



从设计导向的CDIO-OBE到新工科建设： 卓越工程教育实践的探索与反思

天津大学 顾佩华

2019年4月20日@燕山大学CDIO年会



提纲

Outline

- 设计导向CDIO-OBE工程教育
- 新工科建设的时代背景
- 新工科建设参考案例分析
- 新工科建设的发展与深化
- 结语



设计导向的CDIO-OBE工程教育

- 现代科技快速发展，如移动互联网、工业物联网、人工智能、大数据、新材料、新能源、生物技术、生命科学与技术、金融技术、共享经济模式等，改变和颠覆了传统产业，需要全新的工科技术人才
- 自改革开放以来，中国经济快速发展，个人收入成倍增长。2017年的中国GDP达到12.24万亿，接近美国GDP的2/3(美国为19.39万亿)，已经成为世界第二大经济体，正在努力发展创新型经济，建设创新型国家
- 高等工程教育为国家的经济发展培养了大量人才，多年来一直努力探寻工程教育的创新与发展。教育部组织开展工程教育改革，例如2006年开始工程教育认证工作，高教司2008年成立CDIO课题组，开展CDIO工程教育改革，2010年开展卓越工程师计划，2013年成为《华盛顿协议》预备成员，开展大学生创新创业和各种全国性的竞赛、快速发展MOOC，2016中国成为《华盛顿组织》的正式成员，2017年开展新工科建设

- 近20多年来，中国工程人才培养的水平和质量取得了很大的成绩，但是也应该认识到，与高校办学条件、科研经费和论文数量提高的速度和程度相比，本科工程教育质量和水平还有提高空间。工程教育与美国等发达国家一样，教育模式和方法还没有发生根本性改变
- 绝大多数的工科毕业生进入了企业，他们的培养质量和水平直接影响中国企业的创新能力和国际竞争力
- 自1999年在加拿大参与发起工程教育改革至今，近20年间一直从事工程教育实践工作。设计导向工程教育、CDIO-OBE、天津大学新工科建设方案，探索卓越工程教育实践
- 以1999年、2005年、2012-13年和2016-17年几个时间段为例，分析高等教育发展，为什么高等教育变革时代已经到来，新工科建设的必要性和紧迫性

■ 1999年设计导向的工程教育提出的背景

- 1999年北美自由贸易协定的影响，工业界的人才需求发生变化，大学工程教育与企业要求有明显距离。工程教育问题：工程科学主导，缺少工程实践、工程项目教学和设计能力培养等。学生的批判性分析能力好，工程建造和创造能力弱、几乎没有创新创业教育
- 自发组建加拿大设计工程网络-Canadian Design Engineering Network – CDEN, 通过培养学生的工程设计能力，提高学生设计-建造和工程创新能力
- The University of Calgary 增加一年级（两学期）设计工程课程，从一年级开始通过项目训练，培养学生的设计-建造能力，理解工程师的设计创新工作
- 2005年到汕头大学开展CDIO-OBE教育改革，建设先进本科教育

设计导向的CDIO-OBE工程教育

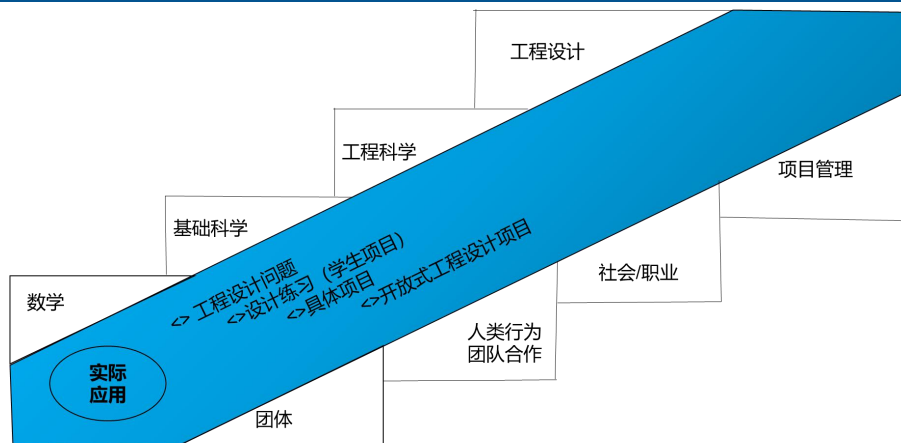


图1.利用设计工程整合工程课程

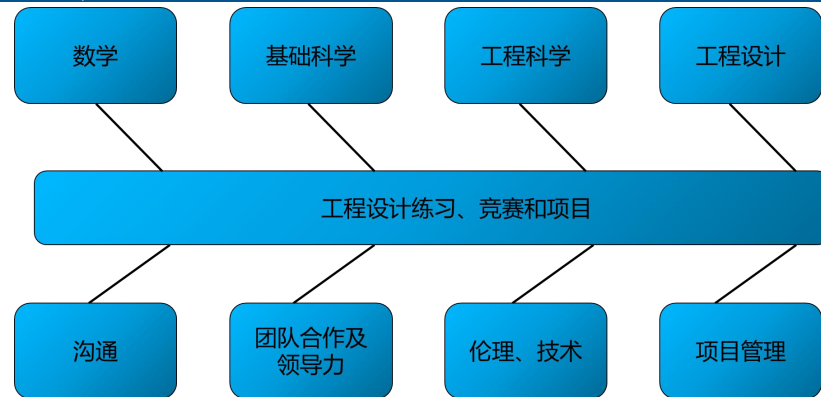


图1：设计导向的CDIO实现。

设计导向的工程教育有两个目的：

- 1) 增强工科学生的工程设计能力，
- 2) 以设计项目将整个课程体系集成起来

Design Directed Engineering Education

Ian Yellowley*, Peihua Gu**

*Dept of Mechanical Engineering, University of British Columbia

**Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Calgary

在汕大开展的设计导向CDIO工程教育改革的文章

The development of design directed engineering curriculum based on the CDIO framework

Peihua Gu, Xiaohua Lu, Guangjin Xiong,
Shengping Li & Minfen Shen
Shantou University

World Transactions on Engineering and Technology Education © 2006 UICEE Vol.5, No.2

设计导向的CDIO-OBE工程教育

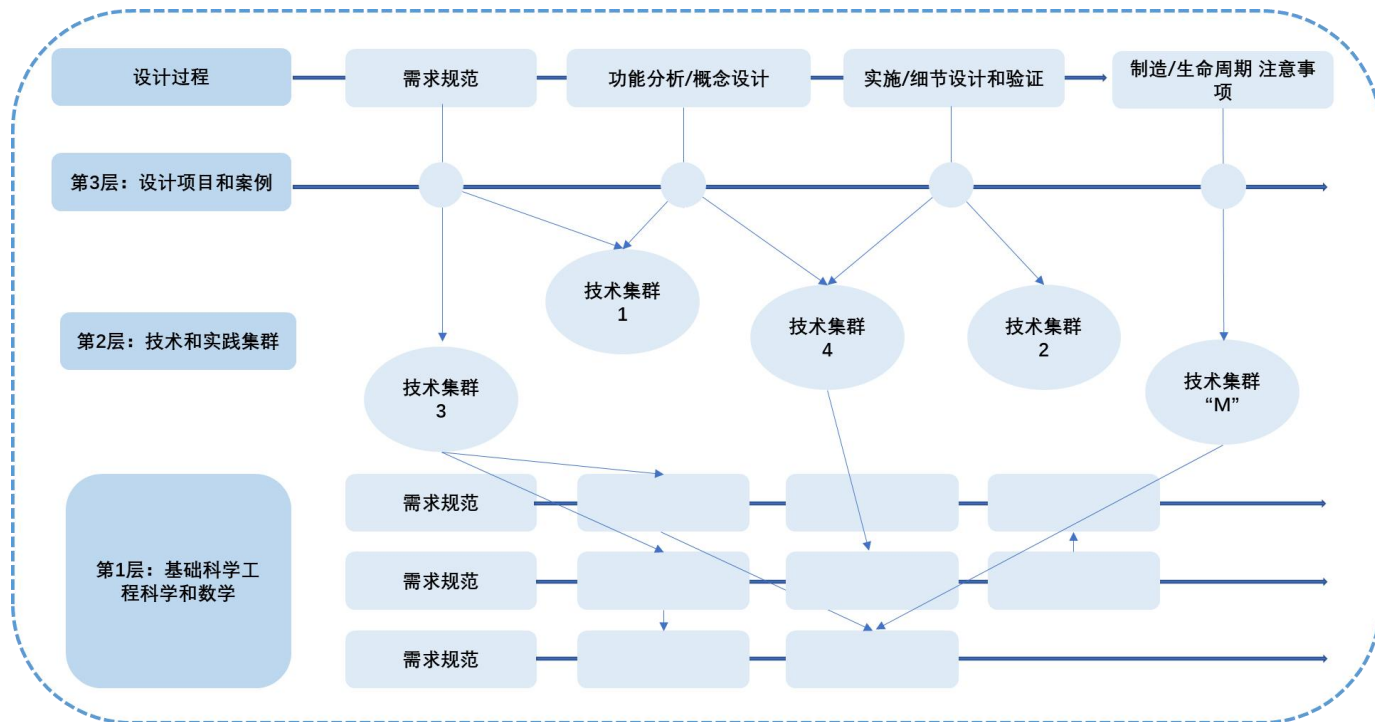


图3.CDEN/RCCI设计教材的三层构架

Design Directed Engineering Education

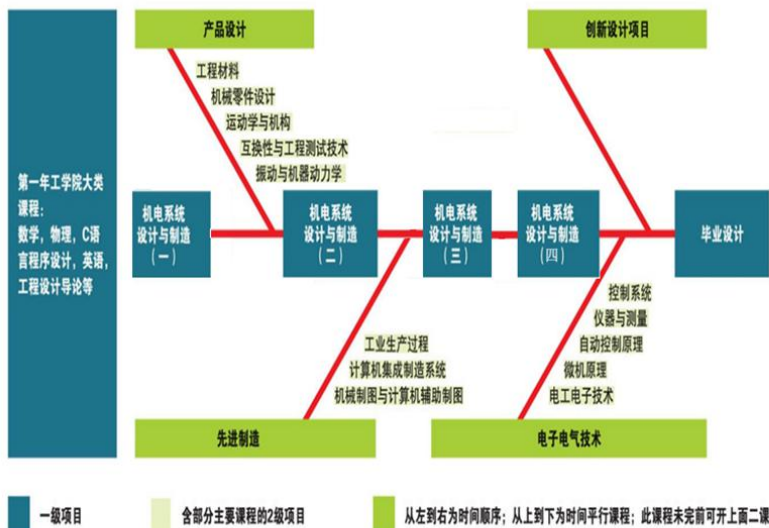
Ian Yellowley*, Peihua Gu**

*Department of Mechanical Engineering, University of British Columbia

**Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Calgary

用CDIO制定结果导向课程计划

一体化课程计划——以设计项目为载体



一级项目

- 真实/模拟企业产品研发全周期过程的项目
- 培养设计、创新、协调、沟通和领导能力
- 使学生有机会把知识有机的联系起来，应用知识，持续学习，培养CDIO能力

二级项目

- 课程群层面的设计项目
- 相当于综合性的课程设计
- 在项目实践过程中应用课程群知识
- 使学生认识到有机和关联的知识群

三级项目

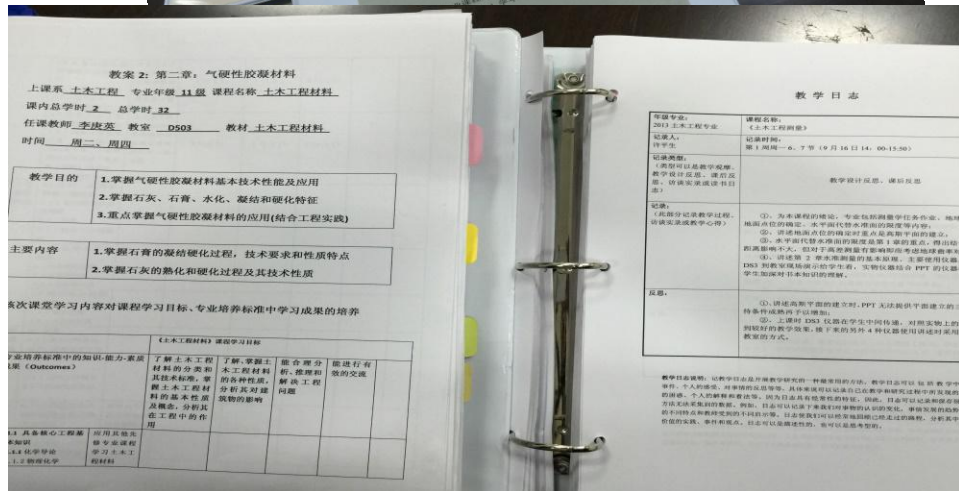
- 课程层面的设计项目
- 核心课程内根据需要而设
- 在项目实践过程中重点应用本课程知识
- 加强课程要求的知识和能力培养

机电专业课程计划鱼骨图 + 3级项目结构

设计导向的CDIO-OBE工程教育

课程建设是关键 - 教学档案（加拿大的认证要求）。为保证教学的连续性、持续改进：

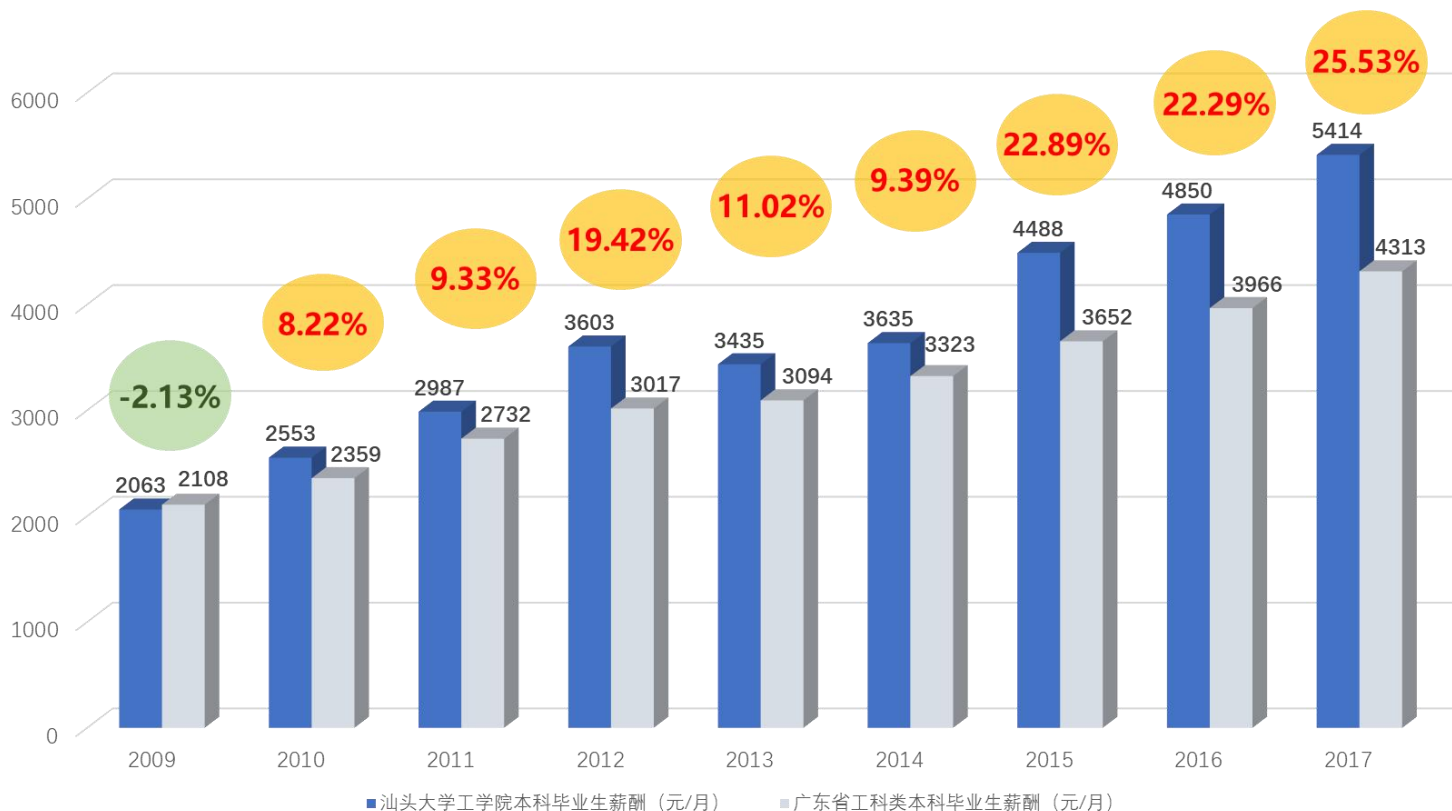
- 教学大纲、课堂教案、课堂PPT
- 作业题目、小测验题目、考试题目、概念口试题目及说明
- 学生的学习成果：作业、小测验答题、考试答题、实验记录、项目设计和实施档案等，一般存档两份最好、两份最差、两份中等
- 访谈题目，访谈结果分析（视不同课程而定）
- 调查题目，调查结果分析（视不同课程而定）
- 课程学习目标的评估及分析
- 教师反思报告



关于课程建设

- 课程建设是实施培养计划的关键，无论是培养目标、毕业要求，还是专业培养特色，最后都落实到教师-学生的教和学的活动上，而课程就是载体
- 所谓的“金课”和“水课”只要查看课程档案，就一目了然
- 工程教育改革要求落实到课程建设、课堂建设、教师团队的教研小组
- 这是自2006年参加工程教育认证工作一直倡导的课程档案建设，和现场考察阅读详细教学档案
- 只要每个老师将其负责的课程搞好，教师团队互相学习共同提高，学生培养质量就能保障

设计导向的CDIO-OBE工程教育



- 数据来源：STU Eng graduates average salary - 《汕头大学毕业生就业率报送系统数据库》；
- GD Eng Average Salary 广东省工科类本科毕业生平均薪酬 《广东省普通高校毕业生就业工作白皮书》

XX集团-汕头大学2014-16卓越计划毕业生申请专利情况

毕业年份	任职部门	姓名	职称	专利数
2014 届	卓越工程部	吴XX	工程师	24
2016 届	GEW 工业工程部	孔XX	助理工程师	16
2015 届	卓越工程部	黎XX	助理工程师	11
2014 届	卓越工程部	曾XX	工程师	7
2016 届	卓越工程部	陈XX	助理工程师	7
2014 届	EAP 工业工程部	辜XX	副主任	5
2015 届	YMG 梭织设备保障部	陈XX	主任	1
总计				71



天津大学
Tianjin University



新工科建设的时代背景

On-Line Learning 对未来高等教育的影响

**2012
Year of
MOOC**

成为高等教育界和
媒体讨论、报道最
多和最关注的问题



- MOOC公司/组织: Edx、Udacity、Coursera由MIT, Harvard, Stanford 和UC Berkeley等多所世界一流大学和教师发起或参加
- 今天世界各国数百万计的学生修读MOOC课程

新工科建设的时代背景

TIME

2012年10月

EDUCATION
College Is Dead. Long Live College!

By Amanda Ripley | Oct. 18, 2012 | 61 Comments

刊登题为
《大学已
死、大学
永存》的
文章，对
MOOC进
行了深度
报道

未来50
年内，美国
的4400多
所大学和学
院将有一半
消失

预测

The
AMERICAN
INTEREST

Bill Gates

在2010年预
测，科技会帮
助降低大学教
育成本，在5
年内2000美元
就能完成大学
教育

2014在线计算机
硕士学位课程，
7000美元可以完成
学位课程，拿到
Georgia Tech的硕
士学位。

其他大学的计算
机硕士学位课程怎
么应对？

 Georgia Institute
of Technology

- MIT-哈佛EDX调查表明，与传统课程相比，很多学生更喜欢MOOC学习经历
- 斯坦福Thrun教授调查他课程的学生，发现3/4接受调查学生更愿意选择On-line课程，并在On-line学习得到同样或更好成绩
- 对于很多美国中低收入人群和不能全职学习的学生，MOOC是很好的学习资源。2012年美国的学生贷款达到1万亿美元（\$1 Trillion），40%的四年制大学生不能在六年内完成学业
- 2011年出版的Academic Adrift研究报道，3个学期的大学教育对学生的批判性思维、复杂问题的推理和写作能力几乎没有明显的提高
- TIME & Carnegie Corporation of New York对1000名成年人调查，80%的人认为，学生在大学受到的教育不值他们付的学费，而41%的500多名大学的管理层领导持同样的观点

美国高等教育协会（AACU）2013年调查

- 95% 被调查的用人单位优先聘用有能力为企业创新做贡献的学生
- 90% 以上企业同意创新是企业成功的核心
- 93% 同意毕业生具有批判性思维、清晰交流和解决复杂问题的能力比本科学什么专业更重要
- 90% 用人单位认为伦理判断和诚信、跨文化交流等技能和终身学习的能力重要
- 超过 75% 的用人单位希望大学培养学生的批判性思维、解决复杂问题、书面和口头交流、以及应用知识解决真实世界问题的能力
- 用人单位支持学校采用博雅+专业能力培养（与汕大2009年开展的融合博雅通识教育与结果导向的专业教育-先进本科教育改革相似）
- 美国工业界要求大学改革工程教育，以适应21世纪工业对人才的需求

- 2016-2017年，MIT成立世界教育实验室（WEL）**开启了为全球学习者的教育复兴行动**。通过建立学龄前-高中；高等教育；和在职学习3个联盟开展教育改革计划
- 2016年MIT工学院委托英国工程教育咨询专家Dr. Ruth Graham, 开展全球工程教育现状的研究，2018年3月发表研究报告
- 2017年MIT工学院开始了新工科教育转变计划（New Engineering Education Transformation – NEET）

- “到2020年，新一代信息技术产业、电力装备、高档数控机床和机器人、新材料将成为人才缺口最大的几个专业，其中新一代信息技术产业人才缺口将达到750万人；到2025年，新一代信息技术产业人才缺口将达到950万人，电力装备的人才缺口也将达到909万人。”

— 教育部、人社部和工信部 《制造业人才发展规划指南》

- 新工科建设和卓越工程师计划就是要培养未来卓越工程师，对标世界最好的工程教育，培养中国特色、具有国际竞争力的卓越工程师



天津大学
Tianjin University



新工科建设参考案例分析

典型本科工程教育案例分析

2019 US News美国国内大学工科类部分排名（授博士学位学校）

2019	Schools Name	学校中文名	声誉分	公立-私立	学生数量	说明
1	Massachusetts Institute of Technology	麻省理工学院	4.9	私立	4547	
2	Stanford University	斯坦福大学	4.8	私立	7062	
3	University of California--Berkeley	加州大学伯克利分校	4.7	公立	30574	Benchmark
4	California Institute of Technology	加州理工学院	4.6	私立	961	
4	Georgia Institute of Technology	佐治亚理工学院	4.6	公立	15573	Benchmark
6	Carnegie Mellon University	卡耐基梅隆大学	4.4	私立	6896	
6	University of Illinois-Urbana-Champ	伊利诺伊大学	4.4	公立	33955	Benchmark
6	University of Michigan- Ann Arbor	密西根大学安娜堡分校	4.4	公立	29821	Benchmark
9	Cornell University	康奈尔大学	4.2	私立	14907	
9	Purdue University	普渡大学	4.2	私立	31006	Benchmark
9	University of Texas-Austin	德克萨斯大学-奥斯汀分校	4.2	公立	40492	Benchmark
12	Princeton University	普林斯顿大学	4.1	私立	5394	
13	Virginia Tech	维吉尼亚技术大学	4.0	公立	27193	Benchmark
14	Johns Hopkins University	约翰霍普金斯大学	3.9	私立	6109	
14	Northwestern University	西北大学	3.9	私立	8278	
14	Texas A&M University	德克萨斯农工大学	3.9	公立	53065	Benchmark
14	University of Wisconsin-Madison	威斯康辛大学麦迪逊分校	3.9	公立	32196	Benchmark
18	Columbia University	哥伦比亚大学	3.8	私立	6162	
18	Duke University	杜克大学	3.8	私立	6692	
18	Rice University	莱斯大学	3.8	私立	4001	
18	University of California--Los Angeles	加州大学洛杉矶分校	3.8	公立	31002	Benchmark
18	University of California—San Diego	加州大学圣地亚哥分校	3.8	公立	28587	Benchmark
18	University of Washington-Seattle	华盛顿大学-西雅图	3.8	公立	31331	Benchmark
24	Harvard University	哈佛大学	3.7	私立	6766	

典型本科工程教育案例分析

2019 US News美国国内大学工科类部分排名（非博士学位授予学校）

2019	Schools Name	学校中文名	声誉分	公立-私立	学生数量	评论
1	Harvey Mudd College	哈维姆德学院	4.6	私立	844	值得研究培养模式
1	Rose-Hulman Institute of Technology	罗斯-霍曼理工学院	4.6	私立	2168	
3	Franklin W. Olin College of Engineering	欧林工学院	4.4	私立	380	值得研究培养模式
4	US Military Academy	美国西点军校	4.2	军校	4491	
4	US Naval Academy	美国海军军校	4.2	军校	4495	
6	Bucknell University	巴克内尔大学	4.1	私立	3611	
6	US Air Force Academy	美国空军军校	4.1	军校	4276	
8	California Polytechnic State University	Cal Poly科技大学	4.0	公立	21297	Benchmark
9	Cooper Union	库伯联盟学院	3.8	私立	867	
9	Milwaukee School of Engineering	密尔沃基工学院	3.8	私立	2610	
11	California State Polytechnic University-Pomona	加州州立科技大学-Pomona	3.6	公立	24319	Benchmark
11	Lafayette College	拉菲亚特学院	3.6	私立	14907	
11	US Coast Guard Academy	美国海警军校	3.6	军校	1045	
11	University of San Diego	圣地亚哥大学	3.6	教会	5774	
15	Embry-Riddle Aeronautical University	安柏瑞德航空大学	3.5	私立	2606	

■ 工科大学排名与工程教育水平分析

- 具有博士授予权大学中前3名，MIT (4.9)、Stanford (4.8)、Berkeley (4.7) 的声誉得分高于非博士授予学校前3名 **Harvey Mudd College** (4.6)、Rose-Hulman Institute (4.6)、**Olin College** (4.4)等学校；加州理工学院得分 (4.6)
- 很多公立大学如：Georgia Tech, U of Illinois-Urbana-Champaign, U of Michigan-Ann Arbor, Purdue, UT Austin, Virginia Tech, Texas A&M U and U of Wisconsin-Madison的工科都排在Harvard U大学前面。如果用人才培养的声誉与美国大学对标，**这些公立大学可以成为985/双一流大学的参考**
- 在排名前15所非博士授予学校中，California Polytechnic State University – San Luis Obispo (2万1千多学生) 和 California State Polytechnic University-Pomona (2万4千多学生) 是公立大学，**可以成为地方高校的对标参考**

典型本科工程教育案例分析

美国薪酬统计机构Payscale发布-美国2019年大学薪酬排行

Rank	School Name	Early Career Pay	Mid-Career Pay	% High Meaning
1	Harvey Mudd College	\$85,600	\$157,400	56%
2	Massachusetts Institute of Technology	\$83,600	\$150,400	53%
3	United States Naval Academy	\$78,600	\$149,800	65%
4	Stanford University	\$76,500	\$143,100	57%
4	California Institute of Technology	\$83,400	\$143,100	54%
6	Albany College of Pharmacy and Health Sciences	\$80,200	\$142,600	83%
6	Harvard University	\$72,600	\$142,600	55%
8	United States Military Academy	\$79,300	\$141,900	63%
9	Princeton University	\$72,700	\$141,300	47%
10	SUNY Maritime College	\$73,300	\$140,100	55%

Rank	School Name	毕业生薪酬	中期薪酬	私立/公立
1	哈维姆德学院	\$ 85,600	\$ 157,400	私立
2	麻省理工学院	\$ 83,600	\$ 150,400	私立
3	美国海军军官学院	\$ 78,600	\$ 149,800	公立
4	斯坦福大学	\$ 76,500	\$ 143,100	私立
4	加州理工大学	\$ 83,400	\$ 143,100	私立
6	奥尔巴尼医药与健康科学学院	\$ 80,200	\$ 142,600	私立
6	哈佛大学	\$ 72,600	\$ 142,600	私立
8	美国军事学院 (西点军校)	\$ 79,300	\$ 141,900	公立
9	普林斯顿大学	\$ 72,700	\$ 141,300	私立
10	纽约州立大学海事学院	\$ 73,300	\$ 140,100	公立

薪酬样本数量较大，包括了数百万美国本科毕业生的薪酬情况，短期薪酬统计对象为工作0-5年毕业生，中期薪酬统计对象为工作10年以上毕业生。

Harvey Mudd College 哈维玛德学院

- 工程教育闻名美国，US News工程教育排名多次名列前茅，甚至第一名
- 提供本科博雅教育 (Liberal Education of Engineering), 工科授Engineering学位，三个方向：工程设计和实践、系统、工程科学
- 培养特色：工程职业化的教育环境下，知识的广度与技术的深度有机结合，学生积极参与自主和自觉学习，学生了解自己的工作对世界的影响
- 最著名的是60年代开始的Engineering Clinic项目，3-4年级的学生团队在教师 and 校外项目导师指导下，解决工程实际问题，客户为项目提供资金支撑
- 我国高校都能和Harvey Mudd College对标，提供同样水平工程教育！

当前工程教育领先学校包括：

1. Olin College of Engineering
2. MIT
3. Stanford University
4. Aalborg University
5. Delft University of Technology

新兴工程教育领先学校包括:

1. Singapore University of Technology and Design
2. Olin College of Engineering
3. University College London
4. Pontifical Catholic University of Chile
5. Iron Range Engineering

Olin College of Engineering 欧林工学院

- 1999年开始组建管理和教师团队，用了两年时间调研世界工程教育情况
- 2002年开始招生，每年招生不到80人
- 现在教师队伍40人左右
- 很多成功的工程教育改革实践与欧林倡导和推广的教育理念、模式、经验和实践相似，各高校在工程教育改革的最佳实践达成某些共识或有类似的想法

欧林模式-工程博雅教育

Liberal Education for Engineering : student-centered, hands-on and interdisciplinary

欧林教育改革**是全面和综合的教育改革**：

- No academic department – 没有系、更没有学科
- No tenure – 没有终身聘用，所有教师都是合同制
- No-Low tuition – 无/低学费（开办前期）
- Engineering education experiment, everything with an expire date（定位为工程教育试验，一切都有有效期限）

■ 部分欧林工学院的数据

■ 学生:

- Admission rate-录取率: 11.7%
- Median (Math + Verbal)SAT成绩中间值: 1500
- Female and Male ratio-女生和男生比例: 49%-51%
- National Merit Scholars & Finalists-获奖或决赛者 : 31%
- High School GPA-高中GPA: 3.9/4.0

■ 在校生/生师比

- Enrolment-在校生: 350
- Student/Faculty ratio-学生/教师比: 8:1

■ 社会认可:

- #3 ranking of US News (Non-Doctoral) – 美国US新闻杂志排名
- #8 Forbes Top 100 SAT Scores Ranking (2014) – SAT成绩排名
- #1 in US alumni giving rate – 美国校友捐款排名

■ 部分结果:

- Top Fulbright Scholar producer-最高Fulbright奖学金学校之一
- 29% graduates pursuing graduate degree-29%毕业生读研究生
- 92% employed/graduate school within 6 months of graduation毕业率
- \$75,571 starting salary (\$66,121 national average)-毕业生薪酬

欧林工学院课程计划的特色:

- 工程和产品设计能力强
- 团队设计项目贯穿整个培养计划中，毕业生平均完成25个项目
- 企业资助持续一年的毕业设计项目
- 毕业前完成个人选择的独立研究项目, 和一个艺术-人文-社科或创业项目
- 3年级后可以到企业工作一年、暑期实习等获得企业实践经验
- 课程计划修订（最长7年全面修订一次）
- 欧林工学院认为“学习文化比课程计划更重要！”



天津大学
Tianjin University



新工科建设的发展与深化

■ 国家和教育部召开重要会议

- ✓ 2018年9月10日全国教育大会，习主席出席并发表重要讲话，“要努力构建德智体美劳全面培养的教育体系，形成更高水平的人才培养体系。”这也是对新工科建设的要求，必须全面贯彻落实
- ✓ 2018年6月21日教育部在成都召开“新时代全国高等学校本科教育工作会议，推进四个回归、建设中国特色、世界水平的一流本科教育
- ✓ 自从2017年“复旦共识”、“天大行动”、“北京指南”三大会议后，全国各工程领域学会、行业协会、教指委、省市教育厅/局、高校等召开了很多新工科建设会议，发表了大力研究和实践方面的论文，产生了深刻的影响。充分体现了在推动教育发展体制的优势
- ✓ 新工科教育已在**全国**高校形成共识，得到**企业界**的积极响应和大力支持，引起**国际**高等教育的广泛关注

■ 几个典型会议介绍

- ✓ 2018年1月新工科研究与实践专家组工作会议在天津大学召开。审定了全国新工科研究与实践项目，提出了进一步推进**新工科建设的新思路**
- ✓ 2018年3月教育部批准了612个国家级新工科研究与实践项目，**标志着新工科研究与实践的全面展开**



■ 几个典型会议介绍

2018年11月11日，浙江大学召开“一带一路”背景下的工程科技人才培养暨第十三届科教发展战略国际研讨会，探讨“一带一路”背景下**工程教育变革的迫切性、新工科建设和人才培养面临的机遇与挑战**，分享工程教育改革经验。由浙江大学牵头宣布成立**“一带一路”工程教育国际联盟**。



■ 几个典型会议介绍

2018年12月16日，工科优势高校新工科项目进展交流会在天津大学举行，并为天津大学新工科教育中心、天津市新工科教育联盟、天津市新工科研究院、教育部高教学评估中心《华盛顿协议》国际事务办公室等5个机构揭牌。



■ 几个典型会议介绍

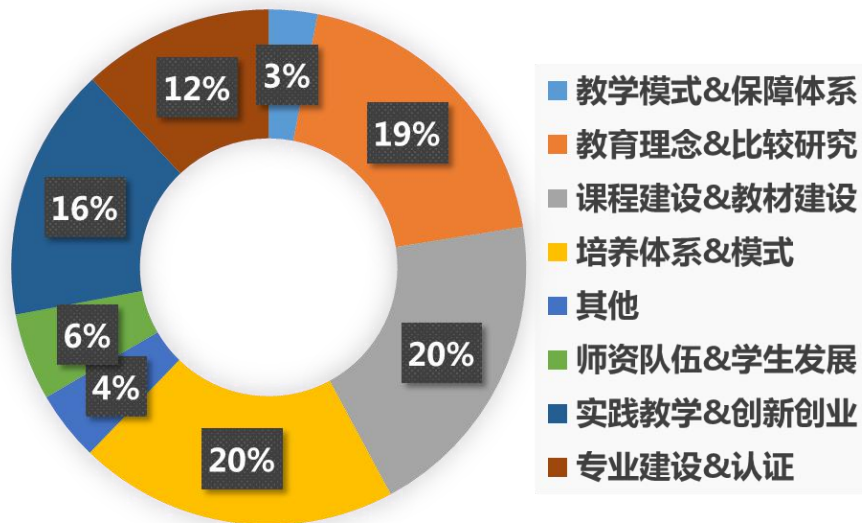
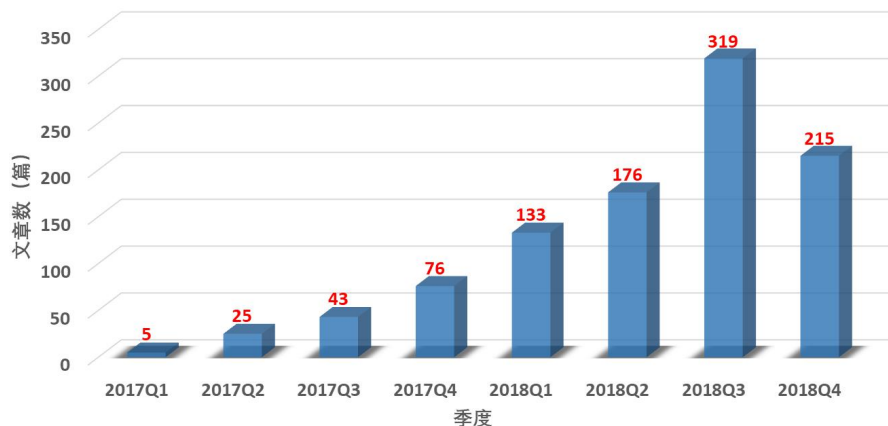
2019年2月17至18日，新工科建设与发展高峰论坛暨综合性高校新工科研究与实践项目进展交流会在复旦大学举行。总结两年来新工科建设的成果和经验，加快推进新时期工程教育的改革创新，促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。



■ 新工科理论研究进展

2017年以来，以新工科为主题的研究文章数量大幅增加，推动了新工科建设的理论研究广度和深度。

2017年以来以新工科为主题的期刊与会议论文统计



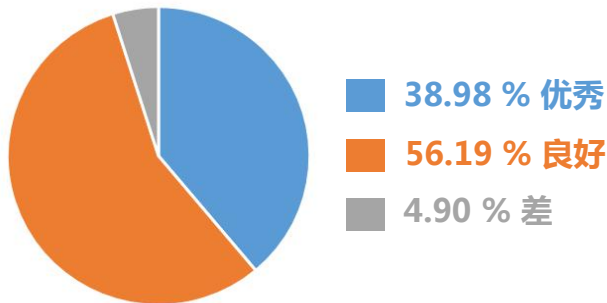
■ 教育部新工科项目进展

2018年3月15日，教育部认定综合改革和专业改革两大类共612项“新工科”研究与实践项目。其中，综合改革类项目分为工科优势高校、综合性高校和地方高校三大类。

2018年12月16日和2019年2月18日分别召开了工科优势高校组和综合高校组项目进展交流会，共有293项项目参加了汇报交流，共评选出18项优秀项目在大会上做展示交流。

■ 教育部新工科项目进展

□ 工科优势高校组(198项)



问题

- 对行业了解深度不够
- 对产业需求认识比较模糊
- 学校支持不到位
- 有的项目实施和原设计的契合度有一定偏差

进展

- 大部分项目有务实推进，取得了一些成果
- 能从不同层面上看到创新点
- 很多项目有落实企业参与，初步体现了产学研协同育人

下一步推进建议：

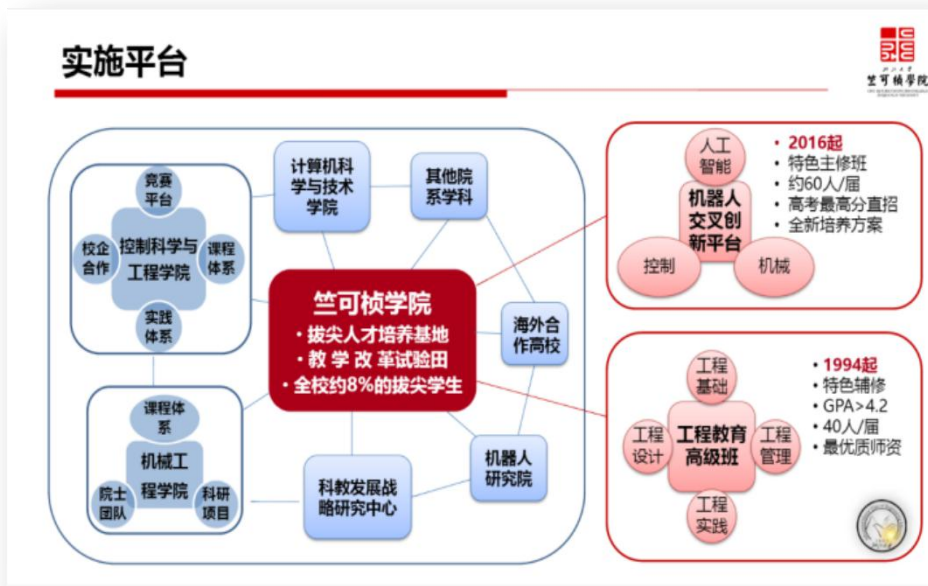
- ✓ 更加注重教育教学核心环节的研究与实践
- ✓ 更加注重专业升级改造
- ✓ 更加关注实践平台建设
- ✓ 进一步加强企业参与
- ✓ 把事情做实
- ✓ 面向未来

■ 教育部新工科项目进展

1. 多学科交叉融合的课程体系及多方协同培养平台（54项，18.6 %）



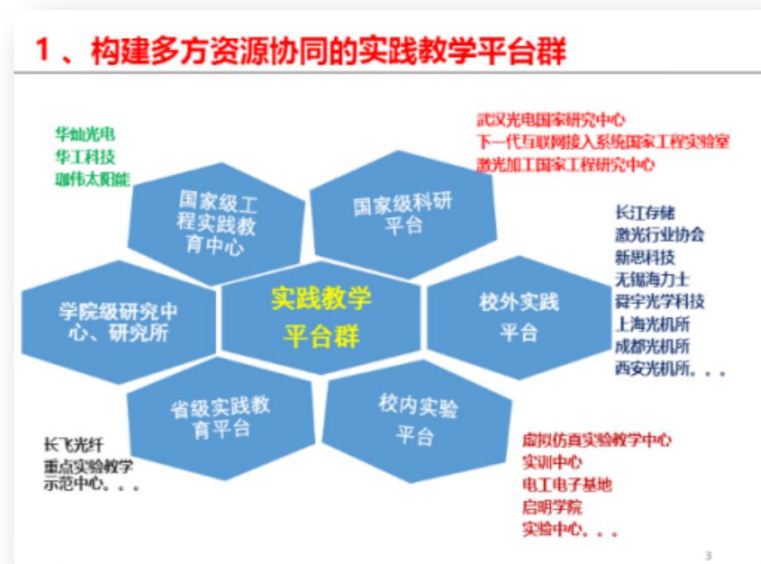
上海交通大学



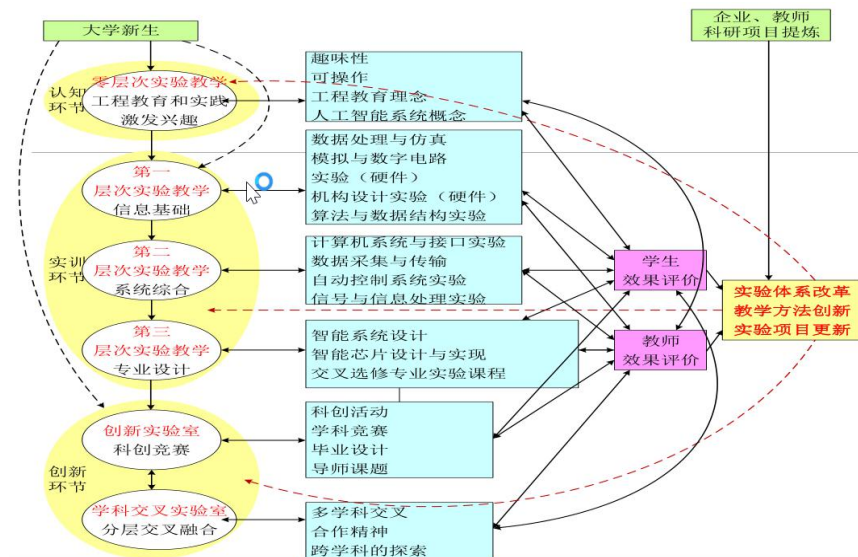
浙江大学

教育部新工科项目进展

1. 多学科交叉融合的课程体系及多方协同培养平台（54项，18.6 %）



华中科技大学



复旦大学

教育部新工科项目进展

2. 毕业导向的培养模式 (38项 , 13.1 %)

二、进展报告



■ 新工科实验班（恩智浦班）培养特点

融合双方优势资源，建立**校企协同育人**平台，企业全程参与人才培养，构建人才培养新模式。

● 本研贯通培养

依托求是学部本科电工电子大类、智能与计算学部、自动化学院和国际工程师学院实施本研贯通培养。

● 校企深度合作

提供多类型的企业教师团队，基于项目的学习，深度参与人才培养全过程。



“学校-企业”双导师

校企联合授课，共同制导学生各类课程项目、实验、竞赛等，为学生开设职业生涯规划、领导力、企业管理等课。

全球化的实践平台

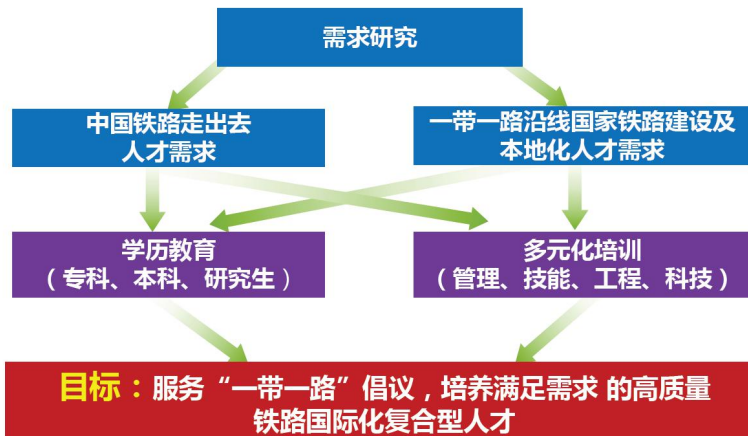
世界500强实习机会，享受恩智浦在全球30多个国家的实验室资源。

天津大学

二、实施进展



三是面向需求、明确了两类多元化人才的培养目标。

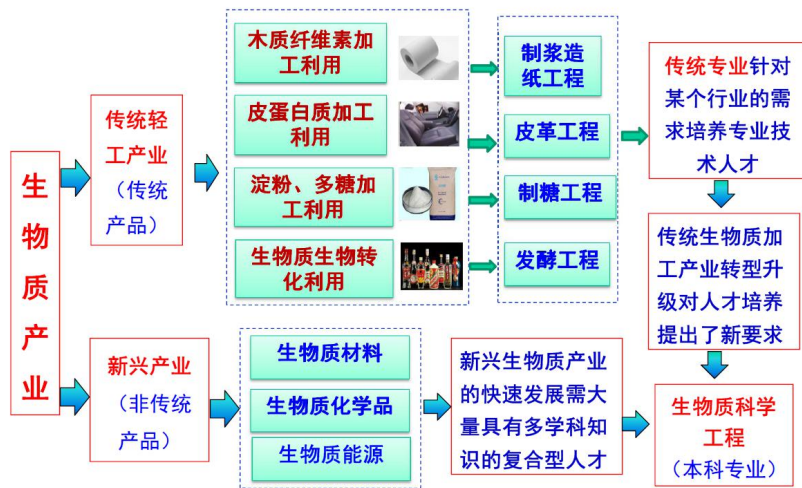


西南交通大学

教育部新工科项目进展

3. 传统工科专业新建设 (75项 , 25.8 %)

四、轻化工程本科专业改革探索



新工科的两种重点探索模式和研究对象

● 钱学森力学班探索工科学术型拔尖人才培养

培养目标：定位于工科基础，致力于构建一个开放性的创新教育模式，以有利于长为工程技术领域具有社会责任、专业伦理、国际视野和突出创新能力的拔尖人才。

培养模式：高挑战度课程学习和有指导的研究训练

培养特点：厚基础+选择自主性

● 智能工程与创意设计 (CDIE) 培养交叉型工科人才——2016级

培养目标：培养既有扎实的工程基础和设计功底，又有审美能力的复合型人才。

培养模式：自动化系、机械系、美术学院共同设计培养方案，加强与产业的合作，以项目形式展开培养。工科的一学位+艺术的二学位

培养特点：培育交叉学科

wang_hong@tsinghua.edu.cn

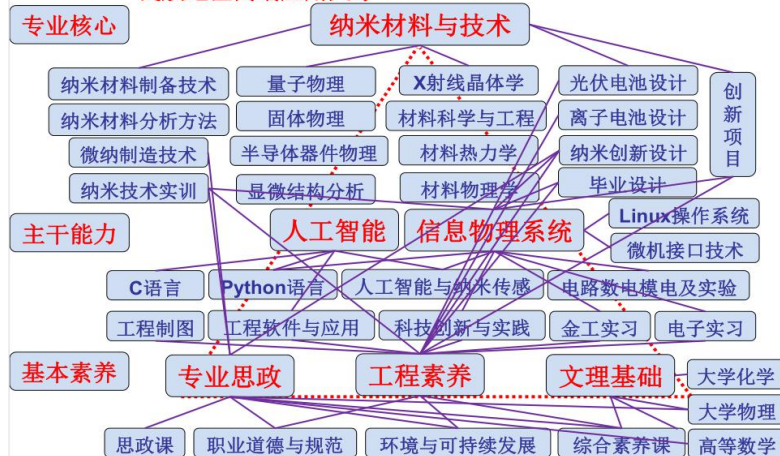
清华大学

教育部新工科项目进展

4. 新工科改革背景下的数理基础学科建设（7项，2.4%）

中央民族大学纳米材料与技术特设专业

培养目标：利用人工智能平台进行材料与信息技术服务的优秀人才
民族地区高端应用人才



中央民族大学

培养途径

以大类学科培养、学科交叉等“跨界”培养模式改革为引擎，按照学有专攻、多专多能的要求，培养学生具有核心素养（含家国情怀、全球视野、跨学科交叉融合、自主终身学习、创新创业能力）

不断完善人才培养方案、基础课程和专业方向课程体系；建设好专业基础课程、方向模块课程和优质教学资源；夯实专业人才培养体系

探索开展本硕博贯通培养模式改革，优化培养方案并切实实施

坚持数学学科体系的完整性与应用性紧密结合，以数学学科知识体系教育为基础和载体，开展以“问题驱动”为主要内容的应用数学教育和人才培养

建立与人才培养目标相适应的人才培养模式，完善辅修制度、导师制和产学研协同育人机制；通过科研促教学，着力培养学生实践能力和创新精神

北京航空航天大学

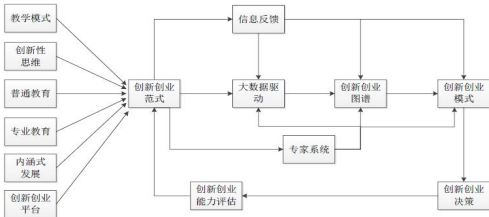
教育部新工科项目进展

5. 创业创新能力培养（15项，5.2 %）

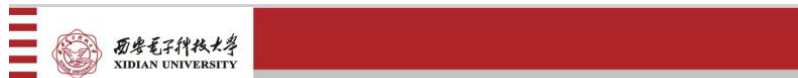
项目实施进展情况

（一）主要思路

- 本项目借助于厦门大学已有的创新创业教育改革实践的基础，联合全国大学生创新创业实践联盟、北京乐易考集团等公司，贯彻国家、教育部对新工科建设的要求，针对新工科创新创业教育改革中普遍存在的问题，以培养学生创新创业能力为导向，推动建立多学科多层次交叉融合的新工程教育人才培养体系。技术路线图如下：



厦门大学



（一）修订人才培养方案，促进双创教育融入人才培养全过程

创新创业人才培养理念



面向电子信息类大学生，提出将创新创业教育定位于“技术创新者的创新创业教育”



课内与课外结合、校内与校外结合、创新与创业结合的教育方法，加强创新创业教育实践能力的培养



把创新创业教育融入到人才培养全过程，“意识、能力、环境”三位一体，形成系统化的创新创业教育体系。

西安电子科技大学

教育部新工科项目进展

6. “互联网+” 及大数据教育资源建设（13项，4.5 %）

一、“互联网+教育” 高校创新设计方法体系研究



设计方法论指导设计师、教师和学生灵活运用碎片化和穷举法的思维发散方式，从原始需求入手，深入分析目标用户、干系人、竞品、情景等各个设计要素，而后不断筛选、优化，输出产品功能与原型。（试行本）



创新设计方法体系的支撑平台在于给创新者提供一个稳定的在线可交互工具，使得参与创新的项目团队的各个成员都可以便捷地在该平台开展工作，而且工作成果可以实时离线编辑/在线保存，后续会基于众筹方式实现产品与解决方案的需求与供给交互。

北京师范大学

二、建设实施成果

1. 平台共建

- 在线学习
 - 名师
 - 课程体系
 - 视频点播
 - 在线作业
 - 在线考试
 - 图书资源库
- 微录播
- 移动录播
- 虚拟仿真

- 双创平台
- 双创服务中心
- 科研展示与转化平台

- 资源
- 教学
- 实训
- 数据
- 质量
- 友好度



- 联合教材开发
- 移动互联网
- 云计算
- 物联网
- 移动通信
- 校企授权教学资源库
- 短视频教学资源库

- 经世云
- 质量监控平台
- 大数据平台
- 数据共享交换平台
- 大数据采集平台
- 大数据存储平台
- 大数据计算与分析平台
- 大数据可视化展示平台

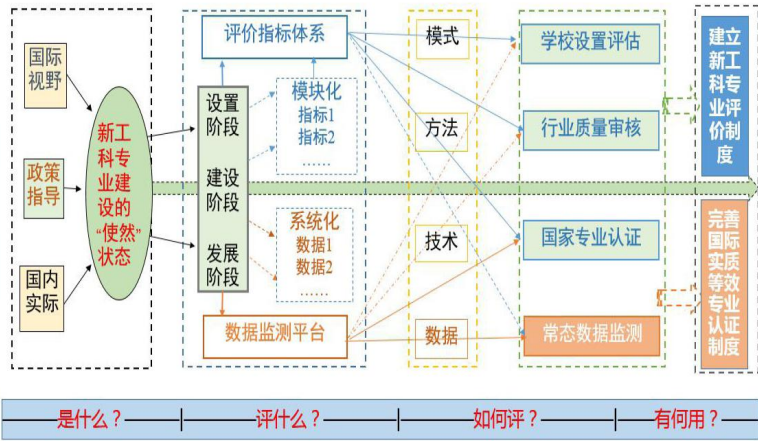
- 数据服务开放平台
- 业务服务开放平台

大连民族大学

教育部新工科项目进展

7. 评价制度及体系（10项，3.5%）

4. 研究思路



6. 建立质量保障体系

学生达到培养目标的内部评价



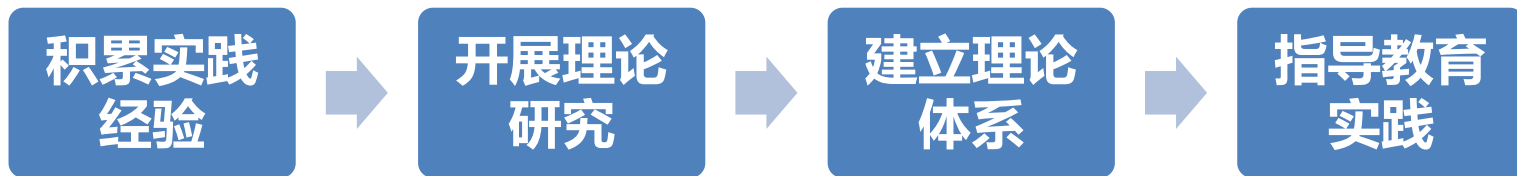
学生达到培养目标的社会评价



1. 理论研究 - 建立中国特色的工程教育理论体系

- 新工科的理论研究属于社会科学范畴，以逻辑和观察为基础，按照社会科学理论和方法开展研究
- 遵循归纳与演绎的基本逻辑，对研究对象的客观描述和解释
- 遵守基本的科学研究程序与规则
- 关注新工科教育体系中各种因素关系和元素与整个教育系统的关系
- 研究主要依赖观察的方法包括各种调查和访谈等
- 认识方面更加关注的（大）数据提供的各种现象及其规律

1. 理论研究 - 建立中国特色的工程教育理论体系



- 新工科的理论研究主要集中在对实践经验的归纳、分析和总结上
- 需要建立系统性和逻辑性较强的理论体系
 - ✓ 研究新工科的核心要素、要素内涵及之间的关系，建立理论体系的逻辑起点
 - ✓ 对目前的新工科实践的事实和经验进行分析和提炼，建立新工科教育基本概念及其框架作为理论体系的逻辑基础
 - ✓ 以新工科教育要素、概念和框架为基础，构建新工科要素（事实）之间的关系，形成以基本原理为理论体系的逻辑主体，建立新工科系统理论

2. 建立中国新工科教育模式，引领世界高等工程教育发展

■ 检讨现有的教育模式和学习模式

- 克服狭隘的专业领地意识，促进跨界交叉融合
- 改变现有的“给予型”教育方法和“接受型”学习模式，鼓励学生主动、自主和自觉学习，并且养成学习的习惯
- 改变传统教学内容和手段，充分利用MOOC和其他教学资源
- 突破传统教育的思维定式，按照新工科要求建设新专业和改造传统专业
- 让教师和学生都走出“舒适区”，全面改变教风和学风，发挥师生潜力
- 开展教师考核和评价体系等的综合制度改革，确保新工科建设的实施

2. 建立中国新工科教育模式，引领世界高等工程教育发展

■ 推进教育供给侧改革

- 聚焦未来科技和产业发展对工程科技人才的需求，明确培养目标和毕业要求，设计整体培养计划，建设每一门课程，培养适应现在，应对未来的工程师，企业届和教师的积极参与都是关键
- 实现以学生发展为中心，实现多学科个性化的专业培养
- 培养好每个想成才、肯付出的学生，实现学生的学习目标-高质量就业、读研-直博、创业

建立中国工程教育新范式

新工科培养体系的科学构建

基础理论和工程科学交叉融合

理论知识与工程建造能力有机交融

思维方式的培养

自主、自觉、终生学习能力的培养

创新、创业能力的培养

全链条的个性化培养方案

培养标准

培养计划

课程体系

评价方法

面向未来工程人才培养目标

多学科交叉融合

开放的教育生态

新工科教育人才培养方案

3. 产学/校企深度融合 – 发挥体制优势

■ 面向产业未来发展的需求，主导对接和服务企业

- 学校主动对接产业、企业，建立长期合作机制
- 聘请企业兼职教师，为学生提供快速变化前沿领域的最新发展
- 成立工业专家指导组，为新工科建设提供业界的经验
- 企业提供工程技术项目和企业导师，学校组织学生团队完成
- 企业通过与高校合作，不但协助高校的人才培养，也可以聘用所需人才
- 产学/校企深度合作，形成双赢和多赢局面

■ 以理论研究和实践成果引领工程教育发展

- ✓ MIT、Olin College、Harvey Mudd College等工程教育的培养理念和课程计划并没有特别之处，强调工程师的培养，自然科学和工程科学基础、设计和建造项目（动手）、教与学的方法和内容
- ✓ 中国的工程教育理念非常先进，要形成系统性教育理论，将先进理念和理论付诸实践，以学生培养的结果证明理念和理论的先进性。新工科的培养模式、课程体系、教与学方法、学习内容、质量标准都应该部分或全部复制
- ✓ 相对于自然科学领域在世界的影响，工程教育研究在国际上发表的文章还可以更多、更广。新工科612个项目的成功实施，一定能够扩大中国教育大国的影响和引领作用

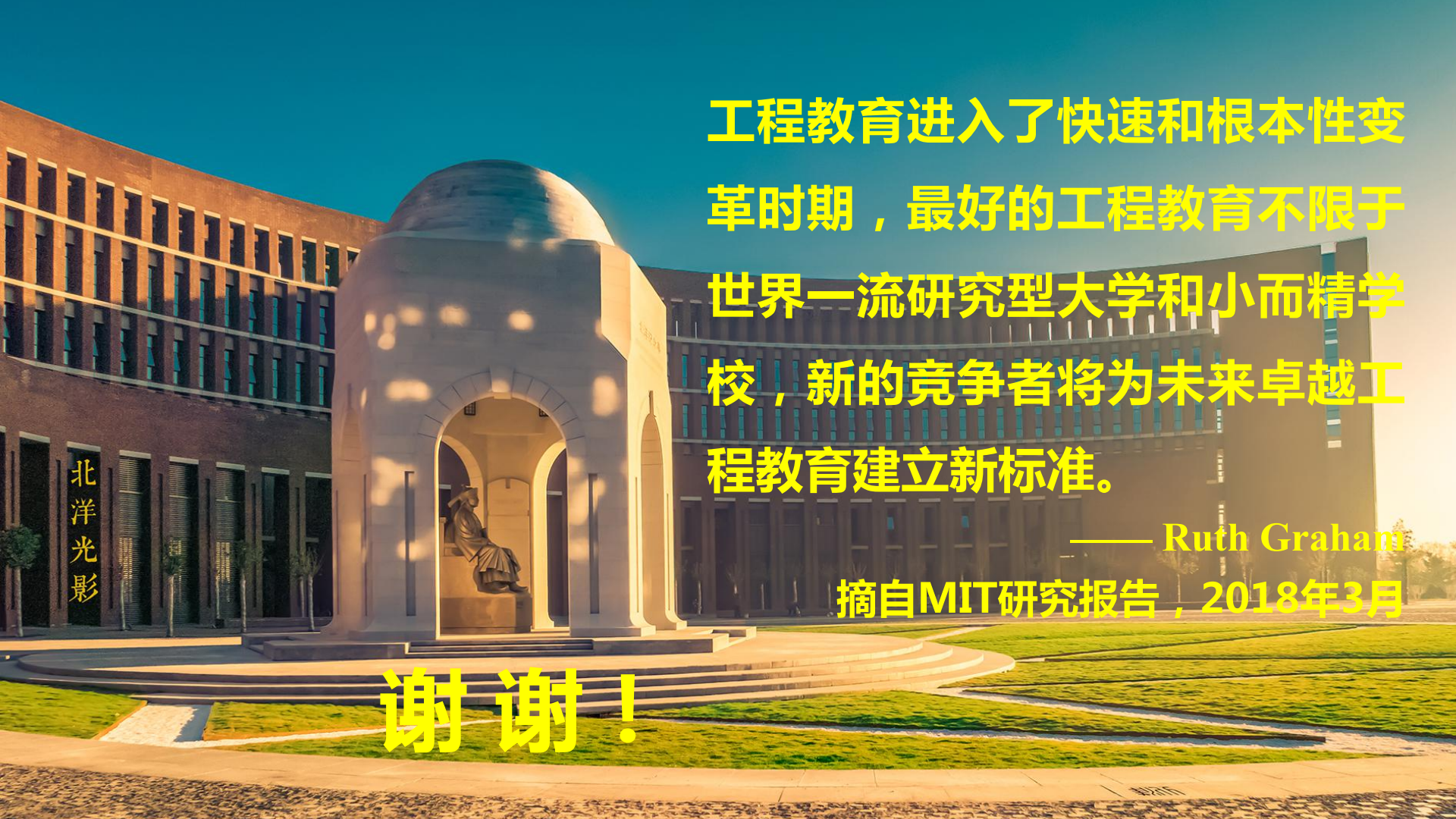


天津大学
Tianjin University



结语

- **新科技革命和产业变革快速颠覆传统产业和劳动力市场，形成全新的工程科技人才需求，迫使大学贴近产业，培养企业需要的面向未来科技和产业发展的新型工程师**
- **为了培养既能推动科技发展，又善于征服各种挑战和建设未来国家的新型工程师、工程科学家、企业家和领导者，工程教育需要深刻变革和全面创新 – 全面实施新工科教育发展和变革**
- **中国是工程教育大国，近20年来工程教育迅速发展，新工科建设将培养大批具有国际竞争力的卓越工程师，以工科毕业生的质量和水平、中国工程教育的新理论和新实践引领世界工程教育发展！**

The background image shows a large, modern university building with a curved facade and many windows. In the foreground, there is a prominent white dome structure with an arched entrance. Inside the arch, a statue of a person is visible. The scene is set against a clear blue sky with some light clouds. The overall atmosphere is bright and sunny.

工程教育进入了快速和根本性变革时期，最好的工程教育不限于世界一流研究型大学和小而精学校，新的竞争者将为未来卓越工程教育建立新标准。

—— Ruth Graham

摘自MIT研究报告，2018年3月

谢谢！