

王青 李怀璋 李明树 编著

软件质量管理

——标准、技术与实践

- ◎ 软件能力成熟度模型(CMM)
- ◎ ISO9000族质量管理标准
- ◎ 软件质量管理实践
- ◎ 软件质量管理平台



 中国计划出版社
 科荣出版社(香港)有限公司

前 言

20 世纪 90 年代以来,世界软件产业进入高速发展阶段。然而,我国在世界软件市场中的份额尚不足 1%,差距很大,要求我们尽快增强自己的软件开发实力,壮大自己的软件产业。国务院 2000 年 18 号文件明确鼓励发展软件产业,并鼓励软件产业加强质量管理,以整体提升我国软件产业的国际竞争能力。软件产业已经成为 21 世纪中国的战略性和基础性产业。

软件的质量管理问题日益突出,如何保证开发出来的软件系统满足用户的要求、并能在预期的成本和进度内完成,已成为软件界广泛关注的重要问题。事实上,软件的质量管理决非依靠标准就可以一蹴而就。传统工业的质量管理经历了近一个世纪的发展,从依赖产品检验的管理手段发展到今天以过程管理为核心的全面质量管理思想,并以此形成了以 ISO 9000 为代表的质量管理标准。软件的生产一开始就被认为是创造,是思想的产物。许多年来,人们习惯于“自编、自导、自演”地开发软件,软件的成败完全依赖于软件工程师个人的优秀程度。直到 20 世纪 80 年代中期,美国等发达国家的软件业进入以过程为中心的工业化时代,软件的全面质量管理才开始被人们所理解和重视。

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。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。本书从软件质量管理的标准、技术和实践三个层面探讨了软件的质量管理问题。不仅对 CMM、ISO 9000 等质量管理的模型和标准进行了详细的分析和阐述,更主要的是针对软件组织的特点,介绍了这些标准和模型在软件组织的应用,以及质量管理的理论、方法、技术和实践。本书适用于软件组织的高级管理者、质量工程师和软件工程师阅读,还可用于大学、研究生班开设软件工程课程的辅助教材。

在本书的编写过程中,中科院软件所冯玉琳所长及其他领导、老师和同仁,北京市科委的领导等给予了极大的支持;软件生产与质量保证实验室的许多同志也参与了本书的编写工作,特别是赵欣培、赖旭芳、蒋晖等同志为本书提供了许多有价值的内容和材料;科技部生产力促进中心的王建昌同志也为本书的编写提供了许多宝贵的意见,在此一并表示衷心感谢。

由于时间紧促,书中不当之处,敬请读者和同行批评指正。我们衷心希望,本书的出版能对那些希望了解和开展软件质量管理的同仁有所裨益。

编 者
2002 年 4 月

451123

目 录

第一章 软件能力成熟度模型(CMM)	(1)
1 CMM 简介	(1)
1.1 CMM 基本的过程概念	(1)
1.2 CMM 的产生	(3)
2 CMM 的五级体系结构	(3)
2.1 成熟度级别的行为特征	(4)
2.2 理解成熟度级别	(7)
2.3 软件过程的可见度	(9)
2.4 过程成熟度与性能预测	(10)
2.5 跳跃成熟度级别	(11)
3 CMM 的关键过程域	(12)
3.1 关键过程域的定义和结构	(12)
3.2 关键过程域的目标	(12)
3.3 关键过程域的公共特征	(12)
3.4 成熟度级别的关键过程域	(14)
4 CMM 的评估和评价方法	(60)
4.1 CMM 评估框架	(60)
4.2 IDEAL 模型	(61)
第二章 ISO 9000 族质量管理标准	(63)
1 ISO 9000 族标准概要	(63)
1.1 ISO 9000 族标准的产生和发展	(63)
1.2 ISO 9000 族标准的构成	(63)
2 质量管理的八项原则	(63)
2.1 总则	(63)
2.2 以顾客为关注焦点	(66)
2.3 领导作用	(67)
2.4 全员参与	(67)
2.5 过程方法	(68)
2.6 管理的系统方法	(68)

2.7	持续改进	(69)
2.8	基于事实的决策方法	(69)
2.9	与供方互利的关系	(70)
3	2000 版 ISO 9000 族标准的基本原理	(70)
3.1	质量管理体系原理说明	(70)
3.2	质量管理体系要求和产品要求的区别	(71)
3.3	质量管理体系方法	(72)
3.4	过程方法	(72)
3.5	建立质量方针和质量目标的目的和意义	(73)
3.6	最高管理者在质量管理体系中的作用	(74)
3.7	文件	(74)
3.8	质量管理体系评价	(76)
3.9	持续改进	(77)
3.10	统计技术	(78)
3.11	质量管理体系和其他管理体系关注的目标	(78)
3.12	质量管理体系与组织优秀模式之间的关系	(78)
4	2000 版 ISO 9000 族标准的质量管理模式	(79)
4.1	过程方法	(79)
4.2	过程方法模式	(85)
4.3	质量管理体系模型	(85)
4.4	质量管理体系的建立和实施	(86)
4.5	质量管理体系的测量、分析和持续改进	(88)
4.6	软件组织质量管理体系的特点	(90)
5	ISO 9001:2000(GB/T 19001—2000)标准的理解和实践指南	(90)
5.1	标准的应用范围	(90)
5.2	术语和定义	(92)
5.3	质量管理体系	(95)
5.4	管理职责	(101)
5.5	资源管理	(110)
5.6	产品实现	(113)
5.7	测量、分析和改进	(133)
第三章 软件质量管理		(146)
1	质量与质量管理	(146)
1.1	质量	(146)
1.2	质量管理	(146)
2	软件质量管理	(150)
2.1	软件质量策划	(150)
2.2	软件质量控制与保证	(153)

2.3 软件质量的度量和验证	(154)
2.4 软件质量改进	(155)
第四章 软件质量管理实践	(157)
1 软件质量管理基本原则	(157)
1.1 ISO 9000 和 CMM 对软件组织的适应性	(157)
1.2 ISO 9000 和 CMM 的相关性	(158)
1.3 软件组织如何建立质量管理体系	(158)
2 基于 ISO 9000 和 CMM 的软件质量管理实践工程	(162)
2.1 软件需求管理	(162)
2.2 软件项目策划	(175)
2.3 软件项目跟踪与监督	(187)
2.4 软件子合同管理	(197)
2.5 软件配置管理	(215)
2.6 软件质量保证	(225)
2.7 同行评审	(244)
2.8 纠正措施	(249)
2.9 缺陷预防	(251)
2.10 内部质量审核	(253)
2.11 其他支持活动的实践	(255)
2.12 名词术语	(260)
第五章 基于 ISO 9001 和 CMM 的软件质量管理平台	(264)
1 简介	(264)
2 组织管理平台	(264)
2.1 个性化定制组织的质量管理平台	(264)
2.2 建立并发布质量管理体系	(266)
2.3 质量管理体系查询	(270)
3 项目管理平台	(271)
3.1 概述	(271)
3.2 主功能介绍	(275)
3.3 公共功能介绍	(280)
4 数据备份工具	(283)

第一章 软件能力成熟度模型(CMM)

1 CMM 简介

软件能力成熟度模型——CMM(Capability Maturity Model)是卡内基—梅隆大学软件工程研究院(SEI, Software Engineering Institute)为了满足美国联邦政府评估软件供应商能力的要求,于1986年开始研究的模型,并于1991年推出其CMM1.0版,1993年推出CMM1.1版。CMM将软件组织的过程能力分为五个成熟度级别,每一个级别定义了一组过程能力目标,并描述了要达到这些目标应该采取的实践活动。软件组织通过努力一步步达到这些预定的目标,从而得到持续的过程改进,实现组织高效率、低成本地交付高质量软件产品的战略目标。CMM自问世后倍受关注,在一些发达地区和国家得到了广泛的应用。成为衡量软件公司组织管理软件产品开发能力的事实上的工业标准,并为软件公司改善其生产过程提供了重要的依据。

1.1 CMM 基本的过程概念

过 程	过程(Process)一词的定义很多,CMM中引用了IEEE对过程的定义:“为达到目的而执行的所有步骤的序列。”
软件过程	开发和维护软件及其相关产品的一组活动、方法、实践和改革。软件及其相关产品指项目计划、设计文档、代码、测试用例、用户手册等等。
软件过程结构	软件过程结构是对组织标准软件过程的一种高级别的描述,它描述组织标准软件过程内部的过程元素之间的顺序、接口、内部依赖等等关系,以及与外部过程(如系统工程、硬件工程、合同管理等)之间的接口和依赖关系。
软件过程元素	软件过程元素是用于描述软件过程的基本元素,每一个过程元素包含一组良定义的、有限的、闭包相关的任务(如软件估计、软件设计、同行评审等等都是过程元素)。过程元素的描述应该是一个可以填充的模板、可以组合的片段、可以求精的抽象说明或者可以修改或只能使用不能修改的对过程的完整的描述。
软件过程定义	当达到高级别的成熟度能力时,软件过程定义是一个组织软件过程管理的基础。CMM中过程定义的基本概念是定义组织的标准软件过程。在组织级,应该以正式的方式描述、管理、控制和改进组织的标准软件

过程。在项目级,则强调项目定义软件过程的可用性和对项目的附加价值。

过程定义的概念	SEI 所提倡的过程定义的基本概念是,过程应该像产品一样被开发和维护,首先描述过程的定义、设计过程的结构、在组织和项目环境中实施过程、通过度量验证过程的有效性并将过程扩散到更加广泛的范围。
组织标准软件过程	组织标准软件过程是对基本软件过程的可操作性的定义,用以指导在整个组织内,对所有项目建立公共的软件过程。它描述基本的软件过程元素,每个软件项目都应在具体的开发过程中,采用这些过程元素。它还可以描述过程元素之间的关系,并指导所有的软件项目建立既符合组织的标准要求,又可适应项目情况的软件过程。组织的标准软件过程是项目定义软件过程的基础,并坚持持续的过程改进。
项目定义软件过程	项目定义软件过程是对项目需要的软件过程的可操作的定义,根据软件标准、程序、工具和方法进行描述。项目定义软件过程由组织的标准软件过程,通过裁减准则和项目特征裁减而得。项目定义软件过程为项目的管理和技术人员执行策划、开发和改进活动提供了基础框架。
任务与活动	任务是过程的基本构件。所有的任务都可以认为是活动,但所有的活动不一定是任务,尽管活动可以包含任务。正因为如此,在 CMM 中,避免使用任务这个词,而用了不很严格的活动一词。活动可以是任何采取的步骤或执行的功能,活动可以是精神的,也可以是物质的,取决于它所要达到的目标。
软件工作产品	软件工作产品是定义、维护和使用软件过程的制品,包括过程描述、计划、程序、计算机程序和相关的文档。软件工作产品可以交付也可以不交付给顾客和最终用户,工作产品是后续软件过程的输入,或者是今后软件项目的参考或档案信息。
软件产品	软件产品是要交付给顾客和最终用户的一个完整的集合,或者一个单独的软件项,如计算机程序和相关的文档。所有的软件产品也都是软件工作产品,但不交付给顾客的软件工作产品不是软件产品。
软件过程能力	描述一个软件组织通过其软件过程可能达到的期望结果的范围。
软件过程性能	表示一个软件组织通过其软件过程达到的实际结果。

软件过程 成熟度

描述每一个过程被准确定义、管理、度量、控制和实施的程度。成熟意味着能力的增长,软件过程更加丰富,并能更加一致地贯彻到组织的每个项目中。成熟组织的软件过程是容易理解的,通过文件制度化和对管理人员和工程人员的培训,使他们可以更加准确地理解和执行软件过程,并不断地改进软件过程。软件过程成熟度的提高,意味着软件过程的生产效率和产品质量获得了相应程度的提高。一旦组织从软件过程成熟能力获益,它就要通过政策、标准和组织结构来文件化、制度化这些过程,形成可以指导企业实践和商业行为的质量管理体系。

1.2 CMM 的产生

许多工业和政府组织都认识到,尽管他们采用了新的软件工程方法和技术,仍然达不到预期的生产效率和产品质量,项目开发进度经常无限拖后,开支严重超过预算。究其原因,其根本问题就是缺乏对软件过程的管理。在一个无约束、混乱的项目中,任何好的技术都是无法得以真正实施的。

软件过程改进是一个持续不断、逐步优化的过程。尽管软件工程师和管理者可能对自己存在的问题知之甚深,但在决定改进步骤和策略上却难以达成一致。这需要组织视具体的情况,制定合适的改进策略,使组织通过过程改进走向更加成熟和发展。CMM 正是提供了一个这样的框架来管理软件组织逐步优化的过程,它将一个组织的成熟能力分为五个等级,每一较低等级都是其上一等级的基础,从而使每一等级的实现具有连续的、坚实的基础。CMM 为组织的过程改进提供了指导,它引导组织明确问题的关键所在,决定其每一阶段要改善过程应优先努力的目标,从而有效地走出第一步,并持续不断地走下去。CMM 模型引导软件组织控制软件的开发和维护过程,并逐步形成软件组织的质量管理体系和优秀企业文化。

CMM 模型的基本思想来源于过去 70 年来,软件界已经形成的产品质量控制的一些原则。1924 年, Walter Shewart 提出了利用统计学原理,从工程的角度控制产品质量的思想,他的思想随后成功地应用在 Deming, Juran 和其他人的工作中。90 年代初, SEI 将他的思想纳入了成熟度模型的框架,建立了项目管理和软件过程定量控制的基础。成熟度模型框架的早期版本是《软件过程管理》, 1987 年 SEI 发布了最初的成熟度问卷, 它为软件组织提供了一个工具去了解和刻划其软件过程的成熟能力。同年提出 CMM 著名的两个方法, 即软件过程评价方法和软件能力评估方法。1990 年后, SEI 在工业、政府部门许多人的帮助下, 进一步发展和完善了它的模型, 也更加得到了工业界和政府部门的认可。

2 CMM 的五级体系结构

持续的过程改进是许多小的、循序渐进的改进步骤,而不是革命性的变革。CMM 提供了一个框架将这些渐进的步骤组织成五个成熟度的级别,为持续的过程改进奠定了基础。五个成熟度级别定义了度量组织软件过程和评估软件过程能力的尺度,是一个良定义并螺旋式上升的阶梯型层次结构。CMM 模型五级阶梯式结构如图 1-1 所示:

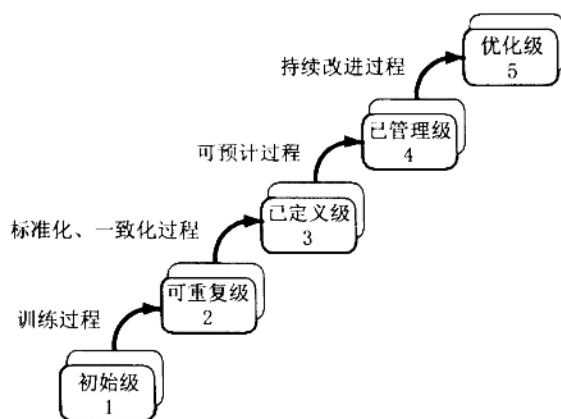


图 1-1 软件能力成熟度的五级

CMM 的各个级别都建立了一组关键过程区域(Key Process Area)——KPA, 这些 KPA 定义了一组过程目标, 对软件工程的过程能力提出了明确的要求。如果满足了这组目标, 则说明软件过程的某些重要活动已经稳定。随着成熟度级别的上升, 目标要求也逐步提高, 促使组织有计划、有系统地走向更加成熟和完善。

第 1 级(初始级): 这时的软件组织, 没有任何对质量和过程的管理, 软件的开发和生产处于无序的状态, 产品的成功完全依赖于个人的天才和努力。

第 2 级(可重复级): 对基本的项目过程建立了成本、进度和功能实现情况的跟踪管理, 建立了一些过程规律和训练。一些重要的过程可以重用以前类似项目的成功经验和结果。

第 3 级(已定义级): 软件过程的管理和工程活动都已形成标准, 并以文件的形式确定下来, 成为组织的标准软件过程。所有项目的开发和维护活动都必须遵循这些已被证明的、制度化的软件过程标准, 但可以视项目的具体特征, 根据制度化的裁减准则进行裁减。

第 4 级(已管理级): 组织对软件产品和过程都建立了量化的质量目标。一些重要的软件质量活动的生产能力和质量都可按照组织定义的度量程序进行度量, 从而对软件项目的计划和估计更加准确。

第 5 级(优化级): 组织有良好的方法识别过程的缺陷, 并采取有效的措施避免缺陷的非预期或重复发生。第五级的组织可以收集有效的软件过程数据, 通过对数据的度量, 分析新技术的成本效益, 并对软件过程改进提出适当的建议。建立良好的技术变化管理机制, 促使最好的软件工程实践的革新思想脱颖而出, 并辐射到整个组织, 使组织的软件过程得到持续的改进和完善。

可见, CMM 的成熟度等级是良定义并逐步提高的, 每一个级别都有明确的目标集合, 每提高一个等级, 软件过程就更加成熟。

2.1 成熟度级别的行为特征

CMM 的成熟度级别共分初始级、可重复级、已定义级、已管理级和优化级五个级别。除第 1 级外, 其余四级都通过活动来刻画。这些活动包括:

- (1) 建立和改进软件过程的活动;

- (2) 项目执行中的软件质量活动;
- (3) 项目交叉时的协调、集成和管理活动。

第1级的行为特征主要是为高级别的过程改进建立一个可比较的基准。

2.1.1 第1级——初始级

处于第1级的组织不能用一种确定的方法描述和刻画软件的生产过程,组织的生产过程和生产秩序是混乱的,软件的成功完全依赖于个人的努力和才能。

所以,第1级的组织通常不能提供稳定的软件开发和维护的活动和环境。事实上,当一个组织缺乏系统、有效的管理手段时,任何好的软件过程实践所可能获得的利益都将因为无计划的管理而大打折扣。一种典型的软件危机现象是,无计划的项目管理导致反复的编码和测试,致使软件成本一再升高,开发进度一再延迟。第1级组织项目的成功完全依赖于是否有一个非常优秀的项目管理者和一个经验丰富的软件小组。偶尔,一个有能力的管理者可能会顶住无序的压力,在软件实践过程中找出好的方法,但一旦他离开,他所建立的影响也就随之而去。事实上,即使是很有能力的工程化过程也无法克服因缺乏健全的管理手段而导致的过程不稳定性。

因此,处于第1级别的组织,其软件过程的能力是无法预计的,因为软件过程随着工作的进展经常变化。而且这种变化是无序和随意的。进度、预算、功能和产品质量通常都无法预计。产品性能依赖于个人的天分、知识和主动性,几乎没有一个过程是稳定的。

2.1.2 第2级——可重复级

处于可重复级的组织,建立了基本的项目管理过程,可以跟踪和管理项目的成本、进度和功能实现。将成功的项目经验总结成必要的工程学科定律,并使之能重复用于后面类似项目的开发中。一个良好过程的显著特征是成熟的、文档化的、强迫执行的、训练有素的、可度量的并且可以改进的。

处于第2级的组织的项目管理者的注意力已经从技术转移到项目的组织和管理上,并建立了基本的软件管理过程。他们应该具备两种能力:其一,尽可能准确地确定项目的状态,并在有关人员之间进行必要的沟通;其二,尽可能准确地估计所作决定将会对项目产生的影响,形成文档。并依据进度、工作努力程度和产品质量因素等进行评审。

项目经理必须对项目成本、进度以及进展进行跟踪管理,标识出需要解决的问题。建立软件需求和软件工作产品的基线,明确定义软件项目的要求,并对变化进行有效控制。如果项目有分承包商,还应建立健壮的客户—供应关系。

总之,处于第2级的组织,已经经过了训练。他们的项目计划和跟踪管理过程是稳定的,以前的成功经验得以重复利用。新项目的实际计划都可以依据以往项目的执行经验。项目的执行过程处于项目管理系统的有效控制之下。

2.1.3 第3级——已定义级

在第3级,贯穿于整个组织的软件开发和维护的标准过程已经制度化,并形成文档。这些标准过程包括软件工程过程和管理过程两个方面,并被集成为一个整体。第3级建立的过程可以帮助软件管理者和技术人员更加有效地工作。组织在标准化软件过程后,可以开拓出更为有效的软件工程实践。第3级的组织应该建立一个小组,专门负责协调和管理软件过程,如:软件工程过程组(Software Engineering Process Group)——SEPG,并对全体员工都应进行相关的培训,以保证管理者和技术人员都有足够的经验和技能履行他们的职责。对于

特殊的项目,可以对组织的标准软件过程进行裁剪以定义其适应的软件过程。在 CMM 中,裁剪后的过程称为项目定义的软件过程。一个已定义的软件过程包括一组良定义的、一致的、集成的软件工程过程和管理过程。所谓良定义的过程,通常指过程应具备以下特征:

- (1) 准备就绪准则;
- (2) 输入条件;
- (3) 执行工作的标准和程序;
- (4) 验证机制;
- (5) 输出结果;
- (6) 完成准则。

当软件过程是良定义时,组织的管理呈现有序的、系统的、有效的状态,管理者就不必再将很多精力花在管理活动上,而集中于开导技术进步以推动组织的发展。

总之,处于第 3 级的组织,其软件工程活动和管理活动都应该是稳定并且可重复的,表现出标准化和一致性的特征。产品线、费用、进度以及产品质量都得到较好的控制。对软件过程中公共的活动、角色和责任都进行了明确的定义,体现出较好的软件过程成熟能力。

2.1.4 第 4 级——已管理级

第 4 级的组织对软件产品和软件过程都建立了量化的质量目标,并建立了组织范围内的过程数据库,以收集所有的过程数据,一些重要的软件质量活动的生产能力和质量都可按照已定义的度量程序进行度量。这些度量为定量估计以后项目的成本、进度等提供了基础,使得对软件项目的计划和估计更加准确。

由于尽可能减小了过程在执行中发生变化的机会,每一个过程都处于可接受的度量范围之内。所以,所有项目的产品和过程都达到了可控制的状态。对于过程执行中特殊的、有影响的特殊变化能够被及时发现,并可以和一般的随机偶然变化区分开来,尤其是在已建立的产品线中。由于对过程和过程性能进行了科学的定义和管理,当面对新的应用领域时,在学习相关领域知识和计划阶段就可能发现存在的主要问题和风险,使风险规避提前到计划阶段甚至更前。

总之,处于第 4 级的组织,过程是可度量和可操作的。因此它的特征是具有可预言性。组织可以在界定的范围内,预计其软件过程的进展和产品质量。超出范围时,也可以采取适当的行动来适应情况和控制变化的发展。所以,可以预见第 4 级组织的软件产品将具有更高的产品质量。

2.1.5 第 5 级——优化级

第 5 级的组织具备足够的能力和好的方法来识别过程的缺陷,并采取有效的措施避免缺陷的非预期或重复发生。第 5 级的组织可以收集有效的软件过程数据,通过对数据的度量,分析新技术的成本效益,并对软件过程改进提出适当的建议。建立良好的技术变化管理机制,促使最好的软件工程实践的革新思想脱颖而出,并辐射到整个组织,使组织的软件过程得到持续的改进和完善。

第 5 级的软件项目组,可以科学认真地分析缺陷发生的原因,并避免其重复地出现在其他的软件过程中。

总之,处于第 5 级的组织,持续不断地努力改进其软件过程,因此也就不断地改进了其项目的过程性能,追求到更好的产品质量。这种改进体现为已有过程的进一步完善和新技

术、新方法的应用。所以,第5级组织的特征就是持续不断的改进。

2.2 理解成熟度级别

CMM 是一个描述模型,描述了组织在特定成熟度级别上应具有的基本属性;CMM 是一个通用的标准模型,详细的实践活动刻画了组织在执行大型项目中通常的行为特征;CMM 还是一个充分抽象的模型,它并不对软件过程的实现作任何约束,而只是简单地描述软件过程通常应该具有的基本属性。所以 CMM 具有两个特征,其一是它的严格性,体现在模型的描述和标准上,CMM 对软件组织的过程能力和目标的描述是严格的;其二是它的灵活性,表现在模型的解释和实现上,任何采纳 CMM 的组织,应该对 CMM 中描述的实践活动进行合理的解释。例如,当某个组织的商业环境很有特色,而又不同于大型政府项目时,可以由资深的专业人士,对 CMM 作出适当的解释,并建立相应的过程模型。

CMM 不是说明性的,它并不告诉组织如何改进其过程,只是描述组织在哪一个成熟度等级上,但并不说明如何到达。你有可能要花费几年的时间从第1级上升到第2级,而在后面几级的升迁中通常需要两年的时间。但 CMM 及其评估体系并不明确规定如何去实现或者花多长时间去实现和升级。

软件过程改进是组织的战略计划和商业目标的一部分,与组织结构、工程技术、社会文化和管理体系等相互适应。CMM 主要针对组织的全面质量管理(Total Quality Management)中的过程管理,成功的过程改进意味着软件过程之外的相关方面也可能间接地获得改进。

管理过程的改进有助于软件过程的实现和制度化,即便对于第1级的组织也是这样。事实上,选择、雇用、培养和保留有能力的人员,对于每一级别的组织都是至关重要的。

随着项目规模和复杂性的增长,组织的注意力逐步从技术转移到管理上。将优秀人员的经验形成文档,让其他人员学习,促使所有员工提高工作能力和效率。这种学习需要有效的过程来保证,如培训等等。培训的课程和过程随着参与人员的实践和努力又将得到不断的改进。

要到达第2级,组织需要将工作重点放在内部过程的管理上,使其形成有规律的软件过程。这时,对于不同的项目,其过程可以不同,但要求组织有政策和规范来指导项目建立合适的管理过程。定义、集成和文档化软件过程,形成了项目管理的基础,这里集成的涵义是:一个任务的输出可以平滑地进入下一任务,如果任务间不能匹配,这种情况在软件过程的计划阶段就会被标出和处理,而不会等到过程实施中遇到时才发现。

CMM 的第3级就构筑在这个基础上。文档化程序为组织在第3级建立制度化的、组织范围内一致的过程提供了基础。可见,第2级的组织已经建立了过程管理的领导地位,组织可以顺利地进行标准软件过程的定义,进入第3级。

成熟度4级和5级,是软件产业中一个很高的境界。目前只有很少的软件组织达到了CMM 的4级或5级的成熟能力。第4级的组织在已经定义的过程基础上,对过程性能进行可定量的度量,以保持过程的稳定,并寻求过程改进的机会。

第5级的组织积极寻求持续的技术改进和过程改进,建立良好的机制控制过程改进和技术改进的实施、成果和效益分析。

著名的质量管理专家 Joseph Juran 将质量管理划分为三个基本的管理阶段——质量计划、质量控制和质量改进,如图1-2所示,描述了过程管理的基本目标。

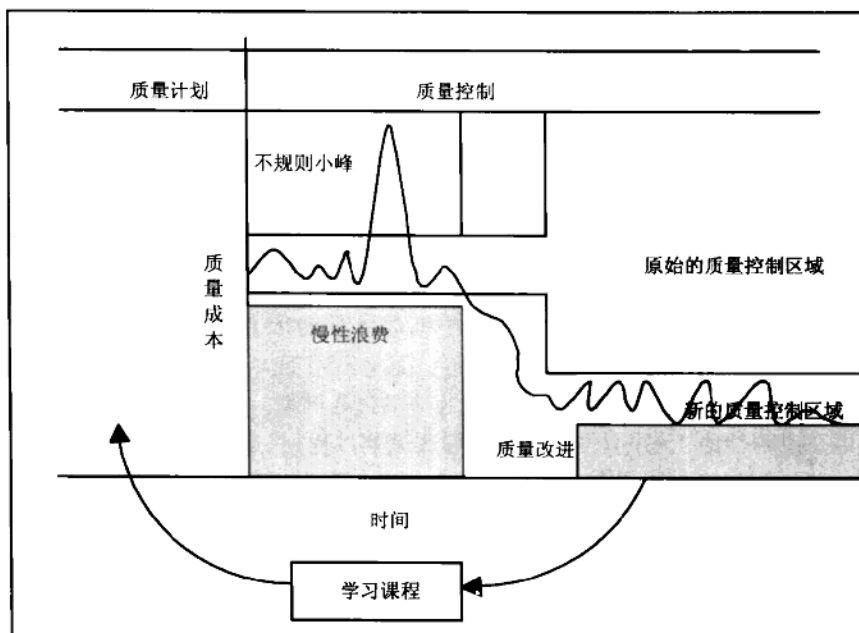


图 1-2 Juran 的三部曲——质量计划、质量控制和质量改进

(1) 在质量计划阶段,质量计划的目的是对生产过程需要的人力、物力资源进行安排,并定义需要的软件过程,以生产出符合客户要求的产品。由于质量不符引起的返工一般是难以避免的。而且因为这个时期的过程正在计划和形成之中,返工等的浪费像慢性病一样,难以治愈。

(2) 在质量控制阶段,质量控制的目的是避免事情向坏的方向发展。在图中出现零星小峰的地方,就是表示需要采取行动进行控制的地方。而出现慢性浪费的区域,则是质量改进要解决的问题。第 4 级组织的第一个任务就是过程控制。在过程控制区域,对软件过程是可管理的,因此过程的性能是稳定的。一些慢性浪费依然不可避免,而且可能在需要控制的度量结果中出现峰值,但就系统全面而言是稳定的。因为过程是稳定和可度量的,因此当某些异常情况发生时,可以分析和标识变化的特殊原因,并对引发原因进行控制。

(3) 在质量改进阶段,通过持续的过程改进来改进质量,它是第 5 级工作的重点。在这个阶段,软件过程的改变改进了质量,并下移了质量控制区域,建立了新的性能基线,减少慢性浪费。通过学习和培训,有助于改进过程和计划新过程,并采取有效的纠正预防措施避免公共缺陷的发生。这时,如果有返工或随机出现的变化,慢性浪费依然不可避免。组织必须努力通过改进系统以消除浪费。可以预见,一个组织如果到达了 CMM 的最高级别,它将有能力在预算的费用和进度范围内,生产出非常可靠的软件产品。

CMM 是从制造业的过程管理思想派生出来的,但软件过程并不是重复的制造过程,它受制于设计,是一种知识型的活动。随着我们对较高成熟度级别理解的加深,已有的关键活动区域将得到改良,更加充实的内容会增加到模型中,从而使其更适合软件产业的要求。

2.3 软件过程的可见度

一般而言,软件工程师对其所做项目的状态有详细的了解,因为他们掌握项目状态的第一手资料。然而,在大型项目中,个人只了解自己所负责的部分,项目之外的人员,包括一些高级管理者,因为没有第一手资料,缺乏对项目过程的了解,只能依赖对有关信息的定期性审查来监督项目的进展情况。所以,可供审查的资料愈多,对质量的控制就会愈好。处于CMM不同成熟度级别上的过程具有不同的可见度,而且成熟度级别愈高,其过程的可见度愈好,如图1-3所示:

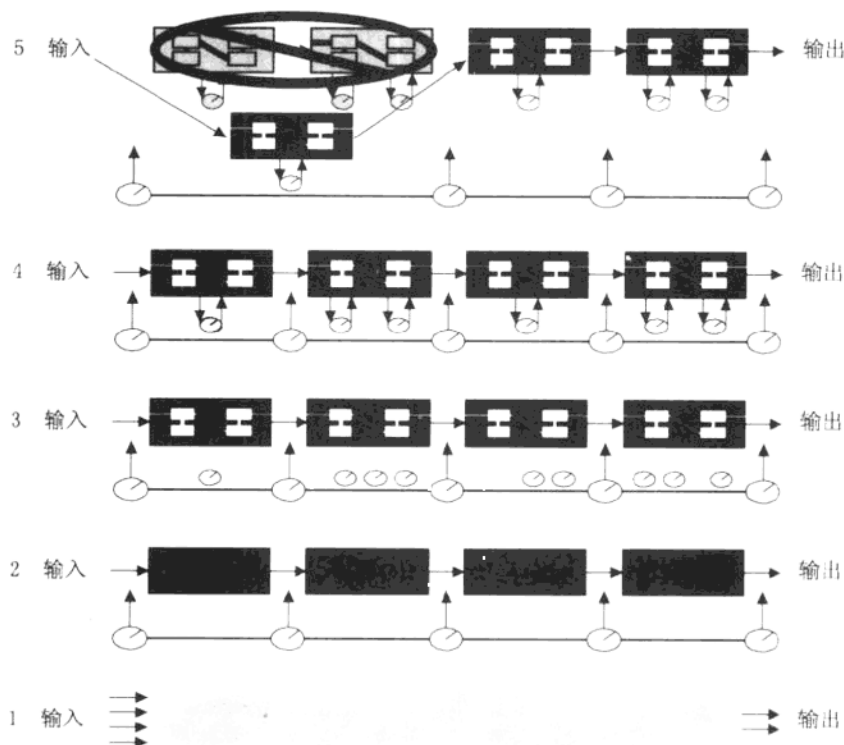


图1-3 在每个成熟度级别的软件过程的管理可见性视图

在第1级,软件过程是一个不定型的实体,一个黑盒子,项目过程的可见度是极其有限的。因为各种活动的阶段没有明显的界定,管理者很难了解项目的进展和活动的状态。进入软件过程的需求处于无法控制的状态,软件开发经常被看作是一个黑色的魔法,尤其对那些对软件不熟悉的管理者。

在第2级,客户需求和在工作结果都在控制之中,并建立了基本的项目管理活动。这些管理控制使得项目的可见度得以定义。软件的实现过程可以被看成是一些连续的黑箱,黑箱之间的交接点,提供了可供审查的信息,提高了管理的可见度。尽管管理者对黑箱中的细节依然不了解,但每个过程的输出提供了一个检查点,成为项目进展的里程碑,当检查认为不符合要求时,管理者可以及时提出解决要求并采取有关措施。

在第3级,箱子的内部结构,如项目软件过程中的任务是可见的。这种内部结构表现了

将组织的标准软件过程应用到具体软件项目的方法。管理者和工程师都可以理解他们在过程的角色和职责,以及他们各自活动中的相互关系,管理者可以主动地应付可能出现的各种问题和风险。因为明确定义的过程很好地提供了项目活动的高可见性,所以项目以外的有关人员可以快速准确地获得项目更新的状态。

在第4级,已定义的软件过程已经制度化,并处于量化控制下。管理者可以度量项目的进度和存在的问题,所有决策都有量化和客观的支持,同时预期结果的准确性也愈来愈高。

在第5级,在可控制的情况下,不断尝试新的、改进的方法来构造软件,以提高和改进生产效率 and 产品质量。无效或有缺陷的活动不断被发现,然后被替代或改进。管理者可以捕捉到过程潜在的变化并可以定量地估计和跟踪这些变化的效果和影响。

2.4 过程成熟度与性能预测

一个组织的软件过程的成熟能力愈高,对项目产品的预测能力就愈好。图1-4描述了随着软件组织成熟能力的提高,项目和产品的性能改进所体现的三个方面:

(1) 首先,随着成熟度的增加,所有项目目标结果和实际结果之间的差异逐渐减少。例如,如果要在5月1日交付10个同样规模的项目,则它们实际交付日期的平均值将随着组织成熟度的增加而愈加接近5月1日。第1级组织项目的费用、进度、功能和质量目标,随着软件开发人员的经验的不同有很大的差异。因此他们常常大大超过原定的交付日期,而第5级的组织则能够相当准确地符合目标日期。这是因为第5级的组织使用了良定义的软件过程,过程参数也是已知的。有大量的过程数据和丰富的经验帮助他们选择目标日期。这一点在图1-4中具体表现为,目标线右边的曲线面积随着成熟度的提高愈来愈小。

(2) 随着成熟度的提高,实际结果围绕目标结果的变化愈来愈少。例如,第1级组织无法估计同样规模的项目的交付日期,经常会有很大的变化。而第5级组织可以准确估计和交付同样规模的项目。高成熟度组织的预期结果的变化很小,因为所有的项目的费用、进度、功能和质量都有合理的估计,并在控制之中。在图1-4中具体表现为曲线面积随着成熟度的提高,愈来愈集中于目标线。

(3) 随着成熟度的提高,目标结果愈加得到改进。也就是说,随着组织成熟能力的增加,开发费用愈来愈低、开发时间愈来愈短、生产效率和产品质量愈来愈高。在第1级的组织,由于必须经常性地修正错误而导致大量重复的劳动,使得开发时间可能相当长。相反,在第5级的组织,持续的过程改进和缺陷预防技术提高了过程的效率,减少了重复的浪费,缩短了产品的开发时间。在图1-4中具体表现为随着成熟度的提高,目标线愈来愈向坐标原点水平平移。

总之,对项目预见能力的改进体现在软件项目的结果更容易预见,经常性的重复劳动愈来愈少。对于新的项目或系统,由于新技术的使用和新的应用领域带来的变化会导致过程能力的下降。但成熟度高的组织,其具有的管理和工程实践能力可以使其在产品开发周期的早期发现问题,避免了进入开发后期才发现问题而导致的返工等重复劳动,从而提高了项目的稳定性和其他性能。成熟过程中的风险管理是项目管理的一个重要组成部分。在某些情况下,成熟的过程意味着“失败”的项目在软件生命周期的早期就可以被辨别出来,使得投资的损失减少到最小。

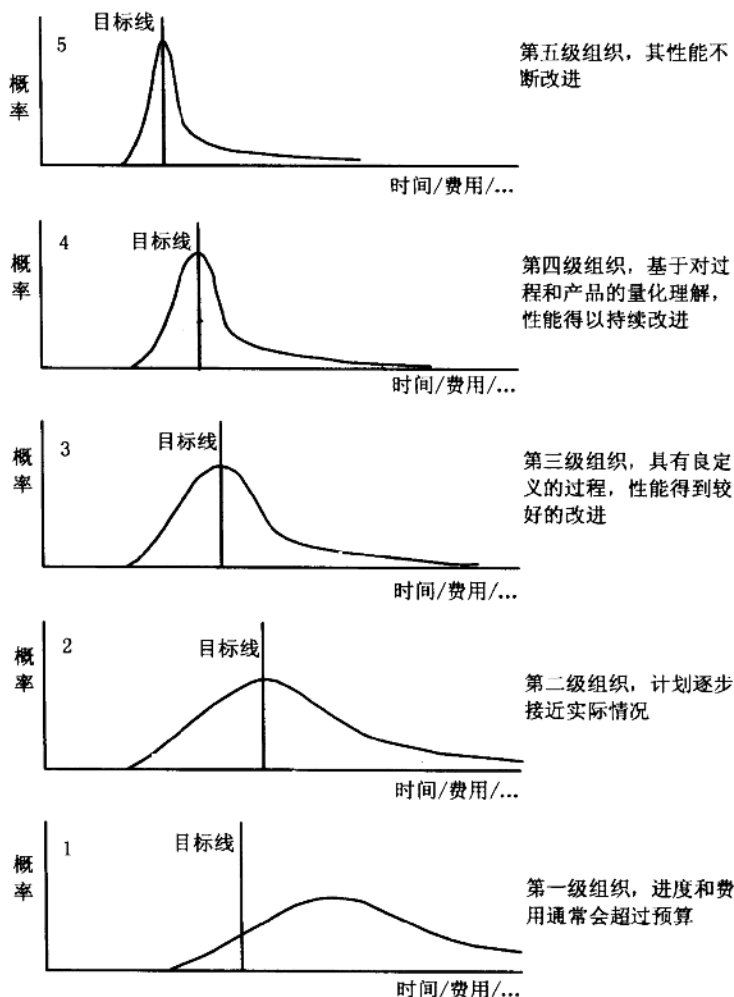


图 1-4 成熟度级别与过程能力

2.5 跳跃成熟度级别

CMM 模型中的成熟度描述了组织在各成熟度级别的特征，每一级别都是有效实现后续级别的基础。不过组织可以通过使用高于其所处级别的过程而获益，如一些工程过程：需求分析、设计、编码和测试在 CMM 的前二个级别中都没有讨论，但即使处于第 1 级的组织也必须执行这些活动。第 1 级和第 2 级的组织可以执行第 3 级的同行评审、第 4 级的 Pareto 分析或第 5 级的新技术革新。在指导组织从第 1 级上升到第 2 级时，通常的建议是建立一个软件工程过程组，而这本是第 3 级组织的要求。另外，尽管度量是第 4 级的主要特征，但在低级别中，度量是每一个 KPA 的公共特征，成为衡量过程成熟能力的一个组成部分。

不过这些高级别的过程在合适的基础没有建立前，不能完全发挥它的潜能。每一级成熟度级别只描述在该级别占主导地位的问题，如第 1 级的主要问题是管理，其他问题不作为

主要目标考虑。

跳跃级别可能导致欲速而不达,因为每一级别都形成了通往下一级别的必须的基础。CMM 级别的阶梯式上升,指出了软件组织逐步建立优秀的软件工程文化的途径。没有合适的基础,过程就无法达到重要的指标,并且无法向更高级别的进化提供基础。

例如,如果第 1 级的组织在建立可重复的过程(第 2 级)之前试图进行过程定义(第 3 级)通常是不成功的,因为没有可重复的过程,项目管理者无法准确地估计项目的进度和成本,必须面对沉重的项目管理压力,无力也无法准确地定义和建立组织的标准过程。这是把管理工程放在工程过程之前的一个基本原因。看起来似乎应该在管理过程之前定义和实现工程过程,尤其是在技术人员的眼中。但没有管理的约束和训练,工程过程将会牺牲于进度和费用的重压之下。

同样,如果组织在没有定义过程的基础上试图实现过程管理(第 4 级),通常也是不成功的。因为在没有过程定义前,就没有一个公共的基础和标准来解释度量的合理性。当数据只能局限于单个项目时,对组织的所有项目进行度量就是没有意义的,同时也无法增加组织对软件过程的分析、理解和控制能力。事实上,在缺少过程定义之前,由于过程总在变化,很难得出有意义的度量。

没有过程管理的组织试图实现过程优化(第 5 级)也是不行的。因为缺乏对过程变化所产生影响的理解和控制。不能在一个可统计的有限界限内控制过程,就会因过多变化的数据而导致无法客观地决定是否一个具体的过程改进是有效的。如果没有一个科学的、可量化分析的基础帮助组织做出合理、有见地的决策,那么许多决策尤其重大关键的决策将有可能蜕变为如宗教般狂热的结果。

所以,是否要进行过程改进,取决于是否适合组织所处商业环境的需要。实现较高级别的过程能力并不意味着可以跳跃成熟度级别。

3 CMM 的关键过程域

3.1 关键过程域的定义和结构

除第一个级别外,CMM 的每一个成熟度级别都由几个关键过程域(KPA,Key Process Area)组成。每一个 KPA 标识了一簇相关的活动,当全部实现了这些活动,可以达到一组目标,标志着该目标代表的成熟度级别已经达到。每个 KPA 由五个部分组成,CMM 称之为公共特征。CMM 的关键过程域的结构如图 1-5 所示。

3.2 关键过程域的目标

目标提炼和总结了关键过程域中的关键实践,表明了关键过程域作用的范围、界线和意图,以确定组织或项目是否有效地实现了这个关键过程域。在具体的项目环境中应用 KPA 的关键实践时,可以用目标来衡量组织实施的过程是否符合关键实践的要求。类似的,当评估或评价 KPA 的实现时,也可以用目标来衡量其是否满足 KPA 的要求。

3.3 关键过程域的公共特征

CMM 的五个公共特征相辅相成,刻画了过程的承诺、能力、活动、度量和验证。