

# 基于工程认证的钳工装配实训探索

鲁涛 朱益民 肖坤楠

南通大学工程训练中心 江苏 南通 226019

**[摘要]**本文分析了国际工程专业认证的教學理念和传统工程训练课程钳工装配实训的现状,探索了以无碳小车代替减速器进行拆装训练的成果导向教育教學模式,以项目化教学和团队协作方式进行拆装实训,激发学生的学习兴趣,提高学习的主动性和积极性,培养学生实践动手能力和解决复杂工程问题为目标的工程综合素质。

**[关键词]**成果导向教育;无碳小车;拆装;教学改革

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.453

## 引言

自从加入WTO以来,中国经济与世界经济的融合度越来越高,中国的工程技术应用也得到了迅猛的发展,但与西方发达国家相比,仍有不小的差距。为提高我国制造业整体水平,从制造大国转变为制造强国,2015年我国政府主导实施了“中国制造2025”国家战略。

然而随着制造业全球化要求的不断提高,我国的高等工程教育在教育理念、教育模式、教学内容设置、考核体系等方面都存在着不少问题。为培养出既符合中国国情又能与国际接轨的工程技术人才,我国积极加入国际工程联盟等全球权威性组织,同时积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”,全力探索工程教育的中国经验、中国模式,助力高等教育强国建设。

在校内实训基地进行工程训练,是我国绝大部分工程专业进行工程实践教育的主要方式,将工程训练纳入工程教育认证的核心实施流程是深化工程教育改革的有效途径<sup>[1]</sup>。我校工程训练中心根据工程教育认证要求及教育部建设新工科的要求,全面梳理《工程训练》课程的教学内容,积极调整与改进,通过学生主动实践、团队协作等教学形式,培养学生的观察力、协调力等工程素质,使学生能更好地理解和掌握理论知识,切实提高学生解决复杂工程问题的能力。本文针对国际工程教育认证标准进行了钳工装配实训教学的改革和探索。

## 1 国际工程认证的培养理念

2016年6月,在吉隆坡召开的国际工程联盟大会上,中国成为《华盛顿协议》第18个正式成员国。该协议提出了具体的工程专业教育标准和工程师职业能力标准,对工科毕业生和工程师职业能力在国际工程界具有公认的权威性。其宗旨是通过双边或多边认可工程教育资格及工程师执业资格,促进工程师跨国执业<sup>[2]</sup>。

我国现行的工程教育认证标准明确规定了工程毕业生应具有的12条能力要求:(1)工程知识。(2)问题分析。(3)设计/开发解决方案。(4)研究。(5)使用现代工具。(6)工程与社会。(7)环境和可持续发展。(8)职业规范。(9)个人和团队。(10)沟通。(11)项目管理。(12)终身学习<sup>[3]</sup>。

工程教育专业认证遵循成果导向、以学生为中心和持续改进的原则,而成果导向教育(OBE, OUTCOME BASED EDUCATION)恰好集中体现了以上三个原则。成果导向教育是

一种先进的、科学合理的教育模式,强调结果的产出而不是过程的投入,重视能力的达成而不是知识的传输<sup>[4]</sup>。OBE要求学生将掌握内容的方式,从解决有固定答案问题的能力拓展到解决开放问题的能力。OBE要求学生以团队的形式完成具有挑战性的复杂任务,从而展示学生思考、质疑、研究、决定和呈现的能力。OBE教育模式,自80年代出现至今,已被世界广泛认可。

## 2 工程认证视野下的钳工装配实训

任何机器都是由零件组成的。将零件按规定的技术要求及装配工艺组装起来,经过调整和检验,使之成为合格产品的过程称为装配<sup>[5]</sup>。装配是钳工操作中采用手工操作为主的一项重要工作,是培养学生实践动手能力、吃苦耐劳的精神、团队协作和综合素质的一种有效途径。

在传统的钳工装配实训中,一般以典型的一级或两级减速器为对象进行拆装训练。训练内容主要是齿轮与轴、轴与轴承、轴承与轴承座的装配以及轴承端盖与箱体、上下箱体的螺栓联接。其教学形式一般以老师示范教学为主,学生模仿操作,多年下来一成不变。同时,由于减速器装配后的性能检测也需要专用设备,而一般工程训练中心也不具有检测条件,因此产品装配工艺和装配精度对产品质量的影响,也不能直观的反映出来。这种实训模式导致学生在整个实训过程中都是被动的,教师指导一步,学生跟着做一步,使得实训过程变得枯燥乏味,不易激发学生兴趣,不利于创新能力的培养<sup>[6]</sup>。

无碳小车源自教育部高等教育司发文举办的“全国大学生工程训练综合能力竞赛”,无碳小车是通过一直径为50mm,重量为1Kg的重物从400mm的高度下落,将势能转化为动能驱动转向及前进的小车。小车上所有的结构均为机械结构,不得有其他任何形式的动力来源,也不可使用感应探头。小车需要进行S型或8字型绕桩运行,以成功绕桩的个数和小车前行的距离来评判小车的性能。同时小车具有可调节功能的转向控制机构,以适应放置不同间距的障碍物的竞赛场地<sup>[7]</sup>。

无碳小车的“无碳”理念,对当代大学生理解工程解决方案对社会、健康、环境和可持续发展的影响,理解工程技术人员应承担的社会责任等,有着重要的教育意义。无碳小车对装配工艺及装配精度要求较高,需要两至三人协作完成,装配过程中可以充分发挥同学们的观察力、综合分析能力、团队成员工作协调能力等。装配工艺的合理性、装配精

度的高低以及调节参数的优化组合，直观的以小车成功绕桩的个数和小车前行的距离表达出来，以小组竞赛的形式检验装配质量，有利于激发同学们的探索精神、精益求精的工作作风及竞争意识。以无碳小车作为钳工装配的对象，更能满足工程认证对人才培养的教学要求。

### 3 互联网+教学方法

装配是机电产品制造的重要阶段，会直接影响产品的质量和性能。装配质量的好差，取决于装配人员对产品结构、产品性能的了解程度及装配人员的职业技能。因此，在装配前对产品进行充分和全面了解是装配的重要环节。

我们充分利用互联网+教学方法，收集整理了大量的全国大学生工程训练综合能力竞赛中的精彩镜头，包括各种典型的结构、视频等，并将这些资料上传到中国大学慕课上，学生可以根据自己的时间登录学习。同时，学生也可以通过手机或电脑在网络上，自己查找资料，主动学习了解无碳小车的结构及工作方式，既方便而又灵活，从而有效地激发同学们的兴趣，提高学习的主动性和积极性。

### 4 方案实施

#### 4.1 教学目标设计

学生通过对无碳小车的拆装，了解机械产品的工作原理与结构及钳工工具的使用方法，通过无碳小车的调试及结果分析，了解影响产品性能的因素，从而提高学生装配技能、实践能力、综合分析等能力，培养学生团队协作、吃苦耐劳等工程综合素质。

#### 4.2 课堂讲解

由于参加工程训练的都是大一大二的学生，很多学生甚至没有学过机械专业基础知识，虽然通过前期的自主学习，已经对无碳小车的工作原理和基本性能有了直观的了解，但完全靠自己摸索，在两天的短时间实训期内进行合理的装配是不太可能实现的，因此，在动手操作之前进行一定的讲解还是必要的。

指导教师首先通过要拆卸的无碳小车实物及三维装配图（如图2所示），分别介绍车架、原动机构、传动机构、转向机构、行走机构、微调机构等六大组成部分的结构及各部分的作用，再结合零件图讲解在装配时可能会出现的难点及问题。

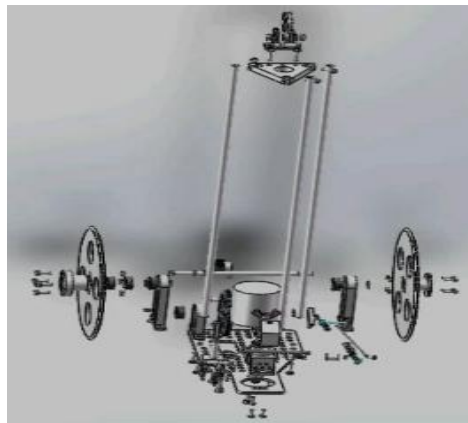


图2 无碳小车的三维装配爆炸图

然后指导教师与学生一起讨论无碳小车工作原理与结构，让学生发言，发表自己对影响无碳小车性能的各种因素的见解，并提出可能的改进措施。在总结同学们的见解的基础上，从理论角度对无碳小车的功能进行分析（公式1，公式2）

无碳小车理论行程：

$$S = 400 \times i \times \eta \times R_2 \div R_1 \quad (\text{公式1})$$

S：行程，i：机构总传动比，η：总传动效率，R2：动轮半径，R1：线轮半径。

无碳小车理论绕杆数量：

$$N = 400 \times \eta \div \pi \div R_1 \quad (\text{公式2})$$

N：绕杆个数，η：总传动效率，R1：线轮半径。

并以图表汇总无碳小车功能实现的影响因素（表1）

表1 功能实现影响因素

行程因素						避障因素				
机器内部摩擦				地面摩擦		尺寸		起始角度	尺寸	幅度
机构简化	轴承选用	零件精度	装配精度	减轻重量	减小摩擦系数	动轮尺寸	线轮尺寸	特殊位置	线轮尺寸	机构尺寸

通过指导老师讲解钳工装配的基本知识点，如典型零件的装配方法、装配工作的基本要求，常用工具的使用技巧等，让学生对后续的工作有一定的理论基础。

#### 4.3 拆装实训操作

学生基本掌握了钳工装配的理论基础后，指导教师根据无碳小车的特点分配好实训任务，组织学生组建3-4人的小团队，分工协作进行实践装配。

在学生动手操作前，实训老师应要求学生正确穿戴防护用品，从安全意识这一重要工程意识的角度，培养学生安全防范和自我保护意识，避免发生意外伤害事故。

学生首先进行无碳小车的拆卸。在此过程中要求学生仔细观察无碳小车的结构，各零件的作用、相互关系及连接方

法，熟悉各种工具的使用，深化认识，加深印象。在拆卸结束后通过思考制定出装配工艺。制定无碳小车装配工艺的重点：（1）熟悉无碳小车的装配图，掌握小车的结构及装配要求；（2）根据小车功能，划分小车的装配单元如车架单元、传动单元、转向单元等；（3）确定各功能单元的装配顺序；（4）确定装配时所需要的工具、量具及辅助工具；（5）制定装配小车的工艺卡。

完成拆卸和工艺制定后，学生根据自己制定的装配工艺进行装配。将组成小车的所有零部件对应装配图进行总装，要求学生能够树立装配精度意识和掌握精度检测及保证方法<sup>[8]</sup>。装配的主要内容有：（1）传动机构装配包括大小齿轮与轴、轴与轴承、轴承与轴承座等的装配；（2）行走机构装配

包括主从车轮与轴、前轮、重物支撑架等的装配；（3）转向与微调机构装配包括周期调节杆与转向杆、转向杆与传动杆、传动杆与前叉、前叉与前轮等的装配；（4）原动机构装配包括绕线轮与轴、重物支撑架与滚轮等的装配；（5）总装包括各运动机构与小车车架的装配。



图3 学生进行拆装

装配完成，学生对自己组装的无碳小车进行行走调试和验证。在调试过程中学生会发现，精度越高对小车的轨迹和长度的影响越多，因此在装配过程中要尽量保证精度，尤其是装配中要用科学的方法进行装配<sup>[9]</sup>。在调试基础上，学生对装配工艺进行优化并调整，如此循环往复，力求达到最优效果。

大部分学生学习积极性很高，但对所学的理论知识还未能完全掌握，装配工艺也不够完善，因此在装配和调试过程中必然会碰到各种问题，如行走时小车会出现在起点无法启动、行走轨迹偏左、偏右或转圈等各种现象。这时，指导老师不直接给予答案，而是循循善诱，从装配工艺和精度、特殊点位置、连杆长短对轨迹的影响等引导学生独立思考，找出问题所在，提出解决方案，并通过实践进行验证。



图4 学生对小车进行行走调试

#### 4.4 实训成绩评定

装配实训的成绩采用小组作品成绩与个人过程考核相结合的方式来进行评定。首先对小车的行走长度和绕杆数进行考核，并作为本小组成员的基本成绩。在此基础上，针对每个

同学在装配过程中知识、能力和素质三个方面的表现进行打分，既防止部分学生出现偷懒的情况，培养了团结合作的精神，又让每个同学都投入到装配工作中来，提高学生发现问题和解决问题的能力。

#### 5 结语

本文以无碳小车的拆装代替传统的减速器拆装，探讨了钳工装配的教学改革方案。通过主动实践，激发学生在“做中学，学中做”的热情，将同学分组分工协作操作，每个人都投入到装配工作中去，将理论和实际结合起来，对更好地理解和掌握学科理论知识有着很大的帮助，有利于激发学生的学习主动性和培养吃苦耐劳、互帮互助的精神。通过改革实践，学生的质疑力、观察力、协同力、领导力等多种素质都得到了很大提高，为培养学生的创新能力和解决复杂工程问题的能力打下坚实的基础。

#### 参考文献

- [1] 缪究文, 姚燕升. 面向“工程认证”的工程训练教学模式创新与实践[J], 教育教学论坛, 2019(5): 134-136.
- [2] 张艳蕊, 毕海霞等. 基于《华盛顿协议》的工程训练开放教学体系的构建与实践[J], 实验技术与管理, 2015(3): 199-201.
- [3] 工程教育认证标准(2015版)[Z]. 中国工程教育专业认证协会秘书处, 2015.03
- [4] 李志义, 基于成果导向教育的工程教育教学改革[D], 大连理工大学. 2016.06
- [5] 黄明宇, 金工实习(下册.冷加工)[D], 机械工业出版社, 2020.01
- [6] 肖定玉, 黄艺铭, 程千忠. 基于装配无碳小车的钳工实训课程改革与实践[J], 科技与教育, 2020(9): 147-150.
- [7] 唐佳, 宋震宇, 张夷等. 基于“无碳小车”制作的大学生创新工程训练教学[J], 产业与科技论坛, 2017(14): 150-151.
- [8] 乔英, 侍中楼, 张震等. 学科竞赛与学生创新能力的培养[J], 产业与科技论坛, 2020(19): 172-173.
- [9] 裴鑫智. 开展大学生工程训练综合能力竞赛的意义[J], 山西科技, 2015(5): 103-104.

#### 作者简介

鲁涛: 南通大学工程训练中心, 江苏省南通市啬园路9号, 1965.08.13, 男, 汉族, 籍贯江苏南京, 大专, 钳工技师。职务: 实习指导老师 职称: 钳工技师, 研究方向: 机械加工

朱益民: 南通大学工程训练中心, 江苏省南通市啬园路9号, 1971.05.26, 男, 汉族, 籍贯江苏如皋, 硕士研究生, 高级工程师, 机电一体化研究方向。职务: 南通大学工程训练中心机械制造实训部部长。

肖坤楠: 南通大学工程训练中心, 江苏省南通市啬园路9号, 1987.09.16, 男, 汉族, 籍贯江苏泰兴, 博士研究生在读, 实验师, 实验教学研究方向。