

项目管理的新方法:从设计结构矩阵到领域配置矩阵

李纪珍,张春霞

(清华大学 技术创新研究中心,北京 100084)

摘 要:一个项目至少包括 5 个领域:产品(或服务)域、流程域、组织域、工具域和目标域,这 5 个领域都是由相互联系的要素或活动组成的。作为新兴的项目管理工具,领域配置矩阵(Domain Mapping Matrix, DMM)发展了传统的设计结构矩阵(Design Structure Matrix, DSM)分析方法,将项目的不同域联系起来,用以分析复杂活动的联系。本文通过比较 DMM 与 DSM,凸显了 DMM 的优点,即 DMM 分析可以应用于复杂的、动态的项目,可以进行跨领域要素或活动的追溯,能够给管理人员提供了一个跨领域学习和交流的平台,提高项目管理决策的正确性。

关键词:领域配置矩阵;设计结构矩阵;项目管理;研发项目

中图分类号:F406.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2008)07-0059-07

随着社会的发展,独特的、一次性的工作越来越多,企业项目化管理的趋势越发明显。今天,项目管理就像法律、医学和会计这些职业一样,已经成为一个专门的职业。

有效的项目管理要求项目管理者(或项目管理团队)掌握合适的项目管理工具。100 年前,亨利·甘特(Henry L. Gantt)发明了甘特图,二战前开始得到广泛应用。之后,无论是里程碑(Milestone)还是关键路径(Critical Path Method, CPM),抑或是计划评审技术(Program Evaluation & Review Techniques, PERT)或图示评审技术(Graphical Evaluation & Review Techniques, GERT),这些工具在项目管理中都被普遍采用。1967 年,唐纳德·斯蒂沃特(Donald V. Steward)在参与开发核电站的工作中构思了设计结构矩阵(Design Structure Matrix, DSM)的概念,之后由麻省理工学院的斯蒂芬·埃平格(Steven D. Eppinger)等进行了大量研究并作为分析活动之间依赖关系的有效工具而被普遍采用。

自 20 世纪 90 年代以来,一些更为精细的设计结构矩阵分析框架或者领域配置矩阵(Domain Mapping Matrix, DMM)被开发出来,并被广泛应用于包括飞机和汽车开发等在内的研发项目或者复杂系统^[1]。

一个项目或系统,特别是复杂的产品开发项目,在项目实施过程中涉及 5 个相关的领域:产品(或服务,或结果)域、流程域、组织域、工具域和目标域,这 5 个领域都包含若干个相互联系的要素或活动。

设计结构矩阵可以有效地管理项目在某个领域内部的要素或活动,但在分析时,我们一般假定其他领域的要素或活动与本领域的要素或活动没有直接关系。而实际情况是,一个领域的要素或活动与其他领域的要素或活动有着密切的相关关系。为了解决这个问题,领域配置矩阵这一新兴的项目管理工具被开发出来,用于联系不同领域的要素或活动并分析其组合关系。

1 设计结构矩阵

1.1 项目活动的 3 种关系

项目是由多个活动(Activity)组成的,活动之间存在 3 种基本关系,对应活动编排的 3 种方式^[2]。

图 1 显示了项目中的 3 种活动关系。活动由方框表示,活动之间的信息依赖关系由方框间的箭头表示。例如,活动 B 依赖于活动 A,即活动 A 的结果是完成活动 B 的先决条件(A 是 B 的前导活动),在图 1 上,由从 A 指向 B 的箭头表示。

图 1a 所示的 3 个活动中有 2 个依赖于其他活动的输出结果。例如,软件程序的设计必须基于系

收稿日期:2008-05-19

基金项目:国家自然科学基金项目(70573061)资助

作者简介:李纪珍(1974—),男,湖北黄冈人,清华大学经济管理学院副教授,博士,研究方向:技术创新管理、科技政策、项目管理。

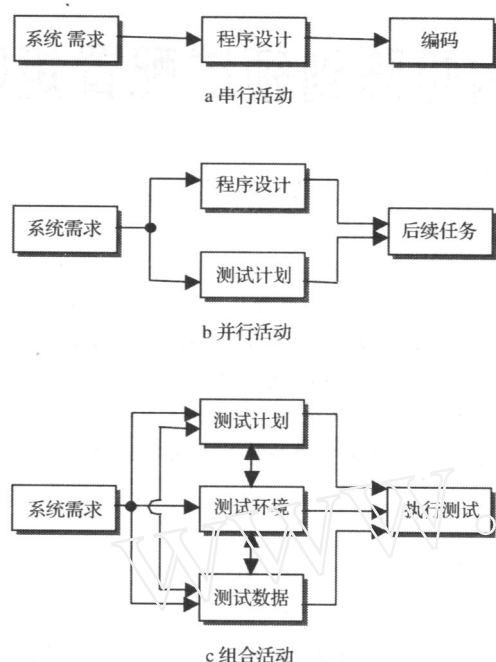


图 1 项目活动的 3 种基本关系

统需求,而编码必须立足于设计。这种依赖关系使 3 个活动必须按串行的顺序完成,因此,它们被称为串行活动。值得注意的是,串行的完成顺序并不是说其后的活动不能在较前的活动完全结束之前开始。一般来说,较后活动工作的起始点可以仅仅基于较前活动的部分输出信息(不过较后活动的完成时间不能早于较前活动完成的时间)。图 1b 显示了 4 个开发活动。中间的 2 个活动依赖于左边的活动,但这 2 个活动之间并不存在相互依赖关系。这种取决于共同的较前活动输出,但彼此之间独立的情形称为并行活动。例如,程序开发部门的设计工作和测试部门的编制测试计划的工作均以系统需求为前提,但相互之间没有依赖关系,可以同时进行。图 1c 显示了 5 个开发活动。中间的 3 个与并行活动相似,取决于共同的较前活动的结果,不同之处在于它们之间存在相互依赖的关系。这 3 个活动就是组合活动。在软件开发项目中,编制测试计划、搭建测试环境和准备测试数据的活动是这方面的例子。组合活动或者以齐头并进的方式完成,或者以交互的方式进行(交互方式是指活动的执行具有一定的先后顺序,但可能重复多次,每次的执行结果都可能是临时性的,需要与其他活动的执行情况进行对照和修正,直到取得一致的解决方案)^[2]。

1.2 设计结构矩阵概念

设计结构矩阵最初被用来描述设计方案,近来已经被广泛地用于在活动层次上分析项目,特别是

复杂的研发项目^[3]。

设计结构矩阵是一个正方形矩阵,在图 2 的 DSM 示例中^[4],有 12 个以大写英文字母表示的活动,它们被排列在矩阵的行和列上。当活动之间存在依赖关系时,在相应的位置上加上标记“@”。一般来说,位于某列中的任何活动在所在行中标记了“@”,就表示这一列活动的完成依赖于相关标记活动的完成。例如,从左向右观察在矩阵中以字母“C”为标志的行,可以发现活动“C”依赖于活动“A”和“B”的输出信息;自上而下观察以字母“E”为标志的列,可以发现活动“E”的输出信息是活动“F”、“J”和“K”的输入。对角线上为对应的活动编号,这样可以将矩阵的上三角和下三角部分区分开来,便于对活动之间的依赖关系进行分析。

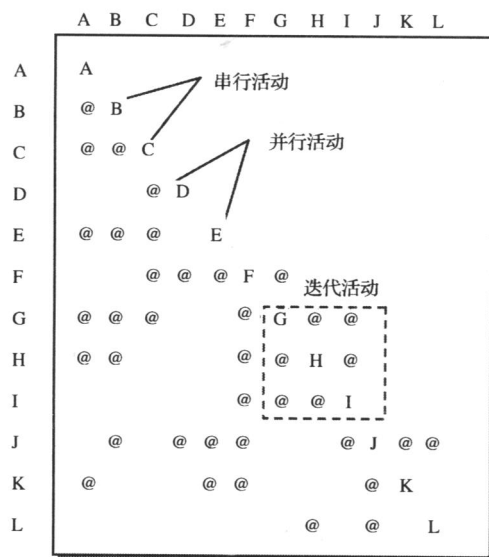


图 2 设计结构矩阵

当项目中只存在串行活动时,DSM 呈现为一个下三角矩阵,也就是说,在对角线上方不存在标记“@”。标记“@”出现在对角线上方表明执行顺序上较早的活动依赖于较晚活动的输出信息,可能是由于两个串行活动的执行顺序颠倒了。因此,可以通过重新排序来消除对角线上方的“@”。如果在所有的重新排序完成后矩阵的上三角部分仍然存在“@”,则表明项目中存在迭代的活关系。对活动重新排序的过程称为“分区”,可以用一些简单的矩阵运算法则来消除 DSM 上三角部分中的“@”。在分区以后,对应行上不含上三角“@”的活动是串行类型;对应行、列上没有“@”的活动是并行类型;含上三角“@”的活动是迭代类型。这 3 种类型的活动在图 2 的 DSM 中都有所体现,对应的 DSM 如图 3 所示。

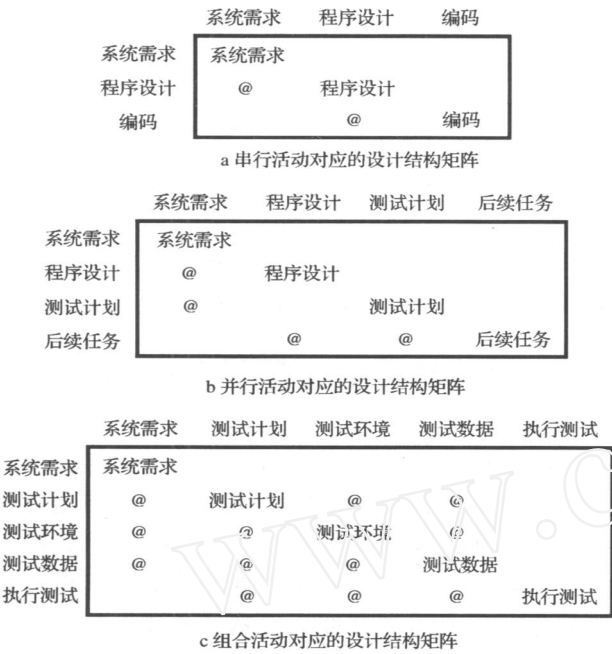


图3 项目活动的3种基本关系对应的设计结构矩阵

1.3 设计结构矩阵的优化与分类

由于项目活动之间存在并行,特别是组合的关系,因此很多时候需要将设计结构矩阵进行优化,具体表现为两类优化过程:排序 DSM 和聚类 DSM。这两类矩阵的分析方法有很大的不同:排序 DSM 分析以时间为基准,目标是使矩阵下三角化,或者至少使不在对角线上的“@”尽可能地靠近对角线,以尽可能地减少项目管理中的活动反复;而聚类 DSM 分析是以静止意义上的要素之间的依赖性为基准,其目标仅仅是将内部依赖性相对较强、外部依赖性相对较弱的各个要素整合为一个模块,而不管这一模块的位置是否靠近对角线。

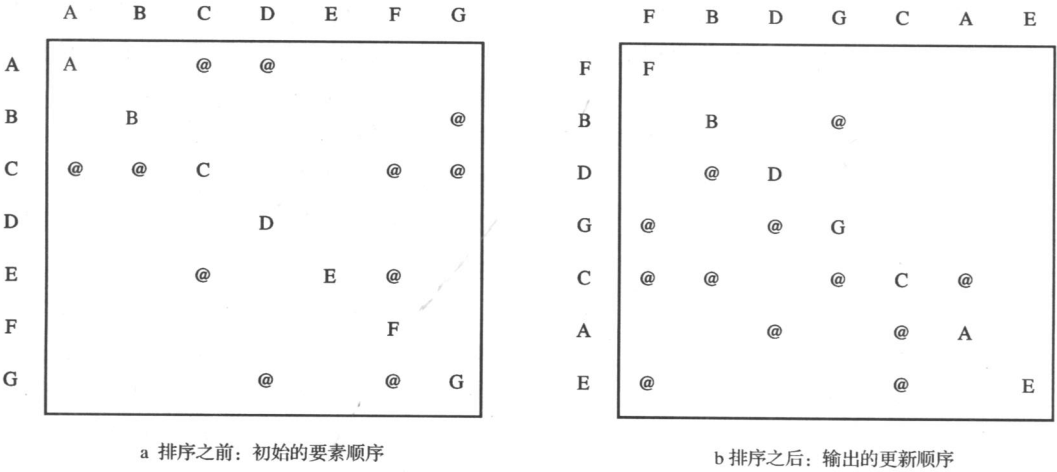


图4 设计结构矩阵的排序分析

(1) 排序 DSM 分析

图4显示了一个DSM分析过程。其中图4a中显示的是各个活动的原始顺序,图4b显示的是重新排列过的活动顺序。这一排序的原则就是以时间为基准,尽量减少活动往复,使得信息和活动管理达到最优化。可以看出,在图4b中,各个要素归于一个个位于对角线附近的模块中,每个模块中的要素之间可能存在往复,是可以并行完成的活动。这一分析的优点在于,我们可以清楚地看出一个项目中各项活动的前导和后续活动,而那些因为可能需要反复而需要并行进行的活动被标示在同一“带”(band)中。排序后的图4b中对角线以下的“@”表示的是先行事件,而对角线上的“@”表示的是可能出现反复的事件,而这些可能出现反复的事件就是项目计划中最需要关注的地方。

(2) 聚类 DSM 分析

聚类 DSM 分析关注的是静态意义上的产品和组织等领域,这一方法不考虑时间先后,目的仅仅是把具有高度相关性的事件组合成一个个的集群。图5就是聚类 DSM 分析的一个图例。图5a中显示的是各项活动的原始排列顺序,图5b中的行和列是使依赖度高的活动聚集成组之后形成的顺序。

从图5b可以看出,各个集群之间有重叠的部分,而这些接口区域(interface area)就是项目管理中最需要关注的区域。这样,各个集群成为项目管理的一个基本单位,可以达到分级管理各生产及组织要素的目的,其中一些需要同时为两个或几个集群工作的人和要素就会起到“结合点”(linking pin)的作用。

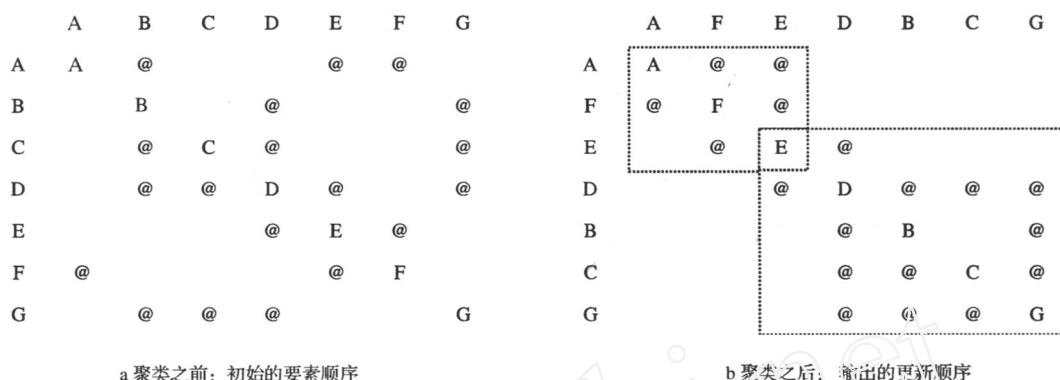


图 5 设计结构矩阵的聚类分析

2 项目管理域

项目管理是一个动态过程,涉及多个相互交织、相互影响的领域(domain),并构成了一个要素和活动的网络,而信息就在整个网络中流动。要想顺利实施项目,项目团队需要明确项目管理所涉及的各个领域的要素或活动之间是如何相互作用、相互影响的。

如图 6 所示,一般来说,项目在管理过程中的要素或活动属于 5 个领域(或系统),分别是产品域、流程域、组织域、工具域和目标域。其中,产品(或服务,或结果)域是项目要实现的基本目标;流程域是获得产品/服务/结果所需做的各项工作程序;组织域是将人员分配到各个部门、项目团队或者小组中;工具域包括项目管理的工具、信息技术以及完成工作所需的其他设备;目标域是与该项目有关的时间、成本和质量等基本目标,项目完成的必需条件以及其他限制条件。这 5 个域是相互联系的,每个领域都可以促进和限制其他领域的发展,而它们的构成要素/活动之间又是相互联系的。项目管理必须明确各个领域以及要素或活动之间的相互依赖性,从而了解信息在不同的产品领域、组织领域和流程流域之间的流动情况。

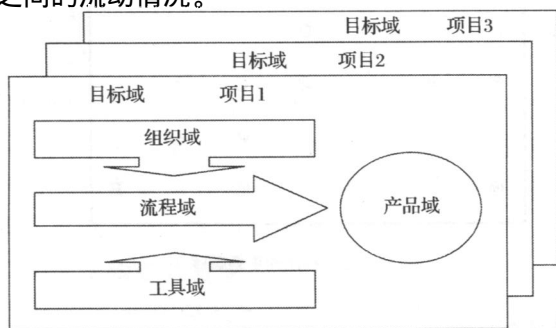


图 6 项目管理的 5 个领域

对于项目群或者组合项目管理而言,项目域更为重要。因为如果某些域对于项目群或项目组合具有共通性,而不是每个项目都有自己的组织结构、生产流程和管理工具,那么企业就可以达到项目管理的规模效应,项目管理能力成熟度就能上升到更高的层次。比如,如果实现了组织域的共通性,那么每个员工的培养、考核和激励在不同项目间将是相似的;实现了产品的共通性,那么所有产品就具有类似的主题;实现了流程的共通性,那么多个项目就可以使用标准的生产流程,员工也就可以在不用掌握新技术的情况下投入到其他项目中去。在这种情况下,分析各个领域之间的影响,确定各个项目要素或活动之间的联系及需要交换的信息就尤为重要。这样,在一个多项目、多影响因素的环境中,项目管理人员不仅需要分析所有领域内部的联系,更要分析这些领域之间的联系。

3 领域配置矩阵

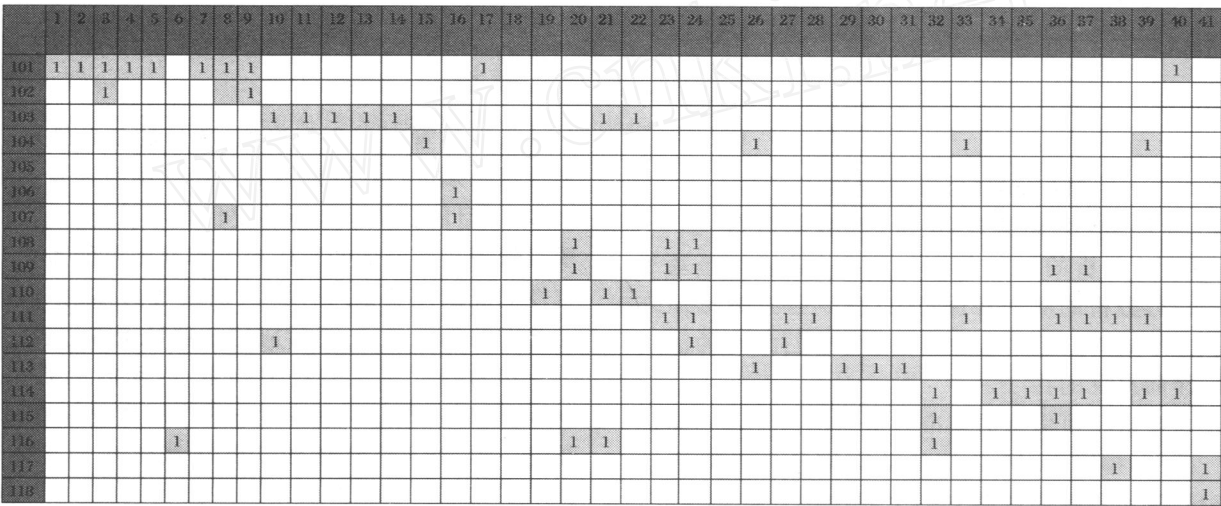
设计结构矩阵(DSM)一般用于分析某一领域内部的各要素之间的关系,其有效性已被实践所证明,但 DSM 在分析各领域要素或活动之间的联系方面却无能为力。鉴于项目管理是一个多领域的动态过程,分析和利用各领域之间的联系关系到整个项目的成败。这样,领域配置矩阵(DMM)应运而生。

DMM 运用长方形矩阵来分析不同领域的组成要素之间的联系,并更改了 DSM 的正方形矩阵分析,这使得 DMM 分析得以应用于拥有不同要素/活动的不同领域之间的分析。我们利用图 7 来简单说明,这是利用 DMM 来分析顾客需求和产品规格之间联系的一个例子。其中,第一列的 101~118 代表的是顾客的需求,共 18 项;第一行的 1~41 代表的

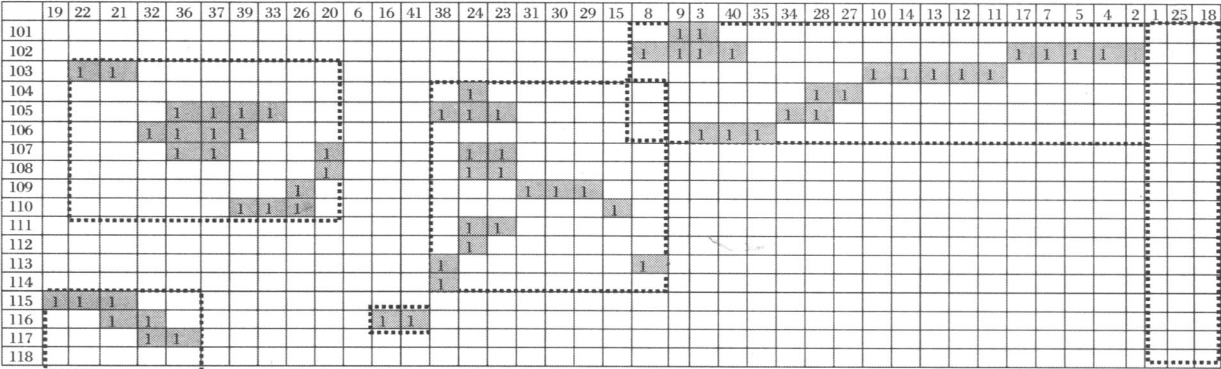
是所开发产品项目将满足的各种性能。同样,图 7a 是分组之前的原始矩阵,图 7b 是分组之后的矩阵。可以看到,图 7a 跟图 7b 有很大的不同,图 7b 中不存在一条由各要素集群集中后形成的对角线,各要素可以聚集在矩阵中的任何位置。

DMM 分析最重要的意义在于:它可以告诉我们顾客的特定需求可以通过产品的哪些规格组合来满足,或者反过来说,所开发产品的特定规格的组合可以满足顾客的哪些需求。我们还可以看出哪些产品和子

系统可以整合在一起完成,同时也明确了那些领域之间重叠的部分就是需要重点协调的区域。在图 7b 中,我们可以看到 4 个较大的和 1 个较小的集群,还有一个较特殊的集群——在这个集群中顾客需求和开发产品的规格之间没有任何联系。这就提醒我们在设计产品的时候可能遗漏了某些重要的信息,或者这些性能是我们随意加入的,没有与顾客的需求相匹配,这些领域也是我们要予以特别关注的。



a 分组之前各要素的原始顺序



b 分组之后重新设置的要素顺序:对应产品规格的顾客需求集群

图 7 领域配置矩阵分析

注:行 1~41 为顾客需求,列 101~118 为产品规格;图 7b 中的实线方框为集群分析结构,虚线方框表示产品规格中有 3 个要素跟顾客的要求不相符。

4 排序 DSM、聚类 DSM 和 DMM 的比较

4.1 排序 DSM、聚类 DSM 和 DMM 的联系

排序 DSM、聚类 DSM 和 DMM 这 3 个分析工具之间具有一定的相似性,都是基于矩阵的项目管理分析方法。项目管理的众多领域中的每个领域都可以用一个 DSM 来表示(进一步可以排序或聚类),

但各个领域之间的关系需要用 DMM 来分析。图 8 将项目管理的 5 个常用领域进行排列,刻画了某个领域与其他领域之间的联系图以及对应的矩阵,其中每个 DSM 和 DMM 矩阵都代表了一个项目的“重要要素或活动”^[45]。通过整合这 5 个领域的所有信息以及它们在项目实施中的相互作用,我们就能分析并且找出可能引起项目的复杂性和不确定性的因素,提前做好项目管理的规划,并实施有效的控制。

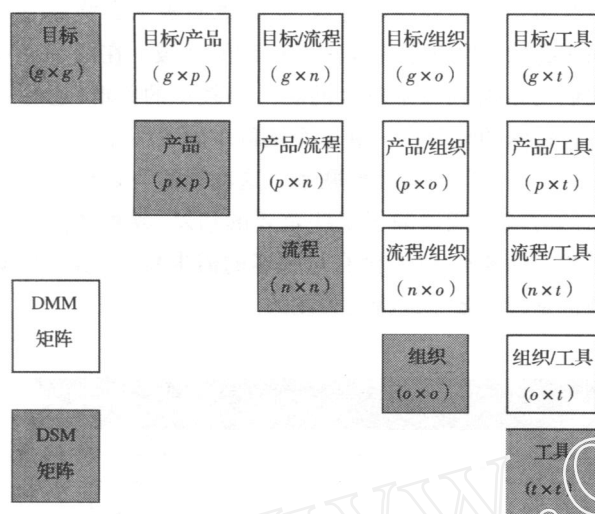


图 8 DSM 和 DMM 的联系

4.2 排序 DSM、聚类 DSM 和 DMM 的区别

DSM 分析的两种方法和 DMM 分析都是基于矩阵进行分析的项目管理工具 (分别是正方形矩阵和长方形矩阵), 且都非常有效, 但它们之间的区别也是显而易见的:

1) 整合项目信息的基准和最终的关注点不同。

第一, 排序 DSM 分析是从实施各项具体活动的时间先后角度来说明它们之间的相互依存性的。通过这类分析, 我们可以看出哪些活动必须串行实施, 哪些可以并行实施, 哪些只能作为组合活动存在。这类分析是基于时间的分析, 它们最终展示的是各项活动的实施顺序, 其最重要的贡献在于找出项目实施中的组合活动。

第二, 聚类 DSM 分析与时间无关, 它关注的仅仅是如何根据要素之间的联系程度进行分级, 然后将联系程度高的元素整合到一个集群中, 重点在于确定项目接口。

第三, 从信息的整合和关注点来说, DMM 分析有些类似于聚类 DSM 分析, 区别仅在于它们分析的要素不同, 而且 DMM 的集群并没有集中到对角线上。同时, DMM 是基于两个领域的分析, 是对两个领域中的要素进行聚类分析。

2) 实际应用的范围不同。

在实际应用中, 因为这 3 类方法的关注点不同, 它们的使用情况也就有很大的不同。

第一, 排序 DSM 分析主要用于分析一些具有时间依赖性的项目, 比如一些基于信息流和信息之间依赖性分析的项目。

第二, 聚类 DSM 分析优先运用于那些与时间无关的项目或者产品规格、项目组织等单个领域的

分析。

第三, DMM 分析主要用于分析不同领域之间要素或活动的相互联系和不同领域要素/活动之间的相互整合。

总之, 这 3 类分析在研究动机、分析对象和对于联系性的定义方面都有很大的不同, 而且这里的 DMM 分析主要是基于聚类 DSM 分析的一种分析区域间关系的方法。它们在实际项目管理中都是非常有效的管理工具, 综合运用可以达到互补的良好效果。

5 结论

从项目管理的角度来说, 项目的复杂性和不确定性都必须进行很好地控制。由于项目涉及的活动众多, 项目的复杂性和不确定性是不可能“消除”的, 项目管理者所能做的只能是了解那些可能造成不确定性的复杂性要素/活动, 认识这些具体的要素/活动之间的相互关系, 然后应用于项目管理过程。

作为分析项目的众多要素/活动的有效工具, DSM 和 DMM 在项目管理中的作用越发重要, 比如任何一个 PERT 图都可以更好地转变为 DSM 或 DMM^[6]。

相比 DSM 来说, DMM 克服了传统的 DSM 分析中正方形矩阵的限制, 可以分析不同领域之间要素或活动的相互联系和相互依赖性, 很好地适应了现代大型项目的复杂性和多因素性, 必将在现代大型项目中发挥重要作用。

参考文献

- [1] DANILOVIC M, BROWNING T. A formal approach for domain mapping matrices (DMM) to complement design structuring matrices (DSM) [J]. International Journal of Project Management, 2007, 25: 300-314.
- [2] 吴贵生. 技术创新管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [3] EPPINGER S D, WHITNEY D E, SMITH R P, et al. A model-based method for organizing tasks in product development[J]. Research in Engineering Design, 1994, 6(1): 1-13.
- [4] ULRICH K T, EPPINGER S D. Product Design and Development[M]. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2003.
- [5] DANILOVIC M, BROWNING T R. Managing complex product development projects with design structure matrices and domain mapping matrices[J]. International Journal of Project Management, 2007, 25(3): 300-314.
- [6] DANILOVIC M, SANDKULL B. The use of dependence structure matrix and domain mapping matrix in managing uncertainty in multiple project situations[J]. International

A New Approach of Modern Project Management : From Design Structure Matrix to Domain Mapping Matrix

Li Jizhen, Zhang Chunxia

(Research Center for Technological Innovation & School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract : Each project contains at least five different domains: the product/ service domain, the process domain, the organization domain, the tools domain, and the goals domain. Each of these five domains is composed of elements with relationships. As a new project management tool, the domain mapping matrix (DMM) amends and improves traditional design structure matrix (DSM) approach, applying in a variety of areas to analyze the complex relationships of activities. With the comparison of DSM and DMM approaches, this paper indicates that the advantages of DMM analysis are as follows: helping to capture the dynamics of project management; showing traceability of constraints across domains; providing the basis for communication and learning across domains for managers; and improving the accuracy of project management decision-making.

Key words : Domain Mapping Matrix; Design Structure Matrix; project management; R & D project

(上接第 45 页)

参考文献

- [1] BARNEY J. Firm resources and sustained competitive advantage[J]. Journal of Management, 1991, 17 (1): 99-120.
- [2] CAPALDO G, IANDOLIL, RAFFA M, et al. The evaluation of innovation capabilities in small software firms: a methodological approach[J]. Small Business Economics, 2003, 21(4): 343-354.
- [3] 牛德生. 知识型企业: 一个更为特别的合约[J]. 经济学家, 2001(3): 62-69.
- [4] 刘普寅, 吴孟达. 模糊理论及其应用[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 1998: 194-200.
- [5] YAGER R R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1988, 18 (1): 183-190.

A Resource-based Evaluation Model of Technological Innovation Capabilities of Knowledge-oriented Enterprises and Its Application

Zhao Linhai^{1,2}, Zheng Pi'e²

(1. Business School, Huaqiao University, Quanzhou Fujian 362021, China;

2. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract : Through identifying the relationship between enterprise's resources and technological innovation capabilities, this paper proposes that technological innovation capabilities of knowledge-oriented enterprises are strictly correlated with their capabilities in acquiring and developing resources, and the enterprises' technological innovation capabilities can be evaluated through analyzing the kind and the amount of specific resources managed by enterprises during life cycle. And it establishes the evaluation index system and model of technological innovation capability of knowledge-oriented enterprises, and applies it to a example enterprise.

Key words : resource; technological innovation; index system; evaluation model; knowledge-oriented enterprise