

聚乙烯泡沫成型

1. 实验目的

- 了解采用化学发泡剂和化学交联剂，一步法生产聚乙烯泡沫板的工艺原理；
- 掌握控制塑料泡沫密度、泡孔结构和强度的方法。

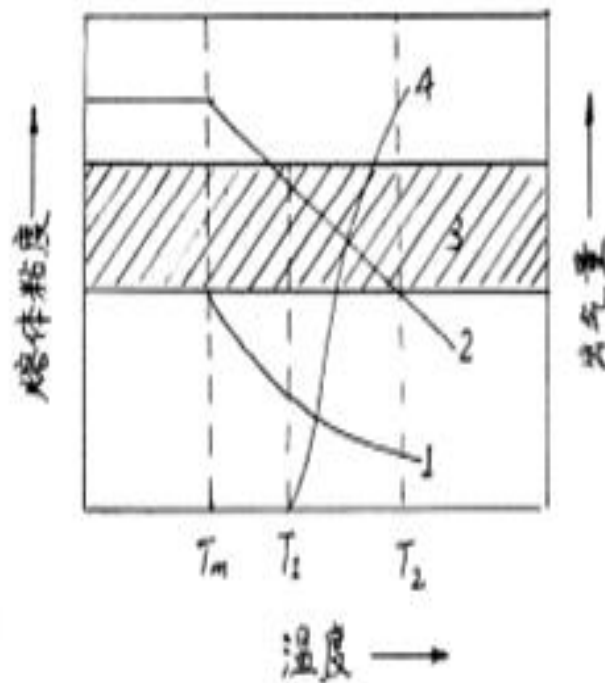
二、实验原理

本实验采用化学发泡剂和化学交联剂，一步法生产低密度聚乙烯（LDPE）泡沫板。其实验过程分为三个阶段：

- ①密炼 在低于交联剂和发泡剂分解温度以下，高于LDPE熔点的温度下，将交联剂过氧化二异丙苯（DCP）、化学发泡剂偶氮甲酰胺（ADCA）和其它加工助剂与低密度聚乙烯放入密炼机中，混合、塑炼成团状熔体料；
- ②双辊拉片 用双辊塑炼机，在与密炼温度相近的温度下，将塑炼后的团状熔体料迅速打包拉成未发泡的片材；
- ③压制成泡沫片材 将未发泡的片材置于恒温于发泡交联温度之下的压模型腔中，经加热、加压、化学交联、化学发泡、冷却定型，最后成为LDPE泡沫片。

3. 大分子自由基互相结合形成共价键， 得到交联聚乙烯

LDPE经化学交联后熔体粘度随温度的变化如右图所示。在 $T_m \sim T_1$ 温度范围、LDPE可进行混炼和成型；在 $T_1 \sim T_2$ 温度区间，交联处理的LDPE在较宽温度范围内其熔体粘度变化缓慢从而可进行化学发泡。故化学交联是生产LDPE泡沫材料的有效方法。



化学发泡时把发泡剂均匀混入LDPE中，加热使发泡剂分解释放大量气体和热能，气体与熔融LDPE混合，在成型设备的工作压力下溶解于熔体内，热能在发泡剂粒子的位置形成局部热点，这些局部的热点温度较周围LDPE熔体温度更高，致使粘度较周围熔体的低，表面张力适量减小，成为溶解气体可以膨胀发泡的位置，即泡核。而周围熔体内的气体，不断地向泡核渗透、扩散，直至气体的压力与泡核壁面的应力处于平衡状态为止。当发泡剂分解完后，成型设备解除工作压力的瞬间，熔体温度、气体的压力、体积变化与泡核壁面取得新的应力平衡，发泡材料急剧胀大，成为细密、均匀、稳定泡孔结构的发泡制品。

三、实验设备型号及原料

实验设备型号

- 乳钵、直径15cm 一套
- 天平、感量0.1g 一台
- XSM-1 / 20-80密炼机 一台
- SK-160B双辊炼塑机 一台
- SL-45压力成型机 一台
- 发泡模具、型腔尺寸（长×宽×深）160×160×3mm 一套
- 整形模具、板面尺寸（长×宽）350×300mm 一套
- 泡沫材料测厚仪或游标尺（精度0.02mm） 一件

实验原料

- 北京燕山石油化工公司生产牌号为1F7B的LDPE。
- DCP，工业一级品
- ADCA，工业一级品
- ZnO，化工一级品
- ZnSt，化工一级品

实验原料配方

配方编号	LDPE	DCP	ADCA	ZnO	ZnSt
1	100	0.6	3	0.8	1.2
2	100	0.9	4	0.8	1.2

四、实验操作步骤及说明

- (1) 阅读密炼机、双辊炼塑机、压力成型机的使用说明书，了解机器的工作原理、安全要求及使用程序。
- (2) 检查机器是否正常，利用加热、控温装置，把密炼机、双辊炼塑机、压力成型机工艺部件及发泡模具分别恒温到 130°C 、 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ 、 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$ 及 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$ 。
- (3) 按表4.5-6原材料配方，计算出LDPE质量为600g时加入助剂的质量。先按配方1，用天平（感量1g）称取原材料，将LDPE放入容器中，按发泡促进剂、交联剂、发泡剂顺序分别用天平（感量0.1g）称量，置于乳钵内研磨均匀。
- (4) 启动密炼机的主机和液压电机，调节转子为 $20\sim 30\text{r}/\text{min}$ ，从加料室将配方1原料按LDPE（约300g）、助剂、LDPE（余下300g）顺序加料，加料完毕、关闭加料门，放下上顶栓，使物料承受 0.14MPa 的压强，停止主机。
- (5) 在 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ 的温度下，预热物料3min。预热时间内接通测量仪器电源，并使转矩测量仪，矩记录仪，物料温度记录仪处于工作状态。
- (6) 预热结束，启动主机，物料开始密炼。由转矩记录仪、物料温度记录仪描绘出物料转矩-时间、物料温度-时间曲线。
- (7) 从物料的转矩-温度-时间曲线判断物料熔融，当物料已均匀后或经密炼 $10\sim 15\text{min}$ 后，开启下顶栓放出团块状的物料。
- (8) 启动双辊炼塑机，调节辊距为 $3\sim 4\text{mm}$ ，在 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的温度下将密炼好的团块状物料辊炼 $1\sim 2$ 次，取下成为未发泡的片坯。

- (9) 趁片坯未冷却变硬时，剪切为略小于 $160 \times 160 \text{mm}$ 的正方块。用记号笔在片坯上标上配方编号。
- (10) 按配方2称量，按步骤(3)~(9)重复操作。
- (11) 按发泡模具型腔容积（同学在实验前）计算所需片坯的质量，用天平（感量 1g ）称量片坯。
- (12) 将已恒温 $160 \sim 180^\circ \text{C}$ 的发泡模具清理干净，置于压力成型机下工作台中心部位，放入已称量的用配方1原料塑炼的片坯。
- (13) 合模加压至压力成型机液压表压强为 $1 \sim 10 \text{MPa}$ ，开始计算模压发泡成型时间。
- (14) 在模具温度 $160 \sim 180^\circ \text{C}$ 下，模压发泡成型 $10 \sim 12 \text{min}$ ，得到配方1PE泡沫片。
- (15) 用配方2原料塑炼的片坯，重复操作(11)~(14)，得到配方2PE泡沫片。
- (16) 用三角尺（自备）在泡沫板材表面画出 $100 \times 100 \text{mm}$ 的正方形，剪切成块，用泡沫材料测厚仪或游标卡尺测量各边的厚度；用天平（感量 0.1g ）称量泡沫块的质量。
- (17) 在泡沫板材表面及切断面用肉眼或放大镜观查气泡结构及外观质量缺陷（如熔接痕、翘曲、僵块、凹陷等）状况。

五、实验结果表述

- (1) 按压力成型机技术参数，计算模压成型的模压压强 (MPa)。
- (2) 按五 (16) 操作步骤检测数据，计算泡沫材料的发泡倍数及平均值。
- (3) 从工艺配方和成型工艺试分析说明实验步骤 (17) 中观察到的现象。
- (4) 解释实验过程中测得的物料转矩—温度—时间曲线。

六、实验报告

实验报告应包括下列内容：

- (1) 原材料牌号、生产厂家和日期；
- (2) 实验设备型号、生产厂家和主要性能参数；
- (3) 实验工艺参数记录表；
- (4) 实验操作步骤及工艺调节；
- (5) 实验现象记录及原因分析；
- (6) PE泡沫片性能、泡孔结构和外观分析；
- (7) 对实验的改进意见；
- (8) 解答思考题。

七、思考题

1. 从原料密度、泡沫塑料密度、发泡剂的发气量推导计算发泡剂理论用量（%）的公式。用此公式校验本实验配方中发泡剂用量，说明理论用量与实验量差别的原因。
2. 同一塑料的模压成型与模压发泡成型有何特点？比较模压发泡与挤出发泡的工艺特征？
3. 影响PE泡沫塑料泡孔结构和性能的因素有哪些？