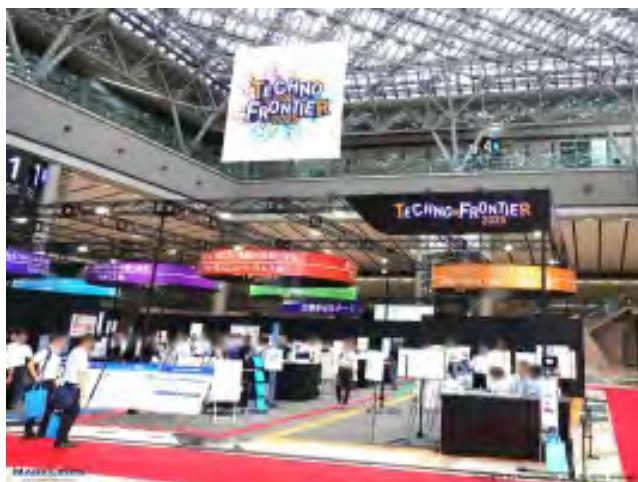


# TECHNO-FRONTIER 2025: 头部电动车纯电车型拆解展示

文 | 特斯拉 Cybertruck、小米 SU7 的驱动电机、热管理系统

TECHNO-FRONTIER 2025 (展会时间: 2025 年 7 月 23 日 ~ 7 月 25 日; 展馆: 东京有明国际展览中心) 由日本一般社团法人日本能率协会主办。TECHNO-FRONTIER 起源于 1983 年的小型电机技术展 (本次为第 43 届电机技术展), 据主办方日本能率协会称, 在为期 3 天的展会期间, 观众人数共计 28,928 人, 其中 TECHNO-FRONTIER 为 21,696 人, 与去年的 22,932 人几乎持平。同期展会 (Maintenance Resilience TOKYO、酷暑对策展、职业安全健康展、噪声与振动对策展) 观众人数为 7,232 人, 较去年的 13,698 人减少一半, 可能受到本次主会场 (西馆) 和分会场 (东馆) 相距较远的影响。

本报告将介绍电动化技术展区中主办方策划的纯电动汽车拆解展示。



TECHNO-FRONTIER 展馆  
(东京有明国际展览中心西馆)

## 特斯拉 Cybertruck 拆解展示

特斯拉 Cybertruck 拆解展示由 TECHNO-FRONTIER 2025 主办方与日经 BP 社合作举办, 在西 3 展厅展出了拆解后的车辆、驱动单元、逆变器、电源转换系统 (PCS) 和高压单元。

### 特斯拉 Cybertruck 简介

特斯拉 Cybertruck 是特斯拉 2023 年 12 月推出的全尺寸纯电皮卡, 采用 800V 充电系统、48V 低压供电系统和线控转向系统等新技术。

该车配备使用第二代 4680 电芯的 123kWh 锂离子电池, 续航里程 (EPA 工况) 为 547km。

拆解车辆搭载全时四驱系统, 前置感应电机最大输出功率为 226kW, 后置永磁同步电机最大输出功率为 221kW。



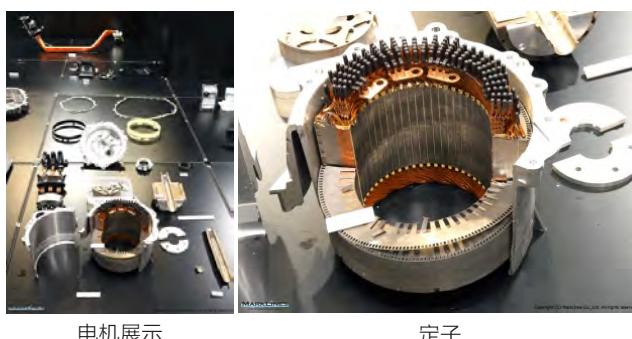
特斯拉 Cybertruck 拆解展示



特斯拉 Cybertruck 拆解展示  
拆解车辆尾部  
一体化压铸成型车身展板  
48V 系统及以太网技术展板



驱动单元外壳、齿轮和  
电磁差速锁展示  
齿轮、电磁差速锁



电机展示 定子

车身前后采用 9000 吨级一体化压铸成型的大型铝铸件，周围装有各种零部件，构成车身结构。

在采用 48V 电气件的同时，利用以太网构建全新的车载网络，以实现 ECU 之间的信息传输，大大减轻了线束重量。

### 电机、驱动单元

拆解车辆搭载全时四驱系统，后驱动单元采用最大输出功率 221kW 的嵌入式永磁同步电机 (IPMSM)，前驱动单元采用最大输出功率 226kW 的感应电机 (IM)。虽然电机类型不同，但驱动单元外观无明显差异，旨在实现减速器、逆变器等零部件的通用化。

展台陈列了后驱单元的电机组件( 后驱 IPMSM 用转子)。

定子采用 54 槽分布式绕组铁芯，每槽 10 根导线，并用扁线绕制 SC (分段式线圈)。每段通过 TIG 焊焊接，用母线三并后连接端子。

铁芯尺寸为定子外径 232mm，内径 157.7mm；铁芯叠厚为前驱动单元 (IM) 80mm，后驱动单元 (IPMSM) 121mm。铁芯外围后轭部分排列有冷却油道孔，定子铁芯采用热套工艺嵌入壳体。电动汽车电机绕组通常装有热敏电阻 (温度传感器)，而特斯拉 Cybertruck 并未使用。

后驱动单元的转子采用空心轴，并用套环将转子铁芯固定在轴上。

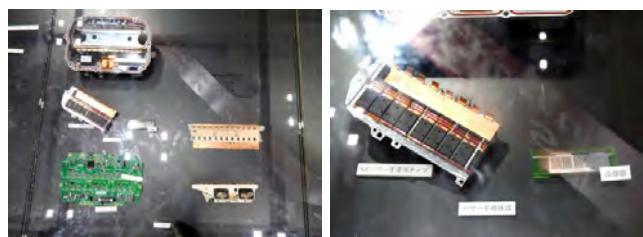
6 极嵌入式转子铁芯的钕磁铁呈 V 形排列，并设有用于冷却轴芯的油道。磁铁通过弹片固定在磁芯上，不使用粘合剂或树脂。

前置感应电机的转子由笼型导体铝铸件制成。

驱动单元的减速器为三轴两级平行轴减速器，组配电磁差速锁装置。

### 逆变器、电源转换系统

Cybertruck 的逆变器比 Model 3 和 Model Y 的更小更薄，内部控制板的形状也不再类似美国版图，前置感应电机和后置永磁同步电机的逆变器均已实现标准化。



逆变器展示



功率半导体部分  
逆变器主板 (电机控制器、栅极驱动器)、壳体 (冷却液通道) 和平滑电容器、母线、绝缘板



电源转换系统 (PCS) 展示  
车载充电器、DC-DC 转换器主板

功率模块采用 SiC MOSFET，继续沿用意法半导体产 STPAK，但冷却器形状已优化。因系统电压升至 800V，平滑电容器的体积似乎也相应变大。

电源转换系统 (PCS) 集成了车载充电器 (OBC) 和 DC-DC 转换器 (用于在 800V 系统和 48V 系统之间转换)。Cybertruck 虽然配备 V2H (外放电) 功能，但电源转换系统比 Model 3 更小更薄，重量也从 11kg 减至 5.5kg。

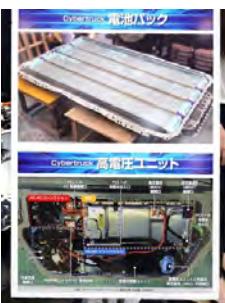
车载充电器将交流电 (单相 / 三相 100V/200V) 转换成 800V，但 AC/DC 转换部分采用矩阵变换器，平面变压器取消了铝电解电容和绕组。

### 电池、高压单元

电池电芯仅展出了全尺寸模型和电极组件。Cybertruck 采用 4680 大圆柱电池，大电池可通过减少非活性物质和增加容量来提高能量密度。电池包也没有展出实物，仅通过展板展示了电池包作为车身结构件的外观。电池包由 1344 个无极耳 4680 电池焊接而成。



高压电池电芯展示  
高压单元 (接线盒、控制板、母线)



高压电池包  
高压单元展板



48V 电池 (电池包组件) 展示

Cybertruck 将大部分电气件的电压从 12V 升至 48V，既降低电流、减轻线束重量，又能支持大功率设备。

48V 电池包采用磷酸铁锂 (LFP) 叠片电池。

### 线控转向系统、热管理系统、车载计算机

Cybertruck 取消了转向轴，采用轮胎与转向不进行机械连接的线控转向 (SBW) 系统，其四轮转向系统包括车内转向单元、前轮转向单元和后轮转向单元。

该线控转向系统由特斯拉与采埃孚联合开发，控制板搭载主副微控制器各两个，实现了可取消转向轴的故障安全系统。



车内转向单元  
前后轮转向单元电机



线控转向系统展板

热管理系统被集成至热管理单元中，无需管道。

热管理单元由黑色树脂八通阀和铝质超级歧管 V2 组成，



热管理系统 (热管理单元和电动压缩机)  
热管理单元 (八通阀和超级歧管 V2)  
超级歧管 V2 (气液分离器、液冷式冷凝器、电磁阀)



车载计算机



小米 SU7 拆解展示

以集中控制冷却液和制冷剂。Cybertruck 沿用 Model Y 的八通阀，将冷却液流路分流至八个方向。超级歧管则集成了用于控制制冷剂压力和流路的气液分离器和 6 个电磁阀。

车载计算机采用水冷式设计，包含 2 个用于自动驾驶辅助系统的自研 SoC 和 1 个超威半导体生产的多媒体 SoC。



电机展示

定子  
定子截面放大图

转子铁芯



轴与减速器

## 小米 SU7 拆解展示

另一个主办方策划活动位于西 2 展厅，将去年亮相 TECHNO-FRONTIER 的小米 SU7 拆解后进行展示。

展品包括拆解后的车身、车身零部件、动力总成、电机、逆变器、车载充电器与 DC-DC 转换器、热管理系统等，没有电池（73.6kWh 磷酸铁锂刀片电池）的相关展品。

### 小米 SU7 简介

小米 SU7 是知名智能手机制造商小米公司推出的一款纯电动车，于 2024 年 3 月在中国上市，开售 27 分钟内便收到超 5 万辆的订单，备受瞩目。

该车采用后轮驱动，最大输出功率 220kW，配备 73.6kWh 磷酸铁锂电池，CLTC 续航 560km。

### 电机、减速器

驱动单元采用常见的三合一结构，在电机和减速器的上方布局逆变器，由联合汽车电子（UAES）生产。

电机为嵌入式永磁同步电机（IPMSM），最大输出功率为 220kW，最大扭矩为 400Nm，最高转速为 21000rpm，平行三轴式减速器的传动比为 11.675。

定子铁芯外径为 220mm，内径为 150mm，叠层厚度为 129.4mm，铁芯采用免压接工艺，在外周 20 处焊接固定 48 槽分布式绕组铁芯，用扁线绕制 SC（分段式线圈）。

槽内有 8 根导线，每段线圈的扁线两端均采用焊接，未喷涂绝缘漆，焊缝裸露在外。

线圈通过母线与端子进行两并连接，线圈端部尺寸在三

相接线侧为 32mm，在非三相接线侧为 39mm。

8 极嵌入式转子铁芯的钕磁铁呈双 V 形排列，每极的 4 块磁铁用树脂模压固定。

展出的两段转子铁芯的转子叠层厚度为 132.1mm，采用 6 段 V 形斜极以减少噪音和振动。

转子铁芯通过压入固定在空心轴上。

减速器为三轴平行二级结构，反转齿轮传动比为 2.885，最终传动比为 4.047，总传动比为 11.675。

变速箱端盖板的轴承附近装有油封和导电环，用于轴承的防电腐蚀。

电机外壳用铝挤压成型材料取代铝铸件，配备用于水冷的水套孔，铝压铸外壳与盖板之间的接缝处用金属垫片密封，以确保水密性。

壳体  
盖板

电机拆解调研展板

### 逆变器

逆变器展品无法看到内部零部件，但可从展板上了解其内部结构。

逆变器采用水冷方式冷却功率模块等组件，壳体外部装



逆变器展示



逆变器拆解调研展板

有用于风冷的散热片，通过导热片对内部直流输入部分的 EMC 滤波器母线进行散热。

逆变器由博世与中联汽车电子的合资公司联合汽车电子生产，重 10.14kg，连续输出电流为 300Arms，峰值电流为 620A。功率模块也由该公司生产，SiC MOSFET 则采用博世产品。

微控制单元 (MCU) 和栅极驱动 IC 由英飞凌制造，功率模块与控制板之间用压接引脚连接。

#### 车载充电器、DC-DC 转换器、接线盒

车载充电器 (OBC) 和 DC-DC 转换器由浙江富特科技股份有限公司制造，车载充电器容量为 7kW (单相)，DC-DC 转换器容量为 2.7kW (14V/192A)。

主板使用散热灌封材料冷却 OBC 变压器、DC-DC 变压器等磁性元件以及内部电源板。



车载充电器与 DC-DC 转换器主板及电气件热模块



车载充电器与 DC-DC 转换器高压接线盒

小米 SU7 热管理系统的管路较多，将切换冷却液流路的阀门单元、控制制冷剂压力和流路的气液分离器、冷凝器和电磁阀等组件集成在一起。

采用与极氪 007 相同的 7.4kW PTC 加热器作为辅助热源，用于车内供暖和调节电池温度。

#### 电力电子产品拆解调研 (LTEC)

##### LTEC：电动汽车组件拆解调研

进行车载单元和功率器件解析的 LTEC 公司展示了最近拆解的组件和功率模块。

该公司在 2025 年 1 月的 Automotive World 上展出

热管理系统 (热模块)  
PTC 加热器LTEC 展台 (经许可拍摄)  
拟拆解车型铂智 3X 展板  
功率模块拆解调研展板

了特斯拉 Cybertruck 的逆变器和电源转换系统以及小米 SU7 的车载充电器和 DC-DC 转换器，此次展出了雷诺 5 E-TECH 的车载充电器以及比亚迪秦 L DM-i PHEV 的逆变器和功率模块。

纯电车型雷诺 5 的后轮搭载 2 台最大输出功率 200kW 的轮毂电机。LTEC 后续将对此次展出的雷诺 5 车载充电器 (支持 V2G) 进行解析。

比亚迪秦 L DM-i 插混车型搭载 1.5L 发动机和最大输出功率 160kW 的电机。此次展出了逆变器组件和 LTEC 拆解的 Si-IGBT 功率模块。

LTEC 还展出了 2024 年在美国上市的特斯拉家用储能电池 POWERWALL 3 的主板。

特斯拉家用储能电池 POWERWALL 可以存储光伏发电和电网的电能，内置光伏发电系统的功率调节功能，用途包括家庭供电、停电备用电源和纯电动车充电等。能源容量为 13.5kWh，POWERWALL 3 的输出功率为 11.5kW，是上一代 POWERWALL 2 的 2.3 倍。

展板上介绍了 LTEC 将对丰田在中国市场推出的铂智 3X 进行拆解调研的计划，包括尼得科制造的电驱桥系统。

LTEC 除对电力电子产品进行拆解调研外，还对功率器件进行结构解析和电气特性评估。MFC