中国科学院学部

科学与技术前沿论坛（第130次）

数据驱动的新地学

会议手册

主办单位：中国科学院学部

时间：2022年10月29-30日　　地点：中国科学院学术会堂

中国科学院学部“科学与技术前沿论坛”
暨Science Bulletin第二届地球科学前沿学术沙龙
—— 数据驱动的新地学

会 议 手 册

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院学部学术与出版工作委员会

中国科学院地学部

中国科学院信息技术科学部

协办单位：《中国科学》杂志社

青藏高原地球系统与资源环境全国重点实验室

北京 · 中国科学院学术会堂

2022年10月29-30日

目　　录

论坛简介 2

论坛日程 5

召集人(执行主席)简介及报告摘要 7

报告人简介及报告摘要 11

论坛参会专家 29

论坛须知 34

会议记录 35

论 坛 简 介

为将中国科学院学部建设成为创新思想活跃、学术作风严谨的我国科学技术方面的最高学术机构，切实发挥学部的学术引领作用，并为决策咨询工作提供科学技术支撑，2011 年 3 月 25 日，中国科学院学部主席团六届十次会议决定开展“ 科学与技术前沿论坛”（简称“论坛”）活动。

论坛活动是中国科学院学部主席团统一领导下、各学部常委会和学部学术与出版工作委员会等共同承办的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。

论坛旨在推动前沿科学理论和技术探索，促进学科发展战略研究系统深入开展，促进学科交叉融合及国际学术交流，发现和培养优秀人才，倡导科学民主，鼓励学术争鸣，充分发挥学部对我国科学技术前沿和未来创新发展的引领作用。

论坛特邀若干报告人做主题报告，鼓励与会院士、专家围绕主题进行自由讨论，一般向社会开放。特邀的报告人一般为科研一线的优秀科学家，重视邀请国外专家和优秀青年学者。报告人可提交符合《中国科学》、《科学通报》（简称“两刊”）出版要求的论文，论坛论文和综述稿以“两刊”专栏或专辑、年度论坛报告集等方式公开出版。

科学探索无止境，百家争鸣创新篇。中国科学院学部愿为中青年科技专家提供展示才华的“舞台”，共同促进学术繁荣，为促进我国科技发展和服务国家发展战略做出应有的贡献。

论 坛 宗 旨

论坛将围绕“数据驱动的新地学”这一主题，深入研究地球大数据与人工智能的深度耦合，探索数据驱动下的地球系统科学变革。着重围绕“大数据、机器学习与地学”、“数据驱动下的地球系统科学变革”等交叉学科领域组织专题报告，并进行充分研讨，集思广益，进一步明晰地球系统科学未来的发展方向，提升我国在大数据时代的地学研究中的引领作用。

召集人（执行主席）

陈发虎 院士　中国科学院青藏高原研究所

徐宗本 院士　西安交通大学

中国科学院学部“科学与技术前沿论坛”暨Science Bulletin第二届地球科学前沿学术沙龙

——数据驱动的新地学

一、组织单位

主办：中国科学院学部

承办：中国科学院学部学术与出版工作委员会

中国科学院地学部

中国科学院信息技术科学部

协办：《中国科学》杂志社

青藏高原地球系统与资源环境全国重点实验室

二、时间：2022 年 10 月 29～30 日

三、地点：中国科学院学术会堂

四、总体安排

报到：10 月 28~30 日

开幕式：10 月 29 日 14:00～14:10

报告及讨论：10 月 29 日 14:10～17:30

10 月 30 日 9:00～16:00

内容安排：包括 7 个主题报告和 4 个专题报告

每个主题报告 25 分钟，加讨论共 30 分钟；

每个专题报告 15 分钟

回程：10 月 31 日

论坛日程(10 月 29 日)

开幕式 主持人：陈发虎			
14:00-14:05	**论坛主席致辞 陈发虎**		
14:05-14:10	**中国科学院学部工作局领导致辞**		
议题 1：大数据、机器学习与地学（特邀报告，25+5 分钟） 主持人：徐宗本、张平文			
时间	**报告题目**	**报告人**	**单位**
14:10-14:40	机器学习： 从先验假设到自动化	徐宗本	西安交通大学
14:40-15:10	青藏高原地球系统观测、 数据与模拟	陈发虎	中国科学院青藏高原研究所
15:10-15:30	合影及茶歇		
15:30-16:00	机理与数据的融合计算	张平文	北京大学
16:00-17:30	讨论		
18:00	晚餐		

论坛日程(10 月 30 日)

议题 2：数据驱动下的地球系统科学变革（特邀报告，25+5 分钟） 主持人：陈发虎、成秋明			
时间	**报告题目**	**报告人**	**单位**
9:00-9:30	地球大数据思考	郭华东	中国科学院 空天信息创新研究院
9:30-10:00	重建地球生物多样性历史的思考与方案	沈树忠	南京大学
10:00-10:30	“深时数字地球”国际大科学计划回顾与展望	王成善	中国地质大学（北京）
10:30-10:50	茶歇		
10:50-11:20	“数据-数学-超算”三位一体驱动现代地球科学创新	成秋明	中国地质大学（北京）
11:20-12:00	讨论		
12:00	午餐		
议题 2：数据驱动下的地球系统科学变革（邀请报告，15 分钟） 主持人：李新、徐星			
13:30-13:45	大数据背景下的人类起源模型	倪喜军	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所
13:45-14:00	地学知识约束的机器学习与大数据同化	李新	中国科学院 青藏高原研究所
14:00-14:15	地学机理模型与机器学习模型的耦合范式	沈焕锋	武汉大学
14:15-14:30	基于 AI 的遥感图像分类与识别	毕海霞	西安交通大学
14:30-15:30	讨论		
15:30-16:00	论坛总结、闭幕		

召集人(执行主席)简介及报告摘要

个人简介

陈发虎

自然地理学博士，中国科学院院士，发展中国家科学院院士，中国科学院青藏高原研究所所长，中国地理学会理事长。曾获国家杰出青年科学基金、中国青年科技奖、全国先进工作者、全国杰出专业技术人才称号等，负责国家自然科学基金委创新研究群体、国家自然科学基金委基础科学中心项目，任中国科学院人才计划研究员、教育部“长江学者”特聘教授。长期从事气候变化、环境变化与环境考古研究，目前聚焦气候环境变化及其与丝路文明兴衰、史前人类定居青藏高原研究的相互作用研究。在 Nature、Science、NCC、NC、NS、PNAS、SB、《中国科学》等发表 SCI 论文 390 多篇，SCI 引用 1.7 万次，H 指数 66，是国际高被引科学家。成果获省部级科技一等奖 7 项，国家自然科学二等奖 2 项（第一完成人）。

青藏高原地球系统观测、数据与模拟

报告摘要

青藏高原是我国重要的水资源安全屏障、生态安全屏障、国土安全屏障、战略资源储备基地、中华民族特色文化保护地。青藏高原以其强烈的多圈层相互作用闻名于世，是国际地球系统科学研究的天然实验室。研究青藏高原的形成、演化与影响，是当前国际地球系统科学研究的前沿领域。

青藏高原碰撞隆升导致地形地貌、大气环流、自然环境格局和生物与人类演化产生链式响应。同时，青藏高原是受全球变化影响最剧烈的区域，其变化进一步影响着区域乃至全球的气候环境变化。青藏高原地球科学研究取得了丰硕成果，但从地球系统科学研究角度看，还存在瓶颈：（1）动力演化和现代气候变化过程研究之间时间不联通；（2）六大圈层间的关键动力过程和相互作用机制缺少深入研究；（3）需要立足青藏高原，联系南北极，在全球视角下形成地球系统科学理论。因此，新时期青藏高原地球系统科学研究需要打通时间隧道、圈层隔离和空间局限，聚焦高原生长、全球变化、人类活动三重驱动下的多圈层链式响应及影响研究。

面向青藏高原地球系统科学研究和可持续发展对观测平台、数据平台和模型平台的需求，亟需建立青藏高原地球系统观测-数据-模型一体化平台：（1）分阶段建立青藏高原国内与国际观测联盟，构建青藏高原天-空-地一体化观测平台；（2）以国家青藏高原科学数据中心为信息枢纽，实现观测数据的实时汇聚、实时融合，服务模型发展和决策支持；（3）分阶段发展青藏高原气候系统模型、地球表层系统模型和地球系统模型，助力青藏高原地球系统理论突破，形成针对青藏高原可持续发展复杂问题的决策支持能力。

个人简介

徐宗本

中国科学院院士，数学家、信号与信息处理专家、西安交通大学教授。主要从事智能信息处理、机器学习、数据建模基础理论研究。曾提出稀疏信息处理的 L(1/2)正则化理论，为稀疏微波成像提供了重要基础；发现并证明机器学习的“徐-罗奇”定理，解决了神经网络与模拟演化计算中的一些困难问题，为非欧氏框架下机器学习与非线性分析提供了普遍的数量推演准则；提出基于视觉认知的数据建模新原理与新方法，形成了聚类分析、判别分析、隐变量分析等系列数据挖掘核心算法，并广泛应用于科学与工程领域。曾获国家自然科学二等奖、国家科技进步二等奖、陕西省最高科技奖；国际 IAITQM 理查德·普莱斯(Richard Price)数据科学奖；中国陈嘉庚信息技术科学奖、中国 CSIAM 苏步青应用数学奖；曾在 2010 年世界数学家大会上作 45 分钟特邀报告。

曾任西安交通大学副校长，现任人工智能与数字经济广东省实验室(琶洲实验室)主任、西安数学与数学技术研究院院长、陕西国家应用数学中心主任、大数据算法与分析技术国家工程实验室主任，是国家大数据专家咨询委员会委员、国家新一代人工智能战略咨询委员会委员。

机器学习: 从先验假设到自动化

报告摘要

机器学习是人工智能的最基础、最核心技术(算法)，但机器学习的执行通常都是以一组基本的先验假设为前提的，这些基本假设包括: 假设空间的大容量假设、训练数据的完备性假设、损失度量的独立性假设、正则项的先验决定假设、分析框架的欧几里德假设等。一个机器学习算法的性能是由这些先验假设（要素选择）决定的。本报告分析这些假设的作用、局限及其影响，提出突破这些基本假设的系列途径与方法。每一情况下，我们举例说明新突破带来新价值。

机器学习的当下应用还是“人工”的: 人工标注数据、选择数据，人工搭建网络、选择算法，人工切换任务、适应环境；仍处于“选择”阶段，还没有达到“自主设计”“创新设计”水平。随着人工智能技术的发展，机器学习必须要从人工化，走向自动化，迈向自主化。在这样的 AI 发展大趋势下，让机器学会人类的学习方法论，或者更严格地说，学会模拟学习方法论(Simulate Learning Methodology，SLeM)成为一种必需和趋势。本报告后一部分严格定义学习方法论问题，提出 SLeM 的双层优化模型和“超参数化”求解方法，建立 SLeM 的基本理论，并展示对多个机器学习自动化问题的成功应用。

报告人简介及报告摘要

（按报告顺序排列）

个人简介

张平文

北京大学副校长、数学科学学院教授，中国科学院院士，发展中国家科学院院士，长江学者，大数据分析与应用技术国家工程实验室主任，中国工业与应用数学学会理事长。担任《CSIAM Transactions on Applied Mathematics》主编以及十余种国内外期刊编委，在 JAMS，PRL，PNAS，SIAM 系列期刊等发表论文百余篇。获国家自然科学奖二等奖、教育部自然科学奖一等奖、何梁何利基金科学与技术进步奖、冯康科学计算奖等。应邀在国际工业与应用数学大会、美国工业与应用数学年会、国际数学家大会上作大会报告或邀请报告。

机理与数据的融合计算

报告摘要

通过剖析应用数学（含统计学）的演进过程，认识到融合计算已经成为当前科研和创新的重要范式；然后介绍融合计算的若干研究模式，及其为应用数学发展所带来的增长点；接下来通过精准气象预报和分子动力学模拟两个案例来详细阐述机理与数据融合计算的实践过程；最后对融合计算的未来发展趋势进行探讨。

个人简介

郭华东

遥感与数字地球科学家。可持续发展大数据国际研究中心主任，中国科学院空天信息院研究员。中国科学院院士、俄罗斯科学院外籍院士、芬兰科学与人文院外籍院士、发展中国家科学院院士。现任国际数字地球学会名誉主席、UNESCO 国际自然与文化遗产空间技术中心主任、《国际数字地球学报》和《地球大数据》主编，曾任第二届联合国可持续发展目标技术促进机制 10 人组成员、国际科技数据委员会主席、国际数字地球学会主席等职。

地球大数据思考

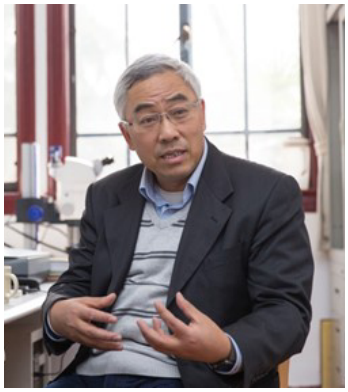
报告摘要

科学大数据具有数据密集型范式的特点，它具有数据的不可重复性、数据的高度不确定性、数据的高维特性、数据分析的高度计算复杂性等内部特征。利用大量数据的相关性可取代因果关系和理论与模型，基于数据间的相关性能够获得新知识、新发现。作为少量依赖因果关系，而主要依靠相关性发现新知识的新模式，大数据已成为继经验、理论和计算模式之后的数据密集型科学范式的典型代表，带来科研方法论的创新。

作为科学大数据重要组成部分的地球大数据，正在成为地球科学和信息科学交叉的新兴前沿研究领域，可为推动地球科学深度发展并产出重大科学发现作出贡献。地球大数据是一种典型的科学大数据，它由与地球有关的数据构成，包括地球的陆地、海洋、大气及与人类活动相关的数据。地球大数据是具有空间属性的地球科学领域大数据，主要产生于航天与地面大型科学实验装置、探测设备、传感器、社会经济观测以及计算机模拟过程。它一方面具有海量、多源、多时相、异构、多尺度、非平稳等大数据的一般性质，同时具有很强的时空关联和物理关联，具有数据生成方法和来源的可控性。

地球大数据正成为认识地球的新钥匙和知识发现的新引擎。可为地球科学深入研究带来不竭的动力，可期待地球大数据驱动学科创新与持续发展，可服务区域与全球可持续发展、气候变化、粮食安全、生态环境、风险评估和灾害应对以及为文化自然遗产保护与发展等提供科学决策支持。

个人简介



沈树忠

南京大学地球科学与工程学院教授，中国科学院院士。现任国际地层委员会副主席。主要从事二叠纪末生物大灭绝、腕足动物和牙形类系统古生物学等方面的研究，曾主持科技部 973 项目、国家自然科学基金委重大项目、国家自然基金委杰出青年科学基金、优秀创新研究群体等项目。曾获国际地层委员会个人金奖、国家自然科学二等奖等，两项成果获得中国科学十大进展。

重建地球生物多样性历史的思考与方案

报告摘要

地球自现代生态系统建立至今已有 5 亿多年的演化历史，生物经历了由简单到复杂、由少到多的演化过程，什么因素决定了物种多样性？重大环境和气候变化事件如何影响生物多样性？回答这些重要科学问题，首先需要建立地质历史中海陆生物多样性的精细模式。地球上曾经生活过的生物 99%以上已经灭绝，深时生物多样性重建依赖于不完整的化石记录。然而，受生物保存差异、岩相变化、采集程度影响较大，如何通过不完整的化石记录重建地质历史时期生物多样性的演变历史是一个重大科学难题。目前国际主流的方法是基于已发表的文献建立数据库，划分统计时间段，进行全球或区域大尺度的多样性统计。但受限于方法自身的局限，此类研究的时间精度低（分辨率通常在千万年左右），因此，难以揭示重大生物事件的精细过程，无法识别突发性生物多样性灾难事件。最新的研究表明，深时生物多样性研究的时间分辨率必须至少达到十万年级别才有可能真实地揭示生物多样性演变的准确模式。基于高精度综合地层学和同位素地质年代学的定量地层学和人工智能算法是解决这一问题的重要途径。

个人简介

王成善

1951 年生，中国地质大学（北京）教授，博士生导师，中国科学院院士，国际沉积学家协会（IAS）副主席，深时数字地球（DDE）国际大科学计划执行委员会主席。曾任联合国教科文组织的国际地球科学计划（IGCP）463 和 555 项目主席，连续任两个国家“973”项目和国际大陆钻探计划（ICDP）“松辽盆地大陆科学钻探”首席科学家，主持国家杰出青年科学基金项目、国家自然科学基金委重大项目、重点项目等多项科研项目，发表论文 300 余篇。

“深时数字地球”国际大科学计划回顾与展望

报告摘要

“深时数字地球（Deep-time Digital Earth；DDE）”国际大科学计划是一个国际联盟，旨在开发开放的数字平台，拥有完整的可查找、可访问、可互操作和可重复使用的数据，将地球地质历史的各个领域连接起来。该项目将提供一个多学科、多维度地球科学数据的“数字地球”平台，以及“深时数字数据”发现设施，用于研究地球从过去到现在和未来的完整演化。

DDE 在 2018 年吸引了来自我国的资金和基础设施的大力支持。2019 年 2 月 26 日至 28 日，来自国际地球科学联会（IUGS）、英国地质调查局(BGS)、俄罗斯地质研究所等 40 个不同地质科学组织的 80 名地球科学家在中国北京举行了“启动”会议，准备在定于 2020 年 3 月在印度新德里召开的 IUGS 第 36 届会议上正式启动 DDE 项目，其中，12 个组织作为创始成员加入了 DDE 项目。

目前，IUGS 及其合作伙伴已经起草了 2019~2029 年的 DDE 科学计划。该计划构建了关键的管理委员会(GC)和执行委员会(EC)、科学委员会(SC)和指导委员会(StC)机构，这些机构将监督和管理 DDE 的科学研究议程。此外，我国兑现了提供基础设施支持的承诺，出资在苏州设立了 DDE 全球秘书处。目前，基于 DDE 2019~2029 年科学计划，DDE 规划出 2021~2025 年中期计划的愿景是：“将 DDE 建设成为全球公认的地球科学数据驱动发现和知识传播的全球中心之一”；使命为：“确保 DDE 的机构信誉和财政可持续性，以促进深度数据驱动的地球科学研究范式，造福科学、社会和可持续发展。”

个人简介

成秋明

中国地质大学（北京）地质过程与矿产资源国家重点实验室主任、中山大学教授，中国科学院院士，欧洲科学院（AE）外籍院士。研究领域为数学地球科学和矿产普查勘探。曾获国际数学地球科学协会（IAMG）最高奖—克伦宾奖、国际应用地球化学家学会（AAG）最高奖-AAG 金奖、国家科技进步二等奖。曾任 IAMG 主席、国际地质科学联合会（IUGS）主席、国际科学理事会（ISC）首届科学规划委员会委员。2022 年获联合国教科文组织 UNESCO CHAIR。

“数据-数学-超算”三位一体驱动现代地球科学创新

报告摘要

大数据、互联网、云环境和人工智能等革命性数字技术的快速发展和应用，使地球科学家能够研究地球如何随时间演化，重大地质事件如何发生和改变地球，以及与人类生活和社会发展密切相关的资源、能源和地质灾害分布情况。使用各种现代天-空-地-海技术获取的地球大数据代表了人类时间尺度上的当前地球,但从记录地球地质历史的岩石样本中分析的“长尾”数据往往以无格式文本、表格或地图的形式分散在文献中。机器阅读、机器学习和知识图谱技术可以在提取和整合这些类型的长尾数据以形成表征地球随时间变化的深时序列方面发挥重要作用。然而，这些类型数据的质量会受到多种因素的影响，包括但不限于岩石样品的不完善以及地质构造运动可能造成的岩石损失，因此对深时数据的分析需要使用适当的数学模型和方法及其软件进行特殊处理。本文要介绍的这些方法之一是局部奇异性分析 (LSA),它是最近开发的基于分形密度新概念的方法。LSA 可用作高通滤波技术，通过去除深时数据的趋势来有效提取弱异常。应用 LSA 分析全球同位素年龄数据、沉积物通量数据以及矿物和矿床数据的几个研究案例揭示了与板块构造演化和超大陆形成相关联的岩浆通量、沉积通量以及大气氧气等演化的幕式性、聚集性和周期性。证明大数据、数学和超算的集成可为深时数字地球研究提供强大的工具。本次演讲还将简要介绍深时数字地球（DDE）大科学计划，这是国际地质科学联合会（IUGS）为促进数据驱动地球科学发展而发起的一项新计划。

个人简介

侯喜军

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员、中国科学院大学岗位教授。曾入选中科院“百人计划”、国家万人计划领军人才，获得国家杰出青年科学基金资助。在古灵长类学与古人类学研究领域的主要学术成果包括：把类人猿理论起源时间前推 1000 万年；提出“始新世-渐新世演化滤器”模型，解释了亚洲类人猿间断式演化和类人猿冠类群非洲起源的可能原因；建立了人属的系统演化树，并提出古人类扩散的穿梭模型。

大数据背景下的人类起源模型

报告摘要

狭义的人类起源是指人猿分异之后人类支系的演化，人类支系的演化方向，表现为获得直立行走的能力、脑容量增大、大规模制作和使用工具、发展复杂社会、形成文化传承，直至发展成为现代人类。广义的人类起源包括灵长类的起源、类人猿的演化、大猿的分化和人猿分异。自灵长类起源以来的演化过程，形成了人类灵活的手脚、彩色视觉、脑容量增大、社群结构复杂等人类的生物学特征。涉及人类起源的数据包括现生与化石灵长类和人类的解剖学特征、行为学特征、地质年代和地理分布、现生灵长类和人类的基因组、蛋白组以及少数化石种类的不完整的遗传信息片段。这些数据的特征在于化石记录不完整、保存信息有限、演化时间长、地质年代误差范围大、数据来源差异巨大、待检验模型的数量是天文数字等方面。目前用于模型选择的标准包括遗传距离、简约性、最大似然和贝叶斯推断。人类起源研究中目前面临的具体挑战包括化石准确定年、形态特征矩阵建立工作量巨大、异质性数据整合困难。在形态数据获得方面，尽管各种成像手段已经可以获得海量数据，但是提取解剖特征主要还是依赖于研究者的主观经验。在异质性数据整合方面，主要在于来自于分子生物学的遗传信息和传统的形态学信息属于不同系统层面的信息，两者目前缺少实质性关联。未来的工作应该针对这些具体挑战开展世界范围内的灵长类和人类化石地点的定年工作，开展标准化的形态特征数据采集，通过广泛的国际合作建立数据平台，开发新的数据分析方法，检验更多的演化模型。

个人简介

李新

中国科学院青藏高原研究所研究员，国家杰出青年科学基金获得者。主要以遥感和数据同化为手段，开展数据-模型-观测综合集成研究。设计并组织完成黑河遥感试验，实现了遥感和生态水文研究的深度结合；开展陆面数据同化新方向研究，建立了我国第一个高分辨率多源遥感陆面数据同化系统。发表论文 400 多篇，总引用 2 万多次。任 Science Bulletin, 《中国科学 地球科学》等多个国际期刊的编委。

地学知识约束的机器学习与大数据同化

报告摘要

科学大数据推动了科学研究向数据密集型科学范式的转换。针对地球系统科学研究中涉及的几种前沿大数据分析方法，如深度学习、物理约束的机器学习、因果推理和深度强化学习等，探讨这些方法的基本原理及其在地球系统研究中的应用前景和面临的挑战。其中，深度学习通过多层神经网络从数据中挖掘更深、更抽象的特征，极大地增强了模型的学习能力，在地球系统科学分类、回归、预测和预报等相关领域取得了巨大成功。物理约束的机器学习通过融合机理模型和地学知识，提升了机器学习模型的可解释性和移植能力，极大地增强了机器学习在地学知识发现和决策的有效性。因果推理侧重于从地球大数据中寻找地球系统变量间的因果关联，识别因果路径，量化因果效应，能够在地球系统的过程理解和反事实预测方面发挥重要作用。深度强化学习将深度学习的感知能力和强化学习的决策能力相结合，能够在高维环境中进行更强大的特征表达和非线性建模，在应对地球系统科学的决策问题中发挥重要作用。数据同化是增强地球系统可观测性和预测性的重要手段，已经广泛用于地球系统科学研究的几乎所有分支领域。随着地球大数据和大数据分析的快速发展，作为一种新的同化方案，大数据同化旨在将超高分辨率的地球系统泛在观测（包括人类系统的社会感知等非主流观测数据）融入超高分辨率地球系统模型，获取系统和参数的最优估计，提升地球系统模型的预测能力，为构建地球数字孪生提供重要的模型基础。展望未来，大数据分析方法有望为大数据驱动的地球系统科学研究提供关键手段，但机遇与挑战并存。

个人简介

沈焕锋

武汉大学资源与环境科学学院教授、院长，国家级高层次人才入选者。主要从事资源环境遥感、多源数据融合、地学智能等方面的研究工作。出版遥感数据“复原·校正·重建”三部曲学术专著，研究论文入选“中国百篇最具影响国际学术论文”(2021)，Web of Science 引用 10000 余次，入选斯坦福大学全球前 2%科学家、爱思唯尔 “中国高被引学者”榜单。研究成果业务化应用于多颗国产卫星数据的处理系统，并在资源环境领域得到广泛应用。

地学机理模型与机器学习模型的耦合范式

报告摘要

构建物理驱动的机理模型一直是地学研究的核心科学范式，但仍然存在机理认知局限、欠定系统、计算负担等瓶颈问题；发展数据驱动的机器学习模型是地学研究范式转换的重要途径，但泛化性、迁移性、可解释性不足是其主要问题。耦合机理模型与学习模型则可以实现“理性主义”与“经验主义”的结合，是当前最受关注的研究热点之一。然而，将显式的机理模型与隐式的学习模型进行耦合存在诸多挑战，尽管当前已经取得了一些研究进展，但仍然缺乏标准、统一的范式框架。

本报告针对遥感反演与动力学数值模拟，分析机理模型与学习模型的内在瓶颈及其互补性，阐述以机理级联学习、学习嵌入机理、机理融进学习为核心的耦合范式框架。机理级联学习是将两种模型进行前后串联，一种模型的输出作为另一种模型的输入；学习嵌入机理，是以机理模型为主、学习模型为辅，将学习模型嵌入到机理模型之中，对原有的不确定过程进行替代或优化；机理融进学习，就是以学习模型为主框架，将物理知识融入其中，从而实现对学习过程的约束引导。报告在对耦合范式框架进行系统分析的基础上，进一步以地表温度、大气 $PM_{2.5}$ 等参量估算为例，介绍提出的时空关联学习、地理加权学习等方法，以及对地观测、模型模拟、社会感知等数据的融合应用方法。

机理模型与学习模型的耦合，可以有效调整机理模型的“偏见”，避免大数据学习模型的“傲慢”，有效提升对地球表层参量的估算精度与效率，在地球系统科学研究、资源环境问题应对中展现重要的支撑能力。

个人简介

毕海霞

西安交通大学研究员,博士研究生导师,2018 年于西安交通大学获得博士学位(计算机科学与技术)。2018 至 2021 年于英国布里斯托大学和德比大学从事博士后研究工作。2021 年入选西安交通大学青年拔尖人才计划。2022 年入选陕西省高层次人才计划。研究方向为人工智能基础算法研究及其在遥感图像处理和健康医疗数据中的应用研究。在国际知名期刊（IEEE TIP/TGRS/JBHI 等）和会议发表论文 30 余篇。长期担任 IEEE TIP/TNNLS/TGRS/TSMCS 等知名期刊的论文评审人。2020 和 2022 年被评为 IEEE GRSL 最佳审稿人。

基于 AI 的遥感图像分类与识别

报告摘要

遥感图像分类与识别是遥感对地观测的关键任务。近年来，世界各国成功发射了大量对地观测遥感卫星，获取了海量遥感图像，遥感大数据时代已然来临。但是，目前遥感技术应用的瓶颈在于其图像处理技术远远滞后于其图像获取技术。因此，如何对遥感图像进行快速准确地解译，具有非常重要的理论和实际应用价值。近年来，蓬勃发展的人工智能技术将遥感图像分类与识别推向自动化、智能化。

然而，基于人工智能的遥感图像分类识别任务面临两个巨大挑战，即（1）小样本：尽管存在海量数据，但数据标记成本高，标记数据难以获取；（2）数据质量差：遥感图像中存在噪声大及数据缺失等问题。为解决小样本问题，如何基于物理规律充分利用无标记数据；低标注场景下如何学习强判别性特征；如何提升标记效率为亟需解决的科学问题；为解决数据质量差的问题，对噪声建模及在机器学习模型中融入领域先验为有效的解决思路。本报告将围绕以上研究课题介绍遥感图像分类识别中的代表性工作；同时对遥感图像分类识别的未来发展趋势进行展望。

论坛参会专家

序号	姓名	单位	职称/职务	邮箱
1	陈发虎	中国科学院青藏高原研究所	院士	fhchen@itpcas.ac.cn
2	徐宗本	西安交通大学	院士	zbxu@mail.xjtu.edu.cn
3	成秋明	中国地质大学（北京）	院士	qiuming.cheng@iugs.org
4	郭华东	中国科学院 空天信息创新研究院	院士	hdguo@radi.ac.cn
5	侯增谦	中国地质科学院地质研究所	院士	houzq@nsfc.gov.cn
6	李献华	中国科学院地质与 地球物理研究所	院士	lixh@gig.ac.cn
7	沈树忠	南京大学	院士	szshen@nju.edu.cn
8	王成善	中国地质大学（北京）	院士	chshwang@cugb.edu.cn
9	肖文交	中国科学院 新疆生态与地理研究所	院士	wj-xiao@mail.iggcas.ac.cn
10	张平文	北京大学	院士	pzhang@pku.edu.cn
11	周成虎	中国科学院 地理科学与资源研究所	院士	zhouch@lreis.ac.cn
12	朱　敏	中国科学院古脊椎动物与 古人类研究所	院士	zhumin@ivpp.ac.cn
13	朱日祥	中国科学院地质与 地球物理研究所	院士	rxzhu@mail.igcas.ac.cn
14	敖松坚	中国科学院地质与 地球物理研究所	研究员	asj@mail.iggcas.ac.cn

序号	姓名	单位	职称/职务	邮箱
15	陈　旻	南京师范大学	教授	chenmin0902@163.com
16	程　海	西安交通大学	教授	cheng021@xjtu.edu.cn
17	丁庆华	加州大学圣芭芭拉分校	助理教授	qinghua@ucsb.edu
18	樊隽轩	南京大学	教授	jxfan@nju.edu.cn
19	冯　敏	中国科学院青藏高原研究所	研究员	mfeng@itpcas.ac.cn
20	葛　咏	中国科学院地理科学与资源研究所	研究员	gey@lreis.ac.cn
21	黄春林	中国科学院西北生态环境资源研究院	研究员	huangcl@lzb.ac.cn
22	黄　方	中国科学技术大学	教授	fhuang@ustc.edu.cn
23	黄　伟	兰州大学	教授	whuang@lzu.edu.cn
24	黄　昕	南京大学	教授	xinhuang@nju.edu.cn
25	李　超	成都理工大学	教授	chaoli@cdut.edu.cn
26	李　建	中国气象科学研究院	研究员	lij@cma.gov.cn
27	李　婧	北京大学	长聘副教授	jing-li@pku.edu.cn
28	李　新	中国科学院青藏高原研究所	研究员	xinli@itpcas.ac.cn
29	梁　栋	中国科学院空天信息创新研究院	研究员	liangdong@radi.ac.cn
30	林金泰	北京大学物理学院大气与海洋科学系	研究员	linjt@pku.edu.cn

序号	姓名	单位	职称/职务	邮箱
31	刘建宝	中国科学院青藏高原研究所	研究员	jbliu@itpcas.ac.cn
32	卢宏玮	中国科学院地理科学与资源研究所	研究员	luhw@igsnrr.ac.cn
33	罗京佳	南京信息工程大学	教授	jjluo@nuist.edu.cn
34	缪驰远	北京师范大学	教授	miaocy@bnu.edu.cn
35	倪喜军	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所	研究员	ixijun@ivpp.ac.cn
36	牛耀龄	杜伦大学（英国）	教授	yaoling.niu@durham.ac.uk
37	彭　斌	科学出版社	编审	binpeng@mail.sciencep.com
38	秦伯强	中国科学院南京地理与湖泊研究所	研究员	qinbq@niglas.ac.cn
39	冉有华	中国科学院西北生态环境资源研究院	研究员	ranyh@lzb.ac.cn
40	沈焕锋	武汉大学	教授	shenhf@whu.edu.cn
41	施　坤	中国科学院南京地理与湖泊研究所	研究员	kshi@niglas.ac.cn
42	宋玉财	中国地质科学院地质研究所	研究员	song_yucai@aliyun.com
43	谭亮成	中国科学院地球环境研究所	研究员	tanlch@ieecas.cn
44	田　军	同济大学	教授	tianjun@tongji.edu.cn
45	汪　涛	中国科学院青藏高原研究所	研究员	twang@itpcas.ac.cn
46	王庆飞	中国地质大学（北京）	教授	wqf@cugb.edu.cn

序号	姓名	单位	职称/职务	邮箱
47	肖　青	中国科学院空天信息研究院	研究员	xiaoqing@aircas.ac.cn
48	谢尚平	加州大学圣迭戈分校	教授	sxie@ucsd.edu
49	徐　星	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所	研究员	xu.xing@ivpp.ac.cn
50	杨顶辉	清华大学	教授	ydh@tsinghua.edu.cn
51	张　旭	中国科学院青藏高原研究所	研究员	zhangxu@lzu.edu.cn
52	赵　亮	中国科学院地质与地球物理研究所	研究员	zhaoliang@mail.iggcas.ac.cn
53	郑东海	中国科学院青藏高原研究所	研究员	zhengd@itpcas.ac.cn
54	郑小童	中国海洋大学	教授	zhengxt@ouc.edu.cn
55	周天军	中国科学院大气物理研究所	研究员	zhoutj@lasg.iap.ac.cn
56	韩　鹏	科学出版社	编审	hanpeng@mail.sciencep.com
57	刘筱敏	中国科学院文献情报中心	研究馆员	liuxm@mail.las.ac.cn
58	安　瑞	《中国科学》杂志社	编审	anrui@scichina.org
59	魏建晶	《中国科学》杂志社	编审	wjj@scichina.org
60	张　莉	《中国科学》杂志社	编审	zhangli@scichina.org
61	智　欣	《中国科学》杂志社	编辑	zhixin@scichina.org

中国科学院学部工作局

序号	姓名	单　位	职务	邮箱
1	石　兵	中国科学院学部工作局	副局长	bshi@cashq.ac.cn
2	李鹏飞	中国科学院学部工作局学术与文化处	处长	pfli@cashq.ac.cn
3	马新勇	中国科学院学部工作局学术与文化处	副处长	xyma@cashq.ac.cn
4	董　雯	中国科学院学部工作局学术与文化处	副研究员	dongwen@cashq.ac.cn

论 坛 须 知

“科学与技术前沿论坛”是中国科学院学部开展的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。为共同推进我国科技事业的发展，让学术思想广泛传播，中科院学部将对论坛的报告进行录制并在剪辑加工之后发布到互联网进行传播。现特此声明，如您对此有异议，可与会务组工作人员联系，协商解决。

热忱欢迎各位代表参加本次论坛，为保证您在论坛期间的工作和生活顺利，请您注意以下事项：

一、会议时间

2022 年 10 月 29-30 日

二、会议地点

中国科学院学术会堂二层报告厅（北京市海淀区中关村北一条 15 号）

请提前一小时到达会场一层，便于签到登记。

三、餐饮安排

会议餐饮由大会提供，请凭餐票在指定就餐地点用餐。

四、住宿安排与接送

会议报道时间为 10 月 28-30 日，住宿酒店为西郊宾馆，组织方将提供车辆接送参会代表往返会场。发车时间为 10 月 29 日 13:10 与

30 日 8:10（西郊宾馆大堂前）；10 月 29 日下午与 10 月 30 日会议结束后 10 分钟（会场大门前）。

五、会务安排

本次会议无注册费，交通费和住宿费自理。

六、会务组联系人

苏建宾　15751873537　　张　莉　13521869509

陈圣乾　18394186856　　段炎武　18893127565

七、会场地理位置

① 中国科学院学术会堂

会 议 记 录

会 议 记 录

会 议 记 录

会 议 记 录

会 议 记 录