

大卷重宽幅钛带卷和薄壁钛焊管的开发

提名单位：中国有色金属工业协会

提名奖种：国家科技进步奖

提名单位意见：

我国大卷重宽幅钛带卷和薄壁钛焊管长期被国外钛工业强国所控制，该项目在国内首创“钛-钢联合、集成创新”模式，以热冷轧钛带卷的高效轧制工艺、板形控制技术、精整工艺、表面质量控制技术和薄壁钛焊管制备新工艺为研究重点，生产出我国第一个大卷重宽幅热轧钛带卷，结束了我国不能生产钛带卷的历史，实现了“热轧钛卷-冷轧钛卷-薄壁钛焊管”全流程国产化。项目产品替代进口，远销海内外，使我国由钛带卷、钛焊管纯进口国转变为批量出口国。该项目获得了2012年度冶金科学技术一等奖、2014年度中国有色金属工业科技进步一等奖，牵头起草《热轧钛带卷》行业标准、《冷轧钛带卷》国家标准，获授权专利116项，其中获授权发明专利36项。

提名该项目为国家科技进步二等奖。

项目简介

中国从二十世纪六十年代开始钛的产业化生产，已取得长足进步，唯独大卷重宽幅钛带卷和薄壁钛焊管在国内仍长期处于空白，钛带卷和钛焊管技术一直被美、日、法等钛工业强国所控制，对中国核电、海水淡化等重大工程项目形成原材料的长期垄断和制约。

围绕国家重大需求，2007年湖南湘投金天科技集团有限责任公司（湘投金天）、湖南华菱涟源钢铁有限公司（华菱涟钢）和北京科技大学（北科大）在国内首创“钛-钢联合、集成创新”模式。依靠金天集团钛产业链优势，以及湖南省产学研结合成果转化项目“钛材精深加工关键技术成果产业化”的支持，生产出中国第一个大卷重宽幅热轧钛带卷，突破了高品质冷轧钛带卷生产的关键技术，结束了中国不能生产钛带卷的历史，实现了“热轧钛卷-冷轧钛卷-薄壁钛焊管”全流程国产化。

项目以热冷轧钛带卷的高效轧制工艺、板形控制技术、精整工艺、表面质量控制技术和薄壁钛焊管制备新工艺为研究重点，通过技术创新，形成了大卷重宽幅钛及钛合金带卷、薄壁钛焊管制备的核心技术，整体技术达到世界先进水平。项目建立了自主可控的钛带卷及钛焊管全产业链，打破了美日垄断局面，从根本上解决了我国钛带卷、钛焊管长期依赖进口的困境，为我国重大工程提供了重要的材料支撑，推动了“一带一路”建设，使中国钛带卷、钛焊管由进口国转变为出口国，改变了世界钛产业格局。

客观评价

1. 鉴定结论

（1）中国有色金属工业协会科学技术成果鉴定

2013年4月11日，中国有色金属工业协会在北京组织召开科技成果鉴定会，对湖南湘投金天科技集团有限责任公司等单位完成的“大卷重宽幅钛带卷和薄壁钛焊管的开发”项目进行鉴定。鉴定委员会一致认为：该项目实现了替代进口，并出口中东、欧洲等地区，提高了我国钛行业材料的加工水平，经济效益显著，整体技术达到国际先进水平。

（2）中国冶金科学技术成果鉴定

2010年2月3日，湖南省科学技术厅在北京组织并主持召开了湖南华菱涟源钢铁有限公司和北京科技大学共同完成的“CSP流程低成本系列高强度钢及半无头轧制关键技术与应用”项目成果鉴定

会。鉴定委员会一致认为：该项目成果总体上达到国际先进水平，在半无头轧制技术集成及应用方面居国际领先水平。

2. 科技查新报告结论

(1) 教育部科技查新工作站 (Z11)《查新报告》

该查新项目的主要技术特点在于：采用“钛钢联合”的模式，利用钢铁加热炉加热钛板坯，再通过连轧机轧制以及表面控制和板形控制条件的优化，实现了热轧钛带卷的工业化生产，再采用先进的 20 辊冷轧机组制备得到大卷重宽幅冷轧钛带卷，利用自产大卷重宽幅冷轧钛带卷，通过自主的钛焊管成型制备技术，制得高性能的薄壁钛焊管。经检索并对相关文献分析对比结果表明，国外均未见与查新项目以上技术特点相符的文献报道。

(2) 湖南省科技信息研究所《查新报告》

国内除湘投金天自己的专利、项目及产品外，检索文献中未见有与查新项目综合技术特点相同的“高性能钛带卷及钛焊管制备关键技术”的文献报道。

3. 检测报告

(1) 钛及钛合金带卷检验报告

经过国家有色金属质量监督检验中心的检验，按照 GB/T 3621-2007、GB/T 26723-2011 等相关标准，对钛及钛合金带卷的化学成分、力学性能、弯曲实验、尺寸偏差、硬度、晶粒度等性能进行检验，检验结果均符合标准规定的要求。

(2) 钛焊管检验报告

经过国家有色金属质量监督检验中心的检验，按照 GB/T 3625-2007 标准，对钛焊管的化学成分、力学性能、压扁试验、展平试验、扩口试验进行检验，检验结果符合标准要求。

应用情况

湘投金天依托本项目已建成湖南金天钛业科技有限公司钛板坯生产线、湖南湘投金天钛金属有限公司钛板带生产线和湖南湘投金天新材料有限公司钛焊管生产线。产品应用于核电、海水淡化、海洋工程、航空航天等新兴战略领域，陆续在 SIDEM、上海宇洋、东方汽轮机、上海电气等数十家单位得到应用，性能与进口同类产品相当，成功实现了进口替代。

制备的大卷重宽幅薄规格冷轧钛带卷占国内 70%以上市场份额，产品批量出口 12 个国家；0.4mm 薄壁钛焊管生产及销售全球领先，产品在“一带一路”沿线 14 个国家的 32 个能源和海水淡化项目中得到成功应用。湘投金天成为核电用高品质钛带卷的指定供应商、国内薄壁钛焊管唯一配套三大核电集团的供应商，SPX 的战略供应商，以及国际知名航空公司钛焊管国内唯一供应商。

主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
国家标准	冷轧钛带卷	中国	GB/T 26723-2011	2011.06.16	中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会	湖南湘投金天钛金属股份有限公司、洛阳双瑞精铸钛业有限公司	李章珩、周慧、向午渊、熊雪峰、覃静丽等	有效
行业标准	热轧钛带卷	中国	YS/T 750-2011	2011.12.20	中华人民共和国工业和信息化部	湖南湘投金天钛金属股份有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、洛阳双瑞精	李章珩、周慧、向午渊、熊雪峰、覃静丽等	有效

						铸钛业有限公司		
发明专利	采用中宽带热轧机组生产金属钛板的方法	中国	200810032041.3	2010.07.28	第 653255 号	湖南湘投金天钛金属股份有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司	周明伟、李章珩、郑柏平、周慧、成小军等	有效
发明专利	一种热轧纯钛卷的连续退火工艺	中国	200910309979.X	2011.08.31	第 833416 号	湖南湘投金天钛金属股份有限公司	周慧、谢大可、刘勇、李章珩、向午渊等	有效
发明专利	一种常规热连轧机组生产TA18钛合金带卷的方法	中国	2016110118108.X	2017.12.26	第 2752798 号	湖南湘投金天钛金属股份有限公司	严立新、刘勇、李光辉、向午渊、汪净等	有效
发明专利	一种工程机械用钢板及其生产方法	中国	201410593263.8	2016.08.31	第 2215933 号	湖南华菱涟源钢铁有限公司	曾斌、王慎德、廖志、肖尊湖、刘建华、肖爱达、徐刚军、杨志刚、周明伟	有效
发明专利	二十辊冷轧机组生产 0.3mm 及以下金属钛卷的方法	中国	201310712349.3	2016.01.20	第 1902207 号	湖南湘投金天钛金属股份有限公司	袁映军、向午渊、肖曼、徐永权、韩志强	有效
发明专利	一种去应力薄规格纯钛带卷的加工方法	中国	201510920212.6	2018.04.27	第 2901888 号	湖南湘投金天钛金属股份有限公司	曾劲松、向午渊、韩志强、刘正乔、肖曼	有效
发明专利	一种无缝钛焊管及生产方法	中国	201110304808.5	2011.10.11	第 1429235 号	湖南湘投金天新材料有限公司	郝世海、谢祎、邹仕民	有效
论文	Texture evolution of commercial pure Ti during cold rolling and recrystallization annealing	中国	WOS: 000304703200010	2011.07.29	DOI: 10.1007/s12613-012-0591-5	江海涛, 刘继雄, 米振莉, 赵爱民, 毕艳君		有效

主要完成人情况

姓名	排名	技术职称	完成单位	对本项目技术创造性贡献
周慧	1	高级工程师	湖南湘投金天科技集	作为本项目总负责人, 制定了总体实施方案和工艺路线,

			团有限责任公司	创新性地提出并实施“钛-钢联合、集成创新”模式，为国内首创，并联合湖南华菱涟源钢铁有限公司和北京科技大学开展关键技术攻关，制备出国内首个热轧大卷重宽幅钛带卷。
周明伟	2	高级工程师	湖南华菱涟源钢铁有限公司	作为华菱涟源热轧钛及钛合金带卷制备工艺的主要负责人，开展了基于钢铁热连轧机组的大卷重宽幅钛带卷制备的技术攻关及产业化应用，进行现场试验研究、工业生产装置安装调试与流程优化等工作。
向午渊	3	工程师	湖南湘投金天科技集团有限公司	作为湘投金天钛及钛合金带卷轧制工艺技术开发的主要负责人，开展了轧制技术方向和工艺路线的设计开发、工艺技术研发和验证、专用设备系统开发建设、小试和工业化批量生产等工作。
肖尊湖	4	高级工程师	湖南华菱涟源钢铁有限公司	作为华菱涟源“钛-钢联合”模式具体方案实施的主要负责人，组织开展设备改造、软件开发、工艺优化等工作。
江海涛	5	研究员	北京科技大学	作为钛及钛合金轧制理论的主要负责人，对钛板带材的氧化行为、钛合金轧制变形行为、热处理工艺及组织性能匹配等方面开展了大量而深入的研究。
唐仁波	6	教授级高级工程师	湖南湘投金天科技集团有限公司	作为湘投金天钛产业链设计与建设者之一，负责钛及钛合金生产设备建设、工艺设计与优化、技术指导等工作。
严立新	7	高级工程师	湖南华菱涟源钢铁有限公司	作为华菱涟源负责钛带卷热轧工艺的主要负责人，组织开展热轧工艺设计、过程模拟与控制、软件优化及产品质量控制等工作。
谢祎	8	工程师	湖南湘投金天科技集团有限公司	作为薄壁钛焊管及钛高效换热管工艺技术开发的主要负责人，组织具体开发方案的制定及实施，组织开展了焊接生产工艺创新、参数优化等关键技术开发。
谢大可	9	高级工程师	湖南湘投金天科技集团有限公司	作为湘投金天“钛-钢联合”模式技术论证及项目推进工作主要负责人，打通了钛及钛合金带卷研发及产业化生产的工艺路线。
杨胜	10	高级工程师	湖南湘投金天科技集团有限公司	作为湘投金天钛及钛合金熔铸工艺的主要负责人，组织开展钛板坯成分、组织及性能的均匀性控制技术研究，为高品质钛带卷及钛焊管的研发生产奠定了基础。

主要完成单位及创新推广贡献

湖南湘投金天科技集团有限公司：本项目总体负责单位，全面负责本项目的整体方案设计、主要技术内容的研发及产品推广应用等工作，整合华菱涟源与北科大优势资源，首创“钛-钢联合、集成创新”模式，生产出中国第一个大卷重宽幅热轧钛带卷，突破了高品质冷轧钛带卷生产的关键技术，结束了中国不能生产钛带卷的历史，实现了“热轧钛卷-冷轧钛卷-薄壁钛焊管”全流程国产化及产品的规模化生产，改变了国内钛带卷和钛焊管长期依赖进口的局面。全面推进了产品在核电、海水淡化、海洋工程、航空航天等新兴战略领域的应用，产生了良好的经济和社会效益。

湖南华菱涟源钢铁有限公司：本项目钛带卷热连轧轧制实施单位，具体负责热轧工艺设计、过程模拟与控制、软件优化及产质量控制，在钛带卷开发期间，成立专门的项目组进行攻关，不断提升钛带卷制备的稳定性、自动化水平及产品质量，为本项目的实施提供了有力的设备与平台支撑。

北京科技大学：本项目钛及钛合金轧制的技术支撑单位，具体负责轧制变形行为研究、冷轧带卷均匀退火工艺、轧制钛合金组织与性能匹配研究、带卷力学性能各向异性控制技术等工作，为本项目的顺利进行提供了重要的理论指导。

完成人合作关系说明

多年来，湖南湘投金天科技集团有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司及北京科技大学在大卷重宽幅钛带卷和薄壁钛焊管的关键工艺技术开发、质量控制及工程化应用方面开展了多种形式的合作研究和技术开发工作。湘投金天与华菱涟源开展了“钛钢联合热轧钛带卷技术合作项目”等多项

技术合作协议，国内首创了基于钢铁热连轧设备制备大卷重宽幅钛及钛合金带卷的技术，合作申请了《采用中宽带热轧机组生产金属钛板的方法》等多项发明专利。湘投金天与北科大开展了多项全面合作协议，开发了钛及钛合金冷轧带卷均匀退火核心工艺，并形成了带卷力学性能各向异性控制技术。

本项目成果第一完成人为周慧，其它完成人为周明伟、向午渊、肖尊湖、江海涛、唐仁波、严立新、谢祎、谢大可、杨胜，均为该项目合作完成单位的主要研究人员和技术骨干，参与了该项目大卷重宽幅钛带卷和薄壁钛焊管关键制备技术研发和工程化推广应用工作，其贡献见完成人情况介绍。合作关系表现为共同发表授权专利、签订技术合作协议、合作完成企业技术开发项目等。