



射钉铆接属于机械连接技术，铆接过程是单面接触，方便打点，而且不用预先打孔。整个铆接过程变形小，工艺流程简单。

射钉铆连接技术在白车身的應用

□ 北京奔驰汽车有限公司 / 闫旭东 杨博

在车身轻量化过程中，不可避免地采用了很多新型的材料，例如铝合金及碳纤维等，而这些材料采用传统的点焊或者弧焊是无法焊接的，这里就应用到了很多机械连接技术，例如目前应用比较广泛的SPR。但是车身作为一个封闭的腔体，有很多地方是双面连接不到的，那么就需要一种单面连接手段，来补充这种缺陷，于是射钉铆技术应用而生。

射钉铆接（Impact）在汽车车身结构中可应用位置非常广泛。射钉铆接属于机械连接技术，铆接过程是单面接触，方便打点，而且不用预先打孔。整个铆接过程变形小，工艺流程简单。而且铆接效率高。由于射钉铆使用的铆枪体积较小，因此也可以用于空间比较小的腔体连接。

由德国奔驰和博尔豪夫合作开发的射钉铆技术不但效率高，而且

可以实现单面连接，枪体也比较小，已经用于车身批量化生产中。

工作原理

射钉铆接工艺通过增压后的高压气体推动活塞缸内的铆杆，将铆钉瞬间推出，高速射入零件，刺穿上层板，刺入下层板，同时下层板材金属被瞬时加热，部分金属冷却后停留在铆钉倒刺的螺纹尖牙内形成自锁，同时铆钉螺纹牙与零件之

间产生较大摩擦力，上层板金属进入铆钉头部凹槽内，受到有力挤压从而实现稳定连接点（见图1）。

由于部分铝车身结构件相对复杂，特别是一体成型的铸造铝金属材料、非金属材料、合金材料，连接该类零件时很多情况需要单面可达。气动高速射钉铆具有高效、高柔性、高可达性等特点。

钉高速打入板材后，铝的延展性好，会填补螺牙的空隙，而钢板会与螺牙表面接触，将钉挤压。射钉铆强度比不过SPR，因此一般都会与涂胶搭配使用。

设备构成

气动高速射钉铆设备主要由控制柜、送钉站、三轴控制箱和铆枪构成。其中送钉站集成有进气总阀和增压泵（见图2）。

送钉站（见图3）：射钉铆的送料系统，整个系统由送料模块，换向块、送钉轨道、轨道减震器、基础框架和增压泵等组成。Impact

采用的是独立的送料系统，即机器人用完钉后，要到送料系统处装钉，不是由送钉管输送。Impact送钉系统是靠送料模块的振动，在重力和气压作用下把铆钉 送到指定位置的。

气阀控制箱：气阀控制箱（见图4）位于机器人三轴上，因此也可以叫三轴控制箱，内部主要有平衡缸进气比例阀，射钉压力比例阀，安全泄压阀以及电源、线缆等共同组成。利用该控制箱，可以实现气压的有效控制，进而对打钉压力进行有效的调整，保证质量。

铆枪主体：图5显示了铆枪的主体结构，可以看到，射钉铆的铆枪结构比较简单，枪管直径在30mm左右，可以深入比较狭窄的空腔内，对于空间有限的单面连接，也是一个不错的选择。

参数设置及适用原则

作为一项以气动为驱动力的机械连接技术，射钉铆的参数设置较

为简单，只需要更改铆钉的压力，就可以实现铆钉完整进入板材。

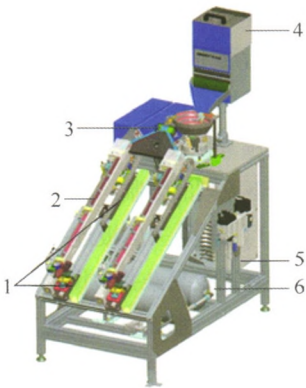


图 3

- 1.轨道减震器 2.送钉轨道 3.换向块
4.送料模块 5.基础框架 6.增压泵



图 4

- 1.射钉空气压力 2.0.6MPa空气压力
3.24V电源 4.EtherCat电源

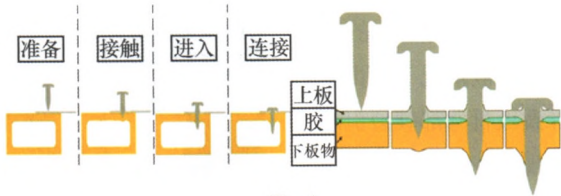


图 1

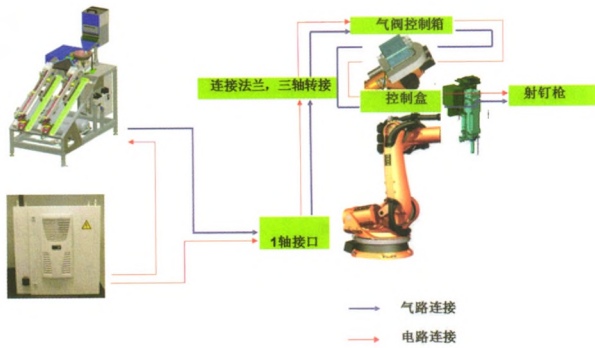


图 2

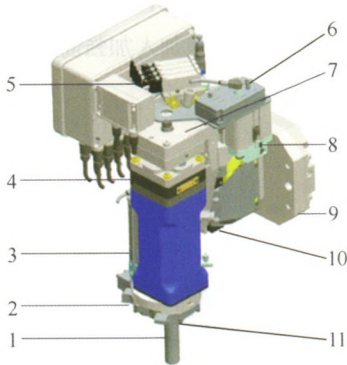


图 5

- 1.枪管 2.弹夹 3.伺服气缸
4.过程监控中力矩的测量环
5.气路控制阀 6.信号收集放大器
7.测量设备安装板 8.平衡缸传感器
9.连接法兰 10.活塞撞针气源连接
11.弹夹观察窗

从铆钉结构（见图6）以及射钉铆的软件构成可以看到，通过监控系统，可以非常方便地设置压力参数，保证每一个点在不同的位置和板材情况下，能够达到我们要求的质量目标。但是目前来说，铆接力的范围局限在0.3~0.8MPa，同时受以下原则的限制：

（1）避免三层板连接。如果底板中有铝板夹杂并被设计成专用加强筋之类，那么可以实现三层板连接，并且被认可，但是三层钢板连接是不可能的。

（2）钉厚度从薄到厚。底板厚度必须比上层板材厚，所以从上到下，钉先进入薄板再进入厚板。

（3）钉从软板到硬板。底板硬度应该要高于上层板材的硬度。

（4）连接位置应该接近半径或者支撑。为了保护底板在射钉过程中产生的巨大冲击力而变形，那么钉位置必须接半圆处，或者对一些铸铝件进行加强筋设计，以达到足够强度。

（5）避免板材末端进行打钉。由于板材末端经常没有直接支撑，所以在打钉过程中末端强度会越来越弱，变形大，因此需要特殊工艺，或者必须加入加强筋在末端部位。

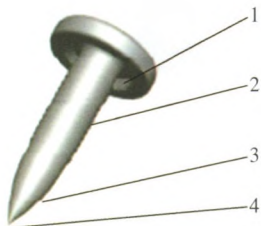


图 6

1.圆环槽 2.齿牙
3.尖端 4.尖直径0.1mm

质量检查

一般质量检查包括目视检查、间隙测量以及剔试检测。

（1）目视检查。目视检查主要检查铆点的完整性，是否有缺失，断裂，等问题，射钉铆由于具有较大的压力，因此断裂是比较常见的问题。

（2）间隙测量，射钉铆需要保证螺帽和板材间隙不得大于0.7mm（见图7，具体标准由车体本身强度和预冲孔等具体情况所确定，此仅为参考值）。间隙测量包括整体间隙和倾斜间隙，间隙对于射钉铆来说至关重要。用于监控质量的监控系统也是以间隙作为判断依据的，现场我们一般要求无间隙。

（3）剔试检测。由于射钉铆本身需要与涂胶组合使用，因此在剔试检查中，要求在涂胶没有固化的情况下进行退钉力检测的。在连接过程中，需要保证车身涂胶在固化前，射钉铆依旧能够保证车体结构的不变形。目前一般取值退钉力在0.2kN左右，当然根据实际需求，各汽车厂可以制定不同的标准。退钉力不足一般情况下是由于压力过大，导致板材背部破裂引起的，因此在目视检查中，也要防止铆钉“深入”板材的情况出现（见图8）。

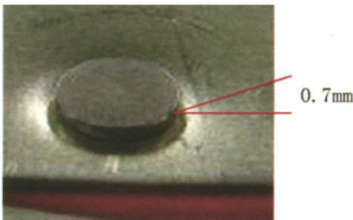


图 7

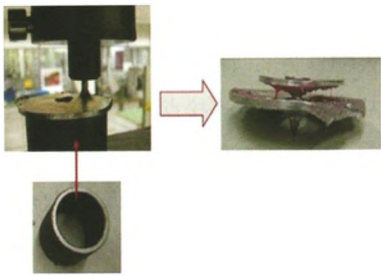


图 8

结语

随着铝合金材料在车身中的广泛应用，铝合金型材以及铸件所占的比例不断增加。对于板件与型材等管状封闭结构的连接，SPR、点焊等双边连接工艺已无法满足。而射钉铆和流钻等可以单面连接的工艺，恰好可以填补这个空缺，满足车身连接中的空白。

目前射钉铆技术只在奔驰车身上使用，受制于成本和噪声等各方面因素，还没有在其他汽车厂推广，但是随着这项技术的不断改善，相信会有更加广泛利用的那一天。**AUTO1950**



闫旭东，北京奔驰汽车有限公司车身二工厂连接技术工程师，2010年开始参加工作，主要从事机械连接，激光焊等车身连接技术的设备质量问题的分析研究工作。