

## 1 头条信息

## 王国栋：用好数据科学和数字技术攻克“黑箱”问题



中国工程院院士、东北大学教授王国栋认为，钢铁全流程各工序均为“黑箱”，实时信息极度缺乏；物理与化学过程十分复杂，多相共存，多变量、强耦合、非线性和大滞后；钢铁工业各单元为孤岛式控制，尚未做到单元间界面无缝精准衔接……“作为大型复杂流程工业，巨大的不确定性是钢铁生产过程面临的重大挑战。”他说。

“在数字时代，钢铁行业最大的受益点就在于数字技术对‘黑箱’问题的破解上。数据科学和数字技术将支撑钢铁行业解决‘黑箱’问题，钢铁行业利用数字驱动恰到好处、恰逢其时。”4月18日，第二届中国轧钢与轧辊新技术推进大会召开，王国栋出席会议并做主旨演讲。王国栋表示，钢铁行业数字化转型的需求极为强烈，特别是丰富的应用场景是钢铁行业数字化崛起的重要机遇。在报告中，他还介绍了钢铁产业优化升级的路径，同时，针对钢铁行业、制造业共同面对的“黑箱”问题作了深入分析。

## 数字时代来临，钢铁行业怎么办？

“工业互联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术快速发展和应用，正式宣告了数字时代的来临。”王国栋介绍，作为数字时代构建数字生产力、推动经济发展的新型生产要素，数据成为数字时代社会发展的重要驱动力，甚至成为全球新一轮产业竞争的制高点。

在此背景下，钢铁行业如何用好数字技术？王国栋认为，钢铁行业拥有数据资源优势，发达的自动化控制系统和研发设施，可以积累并提供海量实验数据，这些数据中蕴含企业生产过程的全部规律。“这是最宝贵的资源，是关键生产要素。”他说。

通过分享美国材料基因组计划、韩国浦项高炉运行五大状态变量数据深度学习、日本JFE智能钢厂建设、美国大河钢厂等案例，王国栋提出，数字技术将为钢铁行业带来超级智能的边缘计算机、绿色化工艺与装备研发创新、高效率及低成本产品创新、5G下全产业链协调管理优化运行等几大功能。

通过比较制造业与材料行业数字化转型路径的不同，王国栋提出，材料行业要发挥场景、数据资源、反馈循环对物料赋能的优势，走特色道路，采用数据/机器学习等数据分析方法，数据驱动，破解全流程“黑箱”难题，实现全流程信息物理系统化。

## 如何解决工业实践中的“黑箱”问题？

王国栋介绍, 在工业时代, 由于“黑箱”问题的严重不确定性, 只能借助模拟仿真系统 CAE/CAD 系统, 采用理论或经验模型计算, 模拟解决。其间, 虽然人们不断探寻各种方法解决“黑箱”问题, 但均以失败告终。

“这表明, 除了数据时代的数据 / 机器学习方法, 此前任何其他时代的方法都对‘黑箱’问题束手无策。”王国栋强调。

那么, 数字时代如何解决工业实践中的“黑箱”问题? 王国栋提供了一种思路——数字孪生, 即“黑箱”的高保真度建模。他解释道, 数字孪生是一系列描述输入(操作变量、材料成分)与输出(组织、性能)之间关系的预测性模型, 高保真度数字孪生建模是材料科学与技术研究的关键核心。利用数据 / 机器学习对“黑箱”问题进行高保真度建模, 将有力提升钢铁行业的核心竞争力。

“此外, 钢铁企业还可以构建创新基础设施。”他说道。何谓创新基础设施? 即基于创新、协调、绿色、开放、共享发展理念, 以技术创新为驱动、以信息网络为基础, 面向高质量发展, 为提高产业核心竞争力而打造的产业升级、融合、创新的基础设施体系。

对于钢铁企业而言, 创新基础设施主要包括“一网”(5G 工业互联网)、“三大平台”(底层实体设备平台、边缘数字化核心平台、资源配置与管理云平台)、“四大功能”(绿色化转型、数字化转型、高质化发展、强链化运行)。

## 制造业解决“黑箱”问题的方法较落后

通过分析轧辊制造技术、高铁车轮与轮箍的生产工艺过程、齿轮制造过程、轴承制造工艺、全产业链协同一体式汽车结构件热冲压技术等案例, 王国栋提出, 制造技术的不断创新和进步, 使得用钢产品的质量和生产效率都得到了显著提升, 为金属加工行业发展做出了重要贡献。

基于此, 王国栋提出, 钢铁行业和制造业要携手并进, 破解共同面对的“黑箱”问题。从制造业使用金属材料的工艺过程来看, “白箱”决定了产品外形尺寸精度, 而“黑箱”决定了材料的组织和性能。“黑箱”与“白箱”有不同的评价标准, 但都很重要。在制造业使用金属材料过程中, “白箱”与“黑箱”必然并存。

分别来看, “白箱”在制造业使用材料过程中, 通常为冷机械加工(车、铣、刨、钻、镗、磨)外形、尺寸高精度加工。“白箱”问题并不引起内部材料组织与性能的变化。而“黑箱”通常为铸锻焊、成型加工、热处理等, 不仅涉及材料的外形、尺寸的变化, 还涉及材料内部组织和性能的变化。

王国栋强调, “黑箱”问题直接影响着产品内部的组织和性能, 即与产品制造的最终质量、效率、成本、环境及后续使用性能等密切相关。目前, 制造业“黑箱”问题的解决方法是通过工业时代的理论分析(计算机模拟)或经验, 但这远远落后于时代。

“面向数字时代, 我们必须把注意力转向‘黑箱’, 把制造业实体经济与数字经济、数字技术结合起来。钢铁行业与制造业要携手并进、协同创新, 共同攻克‘黑箱’问题, 携手走向高质量发展。”王国栋说。

## 农工党中央调研组到东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室调研



4月27日，全国人大教育科学文化卫生委员会副主任委员、农工党中央专职副主席杨关林率农工党中央调研组到东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室调研。省人大常委会委员、省人大民族侨务外事委员会副主任委员宋彦麟，中共辽宁省委统战部副部长张佩栋，中共沈阳市委常委、统战部部长杨志宏，东北大学党委书记郭海等陪同调研。

杨关林一行听取了实验室主任袁国教授关于实验室解决冶金工业核心共性技术问题、开展装备研发和服务辽宁经济社会发展等情况汇报，观看了实验室宣传片，参观了实验车间。杨关林对实验室取得的成绩给予充分肯定，希望实验室继续发挥东北大学的人才和科研优势，不断攻克技术难题，为东北全面振兴贡献力量。

### 【新书推荐】钢铁工业数字化转型优秀案例集



《钢铁工业数字化转型优秀案例集》  
钢铁工业数字化转型优秀案例集  
编写组（东北大学）

进入21世纪以来，人类社会进入了数据时代，数据指数级爆发式增长，数量越来越大、种类越来越多、速度越来越快、价值越来越高。数据已成为全球新一轮产业竞争的制高点，是改变国际竞争格局的新变量。

东北大学与钢铁企业、科研机构等产学研深度融合，面向矿—冶—铸—轧—材等钢铁生产全流程各个环节，构建了钢铁企业创新基础设施，以工业互联网为载体，以生产过程数字孪生化和信息物理系统化为核心，以生产线数据感知和精准执行为基础，深化钢铁行业大数据、人工智能技术研发应用，数字换脑、模型换代，推动行业从工业时代“机理+经验”驱动的生产模式向数字时代“人工智能+工业控制”驱动转变，产品质量和生产效率显著提升，取得突破性进展和国际领先的研究成果。

钢铁行业同仁对原创技术的期盼，激励我们把数字化创新的成果整理出来、推广出去，让它们成为广大钢铁企业技术人员手中攻坚克难、夺取新胜利的锐利武器。期望这本数字化成果案例集的出版，能够推广钢铁工业数字化关键共性技术，提高我国钢铁产业的国际竞争力，引领行业数字化转型和高质量发展。

本书主要介绍钢铁数字化技术的优秀应用案例，涵盖了人工智能、大数据、数字孪生等新技术在炼铁

与铁前、炼钢连铸、形性面、中厚板、热轧、冷轧、实验装备、长材、资源管理、数据处理、有色金属等工序或场景的具体应用案例。书中内容具有实用价值及良好的借鉴价值。

这些案例不仅展示了钢铁工业数字化转型的巨大潜力和广阔前景,也为其他行业的数字化转型提供了有益的启示和借鉴。我们相信,通过学习和借鉴这些优秀案例,广大企业可以更加深入地理解数字化转型的内涵和意义,找到适合自己的转型路径和方法。

## 2 RAL 要闻

### 弘扬科学家精神,激发全社会创新活力 | RAL 实验室 2024 年 科技活动周公众开放活动顺利举行

2024 年全国科技活动周的主题为“弘扬科学家精神,激发全社会创新活力”,为积极响应《科技部 中央宣传部 中国科协关于举办 2024 年全国科技活动周的通知》(国科函才〔2024〕31 号)与《中国科协 科技部关于开展 2024 年“全国科技工作者日”活动的通知》等文件号召,辽宁省科学家精神教育基地——轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)围绕科技活动周主题,结合自身特点,于 5 月 29—30 日面向广大公众推出了一系列丰富多彩的活动,本次开放活动吸引了近百名公众与东北大学师生积极参与。



#### 科普讲座

科技活动周期间,实验室特别邀请了冶金信息标准院赵晶晶老师、RAL 实验室易红亮教授、孙杰教授、李旭教授分别作了题为《钢铁行业智能化相关标准化工作介绍》《高韧性铝硅镀层热冲压钢技术与应用》《高品质带钢冷轧数字化核心技术创新与应用》《基于机器视觉的宽厚板轮廓及板型 CPS 智能制造技术研发与应用》的科普讲座。

精彩纷呈的讲座内容引起了同学们的强烈兴趣,现场提问踊跃、交流氛围热烈。该系列科普讲座不仅使广大科技爱好者们了解到实验室多年来的部分研究成果以及相关学科的研究热点和前沿动态,同时也对实验室师生今后的科研工作起到了良好的促进作用。

#### 实验室现场参观

实验室龚殿尧副教授、方烽副教授、宋红宇老师、杨达朋老师分批次带领来访者们参观了实验室检验





中心、数字化虚拟现实平台。老师们围绕实验室的发展与历史沿革、科学团队与带头人、主要研究方向及代表性成果等内容作了介绍，对数字化虚拟现实平台进行了详细讲解。

同时，几位老师为参观者着重介绍了实验室学科带头人——王国栋院士的事迹，以老一辈科学家的高尚精神激发同学们对科学的兴趣，使参观者们都深刻感受到了“RAL 人”的家国情怀与实验室“自主创新，钢铁报国”的国家使命。

## 王国栋院士在“2024 上海国际碳中和博览会循环经济平行论坛” 作主题报告——循环低碳，智改数转，打造新质生产力

6月5日至8日，2024上海国际碳中和技术、产品与成果博览会（简称“上海国际碳中和博览会”）在上海新国际博览中心举行。6月7日下午，在上海浦东嘉里大酒店盛大召开循环经济平行论坛。本次论坛以“循环降碳，新质动能——循环经济助力实现双碳目标”为主题，共吸引了来自政府、企业、科研及媒体各界的150余位专业人士参加。本次论坛由上海市发展和改革委员会指导，上海投资咨询集团有限公司主办，由上海市节能减排中心有限公司承办，并得到来自中国循环经济协会和上海市外商投资协会的协办支持。

王国栋院士发表了“循环低碳，智改数转，打造新质生产力”的主题演讲，重点阐述了如何通过技术创新实现钢铁行业的绿色转型与废钢资源的高效循环利用。王院士强调，废钢不仅是一种绿色的铁素资源，而且其高效循环利用可以显著降低碳排放，助力我国实现碳中和目标。随着我国钢铁蓄积量的增加，废钢资源的合理开发利用，可以极大缓解我国铁矿石资源短缺问题，提高钢铁工业的整体竞争力。王国栋院士详细分析了我国钢铁行业转炉流程占据统治地位的流程特色和废钢资源未来发展利用的趋势。我国钢铁行

业自本世纪前十年开始,以每年世界钢铁总产量一半爆发式的发展,在本世纪60年代,将进入废钢产出量超过当年需求量的全废钢时代。全废钢时代与碳中和叠加到来,将强力助推碳中和,这是中国钢铁行业发展和废钢资源的特色。他阐述了钢铁行业废钢循环低碳发展的多项研究与发展建议。他指出,全生命周期、全产业链贯彻生产者责任延伸制度(EPR)是实现废钢高效循环的重要途径。我们要采用“高效循环,优质优用,低质提升”的分类回收策略;针对全废钢时代、在钢铁材料全生命周期、全流程、全产业链实现数字化、标识化、智能化、网络化、拆解机器人化(四全五化)的废钢行业绿色化、数字化转型策略。开发颠覆性的冶炼、加工技术,进行产业重构和经营模式创新,解决钢铁行业与制造业共同面临的资源、能源、环境等重大问题。废钢问题必须立即从现在做起。王国栋院士在主旨演讲中还介绍了位于无锡的太湖淤泥大宗固废资源化生态修复项目。该项目由江苏苏环生态科技有限公司与中船七零二所共同研发和实施,使用自主研发的复合菌藻生物材料与藻泥资源化利用技术,河湖淤泥处置成本低,固碳效果好。同时,利用复合菌藻生物材料还可实现盐碱地的高效率、低成本的生态修复。这项技术对于河湖淤泥的资源化处理以及盐碱地的高效低成本修复具有重要意义。

循环经济是大势所趋,是时代潮流,是新一轮科技革命的重要突破方向。论坛产生的能量将持续促进绿色产业、技术、人才交流,打造循环经济新质生产力,推动经济社会绿色低碳转型升级发展。

## 全国仅20人! RAL 教师入选!

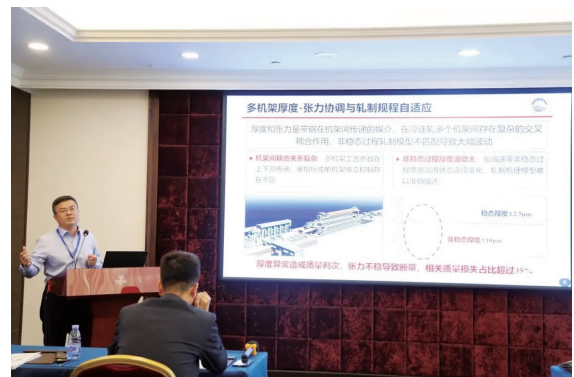
近日,中国金属学会发布“关于表彰第十四届中国金属学会冶金青年科技奖获奖者的决定”,全国共20人被授予第十四届中国金属学会冶金青年科技奖,东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室教授孙杰成功入选。

孙杰,东北大学教授,博士生导师。主要从事金属材料轧制工艺与过程控制方向研究工作,主持国家重点研发计划项目、国家自然科学基金重点项目等纵向项目10余项,主持或技术负责轧制控制系统研发项目30余项。发

表学术论文170余篇,主编专著2部,授权发明专利50余项,登记软件著作权20余项。多项牵头成果被多位院士评价为“总体技术达到国际领先水平”,获省部级科技进步奖一等奖3项、教学成果奖二等奖1项,入选国家级青年人才。

“中国金属学会冶金青年科技奖”是由中国金属学会设立、承办并组织实施,面向全国冶金行业广大青年科技工作者的奖项。该奖项主要表彰奖励在冶金工业发展、社会进步和科技创新中作出突出成就的青年科技人才,旨在造就一批活跃在冶金科技前沿的青年学术和技术带头人,为推动冶金工业科技进步和经济社会发展、建成创新型国家和世界科技强国做出新的贡献。

创新引领发展,奋斗开创未来,勇攀科技前沿高峰,推进中国新型工业化进程,东大人一直在路上。



## 东北大学与钢投特钢合作共建联合实验室签约仪式举行

为深入贯彻创新驱动发展战略,强化产学研深度融合,3月28日,临沂投资发展集团有限公司权属公司——临沂钢铁投资集团特钢有限公司(简称“钢投特钢”)与东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(简称“RAL 重点实验室”)成功签订钢投特钢高质化钢铁材料联合实验室合作共建协议。集团党



委书记、董事长牛司正和中国工程院院士、东北大学教授王国栋出席签约仪式,共同见证钢投特钢党委书记、董事长赵军和 RAL 重点实验室主任袁国教授签订合作共建协议,集团办公室相关工作人员、钢投特钢及 RAL 重点实验室相关负责同志和学院教授参加签约仪式。

牛司正在致辞中表示,习近平总书记在 2013 年视察临沂时指出,沂蒙精神同延

安精神、井冈山精神、西柏坡精神一样,是党和国家的宝贵精神财富,要不断结合新的时代条件发扬光大。市委、市政府也高度重视钢投特钢在全市工业经济发展和产业升级中的作用,本次签约,既是落实习近平总书记支持沂蒙革命老区发展的新要求,也是贯彻落实临沂市“先进工业强市”战略,深入实施工业“量质齐升、两年万亿”行动的有力举措。随着钢管行业结构持续调整,下游企业对技术含量高、附加值高的产品需求日益攀升,推动钢铁产业向高端化、绿色化、智能化发展的需求愈发迫切。本次钢投特钢与 RAL 重点实验室合作签约,是特钢公司贯彻落实“提质、提标、提价、拓市场”九字方针的最好例证,必将为下一步高品质钢铁材料核心关键技术的攻克与高品质优特钢研发生产奠定坚实基础。

王国栋院士表示,企业的需求就是我们努力的方向,本次合作双方本着“高端定位、问题导向、协同创新和引领发展”的总原则,聚焦科技前沿技术,立足钢投特钢生产实际,以解决企业高质化钢铁材料研发生产的共性关键技术难题为主要任务,建立联合实验室,在产线关键技术提升、钢铁产品质量提升等方面进行全面合作。本次与钢投特钢合作签约,将开启东北大学新时代助力沂蒙革命老区高质量发展的崭新篇章。

双方此次合作,将充分发挥各自优势,围绕建设一流优特钢企业的目标,聚焦钢铁领域先进适用科学技术,共同探索高品质钢铁材料核心关键技术研发与高品质优特钢开发生产,助推钢投特钢产品高质化转型升级。集团将以此合作为契机,持续围绕新材料、新产品和新技术等领域展开合作、共建共赢,携手推进双方战略合作走深走实,合力推动集团钢铁产业高端化、智能化、绿色化、可持续发展。

牛司正一行参观了东北大学 RAL 重点实验室、东北大学校史馆。



## 东北大学与宝银特种钢管有限公司达成重要校企合作

6月3日, 东北大学与宝银特种钢管有限公司签约仪式在宝银公司举行。宜兴市科技局局长陈磊, 宝银特种钢管有限公司创始人、党委书记、总经理庄建新, 副总经理吴青松, 党委副书记、总经理助理汤凤萍, 副总工程师邵新中, 技术管理部部长曾凡博, 中国工程院院士、东北大学教授王国栋, 轧制技术及连轧自动化国家重点实验室教授丁敬国、副教授吴思炜、办公室主任王凤辉共同出席了签约仪式。仪式由宝银公司副总经理吴青松主持。

庄建新总经理在致辞中强调, 王国栋院士是材料冶金领域的知名专家, 作为钢铁行业和制造业数字化转型的推动者, 此次合作将把宝银公司重点产线打造成制造业数字化转型创新示范, 助力企业转型发展。此次签约是宝银公司与东北大学的首次合作, 同时双方签署了长期战略合作协议与项目合作协议, 意义重大。这是公司科技创新发展的里程碑事件, 相信双方合作必将取得丰硕成果, 为我国材料领域、国家重大工程等方面提供有力支撑, 为推动国家经济和社会发展做出更多贡献。



陈磊局长表示, 宝银公司作为宜兴市科技创新领域的领头雁、排头兵, 在庄建新总经理的带领下, 公司核心产品打破国外多年来的垄断, 为我国核电事业做出了突出贡献。此次东北大学与宝银公司的合作, 必将为双方发展带来新的机遇和动力, 也将为行业进步做出积极贡献。相信在双方的共同努力下, 必将取得丰硕成果。

王国栋院士表示, 宝银公司在科技创新和服务国家重大战略需求方面做出了突出贡献, 取得了多项科技成果。希望双方以此合作协议的签订为契机, 促进双方在人才培养交流、协同科技攻关、科研成果转化、企业数字化转型等领域的进一步合作, 共同推进以企业为主体, 市场为导向, 产学研深度融合的校企创新合作新模式, 共同为行业高质量发展提供支撑。

据悉, 宝银特种钢管有限公司整合了央企的资源优势和民营企业灵活的体制机制, 是一家专业从事核电、火电、石油化工、轨道交通、航空航天等领域特殊管材研发和制造的国家级高新技术企业, 拥有国内首条核电蒸汽发生器用690U形管专业生产线及高温气冷堆蒸汽发生器用换热组件生产线, 是国家重大装备关键材料国产化基地。



## 东北大学与共昌轧辊战略合作签约仪式举行

6月22日，东北大学与江苏共昌轧辊股份有限公司战略合作签约仪式在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（RAL）举行。共昌轧辊销售总监刘咏胜，中国工程院院士、东北大学副校长唐立新，中国工程院院士、东北大学教授王国栋出席签约仪式。宜兴市永昌轧辊有限公司、江苏和昌重工科技有限公司、东



北大学科学技术研究院、RAL 实验室相关负责人及教授专家参加会议。

唐立新代表东北大学对刘咏胜一行的来访表示欢迎，并向共昌轧辊对学校的支持与关注表示谢意。他指出，江苏共昌轧辊股份有限公司是国内外轧辊制造业的龙头企业，为国家经济建设和钢铁事业发展做出了突出贡献。未来希望双方落实框架协议各项内容，强化国家战略科技力量、重大任务协同攻关、数字化赋能制造技术等方面的深度合作，为国家的国防事业与制造业发展贡献力量。

刘咏胜代表共昌轧辊向东北大学长期以来对公司发展的大力支持表示衷心感谢。刘咏胜介绍了共昌轧辊近年来的业务架构、产业发展等情况，并结合共昌轧辊未来发展愿景，提出了公司对科技创新、产学研深度融合、数字化转型发展的迫切需求。他表示，希望双方以新一轮战略合作为新起点，探索校企合作新路径，增强企业核心竞争力与新动能，携手书写共赢发展新篇章。

王国栋对刘咏胜一行的来访表示热烈欢迎。他表示，服务钢铁行业高质量发展是东北大学 RAL 实验室的优势所在、使命所在。希望双方以本次战略合作为契机，进一步拓展合作广度、增加合作深度、加快创新速度，聚焦企业所需、发挥自身所能，在科学研究、技术创新、数字化技术、先进材料与工艺等领域开展协同创新，加快科技成果转移转化产业化，为发展新质生产力、推进新型工业化作出新的更大贡献。

会前，刘咏胜一行参观了 RAL 实验室中试车间。

### 3 科研进展

## **Acta Materialia 发表东北大学刘振宇教授团队研究成果： 原子尺度解析孪晶相互作用诱导的微结构演变及应力松弛机制**

东北大学轧制技术与连轧自动化国家重点实验室近期在金属材料领域期刊 *Acta Materialia* 上发表题为“Atomic-scale understanding of twin intersection rotation and  $\epsilon$ -martensite transformation in a high Mn twinning-induced plasticity steel”的研究成果, 论文第一作者和共同通讯作者为实验室陈俊副教授。

在一定的层错能范围内, 形变孪生在面心立方结构金属和合金中是常见的。基于实验观察和模拟, 研究者对位错-孪晶和孪晶-孪晶间的相互作用进行了大量深入系统的研究, 并观察到孪晶-孪晶相互作用诱导的微结构转变, 如二次孪晶、层错、固态非晶化和  $\alpha'$ -马氏体相变等, 其可有效松弛局部应力集中和容纳应变, 进而显著影响材料的宏观力学性能。事实上, 研究者在孪晶-孪晶相互作用诱导的微结构转变方面已开展了深入系统的研究, 并聚焦于位错反应, 阐明了微结构转变机制。

在动载荷冲击变形条件下, 本文在原子尺度系统研究了孪晶-孪晶相互作用诱导的局部晶体转动和  $\epsilon$ -马氏体相变, 发现孪晶交截区域依然是面心立方结构, 但相对于先形成的孪晶存在  $0\sim 15^\circ$  的取向差, 取向差取决于局部应力集中。另外, 我们发现孪晶交截区域相邻处存在  $\epsilon$ -马氏体, 且其可沿着 T1 或 T2 两个方向长大并呈楔形。基于孪晶交截区域原子尺度微结构特征, 并结合位错反应能量计算, 我们认为孪晶相互作用中应力的传递主要是通过全位错的滑移。基于  $\epsilon$ -马氏体与基体和孪晶间的取向关系, 我们讨论了可能的  $\epsilon$ -马氏体相变机制。

在原子尺度对孪晶相互作用区域进行详细微结构表征的基础上, 本研究讨论了孪晶相互作用的基本位错机制, 确定了一种在孪晶交截区域发生的新的应力松弛机制。该研究促进了对孪晶交叉旋转和孪晶相互作用下  $\epsilon$ -马氏体相变的认识, 提供了孪晶-孪晶相互作用诱导的微结构演变对宏观力学性能影响的实验证据。

论文链接 :<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2024.119832>



Contents lists available at ScienceDirect

Acta Materialia

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/actamat](http://www.elsevier.com/locate/actamat)



Full length article

# Atomic-scale understanding of twin intersection rotation and $\epsilon$ -martensite transformation in a high Mn twinning-induced plasticity steel

Jun Chen<sup>a,\*</sup>, Song Lu<sup>b,\*</sup>, Zi-yong Hou<sup>c,d,\*\*</sup>, Wen-wen Song<sup>e,f</sup>, Zhen-yu Liu<sup>a</sup>, Guo-dong Wang<sup>a</sup>, Tadashi Furuhashi<sup>g</sup>

<sup>a</sup> State Key Laboratory of Rolling and Automation, Northeastern University, Shenyang 110819, China

<sup>b</sup> Integrated Computational Materials Engineering, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., Espoo 02044, Finland

<sup>c</sup> International Joint Laboratory for Light Alloys (Ministry of Education), College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China

<sup>d</sup> Shenyang National Laboratory for Materials Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China

<sup>e</sup> Steel Institute, RWTH Aachen University, Aachen 52072, Federal Republic of Germany

<sup>f</sup> Institute of Materials Engineering, University of Kassel, Kassel 34125, Federal Republic of Germany

<sup>g</sup> Institute for Materials Research, Tohoku University, 2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai 980-8577, Japan

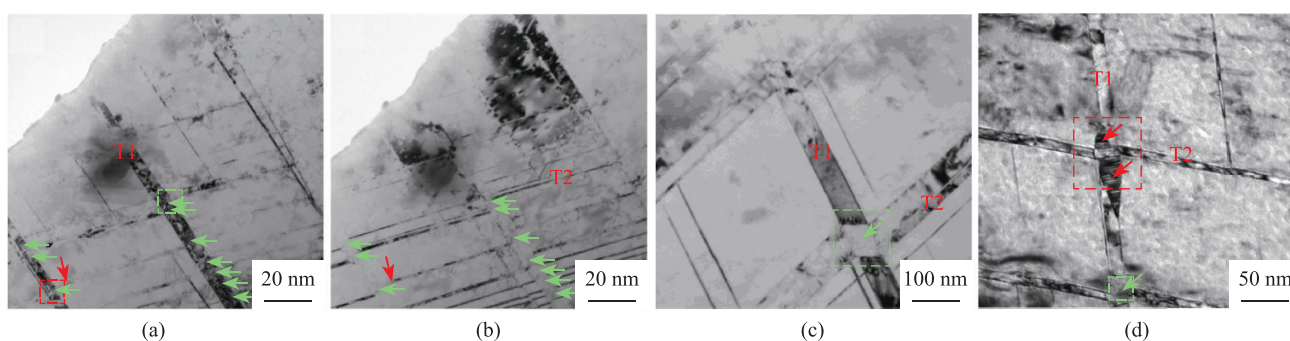


图1 孪晶相互作用区域典型形貌

(a)(b) 同一区域不同成像条件下的明场像; (c) T2 孪晶相对较厚条件下的孪晶相互作用区域明场像; (d) 孪晶相互作用区域存在楔形微结构的明场像

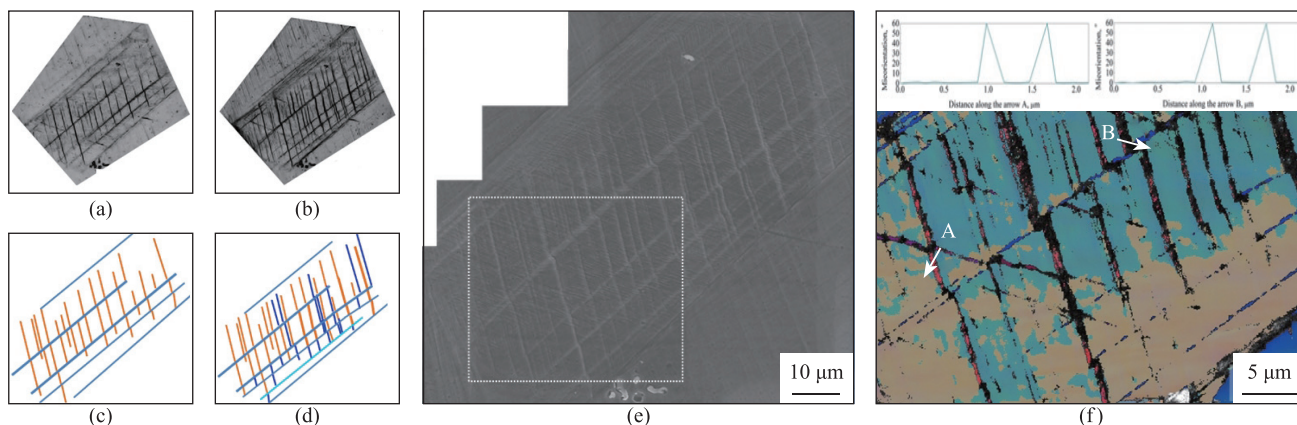
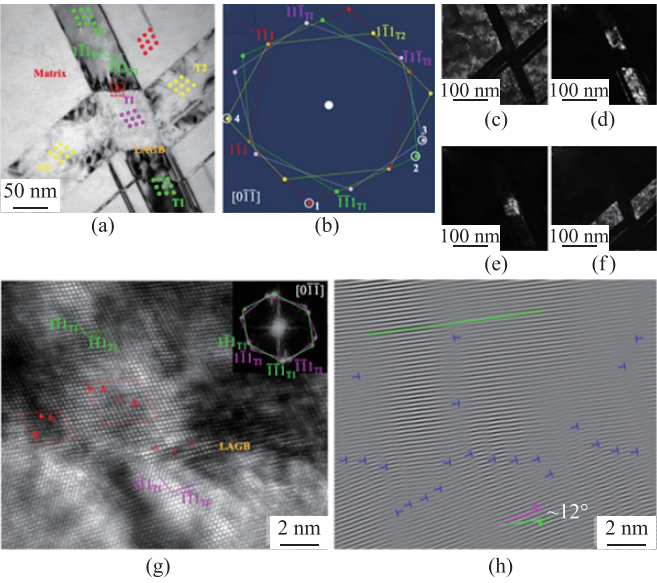


图2 孪生次序的准原位分析

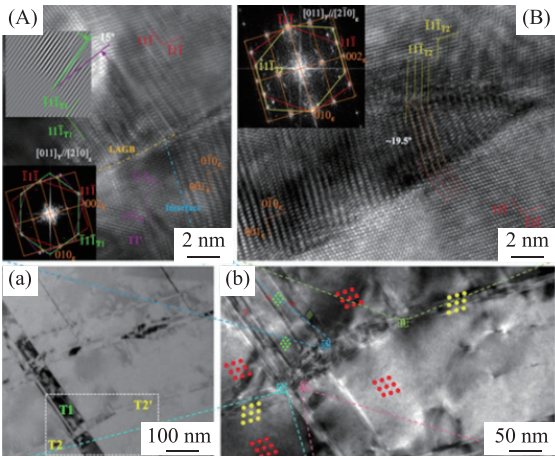
(a)(b) 不同变形量下的OM形貌; (c)(d) 与图(a)(b) 相对应的示意图;  
(e) SEM形貌; (f) 图(e) 中白色方框区域的EBSD分析



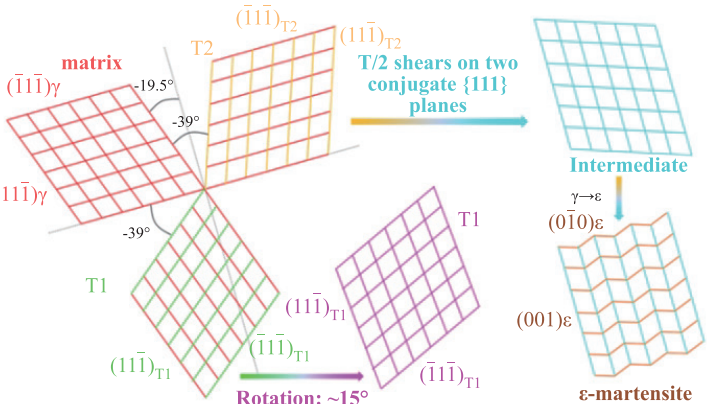


李晶 - 李晶相互作用诱导局部晶体的转动应变容纳机制

图3 李晶 - 李晶相互作用诱导的局部晶体转动



李晶尖端的  $\epsilon$ -马氏体形貌



$\epsilon$ -马氏体相变双 T/2 非均匀剪切示意图

图4 李晶 - 李晶相互作用区域的  $\epsilon$ -马氏体相变

## 东北大学温变形轧制工艺装备中试技术开发与应用项目 成功入选“三创”品牌及高价值专利案例

2024年5月10日是我国第八个“中国品牌日”。为展示钢铁行业企业品牌建设进展，提升行业品牌影响力，《世界金属导报》作为钢铁行业权威科技媒体在品牌日前期面向全行业广泛征集了“创新、创业、创效案例及高价值专利”案例，经过遴选于近日评选出了“三创品牌”26项，“高价值专利案例”12项。东北大学温变形轧制工艺装备中试技术开发与应用项目成功入选“高价值专利案例”。

### 01 研发背景

难变形金属的高强度、低成型性为加工制造带来困难，传统的冷轧生产工艺亟待提升，开发先进高效、

低成本的温变形轧制技术, 实现难变形材料在温变形轧制过程中的组织性能控制是重要突破方向。

近年来, 东北大学 RAL 国家重点实验室, 围绕难变形脆性金属材料的温变形机理和增塑能力等科学问题深入研究, 利用现代轧制技术、装备和产品中试研发创新平台优势, 在金属材料热、温、冷轧制变形控制理论与金属塑性变形晶体学机制等理论与实践研究方面获得突破, 为解决我国超高强度冷轧板带制备领域的关键共性技术发挥重要作用。

研发成功具有独立知识产权的高刚度热 - 温轧制中试实验轧机和液压张力冷 - 温轧制中试实验轧机, 其吃料厚度、轧制压缩比和在线热处理能力等中试技术涵盖和超越生产设备, 在一台轧机上模拟单机架和多机架生产工艺与产品制备的全过程, 将板带材生产流程浓缩到中试实验研究平台上, 进行最接近工业化的科学实验研究, 精确地实现轧制工艺、力学参数和组织性能演变过程。实现新思维、新工艺的实验室模拟, 获得工业化的材料变形、力学性能之间的影响规律, 缩短研发周期, 加速科研成果产业化进程, 培养高水平科技创新人才, 提升企业的核心竞争力, 为企业创造巨大的经济效益。

## 02 技术创新成果

在液压张力冷 - 温轧实验机技术创新方面, 东北大学技术团队已获得 9 项授权发明专利 (含国际专利 1 项), 涵盖了高精度液压张力控制技术、金属轧件温度控制和测量技术、节能型恒压油源系统及其控制方法。所获得的 9 项授权发明专利分别是: (1) 特許第 7224696 号, 直引き式の冷間 / 温間圧延試験機の油圧張力システム及びその制御方法 (一种直拉式冷温轧实验机的液压张力系统及其控制方法, 2024 年 5 月这项专利获得中国冶金行业高价值专利奖); (2) CN201910612933.9, 一种直拉式冷 / 温轧实验机的液压张力系统及其控制方法; (3) CN201210048625.6, 基于速度前馈的直拉式冷轧机张力控制方法; (4) CN201510661719.4, 一种节能型恒压油源系统及其控制方法; (5) CN201410312998.9, 一种用于测量液压张力温轧机轧件温度的测温装置及方法; (6) CN201410353048.0, 一种液压张力温轧机的轧件加热方法; (7) CN201510835132.0, 一种液压张力温轧机金属轧件的温度控制方法; (8) CN201510179687.4, 一种液压张力温轧机微张力控制系统及方法; (9) CN201510105358.5, 一种直拉式冷轧实验机液压张力控制系统及方法。

此外, 2012 年“现代轧制技术、装备和产品研发创新平台”项目获得国家科技进步奖二等奖, 同时“现代轧制技术中试研究创新平台”获得辽宁省科学技术进步奖一等奖, 累计获得省部级科学技术奖一、二等奖以上奖励 9 项。在中试装备建设中, 东北大学累计获得研究经费 8.7 亿元, 为钢铁企业开发出大量高附加值产品和先进生产技术, 产生了巨大经济效益。

## 03 推广应用效果

目前, 东大 RAL 实验室利用“现代轧制技术中试研究创新平台”中试研发技术优势, 在难变形材料和脆性金属研发与制备领域, 开展温轧塑性变形晶体学机制基础研究; 闪速加热条件下超快速再结晶及晶粒长大行为理论基础研究; 控制非平衡形变热处理过程的相场、热 / 温动力学微结构的精细表征等基础理论与应用研究, 为企业开发超高强度汽车用钢、新能源汽车电机用硅钢以及高性能钛合金等创新轧制工艺和一批高性能新产品。



中试实验装备已在宝武、鞍钢、河钢、日本冶金、台湾中钢等 20 多家国内外钢铁企业和科研院所推广应用, 为钢铁行业生产工艺及产品开发做出贡献。2022 年, 冷 - 温轧成套中试技术装备出口日本冶金川崎制作所, 得到了日本同行的高度评价, 提升了我国在中试装备领域的国际影响力, 助推中国钢铁工业走出从基础研究→技术开发→工程应用→行业推广 (R&D-E-S) 的产学研科技创新之路。



攀钢 550/350mm 热 - 温 - 冷轧实验轧机



宝钢 350mm 液压张力冷 - 温轧实验轧机



日本冶金 350mm 液压张力冷 - 温轧实验轧机

## 转炉炼钢降本增效新利器：东北大学推出转炉全流程模块化智慧炼钢系统 ——转炉增碳脱氧合金化方案智选系统

当前“智能制造”时代背景下, 国内钢铁界众多院士呼吁钢铁企业在“智能化变革”转型时期, 数字化、智能化要基于一线操作层面设计和开发, 从现场工艺“症结问题”出发, 有效解决一线“痛点”、切实服务于一线, 以提高生产一线的智能化水平, 真正提高企业核心竞争力。当前国内外钢铁企业转炉炼钢核心工序智能制造水平普遍偏低, 炼钢操作多依赖操作工的人工经验, 新上岗的工人要经过三年到五年的现场锻炼才能上岗操作, 各班组操作水平参差不齐, 操作标准化更无从谈起; 转炉工序的操作工艺制度大多为电子版或纸质文件, 在实际生产中落实较差, 工艺标准化执行不好; 且由于大部分操作多为工人人工完成, 尤其在夜班生产时由于精力原因导致各种人为误操作频繁发生, 工艺事故、质量事故不可避免, 缺少过程



操作防错预警机制；这些都成为转炉工序工艺技术革新的限制性条件。

目前国内主流的转炉“一键式”自动化炼钢多属于静态控制类的模型，多基于基础热力学、动力学理论，以静态理论模型为框架，配合炼钢工艺工程师利用现场经验人工设定与外部条件相对应的  $N$  种固定枪位、加料模型，用“以不变应万变”的理念模式来应对复杂、多变的炼钢吹炼过程，这在实际生产中是不可行的。传统“一键式”炼钢模型存在对铁水、废钢、造渣料等原材料稳定性标准要求较高、固定模型不能适应实际情况实现动态控枪等实际困难，其对稳定外部条件和入炉“精料方针”等要求过于严格，大多钢厂无法满足，所以实际使用效果一直不理想、投用率较低，故转炉流程的操作仍然以人工经验为主。

全流程智慧钢铁与传统“一键式”炼钢模型的差别

| 主要对比项目 | 传统“一键式”炼钢                        | 数据驱动的全流程智慧炼钢                                             |
|--------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 动作控制部分 | 吹炼过程的枪位动作、振料加料、复合材料加入、复吹干预       | 兼顾吹炼过程的枪位动作、加料动作、副枪测试、合金备料、复吹干预、出钢引导等自动化、智能化操作           |
| 副检测    | 人工经验判断                           | 数据分析和智能算法（如副枪测试、氨、溅渣护炉等）                                 |
| 过程渣况分析 | 仅有音频、烟气、火焰等单一观察，无实时数据分析和结论       | 多种终端曲线展示，有数据清洗模块、大数据分析模块、过程评价、数据辅助模块等，支持实时数据分析和决策        |
| 结果评估   | 依靠人的经验和主观判断                      | 利用人工智能技术进行准确的评估和预测                                       |
| 人机互动功能 | 静默画面，小显示器                        | 操作全程语音互动，大屏显示，操作预警模块涵盖电气联锁、机械动作、工艺方案、操作状态等多达数十项事件预警提示并记录 |
| 使用条件要求 | 多要求精料方针、装入稳定、炉“流况”实时分析，对入炉原料要求严格 | 理论计算、经验算法结合大数据分析，对原料不再严格要求，适应性强                          |
| 配套数字孪生 | 无                                | 拥有与全过程数据和状态配套的数字孪生模块，炼钢过程更直观、更透明                         |
| 成本优化功能 | 无                                | 造渣、合金等在满足工艺条件下以最优成本方案输出，有炉结炉清功能                          |

因此，各大院校、转炉炼钢厂都在寻找更加智能化的转炉炼钢模型，在理论驱动、固定模型的传统“一键式炼钢”操作模式之外，寻求建立数据驱动、“以变应变”的全新操作模式，切实提升转炉工序的智能化程度，真正实现转炉智能化冶炼。

为实现更高智能化程度的转炉自动化炼钢，东北大学钢铁共性技术协同创新中心数字化炼钢团队通过大量研究和实践，开发出数据驱动模式下的转炉全流程模块化智慧炼钢系统，该套系统涵盖智能吹炼控制系统、造渣辅原料智能投加系统、增碳脱氧合金化方案智选系统、复吹运维监控系统、钢包底吹氩自动控

制系统、吹炼过程化渣分析系统、重要参数防错预警系统、溅渣护炉智能控制系统、出钢倾动引导追踪（自动出钢）系统、成本炉结炉清在线监控系统、过程操作分析评价系统、冶炼信息实时一览系统、过程重要参数记录查询系统、过程数据清洗系统、大数据处理分析系统等多达数十个模块，包括转炉系统氧枪、加料、拉碳、副枪、复吹、脱氧合金化、出钢倾动、钢包底吹氩、溅渣护炉等主要操作环节，贯通转炉炼钢操作操作主流程，兼具过程防错、操作评价、数据记录、数据查询、大数据分析、成本监控等特有功能，独具基于在线烟气、音频分析和火焰监测辅助下的氧枪控制模式，融入语音互动、远程控制等先进科技元素。刚上岗的员工借助这些智能模块就可以轻松胜任炼钢工作，让炼钢变得更简单，大大降低岗位人员门槛。

转炉全流程模块化智慧炼钢系统基于多座大型转炉生产过程量身开发并充分磨合，有别于业内同类多研究吹炼过程的“一键式”炼钢产品，为目前涵盖面最全、综合性最强、智能化程度最高的转炉智能炼钢产品之一，全流程模块中的每个模块都可以在转炉场景单独配置使用。各个模块将转炉“五大”工艺制度标准化模型与无人干预下的智能控制相结合，着力解决炼钢厂转炉工序过分依赖入炉原材料、“人员经验”、最优成本控制的痛点，产品投入应用后，转炉区域管理可逐步完成工艺制度层面的标准化和操作层面的标准化，实现跨越式“两步走”转炉工艺管理阶段，实现真正意义上的转炉“智能操作”，有效提高转炉管理水平，提升转炉炼钢形象，并可降低吨钢渣料、合金、介质、人力等综合成本4~15元。



转炉全流程模块化智慧炼钢系统（部分模块）

尤其是全流程模块中的最新一代转炉增碳脱氧合金化智选系统模块最受炼钢厂青睐,小模块、大功能,不仅实现炼钢过程增碳、脱氧、合金化的“傻瓜式”操作,减少合金化出错导致的成本增加和质量损失,降成本效果明显,可达3~15元/吨钢。合金化模块上线快(15~20天)、效果好(使用上立竿见影降成本)、投资小(单台炉30万~50万元)、受益久(维护简单、长期使用),上线后可迅速实现最优成本下的增碳脱氧合金化环节标准化操作,因此深受各大钢企管理人员和炼钢工人的喜爱,成为炼钢厂降本增效利器,目前在鞍钢、本钢、梅钢、承钢、八钢、普阳、闽光、九江线材等炼钢厂均有应用,反响很好,在钢铁形势低迷的背景下助力企业走出困境。鉴于全流程模块中增碳脱氧合金化智选模块“短平快”的特点,在钢铁形势严峻的大环境下可帮助钢厂小投入、大回报,有效降低合金使用成本。

#### 4 合作交流

### 王国栋院士一行受邀到河南钢铁集团交流访问



4月2日,受河南钢铁集团公司邀请,中国工程院院士、东北大学教授王国栋一行到河南钢铁集团总部交流访问,就深化产学研合作,聚力推动钢铁产业转型升级进行深入沟通。河南钢铁集团公司党委书记、董事长薄学斌,总经理潘树启,以及集团其他领导班子成员出席交流会。

薄学斌在介绍企业基本概况时表示,河南钢铁集团正处于爬坡过坎、转型升级的关键时期,面临减量提质、特钢转型、数字化升级的艰巨任务。希望能够与院士团队深化协同创新,加强钢铁关键技术、重大科研项目、高端产品研发等领域合作,实现互利共赢。希望河南钢铁和东北大学深度融合,协同创新,共同努力,推进河南钢铁集团新型工业化、高质量发展,建设国际领先的钢铁工业集群!

王国栋院士表示,东北大学坚持以企业为主体、以市场为导向,凝练出了涵盖整个钢铁制造全流程的关键共性技术,产出了一批高水平研究成果。希望双方进一步加强交流互动,建立互利共赢的深度合作关系,为企业实现高质量发展提供有力支撑。交流会上,王院士以《协同创新,攻克钢铁关键共性技术,促进中国冶金科技登上世界最高峰》为题作了学术报告。

东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任、教授张殿华,东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室教授田勇分别就钢铁生产流程数字化转型与工艺和钢种研发作主题交流。



## 东北大学与上海梅山钢铁股份有限公司产学研合作交流会举行

4月12日，东北大学与上海梅山钢铁股份有限公司产学研合作交流会在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（RAL）举行。梅山钢铁党委书记、董事长祁卫东，中国工程院院士、东北大学教授王国栋出席交流会。梅山钢铁办公室（党办）、技术中心、规划科技部、制造管理部、企划部、东北大学钢铁共性技术协同创新中心相关负责人及教授专家参加会议。



祁卫东董事长向与会人员详细介绍了梅山钢铁的数字模型总体概况、主要模型应用进展、下一步工作策划等情况。他指出，梅钢数模工作紧紧围绕公司“研发引领、深耕市场、精调结构、极致降本”十六字方针，通过协同各生产单元开展了一系列模型创新性工作。他表示，梅钢数模工作离不开东北大学的技术支持，希望双方在过去良好的合作基础上，紧紧围绕数字化钢铁前沿技术，针对工艺优化、质量提升和降本增效等方向协同攻关，为梅钢高质量发展赋能。

王国栋院士对祁卫东董事长一行的到访表示热烈欢迎。他指出，钢铁行业要认真贯彻近日工业和信息化部等七部门印发的《推动工业领域设备更新实施方案》，方案中强调，推动工业领域设备更新和技术改造要以大规模设备更新为抓手，实施制造业技术改造升级工程，以数字化转型和绿色化升级为重点，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展，为发展新质生产力，提高国民经济循环质量和水平提供有力支撑。王院士表示，希望通过此次交流，进一步了解梅山钢铁的想法与需求，同时发挥东北大学的科研优势，持续推进梅钢数字化升级、赋能降碳、工艺优化等专项技术研发和科技攻关，助力企业解决痛点、难点等“牛皮癣”问题，共同推动钢铁行业创新发展、绿色低碳发展。

会上，与会人员围绕双方感兴趣的研究议题及未来合作的领域等方面进行了技术交流与探讨。

## 日照钢铁控股集团有限公司副总经理陈良一行到实验室参观交流



4月16日，日照钢铁控股集团有限公司陈良副总经理一行到轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（RAL）参观交流，RAL实验室主任袁国教授陪同参观。

在参观期间，袁国主任向陈良副总经理一行介绍了实验室中试平台、科研创新工作以及取得的科技成果等情况。陈良副总经理表示希望通过此次交流进一步强化双方合作，为日照钢铁在技术创新、产品升级和降本增效等方面提供技术支撑。

## 王国栋院士一行到宝银特种钢管有限公司调研交流



4月19日,中国工程院院士、东北大学教授王国栋一行到宝银特种钢管有限公司调研。宝银公司创始人、党委书记、总经理庄建新,副总经理吴青松等陪同调研并进行座谈交流。

庄建新总经理详细介绍了企业的发展历程与承担的国家重大专项工程情况。他强调,宝银公司立足“三高”战略,坚持自主创新,突破多项技术难题,为核电国产化做出突出贡献。公司经过多年发展壮大,目前已成为全球最大的690U形管生产基地,进一步奠定行业龙头地位。王国栋院士团队多年深耕在钢铁一线,取得了卓有成效的科研成果,期望双方在新材料开发、科研平台建设、数字化转型等领域拓展合作空间,实现优势互补,互利共赢,共同为钢铁行业发展谱写高质量发展新篇章。

王国栋院士表示,通过了解企业的成长史、创新史、发展史,感受到宝银公司是一家有担当、有情怀、有使命感的标杆企业,在业内具有崇高的影响力和话语权。他强调,宝银公司坚持以创新驱动发展,从石油石化、火电领域的国产化逐步向核电、航空、航天等领域的产业化纵向延伸,产品实现了我国核电站全覆盖,保障了我国核电及国防建设的战略安全。希望以本次调研为契机,加强双方合作,共同为实现我国钢铁行业高水平科技自立自强做出更大贡献。

上海钢管行业协会秘书长、上海应用技术大学教授魏立群,中国品牌联盟品牌专家(原同方股份有限公司副总裁)陆致璞等陪同调研。

## 荷兰皇家科学院院士、代尔夫特理工大学杰出教授 Sybrand van der Zwaag 到轧制技术及连轧自动化国家重点实验室访问讲学

4月26日,应轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)徐伟教授的邀请,荷兰皇家科学院院士、代尔夫特理工大学杰出教授 Sybrand van der Zwaag 到 RAL 访问讲学。Sybrand 在 411 学术报告厅为师生作了题为“Fundamental and slightly more applied research on austenite decomposition at high and low temperatures”的学术报告,报告会由 RAL 实验室主任袁国教授主持。



### 专家简介:

Sybrand van der Zwaag, 荷兰皇家科学院院士、荷兰代尔夫特理工大学杰出教授、荷兰材料科学国家科学委员会 (NWA) 委员、荷兰代尔夫特理工大学 Delft 材料中心 (DCMat) 科学主任, 是国际著名材料热动力学与相变专家。曾任荷兰国家自愈合材料研究计划首席科学家、伦敦帝国理工学院材料科学系国际咨询委员会委员、德国 DFG 项目自愈合材料联合主席、德国 DFG 项目自愈合材料联合主席和荷兰阿纳姆阿克苏 (企业) 研究实验室科学家。Sybrand van der Zwaag 教授领导了代尔夫特理工大学飞机和航天器新材料研究, 专注于黑色金属和有色金属的物理冶金、自愈合材料、高性能聚合物、功能性电陶瓷 / 聚合物复合材料、设计材料和传感材料的研究。至今为止获得多项荣誉及奖项, 包括 2018 年法国材料学会 Grande Medaille 金质奖章、2018 年美国 TMS Champion H. Mathewson 奖、2018 年荷兰代尔夫特理工大学杰出科学和教育贡献银奖、2017 年获得比利时蒙斯大学荣誉博士学位、2012 年获得荷兰代尔夫特理工大学荣誉杰出教授称号、2009 年获得中国中科院金属所李熏奖、2009 年成为荷兰皇家科学院院士、2007 年获得荷兰代尔夫特理工大学科学成就铜奖。Sybrand van der Zwaag 教授在 *Science*、*Acta Materialia*、*Advanced Materials*、*Scripta Materialia*、*Advanced Functional Materials*、*Metallurgical and Materials Transactions A* 和 *Materials Science and Engineering A* 等期刊上发表了 630 余篇论文, 引用次数超过 21000, H 因子为 72。Sybrand van der Zwaag 教授多年来一直与 RAL 实验室保持紧密的科研合作关系。多次应邀与东北大学 RAL 实验室, 分别就自愈合金属材料、相变热动力学等方面进行学术交流与合作。依托国家留学基金委项目, 多次接收实验室访问学者进行合作研究。

### 报告摘要:

This presentation will focus on the mechanisms of austenite decomposition at higher temperatures such as in a steel plant and on the decomposition of retained austenite in automotive steels at room temperature.

For the high temperature decomposition part I will focus on ferrite nucleation and the chemical drag on moving austenite-ferrite interfaces. Special attention will be devoted to the reversibility of the interface during thermal cycling and the insights gained by partial-cyclic transformation studies. Examples of how transformation induced chemical patterning can lead to new steel qualities will be presented.

For the low temperature decomposition part I will focus on the results of our studies using nano-beam X-ray diffraction to monitor the stability of individual retained austenite grains as a function of their own characteristics (grain size and carbon concentration and orientation), temperature and loading conditions (tension or shear).



## 长三角创新联盟交流座谈及项目对接会举行

4月23日, 长三角创新联盟交流座谈及项目对接会在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)举行。长三角先进材料研究院副院长、学科联盟秘书长程晓农, RAL实验室主任袁国教授出席交流会。长



三角国家技术创新中心材料事业部、东北大学冶金学院、材料电磁过程研究教育部重点实验室、资源与土木工程学院、机械工程与自动化学院相关负责人及教授专家参加会议。

程晓农副院长向与会人员详细介绍了长三角国家技术创新中心、长三角创新联盟、长三角先进材料研究院等单位的基本情况。

他表示, 希望利用长三角国创中心的创新机制及长材院的平台能力, 集聚优势高校材料学院、材料领域重点实验室的科研力量, 联合开展产业技术攻关、原创成果转移转化、产教融合人才培养、战略研究等, 切实推进材料领域优势资源聚力协同, 为科技创新与产业创新融合发展做出贡献。

袁国主任对程晓农副院长一行的到访表示热烈欢迎, 希望通过此次交流加强实验室与长三角国家技术创新中心、长三角先进材料研究院等单位的项目合作, 构建产学研战略合作和协同发展新模式, 实现优势互补、资源共享、合作共赢。

会上, 与会人员围绕双方感兴趣的研究议题及未来合作的领域等方面进行了技术与探讨。

## 中控集团与东北大学技术交流会举行

4月28日, 中控集团与东北大学技术交流会在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)举行。中控集团创始人褚健, 中国工程院院士、东北大学教授王国栋出席交流会。中控技术股份有限公司、四川成榕信息技术有限公司、中国软件评测中心工控事业部、鞍钢集团信息产业公司数智院、本钢集团数智化部、本信



公司自动化事业部、东北大学信息学院、理学院、钢铁共性技术协同中心相关负责人及教授专家参加会议。

王国栋院士对褚健一行的到访表示热烈欢迎。王院士表示，中控集团创始人褚健先生作为中国自动化和数字化技术的先驱之一，在工业自动化、智能制造、工业互联网等领域取得了显著的成就，为中国制造业的现代化发展作出了重要贡献。褚健先生引领的中控集团在数字化、智能化领域拥有卓越的技术能力和快速的发展态势，具备全球化视野和国际化竞争力。希望通过此次交流双方能够聚焦钢铁行业数字化转型任务，依托中控集团的前沿实践和技术优势，结合东北大学钢铁共性技术协同创新中心在工艺流程、应用场景等方面的丰富经验开展合作，实现优势互补、互利共赢，促进高质量发展。

褚健对东北大学钢铁共性技术协同创新中心近年来取得的成绩表示肯定，并介绍了中控集团的基本情况。他表示，中控集团始终坚持创新驱动，致力于为客户提供先进的自动化、信息化与智能化解决方案，双方具有较高的业务契合度，中控集团愿与钢铁共性技术协同创新中心加强合作，共同探索新的合作模式和发展机遇，在钢铁行业数字化、智能化等领域持续展开深入合作。

会上，褚健为与会人员作了题为“数字化转型加速流程工业智能化”的学术报告。报告详细介绍了工业智能发展趋势及中控的思考、流程工业数字化转型现状与挑战、流程工业智能化解决方案与实践等内容。与会人员围绕双方感兴趣的研究议题及未来合作的领域等方面进行了技术与交流探讨。

会前，王国栋院士陪同褚健一行参观了 RAL 实验室中试车间。

## 中信泰富特钢天津钢管公司总经理助理袁方成一行到 轧制技术及连轧自动化国家重点实验室交流访问

5月9日，中信泰富特钢天津钢管公司总经理助理袁方成一行到访轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（RAL）进行交流，王国栋院士、袁国主任、刘振宇副主任等实验室教师参加交流会。

王国栋院士对袁方成一行的到访表示热烈欢迎，并介绍了实验室的发展历程与科研工作进展等情况。袁方成总经理助理表示希望与实验室在产品研发、工艺创新、数字化转型等方面进一步加强合作。

会上，双方就开展后续合作相关事宜进行了深入交流，达成了进一步深化合作的共识。



## 大飞机先进材料创新联盟技术交流会议举行

5月8日,大飞机先进材料创新联盟技术交流会在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)举行。中国商用飞机有限责任公司科技管理部部长蒋欣,东北大学党委常委、副校长徐峰,中国工程院院士、



东北大学教授王国栋出席交流会。中国商用飞机有限责任公司、上海飞机设计研究院、东北大学科学技术研究院、钢铁共性技术协同中心相关负责人及教授专家参加会议。交流会由RAL实验室副主任丛广宇主持。

徐峰副校长在致辞中对蒋欣部长一行的来访表示欢迎。他表示,由商飞发起的大飞机先进材料创新联盟,以大飞机国家重大战略任务为牵引,通过聚集科技界和产业界优势资源,聚焦大飞机发展过程中的关键核心技术和先进材料,打造国家战略科技力量,意义重大。希望双方增进了了解,依托双方在产业资源和科研资源等方面的优势,围绕商飞在材料、控制等领域的需求,联合开展专项技术研发和科技攻关,支撑商飞创新发展,共同推动大飞机关键共性技术、前沿技术开发与创新。

蒋欣部长向与会人员详细介绍了大飞机先进材料创新联盟与中国商飞的基本情况。他表示,东北大学在钢铁冶金及相关领域拥有全国领先的科研实力和人才队伍,希望通过此次交流进一步加强双方的深层次合作,围绕大飞机材料需求,在先进技术材料研究等方面加强合作,为大飞机材料优化和新材料开发储备提供支撑。

王国栋院士表示,大飞机先进材料创新联盟的组建,是推进和落实制造强国战略、强化企业创新主体地位的重要举措,对推动大飞机制造业聚集创新资源、突破关键核心技术具有重要意义。东北大学钢铁共性技术协同创新中心自2014年组建以来,聚焦钢铁全流程技术,围绕高端特殊钢,复杂过程自动化与数字化技术等方面取得一系列进展。希望与各方共同发力,加快推动新材料的研制和应用,为助力国产大飞机走向世界,为我国航空事业的发展做出应有的贡献。

会上,王国栋院士作了题为《材料业—制造业共谋发力,实现黑箱问题大突破》学术报告。与会人员围绕双方感兴趣的研究议题及未来合作的领域等方面进行了技术交流与探讨,并初步明确了双方具体合作方向与后续联络机制。

会前,RAL实验室主任袁国教授陪同蒋欣部长一行参观了RAL实验室中试车间。



## 王国栋院士一行到武汉钢铁有限公司进行技术交流

6月6日，中国工程院院士、东北大学教授王国栋一行到武汉钢铁有限公司进行技术交流。武汉钢铁有限公司总经理助理李东江，武汉钢铁有限公司技术中心副主任杨光，中央研究院各研究所、各生产厂以及相关科研部门负责人参加交流会。



交流会前，王国栋院士作了题为《人工智能+工业控制 工控型生成式 AI 大模型系统》学术报告，详细介绍了工控型生成式 AI 大模型系统的构成和应用优势。他建议，要发挥钢铁行业数据资源和应用场景优势，实现钢铁工业实体经济与数字经济、数字技术相融合，大力建设钢铁企业创新基础设施，开展“人工智能+工业控制”，智改数转、数字换脑、模型换代，低成本、高效率、零风险地建成钢铁全流程、一体化工控型生成式 AI 大模型工程样板，以数字化赋能绿色化、高质化、强链化，走新型工业化的道路。

李东江表示，宝钢股份将 2024 年确定为公司发展的 AI 元年，倾力打造产销一体化、界面一体化、工序一体化。今天双方的交流只是一个起点，下一步我们将建立起更紧密的联系，梳理出问题清单，加强沟通对接，让东北大学更多的科技成果在武钢落地，共促双赢发展。

交流期间，双方分别就炼铁、炼钢、连铸、热轧、冷轧等钢铁全流程数字化转型进行了深入交流与探讨，并相互确定了后续的合作意向与联络机制。

## 王国栋院士受邀到武钢调研参观



王国栋院士一行参观武钢管控中心

6月5日下午，在第四届全国钢铁材料智能制造论坛召开之际，中国工程院院士王国栋受武汉钢铁有限公司（以下简称“武钢”）邀请到武钢调研参观。武汉钢铁有限公司总经理、党委副书记宋泽啟，武汉钢铁有限公司科协秘书长李铁林陪同调研。

王国栋院士一行先后参观了武钢管控中心与武钢一号高炉遗址，实地了解了 5G 赋能武钢智慧转型，重温共和国“钢铁长子”创业征途的艰辛历程和光辉足迹。

中心负责人介绍,武钢管中心集中整合生产、设备、安保、能源环保、运输物流等调度管理,信息高度共享,指令高度协同,真正实现了实时监控“All in one”、生产指挥“All in one”、智慧管控“All in one”。运用互联网、物联网、数字孪生等技术,将各工序融合为人机一体、操维一体的高效智能化模式。

“从1958年9月13日到2019年10月14日,武钢一号高炉累计产铁5426.16万吨……”在讲解员的详细介绍下,大家从一张张老照片,一个个老物件背后,深深感受着那段峥嵘岁月,为老一辈钢铁人自强不息的奋斗精神而感动。

大家先后参观了武钢一号高炉的炉体、出铁场与相关历史陈列品,了解了武钢一号高炉的传奇故事,领略了老一辈武钢建设者“自立自强艰苦奋斗”的精神。

通过参观了解这些翔实的史料、丰富多彩的图片视频以及珍贵的文物展品,它们不仅讲述了一个个故事,更是将1958年9月13日那令人振奋的历史瞬间生动地呈现在我们面前。正是在那一天,武钢一号高炉的第一炉铁水喷涌而出,标志着新中国工业力量的一次伟大觉醒。

纪念馆相关负责人介绍,1958年9月13日,武钢一号高炉第一炉铁水成功出炉,这一炉炙热的铁水托起了共和国民族工业发展的希望,更向世界证明了新中国的钢铁底气。2019年10月14日,武钢一号高炉“光荣退役”,61年来累计生产生铁5426.16万吨,为国家经济发展做出了重要贡献。

六十多年来,武钢人用他们坚韧不拔的意志和满腔热情,点燃了一代又一代人奋斗的火焰。这不仅是对过去岁月的致敬,也激励着我们继续学习前辈们砥砺前行中的奋斗精神,将“高炉炼铁又炼人”的钢铁精神传承下去。

北京金属学会、陕西省金属学会、甘肃金属学会、山东金属学会相关负责人等陪同调研参观。

## 河南钢铁与东北大学技术交流举行

6月11—12日,河南钢铁集团与东北大学技术交流会在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)举行。河南省先进钢铁材料产业研究院负责人郭宪臻,中国工程院院士、东北大学教授王国栋出席交流会。



河南钢铁数字应用研究院、数字智慧中心、周口钢铁公司、安阳钢铁公司,东北大学钢铁共性技术协同中心相关负责人及教授专家参加会议。

郭宪臻介绍了河南钢铁集团及各基地总体发展情况以及集团数字化工作发展现状。他指出,面对新时代新形势,河南钢铁将锚定“三化一转”

等方向,进一步做优做强钢铁主业。希望能够借助东北大学的科研优势与专家团队优势,结合河南钢铁实际需求,统筹规划、分步实施,进一步强化多领域共赢合作,使河南钢铁集团及各基地全面增强核心竞争

力，在高质量发展新征程中展现新作为。

王国栋院士对郭宪臻一行的来访表示热烈欢迎。王院士指出，河南钢铁与东北大学在多年来的合作中形成了优势互补、合作共赢的良好发展态势，希望双方科学确立发展目标，精准谋划落实举措，发挥各自优势，积极推进钢铁企业全流程数字化转型工作，着力在技术创新、降本增效、人才培养等领域取得新成效，共同为推动钢铁行业高质量发展做出贡献。

会上，钢铁共性技术协同中心储满生教授、刘振宇教授、李建平教授、田勇教授、矫志杰副教授、唐帅副教授、王晨充副教授、唐珏副教授、张瑞峰副研究员等专家围绕钢铁全流程数字化与新产品、新工艺等内容作技术报告，河南钢铁集团对东北大学的科研创新成果表示高度赞赏，期待双方合作取得丰硕成果，与会人员围绕相关议题进行了深入交流与探讨。