汽车铝合金锻造关键技术研发

北 京 机 电 研 究 所

精密成形国家工程研究中心
锻压工程技术中心
2017-08-01

目录

一 北京机电所锻压工程技术研究中心
二 汽车铝合金锻造研究的两个重要方向
三 国内外相关技术发展情况
四 汽车铝合金锻造关键技术研究
五 北京机电所铝合金锻造技术研发情况

一、锻压中心介绍

1、人员与业务

人员：100人 （含员工90人(硕士以上学位者25人);博士、硕士在读研究生10人;)

锻压工艺研究：10人； 研究员4人
产品： 曲轴/前轴/钩尾框/支撑臂等锻造工艺及模具

锻压装备研究： 16人； 研究员3人
产品:辊锻机/楔横轧机/ 离合器式螺旋压力机/电动螺旋压力机
热模锻压力机及冷锻压力机/ 程控模锻锤/步进梁装置

锻造自动化智能化研究： 26人； 研究员3人
产品:模架/冷却装置/换模装置/除磷装置/总线控制及智能化/生产线工程

锻压设备制造：29人;研究员1人。 产品:各型辊锻机及机械手

一、锻压中心介绍

2、中心发展历程:

1956开始从事锻压工艺研究
1976锻压装备研究制造
1992锻造生产线机械化开发
1999锻造生产线自动化研究
2008轻量化——铝合金锻造
2014锻造生产线智能化研究

锻造单项技术 研发 ⇨ 锻造系统技术研发

国内体系最完整，产品链最全的锻造技术研发中心

一、锻压中心介绍

3、中心近年技术发展重点:

2014锻压自动化辅助设备研究制造
专项研究喷雾冷却系统、除磷系统、视觉系统、快速换模装置
2014锻造生产线智能化技术
生产线信息化、能源系统、专家系统、MES系统及智能化车间
2015铝合金锻造自动线
吉林通用、江苏琦玉
2016铝合金锻造系统技术
南水生产线、芜湖生产线铝合金中试生产线
2016铝合金轮毂生产线
正兴车轮、华庸伟业——自动化、智能专项

面向自动化、智能化、轻量化 ⇨ 系统研发锻造技术与装备

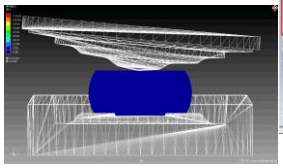
二、汽车铝合金锻造研究的两个重要方向

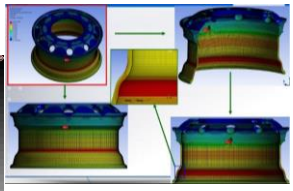
1、铝合金轮毂生产线:

2016年 正兴车轮智能专项
2016年 华唐伟业智能专项

二、汽车铝合金锻造研究的两个重要方向

铝合金轮毂成形模拟:





二、汽车铝合金锻造研究的两个重要方向

正兴车轮铝合金轮毂生产线:

加热炉设计制造
机加工及锻造自动化
专用润滑系统设计制造
16年智能专项——车间智能化系统

二、汽车铝合金锻造研究的两个重要方向

2、悬挂系统及其它锻件:

随着汽车轻量化的进行，底盘件和悬挂件，涡旋盘，合页，连杆和活塞，采用铝合金锻件是实现轻量化的有力手段

自动驾驶技术、导航定位及交通管理智能化系统，这些汽车以外技术的发展，也会深刻影响汽车设计和制造技术，铝合金锻造前景明朗。

二、汽车铝合金锻造研究的两个重要方向

2、悬挂系统及其它锻件:

三、国内外相关技术发展情况

1、国内技术发展情况:

航空业很早开始研究制造铝合金锻件（2系、7系）
生产率低，重点是保证小批量品质，体系和模式不适合汽车行业。
江浙铝合金锻件生产厂家众多
运良、禾田、拓普等，主要服务售后市场
工艺：各家自主摸索
品质保证：锻件性能保证性差、产品一致性差、生产技巧性强
设备：锤、摩擦压力机、电动压力机、液压机、
设备供应商：尚无一家企业可以提供成套技术，特别是可靠的可复制工艺技术。
铝合金锻造对加热、模具、压力机、制坯、润滑等环节要求很高，由于起步晚，企业对每个细节的研究尚处于探索阶段。
整体上，国内铝合金锻造主要依靠引进技术，能够提供OEM产品的主要是合资和独资企业。

三、国内外相关技术发展情况

2、国外技术发展情况:

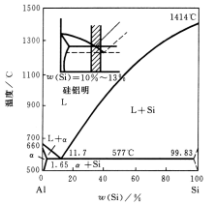
主要依靠专业工厂提供产品
设备供应商可以按专业厂要求提供定制生产线，工艺还需要委托专业工厂
专业厂家经过长期探索，积累大量工程经验
工艺技术具有独到性
国外设备，其可靠性、稳定性是主要优势，但成本高昂。
由于没有公开的技术渠道，铝合金锻造技术发展主要依靠专业厂家自身技术积累，
目前，在国内外都是高门槛技术。

四、汽车铝合金锻造关键技术研

1、温度控制与加热:

铝合金加热系统结构与分析

- ✓ 铝合金的导热性和塑性好，适于快速升温，而不会开裂。
- ✓ 铝合金的三元共晶点（α＋θ＋s）的温度和淬火温度十分接近，所以铝合金对过烧和过热很敏感，淬火的上下限很窄，对炉温均匀度要求很高。
- ✓ 通常要求在±3℃~ ± 5 ℃。

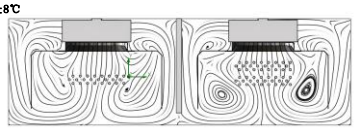


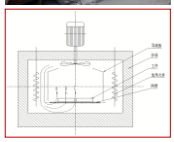
四、汽车铝合金锻造关键技术研

1、温度控制与加热:

国内现有技术：热风循环加热，风机+导流
以循环次数确定炉温均匀性

缺点—搅拌风扇作为导流加热，炉温均匀性一般只能做到±5℃—±8℃





四、汽车铝合金锻造关键技术研究

2、铝合金流动性研究:

铝合金变形特点： 锻造抗力大，外摩擦因素大，粘附力强，流动性差

成形速度的影响
适合的成形速度在0.25m/sec~0.4m/sec,成形速度和表面状态综合作用，会造成分层

阻尼设计
模具制造时，根据流动情况设置适当阻尼

模具温度的影响
根据锻件形状，控制模具温度分布

润滑剂
润滑剂的种类和性能，根据锻件形状选择
目前，还没有一种通用润滑剂可以满足所以铝锻件

四、汽车铝合金锻造关键技术研

3、粗晶控制:
起皮、粗晶、裂纹是铝合金锻造主要缺陷

粗晶：
加热温度、锻造温度过高或过低；
变形速度太快；
在临界变形程度下锻造时；

控制方法：
模具表面粗糙度设计、
合理的工艺控制变形程度，避免剧烈不均匀流动、
淬火温度和时间控制

四、汽车铝合金锻造关键技术研究

4、成形速度对铝合金锻造的影响:

变形温度、变形速度、变形程度是关键工艺参数

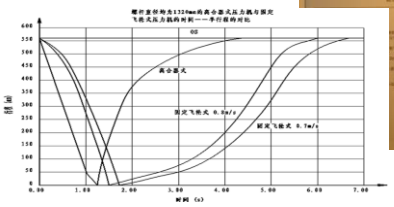
几种成形设备的应用：
1）离合器式螺旋压力机
成形速度在0.3m~0.4m/sec 可调, 且保证成形能量。
2）电动螺旋压力机
成形初速度在0.3m~0.4m/sec 可调, 成形能量不足。
3）液压机
成形速度0.01 ~0.03m/sec
4）曲柄或肘杆式压力机
成形速度根据飞轮转速及机构设计确定，有拐点。

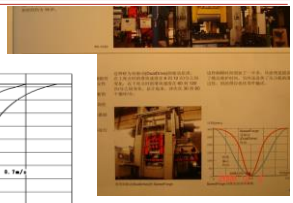
铝合金锻造设备，应根据需要专门设计

侧还时成形速度、模具温度对铝合金锻造的影响:

四、汽车铝合金锻造关键技术研究

4、成形速度对铝合金锻造的影响:





四、汽车铝合金锻造关键技术研究

5、自动化生产是铝合金锻造质量的保证:

生产环节节拍准确

保证加热和锻造温度、热处理入水温度、加热与锻造的衔接

人工无法保证锻件出炉到锻造的时间

自动喷雾装置与喷雾效果

人工无法保证喷雾的均匀性、一致性

铝合金锻造的特殊性

（炉口温度高不适合操作、锻造温区窄、润滑要求高、淬火控制严）

决定了人工操作无法保证铝合金锻造质量，必须实现自动化。

五、北京机电所相关技术研发情况

1、生产线设计技术:

2008年 包头汇众——楔横轧制坯技术

2010年 宁波拓普——全自动生产线设计；楔横轧、

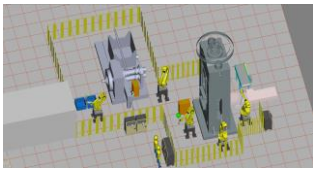
2014年 吉林通用——加热炉、辊锻机、润滑、自动化

2015年 琦玉——加热炉、辊锻机、润滑、自动化

2016年 南水汽配——2500高能压力机全套自动线

2017年 芜湖中机精成——2500电动压力机全套中试线

2016——2017年：分别向三环锻造、台湾巧新、罗福斯、吉恩、福建正兴车轮，提供铝合金轮毂加热炉、铝合金加热炉、专用楔横轧机、专用辊锻机



五、北京机电所相关技术研发情况

1、生产线设计技术:

典型的铝合金控制臂生产线的生产节拍约为30秒/件，生产线主要下料、加热、锻造、热处理、检验以及表面处，主要设备见表

铝合金控制臂生产线组成

名称	数量	型号	备注
高速锯床	1台	标准	棒料直径40mm~120mm
加热炉	1台	定制	
制坯设备	1-2台	楔横轧机&辊锻机	制坯模具1套
主压力机	1台	2500T螺旋压力机&3150T机械压力机	模具及模架1套
固溶炉	1台	定制	连续式&周期式
时效炉	1台	定制	连续式&周期式
抛丸机	1台	定制	通过式
荧光探伤机	1台	标准	
机器人	若干	50-70公斤	

五、北京机电所相关技术研发情况

2、专用辊锻机和楔横轧:

辊锻机

楔横轧机

主要特点：

1.模具连续加热控温系统

2.适用于铝合金成型的变频调速系统

3.全自动上下料系统

4.全自动模具润滑系统

四、轻量化_铝合金锻造系统技术研发

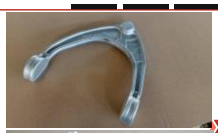
2、专用铝合金锻造压力机:

1)辊锻机制坯生产线(主机螺旋压力机)

成形速度,锻件形状;台面布置;润滑装置

2)楔横轧制坯生产线(主机液压机)

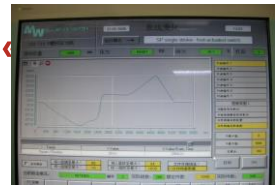
成形速度,锻件形状;台面布置;润滑装置

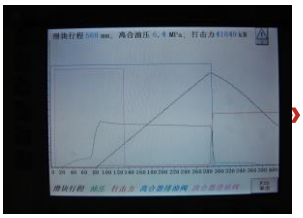


四、轻量化__铝合金锻造系统技术研发

2、专用铝合金锻造压力机:

电动螺旋压力机实时运动曲线





离合器式螺旋压力机实时运动曲线

五、北京机电所相关技术研发情况

3、润滑系统和润滑剂:

喷雾润滑系统

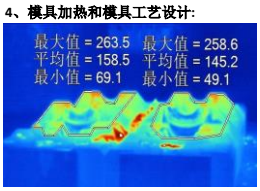
润滑剂供液系统

主要特点：

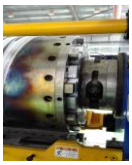
1.无润滑剂滴液现象
2.每个模具型腔独立的喷雾量调节
3.稳定的润滑剂供液压力
4.系统清洗功能

五、北京机电所相关技术研发情况

4、模具加热和模具工艺设计:



准等温锻造
模具光洁度、流动性设计
模具润滑（均匀性控制；油基、水基对比）
模具温度与流动性



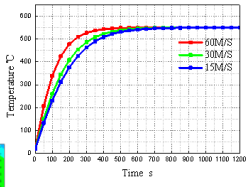
辊锻模具
楔横轧模具
锻造模具
都包含合理的加热设计，在功率选择、温控、温度场设计上要根据锻件形状相应改变。

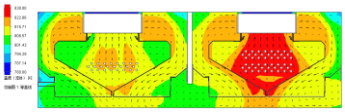
五、北京机电所相关技术研发情况

5、射流式加热炉:

✓通过新研发的导流装置，将热风打进喷射室，再以高速射向工件表面，实现均匀加热，达到≤±3℃；

✓循环加热风速为10~15m/s，射流加热风速25~30m/s，加热时间可减少30%以上。





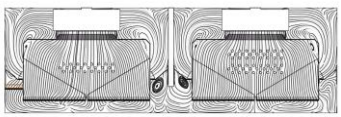
五、北京机电所相关技术研发情况

5、射流式加热炉:

✓合理的风速，保证工件升温速度按需要调节

✓炉温更加均匀

✓工件升温速度更快



五、北京机电所相关技术研发情况

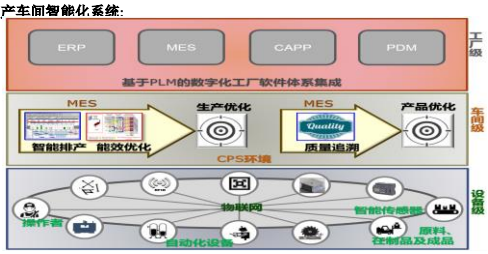
6、生产车间智能化系统:

生产过程自动化——数字化——信息化
实现产品的可追溯性和生产过程透明
质量影响因素：
坯料——型号、重量、料段位置
加热——出炉温度、始锻、终锻温度
热处理信息——入水温度、水温
生产过程能耗、班产、
不同班次成品率
生产时长、维护时长
故障编码、位置、原因

由于铝合金锻件质量影响因素多，采用智能化系统，对于保障质量具有重要意义。

五、北京机电所相关技术研发情况

6、生产车间智能化系统:



五、北京机电所相关技术研发情况

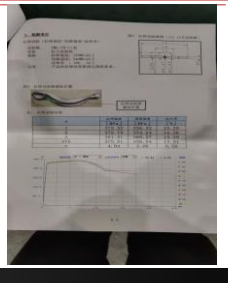
6、生产车间智能化系统:

智能化项目研究内容:
1)智能化锻造单元规划
2)锻造车间网络构架
3)智能检测点设计及工程
4)温度检测
5)锻件位置检测
6)模具磨损检测
7)锻造设备力能参数检测
8)喷雾润滑参数检测
9)安全监测感知
10)设备故障记录分析系统
11)大数据工艺优化系统

五、北京机电所相关技术研发情况

7、铝合金锻造进一步的研究课题:

7.1材料质量控制和检验
原料偏析与粗晶等缺陷的遗传程度和对锻件质量的影响
7.2产品性能指标和技术标准
产品性能要求，目前还是依照主机厂图纸要求而定，这些要求的合理性，需要锻造企业深入研究并提出意见。
7.3标准制定
目前，还没有统一的原料标准（可以标准锻件质量），性能标准（不同用户标准不一），影响了国内企业铝合金锻造技术的发展。



五、北京机电所相关技术研发情况

机电所铝合金锻造技术开发过程:

2008 年　液压机锻造生产线(楔横轧制坯设备、工艺及模具)
2010 年　25Mn全自动铝合金生产线(交钥匙工程)
2014年　铝合金自动线(高精度加热炉/专用辊锻机/自动化/润滑)
2015年　铝合金自动线(高精度加热炉/专用楔横轧/自动化/润滑)
2016年　25Mn全自动铝合金生产线(交钥匙工程)
2016年　中机精密成形产业研究院_____铝合金锻造技术中试生产线
2017年　正兴铝合金车轮智能化建设

铝合金生产线特点:成形+控性一体化
锻热一体化
必须实现自动化
智能化锻造技术的良好载体

四、轻量化___铝合金锻造系统技术研发

机电所铝合金锻造专用技术装置研发:

1)射流加热炉、固溶、时效炉
2)专用辊锻机研制
3)专用楔横轧研制
4)模具加热
5)喷雾装置
6)自动化系统
7)锻造主机的选型与改进设计
8）生产线整体设计

北京机电研究所

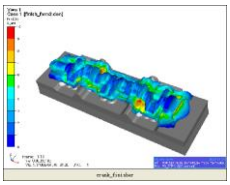
THANKS

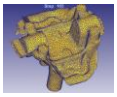
谢谢!

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

塑性成形工艺

精密模锻工艺





研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

塑性成形工艺

精密挤压工艺

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

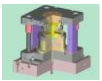
塑性成形工艺

回转成形工艺

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

塑性成形工艺

轻合金成形工艺



研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

塑性成形装备

开发出10大类19品种金属成形设备，销售800多台，出口美、韩、印、泰、缅甸等国家

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

锻造生产线及自动化

汽车前轴成形辊锻-精密模锻生产线

2500T /4000T离合器式螺旋压力机汽车前轴锻造生产线，已在国内建成20条生产线。目前是国内汽车前轴生产企业技术改造的主要方案。获国家科技进步二等奖。

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

锻造生产线及自动化

大型曲轴锻造自动化生产线

包一机、一汽、一拖、三环、福达

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

锻造生产线及自动化 机车连杆全自动线

与德国EUMUCO公司合作承担锻造内燃机机车连杆（连杆重60Kg)全自动线。 企业引进德国5000T离合器式螺旋压力机锻造内燃机机车连杆（连杆重60Kg)，我所提供1米辊锻机、三台机械手和辊锻工艺。

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

锻造生产线及自动化

齿轮冷、温、热精锻生产线

国内首台1600 吨热模锻自动锻造中心在江苏飞船股份公司生产热精锻齿轮。

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

锻造生产线及自动化

半轴套管多工位热挤压生产线

闭式正挤压工艺，产品完全通透，材料利用率高，模具寿命高，生产线达到了国际先进水平，获中国机械工业科技进步二等奖、一等奖。

研发领域及产品 塑性成形工艺、装备和生产线

锻造生产线自动化