



## 基于“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新” 的教学设计与实践

金琦, 张小兵\*

(南京理工大学 能源与动力工程学院, 南京 210094)

**摘要:** 针对高校废旧设备处置及学生实践能力培养问题, 该文提出一种基于“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新”的教学设计, 旨在充分利用废旧设备剩余价值, 提升工科学生实践操作、理论应用及问题解决能力。教学分为“多拆”“多看”“多变”三阶段: “多拆”阶段让学生反复拆解设备, 深入理解内部结构与原理; “多看”阶段借助人工智能技术辅助故障识别, 培养学生快速精准定位故障、掌握诊断方法的能力; “多变”阶段通过拆原组新创新设计, 锻炼学生综合运用知识、创造性思维与实践操作能力, 实现理论到应用的转化。与传统设备拆装教学相比, 该设计在拆装的基础上构建可迭代更新的云端图库, 通过图像识别技术实现故障分类, 鼓励跨系统重组创新, 提升实践效率; 同时能有效利用废旧设备, 提高学生动手与创新思维能力, 为应对未来工程挑战奠定基础。

**关键词:** 废旧设备; 图像识别; 拆原组新; AI 辅助

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20250142

## Teaching Design and Practice Based on “Waste Equipment Disassembly, Image Recognition, and Innovative Reassembly”

JIN Qi, ZHANG Xiaobing\*

(School of Energy and Power Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** In response to the issues of waste equipment disposal and the cultivation of students' practical abilities in colleges and universities, this paper proposes a teaching design based on “waste equipment disassembly, image recognition, and innovative reassembly”. This design aims to fully utilize the residual value of waste equipment and enhance engineering students' practical operation, theoretical application, and problem-solving abilities. The teaching process is divided into three stages: “Extensive Disassembly”, “Extensive Observation”, and “Versatile Innovation”. The “Extensive Disassembly” stage allows students to repeatedly disassemble equipment to gain a deep understanding of its internal structure and principles. The “Extensive Observation” stage uses artificial intelligence technology to assist in fault identification, cultivating students' ability to quickly and accurately locate faults and master diagnostic methods. The “Versatile Innovation” stage exercises students' comprehensive application of knowledge, creative thinking, and practical operation through innovative design of disassembling original components and reassembling them, achieving the transformation from theory to application. Compared with traditional equipment disassembly and assembly teaching, this design constructs an iteratively updatable cloud-based image library on the basis of disassembly and assembly, and achieves fault categorization through image recognition technology. It further encourages cross-system reconfigurative innovation, thereby enhancing the efficiency of practical operations. Meanwhile, this approach effectively uses waste equipment, and improves students' hands-on and innovative thinking abilities, laying a foundation for addressing future engineering challenges.

**Key words:** waste equipment; image recognition; innovative reassembly; AI assistance

随着科技的飞速发展, 废旧设备的技术相对落后, 设备原有的功能难以满足当前的使用标准和需求。人们对废旧设备的剩余价值认知普遍局

限于设备回收层面, 忽视了通过设备拆解、功能改装、模块重组及创新设计等途径实现废旧设备资源重新开发的可行性<sup>[1-2]</sup>。废旧设备的有效再利

收稿日期: 2025-03-18

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(5250060095)。

作者简介: 金琦, 博士, 讲师, 主要从事高效换热方面的研究。E-mail: qjin@njust.edu.cn

\* 通信作者: 张小兵, 博士, 教授, 主要从事现代发射理论及控制技术方面的研究。E-mail: zhangxb680504@163.com

用需要一定的专业知识及创新能力,能够根据设备的特点和需求进行改造和创新设计<sup>[3]</sup>。此外,废旧设备的拆装需要依托平台进行,实现理论认知向工程创新能力的转化<sup>[4-5]</sup>。

目前,大多数高校实践类课程中,学生的实践内容往往集中于观察物理现象和测量运行数据上。实践类课程较少涉及设备拆解、结构描绘、器件重组、结构创新设计等方面<sup>[6-7]</sup>,学生对设备结构和系统运行方式的理解大多局限于理论知识层面,难以将所学的原理与实际应用场合进行有效结合<sup>[8-10]</sup>。

为了更好地再利用各类废旧设备、提升学生的动手操作能力、激发学生的创新思维,本文提出了一种基于“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新”的教学创新设计。该创新设计利用各类废旧设备,组织学生在“拆装工坊”开展废旧设备拆解、结构观察记录、图像识别和创新重组的实践活 动,让学生在动手拆装的过程中,详细观察不同废旧设备的内部结构,结合理论知识提高对实际设备的认知。

废旧设备拆解过程中,学生需要对设备的外观和内部结构进行详细的拍照记录,将照片标注后上传至课程云端数据库里。利用图片对人工智能图像识别模型进行训练,让模型可以对设备故障(如外壳裂缝、管道断裂、保温棉破损等)进行准确识别和分类<sup>[11-13]</sup>。废旧设备云端图像数据库可以随时进行更新,新一届的学生可以不断上传设备照片,更新图像标注并利用新增的图像和标注对图像识别模型进行参数优化,提高模型的识别和分类精度<sup>[14-15]</sup>。

同时,学生在拆解过程中能够发现问题,对设备功能进行改进与创新设计。教师可将废旧设备作为载体,设计多个项目式的实践活动,让学生分组合作,利用废旧设备制作实用且具创意的作品,如将废旧电子产品改造成简易机器人。该阶段可以强化学生对理论知识的综合应用能力,通过真实的项目驱动,培养学生工程思维、创新意识及团队协作能力。

现有设备拆装教学主要聚焦于机械结构认知与拆解操作规范训练,缺乏智能化技术与系统性创新的引导教学。本文的教学创新设计具有以下特点:引入人工智能图像识别技术,构建动态图库支持模型训练;强调废旧设备的跨系统重组,

打破传统教学中单一设备复原的局限性;建立云端图像数据库协作平台,实现学生成果的可持续积累与更新。教学设计面向本科院校工科专业学生,培养目标为“理论扎实、技能复合、创新突出”的工程技术人才。

## 1 教学背景与教学痛点

高校每年都会产生大量的废旧设备,如空调、电脑、打印机、各类测试仪器等,报废设备数量因学校规模和设备更新频率不同而有所差异。据调查,南京某高校资产管理处表示,每年会报废千余台空调设备,近百台电脑。报废设备大多由回收站直接回收,极少投入教学中,不仅造成了资源的浪费,也反映出高校在废旧设备处理方面存在诸多难题。

高校废旧设备的剩余价值未能得到充分利用,一方面是缺乏有效的设备利用平台,设备拆解和组装需要合适的工作室;另一方面,教学课程设计中缺少对废旧设备的开发利用环节,导致这些设备在教学资源中的利用率极低。

通过调研发现,学生对设备结构和系统运行方式的理解常常局限于课堂书本上的典型案例,80%的学生表示缺乏对设备内部结构的直观了解,面对实际设备时,难以快速将原理图与实物相对应,更难结合实际需求和理论知识进行产品的创新设计,目前教学主要可总结为以下3个痛点问题。

### 1.1 原理抽象,难以理解

物理概念的抽象性增加了学生的理解难度,如工程热力学课程中,需要区分焓、熵、焔等定义,需要明确显热与潜热的区别,判定过冷、过热、饱和等状态。概念的复杂性和抽象性使学生对其认识往往停留在理论层面,也会混淆相似名称的概念,难以深入了解各类概念在实际应用中的具体含义和作用。

工程系统中所涉及的众多组件也增加了学习难度。通常一个系统会包含多个核心部件和辅助部件,各类部件的功能差异性增加了学生对系统整体理解的难度,使他们难以形成对系统运作的清晰认识。此外,实际工程系统的运行流程和模式转换的复杂性,使得学生难以区分系统模式的切换和应用场景。

### 1.2 理论无法联系实际,难以变通

学生往往束缚于教科书中的经典案例,缺乏

对实际系统变化的接触和理解，从而普遍面临将理论知识与实际应用相结合的难题。教科书中的经典案例虽然为学生提供了坚实的理论基础，但往往未能充分涵盖实际工程系统中的动态变化和复杂性，导致学生在面对真实的工程问题时，难以将所学的知识灵活运用。

此外，实践教学的缺乏也会限制学生的想象力和探索精神，阻碍学生对系统运行原理的深层次理解，从而限制学生应用理论知识分析实际系统运行方式的能力。如学生可以记住蒸气压缩制冷循环系统的工作原理，但无法准确描述空调如何在不同季节进行制热与制冷模式的转换过程。

目前高校中，学生实验大多数属于物理现象观察和数据测量，缺乏设备拆解、器件重组、产品设计等实践类课程。学生对实际系统和器件的理解局限于理论层面，限制了学生对实际系统运行原理的深入理解。

### 1.3 纸上谈兵，难以发现真实问题

目前，大多数课堂教学主要注重理论知识的传授，缺乏实践应用教学。学生在生产实习过程中，往往只是参观工厂，没有机会进行实际操

作。在课堂知识讲解上，教师通常会针对正常运作的系统进行详细讲解，但缺乏对故障设备的分析和讨论。学生缺乏对设备具体结构的了解以及对设备故障产生原因的认识，在面对真实设备故障时，无法有效运用所学知识进行分析解决。

在课堂上，学生往往被动接受知识，缺乏主动思考和解决问题的能力。实际生活中，使用设备时遇到的问题更倾向于依赖客服和产品售后服务，较少结合所学的专业知识思考故障原因并寻求解决方案，从而难以培养独立思考、发现问题和解决问题的能力。

## 2 教学方法、目标与总体思路

### 2.1 教学方法

本文提出了一种基于“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新”的教学设计与实践方法。通过“废旧设备拆解”加深学生对设备结构和系统运行原理的理解；通过“图像识别”，锻炼学生观察设备结构，发现并记录问题的能力；通过“拆原组新”激发学生的创新思维，引导学生进行自主创新设计。课程的教学方法架构如图 1 所示。

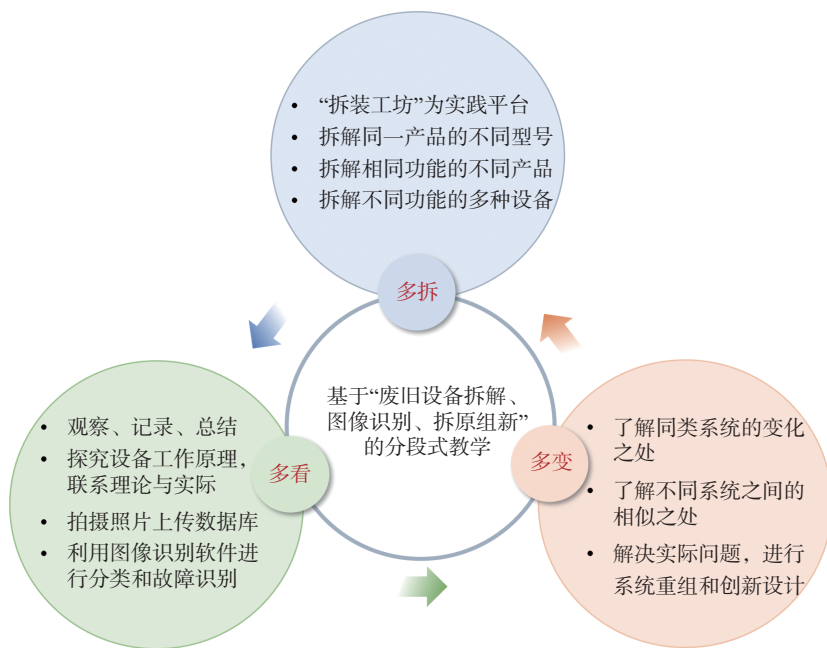


图 1 课程教学方法架构图

本课程设计了“多拆”“多看”“多变”3个阶段的教学流程，旨在系统性培养学生的动手能力、观察能力和创新能力。3个阶段相互衔接，逐步深入，构建了一个全面而立体的教学体系。

在“多拆”阶段，学生根据拆装规范自己

动手拆卸设备，近距离接触设备的内外结构，直观地学习各部件的功能和相互连接关系。通过亲身体验，学生可以建立对设备结构的深度认识。

在“多看”阶段，学生通过观察、记录、总

结所拆解的设备,加深对设备结构和工作原理的理解。学生要仔细观察设备的外观和结构,探究背后的工作原理,理论联系实际。观察过程拍摄照片,上传至数据库,以便后期利用图像识别软件对所拍摄的图片进行分类和故障识别。

在“多变”阶段,学生需要比较分析同类系统的不同之处以及不同系统之间的相似之处,得出设备在不同工作环境或不同性能要求下设计差异,理解在不同需求下的系统创新设计方式,从而培养融会变通能力。

通过拆解同一厂家生产的具有相同功能不同

型号的产品,学生可以了解厂家为解决不同问题所做出的改进和创新设计。通过拆解不同厂家开发的具有相同功能的产品,学生可以比较各厂家为解决同一问题所提出的不同思路,从而发现不同技术之间的共通性,并对比分析为了解决同一个问题所采用多种方法的优劣。

通过识别不同种类产品功能的相似性,可以培养学生跨领域的联结能力。通过拆解具有不同功能的多种设备,学生可以举一反三,总结出其中的共通原理。与传统拆装教学相比,本研究创新设计主要特点如表1所示。

表1 本文创新设计与传统拆装教学对比

类别	传统拆装教学	本研究创新设计
拆装内容	设备拆解和复原	设备拆解、拆原复原、拆原组新
教学目标	认识结构	认识结构、故障分类、系统创新
教学成果	拆装报告	拆装报告、云端图像数据库、故障识别模型
学生能力	动手能力	动手能力、AI模型运用能力、创新能力

## 2.2 教学目标

本课程紧密对接《工程教育专业认证标准》中的毕业要求,基于“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新”的教学设计以及“多拆”“多看”“多变”3个阶段的教学流程,拟达到以下4个教学目标。

1) 立德树人。培养精益求精的工匠精神,服务社会;通过分组项目式学习,强化团队协作与项目管理能力。

2) 提升认知能力。通过具象化理解概念和系统原理,提升学生认知能力,将原理应用于实际,从实际中提炼原理。

3) 提高实操能力。通过拆解组装,掌握各种工具、设备和技术的使用方法。借助图像识别技术与云端协作平台,满足毕业要求中的使用现代工具目标。

4) 激发创新设计。通过拆装和组新,锻炼学生发现实际问题、提出创新方案的能力。满足毕业要求中的设计方案目标,激发学生自主探索与持续学习的意识。

## 2.3 教学总体思路

本课程针对教学痛点问题,通过“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新”的教学设计以及“多拆”“多看”“多变”3步递进式教学方法,以“拆装工坊”为教学实践平台,实现教学目标。工程训练中心“拆装工坊”的成立理念是最

大化利用报废设备,挖掘废旧仪器设备的新价值。通过拆装设备唤起学生好奇心,提升学生动手能力,培养创新实践能力。学生在拆装设备中与设备进行深度“交流”,不断强化对设备的认知和理解,进而激发出学生的创造力。教学创新设计总体思路如图2所示。

1) 学生基于系统原理,在工程训练中心的“拆装工坊”中,利用报废设备,根据图纸、视频以及教师指导进行拆解组装,具象化理解概念和系统运行原理。

2) 在拆装基础上,学生利用慕课、bilibili、学习通等平台学习并思考实际系统的本质和创新之处,总结提炼系统的内在工作原理,融会贯通。

3) 学生观察设备的正常状态和故障形式,利用图像识别进行分类和识别。反复拆装可以指引学生“拆原组新”,将理论与实际系统结合,发现问题、讨论方案、进行创新设计,从而解决难以发现真实问题的痛点。

本课程通过学生的拆装实践,将理论知识和器件图纸具象化,提升学生的认知能力。在拆装过程中将原理与实际进行一一对应,并学会从实际系统中提炼原理。通过拆装实践训练,学生能够掌握各种工具的使用方法,提升动手能力和实践操作技能。通过“拆原组新”,锻炼学生发现实际问题、提出创新方案、设计并制备产品的能力。

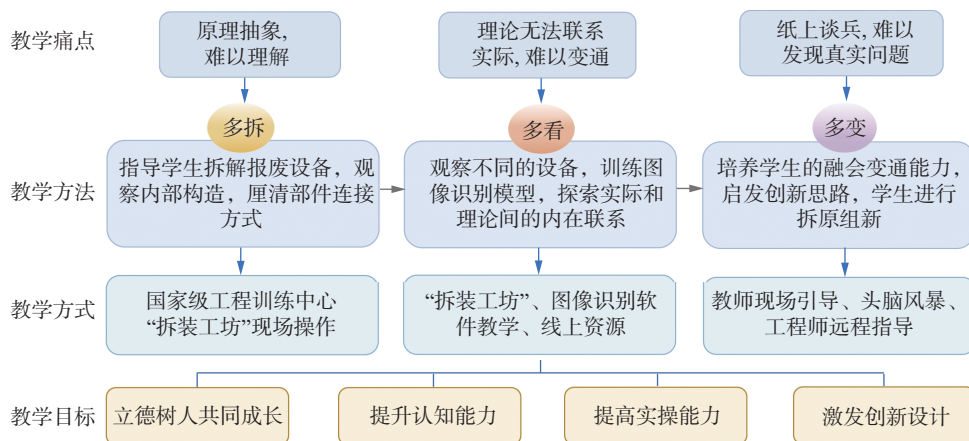


图 2 教学创新设计总体思路图

### 3 教学设计与实践

为达到图 2 的思路，本教学创新设计了“自由分组、动态调整”“教师演示、设备拆解”“学生实践、拆原复原”“建立图库、模型训练”“创新设计、拆原组新”5 个部分。以下是后 4 个部分的介绍。

#### 3.1 教师演示、设备拆解

如图 3 所示，在学校工程训练中心的“拆装工坊”中，教师讲解安全规范、工具使用方法并演示设备拆装过程。教师需要强调安全规范操作的重要性，如在拆装设备前必须彻底切断电源，使用扳手等工具时必须戴手套和护目镜等，杜绝触电、受伤、细屑飞入眼睛等风险。教师需要详细讲解拆装过程中的重点事项，包括工具的选择和使用、操作顺序及拍照记录等要点。教师演示工具的正确使用方法，在设备拆解演示过程中，指导学生对对应原理图识别不同的部件结构、观察管路连接关系、区分部件工作方式。拆装过程需要安排学生详细记录部件位置、特征、连接方式等，以确保在重组时可以做到精准复位。在拆装演示的过程中，教师也需要指导学生识别和处理可能出现的故障点。

为保证学生拆装的规范性和安全性，工程训练中心的“拆装工坊”为每件仪器设备提供了详细的使用说明书，包括安全规范、拆解步骤、配套工具等内容，确保学生能够正确、安全地使用设备。“拆装工坊”也提供了设备的详细图纸和装配图，帮助学生在拆装过程中对应实物理解设备的构造和工作原理。教师的演示可以规范学生后续拆装的操作流程，为学生独立实践奠定扎实的操作基础。



图 3 工程训练中心“拆装工坊”现场图

#### 3.2 学生实践、拆原复原

经过教师的演示操作，学生可以掌握基本的拆装流程。在教师的指导下，学生可以动手进行设备的拆解和复原。实践开始之前，教师需要再次强调安全规范，学生需要按照教师演示的步骤进行拆解。如拆解空调时，可以从室内机开始，使用螺丝刀拆开外壳，再逐步拆解内部构件，如图 4 所示。拆解过程中，学生需要仔细观察并记录每个部件的位置和连接方式。

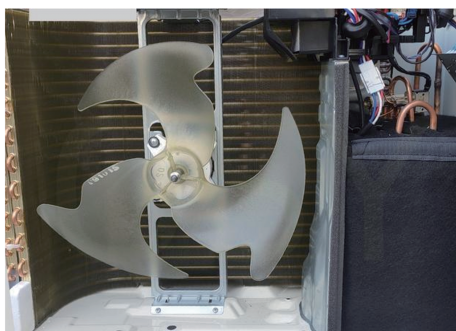
设备拆解完成后，学生仔细观察部件的内部结构，结合原理图进行讨论，分析部件的设计方式和功能，充分理解系统运行方式。在“拆原复原”阶段，学生根据记录的部件位置和连接方式，将拆解下来的部件按照正确的顺序和方式重新组装，确保所有的连接都正确且牢固。

“拆原复原”过程中，学生会遇到各种问题和挑战，如螺丝损坏后怎么更换，管路弯曲后怎

么复原等,教师需要提供一定的指导和帮助,鼓励学生通过团队合作解决问题。此外,学生不仅可以在“拆装工坊”内进行拆装,在保证安全的前提下,还可以将零件和技术资料带出工坊,在课外时间继续研究和学习,从而可以提高资源的利用率,增加学习的灵活性,培养学生的自主学习能力和探索精神。



(a) 室内机



(b) 室外机

图4 空调室内机和室外机拆解图

### 3.3 建立图库、模型训练

在废旧设备的拆解过程中,学生需要对设备的外观和内部结构进行详细的拍照和记录,通过对比分析发现不同设备的相同点和不同之处。学生需要对拍摄的照片进行标注,注明设备和各个结构的名称以及故障类型。标注好的照片需要上传到课程云端图库,便于后续的图片识别模型训练和测试使用。

图像识别模型的核心在于从图像中提取关键特征,本课程采用YOLOv5算法构建图像识别模型,该算法在设备缺陷识别中具有高效性与鲁棒性<sup>[16-17]</sup>。模型训练流程包括以下4步。

1) 数据预处理。对标注图像进行归一化处理,采用数据增强技术,如旋转、裁剪、亮度调整等方法扩充图像数据集,提升模型泛化能力。

2) 特征提取。基于YOLOv5算法提取多尺度特征图,捕捉设备故障的局部细节。

3) 信息挖掘。结合注意力机制筛选具有高价值的图像信息,如裂缝边缘、锈蚀区域等。

4) 决策支持。模型输出故障分类的概率及定位框,生成可视化报告供后期分析。

模型训练过程需要不断优化模型参数,提高识别准确性,通过测试集评估模型的性能,确保模型能够准确地识别出损坏类型。新一届的学生可以更新图库,以包含新的损坏类型和更多样化的图像,该阶段流程如图5所示。

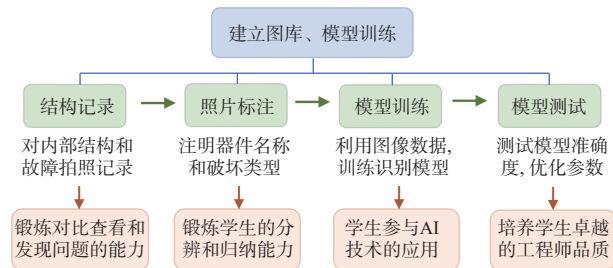


图5 图像识别模型训练流程图

### 3.4 创新设计、拆原组新

该阶段要求学生原有的系统和设备进行拆解后,根据每个部件的功能和工作原理识别出关键部件,选择合适的部件进行重组。重组过程可以替换或升级某些部件,或者引入全新的部件来实现创新设计目标。以空调系统为例,学生可以将系统中某个部件增加数量或更换成新的组件,也可以将多个制冷系统复叠在一起形成新的系统,“拆原组新”部分思路如图6所示。

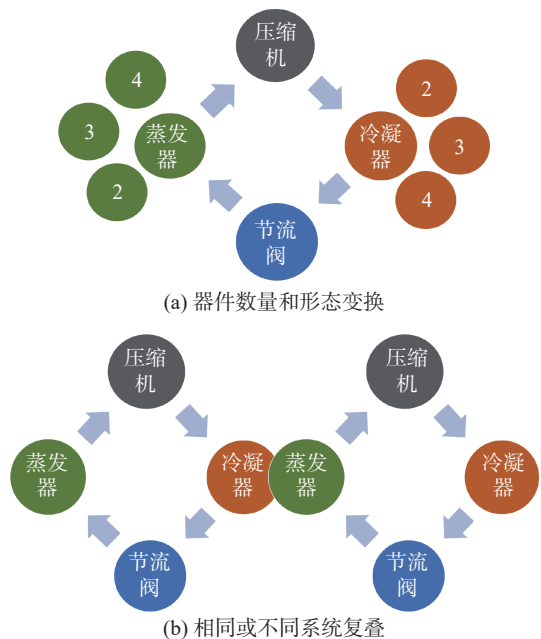


图6 “拆原组新”部分思路图(以空调系统为例)

基于对拆解部件的详细分析,学生需要思考如何对现有部件进行改进升级,或者集成新的技术以提高设备的运行性能。学生需考虑设计可行性、制备工艺、成本效益、市场需求等方面,以达到提高效率、降低成本、增强用户体验等效果。

学生的拆装实践效果表明, 拆解组装平均耗时从训练初期的 70 min 缩短至 45 min, 拆装效率提升了 35.7%。基于拆装课程的创新方案产出数量提升了 65%, 如 2024 年 3 组学生队伍通过深化该课程的创新方案参加“制冷大赛”“大学生节能减排”等科技竞赛, 均获得了较好成绩。历届学生问卷调查显示, 学生对系统原理和实际器件结构的理解度从课程初期的 5.8 分提升至课程结束的 8.2 分(满分为 10.0 分), 表明拆装实践对强化原理认知、提高动手能力和促进创新设计都具有较好的效果。

## 4 教学及考核方式

### 4.1 教学方式

本课程结合线上线下、校内校外混合教学, 利用教师现场拆装教学、在线学习平台、校内外合作指导等方式提高教学质量, 及时跟踪项目进度, 了解学生的学习状态和反馈意见并及时进行调整, 教学方式如图 7 所示。

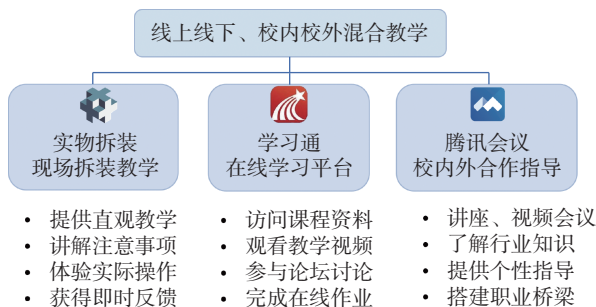


图 7 课程教学方式图

1) 现场拆装教学。学生在“拆装工坊”拆解和组装设备, 体验实际的拆装操作过程, 直观理解设备构造, 提高动手能力和问题解决技巧。现场教学有助于学生在实际操作中获得即时反馈, 加深对理论知识的理解。

2) 在线学习平台。学生可以访问在线学习平台上的课程资料、教学视频、论坛等资源。通过在线平台, 学生可以根据自己的学习节奏灵活地安排学习时间。在线平台也方便学生针对拆装遇到的问题进行讨论。

3) 校内外合作指导。校外导师通过现场讲座、视频会议、实时聊天等方式为学生提供个性化的指导, 让学生接触到最新的行业知识和技术, 为学生的职业发展搭建桥梁。

本课程创建多元化、互动性强的学习环境, 以适应不同学生的学习风格和需求。混合式教学

模式不仅提高了教学的灵活性, 还增强了教师和学生之间的互动和交流的实效性, 确保学生能够在理论和实践之间建立牢固的联系, 为未来的职业生涯打下坚实的基础。

### 4.2 考核方式

课程的考核内容包括“拆装报告”“模型训练分析”“拆原组新成果”3 个部分。

1) 拆装报告。要求学生详细记录和描述拆装过程, 包括对设备各部件结构的记录、功能描述、拆装顺序、组装方式以及在拆装过程中遇到的问题 and 解决方案。拆装报告检验学生对设备结构和工作原理的理解程度、观察能力和记录能力。

2) 模型训练分析。要求学生对所观察和记录的数据进行分析, 建立图像识别模型, 利用拍摄的图像进行训练和模型验证, 包括数据预处理、特征选择、参数调优以及模型性能评估等方面。通过模型训练分析, 学生学习如何将实际观察转化为可分析的数据并提取有价值的信息。

3) 拆原组新成果。学生根据对不同系统和设备的深入理解, 进行创新性的重组设计, 检验学生的创新思维和工程应用能力。拆原组新要求学生考虑用户体验、成本效益和市场潜力等多维度因素, 结合行业趋势与市场需求, 评估创新设计的可行性。

3 个考核部分构成了一个综合评估体系, 旨在全面考察学生在课程学习过程中的知识掌握、技能提升和创新能力, 确保学生能够在未来的工程实践中发挥所学知识, 解决复杂的工程问题。

## 5 结束语

基于“废旧设备拆解、图像识别、拆原组新”的教学设计能有效地提升学生实践技能和创新思维。通过“拆装工坊”的“废旧设备拆解”实践, 学生能够直观地理解设备的内部结构和工作原理, 增强对理论知识的应用能力。“图像识别”技术的应用进一步锻炼了学生的观察力和问题识别能力, 结合人工智能图像识别技术, 学生在设备故障识别方面的能力得到显著提升。“拆原组新”则激发学生创新设计思维。课程考核全面评估学生在知识掌握、技能提升和创新应用方面的表现。利用线上线下、校内校外混合的教学方式培养学生精益求精的工匠精神、提升认知能力、提高实操能力并激发创新设计能力, 为学生的全面发展和职业生涯奠定坚实基础。总体而

言,本教学设计对于培养具有创新能力和实践技能的工科学生具有重要意义,为“新工科”背景下的工程教育提供了新的视角和方法。

### 参考文献

- [1] 童强.多元融合电子信息新工科实践教学体系建设[J].实验室研究与探索,2024,43(10):197-202.
- [2] 徐世平,李玉江,岳钦艳,等.基于成果导向理念的新工科实践教学体系革新[J].河南化工,2022,39(11):68-70.
- [3] 张华,张森,初佃辉,等.面向新工科创新人才培养的实践教学设计[J].软件导刊,2024,23(8):68-71.
- [4] CHOWHURY H, ALAM F, MUSTARY I. Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses[J]. Energy Procedia, 2019(160): 806-811.
- [5] BOITUMEL R, IESANMI D, KHUMB M, et al. State of the art applications of engineering graphics and design to enhance innovative product design: A systematic review[J]. Procedia CIRP, 2023(119): 699-709.
- [6] 蔡笑宇,董博伦,林三宝,等.新工科背景下高效焊接方法课程教学创新改革的思考与实践[J].高教学刊,2023,9(32):137-140.

- [7] 杭国荣.新工科背景下地方高校创新实践型人才培养策略[J].哈尔滨职业技术学院学报,2023(6):77-79.
- [8] 张海鹏,张晓蕾,赵敏,等.设备拆装教学在过程装备与控制专业的应用[J].产业与科技论坛,2021,20(8):125-126.
- [9] 李鹏耀,董立江,赵志刚.机械设备拆装项目教学实践研究[J].时代农机,2018,45(7):107-108.
- [10] 李玮清,辛向华.机械设备拆装实训室的建设[J].价值工程,2015(18):161-162.
- [11] 杨高明,陆奎,方贤进.人工智能教学研究探索[J].教育教学论坛,2018(35):3-4.
- [12] 黄娟,王军.基于不同人工智能算法的数学建模优化研究[J].自动化与仪器仪表,2018(6):47-49.
- [13] 潘晓光.基于神经网络的机械式停车设备设计分析[J].中国特种设备安全,2015(10):30-34.
- [14] 赵健,陶元芳,王爱红,等.神经网络算法用于专业机械快速设计[J].机械设计与制造,2019(7):34-38.
- [15] 张天舒.基于模糊神经网络的造纸机械电力传动控制系统设计[J].造纸科学与技术,2024,43(1):105-110.
- [16] 李斌,马小瑞.基于神经网络自适应算法的机械手控制器的设计与仿真[J].中国新技术新产品,2019(2):1-7.
- [17] 万涛涛,俞建荣,马丽梅,等.基于改进YOLOv5s的垃圾图像识别及定位[J].制造业自动化,2025(47):69-74.

编辑 钟晓

(上接第69页)

数字化转化,缩短加工周期;教师体验项目则通过“设计—加工—反馈”闭环,促进教师将激光技术融入跨学科教学。激光加工在工程实践教学中的创新应用有效体现了其在激发创新意识、培养实践能力和推动教学改革方面的价值,为工程实践教育创新发展提供了可推广的范式。在今后的实践教学研究中,将深化激光加工与人工智能、数字孪生等新兴技术的协同,构建更具开放性和前瞻性的工程实践教学生态。

### 参考文献

- [1] 王鹏程.工程训练教程[M].2版.北京:北京理工大学出版社,2020.
- [2] “我国激光技术与应用2035发展战略研究”项目综合组.我国激光技术与应用2035发展战略研究[J].中国工程科学,2020,22(3):1-6.
- [3] 高胜学,丁兴平,李小海.激光切割技术国内各领域的研究现状及展望[J].机械研究与应用,2024,37(1):173-176.
- [4] 李培根.迎接拐点:前瞻工程教育的变革[J].高等工程教育研究,2023(5):1-6.

- [5] 王书亭,李昕,张芬,等.面向大工程观培养的智能制造实践教学体系构建[J].机械工程学报,2022,58(18):319-332.
- [6] 戴明华,张红哲,姜英,等.多层次激光加工实训教学的探索与实践[J].实验科学与技术,2021,19(4):141-144.
- [7] 阴杰.模块化激光加工在工程实训中的应用[C]//2023机电创新与产教融合新思考论文集.太原:太原理工大学工程训练中心,2023:419-422.
- [8] 刘江宁,杨静,刘洋洋,等.基于学科特点的激光加工实训改革分析[J].实验室科学,2024,27(2):179-182.
- [9] 周俊波,罗耀耀.“激光加工实训”课程线上线下混合式教学改革和实践[J].黑龙江教育(理论与实践),2024(4):48-51.
- [10] 郑红伟,王伟,王明川,等.植入复杂工程问题的工程训练实践课程体系探索[J].实验技术与管理,2019,36(4):228-232.
- [11] 李敏,廖冬梅,翟显,等.基于项目式教学的工程训练课程改革[J].实验科学与技术,2022,20(3):127-131.
- [12] 朱雪明,曹刚,王凤华.基于激光加工技术的创新训练项目研究[J].中国军转民,2021(18):75-76.
- [13] 陈静,朱华炳,李伟.工程训练课程多学科交叉项目式教学改革实践[J].高教学刊,2024(S2):124-127.

编辑 钟晓