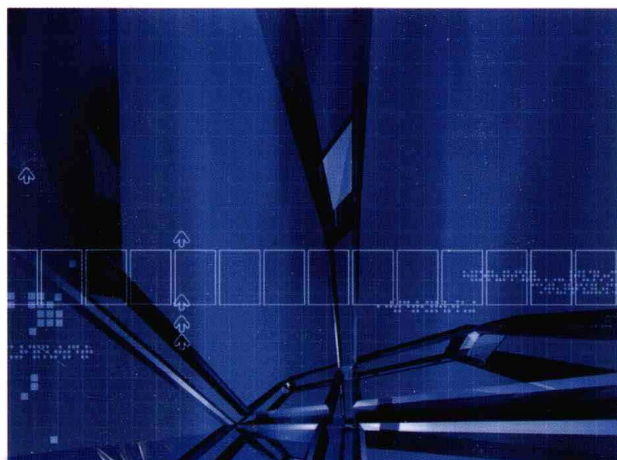


中国工程院院士何新贵作序推荐

过程改进方法 与实践案例

- ◆ 软件开发过程、软件过程度量
- ◆ SW-CMM与CMMI模型
- ◆ 可重复性管理、定量管理
- ◆ 标准化和一致性管理
- ◆ 缺陷预防与优化、CMMI模型
- ◆ 载人航天工程中的统一软件过程
- ◆ 软件外包企业的问题分析、改进与改进实施
- ◆ 某通信软件企业的过程量化
- ◆ 软件开发和集成企业的软件过程改进战略及战术实施
- ◆ 电子设备产品生产企业的流程再造与改进实施
- ◆ FRACAS在CMMI五级环境下的应用



王安生 编著



清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

过程改进方法与实践案例

王安生 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者多年从事软件工程过程教学及实践经验的总结,全书分为3大部分:第I部分论述了过程改进的方法,包括软件过程改进的基本概念、软件开发过程、软件过程度量等;第II部分论述了CMM/CMMI模型,包括SW-CMM与CMMI模型、可重复性管理、标准化和一致性管理、定量管理、缺陷预防与优化、CMMI模型等;第III部分主要是国内大型项目和企业的案例,包括载人航天工程中的统一软件过程,软件外包企业的问题分析、改进与实施,某通信软件企业的过程量化,软件开发和集成企业的软件过程改进战略及战术实施,电子设备产品生产企业的流程再造与改进实施,FRACAS在CMMI五级环境下的应用等。

本书知识点丰富,讲解严谨,强调将理论方法与过程改进实践进行紧密结合,适合作为高等院校软件工程课程本科及研究生的教材,同时也是软件工程从业人员十分难得的参考指导书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

过程改进方法与实践案例/王安生 编著. —北京:清华大学出版社,2010.11

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-23431-9

I. 过… II. 王… III. 软件工程

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第153991号

责任编辑:王 军 李维杰

装帧设计:孔祥丰

责任校对:胡雁翎

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.75 字 数:568千字

版 次:2010年11月第1版 印 次:2010年11月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:35.00元

产品编号:037194-01

序

不断推动和提升我国软件产业的发展是软件产业界和教育界亟待解决的问题。其关键因素之一是培养更多的不仅具有软件开发技术，而且更要掌握软件过程管理的优秀人才。国家示范性软件学院和计算机相关专业肩负着软件工程人才培养的重任。与计算机科学人才的培养模式不同，软件工程人才的培养，需要的不仅仅是理论知识教学，更需要通过来源于工业界的实践经验和案例教学，让学生学习和思考工程实践中的各种实际问题，掌握解决实际问题的本领，快速地成长为合格的软件工程技术和管理人员。

本书作者，王安生教授是我多年的同事，从事过多个大型工程项目的软件研发和工程化工作。担任国家信息技术标准化和军用信息领域技术标准化技术委员会的委员，主持和参与编写了一系列军用软件工程标准。在军队工作期间曾协助我所领导的载人航天软件专家组，完成载人航天工程软件工程化的早期工作。到地方工作后，作者曾担任过软件合资企业的总经理，对软件企业管理中的经验和教训具有深刻的感受。如今，作者在北京邮电大学软件学院从事软件工程与过程改进的教学和指导在职研究生工作，密切关注从企业实践中总结和提炼案例，并结合多年的实践经验和教学工作，编写了本教材。

我粗略阅读了该书的原稿，觉得这是一本过程改进理论与实践案例结合得很好的教材。该书避免了对 CMM/CMMI 模型教条式的讲解，很好地结合了传统工业的质量控制方法、软件过程的特点乃至生活中的常识，论述了软件过程改进和全面质量管理的方法和模型。

这本教材的突出特色是书中收集了许多十分难得的实践案例，既有载人航天等大型工程项目软件工程化实践活动的总结，也有软件外包等企业所面临问题的解决方案以及关于过程改进实施效果的叙述。书中不但论述了中小企业如何解决资金、软件质量和客户服务满意度的问题，而且阐述了软件企业如何进行过程数据采集和定量化管理的案例；更有特色的是，该书还阐述了电子设备制造企业在硬件设计、软件开发和系统集成的流程再造和改进的实践，并很好地总结了企业在 CMMI 五级环境下进行缺陷预防的方法和实践。

与许多从国外引进的教材和书籍相比，该书所论述的案例均来自于国内的软件工程项目和企业实践，让读者能够更容易地理解和体会符合国情的过程改进的理论和实践。

通过这本书，企业技术人员和管理者可以把本企业自身的情况与书中的案例进行对比，获得相应的经验和教训，并依据书中所阐述的过程改进理论进行不断的过程改进；软件学院和计算机应用专业的教师们，可以采用和参考此书，进行过程改进理论和实践相结合的教学工作；在校的高年级学生和研究生，可以在阅读过程改进理论知识的同时，较深入地体会企业所面临的实际问题和解决方案，为今后的就业掌握更多的实践知识。

最后，祝贺该书的出版！过程改进是本书的主题，我深信，过程只有不断改进才有持久的生命力，所以叙述过程改进的书也必须持续改进。我希望读者朋友们直言不讳地对书中的缺点和不足提出批评，我相信作者一定会虚心接受读者的建议，并对本书进行不断地改进！也希望作者在今后的教学科研工作中，特别是在如何推进我国软件企业和大型工程项目的过程能力上，不断总结，不断提高，将理论和实践进行更深入的结合，进一步提炼出更加符合我国国情的过程改进理论和工程经验，培养出更多、更优秀的软件工程人才。

何新贵

2010 年秋于北京大学

前 言

起因

追溯到 1992 年底，当我从酒泉卫星发射基地回到北京时，何新贵老师给了我一篇关于美国军方对软件承包商进行评价的论文。从那之后，我便开始对软件过程能力进行认识和思考。

之后，我先后参加和主持编写了主要的国家军用标准。在此过程中，我越来越认识到软件过程的重要性。1995 年开始，我协助何新贵老师开展载人航天的软件工程化工作。在此过程中，我对软件工程过程有了新的认识。

多年来，何新贵先生希望我能把载人航天工程的软件工程化工作、国家军用标准的编写工作，以及对基于 CMM/CMMI 的质量控制和过程改进进行分析、对比和总结。由于种种原因，我一直没有做。在此向何老师表示歉意。

2000 年，我到一家软件企业担当总经理，这才真正体会到了软件企业的质量、利润、成本以及进度可控性对企业经营的作用。企业管理的经历促使我对软件过程和经营目标做进一步的探讨。那时，最头痛的莫过于缺乏具有实践和工程管理能力员工，以及对软件开发、销售和维护过程的控制与预测能力。相信所有的软件企业面临的基本问题都是一样的。

当今的形势与十多年前的情况不同，学生的就业已成为国家发展所面临的主要问题之一。软件和 IT 企业急需找到具有实践经验的员工，而大学里培养出的学生却不能满足企业的要求，这种矛盾是教育工作者和 IT 从业人员必须面对和解决的问题。

国家示范性软件学院的建立为培养大量具有软件工程实践能力的人才提供了平台。采用实践案例教学对于工程型人才的培养具有重要的作用，可以促进学生对理论知识的探讨和反思，促进理论教学的深入开展。

在教材方面，市面上已经有许多关于 SW-CMM/CMMI 方面的书籍。但是，这些书籍主要集中在介绍 CMM/CMMI 模型、方法和实施过程上，或者是对一些外国公司情况的简要介绍。这些与国内的软件工程实践教学环境相脱节。

我在对软件学院在校学生、在职研究生的教学过程中，与企业的管理人员和技术人员的交流中，以及与一些软件工程理论工作者的讨论中，认识到需要一本不仅仅限于 CMM/CMMI 模型内容，还应该更多地以国内大型工程中的软件工程、IT 企业的能力提升为背景，来讲述 CMM/CMMI 方法和实践过程案例的书。

中科院软件所的秦晓研究员鼓励我收集了一些具有代表性和参考价值的案例，甚至提出了要用“大话”方式来论述软件过程改进方法和案例，以便让更多的人能够更清晰地理解和交流过程改进的经验。

北京邮电大学软件学院的院长宋茂强教授一直提倡通过案例教学来提升软件学院工程研究生和本科生的工程实践能力，并希望我能对多年的工程经验进行总结。

我把十多年前协助何新贵老师从事的载人航天的软件工程化工作进行了总结，作为案例之一，算是对软件工程专家组第一期专家何新贵、王纬、王方德、崔宗学、余林生、范如鹰几位老先生的一个汇报。

在北京邮电大学软件学院的在职研究生中，许多学生一直在软件或 IT 企业的一线工作。他们已经从事了很长时间的 process 改进和质量控制工作，也积累了一些经验，所缺乏的只是理论方法与实际经验的融合。在他们的工程论文写作中，强调将理论方法与 process 改进实践进行紧密的结合。这种结合为企业的过程改进提供了很好的经验和教训，这些将成为书中案例的主要部分。

内容

本书分为 3 个部分，第 I 部分分 3 章论述了过程改进的方法。第 1 章主要探讨了开发过程、软件质量问题、传统工业的质量控制和过程改进；第 2 章论述了企业的生产方式、软件过程模型、过程的体系结构并讨论了过程的特性；第 3 章论述了过程的度量方法、度量元的开发方法以及目标驱动的度量体系的建立。

第 II 部分论述了 CMM/CMMI 模型。其中，第 4 章论述了软件 CMM 模型框架和应用方式；第 5 章以可重复性管理为主题，论述了 CMM 二级关注的目标和解决方法；第 6 章以过程的标准化为主题，论述了 CMM 三级所关注的目标和议题；第 7 章论述了过程的定量管理；第 8 章论述了软件缺陷预防的目标和方法以及不断优化问题；第 9 章讨论了从软件 CMM 向 CMMI 的发展过程，CMMI 模型主要的 key process 以及 CMMI 的应用方法。

第 III 部分主要是国内大型项目和企业的案例。其中，第 10 章论述了载人航天工程的软件工程的统一过程，主要反映的是 2000 年之前的工程化工作；第 11 和 12 章详细地论述了一家软件外包企业的问题、过程改进方法以及改进结果的分析；第 13 章论述了一家大型通信软件企业过程量化体系的建立过程，以及在项目中的应用；第 14 和 15 章论述了一家从事软件系统集成和开发的中小企业所面临的以经营、质量、进度、效益等目标为驱动的软件过程改进的实践过程；第 16、17 章论述了一家电子设备研发企业发展的困境，以及通过流程再造提升设备质量的实践过程；第 18 章以一家国内外领先的通信设备制造商为背景，讨论了该企业的一个产品部在 CMMI 五级环境下，如何进一步做好缺陷预防工作。

使用

使用本书进行教学时，教师可以依据课时和学生的实际情况对书的内容进行剪裁。针对高年级的本科生和全日制的研究生，教学的重点仍是第 I 和第 II 部分，可以从后面的案例中提取一些案例进行实践，例如配置管理、项目估算等，结合理论方法进行教学。

对于在职研究生，虽然仍可以第 I 部分和第 II 部分为重点，但是，至少要选取第 III 部分

的两个以上的案例进行分析。如果能促使学生将所在企业的情况与书中的案例进行比较，将会提高学生深入探讨和思考的积极性，激发他们将过程改进的方法运用到企业的实际中。

使用本书对企业人员培训时，可以依据企业的具体情况选择案例。从分析案例开始，返回去寻找理论方法，以及与 CMM/CMMI 模型及其关键过程域进行对比。这对于制定和剪裁出适合于本企业的过程改进方法将具有很好的借鉴和推动作用。

期望

我期望这本书的读者，特别是企业一线的管理和技术人员能够从案例中借鉴到一些经验，避免重犯类似的错误，尽快提升企业的工程能力。更希望企业一线的同志们能把你们所经历的过程改进案例也加入进来。越来越多的成功案例能更好地推动中国软件产业的发展，并逐步形成具有中国文化特色的软件过程改进方法和理论。

我期待在软件学院教学一线的老师，能够从案例着手进行教学，培养更多的、实践能力更强的软件工程技术和管理人员，并在教学过程中对本书的错误和问题进行斧正。

我更期望软件学院的学生，在学习的过程中，能结合案例思考理论性的问题，提高学习的效果。同时也希望学生们在今后的实际工作中，能够不断总结，创造出更多更好的实践案例。

反馈

虽然本人竭尽所能，结合多年的工程经验，整理和编写本书。但是毕竟水平有限，再加之软件过程改进所涉及的知识面广，每个工程项目和企业的情况也不同。因此书中有许多错误或不准确的地方也是难免的。恳请读者提出批评和建议，力争在再版时修正。

致谢

首先要感谢何新贵老师对我多年的教导和鞭策。无论是在学生时代、一起工作、现在还是未来，何老师在人生观和求实的科学作风方面对我的教育，都将使我受益终身。

其次要感谢王宗凯、张明、赵耀、吴涛、何晶晶等同志在他们的学位论文中提供了很好的实践案例，以及周珊珊、许敏等同志的工作。正是这些案例进一步促进了本书的编写。我对他们结合实践的论文表示谢意。

同时还要感谢北京邮电大学软件学院的宋茂强院长和同事们。正是软件学院比较宽松的工作环境，才使我能够静下心来对书中的实践案例进行收集、整理、思考和总结。

在本书的编写过程中，得到了彭甫阳研究员、秦晓研究员、石柱研究员、叶东升研究员、蔡建平教授等那些经常在一起讨论和聚餐的朋友们的支持。特别感谢彭甫阳同志能够在百忙之中对本书的草稿进行审阅。

北京邮电大学软件学院 王安生

作者简介

王安生，北京邮电大学软件学院院长助理、教授，北京邮电大学通信软件工程实验教学中心副主任，该中心于 2010 年 6 月被批准为北京市实验教学示范中心。

王教授 1982 年于北京工业学院(现北京理工大学)自动控制系获工学学位后，进入从事海军装备的某军工研究所，承担和完成了多项软件研发工作。1989 年于哈尔滨工业大学计算机系获工学硕士学位。进入总装备部某研究所后，曾任软件工程室主任，主持和参加了多个大型软件项目的研发和工程化工作。同时，作为军用计算机技术标准化和国家信息标准化技术委员会委员，组织和参加编写了主要的军用软件工程标准。协助何新贵老师领导的载人航天软件工程化专家组完成了工程化的早期工作。获部委级科技进步奖多项，光华科技基金奖一次，荣立三等功一次。

到地方工作后，曾在一家中外合作软件企业任总经理，对软件企业的管理和软件质量控制具有深入的领会和感受。2003 年后在北京邮电大学软件学院讲授软件工程和过程改进。2005-2006 年度在英国 Brunel 大学做访问教授，参加了欧盟项目以及与英国公司在交互式广播电视服务方面的软件联合研发工作。回国后，在教育部和国家项目的支持下，与合作单位一起，组织开发了广播网络的交互式服务和网络融合软件，申请多项专利，已获得一项专利授权。

多年来，王教授先后在军队、航天、电子、航空、科学院和电信等企事业单位，就软件工程化和过程改进，做过多次讲座和授课，获得好评，并从实际工程经验中，总结和提炼实践案例。王教授积极主张并支持增强工科院校学生的实验和实践教学，致力于通过建立从课堂实验、实际训练、企业实习到完成软件作品设计和开发，多层次的软件工程实验和实践体系与环境，提升学生的软件工程实践能力和理论水平。他还积极推动对优秀在职人员的理论提升，培养软件工程与产业的高端人才。

目 录

第1部分 软件过程改进方法论	
第1章 绪论	3
1.1 软件生产过程的变迁	3
1.2 硬件与软件的故障特性对比	4
1.3 软硬件的开发过程比较	5
1.4 软件质量观点	7
1.4.1 先验论的质量观	7
1.4.2 用户的质量观	8
1.4.3 基于产品的质量观	8
1.4.4 基于价值的质量观	9
1.4.5 基于过程的质量观	9
1.5 传统工业化生产中的产品质量控制	10
1.5.1 Juran 的质量三部曲	10
1.5.2 Deming 的十四点	11
1.5.3 六西格玛方法	13
1.5.4 Crosby 的质量成熟度表	13
1.6 软件过程改进的起源	14
1.7 总结	15
思考题	15
参考资料	15
第2章 软件开发过程	17
2.1 企业生产与组织方式	17
2.1.1 企业结构	18
2.1.2 产品生产流程	18
2.1.3 生产检查与质量控制	19
2.2 软件过程模型	20
2.2.1 瀑布模型	20
2.2.2 迭代模型	21
2.2.3 面向对象模型	23
2.2.4 微软的同步与稳定模型	24
2.2.5 V-模型	25
2.2.6 各种模型的比较	25
2.3 过程的体系结构	26
2.3.1 过程模型的表示	28
2.3.2 复杂的过程模型的表示	29
2.4 软件过程自动化问题	30
2.5 软件过程与其他工业过程的对比	30
2.6 软件开发过程的特性	32
2.6.1 可视性	32
2.6.2 可预测性	32
2.6.3 文档化	33
2.6.4 标准化	33
2.6.5 可审计	33
2.6.6 多样化	33
2.6.7 简单性(复杂性)	33
2.6.8 可剪裁性	34
2.6.9 一致性	34
2.6.10 可追溯性	34
2.7 总结	34
思考题	34
参考资料	35
第3章 软件过程度量	37
3.1 企业的商业目标	37
3.2 过程度量的目的	37
3.3 统计过程控制	38
3.4 项目挣值度量方法	38
3.5 度量指标开发方法	39
3.5.1 标题法	39
3.5.2 符合 SMART 标准的方法	40
3.5.3 问卷调查法	40

3.5.4 头脑风暴法	40
3.5.5 结构树法	41
3.5.6 流程图识别法	41
3.5.7 GQM 方法	42
3.5.8 度量指标评估确认	43
3.6 绩效目标度量模型	43
3.7 目标驱动的度量	45
3.7.1 目标驱动的管理体系	45
3.7.2 目标驱动的软件过程度量	46
3.7.3 将商业目标分解为软件 过程	48
3.8 总结	50
思考题	50
参考资料	50

第 II 部分 SW-CMM 与 CMMI 模型

第 4 章 SW-CMM 模型	55
4.1 SW-CMM 模型的分级结构	55
4.2 CMM 各等级的具体特征	56
4.2.1 初始级	57
4.2.2 可重复级	57
4.2.3 已定义级	58
4.2.4 定量管理级	58
4.2.5 优化级	59
4.3 等级可视性和可预测性讨论	59
4.3.1 等级 1	59
4.3.2 等级 2	60
4.3.3 等级 3	61
4.3.4 等级 4	62
4.3.5 等级 5	63
4.4 CMM 的结构	64
4.5 CMM 的关键过程域	64
4.5.1 关键过程域描述举例	66
4.5.2 共同特征的表述	67
4.5.3 关键实践的表述	67
4.5.4 目标的描述	68
4.6 SW-CMM 的应用	69

4.6.1 模型的基本用途	69
4.6.2 软件评估和评估过程	69
4.7 GJB 5000 及其应用	71
4.8 CMM 与 ISO 9000	71
4.9 总结	74
思考题	74
参考资料	74

第 5 章 可重复性管理

5.1 需求管理	76
5.1.1 需求的获取过程	77
5.1.2 需求管理的目标	78
5.1.3 需求与项目的可重复性	78
5.2 项目策划	79
5.2.1 策划的目的和目标	79
5.2.2 项目计划的开发过程	79
5.2.3 项目策划中的问题	80
5.3 项目跟踪与监督	81
5.3.1 项目跟踪与监督的作用和 目的	81
5.3.2 跟踪的准确性	81
5.4 软件质量保证	82
5.4.1 建立 SQA 的需要	82
5.4.2 软件质量保证的目的	83
5.4.3 对 SQA 的误解	83
5.4.4 SQA 责任和人员培养	84
5.5 软件配置管理	84
5.5.1 建立 SCM 的需要	85
5.5.2 实现 SCM 的关键	86
5.5.3 SCM 的流程	87
5.5.4 配置管理的颗粒度	88
5.5.5 SCM 对共性软件产品的 推动作用	88
5.6 总结	89
思考题	89
参考资料	89

第 6 章 标准化和一致性管理.....	91	参考资料	121
6.1 建立标准软件过程的必要性.....	91	第 8 章 缺陷预防与优化	122
6.2 软件标准的建立和剪裁	92	8.1 软件缺陷预防的系统性	122
6.2.1 标准的建立	92	8.1.1 缺陷预防与救死扶伤	122
6.2.2 标准的裁缝	94	8.1.2 构造闭环	124
6.2.3 标准可剪裁性的例子	95	8.1.3 缺陷的分级预防	124
6.3 洛克希德·马丁的标准建立	96	8.1.4 举一反三	125
6.4 PDB 与文档库的建立	97	8.2 常用的缺陷预防方法	125
6.4.1 PDB 的建立和维护	97	8.2.1 缺陷预防过程(DPP)	126
6.4.2 文档库	98	8.2.2 缺陷趋势分析法	126
6.5 SEPG 组的作用	99	8.2.3 EDA 分析	127
6.6 全面管理与工程实施	99	8.2.4 过程能力基线缺陷 预防法	128
6.6.1 集成软件管理	99	8.3 FRACAS 与缺陷预防	129
6.6.2 组间协调	101	8.3.1 FRACAS 的基本过程	129
6.6.3 软件产品工程	102	8.3.2 FRACAS 的起源	130
6.6.4 同行评审	103	8.3.3 建立 FRACAS 的目的	130
6.7 总结	105	8.3.4 FRACAS 的措施	131
思考题	106	8.3.5 FRACAS 的应用方式	131
参考资料	106	8.4 过程优化与技术革新	134
第 7 章 定量管理	107	8.4.1 获得更改建议	134
7.1 过程的定量管理	107	8.4.2 先导性试验	135
7.2 数据采集和 PCB 的建立	109	8.4.3 组织范围内推广	136
7.2.1 数据采集工作的任务	109	8.5 总结	137
7.2.2 软件过程数据的采集 细节	110	思考题	137
7.2.3 采集数据的检查和确认	111	参考资料	137
7.2.4 数据的保存与存取	112	第 9 章 CMMI 模型	139
7.2.5 采集工作与项目过程的 集成	113	9.1 为何要发展 CMMI	139
7.2.6 过程能力基线的建立	114	9.2 系统工程及其成熟度模型	140
7.3 软件质量管理	116	9.2.1 系统工程定义	140
7.3.1 软件质量因素分解	116	9.2.2 系统工程的过程模型	140
7.3.2 软件质量计划指标	118	9.2.3 系统工程过程标准的 变迁	141
7.3.3 软件质量的跟踪和控制	120	9.2.4 系统工程成熟度模型	142
7.4 总结	120	9.3 从 SW-CMM 到 CMMI 的发展 历程	143
思考题	120		

9.4 CMMI 的结构	146
9.4.1 CMMI 的等级	146
9.4.2 CMMI 的表述方式	146
9.4.3 CMMI 成熟度等级的 分解	147
9.5 CMMI 的过程域	147
9.6 使用 CMMI 的考虑	149
9.6.1 考虑的因素	149
9.6.2 针对 IPPD 的扩展	150
9.6.3 针对采购能力的扩展	150
9.7 SW-CMM 和 CMMI 过程域的 映射关系	151
9.8 CMMI 标准评估方法	153
9.9 总结	154
思考题	154
参考资料	155

第 III 部分 实践案例

第 10 章 载人航天工程中的统一软件

过程	159
10.1 面临的挑战	159
10.2 初始阶段	159
10.2.1 旧白皮书的推动作用	160
10.2.2 蓝皮书的推动作用	160
10.3 统一过程阶段	160
10.3.1 白皮书的制定过程	161
10.3.2 白皮书的宣讲和培训	162
10.4 解决的问题	162
10.4.1 名词的统一	163
10.4.2 对瀑布模型之外的开发 过程的支持	163
10.4.3 软件安全等级、规模划分 与管理实施	163
10.4.4 软件开发文档的可剪 裁性	164
10.4.5 配置管理与完整性	165
10.4.6 评审的量化	165

10.4.7 软件测试过程和准则	166
10.4.8 软件设计和编程的 规范化	166
10.4.9 软件的验收、移交和 保障	166
10.4.10 研发团队管理和技术 团队的体制建设及 管理	166
10.5 项目过程的定义	167
10.6 贯彻与执行阶段	168
10.7 直接目标和实施效果分析	168
10.8 软件工程化的战略目标和 过程改进的路线图	170
10.8.1 载人航天软件工程化的 战略目标	170
10.8.2 白皮书与 CMM 的对比 分析	170
10.8.3 建立与工程情况相适应的 能力成熟度模型	171
10.9 总结	173
思考题	173
参考资料	173

第 11 章 软件外包企业的问题分析

与改进	175
11.1 外包企业的现状	175
11.2 CMMI 对外包企业的 适用性	176
11.3 企业背景与工作流程	176
11.4 外包工程中的问题	177
11.4.1 需求理解和管理问题	177
11.4.2 项目估算缺乏有效性	178
11.4.3 项目监控力度不够	178
11.4.4 缺少对编码规范和质量 的控制	178
11.4.5 设计与编码脱节	178
11.4.6 缺少必需的集成过程	178

11.4.7 评审缺乏有效性	178	12.3.4 缺陷排除率分析	197
11.4.8 功能测试缺乏有效性	179	12.3.5 工作量偏差与工期 偏差	198
11.5 与 CMMI 过程域的 映射表	179	12.3.6 正负质量成本对比	198
11.6 需求管理改进	179	12.3.7 风险控制能力分析	199
11.7 项目估算改进	181	12.3.8 估算偏差对比	199
11.7.1 建立并维护工作产品和 任务属性的估计	181	12.3.9 生产率与文档评审 效率	199
11.7.2 确定计划工作的范围	184	12.4 改进效果分析	200
11.7.3 工作量和成本的估计	185	12.4.1 客户满意度	200
11.8 项目监控改进	186	12.4.2 需求管理的情况	201
11.9 验证和确认的改进	187	12.4.3 项目监控情况	201
11.10 技术解决方案的改进	187	12.4.4 系统集成活动	201
11.11 产品集成的改进	188	12.4.5 验证和确认	202
11.12 总结	188	12.5 改进效果的总结	203
思考题	188	思考题	206
参考资料	188	参考资料	206
第 12 章 软件外包企业的过程改进		第 13 章 某通信软件企业的过程	
实施	190	量化	207
12.1 数据采集	190	13.1 引言	207
12.1.1 项目级数据的收集	190	13.2 度量体系的构造	207
12.1.2 组织级的度量数据	190	13.2.1 度量元构造示例	208
12.1.3 数据采集策略与 分析项	190	13.2.2 度量体系的构造	209
12.2 过程的稳定和改进	192	13.3 项目的估计与量化目标	211
12.2.1 过程变异特性	192	13.3.1 专家估计法	211
12.2.2 控制图的规范表示	192	13.3.2 UNIBSS 项目的规模和 工作量估计	213
12.2.3 特殊变异的检测	192	13.3.3 项目量化目标的确立	214
12.2.4 稳定过程	195	13.4 项目数据收集与分析活动	214
12.2.5 利用控制图改进过程	196	13.4.1 项目组成员的活动	214
12.3 过程改进前后项目性能的 定量对比	196	13.4.2 项目经理的活动	215
12.3.1 需求稳定性对比	197	13.4.3 配置管理员的活动	216
12.3.2 各阶段缺陷注入率 对比	197	13.4.4 项目 QA 人员的活动	217
12.3.3 缺陷密度对比	197	13.5 项目过程性能控制和纠偏 活动	218
		13.6 项目结束时的活动	220

13.7 数据度量元的定义及应用··· 220	14.7.3 目标驱动与绩效考核的 融合····· 254
13.7.1 测试发现的缺陷密度 度量····· 220	14.8 工具的开发与使用····· 254
13.7.2 缺陷数与缺陷清除率 的度量····· 221	14.9 定期评估与改进····· 255
13.7.3 产品开发生产率度量····· 223	思考题····· 255
13.7.4 产品开发各阶段工作量 分布度量····· 224	参考资料····· 255
13.7.5 进度和成本度量····· 225	
13.7.6 里程碑差异度量····· 227	
13.7.7 代码评审的度量····· 228	
13.8 总结····· 230	
思考题····· 230	
参考资料····· 231	
第 14 章 软件开发和集成企业过程 改进战略实施····· 232	第 15 章 软件开发和集成企业过程 改进战术实施····· 256
14.1 企业背景和问题····· 232	15.1 数据收集与度量分析····· 256
14.2 IDEAL 模型····· 233	15.1.1 需求管理的度量····· 256
14.3 过程改进与企业战略目标的 融合····· 234	15.1.2 项目规模度量····· 258
14.4 组织级保障体系的建立····· 235	15.1.3 项目进度度量····· 259
14.5 软件过程模型框架及流程 定义····· 235	15.1.4 工作量度量····· 261
14.5.1 软件生产周期、过程和 角色····· 235	15.1.5 项目风险度量····· 262
14.5.2 软件过程模型框架····· 239	15.1.6 过程符合性度量····· 263
14.5.3 流程定义····· 240	15.1.7 项目验证和确认过程 度量····· 264
14.6 度量指标体系的建立····· 241	15.2 过程库(PDB)建立与运用····· 272
14.6.1 度量指标开发工作 流程····· 241	15.3 过程改进实施总结····· 274
14.6.2 度量指标开发····· 242	15.3.1 实施效果····· 274
14.7 定量生产及过程改进模型··· 251	15.3.2 实施中的问题与解决····· 275
14.7.1 定量生产过程模型····· 251	15.3.3 学到的经验····· 275
14.7.2 目标驱动定量过程改进 模型····· 252	思考题····· 276
	参考资料····· 276
	第 16 章 电子设备产品生产企业的 流程再造····· 277
	16.1 企业背景和目标····· 277
	16.2 问题与发现····· 278
	16.3 与 CMMI 3 的差异分析····· 280
	16.4 过程定义····· 280
	16.5 组织级标准化过程的建立··· 282
	16.5.1 组织结构定义····· 283
	16.5.2 产品开发团队架构 定义····· 284
	16.5.3 项目类型与流程定义····· 286
	16.5.4 产品生命周期定义····· 286

16.5.5 研发项目生命周期 定义.....	287	18.1.1 原有的缺陷预防方式	314
16.6 项目级管理流程定义	288	18.1.2 存在的问题分析	316
16.6.1 项目启动流程	288	18.2 应用 FRACAS 的目标	317
16.6.2 项目计划的制定	289	18.3 FRACAS 在 WXX 产品部的 推行	317
16.6.3 项目流程的裁剪方法	289	18.3.1 WXX 产品部的产品缺陷 分析	317
16.6.4 任务分解	290	18.3.2 FRACAS 的推行过程	318
16.6.5 项目估计	291	18.4 角色及职责	319
思考题	294	18.4.1 推行组	321
参考资料	294	18.4.2 运作组	321
第 17 章 电子设备产品生产企业的 改进实施	295	18.5 WXX 产品部的改进实施	322
17.1 需求工程	295	18.5.1 失效模式分析过程	322
17.2 配置管理	297	18.5.2 经验共享过程	324
17.2.1 识别配置项	297	18.5.3 建立 FRACAS 知识 经验库	325
17.2.2 建立配置库	298	18.5.4 商用问题清零	326
17.2.3 变更管理	299	18.5.5 质量回溯	328
17.2.4 配置状态报告	300	18.5.6 TOP N 改进	330
17.3 评审工作	300	18.6 针对新项目的缺陷预防	333
17.4 测试工作	303	18.7 应用效果评估	333
17.5 改进的实施	304	思考题	334
17.5.1 准备实施	304	参考资料	334
17.5.2 试点工作	305		
17.5.3 推行中的问题分析与 解决	306	附录 缩略语汇总	
17.5.4 改进建议的收集	311	附录 A SW-CMM 关键过程域缩写 的中英文对照	339
17.6 实施效果分析	311	附录 B CMMI 关键域缩写的中英文 对照	340
思考题	313	附录 C 缩写语对照表	341
参考资料	313		
第 18 章 FRACAS 在 CMMI 五级 环境下的应用	314		
18.1 问题提出	314		

第 I 部分 软件过程改进方法论

第 1 章 绪论

第 2 章 软件开发过程

第 3 章 软件过程度量