NATIONAL TEACHING INNOVATION CONTEST FOR COLLEGE TEACHERS
全国高校教师教学创新大赛

INNOVATIVE
TEACHING REPORT



以卓越工程锻造卓越工程人才

企业工程实践（含毕业设计）课程
教学创新成果报告

摘　要

企业工程实践(含毕业设计)是面向机械工程专业卓越工程师专业方向大四本科生开设的一门综合实践课程。课程旨在培养能践行**“工程报国、工程为民”理念**，具备**职业素养**和**大工程观**，善于**解决复杂工程问题**，具有**卓越工程师品质**的工程人才。针对课程教学中存在的**“能力构建型”**课程模式与工程能力提升**路径依赖**的矛盾以及**适配**产业人才需求培养**“最后一公里”**课程支撑**偏弱**等痛点。课程团队通过多元协同、能力重构、持续改进质量闭环等举措，探索产教融合育人路径新模式，打造产教融合育人生态，助力学生成长。一是创设**“教学工厂”**，构建产教协同育人生态。以此为支撑重构课程实践教学内容、知识运用能力图谱、课程思政图谱，挖掘“教学工厂”价值塑造元素；二是校企共建产教融合课程资源；三是打造院士、劳模产教融合卓越教学团队；四是建立课程教学产学研保障机制，确保课程教学创新举措落地；五是实施九工序教学(路径)，锻造学生工程实践胜任力;六是构建 PDCA 课程教学质量评价闭环,实现人才供给精准匹配。

课程探索出了**基于“教学工厂”的工程实践教学模式**，有效解决了教学真实问题，促进了**学生全面发展**，取得了包括**国家级教学成果二等奖**、省级教学成果**特等奖**、省级教学创新大**赛**一等奖、中国高等教育博览会“校企合作 双百计划”**典型案例**等在内的显著教学成果和社会影响力。

关键词：“教学工厂”;产教融合生态; 能力构建; 路径依赖; 质量闭环

目　录

一、 课程概况与学情基础 1
（一） 课程简介 1
（二） 教学目标 2
（三） 学情分析 3
二、 教学真实问题 3
（一）“能力构建型”课程模式与工程能力提升路径依赖的矛盾 3
（二）适配产业人才需求培养“最后一公里”的课程支撑偏弱 4
（三）能力构建需求与课程资源制约之间的矛盾 4
三、 创新举措 4
（一） 教学创新设计 4
（二） 教学创新举措 6
四、 创新成果 11
（一） 课程目标达成有提升、持续改进有目标（近三届） 11
（二） 学生发展有突破 13
（三） 学生就业质量高，用人单位评价效果好 13
（四） 课程建设成效及成果显著 14
（五） 教师发展和科研反哺教学成效明显 16
（六） 示范及推广 16

一、课程概况与学情基础

（一）课程简介

企业工程实践（含毕业设计）是一门面向机械工程专业卓越工程师培养班大四本科生开设实践类课程，为专业核心课程，16 学分，学时 17 周(1 学年完成)。课程秉承“工程报国、工程为民”与 OBE 教学理念，旨在培养具有大工程观和善于解决复杂工程问题能力的工科人才。之前，本专业人才培养方案中生产实习和毕业设计（论文）是两门独立开设的专业课程，2011 年后，该专业获批为“教育部卓越工程师教育培养计划”(以下简称 “卓越计划”)试点专业和首批国家级一流本科专业建设点。“卓越计划”培养方案将生产实习和毕业设计整合为 1 门课程——企业工程实践(含毕业设计)，是大四最后一学年仅有的一门核心课程，承载着卓越工程人才培养**“最后一公里”**的重任，其重要性可总结为**“四分天下有其一”**。课程教学改革历程划分为试点探索、深化改革、全面提升等 3 个阶段(图 1)。



图 1 课程建设历程

（二）教学目标

习近平总书记强调：**“要培养大批卓越工程师，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”**。深化**产教融合、协同育人**机制，是培养卓越工程师的有效路径。学生通过在企业实际生产场景中沉浸式参加专业实践和完成毕业设计，最终实现课程教学目标(图 2)和七个课程目标(对应学生七大能力产出)的达成(图 3)。



图 2 课程教学目标

首先，使学生认识到**学科交叉融合和创新的重要性，促进学生“大工程观”的形成**，通过开展面向真实工程场景的毕业设计和实战型的项目制教学，提升学生综合运用所学专业理论、知识和专业技能**解决复杂工程问题能力（技术能力培养）**。**其次**，使学生能洞察行业最新发展动态，能真实触摸到我省装备制造业**“小身材、大智慧”**的特点，并深刻认识到**“工程报国、工程为民”理念，以及弘扬“工匠精神”**对民族复兴和国家繁荣的重要性**（思政引领）**。第三，培养学生形成

良好职业道德和职业规范，强化学生对安全、工程伦理、绿色可持续发展理念的理解（**非技术能力培养**），为学生未来就业创业打下扎实基础。



图 3 课程目标

（†依据工程教育专业认证标准，从教学目标中又进一步梳理出七个课程目标）

（三）学情分析

本课程面向四年级卓越工程师专业方向学生，学生来自“进退选拔”制，采用小班化教学，大部分学生大三出国交换培养 1 年回国后开始本课程学习。问卷调查发现：超过 95%的学生普遍具有很强的创新意识和意愿，理论基础和自主学习能力较好，对课程教学内容和教学模式均具有很高的期望。但学生工程意识、大工程观和专业认同尚未完全建立，工程思维缺位，“工程报国、工程为民”的意识偏弱，解决复杂工程问题能力的提升处于关键阶段。

二、教学真实问题

（一）“能力构建型”课程模式与工程能力提升路径依赖的矛盾

“卓越拔尖人才”创新能力达成与传统培养模式间的错位反映了

传统"知识应用型"实践体系难以适应"能力建构型"新工科需求。因此，必须要解决卓越工程师能力构建课程模式与能力提升路径依赖的矛盾。具体包括：课程教学环节的先后顺序和支撑关系；课程校内教学和企业工程实践衔接、协同互补互配、交叉（师资、资源等）及综合。

（二）适配产业人才需求培养“最后一公里”的课程支撑偏弱

人才培养"供给侧"与产业创新人才"需求侧"错位发展，导致传统专业实践和大四毕业设计难承载真实工程问题的复杂性，从而造成卓越工程人才培养“最后一公里”的不畅通或目标偏离。必须从“供给侧”系统整合毕业设计和专业实践教学，创新该课程教学模式和方法。

（三）能力构建需求与课程资源制约之间的矛盾

大学工程教育自身先天不足，传统大学实践教学模式自身缺乏**“工程和创新土壤”**，无法真正培养出可堪大用的卓越工程师。

三、创新举措

（一）教学创新设计



图 4 《企业工程实践(含毕业设计)》课程教学设计理念

针对课程教学“痛点”，课程组提出了如图 4 所示的教学理念，并在课程教学设计中重点体现为：

一是通过利用创设的面向智能制造真实生产场景的“教学工厂”环境(图 5)，打造产教融合育人路径新模式(图 6)，助力学生成长。

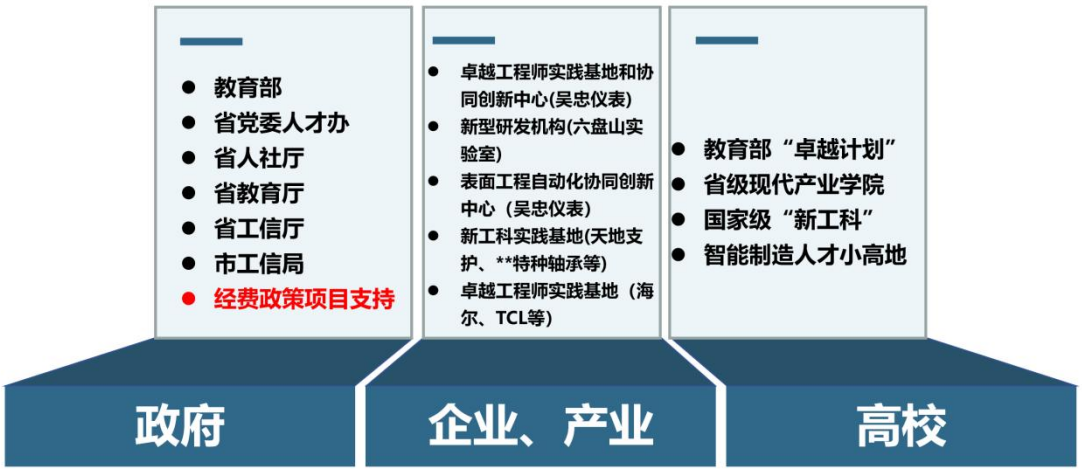


图 5 创设面向企业真实生产场景“教学工厂”

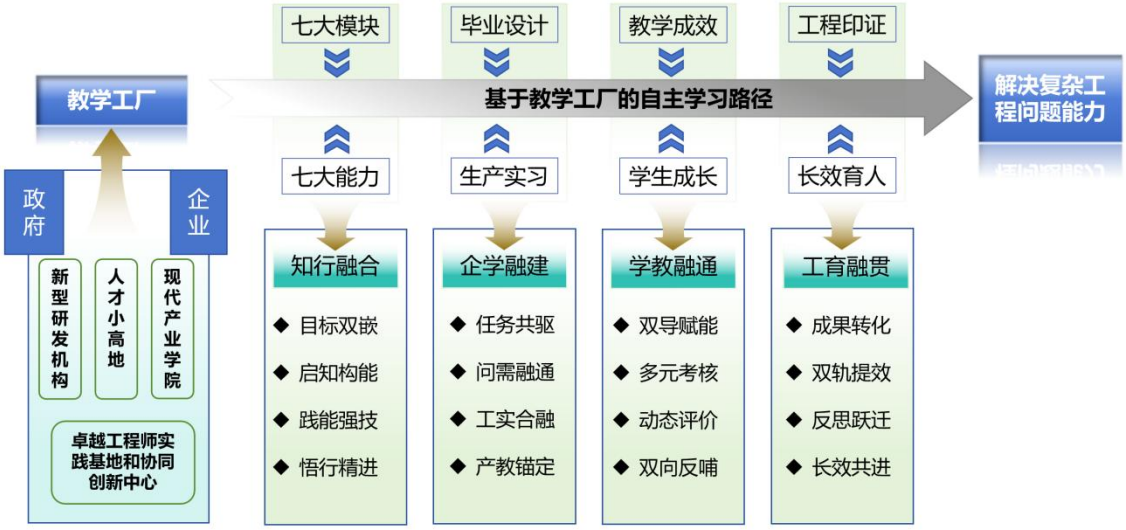


图 6 课程产教融合育人路径新模式

二是以“教学工厂”真实产教融合场景为支撑主体，重构课程实践教学内容、知识运用能力图谱、课程思政图谱，构建支撑路径重构的 7 大实践教学资源模块，挖掘“教学工厂”价值塑造的 5 个模块，助力学生形成工程实践的 7 大能力，践行工程报国、工程为民的理念。

三是把“三阶递进式”专业生产实习和毕业设计融合。真实工程场景问题定义能力与技术需求转化能力的融合→工程化环境和实战性项目的融合→校企双导师协同的知识和工程设计方法融合→大国工匠与奋斗精神支撑的职业素养与工程伦理的价值融合→学生成长与产业发展的目标融合。帮助学生树立工程报国、工程为民的理念，形成“教学工厂”支撑下的自主学习路径，以及运用知识发现问题、分析问题、解决问题的能力和终生学习能力。

四是建立教学成效考核机制和学生发展（成长）考核机制。课程多元考核机制包括毕业设计最终交付率、毕业设计成果企业采纳率、毕业设计成果学术转化率（论文、软著、专利等）、毕业生“海尔模式”实习-就业转化率。学生发展考核机制主要采用"校内导师-企业导师-课程组”三位一体的评价体系(成长记录卡、考核卡等)，综合评价学生工程实践效果。学生学习产出助力企业发展，校企协同助力学生发展。

五是作为课程今后持续改进的重要依据之一，所有学生毕业设计完成后将参加**中国机械行业卓越工程师教育联盟毕业设计大赛**评选，进一步检验课程产出成效。

（二）教学创新举措

1. 创设“教学工厂”,构建产教协同育人生态，拓宽产教协同路径

依托行业龙头吴忠仪表有限公司、共享装备股份有限公司、世界“灯塔工厂”企业——青岛海尔集团、六盘山实验室等新型研发机构，在教育部、省教育厅、党委人才领导小组、省工信厅等政府部门大力

支持下，重点以吴忠仪表、六盘山实验室等为依托建立**装备制造卓越工程师实践基地和协同创新中心、表面工程自动化协同创新中心**和**卓越工程师实践基地**，创设面向智能制造真实生产场景的“教学工厂”(图 7)，重构教学内容，打造产教协同育人生态。



图 7 “教学工厂”产教协同育人生态图

2. 校企共建产教融合课程资源



图 8 校企共建产教融合课程资源

3. 以院士、劳模引领，打造产教融合卓越教学团队



图 9 打造以院士、劳模为骨干的产教融合卓越教师团队

4. 建立课程教学产学研保障机制，确保课程教学创新举措落地



图 10 课程教学创新保障举措

5. 建实施九工序教学方法（路径），锻造学生工程实践胜任力

一是在“教学工厂”真实生产场景下，使学生重构多维知识体系，特别是扩展跨界思维(学科交叉)和“大工程”知识体系。二是在工程思维训练方面，培养学生重构系统性分析框架，包括结构化问题分解、系统建模与仿真、风险与不确定性管理等。三是实践重构与强化，要

从实战项目中不断迭代，学生参与阶梯式项目(初级、中级、复杂)和复盘与优化。四是软技能提升重构，通过培养学生跨领域协助与创新思维训练，提升解决复杂工程问题协同与创新能力。五是持续进化，形成终身学习能力，应对未来挑战。具体教学实践路线如图 11 所示。



图 11 教学实践路线图

6. 构建 PDCA 课程教学质量评价闭环，实现人才供给精准匹配

校企协同制定实习计划与课题任务分解构建双轨育人框架→双导师指导下工程实践与云端管理结合，实现研创过程数字化监控→校企多元评价体系融合实操能力与学术规范，生成课程目标达成度情况报告→基于工程竞赛反馈建立持续改进机制，形成 PDCA (Plan-design-check-action) 教育质量闭环和教学工厂模式评价体系（图 12-13）。

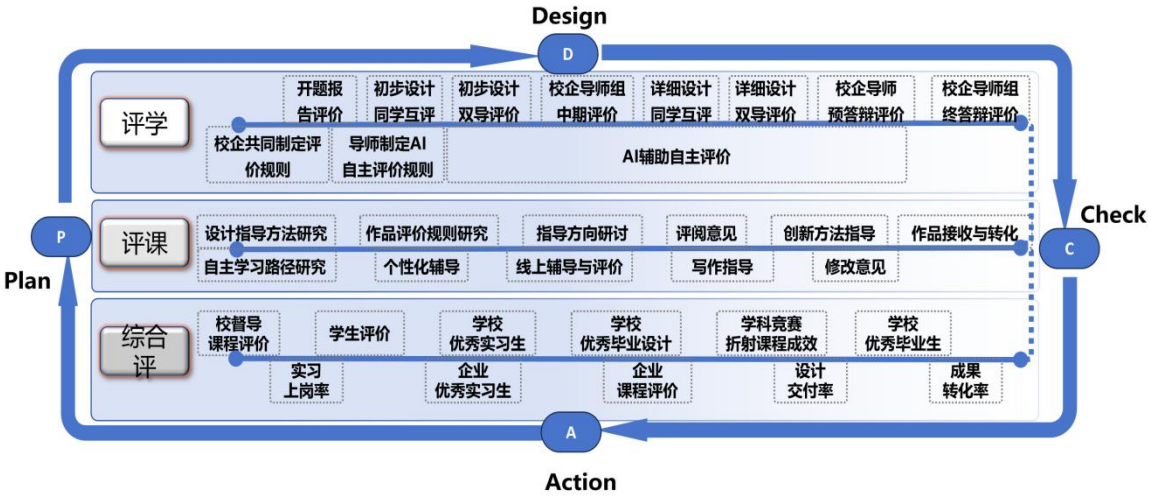
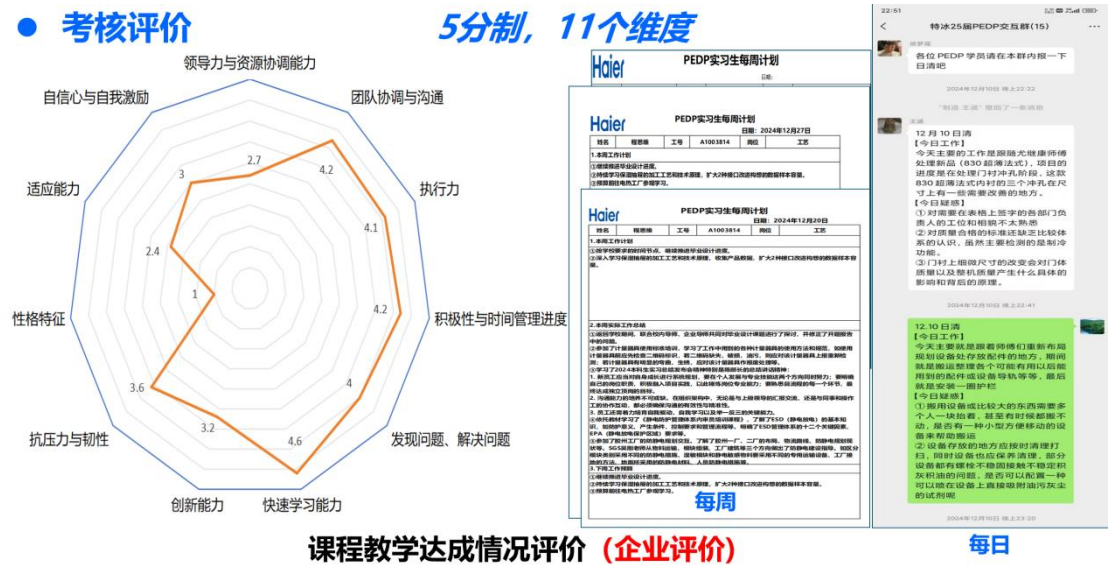
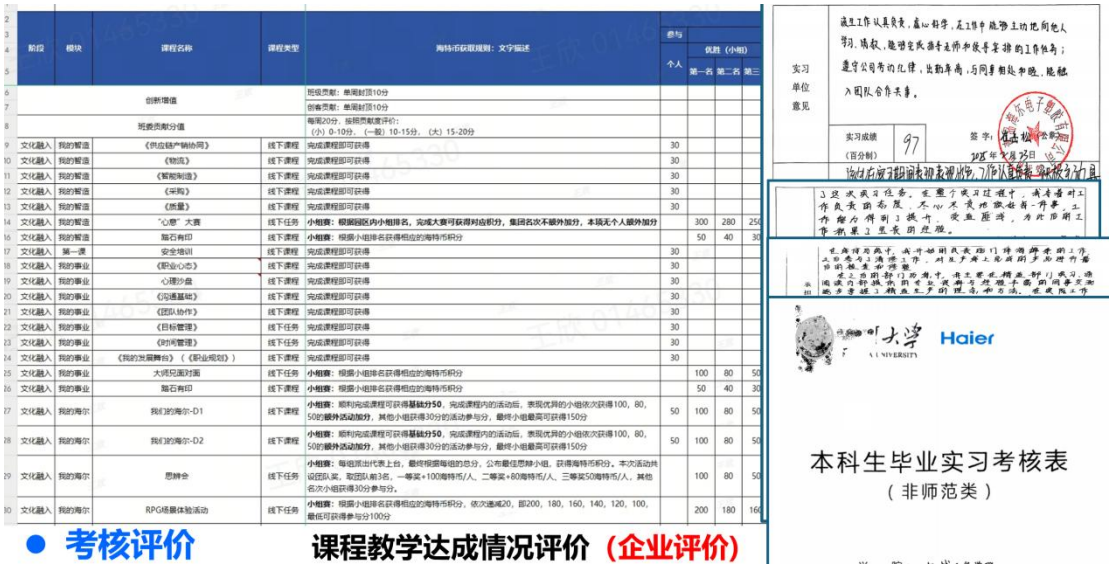


图 12 PDCA 课程教学质量评价闭环





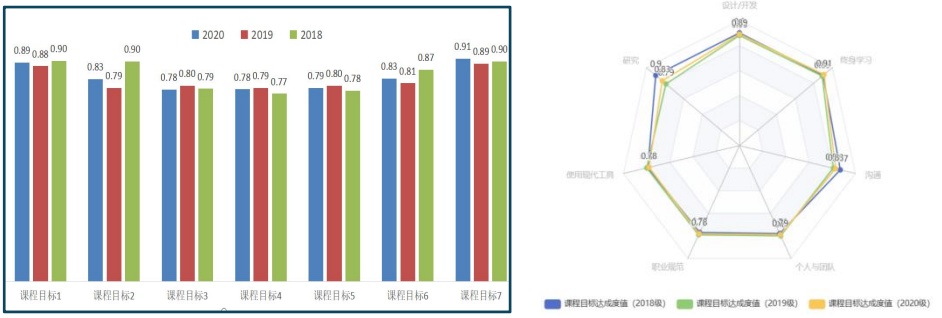


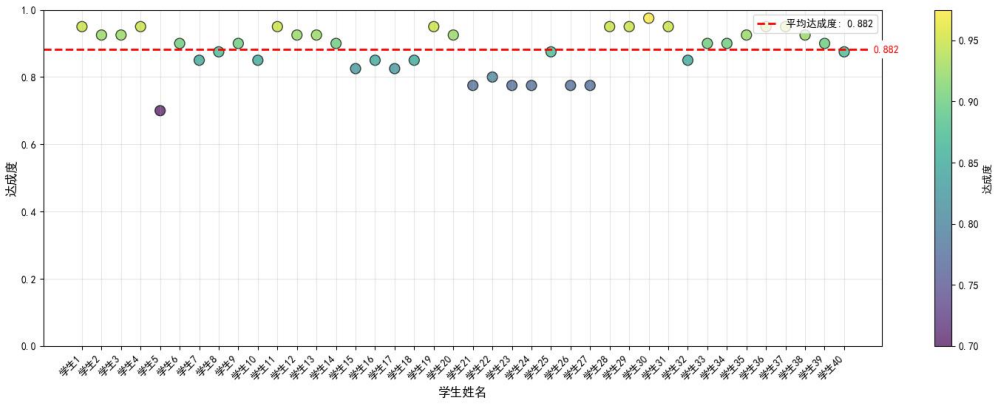
序号	成绩构成	考核方式	占比
1	过程考核	实习日志（30%）	50%
		月度报告（20%）	
		校内导师评价（20%）	
		企业导师评价（30%）	
2	毕业设计	毕业设计答辩	50%
合计			100%

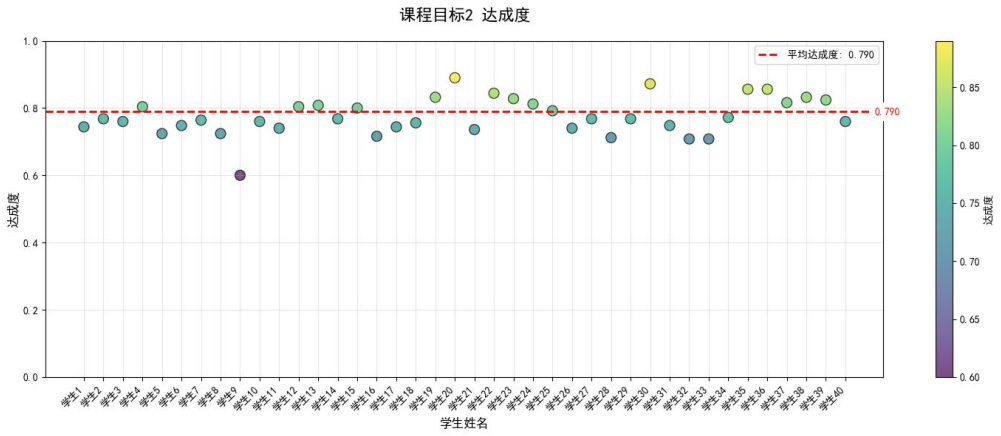
图 13 校企共同评价课程教学达成情况

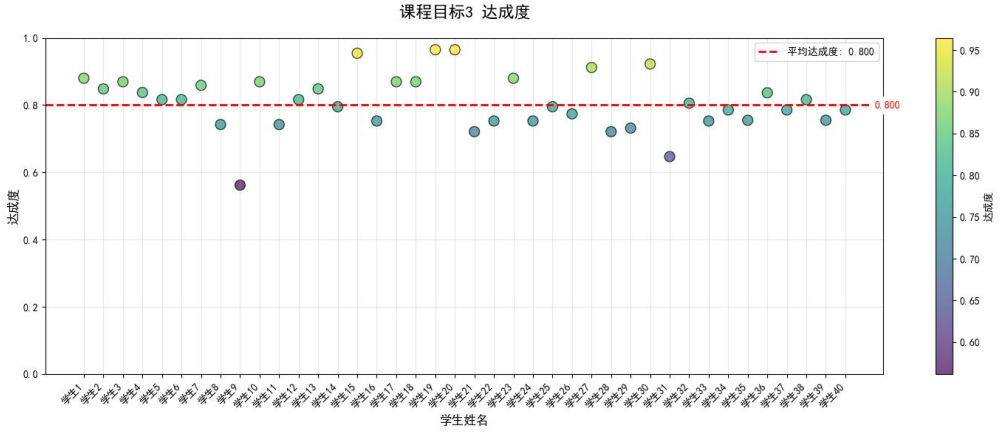
四、创新成果

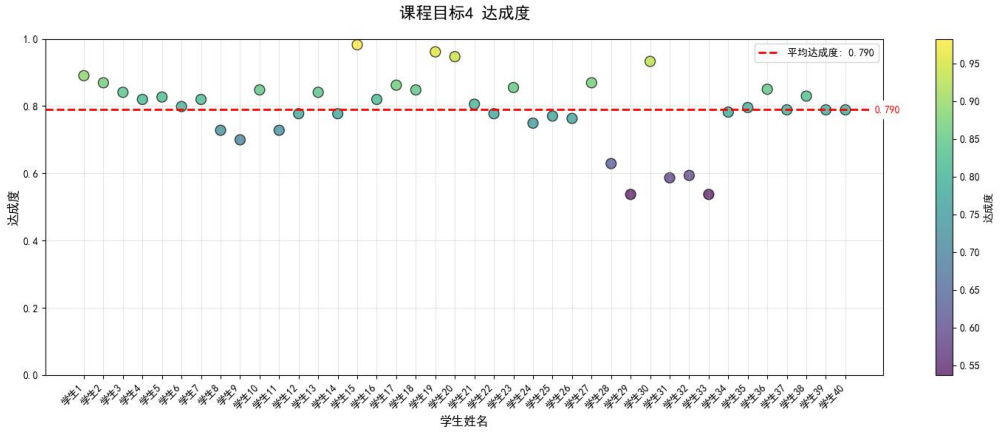
（一）课程目标达成有提升、持续改进有目标（近三届）

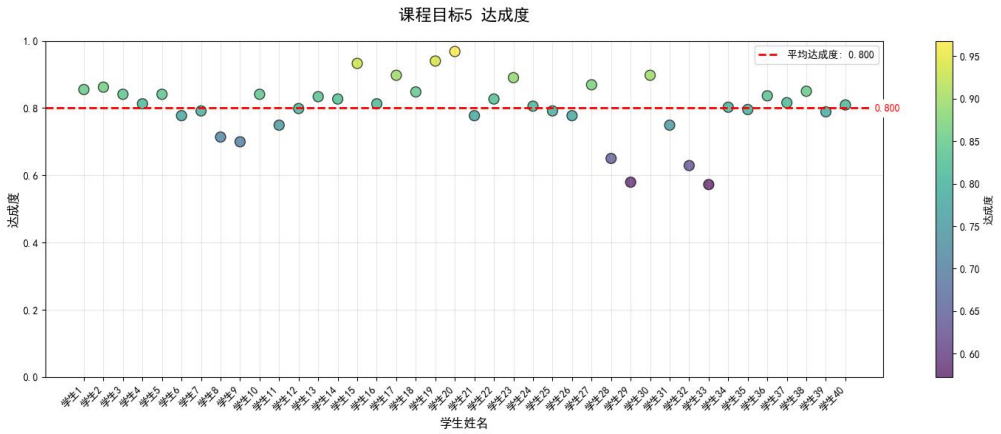





课程目标2 达成度
平均达成度：0.790
0.790
达成度
学生姓名


课程目标3 达成度
平均达成度：0.800
0.800
达成度
学生姓名


课程目标4 达成度
平均达成度：0.790
0.790
达成度
学生姓名


课程目标5 达成度
平均达成度：0.800
0.800
达成度
学生姓名

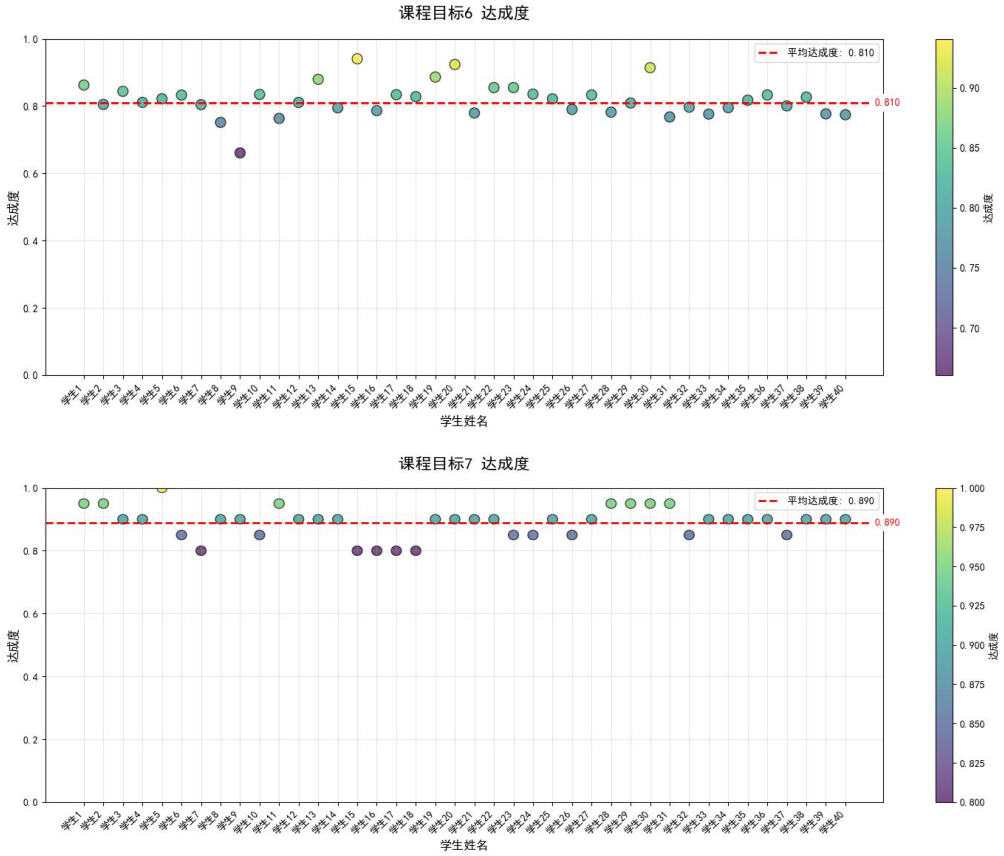


图 14 课程目标达成情况

（二）学生发展有突破

学生在“中国国际大学生创新大赛”“挑战杯”等赛事中获得多项奖励。特别是，**学生整班建制连续报名参加八届中国机械行业卓越工程师教育联盟毕业设计大赛，多人毕业设计获得铜奖、优秀奖和佳作奖等奖励，入选毕业设计大赛优秀作品案例集**（图 15）。



图 15 带动学生发展取得新突破

（三）学生就业质量高，用人单位评价效果好

近 4 届毕业生初次毕业去向落实率 90%以上，均协议就业。与世

界 500 强企业——青岛海尔 Haier、TCL 集团联合开展**“订单式”**培养，学生**课程学习成果**获企业**直接采纳**和**表彰**，毕业后**跳过实习期**直接定岗在企就业，并在企业重要岗位就职(图 16)。



图 16 学生学习成果获企业直接采纳和表彰

（四）课程建设成效及成果显著

历经 14 年建设，课程形成三大特点，一是教学过程工程化，“真企业、真问题、真现场、真在岗、真双导、真设计、真交付、真转化、真考核”，形成教学工厂模式。二是校企协同编写教学工厂新型教材，对接一线设计真方法，深度植入工匠精神，塑造工程报国、工程为民的卓越工程师。三是课程教学成效与学生发展成效与企业收益三方绑定，促进课程与产教真融合。工程实践上岗率 100%，设计真题 100%，校企双导 100%，同时，课程把毕业设计企业交付率，毕业设计采纳率，设计成果转化专利论文和产线应用率等指标点纳入课程持续改进闭环中。最终，课程探索出了基于“教学工厂”的工程实践教学模式，破解了“能力构建型”课程模式与工程能力提升路径依赖、能力构建需求与课程资源制约两大矛盾，解决了课程支撑与适配产业人才需求培养的“最后一公里”问题。**建设成效获肯定**（图 17）



图 17 建设成效获肯定

1. 教学模式有力支撑了**国家级一流本科专业和“新工科”建设**(图 18)。以课程教学实践为主体内容，先后获批**国家级“新工科”建设项目** 2 项、**省级智能制造卓越工程师试点班** 1 个、**省级装备制造卓越工程师实践基地和协同创新中心** 1 个、**省级智能制造研究人才小高地** 1 个、**省级一流基层教学组织** 1 个及**省级一流课程** 4 门(1 门获参评国家一流本科课程)。（**注：**本课程因属性不匹配原因未参加各类一流本科课程评选）。



图 18 教学模式支撑国家一流本科专业建设和国家级“新工科”建设

2. 校企联合编写产教融合教材建设取得成效。在长期教学实践中，课程教学团队已正式出版**新工科教材 5 本**(图 19)。



图 19 校企联合编写产教融合教材建设取得成效

3.课程建设支撑的产教融合模式取得新突破。2018 年，被国务院

副总理孙春兰评价为**“这是典型的产教融合”**。课程教学案例在第60届中国高等教育博览会(青岛)上被认定为**“校企合作 双百计划”典型案例**，起到了示范作用(图 20)。



图 20 课程建设支撑的产教融合模式获肯定

（五）教师发展和科研反哺教学成效明显

校企导师中 1 人 2021 年获评**中国工程院院士**、3 人获**全国劳动模范或全国先进工作者**称号，多人获全国五一劳动奖章、国务院政府特殊津贴及省级“塞上卓越工程师”等荣誉称号。校企导师依托省级卓越工程师实践基地和协同创新中心，围绕**全球最大砂型 3D 打印机**、**高端控制阀**等行业重大工程获批多项国家自然科学基金项目，**均全部转化**为学生毕业设计选题，产教融合成果已为企业产生直接经济效益超过**亿元**，科研反哺教学成效显著(表 1)。

表 1 代表性校企合作科研项目

项目名称	项目来源	时间	牵头单位	合作单位
砂型3D打印头全耦合动力学与微滴喷射机理及成形质量影响机制研究	国家自然科学基金重点项目(300万元)	2022	**大学	**共享装备** 西安交通大学
极端工况下高端控制阀金属硬密封泄漏演化机理及密封设计理论	国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目(265万元)	2024	**大学	**吴忠仪表** 北航
高压供氢阀故障机理及高可靠设计理论研究	国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目(260万元)	2025	**大学	**六盘山实验室** 浙江大学

（六）示范及推广

课程教学团队骨干多次应邀在**教育部虚拟教研室教学改革研**

讨会、全国大学生机械创新设计大赛主题解析会、全国机械工程学院院长/系主任联席会议以及区内外高校做交流和报告。课程产教融合培养模式先后被《光明日报》《**日报》《**电视台》等报道，除Haier、TCL集团等企业之外，产教融合模式已逐步开始在洛阳北玻集团、山东潍柴动力、山推集团等头部企业推广，示范效应得到显著提升(图 21)。

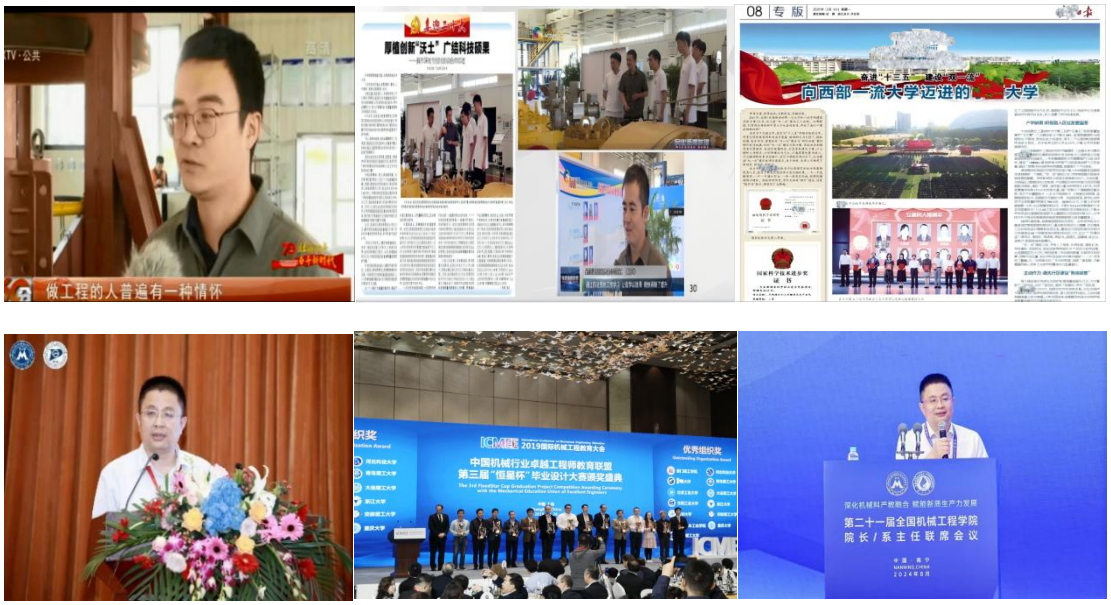


图 21 课程示范及推广