



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110967311 A

(43)申请公布日 2020.04.07

(21)申请号 201911167226.X

(22)申请日 2019.11.25

(71)申请人 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 冷成彪 田丰 田振东 郭剑衡
张兴春

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100
代理人 商小川

(51)Int.Cl.
G01N 21/3563(2014.01)
G01N 23/20(2018.01)
G01N 27/72(2006.01)

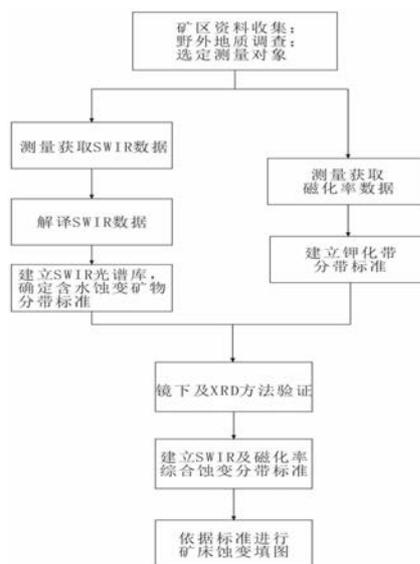
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,它包括:步骤1、野外地质勘测;步骤2、根据勘测结果确定样品采样点;步骤3、获取样品SWIR光谱数据;步骤4、分析解译样品SWIR光谱数据;步骤5、建立矿区蚀变矿物光谱匹配库,得到含水矿物蚀变分带标志;步骤6、获取样品磁化率数据;步骤7、偏光显微镜下观察及XRD数据验证,得到钾化带标志;步骤8、建立SWIR和磁化率综合分带标准;步骤9、划分平面及剖面蚀变分带;步骤10、提取SWIR及磁化率找矿指标,解决了难以利用短波红外光谱测量技术准确识别钾化带等技术问题。



1. 一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,它包括:

步骤1、野外地质勘测;

步骤2、根据勘测结果确定样品采样点;

步骤3、获取样品SWIR光谱数据;

步骤4、分析解译样品SWIR光谱数据;

步骤5、建立矿区蚀变矿物光谱匹配库,得到含水矿物蚀变分带标志;

步骤6、获取样品磁化率数据;

步骤7、偏光显微镜下观察及XRD数据验证,得到钾化带标志;

步骤8、建立SWIR和磁化率综合分带标准;

步骤9、划分平面及剖面蚀变分带;

步骤10、提取SWIR及磁化率找矿指标。

2. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤2所述根据勘测结果确定样品采样点的方法为:依据矿区范围已知矿体产状、勘探工程布置等地质信息,选择横切和纵切矿体的典型勘探线剖面,挑选这些剖面内的地表露头和钻孔作为采样点。

3. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤3所述获取样品SWIR光谱数据的方法包括:

步骤3.1、针对选定勘探线剖面内的地表露头和钻孔确定取样间距;取样的同时对样品进行编号及位置记录;

步骤3.2、连接红外光谱仪和电脑,同时连接探头;在热机30分钟之后,打开数据收集软件依据样品的性质设定仪器暗电流、光谱平均和基准白参数;

步骤3.3、对样品进行清洗并晾干,每个样品在不同位置测量2-3次,每测试20-30分钟之后对仪器进行一次校正。

4. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤4所述分析解译样品SWIR光谱数据的方法包括:

步骤4.1、将所选样品依据勘探线及钻孔的不同进行分类建档,通过光谱解译软件建立各自的工程文件;建立工程文件之前要将光谱数据统一标准化并重新进样,依次设定进样间距,并进行均匀化处理;

步骤4.2、完成重新进样之后,对解译软件内置的标准库进行挑选设定,选择大概率出现的矿物,屏蔽在特定矿床条件下不会出现的矿物;

步骤4.3、软件自动解译之后要对光谱数据一一检查,对可信度低、重复样不一致、信噪比低的谱线进行处理,或人工输入或删除,并对应样品位置寻找出错原因;

步骤4.4、对SWIR的特征参数进行提取,包括特定位置吸收深度、吸收位置和结晶度。

5. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤5所述建立矿区蚀变矿物光谱匹配库的方法包括:对矿区内所有光谱数据进行综合分析对不同岩性的数据进行分类,依据解译出的矿物组合、谱线形状和特征参数选择出各类SWIR谱线以此代表对应的蚀变分带。

6. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤6所述获取样品磁化率数据的方法包括:

步骤6.1、对已经测量过SWIR光谱数据的样品进行切割处理,将地表露头 and 钻孔岩心样品切割为尺寸大小一致的块体;

步骤6.2、使用磁化率仪对这些块体进行测试,每个样品测试2-3次取平均值;记录样品信息及所获磁化率数值。

7. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤7所述偏光显微镜下观察及XRD数据验证的方法包括:

步骤7.1、选择不同蚀变带中的典型样品,将其切制薄片,通过偏光显微镜下观察,验证是否存在SWIR技术所测出的蚀变矿物,并估算各自成分所占大致比例,与SWIR结果进行对照;

步骤7.2、选择步骤7.1的样品和磁化率值差异明显的样品,开展XRD测试;分析测试结果中各蚀变矿物所占比例及其与SWIR解译结果的对应关系,得到磁性矿物及钾化带伴随矿物与磁化率的相关关系。

8. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤8和9所述的建立SWIR和磁化率综合分带标准和划分平面及剖面蚀变分带的方法为:综合基于SWIR技术所建立的含水蚀变矿物的分带特征,以及通过磁化率测量所建立的钾化带标志,建立斑岩矿床的蚀变分带标准;根据建立的标准,在平面地质图及勘探线剖面地质图上进行蚀变带的划分,从而完成蚀变矿物填图工作。

9. 根据权利要求1所述的一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,其特征在于:步骤10所述提取SWIR及磁化率找矿指标的方法为:

步骤10.1、利用光谱数据处理软件,提取云母类和绿泥石类的SWIR特征参数,包括反射率、吸收位置、吸收深度和结晶度;

步骤10.2、将提取的SWIR特征参数和磁化率数值与地质图上矿体的位置一一对照,得到矿体位置与上述参数的对应关系,提取出基于SWIR技术及磁化率测量的综合找矿指标。

基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法

技术领域

[0001] 本发明属于地质矿产勘查技术领域,尤其涉及一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法。

背景技术

[0002] 斑岩矿床作为全球Cu、Mo、Re、Se和Te等战略性关键金属的最重要来源,极具经济与科研价值,始终是找矿勘查和矿床学研究的主要目标。大量研究表明,该类矿床通常发育独特的热液蚀变分带,理想的蚀变分带模式是围绕岩体由深部至浅部,依次为钾化带(钾长石-黑云母-石英-磁铁矿)、绢英岩化带(石英-绢云母-伊利石-黄铁矿)、泥化带(石英-高岭石-蒙脱石)、青磐岩化带(绿帘石-方解石-绿泥石)。因此,准确识别特征蚀变矿物、建立蚀变矿物共生组合、总结蚀变分带规律,成为斑岩矿床找矿勘查的首要任务。传统的方法是依靠具有丰富先验知识的专业地质师,他们主要通过肉眼或放大镜观察的方法鉴定这些蚀变矿物,进而划分蚀变分带。然而,由于蚀变矿物的颗粒通常较细、含量相对较低,给准确鉴定带来了极大的困难。尽管实验室内的光薄片鉴定以及X射线衍射光谱分析(XRD)能够辅助解决这一难题,但是,室内分析制样繁琐、费用昂贵且测试周期相对较长,难以满足野外勘探过程中准确快速鉴定矿物的要求。

[0003] 短波红外光谱(SWIR)技术是近年来发展起来的一种新型矿产勘查研究技术。该技术利用了常见热液蚀变矿物在短波红外光谱区间(1300~2500nm)内的特征光谱,主要依据目标矿物中羟基(OH⁻)、碳酸根(CO₃²⁻)、硫酸根(SO₄²⁻)以及可能存在的水分子(H₂O)等官能团在不同位置振动形成的不同吸收特征来确定目标矿物的种类和含量。斑岩矿床是强烈水岩反应的产物,其中蚀变矿物普遍含有羟基等特征官能团,具体为:绢英岩化带和泥化带主要由浅色云母类(白云母、绢云母、伊利石)和高岭石类(高岭石、地开石)等含Al-OH矿物组成,这些矿物的主要吸收峰均在2200nm左右,而次级吸收峰的位置和形态在不同矿物间存在一定差异;青磐岩化带主要由绿泥石、绿帘石等含Mg-OH和Fe-OH矿物,以及碳酸盐矿物组成,这些矿物的特征吸收峰出现在2300~2400nm之间,同时还伴有2250nm左右的次级吸收峰。钾化带主要由次生钾长石、石英、次生黑云母及少量磁铁矿组成,偶见硬石膏。然而,由于钾长石和石英等无水矿物缺少特征性吸收光谱,而次生黑云母颗粒细小、吸收光谱很弱,因此难以利用SWIR测量技术准确识别钾化带。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是:提供一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,以解决难以利用短波红外光谱测量技术准确识别钾化带等技术问题。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,它包括:

[0007] 步骤1、野外地质勘测;

[0008] 步骤2、根据勘测结果确定样品采样点;

- [0009] 步骤3、获取样品SWIR光谱数据；
- [0010] 步骤4、分析解译样品SWIR光谱数据；
- [0011] 步骤5、建立矿区蚀变矿物光谱匹配库，得到含水矿物蚀变分带标志；
- [0012] 步骤6、获取样品磁化率数据；
- [0013] 步骤7、偏光显微镜下观察及XRD数据验证，得到钾化带标志；
- [0014] 步骤8、建立SWIR和磁化率综合分带标准；
- [0015] 步骤9、划分平面及剖面蚀变分带；
- [0016] 步骤10、提取SWIR及磁化率找矿指标。
- [0017] 步骤1所述野外地质勘测的方法包括：
- [0018] 步骤1.1、收集目标矿区已有勘探报告、地质图文献资料；
- [0019] 步骤1.2、选择特征性的地表露头进行踏勘观察，并简要记录露头的地质产状、蚀变及矿化特征。
- [0020] 步骤2所述根据勘测结果确定样品采样点的方法为：依据矿区范围已知矿体产状、勘探工程布置等地质信息，选择横切和纵切矿体的典型勘探线剖面，挑选这些剖面内的地表露头和钻孔作为采样点。
- [0021] 步骤3所述获取样品SWIR光谱数据的方法包括：
- [0022] 步骤3.1、针对选定勘探线剖面内的地表露头和钻孔确定取样间距；取样的同时对样品进行编号及位置记录；
- [0023] 步骤3.2、连接红外光谱仪和电脑，同时连接探头；在热机30分钟之后，打开数据收集软件依据样品的性质设定仪器暗电流、光谱平均和基准白参数；
- [0024] 步骤3.3、对样品进行清洗并晾干，每个样品在不同位置测量2-3次，每测试20-30分钟之后对仪器进行一次校正。
- [0025] 步骤4所述分析解译样品SWIR光谱数据的方法包括：
- [0026] 步骤4.1、将所选样品依据勘探线及钻孔的不同进行分类建档，通过光谱解译软件建立各自的工程文件；建立工程文件之前要将光谱数据统一标准化并重新进样，依次设定进样间距，并进行均匀化处理；
- [0027] 步骤4.2、完成重新进样之后，对解译软件内置的标准库进行挑选设定，选择大概率出现的矿物，屏蔽在特定矿床条件下不会出现的矿物；
- [0028] 步骤4.3、软件自动解译之后要对光谱数据一一检查，对可信度低、重复样不一致、信噪比低的谱线进行处理，或人工输入或删除，并对应样品位置寻找出错原因；
- [0029] 步骤4.4、对SWIR的特征参数进行提取，包括特定位置吸收深度、吸收位置和结晶度。
- [0030] 步骤5所述建立矿区蚀变矿物光谱匹配库的方法包括：对矿区内所有光谱数据进行综合分析对不同岩性的数据进行分类，依据解译出的矿物组合、谱线形状和特征参数选择出各类SWIR谱线以此代表对应的蚀变分带。
- [0031] 步骤6所述获取样品磁化率数据的方法包括：
- [0032] 步骤6.1、对已经测量过SWIR光谱数据的样品进行切割处理，将地表露头和钻孔岩心样品切割为尺寸大小一致的块体；
- [0033] 步骤6.2、使用磁化率仪对这些块体进行测试，每个样品测试2-3次取平均值；记录

样品信息及所获磁化率数值。

[0034] 步骤7所述偏光显微镜下观察及XRD数据验证的方法包括：

[0035] 步骤7.1、选择不同蚀变带中的典型样品，将其切制薄片，通过偏光显微镜下观察，验证是否存在SWIR技术所测出的蚀变矿物，并估算各自成分所占大致比例，与SWIR结果进行对照；

[0036] 步骤7.2、选择步骤7.1的样品和磁化率值差异明显的样品，开展XRD测试；分析测试结果中各蚀变矿物所占比例及其与SWIR解译结果的对应关系，得到磁性矿物及钾化带伴随矿物与磁化率的相关关系。

[0037] 步骤8和9所述的建立SWIR和磁化率综合分带标准和划分平面及剖面蚀变分带的方法为：综合基于SWIR技术所建立的含水蚀变矿物的分带特征，以及通过磁化率测量所建立的钾化带标志，建立斑岩矿床的蚀变分带标准；根据建立的标准，在平面地质图及勘探线剖面地质图上进行蚀变带的划分，从而完成蚀变矿物填图工作。

[0038] 步骤10所述提取SWIR及磁化率找矿指标的方法为：

[0039] 步骤10.1、利用光谱数据处理软件，提取云母类和绿泥石类的SWIR特征参数，包括反射率、吸收位置、吸收深度和结晶度；

[0040] 步骤10.2、将提取的SWIR特征参数和磁化率数值与地质图上矿体的位置一一对照，得到矿体位置与上述参数的对应关系，提取出基于SWIR技术及磁化率测量的综合找矿指标。

[0041] 本发明有益效果是：

[0042] 本发明基于矿物水岩反应的基本化学原理，充分发挥了SWIR技术对斑岩系统中含有羟基(OH⁻)、碳酸根(CO₃²⁻)、硫酸根(SO₄²⁻)及水分子(H₂O)等官能团蚀变矿物识别的优势性，同时，引入磁化率测量技术，弥补了SWIR技术无法识别无水矿物的缺陷。结合两者优势，完善了斑岩系统全部蚀变分带识别的高效方法(图1)，因此能够较好的解决斑岩矿床中实时、快速、准确划分蚀变矿物分带的难题。解决了难以利用短波红外光谱测量技术准确识别钾化带等技术问题。

[0043] 发明原理为：涉及到的水岩反应主要有：

[0044] $2\text{KFe}_3\text{AlSi}_3\text{O}_8(\text{OH})_2(\text{黑云母}) + \text{O}_2 = 2\text{KAlSi}_3\text{O}_8(\text{钾长石}) + 2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{磁铁矿}) + 2\text{H}_2\text{O}$ 反应(1)

[0045] 由反应(1)可见，黑云母在蚀变形成钾长石时，伴有磁铁矿的产出。

[0046] 在绢英岩化蚀变阶段，钾化蚀变形成的磁铁矿将在酸性条件下发生以下化学反应，进而转化为无磁性的黄铁矿：

[0047] $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{磁铁矿}) + 6\text{HS}^- + 6\text{H}^+ + \text{O}_2 = 3\text{FeS}_2(\text{黄铁矿}) + 6\text{H}_2\text{O}$ 反应(2)

[0048] $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{磁铁矿}) + 6\text{SO}_4^{2-} + 12\text{H}^+ = 3\text{FeS}_2(\text{黄铁矿}) + 6\text{H}_2\text{O} + 11\text{O}_2$ 反应(3)

[0049] 由以上3个水岩反应公式可知，钾化蚀变过程中，黑云母在分解形成钾长石时形成了一定量的磁铁矿，因此可以通过测量岩石的磁化率数据进行识别。这些磁铁矿在绢英岩化蚀变过程中，将转化成无磁性的黄铁矿，从而大大降低了岩石的磁化率值，这种变化亦可以通过测量岩石的磁化率数据的变化进行识别。

附图说明

- [0050] 图1为斑岩矿床蚀变分带识别的流程图；
- [0051] 图2为常见含Al-OH矿物短波红外光谱示意图；
- [0052] 图3为常见含Fe-OH、Mg-OH矿物短波红外光谱示意图；
- [0053] 图4为常见碳酸盐和硫酸盐矿物短波红外光谱示意图；
- [0054] 图5为短波红外光谱特征参数示意图。

具体实施方式

[0055] 一种基于红外光谱和磁化率测量的斑岩矿床蚀变分带识别方法,包括以下步骤:

[0056] 步骤1、地质背景了解及野外地质观察;

[0057] 步骤2、选定代表性测量对象;

[0058] 步骤3、获取样品SWIR光谱数据;

[0059] 步骤4、分析解译样品SWIR光谱数据;

[0060] 步骤5、建立矿区蚀变矿物光谱匹配库;

[0061] 步骤6、获取磁化率数据;

[0062] 步骤7、偏光显微镜下观察及XRD数据验证;

[0063] 步骤8、建立SWIR和磁化率综合分带标准;

[0064] 步骤9、划分平面及剖面蚀变分带;

[0065] 步骤10、提取SWIR及磁化率找矿指标。

[0066] 所述步骤1中,具体操作包括:

[0067] 步骤1.1、通过文献检索,了解相关矿床所处的大地构造背景,收集前人已发表的有关该矿床文献资料。此外,与矿山所在企业积极交流和沟通,查看已有的勘查报告及各类地质图等相关资料,跟进矿山已经布置的勘查工程和开采进度;

[0068] 步骤1.2、在收集资料之后,进行资料的初步分析,在了解基本的地质概况的情况下,确定野外观察的目标。在地表选择合适的勘查路线,使该路线能够观察到尽可能多的地质露头,并且路线的布置需要最大限度地控制矿区地表。同时,从已经完成的钻孔工程中挑选出横切和纵切主矿体的钻孔,形成“十字”形的勘查剖面,以便全面揭示矿区深部的地质信息。在观察的同时,做好记录,包括露头位置、岩性、蚀变类型、矿化程度等内容,为室内分析提供必要的地质信息;

[0069] 步骤1.3、在完成资料整理和野外观察记录之后,需大致掌握矿区内的基本情况。首先要查明矿区发育的主要侵入岩及其相互穿切关系,还需了解主要蚀变类型与其大致分布范围。同时,还需要对矿体的产出位置、产状、规模进行一定的了解。基于以上基础,后续测试工作才更具目的性和针对性。

[0070] 所述步骤2中,具体操作包括:

[0071] 依据矿区范围内主要矿体在地表的出露情况,在地表选择网状勘探线。同时,在钻孔选取方面,挑选出横切和纵切主矿体的钻孔,形成“十字”形的勘探线剖面,以便更加全面的揭示矿区深部的地质信息。

[0072] 所述步骤3中,具体操作包括:

[0073] 步骤3.1、依据矿区地形及地质状况,在地表沿同一勘探线的取样间距基本确定为

50~100m,在地质现象丰富、蚀变类型多样及可见的岩性和蚀变分界处,取样间距加密至10~20m;在地质现象和蚀变变化较为均匀的地方或者地形条件差的地方可适当扩大取样区间。钻孔的取样间距在前期基本保证在1~2m,对蚀变信息基本了解后可以扩大至5~10m,同样需要依据地质信息的变化调整取样间距。依此种取样间距的设定,在最大可能的收集地质信息的同时,又能省时省力,保证高效。取样时需要对样品进行系统的编号与详细记录;

[0074] 步骤3.2、常用的红外光谱仪有多种,此处以美国Analytical Spectral Devices, Inc. (ASD) 最新制造的TerraSpec 4为例,对其使用方法和参数设置进行阐述。使用时需正确连接光谱仪、电脑及探头,连接时要注意光缆的脆弱性。在热机30分钟之后,再打开数据收集软件,这样可保证仪器达到最佳工作状态。依据样品的性质设定仪器暗电流 (dark current)、光谱平均 (spectrum Avg) 和基准白 (white reference) 等参数,以测试对象为块状、浅色样品为例,此类样品反射率较高,因此,将暗电流 (dark current) 设置为25并保持不变,光谱平均 (spectrum Avg) 设置为200 (测试时间20s),基准白 (white reference) 为400。如果测试对象的属性发生变化,需要多次测试,重新设定参数,保证收集数据的准确性;

[0075] 步骤3.3、首先对样品进行系统编号和简要的岩性描述,之后用软刷清洗干净,并在太阳下晾晒至少8个小时,从而排除“游离水”对光谱深度及位置造成的影响。测试前需要利用标样白板进行优化校正 (optimization),在确定仪器正常之后,进一步利用标样白板进行基准白校正 (white reference),在获取平直光滑的直线后,方可进行样品测试。在测试样品时,探头对准钻孔样品的平直面,并避开硫化物和石英脉较为发育的部位,以防它们影响光谱的整体反射率,而使得测试结果不准确。为减弱样品不均匀和偶然误差的影响,每个样品一般测试2-3次,最后取平均值,以保证数据可靠性。为避免仪器随着使用时间发热的影响,每测试20-30分钟要对仪器进行一次校正,以此监控仪器的工作状态。

[0076] 所述步骤4中,具体操作包括:

[0077] 步骤4.1、将同一条勘探线或同一钻孔的SWIR数据放在同一文件夹内,并利用光谱解译软件(以“光谱地质师 (the spectral geologist, TSG) v.8为例) 建立工程文件。导入数据时需要重新进样,进样间距设为1nm,并在350~400nm和2450~2500nm这两端高噪音区间进行光滑处理;

[0078] 步骤4.2、工程文件建立完成后,设置软件的自动解混矿物的种类为3,检测阈值设为5%。此外,选择斑岩矿床系统中常见的云母类、绿泥石类、高岭石类等蚀变矿物作为标准矿物库,屏蔽金云母、蛇纹石等出现几率很小的矿物,以此降低解混结果的错误率。完成设置之后,软件进行自动解译;

[0079] 步骤4.3、获得自动解译结果后,首先对获取的光谱曲线进行信噪比和质量检查,剔除信噪比和可信度低以及无意义的光谱数据。然后逐类提取矿物,分别对每类矿物进行提取检查,将不准确和错误的光谱进行改正;

[0080] 所述步骤5中,具体操作包括:对矿区内所有光谱数据进行综合分析,对不同岩性的数据进行分类,并在此基础上根据解译出的矿物组合、谱线形状、特征参数等选择出各类SWIR谱线。例如:由于泥化带以出现高岭石为特征,因此划分泥化带以出现高岭石谱线为标准(图2);绿泥石化则以出现绿泥石为标准(图3);碳酸盐为主的蚀变带则以出现方解石和

白云石为标准(图4)。

[0081] 所述步骤6中,具体操作包括:

[0082] 步骤6.1、对已经测量过SWIR光谱数据的样品进行切割处理,将地表露头和岩心样品切割为尺寸大小一致的块体。以此排除尺寸因素对所测样品的磁化率值带来的影响,切割完成后将样品清洗并晾干;

[0083] 步骤6.2、选择没有磁干扰环境,使用磁化率仪对样品进行测试。本例使用KM-7磁化率仪,选用“PIN”模式,每个样品测试3次,取平均值,同时进行简要描述和记录。测定前后需对同一物体进行测定,以监控仪器的稳定性。

[0084] 所述步骤7中,具体操作包括:

[0085] 步骤7.1、选择不同蚀变带中的典型样品,将其切制薄片,通过偏光显微镜下观察,验证是否存在SWIR技术所测出的蚀变矿物,并估算各自成分所占大致比例,与SWIR结果进行对照,验证SWIR解译结果的有效性;

[0086] 步骤7.2、选择步骤7.1的样品和磁化率值差异明显的样品,开展XRD测试;分析测试结果中各蚀变矿物所占比例及其与SWIR解译结果的对应关系,得到磁性矿物及钾化带伴随矿物与磁化率的相关关系。通过定量的XRD测试分析,可以对SWIR和磁化率测量和解译结果进行监控和校正,进而保证最终结果的准确度。

[0087] 所述步骤8中,具体操作包括:综合基于SWIR技术所建立的含水蚀变矿物的分带特征,以及通过磁化率测量所建立的钾化带标志,建立斑岩矿床的蚀变分带标准。两种测试技术的有机结合,既充分保证了SWIR技术对含水蚀变矿物鉴定的优势,又通过磁化率的测试补充SWIR技术对无水矿物测试的不足,从而达到了准确高效识别斑岩矿床蚀变分带的目的。

[0088] 所述步骤9中,具体操作包括:依据上一步建立的标准,在平面地质图及勘探线剖面地质图上进行蚀变带的划分,从而完成二维平面空间的蚀变矿物填图,在技术支持的情况下,还可以将蚀变分带拓展至三维立体空间。

[0089] 所述步骤10中,具体操作包括:

[0090] 步骤10.1、为了更好地研究热液蚀变分带和流体演化规律,并为后续找矿勘查提供依据,需要对SWIR光谱的特征参数进行提取。本例主要提取Al-OH波长位置(Pos2200)和伊利石结晶度(IC)这两个SWIR特征参数(图5)。Al-OH波长位置(Pos2200),可在TSG中使用“scalar”功能以2205nm为中心、20nm为半径在标准化(Hull)谱线中进行提取;伊利石结晶度(IC)表示方法为Al-OH吸收深度(Dep2200)与水吸收深度(Dep1900)之比(图5)。其中,Al-OH吸收深度(Dep2200)和水吸收深度(Dep1900)同样利用“scalar”功能对标准化光谱分别在2200nm和1900nm附近提取相对吸收深度;

[0091] 步骤10.2、将提取的SWIR特征参数和磁化率数值与地质图上矿体的位置一一对照,得到矿体位置与上述参数的对应关系,提取出基于SWIR技术及磁化率测量的综合找矿指标,为矿区外围和深部找矿勘查提供即时有效的技术支持。

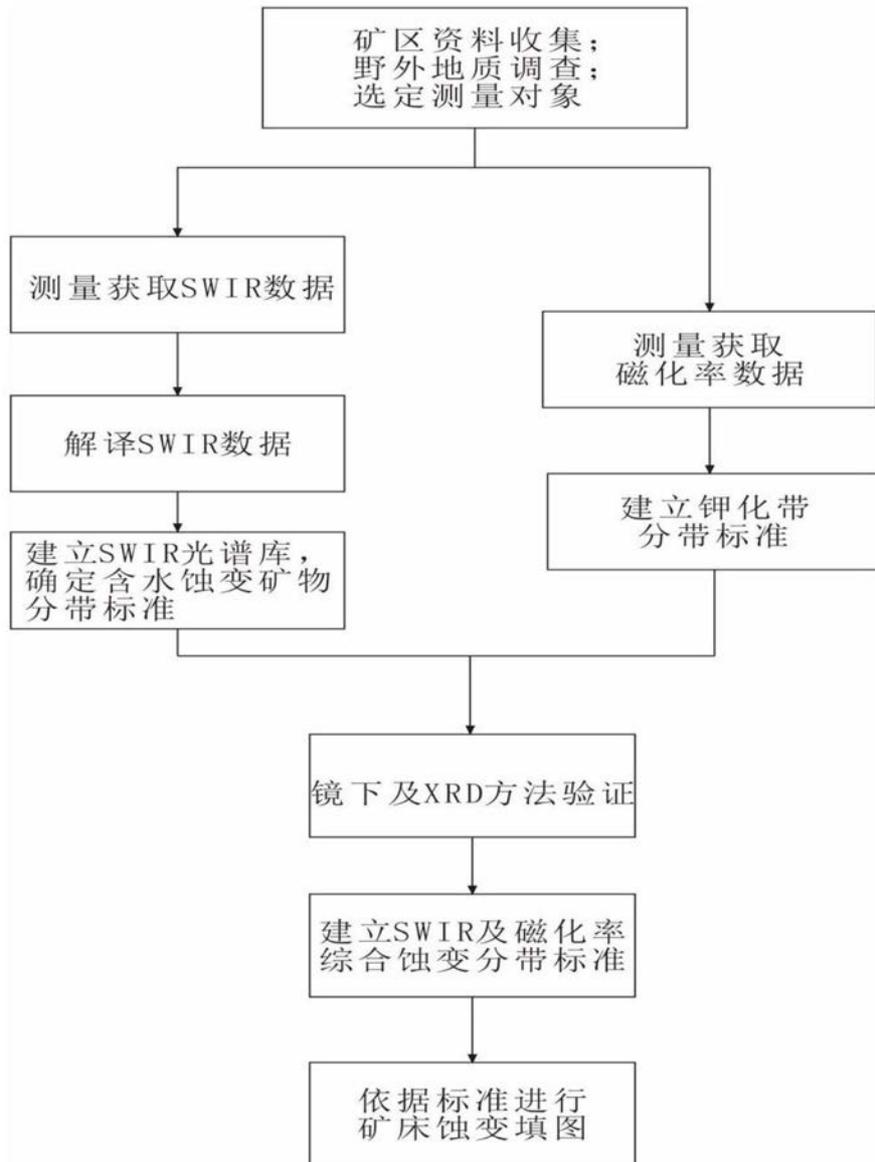


图1

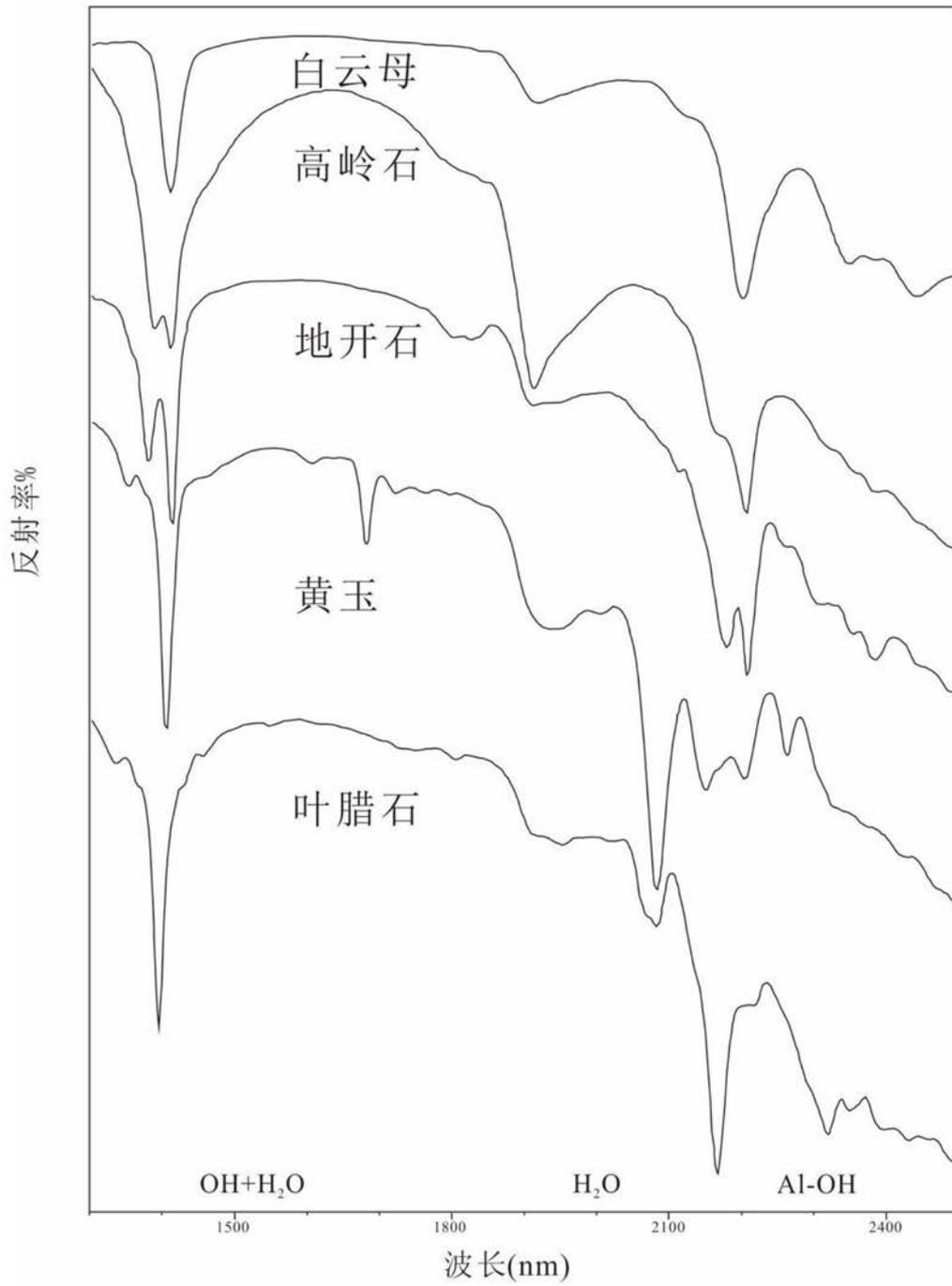


图2

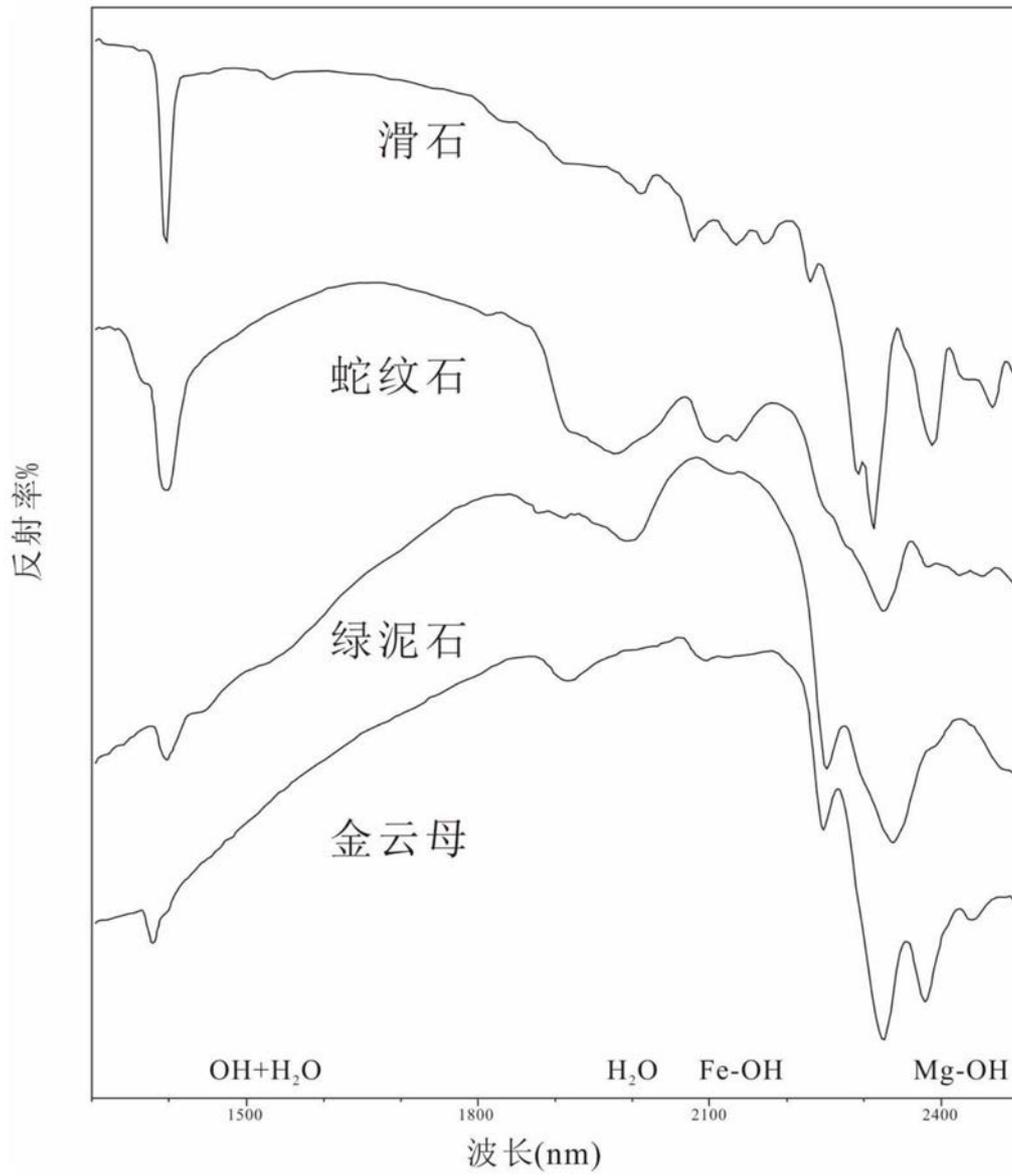


图3

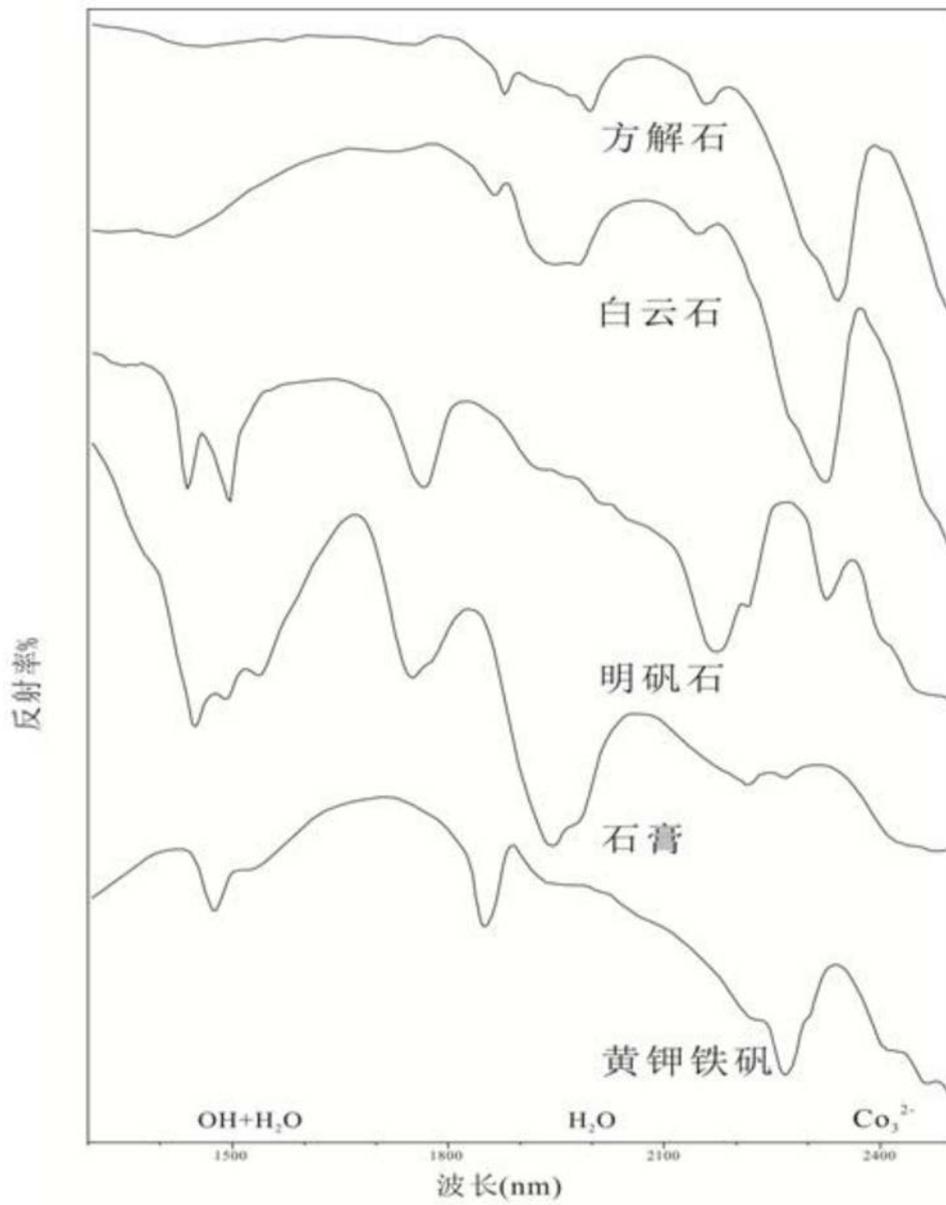


图4

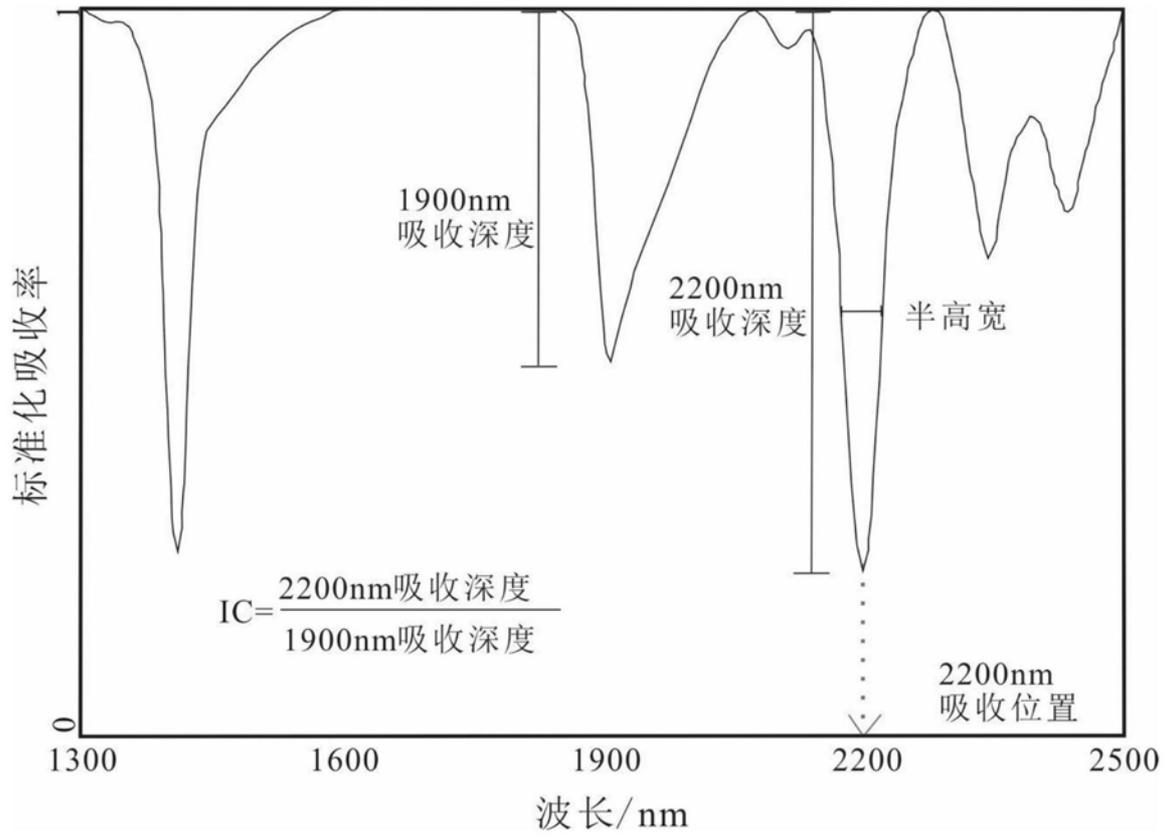


图5