

拉曼光谱仪在烟草生产各环节中的应用



烟草贸易市场的竞争焦点是烟草质量，而烟草质量的优劣又由其化学成分所体现。所以测定烟草的化学成分具有非常重要的作用。对烟草和烟气化学成分与烟草质量关系的研究，主要从外观质量、内在质量、物理特性、化学成分、安全性 5 个方面来研究。

拉曼光谱分析是一种快速、无损测试技术，它是利用各种化学物质 (包括原子、基团、分子及高 分子化合物)所具有的发射、吸收或散射光谱的特征，来确定其性质、结构或含量，在国内外得到了广泛的应用。随着科学技术的发展，光谱分辨率和仪器信噪比越来越高，从光谱获取的数据准确率也越来越高，这在现代烟草和食品领域中起着日益重要的作用。

在烟草公司，拉曼光谱技术更是以其自己的优势在每一个环节（原料的选择、生产过程和工艺调整中、销售过程）得到了广泛地应用。

OPTOSKY·应用案例 1·

烤烟和晒烟

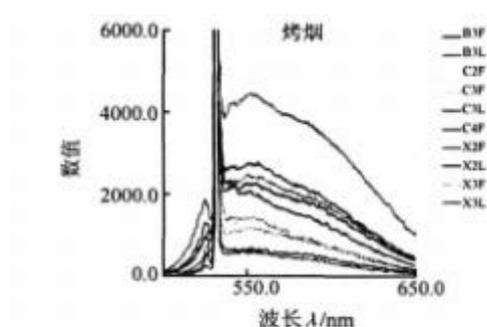


图 1 10种不同级别烤烟样品的激光拉曼/荧光光谱图

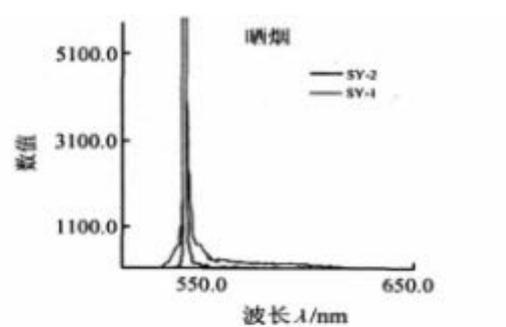


图 2 2种不同级别晒烟样品的激光拉曼/荧光光谱图

图 1 为不同样品的激光拉曼/荧光光谱，上部烟叶烟碱含量最高，水溶性总糖含量最低；中部烟叶烟碱与水溶性总糖含量均居中；下部烟叶烟碱含量最低，水溶性总糖含量最高。我们知道，成熟的烤烟烟叶调后，叶色呈金黄或橘黄，含糖量较高，烟碱含量中等，组织疏松，油分多，香味好。

图 2 为两种晒烟的激光拉曼/荧光光谱图，从图可以看出，SY-1 的谱线和峰值高于 SY-2 的谱线和峰值。晒烟烟叶采收后，在日光下照晒下调制，一般叶片较大，较厚，油分较充足，颜色多深黄，紫色或红褐色。一般植株上部烟叶品质较好，劲头大，燃烧时阴燃持火力强，烟叶含糖低，烟碱含量高。

烟叶中类胡萝卜素与烟品质的关系

烟草的颜色是新鲜烟叶中原有的色素和色素源以及在调制过程中由棕色化反应形成的有色物质的综合表现。新鲜烟叶中的植物色素主要是叶绿素，类胡萝卜素的绿色被叶绿素的绿色所覆盖。在烘烤过程中，叶绿素在叶绿素酶的作用下迅速降解，而类胡萝卜素的降解主要由于氧化作用引起，其速度远低于叶绿素降解速度，导致类胡萝卜素与叶绿素含量的比值不断升高，对烟叶颜色产生了综合作用，使烟叶颜色由绿色向黄色转变，烟叶的外观质量得到明显改善。

类胡萝卜素因其独特的链式结构，比较容易被激发出强的拉曼信号，因此激光拉曼光谱技术在类胡萝卜素的测定方面也得到了广泛的应用。

近几年，葛炯等就利用拉曼光谱同时测定烟草中叶黄素和β-胡萝卜素含量。论文中提到：

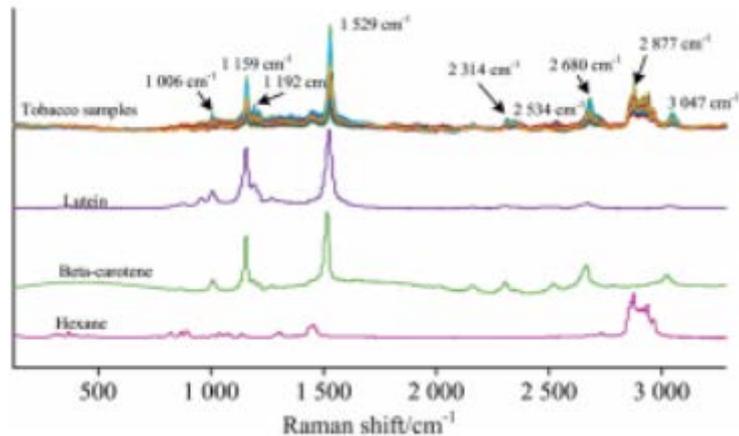


图 3 烟草样本的拉曼光谱图和叶黄素、β-胡萝卜素以及正己烷的标准拉曼光谱图

从图 3 中可以观察到，叶黄素和β-胡萝卜素的拉曼信号主要集中在 798.2~1752.8 和 2254.2~2784.5cm⁻¹ 两个波段。1529cm⁻¹ 处的拉曼峰对应的是 C = C 键的伸缩振动，这是多烯链最重要的特征峰之一。另一个强特征峰 1159cm⁻¹ 对应的是 C—C 键的伸缩振动。1006cm⁻¹ 处的特征峰是由于甲基和碳链之间的摇摆振动而产生的。

根据图 5 的叶黄素和 β -胡萝卜素的标准拉曼光谱可以观察到，烟草样品在 1529、1159 和 1006 cm^{-1} 处有严重的峰重叠。

李丛民等在发现焦油中自由基的浓度随叶黄素和 β -胡萝卜素的加入量增加而降低，表明类胡萝卜素对卷烟焦油中的自由基有明显的清除作用。基于以上烟草中类胡萝卜素对烟草品质的影响，建立一种简单有效的类胡萝卜素的分析方法对评价烟草品质具有参考价值，同时在卷烟产品开发过程中，研究类胡萝卜素对清除卷烟焦油中自由基的作用，降低吸烟对健康的影响也具有重要的现实意义。

拉曼光谱操作简单、测定时间短、能提供有关分子官能团信息的特点，因此应用拉曼光谱检测烟草中叶黄素和 β -胡萝卜素是一种不错的快检方法。**烟草样品的有机溶剂提取物，密封在透明玻璃瓶中，将激光聚焦于瓶内溶液样品直接测定拉曼光谱。**

OPTOSKY • 应用案例 3 •

拉曼光谱法测试香烟盒外包装薄膜

现阶段已经对香烟烟蒂、烟灰、烟丝、香烟盒外包装薄膜、烟用内衬纸等进行了多项研究并取得了一定的成果。香烟盒外包装薄膜即卷烟小盒及条盒外包裹的一层薄膜，全世界有 85% 以上采用 PP 透明包装材料进行包装。因其透明性好、密度小、质量轻，可让消费者更好更清晰的看到物品的信息以及物品的特征；有较好的耐腐蚀、耐酸碱、耐油、耐冲击及较好的机械强度，能有效的防止香烟变潮发霉，阻隔烟草气味外逸，便于香烟运输与储存。

实验可利用拉曼光谱法，对香烟盒外包装薄膜样品进行检验。

如下，用奥谱天成拉曼光谱仪 ATR3110-785 进行测试，将烟盒外包装透明塑料膜的拉曼光谱图与聚丙烯拉曼光谱标准图谱进行比对。

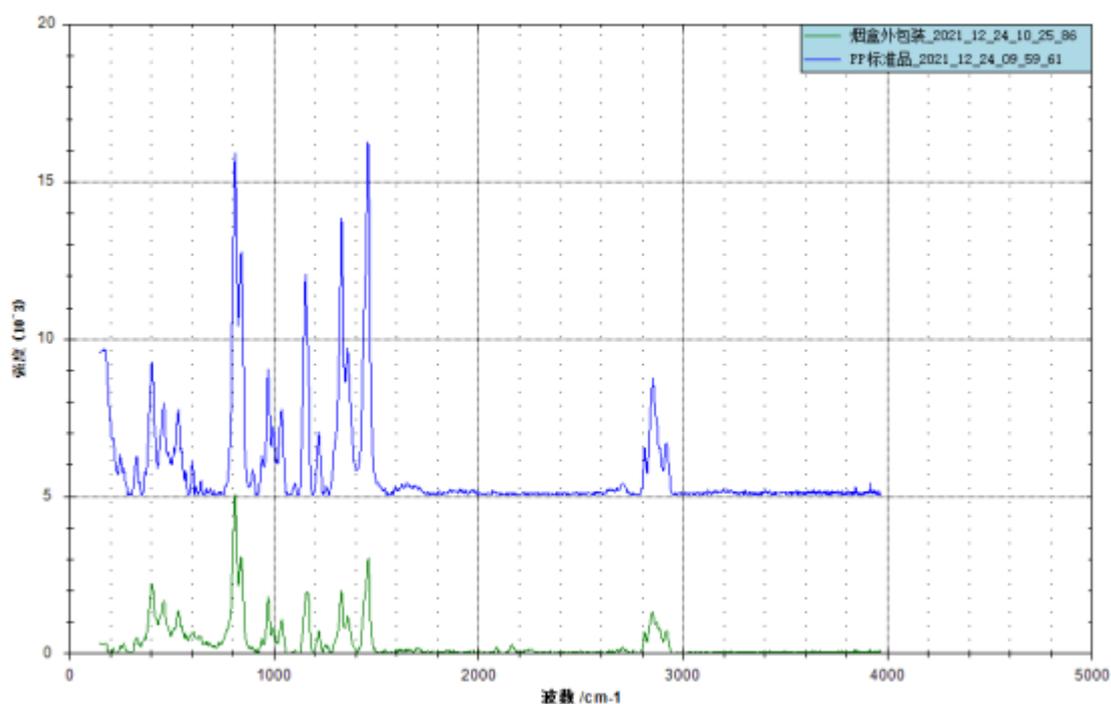


图 4 使用奥谱天成 ATR3110-785 对 PP 标准品与烟盒外包装进行测试的结果对比图

聚丙烯有 2921cm⁻¹、2856cm⁻¹、2815cm⁻¹、1461cm⁻¹、1363cm⁻¹、1332cm⁻¹、1221cm⁻¹、1154cm⁻¹、1038cm⁻¹、975cm⁻¹、842cm⁻¹、810cm⁻¹、535cm⁻¹、463cm⁻¹、404cm⁻¹ 的特征振动峰。3000-2800cm⁻¹ 的谱峰多为 CH₃ 和 CH₂ 中 C-H 键的伸缩振动峰；1500-800cm⁻¹ 的谱峰多为 C-C 键的伸缩振动和 C-H 的弯曲振动峰，550-400cm⁻¹ 的谱峰多为聚丙烯碳链骨架的摇摆振动峰。

如图 4 所示，烟盒外包装透明塑料薄膜的拉曼光谱图中除了聚丙烯结构外，几乎不含有多余的碳碳键结构，其波峰与聚丙烯标准峰相似度高。此类样品中聚丙烯含量高。

利用拉曼光谱法可以对香烟盒外包装薄膜样品进行检验，该方法简便快速,结果准确可靠，且无损样品，根据[拉曼光谱检验结果可以对香烟盒外包装薄膜样品进行检查鉴定。](#)

OPTOSKY

推荐使用

→[奥谱天成拉曼光谱仪（532、785nm 激发波长）](#)，范围为 200-3600cm-1

→[另奥谱天成 ATP9100 地物光谱仪](#)中新增了一款绿植检测，可测其[叶绿素](#)、[类胡萝卜素](#)等功能，可以在烟草生产过程中使用。

附：ATP9100 植被指数检测



图 5 ATP9100 地物光谱仪植被指数功能键界面



图 6 ATP9100 地物光谱仪外业实测图



图 7 ATP9100 地物光谱仪植被指数检测结果

奥谱天成致力于开发国际领先的光谱分析仪器，立志成为国际一流的光谱仪器提供商，基于特有的光机电一体化、光谱分析、云计算等技术，形成以拉曼光谱为拳头产品，光纤光谱、高光谱成像仪、地物光谱、荧光光谱、LIBS 等多个领域，均跻身于世界前列，已出口到全球 50 多个国家。

- ◆ 承担“海洋与渔业发展专项资金项目”（总经费 4576 万元）；
- ◆ 2021 福建省科技小巨人科技部；
- ◆ 刘鸿飞博士入选科技部“创新人才推进计划”；
- ◆ 国家高新技术企业；

- ◆ 刘鸿飞博士获评福建省高层次人才 B 类；
- ◆ 主持制定《近红外地物光谱仪》国家标准；
- ◆ 国家《拉曼光谱仪标准》起草单位；
- ◆ 福建省《便携式拉曼光谱仪标准》评审专家单位；
- ◆ 厦门市“双百人才计划”A 类重点引进项目（最高等级）；
- ◆ 国家海洋局重大产业化专项项目承担者；
- ◆ “重大科学仪器专项计划”承担者。