

# 基于CMMI的 软件研发管理

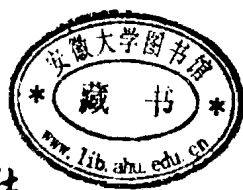
翟宏宝 郑丹丹 钟绍聪 等编著



中国质检出版社  
中国标准出版社

# 基于 CMMI 的软件研发管理

翟宏宝 郑丹丹 钟绍聪 等编著



中国质检出版社  
中国标准出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

基于 CMMI 的软件研发管理/翟宏宝等编著. —北京:中国标准出版社,2013. 3  
ISBN 978-7-5066-7116-3

I. 基… II. 翟… III. ①软件开发 IV. ①TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 027844 号

## 内 容 提 要

本书以最新的 CMMI for Development v1.3 为依据,结合目前软件研发相关的最新标准,重点阐述软件企业如何开展研发管理的各项活动,为软件企业改进过程提供参考和建议。全书共分为 7 章,通过相对独立而又有联系的组织形式系统地阐述了软件研发各过程之间的关系和各过程实施的核心内容。本书辅以大量的案例和模板,帮助读者了解、学习和掌握基于 CMMI 模型的软件研发管理方法和内容。

本书适用于软件企业从事研发管理、项目管理、软件研发、过程改进人员以及大中专院校计算机及相关专业师生使用。

中国质检出版社  
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 17.75 字数 424 千字  
2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月第一次印刷

\*

定价 59.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

# 编委会名单

主任：万举勇

副主任：赵国祥 李华北

主编：翟宏宝 郑丹丹

编写人员：钟绍聪 刘小茵

王 威 刘红标

我国软件行业经过几十年的发展已经形成了一个庞大的产业,软件研发管理的能力在不断摸索中持续提高。CMM/CMMI的引入,给软件研发管理能力的提升提供了一个明确的方向。但相对于我国软件企业总数,采用 CMMI 模型的企业数量依然很少。即便引进了 CMMI 模型的企业,在实施 CMMI 的过程中也存在着各种各样的困惑。

CMMI 是对企业研发过程中各个发展阶段的定义、实施、度量、质量控制及改善的一个模型化描述。这个模型用于确定企业的研发过程能力和找出产品质量及过程改进方面的最关键问题,为企业的过程改进提供指南。CMMI 涉及的范围包含了软件工程、硬件工程以及系统工程领域,本书将主要针对软件工程相关领域来展开讨论。

本书旨在通过大量技术细节和典型案例,结合目前软件研发相关的标准,重点阐述软件企业如何开展研发管理的各项活动,为软件企业改进过程提供参考和建议。全书系统地阐述了软件研发各过程之间的关系和各过程实施的核心内容,并辅以一定案例和模板,目的在于帮助读者了解、学习和掌握 CMMI 模型实施方法和内容。

本书分为 7 章,读者可根据自身工作需要选择地进行阅读。各章节内容如下:

第 1 章 CMMI 概述,介绍 CMMI 的基础知识,包括什么是 CMMI、其目的和作用、发展历史和模型结构等。内容通俗易懂,适合刚接触过程改进的人员阅读。

第 2 章开展基于 CMMI 的过程改进活动,分阶段详细地阐述

了基于 IDEAL 模型的过程改进方法及流程,并且突出了成功实施 CMMI 的几个关键要素。适合企业过程改进人员及质量管理人员阅读。

第 3 章~第 6 章按项目管理类、软件工程类、支持类和过程管理类四个类别就 CMMI 模型实施进行了探讨,解释了各类别过程之间的关系。编者根据自己在过程改进方面的经验阐述了对各个过程的理解和实施要点。这几个章节适合项目管理人员、软件研发人员、质量保证人员以及过程改进人员阅读。

第 7 章向高成熟度级别发展,内容包括 CMMI4 级和 5 级的实施简介。适合准备参与企业 4 级和 5 级改进的人员阅读。

本书由翟宏宝负责主编,其中第 1 章和第 3 章由翟宏宝负责编写,第 2 章和第 6 章由郑丹丹负责编写,第 4 章由钟绍聪和翟宏宝负责编写,第 5 章由翟宏宝、刘红标和王威负责编写,第 7 章由刘小茵、翟宏宝负责编写。全书定稿、统稿、修改工作由翟宏宝负责。

参与本书编写工作的作者都具有长期从事软件开发和过程改进的经验,长期研究软件企业研发管理状况,对软件企业的研发管理现状和遇到的困难有着较为深入的了解。希望本书的出版能够对软件企业提升研发管理能力有一定的帮助。我们也热忱地欢迎广大读者对本书提出宝贵的意见和建议。

编著者

2013 年 1 月

# 目 录

## CONTENT

<b>第 1 章 CMMI 概述</b> .....	1
1.1 什么是 CMMI .....	1
1.2 CMMI 的发展历史 .....	4
1.3 CMMI 模型结构 .....	5
1.4 CMMI 与 ISO 9001 的关系 .....	14
1.5 CMMI 与其他软件标准 .....	17
<b>第 2 章 开展基于 CMMI 的过程改进活动</b> .....	20
2.1 基于 IDEAL 模型的过程改进活动 .....	20
2.2 成功实施 CMMI 的关键要素 .....	45
<b>第 3 章 项目管理类过程实施</b> .....	53
3.1 概述 .....	53
3.2 项目管理类过程域之间的关系 .....	54
3.3 项目启动 .....	56
3.4 项目策划 .....	60
3.5 项目监控 .....	77
3.6 供方协议管理 .....	84
3.7 风险管理 .....	92
3.8 项目收尾 .....	100
<b>第 4 章 软件工程类过程的实施</b> .....	103
4.1 软件工程概述 .....	103
4.2 工程类过程域之间的关系 .....	105
4.3 需求工程 .....	107
4.4 软件设计 .....	120
4.5 软件编码 .....	128
4.6 软件集成 .....	131
4.7 软件验证 .....	136

4.8 软件确认 .....	155
<b>第 5 章 支持类过程的实施 .....</b>	<b>162</b>
5.1 概述 .....	162
5.2 支持类过程之间的关系 .....	162
5.3 配置管理 .....	163
5.4 过程和产品质量保证 .....	172
5.5 度量与分析 .....	178
5.6 决策分析与决定 .....	196
<b>第 6 章 过程管理类过程的实施 .....</b>	<b>201</b>
6.1 概述 .....	201
6.2 过程管理类过程之间的关系 .....	201
6.3 组织过程定义 .....	202
6.4 组织过程焦点 .....	232
6.5 组织培训 .....	242
<b>第 7 章 向高成熟度级别发展 .....</b>	<b>251</b>
7.1 概述 .....	251
7.2 成熟度等级 4——已定量管理级 .....	252
7.3 成熟度等级 5——优化级 .....	266
 <b>参考文献 .....</b>	 <b>274</b>



### 1.1 什么是 CMMI

软件经过几十年的发展,已经广泛应用于各行各业中。小到家用电器、大到航空航天设备,无处不见软件的身影。这些应用促进了经济和社会的快速发展,使人们的工作效率和生活质量得到了很大程度的提高。然而,在人们因软件而得到诸多便利的同时,也会因软件的质量问题而遭遇很多麻烦甚至是蒙受巨大的经济损失,例如航天飞机发射失败、奥运订票系统瘫痪、银行系统取钱错误、手机无法接打电话等。软件质量问题已经变得越来越突出,使我们不得不考虑如何解决这些问题。

我国软件产品的研发能力依然处在发展的初级阶段,很多企业的软件研发还是依赖于某几个关键人员来完成,缺少完整而系统的管理方法。我们国家已开始意识到这些问题,最近几年发布了很多与软件研发相关的标准,希望能够加快与国际先进软件研发水平的跟进步伐。这包括 GB/T 18905—2002《软件工程 产品评价》、GB/T 20157—2006《信息技术 软件维护》、GB/T 20158—2006《信息技术 软件生存周期过程 配置管理》、GB/T 20917—2007《软件工程 软件测量过程》、GB/T 20918—2007《信息技术 软件生存周期过程 风险管理》、GB/T 8566—2007《信息技术 软件生存周期过程》、GB/T 8567—2006《计算机软件文档编制规范》等一系列标准。软件研发标准已经从单一化、重工程,向多层次、重管理的方向发展,并且逐渐覆盖到软件研发的各个方面。

而与软件相关的诸多标准规范中,最为引人瞩目的还是 2000 年开始进入中国的由美国卡耐基·梅隆大学的软件工程研究所发布的 CMMI 模型。CMMI 模型已成为我国软件研发体系建设和软件行业发展中的一项重要标准。

CMMI 模型规定了软件研发能力成熟度的模型,同时还规定了软件研发和维护活动中的主要软件管理过程和工程过程的实践。它适用于对组织的软件研发能力进行评价,也适用于组织自身对软件过程进行评估和改进。总体而言,该标准可以应用于:

(1) 软件能力评价。用于鉴别软件产品承包企业的能力成熟度等级,判断软件产品承包单位是否有能力承制该产品,或者对软件承包单位的软件研发过程进行监督、检查。

(2) 软件过程评估。帮助软件研发单位评价自身的过程管理能力,了解自身的强项和弱项,找出组织面对的与开发过程有关的,急需解决的所有问题。

(3) 软件过程改进。帮助组织的研发过程向更好的方向改变,不断完善和改进研发过程,确保产品质量,提高研发效率。

实施 CMMI,可以帮助组织对软件过程进行管理和改进,提升软件研发能力,确保能按时、在预算范围内开发出高质量的产品,从而提高组织的管理水平,增强组织的竞争力。实施 CMMI 对组织的好处主要体现在以下五个方面:

第一,保证软件项目开发的质量与进度,对“杂乱无章、无序管理”的项目开发过程进行

规范。

通过实施 CMMI,企业可以规范软件开发过程,增强过程的可预见性,随着 CMMI 成熟度级别的不断提升,组织过程的可视性会越来越强,组织过程的执行会越来越明确,结果也会越来越容易得到管理(如图 1-1 所示)。

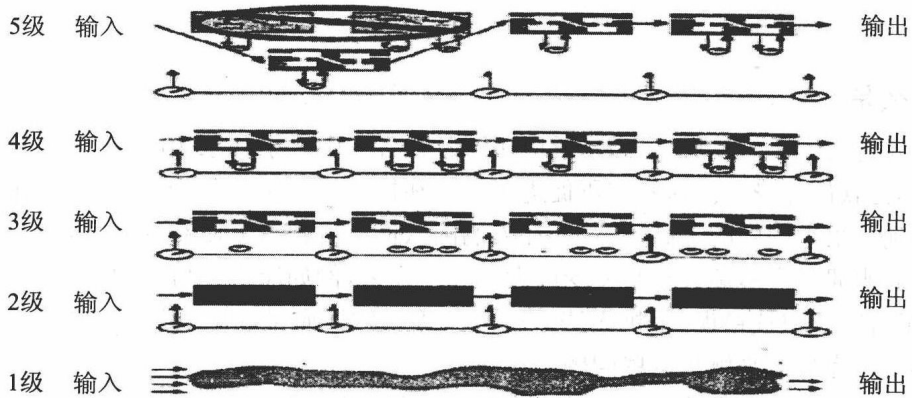


图 1-1 CMMI 各成熟度级别的可视性

随着成熟度级别的不断提升,组织可以及时发现并解决过程中的问题,确保工作过程的质量,从而保证最终产品的质量(如图 1-2 所示)。

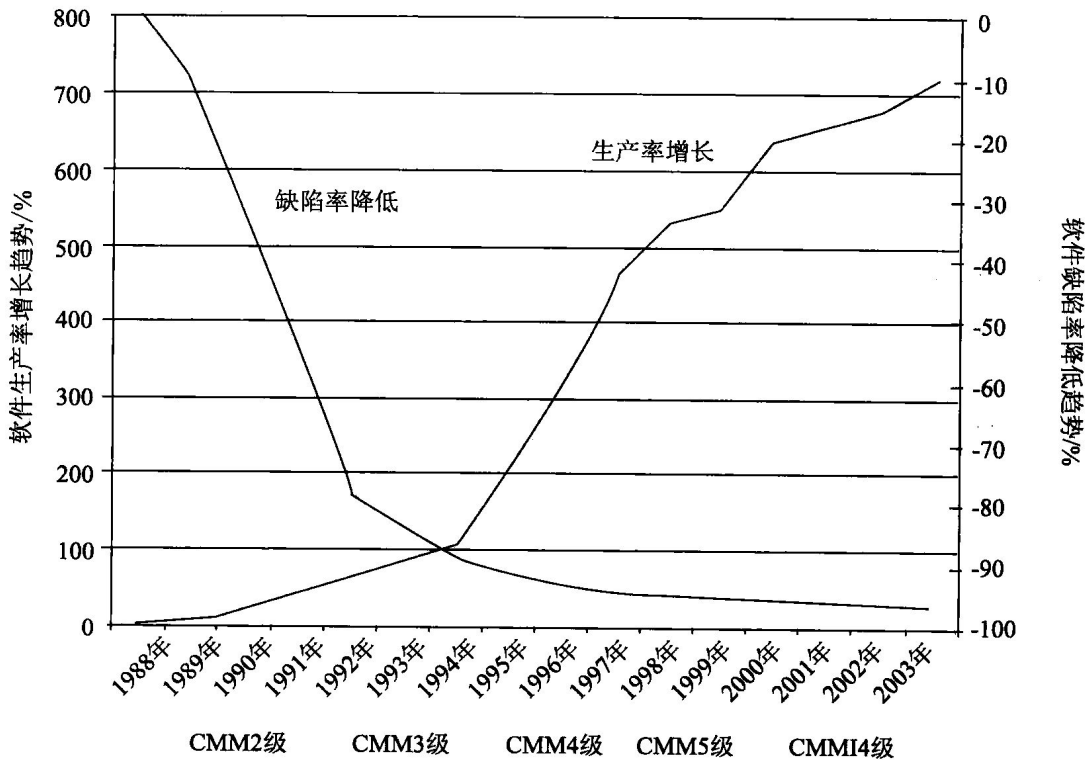


图 1-2 Lockheed Martin 实施过程改进的效果

第二,有利于成本控制。实施 CMMI 对研发过程中的工作产物的质量有所保证,花费在返工和解决客户抱怨方面的成本会降低很多。

组织通过不断地实施过程改进活动,可以有效地减少项目中的返工成本,从而降低项目总体成本。以波音公司为例,图 1-3 为波音公司不同成熟度成本节省情况。

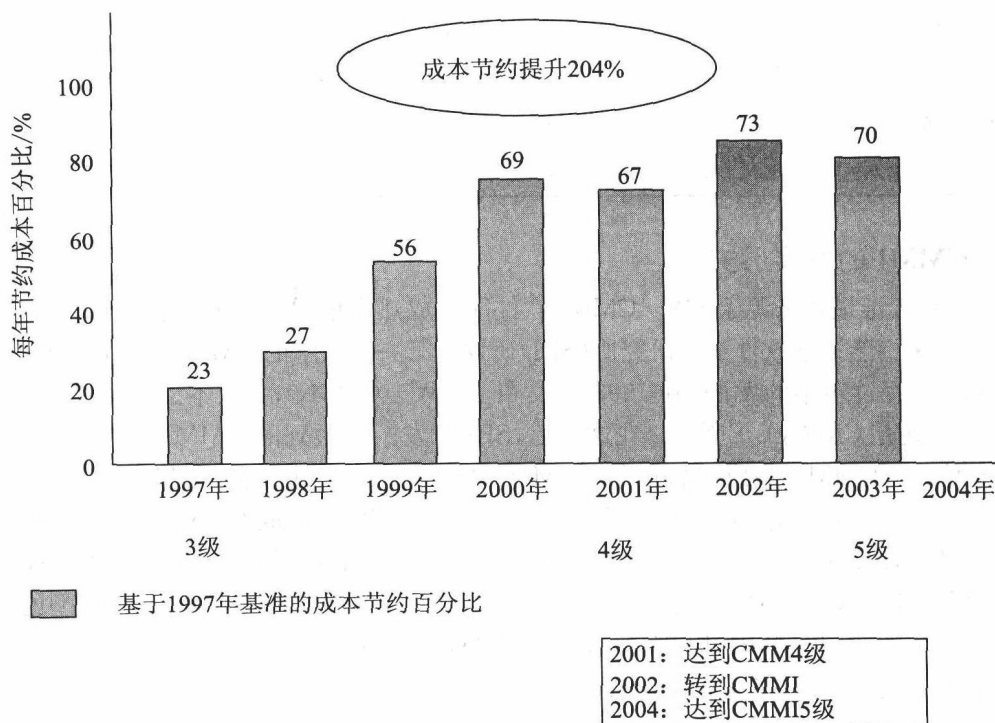


图 1-3 波音公司不同成熟度成本节省情况

第三,提高开发者的职业素养。每一个参与 CMMI 实施的员工,无论是项目经理,还是工程师,乃至高层管理人员的做事方法都会逐渐变得标准化、规范化。

实施 CMMI 为组织建立了一个工作沟通和交流的平台,通过该平台,项目组成员清楚工作应该如何去做,而不是每个项目都需要组织对其进行培训或相应的指导。

第四,能够解决人员变动所带来的一些问题。

项目通过配置管理等工作,确保各个过程的相关工作产物得到及时的管理,避免由于保存在个人电脑上,而导致工作产物在项目完成后便遗失的情况。

公司通过过程改进,建立了财富库以共享经验,项目在研发过程中将尽量参考以往项目的经验,而不是单纯依靠某些人员。

第五,有利于提升公司和员工绩效管理水平和持续改进效益。通过测量和分析开发过程和产物,建立公司的效率指标。

总体而言,实施过程改进可以为组织带来很多的好处,表 1-1 是软件工程研究所(SEI)于 2005 年 11 月统计的实施过程改进效果的数据。

表 1-1 SEI 统计的过程改进效果数据

改进的方面	中值	数据点的数量	低值	高值
成本	20%	21	3%	87%
进度	37%	19	2%	90%
生产率	67%	16	11%	255%
质量	50%	18	19%	232%
顾客满意度	14%	6	-4%	55%
投资回报比	4.8 : 1	14	2 : 1	27.7 : 1

## 1.2 CMMI 的发展历史

CMMI 标准最初来源于 SW-CMM(软件能力成熟度模型)。1987 年受美国国防部委托,卡耐基·梅隆大学软件工程研究所(SEI)研发了第一个版本的 CMM(Capability Maturity Model)。经过多年的发展,到 1993 年发布了 SW-CMMv1.1 版本。我国最早采用的 CMM 版本便是 CMMv1.1 版本。在这之后,SEI 开发了一系列的 CMM 模型,包括系统工程 CMM(SE-CMM)、集成产品开发 CMM(IPD-CMM)、软件采购 CMM(SA-CMM)等。到 1997 年,美国国防部提出要求,将各 CMM 模型进行整合,形成 CMMI(能力成熟度模型集成)。随后,SEI 在 2000 年发布了 CMMI1.0 版本。SEI 目前最新的版本为 CMMIv1.3 版本。根据 SEI 要求,CMMI 新模型发布一年后,将会终止接受老版本的 CMMI 模型的评估,因此,目前全国使用的 CMMI 模型的版本为 CMMIv1.3 版本。

图 1-4 显示了 CMMI 发展的历程。

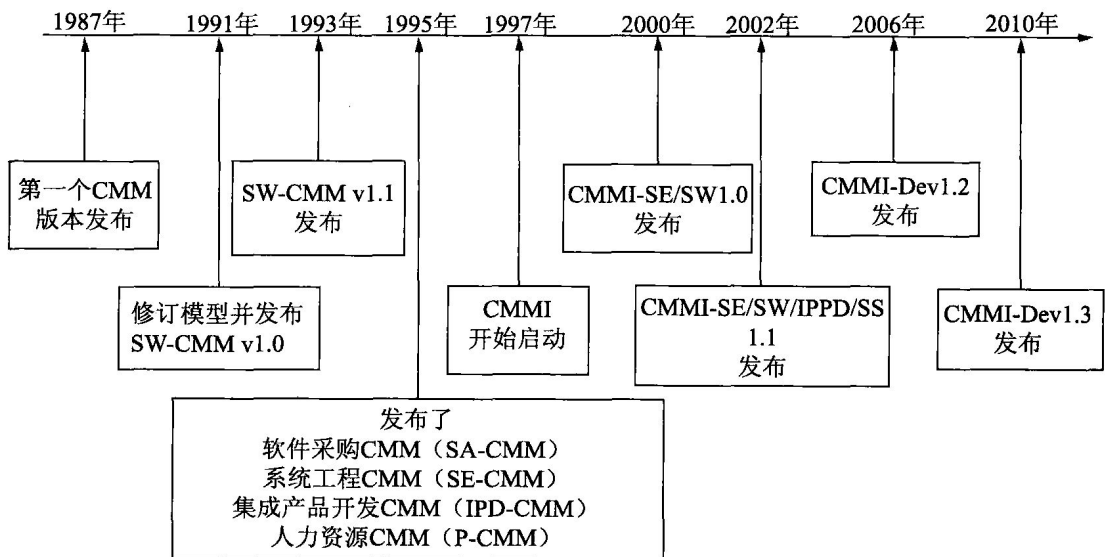


图 1-4 CMMI 参考模型及发展情况

在我国,使用最多的 CMMI 模型的版本为 SW-CMMv1.1, CMMIv1.1, CMMI-DEVv1.2, CMMI-DEVv1.3。

## 1.3 CMMI 模型结构

### 1.3.1 成熟度等级

#### 1.3.1.1 概述

CMMI 采用分级的表述方法,将能力成熟度模型用 5 个等级表示,如图 1-5 所示。

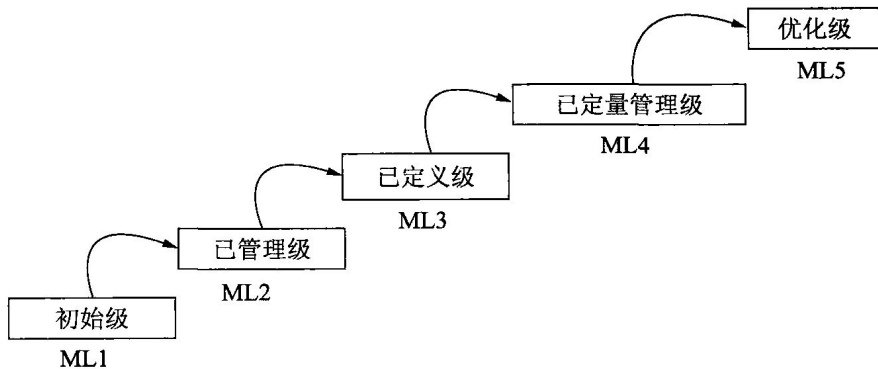


图 1-5 CMMI 成熟度等级

每个成熟度等级(除成熟度等级 1 外)包含了一组过程域,每个过程域包含了一系列有关的专用实践和共用实践。组织的成熟度等级提供了预测其在软件工程中的绩效的一种方法。经验表明,当组织将其过程改进工作集中在可管理数目的过程域上时可以达到最佳效果,并且这些过程域需要随着组织的改进而日益精化。

成熟度等级是一个已定义的、组织过程改进的进化台阶。每个成熟度等级表示组织过程的一个重要部分已经成熟,并为它进入下一个成熟度等级做好准备。根据是否达到与每组预定过程域相关的专用目标和共用目标来判定是否满足相应的成熟度等级。

#### 1.3.1.2 成熟度等级 1:初始级

在成熟度等级 1,过程通常都是随意、无序的。组织通常不提供支持过程的稳定环境。在这些组织中,成功依赖于个人的能力和勤奋,而不依赖于使用已经证实的过程。尽管在这种随意、无序的环境中,成熟度等级 1 的组织常常仍能生产可用的产品,提供可接受的服务,不过,他们经常超出其项目的预算和进度。

成熟度等级 1 的组织的主要特征是过分承诺,在遇到困难时会放弃过程,并且不能重复他们以往的成功实践。

#### 1.3.1.3 成熟度等级 2:已管理级

在成熟度等级 2,组织的项目已确保其过程按照方针进行策划并得到执行。这些项目使用有相关技能的人员,这些人员拥有足够的资源,以便生产受到控制的工作产品;这些项目都包括利益相关方且都受到监督、控制、评审和评价,以保证符合其过程说明。成熟度等级 2 反映的过程纪律有助于确保项目在有压力的情况下保持现有的实践。在这些实践都到位的情况下,项目都能按照其文档化的计划进行实施和管理。

在成熟度等级 2,工作产品的状态和服务的交付在规定的时点(例如,在主要里程碑和主要任务完成时)对管理者是可见的。组织在利益相关方之间建立承诺并在需要时进行修订。工作产品受到适当的控制,并且工作产品和服务满足其规定的过程说明、标准和规程。

### 1.3.1.4 成熟度等级 3:已定义级

在成熟度等级 3,过程已经得到了很好的定义和理解,并用标准、规程、工具和方法进行了描述。作为成熟度等级 3 的基础,组织的标准过程集已经建立,并随着时间推移而不断改进。这些标准过程用于建立整个组织的一致性。项目按照剪裁指南剪裁组织的标准过程集,以建立项目的已定义过程。

### 1.3.1.5 成熟度等级 4:已定量管理级

在成熟度等级 4,组织和项目为质量和过程绩效建立了定量目标,并将其用作管理过程的准则。这些定量目标是根据顾客、最终用户、组织和过程实现者的需要建立的。质量和过程绩效都按统计术语进行理解并在该过程生存周期间受到管理。

对于所选择的子过程,收集并统计分析该过程绩效的详细测量值。将质量和过程绩效测量值纳入组织的测量库以支持基于事实的决策。标识过程变异的特殊原因,并在适当时纠正特殊原因的根源以防再次发生变异。

### 1.3.1.6 成熟度等级 5:优化级

在成熟度等级 5,根据对过程中固有变异的共因的定量理解,组织持续地改进它的过程。

成熟度等级 5 关注通过增量式和创新式的过程和技术改进来持续地改进过程绩效。建立组织的定量过程改进目标,持续地修订过程改进目标以反映日益变化的业务目标,并将这些目标用作管理过程改进的准则。对照定量的过程改进目标,测量并评价已部署的过程改进的效果。无论是项目的已定义过程,还是组织的标准过程集,它们都是可测量的改进活动的对象。

### 1.3.1.7 各成熟度等级之间的差异

总体而言,不同的成熟度等级存在着差异,如图 1-6 所示。

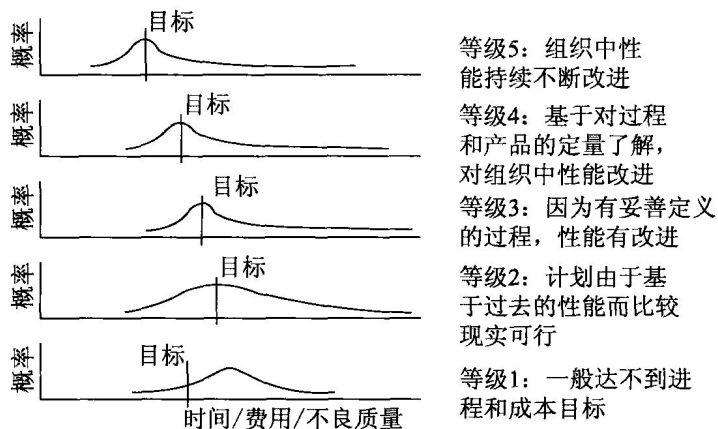


图 1-6 不同成熟度等级之间的差异

组织可以按照既定的成熟度等级逐级进行改进,各成熟度等级包含的过程域如表 1-2 所示。

表 1-2 各成熟度等级包含的过程域

等级	焦点	过程域
等级 5:优化级	持续过程改进	组织绩效管理
		因果分析和解决方案

表 1-2(续)

等级	焦点	过程域
等级 4: 定量管理级	定量管理	组织过程绩效
		定量项目管理
等级 3: 已定义级	过程标准化	需求开发
		技术解决方案
		产品集成
		验证
		确认
		组织过程焦点
		组织过程定义
		集成项目管理
		风险管理
		决策分析和决定
		组织培训
等级 2: 已管理级	基本项目管理	需求管理
		项目策划
		项目监控
		供方协议管理
		测量和分析
		过程 and 产品质量保证
		配置管理
等级 1: 初始级		无

组织的成熟度等级按照分类, 又可以分为项目管理类、支持类、工程类和过程管理类四类。每一类包含的过程域如表 1-3 所示。

表 1-3 过程域分类

过程域类别	过程域	成熟度等级	缩写
项目管理	项目策划	2	PP
	项目监控	2	PMC
	供方协议管理	2	SAM
	集成项目管理	3	IPM
	风险管理	3	RSKM
	项目定量管理	4	QPM
支持	配置管理	2	CM
	过程 and 产品质量保证	2	PPQA
	测量和分析	2	MA

表 1-3(续)

过程域类别	过程域	成熟度等级	缩写
支持	因果分析和解决方案	5	CAR
	决策分析和决定	3	DAR
工程	需求开发	3	RD
	技术解决方案	3	TS
	产品集成	3	PI
	验证	3	VER
	确认	3	VAL
	需求管理	2	REQM
过程管理	组织过程焦点	3	OPF
	组织过程定义	3	OPD
	组织培训	3	OT
	组织过程绩效	4	OPP
	组织绩效管理	5	OPM

组织的成熟度等级的实施,在实施高成熟度级别的时候必须包含低成熟度级别的过程域,不能跳级实施,如图 1-7 所示。

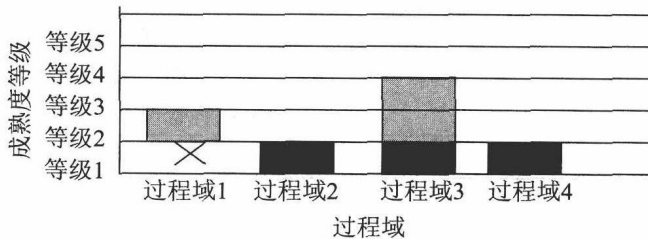


图 1-7 过程域实施示例

每个过程域中设定了共用目标和专用目标,每个目标下由若干实践组成。这些实践是根据各个组织长期开发实践活动的成功经验逐渐总结、提炼形成的,被认为是具有共性的最佳实践。CMMI 模型的层次结构如图 1-8 所示。

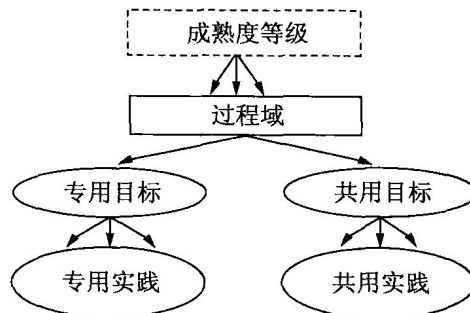


图 1-8 CMMI 模型结构



### 1.3.2 模型部件

CMMI 中的部件可以分成三类,分别是必需的部件、期望的部件和资料性的部件。最重要的是必需的部件,它们是模型的基础,是了解过程改进需要做什么和确定评估是否符合标准要求的基础。其次是期望的部件,这些部件可有可无,在成功使用标准的组织中也许不存在,但是在大多数情况下使用它们可以促进过程改进活动。最后是资料性的部件,也是占标准页数最多的部件,主要用于提供资料信息,这些资料为实施过程改进提供了有用的指导,可以作为前两项的补充和说明。

(1) 必需的部件是组织为满足过程域必须达到的目标。在标准中,必需的部件就是专用目标和共用目标。在评估中,满足目标是确定过程域是否已实现且已满足的基础。

(2) 期望的部件是组织为了实现必需的部件通常应实施什么。期望的部件用于指导过程改进或评估。期望的部件包括专用实践和共用实践。在可以认为目标已经得到满足之前,在组织已计划并已执行的过程中应具有所规定的实践或者可接受的替代实践。

(3) 资料性的部件提供了有助于组织开始考虑如何处理必需的部件和期望的部件的细节。子实践、典型工作产品、共用实践详细说明、目标和实践的标题、目标和实践的注释,以及参考等都是资料性的部件。

每个 CMMI 标准的基本部件被称作过程域,过程域不描述如何执行有效的过程,而描述了使用有效过程来做什么,以及为什么做。

#### 1. 概述

部件与目标、实践和过程域的关系如图 1-9 所示。

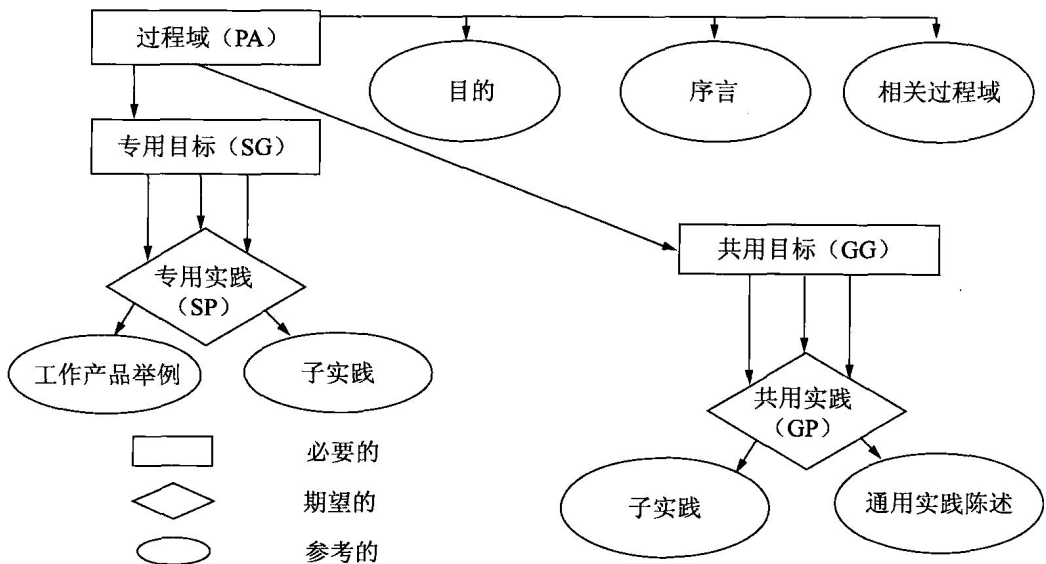


图 1-9 CMMI 部件结构

#### 2. 过程域

过程域是一个领域内的一组相关的实践,当这些实践被全部实现时,就能满足对于改进该领域十分重要的一组目标。