



Support



钢铝等新型材料混合车型典型腐蚀分析及对策

目录

- 1 背景
- 2 钢铝混合车身连接方式
- 3 钢铝混合车身腐蚀风险及对策





背景

背景

■ 汽车的轻量化趋势

- 汽车重量每减少100Kg，油耗和CO₂排放可分别减少0.35-0.6L/100km和8.4g/km。大力发展并推进汽车轻量化技术成为节能、减排的主要途径之一。
- 轻量化材料的应用方面包括：高强度钢、铝合金、镁合金、塑料和复合材料等
- 未来的汽车车身应由钢和一些铝合金、镁合金、碳纤维、塑料等轻质材料共同制造，即混合材料车身。混合材料车身结构的理念能较好地兼顾各方面的要求，寻求轻量化效果、工艺性、安全性和成本等总体上的最优化，代表了今后汽车车身结构发展的最新趋势。
- 钢铝混合车身结构即是在传统钢结构车身骨架中，将某些结构构件用高强度钢板和铝合金等轻质材料替代，以充分发挥高强度钢板在强度和价格方面的优势，同时兼顾铝合金板材在减重及吸能方面的优势，通过材料和结构的优化设计和性能模拟的方法确定不同材料分布的部位。



背景

■ 汽车材料技术发展的主要特征

- (1) 轻量化与环保是当今汽车材料发展的主要方向；
- (2) 尽管近阶段钢铁材料仍保持主导地位，但各种材料在汽车上的应用比例正在发生变化。主要变化趋势是高强度钢和超高强度钢、铝合金、镁合金、塑料和复合材料的用量将有较大的增长，铸铁和中、低强度钢的比例将会逐步下降，但载重车的用材变化不如轿车明显；
- (3) 轻量化材料技术与汽车产品设计、制造工艺的结合将更为密切，汽车车身结构材料将趋向多材料设计方向；
- (4) 更重视汽车材料的回收技术；
- (5) 电动汽车、代用燃料汽车专用材料以及汽车功能材料的开发和应用工作不断加强。



背景

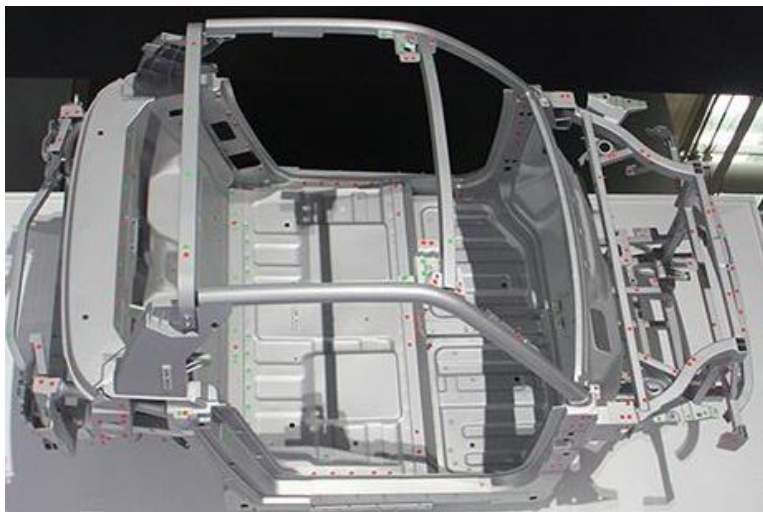
■ 铝合金车身在国内的应用情况

车企类型	应用车企	车型	应用区域	备注
合资	奇瑞捷豹路虎	揽胜、捷豹XFL	车身	质量比占75%
	上汽通用	凯迪拉克CT6	车身、前盖	质量比占58%
	广汽本田	讴歌TLX	前盖	
	广汽菲亚特	JEEP	前盖、前保	
	一汽大众	奥迪Q5	前盖、后盖	
自主	北汽新能源	ARCFOX-1电动车	车身	
	奇瑞新能源	eQ1小蚂蚁电动车	车身	
	蔚来汽车	ES6/ES8	车身	
	爱驰汽车	U5 ION	下车身	



背景

■ 铝合金车身在国内的应用情况



ARCFOX-1电动车

凯迪拉克CT6车身材质

注：图中未特别注明的百分比为质量占比



该钢铝混合车身主要由钢和铝组成。按照制造工艺的不同可归纳为5大类型，11种材质，其中铝材体积占比为80%，重量占比为58%。

■ 热成型钢板 ■ 冲压铝板 ■ 高压铸铝件 ■ 挤出铝型材 ■ 普通钢板

超高强度钢	铝镁硅合金	高压铸铝 T5	铝镁硅合金	低碳钢
	铝镁合金	高压铸铝 T7	铝镁合金	双相钢
				中强度钢
				高强度钢

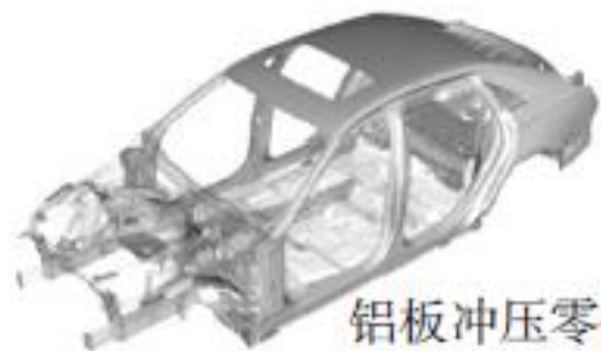
10% 23% 21% 14% 32%



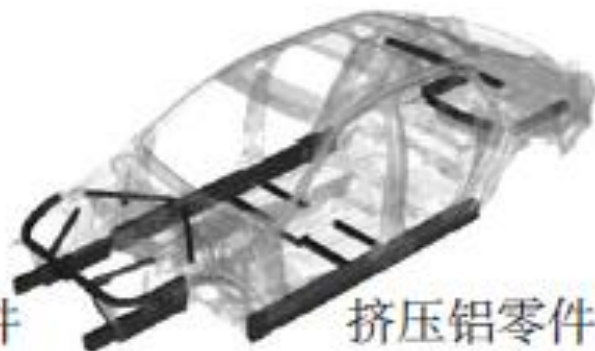
背景

■ 铝合金类型

铝镁合金（5×××系列）、铝镁硅合金（6×××系列）、铝锌镁合金（7×××系列）



铝板冲压零件



挤压铝零件



高压铸铝零件





钢铝混合车身 连接类型

钢铝混合车身连接类型

从目前的研究大部分车企应用情况来看，比较适用于铝合金车身及钢铝混合车身的连接工艺有：铝点焊、SPR、压力连接（Clinching）、热熔自攻丝（FDS）、弧焊、激光焊、粘接、包边、螺柱焊、摩擦搅拌焊等。

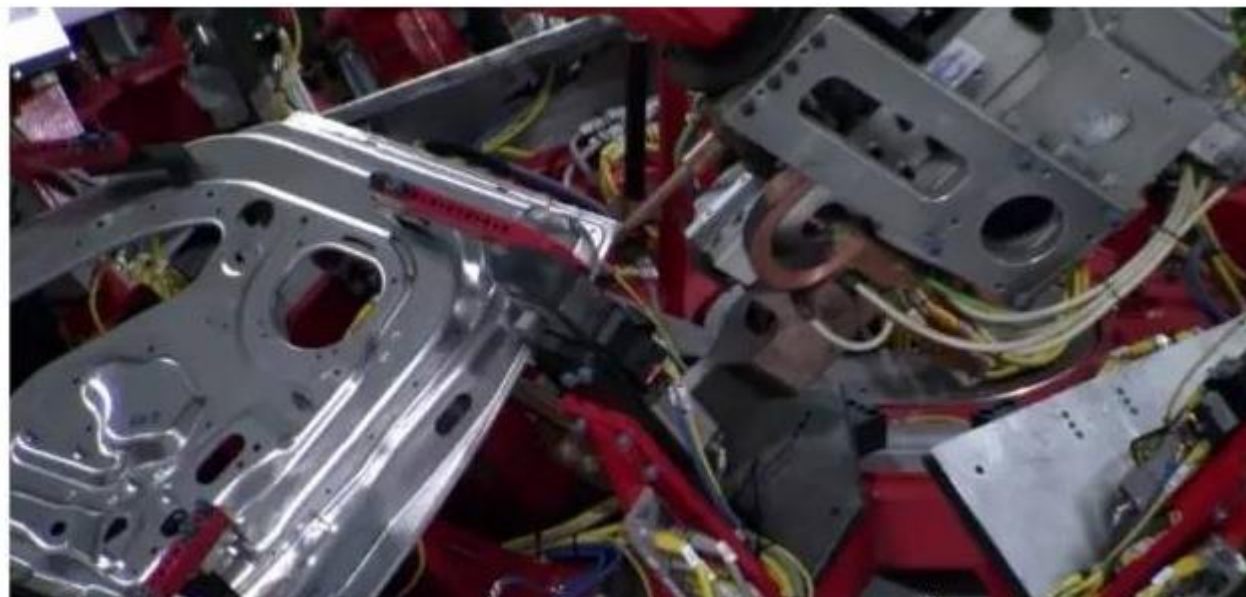
连接类型	序号	工艺	应用车企（部分）	应用区域
机械连接	01	铆钉自穿孔铆接（SPR）	捷豹路虎、凯迪拉克CT6、宝马、蔚来	
	02	无铆钉自冲铆接或冲压连接（Clinching）	大众、捷豹路虎、VOLVO	四门两盖
	03	热熔自攻丝（FDS）	凯迪拉克CT6	
焊接	04	铝点焊	特斯拉、凯迪拉克、广汽本田	
	05	弧焊	大部分车企	地板骨架&总成
	06	激光焊	有激光工艺的车企	顶盖、尾门外板、门内板
	07	搅拌摩擦焊	马自达、福特	RX-8 发动机罩和后门
复合连接	08	粘接&粘铆复合连接	宝马、奥迪、神龙	BMW5地板
其他	09	滚边	捷豹路虎、广菲克	门盖
	10	螺柱焊、摩擦搅拌焊	汽车智能装备联盟	



钢铝混合车身连接类型

■ 铝合金点焊

因铝合金熔点低、线膨胀率高、导电率高、表面易氧化等特性，铝点焊须采用大电流、短时间、多脉冲、大电极压力，所以铝点焊时输出大电流对焊机、变压器（最大达230KVA）及焊枪的供电要求高，大电极压力需焊枪结构牢固可靠。大电流易产生强磁场，焊接工装需防磁以防焊接时通讯信号丢失。

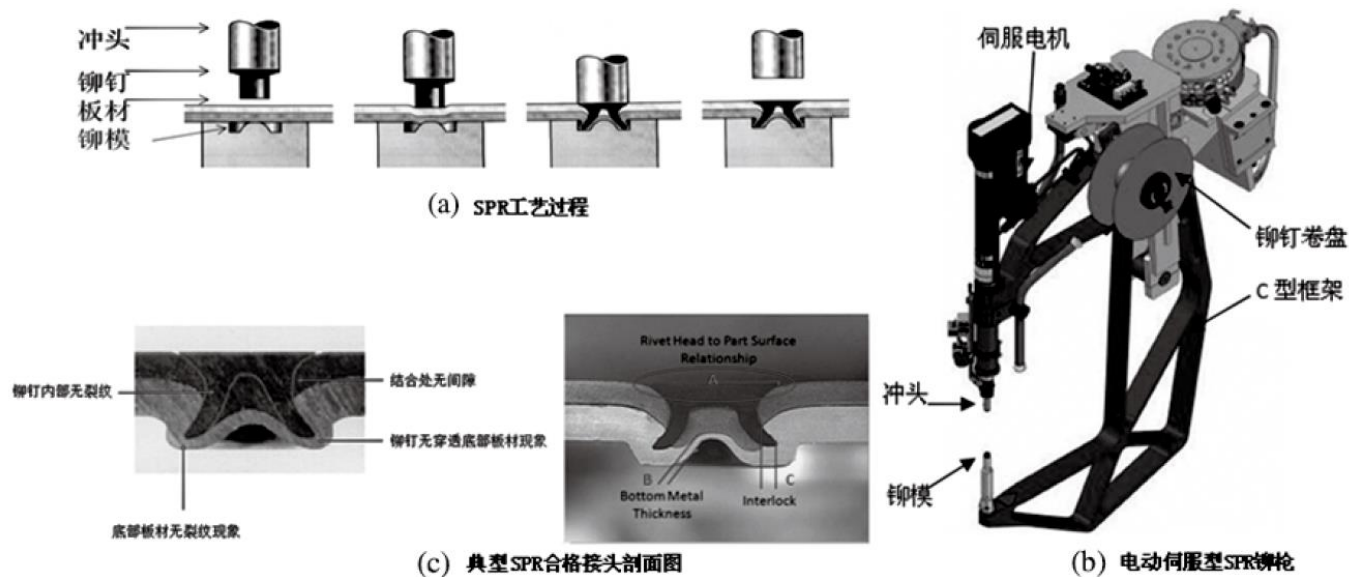


钢铝混合车身连接类型

■ SPR (Self-piercing rivets)

SPR属于冷连接技术，其独特的连接方式使其可以有效克服铝合金、镁合金、钛合金等轻金属材料导电、导热性好，热容小，易氧化，难以采用传统的连接方法进行焊接的缺点。

目前，SPR已广泛应用于奥迪、宝马、捷豹、沃尔沃、通用、福特和菲亚特克莱斯勒等公司铝合金合身的制造，接头疲劳强度可达电阻点焊的2倍。国内奇瑞捷豹路虎、凯迪拉克CT6车身普遍采用的连接工艺就是SPR。



钢铝混合车身连接类型

■ 压力连接（Clinching）

无铆压力连接时利用板件本身的冷变形能力，对板件进行压力加工，使板件产生局部变形而将板件连接在一起的机械连接技术。

优点是：①它不需要额外的铆钉；②不会对零件表面造成破坏，也不会影响连接点处材料的抗腐蚀性强度。

缺点是：目前其在车身结构上的应用领域基本局限于车门、发动机罩、行李仓盖、轮罩等强度要求相对较低的地方



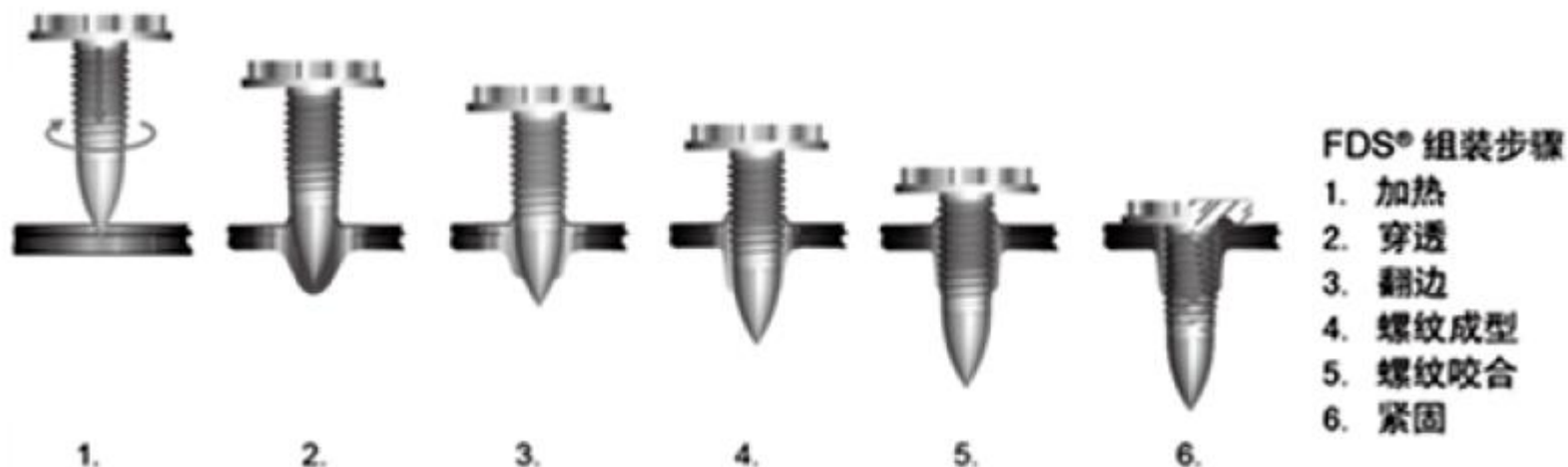
钢铝混合车身连接类型

■ 热熔自攻丝（FDS）

FDS 工艺通过螺钉的高速旋转软化待连接板材，并在巨大的轴向压力作用下挤压并旋入待连接板材，最终在板材与螺钉之间形成螺纹连接，而中心孔处的母材则被挤出并在下层板的底部形成一个环状套管。

优点：①可以用来连接包括超高强钢、铝镁合金、复合材料在内的异种材料；②单面进枪，可用于封闭型腔结构、壁厚大或封闭腔体，无法使用SPR或Clinching；③连接强度大。

缺点：①铆钉成本高(单价 0.15 欧元)；②操作时间长，约为 5 ~ 8 s



钢铝混合车身连接类型

■ 激光钎焊

激光钎焊在钢制白车身上早已有广泛应用，例如顶盖、后尾门、侧围流水槽等部位。

与常规熔化焊相比，激光钎焊具有极高的能量密度、精确控制的局部热输入和加热方位、焊接速度快等优势，早已应用于铝/钢异种金属的连接。

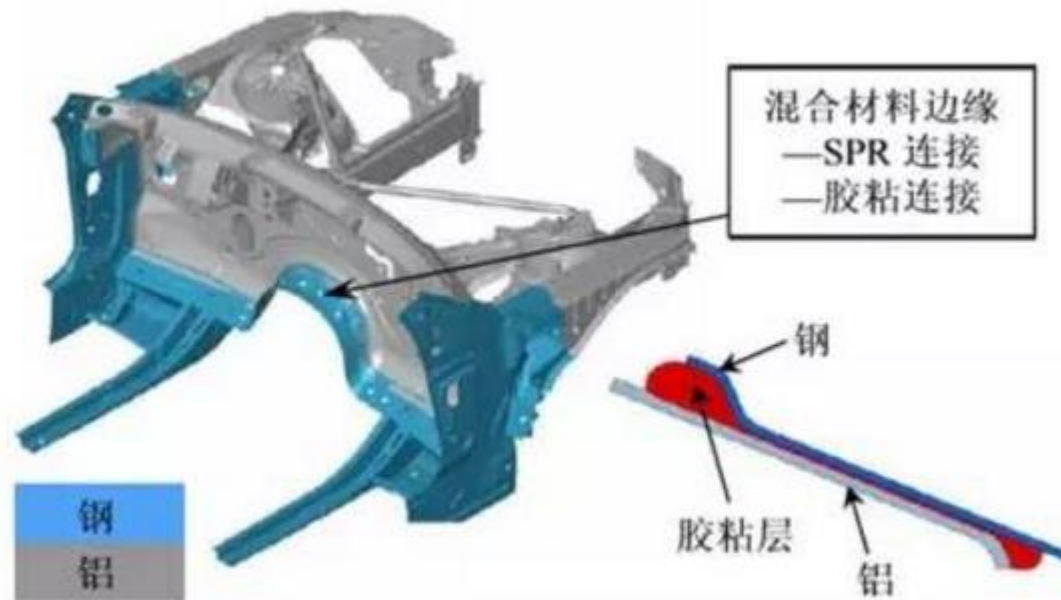


钢铝混合车身连接类型

■ 粘接&粘铆复合连接

胶粘剂在车身上的应用，最初是以防腐和密封为目的，后来逐步发展到对连接的刚度和强度也提出较高的要求，新一代结构胶粘剂具有高强度高刚度，同时在冲击载荷作用的时候又具有足够的韧性和柔性的特点，能够满足车身结构的需求，扩大了胶粘连接的应用范围。

捷豹 Jaguar XJ 全铝车身、BMW5、BMW7车身中普遍使用了铆粘复合连接。



钢铝混合车身腐蚀风险及对策

■ 钢铝电阻焊连接（Intelligence Welding, IW）

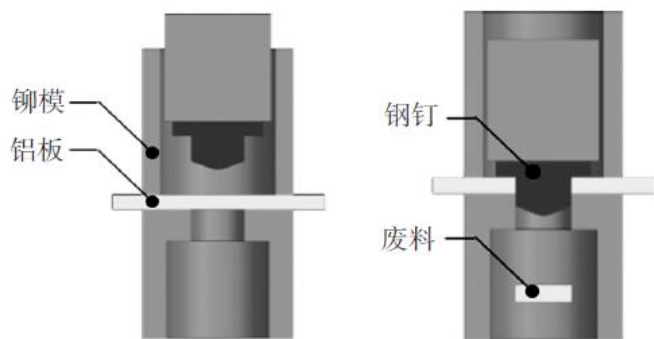


图1 钢钉冲铆铝板

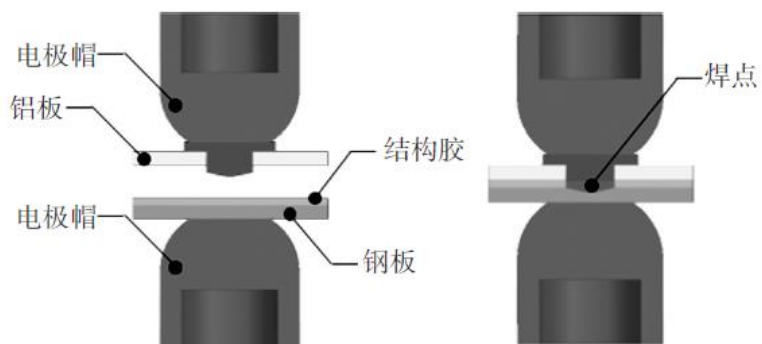


图2 涂胶及钢钉和钢板点焊

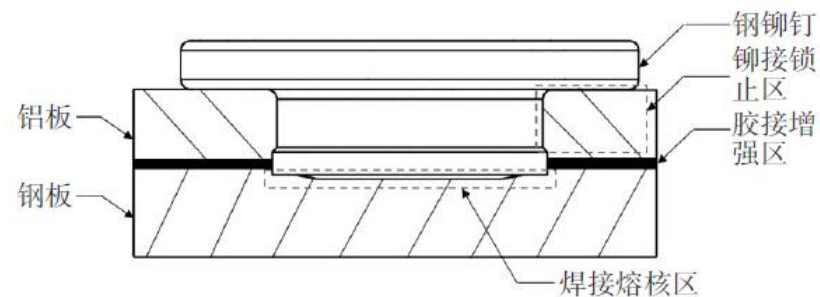


图3 IW的3个连接功能区





钢铝混合车身腐蚀 风险及对策

钢铝混合车身腐蚀风险及对策

■ 钢铝混合车身的防腐性设计

针对钢铝混合车身结构的腐蚀特点, 在进行车身结构设计时应从以下几个方面综合考虑:

- (1) 选择耐腐蚀性好的材料;
- (2) 钢铝连接方式的选择;
- (3) 紧固件标准件的防腐性处理;
- (4) 涂装工艺的选择;
- (5) 合适的成本



钢铝混合车身腐蚀风险及对策

■ 材料选择

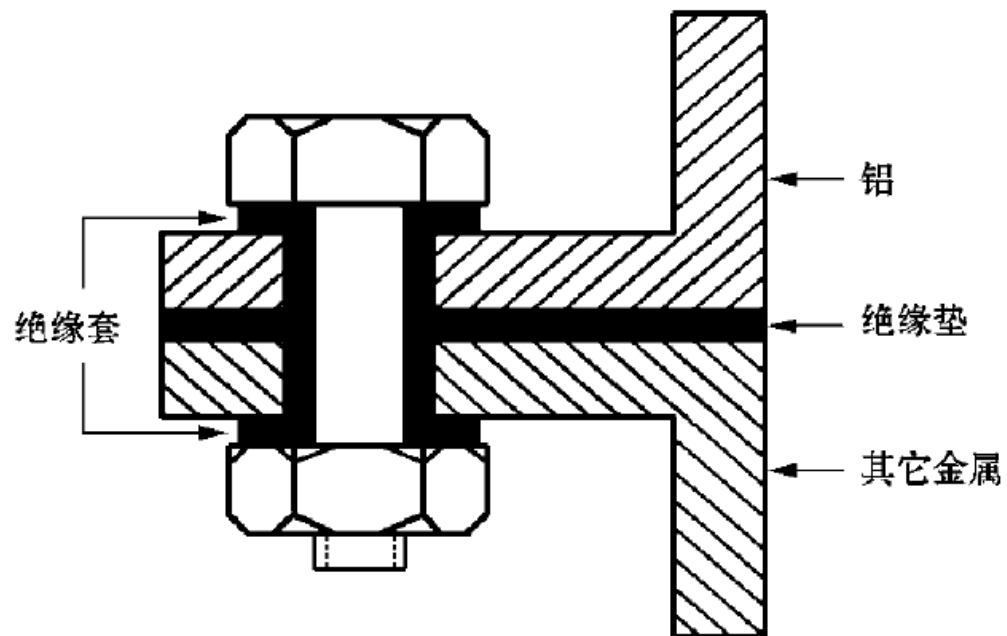
车身用钢板优先选择双面镀锌钢板，既能提高车身的耐腐蚀性能，又能减薄料厚达到降低车身重量的目的。紧固件及铆钉应进行表面镀锌或镀锌铬处理，后者又称达克罗处理。可显著提高材料件的耐盐雾水平，以通用塑料、工程塑料以及纤维增强复合材料(FRP) 替代金属材料，从而消除该部件的腐蚀问题。



钢铝混合车身腐蚀风险及对策

■ 钢铝连接方式的选择

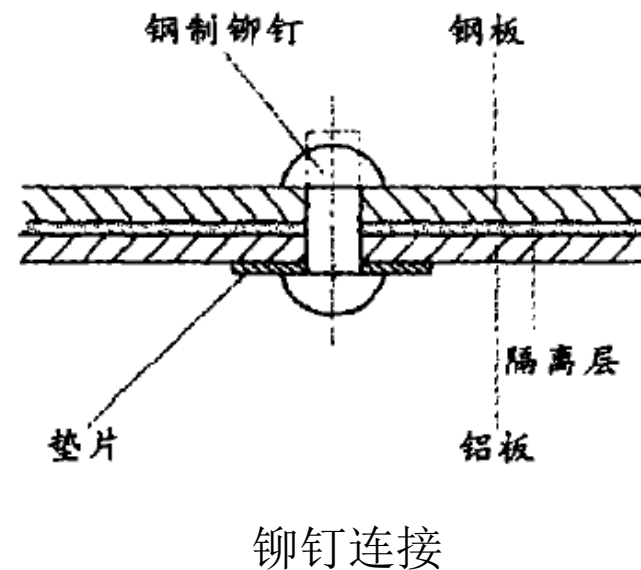
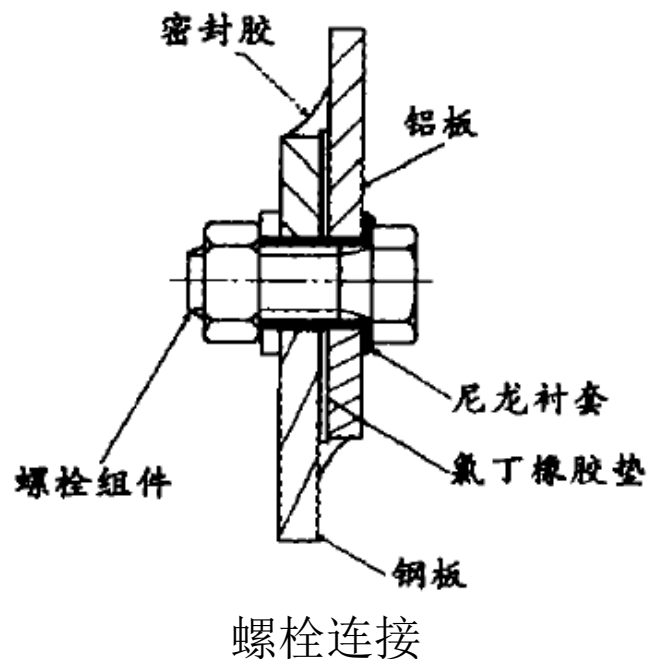
存在较大的电极电位差，将会造成更为严重的电化学腐蚀现象。用钢螺栓连接的装配，两种金属必须被隔开，即用橡胶密封垫放在两者之间，或将接触面用油漆隔开！



钢铝混合车身腐蚀风险及对策

■ 钢、铝接触面的优先设计

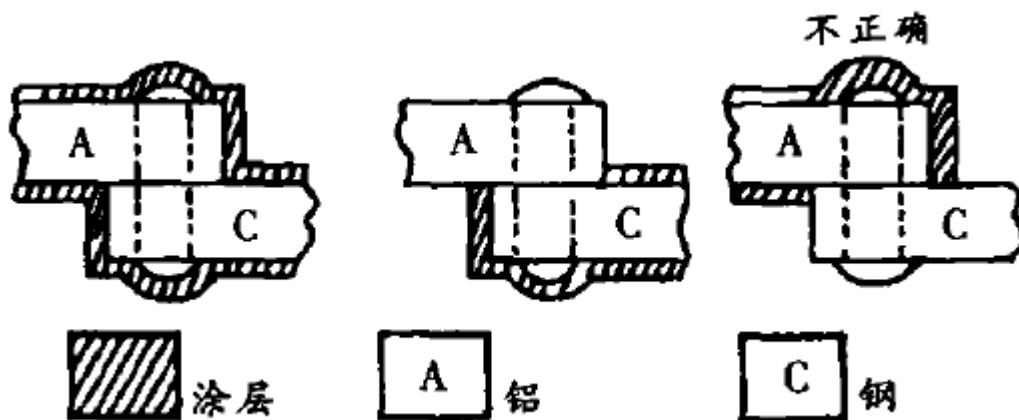
钢、铝材搭接处所用紧固件材料的金属活性对腐蚀的影响很大，原则是选用金属活性低于接触面大的金属活性。因此所用紧固件一般应采用钢制件，而不采用铝制件。如图，所用钢制螺栓还需增加非金属绝缘衬垫阻隔钢、铝的直接接触，从而达到防止电偶腐蚀的发生



钢铝混合车身腐蚀风险及对策

■ 钢、铝接触面的优先设计

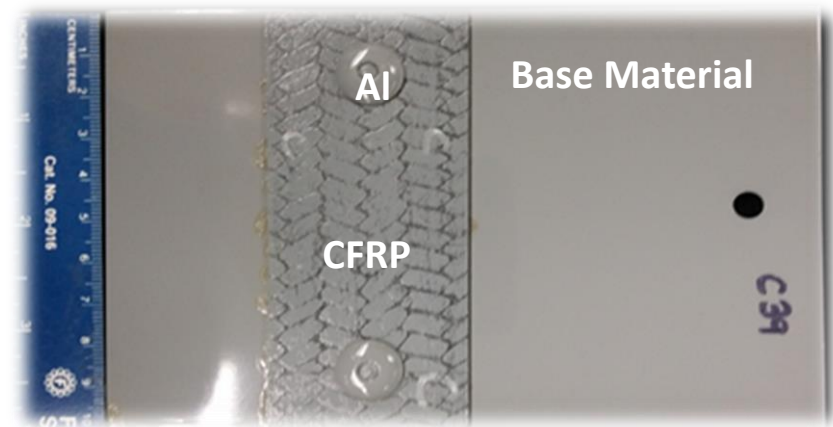
在钢、铝接触的外表面进行涂层处理时应注意: 将两种金属均包覆起来, 或者只包覆阴极(钢材), 必须避免仅仅包覆阳极(铝材), 如图所示。若仅仅包覆铝材, 包覆层一旦有微小的破损, 就会形成大阴极-小阳极工况, 从而导致更为严重的电偶腐蚀。只对阴极(钢材)进行涂覆, 铝材不进行处理, 由于铝材具有良好的自防腐性能, 本身不会腐蚀; 另外, 在涂覆层的阻隔作用下, 铝材也不会与钢材形成腐蚀电偶, 从而起到良好的保护作用。



阴极保护法



案例复合材料腐蚀问题



Base Material	Joined Material
Aluminum Alloy 6451 (Si, Mg)	Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)
Aluminum Alloy 5754 (Mg [low], Mn)	
Aluminum Alloy 5182 (Mg [high], Mn)	
Aluminum Alloy 7075 (Zn, Mg, Cu)	
Cold-Rolled Steel	
Hot Dip Galvanized Steel	



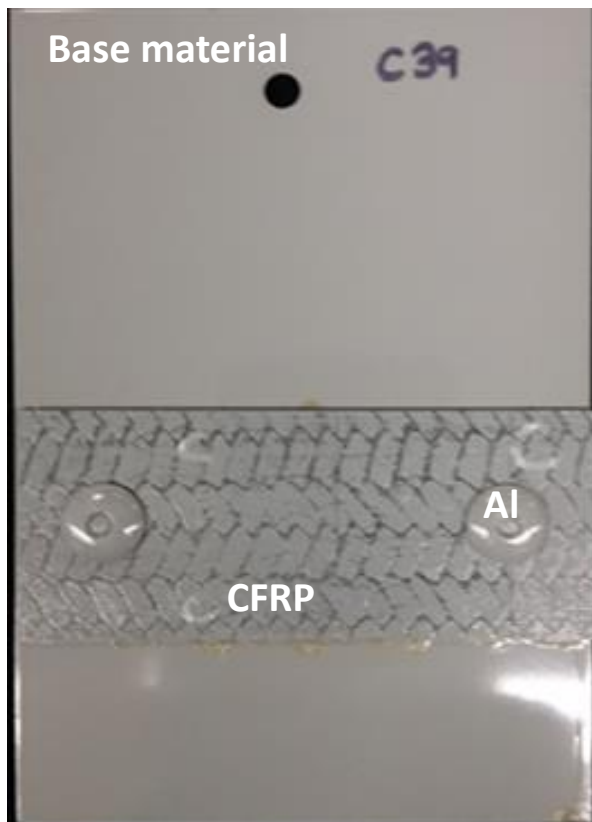
案例复合材料腐蚀问题



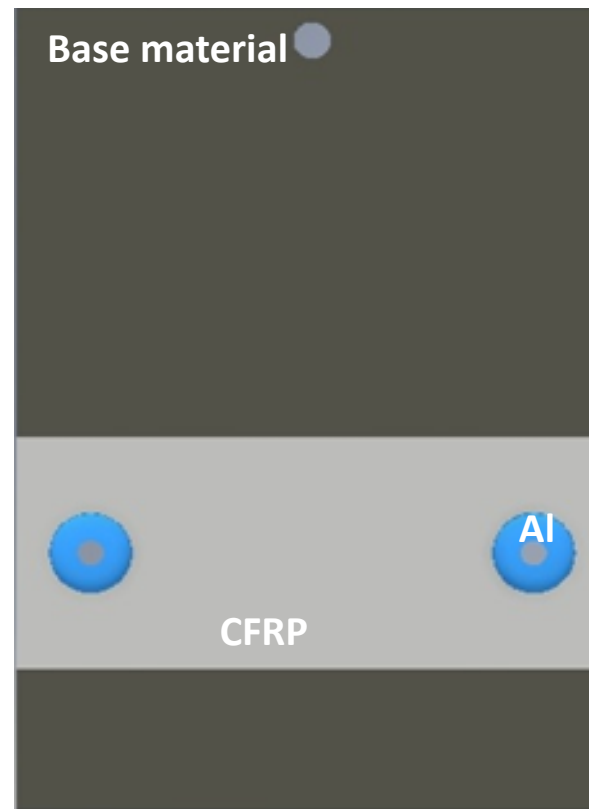
Coupons mounted to lower doors of a corrosion test vehicle, run for **12 weeks** through full vehicle accelerated corrosion test



案例复合材料腐蚀问题



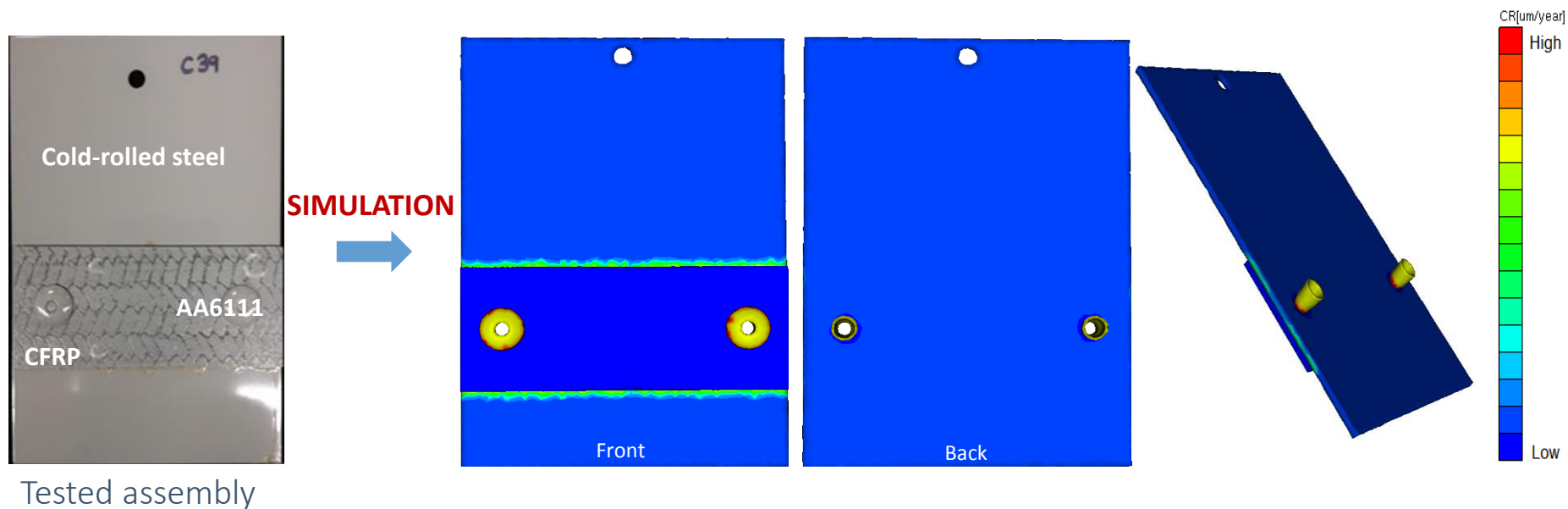
实物



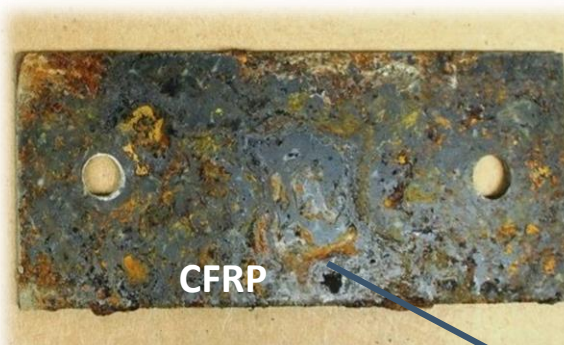
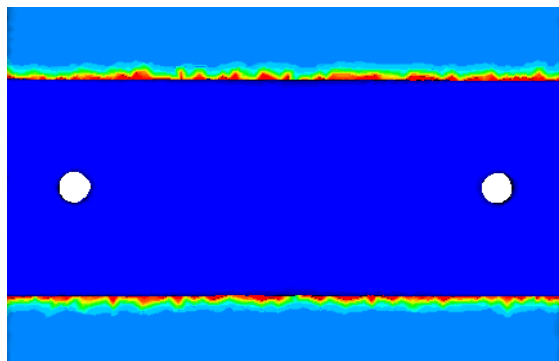
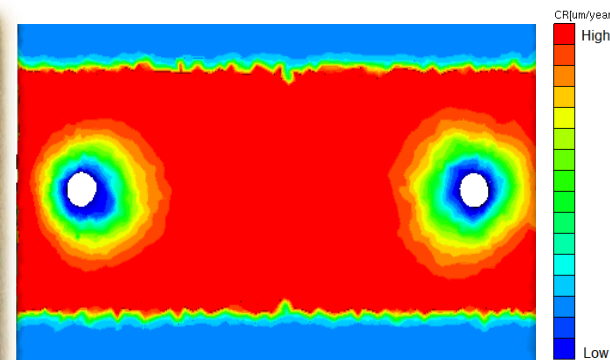
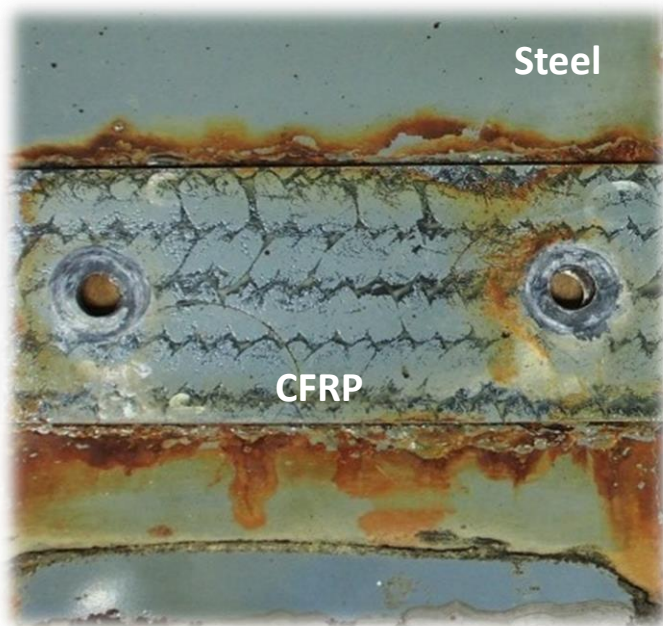
仿真建模



案例复合材料腐蚀问题



案例复合材料腐蚀问题



Thank You



服务邮箱 : service@glb-china.com.cn

销售邮箱 : sale@glb-china.com.cn

联系电话 : +86-021-56550063

总部地址 : 上海市闵行区黎安路688号
强劲大厦1001-1002室