教育部–IBM高校合作项目
精品课程系列教材

# 基于RUP的软件测试实践

姚登峰　主编
韩玉敏　邱云峰　黄海瑞　李娟　编著

清华大学出版社

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材

# 基于RUP的软件测试实践

姚登峰　主编
韩玉敏　邱云峰　黄海瑞　李娟　编著

清华大学出版社
北京

# 出版说明

高等学校计算机基础教育教材精选

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下，我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践，全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验，取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施以及社会信息化进程的加快，目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇，但同时也必须面对新的挑战。这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要，进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展，我们在全国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀的教学成果，编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次，包括面向各高校开设的计算机必修课、选修课以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量，同时更好地适应教学需求，本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式（即成熟一本，出版一本，并保持不断更新），坚持宁缺毋滥的原则，力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果，使本套丛书无论在技术质量上还是文字质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作，在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度，以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势，从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来，把自己的教学成果与全国的同行们分享；同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见，以便我们改进工作，为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是：jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn。联系人：焦虹。

清华大学出版社

# 序

随着软件在各行各业的广泛应用，软件质量成为提高市场竞争力的重要因素。软件测试作为提高质量的主要方法之一，已经成为企业和用户关注的焦点。而专业化的软件测试外包服务已经成为国际软件产业的重要业务之一。特别是中国政府大力鼓励和推动外包服务产业的发展，因此，作为入门门槛比较低的软件测试外包业务急速发展，造成短时间内测试人才供应紧缺，特别是中高级软件测试管理人才更是供不应求。

软件测试是一项技能密集型的职业，需要软件测试人员掌握测试技术、流程、度量和管理等综合知识。2005 年 10 月 25 日，劳动部正式将计算机软件产品检验员（即软件测试工程师）列为第四批新职业。

从我多年教学经历中了解到大学生普遍对软件测试有偏见和误解。一些同学总是认为软件测试没有什么技术含量，认为搞不了软件开发的人才会去干测试，其实这是不对的，要成为一名优秀的软件测试工程师不仅需要深入了解软件工程知识，掌握扎实的软件测试理论，而且还要精通软件测试方法，精通软件测试工具和环境，精通行业领域的业务。在这些知识掌握的基础上还要积累丰富的测试实践经验。

2007 年 8 月，由教育部软件工程专业教学指导委员会、上海交通大学软件学院、清华大学出版社等组织的第一次软件测试教学研讨会在上海举行，旨在希望加强软件测试教学和实践的改进。要在大学形成完整的软件测试教育体系和实验环境还不是一件容易的事情，需要与产业界合作。

我们注意到，随着软件测试行业不断的发展，逐渐积累和提炼了许多最佳实践和案例，软件测试方法和工具也在不断发展和完善。例如，随着计算机网络技术和通信技术的发展，面向对象软件开发方法的不断改进，软件测试和 RUP 理论融合、基于 RUP 的软件测试正成为国内外研究的热点之一，相关的工具也已获得业界普遍应用。《基于 RUP 的软件测试实践》作为被列入 2007 年教育部-IBM 精品课程建设项目的配套教材得到学校、IBM 公司和出版社等各方面的大力支持。书中着重介绍了 IBM 公司提出的 RUP 思想和 RUP 测试工具的使用，为软件测试课程及其实验教学提供了有效的支持。本书还适用于业界软件测试入门者和初级测试人员，以及一些急于学习、更新软件测试知识和提高软件测试技术的读者。

我相信本书能促进测试人员技术水平的提高，也为更多的人群加入测试队伍提供实践向导，帮助他们了解最流行的软件测试技术和测试工具，学习最常见的、最常用的先进技术。希望本书能成为软件开发和软件测试工程师的良师益友。

最后，我还要告诉读者我为本书的作者姚登峰感到骄傲，从他在北大软件与微电子学院求学到走上工作岗位，他身残志坚，克服了重重困难，付出数倍于常人的努力，他在软件测试领域孜孜以求、不断进取的精神和取得的成果令人钦佩。衷心祝贺本书的出版，衷心祝福姚登峰能够取得更大的成就。

北京大学软件与微电子学院院长、博士生导师　陈钟

2009 年春

# 前言

本书是 2007 年度教育部-IBM 精品课程建设项目配套教材，得到了教育部和 IBM 中国公司的大力支持。本课程教材建设从实用角度出发，遵循 ACM IEEE-CS 计算机教学计划 2001，注意把握学生已有的知识背景和接受能力，通过对软件企业的调研，了解到用人单位对测试人才培养的意见、需求和建议，特别是对人才知识结构、能力结构和素质等方面的要求，结合我校“双证管理型”情况（双证是指在学生毕业时既有毕业证，又有 IBM 课程结业证书），我们将软件测试的教学与认证考试有机地结合起来，将《国家软件评测师认证考试大纲》所要求的考试内容有选择性地纳入到教学计划中来。合理地制定了教学大纲。使学生完成本课程后，能熟练掌握软件测试的基本理论和基本技能，为后续课程学习和以后工作奠定坚实的基础，保证教学目标和人才培养目标的双重实现。

本书以 RUP 测试过程为主线，一步步引导学生思索，探究软件开发和测试实践，通过参与项目使用软件测试工具对软件进行测试，使学生掌握岗位操作技能，在实践中理解并掌握知识。理论和实践教学在同一个项目上实现了统一，有利于学生自觉地应用理论知识解决实际问题。突出学生在教学过程中的主体地位。

现代工业心理学研究表明，高新技术工作岗位的工作人员所需要的知识，约一半是介于经验性知识和学科理论知识之间的一种特殊的知识，即“劳动过程知识”。软件测试在规范的软件生产中属于软件过程工程的重要组成，软件测试课程构建必须使学生能在“完整工作过程”中学习。同时注意引入在国际市场占有率高、有代表性的自动测试工具，如 Mercury、IBM 的有关产品，内容涵盖从安装到使用，并结合实际操作案例进行分析讲解，以此加深对概念和方法的理解，达到技术运用举一反三和知识传授与技能培养并重的目的。

按照 RUP 思想，RUP 确定了四级测试：单元测试、集成测试、系统测试和验收测试。这些测试级别可以是并列的，也可以是递进的，这取决于主测试计划（在项目级）和迭代测试计划（在迭代级）。本书还是按照单元测试、集成测试、系统测试和验收测试的顺序来排列。其中前面又加了基础部分，为学习 RUP 测试做准备。后面加了实践案例，运用所学知识开展实际测试。本书在软件测试课程内容的选取上对基本知识的建立、基本技能的培养两方面有所侧重，为学生毕业后从事软件测试职业和专业持续发展奠定基础。总的来说，基于 RUP 的软件测试实践课程的教学内容分为以下几个部分：

第 1 部分，软件测试基础：包括绪论、RUP 的基础理论、RUP 测试概论、手工测试与自动化测试等，即软件测试的起源和发展、测试行业的现状以及优秀测试工程师应该具备

的素质、RUP 的测试理论、自动化测试理论和实践、软件测试开发流程等。

第 2 部分，单元测试：包括测试管理、单元测试。主要讲解测试管理的不同的阶段：组织、计划、创作、执行以及报告；测试管理所面临的挑战；IBM 公司对测试管理所提的建议；实施测试管理自动化的原因；使用 TestManager 实现测试管理的自动化；IBM 公司的单元测试工具 Rational PurifyPlus。

第 3 部分，集成测试：包括组件测试和运行时分析解决方案，主要讲解组件的定义、组件测试的概念、进行组件测试的原因、组件测试方法、运行时分析原理、运行时分析分类、Test RealTime 测试工具的使用。

第 4 部分，系统测试：包括功能测试、性能测试，主要讲解系统功能测试所面临的挑战、正则表达式、基于 IBM Rational Robot 的自动化功能测试框架、IBM 性能测试解决方案 Rational Performance Tester。

第 5 部分，验收测试：包括易用性和无障碍测试，主要讲解易用性和无障碍测试的基础理论、软件易用性和无障碍的一系列标准和规范、无障碍测试工具的介绍、易用性和无障碍测试的方法、无障碍测试在 Web 和软件方面的应用。

第 6 部分，案例分析：主要讲解实际案例，要求学生在梳理、总结课程体系中各项知识点和技能的基础上，针对不同的开发阶段，制定相应的测试计划，设计典型测试用例，使用软件测试技术和测试工具，达到测试目标，并进行回归测试，以实现软件测试各单项专业与技能整合运用的目标。

RUP 理论包含了软件开发的所有过程，因此，在学习 RUP 的测试技术之前，应该先对 RUP 的整体理论进行了解，包括 RUP 的特点、原则和概念等，形成对 RUP 的整体理论框架的基本认识，然后是对框架中整个测试体系的分析和理解。建立框架的目的在于，学习完每个测试技术后，能够对所学到的知识有清晰的定位和明确应用的价值，并且能够在学完本教材后，对 RUP 的测试理论有完整的框架型理解，为继续学习 RUP 的其他知识打下基础，将所学到的知识填充进来，最终形成一个完整的 RUP 体系。

学习 RUP 中的几个测试基础时，可以按照工业生产用零件组装模块的惯例，由小到大地进行学习，由函数组装模块，再由模块生成程序，要学习的就是其中能保证生产正确进行的检测方法。可以把开发过程中的函数看作是一个个小零件，由这些零件组成具有特定功能的模块，然后由模块拼接成具有完整功能的系统。生产零件的时候，用单元测试的各种方法来对零件进行检测；把零件组装模块时，用集成测试的方法来检测模块工作是否正常；再用系统测试的方法来检测由模块组合起来的系统是否能正常工作，用性能测试等技术来检查系统性能是否达标，用无障碍测试来检验系统的可用性和关于辅助工具的易用性。

本书适合高等院校相关专业的学生及老师，也适合软件开发、软件测试人员及希望未来从事软件开发和测试的人员阅读。

本书读者应具备：具有计算机的使用经验，学过《软件工程》或者软件测试等基础知识，具有一门高级语言如 C 语言的基本编程基础。

为了帮助读者学习本书，作者除了提供课程网站（www. buu-testing. com）方便读者学习外，还编写了一本《基于 RUP 的软件测试实践题解与上机指导》，提供本书中各章习

题的参考答案以及上机实习指导。该书电子版已放在课程网站提供下载。

关于怎样学习基于 RUP 的软件测试，特提出以下几点看法。

### 1. 兴趣是最好的老师

如何看待软件测试工作，有人说软件测试很有趣，麻烦堆里有快乐，也有人说它太枯燥。诸多说法表现一个人对这项工作的喜好。但笔者要说的是，如果对软件测试工作没有兴趣和热情很难做到持久。笔者最近参与了一个软件测试项目，在测试团队中，有三位是软件相关专业的本科或研究生在读学生，基础都还不错。但是，只有一位表现最突出，因为他对软件测试抱有浓厚的兴趣，很珍惜这份社会实践的工作机会，做事认真，找出了很多高优先级的 Bug。

另两位同学，在参加项目不到 1 个月后就以各种理由退出了。笔者在与他们的交流中，其中一位同学说测试工作太枯燥，没有挑战性，他更希望做软件开发工作。这位同学喜欢做挑战性的工作无可厚非，但他缺乏对软件测试技术最基本的了解，其实软件测试工作同样具有挑战性。这位同学在 7 天的测试工作中，只找到了 3 个 Bug(正常情况下，一般测试人员每天能找到 5 个 Bug)。因此，在绩效评比中他的成效最低。另一位同学虽然愿意做软件测试，但是他觉得现在的黑盒测试太简单，学习不到测试技术的高级技巧，他更愿意学习白盒测试，能够自己测试软件源代码。而现在他所做的项目没有这部分内容，所以尽管他工作成绩也不错，但是热情不大。

因此，建议同学们在学习或找工作之前，首先需要了解自己对软件测试是否有兴趣或培养起兴趣，是否热爱软件测试工作。只有热爱和专注于某项事业时，才会做出连自己都感到吃惊的成绩来。

### 2. 巩固测试知识基础

练武术需要先练“蹲马步”，否则直接学习刀枪棍棒等十八般武艺，只能学到几招皮毛。武林高手都是基础牢固，内功深厚。做软件测试也是这个道理。如果认为学完本书，就可以成为测试高手，这是错误的。本书的初衷是为初学者提供一条学习测试实践的捷径，试图将软件测试实践涉及的理论讲述清楚，降低软件测试实践的门槛，引领读者进入基于 RUP 的软件测试实践大门。师傅领进门，修行在个人。要想成为测试高手，还需要个人的努力。个人尽可能多地参加软件测试项目，在实践中学习技能，积累经验，不断分析和总结软件开发过程中可能出错的环节。这样，一名优秀的测试工程师就从软件测试的实践中脱颖而出了。

学习本书需要读者有良好的测试知识基础。RUP 软件测试中主要的测试自动化的质量完全依赖于测试案例和测试数据本身的质量，如果要设计应用于自动化测试的数据，了解划分等价类、确定边界值等测试基础知识是很有必要的。常见一些初学者还没有学会测试的基本概念，就盲目地学习各种大型商业自动化测试软件，结果花了很多时间，只学会了工具的具体操作，而没有实际参与测试的能力。到了实际测试项目中，也无法有效利用工具解决实际测试问题。实际上，测试新手大部分应该从手工功能测试开始起步，只有成为测试高手之后才有能力使用大型自动化测试软件。另外，测试工具的操作是很简

单的技术问题，关键是如何发挥测试工具的作用，这需要了解测试的原理，并通过原理来应用测试工具。

高级的测试人员除了需要精通测试技术，还应掌握行业知识，可以提供行业软件的测试和质量保证方案。对于初学者，要认识到经过不断努力，才可以成为测试行业专家。千里之行，始于足下，目前最重要的是从测试入门知识开始。所以，初学者要老老实实地学习有关测试的基础知识，学习各种测试术语、测试概念、测试分类、测试的流程、测试项目的执行过程等。如果连这些都不懂，今后的职业发展会受到限制。学习测试知识没有捷径，需要从一点一滴学起，日积月累，需要勤奋，需要思考，需要总结提高。

### 3. 为什么要学习基于 RUP 的软件测试

给大家讲个小故事。有个英国人学煮鸡蛋，开始，他把鸡蛋放到开水里煮时总会炸裂。他为此想了各种方法，并找到了一个解决方案：在鸡蛋上打个孔。但在鸡蛋上打孔带来了另一个问题：孔打小了，鸡蛋还会裂；孔打大了，蛋清会在它凝固以前流出来。于是，这个英国人给一批鸡蛋分别打了各种不同孔径的洞，并记录下每个鸡蛋孔径的大小。通过这一方法，他找到了一个最合适的大小——既避免了炸裂，又保证蛋清不会流出来。这时，虽然煮鸡蛋炸裂的问题解决了，但这个英国人仍然不知道煮多长时间才能把鸡蛋煮熟。为了解决这个问题，他又开始尝试煮不同时间的结果，并从中找出最佳时间。最后他终于摸索到煮鸡蛋的最佳流程和方法。这个小故事对很多中国人来说，可能只是觉得是件可笑的事例，或许认为这个英国人过于迂腐，因为聪明的中国人早就知道把鸡蛋放在冷水中与之一起加热至鸡蛋浮起来就可以了。从煮鸡蛋这样一个小小的事例上，体现了中国人和英国人两种完全不同的思维习惯——中国人凭借自己的经验和聪明直奔结果，而英国人却把每一个过程细化后，框定为任何人任何时候都可操作的流程，然后大家都可按照这个流程执行。

现代产品的开发和生产需要制定一个标准的流程，这个流程并非凭空臆想，它如同英国人煮鸡蛋一样，是经过无数次的探究而得来的。只有制定极为详尽的工业产品生产过程规定，每一步如何做，应该达到何种标准，才能真正地将流程应用于工业生产。因为参与产品生产流程的工人有成百上千，这么多工人只有遵循一套标准的流程，才能生产出许许多多相同的标准产品。

工业产品可以在出厂前设置质量检测来保证质量，但软件毕竟不同于工业产品，它只能在开发过程中监测产品质量。在生产过程中进行质量检测比生产完毕后再进行检测的方法要先进得多，也是保证产品质量的需要，它应该对生产全过程进行追踪。这种方法的思想正是软件过程的质量保证的精髓所在，基于 RUP 的软件测试就是这样的过程质量保证思想。

在欧美国家，如果去应聘软件开发者职位，招聘者就会问："你懂 RUP 吗？"如果说"不懂"，他就会让你回家去学 RUP，然后再来应聘。中国大概还没到这个程度，不过笔者相信很快中国的研发者和经理们也会看到 RUP 的重要性的。

### 4. 大学生能学好 RUP 理论吗

国内有一种误解，认为 RUP 及其配套软件工具主要用于大型软件开发，学习难度大，不适合初学者。

其实 RUP 并不是高深莫测，只要有学习的基本条件，例如具备计算机、相关软件知识，还要有学习的耐心和毅力，是可以学好 RUP 的。而且想要进入软件开发这个行业，也应该从 RUP 开始学起。从 RUP 中可以学到管理的基本常识、分析设计、体系结构设计、测试，在. NET、J2EE、C++ 或其他平台上的实现，还可以学到进度管理、版本控制、分布式运算等。因为 UML 是软件开发的通用语言，而 RUP 则蕴涵着许多软件开发者应该知道的知识。并且 RUP 是一个稳固的基础，在这个基础之上，可以开发各种各样的软件系统，既可开发小型项目，也可以开发像国防系统、大型银行系统这样庞大的项目。所以，建议有志于从事软件开发和软件测试的，都应该学习 RUP。

有一个学生问笔者，国内最流行是 XP(Extreme Programming，极限编程)方法，RUP 不适合中国国情，为什么不学 XP 反而要学 RUP 呢？

其实这个问题就跟讨论C++ 和 Java 谁好的性质是一样，不能笼统地说哪个好，而且 RUP 不适合的，XP 也未必会适合。刻舟求剑这个成语故事大家知道，如果把 RUP 或 XP 的一整套东西生搬硬套，最后会导致项目失败。正所谓只有最适合的方法，没有最好的方法。

笔者认为 XP 其实就是小型的 RUP。如果要开发一个小型项目，只有很少的团队成员，并且要在比较短的时间内完成，就可以并且应该使用 XP 这种轻量级的方法。这种方法更加灵活，迭代周期更短，但这并不意味着它与 RUP 相对立。实际上随着项目的增大，团队的成长，XP 也可以转变成为 RUP。两者的确有差异，但这种差异也是因为不同项目的需要而造成的。

笔者认为建模是非常重要的，但 XP 却不这么认为。当我们觉得应该建模的时候，XPer 们就已经开始编码了。当然，这是符合 XP 的要求的，的确也获得了很大的成功。不过，这也把 XP 限制在小型项目的范围内。如果在大型项目中这么做，系统很快就会陷入混乱的。当然，这并不是 XP 的错，因为 XP 本来就只是用于小型项目的。

目前，RUP 应用于小型软件企业有一定的难度，而关键在于如何根据项目需要来进行裁减。而且使用 RUP 需要掌握一定的技巧，正如一个高明的铁匠用铁锤可以打出一把好兵器，如果是普通人搞不好还会砸到自己的脚。

### 5. 加强学习行业知识

建议大家利用一切可以利用的时间学习，多阅读测试书籍，关注和游览测试网站和论坛。要根据自己的知识基础，有选择性地阅读测试书籍。对于初学者应先从基础知识学起。正式出版的书在质量和内容上都有保证，而有些测试网站和论坛的文章良莠不齐，有的只有只言片语，有的还存在一些错误。因此，需要有一定的鉴别能力，否则会被误导，浪费时间。

对于新进入公司的员工，公司一般都要经过短暂的培训，发一些培训材料，这是今后从事工作的最好的第一手材料，针对性和实用性都很强。它是公司测试工作经验的总结，也是今后要用到工作中的一些基本的测试知识和技术的介绍。另外还可以借助测试项目的测试文档学习，包括测试计划、测试用例、测试缺陷数据库，可以先看看以前发现了哪些Bug，这些Bug是怎么被发现的，有什么规律和特征，学习别人怎么写测试缺陷报告。

测试人员除了学习和掌握测试技术外，还需要不断学习行业知识，这是普通测试技术人员与测试行业专家的区别之一。学习什么行业知识呢？根据测试的软件的应用领域决定。例如，如果正在测试的是电信行业的应用软件，那么需要学习电信行业知识，包括术语、业务和行业技术。怎么学习呢？可以与客户交流，与开发人员交流，看专业书和文章。学习行业知识是个不断进步的过程，每个行业都有很系统的知识架构。

### 6. 测试人员要学会思考

测试是个技术工作，要学会主动思考。测试问题错综复杂，需要自己分析问题的性质，尝试各种解决方法，搜索网上的资料，如果实在解决不了才向测试主管求助。

测试人员如何思考？要根据碰到的问题现象来思考，是属于测试专业知识不足引起的，还是测试用例等测试文档模糊、错误引起的；是个别现象，还是测试项目的其他内容都存在的普遍现象。测试要从模拟用户使用的角度来看，因此要从最终用户的角度来查找问题，分析问题可能导致的严重程度。

在询问最终的解决方法前，必须根据自己的经验尝试了各种解决方法，并且尽量把发现的问题和想法告诉测试主管，证明自己已经主动思考了，只是没有找到更好的解决方法，或者不能确定自己的方法是否可行。

最后我想借用RUP理论创始人之一Ivar Jacobson大师的一句话来送给读者："我从心底里真诚地告诉中国的开发者：尽快去学习RUP！因为这将是大势所趋。从RUP中，你将可以学到很多很多非常有用的知识。在晚上、在周末、在等女朋友的时候、在喝茶的时候，总之，抽出一切时间来学习RUP。这样的努力必将得到回报。这就是我能给中国的朋友们最好的建议"。

在此，由衷地感谢多年来关心支持本书作者的各位朋友。北京大学杭诚方教授、北京联合大学李启隆教授和毛世春教授等前辈给予了有力的支持和指导，并抽出宝贵的时间审阅此书。郝增茹、崔桓祥、刘文红、蒋雪峰、张鹏、李妍、李明等老师也给予了极大的关心和支持。感谢IBM大学合作部程郁佳、王立女士，IBM信息无障碍研究中心覃玉梅经理等多年来全力支持和帮助作者在计算机教育和计算机普及领域所从事的工作。感谢试用本教材的一些院校，感谢他们提出了一些宝贵的意见。

本书由姚登峰主编，韩玉敏、邱云峰、黄海瑞、李娟参与了部分章节的编写，邱云峰还负责外文校译。另外，黄海瑞和陈林波参与了程序调试工作。由于作者水平和时间有限，难免有缺点和不足，热切期望得到专家和读者的批评指正。

希望本书能促进测试人员基础水平的提高，也为更多的人群加入测试队伍提供辅助向导。如果读者在学习中遇到了难以理解和解决的问题，可以访问本课程网站，也可以直

接和作者进行联系。作者电子邮箱地址为 dfyao@pub.ss.pku.edu.cn。

本书属于原创，但作者的学习成长离不开网络和书籍。在编写此书过程中，作者更是置身于现实的学术氛围，无疑要吸纳和借鉴专家和同行们先进的学术思想、方法，在此深深地感谢他们给予作者的启迪和帮助。

姚登峰

2009 年 6 月于北京西山

# 目录

## 第 1 部分　软件测试基础

## 第 2 部分　单 元 测 试