

解码新工科：未来工程师的“进化论”

当前世界范围内，新一轮科技革命和产业变革正加速进行。发展新工科，对接新兴产业，培养一批实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型工程科技人才，为我国产业发展提供智力支持，既是当务之急，也是长远之策。

■ 本报记者 王雨红

多年来，所谓的“天坑专业”虽经历几度反转变化，以土木、机械为代表的工科专业似乎总能以课程内容晦涩、毕业不好找工作等理由“榜上有名”。

但如果有机会去“坑”里看看，你会发现如今的高校工科课堂，早已颠覆传统印象中枯燥难懂的模样，变得愈发有趣好玩。

新学期伊始，浙江大学玉泉校区第三教学楼内，信息与电子工程学院学生李小萌盯着一架纸飞机出神，思考着如何变换折纸结构来实现复杂的电磁功能；西湖大学一间实验室里，工学院人工智能系学生冯睿骐则专心捣鼓一个水下机器人，不断尝试用AI提高各类传感器的灵敏度。

工科课堂“改头换面”的背后，是一场已持续了8年的全国性教育改革——新工科建设。

为应对新一轮科技革命与产业变革，主动服务创新驱动发展和“互联网+”等国家战略实施，新工科应运而生。和传统工科不同，新工科更注重学科的交叉性与综合性，围绕人工智能、量子计算等新技术、新产业，培养新兴领域工程科技人才，支持产业转型升级和新旧动能转换。

当前，浙江正加快建设全球先进制造业基地。在全省从制造大省向智造强省跃升过程中，新工科建设无疑是有力的“助推器”。

当科技与产业的齿轮深度咬合，与之匹配的人才该如何培养？或许，可以从一堂课、一个项目、一份教案中找到答案，在一个个生动的变化中，“象牙塔”里的未来工程师们正在“进化”。

课堂变了一—学科边界正在消失

上课方式变了，是大多数学生对新工科最直观的感受。师生角色“互换”，学生渐成课堂主角。

“和想象中完全不一样。”浙江大学光电工程学院博士生宋锦涛至今仍记得，大三上《光学设计实验》这门课时，自己和同学几乎每天泡在实验室做方案，研究非接触式测量酒精浓度。习惯了过去“老师讲、学生听”的模式，宋锦涛直言刚开始对这样的“放养式”学习很不适应。

在三个多月时间里，三人小组反复修改方案，往往一个问题还没解决，新的问题又出现了。“很多东西还涉及其他学科，这对我们的自主学习、问题查找和解决能力来说，都是巨大考验。”

不过，准确测出酒精浓度那一刻，宋锦涛深深体会到课本知识在眼前“活”起来了。现在，他已能熟练运用跨学科知识解决复杂问题，新项目“片上集成光纤陀螺”瞄准航空航天领域。

正在西湖大学工学院人工智能系攻读博士的冯睿骐也感触颇深。《计算机和编程导论A》是学院大一新生的必修课，4周理论学习后大家自由分组，选择感兴趣的方向编写代码，期末进行答辩汇报。

“传统工科课堂像是派发一个个打包好的‘标准件’，这门课的学习更像是给了‘一堆原材料’，让我们自己组合创造，去解决问题。”冯睿骐对此借用了一位杰出科学家的话：“那些看似‘无用’的知识，往往在最意想不到的时刻，迸发出最耀眼的光芒。”

浙江大学光电工程学院是“73岁高龄的老人家”，而西湖大学人工智能系则是“刚满1岁的新生儿”。但新形势、新理念都不约而同涌向这些新老工科专业的课堂。

在浙江省科技信息研究院副院长谌凯看来，传统工科与新兴工科专业并非泾渭分明，在一次次改革探索下，工科专业逐渐焕新。“我们不仅要传授最前沿的知识，更要培养学生运用这些知识去创造的能力。”谌凯说，新工科要培养的工程师不是“高级技工”，而是既能低头解决问题，也能抬头仰望星空，敢于挑战既有范式的新型人才。

实现这一目的，靠开放灵活的授课方式，也靠“不设限”的课程体系。

如今在浙江大学，学科之间的“边界感”正逐渐消失。今年，学校首次尝试融合电气工程、信息与电子工程两大学院，组建电气电子类工科试验班，聚焦智能电网、量子信息等方向培养复合型人才。试验班新生王晨曦填报志愿时，首选了这个跨学科、跨学院的专业。他期待有一天自己能参与甚至牵头一项国家重点工程。“思维工具箱”



浙江大学学生带着自己做的智能小车，参加第十三届全国大学生光电设计竞赛。



西湖大学工学院学生正在做纳米光子实验。

里的设备越多，越能自如应对今后工作中的挑战。”

事实上，全国乃至全世界范围的高校，一直都跟随时代发展变化进行学科专业调整。这是高等教育维持生命力的关键。今年，浙江提高与“415X”先进制造业集群（记者注：“415X”是浙江省提出的先进制造业集群发展战略，其中“4”代表4个万亿级世界级产业集群，“15”指15个千亿级特色产业集群，“X”为若干高成长性百亿级“新星”产业群）相适应的学科专业生均拨款系数，推动高校不断增强学科专业与经济社会发展的适配度。

交叉意味着融合。不设限的课堂给予学生不设限的人生，也为新产业、新经济创造更多可能。

项目变了一—带着企业“真问题”上学

课堂之外，一份份实践项目方案也透出变化，字里行间都向着产业“真问题”。

今年，浙江大学电气工程学院学生叶哲在南方电网当了三个多月

电力工人后，聚焦西电东送过程中电流和电压的安全性，主导参与了“南方电网电力系统安全稳定设计项目”。这也是他的毕业作品。该方案还入选南方电网重大科技专项。

“电力系统稳态分析是我们专业的‘看家本领’，但书本上的概念抽象难懂。”走到产业一线“上班”，叶哲在潜移默化中提升了自己将理论知识转化为解决实际问题的能力。

让学生成为企业做毕业设计，是授课老师耿光超的主意。近年来，他对学生的考核不再局限于课堂上取得的学分。他认为，只有真正扎根于产业土壤和创新前沿，才能精准响应建设创新浙江和因地制宜发展新质生产力对高端工程人才的需求。

其实，课程内容滞后于产业发展，是传统工科人才培养的痛点之一。以往，高校与企业间存在“单向输送”关系——高校“生产”标准化毕业生，企业被动接收后对其进行二次培养。这导致了科研脱离实际、学生实践不足、入职适应期长等问题。

在“象牙塔”锻造真才实学的不止学生，老师也忙着为自己“叠加技能”。他们想方设法给学生更多自由发展、探索创新的空间。

“新工科发展不仅是学校的事情，现在有越来越多企业也愿意加入进来。”浙江省教育厅高教处相关负责人介绍，比如依托区域产业发展特色，目前全省已建设89个省级重点支持现代产业学院。

这段时间，宁波维科电池有限公司研发人员与宁波工程学院杭州湾汽车学院的师生联系频繁。他们正共同攻关一款钠离子电池，预计今年年底投产，将用于新能源汽车领域。

“学校围绕新材料的开发和失效分析，为我们‘量身定制’了一份方案，很专业也很实用。”维科电池项目经理魏静说，企业丰富的实践经验和学校专业的理论知识在此过程中互融互促，可谓双赢。

宁波工程学院杭州湾汽车学院成立以来，已先后与当地企业共同编写《机器人焊接项目化教程》《焊接机器人系统操作、编程与维护》等教材11部，企业师资占专任教师的40%。

学生们走进企业“做真活”，企业专家也为学校带去“真招、实招”。去年，浙江工业大学“牵手”白马湖实验室，共建能源与碳中和科教融合学院，首聘10名产业专家担任研究生第一导师。如今，学院科研团队已获得国家技术发明一等奖、国家科技进步奖一等奖等国家科技奖励10余项，涉及化石能源高效利用、新能源开发、减污降碳等领域。

眼下，卓越工程师学院建设火热推进、科技副总和产业教授陆续上岗、校企频频共建重点实验室……一个个新探索下，大批创新型工程师正从“象牙塔”走向产业前沿。

老师变了一—“叠加”自身技能做教改

在“象牙塔”锻造真才实学的不止学生，老师也忙着为自己“叠加技能”。他们想方设法给学生更多自由发展、探索创新的空间。

《电磁与航天材料》《电磁与生物交

互》《低能耗电磁技术》……如今，浙江大学信息电子与工程学院老师王作佳的教室里，多了不少新内容。这些年，王作佳先后去学校农业与生物技术学院、浙江省科学技术厅挂职锻炼，这些经历为他的教学带来启发。

“我们也应走出‘舒适圈’，拓宽跨学科视野，与时俱进。”在外“闯”了几年，王作佳结识了不少生物、农业、能源等领域内的专家。多次研讨交流后，他以《高等电磁波理论》这门课为基础，融入相关前沿

“我们应走出‘舒适圈’，拓宽跨学科视野，与时俱进。”在外“闯”了几年，王作佳结识了不少生物、农业、能源等领域内的专家。多次研讨交流后，他以《高等电磁波理论》这门课为基础，融入相关前沿

技术和研究成果，课程内容不断更新。

从浙江省科学技术厅挂职回学校后，王作佳愈发觉得高校实验室对科研教学的重要性。但这是他的“盲区”。为了补齐自己的短板，王作佳每天都会加班，学习平台建设和运行相关知识。

在他和同事的努力下，学院已陆续建成全省智能电磁操控与先进电子集成重点实验室、中航工业特种所—浙江大学电磁功能结构设计技术联合实验室、功能电磁超结构器件与装备浙江省工程研究中心。

西湖大学工学院特聘研究员吴泰霖则在“反向充电”。为了快速捕捉人工智能最新进展，他与来自物理、计算机、自动化等专业的学生组了一个线上群。“他们会把自己看到的消息转发至群里，并抛出自己的见解和设想，有时也会激发我的灵感。”吴泰霖笑称群日活很高，已成为自己日常学习的资料库之一。

教学相长，在此刻有了具象化。吴泰霖还经常链接自己的人脉资源，让学生能够和学术界优秀的学者团队交流乃至合作。去年，他让博士后魏龙参与组织人工智能顶级会议NeurIPS（神经信息处理系统大会）的研讨会。“没想到我有机会与图灵奖获得者面对面交流。”如今，魏龙将入职复旦大学人工智能创新与产业研究院任助理教授、博士生导师。

作为新工科建设的关键要素，教师的素质和能力直接关系着教育的质量与成效。近年来，教师理念、教学模式的转变，也开始推动着教育评价体系的变革重塑。

比如，浙江省今年新修订的《高校综合评价考核》中，考核指标就向专业与产业适配度、对地方经济社会发展贡献度等方面倾斜。此外，对教师的职称评定也不再“唯论文”。这让他们更能放开手脚，回归课堂教学做改革。

行走浙江各大高校，“王作佳”“吴泰霖”们微小而坚韧的努力，正犹如点点微光，逐渐汇聚成星河。他们都有同一个梦想：让越来越多学生敢于破壁，成为“中国智造”最鲜活的注脚。

延伸阅读

新工科建设“三部曲”

2017年2月以来，教育部积极推进新工科建设，先后形成了“复旦共识”

“天大行动”和“北京指南”三部曲，并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推荐新工科研究与实践项目的通知》，全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验，助力高等

教育强国建设。

“复旦共识”

2017年2月18日，教育部在复旦

大学组织召开高等工程教育发展战略研

讨会，与会高校共同探讨新工科的内

涵特征及建设发展路径，达成十点共

识：我国高等工程教育改革发展已经站

在新的历史起点；世界高等工程教育面

临新机遇、新挑战；我国高校要加快建

设和发展新工科；工科优势高校要对工

程技术创新和产业创新发挥主体作用；

综合性高校要对催生新技术和孕育新

产业发挥引领作用；地方高校要对区域

经济发展和产业转型升级发挥支撑作

用；新工科建设需要政府部门大力支

持；新工科建设需要社会力量积极参

与；新工科建设需要借鉴国际经验、加

强国际合作；新工科建设需要加强研究

和实践。

今年，复旦大学新工科六大创新学

院公布全新的培养方案，投放超1000

个本科招生计划数，较去年工科规模同

比增长超过20%，占全校招生计划规

模28.5%。同时推出18个本博、硕融通

培养项目，覆盖创新学院43%的本科生

源。

六大创新学院包括集成电路与微

纳电子创新学院、智能材料与未来能

源创新学院、计算与智能创新学院、未

来信息创新学院、智能机器人与先进制

造创新学院以及生物医学工程与技术创

新学院六大新工科创新学院。

“天大行动”

2017年4月8日，教育部在天津大

学召开新工科建设研讨会，与会高校共

商新工科建设的愿景与行动，提出新工

科建设行动路线：探索建立工科发展新

范式；问产业需求建专业，构建工科专

业新结构；问技术发展改内容，更新工

程人才知识体系；问学生志趣变方法，

创新工程教育方式与手段；问学校主体

推改革，探索新工科自主发展、自我激

励机制；问内外资源创条件，打造工程

技术与研究成果，课程内容不断更新。

从浙江省科学技术厅挂职回学校后，王作佳愈发觉得高校实验室对科研教学的重要性。但这是他的“盲区”。为了补齐自己的短板，王作佳每天都会加班，学习平台建设和运行相关知识。

在他和同事的努力下，学院已陆续建成全省智能电磁操控与先进电子集成重点实验室、中航工业特种所—浙江大学电磁功能结构设计技术联合实验室、功能电磁超结构器件与装备浙江省工程研究中心。</p