

ISTQB®认证测试工程师 基于模型的测试(CT-MBT) 大纲

版本: EN1.1_CN1.0

发布日期: 2025 年 11 月 11 日

国际软件测试认证委员会



中文版的翻译、编辑和出版统一由 ISTQB®授权的 CSTQB®负责



若您对此文档有任何问题, 欢迎您扫码添加【官方微信号】反馈

版权声明

英文版权声明

版权声明© 国际软件测试认证委员会（以下简称 ISTQB®）。

ISTQB®是国际软件测试认证委员会的注册商标。

版权所有©2015 年基于模型的测试人员工作小组：Stephan Christmann (chair), Bruno Legeard, Armin Metzger, Natasa Micuda, Thomas Mueller, Stephan Schulz; 2014-2015

版权所有©2024，更新 2023-2024 的作者：Bruno Legeard（基于模型的测试-ISTQB 专家工作组-工作组组长），Abbas Ahmad, Anne Kramer。

保留所有权利。作者特此将版权转让给 ISTQB®。作者（作为当前版权持有者）与 ISTQB®（作为未来版权持有者）已就以下使用条件达成一致：

- 非商业用途下，可复制本文件中的节选内容，但需注明出处。任何经认证的培训机构均可使用本大纲作为培训课程基础，但须满足以下条件：须在课程中声明作者及 ISTQB®为本大纲的来源方及版权所有方；任何涉及该培训课程的广告中，仅可在培训材料通过 ISTQB®认可成员委员会的官方认证后，方可提及本大纲内容。
- 任何个人或团体均可使用本大纲作为撰写文章和书籍的基础，但须声明作者及 ISTQB®为本大纲的来源方及版权所有方。
- 未经 ISTQB®书面批准，禁止对本教学大纲进行任何其他使用。
- 任何 ISTQB®认可的成员委员会均可翻译本大纲，前提是其译文中完整保留上述版权声明。

中文版权声明

未经许可，不得复制或抄录本中文版文档内容。

版权标志©国际软件测试认证委员会中国分会（以下简称“CSTQB®”）。

修订历史

版本	日期	备注
v1.0	2015/10/23	CT-MBT 1.0 - 通用版本
v1.1	2024/02/23	CT-MBT 1.1 - 通用版本
EN1.1_CN1.0	2025/11/11	中文 1.0 版本发布

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

目录

版权声明	2
修订历史	3
目录	4
致谢	6
0 大纲简介	8
0.1 大纲目的	8
0.2 基于模型的测试软件认证	8
0.3 测试人员的职业发展路径	8
0.4 商业价值	8
0.5 可考核的学习目标和知识认知级别	9
0.6 基于模型的测试认证考试	9
0.7 课程认证	10
0.8 标准的处理	10
0.9 保持时效性	10
0.10 详细级别	10
0.11 大纲的结构	11
1 基于模型的测试介绍 - 90 分钟 (K2)	13
1.1 MBT 的目标和动机	14
1.1.1 MBT 的主要动机	14
1.1.2 MBT 的误导性期望和陷阱	15
1.2 测试过程中 MBT 活动以及工作流	16
1.2.1 MBT 特定活动	16
1.2.2 基本的 MBT 工作产品（输入和输出）	17
1.3 在软件开发生命周期中集成 MBT	17
1.3.1 在顺序和迭代软件开发生命周期中的 MBT	18
1.3.2 对需求工程的支持	19
2 MBT 建模 - 250 分钟 (K3)	20
2.1 MBT 建模	21
2.1.1 建模活动	21
2.1.2 MBT 模型的关注点	22
2.1.3 MBT 模型依赖于测试目标	22
2.2 建模语言	23
2.2.1 MBT 建模语言的主要分类	23
2.2.2 不同系统和项目目标相关的建模语言分类	24
2.3 MBT 建模活动的良好实践	24
2.3.1 MBT 模型的质量特征	24
2.3.2 MBT 模型设计的典型错误与陷阱	25
2.3.3 需求与过程信息与 MBT 模型的关联	25
2.3.4 建模指南	26
2.3.5 现有系统设计或需求模型的重用	27
2.3.6 建模活动的工具支持	27
2.3.7 迭代模型的开发、评审和确认	28
3 生成测试用例的选择准则 - 205 分钟 (K3)	29
3.1 MBT 测试选择准则的分类	30

3.1.1	测试选择准则	30
3.1.2	实践中的测试用例选择	31
3.1.3	测试选择准则示例	32
3.1.4	测试选择准则示例	32
3.2	测试选择准则的应用	33
3.2.1	测试生成的自动化程度	33
3.2.2	具体测试选择准则的利与弊	33
3.2.3	MBT 测试选择的良好实践	34
4	MBT 测试的Implement和执行 - 120 分钟 (K3)	35
4.1	MBT 测试的Implement和执行的细节	36
4.1.1	基于 MBT 上下文中的详细测试用例	36
4.1.2	不同类型的测试执行	37
4.1.3	变更对 MBT 工作产品的影响	37
4.2	在 MBT 中的测试适配活动	38
5	评估和部署 MBT 的方法 - 60 分钟 (K2)	40
5.1	评估 MBT 部署	41
5.1.1	引入 MBT 的 ROI (投资回报率) 因素	41
5.1.2	组织目标及其与 MBT 方法特征的关系	42
5.1.3	度量指标和关键绩效指标	43
5.2	管理和监控部署 MBT 的方法	44
5.2.1	部署 MBT 的良好实践	44
5.2.2	MBT 的成本因素	44
5.2.3	MBT 工具的集成	45
6	缩写	47
7	参考文献	48
	标准	48
	ISTQB®文档	48
	著作	48
	文章	48
8	附录 A - 简单建模语言	49
8.1	针对工作流的一种简单图形化建模语言	49
8.2	针对状态迁移的一种简单图形化建模语言	50
9	附录 B - 学习目标/知识认知级别	52
10	附录 C——带学习目标的业务成果可追溯性矩阵	54
11	附录 C——发布说明	59
12	索引	61

致谢

本大纲于 2024 年 2 月 23 日由 ISTQB®大会正式发布。

版本 1.0 由国际软件测试资格委员会（ISTQB®）专家工作组下属的 MBT 特别工作组团队编制，成员包括：Stephan Christmann（MBT 工作组主席）、Bruno Legeard（MBT 编写组联合主席）、Armin Metzger（MBT 编写组联合主席）、Natasa Micuda（MBT 考题组主席）、Thomas Mueller（ISTQB CTFL 工作组主席）、Stephan Schulz（MBT 评审组主席）。

教学大纲作者：Stephan Christmann, Lars Frantzen, Anne Kramer, Bruno Legeard, Armin Metzger, Thomas Mueller, Ina Schieferdecker, Stephan Weissleder

考试题目组成员：Bob Binder、Renzo Cerquozzi、Debra Friedenberg、Willibald Krenn、Karl Meinke、Natasa Micuda、Michael Mlynarski、Ana Paiva。

考试题目评审小组：Bob Binder, Renzo Cerquozzi, Debra Friedenberg, Willibald Krenn, Karl Meinke, Natasa Micuda, Michael Mlynarski, Ana Paiva.

评审组：Stephen Bird, Thomas Borchsenius, Mieke Gevers, Paul Jorgensen, Beata Karpinska, Vipul Kocher, Gary Mogyorodi, Ingvar Nordström, Hans Schaefer, Romain Schmechta, Stephan Schulz, Szilard Szell, Tsuyoshi Yumoto.

1.1 版本由 ISTQB MBT 特别工作组团队制作：Bruno Legeard（工作组组长），Abbas Ahmad and Anne Kramer.

下列人员参加了本教学大纲的评审、讨论和表决：

1.0 版本：Patricia Alves, Clive Bates, Graham Bath, Rex Black, Armin Born, Bertrand Cornanguer, Carol Cornelius, Winfried Dulz, Elizabetha Fournernet, Debra Friedenberg, Kobi Halperin, Kimmo Hakala, Matthias Hamburg, Kari Kakkonen, Jurian van de Laar, Alon Linetzki, Judy McKay, Ramit Manohar, Rik Marselis, Natalia Meergus, Ninna Morin, Klaus Olsen, Tal Pe'er, Michael Pilaeten, Meile Posthuma, Ian Ross, Mark Utting and Ester Zabar.

1.1 版本：Graham Bath, Filipe Carlos, Geng Chen, Zheng Dandan, Ren Liang, Matthias Hamburg, Zhai Hongbao, Mattijs Kemmink, Meile Posthuma, Klaus Skafte, Wang YiKun, Derek Young.

本大纲的中文版本由 ISTQB®成员国委员会 CSTQB®负责并于 2025 年 11 月 11 日正式发布。

ISTQB®专业-基于模型的测试工程师大纲 1.1 版文档中文翻译和评审的参与者由贝腾软件科技（上海）有限公司（按姓氏拼音排序）：高青、路国光、刘旭负责完成。

ISTQB®专业-基于模型的测试工程师大纲 1.1 版文档 QA 评审专家：陈耿。

致谢企业：

贝腾软件科技（上海）有限公司



中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

0 大纲简介

0.1 大纲目的

本大纲是国际软件测试资格认证的基础。国际软件测试认证委员会（以下简称 ISTQB®）提供本大纲用于下列用途：

1. 对各国认证委员会，（本大纲可用于）翻译成本地语言和授权培训机构。成员委员会可以根据其特定的语言需求调整教学大纲，并修改参考文献以适应其本地出版物。
2. 对认证机构，（本大纲可用于）使用本地语言编写适合本教学大纲学习目标的考试题目。
3. 对培训机构，（本大纲可用于）制作课程材料并确定适当的教学方法。
4. 对认证学员，（本大纲可用于）指导准备考试（作为独立或培训课程的一部分）。
5. 对于国际软件和系统工程社区，（本大纲可用于）推进软件和系统测试的专业化，并且可以作为书籍和文章的基础。

0.2 基于模型的测试软件认证

基于模型的测试资格认证面向所有参与软件测试的人员。这包括担任测试员、测试分析师、测试工程师、测试顾问、测试经理、用户验收测试员和软件开发人员等角色的人员。基于模型的测试认证资格同样适合任何希望了解软件测试基础知识的人，例如项目经理、质量经理、软件架构师、软件开发经理、业务分析师、IT 总监和管理顾问。持有基于模型的测试认证证书的人员将能够继续获取更高级别的软件测试资格。

0.3 测试人员的职业发展路径

ISTQB® 认证体系为测试专业人员在其职业生涯的各个阶段提供支持，涵盖广泛且深入的知识。获得 ISTQB® 基于模型的测试认证（Certified Tester Model-Based Testing）的个人可能还会对核心领域的高级级（测试分析师、技术测试分析师和测试经理）以及后续的专家级（测试管理或改进测试流程）感兴趣。

0.4 商业价值

本节列出了获得 ISTQB®基于模型测试证书的测试人员的商业价值。

一个通过基于模型测试认证的测试人员能够：

MBT-B01	在使用标准术语和既定的基于模型的测试（MBT）概念、流程和技术的基于模型的测试团队进行合作。
MBT-B02	在测试过程中应用并整合基于模型的测试方法
MBT-B03	运用成熟的基于模型测试技术和最佳实践来有效创建和维护 MBT 模型。
MBT-B04	根据测试功能的风险和价值，从 MBT 模型中选择、创建并维护测试工作产品
MBT-B05	支持组织改进其质量保证流程，使其更具建设性和效率。

0.5 可考核的学习目标和知识认知级别

学习目标支持商业价值，并用于创建基于模型的测试认证考试。

一般来说，除引言和附录外，本大纲的所有内容均可在 K1 级别进行考核。也就是说，考生可能会被要求识别、牢记或记忆五个章节中提到的任何关键词或概念。在每章的开头都给出具体的学习目标和级别，分类如下：

- K1：牢记
- K2：理解
- K3：应用

更多的细节和学习目标的例子可以参考附录 B。

章节标题下面列出的所有术语的定义作为关键词需要牢记（K1），即使在学习目标中没有非常明显的涉及。

0.6 基于模型的测试认证考试

基于模型的测试认证考试将依据本大纲进行。考试问题的答案可能需要使用本大纲多个部分的内容。除引言和附录外，大纲的所有部分均可作为考试内容。标准和书籍被列为参考资料，但其内容不在考试范围内，除非大纲本身对这些标准和书籍的内容进行了总结。

请参阅 ISTQB 基于模型的测试考试结构和规则。

参加 ISTQB® 基于模型的测试认证考试的准入标准是考生对软件测试感兴趣。然而，强烈建议考生还应具备以下条件：

- 至少具备软件开发或软件测试的基础背景，例如拥有六个月的系统测试员、用户验收测试员或软件开发人员的经验。
- 参加过由 ISTQB 标准认证的课程（由 ISTQB 的成员机构之一认可的课程）。

准入要求说明：在参加 ISTQB®基于模型的测试认证考试之前，必须先获得 ISTQB®认证测试工程师基础级认证 [ISTQB_FL_SYL]。

0.7 课程认证

ISTQB®成员国委员会（ISTQB®在中国唯一的成员国委员会：CSTQB®）可以对培训机构的课程材料是否遵循本教学大纲进行认证。培训机构应从委员会（在中国为 CSTQB®）或执行认证的机构获取认证指南。经认证的课程被认为符合本教学大纲，并且可以将 ISTQB® 考试作为课程的一部分。

本教学大纲的认证指南遵循过程管理和合规工作组发布的通用认证指南。

0.8 标准的处理

基础级教学大纲中引用了一些标准（例如 IEEE 或 ISO 标准）。这些参考文献提供了框架（例如，有关质量特性的 ISO 25010 参考文献），或者提供了附加信息来源（如果读者需要）。标准文件不作为本大纲的考核内容。有关标准的更多信息，请参阅第 6 章。

0.9 保持时效性

软件行业变化迅速，为了应对这些变化并让利益相关方能够获取最新的相关信息，ISTQB®工作组在 www.istqb.org 网站上创建了链接，其中有些链接涉及支持文档和标准的变化。这些信息不作为基础级教学大纲考核内容。

0.10 详细级别

本教学大纲的详细程度为有助于国际课程和考试保持一致。为了达到这一目标，本大纲由下面几个部分组成：

- 描述基于模型测试认证意图的一般教学目标。

- 列出了学员必须牢记的术语（关键词）列表。
- 每个知识领域的学习目标，描述需要达到的认知学习成果。
- 对重要概念的描述，包括来源参考，例如：已认可的文献或标准。

教学大纲内容并不是对软件测试的整个知识领域的描述，只是提供了基于模型测试培训课程所应涵盖的详细程度。它侧重于所有基于模型测试软件项目都能应用到的测试概念和技术。

0.11 大纲的结构

本大纲共有五章考核内容。每个章节的顶级标题指定了该章节的时间；章节以下层级不提供具体时间。对于认证培训课程，教学大纲要求至少有 725 分钟（12 小时 05 分钟）的授课时间，分配如下：

- 第一章：90 分钟 基于模型的测试的介绍
 - 了解 MBT（基于模型的测试）的目标、动机和潜在陷阱，以及它如何融入软件开发生命周期，其中包括它在需求工程中的作用。
 - 深入探讨测试过程中特定的 MBT 活动和工作产品以及其重要性和功能。
- 第二章：250 分钟 MBT 建模
 - 学习使用基于工作流和基于状态转移的建模语言为测试对象开发简单的 MBT 模型，同时理解测试目标对这些模型的影响。
 - 学习 MBT 中使用的不同建模语言类别，了解它们如何与各种测试目标相匹配，并回顾 MBT 建模活动中的质量特征和典型错误。
 - 学习将需求和过程信息集成到（MBT）模型中的重要性、有效建模的指导原则、模型重用的适用场景、支持 MBT 建模的工具类型，以及迭代 MBT 模型开发、审查和验证的过程。
- 第三章：205 分钟测试用例生成的选择准则
 - 学习对基于模型测试的各种测试选择准则进行分类，生成测试用例以实现特定目标，并理解 MBT 测试选择准则与 ISTQB 基础级别测试技术之间的关系。
 - 学习测试工作产品生成的自动化程度，如何将特定的测试选择准则应用于 MBT 模型，以及选择这些准则时的良好实践。
- 第四章：120 分钟 MBT 测试实施与执行

- 学习 MBT 测试实施和执行的具体内容，包括高级和低级测试用例的区别、不同类型的测试执行方式，以及如何根据需求、测试对象或目标的变化更新 MBT 模型和测试生成。
- 学习在基于模型的测试中进行测试执行所需的测试适配类型。
- 第五章：60 分钟 MBT 评估和部署方法
 - 学习通过描述投资回报率 ROI 因素，将项目目标与 MBT 特性相关联，并回顾 MBT 活动的度量标准和关键绩效指标，来评估 MBT 方法的部署效果。
 - 学习管理和监控 MBT 方法的部署，包括测试和变更管理的良好实践、理解成本因素，以及将 MBT 工具与配置、需求和测试管理以及测试自动化工具集成的重要性。

中国软件测试认证委员会 (CSTPB®)

1 基于模型的测试介绍 - 90 分钟(K2)

关键词

MBT 模型， 基于模型的测试

第一章的学习目标：

1.1 MBT 的目标和动机

MBT-1.1.1 (K2) 描述 MBT 的预期益处。

MBT-1.1.2 (K2) 描述 MBT 的误导性期望和陷阱。

1.2 测试过程中 MBT 活动和工作产品

MBT-1.2.1 (K2) 总结在测试过程中部署 MBT 的特定活动。

MBT-1.2.2 (K1) 回顾 MBT 的基本工作产品（输入和输出）。

1.3 在软件开发生命周期中集成 MBT

MBT-1.3.1 (K2) 解释 MBT 如何集成到软件开发生命周期中。

MBT-1.3.2 (K2) 解释 MBT 如何支持需求工程。

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

1.1 MBT 的目标和动机

基于模型的测试（MBT）是一种使用模型进行测试的高级测试方法。它扩展并支持了等价类划分、边界值分析、决策表测试和状态转换测试等经典测试技术。其基本思想是通过以下方式提高测试设计和测试实施活动的质量和效率：

- 使用工具基于项目测试目标设计一个综合的 MBT 模型。
- 提供 MBT 模型作为测试设计规范。MBT 模型包含高度形式化和详细的信息，可直接根据 MBT 模型自动生成测试用例。

MBT 及其工作产品与组织的过程以及方法、技术环境、工具以及任何特定的生命周期过程紧密集成。

1.1.1 MBT 的主要动机

测试活动有两个主要方面为基于模型的测试（MBT）提供了基本的动机，并描述了 MBT 如何提高测试质量：

- Effectiveness
 - 建模是一个促进与利益相关者紧密沟通的过程。
 - 改进的沟通有助于创建对给定领域需求的共同认识和理解，并且可帮助发现潜在的误解。
 - 在图形化的 MBT 模型的情况下，项目利益相关者（例如，业务分析师）可以更容易地参与进项目中。
 - 建模在给定领域内能够使测试人员持续提升能力。
 - MBT 模型的抽象层次使得更容易识别系统中哪些部分更有可能通过测试发现缺陷或异常。
 - 在任何真实系统存在之前，是有可能生成和分析测试用例的。
- Efficiency
 - 早期建模以及模型的验证和确认有助于在开发过程的早期阶段避免产生缺陷。MBT 模型可以与项目利益相关者（例如，业务分析师，开发人员）共享，以验证需求并识别这些需求中的差距。通过这种方式，MBT 支持“尽早测试”原则。
 - MBT 的工作产品可以从之前的项目中获取并复用，以进一步开发测试。

- MBT 支持自动化（例如，生成测试件）并有助于减少在手动创建和维护测试件时可能引入的缺陷。可以从同一个模型生成不同的测试套件（例如，使用不同的测试选择准则），从而有效适应测试基础或测试目标的变化。MBT 可用于各种测试目标，并在测试期间覆盖不同的测试级别和测试类型。

- MBT 模型提供了一个维护的单一入口点，所以当需求发生变化时，MBT 可以减少维护成本。

- 工具的支持下，基于模型的测试（MBT）方法通过 MBT 工具提供的自动测试生成能力，能够扩展测试覆盖。这种自动化的测试用例生成还缩短了测试周期，减少了测试瓶颈。

1.1.2 MBT 的误导性期望和陷阱

计划使用 MBT 的测试团队应该对这种测试方法的优势和局限性有切合实际的期望。典型的误导性期望、误解和陷阱包括：

- MBT 可以解决所有问题。

MBT 并不能取代传统测试技术（参见 [ISTQB_FL_SYL]），而是以支持的方式帮助测试人员更好地理解领域，并更有效和高效地执行测试。如果测试团队忽视或误用这些测试技术，引入 MBT 也无法解决这个问题。

- MBT 只是一个工具问题。

恰当的工具支持对于 MBT 的成功至关重要，但获取工具不应该是第一步。相反，引入 MBT 应该基于关于测试改进的可测量目标的定义来决定。MBT 影响整个测试过程（第 1.2 节）。因此，引入 MBT 需要管理层的强有力支持，以引导组织中的过程和工具变更。

- 模型总是正确的。

正如在手动测试设计中，测试人员在创建 MBT 模型时可能会引入缺陷。MBT 模型需要通过审查、模型静态分析、模型模拟等方法进行彻底的验证和确认。MBT 模型的任何变化都会传播到所有与修改的模型元素相关的生成测试件中，因此每次变更在实施之前必须仔细审查每一个变化。

- 将会发生测试用例爆炸。

MBT 的应用改进了测试设计的方法和覆盖范围。在纯组合测试用例生成的情况下，这可能导致测试用例爆炸。这一挑战可以通过调整测试用例生成策略和算法，以及应用智能过滤机制来解决。

1.2 测试过程中 MBT 活动以及 workflows

1.2.1 MBT 特定活动

在部署基于模型的测试时，测试过程包括在经典测试分析和设计中不经常使用的特定的 MBT 的活动。这些活动包括：

- MBT 建模活动（与 MBT 模型管理相关的活动，建模和建模方法的集成，建模指南的定义，MBT 模型结构的开发，模型元素的开发，例如，MBT 模型的具体图表，相关工具活动等）。
- 基于 MBT 方法和选择准则生成测试件，例如，测试用例生成。

至少，基于模型的测试（MBT）会影响测试过程中的测试分析和测试设计活动 [ISTQB_FL_SYL]。根据测试目标，MBT 也可以用于与测试过程所有部分相关的更广泛范围。以下为应考虑 MBT 特定活动：

- 测试计划可以包括 MBT 特定活动的实施（MBT 工具开发/定制、指南、详细度量、将 MBT 工作产品作为项目规划的基线等）。
- 测试分析和设计包括 MBT 建模活动、测试选择准则的选择和应用以及高级测试覆盖度量的选择和应用。在测试左移方法中，测试分析和测试设计合并为一个活动。
- 测试实现和执行包括 MBT 测试生成和 MBT 测试适配。
- 测试监控可以包括使用高级覆盖度量（基于结构和/或显式模型信息）以及基于模型的影响分析。
- 测试完成活动包括建立模型库以供未来项目复用。

MBT 对测试过程影响的重点是过程自动化和工作产品生成。MBT 支持进行测试设计活动的左移。它可以作为一种早期的需求验证方法，并且可以通过使用图形模型促进更好的沟通。基于模型的测试可以与其他测试技术（参见 [ISTQB_FL_SYL] - 第 4 章）互补，例如探索性测试等。

尽管使用 MBT 的测试过程活动与传统测试过程中的执行活动相似，但实施则会有显著变化。如第 1.1 节所述，MBT 将：

- 对测试过程中涉及的质量、人力、沟通和利益相关者产生影响。
- 将测试设计活动转移到测试过程的早期阶段。

为了确保MBT的应用，重要的是要在将要使用MBT的团队中建立对该方法及其相关变化的接受度。

1.2.2 基本的 MBT 工作产品（输入和输出）

MBT 模型可以通过开发专用的 MBT 模型或者通过复用为系统设计开发的模型获得（参见第 2.3.5）。MBT 模型根据所应用的建模概念，支持不同的抽象层次和特定的测试信息。从 MBT 模型获得的工作产品将反映这些不同的抽象层次。

根据信息和抽象层次，MBT（基于模型的测试）以不同的输入和输出工作产品集成到测试过程中。

输入工作产品：

- 测试策略。
- 测试依据，包括需求和其他测试目标、测试条件、口头信息以及现有的设计或模型。
- 来自以往测试执行活动的事件和缺陷报告、测试日志和测试执行日志。
- 方法和过程指南、工具文档。

输出工作产品可能包括不同种类的测试件，例如：

- MBT 模型。
- 测试计划的部分内容（要测试的特性、测试环境等）、测试时间表、测试度量。
- 测试场景、测试套件、测试执行进度表、测试设计规范。
- 测试用例、测试流程、测试数据、测试脚本、测试适配层（规范和代码）。
- 生成的测试与测试基础之间的双向追踪矩阵，特别是需求和缺陷报告。

1.3 在软件开发生命周期中集成 MBT

1.3.1 在顺序和迭代软件开发生命周期中的 MBT

本节考虑了两种主要的软件开发生命周期模型：顺序软件开发生命周期模型，例如 V 模型，以及迭代增量的软件开发生命周期模型，例如敏捷软件开发。在这两种软件开发生命周期模型下，MBT 方法主要根据项目测试目标进行调整，以便能够根据测试目的获得 MBT 的相应优势。

组织以多种不同的方式实现软件开发生命周期。使用 MBT 的测试过程应相应地进行调整。例如，在一个项目中，MBT 可能专注于验收测试，在另一个项目中，可能专注于自动化系统测试，具体取决于项目的测试目的。

以下内容对顺序和迭代软件开发生命周期都是通用的：

- 测试级别：
 - 由于 MBT 能够抽象功能需求和预期行为的复杂性，所以主要在较高的测试级别（系统、系统集成和验收）中使用。
 - MBT 在组件和组件集成测试中使用得较少，但有些方法是基于代码标注技术的。
- 测试类型：
 - MBT 主要用于功能测试，代表了系统及其/或环境的预期行为。
 - 丰富或专用的 MBT 模型可用于非功能性测试（安全，负载/压力，可靠性）。

测试人员可以主导 MBT 模型。但是，在敏捷软件开发生命周期中，这是团队内部的责任。开发者可能对模型感兴趣，特别是当从 MBT 模型生成的自动化脚本用于持续集成以提供早期和频繁的反馈时。

MBT 在顺序软件开发生命周期中的具体活动包括：

- 在项目中尽早开始 MBT 建模：
 - 以激发利益相关者之间的沟通。
 - 以便在早期发现不明确、不完整或不一致的需求。
- 适配的测试计划活动和角色，包括：
 - 新的测试件元素（例如，MBT 模型、测试选择准则）。
 - 报告 MBT 活动进行进度。

MBT 在敏捷软件开发中的主要适配调整如下：

- MBT 模型以迭代和增量的方式进行开发，并根据迭代的内容生成测试。
- 用户故事（user story）是测试依据的一部分。每个被覆盖到的用户故事会跟模型联系起来，以建立用户故事和测试之间的可自动管理的双向追溯。
- MBT 可用于推动验收测试驱动开发（ATDD）。——请参见[ISTQB_FL_SYL]第 2.1.3 节。
- 在全团队敏捷的最佳实践中，使用基于模型测试的测试工程师可以和开发人员以及业务相关人员一起作为敏捷团队的一部分——参见[ISTQB_FL_SYL]第 1.5.2 节。

1.3.2 对需求工程的支持

MBT 对支持需求工程的支持包括以下方面：

- 通过提供图形化的 MBT 模型（如业务流程模型和/或状态转换图）来促进业务、开发和测试之间围绕待开发的软件的预期行为进行沟通。这些模型能帮助所有的利益相关者讨论和验证被测系统预期行为的细节内容。
- MBT 模型通过与业务代表和/或开发者共享完整或部分的基于模型的测试（MBT）模型，澄清并提升了需求和/或用户故事的质量，从而达成对预期软件行为的共识。从 MBT 模型生成的测试包含了可能的用户场景，这些场景可以由业务代表和/或开发者进行审查。
- 即使在需求仍然需要变更的情况下，MBT 也支持需求的早期确认。

需求工程和 MBT 相互作用。需求及其相关的风险是 MBT 建模和测试生成活动的输入，并且 MBT 活动可以自动创建和维护需求和测试之间的双向可追溯性链接。

2 MBT 建模 - 250 分钟（K3）

关键词

MBT 模型，测试模型

第二章学习目标：

2.1 建模

- MBT-2.1.1 (K3) 使用基于工作流的模型语言为测试对象和预定义的测试目标，开发一个简单 MBT 模型（参考 8.1 节-“简单”指少于 15 个模型元素）。
- MBT-2.1.2 (K3) 使用基于状态迁移的模型语言为测试对象和预定义的测试目标，开发一个简单的 MBT 模型。（参考 8.2 节-“简单”指少于 15 个模型元素）。
- MBT-2.1.3 (K2) 提供描述系统、环境或测试的 MBT 模型的示例。
- MBT-2.1.4 (K2) 给出 MBT 模型如何依赖于测试目标的示例。

2.2 MBT 模型语言

- MBT-2.2.1 (K1) 回顾 MBT 中常用的建模语言类别的示例。
- MBT-2.2.2 (K2) 提供针对不同系统和项目目标的测试目标和建模语言类别之间良好适配的示例。

2.3 MBT 建模活动的最佳实践

- MBT-2.3.1 (K1) 回顾 MBT 模型的质量特征。
- MBT-2.3.2 (K2) 描述在 MBT 建模活动中出现的典型错误和缺陷。
- MBT-2.3.3 (K2) 解释将需求和流程相关信息与 MBT 模型联系起来的优势。
- MBT-2.3.4 (K2) 解释 MBT 建模指导方针的必要性。
- MBT-2.3.5 (K2) 提供在 MBT（基于模型的测试）中重用现有模型（来自需求阶段或开发阶段）是否合适的示例。
- MBT-2.3.6 (K1) 回顾支持特定的 MBT 建模活动的工具类型。
- MBT-2.3.7 (K2) 对迭代的 MBT 模型开发、评审和确认进行总结。

2.1 MBT 建模

在测试的背景下，MBT 模型非常适合用于表达需要测试的内容、促进相关利益相关者之间的沟通，以及总结测试设计所需的所有相关信息。这些模型在测试管理活动中也具有一定的适用性。

MBT 模型的开发目标是生成（或识别出）测试用例。MBT 模型应该为此后的测试用例生成提供必要的信息，例如，可以根据项目测试目标选择合理的测试用例，允许生成测试结果参照物，并且能实现需求和生成的测试用例之间的双向追溯。

设计 MBT 模型是 MBT 中一个基本的、必要的活动。MBT 模型的质量对基于 MBT 测试过程的结果的质量有很大的影响。MBT 模型通常通过工具来进行解释，因此必须遵循严格的语法。MBT 模型还可能需要支持其他质量特征，比如建模指南中所定义的质量特征。

2.1.1 建模活动

每个模型都是由一种特定的建模语言来实现的。建模语言定义了由模型元素构成的工作产品，建模语言还定义了构建模型时应遵循的规则。主要的建模语言有表述结构的、表述行为的或表述特定领域相关的工作产品的。

以下是在 MBT 建模时需要考虑到的重要问题：

- 测试对象的哪些质量特征将被建模？

在通常情况下，我们一般会重点关注被测系统的功能性，但是性能因素和其他非功能方面，例如安全性也可以成为 MBT 模型的一部分。为了保持模型可控管理（指模型规模和复杂性可控）和以及 MBT 测试过程的高效，推荐在建模时，只对与测试和测试目标相关的系统或其环境的各个方面进行建模。

- 哪种建模语言比较合适？

每个模型都是由一种特定的建模语言来实现。建模语言定义了构成模型的工作产品以及在该语言中构建模型时应遵循的规则。存在多种多样的建模语言，用于表示测试对象或其环境结构、行为或其他方面（例如数据、工作流程、通信协议）。

- 什么是合适的抽象层次？

抽象对于掌控复杂情况并使 MBT 模型专注于测试目标是有用的。然而，模型越抽象，对测试执行的测试适配要求就越高。此外，抽象层次决定了是否能与受众/利益相关者就测试设计进行讨论。

这些问题的答案以及选定的 MBT 工具套件将会影响到 MBT 的活动。

注：附录 A 给出了 2 种简单的图形化的建模语言。培训和考试准备应涵盖这 2 种建模语言的使用。

2.1.2 MBT 模型的关注点

根据测试目标的不同，MBT 模型将会重点关注不同的方面。

- 结构模型描述了静态结构。例如，用于测试数据对象关系的类图或针对数据建模的分类树。
- 行为模型描述了动态交互。行为模型的例子包括活动图或描述活动和工作流的业务流程模型，以及描述系统输入输出的状态转换图。

MBT 模型的编写方式主要取决于 MBT 模型的使用目的。在本大纲中，我们考虑三种典型的模型：

- 系统模型

系统模型描述了将要被实现的系统。根据该模型生成的测试用例可以检查系统是否与模型一致。系统模型的例子有用于面向对象系统的类图，或者描述响应式系统的状态和状态转移的状态图。

- 环境模型/使用模型

环境模型描述了系统的环境。环境模型的例子包括马尔可夫链模型（Markov chain models），该模型描述了期望的系统使用模式。

- 测试模型

测试模型是一种（一个或多个）测试用例的模型。典型的测试模型包括测试对象的预期行为以及对测试对象的评价。测试模型的例子有（抽象）测试用例描述或用图形表述测试规程。

一个 MBT 模型通常会综合几个或全部的这些主题。例如，它可以表示系统对测试人员执行的操作的动态反应，这些操作对应于典型的使用情况，并辅以数据元素的静态描述。

2.1.3 MBT 模型依赖于测试目标

在开发 MBT 模型时，考虑测试目标很重要，因为测试目标决定了模型的关注点。下表显示了测试目标和适合该目标的 MBT 模型之间的良好匹配示例。

测试目标	模型示例
验证是否正确地实现了业务 workflow	一个描述 workflow 的业务处理模型
验证在特定的状态下，系统是否按要求给出了正确的反应	一个 UML（统一建模语言）状态机
验证接口的可用性	对该接口的结构的描述
测试对象的功能符合用户所期望的使用方式	一个用来描述用户行为的使用模型

2.2 建模语言

2.2.1 MBT 建模语言的主要分类

模型是通过建模语言来展示的。建模语言的定义方式如下：

- 根据概念（也称为抽象语法，经常是用文字描述的形式。但是有时候也会用元模型来定义）。
- 根据语法（也称为具体语法，经常根据语法规则来定义）。
- 根据语义（通常根据静态和动态语义来定义）。

图形化建模语言通过图形来表现模型。例如 UML 里面的类图、时序图或者状态机图。有很多种建模语言能用于构建 MBT 模型。

建模语言的类别包括：

- 针对结构模型的建模语言

这类建模语言支持对软件的结构化元素的定义和说明，例如对接口、组件和层级结构的定义和说明。结构化建模语言的例子有 UML 组件图。

- 针对数据模型的建模语言

这类建模语言支持对数据类型和值的定义和说明。数据模型的建模语言的例子包括 UML 类图 and 值的定义和说明。

- 针对行为模型的建模语言

这一类的建模语言支持事件、行动、反应和/或软件交互的定义和说明。这类建模语言的例子包括 UML 活动图或交互图，状态机或业务过程建模标记（BPMN）。

- 集成语言

通常情况下，建模语言不局限于某个方面，而是为多个方面提供概念。一个例子是 UML 本身，这些不同的图可以通过组合来表示软件的不同方面。

2.2.2 不同系统和项目目标相关的建模语言分类

MBT 建模语言的选择与软件开发及测试项目的原始目标密切相关。它还与软件所构建的系统的特性有关。在综合考虑后，就能得到一系列的建模语言准则。这需要在基于相关系统特有属性的基础上评估这些准则，接受一些需要的准则，放弃一些其它准则。

例如包括使用：

- 状态转换图来描述一个控制/命令行形式的测试对象的期望行为。
- 活动图或 BPMN 模型来表示一个信息系统的端到端测试的工作流。
- 策表表示系统测试的业务规则。

建模语言和项目目标之间关系的其他示例包括：

- 对于人身财产安全性关键(safety-critical)和信息安全性关键(security-critical)软件进行认证的非功能性要求，一般需把软件需求与代码和测试用例连接起来。
- 对于为了审计和认证而进行过程文档化的非功能性要求，需要模型支持方便文档化的注释。

2.3 MBT 建模活动的良好实践

2.3.1 MBT 模型的质量特征

模型质量直接影响生成的输出。模型的质量特征为：

- 语法质量（正确性）

基于模型的测试（MBT）模型符合其形式化描述相关规则（建模语言、建模规范），从而确保测试用例/测试数据生成能够产生有效工作产物，避免因语法错误引发问题。

- 语义质量（有效性）

模型内容相对于其应描述的内容是正确的；衍生的工件“可用的”（即测试用例可以在测试对象上运行，而不会因测试用例不正确而导致失败）。

- 实用质量（适用性）

MBT 模型需适配既定的测试目标与选定的测试生成器，从而确保衍生的工件符合预期。

工具可以检查模型的语法，并在一定程度上检查其语义质量。评审则负责检查模型的语义和实用质量。模型模拟器通过提供动态的模型质量验证，完善了静态质量保障技术体系。

在此推荐用增量模式开发 MBT 模型，重复生成（和执行）导出的测试。这样，就能在早期并定期地检查模型、产出的工件和测试对象。

2.3.2 MBT 模型设计的典型错误与陷阱

对于 MBT 的初学者来说，在进行模型设计的时候通常容易犯的一些错误包括：

- 在 MBT 模型中包含过多或过少细节（未能匹配测试目标的抽象层次）。
- 想要在一个 MBT 模型中涵盖所有的东西。

MBT 模型应该关注那些与满足测试目标相关的方面。推荐采用两个模型分别强调特定方面（例如用状态转移图验证系统实现，用活动图校验工作流），而不是一个涵盖所有方面的模型。

2.3.3 需求与过程信息与 MBT 模型的关联

在基于模型的测试中，建立需求、MBT 模型以及生成的测试之间的追溯关系是一个很好的做法。通过链接 模型元素和需求，可以取得以下好处：

- 方便评审 MBT 模型。
- 根据 MBT 模型生成的测试工件可以自动与需求关联。
- 支持基于需求选择的测试生成策略，并依据需求优先级确定测试执行顺序。
- 能够根据 MBT 生成的测试件来衡量需求覆盖。
- 辅助利益相关方（如测试人员与测试经理）分析需求变更影响，确定回归测试范围。
- 测试用例生成器可以自动的生成可追溯性文档（可追溯性矩阵）。

要将需求和模型元素链接起来，有几种实现方式可供我们选择。例如，一种特定的图形符号或者文字形式的关键字可以表述在模型中的需求。

测试工程师可以在已有的模型元素中增加其他的附加的信息，可以是有特殊意义的新的模型元素也可以是现有模型元素的属性。MBT 模型的附加信息包括：

- 测试规程的详细内容（测试执行的操作顺序）。
- 测试脚本片段（功能调用或关键字）。
- 风险/危害（与功能性和非功能性质量属性或项目管理相关）。
- 优先级（关于功能或测试的）。
- 持续时间（预计的执行时间）。
- 必要的测试设备或规则来配置测试产品。

这些额外的信息有助于将基于模型的测试集成到整个测试过程中，并支持通过以下几种方式管理测试：

- 风险或优先级信息可以链接到 MBT 模型，并链接到生成的测试用例，可用于（例如，确定测试执行的优先级）。
- 任何其他项目的约束和目标都可以反映到 MBT 模型。这样，这些信息就能用来适配测试计划。

当接口（例如图形用户界面）在规范中尚未稳定时，MBT 模型可能包含已定义的功能要求。如果是这样，可以生成功能关键字驱动脚本。一旦指定了接口，自动化测试脚本就准备好了，只有测试适配层需要实现。

2.3.4 建模指南

建模指南记录了如何设计、写和读 MBT 模型的说明。这些说明包括：

- 支持所有利益相关者参与的对 MBT 模型的理解和评审。
- 支持源自过程、领域、组织或特殊工具的语法一致的需求。
- 限制/扩展所选符号的范围（例如，定义一个 UML 的子集或元素不同的含义）。
- 提倡不同的作者在 MBT 模型中使用类似的语法和语义。
- 传授好的实践。
- 支持 MBT 模型的维护性和可重用性。

没有建模指南的 MBT 项目要比有建模指导书的项目承担额外的风险，没有建模指南，测试工程师会更容易犯建模的典型错误。

2.3.5 现有系统设计或需求模型的重用

除了从“传统”的测试依据文档开发 MBT 模型外，还可以直接将现有的系统设计或需求模型（例如业务流程模型或活动图）重用为 MBT 模型的一部分，但这种方法存在局限性。可重用的程度取决于给定的模型和测试目标。例如，从系统设计产生的状态机图可用于测试命令和控制系统，但类图不足以用于基于工作流的系统测试。

重用现有的系统设计模型会导致一个单一来源的问题。在原有系统设计模型中的任何错误都会延伸到 MBT 模型中。虽然理论上来说测试应该是独立的，但是实际上测试不是独立于系统开发和实施的。因此建议由不同作者分别编写独立模型：一个用于系统设计，另一个用于 MBT 用途。这种做法既实现了职责分离，又能促进独立性。

如果没有任何修改的重用，从系统设计模型导出的测试工件只能用来做验证测试（对比确认测试）。他们检查系统的实现是否符合系统设计模型中描述的规范。

出于确认的目的，测试人员可以从现有模型开始（例如，从需求获取），用测试的内容丰富它。一旦转换为 MBT 模型后，初始系统设计模型往往会不断扩展。测试人员将通过添加模型元素（例如未预见的转换）来测试非常规场景或错误情况。最终形成的 MBT 模型所反映的，更多是测试人员的思维模式而非初始设计理念。

考虑到现有模型的作者不是一个测试人员的情况，因此，开发阶段的模型并不一定遵守 MBT 相关的需求和指导方针。重用的模型不一定遵循（依赖于工具的）推荐的实践方式，并可能导致测试用例爆炸。

2.3.6 建模活动的工具支持

模型编辑器是用来编写模型的，它可以是一个特定的建模工具或任何其他流程图编辑器（用于图形模式），也可以是文本/脚本编辑器（用于文本模型）。原则上，可以用铅笔和纸来完成 MBT 模型。虽然简单的绘图工具可能足以完成文档化的目的，但是它们不支持 MBT 模型的进一步处理。

MBT 模型编辑器可以提供预定义的模型元素，还可能提供一些语法和语义检查。通过执行模型的不同路径以确认 MBT 模型的工具被称为模型模拟器。

为了从 MBT 模型中自动地获得测试用例和/或测试数据，必须要有一个测试用例（和/或测试数据）生成器。

2.3.7 迭代模型的开发、评审和确认

对跨多个图表的更复杂行为进行建模时，很容易出现仅审查 MBT 模型不足以应对的情况。测试人员需要确保从 MBT 模型生成的测试能满足预期要求。通过迭代开发、模型审查，以及测试人员与软件开发周期中的同行和其他利益相关方共同频繁审查生成的测试工件，是应对这种情形的有效管理方式。

通过应用这些最佳实践，可以实现：

- 测试人员与其他利益相关者一起确认他们对要测试方面的观点。
- 测试人员需在 MBT 模型开发早期（测试执行前）捕捉并修复错误，同时识别模型中缺失的部分。
- 测试人员需识别并及时反馈不完整或不一致的需求。
- 测试经理管理项目相关的风险。
- 团队可减少测试流程中完成 MBT 建模活动所需的总体时间。

迭代的 MBT 模型开发也与迭代的测试生成相关。这意味着每次一些东西加到 MBT 模型时，测试生成也会更新。从本质上讲，测试生成构成了对 MBT 模型的模拟，它提供了对要被测试的行为方面的反馈。

在可视化 ATDD（验收测试驱动开发）方法 [ISTQB_AcT_SYL] 中，模型审查与验证属于待办项（backlog）细化活动的组成部分。随后，MBT 模型可用于为一组用户故事制定验收标准。

3 生成测试用例的选择准则 – 205 分钟（K3）

关键词

覆盖项(coverage item)，模型覆盖(model coverage)，测试用例爆炸(test case explosion)，
测试选择准则(test selection criteria)

第三章的学习目标：

3.1 MBT 测试选择准则的分类

- MBT-3.1.1 (K2) 对用于从模型生成测试的各种测试选择准则进行分类。
- MBT-3.1.2 (K3) 从 MBT 模型中生成的测试用例，在给定的环境下实现给定的测试目标。
- MBT-3.1.3 (K2) 提供模型覆盖、数据相关、基于模式和场景、以及基于项目测试选择准则的示例。
- MBT-3.1.4 (K2) 识别 MBT 测试选择准则如何与 ISTQB®基础的测试设计技术相结合。

3.2 测试选择准则的应用

- MBT-3.2.1 (K1) 记忆测试工件生成自动化的程度。
- MBT-3.2.2 (K3) 将给定的测试选择准则应用到一个给定的 MBT 模型。
- MBT-3.2.3 (K2) 描述 MBT 测试选择准则的最佳实践。

3.1 MBT 测试选择准则的分类

从同一 MBT 模型，可以生成各种测试集。使用测试选择准则帮助测试工程师选择最适合测试目标的有意义的测试用例子集。

测试用例生成器在使用 MBT 来改进效率方面起着关键作用。

MBT 测试选择准则在学术界已被广泛研究（参见[Utt07]、[Zan11]）。本教学大纲提出六类测试选择准则：其中一些侧重于具体项目的覆盖；其他准则则关注项目管理方面、特定场景的测试或随机因素。

3.1.1 测试选择准则

基于覆盖的测试选择准则与从 MBT 模型生成的覆盖项相关。

基于覆盖的测试选择准则目的是在执行测试时实现相应的覆盖标准。覆盖项可以是：

- 与 MBT 模型相关联的需求

该准则要求 MBT 模型元素与选择的需求相关联。完整的需求覆盖对应于一组测试用例，而这组测试用例完全覆盖了所选的需求集（每个需求至少被一个测试用例覆盖）。

- MBT 模型元素

模型覆盖是基于 MBT 模型的内部结构。测试工程师、测试经理或其他任何相关角色参与定义覆盖项并选择一组测试用例集来覆盖要求覆盖的一定数量的项。作为覆盖项的可能模型元素如下：

- 状态图的状态、转换和判定（见【ISTQB®基础级大纲】中的“状态转换测试”）。
- 业务流程模型的活动和通道。
- 决策表的条件和行为。
- 文本模型中的语句和条件。
- 与数据相关的测试选择准则。
- 这些准则与测试技术相关（请参见【ISTQB®基础级大纲】），例如：
 - 等价类划分。
 - 边界值分析。

还包括启发式如成对测试 (pairwise)，更普遍的是，n-元组合测试用例生成（更多信息请参见【ISTQB®高级测试分析师大纲】）。

其他测试选择准则包括：

- 随机

此选择标准好比模型的走查（或多或少的随机）。在随机测试用例选择时，不同的选择都是等概率的。随机的测试用例选择还可以考虑不同的选择带有不同的概率。

- 基于场景的和基于模式

测试用例的选择基于预定义的场景或模式。场景可以是明确定义的用例或明确定义的用户故事（见【ISTQB®基础级大纲】第 4.5.2 节）。模式是一个部分定义的场景，可以应用于 MBT 模型以生成多个或多个测试。

- 项目驱动

项目驱动的测试用例选择基于额外的项目相关信息，这些信息已添加到模型中，以支持测试管理和/或实现项目的特定测试目标。项目相关信息包括风险、优先级、所需的测试设备或任何其他方面。选择所有需要特定测试设备的测试用例相当于应用项目驱动的选择标准。

MBT 工具至少支持一个，但通常不是上面提到的所有测试选择准则。

3.1.2 实践中的测试用例选择

实践中，测试工程师应该考虑结合若干测试选择准则来获取最适合测试目标的测试用例例子集。这些组合的例子是需求覆盖加模型覆盖或者场景/模式加数据相关的测试选择准则。

除了目标对象，测试选择准则的应用还取决于以下几点：

- MBT 工具提供的机制。
- 模型的设计。
- 测试工程师与准则相关的经验。

有可能出现的情况是，MBT 模型形式上是正确的，但由于工具特定的生成算法导致了测试用例数的爆炸。

3.1.3 测试选择准则示例

与一些建模语言相关的测试选择准则的例子（见【Utt07】——第四章）：

- 在活动图或业务流程模型上：
 - 活动覆盖（100%=覆盖图中的每个活动）。
 - 判定/通路覆盖（100%=覆盖图中的每一个判定点）。
 - 路径覆盖（100%=覆盖图中的所有业务场景），有或者没有循环。
- 状态转移图：
 - 状态和迁移覆盖（100%=独自覆盖每个状态或迁移）。
 - 迁移对的覆盖（100%=覆盖图中每个连续的迁移对）。
 - 路径覆盖（100%=覆盖图中通常没有循环的所有路径）。
- 决策表：
 - 每一个条件/判定。
 - 每一个动作。
- 定义于结构部分的模型的数据域：
 - 等价类覆盖（例如，每个类一个代表值）。
 - 边界值覆盖（例如，考虑到数值数据的边界范围）。
- 文本模型：
 - 语句覆盖范围（100% =每个可执行语句都覆盖）。
 - 分支覆盖范围（100%=每个分支都覆盖）。

3.1.4 测试选择准则示例

MBT 支持标准 ISTQB®基础级测试设计技术，例如状态转换测试、等价类划分、边界值分析、决策表测试 和用例测试。MBT 模型本身可能包含测试设计技术的覆盖项（例如，MBT 模型中描述的等价类

划分或边界值）。另外，MBT 模型可能与含有覆盖项的其他图形或文本的描述相结合（例如，决策表或其他的图）。

3.2 测试选择准则的应用

3.2.1 测试生成的自动化程度

MBT 通常与测试用例的自动生成相关，但测试用例生成并非必须基于工具。下列方法可用于测试用例生成：

- 手动测试生成 – 从 MBT 模型手动推导测试用例，依据路径人工记录下对应的测试用例。然而，此 MBT 方法的成熟度较低，无益于 1.1 节中提到的自动生成测试用例的效率和有效性。
- 自动测试生成 – 通过 MBT 工具自动生成测试用例等输出构件，无需进一步的处理即可使用。
- 半自动测试生成 – 使用工具时有一个折中解决方案，但在中间或后期需要手动步骤，例如选择特定的测试用例。

3.2.2 具体测试选择准则的利与弊

每个测试选择准则都有其优点和缺点。选择什么样的测试选择准则取决于测试目的。各种测试选择准则的优点（加号）和缺点（负号）的示例：

- 需求覆盖
 - (+) 由于监管需求，通常是强制性的。
 - (-) 必要的精确定义（例如，如果一个需求关联于模型中的若干行为，当覆盖所有或仅有的一个行为即可实现需求覆盖）。
- 模型覆盖
 - (+) 有助于理解模型中究竟哪些地方无法覆盖以及了解模型的测试覆盖的完整性。
 - (-) 一些结构性测试选择准则在测试生成时可能会导致测试用例爆炸（例如，活动图的所有路径覆盖）。
- 与数据相关的测试选择准则
 - (+) 通常必须覆盖等价类划分所属的域。

- (-) 可能过度的组合。
- 随机的
 - (+) 有助于选择意想不到的测试用例。
 - (-) 随机算法可能产生没有业务价值的长时间测试。
- 基于场景/基于模式的
 - (+) 支持选择用例（例如，回归测试）。
 - (-) 需要额外的工作来定义和维护场景和模式。
- 项目驱动的
 - (+) 有助于测试管理。
 - (-) 需要额外的工作去关联模型的特定信息。

3.2.3 MBT 测试选择的良好实践

通常，仅凭一个准则并不足以涵盖达到目标测试目标所需的所有测试方面。在这种情况下，测试人员必须结合多个准则。

有两种方法可以合并准则：

- 准则组成-生成的测试套件只包含那些满足所有已应用的准则的测试用例（交集）。
- 添加准则-生成的测试套件包含满足至少一个准则（联合）的所有测试用例。

选择准则可能会影响 MBT 建模的概念。此外，选择必须是可复现的，即在应用相同的准则时，能够从同一模型中获得相同的测试用例集。因此，必须计划测试选择活动，并记录这些选择和潜在的原因。

对于某些模型覆盖准则，可能存在多组路径可以满足所需的覆盖要求。MBT 模型中的微小变化可能会导致完全不同的选择，这一事实需要一种新的思维方式。模型是主控者；生成的测试用例是衍生产品。

测试选择准则也是 MBT 中控制测试用例爆炸的一种方法；通过使用单一准则或多准则的组合，测试人员可以精确地调整测试生成以满足测试目标，并避免测试用例爆炸。

4 MBT 测试的实施和执行 - 120 分钟（K3）

关键词

离线 MBT, 在线 MBT, 测试适配层。

第四章学习目标：

4.1 MBT 测试的实施和执行的细节

- MBT-4.1.1 (K2) 解释在 MBT 背景下详细测试用例之间的差异。
- MBT-4.1.2 (K2) 解释在 MBT 背景下不同类型的测试执行。
- MBT-4.1.3 (K3) 执行由需求、测试对象或测试目标变更引起的 MBT 模型和测试生成的更新。

4.2 MBT 中的测试适配活动

- MBT-4.2.1 (K2) 解释在 MBT 中执行测试可能需要哪种测试适配。

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

4.1 MBT 测试的实现和执行的细节

一旦生成了测试套件，下一步就是运行测试用例。测试执行可以是手动执行也可以通过使用测试执行环境来自动执行，该环境可以自动执行测试并记录测试结果的功能。在这两种情况下，MBT 模型以及测试执行工作的产品之间必须相互链接。

4.1.1 基于 MBT 上下文中的详细测试用例

MBT 测试生成可能会产生高级别的测试用例（高级测试用例）或低级别测试用例（低级测试用例）：

- 高级测试用例是没有具体（实现级别）输入数据和预期结果值的测试用例。它们也没有详细指定测试步骤。
- 低级测试用例是具有输入数据和预期结果（实现级别）值的测试用例，并对测试步骤有非常详细的描述。

MBT 模型可以包含不同层次的抽象处理要生成的不同输出工作产品，并应对不同的利益相关方。例如：

- 高级测试用例可能会面对业务分析人员的审查。
- 低级测试用例可以由测试人员直接执行。

MBT 生成的高级测试用例提供了关于测试条件、输入数据和预期结果的信息但没有具体的值。测试信息某个抽象层次上表示，例如：

- 它可以用高级测试操作序列来定义测试过程，而不是详细且完全定义的测试操作。
- 它可以提供等价类划分，而不是划分的具体取值。

从高级测试用例转变为准备执行的低级测试用例（手动或自动）需要在高级测试用例中补充以下内容：

- 完全定义的测试操作。
- 具体且完整的输入数据值。
- 预期结果的具体值。

这些补充信息可以定义在 MBT 模型中例如，作为模型工作产品的文档，如操作/验证和数据）或在 MBT 模型之外（例如，使用数据表来映射抽象和具体的数据值）。

4.1.2 不同类型的测试执行

MBT 生成的测试用例可以手动执行或自动执行。

用于手动测试执行，测试人员执行由 MBT 工具生成的测试用例。这些测试用例必须以可用于手动测试的格式生成。当然能够将用例导出到测试管理工具中也可能是有益的。

用于自动测试执行，测试用例必须以可执行的形式生成。在某些情况下，可以将 MBT 生成的测试用例直接转换为自动测试脚本。在其他情况下，还提供了一个测试适配层，它本质上是一个围绕测试对象的包装器（类似于关键词驱动测试的方法）。使用测试适配层的优势在于将测试用例设计从实现细节中分离出来，而实现细节可能取决于被测系统的确切版本、变体或配置。

一旦生成，自动化测试脚本将由测试执行工具来执行。MBT 工具可以将生成的测试用例转换为测试执行工具的测试自动化脚本语言。MBT 工具还可以将生成的自动测试脚本发布到测试管理工具中。

在 MBT 上下文中，有两种方法可以用于自动测试执行：

- 离线 MBT-首先生成自动测试脚本（包括预期结果），然后再执行。

在线 MBT（也称为“动态”）-测试生成和执行同时实现。因此，每个测试步骤都是在测试过程中执行上一个测试步骤之后生成的。执行结果可能会影响通过模型所采取的路径。

4.1.3 变更对 MBT 工作产品的影响

在一个软件项目中变更是不可避免的。可能会发生以下更改：

- 需求、测试对象或其所处环境的变化可能会影响：
 - MBT 模型
 - 行为。
 - 条件/预期结果。
 - 数据。
 - MBT 测试的选择准则
 - 适配层（如果存在）

- 测试对象接口的变化，但不影响功能需求（例如，图形用户界面的微小变化而不影响功能行为），这会影响：
 - 仅限适配层（如果存在）。
- 测试目标或测试条件的变化可能会影响：
 - MBT 模型。
 - MBT 测试的选择准则。
 - 适配层（如果存在）。

MBT 工作产品的变更管理应基于一个包括影响分析、变更选项的探索、工作产品变更应用和评审活动过程。

4.2 在 MBT 中的测试适配活动

在手动测试执行的情况下，测试适配是通过生成测试文档来填补 MBT 模型中的抽象被测系统的具体接口和测试数据之间的差距。例如，可以提供具体的数据值作为特定边界值的代表。这个适配过程提供了完整且充分文档化的手动测试脚本，以便它们可以直接用于手动测试。

在自动化测试执行的情况下，测试适配是将 MBT 模型生成的工作产品集成到测试执行框架中的过程。这个过程支持关键词驱动测试和/或数据驱动测试的实践。

关于关键词驱动测试，关键词在 MBT 模型中定义的并用于生成的测试用例。为了获得全自动的测试脚本，需要执行以下步骤和活动：

- 1) 用测试执行工具的语言将测试用例导出为脚本。这可以手动或自动使用导出程序（可以由 MBT 工具提供）。
- 2) 用测试执行工具的语言实现关键词。负责测试自动化的测试人员或测试对象的开发人员都可以执行这个操作。

关于数据驱动测试，MBT 模型描述抽象的输入数据和预期的结果（例如，基于等价类划分）。生成的测试用例或脚本引用了这些抽象的输入数据和预期的结果。

为了获得全自动的测试脚本，需要执行以下步骤和活动：

- 提供自动化测试脚本所需的具体输入数据和预期结果。这些数据可以存储在表中或电子表格中。

- 将 MBT 模型中形式化的测试数据链接到测试执行工具或测试用具中的具体测试数据。

每个测试脚本都假设了特定的初始先决条件。为了能够实现自动测试脚本的链式执行，必须确保在每次测试脚本执行之前都正确地设置了先决条件。这可以通过以下方式来实现：

- 1) 提供后置条件在测试脚本（不总是可能）用作于下一个的前置条件。
- 2) 在每个测试脚本的开头设置前置条件。

应该在 MBT 建模活动期间确保测试适配，例如在开发模型元素的同时开发测试适配规范。

中国软件测试认证委员会 (CSTQB)

5 评估和部署 MBT 的方法 - 60 分钟（K2）

关键词

无

第五章学习目标：

5.1 评估 MBT 部署

- MBT-5.1.1 (K2) 描述导入 MBT 的 ROI 因素。
- MBT-5.1.2 (K2) 解释项目目标是如何与 MBT 方法的特征相关联的。
- MBT-5.1.3 (K1) 回顾选定的准则和关键绩效指标，以衡量 MBT 活动的进展和结果。

5.2 管理和监控 MBT 方法的部署

- MBT-5.2.1 (K1) 回顾在部署 MBT 时的测试管理、变更管理和协作工作的美好实践。
- MBT-5.2.2 (K1) 回顾 MBT 的成本因素。
- MBT-5.2.3 (K1) 回顾将 MBT 工具与配置管理、需求管理、测试管理和测试自动化工具集成的必要性。

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

5.1 评估 MBT 部署

在组织中部署 MBT 的方法通常遵循一个经典的产品采用过程：

1. 认知-在测试过程中建立改进目标并确定 MBT 作为解决所有或部分这些目标的可能性技术。找到改进的机会是激励测试团队改变他们的工作方式的一个重要因素。
2. 兴趣-学习更多关于 MBT 的信息。
3. 评估-分析主要的 MBT 原则和现有的 MBT 方法在给定的项目背景下的适用性。
4. 试用使用-定义关键绩效指标（KPI）并建立试点项目以衡量改进。
5. 采用-通过组织中技能的提高和行为的改变来领导和强化改变。

因此，ROI（投资回报率）的估算和评估 MBT 对测试项目绩效影响的能力（基于 KPI）是采用周期的一部分。

5.1.1 引入 MBT 的 ROI（投资回报率）因素

MBT 在引入阶段和运营阶段都会产生成本。为了成功引入 MBT，成本必须通过以下方面的收益来平衡：

- 考虑到长期完整测试过程的净财务平衡。
- 测试设计质量和对整个开发过程的积极影响。

必须考虑到测试过程和测试质量中的成本、节省和改进。

成本（见 5.2.2 节）：

- MBT 的引入。
- 在测试过程中重复发生的 MBT 成本。

节省：

- 早期需求验证避免了后期开发阶段昂贵的 bug 修复：MBT 的自上而下方式允许在项目阶段进行 MBT 设计，即使需求尚未确定或仅粗略定义——从而能够在当前需求成熟度下进行需求验证。

- 通过重用测试设计工作产品和避免冗余，减少测试设计的工作量：在 MBT 模型中，所有可能的路径都集成在一起，避免了冗余，而手动测试或自动化测试脚本实现的测试序列套件中则存在冗余。
- 通过从 MBT 模型自动生成测试工作产品，减少测试实施的工作量：一旦 MBT 模型开发完成，即可自动生成测试用例，减少了维护活动的工作量。
- 早期的缺陷识别和改进的上市时间：这是由 MBT 在早期开始测试设计的能力所促进的以及由 MBT 提供高效性所促进的。
- 测试管理支持：通过使用不同的 MBT 测试生成策略和过滤机制，测试管理器可以选择最适合测试目标的“理想”测试用例集。
- 由于算法的优化，使用 MBT 定义的测试用例数量可能减少了（与没有 MBT 的测试用例设计技术相比），从而减少了必须执行的测试用例数量。基于一致和系统的生成策略，可以系统地选择并减少测试用例的数量。

测试质量上的收益：

- 提高的测试设计方法、测试的覆盖范围和测试设计的一致性。
- 使用 MBT 输出物的测试管理支持，包括测试设计的优先级和质量保证。
- 通过改进测试设计的内容和组织结构来改进可追溯性。

5.1.2 组织目标及其与 MBT 方法特征的关系

MBT 可以在测试的质量、减少工作量和沟通等方面改进测试过程。组织必须考虑所需的改进的优先级。改进的范围及其对组织的定性和定量的影响在很大程度上取决于 MBT 方法的特点。因此，MBT 方法应该根据有优先级的改进的范围来定义。下表显示了一些组织目标的例子，以及如何使用 MBT 来实现它们。

组织目标	MBT 改进重点	实现方式
提高测试质量	● 测试设计的方法用于更高的测试覆盖率。 ● 可追溯性（实现覆盖度量 and 更好的影响分析能力）。 ● 过程自动化，以避免人为错误。	● 将开发的模型与 MBT 活动用的模型分开（支持测试者的思维方式并鼓励独立性）。 ● 基于测试计划良好定义的抽象级别。

		- 高度的过程自动化，包括生成测试工作产品和执行测试，以减少人为错误。 - 定义明确的测试选择准则，以生成最有效的测试用例集以供执行。
减少工作量	- 过程自动化。 - 可追溯性（支持过程自动化）。	- 共享的 MBT 模型（重用的 MBT 模型）。 - 高度的过程自动化和测试工作产品自动生成。 - 定义良好的测试选择准则，以生成要执行的最有效的测试用例集。
改进的沟通	一个充分的、易于理解且可用的 MBT 方法，能够反映涉及的利益相关者的思维抽象层次。	适合所有利益相关方的抽象级别（对于业务分析师来说是概要的且以业务为导向的，或者对于测试人员来说则是详细的且以测试为导向的）。

组织目标的组合可能会导致 MBT 方法的需求矛盾。这可以通过为不同的测试目标开发不同的 MBT 模型来解决（见第 2.1.3 节）。

5.1.3 度量指标和关键绩效指标

在组织中引入 MBT 应该基于明确的目标、度量准则和 KPI，这些指标可以用于衡量 MBT 活动的进度和结果。

可能需要监控的度量和 KPI 指标包括：

- 被管理和跟踪到 MBT 模型中的需求的数量、和按生成的测试用例计算的需求覆盖率（百分比）。
- MBT 模型的大小和复杂性。
- 生成的测试用例/脚本的数量，以及每人每天生成的测试用例/脚本的数量。
- 在 MBT 建模活动中发现的需求缺陷数量。
- MBT 模型元素在项目之间的可重用性水平。
- 项目利益相关方对 MBT 模型的使用程度（业务/开发/测试）。
- 相对于以往测试设计方法在生产力方面的效率提升百分比（更便宜的测试）。
- 相对于以往测试设计方法在缺陷检测方面的效率提升百分比（更好的测试）。

在部署 MBT 方法时，定义和监控度量指标和 KPI 是项目管理最佳实践的一部分。

5.2 管理和监控部署 MBT 的方法

5.2.1 部署 MBT 的良好实践

基于 MBT 的测试过程及其工作产品和工具应紧密集成到现有的开发过程、测试过程和工具链中。这对于集成到应用程序生命周期管理工具链中也很重要，例如，MBT 与需求工程过程和工具的集成。

无缝集成是 MBT 引入成功的关键因素之一。这里的最佳实践包括：

- 所有 MBT 工作产品的配置管理，包括：
- 测试依据。
- MBT 模型和测试选择准则。
- 测试用例和测试脚本。
- 适配层。

在开发过程中，诸如发布或部署等工作产品是版本化的。这对于建立一个有效的开发和部署过程是必要的。为了在这样的过程中集成并关联 MBT 工作产品，MBT 的工作产品配置管理也是必要的。

- MBT 测试生成过程与持续集成的结合进行构建自测试是持续集成的关键价值之一。

代码构建完成后，持续集成服务器将调用测试工具来检查新的内容。这里不仅应该集成单元测试工具，还应该集成 MBT 工具，特别是当 MBT 用于持续回归测试时。

- 与需求工程和代办事项 (backlog) 管理实践的集成。

需求和代办 (backlog) 中的条目（计划中的产品功能）必须在它们完成之前进行测试（根据已完成 [ISTQB_FL_SYL] 的定义）。例如，在敏捷软件开发中，测试过程应该反映在代办事项管理过程中。如果 MBT 用于代办项目的测试，则对应的 MBT 工作产品应在待办事项管理工具中保持可追溯性，即“哪些测试用例、来自哪个版本化模型、针对何种测试目标被用于验证该条目。”

5.2.2 MBT 的成本因素

下表涉及到初始成本以及 MBT 对 ISTQB 测试过程的测试活动的运行成本。

初始成本（组织和项目）：

组织的初始成本	项目的初始成本
- 检查现有资源和知识以引入 MBT - 评估 MBT 的方法和工具 - 定义和实现 MBT 方法和流程 - 与需求管理、测试管理、持续集成进行整合 - 自动化和集成 MBT 报告 - 建立 MBT 工作产品的归档机制 - 创建通用的 MBT 建模和流程指南 - MBT 指导和培训 - MBT 工具的许可	- 创建特定于项目的 MBT 建模和流程指南 - 创建初始 MBT 模型 - 转换资产（例如，从文本测试用例转换到 MBT 模型） - 迁移 MBT 模型

重复发生的成本：

测试活动和任务	重复发生的成本
通用	- 工具的许可（取决于许可证模型）和维护成本 - 新团队成员的指导和培训
测试计划	- 分析测试依据评估 MBT 可测试性 - 规划 MBT 模型的开发/丰富/派生
测试分析与设计	- MBT 建模 - 重构 MBT 模型 - 验证和确认模型
测试的实施和执行	- 选择合适的测试选择准则 - 生成可执行的测试用例 - 开发测试适配层（用于自动化测试执行） - 执行测试用例（手动或自动）
测试监视和控制	- 持续检查 MBT 模型质量 - 确保缺陷的可追溯性 - 记录测试完成准则 - 将 MBT 评估与其他测试评估结合到一份报告中
测试完成	- 存档 MBT 工作产品 - 记录所获得的有关 MBT 的知识 - 将 MBT 的工作产品和流程移交到维护阶段

5.2.3 MBT 工具的集成

评估 MBT 工具的一个重要方面是 MBT 工具与配置管理、需求管理、测试管理和测试自动化工具之间的集成。

下图展示了一个嵌入了 MBT 的典型测试工具链：

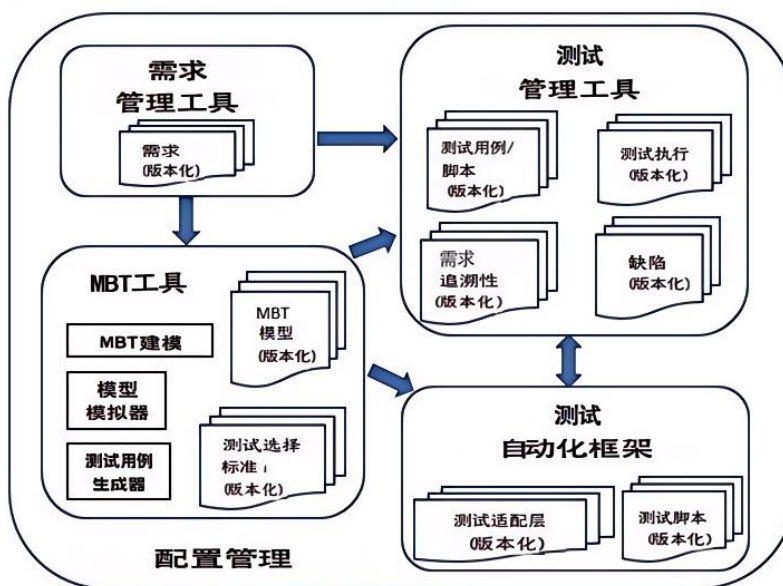


图 1-嵌入了 MBT 的典型工具链

该典型工具链支持基于 MBT 的测试过程的主要活动，包括：

- 使用建模工具、模型模拟器和需求可追溯性进行迭代式的 MBT 模型开发、审查和验证。
- 通过将测试选择准则应用于测试用例生成器支持的 MBT 模型来生成测试。
- 生成的测试用例和测试脚本以及可追溯性链接可导出到测试管理工具和测试自动化框架中（在测试执行自动化的情况下）。
- MBT 测试件的配置管理，如 MBT 模型和适配层。

6 缩写

缩写	含义
ATD	验收测试驱动开发
BPMN	业务过程建模标记
CTFL	基础级测试工程师认证
ISTQB	国际软件测试认证委员会
KPI	关键性能指标
MBT	基于模型的测试
ROI	投入产出
UML	统一建模语言

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

7 参考文献

标准

[ISO25000] ISO/IEC 25000:2005, Software Engineering - Software Product Quality 4 - Requirements and Evaluation (SQuaRE)
[ETSI_MBT] ETSI ES 202 951, Methods for Testing and Specification (MTS) - Model-Based Testing (MBT) - Requirements for Modeling Notations, Version 1.1.1 (2011-07)
[ISO29119-8.2] ISO/IEC CD TR 29119-8.2 - Software and systems engineering - Software testing - Part 8: Model-based testing

ISTQB®文档

[ISTQB_FL_SYL] ISTQB Foundation Level Syllabus, CTFL V4.0
[ISTQB_ATA_SYL] ISTQB Advanced Level Syllabus Test Analyst, CTAL-TA V3.1.2
[ISTQB_GLOSSARY] Standard Glossary of Terms used in Software Testing, https://glossary.istqb.org/
[ISTQB_Act_SYL] ISTQB Certified Tester Acceptance Testing (CT-Act), V1.0.

著作

[Utt07] Mark Utting and Bruno Legeard, "Practical Model-Based Testing - A tools approach," Morgan&Kauffmann, 2007
[Zan11] Justyna Zander (Editor), Ina Schieferdecker (Editor) and Pieter J. Mosterman (Editor), "Model-Based Testing for Embedded Systems," CRC Press, 2011.
[Kra16] Anne Kramer and Bruno Legeard, "Model-Based Testing Essentials: Guide to the ISTQB Certified Model-Based Tester Foundation Level", John Wiley & Sons Inc, 2016
[Jor17] Paul C. Jorgensen, "The Craft of Model-Based Testing", Auerbach Publishers Inc., 2017

文章

[Sch12] Ina Schieferdecker: Model-Based Testing. IEEE Software 29(1): 14-18, 2012.
[Utt12] Mark Utting, Alexander Pretschner and Bruno Legeard, "A Taxonomy of Model-Based Testing Approaches," Softw. Test. Verif. Reliab. 22 (5), 297 - 312, 2012.

8 附录 A - 简单建模语言

为了达到 K3 级别的学习目标，在此讨论两个简单的图形化建模语言：

- 第一个是 UML 活动图的子集。
- 第二个是 UML 状态机的子集。

在下面的两个小节中，通过示例来介绍以上两种被用来实现 MBT 建模的 UML 的子集。

8.1 针对工作流的一种简单图形化建模语言

这种建模语言可用于构建表示工作流或活动图的 MBT 模型。其思路是建模一个由中间决策控制的活动流程。用该语言开发的 MBT 模型可根据测试选择标准生成测试用例（见第 3 章）。

这个图形化的建模语言是 UML 活动图的一个子集。该建模语言由以下元素构成：

- 一个实心的黑色圆表示工作流开始（初始状态），一个被包围的黑色的圆圈表示工作流的结束点（最终状态）
- 圆角长方框表示动作。
- 菱形表示判定和合并点，可以标注可能的标签（文字形式）
- 箭头表示流向，描述箭头指向的路径可以用文字，也可以用逻辑表达式（包括计算和布尔操作）。
- 线条表示并发并行活动的开始（分点）或者结束点（合点）- 这些并发并行的活动序列要持续到序列中所有并行的活动都结束。
- 使用虚线表示连接到活动的需求标示符。
- 用矩形来表示子图

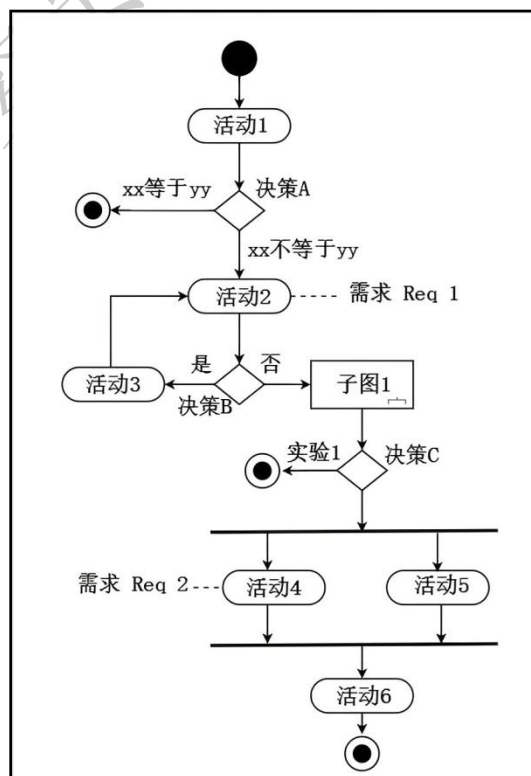


图 2 - 活动图示例

虽然这种建模语言的描述相对不够正式和简单，但这种建模语言包含了足够的信息，可以用来构建本大纲上下文中的各种 MBT 模型。

图 2 表述了用这种建模语言开发的一个 MBT 模型的抽象例子。在图 2 中，所有行为都起始于活动 1；

如果“xx 等于 yy”，则流程结束，否则，执行活动 2；

活动 3 和活动 2 将被循环执行，直到判定 B 的结果是“否”（“No”）。

在这种情况下，将执行子图 1 的行为。

如果决策 C 的结果等于 Exp1，则行为停止。

否则，活动 4 和活动 5 将并行执行，在这之后，执行活动 6，然后该行为停止。

标记表明，活动 2 与需求 Req 1 相关，活动 4 与需求 Req 2 相关。

8.2 针对状态迁移的一种简单图形化建模语言

这个图形化的建模语言是 UML 状态机的一个子集。它由以下的元素构成：

- 一个黑色的圆点表示工作流的开始（初始 状态），一个被包围的黑色的圆圈表示工作流的结束点（最终状态）。
- 圆角矩形框表示状态。
- 箭头表示有文本注释的迁移，文本注释的形式为“event [condition] /action”即“事件【条件】/动作”。（触发迁移的为事件，条件由监护函数构成，监护函数可包含数学计算和布尔运算，触发迁移的结果为调用“动作”）。
- 使用虚线表示连接到活动的需求标示符。
- 矩形来表示子图。

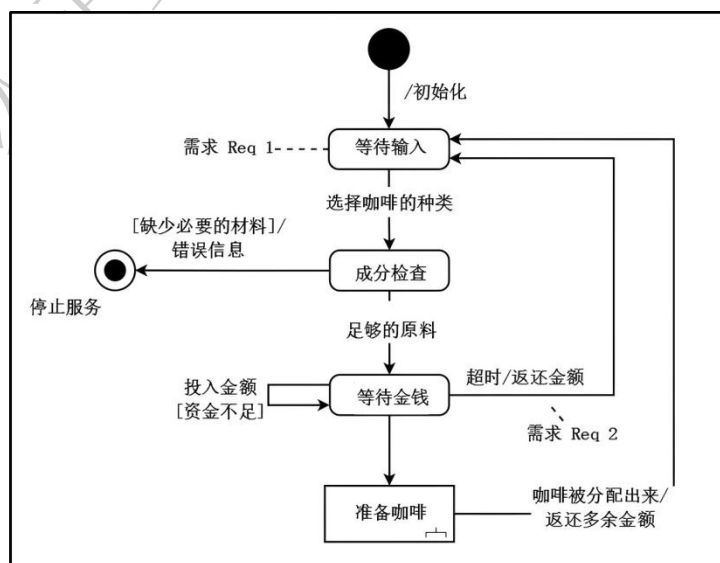


图 3 - 状态跳转图示例

虽然这种建模语言的描述相对不够正式和简单，但这种建模语言包含了足够的信息，可以用来构建本大纲上下文中的各种 MBT 模型。

图 3 是用这种建模语言开发的一个 MBT 模型的例子。该例子表述的是一个卖茶和咖啡的自动饮料销售机的行为。

如果自动贩卖机被激活，则会初始化存入的金额并等待用户输入。

用户需要选取咖啡的种类。

作为对用户选择的反应，自动贩卖机做出相应的准备（例如，检查用户选取的咖啡种类是否充足）。之后，用户必须为咖啡付费。

该模型包含一个循环以确保只有输入足够的钱后，自动贩卖机才会进入“准备咖啡”状态。

如果用户在输入所需金额之前停止了输入，自动贩卖机会进入等待状态，超时后将输入的金额退还并重新开始。

如果输入的金额足够，咖啡就会被供应出来，并且会返还多余金额。

唯一例外的情况，如果对应的咖啡种类没有对应的原料，自动贩卖机会有报错提示“缺少原料”后退出服务流程。

您还可以看到需求 Req1 被链接到状态“等待输入”，表明达到该状态的测试也涵盖了该需求。需求 2 与“超时/返还金额”有关，说明用户的支付金额是一个重要方面。

9 附录 B - 学习目标/知识认知级别

本教学大纲中每章开头都会给出相应的学习目标。大纲中的每个主题都将根据其学习目标进行考试。

学习目标根据与其对应的知识认知等级以相对应的行为动词开始，如下所示。

等级1：牢记（K1）-考生要能牢记、认识和回顾一个术语或概念。

行为动词：回顾recall、认识recognize

示例：

- 回顾测试金字塔的概念
- 识别典型的测试目标

等级 2：理解（K2）-考生要能选择与主题相关陈述的原因或解释，并能对测试概念 进行总结 summarize、比较 compare、分类 classify 和举例 give examples。

行为动词：分类 classify、比较 compare、区别 differentiate、区分 distinguish、解释 explain、举例 give examples、演绎 interpret、总结 summarize

示例：

- 根据测试工具的用途及其支持的测试活动对其进行分类。
- 比较不同的测试级别（可用于寻找相似之处、差异或两者兼而有之）。
- 区分测试和调试（寻找概念之间的差异）。
- 区分项目风险和产品风险（允许对两个（或多个）概念进行单独分类）。
- 解释环境对测试过程的影响。
- 举例说明为什么需要测试。
- 根据给定的故障情况推断缺陷的根本原因。
- 总结工作产品评审过程的活动。

等级3：应用（K3）-考生能在遇到常规任务时执行规程，或者选择正确的规程并应用于给定的环境中。

行为动词：应用apply、实施implement、准备prepare、使用use。

示例：

- 使用边值分析从给定的需求中推导出测试用例（应参考规程/技术/过程等）。
- 实施指标收集方法，以支持技术和管理要求。
- 为移动应用程序进行可安装性测试。
- 使用可追溯性来监控测试进度的完整性以及与测试目标、测试策略和测试计划的一致性（可用于学习目标，该目标希望考生能够使用一种技术或程序。类似于“应用”）。

参考资料 (针对学习目标的认知水平)：

Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. (eds) (2001) A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Allyn & Bacon

10 附录 C——带学习目标的业务成果可追溯性矩阵

本章节列出了 ISTQB 认证测试员基于模型测试大纲 v1.1 种的业务成果与学习目标之间的可追溯性关系。

业务成果：CT-MBT			B01	B02	B03	B04	B05
MBT-业务成果 1	在基于模型的测试团队中使用标准术语和既定的 MBT 概念、流程和技术进行协作		36				
MBT-业务成果 2	在测试流程中应用并整合基于模型的测试			17			
MBT-业务成果 3	使用基于模型测试的已有技术和最佳实践，有效地创建和维护 MBT 模型				16		
MBT-业务成果 4	从测试模型中选择、创建并维护测试工作产品，同时考虑所测试功能的风险和价值					10	
MBT-业务成果 5	支持组织改进其质量保证流程，使其更具建设性和效率						8
Unique LO	学习目标	K-Level					
1	基于模型的测试（MBT）简介						
1.1	基于模型测试（MBT）的目标与动机						
MBT-1.1.1	论述基于模型测试的（MBT）预期收益	K2	X				X
MBT-1.1.2	论述基于模型的测试（MBT）的误区和陷阱	K2	X	X			X

业务成果：CT-MBT			B01	B02	B03	B04	B05
1.2	测试过程中的 MBT 活动和工作成果						
MBT-1.2.1	总结在测试过程中部署 MBT 时的特定活动	K2	X	X			
MBT-1.2.2	回顾模型基于测试（MBT）的基本工作产品（输入和输出）	K1	X	X			
1.3	将 MBT 集成到软件开发生命周期						
MBT-1.3.1	解释如何将 MBT 集成到软件开发生命周期	K2	X	X			
MBT-1.3.2	解释 MBT 如何支持需求工程	K2	X	X	X		
2	MBT 建模						
2.1	MBT 建模						
MBT-2.1.1	使用基于工作流的建模语言为测试对象和预定义的测试目标开发一个简单的基于模型的测试（MBT）模型。	K3	X		X		
MBT-2.1.2	使用基于状态迁移的建模语言为测试对象和预定义的测试目标开发一个简单的 MBT 模型。	K3	X		X		
MBT-2.1.3	提供描述系统、环境或测试的 MBT 模型示例	K2	X		X		
MBT-2.1.4	举例说明 MBT 模型如何依赖于测试目标	K2	X	X	X		
2.2	MBT 模型的建模语言						
MBT-2.2.1	回顾常用于 MBT 的建模语言类别示例。	K1	X		X		

业务成果：CT-MBT			B01	B02	B03	B04	B05
MBT-2.2.2	举例说明针对不同系统和项目目标，测试目标与建模语言类别之间的最佳适配。	K2	X		X		
2.3	MBT 建模活动的良好实践						
MBT-2.3.1	回顾基于模型的测试（MBT）模型的质量特征	K1	X		X		
MBT-2.3.2	描述基于模型的测试（MBT）建模活动中的典型错误和陷阱	K2	X		X		
MBT-2.3.3	解释将需求和过程相关信息链接到 MBT 模型的优势	K2	X		X		
MBT-2.3.4	解释 MBT 建模指南的必要性	K2	X		X		
MBT-2.3.5	举例说明在哪些情况下复用现有模型（来自需求阶段或开发阶段）是合适的，以及在哪些情况下复用现有模型是不合适的	K2	X	X	X		
MBT-2.3.6	回顾支持特定基于模型的测试（MBT）建模活动的工具类型	K1	X		X		
MBT-2.3.7	总结迭代式 MBT 模型开发、评审和验证过程	K2	X	X	X		
3	测试用例生成的选择准则						
3.1	MBT 测试选择准则的分类						
MBT-3.1.1	对用于从模型生成测试的各种测试选择准则进行分类	K2	X			X	
MBT-3.1.2	根据 MBT 模型生成测试用例，以实现给定上下文中的测试目标	K3	X			X	
MBT-3.1.3	提供基于模型覆盖度、相关数据、模式和场景以及项目的测试选择准则示例	K2	X			X	

业务成果：CT-MBT			B01	B02	B03	B04	B05
MBT-3.1.4	识别 MBT 测试选择准则与 ISTQB 基础级测试技术之间的关系	K2	X			X	
3.2	测试选择准则的应用						
MBT-3.2.1	回顾测试工作产物生成的自动化程度	K1	X	X		X	
MBT-3.2.2	将给定的测试选择准则应用于 MBT 模型中	K3	X			X	
MBT-3.2.3	描述 MBT 测试选择准则的良好实践	K2	X			X	
4	MBT 测试的实施与执行						
4.1	MBT 测试的实施与执行的特殊性						
MBT-4.1.1	解释在 MBT 中高层级和低层级测试用例的区别	K2	X	X		X	
MBT-4.1.2	解释 MBT 中的不同类型的测试执行方法	K2	X	X			
MBT-4.1.3	根据需求、测试对象或测试目标的变化，更新 MBT 模型并重新生成测试	K3	X		X	X	
4.2	MBT 中的测试适配活动						
MBT-4.2.1	解释在 MBT 中执行测试时可能需要的测试适配类型	K2	X		X	X	
5	评估和部署 MBT 的方法						
5.1	评估 MBT 部署						
MBT-5.1.1	描述引入 MBT 的投资回报率（ROI）的因素	K2	X	X			X

业务成果：CT-MBT			B01	B02	B03	B04	B05
MBT-5.1.2	解释项目目标与 MBT 方法特性之间的关系	K2	X	X			X
MBT-5.1.3	回顾用于衡量 MBT 活动进展和结果的选定指标和关键绩效指标	K1	X	X			X
5.2	管理和监控 MBT 方法的部署						
MBT-5.2.1	回顾部署 MBT 时测试管理、管理变更和协同工作的良好实践	K1	X	X			X
MBT-5.2.2	回顾 MBT 的成本因素	K1	X	X			X
MBT-5.2.3	回顾将 MBT 工具与配置管理、需求管理、测试管理和测试自动化工具集成的必要性	K1	X	X			X

11 附录 C——发布说明

ISTQB®认证测试工程师基于模型的测试大纲 v1.1 是 1.0（2015）版本的小幅更新，旨在与 ISTQB 认证测试工程师基础级大纲 v4.0 保持一致。

新的 v1.1 CT-MBT 教学大纲将于 2024 年 2 月 23 日正式发布。

已发布的内容：

1. CT-MBT 教学大纲 v1.1 版。
2. CT-MBT 模拟试卷已更新为教学大纲 v1.1（问题文档和答案文档）。

大纲变更点

与当前术语表版本和基础级大纲 V4 保持一致：

- 测试规程规范=>测试规程。
- 基本测试过程=>测试过程。
- 判定覆盖=>分支覆盖。
- 1.2.1 和 5.2.2：活动与基础级认证大纲 V4 第 1.4.1 节“测试活动和任务”相一致。

学习目标的变化：

- FM-2.1.3：重命名学习目标，从文本中删除分类法。
- FM-2.2.2：K 级更改为 K2，重点放在与测试目标匹配更好的示例上。
- FM-5.2.3：K 级降为 K1，没有足够的时间进入 K2 所需的细节。

已删除的高级内容：

- 2.1.2 和 2.1.3：删除 MBT 分类法的概念。
- 2.2.1：删除建模语言分类。
- 2.2.2：从示例列表中删除特征模型、时间模型、因果图。
- 3.1.3 成对测试，从示例列表中删除（多个）决策条件覆盖率。
- 4.1.2：简化适应方法的描述。
- 4.1.3：删除对测试适配层规范的明确引用（仅提及测试适配层）。

- 5.2.3: 删除对基础级认证 CTFL 的引用；内容转移到高级认证 CTAL 中。

附录变更:

- 8.2: 从状态图中删除决策元素，以简化状态转换图的建模语言。
- 8.1 和 8.2: 图片更新。

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)

12 索引

所有术语均在 ISTQB®术语表中定义 (<http://glossary.istqb.org/>)。

抽象语法 22
抽象测试用例 34
活动图 23
ATDD（验收测试驱动开发） 44
自动化测试执行 35
优势 38, 39
边界值分析 29
BPMN（业务过程建模符号） 44
业务过程建模符号（BPMN） 22
详细语法 22
详细测试用例 34
具体数值 34
配置管理 41
持续集成 41
成本 38, 41
覆盖度 5, 16, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 39, 40, 54
覆盖目标 28
数据驱动测试 36
决策表 23
尽早测试 14
有效性 14
效率 14
环境模型 21
等价类划分 29
图形用户界面 25
改进测试过程 39
迭代式 MBT 模型开发 43
关键字驱动测试 36
关键绩效指标 40
抽象层次 20
抽象层次 34
手动执行测试 34
马尔可夫链模型 21
MBT 模型 13, 14, 15, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 43, 47, 48, 53, 54
度量指标 40
模型覆盖率 28
模型编辑器 26
模型评审 26
基于模型的测试 13, 15, 16, 18, 24, 25
建模语言 20
建模语言 46
离线基于模型的测试 33, 35
离线基于模型的测试 33, 35
基于模式 29
后置条件 36
前置条件 36
质量特征 20
随机 29
复用 25
投资回报率 38, 44
节省 38
基于场景 29
单一来源 25
状态机 22
状态转移图 23

适用性 23	测试生成 16, 18, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 41
系统模型 21	测试模型 19, 21
测试适配 35	测试目标 14
测试适配层 33	测试选择准则 28
测试依据 14	测试件 14
测试用例爆炸 28, 32	可追溯性 24
测试设计 14, 15, 16, 17, 20, 38, 39, 40	统一建模语言 44
测试设计规格 14	有效性 23
测试技术 28, 29, 31, 54	

中国软件测试认证委员会 (CSTQB®)