

依托重大工程培养拔尖人才的探索实践

雷勇军¹, 罗亚中², 周剑勇²

(国防科技大学 1. 电子科学学院; 2. 空天科学学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 着眼拔尖人才培养, 首先梳理了重大工程与拔尖人才培养体系的关系, 总结了国内外典型重大工程带动人才培养的主要做法。其次, 分析了当前拔尖人才培养面临的挑战。最后, 以空天拔尖人才培养为例, 系统阐述了依托重大工程开展拔尖人才培养的经验做法, 并提出了未来依托重大工程培养拔尖人才的几点思考。依托重大工程培养拔尖人才的经验总结和建议, 对相关单位开展拔尖人才培养具有一定的借鉴意义。

关键词: 拔尖人才培养; 重大工程; 探索实践

中图分类号: G640 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2023)04-0005-06

Exploration and Practice of Training Top Talents Based on Grand Projects

LEI Yongjun¹, LUO Yazhong², ZHOU Jianyong²

(1. College of Electronic Science and Technology; 2. College of Aerospace Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: This paper focuses on the training of top talents. First of all, it sorts out the relationship between grand projects and the training system of top talents, and summarizes the main practices of typical grand projects at home and abroad to promote the training of top talents. Secondly, it analyzes the challenges faced by current top talent training. Finally, taking the training of top talents majoring in aerospace as an example, this paper systematically expounds on the experience and practice of training top talents based on grand projects. In addition, it summarizes and proposes several suggestions on training top talents based on grand projects in the future. The experience and suggestions offered in the paper also provide reference for other institutions or organizations to carry out top talent training.

Key words: training of top talents; grand projects; exploration and practice

一、引言

二十大报告指出, 教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑; 要实施科教兴国战略, 强化现代化建设人才支撑,

要全面提高人才自主培养质量, 着力造就拔尖创新人才。

重大工程可以实现国家科技实力的跃升, 并推动国家经济和社会快速发展。例如, 美国阿波罗登月计划, 历时12年, 耗资超过250亿美元, 除将人类送上月球外, 还极大地推动了数字计算

收稿日期: 2023-03-24

基金项目: 全国教育科学国防军事教育学科“十四五”规划课题(JYKYD2021006)

作者简介: 雷勇军(1968-), 男, 湖南澧县人。国防科技大学电子科学学院院长, 教授, 博士生导师, 主要从事计算固体理论与飞行器结构分析等方面的教学与研究。

罗亚中(1979-), 男, 河南鲁山人。国防科技大学空天科学学院院长, 国家杰青, 教授, 博士生导师, 主要从事航天动力学与控制等方面的教学与研究。

机、干燥低温保存食物、X 光断层扫描 (CT) 和核磁共振扫描成像术 (MRI) 等 3,000 多项基础技术的发明, 衍生出 30,000 多种高价值技术成果应用, 为美国 20 世纪 80 年代的经济腾飞打下了坚实基础。

重大工程也是拔尖人才培养的最有效途径之一。在曼哈顿计划之前, 美国只有 1 人获得诺贝尔物理学奖, 而曼哈顿计划则至少培养了 4 位诺贝尔物理学奖获得者 (按参加计划时年龄小于 30 岁且获奖原因与核物理研究相关角度进行统计)。日本于 21 世纪初提出了“50 年内有 30 位科学家获诺贝尔奖”的科技发展目标, 其依托电子信息与生命科技等重大科研计划已经新增了 19 位自然科学领域诺贝尔奖获得者。2015 年, 我国屠呦呦获得诺贝尔生理学或医学奖, 其成果就源自于参加国家“523”抗疟研究任务。因此, 瞄准世界科技前沿与国家发展急需实施重大工程, 是解决时代科技难题、培养拔尖领军人才的重要手段。本文以空天拔尖人才培养为例, 探索依托重大工程破解拔尖人才培养难题方法, 助力创新型国家建设。

二、重大工程与拔尖人才培养体系的关系

(一) 重大工程的技术变革对大学教育整体发展的引领性

从中世纪的神学院到今天的研究型综合大学, 大学教育经历了几次大的变革, 其中工程技术变革发挥了巨大引领作用。在教学内容体系层面, 工业革命之前的 400 年, 大学主要是知识传授, 教学内容以神学、文史、哲学、天文学等为主。而在几次工业革命间的约 200 年内, 大学教学内容随着科技的发展与技术的革新, 发生了翻天覆地的变化^[1-2]。以麻省理工学院为例, 学院成立于 1861 年, 初期主要培养工农业机械化生产的技术人员, 教学内容在早期大学古典人文教育基础上, 增加了一些面向工业机械的工程工艺实践, 新科技类课程的数量较少, 理论深度也不够。在第三次工业革命之后, 电子工业、航空航天、合成材料等知识密集型产业得到发展, 对人才的需求转化为受过良好科学教育、更具创造力的专业技术人才, 其课程体系更加重视科学原理的讲授与实验, 明显加重了数学、应用力学、化学等科学课程的比重。进入 21 世纪, 人工智能、虚拟现实、

生物医药等技术快速发展, 复杂系统和学科交叉的特点充分展现, 人才培养需求转变为具备宽广的科技知识与扎实的工程实践能力, 课程建设进而突出通识教育的广度, 注重系统思维培养和工程实践能力训练^[3-5]。同时, 在办学模式等宏观层面, 推动了大学教育与办学体系整体改革创新。比如, 新一轮科技革命与产业变革在世界范围内加速了高等工程教育的改革发展, 催生了美国的 CDIO (conceive-design-implement-operate) 教育模式和 NEET (new engineering education transformation) 计划、德国的“二元制大学”模式改革, 以及我国的卓越工程师计划和“新工科”建设等^[6-7]。

(二) 重大工程对拔尖人才培养的全面支撑性

重大工程瞄准国家的战略需求, 旨在实现国家在若干领域的国际领先, 是国家实施专项投入、汇聚国内优秀人才、历时若干年攻关才能完成的庞大计划。重大工程对拔尖人才培养的全面支撑性主要体现在三个方面: 首先是重大工程瞄准当前及未来一段时期内对国家科技发展具有突出影响的战略性技术方向, 其本身必然蕴含着大量的基础性、前沿性技术难题, 可为拔尖人才的创新能力激发提供丰厚沃土。其次, 重大工程攻关不仅仅是基础理论的研究, 更是关键技术的突破和工程化应用。在攻关过程中, 必然会建设面向前沿技术验证的一流科研实验条件。一流的实验条件可以转化为一流的教学条件, 形成对拔尖人才培养的重要支撑。最后, 重大工程的艰辛攻关过程, 是团队不断尝试、协作、实验、改进的集智攻关过程, 将打造一支高水平团队并形成重大工程的若干精神或文化, 如载人航天工程的年轻科学家群体和载人航天精神, 可为拔尖人才培养和精神品质塑造奠定坚实基础。

三、典型重大工程带动拔尖人才培养的主要做法

(一) 曼哈顿计划和阿波罗计划带动拔尖人才培养的一流平台建设

曼哈顿计划依托大学建设系列研究实验室, 将人才培养纳入实验室科研活动进行组织, 形成了在大学与工程实验室一体化基础上的大工程组织模式, 如洛斯阿拉莫斯实验室就有 9,000 余人。曼哈顿计划结束之后, 美国于 20 世纪 60 年代又开始实施了阿波罗登月计划。阿波罗计划进一步完

善了依托大学建立与运行工程实验室的制度,包括新建工程实验室和优化整合已有实验室等举措。比如,在麻省理工学院辐射实验室的基础上建立了林肯实验室,新组建劳伦斯利弗莫尔国家实验室等。美国依托大学建设实验室推进重大工程研究和人才培养的模式,得到了国内外学术界的普遍关注和青睐。例如,劳伦斯科费莫尔国家实验室对加州大学、阿贡国家实验室对芝加哥大学、斯坦福直线加速器中心对斯坦福大学的支撑作用非常明显。可见,一流创新平台极大提升了大学的综合实力和拔尖人才的集聚效应^[8]。

（二）“两弹一星”和载人航天工程带动拔尖人才培养的群体效应

“两弹一星”工程中,依托国家(以中科院为主)成立新的研究院/研究所,再由研究院/研究所负责建设实验室和开展人才培养工作。例如,为加强原子弹总体领导和基础理论研究,成立了国防部五院和中科院力学研究所等。载人航天工程中,国防科技大学空天科学学院承担了多项关键技术研究。学院瞄准工程需求和技术前沿,调整设置空间工程、飞行器系统与工程等本科专业,依托工程单位的一流实验条件,实施由学校和工程单位联合指导毕业设计、开展研究生学位论文选题等创新举措,培养了以航天一院总设计师等为代表的一大批拔尖人才,并获得全国优秀博士学位论文11篇,省/军队优秀学位论文106篇次。

（三）北斗导航系统带动拔尖人才培养的哺育模式

基础理论和关键技术的突破可以极大地推动重大工程的研制进程。瞄准重大工程的堵点和难题,布局骨干人员开展研究,是依托工程培养杰出人才的重要手段。北斗导航系统团队从数学理论基础研究入手,用3年时间攻克了困扰工程10年的技术难题,先后突破20余项关键核心技术,实现了全体制、全系统、全链路的技术覆盖。

我国的几项重大工程,除了工程创新和人才培养之外,还孕育了“两弹一星”精神、载人航天精神和新时代的北斗精神,激励了一代代科技人才勇攀科技高峰,这更是拔尖人才培养必不可少的精神财富。

四、拔尖人才培养的形势分析

依托工程开展拔尖创新人才培养已成为当前

各高校教育改革的重要方向之一。浙江大学依托国家重点实验室打造新型科研平台,使得本科生全员参与工程项目或科研训练^[9]。华中科技大学依托武汉光电国家研究中心,成立了工程科学学院。该学院与研究中心共建教学科研平台,重构理论与实践相结合的多模块交叉课程体系,设计了“基于项目的学习”实践环节^[10]。荷兰代尔夫特理工大学以企业实际项目为依托,根据项目需求组建跨专业学习团队,共同完成工程的项目设计、系统编程等内容,达到了项目式“做中学”的教学目标。另外,该校航空航天学院的项目式教学改革已被麻省理工学院发布的《全球一流工程教育发展现状》咨询报告列为国际高等工程教育改革的典型案例^[11-12]。但是,面对新技术的不断涌现和国家综合科技实力竞争的战略需求,我们也意识到拔尖人才培养仍面临很多新挑战。

（一）拔尖人才培养模式机制创新设计不够

不同历史时期、不同专业领域,对拔尖人才的能力素质需求不同,其培养模式和机制就不能一成不变。面向新时期拔尖人才培养,各单位在培养模式方面开展了书院制大类培养、贯通式课程体系改革等创新探索,但整体上仍受传统经验和思维影响,其培养模式机制创新设计不够。例如,知名的行健书院、元培学院等均借鉴国外书院的经验做法来加强学生的个性化发展和综合素质培养,这本身是一个很好的改革尝试,但在课程框架、学生管理、考核评价等方面还没有完全摆脱传统学院的影子^[13]。

（二）拔尖人才创新能力培养体系不够系统

要培养学生的创新意识,就要使学生接触、理解前沿基础理论和科学问题,在问题引导下不断思考和开展研究。当前,很多高校通过开设前沿技术概论课以及专家讲座等来传授前沿技术知识。例如,某大学飞行器设计与工程专业开设了“深空探测导论”技术概论课^[14]。这些措施虽有助于学生了解和学习本专业的前沿知识,但由于理论课程讲授的局限性,往往不能很好地做到前沿理论与工程的结合、前沿技术与应用实践的結合,因此难以有效培养学生的创新能力。有些高校的工科学科基础课程“理论力学”,其实验项目还主要是静/动摩擦系数测试、刚体转动惯量测试等知识点的基础性实验。因此,课程对创新能力培养的体系贡献度还有待进一步加强。

(三) 拔尖人才优良品德培育不够扎实有效

拔尖人才是国家依托大学、工程等投入大量社会资源培养的科技创新骨干力量,应该具备爱岗敬业、爱国奉献的价值品质及严谨求实的科学精神。由于空天领域与国家安全紧密相关,其工作内容和评价标准往往具有国家属性,较难以个人的物质获得为导向,相关差异在一定程度上会影响到拔尖人才的职业认同感和事业归属感。例如,某专业学生就业意向调查显示,仅有约 60% 的学生愿意继续从事航空航天领域的相关工作^[15]。随着系列政策与制度的出台,相关问题会得到较大改善,但艰苦奋斗、爱岗奉献、团结协作等品质仍然是拔尖人才不可或缺的品德素质。

五、依托重大工程开展空天拔尖人才培养的探索实践

空天领域是知识技术密集型领域,也是复杂工程技术应用最集中的领域。探索依托重大工程开展空天拔尖人才培养,有助于推动我国空天技术跨越发展,也对其他领域拔尖人才培养具有一定的借鉴意义。

(一) 瞄准重大工程前沿人才需求,探索构建拔尖人才培养新模式

国防科技大学空天科学学院围绕制胜空天的拔尖人才培养需求,依托国家重大工程的尖端引领性、平台先进性和精神带动性,从拔尖人才成长路径设计、一流人才培养条件建设、拓天文化育人等多维度开展人才培养模式创新。首先,前瞻布局学科和专业,增设多个本科专业,制定全军首批硕博贯通式人才培养方案,形成了拔尖人才成长的清晰路径。其次,以工程需求为牵引,系统优化拔尖人才培养的目标定位、教学体系和实施方法,实施理论力学、自动控制等学科基础课程的一体化贯通设计,依托课程综合实验和专业综合实践项目全面加强教学的工程化及案例化实践,实践教学比重提升了 10% 以上。再次,依托重大工程攻关中建设的高水平科研条件,结合科研成果,进课堂、进教材、进实践,建设形成了一流教学资源。另外,通过制定实施《高水平教学团队立项建设办法》等规章制度,引导科技创新团队深度参与教学工作,支持科研团队、教学团队融合发展,建设晓于工程、精于教学的高

水平师资队伍。

通过构建依托重大工程培养拔尖人才的模式机制,形成了“航天人才森林”现象,产生了拔尖人才培养示范性效果。

(二) 依托重大工程的技术引领性,构设创新能力培养新体系

一方面,紧扣重大工程需求,以课程体系改革为抓手,瞄准创新能力培养目标,优化课程体系和教学内容,提升课程整体的工程贴合度和前沿性;另一方面,着眼工程思维培养,夯实课程案例教学和工程思维引导,形成依托重大工程的贯通式创新能力提升路径。按照不同专业人才培养细分要求,梳理各专业主要工程技术方法和应用需求,以创新能力培养为导向,实施项目式学科基础课程群和专业基础课程群优化整合。以飞行器设计与工程专业为例,将学科基础课程群和专业基础课程群优化设计为飞行器总体课程群、基础力学课程群、动力学与控制课程群及电子新课程群。

结合工程攻关创新成果建设教学案例,加强前沿成果与经典教学内容的有机融合,将空天领域若干工程案例贯穿于课程教学的全过程,实现面向工程问题剖析、问题抽象、问题建模的全过程贯通,进而训练和提升学生的工程思维。首先剖析工程关键问题,找出工程问题的核心要素;再结合工程要求和课程知识,将问题进行抽象并开展问题建模,如图 1 所示。引导学生从工程问题出发,逐步进行问题简化和抽象,直至得到问题求解方法与数据曲线,让知识学习不再局限于书本与公式。

通过面向重大工程的系统性课程优化设计,有效支撑了 5 门国家级、12 门省级一流课程建设,出版了 10 余部优秀教材,为拔尖人才培养创设了有力条件。

(三) 依托重大工程的实验条件优势,打造一流实践资源体系

依托重大工程建设的高水平科研实验条件,以实践能力产出为导向,统筹考虑实验平台对拔尖人才培养的支撑作用,将科研环境与教学实验条件相融合,建设进阶式“课程综合实践+创新训练项目+工程科研实践”三级实践体系,打造一流实践资源体系,为学生复杂工程实践能力培养提供有力支撑,如图 2 所示。

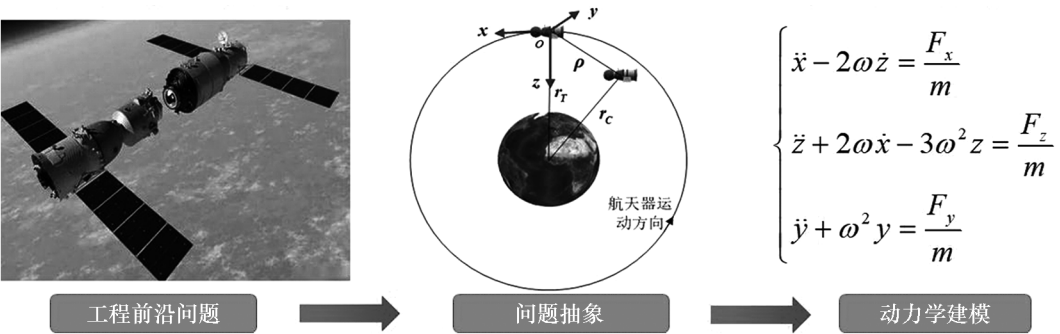


图1 工程思维培养案例设计

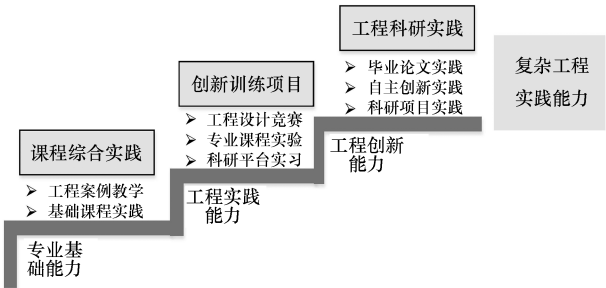


图2 依托重大工程构建进阶式实践体系

课程综合实践以工程案例教学、课内应用实验为主，主要增强学生的专业基础实践能力。进入高年级后，以若干实际工程任务为主线，针对不同层级、不同类型学生的知识结构和阶段性培养目标，进一步将基础科学问题和技术问题分解，细化形成系列创新训练项目，以各类工程设计竞赛、科研平台实习等方式实施，主要培养学生面向具体工程问题求解的实践能力。同时，以工程科研实践为抓手，开展基于科研项目的毕业论文选题或自主创新实践，着重培养直接面向工程的创新设计和技术应用实践能力。

依托重大工程，将一流科研实验条件转化为一流教学实践条件，打造了高水平国家级实验教学中心、湖南省研究生创新实践基地等创新实践平台，显著提升了学生创新实践能力。自2015年以来，学生分别获得第十届国际空间轨道设计大赛冠军、全国大学生挑战杯特等奖、iCAN 国际大学生创新创业大赛特等奖、国际大学生航天器设计大赛一等奖等高水平学科竞赛奖项100余项。

（四）发挥重大工程的思政育人优势，培塑学生优良品德

国家重大工程辉煌成就的背后饱含了成千上万人前赴后继、自主创新的艰辛探索，涌现出了

诸多先进人物事迹，既是学生科研素养锤炼的典范，又为学生思政教育提供了素材。按照“三全育人”要求，在时间维度构建了常态化培育、阶段性升华和自主性养成的思政育人体系。通过课程思政、专项熏陶、工程磨炼等举措，不断培塑学生优良品德，如图3所示。

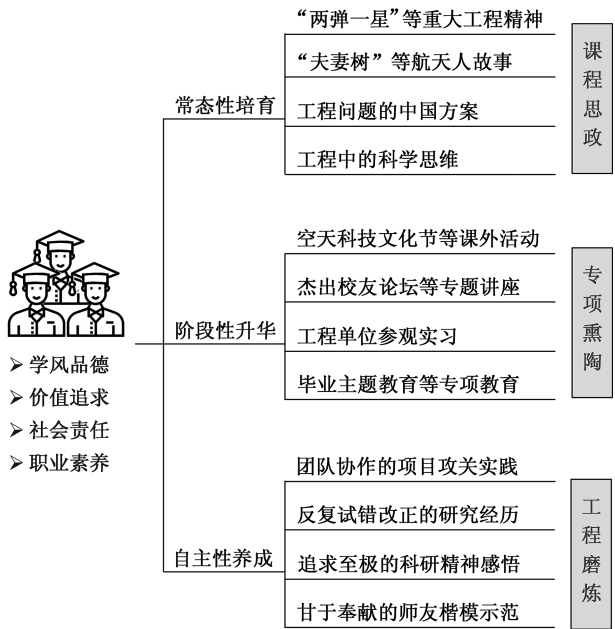


图3 依托重大工程的“三全育人”体系

继承和发扬“两弹一星”精神、载人航天精神，挖掘重大工程中的先进事迹、科学思维等思政要素，构建思政案例库，融入各类课程开展常态性的思政教育。2022年，学院有3项案例获得了第二届全国高等学校力学类专业优秀课程思政案例。通过举办杰出校友论坛、空天科技文化节、空天特色俱乐部等专项活动，开展专题式熏陶教育，助力学生思政教育升华。学院现已连续17年举办空天科技文化节，创办了空天技术前沿沙龙

等品牌活动，每年邀请杰出校友来校讲学 5 次以上。通过将学生置于重大工程攻关中摔打锤炼，进一步磨炼学生家国奉献、团结协作、精益求精的精神品质，最终引导学生形成将个人价值与维护国家空天安全相结合的行动自觉。

六、结语

重大工程是当前大科学时代解决国家战略性技术瓶颈的最有效手段之一，深空探测、自主芯片、人工智能等国家重大基础研究的技术攻关和拔尖人才培养均可采用重大工程方式实施。未来依托重大工程开展拔尖人才培养时，应关注以下几个方面。一是开展有组织的科研和人才培养。有组织的科研和人才培养包括：统筹设计面向工程与教育的国家重点实验室、梯队化的“领军人才—青年骨干—学术新星”等新型一流团队培育、科学灵活的评价管理机制。二是创新拔尖人才培养新模式、新机制。大学是知识与理论的创新天堂，工程是技术实践的乐土，大学与工程单位、大学与大学之间都应该创新合力育人模式，协力培养拔尖人才。三是赋予大学更多的办学资源和管理自主权。大学是拔尖人才培养的主阵地，不同大学需要根据自身的优势特色开展办学，实施人才的个性化培养。应赋予大学更多的重点实验室建设与管理、学科专业优化、办学水平考核评价等自主权，适当减少大一统的评价要求和评比活动，充分释放大学自主探索的活力生机。

参考文献：

[1] 周敏娟. 法国大学校早期发展研究[D]. 保定: 河北大学, 2017: 15 - 20.

[2] 郭卉, 杨佳润. 欧洲工程教育研究发展: 历史与比较分析[J]. 高等工程教育研究, 2022(1): 194 - 200.

[3] 朱康宁. 美国工程教育学科形成的历史考察[D]. 武

汉: 华中科技大学, 2021: 29 - 34.

[4] 徐燕敏, 任令涛. 麻省理工学院工程专业课程演变及其启示[J]. 高等工程教育研究, 2019(2): 105 - 111.

[5] 刘进, 王璐瑶. 麻省理工学院新工程教育转型: 源起、框架与启示[J]. 高等工程教育研究, 2019(6): 162 - 170.

[6] 唐玲珊. 回归工程实践: 20 世纪 80 年代以来美国高等工程教育变革研究[D]. 成都: 四川师范大学, 2021: 7 - 11.

[7] 蔡跃, 祝孟琪, 张建荣. 德国“二元制大学”模式发展现状及趋势研究[J]. 高等工程教育研究, 2019(6): 180 - 185.

[8] 黄振羽. 大科学工程组织的治理结构冲突与演化研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015: 1 - 10.

[9] 管文洁, 骆仲泱. 国家重点实验室服务国际化人才培养的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(增刊 1): 273 - 275.

[10] 李周密, 付玲, 骆清铭, 等. 新工科工程科学创新人才培养特色及其启示[J]. 高等工程教育研究, 2021(5): 16 - 22.

[11] MIT. The Global State of the Art in Engineering Education[EB/OL]. [2019 - 02 - 18]. [https://jwel.mit.edu/assets/document/ Global State Art Engineering Education](https://jwel.mit.edu/assets/document/Global%20State%20Art%20Engineering%20Education).

[12] Delft University of Technology. Rankings [EB/OL]. [2019 - 02 - 18]. [https://www.tudelft/about - tu - delft/facts and figures/ rankings](https://www.tudelft/about-tu-delft/facts-and-figures/rankings).

[13] 喻潘红. 我国大学书院制人才培养模式研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2017: 17 - 28.

[14] 哈尔滨工业大学. 2019 级飞行器设计与工程类本科生执行方案[EB/OL]. [2023 - 03 - 20]. <http://sa.hit.edu.cn/2020/0710/c6601a243931/page.htm>.

[15] 苗建军, 赵青. 航天情怀教育融入大学人才培养体系中的实践: 以北京航空航天大学为例[J]. 教育现代化, 2020(87): 10 - 13.

（责任编辑：邢云燕）