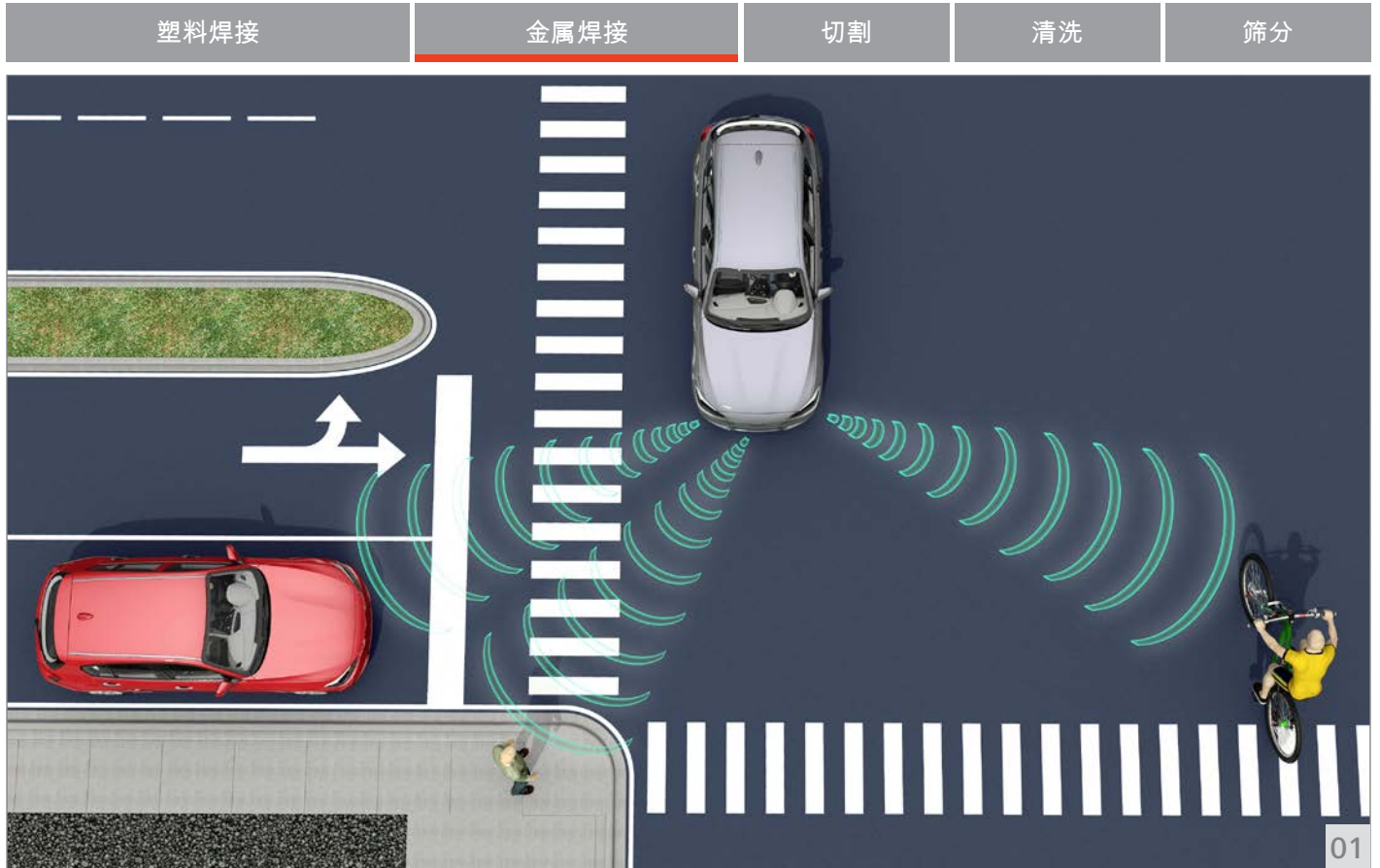


适用于自动驾驶的可靠焊接技术

全控制型快速超声波焊接



布龙施霍芬（瑞士），2020/10

自动驾驶在很长一段时间里听起来像是一部科幻小说。而现在，它正逐渐成为现实。据我们所知，在未来 10 年里，自动驾驶的变化将比过去 30 年都更为剧烈。越来越多的传感器和摄像机系统正在进入现代汽车。但是，它们仅在可靠连接到控制和调节单元时才能运转。这使电缆组成为了关键组件。而超声波焊接是一种实用的工艺，可以将单根绞合线相互连接或将其连接到端子上。它不仅可实现较短的过程时间，而且也过程控制提供了广泛的选择，并且可对系统进行设计，以便提前防止产生昂贵的废品。

开发结束时，自动驾驶汽车将使真人司机不再有用武之地。专家将驾驶方式划分为五个连续级别：辅助驾驶、部分自动驾驶、高度自动驾驶、全自动驾驶和完全自动驾驶。随着等级提升，越来越多的责任不再由人们担负，直至最终车上的所有人都成为乘客，也不再需要驾驶执照。现在，所有汽车品牌均可批量提供一级和二级驾驶方式。三级和四级正处于测试阶段，批量生产部分处于准备阶段，五级的首个测试正在进行中。



- 01 借助传感技术和摄像机系统可在未来实现自动驾驶
- 02 不同材料组合（Cu-Cu、Cu-Al、Al-Al）的超声波焊接电缆

安全是重中之重

安全性和可靠性是重中之重。必须可靠防止对车辆乘客和其他交通参与者造成任何危险。为了达到必要的安全级别，制造商借鉴使用了两种应用于飞机技术的方法：可靠技术和冗余。

ISO 26262 标准中规定了相应程序。该标准的实施旨在确保汽车电气和电子系统以及组件的功能安全。因此，汽车制造商还要求就电缆组的技术和生产可靠性作出说明，因为最好的传感器和摄像机如果不能可靠地连接至控制和调节单元，也就毫无用处。

超声波金属焊接

如果要单根绞合线相互连接或将其连接到端子上，则超声波焊接被认为是经过考验的可靠焊接方法。纯金属焊接不会出现任何老化或疲劳现象，而且根据许多 OEM 和电缆装配商的说法，迄今为止尚未出现过自发性故障。材料关键型焊接还可确保极低的过渡电阻。相同和不同的材料都可相互焊接，例如铜和铝（图 2 和 3）。无需额外耗材，例如套管、焊料或焊剂，因为金属可直接焊接在一起。此外，接合件的过程时间短且热负荷低。材料特性不会改变，相邻的材料（例如绝缘材料）也将保持完整。还可轻松实现连续过程控制。可识别有缺陷的零件并将其剔除。根据设备的自动化级别，可立即处理不良零件，并避免产生后续错误。

可靠超声波焊接连接的最佳实践

尽管拥有过程控制和错误检测功能，但人们在设计连接点以及在准备生产时也应遵循正确的工作步骤。一方面是基于 SAE international（国际汽车工程师学会）的行业标准 USCAR38（图 4，绞合线与端子连接）和 USCAR45（图 2，绞合线与绞合线连接）。而许多汽车供应商和电缆装配商也还有自己的规定和准则需要考虑。

连接点的设计方式必须使其在汽车使用寿命期间能够承受车辆运行时的机械负荷、热负荷和电负荷。例如，要彼此连接的绞合线数量就起着一定作用，因为超过某个数量时，插入就会变得困难。过程控制会将不正确插入的绞合线识别为不良焊接，但是为了避免出现这种废品，已在实践中证明出最大数量为八根电缆。最小导线横截面应至少为总横截面的 7%，尺寸小于 5mm² 的 9%，以便可靠地识别出缺失的绞合线。最大横截面最大应为最小横截面的三倍。

对称节点结构是绞合线焊接中的一种特殊情况，原则上可以通过正确的插入或插入辅助装置避免这种情况，但仍应在设计中避免这种情况。如果将具有相同横截面的两根或四根导线彼此相邻焊接而不是重叠焊接，则可能会出现垂直分割节点。通过不对称的节点设计可轻松避免这种情况。

材料选择、物流和装配

材料选择对焊接质量具有重大影响。最宜使用纯度至少为 99.9% 的铜（Cu-ETP、Cu-OFE）和纯度至少为 99.5% 的铝（1050A、1350A、1370A，材料状态分别为 H112、O 或 F）。铅污染或锡涂层会产生负面影响。同样的情况也适用于单根钢丝上和之间的大量萃取油和添加剂。如果将铝电缆焊接到铜端子上，则端子的 3 至 6μm 化学镍镀可确保连接高度牢固。原则上要连接的位置必须尽可能没有油、润滑脂、保护剂和污染。材料的正确存放与此直接相关。高温和长时间存储导致氧化增加，所有导线中的拉伸油在最低点积聚，以及增塑剂在绞线上沉积。所有这些结果都会对焊接质量产生负面影响，并导致



03



04



05

03 焊接在铝母线上的铜制螺栓和镀镍铜制螺栓

04 具备镀镍铜端子的高压电缆

05 大电流插头触点

产生本可避免的废品。借助 TLF0100，ZVEI（电气与电子工业协会）提供了技术指南，其中包含汽车电缆的使用说明。其中为相关电缆制造商特别提出建议：在干燥、不受天气影响，且不受阳光和紫外线直接影响的地点，温度条件为 +15 到 +35°C 时最多可存储六个月。毋庸置疑，在存储和运输过程中必须保护电缆和连接点不被损坏。

电缆组生产是一个半自动过程。受过培训的人员可装载和卸载焊接设备并开始该过程。有时端子也会被自动送入，例如 MAK 大电流触点（图 5）。在准备材料时和整个过程中都需要进行清洁工作。必须避免弄脏接合件，例如通过穿戴手套。准备好的导线只能部分去除绝缘。仅在插入焊接区域的前一刻才完全去除绝缘材料。通常还会在新的生产批次开始时进行应用测试，开始后也会定期随机进行测试。供应链的变化也可能导致材料特性变化，因此在应用中也应同样进行检查。通过用户和权限管理，可以确保只有经过培训的人员才能更改生产参数。

可重复性和存档

为达到稳定的过程，必须以可重复的方式插入接合件。为此，有相应的遮罩和挡块。当然，设备必须得到良好的维护，仅使用原装备件，并且不得操纵或关闭技术辅助工具，例如坏件切刀和插入辅助工具。现代焊接设备可检查待加工接合件的材料和年龄。它们可记录所有焊接数据并将其保存在网络驱动器上。通过将其集成到更高级别的 MES 系统（例如 DiIT 的 4Wire CAO）中，可完成完整的订单处理。

如果用户在设计阶段就考虑了所有这些要点，则可进行优化，从而避免以后在电缆组生产中出现废品和问题。Telsonic 的应用工程师很乐意为您提供建议。超声波专家在这一领域已有 40 多年经验。它为金属焊接提供量身定制的解决方案，并从设计阶段到集成全程为用户提供支持，使各个解决方案完美契合应用。

引自 Christian Huber，TELSONIC AG（瑞士）产品经理，和 Ellen-Christine Reiff，施图滕塞编辑部



06 Christian Huber,
瑞士 TELSONIC AG
产品经理