

# 项目复杂性内涵框架研究述评

何清华<sup>1,2</sup>, 罗 岚<sup>1,2</sup>, 陆云波<sup>1,2</sup>, 李永奎<sup>1,2</sup>

(1. 同济大学 经济与管理学院; 2. 同济大学 复杂工程管理研究院, 上海 200092)

**摘要:**通过梳理项目复杂性的相关研究,发现项目复杂性具有结构性、不确定性和动态性3个本质属性,且由技术复杂性、组织复杂性、目标复杂性、环境复杂性、文化复杂性和信息复杂性构成。进而从属性和构成角度,全面解析了项目复杂性的内涵及产生原理,丰富和发展了项目复杂性理论研究,可为项目管理实践提供科学支持。

**关键词:**项目复杂性; 内涵; 文献综述

**DOI:**10.6049/kjbydc.2013GC0067

**中图分类号:**F062.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2013)23-0156-05

## 0 引言

近年来,大型项目日益增多、规模日趋庞大、复杂性日渐明显<sup>[1-2]</sup>。相比小型项目,大型复杂项目由于结果不易预测且预期变化幅度大,而项目经理在驾驭整个项目过程中能力明显不足,造成了投资超支和进度延期等目标失控的严重后果<sup>[3-4]</sup>。因此,项目复杂性关系着大型复杂项目的成功实施<sup>[5]</sup>。

早在20世纪,项目复杂性已成为工程项目分类时予以考虑的一个因素(Shenhar, 1998; Shenhar and Dvir, 1996)。近年来,又有一些研究将复杂理论与项目管理结合起来,对项目复杂性进行深入分析<sup>[6-7]</sup>。然而,大家均站在各自立场,对项目复杂性的定义未达成共识。本文通过文献综述,对国内外已有研究成果进行梳理,系统分析项目复杂性的内涵,进而建立项目复杂性内涵框架。

## 1 项目复杂性概述

“complex”一词来源于拉丁语“cum”,它的意思是集合或者连接,而“plexus”的意思是交织。牛津词典将“complex”描述成“包含各个部分”和“错综复杂的——不容易去分析和解决的”。Simon将复杂自适应系统描述成由诸多部分组成的事物,而这些部分之间却以不同寻常的方式相互联系,但对于整体而言,它又优于各组成部分的简单加合。

Simon是最早将项目作为复杂性系统进行研究的

学者之一。项目复杂性由很多部分组成,这些部分具有超乎寻常的交互性。对于这样的系统,其整体并非原有各个部分的简单加合<sup>[8]</sup>。随后的研究者在Simon的基础上,对其内容进一步丰富。直到1996年,Baccarini通过文献综述,正式提出了项目复杂性概念。后来的学者都在其基础上进行深入研究,使项目复杂性研究取得了一定进展。

现将1996—2012年关于项目复杂性内涵的核心观点按照时间顺序整理,如图1所示。可以发现,各学者对项目复杂性的理解都不一致,但可以看出,目前对项目复杂性内涵的研究主要集中在两个方面:一是关于项目复杂性的属性;二是关于项目复杂性的构成。

## 2 项目复杂性内涵研究进展

### 2.1 项目复杂性属性

Baccarini<sup>[9]</sup>在对项目复杂性文献综述的基础上,认为项目复杂性由许多相互作用的部分组成,并用差异性(differentiation)和相互依赖性(interdependency)来定义。而Terry Williams<sup>[10]</sup>将元素个数和相关性统称为结构复杂性,并在其基础上扩展了一个新的维度——不确定性要素,即目标不确定和方法不确定<sup>[11]</sup>。Remington, Pollack(2007)也认为项目复杂性源于管理和跟踪数量庞大且相互关联的任务和活动时的困难。结构复杂性源于大型项目可以分解成小的任务和分包合同。在工程、科技和国防项目中都可能存在这种复杂性。Ludovic-Alexandre Vidal, Franck Marle<sup>[12]</sup>则认为复杂性是项目的一种属性。

收稿日期:2012-06-22

基金项目:国家自然科学基金项目(70972071, 71002019, 70902045, 71172107);教育部人文社科基金项目(09YJAZH067)

作者简介:何清华(1971—),男,浙江东阳人,博士,同济大学经济与管理学院教授,研究方向为大型复杂群体工程项目管理、工程管理信息化。

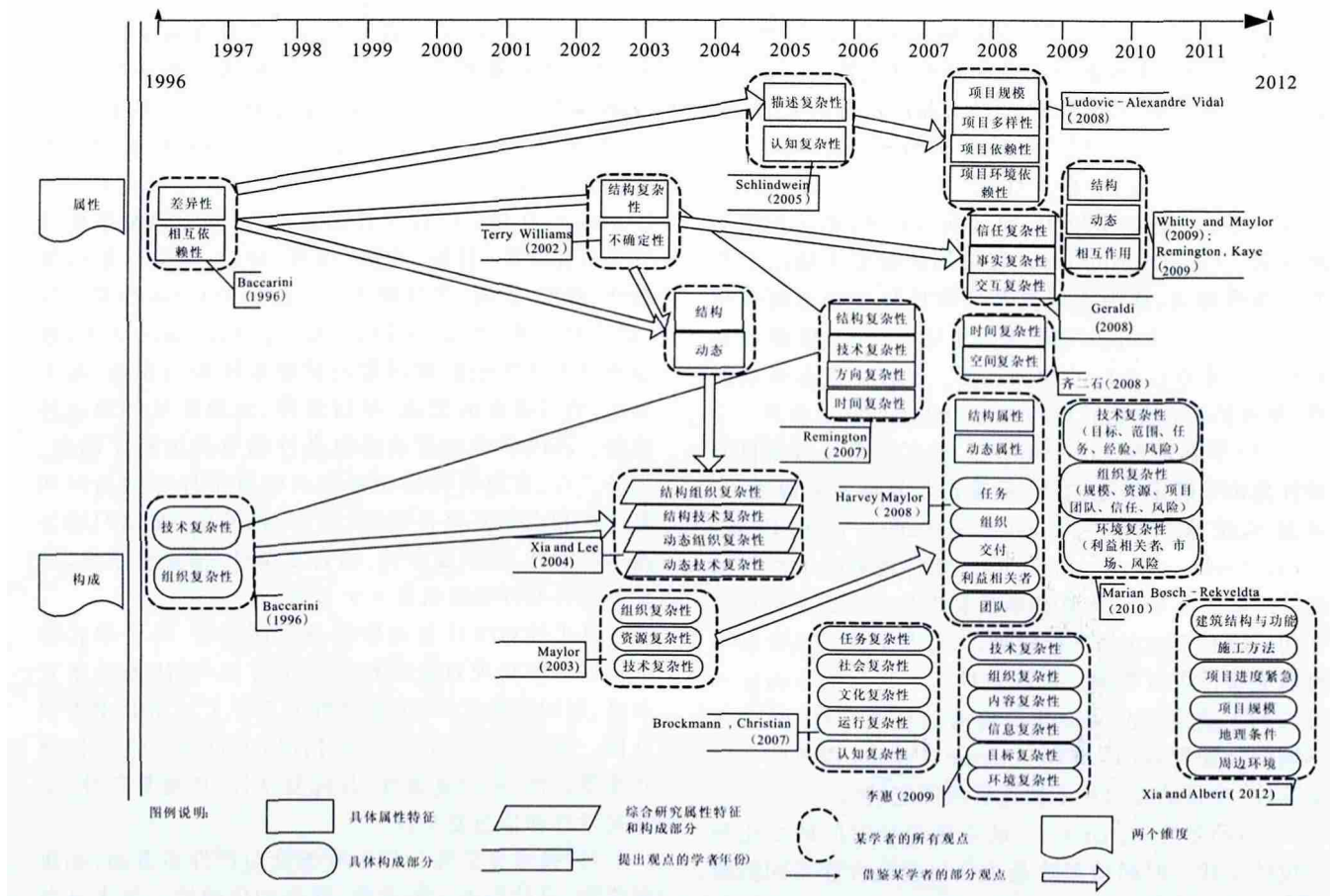


图 1 项目复杂性内涵研究历程

因为对复杂性缺乏统一的认识和定义,很多研究者从项目复杂性的产生和影响角度进行界定。在项目复杂性影响要素中, Danilovic, Browning, Alderman, Ivory, Cooke-Davies et al. 等<sup>[13-15]</sup>都强调了项目构成要素之间的相互依赖性对项目复杂性的影响。此外,项目构成要素之间的交互性<sup>[16-17]</sup>(Luhmann, Boje, 2001; Kumar, et al., 2005)、项目要素的动态性<sup>[18]</sup>(Kallinikos, 1998)以及项目缺乏明确的目标<sup>[19]</sup>(Turner, Cochrane, 1993)都是影响项目复杂性的重要因素。Tatikonda, Rosenthal<sup>[20]</sup>认为,项目复杂性是由项目中的任务以及各任务间相互作用的性质、数量和大小所决定的。

在借鉴两种复杂性科学方法(Schindwein, Ison, 2005),即描述复杂性(descriptive complexity)和认知复杂性(perceived complexity)的前提下, Ludovic Vidal, Franck Marle<sup>[12]</sup>将项目复杂性的产生要素划分为4类:项目规模、项目构成要素的差异性、项目构成要素的相互依赖性以及项目与外界环境的交互性,同时重点强调这些要素是构成项目复杂性的必要非充分条件。Xia, Lee 和 Harvey Maylor<sup>[21-22]</sup>则认为项目复杂性主要来源于其结构和动态属性,而且两者互相依赖。基于复杂性根源和他人成果, Remington 和 Pollack 讨论了结构复杂性、技术复杂性、时间复杂性(因素随时间的

动态变化)和方向复杂性(项目的方向不明确)。在 Williams 提出复杂性类型学的基础上, Gerald<sup>[23]</sup>讨论了信任复杂性(由于不确定性而导致)、事实复杂性(没有足够的时间对信息进行充分分析和思考)和交互复杂性。

通过文献研究发现,虽然很难定义项目复杂性,但学者们的观点中大都包括结构性(structural)、不确定性(uncertainty)和动态性(dynamic)3个因素。其中,结构性(structural)是指复杂性由许多相互作用的部分组成,可用差异性(differentiation)和相互依赖性(interdependency)共同表示。因此,项目复杂性的属性应包括要素数量多、具有差异性/多样性、相互依赖性/相互作用、不确定性和动态性。

(1)要素数量多。要素多、规模巨大是产生复杂性的必要条件。Sven Bertelsen<sup>[24]</sup>将建设项目看成是一个复杂、动态的系统,认为项目复杂性由许多相互作用的要素构成,如多个目标、多个利益相关者。由于所有项目都有多个目标,因此必须考虑各目标间的平衡,这导致了复杂性的增加。项目还会涉及许多利益相关者,不仅包括业主、项目经理和项目团队,而且包括用户、竞争者和大众,这些都会增加项目的复杂性<sup>[10]</sup>。

(2)差异性/多样性(differentiation)。要素种类的多样性和差异性,是产生结构复杂性的主要根源。从

组织复杂性的角度看,差异性意味着不同的层级数、单位数和职能部门数等,具体包括纵向差异化(层级数)和横向差异化(正规组织单位和职能部门数)。从技术复杂性的角度看,差异化是指投入和产出数的差异,以及生产最终产品的不同任务数(Baccarini,1996)。

(3)相互依赖性/相互作用(interdependency)。元素和子系统不仅数量巨大,而且项目繁多,相互作用必然复杂。Gerald,Adlbrecht 在早期的研究中提出了交互复杂性概念,认为这些复杂性在项目全寿命周期中存在多样性。从组织复杂性的角度看,相互依赖性是指组织要素在运作间的相关程度。从技术复杂性角度看,相互依赖性是指具有相关性的任务能够被合并。

(4)不确定性(uncertainty)。很多研究认为项目复杂性是由不确定造成的<sup>[25]</sup>,不确定是复杂性来源之一,又是风险来源之一(Ludovic-Alexandre Vidal, Franck Marle,2008)。Perminova 和 ICCPM 都将不确定性与风险管理联系起来,认为复杂项目管理是对项目交付中存在的风险和不确定性进行管理,尤其是对突发风险和不可避免事件进行管理。不确定性包括目标的不确定和方法的不确定,如 Gerald 提出的信任复杂性(是由于不确定性而导致的)和 Remington, Pollack 提出的方向复杂性(项目的方向是不被理解或商定的)。

(5)动态性(dynamic)。动态性包括时间的变化和环境的动态性。时间动态性是指项目复杂性在不同阶段有不同的动态特性。Remington 和 Pollack 提出了时间复杂性,认为在项目发展过程中会存在一个高不确定性的制约因素,其有可能完全破坏该项目。不确定的法律变化、快速的技术革新都是时间复杂性的典型表现。环境动态性是指由于项目的唯一性,导致了项目复杂性随着环境改变而动态变化。Harvey Maylor<sup>[21]</sup>提出了环境依赖性项目复杂性的产生因素之一。一个项目不能完全应用于另一个项目,这是因为每个项目有不同的机构和文化差异。ICCPM 认为项目复杂性的影响因素有政治、社会、技术和环境,以及随着寿命期动态变化的用户期望。

## 2.2 项目复杂性构成

因项目复杂性的含义较广,许多学者对项目复杂性的构成部分进行了分类研究。最早将项目复杂性进行分类的是 Baccarini,他将项目复杂性分成组织复杂性(层级数、单位数和职能部门数)和技术复杂性(操作、原料特征和知识特征)。Maylor 则在组织复杂性(包括成员、部门、组织、区域、国家、语言、时区等的数量,组织的层次、权力结构)和技术复杂性(技术、系统的创新性,过程或需求的不确定性)的基础上,增加了资源复杂性(项目的规模、预算的大小)。Xia, Lee 也借鉴 Baccarini 的分类,结合项目复杂性的属性,将项目复杂性分成了 4 个构成部分:结构组织复杂性(Structural-Org)、结构技术复杂性(Structural-IT)、动态组织复

杂性(Dynamic-Org)、动态技术复杂性(Dynamic-IT)。Girmscheid, Brockman 将复杂性分为任务复杂性、社会复杂性、文化复杂性、运行复杂性和认知复杂性 5 类。Harvey Maylor 则认为管理的复杂性来源于任务(mission)、组织(organization)、交付(delivery)、利益相关者(stakeholder)和团队(team)5 个方面。Marian Bosch-Rekveltda 在总结以往学者的基础上,将项目复杂性分成技术复杂性(目标、范围、任务、经验、风险)、组织复杂性(规模、资源、项目团队、信任、风险)和环境复杂性(利益相关者、市场、风险)3 大类。Xia, Chan 认为,建设项目复杂性的影响因素包括建筑结构 with 功能、施工方法、项目进度的紧急、项目规模、地理环境和周边环境等。国内学者也对项目复杂性的分类进行了研究,如齐二石、姜琳将大型工程项目的复杂性归纳为时间复杂性和空间复杂性两类,李惠、杨乃定、郭晓归纳为技术复杂性、组织复杂性、内容复杂性、信息复杂性、目标复杂性和环境复杂性 6 个方面。

从上述对项目复杂性的分类研究看,每个学者都以不同标准对项目复杂性进行了分类,但诸如技术复杂性、组织复杂性、环境复杂性等都在上述研究中得到认同。结合建设项目的实际情况,项目复杂性应包括技术复杂性、组织复杂性、目标复杂性、环境复杂性、文化复杂性和信息复杂性。

(1)技术复杂性。技术复杂性包括许多方面,如建筑类型、设计与施工的重叠、操作的依赖性。技术复杂性可在设计项目中发现,因为许多相互依存的设计解决方案,其结果具有不确定性,从而导致复杂性增加。通常情况下,建筑、工业设计和研发项目都存在这种类型的复杂性。王润良、郑晓齐从产品复杂性和过程复杂性两个维度探讨了技术复杂性。

(2)组织复杂性。组织是项目管理的载体。组织复杂性是指构成组织的不同元素、不同层次之间相互作用,使组织整体表现出多样性、动态性、变异性、不可预见性等复杂特征。组织复杂性是项目复杂性的最核心部分,主要涉及组织成员、组织结构和项目团队等,如组织成员经验、结构层级数和职能部门数都会增加复杂性。在项目复杂性分类中,组织复杂性一直得到大家的认可,如 Baccarini, Xia and Lee, Harvey Maylor, Marian Bosch-Rekveltda 等。

(3)目标复杂性。所有项目都有多个目标,由于必须考虑各目标间的平衡,从而导致项目复杂性增加。除此之外,还得考虑项目的任务、资源等多方面因素。如 Williams 认为结构复杂性还需要考虑目标复杂性,几乎所有项目都有多个相互冲突的目标。Remington, Pollack 也提出了“方向复杂性”的概念。李惠、杨乃定、郭晓将目标复杂性中的目标划分为 3 个方面,即管理层面目标、功能层面目标和其它层面目标。

(4)环境复杂性。具体包括自然环境、市场经济环境、政策法规环境等的复杂性。除此之外,还包括所有

项目利益相关者的复杂性。Brockmann, Christian and Girmscheid, Gerhard 也提出了“社会复杂性”的概念, 主要指利益相关者的数量和多样性。

(5) 文化复杂性。文化被认为是思想的软的一方面, 具体包括国家文化、行业文化和组织文化。复杂项目涉及多国参与, 文化的多样性导致了项目的复杂性<sup>[26]</sup>。Brockmann, Girmscheid 提出了文化复杂性的概念, 认为软行为属性如团队信任、认知弹性、情商和系统思考等都会影响项目的成功交付。

(6) 信息复杂性。信息来自多个利益相关方及整个管理过程, 涉及各种复杂的合同关系。不同参与方之间、不同过程和流程之间的信息依赖度及相关度也逐渐提升, 从而导致信息复杂性增加。信息复杂性的影响因素包括信息系统、信息获取程度、信息处理水平和信息传递能力等。

### 3 结语

通过文献梳理可以看出, 不同学者站在不同角度对项目复杂性的属性或分类进行了分析, 但缺乏统一的模型框架系统描述项目的复杂性。本文基于国内外已有研究成果, 从项目复杂性的属性和构成两个维度构建项目复杂性内涵框架, 全面解析项目复杂性。其中, 项目复杂性的属性包含要素数量多, 具有差异性(多样性)、依赖性(相互作用)、不确定性、动态性。项目复杂性的构成包括技术复杂性、组织复杂性、目标复

杂性、环境复杂性、文化复杂性和信息复杂性。

通过分析, 可以看出建设项目是一个复杂、动态的系统, 项目复杂性是由若干不同构成部分共同作用的结果, 而每个项目复杂性的构成部分又有不同的要素。根据系统具有层次性的特点, 项目复杂性由内到外可以分为 3 个层次: 第一层次, 各要素的数量、多样性及动态相互作用, 构成了项目复杂性各构成部分的复杂性; 第二层次是指项目复杂性各构成部分之间的相互作用, 它描述的重点是交互性。因为项目复杂性的各构成部分并不是孤立地发挥作用, 而是需要各构成部分相互融合和相互借鉴; 第三层次, 项目与其外部系统之间交互作用的复杂性。项目复杂性的产生原理如图 2 所示。

通过项目复杂性的内涵框架和形成过程可知, 复杂性是项目的一种属性, 它是由若干具有差异性的部分相互作用而产生的一种结果, 故具有结构性、动态性和不确定性属性, 不确定性由技术复杂性、组织复杂性、目标复杂性、环境复杂性、文化复杂性和信息复杂性构成。因此, 孤立地对个别复杂性要素进行识别、管理和控制很难达到对项目复杂性的有效管理<sup>[26]</sup>, 必须采用系统方法, 借助动态整体模型、网络模型、仿真模型等进行模拟。因此, 未来的研究方向可以基于项目复杂性的内涵框架模型, 结合项目经理的经验确定项目复杂性的关键影响因素, 采用定量方法对项目复杂性进行系统的测度和管理。

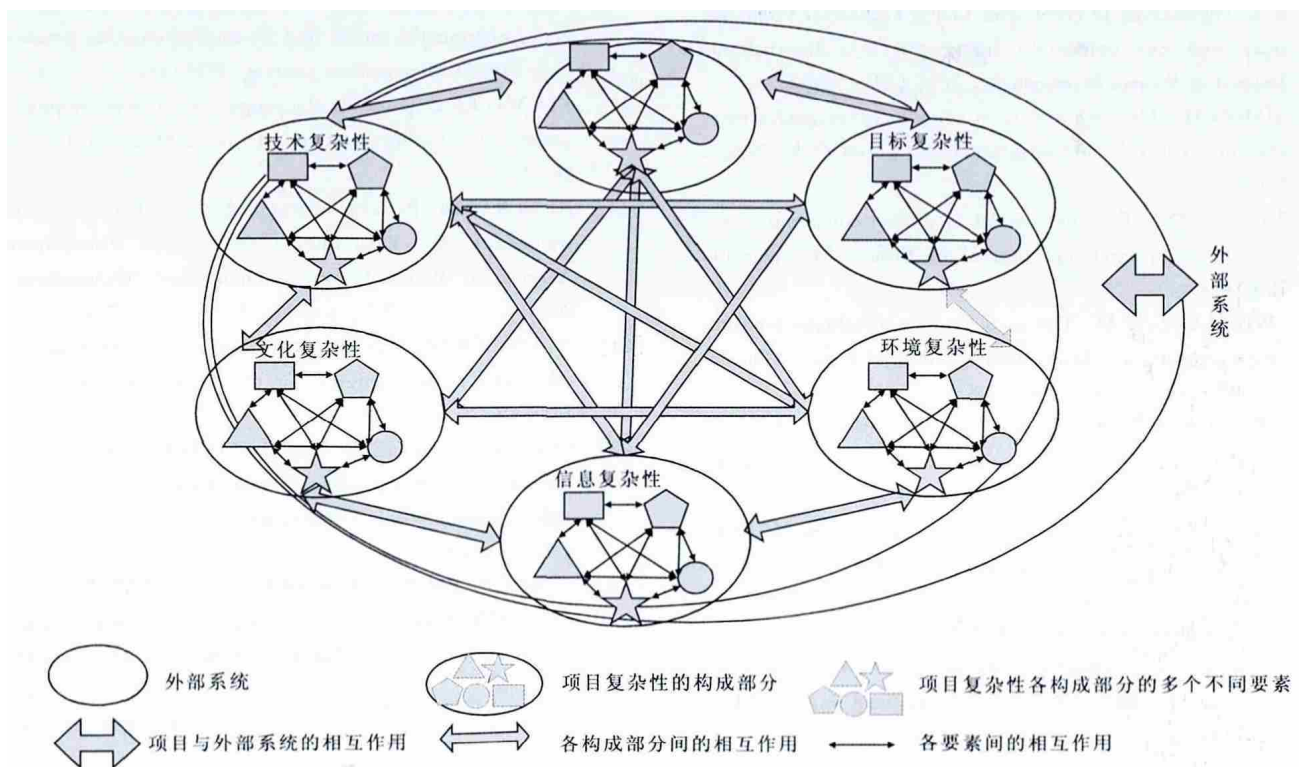


图 2 项目复杂性产生原理

## 参考文献:

- [1] CHAN, ALBER P C, SCOTT D, CHAN, ADA P L. Factors affecting the success of a construction project [J]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2004, 130(1): 153-155.
- [2] FLYVBJERG B, BRUZELIUS N, ROTHENGATTER W. Megaprojects and risk; an anatomy of ambition[M]. Cambridge University Press, 2003.
- [3] DEANNA M KENNEDY, SARA A MCCOMB, RALITZA R VOZDOLSKA. An investigation of project complexity's influence on team communication using Monte Carlo simulation [J]. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2011(28): 109-127.
- [4] JANICE THOMAS, THOMAS MENGEL. Preparing project managers to deal with complexity-advanced project management education [J]. *International Journal of Project Management*, 2008 (26): 304-315.
- [5] MICHAEL T PICH, CHRISTOPH H LOCH, ARNOUD DE MEYER. On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management [J]. *Management Science*, 2002, 48 (8): 1008-1023.
- [6] PATRICK WEAVER. A simple view of complexity in project management [R]. Mosaic Project Services Pty Ltd, 2007.
- [7] MARIAN BOSCH-REKVELDTA, YURI JONGKINDB, HERMAN MOOIA, etc. Grasping project complexity in large engineering projects: the TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework [J]. *International Journal of Project Management*, 2011 (29): 728-739.
- [8] SIMON H. The architecture of complexity', organizations; systems, control, and adaptation [J]. New York: Wiley, 1969.
- [9] BACCARINI, D. The concept of project complexity-a review [J]. *International Journal of Project Management*, 1996, 14 (4): 201-204.
- [10] WILLIAMS, T M. The need for new paradigms for complex projects [J]. *International Journal of Project Management*, 1999, 17 (5): 269-273.
- [11] WILLIAMS, T M. The need for new paradigms for complex projects [J]. *International Journal of Project Management*, 1999, 17 (5): 269-273.
- [12] LUDOVIC-ALEXANDRE VIDAL, FRANCK MARLE. Understanding project complexity: implications on project management [J]. *Kybernetes*, 2008(37): 1094-1110.
- [13] DANILOVIC M, BROWNING T. Managing complex product development projects with design structure matrices and domain mapping matrices[J]. *International Journal of Project Management*, 2007, 25: 300-314.
- [14] ALDERMAN N, IVORY C. Partnering in major contracts: Paradox and metaphor[J]. *International Journal of Project Management*, 2007, 25(4): 386-393.
- [15] COOKE-DAVIES T, CICMIL S, CRAWFORD L, RICHARDSON K. We're not in kansas anymore, toto: mapping the strange landscape of complexity theory, and its relationship to project management[J]. *Project Management Journal*, 2007, 38(2): 50-61.
- [16] LUHMAN J, BOJE D. What is complexity science? a possible answer from narrative research [J]. *Emergence: Complexity and Organization*, 2001, 3(1): 158-168.
- [17] KUMAR R, RANGAN U, RUFIN C. Negotiating complexity and legitimacy in independent power project development [J]. *Journal of World Business*, 2005, 40: 302-320.
- [18] KALLINIKOS J. Organized complexity: posthumanist remarks on the technologizing of intelligence [J]. *Organization*, 1998(5): 271-296.
- [19] TURNER J R, COCHRANE R A. Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them [J]. *International Journal of Project Management*, 1993, 11 (2): 93-102.
- [20] TAIKONDA M V, ROSENTHAL S R. Technology, novelty, project complexity and product development project execution success: a deeper look at task uncertainty in product innovation [J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2000, 47(1): 74-87.
- [21] HARVEY MAYLOR, RICHARD VIDGEN, STEPHEN CARVER. Managerial complexity in project-based operations: a grounded model and its implications for practice [J]. *Project Management Journal*, 2008(39): 15 - 26.
- [22] XIA W, LEE G. Grasping the complexity of IS development projects[J]. *Communications of the ACM*, 2004, 47(5): 69-74.
- [23] JG GERALDI. Patterns of complexity; the thermometer of complexity[A]. 20th International Project Management Association World Congress on Project Management, 2006.
- [24] SVEN BERTELSEN. Construction as a complex system [A]. 11th annual conference in the International Group for Lean Construction, 2003: 1-13.
- [25] SVENJA C SOMMER, CHRISTOPH H LOCH. Selectionism and learning in projects with complexity and unforeseeable uncertainty [J]. *Management Science*, 2004, 50 (10): 1334-1347.
- [26] JURGEN MIHM, CHRISTOPH LOCH, ARND HUCHZ-ERMEIER. Problem-solving oscillations in complex engineering projects [J]. *Management Science*, 2003, 46(6): 733-750.

(责任编辑:赵 可)