

国家高技术研究发展(863)计划基金项目

并行工程管理 方法与应用

陈国权 著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

F273.2

C41

453191

国家高技术研究发展(863)计划基金项目

并行工程管理方法与应用

陈国权 著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

0417/03
内 容 简 介

本书是作者承担国家高技术研究发展计划(863/CIMS)项目的研究成果。作者通过对国内外企业的研究,提出了一种集成化、并行化的产品开发过程,阐述了集成产品开发团队的建立、实施并行工程的组织、人力资源管理和运作管理。本书内容对企业加快新产品开发、增强企业竞争力具有重要的指导意义,对管理与工程学科的教学与研究具有参考价值,企业、公司、高校、科研单位的管理干部、学生和技术人员均可学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

并行工程管理与应用/陈国权著. —北京:清华大学出版社,1998

ISBN 7-302-03225-4

I. 并… II. 陈… III. 产品-技术开发,并行化 IV. F27 3.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 34933 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京市人民文学印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:850×1168 1/32 印张:6.5 字数:167 千字

版 次:1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-03225-4/F·206

印 数:0001~2000

定 价:12.80 元

序 言

当前,随着科学技术的迅猛发展和全球经济的一体化,制造业商品市场的竞争愈来愈激烈,产品的生命周期越来越短。企业要想在市场竞争中取胜,就必须迅速开发出新产品尽早占领市场。在这里最核心的是时间。

并行工程作为企业加快新产品开发的一种新模式,正日益引起国内外学术界和企业界的高度重视。并行工程是一种企业组织、管理和运行的先进设计、制造模式,是 CIMS 发展的新阶段。它将传统的制造技术与计算机技术、系统工程技术和自动化技术相结合,在产品开发的早期阶段全面考虑产品生命周期中的各种因素,力争使产品开发能够一次获得成功。它突破了传统的产品开发中严格按部门分工以及“串行”、“顺序”的做法,而是采用跨部门多学科团队和并行交叉的集成化产品开发模式,从而缩短产品开发周期、提高产品质量、降低产品成本。并行工程的概念是 80 年代中期由美国学者提出的。1986 年,美国国防部防御分析研究所(IDA)发表了非常著名的 R-338 报告,提出了“并行工程”的定义,并将其解释为对产品及其下游的生产和支持过程进行并行一体化设计的系统方法。1988 年,美国在西弗吉尼亚大学投资 4 亿~5 亿美元建立了全美并行工程研究中心。美国很多大学、计算机及软件公司

也开始进行有关技术的开发。进入 90 年代后,美国许多大公司开始了并行工程实践的尝试,并取得了实效。从此,并行工程开始受到全球制造企业的关注。

并行工程在 90 年代开始传入我国。我国 863 计划自动化领域首席科学家蒋新松教授曾指出,并行工程是我国 CIMS 发展的新阶段。我国 863 计划 CIMS 主题下专门列入了并行工程方面的研究课题,在很少的几个企业中开始了初步的探讨和实施。可以说,并行工程在我国的研究应用正处于方兴未艾的阶段,还有大量的问题需要研究解决。

从西方企业实施并行工程的情况来看,并行工程的实施主要是组织管理和人的因素问题。组织管理和人的因素是并行工程成败的关键,这一点已成为各国研究人员和企业界人士的共识。因为不管企业采用何种技术方法,并行工程的实施都必须通过跨部门多学科小组的并行协同工作来实现。目前国内外很多文献都提及此问题的重要性,但一般也只是泛泛而谈,具体实证的研究报道甚少。为了研究组织管理及人的因素这一实施并行工程的核心问题,1995 年国家 863 计划 CIMS 主题下专门列入了“并行工程组织管理框架和人的因素(Human Factor)研究”的课题项目,反映了国家对这一问题的重视,作者为该项目的负责人。这就是本课题研究的背景。

从 1995 年开始,我们就投入到了该项目的研究之中。在研究过程中,我们始终跟踪国内外在这方面的研究动态、国内外企业的实施情况,以及相关理论不断发展,搜集了大量的文献资料。更为重要的是,我们从一开始就确立了“扎根”企业,开展实证调查的研究方针。为此,我们选取了有代表性的十几家国有大中型机械、飞机、汽车、空调器和电子生产厂家以及航天部某研究院,对其新产品开发模式及并行工程的实施进行了深入的调研。调研过程主要是采用结构性访谈方式。访谈对象包括企业总经理、总工程师、

副总工程师、总工程师办公室主任、设计部门、工艺部门、质量检测部门、质量认证部门、制造部门、采购部门、营销部门、经营计划部门等。除了访谈之外,我们还对企业历来新品开发过程有关文件(如开发程序等)进行了调查分析。通过这些工作,我们积累了大量丰富的第一手材料,奠定了深入研究的基础。

在以上工作的基础上,我们比较全面地建立了实施并行工程的管理体系,共完成了 30 余万字的研究报告,发表了十余篇国内外学术论文。这些成果得到国家 863 计划 CIMS 主题专家组的很高评价,两次考核均被评为 A 级。作者还为一些国有企业做过并行工程管理方面的培训。写作本书的主要想法是希望它对我国企业加快新产品开发、增强竞争力产生积极的作用。

本书中,作者主要从管理的角度对并行工程这种全新的新产品开发模式进行了系统和深入的阐述。其内容包括并行工程的基本原理和总体实施框架、国内外企业的实施情况、国内外研究动态、并行工程的组织集成模式、人力资源管理、运作管理和社会基础,特别是在对我国十几家制造企业实证调查的基础上总结了企业在并行工程实施时存在的管理问题,并探讨了解决问题的方法。

本研究是在国家 863 计划基金支持下完成的,作者对 CIMS 主题专家组的信任和支持表示感谢。在这里作者要衷心感谢北京第一机床厂、沈阳飞机工业公司、成都飞机工业公司、沈飞公司汽车制造厂、沈阳第一机床厂、牡丹电子集团公司、北京重型电机厂等十余家企业的有关同志,在调研中他们提供了巨大支持和无私帮助。本书中的许多案例都来自他们在并行工程实际应用中的有益探索。没有他们的支持,作者是无法完成这些工作的。作者还要感谢课题组的徐联仓教授和潘家轺教授。本文还引用了很多国内外专家的学术观点,在此一并表示感谢。

我还要感谢国家 863 计划 CIMS 主题专家哈尔滨工业大学的徐晓飞教授和清华大学的任守渠教授,他们对本书进行了审阅,并

推荐出版。

最后,我要感谢清华大学经济管理学院各位领导和同事们的帮助以及我的家人和朋友的支持。

并行工程的管理是一个涉及到人、技术和组织等复杂因素的系统工程,在这一领域还有大量的问题需要作理论和实际的深入探索。本书一定存在许多不足,敬请广大读者指正。作者对这方面的研究仍在继续。

陈国权

1998 年春 于清华园

目 录

序言	I
第一章 并行工程的基本原理和总体实施框架	1
第一节 并行工程产生的背景和基本概念	1
第二节 设计阶段对整个产品开发的成本、时间及质量 的影响	4
第三节 并行工程的本质分析	6
第四节 并行工程实施的总体框架	10
第五节 管理在并行工程实施总体框架中的重要意义	21
第二章 国内外企业实施并行工程的情况	23
第一节 概述	23
第二节 美国的情况	24
第三节 日本的情况	38
第四节 中国企业新产品开发模式及并行工程实施的 实际调研	41
第三章 国内外并行工程管理的研究现状	57
第一节 与并行工程有关的新产品开发组织管理方式	57
第二节 实施并行工程的组织与管理	69

第三节	实施并行工程的障碍及克服办法	74
第四节	实施并行工程的“准备状态评估”研究	82
第五节	并行工程实施的集成模型及组织与人因	83
第四章	实行并行工程的组织集成模式	87
第一节	企业内多功能部门集成的简单型跨部门 组织	87
第二节	企业内多功能部门集成的层次型跨部门 组织	89
第三节	企业内多项目集成的组织模式	94
第四节	企业与外部协作厂的集成模式	98
第五节	企业与用户的集成模式	104
第五章	实行并行工程的人力资源管理	107
第一节	人员的选择	107
第二节	人员的培训	115
第三节	绩效评价和奖励	122
第六章	并行工程的运作管理	129
第一节	并行工程小组运作管理的纲领性文件的 建立	129
第二节	并行工程的计划管理	132
第三节	并行工程的技术管理	137
第四节	并行工程中的质量管理	139
第五节	实施并行工程的工作任务管理	151
第六节	实现产品并行开发的基本方法和有关问题	155
第七节	并行工程实施过程中人员需求的动态特点	162
第八节	并行工程小组地理上的集成	164
第九节	并行工程中的会议管理	166

第十节 并行工程小组中的决策·····	170
第七章 中国企业实施并行工程要解决的问题及社会基础·····	179
第一节 我国企业实施并行工程当前存在的问题及解决办法分析·····	179
第二节 我国实施并行工程管理的社会基础·····	186
参考文献·····	191

第一章 并行工程的基本原理和总体实施框架

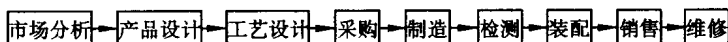


第一节 并行工程产生的背景和基本概念

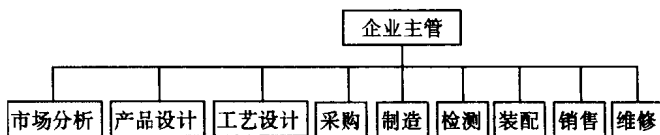
80年代中期以来,制造业商品市场发生了根本性的变化。同类商品日益增多,企业之间的竞争愈来愈激烈,而且越来越具有全球性,长期的卖方市场变成了买方市场。顾客对产品质量、成本和种类要求越来越高,产品的生命周期越来越短。因此,企业为了赢得市场竞争的胜利,就不得不解决加速新产品开发、提高产品质量、降低成本和提供优质服务等一连串的问题。然而在这些问题上,迅速开发出新产品,使其尽早进入市场成为赢得竞争胜利的关键。因此在这里最核心的是时间。

然而要解决这一问题,必须改变长期以来传统的产品开发模式。传统的产品开发模式是沿用“串行”、“顺序”和“试凑”的方法,即先进行市场需求分析,将分析结果交给设计部门,设计部门人员进行产品设计,然后将图纸交给另一部门进行工艺方法的设计和制造工装的准备,采购部门根据要求进行采购,等一切都齐备以后进行生产加工和测试。产品结果不满意时再反复修改设计和工艺,再加工、测试,直到满足要求。这种方法由于在产品设计中各个部

门总是独立地进行,特别是在设计中很少考虑到工艺和工装部门的要求,制造部门的加工生产能力、采购部门的要求,以及检测部门的要求等,因此常常造成设计修改大循环,严重影响产品的上市时间、质量和成本。传统串行工程的产品开发模式见图 1-1(a),按功能部门划分的组织方式见图 1-1(b)。



(a)



(b)

图 1-1 传统串行工程的产品开发模式和按功能部门划分的组织方式

为了改变这种传统的产品开发模式,赢得市场和竞争,在 80 年代初,人们不得不开始寻求更为有效的新产品开发方法。在这其中,最重要的一件事就是在 1982 年,美国国防高级研究项目局 (Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA) 开始研究如何在产品设计过程中提高各活动之间“并行度”(concurrency)的方法。5 年以后,DARPA 发表了其研究结果。后来的事实证明,该研究结果成为其后所有这方面研究的重要基础。在 1986 年夏天,美国国防部防御分析研究所(The Institute for Defense Analyses: IDA)发表了非常著名的 R-338 报告,提出了“并行工程”(Concurrent Engineering:CE)的概念,并将其解释为对产品及其下游的生产和支持过程进行并行一体化设计的系统方法,并第一次提出了并行工程如下的定义:

“并行工程是集成地、并行地设计产品及其相关的各种过程

(包括制造过程和支持过程)的系统方法。这种方法要求产品开发人员从设计一开始就考虑产品整个生命周期中从概念形成到产品报废处理的所有因素,包括质量、成本、进度计划和用户的要求。”

根据这一定义,并行工程是组织跨部门、多学科的开发小组,在一起并行协同工作,对产品设计、工艺、制造等上下游各方面进行同时考虑和并行交叉设计,及时地交流信息,使各种问题尽早暴露,并共同加以解决。这样就使产品开发时间大大缩短,同时质量和成本都得到改善。图 1-2 分别表示了并行工程的产品开发模式(a)和相对应的跨部门多学科小组的组织方式(b)。

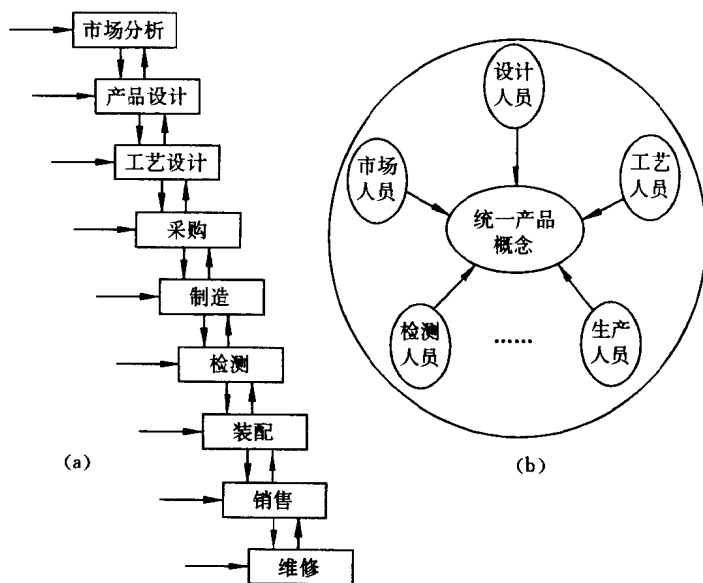


图 1-2 并行工程的产品开发模式和对应的多学科跨部门小组的组织方式

1988 年 DARPA 发出了并行工程倡议,在美国西弗吉尼亚 (West Virginia) 大学投资 4 亿~5 亿美元建立了并行工程研究中

心(Concurrent Engineering Research Center; CERC)。美国很多大学、计算机及软件公司也开始进行有关技术的开发。进入 90 年代后,美国许多大公司开始了并行工程实践的尝试,取得了实效。并行工程开始成为全球制造业关注的热点问题。

并行工程在 90 年代开始传入我国。我国 863 计划 CIMS 主题下专门列入了并行工程方面的研究课题,不少研究人员开始了这方面的研究。而在企业中应用则很少。我国 863 计划自动化领域首席科学家蒋新松教授指出,并行工程是我国 CIMS 发展的第二阶段。1994 年 12 月我国组织并行工程考察团考察了美国进行并行工程研究开发的许多大学、研究所、公司,发表了访美报告。并行工程在我国研究界、工业界正是方兴未艾的研究课题。

第二节 设计阶段对整个产品开发的成本、时间及质量的影响

并行工程的提出是人们对设计阶段在产品整个生命周期中的作用认识不断深入的结果。从以下几项研究结果可以看出设计阶段对产品整个生命周期的巨大影响。

1. 波音公司研究了一般产品生命周期费用(life-cycle cost; LCC)的分布情况,如图 1-3 所示。它发现产品开发的早期概念阶段(concept & advanced development)将决定 LCC 的绝大部分(85%),但该阶段所占 LCC 的实际费用却最低(7%)。这也就是说,产品的早期设计将起决定性的作用,而在这个阶段做的修改所冒风险也最小。因此在产品开发过程中应尽早地考虑它后续生命周期阶段的所有因素(如工艺性,可制造性,可装配性等),以避免到了后期阶段由于修改方案而造成资金大量浪费,同时也因减少修改循环而缩短产品开发周期。

2. Boothroyd(1988)引用福特汽车公司已发表的报告。该报

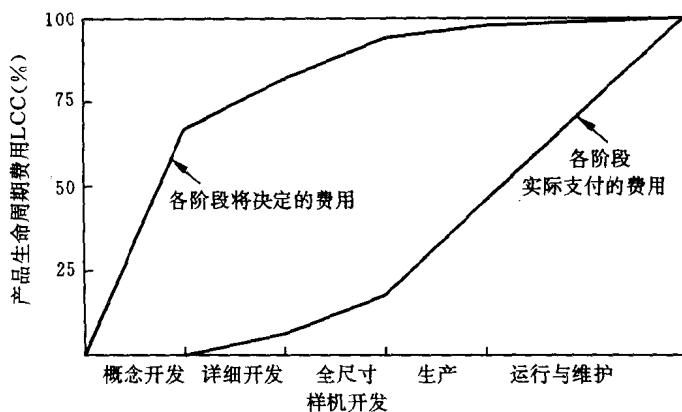


图 1-3 一般产品生命周期费用(LCC)分布情况

告估计,尽管产品设计只占产品整个成本的 5%,但 70%的成本是由设计影响的。

3. Huthwaite(1987)得出了类似于 Boothroyd 关于产品成本和影响关系上同样的百分比。他还打了个比方,称产品设计的影响为“波浪效应”(ripple effect),它对一个组织的各个方面都有很大的影响。产品设计的作用因此可以想象为一块石头投入湖中心后产生的影响。

4. Dixon 和 Duffey(1988)认为所有质量问题中 40%归结于不良的设计。

5. Suh(1990)认为制造生产率的 70%~80%是在设计阶段决定的。

6. Gatenby 和 Foo(1990)估算产品全生命周期成本中的 80%~90%是在设计阶段决定的。

7. Whitney(1990)在一篇文章中引用一位公司制造主管的话:“设计人员每分钟作百万美元的决策,但从未意识到这一点。”

8. 在产品开发中早期的设计决策对可制造性、质量、产品成本、时间以及产品最终在市场上的成功都有较大的影响。而且,一般认为工程修改单(engineering change orders, ECOs)的成本随着它所在时间越接近产品生命周期后期而呈对数方式增长(siegal, 1991)。这意味着产品设计人员必须在考虑产品的结构、功能和美学要求的同时,必须尽早考虑制造。

9. 产品的结构、功能和美学要求等必须是设计出来的,而不是通过检验来避免昂贵的修改迭代过程的(Burling 等, 1987)。因此,企业组织内所有的信息都要用来增强设计信息,以达到最理想产品设计的目的。

类似的研究或数字还很多。它们基本上都反映了这样一个事实,即产品只停留在早期概念(图纸)设计阶段,对整个产品生命周期成本和最终上市时间及质量有巨大的影响,而它本身所占成本很少,大部分费用是由其下游的工艺工装设计、采购、生产准备和生产制造过程消耗的。我们如果在早期设计阶段不及早全面地考虑企业现有的工艺条件、工装设计、检测方法、采购能力和生产加工制造能力等各方面的因素,那么就会使得修改时间大量增加,产品上市时间和质量得不到保障。因此必须尽早在设计阶段就考虑其下游过程。需要尽早考虑的第二个原因是,越在后面考虑,修改的成本越大,因为它是随时间推迟而呈对数关系上升的。

通过以上分析,我们不难理解并行工程为什么强调产品设计要与其下游制造和支持过程设计并行交叉进行,强调在产品早期设计阶段尽早考虑制造和支持过程的重要性。以上数字材料是并行工程取代传统串行方法的重要依据。

第三节 并行工程的本质分析

我们要研究并行工程的管理方法,首先要弄清并行工程的内

涵和本质,这是我们研究的前提和出发点。尽管人们对并行工程的定义有不同的说法,但目前人们普遍接受的是由美国防御分析研究所在 R-338 报告中提出的定义。该定义指出:“并行工程是对产品及其相关的各种过程(包括制造过程和支持过程)进行并行、集成化设计的一种系统方法。这种方法要求产品开发人员在设计一开始就考虑产品整个生命周期中从概念形成到产品报废处理的所有因素,包括质量、成本、进度计划和用户要求。”根据这一定义,作者认为并行工程的本质是:

1. 并行工程强调设计的“可制造性”、“可装配性”和“可检测性”等

也就是说,并行工程强调设计人员在进行产品设计时一定要考虑在已有的制造、装配和检测手段下,产品能否顺利地制造、装配出来,而且能检测。如果一个产品设计得再好,却不能很方便地制造、装配和检测出来,也就不能达到及早投放市场的目标。

2. 并行工程强调产品的“可生产性”

在这里“可生产性”与“可制造性”是有区别的。“可制造性”主要是从设备加工技术的角度,看能否将一个产品加工出来。而“可生产性”除了“可制造性”这一层含义外,主要指产品在需要按要求的批量生产时,企业在设备生产能力和人员能力上能否达到要求。即并行工程要考虑企业的设备和人力资源。

3. 并行工程强调产品的“可使用性”、“可维修性”和“可报废性”

也就是考虑产品在使用过程中是否能满足用户要求,是否利于维修,在废弃时是否易于处理等。

从以上三个方面的特性可以看出,并行所强调的是在产品设计时就要尽早考虑其生命周期中所有的后续过程:制造、装配、检测、企业的设备能力和人力资源、使用、维修和报废等。只有在一开始就系统考虑了这些因素,才能减少修改的次数,缩短产品上市