

塑料产品物理性能测试结果的改进浅析

孙志求

特创工程塑料(上海)有限公司

[摘要]塑料产品的物理性能测试,这里指的是工程塑料粒子经过烘干后由注塑机加工成标准的测试样条,然后放置在恒温恒湿箱里12小时,测试样条在测试仪器上进行的冲击测试、拉伸测试、弯曲测试和热变形温度测试。工厂员工制备出来的测试样条质量存在差异,主要表现为测试样条表面收缩明显,导致测试人员经常会测出产品的物理性能不达标,需要重新制备测试样条来测试,造成了大量的重复劳动。本文主要通过改善注塑工艺来控制测试样条的厚度尺寸,最终使产品物理性能达标。

[关键词]工程塑料;标准测试样条;注塑机;性能测试

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.1100

一、前言

为保证产品的性能符合客户要求,需要对塑料产品做不同类型的物理性能测试,主要包括冲击测试、拉伸测试、弯曲测试和热变形温度测试。测试人员经常遇到产品的物理性能不达标不能及时放单,需要尽快找出根本原因并解决,以减少工厂成品的交付周期和误判的风险。

二、工程塑料物理性能测试原理及方法

塑料冲击测试原理:缺口测试样条固定在夹具上,摆锤(具有固定半径的冲击刃)从固定的高度释放,使得样条能够吸收瞬时的能量。冲击强度是用缺口处吸收的能量除以缺口样条的厚度来表征的。本实验的冲击测试样条为1/8英寸样条。

塑料拉伸性能测试原理:将测试样条沿纵向主轴恒速拉伸,直到试样断裂或应力应变达到某一预定值时得到材料的拉伸强度。本实验的拉伸测试样条为1/8英寸样条。

塑料弯曲性能测试原理:把测试样条支撑在横梁上,用压头压在测试样条的中部形成一个三点的负载,使测试样条在跨度中心以恒定速度弯曲,直到测试样条断裂或变形达到预定值时得到材料的弯曲强度。本实验的弯曲测试样条为1/4英寸样条。

塑料热变形温度测试原理:塑料测试样条浸在等速升温的硅油中,在恒定负载作用下,测量测试样条弯曲变形达到规定值时的温度。本实验的热变形温度测试样条为1/4英寸样条。

(一) 工程塑料测试标准

工程塑料测试标准国际上主要分为ISO标准和ASTM标准,本工厂采用的是ASTM标准,所以用于测试的标准测试样条是需要符合ASTM标准尺寸。ASTM标准尺寸样条的厚度分为1/8英寸和1/4英寸两种,即3.175mm和6.35mm。塑料产品在成型过程中由于体积收缩都会出现收缩现象,而且随着厚度的增加收缩现象更加明显。本工厂的模具制出的样条在3.15mm和6.20mm左右。

(二) ASTM标准尺寸样条的要求

在进行塑料的物理性能测试前,需要使用注塑机将成品塑料粒子制成形状和尺寸符合ASTM标准的测试样条,测试样条需要外观饱满,形状规则,无弯曲无缩水等现象。测试样条准备好后,放置在温度为23度湿度为50%的恒温恒湿箱里12小时后,方可进行各项物理性能测试。

(三) 实验设备

不锈钢托盘、烘箱、带油温加热的注塑机、模具插件、游标卡尺、恒温恒湿箱、冲击测试仪、拉伸弯曲测试仪、热变形温度测试仪。

(四) 实验原料

取基材为结晶型PBT(聚对苯二甲酸丁二醇酯)的改性塑料产品、基材为无定型PPO(聚苯醚)的改性塑料产品。

(五) 原料的干燥

原料在生产过程中会经过冷却水槽或者长时间暴露在空气中,原料的表面都会含有少量的水分。制备测试样条前需要把原料放在合适温度的烘箱中烘干,原料中含有水分会使注塑样条表面有水纹或者内部出现气泡,还会在注塑过程中促使高分子的分解,严重影响测试结果,所以原料得到充分干燥很重要。

各取不同品名的原料2kg均匀地摊开在几个不锈钢铁盘中,使料层厚度低于30mm,放在温度合适的烘箱里干燥,注塑之前应保证原料水份在0.02%以下。

基材为PPO(聚苯醚)改性塑料产品的干燥温度为85度,干燥时间为2小时。

基材为PBT(聚对苯二甲酸丁二醇酯)改性塑料产品的干燥温度为120度,干燥时间为4小时。

(六) 注塑机的准备

注塑机是利用成型模具将热塑性塑料粒子制成各种形状制品的设备,注塑机通常由注射系统、合模系统、液压传动系统、电气控制系统、润滑系统、加热及冷却系统、安全监测系统等组成。本工厂的注塑机为发那科卧式注塑机,其合模部分和注射部分处于同一水平中心线上,且模具是沿水平方向打开的。

注塑前要设定好合适的注塑温度和模具温度,注塑温度选择原料熔融状态下合适的温度才能保证它的性能。模具的温度由油温机来加热,模具温度主要影响样条的充型和冷却固化过程,温度过低样条表面会有浮纤现象,温度过高样条脱模时不脱模,脱模阶段测试样条温度应冷却至低于原料的热变形温度,以防止测试样条因顶针顶出时所造成的变形。

(七) 注塑过程温度控制

注塑温度 PPO具有很高的耐热性,其分解温度为350℃,在300℃以内没有明显的热降解现象,一般注塑温度采用270~290℃之间。PBT为结晶型聚合物,其分解温度为280℃,温度过高会促使高分子分解,一般注塑温度采用250~260℃之间。

模具温度 PPO熔体黏度大流动性差,在注塑时需采用较高的模具温度,一般模具温度采用90~120℃之间。PBT在常温下结晶速度也快,一般模具温度较低,采用60~80℃之间。

(八) 测试样条的制备

每个类型的产品有特定的注塑工艺条件,主要包括注塑压力、保压压力、保压时间、冷却时间、进料量等。注塑时严格按照工厂规定的SOP来操作,按照给出的参考注塑工艺条件来设置。我们在打完前几模后,用游标卡尺或者螺旋测微仪测量一下样条的厚度尺寸,稍微调整注塑工艺条件就能够打出符合要求的测试样条。

由于每位员工对注塑机的熟悉程度以及操作技能也各不相同,同时周边环境(如环境温度、湿度、空气洁净程度)

也会随着季节变化而不同，这些客观和主观条件共同影响了注塑的样条外观和尺寸不一致，我们在日常操作中也会不断地去优化参考注塑工艺条件。特别需要注意的是PBT为结晶型聚合物，注塑过程中温度和停留时间会对聚合物结构造成较大影响，长时间停机不用时，必须将注塑机内的原料排空后再降温。

对于制备1/8英寸（3.175mm）测试样条时，主要表现为测试样条的厚度尺寸有差异，我们制备样条时可以调整注塑工艺参数（如注塑压力或者进料量等）让样条的厚度尺寸差异尽量小一点。

但是对于制备1/4英寸（6.35mm）测试样条时，由于测试样条越厚收缩越明显，我们制备测试样条时可以调整注塑工艺参数（如注塑压力、进料量或者冷却时间等）尽量保证测试样条的最小厚度。注塑样条厚度越大，需要的冷却时间就越长，整个注塑周期时间也越长。

通过对员工的注塑机的操作技能培训，前后打出的样条尺寸及物理性能测试结果对比见下表：

（九）对比分析

对前后测试样条的对比发现，经过培训后所制备的测试样条外观规则饱满，不再有严重的缩水现象，样条尺寸符合

ASTM标准。从测试结果来看，塑料产品的各项物理性能均有提升。

总结

通过本文的研究，我们在日常制备测试样条时，为了保证塑料产品的物理性能保持稳定，参考工厂规定的工艺参数条件下，可以适当地调整注塑工艺参数，使测试样条尺寸满足以下条件：

1. 对于制备1/8英寸测试样条，样条的测试区域厚度变化控制在0.05mm以内，冲击强度和拉伸强度都能符合要求。
2. 对于制备1/4英寸测试样条，样条的测试区域中间最低厚度都大于6.15mm，弯曲强度和热变形温度都能符合要求。

参考文献

[1] 齐贵亮. 塑料成型物料配制工 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2011. 10
 [2] 张玉龙, 师磊. 塑料品种与选用 [M]. 化学工业出版社, 2012. 01
 [3] 刘朝福. 塑料成型实用手册 [M]. 化学工业出版社, 2013. 10
 [4] 梁明昌. 注塑成型工艺技术与生产管理 [M]. 化学工业出版社, 2014. 01

表1 1/8英寸样条尺寸差异对冲击强度的影响

原料品名	Before 1/8英寸样条厚度相差尺寸mm	after1/8英寸样条厚度相差尺寸mm	Before冲击强度平均值J/m	after冲击强度平均值J/m	提升百分比
sample1	0.06	0.04	501.3	524.2	4.57%
Sample2	0.10	0.05	468.9	483.5	3.11%
Sample3	0.09	0.03	568.3	586.4	3.18%
Sample4	0.08	0.04	602.9	621.8	3.13%
Sample5	0.08	0.02	635.2	663.7	4.49%
Sample6	0.05	0.04	679.5	704.3	3.65%

表2 1/8英寸样条尺寸差异对弯曲强度的影响

原料品名	Before 1/8英寸样条厚度相差尺寸mm	After 1/8英寸样条厚度相差尺寸mm	Before拉伸强度平均值MPa	After拉伸强度平均值MPa	提升百分比
sample1	0.06	0.04	47.8	50.2	5.02%
Sample2	0.10	0.05	43.7	46.8	7.09%
Sample3	0.09	0.03	48.3	50.5	4.55%
Sample4	0.08	0.04	45.7	48.3	5.69%
Sample5	0.08	0.02	50.1	52.6	4.99%
Sample6	0.05	0.04	53.3	56.4	5.82%

表3 1/4英寸样条最低厚度对弯曲强度的影响

原料品名	before 1/4英寸样条最低厚度尺寸mm	after 1/4英寸样条最低厚度尺寸mm	before弯曲强度平均值MPa	after弯曲强度平均值MPa	提升百分比
Sample7	6.09	6.17	96.4	100.4	4.15%
Sample8	6.13	6.19	82.2	85.3	3.77%
Sample9	6.14	6.20	95.4	100.8	5.66%
Sample10	6.08	6.15	95.3	98.6	3.46%
Sample11	6.11	6.18	97.4	105.4	8.21%
Sample12	6.15	6.21	93.2	95.7	2.68%

表4 1/4英寸样条最低厚度对热变形温度的影响

原料品名	before 1/4英寸样条最低厚度尺寸mm	after 1/4英寸样条最低厚度尺寸mm	before热变形温度平均值℃	after热变形温度平均值℃	提升百分比
Sample7	6.09	6.17	121.8	130.6	7.22%
Sample8	6.13	6.19	110.5	115.7	4.71%
Sample9	6.14	6.20	97.6	100.6	3.07%
Sample10	6.08	6.15	138.4	145.4	5.06%
Sample11	6.11	6.18	125.7	135.6	7.88%
Sample12	6.15	6.21	111.8	120.7	7.96%