



# CS2001

# 软件工程

## 14. 软件需求

### — 软件需求概述

# 热身问题

对于一个大学选课系统开发项目而言，以下哪些陈述属于项目需求分析时通常应当考虑的（多选）？

- 1) 系统的服务器端必须运行在Linux操作系统上
- 2) 系统应当遵循MVC模式
- 3) 系统在选课高峰期能保证页面响应时间小于5秒
- 4) 系统应当使用多服务器部署和负载均衡技术
- 5) 每位教师可以讲授多门课程，每门课程可以由多位教师共同讲授
- 6) 当选课请求超出课程最大人数限制时，系统根据选课请求提交时间从前到后进行满足
- 7) 系统应当提供课程选课学生列表的Excel下载功能并按学号进行排序
- 8) 打印选课学生列表时使用冒泡排序对学生进行排序

# 热身问题（答案）

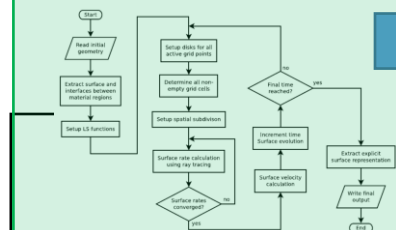
对于一个大学选课系统开发项目而言，以下哪些陈述属于项目需求分析时通常应当考虑的（多选）？

- 1) 系统的服务器端必须运行在Linux操作系统上
- 2) 系统应当遵循MVC模式
- 3) 系统在选课高峰期能保证页面响应时间小于5秒
- 4) 系统应当使用多服务器部署和负载均衡技术
- 5) 每位教师可以讲授多门课程，每门课程可以由多位教师共同讲授
- 6) 当选课请求超出课程最大人数限制时，系统根据选课请求提交时间从前到后进行满足
- 7) 系统应当提供课程选课学生列表的Excel下载功能并按学号进行排序
- 8) 打印选课学生列表时使用冒泡排序对学生进行排序

# 软件开发中的问题和解决方案

需求（问题理解和描述） 设计与实现（解决方案）

抽象问题描述 问题理解



问题理解



程序员 (Programmer)

编写程序

程序

```
double dMax(double *dArray, int iLenOfArray)
{
    double max = dArray[0];
    int iCount;
    for (iCount = 0; iCount < iLenOfArray; ++iCount)
    {
        if (dArray[iCount] > max)
        {
            max = dArray[iCount];
        }
    }
    return max;
}
```

问题抽象



现实世界问题，如计算工资  
现实世界

应用与验证

部署运行



计算设备，如服务器、PC机  
计算机世界

# 需求和需求工程

- **需求：关于系统应当提供的服务以及对其运行的约束的描述**
  - ✓ 主观因素：反映了客户和用户对于一个系统的需要，这种需要服务于一定的目的，例如购买所需要的商品等
  - ✓ 客观因素：对系统开发决策有影响同时又不可改变的客观现实，例如一个学校的学生人数和校园网网络状况
- **不同层次的需求**
  - ✓ 用户需求：客户和用户表达的高层抽象需求
  - ✓ 系统需求：关于系统应当做什么的详细描述，又称为系统规格说明（System Specification）
- **需求工程：找出、分析、文档化并且检查需求（服务和约束）的过程**

# 用户需求与系统需求

## 用户需求

1. Mentcare系统应当生成月度管理报告，其中显示每个诊所在当月所开的药品的成本。

## 系统需求

1.1 在每个月最后一个工作日，应当生成关于所开药品的汇总、它们的成本以及开药的诊所。

1.2 系统应当在当月最后一个工作日的17:30之后生成用于打印的报告。

1.3 应当为每个诊所创建一个报告，其中要列出各个药品的名字、所开的总数量、所开的剂量数字、以及所开药品的总成本。

1.4 如果药品存在不同的剂量单位（例如10毫克、20毫克等），那么应当为每一种剂量单位创建独立的报告。

1.5 访问药品成本报告的权限应当限制，只允许管理访问控制列表中的授权用户进行访问。



# 一幅关于需求的漫画



How the customer explained it



How the Project Leader understood it



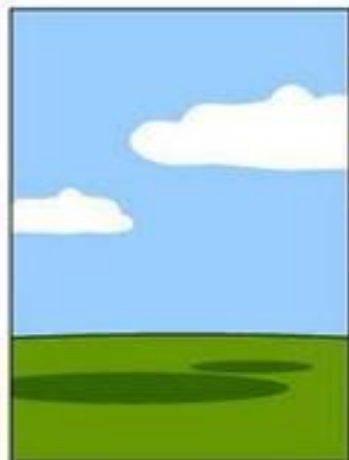
How the Analyst designed it



How the Programmer wrote it



How the Business Consultant described it



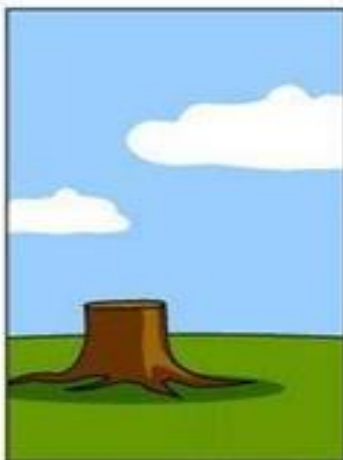
How the project was documented



What operations installed



How the customer was billed

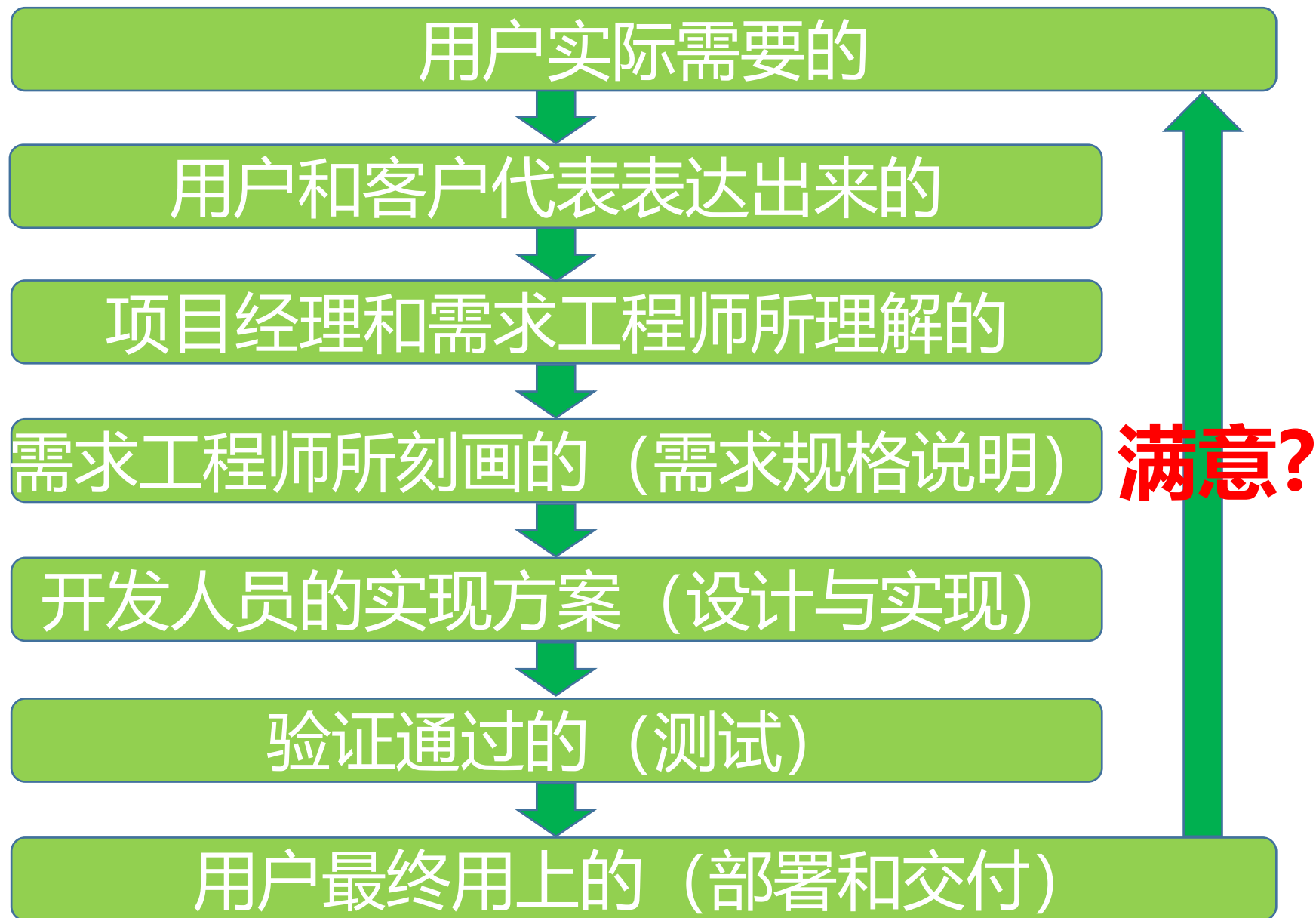


How it was supported



What the customer really needed

# 需求的传导过程





# 两类软件

- 通用软件产品

- ✓ 在市场上向所有顾客销售的独立软件系统
- ✓ 例如Office软件、通用软件工具、游戏等
- ✓ 新的分发方式：软件即服务、应用商店

- 定制化软件产品

- ✓ 接受特定客户委托、为满足客户需要而开发的软件
- ✓ 例如嵌入式汽车电子系统、各种定制化开发的信息系统等

# 课堂讨论：两类不同软件的需求

## Class Discussion



课堂讨论：通用软件产品（如 MS Office、微信）与定制化软件（如学校选课系统、一卡通系统）在需求来源和确定需求的方式方面有什么区别？

**两类软件并非截然不同，可以视为通用化与定制化之间的不同权衡**

特定领域软件产品=通用软件框架+定制化开发，如：

- SAP、Oracle等公司提供可定制的企业ERP套件
- 淘宝店铺支持商户定制甚至第三方开放定制

# 内容回顾练习-1

如果一个大学找到你们公司开发一个本科生选课系统，那么以下哪种做法更合理一些？

- 1) 开发一个完全通用的产品，销售给该大学的同时也尽量销售给其他大学
- 2) 为该大学定制化开发一个专用的选课系统，完全满足该客户需求
- 3) 调研多家大学的选课系统需求，在此基础上形成一个可定制的行业通用产品

# 内容回顾练习-1

如果一个大学找到你们公司开发一个本科生选课系统，那么以下哪种做法更合理一些？

- 1) 开发一个完全通用的产品，销售给该大学的同时也尽量销售给其他大学
- 2) 为该大学定制化开发一个专用的选课系统，完全满足该客户需求
- 3) 调研多家大学的选课系统需求，在此基础上形成一个可定制的行业通用产品

## 内容回顾练习-2

如果该选课系统的客户要求开发方提供整套软硬件方案，并要求系统在现有校园网基础上提供访问，那么该系统需求分析需要关心以下哪些问题（多选）？

- 1) 该大学本科生人数及选课时间段
- 2) 服务器上所安装的操作系统
- 3) 系统所使用的数据库
- 4) 校园网网络拓扑结构及网络条件
- 5) 学生使用手机还是个人电脑访问系统
- 6) 每门课是否可以由多个教师共同来上

## 内容回顾练习-2

如果该选课系统的客户要求开发方提供整套软硬件方案，并要求系统在现有校园网基础上提供访问，那么该系统需求分析需要关心以下哪些问题（多选）？

- 1) 该大学本科生人数及选课时间段
- 2) 服务器上所安装的操作系统
- 3) 系统所使用的数据库
- 4) 校园网网络拓扑结构及网络条件
- 5) 学生使用手机还是个人电脑访问系统
- 6) 每门课是否可以由多个教师共同来上

# 关于软件需求的几个现实

- 软件需求的重要性经常被低估，而需求规约经常包含严重的缺陷
  - ✓ 遗漏、模糊、不完整、自相矛盾的需求
- 源代码中50%的失效都可以追溯到需求中存在的缺陷
- 需求缺陷发现得越晚，所需要的移除成本越高：对于需求质量的早期关注

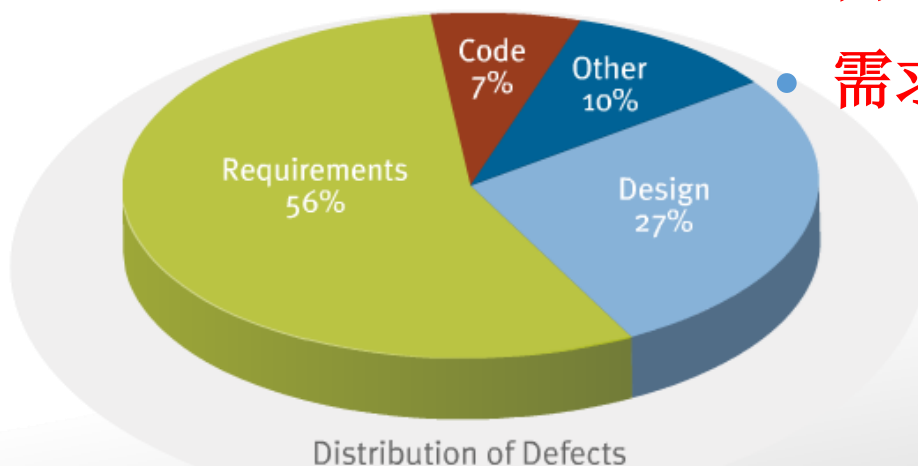


# 软件需求与项目的成功

## Requirements Errors

40% of effort in an average software project is rework

The largest contributor is requirements errors

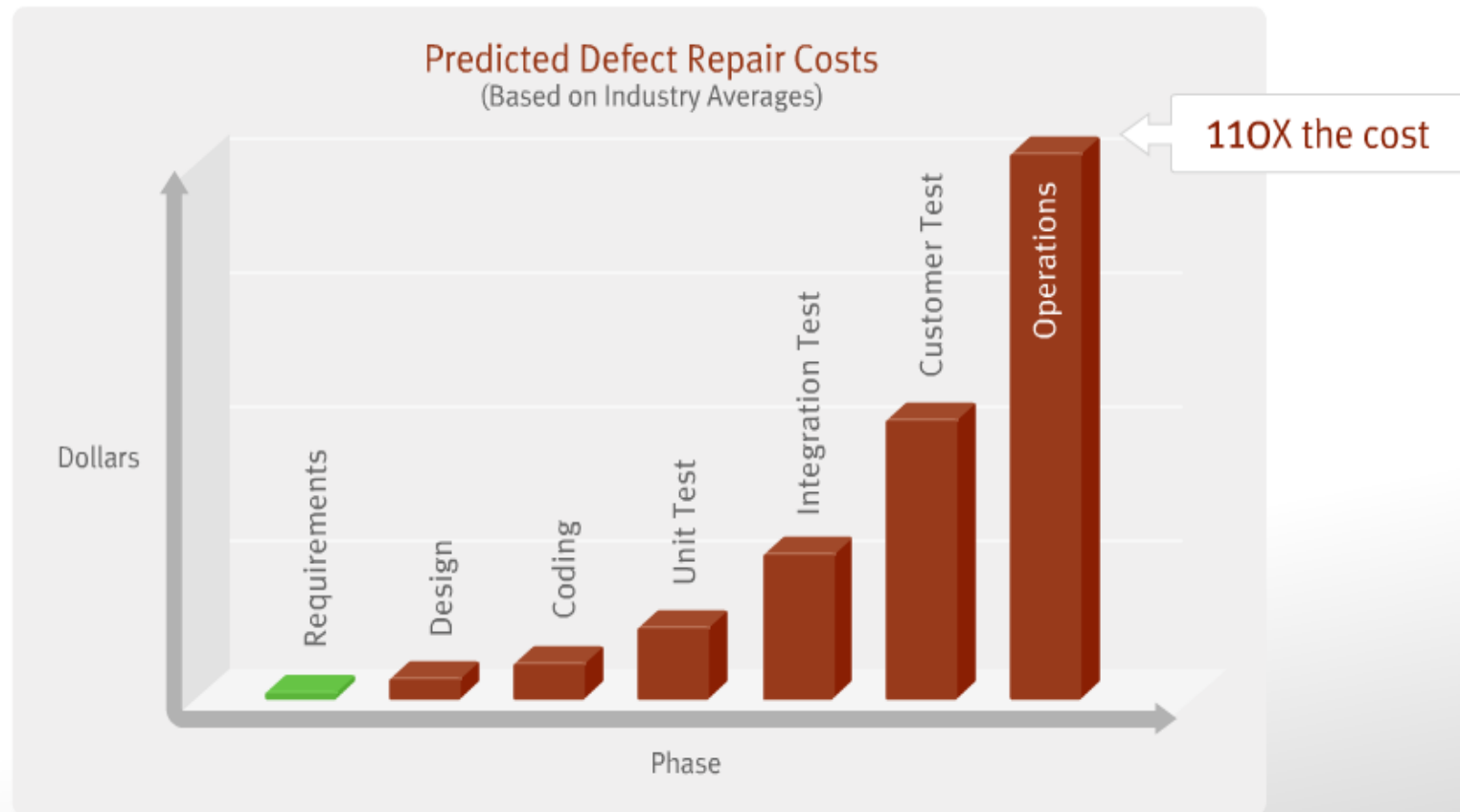


- 用户参与度低
- 目标不明确
- 需求获取不全面
- 需求理解不一致
- 需求变动过于频繁

Butler Group, April 2005

# 需求缺陷的累积效应

## The High Cost of Errors



# 需求问题案例：伦敦救护车调度系统

- 伦敦救护车服务计算机辅助调度系统
  - ✓ 对救护车通讯设备用户接口考虑不当，结果造成
    - 通过这些设备提供给救护人员的信息不正确或不完整
    - 救护人员感到难以操作这些设备
  - ✓ 未考虑救护人员跟随一辆与系统所调度的救护车不同的另一辆救护车去处理呼救请求的情况
  - ✓ 系统完全没有考虑无线电通信盲点的问题
- 导致一系列问题，系统运行陷入混乱
  - ✓ 处于未就绪状态的救护车被调度到呼救地点
  - ✓ 超出所需数量的救护车被调度到同一个呼叫现场
  - ✓ 导致：现场救护延迟，并直接危及人的生命

# 需求问题案例：电水壶控制系统

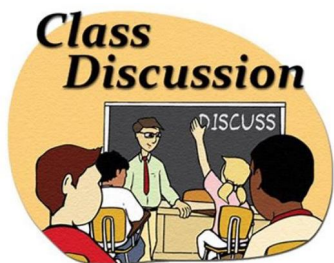
需求：当水壶中的水温低于100摄氏度时，加热装置应当一直处于工作状态



隐含的（想当然）假设：水的沸点永远是100摄氏度

问题：当假设不满足时（如高原上）水可能被烧干

**错误的需求导致错误的产品！**



课堂讨论：作为一个面向市场广泛销售的产品，这个需求是否有问题？

## 几点启示

用户及客户直接表述的需求并不一定  
代表其背后的**深层次意图**！

需求表述：水温低于100摄氏度时一直加热

真实意图：将水烧开的同时避免烧干

将用户及客户意图转化为具体可实现的  
系统需求需要考虑**系统上下文**！

系统上下文：大气压及其与水的沸点的关系

系统需求：假设电水壶在标准大气压下使用的前提下（需在使用说明中体现），要求在水温达到100摄氏度之前一直加热

**挖掘用户及客户的深层次意图**

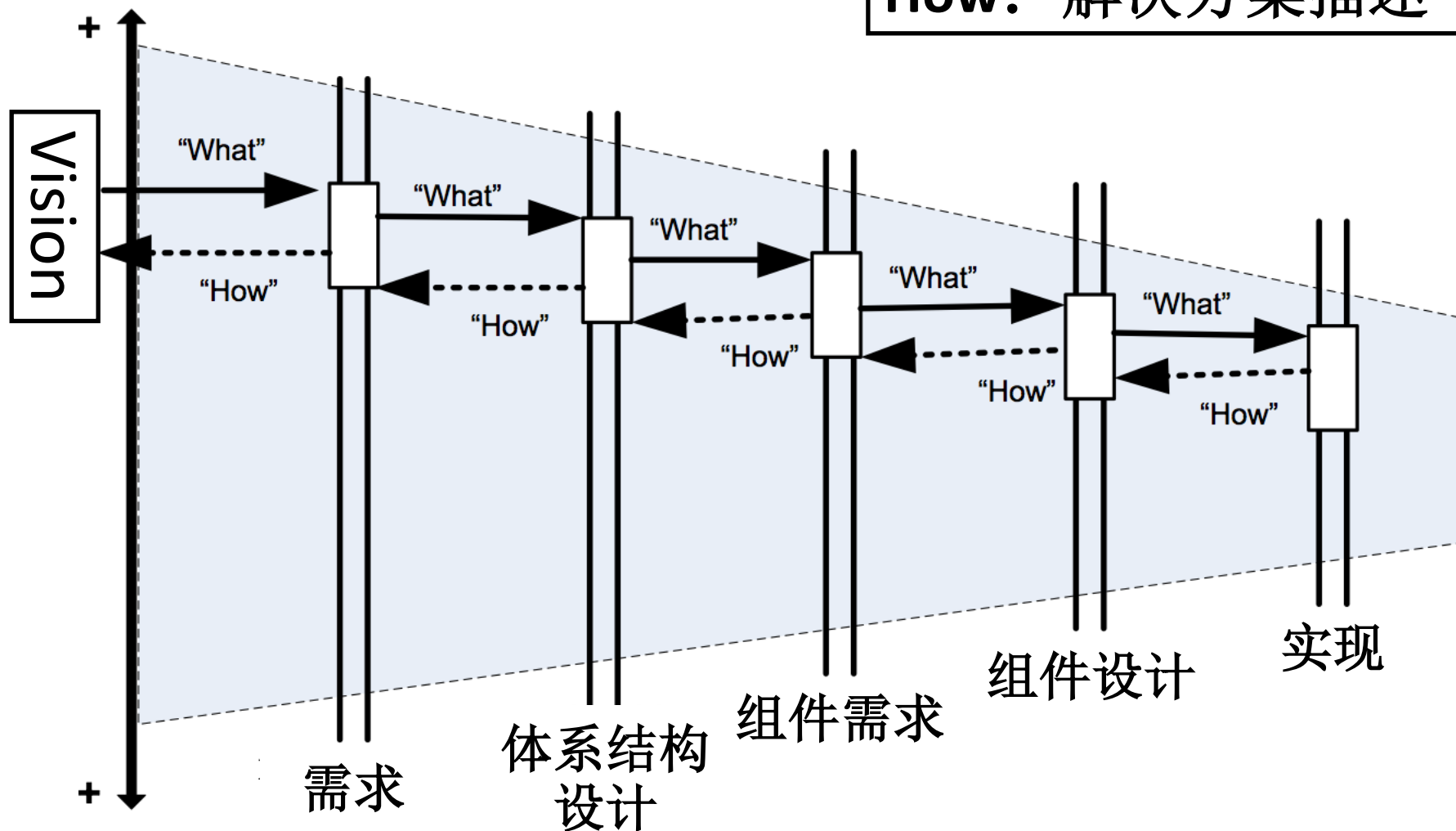
**明确相关的上下文假设**

**确定具体可实现的系统需求**

# 从问题到解决方案：What与How的转换

候选解决方案  
空间的大小

**What:** 问题描述  
**How:** 解决方案描述



# What与How的转换示例

- What: 多个校区之间实现互连互通  
(一卡通系统)

- ✓ How (Solution 1) :各校区之间校园网不连通, 其他校区一卡通办公室工作人员每天下班后导出数据通过邮件发送到主校区进行导入同步
- ✓ How (Solution 2) :各校区之间使用专线直连, 使用统一的服务器

- What: 登录时验证用户身份 (网上银行系统)

- ✓ How (Solution 1) : 用户输入用户名、密码登陆
- ✓ How (Solution 2) : 用户插入随身携带的USB Key, 然后输入软口令登录



# 通过How到What的反向转换识别客户意图

## 笔试考试计算机辅助阅卷系统

- 客户表述的需求：通过手写识别技术自动识别并记录考生在答卷上的方格内所书写的考号
- 分析客户的目的（What）：准确、自动地识别每一份答卷的考生身份
- 建议的需求方案（How）
  - ✓ 方案1：通过铅笔涂黑的方式确定考号
  - ✓ 方案2：为每位考生发放一张与考号对应的条形码并要求其贴在答卷指定位置上

在此基础上分析利弊（成本、准确性等）引导客户做出选择

# 软件产品的利益相关者 (Stakeholder)

- 用户：使用软件的人或组织
- 客户：购买软件的人或组织
- 市场人员：负责市场分析和产品定位
- 监管机构：代表公众利益
- 系统集成商：将软件与其他软硬件及管理方案相集成形成完整解决方案
- 软件工程师：关心开发和维护的可行性及难度

他们是需求的来源，他们的满意程度很大程度上决定了软件开发的成败！

# Mentcare系统的利益相关者

- 用户：病人及家属、医生、护士、医疗接待人员等
- 客户：医院、诊所等
- 市场人员：负责软件销售和市场拓展的人员
- 监管机构：医疗伦理及医疗管理系统
- 集成商：医院或诊所整体信息化方案集成商、负责系统安装维护的IT人员
- 软件工程师：开发该系统的开发人员

# 需求的定义

(1) 用户解决某个问题或者达到某个目标所需要的条件或能力;

用户需求

(2) 一个系统或系统组件为了实现某个契约、标准、规格说明或其他需要遵循的文件而必须满足的条件或拥有的能力;

系统需求

(3) 对 (1) 或 (2) 中所描述的条件或能力的文档化表示。

需求的文档化

IEEE 610.12-1990标准 (软件工程术语)

# 课堂讨论：从用户需求到系统需求

## Class Discussion



课堂讨论：ATM机软件系统中的用户需求“系统应当提供多种手段防止银行卡被盗刷”可以被细化为哪些系统需求？

**单笔取款和全天取款金额有限制**

**卡长时间无操作吞卡**

**存取款时进行短信提醒**

**密码输入错误多次后锁定**

**读卡器能够识别银行卡真伪**

**指纹识别用户身份**

**与监控联网，识别周围是否有人**

**系统内部网络访问限制IP等**

# 扩展讨论：需求描述

## Class Discussion



课堂讨论：ATM机软件系统中的系统需求“密码输入错误超过三次则吐出卡片结束服务”以及“存取款或转账后向用户

注册手机自动发送一条提示短信”应当如何进行文档化描述？

**类图**

**活动图**

**顺序图**

## 三类需求

- 功能性需求：系统应向用户（人或其他系统）提供的功能
- 质量需求：系统的质量属性，如系统的性能、可靠性、稳定性等
- 约束：对开发过程或系统属性的限制



# 例：房屋信息系统的需求

- R1：系统应该提供一个用户友好的界面
- R2：系统能够生成包含所有被允许进入及被拒绝进入房屋的所有记录的月报表
- R3：如果用户输入的PIN码（用户识别码）是正确的，系统应开门并记录此次来访信息，包括日期和时间、拥有PIN码的用户姓名等
- R4：系统应在2006年5月1日上市
- R5：应在PIN码正确输入后0.8秒内开门



课堂讨论：这些需求中哪些是功能性需求、哪些是系统质量，哪些是约束？

## 例：房屋信息系统的需求

- R1：系统应该提供一个用户友好的界面
- R2：系统能够生成包含所有被允许进入及被拒绝进入房屋的所有记录的月报表
- R3：如果用户输入的PIN码（用户识别码）是正确的，系统应开门并记录此次来访信息，包括日期和时间、拥有PIN码的用户姓名等
- R4：系统应在2006年5月1日上市
- R5：应在PIN码正确输入后0.8秒内开门

功能性需求

质量需求

开发过程约束

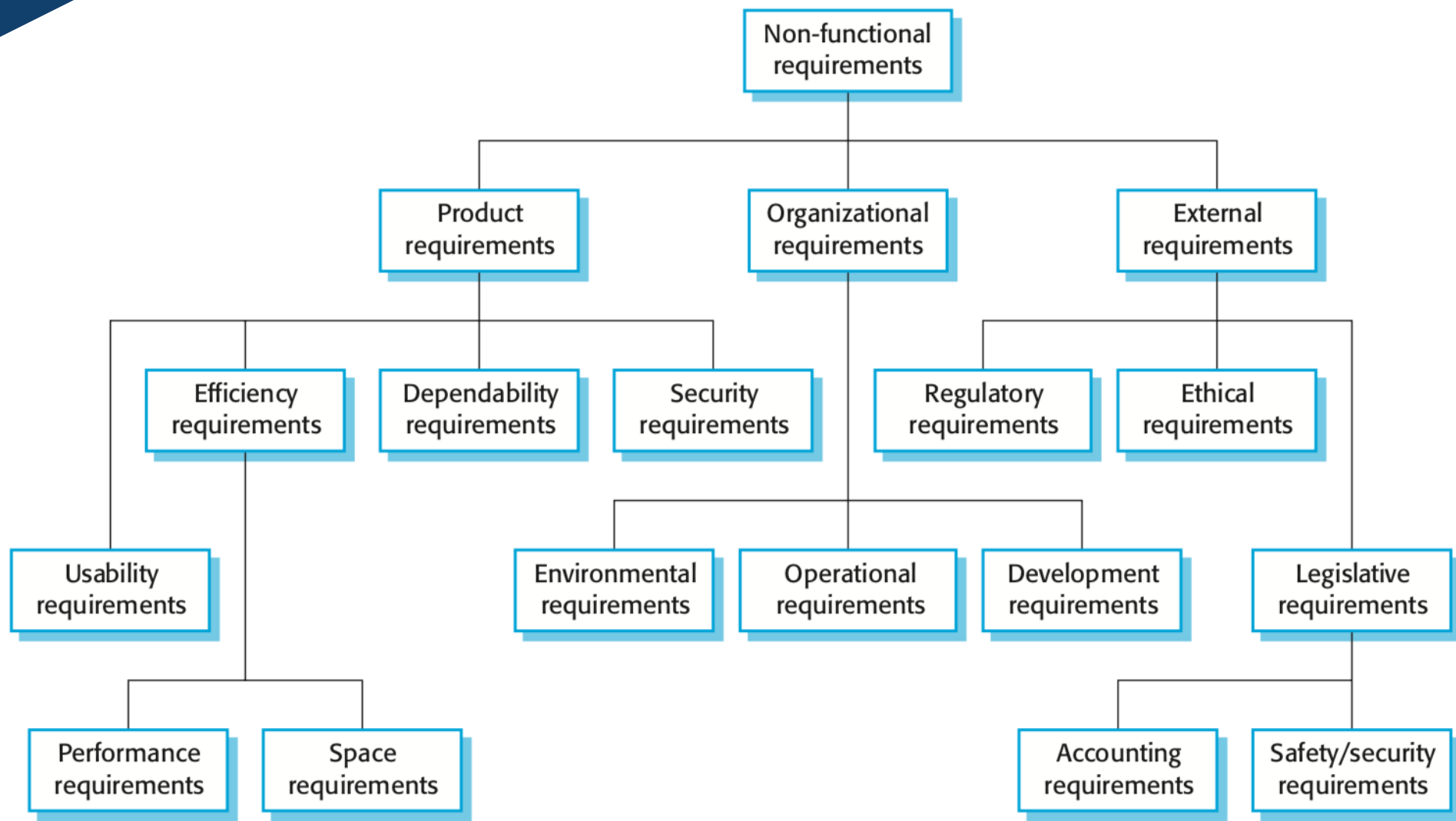
# 功能性需求

- 系统应提供的服务，如“能够按照关键字检索图书”
- 系统针对特定输入如何响应，如“能够检查并提示错误的身份证号输入”
- 系统在特定情形下的行为的陈述，如“用户如果5分钟内没有任何操作，那么主界面自动进入锁定状态”
- 系统不应做什么，如“不允许尝试密码输入三次以上”

# 质量需求

- 与非功能性的质量属性相关，如性能、可靠性、稳定性、信息安全等
- 有些质量需求针对系统的整体表现，如“系统整体的可靠性”
- 有些质量需求针对特定的服务、功能或组件，如“联机刷卡应当在5秒内返回结果”

# 质量需求



《软件工程》 4.1.2

# 质量需求的两大问题

## • 泛化描述问题

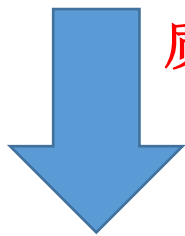
- ✓ 用户及其他利益相关者习惯于泛化的目标描述，例如：系统稳定、容易使用、响应速度快等
- ✓ 开发人员希望获得精确的系统规格说明，泛化的目标描述可能导致模糊的理解空间以及系统交付时的争议
- ✓ 通过细化实现精确的质量需求刻画（确保可测试）
  - 质量需求功能化：细化为具体的实现手段
  - 质量需求指标量化：细化为明确的指标要求

## • 冲突或相互影响问题

- ✓ 质量需求之间以及与功能性需求之间可能存在冲突
  - 例如，为增强信息安全性要求用户插入个人U盾后才能访问网上银行系统，这对易用性和用户成本有负面影响
- ✓ 需要在与客户和用户等利益相关者沟通协商的基础上进行权衡取舍

# 质量需求的细化 (ATM机软件系统)

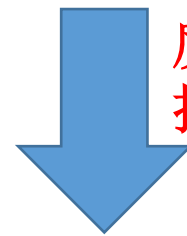
系统应当保障信息安全，尽量减少银行卡盗刷及其带来的损失。



质量需求  
功能化

- 1) 密码输入错误3次则吐出卡片终止服务
- 2) 存取款和转账后进行短信提醒
- 3) 超过1分钟用户无任何操作则自动吞卡

系统应当具备较快的响应速度。



质量需求  
指标量化

- 1) 用户输入密码后在2秒内完成验证并提示操作
- 2) 超过2秒的情况不超过20%，超过5秒的情况不超过0.1%



# 质量需求的量化度量

质量属性	度量指标
Speed 速度	Processed transactions/second 处理的事务/秒 User/event response time 用户/事件响应时间 Screen refresh time 屏幕刷新时间
Size 规模	Megabytes/Number of ROM chips 兆字节/只读存储器芯片数量
Ease of Use 易于使用	Training time 培训时间 Number of help frames 帮助画面的数量
Reliability 可靠性	Mean time to failure 平均失效时间 Probability of unavailability 不可用的概率 Rate of failure occurrence 失效发生率 Availability 可用性
Robustness 鲁棒性	Time to restart after failure 失效后重启时间 Percentage of events causing failure 导致失效的事件百分比 Probability of data corruption on failure 失效时的数据损坏概率
Portability 可移植性	Percentage of target dependent statements 目标依赖语句百分比 Number of target systems 依赖目标系统的数量

# 约束

- **约束：对系统本身或开发过程的限制**
  - ✓ 系统约束：如系统必须安装在客户单位已有的几台服务器上运行并使用Linux操作系统
  - ✓ 过程约束：如系统开发过程必须遵循的标准、系统的交付时间及关键中间时间节点等
- **约束来源：文化约束、法律约束、组织约束、成本约束、物理约束、项目约束等，例如**
  - ✓ 物理约束：电水壶控制软件需要考虑大气压与沸点
  - ✓ 法律约束：自动驾驶软件要考虑交通安全法规的要求
  - ✓ 项目约束：高安全性项目有相应的过程监管要求

## 需求工程过程：三个关键活动

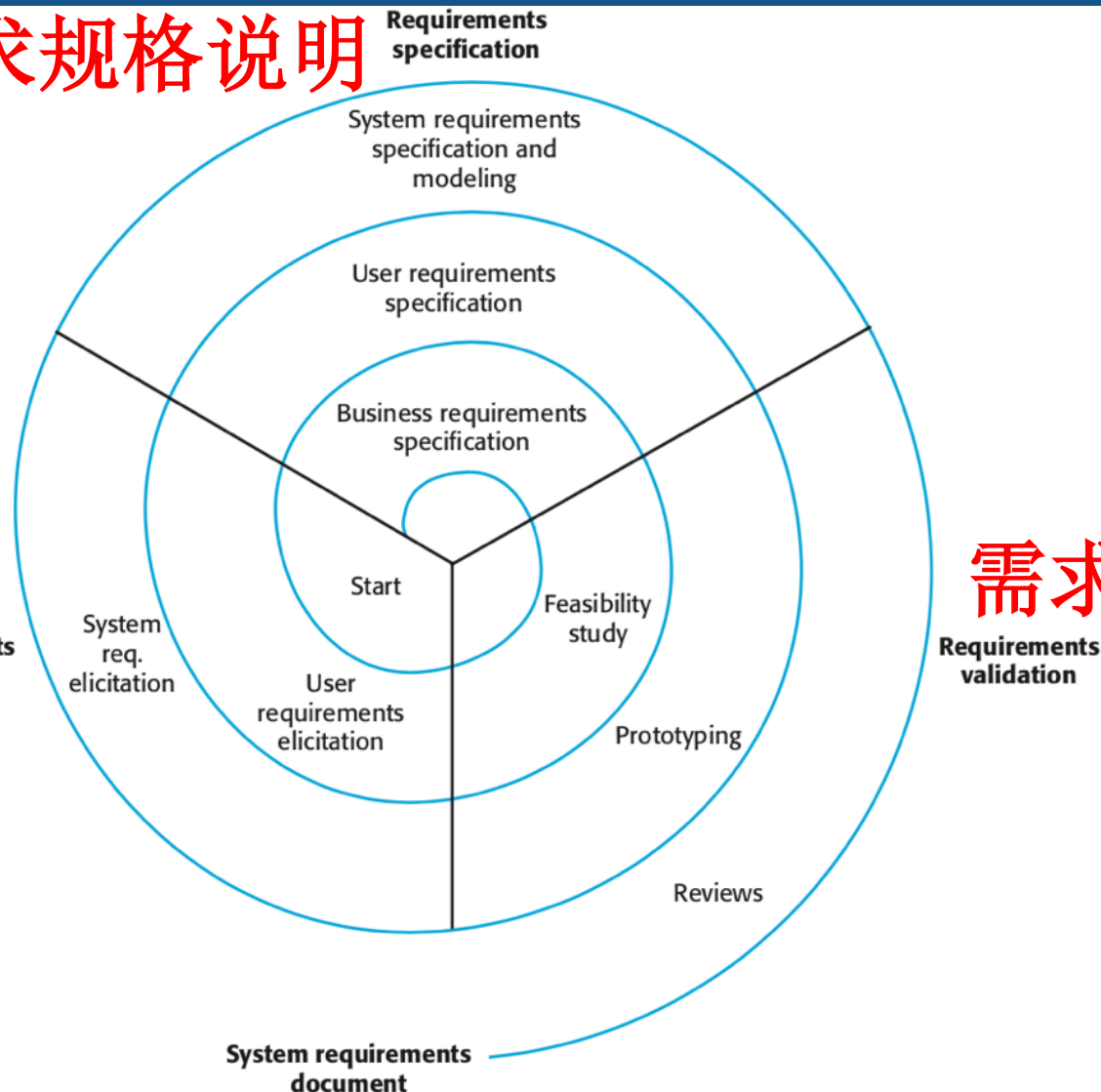
- 需求抽取与分析：通过与利益相关者交互**发现需求**
- 需求规格说明：以规范化的方式**表示需求**
- 需求确认：**检查需求**是否准确定义了客户所要的系统

# 需求工程过程的螺旋视图

需求规格说明 Requirements specification

需求抽取 Requirements elicitation

需求确认 Requirements validation



《软件工程》 4.2

## 阅读建议

- 《软件工程》 第4章
- 《构建之法》 第8章

快速阅读后整理问题  
在QQ群中提出并讨论

# CS2001

# 软件工程

# End

14. 软件需求  
—软件需求概述