试论重矿物在物源分析中的研究应用

李伟歌
成都理工大学
DOI:10.32629/gmsm.v3i2.622

[摘 要] 重矿物自身具有较强的稳定性,受风化作用,搬运作用以及成岩作用的影响相对较少,它可以较多的保留物源区母岩的特征。同时可以提供无法通过其他方法得到的重要结论。因此,砂岩中重矿物组合及成分能为我们提供重要的物源区信息。本文通过阅读文献浅析了重矿物在物源分析中的重要作用。

[关键词] 重矿物; 物源分析; 成矿作用; 母岩特征

1 含义及特征

重矿物指比重大于2.86g/cm³,含量较少,普遍小于1%,颗粒粒度较小(0.25-0.05mm)的矿物^[1]。重矿物耐风化、耐磨蚀、化学性质相对稳定,可以很好的保留母岩区的特性,同时还可以反应沉积物运移过程的分异作用。因此重矿物分析被看作是物源分析的重要手段之一。

重矿物分为极稳定矿物、稳定矿物、较稳定矿物、不稳定矿物。稳定矿物抗风化能力强,耐磨蚀,含量较高,可以被搬运到距离源区很远的地方,分布较广。不稳定矿物易风化磨蚀,其化学组分含量易被改变,分布范围相对较小。

2 方法

2.1 单矿物分析法

以前,传统的重矿物分析方法都是基于光学性质,例如颜色、形状等,其中锆石和电气石应用最为广泛,但基于光学性质的研究具有主观性,其标准界线不够准确。如今,人们会利用客观可靠的地化数据,对重矿物的化学组分、特定元素含量等进行分析,从而判断物源。Haughton利用辉石矿物,通过其化学组分判定图等,指出南Uplands地区奥陶系Portpatrik组的辉石来源于钙碱性火山岩。

现在,人们更多的会用单颗粒矿物的含量比值来分析源区性质,这是因为其含量比值在沉积成岩过程中受到的影响相对较小,对源区可以有个很好的反应。常用的几种单颗粒矿物比值,如表1:

表1 常用单颗粒矿物指数

ATi:	磷灰石×100/磷灰石+电气石
GZi:	石榴子石×100/石榴子石+电气石
RZi:	TiO ₂ 矿物×100/(TiO ₂ 矿物+锆石) (TiO ₂ 矿物一般用金红石)
CZi:	铬尖晶石×100/铬尖晶石+锆石
MZi:	独居石×100/独居石+锆石

其中,ATi指数的高低用来判断层序中是否受到酸性地下水循环的影响,或是否有酸性火成岩的加入;GZi指数用来分析是否存在角闪岩或麻粒岩的物源;RZi、MZi指数用来判断深埋砂岩物源区的情况;Morton曾根据ATi、RZi、MZi指数辨别了英国外马里湾上侏罗纪Main Piper组和Supra Piper组砂岩的物源区的不同。

目前,这些指数应用较为广泛,但同时也存在一些问题。TiO₂矿物中很容易出现次生矿物,例如锐钛矿就是砂岩一种最普遍的含有TiO₂的次生矿物,它还可以蚀变成金红石,在使用RZi指数时要区分碎屑矿物和次生矿物。ATi指数使用时,要注意磷灰石会被酸性地下水分解,因此有时候不能够精确的反映物源特征。

2.2 重矿物组合法

在同一地区,同一时期,沉积物的碎屑成分一致;不同时期,沉积物的

碎屑组分则不同。因此可以根据不同时期重矿物的组合特性来判断物源和恢复母岩。

目前主要采用多元统计分析的方法去获得物源区的信息,如聚类分析、因子分析等,其中聚类分析包括Q型和R型两种。Q型聚类分析是把不同样本中的同一变量进行比较,从而对样品进行分类,用来研究样本间的相互关系。R型聚类分析则是把同一样本中的不同变量进行比较,进而对变量进行分类,用来研究不同变量之间的亲疏关系。因子分析时把多个具有内在联系的因子“降维”、抽象成少数几个综合因子。

3 应用

重矿物分析主要应用在物源分析、构造演化、地层对比分析、岩相古地理重建及古气候恢复等方面^[2]。

3.1 物源分析

重矿物组合和特征系数都可以用来判别物源特性。此外,重矿物的稳定系数和ZTR指数也是判断物源的重要指数。重矿物的稳定系数为稳定的重矿物与不稳定的重矿物含量之比^[3],一般来说,重矿物抗风化能力强,分布广泛,搬运距离较长,离物源区较远,所以稳定系数可以较好地反应沉积物距离源区的远近^[4]。ZTR指数最早是由 Hubert提出,它是指锆石、电气石、金红石在透明矿物中所占的比例,主要用来判别碎屑岩成分成熟度,ZTR指数越大,代表其成熟度越高^[5]。矿物的成熟度受搬运距离、成岩作用及古构造等多方面的因素的影响,对其进行系统的研究,可以用来指示沉积搬运距离和物源方向^[6]。如付玲等对柴达木盆地古近系路乐河组的重矿物进行分析研究,根据母岩类型、重矿物类型、ZTR指数和稳定指数在平面上展布特征进行综合分析得出了柴达木盆地发育了11个相对独立的物源体系^[7]。

在进行物源分析时,砂岩碎屑成分的应用也较为广泛。砂岩中的基质和胶结物特征及数量受成岩作用的影响比较大,只有碎屑颗粒才具有相对稳定性,因而可以用来进行物源分析和大地构造背景分析^[8]。

3.2 构造演化

构造活动决定了母岩的类型和盆地的性质,从而影响重矿物的组合及特征。反之,可以利用重矿物的组合及特征进行信息反演,可以显示出盆地构造活动阶段、沉积物剥蚀和沉积速率,以及盆地与造山带之间的关系等特征。目前主要存在两种趋势^[2]。朱志军等对云南兰坪盆地古近系的重矿物进行研究时,利用研究区的重矿物指数变化特征,将盆地演化划分为构造平缓期和构造活动期两个时期^[9]。

3.3 地层对比分析

正确的划分地层是研究盆地构造演化的基础。而在某些盆地,如复理石和磨拉石盆地内,由于其缺乏化石,岩性比较单一,常常具有穿时现象,地层对比分析十分困难。此时,重矿物就尤为重要,每层内都具有特殊的重

矿物组合,因此常常用来进行地层的对比分析。

3.4 岩相古地理的重建

某些重矿物对沉积环境具有指示意义,可以用来恢复其沉积环境。如海绿石为海相浅海沉积的标志矿物;绿泥石指示滨前海沉积;一定的赤铁矿和褐铁矿含量表示气候干旱、水体较浅的氧化环境等。Frihy等根据重矿物的组合变化特征,在埃及尼罗河冲击-海相环境中成功的鉴别出不同岩相,包括河流相、泄湖、海岸沙丘、海滩、近滨、前三角洲相等^[10],这标志着重矿物在岩相古地理的重建方面有重要作用。

3.5 古气候的恢复

气候会影响重矿物的组成和稳定性特征,现在很多学者会用重矿物来进行古气候的恢复。例如李忠等利用黄铁矿、磁铁矿的含量变化,得出了库车坳陷中-新生代的气候变化:下三叠统为干旱炎热的气候、中上三叠统-中侏罗统的气候温暖湿润、上侏罗统-第三系又变为干旱炎热^[11];沈丽琪等根据重矿物的质量分数和重矿物的稳定指数等,将“北京人”遗址洞穴堆积自上而下划分了寒冷-冷-偏暖-冷-温湿-偏冷-温湿的气候变化。

4 影响因素

重矿物虽然性质稳定,但在盆地沉积演化过程中,重矿物会受到很多作用的变化,包括风化作用、搬运作用、沉积作用、成岩作用。风化作用:一般在物源区地形上露头的岩石更容易遭受风化作用,从而改变它的重矿物组合。但通过对大部分含有丰富多样的重矿物组合的现代河流研究表明:在大尺度上来说,风化作用对重矿物组合的影响其实并不明显,一般可以忽略不考虑。搬运作用:一般在搬运过程中,矿物会受到磨蚀,从而改变重矿物特征。但也没有大量确凿的证据证明搬运作用是关键性的原因。Morton A C认为水动力条件和成岩作用是影响重矿物最主要的因素。不同的水动力条件会改变重矿物颗粒的密度、大小、形状。Rubey做了大量的工作,第一个证明了水动力条件的变化导致了重矿物组合的显著变化。不同的水动力条件会改变重矿物颗粒的密度、大小、形状。成岩作用才是影响最大的因素。在沉积期后的过程中,成岩作用会导致许多重矿物部分或者全部消失。随着埋藏深度的增加温度变高,通过分解,不稳定的矿物就会消失。另外在低温酸性的地下水中,也会分解部分重矿物。综上,虽然这些作用不能完全被确定,但有大量的证据说明这些作用都会影响重矿物组合。所以经过上述这些作用,物源不同的重矿物组合可能会相同。物源相同的重矿物组合可能会不同。

5 存在问题

重矿物受各种因素影响,其中最为关键的成岩作用的研究缺少体系,目前无法精确了解成岩作用对重矿物的影响,只有避免沉积改造等作用对分析结果的影响,才能利用重矿物组合准确的对物源区进行分析。

尽管重矿物目前是一种有效的物源分析手段,但地质环境往往很复杂,仅靠一种方法难免不够准确。因此,在利用重矿物进行研究时,应结合其他方法,从而得出准确结论。

[参考文献]

[1]徐亚军,杜远生,杨江海.沉积物物源分析研究进展[J].地质科技情报,2007,(03):26-32.

[2]和钟铎,刘招君,张峰.重矿物在盆地分析中的应用研究进展[J].地质科技情报,2001,(04):29-32.

[3]吴朝东,林畅松,申延平,等.库车坳陷侏罗系砂岩组分和重矿物组合特征及其源区属性[J].自然科学进展,2005,(03):37-43.

[4]王秋良,胡思辉,李长安.周老镇钻孔砾石层重矿物特征及地质意义[J].中国地质,2009,36(04):878-884.

[5]何小东,张晓林,杨小燕.重矿物在盆地分析中的应用研究进展[J].世界有色金属,2017,(15):251-252.

[6]和钟铎,刘招君,郭巍.柴达木盆地北缘大煤沟剖面重矿物分析及其地质意义[J].世界地质,2001,(03):279-284+312.

[7]付玲,关平,赵为永,等.柴达木盆地古近系路乐河组重矿物特征与物源分析[J].岩石学报,2013,29(08):2867-2875.

[8]汪正江,陈洪德,张锦泉.物源分析的研究与展望[J].沉积与特提斯地质,2000,(04):104-110.

[9]朱志军,郭福生.云南兰坪盆地古近系碎屑岩重矿物分布规律及其指示意义[J].地质通报,2017,36(Z1):199-208.

[10]李忠,王道轩,林伟,等.库车坳陷中-新生界碎屑组分对物源类型及其构造属性的指示[J].岩石学报,2004,(03):655-666.

[11]沈丽琪,张书范,李瑾秀.“北京人”遗址洞穴碎屑堆积的矿物组合特征及其意义[J].地质科学,1981,(01):60-66.

作者简介:

李伟歌(1995-),女,山东济宁人,汉族,硕士研究生,成都理工大学,研究方向:构造地质学。