

中国汽车工程学会汽车材料分会

第十五届年会论文集

主办单位：中国汽车工程学会汽车材料分会

承办单位：江阴兴澄特种钢铁有限公司

协办单位：东风汽车有限公司工艺研究所

目 录

• 综述专栏 •

- 世界汽车轻量化材料技术若干最新进展 冯美斌 (1)
我国镁合金开发应用现状与展望 史文方 周 昆 王怀国 (11)

• 钢板专栏 •

- 蒂森克虏伯公司拼焊板生产技术与研发综述 张志勤 何立波 高真凤 (14)
发动机横梁成形工艺的计算机模拟 向晓峰 马鸣图 李志刚 易洪亮 (21)
广州本田汽车用钢板与轻量化 费 劲 李志勇 万朝阳 周桂添 (26)
轿车车身与高强度钢 柏建仁 (30)
攀钢 590Mpa 级汽车大梁用钢板开发 张开华 杨金成 左 军 陈 杰 (46)
攀钢 SP52 超细晶粒钢组织和性能研究 宋立秋 左 军 (49)
汽车轻量化与高强度钢板合理选用 王 利 杨雄飞 陆匠心 (55)
商用车车架工艺技术与材料开发 周岁华 (65)
退火及平整对汽车用冷轧低合金高强度钢板性能的影响
..... 刘 浩 叶仲超 田德新 孙方义 (69)
用 DSC 方法研究 TRIP 钢两相区退火奥氏体化动力学
..... 杨春霞 史 文 李 麟 符仁钰 张 梅 李 康 (75)
国外用于汽车的高强度奥氏体不锈钢板研究 张 宇 (81)
塑性变形诱导相变钢 TRIP 钢的性能和应用 姚贵升 (88)
车身用钢板的抗碰撞性能 姚贵升 (97)

• 结构钢专栏 •

- MC16Z、20CrMo、20CrMnTi 摩托车齿轮用钢的 Bruggen 弯冲性能对比
..... 马鸣图 李 强 李志刚 刘宪民 易红亮 梁 玫 (105)
MC16Z、20CrMo 摩托车齿轮钢的 Bruggen 弯冲断口的 SEM 观察
..... 马鸣图 李 强 李志刚 刘宪民 向晓峰 梁 玫 (110)
齿轮钢 20CrMnTiH-1 研究试制 崔京玉 陈京生 唐国志 陈明跃 周德光 (115)
连铸连轧弹簧扁钢侧面裂纹的原因分析 李 英 孟 羽 聂爱诚 张继宏 (122)
含铌齿轮钢渗碳工艺研究 杨 林 (128)
材料工艺对齿轮接触疲劳性能的影响 李贞子 (132)
载重车轴头非调质钢的开发及应用研究 鹿 云 曹 正 蒋海浪 (136)
汽车裂解连杆用钢的开发 姚贵升 (141)

· 理化检验、失效分析专栏 ·

- 钒钼黄分光光度法测定磷铜粉中磷量 杨丽娟 孙丽莉 (147)
- 钢制零件断裂分析 严范梅 王明辉 (150)
- 原子荧光光度法测定锌及锌合金中的锡 董 彦 (154)
- 原子荧光光谱法测定铜合金中铋 马 红 杨丽娟 李虬玉 (157)
- 关于汽车重要零部件失效分析及仲裁的几点看法 刘柯军 齐 飞 (159)
- 中间轴齿轮延迟开裂分析 苏 璞 刘柯军 (162)
- 竹节裂纹的探伤方法 李莹娜 于关来 刘柯军 孙晓岩 (165)
- 增压柴油机钢曲轴断裂分析 梅 红 (168)
- 发动机排气歧管断裂分析 李 伟 张义和 邹德志 (170)
- 红外线吸收法测定粉末冶金材料中非化合碳含量 王 静 (174)
- 火焰原子吸收光谱法测定镁合金中锌含量 雷宏田 (178)
- 汽车面漆中铈含量测定方法研究 郝艳红 刁洪军 (182)
- 曲轴断裂与异常弯曲疲劳应力 齐 飞 刘柯军 (186)
- 发动机进气门失效分析 潘艳春 (188)
- 无损检测技术在汽车生产中的应用与发展 张连玉 (190)
- 某型发动机捣缸事故失效分析 冯继军 卢柳林 张平 (195)

· 其它专栏 ·

- WC-Co 等离子喷涂层的结构与磨损特性研究 胡树兵 李行志 (206)
- 工程塑料在汽车底盘与发动机及周边零部件上的应用 孙成智 (211)
- 法兰式喷油器压板螺栓预紧力的测量 严春雨 卢海波 范建权 (216)
- 仪表板表皮成型工艺概述及发展动态 侯剑锋 (218)
- 连杆的疲劳试验方法 濮 进 郑立新 (226)

综述专栏

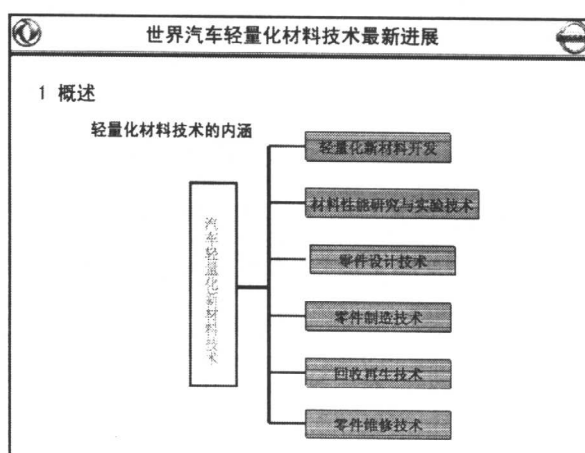
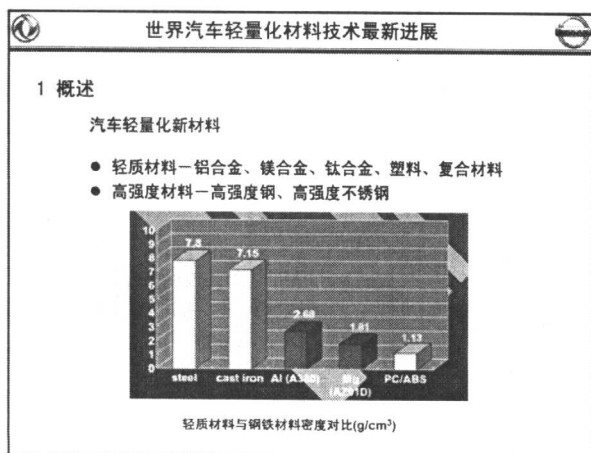
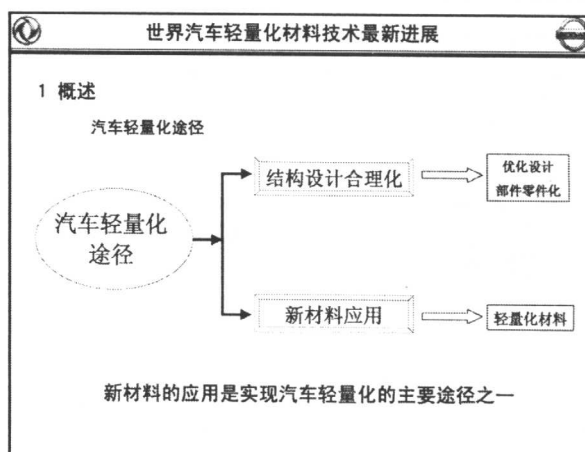
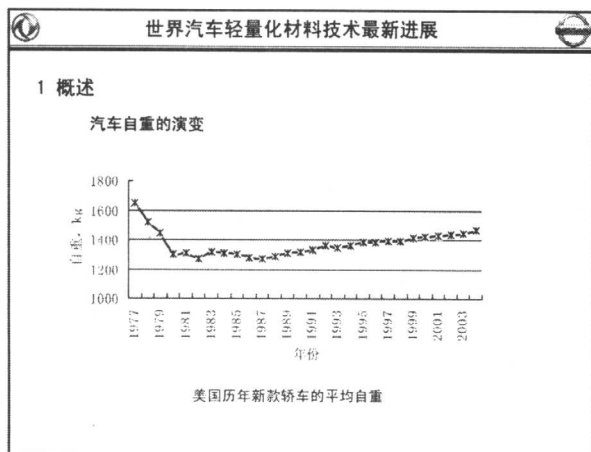
世界汽车轻量化材料技术
 若干最新进展

冯美斌
 东风汽车有限公司工艺研究所
 2006.10 江阴

世界汽车轻量化材料技术最新进展

目录

- 1 概述
- 2 几大特点
- 3 主要技术进展
- 4 未来发展动向
- 5 结语



世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (1)

- 低成本的材料制备技术和先进的零部件制造技术已成为研究热点



利用木质素产生的碳纤维增强材料
(来源: Automotive Composites Consortium)



微波等离子体硬化装置
(来源: Automotive Composites Consortium)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (1)

- 低成本的材料制备技术和先进的零部件制造技术已成为研究热点



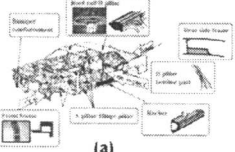
双辊轧制工艺生产的镁合金薄板
(来源: CSIRO Manufacturing and Infrastructure Technology)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (2)

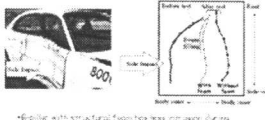
- 轻量化与车辆安全的冲突越来越受到重视, 新材料在解决这一问题中将发挥重要作用

Structural Foam Applications
Increase energy absorption and stiffness



(a)

Side-Impact Test of B-pillar with Structural Foam



(b)

结构泡沫在轿车车身上的应用(来源: Tsung-Yu Pan等)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (3)

- 汽车轻量化对环境的影响受到广泛关注, 传统的看法已开始发生某些变化

从车辆全寿命周期(即包括制造、使用、回收与再生等阶段)的角度评价轻量化的利与弊

欧盟在2001年启动了一项为期30个月、代号为LIRECAR的研究, 该项研究结果于2004年发表, 主要结论为: 除废物总量外, 报废车辆的回收包括粉碎残留物的回收, 对环境影响的贡献不到车辆整个寿命周期的5%, 表明其相对影响并不大; 汽车轻量化对环境改善, 如减少有害物质和温室气体排放、节约资源等具有积极作用, 但其效果没有通常认为的那样大。

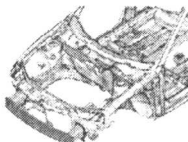
德国FKA研究所最近的一项研究也得出了类似的结果, 该研究表明, 车辆单纯减重10%而不改变动力系统, 油耗降低幅度为1.9%~3.2%; 如减重后进行动力系统重新设计, 则同样减重条件下油耗的降低可提高到5.5%~8.2%。

新观点: 任何解决方案都应着眼于车辆全寿命周期对环境的改善, 在车辆的自重、回收和其它因素之间寻求最佳的平衡点, 不要仅仅局限于通常的减重和回收目标上, 整体考虑往往可获得更好的环境效果

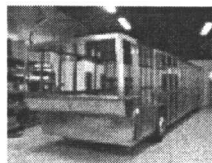
世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (4)

- 轻量化材料的范畴正在扩大



绅宝轿车的 stainless 保险杠
(来源: Tege Tornvall)




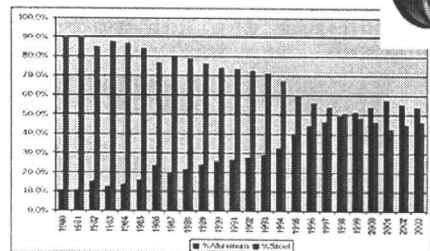
试制的公交车 stainless 车身骨架与地板
(来源: J. Bruce Emmons等)

铁带铸铁—制造发动机缸体, 可减重10%~29% (平均为15%)
碳纤维、钛合金、金属基复合材料

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (5)

- 轻量化材料之间的竞争日趋激烈

车轮用材市场份额的演变 (来源: www.steel.org)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (5)

- 轻量化材料之间的竞争日趋激烈

轻量化材料之间竞争应用的范例 (来源: Ming F. Shi)

零件	原用材料	现用材料	改变的原因
挡泥板	铝	DP600	DP600优于铝
福柱	铝	钢	钢满足重量要求
前门、后门	铝	DP600	DP600优于铝
防撞击滑板	复合材料	钢	钢件减重达到50%
1A横梁	镁	钢	镁存在腐蚀问题
	铝		钢满足重量要求
变速箱X形构件	铝	钢	钢满足重量要求
后管横梁	铝	钢	铝件疲劳强度过低
牵引钩	铝	钢	轻量化的非调质钢设计
座椅骨架	镁	钢	AHSS重新设计
车轮	铝	钢	采用Kuhl专利设计

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (5)

- 轻量化材料之间的竞争日趋激烈

轿车车身用材若干典型实例 (来源: Henning Wallentowitz等)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (6)

- 政府引导作用和行业合作不断加强, 共同开发已成为轻量化材料技术发展的主流

	Date Formed
Automotive Composites Consortium	Aug. 1988
United States Advanced Battery Consortium	Jan. 1991
Environmental Research Consortium	Mar. 1991
Vehicle Recycling Partnership	Nov. 1991
United States Council for Automotive Research (USCAR)	June 1992
Low Emissions Technologies R&D Partnership	June 1992
Occupant Safety Research Partnership	July 1992
Low Emission Paint Consortium	Feb. 1993
United States Automotive Materials Partnership	June 1993
Supercomputer Automotive Applications Partnership	Aug. 1993
Partnership for a New Generation of Vehicles (PNGV)	Sept. 1993
Electrical Wiring Component Applications Partnership	June 1994
Freedom CAR	Jan. 2002

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (6)

- 政府引导作用和行业合作不断加强, 共同开发已成为轻量化材料技术发展的主流

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (6)

- 政府引导作用和行业合作不断加强, 共同开发已成为轻量化材料技术发展的主流

SuperLIGHT-CAR Budget magnitude and project duration

Project Budget:	= 20 Mio €
EC >50% Funding:	= 10.5 Mio €
German participation:	49%
France + Italie:	12.5%
Consortium:	40 partners
EUCAR label:	results access to affiliated Cies
Project Duration:	48 months (2/2005 - 1/2009)
Submission:	Call 2B on Surface Transportation (April 2004) Priority 6: Surface Transport / Light structures

世界汽车轻量化材料技术最新进展

2 几大特点 (6)

- 政府引导作用和行业合作不断加强, 共同开发已成为轻量化材料技术发展的主流

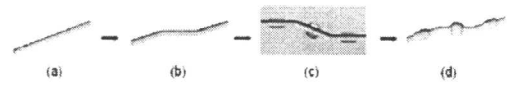
Roadmap of SuperLIGHT Car Integrated Project within the EU 6th RTD FP

世界汽车轻量化材料技术最新进展

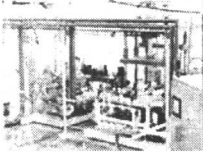
3 主要技术进展

3.1 高强度钢

气体热成形 (Hot Metal Gas Forming)



金属管件的氣體熱成形過程 (來源: Bill Dykstra)



优点

所需的成形压力低，液压成形的压力通常在2100KPa以上，而气体热成形最高气压不超过70KPa，仅为它的1/30。

改善了材料成形性能，突破了材料常温成形性能的限制，材料的延伸率可超过100%，从而可生产形状更为复杂的零件。

生产效率高，加热时间5-12秒，成形时间3秒。

成本低，设备投资和能源消耗远低于液压成形。

用于气体热成形的压力机 (Bill Dykstra)

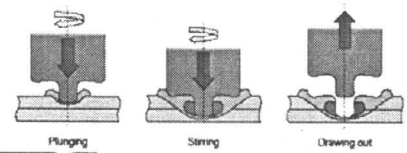


世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.1 高强度钢

摩擦点焊

摩擦点焊工艺过程 (来源: Tsung-Yu等)

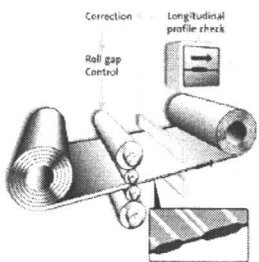
摩擦点焊试验设备 (来源: Tsung-Yu等) 摩擦点焊焊点形态 (来源: Tsung-Yu等)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.1 高强度钢

钢板的柔性轧制技术 (Flexible Rolling)



产品
TRW (Tailor Rolled Blanks)

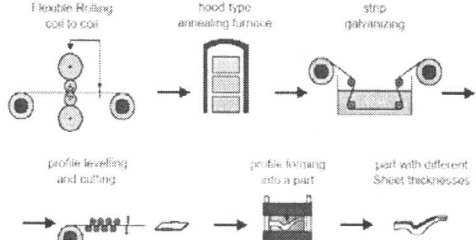
钢板柔性轧制原理 (来源: Michael Rehse)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.1 高强度钢

钢板的柔性轧制技术 (Flexible Rolling)



TRW生产汽车零部件的主要工艺流程 (来源: Michael Rehse)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.1 高强度钢

钢板的柔性轧制技术 (Flexible Rolling)




用TRW生产的赛车驾驶室横梁
(来源: Michael Rehse)

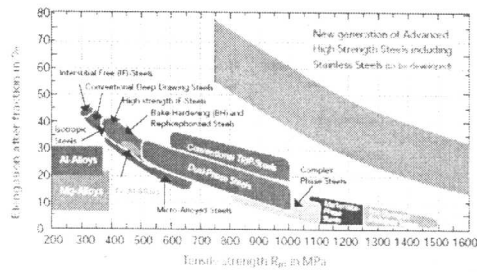
TRW在车身、底盘中的应用实例
(来源: Michael Rehse)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

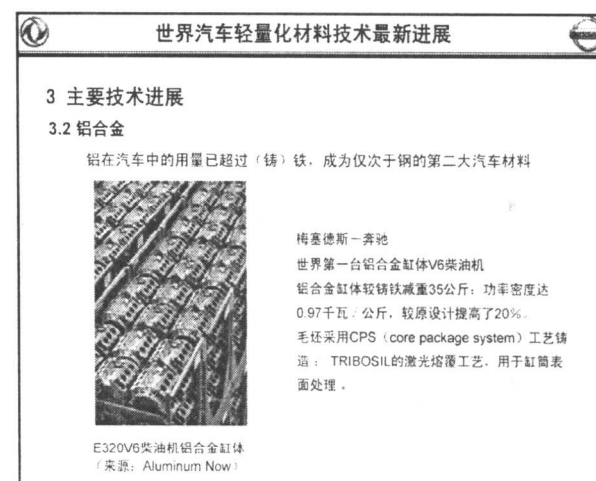
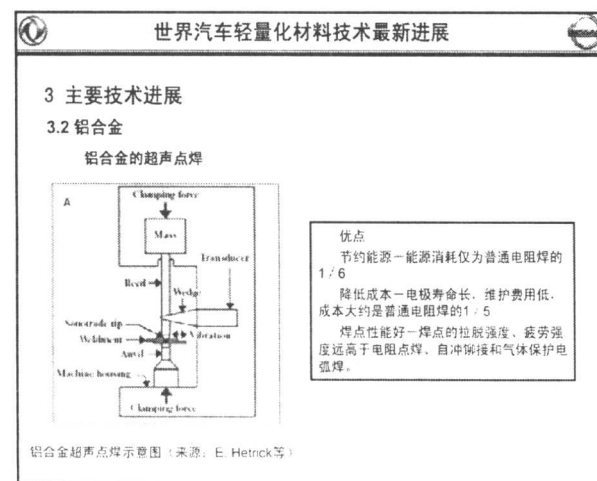
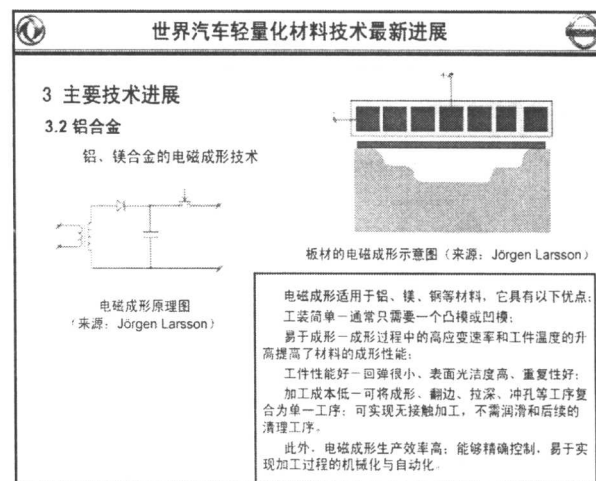
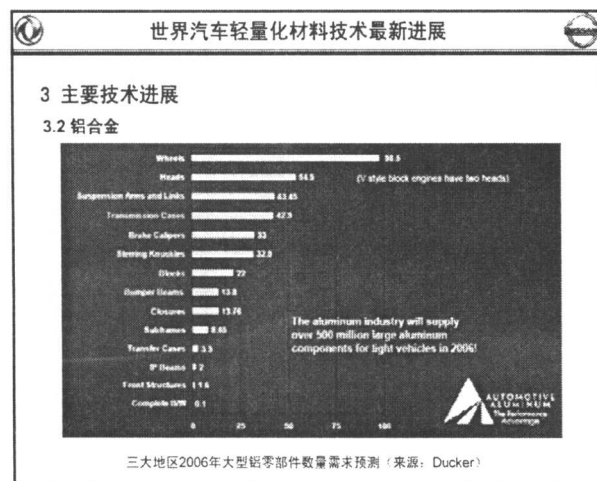
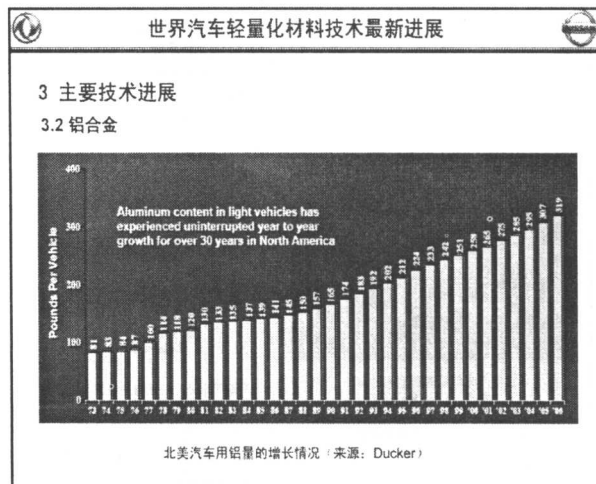
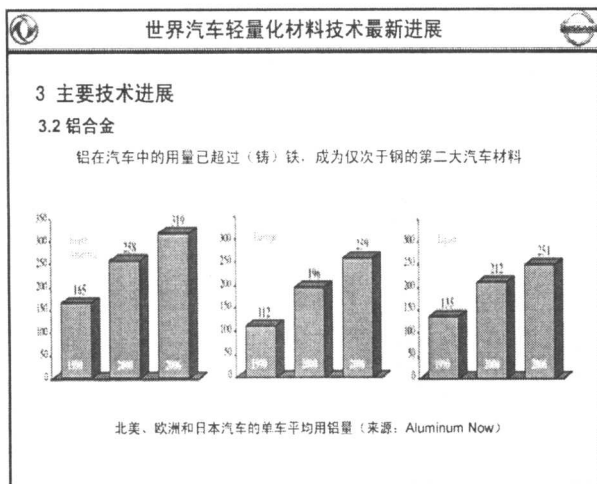
3 主要技术进展

3.1 高强度钢

新一代高强度钢的性能 (来源: VDEh)



New generation of Advanced High Strength Steels including Stainless Steels can be developed



世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.3 镁合金 镁型材的液压热挤出工艺 (来源: W.H. Sillekens等)

柱塞的运动使腔内的液压介质产生高压, 并传递到坯料上, 使坯料发生塑性变形, 经模具挤压成为所需型材。由于塑性变形是在液压作用下进行的, 坯件的横部及周围几乎没有摩擦。采用液压热挤出工艺, 镁型材的挤出速度由20~30毫米/分钟提高到50~100毫米/分钟, 现在开发成形性能更好的合金, 以期将挤出速度进一步提高到200毫米/分钟。镁型材当前市场价格为10~20欧元/公斤, 当降至5~8欧元/公斤的水平, 就会在汽车上得到批量应用。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.3 镁合金

戴姆勒-克莱斯勒公司的镁密集轻量化车身结构项目

镁密集轻量化概念车减重目标的分解 (来源: Stephen Logan等)

总成名称	占整车重量百分比, %	减重目标, %	占总减重目标百分比, %
白车身	29.6	41.6	12.4
外装件	5.4	-4.8	-0.26
底盘	25.2	26.2	6.5
发动机	19.3	0	0
内饰件	12.3	18.8	2.3
电子部件	2.6	16.6	0.43
其它	5.4	19.3	1.04

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.3 镁合金

戴姆勒-克莱斯勒公司的镁密集轻量化车身结构项目

镁密集轻量化车身结构 (来源: Stephen Logan等)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.3 镁合金

创新性应用

宝马6缸镁铝复合发动机缸体
(来源: Michael Hoeschl等)

戴-克公司7挡自动变速器壳
(来源: www.hydro.com)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.3 镁合金

创新性应用

若干最近开发的镁零件照片 (来源: www.hydro.com)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

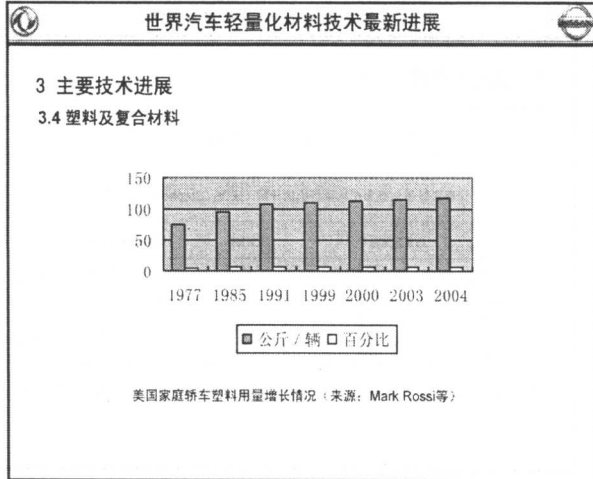
3 主要技术进展

3.3 镁合金

未来需求预测

未来镁合金铸件在汽车中的应用仍会以较快的速度增长, 主要是发动机缸体、气阀罩、变速器壳体、进气管等动力系零部件, 以及仪表盘、支架、门框、发动机托架、前部组件、座椅、转向柱零件等内装件的用量将出现较大幅度的增长。预计到2014年镁铸件将增加到目前的三倍。

未来主要汽车镁合金铸件需求预测 (来源: Derrick Webb)



世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展
3.4 塑料及复合材料

热塑性塑料当前研究热点

- 树脂材料研究的重点之一是不断提高材料的物理、力学性能; 材料开发已从昂贵的特殊专用树脂转向低成本的普通树脂新品种体系; 自增强树脂也是当前材料研发的一大热点
- 天然纤维增强热塑性复合材料也是当前世界各国汽车塑料的一个重要研究领域, 纳入研究的天然纤维来源有纤维素、木材、亚麻、黄麻、剑麻、大麻、龙舌兰叶纤维、椰子壳纤维, 以及稻草与其它农作物废料等。
- 热塑性复合材料成型技术研究正在广泛进行, 当前的重点有纤维缠绕与编制技术, 并已在天然纤维缠绕和金属-聚合物纤维编织技术上取得重大进展, 纤维-金属夹层等混合材料的制备方法, 如Over-Injection Moulding工艺; 热塑成型、冲压成型、模压成型技术, 包括工艺优化与智能化、柔性工装、工艺模型与计算机辅助成形, 大批量生产技术等, 并已开发出可显著缩短加热时间的局部加热技术和快速热响应模具; 短纤维、生物纤维增强复合材料, 自增强复合材料、LFT、木纤维增强PP等的注塑工艺, 注塑工艺优化, 纤维取向模拟, 水助注塑技术开发; PA6、PA12和CBT为基的复合材料批量生产RTM工艺; 大型零件的低成本真空成型生产工艺; 零件表面模内装饰技术, A级表面与抗擦伤表面制备技术。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展
3.4 塑料及复合材料

热塑性塑料当前研究热点

- 纳米复合材料研究开发受到广泛关注, 主要有纳米层状二氧化硅和纳米碳管增强PA、PE、PVC, 界面特性改善等。
- 纳米增强纤维复合材料是最近兴起的一种纳米复合材料, 欧洲目前正在研究利用纳米碳管作增强体, 开发阻燃和自增强SR-PP等高性能复合材料, 其它类型的增强体, 如聚合物、碳纤维等, 也受到关注。
- 连接技术开发, 主要有大型零件感应焊接、接触焊、超声焊接、振动焊接等。
- 试验技术开发, 包括强度快速试验方法, 高、低温试验方法, 冲击、磨擦试验方法, 长时性能测试方法, NVH性能测试方法, 车身防撞零件冲击试验方法等。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展
3.4 塑料及复合材料

典型应用




福特Focus C-Max货车的塑料-金属混合材料前盖组合件 (来源: Richard Stewart)

通用2005 Hummer H2 SUT货厢底板含有3.2公斤纳米TPO零件 (来源: Richard Stewart)

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展
3.4 塑料及复合材料

典型应用




尼龙油底壳 (Automotive plastics news)

福特05款Mustang采用, 借助CAE技术和同时双注塑工艺, 将两种颜色树脂同时注入模具中, 使仪表盘下部呈现两种色调 (鱼油漆), 并具有高抗擦伤能力

戴姆勒-克莱斯勒04款Actros BR500重卡采用, 材料为35%玻纤增强Ultrad A3HG7尼龙, 它是世界第一个尼龙油底壳, 其重量较铝油底壳轻50%, 而燃油能力增大了30%, 并具有较高耐热、耐蚀性, 高的冲击强度和阻燃性能

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展
3.4 塑料及复合材料

典型应用




SMC行李厢 (Automotive plastics news)

本田2006款Redline皮卡采用, 世界第一个多块玻璃纤维增强SMC复合材料嵌入式行李厢, 零件数由钢设计的100多个减至7个, 重量减轻30%, 而且还具有较高的强度和冲击强度, 较好的耐蚀性和助滑性

麻纤维增强备胎盖 (Automotive plastics news)

戴姆勒-克莱斯勒05款A级2门轿车采用, 它是世界第一个天然纤维大批量应用于外装件的范例, 用麻纤维生产该零件较常规玻璃纤维节能60%

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.4 塑料及复合材料

典型应用



模内着色反应TPO安全气囊套 (来源: Automotive plastics news)

应用于通用2006款Buick。该零件采用的是世界第一个模内着色反应TPO (molded-in-color reactor TPO)。它具有优良的抗低温冲击性能,且价格低于普通油零件



发动机冷却水套隔离环 (来源: Automotive plastics news)

丰田2003款皇冠采用。零件材料为PPA树脂,它是世界第一例开敞式发动机塑料水套隔离环

世界汽车轻量化材料技术最新进展

3 主要技术进展

3.4 塑料及复合材料

典型应用



新概念前端组合件 (来源: David Cramer)

法国Plastic Omnium公司开发,它将挡泥板、前灯和其他零件整合成一体,以减少装配线时间



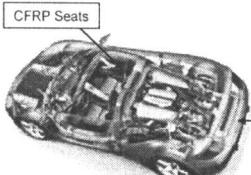
免油漆塑料车身 (来源: David Cramer)

戴姆勒-克莱斯勒03款smart Roadster车顶及车身外板采用PC薄膜和ASA/PC树脂涂层,形成了具有高光泽度,抗紫外线、抗擦伤的A级表面


世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(1) 碳纤维、钛合金和金属基复合材料有望成为新一代轻量化材料



CFRP Seats



CFRP Bodywork

Porsche Carrera GT

碳纤维增强复合材料主要发展方向

- 降低纤维和基体材料的价格
- 开发大批量、高效率的零部件的生产工艺

主要应用领域—车身、底盘零部件

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(1) 碳纤维、钛合金和金属基复合材料有望成为新一代轻量化材料



Potential Automotive Applications of Titanium


钛合金在汽车中的潜在应用 (来源: Malcolm Ward-Close)

重型载重汽车零部件应用低成本钛合金的可能性,按几率的高低排序,从高到中等依次为:增压器压缩机转子、气门、板簧、增压器涡轮增压器转子、配气机构零件、活塞冠、活塞销和连杆;从中等到低依次为:增压器压缩机壳、排气系统、拖车钩、制动器、车架和悬架零部件

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向


(1) 碳纤维、钛合金和金属基复合材料有望成为新一代轻量化材料



碳纤维



碳纤维轮



碳纤维



碳纤维 (穿孔套)



连杆



活塞

若干铝基复合材料零件的实物照片

关键技术发展方向: 低成本增强材料与基体材料; 低成本的零部件成形技术, 重点是粉末冶金; 降低加工成本; 连接技术; 零部件无损检测技术; 零部件设计技术。

近期对象是制动系统、动力系和底盘零部件; 远期目标是开发低成本板材, 取代钢板和铝板制造刚度要求高的薄板件

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(2) 在轻量化材料技术的持续推动下, 设计理念将会发生根本性的变化

- 更多地借助和依赖分析工具。为此将致力于发展各种理论模型和模拟手段, 以便在设计阶段对新材料在制造过程中的行为, 以及在不同的使用环境 (如长时间低能量冲击, 大气、泥沙、雨水、冷却液、燃油、润滑油等环境介质, 环境低温与工作高温等极端温度等, 环境因素的交互作用) 和碰撞时材料的响应 (如蠕变、疲劳、变形、开裂、老化等) 做出较为准确的预测与模拟, 而这又需要开发新的试验评估方法, 建立较为完善的材料性能数据库。
- 零部件设计将更侧重于系统优化。新材料的采用往往会改变零部件甚至系统的某些特性, 如惯性力、导热性、耐磨性、表面状态等。只有从系统的层面进行改进以适应这些变化, 才能最大限度地利用新材料的优点, 并有效地克服它所带来的不足。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(2) 在轻量化材料技术的持续推动下，设计理念将会发生根本性的变化

- 多材料轻量化结构 (Lightweight construction by multi-material) 的选材理念将得到进一步发展。这种选材理念主要是针对轿车车身提出的，试图通过“合适的材料用于合适的部位 (The right material in the right place)”，寻求轻量化效果、工艺性、性能、安全性、成本的总体上最优化。多材料的理念能较好地兼顾各方面的要求，因而受到了广泛的关注。欧洲正在进行的超轻轿车项目中，拟将多材料结构的理念由零部件发展为混合材料车辆 (Hybrid vehicle concepts) 和多材料的最优化车辆 (Multi-attribute vehicle optimisation)，并将最终制定出多材料设计指南。
- 节能的着眼点将从车辆的使用阶段转向全寿命周期，即是在选用轻量化材料时，要从它的原材料生产、零部件制造、回收和再生阶段消耗的能源，因减重在车辆使用阶段所节约的能源，以及可重复使用性等方面对选用该种材料的节能效果进行综合评估，而不仅仅只看减重效果。显然，采用这种评价方法可获得节能效果最佳的汽车选材方案。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(2) 在轻量化材料技术的持续推动下，设计理念将会发生根本性的变化

- 零部件设计将逐步面向材料和工艺。传统设计在确定零部件形状结构时，通常不把材料与制造工艺作为制约因素对待，即材料工艺要服从产品设计。但在轻量化发展趋势下，随着混合材料车辆和全寿命周期等新理念的导入，要求在设计阶段以材料和工艺为变量，寻求零部件的技术性、经济性、安全性、环保性、舒适性及其它相关性能的最优化。为适应这种变化，发展能将设计与材料、工艺紧密联系在一起的设计方法成为必然。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(3) 轻量化材料的应用对象正在拓展

轻量化材料的应用对象呈现零部件由非承载件向承载件，整车由轿车向载重汽车拓展的趋势。

世界汽车轻量化材料技术最新进展

4 未来发展动向

(4) 零部件制造技术仍将是未来研究的重点

低成本、高效率、适用于大批量生产的连接新技术，包括铝合金、镁合金和高强度钢之间的连接技术，复合材料之间、复合材料与铝合金、镁合金、高强度钢的连接技术。为确保安全性，新技术必须保证连接可靠。为此要发展相应的无损检测技术，用来对接合部位的质量进行监测。成形技术将致力于：提高镁合金铸件的可靠性和性能以扩大其在汽车结构中的应用；低成本的铝合金、镁合金和高强度钢成形新技术在汽车零部件中的应用研究；热塑性和热固性复合材料的大批量生产技术，如可用于大批量生产的喷射成型法，喷射压缩成型法，拉挤成形，近净尺寸成形，热塑性塑料热成形，传递成型成形，非热硬化方法和自动材料处理系统等等；增强纤维的快速预成型技术。

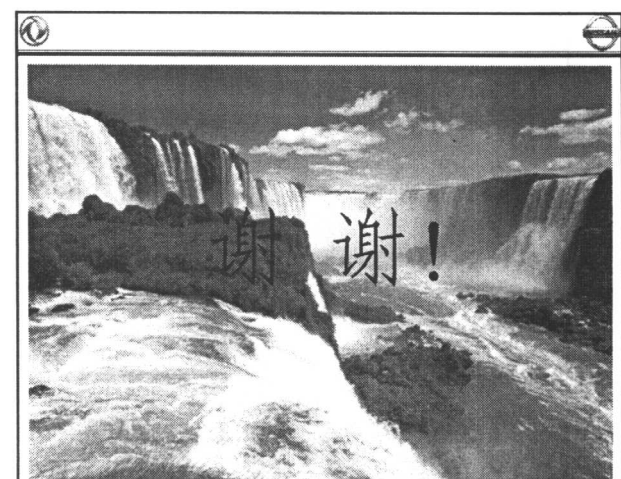
世界汽车轻量化材料技术最新进展

5 结语

轻量化对汽车材料技术的影响是深刻的

应用轻量化材料对汽车技术的影响已远远超出减重本身

汽车的轻量化还有很长的路要走



我国镁合金开发应用现状与展望

*史文方 周昆 王怀国

*中国有色金属工业技术开发交流中心

摘要: 本文概要介绍了近几年,在国家“十五”科技攻关计划指导下,我国的企业、研究机构和大学在镁合金产品的开发应用方面取得的进展情况。在过去五年里,中国镁工业已经开发出了镁合金变速箱壳体、汽缸罩盖、方向盘骨架等 52 种镁合金汽车零部件,并在一汽、东风、长安及奇瑞等汽车公司得到实际应用,累计装车 54.65 万辆。微型汽车单车最高用镁零件 9 公斤,轿车最高用镁零件 8.17 公斤。开发应用了 25 种镁合金摩托车零件,装车 90 万辆。同时开发了镁合金 3C 产品零件、列车制动器零件、电动工具零件、自行车部件等多种用途的产品,有些不仅批量装车(装机)应用,还远销欧洲市场。与此同时,在全国建立了 10 个各具特色的产业化示范基地,初步构筑了我国镁合金零部件自主开发、制造、应用体系。本文最后对中国镁产业的前景进行了展望。

关键词: 镁合金 开发应用 展望

1 前言

二十世纪七、八十年代以来,随着全球工业化进程的推进和资源大规模开发利用,各种金属资源如铝、铁等正逐渐减少甚至枯竭,需要寻求新的替代材料;而随着人类社会的进步,对生存环境的保护要求进一步提高,如现代的汽车减重节能降耗的要求不断高涨,轻量化成为汽车选材的重要目标。在资源和环境成为人类可持续发展的首要前提下,镁及镁合金作为一种对保持社会可持续发展具有重要战略意义的新材料,在全球掀起了新的开发应用热潮。

镁是目前世界上可工程化应用的最轻的金属结构材料(密度 1.74g/cm^3),其重量仅为铝的 $2/3$,钢铁的 $1/4$ 。镁合金具有很高的比强度和比刚度(仅次于钛合金位于金属材料第二位),阻尼减震性能好、导热性好、电磁屏蔽能力强,而且容易回收,与环境兼容性好,由于这些优良性能,在国防军工、航天航空、交通运输、3C 电子产品、家用办公等众多领域有着广泛应用前景。此外,镁的资源丰富,地壳中含量 2.3%,排第 6 位。海水中的镁含量为 1.1Kg/m^3 ,因此镁资源的开发与应用,具有极大的潜力。由于目前人类对镁的开发应用远远不如钢铁、铝、铜那样成熟,所以出现了“在材料领域中还没有任何材料象镁那样,潜力与现实有如此大的颠倒。”

(英国: R.W.Cahn)。

我国镁资源储量世界第一,独有储量巨大、价廉高品质的镁资源,同时也是世界上最大的镁生产国和出口国。目前我国镁的产能占全球的 $3/4$,产量占全球 $1/2$ 以上。但是我国镁资源,尤其是镁合金的应用严重滞后,80%以上的镁作为初级原料——原镁低价出口,属于典型的资源出口型工业。因此,大力进行镁制品的开发与应用,实施国家镁合金开发应用计划,全面提升镁产业的技术水平和技术创新能力,有利于资源可持续供给,也有利于社会和谐进步。

因此,科技部经过了前期战略研究,并组织有关部门以及海内外专家广泛调研后,将“镁合金开发应用及产业化”列为“十五”国家科技发展计划中材料领域的重大项目,从 2001 年到 2005 年实施了为期 5 年的科技攻关。

2 镁合金开发应用的新进展

通过五年联合科技攻关,技术上取得了新进展。突破了一批制约产业发展的核心技术和产业化关键技术,部分指标达到和接近世界先进水平,有的方面具有领先优势。

新型水氯镁石脱水制备无水氯化镁的工程化技术,为我国西部盐湖镁资源的大规模开发奠定了基础;镁制品高效率、低成本微弧氧化处理技术与装备填补了国内外空白,并实现了工业化应用;皮江法炼镁工艺技术不断提高,料镁比降低

了 17%，有效地节约了资源，还原周期缩短 20%，提高了生产效率，减少了粉尘和烟气排放；开发了高品质镁合金粗镁精炼直接合金化连续铸造短流程工艺，提高了镁合金产量和质量，降低成本 15%；研究成功的激光—氩弧复合热源焊接设备和工艺，在自行车、摩托车生产中得到应用，具有世界先进水平；镁合金晶粒细化技术的开发，为塑性变形加工材料的研发打下了技术基础；镁质高档耐材及非耐材和镁化合物功能材料的开发，提高了镁资源的应用价值，并打破了先进工业国家设置的技术壁垒。

成功研制开发了具有自主知识产权的镁合金冷、热室压铸机及配套设备，形成了从 160 吨到 3000 吨的 10 款压铸机产品，在国内市场上占有率达到 50%，基本满足了国内镁合金压铸生产需求；“镁合金熔炉”、“镁合金熔体保护气体在线发生装置”、“容积式定量吸注系统”、“多种气体高精度配气及不间断稳定流量供气系统”和“模具双路恒温机”的开发，成功实现了关键辅助设备国产化，降低了设备投资额，使压铸件生产企业有了更多选择。

采取产、学、研相结合的联合攻关模式，解决了材料研究、产品设计、模具制造、压铸成型到表面防腐等关键工程技术。成功开发应用 25 种镁合金摩托车零件，装备销售 90 万辆，52 种镁合金汽车零件，装车 54.65 万辆，微型汽车单车最高用镁零件 9 公斤，轿车最高用镁零件 8.17 公斤；14 类镁合金 3C 产品零件 1000 万件，和 8 种列车制动器零件，为进一步扩大应用打下了良好基础。

攻关中逐步形成了相对完整的镁合金产业链和技术开发创新体系。在全国建立了 10 个各具特色的产业化示范基地，3 个国家镁合金技术研发中心，3 个国际合作实验室，有力地促进了资源优化配置，为镁科技的持续、健康、快速与协调发展创造了条件。

同时，在“人才、专利、标准”三大战略实施中取得显著成效。项目聚集了全国 22 个省、市、自治区、计划单列市的 12 所高校，

12 个科研院所，48 家企业的 1000 多名科研人员参加，培养博士后、博士、硕士 321 人；累计申请专利 205 项，其中发明专利 135 项，实用新型 60 项，外观设计 10 项，至今已授权 69 项；制修订国家、企业标准 81 项，初步形成了镁合金标准体系框架。

总之，“镁合金开发应用与产业化”项目经过五年的努力工作，全面贯彻落实了科技部的战略部署，在多项关键技术取得重大突破的同时，使镁合金的开发应用科技水平上了一个台阶，极大地推动了镁合金应用与产业化。

3 镁产业发展展望

过去几年，在国家科技计划的引导和带动下，我国镁业科技发展很快。但是，由于镁合金材料的开发应用起步较晚，缺少系统的深入研究和大规模的生产与应用的长期积累，技术水平仍不高，还有很多理论和技术问题未解决。特别是基础理论研究、塑性变形加工技术尚待加强和提高。同时，在汽车等交通工具上的集成应用技术还不成熟，限制了镁合金的大批量应用，这也是今后需要集中解决的技术问题。

镁从资源角度来说供应充足，在未来结构材料发展中将承担更重要角色，但要使它具有更高的强度、塑性，更便于低成本的制备，更易于加工成各种结构部件，有待于科学家的努力，这是长远目标，远大理想。未来五年内将根据中国镁产业发展的现状，以产业链中的关键技术和薄弱环节为技术重点，以汽车工业应用为主要方向，针对汽车用镁合金零部件，积极开展高强、高韧、耐蚀镁合金、变形镁合金加工成形、大型复杂镁合金零部件的成型工艺等技术研发工作，逐步解决制约镁合金发展的强度低、塑性差、不耐蚀三大技术难题，推动镁的广泛应用。

镁产业是新兴崛起的具有广阔市场前景的产业，它的持续、健康发展除企业家和科学家积极投入外，还需国家制订和推行有利于镁产业有序发展的政策制度。针对中国大陆镁大量

消费的市场还没有形成,对镁的内需严重不足的现状,要开展广泛的宣传,让社会各界“知镁用镁”,熟悉它与其它金属的共性,了解其自身的个性,鼓励有针对性地开发利用,避免长期徘徊在简单模仿阶段。制定鼓励推广应用的政策,促使镁生产行业与应用行业例如汽车工业、摩托车工业、3C产业等有机的结合起来;鼓励企业整合资源、追求利益最大化,促使企业在内部整合上下力气,也就是在现有资本结构的基础上,通过调整内部资源、控制成本、提高生产率、开发新产品、拓展新市场、提高管理能力,来创造和保持竞争优势。这样也有利于培植终端市场。通过政策的作用,推动使中国现有镁生产企业在战略管理上下功夫。

为推动镁合金的开发应用,结合社会发展和环境保护的需要,制定和推行了一系列法规和标准。如欧洲推出了汽车燃油油耗标准,日本在环境法规建设方面制定了家电回收法等。这些法规与标准既保障了社会和公众的利益,又有利于促进镁合金产品的开发与应用。中国

也推行欧洲 III 号汽车排放标准,同时制定“家电回收法规”等,这些环保政策的实行,无疑将对机动车的减重降耗、减少废气排放产生积极的促进作用,也将有力地促进镁合金材料开发应用,形成法规驱动机制。

随着镁工业的迅速发展,从事镁基础理论研究和应用开发研究的人才不足的问题越来越突出。因此,加强高等教育和职业教育及职业培训,造就一批能胜任镁产业发展,懂技术,能担当生产、研究一线任务的青年骨干也是面临的重要任务之一。

镁业科技的发展任务十分繁重,今后要坚持以市场为导向,企业为主体的产、学、研结合的创新体系,逐步完善促进镁业科技发展的技术服务平台。镁业科技发展到今天,特别要强调集成,已开发成功的技术和产品要集成应用,发挥科学技术是第一生产力的作用,镁业科技更要统一规划,集成管理,分步分计划实施,让有限的资源发挥更大作用,迎接镁产业的更好、更快的发展。

钢板专刊

蒂森克虏伯公司拼焊板生产技术与研发综述

张志勤 何立波 高真凤

(鞍钢技术中心)

摘要: 介绍了近年来世界汽车用拼焊板顶级公司生产现状, 重点对世界拼焊板产量位居第一的蒂森克虏伯钢铁公司的拼焊板主要生产公司(厂)组织机构、经营业绩、主要生产技术及产品品种、主要用户、市场的全球化发展战略以及该公司新研发的带卷拼焊技术进行了系统介绍。此外, 也阐述了我国汽车用拼焊板生产现状, 并对未来发展趋势进行了展望。

关键词: 蒂森克虏伯钢铁公司 拼焊板 汽车板

The Description on the production Technology and R&D of Tailored Blanks in ThyssenKrupp steel company(TKS)

Zhang Zhiqin He Libo Gao Zhenfeng

(Technology Center of Angang Group)

Abstract: Describing production status of automotive tailored blanks of top steel companies in recent years, stressed some fields of structures of tailored blanks companies in TKS and their operating results, production technology and steel grades, main users, global market development strategy and latest developed tailored strip technology, also discussed Chinese production of automotive tailored blanks and developing trend in future.

Keywords: ThyssenKrupp steel company tailored blanks automotive sheet

1 前言

目前, 汽车中的拼焊钢板应用越来越多, 拼焊板可使车体重量减轻 20%~40%。蒂森克虏伯公司从 1985 年开始生产拼焊板。在 1999 年, 蒂森克虏伯公司包括合资公司在内共拥有 24 条汽车用拼焊板生产线, 其中 2 条为 TEB 生产线, 当年生产了 1600 万片拼焊板。2002 年, 蒂森克虏伯公司拼焊板公司仅在德国本土的四个工厂中便生产了 2620 万片拼焊板, 以年产 3400 万片拼焊板居世界第一位。

按生产重量统计, 蒂森克虏伯公司在 2004 年共生产了拼焊板 59.0 万 t, 位居世界第一。随后的是阿塞勒公司为 39.7 万 t, Noble 公司为 24.2 万 t, Vest/Euroweld 公司为 17.0 万 t。

目前, 蒂森克虏伯公司的拼焊板生产主要在德国本土、意大利、美国、墨西哥、巴西和中国等地, 约有 300 种不同规格的拼焊板可供用户选择, 通过了 TS16949、QS9000、VDA6.1、ISO 9001、Q1 和 DIN EN ISO14001 标准认证并按此组织生产。

2 世界汽车用拼焊板生产现状

为了减重和降低油耗的目的, 许多汽车厂采用了拼焊板。像蒂森克虏伯、阿塞勒公司在 2004 年分别生产了 59.0 万 t 和 39.7 万 t 拼焊板, 产量居世界前二名。而浦项公司近年来也在大力发展拼焊板, 宝钢与阿塞勒以及住友与一汽公司合资建设的两条拼焊板生产线已经投产, 蒂森克虏伯也在中国武汉建设了一条合资拼焊板生产线。

目前, 激光拼焊板生产线已经成为近年来世界钢铁厂投资, 尤其是钢铁厂与汽车厂及钢材加工配送企业共同投资的一个新热点。在中国汽车制造的重点地区长春、上海、武汉及广州等城市, 已有多家独资和合资激光拼焊企业建成和正在规划之中。

此外, 韩国浦项钢铁公司 2003 年的拼焊板产能为 180 万片, 2004 年为 360 万片。日本 JFE 公司 2004 年的拼焊板产能为 200 万片。中国宝钢集团, 2004 年的拼焊板产能为 300 万片, 最终产能要达到 1000 万片。