

人工重矿物组份的研究法在岩相 古地理研究中的应用^①

——以厂坝王家山组浅变质岩系为例

蔡雄飞 黄思骥 肖劲东 秦晓玲

(中国地质大学, 武汉)

人工重矿物组份的研究,在变质岩地区是一种经常使用的工作方法。因为它对变质岩地区的地层划分与对比、确定母岩区等是十分有效的。此外,在变质岩地区进行沉积相和再造古地理的研究中,它也有不可忽视的作用。这是由于变质岩区的许多原始沉积构造标志大多遭受改造和破坏。有些标志虽尚能辨认,但毕竟有其一定的局限性。而人工重矿物的研究,可以对沉积相观察和分析的结果进行检验和补充。西秦岭大陆边缘沉积学专题组,在对厂坝矿区王家山组的一套浅变质岩系沉积相观察中,利用了人工重砂组份的研究,三年来已取得了不少的成果。

一、王家山组沉积和区域古地理的变化特征

厂坝矿区,系由一套浅变质岩系组成的含矿地层。根据浅变质岩系的岩性、沉积学及地球化学组合特征,自下而上可划分为三个组。下部为王家山组陆源碎屑岩,中、上部为结晶灰岩为主的厂坝组和李家沟组白云岩。其中王家山组是由石英岩、云母石英片岩等组成。根据岩性特征,又可分为下、中、上三段,厚为160mm。

区内除含矿地层之外,还有一套呈东西向展布的前泥盆系吴家山组中深变质岩系。东西向吴家山大型褶皱构造,这是本区的基础构造,控制了区内褶皱变形和含矿地层的沉积(图1)。因此王家山组陆源碎屑沉积,始终受东西向展布的吴家山古岛控制,使得在中泥盆世时期,形成了一套以障壁沉积体系的砂、泥组合类型的滨岸潮坪碎屑沉积,很少见到以波浪作用为主的沉积构造标志。

王家山组下段为一套细粒石英岩与泥质、粉砂质片岩互层。每一层石英底部发育了再作用面,其上为平行层理、沙纹波状层理;片岩中则以水平纹层、透镜状层理为特点,代表了低潮坪-混合坪的沉积环境多次旋回反复。从该套砂、泥组合类型中,尚可看出,下部表现为砂薄泥厚的特点,反映海水涨潮快,退潮缓慢的流水特点,但其上部砂薄泥厚的沉积特点得到迅速改变,二者层厚大体相等,沉积构造也发生了较大变化,每层石英岩都以再作用面出现为其开始,反映海水动荡程度得到了进一步加强(图2)

① 地矿部秦巴项目资助。

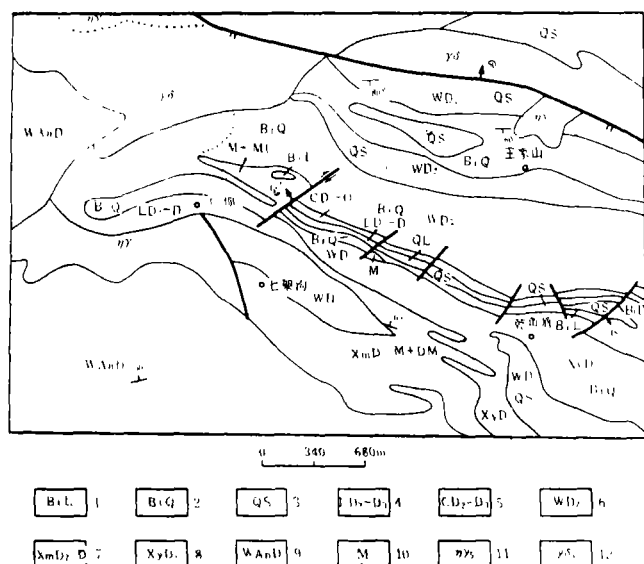


图 1 甘肃成县厂坝地区地质图

1. 黑云母方解石石英片岩; 2. 黑云母石英片岩; 3. 石英岩; 4. 李家沟白云岩; 5. 厂坝结晶灰岩; 6. 王家山组; 7. 徐明山灰岩; 8. 向阳山片岩; 9. 吴家山组; 10. 大理岩; 11. 印支期二长花岗岩; 12. 印支期二长花岗闪长岩

Fig. 1 Geological map of the Changba district, Chengxian, Gansu

1 = biotite-calcite-quartz schist, 2 = biotite-quartz schist, 3 = quartzite, 4 = Lijiaogou dolomite, 5 = Changba crystalline limestone, 6 = Wangjiashan Formation, 7 = Xumingshan limestone, 8 = Xiangyangshan schist, 9 = Wujiaoshan Formation, 10 = marble, 11 = Indosinian monzonitic granite, 12 = Indosinian monzonitic granodiorite

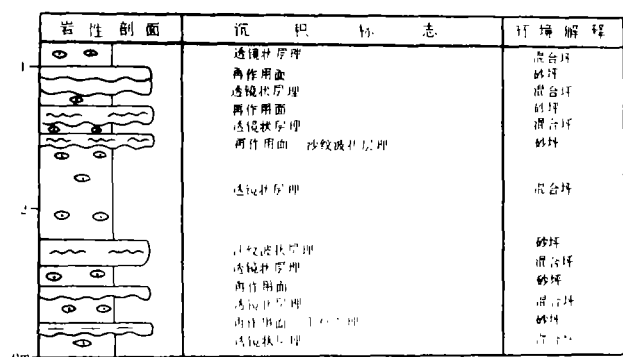


图 2 王家山组下段地层岩性、沉积构造序列

Fig. 2 Lithologic section and sedimentary structures in the lower strata of the Wangjiashan Formation

在王家山组上段底部石英岩为主的地层中,发育了几套具正旋回的沉积序列的潮沟沉积类型。每套均以强烈侵蚀、冲刷下伏泥岩、粉砂岩,并以粗碎屑、中粒石英岩、砾岩作为滞留物沉积为其开端,同时伴有沙纹波状层理、斜层理、波痕层理。顶部为粉砂岩和泥岩,其沉积构造为低能的透镜状层理。反映了随着粒度变细,能量由强向低能转换,沉积环境则由潮沟到低潮坪再到混合坪-高潮坪的变化过程。特别值得注意的是在潮沟类型旋回之后,其上又多次出现涨潮期和平潮期交替的砂、泥组合类型。在石英岩中出现了典型的潮汐层理—板状双向交错层理类型(图 3)。

综上所述,可见王家山组具明显的潮坪沉积特点。再从岩石微观结构来看,也反映了滨岸潮坪沉积物的特点。由潮下带至潮上带,粒度逐渐变细,依次为中、细粒石英岩渐变为粉砂和粘土。尽管该组岩性具有变质结构,但具潮沟、低潮坪的石英岩,镜下多为分选好、成熟度

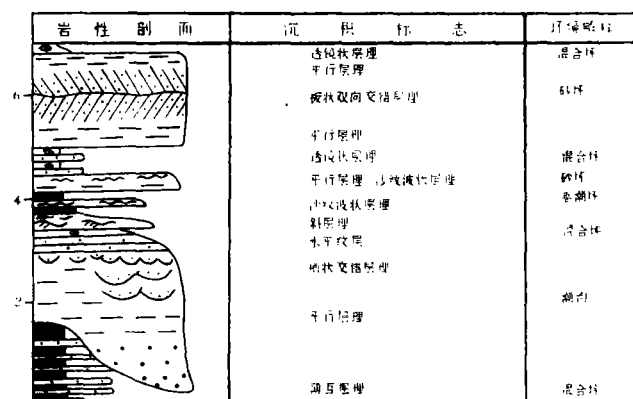


图3 王家山组上段底部地层岩性、沉积构造序列

Fig. 3 Lithologic section and sedimentary structures in the upper strata of the Wangjiashan Formation

高,且为镶嵌粒状变晶结构,而在混合坪中的云母石英片岩,分选性中等,云母、绿泥石等变质粘土矿物,都有一定的含量,反映了混合坪沉积物的特点。从有限的斜层理测量的古流向数据来看,也反映了潮流特点的双众数值。

王家山组沉积时期,本区古地形由东向西变高,局部有凹地;海水由东向西变浅,水流方向具有从北东向西南流动的特点。

二、人工重砂样品的采集与处理

对样品的采集,多集中于细—微粒石英岩层,但对一些云母含量较低的石英片岩也予考虑。采集的层位基本上属于同一层位。采样的网矩为 $20 \times 20\text{m}$,但在具体使用中,不尽如意。由于“秦巴地区”具有山高地势险要、植被发育的特点。因此石英岩在横向上延伸,常常时隐时现,有的地方露头较好,有的地方植被发育,露头较差,这样网格法在具体使用时,将有灵活性。在露头较好的地段,间距适当加密,反之,适当放宽。这样势必出现样点分布很不均匀(图4)。每个样品确定采集重量为 1kg ,在厂坝地区王家山组同一层位上,共采样 132 个。

采集的样品,经过粉碎、碾磨、过 0.5mm 筛子后,在上摇床之前,为了避免重砂工作的人为性,尽可能反映客观地质体组份的全貌,我们进行了不同粒级中重矿物赋存程度的实验。实验结果表明, 0.125mm 以上粒级重矿物含量少,而且矿物种类单调; $0.125\text{mm}-0.076\text{mm}$ 区间,重矿物含量高,矿物种类丰富,达三、四种以上,而且 0.125mm 以上的一些重矿物也在这个区间出现; 0.076mm 以下也有二、三个矿物种类出现,并且出现以上粒级未曾出现过的矿物种类。因此为了尽可能减少人为性,我们确定凡通过 0.125mm 筛子的颗粒,都上机分离。这样虽然粒级区间较大,但分离后的重矿物组份能够比较接近野外原始成分。

对分离后的重矿物,除进行称重外,还在采样点过密的地方适当减少样品数量。对样品的数据在微机上作了二次趋势面的分析,这样可以消除统计数据方面的一些不合理的干扰,又可以减少样品数量,仅提供 70% 样品已能够满足微机趋势面计算的需要。

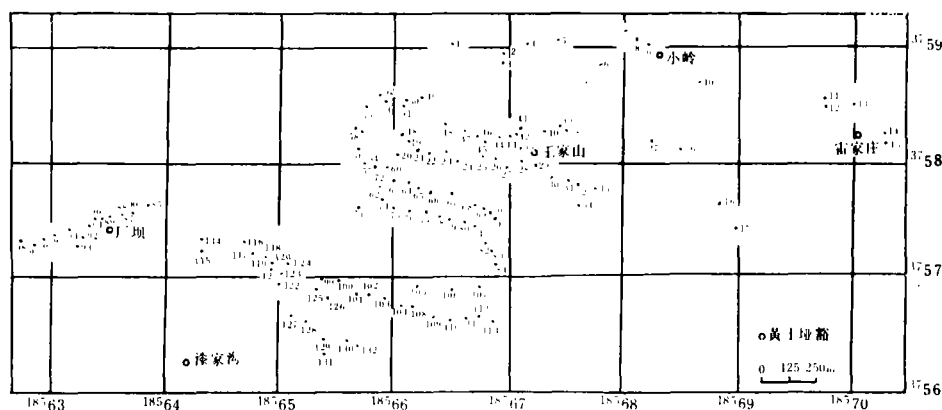


图 4 厂坝地区重矿物样取样点分布图

Fig. 4 Sampling location of heavy minerals from the Changba district, Chengxian, Gansu

三、重矿物组份分布趋势在王家山组沉积相和古地理中的解释

1. **磁铁矿分布趋势及其意义。**在重矿物中,磁铁矿(包括一部分赤铁矿)是一种比较容易分离和处理的矿物,而且它在各个样品中都占有一定的含量。因此用一般磁铁方法即可将其分出。由于磁铁矿的矿物特性在碎屑矿物稳定系列中列第八位(佩蒂庄,1941年),因此当流速改变时即可沉积。对海洋来说,常常集中在滨岸带,在沿岸流的作用下沿岸线分布。这种带状分布常是滨岸线的良好标志。因此在平面上查清磁铁矿的高值带后,岸线即可大致确定。厂坝地区磁铁矿分布趋势(图5),清楚地显示了等值线各个数值的线状分布规律基本上是西北-东南方向,局部出现简谐型曲线,说明这个局部地段水流呈紊流状态。磁铁矿含量由南西向北东逐渐下降。图中小箭头表示高峰值,滨岸线应为60—70一线,在最北东,靠近江洛一带出现负值。从图5可见,王家山组沉积时期,厂坝矿区位于滨线一带,陆源碎屑方向明显来自于其南西侧呈东西向展布的吴家山古岛。其最北东的负值地段,表明水体相对较深,而王家山组特征从潮汐作用明显转变为以波浪作用为主,沉积物颗粒由厂坝矿区细碎屑变为中粒。沉积相序列中,多次出现再作用面、浪成交错层理、槽状交错层理、斜层理以及碎屑岩层面上普遍含波痕为标志,显示了无障壁的前滨带沉积类型,因而水体相对西侧略深。从磁铁矿趋势线分布形态看,由南西向北东聚合,向东或东南撒开,呈喇叭形状分布,表明以东为海盆地区。此外,磁铁矿分布趋势反映的古地形、古水流等均与沉积相分析和古流向测量数值是吻合的。

2. **重矿物含量变化趋势及其意义。**众所周知,碎屑组份中重矿物的含量明显受粒度和水流控制。在近源区,重矿物粒度粗,百分含量高,顺流而下重矿物粒度变细,百分含量降低。根据重矿物百分含量作了趋势分布(图6)。在图中用虚线划出了几个不同数值的重矿物含量分布区。最西面的小区是高含量区,它包含有85—98号样品,其特征是重矿物粒度较粗,是

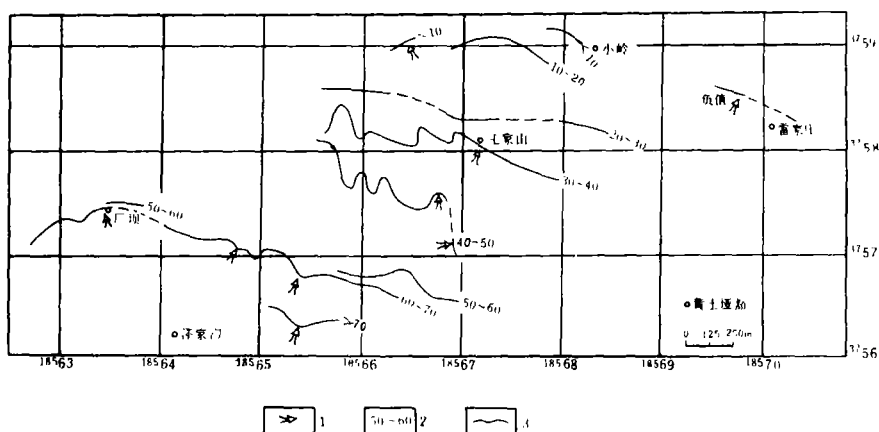


图5 厂坝地区重矿物中磁铁矿分布趋势

1. 重矿物运移方向; 2. 重矿物相对含量; 3. 等值线

Fig. 5 Trend map showing the distribution of magnetite in heavy minerals from the Changba district, Chengxian, Gansu

1=migration direction of heavy minerals; 2=relative content of heavy minerals; 3=isoline

由于离物源区较近之故, 由南西向北东方向, 也就是图的中部地区为次低值—低值分布区, 用虚线划出的几个图形很不规则, 此区重矿物粒度偏细, 与区域古地形, 水流强度相对较弱有关。这与磁铁矿分布状态的解释是一致的。但值得指出, 北部和北东方向还有一系列次高值地段, 这用南部物源区碎屑物质不规则跨越很难解释, 推测本区北部还应有一个次一级的物源区, 因为泥盆纪时期, 西秦岭分布许多呈东西向的大小古岛, 由于超出工作区范围, 暂不

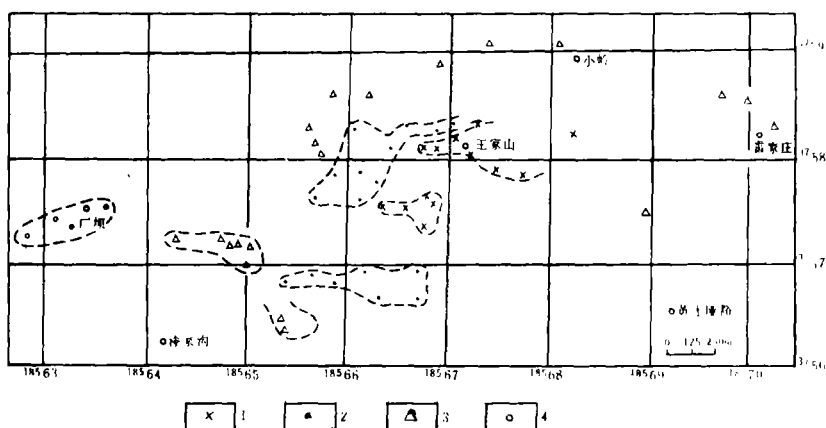


图6 厂坝地区碎屑组份中重矿物含量趋势

1. $<0.005\%$; 2. $0.005-0.010\%$; 3. $0.010-0.020\%$; 4. $>0.020\%$

Fig. 6 Trend map showing the content of heavy minerals from the terrigenous clastics in the Changba district, Chengxian, Gansu

讨论。

3. 重矿物属种的分布趋势及其意义。从镜下观察中发现,重矿物组合在北部最复杂,因而根据重矿物属种统计,算出重矿物属种分布趋势(图 7)。重矿物组合规律,往往在近源区,比较简单,离物源区远,则受多个分支流的控制,组合渐趋于复杂的特点。因而图中可以看出,反映属种少而简单的样品多集中在西南角,中部地区有一个较大的过渡带,数值比较均一,说明物源区应为来自其南侧的吴家山古岛。图中的属种带状分布趋势线仍很清楚。但要指出,属种最复杂的点均分布在图中最北端。这种属种趋于复杂的原因,可能是受北部另一个远离物源区影响所致。

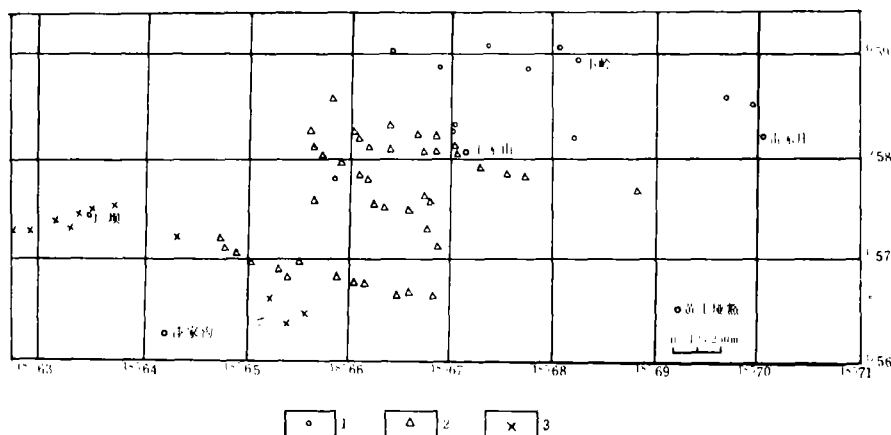


图 7 厂坝地区样品中重矿物属种分布趋势图

1. >5; 2. 4—5; 3. 3—4

Fig. 7 Trend map showing the distribution of heavy mineral species in the terrigenous clastic samples from the Changba district, Chengxian, Gansu

至于物源区母岩性质分析,因与古地理变化特征关系不大,本文从略。

由上述可见,三种不同目的重矿物趋势分布解释,基本上是一致的,与王家山组沉积相和区域古地理变化特征分析,都是不谋而合的,因而对王家山组确定为滨岸潮坪沉积类型是一个较强有力的佐证。因而在变质岩区进行沉积相和再造古地理中的作用是显而易见的,缺一不可的。同时尚需指出,进行重矿物组份研究的同志,不是本课题的,对区域地质背景资料知之甚少,脑中无框框和模式,仅仅根据样品的客观性做出的。这种惊人的相似一致性,更增加了厂坝地区王家山组沉积相和古地理分析工作的可靠性。同时也证实人工重砂工作中的趋势面分析方法,在变质岩地区再造古地理中也是不可忽视的。

主要参考文献

- 甘肃冶金地质勘探公司, 1984 年, 西成铅锌矿田地质科研论文集。
- 刘宝珺主编, 1980 年, 沉积岩石学, 地质出版社。
- 孙永传、李蕙生编, 1986 年, 碎屑岩沉积相和沉积环境, 地质出版社。
- 贺同兴等, 1980 年, 变质岩石学, 地质出版社。

**ARTIFICIAL HEAVY MINERAL ANALYSIS: APPLICATIONS
TO THE STUDY OF SEDIMENTARY FACIES AND PALAEO-
GEOGRAPHY, WITH AN EXAMPLE FROM LOW-GRADE
METAMORPHIC SUCCESSIONS OF THE WANGJIASHAN
FORMATION IN THE CHANGBA DISTRICT,
CHENGXIAN, GANSU**

Cai Xiongfei

Huang Siji

Xiao Jindong

Qin Xiaoling

(China University of Geosciences, Wuhan)

Abstract

This paper deals with the theory and method of artificial heavy mineral analysis in the low-grade metamorphic successions. The study of the terrigenous clastic rocks in the low-grade metamorphic successions of the Wangjiashan Formation in the Changba district, Chengxian County, Gansu Province shows that artificial heavy mineral analysis will be of great significance in palaeogeographic reconstruction.