

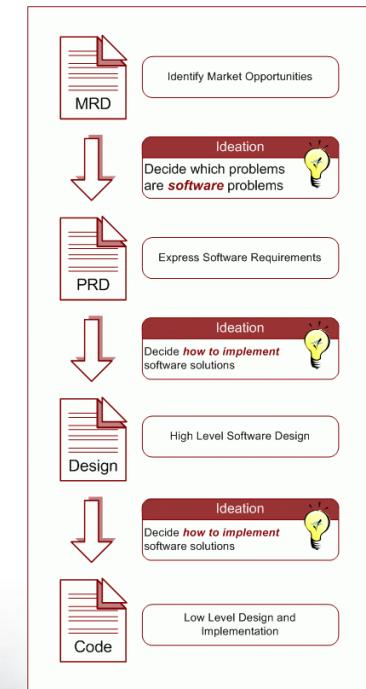


软件需求工程

不论是自顶向下的软件开发，还是自底向上的软件开发，正确定义问题，是解决问题的前提。

--定义问题的基本要素是什么？

--定义问题的基本格式是什么？



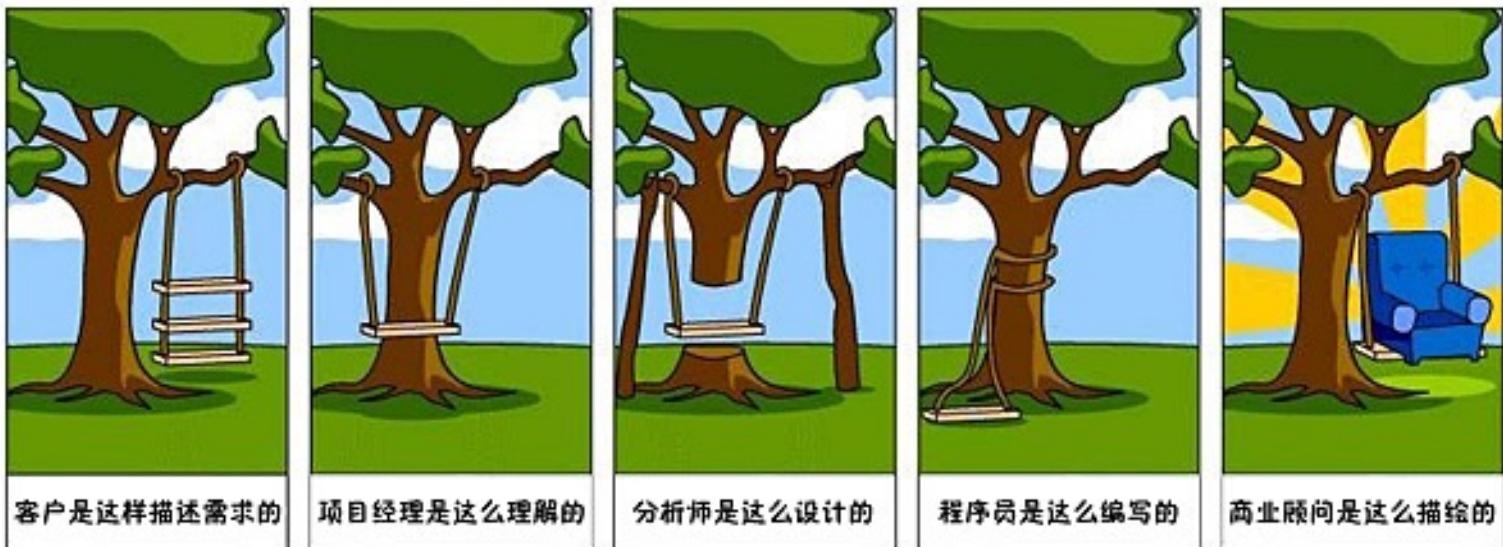
北京大学



Adobe创意广告：《猜不透的甲方》



北京大学



北京大学

根据美国Standish Group的CHAOS报告，基于历史数据（最新的公开数据主要参考2020年之前的报告，尤其是2018-2020年报告）整理出项目困境主要原因的分布图（以百分比表示相对影响程度）：

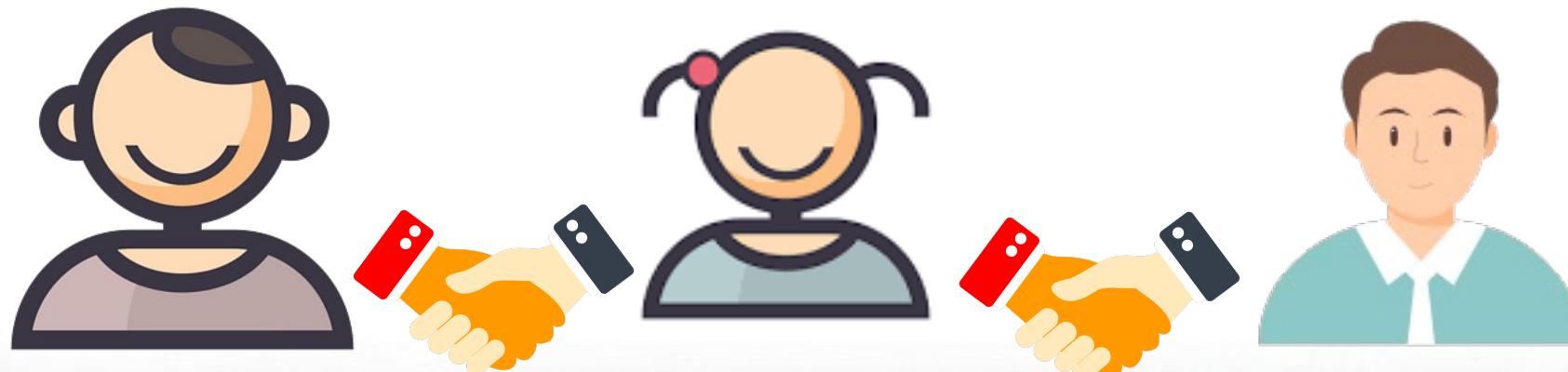
1. **需求相关问题（约45%）**
 - └ 不完整的需求（13.1%）
 - └ 缺乏用户参与（12.4%）
 - └ 需求变更频繁（11.8%）
 - └ 不切实际的用户期望（9.9%）
 - └ 提供了不再需要的功能（7.5%）
2. **管理与资源问题（约30%）**
 - └ 缺乏执行层支持（9.3%）
 - └ 资源不足（6.4%）
 - └ 不切实际的时间限制（4.3%）
 - └ 缺乏规划（8.1%）
3. **技术与实践问题（约25%）**
 - └ 技术能力不足（7.0%）
 - └ 新技术风险（3.7%）
 - └ 工具或方法不当（14.3%，含流程问题）



北京大学



软件需求：划分软件系统的边界，即确定软件做什么，不做什么。



用户

需求分析师

软件工程师



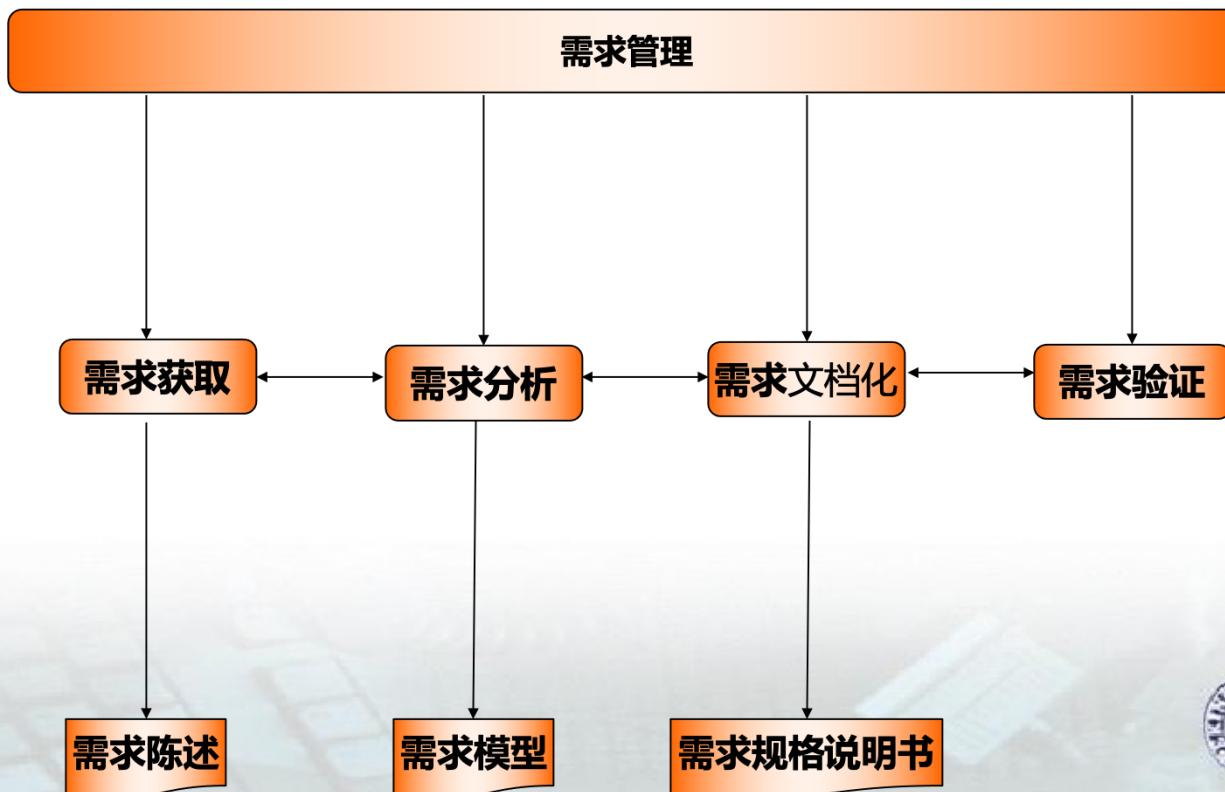
北京大学



1、需求工程

(1) 需求工程的定义：需求工程是开发软件需求的工程，利用系统化、工程化的方法和技术，指导软件工程师对软件需求进行捕获、分析、记录、验证和管理等工作，以高效开发出准确表达用户需求的软件需求规格说明书。

(2) 需求工程的主要任务：完整地定义问题，确定系统的功能和能力。该阶段主要包括需求获取、需求分析、需求规约（需求文档化）、需求验证和需求管理，最终形成系统的软件需求规格说明书，其中主要成分是系统功能模型。





2、如何认识需求工程

- (1) 理解问题的需求是软件工程师所面对的最困难的任务之一
- (2) 开发人员认为：

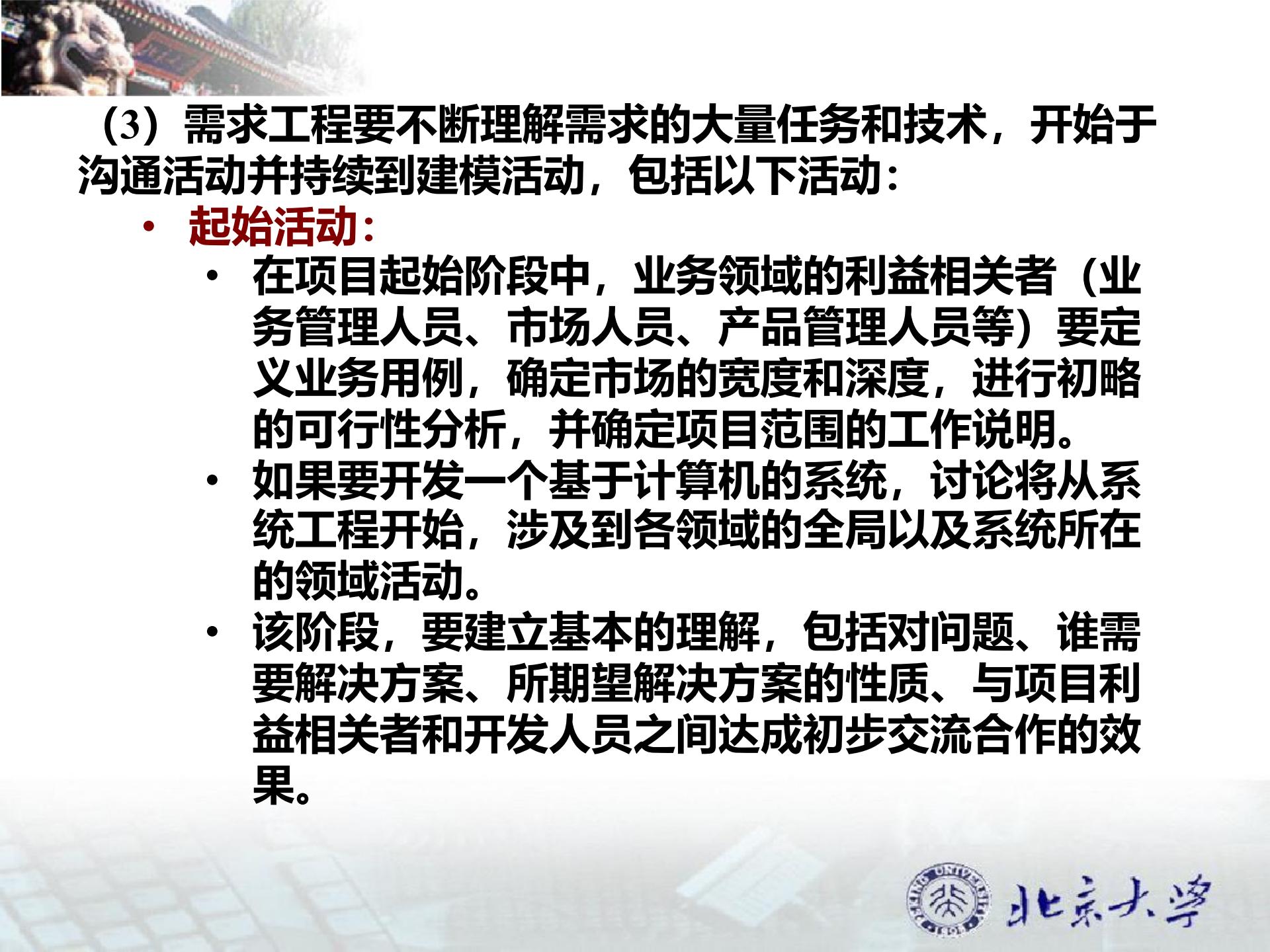
- 在编写的过程中事情总是变得清晰
- 只有检验了软件的早期版本后项目利益相关者才能更好地理解需求；
- 事情变化太快，以至于理解需求细节是在浪费时间
- 最终要做的是开发一个可运行的程序，其他都是次要的。



这些论点是适合小项目（不超过一个月）和只涉及简单的软件工作的更小的项目，随着软件规模和复杂性的增加，这些论点就有问题。



北京大学



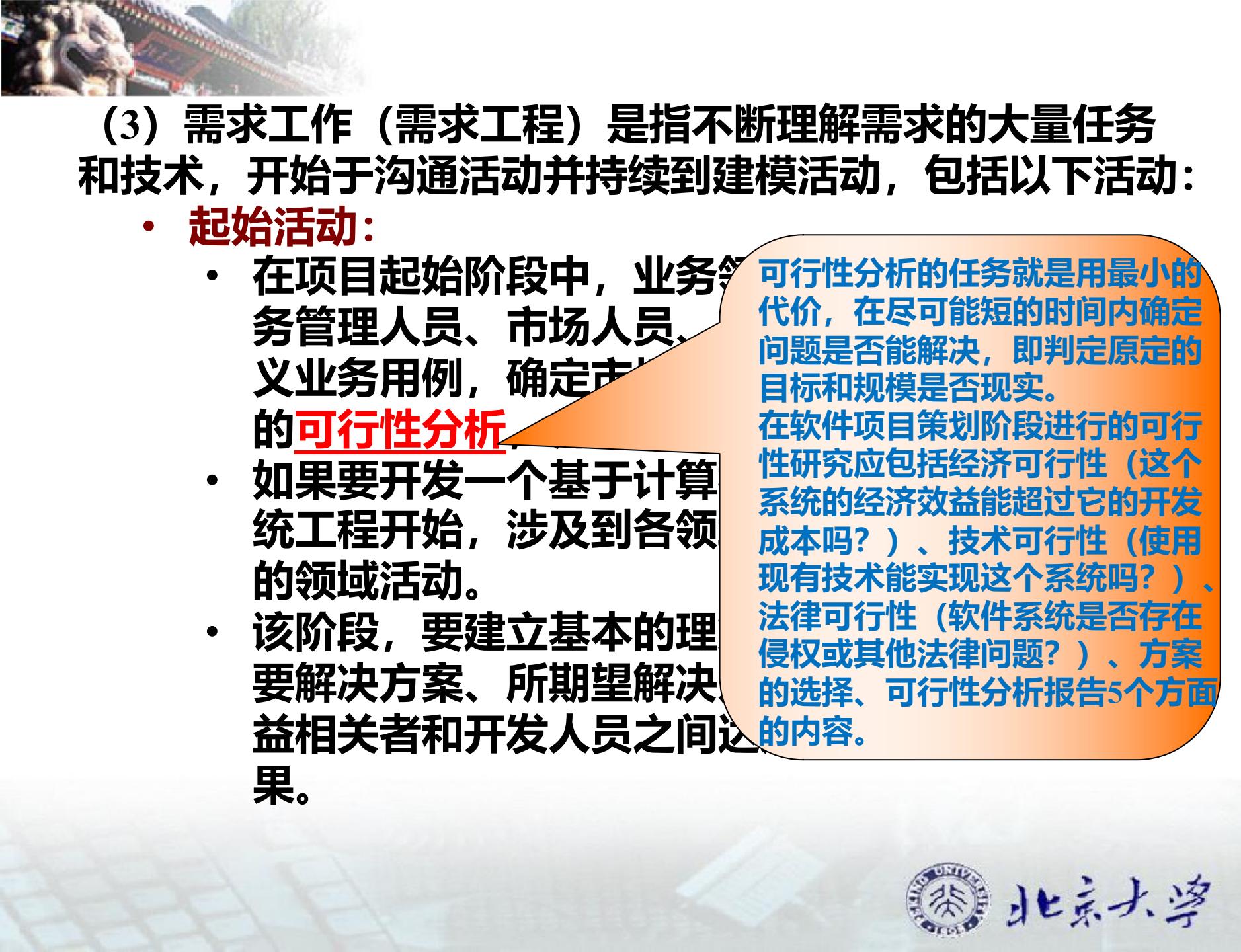
(3) 需求工程要不断理解需求的大量任务和技术，开始于沟通活动并持续到建模活动，包括以下活动：

- **起始活动：**

- 在项目起始阶段中，业务领域的利益相关者（业务管理人员、市场人员、产品管理人员等）要定义业务用例，确定市场的宽度和深度，进行初略的可行性分析，并确定项目范围的工作说明。
- 如果要开发一个基于计算机的系统，讨论将从系统工程开始，涉及到各领域的全局以及系统所在的领域活动。
- 该阶段，要建立基本的理解，包括对问题、谁需要解决方案、所期望解决方案的性质、与项目利益相关者和开发人员之间达成初步交流合作的效果。



北京大学



(3) 需求工作（需求工程）是指不断理解需求的大量任务和技术，开始于沟通活动并持续到建模活动，包括以下活动：

- **起始活动：**

- 在项目起始阶段中，业务领域人员、商务管理人员、市场人员、项目经理、系统分析师等根据用户需求编写业务用例，确定市场需求。
- **如果要开发一个基于计算机系统工程开始，涉及到各领域的领域活动。**
- 该阶段，要建立基本的理念，要解决的问题、所期望解决的结果、利益相关者和开发人员之间达

可行性分析的任务就是用最小的代价，在尽可能短的时间内确定问题是否能解决，即判定原定的目标和规模是否现实。

在软件项目策划阶段进行的可行性研究应包括经济可行性（这个系统的经济效益能超过它的开发成本吗？）、技术可行性（使用现有技术能实现这个系统吗？）、法律可行性（软件系统是否存在侵权或其他法律问题？）、方案的选择、可行性分析报告5个方面的内容。



北京大学



- **需求获取活动：**
 - 询问客户、用户和其他利益相关者：系统或产品的目标是什么，想要实现什么，系统和产品如何满足业务的要求，最终系统或产品如何用于日常工作。



北京大学



• 需求获取活动：

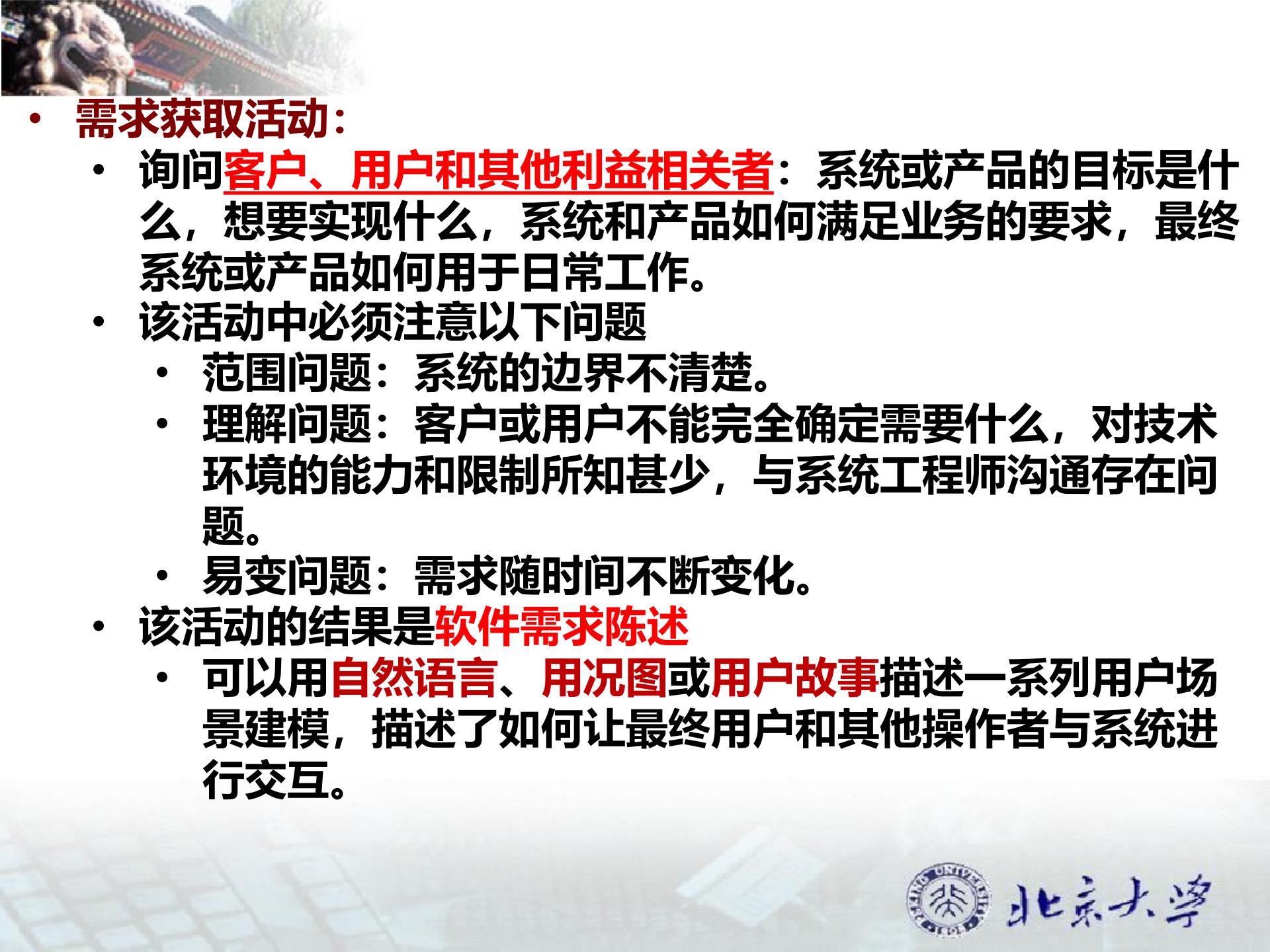
- **询问客户、用户和其他利益相关者：系统或产品的目标是什么，想要什么，系统和产品如何满足业务的要求，最终系统或产品将如何支持日常工作。**

- 利益相关者：与待开发的系统相关的人或组织。
- 利益相关者包括：业务经理、客户、用户、软件工程师、维护工程师、市场营销人员、系统集成商等：

- 业务经理：管理软件系统开发的人员，如网上银行管理系统开发商的管理人员。
- 用户：使用系统的人或组织，如网上银行管理系统的用户为储户、系统管理人员。
- 客户：组织系统开发并为此支付费用的人或组织，如网上银行管理系统的客户为银行。
- 软件工程师：与软件系统的分析、设计、开发和测试的相关人员。例如网上银行管理系统项目开发团队人员。
- 市场销售人员：负责软件产品市场销售的人员。例如，网上银行管理系统开发商的销售部门。
- 维护工程师：对系统进行维护的人员。例如，网上银行管理系统的维护工程师。
- 系统集成商：负责将目标软件系统和其他软硬件和网络基础设施集成在一起的人或组织。

- 对一个软件开发项目的需求调研，应从不同利益相关者的视角开展：

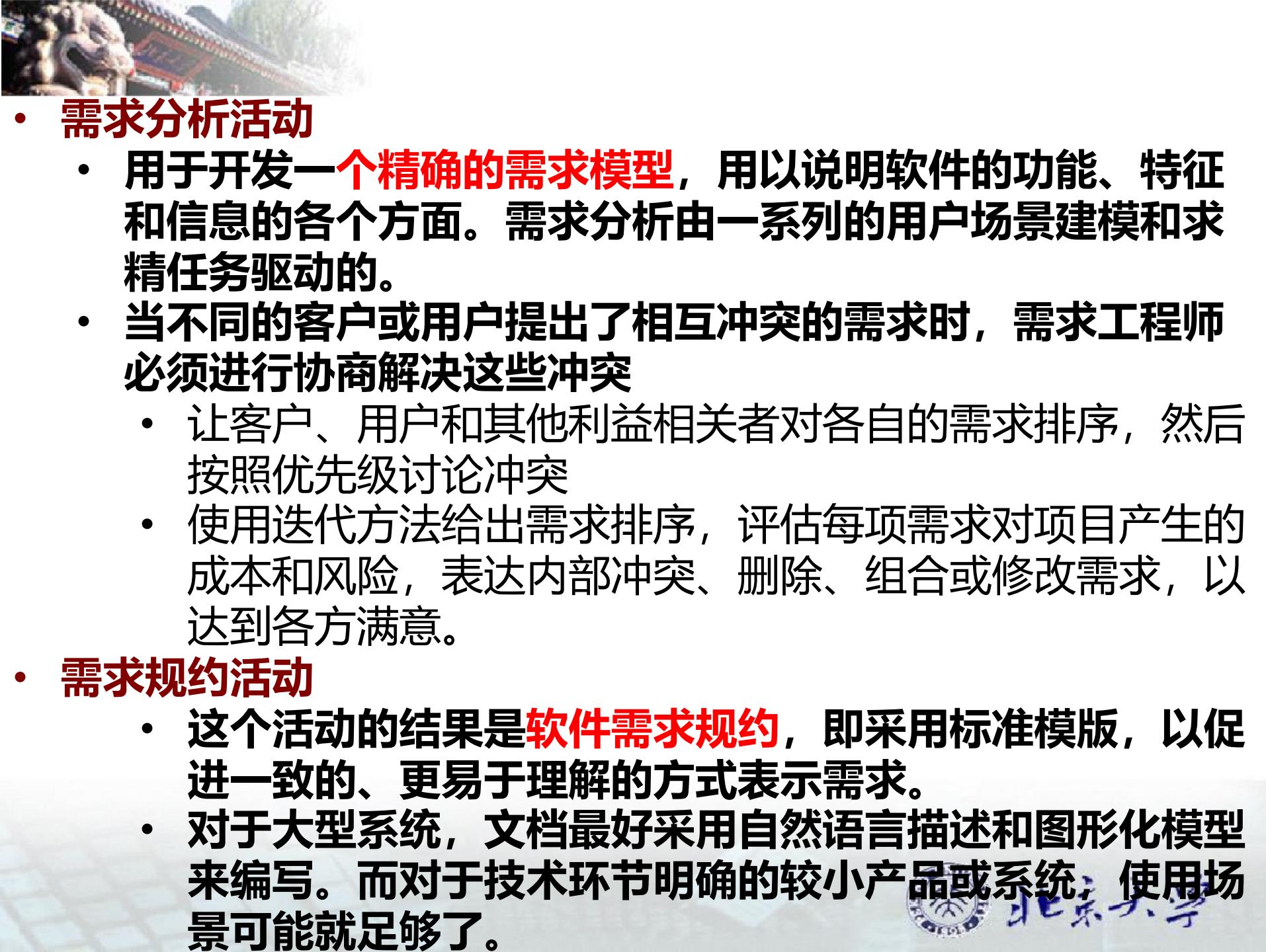
- 业务经理关注应在预算内实现的产品特征及市场限制；
- 用户希望系统的功能是他们熟悉的，且易于学习和使用；
- 客户关心系统的整体满意度以及成本控制；
- 软件工程师关注软件需求的清晰度和实现难度；
- 销售人员关心能激发市场潜能、有助于新系统销售的功能和特性；
- 维护工程师关注软件的可维护性。
- 系统集成商关注的是目标软件系统和其他软硬件系统和网络的接口是否清晰，易于集成。



- 需求获取活动：
 - 询问客户、用户和其他利益相关者：系统或产品的目标是什么，想要实现什么，系统和产品如何满足业务的要求，最终系统或产品如何用于日常工作。
 - 该活动中必须注意以下问题
 - 范围问题：系统的边界不清楚。
 - 理解问题：客户或用户不能完全确定需要什么，对技术环境的能力和限制所知甚少，与系统工程师沟通存在问题。
 - 易变问题：需求随时间不断变化。
 - 该活动的结果是软件需求陈述
 - 可以用自然语言、用况图或用户故事描述一系列用户场景建模，描述了如何让最终用户和其他操作者与系统进行交互。



北京大学



- **需求分析活动**
 - 用于开发一个**精确的需求模型**，用以说明软件的功能、特征和信息的各个方面。需求分析由一系列的用户场景建模和求精任务驱动的。
 - 当不同的客户或用户提出了相互冲突的需求时，需求工程师必须进行协商解决这些冲突
 - 让客户、用户和其他利益相关者对各自的需求排序，然后按照优先级讨论冲突
 - 使用迭代方法给出需求排序，评估每项需求对项目产生的成本和风险，表达内部冲突、删除、组合或修改需求，以达到各方满意。
- **需求规约活动**
 - 这个活动的结果是**软件需求规约**，即采用标准模版，以促进一致的、更易于理解的方式表示需求。
 - 对于大型系统，文档最好采用自然语言描述和图形化模型来编写。而对于技术环节明确的较小产品或系统，使用场景可能就足够了。



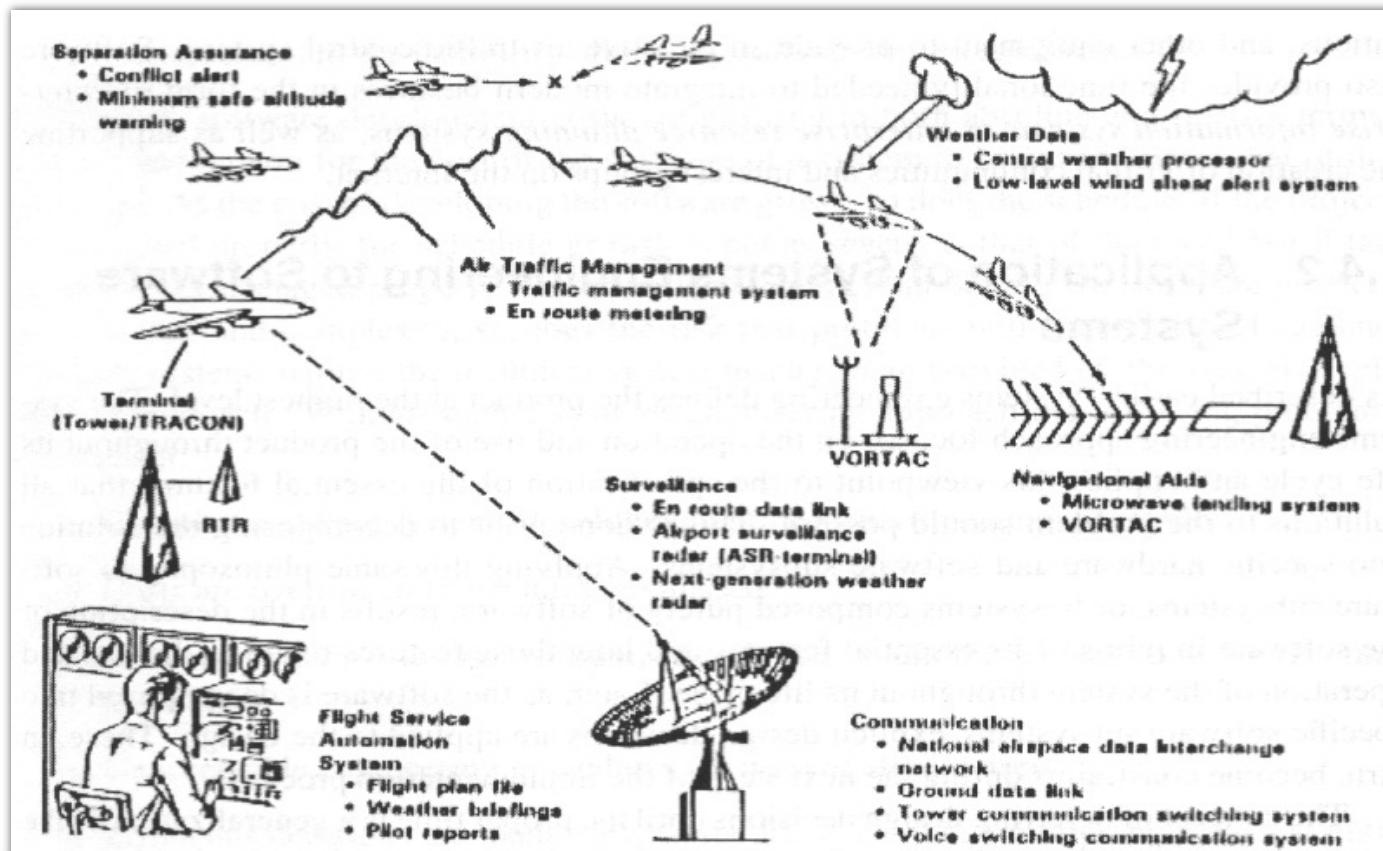
- **需求验证活动：**
 - 需求验证活动要检查规格说明书以保证：
 - 无歧义地说明了所有的系统需求；
 - 已检测出不一致性、疏忽和错误并得以纠正；
 - 工作产品符合为过程、项目和产品建立的标准
 - **正式的技术评审是主要的需求验证机制**
 - 评审小组包括软件工程师、客户、用户和其他利益相关方。
- **需求管理活动：**
 - 需求管理是用于帮助项目组在项目进展中标识、控制和跟踪需求以及需求变更的一组活动。
 - 一般和软件配置管理技术结合。



北京大学



(4) 软件是现代系统中的重要元素,使这些产品/系统成为用户的解决方案。(软件提供控制功能、耦合功能或独立的功能)



软件集成系统示例--空中交通管制系统
其中软件集成了人员、雷达、飞机、通讯及其它设备等



北京大学



特别地：

--软件为解决系统集成所遇到的问题，尤其是开发周期后期中所发现的问题，提供了灵活性。

--软件为软/硬件接口中所出现的问题，提供了低成本解决途径，即修改软件与修改硬件相比可大大节省费用。

但要认识到：“**软件是容易修改的，但修改正确是很难的**”。

由此可见，软件通常は任何系统中最为复杂的部分。在系统创建时，软件的开发经常成为最大的技术挑战。



北京大学



在任何软件开发活动中，第一步都是：

- 调查、确定在一个系统需求规约中的分配给软件的那些系统需求；
- 调查、确定在一个软件需求规约（SRS）中的软件需求。

即：不论是采用自顶向下的软件开发，还是采用自底向上的软件开发，软件需求是软件开发的工作基础。



北京大学



3、软件需求与需求获取

1) 定义

软件需求是：

- ①用户解决问题或实现目标所需的软件能力；
- ②为满足合同、标准、规范或其他正式强制性文件，系统或系统组件必须满足或拥有的软件能力。

软件需求描述了待开发产品(或项)必须具有的能力以及满足的条件。

-- ISO/IEC/IEEE 24765:2017



北京大学

例如：

- ① 系统必须有能力支持100个以上的并发用户，每个用户可以处理附录A中操作任务的任选组合，平均响应时间应该小于1秒，最大响应时间应小于5秒。

其中：功能-可以处理附录A中操作任务的任选组合

性能-有能力支持100个以上的并发用户

平均响应时间应小于1秒，最大响应时间应小于5秒。

- ② 必须在对话窗口的中间显示错误警告，其中使用红色的、14点加粗Arial字体。

其中：功能-能显示错误警告

设计约束-在对话窗口的中间显示，并使用红色的、14点加粗Arial字体。



2)什么样的陈述可以作为需求

--需求的基本性质



IEEE标准830-1998要求单一需求必须具有5个基本性质:

- ①必要的(Necessary)。是要求的吗？
- ②无歧义的(Unambiguous)。只能用一种方式解释吗？
- ③可测的(testable)。可以对它进行测试吗？
- ④可跟踪的(Traceable)。可以从一个开发阶段到另一个阶段对它进行跟踪吗？
- ⑤可测量的(Measurable)。可以对它进行测量吗？

注:确定一个需求是否满足以上五个性质是复杂耗时的过程.



北京大学



3) 需求的分类

参照国际标准ISO/IEC/IEEE 24765:2017，软件需求可以分为以下5类：

①功能；②性能；③外部接口；④设计约束；⑤质量属性。

① 功能需求

功能需求规约了系统或系统构件必须执行的功能。

例如：

- 系统应对所有已销售的应纳税商品计算销售税。
- 系统应提供一种方法，使系统用户可根据本地利率调整销售税比例。
- 系统应能够产生月销售报表。



北京大学



除了对要执行的功能给出一个陈述外，还应规约如下内容：

- ①关于该功能输入的所有假定，或为了验证该功能输入，有关检测的假定。
- ②功能内的任一次序，这一次序是与外部有关的。
- ③对异常条件的响应，包括所有内外部所产生的错误。
- ④需求的时序或优先程度。
- ⑤功能之间的互斥规则。
- ⑥系统内部状态的假定。
- ⑦为了该功能的执行，所需要的输入和输出次序。
- ⑧用于转换或内部计算所需要的公式。



北京大学

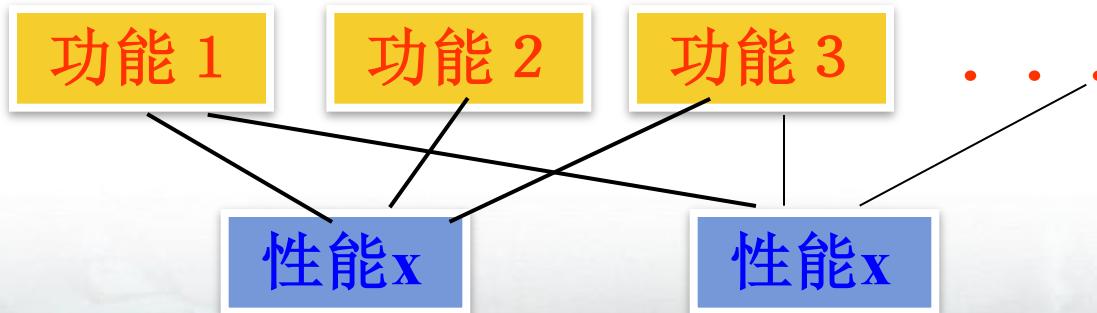


注 1：

功能需求是整个需求的主体，即没有功能需求，就没有非功能需求，即性能需求、外部接口需求、设计约束和质量属性。

注 2：

非功能需求对功能需求而言，可以是一对多的，例如：





② 性能需求

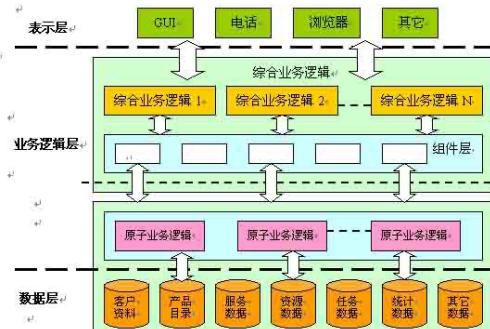
性能需求(Performance requirement)规约了一个系统或系统构件必须具有的性能特性。例如：

- 系统应该在5分钟内计算出给定季度的总销售税。
- 系统应该在1分钟内从100000条记录中检索出一个销售定单。
- 该应用必须支持100个Windows NT工作站的并行访问。

注：性能需求隐含了一些满足功能需求的设计方案，经常对设计产生一些关键的影响。例如：排序，关于花费时间的规约将确定哪种算法是可行的。



北京大学



③外部接口需求

外部接口需求(External interface requirement)规约了系统或系统构件必须与之交互的硬件、软件或数据库元素。它也可能规约其格式、时间或其他因素。

例如：

- 账户接收系统必须为月财务状况系统提供更新信息，如在“**财务系统描述**”第4修订版中所描述的。
- 引擎控制系统必须正确处理从飞行控制系统接收来的命令，符合**接口控制文档B2-10A4**，修订版C的1到8段的规定。



北京大学

外部接口分为以下几类：

--**系统接口(System interfaces)**：描述一个应用如何与系统的其他应用进行交互。

--**用户接口(User interfaces)**：规约了软件产品和用户之间接口的逻辑特性。即规约对给用户所显示的数据，对用户所要求的数据以及用户如何控制该用户接口。

--**硬件接口(Hardware interfaces)**：如果软件系统必须与硬件设备进行交互，那么就应说明所要求的支持和协议类型。

--**软件接口(Software interfaces)**：允许与其它软件产品进行交互，如，数据管理系统、操作系统或数学软件包。

--**通讯接口(Communications interfaces)**：规约待开发系统与通讯设施(如，局域网)之间的交互。如果通讯需求包含了系统必须使用的网络类型 (TCP/IP, Windows NT, Novell)，那么有关类型的信息就应包含在SRS中。



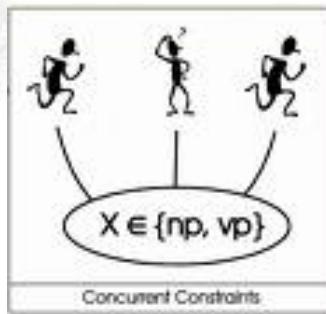
--**内存约束(Memory constraints)**: 描述易失性存储和永久性存储的特性和限制，特别应描述它们是否被用于与一个系统中其它处理的通讯。

--**操作(Operation)**: 规约用户如何使系统进入正常和异常的运行以及在系统正常和异常运行下如何与系统进行交互。应该描述在用户组织中的操作模式，包括交互模式和非交互模式；描述每一模式的数据处理支持功能；描述有关系统备份、恢复和升级功能方面的需求。

--**地点需求(Site adaptation requirements)**: 描述系统安装以及如何调整一个地点，以适应新的系统。



北京大学



④设计约束

设计约束限制了系统或系统构件的设计方案。就约束的本身而言，对其进行权衡或调整是相当困难的，甚至是不可能的。它们必须予以满足。这一性质，是与其它需求的主要差别。为了满足功能、性能和其它需求，许多设计约束将对软件项目规划、所需要的附加成本和工作产生直接影响。例如：

- 系统必须用C++或其他面向对象语言编写。系统用户接口需要菜单。
- 任取10秒，一个特定应用所消耗的可用计算能力平均不超过50%。
- 必须在对话窗口的中间显示错误警告，其中使用红色的、14点加粗Arial字体。



北京大学



针对产品开发，为确定其相关的设计约束，一般需要考虑以下10个方面：

--**法规政策(Regulatory policies);**

--**硬件限制(Hardware limitations)**, 例如：处理速度、信号定序需求、存储容量、通讯速度以及可用性等；

--**与其它应用的接口(Interfaces to other applications)**, 如，当外部系统处于一个特定状态时，禁止新系统某些操作；

--**并发操作(Parallel operations)**, 例如，可能要求从/自一些不同的源，并发地产生或接收数据。对此，必须清晰地给出有关时间的描述；



北京大学

- 
- 审计功能(Audit functions)**, 规约软件系统必须满足的数据记录准则或事务记录准则。如，如果用户察看或修改数据，那么就可能要求该系统为了以后复审，记录该系统的动作；
 - 控制功能(Control functions)**: 可以对系统的管理能力进行远程控制、可以对其他外部软件以及内部过程进行控制；
 - 高级语言需求(Higher order language requirements)**;
 - 握手协议(Signal handshake protocols)**: 通常用于硬件和通讯控制软件，特别当给出特定的时间约束时，一般就要把“握手协议”作为一项约束；
 - 应用的关键程度(Criticality of the application)**，许多生物医学、航空、军事或财务软件属于这一类；
 - 安全考虑(Safety and security considerations)**。



⑤ 质量属性

质量属性(Quality attribute)规约了软件产品必须具有的一个性质是否达到质量方面一个所期望的水平。例如：

属性	描述
可靠性	软件系统在指定环境中没有失败而正常运行的概率。
可维护性	发现和改正一个软件故障或对特定的范围进行修改所要求的平均工作。
用户友好性	学习和使用一个软件系统的容易程度。
安全性	在一个预定的时间内，使软件系统安全的可能性。
可移植性	软件系统运行的平台类型。



北京大学



质量属性	度量
可靠性	平均失败时间 不可用的概率 失败发生频率
可移植性	目标依赖语句的百分数 目标系统的数量
易用性 (用户友好性)	培训时间 帮助帧数
鲁棒性	失败后重启时间 事件引起失败的百分数 失败中数据崩溃的概率
规模	兆字节数
速度	处理的交易 / 秒 用户 / 事件响应时间 屏幕刷新时间

From: Ian Sommerville 《软件工程》(第九版)



北京大学



4) 需求发现

常用的发现初始需求的技术，包括：

①自悟(Introspection)

需求人员把自己作为系统的最终用户，审视该系统并提出问题：“如果是我使用这一系统，则我需要...”

适用条件：需求工程师不能直接与用户进行交流，自悟似乎是一种比较有吸引力的方法，可能确实是必须的。

成功条件：若使自悟是成功的，需求人员必须具有比最终用户还要多的应用领域和过程方面的知识，并具有良好的想象能力。



北京大学



②交谈(Individual interviews)

为了确定系统应该提供的功能，需求人员通过提出问题，用户回答，直接询问用户想要的是一个什么样的系统。

成功条件：交谈通常是一种比自悟更好的技术。这种途径成功与否依赖于：

- - 需求人员是否具有“正确提出问题”的能力，
- - 回答人员是否具有“揭示需求本意”的能力。

存在的风险：在交谈期间需求可能不断增长，或是以前没有认识到的合理需求的一种表现，说是“完美蠕行”(Creeping elegance)病症的体现，以至于很难予以控制，可能导致超出项目成本和进度的限制。



北京大学



应对措施：项目管理人员和客户管理人员应该定期地对交谈过程的结果进行复审。其中具有挑战的问题是：

判断：

- - 什么时候对这一增长划界；
- - 什么时候将这一增长通知客户。



北京大学



③观察(Observation)

通过观察用户执行其现行的任务和过程，或通过观察他们如何操作与所期望的新系统有关的现有系统，了解系统运行的环境，特别是了解要建的新系统与现存系统、过程以及工作方法之间必须进行的交互。尽管了解的这些信息可以通过交谈获取，但“第一手材料”一般总是能够比较好的“符合现实”的。

存在的风险：

- - 客户可能抵触这一观察。其原因是他们认为开发者打扰了他们的正常业务。
- - 客户还可能认为开发者在签约之前，就已经熟悉了他们的业务。



北京大学



④小组会(Group session)

举行客户和开发人员的联席会议，与客户组织的一些代表共同开发需求。其中：

- 通常是由开发组织的一个代表作为首席需求工程师或软件项目经理，主持这一会议。但还可以采用其它形式，这依赖于其应用领域和主持人的能力。主持人的作用主要是掌握会议的进程。

- 必须仔细地选择该小组的成员，不仅要考虑他们对现存的和未来运行环境的理解程度，还要考虑他们的人品。



北京大学



优点：

第一，如果会议组织得当，可很快地标识出一些需求。

第二，可使需求开发人员在一次会议中能够对一个给定的需求得到多种观点，从而不但可节省与个人交谈的时间，还可节省联系他们的时间。

最后，有关需求不同观点之间的冲突，可以揭示需求中存在的问题，也有助于客户在其内部达成一致。



北京大学



⑤提炼(Extraction)

复审技术文档（例如，有关需要的陈述，功能和性能目标的陈述，系统规约接口标准，硬件设计文档），并提出相关的信息。

适用条件：提炼方法是针对已经有了部分需求文档的情况。依据产品的本来情况，可能有很多文档需要复审，以确定其中是否包含相关联的信息。在有的情况，也可能只有少数文档需要复审。

在许多项目中，在任何交谈、观察、小组会或自悟之前，应该对该项目的背景文档进行复审，还应对系统规约进行复审，同时了解相关的标准和政策。



北京大学



- 注 1：在任意特定的环境中，每项技术都有其自己的优点和不足。在实施上述任何一项技术时，都可以辅以其他方法，例如原型构造，在举行小组会时可以使用原型，方便人员之间的交流。**
- 注 2：依据需求工程人员的技能和产品、合同的实际情况，往往需要“组合”地使用这些技术来开发初始需求。**
- 注 3：执行需求发现这项活动的人，其技能水平将对这项活动的成功具有重大的影响。**
- 注 4：大型复杂项目和一些有能力的组织，在开发需求文档时，往往使用系统化的需求获取、分析技术和工具。一些方法提供了系统化、自动化的功能，并可逐一验证单一需求所具有的五个性质，验证需求规约是否具有四个性质。**





4. 软件需求描述工具：用况图（use case图，又称用例图）

1) 引言

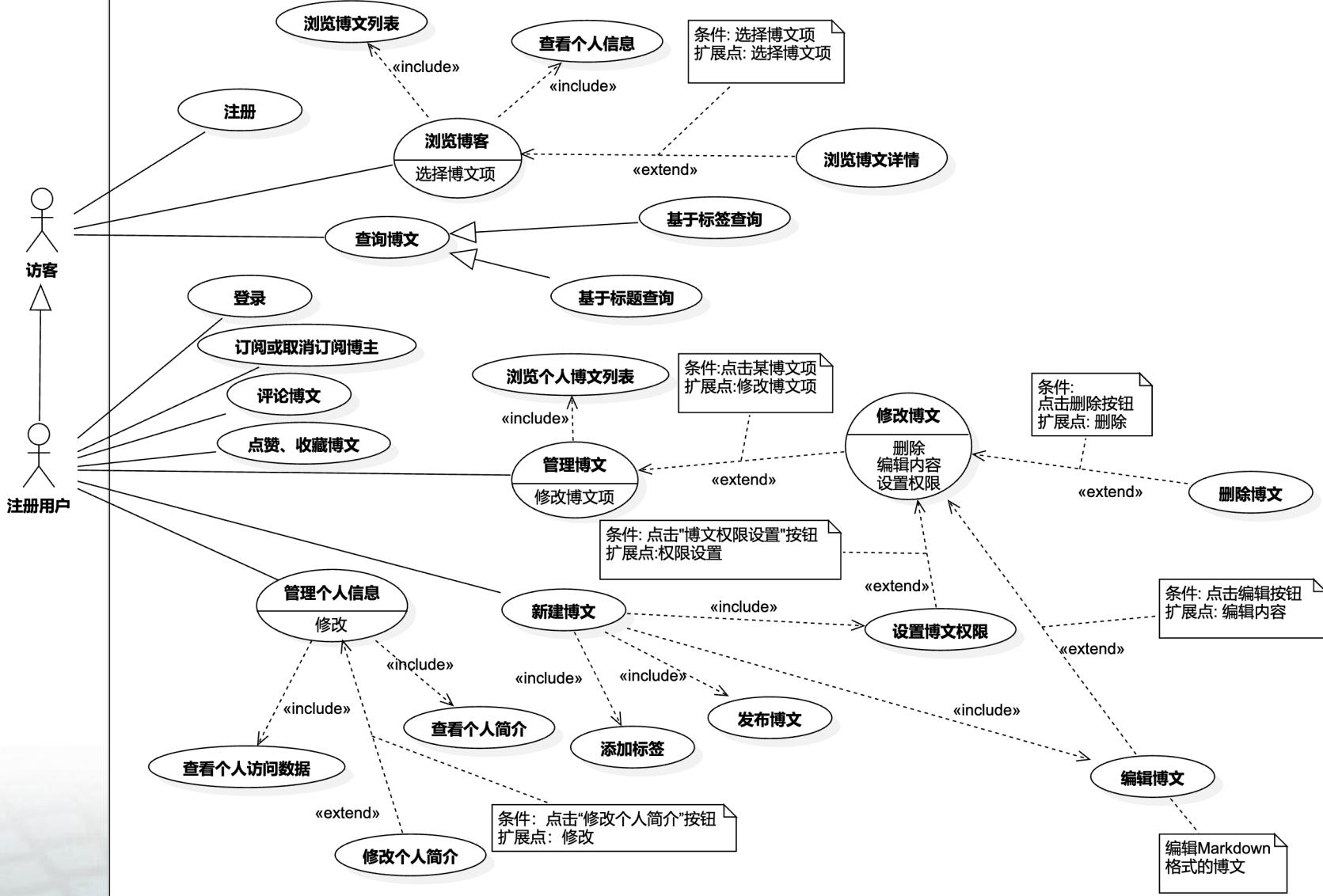
用况图（又称为用例图）是一种表达软件需求（主要是系统功能需求）的图形化工具，描述了用户和系统间交互的方式。

- ❖ 用况(use case)讲述了能表达主体场景的故事，即最终用户如何在一特定环境下和系统交互；
- ❖ 用况用于促进交流沟通，可划分系统与外部实体的接线，有助于帮助分析员理清思路、验证用户需求。



北京大学

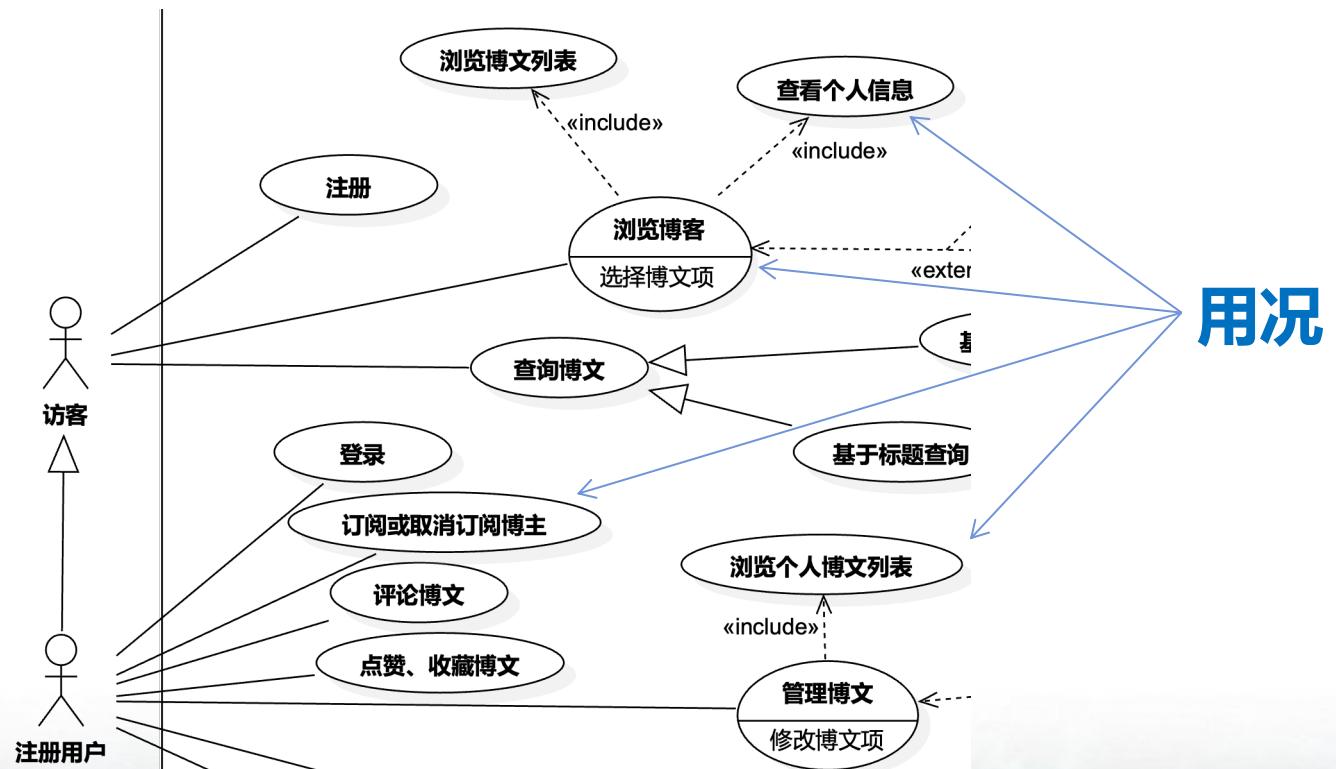
WeBlog个人博客系统





2) 用况 (USE CASE)

- 定义: (从2个视角)
 - 使用视角: 用况表达了操作者使用系统的一种方式。
例如: “浏览博客”、“查看个人信息”。



用况: 表示一种用户可以理解并对该用户有价值的功能

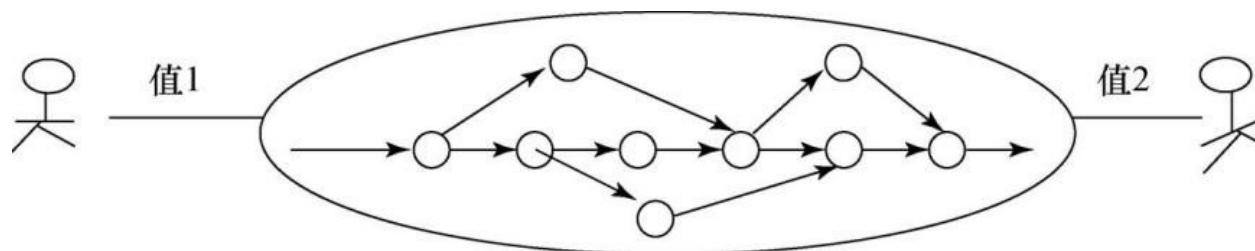


北京大学



- 系统设计视角:

一个用况规约了系统可以执行的一个动作序列，
包括一些可能的变体，并对特定的操作者（actor）产生可
见的、有值的结果。



注: ①用况是通过一组动作序列来规约系统功能的，并且该功能是通过与参与者（actor）之间“交互”可见结果予以体现的。



北京大学

- 表示与描述

用况通常被表示为：

用况名

用况包含一组操作和属性，这些操作和属性规约了该用况的实例所执行的那个动作序列。动作包含状态的改变以及该用况与其环境的通讯。

为了表明用况所包含的具体内容，还应给出它的正文描述。即：



北京大学



- 初始参与者：为了实现某一特定目标，初始与系统交互的操作者。
- 目标：该用况所能实现的功能目标。
- 层次：该用况在整个系统的用况图中的层次关系。
- 前置条件：交互序列执行的条件。
- 成功交互的主要场景：实现目标的主要交互序列。
- 扩展情况：实现某种特定交互的情况。
- 备注：给出这一用况的必要说明。



北京大学



对以后开发活动的影响：

- 用况是系统分析和设计阶的输入之一
- 用况是制定开发计划，测试计划，设计测试用例的依据之一。
- 用况可以划分系统与外部实体的界限，是系统开发的起点。

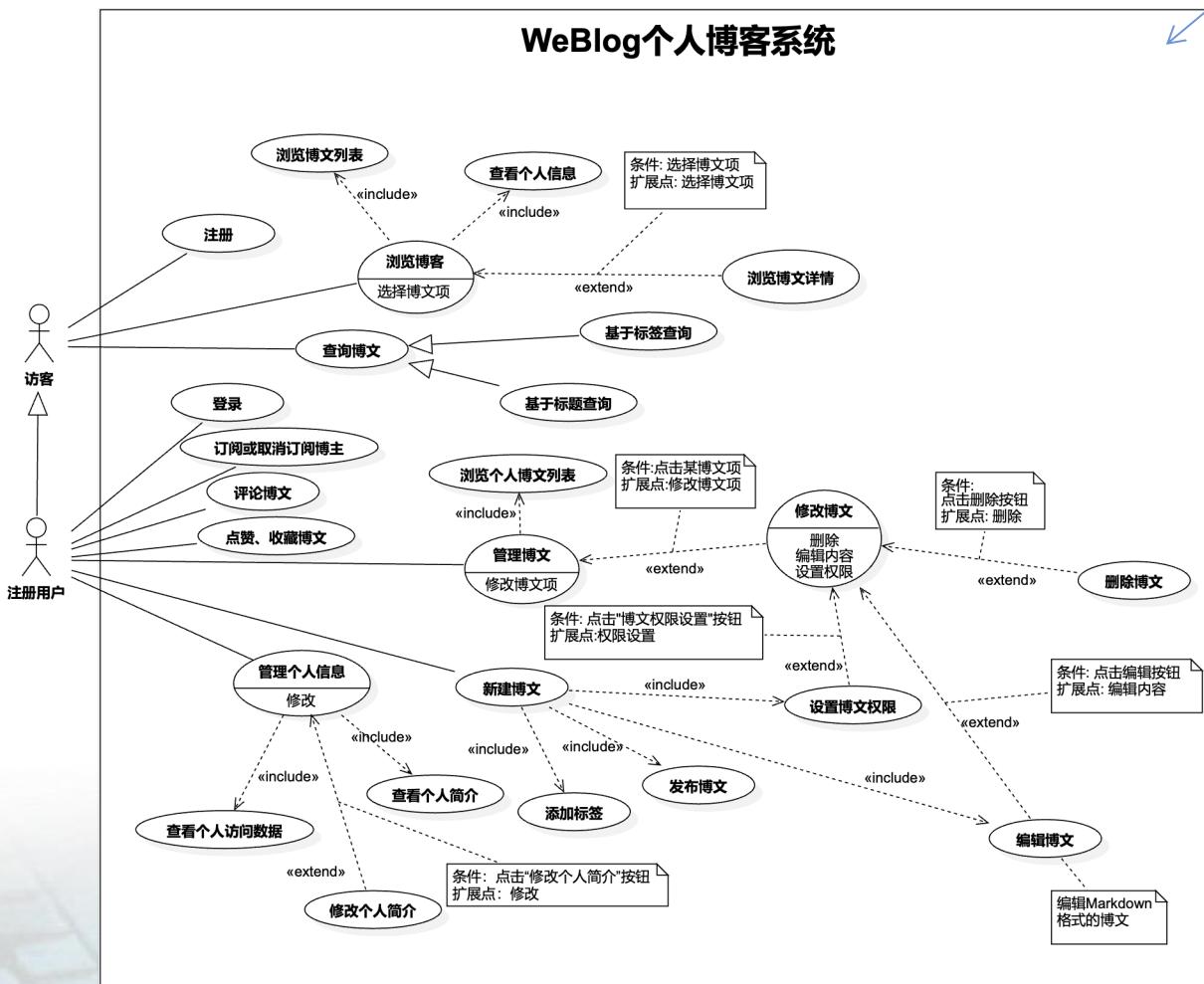


北京大学



3) 主题：是由一组用况所描述的一个系统或子系统。其中的这些用况描述了该主题的完整行为。

例如：以“WeBlog个人博客系统”所标识的矩形就是一个主题



北京大学



4) 参与者语义与表示

参与者表达了一组高内聚的角色，当用户与用况交互时，该用户扮演这组角色。

通常，一个参与者表达了与系统交互的人、硬件或其他系统的角色，其实例以某种特定方式与系统进行交互。

参与者被表示为：



访客



北京大学



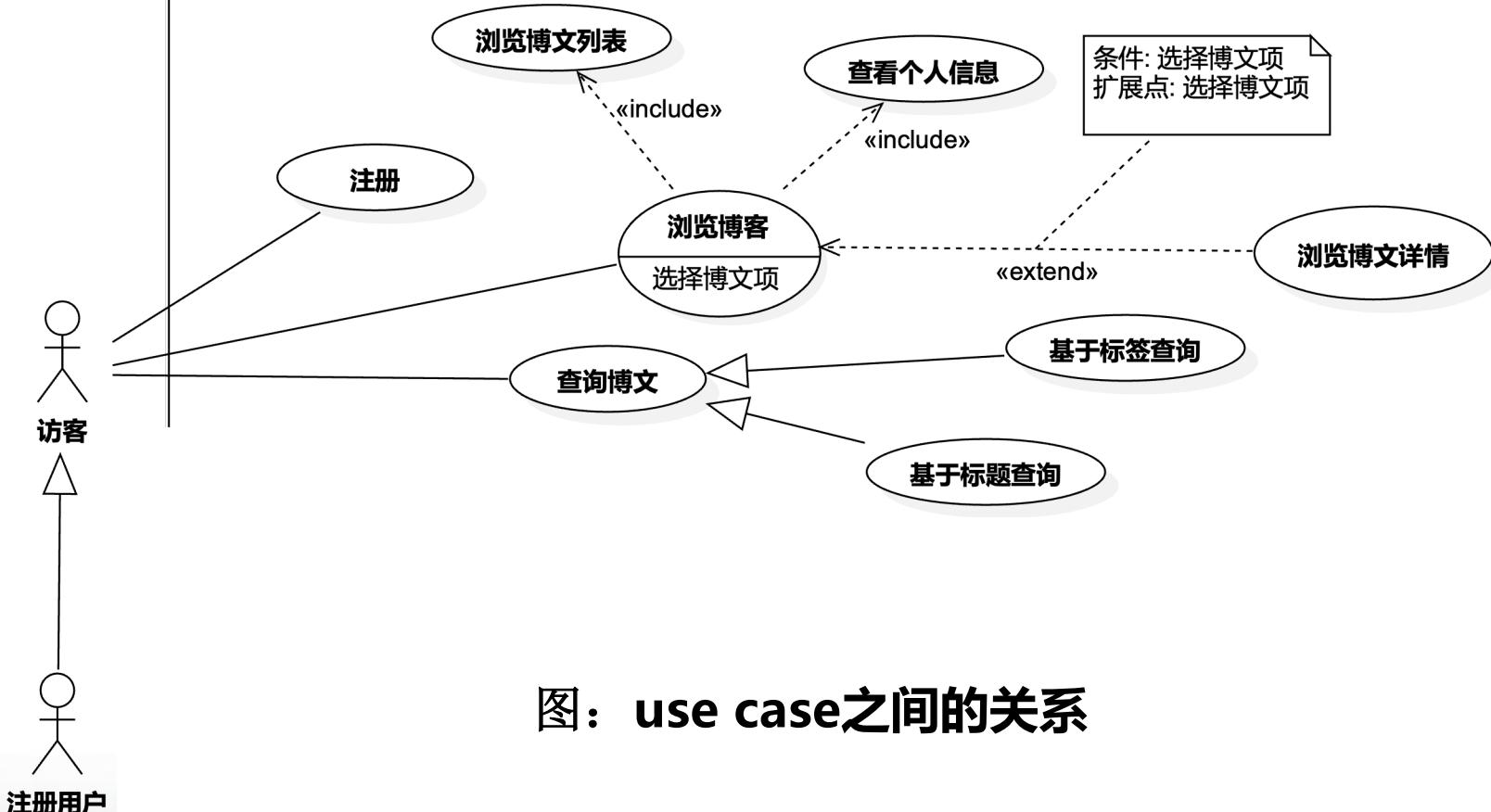
5) 关联、泛化、扩展和包含

关系	谁之间	表示法	备注
关联	参与者和用况间	连线	参与关系，即参与者参与一个用况； 这是 参与者和用况之间唯一的关系
泛化	参与者之间，或用况之间	空心三角形线段 (空心三角形在父类端)	子类（特殊）和父类（一般）的关系
包含	用况间	枝形箭头的虚线上标注《include》	用况A的一个实例包含用况B所规约的行为
扩展	用况间	枝形箭头的虚线上标注《extend》	用况A的实例在特定的条件下可以由另一用况B所规约的行为予以扩展，并依据定义的扩展点位置，B的行为被插入到A的实例中

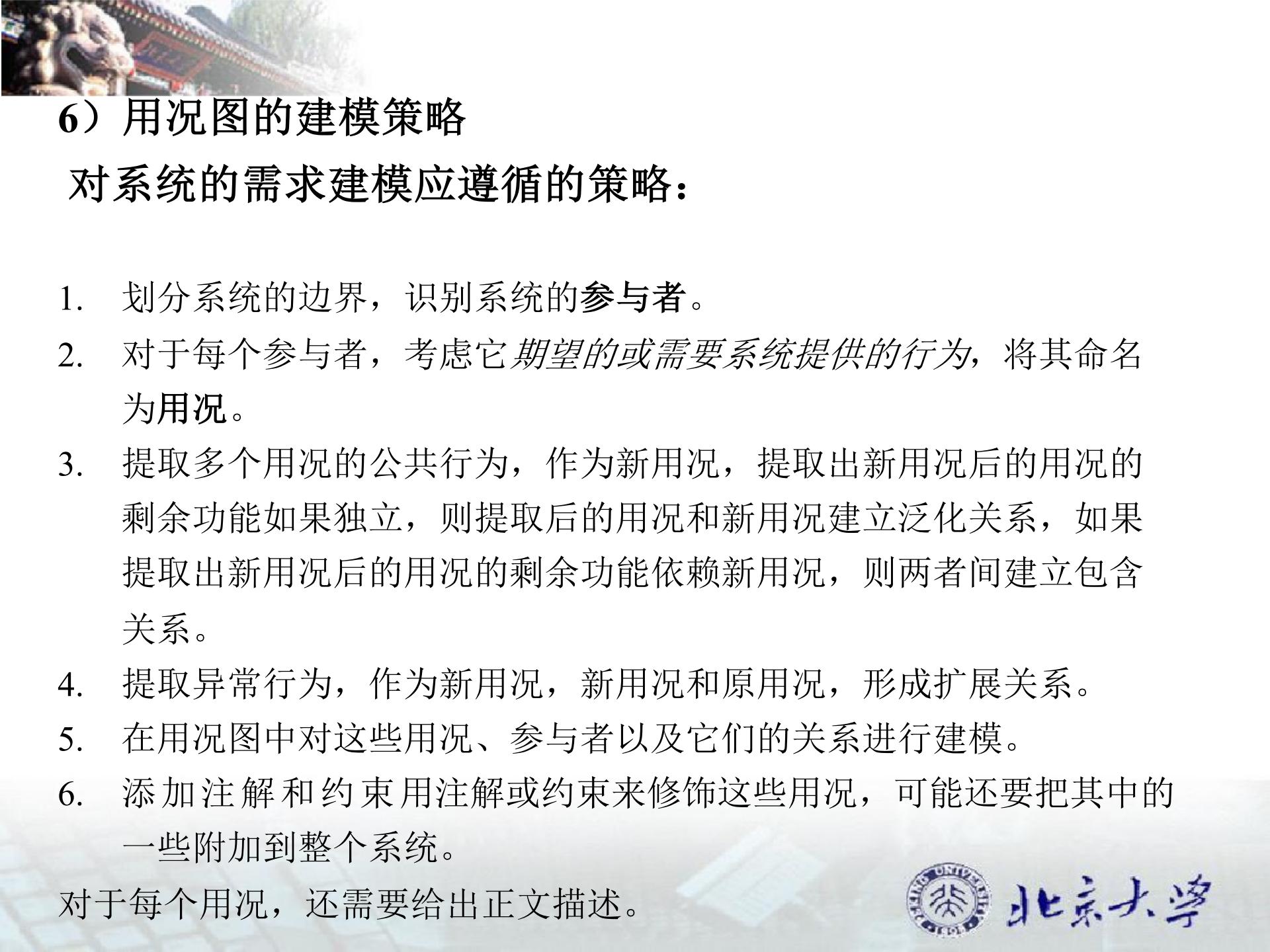


北京大学

WeBlog个人博客系统



北京大学



6) 用况图的建模策略

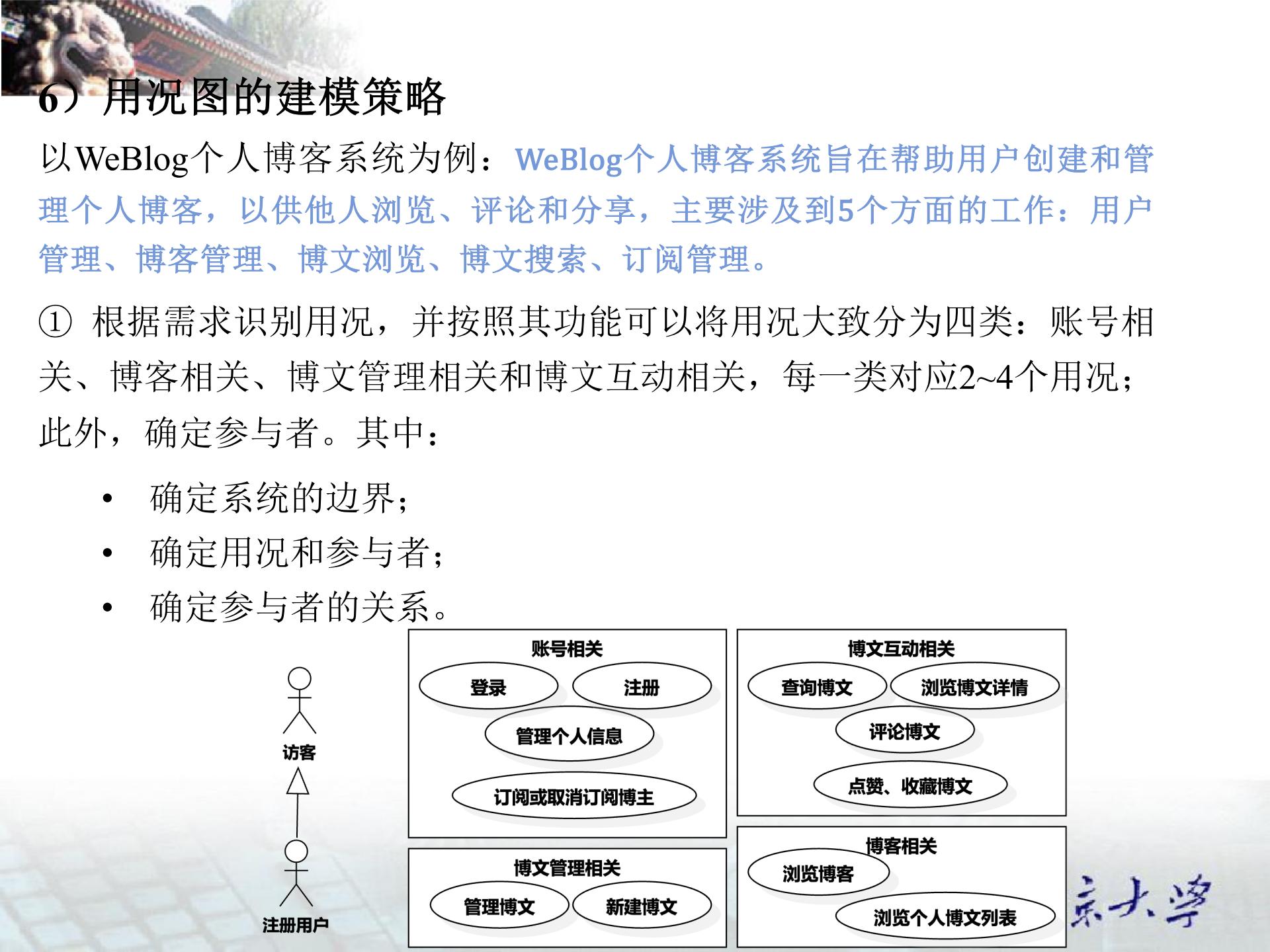
对系统的需求建模应遵循的策略：

1. 划分系统的边界，识别系统的参与者。
2. 对于每个参与者，考虑它期望的或需要系统提供的行为，将其命名为用况。
3. 提取多个用况的公共行为，作为新用况，提取出新用况后的用况的剩余功能如果独立，则提取后的用况和新用况建立泛化关系，如果提取出新用况后的用况的剩余功能依赖新用况，则两者间建立包含关系。
4. 提取异常行为，作为新用况，新用况和原用况，形成扩展关系。
5. 在用况图中对这些用况、参与者以及它们的关系进行建模。
6. 添加注解和约束用注解或约束来修饰这些用况，可能还要把其中的一些附加到整个系统。

对于每个用况，还需要给出正文描述。



北京大学

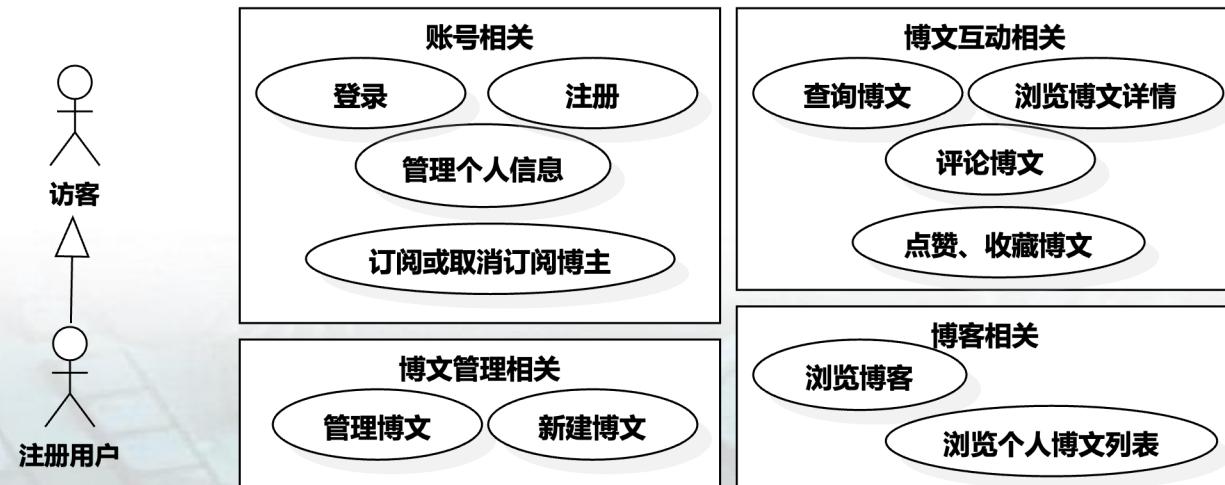


6) 用况图的建模策略

以WeBlog个人博客系统为例：WeBlog个人博客系统旨在帮助用户创建和管理个人博客，以供他人浏览、评论和分享，主要涉及到5个方面的工作：用户管理、博客管理、博文浏览、博文搜索、订阅管理。

① 根据需求识别用况，并按照其功能可以将用况大致分为四类：账号相关、博客相关、博文管理相关和博文互动相关，每一类对应2~4个用况；此外，确定参与者。其中：

- 确定系统的边界；
- 确定用况和参与者；
- 确定参与者的关系。

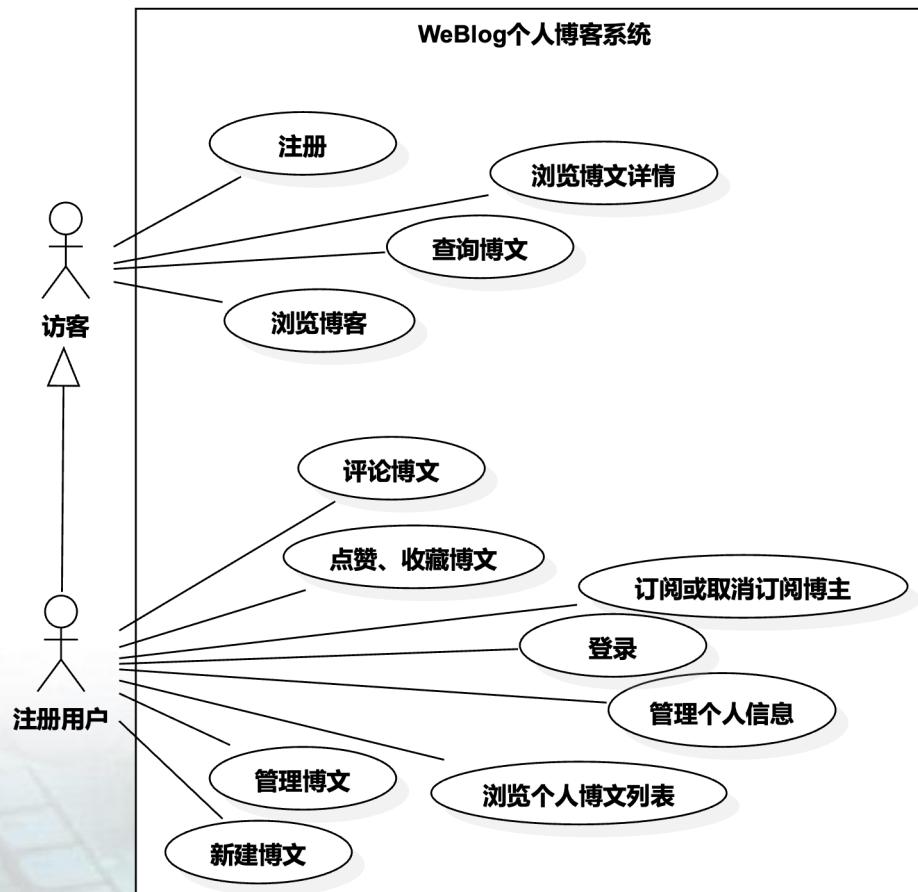




6) 用况图的建模策略

以WeBlog个人博客系统为例：

- ② 考察每个参与者需要系统提供的行为，将用况分配给参与者。



北京大学

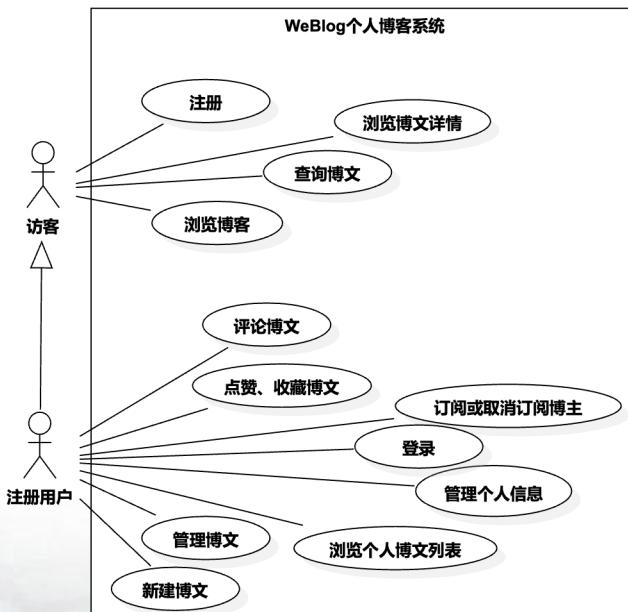


6) 用况图的建模策略

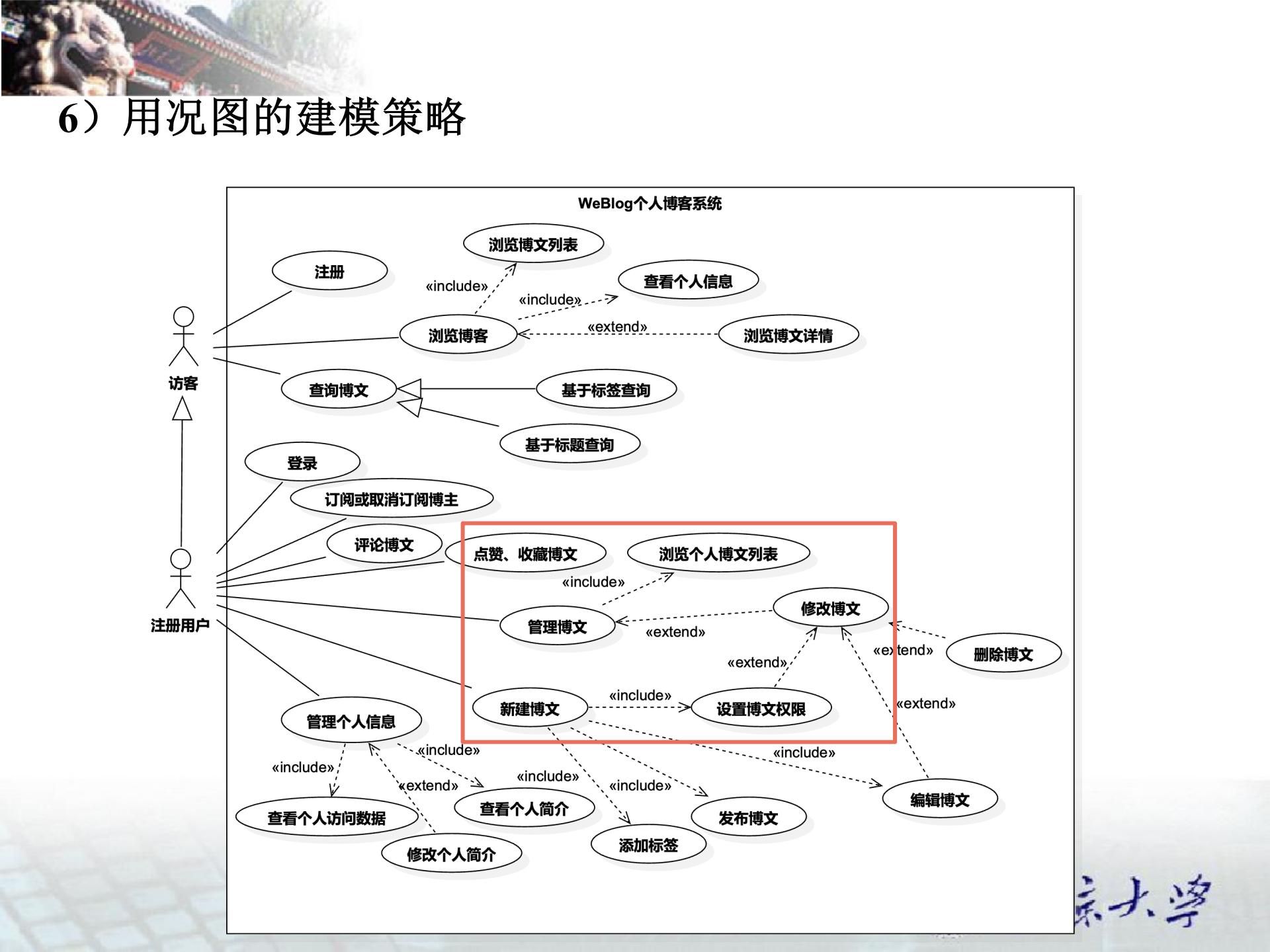
以WeBlog个人博客系统为例：

③ 细化用况图。提取公共行为，提取出新用况；考虑新旧用况之间的关联关系。如：

- “管理博文”包含了“浏览个人博文列表”和“修改博文”功能。“管理博文”总是伴随着“浏览个人列表”，但未必总是会修改博文，因此在其间分别建立包含和扩展关系。
- 提取“新建博文”和“修改博文”的公共行为：二者均包含“编辑博文”和“设置博文权限”，可将它们提取为新用况。



北京大学



6) 用况图的建模策略

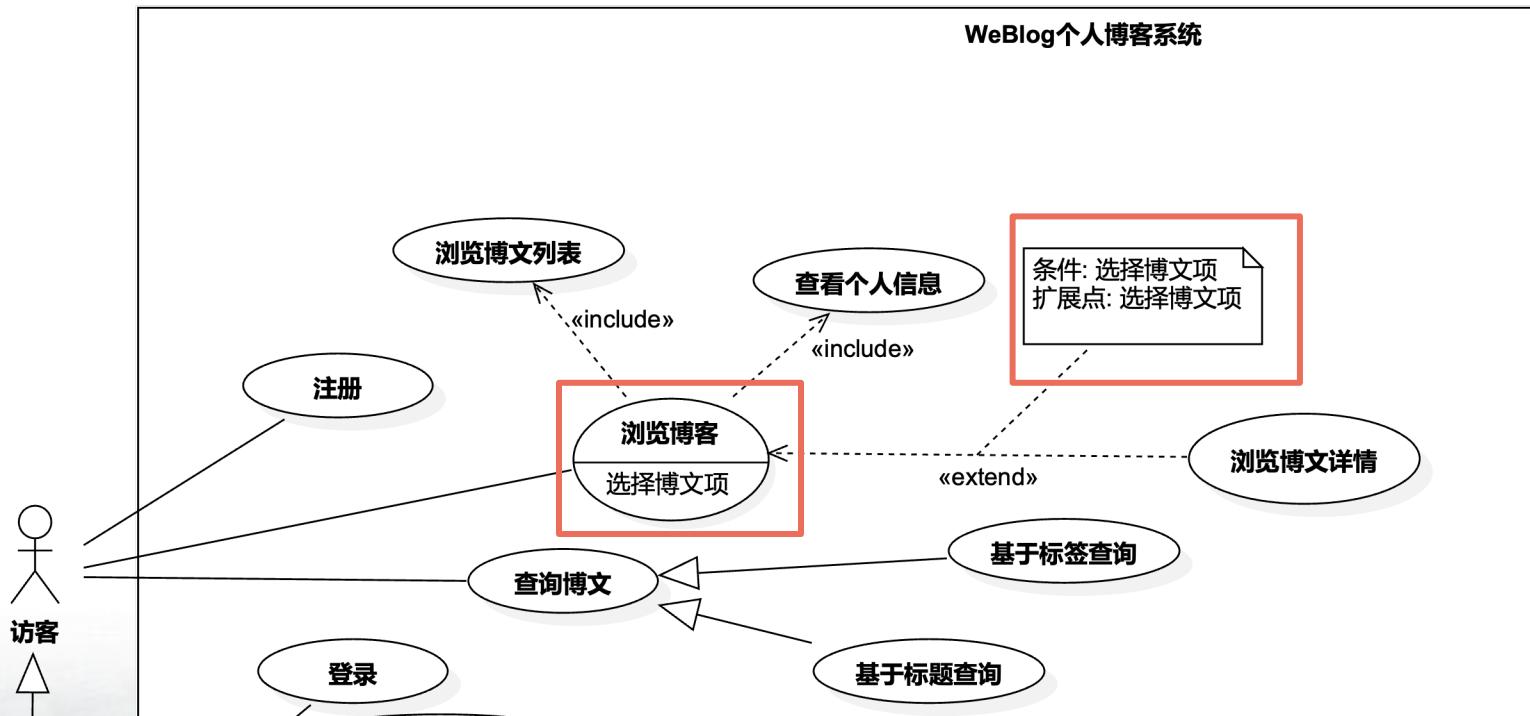
系
大
学



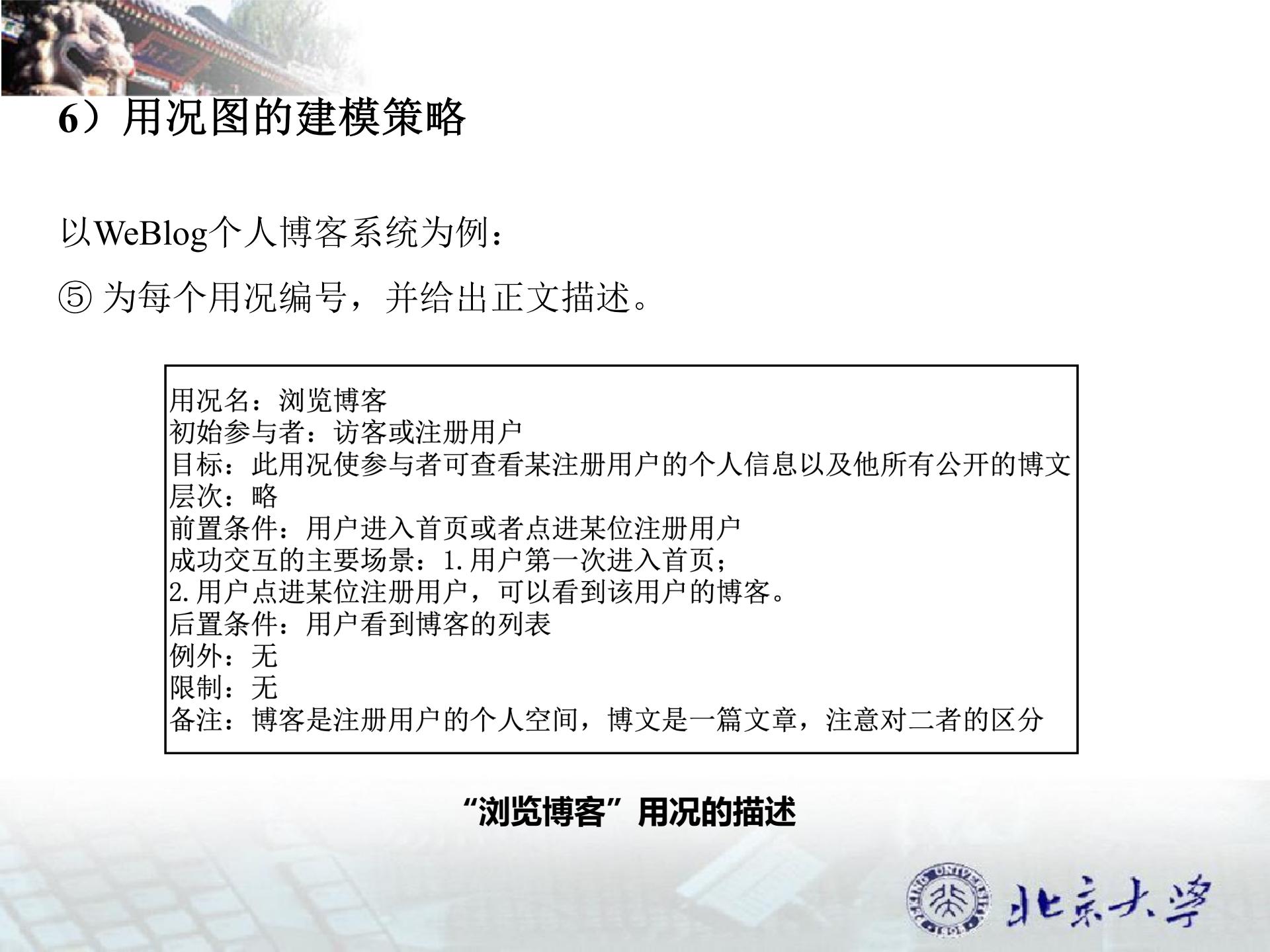
6) 用况图的建模策略

以WeBlog个人博客系统为例：

- ④ 添加扩展点，在箭头上标明扩展关系的扩展点和扩展条件。



北京大学



6) 用况图的建模策略

以WeBlog个人博客系统为例：

⑤ 为每个用况编号，并给出正文描述。

用况名：浏览博客

初始参与者：访客或注册用户

目标：此用况使参与者可查看某注册用户的个人信息以及他所有公开的博文

层次：略

前置条件：用户进入首页或者点进某位注册用户

成功交互的主要场景：1. 用户第一次进入首页；

2. 用户点进某位注册用户，可以看到该用户的博客。

后置条件：用户看到博客的列表

例外：无

限制：无

备注：博客是注册用户的个人空间，博文是一篇文章，注意对二者的区分

“浏览博客” 用况的描述



北京大学



5. 软件需求描述工具：用户故事

概念：用户故事在软件开发过程中被作为描述需求的一种表达形式。每个用户故事是一个系统用户可能经历的使用场景。

名称：注册用户通过WeBlog个人博客系统编辑并发布博文

用户故事描述：

1. 系统在主页提供一个“新建博文”的按钮；
2. 注册用户点击按钮；
3. 系统转入博文编辑界面，提示用户可以从标题、简介、标签、内容、博文权限五个方面创建新博文；
4. 注册用户填写标题、简介，添加标签并设置博文权限；
5. 系统以列表形式展现注册用户添加的标签；
6. 注册用户通过系统提供的编辑器，实时编写预览博文发布后的效果，或上传并插入图片；
7. 如果上述内容均已填写，页面的“提交博文”按钮就转为可点击状态；
8. 注册用户点击“提交博文”按钮；
9. 系统发布博文，并显示该博文的详情页面。



北京大学



5. 软件需求描述工具：用户故事

- 用户故事是简要的意向性陈述，描述系统需要为用户做的事情，不是详尽的需求说明书。
- 用户故事要做到：
 1. 代表有价值功能的小型增量，可以在数天到数周的周期内开发；
 2. 用户故事容易估算成本；
 3. 方便开发者和用户讨论；
 4. 小，有价值，可测试等。
- 由客户和开发团队一起协作编制完成，便于开发团队将故事分解为任务；
- 用户故事常用于敏捷开发。



北京大学



用户故事反例

名称：教师在白板上绘制

事件：

1. 教师点击文字按钮，设置文字大小、颜色，再点击白板，可以在白板上键入文字
2. 教师点击笔刷按钮，可以设置笔触颜色，笔触大小，再点击白板，可以在白板上画出自定义的内容
3. 教师点击图形按钮，可以在白板上绘制相应的图形，可以设置图形填充颜色，图形轮廓颜色为笔触颜色
4. 教师点击“撤销”按钮撤销上一步操作
5. 教师点击“恢复”按钮恢复被撤销的一步操作



名称：教学区域教师切换白板标签

事件：

1. 教师单击白板标签，切换到白板视图



名称：消费者与机器人沟通

事件：

1. 用户点击“客服”
2. 系统查询数据库，分析特征，导入给机器人显示给用户“接入机器人”
3. 用户向机器人提问
4. 系统查询数据库，分析语义，匹配问题，以机器人身份显示答案给用户



例子来自——计蒜客



北京大学

6、软件需求规约（S R S）及其格式

1) 概念

一个**软件需求规约**是一个软件项/产品/系统所有需求陈述的正式文档，**是一个软件产品 / 系统的概念模型。**

2) 基本性质

一般来说，SRS应必须具有以下4个性质：

- ①**重要性和稳定性程度(Ranked for importance and stability).**例如:基本需求、可选的需求和期望的需求。
- ②**可修改的(Modifiable):**在不过多地影响其它需求的前提下，可以容易地修改一个单一需求.
- ③**完整的(Complete):**没有被遗漏的需求.
- ④**一致的(Consistent):**不存在互斥的需求.



北京大学



其中，就功能的需求规约来说，还应考虑以下问题：

- (1) 功能源。
- (2) 功能共享的数据。
- (3) 功能与外部界面的交互。
- (4) 功能所使用的计算资源。



北京大学



3)需求规约（草案）格式

在获取以上初始需求的基础上，可采用IEEE标准830-1998所给出的格式，完成一个完整的需求文档草案的编制工作。

1. 引言

1.1 目的

1.2 范围

1.3 定义，缩略语

1.4 参考文献

1.5 概述（即项目范围）



北京大学

- 
- 2. 总体描述**
 - 2.1 产品概述**
 - 2.2 产品功能**
 - 2.3 用户特性**
 - 2.4 约束**
 - 2.5 假设和依赖**
 - 3. 特定需求**
- 附录**
- 索引**



北京大学



第三部分“特定需求”，是文档的技术核心。一般来说，应根据不同类型的系统来构造这一部分，其中可能会涉及一些模板：

模板 1：根据系统运行模式，把第三部分划分为一些小节，并在一个小节中给出系统性能的规约。

模板 2：通过一种可选的模式划分，把第三部分划分为一些小节，其中每种模式的性能包含在该模式的规约中。

模板 3：根据用户类，把第三部分划分为一些小节，其中每类用户执行的功能包含在该类用户的描述中。

模板 4：按对象，把第三部分划分为一些小节，在每一小节中给出该对象所关联的功能。



北京大学



模板 5：根据系统层的特征，把第三部分划分为一些小节，其中，对任意给定的功能需求，可以分布于若干个特征。

模板 6：根据激发（Stimulus），把第三部分划分为一些小节，其中给出响应每一激发所执行的功能的规约。

模板 7：按一个功能层次，把第三部分划分为一些小节，其中，功能的规约是根据它们在信息流上的活动、信息流上所执行的处理以及通过该信息流的数据。

模板 8：根据用户类、功能和特征，把第三部分划分为一些小节。

注：还可能给出其他组织方式。最终所选定的格式，应适合组织的经验、应用及环境、表达需求所使用的语言等。



北京大学



4) 表达需求规约(规格说明书)的三种风格

在获取SRS (草案) 期，一般应使用非形式化语言来表达需求规约。

① 非形式化的规约

即以一种自然语言来表达需求规约，如同使用一种自然语言写了一篇文章。

其中：可以不局限于那种语言通常所约定的任何符号或特殊限制（例如文法和词法），但要为那些在一个特定语境中所使用的术语提供语义定义，一般情况下，该语境与通常使用该术语的语境是有区别的。



北京大学



在对需求进行技术分析期间，一般应采用半形式化语言来表达需求规约

②半形式化的规约

即以半形式化符号体系(包括术语表、标准化的表达格式等)来表达需求规约。因此，半形式化规约的编制应遵循一个标准的表示模板(**一些约定**)。

其中：

- (1) 术语表明确地标识了一些词，可以基于某一种自然语言
- (2) 标准化的表达格式(例如数据流图、状态转换图、实体关系图、数据结构图以及过程结构图等)标识了一些元信息,支持以更清晰的方式系统化地来编制文档.

注：应用中,不论是词还是标准化的表达格式,在表达上均必须遵循一些约定,即应以一种准确和一致方式使用之。



北京大学



对于质量（特别是安全性）要求比较高的软件产品 / 系统，

一般应采用形式化语言来表达需求规约

③ 形式化规约

即以一种基于良构数学概念的符号体系来编制需求规约，一般往往伴有解释性注释的支持。其中：

- 以数学概念用于定义该符号体系的词法和语义；
- 定义了一组支持逻辑推理的证明规则，并支持这一符号体系的定义和引用。



北京大学



注 1：软件系统本来就是复杂的，因此没有必要把系统的规约或实现“束缚”于某一技术上，即可以同时使用多种技术，分析用户需求，并建立相应的文档。例如，假定一个软件系统可能需要一个数据库、一些通讯构件和一个关键控制部分。其中，有关数据库的需求，可以使用一个实体关系图；对于那些通讯构件的需求，就可以使用一个状态变迁图；而对于关键控制部分，就可能需要使用形式化符号。适宜地使用多种可用的方法，就有可能实现高质量SRS的目标。

注 2：确定什么样的需求规约表达方式，这是组织或项目经理的责任，并负责监督需求开发过程的状态和进展，保证其结果符合项目规定的质量、预算和进度。



北京大学



5)需求规约的作用

其作用可概括为：

第一， 是最重要的， 作为软件开发组织和用户之间一份事实上的技术合同书；是产品功能及其环境的体现。

第二， 对于项目的其余大多数工作， 它是一个管理控制点。

第三， 对于产品的设计， 它是一个正式的、 受控的起始点。

第四， 是创建产品验收测试计划和用户指南的基础,即基于需求规约一般还会产生另外两个文档——初始测试计划和用户系统操作描述。



北京大学



①初始测试计划

主要内容:对未来系统中的哪些功能和性能指标进行测试，以及达到何种要求。

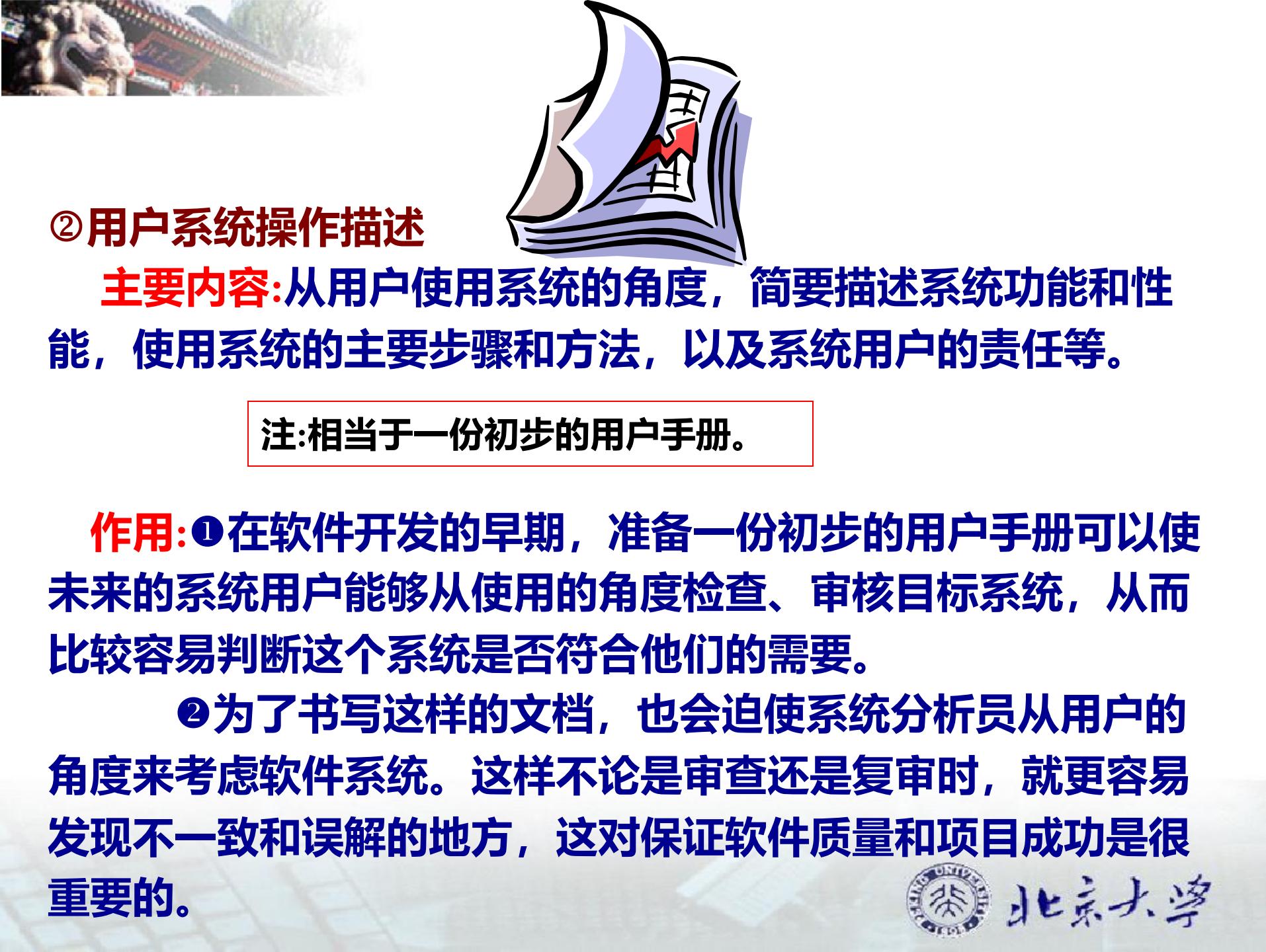
作用:指导系统开发早期发现并修改一个错误，减少测试代价。

注:在以后阶段的软件开发中，对这个测试计划要不断地修正和完善，并成为相应阶段文档的一部分。

注:大量的统计数字表明，在系统开发早期发现并修改一个错误的代价往往很低，越到系统开发的后期，改正同样错误所花费的代价越高。例如，假设在需求分析阶段检测并改正一个错误的代价为1个单位，那么到了软件测试阶段检测并改正同样的错误所花费的代价，一般需要10个单位，而到软件发布后的代价就可能高达100个单位。



北京大学



②用户系统操作描述

主要内容:从用户使用系统的角度，简要描述系统功能和性能，使用系统的主要步骤和方法，以及系统用户的责任等。

注:相当于一份初步的用户手册。

作用:①在软件开发的早期，准备一份初步的用户手册可以使未来的系统用户能够从使用的角度检查、审核目标系统，从而比较容易判断这个系统是否符合他们的需要。

②为了书写这样的文档，也会迫使系统分析员从用户的角度来考虑软件系统。这样不论是审查还是复审时，就更容易发现不一致和误解的地方，这对保证软件质量和项目成功是很重要的。



北京大学



SRS所不能实现的作用

第一，它不是一个设计文档。它是一个“为了”设计的文档。

第二，它不是进度或规划文档，不应该包含更适宜包含在工作陈述(SOW)、软件项目管理计划(SPMP)、软件生存周期管理计划(SLCMP)、软件配置管理计划(SCMP)或软件质量保证计划(SQAP)等文档中的信息。因此，在SRS中不应给出：

项目成本；交付进度；报告规程；

软件开发方法；质量保证规程；配置管理规程；

验证和确认规程；验收规程；安装规程。



北京大学



7. 软件需求的评审（需求验证）

对需求文档中定义的需求执行多种检查，以验证需求是否真正按照客户的意愿来定义系统的过程：

- (1) 有效性检查：系统有不同的用户，这些用户需要不同的功能。
- (2) 一致性检查：在文档中，需求不应有冲突。
- (3) 完备性检查：需求文档应该包括所有系统用户想要的功能和约束。
- (4) 真实性检查：基于对已有技术的了解，检查需求以保证需求能真正实现。
- (5) 可检验性检查：为了减少客户和开发商之间存在的争议，系统需求的书写应总是可以检查的。即有一组检查方法来检验交付的系统是否满足每一个定义的需求。



北京大学



7、软件需求的管理

1) 概念

在项目进展中标识、控制和跟踪软件需求以及需求变更的一组活动。
一般和软件配置管理技术结合。

2) 目标

让客户和开发组织保持对需求的共同理解，维护需求和其他软件制品的一致性，并控制软件需求的变更。



北京大学



7、软件需求的管理

3) 需求的标识和跟踪

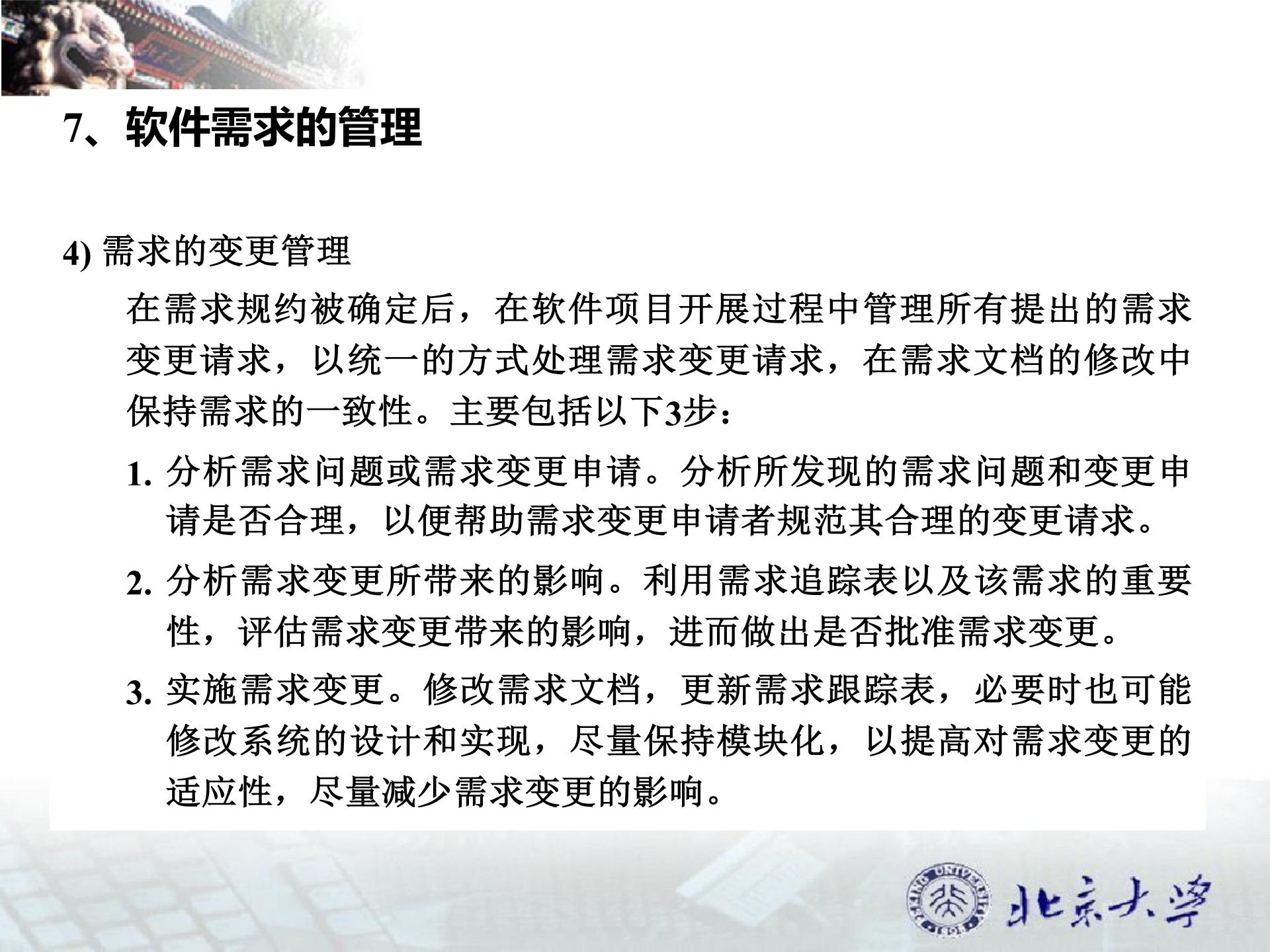
为每一项需求命名唯一标识符，并在此基础上建立多个需求跟踪表，以更好地管理需求变更。需求跟踪表描述了所标识的需求和系统或环境的哪个方面有关联，可分为：

1. 特征跟踪表：描述需求和系统或产品的哪个特征相关联。
2. 来源跟踪表：描述每个需求的来源。
3. 接口跟踪表：描述需求与哪个内部或外部接口相关联。
4. 依赖跟踪表：描述需求与哪个需求有依赖关系。

这些需求跟踪表一般作为需求管理系统的一部分，以便于管理需求。



北京大学



7. 软件需求的管理

4) 需求的变更管理

在需求规约被确定后，在软件项目开展过程中管理所有提出的需求变更请求，以统一的方式处理需求变更请求，在需求文档的修改中保持需求的一致性。主要包括以下3步：

1. 分析需求问题或需求变更申请。分析所发现的需求问题和变更申请是否合理，以便帮助需求变更申请者规范其合理的变更请求。
2. 分析需求变更所带来的影响。利用需求追踪表以及该需求的重要性，评估需求变更带来的影响，进而做出是否批准需求变更。
3. 实施需求变更。修改需求文档，更新需求跟踪表，必要时也可能修改系统的设计和实现，尽量保持模块化，以提高对需求变更的适应性，尽量减少需求变更的影响。



北京大学



用况图示例

● 题目要求

- 很多软件系统在一开始都需要登录，若用户登录成功，则可进入系统。
- 如下以一个研究生学籍管理系统为例，描述四种登录方法。
- 为了简化起见，此系统仅包括登录、选课和查看学分这3项功能。



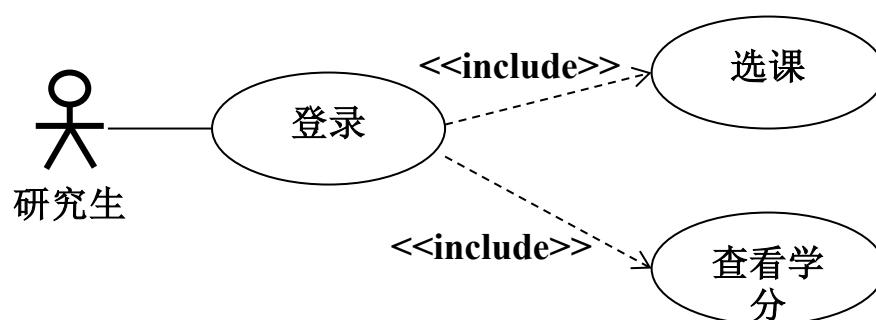
北京大学



用况图示例

- 方案一：

- 由于选课和查看学分都需要登录，故专门设立一个“登录”用况。若登录成功，则可以进行选课，也可以进行查看学分。
- 缺点是，必须要了解系统的所有其它模块，才能描述清楚“登录”用况。向系统增加新用况时，也要修改登录用况。此外，从维护的角度看，有时会忘记对“登录”用况进行修改。



用况“登录”的描述:

研究生启动系统；
系统提示研究生输入研究生证号和密码；
研究生输入研究生证号和密码；
系统进行验证，给出验证信息；
若通过，若该生选择选课
 系统执行用况“选课”；
若通过，若该生选择查看学分
 系统执行用况“查看学分”；

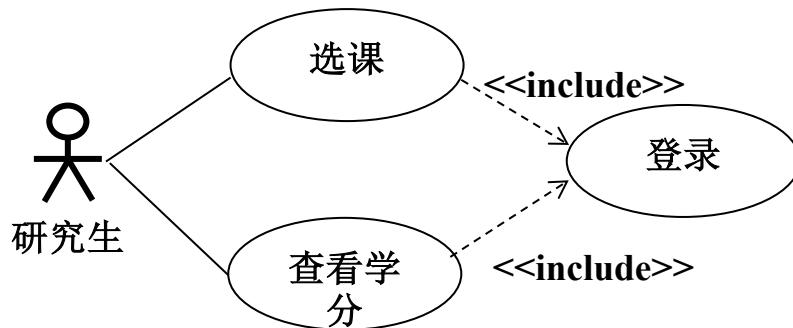




用况图示例

- 方案二：

- 让所有的相关用况都包含登录用况。
- 这个方法中的“登录”用况仅描述有关登录的信息，研究生执行系统的每项功能都要先登录。其缺点为，对研究生要进行多次验证。



用况“选课”的描述：

研究生启动系统，调用用况“登录”
若通过，系统执行用况“选课”的其余部分

用况“查看学分”的描述：

研究生启动系统，调用用况“登录”
若通过，系统执行用况“查看学分”的其余部分；



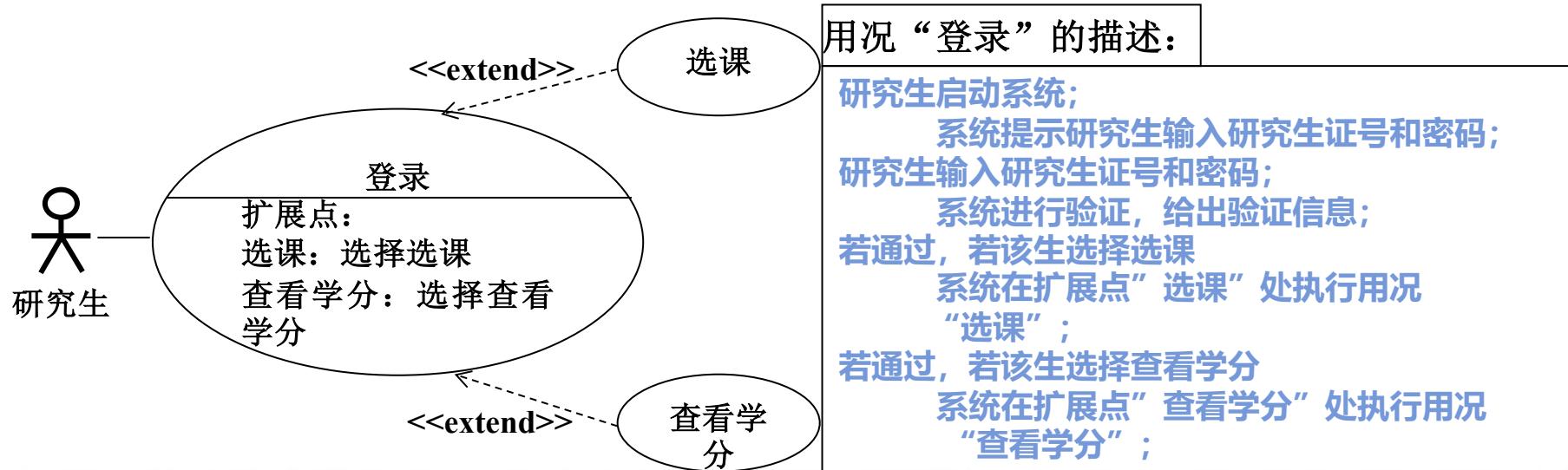
北京大学



用况图示例

• 方案三：

- 使用扩展，设计系统登录。
- 该方法与方法一相比，对“登录”用况的描述要清楚一些。
。在增加新用况时，仅在登录用况中添加扩展点即可。

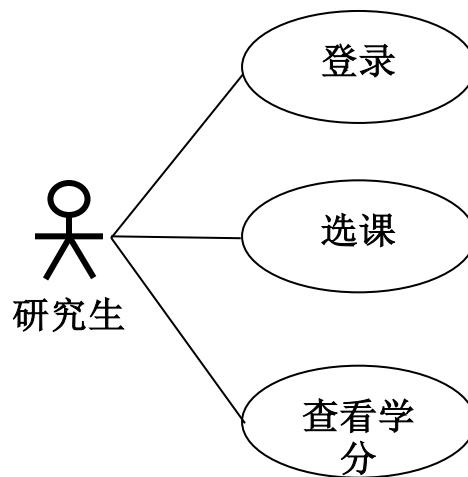




用况图示例

• 方案四：

- 登录用况完全独立于其它用况。
- 若使用该方法，必须要在“选课”用况和“查看学分”用况中指定前置条件：只有在登录成功后才能执行自己。



用况“登录”的描述:

研究生启动系统；
系统提示研究生输入研究生证号和密码；
研究生输入研究生证号和密码；
系统进行验证，给出验证信息；

用况“选课”的开始部分的描

若研究生通过了登录且选择了选课，
系统开始执行用况“选课”；
.....



北京大学



- 思考：用况图没有描述哪些需求？
 - 以上述系统为例，说明此问题。



北京大学