



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112683875 B

(45) 授权公告日 2021.09.24

(21) 申请号 202011060292.X

(56) 对比文件

(22) 申请日 2020.09.30

CN 110987823 A, 2020.04.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 张咏

申请公布号 CN 112683875 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 莫冰 曾小家 于雯 唐红

李雄耀 刘建忠

(74) 专利代理机构 重庆信航知识产权代理有限公司

公司 50218

代理人 吴从吾

(51) Int. Cl.

G01N 21/65 (2006.01)

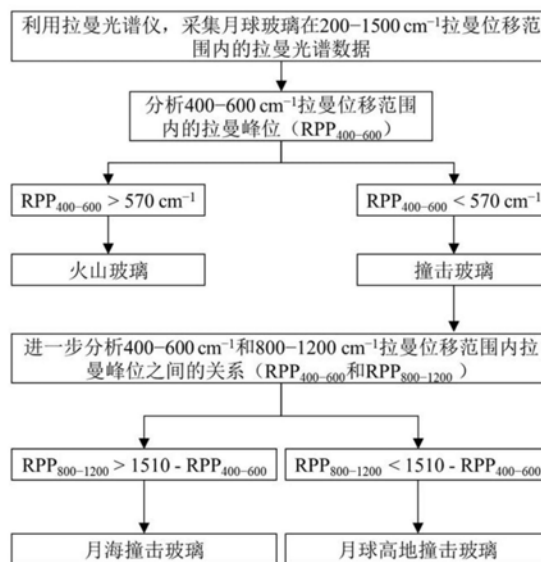
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法

(57) 摘要

本发明公开了一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,所述方法包含有如下步骤:一、利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱;二、分析拉曼光谱在400-600cm⁻¹拉曼位移范围内的拉曼峰位置(RPP₄₀₀₋₆₀₀)即可进行月球玻璃类型的判别。它是一种用于实验室无损、快速及低成本的月球玻璃类型判别方法,该方法通过采用拉曼光谱可以较好的对月球玻璃进行区分,不会对样品造成破坏和污染,不仅是我国嫦娥五号返回月壤样品实验室分析研究的技术基础,也能为未来月球样品拉曼数据解释、月球探测载荷设计等提供支撑,可实现不同类型月球玻璃的无损、无污染、高效、低成本准确识别。



1. 一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,其特征在于:所述方法包含有如下步骤:一、利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱;二、分析拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位置,即 $\text{RPP}_{400-600}$ 的值即可进行月球玻璃类型的判别,当 $\text{RPP}_{400-600} > 570\text{cm}^{-1}$ 时月球玻璃为月球火山玻璃,当 $\text{RPP}_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ 时月球玻璃为月球撞击玻璃,所述月球撞击玻璃类型的判别方法为:当 $\text{RPP}_{800-1200} > 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ 即为月海撞击玻璃,当 $\text{RPP}_{800-1200} < 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ 即为月球高地撞击玻璃。

2. 根据权利要求1所述的快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,其特征在于:所述步骤一中,在采集月球玻璃的拉曼光谱时,应对同一月球玻璃的至少3个不同部位按照相同的采集条件进行拉曼光谱的采集,在各不同部位的拉曼光谱一致的情况下,再进行步骤二的操作。

3. 根据权利要求1所述的快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,其特征在于:所述步骤一中,利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱时,采集的拉曼位移范围至少包括 $200-1500\text{cm}^{-1}$ 。

一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种月球玻璃分析方法,尤其涉及一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,属于月球玻璃分析技术领域。

背景技术

[0002] 月球表面普遍分布的细粒风化层(月壤)是研究月球形成演化、地质过程和月表空间环境等的重要载体,也是我国嫦娥五号探测任务即将(2020年底)返回的主要样品类型。月壤通常由各种岩石碎块、矿物碎屑、及一定量(体积比~20%-30%)的玻璃质物质等组成。这些玻璃质物质通常包括:火山成因的玻璃及撞击成因的玻璃。前者形成于月球火山喷发,是认识月球内部物质组成和月幔演化的重要研究对象;而撞击玻璃则是外来天体撞击月表,通过高温熔融和快速冷却形成的物质,其成分与撞击区域的月壤组成密切相关。由于月亮主要由玄武质的“月海”和斜长质的“高地”构成,撞击玻璃通常被进一步分为月海撞击玻璃和高地撞击玻璃。鉴于不同类型月球玻璃蕴含了丰富的地质信息(如:岩浆过程、挥发分演化、月亮撞击历史等),因此判别月球玻璃的类型成为了开展月球玻璃研究的基本前提。

[0003] 月球玻璃通常具有成因多样、来源复杂、化学成分变化大、可见-近红外光谱相似等特征,这决定了区分不同类型月球玻璃是一项较为困难的工作。考虑到月球样品的稀有性和珍贵性,有必要开发一种无损、无污染的月球玻璃鉴别方法。目前用于区分不同月球玻璃的方法主要包括:扫描电子显微镜结构观察、电子探针化学成份分析、磁性分析法、中红外显微光谱分析法等,然而这些方法都存在一定的局限性:扫描电子显微镜观察和电子探测分析需对样品进行切割、制样、抛光及镀导电层等前处理过程,对样品具有一定的破坏性,且扫描电子显微镜和电子探针成本相对较高;磁性分析法则要求检测的样品达到一定重量,对样品分析量要求较高;中红外显微光谱分析法虽然能开展无损快速分析,但由于其空间分辨率较低(通常~10-25 μm),难以对微米级的月球玻璃进行分析。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是:提供一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,它是一种用于实验室无损、快速及低成本的月球玻璃类型判别方法,该方法通过采用拉曼光谱可以较好的对月球玻璃进行区分,不会对样品造成破坏和污染,不仅是我国嫦娥五号返回月壤样品实验室分析研究的技术基础,也能为未来月球样品拉曼数据解释、月球探测载荷设计等提供支撑,有效的解决了上述存在的样品破坏性、污染、成本高、样品量大、空间分辨率较低等问题。

[0005] 本发明的技术方案为:一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,所述方法包含有如下步骤:一、利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱;二、分析拉曼光谱在400-600 cm^{-1} 拉曼位移范围内的拉曼峰位置($\text{RPP}_{400-600}$)即可进行月球玻璃类型的判别。

[0006] 所述步骤二的判别方法为: $\text{RPP}_{400-600} > 570 \text{cm}^{-1}$ 的月球玻璃为月球火山玻璃,

$RPP_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ 的月球玻璃为月球撞击玻璃。

[0007] 所述步骤二中,当 $RPP_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ 时,再根据拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内拉曼峰位($RPP_{400-600}$ 和 $RPP_{800-1200}$)间的相互关系即可进行月球撞击玻璃类型的判别。

[0008] 所述月球撞击玻璃类型的判别方法为:当 $RPP_{800-1200} > 1510 - RPP_{400-600}$ 即为月海撞击玻璃,当 $RPP_{800-1200} < 1510 - RPP_{400-600}$ 即为月球高地撞击玻璃。

[0009] 所述步骤一中,在采集月球玻璃的拉曼光谱时,应对同一月球玻璃的至少3个不同部位按照相同的采集条件进行拉曼光谱的采集,在各不同部位的拉曼光谱一致的情况下,再进行步骤二的操作。

[0010] 所述步骤一中,利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱时,采集的拉曼位移范围至少包括 $200-1500\text{cm}^{-1}$ 。

[0011] 本发明的有益效果是:

[0012] 1. 本发明提供的利用拉曼光谱区分月球火山玻璃和撞击玻璃的方法,是以月球玻璃的拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位及其与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位间的关系来进行月球玻璃类型的区分的。由于拉曼光谱的采集过程是一种对月球玻璃样品无损和无污染的分析过程,在分析前无需进行任何样品前处理,且拉曼光谱的采集过程较快,因此,本发明提供的方法实现了对不同类型月球玻璃的无损和高效的准确区分。本发明提供的方法克服了现有月球玻璃扫描电子显微镜观察、电子探针分析、磁性分析、中红外显微光谱分析等区分方法存在的破坏、污染、前处理、效率低、成本高等问题,是一种无损、无污染、高空间分辨率(可达 $0.7\mu\text{m}$)、低成本、高效率的月球玻璃判别方法。

[0013] 2. 由于本发明提供的方法无损且高效,是我国即将返回的嫦娥五号月壤样品分析的有力技术支撑,适合对大量的微米级月壤玻璃进行类型判别、分类、初步筛查等。

[0014] 3. 由于本发明提供的方法基于月球玻璃的拉曼光谱实现不同类型的月球玻璃的区分,因此,本发明所述方法可为月球样品拉曼数据解释、未来月球探测载荷设计等提供支撑。

附图说明

[0015] 图1为本发明的流程图;

[0016] 图2为本发明实施例1中分析的月球玻璃的扫描电子显微镜图片一(PG代表火山玻璃);

[0017] 图3为本发明实施例1中分析的月球玻璃的扫描电子显微镜图片二(MIG代表月海撞击玻璃);

[0018] 图4为本发明实施例1中分析的月球玻璃的扫描电子显微镜图片三(HIG代表高地撞击玻璃);图5为本发明实施例1中分析的典型月球火山玻璃(PG)、月海撞击玻璃(MIG)和高地撞击玻璃(HIG)的拉曼光谱对比图;

[0019] 图6是不同类型的撞击玻璃的 $RPP_{800-1200}$ 与 $RPP_{400-600}$ 统计图。

具体实施方式

[0020] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将参照本说明书附图对本发

明作进一步的详细描述。

[0021] 实施例1:如附图1~6所示,一种快速确定月球玻璃类型的无损分析方法,所述方法包含有如下步骤:一、利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱;二、分析拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位置($\text{RPP}_{400-600}$)即可进行月球玻璃类型的判别。

[0022] 步骤二的判别方法为: $\text{RPP}_{400-600} > 570\text{cm}^{-1}$ 的月球玻璃为月球火山玻璃, $\text{RPP}_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ 的月球玻璃为月球撞击玻璃。

[0023] 步骤二中,当 $\text{RPP}_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ 时,再根据拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内拉曼峰位($\text{RPP}_{400-600}$ 和 $\text{RPP}_{800-1200}$)间的相互关系即可进行月球撞击玻璃类型的判别。

[0024] 月球撞击玻璃类型的判别方法为:当 $\text{RPP}_{800-1200} > 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ 即为月海撞击玻璃,当 $\text{RPP}_{800-1200} < 1510 - \text{RPP}_{400-600}$,即为月球高地撞击玻璃。

[0025] 步骤一中,在采集月球玻璃的拉曼光谱时,应对同一月球玻璃的至少3个不同部位按照相同的采集条件进行拉曼光谱的采集,在各不同部位的拉曼光谱一致的情况下,再进行步骤二的操作。

[0026] 步骤一中,利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃的拉曼光谱时,采集的拉曼位移范围至少包括 $200-1500\text{cm}^{-1}$ 。

[0027] 下述实施例中,所采用的显微拉曼光谱仪为Renishaw inVia拉曼光谱仪,激光器波长为 532nm ,利用单晶硅 520.7cm^{-1} 处的峰位进行校正。采用显微拉曼光谱仪测试使用的条件为:扫描拉曼位移范围为 $200-1500\text{cm}^{-1}$,激光能量为 2.5mW ,曝光时间为 30s ,扫描次数为1次。

[0028] 本实施例中,以月球角砾岩陨石中已经采用现有手段识别出的月球火山玻璃(PG)、月海撞击玻璃(MIG)和高地撞击玻璃(HIG)为例,说明本发明所述方法的获得过程,并在此基础上,详细说明本发明利用拉曼光谱来区分月球火山玻璃和撞击玻璃的方法。步骤如下:

[0029] 1. 本发明所述方法的获得过程

[0030] (1) 样品拉曼光谱分析

[0031] ①利用显微拉曼光谱仪,对月球角砾岩陨石中已经采用现有技术识别的30颗月球火山玻璃(各颗粒依次编号为PG-1,PG-2,⋯,PG-30)各进行拉曼光谱测试,采集到30个拉曼光谱数据。

[0032] ②利用显微拉曼光谱仪,对月球角砾岩陨石中已经采用现有技术识别的26颗月海撞击玻璃(各颗粒依次编号为MIG-1,MIG-2,⋯,MIG-26)各进行拉曼光谱测试,采集到26个拉曼光谱数据。

[0033] ③利用显微拉曼光谱仪,对月球角砾岩陨石中已经采用现有技术识别的32颗高地撞击玻璃(各部位依次编号为HG-1,HIG-2,⋯, HIG-32)各进行拉曼光谱测试,采集到32个拉曼光谱数据。

[0034] (2) 分析拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位及其与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位间的关系。

[0035] 图5示意了三种不同类型月球玻璃的拉曼光谱,根据图5中示意的 $400-600\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位及其与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位间的关系,以及(1)

中采集的月球火山玻璃、月海撞击玻璃、高地撞击玻璃的拉曼光谱图共88个拉曼光谱图进行统计和分析：

[0036] 1) 分析拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内的拉曼峰位置($\text{RPP}_{400-600}$)，若 $\text{RPP}_{400-600}$ 大于 570cm^{-1} ，则判定为月球火山玻璃，若 $\text{RPP}_{400-600}$ 小于 570cm^{-1} ，则为月球撞击玻璃(月海撞击玻璃或月球高地撞击玻璃)，如图6所示；

[0037] 2) 分析拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内拉曼峰位间的相互关系，月海撞击玻璃 $\text{RPP}_{800-1200} > 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ ，月球高地撞击玻璃 $\text{RPP}_{800-1200} < 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ ，如图6所示；

[0038] 2. 利用拉曼光谱来区分月球火山玻璃和撞击玻璃的具体方法

[0039] 在以上内容的基础之上，以下说明本发明利用拉曼光谱来识别月球火山玻璃和撞击玻璃的具体步骤，识别流程如图1所示。

[0040] (1) 利用显微拉曼光谱仪采集月球玻璃在 $200-1500\text{cm}^{-1}$ 范围内的拉曼光谱，在采集月球玻璃的拉曼光谱时，为了确保后续分析的准确性，最好是对同一月球玻璃的至少3个不同部位按照相同的采集条件进行拉曼光谱的采集，在各不同部位的拉曼光谱一致的情况下，再进行步骤(2)的操作。

[0041] (2) 分析拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 范围内的峰位置，进行月球火山玻璃和月球撞击玻璃的区分。 $\text{RPP}_{400-600} > 570\text{cm}^{-1}$ 的为月球火山玻璃， $\text{RPP}_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ 为月球撞击玻璃(月海撞击玻璃或月球高地撞击玻璃)；

[0042] (3) 根据拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内拉曼峰位($\text{RPP}_{400-600}$ 和 $\text{RPP}_{800-1200}$)间的相互关系，进行月球撞击玻璃类型的判别：

[0043] 若 $\text{RPP}_{800-1200} > 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ ，为月海撞击玻璃；

[0044] 若 $\text{RPP}_{800-1200} < 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ ，为月球高地撞击玻璃。

[0045] 具体地，以下以月球角砾岩陨石中某一未知类型的月球玻璃的类型进行辨别，步骤如下：

[0046] (1) 利用显微拉曼光谱仪采集该未知类型的月球玻璃在 $200-1500\text{cm}^{-1}$ 范围内的拉曼光谱，在采集月球玻璃的拉曼光谱时，对该未知类型的月球玻璃的5个不同部位按照相同的采集条件进行拉曼光谱的采集，得到5个拉曼光谱，对这5个拉曼光谱进行比较，结果发现各不同部位的拉曼光谱一致。继续步骤(2)(3)的操作。

[0047] (2) 分析步骤(1)得到的5个拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 范围内的峰位置，结果发现 $\text{RPP}_{400-600} < 570\text{cm}^{-1}$ ；

[0048] (3) 分析步骤(1)得到的5个拉曼光谱在 $400-600\text{cm}^{-1}$ 与 $800-1200\text{cm}^{-1}$ 拉曼位移范围内拉曼峰位间的相互关系，发现 $\text{RPP}_{800-1200} < 1510 - \text{RPP}_{400-600}$ ，可判断该未知类型的月球玻璃的类型为月球高地撞击玻璃。

[0049] 本发明未详述之处，均为本技术领域技术人员的公知技术。最后说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

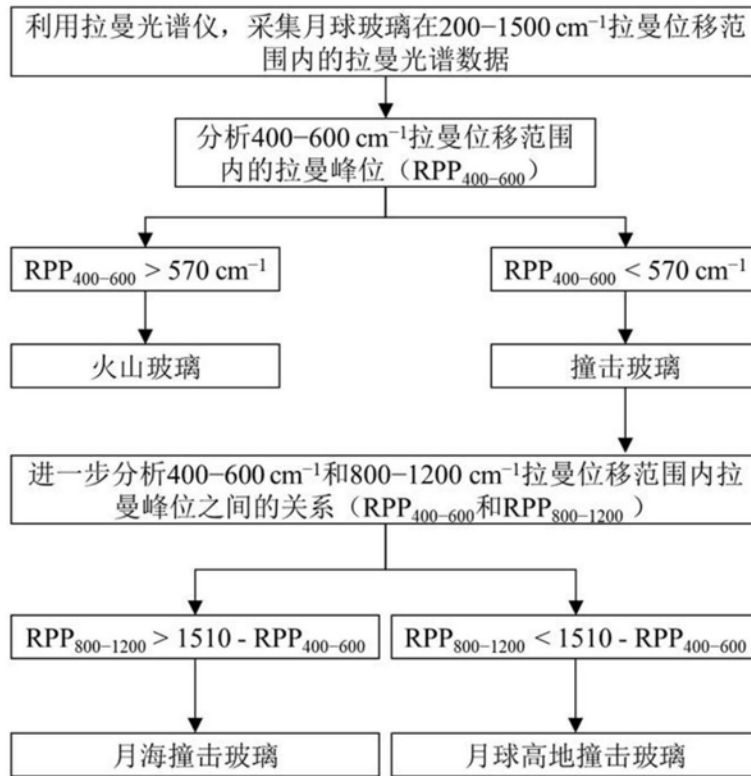


图1

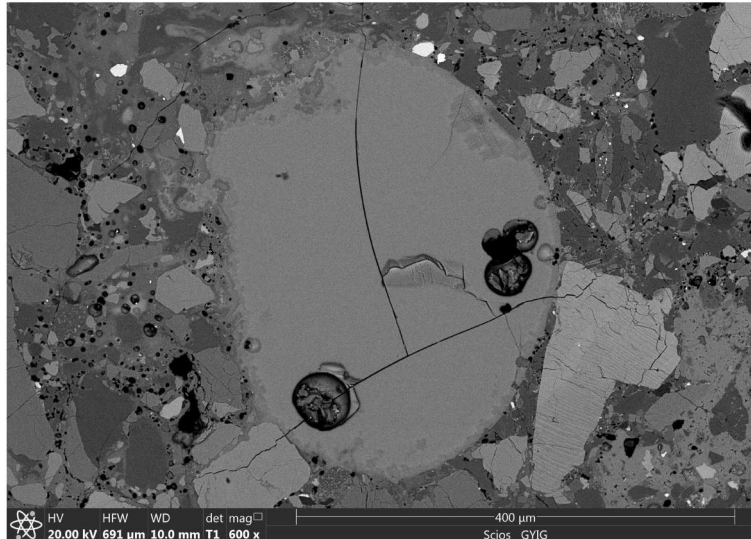


图2

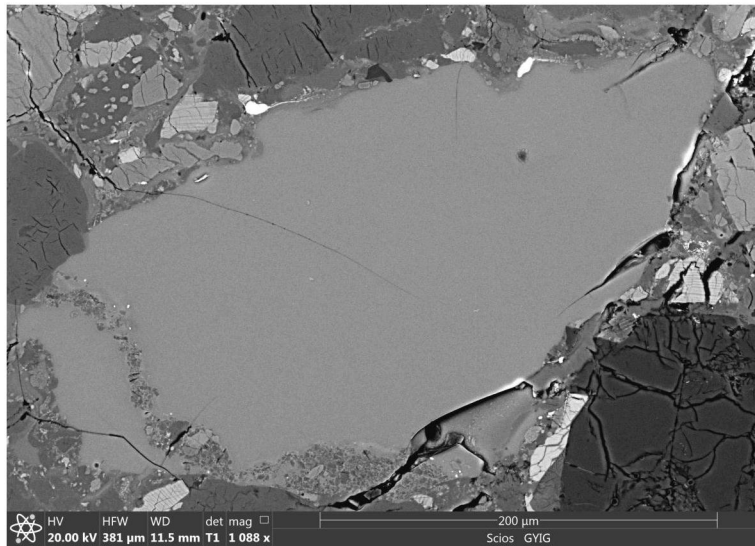


图3

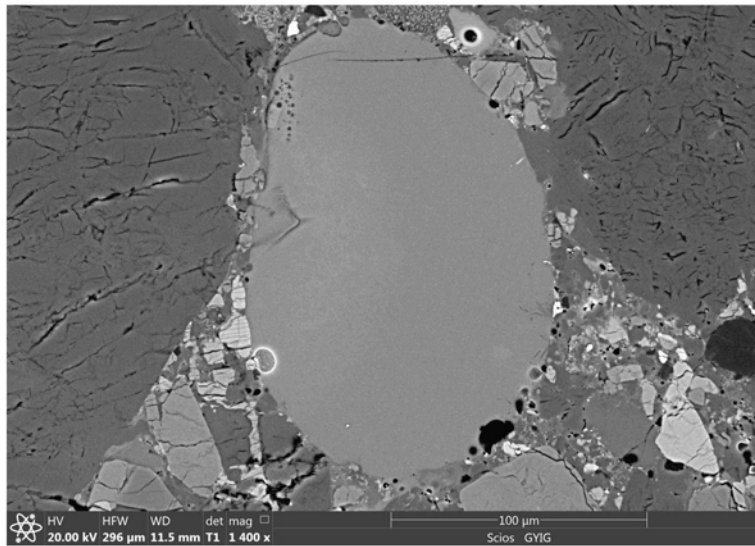


图4

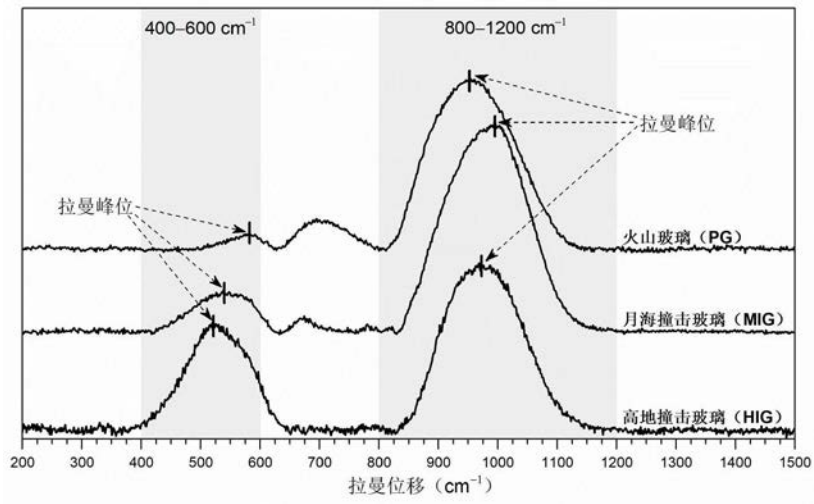


图5

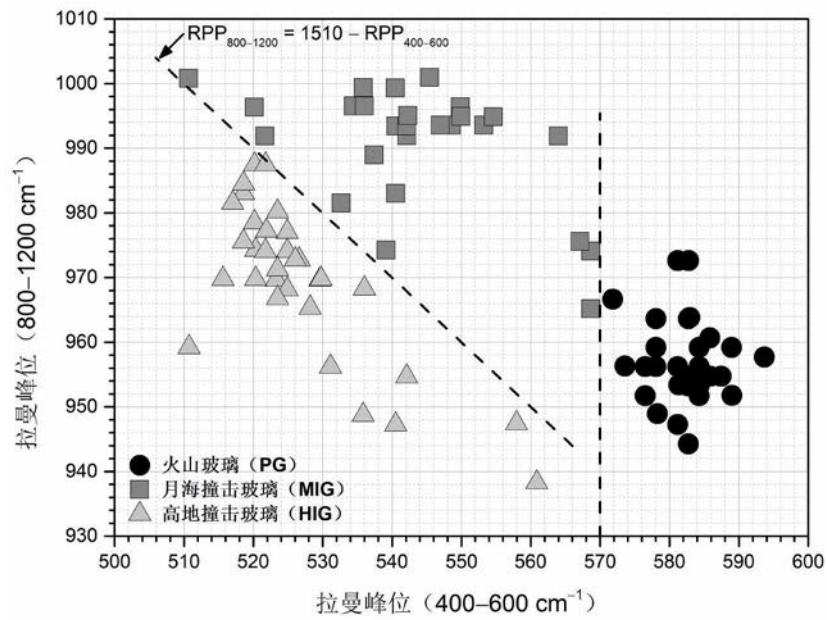


图6