



新型扩链剂在聚脲中的应用研究与前景

苏州湘园新材料股份有限公司

SUZHOU XIANGYUAN NEW MATERIALS CO., LTD.

江苏湘园化工有限公司

JIANGSU XIANGYUAN CHEMICAL CO., LTD

周建 2024.10.21

中国聚氨酯行业扩链剂工程技术中心



目录

CONTENTS

01

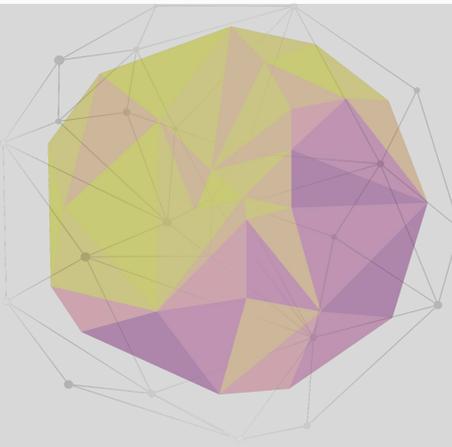
聚氨酯扩链剂基本概述

02

新型扩链剂在聚脲中的应用研究案例

03

聚氨酯扩链剂的未来方向



01

聚氨酯扩链剂基本概述



我国聚氨酯扩链剂的发展历程

1953年

* 美国杜邦最早研发MOCA成功

20世纪80年代

* 我国引进MOCA技术，并开始产业化生产，主要以白MOCA为主

20世纪90年代

* 经过研究开发，我国陆续推出了MOCA系列化和其他芳香族二胺类扩链剂的产业化生产

“十二五”时期

* 聚氨酯工业进入快速发展期，推动了聚氨酯扩链剂的研发生产，其中MOCA质量和技术水平达到国际同类水平，高性能新型扩链剂全面进入研究开发阶段

“十三五”时期

* 除应扩大优质扩链剂MOCA生产规模外，还应加大新型扩链剂HQEE、HER、MCDEA、E-100等产品的推广应用

“十四五”时期

* 发展聚氨酯扩链剂品类，实现新型聚氨酯扩链剂技术成果转化，扩大在扩链剂领域的国内国际领先优势

新质生产力时期

* 进一步加大新型聚氨酯扩链剂的成果转化，推进自动、智能、规模化生产，向绿色、环保、高性能、多元化产品方向发展，全面实现新质生产力

• 聚氨酯扩链剂在聚氨酯工业的发展推动下，已进入量变向质变的转化过程。



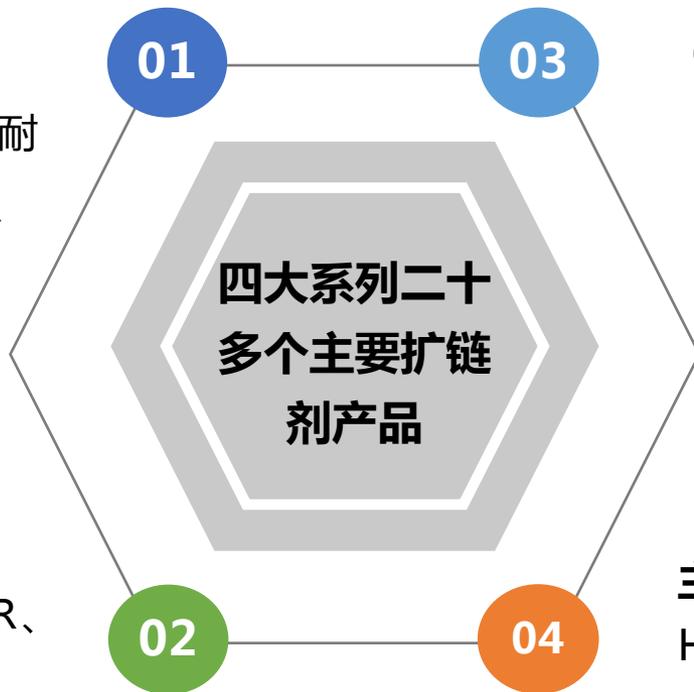
湘园公司聚氨酯扩链剂系列产品

• 胺类系列

主要产品为：MOCA-I型、MOCA-II型、MOCA-HR(耐高温)、740M、M-CDEA、MOEA、311、1604等

• 醇类系列

主要产品为：HQEE、HER、HQEE-L、HER-L等



• 聚醚胺系列 (特殊系列)

主要产品为：P-1000、P-650、P-250、脂肪族二仲胺E90、聚天门冬氨酸酯DMD230、液态固化剂CD系列等

• 潜固化剂系列

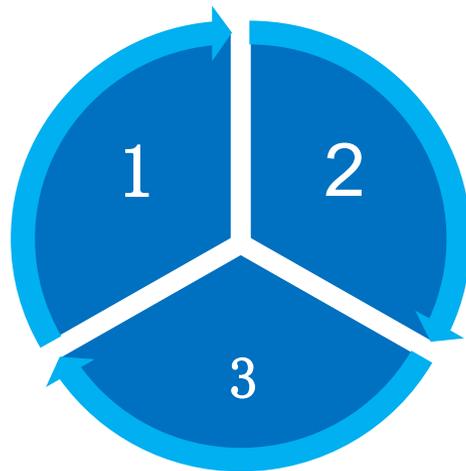
主要产品为：噁唑烷系列如HEO、IPHEO，亚胺系列3767、401系列等

- 胺系列和醇系列是目前聚氨酯材料广泛使用的两大系列产品；聚醚胺系列和潜固化剂系列是目前推广应用的系列产品。
- 一般情况下TDI体系使用胺系列扩链剂，醇系列产品可应用于多个工艺体系。目前，部分新技术也可应用胺系列产品，改善了该体系的性能并拓展了用途范围。



新型聚氨酯扩链剂及应用的主要属性

● 无毒、无污染、
环保绿色、
符合双碳要求



● 高纯度、
高质量、
提质增效

● 高性能、
多元化、
高附加值、
降本增效



部分应用于聚脲领域的新型扩链剂介绍

产品	产品名称	主要应用	注意事项
	XYlink MOEA	用于高性能聚氨酯弹性体，单独或与其他扩链剂复配用于喷涂聚脲工艺，赋予制品优异的物理动态性能，使制品具有良好的拉伸和撕裂强度、绝缘及耐热等性能	反应速度较快，常温下为液态，低温条件下操作方便，与TDI和MDI型预聚体有着良好的相容性和配伍性
	XYlink 1604	在TDI/MDI体系中，推荐在90℃—100℃时与预聚物搭配使用，加工性能好，可赋予聚氨酯弹性体良好的物理和化学性能，使制品具有较高的强度、耐热和耐溶剂等性能	1、高纯度胺类生物基扩链剂，熔点较低，与-NCO反应活性低，便于大件制品制作和手工操作； 2、建议在90℃—100℃时与预聚物搭配使用，可进行较长时间的生产加工
	XYlink 311	相当于科聚亚的31DA，用于大型或复杂的浇注弹性体，以及需较长操作时间、可加热固化应用场合的聚氨酯或环氧树脂	55℃以下与预聚体混合后注入模具，温度稳定在80~120℃固化，可做成各种形状的大件，性能优异，弹性、韧性、撕裂强度佳，动态性能卓越

• 更多产品与应用信息请详见公司网站：<https://www.chinamboca.cn>



部分应用于聚脲领域的新型扩链剂介绍

产品	产品名称	主要应用	注意事项
	XYlink DMD230	推荐用于聚脲材料，配制成无溶剂或高固含量双组分涂料，特别适用于常规喷涂聚脲弹性体涂层的装饰性面漆，高档汽车、精密仪器、风电叶片、军事装备等的保护和防爆涂层，直升机、光伏电框等复合材料的高端应用领域	1、与普通聚脲用伯氨基原料相比，DMD230反应速度适中，操作性能好，既可机涂也可刷涂，可厚涂，提高施工效率； 2、制成的脂肪族涂料涂膜具有良好的透光度和表观效果，良好的柔韧性和力学性能，耐黄变、耐腐蚀和耐候性好
	XYlink E90	广泛用于RIM聚氨酯、浇注型聚氨酯弹性体、聚氨酯密封材料、涂料、胶黏剂、喷涂聚氨酯脲等	低黏度、慢活性、可控性好，操作时间可调节，可单独或与其他胺类/醇类扩链剂混合使用
	XYlink P系列	广泛应用于浇注型弹性体、无溶剂胶黏剂、喷涂聚氨酯(脲)、灌封胶、聚氨酯涂层、包封胶、高性能泡沫塑料等，可用于现场修补胶，也可作为环氧树脂增韧固化剂	中间用了PTMG链段，是特殊的长链扩链剂，室温下与预聚体或改性MDI混合、固化，制备弹性体具有低收缩率、柔韧性和耐热性的平衡，具有匀泡剂的作用，喷涂后立体感好

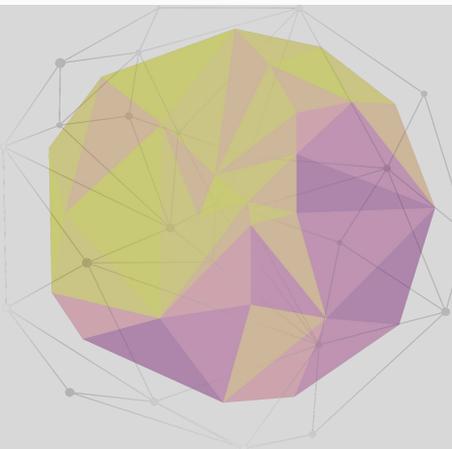
• 更多产品与应用信息请详见公司网站：<https://www.chinamboca.cn>



部分应用于聚脲领域的新型扩链剂介绍

产品	产品名称	主要应用	注意事项
	XYlink 3767	推荐用于单组分湿固化聚氨酯涂料体系，特别适用于高档汽车和装甲车的表面涂层，也可用于单组分聚氨酯胶黏剂、密封胶，以及双组分聚氨酯等产品	1、与NCO基预聚体相溶性好，并可降低室温固化聚氨酯体系的黏度 2、建议预先通过小试试验确定其在单组分聚氨酯体系中合适的用量及储存稳定性
	XYlink HEO	可用作单/双组分所用聚氨酯原料(多元醇、扩链剂、溶剂、增塑剂、颜料等)的除水剂和反应性原料，通过其消耗水分达到除水目的，增加撕裂强度，耐水性好	建议预先通过小试试验确定其合适的用量以及聚氨酯体系的储存稳定性，该产品具有阻燃作用
	XYlink 401系列	主要推荐用于单组分湿固化中、低档聚氨酯涂料体系，也可用于单组分聚氨酯胶黏剂、密封胶等产品	1、与NCO基预聚体相溶性好，并可降低室温固化聚氨酯体系的黏度 2、建议预先通过小试试验确定其在单组分聚氨酯体系中合适的用量

• 更多产品与应用信息请详见公司网站：<https://www.chinamboca.cn>



02

新型扩链剂在聚脲中的应用研究典型案例



应用1：高性能聚脲弹性体的制备研究

✓ 应用制作背景：

- 聚脲弹性体是一种新型环保材料，因其优异的力学性能、热稳定性、耐化学介质以及良好的施工性能，在多个领域得到广泛应用。
- 经过长期的应用实践，聚脲弹性体材料因其易燃性或燃烧过程中可能产生的**熔滴及黑烟**问题限制了进一步的应用。因此，PUA的易燃性和燃烧过程中的熔滴问题一直是亟待解决的技术难题。

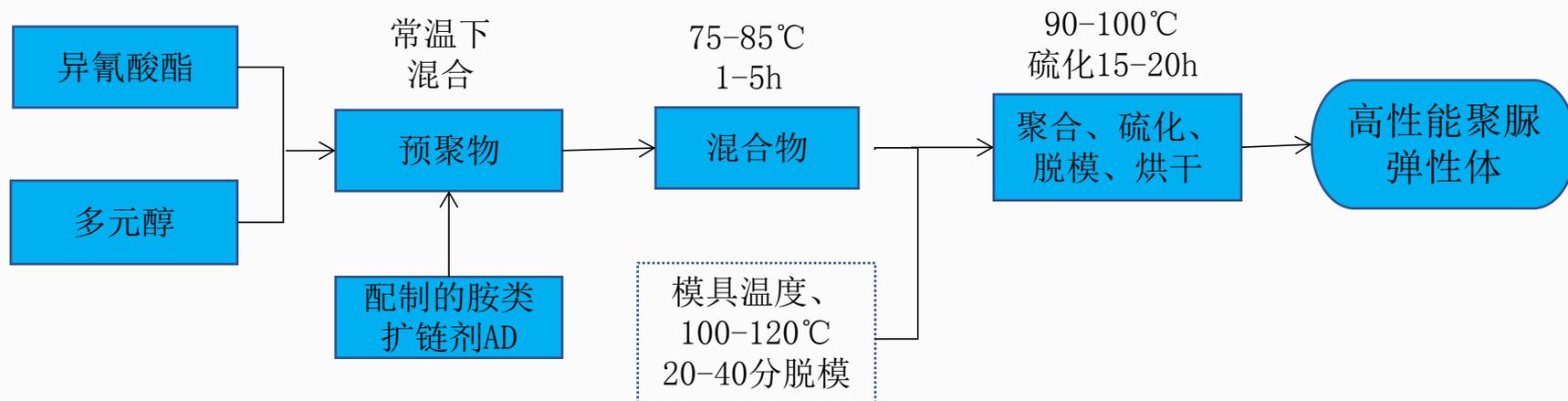


应用1：高性能聚脲弹性体的制备研究

✓ PUA制作基本原理：

- 聚脲弹性体是由异氰酸酯组分（A组分）和胺类化合物（B组分）反应生成的一种弹性材料。其中A组分是异氰酸酯单体或衍生物，B组分则必须由端氨基聚合物和胺类扩链剂组成。通过控制A组分和B组分和种类及反应配比，实现对PUA力学性能的有效调节，以满足不同使用场景的需求。

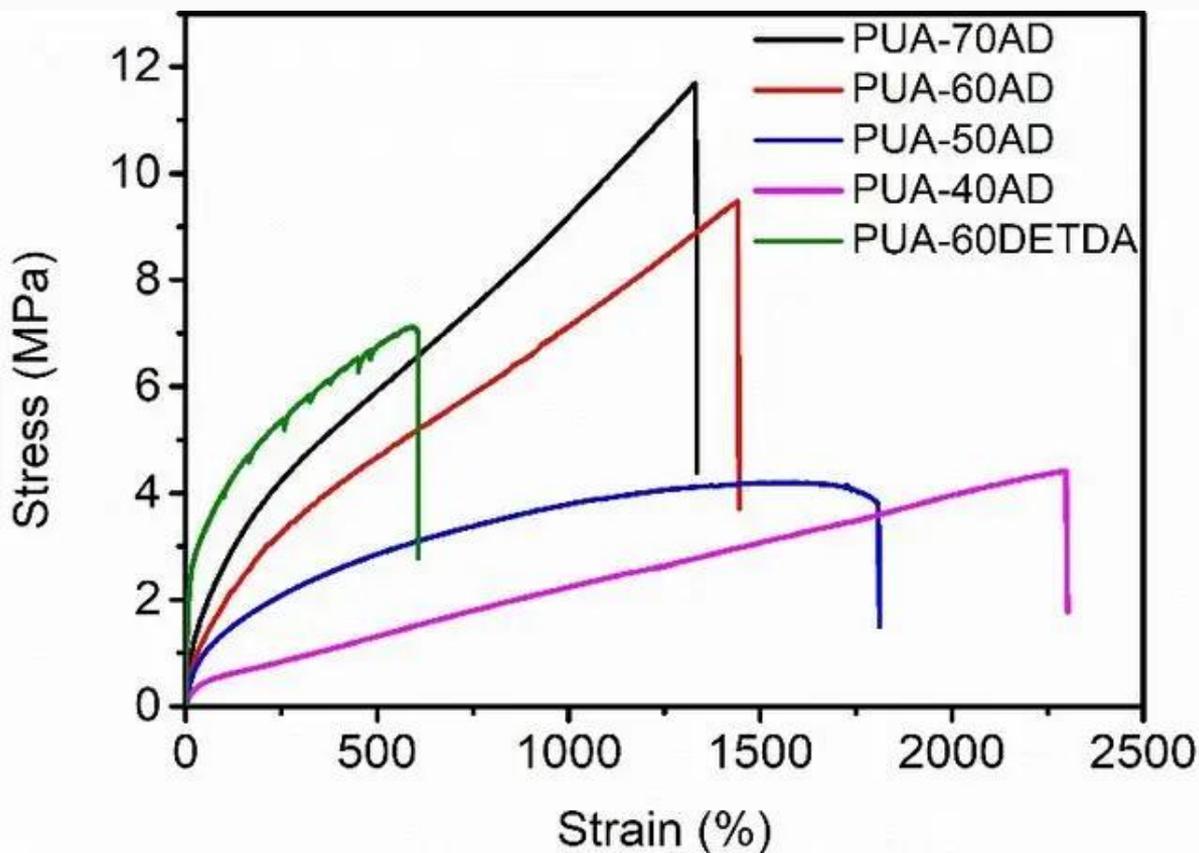
✓ 高性能聚脲弹性体的制作：





应用1：高性能聚脲弹性体研究案例的性能测试

- 以聚脲弹性体常用的端氨基扩链剂 DETDA 在相同条件下制备的样品作为对照样：所制备样品的应力-应变曲线 The stress-strain curve of PUA-xAD and PUA-60DETDA：





应用1：高性能聚脲弹性体研究案例的性能测试

✓ 高性能聚脲弹性体的力学性能测试：

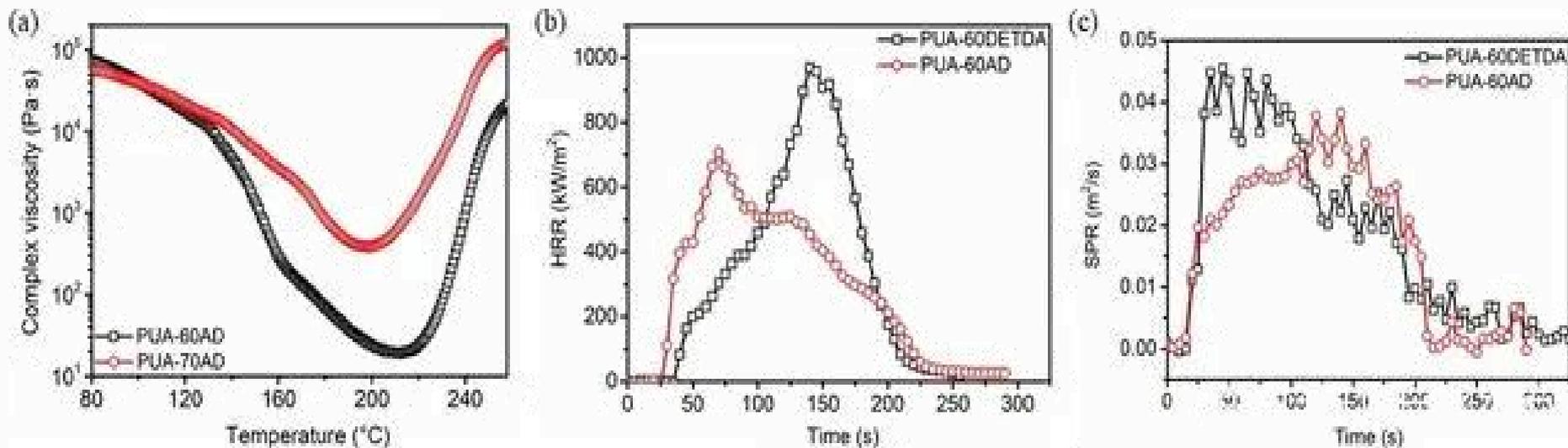
Sample	σ (MPa)	ε (%)	Toughness (MJ/m ³)	T5% (°C)	Tmax (°C)
PUA-40AD	4.42±0.38	2298±180	56.52	300.4	383.7
PUA-50AD	4.20±0.22	1808±96	59.57	303.5	387.3
PUA-60AD	9.48±0.68	1441±108	81.36	283.7	380.1
PUA-70AD	11.69±0.45	1334±63	92.13	286.2	378.6
PUA-60DETDA	7.11±0.18	607±73	32.97	255.9	373.8

- 随着 AD 含量的增加，所制备材料的断裂伸长率降低，而材料的断裂韧性和拉伸强度明显呈现增长趋势。
- PUA-70AD 的拉伸强度和韧性分别能够达到 11.69MPa 和 92.13 MJ/m³；PUA-40AD 拥有高的伸长率和较好的韧性，分别能够达到 2298%和 56.52 MJ/m³。相比于 PUA-60DETDA，PUA-60AD 拥有更好的强度和韧性，表明 AD 的引入能够实现材料的增强和增韧。



应用1：高性能聚脲弹性体研究案例的性能测试

✓ 高性能聚脲弹性体的黏度和温度系数变化情况：



- 图a为 PUA-60AD 和 PUA-70AD 的复数黏度随温度变化的过程。
- 可以看到，弹性体材料在较低温度下其复数黏度随着温度的升高而逐渐降低；当达到一定的温度时，其复数黏度则开始随着温度的升高而迅速升高。这种复数黏度的变化过程来自于 PUA-AD 的**高温化学自交联过程**。
- 图b和图c可以看出，在较低温度下，PUA-AD 的分子链热运动随着温度升高而逐渐变得容易，表现为复数黏度的下降；当温度升高至 AD 的高温交联温度时，PUA-AD 开始发生快速的高温化学交联，表现为复数黏度的迅速增加。这种不可逆化学自交联行为是**不仅有助于改善材料的抗熔滴性能，还对材料的热释放和烟释放行为有明显的增益作用**。



应用1：高性能聚脲弹性体研究案例的材料优势

✓ 材料试制结论：

- 通过使用设计的特殊胺类扩链剂，成功构建了一种可**高温自交联**的聚脲弹性体。
- 材料优势：
 - 1、所制备的弹性体材料不仅展现出**优异的力学性能和断裂韧性**，还具有**极佳的热稳定性**；
 - 2、因具有自交联行为，有利于改善材料的抗熔滴性能，这种**自交联行为能够降低材料的热释放和烟释放**，有利于减缓火势蔓延和增加逃生时间；
 - 3、与由传统DETDA扩链剂制备的聚脲弹性体材料相比，采用配制的胺类扩链剂所制备的材料具备更加优异的综合性能，具有更广阔的应用前景。



应用2：高端聚氨酯复合型新材料的研究

✓ 应用发展背景：

- 聚脲弹性体是由多异氰酸酯(MDI)，多元醇(R-OH)，端氨基聚醚和扩链剂组成的嵌段聚合物，是一种绿色环保的新型材料。目前，已发展至脂肪族/聚天冬氨酸酯体系和改性高性能复配体系，向高质量、高性能、环境友好型和降本增效方向发展。
- 如今，面对全球经济低迷，制造业价格竞争激烈、利润空间小的行业态势，在新质生产力的全面推动下，实现碳中和、碳达峰的目标和社会责任，聚氨酯行业拥有丰富的原料资源（1180多万吨的聚醚多元醇、490多元吨的异氰酸酯），促进全国应用资源保障，聚氨酯将迎来新一轮的新兴应用革命，助力拉动我国经济的发展。

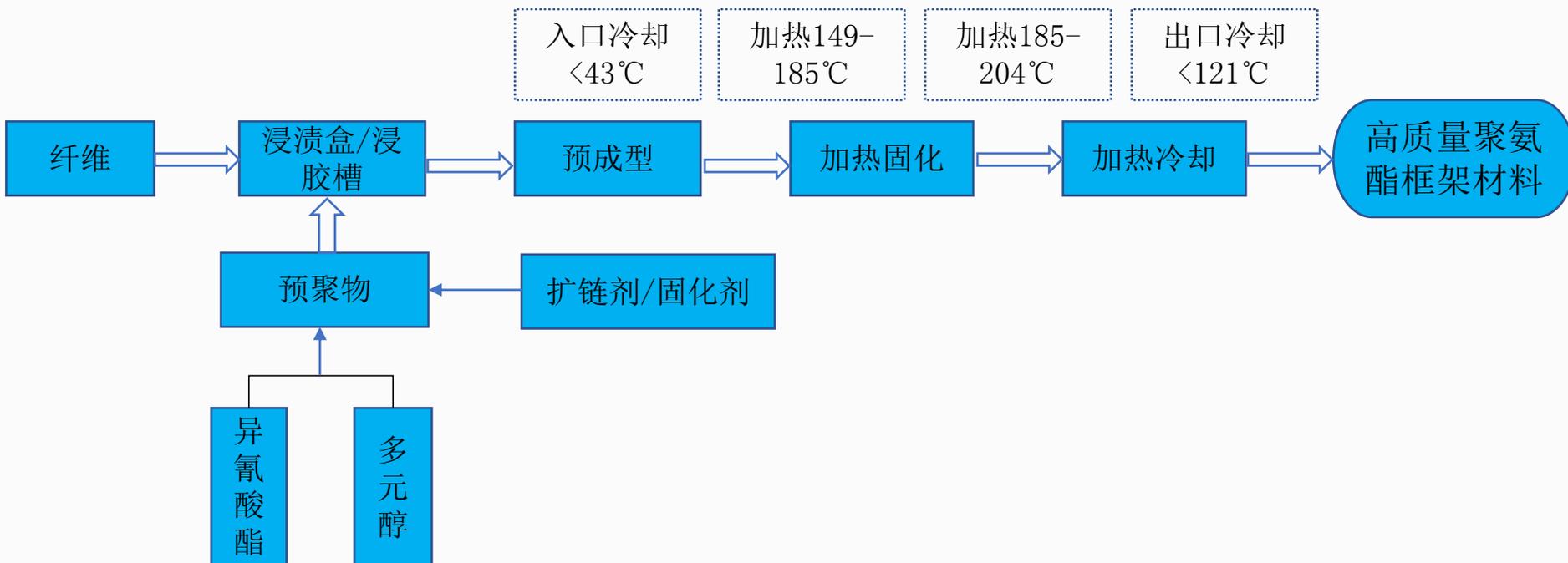


应用2：高端聚氨酯复合型新材料工艺技术

✓ 制备技术：

- 聚氨酯复合材料结合聚氨酯涂层的整体解决方案，即采用纤维与聚氨酯拉挤成型的材料生产工艺，然后在材料表面喷涂涂层的方式制成更具耐候性、耐腐蚀、耐酸耐碱、绝缘性、防护性等优异的、使用寿命长且具有可降解回用的高质量聚氨酯复合材料。

✓ 连续化生产工艺图示：





应用2：高端聚氨酯复合型新材料典型案例性能测试

指标测试

产品名称：聚氨酯拉挤型材

型号：—

规格：70mm×30mm×2.5mm

序号	检测性能/项目	单位	要求	检测结果	检测方法
1	吸水率	%	≤0.3	0.14	GB/T 1034-2008 方法1
2	弯曲弹性模量	MPa	≥10500	38300	GB/T 1449-2005
3	弯曲强度	MPa	≥150	1269	
4	拉伸弹性模量	MPa	≥10500	45000	GB/T 1040.2-2006
5	拉伸强度	MPa	≥55	1027	
6	冲击强度（简支架.无缺口）	KJ/ m ²	≥60	866	GB/T 1043.1-2008
7	绝缘电阻（常态空气中）	Ω	≥1.0×10 ¹²	3.8×10 ¹⁴	GB/T 10064-2006
8	耐电痕化指数（PT1）	—	≥600	PT1 600	GB/T 4207-2003
9	工频干耐受电压试验 (220kV,1min)	—	通过	通过	GB/T 1408.1—2006
10	工频干闪络电压	kV	—	63.4	
11	玻璃纤维含量	%	≥55	81.1	GB/T 2577—2005

备注：

- 1、第9项“工频干耐受电压试验（220kV,1min）”，采用宽25mm铝箔，电极间距为1.8m，试验在常态空气中进行；
- 2、第10项“工频干闪络电压”，采用宽15mm铝箔，电极间距为103.5mm，在常态空气中进行试验。

结论： 聚氨酯材料比铝合金、PVC 和聚酯玻璃钢在模量和强度上更高，强度高于铝合金，模量则低于铝合金。其他的物理性能基本上优于现有的铝合金型材。



应用2：高端聚氨酯复合型新材料加工中的关键项

- 模具的选择与设计；
- 模具的温度控制

- 注胶盒的设计；牵引夹具、牵引设备的选用等



- 原材料的选择，依据制品的结构（规格、截面、形状、纱线壁等），性能要求（强度、弹性模量、绝缘性、阻燃、耐候性等）

- 规范制作，匠心品质，不做弯道超车和复制侠，实现可持续性发展



应用2：高端聚氨酯复合型新材料的未来发展

聚氨酯材料替代金属材料

聚氨酯材料既有钢、铝的强度，又具有防腐、保温、节能优势，更具有自身独特的隔音、阻燃、绝缘、抗老化、耐溶剂、线膨胀系数低等性能，使用寿命与铝、钢媲美，重量轻，生产过程也符合**低碳清洁化**生产的要求。**应用面广量大，发展趋势势不可当**，誉为新时代人们生活工作必须、必然发展的“**绿色产品**”。

主要替代材料应用领域举例如下：

- ✓ 光伏发电、建筑的门窗和农业大棚等领域用的框架材料；
- ✓ 沿江、沿海的打桩材料；
- ✓ 航天航空、矿山上一些耐腐蚀、耐极性温差的支架；
- ✓ 城市建设的工程盖板，如窨井盖板、路牙盖板和隔离雨水或泥土用的大型盖板等；
- ✓ 城市地下的预备管、水管、电缆管、线管、液化气管，或者是天然气管等；
- ✓ 交通轨道列车车体、各个部件，飞机机身支架，汽车车身支架，风力发电的叶片支架，高速公路保险杠。



应用2：高端聚氨酯复合型新材料优势

聚氨酯材料替代金属材料优势

- 1、该材料可以大大节省钢材资源和能源，大大降低成本，提高经济效益；
- 2、重量轻，在节约资源、能源的同时，使用方便；
- 3、没有环境污染，属于绿色环保型材料，符合碳达峰、碳中和的降碳要求；
- 4、应用领域广泛，生产过程无污染、无废渣、无废水、无废气等，符合清洁化生产的要求；
- 5、该材料具有优异的强度、韧性、耐磨性、耐腐蚀性和耐候性，成本低，而且可降解后多次综合回用，如使用多年后的废弃材料，可将其进行破碎作为填充料或使用胶黏剂做成不同类型的家具、墙体材料（如墙板、保温填充材料）、各类挡板等。回用后的材料具有使用寿命长、耐寒防冻、耐温防晒、保温隔热、阻燃等优势。符合国家的双碳要求。



应用2：高端聚氨酯复合型新材料的未来发展

聚氨酯材料替代金属材料

趋势 导向



- 聚氨酯材料是替代金属材料的最佳选择，是未来材料发展的必然趋势。希望聚氨酯行业的各个企业看到这一发展趋势，完全可满足基础建设与民生所需求的各类型聚氨酯材料，面广量大，发展趋势势不可当。

投入 回报



- 该材料项目特别适合中小企业的投资建设与发展，项目技术门槛低、投资低、回报快、回报率高，具有短平快的效果；
- 生产操作方便，生产过程安全、环保、绿色。可根据市场需求生产不同规格（如小到1.8cm、大到2500cm甚至10000cm的均可,根据模具大小来定）、不同形状（如圆形、方形、菱形等）的制件。希望各位同仁、专家和企业高度关注重视，把握聚氨酯材料替代金属材料这一发展利好方向，这一复合材料刚起步、机会盛多，让我们携手共同努力，创新发展高质量的新式生产力，服务社会。



应用2：高端聚氨酯复合型新材料生产中使用的扩链剂

聚氨酯材料替代金属材料

- **扩链剂的使用：**

生产这些材料时，需要用到湘园公司的**功能性新型扩链剂**，比如XYlink-HQEE，XYlink-E90、XYlink-3767、XYlink-HER，XYlink-MOEA，XYlink-311，XYlink-MCDEA，XYlink-1604等产品，可以根据材料实现的功能性要求选用不同的扩链剂。

我们愿意为大家服务！信息共享！共同发展！



应用3：聚天门冬氨酸酯扩链剂的应用研究

✓ 聚天门冬氨酸酯聚脲的制备：

- 聚天门冬氨酸酯聚脲是一种新型的高分子材料，其制备工艺是通过将异氰酸酯与端氨基聚醚反应得到预聚体或半预聚体，然后与氨基组分反应制得聚天冬氨酸酯聚脲。通过选择不同的二胺化合物与马来酸酯反应，可以得到不同强度、凝胶时间和性能的聚天冬氨酸酯衍生物。

- 聚天门冬氨酸酯聚脲的合成工艺虽然相对复杂，但应用前景广阔。合成中需注意**严格控制反应条件**和**时间**。



应用3：聚天门冬氨酸酯扩链剂的应用研究

✓ 聚天门冬氨酸酯涂料的制备：

- 聚天门冬氨酸酯涂料是脂肪族多异氰酸酯和天门冬氨酸酯的反应产物，其应用与性能方面与传统的聚脲涂料具有显著的不同，主要体现如下表：

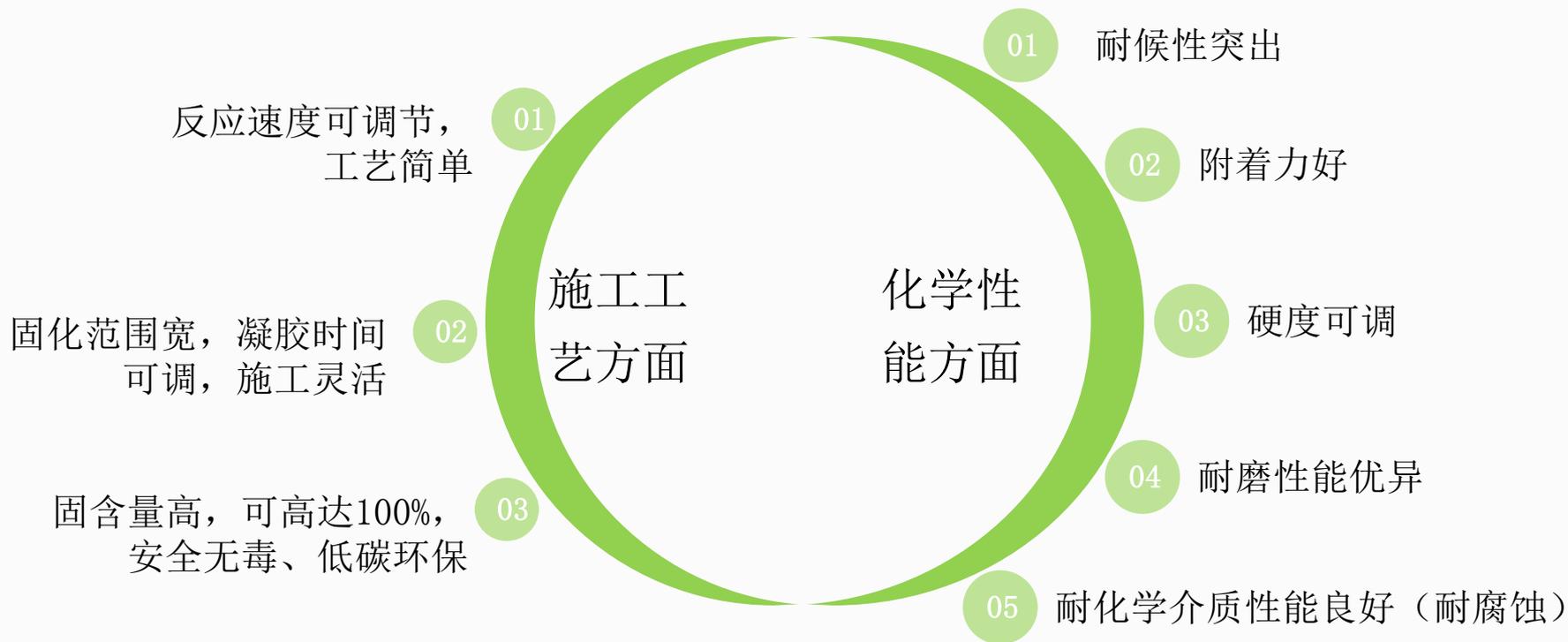
项目	聚天门冬氨酸酯涂料	聚脲涂料	聚氨酯涂料
耐老化性	脂肪族，耐UV性及保色性好	芳香族，耐UV性及保色性差	芳香族，耐UV性及保色性差
膜厚	薄到中等膜厚，可达375 μ m	厚膜，可达2550 μ m	薄膜，50 μ m左右
VOC	0排放	约为0	有一定VOC排放
固化速度	可根据应用要求进行固化速度调节	快速固化	中等固化速度

注：典型聚天门冬氨酸酯扩链剂为湘园的XYLinkDMD230（黏度更低、反应速度适中、更易操作），飞扬的F420、F520，科思创的NH1420、1520。

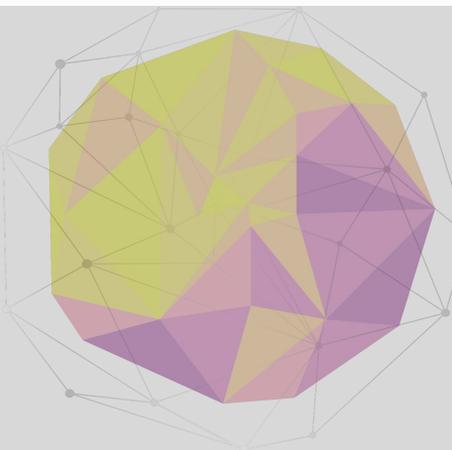


应用3：聚天门冬氨酸酯扩链剂的应用研究

✓ 聚天门冬氨酸酯聚脲的工艺性能优势：



- 聚天门冬氨酸酯聚脲是一种具有**优异性能**和**广泛应用前景**的高分子材料。广泛应用于涂料和涂层、材料保护、胶粘剂和密封剂等。随着技术的进步和工艺的改进，将在更多领域得到应用，并发挥更大的作用。



03

聚氨酯扩链剂 的未来方向



聚氨酯扩链剂的研究方向

研究开发**新型的无毒/无污染/高性能/低成本/多功能**的聚氨酯扩链剂，具体表现如下：

- 生产过程安全、清洁、环保
- 低杂质含量，高纯度，高质量
- 降低投入使用技术门槛，操作简便，如：低熔点，液体（可考虑溶解、复配）
- 专业、规模化生产，降低产品生产成本
- 加大新型扩链剂技术成果转化，优化产品结构，完善产品系列（固化速度快慢、性能等等）
- 完善新型扩链剂的应用试验





聚氨酯扩链剂的未来发展

由石油基向生物基转变

前面发展的主要是石油基产品，今后国家提倡发展的是**生物基产品**。生物基产品的生产是利用植物作为原料来生产扩链剂、聚醚多元醇和其他化工原料等。湘园公司现已开发出XYlink740M、XYlink1604生物基扩链剂，将继续进一步深入研究**高端、高层次的生物基型扩链剂**，来适应市场发展的需要，为实现社会责任关怀，做出一定的努力和奉献！



结束语

本报告内容

为实践中了解的国内外的一些基本情况

是聚氨酯行业同仁通过学习实践总结出来的一些常识

是国内外行业专家实践证明的一些知识理论

本报告不属于学术理论研究

纯属属于为中国高质量聚氨酯材料所做的一些工作

抛砖引玉，与大家相互交流

如有不妥之处

敬请批评指正



感谢各位的聆听
欢迎各位新老朋友到湘园公司交流指导！

周 建 2024.10.21

中国磷复肥行业扩能剂工程技术中心