

# 石化化工行业低碳产品发展研究

材料化工处 乔冰

2022.9



石油和化学工业规划院

China National Petroleum & Chemical Planning Institute

## 内容

1. 概述
2. 重点领域产品/材料发展研究
3. 主要结论及建议



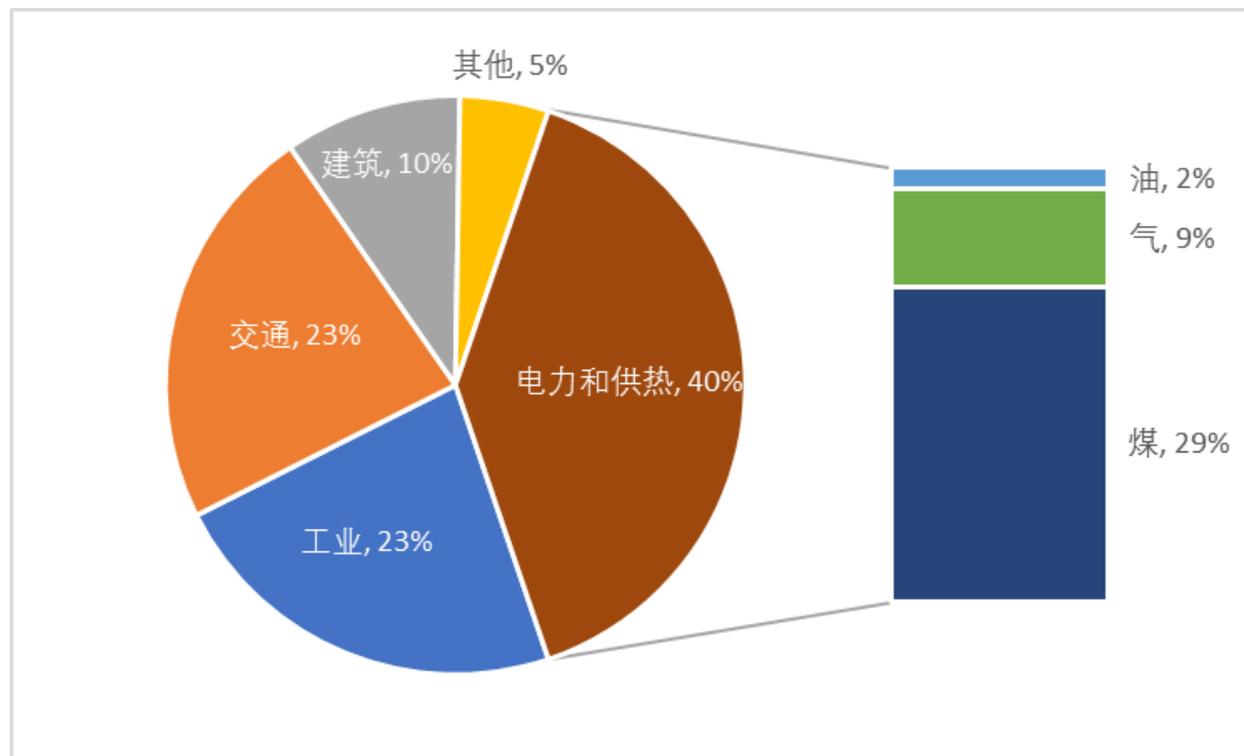
# 一、概述



## 低碳产品/材料



国际能源署（IEA）：2021年全球能源相关二氧化碳排放量363亿吨。



全球能源相关分行业CO<sub>2</sub>排放

广义概念：生产、应用过程中符合低能耗、低排放要求的产品

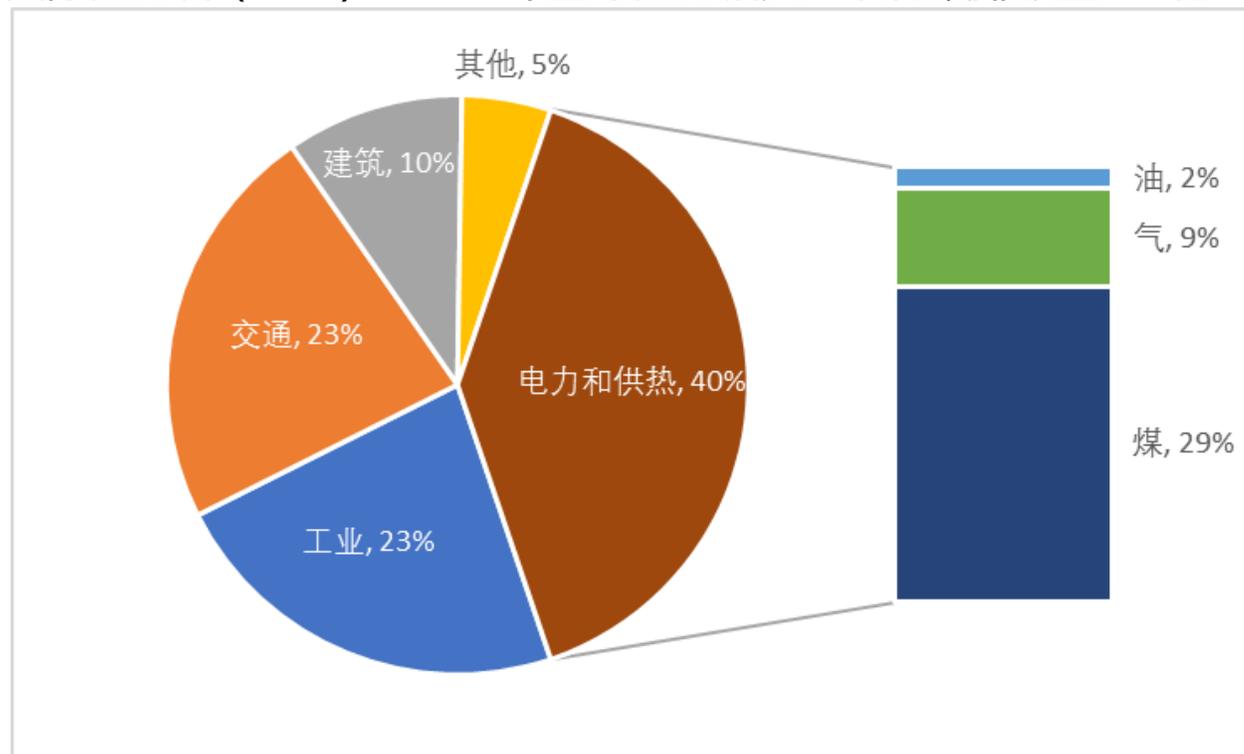
# 一、概述



## 低碳产品/材料

应用

国际能源署（IEA）：2021年全球能源相关二氧化碳排放量363亿吨。



全球能源相关分行业CO<sub>2</sub>排放

**研究背景：**电力、工业、交通、建筑是碳排放大户，也成为节能减排、应对气候变化工作的重点领域。上述行业在双碳目标下将全面推动绿色低碳转型发展，给作为支撑性基础材料的化工材料提出了新的要求，也带来新的发展机遇。

**研究范围：**重点研究在电力、工业、交通、建筑等重点碳排放行业在低碳转型发展过程中，所需要的基础性、支撑性的化工材料的发展情况

# 一、概述



## □ 主要行业碳减排路径

- 以清洁电力、绿氢、生物质能及合成燃料取代化石能源，实现能源利用和工业生产过程深度减排。
- 通过能效提升、再生资源利用直接降低能源消费量。
- 通过产品替代、负碳技术等直接降低温室气体排放。



# 一、概述





**石油和化学工业规划院**

China National Petroleum & Chemical Planning Institute

## 二、重点领域材料/产品发展研究

### ➤ 新能源材料

- 风电材料
- 光伏材料
- 新能源电池材料
- 电缆专用料

### ➤ 轻量化材料

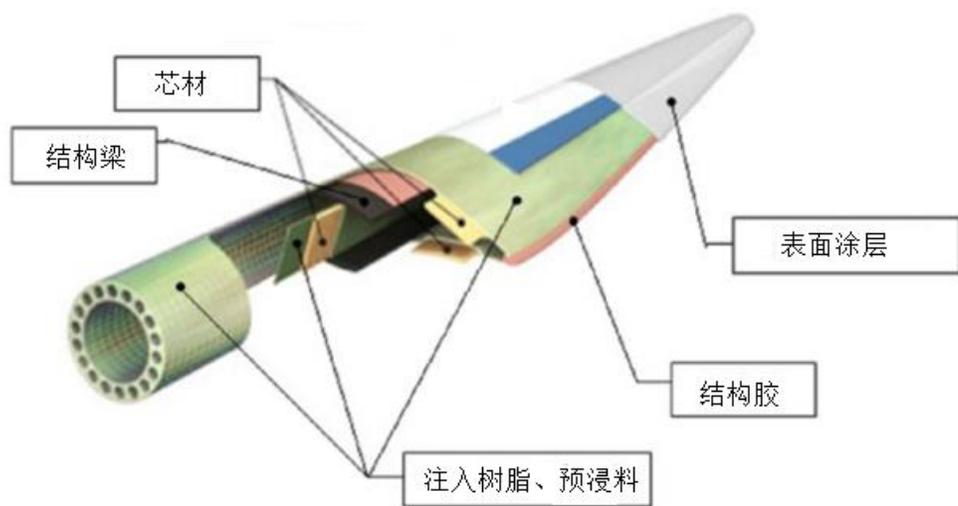
- 低GWP值含氟ODS替代品
- 高效肥料



➤ 风电叶片是风电组件中化工材料覆盖最多的部件。风电叶片材料主要包括基体树脂（以环氧树脂为主）、增强纤维（玻璃纤维、碳纤维）、芯材、结构胶、表面涂层等。

风电领域关键化工材料国产化情况

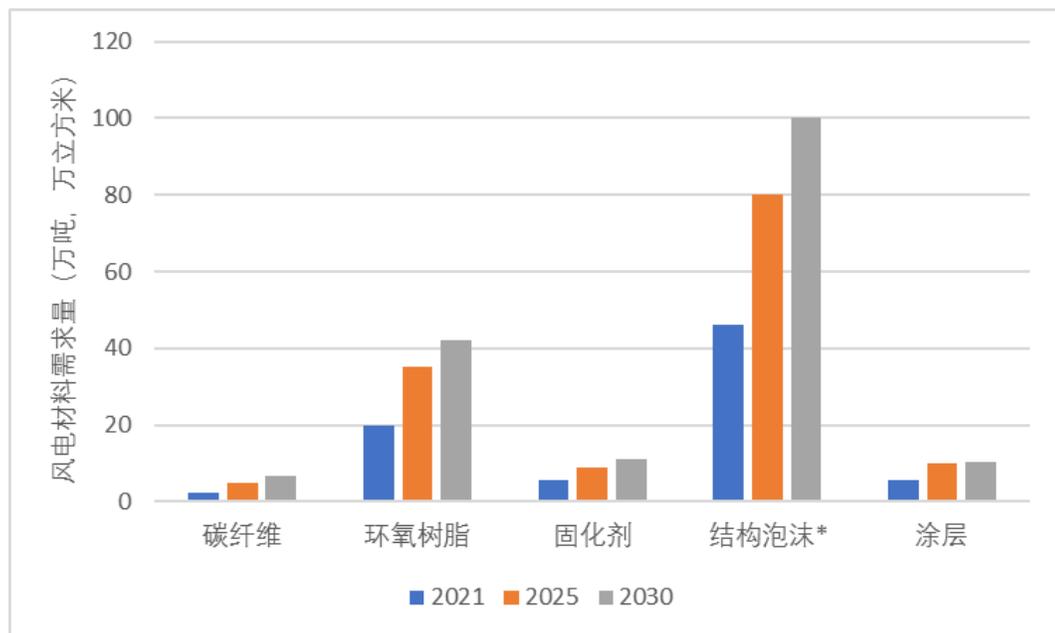
产品	类型	国产化水平
碳纤维	大丝束为主	主要依赖进口，国内企业大多为来料加工方式，国内产业成熟度较低
基体树脂	环氧树脂为主	已实现进口替代，风电领域本土企业市场份额约65%
固化剂	聚醚胺、甲基四氢苯酐等	已实现进口替代，国内企业市占率逐渐提高
芯材（结构泡沫类）	PET泡沫、PVC泡沫等	大部分依赖进口或国外品牌，国内少数企业具备供货能力
涂料	聚氨酯涂料、环氧树脂防腐涂料及氟碳涂料等	主要由外资涂料品牌供应



化工材料在风电叶片中的应用

- 2021年，我国风电并网装机容量达47.57GW，全球占比约51%。预计“十四五”期间，我国风电年均新增装机容量超过50GW。
- 随着风电装机量的不断增加，我国对风电材料的需求将不断增加。

风电材料市场需求量预测



\*注：结构泡沫包括PVC泡沫与PET泡沫，单位为“万立方米”。

风电叶片行业：大型化、轻量化、低成本

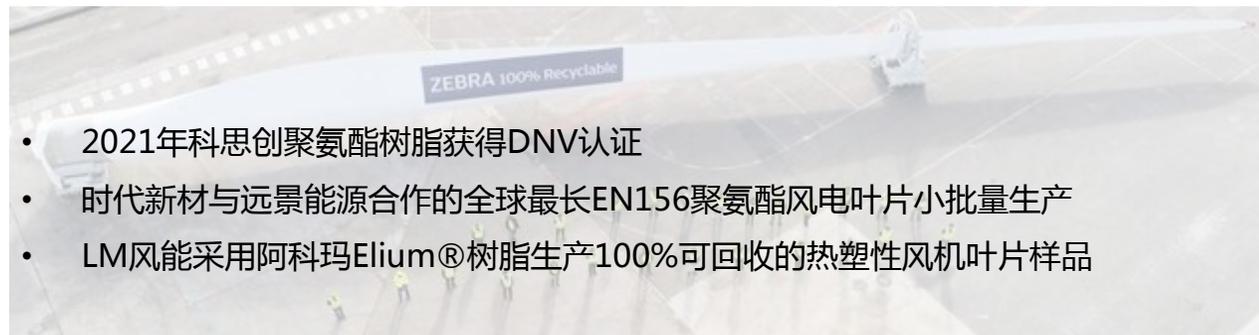
## □ 发展方向及新进展

### ➢ 碳纤维

- 风电叶片大型化、轻量化的发展趋势，将促使碳纤维渗透率快速增长。
- 大丝束碳纤维的成本控制、提升原丝及产品均匀性一致性、分丝/展丝技术、预氧化控制技术

### ➢ 树脂体系

- 拉挤成型工艺成为趋势，环氧树脂体系应具有较长的可使用期、粘度低、加热反应速度快、浸渍效果好等特点
- 拉挤成型工艺将带动酸酐类固化剂需求提升。
- 新进展：聚氨酯树脂、可回收热塑性树脂

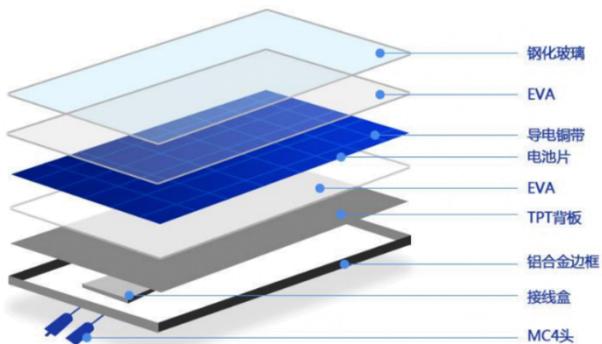
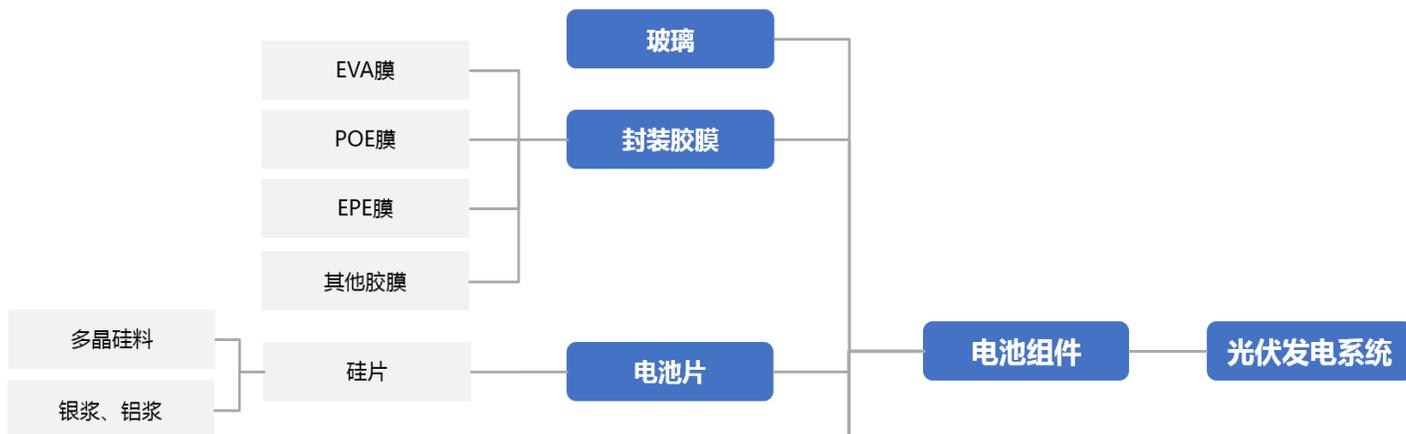


- 2021年科思创聚氨酯树脂获得DNV认证
- 时代新材与远景能源合作的全球最长EN156聚氨酯风电叶片小批量生产
- LM风能采用阿科玛Elium®树脂生产100%可回收的热塑性风机叶片样品

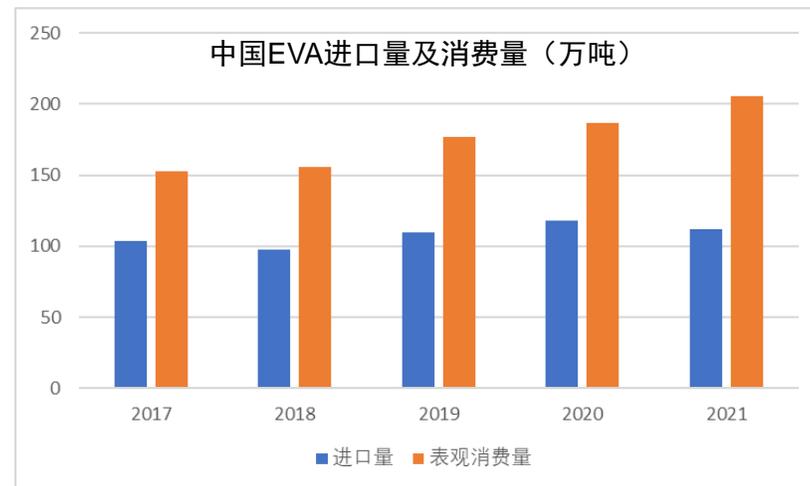
# 光伏材料



- 光电转换材料：单晶硅、多晶硅、碲化镉( CdTe )和铜铟镓硒( CIGS )等
- 光伏配套材料：封装材料( EVA、POE等)、背板材料( PVDF、PVF等)



晶硅型光伏电池产业链



## 光伏材料国产化情况

产品	国产化水平
EVA膜	中国光伏胶膜行业占据全球主导地位。胶膜所需EVA树脂70%依赖进口，国内大多以进口杜邦、三井EVA树脂为母料，部分采用进口台塑、韩华石油和少量国产EVA树脂产品。国内生产企业包括斯尔邦、联泓、宁波台塑、扬子石化等。
POE膜	国内还未实现POE的工业化生产，所需POE树脂原料全部依赖进口。
PVDF膜	国产化率超过90%，所需氟树脂国内基本能满足要求
涂覆膜	氟碳涂料中树脂主要以日本旭硝子、大金氟涂料（上海）、法国阿科玛、台湾长兴化学生产的FEVE树脂与PVDF等为主体树脂

# 光伏材料



## 光伏装机量持续提升,带动上游材料需求不断增长

- 2021 年全国新增光伏并网装机容量 54.88GW，全球占比约31%，累计光伏并网装机容量达到 308GW，新增和累计装机容量均为全球第一。
- 2021年我国光伏组件产量达到 182GW，组件出口量98.55GW。
- 预计“十四五”期间，我国光伏年均新增光伏装机将超过90GW；全球光伏年均新增装机将达到240GW-300GW，年均增速超过10%。

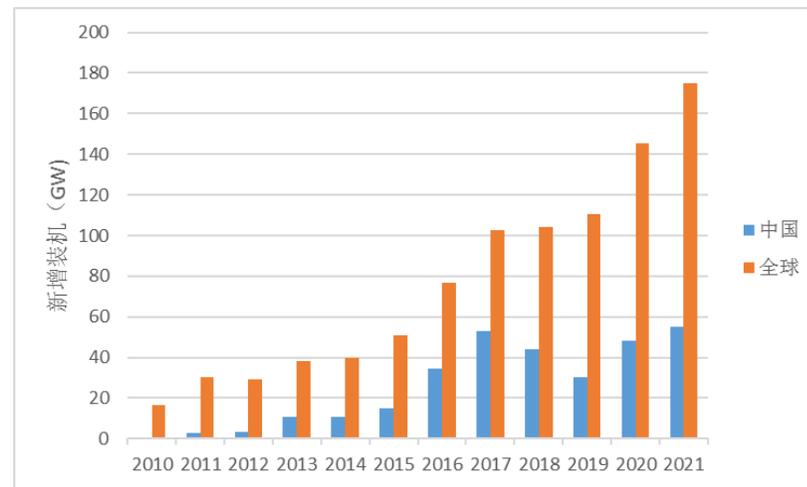
## 光伏行业技术路线的变化带动相关材料的需求结构变化

### 封装材料

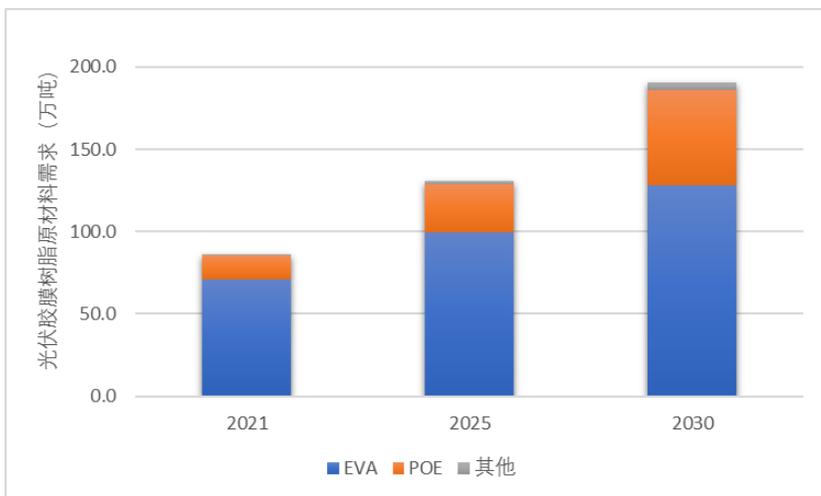
- 双玻组件、N型电池等的发展将进一步提高POE在封装材料中的市场份额；
- BIPV（光伏建筑一体化）有望带动PVB在光伏领域的渗透率提升。

### 背板材料：双玻组件VS 透明背板

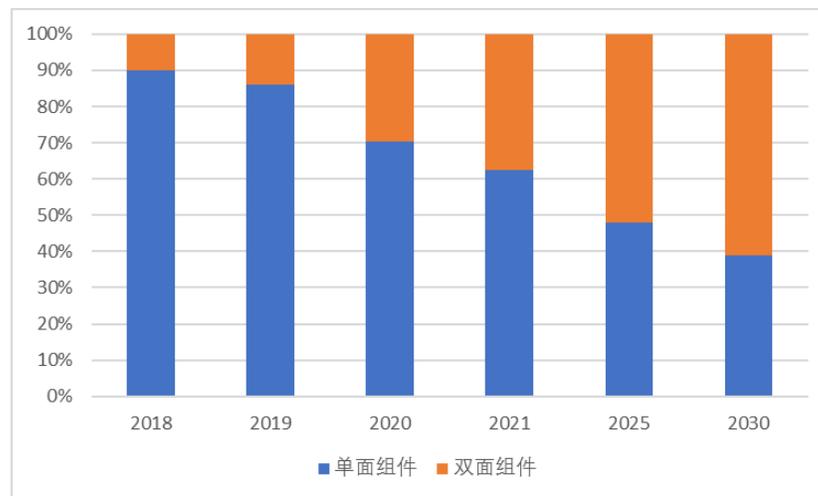
- 如双玻组件市场占比提升，薄膜背板需求降低。



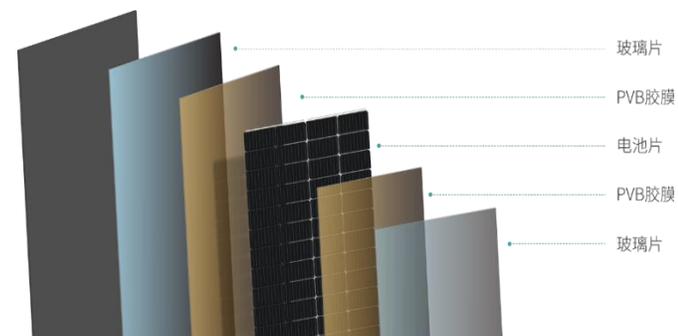
2010-2021年全球和中国新增光伏装机



光伏胶膜树脂原材料需求预测



单/双面组件市场占比变化趋势

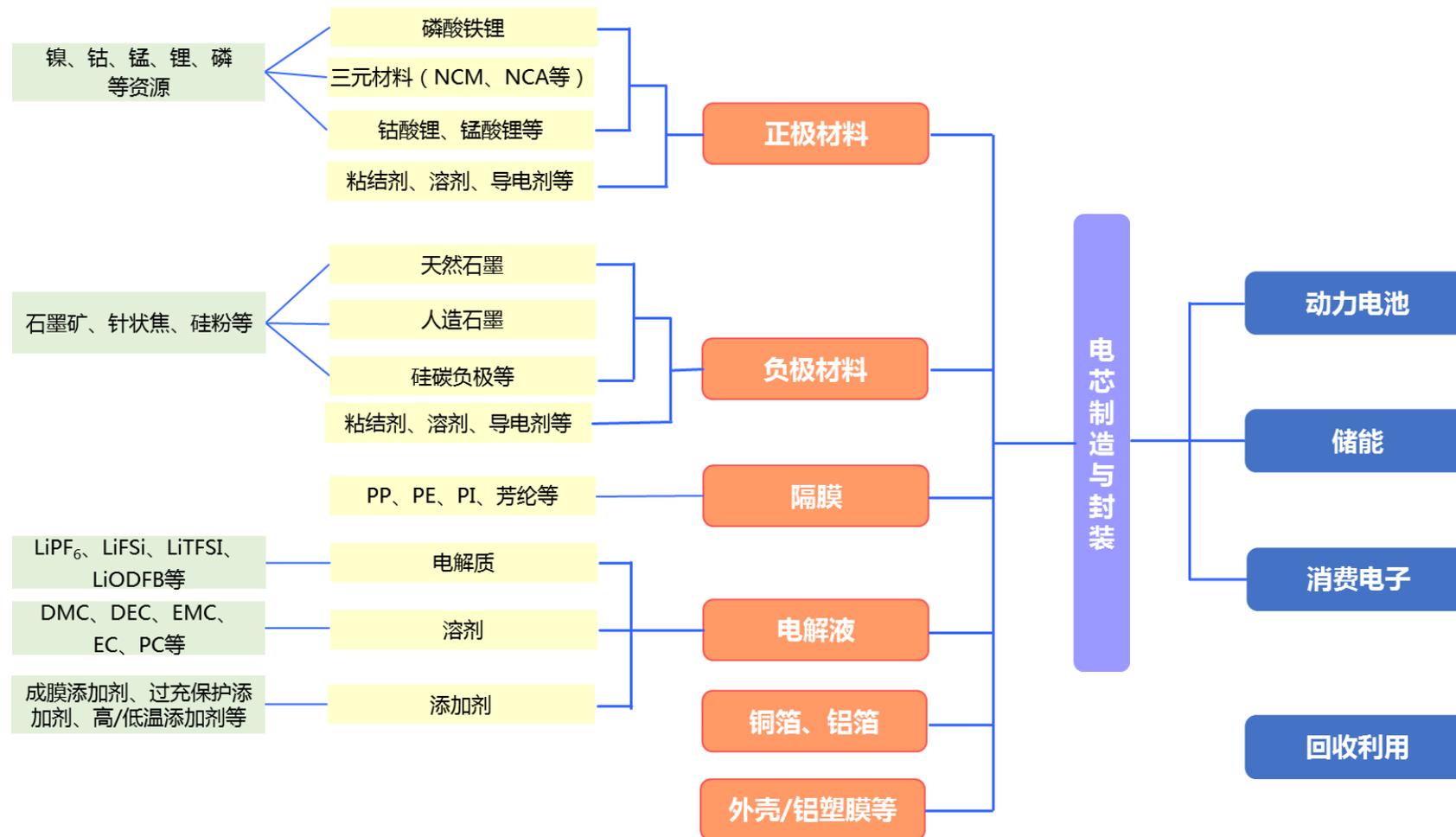


晶科能源BIPV幕墙产品示例

## ➤ 锂电池材料

## ➤ 其他新型电池

- 燃料电池
- 固态锂离子电池
- 钠离子电池
- 液流电池

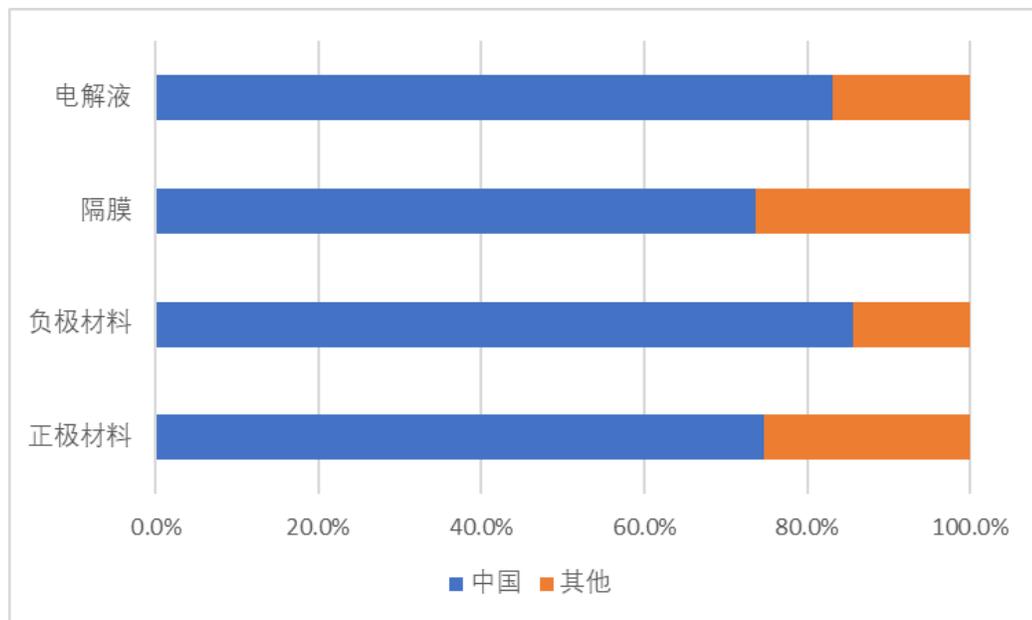


锂电池材料产业链示意图

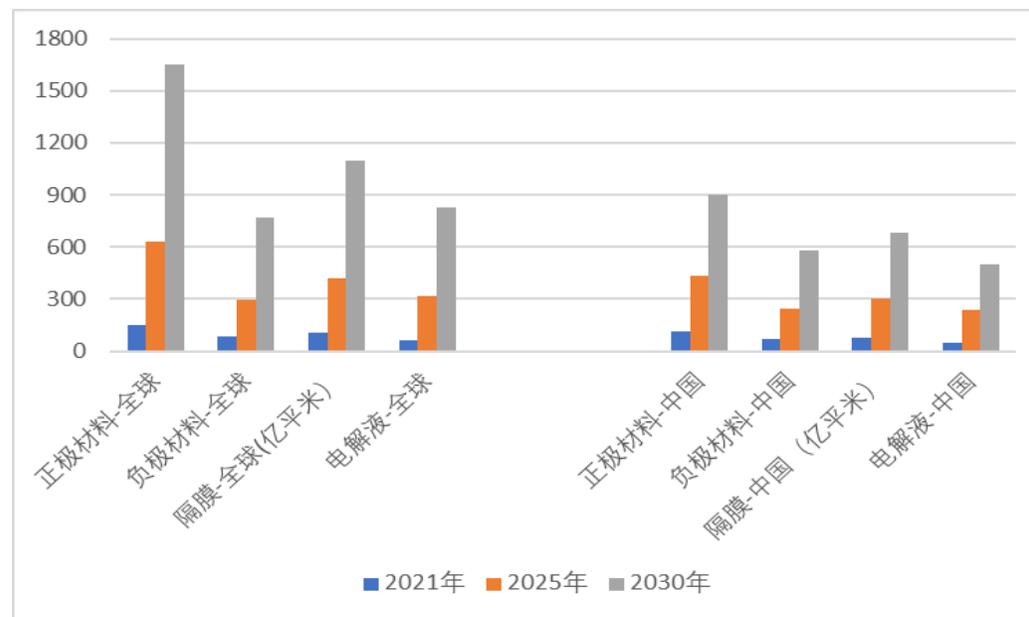
# 新能源电池材料



- 2021年，全球锂电池出货量为562GWh，其中我国锂电池出货量为324GWh，约占全球锂电池出货量的58%。
- 中国是全球最主要的锂电池材料生产国，产品不仅供应国内锂电池产业发展，还出口至韩国、日本等国家。
- 目前除铝塑膜和高端隔膜外，我国的锂电池关键材料已基本全面实现国产化。



2021年中国锂电池材料出货量全球占比



全球及中国锂电池材料需求量预测

□ 发展方向及建议：提升核心指标与性能、降低关键材料成本、加强原材料供应保障等

## 产品发展



- 正极材料：
  - 三元：高镍低钴/无钴化、单晶化、高电压化；镍锰酸锂材料、富锂锰基正极材料、核壳结构、四元NCMA等。
  - 磷酸铁锂：多种元素共掺杂、先进碳材料包覆和高容量补锂材料的添加，磷酸锰铁锂
- 负极材料：掺硅补锂；硅基材料、锡基材料及其氧化物负极材料、金属锂材料、新型碳材料等
- 隔膜：薄型化、高性能、高安全、低成本；新型涂覆技术，新型基材等
- 电解液：加速研发改善电解液的高比能量、高电导率、宽温性能、安全性能和循环稳定性

## 原料保障



- 加强海内外资源布局，推动海内外锂、钴等矿产资源供应保障；研发电池梯次利用与高效节能回收技术，推动完善电池尤其是动力回收利用管理体系，保障上游原材料供应链安全稳定
- 弥补关键原材料供应短板，如锂电池隔膜的PP专用料和UHMWPE专用料、高端铝塑膜用BOPA、国产铝塑膜用CPP薄膜和胶黏剂等

## 体系变化

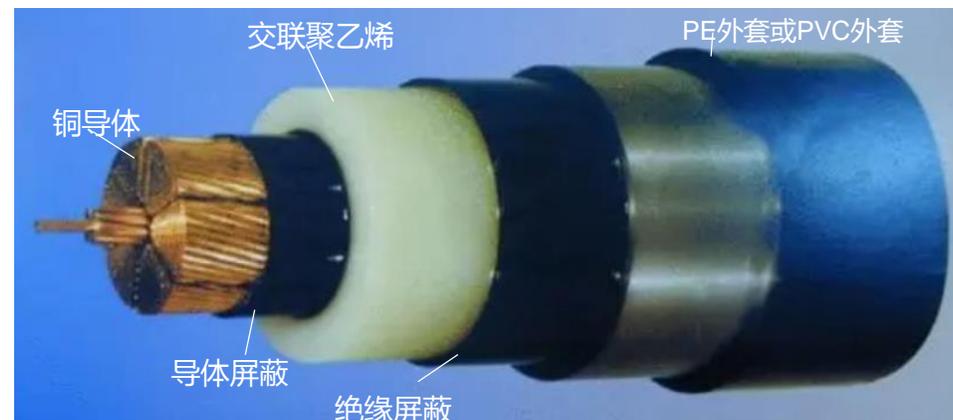


- 半固态电池电解质和全固态电池技术
- 钠离子电池等新型电池

# 电缆专用料



- 高压电缆是城市地下能源综合通道建设和海上风电并网的关键要素，近年来国内高压电缆输电线路年平均增长率超过 10%。
- 高压电缆用超净材料、超光滑屏蔽料和少量特种高端材料尚主要依赖进口。



	国产化水平	主要差距
交联聚乙烯 (XLPE)	国产的XLPE专用料可满足35kV以下电力电缆需求，110kV以上电力电缆需要的XLPE专用料取得了较大突破，少数企业可以生产，基础树脂实现工业化稳定生产；220kV及以上国内有小批量产能，但实际使用基本依赖进口。	(1) 对基础料的分子量及分布、支化度、杂质含量、流变性能等要求高 (2) 交联剂的混配、生产过程管理、质量保证体系等对比国外先进企业仍有差距；(3) 市场准入门槛高
半导体屏蔽料	35kV 及以下中低压半导体屏蔽料已完全实现了国产化，但110kV 及以上高压电缆半导体屏蔽料国内还处于研发和试用阶段，主要依赖进口。	(1) EBA等基体树脂依赖进口 (2) 国产炭黑填料与进口产品存在较大差距

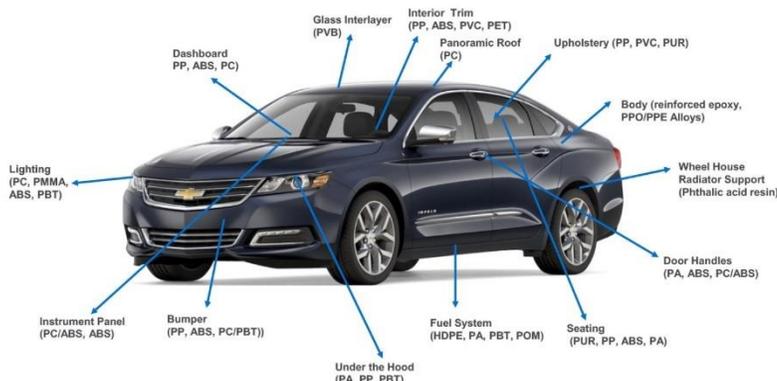
## 发展建议

- 建议聚烯烃企业、电缆生产企业、电网企业等上下游产业链相关方，以及相关科研院所建立产学研用联盟，提升110 kV及以上电缆专用料的国产化水平，研发500kV、800kV及以上更高等级的电缆专用料。
- 针对海上风电等远海新能源的需求，研发高压及超高压海底电缆绝缘料与屏蔽料。
- 关注新一代可塑性电缆的研发，如热塑性聚丙烯等。

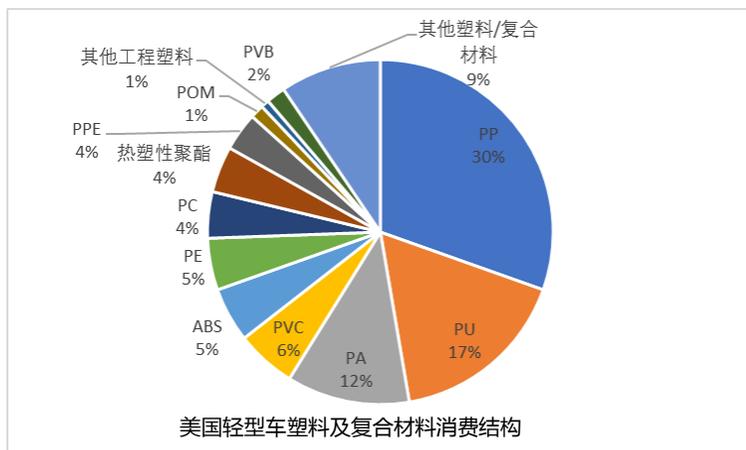
# 轻量化材料



- 轻量化研究是现代材料设计制造的一大主流，通过提高单位产品的性能指标，实现制品的减重、减薄、减少材料用量和加工能耗。
- 材料轻量化不仅可以减少下游产品制造过程中消耗的资源，也可以在产品的运输、使用等过程中降低能耗，促进全社会的节能减排。轻质高强材料的应用可以通过减少所需的原始塑料数量、延长产品的使用寿命并促进回收利用，带来显著的环境效益。



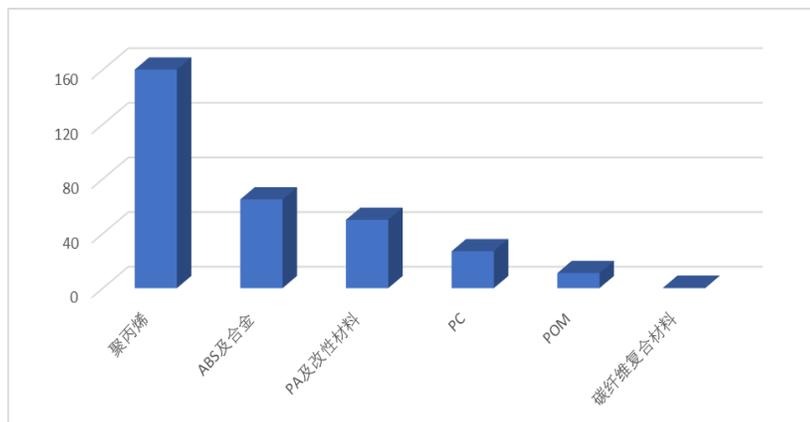
Source: Nexant



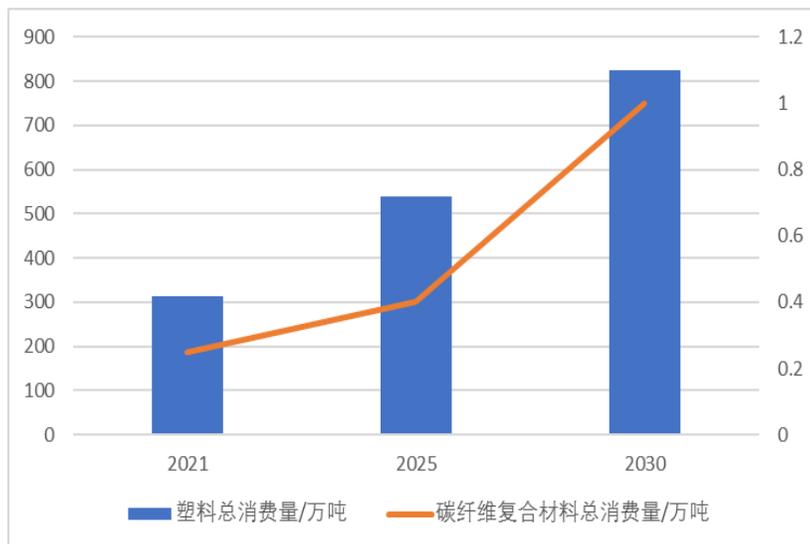
## 化工材料的应用是实现汽车轻量化的重要手段

序号	产品	主要应用部位
1	PP及复合改性材料	汽车保险杠、仪表板、门护板、柱护板、挡泥板、暖风机壳体、风扇护风圈、储液罐、装饰护板、EPP垫块、行李箱护板、备胎仓盖板等
2	ABS及合金材料	内饰配件：仪表盘、仪表板、空调出风格栅、手套箱、烟灰缸、组合开关等 外饰配件：外后视镜、立柱护板、行李支架、尾翼、轮毂盖、外门把手、尾灯等
3	乙烯基聚合物	燃油箱、导油管、挡泥空气导管、扶手、盖板、柱套、风扇护罩、备用轮胎夹箍、转向盘、遮阳板、行李箱衬里、衬板、夹钩扣、弹簧衬垫、汽油滤清器壳套等
4	尼龙材料	发动机及周边部件、轴承、齿轮、滑轮、输油管、储油器、耐油垫片、保护罩、支撑架、导流板、风扇、电气接插件等
5	PC及合金材料	照明系统、车窗、仪表罩、加热板、除霜器、保险杠、蓄电池盖板、车身板、挡泥板、汽车门框等
6	POM及合金材料	汽车泵、汽化器、输油管、动力阀、节轴承、马达齿轮、曲柄、把手、仪表板、汽车窗升降机装置、安全带扣、轴套、齿轮、滑块等
7	聚苯醚及改性材料	内饰件：仪表板、仪表罩、副仪表板、杂物箱、音响格栅、后视镜壳、立柱护板等 外饰件：车轮罩、装饰条、通风格栅、水箱面罩、后视镜壳、侧密封条、阻流板等 汽车电器附件：保险丝盒、继电器壳、闪光灯壳、前大灯反射壳、散热器水池等
8	PMMA材料	车标、车窗、车门挡雨板、反光镜外盖、车顶导板、尾灯灯罩、装饰盖、遮阳罩等
9	PBT及合金材料	烟灰缸、门锁系统、车镜、门把手、车灯框、保险杠、雨刷柄、保险丝盒、连接器、点火系统、车灯插座等
10	聚氨酯材料	座椅、方向盘、门板、装饰件、头枕、仪表板防震垫、支柱装饰件、减震零件、发动机罩盖
11	特种工程塑料	发动机内罩、汽车轴承、齿轮、垫圈（密封件）、离合器片、刹车片、软电路板、连接器等
12	碳纤维复合材料	发动机罩、翼子板、车顶、行李箱、门板、底盘、轮毂等

# 轻量化材料



2021年中国部分车用塑料及复合材料消费量 (万吨)



中国车用塑料及复合材料需求预测

国内车用塑料仍处于产不足需的状态，车用关键工程塑料及复合材料对外依存度高，在材料加工成型技术、应用推广等方面也比较欠缺。

产品名称	国产化情况
<b>聚丙烯</b>	我国每年需进口车用聚丙烯料约30~40万吨，主要原因在于行业进入壁垒较高，使国产车用料难以进入高端汽车零部件领域。
<b>ABS及合金材料</b>	国内通用型ABS产品生产已十分成熟，但在专用料、改性料方面还存在一定差距。技术水平叠加行业壁垒，导致国产ABS车用料行业认可度较低。
<b>PA及改性材料</b>	在特种尼龙方面，长碳链尼龙的生产长期被跨国供应商所垄断，国内PA11和PA12尚无工业化生产装置，产品全部依赖国外进口。
<b>PC</b>	国产产品主要在应用推广领域与外资品牌存在差距。
<b>POM</b>	目前我国每年仍需要进口30万吨左右聚甲醛来弥补中高端需求，进口产品领域以汽车配件、机械部件以及高端电子电器用料为主。
<b>碳纤维复合材料</b>	大丝束碳纤维与国外企业相比，存在质量稳定性、纤维加工性能较差等问题；在碳纤维增强复合材料零件设计和建模、低成本碳纤维材料生产、高效率零件加工设备等产业化应用技术上仍处于技术研究和经验积累阶段

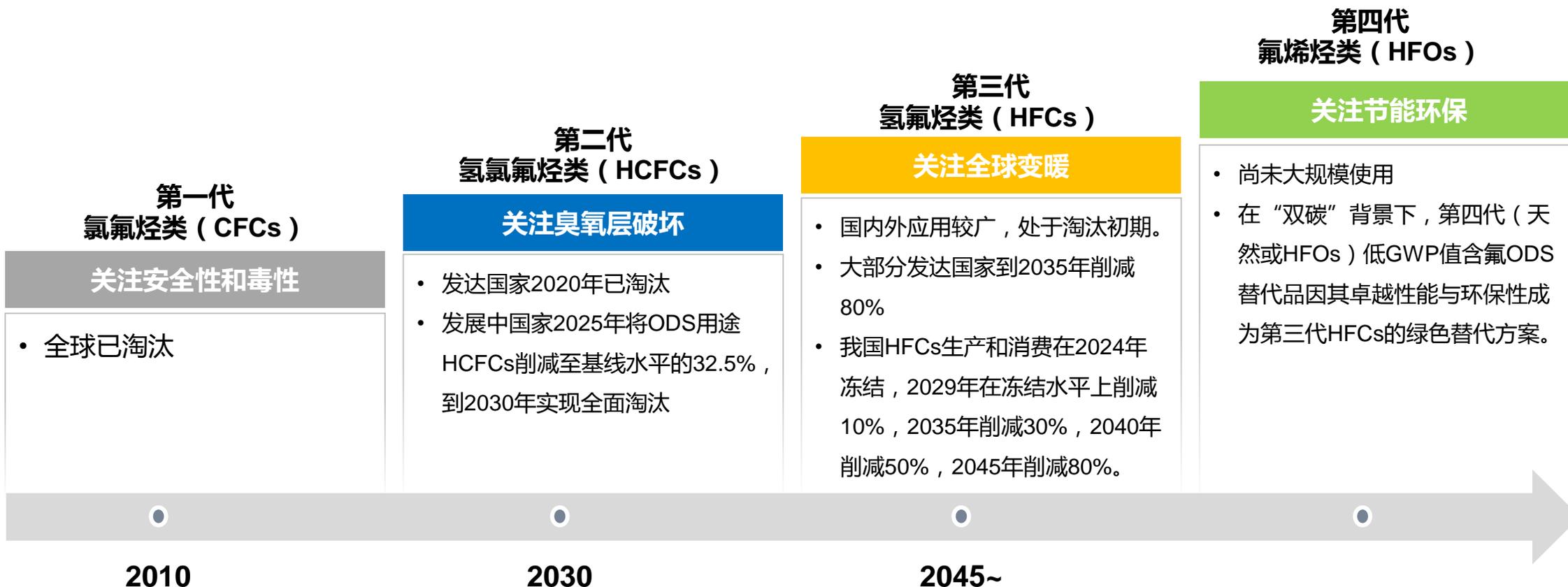
## ➤ 发展方向

- 多材料混合应用，随着产品设计技术、成型技术和连接技术更加成熟，将出现多种技术路线并存的格局
- 车用工程塑料：薄壁化、材料低密度化、以塑代钢
- 碳纤维复合材料：加快相关零件设计和制造关键技术开发和产业链布局、热塑性碳纤维复合材料成型技术的研究

# 低GWP值含氟ODS替代品



- GWP ( Global Warming Potential ) 值是全球变暖潜能值。
- 含氟ODS ( 消耗臭氧层物质 ) 替代品，包括HCFCs、HFCs、HCFOs、HFOs等。



- 含氟ODS替代品中，我国是第二代 ( HCFCs ) 和第三代 ( HFCs ) 含氟制冷剂、发泡剂最大生产国、出口国和消费国。
- 第三代HFCs类产品尽管ODP ( 耗臭氧潜能值 ) 为0，但多数GWP值较高，也面临进一步替代。

# 低GWP值含氟ODS替代品



低GWP含氟ODS替代品是相当于目前市场主流高GWP产品HFCs而言的。

- 欧盟机动车空调系统指令和《含氟温室气体法案》
  - 2017年1月1日起，欧盟市场上所有新车辆中空调制冷剂的GWP值不得高于**150**。
- 中国生态环境保护部《中国含氢氯氟烃替代品推荐名录》（征求意见稿）
  - 《名录》充分考虑HCFCs替代品的气候效益，不推荐高GWP值（超过**750**）替代品。

类别	名称	GWP
HFCs	HFC-134a	1430
	HFC-32	675
	HFC-125	3500
	HFC-152a	124
	HFC-143a	4470
	HFC-227ea	3220
	HFC-245fa	1030
	HFC-236fa	9810
	HFC-23	14800
HCFOs	HCFO-1233zd	5
HFOs	HFO-1234yf	4
	HFO-1234ze	7
	HFO-1336mzz	9
混合工质	R454B*	466
	R446A*	480
全氟酮	全氟己酮	1

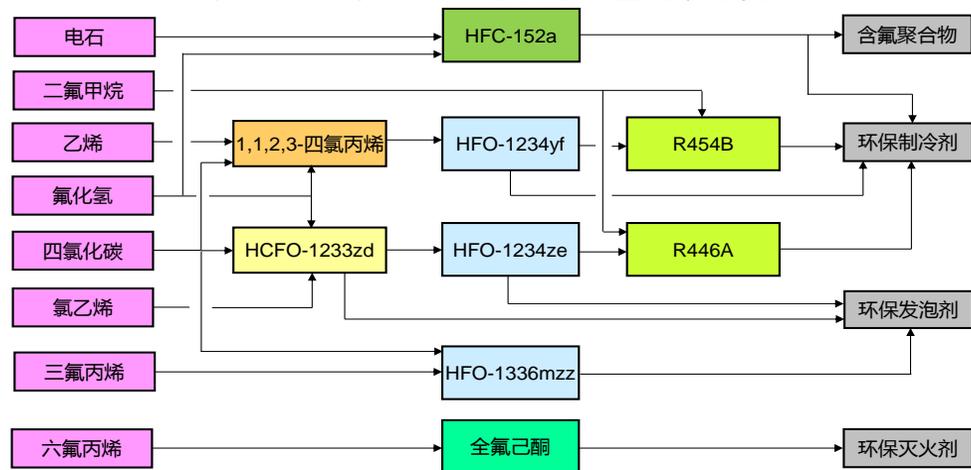
- 如果以150的GWP值衡量，氢氟烃中的HFC-152a，氢氯氟烃HCFO-1233zd，氟烯烃中的HFO-1234yf、HFO-1234ze和HFO-1336mzz，全氟己酮等为最主要的低GWP值含氟ODS替代品；
- 如果以750的GWP值衡量，氢氟烃中的HFC-32，以及基于氟烯烃混配的R446A、R454B等混合工质，也属于低GWP值含氟ODS替代品范畴。

# 低GWP值含氟ODS替代品

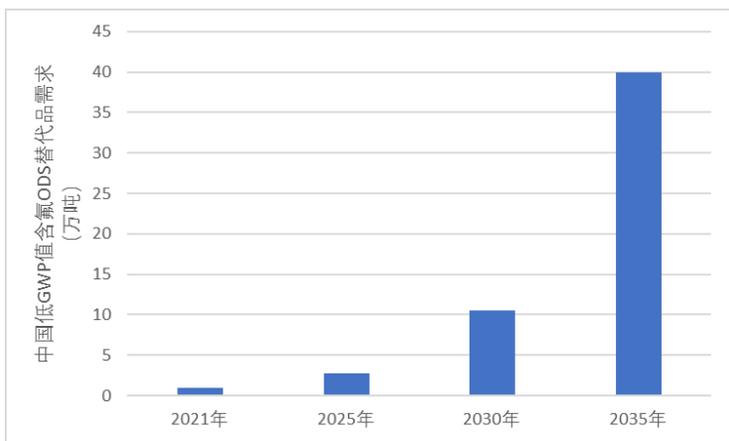


产品名称	重点产品
HFOs	我国第四代环保制冷剂、发泡剂市场处于培育阶段，我国HFOs产业通过与跨国公司合资的方式实现了工业化生产，但生产及使用专利主要掌握在国外公司手中。重点产品如HFO-1234yf、HFO-1336mzz、HFO-1234ze等。
HCFOs	HCFO-1233zd按分子结构分为顺式（Z）和反式（E）两种，其中HCFO-1233zd（E）作为发泡剂使用。HCFO-1233zd（E）有望逐步替代现有发泡剂HCFC-141b甚至HFC-245fa。
全氟酮	全氟己酮是一种重要的哈龙灭火剂替代品，目前全氟己酮用于灭火剂已被列入美国环保署重要的新替代品政策计划。
混合工质	混配组分中含有HFO-1234yf及HFO-1234ze的混合工质具有较低的GWP值和较好的性能，混合制冷剂的替代研究成为制冷剂替代中的重要方向。

低GWP值含氟ODS替代品产业链示意图



图例：



中国低GWP值含氟ODS替代品潜在需求预测

随着国际履约、技术发展和替代进程等因素的推动，国内低GWP值含氟ODS替代品需求量将大幅度增长。

## 发展方向

### 产品

- HFO-1234yf和HFO-1234ze等为代表的新产品是未来一段时期国际含氟ODS替代品发展热点。由于技术受制于专利商，国内含氟ODS替代品开发需跟踪国际发展前沿，开发具有自主知识产权的新一代ODS替代品品种、生产技术和应用技术。

### 技术

- 新能源汽车热管理系统的发展以绿色、高效为导向。下一代新能源汽车热管理系统预计将形成以CO<sub>2</sub>、R290（丙烷）、HFO-1234yf为主、各形式混合工质为辅的百花齐放状态。
- 国内的发泡剂应用将选择混合发泡技术路线，环戊烷+HFOs混合发泡技术，环戊烷+HFOs/HFC-245fa+低沸点发泡剂（HFC-152a、正丁烷等）发泡技术等。
- 全氟己酮灭火剂获得《消防产品技术鉴定证书》，是目前公认的可替代七氟丙烷等氢氟碳化物灭火剂的物质。

# 高效肥料



- 高效肥料，或称为新型肥料，是相对于传统肥料而言，是采用了新配方或新技术制备的、能够显著提高或增加肥效的肥料新品种。新型肥料通过提高化肥利用效率以达到少施用化肥和节能降碳的目的。
- 中国化肥产量和施用量2015年达到历史峰值，随后产销量逐年下降。目前，我国三大粮食作物化肥利用率约40%，远低于发达国家60%的水平，我国新型肥料施用量整体比例依旧较低，只有17~18%左右，距离30%的目标比重有较大上升空间。

高效新型肥料主要分类和品种

类型	主要品种
1 缓释控释肥料	高分子或硫包膜肥，肥包肥，脲醛肥料，稳定性肥料（含脲酶或硝化抑制剂）
2 水溶性肥料和液体肥料	大量、中量、微量元素水溶肥，尿素硝铵溶液，含氨基酸、腐殖酸水溶肥等
3 中微量元素肥料	硝酸钙、硫酸镁、硫酸钾镁、硼砂、硫酸锰、硫酸锌、硫酸亚铁、硫酸铜、钼酸铵等
4 增效肥料	锌腐酸、海藻酸、禾谷素增值尿素等
5 微生物肥料	根瘤菌剂，固氮菌肥，解磷菌肥，解钾菌肥，秸秆腐熟剂，复合菌剂等。
6 土壤调理剂	苗床调理剂，土壤结构调理剂，土壤调酸调节剂，土壤改良剂，农林保水剂等。
7 其他新型功能性肥料	抗病虫害肥，抗倒伏性硅肥，根际肥料，防治杂草肥，保水剂包膜肥，二氧化碳气肥等。

化肥生产消费和施肥利用情况（单位：万吨）

序号	项目	2015年	2019年	2020年	2021年
1	化肥生产量（折纯）	7627.4	5624.9	5395.8	5446.0
2	新型化肥生产占比	~10%	~17%	~17%	~18%
3	化肥表观消费量（折纯）	6679.16	5103.9	4835.7	4677.0
4	农用化肥施用量（折纯）	6022.6	5403.6	5250.7	5191.3
5	肥料利用率	35.2%	39.2%	40.2%	~41%

## □ 发展建议

- **施用专用化**：新型农业要求集约化、专业化施肥技术，满足省时、省工的要求，将使得化肥品种更加精细化和专业化。
- **功能复合化**：现代农业要求化肥具有多种功效，满足不同作物的需求，如含有机肥、农药、激素、除草剂、保水剂等复合肥。
- **高效长效化**：高效长效肥料在有效满足作物养分的同时还减少了施用量，省时、省工、提高工作效率。

## □ 发展方向

- **重点产品**：绿色环保高效肥料。高效液体肥料、水溶肥料、缓/控释肥料、有机无机复混肥料、生物肥料、肥料增效剂、新型土壤调理剂等；纳米智能控释肥料。
- **施肥技术**：推广科学施肥技术，优化施肥用药模式，推行定额施肥，集成推广测土配方施肥、水肥一体化、化肥机械深施、增施有机肥等科学施肥技术等措施。

## □ 我国化肥行业未来应向绿色环保、减量增效方向转型发展，预计未来5年中国新型肥料将以10%以上的复合增长率增长，生物有机肥、土壤调理剂、生物刺激剂等产品将是增速较快的领域。

- ✓ 氮肥：规划到2025年新型氮肥比重提升到25%左右；
- ✓ 磷肥：到2025年以提高磷利用率为目标，新型磷肥占比提升10个百分点；
- ✓ 复合肥：改善复合肥料产品结构，减少通用肥品种占比，到2025年新型复合肥料占比提高20个百分点。

序号	项目	15~20年	20~25E	25~30E	30~35E
1	粮食总产量（五年期末）	66949	70000	72500	75000
2	粮食总产量5年平均增长率	0.27%	0.40%	0.70%	0.68%
3	化肥施用量（折纯，五年期末）	5250.7	5128	5019	4922
4	化肥施用量5年平均增长率	-2.71%	-0.23%	-0.43%	-0.39%
5	五年期间化肥减量（折纯）	852.9	362.1	291.8	270.4



**石油和化学工业规划院**  
China National Petroleum & Chemical Planning Institute

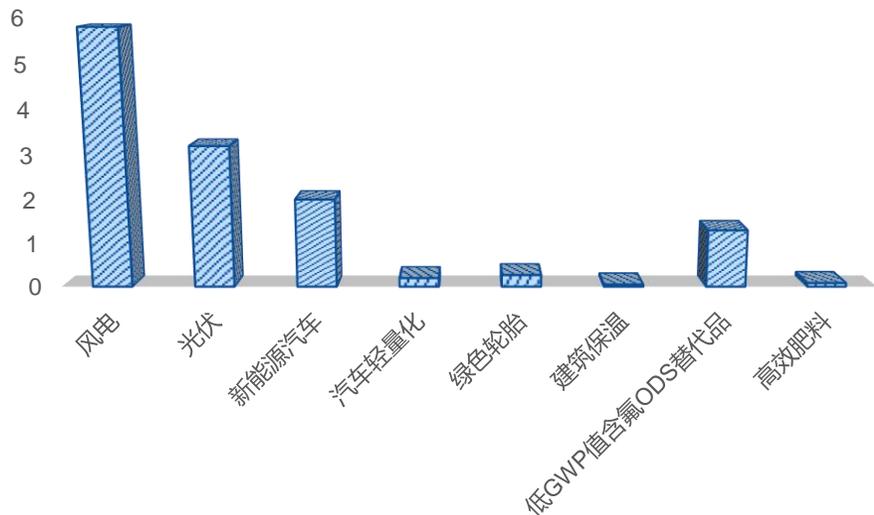


## 三、主要结论及建议

# 主要结论及建议



化工产品对行业直接/间接降碳潜力贡献（单位：亿吨）



材料类别	降碳潜力
风电材料	以风电替代火电折算
光伏材料	以光伏发电替代火电折算
锂电池材料	纯电动乘用车替代汽油乘用车全生命周期碳减排约43 %
汽车轻量化材料	轻量化材料的使用促进汽车油耗、电耗降低和碳排放减少
绿色轮胎	绿色轮胎的使用促进汽车油耗降低和碳排放减少
建筑保温材料	全面使用保暖材料促进建筑碳排放系数下降
低GWP值含氟ODS替代品	含氟ODS替代品的使用直接消削减二氧化碳当量
高效肥料	通过提高化肥利用效率达到少施用化肥和节能降碳作用

- 化工材料在支撑电力、工业、交通、建筑等行业节能减排过程中发挥物质基础和先导性作用，随着社会的发展，对化工材料增加品种、提高质量、满足各领域需求、高效利用资源、减少环境的污染等方面提出更高要求。
- 我国已成为风电、光伏、锂电、汽车等领域规模世界领先的制造大国，全产业链优势明显，但是在部分关键材料领域仍存在短板，部分产品仍主要依赖于进口或外资品牌。未来化工行业需要不断突破高性能产品的自主产业化能力，以支撑我国社会的低碳转型发展。
- 对于短板材料，应加大研发创新力度，促进产品质量升级；加强产业链上下游合作，提高综合解决方案能力；充分发挥市场调节和政府引导作用，打破供应链体系壁垒；对于国内已经具备规模优势的产品，应加快关键材料的技术升级，避免同质化竞争；强化产业链供应链整体的安全稳定；积极跟进下游市场技术动态，重视对外专利布局，做好产品更新换代的技术储备。

欢迎探讨交流，谢谢！

乔冰

材料化工处 高级工程师

化工行业高端发展研究中心 副主任

010-64283144

13810355476

qiaobing@ciccc.com



石油和化学工业规划院

China National Petroleum & Chemical Planning Institute