

013734082

TP311.5
532

普通高等教育“十二五”规划教材·软件工程
“IBM 大学合作项目书籍出版资助”教材
“国家自然科学基金资助项目”教材
“中央高校基本科研业务费专项资金资助”教材

软件过程改进案例教程

韩万江 张笑燕 陆天波 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



北航

C1641413

TP311.5
532

内 容 简 介

本书是北京邮电大学软件工程案例系列教程之一,是一本实施 CDIO 理念的教材。本书得到了国家自然科学基金项目资助和 IBM 大学合作项目书籍出版资助。

全书分三篇,共 10 章。第一篇是理论篇,通过 3 个章节讲述了软件过程管理和过程改进的理论、模型、方法,以及 CMM 实施案例。第二篇是案例篇,以企业的具体业务为主线,详细介绍了过程改进体系中各能力等级的过程域的要求和实践,完整地展现了企业过程改进案例的实施过程。第三篇是应用与实践篇,通过企业项目的情景再现,让读者切身体验如何进行过程体系建立和过程改进。本篇最后还介绍了 IBM RTC、RQM 工具在过程管理中的使用和作用。

本书注重理论与实际的结合,通过实际工作中的案例介绍和实践再现,帮助读者消化和理解所学理论内容,全面体现了 CDIO “做中学”和“基于项目学习”的理念,对于提高学生关于软件过程的学习能力有很大帮助,而且对于培养学生实践技能也大有裨益。**为方便读者参考,本书配情景式教学过程视频,读者可以登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册下载。**

本书可以作为软件工程专业、计算机工程专业本科高年级学生或研究生的教材,也可以作为针对广大技术人员进行软件过程改进教育的培训教材,还可以作为企业过程改进的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

软件过程改进案例教程/韩万江,张笑燕,陆天波编著. —北京:电子工业出版社,2013.4

普通高等教育“十二五”规划教材·软件工程

ISBN 978-7-121-20080-9

I. ①软… II. ①韩… ②张… ③陆… III. ①软件工程—案例—高等学校—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 063689 号

策划编辑:索蓉霞

责任编辑:索蓉霞

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403 千字

印 次:2013 年 4 月第 1 次印刷

定 价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

序

工程教育的质量问题是全球性的。我国具有全球最丰富的优秀工科生源和最大的工程教育规模，但也面临质量问题的严重挑战，尤其是办学机制产学脱节，教学过程理论脱离实际、实践环节薄弱，造成了培养目标脱离产业需求、教学中忽视产业实践和工程训练，导致毕业生普遍缺乏对现代企业工作流程和文化的了解，上岗适应慢，缺乏团队工作经验，沟通能力、动手能力较差，缺乏创新能力，职业道德、敬业精神等人文素质薄弱。凡此种种，皆难以适应现代企业的需要。

20 世纪 80 年代，美国麻省理工学院提出“回归工程”的工程教育改革战略。他们于 2000 年联合几所国际著名工科大学在瑞典 Knut and Alice Wallenberg 基金会资助下，经过四年的探索、研究和实践，创立了 CDIO 工程教育模式并在全球逐步推广。

CDIO 是构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement)、运作 (Operate) 四个英文单词的缩写，代表了工程项目生命周期，并被引入工程教育作为产业文化环境来培养训练学生。它是“做中学”和“基于项目学习”的一种系统完整的模式，集中概括了培养目标，课程体系、教学方法、教学空间、师资能力直至教学和专业评估整个教学过程的科学方法论。国内外的经验都表明，CDIO 模式的理论和方法是先进的可行的，完全适合工科和其他专业教育教学过程各个环节的改革。

现行中国大学教材、教学内容的问题表现在：（1）学科导向，片面追求知识的完备性和系统性；（2）相同专业的课程体系千篇一律，教材缺乏特色；（3）内容陈旧、一成不变，不能按照产业需求和技术的发展不断更新；（4）偏重理论，轻视实践，强调书本，忽视应用，缺乏理论与实际问题解决的结合，缺乏工程实践背景；（5）课程之间缺乏有机关联，不能形成集成化的课程体系，不能很好地、明确地落实专业整体培养目标和能力大纲。

韩万江老师的这本《软件过程改进案例教程》很好地体现了 CDIO “基于项目学习”的理念，在一定程度上克服了传统教材的上述弊病。这与韩万江老师有多年的企业项目工作经历和理论联系实际工程教育经验有很大的关系。本书分理论篇、案例篇、应用与实践篇三个篇章，有贯穿全书的路线图：理论学习→案例研究→情景展现→基于项目学习。它体现了实践学习、主动学习的思路。书中的企业案例是以作者亲自参与管理的组织为背景的，案例中的过程体系是逐步改进的，能力等级是逐步提升的。书中的案例有“做中学”过程描述；项目情景展示了过程体系的应用情况，直观易懂；最后的项目实践，使学生通过参与企业的工程实践，深入理解理论、运用理论、掌握理论，并增强团队合作、交流沟通、解决问题的能力。

最后，希望作者继续深入研究和实践 CDIO 工程教育模式，基于集成化课程体系设计开发出更多更好的专业教材，加强课程之间的关联，全面落实培养目标和能力大纲，培养出更多合格的软件工程人才，满足中国产业升级的需要。

联合国教科文组织产学合作教席主持人
联合国教科文组织信息技术与教育研究所董事
北京交通大学教授、博士生导师

 博士

2013 年 1 月 18 日

学 生 感 言

我在北邮测试中心实习了一年，在这一年里，我学到了很多，收获了很多。尤其是软件过程改进体系的磨炼，TCPS 过程体系的实施，培养了我们极其规范的工作习惯，极大提高了工作效率和产品质量，用户非常满意。这一年的实习锻炼，使我受益良多，让我养成了良好的工作习惯和思维习惯，使得在后续的企业面试以及顺利进入 IBM 铺平了道路。本书中过程体系案例及其应用是测试中心经验的精华，其中的很多软件过程改进的思想值得大家继续研究学习并且充分应用在实际工作中。

——张蕙

看到本书中过程体系介绍，尤其 TCPS 过程体系的描述和实践，让我感到很亲切。我在北邮测试中心实习了半年，这里实行规范的过程体系，有规范的操作流程、规范的文档管理，以及完善的项目成果。软件过程体系的实施不但提高了产品的质量，而且也很好地培养了我们的习惯，在毕业后的工作面试中得到很高的认可和评价，为我顺利进入 Cisco 提供了很大帮助。我也曾与韩万江老师提到应该将软件过程改进的经验介绍给更多的人，今天看到这本书出版，我想推荐给更多的人。

——孟倩倩

我曾在北邮测试中心实习了半年，在这里接受了规范化的 TCPS 过程体系锻炼，实习中完成的项目都非常规范，也得到用户的认可。这段学习和实践经历让我受益匪浅，而且让我对软件过程改进有了更深刻和形象的理解，并产生了浓厚的兴趣。在实习中，这种规范的过程体系的锻炼对我帮助很大，让我逐步养成很好的工作习惯，为我在毕业的单位面试中加分不少，并最终如愿以偿进入了甲骨文软件研发中心（北京）有限公司。本书中体现的 TCPS 过程体系是测试中心经验的积累，值得学习和参考！

——代娴

前言

——CDIO 教学模式的探索

软件是一类重要的资源,其质量的优劣直接影响到使用者的工作效率。随着软件业的蓬勃发展,软件质量也越来越引起人们的关注。多年来计算机软件业的快速发展,使人们认识到要高效率、高质量和低成本地开发软件,必须改进软件的生产过程。软件过程是人们用以开发和维护软件及其相关产品的一组活动、方法、实践,包括软件工程活动和软件管理活动。软件产业的必由之路就是软件生产将转向以软件过程改进为中心。随着一个软件组织的成熟,其软件过程定义将更加完善,并在整个组织内得到更一致的实施。规范化的软件过程是软件工业化的必要条件,因此,软件过程改进已成为当前软件开发技术的核心问题。SEI 的 SW-CMM 及 CMMI 等一系列模型的推出也促进了软件过程改进的步伐。

编写本教材之前,我们研究了国内外同类教材,实用的软件过程改进教材非常少,系统性、针对性、实效性也不是很理想。在此条件下,我们经过多年的教学经验和企业实践积累,在几轮教改实践的基础上,编写了本教材。**本教材突出了实践的特色,强调工程实践,坚持 CDIO “做中学”的理念,注重培养学生的软件工程过程概念与软件工程专业意识。**本教材也结合了中国实际情况,更加适合作为国内高校教材,以及软件企业过程改进的参考书。本书分三篇:理论篇、案例篇、应用与实践篇,共 10 章。**为方便读者参考,本书配情景式教学过程视频,读者可以登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册下载。**

CDIO 工程教育模式是近年来国际工程教育改革的最新成果。CDIO 代表构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement) 和运作 (Operate),它以产品研发到产品运行的生命周期为载体,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。迄今为止,已有几十所世界著名大学加入了 CDIO 国际组织,这些学校的一些院系已全面采用了 CDIO 工程教育模式,取得了非常好的效果。CDIO 模式培养的学生尤其受到社会与企业的欢迎。美国麻省理工学院有几届学生在 CDIO 模式下毕业,得到工业界的好评。

软件工程教育是一种典型工程教育,CDIO 是“做中学”和“基于项目教育和学习”的集中概括和抽象表达。这个模式不仅继承和发展了欧美 20 多年以来的工程教育改革的理念,更重要的是还提出了系统的能力培养、实施指导,以及实施过程和结果检验的 12 条标准,具有很强的可操作性。

CDIO 标准中提出的要求是直接参照工业界的需求,它将这种要求反推到教学大纲、教学计划及课程设置中,通过每一门课,每一个模块,每一个教学环节来落实产业对能力的要求,以满足产业对工程人才质量的要求。

虽然,CDIO 工程教育模式的实施需要整个教学体系的配合,但是每门课程可以实施一些具体的 CDIO 方法,例如“做中学”、“基于项目教育和学习”等做法的具体实施。本书不但在教学逻辑上体现了 CDIO 的思路,同时在过程体系的建立和案例描述过程中也体现了“做中学”的理念。

首先,全书的路线图如图 1 所示,采用了“理论学习”、“案例研究”、“情景展现”、“基于

项目学习”的循环路径，体现了 CDIO 的主动学习和实践学习的方法。全书围绕着“实践重于说教”的主线，不但避免了枯燥的理论论述，还通过实际的企业案例、情景再现等模拟手段说明过程的实践意义，最后基于项目的实训过程，进一步加深了过程的理解和掌握。这个过程是循环的，第一篇是理论篇，代表着路线图的初始理论介绍，也代表着路线图的最后理论学习；第二篇是案例篇，通过企业真实案例描述，清晰、全面、分层次地说明了企业过程改进体系，使读者直观、深入体会软件过程的实践案例；第三篇是应用与实践篇，通过项目的情景再现、项目实践过程，学生可以切身体验如何进行过程体系建立和过程改进。最后学生可以再进一步理解和研究过程理论。

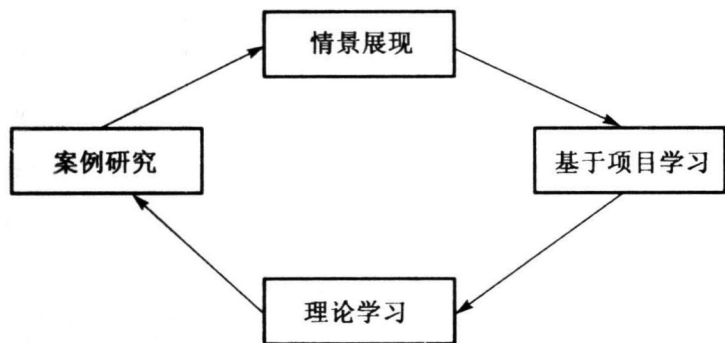


图 1 本书路线图

另外，本书中的过程体系案例、项目实践也体现了 CDIO 的思想，过程体系能力等级的不断提升也迎合了 CDIO 中运作、实现、构思、设计的逐步提升过程。过程等级的不断提高，可以确保项目质量的不断提高和企业能力的不断提升。其次，过程体系案例中有关培训过程也体现了“做中学”的概念，体现了主动学习和基于问题学习的理念，案例中培训体系的建立，参照了 Kolb 的实践学习周期概念，同时，书中对学生的实践要求也参考了 CDIO 的主动、实践中学习、思索、反馈、评价等概念，而且这一理念的过程实施效果也不错，项目实施人员普遍感到收获很大。

本书主要编写者是韩万江、张笑燕、陆天波、姜立新，同时北邮测试中心的林晶滢、张蕙、郭云尧、宋杨、张帅、董昭森、孟倩倩、代娴对本书也给予了很大的帮助，在此一并表示感谢。在本书的编写过程中，作者也与查建中教授交流过，查教授给出了很好的意见和建议，并给予了鼓励，而且为本书编写了序言，再次表示深深的感谢！

本书获得了国家自然科学基金资助项目（项目编号：61170273）和中央高校基本科研业务费专项资金的支持，同时获得了 2012 年度 IBM 大学合作项目书籍出版资助。

由于编者水平有限，书中不足与错误在所难免，敬请有关专家和读者批评指正。联系方式：casey_han@263.net。

韩万江
于北京邮电大学

目 录

第一篇 理论篇：软件过程改进综述

第 1 章 软件过程与过程管理	2	2.6 IPD	30
1.1 软件过程	3	2.6.1 流程重组	31
1.1.1 软件过程定义	3	2.6.2 产品重组	32
1.1.2 软件过程的分类和组成	3	2.6.3 市场管理	33
1.2 软件过程成熟度	5	2.6.4 IPD 与 CMM、CMMI 的关系	34
1.3 过程模型	5	2.7 敏捷开发模型	35
1.4 过程管理	8	2.8 ISO9000 系列体系	37
1.5 过程改进	8	2.8.1 ISO9000 族标准简介	37
1.6 本章小结	9	2.8.2 ISO9000 族标准修订和发展	37
第 2 章 软件过程改进模型	10	2.8.3 ISO9000 族标准的内容	38
2.1 CMM 简介	10	2.8.4 ISO9000 认证步骤	39
2.1.1 CMM 的基本思想	10	2.9 信息和相关技术控制目标	
2.1.2 CMM 的作用	12	(COBIT)	40
2.1.3 CMM 的主要内容	13	2.10 本章小结	40
2.1.4 CMM 的 IDEAL 改进模型	14	第 3 章 CMM 过程域及其实施案例	41
2.2 CMMI	15	3.1 CMM 内部结构	41
2.2.1 CMMI 1.1 介绍	15	3.1.1 关键过程域 (Key Process	
2.2.2 CMMI 模型的表示	16	Areas)	42
2.2.3 CMMI 模型的评估	23	3.1.2 目标 (Goals)	43
2.2.4 CMM 与 CMMI 的比较	24	3.1.3 关键实践 (Key Practices)	43
2.3 PSP 模型	25	3.2 CMM 过程域内容	43
2.3.1 个体度量过程	26	3.2.1 软件分包合同管理过程	43
2.3.2 个体规划过程	26	3.2.2 需求管理过程	45
2.3.3 个体质量管理过程	26	3.2.3 软件项目计划	46
2.3.4 个体循环过程	27	3.2.4 项目跟踪管理过程	47
2.3.5 个体软件过程 PSP 的作用	27	3.2.5 质量保证过程	49
2.4 TSP 模型	27	3.2.6 软件配置管理过程	50
2.4.1 TSP 模型介绍	28	3.2.7 软件产品工程过程	51
2.4.2 TSP 模型结构	28	3.2.8 培训程序过程	52
2.4.3 TSP 基本原理与规则	29	3.2.9 同行评审过程	53
2.5 PSP/TSP/CMM 的关系	30	3.2.10 集成软件管理	54

3.2.11	组间协调过程	55	3.3.5	CASE-SPP 相关输出格式	69
3.2.12	组织过程定义过程	56	3.3.6	CASE-SPP 相关执行程序	69
3.2.13	组织过程焦点	57	3.3.7	CASE-SPP 与其他 KPA 的 关系	73
3.2.14	定量过程管理	59	3.4	实施案例二：CASE-RM 过程域	73
3.2.15	软件质量管理	60	3.4.1	CASE-RM 角色映射表	74
3.2.16	缺陷预防	61	3.4.2	需求确认过程	74
3.2.17	技术更新管理	62	3.4.3	需求修改过程	75
3.2.18	过程改进管理	63	3.4.4	CASE-RM 相关输出格式	76
3.3	实施案例一：CASE-SPP 过程域	65	3.4.5	CASE-RM 相关执行程序	77
3.3.1	CASE-SPP 过程角色映射表	65	3.4.6	CASE-RM 与其他 KPA 的 关系	77
3.3.2	项目计划过程	65	3.5	本章小结	78
3.3.3	项目计划确认过程	67			
3.3.4	项目计划修订过程	68			

第二篇 案例篇：TCPS 过程体系案例

第 4 章	TCPS 过程体系简介	80	7.2	测试执行过程 (CL2)	117
4.1	测试中心简介	80	7.3	版本管理过程 (CL2)	128
4.2	TCPS 过程体系思路	80	7.4	项目计划过程 (CL2)	132
4.3	TCPS 过程体系结构	81	7.5	环境管理过程 (CL2)	137
4.4	TCPS 过程体系文件	83	7.6	项目监督控制过程 (CL2)	146
4.5	本章小结	84	7.7	测试总结过程 (CL2)	149
第 5 章	TCPS 过程体系手册	85	7.8	本章小结	156
5.1	TCPS 过程手册	85	第 8 章	TCPS 能力等级 3	157
5.2	本章小结	100	8.1	文档管理过程 (CL3)	157
第 6 章	TCPS 能力等级 1	101	8.2	知识库管理过程 (CL3)	166
6.1	合约管理过程 (CL1)	101	8.3	代码审查过程 (CL3)	170
6.2	测试执行过程 (CL1)	106	8.4	测试设计过程 (CL3)	174
6.3	本章小结	110	8.5	评审过程 (CL3)	179
第 7 章	TCPS 能力等级 2	111	8.6	培训管理过程 (CL3)	185
7.1	合约管理过程 (CL2)	111	8.7	人员管理过程 (CL3)	191
			8.8	本章小结	195

第三篇 应用与实践篇：TCPS 过程体系的应用与实践

第 9 章	TCPS 过程体系在项目中的 应用	198	9.2.1	任务单下达	199
9.1	TCPS 各过程域之间的关系	198	9.2.2	项目计划	200
9.2	TCPS 项目应用案例	199	9.2.3	测试环境	203
			9.2.4	测试执行	205

9.2.5	项目跟踪控制	208	10.1.6	IBM RQM 测试问题提交 过程	230
9.2.6	项目中的培训学习	211	10.1.7	IBM RQM 测试总结过程	231
9.2.7	项目结束	215	10.2	IBM RATIONAL TEAM CONCERT	232
9.3	能力等级的展望	217	10.2.1	IBM RTC 创建项目初始 环境	233
9.4	基于项目的实践学习	221	10.2.2	IBM RTC 创建项目开发库	236
9.5	本章小结	222	10.2.3	IBM RTC 创建产品流和 测试流	238
第 10 章	IBM RQM、RTC 过程管理 工具的使用	223	10.2.4	IBM RTC 开发库向测试 库的提交过程	239
10.1	IBM RATIONAL QUALITY MANAGER	223	10.2.5	IBM RTC 测试库向产品库 提交过程	241
10.1.1	IBM RQM 工作流程和用户 角色的设置	224	10.3	本章小结	241
10.1.2	IBM RQM 需求管理过程	226	参考文献		242
10.1.3	IBM RQM 测试计划及评 审过程	227			
10.1.4	IBM RQM 测试设计过程	228			
10.1.5	IBM RQM 测试执行过程	229			

第一篇 理论篇：软件过程改进综述

第一篇是理论篇，通过三个章节讲述了软件过程管理，过程改进的理论、模型、方法，以及过程改进模型的实施案例。此篇作为本书循环路线图中的“理论学习”阶段，是“做中学”的“做”前理论指导和“做”后理论研究过程，如图 A 所示。

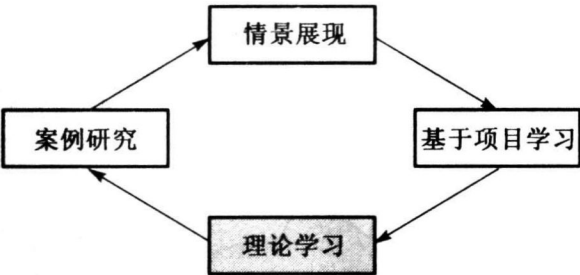


图 A 路线图——理论学习

1.1.2 软件过程的分类和用途

软件过程包括各种活动，如需求分析、设计、编码、测试、部署、维护等。它涵盖了技术方面和管理方面。

第 1 章 软件过程与过程管理

所谓过程，简单来说就是做事情的一种固有的流程和方式。我们做任何事情都有过程存在，小到日常生活中的琐事，大到工程项目。对于同样一件事，有经验的人对完成这件事的过程会很了解，他会知道完成这件事需要经历几个步骤，每个步骤都完成什么事，需要什么样的资源、什么样的技术，等等，因而可以顺利地完成任务；没有经验的人对过程不了解，就会有无从下手的感觉。下面的图 1-1 和图 1-2 可以形象地说明过程在软件开发中的地位。如图 1-1 所示，如果项目人员将关注点只放在最终的产品上，而不关注期间的开发过程，那么不同的开发队伍或者个人可能会采用不同的开发过程，从而导致开发的产品质量不同，有的质量好，有的质量差，完全依赖个人的素质和能力。

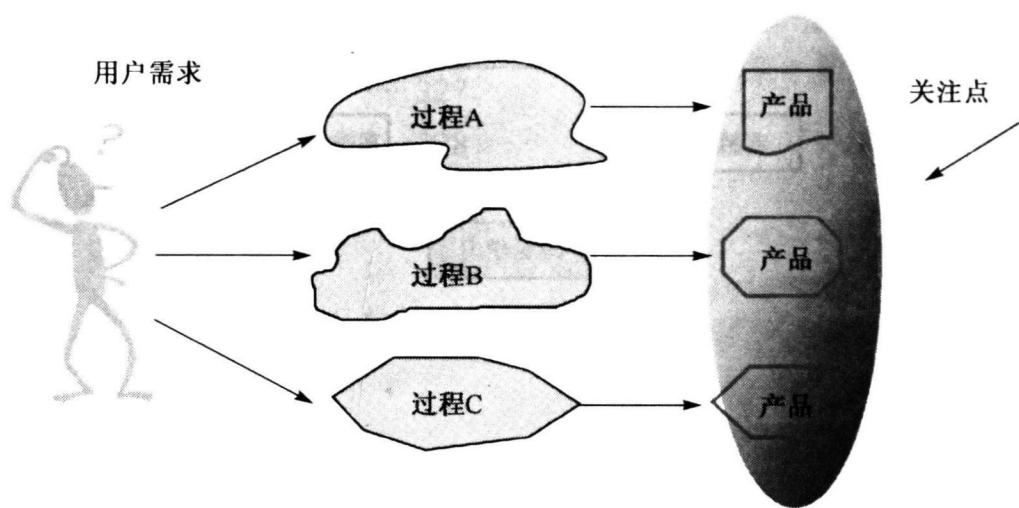


图 1-1 关注开发的结果

反之，如果将项目的关注点放在开发过程，也就是说，企业的关注重点在过程，如图 1-2 所示，不管谁来做，都采用统一的开发过程，那么，开发出的产品的一致性就会更好。经过统一过程开发的软件，产品的质量应该是一样的。可以通过不断提高过程的质量，来提高产品的质量，这个过程是企业能力的体现，它是不依赖于个人的。也就是说，产品的质量依赖于企业的过程能力，而不依赖于个人能力。

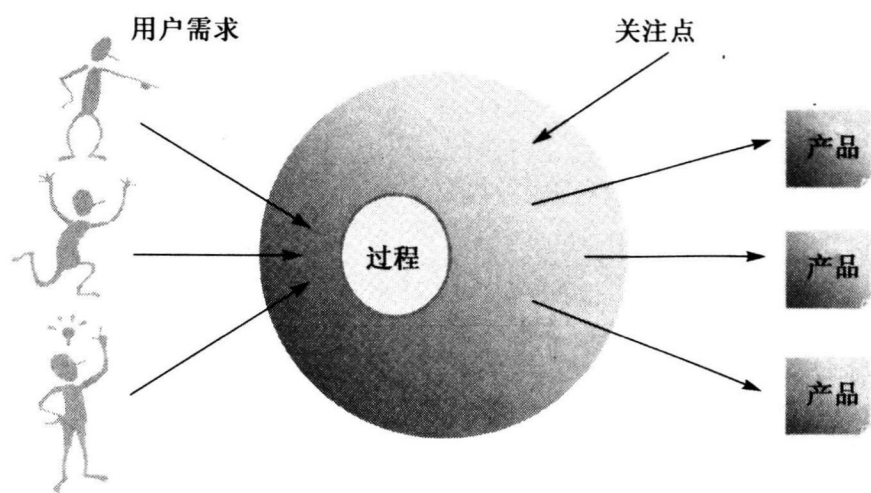


图 1-2 关注开发的过程

1.1 软件过程

过程(Process)是为实现既定目标的一系列操作步骤,是人们使用相应的方法与规程、技术与工具等将原始材料(输入)转化成用户需要的产品的活动。过程的3个基本要素是:人、方法与规程、技术与工具,而且过程是在各种相关组织下展开的。

1.1.1 软件过程定义

软件过程(Software Process, SP)是人们建立、维护和演化软件产品整个过程中所有技术活动和管理活动的集合,是人们用来开发和维护软件及其相关产品的活动、方法、实践和改进的集合。其中相关产品是指项目计划、设计文档、代码、测试文档和用户手册等。当一个组织逐步走向成熟时,软件过程的定义也会日趋完善,其内部的过程实施将更具一致性。

过程与产品存在因果关系,好的过程才能得到好的产品,而差的过程只会得到差的产品。

目前,软件过程技术是一个非常活跃的研究领域,吸引了大批来自学术界和工业界的专家和学者。几乎每个国家都有自己的软件过程改进组织。软件过程技术的研究和实践主要有3个方向。

(1) 软件过程分析和建模

软件过程建模方法是软件过程技术的起点,其中形式化和半形式化建模方法有基于规则的,或基于过程程序的,等等。过程分析和过程建模对于保证过程定义的质量、建立全面和灵活的过程体系具有重要的作用。软件过程的建模主要使用过程建模语言(Process Modeling Languages, PML)。PML最基本的功能是用于描述和定义过程,建立过程模型。PML的能力和表达方式直接影响着过程模型的质量和建模效率。所以,选择合适的PML,成为过程分析、过程建模和选择建模工具的关键。

(2) 软件过程支持

软件过程支持主要是指研究和开发支持软件过程活动的计算机辅助软件工程(Computer-Aided Software Engineering, CASE)工具,过程支持工具作为一种技术基础设施,能够很好地支持、管理并规范化软件过程。它的使用使得软件过程的透明度更好,为项目的软件过程提供指导,使开发者和管理者都有据可依,便于更有效地管理软件过程。软件过程支持工具主要包括软件流程工具、过程文档工具、评审工具和人员管理工具。

(3) 软件过程评估和改进

软件过程评估和改进是指根据某种模型对现有软件过程进行考核和评价,找出其中的不足之处,然后加以改进。改进对生产高质量软件产品和提高软件生产率的重要性已被越来越多的软件开发组织所认同。由美国卡内基·梅隆大学软件工程研究所(CMU/SEI)提出的软件能力成熟度模型除了用于软件过程评估外,还向软件组织提供了指导其进行软件过程管理和软件过程改进的框架。软件过程改进的基本原则是采用过去项目中成功的实践经验。因此,理解、记录和重用部分软件过程是软件过程改进研究的一个重要方向。

1.1.2 软件过程的分类和组成

软件过程包括各种活动、技术和用来生产软件的工具。因此,它实际上包括了软件生产的技术方面和管理方面。

根据 ISO/UEC12207 软件生命周期过程标准，软件过程可以分为基础过程、支持过程和组织过程（或者“管理过程”），如图 1-3 所示。

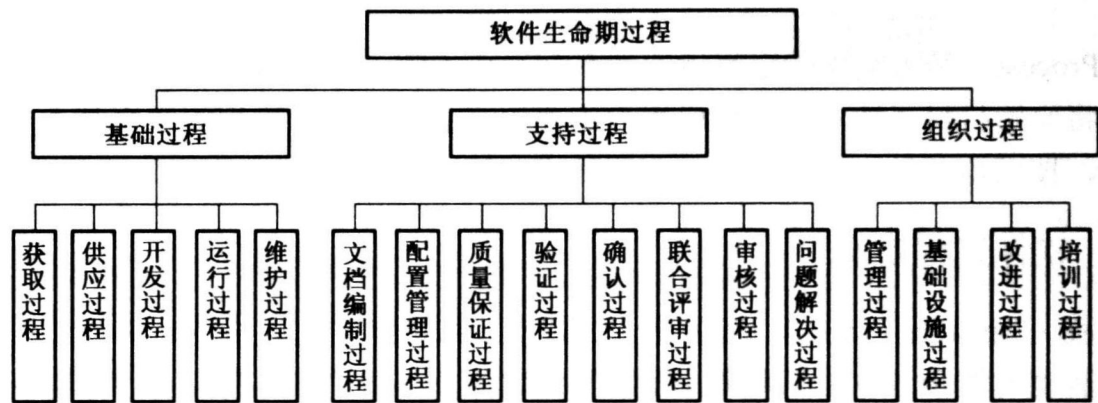


图 1-3 ISO/IEC12207 软件生命周期过程

其中：

- (1) 基础过程是软件项目实施过程需要的活动，包括获取过程、供应过程、开发过程（需求分析、软件设计、编码等）、运行过程和维护过程等子过程。
- (2) 支持过程是对软件主要过程提供支持的过程，包括文档编制过程、配置管理过程、质量保证过程、验证过程、确认过程、联合评审过程、审核过程、问题解决过程等子过程。
- (3) 组织过程是对软件基础过程和支持过程的组织保证过程，包括管理过程、基础设施过程、改进过程和培训过程等子过程。

而在 ISO/IEC15504 软件过程评估标准中，软件过程被分为 5 个过程组：工程过程、支持过程、管理过程、组织过程和客户—供应商过程，如图 1-4 所示。

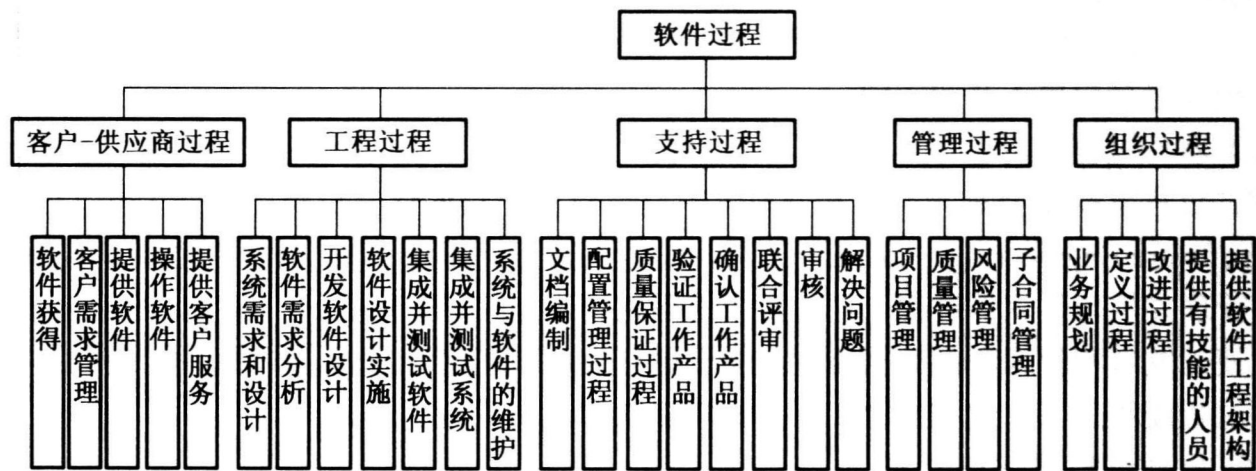


图 1-4 ISO/IEC15504 中软件过程评估标准的组成

其中：

- (1) 工程过程包括软件系统分析、产品定义、设计、实现以及维护等许多内容，包含“系统需求和设计”、“软件需求分析”等子过程。
- (2) 支持过程是在软件生命周期中可以随时被其他过程所采用，起到辅助作用的过程，包含“文档编制”、“配置管理”等子过程。
- (3) 管理过程是为工程过程、支持过程和客户—供应商过程的实践提供指导、跟踪和监控的过程，包含“项目管理”、“质量管理”等。
- (4) 组织过程是用于建立组织商业目标和定义整个组织内部培训、开发活动和资源使用等

规则的过程,有助于组织在实施项目时更好、更快地实现预定的开发任务和商业目标,包含“业务规划”、“定义过程”、“过程改进”等子过程。

(5) 客户—供应商过程是那些直接影响到客户、对开发的支持、向客户交付软件以及软件正确操作与使用的过程,包含“软件获得”、“客户需求管理”等子过程。

1.2 软件过程成熟度

软件过程成熟度(Software Process Maturity, SPM)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。成熟度意味着软件过程能力持续改善的过程,它代表软件过程能力改善的能力。所谓成熟度包含着能力的一种增长潜力,同时也表明了组织实施软件过程的实际水平。随着组织软件过程成熟度能力的不断提高,组织内部通过对过程的规范化和对成员的技术培训,不断提高过程能力。软件过程也将会被它的使用者关注和不断修改完善,从而使软件的质量、生产率和生产周期得到改善。

成熟度等级用来描述某一成熟等级上的组织特征,每一等级为下一等级提供基础和前提。软件过程的成熟度由其能力和性能决定。

软件过程能力(Software Process Capability, SPC)描述了在遵循软件过程后能够实现预期结果的程度,一个组织的软件过程能力为组织提供了预测软件项目开发的数据基础。软件过程能力是软件过程本身具有的按预定计划生产产品的能力,或者说是遵循一个软件过程后能够得到的预期结果的界限范围。该指标是对能力的一种衡量,用它可以预测一个组织在承接下一个软件项目时,所能期望得到的最可能的结果。它是指一个过程产生预期结果的能力,随着过程能力的提高,过程可以被预测和度量,并且可以持续过程改进,该组织就会不断“成熟”,成熟改进需要强大的管理层的支持和一如既往的努力。

软件过程能力是企业能力,而不是个人能力。

软件过程性能(Software Process Performance, SPP)表示遵循一个软件过程后所得到的实际结果。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应软件过程整体能力,即软件过程性能受限于它的环境。

软件过程性能与软件过程能力有区别,软件过程性能关注的是实际得到的结果,而软件过程能力关注的是期望得到的结果。一个项目的软件过程性能决定于过程的执行状态。

软件过程成熟度可以改善软件过程的管理,可以提高过程能力,更好地预测过程性能。同时,通过建立软件过程能力成熟度模型,可以指导软件组织提高过程能力和对过程能力预测的吻合程度。

1.3 过程模型

在软件过程管理的研究中,专家提出过许多模型,下面介绍几个典型的模型。一个组织的过程体系建设可以参考以下过程模型。

1. CMM/CMMI

软件能力成熟度模型(Capability Maturity Model for Software, SW-CMM)是由美国卡内基·梅隆大学(Carnegie Mellon University)软件工程研究所(Software Engineering Institute)

(CMU/SEI)建立的。为了保证软件产品的质量,80年代中期,美国联邦政府提出对软件承包商的软件开发能力进行评估的要求。因此,美国卡内基·梅隆大学软件工程研究所(CMU/SEI)于1987年研究发布了软件过程成熟度框架,并提供了软件过程评估和软件能力评价两种评估方法,以及软件成熟度提问单。4年之后,CMU/SEI将软件过程成熟度框架进化为软件能力成熟度模型(SW-CMM),并发布了最早的SW-CMM 1.0版。经过两年的试用,1993年SEI正式发布了SW-CMM1.1版,这是目前使用最为广泛的版本。CMM主要侧重于项目在研发过程中的管理。

自1991年SW-CMM首次发布后,CMU/SEI又开发了其他成熟度模型,包括:系统工程、采购、人力资源管理和集成产品开发等。虽然各个模型针对的专业领域不同,但彼此之间也有一定的重叠,毕竟它们同出一辙;另外,这些模型在表现形式上又有不统一之处:系统工程模型是连续式的,而其他模型采用了分级式。当SEI开始开发新一代成熟度模型的时候,其发起人提出了新的要求:整合不同模型中的最佳实践,建立统一模型,覆盖不同领域,供企业进行整个组织的全面过程改进。所以,SEI于2001年12月正式发布了能力成熟度集成模型(Capability Maturity Model Integration, CMMI) 1.1版本,这次发布标志着CMMI的正式使用。SEI也正式宣布,将不再维护SW-CMM的CBA-IPI评估方法。在CMMI 1.1发布后的两年内,SEI还提供有关SW-CMM和CBA-IPI主任评估员的培训,并接收评估数据,但这一切已于2003年12月底正式停止。这里需要注意的是,SEI并没有废除CMM模型,而是以CMMI的SCAMPI评估方法取代CMM的CBA-IPI评估方法。CMM/CMMI主要应用在两大方面:能力评估和过程改进。

CMM/CMMI的思想来源于已有多年历史的产品质量管理和全面质量管理。Watts Humphrey和Ron Radice在IBM公司将全面质量管理思想应用于软件工程过程,收到了很大的成效。SEI的软件能力成熟度框架就是在以Humphrey为主的软件专家实践经验的基础上发展而来的。软件能力成熟度模型中融合了全面质量管理思想,以不断进化的层次反映了软件过程定量控制中项目管理和项目工程的基本原则。CMM/CMMI所依据的想法是只要不断地对企业软件工程过程的基础结构和实践进行管理和改进,就可以克服软件生产中的困难,增强开发制造能力,从而能按时、不超预算地制造出高质量的软件。

在CMMI模型组件中,SE/SW是核心,SE/SW/IPPD、SE/SW/IPPD/SS是在此基础上扩展而来的。CMM模型基于众多软件专家的实践经验,是组织进行软件过程改善和软件过程评估的一个有效的指导框架。CMMI项目更为工业界和政府部门提供了一个集成的产品集,其主要目的是消除不同模型之间的不一致和重复,降低基于模型改善的成本。CMMI将以更加系统和一致的框架来指导组织改善软件过程,提高产品和服务的开发、获取和维护能力。

SEI评估报告显示,从1996年到2003年,全球有2000多个组织进行了CMM/CMMI评估,其中大部分为商业组织,有将近一半的组织规模在100人以下。这些数据表明,CMM/CMMI评估已经引起软件及IT企业的高度关注,并且这种评估同样适合中小企业。

2. PSP/TSP

美国卡内基·梅隆大学软件工程研究所(CMU/SEI)主持研究与开发的CMM/PSP/TSP技术,为软件工程管理开辟了一条新的途径。PSP(个体软件过程)、TSP(团队软件过程)和CMM为软件产业提供了一个集成化的、三维的软件过程改革框架,如图1-5所示。PSP注重于个人的技能,能够指导软件工程师如何保证自己的工作质量,TSP注重团队的高效工作和产品交付