



作者:

**Chunhong Xiao**  
PerkinElmer, Inc.  
Shelton, CT

**Chris Ernst**  
Advanced Blending Technologies  
Tiffin, OH

## 使用FT-IR分析再回收 利用聚乙烯树脂中的 聚丙烯污染物

### 序言

近年来, 高密度聚乙烯 (HDPE) 消费后再回收使用的数量正稳步增长。例如, 消费后塑料再回收利用协会最近的一项报告指出, 2011年大约有974,000,000英镑的HDPE被回收利用 (1)。这样, 作为一种绿色的、低成本的、可变成未经利用的HDPE替代物, 在许多以HDPE为基本成分的产品中, 可回收利用的HDPE已经成为一种重要的原材料, 比如薄板、管子、装饰材料、电子护线管、瓶子等等。大多数回收利用的HDPE来源于瓶子, 许多瓶子的盖子和瓶口都是由聚丙烯 (PP) 制成的, PP和HDPE具有非常类似的物理特性。因此, 在消费后再回收利用的HDPE树脂中, PP是一种常见的污染物而且会不利地影响最终产品的性能 (例如, 产品比较易碎且受到压力容易开裂)。为了维护产品的高质量, 加工处理程序的监控以及控制回收利用树脂中PP的含量是非常必要的。为了达到这个目的, 一个可信赖的工具是傅里叶变换红外光谱仪 (FT-IR), PerkinElmer公司生产的Spectrum Two红外光谱仪易于使用, 为测量可回收利用HDPE树脂中PP的含量提供了一种非常准确的方法。这篇应用报告为使用PerkinElmer Spectrum Two这台仪器的操作者提供了这种分析方法。

## 实验部分

标准样品是由Advanced Blending Technologies公司提供(见表1)。未经使用的HDPE小球样品首先与未经使用的均聚物PP小球按照表1所示的比例进行干混(比例覆盖范围, 3-12%, 典型地回收利用HDPE树脂中PP的混入标准), 然后通过一个3/4英寸的单螺旋实验室挤压机热熔复合。为了确保混合的均匀性, 样品要重新干混然后额外被挤压两次保证混合样品总数三次通过挤压机。

表1. 四种不同混合比例的PE和PP的标准样品

Name	Polypropylene (%)	Polyethylene (%)
12% PP 4	12	88
9% PP 4	9	91
6% PP 4	6	94
3% PP 4	3	97

PerkinElmer公司的Spectrum Two配置金刚石单次反射ATR被用来收集标准样品的谱图, 光谱分辨率 $4\text{cm}^{-1}$ , 累计次数4次。只需将PP/HDPE树脂小球放置在金刚石晶体上, 然后直接测试不需要任何进一步的样品处理。使用不同的小球, 每种标准样品测试5-6次。使用PerkinElmer Spectrum Quant软件, 利用标准样品的数据建立一个校准方法。(Spectrum Quant是一个非常强大的软件包, 包括基于比尔定量的线性回归, 允许使用峰面积、峰高、最大峰高或者带有基线的峰比例。这个软件也可以进行二次和三次曲线拟合, 但是不适合这个应用的分析。)

对于这个分析应用, 将位于 $719\text{cm}^{-1}$  (归于亚甲基的摇摆振动) 的PE吸收峰(黑色)与位于 $1376\text{cm}^{-1}$  (归于甲基的对称弯曲振动) 的PP吸收峰(绿色)进行比例计算。具有代表性的光谱(叠加地)如图1所示, 峰值比例用来建立校准曲线, 如图2所示。

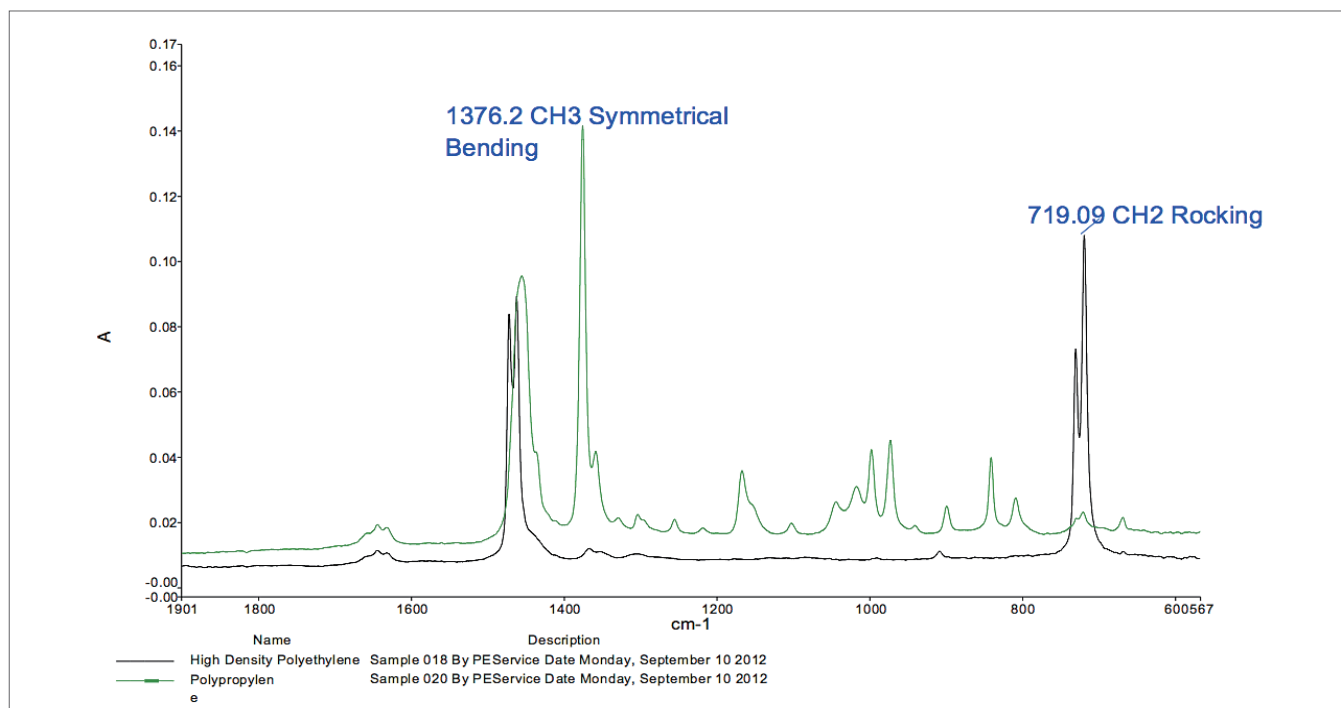


图1. 高密度聚乙烯与聚丙烯的谱图对比

## 实验结果

如图2所示, 根据峰值比例计算PP的含量获得了很好的线性拟合曲线和指定值, 回归相关系数接近0.999。标准预测偏差 (SEP) 非常低, 大约只有0.19%, 表明这个计算模型非常稳健。

对于任何一种定量分析, 最重要的一步就是模型的验证。在Spectrum Quant软件中可进行独立模型验证, 表2给出了PP含量计算的验证结果。与校准曲线具有很好的线性拟合一样, 验证结果中的残差值普遍比较低。

表2. PP含量计算的验证结果

Validation Samples Specified		Calculated	Residual
12% PP validation	12	11.7817	0.218282
9% PP validation	9	9.30215	-0.302153
6% PP validation 1	6	5.60739	0.392614
6% PP validation 2	6	5.70573	0.294273
3% PP validation	3	3.17936	-0.179363

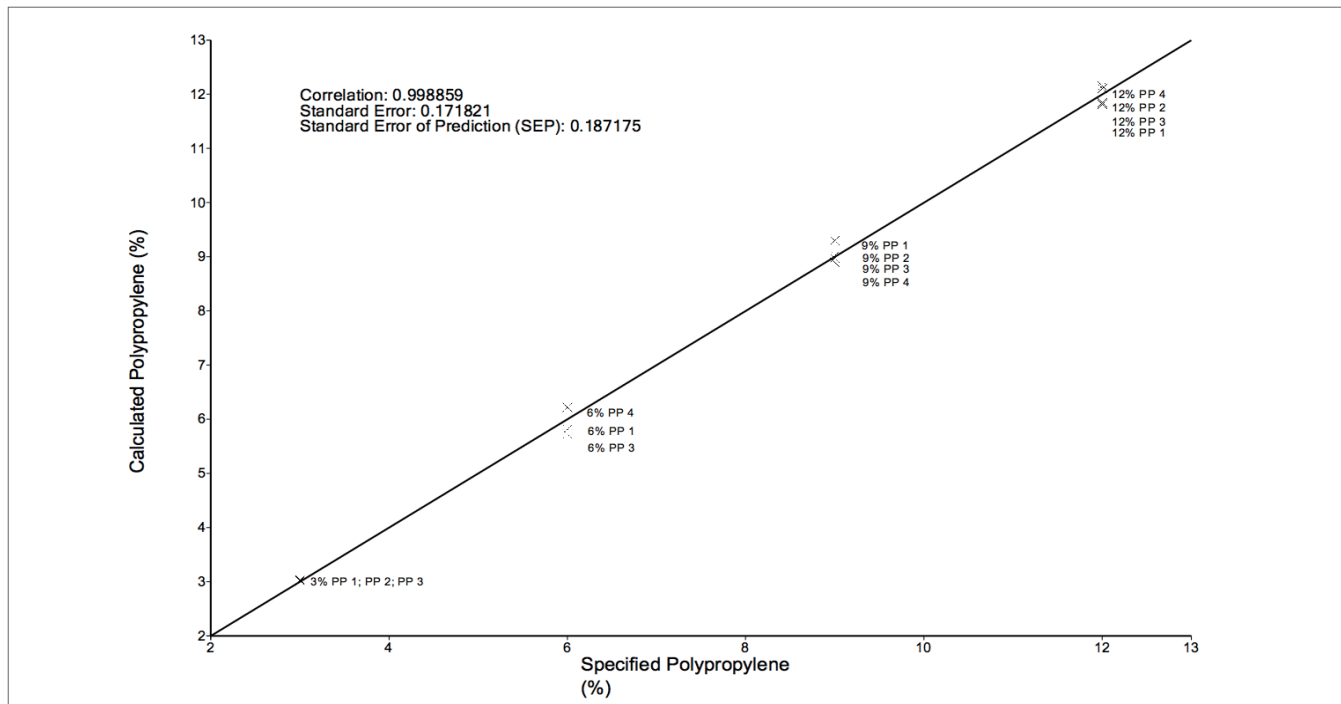


图2. PP含量计算的校准模型

## 结论

PerkinElmer公司的Spectrum Two配备单次反射ATR附件能够在数秒内收集到高质量的谱图, 而且归功于先进的设计和内置的算法, 不需要进行样品前处理, 非常方便操作使用。这些结果在数分钟内便可以快速的获得; 整个分析过程中, 最耗时的部分是带有污染物的树脂标准样品的制备。总之, 校准曲线表现出良好的线性和稳健性表明,

对于可回收利用HDPE中PP含量的测试, Spectrum Two是一个极好的快速筛选分析工具。值得注意的是, 对于可回收利用HPDE树脂中高浓度的PP含量测试, 可能会需要二次校准。

## 参考文献

1. American Chemistry Council, "2012 United States National Post-Consumer Plastics Bottle Recycling Report", 2013, 14 P.

珀金埃尔默仪器(上海)有限公司  
地址: 上海 张江高科技园区 张衡路1670号  
邮编: 201203  
电话: 021-60645888  
传真: 021-60645999  
www.perkinelmer.com.cn



要获取全球办事处的完整列表, 请访问<http://www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs>

版权所有 ©2014, PerkinElmer, Inc. 保留所有权利。PerkinElmer® 是PerkinElmer, Inc. 的注册商标。其它所有商标均为其各自所有者或所有者的财产。