天津大学
Tianjin University





新工业革命与新工科教育：天津大学方案设计与实施

天津大学新工科教育中心

顾佩华

2019年8月29日@国家教育行政学院





天津大学
Tianjin University







新科技革命和产业变革的时代浪潮奔腾而至，如果我们不应变、不求变，将错失发展机遇，甚至错过整个时代。

——习近平

亚太经合组织工商领导人峰会的主旨演讲





提纲 *Outline*

- 天津大学简介
- 新工业革命与新工科教育
- 新工科建设方案设计
- 新工科建设方案的实施
- 新工科建设方案的特点与特色
- 问题与挑战
- 结语

天津大学
Tianjin University





天津大学简介

天津大学
Tianjin University





天津大学简介

1895年，盛宣怀提出“自强首在储才，储才必先兴学”，以“兴学强国”为使命创建了北洋大学堂（天津大学），中国近代高等教育就此发端。



创办人盛宣怀

自强首在储才，
储才必先兴学。
以“兴学强国“为使命



中国第一张大学文凭

天津大学
Tianjin University

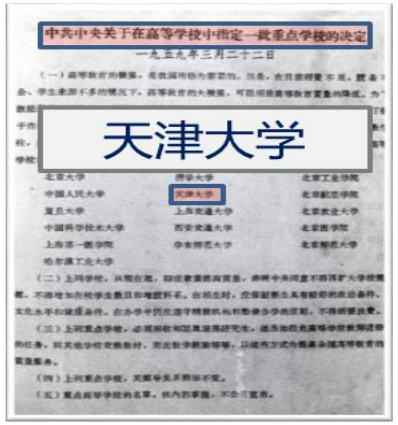




天津大学简介

2017 国家双一流建设大学





2000 “985工程”首批重点建设的高校 Key University



1996 “211工程”首批重点建设的高校 – Key U



1959 中共中央首批确定的16所国家重点大学之一 Key University



1951 定名为天津大学

1895 中国第一所现代大学北洋大学（天津大学前身）成立

天津大学
Tianjin University





天津大学简介

学校基本情况 - Facts

毕业校友-Alumni	300，000余人
卫津路和北洋园新校区建筑面积（一期）- Campus Area	162.5万平方米
全日制在校学生 – FT Students	30000余人
教职工- Staff	4500余人
实体学院 – Faculties	27个
本科专业 – UG Programs	62个
一级学科博士点 – PhD Programs	27个
博士后流动站-PDFellow Program	23个

天津大学
Tianjin University





新工业革命与新工科建设

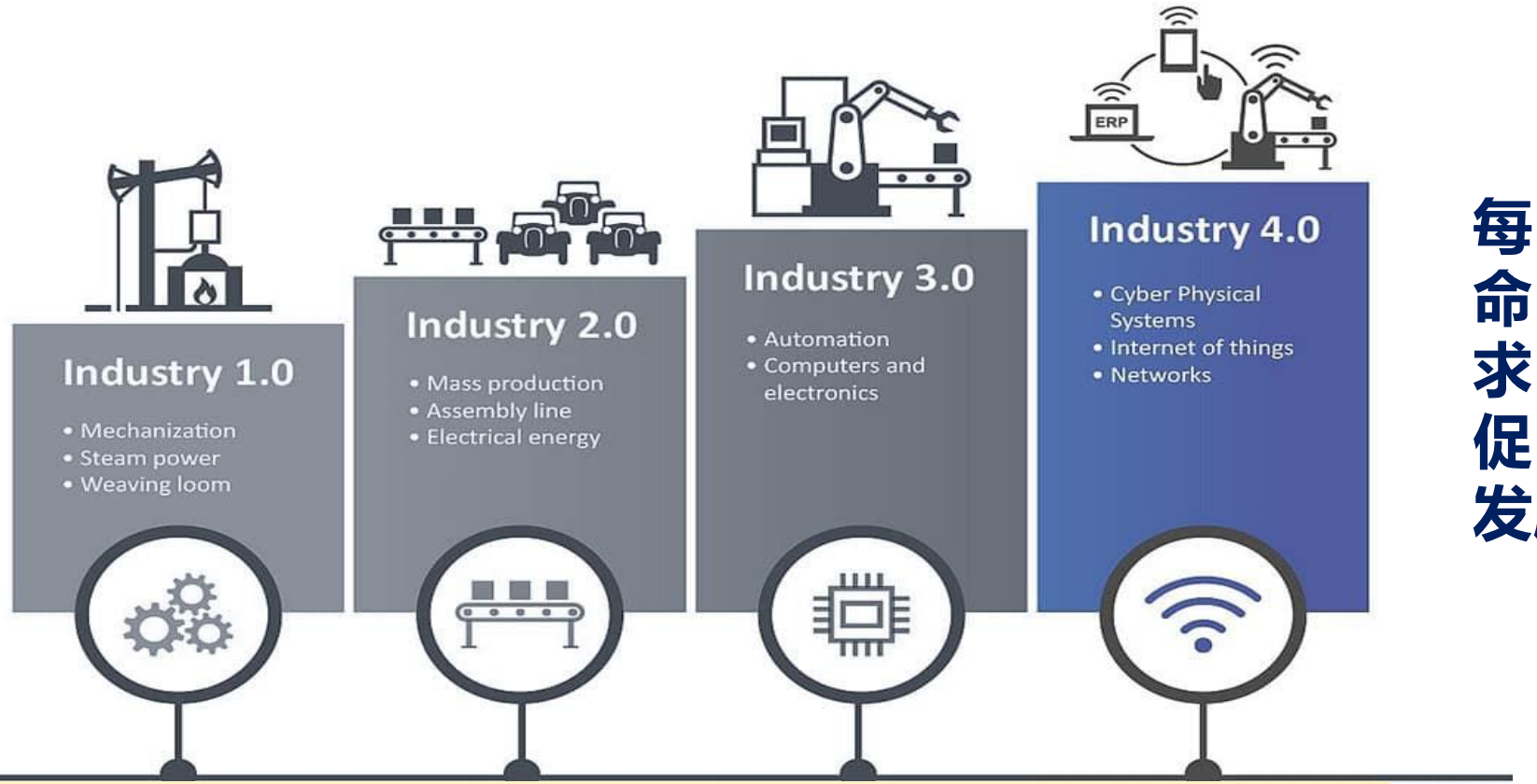
天津大学 Tianjin University





新工业革命与新教育变革

新工业革命



新教育发展

18世纪	19世纪	20世纪 -	当前
Education 1.0	Education 2.0	Education 3.0	Education 4.0 新工科教育

每一次工业革命都对人才需求提出新要求，促进教育的新发展。





新工业革命与新教育变革

第一次工业革命

+

第二次工业革命

→

美国高等教育快速发展时期

- 第一次工业革命后，前哈佛大学Eliot校长在1896年提出了“新教育”（The New Education），推动新课程计划和通识教育，给学生更多选择。美国大学采用德国大学研究生培养模式，建设了10多所研究型大学。
- 第二次工业革命使用电能实现制造业的批量化生产，新制造技术促进“新经济“发展。在第二次工业革命时期，美欧的各类大学快速增加，同时促进铁路、石油、钢铁等工业发展。
- 两次工业革命促使美国高等教育的发展，多所今天一流大学都是这两次工业革命时期建立的。





新工业革命与新教育变革

第三次工业革命

+

当前的第四次工业革命

→ 中国高等教育快速发展时期

- 第三次工业革命以电子、计算机、Web互联、信息技术等为特征，推动自动化技术、设备和系统发展，科技发展对高等教育提出新需求，促进世界高等教育发展。
- 第四次工业革命以物质科技、信息科技和生物科技融合为特征。人工智能、传感器、云计算、大数据存储与分析计算能力等推动颠覆性创新技术发展。第四次工业革命与前三次不同，科技以指数型的快速发展，各领域技术集成、交叉和叠加等综合发展，给未来世界发展带来前所未有的发展机遇和各种挑战。
- 从第三次工业革命至今是中国高等教育大发展时期，中国的高等教育已经成为世界最大，高等工程教育也是世界最大，并且正在通过新工科建设-卓越工程师计划2.0，建设工程教育强国。

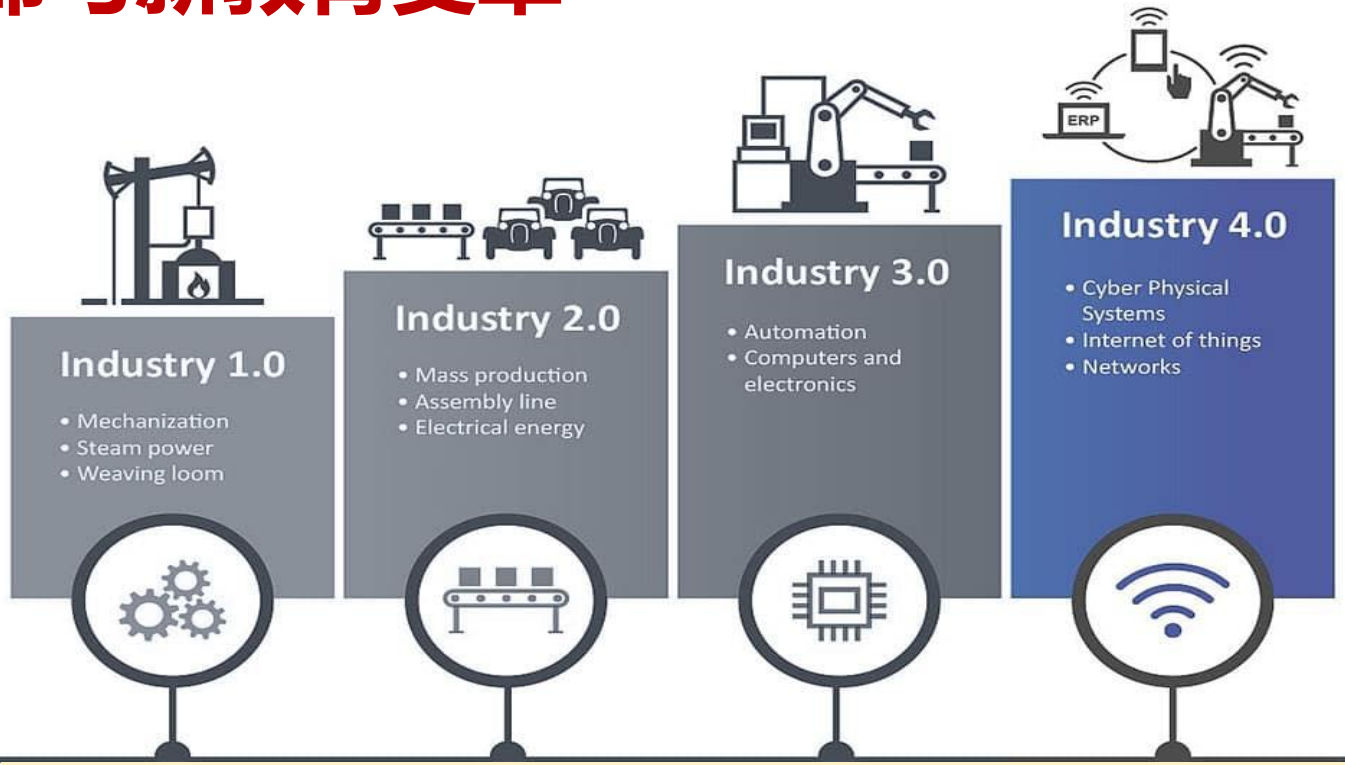
天津大学 Tianjin University





新工业革命与新教育变革

新工业革命



新教育变革

18世纪	19世纪	20世纪 -	当前
Education 1.0	Education 2.0	Education 3.0	Education 4.0 新工科教育

人才需求

高复杂性

第四次工业革命
学习能力和LLL
适应力和同理心
跨学科知识和能力
管理、团队、创新创业
和领导等能力

第三次工业革命
数学和自然科学知识
专业知识
基本工程能力

第二次工业革命
制造和商业知识
降低和管理风险
生产和质量标准化

第一次工业革命
基础工程知识
机器操作能力
掌握一个技能

低复杂性

适应第四次工业革命和21世纪新经济发展，教育部2016年提出“新工科教育。”





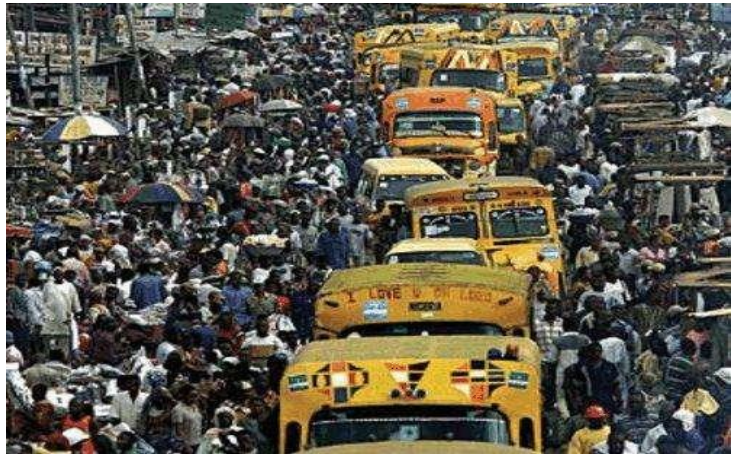
新工业革命与新教育变革

■ 第四次工业革命与21世纪大挑战

- ✓ 第四次工业革命正值21世纪，科技快速发展同时，人类社会还面对环境、人口增加、老年社会、资源和能源短缺、金融和社会安全等诸多难以预料的挑战，美国工程院提出可持续性、健康、安全和幸福生活等4个主题共14个工程大挑战（Grand Challenges），未来还会有更多的挑战。
- ✓ 中国经济正在从知识经济转变为创新经济，建设创新型国家和制造强国。





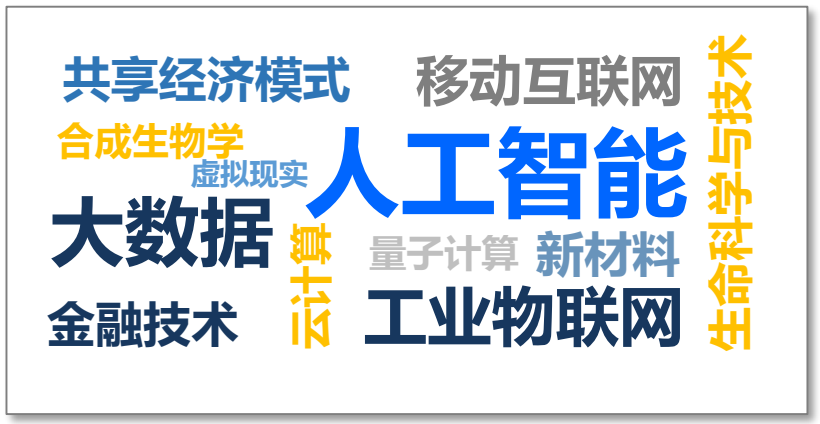






新工业革命与新教育变革

- 传统培养模式、课程体系、课程内容、教学方法等更新周期，与信息、生物/生命、材料、能源等以及相关领域的新知识的产生与应用不协调，传统工程教育模式不能适应新经济和新产业发展的需要，工程教育必须进行深刻变革和全面创新。



改变和颠覆传统产业
催生了一批新兴产业
加快了科技成果转化
增强了创新创业需求

人才培养必须
深刻变革
全面创新

天津大学
Tianjin University





新工科建设方案设计





1. 天津大学新工科教育目标

■ 新革命时代的工程人才需求特点

- ✓ 新工业革命时代的物质科技、信息科技、生物科技交叉、融合和叠加式发展，成指数型增长，产生颠覆性创新，催生创新型企业和发展。
- ✓ 在创新型经济国家和地区，智能机器和系统将代替越来越多的人工，而技术和产品系统的复杂程度愈来愈高，工科毕业生要能够设计和研发这些技术和系统。
- ✓ 新工业革命时代的特征是“快速变化”和“加速变化”的世界，要求工程技术人员适应科技和工业快速变化和发展。
- ✓ 创新型企业和经济需要持续创新，创新型企业面临被颠覆的压力更大，因此对工程技术人才的创新创造能力和继续学习的要求更高。





1. 天津大学新工科教育目标

- ✓ 新工业革命时代需要未来工科毕业生具有：
  - ➢ 适应性（Adaptability）- 适应变化的素质。
  - ➢ 随时学习和终生学习（Constantly Learning & Life-Long Learning）习惯和学习力 （学习动力、学习毅力和学习能力）。
  - ➢ 坚实科学基础、跨学科工程和专业知识，设计、研发、创造和创新能力。
  - ➢ 思维、团队、沟通、创业、管理和领导力的培养。
  - ➢ 更高的职业伦理标准 （Ethical Standards)和行为准则。
  - ➢ 正确的做事动机和态度，征服挑战的毅力等。





1. 天津大学新工科教育目标

天津大学新工科教育坚持立德树人，融合**新文理教育**、**多学科交叉**的工程教育和**个性化**专业教育，培养从工程科学发现到技术发明和创新的卓越工程师、企业家、工程科学家和领军者。

培养过程坚持以学生发展为中心，以卓越目标为导向，以开放式、多学科交叉和跨学科培养平台为依托，实施书院-导师组相结合，以5种项目集成的模块化课程新体系、课程的新内容与教与学的新方法，建立全周期、全过程、全角度评价的教学新质量保障机制，践行**持续创新**的工程教育新模式 – 探索**新工业时代的工程教育新范式**。

天津大学
Tianjin University

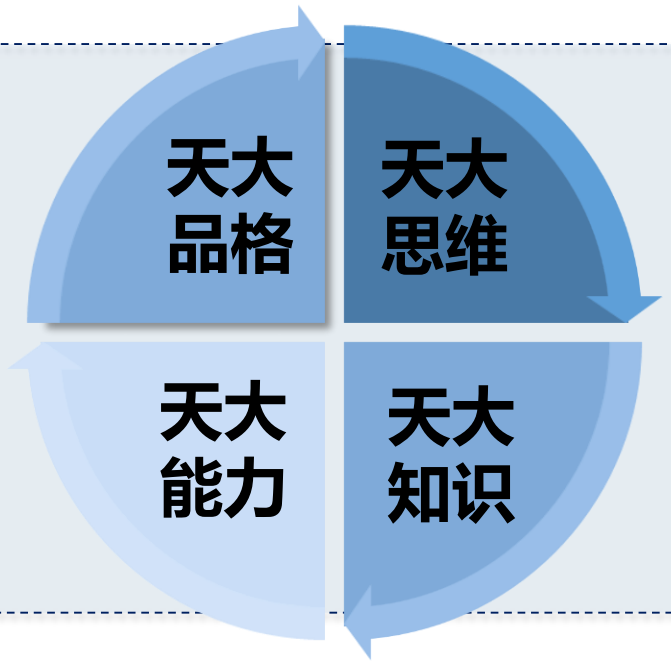




2.天津大学毕业生特质 - 天大特质

天津大学毕业要求包含天大特质的内涵和培养标准，新工科教育培养体系保证毕业生满足和超过毕业要求中的各项标准、培养目标和培养特色。

- 家国情怀，使命责任
- 实事求是，严谨治学
- 身心健康，人格健全
- 笃信好学，追求卓越
- 承担风险，坚韧不拔
- 团队精神，集体荣誉



- 创造思维
- 系统思维
- 批判思维
- 设计思维
- 计算思维
- 多学科创新思维等

- 适应性和学习力
- 高标准伦理道德
- 领导与执行能力
- 设计建造能力
- 创造创新创业能力
- 解决工程问题能力
- 沟通与写作能力
- 团队合作与管理能力

- 宽厚自然科学、数学和工程科学基础。
- 先进多学科工程和专业知识
- 人文社科和艺术知识素养
- 等等

天津大学 Tianjin University





3. 天津大学新工科教育方案

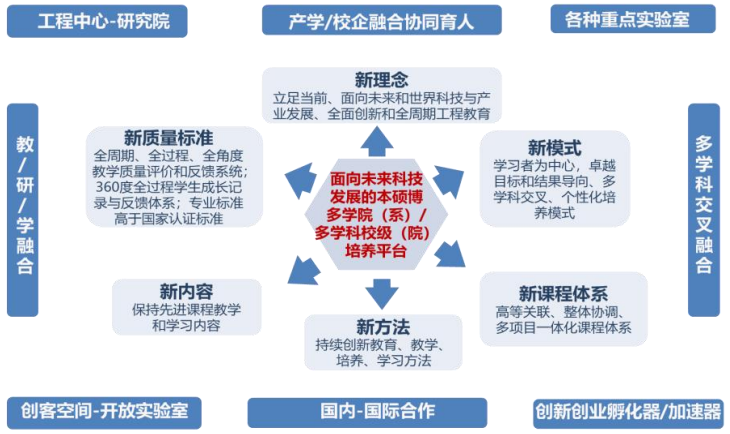
天大方案-Coherent-Collaborative-Interdisciplinary-Innovative (CCII) Plan

立德树人 融合工程创新

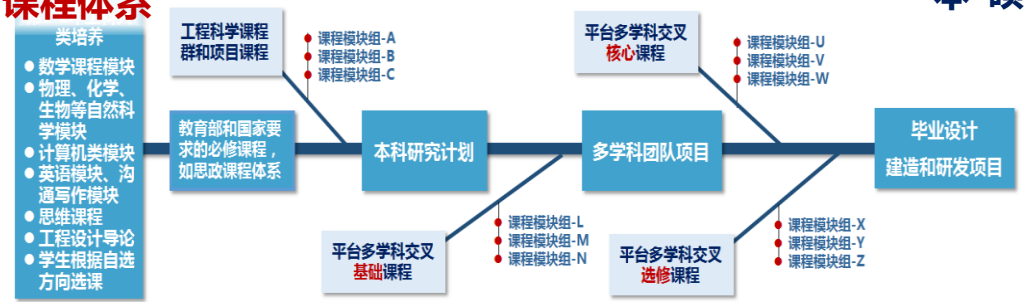
核心内涵 本-硕



培养平台 本-硕-博



课程体系 本-硕



培养目标 | 毕业要求 | 课程体系 | 教学内容 | 项目学习

质量保障 本-硕

全周期	全过程	全角度
期中评价与反馈	课程大纲	学生评价与评教
学期评价与反馈	课程教学	教师评价与反馈
学年评价与反馈	课程考核	督导评价与反馈
毕业评价与反馈	课程评价	用人单位评价与反馈
毕业生调查与反馈	持续改进	社会评价与反馈

博士生

- 工程科学家
- 未来领军人才
- 个人有原创成果

硕士生

- 科技创新人才
- 未来企业领导
- 个人或团队拥有原创产品或技术

本科生

- 工程创新人才
- 毕业团队研发持术/产品

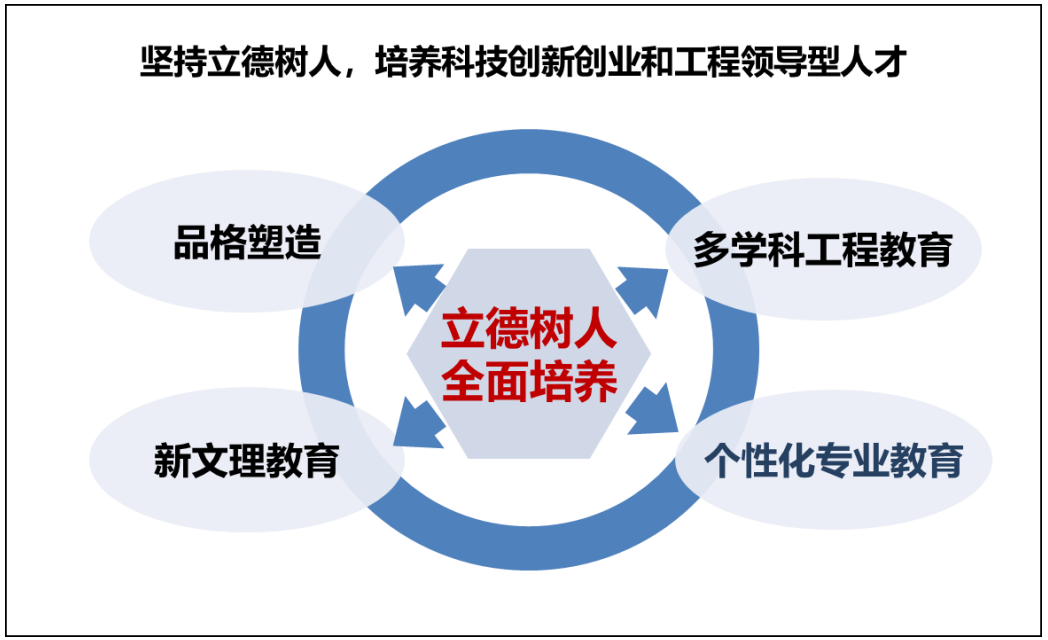




3. 天津大学新工科教育方案

■ 核心内涵

- ✓ **品格塑造**：以立德树人统领人才培养全过程，通过课程、项目、课外活动和社会服务等方式，培养学生家国情怀、伦理道德和核心价值观。
- ✓ **新文理教育**：中国特色的新文理教育，培养学生的想象力、科学精神、科学态度、思辨、分析和判断、伦理推断、沟通、写作、团队合作、创业、管理、领导和终生学习等方面的能力，以适应未来职业发展和要求



- ✓ **多学科工程教育**：培养学生宽厚的自然科学、数学和工程科学基础，严谨的工程态度，多学科和跨学科分析和决策能力，设计和建造能力，解决复杂工程问题的能力，工程创造和创新能力。
- ✓ **个性化专业培养**：以卓越目标和学生职业目标发展为导向，提供最新专业知识、能力、职业素养，鼓励毕业生团队自主研发技术或产品，开展技术创业。

天津大学 Tianjin University





3. 天津大学新工科教育方案

■ 建设全新的开放式、多学科和跨学科工程人才培养平台

建设面向未来的科技发展的多学科和跨学科的教/研/学融合、校企/国际合作、本-硕-博贯通的校-院两级培养平台。校级平台由多学院/单位联合建设，院级平台由学院负责建设。

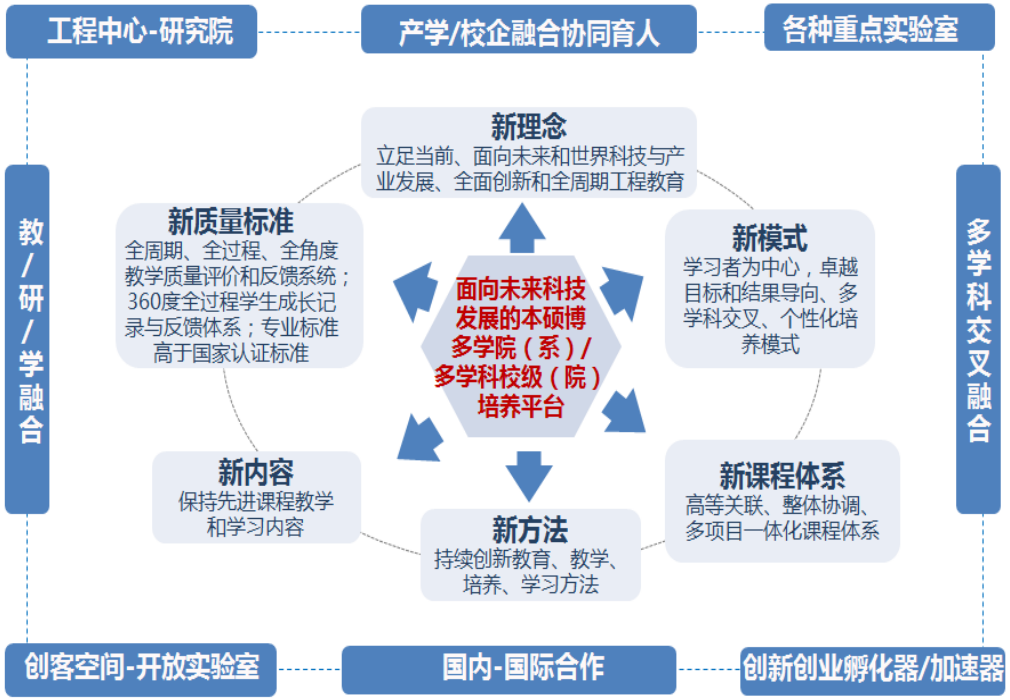
✓融合(Multi-Inter-Trans-Disciplinary)

产学-校企融合，多学科交叉和跨学科融合，国内-国际培养融合，教-研-学融合 – **四融**。

学校重点实验室、工程中心、创客空间和创新创业孵化器/加速器与教学和人才培养间的深度合作 – **四合** 。

✓创新(Innovative)

新工科人才培养新理念、模式、课程体系、教学方法、教与学内容和质量标准的全面和持续创新–**六新** 。







3. 天津大学新工科教育方案

■ 新理念、新模式、新课程体系、新方法、新课程内容、新质量标准---6新

- ✓ **新理念**：面向未来科技发展、面向国际竞争和合作、面向产业发展需求，以立德树人统领学生培养全过程，以学生发展为中心、卓越培养结果为导向，践行持续改进和持续创新，培养从工程科学发现到技术发明各类工程科技创新的卓越工程师、企业家、工程科学家和领军者。
- ✓ **新模式**：方案以聚焦未来科技发展主题的多学科和跨学科培养平台依托，融合**新文理教育、多学科交叉**的工程教育和**个性化**专业教育，通过专业学院-培养平台-书院一体化培养体系，注重知识-能力-思维和态度培养同时，强调学生的价值观、道德标准、热情、毅力、行为的教育，实现学生的全面和全人培养。
- ✓ **新课程体系**：方案提出天大培养目标、毕业要求和专业特色为一体的卓越培养结果为导向，以5种项目为链接，制定整体关联和融合的课程体系（coherent curriculum）。课程体系连接培养目标与每一门课程或一组课程的学习结果（Intended Learning Outcome），整个课程体系的学习结果总和满足毕业和培养要求。





3. 天津大学新工科教育方案

- ✓ **新内容**：新理念、新模式和新课程体系由课程和培养环节实现。面向未来科技发展的培养平台，如未来智能机器与系统，需要新课程体系和新课程内容（如智能技术、数据科学、物联网、云计算、新材料及加工技术、3D打印、虚拟和加强现实、信息物理系统等属于平台基本知识）。对于相对稳定课程内容也要通过系统修订，保障课程内容的及时更新。
- ✓ **新方法**：数字和在线技术为教学提供了重要学习资源，鼓励使用MOOC和SPOC，提高和丰富学生学习经历。传统一位教师负责一门课程和几门课，上课考试的范式向主动学习方法、教师团队共同负责一门或一组课程 （教研组共同讨论和决定课程内容），使每位教师发挥其专家作用（相对比较专门领域）转变。根据Bloom认知科学分类，低阶知识和高阶知识采用不同考核评估方法，高阶知识要通过项目、体验式学习、探究式学习、案例教学、翻转课题等主动学习方法实现。随着脑科学、认知科学等领域的发展， 更科学的教与学方法会及时用于教学中。
- ✓ **新质量**：建设工程教育强国和质量中国，工程教育水平和质量应该代表国际最先进的水平和最高质量标准。国家质量保障体系至少包括国家高等工程教育质量标准、国际认证标准（华盛顿协议）和卓越计划标准和配套质量认证体系。各高校内部质量保障体系要根据学校的定位和具体情况制定，对于一个双一流大学，学校的教育质量标准要超过国家和国际标准，且要定期修订和提高质量标准。

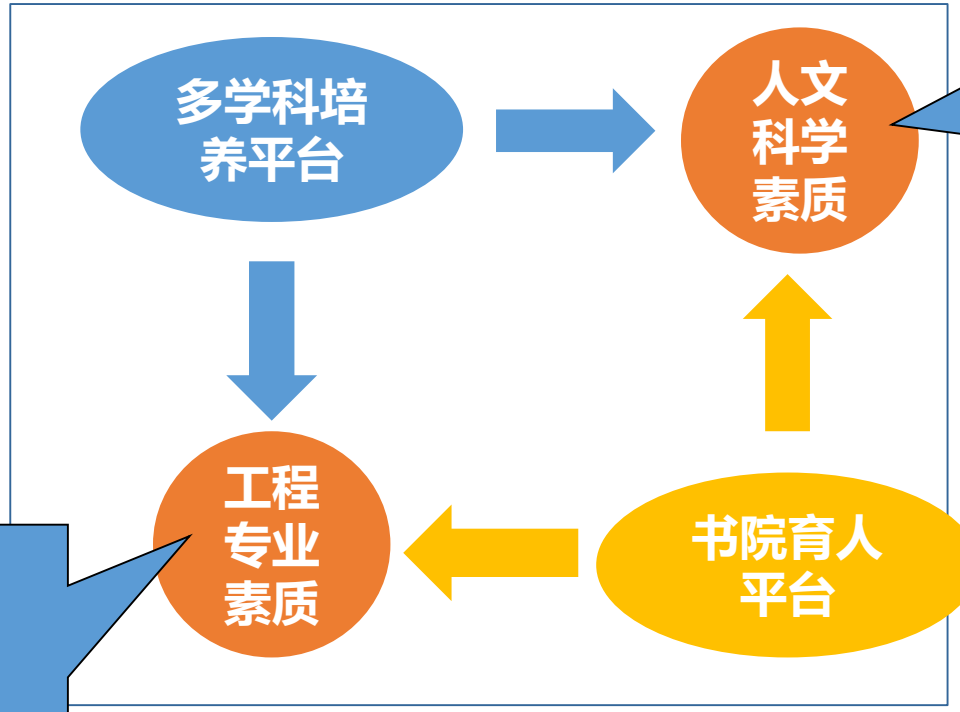




3. 天津大学新工科教育方案

■ 书院-导师组制

✓ **书院制。建立天大特色的书院制，通过书院党团组织，为学生提供政治思想教育和部分人文素质培养。院长由著名学者担任，负责学生工作领导任常务副院长，负责日常工作。书院组织课外活动，实现德智体美劳的全人教育。**



- 书院培养系统
- 导师制
- 政治思想教育
- 领导能力、团队精神、 心理素质等
- 职业规划、创业策划
- 沟通和写作能力
- 感恩奉献、志愿者行动
- 通识教育（文化、艺术 、哲学、科学、语言）
- 课外科技和文艺活动
- ……

- 多学科-多项目-整体化课程体系
- 基础科学与数学
- 工程科学
- 设计工程与建造能力
- 创造创新能力
- 解决复杂工程问题能力
- 主动学习模式
- ……

✓ **导师组。为学生配置导师组。导师组由学术导师、企业导师、创业导师、辅导员、高年级导生组成。每个导师组负责一定数量的学生的指导，保证学生的问题及时得到咨询和解决。**

天津大学 Tianjin University





3. 天津大学新工科教育方案

■ 课程体系建设路径

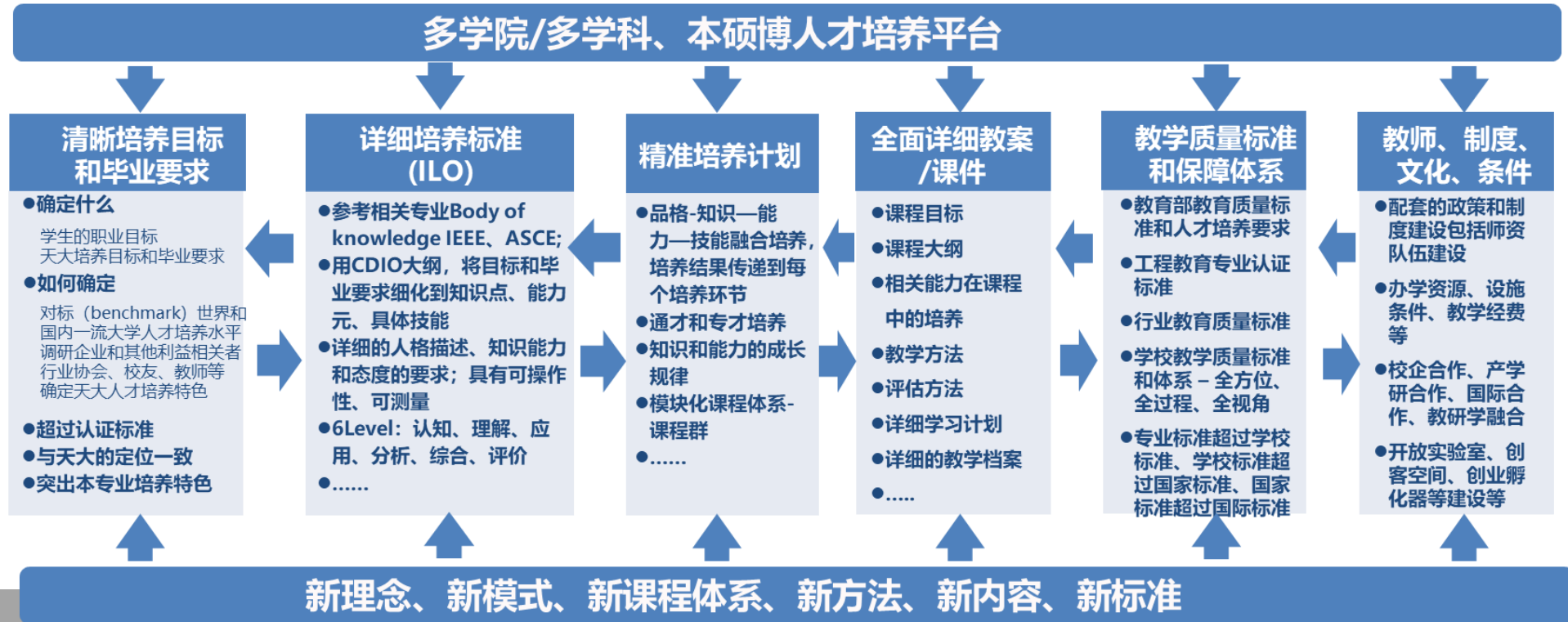
✓ 新工科培养方案和课程体系突出“通”与“融”（Coherence）和“6新”，按照培养目标，毕业要求、培养特色建立培养标准，对课程体系、培养机制进行一体化设计，保证到达培养要求。

✓ 培养体系的Coherence

✓ 全面实施“6新”

✓ 多学院/多学科/全面开放、本硕博培养平台等特色

✓ 建立体制机制保障



天津大学
Tianjin University





3. 天津大学新工科教育方案

■ 确定培养目标、毕业要求和培养特色

精准专业综合培养目标

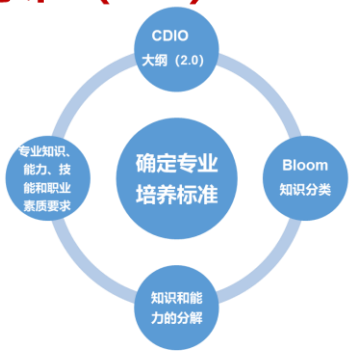
- 专业综合培养目标确定:
  - 学生的职业目标和规划
  - 专业培养目标（毕业5年后）
  - 毕业要求（12+）
  - 专业特色(天津大学)
- 如何确定
  - 调研利益相关方，企业和用人单位、行业协会、校友、教师等
  - Benchmark国内外相关学校人才培养的特色、其他
- 建立详细档案



■ 建立培养标准（ILO）

详细培养标准（ILO）

- 用CDIO大纲，将目标和毕业要求细化到知识点、能力、具体技能
- 详细的品质要求、知识能力和态度的要求；具有可操作性、可测
- 6Level：认知、理解、应用、分析、评价、创造
- 参考相关专业教指委的知识要求Body of knowledge ASCE、IEEE ……



■ 构建培养计划和课程体系

精细培养计划

- 知识—能力—技能、职业素质融合培养，培养结果传递到每个培养环节
- 三观塑造、通才和专才培养融合
- 知识和能力的成长规律
- 建立Cohrent课程体系
- 5种项目、模块化课程等
- ……



■ 确定具体课程

课程/教案

- 课程目标
- 课程大纲
- 知识和能力在课程中的培养
- 教学方法 （翻转课堂等）
- 评估方法
- 详细学习计划
- 详细的教学档案
- …



■ 建立教学新质量标准和保障体系

质量保障体现

- 教育部人才培养的要求
- 教育部教育质量标准
- 国家工程教育专业认证
- 行业专业质量标准和估
- 学校、专业质量评价机制和质量保障体系 全过程、全周期、全角度
- 专业质量标准高于国家质量标准、国家标准高于国际质量标准…



■ 人事体制改革和育人文化和条件建设

教师、制度、文化、条件

- 师资队伍建设（水平、领域、数量、结构等）和热爱学校、热爱教育、热爱学生的教师团队
- 配套的政策和制度建设
- 风清气正的大学文化
- 办学资源、设施条件、教学经费等
- 校企合作、产学研、国际合作、多学科合作办学、实践教学条件建设
- 注重实际、实效、结果







3. 天津大学新工科教育方案

■ 5种项目学习和工程创新能力培养

- ✓ **课程项目**：根据课程内容需要，鼓励教师采用项目教学，通过Experiential Learning，使学生掌握和应用课程核心知识解决问题的能力。
- ✓ **课程组（群）项目**：课程组（群）项目培养学生掌握课程组核心知识和应用知识解决实际工程问题的能力。
- ✓ **多学科团队项目**：根据平台主题由学生团队完成一个多学科项目，开始解决一个较复杂工程问题或者开展一项技术的研发。
- ✓ **本科研究项目**：为学生提供科研经历和经验，本科生自选题目或加入指导教师科研项目。
- ✓ **毕业团队项目**：毕业项目要求学生团队完成一个产品或者一项技术的研发。项目可以是多学科项目或者科研项目的延续，但必须是原创性（不能是训练型），有具体目标和项目计划。项目的复杂和先进程度体现学生的工程创新和研发能力。
- ✓ 在项目实施的过程中，保护和鼓励学生的好奇心和想象力，培养学生的创造和创新能力、应用知识解决复杂工程和科技问题的能力、团队合作和项目管理能力、执行力和领导力。

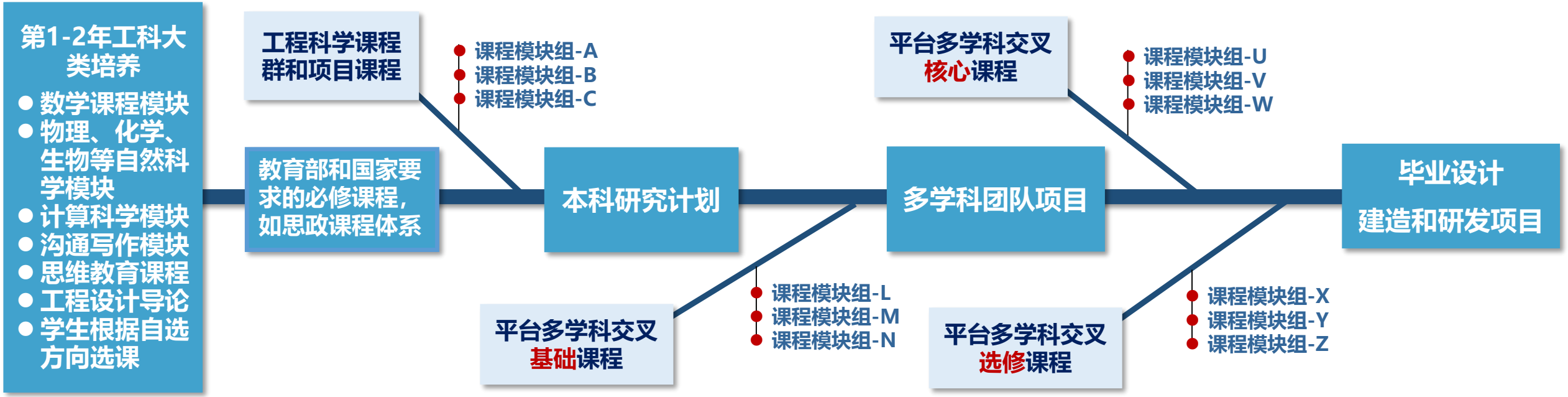




3. 天津大学新工科教育方案

■ 以项目为链的模块化课程体系

以五种项目为节点、建设项目-课程元的模块化课程体系。培养产品和系统设计-工程建造、创造与创新、团队工作、项目管理、领导与执行能力等工程职业素养，毕业生团队完成原创技术或产品。







3. 天津大学新工科教育方案

■ 课程建设的几点思考

- ✓ 课程计划（curriculum）是一个整体性的课程培养体系，连接培养总体目标(包括培养目标、毕业要求和专业特色）和每一门课程和建立课程之间的关系。课程计划也确定学生4年知识（knowledge)、能力和技能 (abilities and skills)、态度和职业素养(attitude and professionalism)的成长过程。
- ✓ 每一门课程是课程计划的组成部分，有明确的学习结果要求（Intended Learning Outcome)，建设尽可能详细的课程档案，为学生和教师团队提供全面的课程内容。
- ✓ 坚决杜绝“因人设课、因没有人不设课”的现象。课程内容受负责教师和历史传承影响，组成课程组或教研组（非行政机构）讨论相关课程内容，鼓励组成多学科和跨学科教师团队。
- ✓ 从一个教师负责几门课的思维，转变为一个团队（教研组）负责一个领域或多学科课程，是跨学科和交叉学科课程的常态。如Olin工学院的Quantitative Engineering Analysis (QEA)，就是一个多学科教师团队完成多门组合课程，实现以学生培养、学习和应用知识、能力塑造的目标。
- ✓ 天津大学新工科课程建设已经涉及建设多学科和跨学科的教师团队，共同负责某些课程了。

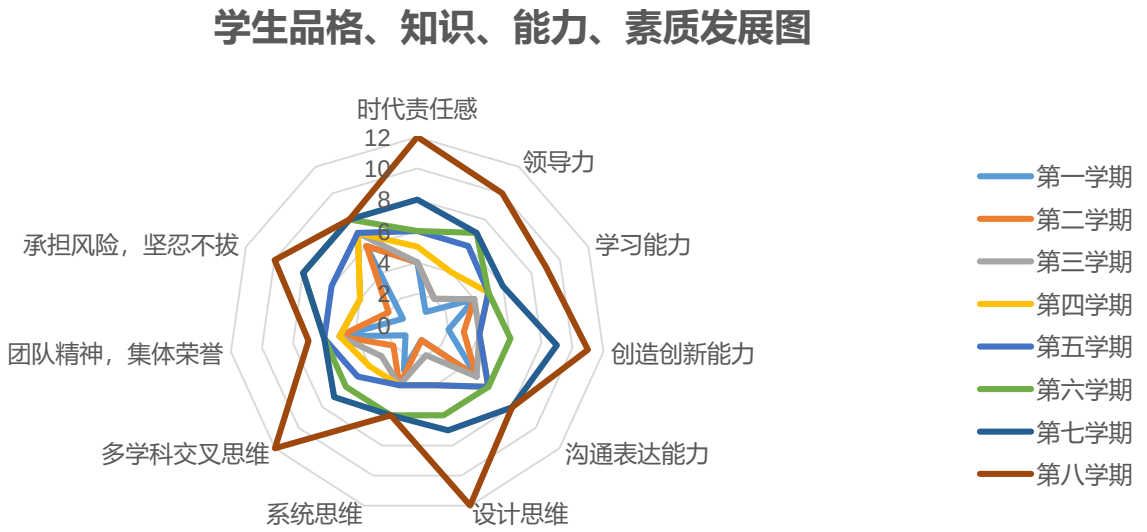




3. 天津大学新工科教育方案

■ 学生评价机制与全程反馈 – 多维成绩（GPA）

- ✓ **建立学生360°立体学习档案和评价体系。通过认知心理学、大数据、人工智能等技术，建立新型学生的成长过程记录和全程反馈系统，以数据和事实描述学生的特点和特长、能力等，为毕业生提供全面的学业综合档案-Portfolio（成绩、能力、项目和重要的业绩），每个学生做到自我认知，了解自己能够胜任和擅长的工作。**
- ✓ **跟踪毕业校友的职业成长和发展，定期调查校友和用人单位对学校人才培养的意见建议，持续改进和创新新工科教育人才培养质量和水平，培养真正意义上的一流工程技术人才。**



多维成绩单 – Multi-dimensional GPA





3. 天津大学新工科教育方案

■ 教学质量保障与持续改进 – 实现教育部质量三部曲

- ✓ 建立质量标准，专业标准高于学校标准，学校标准高于国家标准，国家标准高于国际标准
- ✓ 建立持续改进和创新的新工科质量理念和标准，实现全周期、全过程、全角度的教与学的质量评价与反馈机制
- ✓ 持续改进培养过程，逐渐形成“金课-名师”体系。
- ✓ 鼓励每一位教师都能发挥自己特长，服务于全方位育人系统。

目的：支持每个教师成为一名学生心目中的“名师”

培养目标 | 毕业要求 | 课程体系 | 教学内容 | 项目学习

全周期	全过程	全角度
期中评价与反馈 学期评价与反馈 学年评价与反馈 毕业评价与反馈 毕业生调查与反馈	课程大纲 课程教学 课程考核 课程评价 持续改进	学生评价与评教 教师评价与反馈 督导评价与反馈 用人单位评价与反馈 第三方/社会评价与反馈

天津大学
Tianjin University





新工科建设方案的实施





1. 平台设计

■ 校级平台设计

✓ **为实现培养多学科交叉和跨学科人才培养，**结合学校“双一流”建设，建议学校建设多个未来工程和科技发展主题平台如：“未来智能智能机器与系统”、“未来智能建成环境与建筑”、“未来信息科技”、“环境生态和可持续发展”、“未来新材料”等校级和院级多学科培养平台。**首批“未来智能机器与系统”、“未来健康医疗”校级平台、和未来建成环境与建筑、未来智慧化工与绿色能源院级平台。**



天津大学 Tianjin University





1. 平台设计

■ 未来智能机器与系统平台 - Future Intelligent Machines & Systems

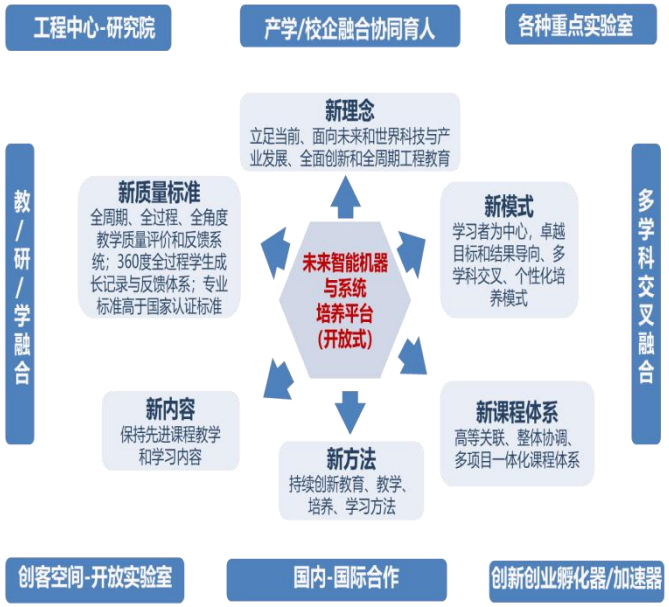
由机械学院、精仪学院、自动化学院、智能学部、微电子学院等建设平台；国家和教育部重点实验室面向本科生开放；恩智浦等企业深度参与人才培养；宣怀学院提供创新创业教育。

参与专业

- 智能制造专业（机械学院）
- 测控技术与仪器专业（精仪学院）
- 智能物联网专业（自动化学院）
- 计算机科学与技术专业（智能学部）

参与单位

- 精密测试技术及仪器国家重点实验室/教育部机构与装备重点实验室等
- 天津大学搭伙众创空间
- 腾讯、华为、恩智浦等企业



文理教育

- 马克思主义学院
- 数学学院、理学院
- 人文社科学院
- 冯骥才、王学仲艺术研究院

创业教育

- 宣怀学院
- 众创空间
- 相关专业学院
- 各级各类工程中心





2. 试点平台建设

- **试点平台建设：**对标MIT新工科的21世纪“新机器”主体，以建造**未来智能机器与系统的**新工科人才培养平台为试点，根据方案4融-4合-6新要求，参与试点平台建设的学院共同管理平台，设计招生计划、培养计划、教学内容、教学方法和评价体系。既强调多学科和跨学科平台的要求，也考虑各专业需要，实现多学科和交叉学科培养，鼓励学生结合个人兴趣选择双学位-主辅修，实现个性化专业培养。

✓ **培养平台管理和运行：**成立了由主管校领导和参与平台建设的各学院、相关学生工作部门、行政和科研单位包括重点实验室的主要领导或代表组成平台管委会，负责平台重要决策工作，平台的日常运行由求是学部负责。





2. 试点平台建设

- ✓ **试点平台招生计划：**首批学生采用二次选拔方式招收120-150新生，2019年新生入校后，由求是学部和多学科教师队伍参于学生的选拔工作，根据以往卓越计划的课程班选拔经验，平台已经准备好招生工作包括6月份的招生简章已经公布了**未来智能机器与系统**新工科招生情况，2019年录取学生对平台已经有了初步的认识。
- ✓ **教师队伍建设：**参与平台建设学院/专业的主管教学副院长或系主任、每个学院推荐2-3位教师，组成培养平台多学科教师团队。各学院/系推荐的教师要熟悉本学院/专业教学，热爱教学和学生培养，有项目教学和工程实践经验。





2. 试点平台建设

✓教师队伍建设：

师资政策

师资来源

校内选聘：来自各学院，隶属关系不变，由平台考核，科研业绩归原隶属学院。

国内外招聘：专项资金，关键岗位对外招聘，独立的招聘和解聘自主权。

教师聘任

实施全员合同制。根据5年建设规划，在明确总体规模的基础上，人事处一次性下达教师数量，平台聘任由人事处监督指导。

薪酬设计

由平台根据发展需要确定年度测算，由人事处下达年度可支配薪酬总体额度，具体薪酬待遇由平台与人事处协商确定。

职称评定

实施分类评价与管理，增大平台教学型、实践型和国际化教师的聘任，经人事处报备同意后，由平台组织具体评定工作。





2. 试点平台建设

✓ **课程体系建设：整体课程体系制定过程采用：**

1. **参与平台建设学院和专业于2018年下半年开始，按照等同和高于中国认证协会的标准，根据本方案提供的Coherent课程体系建设路径，修订全校各专业课程体系，参与平台的专业课程体系已经完成了修订。**

培养方案修订和制定专业发展规划

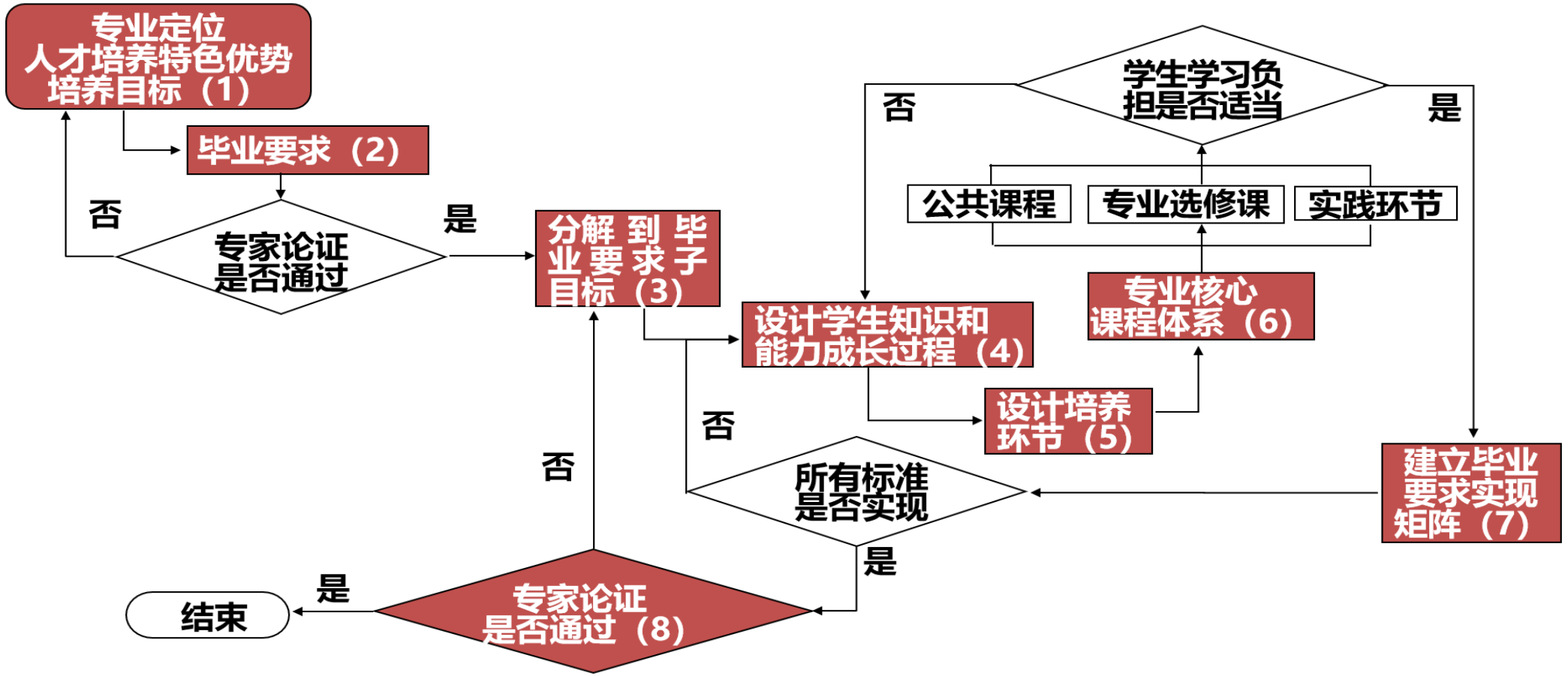
落实文件要求	■ 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见 ■ 《关于推进天津大学新工科建设的指导意见》 ■ 《天津大学2018-2030本科专业建设发展规划》 ■ 审核评估整改意见
明确坐标定位	■ 2020年、2025年、2030年国际/国内的坐标 ■ 专业具体发展定位、目标
确定培养目标	■ 调研教师、学生、校友、用人单位，形成调研报告 ■ 分析所面向的产业/行业/领域，及未来发展趋势、人才需求特征 ■ 结合学校总体人才培养目标与要求，确定专业人才培养目标
调研优势高校	■ 调研具有相同或相近人才培养目标的国际/国内一流专业情况 ■ 找出自身差距与不足
制定发展战略	■ 制订合理、可行的未来发展战略及改革措施 ■ 凝练特色、突出优势
组织专家论证	■ 组织校内外专家论证 ■ 院教学指导委员会审议





2. 试点平台建设

天津大学2018-2019专业课程计划修订要求







2. 试点平台建设

■ 课程体系（示意图）

四年级

三年级

二年级

一年级

综合类大项目：意念机器人、妙手机器人、手术机器人、智能无人机群、智慧芯片、无人驾驶等

高级项目：机器人设计，系统集成设计、智能产品设计、大数据分析、系统芯片设计等

智能产品 | 机器视觉 | 智能制造 | 系统集成 — 制造类

数控系统 | 自动控制 | 运动控制 | 传感技术 — 控制类

信号检测 | 信号处理 | 通信原理 | 智能网络 — 信号类

模式识别 | 深度学习 | 专家系统 | 无人系统 — 人工智能类

中级项目:数控系统设计、嵌入式系统设计、智能装置设计、控制系统设计、过程控制系统设计等

离散数学 | 数学分析应用 | 高等代数 | 随机数学 — 数学

大学物理 | 物理实验 | 物理专题分析 — 物理

思维与创新 | 沟通与写作 — 通识课

设计与建造 | 产品设计 | 机械设计 | 电路设计 — 课程与项目

工程力学 | 器件与电路 | 智能与移动编程 | 嵌入式系统 | 信号与系统 — 学科基础

初级项目: 折飞机、智能系统设计导引、设计未来、未来能源、选材与成型、各类课程项目

三类五种项目

特色文理教育





2. 试点平台建设

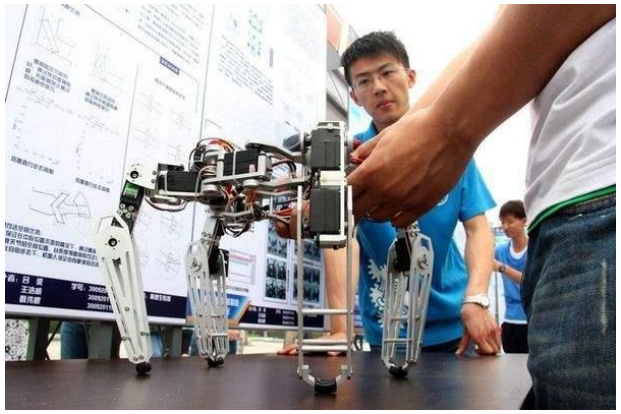
2. 多学科教师团队根据**未来智能机器与系统**平台要求和特点，结合新文理教育、多学科和跨学科工程教育和个性化专业教育的培养原则，制定平台必修课、专业必修课、和平台选修课程。平台必修课体现设计和建造未来智能机器与系统和各专业所需要的知识和能力，专业必修课程满足某专业毕业要求的最少数量的必修课程，和平台选修课。
3. 2019年9月份课程包括全校必修课和新设平台必修课：
   - 数学分析
   - 思维与创新
   - 设计与建造
   - 智能创客电子设计与实践





2.试点平台建设 - 智能制造工程专业试点建设

- 专业名称：智能制造工程
- 专业代码： 080213T
- 所属学科门类及专业类：工学门类，机械类
- 学位授予门类：工学
- 修业年限：四年制
- 申请时间： 2018.7
- 批准时间： 2019.3







天津大学 Tianjin University





第一学期	第二学期	第三学期	第四学期	第五学期	第六学期	第七学期	第八学期

必修课 设计与建造 智能创客电子设计与实践

平台必修课-数学模块（数学分析、随机数学、高等代数、离散数学、计算方法等）

平台必修课-自然科学模块（化学、物理）

工程基础模块（力学、热流体、模电数电）

专业基础模块 1（图学、材料、设计、制造、信号检测与控制）

专业基础模块 2（计算机、C 语言、通讯与网络、人工智能）

平台必修-综合课项目：设计未来（导论、创新思维、培养目标、规划未来）

机械工程设计实训

课程项目 | 课程项目 | 课程项目 | 课程项目

全校必修课-思政课程（思、史、马、毛）

全校-平台必修课程-通识教育（法制、诚信、择业、心理健康、管理、社会、环境、文学、艺术）

全校必修-专项教育课程（训练与健康、军事、外语）

毕业团队项目*设计或研发

平台和专业选修模块

机器人技术与应用 | 智能产品设计规划 | 大数据与科学计算

传感与机器视觉 | 智能制造信息系统 | 自动化系统集成技术

CAD/CAM → 课程群项目

生产实习 → 跨学科项目

研究设计项目

160学分+10学分（课外）





2.试点平台建设 - 智能制造工程专业试点建设

□ 智能制造工程核心课程模块

智能设计模块

产品开放过程

现代设计方法与工具

机械系统设计、建模与仿真

人机工程学

智能制造技术模块

机器人技术

智能制造装备与系统

智能传感、检测与控制

虚拟和增强现实

智能制造系统模块

制造系统设计与优化

物联网与CPS（数字孪生）

智能诊断与决策技术

企业与制造系统智能管控

人工智能基础、智能与移动编程、设计与建造包括CAD/CAM和3D打印、思维与创新、机器学习、科学导论等

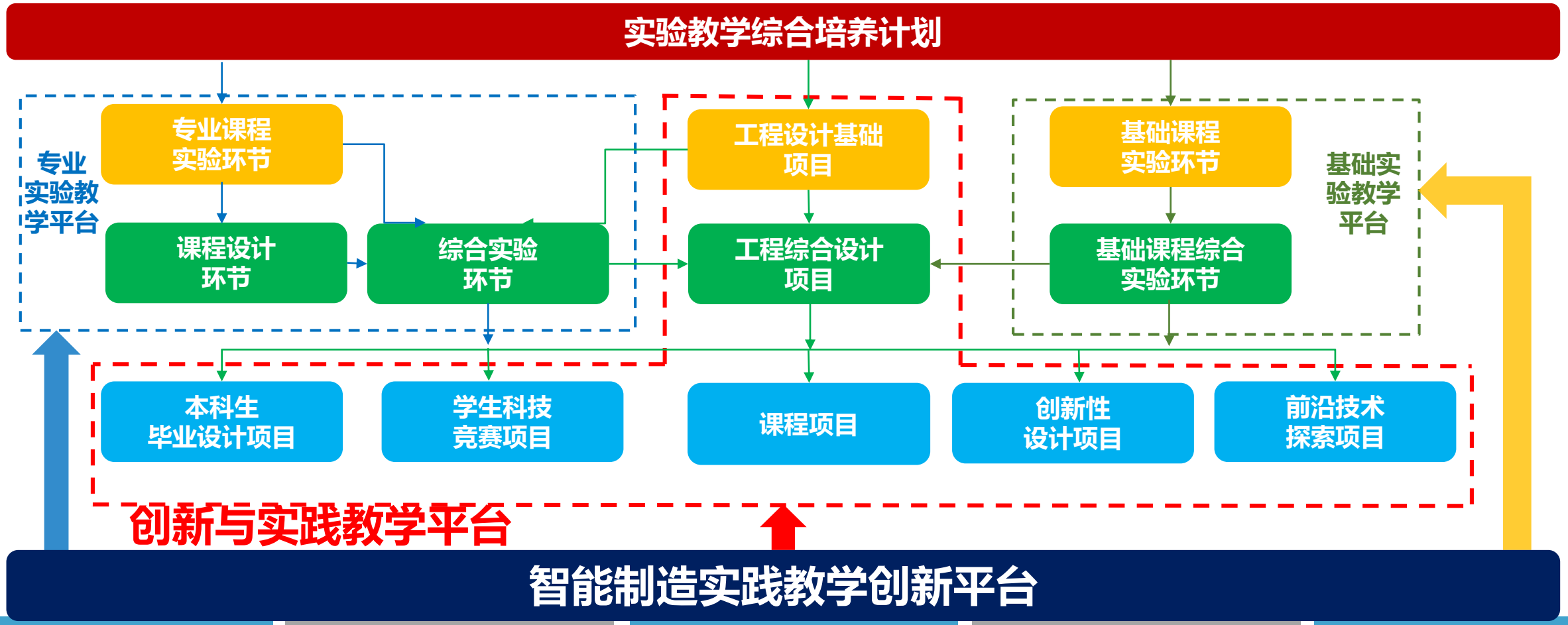
平台必修课-数学、自然科学、工程科学等 – 宽厚自然科学、数学、工程科学基础、人工智能、数据科学等技术





2.试点平台建设 - 智能制造工程专业试点建设

□ 智能制造创新平台与课程体系关系



天津大学
Tianjin University





2.试点平台建设 - 智能制造工程专业试点建设

□ 智能制造创新平台建设方案

- 本平台坐落于35楼北区。实际使用面积2000平方米。

第35号楼——工程训练中心











天津大学 Tianjin University





2.试点平台建设 - 智能制造工程专业试点建设(部分平台资源)

□ 支持智能创新设计的功能资源

创意工作坊



- 配备 各类手工工具、加工设备、3D扫描仪、激光雕刻机。
- 支持各类创新设计与创新实验验证。

智能设计中心



- 配备高性能计算服务器，各类设计软件，PDM系统。
- 支持各类设计建模、仿真、数据分析。

多模态人机交互



- 动作、眼动扑捉，脑电分析、人机交互分析、VR交互。
- 支持各类设计建模、仿真、数据分析。

虚拟仿真协同决策



- 多体运动学仿真、交互式人机工效分析、实时的沉浸式协同。
- 虚拟样机、人机工程、有限元分析、协同决策

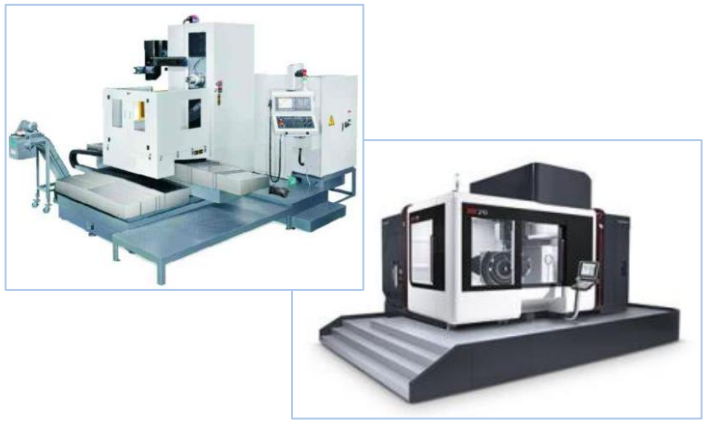




2.试点平台建设 - 智能制造工程专业试点建设(部分平台资源)

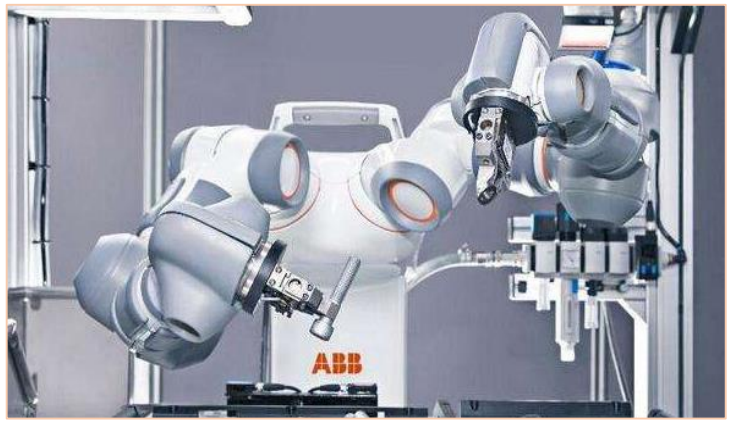
□ 支持智能制造的功能资源

高级设备



- 卧加、车机复合中心等
- 支持工艺优化、智能产线构建、工业大数据采集分析、复杂零件加工。

机器人平台



- 国外先进机器人、自主知识产权机器人、可组装机器人模块
- 二次开发环境，可做各类视觉、传感器集成与动作仿真优化实验

AGV平台



- SLAM定位导航、云端多机调度、电梯物联通信、多楼层立体地图
- SLAM实验平台，无人驾驶、智能物流等关键技术之一





2. 试点平台建设

- ✓ **增加自然科学、数学、工程科学课程和项目等，减少专业课程数量学分，鼓励和要求学生主动学习和自觉学习，养成随时学习的好习惯（constantly learning)。**

统一聚焦
- 面向建造未来智能机器与系统

强化基础
- 强化数理基础
- 提高课程挑战度

项目学习
- 多学科交叉课程-项目学习

双学位
- 鼓励学生攻读双学位和主辅修

本研贯通
- 本硕博贯通培养，学生深度发展

科技创业
- 毕业生要求原创成果-技术-产品，鼓励学生创业





3. 体制机制保障

■ 综合改革方案

制定天津大学新工科试点平台建设配套措施，由人事处、财务处、科研院、教务处、研究生院、学工部、校团委、新工科教育中心等单位共同参与，进行教师聘任考核、教学资源整合与利用、资金保障等方面的综合改革，为新工科建设方案的推进和实施提供体制机制保障。

2019年学校提供专项经费，支持若干个校-院两级平台的设计和实施开展，持续经费投入，持续改进和创新，建立模板。2019-2021年持续推进各平台建设和新工科的落地实施。





3. 体制机制保障

■ 一把手工程

- ✓ 国内外大学本科教育成功经验证明，一流本科教育都是学校和学院的**一把手工程**，主要领导具有办好教育的责任和调配资源的能力。
- ✓ 天津大学主要领导及领导班子高度重视本科教育和人才培养，全力推动新工科建设，教务部门和学工系统协助校领导推动学生培养工作。各学院（部）院长（部主任）和系主任是实施新工科教育工作的责任主体，因为学生培养和课程教学都在院系，一流本科教育体现在教师和学生之间的工作。只要学校、部院、系领导把学生培养放在中心地位，天津大学新工科建设方案一定能落实好。

天津大学
Tianjin University





新工科建设方案特点与特色





新工科建设方案特点与特色

在分析和参考MIT新工科、Stanford2025计划、Olin College 和 Harvey Mudd College工程博雅教育、Harvard 和 Yale等高校博雅教育、剑桥和普林斯顿等书院制、设计导向的OBE-CDIO等工程教育改革经验，面向未来科技与产业发展，建设可复制和可参考借鉴的新工科教育体系：

- **定位**：以立德树人统领学生培养全过程，注重学生的人格、核心价值观、职业素养和态度、行为、伦理标准、企业家思维、能力和毅力的培养。
- **内涵**：融合新文理教育、多学科交叉的工程教育和个性化的专业教育，培养从工程科学发现到技术发明各类工程科技人才。
- **创新**：1）建设4融-4合-6新、跨学院、跨学科、全开放人才培养平台；2）提出构建Coherent培养体系和课程计划等；3）全面创新现代大学的人才培养。
- **特色**：以下特征和特性：





新工科建设方案特点与特色

■ 在天津大学新工科建设方案的设计过程中，坚持以下设计原则：

- ✓ **整体性**。新工科建设方案是一个较完整的工程人才培养体系，是一个多学科和跨学科的整个专业的改革方案，方案的各部分具有柔性连接，便于局部实施和持续改进（见适应性和改进性特点）。培养体系：校-院平台/书院-导师融合，课程内外、校内外、国内外和学生成长全过程和校友全反馈等全面和全人培养。课程体系建设：从确定培养目标、毕业要求、培养特色，分解为培养标准（ILO），构建课程体系、建设课程内容和课程档案系统-质量保障体系一体化课程体系。
- ✓ **操作性**。新工科建设方案必须可操作，能够落实到具体培养环节上。方案的整体、部分环节都可操作，由系主任和专业负责人领导教师团队能够实施，建议集体和个人学习方案后，制定实施具体步骤后即可开始实施。





新工科建设方案特点与特色

- ✓ **适应性**。新工科建设方案适用研究型大学，也适用只有本科教育的普通高校。方案可以整体实施，也可以部分或局部实施。**此方案虽然参照天津大学的校情制定的，但方案并没有关于学校类型、规模、博士/硕士/本科学位授予资格等要求**。如果学校没有重点实验室或工程中心就不必在培养方案中要求这些机构对学生开放，没有博士和硕士授予权，就只建设本科生培养方案。**根据实际情况，建设培养平台**。如果局部实施，可以只修订课程体系，只建设书院-导师制，只建设符合学校/学院现实的培养平台，只建立质量保障体系，只深化校企合作办学，只加强基于各种项目的学习、只加强创新创业培养、只全面跟踪和反馈学生成长和发展等等。

- ✓ **可拓展性**。方案设计基于持续改进和持续创新理念，**今天的新就可能成为未来的旧**，方案设计具有局部和整体可提升和提高性，保证方案与时俱进和及时更新提高。比如修改毕业要求或培养目标，更新专业课程包括取消/增加课程，增加/减少/修改项目类型，更新教育理念、培养模式、教与学方法、教与学内容、质量标准等。





问题与挑战





■ 方案实施问题和挑战

- ✓ 本方案设计是在分析和总结世界先进工程教育经验和最佳实践基础上再创新，此方案应该具有先进性和持续改进和持续创新的要求。必须清楚认识到，**这只是一个方案**，只有方案全面实施后，学生培养的水平和教育质量才能证明其先进性，**否则就是一个方案设计，甚至是空谈**。
- ✓ Olin工学院和MIT等工程教育成功经验是校/院领导和教师的共同努力，更多是自下而上教师努力，这是西方学术体系的规则。中国自上而下体制优势的推动力度大、速度快，需要解决教师与学生之间的教与学最后一公里的落实问题。
- ✓ 在现有的教师聘任、考核和晋升的标准，如何鼓励教师投入教学是一个关键性问题。
- ✓ 在实施新工科建设中，如何持续提高教学质量，建设重视教育和人才培养、实现内涵式发展、建设优秀校园文化，需要各级领导的决心和定力。





结 语

天津大学
Tianjin University





未来30年是实现**中华民族伟大复兴的关键时期**，面向国家重大战略需求，面对全球挑战，天津大学以**追求真理**的科学精神、**实事求是**的科学态度、**严肃认真**的科学方法，实施新工科建设方案，在实施过程中持续改进和创新，只有学生培养结果能证明方案的先进性。构建**可复制**的培养模式和实践，确保方案和经验具有广泛的参考价值。

为了实施新工科建设方案，学校要制定配套的综合教育改革方案，从体制机制鼓励学院主动合作和互相支持，改革教师评价和资源分配等政策，落实国家和教育部关于人才培养要求。建立以本为本的育人文化和大学核心价值理念是一个长期和复杂的过程，需要战略定力，持续改进和创新，建设新工科教育范式，为工程教育发展做出历史性贡献！

天津大学
Tianjin University





致谢

天津大学新工科建设方案是在主要校领导和领导班子成员的指导和支持下完成的。主管校领导、教务处、求是学部等单位积极参与方案的制定。在方案制定过程中，得到了天津大学各学院和相关单位的支持和帮助。教育部高教司领导对天大新工科建设方案的制定给予了具体指导、鼓励和支持。在此一并表示衷心感谢！





敬请批评指正！

谢谢！

