

工程项目管理中工期-费用-质量的权衡分析

高明¹, 陈勇强¹, 乔悦²

(1. 天津大学管理学院, 天津 300072; 2. 中交第一航务工程勘察设计院有限公司, 天津 300222)

摘要: 根据集成管理的思想, 通过质量衡量体系得到质量与工期和费用的敏感程度, 基于工期和费用的优化, 对工期、费用和质量做出综合的权衡分析。

关键词: 工期; 费用; 质量; 集成管理; 权衡

中图分类号: F280 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9592(2007)01-0029-03

Analysis of Time cost quality Trade off in Engineering Project Management

GAO Ming¹, CHEN Yong-qiang¹, QIAO Yue²

(1. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072;
2. CCC First Harbor Consultants Co., Ltd., Tianjin 300222, China)

Abstract: It analyses the relationship between quality, time and cost through quality measurement system, then make a whole analysis of time-cost-quality trade-off according to time-cost optimization in constant quality.

Key words: time; cost; quality; integration management; trade-off

1 概述

工期、费用和质量是工程项目管理的三大目标。对工期的控制是基于进度计划, 而进度计划主要考虑的是工序的时间和顺序; 对费用的控制是基于工程预算, 而工程预算主要考虑的是工程量的计算; 对质量的控制是基于工程设计文件和国家及行业标准、规范, 依靠的是质量监督管理体系。对三大目标的管理, 依据的是不同的标准、不同的管理体系, 这种相互独立的管理方式未能充分考虑三大目标之间的相互联系、相互影响的客观属性。

近年来, 有许多学者对工期和费用的权衡优化问题进行了研究, 而对工期、费用、质量三者之间的研究却较少。质量作为最基本的目标, 必然要对工期和费用有所影响, 因此, 需要对三个目标进行全面的综合研究。对三大目标进行综合权衡优化的研究中,

大都是用数学模型的方法来求解。Badu 和 Suresh^[1] 假设每道工序都有正常和速成两种情况下的工期、费用和质量, 并假设费用和质量呈线性关系, 从而建立起工期、费用、质量的线性规划模型; Khaled 等^[2] 基于遗传算法的思想, 针对高速公路项目的工期、费用、质量权衡问题建立了数学模型。

对工期、费用、质量进行权衡分析, 要充分考虑到工程管理中集成管理的思想, 进行系统的管理。上述 2 个模型中, 对质量和费用的线性假设有待商榷, 而文献[2]的遗传算法模型带来的数学运算问题也是大型项目所不易克服的。本文将集成管理的思想融入求解过程, 首先根据估算的费用和工期, 建立起质量衡量体系, 使质量水平得以量化表示, 然后在各个质量水平下对总费用(包括直接费用和间接费用)和工期进行权衡优化, 从而将三维问题转化为二维问题, 使问题的难度大大降低。

2 质量的衡量

工程项目的质量除了受项目决策、设计、施工工艺等人为因素影响外, 还受到气候、地理等环境因素的影响, 因此波动较大, 尤其是在工期压缩或费用降

收稿日期: 2006 02 24

作者简介: 高明(1983), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为国际工程项目管理; 陈勇强(1964), 男, 副教授; 博士, 英国皇家特许营造师学会会员(MCIOB), 中国建设工程造价管理协会教育专家委员会委员, 商务部项目评标专家; 主要研究方向为国际工程项目管理、现代信息技术在工程建设项目管理中的应用。

低时,质量水平可能会严重下降)。项目经理很容易得到工期和费用变动的信息,但工期和费用的变动对质量产生的影响却难以立即识别。另外,一般各道工序的质量由现场管理人员给出评价,不同的人对同样工作的质量的评价可能有很大的差异。为了减小这种主观性,建立一套完整的质量衡量体系是很必要的。比较行之有效的一种方法是对每道工序都设置详细的质量因子,然后根据类似工程的资料和专家打分对各个质量因子评分,最后根据各道工序的权重加权得到总的质量水平。表 1 是清水混凝土质量衡量标准的示例^[3]。

表 1 清水混凝土的质量衡量

技术措施	质量因子
测量放线	施工竖向精度; 楼层平面轴线投测; 引测标高。
钢筋工程	钢筋配料尺寸; 钢筋接头和绑扎; 竖向筋位置; 保护层垫块。
水电安装预埋	水电安装预埋的管线、预埋盒的位置。
模板工程	模板设计; 模板制作。
混凝土工程	混凝土选用; 混凝土浇筑; 混凝土养护; 混凝土表面缺陷修补。

根据以往资料对正常施工时的工程质量的衡量可能较为有效,但对由于工程进度加速(费用降低)引起的项目质量下降水平的计算却比较困难。在达成一个公认的质量下降衡量标准的问题上存在两个主要障碍。首先,现场经理和工程师对加快进度(降低费用)导致工程总体质量下降的问题非常敏感;其次,每道工序的质量通常只是由管理人员的主观判断去衡量,只有在少数情形下,可以用技术规范定量地客观地求出其质量水平。为了找到引起质量下降的可行的计算方法,规定以下几条原则^[4]:

1) 根据模型得出的结果并不是相应的质量水平的绝对值,而是在项目进度加速(费用降低)时各道工序的相对质量水平;

2) 相对质量水平可以反映出这些问题:

① 有些工作(如粉刷)在项目进度加速时质量下降的可能性比较大;

② 有些关键工序(如焊接、电气)在质量上的稍许降低就有可能导致整个项目质量的大幅下降;

③ 有些工作受费用的影响比较大(如采购费用降低造成混凝土质量的下降)。

在这几种情况下,项目进度的加快会导致总体质量水平相对大幅的下降。

3) 如果一个工作组不止有一道工序,那么其质量由各道工序质量加权平均求出,其权重与各工序的合同值成比例。

3 工期和费用的优化

一旦质量水平确定下来,该问题就变为工期和费用的权衡问题。首先,根据上述质量衡量体系,可以得到该质量水平下的资源配置状况。根据可用资源的数量以及项目网络图,将资源分配到各个工作包或各道工序中,利用计算机对进度做出安排,并识别出关键路径,从而求出工期。如果用 t_i 表示关键路径上工序 i 的完工时间, I 表示关键路径上工序数目,那么,总工期 $T = \sum_{i=1}^I t_i$ 。

将费用分解为直接费用和间接费用。直接费包括人工费、机械台班费以及材料费等;间接费主要是管理费用。间接费用在项目过程中一直持续,因此项目时间的缩短意味着间接费用的降低。而直接费用则随着工期的缩短而递增。项目费用与工期的关系,一般有如图 1 所示的性质^[5]。一个项目具有类似于图中的信息后,项目经理便可以根据此类信息对项目的各个目标予以权衡,以更好地控制项目的进行。然而,对该图形的详细信息的确定,还需要对直接费用和间接费用做进一步的量化分析。

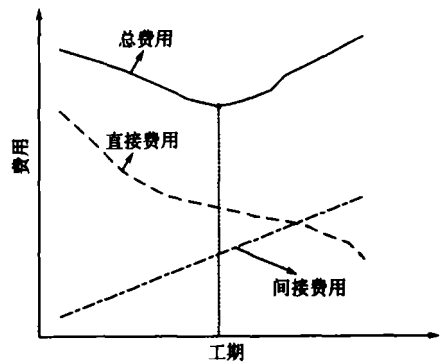


图 1 工期 - 费用图

间接费用主要是管理费,比如现场管理费、咨询费、总部管理费用等。间接费不能和任何特定工作包关联起来,也不能和团队关联起来。间接费用随着时间变动,且时间上的任何减少都会导致间接费用的降低。如果间接费用占项目总费用的比例比较大,那么缩短项目工期就有可能降低整个项目的费用。

直接费用一般包括人工费、材料和设备费、机械台班费等。直接费用直接分派给各个工作包。在通常情况下,每道工序的直接费用是根据正常的方法和工期计算出来的,工序时间的任何压缩都会导致直接费用的增加。所有工序的或工作包的费用之和构成项目总的直接费用。这样,总费用可以表示为:

总费用=直接费用+间接费用率×工期,用公式表示为:

$$C=C_d+C_i=\sum_j C_j+C_0 T$$

其中, C 为总费用; C_d 为直接费用; C_i 为间接费用; C_j 为第 j 道工序的费用; J 为全部工序的数目; C_0 为间接费用率,即每天所需的间接费用; T 为总工期。

在实际的项目中,项目经理面对的往往是工期缩短的情形,要压缩工期,只能是通过提高关键工序上的直接成本来实现。因此,本文只关心在不同质量水平下,压缩工期对费用的影响的问题。

根据上述内容,为研究方便,做出如下的假设:

- 1) 项目间接费与项目工期呈线性递增关系;
- 2) 每道工序都有一个正常完工时间对应的正常费用,以及速成完工时间和速成费用,在速成费用和正常费用之间,费用和时间呈线性递减关系。
- 3) 每道工序的直接费用与该工序的完工时间成线性递减关系;
- 4) 项目不存在分包的情形;
- 5) 质量保持在同一水平。

压缩工期的核心问题是要确定哪些工序要被压缩,以及压缩到何种程度。管理人员需要寻找使单位时间费用增加最小的可以压缩的关键工序,选择关键工序的基本原则取决于对活动的正常时间、压缩时间与相应费用的识别。对此,可根据以往类似工程的经验收集资料。

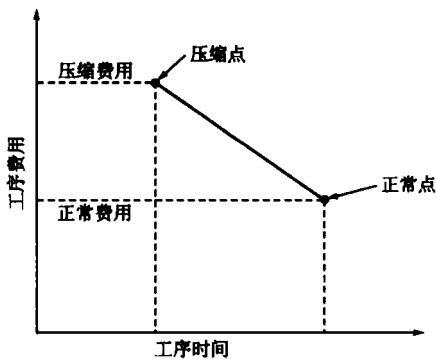


图2 工序时间和费用的线性假设

根据在速成费用和正常费用之间,费用和时间呈线性递减关系的假设(如图2所示),可以定义:

费用斜率=(压缩费用-正常费用)/(正常时间-压缩时间)。

计算出费用斜率之后,根据初步的项目网络图,对所有关键路径上的斜率进行比较就可以确定应该压缩哪些活动可使总直接费用最小;同时考虑到间

接费用随工期的缩短而降低,在此过程中必然存在一个费用的最低点(见图1)。在此点右侧,工期的延长还会造成费用的增加。然而,最低点并不代表最优点,不同的项目对工期、费用和质量要求的优先级不同。对于那些项目内容相对复杂而且项目工作结构化程度不高,同时项目的范围、质量、工期和资源价格等相对比较不确定的项目,所需考虑和集成的要素相对就比较多,此时不但应该同时考虑这些项目要素的集成管理,而且还必须考虑项目风险对于项目成本和项目成败的影响^[6]。

4 结论

本文构建了一个质量衡量体系,对质量进行量化。在质量衡量体系中,考虑了工程项目的资源配置状况,并根据各道工序的费用值对其赋予权重,从而得到一个相对的质量值。并根据这个质量水平下的资源配置状况,对相应的工期和费用做出权衡优化,得到不同质量水平下的工期-费用权衡曲线,从而为项目经理提供了在允许的质量水平(国家标准、技术标准等)下,工期和费用的权衡分析结果。本文对工序的时间和费用做出了线性假设,虽然在精确性上可能存在问题,但项目经理使用线性假设可以进行快速合理的比较,对于大多数项目是合适的。

由于工程项目的复杂性,工期、费用和质量水平在项目实施过程中是经常变动的,因此,对三大目标的权衡分析实际上就是对其进行集成管理,将问题整体化,形成一个有机的系统,有效地帮助项目经理控制工期、费用和质量三大目标。

[参考文献]

- [1] A. J. G. Babu, Nalila Suresh. Project management with time, cost and quality considerations [J]. *European Journal of Operational Research*, 1996, 88(2): 320-327.
- [2] Khaled El-Rayes, Amr Kandil. Time cost quality trade-off analysis for highway construction [J]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2005, 131(4): 477-486.
- [3] 郑芸. 清水混凝土质量标准及施工技术浅析 [J]. *人民长江*, 2003, 34(3): 32-34.
- [4] Do Ba Khang, Yin Mon Myint. Time, cost and quality trade off in project management: A case study [J]. *International Journal of Project Management*, 1999, 17(4): 249-256.
- [5] Clifford F. Gray & Erik W. Larso. 项目管理教程 [M]. 黄涛译. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [6] 戚安邦. 多要素项目集成管理方法研究 [J]. *南开管理评论*, 2002, (6): 70-75.