

“相貌”平平无奇的白色颗粒,却拥有高回弹性、耐化学性、隔热性、绿色环保等诸多优势,这就是EPP——高熔体强度的釜压发泡聚丙烯。

前不久,国家市场监督管理总局会同公安部、工业和信息化部制定、发布的强制性国家标准《摩托车、电动自行车乘员头盔》(GB811-2022,以下简称“新国标”)正式实施。“新国标”对摩托车、电动自行车乘员头盔的固定装置稳定性、吸收碰撞能量等方面都做了明确规定。应用釜压发泡聚丙烯不仅可以起到很好的缓冲减震作用,而且能减轻头盔自重。除了应用在头盔领域,釜压发泡聚丙烯还是食品包装、冷链运输、儿童玩具等多个领域的“新宠”。本版推出专题,介绍中国石化在发展釜压发泡聚丙烯方面的努力。

本版文图由 潘亚男 王佳麟 翁向斌 虞光财 胡学群 赵书萱 杜 洋 徐耀辉 柳 翼 提供

# 釜压发泡聚丙烯专用料: 轻便又强韧、环保又抗冲

产品名片

## 什么是釜压发泡聚丙烯EPP专用料?

釜压发泡聚丙烯EPP专用料(Expanded Polypropylene)是一种性能卓越的高强度轻量化泡沫材料,通过改变发泡温度和压力可以制备密度不同的EPP材料,成型过程为物理成型,以其独特而优越的性能成为新型环保抗压缓冲隔热材料。

## 聚丙烯是如何发泡成型的?

简单来说,就是用二氧化碳将聚丙烯微粒“吹”成一颗颗光滑饱满的发泡珠粒,再将它们填入设计好的模具中,充入饱和蒸汽使珠粒表面熔化从而互相粘连成型。

## EPP专用料制品有什么特点?

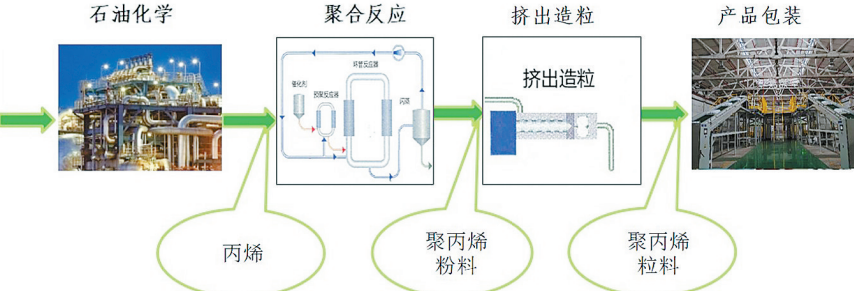
EPP专用料制品具有优异的抗震吸能性能,形变后恢复率高,还有很好的耐热性(最高使用温度可达130摄氏度)、耐化学品、耐油性和隔热性;质量轻,可大幅减轻物品重量。EPP专用料还是一种环保材料,易于降解,其制品环境友好性优于其他发泡材料。

生产工艺

石油开采后运输到炼油厂,经过加工制成聚合级丙烯、乙烯、1-丁烯等原料,接着,进入装置精制单元进一步脱除杂质,精制后的丙烯、乙烯、1-丁烯等原料送入环管反应器中,在催化剂作用下,聚合反应得到聚丙烯粉料。粉料经过挤压机熔融挤出、水下切粒、离心干燥等步骤,最终生产出干净光洁的粒料产品,并送入成品料仓,粒子再通过包装设备包装码垛整齐,最终运输至客户手中。

原油采掘  
石化化学  
聚合反应  
挤出造粒  
产品包装

发泡聚丙烯生产简易流程



应用领域

### ●汽车领域

汽车领域大约占EPP专用料制品市场50%左右的份额。在传统汽车及新能源汽车中,EPP专用料主要用于制造保险杠、仪表盘、工具箱、遮阳板及缓冲块等汽车关键零部件,是汽车轻量化核心材料之一。

#### • EPP汽车保险杠:

由EPP专用料制造的保险杠缓冲块,具有弹性好、抗冲击力强的特点。同时,泡沫材料还减轻了汽车的自重,在受到撞击时,可以更好地吸收冲击能,减轻对车内人员的伤害。



#### • EPP坐垫:

由于EPP专用料具有较好的能量吸收性能和抗冲击性能,同时可以满足汽车轻量化和空气质量的要求,也成为内饰垫块的优选材料。



#### • EPP遮阳板:

EPP的最高使用温度可达130摄氏度,在温度较高的工况条件下,EPP泡沫比其他泡沫材料更有优势。因此,EPP专用料也常用于遮阳板、仪表板保温层等受阳光直射的部件。



### ●包装领域

在我国,EPP专用料在包装领域的应用仅次于汽车,大约占35%的市场份额,主要用于电子产品包装、食品包装及物流包装,具有优异的缓冲性能、保温隔热及可重复使用等优势。近年来,包装材料 and 新型包装设计的轻量化发展趋势日益明显。



### ●日用品领域

EPP专用料制品保温性能好、无发泡剂残留异味、制品柔韧性好,可反复使用,不易破碎产生污染食物外表的渣屑,适用于海产、水果、乳制品、冰点等高档食品冷链运输快速。因其软硬适中,不会接触物体表面,可用于高价值易碎物品和需要防震防静电的精密仪器包装,使其在颠簸的运输过程中免遭损伤及破坏。因其可以生产具有复杂几何结构及高维尺寸精度的制品,且不含危害人体或环境的发泡剂残留,适用于头盔内衬、冲浪板、便携小桌椅、航模船模、儿童玩具等。



### ●工业制造领域

当前,越来越多的工业制造领域开始使用EPP专用料制品进行轻量化替代。如新风系统的EPP成型电机外壳,与传统的钣金外壳相比具有很好的隔音效果;具有非常好的保温效果,可有效防止机器内部出现冷凝水或结冰情况,且不需要额外增加保温材料,可缩小机器体积;具有较强的抗震效果,在运输过程中能够有效避免电机和其他内部组件的损坏;由于EPP是模内成型,电机风道可设计成尺寸精密的流线型,减小空气流通的阻力。



研发攻关

## 北化院:综合创新实现EPP专用料工业开发

为响应国家节能减排的号召,国内诸多发泡企业想方设法降低釜压发泡聚丙烯制品成型时的蒸汽压,但通过优化调整工艺参数和设备条件,依然很难得到合格的釜压发泡成型材料,即便勉强成型,也无法满足客户对制件力学性能的要求。

为解决这一问题,满足汽车轻量化产业链对釜压发泡聚丙烯专用料高刚性、低熔点的需求,北化院多部门集智攻关开展釜压、模压发泡聚丙烯专用料的开发,并牵头承担中国石化汽车轻量化重大项目,依托中国石化聚烯烃研究开发的深厚积累和丰富资源,通过对聚丙烯树脂共聚单体种类、含量等微观结构的调整,改善树脂的宏观性能。

攻关开发过程中,北化院科研团队完成了EPP专用料分子结构设计工作,并在镇海炼化等企业的协助下,在工业化装置上,通过选择催化剂体系、优化聚合工艺、筛选助剂配方及综合创新工程技术,完成EPP专用料的工业化开发,解决了一系列生产难点,最终实现了多牌号“高刚、低温”EPP专用料的工业化生产。

在此基础上,北化院科研团队还就EPP专用料的釜式制备工艺展开研究,开发出适用于系列牌号的成套釜式发泡技术,推进进口专用料的国产化替代。短短两三年,中国石化EPP专用料年产量从零增至占据国内市场半壁江山。

目前,中国石化EPP专用料已在国内外多家EPP珠粒生产厂家应用。使用其制备得到的EPP珠粒成型蒸汽压力低,可降低汽车零件厂的设备折旧和能源消耗成本;制备过程中不易粘连,还具有力学性能优异、珠粒成型制品尺寸稳定等优势。该专用料已通过诸多合资品牌和自主品牌主机厂的原料认证,在众多车型的车内外饰部件生产中应用。

## 镇海炼化:产品供应新能源汽车产业链

模压发泡聚丙烯是发泡聚丙烯家族中的重要成员。镇海炼化与北化院、中国石化宁波新材料研究院科研团队联合开发的E02ES,是国内唯一可用于模压发泡的聚丙烯产品,可用于新型动力电池缓冲绝缘材料、轻质高

强汽车备胎盖板材料等新能源汽车领域,性能全球领先。

作为新能源汽车的“心脏”,动力电池为车辆提供了前行动能,由发泡聚丙烯E02ES制成的底护板棉可吸能、抗冲击,能够更好地保护新能源汽车的刀片式

电池。科研团队运用先进聚合控制技术生产宽分子量分布产品,增强产品熔体强度,并进一步降低结晶能力和结晶度,有力支撑批量化生产。截至目前,镇海炼化已生产聚丙烯E02ES逾万吨,供应新能源汽车产业链。

## 上海石化:产品满足高端B级车应用需求

EPP专用料是一种环保抗冲新材料。长期以来,该产品市场被国外企业占据,国内企业只能跟在后面“跑龙套”。

2013年,上海石化开始进行EPP专用料开发。当时国内这款产品全部依赖进口,下游制品售价很高,产品附加值高。上海石化与北化院合作,从催化剂出发,通过对不同单体组成分布、相对分子质量及分布、熔融结晶性能进行分析,最终确定产品分子结构、聚集态结构、釜压发泡能力及发泡体宏观力学性能间的构效关系,于2016年成功开发第一款EPP专用料制品,得到用户认可。

通过连续攻关,上海石化首次实现EPP专用料系列制品的工业化生产,打破了国外垄断,逐步替代进口。疫情防控期间,进口原料不确定性增加,EPP专用料产品性能已能媲美进口产品的上海石化抓住市场机遇,实现EPP专用料销量大幅增长。

2020年下半年,上海石化在第三代EPP专用料的基础上开发出第四代高刚EPP专用料。

试用这批产品的客户反映,第四代EPP专用料的某项关键性能指标较上一代产品有明显提升,能够满足汽车市场较为高端的B级车应用需求。

如今,上海石化已相继开发出可以应用于不同领域的产品E680E、E800B和E800E,实现EPP专用料产品的系列化,产品在国内市场占有率达50%,成为国内聚丙烯发泡料的“销冠王”。原料国产化使EPP专用料制品的售价大幅降低,应用领域不断拓宽。

截至目前,燕山石化已与下游企业建立起良好的合作关系,实现EPP专用料的批量销售。

## 燕山石化:高性能原料加高水平工艺

EPP专用料必须拥有熔体强度较高的特性,即在熔融状态下具有较高的力学强度,才能在气体注入过程中确保发泡成功。否则,超过熔点后熔体强度下降,所发泡孔难以承受膨胀时的拉伸力,易导致泡孔塌陷,影响发泡质量。

燕山石化EPP专用料的生产过程可谓高性能原料和高水平工艺的强强联手。该公司强化源头把关,采用自身熔体强度较高

的三元共聚聚丙烯产品为原料。2010年,燕山石化自主研发出三元共聚聚丙烯成套工艺技术,一举填补国内空白,成为世界首家在非三元工艺装置上生产出三元共聚聚丙烯的企业。三元共聚聚丙烯是由丙烯、乙烯、丁烯聚合而成,与普通单一结构的聚丙烯相比,复杂的分子链结构使其本身具有较高的熔体强度。

同时,燕山石化强化过程管

## 新闻会客厅

# 一条龙服务为用户 提供最合适产品

嘉宾:上海石化合成树脂部总工程师、合成材料研究所所长 周浩

问:EPP专用料的研发生产如何更好地满足客户需求?

答:上海石化进行发泡聚丙烯专用料的研发近10年,发展成为当前国内聚丙烯发泡料的“销冠王”,得益于多年的技术积累及“MPRC产销研用”一体化优势。

以客户需求为导向,上海石化产销研用团队为客户提供销售、研发、生产一条龙服务,并及时根据客户、市场需求提供“一企一策”个性化定制服务。这是生产型企业在科研开发上拓展出来的新思路,是对产品研发体制的积极探索,我们也取得了不错的成果,积累了一些相关经验。

问:在生产过程中遇到的最大困难是什么?

答:目前,EPP专用料的生产瓶颈主要是共聚单体加入量及在分子结构中的分布。由于发泡料对产品质量要求非常苛刻,因此对工艺控制要求同样严苛。在生产过程中,温度、压力、流量、密度等参数必须严格控制,一旦出现工艺波动,超过控制范围,就会出现发泡僵硬、发泡过度等状况。我们在聚丙烯装置生产过程中采用了先进过程控制,保证生产全过程可控,确保产品质量。

问:EPP专用料未来市场前景如何?

答:目前上海石化的EPP专用料在国内市场占有率近50%。与常用发泡材料相比,发泡聚丙烯具有诸多优点,可替代现有的聚苯乙烯(PS)、聚乙烯(PE)等发泡材料,能广泛用于包装、汽车、建筑等行业,是未来发展的方向和趋势。

国内越来越多的企业开始进行发泡聚丙烯的相关研发,开发竞争产品,这会对市场造成冲击,导致竞争更加激烈。

未来,我们将进一步细分市场,针对客户不同的应用方向,通过技术研发和工艺调整,细分EPP专用料品种,为用户提供最合适的产品,以“一个用途一个服务”满足客户开拓市场的个性化需求,进而吸引更多客户,不断提高产品的国内外市场占有率。

