

# 施工组织设计优化的经济评价

王孟钧<sup>1</sup> 邓铁军<sup>2</sup>

(1. 中南大学, 长沙 410075; 2. 湖南大学, 长沙 410082)

[摘 要] 在分析施工组织设计经济性的基础上,应用施工方案可靠性分析原理,提出了施工组织设计优化的经济评价模型和方法。

[关键词] 施工组织设计;可靠性分析;方案优化;经济评价

[中图分类号] TU721<sup>+</sup>.3

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-523X(2001)08-0053-03

## 1 引言

施工组织设计是施工单位根据设计图纸、施工条件和业主要求,在施工前编制用以指导施工的纲领性文件。但在施工组织设计的编制和执行过程中,经常存在着不顾具体施工条件、不考虑成本核算、闭门造车、流于形式等现象,特别是只重视施工组织设计的技术性,而忽视其经济性,以致影响了施工组织设计作用的发挥,影响了施工企业经济效益。本文从施工组织设计的经济性出发,基于施工方案的可靠性分析方法,谈谈施工组织设计方案优化的经济评价问题。

## 2 施工组织设计的经济性

施工组织设计围绕一个工程项目或某一项工程,从时间、空间、人力、物力等方面进行科学、合理地部署和安排,是保证施工顺利进行的重要的技术经济文件,说它是一个技术经济文件,是因为它包含技术性和经济性两个方面。施工组织设计的经济性表现在:

### 2.1 与预算和定额相关联

预算定额是在一定技术组织条件下制定的,施工方案、方法不同,其定额也不一样。施工图预算更应结合施工组织设计中所确定的施工方案、施工方法、技术组织措施进行编制。这不仅是因为施工组织设计与预算关系密切,而且通过经济比较,可以达到优化施工方案的目的。

### 2.2 与工程结算关系密切

对于超出定额范围的项目,应作为特殊情况对待,在施工组织设计中加以明确和说明,以免在工程结算时引起争议,影响结算的办理。

### 2.3 是施工索赔的依据

索赔是日常施工管理工作的一部分,如果施工组织设计做得好、做得细,有利于施工单位索赔成功;否则,分不清责任,拿不出依据和理由,还容易被业主反索赔。

### 2.4 是降低成本的源泉

通过编制施工组织设计,开展施工方案比较,可以选择出最佳施工方案,使之不仅技术上可行,而且经济上合理,达到加快进度、降低成本、减少浪费的目的。

## 3 方案优化的经济评价模型

施工组织设计的好坏,直接影响工程的进展和效益,因此,要重视施工组织设计的方案优化。工程施工的目标体系主要包括工期、质量、安全、成本和文明施工等,它们相互关联、相互制约。任何一项任务在满足技术与组织可行的基础上都应求得经济效益,因此,方案优化应在满足工期、质量、安全和文明施工目标(我们称为第一层次目标)的基础上实现费用最少,达到节约成本的目标(我们称为第二层次目标),满足第一层次目标而又成本消耗最低的方案即为最优方案。

### 3.1 施工方案的可靠性分析

由于施工技术与管理复杂性及外部条件的多变性,工程施工的进展和质量往往不尽如人意,难以实现理想的目标。对于一项施工任务,与其相关的各种因素一般都是随机变量。我们把在一定条件下完成各项工作,达到目标预定的状态的概率( $P_i$ )称为施工的可靠性。达不到目标预定状态的概率( $P_f$ )则为失效概率,由于两事件为对立事件,则有:

$$P_i + P_f = 1 \quad \text{即} \quad P_i = 1 - P_f$$

式中  $0 \leq P_i \leq 1, 0 \leq P_f \leq 1$

对于施工中的某个施工过程,实现目标体系第

收稿日期:2001-06-20

作者简介:王孟钧(1960~),女,长沙市人,中南大学土木建筑学院,副教授。

一层次的某个目标  $Y_i$  有若干项措施,这些措施间的作用关系可归纳为:1) 每个措施互为独立,不相关,且都对目标的实现有一定的作用。共同作用时,表现为本项措施的实施是对前项措施作用的补充。例如大体积混凝土施工中的温控措施:掺外加剂减缓水化热、薄膜保温隔热、预埋冷却管道通水降温……;2) 每项措施互为因果,即后一项措施的作用是建立在本项措施作用的基础上,例如现浇混凝土构件支模中的模板定位与测量放线的作用关系;3) 各措施之间既有互为独立的,又有互为因果的,即为由1)与2)所组成的混合状态。因此对于状态1),如果用  $\phi_j$  ( $0 \leq \phi_j \leq 1$ ) 来表示  $j$  项措施对目标  $Y_i$  的有效性,则:

$$\left. \begin{aligned} P_{ti}^{(1)} &= \phi_{i1} \\ P_{ti}^{(2)} &= (1 - \phi_{i2}) P_{ti}^{(1)} + \phi_{i2} \\ &\dots\dots \\ P_{ti}^{(n)} &= (1 - \phi_{in}) P_{ti}^{(n-1)} + \phi_{in} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中:  $P_{ti}^{(n)}$  ——有  $n$  项互为独立措施时的目标可靠性。

对于状态2),若有  $m$  项措施,那么:

$$P_{ti}^{(m)} = \min\{\phi_{ik} \mid k = 1, 2, 3, \dots, m\} \quad (2)$$

式中:  $P_{ti}^{(m)}$  ——有  $m$  项互为因果措施时的目标可靠性。

对于状态3),则可根据式(1)、(2)式来计算实现其目标的可靠性。

若假定  $C_{ij}$ 、 $C_{ik}$  分别为状态1)和状态2)所对应发生的措施费用,对于由状态1)和状态2)所组成的状态3),则实现第一层次  $i$  个目标  $Y_i$  的费用为:

$$C_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} + \sum_{k=1}^m C_{ik} \quad (3)$$

### 3.2 施工措施的费效比

每一项施工措施的采取,都是为了实现一定的目标,同时也需消耗一定的资源。以往的优化比较只考虑费用一个方面。实际上,措施是否有效是关键,有的措施虽然费用低,但有效性保证不了,达不到预期目标的要求,甚至会影响整个工程的质量和工期。因此,应将有效性和费用两者结合起来考虑,我们提出费效比概念。

费效比  $a$  用措施有效性与费用的比值来表示,即单位费用投入所对应的有效性:

$$a_{ij} = \frac{\phi_{ij}}{C_{ij}} [\text{状态}(1)]; \quad a_{ik} = \frac{\phi_{ik}}{C_{ik}} [\text{状态}(2)] \quad (4)$$

我们可利用费效比指标来协调第一层次目标措

施的有效性与措施费用的关系。因此,对措施选择应追求  $a_{ij}$  ( $a_{ik}$ ) 的最大值并使  $a_{ik}$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) 之间的离散性最小。

### 3.3 施工方案优化的经济评价模型

实际工程施工中,往往实现第一层次第  $i$  个目标的措施有多项。对于单个措施,可用费效比大小来优选,但对整个施工方案,措施之间存在关联和组合,整体有效性受各个互为因果的措施有效性的影响,只要有一个措施的有效性保证不了,其它措施有效性再好也是徒劳。因此,应首先分析能够达到目标的措施数量及措施的费效比,通过对实现目标可供选择的措施子系统的有效性分析得出有  $n$  项为独立措施,  $m$  项为因果措施,根据式(1)、(2)、(3)、(4)可建立整体优化的经济评价模型:

$$\left. \begin{aligned} \text{求 } \min C_i &= \sum_{j=1}^n C_{ij} + \sum_{k=1}^m C_{ik} \\ &\left\{ \begin{aligned} P_{ti}^{(n)} + \min\{a_{ik} C_{ik} \mid k = 1, 2, 3, \dots, m\} &P_{ti}^0 \\ P_{ti}^{(n)} (1 - a_{in} C_{in}) P_{ti}^{(n-1)} + a_{in} C_{in} & \\ \dots\dots & \\ P_{ti}^{(2)} (1 - a_{i2} C_{i2}) P_{ti}^{(1)} + a_{i2} C_{i2} & \\ P_{ti}^{(1)} &= a_{i1} C_{i1} \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

式中  $P_{ti}^0$  ——第  $i$  个目标的可靠性要求。

在状态1)中,在  $(n-1)$  项措施的基础上,增加有效性为  $\phi_{in}$  的第  $n$  项措施,对目标实现的可靠性有所提高。因此,对于状态1),应根据前项措施已达到目标可靠性的程度选择措施有效性,以便减少措施数,从而减少费用开支。对于状态2),则应确保每项措施达到要求,那种过多提高措施的有效性而导致其费用大增的做法不可取。

方案优化经济评价的方法步骤为:

- 1) 根据所完成的施工任务的工作内容及其目标,确定各目标的可靠性要求;
- 2) 确定实现目标的有效措施及其有效性,可依据以往经验和数理统计的方法获得;
- 3) 对各个拟用的有效措施确定其费用估算值  $C_{ij}$ 、 $C_{ik}$ , 计算其费效比  $a_{ij}$ 、 $a_{ik}$ , 当费效比满足要求时,作为施工组织设计的内容进行安排与实施;
- 4) 计算各施工方案的总成本  $C_i$ , 取  $\min C_i$  对应的施工方案为最优方案。

### 4 结语

- 1) 施工方案优化的经济评价模型及方法, 寻求
- (下转第41页)

60mm,同时埋一木条,以保证凹槽表面平整,再把木条掀开,铺上管道,管道试压合格后,用 M7.5 级水泥砂浆填补密实。由于管道数量多,施工和运送时要特别小心。若在墙体上凿槽,先确认墙体强度,强度不足时或墙体不允许凿槽时不得凿槽,只能在墙面上固定敷设后用 M7.5 水泥砂浆抹平,或加贴侧砖加厚墙体。当管道不能埋于墙内时,则浅埋于楼板找平层里,预留管槽深度不小于  $D_e + 5\text{mm}$ ,当达不到此深度时应加厚找平层,管槽宽度宜为  $D_e + 40\text{mm}$ ,管道试压合格后,再用与找平层相同的水泥砂浆填补密实。

PP-R 管的线膨胀系数较大,一些厂家建议用管道伸缩器,而现场为方便施工,美观大方起见,采用“ $\sqcup$ ”或“ $\sqcap$ ”型回路的施工方法。每隔适当的距离设一个,在不能够设此回路的地方,则加伸缩补偿,这既减少管道热胀冷缩的影响,又可节省工程造价。管道进入厨房或卫生间后,接卫生洁具、水嘴等须与金属管件相连接,该管件与 PP-R 采用热电连接,与金属管件或卫生洁具的五金配件采用丝扣连接。接卫生洁具的管件:如三通、弯头、阀门较多。在该部位,或是其它接配水点的端头、穿墙穿楼板等部位,都采用了牢靠的固定支座固定。为满足住户的二次装修要求和避免造成浪费,本工程每一户只装一个水嘴和一组洗脸盆。其余的卫生洁具不装时或暂时不施工时的管道敞口处,及时采取措施将其封堵,以免管道堵塞造成不必要事故。

本工程还装有热水管道,也采用 PP-R 管。也是沿墙暗敷。热水管道的敷设,主要是解决防止管壁温度过高引起的墙体开裂问题。PP-R 管经试验测定,最高为 95℃,热水恒定后,管外壁温度一般不超过 50℃,大部分的砖体和混凝土材料能抗该温度。本工程也不须作任何隔热处理。

管道安装时,原则上每装完一层管道试压一次,全部安装完毕后,再进行总体试压。管道试压分强度试压和严密性试压。热熔连接的管道规定,在接口完成超过 24 小时以后才能进和水压试验,且一次水压试验的管道总长度不超过 500m;水压试验前,管道应固定牢固,接头明露,除阀门外,支管端不连接卫生洁具配水件。管道注满水后,排出管内空气,封堵各排气出口,进行水密性检查。冷水管的强度试验压力,是管道系统设计工作压力的 1.5 倍,但不得小于 1.0MPa;热水管的强度试验压力,是管道系统设计工作压力的 2 倍,但不得小于 1.5MPa。直埋在墙体或楼地面找平层内的管道,可分支管或分楼层进行水压试验,试压合格后土建即可继续施工。严密性试验是在设计工作压力 1.15 倍状态下,稳压 2 小时,压力降不超过 0.03MPa,同时检查无发现渗漏,水压试验即为合格。系统试压时,不包括水嘴、阀门的试压,这些带金属的嵌件连接部位,用耐压的塑料堵头临时封堵,但在严密性试验时,要把水嘴等设备装上以检查整个系统的可靠性。给水管道系统在验收前进行通水冲洗,冲洗后,用含不低于 20mg/L 游离氯的水灌满管道,对管道进行消毒,消毒水滞留 24 小时后排空。管道消毒后,打开进阀向管道供水,打开配水点龙头适当放水。在管网最远配水点取水样,经卫生监督部门检验合格即可使用。管道验收完毕后,管道所安装的位置应连同其它资料一同交与房主,以便二次装修时使用。

## 6 结束语

新型塑料给水管具有金属给水管所没有的许多特性,而质量也各异,各工程应根据实际情况选用,使它得到更好的社会效益和经济效益,在工程中发挥更大作用。

## 参考文献

- 1 邓铁军.施工方案评审的可靠性分析方法.湖南大学学报(自然科学版),2001,1:145—149
- 2 王孟钧.施工组织设计的经济性研究,建筑施工新技术研究与应用.北京:中国建筑工业出版社,1999,1:163—166

(上接第 54 页)

施工组织设计目标的可靠性与成本控制的合理性,在理论上为施工组织设计提供了辩证的思维方式。

2) 运用费效比概念,可以分析费用支出的合理性,为措施的选定提供了科学的依据。

3) 施工组织设计的目标体系具有层次性,实现各目标的措施受诸多因素影响,且相互关联。运用可靠性分析原理协调目标关系,在施工组织设计优化中是一种可行的思路和方法。

4) 施工组织设计具有经济性,在方案优化和措

施选定时,要注意技术和经济的结合,求得工期质量成本目标的整体最优,保质保量地完成施工任务,不断提高企业的经济效益。