
模块化电池组：让组装电池像搭积木一样

在法兰克福车展上，卡尔斯鲁厄理工学院 (Karlsruhe Institute of Technology, 下称 KIT) 通过一辆电动公交车展示了一种新的模块化电池技术概念，这项技术可以提高电动公交车上电池能量的利用效率。用于展示的电动公交车是研究项目 CompetenceE 的研究成果，由德国联邦经济和技术部出资提供。

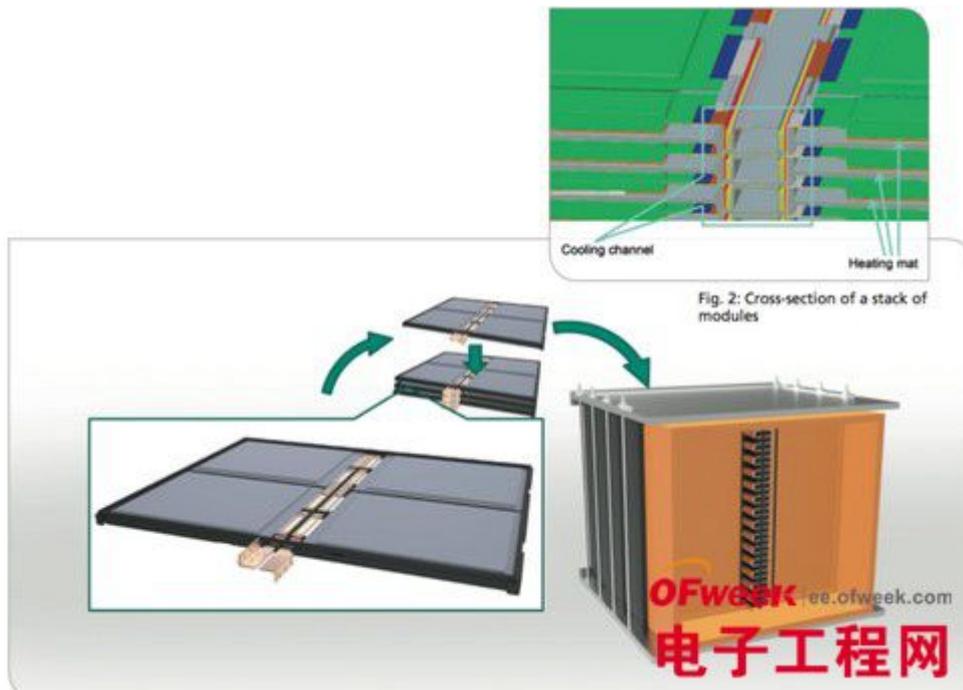
展示中的核心装置是一套驱动机构，由一台大扭矩电动机、高压电路、电池管理系统和模块化锂电池系统组成。在展示过程中，这辆用于路试的电动公交车提供了几种不同的电动驱动机构的设计方案。

模块化电池系统

模块化电池系统是驱动机构最为重要的组成部分，也是这项技术的基础。模块化电池系统由电池单元构成的平板电池组件组成，能根据人们的需求被组合成不同尺寸和性能。电池模块化技术，或者更确切一点，平板电池组件可以根据需要而拥有不同的电池容量、电压以及尺寸。每个平板电池组件的电池单元数量和长度都可以不同。

这种灵活定制的优势在于只要最后的总输出电压不超过 60 伏 (14 个电池单元) 就可以自行维护，而超过 60 伏特的组件就必须由经过专门培训的人来维护了。另外，由于组件中的电池单元数量可控，在内部空间不大的设备中，就可以使用小尺寸的平板电池组件。

只要平板电池组件的尺寸相同，就可以继续集成为电池组。得益于适应性连接技术，在一个电池组里，平板电池组件的连接方式可以是串联、并联，也可以串并联混合。如果要建造大型的分散式电池系统，如固定式储能系统，可以把多个这样的电池组连接起来。



由于电池单元里导体的易接入性，自动联合处理技术得以应用，也能采用插入式和线夹式两种方式进行充电，这两种充电模式是目前的主流模式。冷却液流通过与导体相邻的冷却管道，为通电导体进行降温。通电导体和冷却管道被安装在电池组的内部，与电池组外壳有一定距离，远离电池组可能受到撞击的区域，以保证在遭受撞击时，电池组内的电池单元可以吸收大部分碰撞能量，从而最大限度降低对通电导体和冷却管道的损害，避免发生安全事故。

电池组还能通过电池单元外表面覆盖的一层加热垫对电池单元进行加热。当温度低于 5℃ 时，电池单元将无法进行充电，这时加热垫就派上用场了。在电池的充放电过程中，电池单元的体积会发生变化，因此在电池组内安装有均质的可压缩泡沫层对此进行补偿性尺寸调节，从而保证电池组的安全。泡沫层填充在两个组件相邻的电池单元之间，能够增加摩擦力，防止电池单元滑动，减小导体上的机械应力，平均分配平板电池组件间的应力。

通过调整平板电池组件的大小和数量，模块化电池组能适应各种车型不同尺寸的安装空间。用在展出电动公交车上的电池管理系统和传动控制系统则能够根据所装电池组和其他配件的性能限制调整公交车的行驶状态。

电动公交车展示实物

该电动公交车由一台同步电动机驱动，同步电动机产生的扭矩通过差速器传递到后车轮，由此推动汽车前进。在模块化电池组输出的直流电压为 650V 的条件下，这套传动系统的最大输出功率能达到 160 千瓦，可以让电动公交车在平坦的道路上以最大每小时 107 公里的速度行驶。



低转速时即能产生的连续大扭矩输出,能让总重 9 吨的电动公交车以最高每小时 25 公里的速度爬 15%斜度的斜坡。虽然研究人员设计的最终版本的模块化电池组输出直流电压能达到 750V,但在第一阶段,模块化电池组的输出直流电压被设定为 450V,限制了电池组的工作电流,从而影响了同步电动机的最大输出功率。

为了驱动同步电动机,模块化电池组的恒定电流经过一个逆变器转化为三相交变电流。除了为动力系统供电,模块化电池组还能通过配电装置与一些高压辅助设备连接,再利用一个高压-低压的直流电压转换器,将高压直流电转化为低压直流电,为电动公交车上的刹车装备、冷却泵、风扇和控制设备等提供电力。

汽车的车辆控制系统能与其他控制系统进行数据交换(如电池管理系统、电动机控制系统),并且能将驾驶员的操作(油门和刹车踏板的位置变化)转变成对电动驱动装置的扭矩需求。扭矩需求的大小由电池组的性能决定。

KIT 希望能够通过这次展示验证模块化电池组的创新潜力,并通过在模拟操作环境下的实验对模块化电池组与电动公交车上的其他组件之间相互作用进行分析研究。

CompetenceE

CompetenceE 项目涵盖了从制造电池的材料到电动驱动装置的所有相关研究内容。随着公开的电池电动车驱动技术平台和固定式储能系统被相继开发,项目的研究重心转移到了模块化电池组的工业化应用和生产工艺方法上。

预计到 2018 年,得益于上下游产业链的整合,能量密度为 250 瓦时/千克的电池系统的生产成本预计约为 2100 元/千瓦时。