



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102071929 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201010581607. 5

US 3690167 A, 1972. 09. 12,

(22) 申请日 2010. 12. 09

US 4681854 A, 1987. 07. 21,

(73) 专利权人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号

审查员 杨林

(72) 发明人 沈安江 寿建峰 周进高 郑兴平
郑剑锋 乔占峰

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 任默闻

(51) Int. Cl.

E21B 49/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1249392 A, 2000. 04. 05,

CN 1760507 A, 2006. 04. 19,

CN 101424185 A, 2009. 05. 06,

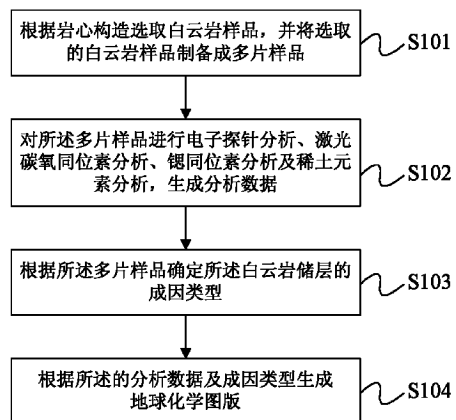
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种白云岩储层地球化学图版生成方法

(57) 摘要

本发明提供一种白云岩储层地球化学图版生成方法,所述方法包括:根据岩心构造选取白云岩样品,并将选取的白云岩样品制备成多片样品;对所述多片样品进行电子探针分析、激光碳氧同位素分析、锶同位素分析及稀土元素分析,生成分析数据;根据所述多片样品确定所述白云岩储层的成因类型;根据所述的分析数据及成因类型生成地球化学图版。利用本发明的白云岩储层地球化学图版,可准确快速地识别白云岩储层成因类型,与传统方法相比较,对储层成因解释更为准确可靠,更能从深层次地认识储层形成机制和主控因素。



1. 一种白云岩储层地球化学图版生成方法,其特征在于,所述方法包括:

根据岩心构造选取白云岩样品,并将选取的白云岩样品制备成多片样品;

从所述多片样品中随机选取第一样品、第二样品、第三样品及第四样品,对所述第一样品进行电子探针分析,对所述第二样品进行激光碳氧同位素分析,对所述第三样品进行锶同位素分析,对所述第四样品进行稀土元素分析,分别生成分析数据;其中,对所述第一样品进行电子探针分析生成的分析数据为 CaO 和 MgO 的相对含量及 Mg/Ca 值,对所述第二样品进行激光碳氧同位素分析生成的分析数据为 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 $\delta^{18}\text{O}$ 值,对所述第三样品进行锶同位素分析生成的分析数据为 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值,对所述第四样品进行稀土元素分析生成的分析数据为稀土元素的丰度;

根据所述多片样品确定所述白云岩储层的成因类型,即根据所述白云岩储层的沉积背景、气候条件及成岩演化确定所述白云岩储层的成因类型;

根据所述成因类型选定成因上关联的所述分析数据;

根据选定的所述分析数据及所述成因类型生成地球化学图版。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的方法还包括:从所述多片样品中随机选取第五样品,并对所述第五样品进行阴极发光分析。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的方法还包括:从所述多片样品中随机选取第六样品,并对所述第六样品进行铸体薄片分析。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的方法还包括:

根据所述成因类型及所述地球化学图版检验所述地球化学图版的正确性。

一种白云岩储层地球化学图版生成方法

技术领域

[0001] 本发明是关于石油天然气地质勘探中的储层地质研究技术,特别是关于白云岩储层研究技术,具体的讲是关于一种白云岩储层地球化学图版生成方法。

背景技术

[0002] 白云岩是非常重要的油气储层,在北美的碳酸盐岩储层中,白云岩储层所占比例超过 80%,全球范围内比例也超过了 50% (Zenger et al., 1980)。近些年,中国海相碳酸盐岩的勘探也在不断的突破,特别是在白云岩储层中陆续发现多个大型油气田,揭示了白云岩储层具有巨大的潜力。碳酸盐岩中白云岩所占比例非常大,从震旦系到下奥陶统发育白云岩厚达 2000 米,但是由于白云岩勘探起步较晚,资料积累不够,单靠岩石学方法认识白云岩储层类型可靠性不够。

[0003] 对白云岩储层进行岩石学基础上微区多参数地球化学的储层成因类型识别,对于预测不同成因类型白云岩储层展布规律及进一步勘探开发具有重大意义,国内外目前尚无成熟的白云岩储层成因类型识别技术。传统的白云岩储层类型划分主要致力于特征的描述,将白云岩划分为微晶、粉晶、细晶、粗晶等,辅以某一种或几种地球化学实验分析来对白云岩储层类型和成因进行分析,这种方法的优点是进行了储层特征的客观描述,但是地球化学分析的取样是在岩心尺度上进行的,样品可能包含有多种组构,而每种组构的成因可能不同,无法保证各项实验分析是针对同一组构进行的联合分析,这样不利于清晰地认识白云岩储层成因机理,揭示的形成环境不够明朗,因此对于白云岩储层的成因和发育分布规律揭示力不够。

发明内容

[0004] 本发明提供一种白云岩储层地球化学图版生成方法,以深层次认识白云岩储层成因机理,并能通过地球化学图版进行较快速准确的白云岩储层成因类型识别。

[0005] 本发明提供一种白云岩储层地球化学图版生成方法,该包括:根据岩心构造选取白云岩样品,并将选取的白云岩样品制备成多片样品;对多片样品进行电子探针分析、激光碳氧同位素分析、锶同位素分析及稀土元素分析,生成分析数据;根据多片样品确定所述白云岩储层的成因类型;根据的分析数据及成因类型生成地球化学图版。

[0006] 本发明的有益技术效果:利用本发明的白云岩储层地球化学图版,可准确快速地识别白云岩储层成因类型,与传统方法相比较,对储层成因解释更为准确可靠,更能从深层次地认识储层形成机制和主控因素;在平面上钻井数量不够的情况下,辅以沉积和构造等背景资料,可对不同成因类型的白云岩储层发育分布进行刻画。

附图说明

[0007] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本

发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。在附图中:

- [0008] 图 1 为本发明实施例白云岩储层地球化学图版生成方法流程图;
- [0009] 图 2 为本发明实施例白云岩储层地球化学图版生成流程图;
- [0010] 图 3A 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型 MgO 和 CaO 关系图;
- [0011] 图 3B 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型 Mg/Ca 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 关系图;
- [0012] 图 3C 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 关系图;
- [0013] 图 3D 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型稀土元素配分模式图。

具体实施方式

[0014] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合附图对本发明实施例做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0015] 本发明目的在于深层次认识塔里木盆地白云岩储层成因机理,并能通过地球化学图版进行较快速准确的白云岩储层成因类型识别,结合沉积背景和成岩演化可进行不同成因类型白云岩储层发育分布规律分析,指导进一步的白云岩勘探方向。

[0016] 如图 1 所示,本实施例的白云岩储层地球化学图版生成方法包括:根据岩心构造选取白云岩样品,并将选取的白云岩样品制备成多片样品 S101。对所述多片样品进行电子探针分析、激光碳氧同位素分析、锶同位素分析及稀土元素分析,生成分析数据 S102。根据所述多片样品确定所述白云岩储层的成因类型 S103。根据所述的分析数据及成因类型生成地球化学图版 S104。

[0017] 步骤 S102 中,对多片样品进行电子探针分析、激光碳氧同位素分析、锶同位素分析及稀土元素分析,生成分析数据,具体包括:从所述多片样品中随机选取第一样品、第二样品、第三样品及第四样品,对所述第一样品进行电子探针分析,对所述第二样品进行激光碳氧同位素分析,对所述第三样品进行锶同位素分析,对所述第四样品进行稀土元素分析,分别生成分析数据。对所述第一样品进行电子探针分析生成的分析数据为 CaO 和 MgO 的相对含量及 Mg/Ca 值;对所述第二样品进行激光碳氧同位素分析生成的分析数据为 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 $\delta^{18}\text{O}$ 值,对所述第三样品进行锶同位素分析生成的分析数据为 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值,对所述第三样品进行稀土元素分析生成的分析数据为稀土元素的含量,

[0018] 步骤 S103 中,根据所述多片样品确定白云岩储层的成因类型,包括:根据所述白云岩储层的沉积背景、气候条件及成岩演化确定所述白云岩储层的成因类型。

[0019] 步骤 S104 中,根据所述的分析数据及成因类型生成地球化学图版,包括:根据所述成因类型选定成因上关联的所述分析数据;根据选定的所述分析数据及所述成因类型生成地球化学图版。

[0020] 另外,除了步骤 S102 中对多片样品进行电子探针分析、激光碳氧同位素分析、锶同位素分析及稀土元素分析,还包括从所述多片样品中随机选取第五样品,对所述第五样品进行阴极发光分析及从所述多片样品中随机选取第六样品,对所述第六样品进行铸体薄片分析。

[0021] 下面结合图 2 详细说明本实施例白云岩储层地球化学图版生成方法的步骤。在图

2 中,带箭头的实线方向为实验样的方法步骤,带箭头的虚线方向为检验样的方法步骤。本发明利用实验样生成白云岩储层地球化学图版,利用检验样对化学版图的生成进行检验。

[0022] 如图 2 所示,本实施例的详细步骤如下:

[0023] 步骤 1、进行岩心观察,对典型现象进行取样。

[0024] 岩心观察主要包括对岩石类型、沉积构造、成岩现象及储层特征等方面的描述,初步确定岩石沉积环境和经历的后生改造;取样的样品需要涵盖尽量多的成岩现象以揭示尽量多的信息,取样样品的尺寸最好不小于 $3 \times 3 \times 7 \text{cm}$ 。

[0025] 步骤 2、室内制样,进行微区多参数地球化学实验分析。

[0026] 制样的样品包括实验样及检验样。进行室内制样时,需要将实验样及检验样的样品分别切割为不少于 5 片,以备磨制薄片,切割方向需保证每个薄片均含有同类的重点现象,以备对比分析,且最好保留残样。

[0027] 进行步骤 2 的微区多参数地球化学实验分析时,先磨制两套薄片(一套作阴极发光,一套作铸体(蓝色),阴极发光从成因上观察各组构特征,进一步选取重点分析组构,蓝色铸体一半用茜素红染色,区分白云石和方解石,同时认识储层孔隙特征);然后磨制另外两套薄片,对选取的重点分析组构进行激光碳氧同位素和电子探针分析的显微镜下微区圈定;最后对锶同位素和稀土元素的分析样品进行组构挑选,需尽可能保证分析组构一致。然后对所取组构送实验室进行实验分析,按现有的实验分析方法进行即可。

[0028] 步骤 2 结束后,可以对每个样品建立一个数据包,包括:岩石样品照片一张、阴极发光照片一套、铸体照片一套、激光碳氧同位素打点照片和数据、电子探针打点照片和数据、锶同位素样品照片和数据、稀土元素样品照片和数据等。

[0029] 步骤 3、以步骤 1 岩心观察结果为基础,结合步骤 2 磨制的薄片的观察,综合沉积背景(图 2 中的地质背景)、气候条件及成岩演化等方面确定白云岩储层成因类型。

[0030] 步骤 3 所述的沉积背景和气候条件主要考虑白云岩晶粒大小、是否含硬石膏或石膏,石膏的产状,石膏与白云岩在地层中所占比例,及膏模孔的发育情况等。成岩演化特征主要包括白云岩晶粒大小、重结晶现象及热液相关矿物的识别,如:含有石膏斑点或斑块的泥晶白云岩可初步认为是潮坪环境的白云岩,其储层成因类型定为蒸发潮坪白云岩储层;而粗晶白云岩多为埋藏白云岩储层。

[0031] 步骤 4、成因上关联的实验结果联合分析,生成图版;生成的图版如图 3A 至图 3D 所示,图 3A 至图 3D 中显示了塔里木盆地寒武系-下奥陶统四类白云岩储层(蒸发潮坪白云岩储层、蒸发台地白云岩储层、埋藏白云岩储层和热液白云岩储层)的成因类型关系。图 3A 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型 MgO 和 CaO 关系图,图 3B 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型 Mg/Ca 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 关系图,图 3C 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 关系图,图 3D 为本发明实施例不同白云岩储层成因类型稀土元素配分模式图。

[0032] 步骤 4 所述的成因上关联的实验结果包括:电子探针中 CaO 和 MgO 的相对含量,激光碳氧同位素的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值, Mg/Ca 与 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 及稀土元素。

[0033] 步骤 4 所述的生成图版中, CaO 和 MgO 、 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值、及 Mg/Ca 与 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为直角坐标系,稀土元素需先用球粒陨石稀土元素含量进行标准化(实验测定数据/标准值,标准值采用 Leedy 球粒陨石稀土元素: $\text{La}:0.378$, $\text{Ce}:0.976$, $\text{Pr}:0.138$, $\text{Nd}:0.716$, $\text{Sm}:0.23$,

Eu :0. 0866, Gd :0. 311, Tb :0. 0568, Dy :0. 39, Ho :0. 0868, Er :0. 255, Tm :0. 0399, Yb :0. 219, Lu :0. 0387 (用对数坐标作图)。随机保留占样品总数 1% 的样品的实验分析数据不进入编图。

[0034] 在步骤 4 绘制图版后,需对异常值进行实验分析结果有效性的甄别,通过样品照片的岩石学分析和对应分析结果的匹配性,以及该类分析结果与该样品其他分析结果的对应性,如无法对应或匹配,则应将该样品剔除。如蒸发湖坪白云岩储层形成于快速结晶的沉积环境,以泥晶白云岩为主,结晶程度低、有序度 (Mg/Ca) 低, MgO-CaO 呈线性正相关 (图 3A); 锶同位素整体在 0. 7085-0. 7100 之间,略高于同期海水值 (0. 7090) (图 3B); $\delta^{18}\text{O}$ 在 -4‰ --7‰ PDB 之间,氧化形式碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -1‰ -1‰ PDB,相对于海水碳酸盐中碳的 $\delta^{13}\text{C}$ (低正值) 具偏负的特征 (图 3C); 蒸发湖坪以低温碱性和氧化环境为特征, Ce^{3+} 将不断氧化成相对易溶的 Ce^{4+} 而被迁移贫化,出现 Ce 负异常, Eu^{3+} 将被还原为相对易溶的 Eu^{2+} 而被迁移贫化,出现 Eu 负异常 (图 3D),如果实验分析结果与此规律相差甚远,需考虑其正确性。

[0035] 步骤 5、将步骤 3 的白云岩储层成因类型与步骤 4 的地球化学图版进行总体分析,探讨理论上的合理性,检查图版的正确性和普遍性,圈定不同白云岩储层成因类型地球化学图版上的范围,以便作为白云岩储层成因类型的识别模板。

[0036] 步骤 5 所述的理论上的合理性是指白云岩储层形成环境下的地球化学指标是否与图版中揭示的信息一致。如一致可作为识别模板,如不一致需重新分析步骤 3) 的准确性。图 3A 至图 3D 为不同类型白云岩储层的地球化学图版,其中蒸发台地白云岩储层为浅埋藏成岩环境的产物,白云石结晶程度和有序度 (Mg/Ca) 中等, MgO-CaO 呈线性负相关 (图 3A); 锶同位素整体在 0. 7085-0. 7100 之间,略高于同期海水值 0. 7090,与蒸发海水有关,但与萨布哈白云岩相比,具较高的 Mg/Ca 比 (图 3B); 在强烈蒸发条件下将趋于较高的 $\delta^{18}\text{O}$ 值 (0‰ -4‰ PDB); 氧化形式碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -6‰ -0‰ PDB,相对于海水碳酸盐中碳的 $\delta^{13}\text{C}$ (低正值) 具偏负的特征 (图 3C); 蒸发台地以低温碱性和氧化环境为特征, Ce^{3+} 将不断氧化成相对易溶的 Ce^{4+} 而被迁移贫化,出现 Ce 负异常, Eu^{3+} 将被还原为相对易溶的 Eu^{2+} 而被迁移贫化,出现 Eu 负异常。但浅埋藏环境随温度的升高使 Eu^{3+} 易被氧化为难溶的 Eu^{4+} 而发生相对富集缓充了 Eu 负异常的出现,故 Eu 异常特征不明显 (图 3D)。可知该类白云岩储层形成背景的理论分析与实验分析结果一致,可作为识别图版。

[0037] 步骤 6、图版正确性检验。

[0038] 对步骤 4 所保留样品进行成因类型划分 (与步骤 3 的方法相同),将实验分析结果投点在图版中,检验图版的正确性,如投点范围不一致,需重新进行步骤 3 和步骤 4。

[0039] 应用本发明,在岩石学上无法明确区分白云岩储层类型的情况下,可准确快速地识别白云岩储层成因类型,与传统方法相比较,逻辑分析更强,对储层成因解释更为准确可靠,更能从深层次地认识储层形成机制和主控因素,在平面上钻井数量不够的情况下,辅以沉积和构造等背景资料,可对不同成因类型的白云岩储层发育分布进行刻画。通过本发明,在有限钻井的控制下,成功地刻画了塔里木盆地寒武系 - 下奥陶统四类白云岩储层 (蒸发湖坪白云岩储层、蒸发台地白云岩储层、埋藏白云岩储层和热液白云岩储层) 的发育层位和分布范围,对进一步的白云岩勘探有重要指导意义。

[0040] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详

细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

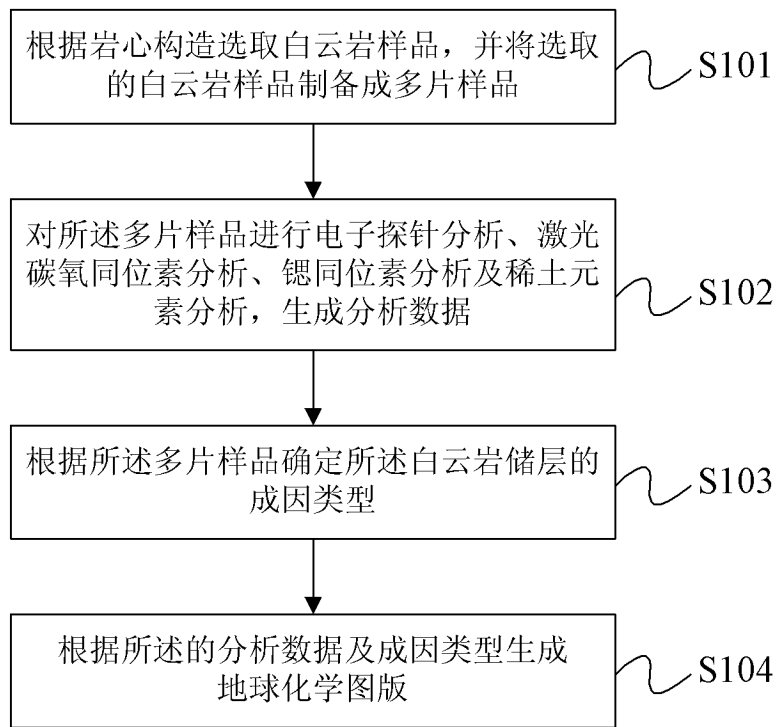


图 1

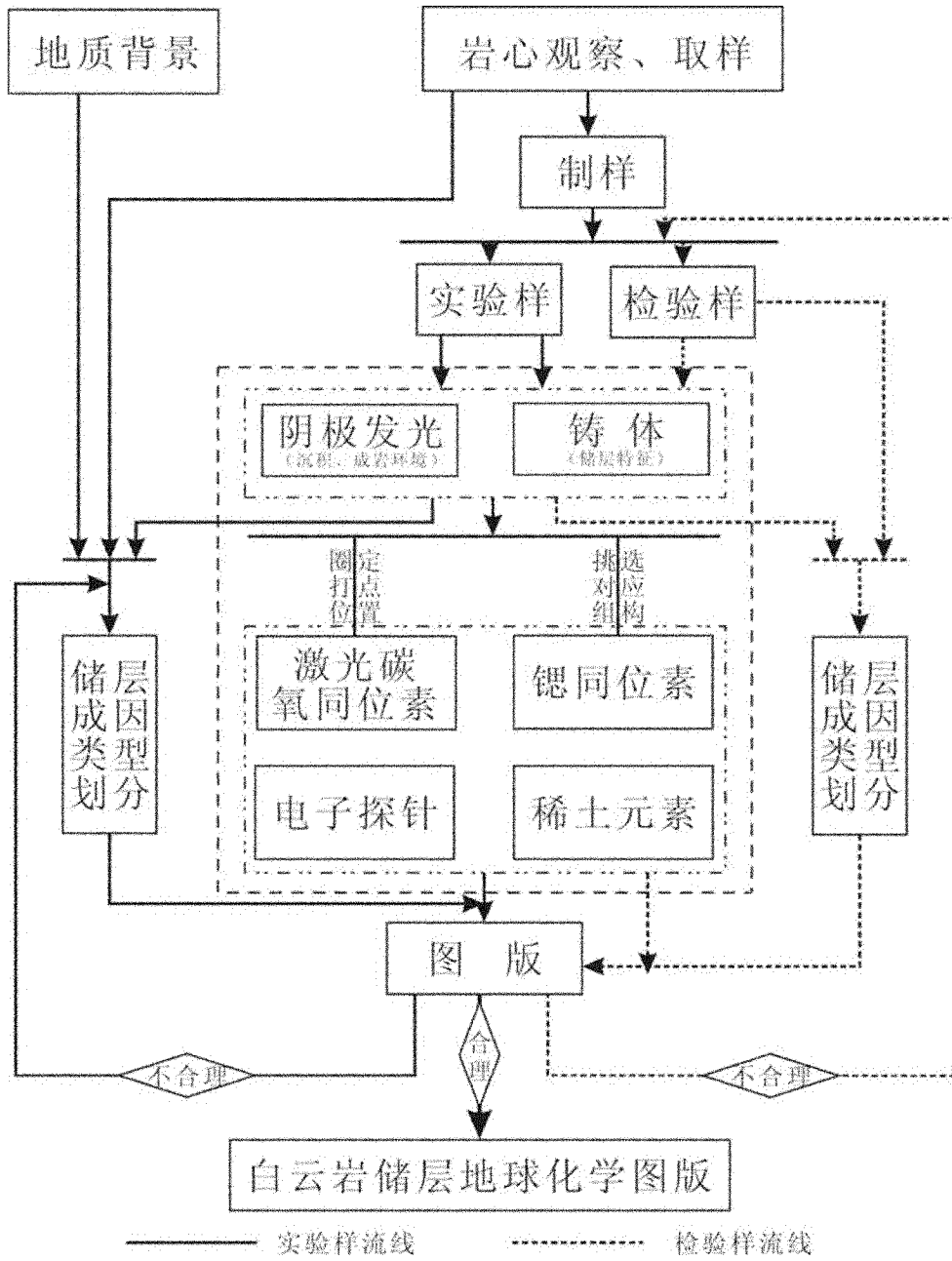


图 2

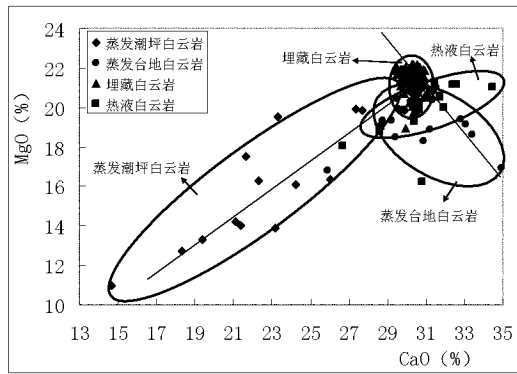


图 3A

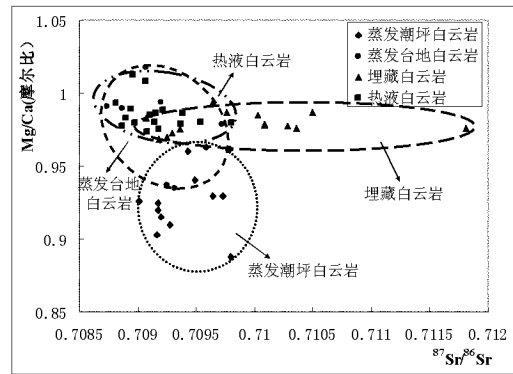


图 3B

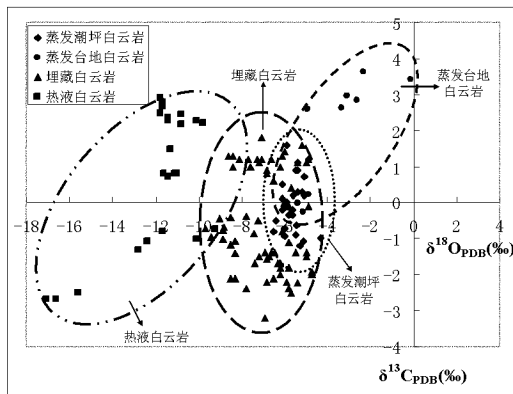


图 3C

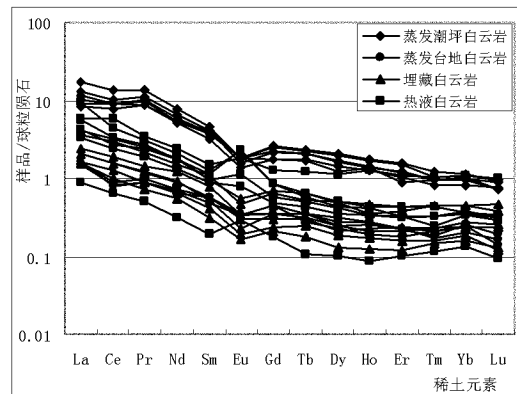


图 3D