项目驱动航空宇航类卓工培养若干问题探究

安若铭，季煦东，叶书雨，于溟潇

（哈尔滨工业大学 航天学院，黑龙江 哈尔滨150001）

[摘　要]从校企导师的选择、培养主体的主动性、培养主体合作项目的选择和人才供给侧需求侧的融合等方面剖析了卓越工程师培养模式存在的若干问题。探讨了项目驱动的航空宇航学科培养策略，包括项目选择的要素和原则，以项目为依托建立校企导师选择机制并加强核心课程建设，以项目为牵引促进人才供给侧和需求侧的融合。为培养理论知识深厚，同时具备创新、实践能力卓越的航空航天工程师提供了一些建议。

[关键词] 项目驱动；航空宇航学科；卓越工程师培养

[基金项目]2023年度哈尔滨工业大学研究生教学改革项目“项目驱动的航空航天类卓越工程师培养新模式实践与探索”（ZYMS0002）

[作者简介]安若铭(1973-)，男，河北武邑人，博士，哈尔滨工业大学航天学院副教授，主要从事航空宇航学科教学与科研工作。

[中图分类号]G643.0 [文献标识码]A　 [文章编号] [收稿日期]2024年1月

引言

习近平总书记着重提出要培养大批卓越工程师，要探索形成中国特色、世界水平的工程师培养体系，努力建设一支爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的工程师队伍[1]。随着国际形势越来越复杂严峻，航空航天技术变得越来越重要，成为我国保家卫国屹立于世界民族之林可靠保障中重要的一环，国家也对从事航空航天工作的工程师提出了更高的要求。2022年9月，首批包括清华大学、哈尔滨工业大学等10个大学和包括中科电、航空工业等8家企业，共18个国家卓越工程师学院建立，由大学和企业共同组织招生和进行培养，标志着我国卓越工程师培养教育开启了新时代。在取得突出成就的同时，在产教融合的过程中也面临理念认知、产出效能及体制机制等方面出现各种问题的困扰，影响了卓越工程师培养的效率和质量，成为亟待解决的问题，本文针对其中的若干问题进行浅析和探讨。

一、校企导师的选择

（一）校内导师依照学术学位研究生标准惯性培养

目前校内导师在培养专业学位研究生与学术学位研究生相似，在意识上对他们缺乏区别对待，仍然按学术研究生的培养方案执行，对待专业研究生缺乏问题导向、应用导向和产品导向，与企业发展需求脱节。

校内导师应积极与相关科研机构对接，主动了解企业的需求，同时参与产品研发、工程项目和科技成果的转化，获取实际经验。逐渐打破人才培养模式“注重论文、忽视实践”的评价指标，使培养的学生在知识面的广度与深度方面与航空航天类科研机构的需求越来越匹配。

（二）企业导师缺乏对专业学位研究生培养的科学认识与担当

企业需要对从高校招聘到的航空航天工程的专业人才进行全面的岗位培训，由于缺乏企业导师有效的教育和指导，实际企业对这些员工在专业学位研究生培养中的角色和责任认知不够深刻，大多数将他们仅仅视为协助者。企业的决策者甚至认为协助培养专业学位研究生在某种程度上干扰了正常运营，缺乏对个体肩负的使命和未来发展的科学认知和规划。

企业的决策者应该深入研究企业在研项目对专业学位研究生的“专业”和“实践”方面的要求，选择适合的企业导师，并充分支持企业导师对学生的指导，从而快速提升他们的实际操作能力、创新思维，以及知识点的跨领域整合和迁移应用能力。

（三）导师队伍尚未达到培养新时代卓越工程师要求

新时代培养卓越工程师需要一个多元化、结构丰富的“双导师”团队，具备多学科交叉、强大的工程创新能力以及丰富的工程经验。尽管如此，整体来看，高校导师队伍在工程实践经验与技术创新、跨学科视野与整合能力、数字化教育等方面仍有提升的空间，而企业导师队伍则尚未全面参与人才培养过程，导致一流的工程教学团队尚未形成[2]。就个体而言，高校导师的工程实践、技术创新和工程科学研究能力需要提升；企业导师的专业理论水平和教学能力也有待加强。因此，校企导师应基于双方合作的项目，在工程实践、创新以及理论知识的前沿性方面形成有力的互补模式。

（四）校企导师培养机制不能遵循工程教育多主体协同的规律

工程教育呈现出跨领域的特点，推动产业与教育的深度融合成为培养工程科技人才不可或缺的途径。最新研究指出：首先，高校和企业两方的积极性尚未得到充分调动，企业存在"上热中温下凉"的情况，高校在制度供给方面也存在一些短板，导师队伍在选拔、引进、培养、评聘等方面的机制亦尚不健全，高校教师参与企业顶岗挂职的积极性不够高；其次，产教融合的长效机制仍未建立。有关产教融合的财政金融、人事、土地和产业政策方面仍然存在一些不足，多主体参与和支持的方案也有所缺失。产教融合要求高校和企业内部部门之间以项目合作为契机，加强协同合作意识。学校的科研院、研究生院、工程师学院、地方合作处等部门应该共同为企业提供服务；而企业内部的组织、人事、研发和生产等部门也需要整合，以更好地与高校对接。

（五）航空航天学科校企导师的选择

基于我校航空航天学科在解决工业部门实际工程问题与难点方面的优势，将校企导师的选择作为重点。为了选定与我校有长期实质性接触的校内团队和院所企业导师，我们将进行对航空航天学科与工业部门在过去5-10年里合作项目的研究方向和周期的调研。结合我国当前在航空航天领域的重大科研项目，如载人登月、深空探测、空间站建设以及重复飞行器研究等，这些方向对工程技术人才的需求迫切。我们将精选那些校企双方合作紧密、研究方向符合国家重大科研项目需求的“导师对”作为卓越工程师培养的主体。我校与航天一、二和三院等各航天院所在工程技术前沿拥有长期密切的合作，具备长期项目合作校企导师遴选条件。

二、项目驱动培养主体的主动性

（一）校企导师选择机制激发培养主体参与积极性

导师队伍的素质直接关系到培养卓越工程师的质量。校企采用的“双导师制”旨在充分发挥企业导师的工程实践性和学校导师的理论先进性方面的优势。校企导师队伍建设的首要任务是明确定义导师的聘任标准，要求企业拥有丰富的工程实践经验、卓越的工程创新能力；学校导师具有较高的专业理论水平，具备副高及以上专业技术职称。双方最好是合作成功联合主持过课题项目的方案设计、技术开发及应用，应该在理论和实践水平上相互匹配。这样彼此了解的校企双方导师在学生题目制定、技术攻关、项目推进、取长补短等方面能更加高效地协作，从而保障学生的培养质量。

在当前卓越工程师培养过程中，我们面临培养主体动力不足和参与积极性不高的问题。为应对这一挑战，应建立基于长期项目合作的校企导师遴选机制，将双方结为利益共同体。旨在将解决合作项目中的工程难点积极性融入学生培养中，维护校企双方共同的利益，这一举措被视为构建以人才培养为目标的校企利益双赢共同体联盟的基础。

（二）加强核心课程建设驱动学生积极性

核心课程在培养人才方面起着提升专业能力和综合素质的重要作用。核心课程的构建需要深度融入企业导师的参与。首先在校企导师双方将项目中遇到的特定工程问题涉及的理论、方法和应用成果等内容共同编著为一门专业课程。其次是项目化，即将学生作为项目完成的主体之一，参与课程建设和项目工作的实施，可促进学生解决工程问题的能力。最后是将项目和学生的论文研究方向、毕业后的工作领域契合，并不断提高项目的工程化要求。通过上面的措施，学生不论在核心课程学习还是在项目的完成过程中，都有很深的参与感且具有挑战性，还可不断明晰未来的学习和工作规划。因此，可激发学生学习的积极性和主动性，提高学习效果。

三、培养主体合作项目的选择

（一）航空宇航学科合作项目的选择

甄选的项目应匹配学生培养的周期、知识与工程实践知识体系等培养要素。通过项目牵引的方式，我们可以推进一种进阶式的学生未来科技创新能力培养模式，以解决在教育培养过程中出现的工程与教育脱节、教学内容与产业技术发展不匹配的问题。在设计这样的培养模式时，因每个项目都具有其独特性，而人才培养也有其自身的规律性，需要考虑到项目类型、节点进度安排、周期以及所需的技术理论和工程实践技术。选择合适的合作项目是至关重要的一步，通过与其他大学或研究院所建立紧密的合作关系，与学生的专业背景、兴趣爱好和未来职业目标相契合。合适的项目应当能够提供学生在实际工作中所需的技能和知识，并与行业发展趋势保持一致。

同时，考虑项目的复杂性、学生的学术水平和时间安排，对项目研究内容和进度节点进行整体安排是必要的。进度节点的设计应当合理分配时间，以确保学生能够逐步深入了解项目，并在整个过程中不断提高其科技创新能力。我们对项目研究内容的设计应当涵盖理论知识和实际操作，使学生能够全面发展他们的技能。在整个设计过程中，需要注意人才培养对时间和知识体系的需求。项目的周期应当充分考虑学生的学业进展，以及他们在项目中的成长和发展。知识体系的设计则应当包含必要的理论基础和实践技能，以确保学生在项目中获得全面的培养。

充分借助目前我校航空宇航学科与工业领域广泛而紧密的合作基础，综合考虑双方合作项目的前沿性、理论与工程性质，以及时间周期与关键节点的安排。结合人才培养的规律和对培养要素的需求，遴选的合作项目应具备以下特征。

项目前沿性应该符合国家航空航天迫切需求，如快速反应卫星、可重复使用运载器、重型运载火箭、无人机及高超声速飞行器等研发领域。项目在理论深度上应相当或略高于专业学位硕/博的理论水平相当，确保学生在理论知识方面有更深层次的理解。在工程技术方面，期望学生在完成项目后能够达到院所初级工程师及以上的标准，具备实际解决工程难题和应对工程挑战的实际技能。这样的要求有助于确保合作项目既有学术深度，又能够培养学生在实际工程应用中的实际能力，为其未来职业发展提供更为全面的支持。

项目周期应于学生学位周期相当，以满足对学生学位周期的贯通式培养，具体而言，项目与学位论文的各个阶段，包括选题、文献检索、开题、中期评审以及结题等时间节点，项目与学位论文的选题、文献检索、开题、中期以及结题等时间节点应保持一致或基本一致。这有助于确保学生在项目中所获得的经验和成果能够无缝地融入到其学术研究中，使学术研究和实际项目相互支持，为学生全面发展提供更为有用的机会，促使学生在整个培养过程中形成系统性的学术和实践经验。

此外，遴选的项目应具备强大的理论与工程扩展性，以便在项目与学位周期内，校企“导师对”能够基于项目在理论与工程技术方面的广泛应用，并确保校企合作不仅在项目的实际开展上有所拓展，同时在培养方案和评价标准等方面也能够实现更为紧密的协同，促进学术与实际技能的有机结合，完成对学生的培养。

（二）项目计划的制定

航空宇航学科院系在培养工程硕士生和博士生方面，需要进一步完善与企业的合作机制，并确立联合培养的项目计划。为确保项目驱动的贯彻实施，应建立“项目”制度：由学校牵头成立航空宇航学科专业学位培养指导委员会，制定专业发展规划、培养方案、学位质量评价标准以及相关的教学和学生毕业工作。在培养模式方面，依托地方政府、高校和航空航天科研院所，构建以“项目”为核心的专业学位研究生培养体系，强调“项目式”专项实践能力培养[3]。针对不同专业学位研究生的实践需求，推出“项目式”专项实践能力自主训练模块，积极促进面向企业的复合型人才培养模式[3]，以满足实际需求。

在合作项目的选择上，我们借鉴我校 “以学生为中心，厚基础、强实践、重创新”的教育理念，以教育部、国防科技和科技部的重点领域创新团队建设为契机，积极探索和实践航天工程领域创新人才培养的新模式，采用“主导师+多学科团队”的结构，强调“融航天精神传承于工程创新实践”的感悟式德才并举的教育方法[4]。力求实现“一生一案”的培养理念，为学生在全球就业竞争中提供领先优势。

四、人才供给侧和需求侧的融合

（一）供给侧和需求侧的集成度和联动性问题

当前在培养卓越工程师方面存在着一些挑战，比如工程与教育之间的脱节、人才培养与国家战略产业不够契合，以及教育内容与产业技术发展之间缺乏融合等问题。针对这些挑战，应以项目为引领，逐步塑造学生未来科技创新能力。这种模式建立在长期项目合作的基础上，以学生的兴趣为驱动，以解决实际问题为导向，采用校企合作的方式选拔导师，明确了高校提供的人才能力标准，并充分考虑了行业院所的需求，通过项目来培养学生。学生将从担任总工程师的助手开始，逐步晋升为总工程师助理，最终成为总工程师，实现了逐级晋升式的培养过程。

为强化学生解决实际工程问题的能力，学校积极迎接行业创新发展，鼓励与联合培训单位共同创建高质量的校企合作课程。秉持“需求导向、过程控制、质量为本、能力为重”的高水平工程人才培养理念，建立全链条育人体系，以“优化课程结构、培养校企导师、完善质量评价”为支柱。通过此体系，推动航天航空领域发展需求与卓越工程人才培养供给的要素相融合。在这一过程中，建立健全的产教融合分层管理工作机制，全面提升工程人才培养的质量[5]，实现产业需求和高校培养的有效结合，为航天航空领域的专业人才培育做出积极贡献。

（二）依托项目促进“双侧”融合

将从项目选择、依托项目的产教融合两方面实现项目牵引的校企集成度和联动性提高。

针对当前卓越工程师培养中存在重校内学习、轻企业实习实践、先学后用、学用分离的现象，本学科制定了项目周期下的理论知识与工程时间全阶段产教融合方案。首先，增强人才供给和需求双方的深度融合，以项目为主导，使院所和企业能够明确提出对理论与工程技术标准的人才需求。在人才培养方面，瞄准前沿领域和国家航天领域重大工程，特别关注关键技术的攻关，以实现高水平科技成果和培养高质量科技人才的“双重产出”[4]。推动科技创新和人才储备的良性互动。

在以往解决项目工程技术问题的方式中，学生通常只关注部分技术难点，对项目的工程技术背景、理论概貌缺乏了解和兴趣，而导师则可能未能提供全面的教授和讲解。为改变这种现状，我们可以以项目为纽带，通过我们与企业的合作，分别在各自擅长的工程和理论技术领域同步完成对学生知识广度与深度的扩展。通过项目的载体，学生将有机会在实际工程项目中全面了解工程技术的各个方面，而不仅仅是关注某些技术难点。同时，合作双方可以在各自的领域为学生提供更为全面的指导和培训，使其能够掌握更广泛的知识。在项目的推动下，可以实现产教知识体系的深度融合，使学生在实践中获得的经验与理论知识相辅相成。此外，我们应充分发挥各自的优势，建立牢固的产学融合联盟，深化校内教师与企业导师的联系，组建协同育人团队，实现“大厂大校”协同育人的深度融合[3]。

结语

项目驱动的教育模式为航空航天工程师培养带来了新的可能性。通过项目，学生能够接触到真实的工程问题，提高解决问题的能力。同时，项目驱动也有助于培养学生的团队协作、沟通表达等软技能，这对于航空航天领域的工程师尤为重要。在课程设置中更加注重实践环节的设计，通过模拟真实工程场景，让学生能够在实践中学到更多的知识。加强学科间的合作与交流，通过跨学科的合作项目，促进不同领域的知识共享，提高学生的综合能力。导师更多地担任引导者的角色，激发学生的学习兴趣，引导他们主动参与到项目中去。

未来，随着科技的不断发展和航空航天领域的不断拓展，对航空航天工程师的需求将会更为迫切。在这个背景下，期待项目驱动的教育模式在未来能够得到更为广泛的应用。通过项目，学生能够更好地将理论知识转化为实践能力，更好地适应未来工作的需求。同时也期待未来培养模式的不断完善和创新。随着社会的发展，对于航空航天工程师的需求也在不断变化，培养模式需要不断调整，以适应未来工程师的发展需求。

参考文献：

[1]习近平出席中央人才工作会议并发表重要讲话[EB/OL].

<http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/28/content_5639868.htm.>

[2]新时代卓越工程人才该如何培养-我国工程教育发展现状调查[新时代卓越工程人才该如何培养-光明日报-光明网 (gmw.cn)](https://epaper.gmw.cn/gmrb/html/2023-07/06/nw.D110000gmrb_20230706_1-07.htm)

[3]王健,孟佳辉,于航等.工程类专业学位研究生培养的治理改革-基于政策供需协调视角的多案例比较研究[J].中国高教研究,2022(05): 80-87.

[4]韩杰才.响应时代需求推进卓越工程师培养的供给侧改革[J].学位与研究生教育,2022(11): 1-8.

[5]林忠钦;王亚光;李智;张小丽;武岳.需求引领产教协同培养卓越工程科技人才-上海交通大学的实践与探索[J].学位与研究生教育, 2022(10):12-18

Exploration of Several Issues in Project Driven Training of Excellent Aerospace Engineers

AN Ruoming, JI Xudong, YE Shuyu, YU Mingxiao

(School of Astronautics, Harbin Institute of Technology, Heilongjiang Harbin 150001, China)

Abstract: This paper analyzes several problems in the training mode of outstanding engineers from the aspects of selecting school enterprise mentors, taking initiative in cultivating subjects, selecting cooperative projects with cultivating subjects, and integrating talent supply and demand sides. A project-driven training strategy for aerospace disciplines is explored, which includes the elements and principles of project selection, establishing a mechanism for selecting school enterprise mentors based on projects, strengthening core curriculum construction, and promoting the integration of talent supply and demand sides with projects as the driving force. Some suggestions have been provided to cultivate aerospace engineers with profound theoretical knowledge, as well as outstanding innovation and practical abilities.

Key words: Project-Driven; Aerospace Branch of Learning; Training of Excellent Engineers