

文章编号:1000-582X(2004)02-0051-05

软件过程评估与改进模型比较

乔木, 曾一, 吴洪丽, 杨献军

(重庆大学计算机科学与工程学院, 重庆 400030)

摘要:在重点讨论了当今主要的软件过程评估与改进模型,如ISO/IEC 15504、CMM、CMMI和我国的软件行业标准SJ/T 11234、SJ/T 11235的基础上,比较了它们之间的异同和各自的优缺点。旨在为软件企业了解国际标准,选择适合自身的模型,改进自身的软件过程,提升企业的软件能力,高质量、高效率、低投入地生产软件,提供借鉴。

关键词:软件过程评估;软件过程改善;能力成熟度模型;能力成熟度模型集成

中图分类号:TP311

文献标识码:A

自从20世纪70年代出现软件危机以来,学术界和企业界对软件工程环境、工具和技术的研究倾注了大量的人力、物力和财力,也取得了一些成果。但摆在人们面前的一个事实是:仅有这些并没有达到我们所期望的效果。直到80年代末,一个不同于以往的概念逐渐被广泛的接受:一个软件组织的软件能力取决于该组织的过程能力,如果一个组织的过程能力越成熟,那么该组织的软件生产能力就越有保证。这里所说的过程指的是为达到一个预定的目的所实施的一系列步骤。

随着人们对软件过程研究的深入,一些重要的国际标准纷纷出台。其中最具有代表性的有:国际标准化组织的ISO系列、美国卡内基-梅隆大学软件工程研究所(CMU/SEI)的CMM(Capability Maturity Model)和CMMI(Capability Maturity Model Integration)^[1-5]等。这些模型的发布,在计算机领域掀起了软件组织过程改进的高潮。我国在90年代初也开始对国际标准进行了跟踪研究,并制定了SJ/T 11234《软件过程能力评估模型》和SJ/T 11235《软件能力成熟度模型》^[6-7]。深入研究各种模型的特点,并针对企业自身的情况进行调整实施,已成为我国软件企业的当务之急。

1 当前主流评估模型简介

1.1 ISO/IEC 15504 软件过程评估

ISO/IEC 15504 提供了一个软件过程评估的框

架—软件过程改进与能力测定模型 SPICE。它可以被任何组织用于软件的设计、管理、监督、控制以及提高获得、供应、开发、操作、升级和支持的能力评估。可供软件开发人员了解本组织的过程状态,以便进行过程改进;或确定其开发过程对需方的某种特定需要的适合程度^[1-2]。

1.1.1 开发能力等级划分及各等级过程的属性

SPICE 模型将软件能力等级分为6级,从底层的0级不完整级(incomplete)到顶端的5级优化级(optimizing)逐级提高(如图1所示),各能力等级是以必须具备的过程属性来加以度量的,一共有9个通用属性。

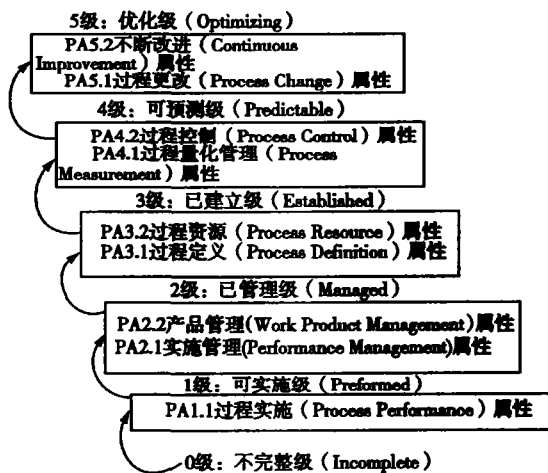


图1 ISO 15504 的过程能力等级和属性要求
其中各等级能力的描述如表1所示。

• 收稿日期:2003-09-13

作者简介:乔木(1977-),男,辽宁沈阳市人,重庆大学硕士研究生,主要从事软件工程、软件过程改善和软件测试的研究。

表1 ISO/IEC 15504 中的能力级别描述

能力级	ISO/IEC 15504 能力级描述
0级 不完整级	通常不能达到过程的目标,几乎没有容易识别的过程的工作产品和输出。
1级 可实施级	过程的目标通常可达到,但可能未经过严格的计划和跟踪。有容易识别的过程的工作产品,并可通过它们来检验目的是否达到。
2级 已管理级	过程根据指定的、计划的和可跟踪的程序来传递工作产品,工作产品遵守指定的标准和需求。
3级 已建立级	按照已定义的、基于优良软件工程原则的过程执行和管理项目,过程中个体的执行用到了已批准和剪裁的标准文档化过程,以便达到过程的结果。
4级 可预测级	在实践中,已定义的过程限于已定义的控制中持续执行,以此达到已定义的过程目标。
5级 优化级	为满足现在和将来的商业的需求而优化过程的执行,在满足已定义的商业目标上过程有可重复能力。

1.1.2 软件过程改进与能力测定(SPICE)模型

15504 标准提供了用于软件过程改进与能力测定(SPICE)模型。(SPICE)模型及相应的一套评估方法可以帮助软件开发组织迅速改进软件开发过程,提高软件工程能力。该模型有两组结构成分,一组是按活动类型,把软件生存周期的基本活动分成基本实践、过程、过程类3个层次。一种基本实践是实现某个过程必须进行的一种软件工程和管理活动;一个过程是实现某个目的需进行的一组活动;一个过程类是针对同一通用活动领域的一组过程。该模型总共分5类过程,即需方-供方类、工程类、项目管理类、支持类和组织类,可再分为40多个过程。

另一组按形成相应等级能力所需开展的实现方面或制度化方面的活动类型加以组织,也分3个层次:一般实践、共同特征、能力等级。一般实践是提高执行任何过程的能力所必须进行的过程实现或制度化的某个侧面进行的一组一般实践;某个能力等级具有相应的一组共同特征,其各项一般实践共同保证执行过程的能力有较大的增强。基本实践对于各能力等级是共同的,一般实践则随各能力等级而不同。

1.2 软件能力成熟度模型(CMM)

CMM(Capability Maturity Model)即软件能力成熟度模型,分为5个级别,为软件机构描述了从混乱的、不成熟的软件过程向成熟的、有纪律的软件过程改进的一条途径。CMM的结构和各个等级的关键过程域如图2和图3所示^[2,4]:

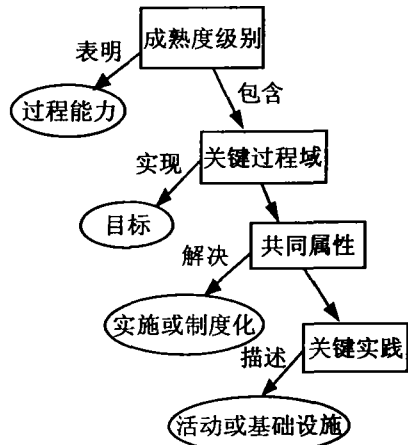


图2 CMM结构

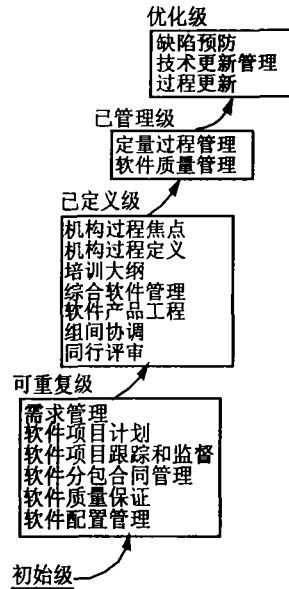


图3 CMM中各成熟度级别的关键过程域

CMM为企业软件能力提供了一个阶段式的五级进程。任何开始采纳CMM体系的机构都自动处于第一级即初始级的起点,除了初始级外,每一级都设定了各自的目标组。如果达到了这一目标,则可以向下一级推进,由于每一级都必须建立在实现了它以下所有级别的基础之上,所以CMM等级的提高是一个渐进有序的过程。CMM的评估包括5个等级,共有18个关键过程域,52个目标,316个核心实践。每一级的评估由SEI授权的主评估师领导的评估小组进行。由于SEI在软件工程界的领导地位,CMM在软件企业中得到了广泛的应用,并已经取得了巨大的成功,是目前事实上的国际标准。

1.3 新一代过程改进模型CMMI

CMMI(Capability Maturity Model Integration)是由美国产业界、政府和卡内基-梅隆大学软件工程研究

所(CMU/SEI)共同组织开发的^[5]。CMMI集成了SEI以前开发的一系列成熟度模型,包括SW-CMM(前面所提的CMM实际上是SW-CMM的简称,SW即Software)、SE-CMM(系统工程能力成熟度模型)、IPD-CMM(产品集成开发能力成熟度模型)、P-CMM(个人能力成熟度模型)、SA-CMM(软件获取能力成熟度模型)等^[5-6]。由于各种模型在内容上存在重复,并在结构和指导规范上也存在着差异,以至于培训、评估、改进活动经常被重复执行,对于过程改进工作造成不良的影响。CMMI正是克服了以上的缺点,消除了重复的部分将基于CMM的各种改进活动集成起来。

1.3.1 CMMI模型的连续描述与分级描述

CMMI采用2种描述方式:分级描述和连续描述。在CMMI的分级描述模型中,基本组件可归纳为成熟度级别。每个成熟度级别包括多个过程域,每个过程域包含有目标、公共特性和实践。在CMMI的连续描述模型中,基本组件可归纳为过程域。过程域根据用途不同可以分成4类:过程管理过程、项目管理过程、工程过程、支持过程。每个过程域中包括特定目标和一般目标,其中特定目标需要实施特定的实践活动予以实现,而一般目标只需通过实施一般活动就可予以实现。特定目标和特定实践在每个过程域中是唯一的;而一般目标和一般活动则可应用于多个过程域。表2给出了2种描述之间的关系^[8]。

表2 CMMI模型连续描述与分级描述的比较

分级描述	连续描述
软件组织可以按照一条约定的、并已被证明有效的改进之路进行过程改进。	可以根据软件组织的商业目的,自由地选择最重要的方面进行过程改进。
是建立在一个相对而言经过较长时间考验的基础之上的。	将过程域独立出来,可增强改进工作效果的能见度。
研究和数据表明采用此种描述的改进活动会对软件组织带来重大效益。	对某个过程域进行改进时,软件组织可以将工作重点放于该过程中最困难的部分。
可以方便地将过程改进工作从SW-CMM转到CMMI。	可以方便地将过程改进工作从EIA/IS 731转到CMMI。
采用同种描述模型进行过程改进的软件组织之间可以相互比较,以判断改进效果。	过程域的组织方式与ISO 15504基本相同,采用CMMI的过程改进活动可以同采用ISO 15504标准的过程改进活动进行直接比较,以判断改进效果。
是一种持续性的改进活动,从最基本的管理实践开始,逐级前进。	可以将高能力级别的一般实践应用于所有的过程域,以普遍提高组织各过程的能力。
可使用成熟级别等级对过程改进效果进行总结。	

1.3.2 能力级别与成熟级别的比较

成熟级别和能力级别都用于标识过程改进效果,二者的主要区别在于:采用的描述方式不同,应用的对象不同。其中,成熟级别属于分级描述模型,应用于组织内部全面的过程改进工作,分为1到5个级别,每个成熟级别包括一系列的目标。使用分级描述,软件组织可以通过成熟级别逐步建立一种组织优越性文化,清楚地展现组织的过程成熟能力。同时,每个成熟级别形成了向下一级别前进的基础。能力级别属于连续描述模型,应用于某个特定过程域的过程改进工作,分6个能力级别,从0~5级。使用连续描述,软件组织可以在过程改进活动中建立并维护一个能力级别视图,使软件组织清楚地意识到已经取得的进步,并可用于指导下一步的改进活动。

1.4 中国软件行业标准: SJ/T 11234 和 SJ/T 11235

SJ/T 11234《软件过程能力评估模型》和 SJ/T 11235《软件能力成熟度模型》两个软件行业正式标准是在深入研究了CMM、CMMI、ISO/IEC TR 15504、ISO 9000-3以及其他有关资料 and 文件后,结合中国软件工程和标准化的理论和实践的进展,以CMMI为主要参考文件制定的软件工程管理标准。这两个标准已于2001年4月发布,并于2001年5月1日正式实施。我国的SJ/T 11234和SJ/T 11235两个标准给出了软件工程活动的总体框架和评估准则。其基本框架与“CMMI框架”一致。这两个标准对各项软件工程活动给出了比较全面、细致的描述,所以在内容上就更详细、更可操作、更适合我国软件行业状况。

SJ/T 11234《软件过程能力评估模型》是用于支持软件企业或企业内的软件组织对自身的软件过程能力进行评估及实施持续性的内部改进。SJ/T 11235《软件能力成熟度模型》是用于支持对软件企业的综合软件能力进行第2方和第3方评估的。它们分别对应着CMMI的连续描述和分级描述。图4和图5分别给出了它们的结构框架。

2 各模型之间的比较

2.1 ISO/IEC 15504 与 CMM

ISO/IEC 15504的出台晚于CMM,它吸收了CMM等早期标准的优点,在完整性、合理性、可操作性等方面有较大的改进和发展。和CMM相比,它有以下的特点:

1) ISO/IEC 15504参考模型的基本应用目的、基

本构成、基本原理及能力等级的含义均与 CMM 相似。

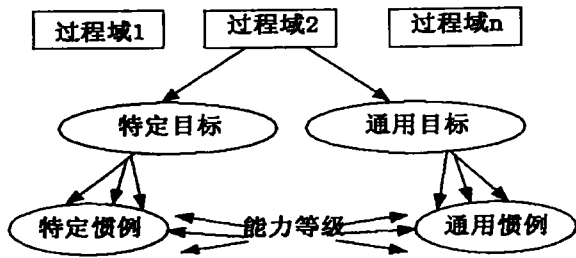


图4 SJ/T 11234 的组成结构

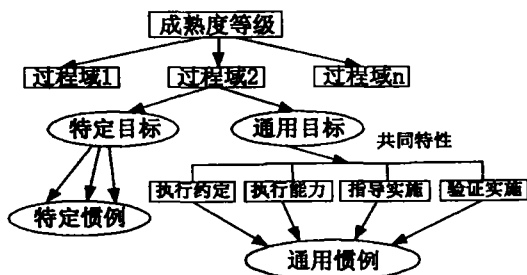


图5 SJ/T 11235 的组成结构

2) ISO/IEC 15504 不仅吸收了 CMM 的主要思想,还参考了其他类似的研究成果,注意克服了 CMM 所存在的缺陷,因此与 CMM 有差别。

3) ISO/IEC 15504 软件过程评估标准,特别是第 2 部分 (ISO/IEC 15504 - 2) 直接对准 ISO/IEC 12207 - 1995,并在此基础上做了必要的补充和扩展,而 CMM 没有这样的考虑。

虽然 CMM 取得了巨大的成功,是使用最广泛的评估模型,但它仍然存在以下几个缺点:

1) 从第 1 级“初始级”到第 2 级“可重复级”之间的关键过程域 (KPA) 太多,跨度太大,实施周期长而且见效慢,这在一定程度上挫伤了企业的积极性。而 SPICE 模型中,软件能力等级的划分更加合理,更有利于软件开发组织逐步提升软件能力等级。

2) CMM 对第 4 级“已管理级”和第 5 级“优化级”的描述显得过为空泛,关键实践的定义还不够具体。可操作性较差。

3) CMM 中所涉及的软件生存周期过程描述与国际标准 ISO/IEC 12207 不太一致,在小型企业中实施 CMM 有一定的困难。

2.2 CMM 与 CMMI

CMMI 集成了 CMM 系列模型和 EIA/IS 731 等模型的优点,较之前的过程改进模型,是一个质的飞跃。与 CMM 相比主要有以下优点:

1) CMM 仅侧重于对企业软件能力成熟度级别的描述,而 CMMI 是集成的,它将企业对软件工程和系统工程的改进结合起来,对整个企业组织的过程改进带

来巨大的效益。对于一个希望进行过程改进以提高企业能力的软件组织来说,实施 CMMI 可以同时系统工程、软件工程和集成等方面进行改进,从多方面提升企业的软件能力。这是以前 CMM 做不到的。

2) 采用 CMMI 过程改进可以帮助企业消除内部过程改进环境的冗余。如果分别采用 CMM 的各个模型对企业进行过程改进,就不得不围绕这些模型分别建立过程,这会造成改进环境的冗余。如:进行系统工程改进与进行软件工程改进要涉及到很多重复的东西,增加过程改进的费用和效率。而采用 CMMI,企业只需要建立一个通用的过程改进环境,既降低了组织结构的重复性,又降低了改进费用,对于企业来说,可以一次投资长期受益。

3) CMMI 增加了许多 CMM 中没有的内容。由于 CMM 从提出至今已有十几年的历史,原有的 CMM 模型已经不能适应实际需要了,CMMI 中引入了软件复用和产品线的概念,修改了“需求管理”过程域的内容等,使得 CMMI 的内容更加丰富,也更加适用。

4) CMMI 提供了一条可增长的组织范围的过程改进之路,CMMI 可以进行持续的过程改进。使用 CMMI 的连续模型,组织可以在一个连续的环境,而不是一个阶段性的环境中对组织本身进行评估以及改进。它并不需要像在 CMM 中一样分别对每一级中的所有内容进行逐级改进。企业可以通过一种可选择的途径,改进某个特殊环节以解决当前对企业最为重要的问题。

2.3 中国软件行业标准: SJ/T 11234 和 SJ/T 11235 与 CMMI

SJ/T 11234 和 SJ/T 11235 主要参照了 CMMI 的标准制定。所以其在基本框架、模型的表现形式和级别划分等方面,均与 CMMI 一致。CMMI 模型有连续描述和分级描述两种表示形式,分别对应于我国的 SJ/T 11234《软件过程能力评估模型》和 SJ/T 11235《软件能力成熟度模型》。SJ/T 11234《软件过程能力评估模型》与 CMMI 连续描述表示形式都是用于支持软件企业或企业内的软件组织对自身的软件过程能力进行评估及实施持续性的内部改进。SJ/T 11235《软件能力成熟度模型》与 CMMI 的分级描述形式都是用于支持对软件企业的综合软件能力进行第二方和第三方评估。SJ/T 11234 与 CMMI 连续描述表示形式都是把每个过程的能力分成从 0 到 5 的 6 个等级,为每个等级规定了由目标和惯例组成的一套公认的衡量标准。由这些目标和惯例是否得以实施或实现,可以确定某个实际执行的软件过程当前所处的能力等级。? SJ/T 11235 与 CMMI 的分级描述表示形式都是把软件企业的综合

软件能力分成从1到5的5个成熟度等级。除了第1级以外,每个成熟度等级由一组过程来反映。是否达到某个成熟度级别,由这组过程是否都达到一定的能力等级来衡量。

与 SJ/T 11234 和 SJ/T 11235 相比 CMMI 新集成了“集成产品和过程开发”(IPPD)与“供方资源化”(SS)两种模型。在 IPPD 模型中增加了两个过程域,一个是“集成团队化”(Integrated Teaming),另一个是“组织集成环境”(Organizational Environment for Integration)。在 SS 模型中增加了一个过程域“集成供方管理”(Integrated Supplier Management)。CMMI 中原有的一些过程因为涉及 IPPD 或 SS,所以也分别进行了扩充。CMMI 将所有过程分成4类:过程管理类、项目管理类、工程化类、支持类。新增的“集成团队化”和“集成供方管理”都属于项目管理类过程;而“组织集成环境”属于支持类过程。在当前最新版的 CMMI 中过程域增加到了25个。比我国的两个标准 SJ/T 11234 和 SJ/T 11235 多了3个。

3 结语

CMM 模型在小型企业实施还有一定的困难,而且其评估费用过于昂贵,但是一个企业做以 CMM 为基础的软件过程改进的意图很重要。最新的 CMMI 模型集成了以前各模型的优点,基于 SEI 在软件过程改进方面的领导地位,CMM 模型的广泛应用并已经成为事实上的国际标准,而且 CMMI 与国际标准 ISO/IEC 15504 相互兼容等因素,CMMI 有可能完全取代 CMM 并成为过程改进标准的代表,应该引起我国计算机界

的重视。我国的 SJ/T 11234 和 SJ/T 11235 两个行业标准,其在描述上大体与 CMMI 一致,并结合了我国的实际情况,有利于我国软件企业的操作、执行。

软件企业进行软件过程改进的最终目标是高质量、高效率、低投入地生产软件。进行软件过程改善,采用适合企业自身情况的模型,并对之适当调整,提高企业的软件过程成熟度,是软件企业的必由之路。

参考文献:

- [1] PAULK M C. Analyzing the Conceptual Relationship Between ISO/IEC 15504 (Software Process Assessment) and the Capability Maturity Model for Software [C]. Proc of the 10th Conference on software quality. Cambridge, 1999. 293 - 303.
- [2] PAULK M C. Capability Maturity Model for Software, Version 1.1 [S]. Carnegie Mellon University, Software engineering institute; CMU/SEI-93-TR-25, Feb. 1993.
- [3] DENNIS M. AHERN, AARON CLOUSE, RICHARD TURNER. CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement [M]. MA: Addison - Wesley, 2001. 17 - 27.
- [4] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, Carnegie Mellon University, 刘孟仁 译. 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. 18 - 24.
- [5] CMMI PRODUCT DEVELOPMENT TEAM. CMMI - SE/SW, version 1.0 [S]. CMU/SEI - 2000 - TR - 019, 2000.
- [6] SJ/T 11234 - 2001. 软件过程能力评估模型[S]. 2001.
- [7] SJ/T 11235 - 2001. 软件能力成熟度模型[S]. 2001.
- [8] 谢超, 马士龙, 林梦香. 新一代的过程改进模型: CMMI [J]. 计算机科学, 2001, 28: 81 - 84.

Comparisons Among Software Process Assessment and Improvement Models

QIAO Mu, ZENG Yi, WU Hong-li, YANG Xian-jun

(College of Computer Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: A discussion based on software process improvement models such as ISO/IEC 15504, CMM, CMMI and Chinese software engineering criterion: SJ/T 11234, SJ/T 11235 etc is presented. There are comparisons among these models and their advantages and disadvantages are showed. The aim of this paper is to help the software organizations to get in touch with the latest international software assessment and improvement models and select a model that suit them best. So that their software abilities can be improved and they can produce software products with high quality, high efficiency and low cost.

Key words: software process assessment; software process improvement; CMM; CMMI

(编辑 吕赛英)