

CMMI 在小型软件企业中的应用研究

王志和¹ 周建华²

(湖南人文科技学院数学系¹ 计算机系² 湖南娄底 417000)

摘要 首先介绍 CMMI 的概念,从模型结构上阐明了 CMMI 的连续表示和阶段表示。分析了我国小型软件企业的特点,然后基于一个典型企业 CMMI 改进过程模型,对小型软件企业如何高效地实施 CMMI 的相关问题进行深入的探讨。

关键词 集成能力成熟度模型,连续表示,阶段表示,过程改进策略

Research on Applying CMMI in Small Software Enterprises

WANG Zhi-He¹ ZHOU Jian-Hua²

(Mathematic Department¹, Computer Department², Hunan University of Humanities and Science and Technology, Loudi, Hunan 417000)

Abstract This Paper introduces Capability Maturity Model Integration (CMMI) concepts. Its continuous representation and staged representation are clarified in the model structure. After analysing the character of the small software enterprise in China, based on an improved model about CMMI in a typical enterprise, a correlate problem about how to actualize effectively CMMI in the small software enterprise has been discussed profoundly.

Keywords Capability maturity model integration, Continuous representation, Staged representation, Process improvement strategies

1 引言

美国卡内基·梅隆大学软件工程研究所 SEI 自开发了软件过程能力成熟度模型(Software Capability Maturity Model, SW-CMM)后,又开发了一系列其它 CMM 模型,如系统工程(SE-CMM)、采购(SS-CMM)、集成的产品和过程开发(IPPD-CMM)等。由于各种模型针对的专业领域不同,形式不同,存在交叉重合和不一致的地方,在不同的专业领域需要采用不同的模型,给企业带来了许多困难。为了改变这一状况,SEI 取消了单独的 CMM,集成多种现有模型,开发出能力成熟度集成模型(Capability Maturity Model Integration, CMMI)。

使用 CMMI 开发的模型有如下优点:(1)过程改进能扩展到整个企业,以前各模型之间的不一致和矛盾将得到解决;(2)帮助企业进行内部的过程改进,软件过程的改进和软件过程能力的提高可以提高产品质量、控制成本、提高劳动生产率;(3)规范软件开发过程及其管理,可以降低软件开发风险;(4)有助于企业建立自身和品牌的良好形象,在企业营销上也具有良好的商业价值。

2 CMMI 模型表示方式

CMMI 有连续式和阶段式两种模型表示法。

2.1 CMMI 阶段模型表示

2.1.1 模型结构

阶段表示的 CMMI 模型要素有成熟度级别(Maturity Levels)、过程域(Process Areas, PA)、公共特性(Common Features)、特定目标(Specific Goals)、特定实践(Specific Practices)、通用目标(Generic Goals)和通用实践(Generic Practices)。CMMI 模型所包括的主要要素及其之间的关系见图 1,它说明了过程改进的具体级别,成熟度级别推荐了过程改进的次序。

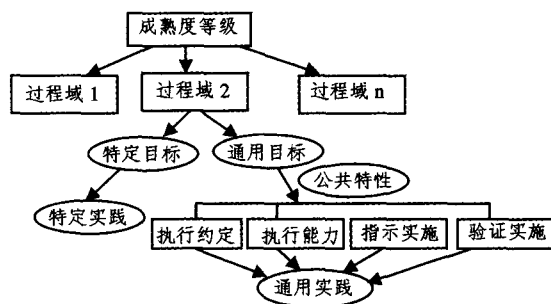


图 1 CMMI 阶段表示模型的要素

每个等级都有几个过程域组成,每个过程域都有一些特殊目标和通用目标,通过相应的特殊实践和通用实践来实现这些目标。特定实践提供关于要实现一些“什么”来帮助达到该过程特定目标的指南。通用目标和通用实践适用于多个过程域,通用实践给出帮助达到通用目标的指南。当一个过程域的所有特殊实践和通用实践都按要求得到实施,就能实现该过程域的目标,就提高了过程成熟度并得到过程改进的益处。

CMMI 模型共有 22 个过程域,分别属于过程管理、项目管理、工程和支持等四大类别,覆盖了系统工程和软件工程科目,见表 1 所示。

2.1.2 成熟度等级

分为 5 个等级,各级的主要特征如下:

(1)初始级:软件过程是无秩序的,混乱的状态,软件产品所取得的成功依赖于个人的能力。

(2)可重复级:规则化的过程。已建立了基本的项目管理过程,可用于对成本、进度和功能特性进行跟踪。

(3)定义级:标准的、一致的过程。用于管理的和工程的软件过程均已文档化、标准化,并形成了整个软件组织的标准

软件过程。

表 1 过程域列表

过程域类	过程域名
过程管理	组织过程焦点、组织过程定义、 组织培训、组织过程性能、组织革新与部署
项目管理	供方协议管理、项目策划、项目监督与控制、 风险管理、集成项目管理、定量项目管理
工程	需求管理、确认、验证、 产品集成、技术方案、需求开发
支持	配置管理、过程与产品质量保证、 度量与分析、决策分析与制订、原因分析和解决

(4)管理级:可预测的过程。软件过程和产品质量有详细的度量标准。软件过程和产品质量得到了定量的认识和控制。

(5)优化级:持续改进的过程。能及时采用新思想、新方法和新技术以不断改进软件过程。

2.2 CMMI 连续模型表示

2.2.1 模型结构

模型的要素有过程域、特定目标、特定实践、通用目标、通用实践、能力级别 (Capability Levels)、能力剖面 (Capability Profile)、目标阶段 (Target Staging) 和等价阶段 (Equivalent Staging) 等。CMMI 模型所包括的主要要素及其之间的关系见图 2。

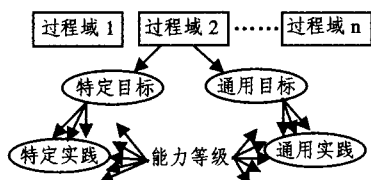


图 2 CMMI 连续表示模型的要素

在 CMMI 的连续模型表示中过程域是起主要组织作用的要素。随着某个过程域的特定目标和通用目标的实现,将提高该过程能力,获得过程改进的益处。

CMMI 模型被设计成把过程改进的程度描述为离散的能力级别。能力级别的次序给出在一个过程域内达到过程改进的推荐次序。一个能力级别包含一组过程域的有关特定实践和通用实践。执行了这些实践就能达到提高有关过程的成熟度,达到增强该组织过程能力的一组目标。

能力级别剖面是一个过程域及其相应能力级别的列表,它可以表示组织在提高能力级别时每个过程域的进展;也可以是目标剖面,表示过程改进的目标。

能力级别,目标分级和等价分级是对于一个过程域有关的过程来说的。所谓目标分级是目标剖面的一个序列,它描述组织所遵循的过程改进的路径。所谓等价分级是与阶段模型表示的成熟度级别等价的一种目标分级,使得能够在组织、企业和项目之间建立进展的基准。

2.2.2 能力级别

一般能力级别从 0 到 5,每个能力级别与一个通用目标 and 一组特定/通用实践相关联,表明组织在执行、控制和改进某个过程域性能方面达到的能力成熟程度。

(0)不完整 (Incomplete)级,过程未执行或执行不完整,特定目标中有不能满足的部分。

(1)已执行 (Performed)级,特定目标都得到满足,基本活

动都得到执行。

(2)已管理 (Managed)级,使已管理过程制度化,通用实践有制定组织的方针、规划该过程、员工培训,提供资源,指定责任,配置管理,利益相关的方面都参与过程的执行,监督和控制过程,客观验证遵守情况,与管理层一起评审活动及结果。

(3)已定义 (Defined)级,已定义的过程除了是一个已管理的过程外,还具有以下特征:该过程是从组织的标准过程裁减而来的,裁减的依据是组织的裁减指南。该过程还向组织的过程资产库贡献关于工作产品、度量数据,以及其他过程的改进信息。

(4)量化管理 (Quantitatively Managed)级,量化管理的过程除了是一个已定义的过程外,还具有以下特征:该过程是使用统计的以及其他种类的量化手段来进行管理的。

(5)优化 (Optimizing)级,优化的过程除了是一个已量化管理的过程外,还具有以下特征:过程能够得到及时的变更和采用来满足当前的或预期的业务目标。优化的过程聚焦于使用增量的和新技术进步手段来达到不断改进过程性能的目的。

2.3 CMMI 模型表示法的选择

尽管两种表示法的模型在结构上有所不同,但模型的实质是一样的。无论用于过程改进还是过程评估,用两种表示法所得到的结果基本上是等价的。连续式采用能力等级来度量过程改进的程度,强调的是单个过程域的能力,从过程域的角度考察基线和度量结果的改善,目的是促进过程能力的持续改进和提高;阶段式采用成熟度级别表示企业整体的成熟情况,强调的是组织的成熟度,从过程域集合的角度考察整个组织的过程成熟度阶段,目的是促进组织的整体软件过程能力的跳跃式提高。

如果组织的目的完全是为了进行内部过程改进,可以选择 CMMI 模型连续式来进行过程改进;如果组织进行过程改进是为了认证可定级,以扩大组织对外的商业影响力,就应选择 CMMI 模型的阶段式。对于刚开始向更高成熟度等级迈进的组织来讲,阶段式模型确定了过程改进的最佳次序,提供了一个明确的、行之有效的改进路径。目前我国软件企业大多选择 CMMI 阶段式模型来进行软件过程的改进,既可提高软件开发质量和开发效率,又可获得对外商业宣传的目的。

3 小型软件企业的特点

目前,我国绝大部分企业少于 50 人,是属于小型企业。其特点是:

(1)企业规模小,具有创造力、灵活。

(2)企业人员大部分是全才,个人色彩较重。以技术开发人员为主,兼顾管理,缺乏有经验的专门管理人员。

(3)沟通比较容易,各项工作的文档化程度不够,主要通过交流来监控项目。

(4)质量意识不浓。大部分只注意产品功能,不注意质量和维护。

(5)管理水平低下,开发不规范。企业大部分是手工作坊式,缺乏规范化管理。

(6)短期行为多,产品及过程可重用性差,缺乏可持续发展的潜力。

(7)培训工作开展得不够。

(8)由于人员、时间和资金问题,造成企业在质量控制和

效率之间进行取舍平衡。

4 CMMI 在小型软件企业中实施的策略

中国的软件企业绝大部分都是小型企业,而 CMMI 是面向大型软件企业的过程改进模型,怎样使得小型企业和项目能够充分利用 CMMI 模型的过程改进优势,并获得相关 CMMI 认证呢?笔者参与了一个只有 19 名员工的小型软件企业过程改进项目,并基于该项目而提出 CMMI 在小型软件企业中实施中的策略。

4.1 实施 CMMI 培训

培训的目的是使企业管理人员和员工认识到实施 CMMI 在企业提升软件开发及生产能力的的作用,自觉地按 CMM 的方法去进行工作。

CMMI 模型 PA 的执行能力公共特性包含很多不同类型的培训需求,包括管理和技术方面的。由于培训是非常耗费资源和资金,小型企业是难以承受的。可采取以下几个方面的措施:

(1)雇用已经被培训或者具备相关知识的人才;(2)要认识 CMMI 的培训程序 PA 允许放弃培训,已经具备相应实践经验或者类似领域培训历史的员工可以免除培训;(3)培训可以当作以前培训的扩展,并可以合并相关活动的培训,如同行评审领导者培训可以与同行评审者培训合并,支持高等级成熟度活动的培训是支持低等级成熟度活动的培训的扩展;(4)可以扩展培训实践,消除不必要的内部培训,接收来自于外部资源的培训。如利用互联网资源进行咨询和培训。

4.2 制定和改进软件过程

CMMI 模型强调软件过程的改进,如果企业还没有一个文档形式的软件过程,则首要任务是对当前的工作流程进行分析、整理及文档化,制定一个适合本企业的软件过程。

如果已经具备了软件过程,当要对这个过程做改进时,企业应先对自身当前所有的软件能力水平及过程状态有尽可能客观、详尽的了解,明确自身实际等级与目标等级之后,应策划过程改进方案,决定改进次序及程度。软件过程改进有自上向下和自底向上两种模式,前者是基于标准的,由标准来规范实践;后者是基于“实践”的,由组织中待解决问题出发,选择和裁减标准。对于小企业来说,若没有正式评估的压力,建议采用自底向上模式。

开始可以把改进限制在一个小范围内进行,选择一个较小的项目实现部分的过程域。这样做不会明显改变原来的做事方式,避免文化改变的冲突。当项目结束后,通过总结分析,大家认可改进的内容,就可以使做事方式和文化的改变进行得比较自然。通过成功地实施该项目,企业管理人员及项目成员将对实施 CMMI 树立信心。

4.3 资源和角色的分配

CMMI 中任务分工非常细,涉及到的角色也非常多,但是对小型软件企业来说,根本没有那么多人力资源来分工承担这么多管理任务。而且在小型组织和小型项目中,很多角色实际上是重复的,如在小型项目中,任务领导、软件经理、项目软件经理以及项目经理的角色是重复的,没有必要单独设置。

为解决小型软件组织和小型项目中有限资源问题,需要对 CMMI 进行剪裁,主要策略有:

(1)合并管理任务,没有必要重复设置经理职位,可以把相关职责交给有关技术人员或者管理人员来实施。

(2)个人可以执行项目或者组织中的多个角色,承担兼职

角色和职责,可以利用组织之外的资源。

(3)建立合理的组织结构。成立软件工程过程组(SEPG)来协调过程的定义、改进及部署活动。不一定要全职的 SEPG 人员,但应明确指派到某人负责。同时 QA(Quality Assure)部门应独立于研发及测试部门,负责监督流程的执行。

4.4 文档的管理

CMMI 过程模型包含大量文档,如果严格按照 CMMI 实践来做,小型软件企业的有限资源会被文档所淹没,而丧失对改进本质的掌握。我们采用的策略是合并或者扩充文档,减少生成文档的负担,保持文档的简单性。主要策略有:

(1)文档合并。项目级文档可以是其他项目级文档的一部分,组织级文档可以是其他组织级文档的一部分,前提是保证文档的可识别性。

(2)文档消除。对于没有涉及到的文档,则完全删除,不必提供,但要在项目级文档中解释所采取的措施。对于信息冗余或有价值信息量很少的文档,则删除,然后把有价值信息合并到相关度最强的文档中。

4.5 评审

CMMI 实践中涉及很多类型的评审活动——管理评审、同行评审、SQA 审计/验证/评审、正式评审以及技术评审,几乎对所有项目相关的关键决策和关键文档和活动都需要进行相应的评审,以建立公共基线。对于小型项目和企业而言,如果按照 CMMI 模型所有评审活动都实施的话,评审所花费的时间会严重影响开发时间,因此很有必要对评审活动进行剪裁。主要策略有:

(1)适当合并评审实践。按照 CMMI 模型,高级管理层需参与的评审太多,但是经理和具体实施者经常是在一个办公室工作,沟通非常方便,很多评审活动可简化、合并甚至取消。

(2)把评审实践非正式化。充分利用其他会议或者碰头机会解决评审需求。

(3)SQA 评价、审计和评审没有必要对所有产品都及时进行,应该只进行抽查。SQA 评审被证明会严重增加小型项目的工作量,应该在 SQA 计划中明确 SQA 抽查活动和工作产品。

我们只对关键工作产品和里程碑进行正式评审,其余评审进行合并或者进行抽查评审,或者非正式化,降低评审工作量,充分利用小型企业的沟通便利、合作紧密的优势。

4.6 过程实践的裁剪

CMMI 是面向大型软件企业的,其中很多实践是与小型企业不相关的,尤其是很多过程实践不适合小型项目,小型项目实施这些过程实践会花费比项目本身更多的成本,且由于部分项目的短时效性使得重新计划或者调整活动变得没有实际意义。

如对于没有转包业务的企业,就可以不做转包合同管理。

4.7 与个体软件过程和小组软件过程有机结合

个体软件过程(Personal Software Process, PSP)是一种用于控制、管理和改进个体软件工作方式的自我改进过程,小组软件过程(Team Software Process, TSP)是将 CMMI 的框架运用于组织级来描述组织的运作过程。

CMMI、PSP 和 TSP 为软件过程改进提供了一个完整的过程改进框架。CMMI 提供了高效工程所需的整体改进框架;PSP 提供了开发人员所需的工程训练,以使其使用一个详

细定义且标准的过程;TSP 将综合的产品组织原理与 CMMI 和 PSP 方法结合以产生高效的小组,帮助他们更有效地开发并维护软件。实质上,CMM 和 PSP 为高质量的工程提供了环境和技能,而 TSP 指导开发人员怎样切实地工作,并在具体指导工作的同时,利用了 PSP 和 CMMI 所作的准备。因此为了有效地进行软件过程改进,应将实施 CMMI 与实施 PSP 和 TSP 有机结合起来。

组织在具体实施过程中,可以以 CMMI 为基础架构,从 PSP 先做起,然后在此基础上逐渐转换到 TSP,循序渐进以确保基础的稳定,以助于 CMMI 高成熟度的提升。

总结 总之,目前我国绝大部分小型软件企业的软件过程能力薄弱,需要进行软件过程改进,CMMI 将是软件过程改

进的最佳选择,但由于我国小型企业的规模小、资金不足等特点及所处的文化背景,CMMI 的有关内容不适合于小型企业和项目的实际情况,需对 CMMI 模型进行剪裁和改进,使之适合于小型企业和项目的实际需求。

参考文献

- 1 Ahern D M, et al. CMMI 精粹—集成化过程改进实用导论. 周伯生,等译. 北京:机械工业出版社, 2002
- 2 龚波,于自跃,何新贵,等. 小型软件企业实施 CMMI 过程改进研究和分析. 计算机应用研究, 2004, 8: 64~67
- 3 CMU/SEL. Standard CMMI appraisal method for process improvement version 1. 1[EB/OL]. 2001

(上接第 233 页)

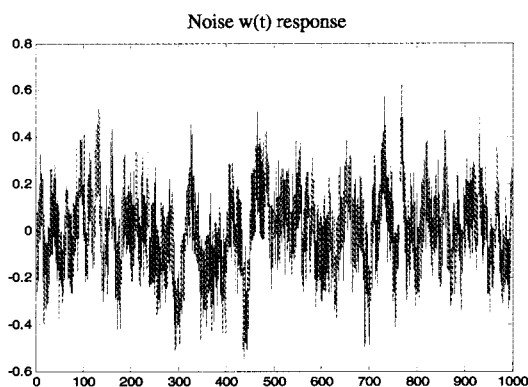


图 3 励磁系统故障反应曲线

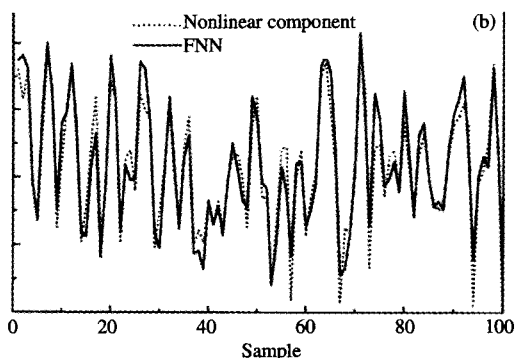


图 4 故障诊断系统的数据拟合分析图

同时该系统诊断误差的稳定性分析如图 5 所示。

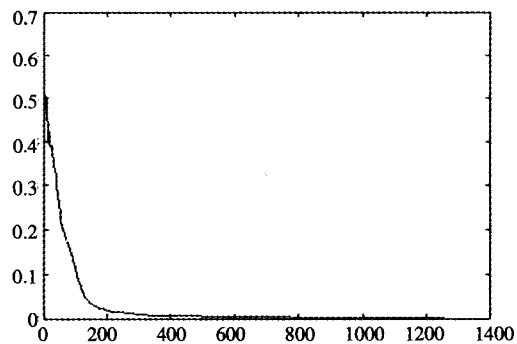


图 5 集成故障诊断系统的诊断误差

可以看出,该集成故障系统的诊断误差越来越小,相应的准确性就越来越高。该故障监控系统在电厂励磁装置系统的

有效应用表明,该故障诊断方法的应用价值和前景非常广泛。

结论 复杂系统是个包含多领域专家知识领域的大系统,实施故障诊断的时候需要考虑系统中各领域信息的完备性和协同性。本文所提出的这类基于多领域专家知识库属性重要度的集成诊断系统由于充分考虑了复杂系统各种领域系统的协同一致性,将十分有助于解决实际故障诊断问题,实践证明该系统在复杂系统故障诊断技术中是一种非常有效的方法。

根据作者研究和开发多领域专家知识库集成诊断系统的实践,可以得出如下结论:

1) 复杂系统的故障诊断是一个非常庞大的系统,包含有不用领域专家知识,但是并不是所有的领域专家知识对故障诊断具有同等重要的作用,基于多领域专家知识库属性重要度的集成诊断系统可以使复杂系统故障诊断的准确率得到极大提高。

2) 在利用多领域专家知识库故障诊断集成系统进行故障诊断的时候,由于各领域专家可以根据相应的检测值判断到底是哪个部位出现了故障,因而该系统可以精确地对故障进行定位。

3) 由于各领域专家可以对故障状态和时机进行相应的预测,该系统可以运用到复杂系统的故障预报技术中去。

4) 该系统不仅可以运用到复杂系统的故障诊断,还可以扩展其应用领域,特别是在金融工程、政府决策以及企业规划等决策部门,实现一些示范性的应用工程。

参考文献

- 1 吴今培,肖建华. 智能故障诊断与专家系统[M]. 北京:科学出版社, 1997. 1~343
- 2 杨迎化,唐大全,卢建华. 神经网络在智能故障诊断技术中的应用及其发展趋势[J]. 测控技术, 2003, 22(9): 1~5
- 3 周鸣岐,徐军. 控制系统故障诊断[J]. 计算机自动测量与控制, 2000, 8(3): 5~8
- 4 Hayes-Roth. Building expert systems [M]. Addison-Wesley, 1983
- 5 胡寿松,王源. 基于支持向量机的非线性系统故障诊断[J]. 控制与决策, 2001, 16(5): 617~620
- 6 Handelman D A, Stengel R F. Combining expert system and analytical redundancy concepts for fault tolerant flight control [J]. Guide, Control, Dynam, 1989, 12(1): 39~45
- 7 杨天社,杨开忠,李怀祖. 基于知识的卫星故障诊断与预测方法[J]. 中国工程科学, 2003, 5(6): 63~67
- 8 Teo C Y. Application of knowledge-based system for diagnosis and supply restoration [J]. Engineering Application, 1997 (6): 631~638
- 9 黄大荣,黄席樾,范敏,等. 基于卡尔曼滤波和专家系统的混合故障预测研究[J]. 计算机仿真, 2005, 22(9): 150~152
- 10 Pawk Z. Rough set theory and its applications to data analysis [J]. Cybernetics and systems, 1998, 29: 661~668
- 11 张文修,等. 粗糙集理论与方法[M]. 北京:科学出版社, 2003. 1~222