

创新创业教育背景下的高校机器人创新实验室建设 与探索

摘要：高校创新创业实验室是以学生为主要对象，为提高学生创新创业能力为核心素养而开展创新创业教育的实践平台。本文以天津工业大学机器人创新实验室建设与改革为例，在创新创业教育背景下，探索通过机器人创新创业实践平台面向全校组织开展各类基础课程实验、课程设计、毕业设计、学科创新竞赛、生产实习、学科竞赛、创新创业项目科研活动，积极促进了实践教学模式的改革与发展，充分开辟出第一课堂以外的第二课堂、第三课堂，实现多学科交叉与融合、课内外有机结合，教学内容层次更加丰富，教学模式灵活多样，为学生的自主学习和全面发展创造了一个科学、合理的多元化实践教学科研平台，服务全校一流人才培养与新工科建设的模块化创新创业平台。

关键词：创新实验室；创新创业教育；机器人；

Construction and exploration of university robot innovation laboratory under the background of innovation and entrepreneurship education

Abstract:University Innovation and entrepreneurship laboratory is a practical platform for innovation and entrepreneurship education with students as the main object and improving students' innovation and entrepreneurship ability as the core quality. Taking the construction and reform of robot Innovation Laboratory of Tianjin University of technology as an example, this paper explores the organization of various basic course experiments, course design, graduation design, discipline innovation competition, production practice, discipline competition and innovation and entrepreneurship project scientific research activities for the whole university through the robot innovation and entrepreneurship practice platform, which has actively promoted the reform and development of practical teaching mode, Fully open up the second and third classrooms other than the first classroom, realize the interdisciplinary and integration of multiple disciplines and the organic combination inside and outside the class, enrich the level of teaching content and flexible and diverse teaching modes, and create a scientific and reasonable Diversified Practical Teaching and scientific research platform for students' autonomous learning and all-round development, It is a modular innovation and entrepreneurship platform serving the cultivation of first-class talents and the construction of new engineering courses in the whole university.

Key words:Innovation Laboratory; Innovation and entrepreneurship education; robot;

1 引言

根据《国务院办公厅关于进一步支持大学生创新创业的指导意见》（国办发【2021】35号）文件明确指示，纵深推进大众创业万众创新是深入实施创新驱动发展战略的重要支撑，大学生是大众创业万众创新的生力军，支持大学生创新创业具有重要意义^[1]。近年来，越来越多的大学生投身创新创业实践，但也面临融资难、经验少、服务不到位等问题。为提升大学生创新创业能力、增强创新活力，进一步支持大学生创新创业教育改革工作。

深化高校创新创业教育改革，健全课堂与实验室教学、自主学习、结合实践、指导帮扶、文化引领融为一体的高校创新创业教育体系，增强大学生的创新精神、创业意识和创新创业能力。建立以创新创业为导向的新型人才培养模式，健全校校、校企、校地、校所协同的创新创业人才培养机制，打造一批创新创业教育特色示范基地。

高校是创新型人才的重要培养阵地，在“大众创业、万众创新”的政策下，培养创新创业人才是新时代的责任和担当，将创新创业教育融入人才培养是高校的必然之举^[2]。对于开展创新创业教育，需要搭建平台或者载体，全国高校根据自身特色与专业需求，建设了创新创业实验室，有力地推动了科技成果的产出与转化。高校加强双创实验室建设有助于深化创新创业教育改革，双创实验室建设与改革也成为高校人才培养聚焦点和必要举措^[3]。

2.创新创业实验室与创新创业人才培养的关系与意义

构建以创新创业实验室为载体的高校创新创业教育，逐渐理清创新创业实验室在高校创新创业教育中的内涵和外延，建立长效的工作机制和配套政策，形成创新创业实验室模块化、专业化和品牌化，会提升创新创业实验室的软硬件水平，使创新创业实验室成为创新创业人才培养的摇篮，为培养国家发展提供创新型和创业型人才，为社会主义现代化建设做出了重大贡献，针对创新创业教育的完善，实现大学校园创新创业实验室传统单一角色的转变，实现通过高校创新创业实验室孵化出的优秀双创团队的经济效益、社会效益、示范效益的最大化^[4]。

高校创新创业实验室是以学生为主要对象，为提高学生创新创业能力为核心素养而开展创新创业教育的实践平台。高校创新创业实验室是一项系统集成的平台综合体，包括科技产业园、教学科研实验室、学生科技创新中心等各类实验和模拟平台，具有仿真教学、创业教育、成果转化等多项功能。我国 70%

以上的大学建设了创新创业实验室。以清华大学的创客空间、北京大学的智能仿生设计实验室、浙江大学的硅谷创业实验室等为典型代表，它们为推动高层次双创教育奠定了重要基础^[5]。双创实验已成为教育和训练学生创新创业思维和能力素养的重要教育手段，加强双创实验室建设对于构建高校创新人才培养体系具有重要的作用和意义。

3.以天津工业大学为例，探索双创背景下，机器人创新实验室建设与改革

天津工业大学大学生机器人创新创业实验室是由学校教务处牵头成立的校级机器人创新实验室，目前已经走过了 10 个年头，通过机器人创新创业实践平台面向全校组织开展各类基础课程实验、课程设计、毕业设计、学科创新竞赛、生产实习、学科竞赛、创新创业项目科研活动，积极促进了实践教学模式的改革与发展，充分开辟出第一课堂以外的第二课堂、第三课堂，实现多学科交叉与融合、课内外有机结合，教学内容层次更加丰富，教学模式灵活多样，为学生的自主学习和全面发展创造了一个科学、合理的多元化实践教学科研平台，服务全校一流人才培养与新工科建设的模块化创新平台。

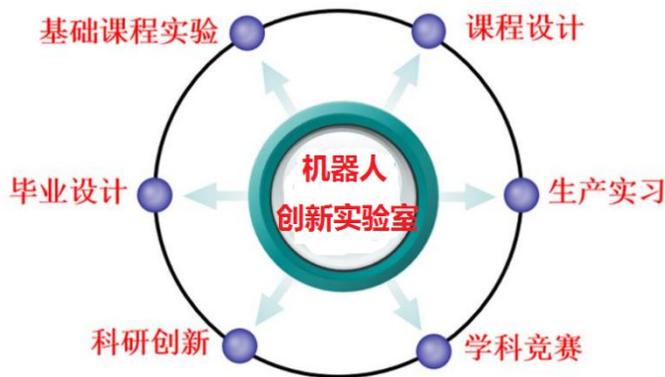


图 1 机器人创新实验室构建的模块化创新平台

3.1 机器人创新实验室发展理念

天津工业大学机器人创新实验室从创建以来，围绕创新创业教育主题，在培养目标、课程体系、教师团队、以及创新示范等方面，不断改革发展理念，如图 2 所示：

- 1.以培养具有“厚基础、宽口径、强能力、高素质”的应用型、创新型人才为目标；
- 2.以深化实验课程体系改革、合理设置创新创业实践教学为核心；

3.以建设一支观念新、素质高、能力强的教师团队为保障；以实施教学、竞赛、科研成果孵化相结合的发展为导向；

4.实现实验教学“设计、制造、控制”为一体的教学平台；形成立体化、模块化市级机器人创新创业示范创新实验室。



图2 创新实验室发展理念

3.2 机器人创新实验实践课程建设

为适应新形势下学科发展、科学研究、人才培养等“双一流”建设工作需要，结合人工智能与机器人技术，开发了如下实验与实践模块，如图3所示：

（1）智能机器人技术与纺织加工与检测。包括三维立体编织技术应用与实践模块、纺织服装面料瑕疵检测系统应用与实践模块、三维编织复合材料智能检测系统应用与实践模块、柔性传感与智能可穿戴设备应用与实践模块。

（2）智能机器人技术与机械电子技术。包括基于 ROS 机器人的居家养老、智能照护系统应用与实践模块、基于机器视觉的人脸识别系统应用与实践模块、基于深度学习的焊点识别系统应用与实践模块。

（3）智能机器人技术与虚拟现实。包括基于 VR 运动控制系统应用与实践模块、VR 资源设计开发系统应用与实践模块。

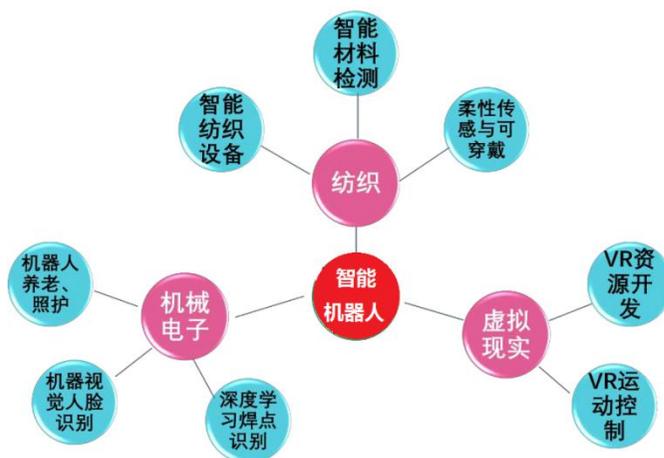


图 3 机器人与人工智能实验实践模块

通过机器人与人工智能实验实践模块建设与改革，天津工业大学机器人创新实验室在成立之后的 11 年间，在系内任选课、毕业设计、暑期夏令营等课程与活动中，取得了丰硕的成果。

(1) 自 2013-2021 年连续 8 年针对机械专业学生开设了《机电系统创新设计》系内任选课，课程 30 学时，涵盖机械学院、电信学院、电气学院、计算机学院、数学学院、物理学院等工科专业学生，将课内实践教学与课外创新实践活动紧密结合，将学生工程能力与创新能力培养贯穿实习实践的全过程，培养的学生在学科竞赛、大学生创新创业训练项目等方面取得丰硕成果，累计 400 多人受益；

(2) 自 2008-2020 年连续 11 年通过机器人创新实验室自住的创新项目进行培育转化，实现实验室优秀创新作品转化为本科生的毕业设计 30 余项，其中《羽毛球机器人机电控制设计》、《清洁能源机器人子母机设计》等毕业论文（设计）获得了天津市优秀毕业设计；

(3) 自 2013-2021 年连续 8 年针对全校各类专业开设了《机器人创新实践》的启智夏令营课程，课程 30 学时，通过暑期夏令营的集中时间，创新实验室完全开放，时间灵活选择，开设一系列机器人创新设计项目，通过动手引导加强学生的思考能力，从而促进学生的创新思维和创新能力的提高。机器人创新实验室提供了一个开放的空间，区别于传统教学实验实训室的日常管理，为学生提供不间断的自主管理和自我学习的场所，全校各专业受益率一直在提升。

3.3 机器人创新实验室与学科竞赛承办与组织

天津工业大学机器人竞赛团队以机器人创新实验室为依托，以实践课程、项目为载体，以科技协会、创新活动俱乐部为组织形式，积极开展以机器人技术为核心的学科竞赛承办与组织工作。大赛激发了大学生对机器人技术的研发

热情，为广大师生搭建了科学研究与科技创新的交流平台，对提高大学生综合素质、鼓励大学生将所学知识应用于工程实践，进而带动大学生在机器人领域的创新创业起到了重要的促进作用。以华北五省(市、自治区)大学生机器人大赛为例，该项比赛是由北京市教委、天津市教委、河北省教育厅、山西省教育厅、内蒙古教育厅共同举办。大赛旨在培养大学生的创新创业意识与能力、智能产品设计及仿真能力、智能算法开发能力以及人工智能应用能力，提高大学生的科学素养和科研水平。

自参赛以来，天津工业大学机器人创新实验室团队整体成绩在决赛中一直名列前茅，获奖学生所在专业逐年递增，其中 2015 年、2017 年获一等奖数量以及总获奖数量均取得团体第一，如表 1、图 4 所示。学校连续 7 年荣获优秀组织奖。通过机器人创新实验室的组织、考核、选拔、培训，学生将理论知识与基础培训的实践能力相结合，通过综合运用专业相关的知识能力完成比赛项目，提升了学生应用创新思维，提高了学生理论与实践结合的能力，并使学生在文献查阅、论文写作、团队合作等方面得到进一步锻炼。

表 1 机器人创新实验室在华北五省（市、自治区）大学生机器人大赛获奖统计

获奖时间	一等奖	二等奖	三等奖	获奖学生所在专业（逐年递增）
2013	3	8	10	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术等
2014	6	15	11	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、通信工程、软件工程等
2015	7	14	18	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、通信工程、软件工程、电子科学与技术、自动化、测控技术等
2016	3	10	12	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、通信工程、软件工程、电子科学与技术、自动化、测控技术、数学与应用数学、网络工程等
2017	7	9	17	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、通信工程、软件工程、电子科学与技术、自动化、测控技术、数学与应用数学、网络工程、物联网工程、信息与计算科学等
2018	6	8	13	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算机科学与技术、通信工程、软件工程、电子科学与技术、自动化、测控技术、数学与应用数学、网络工程、物联网工程、信息与计算科学、光电信息科学与工程、应用物理、工业设计等
2019	4	6	7	机械工程及自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、计算

			机科学与技术、通信工程、软件工程、电子科学与技术、自动化、测控技术、数学与应用数学、网络工程、物联网工程、信息与计算科学、光电信息科学与工程、应用物理、工业设计、材料科学与工程、服装与服饰设计、视觉传达设计等
--	--	--	--

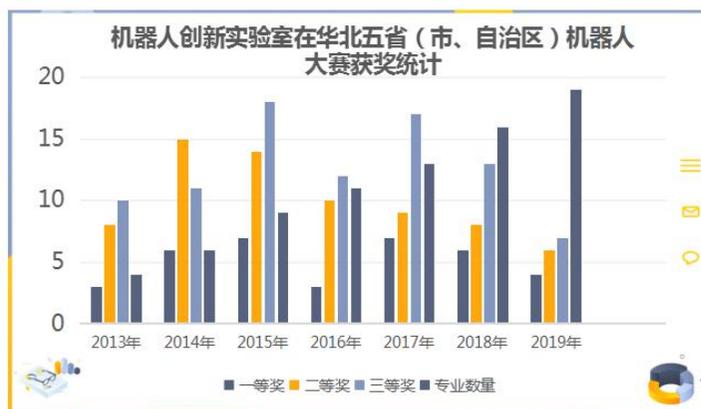


图 4 机器人创新实验室在华北五省（市、自治区）大学生机器人大赛获奖统计

3.4 机器人创新实验室管理与运行

区别于传统实验室的固定人员在固定时间使用，创新性开放实验室具有实验时间不确定、实验项目多样化、实验内容多变性、实验人员多层次和多专业等特点^[6]，因此必须以先进的管理理念建立健全管理制度，采用信息化管理手段，以及必要的资金，从实验室的硬件环境建设到软环境提升，适合实验室的开放运行要求。高校需要制订相应的管理办法和实施细则，科学规范机器人创新实验室开放、组织方式、效益评价、教师、学生的激励政策等。建立支持机器人创新实验室开放共享的专项经费，用于实验教学和实验设备的维修、耗材的购买等，保障实验室持续运转^[7]。高校要构建功能完备的管理运行平台，采取预约审核使用、实时监控及电子签到，科学地实现资源开放共享^{[8][9]}。

天津工业大学机器人创新实验室为进一步加强实验室安全管理，强化学生的实验室安全与责任意识，防止和减少事故发生，保障实验室正常有序运行，实施了机器人创新实验室安全准入制度。学生进入实验室之前要参与实验室安全相关知识的集中学习，经实验室负责人测试，成绩合格后签订安全责任承诺书，获得准入资格。机器人创新实验室每年要求实现设备的综合更新率 $\geq 40\%$ ，完好率 $\geq 95\%$ ，50%的实验设备可以提供学生进行创新组合。同时不断建立、健全机器人创新实验室运行管理体制，包括机器人创新实验室安全管理体制、机器人创新实验室开放管理体制、机器人创新实验室设备使用管理体制等，机器人创新实验室活动现场如图 5 所示。



图5 机器人创新实验室活动现场

3.5 机器人创新实验室示范效应

天津工业大学机器人创新实验室作为一个创新平台，如图6所示，从实验室建设、课程建设、科技竞赛、校企合作等方面，探索了课程教学、科技竞赛、创新创业相衔接的创新实践教学模式，注重学生科技创新能力的培养，以培养创新创业人才为教学目标，为提高学生创新能力提供了强有力的保障，为学生提供了更多的创新实践机会，增加了创业的可能性。



图6 机器人创新实验室示范效应

机器人创新实验室通过多年的建设与探索，实现了院系引领、校内示范、市内辐射、国内影响等一系列丰硕的成果，如图7所示。

(1) 院系引领

实现70%以上实验室学员参与创新实践平台课程以及竞赛活动中，为培养卓越工程师与拔尖创新人才提供平台支撑。

(2) 校内示范

全校机械学院、电气学院、电信学院、计算机学院、理学院等其它工科专业学生能走进创新实践平台，参与教学实践、科研招募、启智夏令营、学科竞赛等实践教学全过程。

(3) 市内辐射

依托机器人创新实践平台，以天津市大学生机器人大赛为平台，与天津市其他高校定期进行教学研讨、经验交流、学生竞赛，定期组织实验室青年教师去北京大学智能仿生设计实验室、清华大学 i-Center 创客空间访学交流。

(4) 国内影响

以国家级大学生创新创业训练项目、世界智能大会创业风采展示、互联网+国际大学生创新创业大赛、高水平学术论文以及发明专利为目标导向，每年创新实践平台为机器人行业输送高水平的创新型人才，实现国内一定的影响力。



图 7 机器人创新实验室及创新创业团队风采展示

5 结语

通过机器人创新实验室课程设置和内容改革、实践平台和师生团队建设、教学方法和模式探索等，实现理论与实践结合、教学科研互助、教师学生互动、课内课外联动、学校企业合作的培养方式，建立了机器人相关的专业课程-创新

课程-社团活动-创新创业实验室-创新创业研究-科学研究立体交织的创新创业教育体系，实现加入机器人创新实验室的团队学员获奖率和考研率的提升，深度融合创新创业教育和专业教育，并加大课程思政教育改革，有效推动创新创业教育育人模式的创新、体系的完善、内容的优化、质量的提高。

参考文献(References)

[1] 中华人民共和国国务院. 国务院办公厅关于进一步支持大学生创新创业的指导意见[Z]. 国办发【2021】35号, 2021

[2] 杨晓娟. 高校创新创业教育与思政教育的融合发展: 评《高校思想政治教育和创新创业教育协同育人研究》[J]. 中国高校科技, 2021(3):101.

[3] 李享. 创新创业教育融入高校人才培养体系研究: 评《高校协同创新机制与人才培养模式研究》[J]. 新闻爱好者, 2020(6):99 - 100.

[4] 蒋伟中. 以“双创”实验室助力创新创业教育发展[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(7):15 - 19.

[5] 史恭龙, 王倩, 付静. 创新型人才培养视角下的实验教学与实验室管理[J]. 技术与创新管理, 2018, 39(1):133-136.

[6] 王华, 王敏, 公伟庆. 基于 OBE 理念的高校创新创业实验室建设与管理[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(11):278-281.

[7] 蒋海洋, 可燕. 开放性实验室规范化管理的探索[J]. 实验室研究与探索, 2012(9):156-159.

[8] 胡蔓, 朱德建, 冉栋刚. 面向创新人才培养的高校实验室建设改革[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(4):9-12.

[9] 别玉涛, 王晓光, 朱卓, 梁楠, 张宇. 新工科背景下开放性创新实验室的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(06):240-243.

[10] 冷春涛, 武书昆, 郝丽. “双创”示范基地中机器人创新实践平台的建设与应用[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(11):1-5.
