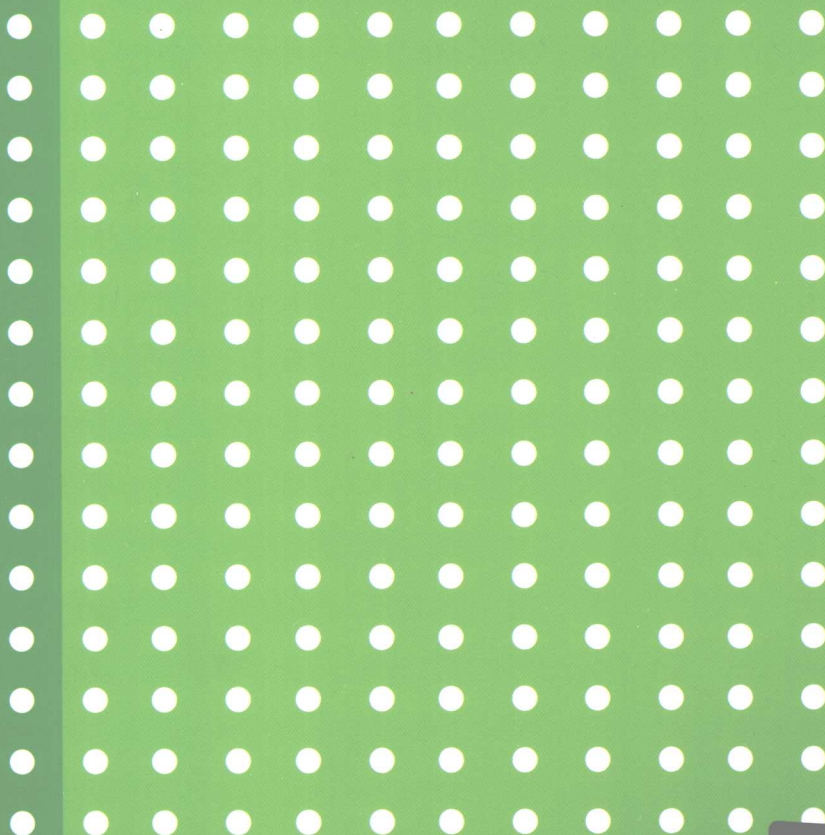


重点大学软件工程规划系列教材

# 软件度量 与软件过程管理

侯红 丁剑洁 编著

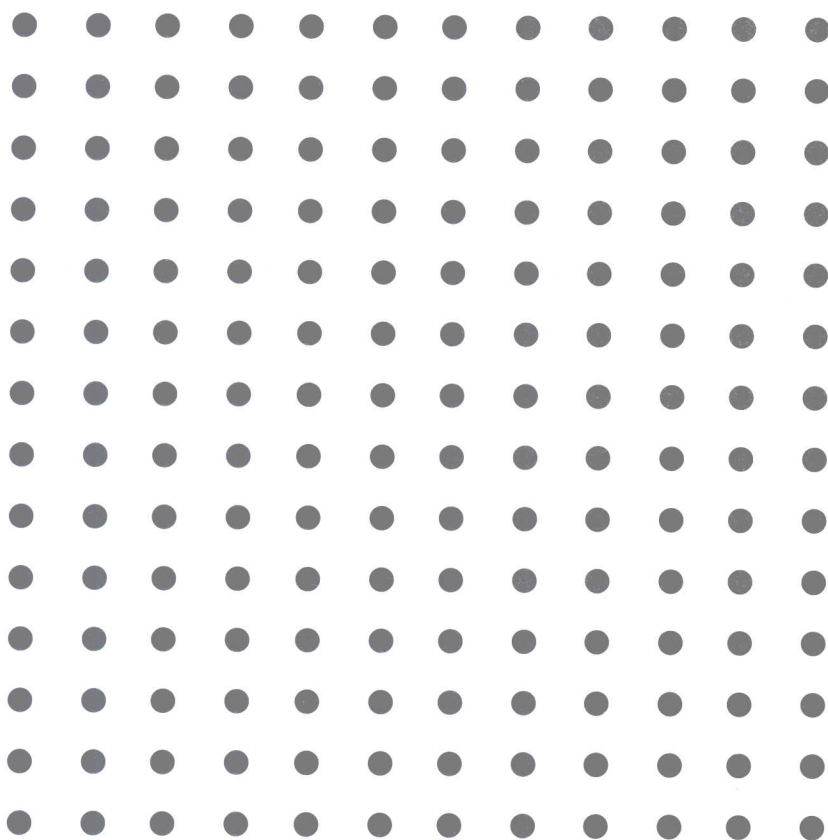


清华大学出版社

重点大学软件工程规划系列教材

# 软件度量 与软件过程管理

侯红 丁剑洁 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书共分10章,系统介绍了软件度量和软件过程管理的一般原理和基本实现方法,内容包括软件度量的基本概念、软件度量的过程与环境、度量数据的采集、软件度量的分析技术以及组织级度量环境的建立等五大部分。本书注重软件度量在过程管理中的应用,通过大量的实例来说明软件过程中的度量思想。

本书适用于高等院校高年级本科生及部分研究生课程的教学,同时也是软件工程师和项目管理人员的实用参考书。

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

软件度量与软件过程管理/侯红,丁剑洁编著. —北京:清华大学出版社,2009.8

(重点大学软件工程规划系列教材)

ISBN 978-7-302-20298-1

I. 软… II. ①侯… ②丁… III. ①软件—测试—高等学校—教材 ②软件工程—管理—高等学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 088331 号

责任编辑:付弘宇 徐跃进

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13.5 字 数:333 千字

版 次:2009年8月第1版 印 次:2009年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:21.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029430-01

# 出版说明

---

随着信息时代的来临,软件已被广泛应用到工业、农业、商业、金融、科教卫生、国防、航空等各个领域,成为国民经济和社会信息化的一个基础性、战略性产业。因此,与之相关联的软件工程专业也越来越受到社会的关注。

从国际范围来看,1996年美国Rochester技术大学(RIT)率先设立软件工程专业,其后美国、加拿大、英国和澳大利亚的许多大学相继跟进。1998年,ACM和IEEE-CS两大计算机学会联合设立软件工程教育项目(SWEEP),研究软件工程课程设置。2001年,IEEE和ACM发布CC2001教程,将计算(computing)学科划分为计算机科学、计算机工程、软件工程、信息系统和信息技术五个二级学科。2003年6月,《计算机课程-软件工程》(CCSE)大纲第一稿发表,后正式更名为《软件工程2004教程》(SE2004)。

在我国,教育部十分重视软件工程专业的发展。2001年教育部和原国家计委联合下文,成立了35所示范性软件学院(全部下设于重点大学);2005年5月,教育部和清华大学出版社联合立项支持的研究课题组发布《中国软件工程学科教程》;同年,教育部组织编写了《软件工程专业规范》;2006年3月,在教育部高等学校教学指导委员会成立大会上,宣布成立软件工程专业教学指导分委员会。截至2007年初,全国有139所高等院校设立了软件工程专业。显然,软件工程已经成为一门迅速兴起的独立学科。

从我国的国民经济和社会发展来看,软件人才的需求非常迫切。随着国家信息化步伐的加快和我国高等教育规模的扩大,软件人才的培养不仅在数量的增加上也在质量的提高上对目前的软件工程专业教育提出更为迫切的要求,社会需要软件工程专业的教学内容的更新周期越来越短,相应地,我国的软件工程专业教育在不断地发展和改革,而改革的目标和重点在于培养适应社会经济发展需要的、兼具研究能力和工程能力的高质量专业软件人才。

截至2007年,我国共有72个国家一级重点学科,绝大部分设置在教育部直属重点大学。重点大学的软件工程学科水平与科研氛围是培养一流软件人才的基础,而一流的学科专业教材的建设已成为目前重点大学学科建设的重要组成部分,一批具有学科方向特色优势的软件工程教材作为院校的重点建设项目成果得到肯定。清华大学出版社一向秉承清华的“中西兼容、古今贯通的治学主张,自强不息、厚德载物的人文精神,严谨勤奋、求实创新的优良学风”。在教育部相关教学指导委员会专家的指导和帮助下,在国内许多重点大学的院系领导的大力支持下,清华大学出版社规划并出版本系列教材,以满足软件工

程学科专业课程教学的需要,配合全国重点大学的软件工程学科建设,旨在将这些专业教育的优势得以充分的发扬,强调知识、能力与素质的系统体现,通过这套教材达到“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”的目的。

本系列教材是在软件工程专业学科课程体系建设基本成熟的基础上总结、完善而成,力求充分体现科学性、先进性、工程性。根据几年来软件工程学科的发展与专业教育水平的稳步提高,经过认真的市场调研并参考教育部立项课题组的研究报告《中国软件工程学科教程》,我们初步确定了系列教材的总体框架,原则是突出专业核心课程的教材,兼顾具有专业教学特点的相关基础课程教材,探索具有发展潜力的新的专业课程教材。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

一、体现软件工程学科的发展和专业教育的改革,适应社会对现代软件工程人才的培养需求,教材内容坚持基本理论的扎实和清晰,反映基本理论和原理的综合应用,在其基础上强调工程实践环节,并及时反映教学体系的调整 and 教学内容的更新。

二、反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

三、实施精品战略,突出重点。规划教材建设仍然把重点放在专业核心(基础)课程的教材建设;特别注意选择并安排了一部分原来基础较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现工程型和应用型的专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

四、支持一纲多本,合理配套。专业核心课和相关基础课的教材要配套,同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源的配套。

五、依靠专家,择优落实。在制订教材规划时依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。

六、严格把关,质量为重。实行主编责任制,参与编写人员在编写工作实施前经过认真研讨确定大纲和编写体例,以保证本系列教材在整体上的技术领先与科学、规范。书稿完成后认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业、提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的、以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量,希望有志于教材的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

**“重点大学软件工程规划系列教材”丛书编委会**

**联系人: 付弘宇    [fuhy@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:fuhy@tup.tsinghua.edu.cn)**



# 前言

---

当今软件工程界的趋势是从面向实验室的软件工程研究向面向工业界的软件工程过程研究转变,这一思想意味着更多地关注组织和过程。关注过程对组织的角色和责任、管理流程、技能和培训、技术和自动化方面产生的重大影响,它正在打破过去人们习惯的面向任务的思维方式,逐渐强化面向过程的思考,软件组织的运作方式在向以过程为中心的方式转移。正如 Humphrey(CMM 的奠基人)所说,要解决软件危机,首要任务是把软件活动视为可控的、可度量的和可改进的过程。

在软件开发中,软件度量的根本目的是为了管理的需要。利用度量来改进软件过程。人们无法管理不能度量的事物。20 世纪 60 年代末期的大型软件所面临的危机反映了软件度量在软件开发中管理的重要性。对于管理层人员来说,没有对软件过程的可见度就无法管理;没有对见到的事物有适当的度量或适当的准则去判断、评估和决策,也无法进行优秀的管理。我们说软件工程的方法论主要在提供可见度方面下工夫。但仅仅是方法论的提高并不能使其成为工程学科,这就需要使用度量。度量是一种可用于决策的可比较的对象。度量已知的事物是为了进行跟踪和评估。对于未知的事物,度量则用于预测。

在软件工程活动中,度量是必须予以考虑和实施的一个重要支持领域,是获得客观数据的一条必经途径。但事实上现在在软件工程的主流里,度量却被忽略了,表现在很多组织中没有软件度量的实践,而在有软件度量实践的组织中,从事度量活动的人没有系统地学习软件度量的知识,因此迫切需要有相关的参考书籍,并在大学中开设相关的课程。本书正是从上述角度出发而编写的。

全书分为 10 章,系统地介绍了软件度量和过程管理的一般原理和基本实现方法,内容包括软件度量的基本概念、软件度量的过程与环境、度量数据的采集、软件度量的分析技术以及组织级度量环境的建立等五大部分。一般原理性的教科书,着重介绍软件度量的基本原理和方法,对于具体的实现细节未予详述。本书注重软件度量在过程管理中的应用。为方便读者理解,特别增设了软件过程中的度量思想一章,同时在各重要章节中,给出了大量的实例加以说明。

第 1 章是概述,介绍软件过程管理和度量的研究背景,综述国内外的研究现状和存在的问题,分析比较不同的研究方法和策略以及关于软件度量的几点讨论。

第 2 章是软件度量方法与基本范型,介绍了项目度量、产品度量、过程度量的常见度量方法,还对基本范型,如 GQM 范型、ISO 15939 及 PSM 范型作了详细讨论。

第3章是软件度量的概念模型,本章是软件度量的概念基础,除介绍软件度量的信息模型外,还重点讲述了软件度量元模型。

第4章是软件度量刻度及选择方法,本章是软件度量的理论基础,内容包括软件度量刻度与刻度类型,度量刻度的作用,不同度量刻度的比较和软件度量刻度的选择方法等。

第5章是软件度量过程与环境,本章是实施软件度量的基本过程,从生命周期的角度,在软件过程管理的背景下,对软件度量实施的过程加以详细陈述。内容包括软件度量的操作模型,基于度量的软件过程管理框架,软件度量过程改进等。

第6章是数据收集,分析了什么是好的数据,对数据分析的关键环节作了描述,主要内容有数据如何收集、如何定义、何时收集以及如何存储等。

第7章是软件度量数据分析,本章对常见的统计学中的控制图、相关性分析技术作了详细介绍,并给出实例。除此之外,还列出了若干高级分析技术,如分类树、主成分分析法以及决策技术等。

第8章是软件开发过程的度量思想,本章对现有的软件开发过程和标准如 ISO, PSP, TSP, CMMI 等的度量思想进行了详细说明。

第9章是基于价值的度量需求分析,本章针对如何从组织的目标中识别出信息需求,进而为软件度量的利益攸关者提供有价值的信息产品,为其做出客观、正确的决策提供支持这一关键问题,介绍基于价值的度量需求分析方法。

第10章是组织级软件度量环境的建立与实现,本章对软件过程的技术架构以及通用的过程模型和标准的作用进行了讨论,对组织级的度量模式进行了总结,给出了组织级软件度量环境建立的步骤。

每一章的最后都有本章小结和习题,以帮助读者更好地理解每章的内容。

本书适合作为高等学校计算机专业的研究生教材或高年级本科生的选修课教材,同时也可作为软件公司的软件工程师和管理人员的参考书籍。

全书由侯红主编、审稿和定稿。其中第1章、第3章、第4章、第5章、第8章、第9章、第10章、附录A至附录E由侯红编写,第2章、第6章、第7章、附录F由丁剑洁编写。感谢西安交通大学宋擒豹教授、西北大学郝克刚教授的大力支持和帮助,特别感谢清华大学出版社提供的合作机会。

由于笔者水平有限,难免有错误和不当之处,请读者见谅并恳请提出宝贵意见。

本书的配套课件请从清华大学出版社网站 [www.tup.tsinghua.edu.cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn) 下载,有问题请联系 [fuhy@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:fuhy@tup.tsinghua.edu.cn)。

作 者

2008年8月

# 目 录

---

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 概述 .....               | 1  |
| 1.1 软件过程 .....               | 1  |
| 1.1.1 关注过程的组织 .....          | 3  |
| 1.1.2 软件过程改进与软件过程革新 .....    | 3  |
| 1.2 软件度量 .....               | 5  |
| 1.2.1 国内外研究现状 .....          | 5  |
| 1.2.2 软件度量的研究领域 .....        | 6  |
| 1.2.3 存在的主要问题 .....          | 6  |
| 1.2.4 度量的有用性 .....           | 8  |
| 1.2.5 度量的常见困境 .....          | 8  |
| 1.3 软件度量在软件过程管理和改进中的作用 ..... | 10 |
| 1.4 关于软件度量的几点讨论 .....        | 10 |
| 1.4.1 软件度量的系统化观点 .....       | 10 |
| 1.4.2 软件度量中的非技术因素 .....      | 10 |
| 1.5 本章小结 .....               | 12 |
| 1.6 习题 .....                 | 13 |
| 第 2 章 软件度量方法与基本范型 .....      | 14 |
| 2.1 软件度量的分类 .....            | 14 |
| 2.1.1 项目度量 .....             | 16 |
| 2.1.2 产品度量 .....             | 22 |
| 2.1.3 过程度量 .....             | 24 |
| 2.2 GQM 范型 .....             | 25 |
| 2.2.1 模型概述 .....             | 26 |
| 2.2.2 应用步骤 .....             | 27 |
| 2.2.3 GQM 方法的优点 .....        | 28 |
| 2.3 ISO 15939 及 PSM 范型 ..... | 29 |



|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| 2.4        | 本章小结 .....               | 32        |
| 2.5        | 习题 .....                 | 32        |
| <b>第3章</b> | <b>软件度量的概念模型 .....</b>   | <b>34</b> |
| 3.1        | 软件度量与软件过程建模 .....        | 34        |
| 3.2        | 软件度量的信息模型 .....          | 35        |
| 3.3        | 软件度量的概念模型 .....          | 38        |
| 3.3.1      | CMMP 应满足的条件 .....        | 38        |
| 3.3.2      | CMMP 的抽象层次 .....         | 38        |
| 3.3.3      | 度量元模型 .....              | 40        |
| 3.4        | 本章小结 .....               | 58        |
| 3.5        | 习题 .....                 | 58        |
| <b>第4章</b> | <b>软件度量刻度及选择方法 .....</b> | <b>59</b> |
| 4.1        | 引言 .....                 | 59        |
| 4.2        | 软件度量刻度和刻度类型 .....        | 59        |
| 4.3        | 度量刻度的作用 .....            | 66        |
| 4.3.1      | 度量意义的判定 .....            | 66        |
| 4.3.2      | 对统计分析的影响 .....           | 66        |
| 4.4        | 不同度量刻度的比较 .....          | 67        |
| 4.5        | 软件度量刻度的选择方法 .....        | 68        |
| 4.6        | 实验案例 .....               | 69        |
| 4.7        | 本章小结 .....               | 71        |
| 4.8        | 习题 .....                 | 71        |
| <b>第5章</b> | <b>软件度量过程与环境 .....</b>   | <b>73</b> |
| 5.1        | 引言 .....                 | 73        |
| 5.2        | 软件度量的操作模型 .....          | 73        |
| 5.2.1      | 软件度量过程的各个阶段 .....        | 74        |
| 5.2.2      | 产品 .....                 | 78        |
| 5.2.3      | 角色和职责 .....              | 78        |
| 5.2.4      | 生命周期 .....               | 79        |
| 5.3        | 基于度量的软件过程管理框架 .....      | 79        |
| 5.3.1      | 过程管理的职责 .....            | 79        |
| 5.3.2      | 过程管理与项目管理的关系 .....       | 81        |
| 5.3.3      | 基于度量的软件过程管理框架 .....      | 82        |
| 5.4        | 软件度量过程改进 .....           | 84        |
| 5.5        | 本章小结 .....               | 84        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 5.6 习题 .....                    | 85         |
| <b>第 6 章 数据收集 .....</b>         | <b>86</b>  |
| 6.1 什么是好的数据 .....               | 86         |
| 6.2 如何收集数据 .....                | 88         |
| 6.2.1 数据收集方法的发展阶段 .....         | 88         |
| 6.2.2 数据收集中的问题和对策 .....         | 89         |
| 6.2.3 数据收集规划 .....              | 90         |
| 6.3 如何定义数据 .....                | 90         |
| 6.3.1 问题 .....                  | 91         |
| 6.3.2 失效 .....                  | 93         |
| 6.3.3 故障 .....                  | 96         |
| 6.3.4 改动 .....                  | 99         |
| 6.4 何时收集数据 .....                | 100        |
| 6.5 如何存储数据 .....                | 100        |
| 6.6 本章小结 .....                  | 102        |
| 6.7 习题 .....                    | 102        |
| <b>第 7 章 软件度量数据分析 .....</b>     | <b>105</b> |
| 7.1 数据分析技术 .....                | 105        |
| 7.1.1 统计过程控制 .....              | 105        |
| 7.1.2 相关性分析与线性回归 .....          | 114        |
| 7.1.3 数据分析中应注意的事项 .....         | 116        |
| 7.2 高级分析技术 .....                | 116        |
| 7.2.1 分类树 .....                 | 116        |
| 7.2.2 多变量数据分析 .....             | 118        |
| 7.2.3 决策分析技术 .....              | 121        |
| 7.3 本章小结 .....                  | 124        |
| 7.4 习题 .....                    | 124        |
| <b>第 8 章 软件开发过程的度量思想 .....</b>  | <b>125</b> |
| 8.1 ISO 的度量思想：基于事实的决策方法 .....   | 125        |
| 8.2 $6\sigma$ 的度量思想：用数据说话 ..... | 125        |
| 8.3 PSP 的度量思想：由定性走向定量 .....     | 126        |
| 8.3.1 个体软件过程框架 .....            | 126        |
| 8.3.2 PSP 的体系结构及工作改进过程 .....    | 126        |
| 8.3.3 PSP 的软件测量 .....           | 127        |
| 8.3.4 PSP 实施的评价标准 .....         | 131        |

|               |                                |            |
|---------------|--------------------------------|------------|
| 8.4           | TSP 的度量思想：质量度量元 .....          | 133        |
| 8.4.1         | 团队软件过程概述 .....                 | 133        |
| 8.4.2         | TSP 的原则与方法 .....               | 134        |
| 8.4.3         | TSP 的质量度量元 .....               | 134        |
| 8.5           | CMMI 的度量思想 .....               | 136        |
| 8.5.1         | CMMI 的体系结构及工作改进过程 .....        | 136        |
| 8.5.2         | CMMI 的过程域 .....                | 138        |
| 8.5.3         | CMMI 的软件度量 .....               | 139        |
| 8.5.4         | CMMI 中的度量演进 .....              | 140        |
| 8.5.5         | 组织实施 CMMI 有关度量方面的问题 .....      | 142        |
| 8.5.6         | CMMI 实施的评价标准 .....             | 143        |
| 8.6           | 本章小结 .....                     | 144        |
| 8.7           | 习题 .....                       | 144        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>基于价值的度量需求分析 .....</b>       | <b>146</b> |
| 9.1           | 引言 .....                       | 146        |
| 9.2           | 相关的方法学 .....                   | 146        |
| 9.2.1         | 平衡积分卡 .....                    | 146        |
| 9.2.2         | GQ(I)M 方法 .....                | 147        |
| 9.2.3         | 利益攸关者分析 .....                  | 148        |
| 9.3           | 基于价值的度量需求分析方法 .....            | 148        |
| 9.3.1         | 识别利益攸关者 .....                  | 149        |
| 9.3.2         | 获得并阐明组织的远景和使命 .....            | 150        |
| 9.3.3         | 使用 GQ(I)M 派生出组织的战略目标和子目标 ..... | 150        |
| 9.3.4         | 划分各个目标的优先级 .....               | 150        |
| 9.3.5         | 将子目标映射到平衡积分卡 .....             | 151        |
| 9.3.6         | 应用 GQ(I)M 派生测量元和指示器 .....      | 152        |
| 9.4           | 举例 .....                       | 153        |
| 9.5           | 本章小结 .....                     | 161        |
| 9.6           | 习题 .....                       | 161        |
| <b>第 10 章</b> | <b>组织级软件度量环境的建立与实现 .....</b>   | <b>163</b> |
| 10.1          | 引言 .....                       | 163        |
| 10.2          | 组织标准软件过程(OSSP) .....           | 163        |
| 10.2.1        | 软件过程的层次结构 .....                | 163        |
| 10.2.2        | 软件过程的技术架构 .....                | 164        |
| 10.2.3        | 通用的过程模型和标准的作用 .....            | 164        |
| 10.3          | 软件度量与组织资产库 .....               | 165        |

|        |                         |     |
|--------|-------------------------|-----|
| 10.4   | 组织软件过程改进的步骤 .....       | 166 |
| 10.5   | 组织级软件度量的模式 .....        | 168 |
| 10.5.1 | 度量的内容 .....             | 168 |
| 10.5.2 | 人员 .....                | 168 |
| 10.5.3 | 过程(程序) .....            | 169 |
| 10.5.4 | 实现 .....                | 170 |
| 10.6   | 组织级软件度量环境建立的步骤 .....    | 171 |
| 10.7   | 基于度量的软件过程改进实施经验总结 ..... | 174 |
| 10.8   | 本章小结 .....              | 176 |
| 10.9   | 习题 .....                | 176 |
| 附录 A   | 软件度量计划 .....            | 178 |
| 附录 B   | 信息需求模板/样板 .....         | 182 |
| 附录 C   | 指示器模板 .....             | 183 |
| 附录 D   | 派生测量模板/样板 .....         | 186 |
| 附录 E   | 基测量规格说明书模板/样板 .....     | 187 |
| 附录 F   | CMMI 中度量元列表 .....       | 189 |
| 参考文献   | .....                   | 196 |

## 概 述

本章介绍软件过程管理和度量的研究背景,综述国内外的研究现状和存在的问题,分析比较不同的研究方法和策略,最后给出关于软件度量的几点讨论。

### 1.1 软件过程

要实施过程度量首先要明确“过程”的含义。按照牛津字典的解释,“过程是用于维护对一组人的控制或次序的规则系统”。这组人的行为应当遵循上述规则。当指定了一组规则后会产生对应该规则的一致行为,该过程为一个训练有素的过程。一个训练有素的过程是一个成熟的过程。

在 SEI 的 CMM1.1 版中,过程被定义为“一系列步骤”,通过这些步骤,工作人员在工具和设备的帮助下把原材料转化为产品。这个定义中未考虑人员、物资等因素,而现在我们要应用度量手段来确定改进产品质量和过程能力的可能性和时机,当寻找造成异常波动的原因时不考虑这些重要因素是一个错误。因此可以采用 ISO 9000:2000 的一个含义更广泛的定义:过程(process)就是使用资源将输入转化为输出的活动的系统。

软件过程建立在软件生命周期的基础之上。软件过程是指人们用于开发、实施和维护软件及其相关产品的一系列策略、组织结构、技术、流程和中间产品的集合。如图 1.1 所示,软件过程可以分为软件开发过程、软件管理过程和软件支持过程 3 大类。

(1) 软件开发过程:指软件开发和生产的过程,如需求分析、设计、编码、测试等过程。

(2) 软件管理过程:指对软件开发和生产过程进行管理的过程,如项目策划过程、跟踪监控过程、质量保证过程、配置管理过程等。

(3) 软件支持过程:指对有效软件开发和生产进行支持的过程,如评审过程、培训过程、度量过程等。

软件过程的实施情况将直接影响到软件企业的生产率和产品质量。软件过程是为建造高质量软件需要完成的任务框架,涉及一组概念和活动。

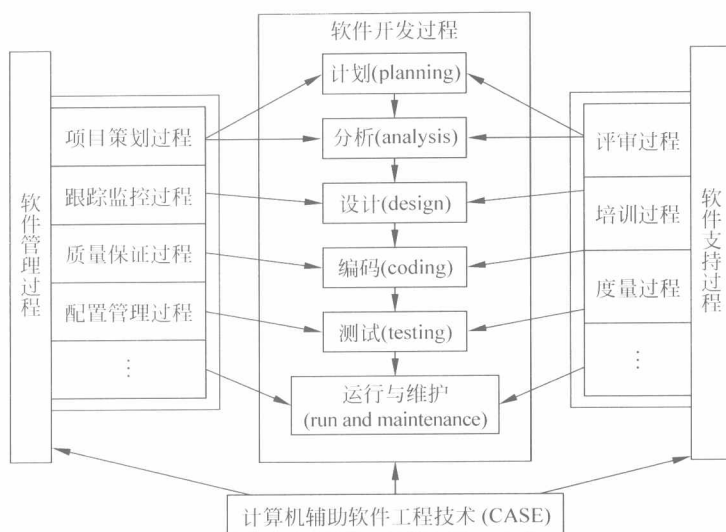


图 1.1 软件生存期模型下的软件过程结构

### 1. 软件开发技术

软件开发技术为过程提供技术支持,完成开发任务需要工具、设施和环境,需要合适的技术为满足社会的需求创建复杂的软件产品。

### 2. 软件开发方法

软件开发方法用来指导如何使用技术完成软件开发活动,方法学的支持是有效使用技术的基础。

### 3. 组织行为

组织行为即组织和人的科学,软件开发是在一个有效的组织结构中协同和管理的项目团队来实现的。

### 4. 市场和经济

软件开发应满足客户的需求和特定的市场需要。因此软件开发的不同阶段(如需求规格说明书和开发/实施)应当考虑软件销售和使用的境况。

将软件开发看作一个过程,需要识别软件开发及有关问题的不同方面以建立有效的实践。更进一步地说,软件开发的问题不仅仅是引入有效的工具和环境,选择有效的生命周期模型,更需要关注组织、文化、技术和经济方面的因素。

软件过程把软件生产的三要素(人、资源和技术)有机地结合起来,形成一个高效运作的整体。事实上由于软件产品是一种富于创造性、创新性的产品,因此软件开发过程是复杂的思维过程,很大程度上依赖于开发人员的高度智力投入。其生产方式没有固定的模式,产品无形,难以度量控制,工作量难以估计,进度难以衡量,质量难以保证,成本高,修改维护工作



繁重,开发人员的创造性与产品规范化测试要求是一对需要不断协调的矛盾,并直接影响软件的质量。同时软件规模和复杂度呈指数激增,对于大型系统成百上千的人共同开发一个系统需要协调、合作、组织。其次由于软件行业是高速发展的行业,不断有新的技术、方法涌现,要求软件过程对技术环境具有适应性。用户的需求是不确定的、不断变化的,要求软件过程对用户要求具有适应性。因此,软件过程是动态的、复杂的、不断变化的过程。

### 1.1.1 关注过程的组织

关注过程会对组织的角色和责任、管理流程、技能和培训、技术和自动化方面产生重大的影响。在组织的设计中实施过程化的思维会产生流水线型的组织。在关注过程的组织中,组织的角色和责任、管理流程、员工技能、业务活动和支持技术都会为支持过程而流水线化,一个共同的目的是为支持整体的业务目标跨越组织的各个方面以提高过程的生产率和效率。

图 1.2 表明过程应作为组织、管理、人员和技术设施的

中心。总而言之,过程应当支持业务目标和行动计划;组织的角色和责任的定义应当支持和便于过程的使用;管理的实践应当对过程的监控和支持进行定义并强制执行;员工应当具备有效地执行过程任务的技能;最后,为有效地和自动地执行过程需要选择和配备工具及技术设施。

在关注产品/功能的水平结构的组织中,过程被分割为不同的独立功能。没有人为整个过程的性能负责。整体的过程很少被文档化或评估。而相反,在关注过程的组织中,过程组将组织的过程看作一个整体并且对过程的整体性能负责。这样可改进整体的过程的可见性和其性能。

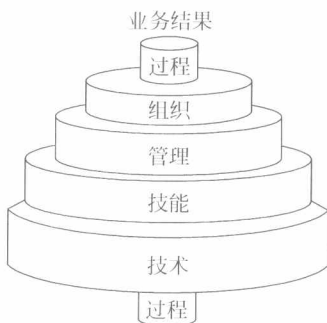


图 1.2 过程的中心作用

### 1.1.2 软件过程改进与软件过程革新

软件过程管理是成功地管理开发、维护和支持软件产品和以软件为主的系统的工作过程。成功地管理意味着通过该过程提供的产品和服务完全满足内部客户和外部客户的需求;同时满足生产该软件组织的业务目标。

软件组织是指以软件产品的研究、开发、服务为主要活动的组织。一般包括政府研究机构、科研院所、高校、软件企业、软件咨询公司和其他组织的信息部门等。

软件过程改进是一种用有准备、有计划的方法,以文字方式记录下开发和维护软件及软件相关产品的活动、方法、实践和变革,形成相应的文档,并依据组织的增值标准对其进行分析。

软件过程改进作为软件组织的一个具体目标,贯彻于组织的软件过程管理活动中,旨在有效地利用组织的可用资源、协调成本、进度、范围、质量等因素,使组织的软件工程能

力逐步得到提高。

组织软件工程能力的提高可采取演进式和革命式两种不同的策略。对应于不同的策略我们称之为软件过程改进和软件过程革新。Rose Joffery 对两种方法的不同进行了比较。

从表 1.1 可看出,软件过程革新不同于软件过程改进,可总结为以下几个方面:

- 过程革新必须明确;
- 过程革新依赖于技术;
- 过程革新以组织和人员为引擎将产生巨大的变革;
- 过程革新与组织的策略相关;
- 过程革新可在所有的工业界和过程领域实施。

表 1.1 过程改进与过程革新

| 方 法   | 过 程 改 进  | 过 程 革 新 |
|-------|----------|---------|
| 变更的程度 | 增量       | 彻底      |
| 起始点   | 现有过程     | 重新开始    |
| 变更频率  | 一次/持续    | 一次      |
| 需要的时间 | 短        | 长       |
| 方式    | 自底向上     | 自顶向下    |
| 范围    | 窄,限于某功能内 | 跨越多种功能  |
| 风险    | 中        | 高       |
| 主要技术  | 统计控制     | 信息技术    |
| 变更类型  | 文化       | 文化/结构   |

由于过程革新风险大,过程改进的范围受限,出现了动态的过程改进。3 种方法的比较见表 1.2。

表 1.2 过程改进与过程革新

| 方 法   | 过 程 改 进  | 动态过程改进        | 过 程 革 新 |
|-------|----------|---------------|---------|
| 变更的程度 | 增量       | 增量            | 彻底      |
| 起始点   | 现有过程     | 现有过程          | 重新开始    |
| 变更频率  | 一次/持续    | 持续            | 一次      |
| 需要的时间 | 短        | 长             | 长       |
| 方式    | 自底向上     | 自底向上/自顶向下     | 自顶向下    |
| 范围    | 窄,限于某功能内 | 跨越多种功能        | 跨越多种功能  |
| 风险    | 中        | 中             | 高       |
| 主要技术  | 统计控制     | 信息技术          | 信息技术    |
| 变更类型  | 文化       | 个体角色和技能/技术/管理 | 文化/结构   |

从工业界的应用看,通过动态过程改进和过程革新可在组织过程方面获取更多的竞争优势。大型的组织更多地采用持续的过程改进,而不是增量变更或大型变革在组织进行过程革新。小型组织通常采用动态过程改进和过程革新方法。组织需要在个体的角色与技能、组织策略与规模、可采用的技术和组织结构的环境中进行过程改进。在过程变革、过程裁减和过程改进方面需要更多地进行研究和实践。

## 1.2 软件度量

### 1.2.1 国内外研究现状

软件度量或者说软件工程度量领域是一个在过去 30 多年来非常活跃的软件工程领域。事实上,软件度量学并非新东西。软件度量(software metrics)学最早在 1958 年由 Rubey 和 Hurtwick 提出。

软件度量是把度量的普遍规律运用到软件工程领域的特殊实践的过程中形成的。

度量是用于量化的不同类型测量的进一步抽象,但目前学界还没有明确软件测量(software measurement)和软件度量(software metrics)这两个术语的区别。在许多中文翻译中均被翻译为度量,在本书中对这两个术语不做严格区分,两个术语视为同义词。

软件度量学基础性工作的建立开始于 20 世纪 60 年代末,主要展开于 20 世纪 70 年代,而进一步的开展主要在 20 世纪 80 年代和 20 世纪 90 年代。国外采用度量来衡量软件质量在 20 世纪 70 年代末就已经出现,并在 20 世纪 90 年代获得了空前的发展,成为软件工程研究中的热点方向之一。

表 1.3 对国外软件度量的研究和应用状况做了总结。统计表明,近几年关于软件度量方面的论文约 1600 篇,仅专著约 40 余本。软件过程度量、软件资源度量、软件产品度量框架的统一,度量指标验证和评估方法的提出,各种度量集合的验证与完善,加上度量理论的进一步坚实以及有关度量的国际标准的出台,推动着实用化软件度量技术的推广和使用。

表 1.3 国外软件度量的研究和应用状况

| 地区 | 研究和应用状况                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 欧洲 | 1986 年英国启动了一个名叫“基于结构的软件度量”的研究项目,项目目的是想在现有研究基础上建立标准模型,分析和度量软件结构<br>从 1989 年到 1992 年,欧共体创立了一个名叫 METKIT 项目。METKIT 的目的是通过开发面向工程和学术界的教材来唤起相关人员的度量意识和提高软件度量在欧洲工程界的应用                                                              |
| 德国 | 少数几所大学中有研究,直到 20 世纪 90 年代末才有几家公司应用软件度量,如西门子(Siemens)、博世(Bosch)、阿尔卡特(Alcatel)和 BMW 等。最早的有关软件度量的研究项目从 1994 年开始                                                                                                                |
| 美国 | 软件度量最早在美国和加拿大开始。自 20 世纪 70 年代中期以来,美国建立了各种各样的软件度量组织和活动。并且得到美国卡内基梅隆的软件工程研究所(SEI)的大力支持。许多大型公司和组织广泛地应用了软件度量,如美国电话电报公司(AT&T)、美国国家航空和宇宙航行局(NASA)、摩托罗拉公司(Motorola)、惠普 Hewlett Packard 等。马里兰大学的软件工程实验室(SEL-Lab)有悠久的(长达 15 年)的软件度量历史 |
| 日本 | 日本的软件度量研究不是非常著名。其中一个格外出色的工作是 Azuma 的 ISO 9126 标准。伴随着这个标准,有超过 100 个软件度量方法作为软件品质的定量标准被提出                                                                                                                                      |