生命周期内用户满意”为标准。从产品设计到整个制造过程,以及制造设备的配置,都需要贯彻模块化的原则;并且希望各个阶段都有用户参与,参与的程度越深越好。这样的用户不仅是企业的忠实买主,而且是广义集成中的一个组成部分。

(9) ECIM 的开放性。因为 ECIM 是一种企业经营模式不断发展不断改造的哲理,它必然是一种长期的动态过程。在这个过程中,组织机构、经营方式会不断改变,新技术、新设备会不断引进,因此整个企业(或称 ECIM 系统)就不能是封闭的,必须能适应变化,包括及时地改革组织机构,以便很快地将新设施融合到原系统中去。

以上是我们对 ECIM 的初步设想,其中每一条都需要继续扩充和进一步细化。我们相信只有这样一种全面的考虑,才能真正为 CIM 的实施提供参考,满足未来国际竞争的需要。

1.3 如何设计和实施 CIM

CIM 思想提出并付诸实践后,为几个实施得好的先进大企业带来了巨额效益,这就吸引了很多企业都群起追随。这一方面反映了竞争的形势,另一方面又说明了有准备不足盲目行动的缺陷。有的企业为了追逐名声,不惜投入巨资而不顾及实际效果,结果收效不大,损失不小。近年来有些来自美国的报导指出,在实施 CIM 中,成功的比例比不成功的要少得多。我国面临着改革开放、参与国际市场竞争的大形势,面临着恢复参加关贸总协定后可能出现的挑战,改革我们原有的经营模式以适应市场经济的需要,是很多企业亟需解决的现实问题。从 1990 年以来,不少企业开始规划、设计和实施自己的 CIM。在 863 计划指导帮助下的 CIM 应用工厂已有 16 个,1994 年开始,按照国家科委的部署,要在 100 家中小企业实施 CIM,以后可能还有更多企业跟着实施。那么怎样实施才能真正取得效益呢?从前面对 CIM 内涵的阐述中可以看出,首先必须正确地全面地理解 CIM,要在企业从上到下的各级工作人员中进行正确理解 CIM 的教育,同心同德克服阻力推动改革。第二是要早日着手进行适合 CIM 环境的体制和组织机构的改革。第三是要按 CIM 定义所说的,在一个全局规划的指导下,抓住各阶段企业经营的瓶颈,一个问题一个问题地解决,一个部分一个部分地改造,使每一步都能见到实际效果,或者说是效益驱动。这样,就能不断提高生产,改善经营,增加企业的盈利;同时也就真正巩固和加强了全体人员实施 CIM 的决心和信心。最后要强调的就是要有一套完善的建模分析、设计和实施指南来指导整个 CIM 的实施过程,这就是我们所说的 CIM 方法论。实施 CIM,投资大、风险大,任何错误导向都可能导致巨额经济损失,因此,必须谨慎从事,尽可能吸取已有的各种经验教训,做好计划安排。面对这样一件新鲜事物敢于创新必须与科学精神结合。国际上有不少学者在研究 CIM 方法论问题,不过还没有见到系统论述的参考书,我们基于一些国外资料和国内实施 CIM 的经验,并通过和国内许多专家共同讨论,编写了这本方法论,其中难免有不成熟的地方,希望本书能为实施 CIM 的企业提供一种工作指南。基本精神是要求在实施的每个阶段都有明确的目的、具体的计划和合适的方法工具,尽量减少盲目性。

1.4 CIM 方法论定义

由于 CIM 及其系统的复杂性,要正确地进行设计、分析和实施,所需要考虑的问题及需要采用的方法是多种多样的。我们称,为 CIM 设计、分析和实施所需的一组方法的集合为“CIM 方法论”。更具体地说,方法论包含三个组成部分:(1) 参考模型,(2) 建模方法,(3) 实施指南。三者相结合,才能形成一组完整的工作指导文件。现分别叙述如下。

1.4.1 参考模型(参考体系结构)

一般工业企业的用户,只有在建立新企业或改造旧企业时,会用到建模技术,所以一般不可能是有经验的建模专家。特别是在第一次接触建模工作时,仅知道方法并不可能很顺利地开始建模分析,为此我们提供一些参考模型,给予更具体的引导。但是参考模型的

范围应该多大呢？模型所描述的方面多种多样，从何做起，做到多深多广才适合企业的需要呢？

这里，我们要从认识系统的全局开始讨论。先介绍一下涉及整个企业全方位的各类模型的整体。我们称之为体系结构(Architecture)，或者更确切地定义为：CIM 系统的体系结构就是一组代表整个 CIM 系统各个方面的多视图、多层次的模型的集合。例如，欧共体 ESPRIT 计划有一个课题——CIM 开放系统体系结构(CIM-OSA)，提出了如图 1-4 所示

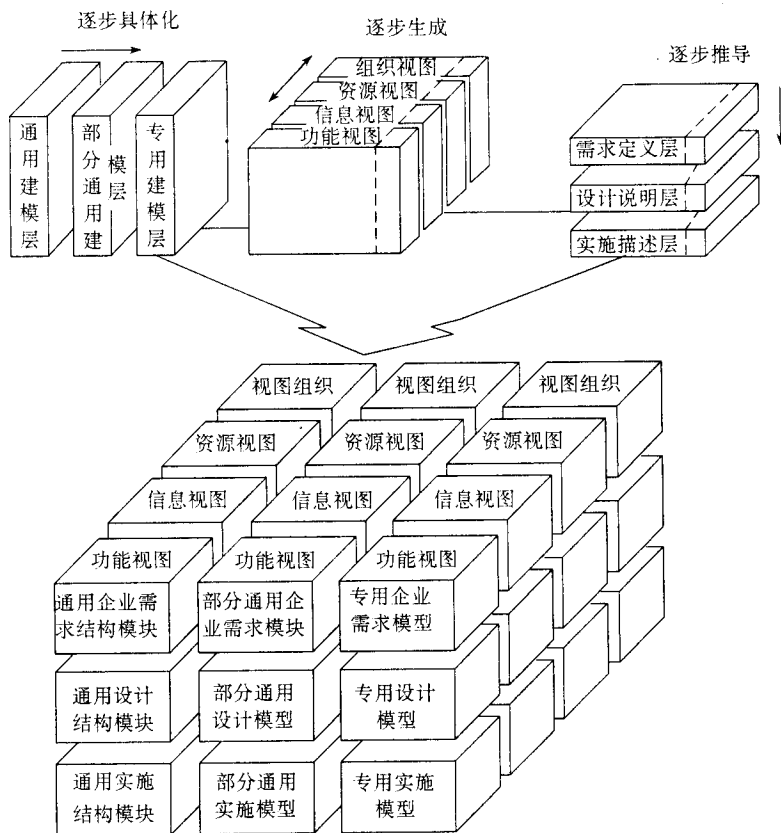


图 1-4 CIM-OSA 立方块型体系结构

的立方块形的体系结构。其三个坐标轴分别为：逐步推导、逐步具体化和逐步生成。逐步推导指的是 CIM 系统开发的整个生命周期中的几个阶段，从“需求定义”——“设计说明”——“实施描述”，每个阶段都有适应其需要和特点的模型。逐步生成指的是系统需要建模的各个方面及其相互关系，这个坐标的开放性最突出，也就是说，CIM-OSA 在这里提出了功能、信息、资源和组织四个视图，实际就是建议从这四个方面来分析全系统，分别建立功能模型、信息模型、资源模型和组织模型。但是四个视图并不是一个限定不可变的数字，而应根据实际分析设计的需要和可能，进行增删。逐步具体化则是一个由一般到特殊的发展过程，左边是最一般的通用建造块；中间是部分通用模型，即按照各行业的生产经营活动，给通用建造块赋予具体内容，而构成的适合各行业的通用模型；对这些各行业通用模

型(部分通用模型)中的元素再按具体企业的情况赋予具体的值,并且对模型结构进一步细化,就成为具体企业的专用模型,这就是最右边的一列。这里将左边的通用建造块和中间的部分通用模型合起来称之为参考体系结构。这就很清楚地给出了一个所谓有参考意义的全局多视图多层次模型。以此作基础结合企业的具体情况,修正模型框架,代入具体值和参数,就能很快建成企业的专用模型。当然,基本原理如此,实际中还有大量研究工作要做,即使 AMICE(ESPRIT/CIM-OSA 课题组的名字)本身也还没有提出完整的各个视图各个阶段的建模方法和参考模型。我们在国内的实践中,主要建立了概念设计阶段的功能模型和信息模型。要能提供企业作参考,就必须足够具体足够细致,所以第 2 章我们给出的功能模型包括了解剖到较低层次时的图形,给出的信息模型就有具体的实体联系及实体的属性等。

1.4.2 建模方法

对于复杂对象的研究,人们往往从建立模型开始。因为模型是实际对象或系统的抽象及简化表示,是抽取了服务于我们研究目标的对象的本质特征,忽略或精简了一些次要的非本质的影响因素后的对象表示法。这种表示法的形式,可以是数学公式,可以是缩小的物理装置,可以是图形表格,也可以只是对某些特性或规则的语言文字的叙述。譬如一个自动调节系统的动态特性,可以用自动控制理论所建立的微分方程或差分方程来描述。飞机空气动力学特性或轮船的流体力学特性,可以用一个缩小了尺寸的物理模型来研究。而像 CIM 这样复杂的对象,尽管也有人在研究如何用数学形式建立其各个组成成分的模型,但距实用还有很大距离;此时针对某一研究的方面和问题,用图形、表格、或文字叙述来表示,也是一种很好的模型。因此,概括起来可以这样定义:如果表达形式 M 能回答对象 A 所要研究的各种问题,就可认为 M 是 A 的模型,这里,对 M 的形式没有提出任何限制。我们在本书中对 CIM 系统所提出的模型,主要形式就是图形、表格和文字叙述。

另外要说明的是,对一个复杂对象,所要研究的问题有许多方面,想要用某一种表达形式表示所有的方面是不可能的,所以建模又往往只是针对某一个研究方面而言,如功能模型,信息模型、决策模型等。

基于上面的认识,我们可以明确地说,本方法论所要讲述的建模方法,就是基于一定的研究目的,提出对研究对象的知识的表示法,以便在研究过程中有一种共同语言,能毫不含糊地进行分析研究和交流。这里先要强调,任何模型的建立都有其明确的目的性,以及对其所要分析的问题的评价准则。正如现代控制理论中建立状态方程是为了极小化某个性能指标函数。离开了性能指标,公式就没有意义。因此没有目标的建模,就像国外常说的这样一句笑话:“啊!我终于得到问题的解了,但遗憾的是我忘了问题是什么。”这样的工作除了称之为“数字游戏”外,又有什么意义呢?有了明确的目标,并针对这一目标和研究对象的特点,选取合适的建模方法,然后,再对这些方法进行明确的格式化,我们就能根据所研究“方面”的概念建立起这“方面”的模型。本书将对功能模型、信息模型和决策模型的建模方法作较为详细的介绍,其它方面则只作简略叙述。

1.4.3 实施指南

实施指南包括各阶段工作的结构化进程、项目管理方法,以及质量保证应做的工作等。为了保证 CIM 的开发过程能有条不紊地进行,工作内容方面不致出现纰漏,各阶段的成果尽可能地进行优化,我们希望对整个进程的内容、组织、步骤和应有的文档等都能实现结构化和标准化。这里所提的结构化进程就是指为达到 CIM 开发所应完成的一系列目标而规定的各种活动的顺序及其内容与要求。需要指出,这里用“指南”这个词,是对方法论应起的作用而言。由于国内在实施 CIM 方面经验还很不够,第 4 章实施指南中除了初步设计和详细设计两部分是在 CIMS 标准化组所编制的规范基础上结合国内实施的经验补充修改而成,其它阶段都是基于国外资料和国内其他方面的经验而编写的,故不能将该指南看作一种规定,只是一种参考。

第2章 CIM 系统参考体系结构

本章将具体介绍方法论中的参考体系结构,并根据国内实践的经验提出我们的看法和建议。

2.1 几种主要的 CIM 体系结构

2.1.1 对系统体系结构的理解

前面我们已经把 CIM 体系结构定义为一组不同层次的各种视图模型的集合。又因为 CIM 系统在内容、范围、时间进程上,都不是封闭的,故对所述体系结构还特别强调其开放性,亦称之为开放系统体系结构。

正如对 CIM 的认识随着研究和实施的深入而不断深入一样,对 CIM 体系结构的认识也有一个发展过程。80 年代中期,以美国 SME/CASA 为代表提出了一种轮形体系结构,如图 2-1,他们强调以共享数据库和通信网络为中心把各项单元技术连接成一个整

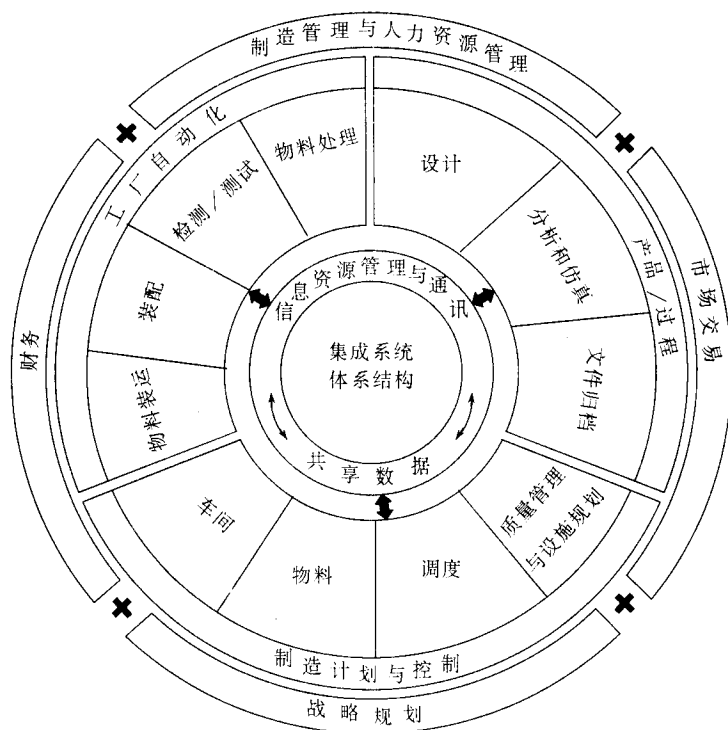


图 2-1 CASA/SME 的轮形体系结构

体。与此同时, IBM 公司也提出了一个类似的轮形结构,如图 2-2。但这种类型的结构只强调了 CIM 的技术方面,而只进行技术方面的信息集成不可能获得 CIM 集成的全部效益。随着 CIM 实践的不断深入,人们对复杂系统必须有多方位建模有了认识,特别是对人的因素在 CIM 实施中的重要性有了越来越清楚的认识,因此,前面图 1-4 所示的 ES-PRIT/CIM-OSA 的立方体结构被更多的人接受,而成为 ISO 采用的“预标准”。从其目标来说,CIM-OSA 要为 CIM 用户提供设计和实施 CIM 系统的指南,要为 CIM 供货商提供开发与 CIM-OSA 相适应的可销售的产品指南;CIM-OSA 要支持战略、战术和操作计划各级管理中的决策和对产品设计、制造等的直接操作的决策;CIM-OSA 还要提供信息技术支持,以保证系统的一致性和设计的优化。这些目标也可以作为我们研究体系结构的一般要求。但是,由于 CIM 系统的极端复杂性,不确定因素和人为因素非常突出,因此不能期望这一建模和设计过程的完全自动化,在整个设计过程以及将来的实施和运行过程中,必然需要技术熟练的专家干预才能进行系统优化。这方面,美国 Purdue 大学提出的 Purdue 企业参考体系结构就有突出表示人和组织作用的优点,这一点在 2.1.4 节的介绍中可以看到。这里只是特别强调要理解体系结构的全局性,不能只局限于技术方面的互连,要看到影响全局的方方面面,特别是影响 CIM 实施的主要因素——人。

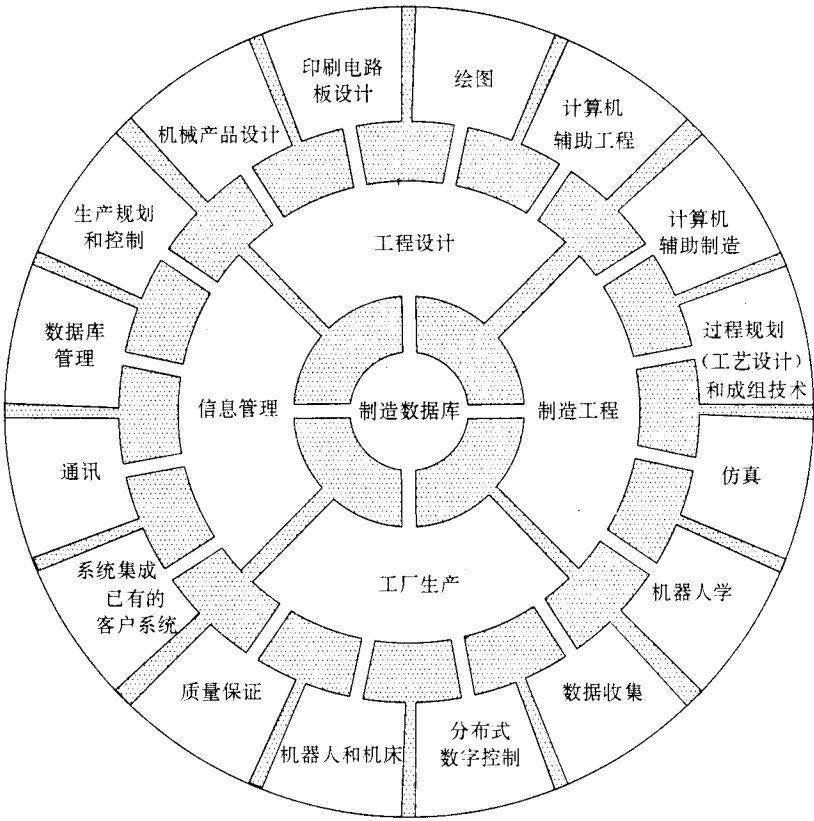


图 2-2 IBM 公司提出的轮形体系结构

2.1.2 ESPRIT/CIM-OSA

图 1-4 已经给出了 ESPRIT/CIM-OSA 所提出的三维体系结构(一个立方体)框架,现在再稍进一步解释一下其内容(参见图 2-3)。

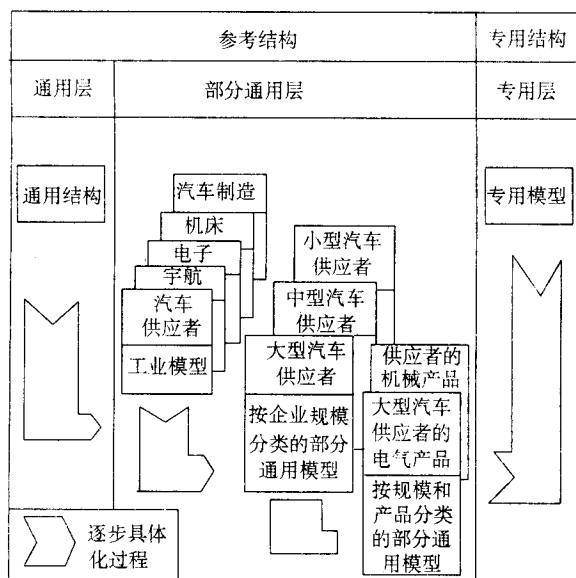


图 2-3 部分通用模型的表示法

首先,在通用性方面的具体化过程,是逐步从通用建造块生成部分通用模型,再生成专用模型。最通用的是对各行业都适用的基本建造块,它们实际上是一些概念性的空模型块,如在功能视图中的域(Domain)、域过程(Domain Process)、经营过程(Business Process)、企业活动(Enterprise Activity)、企业事件(Enterprise Event)等,在信息视图中的对象、对象视图等,在资源视图中的资源类型、资源单元、能力等,在组织视图中的责任、权限、组织单位(Organizational Unit)、组织单元(Organizational Cell)等。部分通用模型则是针对各种不同行业、不同规模的企业的特点,利用通用建造块组建成有具体内容的系统参考模型,当然这些内容在所讨论的行业中具有通用性,图 2-3 示出了汽车制造、机床、电子、宇航等各种行业的部分通用模型。从图中还可看出,行业内部还可以不断细化。

至于如何利用部分通用模型来建立具体模型,我们以机械制造行业的部分通用功能视图为例说明。车间可以看作是一个域,机械加工就是一个域过程,制作就是一个经营过程,而车、铣、刨、磨则为企业活动。通用层和部分通用层合起来称之为参考体系结构。对部分通用层的各种模块、活动等,根据特定企业的情况加入具体的参数或值,就成为该企业的专用模型。如某厂的专用功能视图,FMS 就是一个域,某驱动轴的机械加工为其域过程,某驱动轴的制作为其经营过程,而铣削驱动轴则是一个专门的企业活动。

其次,在推导过程方面,按我们的实际工作,将 CIM 开发生命周期分成六个阶段(将在 4.2 节中详述)。但从建立不同阶段的模型而言,CIM-OSA 提出了需求定义→设

计说明——→实施描述三个阶段。与软件开发中的概念设计——→逻辑设计——→物理设计一样,反映了内容上的不断深化和时间上的进展。尚感到欠缺的是,CIM-OSA 还不能提出相应于各个阶段的各种建模方法。

第三是不同视图的生成过程。CIM-OSA 提出了功能、信息、资源和组织四个视图,又以功能视图为基础,也就是说,首先要从功能的需求分析着手,阐明各种功能活动间的关联及其所要求的条件,这是提出信息、资源和组织方面需求的出发点;另一方面,从图 1-4 可看到,这一方向上的箭头是双向的,意思是指在建立其它视图的模型时,又会反过来对功能活动提出新的要求和约束。

除了这个立方体之外,CIM-OSA 还有一个重要组成部分,即集成基础结构(Integrating InfraStructure,缩写为 IIS)。因为实践中,各种企业实施 CIM 往往是在多厂商提供的各种异构的软件与硬件的基础上,把各项单元技术的应用集成成为一个整体。这就需要有一个能把不同层次的异构的各种硬件、软件单元联系在一起的超级操作系统,IIS 就是要完成各个建模层次和功能操作之间的联系,提供一组在标准化的基础上对所有 CIM 系统都能共享的服务,目的在于为产生和执行 CIM-OSA 模型提供企业工程设计(Enterprise Engineering)和运行支持。这些服务包括:

- 实现全系统范围信息交换和通信管理服务的通信服务(Communications Services,缩写为 CS);
- 实现全系统范围内数据及数据管理的信息服务(Information Services,缩写为 IS);
- 包括应用程序前端、机器前端和人的前端的前端服务(Front end Services,缩写为 FS);
- 实现经营过程控制服务、活动控制服务和资源管理服务的经营过程服务(Business process Services,缩写为 BS);

这些服务的基本作用是要完成一系列异构同化的工作。异构的数据库、不同的应用程序、各种类型的人机接口等等差异,通过这个集成基础结构的工作,在用户面前就不再成为障碍。图 2-4 表示了这一集成基础结构的基本内容。

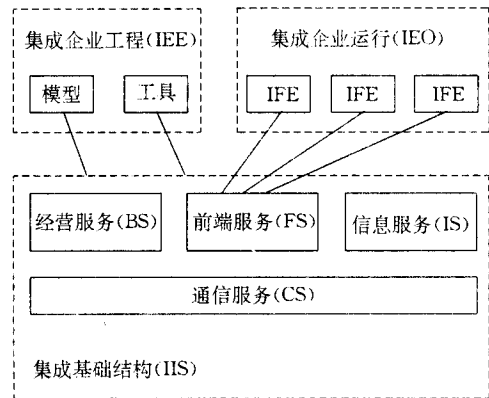


图 2-4 CIM-OSA 的集成基础结构