

# “锂电池用低密度有机硅阻燃密封材料”成果登记公示信息

成果名称:	锂电池用低密度有机硅阻燃密封材料
完成单位:	硅宝正基(深圳)科技有限公司,成都硅宝科技股份有限公司,硅宝(眉山)新能源材料有限公司
完成人员:	朱云峰,翟天元,罗晓锋,黄强,王有治,姜显珍,梁永成,余晓桃,熊吉泉,向艳,王小会,张凯,雷震,钟方涛
研究起止日期:	2021-10-01至2023-12-31
主要应用行业:	制造业
高新技术领域:	新材料
评价单位:	中国化学与物理电源行业协会
评价日期:	2024-12-28
成果简介:	<p>一、课题来源与背景</p> <p>本项目为企业自选研究开发项目,为满足动力电池和无人机轻量化、绝缘阻燃防护、防水密封、长期适应极端环境的技术及市场需求,开发轻量化有机硅密封材料。</p> <p>普通的有机硅密封材料应用到新能源汽车动力电池和无人机飞行模组密封还存在一些不足,主要表现为以下两个方面:(1)普通有机硅密封材料难以满足低密度、低粘度、轻量化填料上浮不板结性能需求。目前应用到动力电池和无人机飞行模组封装的有机硅密封材料密度较高,导致动力电池和无人机重量增加,直接影响到新能源汽车和无人机的能耗和续航里程,同时也影响到车辆和无人机的加速性能、操控性能和制动性能。解决这个问题比较有效的办法是,在有机硅密封材料中添加轻量化填料可以降低密度,但是添加轻量化填料后,轻量化填料与硅油的相容性较差,容易出现团聚上浮板结现象,同时有机硅密封材料因大量添</p>

加轻量化填料导致粘度较高不利于施胶工艺操作。（2）常规有机硅密封材料难以满足低密度阻燃的需求，常规有机硅密封材料不具有阻燃效果，发生着火便会迅速猛烈地持续燃烧。目前比较有效的办法是在有机硅密封材料中添加阻燃剂，常规阻燃剂有含卤阻燃剂、磷氮系阻燃剂、无机阻燃剂等。其中含卤阻燃剂阻燃效果比较好，但是某些含卤阻燃剂具有毒性，对人类和动物的内分泌系统、生殖系统和神经系统产生不利影响，并且在燃烧时会释放有害的卤化气体，这些物质对环境和人类健康极为有害，已经逐渐被禁止使用；磷氮系阻燃剂是一类无卤阻燃剂，它们通常由磷和氮元素组成，具有对环境友好、低毒性、热稳定性、阻燃效果好等优异特性，但是氮磷系阻燃剂会引起加成型有机硅密封材料中的铂金催化剂中毒，从而导致加成型有机硅密封材料不固化现象；无机阻燃剂如氢氧化铝、氢氧化镁、氧化锑等，这类阻燃剂也不适用于有机硅密封材料因为其密度高阻燃效果差并且添加量大，导致有机硅密封材料粘度偏高而影响施工性能。因此，开发一款兼具同时具备轻量化、阻燃性能优异（V0级）、施工性能好的加成型有机硅密封材料很有必要。

## 二、技术原理及性能指标

首先，本项目设计合成了一种两亲性含氟聚硅氧烷改性剂，一端是含羟基的亲水性基团，另一端是含氟的聚硅氧烷亲油性基团。由于轻量化填料表面通常富含羟基，改性剂的羟基基团与轻量化填料表面的羟基基团通过分子间作用力形成氢键，使轻量化填料表面包覆一层亲油性基团，因亲油性基团含硅氧烷链段进一步改善了轻量化填料与硅油的相容性提高了轻量化填料在硅油

中的分散性，从而降低了有机硅密封材料的自身粘度。同时，包裹在轻量化填料表面的非极性长链含氟基团，阻碍了轻量化填料之间的团聚，从而解决了轻量化填料上浮团聚板结的问题。其次，通过合成一种聚丙烯蜡包覆聚磷酸铵-二氧化钛的核壳结构协效阻燃剂，充分利用聚磷酸铵-二氧化钛高效阻燃性，以较少的添加量解决有机硅密封材料阻燃差的问题；同时利用聚丙烯蜡对聚磷酸铵-二氧化钛包覆制备成核壳结构阻燃剂，解决加成型有机硅密封材料添加磷氮系阻燃剂导致铂金催化剂中毒的问题。

关键性能如下：密度  $0.61\text{g/cm}^3$ ，粘度  $1954\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，阻燃等级（3mm）为 V-0 级，板结度为 34.5mm。

### 三、技术的创造性与先进性

创新点 1：设计合成一种对轻量化填料表面接枝改性的多功能含氟聚硅氧烷改性剂，解决了有机硅密封材料因添加轻量化填料而导致的团聚增稠和上浮板结的问题，达到了粘度  $<3000\text{cps}$ 、密度  $\leq 0.65\text{g/cm}^3$ ，常温存储 6 个月不板结的优异特性。

创新点 2：设计合成一种采用聚丙烯蜡包覆聚磷酸铵-二氧化钛的核壳结构协效阻燃剂，解决了加成型有机硅密封材料添加磷氮系阻燃剂导致铂金催化剂中毒的问题，以此阻燃剂（添加量  $<5\text{wt}\%$ ）制备的低密度有机硅密封材料阻燃等级达到 UL94 V-0 级。

项目关键技术经广东省科学技术情报研究所查新，得出结论如下：未见国内外有与本委托项目的创新点相同的“锂电池用低密度有机硅阻燃密封材料”的文献报道。

### 四、技术的成熟程度，适用范围和安全性

本项目技术已依托企业实现自主转化并进行产业化应用，项目产品应用于新能源动力电池灌封、无人机及飞行器电子模块灌封、电子电器壳体轻量化填充等场景，为我国新能源汽车动力电池和无人机飞行模组密封提供了新的解决方案，填补了国内锂电池用低密度有机硅阻燃密封材料的空白。

#### 五、应用情况及存在的问题

该项目产品累计销售 200 余万升，销售额超 1 亿元，已在比亚迪、大疆批量使用，得到一致好评。

随着新能源汽车行业 and 低空经济产业的高速发展，对轻量化密封材料性能要求更为严格，因此未来产品需要做出更低密度例如  $<0.3 \text{ g/cm}^3$ ，更低粘度例如  $<1000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ，并且阻燃等级 V-0 的锂电池用低密度有机硅阻燃密封材料。