

申报 2024 年度陕西高等学校科学技术研究优秀成果公示内容

一、成果名称：生物质能源碳排放核算体系的构建与应用

二、成果简介

1. 主要研究内容

陕西省生物质资源丰富，具有巨大能源化利用潜力。然而陕西省生态系统相对脆弱，生物质资源不合理地开发利用极易引发负面生态效应。因此，在国家“双碳”战略目标背景下，充分考虑陕西省生物质特性，构建生物质能源化利用的碳排放核算体系，从而科学指导我省生物质资源的开发利用，对服务国家节能降碳战略，促进陕西省经济和生态协同发展具有重大意义。

本成果从生物质资源的生态学属性出发，在明确其能源化利用过程中对生态系统过程影响的基础上，揭示了其能源化利用碳排放的生态学机理。并基于生物质能源碳排放的生态学机理和生态系统碳动态的复杂性，整合了生态系统碳动态、大气碳循环、生命周期评估模型，构建了全新的生物质能源碳排放精准核算体系，并将其应用于陕西、全国，乃至全球的生物质能源化利用的温室效应评估，对生物质资源能源化利用的碳排放进行精准核算。为生物质能源化利用的生态和经济价值准确评估提供了可靠的理论依据和技术支撑。

2. 重要创新点

（1）揭示了生物质能源碳排放的生态学机理

生物质资源来源于生态系统，其能源化利用过程中的碳排放与生物质资源的生态学属性及其在生态系统过程中的作用密切相关。传统的碳排放评估方式忽略生物质本身的碳排放，造成了生物质燃烧排放过程与生态系统固碳过程的分离。本成果从生物质资源的生态学属性出发，在明确其能源化利用过程中对生态系统过程影响的基础上，揭示了其能源化利用碳排放的生态学机理。

（2）构建了全新的生物质能源碳排放核算体系

基于生物质能源碳排放的生态学机理和生态系统碳动态的复杂性，整合了生态系统碳动态、大气碳循环、生命周期评估模型，构建了全新的生物质能源碳排放核算体系，对生物质资源能源化利用的碳排放进行精准核算，为生物质能源化利用的生态和经济价值进行准确评估提供了可靠的理论依据和技术支撑。

3. 科学价值

本成果从理论层面，打破了基于“碳中性”假说而建立的各种评估模型在碳排放核算中存在的缺陷。通过明确生物质能源供应链中碳排放估算的误差，证实了生物质能源利用过程中 CO₂ 排放的不确定性，揭示了生物质能源化利用过程中碳排放的形成机理，构建了全新的生物质能源碳排放核算精准评估体系。

在实践层面，本成果构建的全新生物质能源碳排放精准核算体系，能够应用于陕西、全国，乃至全球的生物质能源化利用的温室效应评估，为科学指导我省生物质资源的开发利用，对服务国家节能降碳战略，促进我省经济和生态协同发展提供可靠的理论依据和技术支撑。

4. 同行引用及评价

本成果的相关研究发表在 *Forest Ecology and Management*、*Applied Energy*、*Renewable and Sustainable Energy Reviews*、*Ecological Indicators* 等行业顶级学术期刊。研究成果获得国内外同行的高度赞同，加拿大圣弗朗西斯泽维尔大学 Withey 教授、德国哥廷根大学 Meijide 教授、美国北卡罗来纳州立大学 Levis 教授和英国贝尔法斯特女王大学 Osman 教授分别在 *Nature Communication*、*Renewable and Sustainable Energy Reviews* 等期刊发文引用或发表评述文章，并给予了高度认同。同时本成果中的相关理论和评价体系还被政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 气候变化下全球变暖 1.5°C 特别报告 (Special Report on Global Warming of 1.5°C) 引用。

三、代表性论文专著或知识产权（标准规范等），总数不超过 10 项，其中代表性论文专著不超过 8 篇（部）

- 1 Hao, H., Dai, L., Wang K., Xu J., Liu W. 2021. An updated framework for climate change impact assessment of bioenergy and an application in poplar biomass, *Applied Energy*, 299, 117323.
- 2 Yan, Y., Liu, W., Wang, J., Yu, W., Luo, H., Liu, W. 2021. A dynamic monetary valuation perspective for carbon sequestration: Effect on biomass utilization strategy of Caragana plantation as an illustration. *Ecological Indicators*, 128, 107854.
- 3 Long, F., Liu, W., Jiang, X., Zhai, Q., Cao, X., Jiang, J., Xu, J. 2021. State-of-the-art technologies for biofuel production from triglycerides: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148, 111269.

- 4 Liu, W., Hou, Y., Liu, W., Yang, M., Yan, Y., Peng, C., Yu, Z. 2020. Global estimation of the climate change impact of logging residue utilization for biofuels. Forest Ecology and Management. 462, 118000.
- 5 Liu, W., Xu, J., Xie, X., Yan, Y., Zhou, X., Peng, C. 2020. A New Integrated Framework to Estimate the Climate Change Impacts of Biomass Utilization for Biofuel in Life Cycle Assessment. Journal of Cleaner Production. 267, 122061.
- 6 Liu, W., Yu, Z., Zhu, Q., Zhou, X., Peng, C. 2020. Assessment of Biomass Utilization Potential of Caragana korshinskii Kom. and Its Effect on Carbon Sequestration on the Northern Shaanxi Loess Plateau, China. Land Degradation and Development. 31 (1), 53-64.
- 7 Liu, W., Yu, Z., Xie, X., von Gadow, K., Peng, C. 2018. A Critical Analysis of the Carbon Neutrality Assumption in Life Cycle Assessment of Forest Bioenergy Systems. Environmental Reviews. 26(1), 93-101.
- 8 Liu, W., Zhang, Z., Xie, X., Yu, Z., Von Gadow, K., Xu, J., Zhao, S., Yang, Y. 2017. Analysis of the global warming potential of biogenic CO₂ emission in life cycle assessments. Scientific Reports, 7(1), 1-8.
- 9 刘伟国, 彭长辉; 一种基于生命周期分析的生物质碳排放估算系统和方法, 2020-08-25, 中国, ZL201811563112.2. (发明)

四、主要完成人情况

姓名	排名	行政/技术职称	工作单位/完成单位
刘伟国	1	副研究员	西北农林科技大学
徐俊明	2	研究员	中国林业科学研究院林产化学工业研究所
王奎	3	研究员	中国林业科学研究院林产化学工业研究所
闫琰	4	副教授	西北农林科技大学
郝红科	5	副教授	西北农林科技大学

五、主要完成单位

单位名称	排名
西北农林科技大学	1
中国林业科学研究院林产化学工业研究所	2

六、完成人合作关系情况

完成人合作关系情况表					
序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	发表论文	郝红科(1), 王奎(3), 徐俊明(4), 刘伟国(5)	2019-2021	An updated framework for climate change impact assessment of bioenergy and an application in poplar biomass	检索证明
2	发表论文	闫琰(1), 刘伟国(6)	2018-2021	A dynamic monetary valuation perspective for carbon sequestration: Effect on biomass utilization strategy of Caragana plantation as an illustration	检索证明
3	发表论文	刘伟国(2), 徐俊明(7)	2020-2021	State-of-the-art technologies for biofuel production from triglycerides: A review	检索证明
4	发表论文	刘伟国(1), 闫琰(5)	2018-2020	Global estimation of the climate change impact of logging residue utilization for biofuels	检索证明
5	发表论文	刘伟国(1), 徐俊明(2), 闫琰(4)	2018-2020	A New Integrated Framework to Estimate the Climate Change Impacts of Biomass Utilization for Biofuel in Life Cycle Assessment	检索证明
6	发表论文	刘伟国(1), 徐俊明(6)	2016-2017	Analysis of the global warming potential of biogenic CO ₂ emission in life cycle assessments	检索证明