



## 满足未来电动汽车需求所需的 DCT™ 技术

随着汽车制造商推出一个又一个电动汽车 (EV) 平台，高压 (HV) 连接器正成为最重要的汽车组件之一。它们实现了从充电器到电池，以及从电池再到逆变器、电机、配电系统和辅助设备如空调等的电力传输。

由于其重要作用，设计精良的高压互连器件可成为电动汽车关键的差异化因素。整车厂需要高载流能力、尺寸紧凑并具备长使用寿命的连接器，同时还能够简化制造工艺流程并且适用多种应用场景。

直接接触技术可以生产出具备所有这些特性的高压连接器，帮助整车厂实现高可靠性、续航能力和性能的最终目标。



## 终端设计是关键

为了确保电动汽车能够快速充电，并为汽车的主要部件提供电力，整车厂采用了更大更重的母排和电缆，以承受大电流。但是，这些新型导体要求采用新的连接器设计方案。

理想的连接器应能最大限度地提高导电性，保持低电阻，并能长期可靠地工作。此外，它还应便于制造--能够灵活地应用于各种电气架构，并适用整车厂的生产工艺。

直接接触技术可以满足这些需求。它的简便性是高压连接器设计的一大突破，将对连接器系统的整体性能、紧凑性、灵活性、可靠性和其他属性产生重大影响。

## 导电性

在传统的端子设计中，电流是通过一个单独的接触弹片从母端子传输到公端子上的。该弹片既要完成将电流从线束端子传输到设备端子的电气功能，又要完成在端子接触处产生法正向力的机械功能。为了满足这两项任务的要求，接触弹片通常由铜合金制成，这种合金的导电性比连接器的主要铜导体差，但机械性能却比单独使用铜时更强。由于接触弹片需要同时执行电气和机械功能，因此无法对其进行优化，使其在任一领域都具有完美的性能。

直接接触技术将母端子和公端子整合在一个简化的设计中，使电流直接从一个导电元件流向另一个导电元件，通过消除弹片及其两侧的接触界面，最大限度地降低了体积电阻和接触电阻。不锈钢弹片将公母端子固定到母排上。与铜合金接触弹簧片相比，不锈钢弹片本体具有更高的接触力和耐用性。

## 简约节省空间

电动汽车中的每个部件都必须占用尽可能少的空间，同时还要优化重量。随着整车厂寻求采用更大的电池和更多的电气元件，紧凑的部件对于提高设计灵活性至关重要。所有这些部件必须适配有限的空间，以便将电磁干扰降至最低。

有几种方法可以优化高压连接器和电缆的空间。直角或轴向定位以及将线束连接器固定到设备上的螺栓或杠杆等设计选项，对于实现最佳空间效率至关重要。能够匹配母排(扁平、坚硬的圆形电缆替代品)的连接器节省了空间。母排的尺寸比电缆更小，弯曲半径也更小。

直接接触技术的简便性使包装设计具有灵活性，设计可以利用这一特性。例如，可以将母端子本体移到公端，这样线束侧的连接器就可以更小。

## 更长的使用寿命

连接充电系统、电池、驱动电机和其他重要电动汽车组件的高压连接器需要高可靠性，以确保安全，并在车辆的整个使用寿命期间发挥最大性能。与内燃车型相比，电动汽车的使用寿命更长，所需的维修也更少，而高压连接器的长期可靠性将发挥重要作用。未来，自主电动汽车的使用量可能会更大，从而导致车辆在整个使用寿命期间的行驶里程增加。高压连接器和端子必须能够满足这一期望。

传统端子系统的弱点在于导电弹片，它既要提供接触力，又要在端子之间传导电流。即使端子最初的接触电阻很低，但随着时间的推移，铜弹簧也会因应力而松弛。这将导致连接器的发热增加，并在车辆使用寿命期间降低载流能力。

直接接触技术用高导铜端子和不锈钢弹片体取代了铜弹片，从而提高了可靠性。电流的直接流动会在车辆的整个使用寿命期间产生低而稳定的电阻，从而减少热量，而专用端子本体中的不锈钢弹片可以在更长的时间内达到比导电弹片更高的接触力。因此，直接接触式接线端子的使用寿命至少是传统簧片端子系统的100倍。

### 适应性强, 无需革新

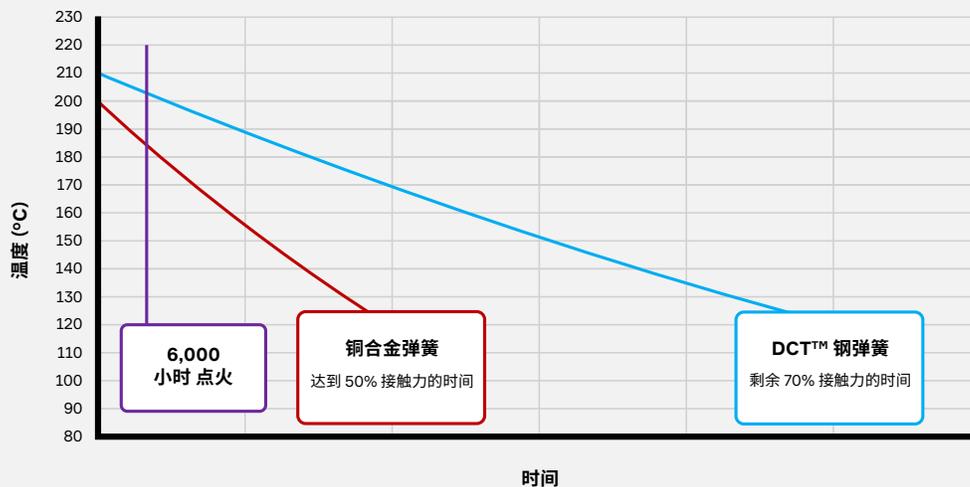
就电动汽车高压互连而言，一种尺寸并不适合所有车辆或应用。连接器设计都取决于其功能、位置、功率要求和其他变量。例如，对于直流充电和驱动电机等功率转换设备，整车厂需要可扩展的连接器选项，以适应不断增加的电缆尺寸和电流，从25平方毫米到120平方毫米的电缆和高达400安培的电流。随着充电级别和电池尺寸的增加，这些要求也将随之扩大，而且所有此类连接器还需要具备1000V工作电压所需的爬电距离。

## 直接接触优势

根据在一系列典型工作温度下对这两种端子进行的可靠性测试，铜合金导电弹片的接触力下降速度比非导电钢弹片快得多。

### 端子接触弹簧剩余接触力与时间的关系

(基于3,000小时测试数据的阿伦尼乌斯公式)



此外，为将越来越多的高压设备安装到汽车内饰中而进行的优化设计可能需要多种连接器类型和配置，包括双向和三向连接器，以及向右侧或左侧的线束出线方向。线束组件可能需要使用拉杆或螺栓进行锁定。

为了满足这些不同的要求，为不同平台单独设计或采购连接器会增加不必要的时间和费用，这是整车厂难以承受的。适应性强的互连架构采用模块化设计和通用组件，可简化连接器系统的开发工作，从而在一段时间内为多条产品线提供最佳服务。这种设计可以让整车厂在多个汽车平台上使用相同的设备。使用通用元件可以加快设计过程，同时降低为每种连接器设计采购、验证和存储的成本。

如下所述，直接接触技术DCT™的相对简单性可以提高设计的灵活性和制造的简便性。

### 简化制造

随着整车厂向电动汽车平台迁移，以满足日益增长的消费需求，高压连接器生产需要快速、低成本。除了快速的产品开发，连接器系统还必须简化制造过程。这样既能降低成本，又能提高自动化程度，从而确保更稳定的质量。对于整车厂、一级设备供应商和线束制造商而言，连接器设计可通过多种方式降低复杂性和成本。

首先，供应商可以通过提供高度集成的连接器组件来简化高压线束的制造。向线束制造商提供完全装配的连接器外壳，而不是一袋像拼图一样需要组装的零件，这样制造商就可以直接将导线插入成品连接器组件中。整车厂收到的组件可随时与设备上的接头对插。

## DCT™ 线束连接器组装

安波福的 DCT™ 解决方案利用直接接触技术，实现了组件(如电缆导线)的预集成，从而在组装连接器时节省了时间和成本。



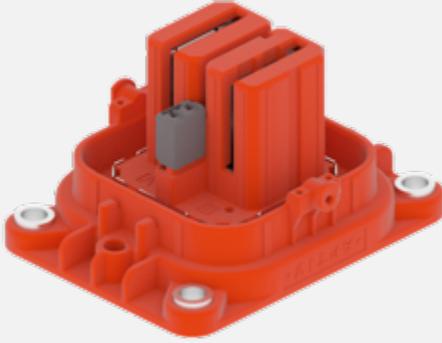
线束组件



引线准备



组装好的 DCT™ 连接器



直接接触式端子设计可简化针座组装，将公端直接固定在设备电源总线上。

其次，供应商可以提供将电磁屏蔽等关键部件铸入设备外壳的公端设计。这可以简化制造过程，减少材料清单中的元件总数，并更好地防止电磁干扰和腐蚀。安波福的 Direct Mate™ 技术与直接接触技术配合使用，就是这种设计的一个实例。

第三，供应商可以设计连接器，使导线可以单独加工。高压电缆体积大、笨重，而且难以定位加工，但有些供应商却强迫制造商一次加工两根电缆，用一个屏蔽壳将两根电缆都罩住。线束制造商需要灵活性来一次处理一根导线。

此外，由于直接接触技术设计使用无弹片的纯铜端子，因此制造商可以在端子和电缆之间的接口上安全地使用行业标准的端接技术，如超声波焊接、激光焊接和电阻钎焊，而不会损坏弹片触点。

## 实现高压愿景

安波福深知高压连接在电动汽车中日益重要的地位，并已开始应对高压连接器系统在设计灵活性、规模经济性、可靠性和空间限制等方面不断升级的要求。安波福还认识到，不同的运行特性，如电动汽车和汽车自动驾驶所带来的车辆寿命延长、维修减少和使用增加等，带来了新的挑战。

安波福的 DCT™ 系列 HV 互连产品采用了上述突破性端子设计，可帮助整车厂以经济高效的方式为下一代电动汽车选择连接器。DCT™ 系列具有以下功能：

- 功率密度和封装尺寸均处于行业领先地位，并具有可扩展性，可满足各种功率需求。
- 使用寿命比传统铜合金端子长 100 倍。
- 采用针对线束加工、制造简易性和自动装配进行了优化的设计。
- 最大限度地提高了器件接头集成的灵活性。
- 利用 Direct Mate™ 技术优化设备接口。

这种端子设计理念、材料选择、研发和连接器实施相结合，为满足未来汽车需求提供了“百万英里解决方案”。

DCT™1400 和 DCT™2200 连接器采用相同的高压连接基本设计，可与 25mm<sup>2</sup> 至 120mm<sup>2</sup> 的电缆配合使用。它们支持高达 1,000V 的工作电压，可与母排或铝电缆配合使用以取代铜电缆。用于不同连接器配置和方向的通用公端，包括安波福的低成本 Direct Mate™ 公端，提供了最大的模块化和灵活性。

安波福正在开发 DCT™ 应用于各种高压互连的用例。作为我们端到端车载电气架构方法的一部分，DCT™ 产品将为应对新出现的电动汽车挑战提供可持续扩展的灵活解决方案。

## 作者简介



**Nick Durse**  
机械设计负责人

Nick Durse 负责安波福下一代高压端子以及相关金属组件 (如屏蔽罩和母线) 的开发、设计和推出。Nick 在产品开发、制造和项目管理方面拥有广泛的工程经验。自 2014 年加入安波福以来, 他已在多个不同的高压产品线上获得了 10 项专利, 同时还为新业务拓展和生产启动提供支持。

了解更多信息, 请访问 [APTIV.COM/VCS](https://www.aptiv.com/vcs) →