

软件能力成熟度模型 (CMM) 与 软件开发技术

单银根 王安 黎连业 编著



北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

软件能力成熟度模型(CMM) 与软件开发技术

单银根 王 安 黎连业 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

这是一本介绍软件能力成熟度模型 CMM(Capacity Maturity Model)与软件开发技术的参考教材。

全书由十五章组成。各章内容分别是:软件能力成熟度模型(CMM)概述;软件过程评估的国际标准;可重复级(等级 2);已定义级(等级 3);已管理级(等级 4);优化级(等级 5);能力成熟度模型(CMM)的提问单;软件产业实施 CMM 的对策与分析;与 CMM 相关的软件工程技术;与 CMM 相关的可行性分析与项目立项;与 CMM 相关的系统需求分析及其设计;与 CMM 相关的程序设计及其编码;与 CMM 相关的系统测试;与 CMM 相关的系统试运行与维护;与 CMM 相关的系统验收与鉴定。

本书的特点是:在叙述上由浅入深、循序渐进;在内容上系统全面、重点突出;在概念上清晰易懂。它是一本掌握软件能力成熟度模型(CMM)与软件开发技术很好的书籍,对提高我国软件行业及软件产品会有很大帮助。

本书是北京中科天地网络技术有限公司的培训教材,也可供软件技术开发人员、软件设计人员、科研管理人员以及大专院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件能力成熟度模型(CMM)与软件开发技术/单银根等
编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2003.5

ISBN 7-81077-303-8

I. 软… II. 单… III. 软件工程 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 019977 号

软件能力成熟度模型(CMM)与软件开发技术

单银根 王 安 黎连业 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: bhpess@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:448 千字

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-303-8 定价:25.00 元

前 言

软件能力成熟度模型(CMM)是卡内基—梅隆大学软件工程研究院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年正式推出了CMM 1.0版。CMM自问世以来备受关注,在一些发达国家和地区得到了广泛应用,已成为衡量软件公司对软件开发管理水平的重要参考因素和软件过程改进事实上的工业标准。

软件能力成熟度模型,它的基础就是软件开发技术。所谓软件就是应用计算机科学、数学和管理科学的知识,通过某种表达方式(语言)编制程序,在计算机上实现人们预定的工作目标。由于软件不同于硬件的制造过程,它是逻辑产品的开发,是人的智力的高度发挥。尽管人是聪明的,但也容易犯错误,软件中的许多错误都是由于人的认识、知识和经验不足或开发过程中的疏忽或交流不够造成的。如何解决这一问题?如何提高软件开发技术水平?这是我们所关心的问题。为此,中国科学院计算所(二部)网络研究开发中心培训部组织在软件开发方面有一定造诣的专家、学者编写了《软件能力成熟度模型(CMM)与软件开发技术》一书。本书可供从事软件开发的科技人员学习和参考,现作为北京中科天地网络技术有限公司的培训教材建议有关培训机构采用。

全书分为上、下两篇。上篇重点介绍软件能力成熟度模型,由前七章组成。下篇为软件开发技术,由后八章组成。

上篇的内容是:能力成熟度模型(CMM)概述;软件过程评估的国际标准;可重复级(等级2);已定义级(等级3);已管理级(等级4);优化级(等级5);能力成熟度模型(CMM)的提问单。简要地向读者介绍了目前国际上对软件开发技术规范的要害,衡量软件开发水平,即能力成熟度模型。

下篇的内容是:软件产业实施CMM的对策与分析;与CMM相关的软件工程技术;与CMM相关的可行性分析与项目立项;与CMM相关的系统分析及其设计;与CMM相关的程序设计及其编码;与CMM相关的系统测试;与CMM相关的系统试运行与维护;与CMM相关的系统验收与鉴定。向读者介绍软件开发过程中具体怎么去做。软件开发是一个“软件学”技术,长期以来给刚刚从事软件工作的同志一种神秘的感觉。这种“软件学”知识,一直存在于少数从事设计人员的头脑中,成为一种“艺术”和经验。为了使这种“艺术”和经验能够为多数人掌握与借鉴,使人的“艺术”和经验成为一种工艺,对它进行“硬化”,变为“硬技术”。说白了,就是把“糊在窗户上的一层纸给捅开”,揭开软件开发技术的神秘面纱。本书同时也给从事软件人员提供一个参考依据:国际上对软件开发有哪些要求和规范?在具体开发过程中又怎样去实现?这就是我们编写这本书的目的所在。

本书作为“艺术”和经验的硬化,是新鲜的,但带有作者的个人观点和主张(读者可以从书中看出)。因此,作者希望能起到抛砖引玉的作用,把软件开发工作做得更好,培养出更多的走向国际化的软件人才。

作为最主要的问题,哪些人使用这本书?本书适合下列几种不同工作类型的人员阅读:

- (1) 需要了解软件开发建设全过程的人员;
- (2) 从事软件开发的技术人员;

- (3) 已有软件编程经验,也有大、中型工程项目经验的人员;
- (4) 大、中型软件项目的管理人员和设计人员;
- (5) 科研、企事业单位的软件人员;
- (6) 从事系统分析、设计的人员;
- (7) 从事出口软件劳务的技术开发人员;
- (8) 软件开发培训班的教师和学员。

本书在编写过程中,参考了大量的技术参考资料、技术规范和有关书籍,并先后得到了许多同志的支持和帮助。李淑春、黎娜、王月冬、张维、单银根、陈建华、王兆康、王长富对本书稿提出了许多修改意见,北京中科天地网络技术有限公司的王刚、刘春阳、滕华、梁艳、刘占全、张静、张洪波、张黎明、顾寿筠等同志为本书的写作提供了许多方便,在此对上述同志一并表示感谢!

由于作者水平有限,书中的错误和不当之处,欢迎读者批评、指正。

作者于中科院计算所二部
2003 年元月

目 录

上篇 软件能力成熟度模型

第 1 章 软件能力成熟度模型(CMM)概述	1
1.1 软件过程评估的必要性	1
1.2 能力成熟度模型的产生和主要用途	6
1.3 能力成熟度模型的体系结构	8
1.4 能力成熟度模型各等级之间的关系	20
1.5 能力成熟度模型实施人员和组织机构的划分	22
1.6 CMM 实施中有待解决的问题	23
第 2 章 软件过程评估的国际标准	28
2.1 软件过程评估国际标准的制定与目的	28
2.2 软件过程评估标准的组成	28
2.3 软件过程评估参考模型	30
2.4 软件过程评估及其应用	33
2.5 软件过程评估国际标准与 CMM 的比较	42
2.6 CMM 与 ISO 9000 标准的关系	49
第 3 章 可重复级	53
3.1 可重复级过程的基本特征	53
3.2 可重复级的关键过程域	54
3.3 可重复级上的需求管理	57
3.4 可重复级上的软件项目计划	61
3.5 可重复级上的软件项目跟踪和监控	67
3.6 可重复级上的软件转包合同管理	72
3.7 可重复级上的软件质量保证	76
3.8 可重复级上的软件配置管理	81
第 4 章 已定义级	86
4.1 已定义级过程的基本特征	86
4.2 已定义级的关键过程域	87
4.3 已定义级的组织过程焦点	90

4.4	已定义级的组织过程定义	93
4.5	已定义级的培训程序	97
4.6	定义级的集成软件管理	100
4.7	已定义级的软件产品工程	106
4.8	已定义级的组间协调	111
4.9	已定义级的同行评审	115
第5章	已管理级	118
5.1	已管理级过程的基本特征	118
5.2	已管理级的关键过程域	118
5.3	已管理级的定量过程管理	119
5.4	已管理级的软件质量管理	124
第6章	优化级	128
6.1	优化级过程的基本特征	128
6.2	优化级的关键过程域	128
6.3	优化级的缺陷预防	129
6.4	优化级的技术革新管理	132
6.5	优化级的过程变更管理	136
第7章	能力成熟度模型的提问单	141
7.1	CMM 提问单填写的内容	141
7.2	基本级上提问单的问题和回答	142
7.3	可重复级上提问单的问题和回答	143
7.4	已定义级上提问单的问题和回答	149
7.5	已管理级上提问单的问题和回答	156
7.6	优化级上提问单的问题与回答	158
7.7	能力成熟度中涉及的术语	161

下篇 软件开发技术

第8章	软件产业实施 CMM 的分析	164
8.1	软件业的发展现状和趋势	164
8.2	国内外软件产业的比较	167
8.3	CMM 对软件产业的适用性分析	168
8.4	软件企业中如何实施 CMM	171
8.5	实施 CMM 与 CMM 认证的关系	176

第 9 章 与 CMM 相关的软件工程技术	177
9.1 软件工程的定义	177
9.2 软件工程研究的内容	178
9.3 软件工程项目的目标	178
9.4 软件工程面临的问题	179
9.5 软件生存周期及其模型	179
9.6 软件生存周期过程	182
9.7 软件的开发方法和开发工具	183
第 10 章 与 CMM 相关的可行性分析与项目立项	188
10.1 可行性分析的目的	188
10.2 可行性分析的步骤	189
10.3 可行性分析的任务	189
10.4 可行性分析报告的质量要求和主要内容	195
10.5 项目立项与项目开发计划	196
第 11 章 与 CMM 相关的系统需求分析及其设计	198
11.1 系统需求分析的任务	198
11.2 系统需求分析各阶段的主要工作	199
11.3 系统需求分析检验表	211
11.4 系统的详细设计	218
11.5 系统设计中的文档资料	231
第 12 章 与 CMM 相关的程序设计及其编码	233
12.1 程序设计的任务	233
12.2 程序设计的工作步骤	233
12.3 结构化程序设计方法	237
12.4 程序总体设计	238
12.5 输入输出文件代码设计	239
第 13 章 与 CMM 相关的系统测试	255
13.1 系统测试的目标与任务	255
13.2 系统测试方法	256
13.3 系统测试过程	257
13.4 系统单元测试	258
13.5 系统集成测试	261
13.6 系统测试的文档资料	262

第 14 章	与 CMM 相关的系统试运行与维护	264
14.1	系统试运行故障的处理方式	264
14.2	确定新旧系统工作机制	266
14.3	系 统 维 护	266
14.4	系统试运行产生的文档资料	266
第 15 章	与 CMM 相关的系统验收与鉴定	268
15.1	系统验收的目标与任务	268
15.2	系统验收报告的内容	269
15.3	系统鉴定工作程序和文档资料	269

上篇 软件能力成熟度模型

第 1 章 软件能力成熟度模型(CMM)概述

CMM(Capacity Maturity Model)是软件过程能力成熟度模型,是卡内基—梅隆大学软件工程研究院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,后于 1991 年正式推出了 CMM 1.0 版。

本章重点讨论以下内容:

- 软件过程评估的必要性;
- 能力成熟度模型的产生和主要用途;
- 能力成熟度模型的体系结构;
- 能力成熟度模型各等级之间的关系;
- 能力成熟度模型实施人员和组织机构的划分;
- CMM 实施中有待解决的问题。

1.1 软件过程评估的必要性

软件产业已逐步从一个弱小的产业部门跃居为新兴的、发展最快的和潜力巨大的产业部门,它代表着一个国家高新技术的水平。没有先进的软件产业,就不可能有先进的信息技术产业。

软件能力成熟度模型(SEI CMM 或 SW - CMM)可用来评估软件过程成熟度,有效地改进软件过程,提高软件过程能力,降低软件开发风险,因而深受软件产业界的欢迎。下面从软件特殊性、软件改进性、降低软件风险和对软件要求管理这 4 个方面来说明软件过程评估的必要性。

1.1.1 软件特殊性的需要

通常所说的软件包括计算机运行时所需要的各种程序,一般分为系统软件和应用软件。一般来讲,软件有 3 个层次:

- 个体层次:该层次包括计算机系统程序及文档。程序是计算机处理的对象加规则的描述,而文档是理解程序所需的阐述性资料。
- 整体层次:在特定的计算机系统中,所有上述个体层次软件的总称为整体层次。
- 学科层次:研究、开发、维护和使用软件过程中所涉及的理论、方法、技术所构成的学科为学科层次。

随着软件需求量的快速增长,软件应用中出现的問題也越来越多。这主要体现在以下 5 个方面。

1. 软件成本的提高

20 世纪 50 年代,计算机系统应用于非常狭窄的领域,应用规模较小,其成本约占整个计算机系统的 10 %~20 %。随着计算机技术的进步,生产规模的扩大,计算机硬件价格不断下降,而软件成本在计算机系统中所占的比例就越来越大。到 60 年代中期,软件费用占 50 % 左右,而到 70 年代以后,软件费用进一步增加。例如:1980 年美国政府的财政年度中,计算机软硬件与服务费共耗资 570 亿美元,其中软件费用为 320 亿美元,占 56 %。随着软件成本的不断增加,软件费用所占的比例呈现日益扩大的趋势。

2. 软件开发进度难于控制

软件是一种逻辑系统,设计软件所使用的逻辑量比设计硬件要多若干倍。为了完成一个复杂的软件系统,常常要考虑建立一个庞大的逻辑体系。另外,同样的软件算法在程序实现上的差别也非常大,加之在软件开发过程中可能遇到各种意想不到的问题,所以投入的资源能否出结果,事先很难预料。由于软件的这种特点,不仅给项目计划和论证工作带来了很大困难,而且软件开发过程很难保证按预定计划实现。

3. 软件工作量的估计较困难

通常,要完成一项任务,需要根据其复杂性,工作量及进度要求安排人力,但软件的工作量是很难估计的。其原因有以下两点:

(1) 软件开发实际上是逻辑思维过程,在编写出程序并在计算机上运行之前,软件开发的进展难于衡量,质量也难于评价。

(2) 软件规模和复杂性呈指数巨增,开发一个大型软件系统,往往需要许多人的分工协作。由于软件系统的结构很复杂,各部分联系密切,大量的通信及后勤工作增大了工作量。因此,增加人员,往往不仅不能缩短开发时间,反而会延缓进度,这是与生产一般工业产品的区别。

4. 软件质量难于保证

软件的质量问题与其他商品的质量问题有很大不同,因为软件是属于计算机领域的产品;软件设计人员与用户对计算机的了解和想法有很大的距离,程序人员通常以自己的想法去理解用户对软件的要求,而计算机用户对自己所想使用的软件功能和性能在事前也难以说清楚,这样在需求分析上就难免存在差距;在软件开发过程中,即使有多种文档,大量的素材仍在程序员的头脑中,因此软件也只有程序清单,这就使得不了解情况的人很难插上手,最终导致了软件的个性,使其维护十分困难。而对软件的质量最有发言权的是用户,但用户无法也无力参加到软件的质量管理中去,这就导致软件设计常有不少随意性,使软件的质量控制成为一个很难解决的问题,以至计算机产业普遍存在投入了大额资金和大量人力,而得不到用户满意的产品。如何控制和管理软件产品的质量,是软件行业从一开始就面临的问题。这个问题之所以难以解决,就在于软件的特殊性。

5. 软件的个性与维护比较困难

正式投入使用的商业软件,在不同的运行条件下,就会出现故障,需要维护。但软件的维护与硬件的维护不完全相同。这是因为:

(1) 软件不是一种实物,而是逻辑元件。因此软件故障属于逻辑故障,不是硬件的“用旧”、“损坏”之类的问题。维护软件不是更换某种备件,而是要纠正逻辑缺陷,使之改正错误,

增加适应性和提高性能。

(2) 当软件系统规模庞大、程序复杂时,经常会发生“纠正一个错误带来更多的错误”的问题。

(3) 软件的修改和扩充表现为改变程序中几条语句或几条指令。当系统投入运行后为适应新增加或变化的设备条件或为增添新功能,经常要提出要求进行维护。所以,软件的维护工作量较大。

综上所述,软件是计算机系统逻辑部件而不是物理部件;软件开发是逻辑思维过程;软件的工作量很难估计,进度难于衡量,度量也难于评价,成本高,维护工作量繁重。同时软件的复杂度随规模按指数增加,这就需要许多人共同开发一个大型系统。团队开发软件虽然增加了开发力量,也增加了额外的工作量。组织不严密,管理不善,常常是造成软件开发失败多、费用高的重要原因。

1.1.2 改进软件过程的需要

不断改进软件开发过程是软件工程的基本原理之一。1995年正式发布的一项国际标准,即ISO/IEC 12207《信息技术与软件生存周期过程》,就把软件过程改进列为软件生存周期的17个过程之一。实践表明,软件过程需要不断完善,从而不断提高软件过程能力。

改进软件过程需要分析当前的过程状态,确定其需要改进之处,制定适当的改进策略。首先要对当前的软件过程进行评估,找出其中的弱点;然后依据科学的改进来制定适当的策略。

1.1.3 降低软件风险的需要

软件产品开发的危险,一直是软件产业界和软件用户十分关注的问题。危险主要表现在开发成本和进度方面,特别是产品质量方面。为了降低危险,人们进行了大量的工作,找到了一条防止危险的基本方法,这就是首先要对软件产品提供者的软件过程进行评估,进而评价其软件过程能力。随着软件过程的成熟,软件过程能力得到提高,相应的危险将不断降低。降低软件危险要符合以下两条最基本的要求。

(1) 软件采购者的需要:对软件产品或软件服务的采购单位进行招标;选择承制者时,为了降低危险,需要对承制单位的软件过程能力进行评价,而这种评价的依据是对该单位的软件过程的评估结果。

(2) 软件承制者的需要:软件产品研制单位和软件服务单位在适应顾客的需要并进行投标时,为了降低危险,需要对自己的软件过程能力进行评价,避免承担力所不及的任务;而这种评价的依据仍然是根据实际需要,对相应软件过程的评估结果。

一个软件组织随着其软件过程能力的提高,完成软件产品时在预算、进度,特别是产品质量方面的危险就逐步降低。随着软件过程的改进,开发周期的缩短,产品可靠性明显提高。

1.1.4 CMM对软件需求管理的需要

软件生产一般包括“需求管理”、“流程设计管理”、“开发管理”、“测试管理”等主要过程。那么,软件的质量管理是从哪一个环节开始的呢?不应是设计阶段,更不是开发阶段,而应从软件需求阶段就开始了。在软件生产过程中,“软件需求”的调查报告是一个生产过程的开始,而软件质量的管理之路也就随之开始了。

1. 为什么要软件需求及管理

简单地讲,软件开发团队的成功就是满足软件项目的需求。面对质量和交付周期的固有矛盾以及各种动态因素的综合作用,当今世界对软件的依赖程度急剧增长,软件开发已成为一项跨越技能、职责范围和时间阶段的综合团队活动,在这里协调统一是成功的必要条件。软件需求是统一的核心线索,需求管理正是协调的必由之路。

严格意义上讲,需求是系统或软件必须达到的目标和能力;需求管理是一种系统方法,用来获取、组织和记录需求,建立并维护客户、用户和开发机构之间针对需求变化的协议。

众多的实践证明,良好的需求管理对于降低开发成本和保障项目成功至关重要。根据权威机构的统计,在全世界范围内,仅有 1/4 的软件开发项目能在规定的时间和预算内达到客户的目标。纵观这些项目各自总结出的 10 项首要成功经验,我们总能找到 3 个要素:有效的用户参与、明确的业务目标和稳定的基本需求。这 3 个要素的核心内容是软件需求,其核心活动是需求管理。

2. CMM 2 级对软件需求管理的指导

针对如何提高软件质量和开发效率,CMM 为我们提供了一套综合的见解和完整的框架,并对软件开发机构投入产出比的卓著贡献已经得到业界的广泛认可。

软件需求管理是 CMM 2 级的首要关键过程域(KPA),是软件开发活动中不可缺少的组成部分。需求管理的目的是在客户和开发机构之间建立一个共识,形成软件工程所必须的管理基线,从而对需求实施有效的控制。在软件开发活动中,所有的活动计划、日程安排、交付工件都要直接或间接地和需求保持一致,这是贯穿于 CMM 体系中的一个重要理念和准则。只有基于这种准则,软件开发组织才有可能进入浑然一体的境界:软件的技术需求、项目计划以及各项相关活动协调一致,井井有序。为了实现这一目标,开发组织需要付出的努力是多方面的。

最基本的是,经过相关涉众(会受到作为目标软件系统实质性影响的个人)审阅的软件需求必须形成“文档”。对“文档”的理解不应仅局限于平面化的文字文档,文档的存在形式可以是多种多样的,关键是文档所记录的内容能够为不同工种提供可用的信息依据。软件需求规约(SRS)作为项目的核心文档,用以全面详实地定义软件需求的要素。另外,面向客户和最终用户的通用词汇,描述软件产业做什么和为什么做的高层次规约也很重要。

为了达到有效管理软件需求的目标,开发者必须投入必要的人力、资金和管理层的支持。软件工程团队的成员和不同工程的团队成员应当接受必要的培训,以便完成与角色相应的需求管理任务。培训的内容要覆盖过程方法、标准以及针对应用领域的一些特殊问题。

软件需求变更应当作为项目计划的有机组成部分被审阅;需求变更所牵涉的人员能够通过有效的机制来磋商和评估由于变更导致的影响。针对磋商和评估活动中的权衡和分析工作,CMM 建议我们至少要掌握 3 个方面信息:软件需求的状态;软件需求的变更内容;累计变更次数,即待决定的、被建议的、被批准的以及被融入基线的软件需求变更的个数统计信息。

3. CMM 3 级对软件需求管理的指导

根据 CMM 的建议,不应将需求管理当作瀑布式的简单文档化流程。CMM 的一个显著的特征是将软件需求作为一个活跃的实体贯穿于整个开发过程之中,实施有效的需求管理事实上渗透在 CMM 的不同层次和众多关键过程域中。

对于那些准备通过 CMM 3 级评测的开发机构而言,基于一种被定义和文档化的标准实

实践流程来从事软件开发活动是工作的重点,该级别涉及到7个关键过程域。软件产品工程是一项旨在有机整合各项活动,快速有效地生产高质量的软件产品。该关键过程域中明确指出:软件需求的获取、维护、归档和校验有赖于系统化的分析,这种分析要以项目所定义的软件开发流程为根据。该分析过程的目的是保证软件需求自身的有效性。

关键过程域在“软件产品工程”中明确指出:“一致性的维护要贯穿软件开发过程中的各种类型的工件(由软件开发流程所生成或使用的一组信息)包括软件开发计划、过程描述、需求信息、软件设计、编码、测试计划以及测试流程。”

根据CMM的指导,各种有价值的软件工件都需要归档和维护以确保其可用。

根据CMM的建议,软件需求的变更被接受为软件开发活动中的一个必然组成部分。“冻结软件需求规约”的做法显然已经不能适应当今的商业环境和技术环境。取而代之的做法是建立相对稳定的软件需求基线,并将其融合到系统化的开发活动当中,以确保对需求变更的控制能够跨越不同工种和覆盖整个生命周期。

CMM给出了几点针对性的指导建议:变更需要经过提请、分析并且在合适的条件下被整合;需求的变更等到批准并加以整合之后,相应的工件和活动才能变更;所有的变更从始至终被跟踪。在以需求为核心线索的开发过程中,确保所有的需求变更从始至终被跟踪,这是掌握开发技术的基本保证。需求的修订要被一组具有代表性和权威性的涉众代表审阅并认可后方可得到批准,这样能够确保在修订的过程中体现出不同背景和立场的影响力。涉众包括客户、最终用户、项目管理人员以及软件测试人员等。

根据CMM的要求,所有被批准的变更都要自始至终地记录在案,用做记录相关信息的文档也要接受控制和管理。此外,还需要掌握用以确定软件产品功能、质量及开发活动状态的信息。

作为一种广泛的和具有影响力的软件过程控制和评估框架,CMM只有映射到一个具体的系统化软件流程中才能体现出其真正的价值。换言之,准备通过CMM评估的开发机构应该以现有的流程和方法作为改进和优化其流程的基本出发点。

在软件需求管理方面,对于准备通过CMM 2级评测的开发机构,团队应将注意力放在以下几个方面:

- 软件需求必须形成文档;
- 软件需求必须能被控制,进而建立工程和管理基线;
- 成员必须接受软件需求管理培训;
- 建立衡量软件需求状态的信息。

而对于准备通过CMM 3级评测的开发机构,应将注意力放在以下几个方面:

- 对需求进行系统化分析,确保软件需求的完整性、一致性和可测试性。
- 对软件需求进行设计、编码和测试实例都能够回溯到相应的源头,而在需求发生实质变更之前能够判别该变更所带来的潜在影响。

● 对软件需求的修订应遵从统一的流程,需求的变更应自始至终被跟踪,软件需求文档应当通过配置和变更管理工具进行管理。

最后要强调的是,软件过程成熟度水平是衡量机构开发流程成熟度的标准,不应该被当作开发流程改进的奋斗目标。开发机构切忌本末倒置,应该以现有流程为基础,实事求是地改进、优化各项具体工作,参照过程成熟度模型全面提升开发机构的需求管理能力。

1.2 能力成熟度模型的产生和主要用途

1.2.1 能力成熟度模型的产生和发展

1. 能力成熟度模型的基本概况

一个企业的生存和发展很大程度取决于用户的信任、支持和对产品质量的满意程度,而对于软件亦一样,用户满意的一个最基本因素就是软件质量。由于软件过程通常是由监视项目的开发人员和管理者拼凑而成,所以没有严格的管理制度和规范化的标准,成功则取决于个人的努力。解决软件生产过程中的问题和判断产品质量的好坏没有一个客观的标准,因此造成了软件产品质量很难预测。为了解决软件质量,国内外学术界、企业界在软件工程技术和工具方面投入了大量的人力、物力和财力,希望能找到一种提高软件质量的有效方法。

1986年11月,SEI应美国联邦政府的要求,在Mitre公司的协助下,于1987年9月开发了一套软件能力成熟度框架和一套软件成熟度问卷,用来评估软件供应商的能力。这就是最早用于探索软件过程成熟度的一个工具。

四年以后,也就是1991年,SEI总结了CMM成熟度框架和初版成熟度问卷的实践经验,并以此为基础推出民用CMM 1.0版。

在CMM 1.0版使用两年之后的1992年4月,SEI举行了一个CMM的研讨会,参加研讨会会有200多名富有经验的软件专家。SEI在广泛听取他们的意见之后,又于1993年推出CMM 1.1版。这也是目前世界上比较流行和通用的CMM版本。

十几年来,此项工作一直在不断进行。按照SEI原来的计划,CMM的改进版本2.0应该在1997年11月完成,然后在取得版本2.0的实践反馈意见之后,在1999年完成准CMM 2.0版本。但是美国国防部办公室要求SEI推迟发布CMM 2.0版本,而要先完成一个更为紧迫的项目CMMI。

CMMI(Capability Maturity Model Integration)即能力成熟度模型集成,这也是美国国防部的一个设想,他们想把现在所有的以及将被发展出来的各种能力成熟度模型,集成到一个框架中去。这个框架有两个功能:第一,软件获取方法的改革;第二,建立一种从集成产品与过程发展的角度出发,包含健全的系统开发原则的过程改进。

随着人们对CMM研究的不断深入,其他学科也结合本系统的特点,陆续推出了自己的CMM模型。例如,人力资源能力成熟度模型、系统工程能力成熟度模型等。为了以示区别,国内外很多资料把CMM叫做SW-CMM。

一个企业的软件能力更取决于该企业的过程能力,特别是在软件开发和生产中的成熟度。其过程能力越是成熟,该企业的软件生产能力就越有保证。目前,我国已有一些软件企业正在尝试实施CMM。

增强我国软件企业的竞争力,提高国产软件的水平是国人的共同愿望。但目前我国软件水平,尤其是软件开发能力和软件生产能力还很差,这也是不争的事实。那么,如何提高我国软件的开发和生产能力,从而提高软件整体水平,软件企业实施CMM不失为一条有效的途径。

当然,CMM不是万能的,并不一定对所有的软件企业都适合,实施CMM的企业也有失

败的例子。我们希望通过本教材能使更多的企业了解 CMM, 尽快找到适合本企业的发展之路, 从而提高中国软件企业的竞争力。

2. 能力成熟度模型(CMM)

软件过程成熟度的提高是一个渐进的过程, 需要一个长远的、可持续发展的过程作为保证。为建立一个面向过程持续提高的基础和文化, 有些软件企业可能要花费很大的精力和时间, 但这种努力对任何一个软件企业来说都是非常必要的。

CMM 代表着软件发展的一种思路, 是一种提高软件过程能力的途径。尽管 CMM 中的成熟级别、关键过程域、公共场所属性和关键实践还需要在软件行业进一步作深入地讨论和修改, 但 CMM 确实为软件行业的发展提供了一个良好的框架, 它是尝试软件过程能力提高的有用工具。

对软件过程评估, 软件能力评价, 过程提高等方面进行测试, 与 CMM 有关的产品和培训材料也要进行适当的开发和修订。同时 SEI 也在与国际标准组织合作, 致力于建立一个关于软件过程评价, 提高软件能力评估的国际标准。这项计划将许多不同的过程提高的方法集成为一个整体概念。

ISO 标准的发展将影响 CMM 2.0, 就像 SEI 关于过程的有关工作将影响 ISO 的活动一样。CMM 提出了成熟的软件过程的实践, 说明了一个有效的软件过程的特征。

在 CMM 的实践中, 企业的软件过程能力被作为一项关键因素来考虑。CMM 认为保障软件质量的根本途径就是提升企业的软件生产能力, 而企业的软件生产能力又取决于企业的软件过程能力, 特别是在软件开发和生产中的成熟度。

CMM 以实践为基础, 以逐步演进的框架形式不断地完善软件的开发和维护过程, 成为软件企业变革的内在原动力, 这与静态的质量管理系统标准 ISO 9001 形成鲜明的对比。ISO 9001 提供了一个良好的体系结构与实施基础, 这是很有效的; 而 CMM 是一个渐进的、有动态尺度的标准, 以驱使着一个组织在当前的软件实践中不断地改进及完善。

总之, CMM 提出了一个以有纪律的、协调的方式提高软件产品的管理和开发工作的概念结构。尽管它并不能保证一定能成功地生产出高质量的软件产品, 也不能保证能够解决软件工程中出现的所有问题。

1.2.2 能力成熟度模型(CMM)的主要用途

CMM 是开发高效率、高质量和低成本软件时普遍采用的一种方法, 也是一种比较实用的软件生产过程标准。CMM 的主要用途有如下几种。

(1) 软件过程评估 SPA (Software Process Assessment): 在评估中, 一组经过培训的软件专业人员确定出一个企业软件过程的状况, 找出该企业所面对的与软件过程有关的、急需解决的所有问题, 以便取得企业领导层对软件过程改进的支持。

(2) 软件过程改进 SPI (Software Process Improvement): 软件过程改进是帮助软件企业对其软件过程向更好的方向转变, 并进行计划、制定以及实施。

(3) 软件能力评价 SCE (Software Capability Evaluation): 在软件能力评价中, 一组经过培训的专业人员需要鉴别出软件企业的能力及资格, 并检查、监察正用于软件制作的软件过程的状况。

在具体应用时不同人员可从不同侧面加以运用, 至少有以下 5 种使用方法:

- 评估组用来识别软件组织的强处和弱点;
- 评价组用来识别选择不同软件商的风险和监督合同;
- 评估软件开发者用来开发其他基于 CMM 的评估方法,以针对一些特定的需要;
- 高级管理者用来了解在软件组织中制定一个软件过程改进计划所必要的活动;
- 技术人员和过程改进组用来作为指南,指导他们在软件组织中定义和改进软件过程。

1.3 能力成熟度模型的体系结构

1.3.1 能力成熟度模型中涉及的专业术语

在具体讨论 CMM 体系结构之前,应了解 CMM 中涉及的专业术语和基本概念,这有助于理解和掌握软件过程领域的整体思路、方法和实施步骤。

(1) 软件过程:软件过程可以定义为人们用于开发和维护软件及其相关产品的一系列活动。活动包括软件工程活动和软件管理活动,而相关产品是指项目计划,设计文档、代码、测试方法和用户手册等。

(2) 软件过程能力:软件过程能力描述了通过执行其软件过程能够实现预期结果的程度。一个软件开发组织或项目组的软件过程能力,提供一种预测该组织或项目组承担下一个软件项目时最可能的预期结果的方法。软件过程能力既可对整个软件开发组织而言,也可对一个软件项目组织而言。

(3) 软件过程性能:软件过程性能表示在遵循一个软件过程后所得到的实际结果。软件过程性能既可对整个软件开发组织或一个项目组织而言,也可对一个特定软件项目而言。可见,软件过程性能是描述已经得到的实际结果,而软件过程能力则描述最有可能的预期结果。在这里,要注意软件过程能力的区别,前者关注的是实际得到的结果,而后者关注的是期望得到的结果。由于项目要求和客观环境的差异,软件过程性能不可能充分反映软件过程的整体能力,即软件过程能力受限于它的环境。软件工作者在运用这两项指标时应有足够的认识。

(4) 软件过程成熟度:软件过程成熟度是指一个具体的软件过程被明确地定义、管理、评价、控制和产生实效的程度。所谓成熟度包含着能力的一种增长潜力,同时也表明了组织(企业)实施软件过程的实际水平。随着软件组织的软件过程成熟度的提高,软件开发组织通过其方针、标准和组织机构等将其软件过程规范化和具体化,从而使得软件开发组织可以明确定义有关管理的工程方法,建议工程的实践和规程。

(5) 软件能力成熟度等级:软件能力成熟度等级是指软件开发组织在走向成熟的过程中几个具有明确定义的表征软件过程能力成熟度的平台。每一个成熟度等级为过程继续改进达到下一个等级提供一个基础。每一个等级包含一组过程目标,当其中一个目标达到时,就表明软件过程的一个重要成分得到了实现,从而导致组织的软件过程能力得以增长。

(6) 关键过程域:关键过程域是指互相关联的若干软件实践活动和有关基础设施的一个集合。每个软件能力成熟度等级包含若干个对该成熟度等级至关重要的过程域,它们的实施对达到该成熟度等级的目标起保证作用。因此这些过程域就称为该成熟度等级的关键过程域。顾名思义,既然有关键过程域就可能有非关键过程域。由于非关键过程域对达到相应软件成熟度等级的目标不起关键作用,所以在定义软件成熟度等级时不加以叙述。