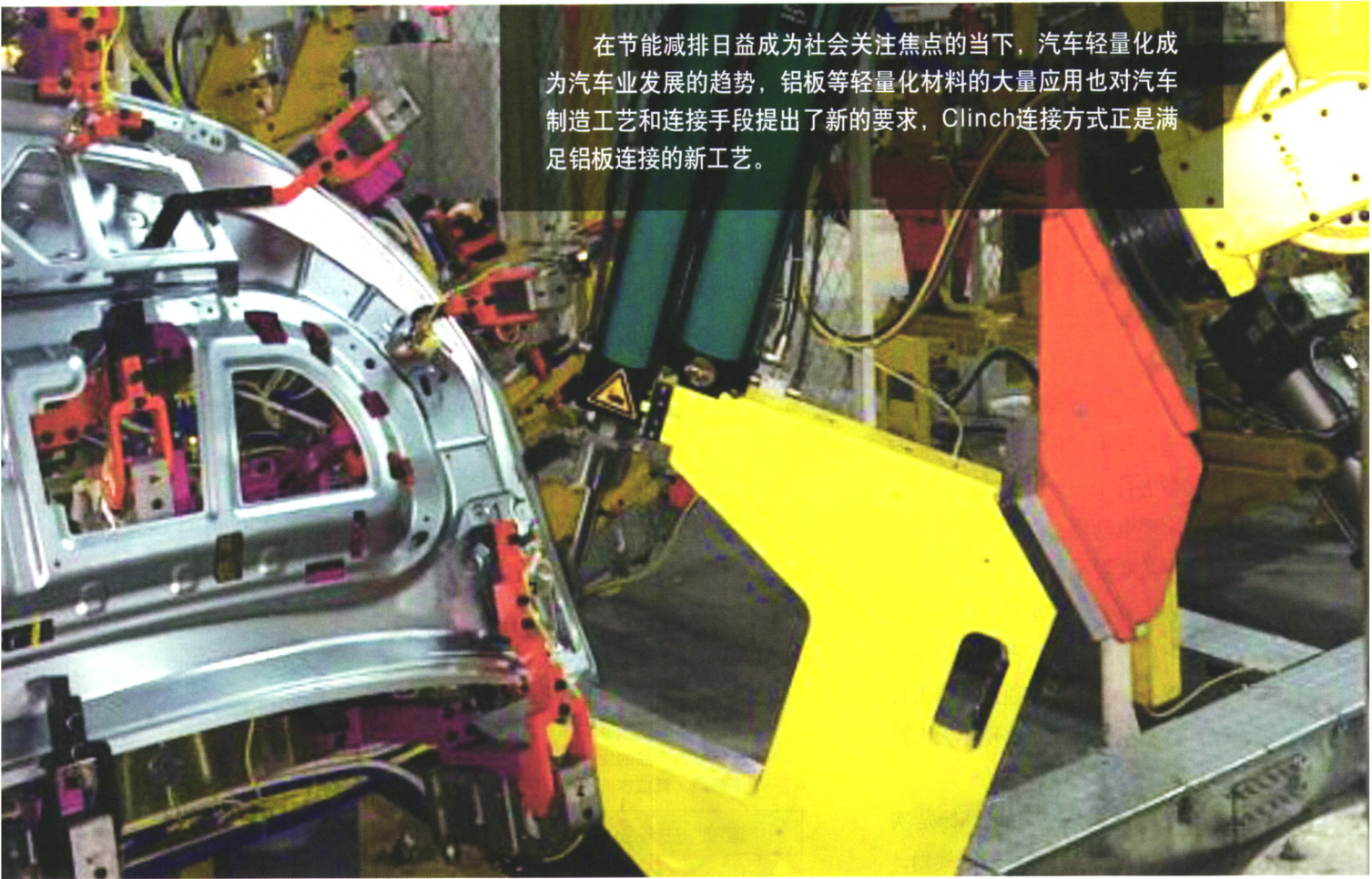


Clinch连接在汽车厂的应用

□ 中国汽车工业工程有限公司工艺工程院/张锐 高海东



在节能减排日益成为社会关注焦点的当下，汽车轻量化成为汽车业发展的趋势，铝板等轻量化材料的大量应用也对汽车制造工艺和连接手段提出了新的要求，Clinch连接方式正是满足铝板连接的新工艺。

在汽车飞速发展的今天，白车身设计及制造工艺与过去已有很大不同，很多车型已全部（例如奥迪A8、凯迪拉克CT6）或部分（例如别克昂科威、雪佛兰迈锐宝）采用铝板作为白车身材料，可以在保证强度的情况下，通过大幅减重，提高车辆的燃油经济性。这也对汽车制造工艺提出了新的要求，原有适

用于传统车身材质（钢板）的连接方式在铝车身上就无法应用了，但也由此催生了一些新的连接方式，例如FDS、SPR、Clinch、铝点焊等，本文将具体介绍其中一种有代表性的连接方式Clinch。

应用背景及综述

点焊属于电阻焊的一种，传统

点焊在钢板连接方面，问题逐渐暴露，比如多层板材焊点质量不可控（因板材层数超过3层后，易出现焊核分布不可控问题，导致板材间融合不充分，强度不达标）；使用热加工方式破坏镀锌板表面镀层，导致板材防腐性能下降。

点焊在铝板材连接方面，由于铝的熔点低，线膨胀率高，导电

率高等特性，铝点焊的焊接工艺规范一般是碳钢的3倍左右，故铝点焊能耗非常高；高的电流又容易产生强磁场，因此焊接工装需做特殊防磁处理，成本提高；铝点焊的焊接压力非常高，要求焊枪结构特别牢固可靠，导致焊枪重量往往高达190kg；高焊接电流要求变压器有高容量，普通变压器单独使用无法满足，一般需两个并联使用，故铝点焊的缺陷还是比较明显的。

Clinch连接方式是德国TOX公司开发的一种板材冲压连接方式，使用冲压设备和连接模具，通过一个冲压加工过程，依据板件本身材料的冷挤压变形，形成一个圆点，即可将不同材质、不同厚度的两层或多层板件连接起来。Clinch连接工艺可以解决点焊在钢材及铝材连接中的问题，尤其在铝制门盖等区域的连接上，更是有着很好的应用前景。

Clinch枪系统与工作原理

Clinch主要有手动枪系统、专机系统、机器人枪系统等应用形式，下面主要以在汽车厂广泛应用的机器人枪来介绍说明。

应用于机器人自动工位的Clinch系统（见图1），主要包括动



图1 机器人枪应用

力单元、枪体、凸模、凹模、控制器等，动力单元分为气液增压缸和电子压机（见图2）。

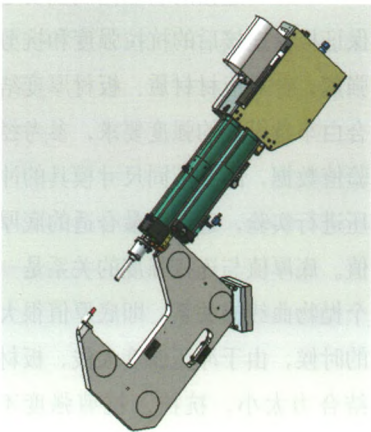


图2 枪体细节

根据板材连接工艺的不同，又分为以下集中连接点形式：TOX 冲压圆点连接、TOX-SKB圆点连接及TOX冲压平点连接等。此文主要以在发动机舱盖内板处应用较多的TOX-SKB圆点连接为例进行说明。

TOX-SKB的特殊凹模，由固定部分及带有4~6个可动模瓣的运动部分构成（见图3）。固定部分保证准确对中形成连接点，板件材料及凸模相对这个固定部分对中，在固定部分之间的可动配件引导及约束连接点板件材料的“流动”成型（见图4）。

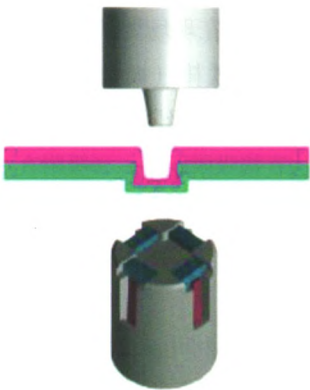


图3 TOX-SKB圆点凸模、凹模

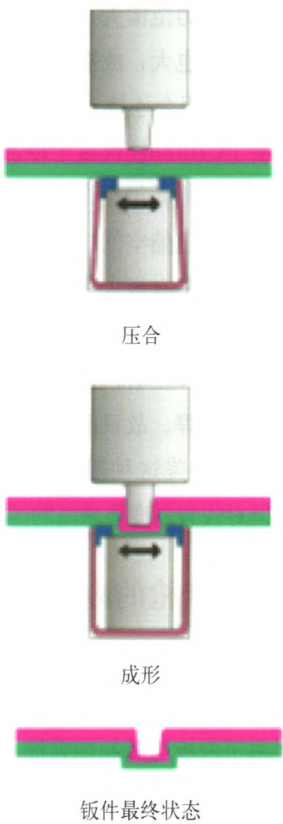


图4 板材成形过程图

TOX-SKB连接的特点是连接点凸起高度较低，并且在同一套模具组合连接不同厚度板件的情况下，具有很高的灵活性。特殊的弹簧配置可使连接模具极细小，由此使其具有最佳的使用性和最小的连接空间需求。

TOX-SKB配有冲压连接过程的测量监控系统。该系统将集成与模具的压力传感器输出值与监控器内设置的理论值相比较，使该点的合格及不合格信息显示在监控器上，同时可传输给上位机，用于质量报警。

从动力单元来讲，气液增压缸式Clinch枪的冲压力输出理论值惟一，能够控制的底厚值单一，故只能实现厚度相差很小的不同板材组合连接，柔性较差；电子压机式Clinch枪的动力单元为伺服电动

机，输出压力范围大，能够控制的底厚值范围也大，故能够实现不同厚度的板材组合连接，柔性更强。

由于Clinch连接属于冷加工，对于工具的损耗很小，而且使用的能源主要是压缩空气，故后期使用成本较点焊具有很大优势。不足之处在于，Clinch连接点的抗拉强度为点焊的70%左右，但疲劳强度却远远高于点焊，故目前Clinch工艺多用于前机盖这种对强度要求不高，但对疲劳强度要求高的部位。

Clinch枪的应用举例及质量控制

Clinch枪在前机舱盖分拼区域主要用于内板与锁扣加强板、内板与铰链加强板等的连接。Clinch工位可以参照普通机器人点焊工位来布局，通过机器人仿真，确定不同机器人在冲点时的干涉区。如果是自动下料，还需要考虑抓手机器人的布置，同时考虑到抓手机器人的工作量平衡，可以设置固定Clinch枪，机器人抓料进行补点。在工艺量及节拍核算过程中，根据冲铆及机器人轨迹时间，可以按照每个点4s计算，由此核算出工位中需要的机器人及Clinch枪数量。图5为典型前盖区域Clinch工位的工位布局。

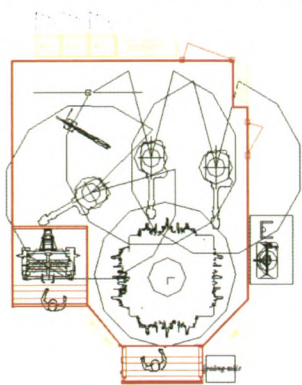


图5 典型Clinch工位布局

Clinch冲点的质量控制主要有前期底厚设计及实验控制和现场调试质量控制。

Clinch连接的质量控制主要是保证板材连接后的抗拉强度和抗剪强度，针对板材材质、板材厚度结合白车身设计的强度要求，参考经验值数据，结合不同尺寸模具的冲压进行实验，选取最合适底厚值。底厚值与连接强度的关系是一个抛物曲线的关系，即底厚值很大的时候，由于冲压深度太浅，板材结合力太小，抗拉、抗剪强度不够；底厚值很小，会导致板材本身强度被破坏，抗拉、抗剪强度又会下降。在对Clinch枪选型时，对所需要连接的板材组合在不同的压力下进行连接试验，并对抗拉强度、抗剪强度进行测试，在得到符合要求的强度下，记录冲压力，并测量底厚值。考虑到冲压件板材的材质稳定性，还要引入80%的材料离散系数，即实验数据中抗拉强度、抗剪强度的最低值乘以80%才能成为Clinch枪及模具的选型依据。

现场调试阶段的质量控制主要是将实验中连接状态最精确的应用在实际生产中，在机器人自动工位主要是保证凸模、凹模和板件垂直。

(1) 在现场调试中，可以利用一个磁铁棒（板材背面利用钢棒，让磁铁棒吸附钢棒，避免磁铁无法直接吸附铝材），吸附在冲点附件相同角度的板材上，让凸模、凹模与磁铁棒平行，保证冲点质量。

(2) 利用人眼观察冲点质量，外观光滑、平整。

(3) 将现场调试工件送检，

利用专用设备测量抗拉强度，反向验证现场冲点是否合格。图6为合格Clinch点的照片。

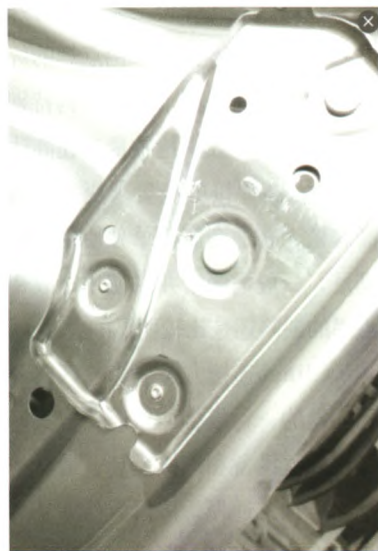


图6 典型Clinch冲点状态

结语

Clinch在目前车辆轻量化材质大量应用的大背景下，凭借连接力学性能好、外观平整美观、便于自动化控制、经济型良好等优势，可以在汽车制造行业进行大规模应用，尤其在国内自主品牌车厂将有着广阔前景。 **AME**



张锐

工程师，从事汽车车身焊接生产线总承包项目管理及工程设计工作，主持并参与过上海通用、华菱重卡、北奔重卡的车身焊接生产线总承包项目。