



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102183467 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 14

(21) 申请号 201110025060. 5

(22) 申请日 2011. 01. 24

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 罗华平 卢启鹏

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01N 21/25 (2006. 01)

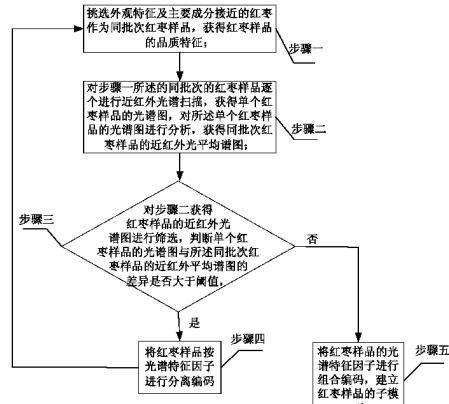
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法

(57) 摘要

一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法，涉及近红外谱区对天然产物品质分级的建模方法，它解决现有采用随机选择枣样品近红外光谱差异较大，且无法分离影响光谱变化的主要光谱特征因子，进而导致分级建模效果差的问题，通过对样品外观特征初步挑选后，对同批次红枣样品逐个扫描；经过适当的光谱预处理后获得该批次红枣样品的平均光谱，并与原样品光谱图按相似度筛选，挑出光谱差异较大的样品，对剩余的再进行光谱扫描，反复调整和逐步细分，直到该批次样品的光谱差异在所需的精度范围内，将分离出的特征因子编码建立子模型，运用该方法成功分离出新疆红枣的特征因子和建立了子模型，本发明适用于如红枣、苹果、梨子等果品品质分级。



1. 一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤一、挑选外观特征及主要成分接近的红枣作为同批次红枣样品,获得红枣样品的品质特征;

步骤二、对步骤一所述的同批次的红枣样品逐个进行近红外光谱扫描,获得单个红枣样品的光谱图,对所述单个红枣样品的光谱图进行分析,获得同批次红枣样品的近红外光平均谱图;

步骤三、对步骤二获得的红枣样品的近红外光谱图进行筛选,判断单个红枣样品的光谱图与所述同批次红枣样品的近红外平均谱图的差异是否大于阈值,如果是,则执行步骤四;如果否,则执行步骤五;

步骤四、采用拓扑法将红枣样品按光谱特征因子进行分离编码,然后返回执行步骤一;

步骤五、将红枣样品的光谱特征因子进行组合编码,建立红枣样品的子模型。

2. 根据权利要求 1 所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征在于,步骤一所述的红枣样品的外观特征具体指红枣的颜色、纹理、重量。

3. 根据权利要求 1 所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征在于,步骤一所述的主要成分接近的红枣具体指同批次红枣样品的含水量或糖度的差异小于 20%。

4. 根据权利要求 1 所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征在于,步骤三所述的判断单个红枣样品的光谱图与该批次样品平均谱图的差异是否大于阈值,其阈值为每个红枣样品的光谱相似度是否大于 0.6。

5. 根据权利要求 1 所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征在于,步骤四和步骤五所述的光谱特征因子包括红枣样品为鲜枣、干枣、颜色、成分或者纹理。

6. 根据权利要求 1 所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征在于,步骤四所述的红枣样品按其特征因子进行分离编码的方法为:采用二进制编码方式,0,1 表示两种状态,采用定性和半定量结合的方法对红枣样品品质进行编码分级。

7. 根据权利要求 6 所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,其特征在于,对红枣样品品质进行编码分级具体为:

合格红枣样品为 0,不合格红枣样品为 1;合格红枣样品中鲜枣用 0 表示,干枣用 1 表示,不合格红枣样品中发生褐变的红枣用 0 表示,其它用 1 表示;合格红枣样品中的鲜枣颜色为绿色用 0 表示,颜色为红色用 1 表示;合格红枣样品干枣中的成分用 00 表示,颜色用 01 表示,纹理用 10 表示;合格红枣样品干枣成分中的水分用 00 表示,糖度用 01 表示;合格红枣样品干枣颜色为浅黄用 0 表示,深红用 1 表示;合格红枣样品干枣纹理深的用 0 表示,细浅的用 1 表示。

## 一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及近红外谱区对天然产物品质分级的建模方法,具体涉及一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法。

### 背景技术

[0002] 近红外光谱技术凭借其独有的快速无损的检测优势已广泛的应用与食品、工业、农业等诸多领域,红枣的外观品质如果重、尺寸、色泽等同时也是内在品质的一种反映。由于随机选择枣样品近红外光谱差异较大,引起光谱差异的因素很多,甚至无法得出其变化规律,如何分离出影响光谱变化的主要因素作为条件因子,对样品光谱扫描条件予以限制,提高光谱重复性和质量,通过一种有效的方法建立这些外观品质和近红外光谱之间对应的关系,进而找出利用近红外光谱技术对红枣品质进行快速、无损、客观分级的评价方法,是一个迫切需要解决的问题。

[0003] TP方法是一种基于拓扑学(模式识别)基础上的非回归方法,拓扑法应用于近红外光谱分析是基于“光谱相同,则样品相同;样品相同,则性质相同”的原理,关键之处在于,从每一个样品的近红外光谱提取特征信息变量,据此确定样品的编码。

[0004] 实际操作中,对于大量的拓扑库样品,如果逐一比较所有波长处的吸光度,一方面增加了计算量,另一方面光谱中无用的信息影响了最后的比较结果。所以要对光谱进行适当处理,有效提取其反映各个样品组成的信息。

[0005] 常用的分级标准是利用果重和大小在较为宽泛的一个区间评判方法,这时枣样品近红外光谱差异较大,而引起光谱差异的因素很多,如何分离出影响光谱变化的主要因素作为条件因子,对样品再次光谱扫描,提高光谱重复性,减少这方面的误差,通过查阅大量的参考文献和对大量不同品质红枣光谱扫描后分析和整理,发现通过对红枣品质不同指标细分可以有效对部分红枣的品质进行分级和评价。

### 发明内容

[0006] 本发明为解决现有采用随机选择枣样品近红外光谱差异较大,且无法分离影响光谱变化的主要光谱特征因子,进而导致分级建模质量差的问题,提供一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法。

[0007] 一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法,该方法由以下步骤实现:

[0008] 步骤一、挑选外观特征及主要成分接近的红枣作为同批次红枣样品,获得红枣样品的品质特征;

[0009] 步骤二、对步骤一所述的同批次的红枣样品逐个进行近红外光谱扫描,获得单个红枣样品的光谱图,对所述单个红枣样品的光谱图进行分析,获得同批次红枣样品的近红外光平均谱图;

[0010] 步骤三、对步骤二获得红枣样品的近红外光谱图进行筛选,判断单个红枣样品的光谱图与所述同批次红枣样品的近红外平均谱图的差异是否大于阈值,如果是,则执行步

骤四；如果否，则执行步骤五；

[0011] 步骤四、采用拓扑法将红枣样品按光谱特征因子进行分离编码，然后返回执行步骤一；

[0012] 步骤五、将红枣样品的光谱特征因子进行组合编码，建立红枣样品的子模型。

[0013] 本发明的原理：本发明所述的方法是一种食品品质的建模方法，通过新疆红枣样品精选，果品色泽，纹理，含水量，果重，大小等物理品质基本一致的红枣，然后进行近红外光谱扫描，通过光谱图进行筛选，挑出差异较大的样品光谱，对比样品进行进一步品质细分，将品质细分的同批次样品进行光谱扫描，反复调整，逐步细分，直到样品的光谱差异在所需的精度范围内，提取出特征因子建立子模型，实际应用中通过不同子模型特征因子之间按要求改变权重灵活归类重组进行更新和扩展，通过最低匹配值控制样品精度范围，建立近红外光谱和子模型库的对应关系，得到所需模型以满足不同实际生产要求。

[0014] 本发明的有益效果：一、本发明方法主要通过外观特征结合一些主要成分指标综合评价红枣的品质。通过红枣品质通过色泽、纹理、成分等信息将相应的光谱信息数字化，压缩了数据量，使最终采集光谱的重复性和精度方面有较大提高，便于模型库的扩充和更新；二、本发明方法有效地减少人为因素的影响，进行品质细分减小了光谱图的差异，提高光谱重复性，本方法适用于其他果品的无损检测建模；三、本发明方法缩短了建模时间，节省了大量的人力物力，降低了成本，便于迅速开展工作，减少很多弯路。通过对特定谱区选择来识别红枣品质，在压缩数据量和设计选择滤光片等方面有很好的参考价值。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法的流程图；

[0016] 图2为本发明所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法中红枣品质编码流程图；

[0017] 图3为本发明具体实施方式二中近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法的流程框图；

[0018] 图4为具体实施方式二对红枣样品中的干枣多次反复水平和垂直测量的干枣裂口光谱特征效果图；

[0019] 图5为具体实施方式二中同一个干枣对准裂口部位和正常区域效果图；

[0020] 图6为具体实施方式二的红枣样品中鲜枣的颜色为红色的光谱特征效果图；

[0021] 图7为具体实施方式二的红枣样品中鲜枣的颜色为绿色的光谱特征效果图。

## 具体实施方式

[0022] 具体实施方式一、结合图1和图2说明本实施方式，一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法，该方法由以下步骤实现：

[0023] 步骤一、挑选外观特征及主要成分接近的红枣作为同批次红枣样品，获得红枣样品的品质特征；

[0024] 步骤二、对步骤一所述的同批次的红枣样品逐个进行近红外光谱扫描，获得单个红枣样品的光谱图，对所述单个红枣样品的光谱图进行分析，获得同批次红枣样品的近红外光平均谱图；

[0025] 步骤三、对步骤二获得红枣样品的近红外光谱图进行筛选,判断单个红枣样品的光谱图与所述同批次红枣样品的近红外平均谱图的差异是否大于阈值,如果是,则执行步骤四;如果否,则执行步骤五;

[0026] 步骤四、采用拓扑法将红枣样品按光谱特征因子进行分离编码,然后返回执行步骤一;

[0027] 步骤五、将红枣样品的光谱特征因子进行组合编码,建立红枣样品的子模型。

[0028] 本实施方式中步骤一所述的红枣样品的外观特征具体指红枣的颜色、纹理和重量;步骤一所述的主要成分接近的红枣具体指同批次红枣样品的含水量或糖度的差异小于20%。

[0029] 本实施方式中步骤三所述的判断红枣样品的光谱差异是否大于阈值,其阈值为每个红枣样品的光谱相似度是否大于0.6。结合图2,依据光谱差异设定品质细分阈值后进行分离编码,随着分离次数的增加,相应设定的阈值逐渐升高即相似度逐渐升高,最初的子模型品质最低,后面的依次升高,即子模型由左向右一致性好等次逐渐升高,逐步由定性粗分到光谱定量细分,反之,当相邻特征因子单向组合编码并入则相应的阈值降低,品质降低等级降低。通过初级分类和组合定量的办法相结合,灵活重组可以满足实际生产中多样化的要求。

[0030] 本实施方式中步骤四和步骤五所述的光谱特征因子包括红枣样品为鲜枣、干枣、颜色、纹理或者成分。

[0031] 本实施方式中步骤四所述的红枣样品按光谱特征因子进行分离编码的方法为:采用二进制编码方式,采用定性和半定量结合的方法对红枣样品品质进行编码分级,具体为:依据红枣品质分级方法以及对光谱影响大小程度分三个层次,一层合格,不合格,二层次是干、鲜,三层外观品质,相对应光谱的影响也按这三个层次不同类型分离出来然后按对比光谱图位置和形状,解析光谱图中对应的品质因子,提取特征因子编码,重构品质光谱图。大大压缩数据量,实现谱图库快速检索。

[0032] 物理外观品质变化相对单一,可以利用一位描述,通过定性和半定量的方法描述如:颜色纹理可以按此方法继续细分,如水分,糖度等定量梯度的用两位描述,可以分别利用四个二进制代码00,01,10,11对应描述0,25%,50%,75%,100%四个浓度。0,1表示两种状态,合格红枣样品为0,不合格红枣样品为1;合格红枣样品中鲜枣用0表示,干枣用1表示,不合格红枣样品中发生褐变的红枣用0表示,其它用1表示;合格红枣样品中的鲜枣颜色为绿色用0表示,颜色为红色用1表示,然后根据外观品质设定阈值进行升级和降级的区分,合格红枣样品干枣中的成分用00表示,颜色用01表示,纹理用10表示;合格红枣样品干枣成分中的水分用00表示,糖度用01表示;合格红枣样品干枣颜色为浅黄用0表示,深红用1表示;合格红枣样品干枣纹理深的用0表示,细浅的用1表示,根据物理特征成分组合设定阈值进行升级和降级的区分,然后根据生产要求组合调节阈值;所述升级用1表示,降级用0表示。

[0033] 具体实施方式二、结合图3至图7说明本实施方式,本实施方式为具体实施方式一所述的一种近红外谱区新疆红枣品质分级建模方法的实施例:

[0034] 以红枣为例验证:

[0035] 一、在建模前对红枣样品的外观品质如果重、尺寸、色泽等对红枣初步挑选后,将

各物理指标细分后的同批次样品再经光谱扫描细分,对分离出特征因子编码建立近红外光谱子模型;通过该方法建立鲜枣绿色和鲜枣红色、干枣裂果三个初级子模型库;

[0036] 二、建立了干枣裂口处尖峰约为  $10170\text{cm}^{-1}$  ( $983.2\text{nm}$ ),此数据较好的描述子模型提供了较为准确的谱区空间;所述新疆红枣干枣裂果裂口处有尖锐的吸收峰在  $982\text{nm}$ - $983\text{nm}$  之间,且与裂口方向和大小无关,这无疑为解决干枣裂口处褐变识别提供了一个很好的参考资料。

[0037] 三、从鲜枣红色和绿色以及波长区间的光谱图中可见,鲜枣绿色的在  $10166.23\text{cm}^{-1}$  ( $983.65\text{nm}$ )、 $14668.97\text{cm}^{-1}$  ( $681.71\text{nm}$ ) 处有较强烈的吸收峰,而在  $14234.27\text{cm}^{-1}$  ( $702.53\text{nm}$ ) 附近几乎没有吸收;可能是绿色的红枣果皮相对比较厚,穿透效果较差。

[0038] 四、通过对不同种类红枣光谱的谱图分析,无论干枣和鲜枣在  $10166.23\text{cm}^{-1}$  ( $983.65\text{nm}$ ) 以后光谱的相关达到 0.9 左右,在  $12570\text{cm}^{-1}$  ( $795.54\text{nm}$ ) 附近干枣和鲜枣的相关性降到 0.2 左右,在  $14234.27\text{cm}^{-1}$  ( $702.53\text{nm}$ ) 附近干枣和鲜枣的相关性降到 0.1 左右,对全谱质量评价相关性在 0.2 左右;显然较多信息如颜色、表面纹理等物理品质信息集中在  $983.65\text{nm}$  ( $10166.23\text{cm}^{-1}$ ) 以前的部分,通过对特定谱区选择来识别红枣品质,以后的部分没有太多的信息,在压缩数据量和设计选择滤光片等方面有很好的参考价值。

[0039] 本发明在实际应用中通过不同子模型特征因子之间按要求改变权重灵活归类重组进行更新和扩展,通过最低匹配值控制样品精度范围,建立近红外光谱和子模型库的对应关系,得到所需模型以满足不同实际生产要求。

[0040] 本发明建模方法的特征:

[0041] 1、本发明将近红外光谱的拓扑方法用于新疆红枣的建模,在常规按大小和果重分级方法的基础上,通过物理细分和光谱细分相结合的办法,分离出红枣品质的光谱特征因子。然后对红枣光谱图中对应的品质特征进行解析,通过分离编码和组合编码相结合再现谱图的方式,对采集的光谱信息进行有效提取。

[0042] 2、新疆红枣近红外光谱中分离出来的部分品质特征;如深红的自然色泽,绿色、干枣裂口褐变等,分别编码建立子模型。通过定性细分和半定量描述的方式进行红枣品质建模。

[0043] 3、参照新疆红枣的品质分级方法提取特征因子并采用相应的编码方式进行数字化描述,依据需要可以按不同要求自由编码灵活组合重构,产生的数据库小,检索速度快。

[0044] 4、品种选取主要品种的特征因子按鲜枣和干枣两大类编码分别为 0,1,物理品质如色泽和纹理细分。如色泽按深红、桔黄、绿色三种编码,根据需要可以对三种组合编码表示,如果需要细分可以利用色差仪进行深入细分;表面纹理可以借助于按表面光滑 0,纹理细浅 1,如果需要细分可以利用粗糙度仪描述纹理特征,也可以依据主要成分:如含水量、糖度等细分。

[0045] 5、提高光谱图质量的方法:拓扑方法对红枣光谱特征因子编码,建立适当的编码因子,方便检索和重构,极大地缩减了光谱数据库,压缩了数据量,对光谱的采集精度和质量提出了更严格的要求。

[0046] 6、将特征因子按编码方式对谱图检索,提高了检索速度,很方便对现有品质特性

进行扩充为在线生产创造了条件。

[0047] 7、预测未知样品时,首先根据建立的编码原则,由近红外光谱提取特征变量进行编码,然后通过一定的检索方法在拓扑数据库中寻找最为接近的库样品,直接给出样品的性质,并按编码填入相应的库单元内进行扩库工作,该方法可以避免重复建库。

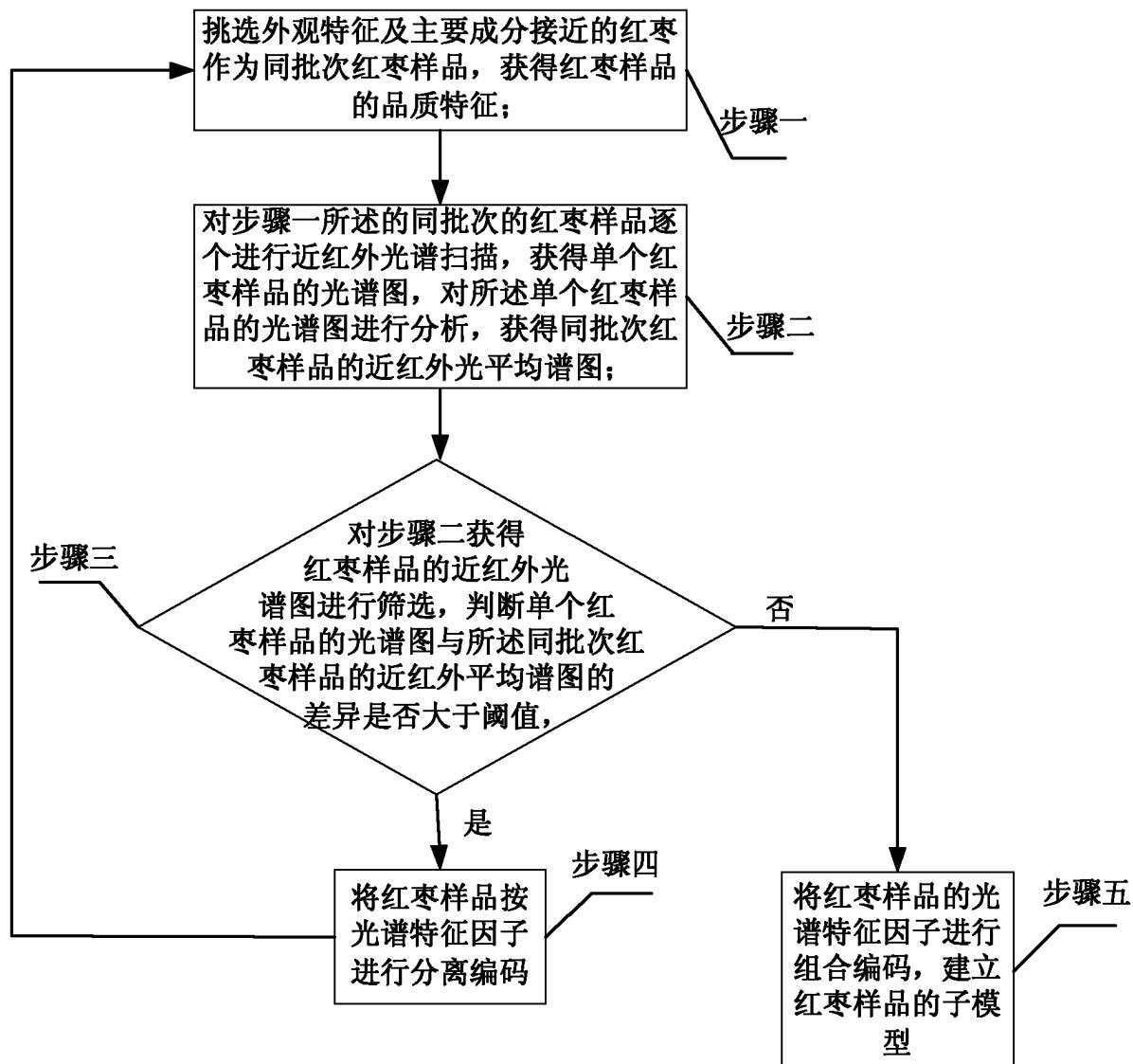


图 1

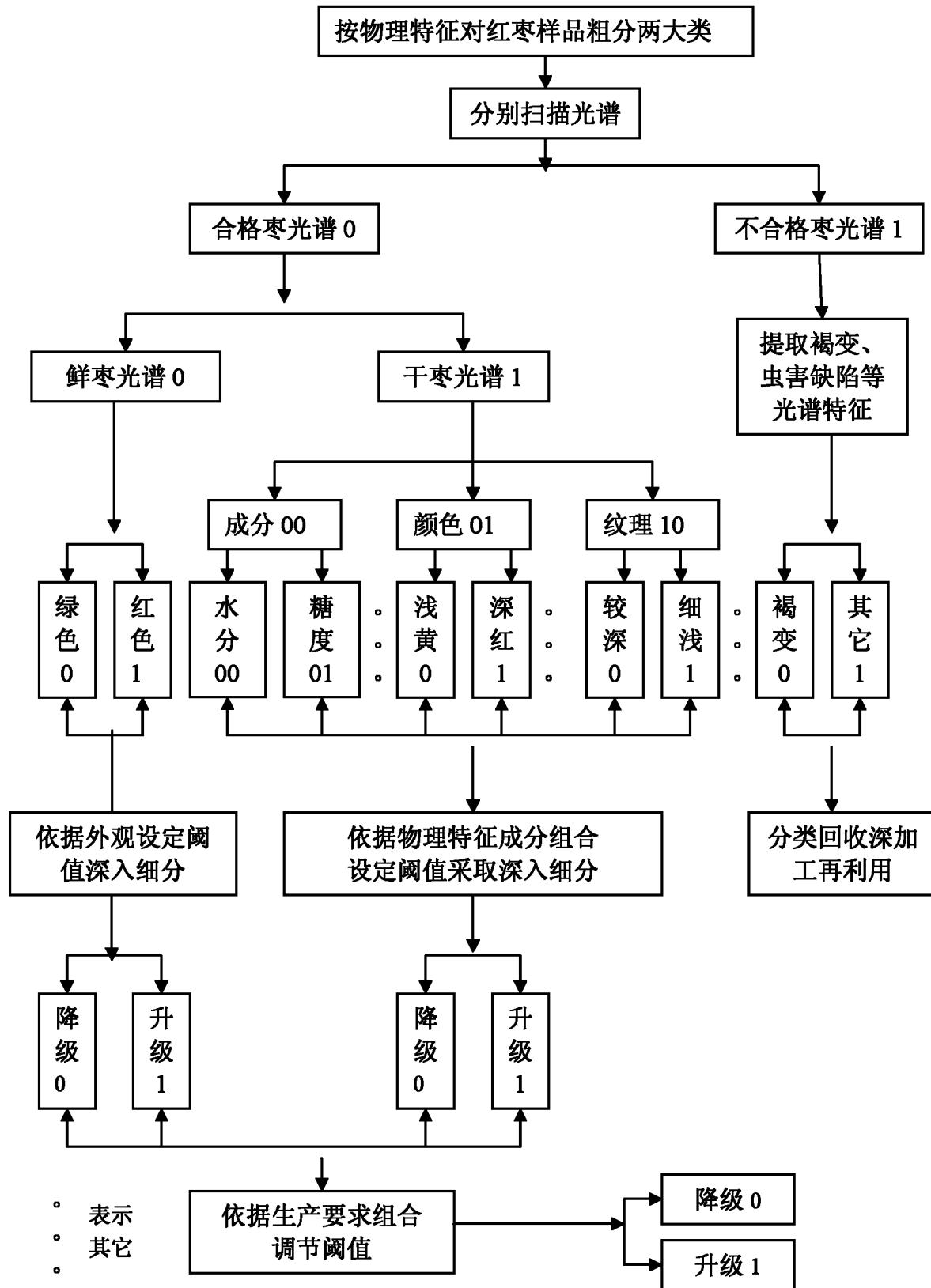


图 2

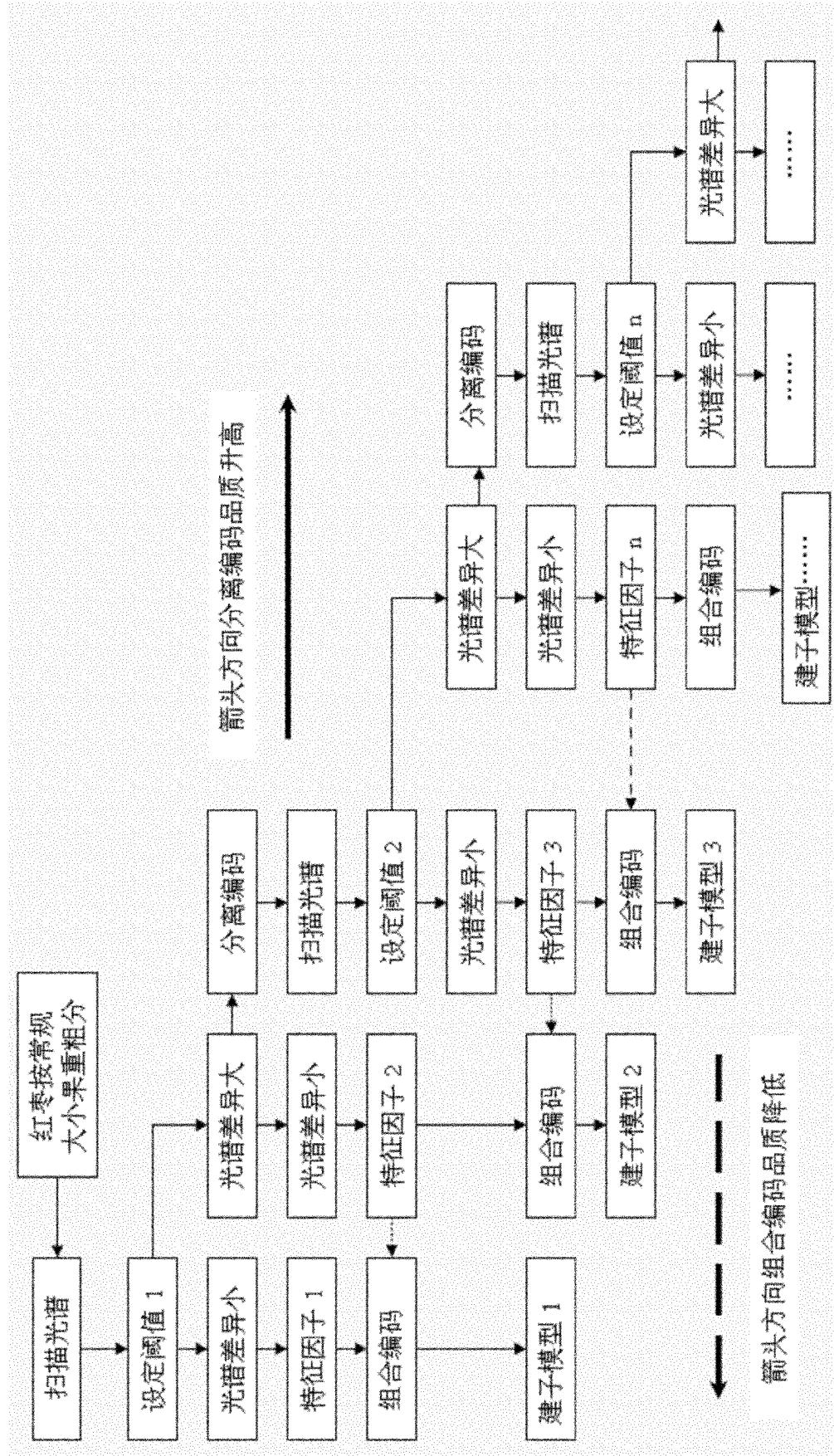


图 3

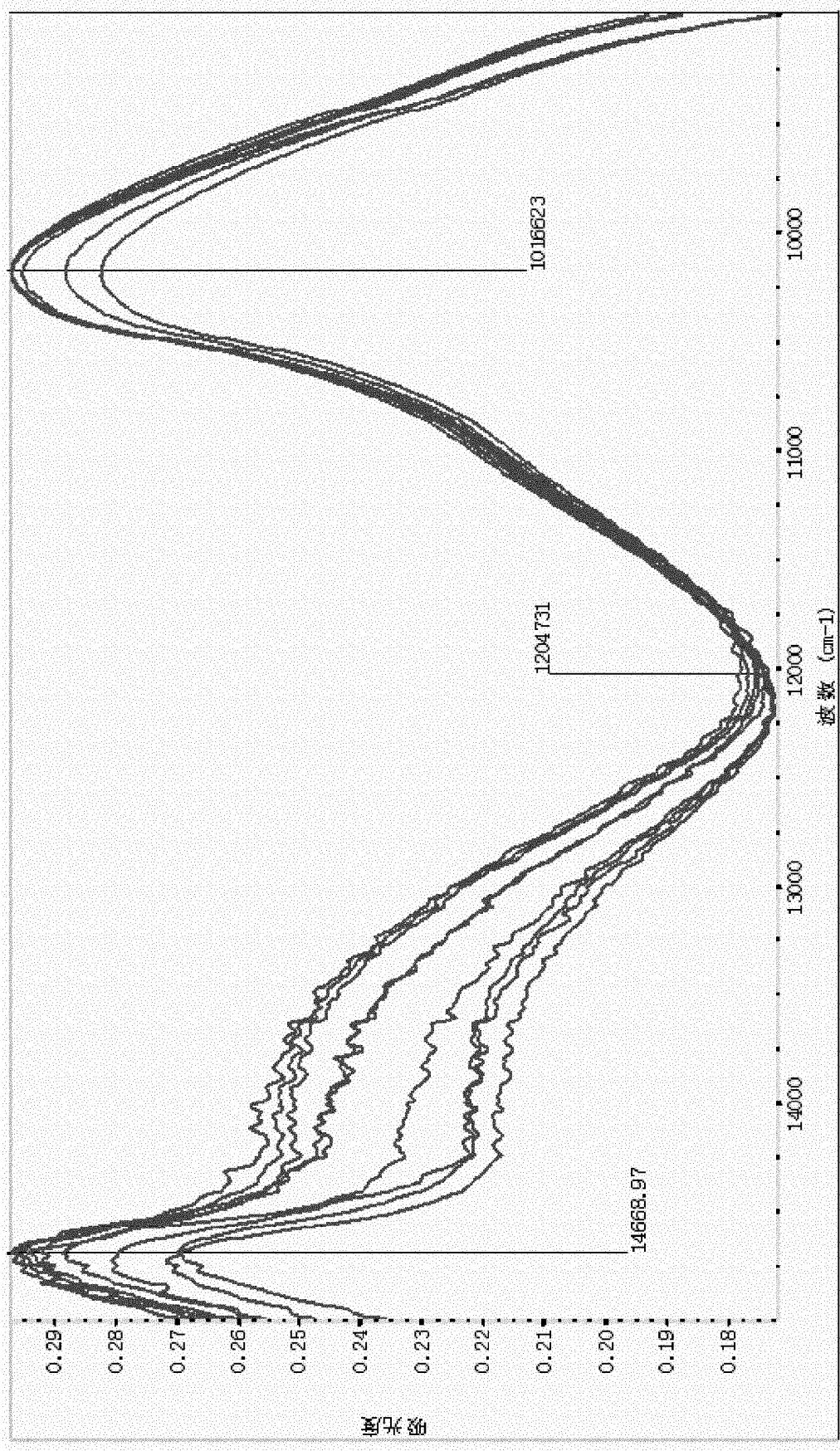


图 4

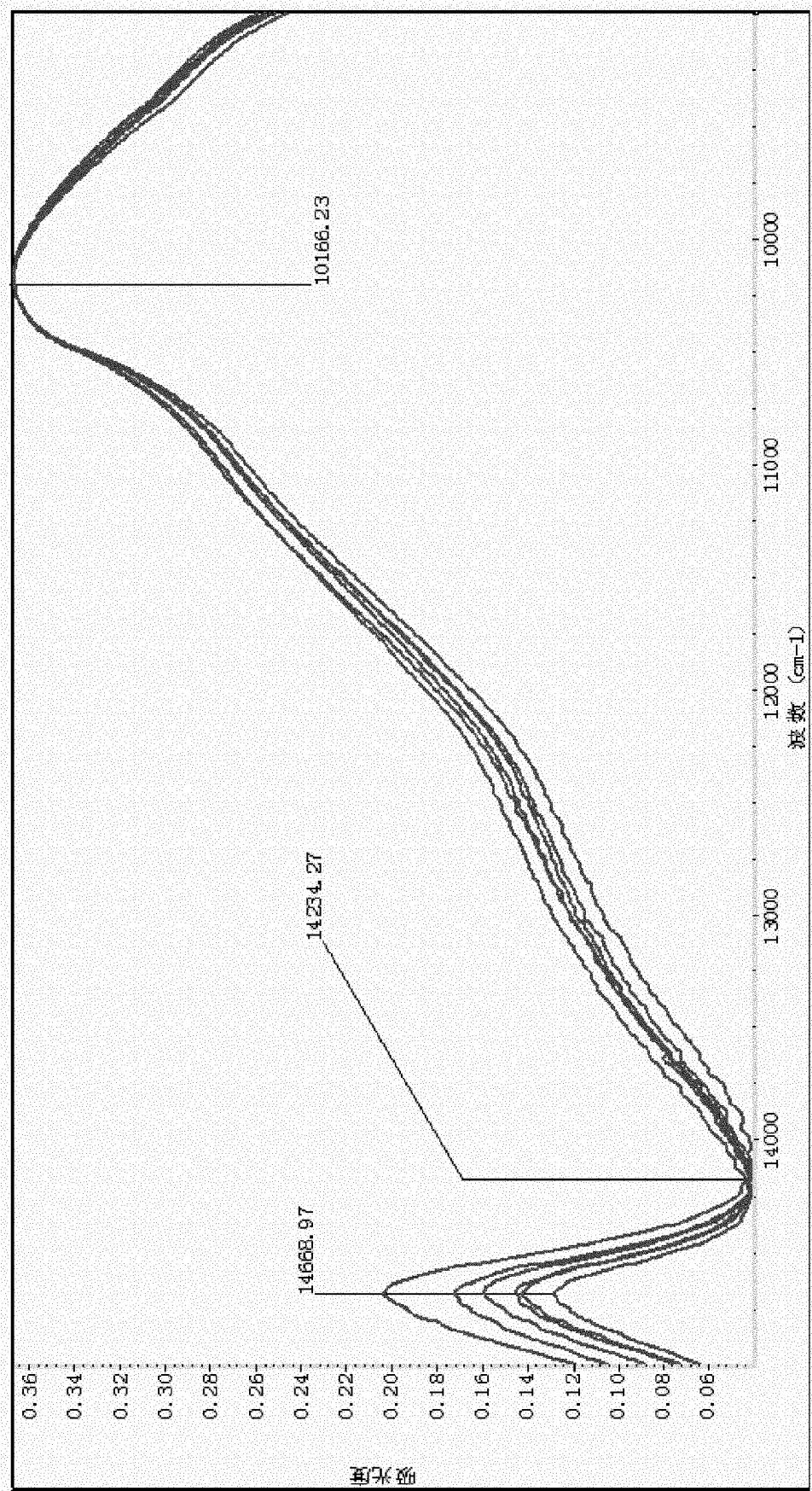


图 5

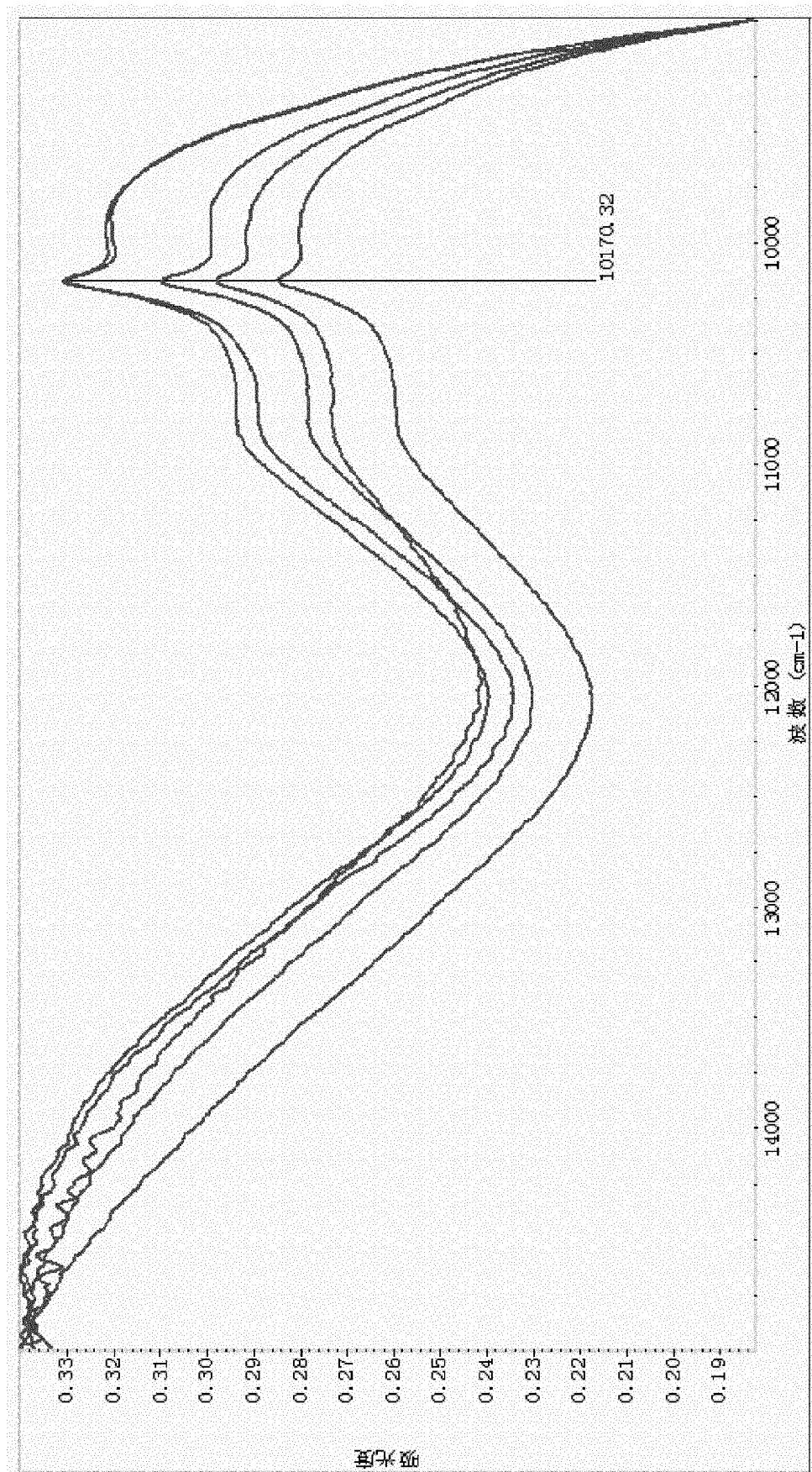


图 6

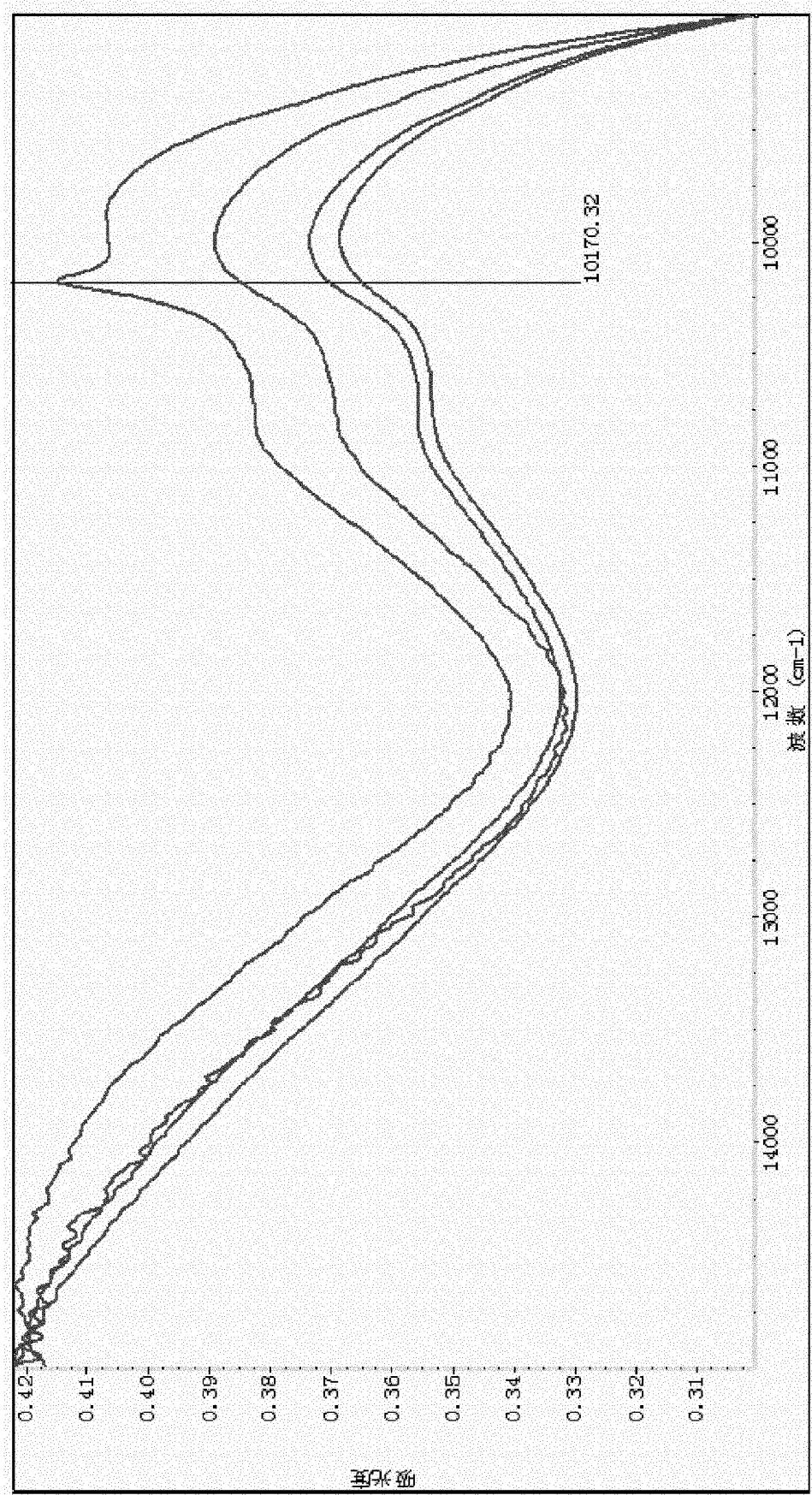


图 7