

# 水利水电工程项目调价风险分析

丰景春 刘永强 杨建基

( 河海大学国际工商学院 南京 210098 )

**摘 要** 分析了水利水电工程项目实施调价的必要性,介绍了文件证据法和公式法两种调价方法,论述了单一调价公式的精度对业主和施工承包商之间风险的合理分担所带来的影响.计算分析表明,单一调价公式中采用的价格指数数目与调价风险有直接关系.文中还结合国内水利水电工程项目合同调价公式的现状,指出:确定调价公式时应综合考虑置信度、价格指数数目、价格上涨幅度等因素.

**关键词** 水电项目;合同价;风险;精度

**中图号** F407.9

通货膨胀和无法预测的关键材料短缺使工程项目的价格、工期、工程内容变得非常不稳定,因而大多数工程项目合同和一些货物采购合同必须调整价格.这主要出自两方面的考虑.

a. 调价有利于承包商的报价和业主的评标.就短期合同而言,由于价格波动幅度在较短时间内不会发生根本性变化,故承包商在报价时作出预测的结果是可以接受的;但对中长期合同来说,由于其不可预测的价格波动幅度是相当大的,承包商不可能对合同期内发生的价格波动作出较准确的预测,故承包商不得不大幅度地提高报价,以克服价格上涨所带来的风险,从而造成各投标者之间的报价由于价格变化因素而产生悬殊的差别.这不利于业主作出正确的决标.在许多情况下,业主可能会作出错误的决策.

b. 调价有利于水电项目的顺利实施.由于没有调价,承包商报价时考虑调价等外部影响的增量占总报价的比例是很大的.在这种情况下,如果选最低标中标,则永久工程质量低劣及完工前财务破产的可能性将会大大增加,这不符合业主的根本利益.如果业主承担了主要财务风险,那么包括在投标报价中的由于其他风险所造成的标价增量就很小.此时,投标商的最低标就为确保最有效地完成工程承包合同打下了良好的基础.同时,承包商也可将精力集中在工程项目的实施上,而不必担心承担远期对其财务变动的风险.

由此可见,不进行价格调整所带来的后果是:不能确保合同的正常履行,造成合同纠纷.这些都是业主和承包商所不希望发生的.因此,有必要对价格的波动予以调整.

## 1 合同调价的方法

### 1.1 文件证据法

文件证据法是以成本增加的文件证据为调价基础的一种方法.其原理是,对承包商超过编标成本的劳动力和材料采购费的那一部分给予补偿.这要求承包商提供编标时所采用的原始价格,并与实际采购的发票价格对比,以证实所要求的补偿.文件证据法调价有许多不便之处,需要做大量的管理工作,且这些管理工作的难度很大.同时,该调价方法不能包括设备成本因素在内.因此,它只适用于无法得到满意的价格指数的情况.

### 1.2 公式法

公式法调价的基本原理是,采用价格指数进行调价.其数学表达式为

$$P = P_0 \frac{I}{I_0} \quad (1)$$

式中:  $P$ ——调价后的金额;  $P_0$ ——允许调整的金额;  $I$ ——现行价格指数;  $I_0$ ——编标时的价格指数.

采用公式法调价时, 由于实际成本与指数的变化往往是不同步的, 因此, 调整量不可能完全补偿承包商的成本增加. 具体调价时, 采用若干个指数以反映不同商品或劳动力对整个合同的影响程度. 为此, 世界银行推荐了一个调价公式<sup>[1]</sup>.

公式法与文件证据法相比, 公式法有许多明显的优点. 但如果价格指数不准、不恰当, 或权重不准确, 或公式形式不适宜等, 调价结果是不能满足要求的, 因此, 有必要对公式法调价风险进行研究.

## 2 水利水电工程项目调价风险的定性分析

只有实质上减少了承包商承担的风险后, 公式法调价的优点才能充分体现出来. 由于公式法不可能做到绝对精确, 另外价格风险也没有必要完全消除, 因此在确立合同调价条款时也不必寻求数字的绝对精确, 只需做到承包商承担的风险减少到不需要追加投标增量的程度即可. 用公式法计算得到的价格与实际价格稍有出入, 业主和承包商都是可以接受的. 虽然可以追求更为准确的精度, 但这是很困难的, 同时也浪费管理人员的精力. 因此, 应结合承包商和业主都可接受的风险界限, 通过研究调价精度, 建立起确定调价公式或评价调价公式精度的数学模型.

目前, 在我国水电工程建设中, 业主和承包商对调价公式的精确度不了解. 这既使业主和承包商无法确定成本增加补偿过多或过少造成的风险, 也使有些工程项目的调价名存实亡, 不能从实质上补偿承包商实际增加的成本, 从而会对工程项目的顺利实施产生不利的影响<sup>[2]</sup>.

## 3 水利水电工程项目调价风险分析的数学模型

由调价原理及公式知, 影响调价结果精度的因素有指数数目、加权系数、价格指数取值的准确性、公式形式等. 本文仅讨论单一调价公式形式中采用不同价格指数数目对调价结果精度的影响程度.

世界银行推荐了 32 种价格指数, 初始指数值定为 100. 为了便于研究和讨论, 现作以下假设 (a) 所有 32 种指数的月上涨率为 1% (b) 合同价格按月平均支付, 且每月支付 1 个货币单位 (c) 各指数前的加权系数均相同 (d) 不考虑非调整因子.

虽然实际发生的各月进度支付、各加权系数值不会完全相等, 且非调整因子总是存在的, 但这种讨论是具有普遍意义的. 另外, 为了研究合同期与调价精度之间的关系, 本文假设了两种不同工期, 分别是 24 个月、36 个月.

由式 (1) 可知, 第  $i$  个月支付款经调价后的值可由式 (2) 计算得到.

$$P_i = k_1 \frac{a_{11}^{(i)}}{a_{10}} + k_2 \frac{a_{21}^{(i)}}{a_{20}} + \dots + k_m \frac{a_{m1}^{(i)}}{a_{m0}} \quad (2)$$

式中:  $P_i$ ——第  $i$  个月支付款经调价后的值;  $m$ ——价格指数数目;  $k_1, k_2, \dots, k_m$ ——第 1 种, 第 2 种,  $\dots$ , 第  $m$  种调价因素的权重, 由前述假设知  $k_1 = k_2 = \dots = k_m = \frac{1}{m}$ .

根据各个月的调整值, 可以得到调价总值  $P$ , 见式 (3).

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i \quad (3)$$

$$y_i = \frac{a_{i1}^{(1)}}{a_{i0}} + \frac{a_{i1}^{(2)}}{a_{i0}} + \dots + \frac{a_{i1}^{(n)}}{a_{i0}}$$

对式 (3) 中的随机变量  $P$  取期望值, 得到

$$u_P = E(P) = \frac{1}{m} [E(y_1) + E(y_2) + \dots + E(y_m)]$$

由于  $E(y_1) = E(y_2) = \dots = E(y_m)$ , 且

$$E(y_1) = \frac{1}{n} \left( \frac{a_{11}^{(1)}}{a_{10}} + \frac{a_{11}^{(2)}}{a_{10}} + \dots + \frac{a_{11}^{(n)}}{a_{10}} \right) =$$

$$\frac{1}{n} [(1 + 1\%) + (1 + 1\% \times 2) + \dots + (1 + 1\% \times n)] = 1 + \frac{n+1}{2} \times 1\%$$

则

$$u_P = E(P) = 1 + \frac{n+1}{2} \times 1\% \tag{4}$$

同理 , $P$  随机变量的方差  $\sigma_P^2$  为

$$\begin{aligned} \sigma_P^2 &= D(P) = \left(\frac{1}{m}\right) [D(y_1) + D(y_2) + \dots + D(y_m)] \\ \text{由假设可知} \quad D(y_1) &= D(y_2) = \dots = D(y_m) \\ \text{且} \quad D(y_1) &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_{11}^{(i)}}{a_{10}} - u_P\right)^2 \\ \text{整理后得} \quad \sigma_P^2 &= \frac{1}{m} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_{11}^{(i)}}{a_{10}} - u_P\right)^2 \\ \text{所以} \quad \sigma_P &= \frac{1}{\sqrt{m}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_{11}^{(i)}}{a_{10}} - u_P\right)^2} \end{aligned} \tag{5}$$

由随机变量分布规律及式(4)(5),可以求得回收量上、下幅度 ,分别见式(6)(7).

$$T_U = u_P + \sigma_P t_{\alpha/2} \tag{6}$$

$$T_L = u_P - \sigma_P t_{\alpha/2} \tag{7}$$

下面分工期 24 个月、36 个月两种情况予以讨论.

情况 1 :合同期为 24 个月 ,同时考虑两种置信度 ,分别为 67% 及 99% .此时  $n = 24$  ,代入式(4)(5)分别得到

$$u_P = 1.125 \quad \sigma_P = 0.0707 / \sqrt{m}$$

将  $u_P$  , $\sigma_P$  代入式(6)(7)便得到工期为 24 个月时回收量上、下幅度 ,见式(8).

$$T_U = 1.125 + \frac{0.0707}{\sqrt{m}} t_{\alpha/2} \quad T_L = 1.125 - \frac{0.0707}{\sqrt{m}} t_{\alpha/2} \tag{8}$$

a. 置信度为 67% 时的回收量上、下界限. 由  $\alpha/2 = 16.5\%$  查得  $t_{\alpha/2} = 0.98$  ,代入式(8)得

$$T_U = 1.125 + 0.069 / \sqrt{m} \quad T_L = 1.125 - 0.069 / \sqrt{m}$$

b. 置信度为 99% 时的回收量上、下界限. 由  $\alpha/2 = 0.5\%$  查得  $t_{\alpha/2} = 3.00$  ,代入式(8)得

$$T_U = 1.125 + 0.21211 / m^{-\frac{1}{2}} \quad T_L = 1.125 - 0.21211 / m^{-\frac{1}{2}}$$

合同期为 24 个月 ,置信度分别为 67% ,99% 时的回收幅度变化情况见图 1.

情况 2 :合同期为 36 个月 ,同时考虑两种置信度 ,分别为 67% ,99% .此时 , $n = 36$  ,代入式(4)(5)分别得到

$$u_P = 1.185 \quad \sigma_P = 0.106 / \sqrt{m}$$

将  $u_P$  及  $\sigma_P$  代入式(6)(7)便得到工期为 36 个月时的回收量上、下幅度 ,见式(9).

$$T_U = 1.185 + \frac{0.106}{\sqrt{m}} t_{\alpha/2} \quad T_L = 1.185 - \frac{0.106}{\sqrt{m}} t_{\alpha/2} \tag{9}$$

a. 置信度为 67% 时的回收量上、下界限. 由  $\alpha/2 = 16.5\%$  知  $t_{\alpha/2} = 0.98$  ,代入式(9)得

$$T_U = 1.185 + \frac{0.1039}{\sqrt{m}} \quad T_L = 1.185 - \frac{0.1039}{\sqrt{m}}$$

b. 置信度为 99% 时的回收量上、下界限. 由  $\alpha/2 = 0.5\%$  知  $t_{\alpha/2} = 3.00$  ,代入式(9)得

$$T_U = 1.185 + \frac{0.318}{\sqrt{m}} \quad T_L = 1.185 - \frac{0.318}{\sqrt{m}}$$

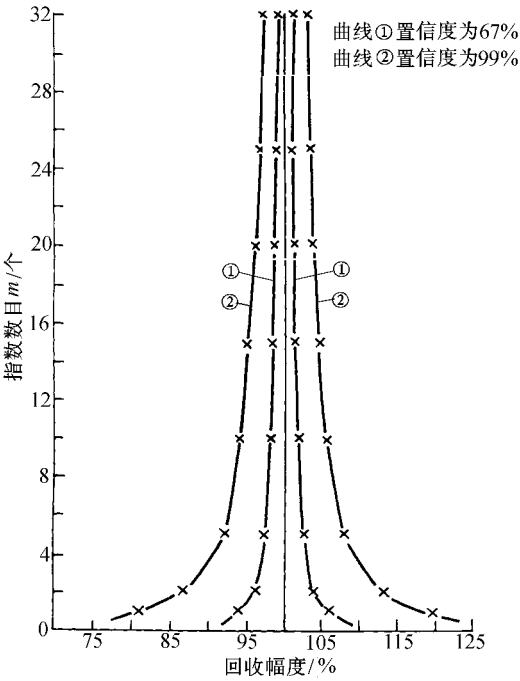


图 1 合同期 24 个月时回收幅度与  $m$  的关系  
Fig.1 Relation between recovery range and the contract duration  $m = 24$  months

合同期为 36 个月,置信度分别为 67%、99% 时的回收幅度变化情况见图 2。

## 4 结 论

a. 图 1、2 中的所有曲线是遵循同一规律的,这表明,某一特定的调价公式的精度及回收量与合同期长短无关。因此,在决定所采用公式的形式,如单一公式形式、多重子公式形式时,不必考虑合同期长短对回收精度的影响。

b. 调价公式中至少采用 5 个价格指数进行调价才能满足调价精度的要求。此时,回收量落入平均回收值  $\pm 10\%$  范围的概率为 99%。当采用 1~4 个价格指数调价时,承包商承担的风险过大,难以满足调价要求。目前,我国水电工程项目建设所采用的调价公式中,调价指数数目的取值一般为 2~4 个,与本文提出的价格指数数目 5 个存在较大差距,这很难满足调价精度的要求。因此,在制定招标文件、起草调价条款、确定调价公式时,应重视这个问题。

c. 在其他条件和要求(如置信度大小)不变情况下,价格上涨幅度越大,回收幅度变化越大。因此,当价格上涨幅度增大时,只有通过增加价格指数数目才能达到减少回收幅度变化过大的目的。

d. 承包商实际回收量与合同期之间存在一定关系:合同期越长,实际回收量变化幅度越大;反之,实际回收量变化幅度越小。因此,当合同期较长时,应考虑较多的价格指数数目;反之,价格指数数目可少些。

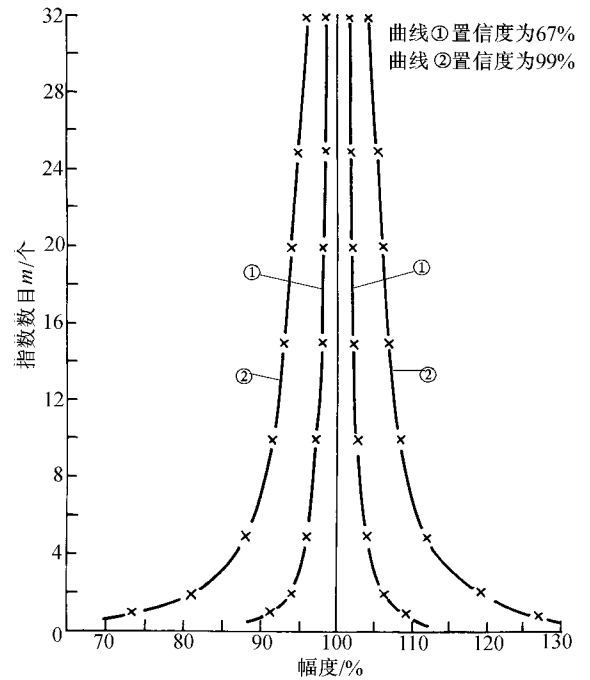


图 2 合同期 36 个月时回收幅度与  $m$  的关系

Fig.2 Relation between recovery range and the contract duration  $m = 36$  months

## 参 考 文 献

- 1 国际咨询工程师联合会. 土木工程施工合同条件. 臧军昌等译. 北京: 航空工业出版社, 1992. 106~107
- 2 丰景春, 张志琴. 合同价格调整敏感性探讨. 建筑技术开发, 1997(2): 38~40

## Risk in Price Adjustment for Hydropower Projects

Feng Jingchun Liu Yongqiang Yang Jianji

(College of International Industry and Commerce, Hohai Univ., Nanjing 210098)

**Abstract** The necessity of price adjustment and two adjustment methods are analysed in this paper. It is indicated that the accuracy of adjustment formulae may exert a great influence on the risk shared between the owner and the contractor. Calculation and analysis show that the number of price adjustment indices has a direct relation with the risk. Finally, several proposals in regard to the formulae are put forward in consideration of the present situation of hydropower projects.

**Key words** hydropower project; contract price; risk; accuracy