



孙 静 著

接近零不合格过程的有效控制

——实现六西格玛质量的途径



清华大学出版社

孙 静 著

接近零不合格过程的有效控制

——实现六西格玛质量的途径

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍了接近零不合格过程的最新研究成果。接近零不合格过程的质量控制理论曾被我国质量界的老专家誉为六西格玛中惟一的新技术,该理论提供了实现六西格玛质量水平的途径。

本书介绍了网络时代管理与质量管理的发展特点,深入剖析了狭义和广义的六西格玛概念,给出了接近零不合格过程概念的由来及其发展阶段,探讨了接近零不合格过程的质量控制理论体系,提供了实现六西格玛质量的途径。

这是一本提高现场质量控制与质量管理水平的必备参考书。本书为广大的质量工作者、工艺技术人员提供了现场进行质量控制的工具方法,为从事质量研究的高年级本科生和研究生提供了学习统计过程控制的教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

接近零不合格过程的有效控制:实现六西格玛质量的途径/孙静著. —北京:清华大学出版社, 2005.9

(清华质量科学丛书)

ISBN 7-302-11270-3

I. 接… II. 孙… III. 企业管理:质量管理 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 069779 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

责任编辑:江 娅

封面设计:傅瑞学

版式设计:刘祎森

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:20 字数:359千字

版 次:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-11270-3/F·1230

印 数:1~4000

定 价:33.00元

中国制造业在全球制造中正扮演着越来越重要的角色,有些专家预测中国完全有可能成为“世界制造业中心”。然而,一些隐藏在企业深层次的问题亦逐渐呈现出来,例如管理精细化问题。可以直接引进国际最先进的机器设备、最好的原材料和零部件、最高级的企业管理软件甚至是可实现数字化管理的全套生产线与立体仓库。但是,长期发展积淀下来的管理精髓是无法引进的,如:判断过程及产品优劣的评价体系无法引进;过程出现异常、产品出现故障时,解决问题、实施补救的具体措施无法引进;顾客明确的、隐含的要求与产品特性之间的动态关系无法引进。所有这些已经成为制约我国制造业发展的瓶颈。管理精细化问题的一个突出体现是质量问题,前面提到的诸点都是质量科学所要回答的问题。当前,中国最成功的一些企业已经深刻地意识到这一点,迫切需要能够帮助它们解决这些问题的科学方法。

20 世纪末,冰箱压缩机的国际平均质量水平是不合格品率 200ppm(ppm 表示百万分之一),世界最高质量水平是由巴西 EMBRACO 公司保持的 34ppm,我国的雪花 EMBRACO 公司的不合格品率却为 800ppm,这样的对比数据有许多。当时,中国企业努力以世界最高质量水平作为自己的超严质量要求,争取生产出达到世界级质量的产品,以便在国际市场上立足。21 世纪初,中国加入了 WTO。现在,三五年的缓冲期即将结束,真正在市场上跨国竞

争的时代正在来临。如今,超严质量要求已被有些企业自觉地设定为质量目标,创造并保持世界最高质量水平成为中国优秀企业的愿景(vision)。接近零不合格过程的质量控制理论正成为帮助企业实现超严质量要求的有力武器。

六西格玛作为提升企业核心竞争力的重要战略手段,近年来受到越来越多的企业的关注。实施六西格玛的重要目标之一就是要实现六西格玛质量水平,这可能需要企业十年不懈的努力,也可能像当年韦尔奇领导通用电气(GE)时所要求的那样,用五年时间达到六西格玛质量水平。当然,六西格玛质量水平并非终极目标。六西格玛质量水平的统计数字不论是 3.4ppm 还是 2ppb(ppb 表示十亿分之一),都是相对于标准规范的统计结果,而标准规范本身也在不断地修改完善。因此,对六西格玛质量水平的追求是永无止境的。接近零不合格过程的质量控制就是研究如何严格过程的质量控制并使过程不断向零不合格目标逼近的质量科学的重要分支。接近零不合格过程的质量控制理论为实现过程的六西格玛质量提供了科学有效的途径。

• 接近零不合格过程概念的由来

不合格→零不合格→零不合格过程→接近零不合格过程

不合格: 1994 版 ISO 9000 族标准对不合格与缺陷进行了严格区分。2000 版 ISO 9000 族标准强化了不合格的概念,对缺陷的使用加以限制,明确指出缺陷具有法律内涵,要慎用。因此,在接近零不合格过程的概念中,使用“不合格”,而不是“缺陷”。

零不合格: 产品、服务完全满足要求是组织追求的目标。达到这一目标需要做大量的工作:需要始终监测顾客满意程度的变化;需要对服务进行全程监控;需要投入人力物力进行产品检测;需要严格控制产品与服务的实现过程;需要不断设计出满足顾客要求与期望的新产品,等等。从而寻求对要求的完全满足,实现零不合格。

零不合格过程: 实现零不合格要做大量的工作。与其事后检验加以补救,不如在产品与服务的形成过程中进行事先预防。我们倡导的是:严格过程控制,使得从过程得到的产品与服务能够完全满足要求,这就是零不合格过程。

接近零不合格过程: 零不合格过程是过程控制的理想状态。从统计学的角度看,不存在绝对的“零不合格过程”,只能通过对过程的持续改进,不断向零不合格过程逼近。这就是接近零不合格过程概念的由来。

• 接近零不合格过程的研究历程

接近零不合格过程的质量控制就是研究如何对过程进行严格的控制以使过程不断地向零不合格目标逼近的质量科学分支。对于接近零不合格过程的研究经历了三个阶段。

第一阶段：狭义接近零不合格过程的研究阶段(1997—2000 年)

该阶段就是对“不合格品率极低,大量产品为合格品,偶尔有不合格品出现的生产过程”进行控制的阶段,该阶段又被称为“接近零不合格品过程”(near zero-nonconformity process)。以相邻不合格品之间的连续合格品数为控制对象,作者提出了判稳和判异原则、连续合格品数 CUSUM 控制图和连续合格品数 EWMA 控制图、标准调整控制图等研究结果,其中连续合格品数 CUSUM 控制图与 EWMA 控制图要远优于 Chan, Xie & Goh(1996)提出的两阶段控制图,且简便易行,可操作性强。

第二阶段：广义接近零不合格过程的一元控制阶段(2001—2003 年)

广义接近零不合格过程所研究的是“如何对生产过程进行严格的质量控制,以实现过程的超严质量要求”。此阶段以单个指标或单个因素为研究对象,探讨了能够普遍适用且实现过程持续改进的控制理论,作者以国家自然科学基金项目“接近零不合格品过程的有效控制及其计算机实现(70002005)”为依托,研究了自相关数据的质量控制问题、以过程能力指数和过程性能指数为控制对象的质量控制问题,编制了实现接近零不合格过程有效控制的应用软件。该课题从 2001 年 1 月开始,于 2003 年 12 月完成。

在基金项目的研究过程中,我们深入分析了自相关过程的本质特点,定义了自相关过程的统计控制状态,论证了寻找和保持统计过程状态的途径,建立了自相关过程质量控制理论体系。探讨数据采集的采样间隔问题,论证了采样间隔越短越能较快地检测出过程异常的结论。在方法层面,首先对残差控制图进行研究,明确其优点与不足;进而,提出了新的调整均值控制图;最后,论证了基于修订估计参数的单值控制图可有效地控制自相关数据,弥补残差控制图的不足。我们定义了动态过程能力指数的新概念,以描述实时或瞬时的过程能力。提出了运用过程能力指数进行过程管理、运用动态过程能力指数控制实时波动、运用过程性能指数进行阶段性管理的思想。探讨基于过程能力指数和过程性能指数以及基于过程能力指数和动态过程能力指数的质量控制途径。我们研究了基于 ERP 的质量管理理论,提出了“组织架构中,质量管理职能向组织高层上移,质量控制职能向组织基层下移”的思想。开发应用软件,实现接近零不合格过程的有效控制。

第三阶段：广义接近零不合格过程的多元控制阶段(2004 年开始)

要实现“严格过程控制,持续过程改进,向零不合格逼近”的控制目标,仅仅实现单因素或单指标的控制是不够的,势必要探讨多因素多指标间的关系,要由接近零不合格过程的一元控制阶段进入接近零不合格过程的多元控制阶段。

例如,控制过程时,过程的所有指标都被控制在统计控制状态,但是,过程依旧出现了问题。其原因是:虽然每个指标自身都处于统计控制状态,但是,指标之间关系的变化导致了过程的异常。例如,检测产品时,每项检测指标都是合格的,甚至都处于统计控制状态,但是,客户使用产品时依旧出现了问题,这往往也是由于指标间的关系发生变化引起的。又如,评价公司提供的客户服务时,每项指标都处于统计控制状态,但是,客户满意程度时高时低,“莫名其妙”,这可能也是由于指标间的关系发生了变化。工作中这类实例比比皆是。仅仅实现单因素或单指标的控制,无法实现接近零不合格过程的控制目标,必须对接近零不合格过程进行多元控制,把接近零不合格过程的一元控制研究推进到接近零不合格过程的多元控制阶段是顺应科学技术发展规律的必然结果,是实现精细化管理的客观需要。

此阶段的研究作者将以国家自然科学基金项目“接近零不合格过程的多元控制及其计算机实现(70472010)”为依托,该课题 2005 年 1 月开始,将于 2007 年 12 月完成。

本书是对接近零不合格过程质量控制研究的第一阶段和第二阶段研究成果的汇总。作者仅以此书奉献给广大的读者,希望能有更多的有识之士投身到质量事业中来,实现新世纪的质量腾飞。

作者的联系方式为:

单位:清华大学经济管理学院 北京市-海淀区-清华园 100084

电话:010-62772087

传真:010-62784555

E-mail: sunj3@ em.tsinghua.edu.cn

孙 静

2005 年 5 月 1 日

目录

CONTENTS

第 1 章 网络时代的质量管理	1
1.1 网络时代的管理	1
1.2 质量概念的演变与发展	6
1.3 质量管理理论的发展	7
1.4 网络时代的质量管理	11
1.5 小结	16
参考文献	17
第 2 章 六西格玛	19
2.1 六西格玛的应用情况	19
2.2 六西格玛的含义	22
2.3 六西格玛项目	27
2.4 六西格玛设计	28
2.5 小结	29
参考文献	30
第 3 章 接近零不合格过程质量控制的诞生与发展	31
3.1 接近零不合格过程质量控制的诞生背景	31
3.2 零缺陷质量管理的简单介绍	33
3.3 高质量过程的研究	41

3.4 接近零不合格过程系列概念的由来	41
3.5 接近零不合格过程研究的发展历程	43
3.6 小结	46
参考文献	47

第 1 篇 统计过程控制

第 4 章 统计过程控制与控制图原理	51
4.1 统计过程控制 (SPC)	51
4.2 质量的统计观点	53
4.3 控制图	55
4.4 常规控制图的设计思想	64
4.5 分析用控制图与控制用控制图	67
4.6 变差的可查明原因的八种模式分析	69
4.7 统计控制状态的判断	75
4.8 常规控制图判断准则的使用	78
4.9 过程能力与过程能力指数	79
参考文献	84
第 5 章 常规控制图及其应用	85
5.1 符号	85
5.2 常规控制图的类型	86
5.3 常规控制图的类型	92
5.4 计量控制图与计数控制图的比较	108
5.5 控制图的应用准备	109
5.6 控制图的应用示例	114
参考文献	133
第 6 章 CUSUM(累积和)控制图	135
6.1 CUSUM 控制图的起源	135

6.2	CUSUM 控制图的原理	136
6.3	根据 ARL 对 CUSUM 控制图的设计	145
6.4	单侧 CUSUM 控制图	147
6.5	表格式 CUSUM 控制图	148
6.6	初值的设置——加速初值处理方法	153
	参考文献	154
第 7 章	EWMA 控制图	157
7.1	常规控制图、CUSUM 控制图与 EWMA 控制图	157
7.2	EWMA 控制图的统计量	160
7.3	正态分布观测值 EWMA 控制图的设计	161
7.4	有关说明	165
	参考文献	165
第 2 篇 狭义接近零不合格过程的控制		
第 8 章	常规计数值控制图的改进	169
8.1	常规计数值控制图的不足与改进方法	169
8.2	通用控制图	172
8.3	Q 控制图	172
8.4	弗里曼与特基(Freeman & Tukey)变换	174
8.5	调整计数值控制图	176
8.6	计数值控制图的最优控制界	179
8.7	常规计数值控制图改进方法的比较	180
8.8	标准调整控制图及其案例分析	183
	参考文献	185
第 9 章	接近零不合格过程的判稳准则与判异准则	187
9.1	以相邻不合格品间的连续合格品数为控制对象	187
9.2	统计分析	188



9.3 判异准则	189
9.4 判稳准则	191
9.5 判断准则的使用	194
9.6 案例分析	198
参考文献	200

第 10 章 连续合格品数 CUSUM 控制图 201

10.1 连续合格品数 CUSUM 控制的统计量	201
10.2 连续合格品数控制图的评价标准	202
10.3 连续合格品数 CUSUM 控制参数 K 的确定	202
10.4 连续合格品数 CUSUM 控制参数 H 的确定	204
10.5 设计连续合格品数 CUSUM 控制图	207
10.6 连续合格品数 CUSUM 控制图与两阶段控制图法的比较	208
10.7 小结	209
参考文献	209

第 11 章 连续合格品数 EWMA 控制图 211

11.1 连续合格品数 EWMA 控制的统计量	211
11.2 连续合格品数 EWMA 控制参数	212
11.3 连续合格品数 EWMA 控制图的设计	218
11.4 连续合格品数 EWMA 控制图、连续合格品数 CUSUM 控制图与两阶段控制图法的比较	220
11.5 小结	221
参考文献	222

第 3 篇 广义接近零不合格过程的控制

第 12 章 自相关过程的质量控制 225

12.1 自相关过程的残差控制图	226
------------------	-----

12.2	自相关过程的统计控制状态	232
12.3	自相关过程的调整均值控制图	240
12.4	自相关过程的采样间隔分析	251
12.5	单值控制图在自相关过程中的应用	256
	参考文献	263
第 13 章	过程能力指数、过程性能指数与动态过程能力指数	267
13.1	过程能力指数	267
13.2	过程性能指数	269
13.3	动态过程能力指数	270
13.4	过程能力指数、过程性能指数与动态过程能力指数的比较	271
	参考文献	273
第 14 章	接近零不合格过程的管理体系	275
14.1	标准规范层——优化过程,建立过程体系文件	275
14.2	定量管理层——实现过程的定量控制	282
14.3	持续改进层——不断完善、追求卓越	291
14.4	小结	299
	参考文献	300
附录		301

网络时代的质量管理

1.1 网络时代的管理

“以知识为基础,以 Internet 为沟通,形成全球化的发展”是新时期的突出特点。“速度”在现在以及未来的竞争中,扮演着重要的角色。信息技术的蓬勃发展,使得市场变化的速度比过去快得多。同时,信息技术也为迅速地调配资源,进而快速适应市场的变化提供了可能。

通常,人们把信息技术的发展划分为下列几个阶段:

- 1960—1980 年,数据处理时代
- 1980—1995 年,微机时代
- 1995—至今,网络时代

下面就以困扰企业的生产计划与库存控制问题的解决过程为例,介绍与信息技术的发展相呼应的企业管理里程碑式的发展阶段,如图 1-1 所示。

1. 1940 年,订货点法

早在 20 世纪 40 年代初期,西方经济学家就已经提出了订货点法理论,并将其应用于企业的库存计划管理。其基本原理非常简单,即库存物料随着时间推移被使用消耗,数量逐渐减少,当某一时刻的库存数量可供使用消耗的时间等于采购此种物料所需时间(提前期)的时候,就要进行订货以补充库存。决定订货时的数量和时间即订货点。通常订货点的库存数量都要考虑安全库存量。

订货点法的优点是简单,通过简单的手工计算即可完成。其缺点和局限性是,不能按照各种物料的真正需要时间来订货,对需求的判断经常失误,导致某些物料

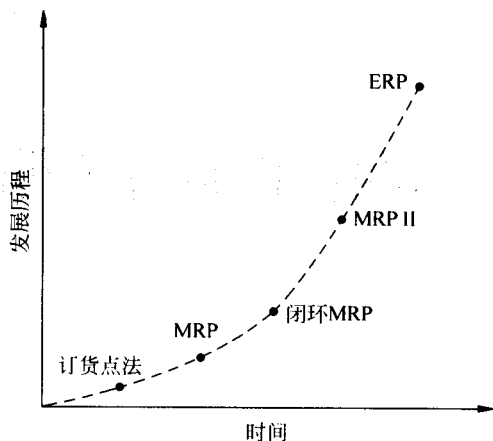


图 1-1 企业管理的发展历程

库存积压,而某些物料短缺。虽然订货点法存在着严重问题,但受到当时信息技术发展水平的制约,直到 20 世纪 60 年代还一直被广泛采用。

2. 1960 年,MRP(material requirement planning,物料需求计划)

MRP 中的物料是指与生产制造有关的所有原材料、半成品、成品的统称。其基本原理与传统的库存理论有着明显的区别,主要特点是引入了时间分段和反映产品结构的物料清单(BOM),较好地解决了库存管理和生产控制中的按时按量得到所需物料的难题。约瑟夫·奥利佛博士是第一个 MRP 系统的设计者和组织者,曾经参加 IBM 公司早期的 COPICS 系统的开发。

MRP 是一个生产计划和物料控制系统,如图 1-2 所示。其原理是:根据主生产计划决定的需求数量和日期,依据 BOM 提供的产品信息,推导出各种物料的需求;根据当时库存的情况,得出各种物料的净需求量,制定采购计划和加工计划,以明确

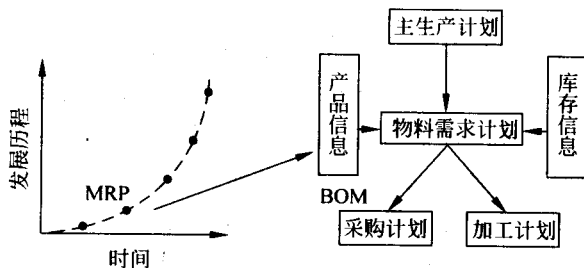


图 1-2 MRP 系统

各种物料采购或加工的提前期,即得到各种物料开始采购或加工的日期,以及用于加工装配的日期。成功地回答了四个问题:①需要什么;②需要多少;③何时需要;④何时开始采购或加工。实现了仓库管理与生产车间管理的整合,从单纯的库存管理走向 MRP,开始考虑对生产、库存及采购的统一规划。

3. 1970 年,闭环 MRP

MRP 在 20 世纪 60 年代出现,直到 70 年代才在经济发达国家的企业中得到重视和广泛应用。使用过程中,MRP 的不足开始显现:①MRP 按需求的优先顺序制定计划,而计划是否能够顺利执行则是未知数;②在计划执行过程中,未能对千变万化的现实情况做出相应的调整和反馈。

70 年代,很多专家对 MRP 的功能进行扩展,提出了能力计划的概念。能力计划不是用现有能力去限制需求,而是根据需求计划去预见未来各个时段对能力的需求,以便对能力进行规划与调整,合理组织和搭配各种物料的生产,提高工艺技术水平,采取外包、外协、分割任务单等措施,如图 1-3 所示。

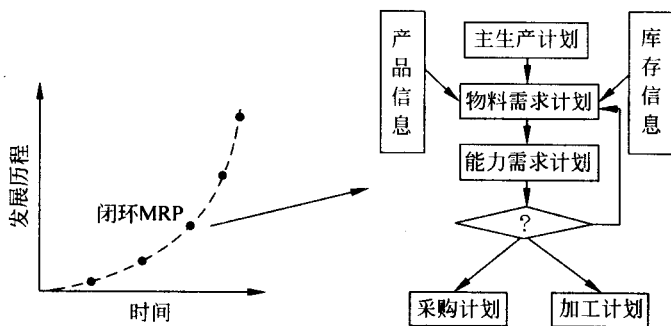


图 1-3 闭环 MRP 系统

闭环 MRP 可以在计划下达前和计划发生变化后,对需求与供给、计划与能力反复进行平衡,在计划与能力出现矛盾时,调整计划或调整能力,也可以同时调整计划与能力,以便提高物料需求计划的可执行性和可操作性。显然,信息技术的发展、数据处理能力的提高为闭环 MRP 理论的实现提供了可能。

4. 1980 年,MRPII(manufacture resource planning,制造资源规划)

随着闭环 MRP 的应用,人们逐渐认识到它的不足,如:计划的源头是主生产计划,而对企业的高层、长期经营计划尚无考虑;闭环 MRP 包含了以制造为主线的物流和信息流,而对企业中非常重要的资金流却无反映。

20 世纪 70 年代末 80 年代初,专家们在闭环 MRP 的基础上,加入了企业高层经营长远规划(宏观规划)以及企业的财会职能,形成了制造资源计划(MRP II)。由 MRP 发展到 MRP II,才真正使企业的长远规划与近期计划、宏观计划与微观计划有效衔接,一脉相承,并使计划与执行情况形成反馈,基本做到了将企业中与生产有关的人、财、物、方法、设备、信息等资源的统一,为制造业提供了科学的经营管理思想,实现了整个企业的生产制造资源的全面规划和优化控制,如图 1-4 所示。

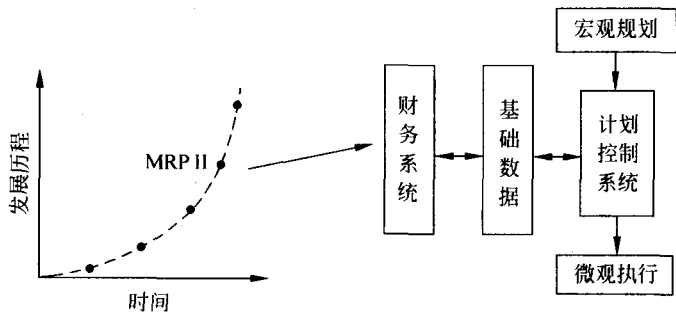


图 1-4 MRP II 系统

5. 1990 年,ERP(enterprise resource planning,企业资源规划)

MRP II 是以计划和制造为主线的管理信息系统,但计划与制造并非企业管理的全部内容。90 年代,专家们在 MRP II 的基础上提出了可以服务于跨国、跨地区的大企业,实现对企业资源进行统一管理的 ERP 系统。ERP 实现了物流、资金流、人力资源、质量管理的全面整合。由于 ERP 系统更注重对过程的管理而不是只针对制造过程,因而这种管理模式可以方便地应用于各种非制造企业,企业可以没有生产,但不会没有采购、销售和成本核算。

90 年代末,中国企业逐渐意识到各部门孤立地建立信息系统,实现部门内的信息利用,不足以应对激烈的市场竞争,需要实现企业的信息集成,使得各个部门共享企业的信息资源。于是,联想、海尔、康佳、长虹等优秀的国内企业开始率先采用 ERP 系统。国外的 ERP 系统供应商纷纷进入中国市场,像 SAP 公司、Oracle 公司、Bann 公司等。国内一批较大的软件供应商也都开始涉足这一领域。

ERP 系统实现了对企业内部信息的高度集成,完成了财务、人事、采购、生产、销售等部门对内部资源的共享。ERP 系统的实施过程中,优化了企业的运作流程,为促进企业适应市场变化实现敏捷化管理迈出了坚实的一步。

6. SCM(supply chain management,供应链管理)

随着企业内部管理的日益完善与优化,就会对企业外部提出要求。要求供应商保质、保量、按时提供所需的原材料,要求销售渠道畅通,迅速把产品送到顾客手中,并把顾客反馈意见尽快地回馈到生产流程、设计部门甚至供应商。显然,企业内部的信息集成已不能满足需要。面对庞大的外部信息和信息的快速变化,必须从注重内部资源的集成与管理,转向注重外部资源的管理和利用,从企业内的业务集成,转向企业间的业务协同。供应链管理开始成为关注的焦点,企业需要寻求稳定的供应商、忠诚的顾客,实现整条供应链的信息共享,市场的竞争也从企业间竞争发展为供应链间的竞争。

基于 Internet 的 B2B(business to business)成为企业界、软件业追逐的对象。SAP 公司将它的 ERP 系统放到 mySAP.com 网站上。2000 年 3 月 10 日,海尔成立了海尔电子商务有限公司,采用 mySAP.com 建立海尔集团的 B3B 电子商务平台。众多从事电子商务的网站应运而生。

7. 动态联盟(virtual organizations,又称为虚拟企业(virtual enterprise))

信息的快速传递加速了市场变化、加剧了全球竞争,顾客的选择空间不断增大、顾客的品位日益提高。正是在这种形势下,一种基于 Internet 的网络化生产组织方式正在悄然兴起,这就是动态联盟(又称为虚拟企业)。动态联盟是为了快速响应市场变化、满足顾客需求而组成的多个企业或组织的联合。世界上许多知名企业都在积极实践着虚拟企业运作模式,并体会着由虚拟运作给企业带来的巨大市场成功和经济利益。同时,越来越多的企业也在积极地朝这个方向发展。动态联盟一般有一个发起者(盟主),一般来讲,能抓住市场机遇的发起者为盟主。其中的每家公司或企业(盟员)都具有自身的优势,承担共同的风险和分享共同的利益。组建动态联盟,可以使:

(1) 中小企业可以通过分享其他盟员的资源完成过去只有大企业才能完成的工作,而大企业也能通过外包(outsourcing)生产的方式,在不需要大量投资的情况下,迅速扩大生产能力和市场占有率。

(2) 可以解决新产品的生产规模和市场开拓规模两者之间的矛盾,把风险降到最低。能快速响应市场机遇,推出价格适当的高性能产品。随着订单增多,实现同步扩大生产规模。由于盟员拥有不同的专长,动态联盟可以在经济和技术实力上超过所有的竞争对手而赢得竞争,从而进一步降低了风险。

(3) 可以兼容企业之间的竞争和合作,既保存竞争活力,又避免过度竞争。实现