

“光伏电池原理与工艺”课程改革探索

杜文汉¹ 代兰花¹ 徐伟龙¹ 肖进¹ 郑敏¹ 杨帆² 杨坚³

1.常州工学院光电工程学院 2.常州鼎先电子有限公司 3.泰州隆基乐叶光伏科技有限公司

DOI:10.12238/mef.v5i2.4811

[摘要] 本文主要介绍了常州工学院新能源科学与工程专业“光伏电池原理与工艺”课程产教融合的改革实践。主要就该课程的改革思路、课程目标与专业培养目标的对应情况、课程内容建设情况、课程推广与应用情况和产教融合课程改革特点等五个部分进行了阐述。上述改革有力推动了该课程授课质量的提高,学生的学习效果得到大幅提升。

[关键词] 新能源科学与工程专业;“光伏电池原理与工艺”;产教融合

中图分类号: G642

文献标识码: A

Exploration on the Curriculum Reform of "Photovoltaic Cell Principle and Technology"

DU Wenhan¹, DAI Lanhua¹, XU Weilong¹, XIAO Jin¹, ZHENG Min¹, YANG Fan², YANG Jian³

1. School of Photoelectric Engineering, Changzhou Institute of Technology

2. Changzhou Dingxian Electronics Co., Ltd. 3. Taizhou Longji Leye Photovoltaic Technology Co., Ltd.

[Abstract] This paper mainly introduces the reform practice of the integration of production and education in the course of "Photovoltaic Cell Principle and Technology" for the major of new energy science and engineering in Changzhou Institute of Technology. The curriculum reform includes five parts: reform ideas, the correspondence between curriculum objectives and professional training objectives, the construction of curriculum content, the promotion and application of curriculum, and the characteristics of curriculum reform of the integration of production and education. The above reforms have effectively promoted the improvement of teaching quality of the course and greatly improved the learning effect of students.

[Key words] the major of new energy science and engineering; "Photovoltaic Cell Principle and Technology"; integration of production and education

2020年,在联合国大会上中国明确提出了“双碳”目标,并倡导绿色、环保、低碳的生活方式。为实现“双碳”目标,中国将发展以光伏和风电为主的可再生能源,调整能源供应结构。2021年,中国光伏发电并网装机容量达到3.06亿千瓦,新增装机容量5300万千瓦,连续9年稳居全球首位。2021年光伏发电建设实现新突破,呈现新特点。一是分布式光伏占全部光伏发电并网装机容量的三分之一,达到1.075亿千瓦;二是光伏发电集中式与分布式并举的发展趋势明显,新增光伏发电并网装机中,分布式光伏新增约2900万千瓦,历史上首次突破50%;三是户用光伏已经成为我国如期实现碳达峰、碳中和目标和落实乡

村振兴战略的重要力量。上述行业发展趋势表明,仅靠校内教师授课无法满足学生对光伏行业发展的了解,无法全面提升学生的相关能力。因此,常州工学院新能源科学与工程专业对“光伏电池原理与工艺”核心专业课程进行了课程教学改革。

1 课程改革思路

(1)光伏电池基本原理授课20课时,主要由校内教师讲授光伏技术的基本原理。

(2)国内龙头企业案例分析授课20课时,由企业导师和学校老师联合,介绍单晶双面N型TOPCon电池、P型TOPCon电池、单晶HJT电池和PERL技术,新型化合物薄膜太阳能电池,国际认证标准

(TUV、CE、IEC和UL等)、《光伏组件绿色等级认证技术规范》(CQC5306-2020)和新型光伏幕墙结构件,光伏年度十大创新技术,等等。

(3)课程和课程设计联合的学生自主汇报改革实践,主要通过企业工艺流程实践、企业小课题解决方案提供、新型光伏技术调研分析等形式,培养学生的工程实践能力。

2 课程目标与专业培养目标的对应情况

常州工学院新能源科学与工程专业2020级学生的培养目标为:培养具有健全的人格、人文素养、良好的职业道德和社会责任感,拥有扎实的数学与自然科学基础知识和新能源专业基本理论知

识,具有创新意识和团队协作精神,能对新能源光伏电池制造项目提出系统的解决方案,能及时跟踪本专业领域的发展动态并应用于工程实际,能从事新能源相关领域的技术研发、工程设计、系统运行和项目管理等工作,的应用型工程技术人才。毕业后能够在苏南地区的光伏电池制造等新能源行业及其相关领域从事与专业有关的技术开发、工程应用、生产制造、运行维护等工作,毕业五年左右能胜任工程师岗位,成为生产技术管理骨干。“光伏电池原理与工艺”是应对新能源科学与工程专业复杂工程问题——光伏电池制造的核心课程之一。通过“光伏电池原理与工艺”课程的学习,学生能具备以下相关能力和素养:

课程目标1(设计开发):能够提供新能源领域光伏电池制造工艺问题的解决方案,设计满足特定需求的光伏组件,能在设计过程中体现一定的创新意识,并考虑到光伏组件与安全、法律以及环境等因素的关系。(支撑毕业要求3-1:能够根据需求确定设计目标,并清晰地描述设计任务)

课程目标2(环境和可持续发展):能够理解和评价针对光伏电池制造工艺问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。(支撑毕业要求8-3:能针对实际光伏电池工艺,评价其资源利用效率、可能污染物处置方案和安全防范措施,以及可能对环境和社会造成的影响)

课程目标3(沟通):能够就新能源领域光伏电池制造问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。(支撑毕业要求11-1:能够以口头或书面方式,就所设计的光伏电池工艺的解决方案与专业人员及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达)

3 课程内容建设情况

课程思政:通过本课程的学习,学生能理解国家“双碳”目标的重要含义,掌握光伏技术在未来能源供给上的重要战略地位,树立起为中华民族伟大复兴

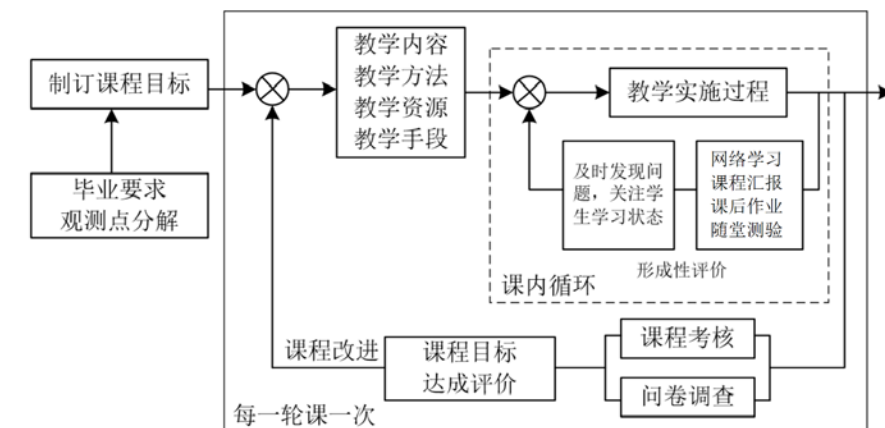


图1 课程目标评价机制流程图

努力学习,践行“绿水青山就是金山银山”的新发展理念,并能在后续课程学习中应用光伏电池相关原理进行设计、开发、实践。

课程资源建设:优化MOOC等课程网上资源建设,每年更新5个以上的新产业技术。迄今为止,本课程已建成的课程资源包括晶硅电池案例5个、化合物电池案例5个、钙钛矿太阳能电池案例2个。网站资源能满足新能源相关专业的学习需求,同时积极向其他应用型本科院校推荐网络课程。

教学团队建设:课程负责人曾在龙焱能源科技(杭州)有限公司进行太阳能电池研发和生产管理工作,能与课程合作企业导师进行有效的专业沟通,并领导现有校内和企业授课骨干成员进行课程内容改革。现有骨干成员主要具有半导体物理、新材料等学科基础,团队保持在研5项以上的纵向自然科学基金、10项以上企业委托开发课题,团队成员都是江苏省双创计划“科技副总”,团队成员的科学研究、工程实践和社会服务能力得到明显强化。

教学模式创新:采用案例式、企业现场学习实践和课程调研汇报三结合的授课方式。在课程学习过程中,学生赴生产一线学习光伏电池的制造工艺,具有现场生产教学的特点,突破传统仅靠老师一张嘴的局限,学生学习自主性更强。校企合作企业如隆基乐叶光伏科技有限公司(中国晶硅产量第一的行业企业)、东方日升新能源股份有限公司和常州鼎先电子有限公司都是晶硅太阳能电池

的龙头企业,企业在技术研发、生产管理和工艺优化上都具有显著优势,足以提供学生进企业学习的相关软硬件。

考核评价方法:采用形成性评价和终结性评价相结合的考核模式。每完成一轮授课任务,授课团队将按照《光电工程学院新能源科学与工程专业课程目标达成情况评价实施办法》进行课程目标达成情况评价,具体机制如图1所示。形成性评价主要包括:课后作业、课堂练习、课程汇报、现场学习报告、网络学习总结和专题调研报告等形式,占总成绩比重60%。终结性评价为期末考试,占总成绩比重40%。

校企文化融合:学生在课程学习过程中将树立起“教会学成、守正有为”的校园文化精神和“理解、勤奋、严谨、创新”的企业文化精神,在校企文化融合过程中践行绿色发展、节能减排的专业培养目标,从而“志存高远,与阳光同行”。学生通过校企联合培训,理解作为一名企业人员需要承担的相关准则,比如:“遵守法律、行为准则保障、诚实守信原则、禁止贪污贿赂、防止内幕交易、避免利益冲突、尊重所有内外部员工的基本人权、内外部员工的健康与安全及环境保护、保护机密信息、保护知识产权、确保财务以及记录保存合规、保护公司的财产、国际贸易合规、竞争法合规”等。从而在后续的课程学习和实践中自觉践行,努力成为一名合格的准社会人。

4 课程推广与应用情况

常州工学院新能源科学与工程专业

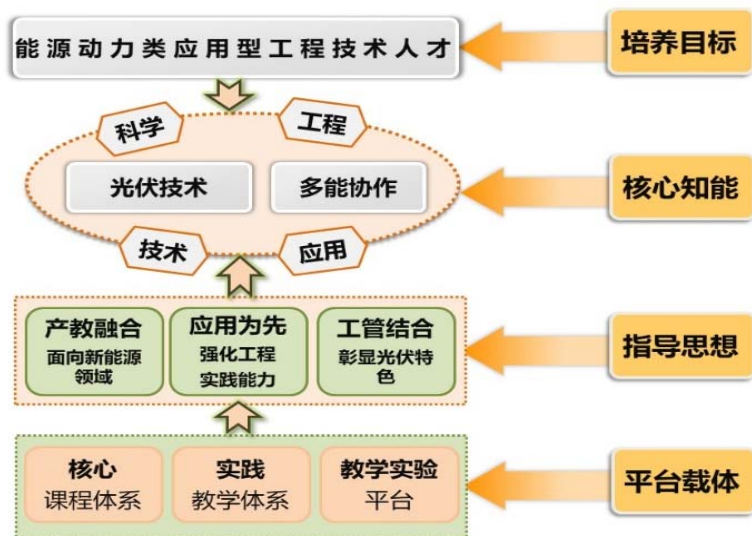


图2 应用型本科人才培养体系

2021年获批江苏省一流本科专业建设点。学院重视新能源科学与工程专业建设工作，努力提升专业建设水平和人才培养质量。常州工学院新能源科学与工程专业为新能源专业联盟创建专业之一，积极参与新能源科学与工程专业的国内专业交流，与兄弟院校相关专业保持频繁的沟通，主编了“新能源系列丛书”中的产教融合型教材——《新能源技术导论》。在近十年的人才培育过程中，积极进行产教融合的实践探索，构建了以“光伏技术”为主线、以“风光互补、多能协作”为特色的核心课程体系，如图2所示。

“光伏电池原理与工艺”产教融合示范课程，符合新时代发展战略中对于创新性人才的培养要求，使得学生能够跟上社会需求，具有重要的实践作用和推广意义。通过学习本课程，学生具备了光伏电池应用开发的基本能力。本专业学生积极参加中国大学生节能减排大赛，迄今为止已获得国赛三等奖1项，省赛优秀奖2项，部分学生参加大学生光电设计大赛、大学生电子设计大赛，并获

国赛二等奖等省级以上奖项12项。近三年学生主持光伏电池相关的院级、校级及以上大学生创新创业项目93项，从而确保所有的学生都主持、参与了创新创业训练。长春理工大学、江苏大学、常熟理工学院和江苏集萃安泰创明先进能源材料研究院有限公司、常州星源新材料有限公司、东方日升新能源有限公司高度认可本课程的产教融合质量，毕业生深受用人单位欢迎，近三年本课程的学生满意度高达94.6%。

5 产教融合课程改革特点

(1) “光伏电池原理与工艺”课程具有重要的工程实践特色，与产业、行业结合紧密，课程的章节分布具有对接光伏产业发展的特点。市场上的主要产品，如晶硅太阳能电池、化合物太阳能电池和新型太阳能电池（有机-无机杂化型钙钛矿薄膜太阳能电池）在授课时均有不同的侧重。

(2) 学生学完本课程后，通过企业老师的授课，能掌握太阳能电池行业的发展现状和技术趋势，能树立起专业自信，并能在毕业后进入与绿色节能减排

相关的能源行业公司从事与研究开发、运行维护等工程技术相关的工作。

(3) 课程教学改革创新点：授课团队具有企业从业经验，现有成员皆是新能源企业的科技副总，具有典型的工程背景；授课的企业团队成员具有丰富的项目开发经验，能洞悉新能源光伏行业技术发展趋势；课程教学过程中，采用能力培养为导向的授课方式，杜绝“满堂灌”的传统授课模式。

基金项目：

教育部产学合作协同育人项目“基于产教融合的光伏电池原理与工艺课程教学改革”（编号：202002095002）；“大学生创新创业训练对碳达峰碳中和的贡献”（编号：202102168017）；常州工学院线下金课建设项目“光伏电池原理与工艺”（编号：xxjk2021-3）。

【参考文献】

[1] 国家能源局.我国光伏发电并网装机容量突破3亿千瓦 分布式发展成为新亮点[J].(2022-01-20)[2022-04-11].http://www.nea.gov.cn/2022-01/20/c_1310432517.htm

[2] 柳友荣,项桂娥,王剑程.应用型本科院校产教融合模式及其影响因素研究[J].中国高教研究,2015(05):64-68.

[3] 李银丹,李钧敏,施建祥.产教融合视角下应用型本科高校一流课程建设策略研究[J].中国大学教学,2020(05):46-51.

[4] 洪早清,袁声莉.基于课程思政建设的高校课程改革取向与教学质量提升[J].高校教育管理,2022(01):38-46.

作者简介：

杜文汉（1980-），男，汉族，安徽萧县人，副教授，博士，研究方向：功能薄膜材料与电子元器件、新型太阳能电池。