



# 新工科建设路线图

## Emerging Engineering Education Roadmap

### ( 3E Roadmap )

天津大学 钟登华

2017年4月8日



# 提 纲 (*Outline* )

---

## 一、为什么要建设新工科——形势与任务

**Why** : Trends and Commitment

## 二、什么是新工科——内涵与特征

**What** : Concept and Characteristics

## 三、如何建设新工科——路线图

**How** : Roadmap



# 一、为什么要建设新工科——形势与任务

**Why** : Trends and Commitment

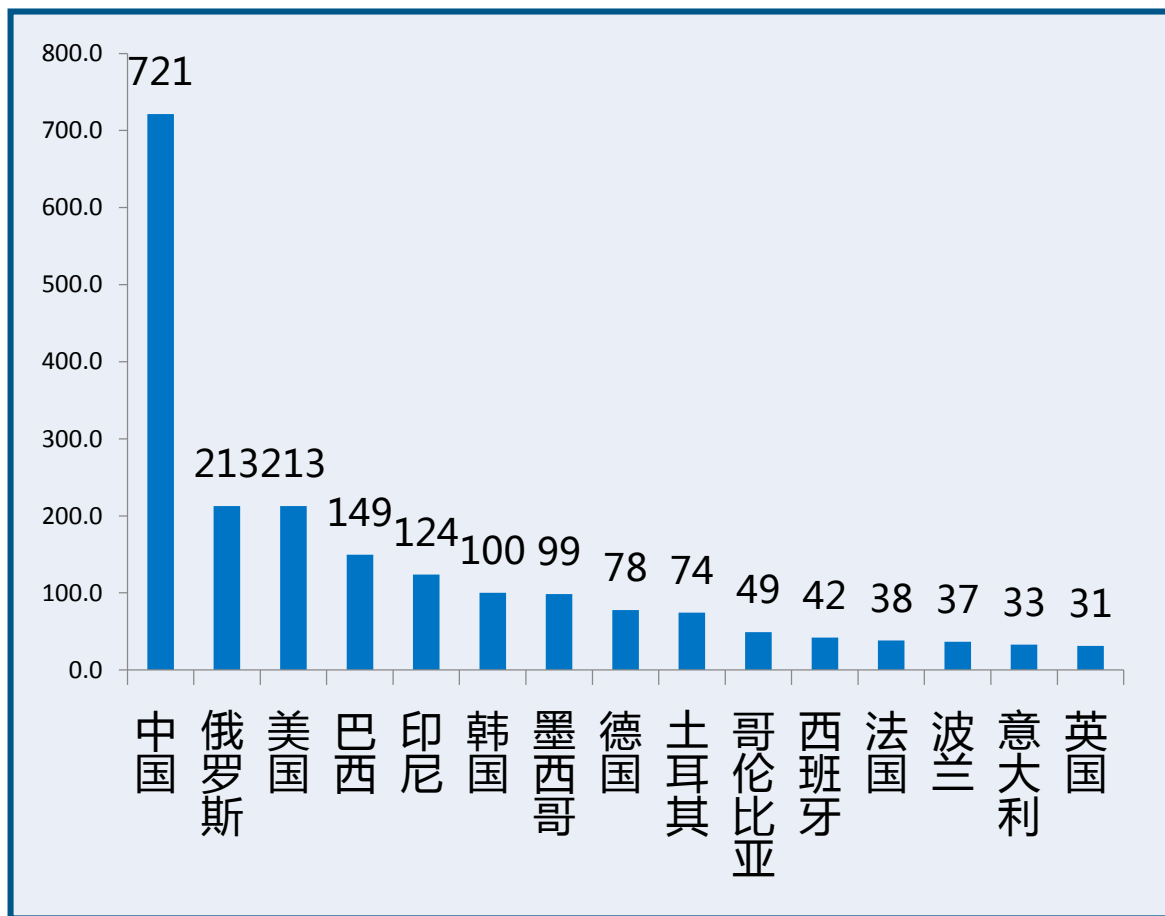
1. 主要成就
2. 现实问题
3. 未来挑战



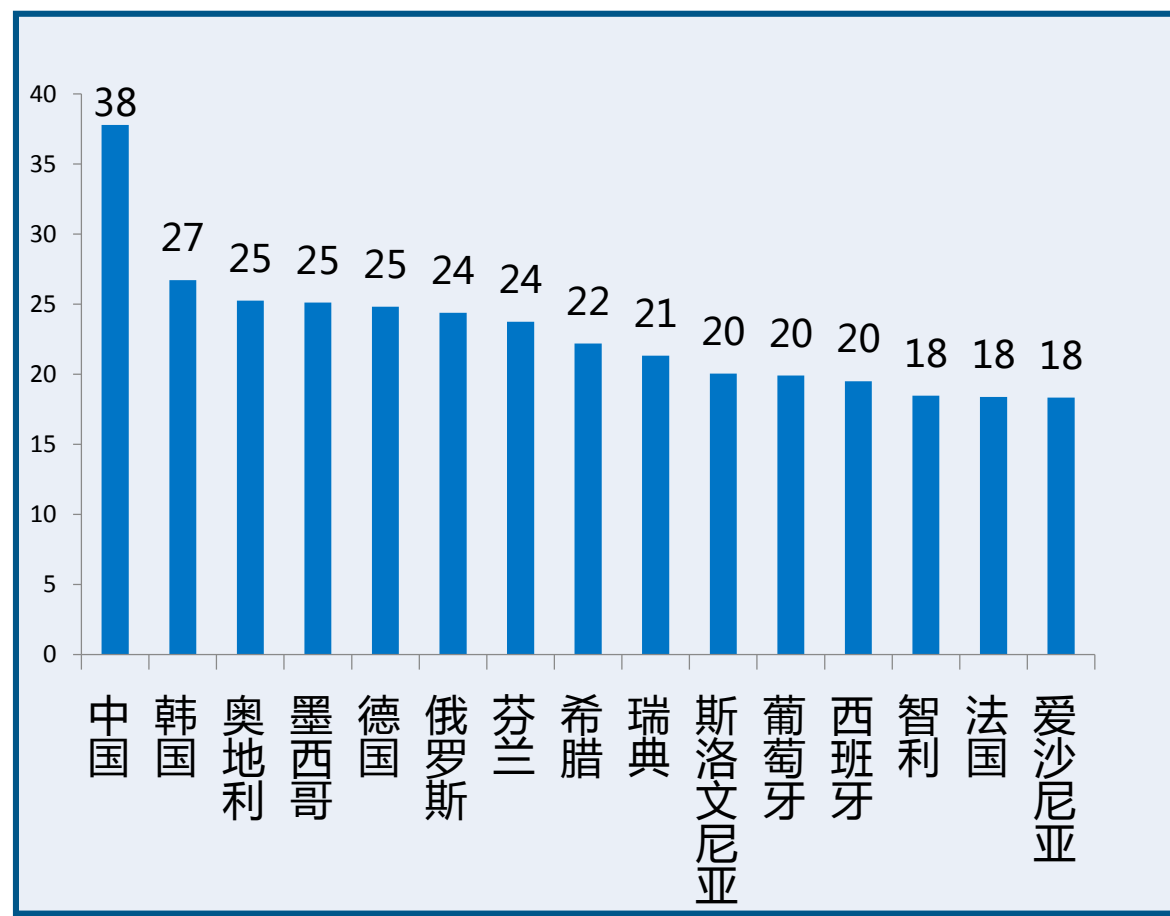
# 1. 为什么要建设新工科——主要成就

## 1.1 规模第一

2014年，工科本科在校生721万人，规模达世界第一。



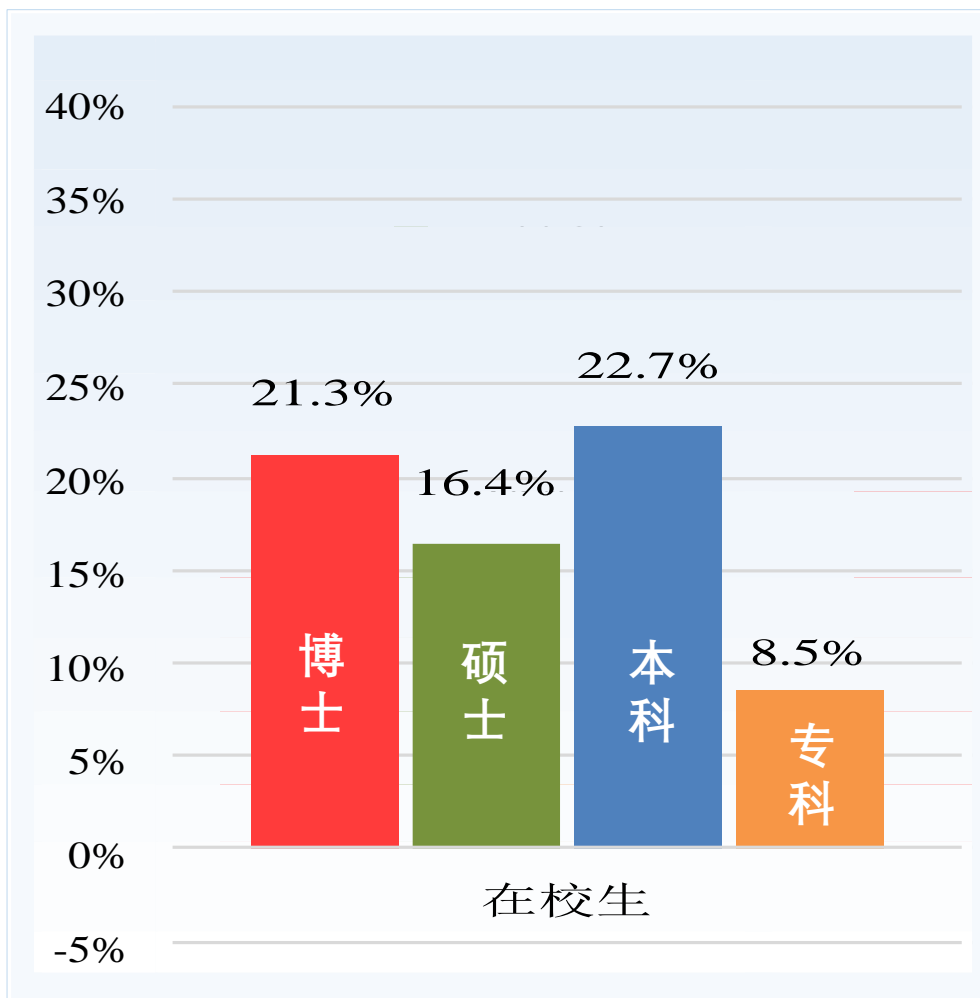
2014年部分国家工科在校生数比较



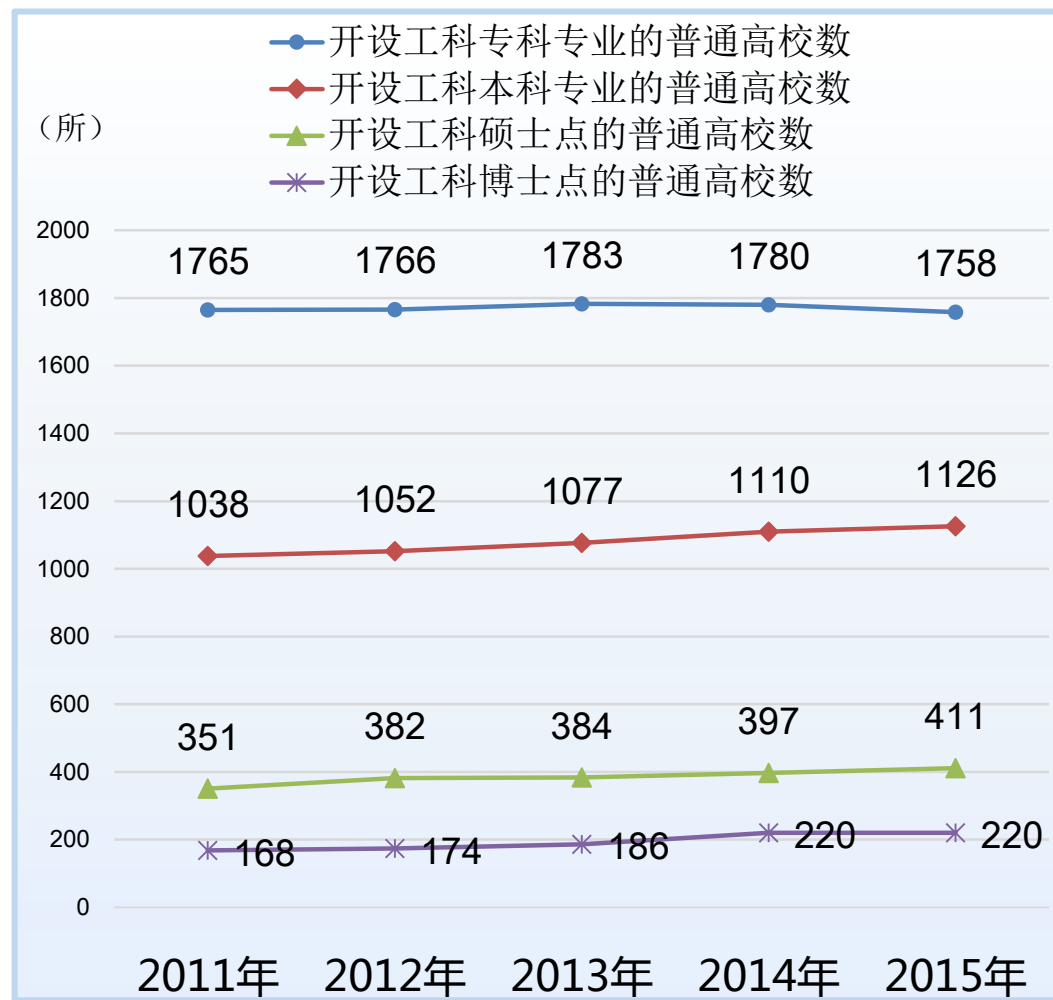
2014年部分国家工科毕业生数占该国普通高校毕业生总数的比例 (%)

# 1. 为什么要建设新工科——主要成就

## 1.2 层次完备



“十二五”期间各层次工科学生在校ance数增长率比较



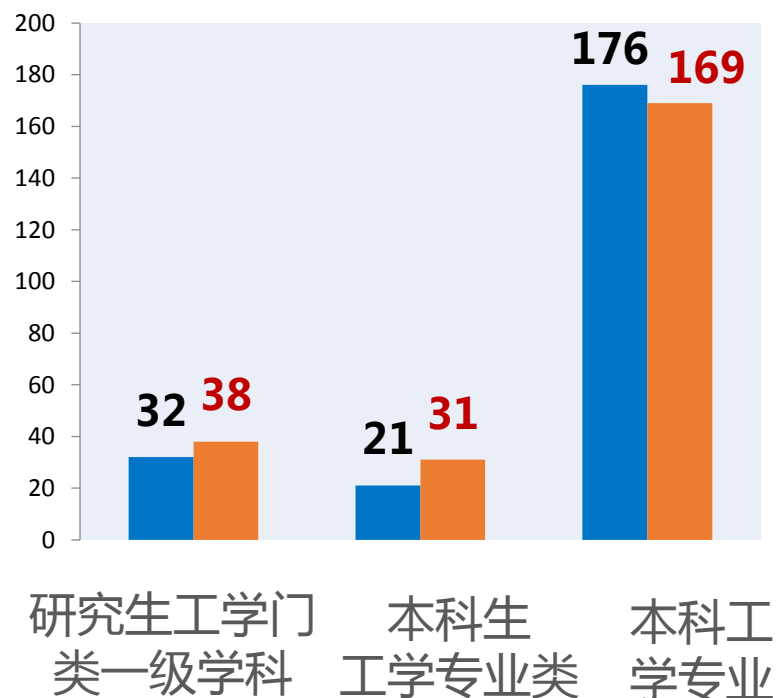
“十二五”期间我国开设工科专业的高校数变化情况



# 1. 为什么要建设新工科——主要成就

## 1.3 专业齐全

调整前后工学学科、专业变化



学位授予和人才培养学科目录  
(2011年)

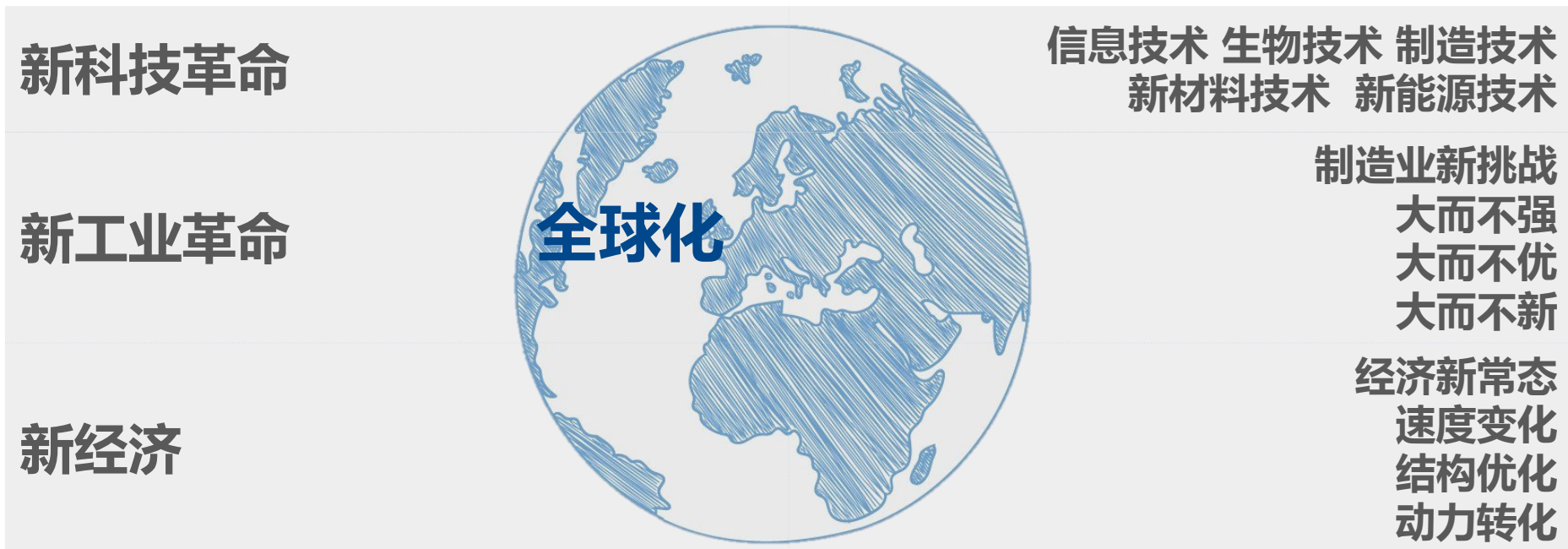
|           |           |         |
|-----------|-----------|---------|
| 力学        | 土木工程      | 核科学与技术  |
| 机械工程      | 水利工程      | 农业工程    |
| 光学工程      | 测绘科学与技术   | 林业工程    |
| 仪器科学与技术   | 化学工程与技术   | 环境科学与工程 |
| 材料科学与工程   | 地质资源与地质工程 | 生物医学工程  |
| 冶金工程      | 矿业工程      | 食品科学与工程 |
| 动力工程及工程物理 | 石油与天然气工程  | 城乡规划学   |
| 电气工程      | 纺织科学与工程   | 风景园林学   |
| 电子科学与技术   | 轻工技术与工程   | 软件工程    |
| 信息与通信工程   | 交通运输工程    | 生物工程    |
| 控制科学与工程   | 船舶与海洋工程   | 安全科学与工程 |
| 计算机科学与技术  | 航空宇航科学与技术 | 公安技术    |
| 建筑学       | 兵器科学与技术   | 合计：38   |

普通高等学校本科专业目录  
(2012年)

|        |          |          |
|--------|----------|----------|
| 力学类    | 纺织类      | 生物医学工程类  |
| 机械类    | 轻工类      | 食品科学与工程类 |
| 仪器类    | 交通运输类    | 生物工程类    |
| 材料类    | 海洋工程类    | 安全科学与工程类 |
| 电气类    | 兵器类      | 公共技术类    |
| 电子信息类  |          | 水利类      |
| 自动化类   | 核工程类     | 航空航天类    |
| 计算机类   |          |          |
| 建筑类    | 农业工程类    | 地质类      |
| 土木类    | 林业工程类    | 矿业类      |
| 测绘类    |          |          |
| 化工与制药类 | 环境科学与工程类 | 能源动力类    |
|        |          | 合计：31    |

## 2. 为什么要建设新工科——现实问题

### 2.1 建设理念不适应



**技术范式**

50年代  
模仿苏联模式

**科学范式**

80年代  
模仿欧美国家范式

**工程范式**

90年代  
回归工程

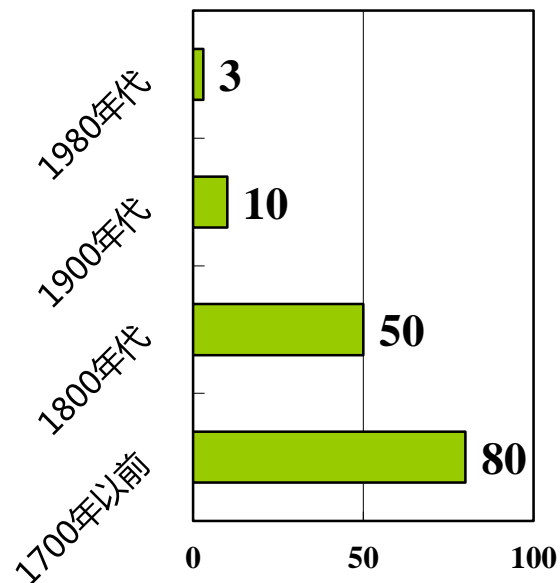
**新工科范式**

新工科时代  
新工科理念

## 2. 为什么要建设新工科——现实问题

### 2.2 知识体系不合理

#### 合理的知识结构



人类的知识量翻一番所需时间  
(单位：年)

专业知识不仅要精深、扎实，而且要“新”

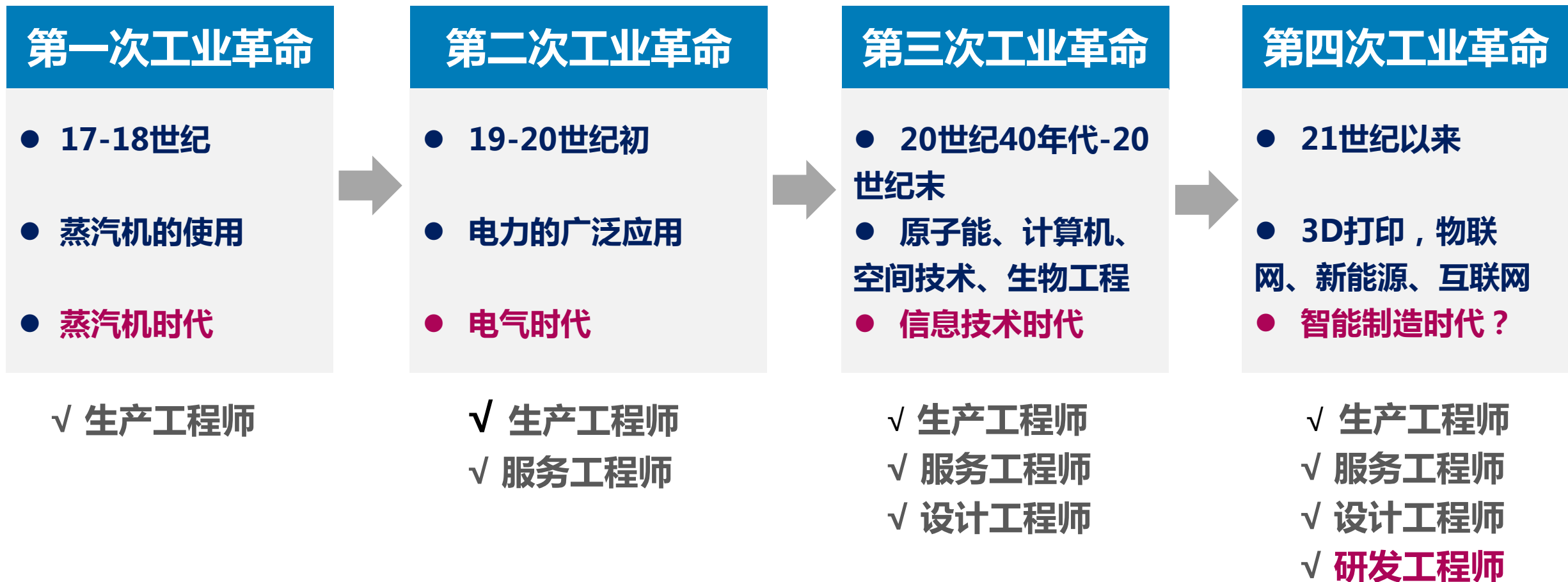
- 当今，科技信息每两年翻一番
- 进入20世纪80年代，人类的知识量每3年就可以翻一番
- 20世纪末，人类文明发展的前4900年所积累的文献资料，还没有现在1年的文献资料多
- 进入21世纪，学科间的界限不断突破，渗透和融合不断进行，边缘学科和交叉学科不断涌现，目前仅自然科学的类别已超过2000门
- 每三秒钟就有一项新产品问世，几乎每十秒钟就有一项科学成果被发明





## 2. 为什么要建设新工科——现实问题

### 2.3 人才结构不合理



## 3. 为什么要建设新工科——未来挑战

### 3.1 人类共同面临的问题

- ◆ 资源短缺
- ◆ 能源紧张
- ◆ 人口老龄化
- ◆ 经济危机
- ◆ 环境污染
- ◆ 气候变化
- ◆ 疾病流行
- ◆ 贫困



未来六大变化趋势

美国：《2016-2045新兴科技趋势》

# 3. 为什么要建设新工科——未来挑战

## 3.2 未来的科学与技术

- 学科交叉融合加速，新兴学科不断涌现
- 以绿色、智能、泛在为特征的群体性技术革命
- 传统意义上的基础研究、应用研究、技术开发和产业化的边界日趋模糊
- 科技创新链条更加灵巧，技术更新和成果转化更加快捷，产业更新换代加快
- 科技创新活动不断突破地域、组织、技术的界限，演化为创新体系的竞争

习近平主席在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话

|   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart City</li> <li>• Cyber</li> <li>• Internet of Things</li> <li>• Food and Water Technology</li> <li>• Quantum Computing</li> <li>• Social Empowerment</li> <li>• Advanced Digital</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotics and Autonomous Systems</li> <li>• Additive Manufacturing</li> <li>• Technology for Climate Change</li> <li>• Human Augmentation</li> <li>• Mobile &amp; Cloud Computing</li> <li>• Medical Advances</li> <li>• Energy</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Blended Reality</li> <li>Analytics</li> <li>Advanced Materials</li> <li>Novel Weaponry</li> <li>Space</li> <li>Synthetic Biology</li> </ul> |
|---|--|--|



## 3. 为什么要建设新工科——未来挑战

### 3.3 未来的卓越工程人才



#### 面向2030的工程师 核心素质标准

|    |          |
|----|----------|
| 1  | 家国情怀     |
| 2  | 创新创业     |
| 3  | 跨学科交叉融合  |
| 4  | 批判性思维    |
| 5  | 全球视野     |
| 6  | 自主终身学习   |
| 7  | 沟通与协商    |
| 8  | 工程领导力    |
| 9  | 环境和可持续发展 |
| 10 | 数字化能力    |

## 二、

# 什么是新工科——内涵与特征

**What** : Concept and characteristics

1. 新工科的提出
2. 新工科的探索与实践
3. 新工科的内涵与特征

## 2. 新工科的提出



2017年2月18日，综合性高校工程教育发展战略研讨会在复旦大学召开，提出“**复旦共识**”。

2017年4月8日，工科优势高校研讨“**新工科建设路线图**”。



## 2. 新工科的探索与实践

### 2.1 更加注重专业和产业对接

#### 《“十二五”战略性新兴产业发展规划》 七大重点领域

- ◆ 节能环保产业
- ◆ 新一代信息技术产业
- ◆ 生物产业
- ◆ 高端装备制造产业
- ◆ 新能源产业
- ◆ 新材料产业
- ◆ 新能源汽车产业

#### “十三五”新增了超前布局战略性新兴产业

- ◆ 空天海洋领域
- ◆ 生物技术领域
- ◆ 信息网络领域
- ◆ 核技术领域

2010年后新设战略性新兴产业相关工科本科专业布点汇总表

| 专业名称      | 布点数 | 专业名称        | 布点数  |
|-----------|-----|-------------|------|
| 新能源科学与工程  | 87  | 智能电网信息工程    | 20   |
| 新能源材料与器件  | 52  | 水声工程        | 3    |
| 能源化学工程    | 51  | 海洋工程与技术     | 5    |
| 资源循环科学与工程 | 31  | 建筑环境与能源应用工程 | 200  |
| 环保设备工程    | 10  | 海洋资源开发技术    | 10   |
| 辐射防护与核安全  | 8   | 生物制药        | 70   |
| 功能材料      | 35  | 数据科学与大数据技术  | 3    |
| 纳米材料与技术   | 10  | 机器人工程       | 1    |
| 微电子科学与工程  | 94  | 光电信息科学与工程   | 241  |
| 物联网工程     | 466 | 飞行器控制与信息工程  | 2    |
| 地理空间信息工程  | 1   | 材料设计科学与工程   | 1    |
| 专业布点数合计   |     |             | 1401 |





## 2. 新工科的探索与实践

### 2.2 更加注重学科交叉







## 2. 新工科的探索与实践

### 2.2 更加注重学科交叉

**麻省理工学院（MIT）**跨越传统学科、学院界限，建立了**形式多样的研究机构**

#### 15个跨系 实体研究机构

- ◆ 两种模式：由单独行政或研究部门负责的国家级研究组织；由某个学院或系为主的校级研究机构
- ◆ 招收大量研究生

#### 33个跨系 相对稳定的研究中心

- ◆ 两种模式：由国家科学基金会资助的工程研究中心；挂靠学院或由学院主管的研究中心
- ◆ 依托科研需求成立，兼顾跨学科教育

#### 14个跨学科 非实体组织计划

- ◆ 集中 MIT 在某个学科领域方面的资源优势，进行大跨度合作的计划，跨学科计划一般分属几个学院或系

## 2. 新工科的探索与实践

### 2.2 更加注重学科交叉



机械工程  
海洋技术  
信息技术  
能源技术

.....

#### 天津大学“混合驱动水下航行器关键技术与应用”项目

- 海燕水下滑翔机突破了国外技术的封锁，有力推进了我  
国水下滑翔机的实用化进程；
- 创造了中国水下滑翔机无故障航程**最远**、时间**最长**、剖  
面运动**最多**、工作**深度最大**等诸多纪录。



医学  
生物工程  
精密仪器  
计算机科学

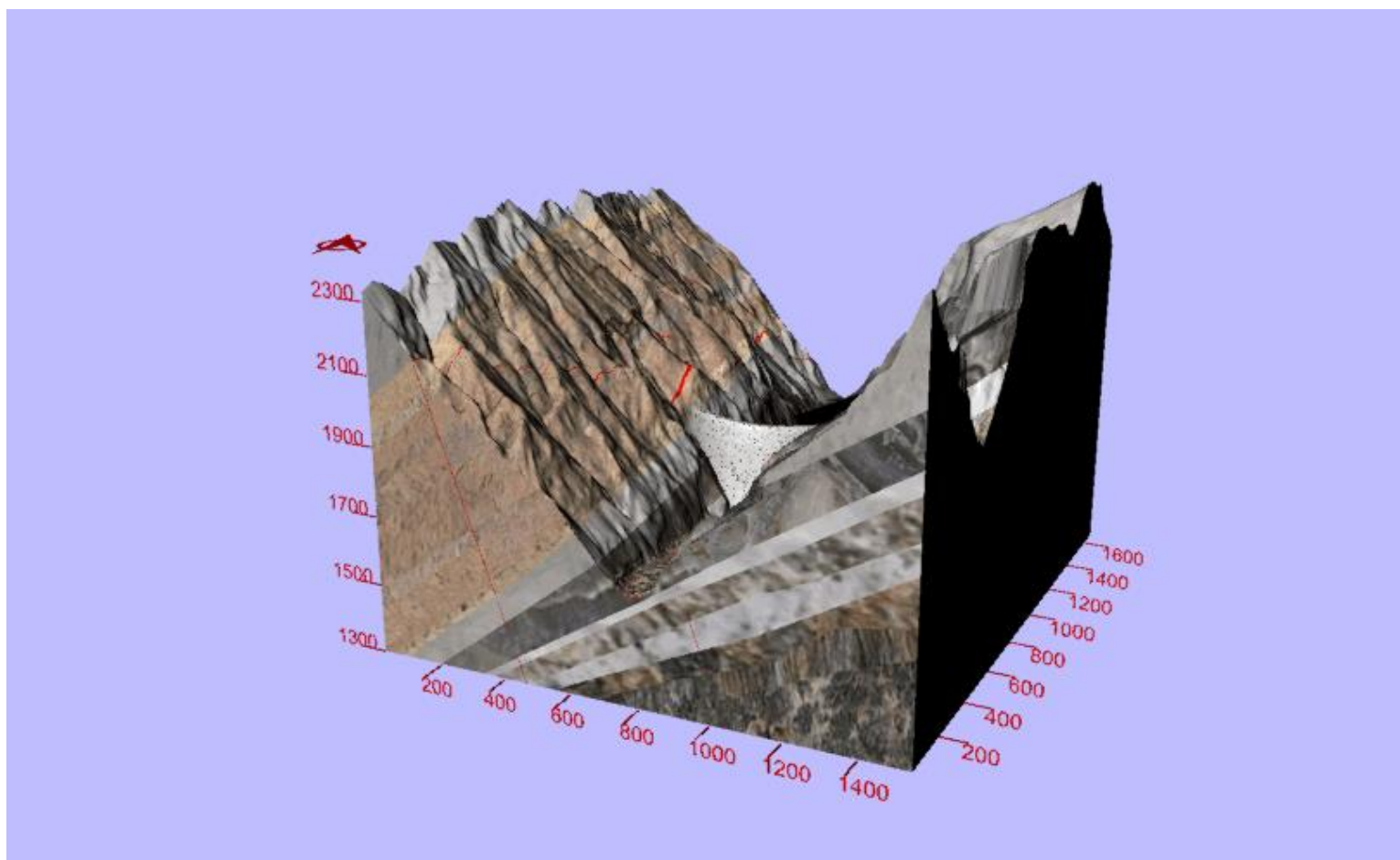
.....

#### 天津大学“航天员脑-机接口测试技术及装置”项目























- 开发了**航天员脑-机接口测试**技术及装置，为“**天宫二号**”  
空间实验任务提供了关键的在轨人因试验平台，成功开  
展了人类历史上**首次太空脑机交互实验**。

## 2. 新工科的探索与实践

### 2.2 更加注重学科交叉



图例

|   |                   |   |                   |
|---|-------------------|---|-------------------|
|    | $T_{2-3z}^{3(6)}$ |    | $T_{2-3z}^{2(3)}$ |
|    | $T_{2-3z}^{3(5)}$ |    | $T_{2-3z}^{2(2)}$ |
|    | $T_{2-3z}^{3(4)}$ |    | $T_{2-3z}^{2(1)}$ |
|    | $T_{2-3z}^{3(3)}$ |    | $T_{2-3z}^1$      |
|    | $T_{2-3z}^{3(2)}$ |    | 岩脉                |
|    | $T_{2-3z}^{3(1)}$ |    | 拱坝                |
|    | $T_{2-3z}^{2(8)}$ |    | 断层                |
|    | $T_{2-3z}^{2(7)}$ |    | 强卸荷<br>弱风化下限      |
|  | $T_{2-3z}^{2(6)}$ |  | 弱卸荷下限             |
|  | $T_{2-3z}^{2(5)}$ |  | 地下水位面             |
|  | $T_{2-3z}^{2(4)}$ |  | 覆盖层               |

**新水利：水利工程、地质工程、信息技术、智能技术、卫星技术的结合**

## 2. 新工科的探索与实践

### 2.2 更加注重学科交叉





## 2. 新工科的探索与实践

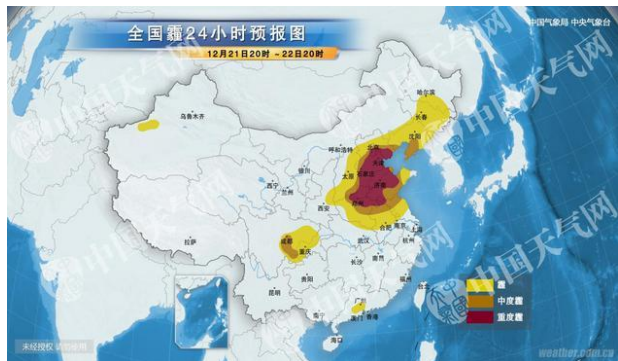
### 2.2 更加注重学科交叉



机械工程  
航空技术  
大数据  
人工智能  
.....

#### 智能无人机集群控制

- 麻省理工CSAIL研究团队：“蜂群”无人机协同作战。
- 分布式避障控制：像蜂群一样，集群中每个武器都有初级智能，通过掌握自身周围环境和临近武器的部分信息，协同计算编队飞行控制指令。



环境工程  
精密仪器  
计算机科学  
大数据  
.....

#### 雾霾预测和治理

- 气象和环保检测大数据分析
- 中科院大气环境模拟系统研究计划
- 准确预测了2016年12月和2017年1月的两次重雾霾天气

## 2. 新工科的探索与实践

### 2.3 更加注重创新创业育人体系建设

打造完整创新链条的全过程人才培养模式：“创意-创新-创业”

**上游**

“激发学生创意”

**中游**

“创新实践计划”

**下游**

“服务学生创业”

建设众创空间



IT 创新创业基地

长荣健豪创客空间

黎明创新创业实验室

创新创业体验平台



面积 8544 m<sup>2</sup>



创新创业团队 94支

创业教育平台

天津大学  
中科招商

宣怀学院  
中科创业学院

三基工程

设基金

建基地

兴基业

**学院愿景：**成为推动技术创新和创业在中国的理解、认知、实践的榜样与领导者。

**学院使命：**致力于通过创新的教学模式、跨学科的教育和创业生态的构建，培养具有技术创新能力和创新意识、富有企业家精神、勇于投身实践的卓越人才。



## 2. 新工科的探索与实践

### 2.4 更加注重以学生为中心

天津大学精密仪器与光电子工程学院借着“国家试点学院”的东风，以“工程科学实验班”为载体探索建设新工科，实验班定位为培养“未来的钱学森”，致力于培养“具有深厚数理基础和人文素养，善于从工程中发现科学问题，并能运用科学原理解决工程难题，能够解决人类面临重大问题和国家重大战略需求的仪器仪表领域未来工程领军人才”。

#### 工程教育 通识课程体系

- 《科技文明史》
- 《逻辑与批判性思维训练》
- 《世界文明与跨文化沟通》
- 《中文沟通与写作》
- 《研发项目管理》
- 《创业学导论》

#### 以学生为中心的 教育模式

- 多层次选拔组班制
- 竞争性分流机制
- 本硕博统筹培养制
- 全员双导师制
- 自主选择专业制
- 个性化课程体系
- 小班化教学体系

#### 创新人才选拔ABC计划

- A计划——工程科学夏令营，面向高二学生
- B计划——BME专业，高考成绩占60%， “破冰之旅”
- C计划——工程科学冬令营，面向高一、二学生

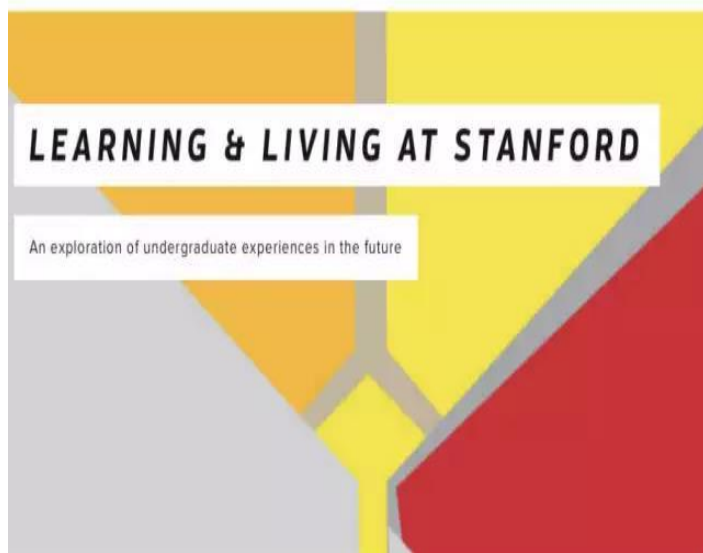


## 2. 新工科的探索与实践

### 2.4 更加注重以学生为中心

#### 《斯坦福大学2025计划》

Stanford2025



**开环大学**  
Open Loop University

**一生中任意的六年**  
从课堂与实践活动中汲取知识  
校友作为返校实践专家

**自定节奏的教育**  
Paced Education

**六年三阶段：调整期、提升期、启动期**  
调整期设置微课程  
提升期进入专门领域  
启动期注重知识转化

**轴翻转**  
Axis Filp

**能力第一，知识第二**  
能力学习中心  
“技能清单”展现能力和潜力

**目的性学习**  
Purpose Learning

**在项目学习中学习解决问题**  
校友指导  
全球影响力的实验室



## 2. 新工科的探索与实践

### 2.5 更加注重全球视野

#### 天津大学与美国佐治亚理工学院 共建深圳特色学院

- 紧密结合深圳市电子、信息、软件等产业发展，努力把天津大学佐治亚理工深圳学院建设成为世界一流的特色学院



Georgia Tech 天津大学佐治亚理工深圳学院  
Georgia Tech Tianjin University Shenzhen Institute (GTISI)

# 新经济 新工科 新硕士

天津大学佐治亚理工深圳学院  
招收国际化工程硕士

深圳学院将扎根深圳，依托天津大学和佐治亚理工学院，建设一流学院。我们招收的不仅是首批硕士，更是共同的探索者、开拓者和创业者。

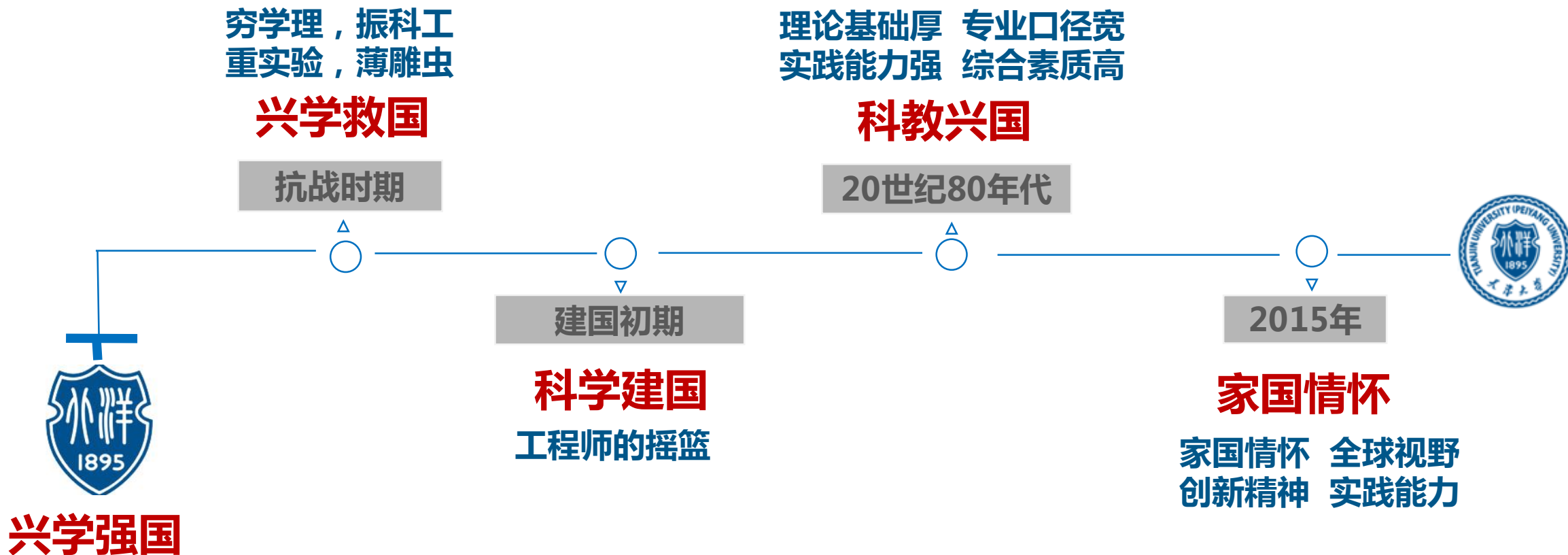
联系方式

可穿戴、印刷电子及先进通信研究中心  
任老师 18622676377  
绿色建筑与海绵城市研究中心  
石老师 13502078677  
智能信号处理与数据分析研究中心  
冯老师 13001308223  
电子与计算机工程 (ECE) 硕士学位项目  
王老师 18664504112



## 2. 新工科的探索与实践

### 2.6 更加注重家国情怀



## 2. 新工科的探索与实践

### 2.6 更加注重家国情怀

#### 扎根中国大地办大学

**“两个聚焦”**  
聚焦国家重大战略需求  
聚焦世界科技前沿

**“一个面向”**  
面向国民经济主战场

为人民服务

为中国共产党  
治国理政服务

**四个  
服务**

为巩固和发展  
中国特色社会主义  
主义制度服务

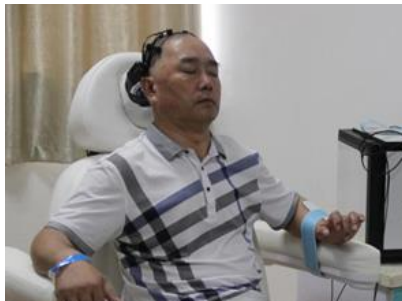
为改革开放和  
社会主义现代化  
建设服务



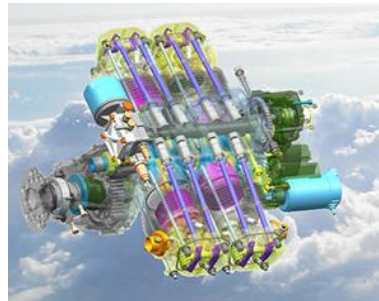
高速并联机器人



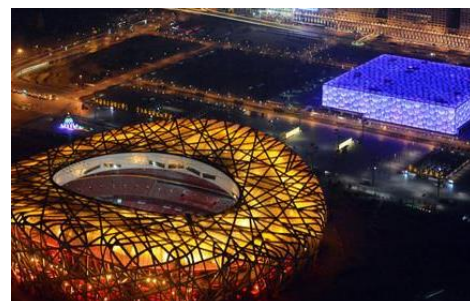
城市智能电网



人工神经康复机器人



无人机发动机



奥运场馆

### 3. 新工科的内涵与特征

新

新理念：应对变化，塑造未来

新要求：培养多元化、创新型卓越工程人才

新途径：继承与创新，交叉与融合，协调与共享

工科

**新工科：**以应对变化、塑造未来为建设理念，以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径，培养多元化、创新型卓越工程人才，为未来提供智力和人才支撑。





### 3. 新工科的内涵与特征

- **战略型**：新工科建设是**战略导向**的，不仅要应对当前的变化，还要**塑造未来**，培养未来**多元化、创新型卓越工程人才**。
- **创新性**：创新是引领发展的第一动力，新工科建设是面向“大产业”的**全链条创新性变革**，要将经济社会发展需求体现在人才培养的每个环节，**围绕产业链、创新链重塑工程教育**。
- **系统化**：新工科建设需要**从系统的角度积极回应社会的需求**，并设计一个教育、研究、实践、创新创业的**完整方案**，在培育发展新工科的同时**改造提升传统工科**。
- **开放式**：新工科建设需要**开放融合**的教育生态环境。

### 三、

## 如何建设新工科——路线图

### How : Roadmap

1. 新工科建设路线图
2. 建设阶段
3. 关键任务
4. 重点突破

# 1. 新工科建设路线图

## Emerging Engineering Education Roadmap

|                          |   |   |  |
|--------------------------|---|---|--|
| 建设目标<br>GOALS            | 培养多元化、创新型卓越工程人才，为未来提供智力和人才支撑  |   |  |
| 建设阶段<br>MILESTONES       | 到2020年，探索新工科模式，适应新技术、新产业、新经济的发展<br>到2030年，形成中国特色的新工科发展优势，服务创新驱动发展能力显著增强<br>到2050年，形成引领全球新工科的中国模式，为实现“中国梦”提供支撑 |   |  |
| 关键任务<br>STRATEGIC THEMES | 学与教 <ul style="list-style-type: none"><li>□ 重构人才知识体系</li><li>□ 重塑人才培养质量观</li><li>□ 创新教学方式与技术</li></ul>        | 实践与创新创业 <ul style="list-style-type: none"><li>□ 强化实践创新能力</li><li>□ 完善创新创业人才培养模式</li><li>□ 加强技术转移与成果转化</li></ul> | 本土化与国际化 <ul style="list-style-type: none"><li>□ 中国特色</li><li>□ 家国情怀</li><li>□ 全球视野</li></ul> |
| 重点突破<br>KEY POINTS       | 推动协同育人<br>工程教育法   | 人才培养与国家需求相适应<br>扩大办学自主权   | 让工程教育回归工程<br>改革评价体系  |

## 2. 建设阶段







### 3. 关键任务

#### 学与教

- 重构人才知识体系
- 重塑人才培养质量观
- 创新教学方式与技术

#### 实践与创新创业

- 强化实践创新能力
- 完善创新创业人才培养模式
- 加强技术转移与成果转化

#### 本土化与国际化

- 中国特色
- 家国情怀
- 全球视野



## 4. 重点突破

- 推动协同育人——**制定《工程教育法》**
- 工程人才培养与国家发展战略需求相适应——**扩大办学自主权**
- 让工程教育回归工程——**改革评价体系**

## 应对变化，塑造未来——新工科建设路线图

Making changes to build the future——Emerging Engineering Education Roadmap (3E Roadmap)

**why :** 培养未来多元化、创新型卓越工程人才，解决人类面临的重大挑战和问题，我们需要发展新工科

**What:** 应对变化、塑造未来的新理念；多元化、创新型的新要求；  
继承与创新、交叉与融合、协调与共享的新途径

**How:** 以立德树人为引领：三个阶段、三个任务、三个突破



**谢谢！**

**Thanks for your attention**