

计 算 机 科 学 丛 书

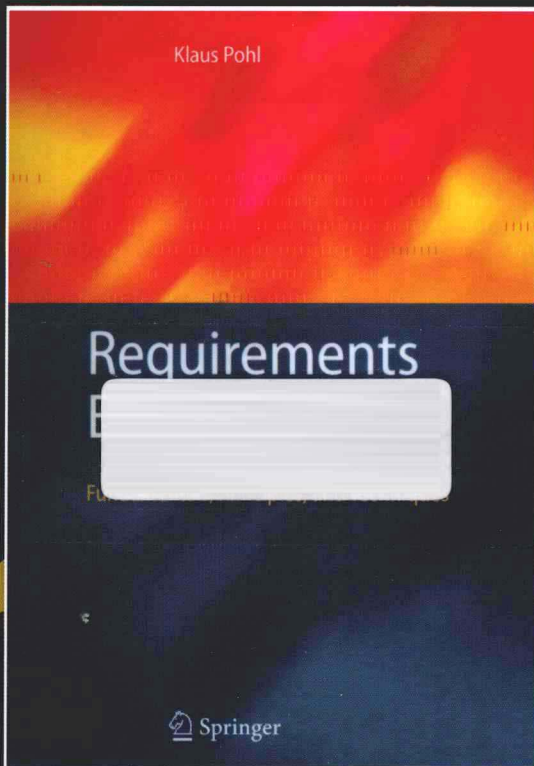
HZ BOOKS
华章教育

Springer

需求工程 基础、原理和技术

(德) Klaus Pohl 著 彭鑫 沈立炜 赵文耘 等译

Requirements Engineering
Fundamentals, Principles, and Techniques



机械工业出版社
China Machine Press

计 算 机 科 学 丛 书

需求工程

基础、原理和技术

(德) Klaus Pohl 著 彭鑫 沈立炜 赵文耘 等译

Requirements Engineering
Fundamentals, Principles, and Techniques



机械工业出版社
China Machine Press

本书对需求工程中的主要概念、方法、原理和技术进行了全面介绍,覆盖了面向目标的需求工程、基于场景的需求工程、面向方案的需求工程以及需求抽取、文档化、协商、确认和管理等需求工程活动,是一本内容丰富、结构完整的需求工程教科书。全书共分八部分,每一部分针对不同的主题展开论述,并在每一部分的开头对各章节内容分别加注“基础”和“高级”标记,方便读者学习。

本书运用实例来辅助阐述需求工程的各个方面,并提供了大量经过实践检验的检查表和指南,不仅适用于高年级本科生和研究生的需求工程及相关课程教学,而且还可以作为软件开发和管理等相关领域专业人员的参考书。

Translation from the English language edition: Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques (ISBN 978-3-642-12577-5) by Klaus Pohl.

Copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

Springer is a part of Springer Science + Business Media.

All Rights Reserved.

本书中文简体字版由 Springer Science + Business Media 授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号:图字:01-2011-2881

图书在版编目(CIP)数据

需求工程:基础、原理和技术/(德)波尔(Klaus Pohl)著;彭鑫等译. —北京:机械工业出版社,2012.7

(计算机科学丛书)

书名原文:Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques

ISBN 978-7-111-38231-7

I. 需… II. ①波… ②彭… III. 软件工程—高等学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第085461号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:刘立卿

北京京师印务有限公司印刷

2012年8月第1版第1次印刷

185mm×260mm·33.5印张

标准书号:ISBN 978-7-111-38231-7

定价:89.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

客服热线:(010)88378991;88361066

购书热线:(010)68326294;88379649;68995259

投稿热线:(010)88379604

读者信箱:hzjsj@hzbook.com

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭示了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀和发展的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起到积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，我们就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过多年的不懈努力，我们与 Pearson, McGraw-Hill, Elsevier, MIT, John Wiley & Sons, Cengage 等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从他们现有的数百种教材中甄选出 Andrew S. Tanenbaum, Bjarne Stroustrup, Brian W. Kernighan, Dennis Ritchie, Jim Gray, Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman, Abraham Silberschatz, William Stallings, Donald E. Knuth, John L. Hennessy, Larry L. Peterson 等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及珍藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专程为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍。其影印版“经典原版书库”作为姊妹篇也被越来越多实施双语教学的学校所采用。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证。随着计算机科学与技术专业学科建设的不断完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都将步入一个新的阶段，我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方式如下：

华章网站：www.hzbook.com

电子邮件：hzjsj@hzbook.com

联系电话：(010) 88379604

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037



译者序

Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques

需求工程通过一种系统化的工程过程实现涉众需求的抽取、协商和文档化。作为需求工程输出制品的需求文档和需求规约是所有其他系统开发活动的重要基础。传统的软件开发过程和开发方法将需求工程作为软件项目的一个早期开发阶段。近些年来，随着以统一过程和敏捷方法为代表的增量、迭代式开发过程的流行，需求工程作为一种跨越整个软件开发生存周期的持续活动的思想已经得到了广泛的接受。另一方面，软件复用、特定领域的软件开发以及软件产品线开发方法的广泛应用又进一步使得需求工程成为一种跨越项目和产品边界的工程化活动。这些都使得需求工程对于软件开发项目的重要性进一步加强。

本书对于需求工程中的主要概念、方法、原理和技术进行了全面介绍，覆盖了面向目标的需求工程、基于场景的需求工程、面向方案的需求工程以及需求抽取、文档化、协商、确认和管理等需求工程活动。特别值得一提的是，本书提出了一种涵盖四个上下文刻面（主体、使用、IT系统、开发）、三个核心活动（抽取、文档化、协商）、三种需求制品（目标、场景、面向方案的需求）和两个横切活动（确认、管理）的需求工程框架，并以此为基础组织全书的内容，使得本书在追求内容丰富与全面性的同时不失其结构性。

本书所介绍的需求工程框架和主要方法都经过长期和广泛的工业实践检验。同时，书中还大量运用实例来辅助阐述需求工程的各个方面，并提供了大量的方法应用指南和检查表。因此，本书不仅适合用于高年级本科生及研究生需求工程相关课程教学，而且还可以作为软件开发及管理相关领域专业人员学习及应用需求工程相关方法、原理和技术的参考书。

彭鑫、沈立炜、赵文耘组织并参加了本书的翻译和审校工作。其中，彭鑫负责第1~26章的翻译工作，沈立炜负责第27~38章的翻译工作，赵文耘审阅了全文。参加翻译工作的还包括董瑞志、李宏伟、林云、黄洋、谢奕、朱天梅等。

本书内容丰富、覆盖面广，鉴于译者水平有限，书中难免有疏漏或错误，还请各位读者批评指正。

20 世纪 90 年代初期我开始研究需求工程，我从一系列工业项目中获得的经验表明：不充分的需求工程经常导致不一致、不完整以及不正确的需求规格说明，并且开发项目中所遇到的大量问题也是由此产生的。因此，持续改进系统开发中需求的抽取、文档化和使用的方式成为了我的愿望和信念。

从上世纪 90 年代初期到现在，需求工程领域已经有了相当大的发展。研究者们针对许多需求工程问题提出、验证并且实践了很多新的解决方案。许多公司已经意识到需求工程的重要性，并且由此开始更加重视系统开发的早期“阶段”。各大学也开始面向本科生和研究生教授专门的需求工程课程。

然而，我与工业界的合作以及许多国内和国际会议上的报告都表明，很多时候需求工程仍然是以一种不充分、低效以及随意的方式进行的，其根本性的方面常常被忽略，甚至一个组织中负责开发过程的涉众也经常只对需求工程有着不充分以及不完整的认识。

还需要另一本关于需求工程的书吗

真的需要另一本关于需求工程的书吗？对于现有的德文和英文需求工程书籍的分析表明，大多数现有的书籍从不同的视角对需求工程做出了优秀的阐释，然而仍然缺少一本全面、组织结构良好、易于理解的教科书或纲要。

本书的目的

本书基于研究和工业项目中获取的知识和经验写作而成，目的是对需求工程的基础、原理和技术提供一个全面、组织结构良好的介绍。书中所介绍的需求工程的各个方面都用很多例子进行了说明。此外，本书还提供了检查表和指南，以支持所介绍的需求工程原理和技术的实践应用。对于每个主题，我们还给出了经过选择的进一步阅读建议。

简而言之，本书是一本全面的需求工程教科书及纲要。

目标读者

本书针对软件和系统工程以及业务信息系统领域中的专业人员、学生和讲师。参与需求工程或受其影响的专业人员，如项目经理、业务和系统分析员、架构师、开发和测试人员、需求工程师，将在他们的日常工作中发现本书是一本有价值的纲要，也是重要的需求工程基础、原理和实用技术的来源。我个人写作这本书的动机是为我的本科生和研究生提供一本陪伴他们的学习和职业生涯的教科书。打算在课程中使用这本书的教师可以从本书的网站 www.requirements-book.com（见下文中的“教授需求工程课程”）上找到参考课程、配套实验练习以及教学幻灯片。

本书的内容

本书第一部分对于需求工程基础进行了全面介绍，并且简要描述了需求工程从软件开发过

程中的一个早期、非正式阶段发展成为一种持续、跨越项目和不同产品的活动的演变过程。第一部分结尾介绍了作为本书基石的需求工程框架。该框架由以下 4 个构造块组成：

- 4 个上下文刻画：每个软件密集型系统都处于一个给定的上下文之中。在需求工程过程中充分考虑系统上下文对于每一个成功的系统开发都是至关重要的。因此在 1993 年，Matthias Jarke 和我将需求工程的主要目标定义为“在上下文中建立愿景” [Jarke and Pohl 1993]。

本书的第二部分对系统及其上下文的分割进行了概述，并提出了一个有利于将其在所有需求工程活动中进行考虑的系统上下文结构。

- 3 类需求制品：经过文档化描述（规约）的系统需求是需求工程过程的关键成果。我们的需求工程框架区分 3 类需求（制品）：目标，描述对于系统的（抽象）意图；场景，描述实现或未能实现目标的具体实例，此外，可以用于描述系统的使用视图等；面向方案的需求，例如数据、功能、行为模型，详细描述系统需求，主要用于支持后续的系统开发活动以及系统的正确实现。

本书第三部分对 3 类需求的特性进行了概述，介绍了广泛使用的目标、场景和面向方案的需求的类型。而且，对目标和场景在所有核心和横切需求工程活动中的角色也进行了简要讨论（见下文）。关于目标和场景在所有需求工程活动中的使用方面的细节在本书中描述相关活动的部分进行介绍。

- 3 个核心活动：我们区分 3 个核心需求工程活动：抽取、文档化（规约）和协商。这 3 个活动派生自需求工程的 3 个维度：内容维度、文档化维度、共识维度（见 [Pohl 1994; Pohl 1997]）。

3 个核心活动在本书的第四部分进行了详细介绍。对于文档化活动，本书介绍了多种不同的文档化语言（包括自然语言以及基于模型的需求文档化），并提供了在需求工程过程中应用不同的文档化语言和技术的提示和指南。对于抽取和协商活动，本书介绍了一些需求工程中的常用技术。

- 两个横切活动：除了 3 个核心活动，还有两个对于需求工程成功至关重要的横切活动：确认活动和管理活动。确认活动的主要目的包括 3 个方面：确认上下文是否已在需求工程过程中得到了充分考虑；确认需求的文档化描述；确认需求工程活动是否按照过程指南进行了执行。我们将（需求）管理作为需求工程的一部分。管理活动包括 3 个子活动：确保需求的可追踪性，确定需求优先级，管理需求变更。

本书第五部分描述了支持确认活动的技术。第六部分详细介绍了管理活动及其子活动。

本书的第七部分介绍了我们基于目标和场景的需求工程方法 COSMOD-RE。该方法支持软件密集型（嵌入式）系统需求和体系结构制品的交错开发。该方法使用了一个包含 4 个抽象层次的层次结构，并为每个抽象层次定义了需求工程制品（目标、场景和面向方案的需求）以及体系结构制品。该方法进一步将这些制品的开发过程组织为 3 个协同设计过程：系统级协同设计过程、功能级协同设计过程、软硬件级协同设计过程。我们以一个简化的驾驶员辅助系统为例，对基于 COSMOD-RE 方法进行需求和体系结构制品的交错开发进行了说明。

本书第八部分详细描述了需求工程以及基于需求的测试之间的关系，并且简述了单个系统工程中的需求工程与软件产品线工程中的需求工程的关键区别。

教授需求工程课程

可以在本书网站（www.requirements-book.com）上找到不同层次课程的参考，包括基础层

次、高级层次以及特殊目的的课程。这些课程包括每周 2 小时的 14 周课程、关于特定主题的 4 小时课程，以及关于需求工程基础方面的概述性课程等。每个课程单元均对应于本书中相关的部分。每个单元都对教学目的进行了明确说明，并且概要介绍了相应的配套练习和实践训练。

体验和反馈

没有哪本书是完美的。尽管进行了认真、全面的校对，本书仍然可能包含错误或者需要改进的地方。如果您发现了错误、缺少的主题或者有其他建设性的改进建议，请发送电子邮件到

feedback@requirements-book.com

或者在本书的网站上提供您的反馈：

www.requirements-book.com

我十分期待收到您宝贵的改进建议！

本书的历史

本书基于 2007 年（第 1 版）和 2008 年（第 2 版）出版的一本德文需求工程教科书写作而成。在写作本书的时候，其中有几个部分进行了大量修改并增加了新的材料，特别是关于面向方案的需求的描述、COSMOD-RE 方法以及产品线需求工程的内容。德文教科书第 3 版将在本书的英文版基础上出版。

致谢

首先，我想感谢我的博士生和博士后们，感谢他们所付出的许多富有成果的讨论、建设性的改进建议以及做出的奉献，这些使得德文教科书得以出版。特别感谢 Kim Lauenroth、Ernst Sikora、Thorsten Weyer 对本书第一到第七部分所做出的贡献，感谢 Andreas Metzger、Günter Halmans 和 Andreas Froese 对本书第八部分的贡献。我还想对 Lero（爱尔兰软件工程研究中心）对于本书的多次会议的支持表示感谢，特别是 Kevin Ryan，他成功地鼓励我完成了德文版的项目。

其次，我想对支持我写作英文教科书的人们表示感谢，感谢他们在德文到英文的翻译过程中所提供的大量协助，以及对于本书中大量重写的部分以及整本书中许许多多的改进和扩展上所做的贡献：

Ernst Sikora

Nelufar Ulfat-Bunyadi

此外，我还想感谢我的研究组中所有的人，感谢他们宝贵的校对工作以及许多建设性的建议，特别是 Marian Daun、André Heuer、Kim Lauenroth、Mark Rzepka、Bastian Tenbergen 和 Thorsten Weyer。

另外，我还想感谢我的学生、工业伙伴以及参加了我的教程和培训的人们，感谢他们不断地询问一些关键问题，这是很多改进的宝贵来源。我还想感谢来自 Springer 的 Ralf Gerstner、Colin Marsh 和 Ulrike Stricker，感谢他们在本书出版过程中所提供的支持。

深深感谢我的妻子 Bärbel 以及我的孩子 Timo 和 Ella，感谢他们无与伦比的耐心、支持和理解。

Klaus Pohl

2010 年于德国埃森市

目 录

Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques

出版者的话

译者序

前 言

第一部分 基础与框架

第 1 章 动机 3

1.1 软件密集型系统 3

1.1.1 实例：嵌入式系统在汽车工业 中的重要性 3

1.1.2 开发软件密集型系统的挑战 3

1.2 需求工程的重要性 4

1.2.1 对于项目成功的影响 4

1.2.2 需求中的缺陷：一个实例 5

1.2.3 需求缺陷导致高成本 6

1.3 组织上下文中的需求工程 6

1.3.1 与其他组织过程的相互关系 7

1.3.2 与其他开发活动的相互关系 8

第 2 章 需求 9

2.1 术语“需求” 9

2.2 需求类型 10

2.2.1 功能性需求 10

2.2.2 质量需求 10

2.2.3 约束 12

2.3 问题 vs. 解决方案 14

2.3.1 开发过程中的“做什么”和 “怎么做” 14

2.3.2 需求工程中的“做什么”与 “怎么做” 15

2.3.3 “做什么”和“怎么做”之间 的交互 16

第 3 章 持续的需求工程 17

3.1 传统系统分析 17

3.2 本质系统分析 18

3.2.1 本质 vs. 对应物 18

3.2.2 方法 19

3.2.3 本质系统分析的优点 20

3.3 作为早期开发阶段的需求工程 20

3.4 系统分析及面向阶段需求工程

的缺点 21

3.5 需求工程是一个持续过程 22

第 4 章 需求工程框架 25

4.1 需求工程的目标：在上下文中 建立愿景 25

4.2 框架概览 25

4.3 4 个上下文刻面 26

4.3.1 4 个上下文刻面间的关系 27

4.3.2 4 个上下文刻面的使用 28

4.4 3 个核心活动 28

4.4.1 需求工程的 3 个维度 28

4.4.2 核心活动 29

4.5 两个横切活动 30

4.6 3 种需求制品 31

4.6.1 目标 31

4.6.2 场景 32

4.6.3 面向方案的需求 33

4.6.4 3 种需求制品的使用 33

4.6.5 本文中的“需求” 33

4.7 全书概览 34

第二部分 系统上下文

第 5 章 系统和上下文边界 37

5.1 术语“上下文” 37

5.2 系统边界 38

5.3 上下文边界 39

5.4 描述上下文方面的必要性 41

第 6 章 系统上下文的结构化组织 43

6.1 结构化原则 43

6.2 4 个上下文刻面和 3 类上下文方面 44

6.2.1 需求来源 44

6.2.2 上下文对象 46

6.2.3 上下文对象的属性和关系 46

6.3 4 个上下文刻面中的相关

上下文方面 47

6.3.1 主体刻面 47

6.3.2 使用剖面	49	第三部分 b 场景	81
6.3.3 IT 系统剖面	51	第 9 章 场景基础	82
6.3.4 开发剖面	52	9.1 场景作为中间层抽象	82
6.4 上下文方面的不同角色	54	9.2 场景作为一种将需求置于上下文 的手段	83
第二部分推荐文献	55	9.3 为每个上下文剖面开发场景	84
第三部分 需求制品		第 10 章 场景类型	85
第三部分 a 目标	59	10.1 当前状态场景和期望状态 场景	86
第 7 章 目标导向基础	60	10.2 正面和负面场景	86
7.1 动机	60	10.3 不当使用场景	87
7.2 术语“目标”	61	10.4 描述性、探索性和解释性场景	88
7.3 AND/OR 目标分解	61	10.5 实例和类型化场景	89
7.4 目标依赖	61	10.6 系统内场景、交互场景和 上下文场景	90
7.4.1 目标之间的“需要”依赖	62	10.7 主场景、可替换场景和例外 场景	93
7.4.2 目标之间的“支持”依赖	62	10.8 用况：场景的分类	95
7.4.3 目标之间的“阻碍”依赖	62	第 11 章 描述场景	97
7.4.4 目标之间的“冲突”依赖	63	11.1 叙述性场景	97
7.4.5 目标等价	63	11.2 结构化场景	98
7.5 识别目标依赖	64	11.2.1 场景步骤的结构化描述	98
第 8 章 描述目标	65	11.2.2 场景参考模板	99
8.1 目标描述模板	65	11.3 用况描述模板	102
8.2 目标描述的 7 个规则	67	11.4 场景描述的 11 条规则	105
8.3 目标建模语言及方法	69	11.5 顺序图	109
8.4 使用 AND/OR 树和 AND/OR 图 进行目标描述	70	11.6 活动图	111
8.4.1 使用 AND/OR 树进行目标 建模	70	11.7 用况图	113
8.4.2 使用 AND/OR 图进行目标 建模	71	11.8 需求工程过程中不同场景类型 的使用	116
8.4.3 AND/OR 图中附加的目标 依赖	72	第 12 章 使用目标和场景的优势	118
8.5 i*	72	12.1 目标导向的优势	118
8.5.1 i* 框架中的建模元素	73	12.1.1 对于文档化的帮助	118
8.5.2 策略依赖模型	75	12.1.2 对于抽取的帮助	118
8.5.3 策略原理模型	75	12.1.3 对于协商的帮助	119
8.6 KAOS	76	12.1.4 对于确认的帮助	119
8.6.1 KAOS 框架中的目标建模 元素	77	12.1.5 对于管理的帮助	119
8.6.2 KAOS 框架中的目标建模	78	12.2 使用场景的优势	120
8.6.3 KAOS 框架中的责任分配 建模	78	12.2.1 有助于文档化	120
8.7 决定使用何种目标建模语言	79	12.2.2 有助于需求抽取	120
第三部分 a 推荐文献	80	12.2.3 有助于协商	121
		12.2.4 有助于确认	121
		12.2.5 有助于管理	121

12.3 将目标与场景相结合的好处	122	16.2 文档化 vs. 规约	183
12.3.1 目标发起对场景的定义	122	16.3 需求制品的质量准则	184
12.3.2 目标对场景进行分类	123	16.4 验收准则	186
12.3.3 场景描述对目标的满足 情况	123	16.4.1 需求制品的验收准则	186
12.3.4 场景发起对目标的细化	124	16.4.2 系统的验收准则	187
第三部分 b 推荐文献	127	第 17 章 自然语言文档	189
第三部分 c 面向方案的需求	128	17.1 自然语言需求	189
第 13 章 面向方案的需求基础	129	17.2 需求文档	190
13.1 解决方案的 3 种视图	129	17.2.1 需求文档的类型	190
13.2 面向方案的需求、目标和 场景	130	17.2.2 要求汇总表	191
13.2.1 主要区别	130	17.2.3 责任汇总表	192
13.2.2 主要联系	132	17.3 需求文档的质量准则	193
第 14 章 面向方案需求的文档化	133	17.4 使用自然语言的优点和 缺点	195
14.1 数据视图中的需求描述	134	17.4.1 使用自然语言的主要 优点	195
14.1.1 增强的实体 - 关系模型	134	17.4.2 使用自然语言的主要 缺点	195
14.1.2 类图	139	17.5 避免歧义的技术	198
14.2 功能视图中的需求描述	143	17.5.1 术语表	198
14.2.1 数据流模型	143	17.5.2 语法需求模式	200
14.2.2 本质模型	149	17.5.3 受控语言	201
14.3 行为视图中的需求描述	150	第 18 章 组织自然语言需求	203
14.3.1 行为建模语言	151	18.1 需求文档的参考结构	203
14.3.2 有限自动机	151	18.1.1 参考结构的优点	203
14.3.3 Mealy 和 Moore 自动机	153	18.1.2 IEEE 830-1998 标准的参考 结构	204
14.3.4 状态图	154	18.2 对需求定义属性	207
14.3.5 状态机图	157	18.3 需求属性	208
14.4 在 3 种视图中描述质量需求	159	18.3.1 标识属性 (类型 1)	209
第 15 章 3 种视图的集成	161	18.3.2 上下文关系 (类型 2)	209
15.1 扩展后的示例	161	18.3.3 文档化方面 (类型 3)	210
15.2 视图之间的关系	166	18.3.4 内容方面 (类型 4)	210
15.3 使用 UML2 集成	169	18.3.5 协商方面 (类型 5)	211
15.4 使用 SysML 集成	170	18.3.6 确认方面 (类型 6)	212
15.4.1 SysML 图类型	171	18.3.7 管理方面 (类型 7)	212
15.4.2 需求图	172	18.4 模板和信息模型	214
15.4.3 使用需求图来关联各 视图	173	18.4.1 基于模板的文档化	214
第三部分 c 推荐文献	175	18.4.2 基于信息模型的文档化	215
第四部分 核心活动		18.5 建立文本需求视图	218
第四部分 a 文档化	180	18.5.1 在需求库基础上生成 视图	218
第 16 章 需求文档基础	182	18.5.2 生成需求文档	220
16.1 动机与目标	182		

第 19 章 概念建模基础	221	22.2 描述技术的模板	252
19.1 物理模型 vs. 概念模型	221	22.3 访谈	252
19.2 模型属性	222	22.3.1 准备	253
19.2.1 消除无关细节	222	22.3.2 执行	255
19.2.2 定义附加属性	224	22.3.3 后续	256
19.3 概念模型的符号学	224	22.3.4 应用该技术的检查表	256
19.4 概念模型的质量	226	22.3.5 对于需求抽取的作用	257
19.5 建模语言	228	22.3.6 工作量	258
19.5.1 概念建模语言	228	22.3.7 成功的关键要素	258
19.5.2 元建模	228	22.4 研讨会	259
19.6 模型的创建和解释	230	22.4.1 准备	259
19.6.1 模型创建	230	22.4.2 执行	261
19.6.2 模型解释	231	22.4.3 后续	263
第 20 章 基于模型的需求与文本化		22.4.4 应用该技术的检查表	263
需求之间的关系	232	22.4.5 对于需求抽取的作用	264
20.1 需求模型	232	22.4.6 工作量	265
20.2 需求模型与文本化需求的		22.4.7 成功的关键要素	265
相互关系	233	22.5 专题小组	265
20.3 可追踪性元模型	234	22.5.1 准备	266
20.4 概念模型和文本化需求之间		22.5.2 执行	266
的关系	236	22.5.3 后续	267
20.5 技术实现	239	22.5.4 应用该技术的检查表	267
第四部分 a 推荐文献	240	22.5.5 对于需求抽取的作用	267
第四部分 b 抽取	241	22.5.6 工作量	268
第 21 章 需求抽取基础	243	22.5.7 成功的关键要素	268
21.1 需求抽取的目标	243	22.6 观察	268
21.2 需求抽取的定义	243	22.6.1 准备	269
21.3 需求抽取中目标和场景		22.6.2 执行	269
的使用	244	22.6.3 后续	270
21.4 子活动: 识别相关的需求来源	245	22.6.4 应用该技术的检查表	270
21.4.1 识别潜在的需求来源	245	22.6.5 对于需求抽取的作用	271
21.4.2 选择相关的来源	247	22.6.6 工作量	271
21.5 子活动: 抽取现有的需求	248	22.6.7 成功的关键要素	272
21.5.1 从涉众中抽取现有的		22.7 调查问卷	272
需求	248	22.7.1 准备	272
21.5.2 从文档中抽取现有的		22.7.2 执行	273
需求	249	22.7.3 后续	273
21.5.3 从现有系统抽取现有的		22.7.4 应用该技术的检查表	273
需求	250	22.7.5 对于需求抽取的作用	274
21.6 子活动: 开发新的创新性		22.7.6 工作量	274
需求	250	22.7.7 成功的关键要素	275
第 22 章 抽取技术	251	22.8 基于视角的阅读	275
22.1 技术评价	251	22.8.1 准备	276

22.8.2	执行	276	23.6.4	对于需求抽取的作用	293
22.8.3	后续	276	23.6.5	工作量	297
22.8.4	应用该技术的检查表	276	23.6.6	成功的关键要素	298
22.8.5	对于需求抽取的作用	277	第四部分 b 推荐文献		299
22.8.6	工作量	278	第四部分 c 协商		300
22.8.7	成功的关键要素	278	第 24 章 需求协商基础		301
第 23 章 辅助抽取技术		279	24.1	需求协商的目标	301
23.1	技术评价	279	24.2	需求协商: 定义	302
23.2	头脑风暴	279	24.3	需求协商中目标和场景的 使用	302
23.2.1	准备	279	第 25 章 冲突管理		303
23.2.2	执行	280	25.1	子活动: 识别冲突	303
23.2.3	后续	281	25.2	子活动: 分析冲突	303
23.2.4	应用该技术的检查表	281	25.2.1	数据冲突	304
23.2.5	对于需求抽取的作用	282	25.2.2	利益冲突	304
23.2.6	工作量	283	25.2.3	价值冲突	304
23.2.7	成功的关键要素	283	25.2.4	冲突分析的启发式方法	304
23.3	原型	283	25.3	子活动: 解决冲突	305
23.3.1	准备	283	25.3.1	通过协商解决冲突	305
23.3.2	执行	284	25.3.2	通过创造性的解决方案 解决冲突	306
23.3.3	后续	284	25.3.3	通过决定解决冲突	306
23.3.4	应用该技术的检查表	285	25.3.4	冲突解决策略的评价	307
23.3.5	对于需求抽取的作用	285	25.4	子活动: 记录冲突解决方案	308
23.3.6	工作量	285	第 26 章 协商技术		309
23.3.7	成功的关键要素	286	26.1	双赢法	309
23.4	KJ 方法	286	26.1.1	双赢法中可能的情形	309
23.4.1	准备	286	26.1.2	取得双赢情形	309
23.4.2	执行	287	26.1.3	双赢法和冲突解决策略	310
23.4.3	后续	288	26.2	交互矩阵	310
23.4.4	应用该技术的检查表	288	第四部分 c 推荐文献		312
23.4.5	对于需求抽取的作用	289	第五部分 确 认		
23.4.6	工作量	290	第 27 章 需求确认基础		316
23.4.7	成功的关键要素	290	27.1	动机和目标	316
23.5	思维导图	290	27.1.1	确认的目标	316
23.5.1	准备	291	27.1.2	不充分确认的风险	317
23.5.2	执行	291	27.2	确认 vs. 验证	318
23.5.3	后续	292	27.2.1	构造性质量保障和分析性 质量保障	318
23.5.4	对于需求抽取的作用	292	27.2.2	确认和验证的定义	318
23.5.5	工作量	292	27.2.3	本书所使用的术语 “确认”	319
23.5.6	成功的关键要素	292			
23.6	抽取检查表	292			
23.6.1	准备	293			
23.6.2	执行	293			
23.6.3	后续	293			

27.3	子活动：确认所创建的需求 制品	319	28.2.7	成功的关键要素	338
27.3.1	内容维度的确认	320	28.3	走查	339
27.3.2	文档化维度的确认	321	28.3.1	准备	339
27.3.3	共识维度的确认	321	28.3.2	执行	339
27.4	子活动：确认上下文考虑	322	28.3.3	后续	339
27.4.1	主体刻画	323	28.3.4	应用该技术的检查表	339
27.4.2	使用刻画	323	28.3.5	好处	340
27.4.3	IT 系统刻画	323	28.3.6	工作量	340
27.4.4	开发刻画	323	28.3.7	成功的关键要素	340
27.5	子活动：确认活动的执行	324	28.4	比较：审查、桌面检查 和走查	340
27.6	确认3个层次的能力模型	325	28.5	使用原型的确认	341
27.7	确认中的目标和场景	326	28.5.1	准备	341
27.7.1	考虑目标的好处	326	28.5.2	执行	342
27.7.2	考虑场景的好处	326	28.5.3	后续	342
27.8	确认的原则	327	28.5.4	应用该技术的检查表	343
27.8.1	第一个原则：引入正确 的涉众	327	28.5.5	好处	343
27.8.2	第二个原则：分离缺陷检测 和缺陷修正	328	28.5.6	工作量	343
27.8.3	第三个原则：利用多个独立 视角	329	28.5.7	成功的关键要素	344
27.8.4	第四个原则：使用恰当的 文档化格式	330	第29章 辅助确认技术		345
27.8.5	第五个原则：确认期间开发 制品的创建	330	29.1	确认检查表	345
27.8.6	第六个原则：反复确认	330	29.1.1	准备	345
第28章 确认技术		332	29.1.2	执行	346
28.1	审查	332	29.1.3	后续	346
28.1.1	准备	333	29.1.4	应用该技术的检查表	347
28.1.2	执行	333	29.1.5	好处	347
28.1.3	后续	334	29.1.6	工作量	348
28.1.4	应用该技术的检查表	334	29.1.7	成功的关键要素	348
28.1.5	好处	335	29.1.8	构建问题和检查表	348
28.1.6	工作量	335	29.2	基于视角的阅读	352
28.1.7	成功的关键要素	336	29.2.1	准备	352
28.2	桌面检查	337	29.2.2	执行	353
28.2.1	准备	337	29.2.3	后续	353
28.2.2	执行	337	29.2.4	应用该技术的检查表	353
28.2.3	后续	337	29.2.5	好处	353
28.2.4	应用该技术的检查表	337	29.2.6	工作量	354
28.2.5	好处	338	29.2.7	成功的关键要素	354
28.2.6	工作量	338	29.3	制品的创建	354
			29.3.1	模型的语言描述	355
			29.3.2	创建场景	357
			29.3.3	创建测试用例	359
			29.3.4	创建用户手册	361
			第五部分推荐文献		363

第六部分 管 理

第 30 章 需求管理基础	367
30.1 管理活动的目标	367
30.2 定义	368
30.3 管理需求制品	368
30.4 观察系统上下文	369
30.4.1 观察上下文的技术	369
30.4.2 结构化的上下文观察	369
30.5 管理需求工程活动	370
30.5.1 面向阶段的方法	370
30.5.2 情境方法	371
30.5.3 面向阶段的方法与情境方法 的比较	373
第 31 章 需求的可追踪性	374
31.1 可追踪性的基础	374
31.2 需求的前可追踪性和后 可追踪性	375
31.3 可追踪性关系类型	376
31.3.1 条件	377
31.3.2 内容	377
31.3.3 抽象	378
31.3.4 演化	378
31.3.5 杂项	378
31.3.6 可追踪性关系类型示例	379
31.4 文档化可追踪性关系	379
31.4.1 文本引用	380
31.4.2 超链接	380
31.4.3 可追踪性模型	380
31.5 可追踪性信息的表示	381
31.6 特定项目的可追踪性	382
31.6.1 特定项目的可追踪性环境	383
31.6.2 可追踪性信息的使用策略	384
31.6.3 特定项目的可追踪性模型	384
31.6.4 可追踪性信息的记录策略	385
31.6.5 涉众准则	386
第 32 章 需求优先级	387
32.1 需求优先级排序的基础	387
32.2 优先级排序的准备活动	388
32.2.1 确定涉众	388
32.2.2 选择将要排序的制品	388
32.2.3 选择优先级排序标准	388
32.2.4 选择一种优先级排序技术	389

32.3 需求的优先级排序技术	390
32.3.1 排名与前十技术	390
32.3.2 单标准分类	390
32.3.3 Kano 分类	390
32.3.4 二维标准的分类	392
32.3.5 Wieggers 优先级排序矩阵	393
32.3.6 成本-价值方法	395
32.3.7 优先级排序技术的组合	396
第 33 章 需求变更管理	398
33.1 配置管理	398
33.1.1 配置管理的层次	399
33.1.2 软件制品的版本	399
33.1.3 需求制品的配置	399
33.1.4 需求制品的基线	400
33.2 需求变更	400
33.2.1 系统运行过程中遇到 的问题	400
33.2.2 上下文中的改变	400
33.3 系统化的变更管理	402
33.3.1 变更控制委员会	402
33.3.2 文档化变更请求	403
33.3.3 变更管理活动	404
第六部分推荐文献	407
第七部分 COSMOD-RE: 基于目标 和场景的需求工程方法	
第 34 章 COSMOD-RE 基础	411
34.1 抽象层	411
34.2 需求和体系结构制品的 协同开发	413
34.2.1 体系结构对需求的影响	413
34.2.2 协同设计过程	415
第 35 章 COSMOD-RE 方法	417
35.1 COSMOD-RE 的 4 层抽象层	418
35.1.1 概览	418
35.1.2 系统层	419
35.1.3 功能分解层	419
35.1.4 硬件/软件分割层	421
35.1.5 部署层	422
35.2 COSMOD-RE 的 4 种制品 类型	423
35.2.1 目标	424
35.2.2 场景	427

35.2.3	面向方案的需求	429		面临的挑战	459
35.2.4	体系结构制品	431	37.3	文档化可变性	460
35.2.5	制品之间的关联	432	37.3.1	可变点和变体	461
35.3	COSMOD-RE 的协同设计		37.3.2	可变性依赖	462
	过程	433	37.3.3	约束依赖	462
35.3.1	概览	433	37.3.4	制品依赖	463
35.3.2	系统级协同设计	434	37.4	领域需求工程	464
35.3.3	功能级协同设计	434	37.4.1	需求可变性的抽取	464
35.3.4	硬件/软件级协同设计	435	37.4.2	领域需求的文档化	465
35.3.5	协同设计过程之间的 重叠	435	37.4.3	存在可变性时的确认	467
35.4	每一个协同设计过程的 5 个 子过程	436	37.5	应用系统需求工程	468
35.4.1	概览	436	37.5.1	绑定可变性	468
35.4.2	开发初始目标和 场景 (SP ₁)	437	37.5.2	文档化可变性绑定	469
35.4.3	开发初始体系结构 (SP ₂)	439	37.6	总结	470
35.4.4	开发构件目标和 场景 (SP ₃)	439	第 38 章 基于需求的测试: ScenTED		
35.4.5	整合需求和体系结构 制品 (SP ₄)	441	方法		
35.4.6	详述具体的系统 需求 (SP ₅)	442	38.1	动机	471
第 36 章 实施 COSMOD-RE 方法: 一个实例			38.2	测试背后的主要概念	471
36.1	开发初始目标和场景 (SP ₁)	443	38.2.1	测试活动	471
36.2	开发初始体系结构 (SP ₂)	446	38.2.2	测试用例	472
36.3	开发构件目标和场景 (SP ₃)	448	38.2.3	测试层次	472
36.4	整合需求和体系结构 制品 (SP ₄)	449	38.2.4	测试用例定义	473
36.5	详述具体的系统需求 (SP ₅)	452	38.3	测试中场景的角色	474
36.6	总结	453	38.3.1	实例与类型化场景	474
第八部分 软件产品线及基于需求 的测试			38.3.2	测试层次与场景类型	474
第 37 章 软件产品线的需求工程			38.4	基于需求的测试用例定义	475
37.1	产品线工程的核心概念	457	38.4.1	从需求制品中直接生成 测试用例	475
37.1.1	领域工程和应用系统工程	457	38.4.2	基于模型的测试用例 生成	476
37.1.2	可变性	458	38.5	ScenTED 方法	477
37.2	软件产品线工程中需求工程		38.5.1	在测试模型中对系统 行为建模	478
			38.5.2	生成测试用例场景	479
			38.5.3	确定测试数据	482
			38.6	总结	482
			附 录		
			词汇表		484
			参考文献		495
			索引		508

基础与框架

第一部分概述

对于每一个软件开发项目而言，需求工程都是一个关键的成功要素。本书的第一部分将详细说明以下问题：

- 术语“需求”；
- 功能性需求、质量需求与约束的区别；
- 需求工程在组织上下文中的位置；
- 需求工程从一个初始的软件开发阶段到一个跨越整个项目和产品的持续活动的发展；
- 问题定义与解决方案描述的区别。

此外，这一部分还将描述我们所提出的一个需求工程框架。该需求工程框架由以下各部分组成：

- 4个上下文刻画：主体刻画、使用刻画、IT（信息技术）系统刻画、开发刻画；
- 3个核心活动：抽取、文档化、协商；
- 两个横切活动：确认、管理；
- 3种类型的软件制品：目标、场景、面向方案的需求。

该框架构成了本书内容的主干。本书的结构还将在本部分结尾处详细描述。