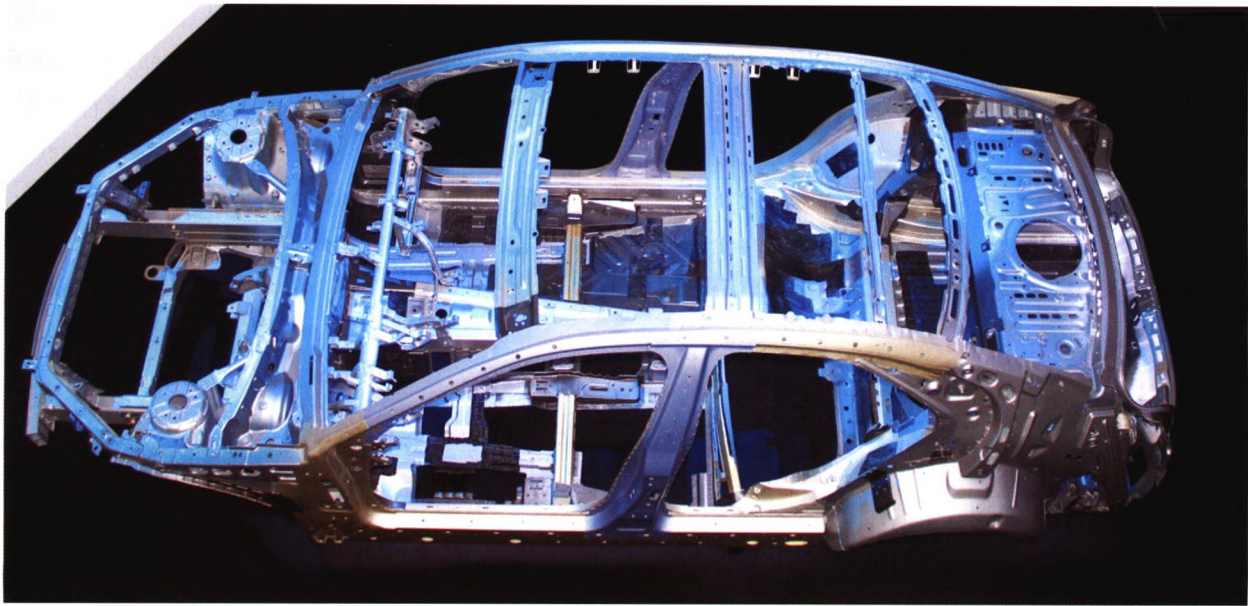




新能源汽车车身材料及连接工艺概述

□ 中国汽车工业工程有限公司/陆建邦 李贺强
□ 机械工业第四设计研究院上海设计院 /王崇

新能源汽车主要体现在动力与材料上。作为新能源汽车的一个关键部件，电池组是新能源汽车的动力核心，对新能源汽车的性能起着重要的作用。而汽车轻量化是未来发展的趋势，是实现节能环保的有效途径。近年来，铝合金、镁合金、碳纤维、塑料等密度小的材料在汽车行业的应用越来越广泛。车身材料的选择在汽车轻量化的过程中起着举足轻重的作用。

按照车身材料分，目前常见的新能源汽车分为以钢车身和铝车身为核心的两大类。

钢车身

钢车身新能源汽车采用电池组

作为动力来源，白车身为钢制冲压件结构。在焊接车间与传统车焊接工艺是一致的，采用以点焊为主、弧焊为辅的工艺。在总装车间需要安装电动机、电池和电控系统。

钢制车身优点在于可以在传统车身的基础上进行动力改造，整车厂在车身改造上花费较小投入即可完成产业升级转型，因此在现阶段，钢制车身被较多地采用在新能源汽车上。但动力电池组的能量密度有限，而钢制轿车白车身一般质量约为400~550kg，使得钢制新能源汽车在续航里程和电池使用效率上难以取得突破性进展，因此为汽车减重、新能源汽车的轻量化成为众多车企的重点发展目标。

铝车身

铝合金具有密度小、强度高等优越的性能，是目前应用的轻质材料中减重效果最为显著的材料。因此，在新能源汽车领域的应用越来越广泛。根据车身结构不同，铝车身主要分为以下几种：

1. 冲压件结构

铝的密度是钢的1/3，因此冲压铝件作为车身的材料，使车身的质量大大减轻。铝车身主要连接工艺为铆接和点焊。目前应用较多的为自冲铆SPR (Self Piercing Rivets)，如图1所示，此种连接工艺可用于同种或异种材料的连接。由于铆钉自重较大，一般采用机器

人铆接。而铝点焊与钢点焊的原理相同，如图2所示。铝点焊为通用汽车集团的专利技术，且铝合金与钢相比，有较大的导热系数和比热容，焊接时为保证良好的融合，必须采用能量集中、功率大的热源，有时需采用预热等工艺措施。铝点焊钳也很大，一般采用机器人焊接。

奇瑞捷豹路虎某车型采用冲压件结构，除了后地板总成、车门总成，其他全部为铝合金件，铝合金占车身的75%。由于铝合金材料对受热比较敏感，如果使用传统焊接工艺连接车身部件，会存在材料强度下降的问题，而且由于受热易变形，全铝车身拼合尺寸精度也不易控制。所以，捷豹的铝车身以SPR铆接代替点焊，并且以胶合工艺来提高各部件的连接强度，同时胶合工艺还有助于提升车体的密封性。

通用凯迪拉克某车型采用冲压件结构，铝合金量比奇瑞捷豹路虎少一些，占车身的58%。主要采用铝点焊和SPR，还有少量的激光

焊、激光钎焊和铝螺柱焊，实现了钢、铝等多种不同材质的连接。凯迪拉克采用的铝电阻点焊技术，为通用汽车集团的专利技术，其专利点主要为对铝电极头耗损之后的修磨过程。通用铝点焊外观头部有一圈一圈的纹理，能够最大程度避免铝板材表面所固有的氧化膜对焊接质量的影响。

奥迪某车型车身结构中，采用了更多的高强度钢材以及少量镁合金材料和碳纤维材料，铝合金的应用占58%。由于车身结构由钢、铝等不同材料构成，而钢材和铝材也有着各自不同的特性，因此奥迪采用了多种不同的车身制造工艺，包括点焊、弧焊、激光焊、铆接，不同材料之间拼接的自动螺栓、滚边压合等。侧围和顶盖采用远距离激光焊。

江淮蔚来某车型为全铝车身，铝合金占整个车身的96.4%。主要采用铆接，有一些薄板采用铝点焊。

某厂的侧围和车门为钢件，其

他为铝合金件。钢制件采用传统的点焊工艺，铝合金主要采用SPR铆接、FDS（Flow Drill Screw，热融自攻丝）螺接以及胶粘工艺。

还有一些项目采用少量的铝合金件，比如前盖、后盖等最容易实现轻量化的部件。一汽大众奥迪某车型的前盖和后盖采用铝合金，广汽本田讴歌某车型的前盖采用铝合金，广汽菲亚特某车型的前盖和后保采用铝合金，长城汽车某车型的前盖采用铝合金。

2. 框架结构

框架结构铝车身是指以铝合金型材、板材为主，连接成一个整体的框架，如图3所示，再附以碳纤维或塑料等外覆盖件，构成的轻量化车身。这种结构的车身包括铝型材、冲压件及铸件等。冲压件与冲压件连接采用SPR，冲压件与型材连接采用FDS，型材与型材、铸件与铸件及型材与铸件的连接采用弧焊（MIG焊或CMT），焊接质量好，但设备较贵。

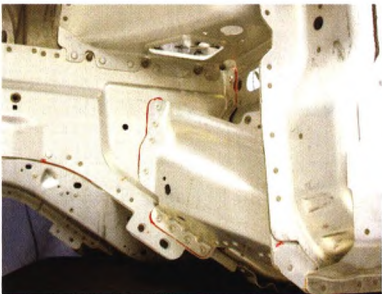


图1 自冲铆SPR



图2 铝点焊



图3 框架结构铝车身

前途汽车某车型采用框架结构，车身骨架材质：铝合金型材，铝合金铸件、铝合金冲压件，全部为CMT弧焊。外覆盖件（顶盖、左右车门外板、左右后侧围、左右翼子板、行李箱盖、发动机罩）为碳纤维材质，顶盖采用结构胶粘接结构，其余外覆盖件为螺钉联接。车门内板是铝合金。

奇瑞某电动汽车采用全铝框架+复合材料外覆盖件的结构，铝合金占车身的93%。

北汽某车型采用了全新铝合金框架式车身，单车用铝量超过160kg，占车身质量的54%，白车身较传统钢制车身减重30%，顶盖为复合材料，外覆盖件为塑料。

某新能源汽车采用铝合金骨架，车身骨架以粘接为主，辅以铆接。外覆盖件为塑料件，采用粘接工艺。生产过程不采用传统的焊接工艺，耗电量、压缩空气量大幅度减少，没有冷却循环水。生产过程没有废水、废气产生。车间内要求恒温恒湿，微正压，保证清洁生产。

3. 底盘和车舱结构

车身结构分为底盘和车舱两个独立的部分。宝马某车型摒弃了传统的承载式车身，采用了这样的结构。

底盘模块主要包括蓄电池、驱动系统以及悬架系统和碰撞防护结构，承载式车身，大部分载荷被直接分配在了底盘模块中，主要为铝合金结构，由铝合金型材和铸铝件及少量钢材构成。铝合金车架主要连接工艺方法有氩弧焊（见图4）、螺柱焊（见图5）和铆接。

车舱模块主要包括车舱以及大部分电气零部件。骨架和顶盖为碳纤维。车门内外板为塑料件，中间为铝合金骨架。外覆盖件为塑料件（含引擎盖、行李箱盖、前后翼子板、门板）。车舱连接主要采用粘接工艺；机器人为主、人工为辅；左右侧围采用粘接技术。顶盖总成作为一个独立部件，在总装车间完成于车舱的粘接。

底盘和车舱在总装车间采用机器人涂胶水粘接，前后悬架采用螺栓连接方式。整车质量比传统车轻了300kg左右。

通过以上介绍可以看出，冲压件结构的铝车身，主要采用SPR和铝点焊连接工艺；框架结构车身根据材料的不同采取不同的连接工艺，冲压件与冲压件连接采用SPR，冲压件与型材连接采用FDS，型材与型材、铸件与铸件以



图4 氩弧焊

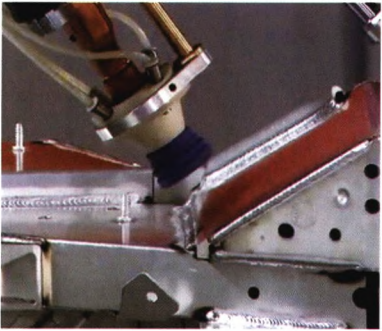


图5 螺柱焊

及型材与铸件的连接采用弧焊；车舱结构中底盘主要采用弧焊、螺柱焊和SPR，车舱主要采用粘接工艺，底盘和车舱的结合采用粘接或螺接工艺。

结语

新能源汽车的发展符合绿色环保发展的理念。车身材料、结构及连接工艺的多样化，使得新能源汽车应用越来越广泛。但目前我国新能源汽车的发展和发达国家相比，还有一定的差距。相信在不远的将来，通过广大汽车人的不断努力，新能源汽车的发展前景一定会更加美好。AUTO1950



陆建邦，硕士，工程师，毕业于吉林大学材料学院材料加工专业，从事焊装车间工艺和设备的研究与开发。