

## ·研究简报·

## 激光品酒的探索

江宏忠 杨国成

(应用物理系)

## 摘 要

本文提出一个用激光进行酒的品赏的实验方法,当一束激光入射到酒溶液中时,就会产生和酒的特性一致的散射曲线,用这些曲线可以鉴定酒的质量。

## 前 言

酒的质量,关系到消费者的利益,是所有酒厂十分重视的问题。自古以来,酒的质量好坏,都是由职业品酒员直接品尝来鉴定。品酒员依靠自己的感觉器官和经验鉴别各种酒的质量时,由于各个品酒员的味觉器官各不相同,嗜好也不一样,对酒的评定不免产生各种不同的看法,很难有一个统一的质量标准,因此造成一定程度的人为偏差。质量低劣的酒可能被误评为好酒而定出较高的价格;质量较好的酒倒可能被列为低质处理。因此,同一种酒在不同时期进行品尝,或在同一时期由不同的品酒员进行品尝,都有可能得出不同的结论。同时,酒的品种名目繁多,要想通过品酒员进行统一而又正确的评定,更是难以做到。

激光技术用于品酒是激光在酿酒工业上应用的新尝试。国外曾有过这方面的简单报导。<sup>[1]</sup>他们指出:不同酒对激光有不同的散射效应,酿酒工业的可靠品酒员应当是激光装置。当然,激光品酒装置能否把酒的色、香、味等诸项指标用物理量统一地标定下来呢?激光品酒会不会和人的味觉器官唱反调呢?这些都需要进一步通过实验来探索。

## 一、原 理

我们知道,研究光在介质中的折射、反射、吸收以及散射等现象,会给我们提供许多关于物质结构与性质方面的知识。溶液中散射光的性质——强度、偏振、光谱成分等则反映了溶液的结构与性质。

在均匀介质液体中,光线只沿着折射光方向传播。光在溶液中激发的偶极子只发射与入射光频率一样的次波,各个偶极子所产生的次波是相干的。这些次波相干的结果只在折射光

本文1985年4月8日收到。

方向有光,在非折射光方向上则互相抵消。因此,均匀介质溶液对入射光是不散射的。

当溶液中有悬浮小颗粒时,由于其折射率与溶液的折射率不同,破坏了溶液的均匀性。这样,在有入射光时各偶极子所发射的次波在非折射光方向上的分量不能互相抵消,因此出现了入射光的散射。例如当一束激光通过滴有牛奶的清水时,可以从光束侧面观察到很明显的散射光。

如果溶液中的颗粒比入射光的波长小,入射是自然光,散射光是部分偏振光。在与入射光方向(X轴方向)及 $\varphi$ 角的方向上,散射光强 $I_\varphi$ 与 $1 + \cos^2\varphi$ 成比例,在X-Y平面内散射光强随 $\varphi$ 角的分布见图1<sup>[2]</sup>。这个光强分布不但对原光束方向是对称的,而且对于和光束垂直的Y轴也是对称的。

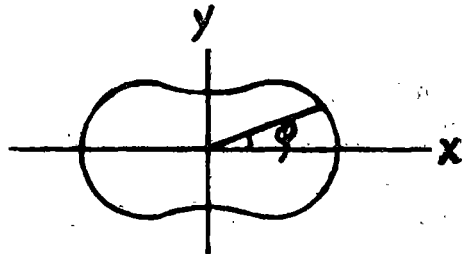


图1 颗粒比波长小时散射光强随 $\varphi$ 角的分布

如果溶液中散射颗粒的大小与波长差不多,则上述的规律就不正确。散射光强随散射角的分布也比较复杂。虽然这些散射现象被成功地应用到分析化学和生物化学以及照相乳胶等方面,但在理论上的解释还是比较困难的。下面从实验结果来讨论这种散射的规律。

## 二、实验装置与测试方法

为了测试酒溶液的散射特性,设计如图2的装置方框图:

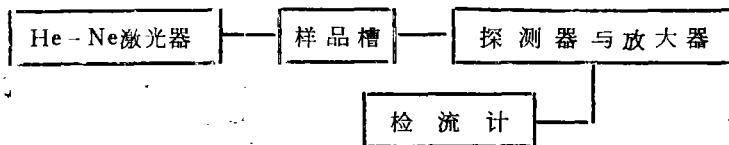


图2测试装置方框图

He—Ne 激光器输出功率3毫瓦,作为入射光的光源,样品槽用烧杯代替。探测器为光电倍增管,它以样品槽为中心在光束通过的平面内作圆周运动,并且窗口始终对准样品槽的中心,接收从溶液中散射的光,探测器的光谱响应波段和He—Ne 激光的波段一致。探测器输出被检流计检测,检流计的读数作为散射光强的相对值。由于散射光强在散射角变化时有很大的起伏,故在画曲线时光强值用对数坐标表示,散射角用线性坐标表示。如果探测器用硅光电二极管,放大器采用对数运算放大器,输出可直接用X—Y记录仪描出曲线。

测试时按如下步骤进行:(1)用四种酒,在不同光强(分别为1毫瓦和3毫瓦),下测出不同散射角下散射光强的相对值,散射角从30度到120度,每隔10度测一个数据。测试图示意如图3所示,(2)入射光用偏振光重复上述实

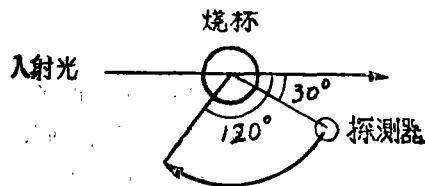


图3 测试示意图

验。(3)变化四种酒溶液的浓度重复上述实验。(4)测出空杯的光散射数据。

上述实验用的四种酒为北京二锅头、樟州高粱、宜春大曲和滋口液。测试时用蒸馏水稀释成所需的浓度。

### 三、实 验 结 果

1、He—Ne 激光器输出功率为3毫瓦的自然光，一份酒用十份蒸馏水稀释，测出四种酒散射曲线，用图4表示。其中纵座标为散射光强的对数值，横座标表示散射角。根据国外报导和本文的数据，质量不同的酒，散射曲线的形状也不同。图中(1)(2)(3)(4)分别表示北京二锅头、樟州高粱、宜春大曲、滋口液的散射曲线。从各曲线的位置可见，散射光强按1—4的顺序从大到小变化。每条曲线不相交。另外每条曲线的形状也是不同的，北京二锅头的散射曲线最平坦，而滋口液的曲线两头翘中间低，显得陡峭，其他两种酒居中。结论是质量好的酒散射光较强，并且散射曲线平坦。

根据米氏效应<sup>[3]</sup>，溶液中的悬浮颗粒越大，散射光强随散射角的涨落也越大。而且在光束前进方向上的光强比相反方向的大。颗粒增大到一定程度，散射光强主要分布在入射光的前进方向上。在相反的方向上散射光很弱。米氏效应应用图5表示，其中箭头表示入射光方向，a图表示颗粒的线度比入射光波长小(比 $\frac{\lambda}{5}$ 到 $\frac{\lambda}{10}$ 小， $\lambda$ 为波长)b图表示颗粒线度和波长差不多，c图表示颗粒线度比波长大。

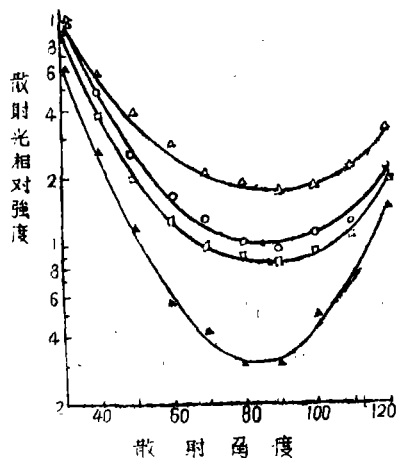


图4  $\lambda$ 射光为3毫瓦自然光时各种酒溶液的散射曲线

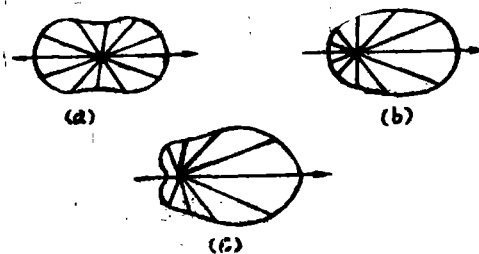


图5 不同颗粒尺寸时散射光强随角度的分布

- a、颗粒比波长小
- b、颗粒和波长差不多大
- c、颗粒比波长大

由于酒在酿制过程中生成许多大小不一的颗粒，它们对入射光的散射是个相当复杂的过程，以上所画的散射曲线形状不同，正好为米氏效应所解释。

上述四条散射曲线的形状可反映四种酒样品的质量。北京二锅头是名酒，价值居四种酒之首，曲线平坦。滋口液质量最差，价钱最低，曲线陡峭，其他两种酒居中。

酒的质量主要是看风味与色泽。优质酒醇正浓香,色泽美观;劣等酒带有异味,色泽不好。散射曲线反映酒的质量可能是反映决定酒风味的那些组分如酯类等。

2、改变入射光强度和偏振状态,在上述光源后面加一起偏器,使光强降为1毫瓦。自然光变成偏振光。偏振方向垂直于水平面。所用样品还是上面四种,浓度还是10:1,所测的散射曲线用图6表示,与图5相比,除了曲线变圆滑外,结论没有变,好的酒散射光较强,且散射曲线较平坦。只是(1)、(2)号曲线变得难以分开,所以为了更有效地鉴别质量相差不多的酒,光源还是强一些好。

### 3、不同浓度酒溶液的散射特性:

上面两组曲线都是在水与酒比例为10:1的情况下测试的,这里选用青阳酒厂生产的半固态米酒,按水与酒的比例为5:1,10:1,0:1三种浓度进行测试,散射曲线绘在图7上,对于这种酒样品浓度为5:1时曲线较为平坦,散射光较强,最下面一条曲线实际上是不掺水的酒,由于酒浓度太大其中颗粒太多,当 $\lambda$ 射光被散射时,其散射光反被周围的颗粒造成的多次散射所消耗。因此能达到接收器的散射光反而变小。当然酒浓度太低,其中颗粒太少,同样也会降低散射光的强度。所以溶液的浓度有一个最佳值。国外报导的一般取10:1,根据我们的经验,取5:1到10:1之间是可行的。

### 4、样品槽(烧杯)的影响

为了消除烧杯对实验结果的影响,我们测绘了空烧杯的散射曲线,由图8表示。该曲线的特点是圆滑对称,而上面酒溶液的散射曲线是不对称的,这种不对称才包含着样品自身的信息。有样品时的曲线可以看成酒溶液的散射加上空杯的散射。由于测试时各种酒样品都用同一烧杯装盛,在分析实验结果时是否扣除杯子的影响变得不重要了。其次空杯的散射光很弱,在曲线中部,散射光强几乎为零。之

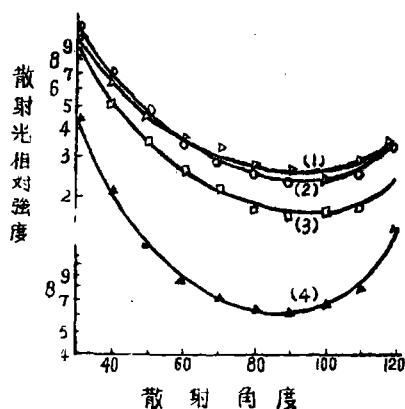


图6  $\lambda$ 射光为1毫瓦偏振光时各种酒溶液的散射曲线

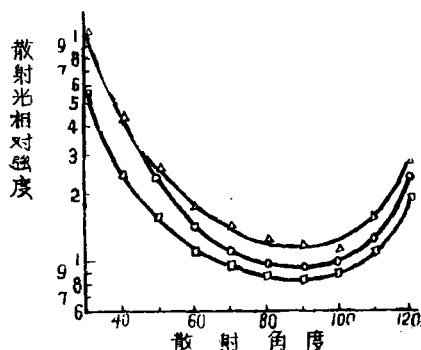


图7 不同浓度的散射曲线

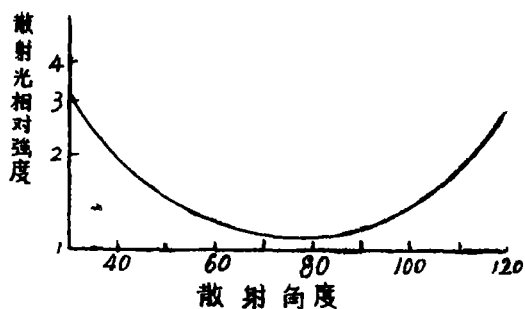


图8 空样品槽散射曲线

所以可以不考虑杯子的影响,这也是一个原因。

以上关于四种酒样品的实验结果说明用激光进行品酒的可能性是存在的。但要真正用它代替人工的品尝还为时太早,因为还要做很多的工作。这些工作除了要进一步完善实验装置、多测各种必要的的数据外,最主要的是要使测试结果真正反映市场上各种酒的品质。或者说,广大消费者公认的好酒,在装置中应当描绘出较平坦的曲线,而这种实验结果又必须同时得到大部分职业品酒员的承认。这样激光品酒才有其实用价值。

### 参 考 文 献

- [1] H. Koebner, Laser+Elektro-optik, 13 Nr. 4 (1981).
- [2] Г. С. 兰斯别尔格著杨霞蓀译, 光学, 人民出版社, (1961).
- [3] M. 波恩, E. 沃耳夫著杨霞蓀译, 光学原理, 科学出版社, (1981).

## Research on Laser-Taste of wine

Jiang Hongzhong Yang Guocheng

### Abstract

In the paper we suggest an experimental method of tasting wine by means of laser

There is a scattering curve which is inaccord with the characteristics of wine when a beam of laser is transmitted we use these curves to evaluate the qualities of wine