



EV 充电枪的关键——品质与可靠性

当前，国家电网已经有完善的基础电力设施，可以满足企业及家庭的用电需求，提供安全、可靠的电力供应。不过，电动汽车（EV）的普及对国家电网的供电能力提出了更高等级的要求。

在新兴的电动汽车与既有基础电网的交汇处，连接两者的是 EV 充电枪。它由缆上控制盒、车辆插头（即充电枪头）、线缆和供电插头组成。电动汽车充电枪不仅需要坚固可靠，还必须考虑诸多潜在风险，尤其是如何配合建设时并未考虑电动汽车需求的现有基础电力设施一同使用，以求防患于未然。

一款品质出众的 EV 充电枪在热管理、线缆强度、摔落保护、绿色环保等方面拥有卓越的表现。它能够保护消费者的房屋免遭损毁，经受住多种因素的考验，并且使用寿命更长。消费者期望电动汽车的充电速度和便利性可以媲美燃油汽车，作为连接电网的最后一环，足以应对各种工况和负载的充电枪是未来解决方案的关键所在。

可靠至上

纯电动汽车和插电式混合动力汽车都需要充电，电动汽车市场也在快速增长。据波士顿咨询集团预测，到 2026 年，电动汽车占比将超过全球轻型汽车销量的半壁江山。随着电动汽车越来越普遍，市场对充电可靠性的需求也越来越高。换句话说，家用充电枪性能需要足够安全可靠，满足每天长时间充电的日常需求。

设计一款可靠的充电枪，需要同时兼顾电气和机械方面的因素考量。

在电气因素方面，充电枪的缆上控制装置在工作时全程监控以确保充电安全，让消费者能够依照设想完成充电。其次，内置冗余功能以防范组件故障可能引发的安全问题。最后，热管理设计对于防止过热（与电网连接产生的热量以及电动汽车充电枪本身的内部热量）以及优化充电周期至关重要。

在机械因素方面，多年的实践经验告诉我们，在消费者的实际使用当中充电枪必须面对一系列挑战。它们可能被反复摔落，线缆可能被缠绕，或被汽车碾过，或被遗忘在滂沱大雨中，甚至被剪草机碾过，狗狗们也可能将它们当成磨牙棒啃嚼。

所以，充电枪的每个组成部分都需要专门设计以应对各种机械性能的挑战。我们需要采用坚固的电缆结构，搭配减压器及适配的应力消除装置，以防止铜绞线断裂和电缆绝缘层破裂。缆上控制盒必须满足车规级要求，并得到妥善密封，以免受各种因素的影响。而充电枪头（消费者在将充电枪插入车辆时最常接触到的部件）足以经受被反复摔落和错误接插的考验。

向市场供应的 EV 充电枪都必须满足相关的安全标准认证，如 UL、国际电工委员会 (IEC) 和医疗质量委员会制定的安全标准。

全程监控

电动汽车充电枪的每个组件都应
将质量和可靠性考虑在内。

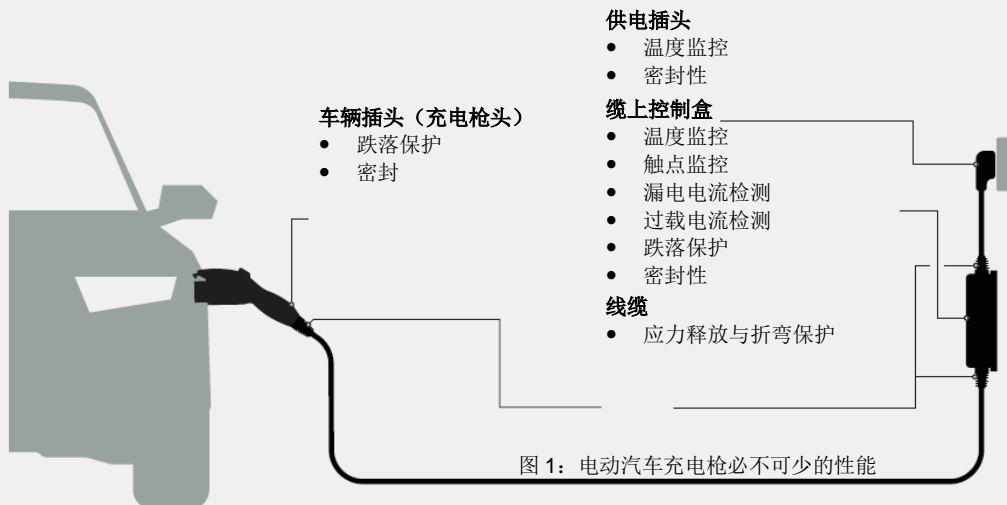
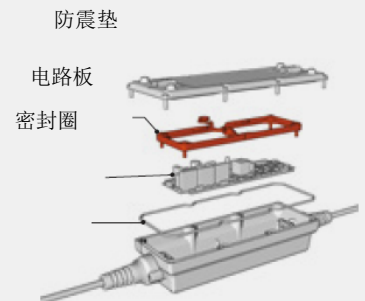


图 1: 电动汽车充电枪必不可少的性能

缆上控制盒内部

保护电缆控制盒 (ICCB) 的关键在于使电路板免受反复跌落的影响。



人们或许认为只要达到行业标准就足以解决可靠性问题，但对安波福来说这还远远不够。行业安全标准往往仅能证明产品在某些固定的实验环境下是安全的，它并不能保证随着时间的推移，充电桩在使用过程中仍然能够可靠地运行并发挥最佳性能。因此，安波福的设计与验证要求通常超出行业的通用安全标准，力求产品在实际使用中性能优异，经久耐用。

一款种类繁杂的应用产品

电动汽车日益在全球市场受到青睐，而充电技术、产品的发展则因为不同地区和使用需求的驱使而不尽相同。其高度的繁杂性以及众多的零部件编号令全球的整车厂家们都头疼不已。不过，我们可以应用三个通用指标对包括充电桩在内的电动汽车供电设备 (EVSE) 进行描述：模式、级别和类型。

模式：模式（见图 2）反映 EVSE 连接到电网的方式

- 模式 1：模式 1 的充电桩可插入家用交流电源插座，但在大多数地区，模式 1 通常是不允许的，因为它缺乏专门的安全电子组件。

- 模式 2 同样为插入标准家用交流电源插座，同时，其缆上控制盒中包含安全与控制组件。
- 模式 3 为插入壁挂充电箱或充电站，通过交流电源进行充电，但不具备电缆控制盒。在欧洲，消费者通常需要自备模式 3 适配的电缆才能使用公共交流充电站。
- 模式 4 用于在充电站进行高速直流充电。

级别：按输送到车辆的电量划分，汽车工程师协会在 J1772 标准中规定了以下级别：

- 级别 1 的电压和功率上限分别为 120V 和 1.8kW，提供最基础的充电能力。
- 级别 2 电压为 208V 至 240V，输出电流最高 80A，最大输出功率 19.2 kW。电池制造商在不断增加电池尺寸的同时，也相应地提升了充电功率水平。当前常见的 BEV 电动汽车可以由车载充电桩以 11 kW 的交流电为其充电。家中若安装了三相电源，则仅需输出 16A 的电流便能达到 11kW 的充电功率，相应的单相电源则需要提供大约 48A 的电流。

EVSE 充电模式

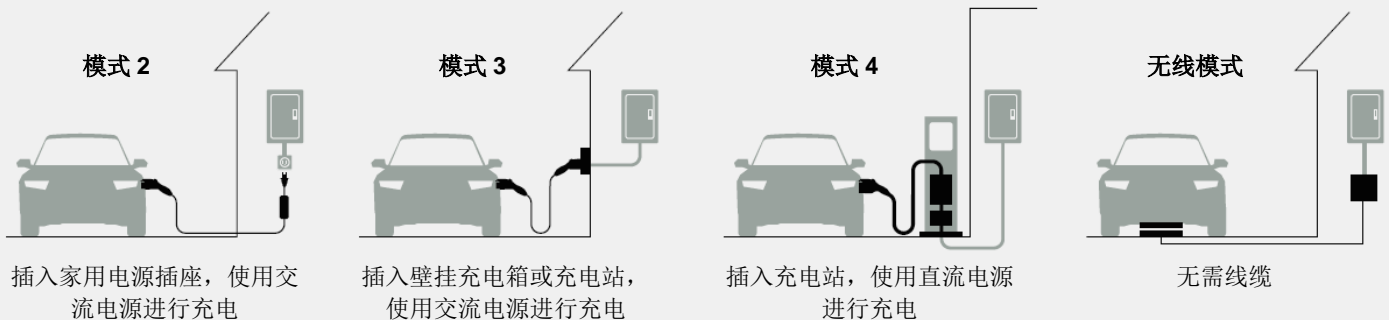


图 2: EVSE 连接到电网的模式

- DC 级别 1 和级别 2 仅在商业充电站提供，用于直流快充。DC 级别 2 也通常简称为“级别 3”，可提供高达 1000 VDC 的电压，输出电流预计未来将达到 500A，输出功率超过 350 kW。该级别下，短短 20 分钟内就可为标准的纯电动汽车电池蓄满 80% 的电量。

类型：充电设备根据车辆接口分为不同的类型。不幸的是，目前还没有全球统一的通用标准。目前共有三种不同的交流充电接口（见图 3）：

- **北美和韩国：**交流充电使用 J1772 Type 1，直流充电使用 CCS1。
- **欧洲：**交流充电使用 IEC Type 2，直流充电使用 CCS2。
- **日本：**交流充电使用 J1772 Type 1，直流充电使用 CHAdeMO。
- **中国：**交流充电和直流充电分别使用 GB/T AC 和 DC。

- 此外，中国和日本都可能采用新兴的超极快充标准。

优质 EV 充电枪的构成要素

一款高品质的 EV 充电枪必须能解决前文讨论的各种电气和机械问题，带来高度可靠、稳健和安全的充电体验，满足消费者的需求和期望。其关键要素包括：

- **电气方面：**软件或硬件中的冗余功能可以阻止单点故障造成更大安全隐患。此外，充电枪应该具备出现系统问题时仍然能够向车辆充电的功能，虽然充电速度可能降低，但仍可为车辆蓄入电力。虽然当前的行业标准并未要求具备触点监控和电网线缆监控等功能，但一款优质的 EV 充电枪应该具备这些功能，以确保安全性。

EVSE 类型



图 3：该图中的类型为车载连接器接口，因地区而异

- 热管理:** 一款优质充电枪可以处理更高的功率, 缩短充电所需的时间。同时必须在广泛的环境温度范围内工作, 通常为 -40°C 至 50°C (-40°F 至 122°F)。在世界上某些地区 (如中东), 如果环境温度为 50°C , EVSE 可能必须在 70°C 的工作温度下运行。设计者必须考虑到这些可能性, 保证在极端温度下全功率运行而不降额, 并针对各种温度问题作出应对, 保护系统。
- 自我监控:** 电网电线的热监控装置测量插头温度以防止过热, 并在插入受损插座时为设备提供保护。同时, 缆上控制盒 ICCB 会监控自身温度以在极端条件下保护电子设备。此外, 继电器触点监控对于检测粘连或断开而言十分重要。
- 应力释放与折弯保护:** 这有助于避免消费者不当使用和正常磨损导致的绝缘护套破裂、线缆股线断裂和内部短路。应力失效评估测试是线缆设计应对不当使用的关键工具。消费者可能会将线缆紧紧缠绕在缆上控制盒上, 造成深度弯曲。为了应对消费者不当的使用方式, 确保电缆可靠性, 应力释放或折弯区域限制至关重要。
- 跌落保护:** 在使用过程中 EV 充电枪可能被摔落, 而在整个使用寿命内被反复摔落可能会造成损坏。开发人员可以采用先进的电气绝缘手段降低此种损害的影响。EV 充电枪的缆上控制盒和电子设备应能够承受至少 100 次未通电状态下的跌落和 50 次通电状态下的跌落 (1 米高度), 充电枪头应能够承受相同高度下 250 次的跌落。
- 密封外壳:** 这有助于保护充电枪及其缆上控制盒免受各类因素 (尤其是水) 带来的损害。这种防护对于在户外使用十分重要, 因为雨雪天气都可能对充电枪造成损坏。
- 充电功率:** 电池体积越大, 充电时间也越

久。提高充电速度需要支持更高功率的车内线缆和充电枪。当前低端充电枪只能达到 1.4 kW 到 3.6 kW 的充电功率。下一代 EV 充电枪可扩展至 11 kW, 这样在家充电速度将更快。

超越标准

行业标准作为基本要求在电动汽车充电枪商业化中扮演着重要角色。不过, 满足行业标准实际上仅仅代表获得了一张入场券, 其中有些标准甚至还不满足 OEM 整车厂商实现长期可靠性能的需求。

例如, 某行业标准或许并不要求对电网电线进行热监控。而房屋内的电源插座可能是几十年前安装的, 当时没有人预料到有一天房主会每天晚上用它在 10 多个小时的时间里以 12A 的电流为电动汽车充电。如果没有采取合适的热监控和控制措施, 房屋中退化的电气基础设施可能会导致熔断。将热监控集成到系统当中既可以保护消费者房屋中的插座, 也可以保护充电枪。

同样, 基本标准要求 EV 充电枪可以承受反复跌落, 而且只要未产生安全隐患 (如暴露高压线), 充电枪就可以视作通过跌落测试, 但是它是否仍能可靠地运行却并不在考虑范围之内。

优质的 EV 充电枪并不遵循针对消费电子组件的相关要求, 而是转而采用汽车电子委员会的汽车级组件鉴定标准 (AEC-Q)。符合 AEC-Q 的组件满足更严格的公差、测试和质量标准, 因此能够经受住时间的考验, 提供更加可靠的性能。

完整解决方案中的一分子

随着电动移动出行的社会接受度不断提升，消费者期待相关技术在任何情况下都能正常发挥。他们希望电动汽车的性能水平能与汽油动力汽车相媲美或更出色，期望获得与加油体验一样安全、便利的充电体验。

一个强大的充电枪是满足此种期望的关键要素之一。EV 充电枪必须能够安全运行，而且在不利条件下仍能长时间快速且顺畅地工作。

作为 EV 充电枪领域的领导者，安波福对如何保障充电枪的稳定性能拥有独特的经验。比如，我们通过积极的故障测试评估打造了行业领先的线缆稳健性。在这些测试中，我们的线缆比竞品线缆的性能高出 7 倍。

更重要的是，我们拥有对整车电气架构的系统能力。在车辆充电插座端，安波福正在主动和被动冷却两个方面进行创新，以实现更快的充电速度。凭借安波福在低压线束及连接器（包括高度复杂的线束）领域多年积累的经验，我们在高压互连和布线方面不断创新，让 OEM 整车厂商能够实现市场需求的更高功率。

这为安波福洞察电动汽车充电背后的真正意义提供了独特视角。我们对当今车辆中的每一项电气需求都拥有深刻了解，并能为未来全新架构（如安波福 Smart Vehicle Architecture™）做好满足整车客户需求的远景规划。

相关标准和等级

汽车制造商清楚他们需要在 EV 充电枪的最低标准之上设立更高的标准。以下是所有充电枪都应满足的基本标准：

- 欧洲的 IEC62752
- 美国的 UL 2594
- 中国的 GB/T 20234
- 防水线缆和连接器 IP67 等级
- AEC-Q200 无源电子元件抗应力鉴定标准
- 美国电气制造商协会电气元件外壳标准

作者简介



Don Bizon
全球产品经理

Don Bizon 是安波福高压电动汽车充电枪产品组合的负责人，负责领导开发充电接口和高压互连业务。他于 1990 年加入安波福，曾在工程和产品线管理领域担任过多个职位。

更多详情请访问 [APTIV.COM/汽车电气化](https://www.aptiv.com/汽车电气化)