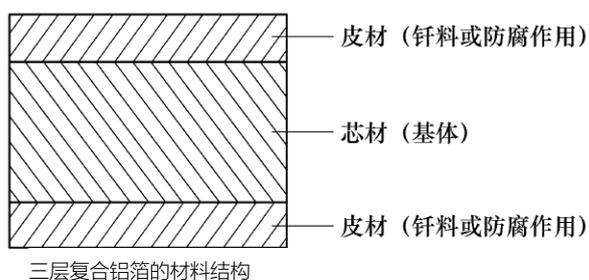


检测神器——手持 LIBS 在汽车轻量化发展的作用

在汽车轻量化技术的发展和节能降耗的要求推动下，乘用车空调热交换器正朝着100%铝合金化发展。传统的汽车热交换器一直使用的都是铜合金材料，而从20世纪80年代开始，伴随着真空钎焊技术的发展和汽车轻量化要求的不断提高，铝合金以其成本低、资源丰富和本身的良好成形性，以及耐腐蚀性等优良特性，迅速取代铜成为汽车热交换器的主要制造材料。在工业发达国家，汽车热交换器采用铝材或复合铝箔的使用覆盖率达到90%以上。如果以复合铝箔代替铜合金，质量可以减轻20%~45%，为汽车轻量化提供了经济可靠的解决方案。

汽车热交换系统包括冷凝器、水箱散热器、暖风机、冷却器等部件，复合铝是这些部件的核心材料，通常包括 AA3003、AA4343、AA4045、AA7072 等牌号的铝合金材料，通过特殊的轧制复合工艺，在 3 系、6 系铝基体(芯材)的一面或两面包覆上 4 系或 7 系铝合金钎焊料(皮材)，在热轧机上经高温、高压焊合轧制至成品，一般成品厚度均在 3mm 以下，看上去就和普通铝板一样，其实是由几种不同牌号的材料复合而成。



| 元素 | 最小值 | % | 最大值 |
|----|-------|-------|-------|
| Al | 96.90 | 97.98 | 98.95 |
| Mn | 1.00 | 1.05 | 1.50 |
| Fe | 0.00 | 0.394 | 0.70 |
| Zn | 0.00 | 0.165 | 0.10 |
| Si | 0.00 | 0.114 | 0.60 |
| Ni | | 0.076 | |

复合铝箔皮材检测结果

在三层复合铝箔的结构中，芯材起支撑作用，是材料主体。双面包覆的皮材则可以用来满足其他性能要求，如作为腐蚀层和焊接层。在外包覆加锌的合金层可以有效提高复合铝箔的抗腐蚀能力。

由于复合铝箔表层材料的厚度还不到 1mm，所以无法通过常规的直读光谱仪来分析其元素成分，因此对复合铝箔的检测是个难题。例如，汽车空调冷凝器的集流管为

AA3003/AA4343 双层复合材料经过冲压或者其他工艺加工而成，但在生产中一旦把材料拿反，正反面对调，则接触液体的那一面就容易被腐蚀，导致产品报废。曾经有企业因为工人疏忽，在一批复合铝板中混入一块正反面对调的复合铝箔，导致冲压加工出来几万个零件里夹杂了少量不良品，但由于没有合适的检测工具，这批零件面临全部报废的局面，后经多方寻找，联系到了国内一家生产手持激光诱导（LIBS）击穿光谱仪的企业，临时借用了一台手持设备将这批零件逐个检验后方才解决。

已经有很多汽车铝合金零部件的生产企业早早就引入了手持 LIBS 光谱设备作为企业 PMI 项目管理的重要工具，来弥补直读光谱仪在现场应用上的不足，手持 LIBS 光谱仪能在一秒钟内对所测材料完成牌号分拣，且可以对主要元素进行精确的定量分析，由于汽车零部件的应用特殊性，成品材质的准确率必须做到 100%，且需要在生产现场对原料、成品随时进行检测，因此传统的实验室光谱仪已经无法满足快速发展的工业需求，而手持 LIBS 光谱设备所具备的无与伦比的分析速度、性能和便携性，将实验室分析带到了工作现场，即使是普通工人也可以在数秒内轻松完成对材料的检测。



对车用复合铝进行现场检测

| 元素 | 最小值 | % | 最大值 |
|-------|-------|--------------|-------|
| Al | 98.40 | 98.22 | 99.20 |
| Zn | 0.80 | 0.997 | 1.30 |
| Si+Fe | 0.00 | 0.508 | 0.70 |
| Ni | | 0.116 | |
| Mn | 0.00 | 0.083 | 0.10 |
| Cr | | 0.023 | |

复合铝箔外层检测结果

近几年中国汽车行业迅猛发展，汽车年产量大幅上升，铝热交换器的需求也随之不断增加，复合铝箔的需求量也以20%的年平均增长率不断上升，星帆仪器®针对铝合金企业推出了可以在生产现场使用的手持激光诱导（LIBS）击穿光谱仪，同时也将为中国的汽车零部件企业提供更多具备核心技术的智能装备。