

经验软件工程

软件工程中的实验研究方法

克拉斯·沃林 (Claes Wohlin)
佩尔·鲁内松 (Per Runeson)
马丁·霍斯特 (Martin Höst) 著 张莉 王青 彭蓉 宣琦 译
[瑞典] 马格纳斯力 C. 欧尔松 (Magnus C. Ohlsson)
比约恩·雷格尔 (Björn Regnell)
安德斯·韦斯伦 (Anders Wesslén)

Experimentation in Software Engineering

Claes Wohlin · Per Runeson
Martin Höst · Magnus C. Ohlsson
Björn Regnell · Anders Wesslén

Experimentation in Software Engineering

Springer

计 算 机 科 学 丛 书

经验软件工程

软件工程中的实验研究方法

克拉斯·沃林 (Claes Wohlin)
佩尔·鲁内松 (Per Runeson)
马丁·霍斯特 (Martin Höst) 著 张莉 王青 彭蓉 宣琦 译
[瑞典] 马格纳斯力 C. 欧尔松 (Magnus C. Ohlsson)
比约恩·雷格尔 (Björn Regnell)
安德斯·韦斯伦 (Anders Wesslén)

Experimentation in Software Engineering

Claes Wohlin · Per Runeson
Martin Höst · Magnus C. Ohlsson
Björn Regnell · Anders Wesslén

Experimentation in Software Engineering

 Springer



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

经验软件工程：软件工程中的实验研究方法 / (瑞典) 沃林 (Wohlin, C.) 等著；张莉等译。
—北京：机械工业出版社，2015.10

(计算机科学丛书)

书名原文：Experimentation in Software Engineering

ISBN 978-7-111-51856-3

I. 经… II. ①沃… ②张… III. 软件工程—研究方法 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 242587 号

本书版权登记号：图字：01-2015-1280

Translation from the English language edition: Experimentation in Software Engineering by Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C. Ohlsson, Björn Regnell, Anders Wesslén.

Copyright © 2012 Springer Berlin Herdelberg.

Springer Berlin Herdel berg 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。

本书的目的是通过受控实验为学生、教师、研究人员及从业者介绍软件工程中的经验研究。介绍实验时采用了过程视角，将描述的焦点放在进行实验时需要执行的步骤上。全书分为三个部分。第一部分介绍了实验中用到的一些理论和方法的背景知识；第二部分包括 5 章，分别介绍了实验的五个步骤：确定范围、计划、操作、分析与结果展示。第三部分完整地展示了两个案例。附录中提供了课后作业与统计方面的资料。

本书适合作为软件工程专业高年级本科生、研究生教材，也可供企业工程技术人员使用。

出版发行：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：关敏 曲熠 姚蕾

责任校对：殷虹

印刷：北京诚信伟业印刷有限公司

版次：2015 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

开本：185mm × 260mm 1/16

印张：13

书号：ISBN 978-7-111-51856-3

定价：59.00 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

投稿热线：(010) 88379604

购书热线：(010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱：hzsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问：北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

文艺复兴以来，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；也正是这样的优势，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, Brain 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相助，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，有的还专门为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近两百个品种，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：hzsj@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



华章科技图书出版中心

It is a sincere pleasure to write this foreword to the Chinese version of our book “Experimentation in Software Engineering”. We never imagined that the book would be translated, and we are deeply honoured.

能够为《Experimentation in Software Engineering》这本书的中文版写序，我们感到由衷的高兴。我们从没想过这本书会被翻译成中文，对此我们深感荣幸。

The whole book project started as a PhD course in the late 1990s. The course was based on a number of articles, since it was impossible to find a course book at that time. As assignments in the course, each PhD student was asked to summarize a step in the experimentation process that we defined based on the available literature. The hand-ins formed the basis for several of the chapters, which later was extended and complemented with other parts needed to make a comprehensive book on the topic.

本书的创作开始于上世纪 90 年代末的一门博士课程。由于那时无法为这门课程找到合适的教科书，我们必须以很多论文为基础。作为课程作业，要求每个博士生基于当时的文献，总结并定义实验过程中的一个步骤。这些交上来的作业成为本书多个章节的基础，后来我们又对其他需要的部分进行扩展和补充，使其成为该主题一本全面的书。

The first edition was published in the end of year 2000, and we then got the opportunity to release a second edition in 2012. The field had matured since the first edition, and hence it felt very good to be able to make additions as well as revising some parts of the first edition. We perceive that the book has been well received both by students and fellow researchers in empirical software engineering, which is very rewarding based on all work put in to turn our material into a book. We hope that the Chinese edition helps us reaching out to an even broader readership, and that it can help inspiring more research in empirical software engineering.

第一版于 2000 年年末出版，在 2012 年我们得到了出版第二版的机会。自第一版出版后该领域已臻成熟，因此，我们能够很好地对第一版进行扩展和修订。我们已经可以看到，这本书在经验软件工程领域的学生和研究者中广受欢迎，我们把当初的材料整合成本书所付出的努力是非常值得的。我们希望中文版能够让本书读者群更加广泛，也希望能够鼓舞更多的研究者投入到经验软件工程领域中来。

I would like to express my sincere thanks to my former PhD students (three of them now holding full professor positions at Lund university, Sweden and two of them working with soft-

ware-intensive systems in industry) for the inspiring collaboration on what turned out to be a very successful book project from my point of view.

这里我也非常诚挚地感谢之前的博士生（其中有 3 个人已经获得了瑞典 Lund 大学的全职教授职位，还有两个人在工业界，从事软件密集型系统方面的工作）。在我看来，我们富有开创性的合作最终成就了这本书的成功。

Finally, I would like to extend my deepest gratitude to the initiators of publishing a Chinese edition and to the translators of the book.

最后我也想对出版本书中文版的发起者和翻译者表达最深切的感激。

Claes Wohlin

2015 年 6 月 15 日

于瑞典卡尔斯克鲁纳市布京理工学院

自软件工程成为一级学科以来，关于软件工程的研究方法得到了更多、更广泛的重视。软件工程领域日益需要一本这样的教材。

任何学科的发展都依赖于对这个学科所要解决的基本问题的理解。每个学科解决问题的能力都会随着领域经验的提高而提高。其基本方法是把经验封装到模型中，并基于实验、经验证据和反馈来验证并确认模型的正确性。对知识的封装可以让我们站在更高的抽象层次上理解我们的问题空间和解决空间，并通过应用反馈和学习知道哪些方法行之有效。这是一种在很多领域都适用的方法，譬如物理、医学、制造业等。这是一个建模、实验、学习和再建模的闭环。软件工程也是一门实验科学，我们必须从应用中学习并改进我们对软件工程世界的理解。经验软件工程（Empirical Software Engineering）就是这样一种方法。

2012年在Lionel Brand教授等人的帮助下，北京航空航天大学开始在研究生中开设这门课程，后来得知很多学校都已经或者正在准备开设“经验软件工程”课程，但是都苦于没有合适的中文版教材。计算机学会（CCF）软件工程专委会成立“经验软件工程学组”时，与会老师进一步表达了这一愿望。经过仔细考虑，我们选择了Claes Wohlin等撰写的《Experimentation in Software Engineering》这本教材，并由来自北京航空航天大学的张莉、中国科学院软件研究所的王青、武汉大学的彭蓉、浙江工业大学的宣琦组成了翻译小组，在机械工业出版社华章公司的协助下开始了本书的翻译。

Empirical在英文中是指“经验的”或“实证的”。因此，Empirical Software Engineering被译为“经验软件工程”或“实证软件工程”。但在英文中Empirical区别于Experimental，这里的“经验”不单单是人在实践中的主观体验和认知，更强调从实践中获得的客观证据。

《Experimentation in Software Engineering》这本书虽然重点阐述了在软件工程领域如何进行实验研究，但其中首先讨论了为什么要在软件工程领域展开经验研究，之后介绍了主要的经验研究策略、软件工程中常用的经验研究方法，因此，我们认为可以将其作为“经验软件工程”的一本很好的入门教材。建议将本书作为软件工程专业高级本科生、研究生教材，本书也可供企业工程技术人员使用。

经过近一年的时间，翻译小组多次协调讨论，并就一些问题和原书作者进行了沟通，最终完成了翻译工作。由于这是国内第一本关于经验软件工程的书籍，所以翻译中最大的挑战是术语的翻译。虽然经多次推敲，也难免有不当之处，希望得到大家的指正。

译者

2015年9月10日

实验是任何科学与工程研究的基础。

了解一门学科需要建立与该学科各种元素相关的模型，比如领域中的对象和用于操作这些对象的流程，以及流程与对象之间的关系。领域知识的不断发展意味着需通过各种形式的实验来检验演化模型。对实验结果的分析涉及学习、对知识的封装，以及随时改变和精炼模型的能力。基于此，我们对一门学科的理解也会随着时间的推移而不断地加深。

各种范式已经广泛应用于诸多领域，比如物理、医学和制造业等领域。当这些领域开始使用建模 - 实验 - 学习循环模式时，它们才逐渐发展成了独立的学科。每个领域都从记录观察结果开始，逐渐演化为调节模型变量并研究变量改变所导致的结果。各个领域在本质上不尽相同，体现在构成领域的基本对象、对象的基本特性、包含这些对象的系统的基本性质、系统中对象和系统本身以及学科文化之间的关系等方面。这些差异都会影响系统建模和实验执行。

与其他学科一样，软件工程也需要建模 - 实验 - 学习这种循环模式。软件工程研究是一门实验科学。从事该学科的人主要可分为研究者和从业者。研究者的职责是了解对象（产品）的性质，了解创建和操作这些对象的过程，以及了解系统范畴内两者之间的关系；从业者的职责是利用现有最新的知识构建更完善的系统。这两类人员互惠共生：研究者需要在实验室研究从业者遇到的问题，利用实验来提出并改进解决方案；从业者需了解如何构建更好的系统，而关于这一点研究者可以通过构建模型来提供帮助。

在建模和实验中，研究者和从业者都需要了解软件工程学科的本质。不同的软件之间存在差异：大量的变量造成了这些差异，因此理解这些变量的作用极为重要。就像药物，其中关于人类个体遗传和药物史的差异往往是构建医药模型并解释实验结果的主要因素，软件工程会处理大量不同的能影响输入和结果的情境。在软件工程中，许多技术通常涉及人工的参与而非完全自动化。就如在制造业中，主要的问题就是理解和改进流程与其生产的产品之间的关系。然而，与制造业不同，软件工程的流程是开发而不是生产，因而我们不能收集来自于完全重复的同一个流程的数据。这也促使我们从更高的抽象水平去构建模型，尽管如此，我们仍需仔细考量上下文变量。

目前，存在的模型尚不足以让我们理解软件工程学科；对处理某些特定情况技术的局限性尚缺乏认知；分析与实验的不足仍然存在。尽管存在诸多不足，但是关于最后这一点，本书将表明情况正在逐步改观。

本书对经验软件工程研究者和从业者而言具有极为重要的参考价值，是对该领域的一大贡献，具有里程碑意义。作者收集了大量的知识并极富条理地将其撰写成书，同时提供了范围确定、计划制定、运行、分析、解释和归档等一系列实验流程。它们

涵盖了从有效性威胁到统计程序的所有必要的课题。

本书涵盖了执行软件工程实验所需的大量信息。在以前做实验的时候，我需要寻找不同的信息资源，这些信息几乎全都是从其他学科获取的，我需要尽我所能将其用于满足自己的需求。如果在那时候我能拥有这本书，它必将节约我大量时间和精力，而且极有可能使我的实验变得更好！

Victor R. Basili 教授

非常荣幸能为本书的修订版作序（最初版本于 2000 年出版）。我之前使用过本书的最初版本，因为这本书正是为教师和研究者出版的！多年来，包括科罗拉多州立大学、华盛顿州立大学、丹佛大学和维尔茨堡综合大学等多所高校的学生来上我的课时，我均使用此书。这些学生有些是大公司的全职员工来攻读系统工程硕士学位，其他则是全日制的硕士和博士生。这本书对他们非常有帮助。除了学习书中的经验软件工程方法之外，他们也喜欢本书整体上的简洁性。我非常高兴看到修订后的版本与最初版本一样，仍然将整书的紧凑和简单放在第一位。

与最初版本相比，此版本增加和修改的内容完美地反映了经验软件工程学科当前的成熟度：包括实验重现和综合分析的日益重要，以及学术界和专业领域对基于可信定量验证的新技术成功转化这一需求的日益增强。另一个重要的进展是对于经验软件工程实验伦理的扩展讨论。特别是因为该领域没有关于实验伦理的正式定义，所以对学生而言，知道这些问题，以及能够得到一个处理这类问题的具体指导方针都是极其重要和有价值的。

本书的最初版本非常重视实验。然而在工业领域，人们更倾向于利用案例研究来评估技术、软件工程和软件产品。因此额外增加案例研究这一章非常有必要，也将会很受欢迎。增加系统文献综述这一章也是如此。

我使用本书的最初版本教授定量软件工程这门课程已经有十几年了，本修订版新增的内容整合了我多年来需要另外添加的课程资料。更重要的是，在增加这些新内容的同时，它并没有丢失最初版本的紧凑和简洁性。对我个人而言，我很开心能有此修订版，并会继续将它作为我上课的教程以及我学生的研究资源。

Anneliese Amschler Andrews 教授

最初版前言

Experimentation in Software Engineering

我有一种强烈的信念，即软件工程师不仅需要了解软件工程的具体方法和流程，而且应该知道如何去评估它们。因此，我一直把实验与经验研究的原则作为软件工程课程的重要组成部分。直到现在，这仍然意味着我们需要从其他学科选择教科书，通常是心理学，然后将该教科书与期刊或会议论文相结合，从而为我们的学生提供软件工程领域的实验和经验研究案例。

本书填补了软件工程书籍中的一个空白，它简洁却不失全面地审视了软件工程的一个重要方面：对软件工程的方法、方法论、流程执行的出色程度做了实验分析。由于在我们这个领域所有这些变化都非常迅速，所以知道如何评估新的方法和流程非常重要。本书指导我们该如何处理这些问题，因此本书不仅对软件工程领域的学生有用，对软件工程应用方面的专业人士也极具价值。这些专业人士能：

- 评估软件工程技术。
- 确定在已发表的论文中软件工程方法和流程的应用价值或存在的缺陷。

本书可以说是软件工程研究人员的宝贵资源。

Anneliese Amschler Andrews 教授（原名：von Mayrhauser）

你是否曾经有过对不同的软件工程方法或技术进行比较评估的需求？本书介绍了一种用实验对软件工程中的新方法和新技术进行评估的方法。实验对于那些参与评估不同方法、技术、语言和工具，并从中加以选择的所有软件工程师而言是一种极具价值的工具。

你或许是一个软件从业者，在将软件正式引进单位之前，希望能对其采用的方法和技术进行评估。你也可能是一个研究者，希望将新的研究成果与已有的研究成果进行比较，从而为新的思想提供科学基础。你或许是一个老师，认为在软件工程中基于经验学习的知识对学生来说至关重要。当然，你也可能是一个软件工程专业的学生，希望学习一些方法使软件工程成为一门科学，以及在比较不同的方法和技术时能够获得量化的数据。本书将就如何成功实现这些目标提供相关的指导和案例。

软件工程与科学

“软件工程”这一术语诞生于1968年，该领域目前仍处于发展阶段。在过去一段时间，科技的发展和宣传式研究驱动着软件工程的发展。所谓的宣传式研究是指，我们发明和引入的新方法、新技术大都是基于市场营销和理念，而非科学的结果。在某种程度上，这也是可以理解的，因为信息社会本身也是在过去的几十年中逐步建立的。但是，从长远来看，如果我们想拥有我们所开发软件的控制权，这又是不可接受的。控制来源于我们希望在使用新的方法、技术、语言和工具之前首先对它们进行评估。而这也将有助于我们把软件工程转变成一门真正意义上的科学。在审视“我们必须把软件工程变成科学”这个问题之前，让我们先来看看其他领域是怎么看待科学的。

在西蒙·辛格（Simon Singh）博士的“费马大定理”中 [160]，对科学进行了讨论，总结如下：在科学中，物理现象通常是在假说的基础上提出的。我们观察现象，如果观察到的现象与假说相一致，它将成为假说成立的证据；而另一方面，假说也应该能够帮助预测其他的现象。实验对于验证假说，尤其是对于验证假说的预测能力，是极为重要的。如果新的实验支持某一假说，则我们就有更多的证据支持这一假说。随着证据的增加和增强，假说会被广泛接受，从而成为一种新的科学理论。

科学的要点就是通过经验研究进行假设检验，然而，当前软件工程领域的大部分研究却并不是按照这个方式来进行的。尽管如此，相比于10年前，如今通过实验对新的研究方案进行评估和验证的需求却达到了更高层次的水平。经验研究通常包括调查、实验和案例研究。因此，本书的目的是介绍和促进经验研究在软件工程中的应用，其中我们尤其重视实验的方法。

本书的目的

本书主要为学生、教师、研究者和从业者介绍针对软件工程的实验方法学和经验评估方法。主要目标是提供关于在软件工程中如何进行实验来评估方法、技术和工具的指导方针，虽然其中也会穿插其他经验性方法的简短介绍。我们将从过程的角度来介绍实验，重点将关注执行实验所必须经历的操作步骤。该过程可推广到其他类型的经验研究，但本书的关注点仅限于实验和准实验。

写作本书是为了支持我们所常经历的需求：使软件工程的研究更加具有实验特色。现在已有一些相关的书籍，它们或者以十分笼统的方式来介绍该课题，或者只关注实验的某些特别的部分，且大部分都集中在实验的统计方法上。虽然这些都很重要，但目前仍然缺乏从过程角度来阐述实验的书籍。此外，我们几乎找不到介绍软件工程实验学的相关书籍。事实上，在本书最初版本出版之前的确不存在这样的书。

本书的范围

本书主要关注软件工程中的实验学，即通过实验来评估方法、技术等。本书提供了一些关于广义经验研究的信息：包括案例研究、系统文献综述和调查法。目的是对这些不同的经验研究方法做些简要的说明，使读者能够初步了解并将它们与实验相结合。

书中的各章涵盖了软件工程领域执行实验过程中不同的操作步骤。此外，关于软件工程经验研究的例子也贯穿整书。能向软件工程师说明经验研究和实验能够在软件工程中成功应用这一点对本书而言非常重要。本书包含两个实验的例子。引入这些例子是为了说明具体的实验过程以及如何将软件工程中的实验进行报告。我们的目的是使这些研究能成为未来软件工程经验研究的良好例子和灵感来源。本书注重实验，但不仅限于实验，即我们也提供其他的方法，比如案例研究和调查法。换句话说，当可以使用实验这样的研究策略时，我们就没有必要再求助于不包含定量数据的宣传研究和市场营销策略。

针对的读者

本书的目标读者大致上可以分为以下四类。

学生 可以将本书作为软件工程中侧重于评估的实验导论。本书适合作为强调经验研究的软件工程领域本科生或研究生的教科书。本书包含的习题和项目任务可以帮助读者将更多的理论素材与实际应用相结合。

教师 如果觉得软件工程课程需要引入更多的经验研究，则可以在他们的课程中使用这本书。本书适合作为该领域的入门教程。虽然我们建议同时参考统计学的导论课程，但本书的各部分内容亦足以互相支撑，从而形成一个统一的体系。

研究者 可以在本书中学到更多关于如何进行经验研究的知识，并把它们作为自身研究的重要组成部分。此外，我们的目标是：当研究者在进行经验研究时，也可以回到本书，将之作为一份检查单进行逐项检验，同样也可以收获颇丰。

从业者 可以将本书作为一份“食谱”，用于在引进新方法和新技术时对它们进行评估。可以学习如何将经验研究用于日常工作，比如在计划改变开发流程时，可以使用经验研究方法来评估利弊，进而提出建议。

概要

本书主要分为三个部分，其概要总结在表 1 中，该表还给出了本书与最初版本之间的相互对应关系。第一部分中，第 1 章总体介绍了经验研究领域的研究进展，将广义的经验研究和狭义的实验方法均纳入软件工程的研究内容之中；第 2 章总体上讨论了经验策略（包括调查法、案例研究和实验），特别从软件工程的视角阐述了经验研究的内容；第 3 章简要介绍了度量理论和应用；第 4 章概述了如何进行系统文献综述以及如何将几个经验研究中的结果进行综合分析；第 5 章给出了案例研究概述，将其作为相关类型的经验研究；第 6 章则通过引入广义实验过程，重点关注实验部分。

表 1 本书结构

标 题	修订版本	原始版本	主要更新
第一部分 背景			
引言	1	1	
经验策略	2	2	关于重现、综合分析、技术转移和伦理学的新章节
度量	3	3	关于实践中度量的新章节
系统文献综述	4	10 ^①	新章节
案例研究	5		新章节
实验过程	6	4	
第二部分 实验过程的步骤			新的运行例子
确定范围	7	5 ^②	改编术语
计划	8	6	
操作	9	7	
分析与解释	10	8	
归档与展示	11	9	重大修改
第三部分 实验示例			
实验过程说明	12	11	
视角间真有差异吗	13		新章节
附录			
练习	A	13	将理解型练习移到每一章
统计表	B	A	

① 命名为调查，从不同的视角。

② 命名为定义。

第二部分中，每个实验步骤单独列为一章。其中，第7章主要讨论如何确定实验范围；第8章介绍实验计划；第9章讨论了实验操作；第10章给出了分析和解释实验结果的若干方法；第11章则讨论了实验的归档和展示。

第三部分包含两个实验例子。其中，第12章中的例子用于说明实验过程。第13章中的例子则用于说明如何将软件工程实验整理到论文中。

本书将一些练习和数据放在附录A中，而将一些统计表放在附录B中。这些统计表为本书中的一些例子提供支持。更多更全面的类似统计表在大多数统计类书籍中均可以找到。

练习

本书的练习分为四类。第一类在本书第一部分和第二部分中每章（第1~11章）的结尾，其他三类则在附录A中，包括：

理解型练习 每章最后的5个问题包含最重要的知识点，其目标是确保读者理解最重要的概念。

训练型练习 这些习题提供了实践实验的机会。特别地，这些习题可以用于分析实验相关数据并回答实验相关问题。

回顾型练习 此练习是针对第12~13章中给出的实验例子的。其目的是回顾已提出的一些实验。在读过文献中的一些实验后，你会发现大多数实验都会有一些问题，主要是因为是在软件工程中进行实验时存在着继承问题。我们提出了自己的一些研究例子，而不是简单评论他人的工作。在我们看来，这些研究例子在已发表的实验类型中具有代表性，自然也会有各自的长处和短处。

任务型练习 这些习题用于说明如何使用实验进行评估。这些任务是一些可以在学校或公司的课堂内进行的学习例子，它们只针对一些能够通过简单实验就可以解决的问题。这些任务既可以在读过本书之后完成，也可以在阅读此书时解答。后者提供了一个在阅读本书时可以随时练习的机会。作为替代方案，我们建议老师在自己的专业领域内制定一项任务，此任务可以作为例子用于说明整书每章中提出的概念。

本书基于 2000 年出版的《软件工程中的实验方法：导论》（*Experimentation in Software Engineering: An Introduction*）一书。本版是原书的修订扩展版。我们修订了原书中的几个部分，同时也增加了一些新的内容，比如系统文献综述以及案例研究等。

通常而言，一本书的完成并不会仅仅是作者的功劳。对于一本新书而言，来自其他方面（比如家庭成员、朋友、同事、国际同行以及资助机构等）的支持与帮助同样不可或缺。本书也不例外。特别地，我们衷心感谢《软件工程中的实验方法：导论》一书的读者，你们对该书的使用是激发我们出版新版本的动力源泉。同样地，我们也感谢巴西贝南博古联邦大学的 Alan Kelon Oliveira de Moraes 先生给我们发 Email，最终促使了本书的诞生。此外，我们还要感谢以下个人对本书做出的贡献。

首先，我们要感谢本书的第一个主要的外部读者，意大利巴里大学的 Giuseppe Visaggio 教授，他在课堂上使用本书的初稿，并为我们提供了有价值的反馈信息。感谢美国丹佛大学的 Anneliese Andrews 教授以及加拿大渥太华大学的 Khaled El Emam 博士第一时间鼓励我们出版此书并给我们提供了有价值的建议。感谢卢森堡大学的 Lionel Briand 博士，德国曼海姆大学的 Christian Bunse 博士，以及曾在德国凯泽斯劳滕弗劳恩霍夫试验软件工程研究所工作的 John Daly 博士所提供的有关面向对象设计案例的数据。此外，也感谢 Thomas Thelin 博士允许我们将他和本书其中两位作者一起完成的实验囊括进本书中。

本书的前期初稿在 Lund 大学的软件工程研究小组内部进行了使用和评估。我们很感谢该研究小组的成员对本书不同的原始版本给出的反馈意见。特别地，我们想感谢 Lars Bratthall 博士花时间仔细地评阅了初稿并给出了有价值的意见。此外，我们也感谢其他匿名评审人为此书做出的贡献。

对于本书的当前版本，我们收到了许多有价值的直接贡献以及改进建议，鉴于此，我们想感谢美国丹佛大学的 Anneliese Andrews 教授，英国杜伦大学的 David Budgen 教授，英国基尔大学的 Barbara Kitchenham 教授，瑞典布莱金厄技术研究所的 Jürgen Börstler 教授、Samuel Fricker 博士和 Richard Torkar 博士。也感谢 Jesper Runeson 先生将本书转换成 L^AT_EX 格式。

除了以上人员，我们还要感谢国际软件工程研究网络（International Software Engineering Research Network, ISERN）的所有成员关于经验软件工程研究在一般意义下有意思及有启发性的讨论。

对于案例研究这一章，我们感谢 ISERN 成员以及 2007 年 9 月份经验软件工程国际前沿学校的成员对检查单给出的反馈意见。其中要特别感谢 Weyns 博士和 Andreas Jedlitschka 博士对该章前期初稿的评阅。

Lund 大学和布莱金厄技术研究所的许多研究项目多年来为本书提供了持续的贡献。多个基金资助了这些以经验研究为基石的项目，从而帮助我们积累了创作本书的经验。从一定程度上而言，本书是所有这些项目的结晶。

Claes Wohlin 教授

Per Runeson 教授

Martin Höst 教授

Magnus C. Ohlsson 博士

Björn Regnell 教授

Anders Wesslén 博士