

基于过程控制的软件质量管理

李明树, 王 青

(中国科学院软件研究所互联网软件技术实验室, 北京 100080)

摘 要: 质量形成于过程, 以预防为主的过程管理思想在软件产业引入了软件的工程过程、管理过程和支持过程三类基本过程, 以过程为中心的软件开发、生产与质量管理是现代软件产业的时代特征. 本文阐述了软件质量管理的基本原理, 提出了一个基于 CMM 过程管理控制的软件质量管理模型及平台, 帮助软件组织达到较高的成熟度水平.

关键词: 软件过程; 软件质量管理; CMM

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2002) 12A-2032-04

Software Quality Management Based Process Control

LI Ming-shu, WANG Qing

(Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: The quality is built in processes. The ideology of process management based on prevention has been used in software industry and induced the three basic software processes that are engineering processes, management processes and support processes. It is the era feature of software industry that developing software and managing its quality focus on these software processes. This paper introduces the basic theory of software quality management and then a software quality management model and platform based on CMM is proposed to help software organization achieve the high level maturity.

Key words: software process; software quality management; CMM

1 引言

60 年代末期, 为了解决软件危机问题, 出现了软件工程学科. 其目的就是借鉴传统工业的工程化思想和方法进行软件开发, 以提高软件的质量和控制在软件的成本. 30 多年来, 软件工程硕果累累, 但收效甚微, 软件危机一直无以解决. 80 年代初, 以美国为首的软件业开始意识到技术的改进必须与过程的改进同时并举, 才能达到真正理想的效果, 如图 1 所示. 否则, 如同只有工艺过程而没有生产线流程一样, 再好的工艺技术由于缺乏相互的配合和支撑, 任何一道工序的失败, 都将导致整个产品的失败. 中国科学院软件研究所从 1996 年开始软件过程技术的研究. 本文提出了一个基于 CMM 的软件过程质量管理模型——PM-CMM (Process Management model for CMM) 及相应的质量管理平台, 成功地进行了软件开发与生产过程改善的实践.

2 软件过程与质量管理

80 年代中期, 美国进入过程为中心的软件开发与生产的时代, 软件开发平台和过程质量管理模型及平台的研究受到广泛的重视, 一些流行和重要的国际标准纷纷出台. 其中以美国国防部支持的 CMM/PSP/TSP^[1-3] 研究的最为深入, 在软件领域应用的也最为广泛. 它标志着软件的开发、生产已经从手工作坊走进了现代化工业的时代.

2.1 软件过程及其分类

“过程”一词有许多定义, ISO9000 2000^[9] 版将过程定义为“一组将输入转化为输出的相互关联或相互作用的活动”. 软件过程可以分为软件工程过程、软件管理过程和软件支持过程三大类. 其中工程过程指软件开发和生产的过, 如需求分析、设计、编码、测试等过程; 管理过程指对软件开发和生产过程进行管理的过, 如项目策划过程、跟踪监控过程、质量保证过程、配置管理过程等等; 支持过程指对有效软件开发和生产进行支持的过, 如评审过程、培训过程、度量过程等等. 这些过程不是相互孤立、彼此隔离的, 它们都关系到软件产品的质量, 必须将其科学、系统地组织成一个有效的运作体系, 才能使组织所有与质量相关的活动有条不紊、高效地运行.

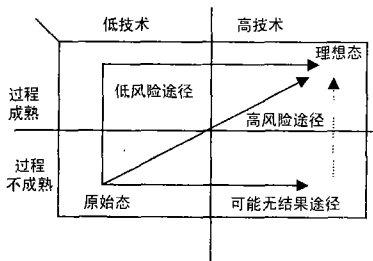


图 1 技术改进与过程改进的关系

软件开发和软件生产两个术语分别指不同特点的软件形成过程,都贯穿软件的全生命周期。软件开发更注重软件的设计过程,适用于各种科研院所的软件研制与开发,其产品的特点是原型产品,软件过程的技术特点非常突出,产品的质量直接受制于过程的技术状态,过程改进的关键在于提高产品的设计质量。软件生产则更注重软件的制造/加工过程,适用于软件工厂的软件制造,其产品的特点是成熟产品,软件过程的管理特点更为突出,产品的质量取决于过程的稳定状态,过程改进的关键在于提高过程的性能和能力。所以软件开发和软件生产都是软件的形成过程,都包含重要的软件质量活动,都需要进行科学的质量管理。

2.2 软件过程质量管理的主要技术流派

目前软件过程质量管理最主要的三个流派是:CMM/PSP/TSP、ISO 9000 系列和 ISO/IEC15504^[10]标准。

CMM/PSP/TSP 技术流派是卡内基—梅隆大学软件工程研究所(Software Engineering Institute—SEI)应美国联邦政府评估软件供应商能力的要求,从 1986 年开始研究的软件过程能力成熟度模型。1998 年 SEI 启动了 CMMI^[2-5](CMM Integration)计划。CMMI 通过提供统一的过程改进框架,消除了不同模型之间的不一致性和重复性,可望成为今后软件过程改进领域比较稳定的一个实用模型。但软件产品的质量并不仅仅取决于过程,还取决于技术和进行软件产品开发的人,所以为了配合更好地实施 CMM,目前 SEI 正在进行二个方面的扩充:其一将质量管理的理念和思想向人力资源管理方面扩展(PSP/TSP/P-CMM)^[6-8];其二则是将过程技术与产品线技术融合,如 2000 年推出的软件产品线 PLP^[11](Products Line Practice)和 COTS^[12](Commercial Off The Shelf)。它们和正在大力推广的 CMMI 构成了一个相对完整的 CMM 体系,覆盖了软件质量管理的人、技术和过程三个方面的内容。

ISO9000 标准系列是国际标准化组织研究并推出,适用于所以行业的质量管理标准。自 1987 年问世以来,已对国际贸易和消除技术壁垒产生巨大影响。被全世界 80 多个国家和地区等同采用为国家标准,广泛应用于工业、政府和研究领域。

1991 年,由英国防务部资助的一项研究报告认为,需要提供一种可用于自我能力改进和进行软件供应商能力确定的国际标准。1993 年该标准正式开始,国际标准项目代号为 ISO/IEC 15504。同年,一个国际性的 SPICE(Software Process Improvement and Capability dTermination)项目组织成立,授权进行 15504 标准草案的制订工作。1998 年,ISO15504 标准被作为技术报告发表,该技术报告共包括九个部分,覆盖了过程评估,过程改进和过程能力确认等指南和模型。目前,有关组织正在就 CMMI 和 15504 标准的兼容性问题进行探讨,很有可能 CMMI 会最终和 ISO/IEC 15504 标准兼容,并同时支持和兼容 CMM。

以 ISO 9000 标准和 CMM 等模型为基础,一些国家和企业,裁剪和开发了比较符合自身特点的质量保证平台框架。如欧洲一些国家在 ISO9000 的基础上建立的 EFQM/SPICE^[13]模型和 TICKIT^[14]标准。

3 基于 CMM 的软件过程质量管理模型—PM-CMM

质量管理的思想和理论,经过近一个世纪的发展和演变,已经从面向产品的检验,发展到以过程控制为核心的全面质量管理;组织的效益和产品的质量,依赖于组织所使用的过程的质量。所以,过程质量管理占据了全面质量管理的主导地位,其指导思想是以预防为主,通过过程的改进和成熟保证组织有能力生产出满足用户要求的产品。

中科院软件所从 1996 年开始研究软件质量管理技术,2000 年开始软件过程控制技术的研究,并提出了一个基于过程控制的软件质量管理模型—PM-CMM。PM-CMM 模型共有二大部分,即软件过程体系框架和基于该框架的软件过程质量管理。

3.1 PM-CMM 软件过程体系框架

现代质量管理理论强调过程方法和管理的系统方法。其中过程方法指组织为了更高效地得到预期的结果,将相关的资源和活动组成过程来进行管理;而管理的系统方法则是为了提高组织的有效性和效率,针对设定的目标,理解、识别相互关联的过程,并组成体系加以管理。所以首先,必须将资源和活动组织起来,定义有效的软件过程,识别和理解过程间的关系,构成系统的软件过程体系框架。

不幸的是,软件由于其自身的特点,其过程的属性和过程的体系都十分不确定。传统工业中,一条生产线的建成可以多年勿需变动,直到技术落后或不适应市场目标。但软件产业却不同,随着目标产品的不同,软件的过程流会发生很大的变化,譬如开发周期的迭代循环、产品的配置项、质量记录等等。因此,动态的过程定义和灵活的过程流整合是软件过程技术的关键。

如前所述,软件过程可以分为三种类型,这三种过程相互配合,才可以构成一个有效过程体系模型,PM-CMM 提出一种以过程数据库、文档库、资产库三库为核心的过程体系框架,如图 2 所示。

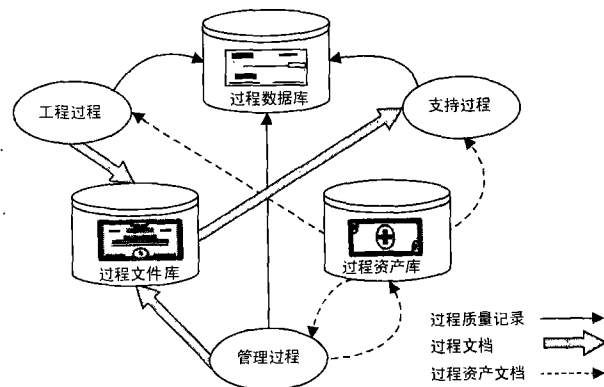


图 2 PM-CMM 过程体系

其中,过程数据库保存过程的质量记录,如过程计划数据、执行数据、度量数据等;过程文档库保存项目的工程和管理文档,并将结果文档提交相关支持过程进行度量和验证;过程资产库则记录已经定义和形成的标准软件过程、裁减指南、

过程模板等,并指导和规范正在执行的软件过程.三类库和三类过程通过文档数据流和过程工作流贯穿组织成为一个有机的过程体系.

3.2 PM-CMM 软件过程质量管理

PM-CMM 通过产品对与产品过程的策划、执行和检查来实现对软件过程的质量管理:

(1)策划:主要包含对生产过程、资源需求和产品的策划. PM-CMM 通过过程体系中的标准软件过程和裁减准则实现对产品和过程的策划.

(2)执行:按照计划的流程、时间、进度等执行软件过程.其核心技术是过程流驱动技术.在 PM-CMM 中通过过程流引擎,驱动软件过程的执行.

(3)检查:通过对关键过程的度量、验证和控制,防止过程的性能出现非预期的异常,以及不合格产品非法进入下一道工序.将质量隐患消除在产品的形成过程中.度量与统计控制技术是最常用的检查手段,也是过程质量管理最重要的技术之一.

4 基于 PM-CMM 的软件质量管理平台

基于 PM-CMM 模型,中国科学院软件研究所开发了一个可以辅助软件组织进行质量管理的支撑平台,平台的结构如图 3 所示.

平台采用了构件化、开放式的体系结构.其主要特点为:

(1)为软件组织提供了定义和策划其过程体系的机制.软件组织可以根据自身的需求,定义需要的软件过程,包括过程方针、程序、裁减准则、职责、进入/退出准则、输入/出文件、过程文档模板、度量/验证要求和程序等等.

(2)以三库和基本的管理、工程、支持过程组成平台的核心系统.以支持软件组织实现最常用和最基本的质量管理.其他过程,尤其是支持过程如子合同管理、各种度量程序等等,以构件形式提供,软件组织可以根据自身需求,选择配置不同的构件插入系统.

(3)支持过程改进,完整的平台可以达到 CMM4 级的质量管理要求.

4.1 可以自定义和动态配置的软件过程

在图 3 中,可以看到,在软件开发和生产中,有很多软件过程,如工程过程中的分析、设计、编码、测试,管理过程中的计划、跟踪,支持过程中的评审、度量等等.这些过程是否足以满足所有软件组织的需求?对各种过程的质量记录要求是否都一样?显然不是!为了使平台能够更好地满足大多数软件组织的需求,在平台中提供了允许用户定义其特殊的软件过程,以及增加或修改软件过程质量记录的功能.

用户可以通过软件过程定义模板,可视化地定义其特殊的软件过程、过程记录和过程方法、裁减准则等等;并通过标准过程定义功能,纳入到组织的过程体系中,使之和其他的软件过程一起协调运行.

4.2 软件过程管理核心库

如图 3 所示,过程资产库、过程文档库和过程记录库共同构成了本平台的核心,他们之间通过过程流和数据流紧密联

系在一起.其中过程资产是软件组织质量管理体系的核心内容,由 CMM 3 级的软件过程定义确定,并指导工程过程、管理过程和支持过程的运行.软件工程过程在运行中产生的过程产品流入过程文档库,软件项目结束后,再将文档库中的内容归档,存入档案库.这里的档案库不是软件过程管理的核心库,可以作为文档库中需进行特殊保存和访问的一部分,也可以单独存放.软件工程过程在运行中的状态信息、资源信息,软件管理过程和支持过程的结果数据等进入过程数据库,以备统计、度量和查询,并作为过程改进的依据.过程改进的结果,则形成新的过程资产,进入资产库.

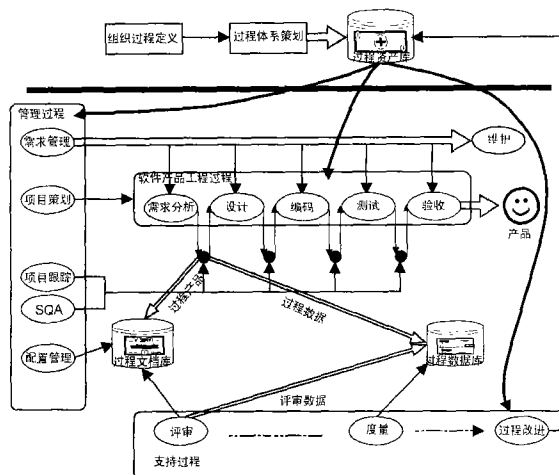


图 3 基于 PM-CMM 的软件质量保证平台

所以,资产库、文档库、数据库及其相互关系,构成了软件组织质量管理生命线,所有软件过程围绕这三个库运行,形成一个可良性流动的 PDCA (P-Plan, D-Do, C-Check, A-Act) 循环.

4.3 可伸缩的集成管理框架

本平台以构件化方法,开发软件过程管理的基本模块和集成框架,平台以三个核心库和最基本的过程管理模块组成系统的最小配置集,其他功能都以标准构件的形式提供.以度量过程为例,对于同类过程,当我们关注的质量目标一致,可以采用同样的度量方法,譬如软件工程过程的缺陷率、单位人力成本等.对缺陷率和单位人力成本的度量就是单独的构件.用户可以根据需要配置在分析、设计、编码、测试等过程中.

其他的譬如软件质量管理、软件子合同管理、培训等也都可以根据需求进行选择 and 配置.

4.4 PM-CMM 软件质量管理平台的应用

软件所从 2001 年初将本平台推荐到软件企业使用,先后在 10 多家企业得到应用.研究组在继续对软件过程技术进行深入研究的基础上,积极跟踪用户的反馈意见,目前正在逐步推出系列化的软件质量管理产品,以辅助软件企业根据自身情况选择合适的路径进行过程改进和质量管理的.

5 结论

质量是企业的生存之本,顾客满意是质量管理的第一原则.这也意味着,企业的经营、运作和战略发展目标都必须围

绕质量而展开,质量工作面临空前的机遇和挑战.软件作为一个新兴的朝阳产业,其质量管理更为严峻和重要.但开展软件质量管理需要标准、规范、技术和服务等多方面、多层次的支持.中国科学院软件所提出的 PM-CMM 过程质量管理模型,符合 ISO9000 和 CMM 的质量管理标准和模型,以软件过程控制为核心,为软件质量管理提供了一个有效的框架和支撑平台.

参考文献:

- [1] Mark C Paulk, B Curtis, M B Chrissis, C V Weber. Capability Maturity Model for Software [R]. Version 1.1, CMU/SEI-93-TR-24, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, February 1993.
- [2] CMMI Product Team. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, and Integrated Product and process Development [R]. (CMMI-SE/SW/IPPD, V1.1), Staged Representation, CMU/SEI-2002-TR-004, December 2001.
- [3] CMMI Product Team. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, and Integrated Product and Process Development [R]. Version 1.1, Continuous Representation (CMMI-SE/SW/IPPD, V1.1), Continuous Representation, CMU/SEI-2002-TR-003, December 2001.
- [4] CMMI Product Team. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing [R]. (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1), Continuous Representation, CMU/SEI-2002-TR-011, March 2002.
- [5] CMMI Product Team. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing [R]. (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1), Staged Representation, CMU/SEI-2002-TR-012, March 2002.
- [6] Watts S Humphrey. The Personal Software ProcessSM (PSPSM) [R]. CMU/SEI-2000-TR-022, November 2000.
- [7] Watts S Humphrey. The Team Software ProcessSM (TSPSM) [R]. CMU/SEI-2000-TR-023, November 2000.
- [8] Bill Curtis, William E Hefley, Sally A Miller. People Capability Maturity

Model P - CMM [R]. Version 2.0, CMU/SEI-2001-MM-01, July 2001.

- [9] GB/T 19000(1,4) - 2000 (idt ISO/IEC 9000(1,4):2000). 质量管理体系标准 [S]. 2000 - 12 - 28.
- [10] ISO/IEC TR 15504-(1 ~ 9) Information Technology-Software Process Assessment [R]. Switzerland, 1998.
- [11] Paul Clements, Patrick Donohoe, Kyo Kang, John McGregor, Linda Northrop. Fifth Product Line Practice Workshop [R]. CMU/SEI-2001-TR-027, September 2001.
- [12] Tricia Oberndorf, Lisa Brownsword, Carol A Sledge. An Activity Framework for COTS-Based Systems [R]. CMU/SEI-2000-TR-010, October 2000.
- [13] [http://www.efqm.org/new_website/\[DB/OL\]](http://www.efqm.org/new_website/[DB/OL]).
- [14] [http://www.dnv.com/certification/Services/ticket.htm\[DB/OL\]](http://www.dnv.com/certification/Services/ticket.htm[DB/OL]).

作者简介:



李明树 男, 1966 年出生于吉林省, 研究员, 博士生导师, 1993 年毕业于哈尔滨工业大学计算机系, 获博士学位, 发表论文论著近百篇, 主要研究方向为智能软件工程与实时系统.



王青 女, 1964 出生于重庆, 研究员, 硕士生导师. 1988 年毕业于中科院计算所, 获硕士学位, 发表论文论著 40 余篇, 主要研究方向为智能软件工程与实时系统.