

电动汽车续航1000公里不是梦 “下一代电池”有戏了

Z 新华
人民日报

从手机、电脑、可穿戴设备,到新能源汽车、电动自行车,锂电池有着广泛应用。在市场需求日益旺盛的同时,锂电池本身也存在生产成本偏高、关键原材料储量少等缺点,倒逼一些企业加快寻求替代技术方案,将目光投向新型电池。有媒体指出,围绕锂电池替代品的全球竞赛已经开始。

作为“下一代电池”的潜在竞争者,氟离子电池研发日益受到关注。日本丰田和本田公司、德国亥姆霍兹-乌尔姆研究所、美国航天局喷气推进实验室等机构和中国一些高校已启动相关研究。专家认为,氟离子电池研发目前仍处于“极其初级的阶段”,进入应用还需要攻克许多难题。但氟离子电池潜力大,未来有可能取代锂离子电池成为主流蓄电池,尤其是室温全固态氟离子电池,一旦技术成熟很可能全面取代锂离子电池。

四大优势

在“下一代电池”的诸多方向中,氟离子电池因近年来取得一系列研究突破而备受关注。其工作原理类似于目前广泛应用的锂离子电池,即利用氟离子在正负极之间穿梭进行储能。专家认为,相比于锂离子电池,氟离子电池在能量密度、安全性、原料供应和成本四个方面有显著优势。

追求更高能量密度是可充放电池研发的重要目标,因为这意味着更强的蓄电能力。文献资料显示,全固态氟离子电池的理论能量密度可接近每升5000瓦时,是锂离子电池理论极限的8倍。

中国科学技术大学材料科学与工程系教授马骋介绍,氟离子电池使用氟化铜、氟化钙等化合物作为电极材料,其特定质量的电极活性物质可提供电荷数量是锂离子电池的若干倍,因此能量密度远超过锂离子电池。

在安全性方面,锂枝晶生长是影响锂离子电池安全性的主要原因之一,而氟离子极难被氧化成氟单质,可以避免类似于锂枝晶生长的问题。

在原料方面,氟元素地壳丰度远高于锂元素,目前全球氟的年产量要比锂高出约两个数量级。此外,开采锂矿需要大量水,相比之下开采氟矿对环境影响要小得多。

在成本方面,日本大金工业公司精细化学部公布资料显示,锂电池中常用的原材料钴价格昂贵,而氟离子电池中除了银,其他正负极材料成本较低,理论上氟离子电池每瓦时成本只有锂离子电池的20%至25%。

三条路线

早在20世纪70年代,已有科学家开始研究氟离子电池,但一直未有实质性进展。2011年,德国科学家率先开发出利用氟化钡镧作为电解质的全固态氟离子电池,氟离子电池研发才获得更多关注的目光。

目前,氟离子电池研发的主要技术路线大致包括室温液态氟离子电池、高温全固态氟离子电池和室温全固态氟离子电池三种。其中,室温液态氟离子电池使用易燃且含氟的有机溶液作为电解液,有安全和环境隐患;而高温全固态氟离子电池需要在高温下运行,仅可能在储能或其他特定场景应用。

室温全固态氟离子电池被认为是三种技术路线中最有价值的路线。理论上,室温全固态氟离子电池可用于目前锂离子电池的所有应用场景,一旦技术成熟很可能全面取代锂离子电池。

日本非常重视氟离子电池研发,近年来取得一系列重要进展。2018年12月,日本本田研究所、美国航天局喷气推进实验室、加州理工学院等机构合作在美国《科学》杂志发表论文说,该团队首次制备出采用液体电解质、可在室温下可逆充放电的氟离子电池。

2020年,日本京都大学和丰田公司宣布试制成功一种原型全固态氟离子电池。日本媒体当时报道说,在同样尺寸或重量下,氟离子电池可提供比锂离子电池更长的续航时间,电动汽车一次充电续航1000公里将是“伸手可以触及的未来”。

马骋教授课题组从事室温全固态氟离子电池研究。2021年11月,课题组在德国《斯莫尔》杂志上发表论文宣布设计并合成一种新型氟离子固态电解质,在国际上首次实现室温下全固态氟离子电池的稳定长循环,在25摄氏度下持续充放电4581小时后,电池容量未发生显著衰减。在此之前,文献中报道的室温全固态氟离子电池充放电循环次数不超过20次,被普遍认为是一种难以实现的技术路线。

□ 点击

新型电池



大连液流电池储能调峰电站的电池集装箱(中科院大连化学物理研究所供图)

全钒液流电池

基于全钒液流电池储能技术,我国在2022年10月底建成了世界上功率最大、容量最大的液流电池储能调峰电站——百兆瓦级大连液流电池储能调峰电站。

全钒液流电池是一种高性价比、高能效、长寿命的规模储能技术,其可将不稳定的可再生能源储存,并实现平稳输出利用。全钒液流电池储能系统由电堆、电解质溶液、管路系统等组成,其中电堆起到了至关重要的作用。而相对于传统全钒液流电池电堆,新一代电堆采用的可焊接多孔离子传导膜可以提升离子选择性,提高电解液的容量保持率,此外,多孔离子传导膜的成本远低于商业化的全氟磺酸膜,从而可大幅度降低电堆成本。该技术安全性高、可靠性好、输出功率和储能容量规模大、寿命长、性价比高、电解液可循环利用、对环境友好,在大规模储能领域具有很好的应用前景。

全固态锂电池

全固态锂电池是一种使用固体电极和固体电解质的新型电池。2022年,固态/半固态电池的研发取得了相当大的进展。我国多家车企宣布,其研发的半固态电池将实现装车。日本车企宣布2024年将会启动一条试验线,用于量化生产固态电池。

传统锂电池构成包括正极、负极、电解液、隔膜四大材料,而固态电池则将其中的液态电解液换成了固态电解质,并取消了隔膜。通俗地讲,全固态电池就是没有气体、液体,所有材料都以固态形式存在的电池。由于电解液含量较低,固态电池能很大程度上避免电解液易燃易爆、易挥发、易导致短路等情况,更安全且能量密度更高。

专家认为,固态电池的能量密度约为现有锂电池的2~3倍,甚至更高。固态电池的高能量密度让纯电续航突破1000公里成为可能。因此固态电池也被看作电动汽车干掉燃油车的杀手锏。除此之外,由于固态电池取消了正负极之间的隔膜电解液,其体积会更小,也会更轻薄。纯电动汽车的电池越轻越小,对于车辆会越便利。

其他替代电池

基于多方面考虑,镁、锌、钠等新型电池未来有望成为锂电池的替代品或重要补充。有研究发现,镁离子的理论体积能量密度几乎是锂的两倍,或将为电池提供高能量密度。锌电池受到关注得益于高安全性,锌电池使用水溶液作为电解液,取代了传统的有机溶剂,从而大幅降低了电池起火的风险。钠电池虽然在能量密度上不能媲美锂电池,但有着成本优势,由于制造钠电池的大部分设备和锂电池是相似的,现有的锂电池公司较容易转向制造钠电池,从而大幅降低生产成本。

尽管新型电池受追捧,但离真正产业化尚有距离。从目前发展情况来看,无论是镁电池、锌电池还是钠电池,在技术和材料等方面仍有诸多难题待解。以镁电池为例,元素本身活性较低,再加上高相容性电解液开发难度大,导致难以获得较好的电化学性能。

(中国汽车报网 广州日报 中国青年网 科普中国)

前景和挑战

马骋表示,要使电动汽车一次充电续航1000公里以上,锂离子电池也有可能实现,但如果想要通过电池让大型货车、船舶、飞机等更大功率的交通工具达到令人满意的续航里程,就需要寻找能量密度远高于锂离子电池的储能技术,而氟离子电池就是这类技术中一个很有前景的方向。

“氟离子电池研发目前还处于极其初级的阶段。研究者仍在摸索适合的材料体系,具有实用价值和商业价值的体系尚未出现。”马骋强调,氟离子电池的基础研究阶段仍面临诸多挑战,包括研究者尚未找到具备足够优异循环性能的正负极材料,以及兼具商业化价值和优异性能的电解质等。

马骋认为,要想使氟离子电池技术尽快体现出应用价值,目前仍需增加基础研究投入,解决电极材料、电解质材料等一系列与基础研究有关的难题。