

《聚双环戊二烯反应注射树脂 (PDCPD-RIM 树脂)》

编制说明

(征求意见稿)

编制单位：上海中化科技有限公司

编制日期：2025 年 07 月

《聚双环戊二烯反应注射树脂(PDCPD-RIM 树脂)》

编制说明

一、任务来源

(一) 任务来源

本标准由中国化工学会提出并归口，由上海中化科技有限公司牵头制定。

(二) 标准制定的目的和意义

聚双环戊二烯(PDCPD)材料是以双环戊二烯(DCPD, 环戊二烯二聚物)为原材料的一种新型的特种工程塑料。原料 DCPD 是乙烯裂解所产生的 C5/C9 馏分中重要的高附加值副产物。随着国内乙烯需求量的不断增长,截至 2022 年,国内乙烯总产能已扩增至 4750 万吨/年,占全球乙烯总产能的近 20%,且国内新建乙烯装置在未来 5 年内仍将持续增加。随着新建乙烯装置的大量投入运行,乙烯下游 C5/C9 副产品产量也随之不断增加。2022 年,国内 C5/C9 资源总量合计约为 600 万吨,环戊二烯(CPD)在 C5/C9 资源中占比达 20%~30%,但其中大部分都作为低附加值资源直接出售,用于燃料及石油树脂生产,随着“减油增化”趋势的不断发展,开发具有高附加值、精细化的产品迫在眉睫。

改革开放后,中国经济高速发展,对新材料的需求不断增加,目前有多种材料的国内用量占比已超过全球用量的 60%,相关材料的供需变化影响着全球市场价格格局。但与此同时,大量低价值、高污染的材料也不断转移进入国内市场生产、使用和消耗。片状模塑料(SMC)便是一种典型的低价值、高污染材料,是以短切玻璃纤维、无机填料、不饱和聚酯等为原料生产的复合材料,目前在汽车、建筑、轨道交通等行业得到大量应用,国内用量超过 60 万吨(2022 年)。SMC 材料由于其低成本、高模量等特性,在国内市场(尤其是汽车等外饰件领域)获得大量应用。但是由于 SMC 材料整个生命周期碳排放在 $2.5\text{kgCO}_2/\text{kg}$ 左右,是一种高碳排放材料;且 SMC 材料无法有效进行回收,焚烧后产生 70%以上的固废,造成更为严重的污染,目前最为有效也是最为无奈的方法为掩埋,其在地下 100 年的降解率不足 2%。因此,与 SMC 材料大规模应用相伴的是付出了牺牲生态环境的代价。

聚双环戊二烯(PDCPD)是以双环戊二烯(DCPD)为主要聚合单体,经有机金属催化剂催化发生烯烃复分解反应聚合而成的高分子聚合物。PDCPD 材料具有高抗冲击性能,兼具较高的模量和强度,是理想的 SMC 材料的替代者,其生产周期内碳排放仅 $0.8\text{kgCO}_2/\text{kg}$,远低于 SMC 材料,并且 PDCPD 材料可作为高能固体燃料回收利用,焚烧后仅产生 CO_2 和水,无任何固废产生,是有效的降减排手段。

因此,研究和开发以 DCPD 为原料的 PDCPD 高性能材料及配套生产的专用树脂,可以更加充分地利用我国庞大的乙烯产业所产生的副产物资源,补全我国在相关高端特种聚烯烃产品领域的空白。此外,高性能 PDCPD 材料的生产目前主要依赖国外进口的专用树脂进行,基本被日本和美国公司所垄断,开展 PDCPD 项目的研究和开发,也有利于打破相关产品的国外垄断,实现产品的国产化替代,更有利于 PDCPD 材料在国内市场的推广。由于 PDCPD 材料兼具质轻、高性能、成型能耗低、回收无固废的特点,因而成熟的国产化 PDCPD 产品将为我国提供具备市场竞争力的、相比于目前传统材料具有显著绿色减排优势的高性能新材

料的新选择，在包括汽车轻量化在内的诸多领域极具推广价值。

PDCPD 材料明确列入了工信部《重点新材料首批次应用示范指导名录》，受相关政策支持；同时，PDCPD 项目所开发产品属于高端聚烯烃类产品，为中国中化重要产业链之一。中国中化承担国家新材料补短板的战略使命，近年来全力鼓励高端新材料发展战略。本标准将有力促进 PDCPD 新材料的进口替代和材料市场推广，降低相关应用领域内材料加工成型过程中能耗和碳排放，助力实现我国“碳中和”目标；同时，部分解决材料回收中需大量土地进行填埋的问题，使材料使用的全寿命周期更加绿色环保。此外，由于电子级 PDCPD 材料具有良好的介电性能和多样化的成型方案，在以 5G 技术为代表的高端应用领域和先进复合材料领域具有巨大应用潜力。

随着上游聚合原料国产化进程加剧，PDCPD 的国产化替代已成必然趋势。截至目前，用于 PDCPD 生产的 PDCPD-RIM 树脂的国外企业有日本瑞翁和美国 Metton 公司；国内目前有在销售产品的企业如：中化国际（含上海中化科技）、大成普瑞、成都派迈等，宣布将要生产或建设的企业如：淄博鲁华泓锦等，均未发现有企业或团体制定过有关 PDCPD 相关的国家、行业或团体标准。国内企业各自为战，没有形成对产品性能统一的判断依据，使得市场上经常出现以次充好的现象，这对正处于生长阶段的国内 PDCPD 材料市场非常不利。

为了引导国内 PDCPD 材料市场的良性发展，规范生产企业和代理经销商的行业秩序，提升国内 PDCPD 整体行业的竞争力，非常有必要制定国内 PDCPD-RIM 树脂的相关团体标准。该标准的有效制定，可以规范生产企业的出厂标准，提高技术准入门槛，提高国内 PDCPD-RIM 树脂生产端的竞争力。同时还可以统一 PDCPD-RIM 树脂的评判标准，避免下游应用端在选择使用时无法做到准确评判的尴尬境地，大大提高产品供应端和应用端的沟通效率，避免因此产生的矛盾进而影响整个行业的健康发展。

二、起草工作简要过程

按照中国化工学会标准制修订程序的要求，《聚双环戊二烯反应注射树脂(PDCPD-RIM 树脂)》团体标准的编制完成了以下工作：

（一）资料的收集

在标准编制过程中，起草工作组收集了以下资料：

- GB/T 1033.1-2008 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第 1 部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法
- GB/T 1634.1 塑料 负荷变形温度的测定 第 1 部分：通用试验方法
- GB/T 1634.2 塑料 负荷变形温度的测定 第 2 部分：塑料和硬橡胶
- GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定
- GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法
- GB/T 3398.2 塑料 硬度测定 第 2 部分：洛氏硬度
- GB/T 4472-2011 化工产品密度、相对密度的测定
- GB/T 5597 固体电介质微波复介电常数的测试方法

- GB/T 6324.8 有机化工产品试验方法 第 8 部分：液体产品水分测定 卡尔·费休库仑电量法
- GB/T 6678 化工产品采样总则
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 10247-2008 粘度测量方法
- GB/T 19466.3 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第 3 部分：熔融和结晶温度及热焓的测定
- GB/T 33047.1 塑料 聚合物热重法（TG） 第 1 部分：通则
- GB/T 36800.2-2018 塑料 热机械分析法（TMA） 第 2 部分：线性热膨胀系数和玻璃化转变温度的测定

（二）标准的起草

- 2024 年 10 月，聚双环戊二烯反应注射树脂(PDCPD-RIM 树脂) 团体标准正式立项。2024 年 10 月至 2025 年 1 月，项目组完成标准的前期预研工作，联系产品生产企业、科研单位及下游用户等。对聚双环戊二烯反应注射树脂(PDCPD-RIM 树脂) 标准化的有关问题进行调研和分析。
- 2025 年 2 月，召开标准启动会，成立起草工作组，正式启动《聚双环戊二烯反应注射树脂(PDCPD-RIM 树脂)》的团体标准编制工作，根据启动会企业代表意见，修改完成《聚双环戊二烯反应注射树脂(PDCPD-RIM 树脂)》工作组第一稿。
- 2025 年 2 月至 2025 年 7 月，工作组成员根据启动会讨论内容和要求，开展验证试验，按照标准指标项要求，开展了产品指标数据验证试验，并在此基础上统一各方意见，形成标准征求意见稿。

（三）主要参加单位和工作组成员

标准起草单位为上海中化科技有限公司、中化国际（控股）股份有限公司、扬州扬子到河复合材料制品有限公司和大成普瑞新材料有限责任公司。具体情况如表 1 所示。

表 1 主要参加单位和工作组成员表

成员姓名	所在单位	专业方向	邮箱
王志军	中化国际（控股）股份有限公司	分析化学	wangzhijun03@sinochem.com
杨鲜锋	中化国际（控股）股份有限公司	材料物理与化学	yangxianfeng01@sinochem.com
童弢	上海中化科技有限公司	工业催化	tongtao01@sinochem.com
张丽	上海中化科技有限公司	分析化学	zhangli67@sinochem.com
王钢琳	上海中化科技有限公司	分析化学	wangyinlin@sinochem.com
叶佳杰	上海中化科技有限公司	工业催化	yejiajie@sinochem.com
胡祚锋	扬州扬子到河复合材料制品有限公司	材料学	Huzuofeng@yangzi-doha.com
李明和	大成普瑞新材料有限责任公司	材料学	limingheld@163.com

成员姓名	所在单位	专业方向	邮箱
朱华夫	大成普瑞新材料有限责任公司	材料学	582060559@qq.com

三、编写原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准的编写原则

本标准遵循以采用国内优质产品指标和技术、规范生产企业和代理经销商的行业秩序、提升国内 PDCPD-RIM 树脂整体行业的竞争力、满足客户要求、保护消费者利益为原则，按照 GB/T 1.1-2020 的规范要求进行编写。

本标准的编制结合了生产企业 PDCPD-RIM 树脂制备工艺流程、产品检验检测方法、试验数据等有关资料，在借鉴已有经验的基础上，提出了 PDCPD-RIM 树脂产品的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等要求。

（二）确定标准主要内容的依据

本标准编制过程，参照了国内外的企业标准和技术文件等。参考了国内外相关产品的技术要求，既考虑国际先进性又充分考虑国内实际情况，以利于本行业的健康发展。

本标准规定的试验方法和检验规则应切实可行，具有可操作性，试验方法基本采用已有的国家标准或行业标准。

1. 指标项的确定

PDCPD-RIM 树脂产品由 A、B 双组分组成，A、B 组分的技术指标主要考虑外观、相对密度、黏度、水分和结晶温度。

PDCPD-RIM 树脂制品的技术指标主要考虑热变形温度、挥发份、制品密度、拉伸强度和拉伸模量、弯曲强度和弯曲模量、洛氏硬度、悬臂梁缺口冲击强度（23℃、0℃、-40℃）、悬臂梁无缺口冲击强度（23℃、0℃、-30℃）、介电常数、介电损耗和热膨胀系数。

2. 试验方法的确定

对已有国行标的试验方法，直接引用。

3. 指标值的设定

本标准指标值的设定是在工作组成员单位提供企业实际生产数据的基础上，综合行业实际情况设定。具体见表 2 和表 3。指标值验证数据见附录 A 和附录 B。

聚双环戊二烯反应注射树脂（PDCPD-RIM 树脂）由 A、B 双组分组成，A、B 组分的技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 PDCPD-RIM 树脂的技术要求

序号	项目	指标	
		A组分	B组分
1	外观	液体，无可见机械杂质	
2	相对密度	0.98±0.02	
3	黏度(30℃)/(mPa·s)	20~500	
4	水分/(mg/kg) <	100	
5	结晶温度/℃ ≤	-5	

PDCPD-RIM树脂制品的技术要求应符合表3的规定。

表 3 PDCPD-RIM 树脂制品的技术要求

序号	项目	指标		
		电子级	优等品	合格品
1	热变形温度/℃ ≥	110	110	100
2	挥发份/wt% ≤	1.0	2.0	4.0
3	制品密度/(kg/m³)	1.05±0.03	1.05±0.03	1.05±0.03
4	拉伸强度/MPa ≥	45	45	45
5	拉伸模量/MPa ≥	1850	1850	1750
6	弯曲强度/MPa ≥	70	70	70
7	弯曲模量/MPa ≥	1850	1850	1750
8	洛氏硬度(R标尺/L标尺) ≥	80	80	80
9	悬臂梁缺口冲击强度(23℃)/(kJ/m²) ≥	25	25	20
10	悬臂梁缺口冲击强度(0℃)/(kJ/m²) ≥	20	20	16
11	悬臂梁缺口冲击强度(-40℃)/(kJ/m²) ≥	20	20	16
12	悬臂梁无缺口冲击强度(23℃)/(kJ/m²) ≥	70	70	60
13	悬臂梁无缺口冲击强度(0℃)/(kJ/m²) ≥	60	60	50
14	悬臂梁无缺口冲击强度(-30℃)/(kJ/m²) ≥	60	60	50
15	介电常数(10 GHz) <	2.4	/	/
16	介电损耗(10 GHz) <	0.001	/	/
17	热膨胀系数/(10 ⁻⁶ K ⁻¹) <	110	/	/

四、技术经济分析论证和预期的经济效益

本标准的制定，有助于进一步规范行业秩序，提升行业质量水平，促进行业技术水平的不断提升。标准实施后有助于增强行业的国际竞争力，促进国内企业的出口，为国内企业创造更大的利润空间。

五、采用国际标准和国外先进标准情况及水平对比

本标准制定过程中，起草单位对国内外标准资料进行了收集工作，未查到同类国际、国外标准。国内还未有该产品的国家、行业、地方标准。

六、与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

本标准严格遵循国务院印发的《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13 号）中关于培育和发展团体标准的各项改革措施要求。同时，与国家标准化委员会修改标准化法和《关于培育和发展团体标准的指导意见》相协调，从而确保该标准可为相关法律法规的制定和实施提供支撑。

本标准在制定过程中，以尽量直接引用的方式与相关现行标准实现协调和衔接。

七、贯彻实施标准的措施和建议

本标准制定后，将统一各生产企业的产品质量标准，希望各生产企业严格执行标准的要求，共同维护行业的发展，建议本标准在发布之日起半年内实施建议。

八、其他应予以说明的事项

无。

附录 A PDCPD-RIM 树脂产品验证试验数据

序号	指标项目 (A 组分/B 组分)	指标要求	批次	上海中化科技有限公司 试验结果	大成普瑞新材料有限责 任公司试验结果	日本瑞翁公 司产品结果
1	外观	液体, 无可 见机械杂质	1	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可 见机械杂质
			2	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			3	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			4	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			5	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			6	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			7	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			8	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			9	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
			10	液体, 无可见机械杂质	液体, 无可见机械杂质	
2	相对密度	0.98±0.02	1	0.99	0.98	0.98
			2	0.99	0.98	
			3	0.99	0.99	
			4	0.99	0.98	
			5	0.98	0.98	
			6	0.99	0.99	
			7	0.99	0.99	
			8	0.99	0.99	
			9	0.99	0.99	
			10	0.99	0.98	
3	黏度(30℃)/ (mPa·s)	20~500	1	363	387	340
			2	339	396	
			3	356	382	
			4	334	346	
			5	378	403	
			6	330	396	
			7	318	379	

序号	指标项目 (A 组分/B 组分)	指标要求	批次	上海中化科技有限公司 试验结果	大成普瑞新材料有限责 任公司试验结果	日本瑞翁公 司产品结果
			8	358	361	
			9	346	324	
			10	344	410	
4	水分/ (mg/kg)	<100	1	45	77	79
			2	70	80	
			3	78	53	
			4	43	69	
			5	67	46	
			6	81	81	
			7	46	64	
			8	53	53	
			9	55	82	
			10	79	49	
5	结晶温度/℃	≤-5	1	-20	-14	-7
			2	-15	-10	
			3	-10	-9	
			4	-18	-11	
			5	-26	-14	
			6	-21	-13	
			7	-18	-19	
			8	-24	-17	
			9	-8	-16	
			10	-19	-12	

附录 B PDCPD-RIM 树脂制品验证试验数据

序号	指标项目	指标要求	批次	上海中化科技有限公 司试验结果	大成普瑞新材料有限 责任公司试验结果	日本瑞翁公 司产品结果
1	热变形温度/°C	电子级 ≥ 110 优等品 ≥ 110 合格品 ≥ 100	1	121	109	105
			2	125	110	
			3	118	114	
			4	119	117	
			5	121	109	
			6	116	112	
			7	117	107	
			8	120	116	
			9	121	115	
			10	126	113	
2	挥发份/wt%	电子级 ≤ 1.0 优等品 ≤ 2.0 合格品 ≤ 4.0	1	3.1	3.7	2.8
			2	3.2	2.7	
			3	1.1	2.1	
			4	0.3	3.5	
			5	2.9	3.3	
			6	3.4	1.7	
			7	0.4	2.3	
			8	1.6	2.9	
			9	2.3	2.4	
			10	1.9	3.0	
3	制品密度/(kg/m ²)	1.05 $\pm$ 0.03	1	1.04	1.04	1.03
			2	1.04	1.03	
			3	1.04	1.04	
			4	1.04	1.04	
			5	1.02	1.03	
			6	1.03	1.03	
			7	1.03	1.04	

序号	指标项目	指标要求	批次	上海中化科技有限公司试验结果	大成普瑞新材料有限责任公司试验结果	日本瑞翁公司产品结果
			8	1.03	1.03	
			9	1.04	1.03	
			10	1.04	1.04	
4	拉伸强度/MPa	≥ 45	1	50.7	47.0	51.0
			2	50.9	46.0	
			3	49.6	52.0	
			4	48.7	50.0	
			5	49.6	54.0	
			6	51.2	47.0	
			7	49.3	49.0	
			8	49.7	46.0	
			9	49.2	51.0	
			10	51.8	48.0	
5	拉伸模量/MPa	电子级 ≥ 1850 优等品 ≥ 1850 合格品 ≥ 1750	1	1904	1876	1950
			2	1949	1902	
			3	1883	1895	
			4	1864	1921	
			5	1882	1876	
			6	1926	1936	
			7	1923	1905	
			8	1890	1887	
			9	1876	1908	
			10	1959	1879	
6	弯曲强度/MPa	≥ 70	1	88.2	81.0	76.0
			2	89.3	79.0	
			3	84.3	77.0	
			4	79.8	83.0	
			5	81.0	86.0	
			6	82.2	87.0	

序号	指标项目	指标要求	批次	上海中化科技有限公 司试验结果	大成普瑞新材料有限 责任公司试验结果	日本瑞翁公 司产品结果
			7	85.5	82.0	
			8	83.9	89.0	
			9	82.4	85.0	
			10	81.6	78.0	
7	弯曲模量/MPa	电子级 ≥ 1850 优等品 ≥ 1850 合格品 ≥ 1750	1	2262	1943	1820
			2	2188	1985	
			3	2010	1897	
			4	1920	1906	
			5	2017	1976	
			6	2089	2011	
			7	2164	1885	
			8	2034	1942	
			9	1986	1954	
			10	1997	2007	
8	洛氏硬度(R 标尺/L 标 尺)	≥ 80	1	117R	109R	110R
			2	116R	111R	
			3	115R	106R	
			4	90L	86L	
			5	89L	107R	
			6	116R	112R	
			7	116R	114R	
			8	117R	88L	
			9	89L	109R	
			10	89L	113R	
9	悬臂梁缺口冲击强度 (23℃)/(kJ/m ²)	电子级 ≥ 25 优等品 ≥ 25 合格品 ≥ 20	1	26	24	27
			2	27	21	
			3	21	28	
			4	23	26	
			5	20	27	

序号	指标项目	指标要求	批次	上海中化科技有限公 司试验结果	大成普瑞新材料有限 责任公司试验结果	日本瑞翁公 司产品结果
			6	27	25	
			7	23	22	
			8	32	23	
			9	26	26	
			10	27	27	
10	悬臂梁缺口冲击强度 (0℃)/(kJ/m ²)	电子级≥20 优等品≥20 合格品≥16	1	25	20	22
			2	24	21	
			3	23	22	
			4	26	24	
			5	22	18	
			6	19	21	
			7	25	23	
			8	22	20	
			9	24	19	
			10	23	25	
11	悬臂梁缺口冲击强度 (-40℃)/(kJ/m ²)	电子级≥20 优等品≥20 合格品≥16	1	18	21	22
			2	20	22	
			3	21	20	
			4	22	17	
			5	23	23	
			6	25	19	
			7	21	18	
			8	20	20	
			9	21	22	
			10	22	21	
12	悬臂梁无缺口冲击强度 (23℃)/(kJ/m ²)	电子级≥70 优等品≥70 合格品≥60	1	79	80	118
			2	75	81	
			3	89	85	
			4	77	79	

序号	指标项目	指标要求	批次	上海中化科技有限公司试验结果	大成普瑞新材料有限责任公司试验结果	日本瑞翁公司产品结果
			5	88	86	
			6	81	90	
			7	71	87	
			8	91	95	
			9	97	93	
			10	82	86	
13	悬臂梁无缺口冲击强度 (0℃)/(kJ/m ²)	电子级≥60 优等品≥60 合格品≥50	1	76	69	96
			2	77	63	
			3	65	77	
			4	67	72	
			5	71	68	
			6	73	73	
			7	77	71	
			8	69	67	
			9	81	76	
			10	62	75	
14	悬臂梁无缺口冲击强度 (-30℃)/(kJ/m ²)	电子级≥60 优等品≥60 合格品≥50	1	71	66	96
			2	72	67	
			3	66	64	
			4	77	72	
			5	61	71	
			6	79	68	
			7	70	63	
			8	60	64	
			9	71	68	
			10	73	73	
15	介电常数 (10 GHz)	电子级<2.4	1	2.30	2.39	2.40
			2	2.30	2.40	
			3	2.37	2.45	

序号	指标项目	指标要求	批次	上海中化科技有限公司试验结果	大成普瑞新材料有限责任公司试验结果	日本瑞翁公司产品结果
			4	2.34	2.38	
			5	2.35	2.34	
			6	2.30	2.40	
			7	2.30	2.38	
			8	2.35	2.43	
			9	2.28	2.40	
			10	2.30	2.38	
16	介电损耗 (10 GHz)	电子级<0.001	1	0.0039	0.0040	0.004
			2	0.0038	0.0045	
			3	0.0009	0.0039	
			4	0.0015	0.0038	
			5	0.0033	0.0040	
			6	0.0007	0.0041	
			7	0.0009	0.0042	
			8	0.0031	0.0044	
			9	0.0029	0.0037	
			10	0.0007	0.0039	
17	热膨胀系数/ (10 ⁻⁶ K ⁻¹)	电子级<110	1	80	85	79
			2	83	81	
			3	85	83	
			4	81	82	
			5	81	79	
			6	86	86	
			7	88	84	
			8	82	78	
			9	85	79	
			10	88	82	