

2013激光技术创新应用高峰论坛



激光技术在武钢应用的最新进展



钟如涛

2013.9.15

内容



- 1 武钢激光加工在线应用**
- 2 武钢收购蒂森钢铁激光拼焊汽车板业务
- 3 轧辊激光毛化
- 4 激光加工综合试验平台
- 5 武钢一华工激光装备有限公司

(1)冷轧带钢激光在线焊接



➤冷轧厂钢带进行首尾焊接一般采用闪光焊和搭接焊。缺点：断带率高；

搭接焊焊缝高于板面，焊缝通过轧机时必须释放轧辊张力，生产效率和成材率降低。

➤激光焊优点：激光焊接断带率低；

能实现连轧，提高了成材率和产量。



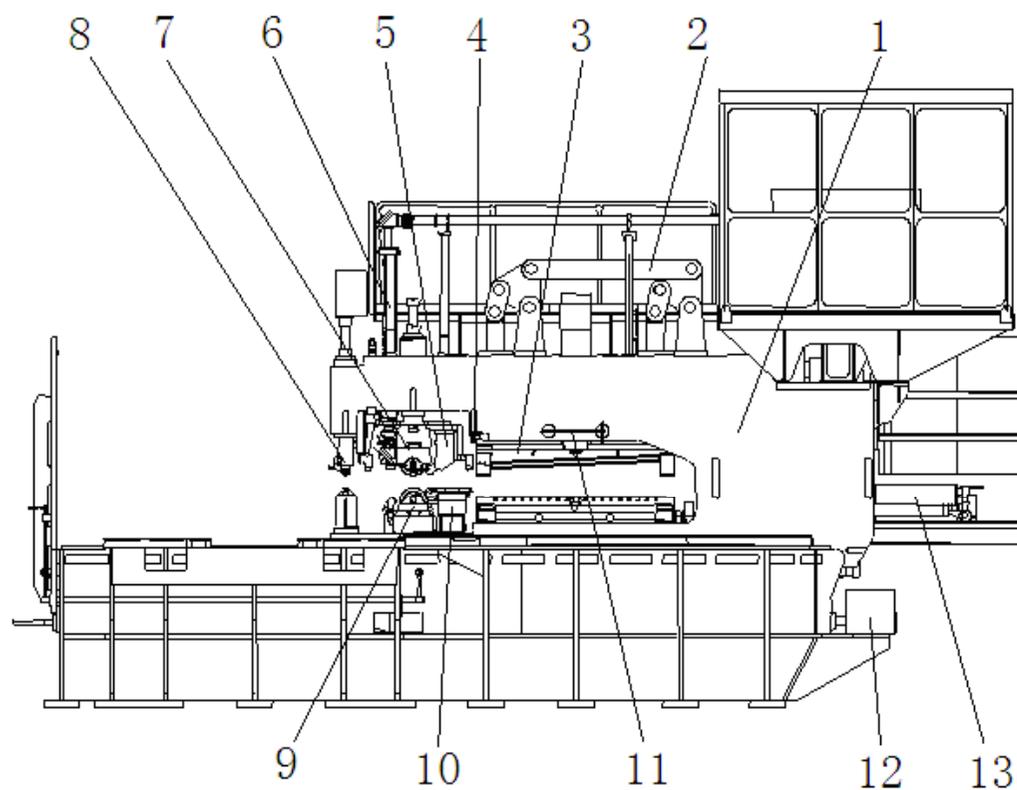
- 世界大型钢铁企业纷纷投资建设激光拼焊生产线。
- Miebach公司是专业的冶金行业带钢激光拼焊设备提供商，开发出的带钢激光焊接系统已在全球销售超过26条。
- 欧洲的蒂森钢厂、阿塞罗钢厂，亚洲的Posco钢厂；北美的AK钢厂和Dofasco钢厂；宝钢, 武钢, 鞍山新钢厂等。



- 宝钢1995年从Miebach公司引进了我国首台带钢拼焊机组，焊缝断带率设计为0.75%，实际达到0.2%。
- 武钢2003年开始从Miebach公司引进，现有10套带钢拼焊设备。



➤ 德国Miebach公司的带钢激光焊接系统采用精剪板边加工，酸轧激光器通快12000W，连退、镀锌激光器ROFIN DC035。





厂家	产线焊机使用情况	
	酸轧线	其他线（连退、镀锌、酸洗、彩涂等）
一冷轧	酸轧线激光焊接1台	搭结焊7台
二冷轧	酸轧线激光焊接1台	连退、镀锌激光焊各1台，搭接焊4台
三冷轧	酸轧线激光焊接1台	搭接焊2台
四冷轧	酸轧线激光焊接1台	搭结焊4台
一硅	—	氩弧焊3台，搭接焊8台，
二硅	酸轧线激光焊接1台	搭接焊6台，氩弧焊2台
三硅	—	酸洗激光焊2台，搭接焊10台，氩弧焊5台
合计	酸轧线5台	激光焊4台，搭结焊41台，氩弧焊10台



使用位置	设备型号	激光器	典型配置
一冷轧酸轧	Miebach公司	TRUMPH 12000	激光+填丝+后热
二冷轧酸轧	Miebach公司		激光+预热+后热
三冷轧酸轧	Miebach公司		激光+填丝+后热+ 预热
二冷镀锌	Miebach公司	ROFIN DC035	激光+后热
二冷连退	Miebach公司	ROFIN DC035	激光+后热
硅钢酸轧	三菱公司	TRUMPH8000	激光+填丝(飞行光路)
硅钢酸洗	Miebach公司	ROFIN DC040	



a) 酸轧线带钢拼焊机组



b) 连退线带钢拼焊机组

国内装备



- 武汉凯奇和宝焊公司
- 激光器：CO₂和光纤
- 板边处理方式：激光切割、精剪

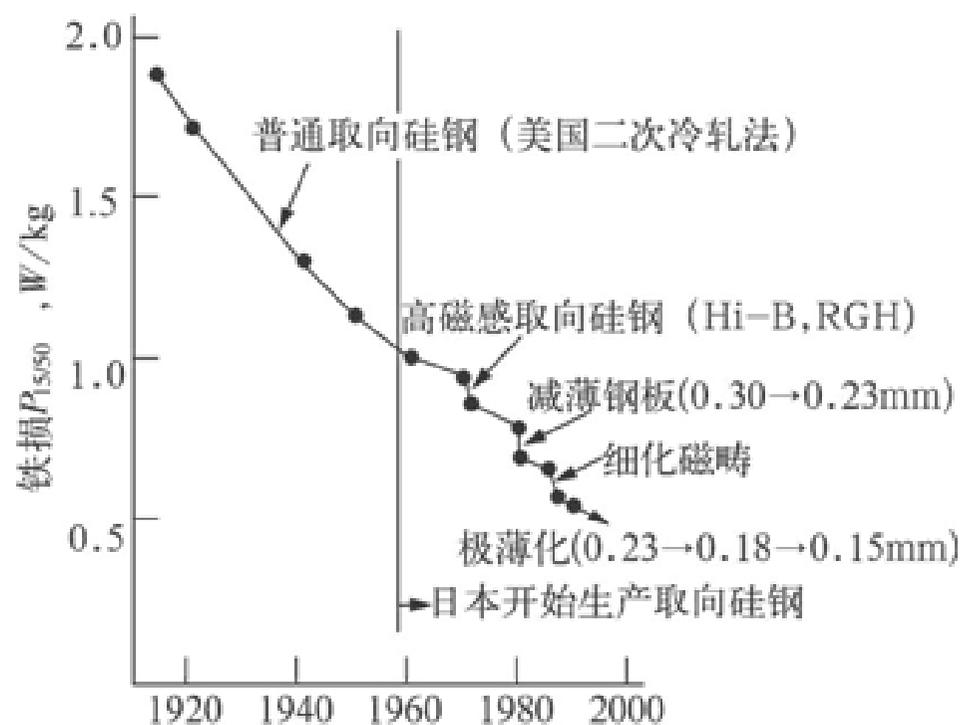


- 尽管搭接焊在钢铁行业中仍在主导地位，但激光焊取而代之已成为必然趋势。可以预见激光在线焊接技术将成为未来几年国内外钢铁企业冷轧厂技术改造的热点。
- 目前，激光焊接设备主要依赖进口，国产设备的可靠性有待于进一步提高。

(2) 硅钢带激光在线刻痕



在取向硅钢片的发展过程中很重要的一点就是不断地降低铁损值，节约能源。

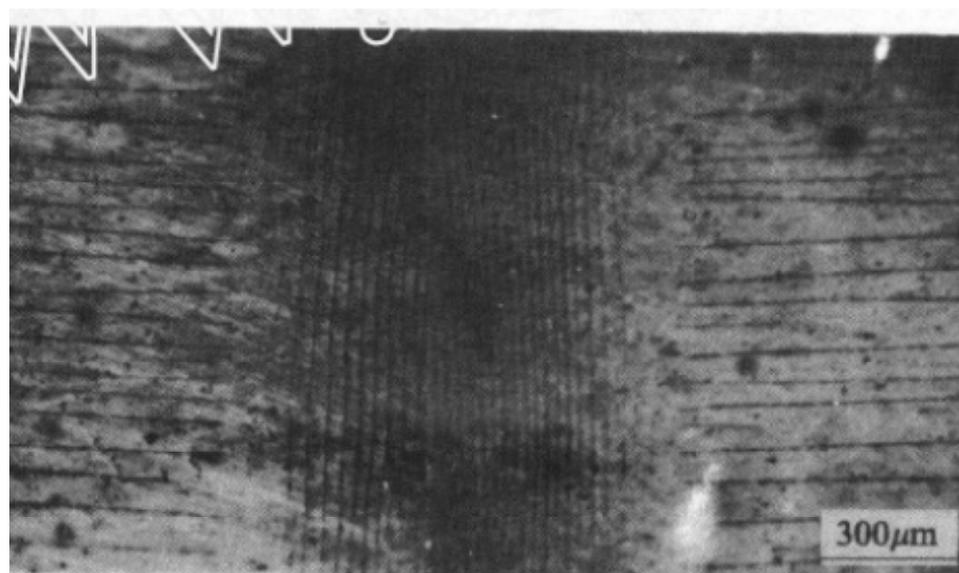
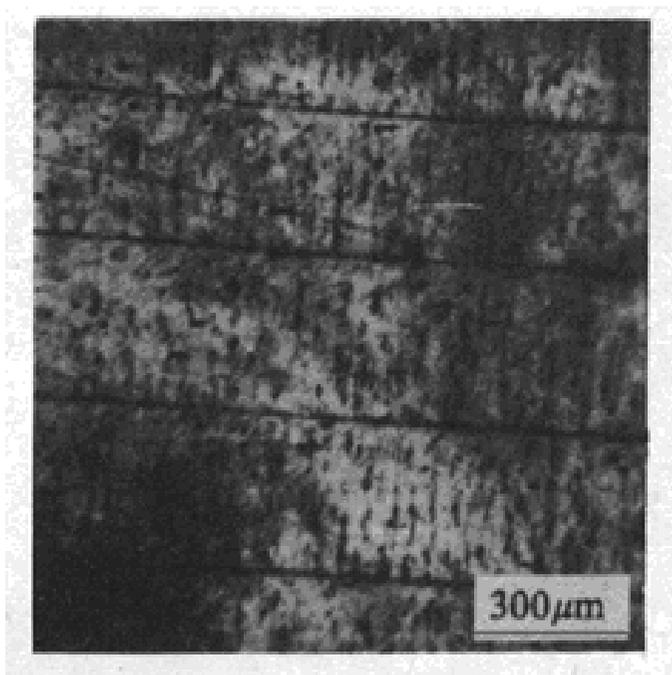




- 细化磁畴技术有：机械加工法，**激光照射法**，放电处理法，等离子流照射法，局部应变+热处理法，电解刻蚀法，局部去除玻璃膜并电镀或涂充填物法等。
- 激光刻痕降低铁损的原理是：激光照射硅钢片时，硅钢片在激光束的瞬间几千个大气压的冲击力作用下，产生了弹塑性变形和应力，引起局部高密度位错，磁畴细化，铁损降低。

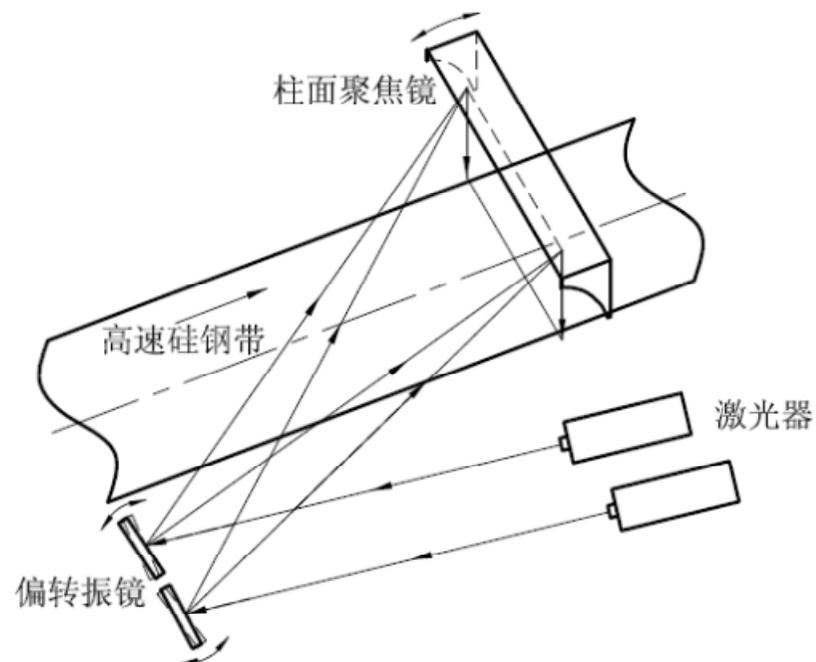


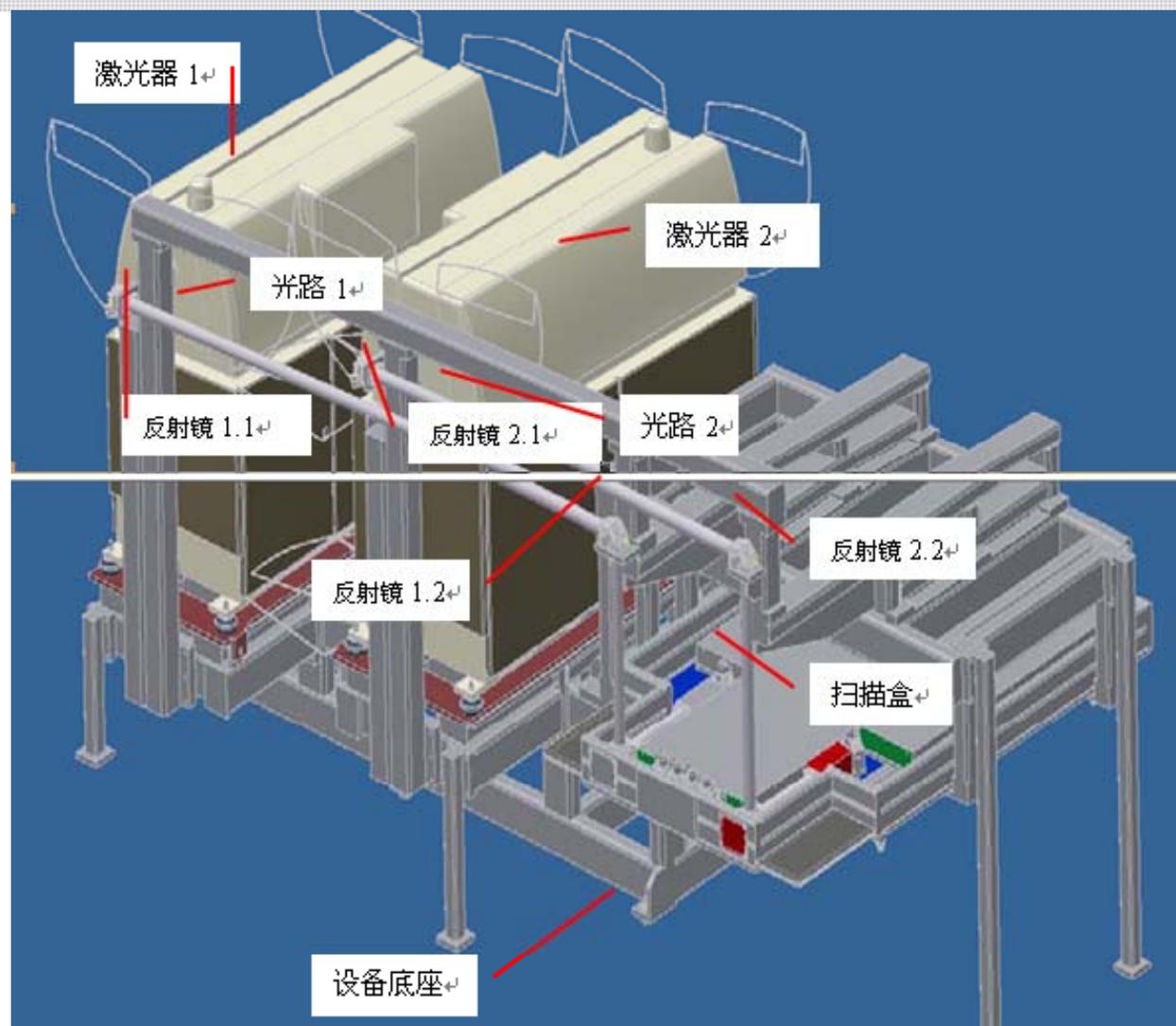
硅钢片的原始磁畴壁互相平行，间距大致相等，约为0.3mm。激光处理后的间距明显减小，约为0.15mm，并出现垂直的亚磁畴结构。





武钢硅钢厂硅钢带激光刻痕2套，每套配备2台Rofin CO2激光器，2套偏转振镜扫描系统和一套柱面聚焦镜系统。





刻痕设备

小结



- 新日铁、美国AK公司的硅钢激光刻痕技术研究比较成熟,但技术非常保密。宝钢、武钢硅钢厂相继在生产线上采用高功率CO₂激光器进行硅钢激光刻痕,取得较好的效果。
- 研究表明:激光刻痕可获得20%~30%的铁损减小,但目前只有10%的降低,还有很大的空间。
- 沙钢、涟钢、鞍钢等。

内容

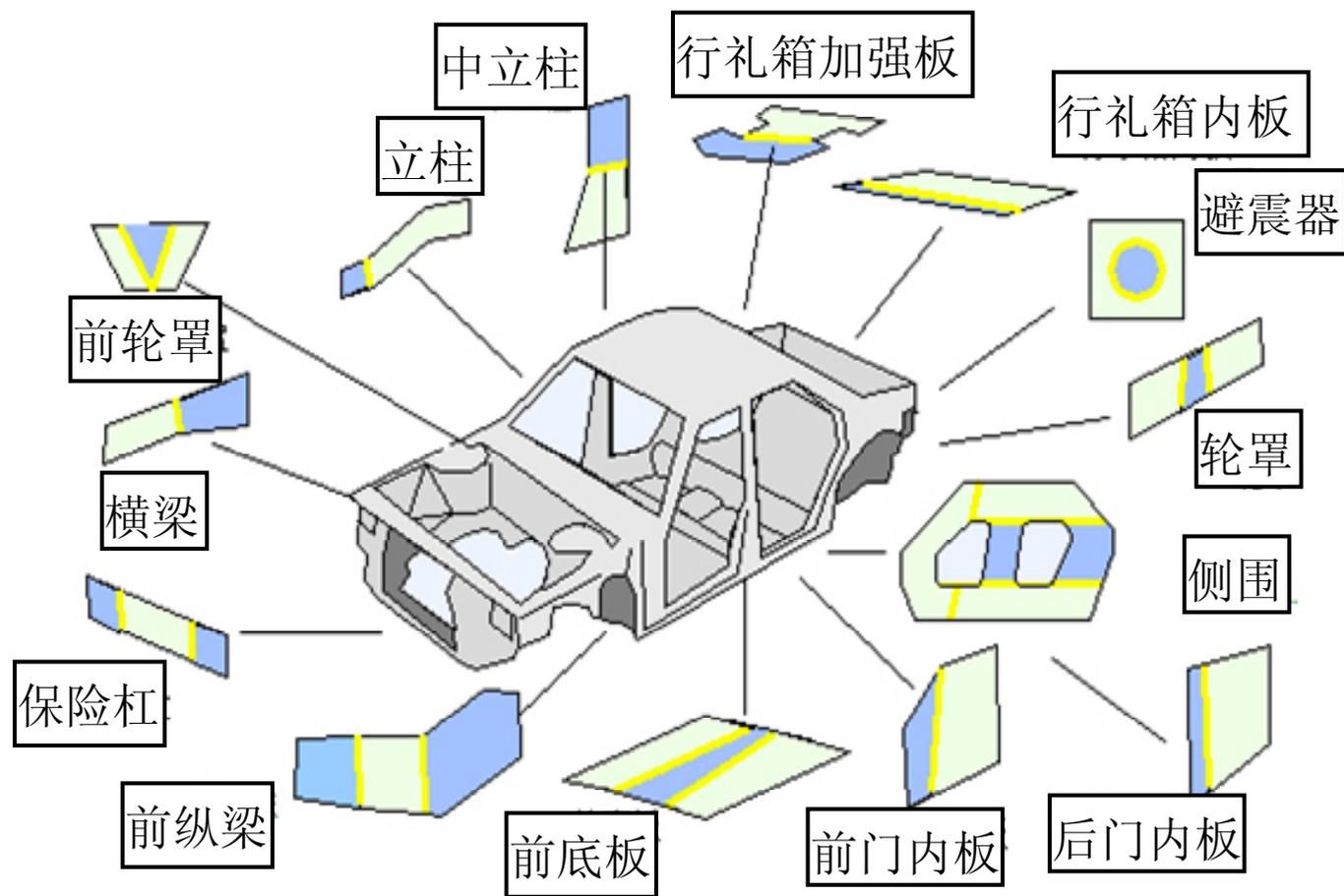


- 1 武钢激光加工在线应用
- 2 武钢收购蒂森钢铁激光拼焊汽车板业务
- 3 轧辊激光毛化
- 4 激光加工综合试验平台
- 5 武钢一华工激光装备有限公司



汽车板激光拼焊技术是指将汽车车身分区优化设计的不同厚度、材质或镀层钢板以激光焊接制造组合车身板坯，进行整体冲压成形的工艺。是近年来各大汽车制造厂采用激光制造工艺获得巨大成功的一项先进制造技术。

1. 减少工件数量；
2. 降低工件重量，从而降低整车重量；
3. 提高工件质量(减少累计公差)；
4. 提高车身碰撞安全性能；





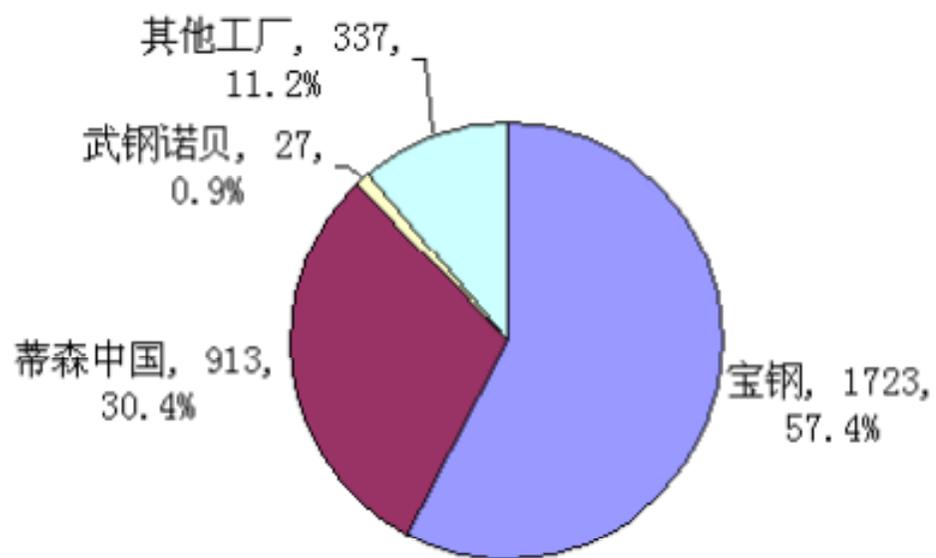
- 蒂森、安赛乐、日本**JFE**等世界各大钢铁公司纷纷涉足汽车激光拼焊板的生产。
- 全球激光拼焊板产量从2008年的1.28亿片发展到2010年的1.49亿片，产量增长了16.4%。
- 目前，欧洲的激光拼焊产业发展已经趋于稳定、饱和。而美洲和亚太地区的产业发展还呈现上升的势头，尤其是亚太地区激光拼焊产业成长迅速，逐渐成为全球激光拼焊产业发展的重心。



- 国内近40条激光拼焊线，其中宝钢20多条。
- 年加工激光拼焊板的能力达到3200万片左右。3-5年内将达到4000万片，生产线需求约60条，尤其是自主品牌汽车的需求量将大幅增长。



2011年国内激光拼焊市场产量分布图（单位：万片）



■ 宝钢 ■ 蒂森中国 ■ 武钢诺贝 ■ 其他工厂



- 激光拼焊设备主要提供商：德国蒂森公司、瑞士Soudronic公司等。
- 苏泰克是这个行业供应设备最多的企业，全球超过100条，其中中国就有20多条。



武钢与美国诺贝公司建立的汽车板激光拼焊生产线(沌口)，配备2台精剪机、一台IPG5000光纤激光器、2台焊接机床，分别采用两根光纤将激光引入两台焊接机，分时使用激光光束。

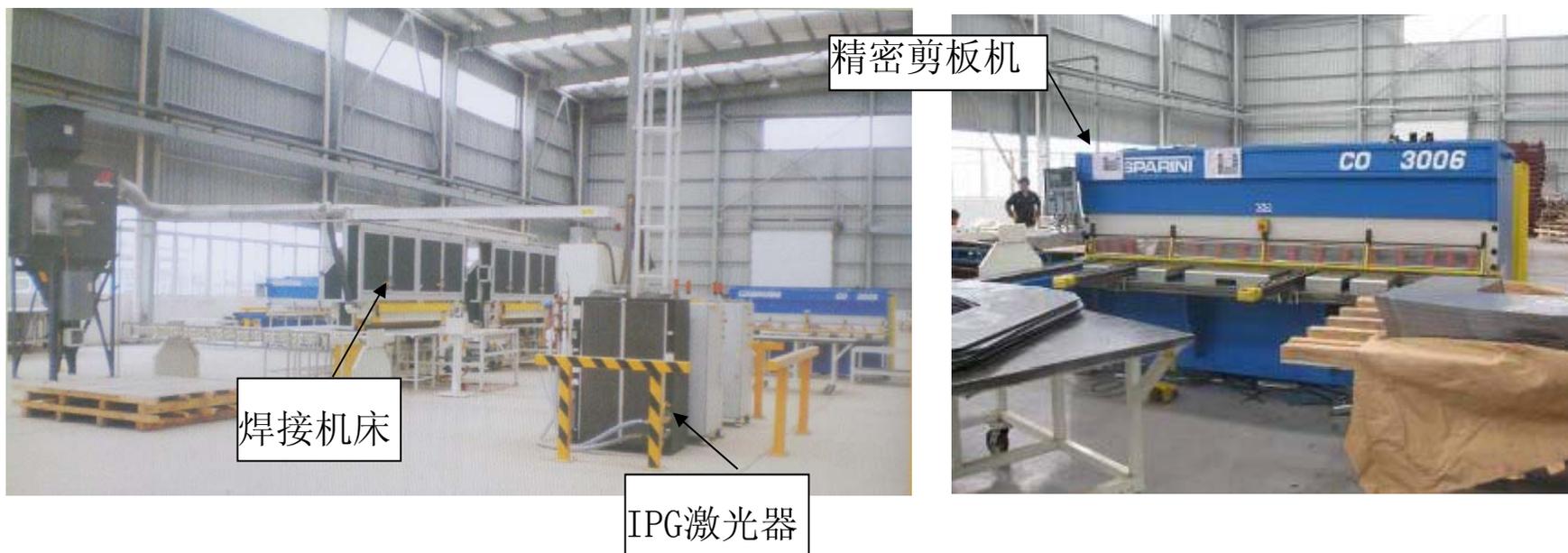
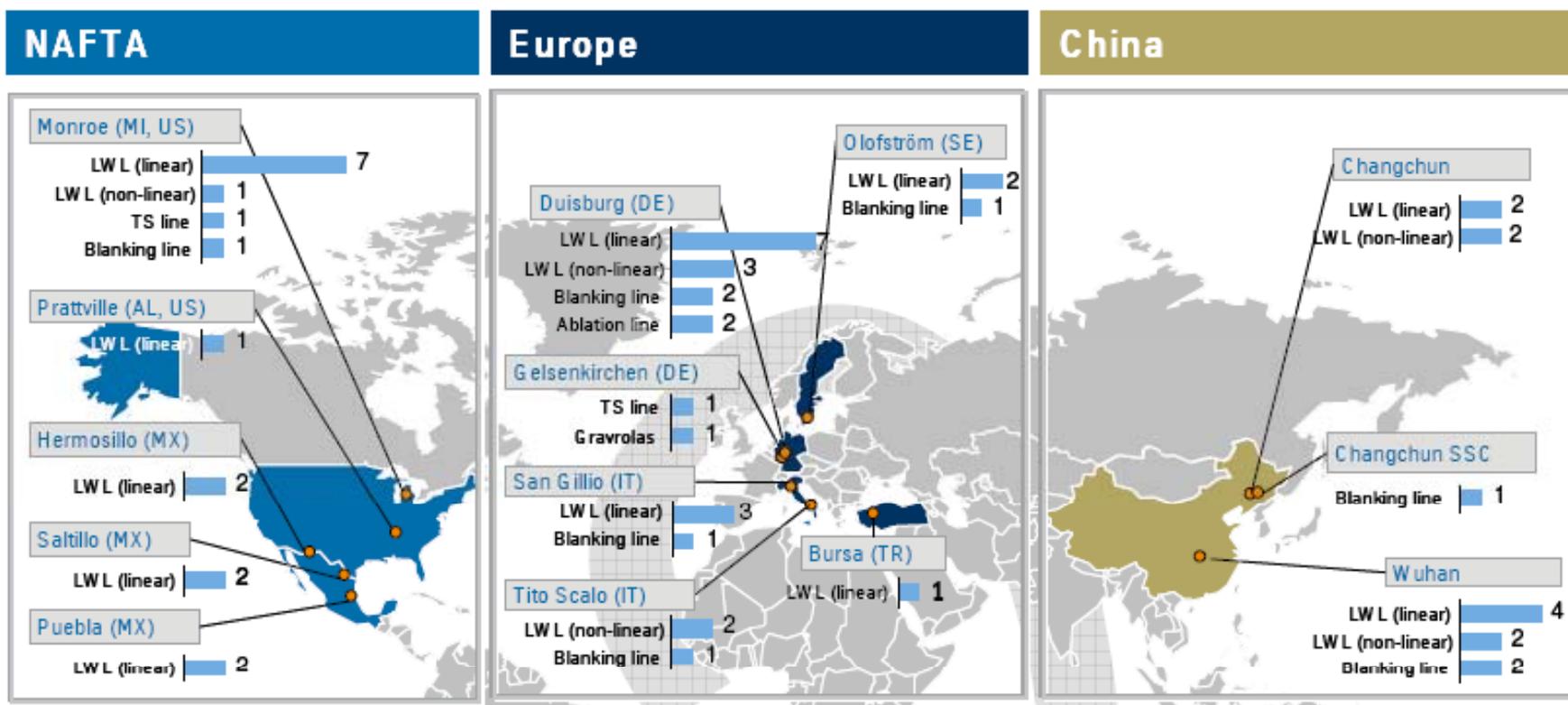


图 武钢诺贝汽车板激光拼焊生产线



TK激光拼焊13个拼焊厂，1个激光技术公司，美国2个，墨西哥3个，中国2个，德国3个，瑞典1个，土耳其1个，意大利2个。





厂家	产线焊机使用情况	
德国Duisburg厂	直线焊接7条	曲线焊接3条
德国Gelsenkirchen厂		钢卷焊接线1条；管道焊接线1条
意大利San Gillio厂	直线焊接线3条	
意大利Tito scalo厂		非直线焊接线2条
瑞典厂	直线焊接线2条	
土耳其Bursa厂	直线焊接线1条	
美国Monroe	直线焊接线8条	非直线焊接线1条；钢卷焊接线1条
美国pratville厂	直线焊接线1条	
墨西哥Puebla厂	直线焊接线2条	
墨西哥hermosillo厂	直线焊接线2条	
墨西哥saltillo厂	直线焊接线2条	
武汉厂	直线焊接线4条	非直线焊接线2条
长春厂	直线焊接线2条	非直线焊接线2条
合计	共47条，其中直线34，曲线10，钢卷2，管道1。	

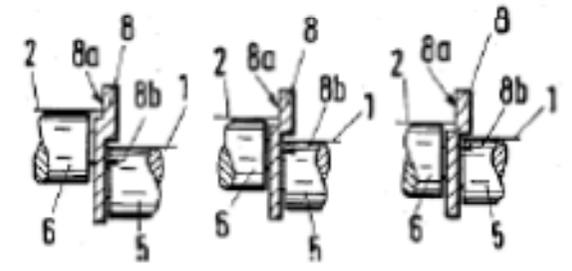
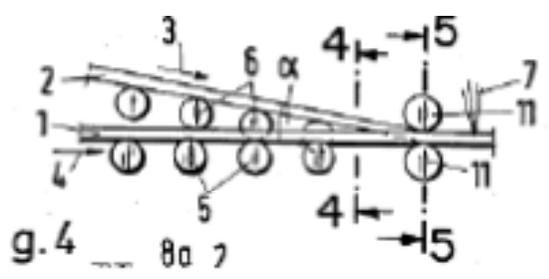
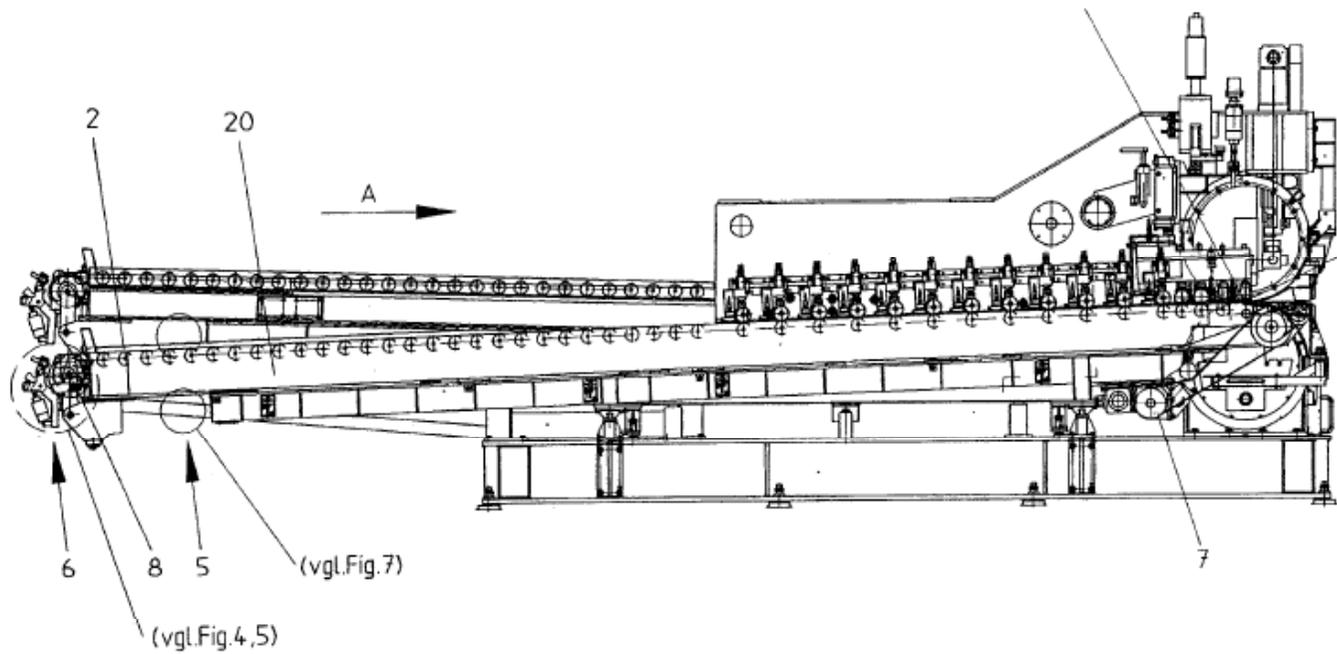


产线名称	上、下料方式	激光器种类、功率	产能	速度
直线	全自动或手动	通快8000W CO2 (21) ;	2.5万吨/年	10m/min
曲线	手工	4000W碟片和CO2	1万吨/年	4米/分



蒂森公司拼焊机组



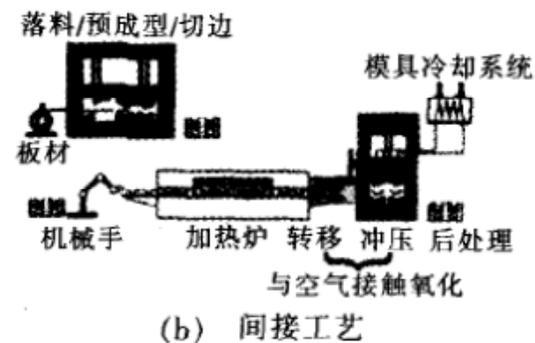
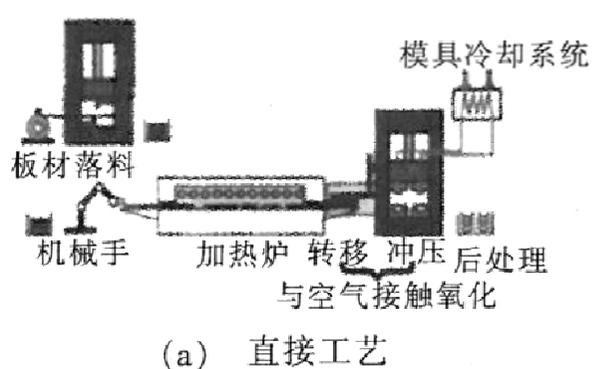




- 当前，随着人们对节能减排及车身轻量化要求的不断提高，一些新的车身轻量化技术也得到了迅速的发展和应用，成为激光拼焊可能的替代技术。

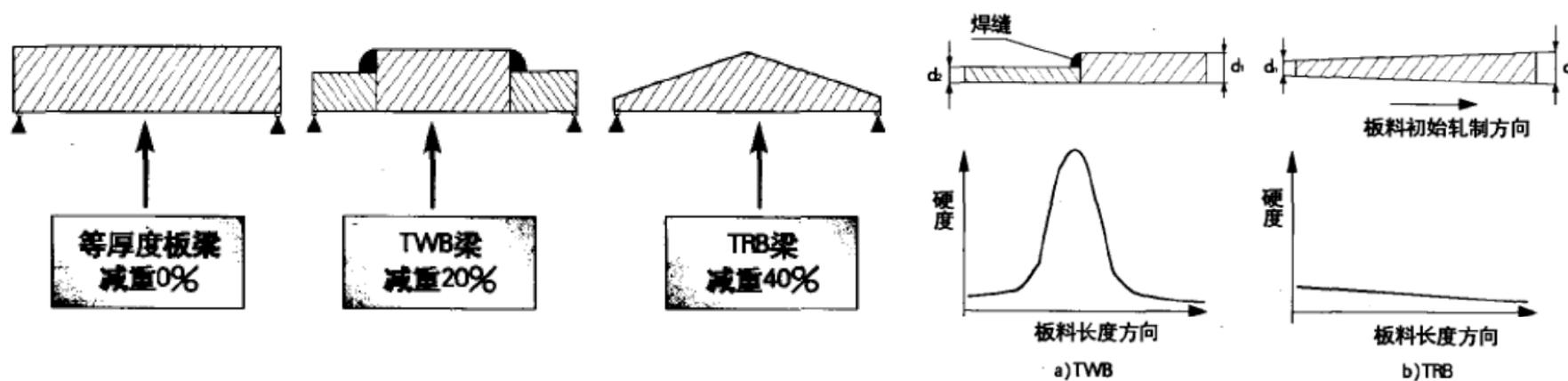


- 热成型技术
- 将常温下强度为500~600MPa的硼合金钢板加热到880~950℃，使之均匀奥氏体化，然后送入内部带有冷却系统的模具内冲压成型，最后快速冷却，将奥氏体转变为马氏体，使冲压件得到硬化，大幅提高强度，可达1300MPa以上。
- 特点：减重效果更好、安全性能更好、成型精确、回弹小；但后续加工困难、模具寿命短，成本高。



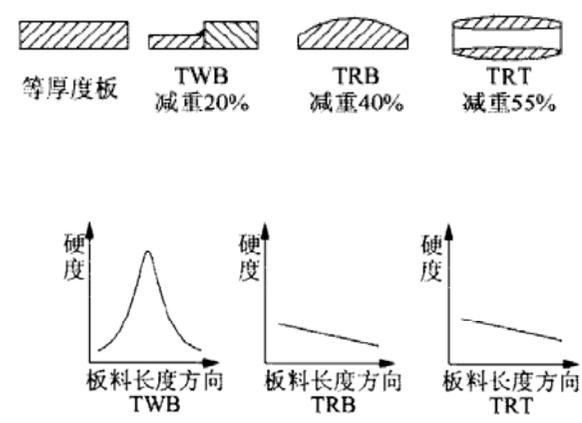
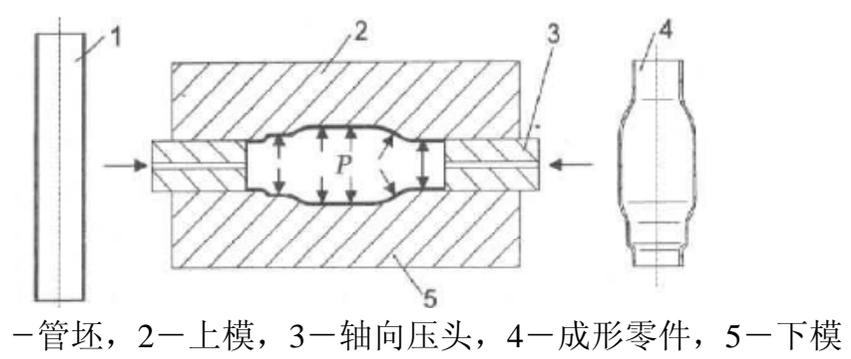


- 冷轧差厚板技术（TRB）
- 在冷轧过程中通过柔性轧制技术实现板厚的连续变化，从而生产出变截面薄板的方法。
- 特点：比TWB零件具有更好的减重性能，具有良好的成形性能；表面质量好；但厚度变化小；材料必须一致；





- 管件液压成形技术（TRT技术）
- 以管材作坯料，通过在管材内部施加超高液体压力和轴向加力补料把管坯压入到模具型腔，使其成形为所需工件。
- 特点：可以一次成形复杂结构件，零件精度高；能达到最优的减重效果；具有更佳的成型性能；但由于需要两道复杂工序，TRT的生产周期较长，成本较高。

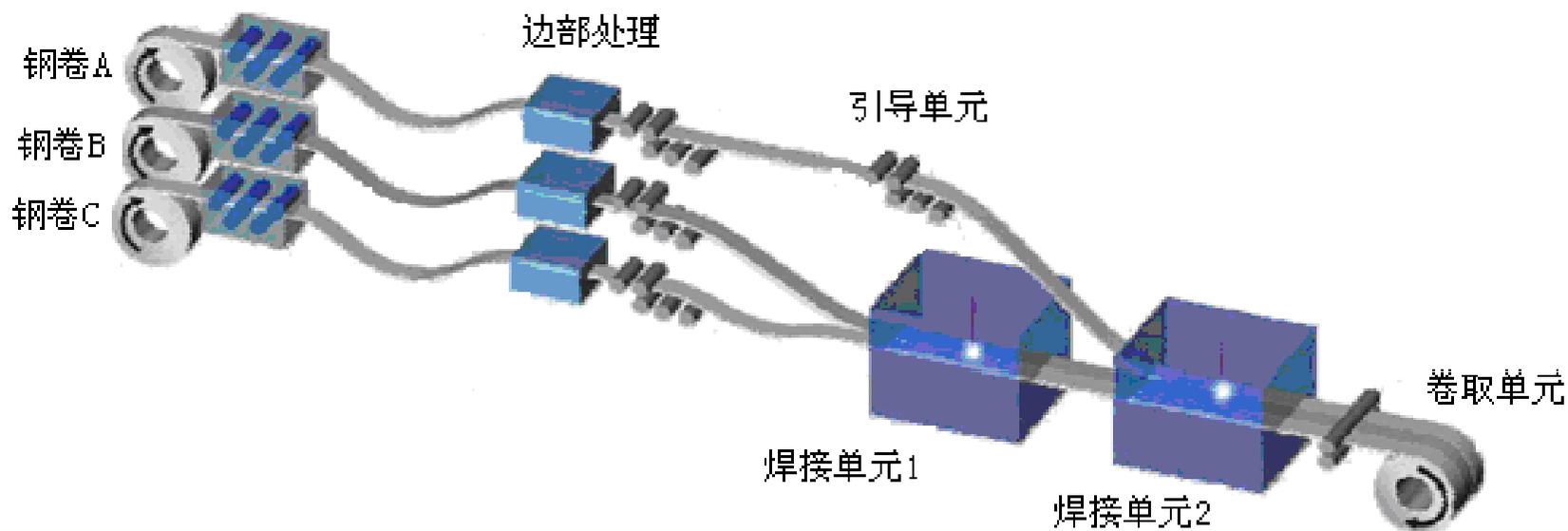




钢卷纵向拼焊技术

钢卷激光拼焊技术首次实现了拼焊产品成卷供货，可以将长达500m的带钢用激光焊机对焊起来，最大卷重可达15t。拼焊带卷同拼焊板一样，可用于座椅导轨、座椅靠背和轮缘等。

优点是：提高焊接效率；降低重量；提高零件性能；零件整合时降低成本；拼焊卷可采用如连续模、辊压成型和多工位压力机成形加工。

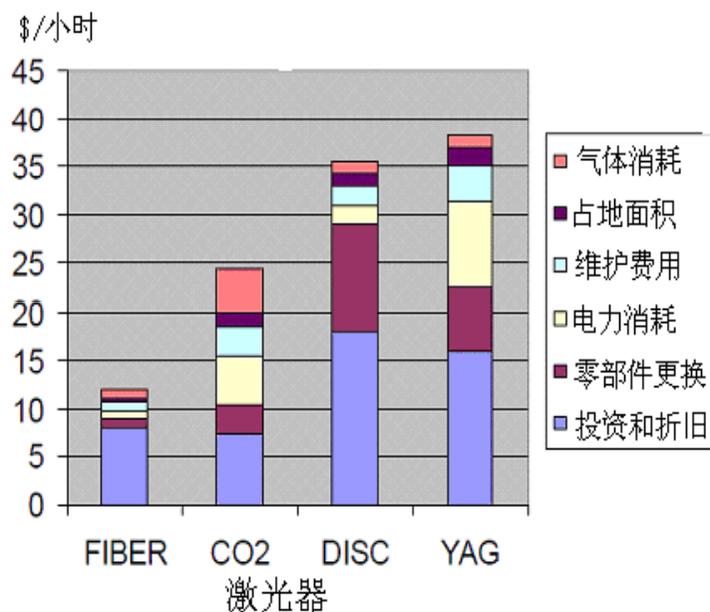




- 激光拼焊技术在汽车车身应用领域不会被完全取代，未来还将长期存在并继续发展。
- 发展方向：低能耗低成本、高效率、新材料、多样化、复合化。



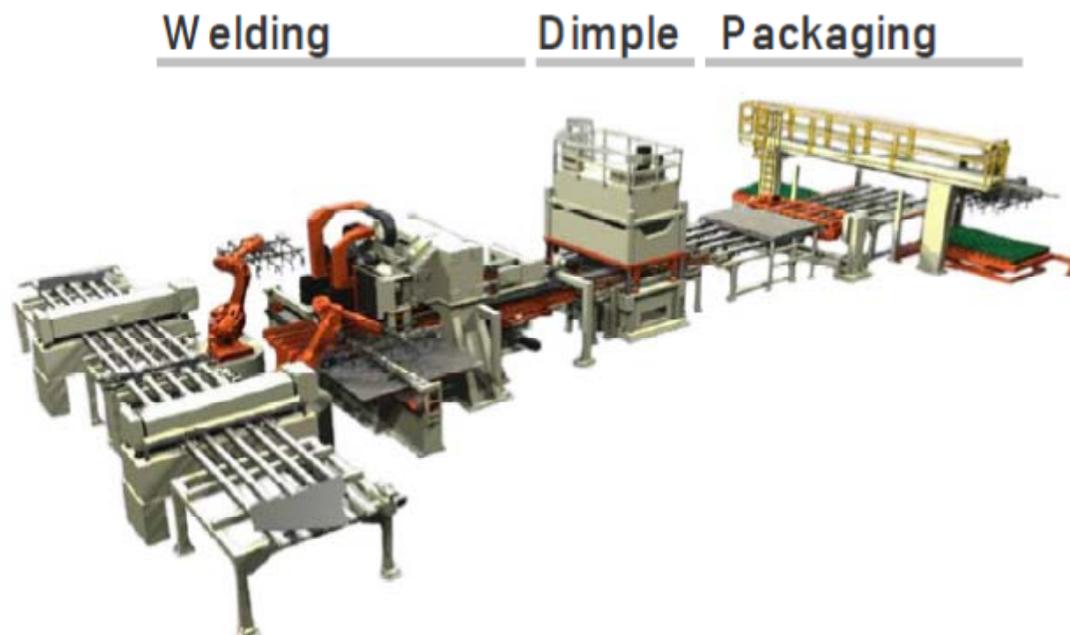
- 低能耗、低成本
- 主要表现就是激光器的发展。
- 新一代固体激光器具有光电转换效率更高、光束质量更好、传输更加方便、运行和维护成本更低的优势。
- 美国激光焊接八年平均综合运营成本，可见光纤激光器的综合费用最低。





高效率

Thyssen最近针对直线及曲线拼焊板的焊接分别开发了名为Turbo-Conti和Turbo-Weld的激光拼焊新技术。采用双焊接头焊接，循环时间短，有效提高了焊接效率，尤其是长焊缝的焊接效率可以提高30%以上。

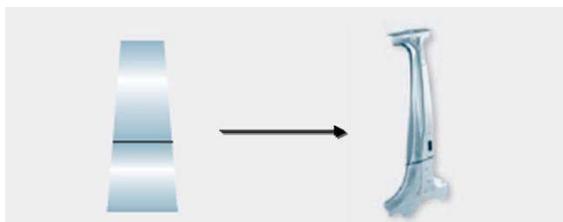




- 新材料
- 铝合金、镁合金、夹层板等轻量化材料也已用于激光拼焊件制造。
- 多样化
 - a) 结构的多样化：目前最复杂的激光拼焊件由四种以上的材料组成，且焊缝布局复杂，需要经过两次拼焊才能完成；
 - b) 拼焊件形式的多样化：出现了拼焊钢卷、拼焊管等其他形式的拼焊件；
 - c) 用途的多样化：除了车身覆盖件和结构件之外，已经开始应用于传动系统、排气系统等其他领域。



- 复合化
- 激光拼焊板与热成型技术结合，形成了热成型拼焊技术，已开始应用于B柱等安全件的制造。
- 激光拼焊板/管与液压成型技术结合生产的尾气排放管、激光拼焊钢卷与辊压成型技术结合生产的门框加强板等等。
- 由于TWB和TRB各有自己的特色和不足之处，因此把TRB与TWB组合在一起，制成真正意义上的“任意拼接板”，既能保证截面的连续变形，又能实现将不同材料的结合，从而得到一种新型的汽车轻量化用材。



内容



- 1 武钢激光加工在线应用
- 2 武钢收购蒂森钢铁激光拼焊汽车板业务
- 3 轧辊激光毛化
- 4 激光加工综合试验平台
- 5 武钢一华工激光装备有限公司



- 武钢冷轧厂主要采用电火花毛化；
- 2007年投产一台激光毛化机床，采用CP4000连续CO2激光器+斩光盘方式；
- 主要用于小于直径600mm轧辊表面毛化，由于激光毛化点的有序性一般作为电火花毛化的补充和内板的轧制；





- 冷轧板的PC值对表面涂层的附着性、成形性有重要影响；
- 电火花毛化的PC值一般在80左右，而激光毛化可达到130/cm。
- 因此冷轧厂正在对激光毛化进行改造，采用光纤激光和四毛化头，以达到无序和提高效率，用于汽车外板的轧制。

内容



- 1 武钢激光加工在线应用
- 2 武钢收购蒂森钢铁激光拼焊汽车板业务
- 3 轧辊激光毛化
- 4 激光加工综合试验平台
- 5 武钢一华工激光装备有限公司



武钢研究院为汽车板、中厚板等新产品研发，以及钢带在线焊接、轧辊和关键零部件表面处理等生产中可能出现的技术问题，提供服务。

筹建了激光加工综合试验平台，有三台机组：激光拼焊、激光三维切割、轧辊表面激光毛化—强化。



激光焊接机组

- 1) 采用IPG5000激光器；
- 2) 可进行汽车板激光拼焊和中厚板激光复合焊接。



IPG5000



激光三维切割机组



意大利普瑞玛公司的OPTIMO三维激光切割机组



DC045, 4500W

X轴行程 : 2500mm

Y轴行程 : 4500mm

Z轴行程 : 1020mm



激光强化 - 毛化机组

- 1) 集成了强化与毛化功能，采用IPG5000激光器，SPI R4 400W光纤激光器。
- 2) 直径小于800毫米，辊体总长度小于5500毫米的辊体激光毛化。
- 3) 直径小于800毫米，辊体总长度小于5500毫米的轧辊表面强化。
- 4) 长度小于5500毫米平面工件的表面强化。





序号	名称	技术指标
1	加工轧辊的最大全长度	5500mm
2	加工轧辊毛化面的最大长度	2500mm
3	加工轧辊的直径范围	50-800mm
4	加工轧辊的最大重量	10t
5	辊面毛化粗糙度范围	0.25~15 μ m
6	辊面毛化点阵范围	1 \times 1-15 \times 15/mm ²
7	毛化所需激光功率	\leq 400W
8	加工效率	毛化频率可达99KHz，效率较高
9	RPc值	120/厘米



内容



- 1 武钢激光加工在线应用
- 2 武钢收购蒂森钢铁激光拼焊汽车板业务
- 3 轧辊激光毛化
- 4 激光加工综合试验平台
- 5 武钢—华工激光装备有限公司



- 2012年，武钢工程技术集团与华工激光共同出资，成立合资公司——武钢—华工激光装备有限公司。
- 武钢现金出资，占**51%**股份，华工激光以激光再制造技术和激光装备研发技术等知识产权和固定资产出资，占**49%**股份。



- 经营范围：利用武钢的行业优势和华工激光的技术研发优势，主要从事面向冶金行业的激光装备研发、生产、销售及服务。
- 主要产品：半导体激光柔性加工设备；多功能激光加工成套设备、大型轧辊激光毛化成套设备、激光在线拼焊设备、激光表面先进制造工艺（激光淬火、合金化、熔敷等）。



半导体激光柔性加工装备



产品介绍

采用国际最先进的半导体激光器、六轴机器人及控制系统，组成多附加轴联动的柔性加工系统，满足金属工件表面激光淬火/正火/回火、激光合金化、激光熔覆/再制造等先进制造工艺需求。

系统结构分类：龙门式、车载移动式、落地固定式、水平移动式等。

产品特点

波长短、吸收效率高、电光转换率高、能量分布均匀、具有加热恒温可控功能等。

应用领域

冶金、模具、机械制造、石化、轻工、能源、交通、军工等行业。

典型应用

汽车模具、矿山机械、煤炭机械、石化机械、发电机组、轧钢机械等大型机械零部件。



技术参数

内容	参数
激光器	半导体直接输出激光
输出功率范围	2-6kW
功率稳定性	±2%
电光转换率	正常工况下≥40%
激光波长	980nm±10nm
波长输出方式	连续
输入电压	380V 三相五线制 @50Hz



光纤激光柔性加工装备



技术参数

内容	参数
激光器	半导体光纤激光器
输出功率范围	3-15kW
功率稳定性	±2%
电光转换率	可达45%
激光波长	900-1070nm
波长输出方式	连续
输入电压	340-420V 三相五线制 @50-60Hz
光纤芯径	0.6、0.8、1mm具备BEAM SWITCH 多路分时光纤功能

产品介绍

采用国际最先进的半导体激光器、六轴机器人及控制系统，组成多附加轴联动的柔性加工系统，通过光纤传导输出激光，满足金属工件表面激光淬火/正火/回火、激光合金化、激光熔覆/再制造等先进制造工艺需求。

系统结构分类：龙门式、车载移动式、落地固定式、水平移动式等。

产品特点

波长短、吸收效率高、电光转换率高、能量分布均匀、具有加热恒温可控功能等。

应用领域

冶金、模具、机械制造、石化、轻工、能源、交通、军工等行业。

典型应用

汽车模具、矿山机械、煤炭机械、石化机械、发电机组、轧钢机械等大型机械零部件。





激光表面强化系统



产品介绍

该设备采用光机电一体化化的总体设计，质量可靠，外型美观。激光器采用的是华工激光的具有国际领先水平的连续横流CO₂激光器，数控系统采用五轴四联动或五轴五联动系统，机床采用拥有自主知识产权的悬臂式结构，特殊设计的高精度飞行光路系统及光头摆动机构，可实现数控多轴联动加工。

该设备性能稳定，人机界面友好，操作简捷易学。满足金属表面激光淬火/正火/回火、激光合金化、激光熔覆/再制造等先进表面制造工艺需求。

产品特点

激光器光束均匀性好、发散角小；可选配扩束准直仪实现远距离传输；采用积分镜获得多种尺寸的均匀光斑。

机床为模块式组装，采用轻巧便捷的飞行光路，通过五轴四联动或五轴五联动的形式，对工件进行灵活高效的柔性曲面加工。可根据客户要求设计各种规格型号的机床。

采用最先进的数控系统，工作稳定可靠，人机界面友好，操作简单易学。

技术参数

内容	参数
功率	2-10kW
输出波长	10.6μm
放电方式	针板式
输出方式	连续
功率不稳定性	±2%
电光转换效率	多模≥15%，低阶模≥12%
内桥外腔	保证光腔和光束的稳定性



应用领域

冶金、模具、机械制造、石化、轻工、能源、交通、军工等行业。

典型应用

轧辊、汽车覆盖件模具、塑料模具、导轨、齿轮、螺杆、缸套、曲轴、发电机和汽轮机转子、油管螺纹及接箍、阀门、瓦楞辊、锯片等易损零件的表面强化处理或再制造。



光纤激光无序毛化成套装备



产品介绍

该系统用于冷轧辊毛化加工，满足平整机、光整机、轧机、连轧机后道轧辊等各种工作辊的毛化需求。轧辊毛化效率高，轧辊使用寿命长，激光毛化过程无污染、低噪音，是一种新型轧辊毛化技术，可替代传统的喷丸毛化、电火花毛化。

产品特点

设备及工艺稳定可靠、操作简便，加工质量高；激光毛化轧辊表面硬度高，使用寿命提高一倍以上；激光毛化工艺重复性好；毛化形貌可控，可实现无序毛化，满足多种板面形貌需求。

应用领域

钢铁、铝业、钛板等行业。

典型应用

冷轧辊毛化加工，满足平整机、光整机、轧机、连轧机后道轧辊等各种工作辊的毛化需求。

技术参数

内容	参数	内容	参数
激光器	光纤激光器	轧辊毛化后指标	表面粗糙度： Ra=0.5~15μm，可调
激光波长	1.07μm		
输出功率范围	20~400W	轴向线密度	3~33点/mm
激光频率/最大斩光	5~100kHz	径向线密度	无序，频率可调，最高100KHz
数控系统	西门子系统或其它	微小坑直径	75~120μm，可调
加工轧辊范围	直径：φ200mm~650mm 轧辊总长：3.3、4.3、5.3米	微小坑凸台硬度	HV≥800
		微小坑凸台高度	2~25μm

■ 光纤激光可实现无序毛化，过钢量超过电火花50%





C02激光毛化成套装备



产品介绍

该系统用于冷轧辊毛化加工，满足平整机、光整机、轧机、连轧机后道轧辊等各种工作辊毛化需求。轧辊毛化效率高，轧辊使用寿命长，激光毛化过程无污染、低噪音，是一种新型轧辊毛化技术，可替代传统的喷丸毛化、电火花毛化。

产品特点

设备及工艺稳定可靠、操作简便，加工质量高；激光毛化轧辊表面硬度高，使用寿命提高一倍以上；激光毛化工艺重复性好；毛化形貌可控，可实现有序毛化，满足多种板面形貌需求。

应用领域

钢铁、铝业、钛板等行业。

典型应用

冷轧辊毛化加工，满足平整机、光整机、轧机、连轧机后道轧辊等各种工作辊的毛化需求。

技术参数

内容	参数	内容	参数
激光器	CO ₂ 激光器	轧辊毛化后指标	表面粗糙度： Ra=0.3~8.5μm，可调
激光波长	10.6μm		
输出功率范围	0.4~4kW	单位面积毛化点	3x3~9x9/mm ² ，可调
激光频率/最大斩光	1~36kHz	微小坑直径	150~350μm，可调
数控系统	西门子系统或其它	微小坑凸合硬度	HV≥800
加工轧辊范围	直径：φ200mm~650mm 轧辊总长：3.3、4.3、5.3米	微小坑凸合高度	2~20μm





激光表面先进制造技术/激光熔敷



电机轴激光熔覆



电机转轴激光修复



法兰盘激光修复



水泵轴激光修复



发电机转子轴颈激光修复



石化泵蜗壳激光修复



发动机曲轴激光修复

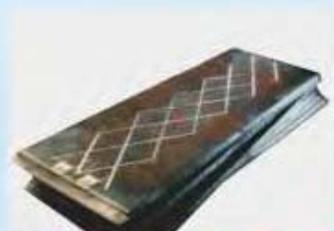


激光快速成型



处理前 处理后

风机叶片三维激光修复



刮板输送机中部槽激光熔覆



采掘机截齿宽带熔覆



矿用大型液压支架立柱激光熔覆加工后



激光表面先进制造技术/激光淬火

高功率密度激光束 ($10^3 - 10^6 \text{W/cm}^2$) 使工件表面快速加热 ($10^5 - 10^6 \text{°C/s}$) 和冷却 (10^5°C/s), 实现相变硬化。最大硬化层深3mm, 工件表面无损伤、变形量小、硬度高、耐磨性好 (比传统热处理硬度提高HRC3-5)。

应用领域

设备广泛应用于模具、机械制造、石油、化工、轻工等行业, 典型工件有: 齿轮、瓦楞辊、油管、螺纹、汽车模具、锯片、导轨、缸套、重要军工产品。



汽车模具激光淬火



汽车模具激光淬火



塑料模具激光淬火



楔形滑块激光淬火



内齿圈激光淬火



齿轮激光淬火



锤座激光淬火



瓦楞辊激光淬火



钻铤螺纹接头激光淬火(外壁)



钻铤螺纹接头激光淬火(内壁)



缸套激光淬火



曲轴激光淬火



轧辊激光淬火

结语



我国是世界上最大的冶金产品制造和消费国，激光在冶金行业的应用具有广阔的市场，激光加工设备使用和维护市场非常巨大，关键设备和技术被国外垄断。

因此，需要我们不断提供新的、特别是可靠的产品和服务，满足冶金行业发展的需要。



谢 谢！