

# 软件项目风险控制方案设计

冯 珍 张所地 (山西财经大学 管理科学与工程学院 山西 太原 030006)

**摘 要:** 在综合考虑风险影响水平和降低风险发生需要的成本费用的条件下,建立了风险控制方案设计的模糊线性规划模型,给出了求解算法。模型的目标是建立风险控制方案,在一定的风险控制总成本约束下,最大程度地降低软件项目风险当量。案例研究表明,该模型可以帮助软件项目管理人员制定出较优的风险控制方案。

**关键词:** 软件项目; 风险控制; 方案设计; 模糊线性规划

## Design of Risk Control Program for Software Project

FENG Zhen, ZHANG Suo-Di

(School of Management Science and Engineering, Shanxi University of Finance & Economic, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Considering the level of risk influence and the cost of risk reduction, this paper establishes fuzzy linear programming to design the risk control program and gives a solution algorithm. The model aims to minimize the risk of software project with a restriction of the total cost of risk control. Case studies show that the model can help software project managers to develop better risk control programs.

**Keywords:** software project; risk control; program design; fuzzy linear programming

## 1 引言

软件项目风险是指软件项目开发过程中及软件产品本身可能造成的伤害损失,由于软件项目开发和管理中存在着诸如技术、内部管理及外部环境等种种不确定因素,使软件行业成为高风险的产业<sup>[1-3]</sup>。大型项目按时完成的概率几乎为 0,大型项目被取消的概率为 50%。因此对软件项目风险分析和控制是项目风险管理的主要步骤。

风险分析的目的就是评估风险水平以便项目管理人员对风险进行排序,然后有针对性地对高风险进行监控。每个软件风险都有两个基本特征,第一个是指某个风险事件发生的可能性,如果有足够的统计数据,那么,一个事件发生的可能性就可用概率来表示;第二个是指风险发生后造成的损失<sup>[4,5]</sup>。因此,将风险的度量定义为这两个部分的函数:风险当量  $r=p \cdot e$ ,其中,  $p$  是风险发生的可能性,  $e$  是风险的影响水平,总的风险当量  $= \sum p \cdot e$ 。

风险控制的目的是投入一定的资源,降低风险的影响水平和风险发生的可能性,即降低总的软件风险当量。目前国内外文献在软件风险评价方面开展了定量研究<sup>[1,4,5]</sup>,但在风险控制方面,主要集中于风险控制流程管理的研究,建立了一些定性的风险控制模型<sup>[2,6,7]</sup>,本文旨在应用模糊理论和运筹学的一些理论方法对软件风险控制方案的制定开展定量研究。有大多数情况下,风险因素的影响水平不可改变,但可以采取各种措施降低风险发生的可能性。因此在假定风险因素的影响水平不变的情况下,本文研究如何建立风险控制方案,在一定的资金约束下,使总的软件风险当量降低到最小。

## 2 风险控制模型

一般来说,风险控制总成本约束是一个模糊的量,用传统的线性规划难以解决这个问题,因此引入模糊理论,建立风险控制方案设计的模糊线性规划模型

基金项目:山西省科技基础条件平台建设项目(2008091010)

收稿时间:2009-11-25;收到修改稿时间:2009-12-28

(FLP)。模型的目标是在综合考虑各个风险影响水平和降低风险发生需要的成本费用下，建立风险控制方案，在一定的风险控制总成本约束下，使软件项目综合风险降低率最大。

## 2.1 模型结构

$$\max R(\Delta p) = \sum_{i=1}^m e_i \Delta p_i \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i = C \quad (2)$$

$$0 \leq p_i \leq 1 \quad (i=1, \dots, m) \quad (3)$$

式中  $R$ ——软件项目风险综合降低度

$e_i$ ——第  $i$  个风险的影响水平

$p_i$ ——第  $i$  个风险发生可能性的降低率

$c_i$ ——降低第  $i$  个风险发生可能性的成本系数

$C$ ——风险控制成本

## 2.2 模型分析

### 2.2.1 决策变量

决策变量为风险发生可能性的降低率，定义风险发生可能性的降低率为

$$\Delta p_i = \frac{p_i - p_i^*}{p_i - p_i^*} \quad (4)$$

式中  $p_i$ ——第  $i$  个风险因素目前发生的可能性

$p_i^*$ ——第  $i$  个风险因素经风险控制后发生的可能性

$p_i^*$ ——第  $i$  个风险因素发生可能性降低的最小值

因此，风险因素经风险控制后发生的可能性由式

$p_i^* = p_i - \Delta p_i(p_i - p_i^*)$  求出，风险控制量  $p_i^* = p_i - \Delta p_i$ 。风险控制量在目前发生的可能性和最小值范围之间，由式(4)可知风险的降低率范围约束为  $0 \leq p_i \leq 1 \quad (i=1, \dots, m)$ 。

### 2.2.2 目标函数

$R$  为软件项目风险因素的风险当量降低率的总和，即  $R = \sum_{i=1}^m r_i = \sum_{i=1}^m e_i \Delta p_i$ ，在模型中假设风险控制中，风险的影响水平  $e$  难以改变，能采取措施和投入资金控制的是风险发生的可能性。

### 2.2.3 模糊约束

风险控制成本为  $C = \sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i$ ，约束条件式(2)中“ $=$ ”表示模糊约束，设  $t = \sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i$ ，对于模糊约束  $t = C$ ，对应一个模糊集  $A$ ，其隶属函数可定义为

$$\tilde{A}(t) = \begin{cases} 0, & t < C - d \\ 1 + \frac{t - C}{d}, & C - d \leq t < C \\ 1, & t = C \\ 1 - \frac{t - C}{d}, & C < t \leq C + d \\ 0, & t - C > d \end{cases}$$

式中  $d$ ——风险控制成本的伸缩指标， $d \geq 0$ 。

由软件项目风险管理者所能接受得风险控制成本确定成本范围  $[C - d, C + d]$ ，控制成本的伸缩指标随之确定。

## 3 模型求解算法

为了求得目标函数在模糊约束下的最优解，需要将目标函数模糊化<sup>[8]</sup>。记  $t_0 = \sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i$  设  $R_0$  为普通线性规划(LP<sub>1</sub>)，即 FLP 的约束条件式(2)换成普通约束  $t_0 = C$  的目标函数的最优值， $R_0 + d_0$  是普通线性规划(LP<sub>2</sub>)，即 FLP 的约束条件式(2)换成  $C - d \leq t_0 \leq C + d$  目标函数的最优值，相应的模糊目标集  $\tilde{G}$  可定义为

$$\tilde{G}(t) = \begin{cases} 0 & t_0 < S_0 \\ \frac{t_0 - S_0}{d_0}, & S_0 \leq t_0 \leq S_0 + d_0 \\ 1 & t_0 \geq S_0 + d_0 \end{cases}$$

$d_0$  也可由决策人所定，是一个目标函数值的伸缩指标。

为了兼顾模糊约束集  $\tilde{A}$  和模糊目标集  $\tilde{G}$ ，采用  $\tilde{A}$  和  $\tilde{G}$  进行模糊判决，再用最大隶属度原则求 FLP 的最优解，由此产生一个新的普通线性规划(LP<sub>3</sub>)，在模糊数学中称为阈值或置信水平，在此视为一变量。

$$LP_3: \max g =$$

$$\text{s.t.} \quad \begin{aligned} \sum_{i=1}^m e_i \Delta p_i &\geq R_0 \\ \sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i &\geq C - d \\ \sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i &\leq C + d \\ 0 &\leq p_i \leq 1 \quad (i=1, \dots, m), \quad 0 \end{aligned}$$

求出上述线性规划的最优解  $(\Delta p_1^*, \Delta p_2^*, \dots, \Delta p_n^*)$ ，则 FLP 的最优解为  $(\Delta p_1^*, \Delta p_2^*, \dots, \Delta p_n^*)$ ，该最优解既兼顾了  $\sum_{i=1}^m c_i \Delta p_i = C$  的满意程度，又考虑了  $R$  极大。

## 4 应用案例

某公司对投资的一小型软件项目进行风险控制。经过调研和专家论证，确定了项目的风险因素主要是业主需求，安全性分析程度，开发工具风险、进度风险、项目团队的稳定性，它们的风险影响水平  $e$  分别为严重、一般、轻微、严重和灾难性，用 0.75、0.50、0.25、0.75 和 1。风险发生的可能性  $p$  目前为 40%、25%、30%、68%和 32%，投入风险控制成本进行风险控制后，5 项风险发生的可能性最大可能降低到 10%、5%、3%、20%和 7%。公司规定风险控制总成

本 8 万元左右, 上下变动不超过 10%,  $d=0.8$ 。要求在成本的约束下, 最大可能地降低软件开发风险, 核算后业主需求, 安全性分析程度, 开发工具风险、进度风险、项目团队的稳定性风险控制成本系数为 1.90、3.60、2.80、1.70 和 2.83(单位: 万元)。

建立模糊线性规划模型(FLP):

$$\begin{aligned} \max & 0.75 p_1 + 0.50 p_2 + 0.25 p_3 + 0.75 p_4 + 1 p_5 \\ \text{s.t.} & 1.90 p_1 + 3.60 p_2 + 2.80 p_3 + 1.70 p_4 + 2.80 p_5 \leq C \\ & 0 \leq p_i \leq 1 \quad (i=1, \dots, m) \end{aligned}$$

分别建立  $LP_1$  和  $LP_2$  得到目标最优值 2.72 和 2.83, 那么  $d_0 = 2.83 - 2.72 = 0.11$ , 由此得到  $LP_3$

$$\begin{aligned} \max & g = \\ \text{s.t.} & 0.75 p_1 + 0.50 p_2 + 0.25 p_3 + 0.75 p_4 + 1 p_5 - 0.11 \leq 2.72 \\ & 1.90 p_1 + 3.60 p_2 + 2.80 p_3 + 1.70 p_4 + 2.80 p_5 - 0.8 \leq 7.2 \\ & 1.90 p_1 + 3.60 p_2 + 2.80 p_3 + 1.70 p_4 + 2.80 p_5 + 0.8 \leq 8.8 \\ & 0 \leq p_i \leq 1 \quad (i=1, \dots, m), \quad , \quad 0 \quad 1 \end{aligned}$$

优化结果如下表 1 所示。

表 1 风险控制优化结果

风险因素	$\Delta p_i$	$p_i^*$ (%)	$\lambda$	R	C
业主需求	1	10			
安全性分析程度	0.55	16			
开发工具风险	0	30	0.51	2.78	8.40
进度风险	1	20			
项目团队的稳定性	1	7			

从表中看出最终风险控制优化方案建议: 由于风险因素业主需求、进度风险和项目团队的稳定性的风险影响水平为严重或者灾难性的, 风险控制成本系数相对较低, 因此分别投入资金 1.9、1.7 和 2.8 万元, 风险发生的可能性从目前 40%、68%和 32%, 降低到 10%、16%、20%和 7%, 降低了 100%; 安全性分析程度的风险影响水平为一般, 由于风险控制成

本系数较高, 投入资金 1.98 万元, 风险发生的可能性从目前 25%, 降低到 16%, 降低了 55%; 开发工具的风险影响水平为轻微, 风险控制成本系数较高, 所以对开发工具不进行风险控制。

原来总的风险当量为 1.33, 按上述最优方案投入 8.4 万元控制后降低到 0.45。

## 5 结论

如何制定软件项目风险控制方案, 应该综合考虑每个风险因素的风险影响水平和成本系数, 定量决策, 权衡各种矛盾制定出合理的方案。风险控制的目的是在有限的资源约束下, 使总的风险当量降低到最小。研究了在风险因素影响水平不可改变的情况下, 在一定的资金约束约束下, 使软件项目综合风险降低率最大, 建立了模糊线性规划模型, 并给出了求解算法, 所求的最优解既兼顾了成本约束的满意程度, 又考虑了软件项目综合风险降低率最大, 文中提出的模型和算法为合理的制定风险控制方案提供了有力的工具。

## 参考文献

- 葛方振, 彭太乐, 郭桂芳. 灰色聚类法在软件项目风险评价中的应用. 计算机工程与应用, 2009, 45(2): 78 - 80.
- 潘春光, 陈英武, 汪浩. 软件项目风险管理理论与方法研究综述. 控制与决策, 2007, 22(5): 482 - 486.
- 赵蕾, 解争龙, 田俊华, 郭新明. 软件项目风险管理研究. 计算机工程与设计, 2007, 28(14): 3312 - 3315.
- 胥琳, 黄洪. 软件项目的风险评价模型. 计算机工程与应用, 2004, (13): 227 - 230.
- B Boehm. Software risk management: principles and practices. IEEE Software, 1991, 8(1): 32 - 41.
- 谢铭. 小型软件项目的风险管理研究. 计算机系统应用, 2009, 18(2): 68 - 72.
- Wallace L, Keil M, Rai A. Understanding software project risk: A cluster analysis. Information and Management, 2004, 42(1): 115 - 125.
- 谢季坚, 刘承平. 模糊数学方法及其应用(第三版). 武汉: 华中科技大学出版社, 2006. 51 - 68.