

了解用于电动汽车电缆端接的 PowerWheel®

塑料焊接

金属焊接

切割

清洗

筛分



North Billerica (USA) , 2022/11

有色金属的超声波焊接已经是一项历经数十年考验的成熟技术。然而，自 20 世纪 80 年代初以来，超声波金属焊接一直在汽车工业占据主导地位，汽车线束制造商是这项技术的最大单一用户。由于其效率和无可匹敌的质量，超声波焊接几乎立即取代了所有汽车品牌的机械折边和电阻焊接。由于电动汽车 (EV) 的增加，超声波焊接在汽车线束中的应用在过去十年出现了更迅猛的增长。Telsonic 创新和改变行业的扭转焊接技术在很大程度上促进了这种迅猛增长，因为它具有超卓的能力来应对各种挑战，例如焊接尺寸、较小区域焊接、几何形状、接触焊接区域、焊接方向和外围组件的振动效应。

Telsonic 的扭转焊接技术克服了目前纵向焊接中的诸多限制，创造了在过去十年之前被认为无法实现或达不到质量标准的突破性应用场景。现在，这项技术越来越多地被汽车制造商指定用于电动汽车的重量控制、电池封装、电缆到端子连接、母线、电池制造和电力电子系统。电动汽车电池的更高功率和更快充电需要更大的电池电缆，有时需要非常规的连接器的。Telsonic 的 PowerWheel® 焊接技术利用扭转焊接，提供满足汽车工业高质量要求的可靠装配解决方案。

纵向焊接大型电缆的挑战

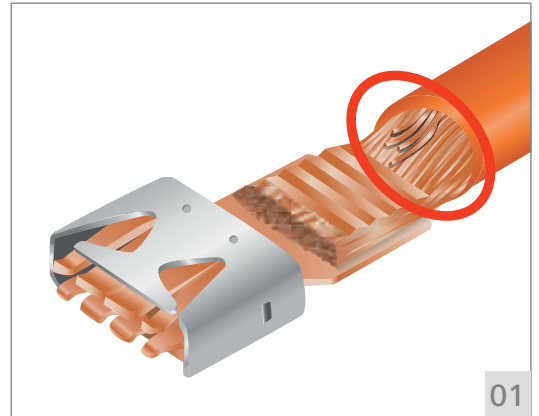
在焊接大型电缆时，需要克服若干障碍。这些可能包括：

1. 焊缝宽度越大，传递振动能量以接合电缆和连接器的效果越好。然而，由于连接器存在限制，焊头（振动工具）的大小也存在限制。此外，焊缝宽度越大，在焊缝的过渡区域就会出现越多的股线刻痕。连接器的表面积、几何形状和焊接方向会进一步增加挑战。

2. 要端接的电缆越大，需要的电箱功率和焊接力就越大。对于 150mm² 的电缆尺寸，我们需要功率超过 10kW，力高达 8000N 的电箱。如果不是直接作用于焊接区域的力，如此高的力对于传统焊接机来说是不可持续的。否则，焊头的显著弯曲会使得电缆和连接器之间无法产生恒定的焊接质量。

3. 传统焊接机以一个方向工作，因此会对不同设计的连接器和焊接方向造成限制。由于工具和振动的方向，Telsonic 的 PowerWheel® 可以更自由地接触要焊接的部件，从而针对这些挑战中的每一个提供解决方案。凭借 PowerWheel® 的工具定向，可以在传统焊接难以触及的表面上进行焊接。

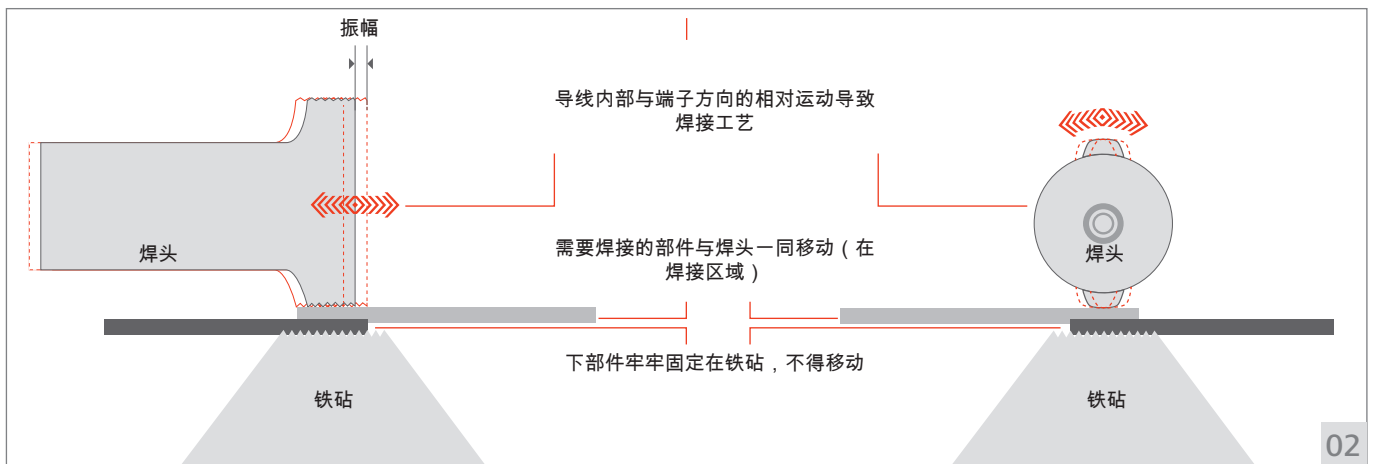
4. 即使上述挑战都不存在，但总有一个质量标准是可能遇到的问题。焊头的相对运动称为振幅，是部件交接面之间产生擦动/摩擦的方式。（见图 2）。传统的焊接振幅在焊接过渡区域最高。当以预先指定的焊缝宽度及高功率和强力焊接大型电缆时，这可能是一个问题。由于股线的过度挤压，点焊熔核起点附近的较高振幅会导致电缆股线出现刻痕（见图 1）。



01 破损或截断的股线

线性焊接工艺

扭转焊接工艺 (PowerWheel®)




线性和扭转焊接的工作原理

图 2 展示了纵向（线性）焊接的基本工作原理，对于了解传统纵向焊接与 Telsonic 的创新 PowerWheel® 焊接技术之间的差异至关重要。

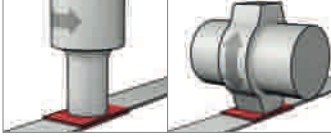
- 术语“振幅”描述了焊头运动的程度——膨胀和收缩。
- 振幅与焊缝交接面的摩擦效果相关。这种运动与压力结合，完成焊接工艺。

线性和扭转焊接之间的主要区别 (表 1)

说明	线性系统	SONIQTWIST® (TSP) PowerWheel®	优势
压力	间接力 最大压力 5000 N	直接力 压力高达 8000 N 中心处最高	凭借焊接中心处的直接力和最高振幅，可以以温和的振动实现更大尺寸的焊接
振幅	换能器组件因压力而弯曲 电极臂末端处最高	中心处最高	过渡区域应力减小



线性



SONIQTWIST® PowerWheel®

用于电缆端接的 PowerWheel®

PowerWheel® 焊接技术使用创新理念振动焊头，其采用扭转方式激发。可扩展的焊接功率介于 7.2 kW 与 14.4 kW 之间，能为每种应用选择最优焊接功率。

借助扭转技术可焊接更大尺寸的焊缝、母线、3D 端子、更多几何形状、无法触及的接合区域以及需要温和振动的应用。这大大扩展了超声波的应用范围。许多以前无法通过传统纵向焊接实现的接合应用现在都可以实现。

PowerWheel® 焊接技术的优势

相比线性系统，焊缝可收窄和加宽最多 30%。这样一来，通常可明显节省定位组件所需的材料与空间。另一优势在于能以高强度焊接更厚的端子连接器。直接在焊接区域上方以摇摆和旋转运动产生焊接。因此，最大振幅始终位于焊接区域中心，能量传导聚焦于焊接区。由于直接对焊接交接面施力且熔核过渡区域的振幅较小，焊接机可以为大型电缆驱动更多的能量，因为可以尽可能减少对绞线的损坏（即使有）。由于焊头的扭转运动，焊接区域周围几乎没有由于超声波而产生的负载。因此，扭转工艺特别适用于焊接区域外的振动可能造成损坏的敏感应用。振动沿电缆轴传播的速度缓慢，使得 PowerWheel® 更适合较短的电缆。通常情况下，在两侧焊接短电缆会令人担心，因为第二次焊接振动可能会削弱第一次焊接。2011 年，对利用 PowerWheel® 焊接 180 mm 的 50 mm² 电缆进行了研究。结果表明，在电缆两端的焊接强度方面没有发现差异。此外，机械强度比采用传统纵向工艺达到的强度高出约 30%。

Telsonic 的 PowerWheel® 标准焊头专门针对铜线和铝线优化，满足 OEM 和线缆制造商的要求，并符合 USCAR 38 标准（超声波焊接电缆端子的性能规范）。与传统超声波焊接一样，PowerWheel® 系统还可以用于焊接有色金属。

PowerWheel® 焊接优势一览

- 在功率为 14.4kW 时最大输出力高达 8kN
- 适用于大直径电缆、大型端子/管状电缆接线片
- 焊接最大 160mm² 的铜线/最大 200mm² 的铝线
- 焊缝缩窄最多 30%
- 显著改善线束压实
- 优异的焊接强度
- 可调节焊接方向，适合普遍采用的进给方式
- 非常便于接近焊接区域



必要设备

与传统超声波焊接一样，超声波扭转焊接机具有电箱、换能器和焊头。然而，与传统系统相比，焊头不会纵向摆动而是扭转摆动，这就是减少部件应力的方式。同时，高达 14.4kW 的超声波输出功率可以通过焊头传递。因此，电箱在扭转过程中形成的电振动会传递到 PZT 振动变压器中，通过压电效应转换为机械振动。通过在 SONIQTWIST® 振动头中以特定顺序装配声学组件，可以将线性产生的振动转换为扭转运动。

全新 PowerWheel® Telso®Terminal TT7 超声波金属焊接系统用途广泛，可用于各色应用，包括电缆装配和电池生产。其应用包括采用多样化设计焊接的高压线、电池端子、3D 端子、母线和电池接头。

凭借紧凑现代的设计，这款模块化系统带来一系列优势，包括使用数字化技术实现精准流程控制、标准接口可供数字联网和轻松集成至自动化系统。这款全新系统也标配整合最新一代 Telsonic 成熟的 PowerWheel® 焊接技术，针对横截面最大达 200mm² 金属线缆焊接，可确保卓越可靠性和精准的流程控制。

用于端接绞合线的 PowerWheel® 焊接技术 – 实际应用案例

1. 焊缝宽度小，不损伤细小的电缆股线

在图 5 所示的应用中，高质量的 35mm² ProEVTM 电缆焊接到 Rosenberger 连接器上，它为这种尺寸的线缆提供了有限的空间。由于高度的灵活性，ProEVTM 电缆是这种应用的理想之选。然而，10mm 而非 11mm 的可用焊缝宽度和柔性细线带来了一些挑战。这需要一种能够在较小空间上提供焊缝的解决方案，在这样的空间内可以实现所需的焊缝压实，而不会损伤焊缝过渡区的细线。

解决方案：

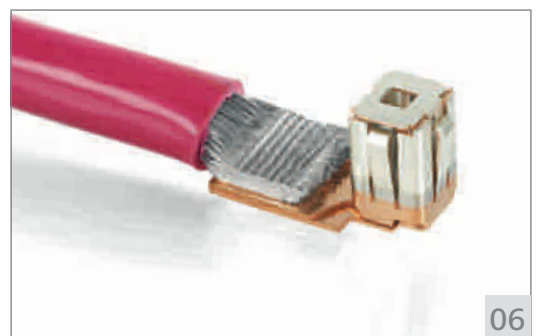
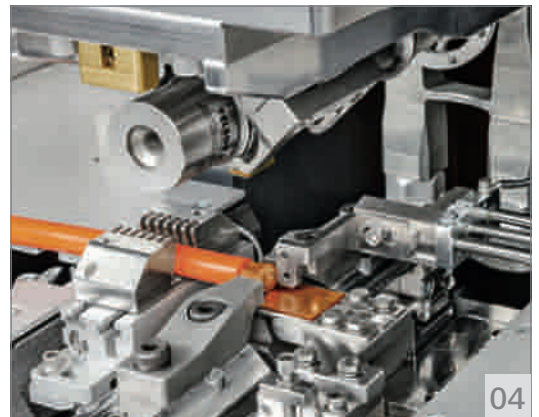
利用扭转 PowerWheel® 焊接技术系统，在柔性 ProEVTM 35mm² 电缆和 10mm 宽的连接器的有限空间内实现优质焊接。工具的设计和配置必须确保补偿因连续使用的连接器半径而导致的有限夹紧力。这种工具设计和配置解决方案可提供足够的焊接能量，从而实现优质焊接。

2. 焊接区域无法触及

90° SQ4 端子由 C15100 铜合金制成，焊接区域无电镀。此应用需要焊接 35mm² 和 50mm² 的电缆。用于 50mm² 的端子片宽度从 13mm 改为 18mm，以适应 15mm 的焊接宽度。当使用 15mm 焊头时，这也可以在端子每一头实现 1.5mm 的夹持宽度。但是，约 17mm 的连接器的纵向高度对传统纵向超声波焊接工艺的焊头间隙提出了挑战。在物理上无法设计出能够留空 17mm 高度且仍高效提供所需 20kHz 频率的线性焊头。

解决方案：

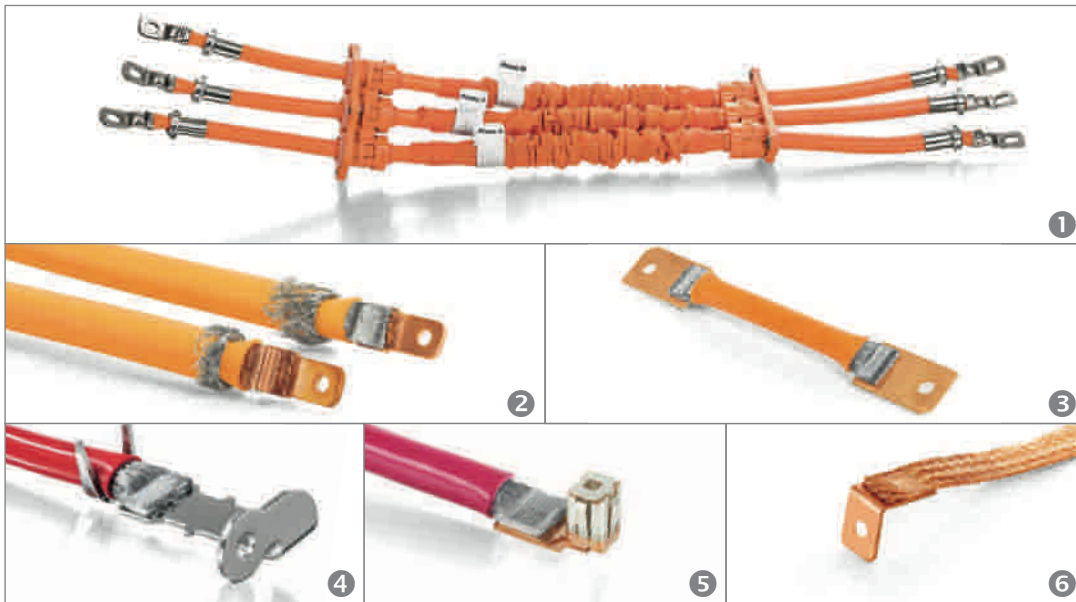
利用扭转 PowerWheel® 系统留空连接器高度，并通过 SQ4 端子为 35mm² 及 50mm² 电缆实现优质焊接。通过焊头定向可以实现与 90° 端子保持间隙，并提供充足的焊接能量来实现优质焊接，而且得益于温和的振动，并不会影响过渡区域内的细线或连接器本身。



04 PowerWheel® TT7 焊接区域

05 ProEVTM 电缆由隶属于 ECI 公司的 Promark Electronics 生产，焊接到 Rosenberger 公头镀银连接器上

06 90° SQ4 端子焊接到 50mm² 电缆



3. 更多具有挑战性的应用示例

以下是 Telsonic PowerWheel® 系统可以解决的有关在绞合线上超声波焊接端子的一些额外应用和挑战：

- ① 含管状电缆接线片的高压电缆套件 – 焊接被证明可以与 PowerWheel® 配合
- ② 屏蔽电缆 – 当连接器的表面积受到限制时，可以在较小的焊接区域内焊接最大 200mm² 的大型电缆
- ③ 短电缆两端焊接 – 通过线性焊接焊接短电缆的两端可能使第二次焊接振动破坏第一次焊接。扭转焊接的振动效应小得多，因此，它可以焊接短至 4 英寸的电缆
- ④ 3D 端子 – PowerWheel® 提供更便于接近焊接区域的优势
- ⑤ 配备 AI 电缆的大功率锁盒端子 – Royal Power Solutions 端子 SQ4，在这种情况下约 17mm 高。PowerWheel® 是接近焊接区域的方法。
- ⑥ 端子两股编织线 – 编织线具有非常细的股线，如果不进行温和的扭转振动，可能会损坏。

创新和迅猛增长的电动汽车市场需要全新、正在开发的解决方案来应对未来的挑战。扭转焊接已成为业界重要的接合工艺。除了用于电池电缆端接各种连接器的解决方案外，这项技术还提供用于电动汽车重量控制、电池封装、母线、电池制造和电力电子系统的焊接解决方案。应用能力的扩展已经超出了之前的想象。随着产品设计师和工艺工程师不断熟悉扭转焊接工艺及其能力，这项技术将助推电动汽车行业达到更高的高度。



06 Saeed Mogadam ,
TELSONIC
Solutions, LLC