

**标题：高性能电池是电动汽车的核心部件**

**摘要：电芯的未来：电池技术正在不断发展进步**

电池技术正在不断发展进步，预计很快就会在能量密度、充电功率、安全性和使用寿命方面取得进一步突破。保时捷通过 Cellforce Group 和 Group 14 Technologies 直接参与最前沿的研发工作。

高能量密度、大功率、长寿命、最高水准的安全性，并且还要以尽可能低的成本实现这一切：电动汽车电池必须同时满足诸多要求，而占主导地位的锂离子技术已经做得很好。不过，几乎所有参数都还有继续改进的空间，学术界和工业界都在紧锣密鼓地推进研究与开发工作。同时，充满希望的下一代技术也已经处于起步阶段。如今，锂离子电池在市场上占据主导地位并非巧合：锂原子特别容易失去其三个电子之一，同时锂也是质量最轻的金属。这些特性让锂元素十分合适作为可充电电池的基础材料。

**“就能量密度而言，纯锂是理想的阳极活性材料。不过，出于安全考虑，目前一般使用能吸收锂离子的石墨作为阳极活性材料。”**

保时捷工程公司电芯专项工程师

斯蒂芬妮·埃德尔伯格博士

锂电池的其他优势还包括：存储容量非常高、价格相对较低、使用寿命也很长。德国明斯特大学 MEET 电池研究中心商业技术总监法尔克·沙帕赫博士（Dr.Falko Schappacher）表示：“锂电池在经过 1,500 至 3,000 个完整充电周期后仍可剩余初始能量密度的 80%，这一点可以轻松实现，没有任何问题。”按照目前的预

测，车载电池的使用寿命可达到一百万公里的行驶里程。

## 阳极的优化

锂离子技术是一种由许多组件构成的系统，因此有很多环节存在进一步优化的空间。阳极就是其中之一：目前常用的阳极活性材料是石墨，而硅则是极具吸引力的替代方案，它提供的储电容量要高出 10 倍。沙帕赫博士强调说：“硅阳极会显著提高锂离子电池的整体能量密度。”埃德尔伯格博士也指出：“硅的一大优势在于，就重量而言，其储电能力仅次于锂，因此有望实现能量密度极高的电池。而且，它也是地壳中含量第二丰富的元素。”此外，她还认为，使用硅材料的电池可以具备极出色的快速充电能力，例如在 15 分钟内即可从 5% 充至 80%。

**“然而，硅颗粒在吸收锂时体积会膨胀 300%，因此会对材料和电极产生机械应力。”**

德国明斯特大学 MEET 电池研究中心

商业技术总监

法尔克·沙帕赫博士

如果电极表面因此受损，那么电池的使用寿命也会受到影响。埃德尔伯格博士表示：“使用纯硅活性材料，可以最大限度地提高能量密度，但也会面临使用寿命极大缩短的缺点。”尽管如此，业界依然在加紧研究高硅含量阳极，最高达 80%。

例如，Cellforce 公司正与保时捷合作探索这一技术路线。

## 提高阴极中的镍含量

除了阳极之外，业界也在努力优化阴极所用的活性材料。阴极材料需要具备储能容量大、电势高的性质。目前，欧洲电动汽车行业最常使用的材料是镍钴锰酸锂（NCM），其中镍、钴、锰的比例为 6:2:2。

将来，镍的含量可能会继续提高，钴和锰的用量则相应降低。镍含量提高可以提升储能容量。隔膜也是另一大潜在优化手段。它由非常薄（10 至 20 微米）的薄膜组成，材料多为聚乙烯或聚丙烯。不过，使用隔膜就需要牺牲一定的安装空间和重量。埃德尔伯格博士说：“隔膜可以间接提高电芯能量密度。隔膜越薄，在电芯中就可以设置更多层或更多卷电极。如此便可以提高电芯容量和能量密度。”

## 紧凑型固态电池

目前，业界正在积极研究固态电池，它需要的安装空间可能比传统的锂离子电池少得多。固态电池不使用电解液，而是使用固体电解质载体。目前，业界正在积极研究固态电池，它需要的安装空间可能比传统的锂离子电池少得多。固态电池不使用电解液，而是使用固体电解质载体。埃德尔伯格博士解释说：“在固态电池中，传统的隔膜完全被一层薄薄的固态电解质取代。可以说，固态电解质发挥了电解液和隔膜的双重作用。”

**“使用纯硅活性材料，可以最大限度地提高能量密度。”**

保时捷工程公司电芯专项工程师

斯蒂芬妮·埃德尔伯格博士

由于固态电池摒弃了液态电解质，并使用锂金属阳极，研究人员认为，其能量密度有望提升高达 50%，此外还有充电速度大大加快、固态电解质不易燃等潜在优势。沙帕赫博士认为，与锂-空气电池等其他发展方向相比，锂基固态电池(SSB)是“一种很有希望的锂离子电池的替代选项”。

钠离子电池由于能量密度较低，尤其适合本地储能应用。锂-空气技术仍然面临许多挑战，就目前的情况来看，几乎没有任何优势可言。

**“目前和不久的将来，锂-空气电池依然只能停留在基础研究课题阶段。”**

保时捷工程公司电芯专项工程师

斯蒂芬妮·埃德尔伯格博士

然而，调整电芯化学成分并不是优化电池的唯一方法，电芯传感器技术和包装方面同样有提升潜力可以挖掘。如果安装在电池中的传感器可以更加精确、快速地记录电池状态，就可以缩短充电时间，例如通过在特殊电压范围内的快速充电能力实现这一点。另外还可以更精确地控制电芯冷却系统，这也有利于延长寿命。

在未来性能更强大的电池中，包装和电芯设计也将起到不可忽视的作用。例如，可以通过无模组 (Cell-to-Pack) 技术将电芯直接整合成电池组。亥姆霍兹研究所 (HIU) 所长、卡尔斯鲁厄理工学院 (KIT) 储能系统研究所负责人马克西米利安·菲希特纳博士教授 (Prof.Dr.Maximilian Fichtner) 说：“这打破了目前电池规模较小的局限性。”

“现在，我们不用再将大量巧克力棒大小的电芯一一连接，而是可以将一系列长达 1.20 米的电芯横向安装，紧紧地塞进一个框架中，就像床的板条框架一样。”这样一来，就能在更小的空间内实现更大的储电容量和更好的冷却效果。

## 更大的潜力

菲希特纳博士说：“从中期来看，将新的阳极化学成分与电芯密集包装相结合，我们有望将续航里程提升到 1,300 公里。”沙帕赫博士对此也持乐观态度——不过，技术飞跃总是很难预测，尤其是像固态电池这样的重大飞跃。“我相信，高档车的续航里程有望增加 30% 至 50%。”这位专家预测说，并且还进一步强调：“比增加续航里程更重要的，是快速充电能力。”据沙帕赫博士预计，在未来，快速充电到 80% 将不会比在加油站加油所需的时间多出多少。

**“现在的 Taycan 只需 22.5 分钟即可从 5% 充电到 80%。如果将硅用作阳极材料，在中期内有望将这一时间缩短至 15 分钟以内，长期来看甚至有可能远低于 15 分钟。”**

Cellforce Group 首席运营官

马库斯·格雷夫

不过，这也要求研发性能更强大的新型充电桩。此外，将来可能需要对充电插座进行主动冷却，以便安全传输超过 500 kW 的大充电功率。目前业界正在积极

推进研发工作，致力于进一步优化锂离子电池、发展固态电池等新兴技术，并且有望在未来几年内为电能储存系统的性能带来显著飞跃，让电动汽车更具吸引力。