

# 合同项目费用/进度绩效模型研究

丰景春

(河海大学国际工商学院,江苏 南京 210098)

**摘要** :分析工程建设项目费用/进度控制的基本原理,指出预算计划值、实际值、赢得值是研究费用/进度控制系统行为状态的 3 个重要参数.结合国际工程中工程师概算的费用组成,提出合同项目费用/进度绩效模型.详细研究了单价计价活动、合价计价活动、计日工活动及暂定金费用项目的预算计划值、实际值、赢得值,给出相应的计算方法及公式,并建立起各类活动(费用项目)预算计划值设置模块、实际值统计模块、赢得值度量模块.在此基础上,建立起合同项目预算计划值设置模块、实际值统计模块、赢得值度量模块.其结果为费用绩效、进度绩效、综合绩效等行为状态的研究奠定了基础.

**关键词** :赢得值;绩效;费用;进度;模型

**中图分类号** :TV512      **文献标识码** :A      **文章编号** :1000-1980(2003)01-0095-05

## 1 费用/进度控制基本原理

预算计划值(Budget Cost for Work Scheduled,BCWS)、实际值(Actual Cost for Work Performed,ACWP)、赢得值(Budget Cost for Work Performed,BCWP)是衡量费用/进度状态的 3 个重要指标<sup>[1]</sup>.如果 ACWP、BCWP、BCWS 相等,说明项目是按原定计划进行的,即项目的实际进度既不拖后也不提前,实际费用恰好等于预算计划值.此时,进度偏差和费用偏差均等于零.

项目实施过程中,实际值、赢得值、预算计划值 3 者之间通常会发生偏离.在检查日( $k$ )时,累计实际值( $ACWP_k$ )与累计赢得值( $BCWP_k$ )两者之间的差值为  $BCWP_k - ACWP_k$ ,表示累计费用偏差;累计预算计划值( $BCWS_k$ )与累计赢得值( $BCWP_k$ )两者之间的差值为  $BCWP_k - BCWS_k$ ,表示累计进度偏差.

## 2 合同项目费用/进度绩效模型

### 2.1 费用组成

工程师概算(Engineer's Cost Estimate)是在某一特定设计阶段对特定条件下投资估算的一个称谓.根据不同设计阶段投资估算的深度和用途,投资估算分为 5 种:(a)概念性估算;(b)初步设计估算;(c)控制性估算;(d)工程师估算;(e)招标标底估算.通常情况下,工程师估算称为工程师概算.

工程师概算是在合同划分全部确定后,根据最新价格资料、详细工程量以及详细单价而确定的估算费用.工程师概算的用途是:协助工程经理和设计人员控制设计费用,保证在所确定的工程范围和预算内完成;进行造价预测、施工规划、资源分配、控制场地劳动力费用等.由此可见,工程师概算是业主控制整个工程项目费用/进度的基础.本文根据工程师概算的费用组成,研究合同项目费用/进度绩效模型.

### 2.2 绩效模型

工程师概算由直接费用、间接费用、其他费用和暂定金(Provisional Sum)组成.其中其他费用包括工程管理费、施工管理费,以及业主费用等.工程量清单列明的费用分为单价计价费用项目、合价计价费用项目、计日工计价费用项目和暂定金计价费用项目.与前 3 项费用项目相对应的活动分别为单价计价活动、合价计价活动、计日工计价活动.其中,工程量清单列明的单价计价费用项目与合价计价费用项目各价格项目的单价

包含了直接费、间接费和其他费用.由此可见,合同项目费用/进度绩效模型应由单价计价活动模块、合价计价活动模块、计日工活动模块及暂定金费用项目模块组成,见图 1.

3 各类活动(费用项目)模块

3.1 单价计价活动模块

3.1.1 预算计划值(BCWS<sub>UP</sub>)设置模块

根据工程量清单、进度计划以及工程师概算,求得单价计价部分费用预算计划值.进度计划中的活动与工程量清单中的价格项目之间有两种关系:一种是两者之间存在一一对应关系,即 BOQ 中的价格项目完全对应于进度计划中的活动;另一种是两者之间不存在一一对应关系,即 BOQ 中某一价格项目包含了进度计划中的若干项活动,或进度计划中的某一活动包含了 BOQ 中的若干项价格项目,或 BOQ 中的若干项价格项目对应于进度计划中的若干项活动.由此可见,在确定进度计划中每项活动的预算计划值时,应分以下 5 种情况考虑.

a. BOQ 中的价格项目与进度计划中的活动存在着一一对应关系.比如三峡工程中,活动 CC0086(北坡第一期隧洞开挖)与 BOQ 中的同名项目存在着一一对应关系.此时,可直接将 BOQ 中价格项目的费用载入到进度计划相应的活动中,见式(1).

$$BCWS_j = UP_{E_j} \cdot Q_j \tag{1}$$

式中:BCWS<sub>j</sub>——进度计划中第 j 项活动的预算计划值;UP<sub>E<sub>j</sub></sub>——BOQ 中第 j 个价格项目的单价;Q<sub>j</sub>——BOQ 中第 j 个价格项目的工程量.

b. 进度计划中的某一项活动与 BOQ 中的多个价格项目相对应.比如在三峡工程进度计划中,基础开挖与 BOQ 中的 5~8 级全风化岩石开挖、9~11 级弱风化岩石开挖、12 级岩石开挖 3 个价格项目相对应.此时,进度计划中某一活动的预算计划值 BCWS<sub>j</sub> 等于与之对应的多个价格项目预算之和,见式(2).

$$BCWS_j = UP_{E_1} \times Q_1 + UP_{E_2} \times Q_2 + \dots + UP_{E_n} \times Q_n \tag{2}$$

式中:BCWS<sub>j</sub>——进度计划中第 j 项活动的预算计划值;UP<sub>E<sub>1</sub></sub>,UP<sub>E<sub>2</sub></sub>,...,UP<sub>E<sub>n</sub></sub>——BOQ 中与第 j 项活动相对应的各价格项目的单价;Q<sub>1</sub>,Q<sub>2</sub>,...,Q<sub>n</sub>——BOQ 中与第 j 个活动相对应的各价格项目的工程量.

c. BOQ 中的某一价格项目与进度计划中的若干项活动相对应.比如,BOQ 中的价格项目(C20 混凝土),与进度计划中的混凝土拌制、运输、浇筑、养护等活动相对应.不过这种情况较为少见.此时,根据单价分析表可以得到进度计划中活动 1、活动 2.....活动 M 的预算计划值.

d. 进度计划中的多项活动与 BOQ 中的多个价格项目存在对应关系,此时,由式(3)求得活动 a<sub>i</sub> 的预算计划值 BCWS<sub>a<sub>i</sub></sub>.

$$BCWS_{a_i} = Q_i(b_1) \times UP_{b_1} + Q_i(b_2) \times UP_{b_2} + \dots + Q_i(b_n) \times UP_{b_n} \tag{3}$$

式中:UP<sub>b<sub>1</sub></sub>,UP<sub>b<sub>2</sub></sub>,...,UP<sub>b<sub>n</sub></sub>——价格项目 b<sub>1</sub>,b<sub>2</sub>,...,b<sub>n</sub> 的单价;Q<sub>i</sub>(b<sub>1</sub>),Q<sub>i</sub>(b<sub>2</sub>),...,Q<sub>i</sub>(b<sub>n</sub>)——活动 a<sub>i</sub> 含 b<sub>1</sub>,b<sub>2</sub>,...,b<sub>n</sub> 的工程量.

e. 进度计划中的某一活动不与 BOQ 中的任何一个价格项目或多个价格项目存在对应关系.此时,该活动的预算计划值为零,如混凝土浇筑费用已摊到相应的混凝土单价中,故混凝土浇筑这项活动的预算计划值为零.

根据进度计划各项活动的预算计划值,可以求得单位时间内的累计预算计划值.一般情况,建设项目管理的时间单位为月.因此,第 i 个月的预算计划值等于各项活动在该月内计划完成的预算计划值之和.

由各月的预算计划值可以得到至检查日(k)时的累计预算计划值,见式(4).

$$BCWS_{UP_k} = \sum_{i=1}^k BCWS_{a_i} \tag{4}$$

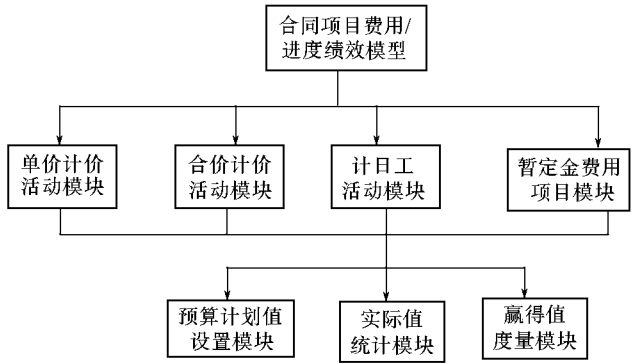


图 1 合同项目费用/进度绩效模型  
Fig.1 Cost/schedule performance model of contract project

整个合同期内的累计预算计划值( $BCWS_{UP_k}$ )见图 2(a).

3.1.2 实际值( $ACWP_{UP}$ )统计模块

统计单价部分实际费用时,应考虑以下 4 种情况.

a. 单价不变,且支付工程量小于或等于 BOQ 中相应的工程量,则将该实际费用归入  $ACWP_{UP}$ .

b. 单价不变,但支付工程量大于 BOQ 中相应的工程量,则该类实际费用分两部分处理:(a)将“单价  $\times$  BOQ 中的工程量”这部分实际费用归入  $ACWP_{UP}$ ;(b)将“单价  $\times$  支付工程量 - 单价  $\times$  BOQ 中的工程量”这部分实际费用归为暂定金实际值( $ACWP_p$ ).

c. 单价变化,工程量不变.此时,分两种情况处理:(a)如单价变小,则将“新单价  $\times$  工程量”这部分实际费用归入  $ACWP_{UP}$ ;(b)如果单价变大,则将“原单价  $\times$  工程量”这部分实际费用归入  $ACWP_{UP}$ ;将“(新单价 - 原单价)  $\times$  工程量”这部分实际费用计入暂定金实际值( $ACWP_p$ ).

d. 单价变化,工程量变化.如果新单价  $\times$  新工程量  $\leq$  原单价  $\times$  BOQ 中的工程量,则将“新单价  $\times$  新工程量”这部分实际费用归为  $ACWP_{UP}$ ;如果新单价  $\times$  新工程量  $>$  原单价  $\times$  BOQ 中的工程量,则将“原单价  $\times$  BOQ 中的工程量”这部分实际费用计入  $ACWP_{UP}$ ;将“新单价  $\times$  新工程量 - 原单价  $\times$  BOQ 中的工程量”这部分费用归入暂定金实际值( $ACWP_p$ ).

至检查日( $k$ )时,累计实际值( $ACWP_{UP_k}$ )见图 2(a).

3.1.3 赢得值( $BCWP_{UP}$ )度量模块

对于建筑安装工程和大型临时设施工程,工程量清单中大多数项目属于单价计价费用项目,该类费用项目既有可能产生进度偏差,也有可能产生费用偏差,可根据工程项目实际进度和相应的预算计划值求得得值.

至检查日( $k$ )时,累计赢得值( $BCWP_{UP_k}$ )见图 2(a).

3.2 合价计价活动模块

3.2.1 预算计划值( $BCWS_{HC}$ )设置模块

合价计价活动预算计划值的设置原理与方法同单价计价活动.整个合同期内累计预算计划值( $BCWS_{HC_k}$ )见图 2(b).

3.2.2 赢得值( $BCWP_{HC}$ )度量模块

合价计价活动只可能产生进度偏差,其费用偏差等于零<sup>[2]</sup>,即赢得值等于实际值( $BCWP_{HC} = ACWP_{HC}$ ).根据活动延续时间,分别采用 50%/50%法、0/100%法、百分率完成法度量赢得值.

a. 50%/50%法.50%/50%法是指活动刚开始时赢得其预算计划值的 50%,活动全部结束时赢得剩余 50%的预算计划值.该方法适用于度量那些持续时间为 3~4 个月的活动的赢得值.

b. 0/100%法.0/100%法是指活动刚开始时其赢得值为零,活动全部结束时赢得其预算计划值的 100%.该法适用于度量那些持续时间为 2 个月以内(含 2 个月)的活动的赢得值.

c. 百分率完成法.百分率完成法是指根据每月需要完成的百分数度量赢得值的一种方法.这种方法的关键在于如何准确地估计是由有关人员在累计值基础上作出的,故百分率完成法带有较多的主观成分.为了减少百分率完成法中的主观成分,可以限制每项活动完成之前允许赢得的最大值,这个值可定为赢得值的 80%至 90%,直到全部完成时,才能赢得全额.百分率完成法适用于度量那些持续时间为 5 个月以上(含 5 个月)的活动的赢得值.

至检查日( $k$ )时,累计赢得值( $BCWP_{HC_k}$ )见图 2(b).

3.2.3 实际值( $ACWP_{HC}$ )统计模块

从业主控制费用角度分析,合价计价活动的费用偏差等于零<sup>[2]</sup>,故其实际值  $ACWP_{HC} = BCWP_{HC}$ ,至检查日( $k$ )时,累计实际值( $ACWP_{HC_k}$ )见图 2(b).

3.3 计日工活动模块

3.3.1 预算计划值( $BCWS_D$ )设置模块

计日工费用在招标文件中有两种表现形式:第 1 种形式,业主在招标文件中提供假想工程量,由投标者报出相应的单价,从而计算出计日工总费用,并将计日工总费用计入到总报价中;第 2 种形式,业主在招标文件中仅提供材料、设备、工程的种类,并不提供相应的假想工程量.此时,投标者只需提供单价即可,无需将计

日工费用计入总报价。通常情况下,业主为了防止投标者过分抬高计日工单价,一般采用第1种形式,即要求投标者将计日工费用计入总报价。这里仅研究第1种形式。

计日工的动用与否取决于工程施工实际情况以及工程师的指令,而无法事先确知动用计日工的具体时间。本文提出一种假设方法来设置计日工费用的子目标。

假设每个月计日工费用的预算计划值的百分比等于每个月单价计价活动和合价计价活动预算计划值之和的百分比,见式(5)。

$$\frac{BCWS_{D_i}}{BCWS_D} = \frac{BCWS_{UP_i} + BCWS_{HC_i}}{BCWS_{UP} + BCWS_{HC}} \tag{5}$$

由式(5)求得整个合同期内的累计预算计划值( $BCWS_{D_k}$ ),见图2(c)。

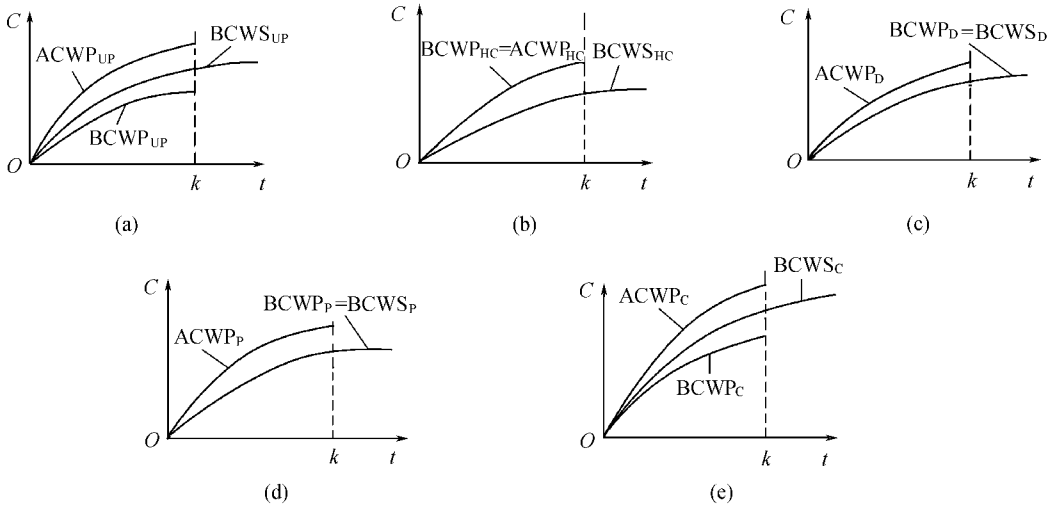


图2 合同项目及各类费用(活动)项目绩效模块

Fig.2 Performance models for contract works and various cost items(activities)

3.3.2 实际值(ACWP<sub>D</sub>)统计模块

根据每个月实际支付的金额,统计得到至检查日( $k$ )时累计实际值( $ACWP_{D_k}$ ),见图2(c)。

3.3.3 赢得值(BCWP<sub>D</sub>)度量模块

由于计日工主要用于零星工程及名目繁多的活动,因此,计日工不会对进度产生影响,可以认为计日工的进度偏差为零,即  $BCWP_D - BCWS_D = 0$ 。由此可以得到计日工的赢得值  $BCWP_D = BCWS_D$ 。

整个合同期内累计赢得值( $BCWP_{D_k}$ )见图2(c)。

3.4 暂定金费用项目模块

3.4.1 预算计划值(BCWS<sub>P</sub>)设置模块

根据业主设定的暂定金预算值( $BCWS_P$ )以及公式(6),计算各个月的预算计划值。

$$BCWS_{P_i} = \frac{BCWS_{UP_i} + BCWS_{HC_i} + BCWS_{D_i} + BCWS_{E_i}}{BCWS_{UP} + BCWS_{HC} + BCWS_D + BCWS_E} \times BCWS_P \tag{6}$$

至检查日( $k$ )时,累计预算计划值( $BCWS_{P_k}$ )见图2(d)。

3.4.2 实际值(ACWP<sub>P</sub>)统计模块

暂定金费用实际支出值( $ACWP_P$ )由以下部分组成:(a)如果实际单价 $\times$ 实际支付工程量 $>$ BOQ中的预算费用,则将实际单价 $\times$ 实际支付工程量 $-$ BOQ中的预算费用之差额归入暂定金实际值( $ACWP_P$ );(b)索赔费用;(c)合同外工程量 $\times$ 工程单价;(d)业主向有关各方支付的罚款;(e)业主实际支付的修复费用与保险公司的赔偿之差;(f)业主支付给承包商的奖金;(g)因物价上涨带来的调增值等。

通过统计每个月费用实际值,可以获得至检查日( $k$ )时的累计实际值( $ACWP_{P_k}$ ),见图2(d)。

3.4.3 赢得值(BCWP<sub>P</sub>)度量模块

暂定金费用属于层次型费用项目。根据文献[3],暂定金费用项目的进度偏差为零,即  $BCWP_P = BCWS_P$ 。

据此得到至检查日时累计赢得值(  $BCWP_{P_k}$  ),见图 2 d)。

## 4 合同项目模块

根据单价计价活动、合价计价活动、计日工活动以及暂定金费用项目的预算计划值、实际值、赢得值模块,可以得到整个合同项目的预算计划值(  $BCWS_c$  )、实际值(  $ACWP_c$  )、赢得值(  $BCWP_c$  )模块,见图 2 e)。

## 5 结 语

定量分析是有效控制费用/进度行为状态不可缺少的手段。分析表明,预算计划值、实际值、赢得值是衡量费用、进度状态的 3 个重要参数。通过研究各类活动(费用项目)的预算计划值设置模块、实际值统计模块、赢得值度量模块,建立起合同项目预算计划值设置模块、实际值统计模块、赢得值度量模块。本文的研究内容和结果为研究至检查日(  $k$  )时合同项目及整个工程项目的费用状态(节支、超支)及进度状态(提前、拖期),以及费用绩效、进度绩效、综合绩效奠定了基础,也为采取相应的措施提供了决策依据。

### 参考文献：

[ 1 ] QUENTIN W. Cost/schedule control system criteria[ M ]. Chicago ,Illinois :Probus Publishing Company ,1992. 255—274.  
[ 2 ] 丰景春. 水利水电工程业主费用/进度集成控制信息系统模型研究[ D ]. 南京 :河海大学 ,1999.  
[ 3 ] 丰景春. 水利水电工程投资控制目标投资模型[ J ]. 河海大学学报( 自然科学版 ) 2001 ,29 ( 2 ) :52—56.

## Cost/schedule models for contract works

FENG Jing-chun

( *International Business School , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China* )

**Abstract :** The basic principles of cost/schedule control for works were analyzed , and it was pointed out that the Budget Cost for Work Scheduled ( BCWS ), the Actual Cost for Work Performed ( ACWP ), and the Budget Cost for Work Performed ( BCWP ) are three important parameters for the research of the behavior states of cost/schedule control systems. A cost/schedule performance model for contract works was put forward in combination with the composition of the engineer 's budget cost estimate in international projects. Besides , BCWS , ACWP , and BCWP of unit price activity , lump sum activity , day work activity , and provisional sum item were studied in detail , and corresponding calculation methods and formulae were given. Furthermore , models for BCWS arrangement , ACWP counting , and BCWP measurement for each activity ( cost item ) were developed , providing a basis for research of cost performance , schedule performance , and comprehensive performance.

**Key words :** budget cost for work performed ; performance ; cost ; schedule ; model