

---

# 辊弯成型团队简介

---

依托学科：材料成型及控制工程

研究基地：北京市变截面辊弯成型工程技术研究中心

所在学院：机械与材料工程学院



# 主要内容

---

- 一、团队基本情况
- 二、研究基础
- 三、研究特色、优势
- 四、培养计划
- 五、团队成员情况



# 一、团队基本情况

辊弯成型团队教学科研人员9人其中：

高级职称	7人
中级职称	2人
博士学位获得者	5人
科技开发人员	20余人

北方工业大学辊弯成型团队

学术带头人

李强

成形机理

王海波

辅助设备

王侃

机构分析

黄昔光

测控技术

吴伯农

控制系统

管延智

机械设计

阳振峰

微观机理

景作军

有限元

阎昱

硕士研究生



# 一、团队基本情况

## 主要成果

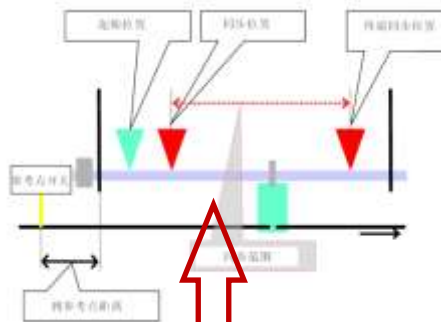
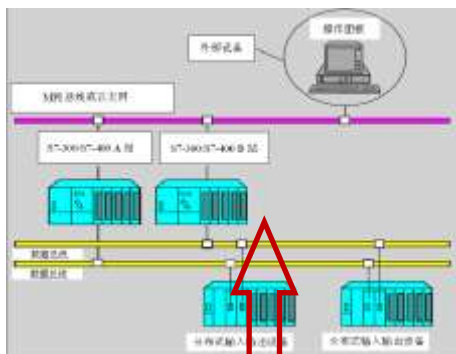
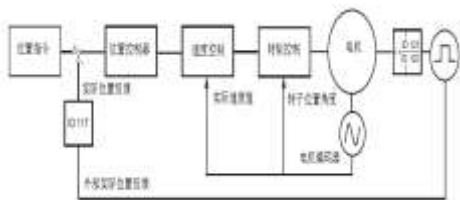
在国家科技部专项及自然科学基金的资助下，产学研紧密结合，项目组经过多年努力，在超高强钢新材料成形高精度复杂型材精确成形新工艺 变截面辊弯成型新技术 成套装备集成创新4个核心共性技术方面取得了突破，形成了辊弯成型新技术体系、攻克了一系列技术难题，成果获得广泛应用。2009年获得机械工业协会科技进步一等奖。

## 在研主要项目

1. 北京市精机工程项目：激光辅助超高强钢变截面辊弯成型装备样机研制，（项目号：Z1211000078122002），2012-2014
2. 国家支撑计划项目：高强钢三维辊压成型技术开发，（项目号：2011BAG03B03），2011-2013
3. 国家自然科学基金青年基金项目：可重构机器人运动学逆解普适性建模及通用算法研究，（项目号：51105003）2012-2014
4. 国家自然科学基金项目：涉及应变速率与温升效应的先进高强度钢辊式冷弯成形断裂预测研究，（项目编号：51205004）
5. 国家自然科学基金项目：“涉及不同加载路径和非均匀应变场亚稳定流动规律的具有加载路径和应变范围普适性的板料成形本构关系的建立”，（项目编号：51475003）
6. 北京市自然科学基金面上项目：“涉及先进高强钢连续加载-卸载-在加载状态下复杂变形行为的辊式冷弯成形回弹预测。（项目编号3152010）”

# 二、研究基础

## 高精度变截面辊弯成型新技术平台



复杂成形轨迹的变截面伺服控制算法

软硬件冗余技术

定模动辊精确成形技术

远程监控及维护技术

高精度变截面截面辊弯成型平台以金属板材精确成型技术为核心，确定了弯曲区域金属流动的精确算法，提出了能量最省、变形道次最少的高精度复杂型材的成形工艺方法。成为世界上首套工程应用生产线。



## 二、研究基础

## 变截面辊弯成型新技术平台



单轴变截面辊弯成型机



三维变截面辊弯成型机

针对国际研究热点变截面辊弯成形技术，在科技部科技支撑计划、国家自然科学基金和北京市自然科学基金的资助下，创建了国际领先国内唯一的单轴、双轴柔性辊压成形装备以及激光辅助超高强钢定模动辊变截面辊弯成形生产线，攻克了单机架多轴联动、间歇参与成形，多机架协调运动的控制难题，降低了变形过程中时变因素与轧辊机械性能对成型轨迹精度的影响，首次实现了柔性变截面辊压成形的精确轨迹控制。利用研制的样机生产线，成功实现了变截面样件的辊弯成形。获得国家发明专利6项、实用新型13项，发表论文30篇，进入SCI、EI检索。



变截面样件

# 三、本研究方向上的特色、优势

## 已形成了研究特色及优势：

### 1、超高强钢新材料成形

针对超高强度钢准静态应力应变特性，提出回弹以及变形能参数的计算方法，攻克超高强度钢辊弯成型回弹与变形能的预测与高初始应变硬化率、高抗拉极限、低屈服下辊弯成型的工艺难题；



### 2、高精度复杂型材精确成形新工艺

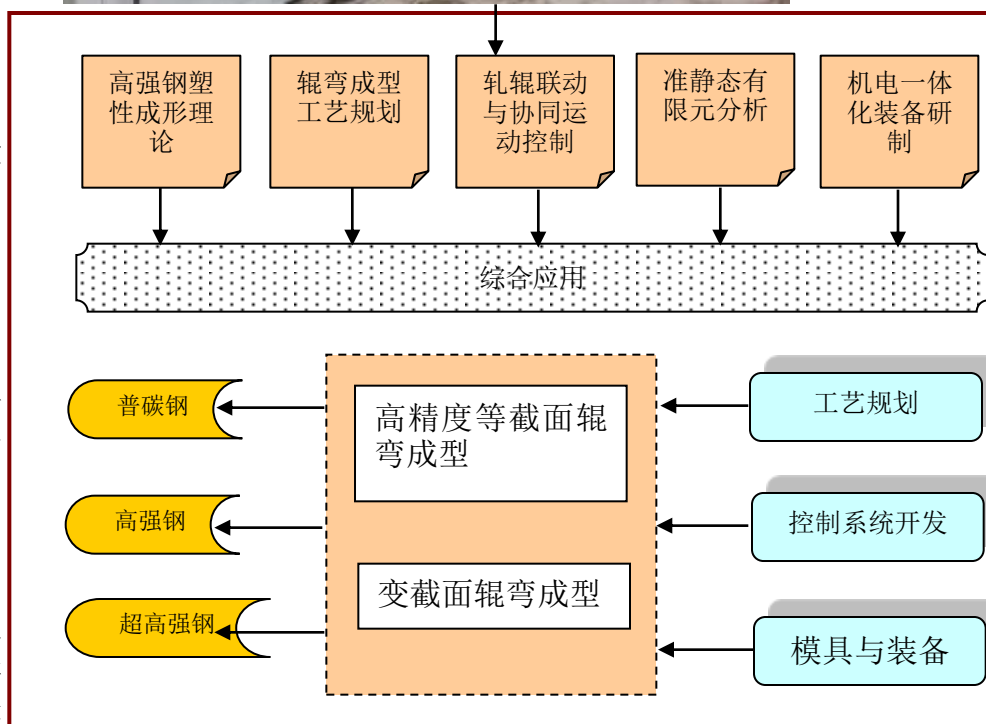
通过揭示辊弯成型过程中板带中性层的偏移规律，解决了传统的纯弯曲理论误差影响，给出了弯曲区域金属流动的精确算法，提出了能量最省、变形道次最少的高精度复杂型材的成形工艺方法。

### 3、变截面辊弯成型新技术

揭示了辊型轮廓曲线和板料型面之间的运动关系，解决了成型辊位置、速度与轨迹的匹配问题，攻克了单机架多轧辊联动成形且多机架之间协调运动的难题，掌握了变截面辊弯成型控制的核心技术。

### 4.提出激光辅助热辊弯成型技术

利用激光作为瞬时局部加热的手段，融合型模和多轴联动，空间协同运动的自随形精确成形技术，开展多场、非线性功能界面与时滞效应的高性能精确成形装备系统动力学理论与动态性能匹配优化设计科学问题的研究，实现超高强钢变截面热辊弯工况匹配设计与精确成形控制，有效地解决了困扰变截面辊弯成形领域的难题。





## 四、培养计划

本研究方向是机械电子工程、材料成形与控制、材料学、塑性力学等多学科交叉和融合的领域。依托“材料成型与控制工程”学科开展硕士研究生的招生与培养。

### 1. 培养方案：

参阅北方工业大学研究生网站“机械工程”学科研究生培养方案。

### 2. 课程设置：

以“机械工程”学科培养方案规定的课程及学分要求为准。同时作为该方向的研究生应有足够的专业综合知识，将依据研究方向学习以下相关课程：高等机构学、弹塑性力学、有限元分析技术、复杂机械系统智能控制、机电系统动力学分析等。





## 四、培养计划

---

### 3. 研究方向

#### (1) 柔性辊弯成形技术

- ① 高强钢辊弯成形机理与控制
- ② 变截面辊弯成形应力分析与缺陷控制
- ③ 高精度复杂辊弯成形工艺规划
- ④ 复杂形面辊弯成形拓扑优化

#### (2) 辊弯成形装备与自动控制技术

- ① 机电一体化技术
- ② 多轴联动下多工序协同运动控制系统开发
- ③ 考虑材料成形的机电系统动力学分析
- ④ 准静态有限元分析与系统仿真



## 五、团队成员情况

### 李强（团队负责人）



二级教授，工学博士，内蒙古工业大学兼职博士生导师；  
北京市高层次人才；

北京市“轱辘成型创新团队”学术带头人；

教育部高等学校教学指导委员会机械设计制造及其自动化分委员会委员

中国机械工程学会“机械设计制造及其自动化”专业认证专家，高级会员

中国机械工程学会机械设计专业委员会委员

#### • 主要科研项目：

- 1、固体火箭发动机整型装备主轴系统动力学优化设计，国家自然科学基金项目（项目编号：**50675095**）；项目负责人，**2007~2010**；
- 2、机电系统动力学鲁棒优化设计研究，博士点基金项目：（项目号：**200801280001**）  
项目负责人，**2009-2012**
- 3、高强钢三维辊压成型技术开发，国家支撑计划，（项目号：**2011BAG03B03**）  
项目负责人，**2011-2013**，项目经费：**240万**，
- 4、激光辅助超高强钢变截面辊弯成形装备样机研制，北京市精机工程项目  
（项目号：**Z1211000078122002**），项目负责人，**2012-2014**，项目经费：**289万**



## 五、团队成员情况

### 主要论文成果:

1. Complex Genetic Algorithm in Continuous Space. CHINESE Science Bulletin, 1999, 44 (10) : 954. SCI检索。
2. 机械系统优化设计的复合遗传算法,《机械工程学报》, 1999., EI检索
3. 变异在遗传算法优化进程中影响的理论分析, 高技术通讯, 2000年, EI检索
4. Dynamic optimization method on Electromechanical coupling system by exponential inertia weight particle swarm algorithm, Chinese Journal of mechanical engineering, 2009, 22 (4) 602-607 (SCI、EI收录)
5. Dynamic analysis of double racks gear 3D roll forming machine, HIGH TECHNOLOGY LETTERS, 2014, 20 (4) : 429-435. EI 期刊论
6. Electromechanical Dynamics analysis and simulation on roll forming equipment based on linear motor, International journal of modelling and simulation, 2014, 34 (3) : 126-133. EI 期刊论文
7. Dynamical modeling and optimization of the roll forming machine based on the particle swarm optimization with negative gradient, Sensors and Transducers, 2013, 159 (11) : 307-312. EI 期刊论文
8. The Development of Real Time Data Driving Multi-axis Linkage and Synergic Movement Control System of 3D Variable Cross-section Roll Forming Machine, HIGH TECHNOLOGY LETTERS, 2013, 19 (3) : 261-266. EI 期刊论文
9. 单侧变截面辊压成型装备动力学建模与分析, 计算力学学报, 2014, 31 (1) : 25-30.



## 五、团队成员情况

### 近期获得国家专利

1. 三维单侧变截面辊弯成型机，中国，ZL 2011 1 0122269.3。 专利
2. 三维辊弯成型装置及及应用该装置的方法，中国，ZL 2012 10159941.0。 专利
3. 双齿条三维变截面成型机，中国，ZL 2011 1 0180936.3。 专利
4. 双齿条变曲率弯曲装置及应用该装置的方法，中国，ZL 2012 10107059.1。 专利
5. 一种变截面冷弯成形轮廓检测与控制装置及方法，中国，ZL 2012 1 0005813.0。 专利
6. 一种差厚板定模动辊随动成形装置，中国，ZL201420307734.X。 专利
7. 一种热辅助变截面辊弯成型机系统，中国，ZL201320256073.8。 专利
8. 激光辅助高强钢变截面轧辊设备，中国，ZL201120150312.2。 专利
9. 高强钢变截面电磁热辊弯设备，中国，ZL201120150279.3。 专利
10. 变截面辊弯成形生产线，中国，ZL201320135830.6。 专利
11. 定模动辊变截面辊弯成形机和使用其的成形设备，中国，ZL 2014 20307310.3。 专利
12. 一种定模动辊变截面辊弯成形机，中国，ZL 2014 20077666.2。 专利
13. 一种双转动单平动三维辊弯成形机，中国，ZL 2014 2 0077668.1。 专利



## 五、团队成员情况

景作军

副教授，毕业于北京科技大学



获得发明专利9项，参与省部级获奖2项  
发表论文20余篇，科研项目多项

研究方向：

1. 辊弯成形缺陷控制研究
2. 高性能辊弯成形机设计研究



## 五、团队成员情况

### 王海波

副教授，博士毕业于北京航空航天大学

2009.9~2011.9 北京航空航天大学 机械工程 博士后；  
2011.9 北方工业大学机电工程学院  
2013.10至今 加拿大维多利亚大学机械工程学院访问学者



### 研究方向

变截面辊弯成形工艺、板料塑性成形理论、有限元模拟及二次开发

### 承担科研项目

1. 国家自然科学基金项目：塑性变形相关的不同加载路径下板料屈服准则与强化模型的建立（项目编号：51005010）
2. 国家自然科学基金项目：涉及不同加载路径和非均匀应变场亚稳定流动规律的具有加载路径和应变范围普适性的板料成形本构关系的建立，（项目编号：51475003）
3. 北京自然科学基金项目：“涉及先进高强钢连续加载-卸载-在加载状态下复杂变形行为的辊式冷弯成形回弹预测。（项目编号3152010）”



# 五、团队成员情况

## 论文专利成果

1. WANG Hai-bo, YAN Yu, WAN Min, WU Xiang-Dong, Experimental investigation and constitutive modeling for the hardening behavior of 5754O aluminum alloy sheet under two-stage loading, International Journal of Solids and Structures, 第49卷, 第26期, 3693-3710页, 2012
2. WANG Hai-bo, WAN Min, YAN Yu, Effect of the flow stress-strain relation on the forming limit of 5754O aluminum alloy, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 第22卷, 第10期, 2370-2378页, 2012 (SCI源期刊)
3. 王海波, 参数求解方法对屈服准则的各向异性行为描述能力的影响, 机械工程学报, 第49卷, 第24期, 45-53, 2013 (EI检索)
4. WANG Hai-Bo, WAN Min, YAN Yu, WU Xiang-Dong, Experimental and Numerical Investigation of Biaxial Behavior of B170P1 Steel Sheet, Steel Research International, 第81卷, 第9期, 1404-1407页, 2010 (SCI检索)
5. WANG Hai-Bo, WAN Min, YAN Yu, WU Xiang-Dong, The investigation of the yield loci of sheet metals, Advanced Science Letters, 第5卷, 第2期, 958-962页, 2012
6. 王海波\*, 万敏, 吴向东, 阎昱, 屈服准则在有限元中实现的正确性验证, 固体力学学报, 第31卷, 第2期, 173-180页, 2010 (EI检索)
7. WANG Hai-Bo\*, WAN Min, Forming limit of sheet metals based on mixed hardening model, Science in China Series E: Technological Sciences, 第52卷, 第5期, 1202-1211页, 2009 (SCI检索)
8. WANG Hai-Bo\*, WAN Min, WU Xiang-Dong, YAN Yu, The equivalent plastic strain-dependent Yld2000-2d yield function and the experimental verification, Computational Materials Science, 第47卷, 第1期, 12-22页, 2009 (SCI检索)
9. WANG Hai-Bo\*, WAN Min, WU Xiang-Dong, YAN Yu, Subsequent yield loci of 5754O aluminum alloy sheet, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 第19卷, 第5期, 1076-1080页, 2009 (SCIE检索)
10. 王海波\*, 万敏, 吴向东, 韩非, 不同强化模型下的板料成形极限, 机械工程学报, 第43卷, 第8期, 60-65页, 2007 (EI检索)
11. 王海波, 李强, 阎昱, 钱波, 赵凯. 一种双轴板料拉压循环加载试验防弯系统, 2013.1, 中国, ZL201320256072.3
12. 钱波, 赵激, 李强, 阎昱, 王海波. 双轴材料拉伸试验装置, 2012.10, 中国, ZL201220154409.55
13. 王海波 陈正阳 李强 阎昱. 一种局部加热成形极限试验方法, 已公开, CN103398905A



## 五、团队成员情况

**王侃** 副教授



### 主要研究方向

(1)机械设计方法学；(2)机构学；(3)新型建筑模板体系研究

### 主要科研项目

- 1.北京市教委资助项目：水暖五金产品CAD系统设计；
- 2.北方工业大学科研项目“轮式避障小车研究”等科研项目。
- 3.机械工程师资格认定基地建设；
- 4.研究生科研平台建设；
- 5.北京市教委计划项目：新型建筑模板体系研究 编号KM200610009003





## 五、团队成员情况

---

### 主要论文成果

- (1)水暖五金CAD系统开发，东华大学学报，2005年8月；
- (2)水暖五金产品实体建模的实现，机械设计，2004第21卷；
- (3)反求技术在曲轴动平衡中的应用 压缩机技术 2002.3；
- (4)三维实体造型在工程机械设计中的应用 工程机械 2001.2；
- (5)叉车三维实体造型及CAD 电脑开发与应用 2001.7
- (6)活塞式压缩机曲轴动平衡CAD系统研究 2001.

### 近期获得国家专利

获发明专利两项：“变宽度圆盘剪切机”、“调整圆盘剪切机剪刀间隙的装置及方法”

### 出版专著

《AutoCAD辅助机械制图》、《AutoCAD辅助机械制图上机指导与习题精解》和《机械识图》（录像教学片）等书籍和教材。



## 五、团队成员情况



**黄昔光**，博士，副教授

博士毕业于北京邮电大学机械电子工程专业，  
北京工业大学激光工程研究院博士后。

机械工程学会高级会员，美国电气电子工程师学会  
(IEEE) 会员，《Mechanism and Machine Theory》、  
《Robotica》、《Mechatronics》、《江苏大学学报》、  
《沈阳工业大学学报》等国际国内学术期刊审稿人。

**研究方向：**

- 1、可重构模块化机器人；
- 2、机器人学；
- 3、复杂空间曲面成型技术；

**在研项目：**

- 1、国家自然科学基金青年基金项目（51105003）：可重构机器人运动学逆解普适性建模及通用算法研究，2012-2014，主持人；
- 2、北京市教委科技发展计划项目（KM201110009010）：面向微型精密制造的机械系统设计与控制研究，2011-2013，主持人；
- 3、北京市博士后基金：光纤激光三维加工机器人位置逆解普适性建模理论研究，2012-2014，主持人；
- 4、国家支撑计划，（项目号：2011BAG03B03），高强钢三维辊压成型技术开发，参与者，2011-2013。

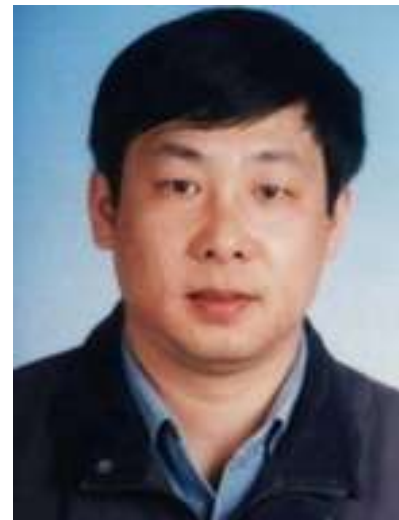


## 五、团队成员情况

### 吴伯农 副研究员

#### 主要研究方向

1. 机械设备故障分析与诊断
2. 传感器技术
3. 智能仪器仪表的研究
4. 红外及无线遥控/遥测技术的研究



#### 完成的主要科研项目

1. “微电子技术工业窑炉上的应用研究”, 获部级科技进步3等奖, 负责人;
2. “具有整机运行状态检测和柔性传动系统的新型回转窑”, 该项目获部级科技进步2等奖;
3. “4200/3500厚板轧机剪切机组的效能判断与开发研究”, 该项目获部级科技进步3等奖。

#### 在研科研项目

- “扭矩传感器及其遥测系统的研究”, 北京市教委资助项目。
- “无线测控系统的研究”
- “大型铝电解槽焙烧过程综合控制技术及装置研究”



## 五、团队成员情况

### 阎昱

博士，副教授，硕士生导师，毕业于北京航空航天大学



### 研究方向

塑性成形理论，有限元分析，成形缺陷预测

### 科研项目

- 1.国家自然科学基金项目：涉及应变速率与温升效应的先进高强度钢辊式冷弯成形断裂预测研究（项目编号：51205004），项目负责人
- 2.北京市教育委员会科技计划面上项目：大变形状态下先进高强钢辊弯成形回弹与断裂研究，（项目编号：lm2015100009004），项目负责人
- 3.参与国家科技支撑项目1项

### 科研成果

第一作者身份发表SCI检索期刊论文8篇，EI检索期刊论文5篇。



## 五、团队成员情况

### 管延智

讲师，工学博士，主要研究方向变截面辊弯成形工艺与机电装备控制系统。



#### 近年参与的科研项目：

1. 国家科技支撑计划项目《高强度钢三维辊弯成形技术研究》  
(2011BAG03B03)
2. 北京科委精机工程项目《激光辅助加热三维变截面辊弯成形装备研制》
3. 北京市阶梯计划项目《变比例载荷/应变率双向拉伸试验机研制》
4. 一汽轿车横向项目《定模动辊三维变截面辊弯成形生产线研制》

**主要工作内容：**负责各项目控制系统部分的硬件方案设计、控制系统电控柜设计、控制系统软件开发、控制系统整线集成、控制系统安装调试以及变截面辊弯成形装备工艺优化等。



## 五、团队成员情况

### 主要科研成果:

1. The Development of Real Time Data Driving Multi-axis Linkage and Synergic Movement Control System of 3D Variable Cross-section Roll Forming Machine. HIGH TECHNOLOGY LETTERS, 2013,19(3): 261-266 (EI)
2. 基于缺陷控制的DP980高强钢三维变截面辊弯成形有限元仿真. 锻压技术, 2014, 39(4): 137-142
3. Fracture Finite Element Analysis for Roll forming of U Section parts of TRIP 600 steel. Applied Mechanics and Materials. 2013, Vols.249-250: 974-880(EI)
4. Dynamic analysis of double racks gear 3D roll forming machine. HIGH TECHNOLOGY LETTERS, 2014,20(4):429-435(EI)
5. 三维变截面辊弯成形生产线控制系统, 2012SR102814。软件著作权
6. 变比例双向拉伸力学试验机控制系统, 2013SR020976。软件著作权
7. 定模动辊变截面辊弯成形机和使用其的成形设备, 中国, ZL 2014 20307310.3。专利
8. 一种定模动辊变截面辊弯成形机, 中国, ZL 2014 20077666.2。专利
9. 一种双转动单平动三维辊弯成形机, 中国, ZL 2014 2 0077668.1。专利
10. 一种差厚板定模动辊随动成形装置, 中国, ZL201420307734.X。专利



## 五、团队成员情况

### 阳振峰（负责机械设计） 工学硕士

2013年毕业于北方工业大学机械设计及理论专业，留校并进入本团队负责机械系统的设计工作。

**主要研究方向：**针对特殊需求的新机构设计制造

#### 近年参与的科研项目：

1. 国家科技支撑计划项目《高强度钢三维辊弯成形技术研究》（2011BAG03B03）
2. 北京科委精机工程项目《激光辅助加热三维变截面辊弯成形装备研制》
3. 北京市阶梯计划项目《变比例载荷/应变率双向拉伸试验机研制》
4. 一汽轿车横向项目《定模动辊三维变截面辊弯成形生产线研制》

**主要工作内容：**变截面辊弯成形工艺的开发，生产线机械系统的设计、制造安装及调试，装备工艺优化等。

#### 近年来获得的专利：

《一种差厚板定模动辊随动成形装置》，《定模动辊变截面辊弯成形机及使用其的成型设备》、《一种双转动单平动三维辊弯成型机》、《一种定模动辊变截面辊弯成形机》、《三维辊弯成形装置》

