

文章编号: 1672 - 058X(2009)03 - 0252 - 06

基于质量的软件项目资源分配优化模型研究

袁 菲

(福建农林大学 计算机与信息学院, 福州 350002)

摘 要:在分析了现有软件项目开发过程的基础上,提出了软件项目开发三维模型框架,建立基于质量的软件项目资源分配优化模型;模型将有限的成本和时间资源,合理地分配到软件开发过程的各阶段,从而使软件质量达到最优化,为项目干系人建立计划和分配资源提供量化依据;最后,通过实例数据验证了建立的数学模型的正确性和有效性。

关键词:软件项目开发方法;项目管理;软件质量;优化;数学模型

中图分类号: O224

文献标识码: A

软件项目开发方法及方法论一直是业界关注和研究的重要课题^[1]。虽然软件开发本身是基于计算机应用技术层面上的问题,但是软件项目与其他项目一样,成功的三要素是范围(质量)、时间和成本,只有在三者同时达到要求后才能算成功^[2]。在日常软件项目中,通常时间和成本是固定的且有界定的,项目干系人如何将有限的时间和成本资源,在软件项目各阶段进行合理的分配,是进行项目计划和项目开发的基础。在收集和分析软件项目开发的方法相关的理论和工具基础上,从 3 个维度(过程维、技术实现维、管理维)形成理论工具集,通过对各维度的理论进行抽象,得出各维度的核心要素和组成。又通过软件质量指标的分解,建立软件质量最优化模型,获得资源(时间和成本)在各阶段的最佳分配值,为科学管理软件项目,特别是进行计划和成本管理提供重要的依据。

1 软件项目开发方法模型框架

软件项目的开发可建立一个三维模型,这三维分别为过程维、管理维和技术实现维。从过程维度,对软件开发过程进行抽象,基于软件工程的软件生命周期理论,项目的过程可分成需求分析、系统设计、程序设计、程序编码、单元(集成测试、系统和验收测试、运行和维护^[3](含培训、数据准备、初始化等上线准备工作)等阶段,它们组成项目一个连续又相对独立的过程。从管理维度,分析软件项目管理的各层面管理(范围管理、时间管理、费用(成本)管理、质量管理、人力资源管理、沟通(交流)管理、风险管理、采购管理、综合管理)^[4]。从技术实现维度,它包括物理平台(通常包括网络系统、服务器、PC 等等物理层面的条件)、软件技术平台(通常包括操作系统、数据库和开发工具等)和项目管理辅助工具,软件项目开发方法模型如图 1 所示。

收稿日期: 2008 - 11 - 11;修回日期: 2009 - 02 - 20。

作者简介:袁菲(1977 -),女,福建福州人,讲师,硕士,从事数学模型的应用研究。

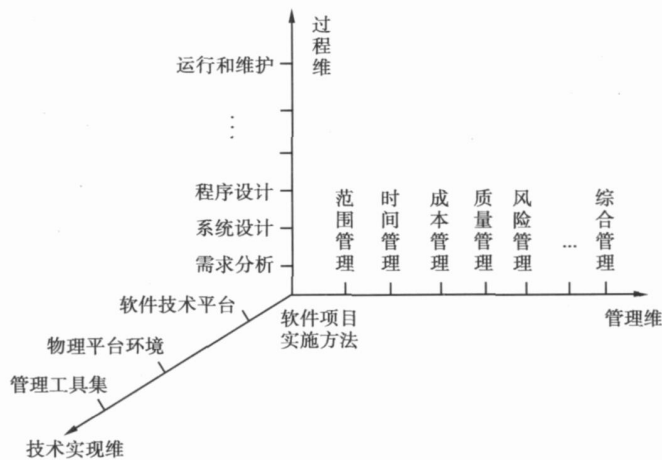


图 1 软件项目开发方法三维模型图

2 软件质量最优数学模型

2.1 软件质量指标模型

20 世纪 90 年代早期,软件工程组织试图将质量的诸多方面统一到一个模型中,把这个模型作为度量软件质量的世界标准。这个标准就是 ISO 9126,它是一个分层模型,有 6 个影响质量的主要因素,图 2 说明了这个层次结构^[5]。

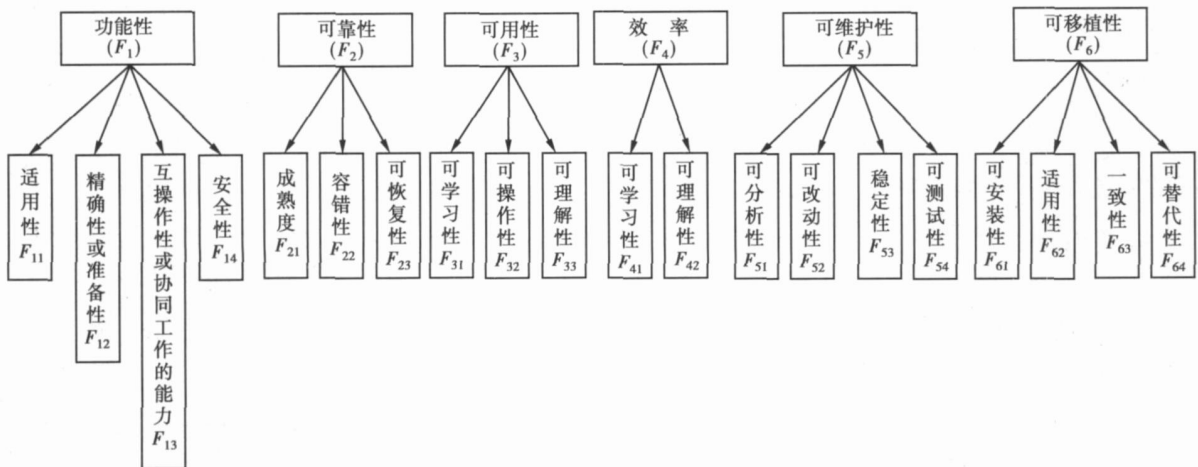


图 2 软件质量指标模型图

2.2 模型建立的基本假设

在整个软件项目的开发过程中,始终有两种投入,第一是成本投入,含技术实现维的平台建设和项目管理工具投入,还包括摊销的固定成本、项目管理的各类变动成本,如项目奖金、办公费用和人员培训费用等等。第二是时间投入,即项目开发的周期。项目管理目标,要求在投资额一定的情况下,收益最大化,或在一定收益的情况下,投资额最小^[6]。在现实的软件项目中,往往以在既定的时间和成本等资源投入下,达到最优的项目效果,即软件质量最优化为目标。

在构建软件质量最优化的数学模型时,忽略次要的影响因素,这些包括:软件项目开发的过程是个连续的过程,不考虑各种外界因素导致整个项目的暂停、取消或延迟情况,在整个项目的过程中,各阶段的技术

工作都是可以实现的。项目管理者能理性且客观地选择物理平台、软件技术平台和项目辅助管理工具,被授权分配和调动项目资源,且在合理的时间投入成本进行平台的搭建和工具的选用。项目的成功是以时间、质量和成本三要素同时满足为基础的,投入的总成本不能超过 C ,项目开发时间总共不能超过 T ,同时以软件质量最优为目标。外界客观的环境,如相关的法律、制度、文化等等稳定,在项目开发过程中,不考虑产生意外的成本和时间投入。按软件工程原则,各阶段的任务相对独立,它们都采用好的技术方法,而且在每个阶段结束之前都进行严格的审查,合格之后才开始下一阶段的工作^[7]。项目每一阶段都达到基本的质量指标,使该阶段总体结果对下一阶段产生好的影响,即对软件质量产生正面的作用。假设时间是与成本相互独立的投入要素,即不考虑因时间变动带来的成本的变动。

2.3 质量最优模型及算法

从软件项目开发方法模型的过程维角度,整个软件项目过程分为多个阶段(假设分为 n 个阶段),各个阶段中分配不同的成本和时间资源,假定 n 个阶段分配的时间和成本资源为: t_i 和 c_i ($i=1, 2, \dots, n$)。项目开发

最长时间 n , 项目各阶段时间投入为 t_i , $i=1, 2, \dots, n$; $\sum_{i=1}^n t_i \leq T$ 。项目开发投入的最大成本 C_N , 项目各阶段

时间投入成本为 c_i , $i=1, 2, \dots, n$; $\sum_{i=1}^n c_i \leq C_N$ 。

从软件项目开发方法模型的管理维角度,各管理维的各元素,如风险管理、成本管理等等,其投入资源也是时间和成本,且各项目管理元素融入和贯穿到过程维的各阶段中去。项目管理投入的所有成本和时间总和,等于各阶段分配的成本和时间资源的总和。

从软件项目开发方法模型的技术实现维角度,技术实现维仅发生成本的投入,以实现平台的构建和工具的选用,因此,可设技术实现维的投入为一确定数 C_T , C_T 与 n 个阶段发生的成本是相对独立的。项目投入的总成本 $C=C_N+C_T$ (其中 C_N 为 n 个阶段发生的总成本)。

模型和符号说明如下:

(1) 软件质量的量化值为 $F=F_1+F_2+\dots+F_n$, F_i ($i=1, 2, \dots, n$) 为第 i 阶段质量的总量化值,其包括本阶段的完成质量量化值 f_i ($i=1, 2, \dots, n$) 和前序阶段对本阶段的质量影响量化值;

(2) 在第 i 阶段在投入 t_i 和 c_i 的资源后,该阶段对第 j 个质量因素 (ISO 9126) 产生的量化贡献数值为 a_{ij} ($i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$);

(3) a_{ij} 与时间和成本的投入有直接的关系,投入 t_i 和 c_i 越大, a_{ij} 也越大,在一定的范围内可看成线性关系。因此,可将 a_{ij} 表达成: $a_{ij}=H(t_i, c_i)=(q_{ij}t_i+p_{ij}c_i+)$, 其中 p_{ij} 和 q_{ij} 分别为成本和成本对 a_{ij} 的影响权重系数, $p_{ij} \geq 0$, $q_{ij} \geq 0$, 为修正系数。 $a_{ij} \geq a_{ij}^{\min}$, 其中, a_{ij}^{\min} 表示该因素必须达到的最小值; $a_{ij} \leq a_{ij}^{\max}$ 表示须投入的最大值 ($i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$);

(4) 同一阶段不同的质量因素 a_{ij} 对 F 的影响权重是不一样的,且各阶段对应的质量因素权重标准都相同。因此,可设第 i 阶段的第 j 质量因素 a_{ij} 对 F 所占的权重比例为 b_j ($i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$);

(5) 按软件工程理论,第 i 阶段质量因素 a_{ij} 将对第 $i+1, i+2, \dots, n$ 阶段产生影响,且第 i 阶段产生的质量影响将被 $i+1$ 之后的各阶段继承。故可以设项目第 i 阶段的完成质量值 f_i ($i=1, 2, \dots, n$) 对后续阶段的影响度系数为 α_{ij} ($i=1, 2, \dots, n-1$; $j=i+1, i+2, \dots, n$)。

综上,建模目标就是在不超过既定的成本预算 C 和在规定的时间内 T 内,达到预期最好的软件质量,可得最优化目标函数模型:

$$F_{\max} = \sum_{i=1}^n F_i = F_1 + F_2 + \dots + F_n \quad (1)$$

续表

| | 单元 /集成测试 | 系统 /验收测试 | 运行和维护 |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 功能性 | $3c + 5t$ 185 a_{51} 690 | $3c + 6t$ 153 a_{61} 630 | $3c + 5t$ 95 a_{71} 305 |
| 可靠性 | $4c + 4t$ 180 a_{52} 680 | $4c + 5t$ 150 a_{62} 615 | $5c + 6t$ 128 a_{72} 415 |
| 可用性 | $3.5c + 3.5t$ 157.5 a_{53} 595 | $3.5c + 4t$ 124 a_{63} 510 | $4c + 4t$ 92 a_{73} 300 |
| 效率 | $2c + t$ 65 a_{54} 250 | $2c + t$ 48 a_{64} 195 | $2c + t$ 33 a_{74} 110 |
| 可维护性 | $3c + 3.5t$ 147.5 a_{55} 555 | $3.5c + 4t$ 124 a_{65} 510 | $3.5c + 5t$ 100 a_{75} 322 |
| 可移植性 | $c + 2t$ 70 a_{56} 260 | $4c + 4t$ 132 a_{66} 540 | $0.5c + t$ 18 a_{76} 57.5 |

通过各阶段影响工作的关联性和影响性分析,估算出各阶段对下阶段的影响度系数如下:

$$\begin{aligned}
 &_{12} = 0.05, \quad _{13} = 0.025, \quad _{14} = 0.015, \quad _{15} = 0.075, \quad _{16} = 0.075, \quad _{17} = 0.04, \quad _{23} = 0.1, \quad _{24} = 0.075, \\
 &_{25} = 0.04, \quad _{26} = 0.04, \quad _{27} = 0.05, \quad _{34} = 0.1, \quad _{35} = 0.05, \quad _{36} = 0.04, \quad _{37} = 0.04, \quad _{45} = 0.075, \quad _{46} = 0.05, \\
 &_{47} = 0.05, \quad _{56} = 0.1, \quad _{57} = 0.1, \quad _{67} = 0.1。
 \end{aligned}$$

使用 Lingo Systems Inc 发布和研制的 Lingo 软件^[8],编制程序进行求解其结果: $t_1 = 12, t_2 = 12, t_3 = 6, t_4 = 12, t_5 = 25, t_6 = 73, t_7 = 40$,总时间为:180 d; $c_1 = 10, c_2 = 10, c_3 = 5, c_4 = 10, c_5 = 20, c_6 = 60, c_7 = 25$,总成本为:140 万元。

时间和成本结果接近实际发生值, F 的最优值为 1 381.255 万元。从灵敏性报告可知:

(1) 最优基不变的系数范围: t_1 : (12, 12 + 2 595 575); t_2 : (12, 12 + 0 441 825 0); t_3 : (6, 6 + 1 426 950); t_4 : (12, 12 + 0 304 275 0); t_5 : (25, 25 + 0 580 975 0); t_6 : (72 - 0 304 275 0, 73 + 0 165 225 0); t_7 : (40 - 0 165 225 0, 40); c_1 : (10, 10 + 3 448 400); c_2 : (10, 10 + 1 302 150); c_3 : (5, 5 + 1 524 150); c_4 : (10, 10 + 0 734 800 0); c_5 : (20, 20 + 1 077 200); c_6 : (60 - 0 122 850 0, 60); c_7 : (25 - 0 122 850 0, 25 + 0 734 800 0)。

(2) 从“DUAL PRICE”(对偶价格)分析:每增加 1 单位的时间投入,可得 4 195 575 的效益增加;每增加 1 单位的成本投入,可得 5 423 400 的效益增加。同时,若成本不变,投入的总时间上限为 180 + 5.514825 天;若时间不变,投入的总成本在 170 + 8 209 55 万元,超越该上限值的投入对 F 的最优值没有影响。

4 结 论

模型数据来源于真实案例,其软件开发过程中实际的时间投入、成本、各阶段的花费时间,特别是测试工作投入比重大,约占整个工作量 50%,与模型中计算出的值基本吻合。因此研究的模型可以帮助软件项目管理者更合理地制定项目计划和评估各阶段成本使用和控制情况,同时,模型的运行结果,也能帮助项目干系人量化分析出项目各阶段与质量因素间的关系。在此涉及的成本投入和时间投入对软件质量影响的评估值,是模型的基础数据,也是历史数据和经验值相结合的结果,存在着主观意识的影响,如何更科学和更准确地得出影响评估值和它们之间的关系,是更好使用本模型尚须深入研究的另一课题。

参考文献:

- [1] 徐学军. ERP开发方法论研究 [J]. 中国管理信息化, 2006(9): 3-7
- [2] 凯西·施瓦尔贝. IT项目管理 [M]. 王金玉译. 北京:机械工业出版社, 2002
- [3] 郑人杰. 软件工程(高级) [M]. 北京:清华大学出版社, 1999
- [4] 白思俊. 现代项目管理 [M]. 北京:机械工业出版社, 2002
- [5] PLEEGER S 软件工程理论与实践(2版) [M]. 吴丹译. 北京:清华大学出版社, 2003
- [6] 张岩波. 项目经理管理工具箱 [M]. 北京:中国纺织出版社, 2007
- [7] 张海藩. 软件工程导论(3版) [M]. 北京:清华大学出版社, 1998
- [8] 谢金星. 优化建模与 LINDO/LINGO [M]. 北京:清华大学出版社, 2005

Optimization assignment model for software project resource based on quality

YUAN Fei

(Computer and Information College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: This paper used the idea of mathematical model, based on the general process of software project development, presents a third-dimensional frame in software project development, builds up an optimization assignment model for software project resource based on quality. The model used limited cost and time resource, and assigned in each stages of process, which can make software quality optimization and give stakeholder quantified basis for program and assign resource. At last, the paper used actual data to verify the correctness and validity in model.

Key words: methodology in software project development; project management; software quality; optimization; mathematical model

责任编辑:代晓红

(上接第 232 页)

Appraisal and analysis on the urban and rural integration process of northeast in Chongqing

L I L i p i n g¹, Z H U B a n g - y a o², X U X i a o - h o n g³

(1. Construction Engineering Department, Lishui College, Zhejiang Lishui 323000, China;

2. College of Tourism and Geography, Jilin Normal University, Jilin Siping 136000, China;

3. Exploration and Development Team, Jilin Oil Field, Jilin Songyuan 138000, China)

Abstract: Urban-rural interaction and conjunctional development is the effective way of coordinating urban-rural relationship and promoting urban-rural development. This paper studies the integration of urban and rural areas, taking the northeast of Chongqing as an example. It carries out mathematic analysis about the regional development level of urban and rural integration based on the method of AHP and GIS. The results show that the development of urban-rural integration is different in different counties in the northeast of Chongqing, but the main characteristic of the urban-rural integration is weakened from counties along Yangtze river and the remote counties. The results are corresponding with the reality.

Key words: urban-rural integration; northeast of Chongqing; process

责任编辑:李翠薇