

国机集团 2018 年度国家科技进步奖提名项目公示信息

一、项目名称：高品质大口径无缝管冷轧装备核心技术创新及应用

二、提名单位及提名意见

(1) 提名单位：中国机械工业集团有限公司

(2) 提名意见

该项目从我国在大型电站、石油化工、航空航天、核电等领域的国家能源发展战略出发，针对我国大口径高品质冷轧无缝管材生产装备与工艺技术的现状，开展了产、学、研、用联合攻关，成功研制了世界最大规格无缝管冷轧装备。该装备集分散多动力伺服回转、送进驱动技术，双轴动力学平衡和大口径管材冷轧精密成型的孔型设计等创新技术，解决了国内传统技术冷轧管机生产时“地动山摇”的问题，提供了一种生产大口径高精度无缝管材新型解决方案。

项目从分析管材轧制成型机理入手，突破了周期轧制大惯量动力学平衡、分散多动力伺服回转送进技术，大型管材侧上料技术以及大口径管材两辊轧制的孔型设计等一系列关键技术，研发并投产了成品最大规格达 $\phi 730\text{mm}$ 的世界首套冷轧管成型装备，掌握了大口径无缝管材冷轧装备设计成套的核心技术。该装备在最大坯料规格、最大成品管规格，最高轧制速度等技术指标均为世界之最，具有完全自主知识产权，整体技术水平达到国际领先水平。

项目的成功实施，形成了大口径无缝管冷轧装备及制品供货能力，打破了国外技术垄断，具备了参与国际市场竞争的能力，保障了国内重点工程领域对高品质大口径无缝管的迫切需求，对大幅降低电力、石油化工行业的建设成本，提高我国装备制造业的国际竞争力具有重大意义。形成了“产学研用”相结合的技术创新体系，培养了一支高素质的无缝管冷轧装备研发队伍。

经审核，推荐材料真实有效，相关栏目符合填写要求。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

我国石油化工、超超临界火力电力、核电等行业的高速发展，对大口径耐高温、耐高压、耐腐蚀不锈钢管和镍基合金管的需求急剧增加。项目实施前，具有高附加值的大口径无缝管主要锻造后镗孔加工等方法获得，能耗高、效率低，价

格昂贵、供货周期长，严重制约了国家重点领域工程的发展。世界上有能力开发大口径冷轧管机装备的只有俄罗斯 EZTM 和德国 SMS&MEER 等少数公司。国外对大口径冷轧管装备技术的封锁和我国对高品质大口径无缝管的迫切需求成为新时期落在中国重型机械研究院技术人员肩上要完成的“追赶超越”的时代使命。中国重型机械研究院股份公司联合国内五家单位，借助陕西省工业科技攻关项目的支持，产学研用，联合攻关，对大口径无缝钢管两辊冷轧生产工艺及成套装备进行深入系统的研究，于 2014 年 9 月成功投产了 LG-730 大口径无缝管冷轧生产线，项目主要创新点如下：

- (1) 研发了曲轴+平衡轴的双轴偏心质量平衡系统，有效地平衡了机架及连杆高速重载时所产生的巨大惯性力，显著降低了设备运行时的噪声和振动，提高了轧机运行的平稳性，最高轧制速度达到 30 次/分。
- (2) 首次采用了侧向上料的新方法，克服了大口径轧机端部上料时易划伤管坯内外表面的问题，提高了成品管表面质量，缩短了上料时间，提高了生产效率。
- (3) 研发了大功率交流伺服多轴同步控制回转、送进新技术，实现了管材送进量和回转角度的精准控制，提高了管材成型尺寸精度。
- (4) 自主研发了大口径两辊孔型数据参数化设计为核心的冷轧成型工艺，构建了大口径管材孔型设计数据库，为特大口径无缝管生产、设计提供了依据。

本项目进行多项重大技术创新：获得授权发明专利 9 件，实用新型专利 16 件，发表论文 11 篇。经专家鉴定：“该项目具有完全自主知识产权，创新性强，研制出世界上最大规格的两辊伺服控制的冷轧管装备，总体技术达到国际领先水平”。获 2017 年度中国机械工业集团科技进步一等奖。

项目成果已成功应用于国内不锈钢管生产领军企业，近三年新增销售额达 10.2 亿元人民币，为企业新增利润约 1.7 亿元人民币。其产品广泛应用到中石油、中石化和中海油石油炼化设备，间接经济效益超过十亿元人民币，社会效益显著，应用前景广阔。

四、客观评价

(1) 国家权威机构检验报告

陕西省机械产品质量监督检测总站根据委托要求，对“LG-730-HLS 两辊冷轧管机”进行了检验，检验报告编号“N016507057 号”，共检验 LG-730-HLS 两辊冷轧管机技术指标 13 项，判定项目全部合格。检验结论为：“LG-730-HLS 两

辊冷轧管机所检项目质量符合中国重型机械研究股份公司与浙江久立特材科技股份有限公司签订的 LG-730-HLS 两辊冷轧管机的技术附件及检验委托书要求”
主要技术指标：最大成品管外径 ϕ 730mm，最高轧制次数 30 次/分。

(2) 科技成果鉴定意见

2017 年 3 月 8 日，由中国机械工业集团有限公司组织并主持对中国重型机械研究院股份公司等五家单位共同完成的“LG-730-HLS 伺服控制两辊冷轧管机”项目进行了科技成果鉴定，鉴定委员会听取了课题组所作的科研工作报告、技术研究报告，审阅了相关资料，观看了设备现场运行录像，经质询和充分讨论后形成以下意见：

该项目的创新点体现在以下四个方面：

1. 研发了曲轴+平衡轴的双轴偏心质量平衡系统，有效地平衡了机架及连杆高速重载时所产生的巨大惯性力，显著降低了设备运行时的噪声和振动，提高了轧机运行的平稳性，最高轧制速度达到 30 次/分(是单轴平衡轧机的两倍)。

2. 首次采用了侧向上料的新方法，克服了大口径轧机端部上料时易划伤管坯内外表面的问题，提高了成品管表面质量，缩短了上料时间，提高了生产效率。

3. 研发了大功率交流伺服多轴同步控制回转、送进新技术，实现了管材送进量和回转角度的精准控制，提高了管材成型尺寸精度。

4. 自主研发了大口径两辊孔型数据参数化设计为核心的冷轧成型工艺，构建了大口径管材孔型设计数据库，为特大口径无缝管生产、设计提供了依据。

该项目研发的设备通过陕西省机械产品质量监督检测总站检测及用户应用考核，设备运行稳定可靠，自动化程度高，与传统冷拔成型工艺相比具有高效、节能、节材、产品品质高等特点，经济效益和社会效益显著。

鉴定委员会一致认为：该项目具有完全自主知识产权，创新性强，研制出世界上最大规格两辊伺服控制的冷轧管装备，总体技术水平达到了国际领先水平。

(3) 获 2017 年中国机械工业集团科学技术一等奖。

(4) 中国重型机械工业协会评价

中国重型机械研究院股份公司联合“产学研用”等五家单位成功研发的“高品质大口径无缝钢管冷轧装备”是我国重型机械行业的又一国之重器，该装备及其核心技术解决了我国石油化工、超超临界火力发电、核电等行业所需的大口径耐高温、耐高压、耐腐蚀不锈钢管和镍基合金管，在上海宝钢、国家核电、浙江

久立、江苏华新、江苏银环等主力企业推广应用，保障了国家相关领域重点工程的用管需求。

本项目针对百吨级机架高速往复运动轧制时产生的巨大惯性力，发明了曲轴+平衡轴的双轴偏心质量平衡系统，解决了超大型设备运行时的噪声和振动问题，提高了轧机的运行速度和生产效率；创新的工艺技术，克服了大口径轧机端部上料时易划伤管坯内外表面的问题，提高了成品管表面质量；创建了分散多动力、大功率交流伺服多轴同步智能控制模型，解决了交变冲击载荷下回转送进可靠性难题，实现了管材送进量和回转角度的精准控制，提高了成品管的尺寸精度。

研制的世界最大规格的“LG-730-HLS 伺服控制两辊冷轧管机”，具有完全自主知识产权，进行了多项重大技术创新；获得授权发明专利 9 件，实用新型专利 16 件，发表论文 11 篇；实现了我国高品质大口径无缝管制造技术与工艺的重大突破，打破了国外技术垄断，是我国重型装备制造业超级重大装备自主创新的典型范例；经专家鉴定“该项目具有完全自主知识产权，创新性强，研制出世界上最大规格的两辊伺服控制的冷轧管装备，总体技术达到国际领先水平”；荣获 2017 年度中国机械工业集团科学技术一等奖。

该项目的研制成功及应用极大地推动了我国重型机械行业的技术进步，保障了国家综合实力得以体现，经济效益、社会效益十分显著。

(5) 媒体评价

中国冶金报第 062 期(总 6586 期)，“LG-730-HLS 伺服控制两辊冷轧管机”项目具有完全自主知识产权，创新性强，研制出世界上最大规格两辊冷轧管装备，总体技术水平达到国际领先水平。

(6) 科技查新结论

陕西省科学技术信息研究所检出与本项目相关的国内外文献共 44 篇，查新结论认为：(1) 未见涉及将曲轴扇形块加平衡轴扇形块双偏心质量动力学平衡技术用于外径为 φ 730mm 大口径冷轧管机的研究(创新点 1) (2) 未见针对 φ 730mm 大口径管材冷轧孔型设计参数化研究(创新点 4) (3) 未述及冷轧管机口径 φ 730mm 通过两台伺服电机的串联/并联完成管材的回转和送进动作(创新点 2) (4) 文献未见述及冷轧管机用电动螺杆升降机驱动辊缝调整装置移动，实现成品管外径自动调整的报道。

五、推广应用情况

随着我国自主化核电技术、大型石油化工和超超临界火力发电技术迅猛发展，未来我国对耐高温、高压、耐腐蚀的高精度大口径特殊用途管材的需求和缺口也将继续增大。按当前需求预计，国内市场在未来 5 年至少 5~8 台同类型大口径管生产设备。根据相关报道，国内利用垂直挤压技术可提供的无缝管坯外径尺寸已达到 ϕ 1300mm, ϕ 1000mm 以上成品管冷轧装备成为未来 2~3 年的潜在需求，大口径无缝管冷轧核心技术的突破对于我国自主设备占领更高端的市场，提高我国极限装备制造业的整体水平，实现我国高品质、大口径无缝钢管生产的跨越式发展具有极其重要的意义。

采用 LG-730 冷轧管机组生产的大口径、耐高温、高压和耐腐蚀的高精度无缝管材，已广泛应用于中石油、中石化以及中海油等国家大型石化企业新增石油炼化设备，为企业创造了巨大的经济效益，为国家大型工程建设节省了巨额的资本投入。大口径冷轧装备技术的国产化，减轻了国内企业引进国外设备的资金投入(每条线节省约 8000 万元人民币)，也降低了产品成本，使上下游企业实现双赢，促进了经济持续健康发展。

应用该技术成果所创新的高速冷轧管设备已广泛应用于中核西北新锆，国家核电，上海宝钢，浙江久立，常熟华新，江苏银环等国内大中型钢管生产企业，不但结束了高端核电用管长期依赖进口的局面，也极大拉低了进口设备和产品的价格，极大促进和保障了国家新能源战略的需求。

表 5.1 应用单位统计表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	经济效益
浙江久立特材科技股份有限公司	整体技术	2014 年 9 月至今	李军 13819275398	新增销售约 10.2 亿元；新增利润 1.7 亿
浙江久立特材科技股份有限公司	曲轴+平衡轴双轴惯性力平衡和伺服回转送进	2014 年 12 月至今	李军 13819275398	新增销售 5535 万元；新增利润 2215 万元
江苏银环精密钢管有限公司	曲轴+平衡轴双轴惯性力平衡和伺服回转送进	2012 年 5 月至今	张立德 13961582817	新增销售 5347 万元；新增利润 1528 万元

六、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	冷轧管机的曲轴-双偏心质量水平平衡方法	中国	ZL200810017629.1	2012-5-30	963847	中国重型机械研究院股份公司	阎雪峰 成海宝	专利权维持
发明专利	一种两辊冷轧管机的回转送进机构的设计方法及装置	中国	ZL200910219273.4	2012-9-5	1039861	中国重型机械研究院股份公司	阎雪峰 成海宝	专利权维持
发明专利	一种大型侧装料两辊冷轧管机的芯棒杆夹紧装置	中国	ZL201410368777.3	2016-3-16	1990038	中国重型机械研究院股份公司	成海宝 李为	专利权维持
发明专利	一种冷轧管机管缝检测控制系统及方法	中国	ZL201310290112.0	2015-11-25	1850685	中国重型机械研究院股份公司	杨鹏 成海宝	专利权维持
发明专利	一种大型侧装料两辊冷轧管机的上料装置	中国	ZL201510410552.4	2017-07-04	2541399	中国重型机械研究院股份公司	成海宝、李为	专利权维持
发明专利	一种大型两辊冷轧管机的机架压下装置	中国	ZL201510457270.X	2017-07-25	2563093	中国重型机械研究院股份公司	成海宝、李为	专利权维持
发明专利	一种两辊冷轧管机的闭式机架压下结构	中国	ZL200910219270.0	2012-1-4	890125	中国重型机械研究院股份公司	阎雪峰 成海宝	专利权维持

发明专利	一种用于两辊冷轧管机的侧向换辊机构的设计方法及装置	中国	ZL200910219272.X	2011-10-5	848789	中国重型机械研究院股份公司	阎雪峰 成海宝	专利权维持
发明专利	冷轧管机回转丢失检测控制系统及检测方法	中国	ZL201510883095.0	2017-06-06	2507736	中国重型机械研究院股份公司	杨鹏、 张杰	专利权维持

七、主要完成人情况表

姓 名	成海宝	技术职称	高级工程师	排 名	1
工作单位	中国重型机械研究院股份公司				
对本项目技术创造性贡献：					
<p>作为项目总设计师，负责项目方案的论证，负责总体技术方案的设计，提出了大口径冷轧机双轴平衡设计理念，提出了交流伺服多轴同步控制策略，构建了大型轧机侧上料总体设计方法；主持设计、设备制造、安装、调试以及项目的验收工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出了突出贡献。</p> <p>其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2、3、4 条，证明资料见附件 1 和附件 2，投入本项目的研发工作占本人工作总量的 90%以上。</p> <p>取得发明专利 8 件，实用新型专利 15 件，发表论文 8 篇。</p>					
曾获国家科技奖励情况：					
无					
姓 名	阎雪峰	技术职称	教授级高级工程师	排 名	2
工作单位	中国重型机械研究院股份公司				
对本项目技术创造性贡献：					
<p>项目副总设计师，参与项目方案的论证及总体技术方案的设计，确定了大口径管材两辊冷轧工艺方案及主要技术参数设计，确定了大功率交流伺服多轴同步伺服系统控制模型的设计，为本项目的顺利实施及成功投产做出了突出贡献。</p>					

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、3、4 条，证明资料见附件 1 和附件 2，投入本项目的研发工作占本人工作总量的 70%以上。

取得发明专利 6 件，实用新型专利 8 件。

曾获国家科技奖励情况：

无

姓 名	王长城	技术职称	高级经济师	排 名	3
-----	-----	------	-------	-----	---

工作单位	浙江久立特材科技股份有限公司
------	----------------

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，浙江久立特材科技股份有限公司的最终使用者，作为本项目的实施总指挥，编制本项目的可行性研究报告，参与技术方案的选型与制定，对工程关键阶段和关键问题有重大决策权，为本项目的顺利投产做出了重大贡献。

在项目设备制造和安装阶段，本人投入个人工作时间的 70%以上，保证了项目设备一次性试车成功。对创新点 1、4 做出了重大贡献。

曾获国家科技奖励情况：

无

姓 名	展京乐	技术职称	高级工程师	排 名	4
-----	-----	------	-------	-----	---

工作单位	中国重型机械研究院股份公司
------	---------------

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，机械设备总设计师。

作为项目机械设备总设计师，全面负责本设备机械结构和技术设计工作，确定主要设备结构及主要技术参数；负责机械设计工作，负责处理机械设计及加工、制造、现场安装调试中的问题的处理，参与设备的整体验收和交付用户，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2、3 条，证明资料见附件 1 和附件 2。

曾获国家科技奖励情况：

无

姓 名	张 杰	技术职称	高级工程师	排 名	5
-----	-----	------	-------	-----	---

工作单位	中国重型机械研究院股份公司
------	---------------

对本项目技术创造性贡献：

本项目电气系统总设计师，确立电气控制系统总体方案；确定电气系统技术

参数；负责电气系统设计及现场调试工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2、3 条，证明资料见附件 1 和附件 2。

曾获国家科技奖励情况：
无

姓 名	赵铁勇	技术职称	工程师	排 名	6
工作单位	中国重型机械研究院股份公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，主任设计师。

作为本项目机械设备设计师，负责机械装备主要功能部件的参数确定和图纸设计，特别是送料部分的设计和优化，曲轴传动系统主参数的设计和轧制工艺有限元分析模型的建立和论证；参与整体设备主参数的确定，负责机械设备的出厂验收等工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、3、4 条，证明资料见附件 1 和附件 2。

曾获国家科技奖励情况：
无

姓 名	李 军	技术职称	工程师	排 名	7
工作单位	浙江久立特材科技股份有限公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，作为浙江久立特材科技股份有限公司本项目的技术总负责，负责技术联络，方案论证、审查；对工程技术先进性和准确性负责，为本项目的顺利投产做出了重要贡献。

研究工作主要体现在主要科技创新的第 1、第 2 和第 4 条，

曾获国家科技奖励情况：
无

姓 名	郭 琳	技术职称	工程师	排 名	8
工作单位	中国重型机械研究院股份公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，主任设计师。

作为本项目机械设备设计师，负责机械装备主要功能部件的参数确定和图纸设计，特别是侧向装料芯棒杆夹紧系统的设计；参与整体设备主参数的确定，负责机械设备的出厂验收等工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2、3 条，证明资料见附件 1 和附件 2。

曾获国家科技奖励情况：

无

姓 名	纪松山	技术职称	工程师	排 名	9
工作单位	中国重型机械研究院股份公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，主任设计师。

作为本项目机械设备设计师，负责机械装备主要功能部件的参数确定和图纸设计，特别是侧向上料系统以及成品快速拉出系统的创新设计；参与整体设备主参数的确定，负责机械设备的出厂验收等工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2、3 条，证明资料见附件 1 和附件 2

曾获国家科技奖励情况：

无

姓 名	李靖祥	技术职称	讲师	排 名	10
工作单位	西安交通大学				

对本项目技术创造性贡献：

研究工作主要体现在主要科技创新的第 1 条，即组织完成主驱动机构的数理建模和动力力学分析，并对高速、重载运动质量惯性力平衡系统设计、大型组合式曲轴和连杆等关键部件的设计提出了有益的建议，为项目的顺利实施做出了重要贡献。

曾获国家科技奖励情况：

无

姓 名	杜凤山	技术职称	教授	排 名	11
工作单位	燕山大学				

对本项目技术创造性贡献：

研究工作主要体现在主要科技创新的第 1 和第 4 条，即组织完成关键受力部件的数理建模和力学分析，对结构设计提出了有益的修改意见；在孔型设计和工艺仿真方面作了诸多开创性工作，为项目的顺利实施做出了重要贡献。

曾获国家科技奖励情况：
无

姓 名	李为	技术职称	高级工程师	排 名	12
-----	----	------	-------	-----	----

工作单位	中国重型机械研究院股份公司				
------	---------------	--	--	--	--

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人，主任设计师。

作为本项目机械设备设计师，负责机械装备主要功能部件的参数确定和图纸设计，特别是曲轴双偏心驱动系统的结构设计和优化；参与整体设备主参数的确定，负责机械设备的出厂验收等工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

项目发表论文 2 篇，培养硕士研究生 5 名。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2 条，证明资料见附件 1 和附件 2。

曾获国家科技奖励情况：
无

姓 名	曾祥杰	技术职称	工程师	排 名	13
-----	-----	------	-----	-----	----

工作单位	中国重型机械研究院股份公司				
------	---------------	--	--	--	--

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人。

作为本项目机械设备设计师，负责机械装备主要功能部件的参数确定和图纸设计，特别是大口径管材管坯回转系统的创新设计；参与整体设备主参数的确定，负责机械设备的出厂验收等工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。

其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、2 条，证明资料见附件 1 和附件 3。

曾获国家科技奖励情况：
无

姓 名	李小荣	技术职称	工程师	排 名	14
-----	-----	------	-----	-----	----

工作单位	中国重型机械研究院股份公司				
对本项目技术创造性贡献：					
项目主要完成人。					
作为本项目机械设备设计师，负责机械装备主要功能部件的参数确定和图纸设计，特别是分散多动力伺服回转及送进系统的设计；参与整体设备主参数的确定，负责机械设备的出厂验收等工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。					
其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、3 条，证明资料见附件 1 和附件 2。					
曾获国家科技奖励情况：					
无					
姓 名	杨鹏	技术职称	工程师	排 名	15
工作单位	中国重型机械研究院股份公司				
对本项目技术创造性贡献：					
项目主要完成人。作为本项目电气系统设计师，负责电气控制系统的图纸设计；负责电气系统设计及现场调试工作，为本项目的顺利实施及成功投产做出重要贡献。					
其主要科学贡献体现在主要创新点的第 1、3 条，证明资料见附件 1 和附件 2。					
曾获国家科技奖励情况：					
无					

八、完成单位及创新推广贡献

完成单位	中国重型机械研究院股份公司	排名	1
<ol style="list-style-type: none"> 对本项目技术总负责，对工艺、设备的先进性、完整性和可靠性总负责。 负责提出总体工艺方案和所有设备的结构形式、技术参数。 负责设备设计和技术文件的编制。 负责设备的成套供货。 负责指导设备的安装、调试、参与验收和功能考核工作。 负责对浙江久立特材股份有限公司设备操作和维护等技术人员进行技术培训。 			
完成单位	浙江久立特材科技股份有限公司	排名	2
<ol style="list-style-type: none"> 负责编制项目可行性研究报告，项目审批等前期工作，并组织项目实施； 负责参与大口径无缝管材生产工艺方案的制定； 组织设备性能考核和验收； 配合中国重型机械研究院股份公司科技成果转化。 			
完成单位	西安交通大学	排名	3

<ol style="list-style-type: none"> 负责设备关键运动部件的动力学分析，并对曲轴+平衡轴双轴系统配重进行优化设计，实现了具有重载、大运动质量的超大口径冷轧机的高速、平稳工作； 负责关键驱动部件大型组合曲轴和连杆部件的优化设计以及大扭矩传输时过盈量的理论分析，为大口径轧管机关键核心部件的设计提供了理论支撑。 			
完成单位	燕山大学	排名	4
<ol style="list-style-type: none"> 负责设备关键受力部件的刚度和强度分析，并对结构进行优化设计，实现了关键移动部件轻量化设计的目的； 负责大口径两辊轧管机轧制工艺过程集成仿真系统研发，为孔型参数化设计奠定了坚实基础。 			
完成单位	中钢集团西安重机有限公司	排名	5
<p>针对本单位承接的中国重型机械研究院股份公司的 LG-730 冷轧管机，我公司精心组织了一支技术高超、实战经验丰富的科研攻关小组，为该设备超大、超重的关键部件如轧机牌坊、主机座、曲轴箱、曲轴等制定了切实可行的加工工艺路线，合理调配公司加工力量，全厂相关单位加班加点，与设计单位密切合作，最终按时并高质量的完成了 LG-730 轧机的加工和装配任务，为该型冷轧管机的顺利投产做出了重要贡献。</p>			

九、完成人合作关系说明

该项目完成者共 15 人，分别来自 5 个单位，其中 14 人来自第一完成单位中国重型机械研究院股份公司管棒型材装备研究所冷轧管设备研究团队，该团队成员长期合作，共同承担完成了课题的研发任务。团队成员共同获得了发明专利 1 到 9，以及论文 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11。项目第 3 完成人为用户浙江久立特材科技有限公司代表，自 2013 年项目启动开始加入项目研究组，参与了项目可行性论证，关键技术方案的最终决策，以及工厂轧制实验和成功投产后的项目整体验收工作。第 10 完成人为西安交通大学合作方代表，自 2014 年参与课题研究，主要对曲轴-平衡轴双偏心平衡系统进行三维动力学特性分析，并确定了合理的曲轴配重和平衡轴配重，主要合作成果见研发报告第 4 章。第 11 完成人为燕山大学合作方代表，自 2014 年开始参与课题攻关，主要对大型机架牌坊进行了优化设计，达到了保证安全使用的前提下，减小运动质量，延长疲劳寿命的目的，合作发表论文 2 和 8。