

# CMM 二级 SQA 关键过程域与软件过程改进

刘彦涛, 马闰娟

(华东计算技术研究所, 上海 200233)

**摘要:**探讨了 CMM 二级 KPA 软件质量保证的实施与软件过程改进, 描述了实施 SQA 过程的职能、SQA 过程与软件开发过程的关系和 SQA 过程实施。在 CMM 二级中, SQA 是唯一评审其他 5 个 KPA 的过程域。由于它的这种监督性, 软件过程改进的大部分信息来自 SQA KPA, SQA 在整个软件过程的改进中起着关键的作用, 充当 SEPG 和项目组之间的桥梁。

**关键词:** 关键过程域; 软件质量保证; 评审和审核; 软件过程; 软件过程改进

## SQA of CMM Level 2 KPA and Software Process Improvement

LIU Yan-tao, MA Run-juan

(East China Institute of Computer Technology, Shanghai 200233)

**【Abstract】** This paper studies the implement SQA of CMM Level 2 KPA and software process improvement, and depicts SQA process duty, relation of SQA process and software development process, SQA process implement. SQA is only a KPA of review other five KPA and audit software work product. Due to this supervise, a part of information of software process improvement is from SQA. SQA takes on key affect in whole of software process improvement, SQA plays the role of a bridge in SEPG and software project group.

**【Key words】** key process area(KPA); software quality assurance(SQA); audit and review; software process; software process improvement

软件工程学的发展为软件开发带来了收益, 但也有许多方面不尽如人意。准确定义软件过程现状, 要求有一套评价标准、一个度量框架以及对其他许多工作提出的要求。CMM 二级“可重复级”是第 1 个软件过程改进的台阶, 二级中的 6 个关键过程域(KPA)(需求管理、软件项目策划、软件项目跟踪和监督、软件子合同管理、软件质量保证、软件配置管理)集中关注软件项目所关心的、与建立基本软件项目管理和控制有关的事项。

其中, SQA 为管理者提供对软件项目正在使用的过程和正在构造的产品的可视性。SQA 是绝大多数软件工程过程和管理过程不可缺少的一部分, 前 5 个关键过程域是围绕着组织软件工程过程展开的过程管理, SQA 关键过程域则是全程确保这 5 个 KPA 活动的过程符合标准、规程和组织方针, 与组织外部施加标准和要求的一致性。由于 SQA 在整个软件过程管理中对所有 KPA 起着全程监督作用, 因此 SQA 在整个软件工程过程的改进中有着最实际的第一手资料, 对过程改进起着关键的作用。

### 1 SQA 过程实施与软件过程改进

#### 1.1 SQA 过程

##### 1.1.1 SQA 过程的职能

SQA 过程实施必须有一个独立的机构, 如 SQA 组, 充当高层关注软件项目的“眼睛和耳朵”。SQA 组有一个独立于项目经理、项目软件工程组和其他软件有关组的向 CMM 管理委员会报告的渠道, 必须具有独立验证与确认(independent verification and validation, IV&V)的功能。组织可根据自己的情况选择 SQA 组人员, 例如, SQA 人员可以由质量处人员与开发部门人员结合组成, 直接由质量部门领导。SQA 的独立性保证了使其成为高层管理者在软件项目上的“耳目”, 并真正行使监督的职能。

##### 1.1.2 SQA 过程的流程与软件开发过程的关系

SQA 参与软件项目早期策划并制定 SQA 计划, SQA 的核心工作是对软件过程评审和维护。使软件开发或维护过程不仅是一个技术开发过程, 而是一个软件工程过程。图 1 显示了 SQA 过程的流程<sup>[1]</sup>。

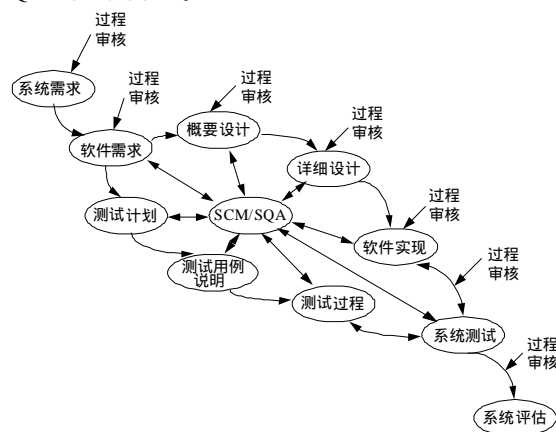


图 1 SQA 过程的流程

从图 1 可以看出, SQA 负责对软件开发过程所有阶段进行评价。SQA 通过制定一系列过程评审检查表, 来评价每一软件开发过程对标准、规程的符合性, 适时地反映软件项目过程可视性, 将有关项目过程状态信息提供给高层和软件项目负责人。从软件需求阶段开始到系统测试为止, 软件质量保证过程与软件开发过程是同步的, 并且与软件开发过程具有双向反馈信息。图中软件配置管理(software configuration management, SCM)是 CMM 二级的一个 KPA。

**作者简介:** 刘彦涛(1976 -), 男, 工程师, 主研方向: 质量管理; 马闰娟, 工程师

**收稿日期:** 2007-04-20 **E-mail:** liuyt@ecict.com.cn

## 1.2 SQA 过程的实施

软件过程管理的目标是在按计划生产产品的同时提高组织的能力,以便生产更好的产品。如果过程的未来业绩在一个设定的统计区间内可以预测,可以认为这一过程是稳定的,或处于统计控制之下的。在 CMM 二级中,它为组织定义了管理基本软件过程的模型,在关键实践中,一般只描述“做什么”,而不强制规定“如何做”。

### 1.2.1 评审软件过程活动

SQA KPA就是对过程定期地评价以决定它们的当前适宜性和有效性,SQA 应能有效地识别过程必需的和有益的改进,保证软件开发计划、软件配置管理计划、软件质量保证计划或其他计划的实施和控制。下面是SQA实施软件过程评审的要点<sup>[1]</sup>:

(1)SQA 评审过程 :SQA 本身应遵循一个已定义的审核过程,并且 SQA 评审过程应为项目所有人员接受。SQA 评审采用检查表方式将要检查的内容写成检查项;

(2)SQA 评审范围 :必须确定 SQA 评审的范围,例如:代码审查,单元测试过程评审;

(3)过程符合性 :对那些遵循过程的开发活动,SQA 人员应积极地报告过程活动符合项目活动和项目目标的有效性,并建议采取改进措施(改变不够健壮的过程);

(4)过程不符合性 :对那些不遵循过程的开发活动,SQA 人员应报告不符合项以及它对项目的影响,并建议由项目组或向上管理层采取纠正措施。

SQA 评价软件开发过程及其评价项目所有过程的任务,并验证二级 5 个 KPA 活动。以此来保证项目开发的质量。在整个实施过程中,SQA 人员工作同步于开发人员,并在周例会、评审会上适时地报告当前开发过程的状态,使软件开发过程适当可视。对过程符合的,建议项目组采取改进措施;对过程不符合的,建议项目组采取纠正措施。如在项目级不能解决的不符合问题,则上溯至高层。作为组织过程改进的数据信息,分 6 个方面进行描述:

(1)评价软件产品评审过程 :SQA 应该报告评价的软件产品验证过程的结果和报告实施任务的度量。

(2)评价项目计划和监督过程 :SQA 保证项目产品评价活动满足项目计划,对计划的任何变更需得到项目负责人的批准。SQA 将确定标准或实施方针,适当的数据项描述有助于剪裁标准、实施方针以符合项目的需要。

(3)评价基本软件开发过程 :参与软件项目早期策划并制定 SQA 计划;主要评价体系结构设计、需求和设计,负责代码审查;评价单元测试、CSC 集成测试、CSCI 合格性测试、系统集成及测试、系统合格性测试和项目结束交付过程。SQA 将评价准备最终项交付的活动,以保证最终项产品的功能和物理审核满足计划和项目需求。在某些情况下,如果项目不符合项目需求或标准,SQA 应禁止项目的交付,例如:文档,代码或系统。

(4)评价其他管理过程 :评价软件开发过程中的支撑过程满足组织相关规程、项目软件配置管理计划要求。

(5)实施配置审核 :按配置管理计划实施配置审核,一般在以下几种时机:1) 软件工作产品正式发布即软件产品基线建立之前;2) 很多较小的变更或基线变更时。

(6)验证 5 个 KPA :1)SQA 组评审和/或审核管理分配需求的的活动和工作产品,并报告其结果;2)SQA 组评审和/或审核软件项目策划的活动和工作产品,并报告其结果;3)SQA 组评审和/或审核软件项目跟踪和监督的活动和工作产品,并报告其结果;4)SQA 组评审和/或审核软件分包工作的活动和工作产品,并报告其结果;5)SQA 组评审和/或审核 SCM 的活动和工作产品,并报告其结果。

### 1.2.2 审核软件工作产品

审核系统需求分析过程、系统设计过程、软件需求分析

过程、软件设计过程、编码和单元测试过程、单元集成和测试、CSCI 合格性测试、CSCI/HWCI 集成和测试、系统合格性测试过程、项目结束交付过程的所有文档审核。

### 1.2.3 参与配置审核、评审技术活动、管理活动

SQA 按需求实施或依据项目 SCMP 协助做正式配置审核。配置审核是 CSCI 的正式验证。有 2 种配置审核类型:功能配置审核(FCA)和物理配置审核(PCA)。

由项目组实施的技术评审将评审过程和最终软件产品,而不是评审产生的文档资料。SQA 将保证技术评审是可实施的和有选择地关注符合经批准的技术文档,并报告评审结果。

对软件项目状态、进展、问题和风险的 SQA 的周期管理评审将提供项目活动的一个独立的评价。SQA 将提供下列各项数据给上级管理部门:(1)依从性。识别项目与已建立的组织和项目规程的依从性。(2)问题区域。基于技术评审结果分析,识别潜在的或实际的项目问题区域。(3)风险。基于参与和评价项目进展和问题区域,识别风险。

SQA 人员将报告评审结果,并跟踪管理评审发现的问题直至问题处理结束。

### 1.2.4 SQA 处理项目的不符合问题

对项目的不符合问题,无论是在项目内还是在项目外处理,都必须由 SQA 人员来跟踪,直至关闭。对不符合问题有 3 种方式解决:

(1)使得产品或过程满足标准、规程、或需求(改正不符合项);

(2)改变标准或规程以它可用;

(3)做出管理决策,允许不满足标准、规程、或需求(让步)。

对组织暂时不能处理的不符合问题,提出让步处理,作为组织软件过程改进的信息。

## 1.3 SQA KPA 与软件过程改进

CMM主要目标是实现过程的控制和度量,以建立持续改进的基础。组织要求有一套评估方法和项目管理体系才能确保使用CMM,评估帮助组织认清其成熟度状态。整个软件过程的改进以许多小的改进步骤为基础,这些小的改进步骤通过一些关键实践来实现<sup>[2]</sup>。

过程改进的信息从哪里来?表面上好像项目组可以向 SEPG 提出,SEPG 自己也可以去发现。但是实际情况往往是:一方面项目组成员尤其是成熟度等级较低企业的项目组成员缺乏质量意识,只关注与自身相关的开发工作,对过程改进工作缺乏应有的认识,提不出问题或者有问题也不愿提出来;而另一方面 SEPG 却又往往苦于不了解项目情况而找不到关键问题所在。SQA 的存在可以解决这一矛盾,因为 SQA 经常要参与过程改进工作,又常常参与项目的活动,既熟悉过程体系又熟悉项目情况,所以 SQA 在整个软件过程的改进中起着关键的作用,充当 SEPG 和项目组之间的桥梁。过程改进的信息来源于:(1)它呈现了项目在实施 CMM 二级中大部分问题,有些问题是因为项目组本身执行得不够规范而产生的,而另一些问题则是由于过程本身存在着一些缺陷引起的,如可操作性不强或前后矛盾等而让项目组无法实施。另外项目实施过程中值得借鉴的一些经验做法通过 SQA 也会反映给高层和 SEPG;(2)内部评估和外部机构对组织 CMM 二级的评价中产生的强项、弱项、待改进项和建议项。以上 2 点,SQA 在工作中都会客观反映这些问题以促使过程改进。

为改进软件能力,组织必须分 6 步:

(1)了解开发过程现状;

(2)确定目标过程;

- (3)确定所需要的过程改进活动清单，并安排先后顺序；
- (4)制定完成所需活动的计划；
- (5)提供实施计划所需要的资源；
- (6)回到第(1)步。

实施 CMM 是组织软件过程的一面镜子，看到组织目前软件过程的水平；评估是组织认清 CMM 实施后的结果。例如，根据组织当前软件工程状况和发现的弱项、待改进项、建议项，提出过程改进分 2 步：

(1)强化培训，采取在组织级上实施以下几方面培训：

- 1)软件开发文档模板（SJ 20778-2000）及 UML 建模方法专题培训；
  - 2)单元测试、合格性测试类型、技术、工具使用的专题培训；
  - 3)Project 高层使用培训（结合开发计划案例）；
  - 4)SQA 高层技能培训、课题组长项目管理专题培训。
- (2)开发 SPP、SPTO 工具。

## 2 实施 SQA 过程的资源

### 2.1 SQA 角色和技能

SQA 角色来自 CMM，这个角色也将拓展成软件项目管理的 SQA，它对组织无论是处在软件工程的管理层上，还是在 CMM 的管理层上，都必须有这个角色。这个角色的作用即是高层领导的耳目又是项目经理的副手，直接负责项目的质量保证。它应具备软件开发的技能、软件工程知识和基本项目管理知识。

### 2.2 SQA 工具

SQA 检查工具是检查单，分析工具首推 Pareto 图。

- (1)检查单是 SQA 的有效工具；

- (2)检查单既对过程活动又对工作产品；
- (3)过程检查表的有效性取决于检查项与项目实际的贴切程度和具体程度；
- (4)对检查结果必须进行分析，了解趋势，发现问题，宜采用 Pareto 图。

### 2.3 组织对 SQA 的评审

SQAG 是唯一一个检查其他 KPA 的机构，而他本身也必须被监督，才能保证他的公正性、客观性。高层管理者、独立 SQA 专家、项目经理定期评审 SQA 活动，并向 SQA 组发放评审结果，对不符合问题也被跟踪至关闭，确保 SQA 活动是有效的。

## 3 结论

本文从 CMM 角度来阐述组织软件过程的改进，通过实施 CMM，尤其是由 SQA KPA 发现的问题对组织的软件过程能力清楚地被刻画，使高层、中层领导和软件开发人员都能认识到自己的需要和欠缺，并需要在那些方面着手改进。为此真正提供组织软件工程的能力，从而保证软件产品质量。

### 参考文献

- 1 刘孟仁. 能力成熟度模型(CMM): 软件过程改进指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001-07.
- 2 Humphrey W S. 软件过程管理[M]. 高书敬, 译. 北京: 清华大学出版社, 2003-04.
- 3 GJB 5000-2003. 军用软件能力成熟度模型[S]. 中国人民解放军总装备部, 2003.

(上接第 95 页)

lating wavelet, AdaptiveIW)恢复奇异点算法、根据 NN 算法得到的特征曲线调整奇异点方法(记为 NNcurve)和单纯采用 3 次样条插值还原奇异点方法(记为 SplineI)三者的还原精度。使用 2006 年的 3 周负荷数据得到的对比实验结果如图 2 所示,插值小波的 AdaptiveIW 算法对奇异点恢复的平均准确率是最高的。

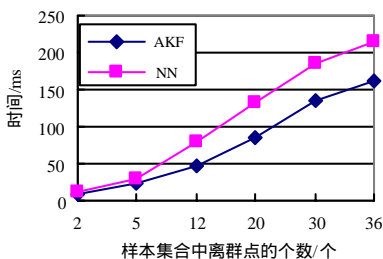


图 1 AKF 算法和 NN 算法的平均检测时间对比

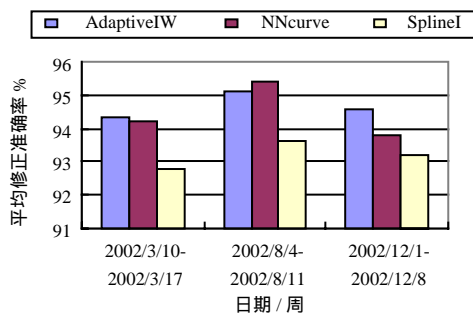


图 2 算法 AdaptiveIW、Nncurve 和 SplineI 的平均恢复准确率

根据仿真实验结果得出结论：在检测奇异点的时间、空间开销和质量方面，AKF 在奇异点的检测时间上较优，而在奇异点检出精度上稍差。AKF 适合预测短时间间隔的存在大量随机成分的数据流序列，而人工智能方法具有纯数值方法不具有的长处，具有良好的抗差能力，能够掌握那些不易表达的规律，NN(组合神经网络方法)可获得更好的辨识率，但由于模式变化后重新训练的收敛速度慢，造成实时性差，不适于在线恢复奇异点。而在总体平均恢复精度上，ADR 高于 NNcurve 和 SplineI,ADR 算法使用的插值小波能够体现数据变化特征，奇异点恢复的精度较好，且运算时间少，性能稳定。

## 4 结论

本文在线识别并恢复奇异数据的方法,相比传统的方法主要有两个改进:更低的计算代价和更好的恢复精度。利用 Kalman 滤波检测奇异数据和使用自适应奇异数据恢复精度的插值小波对奇异数据进行辨识和还原的思想，对小波分析在数据流分析领域是一种有益的尝试。

### 参考文献

- 1 Babcock B, Babu S, Datar M, et al. Models and Issues in Data Streams[C]//Proc. of ACM Symp. on Principles of Database Systems. 2002: 1-16.
- 2 Knorr E M, Ng R T. Algorithms for Mining Distance-based Outliers in Large Datasets[C]//Proc. of the 24th Int'l Conf. on Very Large Databases. New York: Morgan Kaufmann. 1998: 392-403.
- 3 Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing[M]. Academic Press, 1999: 221-226.

