

《软件工程》

Ch1 软件



教育部“101计划”教材

清华大学出版社

学习目标

□能够理解软件的概念和特点

- ✓ 软件的定义、构成和特点，软件分类；

□能够理解软件生存周期的概念

- ✓ 软件生存周期的概念、生存周期中各个阶段的主要任务及输出；

□能够理解软件质量概念，利用软件质量评估模型分析和评估软件质量的好坏，根据具体的应用场景选择合适的软件质量保证方法

- ✓ 软件质量的概念
- ✓ 常见的质量模型
- ✓ 软件质量保证

目录

1. 软件

2. 软件生存周期

3. 软件质量

1. 软件

软件的概念

软件的构成

软件的特点

软件的分类

软件的概念

□ IEEE STD61012-1990软件工程术语中关于软件的定义：

- ✓ “计算机程序、过程、规则，以及任何可能与计算机系统操作相关的文档和数据”

□ 罗杰·普莱斯曼在《软件工程：实践者的研究方法》中给出的定义：

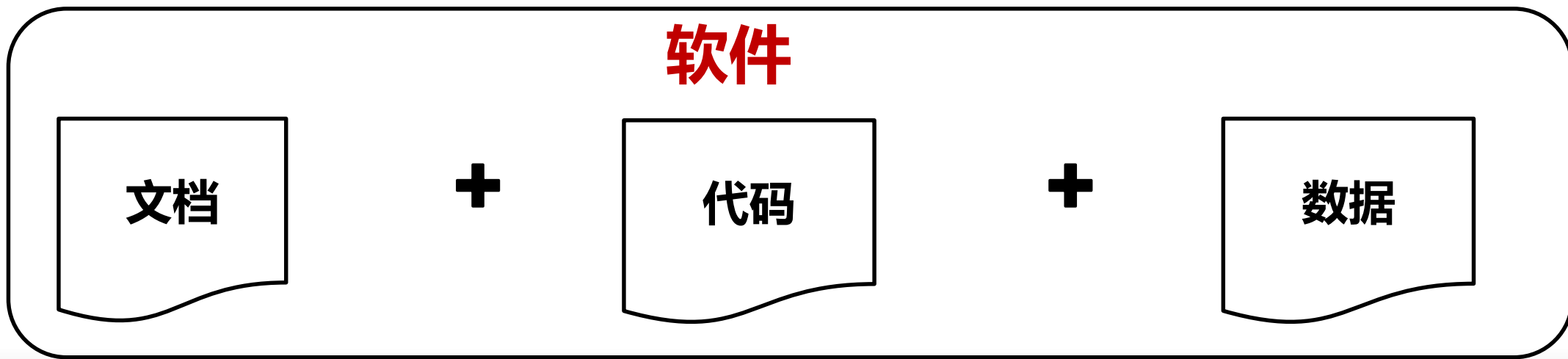
- ✓ “当机器执行时能提供所要求功能和性能的程序，能使程序有效处理信息的数据结构以及描述操作和使用程序的文档”

□ 伊恩·萨默维尔在《软件工程》中给出的定义：

- ✓ “软件是一个系统，通常由若干程序、用于建立这些程序的配置文件、描述系统结构的系统文档、解释如何使用系统的用户文档以及供用户下载最新产品信息的Web站点组成”

软件的概念

软件是以能够完成预定功能和性能要求的可执行的计算机**程序**为核心，以使程序正常执行所需要的**数据**为基础，以描述与程序开发、维护和使用有关**文档**为指南，从而方便相关涉众理解、使用与维护的**人工制品**。



软件的构成

软件的组成部分：

- **程序**：按事先设计的功能和性能要求执行的指令序列；
- **文档**：与程序开发、维护和使用有关的图文材料；
- **数据**：使程序能正常操纵信息的数据结构。

软件 ≠ 程序

开发软件 ≠ 写程序

软件的主要特点 (Frederick P. Brooks 《人月神话》)

□ 复杂性

- ✓ 规模巨大, 功能复杂, 逻辑 (依赖) 复杂, 操作复杂, ...

□ 一致性

- ✓ **内部一致性**: 软件系统的各个模块遵循的设计规则 and 标准应具有一致性;
- ✓ **外部一致性**: 软件需要在与系统中其他组成部分 (如硬件平台、外部设备等) 交互时遵循相应的接口规范; 另一方面, 需要满足/服从来自用户、行业、法律法规等多方面的要求和约束。

□ 易变性

- ✓ 外部条件变化快, 软件容易随之而变

□ 不可见性

- ✓ 无法直接观察程序是如何在计算机硬件上执行
- ✓ 给开发和维护带来很多困难

软件分类

□ **系统软件**是指控制和协调计算机及其外部设备、支持应用软件开发和运行的一类软件。

- ✓ 系统软件为计算机使用提供通用的基本功能。
- ✓ 常见的系统软件包括，早期面向主机的各类操作系统软件，如UNIX、Linux、苹果macOS系列、Microsoft Windows系列，以及现在面向浏览器和移动终端的谷歌Chrome OS、Android、苹果iOS、华为HarmonyOS等，以及语言处理软件如编译器、解释器、链接器、调试软件、硬件驱动程序等也都属于系统软件。

□ **应用软件**是为了某种特定的用途而被开发的软件。

- ✓ 应用软件根据用户和所服务的领域提供不同的功能。
- ✓ 它可以是一个特定的程序，比如网页浏览器Internet Explorer；也可以是一组功能联系紧密，可以互相协作的程序的集合，比如金山WPS Office套件；还可以是一个由众多独立程序组成的庞大的软件系统，例如交通综合管理系统就包含了空中交通管理系统、铁网管理系统、地面综合运输系统等多个相对独立的软件系统。

软件分类

应用软件按照其应用类型和开发所需要的技术可进一步分为：

□ 独立运行的应用软件

- ✓ 运行在个人计算机上或移动设备上，包含所有的必要的功能，可以不用连接到网络上。e.g. 办公软件，CAD软件，etc.

□ 基于事务的交互式应用

- ✓ 这类应用运行在远程计算机上，用户通过自己的PC或终端进行访问。
e.g. Web应用，电子商务应用。

□ 嵌入式控制系统

- ✓ 这类应用有一个软件控制系统来控制和管理硬件设备。从数量来说，嵌入式系统远远多于任何其他类型的系统。

软件分类

应用软件按照其应用类型和开发所需要的技术可进一步分为：

□ 批处理系统

- ✓ 处理大批量数据的业务系统，它们处理大量的单个输入以创建相应的输出。
e.g. 电话计费系统和工资支付系统。

□ 娱乐系统

- ✓ 这类系统主要是个人用户用于娱乐，大多数是运行在专用的游戏机硬件各类游戏。

□ 建模和仿真系统

- ✓ 科学家和工程师开发这类系统来模拟物理过程或环境，其中包括很多独立且相互交互的对象。

软件分类

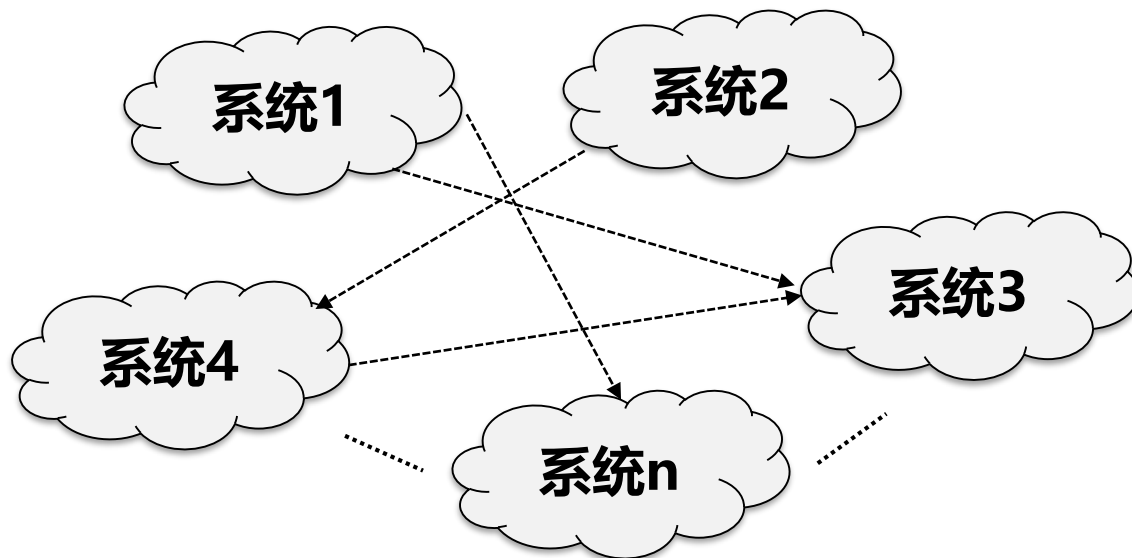
应用软件按照其应用类型和开发所需要的技术可进一步分为：

□ 数据采集和分析系统

- ✓ 这类系统从环境中收集数据，并将数据发送到其他系统进行处理。

□ 系统之系统

- ✓ 这类系统由其他一些软件系统组成。



软件分类

- **支撑软件**：辅助软件开发和运维为软件系统的开发和维护提供自动和半自动的支持的一类软件。
- **嵌入式软件**：指与硬件设备深度耦合的，用于控制特定硬件设备的软件系统。
- **信息安全软件**：用于保护计算机系统和数据安全的软件，主要包括防病毒软件、防火墙、加密软件等。

关键软件领域

中共中央政治局第三十四次集体学习时强调“要全面推进产业化、规模化应用，**重点突破关键软件**，推动软件产业做大做强，提升关键软件技术创新和供给能力。”这里提到的**关键软件领域**，一般包括五大类软件：

- ❑ **关键基础软件**：指基础性支撑软件，主要包括操作系统、数据库、中间件、办公软件等，此外还涉及基础信息安全软件。
- ❑ **大型工业软件**：指应用于工业领域的各类软件，主要包括研发设计软件、生产控制软件、信息管理软件等；
- ❑ **行业应用软件**：指针对重点行业应用的各类软件，如金融行业软件、通信行业软件、能源行业软件等；
- ❑ **新型平台软件**：指基于新兴信息技术的平台软件，主要包括大数据平台、云计算平台、人工智能平台、物联网平台等；
- ❑ **嵌入式软件**：指与硬件设备深度耦合的软件，如通信设备嵌入式软件、汽车电子嵌入式软件等。

关键软件领域



2. 软件生存周期

软件生存周期的概念

软件生存周期中的各个阶段

软件生存周期的概念

□ **软件生存周期** (Software Life Cycle, SLC) , 又称软件生命周期, 其定义如下:

- ✓ IEEE STD61012-1990软件工程术语中的对软件生存周期的定义是 “**从软件产品概念形成到产品无法再被使用的整个时间段**”。
- ✓ 《计算机科学技术名词》中的定义是 “**软件产品从构思开始至软件不再可用而被淘汰的时间周期**”。
- ✓ SWEBOK (v3.0) 中定义了一个类似概念, **软件产品生存周期** (Software Product Life Cycle, SPLC) 指软件产品从启动到退役的全过程。

软件生存周期中的各个阶段

GB8566-1988 《计算机软件开发规范》 将软件生命周期分为三个时期



 **SWEBOK[®]**
V3.0

Guide to the Software
Engineering Body of Knowledge

Editors
Pierre Bourque
Richard E. (Dick) Fairley

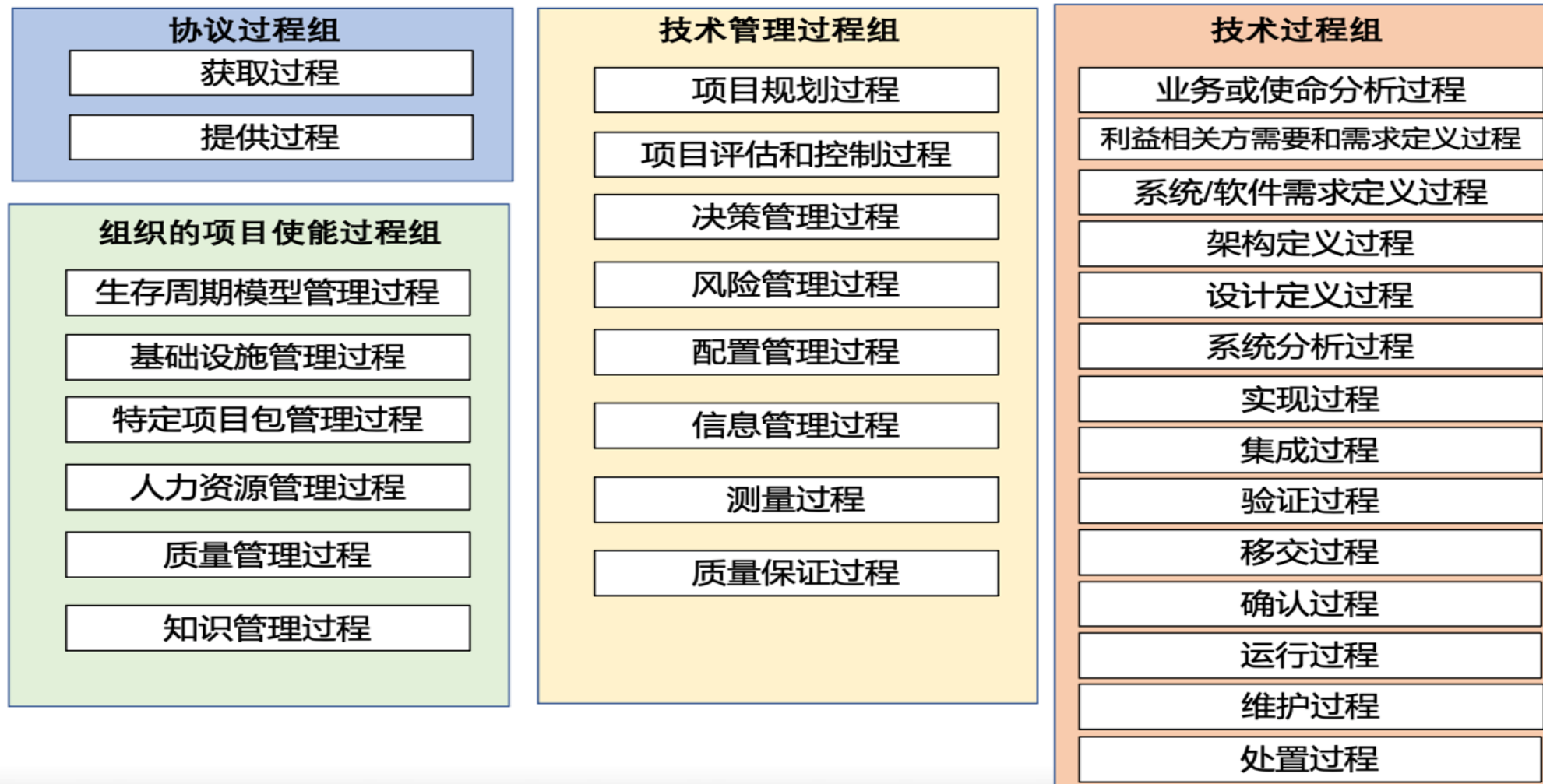
 IEEE
IEEE@computer society

软件生存周期中的各个阶段

阶段			关键问题	工作结果	文档
定义时期	软件计划	问题定义	是什么？	关于问题性质、工程目标、规模的报告	计划任务书
		可行性分析	可行吗？	高层逻辑模型、成本/效益分析	
	需求分析		做什么？	逻辑模型	需求规格说明
开发时期	软件设计	概要设计	如何做？	求解方案、软件结构	设计说明书
		详细设计	具体怎样做？	编码规格说明	
	编码和单元测试	编码	用代码如何做？	源程序清单	程序清单
		单元测试	模块可用吗？	单元测试方案、结果	单元测试报告
	综合测试		整体可用吗？	集成测试方案、结果	集成测试报告
维护时期		维护	持续可用吗？	维护记录	维护记录

软件生存周期中的各个阶段

国家标准GB/T 8566-2022 《系统与软件工程——软件生存周期过程》



3. 软件质量

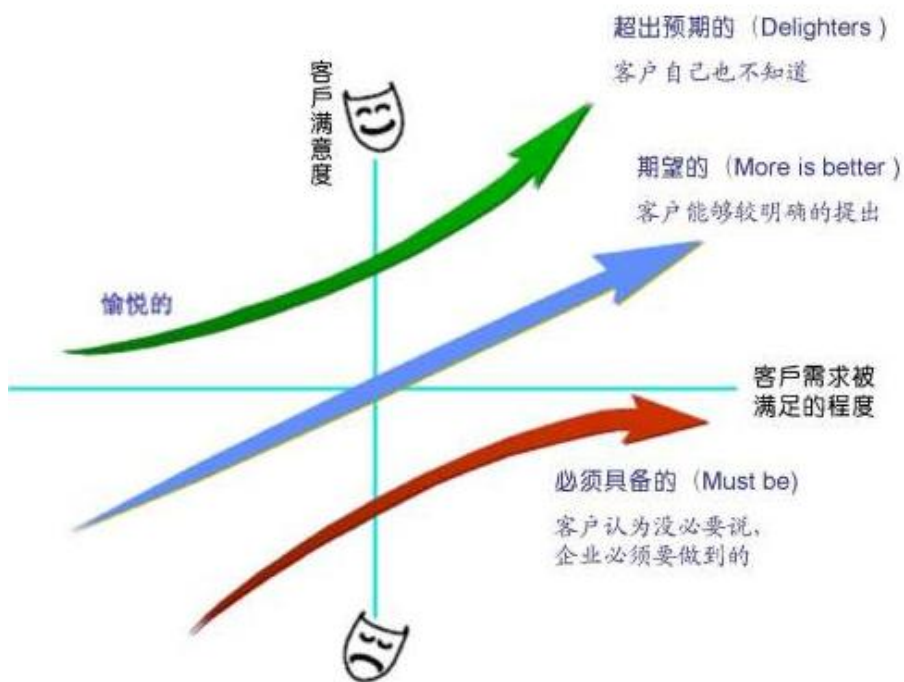
软件质量的概念

软件质量评价模型

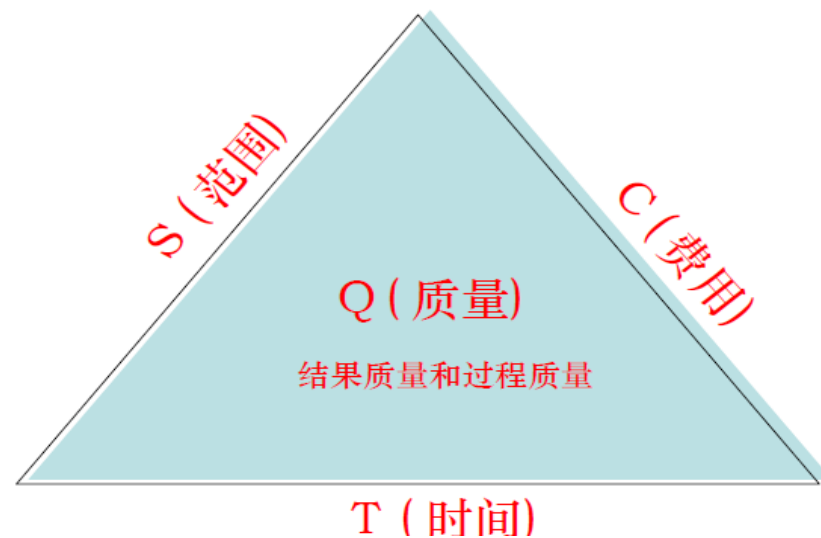
软件质量保证

软件质量的概念

□质量是客户满意度的体现



客户 + 质 + 量?



软件质量的概念

□在一定程度上应用有效的软件过程，创造有用的产品，为生产者和使用者提供明显的价值

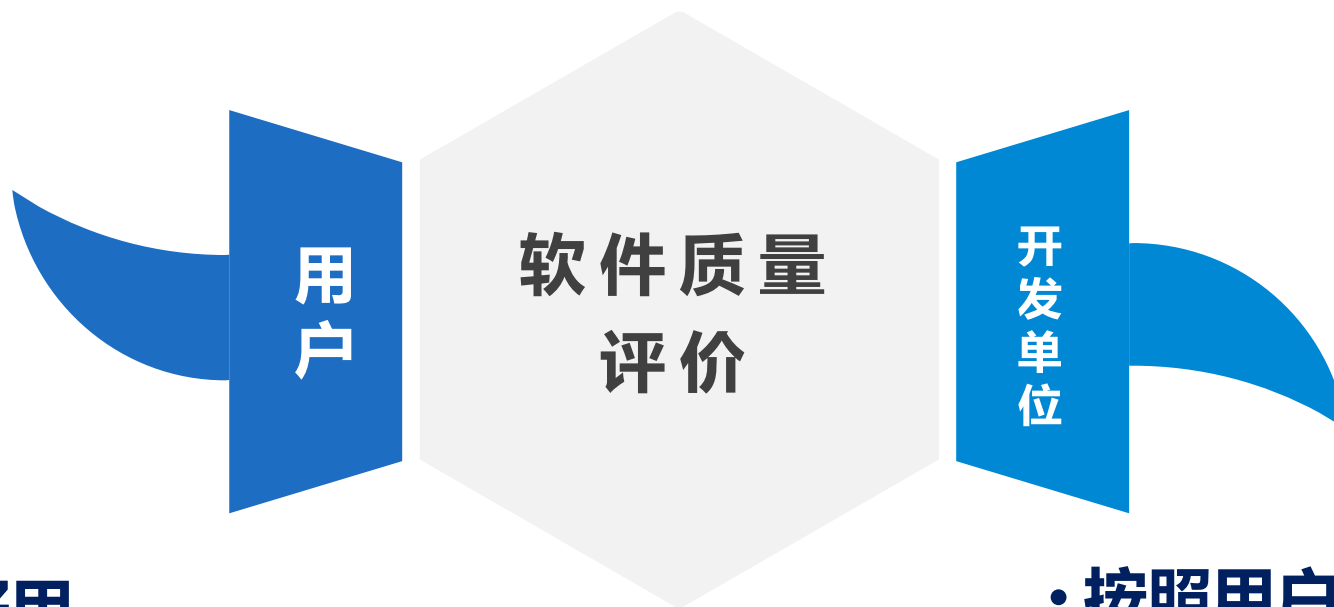
✓有效的软件过程：生产高质量软件产品的基础

□避免项目的混乱和软件的低质量

✓有用的产品：交付的软件产品具备用户要求的内容、功能和特征，且以可靠、无误的方式进行交付

✓为生产者和使用者提供明显的价值：为软件组织和最终用户群体带来收益。

为什么需要引入软件质量评价体系



- 软件好用
- 功能全
- 结构合理

表述含糊，不够确切

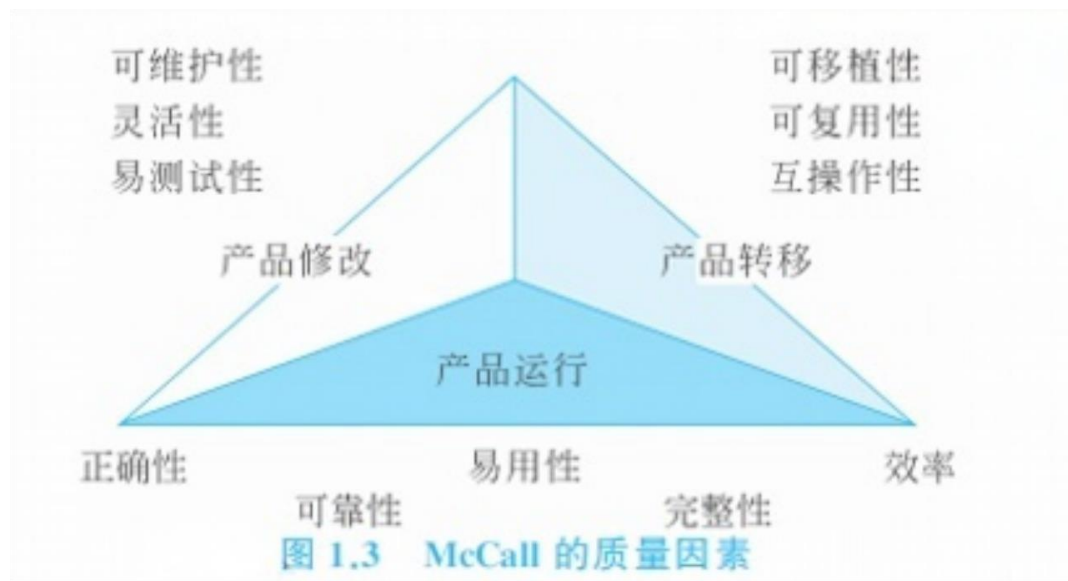
- 按照用户的需求
- 按期完成开发并移交使用
- 系统正确执行用户规定的功能

满足这些远远不够

- 衡量软件质量效果的度量标准
- 反映了软件满足明确或者隐含需要能力的综合特性
 - ✓ McCall模型
 - ✓ Gavin模型
 - ✓ ISO/IEC 25010质量因素

McCall模型

□1977年，由McCall、Richard和Walters提出



✓3个维度

□产品运行：操作特性

□产品修改：承受变更的能力

□产品转移：对新环境的适应能力

✓11个软件质量因素

8个质量维度



ISO/IEC 25010



□如何描述一个软件系统（如外卖订餐平台系统）的质量？

- ✓选择哪种软件质量模型？
- ✓考虑哪些软件质量因素？
- ✓如何描述？

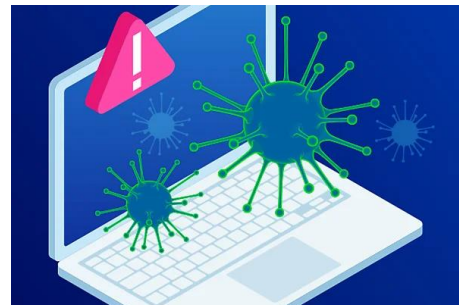
软件质量保证 (SQA)



SQA的动机与思想

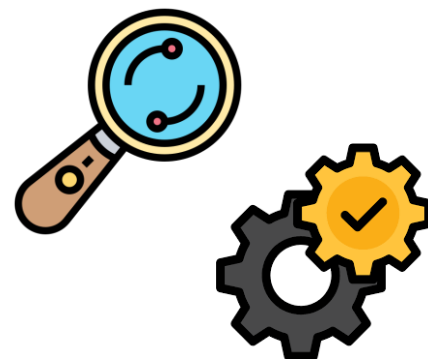
□动机

- ✓软件是复杂的，软件质量问题不可避免
- ✓严重的软件质量问题可造成严重经济损失、危害生命财产安全
- ✓良好的SQA不仅提高软件质量，还可以提高客户满意度和信任度



□思想

- ✓对软件开发的整个周期进行严格控制和管理
- ✓通过一系列计划、活动、工具和技术，保证软件质量



软件质量保证方法

□质量标准制定

- ✓涉及编程、设计、测试、安全、文档等

□软件评审

- ✓需求评审、设计评审、代码走查

□软件测试

- ✓单元测试、集成测试、系统测试、回归测试、验收测试

□软件静态分析

- ✓分析代码结构、语法、语义、逻辑等特征检测漏洞与潜在风险

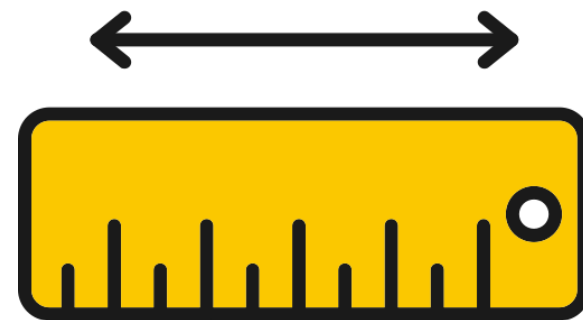
□代码重用

- ✓复用已有的软件部件降低错误风险

质量标准制定

□常见质量标准

- ✓ISO9001：国际标准化组织质量管理体系标准
- ✓ISO/IEC 9126：关于软件质量的国际标准
- ✓IEEE标准：电气和电子工程师协会发布的软件工程标准
- ✓Agile指南：敏捷联盟发布的敏捷宣言



软件评审

□主要依赖人工审查

□方法描述

- ✓评审需求和设计
- ✓阅读和理解代码
- ✓发现缺陷和问题
- ✓提出改进的建议

□可能的问题

- ✓审查效率低
- ✓不深入不全面



软件测试

□测试范围

✓单元测试、集成测试、系统测试、验收测试

□测试类型

✓回归测试、兼容性测试、安全测试、压力测试

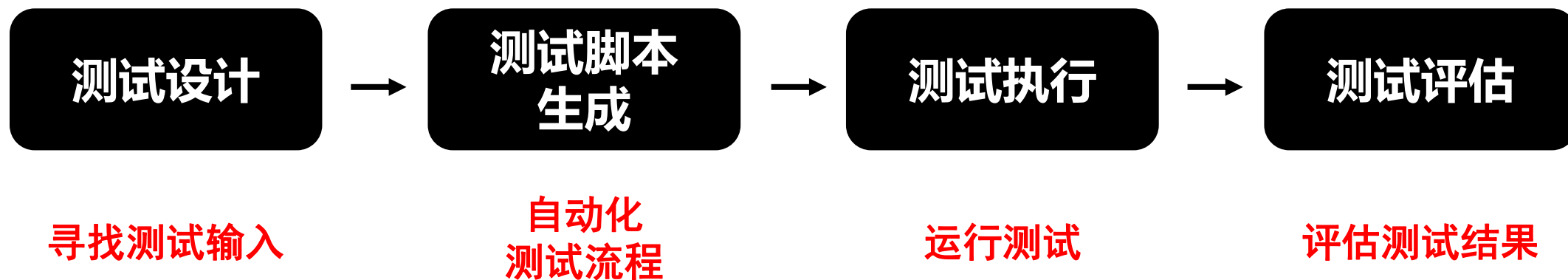
□测试方式

✓黑盒测试、白盒测试、灰盒测试

□自动化程度

✓手动测试、半自动化测试、自动化测试

测试任务



软件静态分析

□ 无需运行程序检测代码

- ✓ 静态非动态

□ 查找错误、安全漏洞、代码质量问题等

- ✓ **错误和缺陷**，如参数不匹配，错误的递归

- ✓ **安全漏洞**，可能的空指针引用

- ✓ **编码规范程度**

□ 特点

- ✓ 快速定位、有效发现隐藏的错误和缺陷

自动化代码分析工具

❑ SonarQube

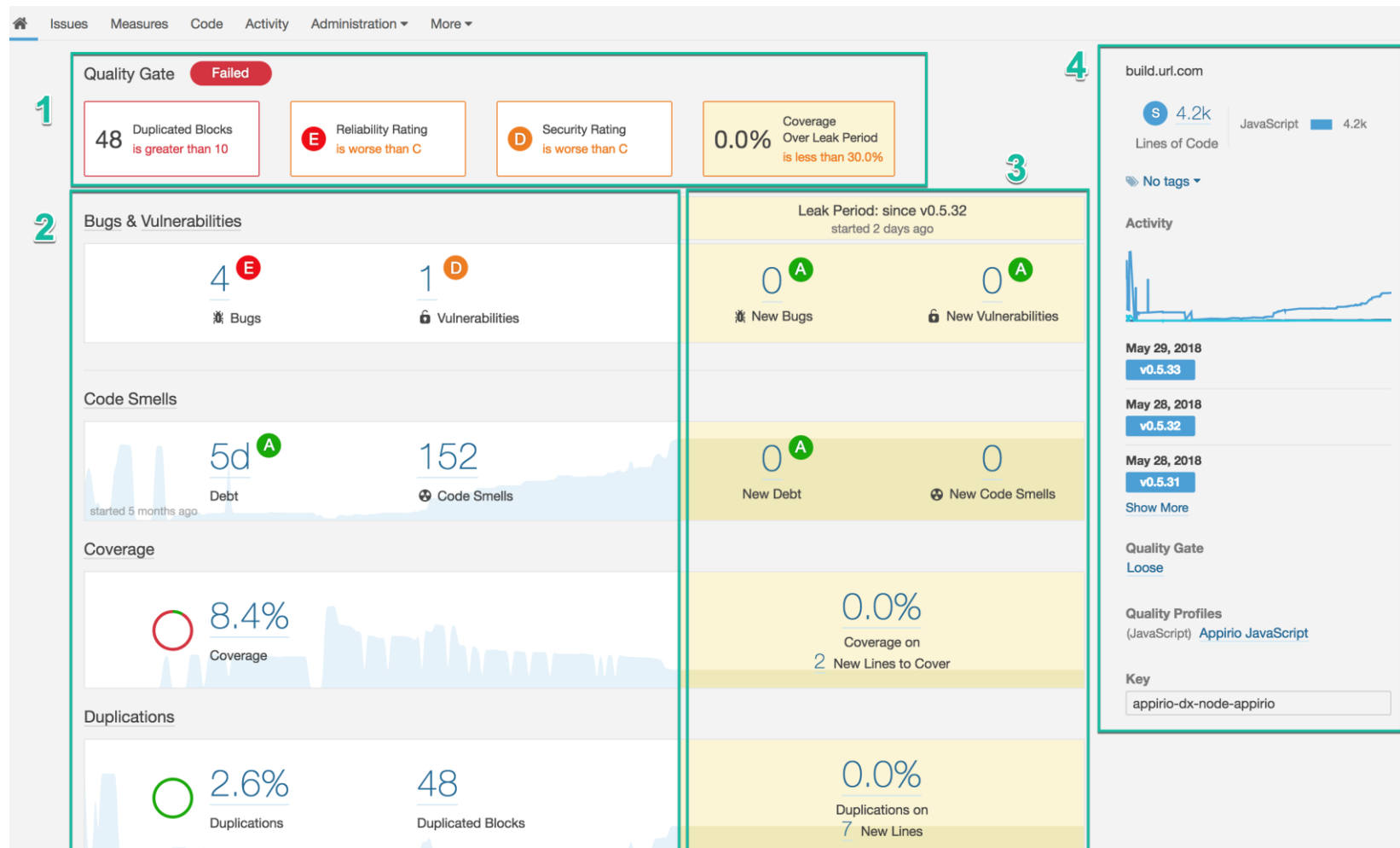
❑ CheckStyle

❑ FindBugs,

❑ PMD

❑ Jtest

❑



代码重用

□什么是代码重用

- ✓在编写代码过程中，**充分利用已有和现成的代码**，并将其集成到程序之中，从而来实现程序功能

	自研	复用
代码量	2.8亿行	1.2亿行
组件数量	600+	400+

某国内大型IT企业一款产品中自研与复用的代码和组件数量对比

□代码重用有什么好处

- ✓被重用的代码质量通常得到充分检验，因而通过重用实现编码可有效提高程序质量

重用代码片段

- 寻找已有功能关联代码片段
- 利用自然语言、代码关键词、代码符号等做为查询条件
- 可在代码仓库或问答网站上寻找到**有价值的代码片段**
 - ✓ 代码仓库: GitHub
 - ✓ 问答网站: StackOverflow



重用函数、类和软构件

□ C函数库

□ MFC类库(Microsoft Foundation Classes)

□ Java软件开发包

□ 机器人操作系统 (ROS)
的节点软构件



SQA方法总结

	保证方法	性质	适用阶段
1	质量标准与规范制定	静态	需求分析、总体设计、详细设计、编码和单元测试、集成测试、软件维护
2	软件评审	静态	需求分析、总体设计、详细设计、编码和单元测试、集成测试、软件维护
3	软件测试	动态	编码和单元测试、集成测试、软件维护
4	软件静态分析	静态	编码和单元测试、集成测试、软件维护
5	代码重用	动态	编码和单元测试

本章小结

□软件

- ✓ 软件是以计算机程序为核心，以数据为基础，以文档为指南，从而方便相关涉众理解、使用与维护的人工制品。
- ✓ 软件具有复杂性、一致性、易变性和不可见性等固有特点
- ✓ 软件的分类（多类型），不同类型的软件有不同的特性、技术要求或侧重点

□软件生存周期

- ✓ 软件生存周期是软件从提出开发开始到最终灭亡所经历的时期
- ✓ 软件生存周期中要经历多个阶段，不同阶段具有各自的目的、活动、交付物等

□软件质量

- ✓ 高质量是软件开发的目标
- ✓ 软件的质量（多要素），内涵也非常广泛，采用软件质量评价模型对软件质量的好坏进行分析和评价
- ✓ 在不同的软件开发阶段，采用不同的软件质量保证方法非常重要

Q&A

