



半空心自冲铆接 (Semi-Tubular Punch Riveting) 属于机械连接，在汽车领域很早就得到了应用；由于没有热输入，可以有效规避热连接所带来的板材变形等问题，同时可以应用于异种材料的连接，是汽车车身中最常用的连接方式之一。

半空心自冲铆连接技术 在白车身的应用

□ 北京奔驰汽车有限公司/ 闫旭东 杨博

随着当代汽车制造领域中材料技术的飞速发展，越来越多的新型材料（铝合金、碳纤维材料等）被应用到汽车制造中。而新材料的引进给汽车工业带来了一项新的课题，即汽车材料连接技术的革新。

铝合金因其高强度、高延展性、低密度的特点，正被大量应用于汽车制造工业。如奔驰SL级跑车

已实现全铝车身制造。而传统的电阻电焊已不适用于铝材连接，尤其是铝材与钢材的复合连接。新型铝点焊技术需要大电流以击穿铝材表面致密氧化膜，且不宜用在对热敏感的铝材，工艺窗口小，也无法用于不同材料间的连接，因此应用范围十分有限。

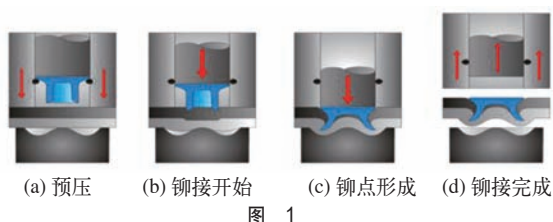
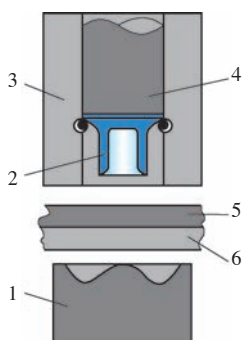
半空心自冲铆接 (Semi-

Tubular Punch Riveting) 在汽车车身结构中的应用可追溯到20世纪90年代。1994年，奥迪公司首次在其Audi A8 (D2) 车型中使用该技术，且整车使用量达1 100个铆点。半空心自冲铆接属于机械连接技术，铆接过程发热极小，不会导致板材受热变形，且适用于各种不同板材间的连接及多层板连接，应用

范围极其广泛。相比于其他机械连接技术，半空心自冲铆接还拥有连接强度高、速度快、噪声小、无需预打孔、无余料及成本较低等优势。因此该技术可大量应用于未来汽车制造工业，满足新材料带来的对板材连接技术的要求。

工作原理

半空心自冲铆接是一种用于连接两种或两种以上金属板材的冷连接技术。特制铆钉在撞针推动下穿透铆钉端板材之后，在铆模的作用下，铆钉尾部的中空结构扩张刺入铆模端板材，产生咬边效果从而形成牢固的铆接点。半空心自冲铆接过程如图1和图2所示。



铆接过程分为四步：

- (1) 枪体向下运行，枪鼻套筒将板材预压固定在铆模上。
- (2) 撞针推动铆钉插入板材，铆接开始。
- (3) 铆钉在撞针推动下穿透铆钉端板材，并在铆模作用下开始扩张，刺入铆模端板材形成咬边结构，铆点形成。
- (4) 咬边结构形成，撞针和枪鼻套筒反向运动，铆接完成。

设备构成

半空心自冲铆接系统分为活动式和固定式两种。图3~图6显示了活动式铆接系统的配置。活动式铆接即工件固定于工位上，机器人带活动式铆枪相对工件运动进行铆接。活动式铆接系统由控制柜、铆钉料斗、填充站和活动式铆枪组成。相比于固定式铆接系统，活动式铆接系统没有铆钉选择平台，但增加了弹夹和填充站两个装置。弹夹位于活动式铆枪上，用于存储铆钉，最大存储量可达到30颗。铆接过程中料斗将铆钉逐个送入T形

管，多个铆钉储存于T形管中。机器人将铆枪移动至填充站，弹夹与填充站接口对接，然后T型管中存储的铆钉被压缩空气吹入弹夹，进行装弹，弹夹内部有三位气缸驱动，可以同时装填两种型号的铆钉。装弹完毕后弹夹与填充站断开



连接, 铆枪开始工作。活动式铆枪与铆钉输送系统分离, 从而不受T形管限制, 拥有更好的机动性。

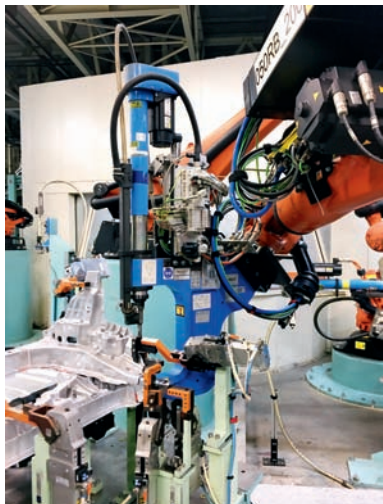


图6 铆枪

图7~图10显示了固定式铆接系统的配置。固定式铆接系统即铆枪固定于工位上, 机器人抓取工件相对铆枪运动进行铆接。固定式铆接系统由控制柜、铆钉料斗、铆钉选择平台和固定式铆枪组成。控制柜为集成过程监控的人机界面控制系统, 用于监控铆接过程及设置工艺参数。铆接过程中, 料斗通过内部输送机构将单个铆钉通过T形管, 经由铆钉选择平台送入铆枪, 用于铆接。

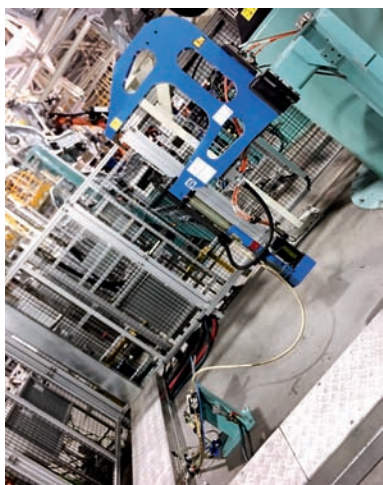


图7 铆枪

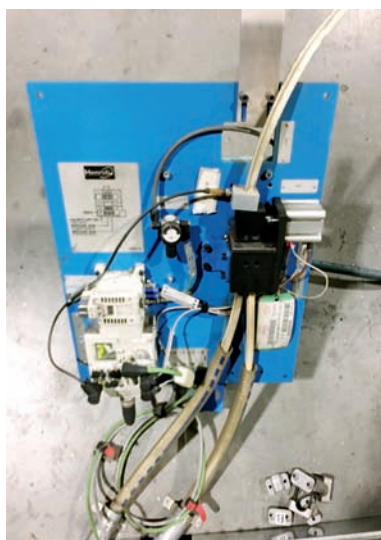


图8 铆钉选择平台



图9 控制柜



图10 铆接过程

参数设置

半空心自冲铆的工作原理与压铆类似, 都是采用电动机驱动, 通过皮带以及传动转化装置, 驱动丝杠形成压力来进行铆接。不同的是半空心自冲铆需要较大的压力, 将铆钉压入板材。因此通过设置丝杠的速度, 能有效地改变铆枪的压

力, 从而达到灵活应对不同板材和不同铆钉等现场状况的目的。参数设置如图11所示。

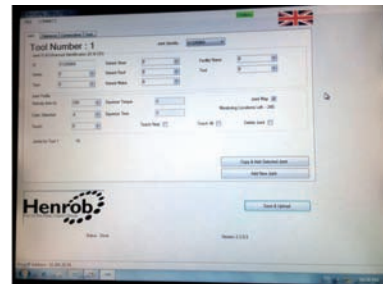


图 11

质量检查

一般质量检查包括目视检查, 高度表测量以及剔试检测。

(1) 目视检查。目视检查主要检查铆点的完整性, 是否有破裂、缺失、漏胶等问题。

(2) 高度表测量。铆钉头的高度, 可以间接反映铆钉的穿刺效果, 连接是否合适, 铆钉钉脚是否到位。

使用前须校准铆钉端高度标准: $+0.25 \sim -0.5\text{mm}$ (仅供参考, 根据板材厚度需要确定合理的范围)。量具为特制工具, 不可用一般高度规代替 (见图12)。



图 12

(3) 剔试检测。两层板和三层板检测参数如图13和图14所示。图中, U_{xy} 为x、y方向的咬边, U_z 为z方向的咬边, P_h 为铆钉端高度, T_f 为封闭端厚度 (铆钉边缘到封闭端底部的最短距离)。需要根据需求

制定合理的公差范围，以及按照安全性等相关点制定分级标准。

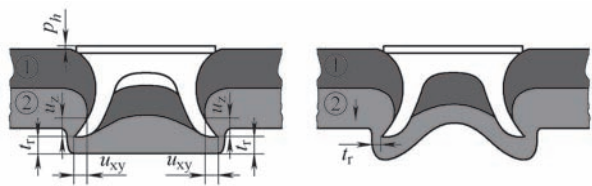


图13 两层板

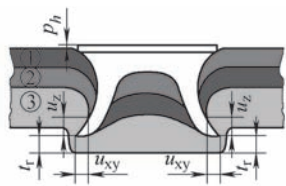


图14 三层板

结语

半空心自冲铆技术在行业内又称为SPR，目前已成为欧美高端车型制造中的关键连接技术之一。Jaguar XF用了2 794个SPR铆钉，奥迪Q7用了2 855个铆钉，是目前机械连接中应用最为广泛的技术。

半空心自冲铆铆钉种类多样，最多可达7 000余种；铆模种类也多种多样，目前我们见到了球形铆模，方型铆模及特殊型的铆模。针对不同的板材组合以及铆模端板材的材质不同，搭配种类也多种多样，在将来的汽车车身连接中，将起到越来越重要的作用。

AUTO1950

汽车工艺师 2019年 第6期 广告目次 Advertisement Catalogue

单位名称	查询编号	位置
汽车工艺师		封面
诺德（中国）传动设备有限公司	8120	封二
第二届汽车工艺师论文大赛	0088	封三
埃马克机床（太仓）有限公司	5088	封底
第六届中德制造业文化交流会暨参观欧洲机床展	6688	1
尚亚（上海）国际贸易有限公司	5121	2
励进展览（上海）有限公司	0089	3
湖北立嘉会议展览有限公司	0008	4
SMALLEY钢圈有限公司	8086	11
易格斯拖链轴承仓储贸易（上海）有限公司	1298	57