

2017.05.11

地方高校卓越联盟



新工科建设与发展路径思考

陆国栋

浙江大学

中国高等教育学会工程教育专业委员会



中国高等教育学会工程教育专业委员会
Chinese Society for Engineering Education



打造真正的大学课程 造就卓越的本科专业 成就鲜活的大学学生



让“考生”变学生
让教师成“导”师
让教材成为参考书

自我介绍

- 陆国栋，1963年出生，1979年考入浙江大学，1983年留校任教，1999年晋升教授，2000年获理学博士学位，2001年批准为机械工程博士生导师。
- 2001、05、09、14年分获国家教学成果二、一、二、二等奖
- 2003年获评首批国家级精品课程
- 2006年获国家级教学名师奖
- 2007年获评首批国家级教学团队
- 2007年承担国家级人才培养模式创新实验区项目
- 2011年获评国家级精品教材
- 2012年、2014年分别获评国家级十二五规划教材
- 2013年获评国家资源共享课

自我介绍

- 承担国家自然科学基金、863高技术计划 、博士点基金等项目
- 获得省部级科技进步一等奖多项
- 浙江大学求是特聘学者
- 现任浙江大学本科生院常务副院长、竺可桢学院副院长
- 教师教学发展中心主任
- 2013-2017教育部工程图学课程教学指导委员会主任
- 中国高教学会工程教育专业委员会秘书长
- 1983年获得化工机械专业学士学位
- 1990年获得机械学CAD方向工学硕士学位
- 2000年获得应用数学CG方向理学博士学位
- 2016年获评“教育领导与管理” 博士专业学位导师

关于工程教育专业委员会

- 中国工科学生占全球38%
- 国内工科学生占在校生32%
- 2016年10月份，高等工程教育峰会，成都
- 发布高等教育学会“工程教育”专项
- 评审已经结束，一般项目指标没有用足
- 推进高教工程教育教改项目
- 参与中国工程院—教育部社科基金项目指南
- 国家自然科学基金项目
- 关注实证研究，强调问题导向



提纲

一、建设与发展“新工科”成为社会经济发展的现实需求

二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

三、建设和发展“新工科”的基本路径

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

一、建设与发展“新工科”成为社会经济发展的现实需求

- 建设与发展“新工科”是当前社会产业升级与发展的必然要求
 - ✓ 高端制造业向发达国家“回流”：“再工业化”“制造业回归”战略；
 - ✓ 中低端制造业向新兴国家“分流”：更低的劳动力成本承接产业转移；
 - ✓ 工程教育与产业发展联系紧密、互相支撑，新产业的发展依靠工程教育提供人才支撑，可以说，建设与发展“新工科”必将对**经济转型升级起到推进作用；反之则会迟滞产业升级进程；**
 - ✓ 建设与发展“新工科”应满足以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的**新经济蓬勃发展对工程科技人才的需求**，了解行业发展现状，摸清行业现有问题，进而**培养符合时代发展与产业行业要求的工科人才。**

一、建设与发展“新工科”成为社会经济发展的现实需求

➤ 建设与发展“新工科”是提高国家未来竞争力，赢得全球市场竞争的重要途径

- ✓ **制造业的竞争将成为未来大国竞争的关键：**《美国先进制造业国家战略计划》、《德国工业4.0战略实施建议》、《日本制造业白皮书》、《“新工业法国”战略》等的相继出台，旨在重塑具有未来持续竞争力的新型工业体系，借此增强综合国力，争夺未来世界主导权；
- ✓ **主动调整**高等工程教育结构、发展新兴前沿学科专业，是推动国家和区域人力资本结构转变、实现从传统经济向新经济转变的核心要素；
- ✓ 培育大批拥有更强的创新能力、变化能力、适应能力的新兴工程科技人才服务于国家战略发展成为有效建设创新型工业强国的关键。

一、建设与发展“新工科”成为社会经济发展的现实需求

➤ 建设与发展“新工科”是深化高校工程教育范式改革，满足国家产业经济的发展的现实需求

- ✓ 智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革，产业的转型升级与新业态的产生，产业发展模式的改变，对**人才的知识结构**提出新的挑战，需要兼顾扎实的**专业技术和复合型知识背景**；
- ✓ 产业分工进一步科学细化，形成新的生产方式、产业形态、商业模式，对人才的多样性、专业性、创造力提出了更高的要求；
- ✓ 工科优势高校**主动出击**，以“新工科研究和实践”为契机，深化高校工程教育范式改革，满足国家产业经济的发展。



二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

学科壁垒，窄化了工程人才的知识体系
专业藩篱，限制了工程人才的大工程观
本研隔断，降低了工程人才的培养效率
校企隔阂，阻碍了工程人才的市场匹配
师生淡漠，压抑了工程人才的培养氛围

二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

➤ 学科壁垒，窄化了工程人才的知识体系

- ✓ 我国高考文理分科使得学生在中学阶段就过早地接受文理分科教育；
- ✓ 我国工程教育本科环节均存在不同程度的**过分专门化、过早专门化、通识教育不足**等弊端，使得本科生所学知识只限于狭窄的单一学科领域，走进“学科胡同”，与其他学科的知识“老死不相往来”。
- ✓ **传统学科**依然处在整个科教体制的中心地位，几乎垄断了大部分科教资源，而大多数新兴学科、跨学科研究起步较晚，发展较快，变化活跃，使得对于跨学科研究进行评估较为困难，难以有效满足以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展。

二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

➤ 专业藩篱，限制了工程人才的大工程观

- ✓ 《2012年科学与工程指标》：美国“适合全球化要求”的工程师有54万人，中国只有16万人，不足全国工程师总数的1/10。《世界竞争力年鉴》：中国工程科技人员国际竞争力在全球60多个被调查国家和地区中处于中等水平，且工程师的合格程度在全球范围内处于末端水平；
- ✓ 我国工程教育专业的教学与课程结构一直受限于**相对刚性的专业目录**，专业划分较细，转专业限制严格，未能根据市场需求跨学科、综合化的发展趋势做适时调整，更与我国经济转型和产业升级不相匹配，学生所学的知识面临着**“毕业即过时”**的尴尬境地，因此亟需将课程知识体系进行更新，实现知识结构与市场需求的有效匹配。

二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

➤ 本研隔断，降低了工程人才的培养效率

- ✓ 由于我国高校本科生教育和研究生教育的管理权往往分属学校的不同部门，在培养过程中，常常表现出**割裂式**的特点。本科生院或者教务处主要负责本科生培养，考虑的是本科生培养全过程的整体性；研究生院主要负责研究生培养的环节，统筹的是研究生培养阶段的一致性。
- ✓ 现行本研隔断、整齐划一的人才培养模式已不再适应新经济、新产业的发展，忽视了拔尖本科生尽早进入研究生阶段的可能性，特别是在一些对基础理论和系统专门知识的学习及掌握有很强的连续性要求的基础学科，在一定程度上导致工程教育在**知识产出与人才培养的双重低效率**。

二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

➤ 校企隔阂，阻碍了工程人才的市场匹配

- ✓ 目前产业界还未真正参与工程人才培养工作，企业**新技术、新工艺**没有出现在教学内容中，而现代工程师所必需的**经济、社会、国际交流、法律、管理、市场营销、环保**等多方面的课程也严重不足，不能适应科学技术飞速发展的形势，不能满足新兴工业和技术发展的需要，部分专业知识体系的发展甚至滞后于产业技术的发展。
- ✓ 工科教学改革除了教育部以及各高校的参与，还应重视企业力量，打造**共商、共建、共享**的工程教育共同体，深入推进产学合作、产教融合、科教协同，通过**校企联合制定培养目标和培养方案、共同建设课程与开发教程、共建实验室和实训实习基地、合作培养培训师资**等，鼓励行业企业参与到教育教学各个环节中，促进人才培养与产业需求紧密结合。

二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

► 师生淡漠，压抑了工程人才的培养氛围

- ✓ 我国高等工程教育从“精英教育”向“大众教育”转变，师生关系呈现一些新特征，包含更加复杂的社会经济、政治道德和微妙的情感行为：
 - 高校扩招，在校生人数成倍增长，造成教学资源紧张，高校把大量资金和精力投入设施建设，**在教育过程与关爱学生方面的力度相对减弱**，教师常常要面对几十人甚至上百人学生的大课，合班上课与教室流动，教师几乎不认识学生，减少了师生接触的机会，也影响师生的沟通；
 - 由于校园文化和社会文化两种思想文化的交流和同化逐渐加快，在师生中形成一种互相排斥的离心力，**师生之间交流的功利意识明显**，也出现**近利轻德**的现象，使师生之间有效沟通难度加大。



三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

不仅仅是
构建一批新专
业

不仅仅是
撰写一批研究
论文

新工科建设不是“牌子”，也不是“帽子”，更不会直接带来什么资源，而应该是沉甸甸的责任，必须从技术范式、科学范式、工程范式走向新工科范式，打破范式需要付出巨大努力。

三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

- 以“关注两个主体”为核心，转变教学理念，打破教育壁垒
 - ✓ **教师和学生**是工程教育教学的两大主体，主体之间的深度互动是根本；
 - ✓ 从“以教师为中心”的“传道、受业、解惑”逐步走向“以学生为中心”的“悟道、求业、生惑”的新境界，尽可能地引导学生主动学习、主动实践，鼓励学生悟道、问道、寻道，启发学生求是、求真、求业，在此过程中产生更大的疑惑、焕发更大的激情，让学生更好地成为自己，从而培养创新创业人才，助推中华民族伟大复兴；
 - ✓ 工程教育的重要特征之一是“动手”，与“动手”相关联的是“动口”、“动笔”、“动脑”、“动心”，“动”的过程是能力不断提升的过程，更是兴趣不断浓郁的过程。

三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

▶ 以“培养两个能力”为目标，强化市场适应，提高工程创新

- ✓ 新工科的内涵应在于提高学生**适应变化能力与工程创新能力**，目前大学生普遍存在创新精神与创新能力不足的情况，主要原因在于：

- **应试教育**压抑了学生们的创新热情，形成了传统思维的惯性；
- 学校及社会的**文化氛围**没有给学生提供创新的动力；
- 学校缺乏或不重视学生创新能力培养方面的**软硬件建设**。

- ✓ 因此，迫切需要更新教育理念、改善教育环境、优化教育设施、变革教育模式，提升大学生的创新素养。

- 要从**知识为先**真正转向**能力为要**，必须通过学生评价加以牵引，让“考生”变学生，让**奖“考”金**成为**奖“学”金、奖“研”金、奖“创”金**；
- 让目前的**“低头族”**课堂真正转变为**“强互动”**课堂。

三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

➤ 以“做好两个保证”为牵引，立足专业底线，推动星级拔尖

- ✓ **一方面，立足专业底线，遵从国际标准。**我国工程教育专业认证基于“底线思维”，主要采用国际通用的以成果为导向的理念和标准，以“教育产出”作为工程教育的认证门槛，重点关注毕业学生的沟通能力、合作能力、专业知识技能、终生学习的能力及健全的世界观和责任感等；
- ✓ **另一方面，推动专业拔尖，构建星级评价。**除了把牢专业认证底线，还应树立工程专业的“星级标杆”，以“拔尖思维”，通过试点开展星级专业评价工作，逐步建立工程教育质量社会评价机制，鼓励利益相关方以多种方式评价工程教育质量。

三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

▶ 以“融通两个空间”为手段，创新教学方法，激发学习动力

- ✓ **融通线下与线上两个空间，探索工程人才培养的新型教学方法。**如果说传统的面授课堂是“同时同地”的模式，那么在不同学校之间可以探索“同时异地”的**直播课堂教学模式**，在“异时异地”的教学模式下，或许学生学习兴趣难以持续，然而“异时异地”+“随时随地”+“线上空间”的**MOOC**（Massive Open Online Course，大规模在线开放课程，又称慕课）模式则具有较大的发展空间，而培养工程科技创新和产业创新人才，**SPOC**（Small Private Online Course，又称私播课）模式可能更为有效，同时引入翻转课堂，从而从根本上撼动“单向灌输”的陈年陋习，倒逼教师将更多的精力用于教学，如果每门课程都走出象牙塔，接受社会的评头论足，教师就不得不在教学上多花力气。

三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

➤ 以“融通两个空间”为手段，创新教学方法，激发学习动力

✓ **融通线下与线上两个空间，构建以学习者为中心的工程教育生态。**

- 一方面，**推进高校学分制改革**，探索建立与学分制相适应的课程设置、学籍管理、质量监控、考核评价等教学管理制度，将精心组织的教学资源、教学过程以在线课程的形式呈现出来，根据课程要求，学生可以掌握学习的主动权，控制学习与进度，方便学生跨专业跨学校进行学分认定与转换，加快**管理者本位向以学习者为中心的转变**；
- 另一方面，可以更好地实现**“高足弟子传授”的教学方式**，将传统的被动灌输的填鸭式被动学习模式转变为自主互助的探究式主动学习模式，真正实现从**“以教学为中心”向“以学生为中心”**的转变。

三、建设和发展“新工科”的五条基本路径

- 以“协调两个平台”为保障，引入市场力量，强化校企合作
 - ✓ **一方面，优化校内协同育人平台。**根据不同专业特点和实际业务环节建立切实可行的实践性教学体系，加强师资队伍能力建设，通过建立跨学科交融的新型机构、未来技术学院、产业化学院等方式，突破体制机制瓶颈，为跨院系、跨学科、跨专业交叉培养新工科人才提供平台保障；
 - ✓ **另一方面，完善校外企业实践平台。**以市场需求为导向，以企业为主体，围绕提升学生适应变化能力与工程创新能力，汇聚行业部门、科研院所、企业优势资源，**加强双师型教师队伍建设，建设教育、培训、研发一体的共享型协同育人实践平台。**

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

- ✓ 传统工科升级改造—新型工科
- ✓ 现有理科生长工科—新生工科
- ✓ 从专业设置与人才培养的关系分析
- ✓ 从招生架构与人才培养的关系分析
- ✓ 从专业依托与人才培养的关系分析
- ✓ 设立交叉复合专业应对当前挑战
- ✓ 设立新兴特色专业应对未来挑战

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

▶ 专业设置与人才培养的关系分析

依托专业，
单一培养，
单修

拓展专业，
复合培养，
辅修

跨出专业，
整合培养，
双修或本研

从招生架构与人才培养的关系分析

- 专业招生，专业培养
 - 专业招生，大类培养
 - 学院招生，大类培养
 - 大类招生，大类培养
-
- 2017年浙江、上海落地的高考改革是大背景



从专业依托与人才培养的关系分析

依托专业，
散在培养，
自由

依托企业，
定向培养，
刚性

依托行业，
链式培养，
柔性

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

➤ 主辅修与本研贯通模式——“工程教育贯通体”

- ✓ 以“复合”为导向，构建**主辅贯通**的人才培养模式：
 - ✓ 构建系列工科的“微专业”模式，如设计20个学分左右的专业核心课程，一方面是对传统专业升级改造的过程，另一方面又为其他门类或是工科其他专业学生提供辅修途径；
 - ✓ 浙大已实践23年的工程教育高级班、18年的创新创业管理强化班、13年的公共管理强化班，也曾开设“创新设计”辅修班，就是面向所有专业开设的辅修班，取得了良好的培养成效。

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

➤ 主辅修与本研贯通模式——“工程教育贯通体”

✓ 以“效率”为核心，构建**本研贯通**的人才培养体系：

- 国内的本科+国外的硕士，如2+2或2+3等；
- 国内的本科+硕士，如：
 - 设置1+2.5+1.5设计型工程人才培养模式，促进现有工科的交叉复合；
 - 设置4+1管理型工程师培养模式，修读工学学士，同时辅修或是双修管理学，再从管理学硕士出口；
 - 设置4+2国际组织工程师培养模式，修读外语学位，同时修读工学学士，再从相应的工学硕士出口等，从而打造工程学科专业的升级版。

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

➤ 浙大竺可桢学院交叉平台——“工程教育交叉体”

- ✓ **2016:** 金融+数学（经+理）、机器人+人工智能（工+工）、计算机+大数据（工+理）；
- ✓ 已招生100人，受到社会、学生、家长和专家的高度认同，为培养在相关交叉领域具有国际视野的工程人才作出了积极探索；
- ✓ **未来:** 大商务+大数据（管+理）、PME（哲学、数学和经济学，留学生）

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

➤ 工程教育专业委员会千生计划——“工程教育共同体”

依托专业，
散在培养，
自由

依托企业，
定向培养，
刚性

依托行业，
链式培养，
柔性

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

➤ 工程教育专业委员会千生计划——“工程教育共同体”

- ✓ “126” 模式
- 1个月左右，2个月左右，6个月左右
 - 1个主角：学生
 - 2个主体：学校，企业
 - 6个角色：教务、学院、带队教师，
企业，车间，指导教师

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

- 工程教育专业委员会千生计划——“工程教育共同体”
 - ✓ 以每位学生四周实习时间计算，每人每天100元左右开支，每人约3000元，以每个企业接受20人计算，需开支6万元；
 - ✓ 高教司同意参与企业项目可以列入“有关企业支持的产学研合作协同育人项目”，以表示对企业的认可，经费不需另行支付；
 - ✓ “新工科”建设行动路线（“天大行动”）第6条：到2020年，争取每年由企业资助的产学研合作协同育人项目达到3万项，参与师生超过10万人。

四、“新工科”建设和发展的思考与探索

- 现有课程组合——融合产生新课程？
 - 现有模式延续——改革产生新模式？
 - 新理念、新结构、新模式、新质量、
 - 新体系/新机制
-
- 教育部支持：“卓工计划”专业点
 - 20条：**对接产业行业需求，设置新专业**



谢谢！

lugd@zju.edu.cn

