

航空航天类专业实习基地模块化教学内容建设

吕 赞, 王 巍, 李建军, 李伟杰, 刘震磊, 孟村影

沈阳航空航天大学航空宇航学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2024年9月10日; 录用日期: 2024年11月7日; 发布日期: 2024年11月14日

摘 要

在产教融合的背景下, 高等学校的实践教学内容要紧密贴合社会需求, 培养适应新时代经济发展的应用型人才。文章结合沈阳航空航天大学实习基地教学内容模块化的经验, 提出了高等学校实习基地面临的多种问题, 介绍了相关举措, 分享了建设成效及对未来发展的展望。实习基地通过模块化教学, 不仅服务本校各专业学生, 还辐射行业内高校和企业, 对提高学生的实践动手能力和创新精神、促进产教融合发展、推动我国航空航天人才培养事业的高质量发展具有现实意义。

关键词

实习基地, 航空航天类专业, 模块化教学内容, 虚实结合

Construction of Modular Teaching Content in the Practice Base of Aerospace Major

Zan Lv, Wei Wang, Jianjun Li, Weijie Li, Zhenlei Liu, Cunying Meng

Institute of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Sep. 10th, 2024; accepted: Nov. 7th, 2024; published: Nov. 14th, 2024

Abstract

Under the background of the integration of production and education, the practical teaching of colleges and universities should closely conform to the needs of society, and train application-oriented talents to adapt to the economic development in the new era. Based on the experience of modularization of teaching content in the practice base of Shenyang Aerospace University, it puts forward the problems faced by the practice base of colleges and universities, introduces the relevant measures, and shares the results of construction and the prospect of future development. The Practice base, through modular teaching, not only serves students from various majors in our school, but also radiates to universities and enterprises in the industry. It has practical significance for improving students'

文章引用: 吕赞, 王巍, 李建军, 李伟杰, 刘震磊, 孟村影. 航空航天类专业实习基地模块化教学内容建设[J]. 创新教育研究, 2024, 12(11): 177-183. DOI: 10.12677/ces.2024.1211783

practical and innovative abilities, promoting the integration of production and education, and promoting the high-quality development of China's aerospace talent cultivation industry.

Keywords

Practice Base, Aerospace Major, Modular Teaching Content, Combination of Virtuality and Reality

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

产教融合是产业与教育领域的深度结合，旨在促进产业与教育的紧密联系，确保人才培养与产业需求精准对接。在此模式下，企业与学校加强合作交流，共同培养适应新时代经济发展的应用型人才，提升教学质量和学生就业率[1]。学生学习的知识和技能紧密贴合产业需求，为未来从事相关工作、推动产业发展打下良好基础。

随着我国航空工业的发展，智能化、一体化、轻量化成为现代航空工业发展的趋势。产业的不断变更需要教学方法、手段、内容的改革和创新。这就要求高等学校关注产业发展趋势，适时调整教学内容和体系，更新教学资源，保持教学内容的先进性和专业性，激发学生学习兴趣，强化学生工程实践能力的培养。

为国家培养适应社会发展的应用型人才是当代高等学校的职责所在，生产实习是应用型人才培养的有力抓手[2]-[4]。实习基地作为生产实习的重要载体，在推动教学发展中起到不可替代的作用[5]。

模块化教学模式是一种动态的课程设计模式，借鉴了工业设计中的模块化方法，将教学内容按照内在逻辑生成相对独立的模块。这些模块并不是孤立的，而是以学生能力培养为出发点，以就业创业导向为需求进行设计的。模块化教学体现了对精准教学的践行，满足了社会对应用型人才的需求[6] [7]。

沈阳航空航天大学搭建了虚实结合的航空航天特色实践教学体系[8]，面向航空航天、发动机、机械、材料、民航、安全、自动化、人工智能、力学等多学科的校内实习基地。本文以沈阳航空航天大学航空工程实习基地为例，介绍航空航天类专业实习基地模块化教学内容的建设情况。

2. 高等学校实习基地建设存在的问题

2.1. 校外实习基地的建设中存在的问题

校外实习基地的主要载体是企业。企业提供实习需要的场地、技术人员、各类工具等。学生可以接触真实的工作环境，将学校所学的知识应用到实际工作中。但是，企业在校外实习基地建设中参与兴趣不高。企业是追逐利益的，企业收入不会因学生实习获得显著提升，企业不愿在实习基地建设上投入过多人力物力[9]。

校外实习基地的规章制度不健全，人员责任不明确，缺乏系统的建设规划。校外培养方案短缺或不够完善[10]。

航空航天类专业的对口企业往往涉及保密生产内容，学生无法接触到企业的先进技术、方法、工艺，实习过程仅仅停留在表面，这对提高人才培养质量是不利的。

2.2. 校内实习基地的建设中存在的问题

学校对校内实习基地重视程度不足，认为已经建有校外实习基地，没必要再花精力去建设校内实习

基地。学校对校内实习基地的经费、人员投入不足[11]、现有设备陈旧[12]。这些问题制约了校内实习基地的发展。

另外, 实习基地的教学内容需要与企业需求对接。高校教师缺少企业工作经历, 无法给学生讲授先进的理念、技术等, 实习指导教师缺口较大[13][14]。

3. 沈阳航空航天大学实习基地模块化教学内容建设举措

沈阳航空航天大学航空工程实习基地依托航空宇航学院、航空发动机学院, 以相关的实践教学场地为基础, 搭建了虚实结合的航空航天特色实践教学体系平台。实习基地不断加大资金投入, 组建了一支工程实践能力强、教学资历深的教师团队, 提出了“技能学习-成果产出”的培养路线, 将教学内容模块化, 各专业可以根据自身需求自主选择模块学习。典型教学内容模块如下。

3.1. 虚拟仿真模块

航空零部件通常具有结构复杂、保密性强等特点, 学生在使用配套的大型设备和特种设备时具有一定的安全隐患, 因此, 全部实践环节均采用实物教学较难实现。近年来, 随着计算机技术的发展, 虚拟仿真实验在高校的实践教学环节中应用广泛。实习基地根据专业特点自主设计、开发了多个虚拟仿真实验, 虚拟仿真实验解决了复杂结构零部件不易获取、大型设备和特种设备使用中安全性的问题。学生可以在网上自主操控, 完成实验后, 系统会根据学生的操作自动评分, 教师根据系统评分对学生进行评价。下面介绍 3 个自主开发的典型虚拟仿真实验。

虚拟装配实验。搭建了一个基于 3D 模型的可交互的虚拟仿真平台。该平台可进行某型号飞机发动机三维模型的结构和原理展示、工作状态的模拟; 学生可在线完成飞机发动机拆装、剖面展示等操作。通过该虚拟仿真实验, 学生对飞机发动机的结构、工作原理有了更加深刻的了解。这将帮助学生更好地完成真实发动机的拆装工作。

虚拟测量实验。该实验内容可以帮助学生对飞机零部件测量设备、测量条件、基本原理及工艺过程有所了解。实验内容以两个机器人为主视角, 学生利用机器人完成整个教学过程。在实验操作环节, 学生可以独立完成零部件的虚拟测量工作, 系统将学生操作记录与标准流程对比, 给出评分。

虚拟维修实验。采用三维软件 CATIA 和 3Ds Max 建模, 建模生成某型号虚拟飞机, 它包括近万个飞机零部件。通过 Unity3D 中的动画功能模拟各个零部件磨损过程, 帮助学生理解飞机故障形成的机理; 进行碰撞检测, 模拟零部件更换过程; 还可以通过编写程序对主要零部件剩余循环寿命与磨损状态进行显示。通过以上训练, 让学生了解计划外维修产生的基本原理和预防手段, 进而开展维修周期规划及维修经济性评估[15]。

3.2. 零部件认知和测绘模块

实习基地现拥有塞斯纳、锐翔等民用飞机, 歼教 6、歼 8 等军用飞机以及多种类型型号的飞机发动机。

学生可学习多种类型的飞机、发动机结构及其工作原理, 了解不同类型飞机、发动机典型装配工装的结构形式。学生通过零部件的测绘过程, 掌握测量工具正确的使用方法及绘制零部件图纸的流程。

3.3. 零部件 3D 打印工艺模块

学生利用三维建模软件 CATIA、Solidworks 等进行三维建模。要求学生能够熟练掌握草图的绘制、生成实体、生成装配体工程图、干涉检查、约束的建立, 运动仿真等。将三维数模生成 STL 文件并导入 3D 打印机进行切片处理, 打印实物, 打印后将零件进行装配连接, 如图 1 所示。

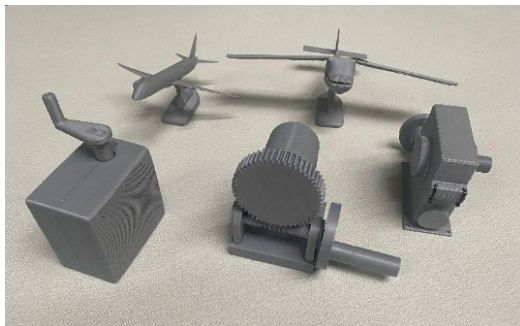


Figure 1. 3D printing works

图 1. 学生 3D 打印作品

学生通过该模块可以熟练掌握三维建模软件的使用、掌握 3D 打印的完整过程。从虚拟模型到真实结构，学生可以对目标零部件的结构有更深入的理解和剖析。

3.4. 飞机零部件逆向建模模块

学生使用经过标定的 3D 扫描仪扫描航空复杂零部件外表面，获得该零部件的空间位置坐标(x, y, z)。利用软件对点的空间位置坐标进行处理，消除噪声和孔洞等干扰点，统一坐标系，进行数据拼接，进而修正三维模型，实现逆向建模。

从真实结构到虚拟模型，学生可以快速获得未知结构的精确三维数模，进而开展通过该模块的学习。学生可以熟练掌握扫描仪、三坐标测量机等相关测量设备的使用，可以利用软件进行优化设计。

3.5. 制孔、铆接和打保险模块

制孔、铆接和打保险是现代飞机装配过程中的重要环节。学生对金属板、复合材料板等进行制孔，保证制孔位置准确，孔壁光滑，不损伤材料板表面；学生利用铤窝钻对制孔的材料板进行铤窝，铤窝后可以进行沉头铆钉的铆接；学生利用铆枪在制孔、铤窝处进行铆钉的正铆、反铆训练并保证铆接接头连接良好，不损伤试验件表面及铆钉，如图 2 所示；学生能够对螺栓、接头等连接处打保险，学习开口销、保险丝、冲点、止动垫圈等不同的保险方式。

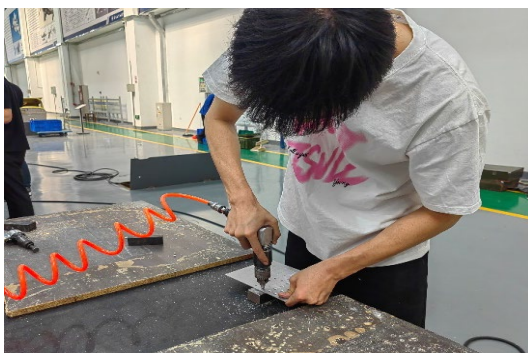


Figure 2. Riveting

图 2. 铆接操作

3.6. 飞机零部件装配模块

学生使用飞机零部件装配工装进行典型的飞机零部件装配，如图 3 所示。要求多名同学协作完成此模块内容，包括将零部件定位固定到装配工装上、对连接处制孔并铆接、对连接件打保险等工作。这个

模块包含了前面多个模块内容，综合性较强，可以锻炼学生处理工程问题的能力、团队协作能力及动手能力。



Figure 3. Aircraft component assembly
图 3. 飞机零部件装配

实习基地根据参加实习学生的专业需求定制实习方案，如本校飞行器制造专业需要完成 3 周的校内实习，实习内容涵盖虚拟仿真、零部件认知和测绘、零部件 3D 打印工艺、制孔铆接和打保险、零部件装配等模块；安全工程专业实习方案为 3 天，其中 2 天完成零部件认知和测绘模块的学习、1 天完成制孔铆接模块的学习；沈阳北软信息职业技术学院飞机机电设备维修专业需要完成 1.5 天的实习，其中 1 天学习制孔铆接、0.5 天学习连接件打保险。通过模块化学习，满足校内外不同专业的需求，针对性地完成培养方案要求的能力与技能训练，培养合格的航空航天工程应用型人才。

4. 沈阳航空航天大学实习基地模块化教学效果评价

为了验证模块化教学的有效性，选取飞行器制造专业同一年级共 80 名学生进行对比实验。将学生随机分为对照组和实验组，每组 40 人。对照组采用传统实习方式，到企业参观学习；实验组在实习基地进行模块化学习。

实习后对两组学生进行考核评价，评价内容包括理论考试和实际操作，每项 100 分，共 200 分。以两组学生考核结果的平均值作为对比数据，如表 1 所示。

Table 1. Comparative data
表 1. 对比数据

	理论考试	实际操作	总成绩
对照组	95.2	75.5	170.7
实验组	96.8	86.7	183.5

通过两组测试结果对比，实验组总成绩更高，其中，理论考试结果差异不大，而实际操作考核结果实验组明显优于对照组。对照组到企业实习，企业技术人员作报告，学生参观企业生产过程，讨论实习中各类问题，最终完成实习报告，学生在实习过程中实际操作的机会较少，动手操作能力未得到有效锻炼；实验组在实习基地内实习，完成多个模块的实习过程，包括虚拟仿真、测绘、建模、制孔铆接、装配等多个环节，既有理论学习、又有丰富多样的动手操作环节，最终由实习指导老师进行综合考核，给出实习成绩。

因此,模块化教学是航空航天类专业实习的一种创新模式,丰富了实习内容,让学生能够充分锻炼动手能力、培养创新思维,比传统实习效果更优。

5. 沈阳航空航天大学实习基地模块化教学内容建设成效与展望

5.1. 实习基地建设成效

经过多年建设,实习基地坚持“技能学习-成果产出”的培养路线,每年有10余个专业,近3000名学生在实习基地完成多个教学模块的技能学习过程,实习内容紧密联系行业生产实际。学生在实习基地完成各类技能学习后,参加到大创及各类科技竞赛活动中,获得了丰硕成果。实习基地组织承办并指导学生参加“创新杯”全国未来飞行器设计大赛、辽宁省“创新杯”未来飞行器设计大赛等,指导学生参加全国三维数字化创新设计大赛、全国计算机博弈大赛、全国数学建模大赛、辽宁省大学生发电机组集控运行大赛、辽宁省iCAN创新创业大赛等活动。近两年获得国家级奖项45项、省部级奖项136项。共指导学生发表学术论文125篇、授权专利64项。

实习基地打造了一支100余人的专兼职结合的教师团队,兼职教师为中航工业沈飞、中航发黎明、中航工业沈飞民机、中航工业沈阳所等企业技术人员,专兼职教师密切配合,不断完善教学体系,丰富模块化内容,保证骨干成员相对稳定。

实习基地利用现有资源、条件不断扩大对外影响力。实习基地每年接待中航发沈阳燃气轮机有限公司、沈阳北软信息职业技术学院、中航工业5706工厂等共计600余人来校实习、培训,通过这个过程加深了与其他高校和企业的交流,推广了模块化教学的成果,高校学生、企业员工获得了实践技能的提高,实现了校企双赢。

5.2. 实习基地建设展望

实习基地需要坚持“引进来,走出去”的原则,持续引进行业企业专家、高校学者担任兼职教师。推动青年教师深入各类企业交流学习、挂职锻炼、参加技能训练等。通过以上办法保持教师队伍的专业性与结构的合理性。

实习基地需要加强学生实习过程考核评估机制。针对现在实习评价以实习报告、出勤等作为考核点的问题,构建新的考核评估机制。将“过程考核”列为学生实习过程的重要考核点,通过学生在实习期间的实际操作表现(如:零部件测绘、三维绘图、逆向建模、制孔铆接等操作),作为学生评价的重要指标。通过评价分数的反馈,可以及时发现实习中实际操作能力较弱的同学,并及时调整培训方案,后续加强对分数较低同学的指导和培训,帮助这部分学生更好地适应实习过程并提高工程实践能力。

将思政元素有机融入到实习教学的模块化内容中。课程思政是新时代党中央对高等学校教育工作的新要求,立德树人要求高等学校将立德放在第一位,高等学校的思政教育应该贯穿教育的各个环节。教学环节中选择不同的思政内容融入到模块化教学内容中,如在零部件认知模块中增加航空航天发展史、先进人物事迹,让学生了解新中国成立时我国航空工业发展的艰难岁月和我国现代航空航天事业的飞速发展,培养学生的家国情怀,增强民族自豪感和自信心;在零部件测绘模块中增加企业规范化训练,提高学生保密意识和安全意识,培养学生的职业道德感和认同感;在飞机零部件装配模块,通过学生们的合作,共同完成飞机零部件的装配,让学生清晰地认识到团队协作的重要性。

实习基地需要不断丰富课程体系,围绕航空航天特色,开发出具有鲜明专业特色的、体现行业先进性的实习教学内容模块。实习基地计划开发航空发动机拆装、航空零部件分解装配设计、航空零部件MR虚拟装配等教学模块。通过丰富、加强模块化教学内容,不断提高学生的实践动手能力和创新精神、促进产教融合发展、推动我国航空航天人才培养事业的高质量发展。

6. 结论

产教融合为高等学校提出了新的挑战。实习基地是高等学校实践教学的重要阵地,国内高等学校在校外、校内实习基地建设遇到许多问题。实习基地应不断加强实习基地教师队伍建设,改进实习过程评估考核机制,将思政元素有机融入到模块化教学内容中,全面培养合格的应用型人才。实习基地需要不断丰富课程体系,围绕航空航天特色,开发出具有鲜明专业特色的、体现行业先进性的实习教学内容模块,如航空零部件分解装配设计、航空零部件 MR 虚拟装配等教学模块。实习基地通过不断完善丰富教学环节、将教学内容模块化,不仅为本校各专业提供可定制的、可选择的实践教学资源,还辐射到兄弟院校、航空企业等,对提高学生的实践动手能力和创新精神、促进产教融合发展、推动我国航空航天人才培养事业的高质量发展具有现实意义。

基金项目

本研究受到了沈阳航空航天大学 2024 年校级教改项目(JG240301D5)的资助。

参考文献

- [1] 彭浩凯,李婷婷,王庆涛,等.产教融合背景下纺织专业就业实习基地建设研究[J].西部皮革,2024,46(8):73-75.
- [2] 谢永奇,黄勇,董素君,等.航空类专业生产实习现状与实习模式思考[J].科教导刊,2016(4):42-43.
- [3] 张丹,徐锋.基于卓越工程师培养的航空特色生产实习创新模式初探——以机械工程专业为例[J].工业和信息化教育,2016(12):1-5+10.
- [4] 廖俊.航空航天类专业生产实习教学改革与探索[J].科教导刊,2021(1):33-34.
- [5] 闫鑫磊,王紫轩,陈霞.食品加工与安全专业实习基地的运作与管理模式研究[J].食品工业,2024,45(4):271-273.
- [6] 周禧琳,曾勇,周文婷,等.基于模块化平台架构的园林专业毕业生产实习创新改革——以新疆塔里木大学为例[J].现代园艺,2024,47(5):181-184+187.
- [7] 赵作福,陈翔,何为,等.基于多层次模块化的金工实习教学改革与实践[J].高教学刊,2024,10(2):127-130.
- [8] 刘爱斌,徐志晖,孙丹,等.虚实结合的航空类专业实践教学体系建设探索[J].中国现代教育装备,2023(19):21-23.
- [9] 严青松,艾云龙,陈乐平,等.新形势下航空院校工科专业校外实习基地的建设和探索[J].实验室科学,2009(4):166-168.
- [10] 王琳,谢海泉,汤玉峰,等.新工科背景下应用化学专业校外实践教育基地建设探讨[J].河南化工,2024,41(6):62-64.
- [11] 徐晨,阮怀思,刘昕烁,等.产教融合背景下土建类专业就业实习实训基地建设模式创新探索[J].砖瓦,2024(5):168-170.
- [12] 叶晓明,陈刚,成晓北,等.“新工科”背景下能源动力专业实践教学基地改革与实践[J].高等工程教育研究,2023(S1):53-56.
- [13] 邹宽,王靖岳,张亮.产教融合背景下汽车类专业实习就业基地建设探索与实践[J].经济研究导刊,2023(23):119-121.
- [14] 郭勤,汪春娟,马信,等.校企深度融合的能源化工类实习基地建设[J].中国冶金教育,2024(3):91-95.
- [15] 王凯,刘震磊,李闯,等.基于 Unity 3D 的飞机虚拟维修车间构建与研究[J].军民两用技术与产品,2023(9):54-59.