

建设工程创新思想来源与影响因素研究

谢洪涛,张普伟

(昆明理工大学 土木工程学院,云南 昆明 650093)

摘要:针对建设工程创新思想来源及影响因素展开研究。通过问卷调查与半结构访谈相结合的方式收集有关建设工程创新思想来源、动力因素、问题解决方法及障碍因素的数据样本,并对数据样本进行描述性统计分析、因子分析及相关性分析。从创新动力角度对重大建设工程技术创新进行分类,揭示了不同类型建设工程创新的思想来源,分析了影响创新思想获取的主要因素。

关键词:建设工程创新;创新思想;因子分析;相关性分析

DOI:10.6049/kjbydc.2014GC0151

中图分类号:F091.354

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2014)11-0011-04

0 引言

工程科技是人类文明进步的发动机^[1],工程创新是创新活动和国家创新体系建设的主战场^[2]。建设工程创新具有投入大、周期长等特点,为建筑企业技术创新及建筑行业技术进步带来了难得的机遇和挑战^[3]。

早期研究指出,建设工程创新思想主要来自建筑业相关行业,认为建设工程创新的主要任务是采纳或使用外部新技术,而不是通过企业研发活动开发新技术^[4]。Nam和Tatum^[5]、PRIES和DOREE^[6]的研究结果都支持这种假设。与之相反的是Slaughter^[7]、Hartmann^[8]等人的研究,他们的研究表明,大部分建设工程创新由建筑企业实施。建设工程创新参与主体众多,其创新思想来源主要包括个人、企业、项目团队、外部组织等,建设工程创新思想来源及影响因素仍是一个有待进一步探索的问题^[9]。

创新思想(innovation idea)是指一项创新区别于传统方法的基本构思,它是工程创新的核心和灵魂。本文以建设工程创新为研究对象,对创新思想来源及主要影响因素展开研究,以期活跃我国建设工程创新、提升创新效率提供指导。

1 研究方法

为准确把握建设工程创新思想来源及影响因素,本文调查对象选择参加过建设工程创新的技术人员和

管理人员,其分别来自设计、施工、业主及科研单位。调查采用问卷调查与当事人访谈相结合的方法,共取得有效样本183份。

调查问卷的内容主要包括4部分:第一部分为建设工程创新思想来源,共14项,主要包括:与项目团队专业人士合作、与业主交谈、研发成果应用、以前的经验等;第二部分为建设工程创新动力因素,共10项,主要包括:解决工程中遇到的问题、再利用过去的经验、有创新机会、满足客户需求、研发成果应用与推广等;第三部分为创新活动中的问题解决方法,共10项,主要包括:设计施工之间的合作、开展研发活动、使用工程分析技术、创新团队交流与学习等;第四部分为建设工程中制约创新的主要障碍因素,共11项,主要包括:项目团队内部缺乏协调、工作负担过重、缺乏创新所需时间等。

每个选项按其作用程度大小设定5个定距选项,在统计分析过程中对各指标进行量化:“很重要”=5;“重要”=4;“中等”=3;“不太重要”=2;“不重要”=1。在问卷调查的基础上,利用SPSS软件对统计数据描述性统计分析、因子分析及相关性分析。

2 数据分析与讨论

2.1 描述性统计分析与因子分析

2.1.1 建设工程创新思想来源

根据描述性统计分析结果,建设工程最重要的创

收稿日期:2014-03-31

基金项目:国家自然科学基金项目(71262028);教育部人文社科基金项目(12YJC630244)

作者简介:谢洪涛(1974—),男,湖南涟源人,博士,昆明理工大学土木工程学院副教授,研究方向为项目管理、创新管理;张普伟(1981—),男,贵州普安人,昆明理工大学土木工程学院讲师,研究方向为项目管理、工程经济。

新思想来源依次为与项目团队专业人士合作、与业主交谈、以前的经验以及研发成果应用。对创新项目中技术及管理人员的访谈也支持了问卷调查结果。在访谈过程中,访谈对象普遍认为项目团队中跨组织、跨专业的专业人士间交流与学习对创新思想的形成具有重要作用,只有较少受访对象认为独立工作是创新思想的重要来源。在访谈过程中,有技术人员提到,由于重大建设工程技术创新十分复杂,涉及到的专业非常多,仅靠一个人独立思考和独立研究得出的结论往往容易偏离实际。

为了进一步解释建设工程创新思想来源,本文在描述性统计分析的基础上进行因子分析,提取 3 个因子并解释问卷中超过 70% 的方差内容,因子分析结果如表 1 所示。3 个因子包括:

(1)外部源因子(A₁)。该变量表达创新思想与外部来源之间的关系,反映建设工程创新对外部资源的依赖情况。

(2)团队学习因子(A₂)。该变量表达创新思想与团队内部跨专业、跨组织学习成果的关系,反映建设工程创新对团队协作的依赖情况。

(3)企业技术积累因子(A₃)。该变量反映参加建设工程创新的企业和研究院所的技术能力,包括工程经验、公司技术积累等。

表 1 创新思想来源因子分析

思想来源	外部源	团队学习	企业技术积累
与项目团队专业人士合作	0.256	0.733	0.043
与业主交谈	-0.123	0.561	0.083
以前的经验	0.213	0.084	0.693
研发成果应用	-0.122	0.464	0.433
与公司专业人士交流	0.137	-0.104	0.573
参观其它建设项目	0.712	0.079	-0.141
阅读学术杂志和商业杂志	0.512	-0.350	0.041
外部技术引进	0.472	0.139	0.083
公司技术库	0.114	-0.138	0.497
参加各种学术交流会	0.513	-0.141	0.375
独立工作	0.131	-0.043	-0.046
关注竞争对手的工作	0.533	0.146	0.093
使用新软件和新设备	0.144	0.055	0.571
使用在线数据库	0.472	0.049	0.094
特征值	3.231	1.932	1.841
总体百分比(%)	32.310	19.320	18.410
累积百分比(%)	32.310	51.630	70.040

根据原调查问卷数据与因子分析得分系数矩阵,可得到与 3 个因子有关的数据,通过对各因子均值进行统计,得出各因子描述性统计均值,如表 2 所示。

表 2 创新思想来源各因子统计均值

外部源因子(A ₁)	团队学习因子(A ₂)	企业技术积累因子(A ₃)
2.72	4.17	3.47

表 2 数据表明建设工程创新最重要的创新思想来源为项目团队跨组织学习,其次为参加建设工程创新各类企业的技术创新能力,而外部技术导入的作用排在最后。

2.1.2 建设工程创新动力因素

描述性统计分析结果表明,建设工程创新的主要动因是解决工程中遇到的问题,在多数创新中均可大量利用过去积累的经验。许多受访的专业人士也指出,在建设工程中经常会遇到以往没有遇到过的问题,而业主为创新提供了比较便利的条件,因此拥有较多创新机会。

对技术人员开展创新活动的动机进行因子分析时,提取 3 个因子并解释问卷中超过 72% 的方差内容,因子分析结果如表 3 所示。3 个因子包括:

(1)问题驱动因子(B₁)。该因子反映建设工程创新的主要动力是解决工程中遇到的问题,包括由于客户特殊需求带来的问题。

(2)技术推动因子(B₂)。该因子主要反映通过新技术应用优化建设工程综合性能的动机,包括技术人员过去经验的运用及企业研发成果的应用等。

(3)主动创造因子(B₃)。该因子反映在建设工程中,技术人员对从事创造性工作的兴趣、职业素养及改进他人工作的兴趣等要素。

表 3 创新动力因子分析

动机	问题驱动	技术推动	主动创造
解决工程中遇到的问题	0.721	0.201	-0.147
再利用过去的经验	-0.131	0.573	0.131
有创新机会	0.041	0.148	0.544
满足客户需求	0.763	0.129	-0.132
企业研发成果应用	-0.094	0.791	0.006
创造新结构和建筑	0.113	0.194	0.113
获得同行认可	0.083	0.133	0.396
在团队中工作	0.142	0.093	0.485
职业素养,如把工作做好	0.211	0.084	0.573
改善他人工作	0.154	0.132	0.341
特征值	3.349	2.213	1.713
总体百分比(%)	33.490	22.130	17.130
累积百分比(%)	33.490	55.620	72.750

根据原调查问卷数据与因子分析得分系数矩阵,可得到与 3 个因子有关的数据,通过对各个因子均值的统计,得出各因子描述性统计均值,如表 4 所示。

表 4 创新动力各因子统计均值

问题驱动因子(B ₁)	技术推动因子(B ₂)	主动创造因子(B ₃)
4.21	3.65	2.36

由表 4 给出的各因子统计均值可知,推动建设工程创新的最主要动力因素是解决工程实施中遇到的各种问题,企业技术成果对建设工程创新推动的重要性排在第二,而技术人员的主动创新活动仅列第三。

2.1.3 建设工程创新过程中解决问题的主要方法

调查结果显示,设计施工之间的合作、开展研发活动、创新团队内部跨专业学习与交流是解决问题最重要的方法。排在该 3 项方法后的依次为施工工程分析技术、业主参与创新及加强创新领导、设计人员的独立工作、与顾客之间面对面交流等。

对创新过程中问题解决方法的因子分析提取 2 个

因子并解释问卷中超过 62% 的方差内容,因子分析结果如表 5 所示。2 个因子包括:

(1)团队合作技术因子(C_1)。该因子反映创新团队中跨组织交流与学习的作用,包括设计与施工之间的合作、创新团队的交流与学习、业主参与创新、供应商参与创新,以及加强团队创新领导等因素。

(2)个体隐性技术因子(C_2)。该因子主要反映企业研发成果、使用工程分析技术、与公司同事之间面对面交流以及独立工作等技术人员个体技能因素的影响。

表 5 创新过程中解决问题方法因子分析

方法	团队合作技术	个体隐性技术
设计施工之间的合作	0.671	-0.081
开展研发活动	0.121	0.626
创新团队的交流与学习	0.562	-0.131
使用工程分析技术	0.131	0.519
业主参与创新	0.713	-0.064
加强创新领导	0.451	0.104
供应商参与创新	0.419	0.093
独自工作	-0.113	0.699
与公司同事交流	-0.094	0.535
电子侦察技术	0.143	-0.093
特征值	3.762	2.491
总体百分比(%)	37.620	24.910
累积百分比(%)	37.620	62.530

根据原调查问卷数据与因子分析得分系数矩阵,可得到与 2 个因子有关的数据,通过对各因子均值进行统计,得出各因子描述性统计均值,如表 6 所示。

表 6 创新过程中解决问题方法各因子统计均值

团队合作技术因子(C_1)	个体隐性技术因子(C_2)
4.03	2.73

由表 6 给出的各因子统计均值可知,在建设工程创新过程中解决问题的主要方法为依靠项目团队合作技术,而技术人员个体努力的重要程度相对较低。

2.1.4 建设工程创新障碍因素

调查结果表明,项目团队内部缺乏有效协调是制约建设工程创新最为重要的障碍因素,该结果也与访谈结果保持了一致。此外,大部分受访人员认为工作负担过重是限制创新发展的主要障碍因素之一。受访对象提到,他们的工作始终处于“超负荷工作—工作滞后—赶工期”的持续循环中,项目压力使技术人员很难有精力开展技术创新。

对创新障碍因素的因子分析提取 3 个因子并解释问卷中超过 62% 的方差内容,因子分析结果如表 7 所示。3 个因子包括:

(1)团队学习障碍因子(D_1)。该因子反映团队交流和学习障碍对建设工程创新障碍的制约作用,包括团队内部缺乏有效协调、无法从业主获得技术反馈,难以及时获取信息等因素。

(2)时间资源障碍因子(D_2)。该因子主要反映技术人员负担过重、缺乏创新所需时间、缺乏必要的资金和资源等因素的影响。

(3)创新意识障碍因子(D_3)。该因子反映各类创新主体对创新缺乏兴趣造成的影响。

表 7 创新障碍因素因子分析

障碍因素	团队学习障碍因子(D_1)	时间资源障碍因子(D_2)	创新意识障碍因子(D_3)
项目团队内部缺乏协调	0.593	0.139	-0.069
工作负担过重	0.093	0.592	0.115
缺乏创新所需时间	0.112	0.613	0.121
业主对创新缺乏兴趣	-0.129	0.128	0.514
无法从业主获得及时反馈	0.489	0.063	0.201
供应商对创新缺乏兴趣	0.143	0.071	0.311
缺乏创新能力	0.098	0.133	0.122
所属公司对缺乏创新意识	0.119	0.133	0.711
难以及时获取信息	0.531	0.142	0.096
缺乏必要的资金和资源	-0.085	0.469	-0.133
企业内部其他成员对创新缺乏兴趣	0.155	0.069	0.693
特征值	3.014	2.273	1.968
总体百分比(%)	30.140	17.730	14.680
累积百分比(%)	30.140	47.870	62.550

根据原调查问卷数据与因子分析得分系数矩阵,可得到与 3 个因子有关的数据,通过对各因子均值进行统计,得出各因子描述性统计均值,如表 8 所示。

表 8 创新障碍因素各因子统计均值

团队学习障碍因子(D_1)	时间资源障碍因子(D_2)	创新意识障碍因子(D_3)
4.21	3.65	2.36

由表 8 给出的各因子统计均值可知,制约建设工程创新的障碍因素中最为重要的是团队学习障碍,其次是开展技术创新所需资源和时间不足,而企业创新意识不足的影响相对较小。

2.2 相关性分析

本文对 12 个因子进行相关性分析,结果如表 9 所示。根据相关性分析结果可建立各因子间的相关关系,如图 1 所示。

根据相关性分析结果,项目团队学习与企业技术积累、技术人员个体隐性技术之间显著正相关,说明企业及参与创新的技术人员具有较高技术创新能力是推动团队跨组织学习的基础,而项目团队的跨组织学习又会反过来提升企业技术创新能力。企业技术积累与项目团队跨组织学习间具有高度相关性,而建设工程创新思想的外部技术来源与企业技术积累间具有高度相关性,说明参加创新的企业技术能力越强,企业在技术创新过程中获取外部新技术的能力就越强。此外,外部技术源获取能力与项目团队跨组织学习能力存在密切关系,项目团队跨组织学习能力越强,在建设工程创新过程中获取外部技术源的能力也越强。

另一方面,工程问题驱动的创新与团队学习、团队合作技术间高度正相关;技术推动的创新与企业技术积累、外部技术源、个体隐性技术间高度正相关;主动创新型创新与团队学习、企业技术积累、团队合作技术、个体隐性技术间均正相关。说明工程问题驱动的创新主要依靠团队内部跨组织学习和交流推动;技术

推动的创新需要依靠企业技术积累与外部技术的引入推动;主动创造型创新不仅要求企业和个人均具有较

强的技术创新能力,而且要求项目团队之间具有良好的跨组织学习能力。

表9 各因子相关性分析

变量	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂	D ₃
A ₁	X										
A ₂	0.09	X									
A ₃	0.47	0.41	X								
B ₁	0.15	0.63	0.08	X							
B ₂	0.51	0.13	0.45	0.17	X						
B ₃	0.11	0.49	0.78	0.09	0.13	X					
C ₁	0.53	0.48	0.11	0.57	0.17	0.58	X				
C ₂	0.06	0.04	0.53	0.15	0.48	0.47	0.10	X			
D ₁	-0.37	-0.43	-0.05	-0.51	-0.07	-0.04	-0.64	-0.10	X		
D ₂	-0.06	-0.42	-0.51	-0.08	-0.47	-0.43	-0.55	-0.39	0.05	X	
D ₃	-0.03	-0.27	-0.43	-0.12	-0.42	-0.33	0.02	-0.37	0.33	0.06	X

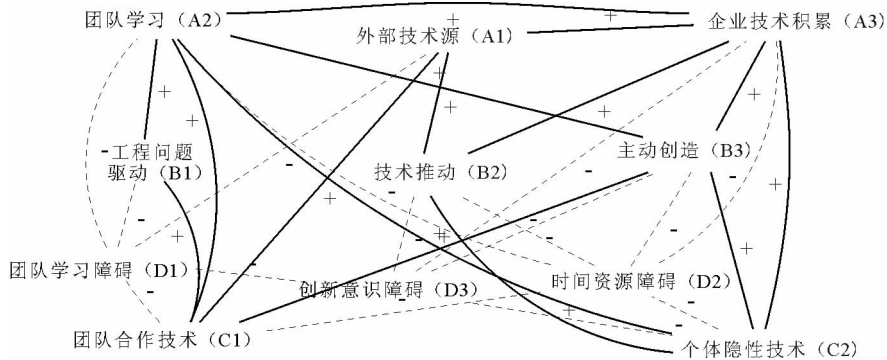


图1 各因子间相关关系

3 结语

本文针对建设工程创新思想来源及影响因素展开研究,得出以下主要结论:

(1)企业技术积累、项目团队跨组织学习以及外部技术导入为建设工程创新思想的3个主要来源,其中项目团队跨组织学习为建设工程创新思想的最主要来源。建设工程创新的动力因素包括解决工程问题、企业技术成果推动以及技术人员的主动创造,而解决工程问题是推动建设工程创新的主要动力因素。建设工程创新过程中的问题解决方法包括个体隐性技术以及团队合作技术两类,其中团队合作技术运用最为广泛。项目团队跨组织学习障碍是制约建设工程创新的主要因素。

(2)从创新动力角度,建设工程创新可划分为工程问题驱动型创新、技术推动型创新、主动创造型创新3大类。工程问题驱动型创新思想主要来源于项目团队跨组织学习;技术推动型创新思想主要来源于企业技术积累与外部技术导入;主动创造型创新不仅需要依靠企业技术创新能力,而且依赖于项目团队跨组织学习。

参考文献:

[1] 李伯聪. 工程创新是创新的主战场[J]. 中国科技论坛, 2006

(2):33-37.

[2] 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.

[3] 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.

[4] SLAUGHTER E S. Builders as sources of construction innovation[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 1993, 119(3):532-549.

[5] NAM C H, TATUM C B. Strategies for technology push: lessons from construction innovations[J]. Constr. Eng. Manage, 1992, 118(3):507-524.

[6] FRENS PRIES, ANDRE DOREE. A century of innovation in the Dutch construction industry[J]. Construction Management and Economics, 2005(23):561-564.

[7] SLAUGHTER E S. Models of construction innovation[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 1998, 124(3):226-231.

[8] ANDREAS HARTMANN. The context of innovation management in construction firms[J]. Construction Management and Economics, 2006(24):567-578.

[9] WINCH, GRAHAM. Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction[J]. Building Research & Information, 1998, 26(5):268-279.

(责任编辑:云昭洁)