



# 中国软件工程历程与发展

- 一、软件工程概述
- 二、中国软件工程
- 三、若干重要研究方向
- 四、人才培养

杨芙清

2018年11月



北京大学



# 一、软件工程概述

## (一) 背景与概念提出

上世纪六十年代 (1960年代)

软件开发和维护 遇到 一系列严重问题

如：需求不明确 软件存在大量缺陷

软件开发成本和项目周期失控

软件难以维护……

导致



软件危机

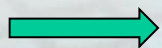
1968年

北大西洋公约组织 (NATO) 科技委员会出资

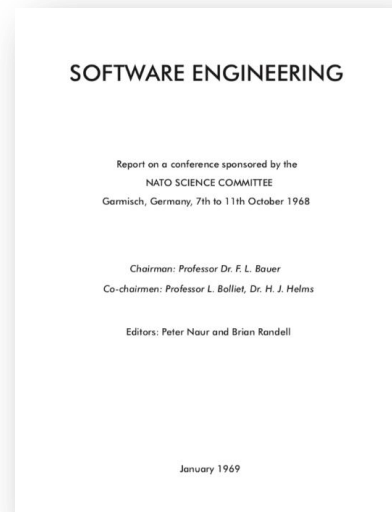
在德国的南部小城 加尔米施 举行学术会议

会议名称 即为 “软件工程” 大会

成为



软件工工程学科诞生的标志



1968年NATO软件  
工程会议报告

会议就软件工程与社会、软件设计、产品、服务、教育、定价等问题进行了探讨



北京大学



## (二) 软件与软件工程

### 1. 软件与软件工程的观念

#### 软件

是客观世界中问题空间与解空间的 **具体描述**

**追求** 表达能力强、更符合人类思维模式

具有构造性和演化性的**计算模型**

#### 软件工程

应用 计算机科学理论和技术 以及  
工程管理原则和方法 按预算和进度

实现 满足用户要求的

**软件产品的定义、开发、发布和维护的工程**  
或以之为研究对象的学科 (《计算机大百科全书》)



北京大学

## 2. 软件工程主要发展历程

软件复用和软件构件技术被视为解决软件危机的一条现实可行途径  
基于构件的软件开发方法成为主流技术之一

**1990年代**  
软件复用和构件技术受到关注

CASE工具和环境的研制成为热点  
面向对象技术开始出现并逐步流行

**1980年代**  
软件开发方法学成为研究热点

出现了结构化分析和设计方法

**1970年代**  
程序设计方法学成为研究热点

软件工程被正式提出  
开始注重程序结构的研究  
程序设计语言和编译系统得到应用

**1960年代**  
出现了软件危机



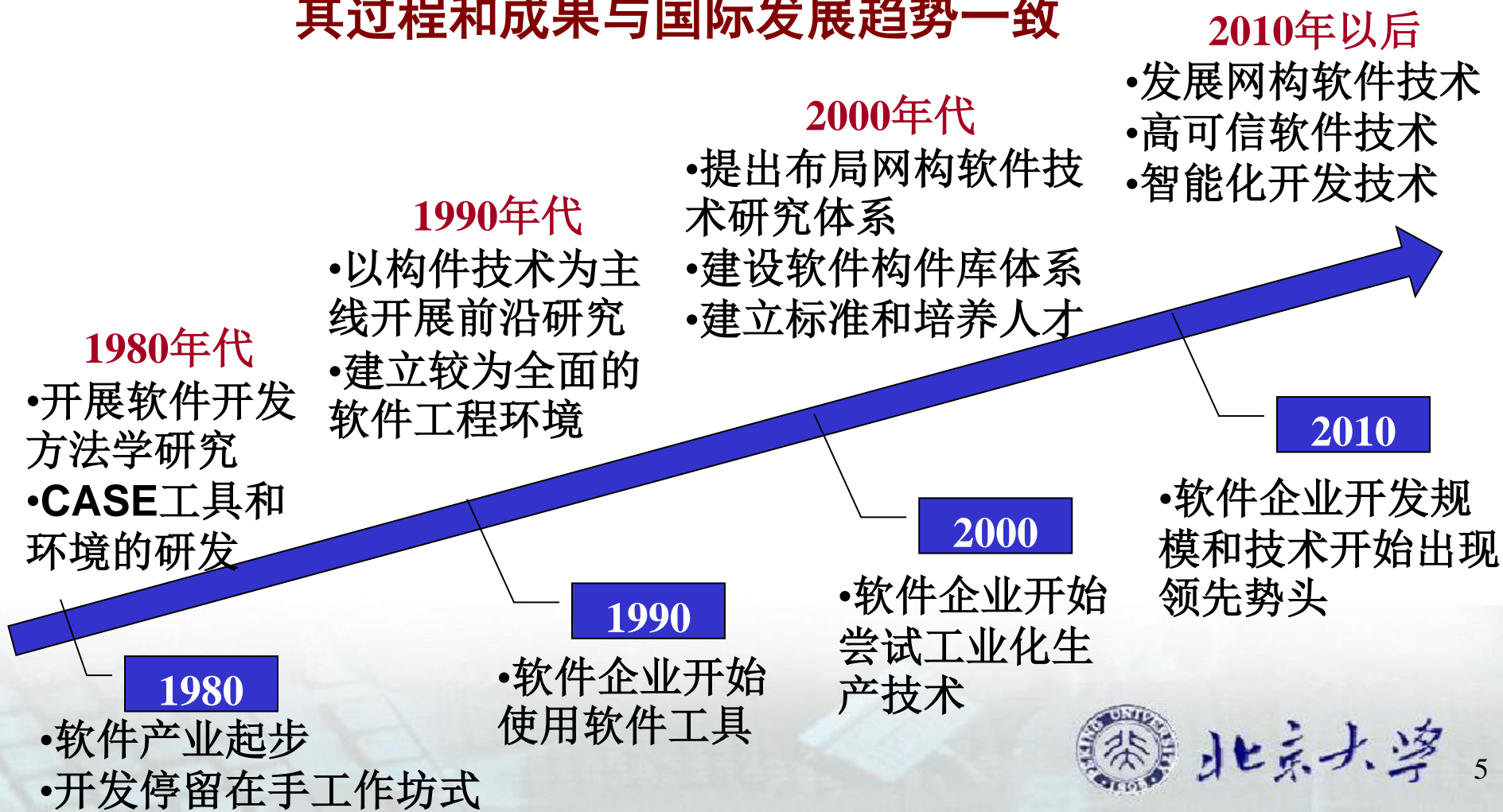
## 二、中国软件工程

### (一) 中国软件工程师的发展历程

为了满足中国软件产业发展需求

中国自1980年启动软件工程师研究与实践

其过程和成果与国际发展趋势一致



北京大学





## (二) 早期代表性研究工作

### 1. 软件自动化系统

南京大学徐家福教授领导的科研团队

#### ❖ 从规约到实现，开发了多个软件自动化系统

- 软件自动产生系统NDHD
- 软件自动化系统NDAUTO, NDAUTO/SUN
- 元级转换系统NDTPS
- 算法设计自动化系统NDADAS
- 归纳程序综合系统NDIPS
- 自学习软件自动化系统NDSAIL
- 层次式面向对象需求模型NDH00M及其支撑系统
- 基于NDRDL语言的软件需求分析自动化系统
- 面向对象软件需求分析支撑系统NDORASS



北京大学



## 2. XYZ系统

### 中科院唐稚松院士领导的科研团队

- ❖ XYZ系统是由一个**时序逻辑语言XYZ/E**，以及围绕该语言的一组软件工具组成
- ❖ **XYZ/E：第一个可执行的时序逻辑语言**
  - 主要特征是能直接表示自动机状态转换机制
  - 具有常见程序语言风格，可实际用于编程运行
  - 它的统一框架既能表示抽象规范，又能表示各种新的范型，如面向对象程序设计、可视图形程序设计、多媒体、分布式程序设计等



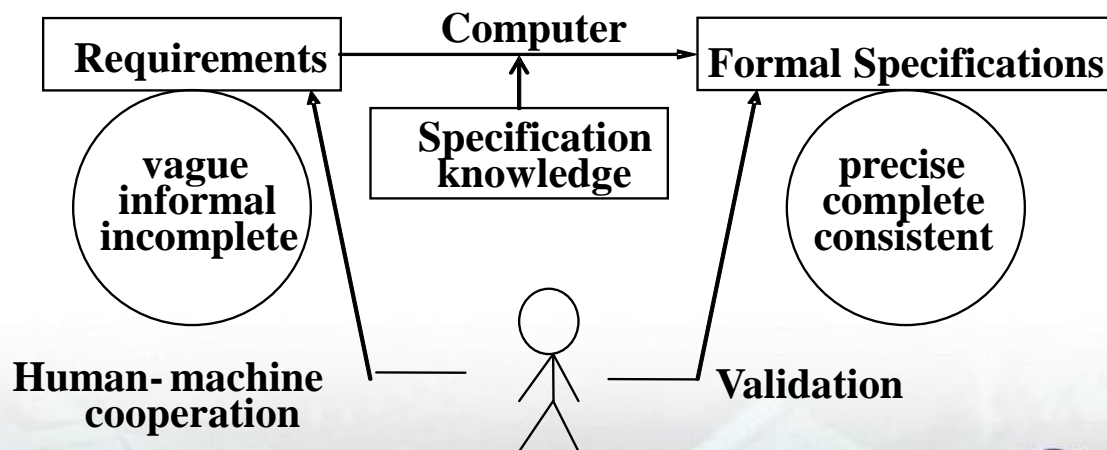
### 3. MLIRF系统

中科院董韫美院士领导的科研团队

#### ❖ 形式规约的获取与复用

- 提出基于复用的文法推断方法
- 提出一种新的递归函数理论：上下文无关语言上的递归函数CFRF

#### ❖ 研究开发了支持系统MLIRF



北京大学





## 4. 青鸟工程

### 北京大学牵头的科研团队

从“七五”的 11个单位 100多 科技成员  
至“八五”的 22个单位 338位 科技成员

#### (1) 目标

以实用的软件工程技术 为依托

建立 软件产业基础

推行 软件工程化、工业化生产技术和模式

提供 软件工业化生产手段 和设备

形成 规模经济所需的

人才储备、技术储备、产品储备



## (2) 青鸟工程 (概况)

### 软件生产手段的变革

手工作坊式



工业化生产技术  
工程化开发方法

支撑环境与工具  
标准规范体系



工业化生产

工程化  
工业化  
生产技术

青鸟工程产业化道路

实用化  
产品化  
技术

基础研究

青鸟工程发展历史

“十五”青鸟软件生产线系统  
——基于Internet、以构件库为核心的软件开发平台

“九五”（二）青鸟软件生产线系统  
——基于构件-构架应用系统集成组装环境  
(JBAIE)

“九五”（一）青鸟III型系统 (JB3)

“八五” 大型软件开发环境  
——青鸟II型系统 (JB2)

“七五” 集成化软件工程支撑环境  
——青鸟I型系统 (JB1)

“六五” 核心支撑环境BETA-85

青鸟工程的关键  
创 新

观念创新

机制创新

技术创新

TRDC模式

市场  
技术  
工程

生产、管理  
工具、标准

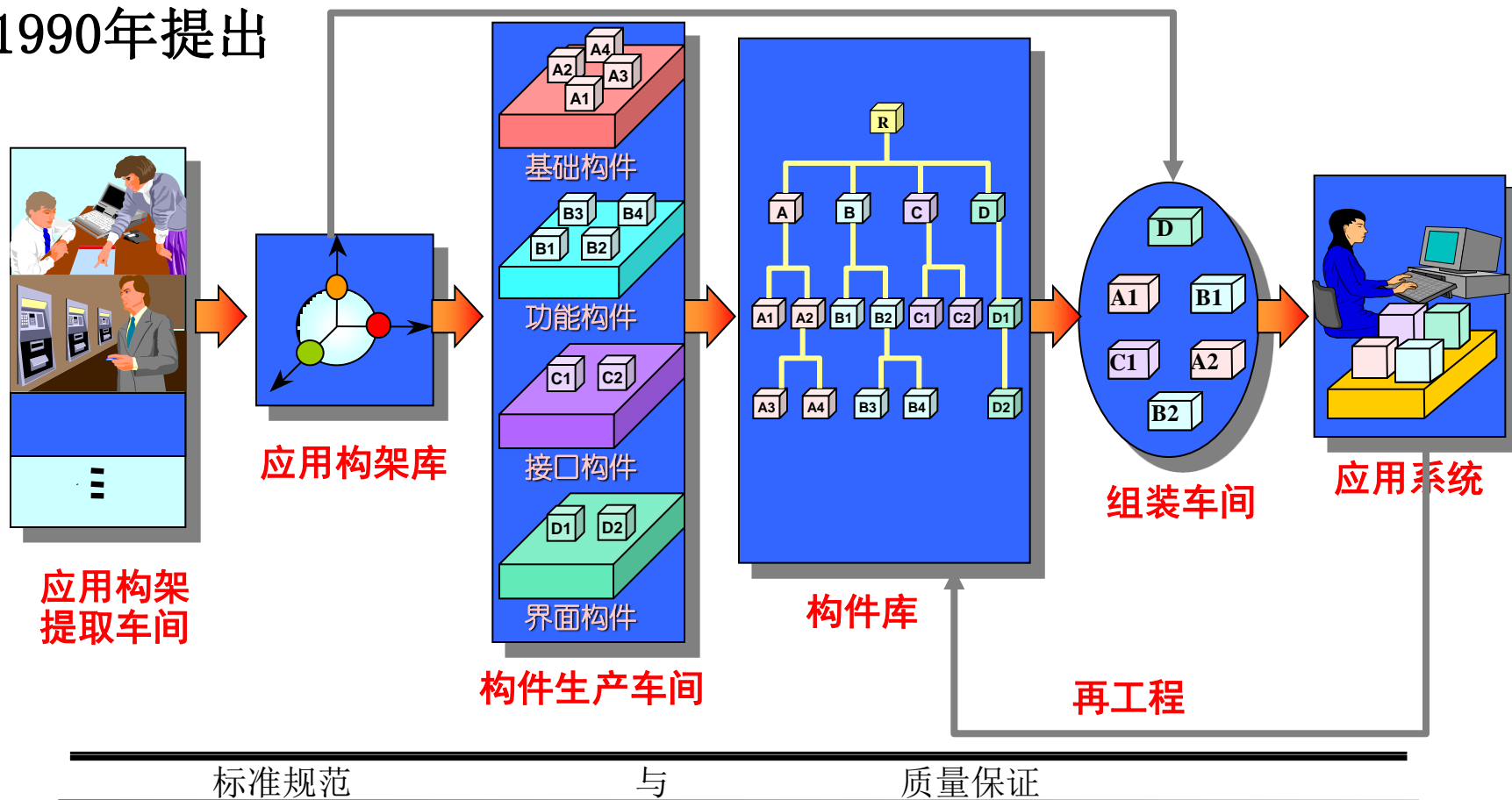
软件产业建设的共性、基础性工作



北京大学

### (3) 青鸟软件生产线概念模式图

1990年提出



- 借鉴传统产业经验
- 探索软件生产规律
- 提出软件生产线概念

- 支持软件工业化生产
- 改善软件开发过程
- 提升软件企业能力
- 促进软件产业合理分工

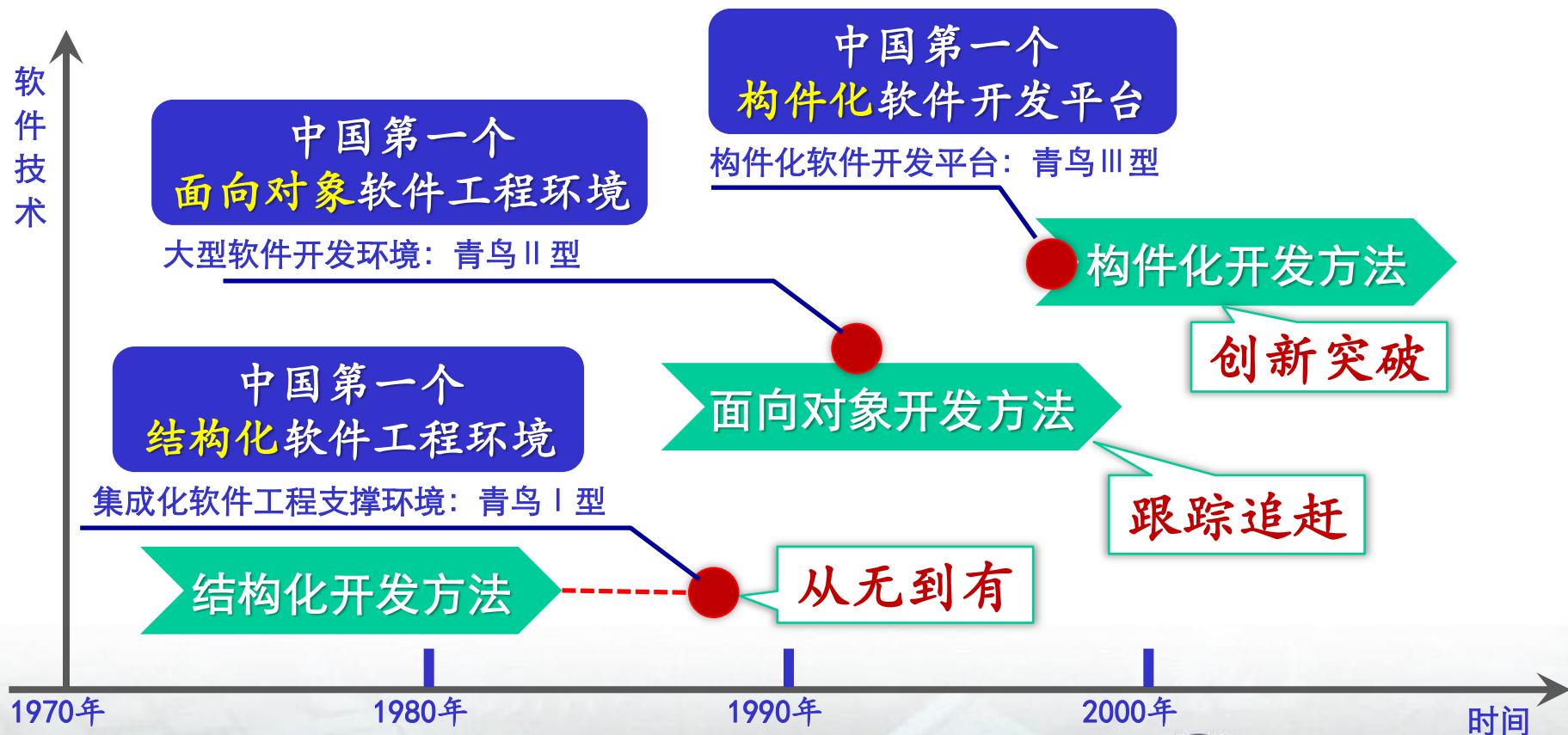


北京大学

## (4) 研发成果

实现软件工程技术从**引进、跟踪** 到进入先进行列的**跨越**  
推动中国软件产业

从**手工作坊**到**工业化生产**的生产方式变革



北京大学

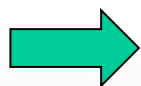
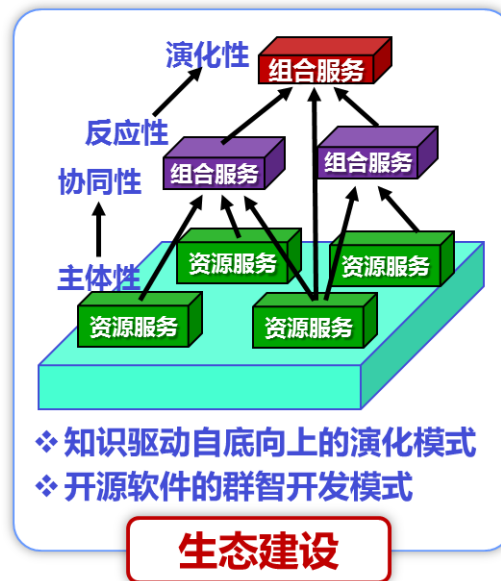
# (5) 网构软件 (Internetware)

## 互联网环境下软件新范型

2000年 在互联网发展环境下

提出并率先开展研究

面向互联网计算的新型软件——网构软件



网构软件 被列为国家科技计划重要方向

自2002年起连续获得三期973计划项目支持

在国际上产生广泛的学术影响



北京大学





## 三、若干重要研究方向

软件和软件工程的发展

已为中国软件产业发展奠定了良好的基础

当今世界 信息技术创新日新月异

数字化、网络化、智能化深入发展

新应用、新模式不断涌现

对软件和软件工程提出了新的要求

➡ 软件与软件工程的理论、方法、技术、平台、系统等  
成为新一代信息技术的重要研究方向

如：可持续演化的软件理论  
软件定义的云计算平台  
智能系统中的软件技术

软件的智能化开发方法  
人机物融合的软件系统



北京大学





# (一) 可持续演化的软件理论

当前，软件所依赖的计算平台发生了巨大变化  
软件所处环境、基本范型、作用方式  
也发生了巨大变化

➡ 需要研究探索 可持续演化的软件理论、方法和技术

从从  
系本  
统原  
性性  
探入  
寻手

新型软件的基本形态如何？

新型软件的运行机理如何？

新型软件的生命周期如何？

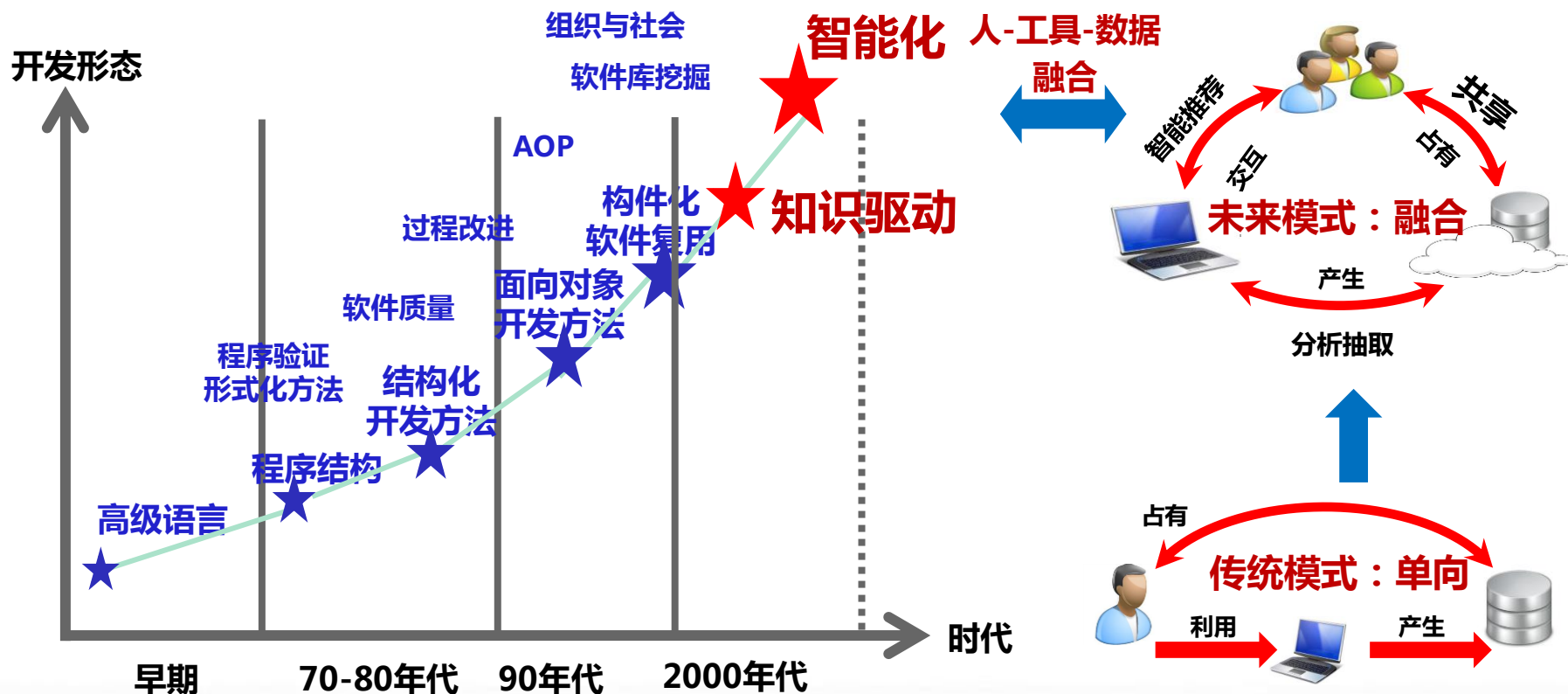
如何完成经典软件到新型软件跨越？

如何构建新型理论范型方法技术体系等？

## (二) 软件的智能化开发方法

软件开发方法

从工程化、工业化、群体化 → 智能化



→ 基于大数据的软件智能开发方法和环境  
成为发展目标

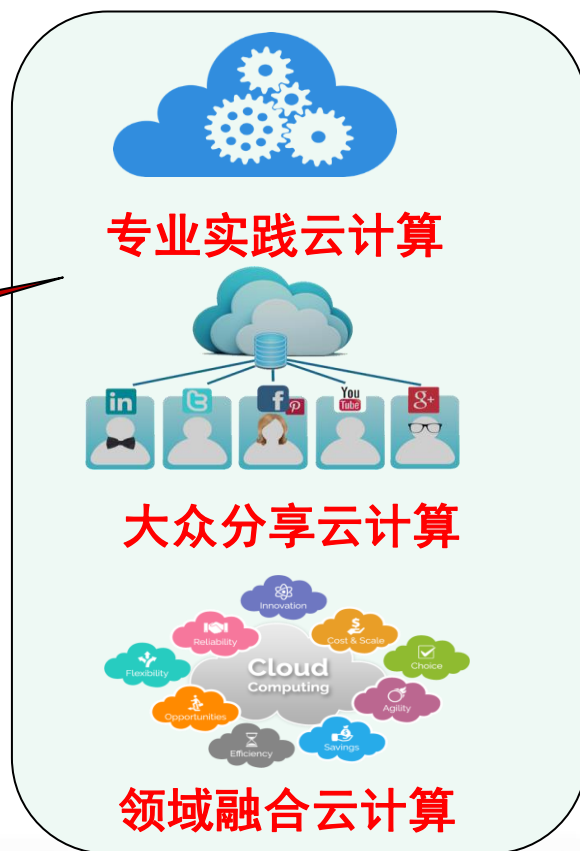
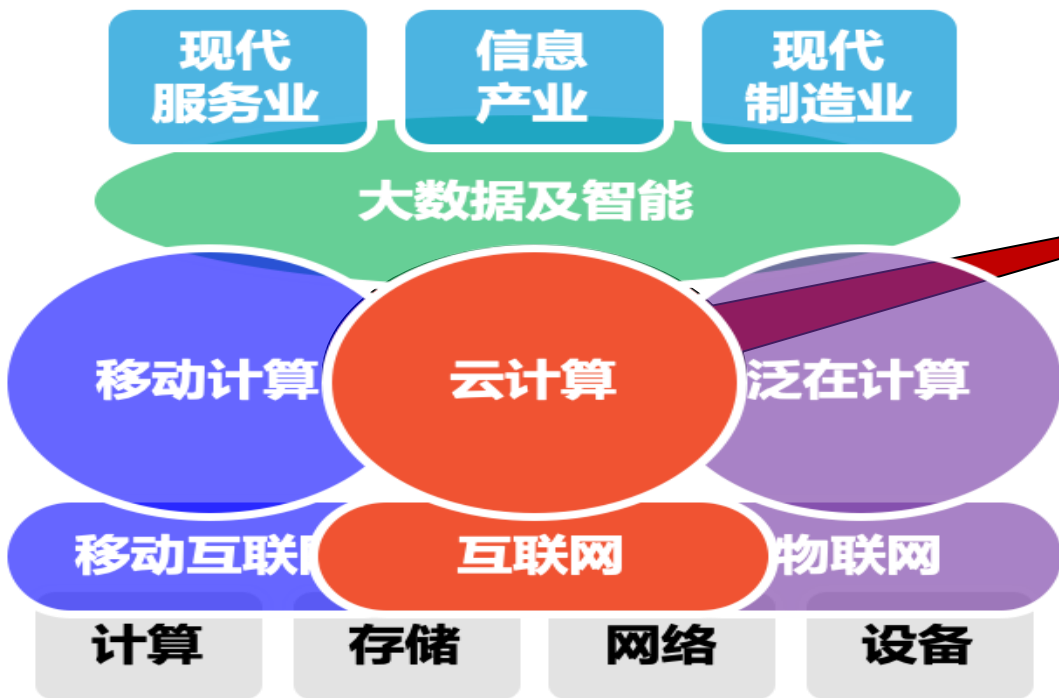


北京大学

### (三) 软件定义的云计算平台

虚拟化与软件定义 实现资源共享

云际协作（跨云计算） 使服务无边界



➡ 云和互联网一样 已成为无处不在的基础设施  
云平台成为新的基础软件



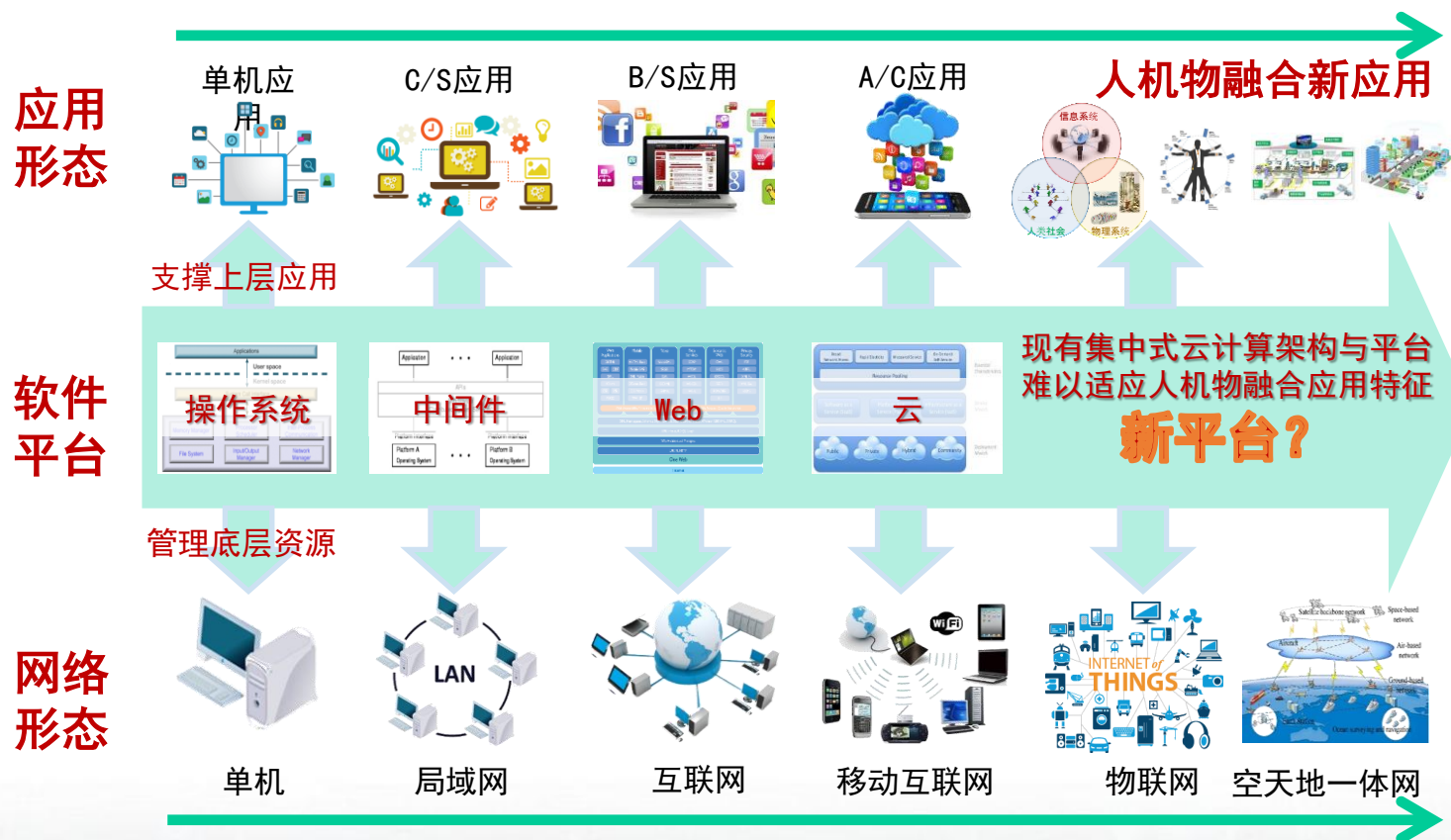
北京大学

# (四) 人机物融合的软件系统

越来越多的设备被网络连接

应用 越来越多地利用设备上的软硬件资源

需要研发 人机物融合的软件技术与系统



人机物融合的新应用 新平台成为发展趋势



北京大学



# (五) 智能系统中的软件技术

智能系统软件不仅仅运行在终端上 而且运行在云端上  
需要研究 云-端融合的智能系统软件技术

在各个领域 新型智能应用层出不穷



自动驾驶



无人机



医疗诊断

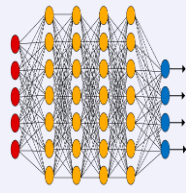


智能安防

新型人工智能算法得到广泛关注



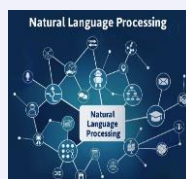
模式识别



深度学习

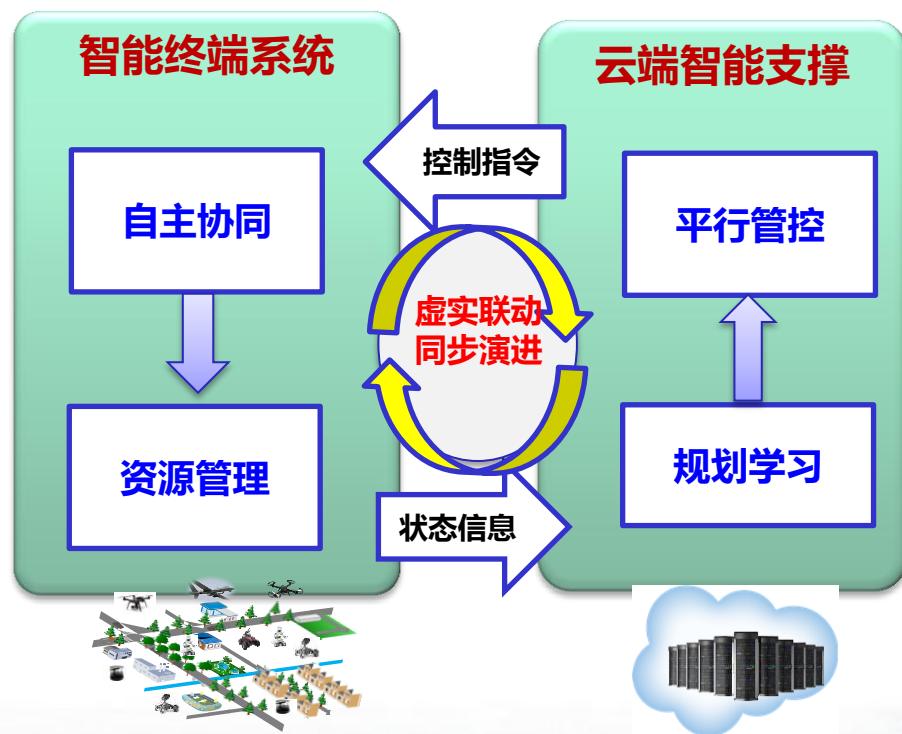


图像识别



自然语言处理

云-端融合的智能系统软件体系结构



智能系统的软件技术发展

提高了计算机系统的智能性



北京大学



# 四、人才培养

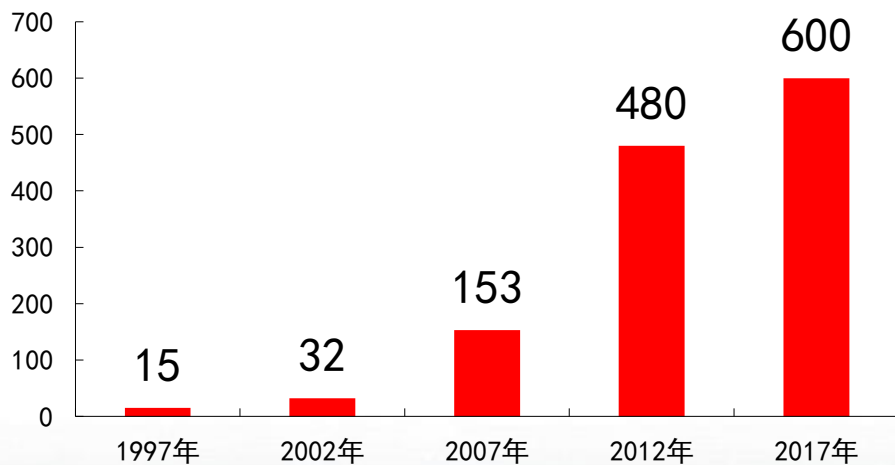
## (一) 中国软件业人力资源分析

“人才是第一资源”、“归根到底靠人才、靠教育”——习近平

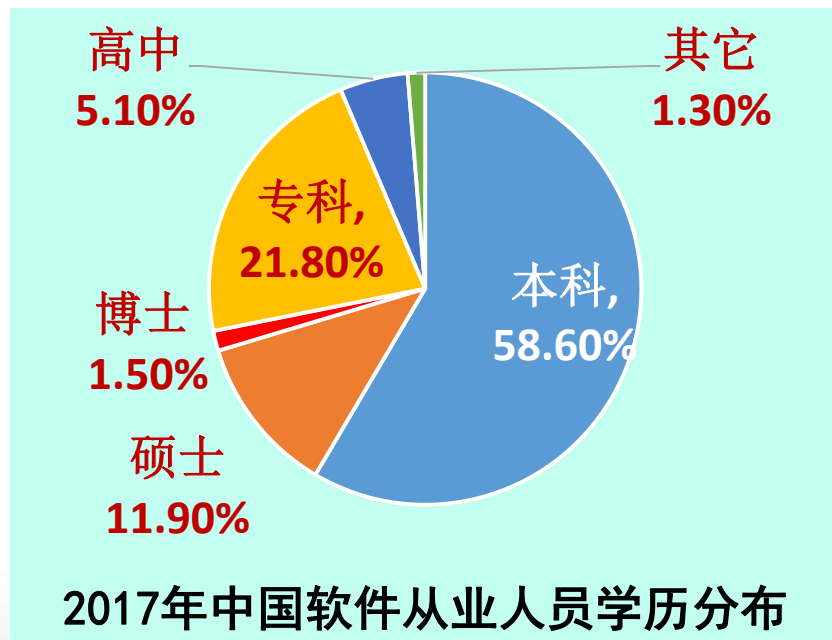
软件产业人才得到快速增长

2000年 国发18号文 出台政策 大力发展软件产业 培养软件人才  
中国软件业从业人数

从 2002年的 32万人  
发展到 2017年的 600万人



数据来源:《中国软件产业年鉴》



软件工程教育为中国软件产业发展

提供了有力的人才支撑



北京大学



## (二) 中国软件工程专业发展历程

为了满足 中国软件产业发展需求  
我国自1983年开始探索 软件工程专业教育



1983年北京大学试办软件工程专业（本科）

1984年、1985年北京大学和复旦大学招收两届软件工程研究生班

1985年北京大学率先招收软件工程专业博士研究生

1996年开始招收工程硕士研究生

2001年建立示范性软件学院

2011年软件工程作为一级学科列入学科目录  
2011年工程博士被列入专业学位目录



北京大学

# （三）软件工程教育体系

## 1. 科学教育与工程教育

### 科学教育

提供有价值的 **系统基础知识** 为日常的**实际生活** 和  
今后所从事的 **职业** 作好准备  
用归纳的方法 **训练心智** **发展**观察能力、推理能力和概括能力  
( 摘自《赫胥黎论文集》的第3卷《科学与教育》 )

### 工程教育

要**适应**产业的发展 既要 满足目前承接产业转移 引进技术的需要  
也要 为消化吸收先进技术 进而自主创新服务  
**主要培养**从事**工程技术研究、设计、开发、服务**等**创新型工程技术人才**  
以实现国家经济增长方式的转变 提高国家综合国力与国际竞争力  
( 摘自《面向创新型国家的工程教育改革研究》 )

## 2. 软件工程教育的

### 科学教育属性和工程教育属性

#### 科学教育属性

引导学生 对 人类意识与智慧 进行 科学理解

增强 运用软件本质特性

解决 具体问题 的 能力

#### 工程教育属性

引导学生

综合应用 计算机科学 数学 管理等科学原理

借鉴 传统工程的 原则 方法

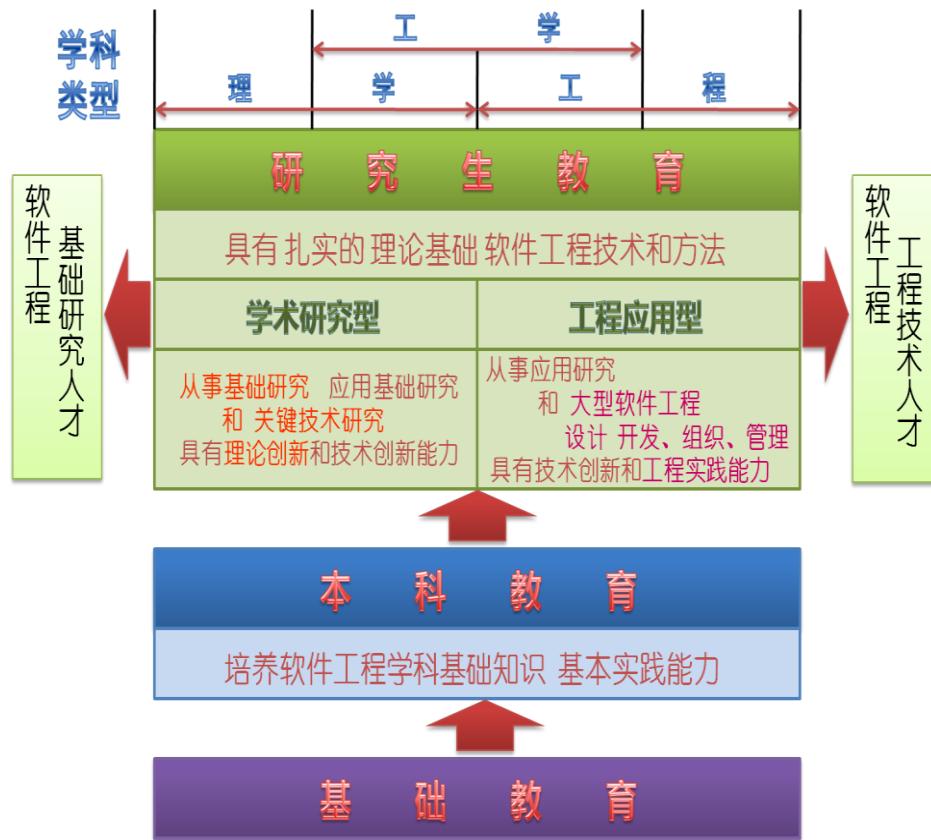
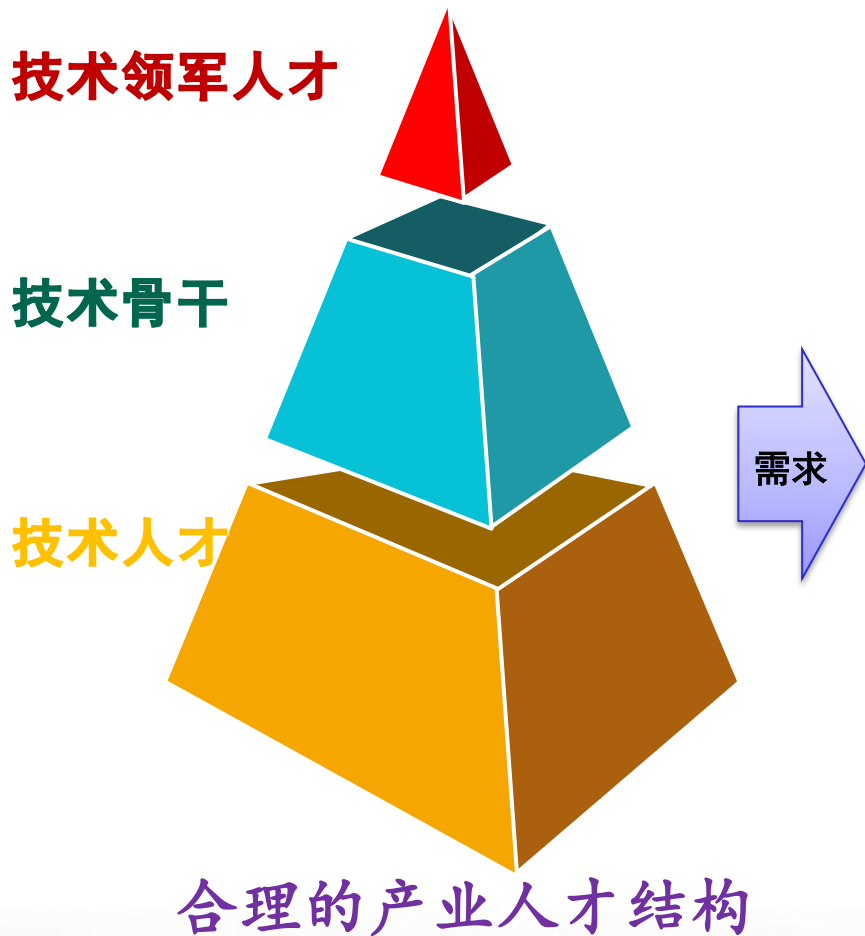
提炼 固化 知识

创建软件 以提高质量 降低成本



北京大学

### 3.构建三类 三级的软件工教育体系



软件工程教育体系

→ 满足软件人才 多层次、多样化的需求



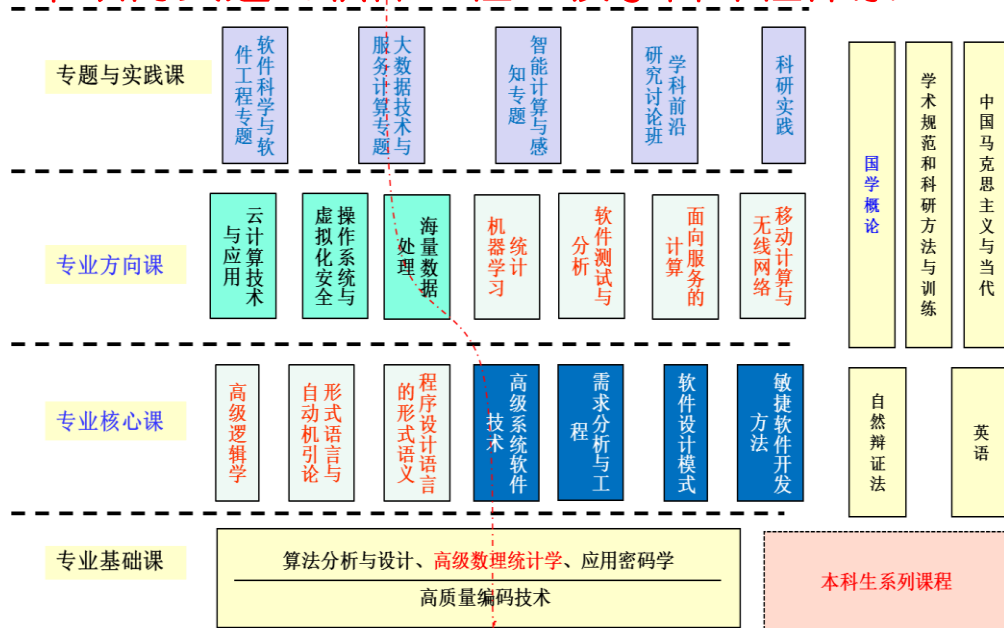
北京大学

## 4. 软件工程一级学科培养体系

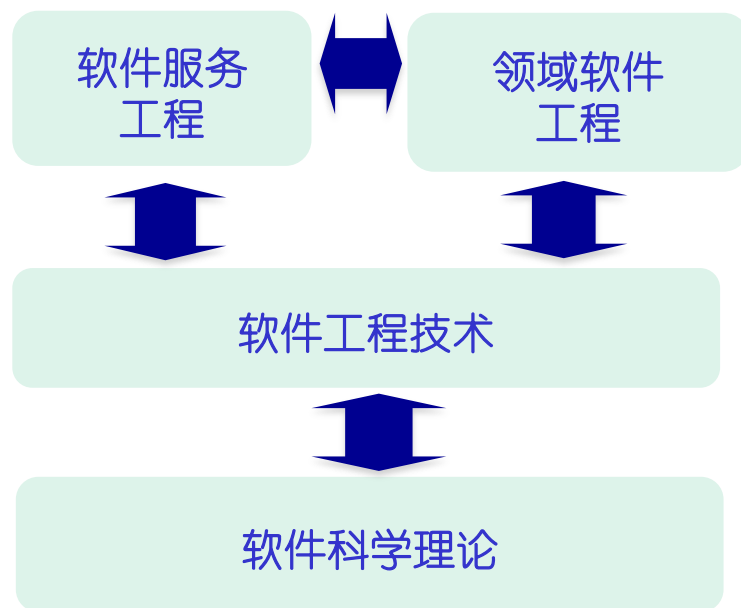
面向国家需求 瞄准国际前沿 坚持自主创新

树立核心价值观 夯实数理基础 增强创新能力

### 本硕博贯通的软件工程一级学科课程体系



### 软件工程一级学科所属学科方向



➡ 培养 高端 学术型 创新型人才



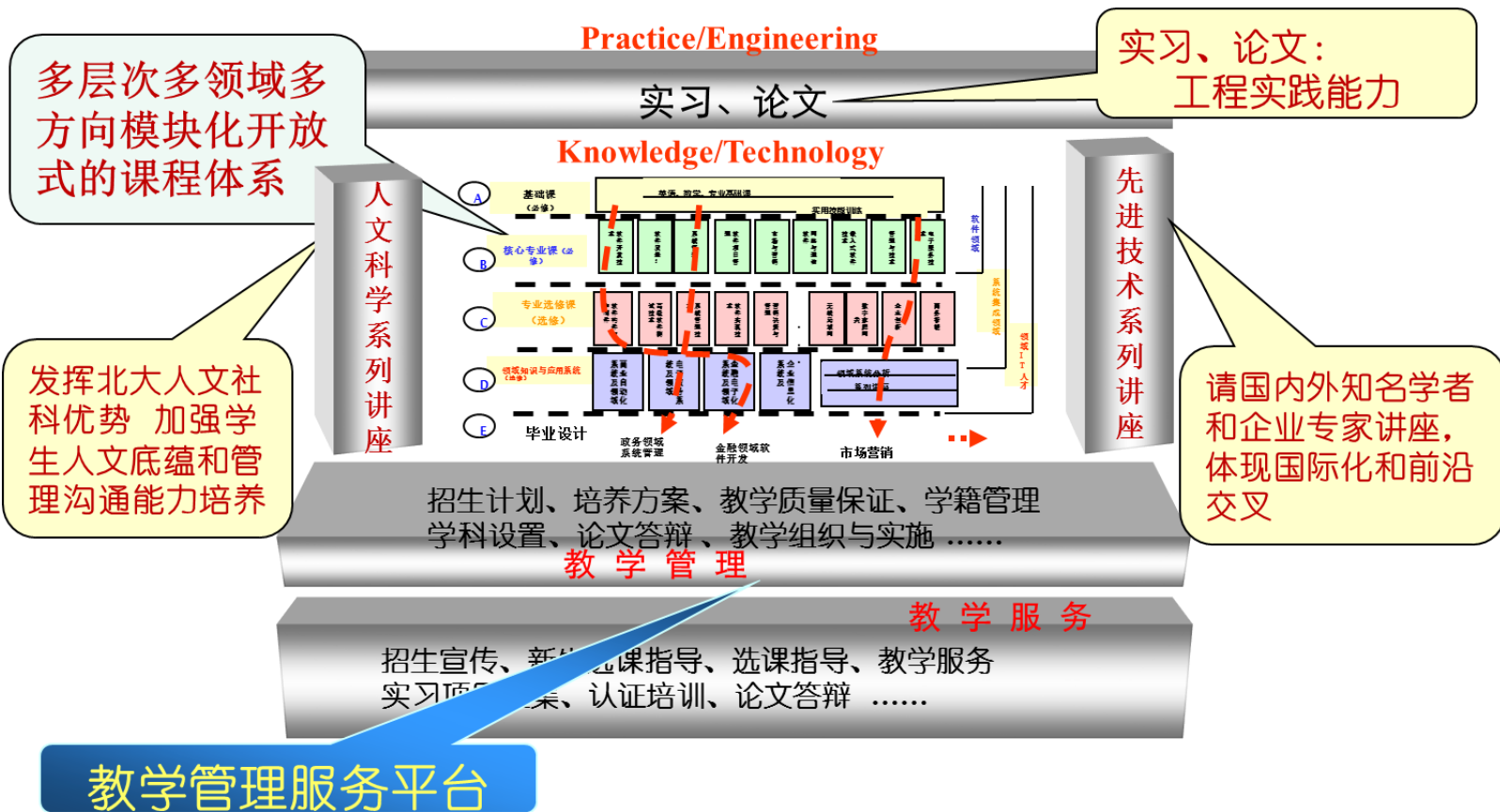
北京大学

# 5. 软件工程专业学位培养体系

## (1) 工程硕士

人才培养与产业建设互动

注重 知识、能力、素质 综合提高 的培养体系



特点：体现因材施教 主动学习 个性化培养  
注重交叉学科发展

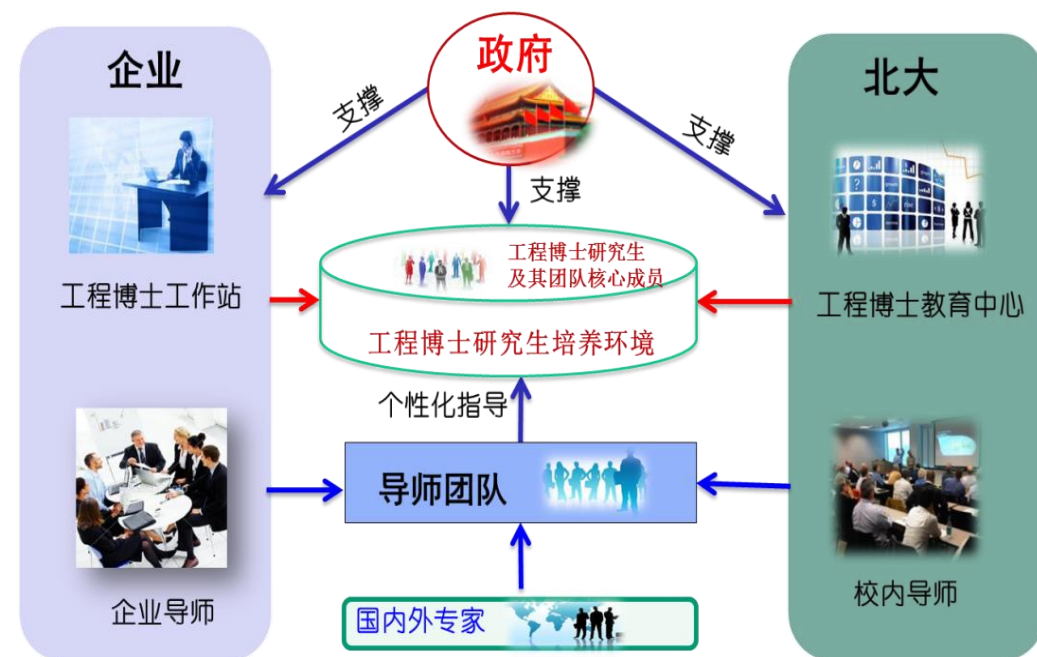
根据技术发展与产业需求 动态调整专业方向和课程设置



## (2) 工程博士

校企深度融合、协同创新

构建开放式、国际化的培养环境



### 培养要求和特色

- 应具有 解决重大工程中关键技术的**创新能力**
- 强调 **工程技术与工程管理的结合** 与**团队建设紧密结合**
- 具有**组织交流能力和国际化视野**；
- 能面向国家战略需求把握和引领产业发展方向 具有**研究产业发展战略的能力**



既培养了 工程博士及其创新团队

又带动了 工程硕士与企业团队成员的培养

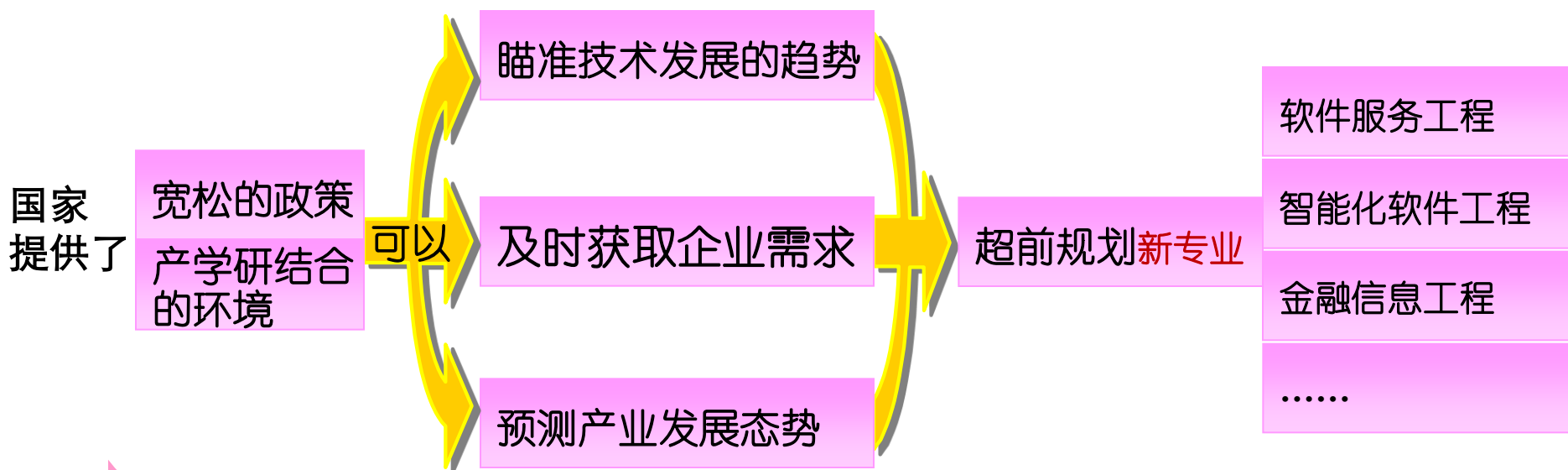


北京大学

## (四) 体会与启示

### 1. 前瞻性与零距离

当前 **技术融合** 和 **产业发展** 的速度惊人  
专业设置要具有 **前瞻性** 才能达到 **零距离**

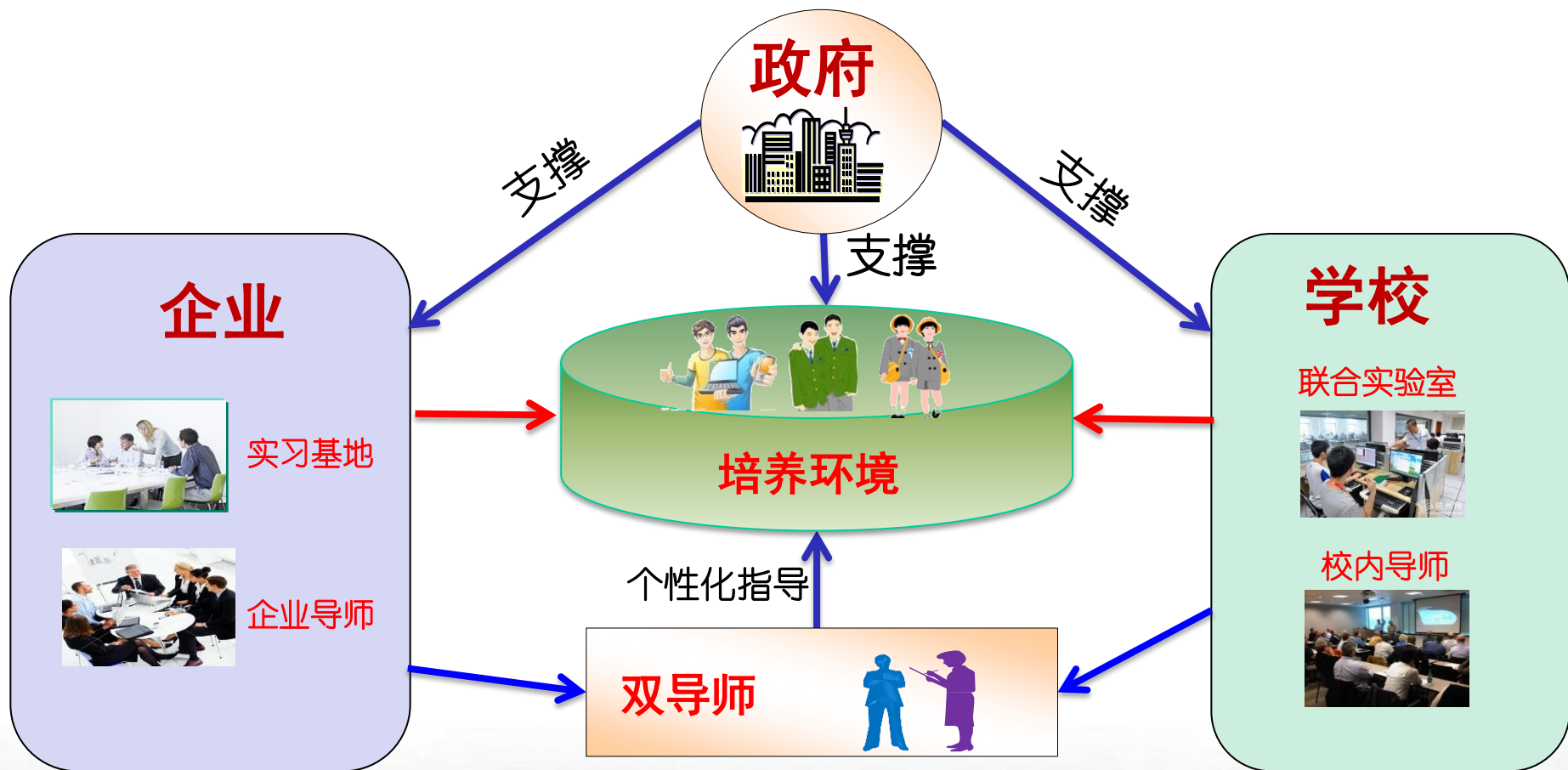


**新专业**不仅使培养的人才能**及时适应**产业发展的需求，还成为了推动**新专业**和**新产业**建设的**驱动力**



## 2. 学校、企业的互联互通

探索 产学研结合 的 软件工程教育 新模式  
做到学校与企业的 “无缝” 联接 产学研用一体化



做到**相互渗透**，创造学校、学生和企业**多赢**的局面

### 3. 主动、自主与质量

#### 培养目标

以学生发展为中心  
把学生的能力  
以及学生未来的职业发展  
放在教育的核心地位

#### 培养体系

注重发展交叉学科  
以课程体系为核心，逐步形成  
注重知识、能力、素质  
综合提高的培养体系

#### 课程体系

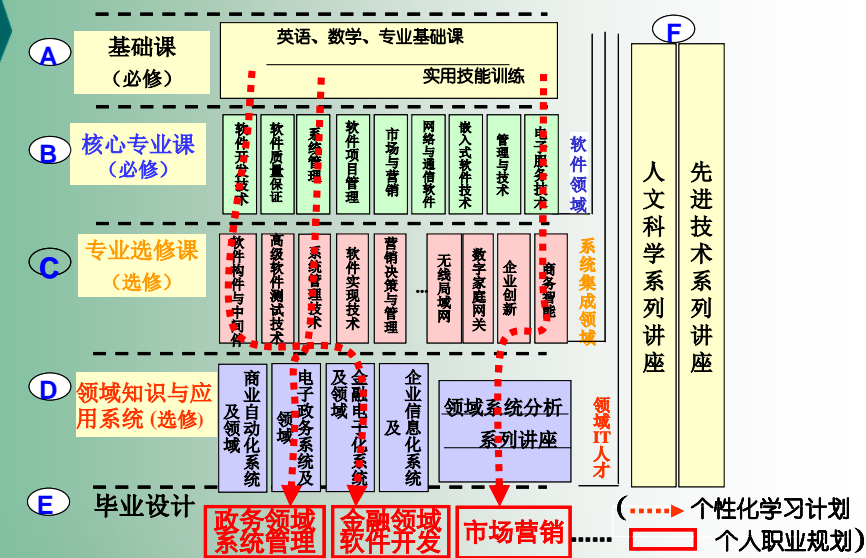
根据生源多元化、岗位多样性  
设计出  
多层次、多领域、多方向、  
模块化、开放式的课程体系

例如

面向产业、面向领域的高层次、实用型、复合交叉型、国际化人才

以课程体系为核心，逐步形成注重知识、能力、素质综合提高的培养体系

多层次、多领域、多方向、模块化、开放式



使学生能依据个人职业规划，在导师指导下，自主制定个性化的学习计划，激发了学习主动性，从而提高了教学和学习质量。





谢谢!



北京大学