

# 软件项目量化管理的实践<sup>①</sup>

丁岳伟, 刘玉敬

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093)

**摘要:** 随着项目规模的增大、项目复杂度的不断提高, 量化管理得到越来越广泛的应用和推广。量化管理使得企业能更主动的预测、监督、控制项目, 获得更大收益。本文结合 CMMI4 量化管理理论, 在组织级过程定义的基础上, 根据度量决策驱动, 确定项目哪些子过程需要进行量化管理, 通过对软件项目进行量化管理以期达到项目预定的质量和过程性能目标。结合实例说明了软件项目量化管理对于信息化建设实施过程管理的实际应用意义。

**关键词:** CMMI4; 量化管理; 组织级过程定义; 度量决策驱动; 过程性能目标

## Practices of Software Project Quantitative Management

DING Yue-Wei, LIU Yu-Jing

(Institute of Optoelectronic Information and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** As the increasing of project size and complexity of the project, quantitative management has been more widely used and promoted. Quantitative management allows businesses to be more active prediction, monitoring, control project of greater benefit. In this paper, with the quantitative management theory in CMMI4, based on the organizational-level process definition and according to metrics-driven decision making to determine which sub-project management process needs to be quantified. Through quantitative management of software projects intended to achieve the project expectations of quality and process performance objectives. Illustrates the practical significance of software project quantitative management for implementing information technology process management.

**Key words:** CMMI4; quantitative management; organizational-level process definition; metrics-driven decision making; process performance objective

目前, 随着软件质量领域知识的增长, 我国很多软件企业选择了一些重要的国际标准作为企业的质量控制标准, 其中最具代表性之一的就是 CMMI 质量标准体系。我国引入了 CMMI 标准, 运用过程改进原理实施 CMMI<sup>[1]</sup>, 使软件企业对软件工程过程的管理得到改进, 增强了开发与改进的能力。量化管理<sup>[2-5]</sup>是 CMMI4 的主要内容之一, 量化管理使得软件管理者拥有决策的客观基础, 能在量化的范围内预测性能, 可以有效的监控项目过程, 处理过程偏差的特殊原因。根据度量决策驱动, 对需要量化管理的子过程, 运用过程性能基线和模型<sup>[4,5]</sup>进行量化管理, 保证软件项目

的目标与企业目标一致。

## 1 CMMI4的介绍

CMMI 的全称为: Capability Maturity Model Integration, 即能力成熟度模型集成。CMMI 代表着规范的软件开发过程, 是国际通行的软件开发过程管理的最佳实践, 它强调建立流程, 规范过程, 通过稳定的过程控制, 不断改进和提高软件开发的水平, 包括开发的质量、开发的效率和开发的成本, 是一个由理论和经验部分组成的模型。CMMI 阶段表述方式采用成熟度等级模型, 共 5 个等级, 从初始级、可重复级、定

<sup>①</sup> 收稿时间:2011-09-05;收到修改稿时间:2011-10-16

义级、定量管理级到优化级，每级对应软件企业过程能力成熟度的不同水平，最高级为 5 级。

其中 CMMI4 级有两个 PA，就是组织过程性能和定量项目管理。CMMI4 级的过程改进，重点在量化管理过程上。

## 2 结合CMMI4级的量化管理理论,建立量化管理系统

结合 CMMI4 级量化管理理论进行量化管理，首先建立量化管理系统（如图 1）：

- (1) 明确商业目标、项目质量目标及各个子过程目标；
- (2) 统一度量定义，明确子过程的度量目的和度量计划；
- (3) 子过程数据采样、分组和分析；
- (4) 建立过程性能基线和模型；
- (5) 验证并调整过程性能基线后发布；
- (6) 量化管理各过程；

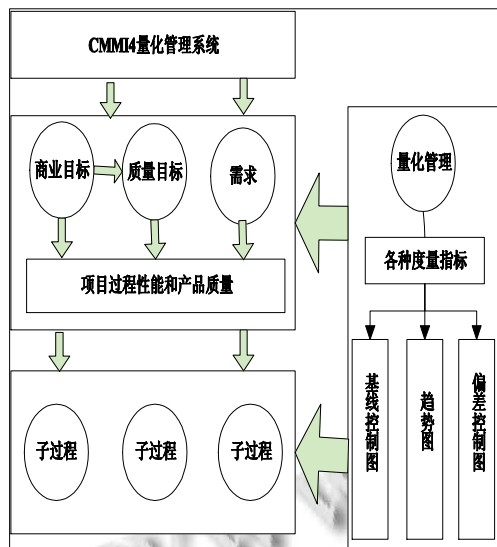


图 1 量化管理过程框架图

量化管理系统的建立需要管理层和项目组的共同参加和支持，使量化管理有效高效实施，促进项目高质量成功，开发高质量的产品。

## 3 软件项目量化管理实践

### 3.1 确立质量目标，统一度量定义，明确度量目的和计划

基于 CMMI4 质量标准体系的量化管理系统建立

完成后，就要严格按照该量化管理系统指导量化管理实践。

商业目标、项目质量目标及子过程目标的确立，不能只是项目组的头脑风暴，而应该与公司量化管理领导小组讨论沟通后识别确认每个目标的指示器。

基于 CMMI 质量标准体系的量化管理，为避免量化管理过程中因每个人理解不同，度量定义不一致，出现度量重复的现象，在采集数据之前要统一定义，明确度量目的和计划，建立度量决策驱动模型（如图 2），形成相应文档，使度量切实达到为决策者提供决策信息需求的作用。

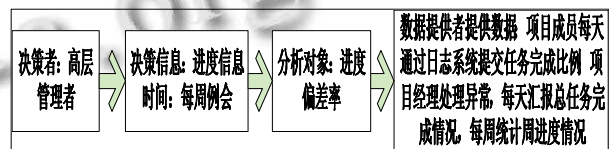


图 2 度量驱动决策模型示例

### 3.2 收集数据并量化分析

在质量目标确立以及度量目的和计划建立后，根据量化管理的要求，制定数据收集的计划，收集相关项目历史数据，建立项目量化数据库。数据的收集要有专人负责，确保数据收集内容、数据来源及收集方式方法，形成相应表格，保证数据的正确性和完整性，并随着量化管理的持续进行对数据进行定期的更新和分析，保证数据的及时性和有效性。

使用统计学工具将收集的数据进行组织级和项目级量化分析，形成数据量化分析报告。组织级数据量化分析在各个项目之间进行比较，为管理层提供组织级的项目状态报告，使项目管理数据透明化、可视化；项目级数据量化分析则是对每个项目的实际相关性能数据分析，为项目组提供整个项目的性能状态报告，反映项目实际问题。

### 3.3 建立和完善过程性能基线和模型

经过数据量化分析，根据数据类型及数据样本大小选用合适的统计技术，如软件领域常用的 SPC（统计过程控制）方法 X-MR（单值移动值域）和 X-S 图，取得过程性能基线（PPB），建立过程性能模型（PPM）。

在经过大量的数据积累和分析后，剔除量化管理中不增值的数据，定义量化应用界限，以量化管理过程数据的平均值作为基线值 CL，以稳定的 UCL(CL + 3σ) 和 LCL(CL - 3σ) 区间作为标准的控制范围，以

±2σ 区间作为管理的控制范围。

下面以某软件企业公司做项目级和组织级过程性能基线和模型时，采用单值移动中域 X-mR 图为示例介绍计算性能基线，以及应用性能基线进行量化管理。

X-mR 图控制线算法如下：

X-mR 图控制线公式：

k 个度量提供 k-1=r 个两点移动域

第 i 个移动值域： $mR_i = |X_{i+1} - X_i|$ ，其中  $1 \leq i \leq k-1$

单点平均移动值域： $\overline{mR} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r mR_i$ ，

个体图上限：

$$UCL_x = \bar{X} + \frac{3\overline{mR}}{d_2} = \bar{X} + 2.660\overline{mR}$$

中线：

$$CL_x = \bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k X_i$$

个体图下限：

$$LCL_x = \bar{X} - \frac{3\overline{mR}}{d_2} = \bar{X} - 2.660\overline{mR}$$

移动值域 (mR) 图界限：

中心线： $CL_{mR} = \overline{mR}$

下限： $UCL_{mR} = D_4 \overline{mR}$

该软件公司共收集了 20 多个历史项目相关数据，根据 X-mR 图控制线算法，根据 X-mR 图的判定过程性能稳定性准则，经过分析处理后，制定了项目过程性能基线，建立了过程性能模型，如生产率模型（如图 3）。其中 X-mR 的过程性能稳定性准则如下：

(1) 如果 X 图中出现分布在上下界限意外的数据，则过程是不稳定的；

(2) 如果 X 图中连续三个分布点有两个分布在中心线同一侧且偏离中心线的 ±2σ 距离，则过程是不稳定的；

(3) 如果 X 图中连续五个点至少有四个分布在中心线同一侧，且偏离中心线的 ±1σ，则过程是不稳定的；

(4) 如果在 X 图中至少八个了连续的点分布在中心线的同一侧，则过程是不稳定的。

根据量化管理中不同度量元，还可以选择不同的建模方法，从项目量化数据库的大量数据中提炼出有价值的信息，挖掘出这些数据隐藏的信息。如果自变

量和因变量之间有良好的线性关系，可以选择使用“线性回归”的方法；对于一些复杂的关系，用简单的线性关系无法表达的，可以选择使用“神经网络”的方法进行建模。

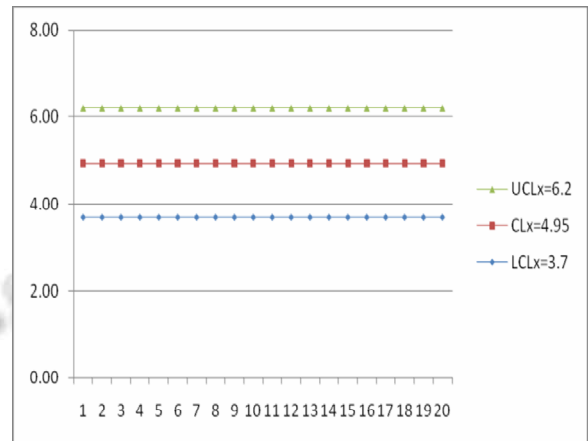


图 3 生产率性能基线模型

### 3.4 应用过程性能基线进行量化管理

建立过程性能基线和过程性能模型的目的是为了预测，分析未来项目的过程性能，在早期可对项目的过程能力或质量进行估算。过程性能基线和模型建立，验证成熟发布后，主要可以应用在组织级和项目级两个层面：

(1) 组织级根据过程性能基线和控制范围，对项目组进行过程的跟踪和监督，在项目出现异常，影响企业商业目标时，可以对项目自上而下及时进行调整并采取预防措施，从整体上对项目进行量化管理以符合项目的质量目标要求。组织级量化管理过程中的项目度量数据将是下一次过程性能基线更新的客观数据来源，用来证明持续改进后过程性能是否有新的提高。

(2) 项目级通过过程性能基线来设定项目质量目标，根据过程性能基线设定的项目基准值和上下控制范围（当项目控制非常好时也可选择正负 2sigma 控制范围）定期对项目的性能进行量化管理和监控，及早发现项目过程中的异常情况，找出引发问题的主要原因，提出解决方案，预防项目后续阶段引发相关问题。

下面以该公司项目级应用生产率性能基线为例进行项目量化管理介绍。下面是项目 X 的编码阶段 15 本程序的生产率的度量表（如图 4）。

项目 X 的项目经理应用上面控制图进行了量化管

理,从控制图看所有的数据都在性能基线内,说明编码阶段过程是稳定可控的,但是 10 号程序和 15 号程序的生产率不在设定的目标上下限范围内,根据判决准则,项目经理对 10 号程序和 15 号程序产生的原因进行分析。项目经理首先请该编码组组长对 10 号和 15 号的难度分别分析,发现 10 号程序和 15 号程序的难度在整个 15 本程序中都属于中上难度;然后项目经理又请编码组组长对 10 号和 15 号程序重新进行了评审,结果发现 10 号程序的作者使用了一个非常好的算法解决了程序中的一个难题,而 15 号程序是因为现有公共函数不能满足需求,15 号程序的作者必须重新开发来实现,因此延误了进度。针对 10 号程序的情况,项目经理请 10 号程序的作者把他那个非常好的算法做成公共函数,让其他开发人员也可以使用,为以后开发提高整体的生产率;针对 15 号程序的情况,项目经理重新评估了未开发的程序用例,及时进行了调整,避免了出现类似情况,进一步保证编码整体的要求。由此可见,对编码程序的监控和量化管理可以及时反映项目进展,及时纠正项目进度。

程序	规模 (KLOC)	生产率 (KLOC/人月)	目标值	控制上限	控制下限
1	0.8	4.5	4.95	5.45	4.45
2	0.9	5.4	4.95	5.45	4.45
3	0.5	4.5	4.95	5.45	4.45
4	0.6	5.3	4.95	5.45	4.45
5	0.5	4.7	4.95	5.45	4.45
6	0.6	5.4	4.95	5.45	4.45
7	0.7	4.9	4.95	5.45	4.45
8	0.5	5.1	4.95	5.45	4.45
9	0.7	5.2	4.95	5.45	4.45
10	0.8	6.2	4.95	5.45	4.45
11	0.6	5	4.95	5.45	4.45
12	0.5	4.9	4.95	5.45	4.45
13	0.8	5.2	4.95	5.45	4.45
14	0.6	5.1	4.95	5.45	4.45
15	0.9	4	4.95	5.45	4.45

图 4 生产率度量表

把上面度量数据放到性能基线模型中(如图 5)。

#### 4 结语

CMMI 是成熟的质量管理体系,随着行业信息需求的迅速增长,项目规模不断增大,项目复杂度也不断提高,需要不断提升项目管理能力,为使项目过程

可控和组织能力更加稳定,项目量化管理思想得到了广泛应用推广。本文尝试以简单、概要的方式提出基于 CMMI4 质量标准体系的量化管理体系及量化管理实践,仅反应本人对基于 CMMI4 的软件项目量化管理的研究。企业实施项目量化管理需要高层管理者及项目组的每一个成员的大力支持,正确选择量化管理的方法和工具,有效建立过程性能基线和模型,并正确应用性能基线进行量化管理,使软件过程可视化。基于软件过程的量化管理进行的软件项目量化管理实践,可以为企业建立一个统一的基线指标,将不同项目进行对比量化管理,使企业的量化管理成熟度不断提高。

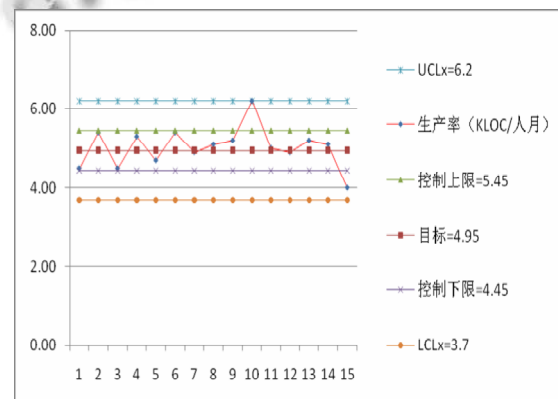


图 5 编码阶段生产率控制图

#### 参考文献

- 1 李华北,刘小茵,郑丹丹.过程改进基本原理及 CMMI 实施.中国标准出版社,2009.
- 2 Sunetnanta T, Nobprapai N, Gotal Quantitative O. CMMI Assessment for Offshoring through the Analysis of Project Management Repositories. 3rd International Conference on Software Engineering Approaches for Offshore and Outsourced Development (SEAFOOD), Zurich,Switzerland (2009).32-44
- 3 张栋,任爱华.实施量化管理和持续性改进过程的研究.计算机工程与设计,4887-4889.
- 4 Tarhan A, Demirors O. Apply Quantitative Management Now. Software, IEEE, [doi: 10. 1109/MS. 2011.91.]
- 5 Curtis Bill, Seshagiri Girish V. Reifer Donald, Hirmanpour Iraj, Keeni Gargi. The Case for Quantitative Process Management, Software, IEEE, 2008,25(3):24-28.