

世博项目的复杂性与工期和人力成本关系

何清华, 罗 岚, 李永奎, 陆云波

(同济大学 复杂工程管理研究院, 上海 200092)

摘要: 以世博 AB 片区建设项目为例, 基于任务和组织视角, 借助仿真软件 ProjectSim 分别模拟了任务并行、任务分包、组织结构优化及组织成员优化 4 种情景下项目复杂性与工期和人力成本的关系, 认为项目复杂性与工期和人力成本在某些情况下并不冲突. 通过在关键职位增加相关人员可以使项目复杂性、工期和人力成本三者得到同步优化.

关键词: 世博项目; 项目复杂性; 工期; 人力成本

中图分类号: TD721⁺.2

文献标识码: A

Relationship Among Shanghai World Expo Project Complexity, Time Limit and Human Cost

HE Qinghua, LUO Lan, LI Yongkui, LU Yunbo

(Research Institute of Complex Engineering Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The Shanghai Expo AB area construction project was taken as an example to discuss the relationship of project complexity and time limit for it, and human cost under the four scenarios of parallel, sub-contract, organization structure and members optimization by means of the simulation software ProjectSim. It is concluded that in some cases there are no conflicts between the project complexity, time limit and its human cost, and that all of them can be optimized simultaneously through increasing relevant personnel on key positions, which is totally different from the traditional view that time limit is often in conflict with human cost.

Key words: Shanghai World Expo Project; project complexity; time limit; human cost

据相关研究报告统计,“八五”和“九五”期间,我国超过 50 亿人民币的大型复杂建设工程总共 35 个,“十五”和“十一五”期间开工数量为 75 个和 93 个. 与此同时,大型工程的决策、管理和控制问题也

日益突出,出现了大型工程超投资 50% 属于正常,超 100% 也不奇怪的现象. 2005 年,在全球范围内国际针对大型项目的一份调查显示,项目目标失控高达 58%,其中超投资和赶进度的均占 31%^[1]. 同年,来自 22 个国家的 600 多个跨国公司和组织参与了毕马威(KPMG)的全球信息技术项目的调查,结果显示近 50% 的项目存在目标失控现象^[2]. Kamrul Ahsan 和 Indra Gunawan 在对 100 多个大型复杂国际开发项目的研究中指出,有 86% 的项目存在工期延误,平均延误 2 年,占计划工期的 39%,只有 14% 的项目能顺利在计划工期和预算内成功交付^[3].

从国内外数据可以看出,大型复杂项目的投资超支、进度延期等目标失控现象非常严重. 传统项目管理理论认为工程项目的成本与进度及项目复杂性存在相对立关系. 如果要加快工程进度,则需要加班加点或适当增加施工机械和人力,这将直接导致成本的增加;而且加快进度往往会打乱原有的计划,使建设工程实施的各个环节之间产生脱节现象,增加了控制和协调的难度,从而增大了项目的复杂性. 而项目社会复杂性、环境复杂性和经济复杂性的增加,使得项目经理遇到的不确定性和模糊性逐渐增多^[4],导致返工、协调和等待这些隐性工作量的增加^[5],最终影响到整个项目中进度和投资等绩效指标^[6].

因此,本文针对传统项目优化实践中工期和成本、复杂性相冲突的现象,以世博 AB 片区建设项目为例,基于任务和组织的视角,分别探讨在任务并行、任务分包、组织结构优化、组织成员优化 4 种情形下,项目复杂性与工期和人力成本的关系,从而为项目复杂性的降解和复杂项目管理提供借鉴.

收稿日期: 2011-10-09

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

第一作者: 何清华(1971—),男,教授,博士生导师,管理学博士,主要研究方向为大型复杂群体工程项目管理,工程管理信息化.

E-mail: heqinghua@263.net

通讯作者: 罗 岚(1986—),女,博士生,主要研究方向为大型复杂群体工程项目管理. E-mail: mengling2391@163.com

1 研究设计与分析

1.1 设计背景

在 2010 年的上海世博会建设工程中,最初投资预算 220 亿,计划 2009 年底完工,但实际在建设收尾阶段投资已逾 280 亿,工期拖延至 2010 年 4 月中旬,项目后期的赶进度、超投资现象非常严重,与此同时,组织效率低下、项目复杂性过高等问题也都困扰着世博工程建设的各个参与方。

本文选取上海世博工程建设指挥部负责的 AB 片区临时场馆及配套设施项目作为研究项目复杂性与工期、人力成本关系的原型。借助于可计算的项目组织与流程仿真软件 ProjectSim 分析复杂性因子对项目复杂性的影响作用^[7],从而真实反映微观要素间的动态涌现效应并精确预测实际项目的工期、成本和工作积压引起的各类风险^[8]。

1.2 情景设计分析

1.2.1 任务并行下的分析

为探讨任务方案的调整对项目复杂性的影响,将世博 AB 片区项目群中的 A03 项目单独抽取出来建模。首先将 A03 项目原始任务进行模拟,考察项目的模拟工期和复杂性,然后在此基础上模拟为了赶工期优化后的项目计划方案,对比优化前后项目的工期和复杂性变化,分析任务方案的优化与项目复杂性的内在关系。

为了压缩工期,在 A03 项目原始任务网络的基础上进行如下的方案优化:① 基础工程与钢结构制作及安装完全并行;② 围护工程在钢结构制作及安装进行 52 d(本来是滞后 2 个月开始,考虑到每周休息 1 d 时间,共减去 8 d)后开始;③ 次结构在围护工程进行 35 d 后开始;④ 水、电、风及设备安装在围护工程进行 35 d 后开始。分别模拟优化前后的任务执行方案,结果如表 1 所示。

表 1 A03 项目任务方案优化前后的项目复杂性数据表

Tab.1 Data of project complexity pre- and post-scheme optimization of A03 project

原方案	模拟工期/d	项目复杂性
优化前	562.9	0
优化后	404.8	0.089

由表 1 可知,任务方案优化后的 A03 项目工期缩短了 158.1 d,项目复杂性提高 0.089。优化后的人力成本比优化前有所上升;同时由于增加了成员的职能失误和任务的返工和交流关系,整个项目的过程质量风险由 0 变为 0.33,产品质量风险由 0 变为

0.17,职能风险由 0 变为 0.33,交流风险由 0 变为 0.56,协调风险由 0 变为 0.28。在 A03 项目模型中作了简化,所以项目风险和会议风险为 0,但这两个系数会在后文的 AB 片区项目模型中有所体现。另外需要注意的是,风险系数超过 0.50 以后说明风险较高,应重点加以关注。

增大 A03 项目中有返工和交流关系任务的复杂性,将任务复杂性中默认的技术复杂性、需求复杂性和不确定性全部由中变为高,同时将返工强度提高至 10%,交流强度提高至 0.2,进一步观察项目的模拟工期和隐性工作的变化。具体数据如表 2 所示。

表 2 提高 A03 项目复杂性后任务方案优化前后的项目复杂性数据表

Tab.2 Data of project complexity pre- and post-optimization by improving A03 project complexity

调整后方案	模拟工期/d	项目复杂性
优化前	404.8	0.089
优化后	411.9	0.113

由表 2 可以看出,针对同一优化方案,项目的复杂性不同,方案优化前后的工期和复杂性也不同,提高 A03 项目复杂性后,工期比原来的延长了 7.1 d,项目复杂性提高了 0.024。提高任务的复杂性以后,人力成本也随之进一步提升。其中各类风险指数中,交流风险和协调风险进一步提升,而随着交流和协调的增多,过程质量风险、产品质量风险和职能风险则有所降低。

1.2.2 任务分包下的分析

任务分包主要是因为任务的专业性太强或工作量太大,从经济利益的角度出发,将不涉及项目主要组成部分的个别任务分包给其他团队去完成,这样既可以提高分包任务的质量,又可以节约成本。这里将世博 AB 片区项目中工作量最大的 B 片区公共车站、等候广场、停车场及总体项目进行分包,以缓解整个项目群的进度压力,同时对整个项目的复杂性进行降解。模拟分包优化后的项目,整个项目的工期和项目复杂性变化情况如表 3 所示。

表 3 项目分包前后的项目复杂性数据表

Tab.3 Data of project complexity pre- and post-subpackage

项目	项目工期/d	项目复杂性
分包前	800.2	0.626
分包后	773.8	0.581

从表 3 中的数据可以看出,项目分包的结果是

项目的工期缩短了 26.4 d,同时项目复杂性降低 0.045。随着项目工期的缩短,整个项目的人力成本有所减少;而各类风险指数中,项目风险、交流风险、会议风险和协调风险略有提高,过程风险、产品风险和职能风险略有降低。

因此,在项目群(项目)的实施过程中,项目(任务)分包可以降低项目复杂性并缩短工期,产品质量风险和过程质量风险也会降低,但与此同时会提高项目的质量风险、交流风险和协调风险。通过任务分包降低项目复杂性的过程可以发现,在降低项目复

杂性的同时,项目工期和人力成本也得到了同步优化,即在任务分包情形下,降低复杂性目标只与项目中的各类风险发生冲突,而与缩短工期和减少人力成本并不矛盾。

1.2.3 组织结构优化下的分析

组织结构优化方式包括降低集权化、提高规范化、提高矩阵化。通过模拟数据,比较在组织集权化、规范化和矩阵化程度分别为高、中、低 3 种情况下,项目复杂性与工期、人力成本和项目各类风险的变化情况,具体如表 4~6 所示。

表 4 组织集权化对项目各类指标的影响

Tab. 4 Analysis data of organization centralization to all kinds of project indexes

集权化	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
高	0.757	823.5	2 488.3	0.38	0.47	0.56	0.39	0.48	0.51	0.49
中	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
低	0.441	760.0	1 914.7	0.57	0.67	0.69	0.66	0.49	0.49	0.49

表 5 组织规范化对项目各类指标的影响

Tab. 5 Analysis data of organization normalization to all kinds of project indexes

规范化	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
低	1.129	1 039.6	2 677.6	0.41	0.51	0.57	0.45	0.52	0.53	0.52
中	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
高	0.288	769.0	1 696.6	0.47	0.52	0.58	0.45	0.45	0.43	0.44

表 6 组织矩阵化对项目各类指标的影响

Tab. 6 Analysis data of organization matrix form to all kinds of project indexes

矩阵化	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
低	0.676	798.1	2 151.3	0.41	0.52	0.60	0.44	0.55	0.37	0.46
中	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
高	0.506	797.4	1 992.2	0.43	0.51	0.57	0.45	0.34	0.53	0.43

从表 4 可以看出,随着项目组织集权化的降低,项目的复杂性降低、工期缩短、人力成本减少;但项目中其他绩效指标变化比较大,尤其是在集权化程度较低情况下,项目产品的质量风险、项目风险、职能风险都严重超过警戒线,意味着项目失败的可能性极大。从表 5 可以看出,随着项目组织规范化的提高,项目的复杂性降低、工期缩短、人力成本减少、各类风险系数基本在可控范围以内。从表 6 可以看出,项目矩阵化的提高意味着项目中通过会议进行交流的方式减少,成员之间的非正式交流增多,一般而言会降低项目的复杂性;而矩阵化提高引起的项目中其他绩效指标变化比较微弱,不影响整个项目的顺利实施。

可以看出,通过组织结构优化降低项目复杂性

的同时,项目工期和人力成本也得到了同步优化。

1.2.4 组织成员优化下的分析

组织成员优化方式包括提高团队经验、降低职能失误、提高工作经验。通过模拟数据,比较在组织成员的团队经验、职能失误、工作经验分别为高、中、低 3 种情况下,项目复杂性与工期、人力成本和项目各类风险的变化情况,具体如表 7~9 所示。

从表 7 可以看出,随着项目成员团队经验的提高,项目复杂性降低、项目工期缩短、人力成本减少、项目中的各类风险指数也略有降低。从表 8 可以看出,随着项目成员职能失误的降低,整个项目的复杂性也得到了有效降低,与此同时项目的工期缩短、人力成本减少、各类风险得到有效控制。从表 9 可以看出,随着项目成员工作经验的提高,整个项目复杂性

表 7 组织成员团队经验对项目各类指标的影响

Tab. 7 Analysis data of team experience to all kinds of project indexes

团队经验	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
低	0.787	834.4	2 394.7	0.41	0.52	0.58	0.45	0.50	0.51	0.51
中	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
高	0.497	784.5	2 078.3	0.42	0.51	0.58	0.45	0.46	0.48	0.47

表 8 组织成员职能失误对项目各类指标的影响

Tab. 8 Analysis data of functional mistakes to all kinds of project indexes

职能失误	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
0.2	0.838	840.4	2 461.0	0.42	0.52	0.58	0.46	0.49	0.51	0.50
0.1	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
0	0.263	751.2	1 730.2	0.46	0.29	0.57	0	0.46	0.43	0.45

表 9 组织成员工作经验对项目各类指标的影响

Tab. 9 Analysis data of working experience to all kinds of project indexes

工作经验	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
低	0.659	974.9	2 273.2	0.41	0.51	0.58	0.44	0.48	0.47	0.47
中	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
高	0.562	793.4	2 166.1	0.41	0.52	0.58	0.45	0.48	0.49	0.48

降低,同时项目工期缩短、人力成本减少;这里由于仅选取了一个职位的工作经验进行调整,所以整个项目的各类风险变化不是很明显。

可以看出,通过组织成员优化降低项目复杂性的同时,项目工期和人力成本也得到了同步优化。

1.3 情景分析结果

通过研究发现,在某些情况下,降低复杂性和人力成本的同时,工期同样可以缩短,有别于传统意义上工期和人力成本相对立的观点。主要原因是在项目的实施后期为了赶工,往往会增加人员,采取多项任务同时并行的方式来完成目标,而这无形中会被动地增加项目的人力成本,并提高项目的实施难度(即复杂性)。由于这种事中或事后控制在事先未能得到很好的统筹规划,属于一种“亡羊补牢”行为,因此,需要消耗大量的额外资源,故容易造成“不经济”的后果。而按照本文研究的思路,如果事先通过项目的模拟仿真找出制约项目工期的瓶颈,并针对这一瓶颈采取相应的措施,则能同步优化项目复杂性、工期和人力成本。

2 项目复杂性与工期、人力成本的同步优化

分析世博 AB 片区项目模型的职位情况,发现 A 片区项目部、B 片区项目部职位存在着严重的职位积压,直接影响到整个项目的顺利实施,因此有必要缓解这两个职位的工作积压,降低由此带来的项目复杂性。

分析发现职位积压严重的主要原因在于最初的项目计划分配给管理职位的任务过多,工作负荷太饱满。因此,当出现计划以外的职能失误或其他不可预料因素时,容易引起职位的工作积压,直接影响到后续任务的按期进行,导致项目进度延期,复杂性上升。因此,在原配置基础上,分别对 A 片区项目部、B 片区项目部增加 6 名和 5 名工作人员,然后对整个项目再次进行模拟。通过模拟,职位优化前后项目复杂性、工期、人力成本和项目各类风险的变化情况如表 10 所示。

表 10 职位加入前后对项目各类指标的影响

Tab. 10 Comparison of all kinds of project index pre- and post- position optimization

职位	复杂性	工期/d	人力成本/ 万元	风险类型						
				过程质量	产品质量	项目	职能	交流	会议	协调
加入前	0.626	800.2	2 181.8	0.41	0.52	0.59	0.44	0.48	0.50	0.49
加入后	0.515	781.8	2 123.3	0.42	0.52	0.59	0.44	0.48	0.47	0.48

由表10可以看出,在对职位积压严重的工作岗位增加工作人员以后,缓解了关键职位的工作积压,降低了项目复杂性,同时可缩短项目工期、减少人力成本并降低项目中的各类风险,对整个项目的综合优化非常显著.在上述实验中,还可发现关键职位的加入,不但没有增加人力成本,反而使人力成本有所降低,是以较小的经济投入换取了较大的经济效应.究其原因主要是由于关键职位的工作压力缓解后,减少了项目的等待时间,从而导致项目工期缩短,使人力成本得到有效控制.这一实验结果进一步强调了事先计划和组织的重要性,由此可带来巨大效益的提升.

3 结语

本文讨论了任务并行、任务分包、组织结构优化及组织成员优化4种情景下项目复杂性与工期和人力成本关系,探索出项目复杂性与工期和人力成本在某些情况下并不冲突,可同步得到优化这一完全有别于传统意义上工期和人力成本相对立的观点.研究表明可以事先通过项目的模拟仿真,找出制约项目工期的瓶颈,并针对这一瓶颈在关键职位增加相关人员,从而减少项目的等待和返工时间并最终缩短整个项目的工期,而总人力成本由于整体工作时间的缩短也可得到有效降低,复杂性则由于返工、协调和等待的减少而得到有效缓解,最终使三者得到同步优化.需要注意的是,这种事先模拟仿真的优化方式关键是找出制约项目的瓶颈,核心在于针对

项目瓶颈制定出切实可行的计划并合理配置组织结构和人员,并在提升巨大效益的同时注意各类风险的有效控制.

参考文献:

- [1] PIPC. Global project management survey[DB/CD]. [2011-07-06]. <http://www.pmpportal.co.uk/uploads/documents/PIPCSurvey.pdf>.
- [2] KPMG. Global IT project management survey[R]. [S. l]: KPMG Information Risk Management, 2005.
- [3] Kamrul Ahsana, Indra Gunawan. Analysis of cost and schedule performance of international development projects[J]. International Journal of Project Management, 2010, 28(1):68.
- [4] T M Williams. The need for new paradigms for complex projects[J]. International Journal of Project Management, 1999, 17(5): 269.
- [5] Matthew A Paskin, Alice W Trevino. Employing organizational modeling and simulation to deconstruct the KC-135 aircraft's programmed depot maintenance flight controls repair cell[D]. Monterey: Naval Postgraduate School Monterey CA, 2007.
- [6] Baccarini, D. The concept of project complexity—a review[J]. International Journal of Project Management, 1996, 14(4): 201.
- [7] 陆云波, 张欣, 顾志明. 可计算项目组织与流程及其应用[J]. 工业工程与管理, 2010, 15(4): 98.
LU Yunbo, ZHANG Xin, GU Zhiming. Computational project organization and process under micro contingency organization perspective and its application[J]. Industrial Engineering and Management, 2010, 15(4): 98.
- [8] 任俊山. 项目复杂性测度及综合优化研究[D]. 上海: 同济大学经济与管理学院, 2010.
REN Junshan. Research on the complexity of project measurement and integrated optimizing[D]. Shanghai: School of Economics and Management of Tongji University, 2010.