

国家社会科学基金《基于高新技术的我国软件产业发展规划构想的研究》项目组
北京市专项经费项目组



现代软件工程技术 与CMM 的融合

□ 杨一平等 著



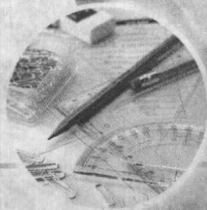
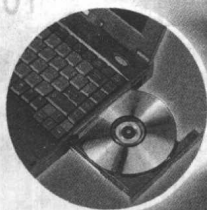
人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

国家社会科学基金《基于高新技术的我国软件产业发展规划构想的研究》项目组
北京市专项经费项目组



现代软件工程技术 与CMM 的融合

□ 杨一平等 著



人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代软件工程技术 with CMM 的融合 / 杨一平等著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.11

ISBN 7-115-10776-9

I. 现... II. 杨... III. 软件工程 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 086239 号

内 容 提 要

本书重点介绍软件工程技术 and 软件能力成熟度模型 CMM 的融合。本书共分 11 章, 第 1~3 章中介绍了软件工程和软件能力成熟度模型 CMM 的基本概念、基本原理和体系结构; 第 4~6 章中给出了软件工程技术 and 软件能力成熟度模型 CMM 的融合的框架结构、重点关键过程域实施方案分析和软件项目管理方面的方法步骤; 第 7~10 章分别介绍了美国 SIAC 公司、联想软件公司、摩托罗拉公司实施 CMM 的案例分析和针对软件项目监理的案例分折; 在第 11 章给出了“基于高新技术的我国软件产业发展规划构想的研究”。

本书列举了大量的应用实例, 突出了在软件工程技术开发中应用软件过程管理的先进思路和方法, 为软件企业开展质量管理、上规模和出效益提供了系统的和可行的参考方案。本书适合从事软件行业的工程技术人员、软件过程管理人员和软件企业经理阅读, 也可作为计算机软件专业、信息管理专业本科和研究生的参考书。

现代软件工程技术 with CMM 的融合

◆ 著 杨一平 等

责任编辑 马 嘉

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67132692

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 28.5

字数: 690 千字

2002 年 11 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2002 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10776-9/TP · 3155

定价: 44.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

作者简介

杨一平教授，1954年生，北京人，1982年1月毕业华中理工大学计算机科学系。现任首都经济贸易大学信息学院院长，兼职担任全国计算机应用技术考试证书委员会委员、中国信息协会理事、北京计算机用户协会教育分会常务理事。

主要研究方向：MIS 系统、软件工程、网络及多媒体技术应用。他主持开发并完成的科研项目累计 8 项，获北京市级奖 2 项。目前，他的研究重点是软件过程改进，承担了国家社会科学基金项目“基于高新技术的我国软件产业发展规划构想的研究”、北京市自然科学基金项目“以 SW-CMM 模型技术促进北京市软件企业升级换代的研究”等 4 项课题的研究。



同时，他一直在高校从事教学工作，先后为信息学院研究生、本科生讲授了“软件工程”、“计算机网络工程”、“多媒体技术及其应用”、“C 语言”等 12 门专业课程，指导了 20 名硕士研究生。

近几年来，他累计发表约 30 篇学术论文，如《基于 CMM 模型提出我国软件产业发展规划构想》、《我国软件产业实施 CMM 的对策研究》等；编著、译著、论著累计 20 本，代表作包括《软件能力成熟度模型 CMM 方法及其应用》、《计算机网络工程及其应用》、《计算机操作系统及其应用》、《Windows 98 中文版实用教程》等。1998 在“面向未来计算机培训电视讲座”中主讲 Access 97 数据库系统，1999 年在“21 世纪计算机培训电视讲座”中主讲 Access 2000 数据库系统。讲座节目在 1998 年~2001 年期间在中央电视台第一套和第二套、各省市电视台播出，影响较大，社会反映良好。

联系电话：65976450， E-mail :yyp@cueb.edu.cn

前 言

21 世纪是信息社会高速发展的时代。软件作为信息技术的核心，起着至关重要的作用。随着信息经济、网络经济和科学技术的发展，各行各业离不开计算机系统的应用，换句话说讲也就是离不开软件。软件是这些系统的中枢神经，决定着系统的效能水平。面对着计算机应用的需求和潜在的软件市场，研究如何更快、更好、更方便地开发出各种不同的软件产品来满足与日俱增的需求，始终是软件工作者追求的目标。我国加入 WTO 后，随之而来的是软件业不可避免地要面对国际市场的激烈竞争，然而令人深感忧虑的是，国内大多数软件企业的水平和实力还远远没有达到参与国际竞争的基本要求。加强管理、改善软件开发过程、提供高质量的软件产品成为软件企业保住国内市场走向世界的必由之路。

本书的宗旨是建立以软件工程为主线融入 CMM 模型的过程改进和评估标准的融合框架，提出实现独立的质量保证体系的一系列指标，完善量化管理的方法和措施，设计用于过程改进的解决方案。书中列举了大量软件企业实施 CMM 的案例，目的就是探索运用 CMM 模型和先进的管理方法，提高我国软件企业过程改进和质量保证能力的路子。

在写书的过程中，我们对国内外软件产业发展的现状进行了认真的分析。认为近年来尽管我国软件的发展取得了许多成果，拥有一大批优秀的编程人员，但管理不足和缺乏有效的质量保证体系，软件企业管理、软件开发与生产的效果始终未如人意。软件产品不同于其他产品，对软件产品的衡量与评价具有一定的难度，软件产品的开发具有较大的风险。国内外大量的研究和实践证明：软件的开发工作决不仅仅是技术过程，它是一个全面的质量管理过程。为此，软件的管理应是连贯的，软件生产企业的定位应是连贯的，软件维护工作应是不断改进的过程，软件的管理不应只是结果的管理而应是对软件开发过程的管理。因此，一个不同于以往的概念正逐渐被软件企业接受，它就是软件能力成熟度模型（CMM，由美国卡内基·梅隆大学软件工程研究所提出），一个企业的软件能力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。一个企业过程能力越是成熟，该企业的软件生产能力就越有保证。国外近几年软件产业发展的成果是惊人的，究其原因，一些大的软件企业除了注重软件产品的标准化以外，更注重软件开发过程的标准化。目前，国内经过了两年半的起步阶段，笔者也有幸在 1998 年开始涉及该领域，在北京市自然基金的资助下已出版《软件能力成熟度模型 CMM 方法及其应用》一书，深知此研究问题的重要性。国务院和信息产业部分别下发了两个文件《国务院关于印发鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》和《关于发布计算机信息系统集成资质等级评定条件的通知》，鼓励企业通过 CMM 的认证，政策调动企业进行 CMM 评估的积极性，也确实对软件提高自身管理水平和整体开发能力起到了推动作用。

然而，在我国软件企业管理薄弱的环境下，最缺乏的是深入理解 CMM、可供参考的实施方案、过程改进和评估标准的融合框架，质量保证体系的一系列指标、量化管理的方法和措施和用于过程改进的各种解决方案。本书就是在这种情况下，总结了笔者多年的研究成果和应用案例，结合我国软件企业的实际情况，在理论研究上侧重技术方法和管理方法的融合，

侧重 CMM 实施的方法和步骤,应用研究上侧重 CMM 对于具体软件企业的可使用性及如何实施 CMM 的具体措施等方面。总之,我国的软件产业要想生存和发展,就必须找到一个突破口,面对国际信息化浪潮的冲击,把握这一趋势,适时调整我国软件产业发展战略,提出正确的、有重要的参考价值的方法和理论体系,对我国软件产业在 21 世纪迎接挑战和抓住机遇至关重要。

本书共分 11 章,第 1~3 章中介绍了软件工程和软件能力成熟度模型 CMM 的基本概念、基本原理和体系结构。第 4~6 章中给出了软件工程技术和 CMM 融合的框架结构、重点关键过程域实施方案分析和软件项目管理方面的方法步骤。第 7~10 章分别介绍了美国 SIAC 公司、联想集团软件事业部、Motorola (中国) 公司实施 CMM 的案例分析和针对软件项目监理的案例。最后,在第 11 章给出了“基于高新技术的我国软件产业发展规划构想的研究”。本书在编写的过程中,参考了大量的、最新的与 CMM 有关的外文资料,模型主体框架以 CMM1.1 为准。在笔者理解和实践的基础上,增加了很多新内容。

本书第 1、2 章由郭宁、杨一平、黄叔武、田新民、马亚玲等编写,第 3 章由杨一平、许向荣等编写,第 4 章由马慧、杨一平编写,第 5 章由娄不夜、杨一平、陈英编写,第 6 章由邵丽编写,第 7 章由 Timothy. T. Porter 先生、郝海静、杨一平编写,第 8 章由韩振江、李建奇、董锋、杨一平等编写,第 9 章由胡大庆、付进顺、董锋、尹海琴等编写,第 10 章由胡小松、杨一平等编写,第 11 章由杨一平、文魁、马慧及全体课题组成员参加编写。全书由杨一平策划、统稿和审查,课题组集体讨论定稿。另外,研究生李长征、栾东庆等做了大量的辅助工作,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

作者的联系方式: yyp@cueb.edu.cn

作 者
2002 年 8 月于北京

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 融合的思考与探索	1
1.2 存在的问题及软件产业的发展趋势	2
1.2.1 观念有待创新与理论有待突破.....	2
1.2.2 密切关注过程化的管理方式.....	3
1.2.3 软件人才短缺、结构有待调整.....	4
1.2.4 软件的监理机制势在必行.....	6
1.2.5 网络化、服务化、国际化的发展趋势.....	7
1.2.6 及时地制定与调整适应软件产业发展的总体规划.....	8
1.3 本书研究前期工作简介	9
1.4 本书的主要内容	9
第 2 章 软件工程与软件开发技术.....	11
2.1 软件工程概论	11
2.1.1 软件危机.....	11
2.1.2 软件工程的发展.....	12
2.1.3 软件工程的概念.....	12
2.1.4 软件工程的新热点.....	18
2.2 软件开发技术	23
2.2.1 软件生存期模型.....	23
2.2.2 软件开发方法	29
2.3 软件工程发展的突破口	45
第 3 章 软件过程管理及过程改进的理论基础	47
3.1 软件能力成熟度模型 CMM 的发展过程.....	47
3.1.1 软件能力成熟度模型 CMM 的概况.....	47
3.1.2 CMM 产生的理论基础	48
3.1.3 CMM 的发展过程.....	49
3.1.4 CMM 今后的发展方向	50
3.2 软件能力成熟度模型 CMM 的基础知识	50
3.2.1 专业术语.....	50
3.2.2 不成熟与成熟软件组织的特征.....	51
3.2.3 CMM 的体系结构	52
3.3 软件能力成熟度模型 CMM 的主要内容	53

3.3.1	软件过程的可视性.....	53
3.3.2	软件能力成熟度模型的内容.....	55
3.3.3	CMM 的内部结构.....	60
3.3.4	如何运用 CMM.....	65
3.3.5	对软件过程改进几种方法的比较.....	68
3.4	CMM 各级之间的关系.....	71
3.4.1	软件企业自身的现状与 CMM 的级别.....	71
3.4.2	从初始级向可重复级过渡.....	73
3.4.3	从可重复级向已定义级过渡.....	73
3.4.4	向已管理级和优化级过渡.....	74
3.5	CMM 实施的人员构成和组织机构划分.....	74
3.5.1	角色(人员)的构成.....	75
3.5.2	组织机构的划分.....	76
3.5.3	组织机构的独立性.....	77
3.6	软件能力成熟度模型 CMM 与软件产业.....	77
第 4 章	软件工程与软件能力成熟度的融合.....	79
4.1	软件工程与软件能力成熟度融合的重要意义.....	79
4.1.1	融合的必要性.....	80
4.1.2	融合的主要作用.....	80
4.2	项目质量的支撑点.....	82
4.2.1	项目管理常见的问题.....	82
4.2.2	管理产生漏洞的主要因素.....	83
4.2.3	项目质量的两个支撑点——管理与技术.....	84
4.3	软件工程与软件能力成熟度融合框架.....	85
4.4	CMM 过程管理技术规避系统规划中风险.....	87
4.4.1	CMM 项目计划关键域的重要指导作用.....	87
4.4.2	CMM 软件配置过程管理的重要指导作用.....	92
4.4.3	CMM 培训程序过程关键域的重要指导作用.....	94
4.4.4	CMM 软件转包合同过程关键域的重要指导作用.....	96
4.5	CMM 过程管理技术规避系统分析中风险.....	99
4.5.1	系统分析阶段的主要工作.....	99
4.5.2	了解需求分析阶段常见的问题.....	100
4.5.3	CMM 的需求管理过程关键域的核心内容.....	100
4.5.4	CMM 需求管理过程关键域的重要指导意义.....	102
4.6	CMM 过程管理技术规避系统设计中风险.....	105
4.6.1	系统设计的主要工作.....	105
4.6.2	了解系统设计常见的问题.....	105
4.6.3	CMM 软件项目跟踪和监控关键域的核心内容.....	106

4.6.4	CMM 软件项目跟踪和监督关键域的指导意义.....	107
4.7	CMM 过程管理技术规避系统实施中风险	108
4.7.1	系统实施的主要工作	108
4.7.2	了解系统实施阶段常见的问题.....	109
4.7.3	CMM 的软件质量保证关键过程域的核心内容.....	110
4.7.4	CMM 的软件质量管理过程关键域的指导意义.....	111
4.8	CMM 过程管理技术规避系统维护中风险	113
4.8.1	维护阶段的主要工作	113
4.8.2	了解维护阶段中常见的问题.....	114
4.8.3	CMM 的基线管理的核心内容.....	114
4.8.4	CMM 的基线化管理的重要指导意义.....	115
第 5 章	CMM 关键过程域的细化	119
5.1	需求管理	119
5.1.1	概述	119
5.1.2	目标	120
5.1.3	约定与能力	120
5.1.4	执行活动	122
5.1.5	测量与验证	125
5.1.6	小结	125
5.2	软件项目计划	126
5.2.1	概述	126
5.2.2	目标	126
5.2.3	约定与能力	127
5.2.4	执行活动	128
5.2.5	测量与验证	135
5.2.6	小结	136
5.3	软件质量保证	136
5.3.1	概述	137
5.3.2	目标	137
5.3.3	约定与能力	137
5.3.4	执行活动	138
5.3.5	测量与验证	142
5.3.6	小结	143
5.4	软件配置管理	143
5.4.1	概述	144
5.4.2	目标	145
5.4.3	约定与能力	145
5.4.4	制定执行活动	147

5.4.5 测量与验证	151
5.4.6 小结	151
5.5 培训活动的实施	152
5.5.1 培训政策	152
5.5.2 培训组织	152
5.5.3 培训类别	152
5.5.4 角色和职责	154
5.6 同行评审	155
5.6.1 概述	156
5.6.2 目标	156
5.6.3 约定与能力	156
5.6.4 执行活动	159
5.6.5 测量与验证	162
5.6.6 小结	162
5.7 实施 CMM 4~5 中的问题解答	163
第 6 章 项目管理在软件开发过程中的应用	170
6.1 项目管理基础	170
6.1.1 项目及其特征	170
6.1.2 项目管理及其要素	171
6.1.3 项目管理体系	173
6.2 软件项目管理	175
6.2.1 软件项目的特殊性	175
6.2.2 软件项目成功的关键因素	176
6.2.3 软件项目管理	177
6.3 软件项目计划与进度安排	179
6.3.1 软件项目计划的任务	180
6.3.2 软件项目估算	182
6.3.3 软件项目进度	187
6.4 软件质量控制与管理	195
6.4.1 软件质量特性	195
6.4.2 软件质量控制和管理	196
6.5 软件项目小组与团队管理	199
6.5.1 人员配备	200
6.5.2 项目团队的发展与管理	201
第 7 章 美国跨国公司 (SAIC) 实施 CMM 的案例分析	203
7.1 科技应用国际公司 (SAIC)	203
7.1.1 科技应用国际公司概况	203

7.1.2	SAIC 的技术及软件过程.....	206
7.2	SAIC 实施 SEI CMM 的动机和目标.....	207
7.3	软件生命周期模型和软件开发过程.....	208
7.4	在大型系统和软件公司中实施 SEI CMM 的研究.....	213
7.4.1	SAIC 的组织结构.....	213
7.4.2	SAIC 实施 SEI CMM 的组织结构.....	214
7.4.3	实施 SEI CMM 的公司策略.....	216
7.4.4	公司的 SEI CMM 工作程序.....	220
7.4.5	关于 SEI CMM 的培训和内部过程改进咨询服务.....	223
7.5	如何在一个项目中实施 CMM.....	226
7.5.1	一个决策支持系统项目概述.....	226
7.5.2	选择软件生命周期模型.....	227
7.5.3	系统配置和网络(图).....	228
7.5.4	项目小组.....	229
7.5.5	初始软件过程评估.....	229
7.5.6	过程改进计划.....	231
7.6	实施 SEI CMM 吸取的经验和教训.....	233
7.6.1	从公司角度看实施 SEI CMM 吸取的经验.....	233
7.6.2	从一线或项目角度看实施 SEI CMM 吸取的教训.....	237
7.6.3	其他角度的观察.....	238
第 8 章	联想集团软件事业部完成 CMM2~3 级的案例分析.....	240
8.1	联想集团软件事业部实施 CMM 的相关背景.....	240
8.1.1	联想集团简介.....	240
8.1.2	联想软件过程改进历程简介.....	241
8.1.3	为什么实施 CMM.....	241
8.1.4	实施 CMM 的主要思路.....	242
8.1.5	实施 CMM 取得的成效.....	242
8.2	实施 CMM 的组织结构.....	243
8.3	CMM2 级的实现.....	244
8.3.1	关键过程域的标准框架.....	245
8.3.2	需求管理.....	245
8.3.3	软件项目计划.....	247
8.3.4	软件项目跟踪与监控.....	253
8.3.5	子合同管理.....	258
8.3.6	软件质量保证.....	263
8.3.7	软件配置管理.....	268
8.3.8	评审.....	274
8.4	CMM3 级实施简介.....	275

8.4.1	组织软件过程财富	275
8.4.2	项目定义软件过程	278
8.4.3	关于培训	278
8.4.4	组间协调	279
8.4.5	同行评审	280
8.4.6	联想软件 CMM 认证过程简介	281
8.5	联想软件实施 CMM 取得的经验	282
8.6	小结	283
第 9 章	Motorola (中国) 公司完成 CMM4~5 级的案例分析	284
9.1	背景	284
9.1.1	Motorola 及研发中心简介	284
9.1.2	为什么要实施 CMM 进行软件过程改进	285
9.1.3	研发中心软件过程改进的历程	286
9.1.4	研发中心实施 CMM 的特殊背景	286
9.2	研发中心实施 CMM4~5 级的基础环境	286
9.2.1	基础环境建立过程简述	287
9.2.2	项目管理中各项活动的实施	287
9.2.3	国内软件组织可以借鉴的经验	287
9.3	实施 CMM4~5 级过程中的若干问题	288
9.3.1	叙述形式的考虑	288
9.3.2	问题与解答	289
9.4	实施 CMM4~5 级的整体情况描述	293
9.4.1	实施 CMM4~5 级的指导思路	293
9.4.2	软件过程资产	294
9.4.3	定量管理	295
9.4.4	过程优化	298
9.5	实施 CMM 的经验	299
9.6	小结	300
第 10 章	软件项目监理机制的研究及案例分析	301
10.1	我国软件项目开发环境和现状分析	301
10.1.1	软件业发展状况	301
10.1.2	软件项目监理机制对我国软件产业的适用性	303
10.1.3	软件项目监理机制的实施对于我国软件产业发展的意义	306
10.2	软件项目监理案例分析	306
10.2.1	对 ODS 项目实施监理的背景介绍	307
10.2.2	ODS 项目监理过程	307
10.2.3	监理工作的体会	316

10.3 软件项目监理机制的研究	317
10.3.1 软件项目监理概况	317
10.3.2 软件项目监理机制	319
10.3.3 软件项目监理的控制目标	329
10.4 软件项目监理机制的完善	341
10.4.1 建立软件项目监理的管理制度	341
10.4.2 完善监理机制的建议	342
第 11 章 基于高新技术对我国软件产业发展规划构想的研究	344
11.1 软件产业的现状及对比分析	344
11.1.1 国内软件产业发展现状	345
11.1.2 国外软件产业发展现状	357
11.1.3 对比分析研究	361
11.1.4 问题焦点	365
11.2 对软件企业实施 CMM 的战略及对策研究	368
11.2.1 采用 CMM 的准备工作	368
11.2.2 实施 CMM 的若干措施	371
11.2.3 加快实施 CMM 的若干政策建议	373
11.3 软件产业发展规划构想、建议和措施	376
11.3.1 软件产业发展规划的总体框架	376
11.3.2 基于 CMM 的软件过程改进方法	377
11.3.3 构建软件工程与 CMM 的融合体系	413
11.3.4 加强高校软件过程管理课程体系建设的研究	419
11.3.5 建立软件项目监理机制, 狠抓软件质量控制	421
11.3.6 以人为本, 完善人才激励机制	427
11.3.7 筹建中国软件企业的信誉考核体系和数据库查询系统	432
11.3.8 筹建中国软件认证和评估体系的建议	434
11.3.9 有关专家对我国软件产业发展的看法	437
参考文献	439

第 1 章 绪 论

长期以来我们一直从事软件工程技术和软件过程改进的工作。实践使我们逐渐认识到：仅从单一的角度考虑软件工程技术和软件过程管理方法是很难提出一个较完整的软件开发方法解决方案的。纵观软件项目质量发展的历史，人们能够驾驭风险的能力是非常有限的，几乎不存在万全之策。人们每次在理论与方法上的发现与创新都很不容易。以往的理论与方法存在两种偏向，或是忽视管理而重视技术，或是反之。事实上，软件项目的每一个环节同时包含了技术和管理的双重属性，软件产品质量与技术和管理息息相关。软件开发方法应全面考虑技术和管理两个领域的问题，技术与管理的有机融合构成了软件过程的两个重要支撑点。而融合技术的研究，正是充分利用软件工程与 CMM 过程管理的核心技术，有针对性地提出不同阶段规避风险的防范措施，使软件开发技术和管理有章可循、互相渗透、相互补充，共同支撑着软件产品的开发质量。这就是本书始终追求的目标和写作的指导思想。但愿读者能从本书获取一些有益的启发和知识。

1.1 融合的思考与探索

一个好的软件开发过程对于任何参与软件开发的组织都很关键。长期以来，较高比例的软件产品处于混沌级别的事实引人深思，同时，也激励我们在原有开发理论的基础上，对技术与理论进行必要的扩充与外延，形成更具系统性的、更具有时代鲜明特征的软件开发解决方案。

基于技术和管理两个支撑点的融合技术，系统地分析了软件工程与“软件能力成熟度模型（SW-CMM，Software Capability Maturity Model）”的核心内容，有针对性地在软件过程中插入 CMM 的关键过程域，即利用 CMM 的公共特性在软件项目管理与软件开发生命周期之间建立链接，从而，极大地推进与改善了软件产品的质量。融合的描述如图 1.1 所示。详细内容可参考第 4 章及后面章节的具体内容。

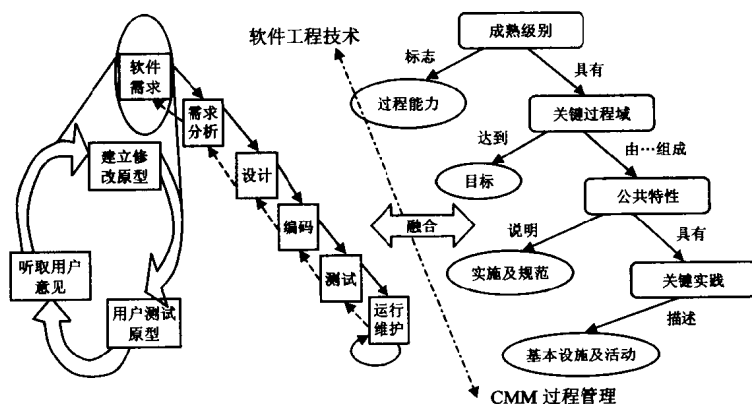


图 1.1 软件工程与 CMM 过程管理融合的描述

1.2 存在的问题及软件产业的发展趋势

本节分析了目前影响软件发展的主要问题，其中包括：观念有待创新与理论有待突破；应注重过程化的管理方式；软件人才短缺、结构有待调整的现状；软件的监理机制势在必行；网络化、服务化、国际化的发展趋势。最后，说明了制定软件发展总体规划的必要和相关内容。

1.2.1 观念有待创新与理论有待突破

1. 观念、技术、管理的创新

软件产业的生命力在于创新，创新并不意味着单纯的技术改进。在不断变化的环境中找到自身生存和发展的空间是所有软件产业发达国家的共同需求，特别是结合本国自己的情况创造出适合软件企业发展的环境是成功的重要因素。只有敢于创新锐意进取才能使企业在日趋激烈的国际竞争中有所作为，并能占到一席之地。软件产品的生命周期很短、产品更新升级频繁、换代速度很快，软件产品的高利润、高回报的主要源泉，也来自于持续不断的创新。而目前中国软件企业的创新能力不足，特别是对软件产业链上游产品的原始创新能力不足。中国应根据自己的国情，走一条创新之路，这是发展我国软件产业的根本。

(1) 观念创新

我国的软件企业对软件技术本身的了解大于对应用的了解，技术与市场的脱离使我们产生了一些高技术的软件，但没有获得市场价值的回报。在技术与市场的结合方面，没有找准技术变成价值的方向，中国的软件业要发展必须走出这个观念的误区。另外，目前软件服务已经成为巨大产业，软件服务将企业运营的重心由产品转向服务。用户不仅关心是否拥有自己的计算机、网络和软件，他们更关心以较低的成本建立和维护满足自身竞争力需要的业务应用系统。用户已经逐渐认识到，花钱获得高效便捷的专业化服务是必要的。未来的软件公司将成为传统产业的一个虚拟的“IT 部门”，这个部门必须具备资深的行业背景，能够提供全方位的满足客户咨询、培训、系统实施、系统增值的解决方案。

(2) 技术创新

作为产业，在运用技术的同时，必须认识到对产业而言技术是否能换来市场的回报，这是对技术价值衡量的标准。没有市场回报的技术是技术的垃圾，或者是技术转移体制有问题。高技术的高回报是对技术、市场策略和市场环境有效利用的综合描述。盲目地把技术的先进看成是市场成功的唯一因素而忽视社会环境对技术的需要和适应能力，是中国很多软件企业以及科研院所常见的错误。只有以市场的观念来准确地表达技术，才是技术成功的关键。另外，以创新带动产业，注重软件关键技术的研究开发与创新，设立操作系统、数据库管理系统和网络信息安全系统等关键领域的研究开发专项，进而培养我国在软件关键技术和核心产品上的国际竞争力。

(3) 管理创新

软件质量的控制已成为软件产业一步步走向世界的成功因素之一。我国软件产业缺乏软件工程的管理，缺乏对软件过程的控制，没有走上规范化发展的道路，仍处于混沌状态，所有的行为

基本是反应式的；软件过程是临时拼凑的；对进度、经费的估计无实际根据，硬件限定时常在质量上让步；在质量管理上，难以预测可能出现的问题，对出现问题的判断没有基础；进度滞后时，常常是减少或取消评审、测试等保证质量的活动；人员安排不合理，忙的忙死，闲的闲死。后果是模块重用程度降低、产品文档编写不甚完备、软件开发工程效率得不到保障，最终软件产品的可靠性无法得到权威认证，无法得到国际市场的认同，严重制约了我国软件业的发展。在质量的控制上，我们应该学习印度的软件企业。印度软件企业将产品和服务的质量品牌作为企业发展的基础，将 ISO9000 认证看作发展的第一步，将 SE-CMM 等级作为质量管理基准，将最高级别 5 级作为企业追求的目标。截止 2000 年 6 月统计在全球已经注册的 38 家 CMM-5 级企业中印度就占了 15 家，在世界上被公认为质量信得过的软件提供国。另外，软件产业是一个团队的产业。从产品的设计到产品的批量生产，软件产业需要一大批有技术和多层次的人才协同工作。一个全部由高层次人才组成的软件队伍，往往会带来协同中的矛盾，使高水平的群体的生产效率低下。而团队的协作在围绕企业价值观而要求软件开发人员为产品而服务时往往带来了个人创新与产品的矛盾。因此，团队意识的强化，必须始终贯穿在企业运行的过程之中。

2. 理论上有待突破

面对软件开发长期受挫的事实，人们期待着理论有所突破。我们必须承认，我们能够驾驭风险的能力的确是非常有限的，但仍不能轻易的得出以下结论：在软件质量管理上人们将无所作为。

研制与实践一种新的开发方法已迫在眉睫。软件开发中出现的一系列成本、进度、质量问题会严重影响着软件产品的交付使用。项目开发中暴露出来了问题不断揭示着管理上深层次的混乱。软件产品质量与技术和管理均息息相关。软件产品的质量包括技术含量与管理的含量，因此，开发技术应考虑技术和管理两个方面。融合技术就是具有突破性的研究成果，它已被我们不断的软件开发与监理实践验证。

通过长期的实践与研究，人们逐渐认识到：以往的理论或是忽视管理而重视技术，或者反之。事实上，软件开发是项目思想、管理组织、管理方法、管理技术、管理方式的综合体现，其中，技术是其质量保证的坚实基础，而过程管理是另一项决不可忽视的措施。惟有消除管理与技术的隔阂，将两者融合，“有效性”和“实用性”最终才能真正落到实处，并使两者的优势得到充分的发挥。我们致力于的融合技术的研究方法已被许多成功的实践所证明：针对项目开发常见问题该技术提出的防范措施是行之有效的，它使各阶段的质量控制有章可循，对指导软件的质量管理具有重要的借鉴作用。

1.2.2 密切关注过程化的管理方式

1. 事实上的软件过程改进的工业标准

当今，在软件质量认证界，CMM 就像一面旗帜，“成熟度模型”已成为重要的衡量标准之一。从 20 世纪 80 年代中期开始，由美国国防部资助，卡内基·梅隆大学软件工程研究所（CMU/SEI）最先提出的“软件能力成熟度模型（SW-CMM, Software Capability Maturity Model）”理论及其应用，在 20 世纪 90 年代正式发表为研究成果。这一成果已经得到了众多国家软件产业界的认可，并且在北美、欧洲和日本等国家及地区得到了广泛应用。

CMM 以具体实践为基础，是一个软件工程实践的纲要，以逐步演进的框架形式不断地完善软件开发和维护过程。CMM 作为一个指南能够帮助软件企业选择、采纳和合理使用一

些先进的管理方法，并在实践活动中不断提高和完善软件成熟度的能力。围绕这些实践活动逐步形成一套制度，即在指定的成本、指定的时间内，交付高质量的软件产品。由此所需的、有纪律的、精确定义的并能有效度量的软件工程过程。CMM 所列举的实践几乎覆盖了软件企业计划、软件开发和维护工作管理的所有活动，并规划出了 5 个成熟级别，企业只要把精力放在这些实践活动上，就能保证平稳地提高自身的软件过程和产品质量，保证交付客户满意的软件产品。

2. 市场开始注重过程化管理

社会对软件过程管理存在较大的需求。社会开设的高级软件技术短期培训班丰富多彩、如火如荼，近年国际项目管理专业人员资质认证考试及 CMM 报考人数飙升。1999 年底，我国首次引进美国项目管理学会的项目管理专业人员 PMP (Project Management Professional) 资格认证及其知识体系，从而，拉开了我国大量引进西方项目管理知识和实践的序幕。软件项目管理 (SPM)、软件成熟度模型 (CMM) 包括：需求和配置管理、软件质量保证、软件质量保证现代卓越管理技术交流中心成立。无疑，社会的需求反映了软件过程管理思想的重要价值以及软件的发展动向。

1.2.3 软件人才短缺、结构有待调整

1. 软件人才短缺

软件以智力和知识为基础的生产方式决定了它较之其他产业强调人才的重要性。软件产业的竞争越来越集中到对人才的竞争。软件产业具有自己的特殊性，主要表现在软件产业的发展更加依赖于人力资本，更加强调技术与管理的结合，更加重视人文环境。所以，我国软件产业的发展必须充分考虑技术与管理的研究与发展，努力建立完善的软件人才教育培训体制，完善软件人才激励机制，培育软件人才发展的良好的制度环境，制定适应我国环境的软件人才培养总体规划。

计算机软件产业属高科技产业，产业的竞争本质上是人才的竞争，而人才的竞争又具有全球化的特点。我国并不缺乏编程人才，但主要是缺乏软件设计和技术管理人才即“工程设计专家”，可以说，国内有很多“软件技术工人”，却少有即懂技术又擅长经营管理的“软件工程专家”。从程序员自身来看，身价不菲的程序员最担心的是“永远都是程序员”，一行一行写代码是年轻人的专利，年龄增长的恐惧、没有归属感、没有角色定位，这又是大多数不够成熟的软件企业员工的目前处境。我国人才缺乏具体表现以下几个方面：一是软件人才总量低。我国经过多年的努力已培养一批优秀的软件人才，并且，还以每年近 10 万人的速度培养计算机和相关专业的高校毕业生。但是，现在我国软件人才不仅数量离发展需求相距甚远，同时，面临着向国外和国内外资企业流失的巨大压力。二是人才结构不合理。软件人才分为软件工人、软件开展人员、项目负责人等多个层次。但目前软件人才中占绝大多数的是本科毕业的工程师，高级系统分析员、项目总体设计师、软件市场开拓人员、软件质量测试人员十分缺乏，较低学历层次的、可以承担标准化程序编写的程序员也较少。三是人才培养困难，培训机构办学资格审批难；培训资金、师资、教材缺乏；政府部门缺少有效的支持。因此，营造良好的软硬件环境、实施充分发挥人才积极性的管理体制就显得尤为重要。而要摆脱这种困境，办法就是调整软件管理的教育结构，制定软件教育的战略规划。