

计算机集成制造 (CIM) 系统设计和实施方法论

陈禹六 谢斌 董亚男 编著



清华大学出版社

计算机集成制造(CIM) 系统设计和实施方法论

陈高六 谢斌 董亚男 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

计算机集成制造(CIM)是近年来国内外制造业公认的一种先进运行模式,它能明显地提高经营效益,增强企业的市场竞争能力。本书介绍了CIM的概念,CIM系统的体系结构及用多种模型进行系统分析和设计的方法,给出了实施CIM各个阶段的工作指南,论述了做好项目管理与质量保证的基本思想和方法,并介绍了作者在工业实践中实施CIM的经验和体会。

本书给实施CIM的企业提供了一整套分析、设计、实施和项目管理的方法,帮助企业走上成功之路。是CIM企业各级干部和技术人员必读的基本教材,也是有关CIM研究设计人员及高等院校制造工程和系统工程专业师生的重要参考书籍。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机集成制造(CIM)系统设计和实施方法论/陈禹六等编著. —北京:清华大学出版社,1996.5

ISBN 7-302-02096-5

I. 计… II. 陈… III. 计算机集成制造-系统设计 IV. TH166

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第02578号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编100084)

印刷者:北京人民文学印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:7.5 字数:174千字

版 次:1996年4月第1版 1996年4月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-02096-5/TP·981

印 数:0001—4000

定 价:8.80元

序

计算机集成制造(CIM, Computer Integrated Manufacturing)在国际上已研究与实施了 20 余年,国内也已近 10 年。正确地实施 CIM,可以给企业带来巨大的经济效益。但各种各样不正确的认识或做法,往往导致“巨额投资、收效甚微”的结果。这就说明了迫切需要一套指引工业界正确设计和实施 CIM 系统的方法。我们在总结国内外 CIM 的理论研究与实践经验的基础上,编写了这本方法论,希望能对我国的 CIM 推广工作起一定的推动作用。本书共分 7 章。第 1 章主要阐明 CIM 的概念及对 CIM 方法论的认识。第 2 章介绍 CIM 系统的体系结构,阐述了如何从系统全局的高度来认识和分析 CIM 系统这一复杂对象。这一内容是设计和实施 CIM 的基础。第 3 章建模方法和第 4 章实施指南是 CIM 方法论的核心内容,具体地说明了设计和实施中的内容、方法和步骤。第 5 章和第 6 章分别从项目管理和质量管理角度,介绍了如何保证设计和实施 CIM 的工作进度和工作质量的问题。第 7 章给出了我们进行工业实践的实例。本书第 1 至第 4 章主要由陈禹六撰写,第 5、第 6 两章由谢斌撰写,第 7 章和 3.2 节 GRAI 方法由董亚男撰写。

本书所用的建模分析方法和实施步骤,曾分别在几个工厂进行过实验,在此首先对有关工厂的领导和技术人员的支持表示感谢。全书中比较完整的思想和做法,是在中国与欧共体合作的“CIM 方法论”课题的研究过程中形成的。欧方专家法国波尔多第一大学的 Doumeingts 教授和爱尔兰戈尔韦大学的 Browne 教授都曾提供过很有用的资料和宝贵的意见,在此深表感谢。中方研究组中的张卫表、张建刚以及中国科学院自动化所郑应平教授、沈小笛等多位同事,也做过大量的工作,我们之间有过很多有益的讨论;另外,863/CIMS 标准化课题组的工作亦使我们获益良多,在此一并致谢。

由于我们实施 CIM 的经验有限,而且有些课题在国际上也处于研究阶段,没有成熟的文献资料可供参考,因此书中错误缺点在所难免。恳切希望广大读者提出批评与指正,帮助我们不断修改和丰富本书的内容,在国内 CIM 实践的进展中,逐步形成一个完整的 CIM 方法论版本。

作 者

1995 年 11 月于清华大学

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 制造业面临的挑战	1
1.2 正确认识 CIM 概念	2
1.2.1 CIM 的定义	2
1.2.2 CIM 集成的三阶段	4
1.2.3 CIM 概念的延伸	7
1.3 如何设计和实施 CIM	10
1.4 CIM 方法论定义	10
1.4.1 参考模型(参考体系结构)	10
1.4.2 建模方法	12
1.4.3 实施指南	13
第 2 章 CIM 系统参考体系结构	14
2.1 几种主要的 CIM 体系结构	14
2.1.1 对系统体系结构的理解	14
2.1.2 ESPRIT/CIM-OSA	16
2.1.3 IMPACS/GIM	18
2.1.4 Purdue 企业参考体系结构	19
2.1.5 对三种体系结构的评论	22
2.2 本书作者推荐的体系结构	22
2.2.1 功能视图	24
2.2.2 信息视图	25
2.2.3 决策视图	26
2.2.4 物理视图	27
2.2.5 其它视图(组织视图和经济视图)	29
第 3 章 建模方法	31
3.1 IDEF0 方法	31
3.1.1 简介	31
3.1.2 图形表示	31
3.1.3 分解步骤	33
3.1.4 作者-读者循环	33
3.2 GRAI 建模方法	34
3.2.1 简介	34

• III •

3.2.2 GRAI 格	34
3.2.2.1 有效期和调整期	36
3.2.2.2 职能划分	36
3.2.2.3 决策中心	36
3.2.3 GRAI 网	36
3.2.3.1 活动	37
3.2.3.2 GRAI 网的结构	37
3.2.4 结构化进程	39
3.2.4.1 人员组成	39
3.2.4.2 自顶向下的分析	40
3.2.4.3 自底向上的分析	40
3.2.4.4 对结果的分析	41
3.2.4.5 新系统的设计	41
3.3 IDEF1X 方法	41
3.3.1 引言	41
3.3.2 IDEF1X 方法的基本要素	41
3.3.3 画法规定	42
3.3.4 建模步骤	43
3.3.4.1 零阶段——设计开始	43
3.3.4.2 一阶段——定义实体	44
3.3.4.3 二阶段——定义联系	44
3.3.4.4 三阶段——定义键	45
3.3.4.5 四阶段——定义属性	48
3.3.5 遍历步骤	50
第 4 章 实施指南	51
4.1 CIM 开发生命周期及开发实施的关键	51
4.1.1 CIM 生命周期的阶段划分	51
4.1.2 实施 CIM 的关键	51
4.1.3 各阶段工作的结构化进程	53
4.2 明确用户需求阶段	53
4.3 可行性论证	54
4.3.1 可行性论证的目的和主要任务	54
4.3.2 可行性论证的工作内容	54
4.3.3 可行性论证报告	56
4.4 初步设计	57
4.4.1 初步设计的任务	57
4.4.2 初步设计内容	57
4.4.3 初步设计工作步骤	59

4.4.3.1	准备阶段	59
4.4.3.2	设计阶段	60
4.4.3.3	文档报告编写阶段	60
4.4.3.4	评审	60
4.4.4	初步设计的组织及其职责	61
4.4.5	初步设计报告	62
4.5	详细设计	64
4.5.1	详细设计的任务	64
4.5.2	详细设计内容	64
4.5.3	详细设计的工作流程	66
4.5.3.1	准备阶段	66
4.5.3.2	设计阶段	66
4.5.3.3	文档报告编写阶段	67
4.5.3.4	评审	67
4.5.4	详细设计的组织及其职责	67
4.5.5	详细设计报告	68
4.6	工程实施	70
4.6.1	工程实施的主要任务	70
4.6.2	工程实施的内容	71
4.6.3	系统测试及其准则	72
4.7	系统运行和维护	73
4.7.1	系统运行与维护的任务	73
4.7.2	系统运行与维护的工作内容	73
4.7.3	定义运行和生产需求的评价准则	74
第5章	CIM 项目管理	75
5.1	项目管理概述	75
5.1.1	项目管理的必要性	75
5.1.2	项目管理的定义和内容	76
5.2	项目计划	76
5.3	项目调度	77
5.4	项目资源分配	77
5.5	项目监控	78
5.6	项目组织	79
5.6.1	项目组织模型	80
5.6.2	项目组人员的选择	81
5.6.3	CIM 项目组织与人员的关键问题	82
5.7	CIM 项目管理的结构框架与生命周期	84
5.7.1	项目管理的生命周期	84

5.7.2	项目管理的生命周期与项目开发生命周期的关系	84
5.7.3	CIM 项目的管理的结构框架	85
5.8	项目受控或失败的因素	86
5.9	计算机辅助项目管理	86
第 6 章	CIM 工程项目的质量管理与保证	88
6.1	有关质量与质量保证的一些基本概念	88
6.2	质量保证的内容和范围	89
6.3	质量保证的手段与方法	90
6.3.1	质量保证中的组织与人	90
6.3.2	ISO-9000 质量管理和质量保证系列标准	92
6.3.3	质量功能部署	94
6.3.4	质量保证活动规划	95
6.3.5	质量评审	96
第 7 章	方法论的应用	97
7.1	概述	97
7.2	方法论应用的内容和工作流程	97
7.3	在纺机厂的应用	98
7.3.1	简介	98
7.3.2	功能模型	99
7.3.3	决策模型	99
7.3.4	物理模型	100
7.4	在飞机公司的应用	100
7.4.1	简介	100
7.4.2	分析阶段介绍	101
7.4.2.1	功能模型	101
7.4.2.2	决策模型	101
7.4.2.3	物理模型	101
7.4.2.4	不一致性检查结果	102
7.4.2.5	建议	103
7.4.3	设计阶段介绍	103
7.5	结论	105
	参考文献	106
	英汉词汇对照表	108

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立于优势就成为国民经济发展的重要标志。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。

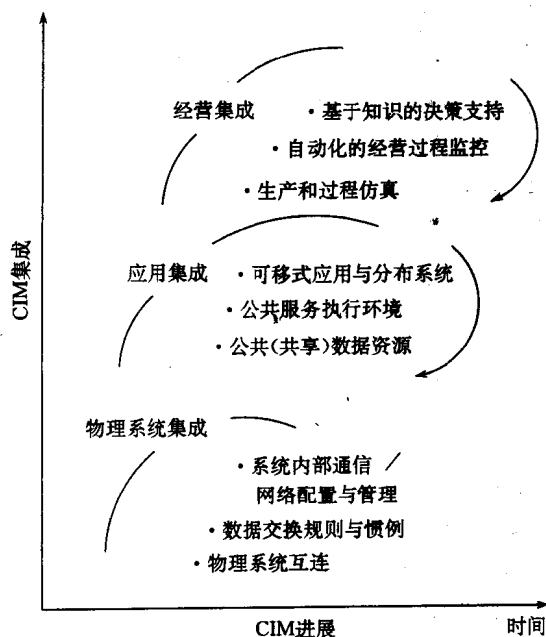


图 1-1 集成的三个阶段

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。

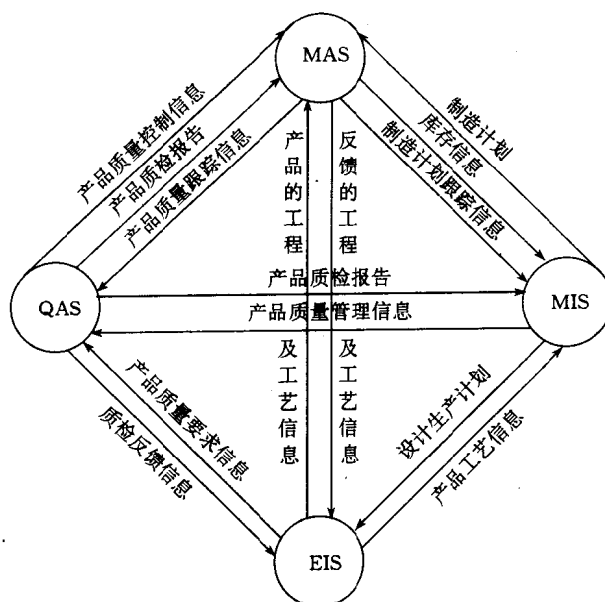


图 1-2 分系统信息交换

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;技术工具也只是一种辅助手段。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

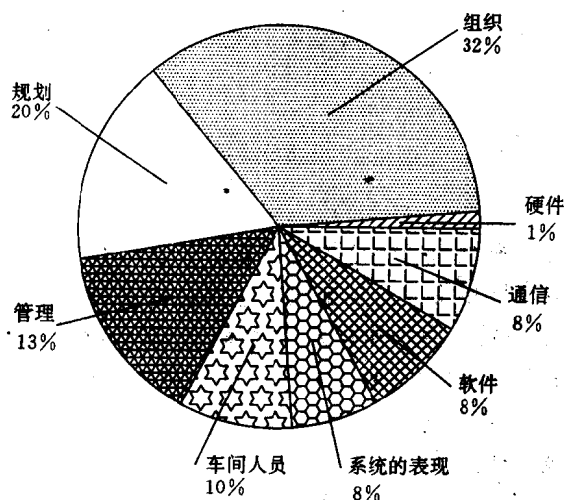


图 1-3 实施 CIM 的阻力分布

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”就是意味着“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提高整个企业的柔性,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

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。