

绿色低碳产业嵌入应用型高校人才培养的机制构建

李嘉琪（广州城市理工学院电气工程学院硕士研究生）

张 郡（硕士，广州城市理工学院学校办公室，助理研究员）通讯作者

林润焕（本科，广州航海学院低空装备与智能控制学院）

摘 要：绿色低碳产业快速发展，正在重塑区域产业结构和岗位能力要求，也对应用型高校人才培养提出复合化要求。当前，相关人才培养仍存在产业需求传导不足、课程知识衔接不够、实践任务链条不完整和评价反馈薄弱等问题，难以支撑学生形成面向真实低碳场景的问题分析与实践判断能力。本文以绿色低碳产业嵌入应用型高校人才培养为研究对象，将“经管+工程”融合作为主要实现载体，分析产业需求、岗位能力与教育教学要素之间的转化关系，构建由需求识别、目标转化、知识整合、实践协同和评价反馈组成的嵌入机制，并从场景牵引、课程重组、协同育人、递进实践和发展性评价等方面提出实施路径，以期提升人才供给与绿色低碳产业需求的适配度提供参考。

关键词：绿色低碳；应用型高校；可持续教育；复合型人才培养

绿色低碳转型正在推动产业结构、能源利用方式和人才需求发生变化。应用型高校作为服务区域经济社会发展的重要力量，其人才培养不能只面向既有岗位的知识要求，还需要回应产业转型过程中不断出现的新任务。已有研究指出，可持续发展教育不能只停留在环保知识讲授层面，还应引导学生进入真实问题，帮助学生提升系统思维、责任意识和解决复杂问题的能力^[1]。在“双碳”目标背景下，园区低碳改造、企业节能降碳、校园用能优化和综合能源管理等场景，往往不是单纯的技术问题，也不是单纯的管理问题，而是工程条件、数据测算、经济判断和组织决策共同作用的复杂问题。更重要的是，这类问题往往具备数据来源多样、技术约束复杂和决策目标多重等特点，要求学生能够在复杂条件下识别关键变量，权衡技术可行性与经济合理性，并将分析结果转化为可执行的方案建议。因此，绿色低碳产业对人才的要求已由掌握单项知识转向跨领域知识整合与综合判断。

围绕“双碳”目标下的新工科、新文科和跨学科人才培养，已有研究从培养体系、交叉师资和实践平台等方面提出了建设思路^[2-3]。商科教育转型研究也提出，人才培养应更加重视技术理解、数据分析和决策能力^[4]。这些研究从不同角度说明，面向绿色低碳转型的人才培养，需要突破单一知识传授模式，推动工程技术、数据分析、经济管理和实践判断之间形成联系。然而，放到具体低碳场景中来看，工程知识、碳排放测算、成本收益分析和决策评价之间如何衔接，仍有进一步讨论的空间。现有工程教育研究多关注技术能力和实践平台建设，经管教育研究多关注管理理念、商业模式和数据工具应用，对能源系统、碳排放测算、成本收益分析和决策评价之间的内在关系讨论还不够充分。

对于应用型高校而言，这一问题更具现实性。应用型高校主要面向区域产业和岗位需求培养人才，强调学生的实践能力、职业适应能力和问题解决能力。但从当前情况看，部分应用型本科院

校在培养目标、知识组织和实践支撑等方面仍存在不足^[5-6]。绿色低碳问题本身具有较强的综合性，这就要求工程类学生不能只懂技术计算，经管类学生也不能只停留在成本和管理分析层面。相关研究也提示，跨学科培养不能只是简单拼接不同学科内容，而要围绕真实问题组织教育过程，让学生在完成任务的过程中理解不同知识之间的关系^[7-8]。产教融合、真实项目转化和灵活化知识组织，则为应用型高校推进复合人才培养提供了可借鉴的思路^[9-10]。从人才培养机制看，产业需求只有经过教育教学转化，才能真正进入课程与实践过程。

基于上述分析，本文将“经管+工程”融合作为绿色低碳产业嵌入应用型高校人才培养的主要实现载体，围绕三个问题展开：绿色低碳背景下应用型高校“经管+工程”融合育人面临哪些现实困境；如何依托典型低碳场景构建跨学科能力框架；如何通过知识组织、实践过程和评价反馈推动融合育人落地。

一、应用型高校“经管+工程”融合育人的现实困境

（一）培养目标相对分散，工程与经管衔接不足

应用型高校现有培养过程大多仍以专业边界为基本依据。工程类培养更强调设备原理、系统运行、技术计算和实验操作，经管类培养则更多围绕管理理论、成本核算、市场分析和经营决策展开。这种安排有利于学生掌握本专业基础，但也容易使能力培养停留在单一知识训练层面。学生在工程学习中能够完成技术计算，在经管学习中能够完成成本分析，却较少在同一问题中同时处理工程条件、经济测算和管理判断。此外，现有课程目标通常依据单门课程或单一专业能力制定，对跨课程、跨专业的综合学习成果缺少明确规定。即使不同课程分别涉及技术计算、成本分析和项目管理，学生也可能将其理解为彼此独立

的学习任务，难以认识不同知识在同一产业项目中的功能关系。若缺少共同任务、统一成果要求和协同评价标准，课程之间的联系便难以转化为稳定的能力结构。

这一问题在绿色低碳领域表现得较为明显。工程类学生能够分析设备方案，却未必能够判断项目投入、运行收益和管理风险；经管类学生能够进行成本测算和效益比较，却未必理解能源系统运行条件、设备选型限制和碳排放数据来源。两类知识虽然都与低碳问题相关，但若缺少共同的问题指向，学生就难以将工程理解、经济分析和决策串联成一个完整的过程。相关研究基于地方高校调研指出，应用型大学在产教融合协同育人中仍存在课程内容与产业任务衔接不够、实践协同不足等问题^[11]。由此可见，问题并不在于知识储备不足，而在于不同学科知识之间缺少能够共同指向真实问题的连接机制。

（二）学科知识相邻存在，但深度整合不足

绿色低碳问题并不天然属于某一个单一专业。以园区低碳改造为例，项目实施既需要识别用能结构、负荷特征、设备运行和碳排放来源，也需要判断投资成本、运行收益、管理风险和组织实施条件。工程知识和经管知识在同一问题中相互依赖：没有工程边界，成本分析容易失去依据；没有经济判断，技术方案也难以转化为可实施的项目建议。

但在实际培养过程中，工程知识与经管知识往往只是“相邻存在”，并未真正形成深度整合。工程类学生可能掌握了光伏、储能、微电网等技术知识，却不熟悉项目经济性评价；经管类学生能够进行成本分析和经营判断，却难以理解能源系统运行逻辑和技术约束。这样的知识分布容易造成一种表面融合：专业之间看似存在交叉，学生也接触到不同领域内容，但不同知识并没有围绕同一个问题发生作用。对于“经管+工程”融合育人而言，关键不是简单增加跨学科内容，而是让不同学科知识在具体问题中形成相互支撑的关系。

（三）实践过程已有基础，但真实问题链条仍不完整

应用型高校普遍重视实践育人。工程类专业中设有实验、实训和综合设计，经管类专业中也开设案例分析、商业计划和项目报告等相关环节。这些安排为融合育人提供了基础。但在低碳场景中，部分实践活动仍容易成为单一专业训练的延伸，学生主要完成局部计算、资料整理或成果展示，却缺少从问题识别、工程理解、数据测算到管理判断的连续过程。

绿色低碳场景进入育人过程后，关键不在于案例名称是否贴近低碳主题，而在于学生是否真正经历了完整的问题分析。以园区低碳改造为例，学生应从用能现状、设备识别和数据来源出发，再开展碳排放测算、成本收益分析和方案建议的完整流程。如果实践过程只停留在某一环节，学生就难以理解工程方案、经济判断和管理建议之间的关系。已有相关研究提出，应用型高校应将行业任务转化为育人资源，通过真实项目提升学生实践能力^[12]。因此，引入低碳场景后，更应关注学生是否经历了从发现问题到形成建议的完整过程。

（四）评价偏重最终结果，能力发展反馈不足

“经管+工程”融合育人的成效，最终要体现在学生能力变化上。学生是否具备低碳项目分析能力，不能只看最后报告是否完整，还要考察其能否发现问题、处理数据、比较方案，并厘清技术条件与管理建议之间的关系。跨学科培养研究指出，不同学科知识之间需要找到合适的连接点，教育设计也要关注知识整合的过程^[13]。因此，评价环节也应聚焦学生在问题解决过程中的具体表现。

但在实际过程中，评价仍容易集中在期末考试、课程论文、项目报告或课堂展示环节。教师只能看到最终成果，却不一定能判断学生在哪一环节出现问题。学生即使完成了报告，也可能并不清楚自身问题出在工程理解不足、数据处理不准确，还是成本分析与方案建议之间缺少逻辑关

联。如果评价结果不能用于调整案例材料、任务难度和学习支持，融合育人就难以持续改进。因此，评价环节需要将过程记录、阶段反馈和结果评价相结合，让评价结果反哺育人过程，也为学生在后续学习中预留修改和提升的空间。

二、“经管+工程”融合育人的教育发展逻辑

绿色低碳背景下的融合育人，不能简单理解为在原有培养体系中补充低碳知识，也不能将工程内容和经管内容机械并列。其核心在于以真实低碳场景为纽带，引导学生在理解产业问题、分析工程条件、处理能源与碳数据、作出经济管理判断的过程中形成综合能力。园区低碳改造、企业节能降碳、校园用能优化等场景，既包含能源系统识别、设备运行分析和碳排放测算，也涉及投资估算、成本收益比较和运营风险判断，能够为“经管+工程”融合育人提供现实基础。

从教育发展角度看，“经管+工程”融合育人并非局部知识调整，而是应用型高校回应可持续发展要求的一种培养逻辑转换。它要求人才培养从知识补充走向能力生成，从专业分立走向知识整合，从技能训练走向真实问题解决，从结果考核走向发展性评价反馈。基于这一认识，本文将绿色低碳场景作为育人牵引，实现问题场景、能力培养、知识组织和评价反馈之间的有效衔接，如图1所示。

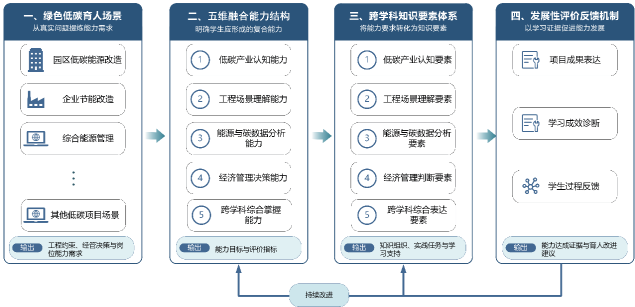


图1 绿色低碳场景下“经管+工程”融合育人的逻辑框架

（一）从知识补充走向可持续发展能力培养

绿色低碳人才培养不能停留在政策理解和概念学习层面。面对低碳产业中的复杂问题，学生

不仅需要知道“双碳”目标和绿色产业发展趋势，还需要能够理解能源系统、处理用能数据、判断经济效益，并厘清不同方案的社会价值和管理风险。因此，“经管+工程”融合育人的重点，不在于简单增加低碳内容，而在于将低碳产业认知、工程场景理解、能源与碳数据分析、经济管理判断和跨学科综合表达转化为学生可以逐步构建的能力结构。

（二）从专业分立走向跨学科知识整合

传统培养过程往往按照专业内部逻辑组织知识，工程类内容强调设备、系统和技术计算，经管类内容强调成本、财务和管理决策。面向绿色低碳场景时，两类知识必须围绕同一问题发生联系。没有工程边界，成本分析容易失去依据；没有经济判断，技术方案也难以转化为可实施的项目建议。因此，融合育人的关键不在于让学生接触更多学科内容，而在于让不同知识在具体问题中形成相互支撑的关系。

（三）从技能训练走向真实问题解决

应用型高校重视实践能力培养，但实践能力并不等同于单项技能训练。绿色低碳场景中的问题往往具有连续性，学生需要经历从背景理解、工程识别、数据测算到方案建议的完整过程。以园区低碳改造为例，学生既要理解用能结构、负荷特性和设备构成，也要计算碳减排量、投资回收期 and 运行收益。只有让学生进入相对完整的问题链条，实践训练才可能转化为真实问题的解决能力。

（四）从结果考核走向发展性评价反馈

融合育人的效果不能只看最终报告或展示结果，还应关注学生能力的形成过程。学生是否能够解释数据来源、说明工程约束、比较方案差异、提出合理建议，都是评价其综合能力的重要依据。因此，评价应从单一结果判断转向发展性反馈，将项目报告、学习诊断和学生反馈相结合，用于发现学生在工程理解、数据处理、经济判断和综合表达中的具体困难，并反向改进育人过程。

三、应用型高校“经管+工程”融合育人的实践路径

“经管+工程”融合育人能否落地，取决于应用型高校能否将绿色低碳产业场景转化为稳定的育人资源，并在知识组织、实践过程和评价反馈中形成连续支撑。对于应用型高校而言，推进融合育人不宜追求大规模专业重构，而应从既有育人基础出发，逐步形成可嵌入、可持续、可改进的实践路径。围绕绿色低碳转型对复合型人才的要求，可从育人场景建构、知识要素整合、协同育人组织、递进式实践过程和发展性评价反馈五个方面推进。

（一）建构绿色低碳育人场景，回应可持续发展要求

场景是跨学科育人的入口。没有具体场景，工程知识和经管知识容易重新回到各自独立、割裂讲授的状态。应用型高校可结合专业基础和区域产业特点，优先选择园区低碳改造、企业节能降碳、校园用能优化、综合能源管理等情境作为育人资源。相关材料不能只提供背景介绍，还应包含能源系统构成、基础负荷数据、设备配置、能源价格、碳排放因子、投资参数和任务要求，让学生能够在相对真实的材料中开展分析。

低碳场景建构可从难度较低的情境入手，先服务于基础训练，再逐步扩展到综合分析和方案比较。起步阶段应突出低碳问题的基本结构，数据量和计算难度不宜过高；后续可增加工程识别、数据测算和经济判断等内容；在学生基础较好时，还可引入不同方案比较、运营风险分析或组织管理情境。这样既能降低实施门槛，也能为后续育人实践积累稳定资源。

（二）整合工程与经管知识要素，突破单一专业培养边界

推进“经管+工程”融合育人，不一定要立即调整培养方案，可以先从知识单元和实践环节入手。在工程类知识组织中，可围绕光伏、储能、

微电网、电力电子接口等内容，适当引入投资成本、运行收益、碳减排效果和项目管理问题，引导学生理解技术方案与经济判断之间的关系。在财务管理、管理会计、企业经营分析和商务数据分析等经管类内容的学习过程中，可引入低碳场景，使学生在进行成本收益分析时理解工程系统和技术边界。

知识整合应突出“够用”和“可用”。对经管类学生而言，工程内容不宜过深，重点在于理解设备功能、系统关系和约束条件；对工程类学生而言，经管内容也不宜变成复杂的财务理论讲授，而应围绕项目估算、收益比较和风险判断展开。只有知识难度与学生基础相匹配，跨学科内容才可能真正转化为学生的能力。

（三）完善跨学科协同育人组织，增强教育过程的整体性

“经管+工程”融合育人对组织方式提出了更高要求。单一教师往往难以同时覆盖工程技术和经济管理两类内容，因此可采用跨学科育人共同体的方式推进。工程类育人主体可侧重能源系统、设备运行、技术约束和数据测算支持，经管类育人主体可侧重成本收益、运营风险、项目管理和成果表达支持。两类教师共同制定任务要求、数据模板、成果规范和评价标准，让融合贯穿育人全过程，而不是停留在案例补充或专题讲座层面。

在具体组织中，可安排共同导入、分段指导和联合评价。实践开始阶段，两类教师共同介绍场景背景和问题要求；推进阶段，根据不同环节分别提供工程和经管指导；成果评价阶段，从技术合理性、数据准确性、经济可行性和表达完整性等方面共同评价学生成果。这种协同方式有助于学生看到不同学科视角之间的联系，也能减少跨学科学习中的理解断裂问题。

（四）形成递进式实践过程，促进学生综合能力生成

实践任务设计是融合育人的关键。任务过于

简单，难以体现跨学科特点；任务过于复杂，又容易超出学生基础。比较可行的方案是采用递进式任务链，将完整低碳问题分解为多个不同层次的子任务。

起步阶段安排项目背景与低碳价值分析，要求学生明确问题来源、低碳改造的必要性以及可能产生的价值。随后进入工程系统识别环节，引导学生梳理光伏、储能、负荷和能量管理系统等组成部分，理解不同设备之间的关系。再进一步安排能源与碳数据测算任务，让学生依据给定数据完成发电量、用能成本和碳减排量分析。最后进入经济管理判断环节，要求学生结合前期测算结果进行投资估算、收益判断和风险分析，并形成完整建议。

通过递进式实践任务，学生能够经历从“了解问题”到“分析问题”再到“提出建议”的过程。工程类学生可在数据测算和技术分析中发挥优势，经管类学生可在成本收益和管理建议中发挥作用。小组合作不再只是形式分工，而是围绕同一问题目标形成知识互补。

（五）建立发展性评价反馈，推动育人过程持续改进

融合育人的评价应关注培养过程与能力证据。项目报告可评价学生对低碳问题的理解、工程系统分析、能源与碳数据测算、经济管理判断和综合表达能力；学习诊断可评价学生对基础概念、关键方法和跨学科判断的掌握情况；学生反馈则可反映场景难度、任务安排、资料支持和教师指导中的问题。

三类评价结果应共同服务于育人过程改进。若学生在项目报告中普遍无法解释碳减排测算结果，说明能源与碳数据分析环节需要补充示例或模板；若学习诊断显示学生对储能、微电网等工程概念理解不足，则需要在工程场景理解环节增加图示说明；若学生反馈任务分工不清，则需要优化任务说明和小组协作要求。只有将评价结果

用于后续调整,融合育人不会停留在一次性活动上,而能够在持续反馈中不断完善。

四、结论

绿色低碳转型使产业问题呈现出工程技术、数据分析和经济管理交叉融合的特点,也对应用型高校人才培养提出了新的要求。面向这一变化,“经管+工程”融合育人不能停留在知识拼接或概念倡导层面,而应以典型低碳场景为载体,将产业问题转化为育人资源,将岗位能力要求转化为学生能力结构。因此,“经管+工程”融合育人不仅是知识内容的交叉安排,更是应用型高校面向可持续发展重构人才培养过程的一种教育选择。

本文分析了应用型高校“经管+工程”融合育人面临的现实困境,并提出低碳场景牵引下的教育发展逻辑和实践路径。后续可结合学生项目报告、学习反馈和实践成效,对育人过程进行持续检验和优化,为应用型高校培养面向绿色低碳产业的复合型应用人才提供更加稳定的实践参考。

【基金项目】2026年广东省科技创新战略专项资金(大学生科技创新培育)项目“百千万工程电力护航行动——空地协同轻量化检测技术驱动乡村电力巡检智能化升级”(项目编号:pdjh2026bk157);省拨“校地结对,实践育人”专项(项目编号:P1900004);2026大学生创新创业训练项目“基于GraphRAG的电力知识图谱智能问答技术”(项目编号:S11106202616)。

参考文献

- [1]郭哲,徐立辉,王孙禺.面向可持续发展教育的工程科技人才需求特质与培养趋向研究[J].中国工程科学,2022,24(2):179-188.
- [2]黄珍,贾明,刘慧.双碳目标下高校建设“低碳科技与管理”专业的探索[J].新文科教育研究,2021(4):60-73+142-143.
- [3]刁衍斌,谭倩,马金星.“双碳”目标下新工

科拔尖创新人才培养路径研究[J].中国大学教学,2025(6):17-24.

[4]吉峰,张宏建,李新春,等.数智时代跨学科商科人才培养的内涵要求与实现路径[J].高校教育管理,2023,17(6):40-50.

[5]李辉,林金燕.应用型本科院校课程体系建设现状及优化对策——基于38份本科人才培养方案的实证分析[J].江苏大学学报(社会科学版),2024,26(6):80-92.

[6]林妍梅.以新一轮审核评估推动应用型高校高质量发展的策略研究[J].北京联合大学学报,2024,38(4):6-13.

[7]程薇,杨淑婷,汤倩雯,张妍,殷子涵.何以开展跨学科主题学习?来自整合STEM教育的研究启示[J].现代教育技术,2024,34(12):56-64.

[8]郝莉,冯晓云,郭永春,等.促进深度学习的项目式课程教学创新设计理论与方法[J].高等工程教育研究,2025(3):6-18.

[9]夏春明,饶品华,金晓怡,张航.“三协同八融合”高质量应用型人才体系构建与模式创新——以上海工程技术大学产教融合协同育人实践为例[J].高等工程教育研究,2025(4):106-111.

[10]冯修猛.高校微专业建设的逻辑、实践及其反思[J].济南大学学报(社会科学版),2025,35(6):155-162.

[11]胡万山.产教融合视域下应用型大学课程保障:价值追求、现实问题与改进建议[J].北京联合大学学报,2023,37(1):25-32.

[12]苑恒轶.现代产业学院视角下应用型高校工科创新人才培养模式构建研究[J].职业技术教育,2024,45(29):32-36.

[13]张育桂,庞欣怡,李序花,等.跨学科教学中的学科知识关系及整合模式——基于中小学教学实践案例的分析[J].信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2024,44(6):45-50.