

MIS 项目的综合风险评估模型^{*}

张珞玲 李师贤

(中山大学计算机科学系 广州510275)

The Integrated Risk Evaluation Model for the MIS Project

ZHANG Luo-Ling LI Shi-Xian

(Department of Computer, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract It appears that, until from the end of 80's have western researchers attached importance to software project risk management. In China, little attention is paid to risk management. However, project risk management is very essential for the accomplishment of the software development. Therefore, it makes sense to apply risk management in MIS development to improve the chances of success. Focusing on risk identification and evaluation, the basic activities in risk management, the article puts forward an integrated risk evaluation model for the MIS project.

Keywords Risk evaluation, Delphi survey, Factor analysis

软件项目开发过程中一直存在着种种的不确定因素,严重影响着项目的顺利完成和提交。软件界已经认识到,项目开发管理中应单独注意这些不确定因素,用有效的方法尽可能地将它们的影响降到最小。于是软件项目风险管理的研究应运而生。

自从美国著名软件工程专家 Barry Boehm 于1989年出版《Software Risk Management》以来,国际上越来越重视关于风险分析和驾驭的研究。1990年,美国 Carnegie-Mellon 大学的软件工程研究所 SEI(Software Engineering Institution)开始启动风险研究活动,还举行了多次专门研究软件风险管理的年会。是否具有正式的风险管理已经成为一个组织是否成熟的判断指标。例如 ISO 提出的 SPICE(Software Process Improvement Capability Determination)将风险管理作为评估的一部分,而在 SEI 提出的集成软件成熟度模型 CMMI 中,风险管理已经被添加成为第3级中集成化软件管理的关键过程域(KPA)。

现有的关于软件项目风险管理的研究,主要是建立软件项目风险管理理论的基础,将整个风险管理活动基本分为风险识别、风险分析、风险评测、风险计划、风险控制和风险监控等阶段。在这一点上与其他行业的风险管理没有本质的差别,只是在步骤的划分上有不同的侧重点和概括性。除此之外,专家学者还对软件项目中一般的风险因素进行了总结和分类,并提出了一些定量管理风险的方法,开发了极少量的风险管理工具。

近几十年来,我国的 MIS 项目开发现状不尽如人意。这一方面是因为 MIS 项目是跨多学科、涉及多领域知识的系统工程,开发过程中的不确定因素更加复杂;另一方面,也是因为现阶段我国的一些 MIS 开发中存在着许多本地化的风险因素,例如:企业的管理水平普遍不高、职工素质总体上还比较低、在 MIS 开发过程中开发人员要和用户进行大量交流、用户业务的不断更新与变化、以及用户需求不断变化等,使得系统开发时间不断延长、费用超出预算、系统性能指标达不到

用户的要求。因此,为提高 MIS 项目的成功率和质量而尝试进行一些项目风险管理是很有意义的。

但是,国际上专门针对管理信息系统展开讨论的论文或具体文献比较少,而且国内对软件项目风险管理的研究更是凤毛麟角。所以我们无法完全照搬现有的某种风险管理模式或者工具,需要根据 MIS 的特点对症下药。

MIS 项目风险管理的内容很多,本文将重点讨论其中的基本活动。主要是建立分析和评估 MIS 项目风险的综合评估模型,为进一步的更加细致的风险管理研究打下基础。

1 多层次综合风险评估模型

风险管理的基本活动是对项目开发过程中存在的风险因素进行识别,并分析其发生的可能性以及对项目造成的影响。由于国内大多数开发单位对项目风险管理缺乏足够的认识,因此我们的研究首先是提供具有代表性的风险因素,供 MIS 项目开发组在识别风险时参考。进一步地,管理信息系统开发过程中,风险事件发生时的影响程度的大小,需要从这种风险事件发生时所导致的系统技术性能的下降、系统开发费用的上升和系统建设工期的延迟,即技术性能、费用、进度这三个方面来综合衡量。本文提出一个多层的综合评估模型 MISREM(Management Information System Risk Evaluation Model),基于我们所提出的 MIS 项目开发风险因素列表,来估测各个风险事件发生时所产生的后果对系统开发的影响程度。

MISREM 从具体到抽象一共分为指标层、指标子集层、准则层和目标层,分别对应了 MIS 项目的风险因素、因素类别、风险表现形式和风险整体状况。所谓综合评价,即通过对多种风险因素作出评价,从而分析出不同类型的风险状况,了解这些风险对项目影响的不同表现方面,最终得到总体的风险评估值。

下面先对 MISREM 进行规范性的描述。

1) 指标层与因子集层

^{*} 基金项目: NSFC 与 RGC 联合科研资助基金资助(批准号: 79910161989); 广东省现代控制技术重点实验室项目资助; 广东省教育厅软件技术重点实验室项目资助。张珞玲 硕士; 李师贤 教授/博士生导师。

设 U 为被评对象, $\Pi = \{f_1, \dots, f_m\}$ (1)
 为与 U 有关的基本因素族, 它们构成风险评估模型中的指标层。

将 Π 按照某些属性分成 S 个子集:

$$\Pi_i = \{f_{i1}, \dots, f_{im_i}\}, \quad (2)$$

其中 $i=1, 2, \dots, S$; Π_i 和 m_i 满足条件:

$$1) m_1 + m_2 + \dots + m_S = m$$

$$2) \Pi_1 \cup \Pi_2 \cup \dots \cup \Pi_S = \Pi$$

$$3) (\forall i, j) (i \neq j \Rightarrow \Pi_i \cap \Pi_j = \Phi)$$

Π_i 中各因素的权重分配为:

$$W_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{im_i}) \quad (3)$$

设 R_i 为第 i 个因素子集关于被评对象 U 的单因素评判向量:

$$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im_i})^T \quad (4)$$

其中 $r_{ij} (j=1 \sim m_i)$ 表示第 i 个因素子集中第 j 个因素得到的评判值。则风险子集的值为:

$$D_i = W_i * R_i + u_i \quad (5)$$

其中, u_i 表示不完全被 Π_i 解释的风险值。在这里, u_i 可以解释为因子 Π_i 受到的 $\Pi - \Pi_i$ (即 $\{f_1, \dots, f_m\} - \{f_{i1}, \dots, f_{im_i}\}$) 部分的因素影响, 即可以表示为:

$$u_i = W_i^* * R_i^* \quad (6)$$

其中 W_i^* 反映了 $\Pi - \Pi_i$ 中的风险因素对第 i 个风险子集 Π_i 影响度的权重, 它们相对 W_i 要小一些, 但是仍然造成一定的影响。 R_i^* 则反映了 $\{f_1, \dots, f_m\} - \{f_{i1}, \dots, f_{im_i}\}$ 中的风险因素得到的评价。

2) 因素子集层与准则层

将每一个 Π_i 视为一个风险评估单元, 则上文式(1)可记为:

$$\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_S\} \quad (7)$$

将 $\Pi_i (i=1, 2, \dots, S)$ 映射到 k 个变量上, 表示第 j 个风险子集对项目的影可以分分为 k 个表现形式。这 k 个变量构成风险评估模型的准则层。

按照子集到准则层的映射程度, 给出权重分配矩阵:

$$T = (t_{ij})_{i=1, \dots, S; j=1, \dots, k} \quad (8)$$

于是得到准则评判向量

$$P = (P_j)_{j=1, \dots, k}, \quad P_j = D * T \quad (9)$$

其中, $D = (D_1, D_2, \dots, D_S), D_1 \sim D_S$ 如式(5)中 D_i 所计算。

3) 准则层与目标层

讨论基本因素族 Π 、因素子集层 $\{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_S\}$ 、以及准则层向量 P 的目的, 是希望通过逐层简化, 最终得到项目整体风险状况。我们可以根据式(9)计算出来的 k 个准则层分量值, 使用加权求和的方法, 取得总体风险评估值。即, 模型的最上层——目标层。

在对模型进行规范描述后, 我们细化模型各层的具体内容, 先确定 $\{f_1, \dots, f_m\}$ 所表示的风险因素、 $\{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_S\}$ 所表示的风险因素子集和准则层的 k 个变量。

2 评估模型中各层因素的确定

2.1 指标层

指标层主要是描述 MIS 项目中常见的风险因素, 如果在项目开发过程中忽略它们, 将会增加项目失败的可能性。

国外一些软件工程的专家学者已经尝试总结威胁一般软件项目成功的因素。例如, 软件项目风险管理的开山鼻祖 Boehm 提出十大优先级排序的软件风险项: 人员短缺、不现

实的进度和预算安排、开发错误的软件功能、开发错误的用户界面、需求等的镀金、不停的需求改变、外部提供的组件不足、外部执行的任务有缺点、实时性能的缺点以及计算机科学技术上的限制^[1]。对软件项目风险管理做出很大贡献的 Charette, 根据美国空军系统管理手册 AFSCP800-45 总结出一张风险表, 概括了一般软件项目开发中的风险, 从技术、进度、成本、操作性、支持度五个角度, 列举了拥有3到6个属性的24个风险因素。又如, SEI 提出了基于分类学的识别潜在软件技术风险的调查表, 调查表一共包括194个问题, 将风险分为三大类: 产品工程、开发环境和程序限制^[2]。再如, 由 Roger S. Pressman 编写的软件工程经典著作, 1999年出版的《Software Engineering, A Practitioner's Approach, Fourth Edition》中, 将风险分为产品规模、商业影响、客户特性、过程定义、开发环境、建造技术和人员数目及经验七大风险种类 (subcategory), 每个风险种类又有8到20个风险项 (item)^[3]。

这些风险因素总结对模型中指标层的确定起了很重要的参考作用, 但它们仍不能覆盖 MIS 项目中的风险因素。首先, 它们主要针对国外的一般软件项目, 很少考虑与用户相关的因素。但是基于管理信息系统的特点, 使用方的业务成熟度规范度、对项目的正确态度、主动进行管理更新的思路和被动接受变革的承受力等, 都对项目的成败有至关重要的影响。另一方面, 只有当管理信息系统真正运用在使用方的日常活动中, 并对企业的运作产生积极有效的促进作用, 才能称为真正成功的 MIS 项目。所以, 在风险因素的识别过程中也不能忽视与系统使用相关的因素。出于这两方面的考虑, 重新总结我国 MIS 项目的常见风险因素是很必要的。

在对软件项目管理和我国 MIS 项目开发和使用现状进行初步研究, 有了一定认识后, 我们采取了类似于 Schmidt 提出的 Delphi 调查方法的调查步骤。第一步是脑力风暴法。我们拟订出两份调研提纲, 分别面向开发单位和使用单位, 通过当面访问讨论为主、邮寄信函咨询为辅的方式, 对10位有相关经验的在校老师、4个主要从事管理信息系统开发的项目负责人、以及2个使用管理信息系统的单位的领导进行了调查。倾听他们对 MIS 项目开发的心得体会, 了解对项目成败有重大影响的事项。第二步是回归调查法。我们根据讨论的结果, 总结出包含100多个 MIS 项目风险因素的列表, 附带对部分因素的描述, 再对第一阶段的参与者重新进行调查, 检查这份列表是否反映了他们的想法, 以对列表进行修改或补充。最后, 我们将反馈信息进行总结, 调整风险因素, 使之更加全面和条理化, 最后得到了43个风险因素, 部分因素附带有子因素以补充说明。

这43个风险因素就构成了 MISREM 的指标层。模型中式(1)具体化为: $\Pi = \{f_1, \dots, f_{43}\}$ 。

我们接着进行第三步调查, 以确定 MISREM 的因素子集层, 并作为模型中权重矩阵的数据来源。

2.2 因素子集层

第三步是对风险因素进行评级, 以反映它们对项目的影响程度。我们根据获取的43个风险因素, 重新拟订出两份问卷, 同样地分别面向使用单位和开发单位。为了简化问卷填写并作答标准化, 对因素的评分采取了区间单位法, 分为可以忽略、不太重要、不确定、比较重要和十分重要五大区间。这是参考了 Borda 的方法。Borda 将风险等级划分为五级: 十分严重 (Critical)、严重 (Serious)、中等 (moderate)、微小 (minor) 和可忽略 (negligible), 不同的级别代表了风险事件发生时造成

的成本增加、进度滞后、需求无法完全实现的程度。美国空军电子信息中心、专注项目风险管理的 Mitre 公司都采用了这种评定级别。而在进行数学计算的时候,我们将 Borda 的五个级别转换为分别对应 0.9、0.7、0.5、0.3 和 0.1 的数值。因为希望能够获得更多的信息,我们采取了寄电子邮件和电话联络相结合的调查形式。

为了比较真实地反映情况,在相同的项目组中,我们尽可能地选择项目经理和项目组开发人员一起参与调查。最后,我们得到 36 份问卷反馈,开发单位包括省计算中心、天时软件、粤科软件等,使用单位涉及广州百货公司、广州市第二医院等,问卷返回率达到 50%。这些受调查者中,46.8% 的人介于 20-30 岁之间,34.3% 的人介于 30-40 岁之间,0.6% 的人在 50 岁以上。绝大部分的人有至少 3 年的项目开发经验,有 2 个以上项目的实战经验。

我们希望使用一种统计分析方法,可以获取这 43 个风险因素之间的关系,用比较少的因子分别综合存在于各个因素中的各类信息,从而将具有错综复杂关系的风险因素综合为数量较少的几个因子,再现原始风险因素与因子之间的相互关系,同时,还可以根据不同的因子对风险因素进行分类。因子分析正是将多个实测变量转换为少数几个不相关的综合指标的多元统计分析方法。因子分析的基本思想是:通过对变量(或样品)相关系数矩阵(对样品是相似系数矩阵)的内部结构的研究,找出能控制所有变量(或样品)的少数几个随机变量来描述多个变量(或样品)之间的相关(相似)关系。再根据相关性(或相似性)的大小对变量(或样品)分组,使同一组内变量(或样品)之间的相关性(或相似性)较高,不同组变量之间的相关性(或相似性)较低。这里,少数几个随机变量是不可观测的,通常称为因子^[4]。

我们将问卷反馈的数据组织成样本矩阵,根据因子分析方法,迭代求解,得到 9 个特征值大于 1.0 的因子,它们的累计变量解释率为 85.07%。根据因子分析的一般做法,我们删除了两个风险因素,因为它们在每个因子中的负荷比较相近。接着,我们参考各个风险变量的意义,做了微小的调整,以获得对 9 个因子的更加合理的解释,从而将 MIS 项目的风险因素按照其相关性分为 9 类。并按照各自包含的因素内容,给每一类风险因素命名。

于是,如上文式(7)所表示的 MISREM 因子集层就包含 9 个因子: $s=9, \Pi=\{\text{项目开发过程, 项目组的能力, 系统实现功能的正确性, 项目组的组织性, 系统的可使用性, 项目开发的工具支持, 项目的质量管理, 资源, 使用方的组织性}\}$ 。

2.3 准则层

MIS 系统与其他软件项目类似,风险一般体现在三个方面:技术、成本和进度。这三个方面互相联系,各自具体体现在不同的因素上,而各因素又互相依赖或影响。例如,软件可能会因某种原因不能按期望地运行,这是一个技术风险;而它会导致成本上的风险,因为需要额外的人力去修复程序上的问题,甚至另外去寻求解决方法;进一步地,解决这些问题也很可能需要花费额外的时间,从而表现为进度上的风险。再如,添加一个新的开发成员可能导致这三个方面的风险:新的成员可能对软件开发中所使用的技术不了解,不能恰当地应用它;引入新人也意味着工资、机器等开销增大;而新成员需要时间熟悉项目、或寻求其他成员的帮助等,也可能在一定程度上拖延开发进度。

风险的大体表现形式分为三类已经成为大家的共识,例

如 Boehm^[5]、Charette^[6]、Roymond^[7]等。因此,MISREM 模型中的准则层包括 3 个部分,即上文式(9)中 $k=3$,令 $P_1=P(T)$,表示技术; $P_2=P(C)$,表示成本; $P_3=P(S)$,表示进度。

至此,我们具体化了评估模型中各层的内容,下面讨论各层之间权重矩阵的确定。

3 评估模型中权重矩阵的确定

3.1 指标层-因子集层

我们利用因子分析理论解决了一个主要问题:即将 41 个风险观测变量表示成 9 个潜在风险因素的线性组合。权重矩阵的确定正好符合因子分析要解决的第二个问题,即将潜在风险因素表示成观测风险变量的线性组合。

因子得分可以通过多元回归分析的方法估计,MISREM 需要计算出一个样品(即一个问卷答案)对 9 个因子得分的估计值。对第 j 个因子得分的计算公式为:

$$\hat{F}_j = b_{1j}X_1 + b_{2j}X_2 + \dots + b_{41j}X_{41}, j=1, \dots, 9 \quad (10)$$

其中 \hat{F}_j 是第 j 个因子的得分,表示这个样品在第 j 个公共因子上得分的回归估计; X 是对 41 个问题的答案矩阵,代表该 MIS 项目在 41 个风险指标上的观测值; b_{ij} 则表示第 j 个因子的第 i 个回归系数。 b_{ij} 组成的回归系数矩阵的最小二乘估计为:

$$B = R^{-1} * A$$

其中, R^{-1} 是样本矩阵的相关矩阵 R 的逆矩阵, A 是我们对本矩阵进行因子分析计算得到的因子负荷矩阵。根据上述式(5)和(6), B 的第 i 个列向量对应了 $W_i U W_i^*$ 。

因为我们希望将最后的计算结果限制在 0-1 的范围内,以符合一般的思维习惯。所以对矩阵 B 进行了标准化的转换,为计算简洁,将那些值小于 0.01 的权重简化为 0。于是得到了指标层到因子集层的权重矩阵 B^* 。

3.2 因子集层-准则层

因子集层-准则层之间的权重综合考虑了三方面的因素。一是 $\Pi_1 - \Pi_s$ 表示的各风险因子集对技术、成本、进度的影响程度;二是参考了 SERIM 使用的权重,SERIM 是 Dale Karolak 提出的软件工程风险模型^[8],该模型量化了组织、预测、监控、开发方法学、工具,风险文化、可用性、正确性、可靠性和人员这 10 大因素类别在技术、成本和进度上的表现程度;三是考虑因子分析方法的计算结果所体现的因子贡献率,因为统计学理论认为,贡献率越大,因子就越重要。

根据前面的讨论,为表述清楚,我们将式(9)中的 D 具体化为:

$$D = (P(Pr), P(Ab), P(Co), P(Or), P(Us), P(To), P(Ev), P(Re), P(Op))$$

分别对应项目开发过程和方法 $P(Pr)$ 、项目组的能力 $P(Ab)$ 、系统的正确性 $P(Co)$ 、项目组的组织结构 $P(Or)$ 、系统的可使用性 $P(Us)$ 、项目开发的工具支持 $P(To)$ 、项目评估和预测 $P(Ev)$ 、资源 $P(Re)$ 和使用方的组织性 $P(Op)$ 九个风险因子集的评估量。

则与之对应的,因子集对技术风险的权重向量为:

$$W_T = (0.519, 0.113, 0.181, 0.17, 0.05, 0.041, 0.022, 0.03, 0.027)$$

因子集对成本风险的权重向量为:

$$W_C = (0.633, 0.113, 0.02, 0.056, 0.017, 0.041, 0.011, 0.081, 0.028)$$

因子集对进度风险的权重矩阵为:

$$W_s = (0.619, 0.128, 0.023, 0.074, 0.019, 0.046, 0.012, 0.069, 0.01)$$

则式(8)和(9)中的 T 为:

$$T = (W_T^T, W_C^T, W_S^T) \quad (11)$$

3.3 准则层-目标层

具体的 MIS 项目对时间、进度和成本的关注程度不同。因此,对于时间压力大的项目组 and 系统性能要求更为严格的项目组而言,即使准则层的风险评估值一致(即 P(T)、P(C) 和 P(S)值相同),也会产生不同的项目总体风险评估值(即目标层的评估值不同)。

因此,在模型中,我们只是对准则层到目标层之间的权重设定了初始值,即根据技术风险 P(T)、成本风险 P(C)和进度风险 P(S)计算 MIS 项目整体风险的加权计算公式为:

$$P = w_1 * P(T) + w_2 * P(S) + w_3 * P(C), \quad (12)$$

其中 $w_1 = w_2 = w_3 = 1/3$ 。

但是可以根据用户实际需要,以及对技术、成本、进度风险的具体承受能力,调整权重 w_1 、 w_2 和 w_3 的值。

综上所述,我们将 MIS 项目的风险评估模型用图1表示。针对41个风险指标,我们设立41个问题,组成一个风险指标问卷。问题形式是询问是否针对指标采取了积极的行动。对问题的回答则反映了这一积极行动的完成度,用0-1之间的数表示。然后根据式(1)~(12)依次计算九类风险因素的评估值,得到风险在技术、成本和进度三大方面的表现,最终获得项目风险的总体量化值。风险评估值也是在0-1的范围内,评估值越高表示对风险指标把握得越好,从而项目风险越低;反之,评估值越低表示项目对风险指标的关注程度不够,没有达到一定的要求,从而项目风险越高。

通过修改对问卷的反馈答案,模拟出在采取一定的措施改进后,未来的风险状况。

结束语 本文提出的 MIS 项目风险评估模型 MISREM 很大程度上建立在两大基础上:他人风险管理的理论研究成果,以及我们对管理信息系统开发及应用实践情况的调查。调查分析的方法一大缺陷是缺乏严格的证明。但在风险识别的研究领域,许多学者都是采用了这种方法,可见在现阶段调查分析有其合理性和可行性。此外,为了保证问卷反馈信息反映了被调查者的真实情况,我们使用了数据分析中的信度概念,用数学的方法验证反馈数据的真实可靠性。Cronbach 提出用 alpha 系数来测量调查统计的信度,它是目前最常用的信度系数。经过计算可得,调查反馈的 alpha 系数为0.9515。表示这次调查具有较高的可靠度。

我们根据 MISREM 实现了一个 MIS 项目风险评估工具,将它应用在实际案例中以证明 MISREM 的实用性。通过对一个为外资企业开发的物流管理信息系统、一个为政府机关开发的国有资产管理信息系统、以及一个为酒店开发的餐饮业管理信息系统的分析,我们发现大部分的计算数据是可解释的,与实际情况也比较符合。这都部分验证了 MISREM 的可行性。

本模型尚未考虑项目开发不同阶段的风险差别问题。在参阅的数十篇国外文章中,将开发阶段纳入风险评估考虑内容的文章寥寥可数。因此,可以展开进一步的调查,跟踪具体项目的开发,在不同的开发过程中回收反馈信息,以实时监控不同阶段起关键作用的风险因素,研究风险因素与开发阶段之间的联系,从而丰富 MISREM 评估模型。另外,获取更多的参考数据,使 MSIREM 的数据更加准确,也是进一步的工作内容之一。

参考文献

- 1 Boehm B W. Software Risk Management: Principles and Practices. IEEE Software, Jan. 1991. 32~41
- 2 <http://www.bmpcoe.org/guideline/books/sre/index.html>.
- 3 Pressman R S. Software Engineering, A Practitioner's Approach, Fourth Edition. McGraw-Hill, 1999
- 4 柯惠新,等. 统计分析法. 北京广播学院出版社, 1992
- 5 Boehm B W, Ross R. Theory-W Software Project Management: Principles and Examples. IEEE Trans. Software Eng., 1989, 15 (7): 902~916
- 6 Charette R N. Software Engineering Risk Analysis and Management. Intertext Publications McGraw-Hill Book Co., 1989
- 7 Mandachy R J. Heuristic Risk Assessment Using Cost Factors. IEEE Software, 1997, 14(3)
- 8 Karolak, Dale W. Software Engineering Risk Management: A Just-In-Time Approach. IEEE, 1998. ISBN 0818671947

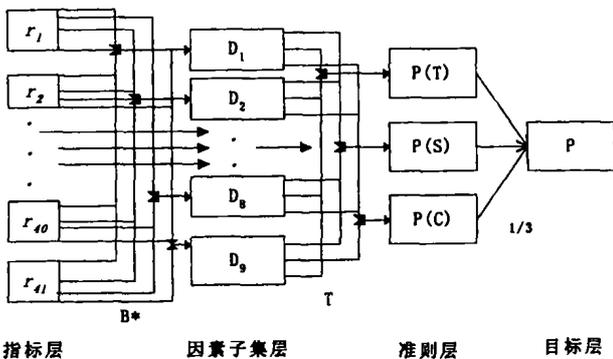


图1 MISREM 示意图

另一方面,沿着准则层、因子集层和指标层逆推,我们可以看到风险主要表现在哪一大方面,根据项目的实际情况进行不同的决策:资金后备充足时,可以暂时忽视成本方面的风险;项目提交时间紧迫时,需要着重处理进度方面的风险。进一步地,得分最低的指标问题又反映了项目当前最薄弱的环节,从而提示我们应该努力改进和提高的地方。我们还可以