

## 1 头条信息

## 东北大学与中国科学院大连化学物理研究所签署战略合作协议



3月1日，东北大学——中国科学院大连化学物理研究所战略合作协议签约仪式暨“钢铁与能源化工行业协调创新发展”研讨会在大连化物所举行。中国工程院院士、中科院大连化学物理研究所所长刘中民，中国工程院院士王国栋，中国工程院院士、东北大学副校长唐立新出席会议。东北大学科学技术研究院、低碳

钢铁前沿技术研究院等相关负责人与中科院大连化物所科研及相关职能部门负责人参加了签约仪式。

会上，唐立新和刘中民代表双方签订战略合作协议。

唐立新表示，中科院大连化物所历史底蕴深厚、科技创新能力突出，双方合作将瞄准国家重大战略需求，聚焦钢铁冶炼、能源化工、智能制造等领域，探索从基础研究、成果转化到工程应用的全链条创新，积极探索高效运行的模式和机制，建设重大科技创新平台，培养高水平新工科人才；通过全方位、多层次融合协同创新，实现强强联合、优势互补与协同发展，将有力推动我国钢铁冶金、能源化工等传统产业升级，高质量助推东北全面振兴，为我国2030年实现“碳达峰”与2060年实现“碳中和”提供技术支撑。

刘中民表示，东北大学严谨的科学作风、鲜明的学科优势值得学习和借鉴，本次战略合作协议的签署，标志着双方合作进入了一个全新的阶段；双方将以创新驱动为引领，以优化供给侧为源头，有力助推辽宁改造升级“老字号”、深度开发“原字号”、培育壮大“新字号”，助力辽宁及东北全方位振兴，为美丽中国建设和构建清洁低碳、安全高效能源体系作出积极贡献。

在“钢铁与能源化工行业协调创新发展”研讨会上，刘中民、王国栋、东北大学低碳钢铁前沿技术研究院院长储满生分别以“中科院清洁能源相关研究”“流程工业转型发展实现绿色智能制造”“钢铁产业碳中和前沿技术与研发平台建设”为题作主旨学术报告。与会人员围绕钢化联产、储能技术等方向就产业发展、技术路线、合作模式等进行专题交流。

根据协议，双方将充分发挥各自优势，围绕钢铁冶炼、能源化工、装备制造等领域，在科学研究、技术开发、人才培养、信息交流、成果转化、共建研发平台等方面开展全面合作，构建战略合作伙伴关系，

以国家战略需求为牵引，实现优势互补，推动辽宁传统产业强基升级，助推东北全面振兴、全方位振兴，助力美丽中国建设和创新驱动发展战略实施。

## 荣程钢铁集团携手东北大学成立“院士协同创新中心”

4月6日，荣程钢铁集团与东北大学共同举行“院士协同创新中心”签约仪式。荣程集团董事会主席张荣华，中国工程院院士、东北大学教授王国栋分别代表双方签署协议。

以此次签约为起点，荣程钢铁集团将携手东北大学共同成立协同创新中心，为荣程钢铁集团长远发展提供科学指导，制定发展战略及方针，解决技术难题，提供技术支持，培养科技人才，搭建技术创新平台，进一步加速科技成果转化，为企业可持续发展提供强大的智力支持和技术保障。

双方还就进一步深化校企合作，加强冶金、智能制造等相关领域进行了技术交流和充分研讨。

张荣华主席向东北大学多年来对荣程集团的大力支持表示感谢，并对院士协同创新中心下一步的工作提出了几点期待和建议。一是成立首席专家团，促进荣程绿色高质量发展，切实做好企业现状评估，对标标杆企业，围绕国家“十四五”发展目标，结合荣程集团“十四五”战略规划，科学设置院士站首席专家团；二是产研融合，产学研结合，从而实现政、用、产、学、研“一体化”目标，将东北大学现有科研成果、行业领先技术转化应用到荣程钢铁，提升荣程钢铁综合竞争力；三是以王国栋院士为首，成立首席专家站，组建项目小组，以“稳、饱、高、智、数”五方为主攻方向，加快推进项目落实。

王国栋院士表示，当前，东北大学已经成立了钢铁全流程学科创新团队，针对国家“十四五”发展中一些“卡脖子”技术和材料展开攻关。未来钢铁工业的发展，信息技术与先进节能环保技术的结合更紧密，节能、环保、安全领域管控更智能化，钢铁制造更绿色。优质、高强、长寿命、可循环的绿色钢铁将引领材料应用的绿色化发展，钢铁材料可循环利用的特点和优势将进一步得到体现。期待通过院士协同创新中心这个桥梁纽带，助推荣程钢铁在技术升级、产品创新、人才培养等方面加快步伐，实现绿色高质量发展。

东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室主任袁国、副主任张殿华、副主任刘振宇，冶金学院教授、低碳钢铁前沿技术研究院院长储满生，教授姜周华、钟良才、战东平、孟红记、李旭、孙杰以及实验室相关研究骨干，荣程集团常务副总裁陆才垠、副总裁陈丰，荣程新智研究院执行院长冉富，荣程钢铁集团常务副经理许志军等领导出席。



## 2 RAL 要闻

## 姜周华教授荣获第四届“杰出工程师奖”

近日，中华国际科学交流基金会公布第四届“杰出工程师奖”获奖名单。经过学校推荐、中华国际科学交流基金会科技公益奖励部形式审查、专业领域专家评审组初评、评审委员会专家终评、媒体和所在单位公示以及奖励委员会审批等程序，我校推荐的姜周华教授荣获第四届“杰出工程师奖”。

“杰出工程师奖”是在师昌绪等52名院士科学家联名提议下，由中华国际科学交流基金会于2011年经国家科技部、国家科学技术奖励工作委员会批准设立并承办的，旨在奖励全国范围内生产、建设、科研一线从事工程技术工作并作出杰出贡献的专业技术人员。该奖项每两年评选一次，是目前国内涵盖领域最广、最具权威性的工程技术人员奖项。

据悉，2020年（第四届）杰出工程师奖首次将高校教师纳入参评范围，共有34个行业协会、80位院士、24位往届“杰出工程师奖”获得者等推荐单位（人）参与了推荐工作，近千位工程技术人员申请，共有345位工程师候选人进入评选阶段。经过63位评审专家（其中包括20位院士）评选，“杰出工程师奖”奖励委员会审定，最终评出70位获奖人，其中40位“杰出工程师奖”获奖者、30位“杰出工程师青年奖”获奖者。

## 辽宁省科技厅党组书记、厅长王力威一行来校调研

2月7日，辽宁省科技厅党组书记、厅长王力威，党组成员、副厅长王成鑫、杜秉海，党组成员、驻厅纪检组组长郑子华，二级巡视员刘延春、张钢及相关部门负责同志来校调研。校长冯夏庭，中国工程院院士柴天佑、王国栋，副校长孙雷、唐立新陪同调研。双方在汉卿会堂308室举行座谈，相关部门负责人



参加座谈。

王力威一行先后参观了流程工业综合自动化国家重点实验室、轧制技术及连轧自动化国家重点实验室、深部金属矿山安全开采教育部重点实验室，听取了实验室围绕国家战略需求，聚焦关键共性技术，开展重大科学问题攻关和所取得的突破性成果，以及实验室研究队伍、近



期科研工作等情况的介绍。

冯夏庭代表学校对王力威厅长一行来校调研交流表示欢迎,对辽宁省科技厅长期以来对东北大学科技和人才工作的支持和帮助表示感谢。冯夏庭简要介绍了东北大学的历史沿革、基本情况和学科建设情况。冯夏庭希望,双方进一步加强联系,推动开展全方位的战略合作,学校将以创新驱动为引领,发挥科技、人才优势,着力做好改造升级“老字号”、深度开发“原字号”、培育壮大“新字号”三篇大文章,助力辽宁全面振兴、全方位振兴。

王力威充分肯定了东北大学在流程工业综合自动化理论与技术体系、钢铁工业绿色化智能化、深部工程与智能技术等领域取得的成绩。王力威表示,东北大学为国家和社会区域经济社会发展作出了突出贡献。在辽宁全面振兴、全方位振兴的关键时期,更少不了东北大学的支持。王力威指出,科技厅将在实验室大科学装置、科技成果转化、科技攻关项目申报及人才、团队、平台等方面给予学校更多的支持和投入,与东北大学构建有效的合作机制,推进新型产学研联盟、科技创新等工作深入开展。

座谈会上,唐立新以“以科技工作新发展格局服务辽宁振兴”为题,汇报了东北大学在落实好“三篇大文章”、构筑赋能辽宁振兴支撑体系、构建重大科技平台体系等方面工作。双方就科技成果转化、智库建设、产学研合作、人才引进等工作进行了交流。

## 辽宁省工信厅党组书记、厅长苗治民一行到东北大学调研

3月6日,辽宁省工信厅党组书记、厅长苗治民,制造强省建设推进处处长马仲彬,冶金处处长杨殿新一行到我校轧制技术及连轧自动化(RAL)国家重点实验室调研。东北大学校长、中国工程院院士冯夏庭,中国工程院院士王国栋,RAL国家重点实验室及冶金学院相关负责人参加了座谈。

冯夏庭对苗治民一行莅临实验室现场考察并指导工作表示欢迎,并代表学校对辽宁省工信厅长期以来对学校的支持表示感谢。

冯夏庭表示,东北大学目前正在积极推进国家“十四五”规划编制工作,将深刻领会和把握我国重要战略机遇期内涵的深刻变化和经济社会发展新格局,结合我校办学特色,持续加强科技成果转化,助力辽宁省振兴发展。

苗治民表示,目前辽宁省积极推进钢铁高质量发展行动计划,制定钢铁高质量发展方案,助推行业和企业数字转型、装备升级、能力提升。加强钢铁产业与工业互联网、大数据、智能制造技术的融合,推进产业数字化和数字产业化。围绕数字化平台、研发平台建设和绿色发展,进一步深化产学研协同创新,以





“智能化”和“绿色化”助推辽宁改造升级“老字号”、深度开发“原字号”、培育壮大“新字号”，助力辽宁全面振兴。

王国栋结合“钢铁技术协同创新中心”运行期间取得的科技成果，介绍了东北大学在钢铁全流程生产等方面取得的重大科研进展。王国栋指出，钢铁产业正处于数字转型、智能制造、绿色发展的崭新历史阶段，作为冶金行业的传统优势高校，东北大学认真贯彻辽宁省委提出的“数字辽宁、智造强省”精神，积极拓展与钢铁企业共建联合创新中心及研发平台，共同打造以“信息物理系统”为核心、工业互联网为载体的钢铁智能制造架构，持续深化产学研协同创新，行业交叉融合，助力辽宁钢铁企业高质量发展。

### 九三学社辽宁省委副主席、省政府参事唱贺奇一行来室调研



3月23日，九三学社辽宁省委副主席、省政府参事唱贺奇一行访问轧制技术及连轧自动化国家重点实验室，针对“促进国家科技创新平台建设，推动我国科技自立自强”主题开展调研。中国工程院院士、东北大学王国栋教授，轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任张殿华、邸洪双、张晓明教授出席会议。

唱贺奇表示，科技创新平台是创新活动的重要载体，是创新体系的重要组成部分。东北大学作为全国知名冶金高校，多年来面向国民经济主战场、面向国际科技发展前沿，产学研深度融合，取得了多项创新性科技成果，为我国钢铁工业高质量发展做出了重要贡献。希望东北大学借助人才优势与平台优势，进一步加大组织发展力度，搭建更多的科技创新平台，吸引更多高端人才，为区域产业发展、推动我国科技自立自强做出更大贡献。

王国栋院士介绍了东北大学在钢铁全流程生产等方面取得的重大科研进展。王国栋指出，钢铁产业正处于低碳、绿色、智能发展的关键阶段，要加强对材料创新基础设施的理解，大力开展新型基础设施建设，同时还要结合钢铁全流程智能制造、大数据、云计算等核心技术来降低材料研发成本、提高生产效率。东北大学认真贯彻辽宁省委提出的“数字辽宁、智造强省”精神，积极拓展与辽宁钢铁企业共建联合创新中心及研发平台，持续深化产学研协同创新，行业交叉融合，为辽宁产业转型升级和技术创新发挥积极作用。

会上，双方就科技创新平台建设与运行机制、成立产学研联盟、汇聚科技创新要素等方面进行了深入交流与探讨。九三学社省委教科文卫主任、朝阳市科技局副局长常志新，省人大代表、丹东市科技发展服务中心高工张远霞，中科院金属研究所材料科学国家研究中心副主任张磊，东北大学信息科学与工程学院副教授吴刚，九三学社沈阳市委参政议政部部长丁晓文，九三学社辽宁省委员会参政议政部四级调研员孙静涵陪同调研。

## 轧制技术及连轧自动化国家重点实验室召开 2020年度学术委员会工作会议

3月19日, 轧制技术及连轧自动化国家重点实验室学术委员会2020年度工作会议在RAL411会议室召开, 本次会议采用线上线下结合的方式举行, 实验室设置主会场, 校外委员参加线上会议。干勇院士、王国栋院士、赵振业院士、李鹤林院士、王一德院士、钱锋院士、毛新平院士、聂祚仁院士、唐立新院士等13位委员以及实验室学术带头人和学术骨干参加了会议。会议由学术委员会主任干勇院士主持。



实验室主会场

东北大学党委常委、副校长唐立新院士代表东北大学感谢各位委员多年来对学校各项事业发展的关怀、指导和支持。唐立新表示, 东北大学面向我国钢铁行业转型发展重大需求, 以轧制技术及连轧自动化国家重点实验室为核心, 成功组建了我国高校首个冶金工业流程学科群, 涵盖“矿-冶-铸-轧-材”钢铁全产业链条, 聚焦行业高质、绿色、智能发展趋势, 加强高质化材料、低碳冶金、材料生产加工智能化领域的基础研究, 进一步积极拓展与企业的合作深度和广度, 2020年相继与河钢、华菱、首钢、抚顺建龙等企业开展了各具特色的产学研合作, 推动研究成果加快落地实施。

会上, 各位委员听取了实验室主任袁国教授所作的2020年实验室工作报告, 袁国主任在报告中就2020年度实验室在科学研究、队伍建设、人才培养、对外开放与交流 and 实验室建设等方面取得的成就向各位委员进行了详细的汇报。

各位委员围绕实验室2020年度建设运行情况及下一步工作规划进行了充分讨论, 对实验室在2020年所取得的成绩给予了高度的评价, 认为实验室以基础研究和应用基础研究为先导, 紧密围绕企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的方针, 与企业密切合作, 注重深化基础研究、应用基础推动关键技术创新, 在我国金属材料领域发挥了“基础研究、人才培养和关键技术突破”三位一体的重大作用。

实验室围绕钢铁材料高质化、工艺绿色化和加工过程智能化重大需求的关键科学问题和共性技术难题, 开展应用基础研究与技术创新。实现重大冶金装备和工艺技术的全面国产化, 满足了传统产业升级和新兴战略产业发展对高端钢材产品的急需。承担国家重点研发计划项目37项, 其中项目级项目5项, 课题级项目8项; 承担国家自然科学基金项目68项, 其中重大项目1项, 重点项目7项; 杰青项目1项, 优青项目3项, 国际(地区)合作研究与交流项目7项; 省部级科技项目36项; 中组部千人/万人计划项目2项; 辽宁省“兴辽英才计划”项目14项。在研纵向科研项目135项, 其中年度新增38项, 年度进款额3253万元。

2020年新签横向项目94项，其中千万以上项目4项，年度进款额17858万元，充分体现了实验室在我国钢铁行业科技创新方面的引领和带动作用。

实验室进一步注重基础研究和前沿技术研究，相继在钢铁材料冶炼连铸与热轧钢材表面质量控制基础研究方面取得重大突破，相继有两项科技成果通过国家科技进步二等奖奖项公示。并在低碳冶金碳中和前沿技术领域开展探索性研究，围绕未来钢铁绿色化和智能化转型升级关键性技术，成立“低碳钢铁前沿技术研究院”“钢铁全流程信息物理系统研发中心”，与钢铁和信息化行业领军企业共建多个联合创新平台，为强化前沿技术研究与验证、产学研深度融合奠定了坚实的基础和平台支撑。

2020年获省部级科技奖励一等奖4项、二等奖3项、三等奖3项，授权发明专利292件；发表高水平学术论文560篇，其中SCI论文375篇，JCR一区205篇；出版专著8部。

学术委员会认为，实验室在学术带头人王国栋院士带领下，全体师生积极努力，在科研成果产出、人才培养、服务社会等方面取得了丰硕的成果，为我国钢铁工业发展和东北大学双一流建设做出了积极贡献。

## 王国栋院士报告会举行



3月30日下午，中国工程院王国栋院士报告会在汉卿会堂蔡冠深报告厅举行，轧制技术及连轧自动化国家重点实验室全室师生参加现场报告会，材料科学与工程学院教师、重点实验室2020级硕士研究生分别在知行楼634分会场和线上收看了报告，共600余名师生聆听了报告会。

王国栋院士围绕钢铁数字化转型面临的挑战和机遇，作了题为“材料科学技术的转型发展与钢铁创新基础设施建设”的报告。通过相关材料领域研究动态、浦项钢铁的“灯塔工厂”、日本JFE数字转换中心等一系列案例与数据，并结合实验室多年来的研究工作进展、体会及信息物理系统的三大优势和六个典型特征，详细介绍了钢铁工业智能制造系统的体系架构和实施方案。

王国栋院士强调，我们必须抓住“加快数字化发展，打造数字经济新优势，协同推进数字产业化和产业数字化转型”的机遇，发挥学科优势与创新实力，汇聚人才、汇聚资源，全力推动钢铁全流程智能制造的科研工作进展，实现以工业互联网为载体，打造以数字孪生，CSP为核心的数字化智能制造，为实现中国材料高质量发展提供有力支撑。



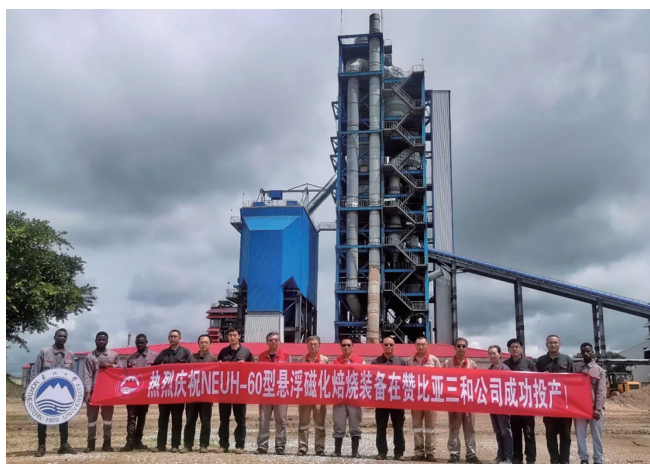
### 3 科研进展

## 里程碑！东北大学国际首台含铁锰矿悬浮磁化焙烧系统顺利投产！

东北大学自主研发的含铁锰矿 NEUH-60 型悬浮磁化焙烧装备在赞比亚投产，截至当地时间 12 月 31 日 9 时，72 小时工业运行指标为锰精矿 Mn 品位 48.18%、作业回收率 86.98%，铁精矿 TFe 品位 65.40%、作业回收率 96.59%，达到设计指标。

项目的首次海外顺利投产，标志着东北大学悬浮磁化焙烧技术在工艺研发、生产制造、安装调试和工程服务等能力上又迈上新的台阶，同时标志着东北大学矿业学科围绕国家战略金属矿产资源重大需求，再增典型社会服务案例，持续为“一带一路”沿线难选矿产资源开发提供东大智慧。

东北大学钢铁共性技术协同创新中心韩跃新教授团队克服疫情影响，逆行万里，在辽宁三和矿业投资有限公司全力支持和共同努力下，迎难而上，圆满完成任务，交出了一份满意的答卷。

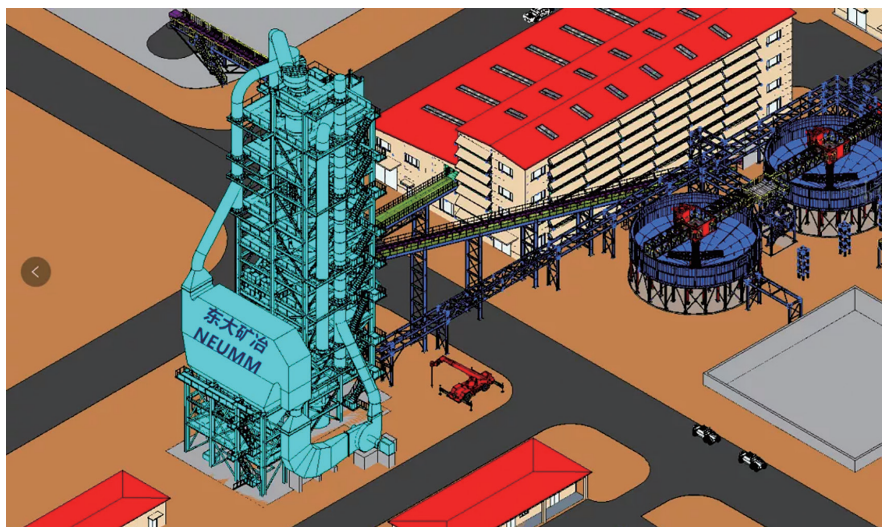


#### (1) 持续创新，悬浮磁化焙烧技术全面升级

“十三五”期间，东北大学针对自主研发的复杂难选铁矿石“悬浮磁化焙烧”技术，在国家重点研发计划、国家自然科学基金重点等项目支持下，持续升级和优化，创新实施预热、加热、还原及冷却全过程物相精准调控，并发挥东大自动控制学科优势，在工艺、装备及智能化控制等多方面取得革命性突破，形成了第二代悬浮磁化焙烧技术。

赞比亚项目采用第二代悬浮磁化焙烧技术，其中冷却过程再氧化精准控制技术的研发与应用，实现了焙烧产品排料温度由第一代技术的 300℃降低至 80℃以下，能耗大幅降低，分选指标大幅改善。

东北大学充分发挥“基础研究 - 小试突破 - 中试验证 - 工程应用”全过程科技创新链优势，避免了技术研发、装备制造、工程建设等环节割裂带来的指标差、建设及调试周期长等一系列问题！



赞比亚悬浮磁化焙烧及选矿项目 BIM 设计方案

## (2) 变废为宝，含铁锰矿利用方案研发历程

东北大学研发团队围绕“行业共性化、企业个性化”需求，秉承“一矿一案”设计理念，针对赞比亚含铁锰矿特性，以东北大学物相精准调控悬浮磁化焙烧专利为核心技术，研发了含铁锰矿预富集-悬浮磁化焙烧-高效分选整体解决方案，实现了锰、铁矿物高效分离。具有国际视野和战略眼光的辽宁三和矿业投资有限公司，果断决策，全力推进赞比亚含铁锰矿项目落地。

东北大学研发团队基于前期系统、完整和独有的基础研发数据，结合企业具体技术需求，为赞比亚含铁锰矿“量身打造”了 NEUH-60 型悬浮磁化焙烧技术与装备。



东北大学含铁锰矿悬浮磁化焙烧技术专利

## (3) 万里逆行，师生同心建成首个海外工程

2020 年 2 月，辽宁东大矿冶工程技术有限公司承建 60 万吨 / 年悬浮磁化焙烧工程项目，但持续蔓延的海外疫情对项目建设是一次严峻考验。东大矿冶团队精准防控，精细施策，实现了防疫生产两不误。由



东北大学教师、博士生及毕业生为主组成的东大矿冶团队，勇敢逆行奔赴岗位，全力克服了疫情影响、海外文化差异等诸多困难，通过精心组织、合理安排、适时突击，顺利保障了 NEUH-60 型悬浮磁化焙烧项目在 2020 年 10 月主体建设完成。海外项目的实战锻炼，不仅大幅提升了队伍的综合素质和业务能力，而且积累了宝贵的海外工程经验，工程队伍迅速成长。

2020 年 12 月，项目组成立了“海外现场操控”和“国内技术支撑”的两个互通联动、高效协同技术团队保障项目调试顺利开展。得益于前期精准合理的设计方案和实战经验丰富的调试团队，仅用三周时间，实现了悬浮磁化焙烧项目工艺流程贯通和稳定运行生产。



#### （4）百尺竿头，产学研用共同迎接新的挑战

东北大学韩跃新教授团队经过了十余年的奋斗，成百上千次悬浮磁化焙烧技术与装备的试验、验证、优化、再试验，终于实现了第二代悬浮磁化焙烧技术装备质的飞跃，形成了“技术、装备、产品、服务”四位一体的高校科技成果转化之路，打赢了 2020 年赞比亚海外悬浮磁化焙烧工程项目收官之战。

东北大学韩跃新教授团队将进一步一个脚印开启难选矿产资源高效开发利用新征程，不断拓宽应用领域，相继研发成功微细粒含碳金矿、氰化尾渣和含钒石煤等难选资源及固废的焙烧预处理技术，形成完善的知识产权保护体系。

东北大学持续优化与升级的悬浮磁化焙烧技术将为全球难选矿产资源的高效开发利用不断贡献创新力量！

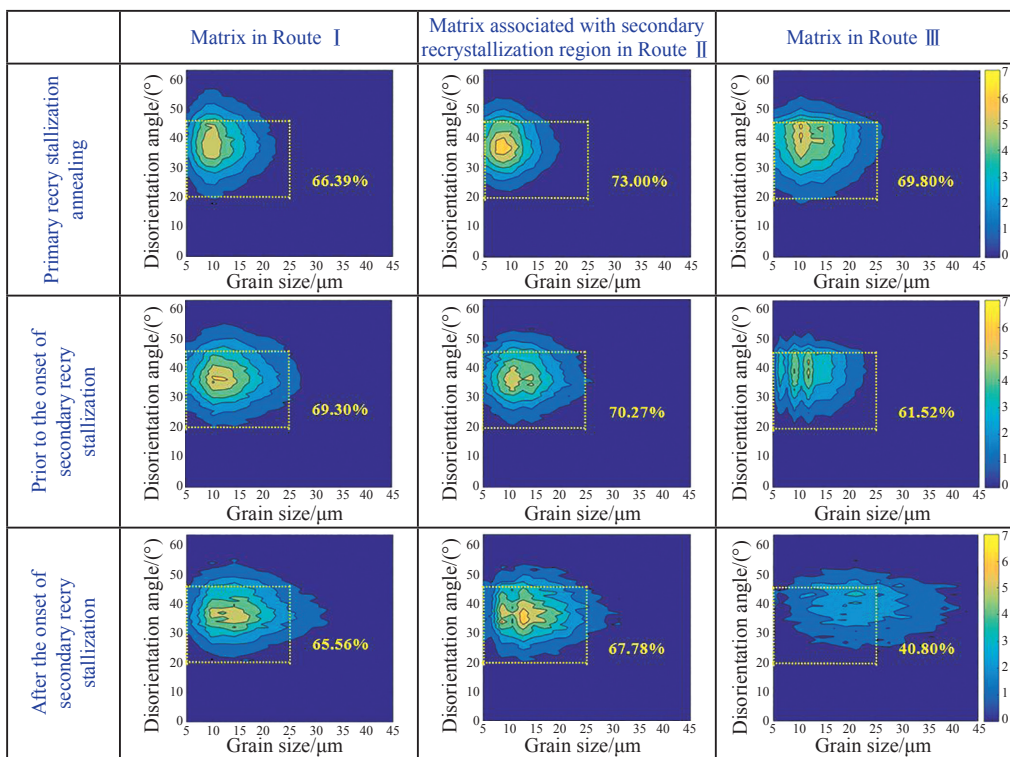


## ActaMaterialia 发表我室宋红宇博士后研究成果: 微织构对取向硅钢二次再结晶的影响

近日, RAL 重点实验室博士后宋红宇在 ActaMaterialia 在线发表题为 “The role of grain colony on secondary recrystallization in grain-oriented electrical steel: New insights from an original tracking experiment” 的研究成果。文章第一作者及通讯作者为宋红宇博士后, 共同通讯作者为刘海涛教授。

取向硅钢是主要用于制备变压器铁芯的重要软磁材料, 是织构控制技术在钢铁工业化生产中的成功应用。自 Dumn 于 1949 年首先指出取向硅钢的 Goss 织构是由二次再结晶形成以来, 人们对二次再结晶过程的认识不断深入, 提出了不同的二次再结晶机理, 描述 Goss 晶粒的异常长大环境并解释二次再结晶过程, 以推动制备工艺的改进以获得更优的磁性能。然而, 现有机理仍不能完全解释二次再结晶过程, 也未能建立 Goss 晶粒的异常长大环境与高温退火板 Goss 织构的关系。

针对以上问题, 宋红宇博士后在王国栋院士和刘海涛教授的指导下, 设计了特殊的 “追踪” 实验, 揭示了初次再结晶基体的微织构特征对二次再结晶的影响, 提出了新的 Goss 晶粒异常长大环境的计算方法。结果表明, 初次再结晶基体中大部分  $\gamma$  晶粒 ( $\langle 111 \rangle // ND$ ) 沿轧向呈 “簇状” 聚集分布时, 二次再结晶开始后的基体仍然有利于准确 Goss 晶粒的异常长大, 因而在高温退火后形成强烈的 Goss 织构和较高的磁性能。与此不同, 当  $\gamma$  晶粒均匀分布时, 不准确 Goss 晶粒将与准确 Goss 晶粒竞争长大, 因而弱化了最终的 Goss 织构, 降低了高温退火板的磁性能。研究结果为建立 Goss 晶粒异常长大环境与磁性能的关系提供了新的思路, 是对现有二次再结晶理论的拓展和完善。



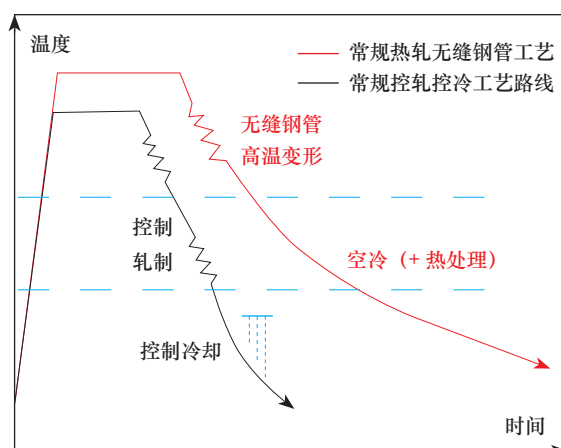
## 东北大学 RAL 重点实验室本质细晶钢研究进展 ——热轧无缝钢管、大线能量焊接钢板工业化生产应用

东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（RAL）本质细晶钢研究团队，近来在热轧无缝钢管、大线能量焊接钢板领域的工业化生产应用中取得新的突破性进展。

在王国栋院士指导下，青年教师王超博士开展了大量本质细晶钢基础研究与工业化技术研究工作，并组成研究团队，不断推动研究成果落地转化实施。本质细晶钢技术主要是针对热轧厚规格钢板、大线能量焊接用钢、热轧钢管/长型材等产品在高温变形或焊接条件下组织难以均匀细化问题，突破传统组织调控与强韧化机制以及工艺条件限制，开展成分-冶炼-轧制-冷却全流程一体化工艺控制，在钢中引入高热稳定性析出相粒子，通过微/纳米第二相颗粒调控细晶转变，协同提升材料综合服役性能，实现先进钢材产品的高性能绿色化高效制造。

### （1）热轧无缝钢管领域研究进展

热轧无缝钢管是油气钻采、能源化工、装备制造等领域不可替代的重要基础材料。钢管成型过程经历管坯穿孔、轧管以及定径等工序，变形抗力大，需要在高温下完成。通常管坯加热温度在 1250~1300℃，钢管终轧温度在 950~1100℃，远高于板带钢 1150~1200℃ 加热、800~850℃ 终轧。这导致低温控轧细晶技术难以应用，往往靠在线常化或后续离线热处理来改善组织和性能，给高品质管材开发以及生产成本、制造效率和能源消耗等带来诸多不利影响。

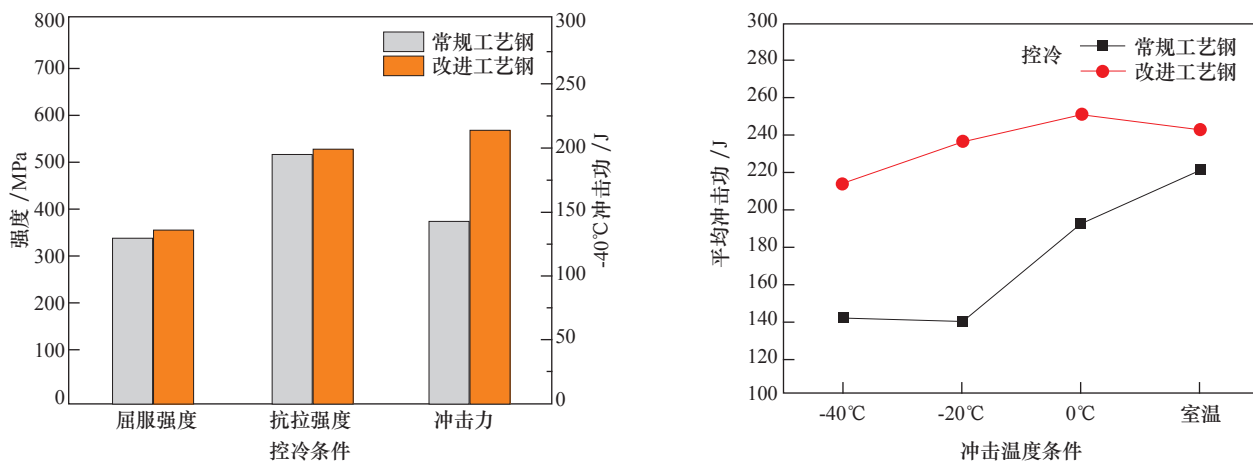


热轧无缝钢管加工工艺与常规控轧控冷工艺示意图

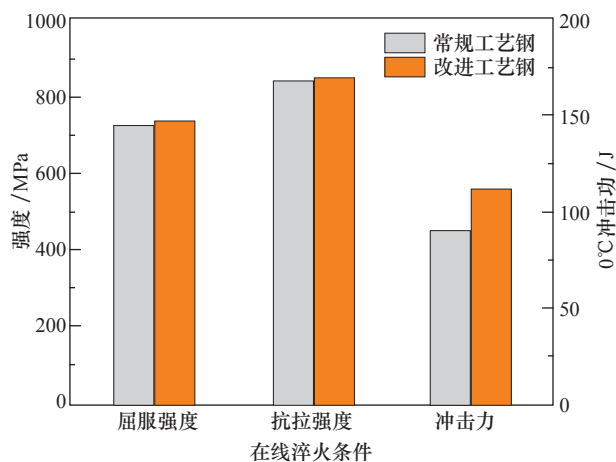
研发团队与宝钢合作，开展了本质细晶钢热轧无缝钢管的工业化研发工作。结合实际生产，选取以 16Mn 为代表的基础成分体系，按本质细晶钢技术路线改进工艺方法，组织管坯冶炼生产，开发出高韧性 Q355 结构管、N80-Q 套管产品，实现典型无缝钢管产品一钢多级、减量化生产。

各工艺下钢管的室温拉伸性能和 3/4 尺寸冲击韧性如下图所示。强度方面，常规钢与改进工艺钢在各

冷却工艺下均处于同一水平; 冲击功方面, 在不同冷却工艺条件下, 改进工艺钢均优于常规钢, 特别是对控冷态的低温冲击和在线淬火态冲击功改善明显。弥散高温析出相的引入显著细化了控冷态的 F/P 组织和淬火态的 B/M 组织, 提升了热轧钢管基材的综合力学性能, 为高品质管材开发生产提供了新的技术手段。



控冷条件下两种钢管的强度和冲击韧性



淬火条件下两种钢管的强度和冲击韧性

## (2) 大线能量焊接钢板领域研究进展

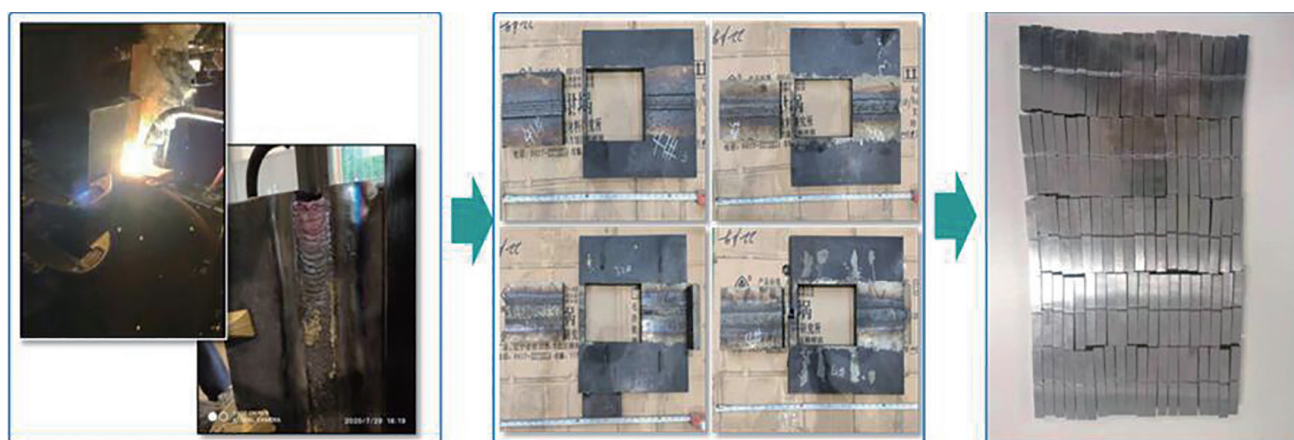
在造船、建筑等行业的大型钢质结构建造中, 采用大线能量焊接工艺可显著提高施工效率, 节约制造成本。常规钢材在大线能量焊接条件下热影响区 HAZ 韧性严重恶化以至无法满足使用要求, 因此必须采用具备耐大线能量焊接特性的钢材。针对这一问题, 日本钢铁领域曾提出氧化物冶金技术, 我国也开展了大量相关研究。截至目前, 综合国内外研发和生产现状来看, 氧化物冶金技术已经取得了显著进展, 但仍存在尚未克服的缺陷和问题。

氧化物冶金技术的炼钢工艺窗口较窄, 对冶炼过程各工序的合金加入方法、氧位控制以及成品钢中的总氧含量、氧化物分布都有较严格限制, 这增大了现场实施难度和对操作人员的技术要求。用于大线能量焊接场合的钢板一般需要精炼脱硫脱气处理, 然而氧化物冶金需要进行留氧操作, 不利于钢水的短时间内



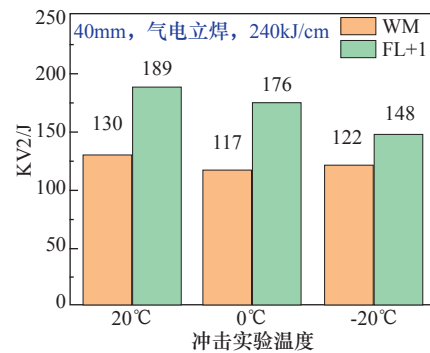
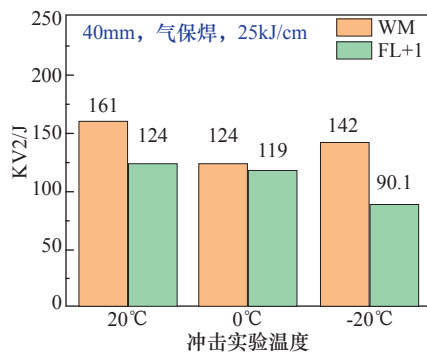
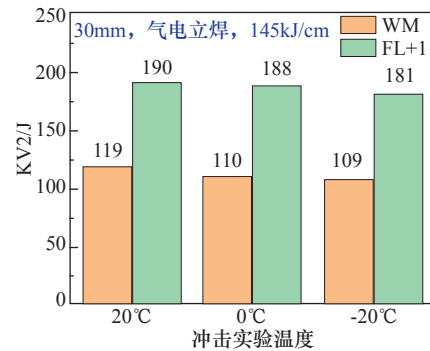
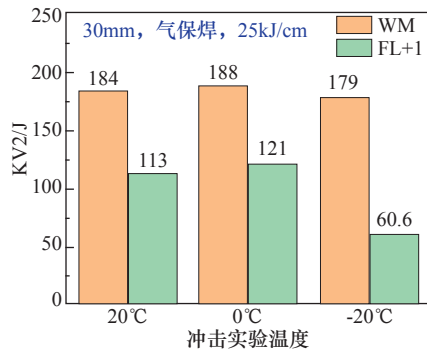
本研究团队在前期对氧化物冶金技术研发的基础上，提炼出大线能量焊接热影响区组织调控机制，沿用了其高温奥氏体晶粒钉扎细化和晶内铁素体相变形核的调控思路，开发出新型成分工艺技术体系，并在鞍钢成功实现工业化生产应用。新技术不依赖于氧化物冶金工艺路线，不存在上述各类问题的困扰，实现了在不改变冶炼工序、不影响生产节奏、不添加特殊合金、不增加冶炼成本的条件下进行大线能量焊接钢板的生产。

规格 /mm	焊接方法	坡口角度 /( $^{\circ}$ )	焊接电流 /A	焊接电压 /V	线能量 /kJ $\cdot$ cm $^{-1}$	焊接材料
30	气保焊	X 60	260	28	25	ER50-G
30	气电立焊	V 45	380	38	145	DW-SILG
40	气保焊	X 60	260	28	25	ER50-G
40	气电立焊	V 45	350	42	240	DW-SILG



### 焊接实验及试样加工过程

《简报》 (RAL NEWSLETTER) - 14 -



对 40mm 厚钢板气电立焊的各焊接接头位置进行了低温冲击测试，在  $-40^{\circ}\text{C}$  时整个焊接接头仍具有较高韧性水平，但温度降至  $-60^{\circ}\text{C}$  后，熔合线附近位置呈完全脆断状态，已无法使用。但考虑到在 0.17%C 含量的 Q355B 基材成分下，大线能量焊接接头就已达到 E 级韧性水平，充分体现出其性能进一步提升的空间和在高级别品种钢中的良好应用前景。受板厚限制，焊接线能量不能进一步提高，更高线能量的实验通过热模拟机完成，400kJ/cm 焊接热模拟实验仍表现出良好的低温韧性，目前正在开展更高线能量热模拟实验研究。

目前，已围绕本质细晶钢技术申请专利 19 项，其中已授权 11 项，发表论文 17 篇，为该技术在各产品领域的推广应用奠定了良好基础。

## 4 交流访问

### 济源钢铁（集团）有限公司与轧制技术及连轧自动化国家重点实验室开展线上技术交流活动

1 月 22 日，河南济源钢铁（集团）有限公司与轧制技术及连轧自动化国家重点实验室开展线上技术交流活动。济源钢铁集团董事长李玉田、总经理曹立国，中国工程院院士王国栋、轧制技术及连轧自动化国家重点实验室主任袁国等共 80 余人出席了交流会。技术交流活动主会场设在轧制技术及连轧自动化国家重点实验室 411 会议室，河南济源钢铁（集团）有限公司设三个分会场。

李玉田董事长对东北大学为济源钢铁产品结构调整和技术升级给予的大力支持表示感谢。李玉田表示，今年是济源钢铁改制的第二十个年头，年生产能力已由最初的30多万吨发展到现在500万吨，产品主线也由普碳钢转型到品种多、规格较全的优特钢产品。希望借助东北大学在钢铁行业领域的技术与人才优势，实现钢铁产业高质量发展。

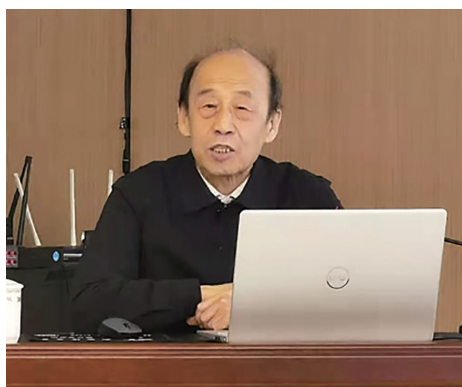


王国栋院士表示，虽然受疫情影响双方不能进行面对面交流，但采用线上视频会议同样也是推进双方交流的一种很好的形式。会上，王国栋院士分别围绕先进钢铁材料创新手段、关键工艺技术、智能制造作了相关报告，通过分析钢铁工业特点、难点和重大需求和国际发展趋势，指出了钢铁工业高质化发展、智能制造的关键技术。王国栋院士表示希望双方以本次交流会为契机，立足济源钢铁发展现状，充分发挥校企双方各自优势，进一步推进产学研深度融合，服务好企业高质化转型发展需求。

袁国主任感谢济源钢铁多年来对东北大学的支持与信任，东北大学致力于钢铁制造工艺技术创新及智能化技术，研发出多项解决生产一线问题的关键共性技术，为我国钢铁行业技术进步做出了积极贡献。希望双方通过此次交流，双方深化产学研合作，为提高企业核心竞争力做出贡献。

## 王国栋院士带队到 五矿营口中板有限责任公司进行技术交流并作学术报告

3月4日，轧制技术及连轧自动化国家重点实验室王国栋院士带队到五矿营口中板有限责任公司进行技术交流并作学术报告。营口市副市长金莉，营口市科技局副局长史建军，公司总经理王洪，公司党委书记、副总经理张琳，公司副总经理赵和明，以及技术研究院、各分厂技术人员出席活动，活动由公司副总经理赵和明主持。



王国栋院士作学术报告

报告会上，王国栋院士以“先进钢铁材料创新基础设施与钢铁智能制造”为题作了主旨报告，报告围绕先进钢铁材料创新手段、关键工艺技术、钢铁工业智能制造系统体系架构等问题，通过分析钢铁工业特点、难点、重大需求和钢铁材料创新基础设施发展态势，指出了钢铁行业要建立以工业互联网为载体的钢铁工业智能制造平台，依托平台三大优势和六个典型特征，助力解决



钢铁行业面临的关键、共性、核心问题，在提高产品质量、稳定生产过程、降低生产成本、提高生产效率、消除产品缺陷等方面发挥关键作用。

王国栋院士强调，希望双方以本次交流会为契机，立足营钢发展现状，充分发挥校企各自优势，进一步助推辽宁改造升级“老字号”、深度开发“原字号”、培育壮大“新字号”，助力辽宁及东北全面振兴。

王洪总经理指出，王院士的报告具有很强的前瞻性和引领性，为营钢下一步发展指明了方向。东北大学与营钢有着多年的合作基础，自2019年成立中厚板工程技术研究中心以来，在产线设备改造和功能升级、共同承担重大科技专项等方面取得了显著成效。下一步，营钢与东大要进一步提高合作水平与合作深度，针对产线实际需求，深入挖掘科研课题，不断提升科研水平，产学研深度融合，借助东北大学前沿性、引领性、创新的科技成果，为营钢工艺技术创新，产品升级换代，企业绿色化智能化转型提供技术支撑和智能支撑，将营钢打造成为东北大学科技创新成果转化再创新的基地，为东北振兴提供校企合作的典范。

在技术交流环节，轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任张殿华教授、刘振宇教授、李旭教授、田勇教授、王丙兴副教授、何纯玉副教授、矫志杰副教授围绕相关产线技术实施方案、体系架构、智能制造等问题与营钢技术人员进行了交流。

济源钢铁集团常务副总经理王方军、副总兼总工程师王维、总经理助理刘建新，总经理助理王俊峰，以及炼钢厂、轧钢厂、信息化处、质量管理处、科技管理处等部门领导和专家等参加了交流会；轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任张殿华教授、赵宪明教授，总工程师花福安教授、主任助理孙杰教授等参加了会议。

## 东北大学与鞍钢集团科技交流会举行

3月10日，东北大学与鞍钢集团轧钢领域智能优化科技交流会在国际学术交流中心举行。鞍钢集团总工程师林大庆，鞍钢集团科技发展部总经理刘丰强，中国工程院院士王国栋，东北大学副校长唐立新出席会议。鞍钢集团各子公司相关负责人、首席工程师和轧制技术及连轧自动化国家重点实验室相关老师参加会议。

林大庆指出，鞍钢集团认真贯彻落实创新驱动发展战略，建立产学研用深度融合的科技创新体系，持续提升企业技术创新能力。“鞍钢东大先进材料工程研究院”成立以来，双方围绕产线问题与技术创新开展了多项技术交流，为双方深入合作提供了稳定持续的交流平台。面向未来，双方要进一步推动研究院多出人才、多出项目、多出成果，为推动鞍钢集团与东北大学高质量发展作出应有的贡献。

王国栋表示，鞍钢东大先进材料工程研究院立足钢铁全流程工艺绿色化、装备智能化和产品高质量发展的要求，以专题方式围绕不同产线问题进行技术交流，致力于为钢铁全流程生产提供创新解决方案。要以碳达峰、碳中和的战略安排为指导，从钢铁全流程一体化角



度做好相关研究与技术创新；要坚持数字产业化和产业数字化导向，进一步推动钢铁生产智能化，运用智能方法揭示钢铁生产“黑箱”，不断提高钢铁生产的质量与效益。

唐立新指出，面向国家重大需求与国民经济主战场，东北大学与鞍钢集团在战略合作中形成了以强化基础研究为核心持续稳定开展协同创新的新模式，为解决行业关键共性问题提供了机制保障。聚焦国际科技发展前沿，要以加强国家战略科技力量为重点，进一步强化技术研究，推动科学、技术、工程全链条创新与深度融合，在国家战略重点、企业生产亟需与国际合作等关键方向继续深化合作，发挥各自优势共同推动钢铁高质量发展。

对接会上，相关专家围绕中厚板、热轧及特钢不锈钢、冷轧涂镀等领域轧制问题进行专题汇报与分组交流。据悉，2021年学校与鞍钢集团立足有组织科研模式，聚焦钢铁全流程生产，分别组织召开专题技术交流会，进一步加强双方全流程智能化绿色化科技合作。

## 东北大学与本钢集团数字钢铁项目交流会举行

3月11日，东北大学与本钢集团数字钢铁项目交流会在本钢集团能管大楼举行。本钢集团党委书记、



董事长杨维，本钢集团党委副书记、副董事长、总经理汪澍，中国工程院院士王国栋，东北大学副校长唐立新出席会议。本钢集团部分领导班子成员、各职能部门、各厂矿、子公司党政负责人及相关技术人员与东北大学科学技术研究院、相关学院、实验室教师参加会议。

汪澍表示，本钢集团与东北大学开展“数字钢铁”暨辽宁省

钢铁产业产学研创新联盟项目对接交流会，将进一步强化双方合作的广度和深度，围绕“数字钢铁”和产业发展方向，聚集创新要素，建立“产学研用”高效融合的合作机制，开展多层次、多渠道、多形式的合作与交流，形成最紧密的“产学研用”联合体，不断提升高校、企业和区域发展的竞争优势，为辽宁省钢铁产业的发展作出新的更大贡献。

唐立新指出，现代科技发展的经验揭示出协同发挥企业在技术研发与高校在基础研究中的各自优势是推动产业高质量发展的有效路径，东北大学与本钢集团推动实质性联盟运作是体现这一路径的生动实践。钢铁行业面向高质量发展，要在质量、智能与效益等方面实现突破，一是要以智能化为方向，从智能感知深化机理研究，揭示钢铁“黑箱”问题；二是要以精益化为导向，通过科学-技术-工程深度融合，推动钢铁产品质量提升；三是要以高质化为要求，面向国民经济主战场，坚持供给侧结构性改革，以新的材料需求推动钢铁制造价值链升级；四是按照生态化发展理念，要在工艺精深细作与产业固链强企两方面双向发力，推动全产业链要素系统协调，体现高质量发展要求。

杨维表示，进入新发展阶段，坚持新发展理念，构建新发展格局，本钢集团聚焦“数字钢铁”未来导向，致力“数字本钢、智造强企”建设，一要认清形势，创新转型，确保本钢集团实现高质量发展；二要转变思维，坚持问题导向，充分发掘生产各工序各机组的潜力；三要顶层设计，试点先行，以效益为中心，以改革为手段，确保本钢集团长期可持续发展。本次交流会作为推动高质量发展的启动会，双方要坚持实效，聚焦项目，进一步发挥产学研深度融合的创新优势，不断推动辽宁钢铁制造走向高质化、智能化、绿色化的高质量发展道路。

会议期间，王国栋院士、东北大学低碳钢铁前沿技术研究院院长储满生，本钢集团战略规划部部长林永光分别以“材料科学技术的转型发展及钢铁创新基础设施建设”“基于大数据和AI的智能化炼铁技术”“本钢十四五发展规划”为题作主旨报告；参会人员分别围绕采矿选矿、炼铁、炼钢、热轧冷轧、智能环保等领域开展专题研讨，共计500余人参加会议。

## 冶金工业信息标准研究院

### 冶金标准化研究所副所长侯捷一行到我室交流访问

3月17日上午，冶金工业信息标准研究院冶金标准化研究所副所长侯捷、冶金标准化研究所所长助理张维旭、冶金标准化研究所主管孙梦寒一行到我室交流访问，中国工程院院士王国栋、轧制技术及连轧自动化国家重点实验室刘振宇教授、赵宪明教授及部分师生出席交流会，会议由刘振宇教授主持。

交流会上，侯捷作“国际标准引领产业高质量发展”主题报告，分别就冶金标准当前政策与形式、黑色冶金领域国际工作现状、国内程序及案例、国际程序与要求及“十四五”工作重点进行了详细介绍。

侯捷强调，国际化标准（ISO）需通过全球协商一致原则制定，这些政策是产品、服务和良好实践的



最佳典范，能够帮助企业更加高效运行，帮助企业减少全球贸易壁垒，推动企业创新发展，最终推动我国优势产品占据国际市场、支撑我国外贸转型升级、提升中国企业国际竞争力。

2011~2020 年间，中国钢铁领域专家共提出并成功立项国际标准提案 73 项，发布国际标准 46 项。涉及各个领域主要包括：包装、纳米材料、颜料染料、铁合金、力学性能等多个领域。

侯捷强调“十四五”期间的工作要点。从国际化方面来讲，各组织机构要夯实标准国际化基础，助推行业高质量发展，同时保证上下游协同发展，带动钢铁产品走出去，加强战略布局，引领标准高质量发展，发挥自身优势，做好政府与企业的支撑与服务工作。

最后，孙梦寒主管根据国际 LNG 产业的发展趋势，高锰奥氏体钢用于船运和陆运 LNG 储罐建造的优势，以及目前国内外高锰 LNG 钢研究开发现状，分析了制定《低温压力容器用高锰钢板》国际标准的优势和挑战。



## 中国钢铁工业协会与东北大学低碳钢铁技术交流会举行



3月17日，中国钢铁工业协会与东北大学低碳钢铁线上技术交流会举行。中国钢铁工业协会党委副书记姜维，副秘书长黄导，中国工程院院士王国栋，副校长唐立新出席会议。中国钢铁工业协会相关负责人与东北大学相关学院教师参加会议。

姜维指出，进入新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持贯彻“碳达峰”“碳中和”战略部署，要进一步坚持系统工程理念，推动低碳冶金技术创新，进一步降低钢铁行业碳排放，从机制保障、科技创新、工程构建与行业协同等方面综合发力，形成以基础研究突破为核心，行业技术创新为牵引的低碳冶金工作布局，确保战略任务有序实施。

唐立新表示，钢铁行业坚持高质量发展理念，行业态势呈现良好发展趋势，但同时面临低碳排放、环境友好等现实挑战。唐立新指出，要按照国家“碳达峰”“碳中和”战略要求，着力推进碳排放、碳消纳、综合利用等技术创新，推动不同技术创新路线的工程示范，发挥关键共性技术前沿引领优势，在能源变革与技术创新中协同行业优势，进一步推动钢铁低碳技术及研发平台建设。

王国栋简要介绍了东北大学低碳钢铁的发展路线，并就低碳钢铁前沿技术研究院建设背景、建设条件等进行详细介绍。王国栋表示，东北大学积极推进与中国钢铁工业协会开展全方位合作，立足钢铁行业自身特点推动钢铁生产变革性创新，加强材料基因组计划落地，以大数据、机器学习、数字孪生等技术切实做好钢铁行业“碳达峰”和“碳中和”工作。

会上，低碳钢铁前沿技术研究院储满生、张殿华、李刚三位教授围绕东北大学低碳钢铁研发平台建设及前沿研究成果分别作了主题报告。

## 东北大学与东北特殊钢集团科技对接会举行



3月26日，东北大学与东北特殊钢集团科技对接会在大连市举行。沙钢集团董事局执行董事、东北特殊钢集团董事长龚盛，东北特殊钢集团总经理孙启，中国工程院院士王国栋出席会议。东北特殊钢集团领导班子、抚顺公司相关负责

人与学校科学技术研究院、冶金学院、轧制技术与连轧自动化国家重点实验室相关教师参加会议。

龚盛指出，东北特殊钢集团经过持续奋斗实现整体盈利，企业面貌发生了革命性转变；面向高质量发展要求，特殊钢制造要坚持高质、智能与绿色发展道路，要从钢铁作为工业粮食的战略安全高度深刻认识科技创新的重大意义，坚持以市场为导向，以需求为牵引，进一步做好产品提质增效与管理优化，着力打通制约企业发展的相关障碍，进一步发挥产学研深度融合的创新优势，推动企业全方位升级。

王国栋表示，面向高质量发展要求，钢铁制造要从工艺、成分、组织、性能四个方面全方位推动智能制造，坚持数字孪生的创新路径，着力围绕材料“卡脖子”问题，强化协同创新与全流程工艺路线改进，善于从制造端与用户端两个方面持续发力，以新的技术创造与装备改进提升钢铁产品竞争力与企业综合效益。

会上，王国栋院士以“材料科学技术的转型发展与钢铁创新基础设施建设”为题作主题报告；姜周华教授围绕特殊钢智能化生产做简要汇报。会议期间，与会人员围绕碳达峰、特殊钢智能制造等问题开展专题交流。