

文章编号:1000-582X(2002)06-0013-03

设计迭代管理策略的分析

何家勇, 刘伟, 徐晓刚, 刘达斌

(重庆大学机械工程学院, 重庆 400044)

摘要:缩短新产品开发时间是企业赢得竞争优势的重要方法。文章指出了在大型复杂设计活动中, 拖延时间的各种因素, 并认为这些因素中的许多方面都与“设计迭代”有关。对设计迭代的概念进行了详细的论述, 并讨论了设计结构矩阵(Design Structure Matrix)的模型建立方法, 使用 DSM 实现了对设计迭代进行清晰和明确表示, 有助于缩短新产品开发时间。

关键词:设计迭代; 设计结构矩阵; 产品开发周期

中图分类号: TB₂

文献标识码: A

巨大的竞争压力迫使企业为了满足客户不断变化的需求, 不断地开发新产品。但是开发新产品的活动往往非常复杂, 使企业的产品开发活动周期长、难于控制, 从而影响企业的市场竞争力。因此, 缩短新产品开发时间是企业赢得竞争优势的一个重要方面^[1]。

产品开发项目在缩短产品开周期方面 1 的面临着以下的挑战:

1) 资源(包括人力、制造设备、工具、特别是信息)的低效分布, 导致许多开发活动需要等待资源, 延长项目时间; 2) 不确定需求, 引起开发活动的重复进行; 3) 各项任务完成时间的不一致, 使较早完成的活动必须根据新信息进行修正, 造成时间浪费; 4) 各项活动间缺乏协调与交流, 造成时间与资源的浪费; 5) 开发设计活动过程中的交互活动增加了重新设计的可能性; 6) 许多看似可行的缩短产品开发时间的方法, 未经过科学的分析还可能引起相反的效果。

这些问题在实际中广泛存在, 且难以控制。人们已经意识到产品开发过程的改善有助于改善产品的质量, 缩短产品的开发时间。为了实现这个目标, 可以把一个复杂的产品设计过程科学的分解为由一系列简单的活动组成, 通过对活动间关系的仔细分析, 寻找一种对这些活动能进行较好的调节和管理的模型。本文将在阐述设计迭代概念的基础上, 采用设计结构矩阵 DSM 方法来建立设计结构模型以促进问题的解决。

1 设计迭代

将重做和改进前面所做的设计工作的过程称为设计迭代。造成设计迭代的原因可能是输入信息的变化或设计结果不能满足设计目标。设计迭代一般是不可避免的, 特别是后者所产生的改进设计常常是必需的。但在设计过程中由于输入信息的变化所造成的迭代是可以通过对变化来源的分析, 采取适当的过程管理策略与方法来减少的。输入信息的变化主要来自于以下几个方面:

1) 上游活动引起的输入信息改变; 2) 交互活动引起的输入信息改变; 3) 下游活动的反馈引起的输入信息改变。

许多研究已经证明设计迭代是影响整个产品开发时间的关键因素。减少迭代的主要措施包括: 对各项开发活动进行正确的排序; 给定有关的约束, 在活动需要时能获得相应的资源; 尽早确定各项需求; 减少错误发生等。下面将使用 DSM 的方法分析如何减少设计迭代。

2 设计迭代矩阵(DSM)的构建及设计迭代分析

Steward^[2]开发了设计结构矩阵 DSM (design structure matrix)作为设计项目的表示和分析工具。如图 1 所示, 矩阵的行、列均为相同顺序的一系列设计活动; 而矩阵中的元素则表明各设计活动间的关系。典

· 收稿日期: 2002-03-10

基金项目: 国家自然科学基金(59975089)

作者简介: 何家勇(1973-), 男, 重庆永川人, 硕士研究生。主要从事产品设计与开发研究。

型的 DSM 是一个仅由 0 或 1 组成的 m 阶的二元结构方阵,在这种二元方阵表示中,对角线上的元素一般不起作用,用“#”表示。如果元素 i 和元素 j 之间存在联系,则矩阵中的 ij (i 行 j 列)元素为 1;否则为 0(为了清晰起见,下面用空格表示);如果 ij 或 ji 都有值,则表示这两项活动间的关系为双向依赖即为交互关系(如 A,B 活动)。

DSM 也可以从时间上来表示任务的执行次序,对角线下方的记号表示信息前馈,对角线上方的记号表示信息反馈,反馈意味着上游任务需要下游任务的信息,这种任务也称为循环迭代任务。二元表示的系统矩阵有助于系统的建模,因为它能表示一对系统元素间的关系存在与否,与图形表示相比,其优点在于紧凑并对整个系统元素提供整体的描绘,同时还易于阅读。

	A	B	C	D	E	F
A	#	1				
B	1	#			1	
C	1		#			
D		1		#		
E			1		#	
F		1			1	#

图 1 DSM 说明图

如图 2 所示,产品开发活动依据它所需要信息的不同及其执行方式可以分为并行任务、串行任务、交互任务 3 种模式。在并行关系中,活动之间不存在相互影响,当每个任务完成后,整个项目也就完成了,即活动 B 和活动 A 相互不依赖,两活动之间无信息交换;在串行的任务关系中,一个活动的输出单方向地影响另一个活动,即活动 B 的设计参数的确定依赖于活动 A,活动 A 先于活动 B 执行;在交互的关系中,活动之间的信息流和影响方向是双向的,活动 A 影响活动 B,活动 B 又反过来影响活动 A,即活动 A 与 B 之间互相依赖。

关系	并行	串行	交互																											
图形表示																														
DSM 表示	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>#</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td>#</td> </tr> </table>		A	B	A	#		B		#	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>#</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </table>		A	B	A	#		B		1	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>#</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1</td> <td>#</td> </tr> </table>		A	B	A	#	1	B	1	#
	A	B																												
A	#																													
B		#																												
	A	B																												
A	#																													
B		1																												
	A	B																												
A	#	1																												
B	1	#																												

图 2 用 DSM 表示一个系统的 3 种结构

下面对 DSM 的作用进行举例说明。图 3(a)的 DSM 表示设计过程中的 5 项活动 A、B、C、D、E 以及它们之间的相互关系。通过分析,我们发现 A、B、C、D、E 之间存在如下的关系:活动“C”依赖活动“A”,即活动“C”必须在活动“A”完成之后开始;活动“D”依赖活动“B”和“C”,即活动“D”必须在活动“B”和“C”完成之后进行;活动“B”与活动“E”互相依赖,即活动“B”与“E”交互执行。

	A	B	C	D	E
A	#				
B		#		1	
C	1		#		
D		1	1	#	
E		1			#

→

	B	E	A	C	D
B	#				
E	1	#			
A			#		
C			1	#	
D	1			1	#

图 3 DSM 分析实例

如果不仔细分析任务之间的关系,分别按 A-B-C-D-E 的方式进行,则当我们执行完活动 E 的时候,因为发生工作的错误或者是不能满足设计要求,或者想得到更理想的结果,发现必须重新进行活动“B”,那么,就必须重新进行活动“D”、“E”。这就造成了设计迭代范围的增加,造成时间的延长。DSM 分析的目标是重新排列各项活动,使设计迭代活动范围最小化,换句话说就是尽量控制设计活动返工的数量。

DSM 的解决方法是,通过将设计活动矩阵进行行和列的交换,使有交互关系的活动尽量靠近,即使对角线两边的“依赖”符号尽量靠近对角线以减少他们的迭代空间,这样就可以缩小设计迭代的影响范围。

可以使用 DSM 的方法将图 3(a)的 DSM 矩阵进行行和列的交换,变为图 3(b)的 DSM 矩阵。我们进行活动“B”后,将把活动“E”提前,先于活动“C”和“D”进行,这样就最小化了重新进行活动“B”的影响。我们从例中可以看出,虽然不能完全消除这个迭代,但通过对行列任务的重新安排,可以减少潜在的迭代数量,使总的活动时间缩短。

DSM 也能够显示出哪些活动可以并行而不产生设计迭代范围的增加,如图 3(b)的 DSM 中,“B”和“A”两项活动可以同时执行,活动“E”和“C”也可同时进行(如果有足够的资源)。这些活动并行进行被认为是减少活动时间的一种方法。但如果不考虑活动之间的信息依赖关系,而将活动任意并行执行,这将导致附加的迭代,延长活动进行时间。关于 DSM 的作用已有一些文章进行了讨论^[3-4],提出了以下 DSM 模型应用的一些观点。

(1) 对角线以外的元素可以不是二元的。它们可

以是 0 到 1 之间的任意一个数,这些数字可以代表关于接口的许多信息:如迭代的概率,重做工作的百分比,传递的信息量,下游活动输入敏感性的变化等。

(2) 活动不只局限于“完成-开始”类型的关系。在一定情况下可以允许活动部分搭接,这种情况应该遵循信息产生的自然属性,并同时在上下游活动中采用。

(3) 活动的执行时间可以放置在对角线上,结合串行、并行和交互活动的知识,可进行粗略的关键路径计算。

(4) 可以从信息流角度分析进行并行的活动可能受到的资源限制。

3 大型复杂设计项目中 DSM 的应用

DSM 提供了分析和描述产品开发过程的手段,从系统的角度清晰地表示了产品开发过程中潜在的设计迭代,便于分析项目活动之间的关系,以及影响开发时间的因素。它通过对开发进程的管理和对开发时间的精确预测,减少开发过程的风险。我们可以从以下方面了解大型复杂项目中 DSM 的应用。

(1) DSM 显示了活动进行需要的重要资源以及何时需要这些资源,保证了资源的高效分布;(2) 当不确定的要求导致必须进行设计迭代时,可以应用 DSM 衡量变化引起的成本和时间的变化,以确定是否变化需求,什么时候变化,变化多少^[5];(3) 各项活动的完成时间长短不同导致了较短的活动完成时间和较长的活动等待时间,使用 DSM 检查活动的完成时间,可以对项目计划进行重新安排;(4) DSM 可以使活动的执行者能看清他们的活动在整个开发过程中的位置^[6],使他们能明白哪些活动需要、何时需要他们的结果。避免了由活动间缺乏协调产生的时间浪费;(5) DSM 对于相互依赖的活动进行深入的分析,有效地控制了设计迭

代。(6) DSM 通过显示开发过程的迭代数量,提供了一个快速的可行性与风险的衡量方法,有利于减少开发时间。(7) DSM 提供了系统观点,消除了许多看似可行的缩短产品开发时间的方法的负面影响。

4 结论

主要分析了大型复杂项目缩短产品开发周期中存在的问题和设计迭代的问题,并提出用 DSM 方法帮助设计人员进行设计管理。DSM 实现了对设计过程的信息结构的紧凑表示,对设计任务执行顺序和潜在的设计迭代提供了清晰的表示,在大型复杂工程设计中应用 DSM 技术有助于提高设计过程效率和设计质量,减少产品的开发时间。

参考文献:

- [1] ULRICH K, EPPINGR S. Product Design and Development [M]. New York: McGraw - Hill, Inc. 1995.
- [2] STEWARD D. System Analysis and Management: Structure, Strategy and Design[M]. New York: Petrocelli Books., 1981.
- [3] YASSINE A, CHELST K, FALKENBURG D A. Decision Analytic Framework for Evaluating Concurrent Engineering[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 1999, 46(2): 144 - 157.
- [4] YASSINE A. Engineering Design Management: An Information Structure Approach [J]. International Journal of Production Research. 1999, 37(13), 2 957 - 2 975.
- [5] 徐晓刚. 基于信息依赖设计过程仿真方法[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2001, 24(4): 8 - 11
- [6] 陈亚华. 设计关联矩阵与发动机设计过程再造[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2001, 24(3): 19 - 21.

Management for Design Iteration

HE Jia - yong, LIU Wei, XU Xiao - gang, LIU Da - bin

(Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: A short Time - to - Market is an important means to win competitive advantage for enterprises. This paper describes some of the challenges that impede efforts to reduce development time for complex project. Many of challenges are related to "Design Iteration" that is discussed detailedly. A model of Design Structure Matrix is put forward. The "Design Iteration" can be identified clearly and definitely by DSM and the design management methods based DSM is beneficial to short new product development time.

Key words: design iteration; design structure matrix; development cycle time

(责任编辑 成孝义)