

## 电子政务需方参与活动对项目绩效的影响分析\*

马家宽<sup>1,2</sup>, 王亚沙<sup>1,2+</sup>, 李刚<sup>3,4</sup>, 梅宏<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>(高可信软件技术教育部重点实验室(北京大学), 北京 100871)

<sup>2</sup>(北京大学 信息科学技术学院 软件研究所, 北京 100871)

<sup>3</sup>(山东省计算中心, 山东 济南 250014)

<sup>4</sup>(山东省计算机网络重点实验室, 山东 济南 250014)

### Influence of Acquirer's Participation on Project Performance: An Analysis on E-Government Projects

MA Jia-Kuan<sup>1,2</sup>, WANG Ya-Sha<sup>1,2+</sup>, LI Gang<sup>3,4</sup>, MEI Hong<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>(Key Laboratory of High Confidence Software Technologies of Ministry of Education (Peking University), Beijing 100871, China)

<sup>2</sup>(Software Institute, School of Electronics Engineering and Computer Science, Peking University, Beijing 100871, China)

<sup>3</sup>(Shandong Computer Science Center, Ji'nan 250014, China)

<sup>4</sup>(Shandong Provincial Key Laboratory of Computer Network, Ji'nan 250014, China)

+ Corresponding author: E-mail: wangys@sei.pku.edu.cn

**Ma JK, Wang YS, Li G, Mei H. Influence of acquirer's participation on project performance: An analysis on e-government projects. *Journal of Software*, 2012, 23(10): 2679–2694 (in Chinese). <http://www.jos.org.cn/1000-9825/4244.htm>**

**Abstract:** During the construction process of an e-government project, the acquirer commonly participates in a series of development activities handled by suppliers. These participation activities have a significant influence on the project performance. However, when planning for participation activities that rely on subjective intuition this raises a tense claim on policymakers' capacity, and can arouse controversy. To this end, the study proposes an alternative approach, which relies on objective knowledge from historical data. The study collects 25 completed Chinese e-government projects, leverages on a variable-selection-based regression analysis, and establishes a model of quantitative relationship between the acquirer's participation and project performance. The model has good mathematical properties. The study further examines the model's degree of conformity to common experiences of project managers. Taking all the comparison and analysis in consideration, the study proposes several suggestions for acquirers in Chinese e-government projects.

**Key words:** e-government; acquirer participation; quantitative analysis; variable selection; software process

**摘要:** 在电子政务项目建设过程中,需方通常会参与供方主导的开发活动,并由此对项目绩效产生重要影响。然而在制定需方参与活动方案时,依赖主观直觉和经验的做法一方面对制定者提出了很高要求,另一方面容易产生争议。为此,提出通过对客观存在的历史数据进行定量分析,建立需方各参与活动对于项目绩效的影响关系,进而为需

\* 基金项目: 国家自然科学基金(61121063, 91118004); 国家重点基础研究发展计划(973)(2009CB320703)

收稿时间: 2012-02-17; 定稿时间: 2012-04-27

方参与活动提供建议指导.使用定量方法收集 25 个中国电子政务项目的数据,提出一种基于变量选择的回归分析方法,建立需方参与活动与项目绩效之间关系的量化模型,并对模型的有效性进行了计量分析.分析结果显示,该模型具有良好的数学性质.进一步地,对相关软件企业进行了回访,结合模型结论对反馈结果进行综合分析,为中国电子政务项目中的需方参与活动给出若干具体建议.

**关键词:** 电子政务;需方参与;量化分析;变量选择;软件过程

**中图法分类号:** TP311 **文献标识码:** A

近年来,中国电子政务产业发展迅速.据统计,中国电子政务市场规模在 2006 年~2010 年实现了 12.84% 的年均增长率,2011 年的市场规模预计达到 752.7 亿元<sup>[1]</sup>.近 10 年来,中国政府在电子政务上的总投入估计达 5000 亿元~6000 亿元,电子政务已成为中国软件产业的重要组成部分<sup>[2]</sup>.

电子政务建设是一项系统工程,其专业性强、工作量大、前期投入高、技术更新快、服务功能变化多、运行稳定要求高,政府部门很难完全依靠自己的力量进行开发<sup>[3,4]</sup>.因此,目前中国电子政务项目多采取外包模式,即以合同或协议的形式,将全部或部分电子政务系统的业务外包给软件企业,并由双方共同承担电子政务项目开发的收益和风险<sup>[5]</sup>.在此模式下,按照 IEEE Std 12207-2008 标准和 GB/T8566-2007 标准所定义的术语,政府部门充当了项目的“需方”,而软件企业则作为项目的“供方”.

在软件生命周期中,供方通常主导软件开发过程,而需方则会以监督者、合作者等不同身份参与其中.本文将需方参与软件开发过程中的各种活动统称为需方参与活动.已有研究表明,需方参与活动通常遍布软件开发过程的各个环节,且各活动所用时间的总和较大.Subramanyam 对 117 个软件项目进行的问卷调查结果显示,需方参与活动遍及需求、设计、测试等多个阶段,需方参与时间占项目开发总时间的比例平均为 22%<sup>[6]</sup>.根据文献 [7] 对 113 位软件项目供方和需方人员的问卷调查显示,需方在开发过程中会参与项目计划、需求捕获、编码等多种类型的活动;按照参与活动和目的的不同,需方可能扮演多种不同的角色.

已有研究还表明,需方参与活动对于项目绩效具有重要的影响<sup>[8,9]</sup>:

- 一方面,很多研究表明,适当的需方参与活动可以提高软件项目的绩效,而缺乏足够的需方参与是导致软件项目失败的重要原因之一<sup>[10]</sup>.需方参与有助于增加需方对于项目实施的总体满意度<sup>[11]</sup>,提升所交付产品的质量和可用性<sup>[12]</sup>;
- 另一方面,也有不少研究发现,在某些情况下,需方的不当参与可能会损害软件项目的绩效.文献 [13] 指出,需方的不当参与会使得开发过程更加复杂、冗余和低效,进而对项目绩效产生负面影响.文献 [14] 也发现,需方参与并非越多越好,其回报随需方参与次数的增加呈逐步下降的趋势.考虑到需方参与本身会产生时间、资金等方面的成本,需方的过度参与反而会降低项目的整体效率.

电子政务项目中的需方参与活动也符合上述规律<sup>[15,16]</sup>.进一步地,电子政务项目中的需方,即政府部门,通常并不具备丰富的软件项目经验和软件开发相关知识,因而由其自行制定的参与活动方案多具有即兴(ad-hoc)性质,在实践中可能产生问题<sup>[17]</sup>.对于中国这样的发展中国家来说,这一情况尤为突出.另一方面,由于所处立场的内生差异,供方和需方经常对于项目有着不同的关注点(interest),有时双方的关注点甚至相互对立<sup>[18]</sup>.因此,供需双方在需方参与活动的方案制定和实施过程中经常出现意见不一致的情况,且由于各自所依赖直觉、经验的主观性,难以让对方信服.如果能对客观存在的历史数据进行定量分析,建立需方各参与活动对于项目绩效的影响关系,则可为需方参与活动提供建议指导,并进一步为上述问题提供一种可能的解决方案.

为此,本文的总体研究目标是,使用定量方法,研究需方参与活动对于项目绩效的影响关系.该工作主要包含以下几个步骤:

- (1) 数据采集与量化.本文选取 25 个具有代表性的中国电子政务项目作为数据集,并定义需方参与活动和项目绩效的量化表示;
- (2) 数据分析.从数学角度考虑,本文所建模的问题具有小样本多变量的特性,传统计量分析技术难以适用.为此,本文提出一种基于变量选择的回归分析方法.这一新方法首先对众多自变量进行筛选,遴选

出与因变量关系最为密切、对因变量影响最为显著的自变量,确保被选出自变量的规模降低到样本规模所能接受的范围内。随后再使用回归分析技术,建立需方参与活动与项目绩效的量化关系模型;

- (3) 数学检验.本文应用 Ramsey RESET Test、残差分布测试等技术,从多个角度对结果的数学性质进行检验,以保证所建立模型在数学上的准确性、完备性和合理性;
- (4) 反馈分析.邀请 9 位资深电子政务项目经理对量化分析的结果进行评论,结合数据对结果的内涵进行探讨,并在此基础上对电子政务项目的需方参与行为给出建议。

本文第 1 节综述相关工作.第 2 节介绍数据的采集和量化过程.第 3 节给出一种基于变量选择的回归分析方法及其应用结果.第 4 节和第 5 节分别对所得结果进行数学检验和反馈分析.第 6 节对方法可能存在的局限性进行讨论.第 7 节总结本文工作并指出下一步的研究方向。

## 1 相关工作

相对于供方过程,关于需方过程的研究工作较少.现有研究中,专门探讨需方过程的主要是国际标准 IEEE Std 12207-2008. IEEE Std 12207-2008 明确界定了项目的需方(acquirer),并给出了特定于需方的获取过程(acquisition process),包括从 Acquisition Preparation 到 Closure 的一系列共 7 个活动.其中,在实际中展开最多的是 Agreement Monitoring,即在开发过程中配合、监督供方,确保项目的顺利进行.然而,作为一个过程规约框架, IEEE Std 12207-2008 并没有为需方参与活动提供详细的指导.此外,CMMI 等开发方法学也包含了需方参与的成分.但在具体实践中,这些方法对需方提供的指导仍较为有限.首先,这些方法并没有为需方参与成分提供定制和剪裁方面的足够指导.例如,需方在时间、人力等资源有限的情况下,应从众多涉及需方的活动中选择哪些活动进行参与?再比如,对于电子政务这一特定领域,需方应参与到哪些活动中?其次,这些方法规约了大量需方的最佳实践,但并未针对需方可能出现的不良实践给出提示.就我们调研的情况来看,在实践中,需方很难完全遵守某个软件过程开展参与活动.在这种情况下,找出需方参与活动中的不良实践,可为需方提供较为有效的警示和约束.本文工作面向电子政务这一特定领域,致力于找到需方参与活动中对于项目绩效具有显著正面和负面影响的成分.因此,本文工作可以看作在电子政务项目的语境下,为 IEEE Std 12207-2008 中的需方过程以及 CMMI 等开发方法学中的需方成分补充操作层面的指南。

在应用传统数据分析技术进行建模时,一般都要求模型中的自变量个数须小于数据集中的样本个数.本问题的目标是建立需方参与活动对项目绩效的影响关系.因此,应将需方参与活动作为自变量,项目绩效作为因变量,并将软件项目作为数据集的样本单位.在此种模型设定下,一方面,需方参与活动数目众多导致自变量数目较大;另一方面,企业积累历史数据有限、项目数据采集成本高昂导致样本数目较小,上述条件通常很难满足.已有工作受限于这一困难,通常选择体现需方参与特征的若干宏观指标作为自变量,然后应用传统建模方法得出结论.例如,文献[12]通过收集项目本身和需方访谈所得数据,发现需方参与程度和需方对项目的总体满意度之间存在着显著的正相关性( $r=0.42$ ),需方参与程度可以解释需方总体满意度中 18%的变动;文献[13]则收集了 29 个德国软件项目的相关数据,使用需方参与总时间占项目开发周期的比重作为需方参与度,将需方主观打分作为项目总体绩效.通过量化分析可以发现,在需方参与度较高的情况下,需方参与度与项目总体绩效之间呈现显著的负相关性( $r=-0.47$ ).这些研究虽然得出很多有用的宏观结论,但无法为需方参与软件项目的实践提供更为具体的指导。

实际上,在自变量个数  $p$  大于样本容量  $n$  的情况下进行数据分析,这一挑战在基因生物学等其他领域也广泛出现.例如,在利用基因表达微阵列数据进行疾病分类时,基因表达形态动辄上万,而患病者样本数量通常只有几千个<sup>[19,20]</sup>.在这种情况下,以 Dantzig Selector<sup>[21]</sup>为代表的变量选择方法可以有效地消减变量个数,提取出主要变量,为进一步建模提供基础.相应地,当我们研究需方参与活动与项目绩效之间的量化关系时,也面临同样的自变量个数大于样本空间容量的问题.为此,我们提出了一种将变量选择方法应用于软件过程研究的新方法<sup>[22]</sup>.首先,应用变量选择方法将对项目绩效影响最为显著的主要活动从众多的需方参与活动中分离出来,以减少自变量的个数;然后,再应用回归分析技术,建立需方参与活动与项目绩效之间量化关系模型.本文将该方法

应用于中国电子政务应用领域,以期为需方参与活动提供一些有用的指导性结论.

## 2 数据采集和量化

本文所使用的数据来自山东省齐鲁软件园的 11 家软件企业.齐鲁软件园是中国十大软件产业基地之一,园区内汇集了众多从事电子政务外包的软件企业.我们从中选取了规模、业务领域等方面具有代表性的 11 家软件企业开展合作研究.为减少样本偏差,我们在进行样本选择时特别注意了项目的典型性和代表性,最终确定了 25 个项目作为数据集.这些项目涵盖税务信息管理、数字交通、政府门户等典型的电子政务领域;既有山东省内项目,也有在北京、杭州等地实施的外地项目.所选项目的基本信息见表 1.

**Table 1** Basic information of the collected projects

**表 1** 所选项目基本信息

统计量	项目计划工期 (月)	项目实际工期 (月)	项目计划成本 (万)	项目实际成本 (万)	项目完成 百分比 (%)	需方对系统的满意度 (5 分为满分)
最大值	24	30	3000	3000	100	5
最小值	6	10	40	52	90	4
平均值	13.091	16.091	1 012.727	1 036.545	97.818	4.273
中值	12	15	550	550	98	4

数据的采集过程如下:

- (1) 根据数据分析的需求,构造包含所有待采集数据项的调查表(调查表的详细内容参见本文附录);
- (2) 针对特定项目填充数据.数据的来源主要是该项目的计划书、会议纪要、项目定期报告、项目总结等制品.对于无法从项目制品中获得的数据,我们通过与项目经理的访谈来补充;
- (3) 将所获得的数据进行整理分类.

调查表的内容主要包括以下 3 个部分:项目基本信息、项目绩效信息、项目过程信息.其中,

- 项目基本信息除包括项目名称以及项目开发方等信息外,还包含了项目计划工期和计划投资额.一般而言,项目的绩效需要综合考虑工期、成本和软件质量这几方面的因素.考虑到不同项目的需方在考核项目绩效时可能存在不同的偏好,项目基本信息中还包含了需方对于工期、成本和质量这 3 个因素的权值.权值越高,表示需方越重视此项因素;
- 项目绩效信息则给出了项目实际工期、实际成本、项目完成率以及需方满意度.其中,项目完成率是指项目结束时完成的软件功能与预期功能的比值;需方满意度是一个由需方给出的主观评分,反映了产品质量;
- 项目过程信息用于描述需方的参与过程.由于各企业、各项目在实施中采用的软件过程存在着一定的差异性,我们使用了通用的过程框架 IEEE Std 12207-2008 作为考察需方参与过程的基准框架.对于 IEEE Std 12207-2008 中软件开发过程的每项活动,我们记录需方参与的次数、每次参与的时长和参与的方式.

### 2.1 项目绩效的量化

为建立项目绩效与需方参与活动之间的量化关系,首先对调查表中的原始数据进行量化.

项目绩效这一综合概念已被广泛使用,研究者们已提出了多种用于刻画项目绩效的指标.在开展本文工作时,我们对实际调研和已有研究的成果进行了结合,认为从需方角度考虑,需方参与开发过程的目的是促进项目的顺利实施,这一目标可进一步展开表述为:推动项目在给定的工期和成本约束下,完成双方议定的所有需求,并移交高质量的软件系统.为此,本文从工期、成本、质量和项目完成情况这 4 个方面来刻画项目绩效.其中,软件系统的质量包含了众多因素,如缺陷率、易用性等.在实际调研中我们发现,缺陷率并不能很好地反映需方对系统质量的认可程度.很多系统的缺陷率虽然并不高,但仍因易用性低、功能和需方预期不一致等原因需方所诟病.为此,本文采用需方满意度这一指标来综合衡量需方对系统质量的认可程度.对于工期、成本和项目完

成情况,文献[23]已较好地规约了现有研究采用的共识性定义.本文在定义相关指标时亦参考了文献[23]的做法.

对于给定的项目  $i$ ,首先定义如下几个概念:

**定义 1.** 成本超支率( $COR_i$ ).

$$COR_i = \frac{AC_i - PC_i}{PC_i} \times 100\%,$$

其中, $AC_i$ 为项目  $i$  调查表中的项目实际投资额, $PC_i$ 为项目  $i$  调查表中的项目计划投资额.

**定义 2.** 工期延迟率( $DOR_i$ ).

$$DOR_i = \frac{AD_i - PD_i}{PD_i} \times 100\%,$$

其中, $AD_i$ 为项目  $i$  调查表中的项目实际工期, $PD_i$ 为项目  $i$  调查表中的项目计划工期.

**定义 3.** 质量差异率( $QGR_i$ ).

$$QGR_i = \frac{MQS - QS_i}{MQS} \times 100\%,$$

其中, $MQS=5$  为调查表中需方满意度得分的最大值, $QS_i$ 为项目  $i$  调查表中的需方满意度得分.

**定义 4.** 项目完成率( $CR_i$ ).

$$CR_i = \frac{RFP_i}{PFP_i} \times 100\%,$$

其中, $RFP_i$ 为项目  $i$  实际实现的功能点数, $PFP_i$ 为项目  $i$  计划实现的功能点数.

根据上述定义,对于给定的项目  $i$ ,其项目绩效被量化的定义如下.

**定义 5.** 项目绩效( $Y_i$ ).

$$Y_i = CR_i - COR_i \times w_{ci} - DOR_i \times w_{di} - QGR_i \times w_{qi},$$

其中, $w_{ci}$ , $w_{di}$ 和  $w_{qi}$  分别为项目  $i$  调查表中对于成本、工期、质量这 3 方面的目标权重,均为 0~1 之间的实数,且满足  $w_{ci} + w_{di} + w_{qi} = 1$ ;  $CR_i$ ,  $COR_i$ ,  $DOR_i$  和  $QGR_i$  已在前文给出定义.需要指出的是,按照定义 2,在项目提前完成的情况下,工期延迟率取值为负.而根据定义 5,在计算项目绩效时会减去工期延迟率与相应权重的乘积,那么取值为负的工期延迟率会使项目绩效增大.换言之,项目若提前完成,则其绩效会相应增加,这一结果并不违背项目绩效的逻辑内涵.类似的还有成本超支率,在实际投资额低于计划投资额,即项目预算结余的情况下,项目绩效会相应地有所增加.

按照上述定义分别对 25 个项目的绩效进行量化,得到项目绩效矩阵  $Y_{25 \times 1}$ ,其各分量代表了相应项目的量化绩效.

## 2.2 需方参与活动的量化

对于给定的项目  $i$ ,本文从以下两个维度刻画需方参与活动.

(1) 需方参与了哪些开发活动?

设项目  $i$  所有开发活动组成的集合为  $A_i$ ,所有有需方参与的开发活动构成的集合为  $P_i$ ,显然  $P_i \subseteq A_i$ .由于各项目采用的软件过程可能存在差异,我们考虑所有项目开发活动的并集  $\bigcup A_i$ .易知,对于  $\forall i, P_i$  均为  $\bigcup A_i$  的子集.因此,本文取  $\bigcup A_i$  作为考察需方参与活动范围的最大区间.具体到操作层面,本文使用 IEEE Std 12207-2008 来规约不同项目的开发活动,并选择 IEEE Std 12207-2008“过程-活动-任务”分层结构中的活动级作为规约粒度.此外,在深入企业采集数据的过程中我们发现,大多数电子政务项目采用的软件过程除 IEEE Std 12207-2008 标准规约的活动以外,还针对电子政务项目的特性加入了领域特定的开发活动.例如,在对某些政府职能进行信息化改造时,除了建设新的信息系统,另一重要环节是将大量已有数据迁移到新系统中.这些数据来源不一(纸介质、电子文档、原有信息系统等),且在迁移过程中存在安全性、一致性等多方面要求,需要供方、需方配合完成,对于这些存在于  $\bigcup A_i$  但未在 IEEE Std 12207-2008 明确标识的活动,我们仿照 IEEE Std 12207-2008 的方式进行了

规约,最终得到了 38 个活动,即  $\bigcup A_i = 38$ .

## (2) 需方以何种方式参与?

我们注意到,对于同一开发活动,需方可能存在多种参与方式.这里的方式是指需方扮演何种角色、执行何种任务.通过参考相关文献和总结实际调研,我们规约了以下 3 种基本参与形式:

- 需方从管理角度参与,例如对供方的进度进行监控;
- 需方从技术角度参与,例如评审供方的中间制品和最终产品;
- 需方从业务角度参与,例如为供方提供业务相关的领域知识.

此外,需方还可能同时以多种形式参与到某一开发活动中.例如,需方的管理人员和技术人员同时参与设计阶段例会,完成进度控制(管理角度)和制品评审(技术角度)两方面的任务.

基于上述考虑,我们定义需方参与点来描述某一特定的需方参与活动:

**定义 6(需方参与点).** 描述了需方的某一特定参与活动,记为  $ap=(activity,form)$ ,其中,  $activity$  代表软件开发过程中的某个活动.为便于表示和理解,本文采用两级编号指代相应活动,如 1.1 表示活动全集中第 1 阶段的第 1 个活动(本文规约的活动全集请见附录),  $form \in \{m,t,o\}$ ,代表需方参与的 3 种基本形式:管理(management)角度、技术(technology)角度、业务(operation)角度.

进一步地,本文使用参与时间来刻画需方在某一参与点上参与活动的强度.考虑到需方参与时间的绝对大小会受项目规模的影响,本文将参与时间对项目工期进行标准化,并由此定义了需方参与度.

**定义 7(需方参与度).** 刻画了需方在某一参与点上的参与强度.记为  $D_{ap}$ ,表示需方在参与点  $ap$  的参与度.设需方在参与点  $ap$  上的参与时间为  $t$ ,项目实际工期为  $AD$ .

$$D_{ap} = \frac{t}{AD} \times 100.$$

针对调查得到实际数据的情况,本文构造需方参与度矩阵  $X$  来表示量化结果. $X$  中的每行包含了在一个项目中所有需方参与点上的参与度,每列表示不同项目中需方在同一参与点上的参与度.如前所述,本文选取 25 个项目和 38 个活动作为研究对象.相应地,需方参与度矩阵  $X$  的规模为  $25 \times 114$ (每个活动对应 3 个需方参与点,因此  $X$  的列数为  $38 \times 3 = 114$ ).

进一步地,本文根据如下规则来初始化需方参与度矩阵  $X$ .

**规则 1.** 如果需方没有参与活动  $a$ ,则  $D_{(a,m)}=D_{(a,t)}=D_{(a,o)}=0$ .

**规则 2.** 如果需方参与了活动  $a$ ,则首先将调研表中需方在该活动上的各次参与的时间进行累加,得到需方在该活动上的总参与时间.在实际收集数据时本文发现,当需方在同一活动上存在多种参与方式时,很难精确地地区分每种方式上各自的参与时间.例如,需方可能在一次例会中同时从技术和业务两个角度进行了参与,两者之间通常没有明确的时间划分.因此,对于该活动理论上对应的 3 个参与点,本文在计算其参与度时,将总参与时间平均分配到实际发生的参与点上;而实际未发生的参与点,则令其参与度为 0.

表 2 和表 3 分别给出了应用上述规则,对采集到初始数据进行量化的 4 个示例.设示例所在项目的总工期为 6 个月.本文在计算时将其进一步换算为  $6 \times 30 \times 8 = 1440$  小时(假设每天 8 小时工作时间).

**Table 2** Research data of acquirer's participation

**表 2** 需方参与信息调研数据

示例	需方是否参与	需方参与角度			每次参与时长	参与次数
		管理	技术	业务		
1					0	0
2	√			√	4 小时	4
3	√	√	√		4 小时	4
4	√	√	√	√	4 小时	4

表 2 中,“√”表示有参与行为的需方参与点.对应的量化结果见表 3.

Table 3 Quantitative results of Table 2

表3 表2的量化结果

示例	需方是否参与	需方参与角度			每次参与时长	参与次数
		管理	管理	管理		
1		0	0	0	0	0
2	√	0	0	1.11	4 小时	4
3	√	0.56	0.56	0	4 小时	4
4	√	0.37	0.37	0.37	4 小时	4

按照规则 1 和规则 2,分别对采集到 25 个项目的需方参与行为进行量化,得到需方参与度矩阵  $X_{25 \times 114}$ 。本文发现,需方参与度矩阵中有 32 个全为 0 的列,说明对应的 32 个参与点仅在理论上存在,实践中并无任何需方参与,对本文的分析也没有价值。因此,本文将这些列删去,得到精简后的需方参与度矩阵  $X_{25 \times 82}$ 。

### 3 数据分析

基于上述工作,本节建立需方参与活动(由需方参与度矩阵  $X_{25 \times 82}$  表征)对项目绩效(由项目绩效矩阵  $Y_{25 \times 1}$  表征)的定量影响关系。通过建立这一关系,可以为给定的项目  $i$  给出如下形式的估计:

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_i \times D_{ap_i}$$

其中,每个  $ap_i$  均为对  $Y_i$  具有显著影响关系的需方参与点; $\beta_i$  为  $ap_i$  的参与度与项目绩效  $Y_i$  之间的相关系数,指示了  $ap_i$  对  $Y_i$  的影响关系。

这一工作的主要挑战在于  $X_{25 \times 82}$  的行数小于列数,即问题域中的自变量个数大于样本数。由于传统的回归分析方法(如普通最小二乘回归(以下简称 OLS 回归)),均要求自变量个数应小于样本个数,因而这些分析方法难以适用。为此,本文提出一种可在自变量个数大于样本数时进行回归分析的新方法。该方法包含如下两个步骤:

- (1) 进行变量选择,即从众多候选自变量中提取出影响项目绩效的关键自变量,将自变量规模消减到样本规模以下;
- (2) 对消减后的变量集进行回归分析。

#### 3.1 变量选择

本文研究涉及 82 个不同的需方参与点,显然,这些需方参与点对项目绩效影响程度的相对大小并不相同。本文的研究目标是,找到对项目绩效具有显著影响的需方参与点,并分析其各自对项目绩效的影响关系。因此,本文希望从自变量集合中提取出影响项目绩效的最关键因素,为后续分析创造条件。

这一想法可以进一步形式化地表述为:本文希望找到一个稀疏的  $\beta \in R^{82}$ ,使得  $Y = X\beta + \varepsilon$ ,  $\varepsilon \in R^{25}$  且  $\varepsilon_i \sim i.d.d N(0, \sigma^2)$ ,  $i=1,2,\dots,25$ 。由于  $\beta$  是稀疏的,即其中只有少量元素不为 0,因而  $\beta$  指示了变量选择的结果。目前,变量选择是数据分析领域一个非常前沿的研究课题。本文采用近几年较受关注且广泛使用的 Dantzig Selector 方法来对  $\beta$  进行估计。此方法由 Candes 和 Tao 于 2007 年提出<sup>[21]</sup>。相对于其他变量选择方法,Dantzig Selector 具有两个显著优点:

- 第一是它的理论性质,Candes 和 Tao 对该方法给出了明确的估计损失的非渐近界,即为稀疏系数已知情况下所得理想均方误差再乘以因子  $\log(p)$ 。这使得该方法具有较高的可靠性<sup>[24]</sup>,能够尽量减少变量消减造成的结果精度损失。由于本文致力于为需方参与活动提供有价值的指导结论,这一性质对于本文分析方法而言尤为重要;
- 第二是它可以转化为线性优化问题,较容易地用计算机编程实现。这一性质保证了在本文方法中应用 Dantzig Selector 的切实可行性,避免了不必要的方法实现开销。

##### 3.1.1 使用 Dantzig Selector 开展变量选择

本文使用了 Dantzig Selector 的一个开源实现(可在 <http://www.acm.caltech.edu/l1magic/> 获取。本文工作主要使用了其中的 `l1dantzig_pd` 函数)。为了尽量减小可能的结果误差,本文在变量选择的过程中结合了基于随机抽

样的五倍交叉检验法.具体步骤如下:

首先,根据经验对最终筛选出的变量个数进行假设,这里,假设为 12(依据文献[22],最终选择出的变量个数不超过 $[n/2]$ ).本文使用了最保守的个数 $[n/2]$ ,使得最终筛选出的变量个数尽可能地大).

接下来,将  $X_{25 \times 82}$  和  $Y_{25 \times 1}$  代入下列变换:

- ① 初始化一个全局零向量  $result \in R^{82}$ ;
- ② 对  $X_{25 \times 82}$  进行标准化操作,并在最后加一常数项 1,表示回归结果中的常数项,设构造出的新矩阵为  $X_{25 \times 83}$ ;
- ③ 从 25 个样本中随机抽取 20 个样本,并从  $X_{25 \times 83}$  和  $Y_{25 \times 1}$  中选取相应的行元素,构造新的需方参与度矩阵  $X'_{20 \times 83}$  和项目绩效矩阵  $Y'_{20 \times 1}$ ;
- ④ 取  $x_0 = X'^T * (X' * X')^{-1} * Y'$ ,  $e = 3 \times 10^{-4}$ ,  $dtol = 5 \times 10^{-3}$ , 计算  $\tilde{\beta}' = 11Dantzig\_pd(x_0, X', [], y', e, dtol)$ , 它是一个稀疏向量,代表变量筛选的结果;
- ⑤ 令  $\tilde{\beta} \in R^{82}$  表示  $\tilde{\beta}' \in R^{83}$  的前 82 个元素;
- ⑥ 将  $\tilde{\beta}$  中 12 个绝对值最大元素的值改为 1,表示这些元素在此次抽样中被筛选出来,其余元素均改为 0;
- ⑦  $result = result + \tilde{\beta}$ ;
- ⑧ 重复步骤③~步骤⑦共 1 000 次,得到向量  $result$ .

此时,  $result$  的各个分量表示了在这 1 000 次随机实验中每个变量累计被筛选出来的次数.把每个变量累计筛出次数的结果(即  $result$  向量的各个分量)如图 1 所示做图,其横轴表示各个变量,纵轴表示各变量的累计筛出次数.

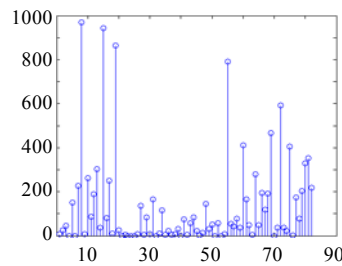


Fig.1 Total time of each screened-out variable  
图 1 各变量累计筛出次数

此时,可以容易地从图 1 中找出 12 个累计筛出次数最大的元素所对应的变量,本文将它们作为用 Dantzig Selector 筛选变量得到的结果.需要说明的是,运用变量选择与随机抽样结合的方法,一方面验证了每次筛选结果的一致性,同时从侧面说明了 Dantzig Selector 的适用性和可靠性.

### 3.1.2 变量选择结果

将上文中 Dantzig Selector 筛选出的 12 个自变量所对应的需方参与度矩阵分量进行总结,可以得到下面的表 4.为后文叙述方便,本文将选筛选出的变量赋予了新的变量代称.

Table 4 Results of variables selection  
表 4 变量选择结果

筛出变量在矩阵 X 中对应的列数	8	13	15	19	55	60	64	69	72	75	80	81
筛出变量对应的需方参与点	(1.3,o)	(2.1,t)	(2.2,m)	(2.4,o)	(6.1,t)	(6.3,o)	(6.5,t)	(7.2,m)	(7.3,m)	(7.4,m)	(7.6,m)	(7.6,t)
对应变名	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l



### 3.2 回归分析

通过 Dantzig Selector 变量选择,本文提取了关键需方参与点,且保证此时自变量个数小于样本个数.由此,可以进一步使用经典的回归分析技术对自变量(精简后的需方参与度矩阵)对于因变量(项目绩效矩阵)的影响关系进行定量分析.本文使用 OLS 回归分析,具体步骤和结果如下:

首先,用选出的 12 个变量(如表 5 中的  $a\sim l$  所示)、25 个样本对  $Y$  作 OLS 回归,结果见表 5.其中,Coef.表示回归结果中变量的斜率参数,\_cons 代表截距参数.

容易发现,回归结果中存在一些  $P$  值较大的变量,这些变量的斜率参数不足够显著(说明这个解释变量对  $y$  的偏效应(partial effect)可以认为是 0).因此,需对这种变量进行二次筛选.

本文的做法是:每次在回归结果中找出  $P$  值最大(避免联合假设检验)且大于 0.03(此设定表示本文希望拒绝原假设  $H_0: \beta_i=0$  的最小显著性水平是 3%)的变量(这里是  $f$ ),并舍去该变量.对于剩余变量重新进行 OLS 回归.重复上述做法,在每次迭代中筛去一个最不显著的变量,直到某次回归所得到的结果中,所有变量的  $P$  值都小于 0.03.这样,通过 7 轮筛选,先后舍去变量  $f,j,g,h,k,l,b$ ,最终留下 5 个变量.此时,所得结果见表 6.

Table 5 OLS regression—the 1st time

表 5 第 1 次 OLS 回归结果

Source	SS	df	MS			
Model	.274882345	12	.022906862	Number of obs =	25	
Residual	.002715647	12	.000226304	F( 12, 12) =	101.22	
Total	.277597992	24	.011566583	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9902	
				Adj R-squared =	0.9804	
				Root MSE =	.01504	

y	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
a	-.3550184	.0226927	-15.64	0.000	-.4044616 -.3055752
b	-.040897	.0188591	-2.17	0.051	-.0819874 -.0001934
c	-.079719	.0077469	-10.29	0.000	-.0965981 -.0628399
d	.0184763	.0030358	6.09	0.000	.0118619 .0250908
e	.1323048	.0869781	1.52	0.154	-.0572043 .3218139
f	.0033093	.0101302	0.33	0.750	-.0187625 .0253811
g	.0440916	.0291368	1.51	0.156	-.0193921 .1075753
h	-.0340198	.0213832	-1.59	0.138	-.0806097 -.0125701
i	-.0129583	.0031434	-4.12	0.001	-.0198072 -.0061095
j	-.0222482	.0277372	-0.80	0.438	-.0826823 .0381859
k	.0064459	.0035258	1.83	0.092	-.0012363 .0141281
l	.0278073	.0105363	2.64	0.022	.0048507 .0507639
_cons	.899255	.0175109	51.35	0.000	.8611019 .937408

Table 6 OLS regression—the last time

表 6 最后一次 OLS 回归结果

Source	SS	df	MS			
Model	.270468179	5	.054093636	Number of obs =	25	
Residual	.007129813	19	.000375253	F( 5, 19) =	144.15	
Total	.277597992	24	.011566583	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9743	
				Adj R-squared =	0.9676	
				Root MSE =	.01937	

y	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
a	-.3447594	.0219539	-15.70	0.000	-.3907095 -.2988093
c	-.0977238	.0069554	-14.05	0.000	-.1122817 -.0831659
d	.0248959	.0026504	9.39	0.000	.0193486 .0304432
e	.2343965	.0240759	9.74	0.000	.1840051 .2847878
i	-.0190572	.0023798	-8.01	0.000	-.0240381 -.0140764
_cons	.9256581	.0137656	67.24	0.000	.8968463 .9544698

根据最终 OLS 回归的结果,给定项目  $i$ ,可给出如下关系估计.各变量的具体含义见表 7.

$$Y_i = 0.9257 - 0.3448 \cdot a - 0.0977 \cdot c + 0.0249 \cdot d + 0.2344 \cdot e - 0.0191 \cdot i$$

上述回归结果说明,通过对样本数据的分析,在本文电子政务项目规约的 82 个有效参与点中,对于项目绩效具有显著正向影响的参与点有 2 个,分别是需方从业务角度参与需求阶段调研(相关系数为 0.0249)、需方从技术角度参与数据迁移阶段项目例会(相关系数为 0.2344);对于项目绩效具有显著负向影响的参与点有 3 个,分别是需方从业务角度参与合同的编制和签订(相关系数为 -0.3448)、需方从管理角度参与需求阶段计划制定

(相关系数为-0.0977)、需方从管理角度参与需方测试问题解决的监督(相关系数为-0.0191).

**Table 7** Detailed explanations of variables in conclusion  
**表 7** 结论中各变量的具体含义

变量	对应的参与点
<i>a</i>	需方从业务角度参与合同的编制和签订
<i>c</i>	需方从管理角度参与需求阶段的计划制定
<i>d</i>	需方从业务角度参与需求阶段调研
<i>e</i>	需方从技术角度参与数据迁移阶段的项目例会
<i>i</i>	需方从管理角度参与需方测试问题解决的监督

#### 4 数学验证

本文使用计量分析中几个主要指标和工具,检验上节所建立模型的数学性质.

##### 4.1 准确性

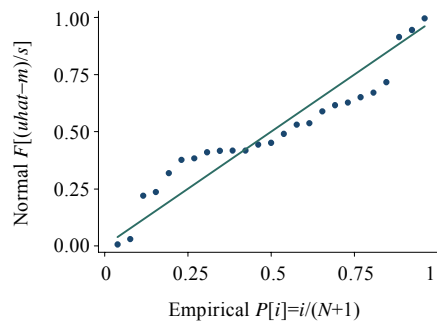
如表 6 所示,最终所得 OLS 回归结果的  $R^2$  和  $Adj-R^2$  均接近于 97%,说明  $a,c,d,e,i$  这 5 个变量对  $y$  进行了很好的解释,因而本文建立的模型在数学上具有较好的准确性.

##### 4.2 完备性

本文在回归分析时使用了多元线性回归模型,因而有必要对是否遗漏高次变量进行检验.为此,本文对模型进行了 Ramsey RESET 检验,得到的  $p$  值为 0.9765,反映出本文所用的普通多元线性回归模型并未显著遗漏任何高次项,线性关系的设定是较完备的.

##### 4.3 合理性

线性回归模型所依赖的重要假设是残差应服从正态分布.本文也对此进行了检验,所得结果如图 2 所示.



**Fig.2** Result of normal distribution of residuals test  
**图 2** 对残差服从正态分布的检验

容易看出,图 2 中各残差点基本均匀分布在 45°线的两侧,说明所建立模型的残差基本服从正态分布,因而线性回归模型具备计量上的合理性.

#### 5 反馈分析

本文的量化模型显示:在众多的需方参与点中,有 5 个对项目绩效的影响具有统计上的显著性.其中,2 个参与点对项目绩效具有正面影响,3 个参与点对项目绩效具有负面影响.为了更好地理解模型的内涵,我们从为本研究提供原始数据的软件企业中邀请了 9 名项目经理,对他们进行了电子邮件回访.为了避免对受访者的结论产生干扰,我们只列出模型中的 5 个参与点,请受访者结合自己的实践经验回答以下问题:该参与点对项目绩效是否有明显影响?如果有,是正向影响还是负向影响?为什么?

收集受访者的反馈信息后,对于每个参与点,我们使用如下框架进行分析:

- 首先,将模型所得结论与受访者对该参与点的反馈结论进行对照,并考虑受访者对于其判断的解释;
- 其次,对样本数据进行分析,考虑是否存在样本偏差;
- 最后,对该参与点进行综合讨论,给出一些可能的推论和启示.最终结论如下.

### 5.1 需方从业务角度参与合同的编制和签订

受访者对于该参与点的影响存在不同看法:

- 5位受访者认为,该参与点对项目绩效的影响取决于参与度的大小.少量参与会产生正向影响,因为需方提供足够的业务领域知识可以提高合同的完整性,避免后续不必要的争议;但过度参与则会产生负面影响,因为此时需方可能会干预项目的范围和进度;
- 另外4位受访者则认为,该参与点对项目绩效有显著的负面影响,其理由是需方在合同阶段就从业务角度参与,容易过早地纠缠于细节,且低估技术方面的工作量.

根据我们的量化分析,该参与点对项目绩效有负向影响(系数为-0.3448),与4位受访者的观点一致,但和5位受访者的观点存在差异.为此,我们对样本中该参与点的取值情况单独进行了考察.该参与点在全体样本上的平均取值为0.08.然而存在4个样本,其取值分别为2/3,1/3,2/3,1/3,显著地高于平均值.这4个样本的项目绩效分别为0.6,0.77,0.609,0.765,均低于全体样本的平均项目绩效0.8356.这应是导致最后得出负向影响关系的主要原因.在该参与点上,由于样本数据存在偏移(sample bias),即数据集更多地体现了需方过度参与的情况,因此最后的量化结果也反映了需方过度参与时的负向影响.由于消除偏移后的新数据集规模过小,本文还不能验证需方少量参与时正向影响是否成立,有待后续工作来加以解决.

基于上述比较分析,我们建议需方应慎重考虑从业务角度参与合同的编制和签订.若确定参与,则尤其应避免过度关注于细节.

### 5.2 需方从管理角度参与需求阶段计划制定

所有9位受访者都认为,该参与点对项目绩效具有负向影响.受访者普遍认为,该参与点通常代表需方对供方施加压力,缩短需求阶段用时以赶超工期.在这种情况下,需求质量可能会受到影响,为后续阶段留下隐患.

根据我们的量化分析,该参与点对项目绩效有负向影响(系数为-0.0977),与受访者的观点一致.

基于上述比较分析,我们建议需方应避免从管理角度参与需求阶段计划的制定.

### 5.3 需方从业务角度参与需求阶段调研

所有9位受访者都认为,该参与点对项目绩效具有正向影响.受访者普遍认为,需求阶段的目标就是确定业务需求,而该参与点为此提供了有力支持,故有益于项目绩效.

根据我们的量化分析,该参与点对项目绩效有正向影响(系数为0.0249),与受访者的观点一致.

基于上述比较分析,我们建议需方应从业务角度参与需求阶段的调研.

### 5.4 需方从技术角度参与数据迁移阶段项目例会

受访者对于该参与点的影响存在不同看法:

- 7位受访者认为,该参与点对项目绩效具有正向影响,因为数据迁移本身对可靠性、准确性等质量因素提出了较高要求;另一方面,数据迁移还可能涉及到与原有系统的互连交互,所以需方从技术角度参与是很有必要的;
- 另外两位受访者则认为,该参与点对项目绩效没有影响.其理由是:数据迁移主要是确定待迁移数据的来源,技术方案的制订和具体执行应由开发方负责,需方不应参与.

根据我们的量化分析,该参与点对项目绩效有正向影响(系数为0.2344),与7位受访者的观点一致,但与两位受访者的观点存在差异.通过分析数据我们发现,在两位受访者所负责的项目中,需方均未涉及该参与点.在对两位受访者进一步询问后我们发现,在其之前负责的项目中,数据迁移并不涉及原有信息系统,只需由开发方

安排人员对文本形式的信息进行誊录即可,需方实际上并未参与到该参与点中.因此本文认为,这两位受访者的反馈受限于其经验范围,而本文理论分析的结果则来源于其他项目的历史数据,可为其提供经验范围之外的指导.

基于上述比较分析,我们建议需方应从技术角度参与数据迁移阶段的项目例会.

### 5.5 需方从管理角度参与测试问题解决的监督

所有 9 位受访者都认为,该参与点对项目绩效具有正向影响.其主要理由为:需方参与到测试问题解决的监督管理中,有助于避免不必要的争执和扯皮.

根据我们的量化分析,该参与点对项目绩效有负面影响(系数为-0.0191),这与受访者的结论完全背离.通过进一步分析数据我们发现,该参与点对应的相关数据满足统计上的均匀分布条件,并无明显偏移.此外,由第 4 节中的数学检验结果可知,本文的分析过程和结果模型均具备良好的数学性质.综合上述两点可以判定,量化分析所得结论确实反映了蕴涵于相关数据之中的数学关系.考虑到受访者均为数据集所包含项目的项目经理,我们认为这一背离现象说明项目经理在该参与点上的经验存在错觉,即将一个实际上对项目绩效具有负面影响的参与点误认为具有正向影响.而基于这一经验做出的决策可能会在实践中损害项目绩效.

基于上述比较分析,我们建议需方应慎重考虑从管理角度参与测试问题解决的监督.

## 6 讨论

### 6.1 关于数据收集

数据收集是开展软件项目相关实证研究时面临的一大难题:

- 一方面,软件项目数据本身可能涉及到企业隐私,在收集时往往受到企业各种内部章程的限制;
- 另一方面,对于相当数量的初创型企业来说,已完成软件项目数量较少,历史数据有限.

因此,电子项目数据收集存在着成本高、周期长、规模小等特点.

本研究收集了 25 个电子政务项目数据.诚然,相对于问题域中的变量个数,样本集为分析工作带来了困难,并有可能降低结果的准确性.但是我们在收集数据时,已从领域和项目规模等方面特别注意了数据的代表性和完整性(见本文表 1),尽可能地保证了数据质量.此外,对于大多数软件企业来说,积累的历史数据规模通常并不足够大,而本文提出的方法则可在样本数量有限时进行分析.因而我们决定,将研究侧重于从有限样本中分析出有用结论,而不是想方设法地扩大数据集规模.这一决策从另一个侧面也保证了方法本身的适用范围.

### 6.2 关于本文结论和研究方法的适用范围

就结论而言,本文以电子政务项目作为研究对象,所用数据均来自电子政务项目.针对电子政务项目中需方活动的特点,本文在量化需方活动数据时对 IEEE Std 12207-2008 标准中规约的过程框架进行了相应的剪裁,例如加入了数据迁移相关的活动.最后的分析结论中也包含了特定于电子政务项目(如数据迁移相关活动)的成分.对于某一其他领域的项目,若分析结论中特定于电子政务项目的成分(如数据迁移相关活动)并非其开发过程中的主要活动,则本文得出的结论应难以完全适用.

就研究方法而言,本文使用的量化分析方法具有通用性.该方法在分析过程中,本身并未引入电子政务特定的步骤,因此应可推广到其他软件项目.从宏观角度考虑,根据所开发系统的用途,研究人员将软件项目分为定制开发(custom development)项目和成品开发(package development)项目两种主要类型<sup>[25]</sup>.其中,定制开发项目以移交满足合同甲方要求的软件系统为目的,这类项目的需方和供方通常属于不同组织,需方活动较为明显.在现有的中国软件产业中,电子政务项目是较为主要和典型的定制型开发项目.为此,本文主要针对电子政务项目开展研究.当然,在实践中还存在各种其他领域的定制型开发项目.在今后的工作中,我们还将收集其他领域的定制开发项目数据,考察这些不同领域定制开发项目中需方活动的共性和变化性规律.

## 7 结束语

在制定电子政务项目计划时,确定相应的需方参与活动方案是一项具有挑战性的任务.依赖主观直觉和经验的做法一方面对制定者提出了很高要求,另一方面容易产生争议.为此,本文给出了一种基于客观数据的方法.该方法通过对客观存在的历史数据进行定量分析,建立需方各参与活动对于项目绩效的影响关系,进而为需方参与活动提供建议指导.该方法在 25 个中国电子政务项目数据上的应用结果表明,该方法可在样本规模有限的情况下建立具有良好数学性质的模型.依托于所得模型,本文进一步对相关软件企业进行了回访,比较分析了所得结论与实际经验之间的符合或背离现象,并综合量化分析和实证对照,为中国电子政务项目中的需方参与活动给出了若干建议.

除了在本文第 6 节中讨论的后续工作内容外,下一步的工作还包括:

- 第一,收集更多的电子政务开发数据,增加样本数目.待样本数据足够丰富后,引入更多的项目特征(如规模、供方的领域熟悉度等),更加细致深入地考察需方参与活动对软件项目绩效的量化影响关系,进一步提高所得结论的针对性和指导价值;
- 第二,更加细粒度地区分项目绩效各因素,并增加对需方偏好的支持.软件项目管理的理论和实践都证明了成本、工期和质量等绩效因素间存在着复杂的权衡关系,即某因素取值的变动可能会引起其他因素的同向/反向变动.因此,某个参与点可能对某些绩效因素具有正向影响,而对另外一些绩效因素则产生负向影响.此外,如本文第 2 节所述,不同项目的需方对于项目绩效各因素的重视程度往往也各不相同,存在明显的偏好(**preference**).为此,我们考虑在后续工作中更为深入地探讨需方参与点对每个项目绩效因素的影响.在此基础上,通过结合需方特定偏好,为需方推荐能够最大化其整体效用(**utility**)的一组参与点.

**致谢** 在此,我们向为本文研究提供原始数据和反馈支持的软件企业表示衷心的感谢.同时,我们还要感谢哈佛大学的 Li Yi 教授、佐治亚理工学院的 Justin Romberg 副教授在本文写作过程中给予的支持和帮助.最后,诚挚感谢审稿人给本文提出的宝贵修改意见.

### References:

- [1] Software Service Department of MIIT, Operation Monitoring and Coordination Board of MIIT, CSIA. Annual report of China software & information technology service industry. Technical Report, Beijing, 2011 (in Chinese).
- [2] Software Service Department of MIIT, Operation Monitoring and Coordination Board of MIIT, CSIA. Annual report of China software & information service industry. Technical Report, Beijing, 2010 (in Chinese).
- [3] Fu YJ, Lina Q, Zhao JW. An analysis on the patterns of e-government outsourcing in China. *E-government*, 2006,8(8):91-101 (in Chinese with English abstract).
- [4] Zhang KL. An analysis on current status and policy suggestion of e-government outsourcing in China. *China Management Informationization*, 2010,13(21):55-57 (in Chinese with English abstract).
- [5] Ren ZT, Zhang R. Analysis of e-government services outsourcing and its incentive mechanism. *China Soft Science*, 2007,19(7):142-146 (in Chinese with English abstract).
- [6] Subramanyam R, Weisstein F, Krishnan M. User participation in software development projects. *Communications of the ACM*, 2010,53(3):137-141. [doi: 10.1145/1666420.1666455]
- [7] Mcleod L, Macdonell S, Doolin B. User participation in contemporary IS development: An IS management perspective. *Australasian Journal of Information Systems*, 2007,15(1):113-136.
- [8] He J, King W. The role of user participation in information systems development: Implications from a meta-analysis. *Journal of Management Information System*, 2008,25(1):301-331. [doi: 10.2753/MIS0742-1222250111]
- [9] Bachore Z, Zhou L. A critical review of the role of user participation in IS success. In: Nickerson RC, Sharda R, eds. *Proc. of the 15th Americas Conf. on Information Systems*. San Francisco, 2009. 1-12. <http://aisel.aisnet.org/amcis2009/659>

- [10] Bussen W, Myers M. Executive information systems failure: A New Zealand case study. *Journal of Information Technology*, 1997,12(2):145–153.
- [11] Kujala S. User involvement: A review of the benefits and challenges. *Behaviour & Information Technology*, 2003,22(1):1–16.
- [12] Lin T, Shao B. The relationship between user participation and system success: A simultaneous contingency approach. *Information & Management*, 2000,37(6):283–295. [doi: 10.1016/S0378-7206(99)00055-5]
- [13] Heinbokel T, Sonnentag S, Frese M, Stolte W, Brodbeck F. Don't underestimate the problems of user centredness in software development projects—There are many! *Behaviour & Information Technology*, 1996,15(4):226–236.
- [14] Keil M, Carmel E. Customer-Developer links in software development. *Communications of the ACM*, 1995,38(5):33–44. [doi: 10.1145/203356.203363]
- [15] Asbjørn F. Why do we involve users? The role of the HCI practitioner in e-government projects. In: Asbjørn F, John K, Reinhard O, eds. *Proc. of the INTERACT 2005—Workshop: User Involvement in E-Government Development Projects*. Oslo, 2005. <http://www.sintef.no/effin>
- [16] Philip I, Angela S. Situating the transient user: Overcoming challenges in the design of e-Government systems. In: Asbjørn F, John K, Reinhard O, eds. *Proc. of the INTERACT 2005—Workshop: User Involvement in E-Government Development Projects*. Oslo, 2005. <http://www.sintef.no/effin>
- [17] Gohar F, Junghoon M, Cheul R, Jae J. E-Government skills identification and development: Toward a staged-based user-centric approach for developing countries. *Asia Pacific Journal of Information Systems*, 2010,20(1):1–31.
- [18] Linberg KR. Software developer perceptions about software project failure: A case study. *The Journal of Systems and Software*, 1999,49(2-3):177–192. [doi: 10.1016/S0164-1212(99)00094-1]
- [19] Tibshirani R, Hastie T, Narasimhan B, Chu G. Class prediction by nearest shrunken centroids, with applications to DNA microarrays. *Statistical Science*, 2003,18(1):104–117. [doi: 10.1214/ss/1056397488]
- [20] Fan JQ, Ren Y. Statistical analysis of DNA microarray data in cancer research. *Clinical Cancer Research*, 2006,12(15):4469–4473. [doi: 10.1158/1078-0432.CCR-06-1033]
- [21] Emmanuel C, Terence T. The dantzig selector: Statistical estimation when  $p$  is much larger than  $n$ . *The Annals of Statistics*, 2007, 35(6):2313–2351. [doi: 10.1214/009053606000001523]
- [22] Ma JK, Tong XF, Wang YS, Li G. A novel approach to quantifying the influence of software process on project performance. In: He Z, Ye Y, Reidar C, eds. *Proc. of the Int'l Workshop on Evidential Assessment of Software Technologies*. Portugal: SciTePress, 2011. 44–50.
- [23] Kasunic M. A data specification for software project performance measures: Results of a collaboration on performance measurement. Technical Report, CMU/SEI-2008-TR-012, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2008.
- [24] Li F. Robust and profile inferences for some nonparametric and semiparametric regression [Ph.D. Thesis]. Ji'nan: Shandong University, 2010 (in Chinese with English abstract).
- [25] Carmel E, Becker S. A process model for packaged software development. *IEEE Trans. on Engineering Management*, 1995,42(1): 50–61. [doi: 10.1109/17.366403]

#### 附中文参考文献:

- [1] 工业和信息化部软件服务业司,工业和信息化部运行监测协调局,中国软件行业协会.2011 中国软件和信息技术服务业发展研究报告.北京,2011.
- [2] 工业和信息化部软件服务业司,工业和信息化部运行监测协调局,中国软件行业协会.2010 中国软件和信息服务发展研究报告.北京,2010.
- [3] 江源富,乔立娜,赵经纬.我国电子政务建设的外包模式探析.电子政务,2006,8(8):91–101.
- [4] 张铠麟.我国电子政务项目外包现状分析及对策建议.中国管理信息化,2010,13(21):55–57.
- [5] 任志涛,张睿.电子政务服务外包及其激励机制分析.中国软科学,2007,19(7):142–146.
- [24] 李峰.非参半回归模型的稳健和截面推断[博士学位论文].山东:山东大学,2010.

附录 调查问卷样例

见表 8.

**Table 8** Questionnaire for e-government projects  
表 8 电子政务项目调查表

项目基本信息							
项目名称						业务领域*1	
需方				开发方			
项目概述*2							
目标权重*3	质量		工期		成本		
项目计划工期(月)*4				项目计划投资额(万)			
项目实际信息							
项目实际工期(月)		项目实际投资额		项目完成百分比*5			
需方满意度*6(共分为 5 级:1~5)				其他特殊信息*7			
项目实施信息							
开发阶段	活动及任务*8 (对应正文定义 5 中的 activity)	需方是否参与*9	需方参与角度*10			每次参与的时间(小时)	参与次数
			管理	技术	业务		
1. 前期工作	1.1.项目总体规划						
	1.2.项目招标准备						
	1.3.合同的编制和签订						
	1.4.编制总体实施方案及评审						
2. 需求分析 (系统需求分析和软件需求分析)	2.1.需求分析阶段项目例会						
	2.2.需求阶段计划制定						
	2.3.需求阶段调研方式确定						
	2.4.需求阶段调研						
	2.5.需求分析文档编写						
	2.6.需求评审和确认						
	2.7.需求变更的监督						
3. 概要设计 (系统结构设计和软件结构设计)	3.1.概要设计阶段项目例会						
	3.2.概要设计阶段计划制定						
	3.3.概要设计文档编写 (包括数据库概要设计)						
	3.4.概要设计文档评审和确认 (包括数据库概要设计)						
	3.5.概要设计变更的监督 (包括数据库概要设计)						
4. 软件详细设计, 软件编码和测试, 软件集成测试	4.1.本阶段项目例会						
	4.2.本阶段计划制定						
	4.3.本阶段文档编写						
	4.4.本阶段文档评审和确认						
	4.5.本阶段变更的监督						
5. 系统测试 (系统集成及系统合格性测试)	5.1.本阶段项目例会						
	5.2.本阶段计划及方案制定						
	5.3.集成测试的实施						
	5.4.集成测试结果的确认						
	5.5.测试问题解决的监督						
6. 数据迁移	6.1.本阶段项目例会						
	6.2.本阶段计划制定						
	6.3.数据整理及迁移方案的制定						
	6.4.数据迁移实施						
	6.5.数据迁移的确认						
	6.6.问题解决的监督						
7. 项目验收及试运行	7.1.系统环境的搭建						
	7.2.需方测试						
	7.3.需方测试问题解决的监督						
	7.4.系统试运行方案的评审						
	7.5.系统试运行实施						
	7.6.试运行问题的解决的监督						

表中,

备注\*1,例如工商、税务、城管等;

备注\*2,项目概述主要描述项目的建设内容和主要功能点;

备注\*3,项目的目标分为质量、工期和成本,3 个目标总共 1 分,根据项目的特点分别对质量、工期和成本打分(例如项目如果非常重视质量,可以有,质量 0.8 分,工期 0.1 分,成本 0.1 分);

备注\*4,注意工期以月为单位,而不是人月为单位;

备注\*5,项目实际实现的功能点占计划功能点的百分比;

备注\*6,这是指用户对最终产品质量的满意程度,1~5 定义如下:1 代表需方完全不满意;2 代表需方仅对主要功能满意;3 代表需方对主要功能和部分其他功能满意;4 代表项目整体错误比较少,经过简单修改,不影响用户使用;5 代表用户完全满意;

备注\*7,填写其他可能需要特殊说明的信息;

备注\*8,将开发阶段和活动内容加以编号以便于引用(正文中用 a 表示,详见正文定义 6);

备注\*9,如本项目不涉及某些活动和任务,同样填写需方没有参与;

备注\*10,表示需方参与项目的 3 种可能角度:管理角度、技术角度、业务角度.



马家宽(1984-),男,宁夏银川人,博士生,主要研究领域为软件项目管理,过程管理.



李刚(1980-),男,助理研究员,CCF 会员,主要研究领域为软件项目管理,软件标准.



王亚沙(1975-),男,博士,副教授,主要研究领域为软件项目管理,过程管理,软件复用.



梅宏(1963-),男,博士,教授,博士生导师,中国科学院院士,CCF 高级会员,主要研究领域为软件工程,软件复用,软件构件技术,分布对象技术.