



北京交通大学  
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



# 软件系统分析与设计 System Analysis & Design

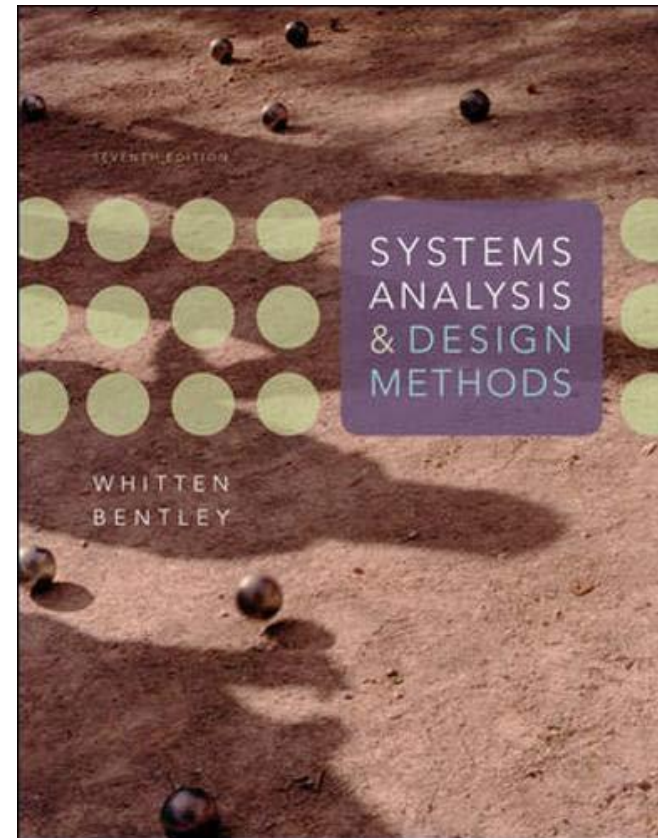
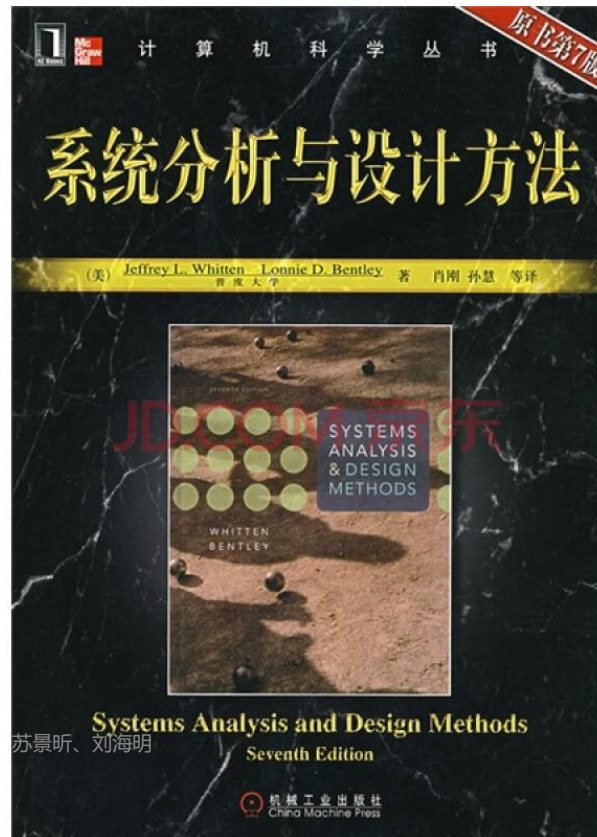
M210007B

Monday, March 20, 2023

# 参考教材

## Reference

- 系统分析与设计方法（原书第7版），[美] 惠腾（Whitten J.L.） 著，肖刚，孙慧 等译
- *Systems Analysis And Design Methods - 7th Edition*, by Jeffrey L. Whitten, Lonnie D. Bentley, Gary Randolph. (2007)

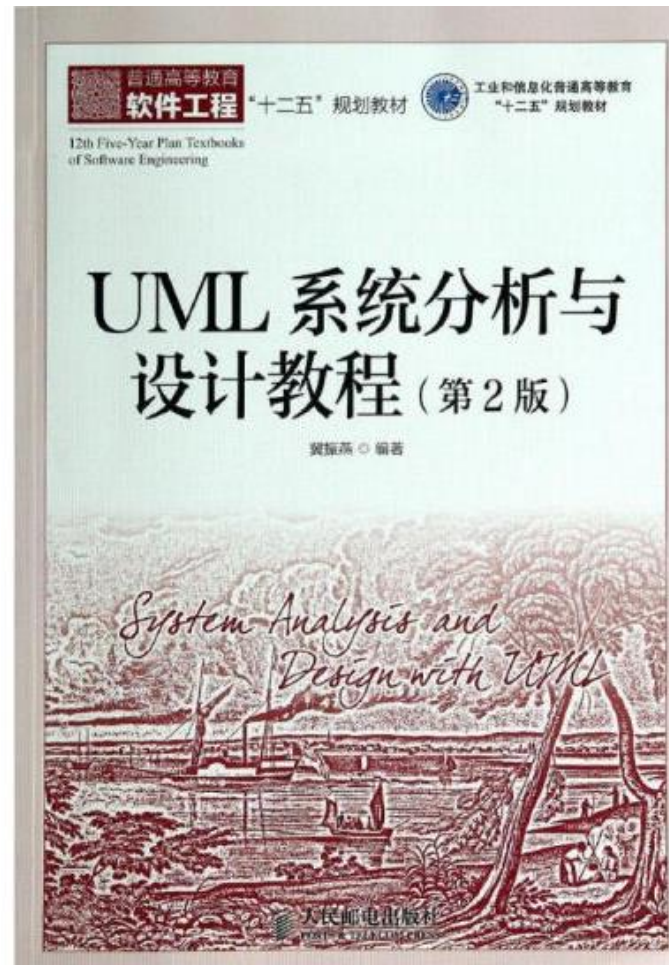




# 参考教材

## Reference

- UML系统分析与设计教程(第2版), 冀振燕.著.



# 范围定义阶段

## Start Working on a Business Problem

# 范围定义阶段

## The Scope Definition Phase

---

### 本阶段任务：

- 1.1 列出问题和机会 (PIECES)
- 1.2 协商项目的初步范围
- 1.3 评估项目价值
- 1.4 计划项目进度表和预算
- 1.5 沟通项目计划 (与利益相关者)

# 问题分析阶段

# Fully Understand a Business Problem

# 问题分析阶段

## The Problem Analysis Phase

---

### 本阶段任务：

2.1 研究问题领域 (Problem Domain)

2.2 分析问题与机会

2.3 分析业务过程

2.4 制定系统改进目标

2.5 修改项目计划

2.6 沟通调查结果和建议

# 系统分析方法

## System Analysis Approaches

---

- 模型驱动分析法      Model-Driven Analysis
- 加速系统分析法      Accelerated Systems Analysis
- 需求获取法      Requirements Discovery
- 业务过程重构法      Business Process Redesign
- *FAST* 系统分析策略      *FAST* Systems Analysis Strategies



# FAST 系统分析策略

## FAST Systems Analysis Strategies

集成了前面介绍的所有方法，成为一套敏捷方法。

- 范围定义阶段
  - 项目值得关注吗？
- 问题分析阶段
  - 新系统值得建立吗？
- 需求分析阶段
  - 用户需要和希望从新系统中得到什么？
- 逻辑设计阶段
  - 新系统必须做什么？
- 决策分析阶段
  - 什么是最好的解决方案？

# **/-1 需求分析阶段** **Requirement Analysis**

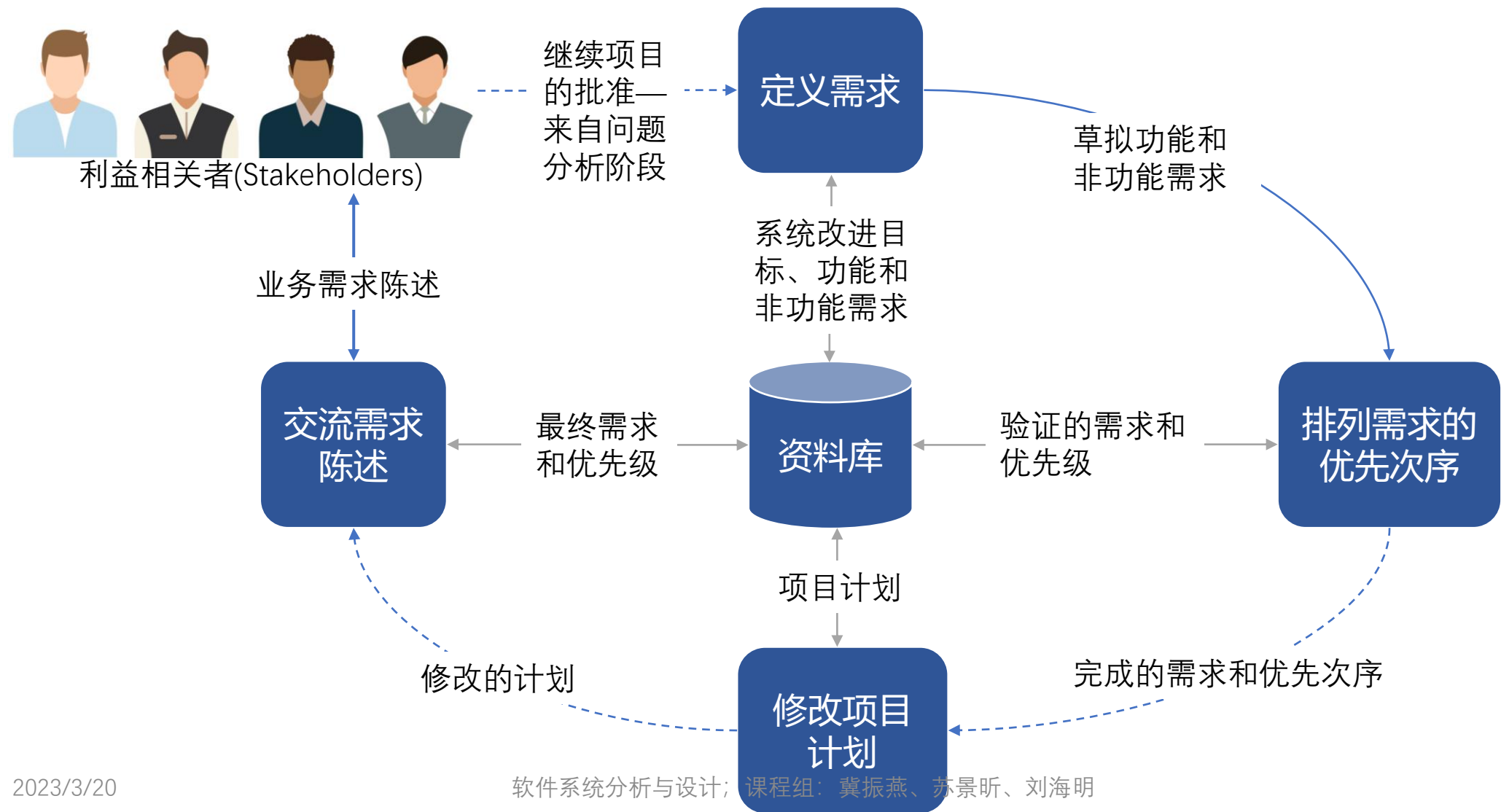
---

# 项目范围 vs 系统边界

## Project Scope VS System Boundary

# 需求分析阶段

# The Requirement Analysis Phase



# 需求分析阶段

## The Requirement Analysis Phase

### 问题分析阶段

- 2.1 研究问题领域
- 2.2 分析问题与机会
- 2.3 分析业务过程
- 2.4 制定系统改进目标
- 2.5 修改项目计划
- 2.6 沟通调查结果和建议

### 本阶段任务：

- 3.1 定义需求
- 3.2 排列需求的优先次序
- 3.3 修改项目计划
- 3.4 交流需求陈述
- 3.5 持续不断的需求管理



# 需求分析阶段

## The Requirement Analysis Phase

- **需求分析阶段** 的目的是将 **问题分析阶段** 中指定的需求转换为明确的（可测量和可测试的）、可跟踪的、完整的、一致的和利益相关者批准的需求。
- The purpose of the Requirements Analysis Phase is to transform the needs and high-level requirements specified in earlier phases into unambiguous (measurable and testable), traceable, complete, consistent, and stakeholder-approved requirements.

# 需求

## Requirements

---

- **业务需求**：业务需求通常来自项目投资人、购买产品的用户、实际用户的管理者、市场营销部门或产品策划部门。描述了组织为什么要开发一个系统。
  - **用户需求**：用户使用软件必须达到的要求和完成的任务。通常在用例(use case)或方案脚本(scenario)中加以说明。
  - **功能性需求**：规定开发人员必须在产品中实现的软件功能，用户利用这些功能来完成任务，满足业务需求。
  - **非功能性需求**：指依一些条件判断系统运作情形或其特性，而不是针对系统特定行为的需求。包括安全性、可靠性、交互性、可维护性和可扩充性等。
- 
- **Business Requirement** - something that the IS must do or a property that it must have.
  - **User Requirement** - provide information that serves as the basis for further specification, design, and verification of IS
  - **Functional Requirement** - something that IS must do.
  - **Nonfunctional Requirement** - a property or quality that system must have. Examples include security, ease-of-use, performance, etc.

# 举几个例子

## Examples

---

1. 什么信息必须存储在使用者访问的数据库中。 **F: 数据存储**
2. 什么信息要显示在学生信息页面中。 **F: 输出**
3. 如何计算绩点成绩。 **F: 计算**
4. 成绩列表的文件格式未来可以添加新的格式。 **NF: 可扩展性**
5. 这个系统在任何时候都必须是可用的。一周中只允许有99分钟宕机时间。 **NF: 有效性**
6. 必须使用某排序算法根据选课志愿对学生自动排班。

**X: 这是一个设计问题**

**F: Functional**  
**NF: Nonfunctional**  
**X: Not a requirement**

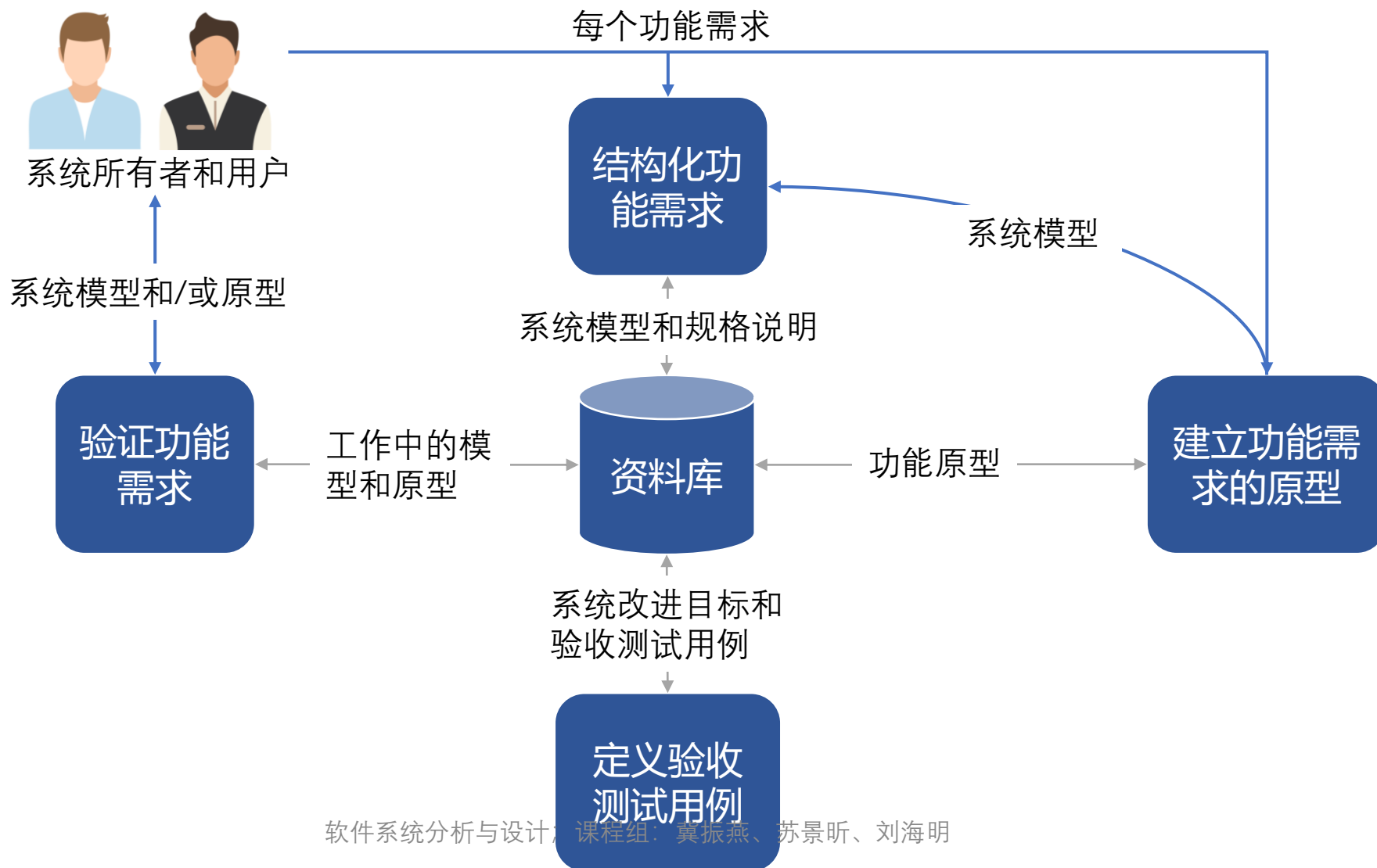
# **/-2 逻辑设计阶段**

## **The Logical Design Phase**

---

# 逻辑设计阶段

## The Logical Design Phase





# 决策分析阶段

## The Decision Analysis Phase

### 需求分析阶段

3.1 定义需求

3.2 排列需求的优先次序

3.3 修改项目计划

3.4 交流需求陈述

3.5 持续不断的需求管理

### 本阶段任务：

4.1a 结构化功能需求

4.1b 建立功能需求的原型

4.2 验证功能需求

4.3 定义验收测试用例

# **/-3 决策分析阶段**

## **The Decision Analysis Phase**

---

# 决策分析阶段

## The Decision Analysis Phase

### 逻辑设计阶段

4.1a 结构化功能需求

4.1b 建立功能需求的原型

4.2 验证功能需求

4.3 定义验收测试用例

### 本阶段任务：

5.1 确定候选方案

5.2 分析候选方案

5.3 比较候选方案

5.4 修改项目计划

5.5 推荐一种系统方案

# 系统分析的输入与输出

## I/O of System Analysis

### Input

业务问题：

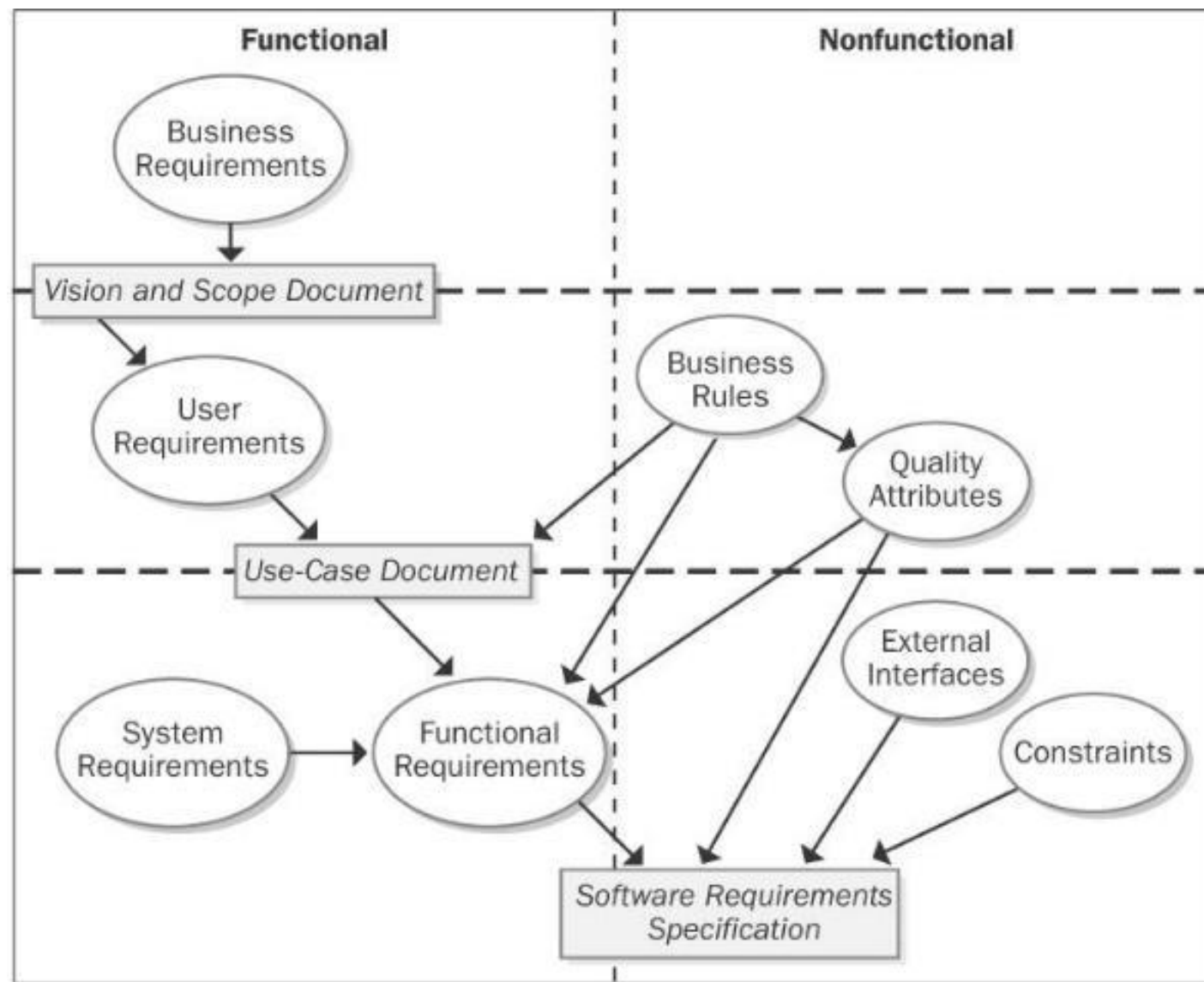
- 利益相关者
- 范围定义
- 问题分析
- ...

系统分析

### Output

业务需求  
功能需求  
用户需求

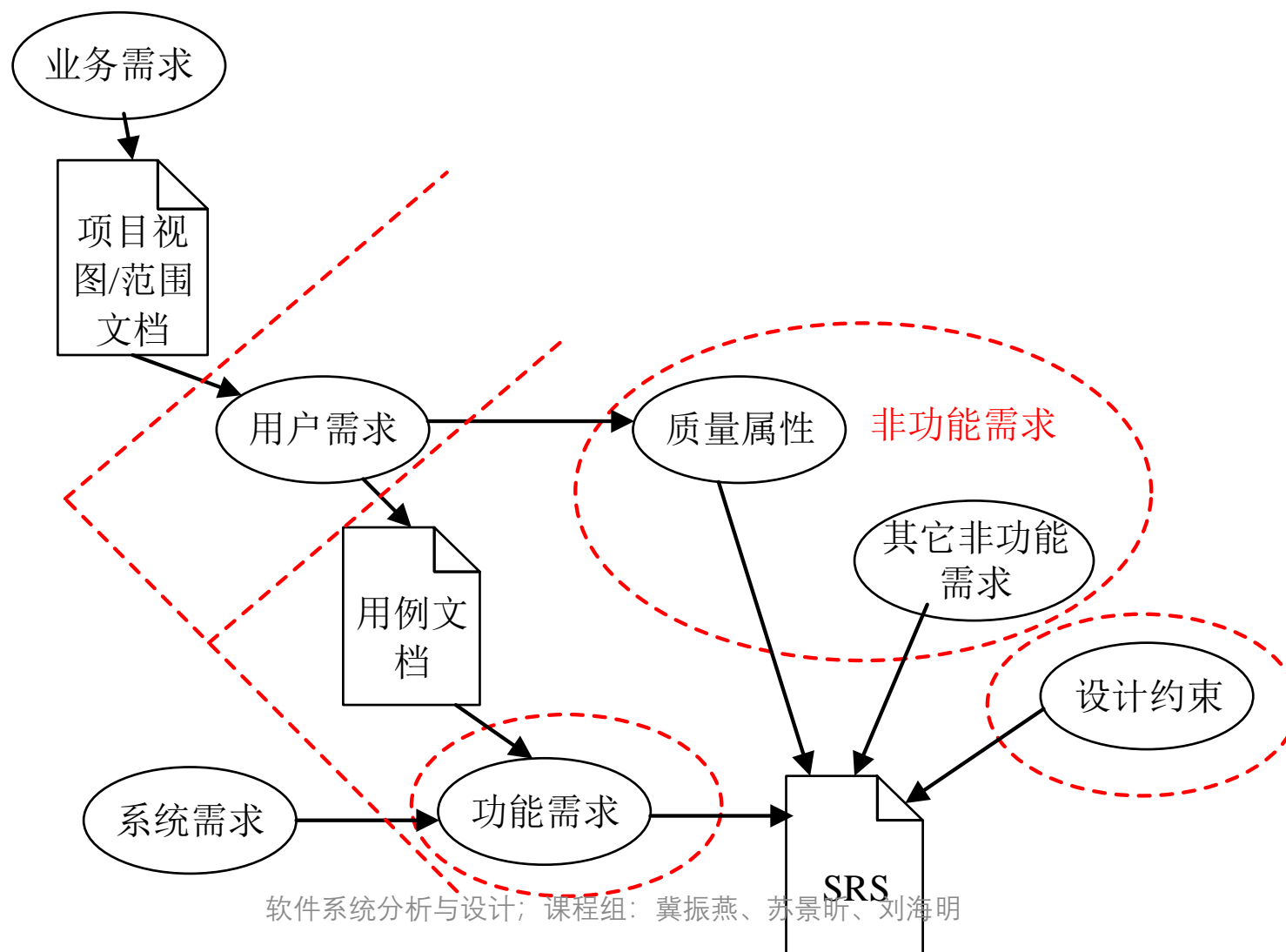
# 软件需求的三个层次：业务需求、用户需求和功能需求





# 软件需求规格说明

## Software Requirements Specification



# 业务需求、用户需求和功能需求

- 业务需求描述了组织为什么要开发一个系统，即组织希望达到的目标。
- 用户需求（ user requirement ） 描述的是用户的目标，或用户要求系统必须能完成的任务。用例、场景描述和事件一响应表都是表达用户需求的有效途径。也就是说用户需求描述了用户能使用系统来做些什么。
- 功能需求（ functional requirement ） 规定开发人员必须在产品中实现的软件功能，用户利用这些功能来完成任务，满足业务需求。

# 需求定义准则

## Criteria for System Requirements

- **一致性 Consistent** – 不互相冲突或具有二义性
- **完整性 Complete** – 描述了所有可能的系统输入和响应
- **可行性 Feasible** – 可以基于可得到的资源和约束条件得到满足 (Chap11)
- **需要性 Required** – 是真正需要的并且实现了系统的目的
- **正确性 Accurate** – 正确地陈述了需求
- **可跟踪的 Traceable** – 可以直接映射到系统的功能和特征
- **可验证的 Verifiable** – 定义需求使得它们可以在测试期间展示出来

# 软件需求规格说明

# Software Requirements Specification

ICS 35.080  
L 77



中华人民共和国国家标准

GB/T 9385—2008  
代替 GB/T 9385—1988

计算机软件需求规格说明规范

Norm of computer software requirements specification

# 修改一个错误的相对费用

## Relative Cost to Fix an Error

发现错误的阶段	费用率
需求	1
设计	3~6
编码	10
开发测试	15~40
验收测试	30~70
运行	40~1,000



# 需求获取

# Requirements Discovery

# 1. 需求获取的非平凡性

- 用户和开发人员的背景不同，立场不同
  - 首先是知识理解的困难。
    - 尽力去研究应用的背景，理解组织的状况，形成一个能够和用户进行有效沟通的粗略的知识框架
  - 默认（**Tacit**）知识现象
    - 利用有效的获取方法与技巧（角色扮演、观察等）来发现并获取默认为知识

# 1. 需求获取的非平凡性

- 普通用户缺乏概括性、综合性的表述能力
  - 普通用户的知识结构就相对局限于一些具体的业务细节
    - 善于表达具体业务的细节问题
  - 专家用户的知识结构因其渊博性而具有概括性和广泛性
    - 能够回答概括性和综合性的问题
  - 开发人员在与用户接触之前就先行确定获取的内容主题，然后设计具体的应用环境和场景条件，由用户根据细节业务的执行来描述问题、表达期望。

# 1. 需求获取的非平凡性

## ■ 用户存在认知困境

### □ 潜在（Latency）知识

- 需要利用各种有效的需求获取方法和技巧

## ■ 用户越俎代庖

### □ 用户提出的不是需求，而是解决方案

- 注意保持业务领域和解决方案的区分界限

### □ 用户固执的坚持某些特征和功能

- 分析用户的深层目的，找到隐藏在背后的需求

# 1. 需求获取的非平凡性

## ■ 缺乏用户参与

- 用户数量太多，选择困难
  - 用户认识不足，不愿参与
  - 用户情绪抵制，消极参与
  - 没有明确的用户
- 
- 对系统的用户以及用户的替代源等相关涉众进行分析

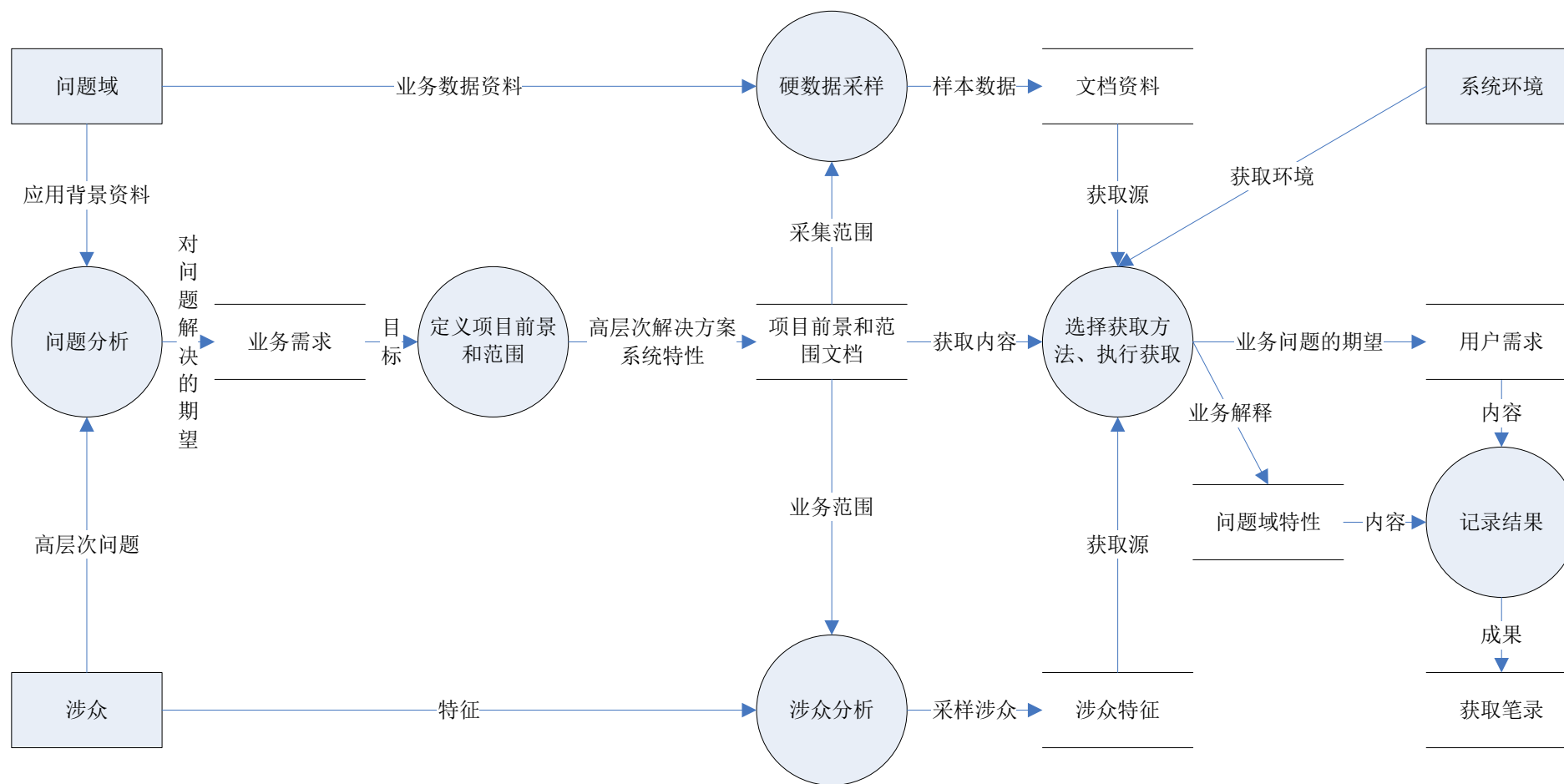
# 主要内容

1. 需求获取的非平凡性
2. 需求获取的活动过程
  1. 子活动
  2. 过程描述
3. 需求获取活动的要点
4. 需求获取的实践调查情况

## 2.1 需求获取的子活动

- 研究应用背景，建立初始的知识框架；
- 根据获取的需要，采用必要的获取方法和技巧；
- 先行确定获取的内容和主题，设定场景；
- 分析用户的高（深）层目标，理解用户的意图；
- 进行涉众分析，针对涉众的特点开展工作。

## 2.2 需求获取的活动过程





# 主要内容

1. 需求获取的非平凡性
2. 需求获取的活动过程
3. 需求获取活动的要点
  1. 获取的内容
  2. 获取的来源
  3. 获取的方法
  4. 获取的过程
  5. 获取的结果
4. 需求获取的实践调查情况

## 3.1 获取的内容

- 在项目的范围之内
- 所有为用户创建解决系统必须的信息
  - 需求
    - 通常体现为用户的观点、看法、目标或者问题
  - 问题域特性
    - 需要注意的是不要忽略系统的环境和约束
- 获取的内容不是一次得到的，而是逐步积累的

## 3.2 获取的来源

### ■ 涉众

- 用户
- 客户
- 领域专家
- 市场人员、销售人员等其他用户替代源

### ■ 相关产品

- 原有系统
- 竞争产品
- 协作产品（和解系统存在接口的其他软件系统）

### ■ 硬数据

- 登记表格、单据、报表等定量文档
- 备忘录、日志等定性文档

### ■ 重要文档

- 原有系统的规格说明
- 竞争产品的规格说明
- 协作产品的规格说明
- 客户的需求文档（委托开发的规格说明、招标书）

### ■ 相关技术标准和法规

- 相关法律、法规及规章制度
- 行业规范、行业标准

## 3.3 获取的方法

- 传统方法
  - 问卷调查、面谈、硬数据分析、文档检查、需求剥离等
- 集体获取方法
  - 头脑风暴（Brainstorming）、专题讨论会（Workshop）、JAD（Joint Application Development）等
- 原型
- 认知方法
  - 任务分析（Task Analysis）、协议分析（Protocol Analysis）等
- 基于上下文的方法
  - 观察、民族志（Ethnography）和话语分析（Conversation Analysis）

## 3.4 获取的过程

### ——注意事项

- 在整体上制定组织方案
  - 确定系统的边界，建立上下文图或系统用例图
- 维护项目的前景和范围
- 引导和控制获取过程
- 接受需求的不稳定性
- 控制探索性工作

## 3.4 获取的过程

### —— 防止需求遗漏

- 务必让所有的涉众都表达出自己的意见。
- 不要以抽象和模糊的需求作为结束。对抽象和模糊的需求，要进行细化，让真正的需求显露出来。
- 使用多种方法表达需求信息。利用不同的分析技术为相同的需求进行建模，通过分析不同的关注点，考察需求是否完整。
- 注意检查边界值和布尔逻辑。

## 3.4 获取的过程

### ——结束获取活动的判断条件

- 用户想不出更多的用例；
- 用户想出的新用例都是导出用例（通过其他用例的结合可以推导出该用例）；
- 用户只是在重复已经讨论过的问题；
- 新提出的特性、需求等都在项目范围之外；
- 新提出的需求优先级都很低；
- 用户提出的新功能都属于后继版本，而非当前版本

## 3.5 获取的结果

- 肯定会产生获取笔录（**Elicitation Notes**）
  - 用户需求、问题域知识和约束
  - 可能具有组织差、冗余、遗漏、自相矛盾等诸多问题
  - 可以包括文字记录、录音、摄像等各种形式
- 可能会产生两份定义明确的正式文档
  - 项目前景和范围文档
  - 用例文档



# 主要内容

1. 需求获取的非平凡性
2. 需求获取的活动过程
3. 需求获取活动的要点
4. 需求获取的实践调查情况

## 4. 需求获取的实践调查情况

- 实践中的需求获取活动主要关注以下几个问题：
  - 项目目标；
    - 项目成功的十大影响因素之一[Standish Group]
  - 项目范围；
  - 用户参与；
  - 交流问题；
  - 获取方法的使用；

## 4. 需求获取的实践调查情况

### ■ 项目范围

- 项目的边界定义不清晰，或者根本就没有定义项目的边界；
- 定义的项目边界错误，使得最终的需求不完备或者冗余；
- 没有控制已建立的项目边界，使得项目范围失控
  - 尤其是因为时间压力而抛弃需求的问题和开发人员“镀金”的问题非常普遍

## 4. 需求获取的实践调查情况

### ■ 用户参与不足

- 没有能够有效选择参与项目的用户
- 认识不足
- 用户抵制
- 没有明确的用户
- 管理上的障碍

## 4. 需求获取的实践调查情况

### ■ 交流问题

- 最大的问题就是理解偏差
- 常用的交流方式：非正式的电话交谈、正式的电话交谈（例如客户热线或者远程电话会议）、邮件、web反馈表、文档以及一些面对面的交流（例如JAD会议、原型等）
- 面对面的交流方式是最有效，也是最受欢迎的
- 直接交流途径优于间接交流途径

## 4. 需求获取的实践调查情况

### ■ 获取方法的使用

#### □ 没有在实践中得到充分的应用

- 存在选择问题

#### □ 五个方面的选择依据

- 需求的目的
- 知识的类型
- 知识内化的特性要求
- 可观察的现象
- 约束

# 本章小结

- 需求获取是一个困难和复杂的任务
- 需求获取的成功执行需要有效组织子活动过程
- 执行需求获取时既要尽可能全面，又要防止不完备，更要注意进行过程控制
- 实践调查情况表明，需求获取活动还是一个具有挑战性的任务

# **/-4**

## **需求获取的调查研究技术**

### **Fact-Finding Techniques**

### **for Requirements Discovery**



# 需求获取

## Requirements Discovery

### 调查研究技术 (Fact-finding)

- 实地考察 Research and site visits
- 调查表 Questionnaire
- 观察 Observation
- 访谈 Interview
- 原型化 Prototyping
- 联合需求计划 Joint Requirements Planning (JRP)
- 等等... etc....

# 观察

# Observation

现有文档、表和数据库  
实地考察、观察工作环境  
产品调研

- 竞品分析
- 市场调研

## 缺点?



高铁驾驶舱

# 问卷调查

## Questionnaires

### 非结构化 (Unstructured)

- 不受脚本引导
- 丰富但不可复制

### 结构化 (Structured)

- 严格按脚本编写，以调查表方式交付问卷
- 可复制但可能缺乏丰富性

### 半结构化 (Semi-structured)

- 由脚本引导，但可以更深入地探索有趣的问题
- 可以在丰富性和可复制性之间提供良好的平衡



# 封闭式问题 vs. 开放式问题

## Closed vs. Open Questions

### 封闭式问题 (**closed-ended** questions)

- 有预先确定的答案格式，例如 “是” 或 “否” ； “A, B, C, 以上全部” 的选择
- 容易回答，节省时间，问卷回收率高

**定量 Quantitative**

**VS.**

### 开放式问题 (**open-ended** questions)

- 没有预先确定的答案格式
- 回答者自由发挥，能收集到丰富的用户资料

**定性 Qualitative**

# 封闭式问题

## Closed-ended Questions

- 符合**互斥性**和**穷尽性**原则
- 受访者从预编辑的固定答案列表中选择

### 多项选择问题:

- 近14天内是否到访过国内中高风险地区?
  - ☐ 是 (1)
  - ☐ 否 (0)
- 在过去30天里,你通常每天喝几次含糖饮料,如可乐、茶(类)饮料、含果汁饮料等?
  - ☐ 没喝过
  - ☐ 少于每天1次
  - ☐ 每天1-3次
  - ☐ 每天3-5次
  - ☐ 每天6-9次
  - ☐ 每天10次以上



# 封闭式问题

## Closed-ended Questions

### 次序评定问题：

➤ 按照你花的处理时间，对以下事务进行排序：

\_\_\_\_\_ % 休息(娱乐)  
\_\_\_\_\_ % 工作  
\_\_\_\_\_ % 学习  
\_\_\_\_\_ % 运动  
\_\_\_\_\_ % 朋友  
\_\_\_\_\_ % 其他

### 分级评定问题：

➤ 我感觉老师是精心准备每一节课的讲课内容。

非常不符合   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐   非常符合



# 开放式问题

## Open-ended Questions

- 受访者的回答没有限制
- 在提交问卷之前无法预测答案
- 收集问卷后必须对答案进行**定性分析**
- 在需求获取调研中，开放式问题很有帮助
- 在大规模的抽样调查中，弊大于利



# 访谈

## Interviews

- 非结构化 (Unstructured)
- 结构化 (Structured)
- 半结构化 (Semi-structured)
  
- 封闭式问题 (Closed-ended Questions)
- 开放式问题 (Open-ended Questions)





# 访谈准备

## Enriching the interview process

- 系统分析员，即采访者(interviewer)的任务:

- ✓ 选择受访者(interviewee)
- ✓ 准备访谈
- ✓ 寻找合适的地点

- 道具

- ✓ 记录受访者访谈过程的设备
- ✓ 原型，应用场景等



# 访谈准备

## Enriching the interview process

- 你想从访谈中获得什么信息？
  - 了解受访者如何谈论您正在研究的业务
  - 业务问题和痛点
  - 产品需求

### 问对问题 Asking the right questions



# 访谈问题举例

## Question Examples

- 这本参考书对该领域的学生和专业人士有多大用处？
- 关心孩子的父母是否应该使用婴儿座椅？
- 当在选择App时，你最关心什么？
- 你每天早上都吃早餐吗？(是/否)
- 请问拿破仑有多矮？

# 访谈问题 Question

## 什么不该问:

- 并列句 – 把句子分成两部分
- 整段专业术语的问题 – 受访者可能听不懂
- 引导性问题 e.g. “你不准备使用世界上最好的语言PHP吗？”
- 无意识的偏见 e.g. 刻板印象
- 特别长的问题

# 头脑风暴

# Brainstorming

目的	激发新想法
动机	待解决的需求
参与人数	4 - 8
参与者属性	异质性 (Heterogeneous)
持续时间	限制时间: 15mins ~ 1hr
成果	形成的想法列表



# 联合需求计划

## Joint Requirements Planning (JRP)

### JRP会议形式:

结合访谈与头脑风暴，所有受访者同时在一个会议地点

### 目的:

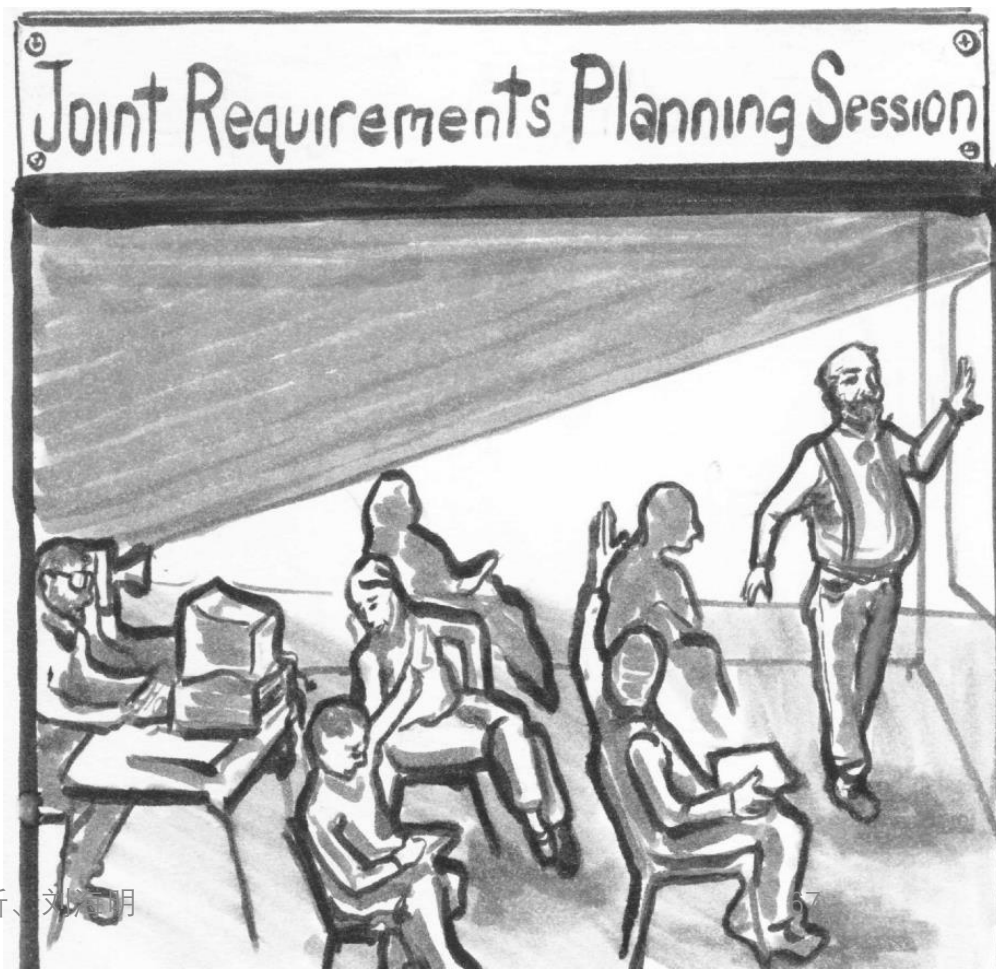
关注系统将做什么，产生解决问题的想法

### 参与者:

负责人；主持人；用户和管理人员；记录员；技术人员

### 成果:

需求规格说明的书面文档



# 需求获取技术比较

## Comparison of Requirement Discovery Techniques

	当前工作	当前问题	目标及关键问题	未来系统构想	切实的可能性	结果及风险	认可	冲突决议	最终需求	优先级	完整性
相关人员分析		B	A	C		C	B	B	C		
用户访谈	A	A	B	C					C		
现场观摩	A	B							C		B
任务示范	A	A	B						C		B
文档考古	A	B							C		B
用户调查	B	B	C	C							
集策讨论会				A							
重点问题讨论会		A	A	A			B	C	C	A	
域专题讨论会	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	
设计专题讨论会			C	A	B	C	B	C	A		

# 需求获取技术比较

## Comparison of Requirement Discovery Techniques

	当前工作	当前问题	目标及关键问题	未来系统构想	切实的可能性	结果及风险	认可	冲突决议	最终需求	优先级	完整性
原型设计				C	A	B	B		A		C
小规模试验			C		A	A	A		B	B	B
研究类似公司		C	B	A	A	A			B		
询问供应商		C	C	B	A	B			B		
协商		C	B	C	C	C	A	A	B	A	
风险分析			B		B	A			C		
成本/效益分析		B	B	C	C	A		C		A	
目标-域分析		B	B	B	C	A	B	C	B	B	A
域-需求分析		C	B	C					A	B	B



# 本节内容

## Readings

### 《系统分析与设计方法》

- 第5章 系统分析

- 5.5 – 5.8

- 第6章 需求获取的调查研究技术

- 6.1-6.4

- 第11章 可行性分析和系统方案建议

- 关键词：系统边界；需求分析；功能需求；需求规格说明；调查研究技术