

## 国外电动汽车无线充电产业格局

### 1 国外电动汽车无线充电主要企业及车企

#### 1.1 国际电动汽车无线充电主要企业

目前国际方面参与 EV WPT 技术研发以及设备研制的企业较多，以下为目前几个典型设备厂商及技术开发商的介绍。

##### 1.1.1 WiTricity

WiTricity 公司成立于 2007 年，是由美国麻省理工学院 Marin Soljačić 教授在美国发起成立的，目前 WiTricity 主要业务及技术开发主要围绕电动汽车无线充电产业展开。WiTricity 开发的电动汽车无线充电系统(输入)功率等级包括 3.7、7.7 kW 以及 11.1 kW，且在异物检测、生物检测以及引导对齐方面开展了较深入的研究。



图 1 WiTricity & Qualcomm Halo 样机

WiTricity 主要围绕技术研究、标准制定以及技术授权 3 方面展开业务，截止 2019 年 10 月已授权 20 多个厂商，其中电动汽车无线充电授权厂商。2019 年 2 月，WiTricity 收购了 Qualcomm HALO 公司，WiTricity 公司拥有较多的专利数量。

##### 1.1.2 Bombardier

庞巴迪(Bombardier)2009 年开始研发无线充电系统 Primove，其应用面向乘用车、大巴车以及城市轨道交通 3 个方面。乘用车方面，开发了地面可升降的系统 Z-mover，适用于各种离地间隙，效率最大可达 92%；大巴车方面，开发了 200 kW 的系

统，在德国开通了数条商业示范运营线路；城市轨道交通方面，开发了 400 kW 的系统，可满足城市运营有轨电车的充电功率需求，且可实现移动式无线充电。



图 2 庞巴迪的无线充电系统

##### 1.1.3 其他

随着电动汽车无线充电产业化时间点的接近，国际上越来越多 Tier 1 厂商也开展了无线充电产品的研制。

瑞士的 BRUSA 公司于 2013 年开始研制 EV WPT 系统产品，2018 年，BRUSA 为宝马提供了可量产销售的 WPT 系统产品，由宝马 530Le 混动车型配置，功率等级为 3.7 kW。美国的李尔公司(Lear Corporation Limited)从 2013 年开始了 EV WPT 技术的研究，与多个车企正向开发电动汽车产品。日本的 TDK、IHI、电装(Denso)、新电元(Shindengen)也具备电动汽车无线充电系统的开发能力，在产品

开发方面也与日系车企开始了合作。德国的大陆(Continental)、博世(Bosch)、美国的德尔福(Delphi)、Evatran、韩国的 YURA、澳大利亚的陆盟(Lumen) 等公司均不同程度地开发了电动汽车无线充电系统。

### 1.2 国际车企无线充电应用及规划

截止到 2019 年 10 月，较多的国际车企布局了 EV WPT 技术的研发，宝马在 2018 年推出了行业内首款前装 EV WPT 的车型，其余车厂大多为后装适配，但部分车企也明确了 EV WPT 的正向开发计划。

#### 1.2.1 德系车企

据悉，宝马、戴姆勒、奥迪、大众、保时捷均计划在 2023 年左右推出配置无线充电功能的车型。以 IEC、ISO 的标准发布时间及车企电动化平台发布时间为界限，德系车企配置的无线充电分为 2 代。第 1 代产品主要满足系统性能、功能以及安全性要求，适用于私人应用场景或运营场景，第 2 代产品在第 1 代产品的基础上，满足互操作性要求，适用于私人、公共以及运营等场景。

宝马公司在 2018 年 7 月推出具备无线充电功能的量产车型——530Le 插电混动车。该系统主要用于私人应用或者运营场景，系统充电功率为 3.2 kW，系统效率可达 85%，可在 3.5 h 内完成 530LePHEV 的 9.4 kWh 的充电。该系统具备了异物检测、生物检测以及引导对齐功能，其中引导对齐是通过 360°环视影像结合电磁场检测实现的。同时，系统也具备了较高的可偏移能力，其纵向最大偏移为 7 cm，横向最大偏移为 14 cm。



图 3 宝马无线充电系统

奥迪公司于 2017 年宣布其 e-Tron 车型将会搭载无线充电系统，该系统的输出功率最初为 3.6 kW，之后会上升到 11 kW。用户驾驶奥迪 e-Tron 接近到原边设备的几米范围之内，原边设备会与汽车建立位置感应检测，然后用户会看到原边设备的精确位置。车辆停止时或到了设置的预约时间，就可自动启动无线充电。目前也可采用自动泊车技术，在用户将车停在停车区域附近时可以先下车，然后通过其智能手机启动自动泊车程序。

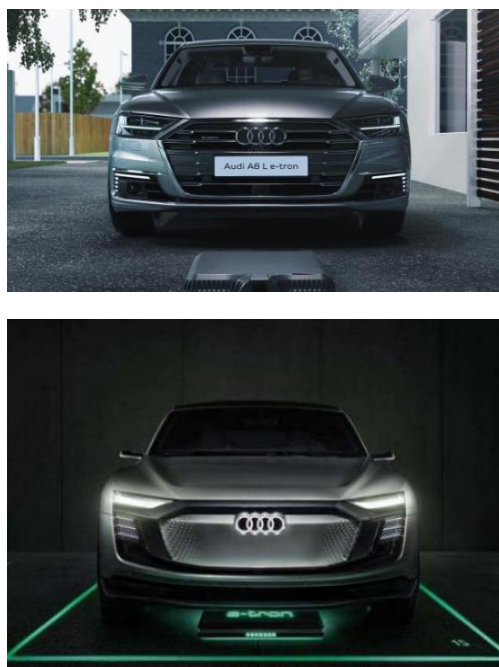


图 4 奥迪 EV WPT 系统展示

保时捷在 2018 年发布了全新的电动车型 MISSION E，计划在 2020 年发布的车型中配置无线充电功能。

此外，戴姆勒 2018 年在其最新发布电动汽车 EQC 以及 S 级轿车混动车型发布配置 EV WPT 系统的样机，大众也在 MEB 平台中将无线充电纳入了技术规划，预计在 2023 年发布的车型中配置无线充电功能。







图 5 保时捷 MISSION E 配置的 EV WPT 系统

### 1.2.2 日系车企

日系车企中丰田、日产、本田等在 2010 年左右便开始了无线充电的技术研究，目前主要在样车上配置无线充电系统进行展示。

丰田在 2014 年 2 月开始在爱知县丰田市开展验证实验。以插电式混合动力车(PHEV)“普锐斯 PHV”为原型，无线供电系统的输出功率为 2 kW，系统传输效率约为 80%。目前丰田已自主完成 3.3 kW 的无线充电系统，并基于该产品，参与了 IEC、ISO 及国标的互操作性相关测试。



图 6 丰田 EV WPT 系统

日产汽车公开展示了“HYPER mini”和“LEAF(聆风)”的无线充电系统实验，无线充电系统最大输出功率为 3.3 kW，电池充满需要 8 h。为防止地面线圈与车辆线圈错位，车辆配备有基于环视监视器的自动泊车系统，只要在导航仪系统中预留泊车车库的位置，进入车库后，自动泊车系统就会自动启动。

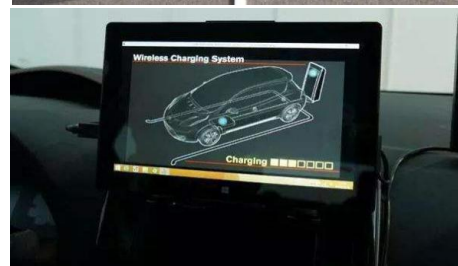


图 7 日产 LEAF 无线充电系统

本田于 2014 年 6 月 16 日公开了配备无线充电系统的“飞度 EV”实验车辆。飞度 EV 结合自动泊车系统，通过采用基于自动驾驶的精确泊车系统，可使车辆以纵向 $\pm 5$  cm，横向 $\pm 10$  cm 的精度，在充电线圈上方自动泊车，系统效率为 80%~90%。2019 年的拉斯维加斯 CES 国际消费电子展上，本田公司发布了 Wireless Vehicle-to-Grid 无线充电技术，以无线方式连接电动汽车、插电式混合动力汽车等电力系统，将车辆停在充电线圈上方就能够充放电。



图 8 本田 EV WPT 系统

### 1.2.3 美系车企

美系车企中特斯拉、通用及福特对无线充电技术进行了初步探索。其中，特斯拉对无线充电的后

装进行了适配;通用在 2017 年也尝试了无线充电的适配测试;福特对无线充电尚处于调研阶段。

特斯拉在 2017 年研发出了一套专属特斯拉 Model S 的后装的 EV WPT 设备,充电功率可达 7.2 kW,每小时为 Model S 充入的电量可以提供 20 km 的续航里程,充满 Model S 需要约 10~12 h。该系统可以装到户外,地面设备可以防雨水,系统工作温度范围为-18℃~50℃。该无线充电系统为后装产品。



图 9 特斯拉 Model S 无线充电系统

### 1.2.4 韩系车企

韩系车企中起亚 2015 年在其纯电动 EV Soul 车型中测试了无线充电系统,系统的输出功率等级为 10 kW,效率最大可达到 92%。2019 年,现代宣布正在开发无线充电与自主代客泊车(AVP)结合的技术,现代采用动画的方式在 LeFil Rouge 概念车上展示了该技术。现代汽车表示该融合技术将在 2025 年推向市场,而在此之前会有配置无线充电的量产车型推出。



图 10 现代汽车无线充电系统

## 2 国际上无线充电的其他应用与实践

### 2.1 无线充电在商用车领域的应用

对于重型车辆,电动化就必须配置大容量电池,进而造成整车成本上升,且会牺牲乘坐或储物空间。如果限定区域短距离行驶的话,则可以通过增加充电次数来减少电池配备数量。“短距离行驶高频率充电”可通过无线充电的方式实现,如公交大巴车,可在乘车点乘客上车的间隙,进行短时间的充电。

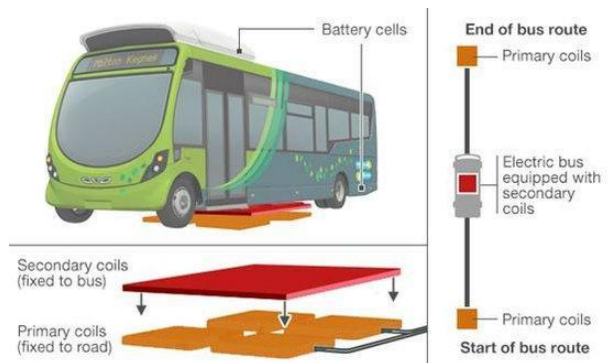


图 11 特定线路的公交无线充电

对于行驶过程中,公交站点、起点以及终点的停车时间,可通过无线充电的方式,对车辆进行补电,变相增加车辆续航里程,减少电池用量。对于夜晚停车,可在路边或者潮汐车道设置无线充电桩,车辆停止时自动充电,不需要增加额外的专用充电区域,减少因车辆充电而导致的土地征用。

### 2.2 动态无线充电技术应用

2017 年 5 月,高通在巴黎使用一台雷诺全电动的 Kangoo 厢式货车完成了动态无线充电道路测试。两辆电动汽车按照不同速度,行驶在这条 100m 长的道路上,同时完成了充电。测试中, Kangoo 测试车的时速达到 100 km/h,最大充电功率能达到 20 kW。







图 12 高通动态无线充电道路测试



图 13 KAIST 的动态无线充电系统

这条长 100 m 的道路测试包含 4 块能量供给单元，每个单元负责 25m 道路的电量供应。同时，每 25 m 长的能量段拥有与 14 个子模块，内含线圈和能量转换电路。

韩国 KAIST 也开发了可在行驶中充电的系统“OLEV: On-Line Electrical Vehicle”。2009 年 2 月在 KAIST 内进行了高尔夫球车的实车行驶实验，然后同年 6 月对大型巴士、7 月对 SUV(多功能运动车)进行了实车行驶中动态充电的实验。同年 12 月制造了 4 辆大型巴士无线充电，开始在研究所内运行。

另外，KAIST 还于 2010 年 3 月在首尔大公园内的行驶线路上启动了园内移动用列车型 EV 的运营项目。在连接 3 辆，对合计 19 t 的“列车”进行牵引的 EV 上，配备了最大输出功率为 240 kW 的电机，最高时速为 40 km/h。在道路下面铺满了供电用的线圈，在总长 2.2 km 的区间内设置了 400 m 左右的供电区间，可将“二次电池的配备量减少至通常的 20%左右”。



### 3 国际上电动汽车无线充电产业现状小结

国际上对于电动汽车无线充电技术的研究已超过 30 年，2007 年后开始转向产业化技术研究，目前基础技术体系已相对完善。2015 年后随着国际标准化启动，德系车企率先开始第 1 代面向市场的产品研制，宝马在 2018 年发布了行业内首款无线充电功能车型，并在欧洲、美国开始了销售。2019 年后，随着国际标准中互操作性的逐渐完善，国际车企开始布局具备互操作性的第 2 代面向市场的产品研制，预计在 2022 年后，配置无线充电设备及功能的车型将逐步投入市场。标准化及低成本化是近几年国际电动汽车无线充电产业的重点，2020 年，国际互操作性相关标准将发布，可解决规模化推广过程中关键的互联互通问题，届时将对电动汽车无线充电产业起到较大的推动效果。

国际车企在自动泊车、自动驾驶等智能网联技术方面均有长期布局，这也意味着未来智能网联汽车需要具备自动充电技术。作为目前最佳的自动充电商业解决方案，无线充电技术也成为了国际车企中长期关注的关键技术。随着标准化的不断完善以及智能网联产业化的不断推进，无线充电技术将成为未来主流车企解决车辆使用全过程无人化操作的关键环节，无线充电设备及行业也将迎来规模化发展。