

重大建设工程技术创新网络形成机理 与运行机制分析

王孟钧, 张镇森

(中南大学土木工程学院, 长沙 410075)

[摘要] 笔者从重大建设工程技术创新的特点和现状分析入手, 剖析制约重大建设工程技术创新的核心障碍, 建立面向重大建设工程技术创新网络的基本架构, 分析其形成起点、演化路径和整合方式, 探讨技术创新网络的动力机制、协同机制和学习机制, 为建立跨组织协同的新型技术创新模式, 提高重大建设工程技术创新效率和水平提供理论依据。

[关键词] 重大建设工程; 技术创新网络; 形成机理; 运行机制

[中图分类号] F272.5 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)08-0062-05

1 前言

当前, 我国正处在社会、经济快速发展时期, 基础设施投资规模持续扩大, 工程建设取得了举世瞩目的成就^[1]。一大批规模宏大、技术先进、工艺复杂的重大建设工程, 成为推动科技进步和社会发展的重要动力, 不仅促进了国民经济的发展, 而且为技术创新与进步提供了良好的机遇与平台^[2]。工程创新是国家创新的主战场^[3], 因此, 分析重大建设工程技术创新的特点、现状和问题, 建立面向重大建设工程的技术创新网络, 实现跨组织协同创新, 探讨技术创新网络的机制, 具有重要意义。

2 重大建设工程技术创新的特点

重大建设工程技术创新是指以重大建设工程为载体, 各类技术创新主体围绕工程的需求开展的技术创新, 技术创新成果凝聚在特定的工程项目上^[4]。与一般技术创新相比, 重大建设工程技术创新具有特殊性, 主要表现在时间约束性、组织协同性、过程复杂性、创新系统性, 是各类创新主体技术创新成果的集成过程。

2.1 时间约束性

重大建设工程技术创新的时间约束性是由建设工程的时间约束性决定的。工期目标是工程项目的重要目标之一, 而重大建设工程技术创新以工程项目为载体, 其技术创新过程受工程项目起止时间的约束, 要满足工程项目建设和运营对时间的迫切要求, 具有明确的时间约束性。

2.2 组织协同性

工程项目组织作为重大建设工程技术创新的网络组织, 具有典型的组织间协同的特点。工程建设参与主体众多, 且在重大建设工程中的目标不尽相同。为了实现各自利益, 要求各个主体将工程项目的整体价值作为共同的目标。同时, 工程技术复杂, 在实施过程中不可避免要攻克重大技术难题, 许多技术问题不是单一主体所能解决的^[5], 需要不同主体协同创新予以攻克。

2.3 过程复杂性

重大建设工程技术创新是多主体参与、分阶段的复杂过程, 技术创新过程模型如图 1 所示。通过过程模型的建立和分析, 可以看出, 不同阶段的技术创新分别由不同的组织承担, 不同主体参与重大建

[收稿日期] 2011-05-25

[作者简介] 王孟钧(1960—), 女, 湖南长沙市人, 中南大学教授、博士生导师, 主要研究方向为技术创新与工程管理;

E-mail: wmjcs@163.com

设工程项目的时点和周期各不相同,重大建设工程各阶段、各环节的创新工作内容各异,各类技术创新

主体在技术创新过程中的作用也是不一样的。

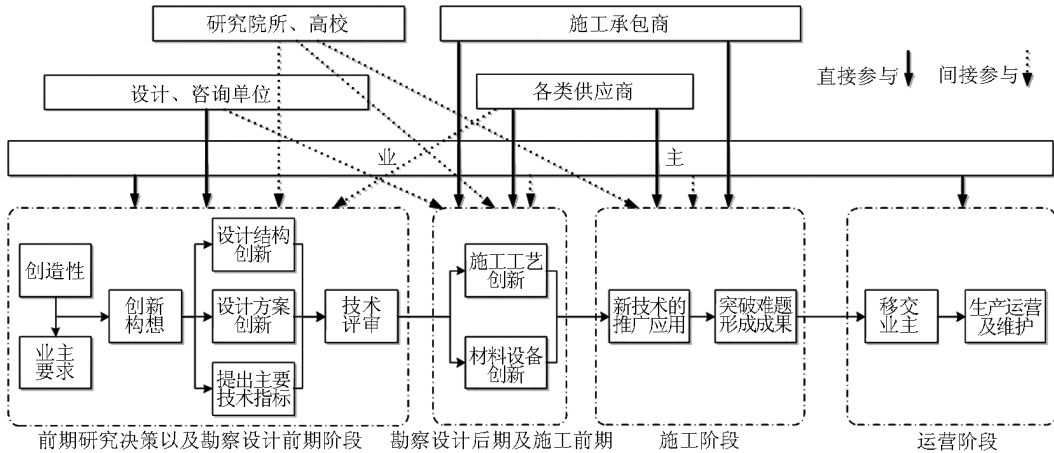


图1 重大建设工程技术创新过程

Fig.1 Technological innovation process for significant construction project

2.4 创新系统性

重大建设工程技术创新是一项复杂的系统性工作。重大建设工程技术创新的实现必须依赖于多个类型组织之间的合作才能顺利完成。各个创新主体按照一定的秩序和内部联系组成整体,技术创新网络形成的整体创新能力大于个体创新能力之和,即创新网络具有系统性特征。

3 重大建设工程技术创新的障碍

传统建设工程技术创新一般采用临时、分散的管理模式^[6]。工程投资决策立项后,由业主委托或择优选择科研机构或企业展开技术创新活动,工程建设完工后,项目组织即告解散,业主与各创新主体之间不存在长期稳定的合作关系,这就使得技术创新成果难以真正做到共享和延续,技术创新所带来的效益不能得到更广泛地发挥。同时,在创新过程中,各主体的创新动机不同,利益实现方式也有差别,难以在各参与方之间形成合力,共同实现重大建设工程技术创新目标。

当前,我国重大建设工程技术创新面临一系列问题。一方面,大量的工程建设急需技术创新和突破,但技术供给不足;另一方面,各类科研机构 and 建筑企业的技术创新动力不足,投入不够,且技术成果得不到有效的转化和应用。虽然国家十分重视重大建设工程的技术创新,为鼓励和引导各类企业开展技术创新活动制定了许多鼓励和优惠政策,并为重

大建设工程的技术创新投入了大量的资金,但由于创新效率和持续创新能力仍有待提高,急需探索和建立新型技术创新模式。

4 重大建设工程技术创新网络基本架构

重大建设工程技术创新障碍分析表明,跨组织协同是重大建设工程技术创新的内在需求,建立跨组织协同的重大建设工程技术创新网络成为必然。重大建设工程技术创新网络是指核心组织者与结点企业在交互式的作用当中建立的联系紧密、结构稳定、激励相容的关系的总和,是介于市场组织和企业组织的中间型组织。通过技术创新网络的构建,可以获得重要的协同作用和工程技术的交叉互补,满足重大建设工程技术创新的需要;同时,各行为主体可以规避高额的市场交易费用或较高的组织成本,实现各自的目标。重大建设工程技术创新网络在结构构成上与传统的、分散的、临时的技术创新模式有本质区别,最大的优势是实现组织间的协同,充分发挥技术创新的整体效应。

根据各类技术创新主体在重大建设工程技术创新过程中作用的不同,研究面向重大建设工程的技术创新网络的基本架构,典型的技术创新网络结构形式如图2所示。核心组织者是技术创新网络发起者,也是重大建设工程技术创新的系统集成者,核心组织者通过技术创新网络与结点企业(即各类技术创新主体)之间建立长期稳定的协作关系,针对重

大建设工程的需求,整合各方创新资源开展技术创新。

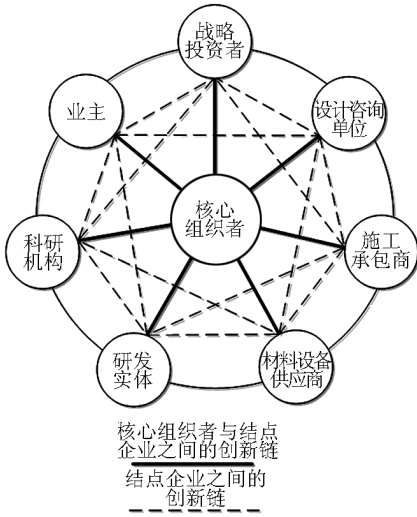


图2 重大建设工程技术创新网络典型架构

Fig.2 Typical technological innovation framework for the significant construction project

具体工程技术特征与承发包模式不同,核心组织者和结点企业的构成也不同。核心组织者可以是业主,也可以是政府部门、研发实体或其他组织。结点企业(组织)可包括各类战略投资者、业主、科研机构、研发实体、施工承包商、材料设备供应商、设计咨询单位等。以京沪高速铁路技术创新为例,京沪高速铁路代表我国高速铁路建造技术的最高水平,该工程在铁道部的统一领导下,形成了以京沪高速铁路股份有限公司为核心组织者,以中国铁路工程总公司、中南大学、中国铁道科学研究院、铁道第三勘察设计院等为骨干结点企业组成的技术创新网络,组织运行高效,技术创新成效显著。

5 重大建设工程技术创新网络形成机理

重大建设工程技术创新网络是应对工程技术创新的一种基本制度安排,可以看作是市场和组织相互渗透的一种机制,网络架构的联结机制是各主体间的合作关系^[7]。重大建设工程技术创新网络构成了一个结构稳定的、非正式的、嵌入性的、重新整合的相互联系系统,以便于学习和知识交流,尤其是缄默知识的交流。重大建设工程技术创新网络的形成机理,包括技术创新网络的形成起点、演化路径和整合方式等内容。

5.1 形成起点

形成起点即是重大建设工程技术创新网络的形

成动机。就重大建设工程技术创新而言,其技术创新网络的形成动机是“合作剩余”。具体来讲,技术创新网络的形成,首先是技术创新网络的运行能够产生“合作剩余”;其次是各个主体能够从技术创新网络中获得“合作剩余”的分配。由于重大建设工程的基础性和先导性,其建设目标通常代表了一定范围内的公共利益。由于各类主体所拥有的资源和核心能力具有互补性,这为技术创新网络构建提供了必要性。同时,临时、分散的技术创新网络组织模式具有较高的交易成本,降低了技术创新的积极性和效率。而技术创新网络的构建能够降低交易成本,提高创新效率,还使得技术创新成果的保护和延续使用成为可能,为持续创新和“合作剩余”的创造提供了可能性。

5.2 演化路径

重大建设工程技术创新网络的演化路径,是创新系统从原始的无序状态发展为有序结构,或从一种有序结构转变为另一种有序结构所遵循的规律。一般而言,技术创新演化路径为“技术转让—共同开发—共建研发实体”模式,即双方合作从技术转让开始,当合作顺利,关系逐渐密切,产方的技术能力和学研方的市场化能力得到加强,采用合作开发,进而转向共建研发实体,实现产学研一体化。而面向重大建设工程的技术创新网络比一般的技术创新演化路径更为复杂。

在重大建设工程技术创新过程中,技术创新网络的各种要素相互发生协同作用,使创新系统实现高度有序状态,即各创新要素协同度提高,创新绩效得以提高^[8]。重大建设工程技术创新网络的演化路径可以分为三个阶段。第一个阶段,从“市场交易”到“合作伙伴”的演化。随着交易的工程技术知识的复杂性或缄默程度的提高,往往会导致交易过程中产生较高的不确定性,交易双方的信息不对称程度加大,识别和监督交易对象的交易成本也加大,从而产生较高的交易费用,这时候采取“合作伙伴”的形式更有效。第二个阶段,从“合作伙伴”到“战略伙伴”的演化。由于合作各方共同进行了资源投入,形成了“抵押”的激励机制,可以约束交易双方无法在合约中明确约定的行为,有利于一致行动。第三个阶段,从“战略伙伴”到“创新网络”。随着战略合作的重复进行,当参与各方过去曾经成功地完成了交易,并且相互意识到对方将来有可能继续诚实地行动时,机会主义倾向会降低,监督成本也会下

降。这时候,相对于市场和企业的配置手段而言,就形成了具有稳定结构的技术创新网络方式,可实现复杂性缄默知识的自由转移。

5.3 整合方式

整合方式是指重大建设工程技术创新网络中各个主体之间的创新链。在技术创新网络中,组织之间的相互联系或动态链接关系称为创新链,技术创新网络就是由相互有关联的创新链组成的网络。根据不同主体在创新链中的不同位置,可分为强创新链和弱创新链。强创新链是核心组织者与结点企业之间的创新链,弱创新链是结点企业之间的创新链。根据主体之间技术创新网络创新链性质的不同,可以分为战略联盟、集团发展、虚拟组织、共建实体、产业化合作等方式。在重大建设工程项目技术创新网络中,可能的创新链类型包括:企业与企业之间的创新链、企业与高校或科研机构之间的创新链、企业与政府部门之间的创新链、企业与资本市场之间的创新链等。

6 重大建设工程技术创新网络运行机制

运行机制是指在经济系统的运动中,各因素的信息环境空间和目标函数,以及这些因素产生影响、发挥功能的作用过程和作用原理及其运行方式^[9]。重大建设工程技术创新网络的运行机制应包括动力机制、协调机制和学习机制。

6.1 动力机制

动力机制是指在重大建设工程技术创新网络运行过程中,促使创新出现的各要素的结构和作用方式,以及创新组织与外部环境之间所形成的互动关系总和^[10]。从演化经济学的角度,技术创新网络的动力,可以从“表型变异”和“环境激活”两个方面来解释^[11]。“表型变异”是指在重大建设工程技术创新过程中,对网络这种组织方式形成了需求(如前文所述的合作剩余),这种需求促使各个主体从主观上产生构建技术创新网络的动机,并进而形成连续的动力。“环境激活”是指在重大建设工程技术创新过程中,促成网络需求的各类环境特征,如重大建设工程所处的技术环境、政策环境、经济环境和组织环境,这些环境因素使得网络的形成具有某种程度的紧迫性。事实上,重大建设工程技术创新网络动力是“表型变异”和“环境激活”相互耦合的产物,分别代表动力机制中的主体与环境的互动关系。两者并非界限分明,很多时候难以完全区分。

6.2 协同机制

协同机制是指在重大建设工程技术创新网络运行过程中,对技术创新网络中企业之间的各协同要素的有机整合原则和动态调整措施。协同机制的范围很广,主要涉及契约关系、信任关系、利益分配、激励约束和评价反馈等方面。契约关系是协调技术创新网络主体关系的重要文书,它是技术创新网络形成和存在的基础。信任机制是一种重要的治理机制,技术创新网络主体之间建立互信和共同的行为准则,相互间的信任在交易关系中创造了自我约束的力量,成为正式的合同约束的替代。这样,在存在信任的技术创新网络中,网络成员的机会主义行为可以大大减少,成员企业不必选择详细的合同作为确保行为可预测性的手段。能够降低交易费用和监督费用,提升“合作剩余”,产生守信共赢的效应,是技术创新网络成员共同创造价值的基础。利益分配机制是将技术创新网络所获得的“合作剩余”进行合理分配的机制。其分配效果的好坏,直接影响网络的稳定性。利益分配机制应按照风险分担、利益与成本一致的原则进行。在成功的技术创新网络利益分配机制中,合作双方得到的分配系数与其付出的努力水平成正向关系,即在成员付出的努力水平越高,其分成比例就越高,反之则越低。

6.3 学习机制

学习机制是从知识的角度,探讨技术创新知识在技术创新网络中的活动机理。主要内容包括知识生成、知识积累、知识共享和知识应用^[12]。知识生成是技术创新的前提,知识积累是技术创新的关键,知识共享是技术创新的途径,知识应用是技术创新的检验标准,4个环节形成了一个循环往复的结构,促进了技术创新的持续进行。技术创新成功的关键是合作伙伴间的持续互动,它要求技术创新网络的参与者具有学习能力,技术创新网络组织应是一个学习型组织。重大建设工程技术创新网络的最大优势,正是实现了跨组织学习。跨组织学习能够促使创新能力的持续提升,实现技术创新网络中互补性知识的学习和交流。在技术创新网络形成与发展的不同阶段,由于重大建设工程需要解决的难题和需要实现的创新不同,因此,跨组织学习机制的特征也是不同的。

7 结语

重大建设工程技术创新具有时间约束性、组织

协同性、过程复杂性、创新系统性等特殊性的集成过程。当前,重大建设工程技术创新存在很大的组织障碍,应突破现有的组织模式,建立重大建设工程技术创新网络的新型组织模式。文章构建了重大建设工程技术创新网络形成机理和运行机制的分析框架,但对重大建设工程的不同技术特征和承发包模式,分别与不同类型技术创新网络的相匹配问题,即重大建设工程与技术创新网络的对接方式问题,有待进一步探讨。同时,政府在重大建设工程技术创新网络的形成与运行过程中具有重要的引导和推动作用,应正确地进行定位和职能转换。

从重大建设工程技术创新网络的视角研究技术创新问题,不仅考虑了技术创新的全过程,也将不同类型的技术创新主体在重大建设工程技术创新过程中的相互作用纳入研究体系,突破了过去仅将单个企业或组织技术创新作为研究对象的局限性,有利于从全局的角度更为准确地把握工程技术创新所面临的问题。为提高重大建设工程的技术创新效率和水平提供依据和参考。

参考文献

- [1] 何继善,陈晓红,洪开荣.论工程管理[J].中国工程科学,2005,7(10):5-10.
- [2] 殷瑞钰.工程创新是技术进步的主战场[N].学习时报,2005-11-7(007).
- [3] 李伯聪.工程创新:聚焦创新活动的主战场[J].中国软科学,2008(10):44-51.
- [4] 王孟钧,郭乃正,程庆辉.高速铁路建造技术国家工程实验室产学研一体化模式研究[J].科技进步与对策,2010,27(2):5-7.
- [5] 任宏.中国工程管理界的使命[J].中国工程科学,2008,10(12):45-52.
- [6] 谢洪涛,王孟钧.重大工程项目技术创新组织障碍生成机理研究[J].中国科技论坛,2010(6):25-30.
- [7] Blayse A M. Key Influences on Construction Innovation[J]. Construction Innovation, 2004,4(3):1-12.
- [8] 张钢.企业组织网络化发展[M].浙江:浙江大学出版社,2005.
- [9] 利奥尼德·赫维茨,斯坦利·瑞特.经济机制设计[M],田国强(译).上海:格致出版社,2009.
- [10] 杨勇华,吴有根.基于演化范式的技术创新动力机制研究[J].当代经济管理,2009,31(12):1-3.
- [11] 约翰·史密斯,潘春阳(译).演化与博弈论[M].上海:复旦大学出版社,2008.
- [12] 顾基发,张玲玲.知识管理[M].北京:科学出版社,2009.

Analysis on the technological innovation network formation and operation mechanism for the significant construction project

Wang Mengjun, Zhang Zhensen

(College of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

[Abstract] The characteristics and the present situation of significant construction project technological innovation are analyzed in this paper. The core problem restricting significant construction project technological innovation is dissected. The basic framework of significant construction project-oriented technological innovation network is set up. Then the starting point, evolution path and integration method are analyzed. And the dynamic mechanism, the collaborative mechanism and the learning mechanism are discussed, which can provide useful theoretic reference to establish the new inter-organization coordinated technological innovation mode, and to improve the technological innovation efficiency of significant construction project.

[Key words] significant construction project; technological innovation network; formation mechanism; operation mechanism