**中国科学院地理科学与资源研究所2023年度北京市科学技术奖自然科学奖拟推荐项目情况简介**

**一、项目名称：**资源环境模型与系统模拟

**二、推荐单位及推荐等级：**中国科学院地理科学与资源研究所，一等奖或二等奖

**三、项目简介：**

近30年来，智能计算取得了显著进展，是当今发展最迅猛的技术领域之一。其发展的主要驱动因素是大量新智能计算算法的涌现和各种数据的爆炸性增加。智能计算、机器学习和深度学习是三个经常一起使用的概念。智能计算是指通过人的智慧使计算机能够执行任务的理论体系。机器学习是智能计算的一个子领域，它是让计算机利用经验知识改进行为措施来完成一项特定任务的过程。深度学习是机器学习方法的一个特定类型，它旨在获取变量之间的关系和控制这些关系的知识。

生态环境曲面智能计算面临的主要挑战之一是缺少通用的空间精准学习模型。为了解决这个问题，本项目团队将生态环境要素的格网化表达抽象为数学“曲面”，创建了基于系统论、优化控制论和曲面论的高精度高速度曲面建模（HASM）方法。HASM是一种强化机器学习方法（后文我们简称为 HASM 机器学习方法），它解决了半个世纪以来困扰生态环境曲面建模的误差问题、多尺度问题和非线性问题。与此同时，本项目发展了一系列针对 HASM 机器学习方法的高时效算法。HASM 机器学习方法已成功应用于各种生态环境要素曲面建模，相比于经典曲面建模方法，HASM 机器学习方法所有应用的精度都有大幅度提高。通过对 HASM 机器学习方法理论发展和应用研究的总结提炼，形成了生态环境曲面建模基本定理及其关于空间插值、升尺度、降尺度、数据融合和模型-数据同化的推论和算法。

国际生态建模学会前主席 Sven Erik Jorgensen 教授评价指出：误差问题和低计算速度问题是地理信息系统和计算机辅助设计系统面临的两个主要挑战，HASM为长期以来困扰地理信息系统和计算机辅助设计系统的这些问题提供了解决方案。国际生态学会前主席 Wolfgang Haber 教授发表点评文章指出：许多研究都描述了外蕴量和内蕴量两种信息对生态环境曲面建模的重要意义，然而如何将这两种信息结合起来是我们面临的挑战。生态环境曲面建模基本定理为这一挑战提供了解决方案。HASM 机器学习方法被国家卫星气象中心等部门采用，支撑中国碳卫星大气二氧化碳观测数据高精度、高时效处理分析；归纳有关成果形成了《地表碳核查技术规程》国家标准，助力我国实现“双碳”战略目标；生态环境曲面建模基本定理有关推论被纳入联合国生物多样性和生态系统服务情景与模型指导性文件，对我国在联合国“生物多样性与生态系统服务政府间科学-政策平台”领域的潜在话语权具有重要意义。

**四、代表性论文专著目录**

1、岳天祥. Surface Modeling: High Accuracy and High Speed Methods. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011.

2、史文娇，刘纪远，杜正平，宋印军，陈传法，岳天祥. Surface modelling of soil pH. Geoderma, 2009, 150(1-2): 113-119.

3、李启权，岳天祥，王昌全，张文江，余勇，李冰，杨娟，白根川. Spatially distributed modeling of soil organic matter across China: An application of artificial neural network approach. Catena,2013，104：210-218.

4、岳天祥，赵娜，R. Douglas Ramsey，王晨亮，范泽孟，陈传法，卢毅敏，Bai-Lian Li. Climate change trend in China, with improved accuracy. Climatic Change,2013，120: 137–151.

5、岳天祥，赵娜，刘羽，王轶夫，张斌， 杜正平，范泽孟，史文娇， 陈传法，赵明伟，宋敦江，王世海，宋印军，闫长青，李启权，孙晓芳，张丽丽，田永中，王薇，王英安，马胜男，黄宏胜，卢毅敏，王情，王晨亮，王玉柱，鹿明，周伟，刘熠，尹笑哲，王宗，包正义，赵苗苗，赵亚鹏，焦毅蒙，NASEER Ufra，范斌，李赛博，杨阳，P. WILSON John. A fundamental theorem for eco-environmental surface modelling and its applications.Science China Earth Sciences,2020，63(8): 1092-1112.（我校老师成果）

**五、主要完成人：**岳天祥、赵娜、李启权、史文娇、范泽孟、杜正平、王轶夫、赵明伟、张丽丽、周伟

**六、主要完成单位：**中国科学院地理科学与资源研究所、四川农业大学、北京林业大学、滁州学院、中国科学院空天信息创新研究院、西南大学