



蒙特卡罗模拟方法 在港口项目基本预备费的应用

卢 昭¹, 石 宁², 于英彬¹, 李 铸¹

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 北京凯思迈宁科技有限公司, 北京 100028)

摘要: 设置项目基本预备费是对项目建设及投资估算风险进行控制的重要手段之一。现行的港口项目基本预留费测算通常采用统一费率的方法, 仅依靠固定费率计算基本预备费。由于基本预备费考虑的是风险可能引起的附加费用, 固定费率不能很好地反映实际情况。针对这一问题, 采用蒙特卡罗模拟方法进行研究; 该方法通过模拟投资估算分解的概率分布来测算不可预见费用作为基本预留费, 可以考虑项目投资分解构成的具体特点、提供风险定量分析依据, 使基本预留费估算得更加合理、科学、有效。

关键词: 蒙特卡罗; 基本预留费; 不可预见费

中图分类号: U 6

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)S1-0054-03

Basic reserve fund calculation of port project based on Monte Carlo simulation

LU Zhao¹, SHI Ning², YU Ying-bin¹, LI Zhu¹

(1. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;

2. Case Mining Consultants, Beijing 100028, China)

Abstract: Setting the project basic reserve fund is one of the important approaches to control the project risks. Usually, a fixed rate is used to calculate the fund. Because the fund is used to deal with the risk that may result in additional capital expenditure, the fixed rate method may not reflect the reality situation accurately. In this paper, Monte Carlo simulation method is implemented in which the contingency is calculated by simulating decomposition investment to measure the distribution of unforeseen expenses. By the specific characteristics of decomposition, the quantitative risk analysis basis is formed, while the contingency become more rational, scientific and effective.

Keywords: Monte Carlo method; basic reserve fund; contingency

对于项目风险而言, 预留不可预见费是应用最普遍的一种方法。港口行业的不可预见费(预留费用)包含基本预备费及物价上涨费。对于基本预备费, 通常采取的是按一定费率计提, 即按投资估算值的百分率计算。如港口行业对工可阶段不可预见费的计算一般为工程直接费与其他费用之和的 7%, 初步设计阶段为工程直接费与其他费用

之和的 5%^[1]。统一的计提费率虽然简化了基本预留费的求取方法, 但会因各个企业单位的估算经验、资料库的完善程度的不同而表现出很大的差异。因此, 合理的基本预留费评估是对项目投资估算的一个重点。蒙特卡罗模拟方法在一定程度上能较好地根据企业具体项目水平为基本预备费提供较为合理的测算。

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 卢昭(1983—)男, 高级工程师, 从事港口规划、设计。

1 蒙特卡罗方法简介

蒙特卡罗方法 (Monte Carlo simulation) 又称统计模拟法、随机抽样技术, 是一种随机模拟方法, 以概率和统计理论方法为基础, 使用随机数来解决很多计算问题。将所求解的问题与一定的概率模型相联系, 用电子计算机实现统计模拟或抽样, 以获得问题的近似解^[2]。

投资估算的蒙特卡洛模拟的基本方法可以描述为: 假设项目投资估算计算的输入变量分别是随机变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$, 在最简单的情况下 X_i 为各分项投资小计, 总投资为 $Y = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ 。如果输入变量为更为复杂的输入变量 (例如价格系数), 总投资估算可以表达为估算函数 $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ 。蒙特卡罗方法通过随机数发生器生成随机变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的一组实现值 $(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{nk})$, 并计算得到对应的函数值 $y_k = f(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{nk})$; 最后通过多次独立反复抽样, 可以得到函数 Y 的一批随机抽样数据 $y_1, y_2, \dots, y_m$ 。当这种模拟的次数足够多时, 将可以得到与实际情况相近的函数 Y 的概率分布情况与数字特征, 从而达到合理测算的目的^[3-7]。

应用蒙特卡罗方法估算不可预见费, 可按如下几个步骤:

- 1) 根据不可预见费中的投资构成构建相应的数学模型, 在实际应用中这个函数通常是通过 EXCEL 的公式套用实现的。
- 2) 确定影响研究对象的随机变量的概率分布, 为了便于分析, 通常使用三角分布代替更为复杂的分布函数, 三角分布通常由最小值 (P_0)、最大值 (P_{100}) 和最可能值确定, 有些情况下为了结合实际, 最小值、最大值分别采用 P_5 和 P_{95} 。
- 3) 对模型进行随机抽样数值仿真, 得到模拟数据。
- 4) 运用数理统计分析得到基础统计结果图表。
- 5) 确定估算保险系数 (实际发生费用小于含预留费用的投资估算结果的概率), P_{50} 为中性估算, 小于 P_{50} 为激进估算、大于 P_{50} 为保守估算。

2 港口工程基本预备费测算模型

2.1 港口工程基本预备费测算模型

港口工程的基本预备费指在工可设计和估算内难以预料的工程和费用。1) 在投资估算范围内, 预计初步设计、施工图设计阶段或施工过程中因材料数量和价格可能增加的工程内容及费用, 以及设计变更等增加的工程内容及费用; 2) 一般自然灾害及重大事件造成的损失, 及预防自然灾害所采取的措施等预计增加的费用; 3) 工期的拖延, 包括竣工验收时对隐蔽工程进行必要的挖掘和修复所需的费用。

根据每种分类情况细分出各自影响因素及概率, 然后按照蒙特卡罗法仿真, 最后根据统计结果进行加总。

2.2 软件选择

@ Risk 是 Palisade 公司开发的商业风险分析和评估软件, 它使用蒙特卡洛模拟法分析电子数据表模型。由于该程序完全是集成于 Microsoft Excel 电子表格的附加模块, 所以也很好地拓展了 Excel 电子数据表库模型及功能, 本文将使用 @ Risk 软件进行相关分析。

@ Risk 软件内嵌于 Excel, 安装软件后 Excel 会多出 @ Risk 菜单, @ Risk 菜单工具条里有定义、输出、计算、分析等相关功能菜单选项, 用来建模及分析结果。

3 案例分析

3.1 项目简介

某国外码头工程包括水工工程、疏浚工程、工艺设备、供电设备、拖轮、附属设施、土建工程等, 基础造价为 41.91 亿元。

为了简便起见, 本例仅以基本预备费中第一类费用进行计算, 基本预备费第二类、第三类经测算费用为 3.25 亿元。

第一类费用将根据投资估算各项组成进行分析。根据每一项资料的完备程度, 对各项的变动区间进行分析 (表 1), 概率分布采用三角形分布。

表 1 基本预留费分项测算基础数据 百万元

估算分类	最小值 P_5	最可能值	最大值 P_{95}
工艺设备	186	198	229
供电设备	246	259	298
拖轮	69	73	83
通信,控制设备费用	16	17	19
营地建设费用	144	151	172
混凝土	68	71	79
钢结构	108	112	126
房建	162	172	199
水工结构	44	45	49
陆域桩基础	43	45	52
设备备品备件	29	31	35
人工费用	318	335	381
建设设备	210	221	252
运费	240	253	290
油费	21	22	25
航道疏浚	1 675	1 709	1 924
运营费用	8	9	10
EPC 费用	137	144	165
业主费用(包括征地拆迁)	301	324	376
基本预备费中第二、三类费用	0	325	650
总计(不含基本预备费中第一类费用)		4 516	

3.2 测算结果

通过蒙特卡罗模拟, $P_5 \sim P_{95}$ 区间主要结果见图 1(其中, P_{95} 表示模拟结果中有累计 95% 的数值低于此数值)。

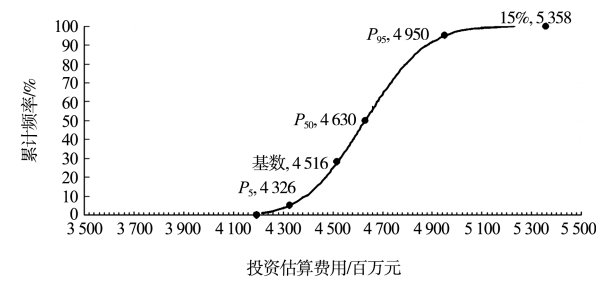


图 1 测算结果累计曲线

根据项目情况(资料的完备、施工能力、对风险的容忍程度等)可以采用不同的指标作为最

终结果,本算例采用 P_{50} 结果作为最终估算值,即为 46.3 亿元。

基本预备费总费用为 4.39 亿元,约为基础估算值的 10.5%。

4 结论

1) 统一的计提费率虽然简化了基本预留费的求取方法,但会因各个企业单位的估算经验、资料库的完善程度的不同而表现出很大的差异。蒙特卡罗模拟方法在一定程度上能较好地根据企业具体项目水平为基本预备费提供较为合理的测算。

2) 以某海外项目为算例进行测算。通过算例可以对本模型基本应用有初步了解;根据项目情况(资料的完备,施工能力,对风险的容忍程度等)采用不同的指标作为最终结果。

3) 通过使用上述方法,估算结果被确认满足美国价值工程协会(AACE)三类估算(Class 3)的精度及可信度要求。

参考文献:

[1] 交通部水运工程定额站.沿海港口建设工程概算预算编制规定[R].北京:交通部水运工程定额站,2004.

[2] Robert C P. Monte Carlo Statistical Methods [M]. New York: Springer, 2005.

[3] 侯学良,杨颖蓉,李越.基于蒙特卡洛模拟的电网建设工程基本预备费测算[J].电力建设,2014(9): 109-113.

[4] 李国文,刘志伟.基于蒙特卡洛模拟技术的综合单价组价风险分析[J].建筑经济,2013(12): 49-51.

[5] 张云霞,张所地.蒙特卡罗在估算不可预见费中的应用[J].会计实务,2011(7): 69-71.

[6] 邹文智.蒙特卡罗模拟方法在不可预见费估算中的应用[J].建筑经济,2007(10): 108-111.

[7] 梁磊.用 EXCEL 实现风险决策的蒙特卡罗模拟分析[J].科学技术与工程,2008(10): 5 697-5 700.

(本文编辑 武亚庆)