

卓越工程人才培养生态构建与质量治理研究

包 硕, 屠良平, 宋怡林*

辽宁科技大学发展规划处, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2026年9月16日; 录用日期: 2026年10月16日; 发布日期: 2026年10月22日

摘 要

针对传统工程教育中资源分散、实践浅表、过程断裂和评价滞后等问题, 基于辽宁科技大学行业特色与“1+3+2”教育理念, 本文从培养生态与质量治理角度提出卓越工程人才培养路径: 以学生成长为中心, 以产业真实问题为纽带, 以校企育人共同体为组织基础, 将需求识别、项目实践、数字支持、导师协同和多主体评价嵌入连续培养过程; 构建“测-学-练-赛-评”成长闭环和产业反馈、教育改进双循环, 形成目标可分解、过程可记录、成果可评价、问题可反馈的质量治理机制。通过与CDIO、问题导向学习和项目式学习比较, 进一步明确该路径从课程层面的教学改革拓展到主体关系、资源配置和质量治理协同的理论定位。以《金属固态相变原理》4个教学班、平均每班40人的实施为例, 呈现理念向任务、能力指标和评价证据转化的具体过程。该路径强调教育规律与产业逻辑的协调, 为地方行业高校推进系统性工程教育改革提供参考。

关键词

卓越工程人才, 培养生态, 质量治理, 校企协同, “1+3+2”教育理念

Ecosystem Construction and Quality Governance for Outstanding Engineering Talent Development

Shuo Bao, Liangping Tu, Yilin Song*

Development and Planning Office, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning

Received: September 16, 2026; accepted: October 16, 2026; published: October 22, 2026

Abstract

To address fragmented resources, superficial practice, disconnected learning processes and

*通讯作者。

文章引用: 包硕, 屠良平, 宋怡林. 卓越工程人才培养生态构建与质量治理研究[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1525-1531.
DOI: 10.12677/ae.2026.16102257

delayed assessment in conventional engineering education, this study proposes an ecosystem and quality-governance approach based on the industry-oriented characteristics of University of Science and Technology Liaoning and its “1 + 3 + 2” educational philosophy. Student growth serves as the center, authentic industrial problems as the link and a university-industry community as the organizational foundation. Demand identification, project practice, digital support, mentor collaboration and multi-stakeholder assessment are embedded in a continuous development process. A diagnostic, learning, training, competition and assessment loop is connected with dual cycles of industrial feedback and educational improvement, forming a quality-governance mechanism in which objectives can be decomposed, processes can be documented, outcomes can be evaluated, and problems can be fed back. By comparing the approach with CDIO, problem-based learning and project-based learning, the paper clarifies its extension from classroom pedagogy to coordinated governance of actors, resources and quality. A case involving four classes of Principles of Solid-State Phase Transformations in Metals, with an average of 40 students per class, illustrates how the philosophy is translated into tasks, capability indicators and assessment evidence. Emphasizing the coordination of educational principles and industrial logic, this approach provides a reference for local industry-oriented universities seeking to advance systematic engineering education reform.

Keywords

Outstanding Engineering Talent, Development Ecosystem, Quality Governance, University-Industry Collaboration, “1 + 3 + 2” Educational Philosophy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新质生产力以科技创新为主导，强调高技术、高效能和高质量发展，其形成不仅依赖技术突破，也依赖能够连接科学发现、工程实现与产业应用的高素质人才。面对智能制造、绿色低碳和产业数字化加速演进，工程人才需要在不确定情境中持续学习、整合知识、验证方案并承担工程责任。人才培养的重点因此由知识供给扩展为成长生态建设。

辽宁科技大学因钢而生、因钢而兴，具有服务冶金行业和辽宁区域发展的办学传统。学校提出核心价值铸魂、三类知识夯基、两种能力锻才的“1+3+2”教育理念，为卓越工程人才明确了价值、知识与能力目标。但目标能否实现，不仅取决于培养方案设计，更取决于学校、企业、教师、平台和学生能否形成持续互动、相互支持的育人生态。

现有卓越工程人才培养中仍存在三类生态失衡：一是学校与企业合作缺少稳定的利益和责任连接，企业项目难以持续进入培养过程；二是知识学习、实践训练、竞赛创新与成果评价各自运行，学生成长证据分散；三是质量评价重结果轻过程，企业反馈和学生发展数据不能及时转化为改进行动。相关研究已经指出，培养要素再造、产教融合共同体和项目制实践是突破上述问题的重要方向[1]-[4]。

国际工程教育系统性改革为本文提供了可比较的理论参照。CDIO以构思、设计、实现和运作为工程活动主线，强调一体化课程计划、设计-实现经验与能力评价；问题导向学习和项目式学习通过开放问题、团队协作与成果产出促进主动学习；建设性对齐则强调学习成果、教学活动和评价任务的一致性。这些模型主要从培养过程、教学方法或课程设计展开，较少直接处理地方行业高校中学校、企业、平台

和评价主体如何形成长期稳定关系的问题[3][4]。

本文的培养生态与质量治理框架并非替代 CDIO 或 PBL，而是将其工程情境、主动学习和目标对齐原则嵌入校企协同治理：以“1+3+2”统一价值、知识和能力目标，以项目共同体配置主体与资源，以双循环把产业反馈和学生成长证据转化为改进行动。其补充性贡献在于把分析单位由单门课程或单个项目扩展到“目标-主体-任务-资源-场域-评价”的关系系统。

本文将培养生态界定为围绕学生成长，由目标、主体、任务、资源、场域和评价构成的动态关系系统；将质量治理界定为多主体依据共同标准，对培养过程进行协商、监测、反馈和改进的连续机制。研究重点由“增加了哪些改革项目”转向“各要素如何稳定连接并产生能力增值”，以此探索地方行业高校卓越工程人才培养的系统路径。

2. 卓越工程人才培养生态的基本逻辑

2.1. 以学生持续成长为生态中心

培养生态首先要回答学生不同阶段如何成长。卓越不是少数成果的标签，而是价值责任、复合知识、学习能力和复杂问题解决能力持续发展的过程。学校应把学生已有基础、兴趣方向和发展潜力作为任务配置依据，既设置共同的质量底线，也提供差异化项目、导师和资源支持。

“1+3+2”教育理念为学生成长提供清晰坐标：一个价值体系保证技术活动服务国家与社会，三类知识帮助学生理解专业纵深、产业联系和拓展边界，两种能力支持其应对技术变化与复杂工程问题。生态建设的各项资源只有与这一成长坐标对应，才能避免活动丰富而能力生成不足。

在课程层面，“1”转化为工程伦理、安全绿色意识和职业责任指标；“3”分别转化为专业机理知识、产业链知识以及数字技术、管理法律与人文沟通等拓展知识模块；“2”转化为持续学习和复杂工程问题解决两类核心能力。评价采用“基础达标-综合运用-创新迁移”三级量规，分别考察学生能否说明工程决策的价值边界、能否调用三类知识完成方案论证，以及能否根据反馈主动补足知识并迭代方案。

2.2. 以产业真实问题连接教育与创新

产业真实问题具有多目标、多约束和开放性，能够把知识、方法、责任和协作置于同一情境。绿色钢铁、智能制造、资源循环与安全治理等问题既体现辽宁产业转型需要，也适合发挥学校冶金、材料、矿业、化工、机械、自动化及管理法学等多学科优势。真实问题经过保密、安全和难度审查后，可转化为连续性培养任务。

问题连接并不意味着学校被动接受企业用人要求。企业提供工程场景、技术标准和应用反馈，学校依据教育规律完成任务分解、知识组织和学习支持，学生在探究与验证中形成可迁移能力。卓越工程教育研究强调融合创新、回归工程和面向未来，这为真实问题牵引的培养生态提供了理论依据[5]-[8]。

2.3. 以多主体共治维持生态运行

培养生态中的主体具有不同诉求。学校关注育人质量和教育公平，企业关注技术价值和人才适配，教师关注知识与方法，学生关注成长体验和发展机会。多主体共治不是消除差异，而是通过共同目标、议事规则、任务协议和评价标准，把差异转化为互补性资源。

学校应保持教育目标和质量标准的主导权，同时保障企业在项目选择、工程指导和成果评价中的实质参与；教师与企业导师共同承担过程指导，学生参与任务协商、自我评价和规则改进(表 1)。稳定的“双元”育人机制和真实参与能够提升实践能力，但其效果依赖权责、资源和激励机制的制度化[9][10]。

Table 1. Components of the outstanding engineering talent development ecosystem
表 1. 卓越工程人才培养生态的构成

生态要素	课程化表达	评价证据
成长目标	“1 + 3 + 2” 价值、知识与能力模块	伦理分析、知识图谱、方案作品
主体关系	项目共同体、校企双导师	任务协议、指导记录、贡献说明
质量反馈	三级能力量规与双循环	成长档案、评价报告、改进清单

3. 卓越工程人才培养生态构建

3.1. 建立产业需求与学生发展双向图谱

学校联合行业企业形成产业技术图谱、岗位任务图谱和能力需求图谱，持续识别绿色低碳、人工智能、智能制造等领域的技术变化。与此同时，通过学习成果、项目表现、兴趣选择和发展规划形成学生成长图谱。两个图谱不作机械匹配，而是寻找产业长期需求与学生发展可能之间的结合点。

图谱信息按年度更新，由专业负责人、企业专家、就业部门和学生代表共同审议。对于短期岗位技能，应判断其可迁移性和教育价值；对于前沿技术需求，应同步配置必要的基础知识与伦理安全教育。图谱最终转化为培养目标、项目任务和能力量规，防止调研结果停留在材料层面。

3.2. 组建跨界项目育人共同体

以真实工程项目为基本单元，组建由学校教师、企业导师、跨学科专家和学生团队构成的项目共同体。项目负责人统筹目标、进度和资源，学校教师负责理论方法与学习过程，企业导师负责现场条件和工程规范，跨学科专家补充关键知识，学生承担问题界定、方案设计、验证实施和成果表达。

项目按照认知体验、综合训练、工程攻关和创新引领分层设置，并在不同年级之间形成递进关系。每个项目建立任务书、资源清单、风险边界和成果标准，保留方案失败、意见分歧与迭代过程。项目共同体把科研平台、产业基地、竞赛资源和社会服务整合为连续成长空间，而非彼此分离的活动(表 2)。

Table 2. Roles and responsibilities in the project-based development community
表 2. 项目育人共同体的角色与责任

参与角色	主要责任	关键投入	责任证据
学校与教师	目标设计、学习支持	知识、方法、平台	任务书、指导记录
企业与导师	需求转化、工程反馈	项目、标准、场景	反馈单、工程评价

3.3. 建设数字化成长支持系统

数字化系统用于连接信息、资源和反馈，而不是替代教师判断。系统汇聚学生基础诊断、资源使用、项目进度、导师反馈、成果版本和反思记录，形成可追溯的成长档案；依据任务需要推荐知识资源、工具和合作伙伴，帮助学生及时发现知识缺口和能力短板。

学校应建立数据最小化采集、分级授权、用途限定和定期清理规则，保障学生知情权与申诉权。成长画像只描述特定任务中的表现，不把暂时性结果固化为能力标签；算法建议必须由教师和学生共同解释。数字赋能的价值在于缩短反馈周期、支持个性化学习和促进跨场域协同。

3.4. 完善双导师与资源流动机制

建立企业导师准入、培训、任务清单和评价制度，支持学校教师进入企业参与技术实践，促进工程

经验与教育能力双向流动。双导师共同制定项目目标、定期会商学生进展并对关键成果联合评价，避免企业导师只做讲座、学校教师只管理论。

依托现代产业学院、联合实验室、中试平台和实践基地建立共享资源目录，明确设备使用、数据安全、知识产权和成果转化规则。对教师协同指导、资源开发和企业实践给予工作量认定，对企业导师投入给予荣誉、培训与成果共享支持，使资源流动建立在可持续机制上。

4. “测 - 学 - 练 - 赛 - 评” 成长闭环

4.1. 贯通五个成长环节

“测”通过前置任务和访谈识别基础、兴趣与知识缺口；“学”围绕问题补足理论、方法和标准；“练”通过仿真、实验和局部工程任务促进应用；“赛”既包括竞赛，也包括开放式方案比较和团队挑战，用于检验迁移创新；“评”综合过程证据和工程成果形成反馈。五个环节共用同一能力量规并循环推进。

4.2. 建立产业反馈与教育改进双循环

外循环连接产业需求、项目转化、工程成果和企业反馈，检验培养对产业变化的响应；内循环连接学生目标、学习支持、表现评价和个性化改进，检验学生真实成长。企业反馈不能直接替代教育判断，学校评价也不能脱离工程实际。双循环通过项目档案和年度质量报告相互校准。

以《金属固态相变原理》为例，课程实施覆盖 4 个教学班，平均每班 40 人，合计约 160 人。围绕“根据钢种与服役要求设计热处理制度并解释组织 - 性能演化”设置综合任务：学生先通过前置测试识别相变机理、CCT/TTT 图应用等知识缺口，再完成工艺方案设计、仿真或实验验证、风险分析和答辩修订。教师负责理论与方法支持，企业或工程案例提供生产约束和评价标准，学生在“测 - 学 - 练 - 赛 - 评”过程中形成可追溯的方案版本(表 3)。

课程以班级为单位建立多源证据包：量化证据包括前置测试、课程目标达成度、能力量规得分、方案迭代次数和任务完成度；质性证据包括学生反思日志、课堂观察、导师评语、答辩记录及代表性作品。现阶段可确认的是 4 个班、约 160 人的实施规模及证据采集框架，尚未形成足以支持因果判断的跨届数据，因此本文不报告未经完整分析的提升比例；后续将结合前后测、班级差异和访谈主题分析检验效果。

Table 3. Quality evidence for the growth loop and dual-cycle improvement

表 3. 成长闭环与双循环质量证据

闭环环节	核心活动	主要证据	反馈方向
测与学	诊断基础、补足知识	诊断报告、学习档案	个性化支持
练与赛	实践验证、迁移创新	过程记录、方案版本	任务与资源调整
评与改	多元评价、复核改进	评价报告、改进清单	目标与项目更新

5. 多主体质量治理机制

5.1. 建立共同标准与差异化判断

质量标准围绕价值、知识和能力三维展开。价值维度关注家国情怀、工程伦理、安全绿色意识和团队责任；知识维度关注专业深度、产业联系与跨界整合；能力维度关注自主学习、问题界定、证据分析、创新设计、工程实施和迭代改进。依据培养阶段设置不同表现等级，保持标准连续性。

学校教师、企业导师、行业专家、学生同伴和学习者本人依据共同量规提供评价证据。共同标准保证基本一致，差异化判断保留学术合理性、工程可行性和成长发展性的不同视角。评价结论应说明证据

来源和判断依据，避免企业满意度、竞赛结果或单次分数成为唯一尺度。

5.2. 推动数据反馈转化为改进行动

建立“发现问题－形成清单－实施改进－复核效果”的质量闭环。年度报告分析目标达成、项目质量、主体投入、资源利用和学生发展差异，对发现的知识断点、任务难度失配和协同障碍明确责任人、期限和复核方式。改进结果进入下一年度需求图谱和项目遴选。

质量治理还应关注合作稳定、实践安全、资料保密、知识产权和算法偏差等风险。学校设置项目准入、过程预警、退出替代和学生申诉机制，保证企业参与不损害育人规律与学生权益。对未达到预期的项目重在分析机制原因，而不是简单追责或掩盖失败。

5.3. 推进中的主要挑战与应对策略

一是教师能力转型。跨学科项目要求教师同时具备产业理解、项目指导和量规设计能力。学校通过跨学科共同备课、教师企业实践、工程师进课堂和项目复盘工作坊建设“双师双能”团队，并将协同指导、资源开发和企业实践计入工作量及教学评价。

二是企业参与的持续性。生产周期、保密要求和企业导师时间可能导致合作不稳定。学校将企业参与拆分为需求共定、任务审查、节点指导和成果评价等模块，建立项目池与导师池，并通过数据脱敏、知识产权协议、远程评审和替代项目降低参与门槛，以贡献记录避免名义参与。

三是跨部门协调与数据治理。教务、学院、实验平台和企业之间容易出现权责模糊与重复采集。学校设置年度协调与审议机制，统一核心能力指标和最小数据集，以“问题清单－责任主体－完成时限－复核证据”推进改进，同时保留学生知情、申诉和人工复核渠道。

6. 模式特色与实施价值

6.1. 从要素配置转向关系治理

该路径不以平台、企业或项目数量衡量改革，而是关注目标、主体、任务、资源、场域与评价之间是否形成稳定关系。与 CDIO 相比，它更突出地方行业高校的区域产业嵌入和多主体治理；与 PBL 和项目式学习相比，它把问题任务置于“1+3+2”目标矩阵和质量治理闭环中；与一般建设性对齐相比，它增加企业工程标准、产业链知识和跨部门资源配置接口。培养生态视角由此把课程层面的教学改进扩展为组织关系治理。

6.2. 从结果评价转向成长证据

“测－学－练－赛－评”闭环将评价嵌入学习全过程，使学生能够看到知识补足、方案迭代和能力进步，也使教师和企业导师获得及时反馈。成长证据兼顾过程与结果，有助于降低单一成果评价的偶然性，提升改进的针对性。

6.3. 从校企合作转向价值共创

项目共同体使企业技术问题经过教育化转化，成为知识学习和能力发展的载体；学生提出的方案、数据分析和创新成果又可为企业提供新视角。学校、企业和学生由资源交换转向共同定义问题、共同形成成果并共同承担责任，增强合作持续性。

6.4. 实施边界与后续改进

培养生态建设需要长期投入和渐进验证。本文的理论贡献属于地方行业高校情境中的整合创新，而

不是对 CDIO、PBL 等模型的普适替代。不同学科、企业规模和项目类型适宜的协同方式并不相同，应先在基础较好的课程和项目试点，积累跨班级、跨届次数据后再推广；同时完善教师工作量、企业导师激励、数据治理和学生权益保障，防止数字化与项目化增加无效负担。

7. 结语

新质生产力导向下的卓越工程人才培养，需要由单项改革转向培养生态与质量治理的协同创新。辽宁科技大学可依托“1+3+2”教育理念和行业办学优势，以学生成长为中心、产业问题为纽带、多主体共治为保障，建设需求图谱、项目共同体、数字支持系统和双导师机制，并通过“测-学-练-赛-评”闭环及双循环持续改进。该路径有助于在遵循教育规律的基础上增强人才培养对区域产业创新的支撑能力。

基金项目

辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(2025YBXM0205)。

参考文献

- [1] 胡德鑫, 阚宝晓. 推进行业产教融合共同体建设: 战略意义、现实表征与优化路径[J]. 高校教育管理, 2025, 19(3): 85-94.
- [2] 何静, 秦安安, 王磊, 等. 卓越工程师培养要素再造的实施路径探索[J]. 学位与研究生教育, 2024(10): 61-68.
- [3] 张吉雄, 段晨龙. 行业高校校企协同、产教融合培养卓越工程师的探索与实践[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版), 2026, 28(4): 172-186.
- [4] 程志红, 刘送永, 王德伦, 等. 新工科背景下多元协同贯通式项目制教学体系研究[J]. 高等工程教育研究, 2024(6): 79-84.
- [5] 朱正伟, 李茂国. 实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 46-53.
- [6] 林健. 新工科建设: 强势打造“卓越计划”升级版[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 7-14.
- [7] 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): 1-7.
- [8] 陈厚丰, 张凡稷. 近十年我国高等工程教育的发展轨迹、困境与路径抉择[J]. 大学教育科学, 2021(5): 60-68.
- [9] 刘润泽, 马万里, 樊文强. 产教融合对专业学位研究生实践能力影响的路径分析[J]. 中国高教研究, 2021(3): 89-94.
- [10] 石伟平, 郝天聪. 产教融合校企“双元”育人的中国实践[J]. 教育研究, 2019, 40(8): 118-125.