

红外穿透PC的生产与测试优化分析

王明

特创工程塑料（上海）有限公司

摘要：由于我国目前手机、笔记本电脑、遥控器、红外摄像机、3D眼镜、感应灯灯罩、红外探测仪等红外产业大量需求，推动技术与工业的发展。而在大量需求的同时，对此材料的研究与生产工艺也在不断改进。本论文主要阐述红外穿透PC在生产时对应测试的原理及标准的选定，利用正交试验设计方法分析影响因素并得到最佳染料配方的理论与实验分析，优化生产工艺以此来提高生产效率。

关键词：红外穿透PC；紫外可见分光光度计UV-3600；注塑机

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.087

引言

红外线穿透PC是一类仅对近红外线的一种高度选择性穿透，而对可见光波及中远红外光波具有高度屏蔽性的黑色聚碳酸酯塑料，中文名称：聚碳酸酯，英文简称：PC（Polycarbonate），结构图见图1。由于PC材料分子量非常高，具有高强度、高耐热、耐冲、耐摔打、高透过率、超高屏蔽防护性、高硬度、耐腐蚀的特性，在现实运用中被广泛推崇。在此从设备选定，原理分

析，染料配方选定，生产流程优化等几个方面介绍红外穿透PC的生产。

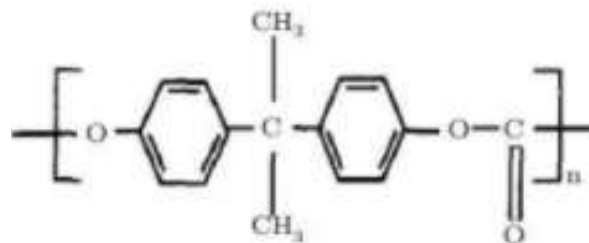


图1 PC结构示意图

一、岛津紫外可见分光光度计的运用原理

岛津UV-3600紫外可见分光光度计（紫外，可见光，近红外分光光度计）测量不同材料在常温下和规定波长范围下的光透射率。UV-3600基本结构是由光源，单色器，吸收池，检测器和数据系统组成，测试原理是：机器内部的光源首先产生复合光线，经过单色器过滤后变成纯度较高的单色光，单色光射入吸收池的待测试样上，由检测器测量单色光透过试样前后的量，最终使用软件计算出透过率。检测器系统方位图见图2。

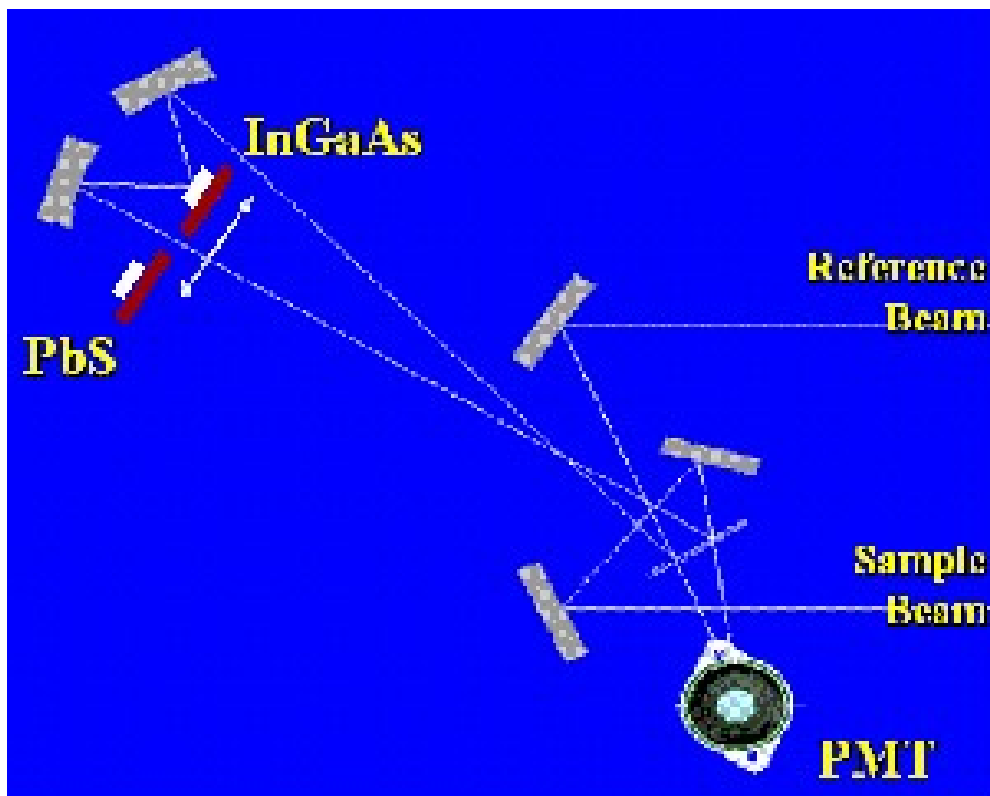


图2 检测器系统方位图

UV3600紫外可见近红外分光光度计具备超高灵敏度——具有独特的三检测器系统，也就是说装载三个检测器：光电倍增管用于紫外区和可见区，InGaAs和PbS检测器用于近红外区。InGaAs检测器覆盖了光电倍增管和PbS检测器的薄弱范围，保证了整个测试范围的高灵敏度，0.00003 Abs 1500nm。检测器系统波长对应表见图3。

	165nm	380nm	780nm	3300nm
	UV		Visible	
PMT	165~1000nm			
InGaAs			700~1800nm	
PbS				1600~3300nm

图3 检测器系统波长对应表

岛津UV3600是高性能紫外可见近红外分光光度计，具有较高灵敏度，依靠其杰出性能，在实际产品质量控制中可选取不同波长进行测试比对，数据积累，在质量管控以及质量标准的制定奠定基础。

二、质量测试波长的选择及原理

在红外穿透PC生产中，针对不同牌号色号，会按照检测要求进行波长的选择，实际生产中一般运用到860nm, 900nm, 960nm三种波长进行检测，对不同产品的数据统计类比。为什么会选用这三种波长呢？众所周知物理学上定义的近红外波长范围在780-1600nm。

而实际生产应用最多的是以下几个波长：800nm, 860nm, 900nm, 960nm, 1065nm其中800nm近红外线由于波长接近可见光红色光部分，波长短，光路传播起来相对容易受阻，并且发热也厉害，红暴现象过于明显（红暴现象：是指一种滤光不净的问题。有时候希望用纯粹红外线照明，而在光源加上滤镜过滤红外线以外的光，滤光不净而有少量红光被人眼看到），会引起镜片发热鼓包变形，造成透过率降低，红外夜视成像变形和模糊等不良情况。

其中应用最多的是中心波长为850nm的红外光，由于辐射强度大，照度远，发热量又比800nm少，红暴较800nm更弱，是目前军用和民用户外红外监视的主要选择。而905nm和1065nm通常用于激光传播一般运用于激光雷达等领域。940nm红外通常用于手扫感应，近距离感应，发射和接收的产品，也可用于室内小距离红外摄像，由于940nm肉眼一般很难发现有红暴现象，在室内相对隐蔽，所以非常适合室内的近红外光源。

对于以上分析，在竞争日益激烈的现在，对应不同产品波长实际中的运用，我们在其中的主要测试为860nm, 900nm, 960nm三种，其日常需求巨大，以此三种波长为主，制定质量测试标准：测试其红外线透过率（2mm）>86%。

三、红外透射PC染料的选择与配方优化

在塑料产品生产中会用到有机颜料，无机颜料，染料等进行配色，无机颜料颜色较为灰暗，色系范围较窄；有机颜料分散性较差，易结块；而染料密度小，着色力高，透明度好，在整体物料中可充分溶解，故而染料选择至关重要，并其颜料比例配方也是在不断生产实验中优化达到最佳配比。

溶剂红135（Solvent Red 135分子式：C18H6CL4N2O）主要用于各类树脂，耐晒达7-8级（耐晒等级：1级至8级，即1级的耐晒牢度最差，8级最高），耐热达300-320℃，该染料具有色力强，耐热性好，耐热度高，耐酸碱性 and 色泽鲜艳等优点。在对PC进行着色时，可将一定比例直接加入塑料中均匀搅拌即可造粒，该染料在透明状洁净的树脂中，能获得鲜艳的透明色调。

溶剂绿3（Solvent green 3分子式：C28H22N2O2）用于各类树脂着色，耐候性6-7级（耐候性：材料如涂料、建筑用塑料、橡胶制品等，应用于室外经受气候的考验，如光照、冷热、风雨、细菌等造成的综合破坏，对应的耐受能力），耐光性8级，耐热达320℃，其稳定性高，色彩鲜艳，着色强度高的绿色粉末。

按一定比例混合溶剂红135与溶剂绿3，进行预混合，然后进行造粒得到黑色PC，而两种染料混合后具有对近红外线高度选择性穿透，而对可见光及中远红外光进行高屏蔽，在产品生产多次稳定后，以确定配方，从而达到标准的质量，生产高质量产品。

四、生产流程介绍

生产部门员工按照生产订单实际配方进行染料和添加剂（添加剂：是聚合物进行成型加工时为改善其加工性能或为改善树脂本身性能所不足而必须添加的一些化合物）的称量，后续与载体进行充分混合，进入喂料器。设备清理后与主料PC同时进入挤出机，随后螺杆混合剪切挤出，然后进入水槽冷却，切粒机造粒，同时由质量部门员工进行取样。运用注塑机进行注模，使用特定模具制成标准2mm色板，最后用岛津紫外可见分光光度计进行测试，之后再将结果反馈给生产部员工，以循环生产。

生产结构示意图如图4：

五、红外透射PC生产问题描述：

生产测试中时常碰到的问题：红外透过率达不到>86%，多次生产依然会反复出现这种情况。最后反复做实验生产后发现，在生产50kg, 100kg, 500kg, 1000kg各取样品测试，数据分别为84%，88%，90%，90%，并多次生产根据数据得出结论生产开机时经常会有污染，在生产一段时间后，数据趋于稳定。为达到高质量的产品，以及生产的顺利进行，并提出了生产改善以及质量

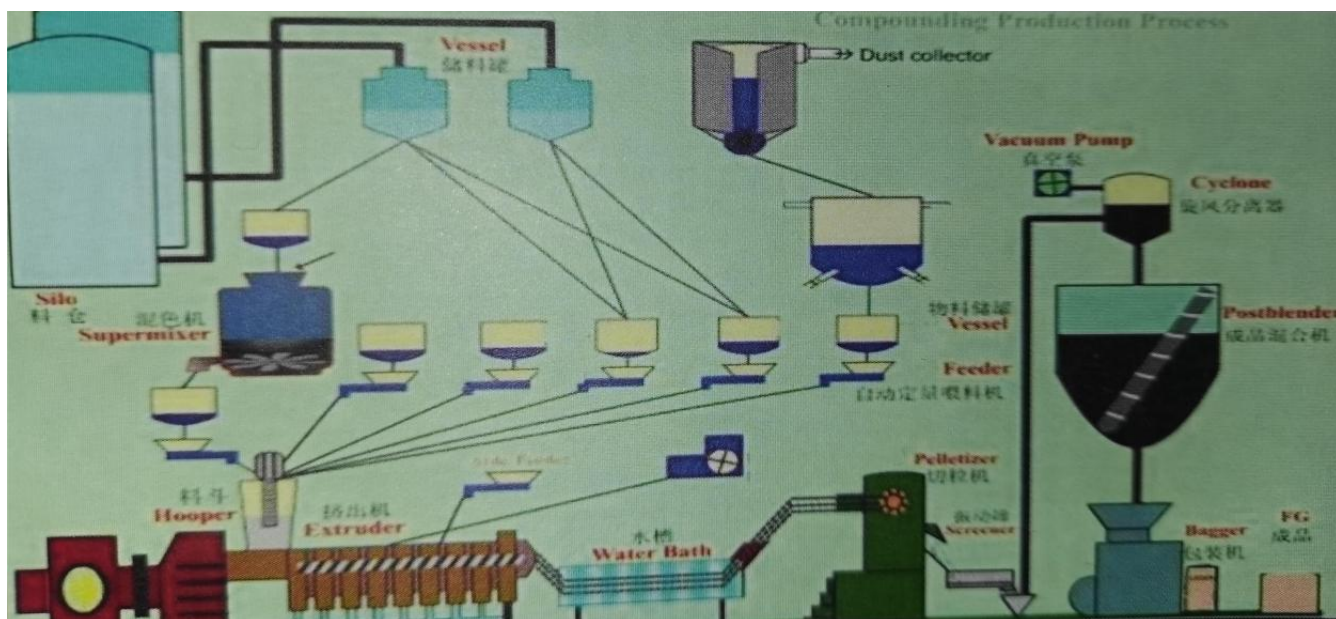


图4 生产结构示意图

测试优化。

原料的污染：在生产中会使用各种添加剂，例如抗氧化剂，光稳定剂，阻燃剂，脱模剂等各种功用的添加剂。在日常生产中很多添加剂都是相通用的，而长时间暴露空气中会有粉尘污染，而判断添加剂是否有污染会运用到新压饼机（电动加压成型机），取全新完整包装的各种原料添加剂压制成<1mm厚度的薄饼，目测其是否受到污染。

设备的污染：

(1) 混料器：订单生产前彻底水洗，确保内壁无残留，搅拌桨无结块以避免交叉污染。确保无水渍残留，以免混料时有结块现象，而导致生产造粒成品数据不稳定。

(2) 挤出机：开机前用特定原料进行全面清理，保证螺杆无残留之前订单成分，避免污染。（挤出机：依靠螺杆旋转产生的压力及剪切力，能使得物料可以充分进行塑化以及均匀混合，通过口模成型）

(3) 注塑机：此为制模机器，之前需要设定相匹配参数，以保证制作标准2mm色板。使用的专用模具表面打磨处理，以保证色板表面光滑，保证数据测试时的准确性。

(4) 岛津紫外可见分光光度计，在使用前进行设备调试校准，精确选取所需波长范围的参数设置，保证在测试时分光光度计的精确性。

六、结论

红外透过PC在生产中，以实验数据控制染料配方，运用生产经验减少实际中遇到的问题，并处理各种问题，优化生产工艺。提高员工的高质量意识，改进培训

员工的生产标准操作流程，来提高生产效率，减少生产原料与时间成本，展现出产品竞争力。以日常产品的高要求来改进生产工艺与质量测试方法，以高质量产品满足种类繁多的市场要求。

参考文献

[1] 梁海生. 用于红外成像的菲涅尔透镜设计与分析 [D]. 西安: 西安工业大学, 2013.

[2] 崔永俊, 贾磊, 王希鹏, 赵秀梅, 薛志勇, 杜文略. 一种热释电红外探测器的单目设计 [J]. 自动化仪表, 2016, 37 (04): 97-99+102.

[3] N. Kakuta, S. Yokoyama, M. Nakamura., et al. Estimation of radiative heat transfer using a geometric human model [J]. IEEE Transactions in Biomedical Engineering, 2001 (48): 324-331.

[4] Po-chun Hsu, Chong Liu, Alex Y. Song, et al. A dual-mode textile for human body radiative heating and cooling [J]. Science Advances, 2017, 3 (11): 1-8.

[5] 彭丽静, 官世宽, 李丽静. 热释电红外传感器原理及应用 [J]. 煤炭技术, 2005, 24 (03): 113-114.

[6] 李等. 基于热释电红外传感器的人体定位系统研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2015.

[7] 沈德言. 红外光谱法在分子研究中的应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1982: 61-64.

[8] 王宇轩. 红外高透PE用于辐射供冷表面的实验研究 [D]. 广州: 广州大学, 2020.

作者简介：王明（1987.09-），男，汉族，助理工程师，本科学历，研究方向：质量工程师标准质量。