

基于创新实践能力培养生物质热解专业实验实践教学建设

马欢欢，章一蒙，周建斌

(南京林业大学材料科学与工程学院，江苏·南京210037)

摘要：生物质热解技术是生物质能源化利用的重要方向，全国多个高校开设了生物质能源专业和课程。本文分析探讨了基于创新实践能力培养的生物质专业基础实验实践教学建设的意义，梳理了实验实践教学内容，强调了科研成果转化实验、虚拟仿真实验、实习实践教学在创新实践能力培养中的重要作用，为我国的生物质热解技术产业化发展提供创新实践型人才支持。

0前言

我国生物质资源极为丰富，同时生物质能源化利用还具有低碳环保、循环再生的优点，在应对能源消费结构调整、生态环境保护等方面发挥着重要作用，在化石燃料逐渐枯竭和环境污染的背景下，生物质能源的替代作用逐渐凸显。

南京林业大学作为一所以林科为特色，以资源、生态和环境类学科为优势的多科性大学，生物质资源的高质化利用是我校工科专业的重要方向，而生物质能源多联产技术重要途径。生物质热解技术能够以较低的成本、连续化生产工艺，将低能量密度的生物质转化为高品质的气、液、固产物，以及促进生物质能源化的推广。但目前生物质热解专业人才较少，难以满足市场需求，生物质热解专业实验实践教学是重要教学环节，急需加强系统化建设。

1生物质热解专业实验实践教学建设的意义

生物质热解等生物质综合利用技术近年受到国家多个部门政策的支持，如在《生物质能发展“十三五”规划》中指出，要积极发展分布式农林生物质热电联产技术，积极推进新建热电联产项目。生物质能源化多联产的综合利用是国家政策导向，同时也是将清洁能源消费与环境保护、土壤改良相结合的重要研究方向。所以系统性的基于创新实践能力培养的生物质热解实验实践课程建设，是当前生物质能源利用专业的重要任务。实验实践课程建设有助于培养学生观察、思考问题的能力，系统了解生物质能源专业的概况、加强专业理论知识的学习，提高学生对本专业在国民经济建设发展中的作用及地位的认识，将课本理论知识和实践操作经验有机结合，培养实践创新能力，为学生就业打下良好的基础，也为生物质能源行业输送专业型、实践型、创新型复合人才。

2生物质热解专业实验教学内容建设

实验实践课程内容的建设根据学生的认知规律和人才培养目标科学合理的规划，内容设置上由简单向复杂递进，由基础实验向综合性、设计性、研究性实验过渡。生物质热解实验过程是由原料的基础分析、热解过程参数的控制、热解产物的分析和利用组成，在此基础上开展创新研究性实验，结合虚拟仿真技术实验，真正实现全反应链的熟练掌握。

2.1生物质热解基础性实验内容建设

(1) 生物质的原料理化性质分析。实验内容主要有：
生物质的工业分析实验：掌握利用干燥箱、马弗炉等设备检测生物质水分、灰分、挥发分、固定碳等指标含量。
生物质的元素分析实验：掌握利用元素分析仪测量生物质碳、氢、氮、硫、氧元素含量。
生物质的热值分析实验：掌握利用微机量热仪测量生物质的热值大小。

(2) 生物质热重-红外联用分析实验：利用热重-红外联用分析仪，进行毫克级的生物质热解特性实验，学习掌握生物质热解失重规律与气体产物生成规律。

2.2生物质热解综合性实验内容建设

(1) 生物质的热解特性实验。生物质的热解过程比较复杂，影响因素主要有原料种类、原料粒度、热解方式、热解温度、热解时间、升温速度、反应压力等，主要设置实验内容有流化床生物质快速热解液化实验、固定床生物质热解实验、干馏式热解炭化实验、下吸式固定床生物质热解气化实验。

(2) 生物质热解产物分析实验。生物质热解产物的高附加值的综合利用是生物质能源的发展方向。生物质的热解

产物主要有生物质可燃气、生物质炭、生物质提取液、生物质油，根据利用方向的不同，主要设置气相色谱法测量生物质可燃气组分及热值分析实验、生物质炭的工业分析和热值分析、生物质炭比表面积及孔径分布检测实验、生物质提取液的组分分析实验、生物油的热值分析实验等。

2.3 生物质热解创新性实验内容建设

由科研成果转化的实验是创新性实验建设的重要内容，近年实验室队伍成员分别主持或参加“农林生物质能源多联产综合利用技术示范”、“热解气化制取生物燃气新技术与示范”、“活性炭清洁生产新技术研究与示范”、“生物质三组分烘焙脱氧及其对热解液体产物的调控机制研究”、“农业废弃物和生活垃圾共热解气化技术及示范应用”等课题基金项目，在生物质气体燃料定向制备与转化以及副产物炭液的开发应用、生物质热能的高效利用领域有扎实的研究基础。

2.4 生物质热解虚拟仿真实验教学建设

生物质热解能源综合利用工程设备过于庞大，在教学授课过程中，不能很好的对学生进行知识的普及，也无法让每个学生都深入进行实际的实验，因此制作开发虚拟仿真实验系统。目的在于更好的开展教学活动，让每个学生都能了解生物质多联产利用系统的工作原理、内部结构，深入认识多联产产业化的意义，同时对于设备的改进和发展具有较大的帮助。

生物质多联产利用虚拟仿真实验系统项目设计规划采用三维模型搭建，运用交互教学的方式进行框架设计，主要分为以下三个方面：采用平面或者三维的形式先对整个工艺流程进行分析；采用三维交互设计的方式，对生产线的主要工作方式或者内部工作原理进行全方位，三维模拟形式的展现，并且设置不同的配方，比对产出物的不同，让学生在实验过程中更加明白设备的工作原理；产物的加工利用包括固体、液体、气体，每种产出物都有各自对应的一整套深加工设备及利用工艺流程。

3 生物质热解专业实践教学内容建设

实践教学是本专业的重要教学环节，是培养实践型人才的重要方式，通过生产实践实习，使学生参与生产企业的实际生产管理过程中，从而深化对生物质多联产工艺相关生产、加工等领域的实际应用的掌握。实践实习基地充分利用企业生产与经营的软硬件资源，着力培养学生专业技能与职业素质。

通过以下方式建设对口稳定的实践教学基地：

(1) 建立实践基地合作制度。实践实习基地的建立应有利于促进学校与基地资源共享、互惠互利、共同发展。实践实习基地具备实习条件和管理环境，能帮助解决实习学生所需的食宿、劳动保护和卫生等条件，使学生能有效地参与实践活动，顺利完成实践教学计划要求相对稳定，每学期或每学年有固定专业的学生进行实习。

(2) 建立实践实习教学计划。建立好实习计划、实习大纲和实习指导书等材料，与基地有关人员共商实习措施，培训指导老师，熟悉实习基地的各项工艺流程，校企及学生共同签订《实践实习协议书》。根据生产实际，合理安排学生的实习岗位和工作，并按照《实践实习协议书》做好学生的实习管理工作，确保学生实践实习的顺利完成。

(3) 建立发展机制。教师在基地可以根据生产实际的需要进行科研工作，在科研工作中培养人才，使人才服务于科研，同时科研成果又将丰富教学内容，这样的教学更能吸引学生；学生可以在基地进行实习，将专业理论运用于实际，同时生产实际的需要能够激发学生的求知欲和责任感，促使其主动完成专业知识的学习和专业技能的训练。建立长期发展的实习基地，可以实现教学、科研及生产的相互促进和发展，意义重大。

4 结语

生物质热解技术是生物质能源化利用的重要方向，通过专业基础实验教学和综合性设计性实验的强化，结合科研成果转化实验、虚拟仿真实验、实习实践教学，提高学生的分析计算和实验操作能力，系统培养了创新实践能力的系统化培养，同时通过生物质热解相关的实验课程教材配套教学，结合前沿的知识和学科发展动态，强化实验教学与科学研究的紧密结合，从科研项目中提炼更多具有工程应用背景的专业实验，为我国的生物质热解技术产业化发展提供创新实践型人才支持。

参考文献

[1]周建斌.生物质能源工程与技术[M].北京:中国林业出版社,2011.

[2]朱锡锋.生物质热解原理与技术[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2006.

[3]李健,郑冀鲁,尉芹等.《生物质能源工程与技术》教学改革探索[J].广州化工,2015,43(19):226-228.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/176302.html>