

新工科背景下地方高校机电类专业“专创融合”课程建设：逻辑框架与实践路径

申毅莉 颜克春*

梧州学院，广西 梧州 543002

[摘要]新工科建设迭代跃升与“新工科项目制教学、产业双导师制”改革试点的推进，对工程技术人才的创新创业素养提出更高要求。地方高校机电类专业创新创业教育与专业教育长期“两张皮”，突出表现为课程目标双创指标缺位、内容融合点模糊、项目载体缺少真实工程与市场约束、评价方式难以度量创新增量。本文以 OBE 理念为牵引，构建“目标—内容—实施—评价—保障”五环联动框架，建立毕业要求与双创素养指标的双向映射机制，并以《可编程控制器原理及应用》课程为示范，形成模块化内容重构、CDIO 项目贯穿式教学、多元增值评价与校企双导师保障四条路径。两轮实践表明，学生方案迭代意识、跨学科整合能力与成果转化意愿三个维度提升明显。

[关键词]新工科；专创融合；机械电子工程；OBE 理念；项目式教学；地方高校

DOI: 10.33142/fme.v7i9.20587

中图分类号: G647

文献标识码: A

The Construction of "Specialized Innovation Integration" Courses for Mechanical and Electrical Majors in Local Universities under the Background of Emerging Engineering Education: Logical Framework and Practical Path

SHEN Yili, YAN Kechun*

Wuzhou College, Wuzhou, Guangxi, 543002, China

Abstract: The iterative leap of the construction of emerging engineering education and the promotion of the reform pilot of "project-based teaching and dual mentorship system for industries" have put forward higher requirements for the innovation and entrepreneurship literacy of engineering and technical talents. The innovation and entrepreneurship education of mechanical and electrical majors in local universities has long been characterized by a lack of dual innovation indicators for course objectives, ambiguous integration points of content, a lack of real engineering and market constraints for project carriers, and difficulty in measuring innovation increment through evaluation methods. This article is guided by the OBE concept and constructs a five link linkage framework of "goal - content - implementation - evaluation - guarantee". It establishes a two-way mapping mechanism between graduation requirements and entrepreneurial literacy indicators, and uses the course "Principles and Applications of Programmable Controllers" as a demonstration to form four paths: modular content reconstruction, CDIO project integrated teaching, diversified value-added evaluation, and school enterprise dual mentor guarantee. Two rounds of practice have shown that students' awareness of program iteration, interdisciplinary integration ability, and willingness to transform results have significantly improved in three dimensions.

Keywords: emerging engineering education; specialized innovation integration; mechanical and electronic engineering; OBE concept; project-based teaching; local universities

引言

新工科从“复旦共识”“天大行动”走到今天的迭代跃升，已经不只是增设几个新兴专业的问题。2026 年初，教育部联合工业和信息化部在 50 所工科优势高校启动“新工科项目制教学与产业双导师制”深化改革试点，要求参与专业至少将一门核心课程改造为以企业真实研发

项目为主线的项目制课程。这一动作的指向很明确：工程教育长期存在的“理科化”倾向——重理论推演、轻实践创新——已经到了必须动刀子的时候。

对于地方高校而言，压力其实更大。一方面，区域产业结构正在快速重塑，以广西为例，自治区围绕制造业十大现代化支柱产业实施“七个一”行动，明确提出推动创

新链、产业链、人才链、教育链深度融合，具身智能、智能网联新能源汽车、高端装备制造等领域的人才缺口持续扩大；另一方面，地方高校机电类专业的课程体系大多仍沿用十年前的框架，创新创业教育则主要依靠几门通识课和几场竞赛来承载，与专业课程各走各路。笔者所在教学团队在 2024—2026 年的课程建设中也反复碰到同一个尴尬：学生能在《可编程控制器原理及应用》里编程实现功能，却说不清楚“解决了什么真实问题”。

这正是本文要处理的核心问题：创新创业教育究竟能够以何种方式真正进入机电类专业的课程内部，而不是停留在课程表的外面。

1 新工科背景下“专创融合”的内涵再认识

1.1 从“叠加”到“内生”的范式转向

已有研究对创新创业教育与专业教育关系的讨论，大致经历了三个阶段。早期观点将二者视为并列关系，主张通过增设创业类选修课、举办创业大赛来“补充”专业教育；其后出现的“嵌入论”主张把创业知识模块插入专业课程；近年来的研究则更多转向“融合论”或“融通论”，强调创新创业素养并非附加在专业能力之上的装饰，而是工程能力本身的构成性要素。

这一转向并非概念游戏。新经济的本质是要素资源的重新配置和生产关系的重构，技术创新与商业落地的边界日趋模糊。一个机电系统的方案设计，从一开始就无法回避成本、可靠性、可制造性、用户场景这些约束——而这些约束恰恰同时是工程约束和商业约束。把“成本意识”“用户场景”“迭代验证”从课程内容中剥离出去，剩下的只是去情境化的习题，学生解决的是“伪工程问题”。

因此，本文所说的“专创融合”，指的是以真实工程与市场需求为背景约束，将创新意识、机会识别、资源整合与价值实现等素养，内生地嵌入专业课程的目标、内容、实施与评价全过程。它不是在专业课上“讲创业”，而是用创业的逻辑重新组织专业课的问题结构。

1.2 新工科人才双创素养的能力构成

参照工程教育专业认证通用标准的毕业要求，结合欧洲工程师能力标准（EUR-ACE）、美国 ABET 认证标准中对“工程与经济、社会、环境交互”能力的要求，笔者将机电类专业学生应具备的双创素养拆解为四个可观测维度（表 1），用于后文的指标映射与评价设计。这一拆解的原则是：每一项都能够落实到具体的教学活动中，能够被观察到、被记录、被评价，而不是停留在“培养创新精神”这类无法检验的表述上。

2 地方高校机电类专业推进融合的现实困境

课题组于 2024 年对广西区内 4 所地方高校机电类专业的教师与学生开展调研，发放教师问卷 20 份、学生问卷 50 份，并结合对 10 位专业课教师的半结构化访谈，梳理出五个层面的突出问题。囿于样本规模，此处不做统计推断，仅作为问题识别的依据。

2.1 目标层：毕业要求指标点中双创素养“无处安放”

多数专业在修订人才培养方案时，对工程教育认证通用标准的 12 条毕业要求做了逐条落实，但创新创业相关要求往往只在“沟通”“项目管理”“终身学习”等条目中隐约涉及，缺乏独立、可考核的指标点。结果是课程大纲里的“课程目标”通常只有三到四条，全部指向知识掌握与工程计算能力，教师即便有心融入双创内容，也找不到“名分”。

2.2 内容层：知识点与双创元素“两张皮”

这是最直观的问题。专业课教师普遍认同融合的必要性，但在备课时往往采用“知识点+案例点缀”的做法——讲完 PLC 编程计，实现 1 个编程的案例。这类处理能活跃课堂，但并未改变知识的组织方式，学生记住的是故事，不是方法。访谈中有教师的表述很典型：“我知道要融，但不知道往哪儿融、融多少算够。”

2.3 实施层：项目载体缺乏真实工程与市场约束

机电类专业的课程设计、综合实验等环节，题目多由教师拟定，以“设计一个××PLC 控制系统”的形式给出，技术指标明确，但缺少需求来源、成本上限、使用场景和交付对象。学生提交的是一份技术说明书，不需要回答“为什么是这个方案”“比现有方案好在哪”“谁会为它付费”。缺少约束的设计训练，本质上训练的是解题，不是工程。

2.4 评价层：结果性评价难以度量创新增量

现行课程考核以期末闭卷考试加实验报告为主，权重通常在七三开或六四开。选择题与计算题能够高效地区分知识掌握程度，却几乎无法反映学生在方案比选、试错迭代、团队协作中的表现。更关键的是，创新本身具有高风险、非线性特征，用一次性的结果评价去度量，实际上是在惩罚试错。

2.5 师资层：专业课教师的双创能力结构性缺口

受访的 10 位专业课教师中，具有企业工程经历的不足半数，系统学习过创新创业教学方法的更少。部分教师坦承对创业存在认知偏差，认为“创业是双创学院的事”，或把创新窄化为科技创新。教师能力结构决定了融合能走多远，这是最难通过文件解决的问题，也是必须正视的问题。

3 融合课程建设的逻辑框架：OBE 导向的“五环联动”模型

3.1 框架的提出

针对上述问题，本文以 OBE“学生中心、成果导向、持续改进”理念为牵引，构建如图 1 所示的“五环联动”融合框架：目标环-内容环-实施环-评价环-保障环。五个环节不是线性流程，而是以“学习成果”为轴心的闭环：目标环定义学生最终应达成的工程能力与双创素养；内容环与实施环负责产出证据；评价环采集证据并度量达成度；保障环提供师资、平台与机制支撑；评价结果反向驱动目标与内容的持续改进。

这一框架与一般课程设计模型的区别在于两点：其

一，把“市场约束”作为与“技术约束”并列的设计变量引入目标环与实施环；其二，把“创新增量”作为可度量的评价对象，而非笼统的素质描述。

3.2 能力指标的双向映射机制

框架落地的技术关键在于指标映射。课题组采用“正向分解-反向校验”两步法：先将毕业要求指标点分解为课程可支撑的具体能力，再将表 1 的四个双创素养维度逐一挂接到相应能力上，形成“毕业要求-课程目标-教学任务-评价方式”四位一体的对应表，如表 2 所示。反向校验则是检查每一个双创素养维度是否至少有两项教学任务支撑且至少有一种评价方式覆盖，避免出现无支撑的“悬空指标”。

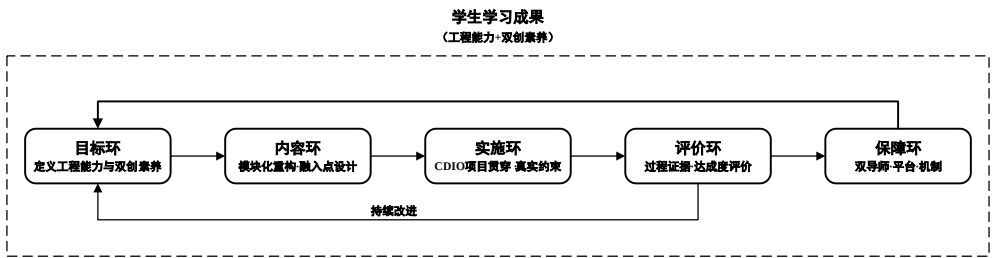


图 1 机电类专业“专创融合”课程建设的五环联动框架

表 1 机电类专业学生双创素养的观测维度

维度	内涵表述	课堂表现	对应毕业要求
问题意识与机会识别	面对真实工况或使用现场提出的诉求，能察觉其中还没有人解决的那一部分，并把含糊的抱怨说成可以动手的技术问题	会主动去问；能把需求列成条目，并分清哪几条是必达的、哪几条属于加分；讲得出这件事的边界在哪	2.问题分析； 3.设计/开发解决方案
方案创新与迭代验证	不满足于“做出来就行”，肯就同一个目标想出不止一种做法，再用实验、仿真或现场试机分出高下，然后照着结果改	交得出两套以上方案，并且讲得出取舍的理由；如实记下返工和走不通的地方；至少做一轮实质性的修改	3.设计/开发解决方案； 4.研究
资源整合与团队协作	清楚自己和同组人各自擅长什么，能据此分活；实在啃不动的时候，知道该去找谁——企业师傅、别的专业的老师，或者往届做过类似题目的学生	组内分工落到人、排到天；卡住时会往外求援，而不是原地空转；留得下可查的进度记录	9.个人和团队；11.项目管理
价值判断与成果转化	肯算账，也会掂量一件事值不值得做：技术上站不站得住、成本上划不划得来、做完有没有人真的会用	给出物料和工时的成本核算；能写出让外行看得懂的技术方案或路演讲稿；最终拿出专利、样机或参赛作品	11.项目管理； 12.终身学习

表 2 《可编程控制器原理及应用》课程目标与指标点映射

课程目标	支撑指标点	融入的双创素养维度	主要教学任务	评价方式与权重
目标 1 依据工艺需求与约束条件，给出控制系统总体方案	3.2	问题意识与机会识别	需求调研与问题界定工作坊	需求调研报告 10%
目标 2 完成 I/O 分配、硬件选型与程序架构设计	3.3、4.2	方案创新与迭代验证	硬件配置与程序架构比选	方案比选说明书 15%
目标 3 完成控制系统搭建、程序调试与性能优化	4.3、5.1	方案创新与迭代验证	系统联调迭代实验，分三轮留痕	系统演示答辩+迭代日志 25%
目标 4 评估方案的技术经济性，形成可交付成果	11.2	价值判断与成果转化（兼及资源整合与团队协作）	成本核算、路演与成果转化	商业计划书/路演 20%
目标 5 在跨学科小组中承担具体角色并推进项目	9.1、9.2	资源整合与团队协作	团队分工与进度管理	组内互评+过程记录 10%
说明：上述五项合计 80%，余下 20%为期末闭卷考查，覆盖指令系统与基本编程等需记忆的知识	—	—	—	期末闭卷 20%

4 融合路径与实施策略——以《可编程控制器原理及应用》为例

示范课程最后落在《可编程控制器原理及应用》上，这是权衡之后的决定，并非一开始就定好的。该课程 48 学时（理论 32 学时、实验 16 学时）、3 学分，面向机械设计制造及其自动化、机械电子工程专业三年级开设，先修课程为电工与电子技术、传感器与检测技术，学生进入本课程时已有一定的电类底子，不必再为接线、器件选型这类细节耗掉全部精力，可以腾出手来想方案本身。真正促使课题组选它的，是另外两点。一是离现场近：校内实训装置与本地几家企业产线的控制逻辑基本同源，命题容易找到真实原型，学生的方案也能请企业师傅当场评一评，不至于自说自话。二是成果看得见：一套跑得通的控制程序加上联调记录，两三周就能比出高下，便于在两轮教学之间做对照，也便于判断改动到底有没有用。改革自 2025 年春季学期起实施第一轮，秋季学期针对第一轮暴露的问题修订后实施第二轮，两轮累计覆盖学生 200 余人。

4.1 内容重构：按工程逻辑重建模块，而非按教材章节

传统教材按“PLC 结构原理-指令系统-梯形图设计-顺序控制-功能指令-通信与组态”的顺序编排，逻辑上是“知识点罗列”。课题组改为按一台自动化装置从需求到交付的真实过程重组为四个模块，如表 3 所示，每个模块设一个明确的产出物。这一改动带来的最直接变化是：学生从第 3 周起就要交付东西，而不是等到期末。

需要强调的是，“商业计划书”“路演”这类任务并不是要学生去创业，而是用一套外显化的表达结构，倒逼他们回答技术问题回答不了的问题：这个方案值多少钱、谁来用、凭什么是你。教学实践中发现，恰恰是这类任务最能激活学生的主动性——当作品有了“假想的客户”，学生对急停保护、报警提示、操作界面这些以往不屑一顾的细节，忽然变得认真起来。

4.2 教学实施：CDIO 四阶段与“约束清单”驱动

实施环节采用 CDIO（构思-设计-实现-运行）四阶段组织，对应四个模块。为避免项目制流于形式，课题组为每个项目小组下发一份“约束清单”，明确列出项目必须满足的非技术约束，包括：物料成本上限、交付周期（第 14 周）、使用场景（须来自 M1 调研中的真实场景）、可制造性要求（优先选用标准件与校内可加工工艺）。

这份清单第一轮是没有的。当时只给了题目和技术指标，结果一半小组的方案彼此雷同，另一半把成本做到预算的三四倍。问下来，学生不是没想法，是不知道边界在哪儿。第二轮补上清单，这类情况明显少了。这里头有个分寸：技术路径要放开，约束条件要钉死。放开的一头给学生留余地，钉死的一头保证题目不至于散掉。

课堂组织上采用“短讲授+长工作坊”的结构，教师讲授时间压缩至总学时的三分之一，其余时间用于分组研讨、方案评审与系统联调。第二轮实施中，课题组引入了“红色评审”（Red Team Review）环节：每个小组在 M2 结束时接受其他小组的质疑式评审，必须回应至少三个反对意见后才能进入 M3。这一环节直接借鉴了工程界的评审惯例，也是学生反馈收获最大的部分。

4.3 评价改革：用过程证据度量创新增量

考核方式由“期末闭卷 70%+实验报告 30%”调整为多元过程性评价体系，如表 4 所示。其中最关键的设计有两点。

一是迭代日志单独计分。学生必须记录每一轮方案的失败原因与改进依据，即使最终系统未达技术指标，只要迭代过程扎实、分析到位，仍可获得该模块的满分。这实际上是把“允许失败”写进了制度。

二是增设增值评价。在课程首尾各进行一次自评与互评（采用同一套 5 级量表），以差值衡量学生在创新意识、协作能力等方面的成长幅度，占 5% 权重。坦白讲，5% 的权重、这么小的样本，测不出什么精确结论。设这一项主要是想给学生递个信号：起点高低不那么要紧，往前走了多少才算数。

表 3 课程模块化重构与双创融入点设计

教学模块（学时）	核心知识点	双创融入点	项目任务（贯穿式）	产出物
M1 需求与问题界定（6）	控制需求分析、工艺流程分解、I/O 点表编制	机会识别、用户画像、竞品分析	走访本地多家装备制造企业或校内实训基地，采集真实痛点	需求调研报告+问题定义卡
M2 方案设计与比选（12）	控制架构、I/O 分配与硬件选型、程序结构设计	多方案生成、成本—性能权衡	提出≥2 套总体方案并用层次分析法比选	方案比选说明书+成本估算表
M3 系统实现与迭代（18）	梯形图与顺序功能图编程、通信与组态、现场调试	试错记录、快速原型、迭代验证	搭建实验系统，完成三轮“测试—失效分析—改进”	可运行控制系统+迭代日志（含失败记录）
M4 价值呈现与转化（12）	技术经济分析、知识产权基础	商业模式画布、路演表达、专利撰写	完成成本与定价测算，撰写专利申请文件或路演 PPT	商业计划书/专利交底书+路演

表 4 课程考核体系重构

教学模块（学时）	核心知识点	双创融入点	项目任务（贯穿式）	产出物
M1 需求与问题界定（6）	控制需求分析、工艺流程分解、I/O 点表编制	现场找痛点、说清给谁用、看别人怎么做	走访本地××装备制造企业或校内实训基地，采集真实痛点	需求调研报告+问题定义卡
M2 方案设计与比选（12）	控制架构、I/O 分配与硬件选型、程序结构设计	先想出两套以上、再算性能与成本的账	提出≥2 套总体方案并用层次分析法比选	方案比选说明书+成本估算表
M3 系统实现与迭代（18）	梯形图与顺序功能图编程、通信与组态、现场调试	最小原型先行、失败留痕、逐轮改进	搭建实验系统，走完三轮“测试—失效分析—改进”	能跑起来的控制系统+迭代日志（失败部分必写）
M4 价值呈现与转化（12）	技术经济分析、知识产权基础	成本与定价测算、讲给外行听、技术交底	测算成本与定价，二选一完成：一份专利交底书，或一套路演材料	路演材料

4.4 保障条件：校企双导师与平台支撑

融合能否持续，最终取决于师资。课题组的做法有三条。其一，从校企合作单位聘请 2 名具有工程师职称的技术骨干担任产业导师，参与 M1 需求调研指导与 M4 路演评审，每学期进校不少于 2 次。其二，推动校内专业教师参加创新创业教学方法培训与工程实践锻炼，2025 年安排 2 名教师赴合作企业开展为期 4 周的工程实践。其三，将学生的优秀项目接入学校众创空间与大学生创新创业训练计划，形成“课程项目-大创项目-竞赛项目”的递进通道，避免课程结束即项目终止。

这一保障设计呼应了 2026 年初教育部“产业双导师制”改革试点的方向，但在地方高校的落地有自己的难处：企业导师的报酬缺乏稳定来源，教师参与工程实践的工作量认定也不顺畅。这两个问题课题组尚未很好解决，需要学校层面的制度配套。

5 实践成效与反思

5.1 实施成效

两轮实践后，课题组从三个渠道采集了成效证据。

学习产出方面，第二轮共形成课程项目作品 98 件，其中 18 件申报大学生创新创业训练计划项目，12 件参加学科竞赛并获奖。对比改革前同课程的课程设计成果，作品在系统集成完整度与需求匹配度上有明显提升。

学生反馈来自课程结束后的匿名问卷，共回收 98 份。坦率地说，两个数字都不算高：认为“课程提高了我的创新意识”的占 36.04%，表示愿意把作品继续往下做的只有 13.69%。开放题里被提到最多的两条，一条是“学会了先想清楚需求再动手”，另一条说法很直白——“知道怎么跟队友吵架了”，讲的是组内意见不合时该怎么办。这种事按章节讲授的课堂上碰不到，学生也没有练的机会，是我们原先没预料到的收获。

参与改革的几位教师在座谈时说，最难的不是把项目设计出来，是“忍住不给标准答案”。这话听着简单，做

起来并不容易：讲了这么多年课，看到学生方案里有明显的漏洞，第一反应还是想直接指出来、把正确做法讲一遍。可是教师一开口，学生自己走弯路的机会也就没了。教师能不能忍住，比项目设计得好不好更影响融合的实际效果。

5.2 尚未解决的问题与改进设想

改革做下来，有三个问题没有解决好。

其一是融合深度不均衡。四个模块里，M1 和 M4 的双创内容加得进去，也加得自然；M3 系统实现这一块基本还是原来的样子，梯形图编程、通信组态该怎么练还怎么练。技术训练和双创素养究竟在哪儿接得上，课题组到现在也没有找到特别好的办法。

其二是班额。第二轮，组数多，教师分组指导一轮转下来时间就见底了，企业导师本来就不多的指导时间摊到每个组身上更薄。

其三是评价成本。多元过程性评价把教师工作量抬上去不少，光是迭代日志和组内互评的批阅量，就明显多于过去改实验报告。课时和工作量认定没有同步调整的情况下，这么干一两轮还撑得住，长期不行。

第三个问题课题组正在试着用工具缓解：过程记录搬到在线协作平台上留痕，请学生助教分担一部分过程评价，另外计划引入人工智能做方案初评。前两项已经用上了，负担确实轻了一些。至于人工智能，判断一份方案要素不齐、格式对不对，它可以；判断一个方案值不值得往下做，我们暂时不敢交给它——这也是下一步打算专门考察的地方。

6 结语

创新创业教育与机电类专业课程的融合，难点从来不在理念认同，而在可操作化。本文给出的“五环联动”框架与指标映射机制，试图回答的是“往哪儿融、融多少、怎么评价”这三个一线教师最关心的问题。两轮实践证明，只要把真实约束引入课堂、把迭代过程纳入评价、把产业力量拉进教学，学生的工程创新意识是可以被有效激活的。

当然,一门示范课程远不足以支撑人才培养模式的整体转型。课题组下一步将把《可编程控制器原理及应用》的经验向单片机原理与应用、机电一体化系统设计等课程迁移,逐步形成“专创融合”课程群,并探索其与工程教育专业认证持续改进机制的衔接。对地方高校而言,这注定是一场慢工,但方向是清楚的:工程教育要回到工程本身,而真实的工程从来都包含着创新与价值创造。

基金资助:广西教育科学“十四五”规划 2022 年度高校创新创业教育(2022ZJY3034),2025 年校级教育教学改革工程项目(Wyjg2025B026),广西高等教育本科教学改革工程一般 B 类项目(项目号:2026JGB472),校级教育教学改革工程(Wyjg2017A007),(Wyjg2019B014),(Wyjg2019A018)(Wyjg2019A016),(Wyjg2019A074),2021 年校级课程思政示范课立项,校级教学成果培育立项项目(2022Wyjxcg024),2022 年梧州学院课程思政课程立项(Wykcsz2022Z004)。

[参考文献]

- [1]吴爱华,杨秋波,郝杰.以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J].高等工程教育研究,2019(1):1-61.
- [2]顾佩华.新工科与新范式:概念、框架和实施路径[J].高等工程教育研究,2017(6):1-13.
- [3]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [4]林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017,38(2):26-35.
- [5]李家俊.加快培养创新型拔尖工程科技人才[J].中国高教研究,2025(7):1-6.
- [6]段莉敏,冯松宝,巩舜妹.新工科背景下地方应用型高校创新创业教育探索[J].创新创业理论与实践,2021,4(17):4-8.
- [7]杨赫然,孙兴伟,张幼军,等.“新工科”背景下机械类专业创新创业教育模式探索[J].科技风,2021(10):39-40.
- [8]周开军,覃业梅,谭平,等.新工科背景下的电子信息工程

专业创新创业教育模式研究[J].教育教学论坛,2020(12):61-62.

[9]陈雪,陈成,贾双林.新工科背景下地方高校大学生双创教育的改革与探索[J].中国商论,2021(1):186-187.

[10]吴静超.创业教育可持续发展的实现路径:来自国际组织的经验[J].创业教育研究,2019(3):48-54.

[11]王小芬,邱秀荣.创新创业教育改革研究[J].科技创新导报,2019,16(7):238-241.

[12]李培根.工程教育需要何种范式转换[J].高等工程教育研究,2020(2):1-6.

[13]王孙禺,孔钢城,雷环.我国工程教育质量报告述评[J].高等工程教育研究,2016(3):14-22.

[14]张海生.工程教育专业认证视域下课程目标达成度评价的困境与出路[J].中国高教研究,2022(5):84-90.

[15]中华人民共和国教育部.教育部简报(2025)第 47 期:天津大学大力推动新工科教育迭代跃升[EB/OL].(2025-10-26).<https://news.tju.edu.cn/info/1003/576159.htm>.

[16]付传清.以能力重塑与机制创新锻造卓越工程师[EB/OL].(2026-03-03)[2026-10-26].

<http://edu.people.com.cn/n1/2026/0303/c1006-40673455.html>.

[17]赵继,何芳,等.新工科项目式课程建设标准,首届中国大学生智能装备创新设计大赛暨新工科教育教学论坛,[EB/OL].(2025-12-24)(2026-9-16).<https://me.tju.edu.cn/info/1042/47891.htm>

[18]Crawley E F, Malmqvist J, Östlund S, et al. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach[M].New York: Springer,2014.

[19]广西壮族自治区人民政府办公厅.以产业为牵引一体推进教育科技人才发展的若干措施[EB/OL].(2026-02-15)[2026-10-26].http://www.gxzf.gov.cn/zwgk/zfxgkzl_84988/fdzdgknr/ghxx/ghjd/t27516368.shtml

作者简介:申毅莉(1980—),女,广西梧州人,硕士,副教授,梧州学院机械与资源工程学院,研究方向为机电结合。