

简报

NEWSLETTER



轧制技术及连轧自动化国家重点实验室
钢铁共性关键工艺技术与装备研发创新平台

第1卷, 第1期, 2013年12月
Vol.1, No.1, Dec, 2013

内容提要

• RAL要闻 •

- 我室在2013年冶金科技奖的评审中获4项奖励 P5
- 高性能节约型汽车用不锈钢的研发生产与应用交流会在 P5
- 我室成功召开新一代TMCP工艺减量化中厚板生产技术的研究及应用项目通过科技成果评审 P6
- 我室中厚板辊式淬火装备技术相关科技成果荣获2013年度中国机械工业科学技术一等奖 P7
- 中试课题组与美国应达公司技术交流 P8

• 研究进展 •

- RAL薄带连铸6.5%Si电工钢研究进展 P9
- 减量化热轧双相钢在梅钢1780生产线取得试制成功 P9
- V微合金钢晶内铁素体非均匀形核理论研究取得重要进展 P10
- 我室就基于新提出的动态配分概念设计新型高延性热冲压成形用钢与POSCO签订项目合作 P12
- 我室点焊冲击试验机研制获得中国汽车联盟基金资助 P12

• 工程动态 •

- 中厚板超快冷技术的推广与应用 P13
- 热连轧超快冷技术的推广与应用 P15
- 淬火机超快冷技术的推广与应用 P18
- 三钢3000mm中板厂平面形状技术的工业实践 P20
- 硅钢薄带铸轧项目关键技术开发成效显著,进展顺利 P21
- 思文科德1450mm酸轧机组顺利完成热负荷试车 P22
- 南南铝2800mm铝带气垫式连续热处理线项目通过硬件和软件设计审查 P23
- 南钢特厚板坯技术装备与工艺开发研究项目顺利完成详细设计审查 P24
- 中试课题组夏季工作概要 P25
- 揭阳850mm不锈钢热连轧生产线顺利投产 P26
- 台湾中钢快速控制冷却系统项目顺利通过A检验收 P27
- 新一代TMCP技术在钢管热处理工艺中的应用”项目顺利通过验收投入使用 P27
- 管材柔性热处理设备”项目顺利通过验收投入使用 P28

• 学术交流 •

- 我室部分教师参加2013年国际轧钢大会并应邀做学术报告 P29
- 易红亮副教授参加钢铁物理冶金前沿探索学术会议并作学术报告 P29
- 我室部分教师参加第八届环太平洋先进材料与工艺国际会议 P29

刘延东副总理视察我室



9月11日晚,中共中央政治局委员,国务院副总理刘延东在国务院办公厅、教育部、辽宁省和沈阳市等领导的陪同下,考察了轧制技术及连轧自动化国家重点实验室,听取了实验室学术带头人中国工程院院士王国栋的工作汇报。校领导孙家学、丁烈云、熊晓梅、杨明、姜茂发、陈德祥、王福利、张国臣、芦延华、及我室领导陪同视察。

钢铁共性技术协同创新中心简介

东北大学90周年校庆专题

欢迎访问
<http://www.ral.neu.edu.cn>
阅读本刊内容

特别报道

刘延东副总理视察我室

9月11日晚, 中共中央政治局委员, 国务院副总理刘延东来到我室视察, 并看望慰问师生。

刘延东副总理在国务院办公厅、教育部、辽宁省和沈阳市等领导的陪同下, 考察了轧制技术及连轧自动化国家重点实验室, 听取了实验室学术带头人中国工程院院士王国栋的工作汇报。校领导孙家学、丁烈云、熊晓梅、杨明、姜茂发、陈德祥、王福利、张国臣、芦延华、及我室领导陪同视察。



刘延东副总理一行抵达沈阳后, 一下飞机便乘车来到我室进行视察。在我室中试实验厂房, 王国栋院士向刘延东副总理汇报了实验室自主研发建设的中试创新平台。

刘延东副总理来到我室最新研制的双辊薄带连铸机前, 不顾设备平台下面不足1.7米高度的狭小空间, 屈身来到设备平台下, 一面观察设备, 一面询问实验室研发高性能电工钢、实现薄带连铸技术产业化的情况。刘延东副总理仔细观察了在450mm热轧实验轧机、可逆冷轧实验轧机、连续退火模拟试验机的实验情况, 王国栋院士向刘延东副总理介绍了中试创新平台

的研发、应用、推广情况, 以及基于平台根据行业需要在关键共性技术研究方面取得的重要进展。当得知实验室能够长期坚持面向国家重大需求, 注重科技创新与产学研结合, 在超级钢研制、新一代TMCP技术等方面取得了一系列重大突破、形成了独有的核心竞争力、实现了可持续发展后, 刘延东副总理表示, 大学就要直接与企业对接, 要与企业形成共同体, 一切为企业着想, 一切为企业的发展服务, 实验室的发展方向对头, 成果显著, 已经成为为经济社会发展服务并取得重大成就的典范。

当得知东北大学已经与兄弟院校、钢铁企业、科研院所建立了钢铁共性技术协同创新中心后, 刘延东副总理说: “我国是世界钢铁第一大国, 但要从钢铁大国变成钢铁强国, 必须创造出更多的适应发展需要的创新成果。大学就是要为社会发展服务, 这就需要有更多的高水平科研人员, 深入企业, 为企业服务。实验室走出了一条正确的道路, 希望东北大学今后继续沿着这个正确的方向, 与企业建立更加紧密的关系, 为社会发展作出更大的贡献!”

最后, 刘延东副总理祝大家身体健康、祝各位老师节日快乐, 并寄语实验室再接再厉, 助力我国由钢铁大国向钢铁强国迈进, 成为钢铁行业的“领跑者”。

刘延东副总理的视察极大地鼓舞了我室的师生, 大家一致表示, 副总理的视察, 体现了党和政府对高等教育发展的关心, 对钢铁行业的关心。我们要不辜负党和人民的期望, 深入实际, 努力学习, 产学研协同创新, 出一流的科研成果, 培养一流的钢铁人才, 为我国钢铁工业转型发展、领跑世界钢铁业的进步做出自己的贡献。



钢铁共性技术协同创新中心简介

钢铁共性技术协同创新中心是根据教育部“高等学校创新能力提升计划”（简称“2011 计划”）建立一批“2011 协同创新中心”的精神成立的，该计划的目的是加快高校机制体制改革，转变高校创新方式，集聚和培养一批拔尖创新人才，产出一批重大标志性成果。

钢铁共性技术协同创新中心围绕我国实现从钢铁大国到钢铁强国转变的战略目标，解决钢铁产业结构调整和技术升级两大行业需求，以钢铁共性技术为协同创新方向，按照“强强联合、优势互补、分工协同”的原则，以北京科技大学和东北大学这两所冶金专业特色鲜明的高校为依托，联合上海大学、武汉科技大学等高校，钢铁研究总院、中国科学院金属研究所等研究院所，鞍钢、宝钢、武钢、首钢等大型生产企业，共同组建而成。

中心下设“高性能钢铁材料品种开发创新平台”和“钢铁共性关键工艺技术与装备研发创新平台”，重点开展海洋工程用钢、先进能源用钢、现代交通用钢等高性能钢铁材料品种的开发，开展洁净钢冶炼、新一代控轧控冷、生产过程精确控制、质量在线检测等先进工艺技术和装备的研发。协同创新体内，高校主要承担基础和应用基础研究、技术集成和中试研究、人才培养、国际合作等工作，研究院所与企业主要承担工程开发与应用、产品生产、成果推广等工作。

自“中心”建成以来，运行良好，成绩显著，先后获得国家科技进步一等奖 1 项，冶金科技进步一等奖 1 项：热轧板带钢新一代 TMCP 技术及应用（东北大学、鞍山钢铁集团公司、涟源钢铁集团有限公司、首钢总公司）；二等奖 2 项：连铸坯真空叠轧生产特厚钢板技术开发（济钢集团有限公司、东北大学）；基于氧化物冶金的焊接热影响区组织控制技术（东北大学、湖南华菱湘潭钢铁有限公司）；三等奖 1 项：690~1100MPa 级高强度结构用调质钢板的开发与应用（南京钢铁股份有限公司、东北大学）；2013 年度中国机械工业科学技术一等奖 1 项：多功能中厚板辊式淬火机成套技术装备及高等级钢板热处理工艺开发（东北大学太钢、新钢、南钢）。

东北大学 90 周年校庆专题

中国工程院副院长干勇院士在校庆之际来我室作学术报告

9 月 14 日下午，东北大学杰出校友、中国工程院副院长、东北大学校董会主席干勇院士在东北大学 90 周年校庆之际应王国栋院士的邀请，在 RAL411 学术会议厅为我室师生作了题为“我国制造业发展和重大工程关键材料产业化技术”的报告。报告会由王国栋院士主持，刘振宇教授、杜林秀教授、王昭东教授等教师和众多研究生聆听了报告。



干勇院士首先对我国制造业的发展进行了介绍。他指出，我国是制造业大国而不是强国，尚未摆脱粗放、外延式的发展模式，比如合资汽车占 70%，国产汽车只占 30%，且处于中低端领域。强调我国不掌握高端科技，受制于人；同时我国的资源利用率低，是全球平均水平的 3 倍左右，使我国制造业的发展受资源和环境的双重制约；提出我们要设立重大专项，进行科技攻关，力争形成

研发平台, 为科技创新提供源源不断的动力。

干勇院士指出钢铁行业是创新驱动发展的行业之一, 列举了需攻关的类别。强调虽然我国钢铁行业在结构材料方面基本上都能实现国产化, 但在特种钢领域仍有欠缺。例如轴承钢, 国外的使用寿命至少为 50 万公里, 国内的使用寿命仅为 10 万公里左右。

干勇院士强调, 新材料在我国的发展才刚刚开始, 我们仍有很多的工作要做, 希望我们能再接再厉, 为我国由制造业大国向制造业强国的转变做出贡献。报告结束后, 干勇院士同在场师生进行了学术交流。

王国栋院士感谢干勇院士在百忙之中抽出时间为我室师生作精彩报告, 同时也感谢干勇院士长期以来对实验室发展的大力支持。王院士指出, 干勇院士站在制造业发展的角度进行剖析, 使我们对钢铁业的发展有了更深刻的理解, 大家受益匪浅, 同时也希望 RAL 年轻教师和广大研究生同学积极探索、勇于创新, 在新材料领域和关键材料产业化方面做出更多的贡献。



冶金工业信息标准研究院副院长王丽敏访问我室

9月15日, 冶金工业信息标准研究院副院长王丽敏在东北大学90周年校庆之际应我室王国栋院士、吴迪主任的邀请, 到实验室交流访问。

交流过程中, 双方回顾了冶金信息网轧钢科技平台的建设、科技信息服务等合作成果, 并就进一步的合作事宜进行了深入探讨。吴迪主任代表我室感谢王丽敏副院长长期以来给予的大力支持和帮助。双方表示, 在已有合作的基础上, 进一步发挥双方优势, 办好轧钢科技平台建设, 推动科技信息服务, 促进 RAL 科研工作发展, 共同推动轧钢领域的技术创新和进步。

冶金工业出版社总编辑任静波访问我室

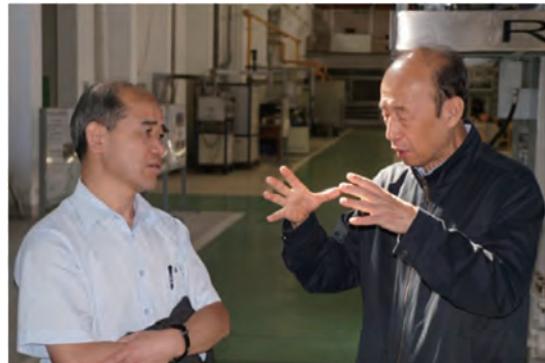
9月16日, 冶金工业出版社总编辑任静波在东北大学90周年校庆之际到我室交流访问, 王国栋院士、吴迪主任会见客人。

交流过程中, 双方就拟开展的合作领域进行了深入探讨。任静波表示, 冶金工业出版社作为冶金行业对口图书出版单位, 做好冶金领域的科技图书出版和服务工作, 对反映行业科技发展、引导行业技术进步具有重大意义和深远影响。王院士和吴主任表示, 冶金工业出版社作为冶金行业最重要的图书出版单位, 对行业技术进步和发展做出了重要贡献, 我室作为轧制技术领域的国家重点实验室, 与冶金工业出版社加强合作, 对于推动我室科技图书及文献出版、促进实验室科技工作发展意义重大, 希望双方强化合作, 提高合作的深度和广度, 为促进实验室科研工作和行业技术进步做出更大贡献。

武汉钢铁(集团)公司总工程师傅连春访问我室

9月15日, 东北大学校友、武汉钢铁(集团)公司总工程师傅连春在东大90周年庆典之日来我室交流访问。王国栋院士、李建平副主任会见了客人, 并就双方共同关心的问题进行了探讨与交流。科技处张耀伟副处长陪同客人参观了实验室。

王国栋院士表示, 武钢是新中国成立后兴建的第一个特大型钢铁联合企业, 硅钢生产技术全国独树一帜, 希望武钢能与东北大学在硅钢领域加强合作与交流, 培育新兴项目, 促进共同发展。

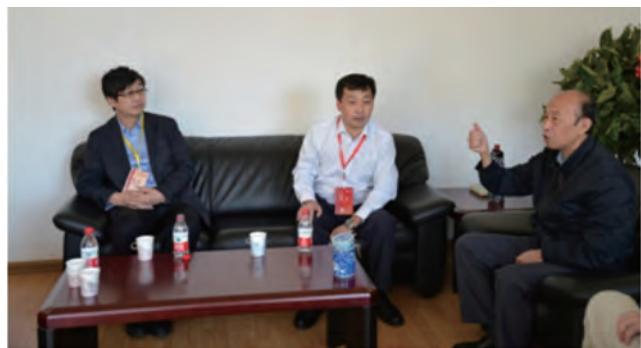


王国栋院士与傅连春总工程师在 RAL 车间做技术交流

包头钢铁（集团）总经理李春龙一行访问我室

9月15日，东北大学校友、包钢集团总经理李春龙一行访问我室。王国栋院士、李建平副主任、王昭东教授会见了客人，并对李春龙总经理一行访问表示热烈欢迎。

双方进行了亲切的交流，李春龙表示，双方在前期友好合作的基础上能够共同努力，积极推进正在合作的项目。王国栋院士对包钢始终如一的大力支持表示感谢。他希望包钢能够继续与东北大学保持深层次的沟通与合作，在今后的发展道路上实现共赢。



西北有色金属研究院院长张平祥一行访问我室

9月15日，东北大学校友、西北有色金属研究院张平祥院长一行访问我室，王国栋院士和骆宗安副教授会见了客人，对张院长一行访问表示热烈欢迎，对西北有色金属研究院长期以来对东北大学和我室的鼎力支持表示衷心感谢。

骆宗安副教授对真空轧制不锈钢—钢以及钛—钢复合板的前期实验研究进展向张院长作了详细介绍，复合板界面结合强度大大高于国家标准，取得了阶段性的成果，下一步将进行中试实验。张院长对实验进展情况表示满意，双方就下一步中试实验等相关问题进行了深入的探讨与交流。张院长表示，西北有色院的发展得到了实验室的大力支持，希望双方共同推进合作中的项目建设，在协同创新、人才培养、产品研发等方面进行更深入、更广泛的交流与合作。



RAL 要闻

我室在 2013 年冶金科技奖的评审中获 4 项奖励

日前,冶金科技奖评审委员会公布 2013 年冶金科技奖的获奖项目,共有 76 项成果获奖,其中特等奖 1 项,一等奖 10 项,二等奖 24 项,三等奖 41 项。东北大学有 6 项成果获奖,我室获得 4 项奖励。

一等奖:热轧板带钢新一代 TMCP 技术及应用(东北大学、鞍山钢铁集团公司、涟源钢铁集团有限公司、首钢总公司)

二等奖:连铸坯真空叠轧生产特厚钢板技术开发(济钢集团有限公司、东北大学)

二等奖:基于氧化物冶金的焊接热影响区组织控制技术(东北大学、湖南华菱湘潭钢铁有限公司)

三等奖:690 ~ 1100MPa 级高强度结构用调质钢板的开发与应用(南京钢铁股份有限公司、东北大学)

高性能节约型汽车用不锈钢的研发 生产与应用交流会在我室成功召开

10 月 10 日,“高性能节约型汽车用不锈钢的研发、生产与应用交流会”在东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室隆重举行。

会议由王国栋院士主持,中国工程院王一德院士、中国汽车工程研究院、宇通客车、长城汽车、山西太钢不锈钢股份有限公司、华中科技大学与东北大学等诸多企业领导、专家和广大师生参加了此次交流会。



近年来,汽车工业已成为拉动经济发展的重要产业,为了提高汽车结构件的耐腐蚀性能大量使用镀锌板,2012 年汽车用热镀锌板超过 550 万吨,金属锌消耗超过 7 万吨,而我国锌资源储量仅为 12 年,因此汽车用热镀锌板可持续发展面临严峻考验;同时每年报废汽车 400 ~ 600 万辆,再利用镀锌板废钢时产生 20% 以上的含氧化锌烟尘释放到大气中,引起巨大的资源浪费和环境污染,寻求高耐腐蚀性的汽车用镀锌板替代性产品显得尤为重要。

此次会议旨在探讨高性能节约型先进汽车用高强不锈钢(即 Advanced High Strength Stainless Steel,简称 AHSS)在力学性能、成型性能、耐腐蚀性能、高温性能等是否满足汽车用钢的需求,同时研究高性能节约型先进汽车用高强不锈钢(AHSS)在生产工艺、后续加工、零件制备等环节可能存在的问题。

中国汽车工程研究院总工程师马鸣图教授、太钢不锈钢技术中心李建民主任、长城汽车材料工程研究

院杨洁副院长、宇通客车魏建华经理、东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任刘振宇教授、东北大学材治学院王立军副教授等专家在会上先后针对汽车用不锈钢的现状、存在问题开展交流。

经过积极交流讨论，与会各方一致认为，高性能节约型先进汽车用高强不锈钢（AHSSS）的产品性能能够满足轻量化汽车用结构件等部位的性能要求，同时从环境友好、资源节约、全生命周期方面明显优于现用的先进汽车用高强钢（AHSS），目前的既有生产工艺可以生产，同时部分产品具有高性价比，极有希望大面积推广。同时，大家一致认为高性能节约型先进汽车用高强不锈钢（AHSSS）在汽车白车身结构件、面板等部位的使用比例将不断提高，与会各方将分别从“产－学－研－用”方面全面推进高性能节约型先进汽车用高强不锈钢（AHSSS）在汽车上的应用，并着手进行下一步具体操作。

此次高性能节约型汽车用不锈钢交流会首次在国内外率先提出高性能节约型先进汽车用高强不锈钢（AHSSS）的概念，对于我国汽车用钢的可持续发展、环境友好、节能减排，开辟了不锈钢应用的新领域，提高我国汽车用钢的国际地位，具有重要意义。

新一代 TMCP 工艺减量化中厚板 生产技术的研究及应用项目通过科技成果评审

10月16日，由福建省三钢（集团）有限责任公司和东北大学合作完成的“新一代 TMCP 工艺减量化中厚板生产技术的研究及应用”项目通过由三明市科技局在福州组织的科技成果评审会，该项成果被专家委员会评价为“达到了同类技术的国际领先水平”。

来自中国工程院、中国金属学会等单位的权威专家组成了评审委员会，中国工程院殷国茂院士任主任委员，中国金属学会副秘书长苏天森教授级高工任副主任委员。我室王国栋院士、三钢公司总经理助理陈伯瑜、福建省科技厅和福建省冶金控股公司的领导出席了评审会。我室王昭东教授向评审委员会汇报了技术报告、工作报告等。

该项目在首秦超快冷和鞍钢超快冷的基础上优化了集管设计和集管组态，运用分区控制和水流控制技术，提高了钢板在高强度冷却过程中的冷却均匀化，冷后钢板不平度可以控制 1/2 国标以内。开发的超快冷系统配备了先进的自动控制系统，具备冷速无级调节功能。开发的基于新一代 TMCP 技术的减量化生产工艺，已成功稳定地用于大批量生产，通过 ACC、UFC、UFC+ACC 等多种冷却工艺，实现了生产工艺和合金成分的减量化。开发出了性能优异的减量化 Q345，最大厚度达到 50mm，减量化效果显著。项目组委托中国建筑研究总院有限公司建筑工程检测中心和国家工业建筑物质量安全监督检验中心对减量化 Q345 的 18mm、30mm 和 46mm 钢板的焊接工艺和金相组织、维氏硬度、晶粒度进行检查和检测，检测结果符合国家相关标准。本项成果在三钢中板厂实施后，取得了显著的经济效益和社会效益，具有良好的推广前景。



我室中厚板辊式淬火装备技术相关科技成果 荣获2013年度中国机械工业科学技术一等奖

日前,中国机械工业联合会、中国机械工程学会发布2013年度“中国机械工业科学技术奖”公报,我校(第一完成单位)联合太钢、新钢、南钢等企业共同申报的“多功能中厚板辊式淬火机成套技术装备及高等级钢板热处理工艺开发”科技成果荣获一等奖。



图1 中厚板辊式淬火成套装备



图2 5mm Q1100 高强钢板连续稳定生产



图3 热处理后 Q960E 冷弯性能良好



图4 中国机械工业科学技术奖

我室热处理装备及工艺技术研发团队,多年来潜心于“先进板带材热处理装备、工艺技术、高端产品”的研制开发与推广应用,自2006年自主研发出国内首套中厚板辊式淬火机至今,不断突破创新,系统开发出系列中厚板辊式淬火成套装备、先进热处理工艺技术和高端中厚板热处理产品,打破了德国LOI、美国DREVER等少数公司对该领域的设备垄断和技术封锁。尤其是4~10mm薄规格中厚板淬火装备技术及产品的成功开发,更是打破了瑞典SSAB的独家垄断,大幅降低国内相关高端产品的市场价格,变“贵族钢板”为“大众钢板”。

科技成果的主要技术创新点包括:(1)提出了高强度均匀化射流冲击淬火理论,开发出系列高性能射流喷嘴,解决了大厚度跨度、多品种中厚板淬火过程高冷却速率和高冷却均匀性等难题;(2)研制出可实现多种冷却方式和热处理工艺的中厚板辊式淬火成套装备,规格包括2300mm、3000mm、3500mm、3800mm及4200mm等,满足了高等级中厚板不同热处理工艺制度、不同冷却路径的需要;(3)开发出中厚

板辊式淬火核心技术，解决了薄规格中厚板淬火过程的板形控制和中厚规格钢板冷却强度及组织均匀性控制等难题，开发出 4 ~ 10mm 极限薄规格中厚板的高平直度淬火工艺，突破了进口设备生产钢板厚度的下限；（4）开发出辊式淬火机淬火工艺数学模型及中厚板大型现代化辊底式热处理线“一键式”工艺自动控制平台；（5）开发出系列高端不锈钢、碳素钢中厚板热处理工艺及低成本高品质产品，实物质量达到国际领先水平或国际先进水平，填补了多项国内空白。

本项成果以其独特的前沿性、创新性和科技成果转化与应用性为背景，注重自主知识产权的原始科技创新，以解决企业关键共性技术和企业实际需求为目标，为我国钢铁企业新技术、装备和产品开发提供了有效的研究手段和发展创新空间。该成果共申请发明专利 26 项，发表高水平论文 60 余篇，形成了涵盖中厚板辊式淬火装备技术、高等级中厚板热处理工艺及品种在内的一整套专利技术和专有技术。由中国金属学会组织的冶金工业科技成果评价委员会专家认为，该项成果整体上达到了国际先进水平。

目前，我室开发的中厚板辊式淬火成套装备及技术已在太钢、宝钢、南钢、新钢、涟钢、酒钢等企业推广应用 11 套（含改造进口设备 1 套），在近三年国内中厚钢板淬火设备的国际招标中，中标率由零提高到 50% 以上。相关成果使我国在中厚板淬火装备技术领域、高端中厚板热处理工艺及产品领域取得了重大突破，为我校和企业创造了可观的经济效益和社会效益，为我国钢铁行业原始理论创新和科技成果转化创新提供了核心竞争力。

中试课题组与美国应达公司技术交流

我室研发的液压张力冷 - 温轧实验轧机，采用电阻加热技术已经实现了单片薄带钢试样在线温轧加工工艺，卷取式温轧机是温轧工艺由中试实验向工业化生产转化的关键技术，特别是针对薄带铸轧高硅电工钢、AHSS 以及钛、镁合金等难变形金属材料，温轧工艺对于解决高端冷轧薄带钢产品轧制过程的组织性能和表面质量具有重要作用，在金属材料特种轧制工艺性能研究和高端产品研发领域，有着其它材料成型过程无法比拟的工艺技术研究优势。针对工业化温轧技术难题，中试课题组立足自主创新，在成熟的单片温轧工艺的基础上，进行了复杂多样的材料成型工艺试验研究，提出了热卷箱 + 横向磁通感应聚热温轧工艺技术，有效的解决了薄带材的在线加热工艺过程的温度均匀性这一共性难题，提出了工业化的解决方案。这一技术方案得到世界著名感应加热设备制造商 - 美国应达集团公司技术部门的高度认可，同时承诺将在常规感应加热领域提供技术设备支持。双方通过多次技术交流已经达成合作意向。目前，中试课题组已完成卷取式温轧机工艺设备的整体设计工作，正在进行设备制造，项目进展顺利。



中试课题组与美国应达公司相关人员进行技术交流

研究进展

RAL 薄带连铸 6.5% Si 电工钢研究进展

6.5% Si 电工钢拥有其它软磁材料不可比拟的综合性能：兼具极低的铁损（特别是高频铁损）、高磁导率以及低噪音三大优势。6.5%Si 电工钢是制作高速高频电机、低噪音音频和高频变压器及变换器等装置的理想铁芯材料。因此，6.5%Si 电工钢薄带的研发成为世界各国材料研究工作者关注的焦点。6.5% Si 电工钢薄带表现出严重的室温脆性，塑性极差，难以利用常规的厚板坯连铸、热轧、冷轧的方法制备。因此 6.5% Si 电工钢成为电工钢领域最难啃的一块骨头。

2012 年，RAL 与武汉钢铁（集团）公司联合申报了国家高技术研究发展计划(863 计划)课题“节能型电机用高硅电工钢开发”，旨在基于薄带连铸形成具有自主知识产权的 6.5%Si 电工钢制备技术。RAL 负责 6.5%Si 电工钢制备的基础研究并开发原型工艺技术，为武钢建设中试示范线提供基础数据。

RAL 电工钢课题组的师生们知难而上，在显微组织、织构、有序相演变行为及塑性控制等方面开展了系统的基础研究工作。弄清了全生产流程条件下 6.5%Si 电工钢的组织、织构、有序相演变特性，掌握了连铸、轧制、热处理工艺制度对微观组织、织构、有序相及塑性的综合影响规律，提出了创新的“薄带连铸 - 热轧 - 温轧”制备 6.5%Si 电工钢的工艺路线并形成了系统的原型工艺技术。在此基础上，课题组继 2012 年在实验室条件下成功制备出 0.35mm 厚的 6.5%Si 电工钢薄带后，近日又成功制备出宽度为 160mm 的 0.10mm、0.15mm、0.20mm 及 0.30mm 厚 6.5%Si 电工钢薄带，标志着 RAL 在 6.5%Si 电工钢研发工作步入了新台阶。



0.30mm 厚 6.5% Si 电工钢薄带



0.20mm 厚 6.5% Si 电工钢薄带



0.15mm 厚 6.5% Si 电工钢薄带

我室下一阶段的工作重心是，在现有研究成果的基础上，为武钢开发出用于 6.5%Si 电工钢薄带生产的“薄带连铸 - 热轧 - 温轧 - 冷轧”中试示范线。

减量化热轧双相钢在梅钢 1780 生产线试制成功

双相钢 (Dual Phase Steel 简称 DP 钢) 作为一种新型的高强钢因具有低的屈服比、高的抗拉强度以及较高的撞击吸能和抗疲劳强度等优良特性而被大量用于汽车行业。DP 钢的使用可使汽车车身质量降低 20% 左右。目前车身上有 50% 是 DP 钢，占整车总重的 25% ~ 30%。

双相钢的 TMCP 过程应满足以下条件：1) 足够的铁素体生成；2) 抑制珠光体的产生；3) 抑制贝氏体的产生；4) 残余奥氏体转变为马氏体。根据双相钢组织和性能的要求，其生产工艺按热处理过程的不同可分为热处理双相钢和热轧、冷轧双相钢。热轧双相钢设备相对简单，节省生产消耗，主要有低温卷取和中温卷取两种方式，按冷却工艺主要有连续冷却和分段冷却。

由于热轧双相钢生产工艺要求冷却速度大、低温卷取、分段冷却等对现场比较苛刻的条件，因而实现批量生产始终是钢厂面临的一个难题。目前国内只有两家钢厂能够做到批量生产。为了适应市场需求，降低生产成本、提高产品附加值，我室课题组人员在大量的实验基础上开发出减量化的低合金成分和三段式冷却工艺，经过与梅钢技术人员的努力，在热轧生产线上试制成功获得抗拉强度 680MPa 左右，屈强比 0.63~0.70，伸长率 24% 以上的高强度、低屈强比的双相钢。铁素体晶粒尺寸大约 $6\mu\text{m}$ ，马氏体呈网状分布于铁素体之间，体积分数约为 20%，是组织配比理想的双相钢。采用分段冷却方式生产热轧双相钢不仅能获得性能优良的产品，而且节省合金、降低成本；该工艺不仅适用于热连轧生产线，也适用于 CSP 生产线。试制过程投入过程自动控制，运行稳定。



双相钢组织



试制热轧卷

V 微合金钢晶内铁素体 非均匀形核理论研究取得重要进展

我国 V 矿储量丰富，钢中利用 V 取代 Nb 可以减小对国外矿产原料的依赖，因此 V 微合金钢的应用开发意义重大且市场前景广阔。与 Nb 钢相比，V 的碳氮化物析出具有独特的优势，一方面奥氏体中 V 的析出物可促进晶内铁素体的形核，从而在小变形量及低冷却速率条件下大幅细化显微组织，实现强度与韧性的同步提高。另一方面 V 微合金钢可实现低温析出。

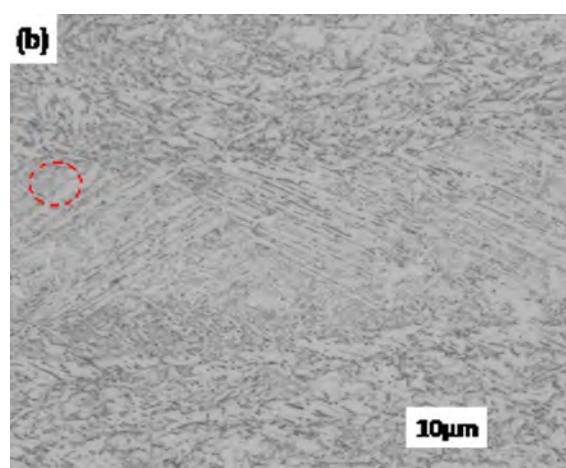
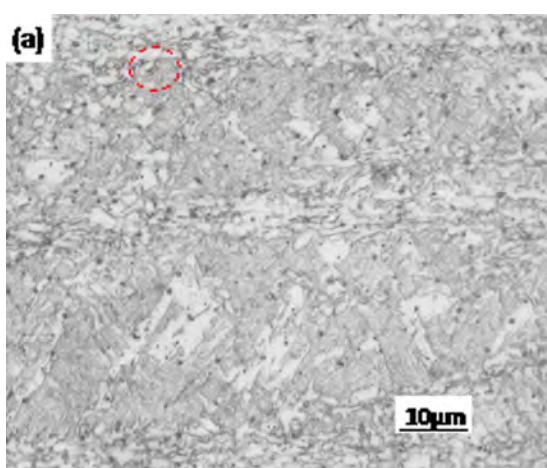


图 1 轧后淬火 OM 显微组织；(a) Ti-V 钢；(b) Ti 钢

国外晶内形核铁素体的研究较早,但大多偏向实验室基础理论研究,较为系统的研究了晶内形核铁素体形核点位的形核潜力、铁素体与形核点间的位相关系、相变机制、影响因素等,但与工业化结合不紧密,而且形核点位均为微米尺度的附加夹杂物。国内关于晶内形核铁素体的研究均还处于起步阶段,但发展较快,取得了阶段性进展。在无夹杂物的纯净钢中依靠纳米VN析出物促进晶内形核铁素体在控轧控冷及焊接热循环中的应用还未见报道。

我室钢种开发团队杜林秀教授、博士生胡军同学等在V微合金钢晶内铁素体形核规律及对微观组织和力学性能的影响方面进行了深入系统的研究工作,取得了重要进展,得到了国内外同行的广泛关注。

通过控轧控冷试验研究了V对高Ti钢晶内形核铁素体的影响,结果表明V(C,N)比Ti(C,N)与铁素体的晶格错配度低,因此V加入Ti钢后,富V的析出在富Ti析出表面非均质形核,从而促进了晶内铁素体的形成(图1),V使得单Ti钢的晶粒尺寸从5μm细化至2.5μm(图2),实现了强度与塑性的大幅提高。

相关成果发表在著名冶金类杂志Scripta Materialia 68 (2013) 953–956, SCI影响因子2.821。

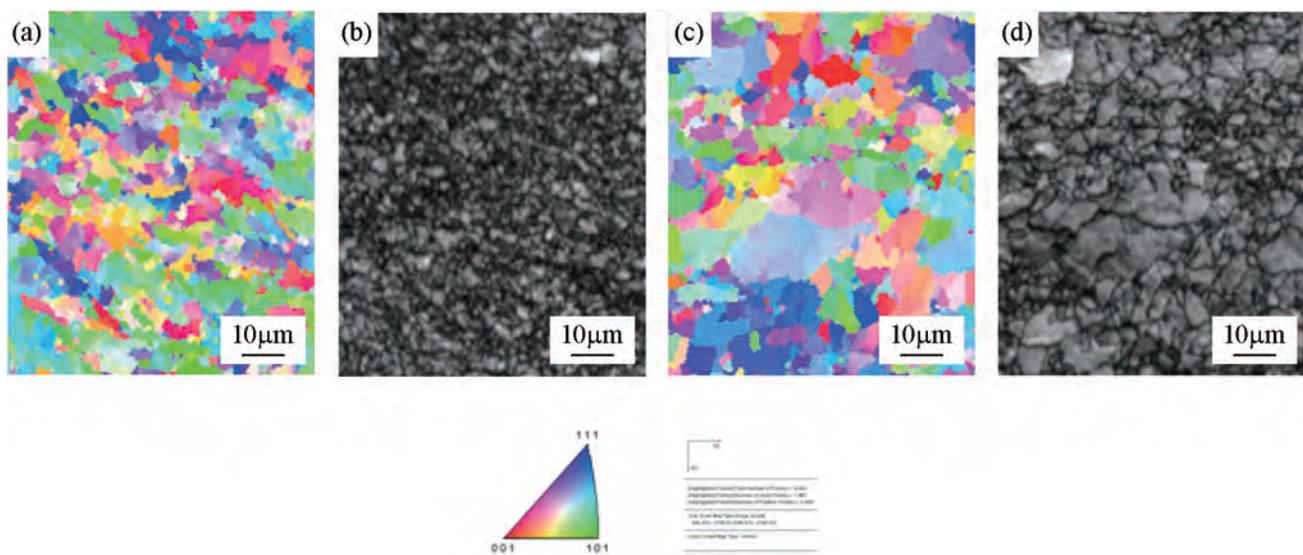


图2 控轧控冷Ti-V钢及Ti钢的EBSD晶粒位相图及质量图
(a)Ti-V钢位相图;(b)Ti-V钢质量图;(c)Ti钢位相图;(d)Ti钢质量图

2. 在中厚板中利用晶内形核铁素体,V-N微合金钢在小变形量、长轧制道次间隔、低冷却速率的条件下,获得细晶铁素体及针状铁素体复合组织,得到了高强度、良好的延伸率及优异的低温冲击韧性。VN与铁素体具有极低的晶格错配度,两者之间的低能界面促进晶内铁素体的形核,奥氏体中形变诱导析出20nm尺度的VN析出作为针状铁素体的形核点,在终冷后的缓冷过程中,3–5nm弥散的VC析出大幅提高钢材的屈服强度。

相关成果发表在著名材料工程类杂志Materials science and Engineering A 585 (2013) 197–204, SCI影响因子2.108。

3. 提出利用奥氏体中VN析出促进晶内铁素体形核改善焊接粗晶区的冲击韧性的理论。焊接粗晶区由于热循环峰值温度高导致原始奥氏体晶粒粗大,冷却过程中晶界形核的粗大贝氏体及魏氏体显著恶化冲击韧性,形成局部低韧性区。奥氏体中VN析出促进晶内形成高密度大角度晶界的针状铁素体,减少了贝氏体与魏氏体组织。获得良好的低温冲击韧性,且针状铁素体组织强化作用显著,避免了焊接粗晶区的软化。

相关成果发表在著名材料工程类杂志Materials science and Engineering A 577 (2013) 161–168, SCI影响因子2.108。

我室就基于新提出的动态配分概念设计 新型高延性热冲压成形用钢与 POSCO 签订项目合作

通常钢的成形性能随强度提高而下降，热冲压成形通过先成形后强化的方式生产超高强度汽车零部件，成形精确，可避免高强度钢冷冲压成形的回弹问题。目前采用的材料均为 22MnB5 系钢，先将板坯加热至奥氏体化后在高温下进行冲压成形，同时通过带有冷却系统的模具对零件进行淬火，形成全马氏体组织，获得强度超过 1500MPa 的超高强度零件，但其延伸率仅 6%，因此用于碰撞过程中需要吸收能量的零部件上，其延性还有待提高。

我室易红亮副教授提出新的动态碳配分的概念，通过设计新的合金体系，可在目前的热冲压成形工艺条件下的淬火过程中实现碳配分，保留一定残余奥氏体，提高材料延性。该理论及材料设计思想受到 POSCO 的认可，于 2013 年 7 月与我室签订项目合作合同，基于新提出的动态配分概念设计新型高延性热冲压成形用钢，项目周期 2 年，研究经费 10 万美元，开发目标为强度 1500MPa，延伸率 15% 以上。

我室点焊冲击试验机研制 获得汽车轻量化联盟基金资助

点焊是汽车制造中重要的连接方法，汽车的安全性与点焊的动态冲击性能密切相关。因此，国外先进国家开展了大量的研究工作。我国由于缺少相应的点焊冲击实验研究设备，在点焊动态性能的研究领域落后较多，尤其是在先进高强钢的点焊工艺和动态强度评价、相关标准制定等方面，基本处于空白状态。

2013 年 3 月，我室中试课题组与中国汽车工程研究院合作，开展先进高强钢零件点焊工艺与动态性能的研究工作。双方共同申请汽车轻量化联盟的开放课题并获得资助。点焊冲击试验机的研制工作取得重要进展，完成了冲击试验机设计和特殊夹具制造以及试验机试验过程数据采集等研究工作，实现了冲击试验功能。日前，王国栋院士陪同中国汽车工程研究院马鸣图教授对研究工作进行了检察和指导，对冲击试验机研发工作和取得的重要进展给予高度评价，同时提出了下一步的工作要求，希望加速试验机的高端化研制进程，开展相关动态性能研究和性能评价体系，最终形成定型产品。



中国汽车工程研究院马鸣图教授对点焊冲击试验机研制工作进行检察和指导

工程动态

中厚板超快冷技术的推广与应用

新一代 TMCP 技术在南钢 2800mm 中板生产线的工业实践

为满足高品质节约型中厚板产品的生产需求,降低生产成本,提高产品效益,提升企业竞争力,2012年东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)为南钢2800mm中板生产线新建一套具备常规加速冷却功能、超快速冷却功能、直接淬火功能的多功能轧后先进冷却装置(ADCOS-PM)以及与之相配套的水处理系统和预矫直系统。

南钢2800mm超快冷系统改造项目包括新增预矫直系统、ADCOS-PM系统及配套水处理系统。预矫直机长4m,与精轧机距离为57m,ADCOS-PM装置长20m,距离预矫直机出口4m,与热矫直机距离为50m。新增超快速冷却系统具有以下技术特点:(1)ADCOS-PM装置全部采用射流冲击冷却方式以增强换热效率,有效冷却长度18m,约为第一代超快冷装置长度的3倍,设备整体长度达到中厚板常规加速冷却装备长度,全面取代了传统层流冷却系统。(2)ADCOS-PM具有冷却速率大范围调整的特点,冷却能力全面覆盖从弱水冷至超快速冷却的所有冷却强度,极大满足产品对不同冷却强度的生产工艺需求。(3)ADCOS-PM装备自动化系统实现了冷却速率、终冷温度以及冷却路径的高精度控制,满足了中厚板产品品种结构复杂、生产节奏快、冷却工艺窗口狭窄的生产需求。(4)结合预矫直机装置,ADCOS-PM系统极大改善了冷却过程中的冷却均匀性,冷后板形合格率和钢板表面质量得到大幅改善。



南钢 2800mm 超快速冷却装备

自2012年6月新增超快速冷却系统投入工业化生产应用之日起,该系统迅速投入使用,满足了从量大面广的普通低合金钢到高附加值管线钢等多种中厚板产品的工艺需求。自2013年初起,以新一代控制轧制控制冷却思想为指导,我室与南京钢铁股份公司一道着力于高品质节约型中厚板产品的研发和生产工作。根据不同产品的生产工艺需求,制定合理的生产工艺路线,充分发挥常规加速冷却功能、超快速冷却功能、直接淬火功能的多功能轧后先进冷却系统的技术装备优势,经过反复的试制和探索,实现了一系列高品质节约型中厚板产品的稳定生产。在满足产品各项性能需求的前提下,采用新一代TMCP工艺,实现了8~50mm厚规格的低成本Q345系列产品的生产,吨钢降低Mn含量0.30%wt~0.40%wt;对于以Q550D

为代表的高强建筑机械钢 Nb 元素降低至 0.035%wt；合金成本大幅降低；采用离线淬火和回火工艺生产的 12MnNiVR 由 ADCOS-PM 的直接淬火和回归工艺所替代，实现了生产工序成本的减量化。在此过程中，结合产品工艺调试，机械设备和控制系统的优化工作同步进行。针对性的改进了高密快冷下集管喷嘴角度和布置阵列形式以解决 DQ 等大冷却条件下钢板下表面冷却强度偏弱的问题；设计优化了高密快冷上集管边部水凸度以实现钢板宽度方向上的冷却均匀性；建立了基于预矫直辊道速度的钢板位置微跟踪控制方法，并采用特殊机械设计方式实现了钢板在冷却区内的位置修正，进而实现钢板位置的精确跟踪。在此基础上，优化水量比、钢板头尾流量遮蔽等工艺参数，实现钢板沿各个方向上的冷却均匀性。实践表明，在中厚板生产领域，以超快速冷却技术为核心的新一代 TMCP 技术逐步趋于成熟，具有十分广阔的应用空间。

新钢 3800mm 超快速冷却系统研制现状

钢铁企业既面临巨大的挑战，同时也蕴含着巨大的机遇。将先进的科技成果转化成生产力，降低能源和资源消耗，走一条低成本、减量化的生产技术路线，是钢铁生产企业提高企业核心竞争力的必由之路。在钢铁行业步入寒冬之际，新余钢铁集团有限公司同样面临产品生产成本高和市场激烈竞争所带来的双重压力。与此同时，我室历经多年研发和实践的以超快速冷却为核心“新一代 TMCP（控轧控冷）技术”，以其在高品质节约型产品生产领域的显著效果，逐步得到了行业的关注和认可。国家发改委、国家工信部、科技部等多部委将其作为钢铁产业的关键共性技术进行重点推广。在此背景下，新钢公司经过对南钢 2800mm 中板生产线超快速冷却系统（ADCOS-PM）进行多次现场考察和调研，决定对新钢公司 3800mm 中厚板生产线进行全面的升级改造。2013 年 5 月，在项目竞标过程中，我室凭借完善的技术方案和技术优势一举中标。由于建设工期紧迫，自签署合作协议以来，双方紧密协作，对工程项目涉及的土建、机械设备、液压设备、电气自动化和工艺过程控制系统进行了详细的设计和制造。预计该项目将于 2013 年 12 月建成投产。新钢公司将利用轧后先进超快速冷却技术，解决新钢在船舶用钢、海洋平台用钢、管线钢、压力容器用钢、高强度钢、耐磨钢等高品质钢板生产方面存在的工艺、设备难题，提高产品的生产质量和经济技术指标，降低生产成本、增强市场竞争力，为企业带来效益。

韶钢 3450mm 超快速冷却系统研制现状



广东韶钢松山股份有限公司板材部 3450mm 生产线增设超快速冷却系统工程之新一代 TMCP 技术设备、工艺研究项目是继鞍钢 4300mm、首秦 4300mm、南钢 2800mm、南钢 4700mm、新余 3800mm 等超快冷工程之后由东北大学 RAL 设计建造的第 9 套中厚板超快速冷却系统，也是第 1 套针对板卷生产线设计的超快速冷却系统。由于建设工期紧迫，自 2013 年 6 月我室与韶钢签署合作协议以来，双方紧密协作，对工程项目涉及的土建、机械设备、液压设备、电气自动化和工艺过程控制系统进行了详细

的设计和制造。该工程于 8 月 28 日在宝钢咨询公司监理和板材部等相关人员的监护下正式破土动工，预计于 2014 年 1 月中旬建成投产。

韶钢超快速冷却系统通过采用离线软件模拟与实验室试验相结合的方式优化喷水形式和多种喷嘴排布形式，实现全部集管从常规冷却到超快速冷却的无级调节，具有直接淬火、加速冷却、超快冷等多种功能，能够实现高精度冷却路径控制和钢材组织、性能的精细调控，为实现细晶强化、析出强化、相变强化的综合强化和材料性能的提升提供了强力手段。超快冷系统将为韶钢板材进一步提升产品档次、提高产品成本

竞争力、进行高品质节约型中厚板产品的研发和生产提供有力支撑。本项目的实施也充分说明我室开发的以超快冷为核心的新一代 TMCP 技术、装备和自动化系统已经得到业内的广泛认可。

南钢 4700mm 宽厚板超快冷装置项目顺利完成热负荷

9月28日,由我室承担的南钢4700mm宽厚板工程超快冷装置顺利完成热负荷试车。该生产线是我国目前最新投产的最大轧制宽度可达4850mm的宽厚板生产线。南钢4700mm宽厚板工程超快冷装置项目是我室成功开发的第七套中厚板超快冷设备,具备ACC、UFC、UFC+ACC、ACC+UFC、DQ等多种冷却功能,可满足常规轧后冷却、中间坯冷却等多种工艺需求,冷却钢板厚度最大可达250mm,最大宽度为4850mm。

作为南钢“十二五”转型发展重点项目之一,南钢宽厚板项目被列为国家发改委“2010年国家重点产业振兴的技术改造专项计划”,项目设计年产160万吨,产品品种包含造船钢板及海洋工程版、管线用钢板、锅炉及容器钢板、普通结构钢板、专用结构钢板、功能性结构钢板等,尤其适合生产宽幅石油及天然气管线钢板。



热连轧超快冷技术的推广与应用

首钢迁钢 2160mm 热轧线超快冷系统项目取得显著成效

近日,随着系列批次高钢级管线钢产品的陆续生产供货,首钢迁钢2160mm热轧线超快冷系统项目在产品提质增效、降本增效方面作用凸显,彰显出超快冷技术显著的工艺优势。

2012年3月,首钢迁钢与我室正式签订2160热轧生产线新增超快冷系统项目合同。在首钢迁钢、我室共同努力下,双方于5月完成设备设计审查工作,9月份完成超快冷设备及相关改造设备制造。10月31日至11月13日,首钢迁钢2160热轧生产线正式开展2012年度中修工作,在首钢迁钢、我室及相关施工单位的共同努力下,借此年度中修,如期完成超快冷设备安装及自动化控制系统的上线工作,并顺利完成热负荷试车。首钢迁钢公司2160mm生产线成为国内第一条实现超快冷改造的宽幅常规热连轧线,开创性地同时设置低压层冷模式和高压超快冷模式,保障了项目上线后的正常生产。

项目快速完成低压调试、满足热轧正常生产后,首钢迁钢热轧作业部在短短20天时间里开展9轮调试,完成了高压条件下的设备探索。在工艺调试方面,首钢迁钢与我室明确思路,通过在钢种规格上明确成分、确定规格,在合金成分调整上坚持逐步降低和“小步快跑”的开发思路,在保障日常生产和产品研发的基础上,超快冷高压调试以Q345B和高级别管线钢为突破口,持续稳步推进整体工作进度。经过迁钢、我室及相关单位对超快冷设备、模型、钢种工艺及性能等方面关键技术的重点攻关,在实现高精度控温模型调试过程中,成功实现了普碳低合金钢Q345B所有厚度级别的三个减量化成分体系的超快冷工艺批量试生产工作,产品性能优异,并逐步投入大批量生产工作。基于超快速冷却技术生产的低成本低合金Q345钢板,晶粒得到进一步细化,同比可节约20~65%的Mn元素;另外,降低Mn含量后的细晶Q345产品,既可以减轻带状组织程度,减小纵横向性能差异,因合金含量及碳当量较低又可提高钢材韧性和焊接性能,具有广阔的应用前景。

在低成本普碳钢超快冷工艺技术实现正常稳定生产的基础上,加快开展高钢级管线钢提质增效和降本增效等工作。作为热连轧产线重点产品的管线钢,随着用户对高牌号、厚规格管线的需求不断扩大,热连

轧线原有层流冷却系统已不能满足生产工艺需求。因层流冷却能力较低，在厚规格及高牌号管线钢生产中通常需要添加较多的 Mo 等合金元素，一方面将导致生产成本提高，另一方面将导致产品硬度较高以及后续焊接性能不良等问题，尤其是厚度规格较大、冷却能力不足将造成产品综合性能合格率较低，批次生产稳定性不高，已成为高级别管线钢以及厚规格产品的开发及稳定生产的重要工艺制约瓶颈。2013 年 9 月，在厚规格 25.4mm X70 生产中，超快冷工艺显著提高落锤性能，产品综合性能稳定，凸显超快冷工艺提质增效作用，助力迁钢特厚规格管线钢顺利完成批量供货。在显著提高产品性能的同时，超快冷系统的高均匀性冷却效果很好地改善了管线钢的板形质量，确保了轧制过程的稳顺性。2013 年 10 月，随着首批次 8000 余吨 18.4mm 规格的超快冷低成本 X80 管线钢顺利生产完毕，标志着超快冷技术在迁钢高等级管线钢降本增效工作中得到实际应用。超快冷攻关团队通过对前期 X80 的西门子速度机制优化、超快冷模型学习系数优化、带钢头部不冷长度优化及超快冷出口和卷取温度工艺制度优化等，提高了模型温度控制精度、带钢头部不冷长度及性能稳定性，提高了 X80 综合性能合格率和成材率。本次 X80 批量订单生产采用低成本成分设计，生产过程稳定、温度命中率满足生产要求，性能稳定，具备发货条件。本次超快冷低成本 X80 的批量生产为下一步迁钢厚规格高级别管线开发，管线钢 X70/80 等系列产品的减量化及公司降本增效工作奠定了良好基础。

随着首钢迁钢 2160mm 超快冷系统高钢级管线钢等产品的大规模生产，热轧板带钢领域基于超快速冷却的新一代控轧控冷（TMCP）工艺技术已趋于成熟完善。本项目 2160mm 生产线同时作为国家科技部十二五科技支撑计划项目“钢铁行业绿色生产工艺技术与应用示范”“热轧板带钢新一代 TMCP 装备及工艺技术开发与应用”课题的依托实施产线，超快冷系统投产后，国内鞍钢、宝钢、攀钢西昌等国内多家热轧带钢生产企业相继到访参观交流，项目示范效应正逐步得到体现。



RAL 开发的首钢迁钢 2160mm 热轧带钢超快速冷却系统

首钢京唐 2250mm 热轧线超快冷系统项目完成主体设备制造

近日，首钢京唐钢铁联合有限责任公司前往我室（合作制造单位），顺利完成京唐 2250mm 热轧线超快冷系统项目超快冷主体设备的 A 检工作，项目实施全面进入设备上线安装前的准备阶段。

2012 年 6 月 5 日，首钢京唐钢铁联合有限责任公司与我室签订 2250mm 热轧生产线新增超快速冷却系统项目合同，标志着以降本增效、节能减排为特征的热轧带钢新一代 TMCP 技术开发与应用在首钢京唐正式启动。

首钢京唐 2250mm 热轧线新增超快冷系统项目，主要是在 2250mm 热轧线新增前置式超快冷和后置式超快冷系统，旨在通过新增超快冷系统，基于新一代 TMCP 生产装备与工艺技术，进一步提升和完善该热轧生产线工艺装备技术水平，实现低成本开发和生产管线钢、高强钢、汽车结构用钢等高性能产品。本项目技术水平要求高、意义重大，首钢京唐公司前期多次充分调研国内外相关供货商超快冷技术水平及实际应用情况。在与国外知名轧钢设备公司同台竞争的舞台上，我室成功中标这一具有重大意义的热轧带钢超

快冷系统项目，体现了我室自主创新超快冷技术的先进性和可靠性。

同时，在交流过程中我室展示出的轧制工艺技术创新实力也得到了京唐公司高度评价。为充分发挥我室轧制工艺技术优势，推进新一代TMCP技术实施，依托该项目，双方于2012年9月3日，双方正式成立首钢京唐—我室热轧板带钢新一代TMCP工艺技术联合研发中心。我室王国栋院士、吴迪主任、赵宪明副主任、项目负责人袁国，京唐公司党委书记总经理王毅、常务副总经理赵民革、副总经理杨春政、副总经理吴峰等领导出席“首钢京唐—东北大学热轧板带钢新一代TMCP工艺技术联合研发中心”签字仪式，实验室领导吴迪主任、京唐公司领导吴峰副总经理分别代表双方在合作协议上签字。

该合作协议内容涉工艺技术开发与合作、人才培养、技术培训与交流等多个方面，旨在为首钢京唐低成本高性能钢铁材料新产品和新工艺的开发拓展提供技术支持和服务，培养和建设稳定、高素质的科研工作团队，为切实提高企业技术开发水平和产品效益做出贡献。

目前，项目实施正按照京唐公司项目实施节点工期要求稳步推进。

首钢京唐钢铁是国家“十一五”规划纲要确定的重点钢铁建设项目，是首钢搬迁调整后的重要产业基地(曹妃甸)。2250mm热轧带钢生产线更是其核心生产线，该线装备精良，于2008年12月热负荷试车投产。2250mm热轧生产线建设立项之初秉承装备大型、技术先进配置理念，全线机械设备由SMS总包，电控系统由TMEIC公司总负责，代表了目前国内外热轧带钢生产线轧制装备及自动化控制系统的最高水平，同时也是我国“十一五”科技支撑计划“新一代可循环钢铁流程工艺技术”项目的重要示范生产线。



首钢京唐—东北大学 新一代 TMCP 工艺技术联合研发中心签字仪式

包头钢铁公司 CSP 1700mm 热轧线超快冷系统升级改造项目全面启动

2013年8月，包头钢铁公司与我室正式签订包钢薄板厂CSP 1700mm热轧带钢生产线超快冷系统升级改造项目合同，标志着包钢CSP1700mm热轧线后段超快冷系统升级改造项目全面启动。超快冷工艺技术通过相变强化对于低成本高性能热轧双相钢开发生产作用关键。热轧双相钢作为包钢CSP热轧线开发生产的高附加值特色产品，此次超快冷系统全面升级改造，将在包钢CSP热轧双相类产品规格和强度等级的系列化、特色化，尤其是高强度、厚规格等开发与生产方面进一步丰富和完善，对进一步增强产品市场竞争力，做大做强包钢热轧带钢双相钢产品将具有重要意义。

此次包钢 CSP 热轧带钢生产线超快冷系统改造项目再次由我室科研团队承担。根据合同协议，双方采用综合性科研技术开发模式，即通过涵盖热轧带钢超快冷成套技术装备、双相钢产品开发及至市场应用技术支持在内的系统完善的开发合作方案实施本项目，尽快达产达效。实施过程中，将通过拆除 CSP 热轧线原超快冷实验装置，采用我室近年来开发成功的具有国际一流水平、成熟完善的热轧带钢超快速冷却系统全新装备，合作开发系列热轧双相钢产品。目前超快冷设备制造工作已全部完成，设备安装工作已全面展开，实验室双相钢热轧工艺实验研究有序开展，预计 2013 年 11 月份完成设备上线。包钢 CSP 热轧线作为我国热轧双相钢产品开发生产的重要生产线，此次改造，将有助于全面提升我国热轧双相钢开发生产的技术水平，引领我国低成本高性能热轧双相钢开发生产技术发展，进一步促进包钢以及我国热轧双相钢产品在汽车结构用钢领域的推广应用。

包钢 CSP 热轧带钢线原超快冷装置为 2004 年包钢与我室合作开发的国内第一套用于热轧带钢生产线的超快冷简易实验装置，安装于层流冷却与 1 号卷取机之间。随着 CSP 生产线热轧双相钢产品开发与产量逐步提高，以及用户对产品质量要求的进一步提高，原超快冷实验用简易装置因当初技术水平、实验功能定位以及其冷却能力、稳定性、可控性差等原因已不能满足双相钢产品的开发需要。

近年来，随着我室热轧带钢超快速冷却系统技术开发与应用的成熟完善，为充分发挥包钢 CSP 热轧生产线的设备能力及热轧双相钢工艺及产品品牌、市场优势，实现系列化双相钢产品的低成本高性能稳顺生产，增强企业产品市场竞争力，包钢正式启动此次技术改造，并将其作为 2013 年度重要技改项目予以实施。



包钢 CSP 1700 超快冷系统项目安装施工过程中

淬火机的推广与应用

我室顺利完成湘钢宽厚板厂进口中厚板
辊式淬火机装备及淬火工艺技术升级改造

湘钢宽厚板厂调质热处理线于 2007 年立项，2008 年 1 月竣工投产，其中关键装备辊底式热处理炉和辊式淬火机及淬火工艺技术均从国外某公司成套引进。该热处理线投产后，可满足厚度为 12mm ~ 100mm 钢板的淬火工艺生产，淬火后钢板的性能和板形均能达到国标及验收指标要求（不平度验收指标：厚度 10 ~ 15mm，不平度 < 7mm/m）。但在后续的连续生产过程中，辊式淬火机的核心设备结构精度发生不可逆的变化，导致厚度为 12 ~ 15mm 尤其是宽度大于 2800mm 的板材淬火过程愈来愈不稳定，淬后钢板平直度已经无法满足客户要求，这严重制约了企业高附加值品种研发生产及产品结构调整。基于此，湘钢与我室合作，对国外进口的辊式淬火机进行了核心设备结构、淬火工艺技术及自动控制系统的全面升级改造，旨在开发薄规格高强度调质钢板品种，并实现连续稳定生产。

改造内容主要包括：

- (1) 缝隙喷嘴结构优化
- (2) 设备精度及结构优化
- (3) 淬火系统配置优化设计
- (4) 淬火工艺自动控制系统优化



设备改造前淬火板形照片 (12mm×2500mm×11000mm Q690D)

淬火机升级改造后，通过对辊式淬火机设备参数及工艺参数的高精度调节和优化，成功开发了系列高等级低合金高强度调质品种，其中包括 6 ~ 10mm 极限薄规格高强工程机械用钢、耐磨钢等，淬火后钢板平直度指标优异、性能良好。相关调质钢板照片如图 2 所示。



改造后淬火钢板板形照片 (6mm×2800mm×11000mm NM360/Q890D)

该项目于 2013 年 1 月 25 日进行技术升级改造，并于 9 月底完成淬火工艺调试。升级改造后，扩大了辊式淬火机可生产的产品厚度范围，之前能稳定淬火生产的钢板厚度下限为 16mm，改造后实现了厚度为 6mm 的宽幅板材连续稳定生产。截止 9 月底，辊式淬火机共生产淬火钢板 64,298 吨，其中厚度为 6 ~ 16mm 薄规格钢板 3,992 吨，100mm 以上厚度的钢板为 8,862 吨。本项目的完成为企业实现高附加值产品生产，促进产品结构调整奠定了基础。

重钢中厚板厂 4100mm 辊式淬火机研制现状

重庆钢铁股份公司中厚板厂 4100mm 辊式淬火机是我室承担的又一项具有示范性意义的中厚板辊式淬火机项目。重钢辊式淬火机有效淬火宽度为 4100mm，长度约 19000mm，由检测辊道、固定框架、移动上框架、输送辊道、提升机构、喷水冷却系统和机后吹扫装置等设备组成，淬火机淬火冷却区由高压淬火区和低压淬火区组成，配备有我室研发的具有我国自主知识产权的淬火喷嘴系统及淬火工艺一级、二级自动化系统，可根据钢种、规格选择淬火模式参数，实现辊缝、水量、辊速等工艺参数及淬火冷却过程的全自动控制，可满足厚度 5 ~ 100mm (最大 120mm)、宽度 1500 ~ 3800mm、长度 3000 ~ 25000mm 宽厚板产

品的淬火生产需要。

该项目于 2012 年立项，并于 2013 年 4 月签订正式合同，目前已经完成机械设备的制造工作，重钢中板厂及项目部的领导及技术专家到东北大学淬火机设备制造现场进行设备 A 检工作，对设备加工质量及完成进度给予高度评价，并定于 12 月 20 日进行设备热负荷试车工作。



重钢 4100mm 轧式淬火机设备 A 检情况

三钢 3000mm 中板厂平面形状技术的工业实践

在中厚板生产中，平面形状不良是影响产品成材率的主要原因，采用平面形状控制技术，是使产品矩形化，减小轧件的切头尾和切边损失，提高成材率的有效方法。我室中厚板项目组在中厚板轧机自动化控制系统开发过程中，对该技术进行了深入的研究和探索，在国内率先实现了该技术的在线应用，如图 1 所示，并通过多年工作，对该技术的研究和现场应用不断完善。

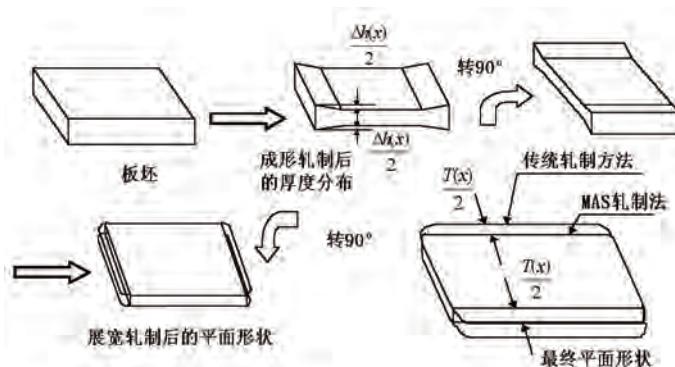


图 1 中厚板 MAS 轧制法

2013 年 1 月，我室与福建省三钢（集团）有限责任公司签订了“3000mm 中板平面形状控制和自动化系统技术开发”合同。项目组针对三明 3000mm 中板厂生产实际，进行了充分调研和分析，同时在平面形状控制的原理、工艺技术、变厚度轧制的对称性及液压系统快速响应等领域进行了大量工作，通过认真细致的现场调试，实现了成形和展宽阶段末道次的变厚度设定和轧制，平面形状实际控制效果优于合同目标。

为了实现平面形状控制最优，建立了不同展宽比和延伸比工艺条件下终轧产品的平面形状预测模型，再采用该预测结果得到准确的控制模型。根据中厚板轧制过程的特点，精确计算厚度变化过程中的前滑模型，在该模型的基础上，推导楔形段轧制时间的理论计算公式，得到楔形段轧制过程中时间和楔形段长度

以及时问和楔形段厚度的关系式，通过离散化处理得到工程应用的数值解。

平面形状轧制过程中微跟踪控制技术也是极为关键的一个环节，其精确度将直接影响头尾楔形区域的对称性。在采用过程控制计算机模型的各个区域长度参数的同时，开发了微跟踪长度自整定技术，动态修正微跟踪误差，大大提高了平面形状控制轧制后的头尾对称性，控制效果如图 2 所示，综合成材率提高 1% 以上。

应用平面形状控制技术，不仅设备投入很小，而且成材率提高得非常显著。该技术在三钢的成功应用极大地鼓舞了项目组及有关的中厚板厂家，进一步的技术推广工作正在进行中。

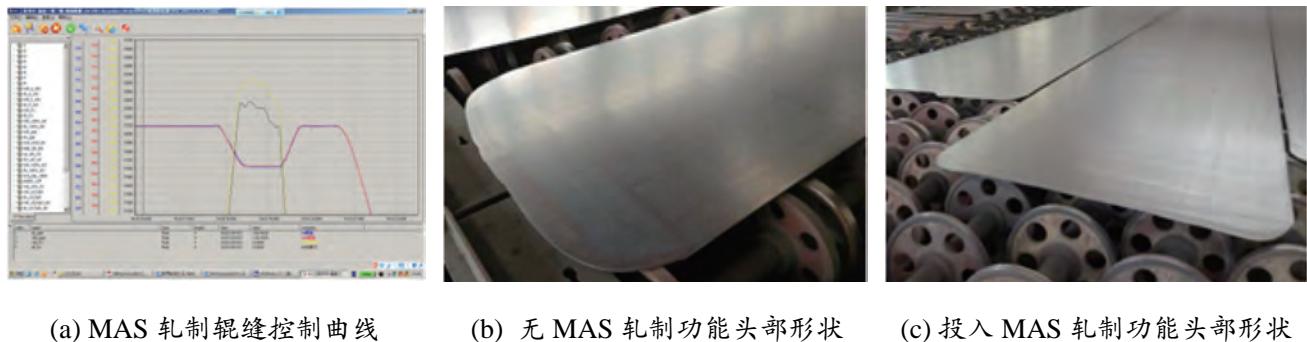


图 2 平面形状控制应用对比图

硅钢薄带铸轧项目 关键技术开发成效显著，进展顺利



硅钢薄带铸轧技术是我室基于双辊薄带连铸技术，当前重点研发的一项高效率、低成本、低消耗的绿色化短流程生产技术，目标是突破目前国际上采用的传统流程的限制，开发生产高性能、绿色化的硅钢产品，为硅钢生产开辟一条具有中国自主特色的发展道路。

基于在双辊薄带连铸高品质硅钢组织控制理论与工业化技术开展的大量研究和开发工作，我室相继和沙钢、武钢合作，开展硅钢薄带铸轧项目合作，旨在开发具有自主知识产权的硅钢薄带铸轧生产示范线。在实验室统一部署下，双辊薄

带课题组进一步加快推进硅钢薄带铸轧项目关键技术及工艺开发进展，目前已在硅钢薄带铸轧产线工艺、关键设备及部件技术研发、取向 / 无取向硅钢薄带铸轧工艺等方面相继取得阶段性开发成果，研发进展顺利，项目实施全面转入工程设计阶段。

硅钢薄带铸轧项目合作自启动以来，得到了沙钢、武钢领导的高度关注。沙钢集团公司总经理刘俭等多次到我室审查指导沙钢硅钢薄带铸轧项目进展情况。双方就铸轧产线产品目标定位、铸轧关键技术、项目实施方案、总体进度、定期互访机制、项目合作及任务分工等内容进行了深入交流与讨论。双方一致认为，通过精心组织、精诚合作，双方定能成功建立我国硅钢薄带铸轧产业化示范生产线。

思文科德 1450mm 酸轧机组顺利完成热负荷试车

由我室三电总承包的思文科德 1450mm 酸洗冷连轧机组自从 2013 年 8 月 2 日成功轧制出第一卷成品规格为 $0.8\text{mm} \times 1015\text{mm}$ 冷轧带钢后, 又于 2013 年 11 月 25 日成功生产出 0.18mm 厚度的 T5 镀锡基板, 其产品的厚度和板形控制精度均达到了国际先进水平。至此, 思文科德 1450mm 酸轧机组项目已经完成了热负荷试车并顺利投入了大批量生产, 整个项目计划于 2013 年底之前完成最终验收测试 (FAT)。

思文科德薄板科技有限公司的 80 万吨精品冷轧项目为河北省重点项目, 而酸洗冷连轧机组又是该项目的重中之重。该机组产品主要为电镀锡产品和冷轧产品, 整体设计具有国际先进水平。采用浅槽紊流式酸洗, 五机架全六辊 UCM 轧机, 卡罗塞尔卷取机, 最大轧制速度为 1350m/min, 成品带钢厚度为 $0.18 \sim 1.8\text{mm}$ 、宽度为 $750 \sim 1300\text{mm}$ 的镀锡基板。轧线主传动采用 TMEIC 交直交传动, 使用西门子 TDC 系统、HP 服务器及 IBA 数据采集系统, 配置比利时 IRM 测厚仪、TSI 激光测速仪、ABB 板形仪等高端仪表。在该项目实施过程中, 采用了具有我室自主知识产权的一系列冷轧控制创新技术, 申请了多项发明专利和软件著作权。1450mm 酸轧联机具有的主要控制功能包括: 冷连轧物料跟踪与线协调控制、高精度厚度控制、机架间张力控制、动态变规格、冷连轧板形控制、酸洗和冷连轧设定计算模型、自学习与自适应控制和离线仿真测试等功能, 是国内第一条完全依靠自己力量开发两级全线控制系统应用软件、并进行自主调试的大型高端精品酸连机。



下线的第一卷冷轧带钢图



酸洗出口



五机架轧机及出口设备



开发团队部分人员在轧机前合影

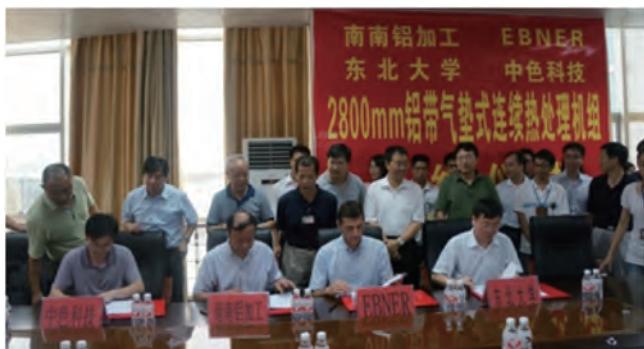
我室从 1999 年开始进入板带冷轧控制领域，曾经先后与日本三菱公司合作开发了益昌薄板的 1220mm 五机架四辊冷轧机过程控制系统，与 VAI 合作开发唐钢冷轧厂 1800mm 五机架冷连轧机全线自动化系统，与 SIEMENS 合作完成了鞍钢福建莆田 1450mm 冷轧机全线自动化系统应用软件，其中与鞍钢合作完成的“冷轧板形控制核心技术自主研发与工业应用”项目于 2011 年获国家科技进步二等奖。

本项目的成功，标志着我室已经完全具备了自主完成大型酸轧联机三电系统综合自动化工程项目的能力，实现了在板带冷连轧自动控制领域的跨越式发展！该项目的实施有力推动了大型高端酸洗冷连轧机组的自主创新和国产化进程，使我国拥有了酸洗冷连轧自动控制系统的自主知识产权，将大大增强我国在轧制控制系统方面的核心竞争力。

南南铝 2800mm 铝带气垫式 连续热处理线项目通过硬件和软件设计审查

2013 年 9 月 10 ~ 14 日，广西西南南铝加工有限公司董事长特别助理陈自全教授级高级工程师、副总工程师周兆芸等一行 6 人访问我室，对我室承担的广西西南南铝加工有限公司铝带气垫式连续性热处理炉项目进行了设计审查，会议由我室王昭东教授主持。会上南南铝领导及技术专家对我室承担的项目设计内容进行了深入、细致的审查。双方就相关问题开展了深入讨论，并对相关内容进行了优化设计。南南铝方面对项目设计工作和进展情况表示满意。目前，该项目进展顺利，已完所有硬件设计和软件设计，预计 2013 年年底进入现场安装和调试。

2012 年 6 月 26 日，在广西壮族自治区机电设备招标中心进行的国际招标中，我室凭借先进、完善的技术方案和深厚的技术实力，击败了包括国外著名的 BWG 等多家公司，中标了广西西南南铝加工有限公司“2800mm 铝带气垫式连续热处理线”项目，成为该项目的总承包商，与国际著名公司 ENBER 及中色科技股份有限公司联合完成该项目。



签约仪式现场

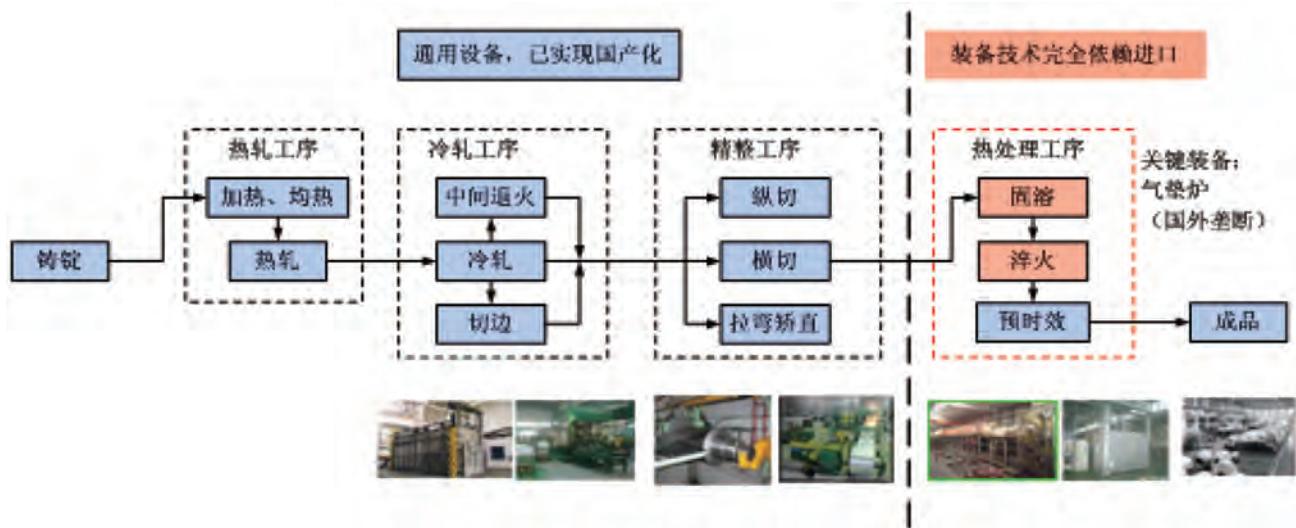


设计审查会现场

2800mm 铝带气垫式连续热处理生产线由开卷机组、缝合和月牙剪机组、清洗机组、入口活套机组、气垫式热处理炉（气垫式加热、水气淬火）、拉矫机组、出口活套机组、圆盘剪机组、卷曲机组等设备组成，年产量为 5 万吨以上。该生产线将冷轧切边后的厚度为 0.2 ~ 3.5mm，宽度为 1200 ~ 2650mm 的宽幅铝合金带材，经过连续气垫式固溶淬火、时效处理后，产品满足汽车板和航空航天板的质量要求。它将是第一条铝合金汽车板热处理线，并为将来大飞机的制造提供合格的飞机蒙皮，对于汽车轻量化和大飞机的国产化具有重要的意义。

汽车、航空覆盖件用铝合金薄板是铝合金板带中的顶级产品，这类产品需要具有抗时效稳定性、良好的成形性、高的烘烤硬化性、良好的翻边延性、高的抗凹形、良好的油漆工艺的兼容性和油漆表面的光鲜性，要做到这些相互矛盾的性能合理匹配，其生产技术和工艺难度非常之高。在汽车航空用铝合金带材的整个生产工艺流程中，熔炼~铸造、热轧、冷轧工序的装备和技术与其他高精板带（罐料、PS/CTP 版基）

基本相同，相关技术国内已掌握，但精整与热处理设备及工艺则有较大差异，其中气垫炉是核心关键装备，但气垫炉装备和技术现在仍被国外少数企业垄断。目前国内汽车企业用高端铝合金板带材以进口为主，国内企业尚不能批量稳定供货，由于进口产品价格昂贵、供货周期长，严重制约和影响了在国产汽车上的推广应用；同时由于国产高品质铝合金板带材质量不过关，航空用铝合金板带材产品目前基本上被国外垄断，这已成为我国大飞机和民用航空业发展的重大制约瓶颈，同时也严重影响我国的长期航空安全。



典型高品质铝合金带材生产工艺流程

为了开发产品表面质量好、性能均匀一致、生产率高的热处理生产线，必须研发高品质铝合金板材处理的关键设备——气垫炉，通过与国外先进企业进行合作，为我室在气垫炉技术方面的研究提供了一个很好的机遇。我室对气垫炉的关键技术，包括气垫炉的均匀加热技术、温度精准控制技术、热处理后的板形控制技术、淬火冷却速度和冷却路径控制技术、气垫炉预处理线的全线控制技术以及铝带的预处理工艺等正进行深入的研究开发，并已取得了一些科研成果。我室的研究目标是建设我国具有自主知识产权的气垫炉生产线，打破国外对气垫炉设备及其工艺技术的技术垄断和封锁，解除严重制约我国汽车业、航空业发展的瓶颈。

南钢特厚板坯技术装备与工艺开发研究 项目顺利完成详细设计审查



2013年9月15日，南京钢铁联合有限公司中厚板卷厂刘贤荣副厂长、南钢研究院工艺所党军副所长、中厚板卷厂黄立新主任以及殷勇工程师一行莅临我室，对“南钢特厚板坯技术装备与工艺开发研究”项目进行详细设计审查，并对项目实施做了进一步部署。骆宗安副教授、谢广明副教授等项目组成员参加了会议。

骆宗安副教授详细介绍了南钢特厚板项目的详细设计方案。南钢领导认真听取了项目详细设计方案的汇报，并对当前方案表示了充分肯定。会议过程中，双方就车间土建和关键技术方案等内容进行了深入的交流和探讨，对重要的细节进行了进一步的明确，为整个项目的顺利进行奠定了坚实的基础。最后经南钢领导和专家的一致认定，该详细设计审查方案顺利通过。

中试课题组夏季工作概要

5月9日，鞍钢热轧实验机组完成整体功能考核，具有多种控制冷却能力的新型热轧实验机在鞍钢技术中心成功投入运行。根据鞍钢特殊工艺需求，中试课题组对轧辊平衡及导板对中等设备结构进行了大量数据校核和重新设计，采用分段水流调节和水压预控喷射等创新设计的超快速冷却系统，其综合冷却能力提升2.7倍，设定温度与实际目标温度模型控制精度大幅提高。自主开发的网络化数据采集、分析与管理系统的投入运行，有效地提高了工艺数据采集速率和准确性，减轻了研发人员的工作强度。上述新技术的研发与应用，在“莱钢技术中心高刚度热轧实验机组”项目设计、设备制造、现场调试以及设备的整体验收过程中发挥了重要的作用。

6月初，宝钢中央研究院“四辊可逆冷轧/温轧/异步轧制模拟实验机研发”项目进入了详细设计阶段。依据宝钢对多种金属材料特殊轧制工艺需求，我室副主任李建平带领课题组成员与宝钢专家共同进行技术调研，针对宝钢专家提出的诸多刁钻技术问题，在开拓实验理论，突破实验技术，升级试验方法领域进行了大量的基础性实验研究工作。以快速加热、恒温控制、异步轧制等多项创新性新技术，用准确翔实的实验数据、充分可靠的实验结论赢得了宝钢专家的高度评价。用低频脉动大电流加热方法，开发出独具特色的温轧工艺技术，实现了带钢在恒温下的微张力轧制，在高硅钢、镁合金等难变形金属的特殊轧制工艺研究中发挥重要作用。目前，具有温轧功能的高刚度液压张力冷-温轧实验轧机已在武钢、沙钢、宝钢等钢铁企业技术中心和研究院得到广泛的推广和应用。

9月10日，我室为沙钢钢铁研究院研发的“250mm直拉式四辊冷-温实验轧机”和“多功能退火实验机”成功投入运行，在随后的功能考核中，课题组发挥多学科集成攻关优势，把沙钢现场提出的多项近乎苛刻的考核要求当作锻炼和提升团队研发能力的良好机遇。一次性完成冷轧和温轧实验轧机的热负荷试车，成功地轧制出0.05mm的极薄带钢。多功能退火实验机不仅实现了取向硅钢脱碳、还原和渗氮退火工艺过程，还具备1370℃高温固溶退火以及常化热处理等功能，涵盖了硅钢生产过程中连续退火全部热处理工艺过程的实验研究需求。



沙钢钢铁研究院高刚度液压张力四辊冷（温）实验轧机



薄带钢在恒温微张力工艺环境下的温轧实验过程



中试课题组教师在多功能退火实验机调试现场



我室教师与沙钢研究院的专家技术人员现场验收后合影

揭阳 850mm 不锈钢热连轧生产线顺利投产

由我室自动化总承包的广东揭阳 850mm 不锈钢生产线，于 2013 年 9 月 10 日顺利过钢，并投入生产。

该生产线粗轧区配置有 1 个立辊轧机和 1 架 2 辊平辊轧机，在中间辊道配置有热卷箱、飞剪，精轧机由 1 架立辊和 8 架四辊平辊机组组成，卷取区配有地下卷取机。自动化系统配备有两级计算机控制系统，基础自动化采用 SIEMENS PLC，过程计算机采用 DELL 服务器，该项目是我室承担的首套不锈钢热连轧生产线的全线自动化项目，主要生产厚度为 2.4~1.8mm 的不锈钢板带。

这是继唐山国丰 620mm 全连续热连轧于 2012 年 7 月投产以来，RAL 在热轧中宽带领域又一标志性的成果。在 2013 年度，目前我室自动化团队已经完成了 3 条热连轧生产线的全线自动化系统调试并顺利投产，分别是：广州揭阳 850mm 不锈钢生产线、天津荣程 750mm 热连轧 AGC 升级改造、唐山东海钢铁 650mm 热连轧生产线。在这些热连轧线上，我室采用了一系列具有自主知识产权的专用技术，主要包括如下四方面：

(1) 过程控制平台采用了 2012 年我室最新开发的 RAS 轧机工程控制系统【简称：RAS】V1.0（登记号 2012SR066924）和“RAS 过程机和监控系统通讯组建系统 V1.0”（登记号 2012SR113573）；

(2) 基于 DP 和工业以太网的数据采集及分析系统采用了 2013 年最新开发的 ralHisgraph software V1.0(登记号 2013SR093080)；

(3) 所有热轧线均采用油压传感器代替昂贵的进口测压头，并通过专有技术实现了基于油压对轧制力进行间接测量的高精度的压力 AGC 控制功能，为用户节省了投资；

(4) 监控 AGC 采用了 RAL 2009 年开发的专利技术：一种基于测厚仪反馈信号的高精度板带轧制厚度控制方法（专利号 ZL200910012699.2），确保了板带钢轧制过程的高精度厚度控制。

在中宽带钢热连轧控制中，实现了两级计算机系统的全自动轧制。在轧制过程中，操作工只对轧机的辊缝倾斜量进行微调，其轧制辊缝、张力、轧制速度等所有参数，均由 2 级计算机自动设定。通过基础自动化系统实现了带钢热连轧过程高精度的自动厚度控制（AGC）、自动宽度控制（AWC）、微张力控制（TFC）和连轧活套高度和张力的解耦智能控制，实现了地下卷取机的助卷辊自动踏步控制（AJC）。由于这一系列独有先进控制技术的采用，可以保证换辊或换规格的第 2 块钢的厚度和宽度精度 100% 命中，成品带钢宽度偏差可以控制在 0~3mm 之内，厚度为 2mm 的带钢厚度偏差可控制在 $\pm 15 \mu\text{m}$ 内。

在 2013 年的春节前后，还有另外 5 条热连轧生产线的调试在等待着我室自动化团队，包括：滦县金马工业 600mm 热连轧生产线、天津荣程 600mm 热连轧 AGC 改造、唐山兴隆 550mm 热连轧生产线、东海特钢 700mm 热连轧生产线和朝鲜金策钢铁 1700mm 热连轧 AGC 和主令控制系统改造。这在目前钢铁企业新上项目大幅减少的大背景下，有如此局面越发显得难能可贵，这充分体现了我室在轧制自动化领域的超强竞争实力。



揭阳 850mm 不锈钢粗轧机



揭阳 850mm 不锈钢精轧机组



揭阳 850mm 不锈钢地下卷取机

台湾中钢快速控制冷却系统 项目顺利通过 A 检验收

2012年11月29日,我室与(台湾)中国钢铁股份有限公司签订“快速控制冷却系统”项目合同,将我室中试UFC+ACC柔性组合控制冷却技术用于台湾中钢“往复式实验热轧机”冷却装置的改造,替换原日本产冷却设备。该冷却装置具备紧凑式快速冷却功能与特点,对热轧试样的在线冷却速度可以在空冷到DQ淬火的范围内进行调整,可以对开冷温度、终冷温度、冷却速度等工艺参数进行精确的控制,对控制冷却工艺与实验数据具有完善的监控和检测能力。本快速控制冷却系统的投入使用,将有效提升台湾中钢热轧工艺技术、生产装备和新产品的研发能力。

目前,该项目是我室与台湾最大的合作项目,中试课题组在设计制造和工艺调试过程中精益求精,严把质量关。目前,已经完成设备组装和系统的整体调试。2013年11月25~29日,台湾中钢技术专家对快速控制冷却系统进行发货前检验,对快冷设备制造水平和技术特色给予高度评价,顺利通过A检验收。



快速控制冷却系统项目 A 检验收会议



高扬老师在对台湾中钢人员进行技术培训



快速控制冷却设备加压水控制阀组



紧凑型组合式快速控制冷却中试设备

“新一代 TMCP 技术在钢管热处理工艺中的应用” 项目顺利通过验收投入使用

11月26日,由东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室(RAL)承担的“新一代TMCP技术在钢管热处理工艺中的应用”交钥匙工程项目,顺利通过了宝鸡石油钢管有限公司的项目验收并投入使用。

该项目为宝鸡石油钢管有限责任公司“国家石油天然气管材工程技术研究中心”平台建设项目内容之一,为满足该公司对钢管热处理的需求而研制的一条管材连续热处理装置,主要用于对不同材质不同规格的管材进行在线加热、控冷、淬火、回火等热处理工艺和机理研究,依据《国家石油天然气管材技术研究中心管材连续热处理装置技术要求书》及钢材形变后热处理工艺的应用现状与发展趋势,在钢管生产领域推广应用新一代TMCP技术。该热处理装置囊括加热后管材的保温均温、空冷、区间冷却(UFC)、淬火、

调质热处理、加热回火及回火后空冷或快冷等功能，并实现不同热处理功能的有机组合，进行多种热处理工艺的研究和探索，以满足不同性能钢材新品种、新工艺的开发需求，指导生产实践，并可以针对生产线的实际情况，开展探索性工艺试验，为完善生产线热处理工艺积累经验，奠定基础。

本套装置为管材全尺寸热处理装置，主要用于管材热处理工艺研究和生产，采用先进的控制系统，综合了感应加热、电阻炉加热、控制冷却、水淬等不同功能，根据热处理功能要求进行组合，可进行淬火、正火、等温正火、分级正火、分级淬火、退火、回火、固溶处理、时效等多种热处理工艺。设备长度：56000mm；冷却钢管直径范围： $\Phi 60.3 \sim 219\text{mm}$ ；冷却钢管壁厚范围：4.0 ~ 13.72mm；冷却钢管单根长度：3 ~ 5m；控制冷却系统（UFC）冷却能力：从 900 ~ 1000°C 温度区间冷却到 500 ~ 600°C，冷速 30 ~ 120°C/s；从 500 ~ 600°C 温度区间冷却至室温，冷速 ≥ 20°C/s；水淬设备冷却能力：冷速 ≥ 50°C/s。



“管材柔性热处理设备” 项目顺利通过验收投入使用

11月29日，由东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（RAL）承担的“管材柔性热处理设备”项目，顺利通过了宝鸡石油钢管有限公司的项目验收并投入使用。

管材柔性热处理设备是由宝鸡石油钢管有限责任公司委托东北大学 RAL 研制开发的热处理试验设备。设备可以实现在保护性气氛条件下对要求规格范围内的板材及管材进行不同的加热温度、加热速率、保温时间、冷却速率下的各种高精度热处理工艺（正火、淬火、调质、控冷）模拟。

柔性热处理试验是一种物理模拟试验，利用较大实物尺寸的管材或板材作为试样，借助柔性热处理设备，模拟管材或板材在生产线上的一系列热处理工艺过程，充分揭示管材或板材经热处理后的组织和性能变化规律，评定或预测管材或板材热处理工艺中出现的问题，为制定合理的工艺以及开发新产品提供基础数据和技术方案。由于该设备可以对较大实物尺寸的管材或板材进行热处理试验，因此可以对试验后的试样进行取样，开展拉伸、冲击等后续性能检测试验，克服了热力模拟试验机试样过小的缺陷，这对过程组织性能演变与预测的研究具有重要意义。

管材柔性热处理设备可以实现在保护性气氛条件下对要求规格范围内的板材及管材进行不同加热和冷却速率的各种高精度热处理工艺模拟。钢管试样规格为： $\Phi 50.8 \sim 193.7\text{mm}$ ，厚 1.9 ~ 13.72mm，长 550mm；钢板试样规格为：宽 100 ~ 200mm，厚 1.9 ~ 13.72mm，长 550mm。在整个试验中采用数字化操控系统自动控制整个试验过程，并建立一个可实现试验数据存储、查询和报表等多种功能的数据库，从而为实现研究人员对不同材质的油气管材与板材进行热处理工艺和机理的研究提供试验依据，达到为开发原材料及管材热处理工艺技术提供指导的目的。

学术交流

我室部分教师参加 2013 年 国际轧钢大会并应邀做学术报告



由意大利 AIM 协会（意大利冶金学会）主办的“2013 9th international ROLLING Conference & 6th European ROLLING Conference”(PRICM 8) 于 2013 年 6 月 10 ~ 12 日在意大利威尼斯召开。会议涵盖板带材及长材轧制、热轧与冷轧、黑色金属及有色金属轧制等内容。来自世界各地的专家、学者 400 多人出席了本次会议。我室李建平副主任、花福安副教授、袁国副教授、杨红高工、王丙兴讲师以及博士研究生李振奎参加了会议，袁国副教授、王丙兴讲师分别就超快速冷却技术在热轧带钢、中厚板领域的应用及开发进展做了题为：“Development and application of new generation TMCP for hot strip based on ultra fast cooling”、“Research of the new generation TMCP technologies for high performance steel plates”的学术报告，并与国内外学者就研究内容进行了深入的学术讨论。此次大会国内约 20 余人出席了本次会议。

易红亮副教授参加钢铁物理冶金 前沿探索学术会议并作学术报告

我室易红亮副教授于 7 月 23 ~ 25 日参加了由钢铁材料与焊接物理冶金领域大师剑桥大学 Harry Bhadeshia 教授在剑桥大学举办的“钢铁物理冶金前沿探索”学术会议，会议邀请了钢铁物理冶金领域内全球一半以上的最知名专家参会，并从中筛选出 30 份最具创新性的前沿技术为会议报告，易红亮副教授代表 RAL 在会上做了“A Low Density Steel for Bearing”--“低密度轴承钢”的学术报告，提出在传统轴承钢中添加 Al，可降低轴承钢密度的同时提高轴承钢性能（具体发言内容及现场录像参见会议网站 <http://www.msm.cam.ac.uk/apms/presentations/day2/day2.html>）。英国国防部某资深专家认为该研究是该次会议上最具创新性的重大前沿探索研究，并告知会议主席希望之后将该研究的进展在本次会议的永久网站上定期进行通报。

我室部分教师参加第八届 环太平洋先进材料与工艺国际会议

由美国 TMS 协会（美国矿物、金属和材料协会）主办的“第八届环太平洋先进材料与工艺国际会议”(PRICM 8) 于 2013 年 8 月 4 ~ 9 日在夏威夷召开。该系列会议由中国金属学会，韩国金属学会，美国 TMS，日本金属学会和澳大利亚材料学会轮流举办，本次为第八届，会议的宗旨是“促进全球的矿物、金属和材料的科学与工程”。来自世界各地的专家、学者 1000 多人出席了本次会议。我室陈礼清教授、邸洪

双教授、朱伏先教授和博士研究生兰亮云参加了会议，并在各自的分会场宣读了论文。东北大学近 30 人出席了本次会议。

本次会议规模巨大，涉及面宽，除大会特邀报告外，每个分会场还就特定的研究方向约请了特邀报告。会场内外各国学者就感兴趣的问题进行了深入的交流，为今后的交流与合作奠定了基础。

该系列会议每三年举行一次，下一次会议将于 2016 年 8 月在日本京都举行。



参会教师在会场外合影

开放 流动 联合 竞争

轧制技术及连轧自动化国家重点实验室（东北大学）

网址: <http://www.ral.neu.edu.cn>

地址: 辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号 邮编: 110819

电话: 024-83687220 传真: 024-23906472

