

文章编号:1002-980X(2007)01-037-04

石化建设项目工期与成本的均衡决策研究

刘志华

(中国石油大学 工商管理学院, 北京 102200; 中国石油天然气第一建设公司, 河南 洛阳 471023)

摘要:石化建设项目工期与成本的矛盾冲突在我国石化工程建设实践中是十分常见的,这反映出二者均衡决策由于在理论研究上的缺失而导致的在实际决策中的非理性。为此,有必要从系统优化的角度出发通过对项目资源配置、工期、成本等相互间决定机理的探讨,确定项目工期与成本均衡决策的科学原理和相关决策模型,以指导实际管理决策过程,提高项目管理水平。

关键词:石化建设项目;资源;工期;成本;均衡决策

中图分类号:F272.3 **文献标志码:**A

1 引言

石化建设项目工期与成本的矛盾冲突在我国现实工程实践中是十分常见的:一方面,业主由于主客观两方面的需要常常孤立地对建设工期做出非理性的要求或期望;另一方面,承包商由于合同价格约束而不愿通过资源的非经济性高投入去实现业主对项目极限工期的追求。两者最终博弈的结果通常是承包商迫于弱势地位通过降低项目执行水准及成本超支等代价实现了业主的工期目标,但却给项目留下工程质量隐患、工作质量遗憾及大量的索赔争议。

石化建设项目工期与成本在现实工程管理中的矛盾冲突实际上反映了工期与成本均衡决策由于在理论探索上的缺失而导致的在实际工作中的决策非理性。事实上,尽管经典项目管理理论只是分述了项目工期管理(Project Time Management)和项目成本管理(Project Cost Management)的原理和方法^[1],并没有考察二者之间的内在联系及相互作用机制,但工期、成本对项目投入资源的共同依赖关系却早已昭示了其相互间密不可分的必然联系。鉴于此,本文以系统优化为目标对项目资源配置、项目工期、项目成本、项目工期与成本均衡决策方法等问题做出探讨,以期建立科学的工期与成本均衡决策模式,实现项目管理决策整体最优化的目的。

2 若干定义

为从系统优化角度探讨本文的研究主题,首先需给出若干系统意义下的项目相关特征值定义。

石化建设项目:指石油加工工艺装置类施工项目,如炼油工艺中的催化、加氢;化工工艺中的乙烯、聚合;化肥工艺中的合成氨、尿素等。该类项目构成石化工业下游建设市场的主体,一般都具有物理结构复杂、平面布置紧凑、施工需要多专业协同交叉等共同特点。系统意义下石化建设项目可理解为由各专业全部实物工作量所构成的集合体。

项目资源(记为 R):指以人力资源为主导要素的投入项目施工的资源类型、数量及与其相关的所有特征总和(如人机配比结构、工人平均技术水平、主要施工方法等)。

常态约束条件:指石化行业平均技术装备水平、主流施工方法、平均劳动熟练程度和平均劳动时间。

项目工作量(记为 Q):指项目全部实物工作量的施工人工时预算。

项目赢得值(记为 E):指项目已完成的实物工作量所对应的施工人工时预算。

项目资源效率(记为 P_e):指项目赢得值与施工人力资源实耗人工时的比率。

项目进度率(记为 D_p):指单位时间内(日、周、

收稿日期:2006-09-03

作者简介:刘志华(1965—),男,河南鲁山人,中国石油天然气第一建设公司副总经济师,高级经济师,石油大学(北京)在读博士,主要从事管理系统及模型研究。

旬、月等)项目完成的赢得值。

3 关于项目最经济资源配置的讨论

常态约束条件下,一定历史发展阶段内石化建设市场广义资源的内在品质特性(如人机配比模式、主要施工方法、大型施工装备水平、工人技术水平等)具有相当的稳定性,因此在研究以资源为自变量的相关函数性质时资源的取值变化可以认为只是等质意义上的量的变化。同时,由于施工活动是以人力资源为主导因素的人机组合的作用过程,所以项目人力资源数量的变化可以代表相应的广义资源数量的变化。再者,鉴于石化施工项目资源投入主要体现在施工现场,所以本文“资源配置”概念在非特殊说明的情况下均指施工现场的资源配置。

3.1 项目资源效率 P_e 与资源配置 R 的相互关系分析

项目资源效率 P_e 表征了投入项目的广义资源的产出效率,它可以用人力资源实耗人工时转化为有效人工时(用赢得值表征的已完成实物工作量对应的施工预算人工时)的比率来衡量。比如说如果实耗人工时等于它所完成的实物工作量对应的预算人工时,则项目的资源效率为 100%,这是项目资源使用最希望出现的情况。相应地,如果项目资源效率为 90%,则说明项目实际消耗人工时的 10% 为无效劳动,或者说项目相对于理想情况要多承担 10% 的成本支出。

工程经验表明,一般情况下石化建设项目在施工人力高峰期到来之前都会具有较高且稳定的资源效率,其主要原因是此时项目单位施工资源(个人或班组)的作业过程较少受到其他人(或班组)的影响而能保持稳定的工作状态。但随着施工人力峰值的到来,多专业并行作业所造成的对现场有效作业工位的等待(或协同)会使单位施工资源的工作节奏受到较大影响,从而使项目资源效率明显降低。

项目资源效率的上述表现实际上是由有限施工作业面积所导致的施工资源边际报酬递减规律作用的结果^[2]。边际报酬递减规律对石化建设项目资源效率的作用过程可规范地描述为:石化建设项目施工资源效率 P_e 在投入资源 R 逐步递增的较大取值范围内变化不大,但当 R 增加到超过某一临界值后, P_e 开始下降,而且在 R 继续增加的理性范围内(即在不出现明显窝工现象的限度内), P_e 会持续下降,呈现出与 R 程度渐弱的负相关关系。

P_e 与 R 的上述变化过程可以用项目资源效率函数 $P_e = f(R)$ 的图像进行描绘,如图 1 所示。图中

P_e 开始下降的点称为资源效率的拐点,拐点处所对应的资源量记为 R_0 。

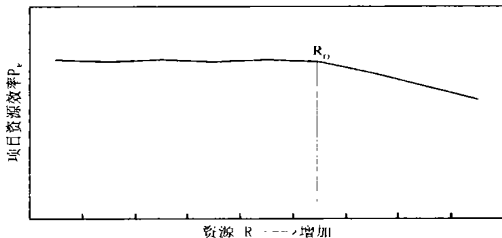


图 1 项目资源效率函数 $P_e = f(R)$ 图像

图 1 说明,石化建设项目施工资源边际报酬递减规律决定了投入施工生产的资源数量就资源使用的经济性而言存在最优取值点,该点对应于项目资源效率函数 $P_e = f(R)$ 图像中的拐点,即图 1 中的 R_0 处。不难理解, R_0 也等同于项目最经济资源消耗模式下的资源投入最大值。换言之,当资源投入数量大于 R_0 后,资源使用将开始变得越来越不经济。

根据本节开始对石化建设项目施工广义资源 R 特性的分析,可以推论图 1 中 R_0 的狭义解即为项目的最经济人力峰值。

3.2 项目最经济人力峰值的确定

石化建设项目资源投入与产出效率之间存在拐点现象的主要原因是由于施工现场有效作业面积的限制。这启示我们从施工现场有效作业面积与资源产出效率之间的对应关系入手研究最经济人力峰值的求解方法。工程实践中可以通过与工程项目同步进行的管理实验或历史数据统计分析建立起各类石化工艺装置的人力密度与效率经验曲线以指导项目的人力峰值决策。作为示例,图 2 借用了上世纪 80 年代美国本土非分包条件下大型石化工艺装置项目的施工人力密度与资源效率经验曲线供比较参考^[8]。

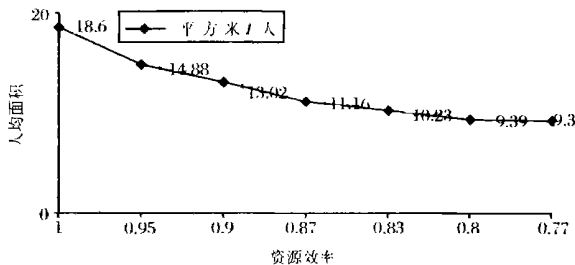


图 2 人力密度与资源效率经验曲线示例

图 2 表明:人均作业面积 18.6 平方米是项目的最经济人力峰值配置条件,越过了该约束就应考虑相应的效率损失。如在 14.88 平方米/人的配置下,如果原施工人工时预算为 N (即在不考虑效率损失条件

下的预算值),则此时实际支出的人工成本应为 $N/0.95 = 1.0526N$,即项目的人工成本将增加 5.26 %。

在人力密度与资源效率经验曲线确定的条件下,项目施工最经济人力峰值 R_0 的计算公式为:

$R_0 = \text{现场有效作业面积} / \text{最经济人均作业面积}$

4 关于项目工期解值区间的讨论

资源 R 对工期 T 的决定关系可以通过下面简单的因果传递图体现。

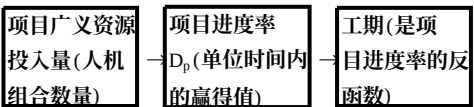


图3 资源→工期因果传递图

常态约束条件下,在 R 从 0 增加至 R_0 的区间内,由于 P_e 不变,所以 D_p 与 P_e 成正比关系,即:

$D_p = m \times R \times P_e$, m 是以小时为单位的 D_p 计量区间, $R \leq R_0$

即随着资源投入的增加,理论上项目进度会按

正比例关系相应加快,项目工期会显著缩短。但工程实际中由于项目前期必然受到设计进度及材料到货等多种因素制约,所以该阶段并不具备大幅度投入人力资源的条件,因而该阶段人力资源的投入量对整个项目的施工工期起不到决定作用。

随着各专业全面施工条件的成熟(设计基本完成,设备材料到货超过 90 %),项目开始进入多工种并行交叉作业阶段,人力资源数量开始超过 R_0 并有可能保持在更高的平台之上,此时项目进度率 D_p 达到整个施工过程中的最大值,从而有力地决定了整个项目的施工工期。

当 $R > R_0$ 后,项目进度率 D_p 与投入资源 R 的关系由于资源效率 P_e 下降的影响而开始呈现出非线性变化关系。为探究其变化规律,现以图 2 为基础,并假设现场有效施工面积(记为 S)为 1000 平方米, D_p 计量区间 m 为 10 小时(即目前工程建设行业普遍采用的工作日计量方式),则可以完成反映 D_p 与 R 变化关系的数据表如表 1 所示。

表1 $D_p = g(R)$ 函数数据表

人力密度 d ($m^2/人$)	18.6	14.88	13.02	11.16	10.23	9.39	9.3
人数 $R = S/d$	54	67	77	90	98	106	107
资源效率 P_e	1	0.95	0.9	0.87	0.83	0.8	0.77
进度率 $D_p = m \times R \times P_e$	540	637	693	783	813	848	824

相应地,可绘制 $D_p = g(R)$ 函数图像如图 4 所示。

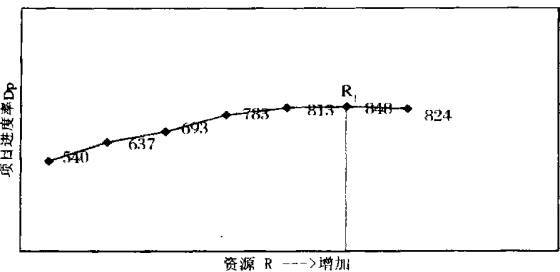


图4 项目进度率 $D_p = g(R)$ 函数图像

从图 4 可以看出:当 $R > R_0$ ($D_p = 540$ 所对应的资源数)后,项目进度率 D_p 随着项目资源 R 的递增而减速度递增并在 R 达到某一值时(记为 R_1)达到最大值,此后再增加资源投入($R > R_1$)不仅对提高项目进度率不起作用,而且还会导致 D_p 的下降。

项目进度率函数 $D_p = g(R)$ 的上述性质同样是资源边际报酬递减规律作用的结果。结合资源效率函数 $P_e = f(R)$ 的性质可以给出它作用过程的完整描述:石化建设项目施工资源边际报酬递减规律在

$R > R_0$ 时开始发生作用,体现为此后每增加单位资源($\Delta R = 1$)投入所得到的项目赢得值增加值为正数($\Delta D_p > 0$),但发展趋势为逐渐递减,即 $0 < dD_p/dR < 1$;当 R 增加到等于 R_1 时 D_p 达到最大极值,此时 $dD_p/dR = 0$;在 $R > R_1$ 后再继续投入资源将对缩短工期毫无意义,此时 $dD_p/dR < 0$ 。

项目进度率 $D_p = g(R)$ 函数性质的经济学解释是:项目为缩短施工周期可以靠增加成本投入(即 $R > R_0$ 后的资源投入,此时资源使用已开始变得不经济)去换取,但这种以成本换进度的措施客观上存在上限 R_1 ,在 $R > R_1$ 后再继续投入资源不仅无助于进度的加快,相反还有可能影响项目进度率极值的保持。换言之,项目工期不可能通过资源过度投入而被无限制地缩短。

项目进度率 $D_p = g(R)$ 的函数性质表明:石化建设项目在常态约束条件下存在最短施工工期,该工期可以在项目的理性饱和资源配置 R_1 条件下获得。

如果把与 R_0 对应的工期称为基本工期(记为 T_0),把与 R_1 对应的工期称为常态最短工期(记为 T_1),则显然有: $R_1 > R_0, T_0 > T_1$

现考虑打破常态约束条件,如采用高新技术装备、工法(需承担高端技术垄断成本)或延长工作时间、增加工作班次(需承担激励、工效降低、间接费增加等额外成本)等措施或措施组合,则不难得出以下结论:

$$R \nearrow \text{项目进度率 } D_p \nearrow \rightarrow T \searrow$$

即项目工期将会在常态最短工期 T_1 的基础上被进一步缩短。但由于非常态条件下存在多种措施组合,所以此时系统最短工期存在多个可能解,在此将其统称为非常态最短工期(记为 T_m),其相应的资源配置记为 R_m ,于是有: $T_1 > T_m, R_m > R_1$

至此,我们得出了石化建设项目(资源,工期)的三个典型解值,即 (R_0, T_0) 、 (R_1, T_1) 和 (R_m, T_m) ,它们遵循工期缩短则成本增加的一般规律并限定了石化建设项目(资源,工期)解的解值区间。实际项目无不是界于 (R_0, T_0) 到 (R_1, T_1) 或 (R_1, T_1) 到 (R_m, T_m) 的某个边界或中间状态。

5 石化建设项目工期与成本的均衡决策

从以上分析知道, (R_0, T_0) 是石化建设项目在最经济资源消耗模式下的(资源,最短工期)组合,由于最经济资源消耗模式对应于最小的项目直接成本,所以 (R_0, T_0) 称为项目的最优均衡解,它是项目工期与成本的理想解。

5.1 石化建设项目最优均衡解 (R_0, T_0) 的梯形算法^[8]

工程实践表明,石化建设项目人力资源的消耗方式从系统整体性角度考察遵循资源投入递增阶段、资源峰值维持阶段和资源撤出递减阶段的梯形模式,如图 5 所示。图中 U_p 为人力递增时段(月), D_n 为人力递减时段(月), X 为人力峰值时段(月)。工程实践中 U_p 和 D_n 均可根据具体项目情况采用专家评估法或历史经验统计法予以确定。

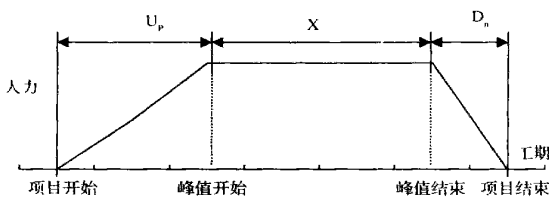


图 5 项目人力资源梯形分布图

在最经济资源消耗模式下,项目的人力峰值可以用下式计算:

$$R_0 = \text{现场有效作业面积} / \text{最经济人均作业面积}$$

如果把项目的月平均工作小时数记为 M_h ,则从上述梯形图不难得出以下算式:

$$Q / M_h = (U_p \times R_0 / 2) + (X \times R_0) + (D_n \times R_0 / 2)$$

于是可解得峰值时段 X 并求出常态约束条件下项目的基本工期: $T_0 = U_p + X + D_n$

5.2 工期主导条件下的工期与成本均衡决策

一般来讲,石化建设项目工期主导的决策情形在国内外市场占主导地位,主要原因是工期对业主的投资回报周期或抢战市场先机具有决定影响。在此种情况下,施工承包商在接受业主工程招标文件中规定的合同工期(记为 T_c)后,必须在最优均衡解 (R_0, T_0) 的基础上根据项目的具体情况进行灵活机动的多模式均衡决策选择。

1) $T_c > T_0$,即合同工期足够宽松。则承包商可基于 (R_0, T_0) 安排进度计划和成本预算,并争取通过工期提前的奖励条款获得更好的经济效益;

2) $T_1 < T_c < T_0$,即合同工期处于基本工期和常态最短工期之间。则承包商必须准确估算由于资源非经济性消耗所带来的资源增量投入和成本增加,并据此安排进度计划和成本预算,此时合同工期能够得到保证,但项目成本要大于第一种情况;

3) $T_m < T_c < T_1$,即合同工期处于常态最短工期和非常态最短工期之间。则承包商必须详细策划项目资源的非常态组织模式,包括采用先进的技术手段和增加夜间班次等手段确保项目的合同工期。相应地,由此带来的成本显著增加也必须进入工程成本预算;

4) $T_c < T_m$,即合同工期在现实条件下根本无法实现。则承包商可通过合法方式(如利用招标文件中规定的不响应许可条款等)同业主积极沟通以建议合同工期的调整。如果这种努力得不到批准,承包商应基于 T_m 安排进度计划,同时也必须在将所有额外费用(包括逾期罚款等)计入工程成本预算。

从建设合同的另一主体看,项目业主在项目策划和招标时应充分考虑工期、成本优化均衡解结论以保证现实合理的建设周期并节省建设投资。

6 小结

石化建设项目工期与成本的均衡决策模式是业主项目策划和承包商项目管理决策的重要依据,它为确定合理的项目建设周期并节省建设投资提供了重要参考,也为项目实施过程中的进度、成本控制奠定了良好基础。同时,本文基于系统角度的研究方法丰富了系统项目管理决策模式的研究成果,并对其他工业领域的建设项目管理研究具有借鉴意义。

(下转第 17 页)

3.4 创业者社会网络的社会地位异质性特征在创业三个阶段的差异并不显著

创业者社会网络的所在地域异质性在创业成熟期的平均数最大,成长期次之,在创建期最小;创业者社会网络的职业背景异质性在成熟期的平均数大于成长期和创建期,而成长期和创业期的平均数差异不显著。这表明创业者在企业创建期,与其讨论创业想法和业务经营等的联系人多集中于某一相同区域,而随着企业不断发展成长,创业者的社会交往网络不断扩大,其社会网络中来自不同地域的联系人增多,因而随创业阶段的变化社会网络结构中的地域异质性呈增大的趋势。同时我们的研究表明在创业成熟期的创业者,与其关系密切的联系人职业背景呈现更大差异,而在成长期或创业期,创业者社会网络中的联系人更多来自同一职业群体。

4 结论

鉴于以往对创业者社会网络结构特征缺乏实证研究,而以国内企业的创业者为样本的社会网络研

究就更少见。因此,本研究中我们采用横切面研究方法,应用了社会学研究中的自我中心社会网络的分析技术,对我国产业集群背景下创业者社会网络结构的动态特征进行了研究。研究结论表明创业者在不同创业发展阶段其社会网络结构各要素的强度存在显著差异,这为今后进一步研究相关创业问题提供了理论和实证基础。

参考文献

- ① 林强,等. 创业理论及其架构分析[J]. 经济研究,2001(9): 85 - 94.
- ② Honig B, Davidsson P. The role of social and human capital among nascent entrepreneurs [R]. Paper presented at the annual meeting of the Academy of Management, Toronto, 2000.
- ③ Greve A, Salaff J W. Social network and entrepreneurship[J]. Entrepreneurship: theory and practice, 2003:1 - 22.
- ④ 方社志. 社会网研究的基本概念和方法[J]. 华中理工大学学报:社会科学版, 1995(3):111 - 115.
- ⑤ 金耀基. 关系和网络的建构——一个社会学的诠释[J]. 中国社会与文化, 1992.
- ⑥ 吴向鹏. 产业集群理论:经济网络与社会关系网络的视角[J]. 西安财经学院学报, 2003(06):15 - 19.

A Field Research on Entrepreneur 's Dynamic Social Network Structure Under Industry Cluster Context

ZHAO Xiao-dong^{1,2}, WANG Zhong-ming¹

(1. College of management, ZheJiang University, Hangzhou 310028, China;
2. Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China)

Abstract: The entrepreneurship questions under industry cluster context is paid more and more attentions by researchers. The paper investigate 136 entrepreneurs in 7 domestic industry cluster, the result shows the dynamic character of different types of entrepreneur 's social network structure. the conclusion of this paper offer theoretical and practical bases for further research in this field.

Key words: industry cluster; entrepreneur; social network structure; field research

(上接第 40 页)

参考文献

- ① PMI. A guide to the project management body of knowledge (2004 edition) [M]. Pennsylvania: Project Management Insti-

- tute, Inc., 2004:98 - 120, 121 - 136.
- ② 麦圭根,等. 管理经济学 应用、战略与策略[M]. 李国津,等,译. 北京:机械工业出版社, 2000:213 - 214.
- ③ James A Bent. Applied Cost and Schedule Control[M]. New York:Marcel Dekker, Inc., 1982: 76 - 77, 67 - 71.

Research on the Trade-off Decisions Between Time and Cost of Petrochemical Construction Projects

L IU Zhi-hua

(China University of Petroleum, Beijing 102200; China Petroleum First Construction Corp., Luoyang Henan 471023, China)

Abstract: The lack of theoretical study about trade-off decisions between time and cost results in their frequent fighting in the actual petrochemical construction projects. This needs trade-off decision-making principles and its relevant models through the study of relationships among project resource, project time and project cost so that improvements of practical project management can be expected by applying the solutions of this article.

Key words: petrochemical construction projects; resource; time; cost; trade-off decision