

《新能源汽车电芯绝缘 UV 光固化涂料技术要求》

团体标准编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.1 工作任务来源

新能源汽车产业蓬勃发展，动力电池安全受关注。动力电池作为新能源汽车的“心脏”，其安全性至关重要，电芯绝缘材料则是保障电池安全的关键屏障。传统 PET 蓝膜绝缘方案短板凸显，长期以来，PET 蓝膜是电芯绝缘的主流方案。蓝膜以 PET 为基材，涂覆压敏胶制成，成本低、合格率可控，在少批量生产中有一定优势。但随着新能源汽车技术发展，蓝膜缺点愈发明显：一方面，蓝膜的压敏胶粘接性能有限，仅 0.5 - 2MPa，PET 基材表面能低，致使结构胶在其上的粘接强度仅 2.0 - 3.5MPa。当电池组受外力冲击，蓝膜易从电芯外壳脱落，导致绝缘失效。另一方面，800v 及以上高电压平台车型兴起，传统 PET 蓝膜最高耐击穿电压仅 2500v，无法满足新平台 3000 - 4000v 的耐击穿电压要求。此外，GB38031《电动汽车用动力蓄电池安全要求》标准升级，对电池包及系统绝缘电阻值提出更高要求，蓝膜方案已难以满足技术需求。

在此背景下，UV 光固化涂料凭借诸多优势，成为替代 PET 蓝膜的理想选择。从性能上看，UV 光固化涂料固化后形成的涂层具有优异绝缘性、附着力、耐磨性和耐久性，与电池无缝衔接，能有效防止短路和热失控，可承受更高电压，为高电压平台车型提供可靠绝缘保障。在生产效率方面，UV 光固化涂料利用紫外线固化，仅需 1 - 3 秒，无需高温烘烤，大幅缩短生产周期，提升生产节拍，满足大规模自动化生产需求，如宝马莱比锡工厂的电芯喷涂生产线每小时可喷涂 2300 多个电芯。而且，UV 光固化涂料无挥发性有机化合物（VOC）排放，符合环保理念和法规要求，绿色环保。

尽管 UV 光固化涂料前景广阔，但目前行业内缺乏统一技术标准。各企业自行制定参数，导致产品质量参差不齐，涂层厚度、固化能量、附着力等关键指标差异大，影响电池安全一致性。不同品牌的喷涂设备与固化光源接口不统一，增加了设备集成成本，阻碍了 UV 光固化涂料的大规模应用。此外，检测方法不统一，难以准确评估材料长期可靠性。制定《新能源汽车电芯绝缘 UV 光固化涂料技术要求》标准迫在眉睫，通过规范技术指标、统一工艺要求和建立检测方法，能有效解决上述问题，推动 UV 光固化涂料技术在新能源汽车电芯绝缘领域的广泛应用，助力新能源汽车产业高质量发展。

经标准起草组及专家组多次调研论证，根据《团体标准管理规定》有关规定，特立项本系列标准。标准项目计划编号为 T/CASME-XXX-2025。

1.2 主要工作过程

1.2.1 主要参加单位

本标准主要起草单位：松井新材料集团股份有限公司、湖南松井先进表面处理与功能涂层研究院有限公司、湖南恒兴新材料有限公司、湖南帝京新材料有限公司、比亚迪基础科学研究所、西华大学、惠州亿纬锂能股份有限公司、华兴中科标准技术（北京）有限公司等。起草单位主要参与草案的修改，填充，提出意见等标准工作。

1.2.2 工作分工

1.2.2.1 第一次工作会议

2024年12月17日，线上开启《新能源汽车电芯绝缘UV光固化涂料技术要求》标准的启动会议。松井新材料集团股份有限公司PMO经理周玉社周经理宣讲了《新能源汽车电芯绝缘UV光固化涂料技术要求》的标准草案，多家参编单位共同讨论。

1.2.2.2 工作进度安排

2024年7-8月，项目市场调研。

2024年9月，开启立项论证会议，项目申报立项。

2024年12月，编写团体标准项目草案，召开标准启动会。

2025年3月，公开征求意见。

2025年4月，召开编制组内部讨论会议。

2025年5月，召开标准审定会。

2025年7月，报批，发布。

二、标准编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前光固化漆的现状，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

三、标准主要内容的确定

1 术语和定义

GB/T 5206界定的术语和定义适用于本文件。

2 技术要求

新能源汽车电芯绝缘UV光固化涂料技术要求应符合表1的要求。

表1 UV光固化绝缘涂料技术要求

项目		指标	试验方法
涂料	气味	≤3级	5.4.1
	容器中状态	色泽均匀, 无凝胶、无团聚、无分层沉淀	5.4.2
	密度/(g/ml)	供需双方商定	5.4.3
	不挥发物含量/%	≥99.5	5.4.4
	黏度/(mPa·s)	供需双方商定	5.4.5
	挥发性有机物/(g/L)	≤50	5.4.6
涂层	涂层气味/级	≤3	5.4.1
	外观	无破损、起皱、起泡等现象	目测
	颜色	供需双方商定	5.4.7
	杂质	无杂质、异物, 无导电颗粒	目测
	光泽度(60°)/%	70~95	5.4.8
	干膜密度/(g/cm ³)	供需双方商定	5.4.9
	表面张力/(dyn/cm)	≥28	5.4.10

表1 UV光固化绝缘涂料的性能要求(续)

涂层	硬度	≥H	5.4.11
	平均厚度/μm	供需双方商定	5.4.12
	导热系数/(W/(m·k))	≥0.2	5.4.13
	附着力/级	≥0	5.4.14
	剪切强度/MPa	≥10	5.4.15
	对拉强度/MPa	≥10	5.4.16
	耐电痕化指数(CTI)/V	≥400	5.4.17
	绝缘阻抗/GΩ	≥1	5.4.18
	耐压漏电流/mA	≤0.5	5.4.19
	表面电阻率/(Ω·cm)	≥1*10 ¹²	5.4.20
	体积电阻率/(Ω·cm)	≥1*10 ¹²	5.4.21
	介电强度/(KV/mm)	≥70	5.4.22
	介电常数/(F/m)	≤6	5.4.22

耐冲击 ($\geq 50\text{cm}$)	外观	4倍放大镜下, 漆膜无爆漆、裂纹等不良缺陷	5.4.23
	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	
	耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
柔韧性 (轴棒曲率 直径32mm, 弯 曲180° 或供 需双方商定)	外观	涂层不脱落, 无裂纹	5.4.24
	附着力/级	0~1	
	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	
	耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
耐磨性 (1000次或供 需双方协商)	外观	涂层无磨穿	5.4.25
	附着力/级	0~1	
	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	
	耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
耐酸性 (5% HCl , 2h)	外观	涂层无开裂、脱落、起泡等现象	5.4.26
	附着力/级	0~1	
	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	
	外观	涂层无开裂、脱落、起泡等现象	
	附着力/级	0~1	

表 1 UV 光固化绝缘涂料的性能要求 (续)

耐酸性 (5% HCl , 2h)	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	5.4.26
	耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
	柔韧性	涂层不脱落, 无裂纹; 附着力0~1级; 绝缘阻抗 $\geq 1\text{G}\Omega$; 耐压漏电流 $\leq 0.5\text{mA}$	
耐碱性 (5% NaOH , 2h)	外观	涂层无自燃	5.4.27
	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	
	耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
耐水性 (25°C, 168h)	外观	涂层无开裂、脱落、鼓包、变色现象	5.4.28
	附着力/级	0~1	
	绝缘阻抗/ $\text{G}\Omega$	≥ 1	
	耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
	剪切力/ MPa	≥ 4	
	拉拔力/ MPa	≥ 4	

		柔韧性	涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$	5.4.29	
		耐磨性	涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$		
		耐冲击	4倍放大镜下，漆膜无爆漆、裂纹等不良缺陷；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$		
	耐冷却液 (50%乙二醇 水溶液中， 60℃，30d)	外观	涂层外观无开裂，脱落，鼓包，变色现象		5.4.30
		附着力/级	0~1		
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1		
		耐压漏电流/mA	≤ 0.5		
		剪切力/MPa	≥ 10		
	耐电解液 (常温浸泡 30d)	外观	涂层外观无开裂，脱落，鼓包，变色现象		5.4.31
		附着力/级	0~1		
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1		
		耐压漏电流/mA	≤ 0.5		
	耐中性盐雾 性 (168h)	外观	涂层无开裂、脱落、起泡现象		5.4.31
		附着力/级	0~1		
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1		
耐压漏电流/mA		≤ 0.5			
柔韧性		涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$			

表 1 UV 光固化绝缘涂料的性能要求 (续)

项目		指标	试验方	
涂层	耐中性盐雾 性	与结构胶粘接 强度/MPa	≥ 9	5.4.31
	耐高温 (200 \pm 2℃, 1h)	外观	涂层无自燃	5.4.32
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1	
		耐压漏电流/mA	≤ 0.5	
	耐低温 (-40℃, 20h)	外观	涂层无开裂、脱落、鼓包、变色现象	5.4.33
		附着力/级	0~1	
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1	
		耐压漏电流/mA	≤ 0.5	
		剪切力/MPa	≥ 4	
		拉拔力/MPa	≥ 4	
	柔韧性	涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$		

		耐磨性	涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$	
		耐冲击	4倍放大镜下，漆膜无爆漆、裂纹等不良缺陷；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$	
	耐湿热循环 (5个循环)	外观	涂层无开裂、脱落、鼓包、变色现象	5.4.34
		附着力/级	0~1	
		绝缘阻抗/ $G\Omega$	≥ 1	
		耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
		剪切力/ MPa	≥ 10	
		拉拔力/ MPa	≥ 10	
	耐盐水 (30d)	外观	涂层无开裂、脱落、鼓包、变色现象	5.4.35
		附着力/级	0~1	
		绝缘阻抗/ $G\Omega$	≥ 1	
		耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
	高低温冲击 ($-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$) \times 2h*500次,共 1000h)	外观	涂层无开裂、脱落、起泡现象	5.4.36
		附着力/级	0~1	
		绝缘阻抗/ $G\Omega$	≥ 1	
		耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
		柔韧性	涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$	
		与结构胶粘接 强度/ MPa	≥ 9	

表1 UV光固化绝缘涂料的性能要求(续)

项目		指标	试验方	
涂层	老化测试 ($85^{\circ}C, 85\%RH$) \times 1000h)	外观	涂层无开裂、脱落、起泡现象	5.4.37
		附着力/级	0~1	
		绝缘阻抗/ $G\Omega$	≥ 1	
		耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
		柔韧性	涂层不脱落，无裂纹；附着力0~1级；绝缘阻抗 $\geq 1G\Omega$ ；耐压漏电流 $\leq 0.5mA$	
		与结构胶粘接 强度/ MPa	≥ 9	
	膨胀呼吸测 试	外观	4倍放大镜下，漆膜不脱落，无裂纹	5.4.38
		附着力/级	0~1	
		绝缘阻抗/ $G\Omega$	≥ 1	
		耐压漏电流/ mA	≤ 0.5	
	承压	外观	涂层应无裂纹、脱落等不良	5.4.39

		剪切力/MPa	≥ 10		
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1		
		耐压漏电流/mA	≤ 0.5		
	低气压 (11.6kPa \times 6h)	外观	涂层应无裂纹、脱落等不良		5.4.40
		绝缘阻抗/G Ω	≥ 1		
		耐压漏电流/mA	≤ 0.5		
	热失控 (360 $^{\circ}$ C \times 1min)	漏电流/mA	≤ 0.1	5.4.41	
		绝缘电阻/M Ω	≥ 500		
		水汽透过率/ (g/(h \cdot m 2))	≤ 100	5.4.42	
		体积收缩率/%	≤ 8	5.4.43	
	180 $^{\circ}$ 剥离强度/ (N/24mm)	≥ 10	5.4.44		
	可燃性等级	V-0	5.4.45		
	禁用物质	铅、汞、六价铬、多溴联苯 (PBBs)、多溴联苯醚 (PBDEs) 的质量百分数不得超过0.1%, 短链脂肪族多环芳烃的质量百分数不得超过0.01%	5.4.46		

3 检验方法

3.1 试样

产品按GB/T 3186的规定取样,也可按商定方法取样,取样量根据检验需要确定。按GB/T 20777的规定,检查和制备每一个试验样品,准备“待测”状态下的最终试验样品。

3.2 试验环境

除另有规定外,试板的状态调节应符合GB/T 9278的规定。制备好的试板,应在GB/T 9278规定的条件下放置规定时间后,按有关检验方法进行性能测试。固化性能、涂膜外观、光泽、铅笔硬度、划格试验、耐冲击性项目应在GB/T 9278规定的条件下进行测试,其余项目按相关检验方法标准规定的条件进行测试。

3.3 试验样板的制备

3.3.1 底材及底材处理

除另有规定外,用表2中规定的底材制板。铝板、镍钢板及其他类型金属试板要求及表面处理应符合GB/T 9271中规定,其表面处理应采用激光、喷砂或化学处理方法,清洁处理后材料表面的粗糙度应符合 $Ra \sim 1.5-2.5 \mu m$, $Rz \sim 7-14 \mu m$ 。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

经查,暂无相同类型的国际标准与国外标准,故没有相应的国际标准、国外标准可采用。本标准达到国内先进水平。

五、与国内相关标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律法规和强制性国家标准的规定。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

八、其他

本标准不涉及专利。由于本标准首次制定，没有特殊要求。

团体标准起草组

2025年3月