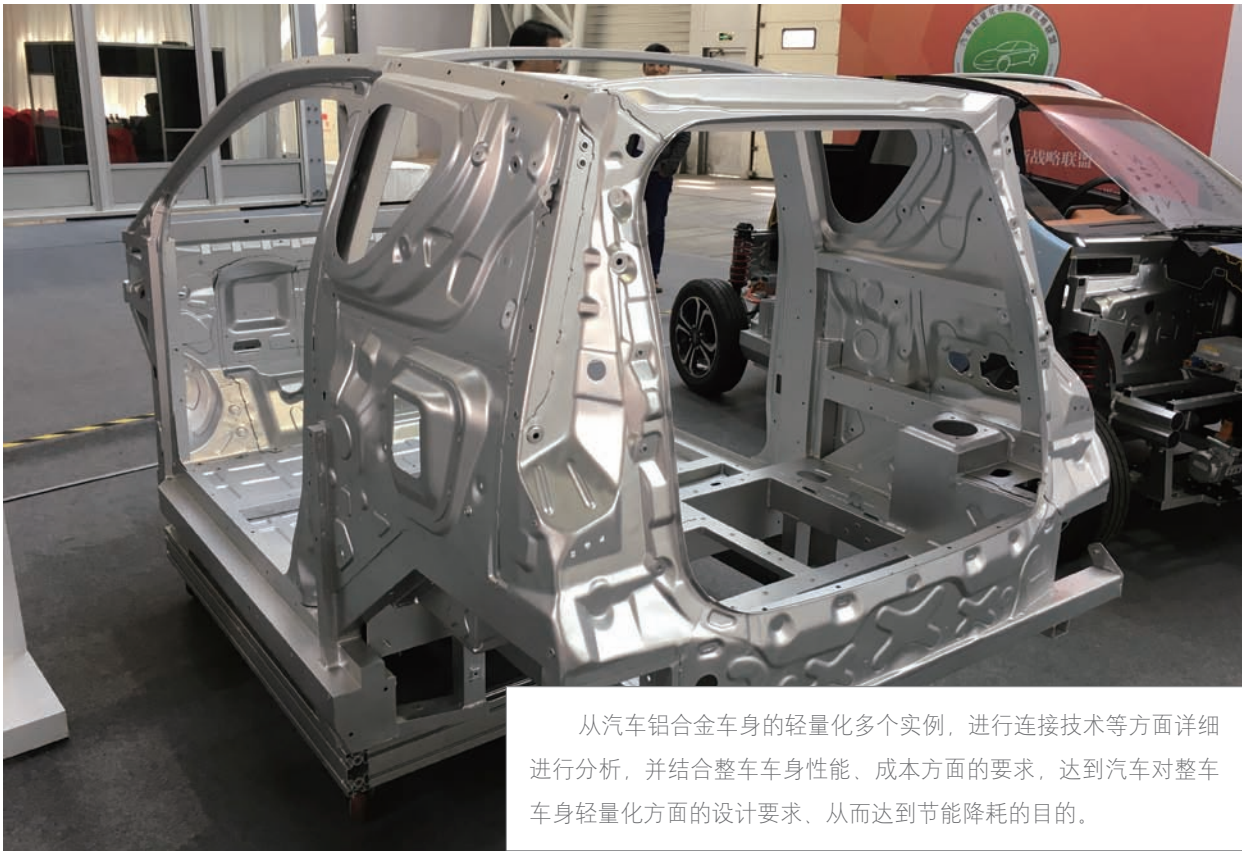




从汽车铝合金车身的轻量化多个实例，进行连接技术等方面详细进行分析，并结合整车车身性能、成本方面的要求，达到汽车对整车车身轻量化方面的设计要求、从而达到节能降耗的目的。

铝合金车身及连接技术

□ 上海修源网络科技有限公司 / 陈玉胜

电动汽车的轻量化是世界上从事电动汽车生产的厂家必须考虑的重要课题，也是核心竞争力之一。轻量化能够节能降耗，提高电动汽车的续航里程。此外，轻量化还能很大程度促进对整车的操控性能提升。

车身轻量化材料使用是车身轻量化的主流，主要分为：采用高强度钢等材料；轻质材料如铝/镁合金、工程塑料、碳纤维及多种复合材料等。

轻量化经典案例

1. 凯迪拉克CT6轻量化案例

凯迪拉克CT6（见图1）整车尺寸长，宽，高 分别为5 184mm，1 879mm，1 472mm，是轴距为3 109 mm的大型轿车，它的白车身总成重量分布（除掉油漆重量）如表1所示。

白车身使用材料分布见图2所示。

从上图分析可以得出钢使用

表 1

总成	质量/kg
前门（左/右）	19.3
后门（左/右）	15.9
前舱盖	10.6
后行李箱盖	7.7
前翼子板（左/右）	3.9
铰链、紧固件等	12.4
白车身本体（除了以上所列）	305.6
白车身总成	375.4

37.9%，铝使用 62.1%。

钢铝混合车身的白车身性能

究竟怎么样呢？车身扭转刚度为36 602 Nm/deg，刚度如表2所示。

白车身连接工艺及连接技术如图3和表3所示。

表2 车身刚度（单位：Hz）

1阶配饰车身	31.5
2阶配饰车身	31.8
1阶白车身	58.7
2阶白车身	60.7

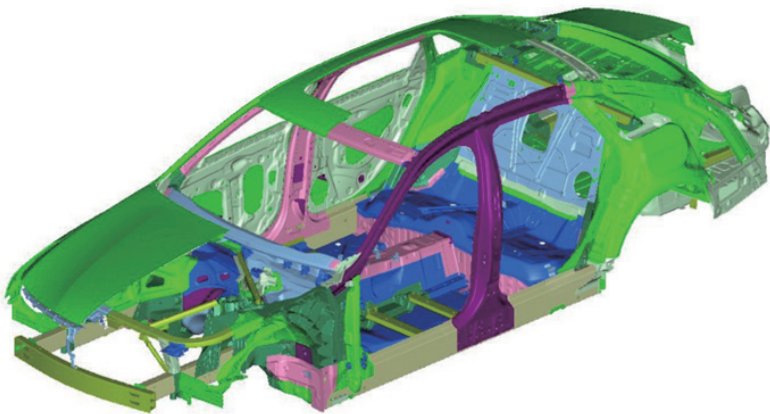


图 1

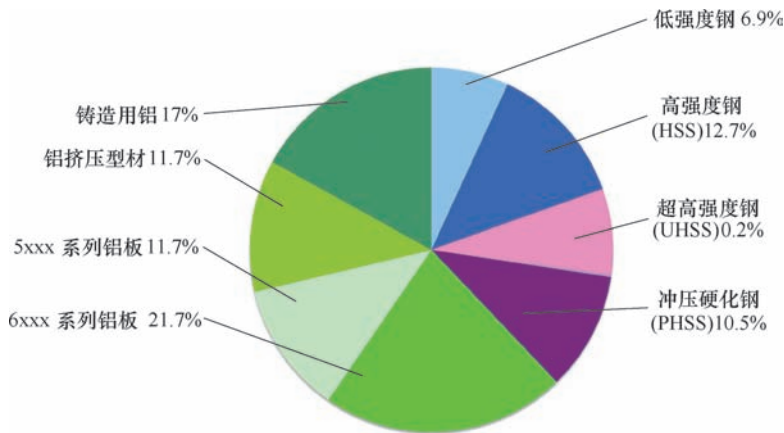


图 2

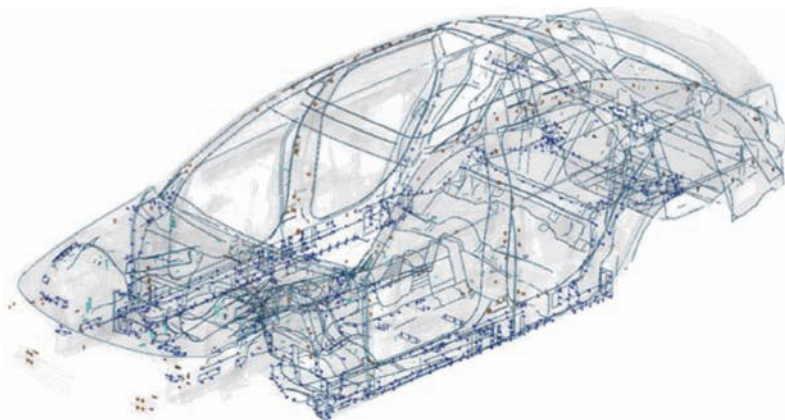


图 3

表 3

连接技术	等效焊点
点焊（钢）	1624
点焊（铝）	2718
螺柱焊（钢）	125
螺柱焊（铝）	138
SPR	714
螺丝/螺母（公制）	135
FDS	1490
激光焊接（铝）	371
MIG钎焊	20
MIG/TIG 铝焊	459
胶	881

2. 特斯拉Model S 白车身轻量化案例

特斯拉Model S（见图4）整车尺寸长、宽、高分别为4 970mm、1 964mm和1 445mm，轴距为2 960 mm的大中型轿车，它的白车身总成重量分布（除掉油漆重量）如表4所示。

表 4

部分	质量/kg	总计/kg
全铝下车身	铝铸件：52	172
	铝型材：89	
	铝板材：31	
防撞梁	高强钢：	16.5
全铝上车身	铝板：64.35	86.05
	高强钢：18.5	
	铝铸件：3.2	
全铝开闭件	铝板：63.016	63.016
白车身总成		337.566

特斯拉Model S钢铝重量比重分别为10%及90%，白车身总质量为337.6kg。轻量化做得相对比较好了。

若将特斯拉Model S上车体改为全钢的上车身，全铝的下车身，则整车的重量变为450.88kg，相对特斯拉的上车体重了113.31kg。钢铝质量占比分别为39%和61%。如表5和图5所示。

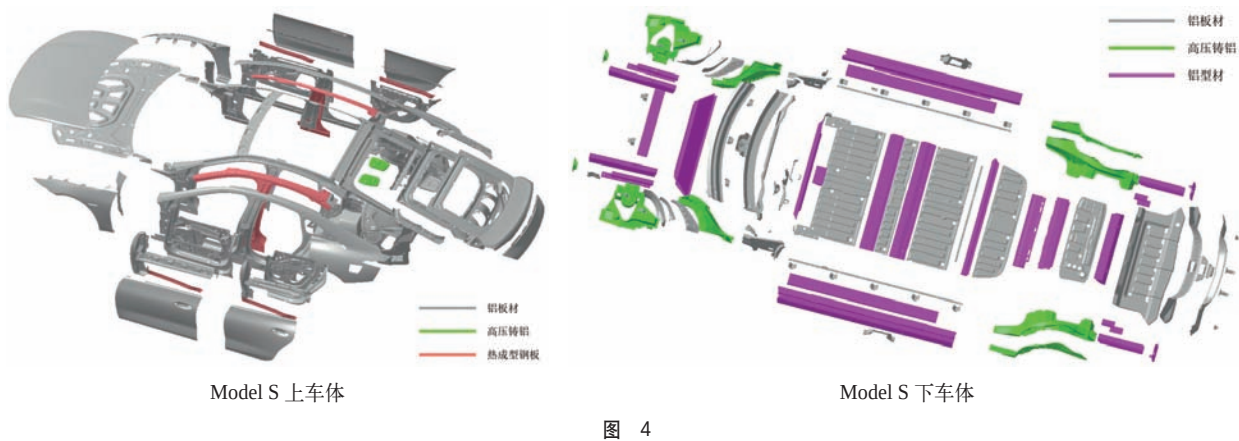


图 4

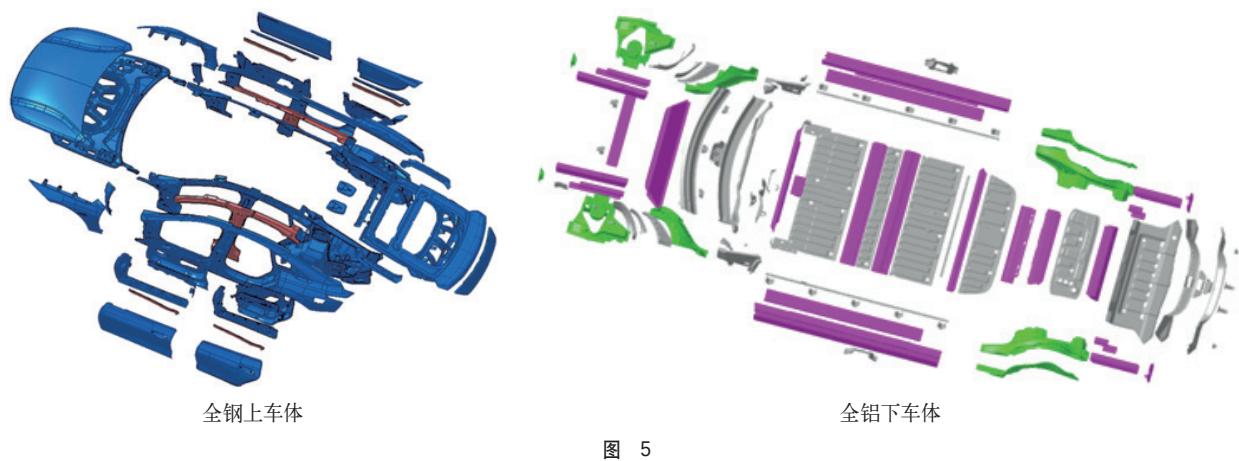


图 5

表 5

部分	质量/kg	总计/kg
全铝下车身	铝铸件: 54	180
	铝型材: 93	
	铝板材: 33	
防撞梁	钢材: 7+12+1	20
全钢上车身	高强度钢: 20	159.11
	钢板: 139.11	
全钢开闭件	钢板: 93.77	96.77
	高强度钢: 3.2	

特斯拉Model S上车体改为全钢的上车身，全铝的下车身，则钢铝重量比重分别为39%及61%。

车身工艺如图6所示。分别为连接工艺和紧固工艺。

车身连接工艺：铝点焊、铝弧焊、热熔自攻螺丝连接（FDS）、

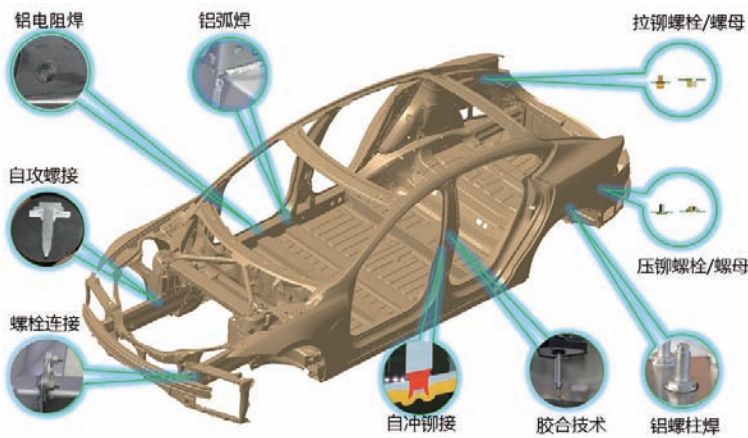


图 6

自冲铆接（SPR）、结构胶和螺栓联接。

车身紧固工艺包括螺柱焊、压铆螺母/螺栓和拉铆螺母/螺栓等。

3. 奥迪A8轻量化案例

奥迪A8的D3ASF（Audi Space Frame）全铝白车身结构215kg（见图7）。

奥迪A8的D4车型ASF白车身结构231kg，车身刚性和碰撞安全方面的要求，现款A（D4）的ASF结构内包含有8%的钢材（见图8）。

奥迪A8的D5车型ASF白车身结构282kg，D5采用了比D4车型更多的热成型高强度钢材、铝占白车身的58%（见图9）。

奥迪A8的D5车型关键连接技术采用了FDS、电阻焊、粘合剂连接、FDR铆接、MIG焊、远程激光焊、冲铆连接、卷边连接等14种连接方式（见图10）。

轻量化铝合金车身的连接技术

根据上述案例介绍我们得知，目前比较常用的铝合金连接技术为自冲铆连接（SPR）、旋转自攻螺接(FDS)、铝点焊、冷金属过渡技术（CMT）、激光焊接及粘结技术等。下面就常用连接技术的定义、特点及适用部位进行分析。

1. 自冲铆连接（SPR）

在铆枪的压力下，将SPR钉穿透上层零部件，在底模的作用下，SPR钉变形，形成机械自锁，达到连接两层或多层零部件的目的。可用于不同材料的连接，冷连接无飞溅。SPR铆接失效模式有钉头处拉脱、钉脚处拉脱、材料撕出开口槽。

2. FDS连接工艺

FDS工艺是通过螺钉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联接。其优点为无需钻孔、单向



图 7

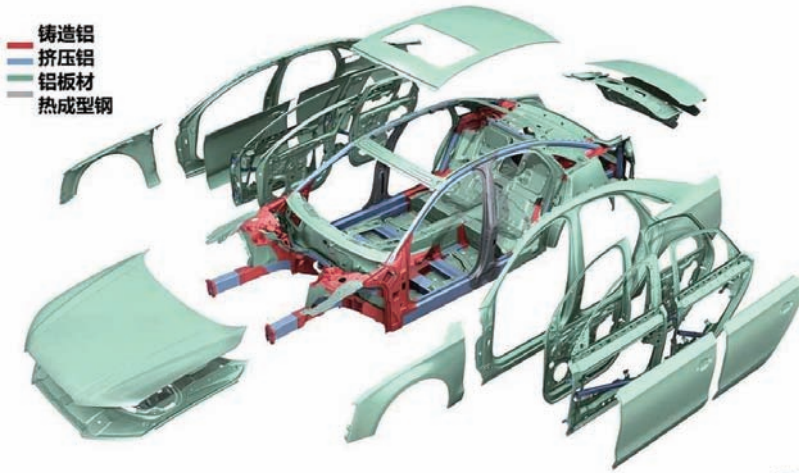


图 8

Audi A8 D5

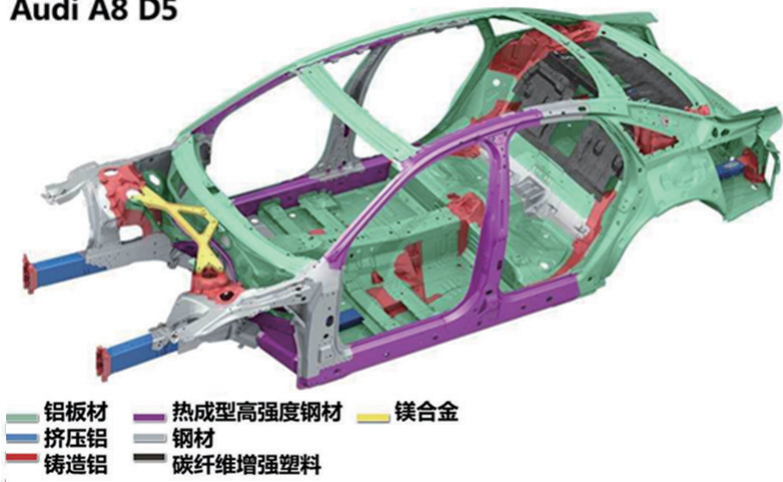


图 9

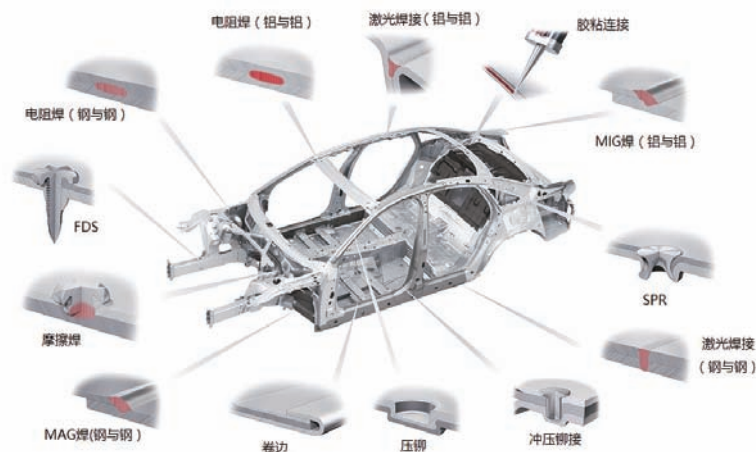


图 10

攻入、接空间小、适用空腔结构、还有涂胶结构、多重材料连接、可拆卸等；工艺难点：①因需要钻穿下层板，接头的防腐能力会降低。②螺钉较长，会增加车身自重。③单面施工，对工件和机器人的冲击力大。解决方案：①采用优质涂层。②优化设计。③采用负载能力大且稳定的机器人，夹具设计时对工件有足够支撑，避免在薄板上使用。

3. 铝点焊技术

在电极压力下，靠电阻热熔化铝材，将其连接在一起。

工艺难点：铝合金熔点低、线膨胀率高、导电率高、表面易氧化。

解决方案：采用大电流焊机，焊装工装需防磁，且焊枪结构牢固可靠，并配备特殊电极头解决铝合金表面氧化问题。铝点焊常用部位为侧围、发舱、地板及闭合件。

4. 冷金属过渡技术 (CMT)

CMT是一种全新的MIG/MAG

焊接工艺，可以焊接薄至0.3 mm的板材，并可以实现钢与铝的异种连接。CMT是将送丝与熔滴过渡过程进行数字化自动协调，通过焊丝的回抽将熔滴同焊丝分离，实现了近乎无电流状态下的熔滴过渡。所以CMT工艺可以很好地实现钢与铝的焊接。工艺难点：铝合金熔点低、线膨胀率高、导电率高、表面易氧化、焊缝易产生气孔、导热性强焊接时易产生零件变形。

5. 激光焊接技术

激光焊接是以激光作为能量载体的一种高密度焊接方法，激光焊接是将高强度的激光束辐射至金属表面，通过激光与金属的相互作用，使金属熔化形成焊接。尤其适用于（超）高强度钢板、铝合金；搭接边较传统点焊缩短，有利于车身轻量化及降成本。

6. 结构胶粘结技术

利用胶粘剂把被粘物连接成整体的操作工艺。粘接优点是连续的面际连接，可以减少应力集中，保

证被粘物的强度，提高结构件的疲劳寿命。

工艺难点：结构强度分析及涂胶优化。

解决方案：供应商可提供相关的技术支持。

结语

随着新能源汽车不断的推广应用，对汽车车身轻量化的要求会越来越高，车身采用铝合金的厂家会越来越多，对于铝合金车身的连接工艺及技术会被很多厂家掌握并应用。**AUTO1950**

陈玉胜，男，1975年出生，大学本科，汽车拖拉机专业，从事汽车研发工作18年，先后在一汽、吉利任汽车底盘设计主管，参与轻型车底盘、轿车底盘开发，上海同捷科技股份有限公司担任分院院长、研发中心主任，先后主持了近七八款车型研发工作，浙江宝骐汽车公司任产品研发公司常务副总，主持两款纯电动物流开发，微宏动力（湖州）公司乘用车研发总监，现任上海游侠汽车研究院常务副院长。

