

北京大学信息科学技术学院

软件工程

2025年9月 – 2025年12月

主讲教师：孙艳春

Email: sunyc@pku.edu.cn

本次课程内容目录

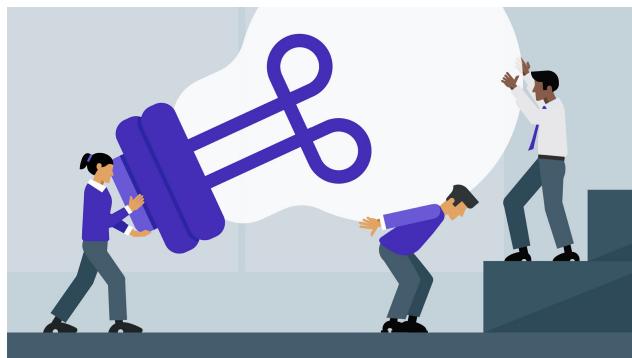
- 课程的基本目的
- 教科书及教学参考书
- 学生成绩的评定方法
- 课程实践
- 软件工程课程的收获与学习感悟
- 教学计划
- 课程辅助学习网站和基于LLM的软件工程智能学习助手
- 软件工程概论
- 软件工程基本知识结构



北京大学

课程基本目的

- 软件工程
 - 计算机类专业的一门核心专业课程，软件工程专业必须课
- 设置本课程的目的
 - 使学生掌握软件开发和维护的方法学，了解软件开发过程和软件项目管理基础知识
 - 通过案例教学和课程实践培养学生软件开发和维护的能力
 - 通过课程实践，培养学生软件项目管理的思想，即对一个软件项目的工作量、成本、进度和人员的计划和管理的思想
 - 培养学生工程素质和团队精神，及综合实践的能力。
 - 介绍前沿软件工程（人工智能、大数据、云计算、区块链、物联网驱动的软件工程），培养学生对软件工程的前瞻性和创新思维



软件工程课程是一门教授和指导学生们多人分组进行分布式协作、迭代式项目开发的课程，培养大家用系统化、工程化的思想、方法和技术解决复杂的问题。



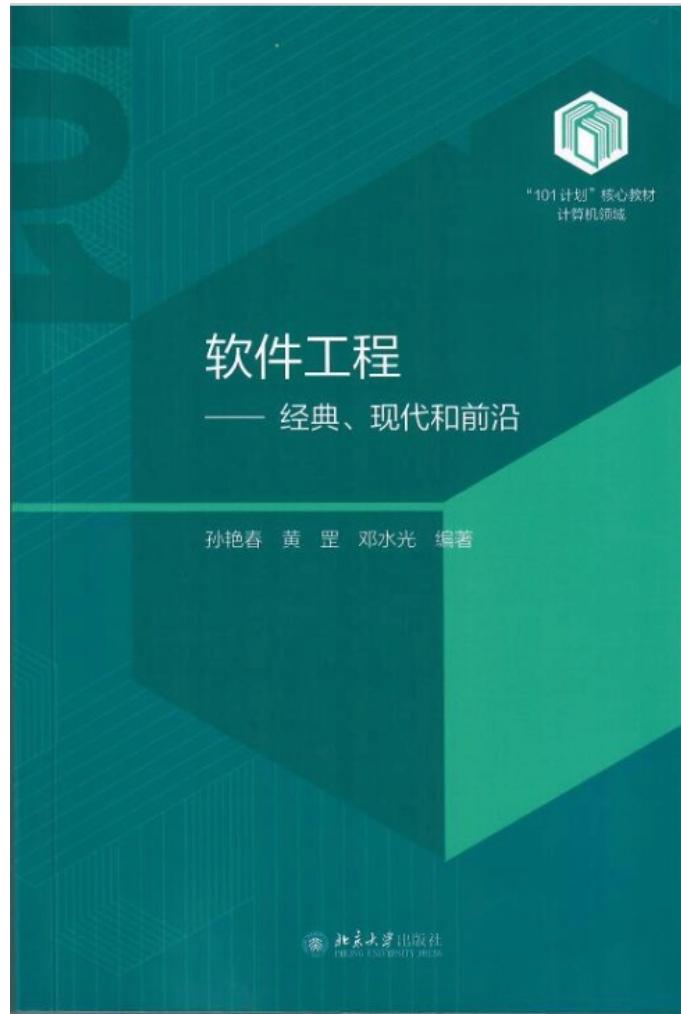
北京大学

教科书及教学参考书

- **主教材**

教育部“101计划”软件工程核心教材：

孙艳春，黄罡，邓水光. 软件工程：经典、现代和前沿. 北京大学出版社，2024年2月出版.



北京大学

教科书及教学参考书

• 参考书

- Roger S. Pressman等著. 软件工程：实践者的研究方法 (原书第九版). 王林章等译. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- Ian Sommerville著. 软件工程 (原书第十版). 彭鑫等译. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- 毛新军, 董威. 软件工程：从理论到实践. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- 李军国主编. 软件工程案例教程 (第2版). 北京: 清华大学出版社, 2018.
- 邵维忠, 杨芙清. 面向对象的分析与设计. 北京: 清华大学出版社, 2012-12-25.
- 施瓦尔贝 (schwalbe, K.) 著, 杨坤等译, IT项目管理, 北京: 机械工业出版社, 2011.01.
- Patton,R.著, 张小松等译, 软件测试(原书第二版), 北京: 机械工业出版社, 2006.4.
- 朱少民等, 软件测试实验教程.北京: 清华大学出版社, 2019.6



北京大学

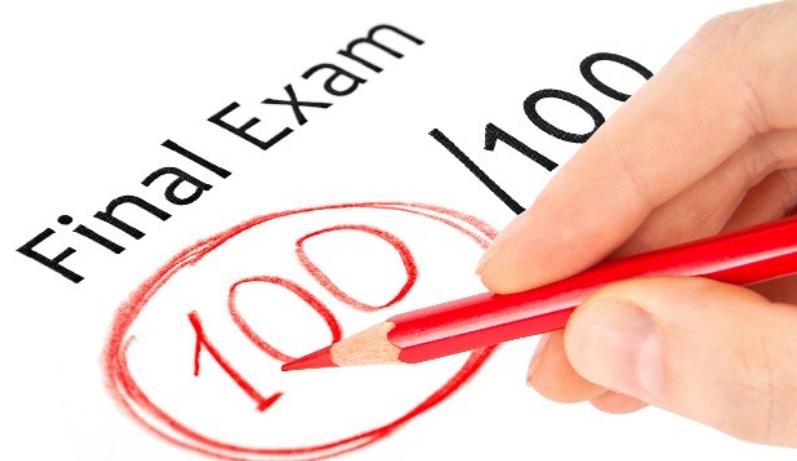
学生成绩的评定方法

- **要求**

- 理论和实践相结合
- 不仅掌握基本概念、方法
- 而且能将其应用到实践中

- **评定方法**

- 平时表现 (8%)
 - 包括课堂出勤情况，课堂问题回答情况
- 平时作业 (12%)
- 课程实践 (40%)
 - 课程项目实践占30%
 - 课堂作业实践占5%
 - 前沿软件工程报告占5%
- 期末笔试 (40%)



课程项目实践要求

1. 分组要求

学生组成项目小组（一般5-7人），选出一个负责人，并在助教的指导下，由各小组负责人组织小组成员一起完成具体的实践课题任务。

2. 每周小组例会

每周小组例会，保证所有小组成员在规定时间内一起交流课程实践的进展，讨论课程实践遇到的问题及解决方案。助教参加每周例会，并给出建议和指导。

3. 课堂实践报告与讲评

在进行课程实践的关键阶段（软件开发计划、软件需求分析和设计、敏捷开发与测试实践及项目总结），各小组要进行课堂实验报告，由老师和助教现场提问及给出点评。**要求每个学生至少报告一次。**

4. 课程实验总结报告与讲评

在课程实践的过程中，各小组要按照各阶段软件工程文档标准书写详细的课程实践总结报告。由所有的助教和老师一起分析各小组报告，给出评审意见。

要求同学具有团队协作精神、在课程实践中努力体会项目开发和管理的重点和难点，体验团队开发软件项目的乐趣和成就感！



北京大学

课程实践评分方法

课程项目实践占总成绩的30分。具体规则是：

- 首先得出实践小组分数
 - 评分来源：教师助教评分、组间互评评分
 - 评分依据：选题评分（鼓励选择来自实际需求的项目）、项目难度评分、项目完成度评分
- 再在实践小组分数基础上调整得到每位同学的实践分数
 - 评分来源：教师助教评分、组内互评评分
 - 评分依据：组内合作情况（小组会议、分工、项目贡献）和实践报告出席情况



北京大学

课程实践的软件类型

实践小组可以通过调研、论坛等方式发布征集项目的通知，或者应征别人发布的项目，作为课程实践内容。也可以借鉴以往课程实践系列的题目，在助教的指导下对题目进一步创新和完善，然后作为课程实践项目的需求。建议各个项目尽可能融入AI技术，使得所开发应用成为智能化软件系统。

1. Web应用

通过浏览器访问的应用，采用web技术（HTML、CSS、Javascript等）开发前端、具有服务器端程序响应请求。最好能同时考虑桌面浏览器和手机浏览器访问的兼容情况。

2. 手机应用

面向Android、iOS等智能手机操作系统的应用程序。可以任选一种目标平台进行开发，也可通过跨平台框架，开发多个平台的应用。还可利用微信开放平台、抖音开放平台开发小程序等应用。

注：开发Android应用最好要求电脑拥有8G及以上的内存，请酌情选择

3. 其他应用（例如面向可穿戴设备的应用）

- 面向可穿戴设备的应用（可基于智能手环手表提供的API开发智能服务）；
- 人工智能、区块链、大数据、云计算相关的软件开发；
- 桌面应用程序：注意选题的工作量和深度。



课程实践

课程实践的选题举例（题目范围和类型不限）

一、智慧学习系列

1. 智慧课堂

大学课堂往往人数太多，师生交流是一个难题，签到点名、提问问题、了解学生掌握情况、学生间讨论非常不方便。智慧课堂通过提供一个便捷的交互方式，促进师生双方的互动，提高课堂学习效率。

Notemate:
Notemate云课堂（清华大学）
是一款专注于提升主讲人与听众
交互体验、全面覆盖课内外学习
过程、集成满足用户终身学习需求
的综合性的教育信息化工具。



课程实践

2. 智慧组卷

测验一直是课程学习中一个绕不开的话题。为了能方便老师快速为学生们准备测验试卷、方便学生们随时对自己的学习成果进行检验，智能组卷王致力于傻瓜式的出题流程，根据用户要求自动选择试题并组装成考试试卷，同时支持试卷导出。

组卷一时爽，一直组卷一直爽

智能组卷王：
2019年软件工
程课程作品

科目 语文 数学 英语 物理 化学 生物 政治
 历史 地理

年级 小学 初中 高中

难度 简答题 中等题 难题 竞赛题

更多 地区 ▾ 年份 ▾ 题目来源 ▾

综合排序 ↗ 热度排序 ↗ 时间排序 ↗



北京大学

课程实践

3、ClaviCode--来自北大校内的实际需求的项目

项目简介：

一款面向编程教学者和初学者的功能强大的在线IDE。

功能选择区

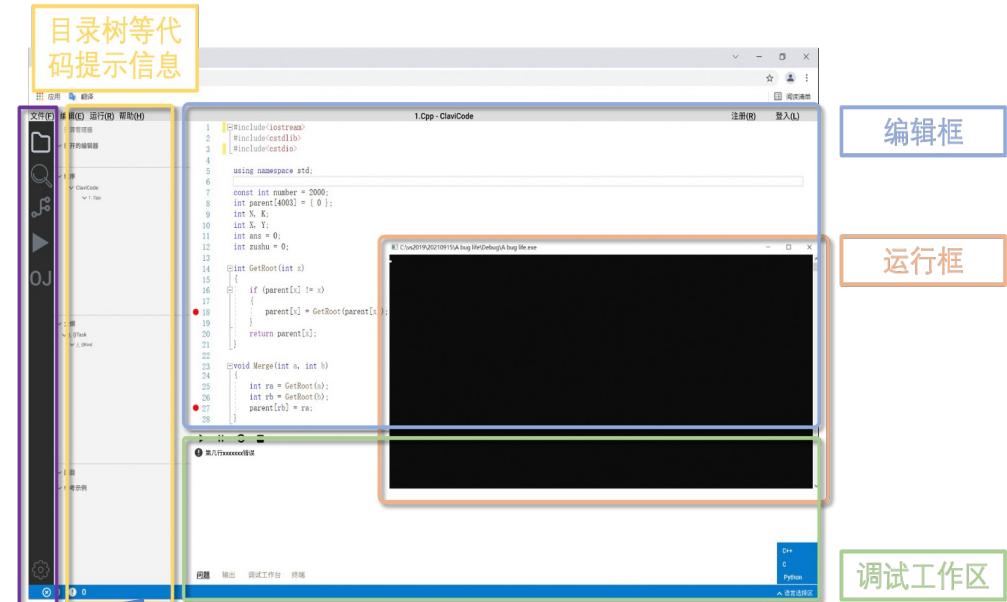
项目特性：

零配置：网页即开即用

原生体验：类VS Code的编程支持

多语言支持：Python & C/C++

外部接口丰富：可接入编程网格



ClaviCode：
2021年软件工程
课程作品



北京大学

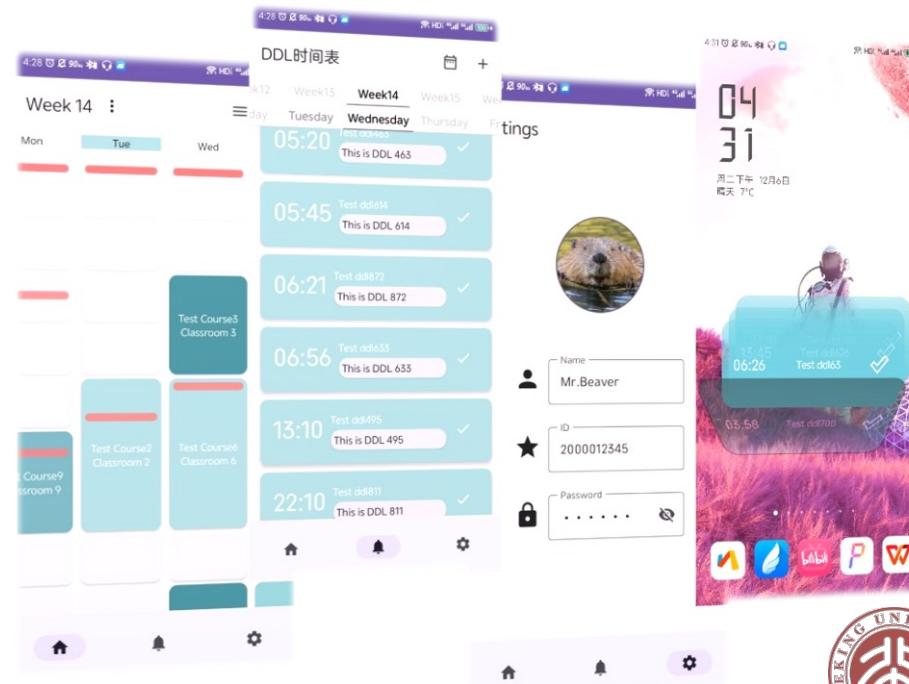
课程实践

4、Time Manager

项目简介：Time Manager是一款将课程表和DDL结合为核心的学生的时间管理工具。本软件为用户提供了：

- 更加自由与易查看的课程表
- 更加直观与轻交互的DDL
- 更加高效和自动化的课程表/DDL增修
- 更加直观和本地化的用户界面

Time Manager：
2023年软件工程
课程作品



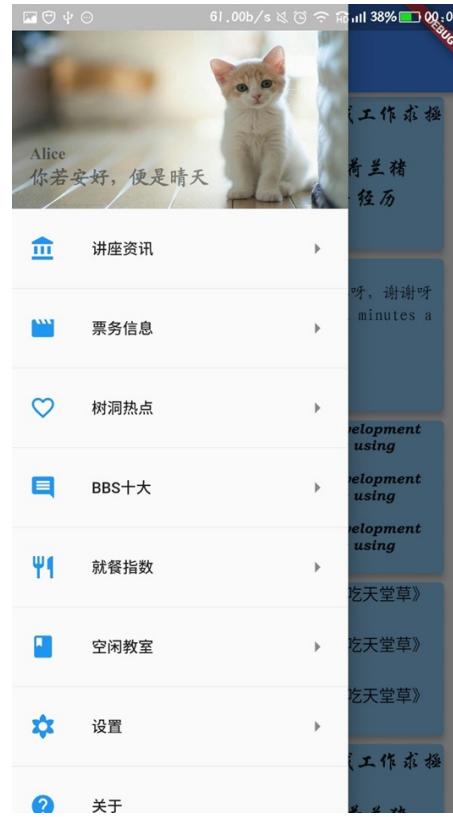
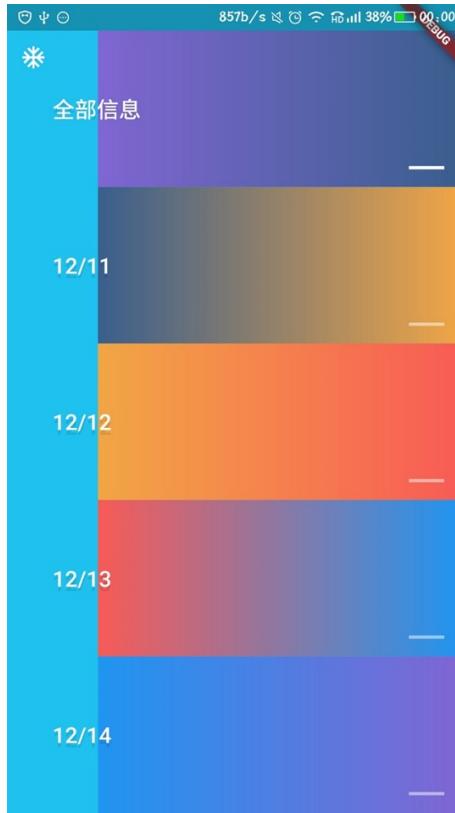
北京大学

课程实践

二、智慧生活系列

1. 智慧推送

生活在信息时代，人们每天接触到海量的信息，然而其中对现实生活有用的信息可能寥寥无几。智慧推送对校内生活所需的各类信息进行整合，在一个客户端中便可查看自己感兴趣的信息。



PKU Info Master:
2018年软件工程作品
一款北大各类信息整合、
集成、显示的安卓端应
用，可以展示BBS、树
洞、食堂拥挤情况等信
息。



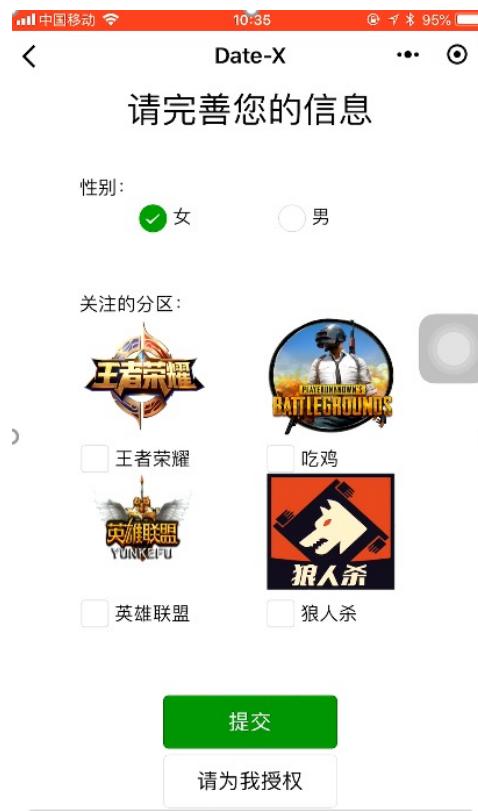
北京大学

课程实践

2. 智慧组团

众人拾柴火焰高，生活中很多事情需要组建团队来完成，在校园中尤为普遍。不论是课程大作业招人、组队参加比赛等学习生活，还是征人出游、聚会吃饭等日常生活，都离不开组团。智慧组团提供一个快速征人组团的平台。

DateX：
2018年软件工程作品
DateX是一款面向校内同学的社交组队应用。
它为“开黑”“面杀”等活动的组队提供了便利。



北京大学

课程实践

3. 智慧点评

在决策前查看他人评论已经成为互联网用户的普遍习惯之一。智慧点评类应用为用户提供一个分享评论的平台，并根据用户偏好等特征为用户提供个性化的推荐。

食刻：

2018年软件工程作品
食刻是一款面向校内用户的安卓端点评应用，
可以帮助用户深入认识
“舌尖上的北大”。



课程实践

4.智慧社团

丰富多彩的社团是大学生活不可或缺的一部分，而广大学子们也对社团生活抱有着美好的憧憬。然而，除了每年的“百团大战”，一般学生接触和了解社团的途径非常有限。“百团通”就提供了这样一个社团宣传、招新、推广的平台。

百团通：
2020年软件工程课程作品



课程实践

5. 喵懂—来自北大校内社团的项目

项目简介：

重新认识燕园的每一只猫

项目特性：

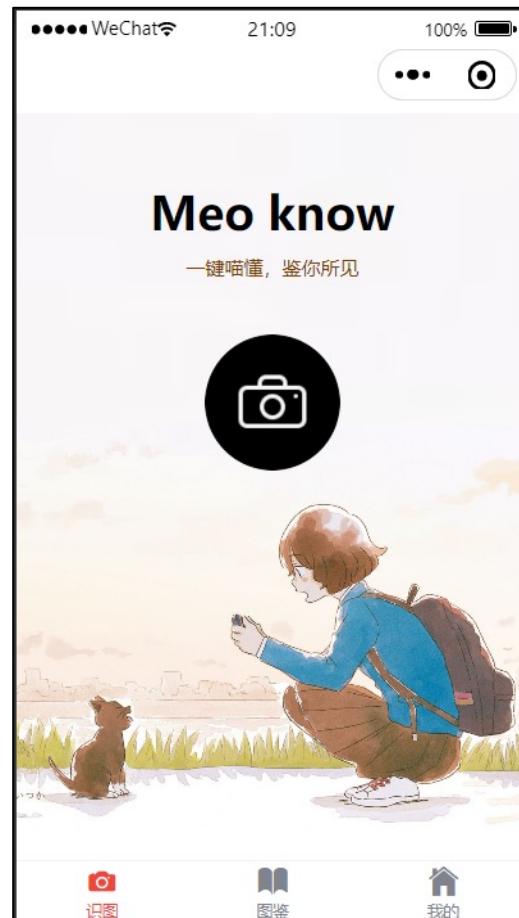
猫咪识别：使用深度学习识别猫咪

猫咪图鉴：构建社区分享猫咪知识

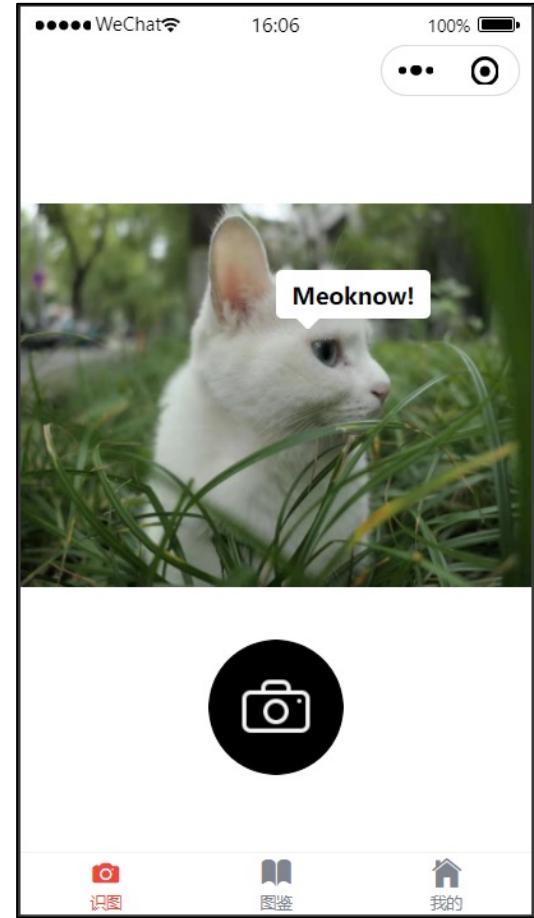
方便使用：基于微信小程序

喵懂：

2021年软件工程课程作品



首页



猫咪识别

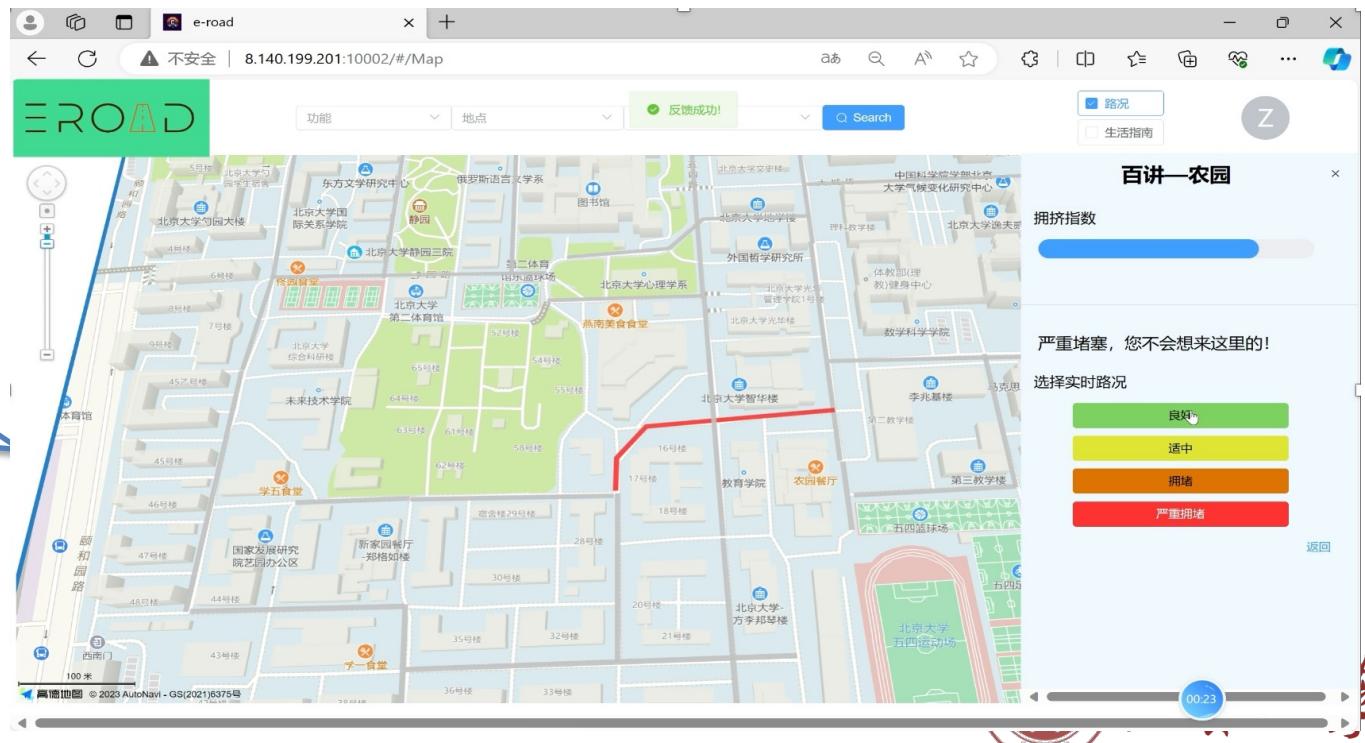


北京大学

课程实践

6. E路相伴

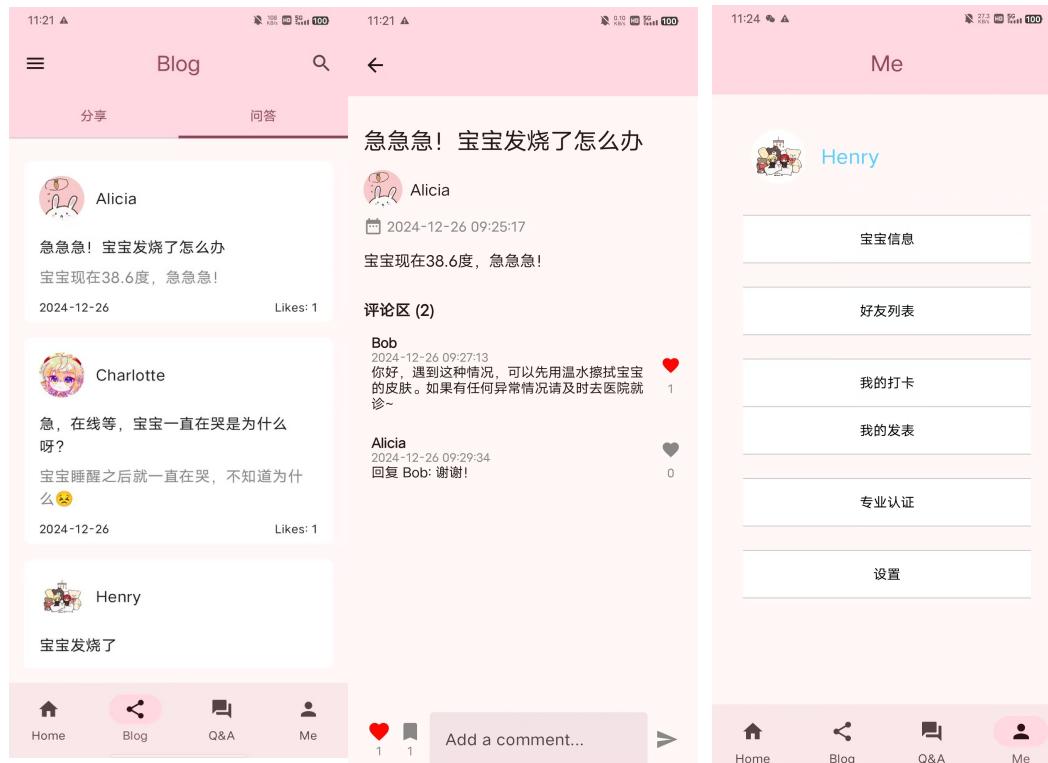
项目简介：对许多同学来说，校内地点相关信息的获取具有不精确、不及时；信息渠道杂、缺少系统性分类等问题。此软件是一个校内功能性地图WEB软件，用以解决上述的问题。其功能包括：道路/食堂拥堵情况实时信息提供、学校院楼信息提供（如打印机位置、咖啡店、教务办公时间等）、可视化生活指南、学生间交流平台等。



课程实践

7. 伴宝同行 · 新手父母的育儿助手

项目简介：随着“85后”，“90后”步入最佳生育年龄，曾经计划生育年代的“独生子女”如今变成了“新手父母”。由于缺乏育儿经验，新手父母在育儿过程中面临着诸多挑战。从日常护理到教育方法的选择，再到面对疾病和意外时的处理。他们往往需要一个可靠的平台来获取专业知识、分享育儿经验以及解决遇到的难题。本项目旨在通过开发一款专为新手父母设计的安卓应用程序，提供一站式的育儿支持服务。



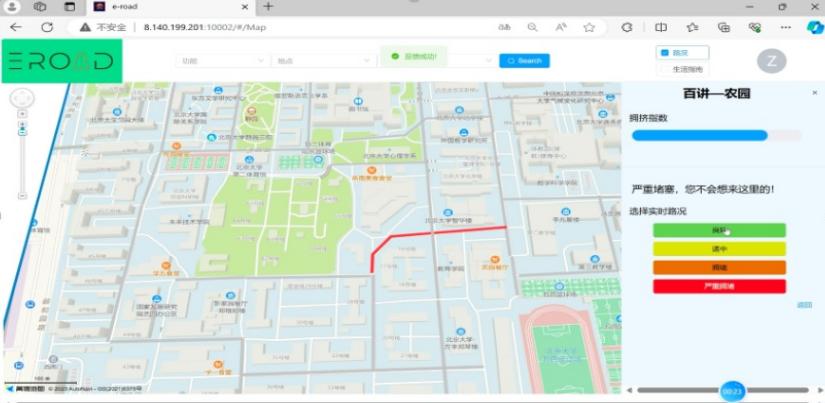
北京大学

优秀课程实践案例展示

GitHub的软件工程课程实践支持平台中包含了两个优秀课程实践案例的展示：

<https://github.com/PKUSECoursePracticeSupportGroup/PKUSECoursePractice/tree/main/%E8%AF%BE%E7%A8%8B%E5%AE%9E%E8%B7%B5%E6%A1%88%E4%BE%8B>, 其中包含了各阶段文档和代码，供大家参考学习

E路相伴



E路相伴是一个校内的功能性地图软件。

对许多同学来说，校内一些地点相关的信息的获取面临着渠道多而杂，信息不精确、不及时，缺少系统性分类等问题。例如想要找打印店的位置，可以在院系公众号上查找是否有相关介绍，也可以在树洞、BBS上搜索相关交流，想要获得符合需求的信息就需要在多个渠道进行查询，即使如此查到的信息可能还会有不少重复信息。而且查找到的信息也可能并不精确，例如只知道理科一号楼可以打印，但具体在哪里并不清楚，或者已经失去了时效性。此外，受限于论坛的交流形式以及篇幅，可能很难面面俱到地介绍一个地点。这些问题为同学们的学习、生活带来了较大不便。

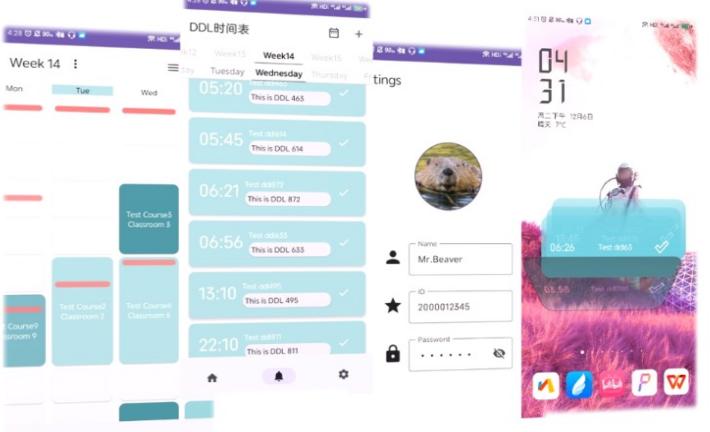
因此，我们小组计划开发这款地图软件，目的是解决上面提到的问题。

作为一个Web应用，本软件能：

- 实时提供学校道路拥堵与食堂拥堵情况
- 提供学校院楼内的各种信息，如打印机位置、咖啡店、教务办公时间等
- 以地点为节点，集成地点的常用信息，成为一个可视化生活指南
- 作为学生与学生之间的交流平台
- 重点提供功能性的地图软件，而不是提供各种信息的地图软件

本软件开发过程中各阶段文档和demo详见文件夹[第1阶段~第5阶段](#)，项目仓库位于[E路相伴](#)。

Time Manager



Time Manager是一款将课程表和DDL结合为核心的学生的时间管理工具。

我们考虑到大学生学习中可能困扰于记录安排诸多DDL与课程学习的矛盾之中，为了帮助大学生(尤其是本校大学生)更好地查询课程时间与任务、记录DDL、安排学习与任务时间，我们设计构思了这款软件。

本软件为大学生提供了：

- 更加自由与易查看的课程表
- 更加直观与轻交互的DDL
- 更加高效和自动化的课程表/DDL增修
- 更加直观和本地化的用户界面



北京大学

软件工程课程的收获

(1) 课程实践的项目可以进行推广，例如创业、比赛等



软件工程课程的收获

(2) 求职面试时，能有更丰富的项目经验



(3) 培养项目管理和团队合作的能力



北京大学

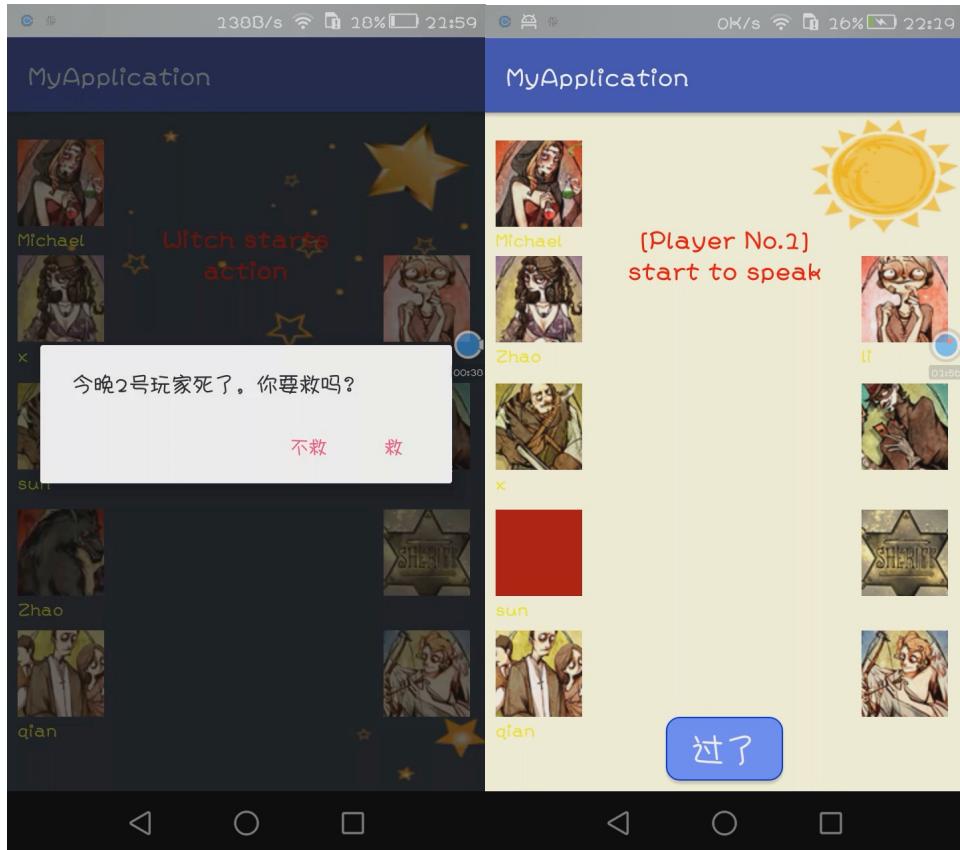
往届学生软件工程课程的感悟

- 前期对需求的规约以及明确的API文档在整个开发流程中都很重要，能够避免许多后期前后端交互遇到的问题。
- app实现过程中编写代码只是一个小的部分，调试与维护占据了更多，在调试app的时候经常出现奇怪的错误。
- 通过这门课程，我了解了软件开发的流程，锻炼了软件开发以及编程能力，对软件开发的重要性有了更深的理解。
- 即时有效的交流讨论非常重要。
- 有时调试花费的时间原高于编程时间，因此在规划时间时就应该留出充足的时间调试。
➤ -- 2018年春季软件工程第四小组



北京大学

往届学生软件工程课程的感悟

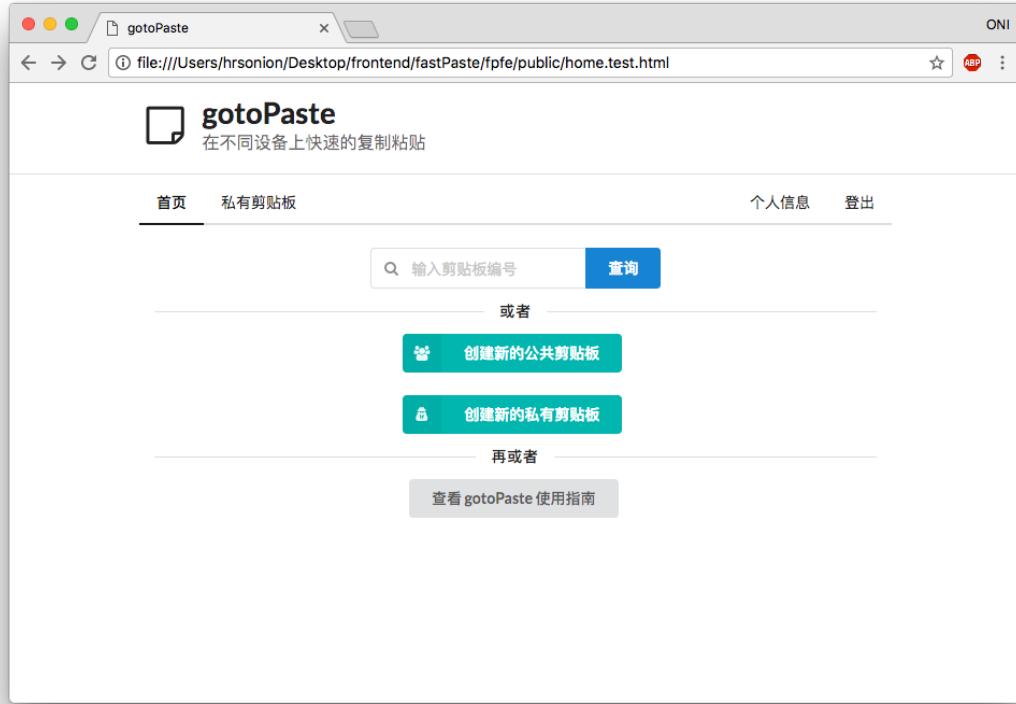


- 前端2,700行代码，后端1,000行代码.....
- 七八次小组会议、详细的会议记录与明确的任务分工.....
- 从零开始的Android开发.....
- 和开始根本不知道能不能实现的语音传输.....
- 对需求把握和任务量估计不够充分...
- 还是要提高姿势水平啊！
- -- 2017年春季软件工程第五小组



北京大学

往届学生软件工程课程的感悟



- 发现需求，画用况图，写需求说明书等前期工作在软件工程中发挥着举足轻重的作用，一个大型软件项目的开发与我们之前自己的小打小闹不同，它涉及了多人协作，不同模块之间耦合，以及其他一些复杂的方面，只有前期完善的准备工作做好了，才能在后续开发中如鱼得水，不会迷失方向。
- 软件开发中团队合作非常重要，一个人的力量毕竟是有限的，尽管一开始合作可能会存在磨合问题，导致各种各样意外的bug，调试时也非常麻烦，但是在磨合过了以后，团队的开发效率是惊人了，同时也避免了个人精力不足可能导致的开发上的缺陷。
- -- 2017年春季软件工程第四小组

往届学生软件工程课程的感悟

- 软件工程给我带来的最有价值的收获是：通过需求规约、系统设计、测试过程等等，我终于学会了一种能够多人合作完成一个大的软件工程项目的方法！同时，我也在项目管理与统筹等方面收获了不少经验。
- 软件工程这门课程给我带来的主要收获是大型项目多人合作的经验。尽管在此前课程中也参与过多人合作的编程项目，但无论是时间跨度、人数还是工程量都达不到本课程的规模。……软工这门课是我获得的其实更多的不是技术能力的提升，而是方法论上的启发，尤其是多人协作开发方面收获了不少宝贵经验。这些经验不仅使我得以在后期和队友的合作过程中越来越顺畅，也使我在其它课程的项目中获益。
- 这门课程不仅让我掌握了软件工程技术本身，更让我意识到，除了技术能力之外，软件工程师还需要具备良好的团队协作能力、注重设计的思维方式，以及熟练运用各种标准化的沟通和记录工具。这些能力和知识都是成为一名优秀的软件工程师所必须具备的，而且也将在未来的职业生涯中发挥重要作用。

➤ -- 2023年秋季软件工程第四小组



hpcgame.pku.edu.cn



北京大学

课程助教

- 江惠珍 jiang2000@pku.edu.cn
- 汪思涵 sihanwang@stu.pku.edu.cn
- 赵潇晗 zxh21@stu.pku.edu.cn



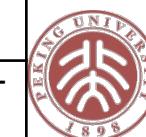
北京大学

教学计划

- 授课方式主要采取线下授课教学形式
- 考试时间：2025年12月30日，上午
- 内容安排：

09-09	课程介绍
09-11	软件过程、软件生存周期模型
09-16	软件需求
09-18	git、github介绍 + 实用软件开发技术
09-23	实用软件开发技术 (2)
09-25	软件项目管理
09-30	第一次课程实践报告
10-09	结构化分析方法+结构化设计 (总体设计)
10-14	结构化设计第二讲
10-16	UML第一讲
10-21	UML第二讲
10-23	面向对象分析：OOA过程、类图构建+课堂实践
10-28	面向对象分析：顺序图构建+课堂实践、活动图构建+课堂实践、
10-30	面向对象分析：状态图构建+课堂实践，面向对象设计第一部分

注：
10月2日和10月7日
国庆节放假



北京大学

教学计划

11-04	面向对象设计第二部分
11-06	面向对象编程, 作业1讲解, 设计模式
11-11	敏捷开发方法
11-13	第二次课程实践报告
11-18	代码质量、编码规范、代码风格、代码复用
11-20	第三次课程实践报告
11-25	软件测试第一讲
11-27	软件测试第二讲
12-02	软件集成、软件交付(CI/CD)、软件部署、群体化的开发; 基于开源软件项目的开发
12-04	软件维护、再工程与软件质量; 作业2讲解
12-09	前沿软件工程 (人工智能、区块链、大数据、云计算等新型技术驱动的软件工程) 报告1
12-11	第四次课程实践报告
12-16	前沿/业界报告 前沿软件工程 (人工智能、区块链、大数据、云计算等新型技术驱动的软件工程) 报告2
12-18	前沿软件工程课程报告
12-23	课程总复习
12-25	第五次课程实践报告
12-30	上午期末考试



北京大学

北京大学教学网课程网站

- <http://course.pku.edu.cn>: 软件工程(25-26学年第1学期)
 - 教学网会发布所有的课程讲义、课程作业、课堂实录、课程通知，请务必密切关注教学网中的课程内容

The screenshot displays the course introduction section of the software engineering website. It includes the following content:

- Course Introduction:** Describes the course as an important professional foundation for undergraduate students in the School of Information Science and Technology. It aims to introduce software system development, maintenance, and project management methods, techniques, and tools, focusing on requirements analysis, software design, code writing, testing, evolution, quality assurance, and team collaboration.
- Teaching Objectives:** Five goals are listed:
 1. Enable students to master the basic ideas of software engineering, including goals, principles, and activities.
 2. Enable students to掌握软件开发和维护的方法学, understand the process and management knowledge of software projects. Through case studies and practical training, students will learn to plan and manage software projects from start to finish.
 3. Through practical training, cultivate students' awareness of software project management, specifically regarding work量, costs, schedules, and personnel planning.
 4. Foster students' engineering qualities, innovative spirit, and teamwork.
 5. Introduce advanced software engineering topics like AI, big data, cloud computing, blockchain, and IoT, encouraging students to think ahead and innovate.
- Course Characteristics:** The course emphasizes practicality, combining theoretical teaching with practical exercises and case studies. It also involves group projects and iterative development to help students develop systematic, engineering thinking and problem-solving skills.



北京大学

线上课程学习网站——中国大学MOOC

- 中国大学MOOC的北京大学《软件工程》--线上课程学习网站

— <https://www.icourse163.org/course/PKU-1003177002>

The screenshot shows the course page for 'Software Engineering' (软件工程) on the Chinese University MOOC platform. The page includes the following details:

- Course Title:** SOFTWARE ENGINEERING
- Provider:** 北京大学 (Peking University)
- Status:** 认证学习 (Certified Learning) / 国家精品 (National精品)
- Start Date:** 第15次开课 (Semester 15)
- Duration:** 2025年09月08日 ~ 2025年12月26日
- Schedule:** 3-5小时每周 (3-5 hours per week)
- Remaining Days:** 距离开课还有 6 天 (6 days until start)
- Participants:** 已有 651 人参加 (651 participants)
- Actions:** 分享 (Share) via WeChat, Weibo, and other platforms.
- Buttons:** 播放 (Play), 认证学习 (Certified Learning), 认证成绩和证书 (Certified grades and certificates), 智能问答和解析 (Smart question and answer), 视频学习辅助 (Video learning assistance), and 已参加, 等待开课 (Joined, waiting for start).
- Reviews:** 4.8 stars from 672 reviews.
- Teachers:** 3 teachers listed, including 孙艳春 (Associate Professor).



课程辅助学习网站——国家级精品资源共享课网站

- 国家级精品资源共享课网站——辅助参考

- http://www.icourses.cn/coursestatic/course_6305.html

- 该网站提供了往年课程的录播内容，可以作为学习辅助参考使用

爱课程 iCourse 首页 在线开放课程 视频公开课 资源共享课 学校云 客户端 登录 | 注册

软件工程 国家级

开始学习

北京大学软件工程课程的奠基人杨芙清院士，从80年就开始了软件工程课程的建设。该课程定位准确、起点高，建立了以综合能力和创新能力培养为导向的软件工程课程体系，以学生为本，分层次、多元化培养。课程与科研紧密结合，注重培养实践能力强的研究型创新人才。该课程获得2010年国家级精品课。

北京大学精品课程 软件工程

课程试看1 课程试看2 课程试看3

课程介绍

软件工程课是北京大学信息科学技术学院理论与实践并重的本科生重要的专业课。该课程是北京大学几代老师努力建设的结晶，它有着悠久的历史和很好的基础。为了培养具有国际竞争能力的高水平、创新型及复合型软件工程人才，满足中国软件产业发展的需要，北京大学积极探索和推进软件工程教育已有30年的历史。1980年在北京大学召开了我国第一次软件工程研讨会。1984年，北京大学首次为本科生开设了软件工程课程，培养学生...

教学大纲 教学日历 考评方式与标准 学习指南

正在处理请求...

课程信息

课程类型: 理论课 (含实验/实践)
课程属性: 专业课
课程学时: 54.0
学校: 北京大学
学科门类: 工学
专业大类: 计算机类
专业类: 计算机科学与技术
适用专业: 计算机科学与技术, 软件工...
学习人数: 28230
评论数: 138



北京大学

课程辅助学习平台——基于LLM的软件工程智能学习助手

• 软件工程智能学习助手——辅助参考

- <http://162.105.16.170/sellm/> (校园网环境)
- 初始账号密码均为选课同学的学号
- 将大语言模型（LLM）智能体系统融入教学，提供个性化的学习辅助

The screenshot shows a user interface for a software engineering learning platform. On the left is a vertical sidebar with navigation options: Personal Center, New Conversation, Course Notes (highlighted in blue), UML Practice, Help, and All Conversations (Expand/Collapse). At the top right, there is a page header with a back arrow, the number 5, and a total of 114 pages. The main content area is titled "2.1 软件生存周期过程". Below the title, a section is titled "1、基本概念". It contains two bullet points: "• 软件生存周期" and "• 软件生存周期过程(软件过程)". The first point has a detailed description: "– 软件产品或系统的一系列相关活动的全周期。从形成概念开始，历经开发、交付使用、在使用中不断修订和演化，直到最后被淘汰，让位于新的软件产品。" The second point also has a detailed description: "– 软件生存周期中的一系列相关过程。– 为了表述软件开发需要做“什么活(映射)”，引入了以下三个概念：

- **过程**是活动的集合，
- **活动**是任务的集合，
- **任务**是把输入转换成输出的操作。

" At the bottom of the main content area, there is a logo for Peking University (北京大学) and a text input field asking "如何理解这一页中的软件生存周期？" (How to understand the software development life cycle in this page?).



北京大学

课程辅助学习平台——基于LLM的软件工程智能学习助手

• 软件工程智能学习助手——辅助参考

- 为利用 UML 进行分析设计提供工具支持
- 包括用况图、类图、顺序图、活动图、状态图等
- 实时生成 UML 图，并与智能学习助手交互

个人中心

新建对话

课程讲义

UML 演练场

帮助

所有对话 (展开收起) ▾

选择模板: 用况图 ▾

```
@startuml
left to right direction
actor "Food Critic" as fc
rectangle Restaurant {
    (Eat Food) as UC1
    (Pay for Food) as UC2
    (Drink) as UC3
    UC1 <.. UC3 : <<extend>>
}
fc -- UC1
fc -- UC2
@enduml
```

如何完善这张用况图? |

发送



北京大学

第一章 软件工程概论

1.1 软件的定义

1.2 软件发展的三个阶段

1.3 软件的分类

1.4 软件的特点

1.5 软件工程的起源和发展

1.6 软件开发的本质和基本手段

1.7 软件工程框架

1.8 软件产业的发展和人才需求

1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战



1.1 软件的定义

1 软件

1.1 软件的定义

- 计算机系统中的程序及其文档。

其中：

- 程序是对计算任务的处理对象和处理规则的描述；
- 文档是为了理解程序所需的阐述性资料

孙艳春, 黄罡, 邓水光等. 软件工程—经典、现代和前沿, 北京大学出版社, 2024.

- Computer programs and associated documentation.

Software products may be developed for a particular customer or may be developed for a general market.

Ian Sommerville. Software Engineering(10th Edition)



北京大学

1.2 软件发展的三个阶段



从“程序”发展到具有独立形态的“软件”，主要作为硬件的附属品存在；面向用户群体有限，应用领域局限（科学计算、商业计算）

以Microsoft和Oracle的出现为标志，软件开始成为一个独立产业。软件以拷贝为主要形态，应用领域不断扩大（桌面操作系统、各种嵌入式系统、企业资源规划系统等）。

在互联网环境下，软件和互联网有机结合，软件的使用方式逐渐呈现服务化。软件的形态演化为传统拷贝、服务和Apps等多种形态，渗透到人们生活和生产的各个方面。

摘自：梅宏.大软件定义一切—机遇和挑战.CNCC 2017.

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1582517655327677058&wfr=spider&for=pc>



北京大学

1.2 软件发展的三个阶段

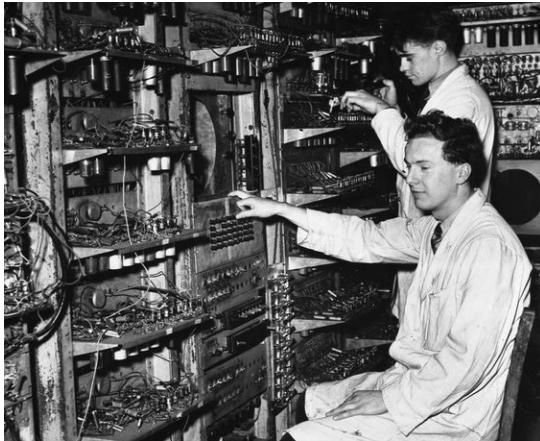
一、软硬一体化阶段（1946 - 1975）

早期计算机没有“软件”的概念，仅仅是以程序的形式存在

1946年，世界上第一台通用电子计算机ENIAC的诞生，在实践上第一次完整地提出了“用硬件系统执行特定指令（软件雏形）来完成复杂任务”的范式，从而奠定了所有现代计算技术的基础。



晶体管、电子管计算机

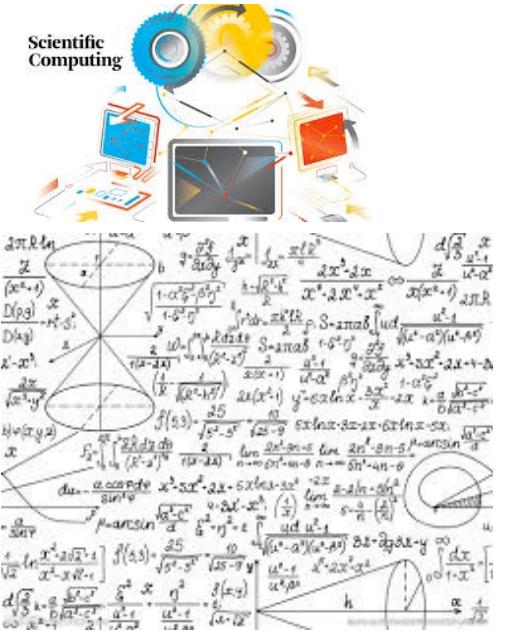


展现方式：
机器语言、汇编语言

```
0000000 0000 0001 0001 1010 0010 0001 0004 0128  
0000010 0000 0016 0000 0028 0000 0010 0000 0020  
0000020 0000 0001 0004 0000 0000 0000 0000 0000  
0000030 0000 0000 0000 0010 0000 0000 0000 0004  
0000040 0004 0004 c7c8 00c8 4748 0048 a9e9  
0000050 00d9 0069 0069 0069 2828 0028 fdfc  
0000060 00fc 1819 0019 9898 0098 d8d8 00d8 5857  
0000070 0057 7b7a 007a bab9 00b9 9a9c 009c 8888  
0000080 8888 8888 8888 288a b888 8888 8888  
0000090 3b83 5788 8888 8888 7667 778a 8828 8888  
00000a0 d51f 7abd 8818 8888 467c 585f 8814 8188  
00000b0 8b06 e0f7 88as 8388 8b3b 88f3 88bd a988  
00000c0 8m18 880c e841 c988 b828 6871 688e 958b  
00000d0 a948 5862 5884 7a81 3788 1ab4 5a84 9aec  
00000e0 3d86 dcbb 5ccb 8888 8888 8888 8888 8888  
00000f0 8888 8888 8888 8888 8888 8888 8888 0000  
0000100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  
*  
0000130 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  
000013e
```

1948年6月21日11点，第一道“存储程序”在SSEM计算机成功运行，可视为“软件”的诞生

应用领域：
军事领域的计算为主

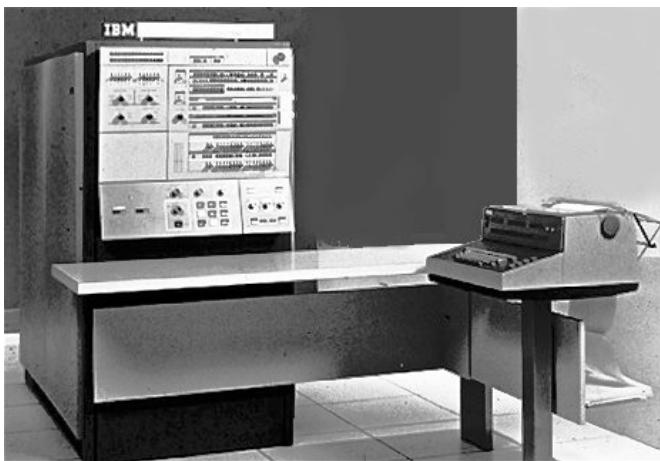


1.2 软件发展的三个阶段

一、软硬一体化阶段（1946 - 1975）

60年代初期出现了“软件”一词，融合程序和文档为一体，作为**独立的形态**从硬件分离出来（尽管还是和硬件捆绑出售），也逐渐形成了计算机软件学科和程序员行业

大型机/小型机



以IBM 360/370为代表

展现形式：
高级程序语言+文档

The OCCURS clause marks an array.
The DEPENDING ON clause marks a counter field for the array. If one exists, The array ASSIGNMENTS is a nested array within COURSES.

```
01 STUDENT.  
20 ID  
20 FIRST_NAME  
20 LAST_NAME  
* 20 DATE_OF_BIRTH  
20 NUM_OF_COURSES  
20 NUM_OF_ASSIGNMENTS  
20 COURSES,  
25 COURSE OCCURS 5 TIMES DEPENDING ON NUM_OF_COURSES,  
30 COURSE_ID  
30 COURSE_TITLE  
30 INSTRUCTOR_ID  
30 MAKE_ASSIGNMENTS  
30 ASSIGNMENTS OCCURS 4 TIMES DEPENDING ON NUM_OF_ASSIGNMENTS,  
40 ASSIGNMENT_TYPE  
40 ASSIGNMENT_TITLE  
40 DUE_DATE  
40 GRADE  
20 BOOK OCCURS 1 TO 5 TIMES DEPENDING ON NUM_OF_BOOKS,  
30 ISBN  
30 RETURN_DATE
```



第一个高级程序设计语言Fortran（面向科学计算）和第一个专门处理商业数据的高级程序语言COBOL



北京大学

应用领域：
进入商业计算和其他科学计算领域



银行业：1959 汽车业：1963



航空业：1964

....

1.2 软件发展的三个阶段

二、产品化、产业化阶段（1975 - ）

- 以Microsoft和Oracle出现，标志着软件开始成为一个独立产业
- PC的广泛应用和软件产品化催生了信息化的第一波浪潮，即以单机应用为特征的数字化阶段（信息化1.0）

个人计算机的广泛应用



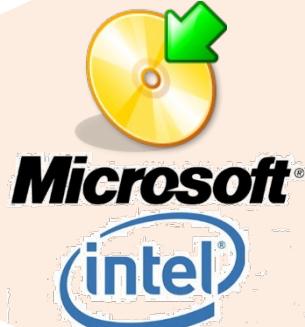
以IBM PC为代表

ORACLE®

Larry Ellison
创建Oracle，
成为第一
个纯“软件
公司”

WinTel联盟的出现
彻底改变了整个信
息产业的格局

以拷贝为主要形态



办公软件



桌面操作系统



应用领域：
几乎扩展到了所有应用领域



嵌入式系统



企业资源规划

北京大学



1.2 软件发展的三个阶段

三、网络化、服务化阶段（1995 - ）

互联网推动了软件从单机向网络计算环境的延伸，带来了信息化的第二波浪潮，进入以互联网应用为特征的网络化阶段（信息化2.0）

互联网作为平台



形态：
传统拷贝+服务+Apps



应用领域：
社会经济生活的方方面面



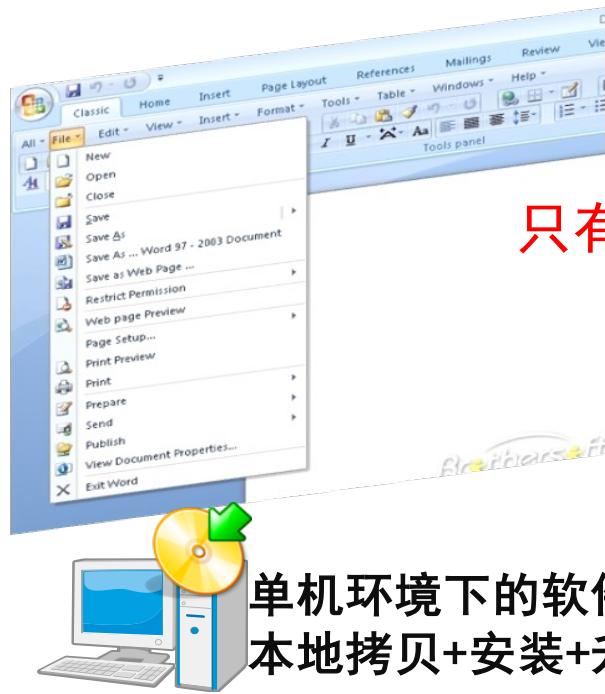
零售业、批发业、制造业、机器人、汽车、能源、广告业、新闻业、通信业、物流业、酒店业与旅游行业、餐饮业、金融业、保险业、医疗业、教育行业、电视节目行业、电影行业、出版业……



北京大学

1.2 软件发展的三个阶段

互联网环境下软件使用新方式-服务化



只有软件和互联网的结合
才能实现！



单机环境下的软件：Office
本地拷贝+安装+升级



服务化的软件：Google Docs/Office 365, 在线直接使用+永远的“beta”版

This collage illustrates various examples of service-oriented applications:

- Zoho suite icons (CRM, Project Management, etc.)
- GPS navigation app interface showing a map of New York City.
- Salesforce.com login screen.
- Yahoo Pipes interface for creating data workflows.
- Google Play Store icon.
- Google News icon.
- Gmail icon.
- Google Meet icon.
- Google Chat icon.
- Google Contacts icon.
- Google Drive icon.
- Google Calendar icon.



北京大学

1.2 软件发展的三个阶段

互联网环境下软件新拷贝模式-App



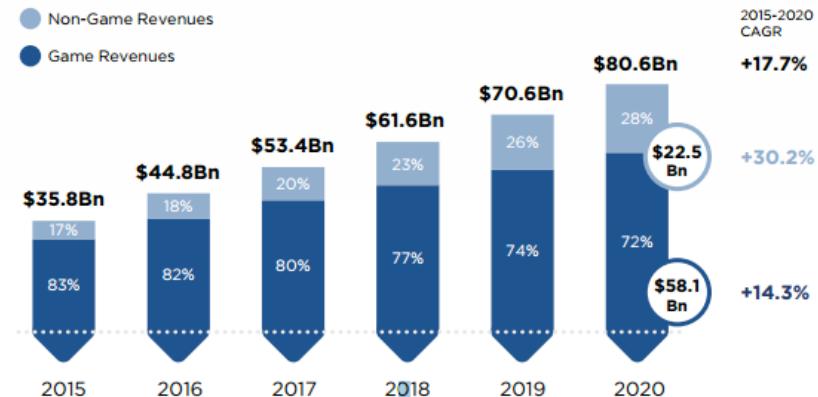
2024年8月，Apple App Store中的app数量为2047364，Google Play中的app数量为2297365。

<https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>

应用商店是互联网时代软件拷贝的新型分发和盈利模式

GLOBAL APP STORE REVENUES

2015-2020 | GAME & NON-GAME REVENUE SPLIT | 2015-2020 CAGR



2024年第二季度，Apple App Store的收入约为246亿美元，Google Play的收入约为112亿美元。

www.statista.com/statistics/183469/app-stores-global-revenues/



北京大学

1.3 软件的分类

1.3.1 按照软件的功能划分，软件一般可以分为系统软件、支撑软件和应用软件三类

- 系统软件

- 居于计算机系统中最靠近硬件的一层。
- 其他软件一般都通过系统软件发挥作用。它与具体的应用领域无关，如编译程序和操作系统等。
- 编译程序把程序人员用高级语言书写的程序翻译成与之等价的、可执行的低级语言程序；
- 操作系统则负责管理系统的各种资源、控制程序的执行。

- 支撑软件

- 支撑软件的开发、维护与运行的软件。
- 70年代后期发展起来的软件开发环境以及后来的中间件则可被看成现代支撑软件的代表。
- 软件开发环境主要包括环境数据库、各种接口软件和工具组。三者形成整体，协同支撑软件的开发与维护；
- 中间件是一种软件，它处于系统软件（操作系统和网络软件）与应用软件之间，它能使远距离相隔的应用软件可协同工作（互操作）

- 应用软件

- 特定应用领域专用的软件。
- 例如网络银行软件就是一种应用软件。



北京大学

1.3.2 按照软件的应用领域划分，软件可以分为七个大类

- **系统软件**: 一整套服务于其他程序的程序。
- **应用软件**: 解决特定业务需求的独立应用程序。
- **工程/科学软件**: 这类软件带有“数值计算”算法的特征，覆盖了广泛的应用领域。
- **嵌入式软件**: 存在于某个产品或系统中，可实现和控制面向最终使用者和系统本身的特性和功能。
- **产品线软件**: 产品为多个不同用户的使用提供特定功能。
- **Web应用软件**: 是一类以网络为中心的软件。
- **人工智能软件**: 利用非数值算法解决计算和直接分析无法解决的复杂问题。



北京大学

1.4 软件的特点

1. 软件是无形的、不可见的逻辑实体

- 它的正确与否，一直到程序在机器上运行才能知道
- 给设计、生产和管理带来许多困难

2. 软件是设计开发的，而不是生产制造的

3. 软件是定制开发的

- 虽然整个工业向着基于构件的构造模式发展
- 然而大多数软件仍是根据实际的顾客需求定制的

4. 软件是复杂的

- 软件涉及人类社会的各行各业
- 软件开发常常涉及其他领域的专业知识，这对软件工程师提出了很高的要求

5. 软件的开发成本高

6. 软件易于复制

7. 软件开发工作牵涉到很多社会因素



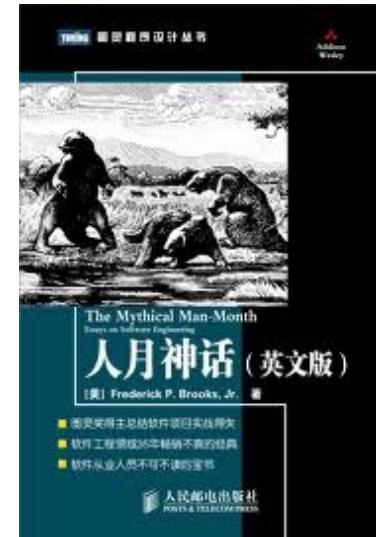
北京大学

8. 软件质量要求较高

1.4 软件的特点

例1：

- IBM公司于1963年至1966年开发的 IBM 360/OS，花了5000人年的工
作，写了近一百万行源程序，但结果非常糟糕。
- 每次发行新版本都修改了上一版本的一千个左右的程序错误。
- 该项目负责人F.D.Brooks根据这次开发任务的经验，写了《人月神话》：
**“就像一只逃亡的野兽落入泥潭做垂死挣扎，越是挣扎，
陷得越深，最后无法逃脱灭顶之灾。”**



例2：

中国铁路客户服务中心12306网站是铁路服务客户的重要窗口

- 2010年1月30日（2010年春运首日）开通并进行了试运行。
- 2011年06月12日，京津城际铁路率先试水网络售票。
- 2011年12月23日，铁道部最终兑现现在年底前网络售票覆盖所有车次的承诺。
- 2013年11月20日，12306新增支付宝支付通道。
- 2015年3月16日，12306在登录界面推出了选取图片验证码全新的验证方式。
- 2017年11月23日起，中国铁路客户服务中心12306网站微信支付服务功能上线运行。
自从该网站开通，就开启了全民吐槽模式！



1.4 软件的特点

例3：

2018年和2019年，两架波音737MAX飞机相继发生坠机事故，导致数百人丧生。调查发现，飞机的自动防失速系统（MCAS）存在软件缺陷。

- 错误的传感器数据处理：MCAS系统过于依赖单一的迎角传感器数据，当这些数据错误时，系统未能正确识别并处理。
- 缺乏充分的飞行员培训和说明：波音未能向飞行员提供足够的关于MCAS系统的培训和操作说明，导致在紧急情况下飞行员无法正确应对。

例4：

特斯拉“自动驾驶系统”多次安全事故。

- 软件算法过度依赖“视觉识别”，对复杂路况的鲁棒性不足；
- “自动驾驶”宣传与实际功能存在偏差，间接导致用户误操作，违背“功能安全与用户预期一致”的质量要求。



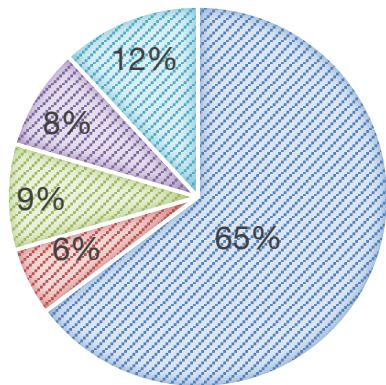
9. 软件的开发与运行都离不开相关的计算机系统环境

10. 软件开发工作牵涉到很多社会因素，如机构设置、体制和管理方式，以及人们的观念和心理

1.4 软件的特点

一个典型的软件项目

- 系统维护 ■ 编码开发 ■ 单元测试 ■ 系统测试 ■ 计划

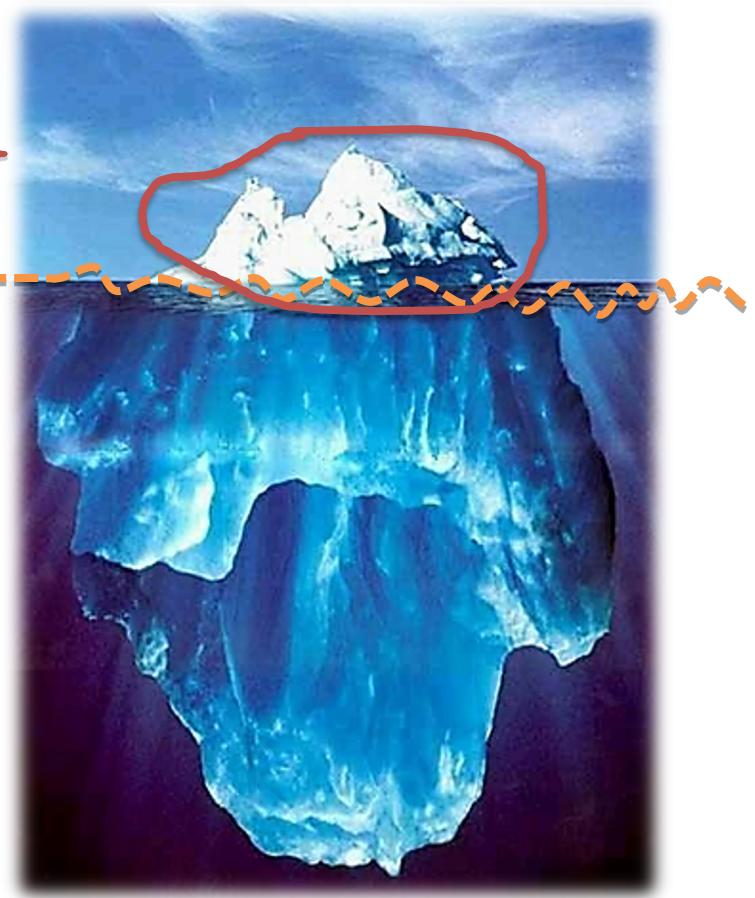


不同于一般工程项目的是，在软件项目开发过程中，实际开发（编写代码）的成本只是整个工程成本的一小部分，甚至可以说是“冰山一角”。

而软件测试、系统维护等任务将占据工程的很大一部分成本。

分析
设计
编码
测试

维 护



北京大学

1.5 软件工程的起源和发展

一、软件工程的前夜

- 1960年代，随着计算机应用领域的进一步扩大，软件的规模和复杂性也在不断增加
- 在软件开发领域的地平线上出现了一朵乌云：
 1. 软件质量差，可靠性难以保证；
 2. 成本难以控制，很少有在预算内完成的；
 3. 开发进度难以把握，周期拖得很长；
 4. 可维护性较差，维护人员和费用不断增加。
- IBM 360系列机的操作系统OS/360，耗资几千万美元，投入了五千多人年，拖延了几年才交付使用，交付使用后仍不断发现新的错误。
- 这就是所谓的“**软件危机**”。



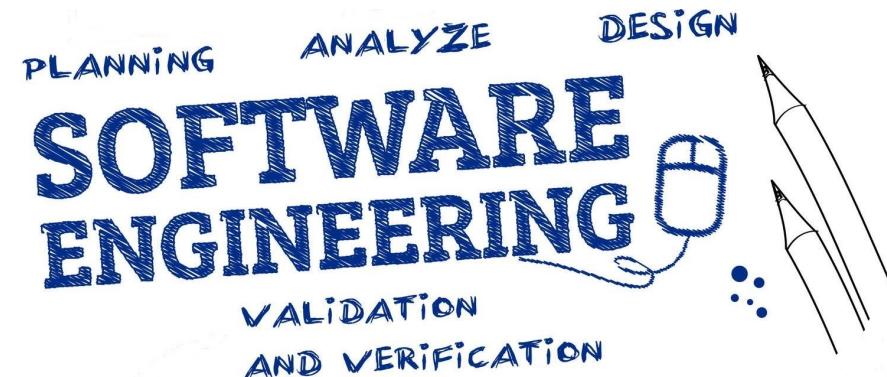
北京大学

1.5 软件工程的起源和发展

二、软件工程概念的提出

1968年，NATO (North Atlantic Treaty Organization, 北大西洋公约组织) 在联邦德国Garmisch-Partenkirchen举行的关于软件开发的会议上，首次提出了软件工程的术语，标志着软件工程作为一门学科的正式出现，至今已有50多年的历史了。

如何解决软件危机？



软件工程概念的提出

其目的是倡导以工程的原理、原则和方法进行软件开发，以解决软件危机。



北京大学

1.5 软件工程的起源和发展

三、软件工程的定义

- **计算机百科全书**上的软件工程定义：
 - 应用计算机科学、数学及管理科学等原理，以工程化方法制作软件的工程。它借鉴传统工程的原则、方法，创建软件以达到提高质量，降低成本的目的。
 - 其中，计算机科学、数学用于构造模型与算法，工程科学用于制定规范、设计范型、评估成本及确定权衡，管理科学用于计划、资源、质量、成本等管理。
 - 软件工程是一门指导计算机软件开发和维护的工程学科。软件工程是一门交叉性学科。
- 首次 **NATO 会议**上的软件工程定义：
 - 软件工程是用来建立和使用合理的工程原则，以经济地获取可靠的、且在真实机器上可高效工作的软件。
- **IEEE [IEE93]** 中的软件工程定义：
 - (1) 将系统化的、规范的、可量化的方法应用到软件的开发、运行及维护中，即
将工程化方法应用于软件；
 - (2) 在 (1) 中所述方法的研究。



北京大学

1.5 软件工程的起源和发展

四、软件工程的发展历史

- 20世纪60年代末到80年代初
 - 前期研究系统实现技术，后期关注软件质量和软件工程管理；
 - 主要围绕软件项目，开展了有关**开发模型、开发方法和支持工具**的研究
 - 成果：
 1. 提出了瀑布模型，试图为开发人员提供有关活动组织方面的指导；
 2. 开发了诸多过程式语言（如 PASCAL语言、C语言、Ada语言等）和开发方法（Jackson方法，结构化方法等）；
 3. 开发了一些支持工具（如调试工具）；
 - 出现各种管理方法（如费用估算、文档复审）和相应的支持工具（计划工具、配置管理工具）



北京大学

1.5 软件工程的起源和发展

四、软件工程的发展历史

- 20世纪80年代至90年代：
 - 围绕对软件工程过程的支持，开展了一系列有关软件生产技术，特别是软件复用技术和软件生产管理的研究和实践；
 - 成果：
 1. 提出一系列软件工程标准（如《软件生存周期过程》）；
 2. 大力开展了计算机辅助软件工程（Computer Aided Software Engineering, CASE）的研究与实践；
 3. 提出了面向对象软件开发方法，出现了面向对象语言和分布式面向对象技术；
 4. 提出了软件构件技术；
 - 开展了一系列过程改进项目，其目标是在软件产业的实践中，建立一种量化的评估程序，判定软件组织和过程的成熟度，提高组织的过程能力。和相应的支持工具（计划工具、配置管理工具）



四、软件工程的发展历史

- 21世纪初至今：

随着互联网的发展，以及人工智能（AI）、云计算（Cloud Computing）和大数据（Big Data）等新兴技术的发展和应用，软件工程实践呈现敏捷化、服务化、开源化和智能化等特点：

1. 敏捷化：提出敏捷开发方法和DevOps方法；
2. 开源化：开源社区（如Apache）、软件项目托管平台（GitHub、Gitee）和分布式协作平台（Git）的发展，促进了软件工程实践基于开源软件和开发框架而开展；
3. 服务化：云计算技术在软件开发中广泛使用；
4. 智能化：人工智能、大数据、大模型出现和发展，促进了软件工程开发呈现群体化和智能化等特点；软件开发团队的主要任务从编写代码、执行测试转变为训练模型、参数调优、围绕业务主题提问或给提示（prompt）。

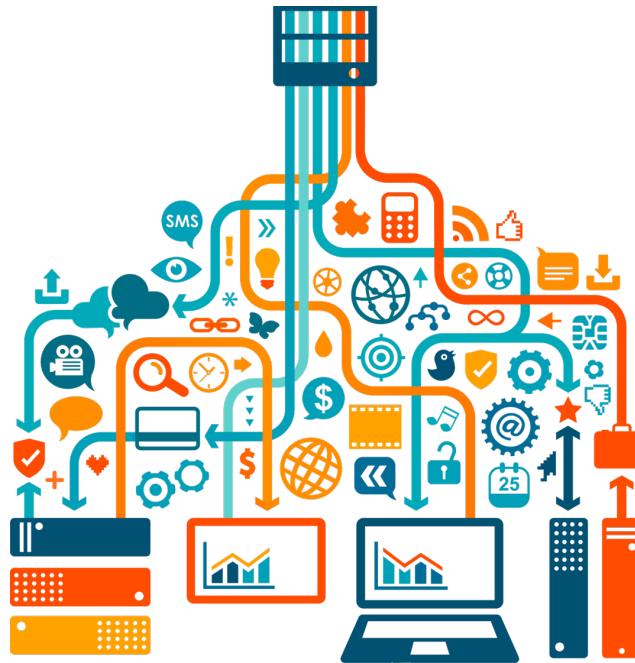


北京大学

1.6 软件开发的本质和基本手段

正确认识软件开发，
是从事软件开发的思想基础。

- 软件开发的本质是什么？
- 软件开发的基本手段是什么？



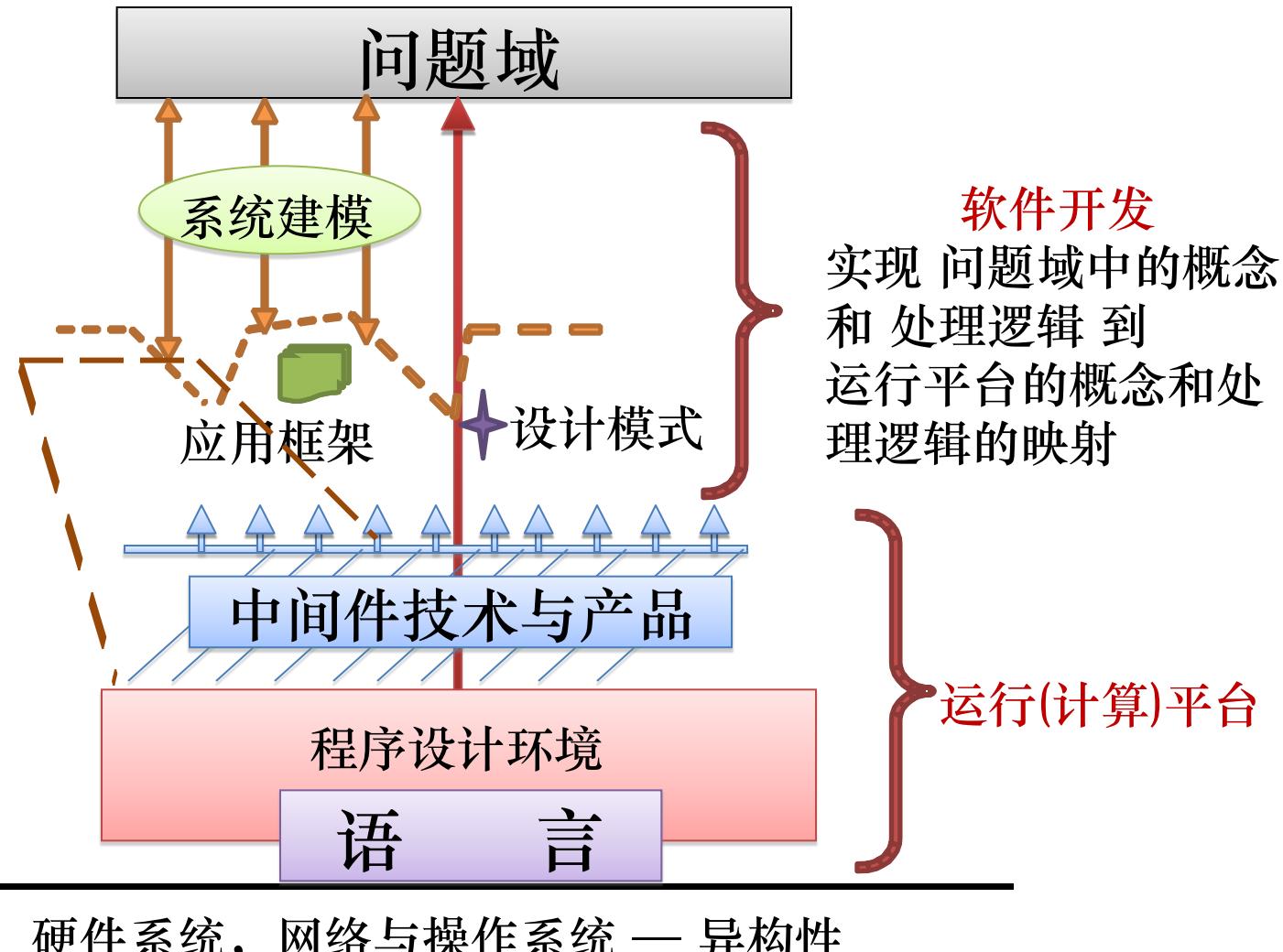
北京大学

1.6 软件开发的本质和基本手段

(1) 软件开发的含义

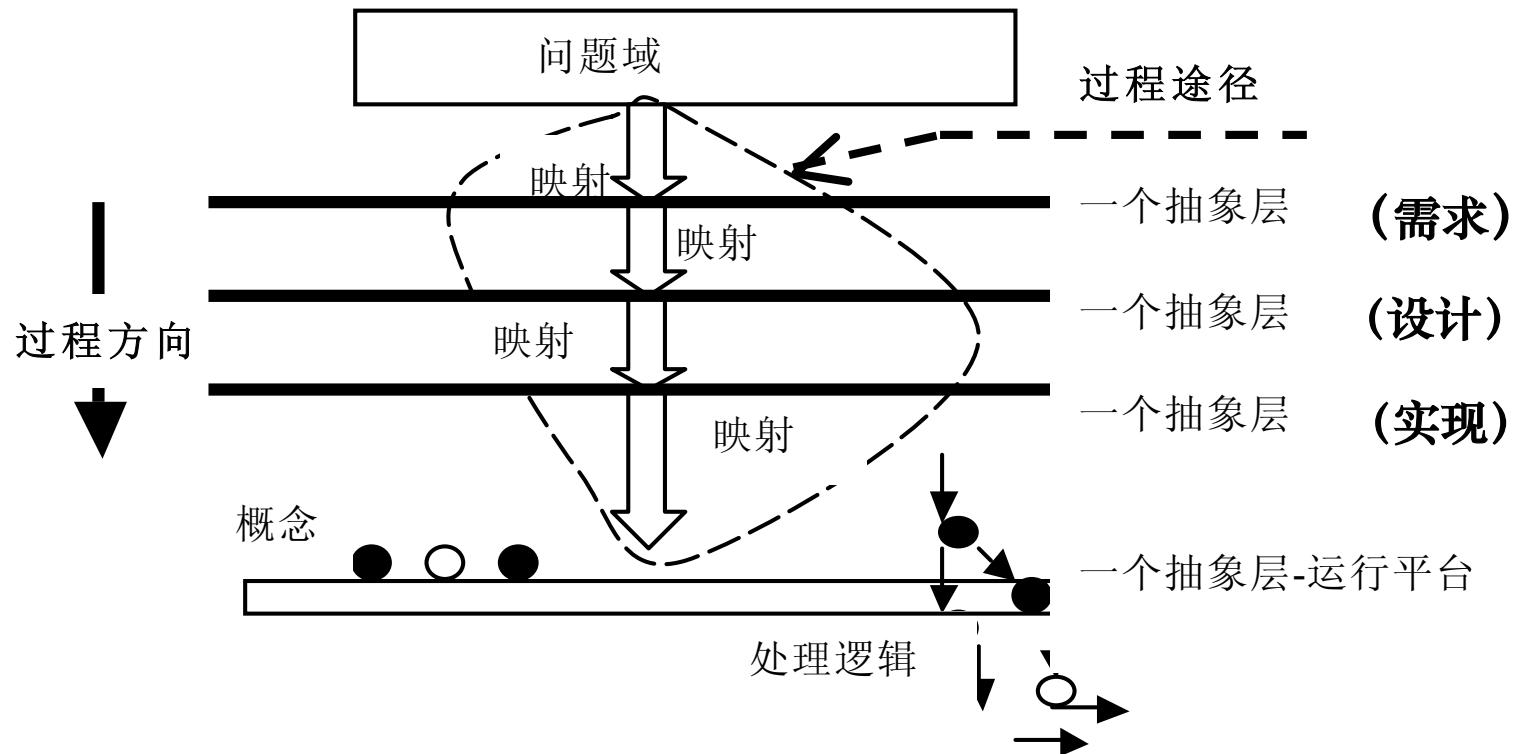
本质:

问题域到不同抽象层之间概念和计算逻辑的映射。



北京大学

1.6 软件开发的本质和基本手段



软件开发本质示意

软件开发本质：

- 不同抽象层术语之间的“映射”
- 不同抽象层处理逻辑之间的“映射”



北京大学

问题空间与解空间的映射

- 例如：

问题空间的概念 与 解空间的模型化概念 之间的映射

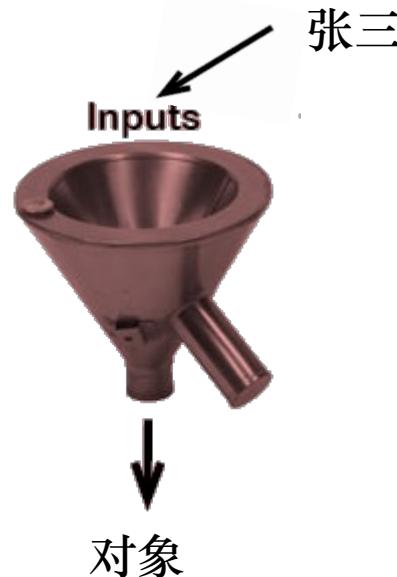
$$\text{对象} = F(\text{张三})$$

(模型化概念) (问题空间的概念)

- 这是一个抽象的过程 - 数据抽象.

其中，

- 对应的过程：需求分析
- 使用的方法：面向对象方法
- 基于的原理：数据抽象
- 目标：形成计算的客体。

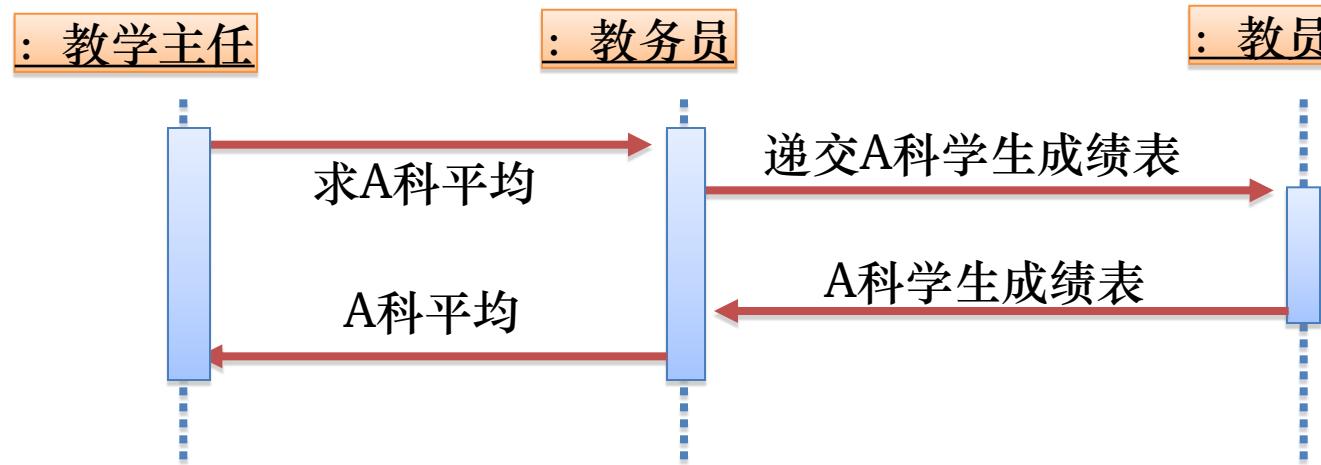


北京大学

问题空间与解空间的映射

例如：

交互图1=H(计算学生成绩)



其中：

对应的过程：需求分析 设计

使用的方法：面向对象方法

基于的原理：行为结构抽象（简称**行为抽象**）

目标：形成一种可构造的计算逻辑.



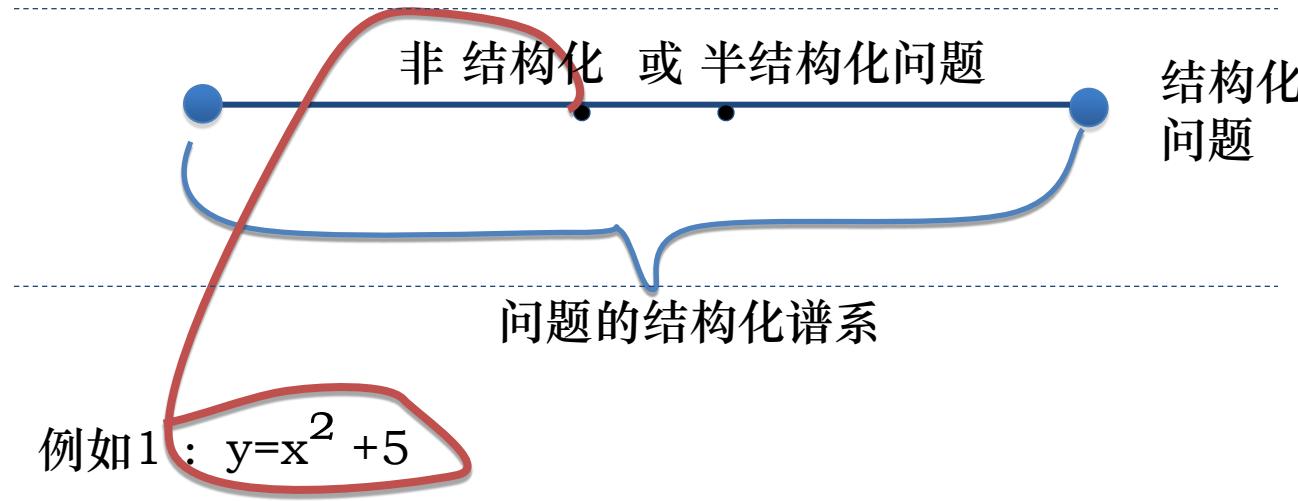
北京大学

(2) 实现映射的基本手段

建模：是解决问题的一般途径！

何谓建立问题的模型：

运用所掌握的知识，通过抽象，给出该问题的一个结构。



其中：采用数学作为建模工具



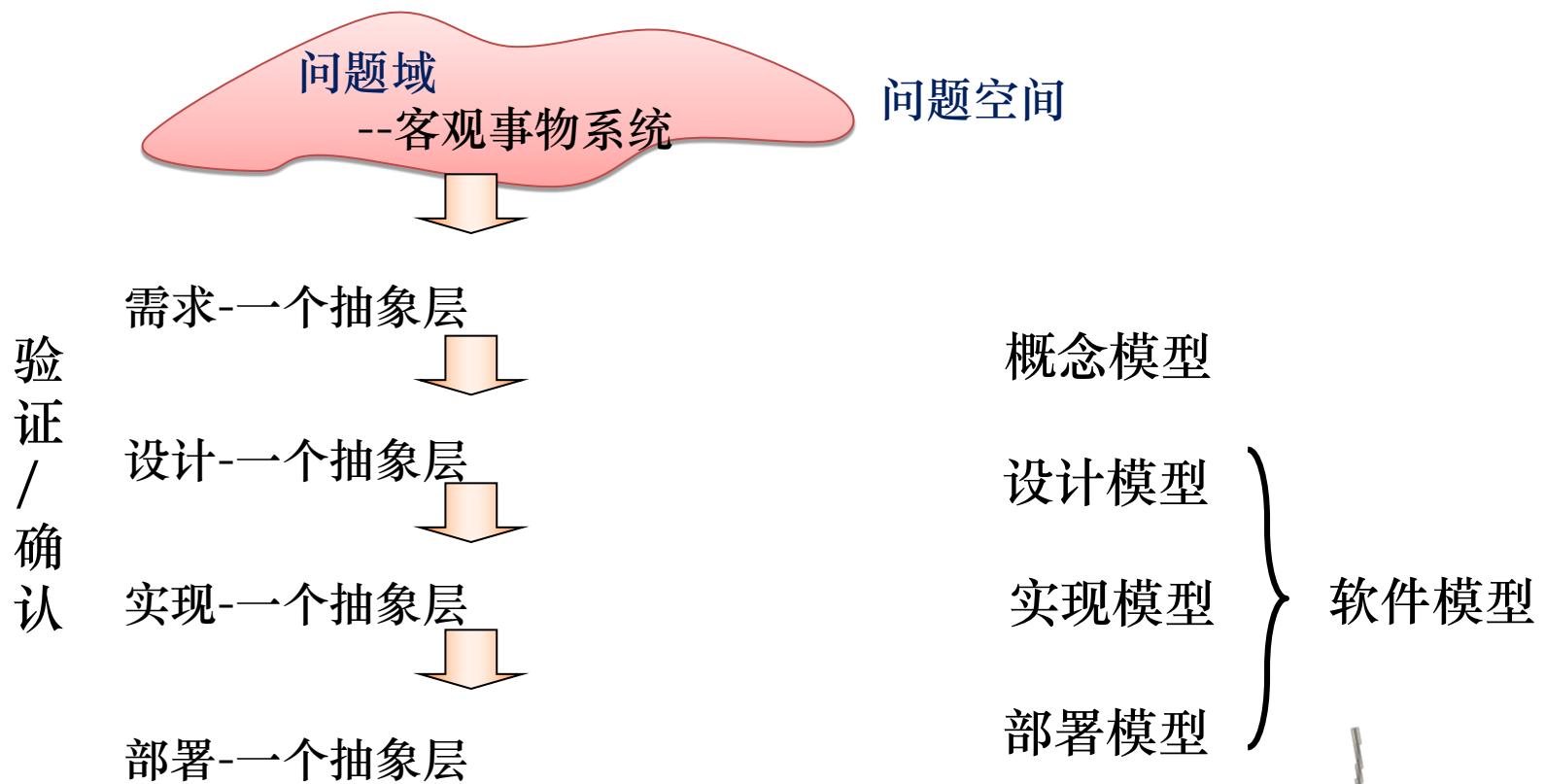
北京大学

- 何谓模型
 - any **abstraction** that includes all essential capabilities, properties, or aspects of what is being modeled without any extraneous details. [Firesmith,Henderson-Sellers]
- 具体地说
 - 模型是在**特定意图**下所确定的**角度**和**抽象层次**上对物理系统的描述，通常包含对该系统边界的描述，给出系统内各模型元素以及它们之间的语义关系。



北京大学

软件系统或项的模型分类



分层的基本动机是控制开发的复杂性，
一个抽象层是由一组确定的术语定义的。



北京大学

1.7 软件工程框架

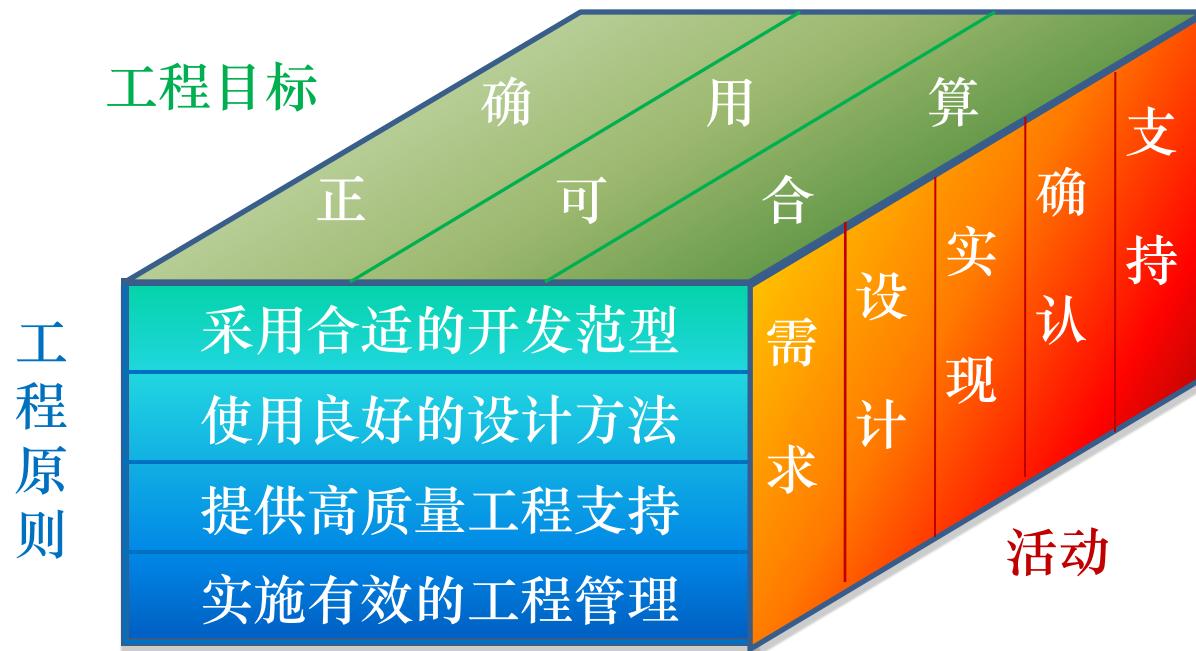


图3 软件工程框架

软件工程可定义为三元组：< 目标，原则，活动 >

- (1) 给出了软件所涉及软件工程的工程要素
- (2) 给出了各要素之间的关系
- (3) 给出了软件工程学科所研究的主要内容



北京大学

(1) 软件工程的目标

一 目标：

- 生产具有正确性、可用性以及开销合宜的产品。
- 正确性：
 - 意指软件产品达到预期功能的程度。
- 可用性：
 - 意指软件基本结构、实现及文档为用户可用的程度。
- 开销合宜：
 - 指软件开发、运行的整个开销满足用户要求的程度。

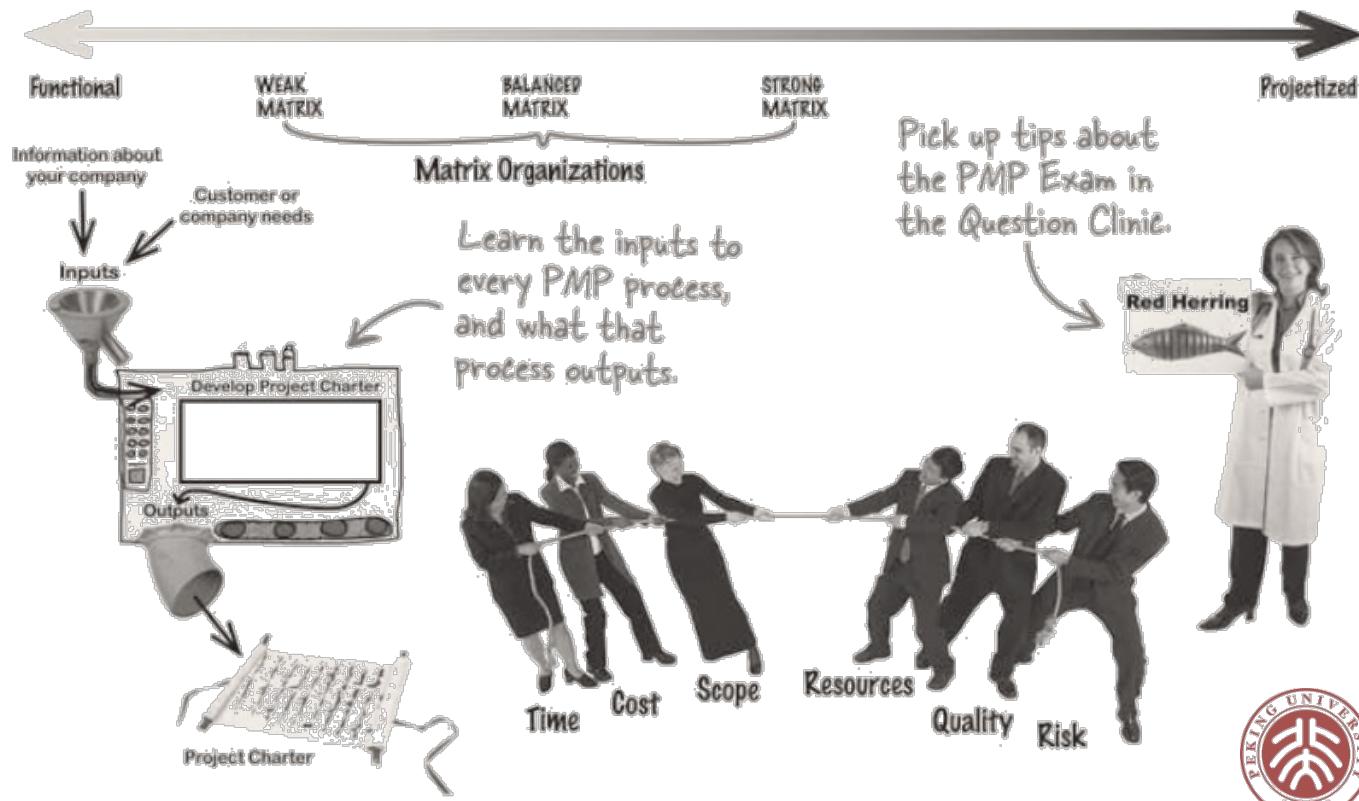


北京大学

(2) 软件工程的活动

二 活动：

- 生产一个最终满足需求且达到工程目标的软件产品所需要的步骤。
- 主要包括需求、设计、实现、验证与确认和维护等活动。

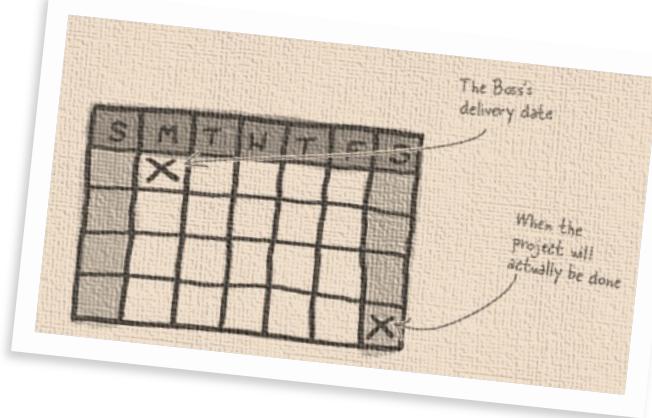


北京大学

(2) 软件工程的活动

(a) 需求:

- 定义问题，即建立系统模型
- 主要任务包括：
 - 需求获取
 - 需求定义（即定义问题）系统功能的一个正确的陈述
 - 需求规约：系统需求规格说明
 - 主要成分：系统模型 系统功能的一个精确、系统的描述
 - 需求验证：
验证需求陈述和需求规约之间的一致性、完整性和可跟踪性。



...我们学校想做一个教务管理系统，功
能很简单....学生可以登录到网站上面查看
自己的选课情况以及课程得分等信息.....

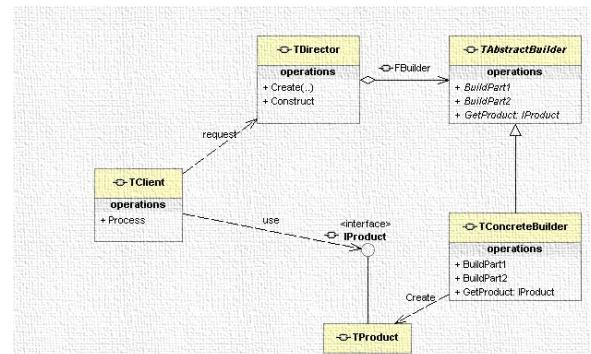
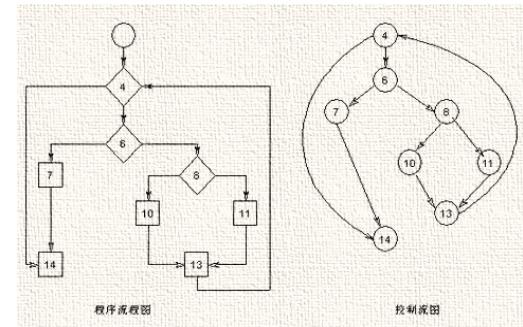


北京大学

(2) 软件工程的活动

(b) 设计:

- 在需求分析的基础上，给出系统的软件设计方案。
- 设计包括总体设计（也称为概要设计）和详细设计：
- 总体设计建立整个软件体系结构
 - 包括子系统、模块（或构件）以及相关层次的说明、每一模块（或构件）的接口定义。
 - 体系结构类型可分为：
 - 层次模块体系结构、C/S体系结构、以数据库为中心的体系结构、管道结构和面向对象的结构等。
- 详细设计针对总体设计结果，给出体系结构中每一模块或构件的详细描述
 - 即给出它们的数据结构说明和实现算法



北京大学

(2) 软件工程的活动

(c) 实现：

- 把设计结果转换为可执行的程序代码。
- 具体做法可分为两种：
 - 选择可用的模块或构件；
 - 或以一种选定的语言，对每一模块或构件进行编码。

(d) 验证与确认：

- 确认活动贯穿于整个开发过程
- 实现完成后的确认，保证最终产品满足用户的需求。
- 确认活动主要包括：
 - 需求复审、设计复审以及程序测试。主要任务是：软件测试

(e) 维护活动：

- 支持活动包括修改和完善。
- 它为系统的运行提供完善性维护、纠错性维护和适应性维护，使系统在交付之后长期具有正常提供服务的能力。



北京大学

(3) 软件工程的原则

- 选取适宜的开发模型

必须认识需求定义的易变性，
采用适宜的开发模型予以控制，
以保证软件产品满足用户的需求。

- 使用合适的设计方法

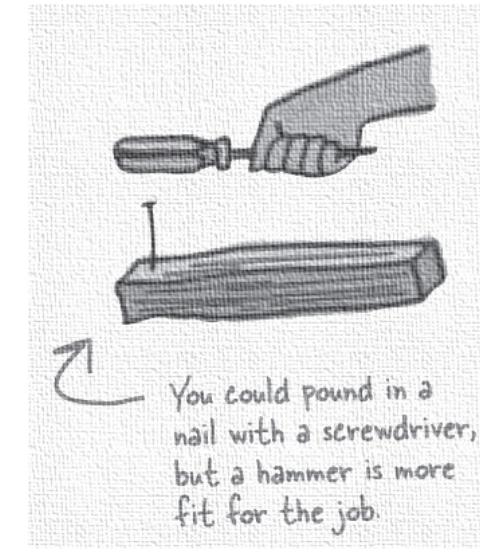
- 在软件设计中，通常要考虑
软件的模块化、抽象与信息隐蔽、局部化、
一致性以及适应性等特征。
- 合适的设计方法有助于这些特征的实现。

- 提供高质量的工程支持

- 在软件工程中，软件工具和环境对软件过程的支持非常重要。
- 软件工程项目的质量与开销直接取决于对软件工程所提供的支撑质量和效用。

- 重视开发过程的管理

- 软件工程的管理，直接影响可用资源的有效利用，生产满足目标的软件产品，提高软件组织的生产能力等问题。



北京大学

(4) 软件工程框架的作用

- 软件工程可定义为三元组：< 目标，原则，活动 >
 - (1) 给出了软件所涉及软件工程的工程要素
 - (2) 给出了各要素之间的关系
 - 每一活动根据特定的软件工程目标，采用合适的开发模型、设计方法、支持过程以及过程管理。
 - (3) 给出了软件工程学科所研究的主要内容
 - 软件开发模型
 - 软件开发模型是软件开发全部过程、活动和任务的框架。
 - 软件开发方法
 - 为建造软件提供技术上的解决方法（“如何做”）方法覆盖面很广，包括沟通、需求分析、设计建模、编程、测试和支持等。
 - 软件过程
 - 为建造高质量的软件所需完成任务的框架。
 - 软件工具
 - 软件开发环境
 - 计算机辅助软件工程 (CASE)
 - 软件经济学



为过程和方法提供自动化或半自发化的支持



北京大学

1.8 软件产业的发展和人才需求

一、中国软件工程人才极其紧缺

2024年8月28日，工业和信息化部第六次中小企业圆桌会议上提出，当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，我国正加快推进新型工业化、发展新质生产力、促进实体经济和数字经济深度融合，软件产业迎来新机遇，发展空间广阔。工业和信息化部将深入贯彻习近平总书记关于软件产业发展的重要指示精神，落实党的二十届三中全会改革部署，完善政策体系，加强公共服务，建好应用场景，优化产业生态，发展壮大基础软件、工业软件，推进开源体系建设，全力推动软件产业高质量发展。



“目前我国软件人才整体供不应求，特别是对专业化、高端化、复合型人才的需求更加迫切。”

工业和信息化部信息技术发展司司长谢少峰

智联招聘《2022上市公司人才需求及发展环境报告》

- 上市公司招聘需求前三行业为互联网/电子商务、**计算机软件**、物流/仓储，2022年1-2月招聘职位数在所有上市公司的占比分别是16.4%、13.7%、8.4%，比例明显高于全平台总体职位在这些行业的占比。综合来看，上市公司招聘更集中在互联网相关和高精尖行业。



北京大学

1.8 软件产业的发展和人才需求

“中国从事软件行业的人数已经是世界第二，仅次于美国，但软件开发人员总数还低于印度和日本……”

印度从上个世纪80年代开始发展软件外包项目，这比中国早了20年。由于大型软件的研发实际上是一个系统工程，它需要设计部门、测试部门和项目管理部门多方合作，因此并非很多人理解的会编写程序就等于懂得软件工程。”



摘自
源码资本投资人
微软亚洲工程院前院长张宏江博士
接受《环球时报》记者采访时的报告

“软件业本身不是孤立的，而是融入工业和其他产业中的，中国有很大的内需市场，对软件发展有一个很强的反推动作用。信息化带动工业化，不仅仅是口号，的确是很有意义的。”



摘自
清华大学智能科学讲席教授
微软亚洲研究院首任院长、前百度总裁张亚勤博士
于“科学与人文论坛”上的演讲



北京大学

1.8 软件产业的发展和人才需求

二、国际软件工程人才也紧缺



Vaccine specialist
Diversity and inclusion manager
Customer marketing manager
Machine learning engineer
Process development scientist
Business development representative
Search marketing manager
User experience researcher
Business system administrator
Analyst relations specialist
Technical product manager
Talent acquisition specialist
Head of financial planning
Surgical intensive care nurse
Back end developer
Mergers and acquisitions manager
Postpartum nurse
Enterprise account director
Customer solutions engineer
Land development manager
Site reliability engineer

What they do: Customer marketing managers often sit between sales and marketing departments, helping develop and execute programs that drive client engagement, such as awards and events. | Most common skills: Customer Insight, Marketing Strategy, Competitive Analysis | Most common industries: Computer Software, Internet, Information Technology & Services | Top locations hiring: San Francisco, Boston, Chicago |

What they do: Machine learning engineers develop and implement self-running artificial intelligence algorithms and systems for products and applications. | Most common skills: Deep Learning, TensorFlow, Natural Language Processing (NLP) | Most common industries: Internet, Computer Software, Information Technology & Services | Top locations

What they do: Business development representatives are usually early-career salespeople responsible for identifying and reaching out to prospective clients. | Most common skills: Salesforce.com, Cold Calling, Software as a Service (SaaS) | Most common industries: Computer Software, Information Technology & Services, Internet | Top

What they do: Technical product managers are often more specialized than standard product managers, focusing more on how a strategy is implemented by engineering teams and the technology required. | Most common skills: Agile Methodologies, Software Development Life Cycle (SDLC), Agile Project Management | Most common industries: Information Services, Information Technology & Services, Telecommunications | Top locations hiring: Seattle, San Francisco, New

What they do: Back end developers build and code the server-side technology that powers front-end web and mobile applications. | Most common skills: Node.js, Git, JavaScript | Most common industries: Computer Software, Information Technology & Services, Internet | Top

LinkedIn 2025年2季度的数据显示，尽管面临新兴职业的冲击，软件工程师的总体需求量仍然坚挺，在热门岗位中位列第一。

Most In-Demand Jobs (Q2 2025)

Roles with the greatest number of paid LinkedIn job posts, Q2 2025 (April 1 – June 30, 2025)

1. Software engineer (no change in rank vs. previous quarter)
2. Salesperson (+1)
3. Nurse (-1)
4. Project manager (no change)
5. Customer service representative (+4)
6. Sales manager (+2)
7. Accountant (no change)
8. Account manager (-3)
9. Electrical engineer (-3)
10. Data analyst (+4)



北京大学

1.8 软件产业的发展和人才需求

三、软件工程一级学科的创建

1. 软件工程蕴育于计算机科学与技术一级学科，是软件产业的支撑学科
2. 2011年，国务院学位委员会第28次会议讨论通过
 - 软件工程作为一级学科列入学科目录
 - 工程博士列入专业学位目录

软件工程是一门至关重要的专业课，对于未来学生从事科学研究、就业、出国深造必不可少！



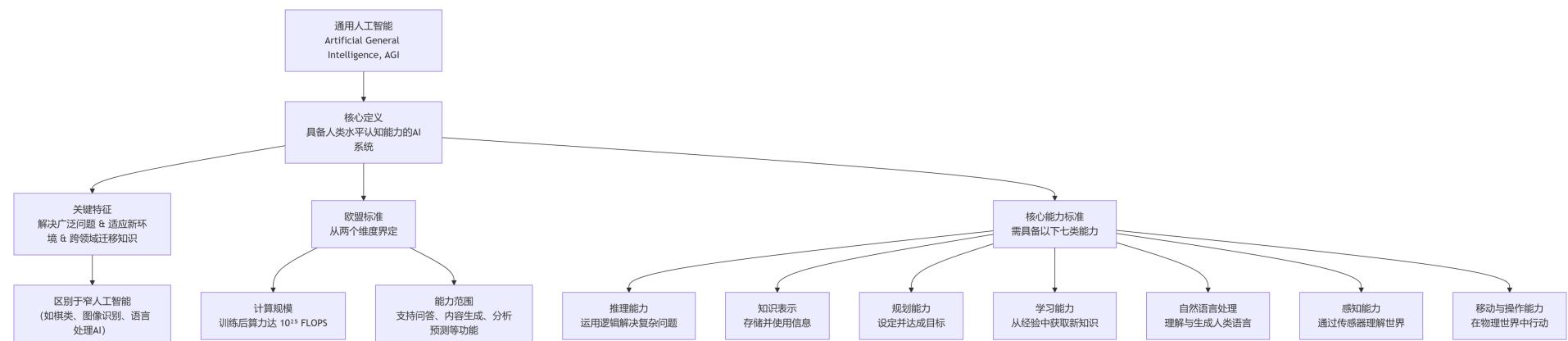
1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

2025年，AI技术正以惊人的速度进化，从能够编写代码的助手到可以操作各种软件平台的智能体，人工智能正在从单一功能工具向多功能、通用型伙伴转变。那么，究竟什么是通用人工智能？与大模型之间的关系是什么？



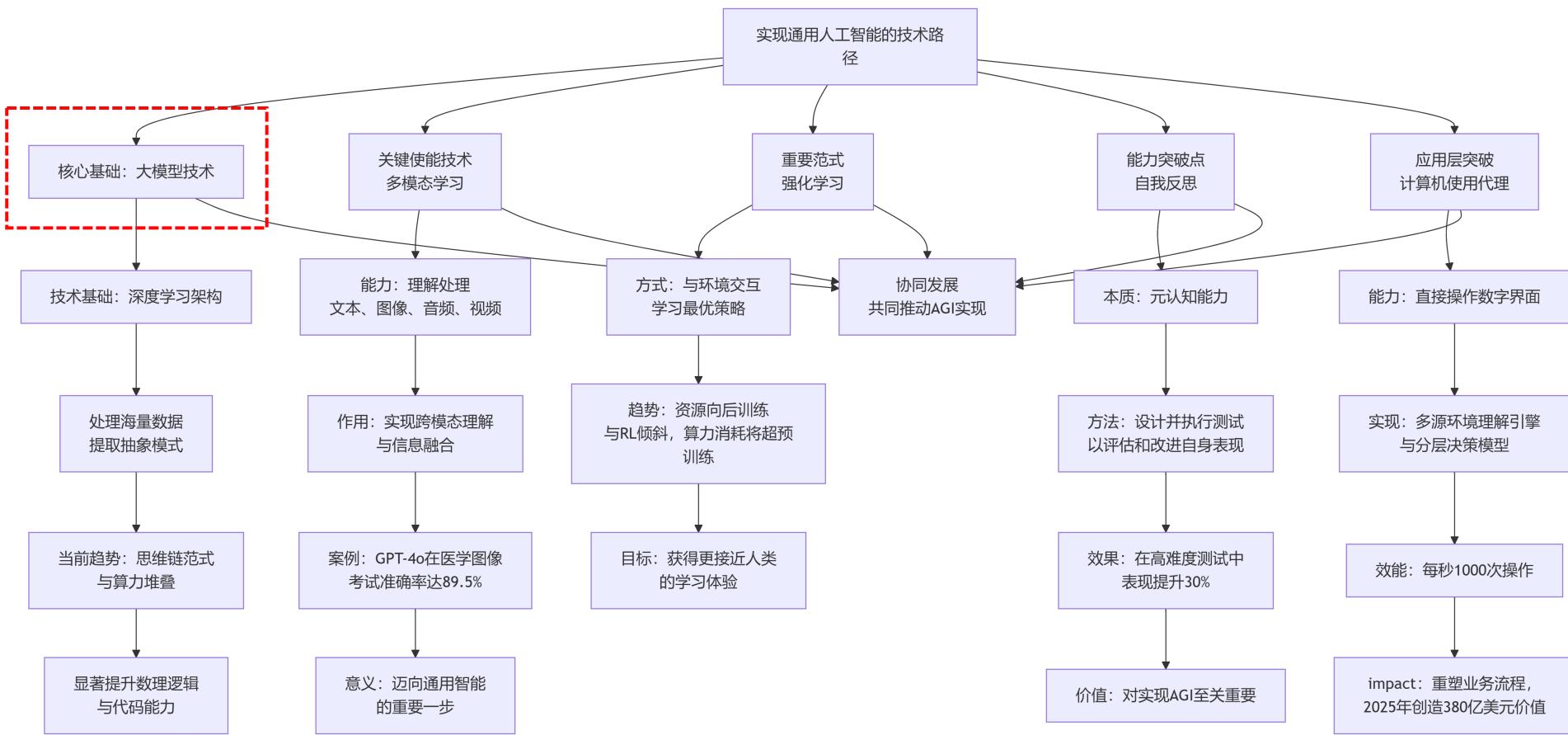
北京大学

- **通用人工智能（Artificial General Intelligence, AGI）** 指的是具备人类水平认知能力的人工智能系统，它能够理解、学习和应用知识解决各种不同类型的问题，而非仅限于特定领域。与专门为下棋、图像识别或语言处理设计的窄人工智能不同，AGI 应该像人类一样灵活适应新环境、学习新技能，并将知识从一个领域迁移到另一个领域。
- **欧盟对通用人工智能的定义提供了相对具体的标准：**在训练后算力达 10^{25} FLOPS 规模以上的人工智慧模型，能够对应各类提问互动、内容生成，以及分析预测等应用功能。这个定义从计算规模和能力范围两个维度为AGI划定了边界。
- **通用人工智能的核心标准包括以下几方面：**推理能力，即能够使用逻辑解决复杂问题；知识表示，能够存储和使用信息；规划能力，能够设定并达成目标；学习能力，能够从经验中获取新知识；自然语言处理，能够理解和生成人类语言；感知能力，能够通过传感器理解世界；以及移动和操作物体的能力，在物理世界中行动。



来源：阿里云开发者社区
<https://developer.aliyun.com/article/1678865>

支撑通用人工智能的关键技术：



来源：阿里云开发者社区
<https://developer.aliyun.com/article/1678865>

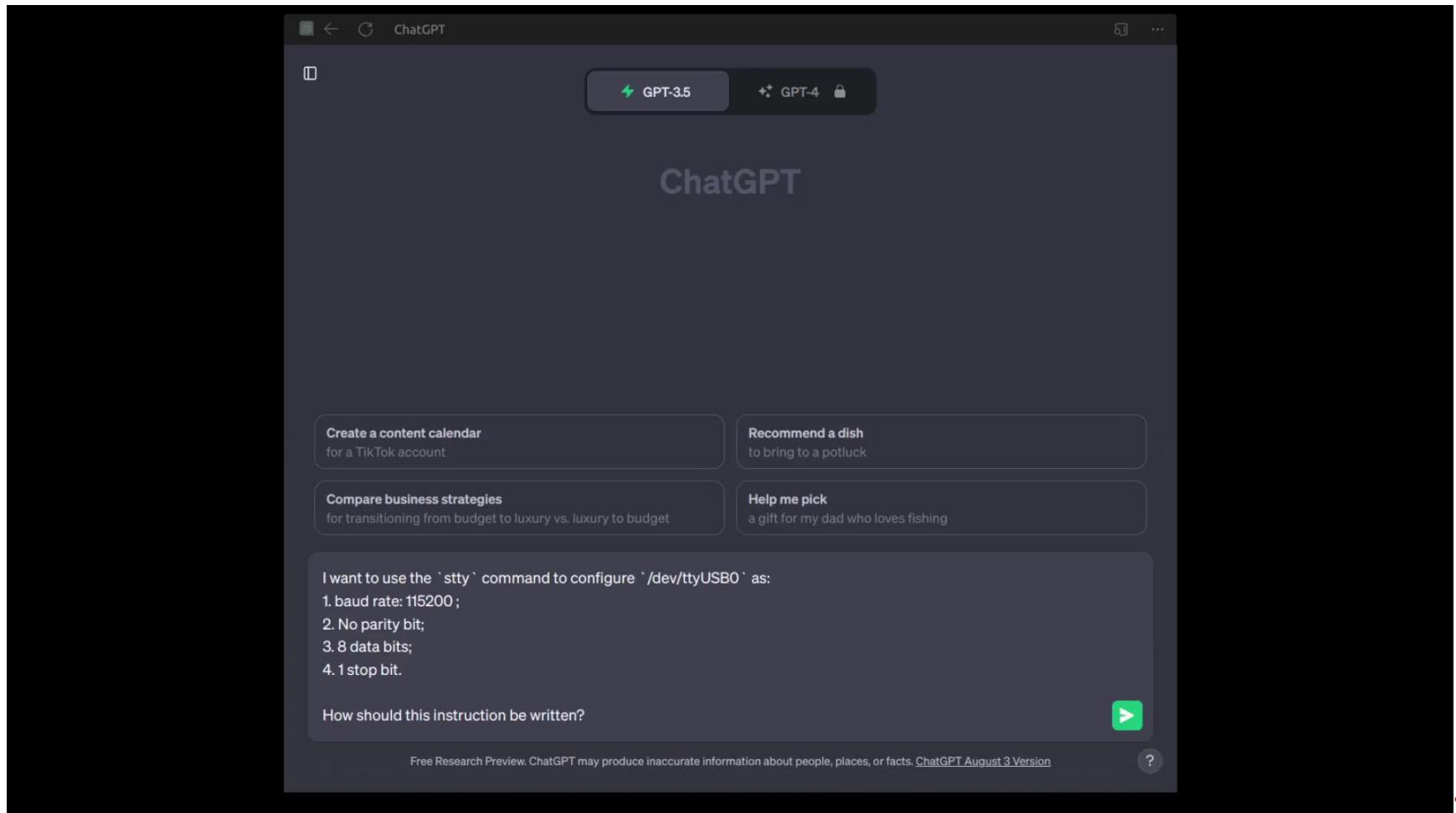


北京大学

1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

ChatGPT/GPT-4：

OpenAI开发的AI聊天机器人程序，于2022年11月推出ChatGPT，2023年3月15日推出其升级版GPT-4.



1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

GitHub Copilot:

GitHub和OpenAI合作开发的一个人工智能工具。用户在使用IDE时，只需用注释编写代码意图和函数头，Copilot即可自动补全代码。2021年6月29日对外公开。



The screenshot shows a dark-themed code editor interface with several tabs at the top: 'sentiments.ts' (selected), 'write_sql.go', 'parse_expenses.py', and 'addresses.rb'. The main area displays a TypeScript file named 'sentiments.ts' with the following code:

```
1 #!/usr/bin/env ts-node
2
3 import { fetch } from "fetch-h2";
4
5 // Determine whether the sentiment of text is positive
6 // Use a web service
7 async function isPositive(text: string): Promise<boolean> {
8     const response = await fetch(`http://text-processing.com/api/sentiment/`, {
9         method: "POST",
10        body: `text=${text}`,
11        headers: {
12            "Content-Type": "application/x-www-form-urlencoded",
13        },
14    });
15    const json = await response.json();
16    return json.label === "pos";
17}
```

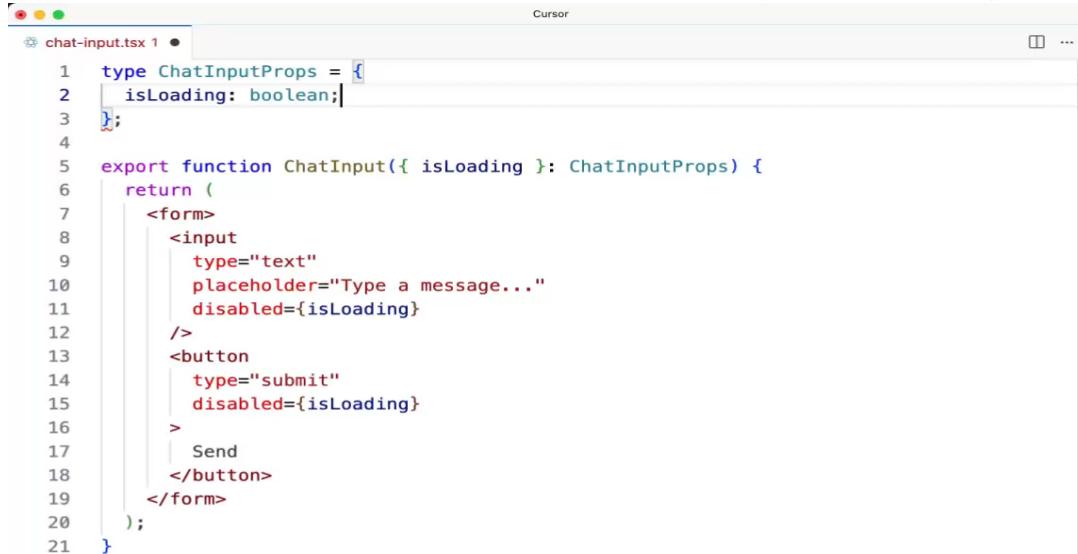
A blue button labeled 'Copilot' is visible at the bottom left of the code editor.



清华大学

1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

Cursor: 由Anysphere公司开发，支持通过自然语言生成代码、智能补全、自动修复错误、解释代码逻辑、重构优化以及直接在编辑器内进行代码问答和文档查询。实现“对话式编程”，是面向现代软件工程的AI原生集成开发环境。



```
chat-input.tsx 1
1 type ChatInputProps = {
2   isLoading: boolean;
3 };
4
5 export function ChatInput({ isLoading }: ChatInputProps) {
6   return (
7     <form>
8       <input
9         type="text"
10        placeholder="Type a message..."
11        disabled={isLoading}
12      />
13      <button
14        type="submit"
15        disabled={isLoading}
16      >
17        Send
18      </button>
19    </form>
20  );
21}
```



北京大学

1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

国内的大语言模型



达观数据
DATA GRAND

公司	大模型	发布时间
深度求索	Deepseek-R1	2025.1.20
阿里巴巴	Qwen3	2025.4.29
字节跳动	豆包	2024.5.15
百度	文心一言	2024.7.16
科大讯飞	星火	2023.5.6
达观数据	曹植	2023.7.7
复旦大学	MOSS	2023.2.20
清华大学	ChatGLM	2023.6.25
华为	盘古Chat	2023.7.10



MOSS



北京大学

1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

大模型下的软件工程：机遇与挑战

需求分析：

- 机遇：**早期识别明确需求**，减少返工，降低开发成本和项目延期风险
- 挑战：模型难以在合适的时机给出合适的提示，且较难区分语气差异、高度依赖提示。

编程：

- 机遇：通过**代码补全、代码搜索**，提高软件开发效率，减少人为错误，辅助开发者**快速实现功能**；
- 挑战：面临模型的准确性、可靠性、安全性以及对私有领域数据的依赖性问题；
面临规模复杂性、抽象思维能力、难以捕捉“暗知识”、需要长期维护支持等挑战。

质量保障：

- 机遇：运维中**快速检测和响应问题**；进行根因分析、推荐监控策略。
- 挑战：大模型判断程序对错方面的能力不足，难以应对运维中的复杂性、性能、可扩展三方面问题。

来源：第九期CCF秀湖会议报告
<https://mp.weixin.qq.com/s/wquV9JH1WwvAvjzF87KwhA>



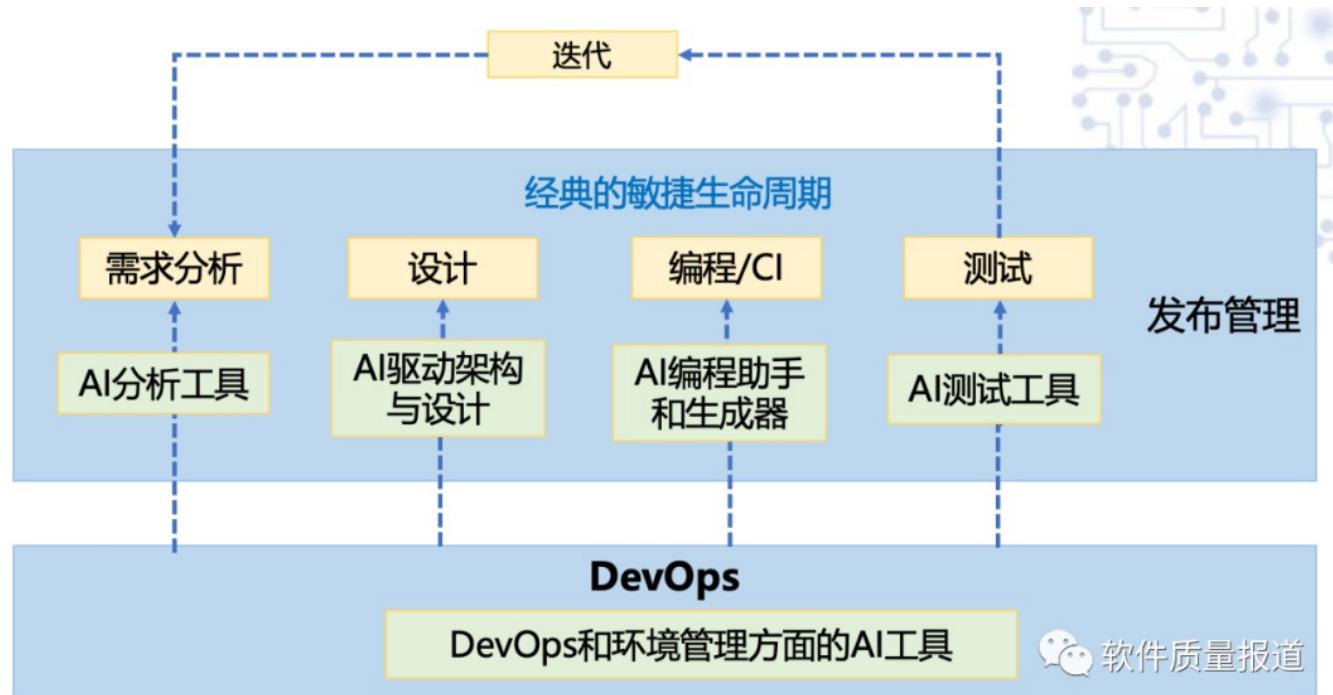
1.9 通用人工智能对软件工程的影响和挑战

- 软件工程中的大语言模型：GPT-4、ChatGPT和Copilot
- 需求定义：通过使用ChatGPT的自然语言处理功能，产品经理可以轻松理解和解释客户的需求和要求，包括用户画像
- 软件设计：GPT-4可以帮助我们设计、细化产品的功能、UI设计等。通过与GPT-4的交流，设计人员可以测试和探索不同的设计想法，为软件产品设计产生新的和创新的设计想法
- 编程工作：可以在交互中一步步引导GPT-4生成代码、优化代码、生成相应的测试代码，最终完成一个软件开发，能让软件跑起来
- 测试工作：ChatGPT可以帮助逐步生成测试用例、用不同的设计方法完善测试用例
- 运维工作：可将运维中面临的异常提交给ChatGPT，用于生成对异常的理解和解决方案
- 沟通和协调：Copilot X计划将“为文档查询提供人工智能生成的答案”功能扩展到任何组织的存储库和内部文档，允许开发人员通过类似ChatGPT的界面询问有关文档、成语代码或专有软件的问题，并立即得到答复、提供个性化的回应，这些将极大提升团队的沟通和协调效能。

来源：10倍效能不是梦：“软件工程3.0”之下软件研发
<https://mp.weixin.qq.com/s/2zaR3hdehu88XQjGT203cw>

通用人工智能对软件工程的影响和挑战

- 软件工程中的大语言模型



图片来源：AI如何助力,驱动软件研发?

<https://mp.weixin.qq.com/s/n-fP6J3aNEHMxQzhKyqe2A>

虽然LLM目前不能生成我们所需的一切，不能代替所有的研发人员，我们也没有期望它能代替人类所有的业务分析师、程序员、测试人员等，但在未来，它将改变我们过去那种软件开发方式或范式，它可以淘汰一部分（大约50% ~ 80%）业务分析师、程序员、测试人员等。

通用人工智能对软件工程的影响和挑战

- 大语言模型对软件工程方法论的转变

1. 文档：回归自然语言，构建提示词序列：
与人类交流的最有效方式现在也是与机器交流的有效方式。
2. 原型：大模型可以快速生成完全可运行的例子：
“用嘴的速度(speed of mouth)写代码”，现已成为现实。
3. 编码：尽管模型经常生成仅仅看似合理的代码，但即便如此也能节省很多编码成本；
4. 工具：一旦大模型理解了工作流，就可以利用它生成便于使用的脚本和工具，用以管理和维护软件；
5. 持续代码审查：大模型可以观察软件，推断开发者的意图和思维结构，对其中的方法提供反馈。



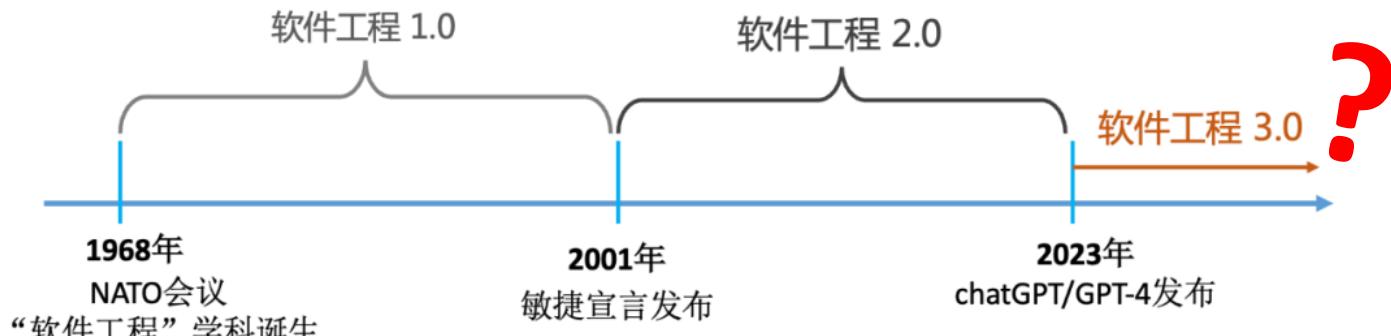
北京大学

通用人工智能对软件工程的影响和挑战

软件工程3.0？

随着ChatGPT、GPT-4等大语言模型（LLM）的出现，AI逐渐开始接手一些软件研发工作。

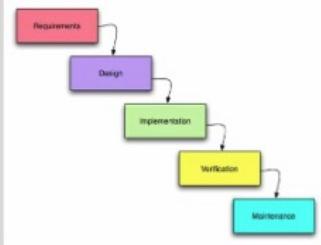
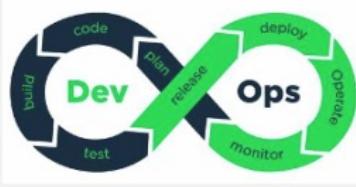
通过将大语言模型融入到软件研发生命周期中，研发人员的使命发生变化。大语言模型重新定义了开发人员构建、维护和改进软件应用程序的方式。



图片来源：软件工程3.0前传：AI赋能软件研发
<https://mp.weixin.qq.com/s/vsFwUdkRvCI2-HsHKgcjqw>

通用人工智能对软件工程的影响和挑战

软件工程3.0与1.0和2.0对比

比较项	软件工程 1.0	软件工程 2.0	软件工程 3.0
标志性事件	1968年10月在德国 Garmisch 举行的软件工程大会	2001年2月签署、发布《敏捷软件开发宣言》	2023年3月 OpenAI 发布大语言模型 (LLM) GPT-4
基本理念	过程决定结果，如CMM。其思想来源于传统建筑工程等	软件研发是一项智力劳动，以人为本、尽早持续交付价值	基于LLM底座，快速生成所需的代码和其它所需内容。
软件形态	(普通的)工业产品	软件即服务(SaaS, 包括PaaS、IaaS)为主	软件即模型(SaAM) 并提供“模型即服务(MaaS)”
支撑内容	纸质文档	信息化	数字化
主要方法	结构化分析、设计和编程 面向对象的方法	面向对象的方法 SOA、微服务架构(一切皆服务)	模型驱动、人机交互智能
流程	瀑布模型、V模型为代表 阶段性明确 	敏捷(如Scrum)/DevOps 半持续性(提倡CI/CT/CD, 但做不到) 	模型驱动开发 真正达成所需即所得,真正做到持续交付服务 
需求	确定的、可理解的、可表述的 PRD 文档	用户故事 具有不确定性、可协商的	回归自然语言, 构建提示词序列
质量关注点	产品的能、性能、可靠性	服务质量 QoS、用户体验	数据质量

摘自：同济大学
朱少民老师创建的微信公众号：
软件质量报道



北京大学

大语言模型对软件工程的支持局限性

- 当前的大语言模型（LLM）本质上是“基于历史模式的超级推理机”，它擅长处理和重组已知信息，在面对需要真正“无中生有”的创新和处理高度动态、不确定性的复杂系统时，确实存在本质性的局限。
- 大语言模型（LLM）是强大的信息处理和模式匹配工具，但在面对人、机、物高度融合的复杂系统时，它无法进行真正的“理解”和“创新”。它更像一个“博学的助手”，而非“智慧的设计师”。

核心论点：LLM的局限性与人类思维的不可替代性

LLM的本质是基于海量数据的概率模型，它的“思考”是重组而非创造。它的两大核心局限在于：

- 缺乏物理世界的具身体验：无法真正理解物理定律、材料特性、人体工学等。
- 缺乏价值判断和系统权衡能力：无法在技术可行性、用户体验、商业成本、社会伦理等多重维度中做出负责任的权衡。

人类专家的优势正是创新思维和复杂系统思维，他们能：

定义问题：发现真正关键的、深层次的痛点。

构建框架：建立分析问题的模型，识别系统各要素的互动关系。

做出权衡：基于价值观和长远目标，在矛盾中寻找最优解。

负责落地：对设计的系统所产生的真实世界影响负责。



北京大学

示例：设计一座“智慧桥梁”

问题：为一条繁忙的河流设计一座新桥，要求能缓解交通、促进生态、并成为城市新地标。

LLM（如ChatGPT）可能会给出的方案：

它可能会生成一段描述性的文字，甚至代码：

“采用碳纤维材料减轻桥体自重，集成传感器网络监测交通流量和结构健康，使用太阳能板为LED照明供电，灯光颜色可根据节日变化。桥墩设计为鱼巢结构，促进生态。”

局限性分析：

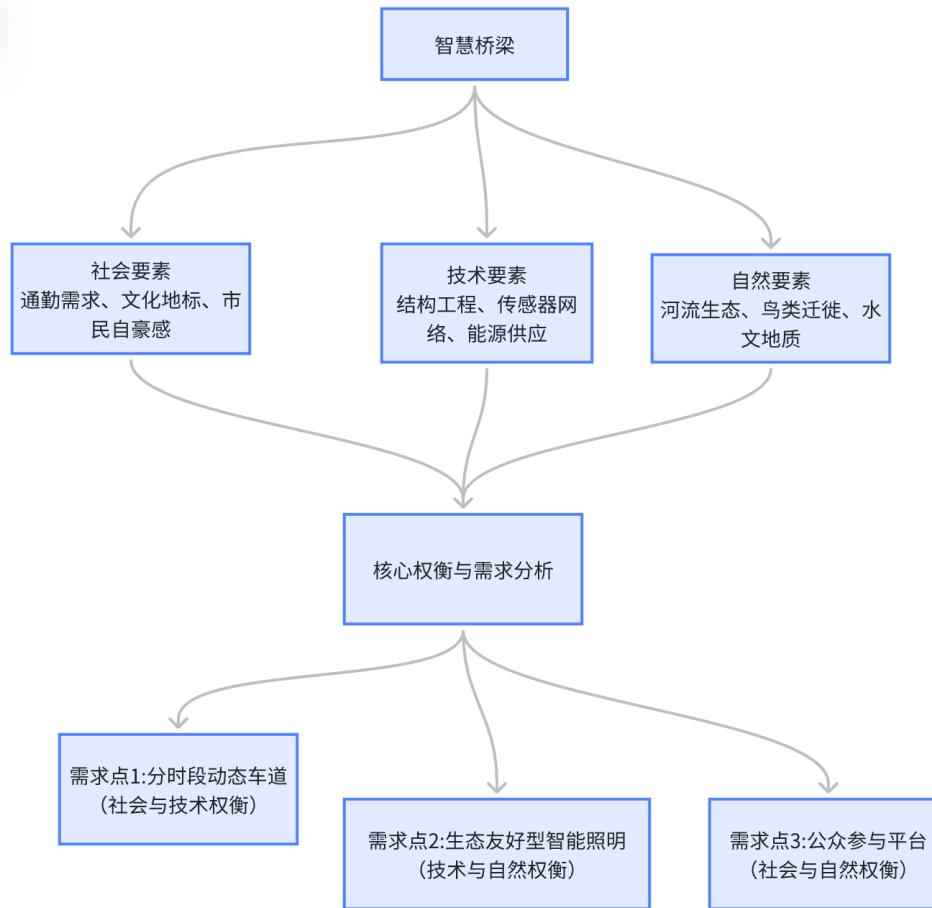
- 物理不现实：** 碳纤维用于大型主桥结构的成本和技术成熟度？传感器如何部署？抗洪水冲击能力如何？
- 缺乏权衡：** 鱼巢结构可能影响桥墩强度，如何平衡？绚丽的LED光污染是否影响周边生物？
- 价值缺失：** 它不理解“地标”的文化和情感意义，只能堆砌技术词汇。

基于LLM的分析和设计的输出是技术的堆砌，而非系统的整合！



人类专家的复杂系统思维与创新过程：

人类专家会将其视为一个社会-技术-自然的复杂融合系统，并进行如下思考和分析：



结论：对于人机物高度融合的复杂问题，大语言模型无法给出解决方案。我们应当更加注意培养创新性思维方式以及针对复杂系统的分析和设计思想，而不再是仅仅写好代码！



北京大学

研三同学分享的暑期实习经验：

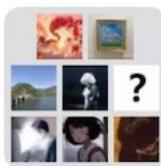
- 分析和设计比编码重要
 - 实习期间的工作不光是编码，文档输出也是很重要的产出衡量指标。
- 以用户的需求为先
 - 分析和设计比编码更重要，花费时间更长。
- 重视代码质量
 - 工业界相比学校来说，更注重code review。
- 扩展自己技术栈的全面性
 - 现在的业界工作往往要求员工是多面手。
- 学会争取机会
 - 善于表达，尤其是实习生入职可能不会给你安排什么有含金量的工作，有必要展示自己的能力和想法。
- 加强沟通
 - 人是知识的最佳容器。加强和同组成员沟通，比研读WIKI能更高效地获得知识。
- 磨炼工具并分享
 - 时常留意并用脚本解决重复性工作，不但能解放你的时间，其他人还会使用并完善之，最终形成实用的自主研发工具。

以上正是软件工程课程要带领同学们学习和实践的要点！





欢迎选修《软件工程》！



群聊：2025软件工程课程群



该二维码7天内(9月15日前)有效，重新进入将更新

请修改群昵称为
“姓名-学号”



北京大学