

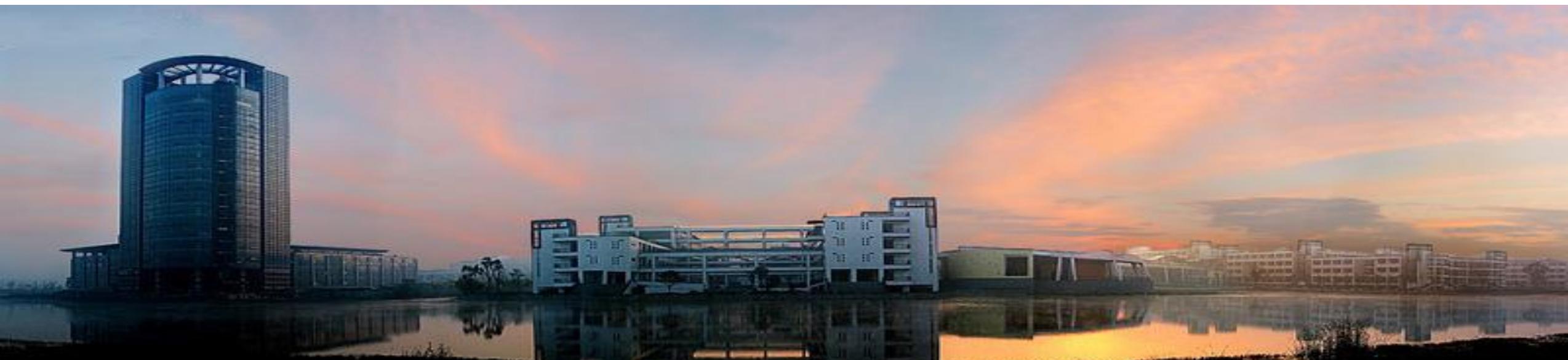


浙江大学中国科教战略研究院
Institute of China's Science, Technology and Education Policy, Zhejiang University

新工科与工程教育范式变革： 概念、框架与实现路径

张 炜

浙江大学中国科教战略研究院



CONTENTS

- 1 新工科的建设背景
- 2 我国工程教育的新工科范式
- 3 新工科建设路径的案例研究
- 4 案例启示与对策建议





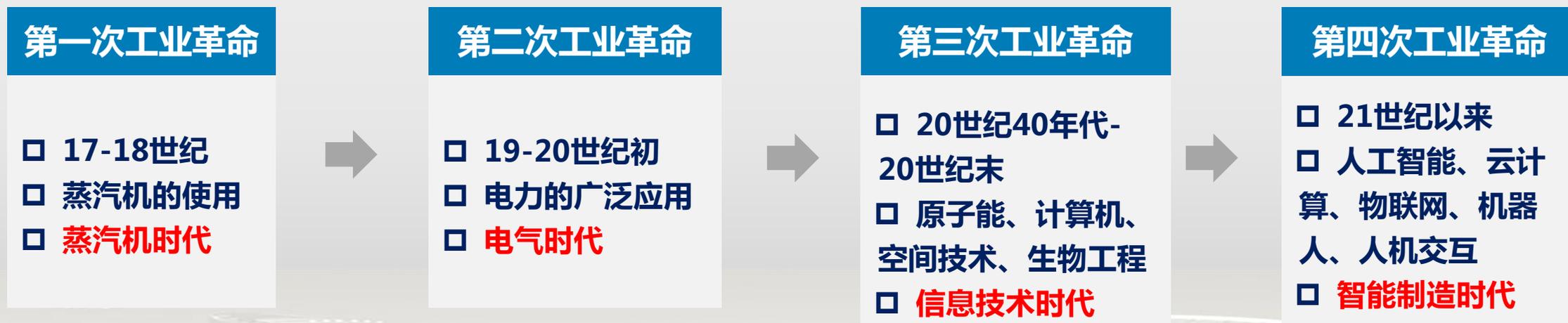
浙江大学中国科教战略研究院
Institute of China's Science, Technology and Education Policy, Zhejiang University

新工科的建设背景

1

1.1 第四次工业革命新态势

世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行，与之紧密联系、相互支持的工程教育也随之展现新的变化。**人工智能**可以在国防、医疗、工业、农业、金融、商业、教育、公共安全等领域得到广泛应用，催生新的业态和商业模式，人工智能还可以带动工业机器人、无人驾驶汽车等新兴产业的飞跃式发展，成为新一轮工业革命的推进器，**引发产业结构变革**。



1.1 第四次工业革命新态势

四次工业革命在能源动力、涉及领域、新兴部门和革命实质等维度上存在显著差别。对比四次工业革命可以发现，第四次工业革命着重强调**数字化、网络化、智能化、协同化、绿色化**五个特点。

四次工业革命比较

	第一次工业革命	第二次工业革命	第三次工业革命	第四次工业革命
开始时间	18世纪70年代	19世纪70年代	20世纪40-50年代	21世纪
进入的时代	蒸汽时代 (工业1.0)	电气时代 (工业2.0)	信息时代 (工业3.0)	智能制造时代 (工业4.0)
能源动力	煤炭 (改良的蒸汽机)	电力(发电机和电动机) 石油(内燃机)	太阳能、风力、核能等 可再生能源	风能、核能为代表的 新能源
涉及领域	蒸汽机的发明、 机器的发明和使用	内燃机的发明、 电力广泛应用，电气化	原子能、计算机、 微电子技术、航天技术、 分子生物学、遗传工程	系统科学、计算机科 学、纳米科学与生命科学
新兴部门	-	石油化工、汽车制造、 电力工业	信息技术产业、核工业、 航空航天工业、 电子工业	机器人、物联网、 大数据产业等
实质	机器生产代替手工劳动	蒸汽时代进入电气时代	自动化、数字化、 信息化	人机连接与交融

1.1 第四次工业革命新态势

中国制造2025战略与德国工业4.0在**战略目标、关键要素、重点领域、实现路径**等维度存在明显不同。以“中国制造2025”为代表的国家战略，将探索以**生产过程智能化、产品智能化、服务智能化**为主要方向，推动“中国智造”的长效发展。

德国工业4.0与中国制造2025对比

	德国工业4.0	中国制造2025
战略目标	充分利用信息物理（CPS）系统，将先进制造业向智能型转化	新一代智能制造范式与技术体系的构建， 实现“换道超车”
关键要素	智能工厂、智能生产	数字化、网络化、智能化制造
重点领域	标准化和开放标准的参考框架建立管理复杂系统的工具建设提供全面宽带的基础设施设计、网络、系统等全面安全措施 数字化时代工作的组织 和设计持续的职业培训和发展规章制度建设提升原材料、人力、财务资源效率	新一代智能制造（融入新一代人工智能技术），即 智能制造创新体系，包括智能产品创新、服务创新、工业物联网与智能云平台 ，中国制造2025示范区强调人机交互技术、服务型制造、智能制造装备、智能软件与集成产业
实现路径	建立全球性 信息物理系统（CPS） ；通过价值网络实现横向集成；建设贯穿整个价值链的端到端工程数字化集成；建设纵向集成和网络化制造系统	采用“探索-试点-推广-普及”的有序推进模式；以 信息物理系统（CPS） 为新一代智能制造的关键应用技术；营造“用产学研金政一体化”协同创新的生态系统

1.1 第四次工业革命新常态

智能时代呼唤**以学生为中心**的教育理念和教育模式。调整工科人才培养结构，修订工程科技人才标准、增加规模，应对产业需求变化迫在眉睫。2016年12月，**习近平总书记**指出，“我们对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切，对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈”。支撑以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展，在未来全球创新生态系统中占据战略制高点，迫切需要培养大批新兴工程科技人才。



1.2 国内外工程教育新动态

智能化社会时代，世界各主要工业国家均出台了工程教育改革政策与措施。

美国：	欧盟：	德国：	俄罗斯：	日本：	中国：
<p>完善STEM教育链条，培养具备计算能力的新型工程师</p>	<p>创新创业为社会可持续发展注入动力</p>	<p>以数字化与智能化引领工程教育变革</p>	<p>以工程项目导向、跨学科方法推动工程教育变革</p>	<p>用开放式科技创新解决社会经济问题</p>	<p>推进新工科范式，培养新一代卓越工程师</p>
<ul style="list-style-type: none">• 《培养下一代STEM创新者：识别和开发我国的人力资本》• 《训练与激励：事关美国前途的K12STEM教育》• 《工程师职业养成：革新工程与计算机科学部门》• 《创新美国战略》	<ul style="list-style-type: none">• 《推动工程教育应对未来挑战 2013-2014——走向2020》• 《地平线2020计划》• 《工程：问题、挑战和发展机遇》• 《欧洲创造与革新宣言》• 《再造欧洲工程教育》	<ul style="list-style-type: none">• 《数字经济2025》• 智能化联网战略• 《2014-2017年数字化议程》• 《保障德国制造业的未来（十四）——关于实施工业4.0战略的建议》• 《德国研究、创新与技术能力鉴定报告》• 《德国2020高科技战略》	<ul style="list-style-type: none">• 虚拟跨学科/多学科工程项目团队• 工程师职业能力培养的综合方法• 经历实际工程项目的工程教育• 创新工程项目方法	<ul style="list-style-type: none">• 关于第五个科技基本计划的建议• 面向未来创造的科技创新基本计划进展：第五个科技基本计划二次提案• 促进日本开放式科学• 第五次科技基本计划制定概念	<ul style="list-style-type: none">• 新工科建设研讨会• 《制造业人才发展规划指南• 高等工程教育发展战略研讨会• 《关于完善制造业创新体系，推进制造业创新中心建设的指导意见》• 《新一代人工智能发展规划》

美国

重新重视制造业和实体经济的发展，**注重将前沿科技用于解决重大社会问题，将青少年的STEM——科学、技术、工程、数学教育作为重点发展领域**。工程师要求具备STEM能力、过硬的专业技能、工程伦理以及实践动手能力等基本素养。加强学术界和产业界各个部门之间的合作，实现教育产业相互促进的良性循环。

欧盟

通过建设信息化社会，发展前沿新兴技术并将其运用到实际需要中。欧盟更加关注智能技术、数字技术和新材料技术、绿色技术等。欧盟致力于企业和高校更持续稳定的合作，**培养具备创新和创业能力、实际工程问题的解决能力以及跨学科能力的工程师**。

德国

新一代工业革命中智能化是不可逆转的趋势，数字化是发展的基础，聚焦国家需求领域，提出可持续创新战略，**大力推动数字化和智能化在德国工程教育中的发展，促进科学和产业之间的紧密合作**，有目的的扩展尖端技术，着力打造数字强国，从而促进先进制造业向智能型转化。

俄罗斯

致力于优化高科技计算工程环境知识产生和扩大再生产的智力环境，制定众多先进战略，涉及工程师、工程项目、团队建设、研究方法等多项内容，**通过虚拟跨学科、多学科团队等方式培养具备广泛的科学素养、跨学科知识、实践能力的创新型工程师**。

日本

致力于解决国内重要问题、全球问题以及**改善社会与科技创新之间的关系**。通过长期预测未来科技和社会发展状况，促进人力资源、知识以及资金循环，提高公共资金支持的研究成果的使用程度，创新性地解决跨部门问题。同时提出以开放式理念**培养新一代工程师识别机遇能力以及应对挑战能力**。

中国

全球产业格局调整及经济发展环境变化对高等教育人才结构提出挑战、制造业两化深度融合对工程人才培养体系提出挑战。我国应**主动设计与产业需求相匹配的人才培养机制、调整工程技术人才培养结构、创新工程人才培养机制、强化科教融合、产教融合的人才培养体系**、更新工程技术人才培养资源并促进优质资源的开放共享、建立工程人才培养质量社会化评价体系等主要任务。

1.3 构建我国新一代工程师能力模型

从上述工程教育政策中可发现，我国工程科技人才培养应注重工程实践能力、工程创业能力、数字化能力、跨学科能力、工程伦理能力等。综合考量国际国内对未来工程科技人才能力框架的研究文献，我们提出**新一代卓越工程师能力框架**，主要从**硬技能、软技能、工程伦理能力、智能化应用能力、跨学科协同能力、工程创业能力**六个维度阐释。

$$\text{(未来) 工程师能力} = \text{基础技能} * \text{新一代技能} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{其中, 基础技能} &= \text{硬技能} + \text{软技能} \\ &= (\text{专业知识} + \text{专业能力}) + (\text{工程实践能力} + \text{领导协调能力}) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{新一代技能} = \text{工程伦理} + \text{智能化应用能力} + \text{跨学科协同能力} + \text{工程创业能力} \quad (3)$$



1.3 构建我国新一代工程师能力模型

新一代技能

工程创业

跨学科协同

智能化应用

工程伦理

硬技能

软技能

基础技能

包括掌握与工程和技术开发、生产和服务等相关领域创业活动的意向和能力，通过自身所具备的**工程领导力发现和捕捉新的工程创业机会的能力**。

各学科领域知识的交叉融合，**强调知识连接性与创造性，促进知行合一**、培养情智用一体协同的学习行为

运用大数据、云平台、AI（人工智能）技术解决包括**产品智能化、制造过程智能化、使用过程智能化**在内的工业问题的能力。

在个人道德、职业操守、**绿色创新、技术伦理**等方面有正确的认知，树立现代经济发展与生态环境共生发展的理念，职业道德与工程实践融为一体的概念。

主要包括基于学科的专业知识、专业能力等，专业能力，具体包括专业操作技能、知识应用能力以及工程构思、设计、实施、操作能力。

主要包括工程实践能力和领导沟通协调等非专业能力。

新一代工程师能力框架



浙江大学中国科教战略研究院
Institute of China's Science, Technology and Education Policy, Zhejiang University

我国工程教育的新工科范式

2

2.1 新工科的提出

2017年以来，教育部多次研讨了“新工科”建设，是高等工程教育对国家发展战略的积极响应。自**2月28日**起，《**复旦共识**》、《**天大行动**》、《**浙大计划**》、《**北京指南**》陆续形成，构成新工科建设的“新篇章”，奏响了人才培养主旋律，开拓了工程教育改革新路径。工程教育正探索突破“**技术范式**”、“**科学范式**”、“**工程范式**”，构建“**新工科范式**”。



2017年2月18日

复旦共识

新工科的内涵特征、参与主体、主体作用及路径选择



2017年4月8日

天大行动

新工科的总体发展目标与行动路线



2017年4月28日

浙大计划

新工科研究与实践项目指南与“千生计划”的提出



2017年6月9日

北京指南

新工科实践探索及理论探索的项目指南论证

2.2 新工科的概念内涵

新工科 (Transforming and Emerging Engineering Education) 包含新型工科 (Transforming Engineering Education) 与新兴工科 (Emerging Engineering Education)，是指对现有或传统工程学科的改造、升级、交融，或面向新技术和新产业发展而重塑、重组、再造以及分化衍生出来的一批新兴工程学科专业。

类别	内涵
新型工科 (Transforming Engineering Education)	对现有工程学科进行转型、改造和升级，包括对 内涵的拓展、培养目标和标准的转变或提高、培养模式的改革和创新 等，而形成的新工科学科专业。
新兴工科 (Emerging Engineering Education)	现有工程学科的交叉复合、工程学科与其他学科的交叉融合而来的，从其他学科门类 (如新生物学) 孕育、延伸和拓展出来，或面向未来新技术和新产业发展而建立和发展的一批新出现、新兴起的工程学科 (如智能科学与技术) 。

- ◆ 具有**学科综合和基础科学**的优势。
- ◆ 复旦大学、北京大学、吉林大学、南京大学、四川大学、山东大学、厦门大学、中山大学、武汉大学、苏州大学、青岛大学、中国科学技术大学、华东师范大学等。

对催生新技术和孕育新产业发挥引领作用，培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的复合型人才。

综合性
高校

- ◆ 传统的**工科特色和行业特色**高校，高校自身具有与行业产业紧密联系的优势。
- ◆ 浙江大学、清华大学、上海交大、天津大学、同济大学、北京航空航天大学等。

对工程科技创新和产业创新发挥主体作用，培养工程科技创新和产业创新人才。

工科优势
高校

2.3 新工科的参与 主体

地方高校

- ◆ 包含**地方行业特色**高校和**综合性地方**高校。
- ◆ 上海工程技术大学、汕头大学、上海应用技术大学等。

对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑作用，培养具有较强行业背景知识、工程实践能力、胜任行业发展需求的应用型和技术技能型人才。

行业
协会

政府
部门

◆ 产业与行业协会

在新工科建设中发挥促进作用。

◆ 教育部、行业主管部门、各级政府

对新工科建设起到政策协同作用。

2.4 新工科三步走战略

2020年

形成新工科建设模式，主动适应新技术、新产业、新经济发展。

2030年

中国特色、世界一流工程教育体系，有力支撑国家创新发展。

2050年

领跑全球工程教育的中国模式，建成工程教育强国，成为世界工程创新中心 and 人才高地，为实现中华民族伟大复兴的中国梦奠定坚实基础。



浙江大学中国科教战略研究院
Institute of China's Science, Technology and Education Policy, Zhejiang University

新工科建设路径的案例研究

3

3.1 案例选择框架

转型路径Transforming Path: 面向新需求，助推现有工科升级更新 **更新存量** → 新型工科

Transforming Path I : “产业对接”路径	由战略性新兴产业需求驱动的 以课程、教材和实践教学体系变革为核心的校企合作教育改革 路径。	北京航空航天大学航空科学与工程学院系列专业
Transforming Path II : “工程科学”路径	将 工程实践问题 提炼为关键科学问题，在前沿性基础研究基础上， 引领原创性成果重大突破，反哺工程教育教学的改革 路径。	北京大学工学院系列专业

新生路径Emerging Path: 立足新经济，驱动工科专业拓展创新 **创新增量** → 新生工科

Emerging Path I : “学科融合”路径	由 新经济新业态 驱动的以 工科与医工信农 的交叉复合，或工科与人文社会学科交融的方式而形成的新生工科。	天津大学化工学院分子科学与工程专业（国家试点）
Emerging Path II : “学科衍生”路径	由 重大前沿技术突破驱动的 从基础科学和应用理科中分化衍形成的新生工科。	复旦大学大数据学院数据科学与大数据技术专业

3.2 Transforming Path I : “产业对接” 路径

北京航空航天大学航空科学与工程学院系列专业

所涉专业： 飞行器设计与工程、工程力学、飞行器环境与生命保障工程

转型目标： 满足产业发展对工程科技人才的新要求。知识的贬值与过时越来越快速，高学分的专业必修课的教育模式不如跨学科融合教育使学生受益更多。因此，如何使学生**具备较为完整的系统集成工程能力**，实现对学生自主学习和实践技能的强化培养，这成为了北京航空航天大学的教学改革切入点。

转型优势：

，其不同组成部分
院系设置模块化程

年级	教学内容
一年级	数理核心与人文教育
二年级	专业基础课程，主要包括力学（含理论力学、材料力学、空气动力学）和航空设计课程，形成一个 系统集成工程 的多学科交流基础。
三年级	专业模块课程
四年级	考研、保研、出国、就业

构
其

3.2 Transforming Path I : “产业对接” 路径

北京航空航天大学航空科学与工程学院系列专业

转型路径： 应对产业新趋势持续不断地对现有学科的**教学目标、课程内容、实践体系**进行改革升级，形成了**产业驱动的以课程、教材、实践教学体系等为核心的变革路径**。

**追踪产业发展，
增设交叉课程**

开设多类型交叉课程，拓宽学生视野，补充跨学科基础知识。在设计培养方案、课程体系时，吸纳行业专家参与讨论，保障教育教学内容按需发展。

**重视实践教学，
构建多方位实
践教学体系**

- 设展览馆，实际破拆飞机，展示内部结构，用于飞机结构与课程教学。
- 提供实验场地与实验设备，供学生自主进行创新性实验。
- 建设科研实验室和教学实验室。科研实验室一般由院所（教师）提供经费，如果用于教学，学校也会发放教学补贴。教学实验室由学校出资运转，专用于教学。
- 硕士毕业生在进入工作单位前，必须参与3个月的实习，一半时间用于上课，一半用于实训，把理论知识向工程能力转换。

**适度精简专业
必修课，拓宽
素质教育**

将原本总计180学分的培养方案缩减为140学分，将学院必修课中的专业核心类进行了压缩，从27门减少到12门，其核心指导思想是“拓展通识，增加人文，推行素质教育”。

3.3 Transforming Path II: “工程科学” 路径

北京大学工学院系列专业

所涉专业： 流体力学、固体力学、一般力学与力学基础、工程力学、力学系统与控制、生物力学与生物医学、能源与资源工程、先进材料与力学、生物医学工程、管理科学与工程、航空航天工程等。

转型目标： 发挥自身优势，培养工程科学领军人才。在基础科学、工程技术、工程科学中，关注工程科学，培养“钱学森之问”中最成问题的工程科学领军人才。



3.3 Transforming Path II: “工程科学” 路径

北京大学工学院系列专业

转型优势： 深厚的理科医科实力以及良好的工程学科基础。

一方面，该校在理学、医学、人文、社会、等诸方面都有极深厚的实力、长久的积累，基础学科研究成果丰硕。

另一方面，北京大学的工科教育历史悠久，1910年即组建了当时的“工科分科大学”，有良好基础，但急需改革。利用自身强大的理科、医科以及人文科学的综合学科优势，重新创建工学院，探索符合自身特色的工学发展方式，找准自身定位，开设偏向工程科学的综合性工程院，培养工程科学领军人才。



3.3 Transforming Path II: “工程科学” 路径

北京大学工学院系列专业

转型路径： 将**工程实践问题提炼为关键科学问题**，在突破前沿性基础研究基础上，引领性原创成果重大突破，反哺工程教育的发展（培养**非理化导向的工程科学家**）。

淡化数论文评估方式，实行“影响力”同行评议。抛弃只看影响因子、论文篇数的教师聘用评估方式，注重评估教师在学术界的影响力。创新性地采用同行评议方式。通过十位外部专家评估。其中国外专家7位，国内3位。考察教师。

北京大学工学院本科第一年课程设置

先工	学习时期	适用学生	课程	选以培
首式层	本科第一年	所有工学院学生	数学分析（一）、数学分析（二）、线性代数与几何、计算概论（B）、算法与数据结构(B)、概率与数理统计、计算方法、普通物理学及实验、理论力学、普通化学（B）、热力学、现代工学通论	国佐是和
师收				委页袖

3.4 Emerging Path I : “学科融合” 路径

天津大学化工学院分子科学与工程专业

所涉专业： 分子科学与工程专业

新生目标： **打破学科边界，解决真实问题。** 建立一个新兴专业来解决真实世界的复杂问题，是需要构建跨学科知识体系的。高新技术的发展对新型功能性化工产品提出了更高的要求，可持续发展战略的实施对环境、能源、资源等提出了许多亟待解决的课题。必须优化化学与化工教学内容，增添交叉学科知识，适应绿色创新发展需要。

优势基础： 天津大学的精品化工，与南开大学的精品化学。两者的合作是真正意义上的“强强联手”。天津大学化工学院和南开大学化学学院均多次在教育部高校学科评估中分列“化学工程与技术”与“化学”学科排名全国第一。

建设路径：“学科融合”新兴路径，探索实现理工交叉

“2+2”模式， 理工交叉培养

天津大学化工学院与南开大学化学学院共建分子科学与工程专业，采取理、工交叉培养的新思路，通过“学科融合”新兴路径，探索实现理工交叉，为社会培养高层次复合型人才。两校共同精心制定人才培养方案和教学计划，**教师互聘、课程互选、学分互认，提供最好的实践教学条件，实施有利于创新人才培养的教学管理模式。**毕业后授予南开大学理学学士和天津大学工学学士的双学士学位。

避免简单加和， 探索细分前沿

该专业本科层次的专业课程有三类：（1）传统的化学、化工基础课程，包括：无机化学，有机化学，分析化学，物理化学，结构化学等。（2）交叉学科性质更强的课程，包括：生物化学，生物化工等。（3）高分子细分领域的化学化工课程，包括：高分子化学，高分子物理、功能高分子材料等。

续建化学化工协同 创新中心，领航 协同发展

天津大学、南开大学联合组建“**天津化学化工协同创新中心**”，选择国内知名科研机构“中国科学院过程工程研究所”和位居世界500强企业前列的“中国石油化工集团公司”以及区域行业龙头企业“天津渤海化工集团公司”为合作单位，通过校校、校所、校企和国际之间的深度合作，形成一个创新能力世界一流、满足国家重大需求的化学化工协同创新体。

深化学科沉淀， 探索本硕一贯制 培养模式

跨学科、跨专业的人才培养是具有难度、耗时较长、需要长期沉淀的，难以在本科四年内完成。学校积极拓宽**本硕连读培养模式通道**，将专业毕业保研比例提高到**40%左右**，每年保送读研和出国留学深造的人数占应届毕业生的半数以上，学生毕业后能具有广泛的适应性。

3.5 Emerging Path II: “学科衍生” 路径

复旦大学大数据学院数据科学与大数据技术专业

所涉专业： 数据科学与大数据技术专业

新生目标： **紧抓新兴领域人才缺口，定位培养复合型人才。** 互联网创新产生的大量数据增加了对海量数据的处理和分析需求，催生了一门新兴的学科和职业：**数据科学**。该专业的办学目标定位为**比统计学科掌握更多计算机技术，又比计算机科学了解更多的统计学和数学知识，且需将这些知识与软件工程相结合的复合型人才。**

建设优势： 三大基础学科，盘活存量资源

复旦大学在**计算数学、计算机科学、统计学**三大基础性学科上的优势为大数据学院的建设带来了成功的可能，学校在学科基础、师资队伍、办学设施等若干方面已完全具备了设立数据科学和大数据本科专业的条件。

3.5 Emergi

复旦大学

建设路径:

基于核心课程体系，
应用理科向工科衍生

将专业选修课
析”、“社会
经济、社会、
模块中至少选
数学、计算机
(B)、(E)

产学研联合办学，
提供实践平台与
科研资源

与中植企业集
跨学科研究团
术领域学科建
台和科研平台
无米之炊”的

课程类	其中 课程子类	课程
		<p>以下四个模块均需至少选择一门课程，总学分至少 20 分。</p> <p>统计与分析模块：凸优化、数学模型 (M)、数值算法与案例分析 II (D)、随机过程导论、统计学基础：原理、方法及 R 应用 II (D)、预测分析学、时间序列与空间统计 (D)、数据融合与同化、随机分析 (M)。</p> <p>系统与数据挖掘模块：数据挖掘、高级大数据解析 (D)、大数据管理、数据可视化 (D)、计算理论、人工智能 (D)、计算机视觉 (C)、算法设计 (C)。</p> <p>理医工学大数据分析模块：医学与生物信息挖掘、移动数据挖掘、文本挖掘与解析、生物统计学 (B)、组学数据的统计分析和挖掘 (B)、从生物学和统计学视角看人类疾病 (Me)、卫生统计学 A (P)、心理统计学 I (S)、心理统计学 II (S)。</p> <p>社会科学大数据分析模块：金融计量学、商务分析、社交网络挖掘、大数据传播与新媒体分析、社会数据管理与分析、经济学分析与应用、大数据经济与金融学、计量经济学 (E)、金融风险管 理 (E)、社会科学方法论 (S)。</p>
专业教育课程 (68 学分)	专业选修课程 (20 学分)	

学期	事项
大一、大二学期	学生在复旦学院和相关院系接受通识教育和文理基础教育。
大三、大四学期	学生转入大数据学院学习，接受专业教育 and 应用教育。

复旦大学大数据学院数据科学与大数据技术专业的专业必修课程*

课程类	其中的课程子类	课程
专业教育课程 68 学分	专业必修课程 (D) 48 学分	程序设计、数据结构、统计学基础：原理、方法及 R 应用 I、概率论基础、计算机原理、数据库引论、数值算法与案例分析 I、文本数据管理与分析、金融与经济数据挖掘、统计（机器）学习概论、统计计算、大规模分布式系统、神经网络与深度学习、生产实习、毕业论文（含专题讨论）

*数据来源：实地调研所获官方资料《数据科学与大数据技术专业教学培养方案（讨论稿）》。

3.6 新工科建设存在的问题

专业大类培养划分口径待商榷

过窄的专业划分会极大地束缚学生，将一门新兴技术作为一个专业方向的做法值得商榷

交叉学科专业办学模式难突破

课程体系交叉较容易，工程科技人才培养模式与过程深度融合很困难，大学学科组织陷阱无法突破

工程学科教师评价体系须革新

学科导向和论文导向的科研考评机制，极大的打击了工科教师课程教学和教材建设积极性

校企合作教育长效机制难保障

工科学生长时间的、规范的工学交替实习模式受限，与各类企业专家长期合作教学难，授课效果欠佳



案例启示与对策建议

4

4.1 新工科建设的多元化路径选择

总体路径	转型路径 (Transforming Path)		新生路径 (Emerging Path)		
分路径	“产业对接” 转型路径	“工程科学” 转型路径	“学科衍生” 新生路径	“学科融合”新生路径:	
				工+医工农信	工+理+人文社科
工科优势高校	√	√	*	√	√
综合性高校	*	√	√	*	√
地方性高校	√	*	*	*	*

注：“√”为主要路径，“*”为辅助路径。工科优势高校是指传统的工科特色高校和行业特色高校，高校自身具有与行业产业紧密联系的优势。综合性高校具有学科综合和基础科学研究的优势。地方高校，包含地方行业性高校和一般地方高校，地方行业性高校主要是指聚焦于农林、水利、地矿、石油、交通、电子等行业的地方高校。

4.2 产业对接与学科融合，建设现代经济体系

工科优势高校应当优先选择“产业对接”转型路径与“学科融合”

（如医、工、农、信交叉融合）新生路径。

主要围绕国家战略性新兴产业、先进制造业发展关键任务，以智能制造技术与工程为主攻方向，利用已有工科优势，**打造智能制造领域新型优势特色学科专业群**，带动工科为主的学科专业水平、创新服务能力、人才培养质量整体提升。同时，应瞄准培养新一代智能制造人才，**以工程创新和工程实践能力为中心，构建符合先进制造业发展要求的新课程体系。**



4.3 工程科学与学科衍生，突破引领性原创成果

综合性高校应充分发挥基础学科支撑作用和多学科交叉融合优势。

首先，通过“学科融合”、“学科衍生”（如边缘学科细分生长）的新生路径建设新生工科。探索多学科交叉融合办学、应用理科向工科衍生的方式提升高科技制造业和战略性新兴产业相关专业比重，**围绕工程知识体、跨学科协同能力和创新创业能力构建系统性工程课程体系**。其次，通过“工程科学”转型路径发展新兴工科。将实际工程问题提炼为关键科学问题，**突破重大基础性科学前沿技术，反哺工程教育的发展**。不片面追求论文数量和SCI导向，避免工程科学落入“理科化”陷阱。

4.4 产业对接，服务区域优势特色产业

地方性高校及职业技术学院应优先采纳“产业对接”路径，提升面向区域优势特色产业的服务能力。

建立产业与地方高校的信息交流与分享机制，设计与产业发展相匹配的专业设置动态调整机制及培养目标适应机制，构建校企深度合作的协同育人体系，以促进地方高校工程教育体系面向实体经济的开放性、融入性和自适应性。通过“产业对接”路径，面向新时代新产业要求，培养高层次技能型人才，建设知识型、技能型、创新型劳动者大军。

4.5 教育与信息技术融合，培育新一代工程师

基于**新一代智能制造范式与技术体系**的新趋势和新要求，推动教育科学与信息技术深度融合，培育新一代**智能型工程科技人才**。

深化高校课程与教学体系改革，重视学生能力、素质、工程伦理养成。开展项目导向和集成式课程体系重构，让课程体系设计回归实践，强调与实际需求相结合，加强方法论和问题解决方案的知识教授。**利用在线课程、虚拟现实、机器学习等先进技术打造学习效果可测量的高互动性与真实性的STEM课程（从K12-K16）**，通过及时反馈方便课程提供者与学习者重新定向，提升STEM教育质量与效率。



感谢您的聆听！

