

高教参考

2021年第25期

华北电力大学高等教育研究所编

2021年12月16日

工科本科生培养与发展调查报告

- 项目简介
- 内容框架
- 样本信息
- 结果展示
- 基本结论
- 对策建议

■ 项目简介

“工科本科生培养与发展调查”（National Engineering Student Survey, NESS）由华中科技大学工程教育研究中心课题组设计和开展。该项目是我国首个针对工科本科生的全国性大型调查项目。

■ 内容框架

第一部分：入学前特征及经历

- 一、人口学特征
- 二、家庭背景
- 三、专业选择与期待

第二部分：教育环境

- 一、院校资源
- 二、院校支持
 - 1. 实践机会
 - 2. 企业参与
 - 3. 国际交流
- 三、教师教学
 - 1. 教学内容
 - 2. 教学方法
 - 3. 任务布置
 - 4. 学习评价

第三部分：学习经历

- 一、课程参与
 - 1. 通识课/学科基础课/专业课/创新创业课
 - 2. 课业压力
 - 3. 合作学习
- 二、学习动机
 - 1. 外部学习动机
 - 2. 内部学习动机
- 三、人际互动
 - 1. 生师互动

- 2. 生生互动
- 四、课外活动参与
 - 1. 企业实习经历
 - 2. 科研活动经历
 - 3. 境外交流经历
 - 4. 辅修经历

第四部分：学习结果

- 一、学习成绩与获奖
- 二、工程专业能力增值
- 三、职业意愿
- 四、院校满意度

■ 样本信息

调查时间从2021年5月25日至6月29日。调查对象为入选“卓越计划”和“新工科建设”的工程专业本科生。调查共回收问卷15316份，有效问卷11374份，有效率74.26%。

表1 受访学生基本信息

性别	男生			女生	
	74.40			25.60	
是否卓越班	是			否	
	24.26			76.74	
居住地	城镇			乡村	
	64.77			35.23	
院校层次	原“985工程”院校	原“211工程”院校		普通本科院校	
	28.67	20.533		50.80	
年级	大一	大二	大三	大四	
	26.3	27.17	27.03	19.47	
高考第一志愿	工科			非工科	
	88.07			11.93	
入学前成为工程师意愿	完全不想	不太想	比较想	非常想	没考虑过
	2.73	15.62	52.03	11.39	18.22

注：表中数值均为百分数

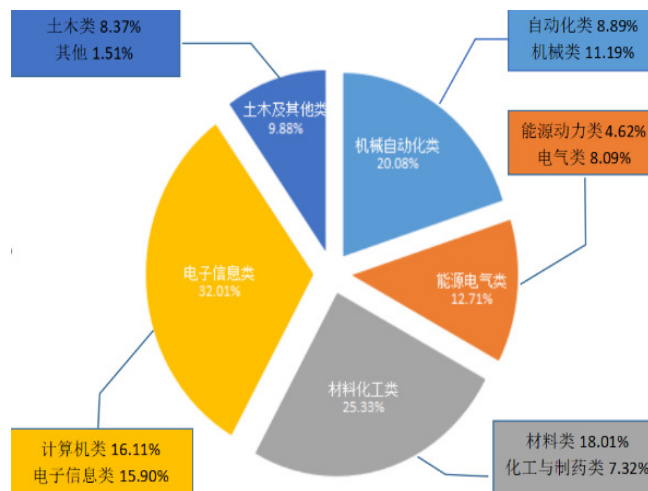


图 1 受访学生的专业类别分布情况

■ 结果展示

表 2 受访学生对院校支持的感知情况统计

维度	指标	均值	
实践机会	进入工程实践中心的机会充足	2.87	2.95
	学校的科研平台、实验室充分向本科生开放	2.97	
	参与“双创”、学科竞赛等实践活动的机会充足	3.10	
	较多专业教师指导“双创”、学科竞赛等实践活动	3.00	
	有较多参与教师科研课题的机会	2.83	
校企合作	参与企业实习的机会充足	2.72	2.68
	较多企业工程师指导实习	2.59	
	较多专业课程教学中有企业工程师参与	2.61	
	院系经常举办企业工程师主讲的学术讲座	2.82	
国际化教育环境	较多专业课程使用英语教材或英语课件	2.56	2.57
	院系经常举办线上或线下国外学者的学术讲座	2.65	
	有较多参与境外学术交流项目的机会	2.51	

表 3 高程度感知院校支持群体统计

群体类别	实践机会	校企合作	国际化教育环境
院校地区	东部	东部	东部
院校层次	“985” “211”	“985” “211”	“211”
年级	低年级	低年级	高年级
是否卓越班	卓越班	卓越班	非卓越班
专业类型	能源电气类	能源电气类	能源电气类
家庭居住地	城镇	城镇	城镇
性别	女生	男生	无显著差异

注：1. 原“985工程”院校和原“211工程”院校分别简称为“985”“211”，下同；
2. 东部、中部、西部分别指东部地区、中部地区、西部地区，下同。

表 4 受访学生对教师教学感知情况统计

维度	指标	均值
教学内容	终身学习	4.09
	数学和自然科学知识	3.98
	理论知识如何应用于工程问题解决	3.88
	创造性和创新性	3.82
	信息技术如何应用于工程问题解决	3.81
	工程职业道德和规范	3.81
	理解环境、安全、健康、法律及文化等因素如何影响工程问题的解决	3.60
	设计并评估工程问题解决方案	3.66
	数字和智能新技术的兴起对工程的影响	3.70
	团队合作和沟通交流	3.78
教学方法	“传统讲授法”	3.97
	案例教学法	3.68
	小组合作教学法	3.44
	问题教学法	3.36
	项目教学法	3.35
高级讲授法	使用图表、模型或案例	3.90
	阐释概念和原理如何应用	3.97
	阐释概念和原理的来龙去脉	3.89
	结合工程实际讲授理论	3.72
课程任务布置	课后习题	4.08
	实验设计报告	3.96

	课程汇报	3.53
	软件学习	3.35
	仪器操作	3.34
	项目设计及实物展示	3.31
	文献阅读	3.00
课程成绩评定	考勤	4.28
	课堂表现	3.96
	课后习题	4.20
	在线课程学习	3.68
	开卷或闭卷考试	4.54
	实验报告	4.18
	课程论文	3.83
	课程回报	3.68
	项目设计及实物展示	3.39
教师情感支持	教师注重激发我对专业学习的兴趣	2.84
	教师鼓励我在学业上取得更多进步	3.02
	教师及时肯定我在专业学习上的成绩	2.85
	教师注重倾听和理解我的需求	2.85
	与教师的互动有助于我的学术和职业发展	3.00

表 5 受访学生时间安排情况统计

单位：小时

群体类别		上课	课下学习 (包括课程学习、科研活动等)	参与社团、学生会组织等院校学生活动	兼职	锻炼	上网看视频打游戏
卓越班	是	29.77	20.23	5.45	1.72	6.08	15.36
	否	29.09	20.28	5.08	1.48	5.66	16.58
年级	大一	32.67	17.77	5.73	1.02	5.83	15.82
	大二	31.8	18.06	5.17	1.30	5.73	16.31
	大三	27.89	22.29	4.59	1.49	5.34	16.10
	大四	22.97	23.89	5.21	2.61	6.32	17.13
地区	东部	27.73	21.97	4.92	1.59	5.66	16.99
	中部	30.48	19.11	5.24	1.47	5.80	15.75

	西部	30.11	18.93	5.52	1.54	5.89	15.82
层级	“985”	28.22	22.65	4.69	1.25	5.50	16.90
	“211”	28.56	21.31	5.20	1.34	5.56	17.04
	普通本科	30.13	18.48	5.42	1.78	6.00	15.63
总体		20.96	20.27	5.17	1.53	5.76	16.28

注：全部时间加总不超过 119 小时的要求

表 6 受访学生课程参与情况统计

课程	翘课	敷衍完成作业	认真听课	主动提问或参与讨论	动手操作或设计	均值
通识课程	1.60	2.15	3.91	3.16	3.01	3.67
学科基础课程	1.41	1.90	4.12	3.31	3.05	3.83
工科专业课程	1.37	1.85	4.12	3.35	3.49	3.95
创新创业课程	1.36	1.85	3.88	3.29	3.29	3.85

表 7 高程度课程参与群体统计

群体类别	通识课程	学科基础课程	工科专业课程	创新创业课程
院校地区	中部	西部	东部	西部
院校层次	普通本科	普通本科	普通本科	普通本科
年级	低年级	低年级	低年级	低年级
是否卓越班	卓越班	卓越班	卓越班	卓越班
专业类型	能源电气类	能源电气类 材料化工类	机械自动化类 电子信息类	能源电气类 电子信息类
家庭居住地	城镇	城镇	城镇	城镇
性别	女生	女生	女生	女生

表 8 受访学生课业压力感知情况统计

维度	指标	均值
课业压力	专业课程数量太多	3.11
	专业课程难度太大	3.34
	专业课程学习太忙，使我没时间参与“双创”、学科竞赛等课外科研活动	3.07
感受压力大的群体	“985”、女生、卓越班、电子信息类、大二学生、西部地区、城镇	

表 9 受访学生课外活动参与情况统计

活动类别	企业实习	科研活动	出国学术交流	辅修
参与比例 (%)	21.53	51.75	1.87	5.79

表 10 高程度课外活动参与群体统计

群体类别	企业实习	企业实习水平	科研活动	科研活动水平
院校地区	西部	东部	东部	东部
院校层次	普通本科	普通本科	高层次院校	“211”
年级	高年级	高年级	高年级	高年级
是否卓越班	卓越班	无显著差异	卓越班	卓越班
专业类型	能源电气类	机械自动化类	材料化工类	电子信息类
家庭居住地	乡村	无显著差异	城镇	城镇
性别	男生	女生	女生	男生

表 11 受访学生课外活动学习水平的情况

维度	指标	均值
企业实习水平	总体积极性如何	3.71
	将所学的专业知识应用于实习工作中的程度	3.45
	承担的实习工作任务挑战性如何	3.35
	参与企业日常生产或设计活动的程度	3.23
	与企业工程师互动的频率	3.25
科研活动水平	总体积极性很高	3.06
	所承担的科研任务挑战性很大	2.89
	为解决问题, 花费大量时间自学专业知识与技能	3.05
	与指导教师互动频繁	2.68
	与指导的高年级学生互动频繁	2.70
	与团队成员互动频繁	3.19

表 12 受访工科生学习体验情况统计

形式	内容	均值
小组合作学习	小组讨论中总会出现主导者	2.96
	主导者承担讨论中的大部分答疑和提问工作	2.88
	主导者是小组合作的中心，没有主导者则小组无法运行	2.58
	小组成员共同商定各项事宜，没有主导者小组也可以正常运行	2.67
	就某一问题，小组成员经常进行深入讨论	2.88
	就某一问题，小组成员经常探讨问题背后的机制和原理	2.77
	为解决问题，小组成员经常开展拓展性学习	2.73
	小组注重通过讨论加深对问题及解决方案的理解	2.87
工程学习体验	体验到真实工程问题具有复杂性与不确定性	3.76
	体验到工程问题的解决需要迭代试错	3.73
	体验到工程问题的解决需要理论与实践不断互动	3.83
	体验到工程问题的解决需要整合多学科知识和技能	3.86
	体验到工程问题的解决受到非技术因素的影响	3.71
	体验到同一工程问题有多种技术解决方案	3.74
生师互动（频率）	与教师讨论我在专业学习上的疑惑和想法	2.92
	与教师讨论我的作业和学业表现	2.71
	与教师一起做研究	2.36
	与教师讨论我的职业规划	2.39
生生互动	我经常与本专业同学交流学习问题	3.06
	我经常与其他工科专业的同学交流学习问题	2.60
	我经常与非工科专业的同学交流学习问题	2.39
	与同学的交流增进了我对跨学科知识的了解	2.93
	与同学的交流拓展了我思考问题的视角	3.06
	与同学的交流让我认识到多学科知识的重要性	3.07
	与同学的交流有助于我应用多学科知识解决问题	3.03
	我很满意与同学的互动	3.12
外部学习动机	我努力学习是为了保研或考研	2.88
	我努力学习是为了获得一份高薪工作	3.18

	我努力学习是因为父母对我的未来有高期待	3.01
内部学习动机	我努力学习是因为我认为工程师能解决重要的社会问题	2.87
	我努力学习是因为我认为工程师可以造福社会	2.95
	我努力学习是因为工科专业学习能使我获得满足感	2.85
	我努力学习是因为工科专业课程的内容很吸引我	2.72
	我努力学习是因为工程实践活动很有趣	2.80
	我努力学习是因为我喜欢动手制作模型或软件编程	2.74

表 13 高程度课外活动参与群体统计

群体类别	强调主导者角色组内互动中的作用	问题解决的深入性效果好	工程学习体验程度高	生师互动频率	生生互动频率	外部动机	内部动机
院校地区	东部	东部	东部 西部	无显著差异	东部	东部 西部	东部
院校层次	“985” “211”	“211” 普通本科	“985” “211”	普通本科 “211”	“985”	“211” 普通本科	“985” “211”
年级	大三	高年级	高年级	高年级	大三 大一 大四	低年级	大一
是否卓越班	是	是	是	是	是	是	是
专业类型	能源 电气类	材料 化工类	机械自 动化类	能源 电气类	材料 化工类 电子 信息类	能源 电气类	机械自 动化类、 电子 信息类
家庭居住地	城镇	城镇	城镇	城镇	城镇	城镇	乡村
性别	无显著 差异	女生	女生	男生	女生	男生	男生

表 14 学业奖学金及学术竞赛获奖情况

群体类别	获得奖学金	学术竞赛获奖	发表科研论文	专利
院校地区	东部	东部、西部	1 篇：4.74% 2 篇及以上：1.78%	1 项：2.97% 2 项及以上：1.51%
院校层次	“985” “211”	“985” “211”		
年级	高年级	高年级		
是否卓越班	卓越班	卓越班		
专业类型	材料化工类	材料化工类		
家庭居住地	无显著差别	城镇		
性别	女生	女生		

注：所统计群体为获最高奖学金或最多奖项群体

表 15 受访学生科研能力增值最大群体情况统计

能力维度	层次	地区	专业类别	性别	是否卓越班	居住地	均值
问题解决	“985” “211”	东部	机械自动化	男生	卓越班	城镇	3.21
设计能力	“985” “211”	东部	电子信息类	男生	卓越班	城镇	3.10
跨学科思考	“985” “211”	东部	机械自动化	男生	卓越班	城镇	3.61
系统思考	“211” 普通本科	东部	土木及其他	无显著差异	卓越班	城镇	3.32
工具使用	“985” “211”	东部	机械自动化	男生	卓越班	城镇	3.36
团队合作	“985” “211”	东部	材料化工类	女生	卓越班	城镇	3.67
工程伦理	“211”	东部	机械自动化	无显著差异	卓越班	城镇	4.04
创新创业	“211”	东部	机械自动化 电子信息类	男生	卓越班	城镇	3.18
数字技术应用	“985” “211”	东部	机械自动化	男生	无差异	城镇	2.95

表 16 受访学生职业意愿占比最高情况统计

内容	年级		有意愿	层次		地区		比例 (%)
	有意愿	无意愿		有意愿	无意愿	有意愿	无意愿	
本科毕业后在工程领域内创业	大一	大四	非卓越	普通本科	“985”	西部	东部	58.13
本科毕业后成为工程师	大一	大三	卓越	普通本科	“985”	西部	西部	73.89
本科毕业后从事工程领域中的销售或行政管理工作	大一	大四	非卓越	普通本科	“985”	西部	东部	42.14
本科毕业后从事非工程领域的工作	大一	大四	非卓越	普通本科	“985”	中部	东部	54.60
继续攻读工科专业的研究生，从事工程领域的工作	大一 大二	大四	卓越	“985” “211”	普通本科	东部	西部	82.11
继续攻读工科专业的研究生，从事非工程领域的工作	大一	大四	非卓越	无差别	无差别	中部	东部	50.39
继续攻读工科专业的研究生，攻读工科专业的博士生	大一	大三 大四	卓越	“211” 普通本科	“985”	无差别		54.13
继续攻读非工科专业的研究生	大一	大三 大四	非卓越	普通本科	“211”	西部	东部	34.31

■ 基本结论

1. 在工科教育的起点城乡存在较为明显的差距，工程教育起点平等是个有待解决的问题。

2. 院校支持力度不均衡，在创建国际化教育环境方面力度不够，教师教学模式较为传统。

3. 工科本科生具有学习积极性，但缺乏主动性和拓展性学习。

4. 学生课业学习压力大，在开展大学生心理健康教育时，要注意高层次院校，低年级，电子信息类，女生这类群体。

5. 工科本科生的科研参与覆盖面大，科研活动中与团队成员互动频繁，但与教师的互动偏少。参与企业实习学生参与积极性总体比较高，但与工程师的互动的频率比较低。有出国交流、辅修的经历的学生非常少，反映出工科本科生执着于本专业的知识，跨学科学习兴趣不强。

6. 大部分工科专业教师具有生师互动的意识，在互动行为上表现良好。但学生群体自身缺乏主动与老师交流互动的积极性，因此生师互动较少。女生、非卓越班、低年级、乡村及高层次院校的生师互动频率较低。

7. 工科本科生与同学互动交流整体情况较好，但缺少与非工科专业同学交流，大部分同学依然在工科圈子里交流学习。

8. 工科本科生有较强的学习动机。外部学习动机高于内部学习动机。但受访学生年级越高，外部学习动机越弱。

9. 工科本科生学业成就存在优劣势群体差异，女性取得的学业成就显著好于男性。

10. 工科本科生能力发展逐年升高，表明本科学习经历能够有效促进工科本科生的能力发展。但学生软能力发展高于硬技能发展，对学生工程核心能力的培养还相对较弱。

11. 工科本科生“留在工科”的职业意愿较强，但相比资源弱势群体，资源弱势群体“逃离工科”的职业意愿更强。

12. 工科本科生对学习经历的满意度总体较高，但院校满意度低于专业满意度。

13. 绝大多数受访学生很认可女性具备在科学或技术领域工作学习的能力，但工程领域现实与观念上的性别偏好更利好于男性，使得女性在工程领域中竞争力较弱，面临性别偏见和家庭-职业冲突的困境。

■ 对策建议

1. 关注家庭背景弱势学生群体，保障教育过程公平。首先，加快城乡一体化进程，缩小城乡差距，进而弱化家庭背景所带来的影响。其次优化教育资源配置，将教育资源和教育机会尽可能地向家庭背景弱势群体倾斜，消除因城乡二元制所带来的先赋性不平等因素。

2. 加大经费投入以提高院校支持力度，多方合力以缩小群体间的差异。一方面国家需要在院校支持上加大经费投入，在实践机会及校企合作支持中，保障教师课题研究的基本需求，营造生师互动的良好环境；创建校企科研合作平台，充分发挥企业工程师的指导作用，鼓励支持企业工程师参与实践教学；加大对国际交流项目的经费投入，保证学生公平享有国际交流的机会。另一方面针对院校支持存在群体差异情

况，国家需对贫困地区、薄弱院校给予政策和财政上的资助，以此强大院校的支持力度；高校需给予家庭背景弱势群体资源倾斜，保障其充分获得同等的院校支持机会；建立多方分担机制，鼓励社会力量参与院校支持的建设。

3. 建立教师发展长效机制，提高工科教师教学水平。加强对工科教师的培养，建立完善的教学保障机制，优化教学条件，提供教学交流的平台和机会；建立有效的教学激励的机制，通过实施教学积分制，鼓励和支持教师寻求教学创新；建立完善的教师培训机制，引导教师结合当前教育环境改进教学。

4. 缓解课业学习压力。高校需实施“减助”政策，减少工科专业的课程任务，以增加自主学习时间；成立课后学习指导团队，帮助学生解答专业疑惑；在专业培养上应避免“一刀切”，根据不同层次学生的发展需求灵活安排课程；加强大学生心理辅导。

5. 引导学生主动性拓展性的课程学习。首先，高校可通过学业测评的方式引导学生对自己的学习进行评价和感知。其次，要创设良好的交流氛围，鼓励学生主动提出问题，积极参与讨论。再次，举办线上或线下的文献阅读活动，以拓宽学生的科研思维。最后，多关注课程参与程度较低的群体，培养他们对各科课程的兴趣。

6. 加大科研及出国交流的支持，培养跨学科学习能力。高校应给予工科本科生参加科研活动的平台和机会，同时为初步接触科研活动的学生提供相应的智力支持以培养学生的科研意识。在出国交流方面，一方面国家应根据各层次院校的实际需求提供足够的出国交流经费，另一方面高校要公开透明出国交流的选拔程序，让每位学生平等获得出国交流的机会。

7. 加强培养工科本科生的跨学科学习能力。首先将选课改为跨级必修的形式，以强化每位学生的跨学科意识。其次呼吁教师在课堂上渗透跨学科知识，促进学生多学科思考。另外多举办交叉学科的竞赛、讲座等活动，以拓宽工科本科生的知识视野。

8. 开拓师生沟通渠道，激励学生投入生师互动。一方面开拓师生沟通渠道，创建良好的生师互动的氛围；另一方面，激发学生投入生师互动的动机，在新生入学教育或者思想政治课上强调生师互动的价

值。此外高校可设置相应的激励制度，将良好生师关系纳入学生的综合成绩评价指标中，以此激励学生投入生师互动。

9. 搭建生生互动平台，开展跨学科的互动交流。搭建生生互动平台，鼓励不同学科背景的学生开展多元化的平等交流。应对生生互动较低的群体开展专门化指导，提高互动的质量，以促进学生更好发展。

10. 关注学生工程实践能力发展，促进软硬能力全面发展。为学生的综合能力发展提供充足的、开放的资源服务，特别是鼓励学生参与科研、实习等高影响力实践活动；教师应当在课程教学中，不仅关注学生的伦理、团队合作能力等软能力的发展，还不能忽视技术性教学内容的传授，促进学生的工程核心能力的发展；学生自身应当积极投入具有挑战性的活动之中，发展自身的综合能力与素质。

11. 鼓励女性走进工程，创设性别平等的工程领域现实条件和价值观念。工程领域的从业人员应当协同改善现有的不利女性发展的工程文化观念和现实条件，尊重、正视女性工程从业者的能力和贡献，适当面向女性进行政策、服务上的倾斜，以最大可能保障女性从业者的平等发展机会与条件。工程教育者应当重视工程伦理教育，可以从性别平等入手，尽可能地从观念上弱化工程性别偏见。

（摘编自华中科技大学郭卉教授的调查报告）