

西藏地区侏罗、白垩及 第三系地层泥质岩的微量元素 聚类分析成果解释

余光明

张哨楠

王成善

(成都地质矿产研究所)

(成都地质学院)

我们除了对该区侏罗、白垩及第三系地层中的泥质岩类(含部分泥质粉砂岩、泥灰岩)进行了详细的岩性和沉积特征的研究外,还对其所含的微量元素类型、含量及其分布规律做了系统的研究。由于在沉积过程中沉积物与沉积环境水介质间存在着一系列复杂的地球化学平衡,如沉积物与界面水之间的物质交换、沉积物质对元素的吸附,以及胶体的凝聚等。这种物质的聚集、交换,以及元素的再分配,不仅仅和元素本身的性质有关,同时还受制于各种外界条件,如母岩的风化特点、物质与元素的搬运状态、以及古气候、古沉积环境、水介质特征等。因此,在不同的背景条件下,微量元素的聚集与分散会呈现某些有规律的变化,从而可以作为区分环境的标志,为研究古水介质提供一点有用的地球化学资料,甚至有助于恢复其沉积时的自然条件、古构造状况和古气候状况。

一、Q型聚类分析及解释

对具有不同微量元素特点的多个总体未知样本(岩层)进行划分归类,得到了两张谱系图。图1是藏南聂拉木地区侏罗系泥质岩的微量元素Q型聚类分析谱图,该图是由23个样本(岩层)及23种微量元素构成的方阵。方阵可明显地归纳为5个总体,每个总体可表明其有关的样本(岩层)的沉积环境及沉积地球化学条件是相同的或相近的,结合沉积条件的相分析表明,这些总体代表的沉积环境应为:

- I类——障壁岛系统的沼泽、泻湖环境,
- II类——含海绿石的浅海陆棚环境,
- III类——次深海环境,
- IV类——为水体较停滞的浅海陆棚环境,
- V类——深海黑色页岩相。

图2是藏北西雅尔岗白垩—第三系泥质岩微量元素的Q型聚类分析谱图。方阵可明显分为三个总体,其分别代表的沉积环境为:

- I类——冲积扇环境;
- II类——三角洲环境;
- III类——湖泊环境。

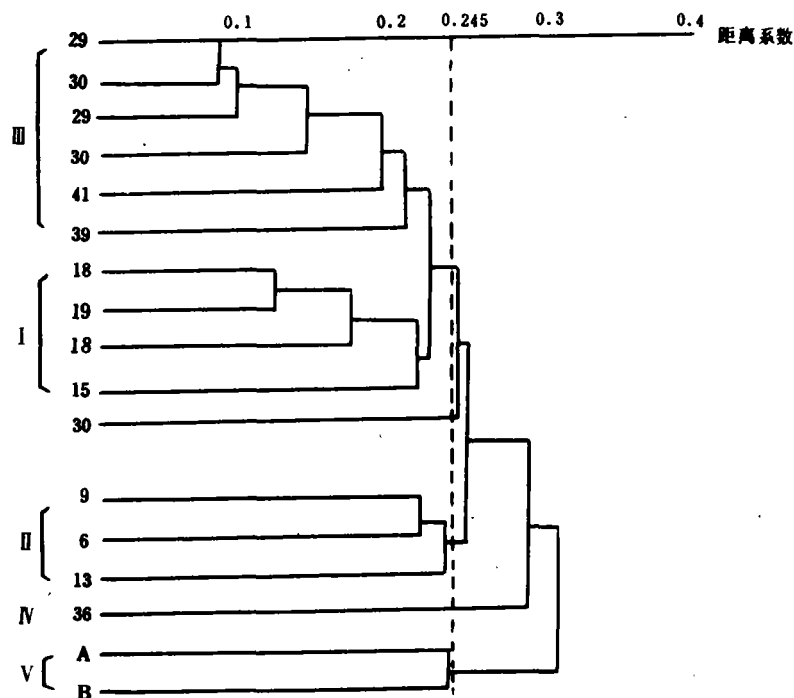


图1 聂拉木侏罗系泥质岩中微量元素Q型聚类分析谱图

Fig. 1 Q-type cluster analysis of trace elements from the Jurassic argillaceous rocks in Nyalam, Xizang

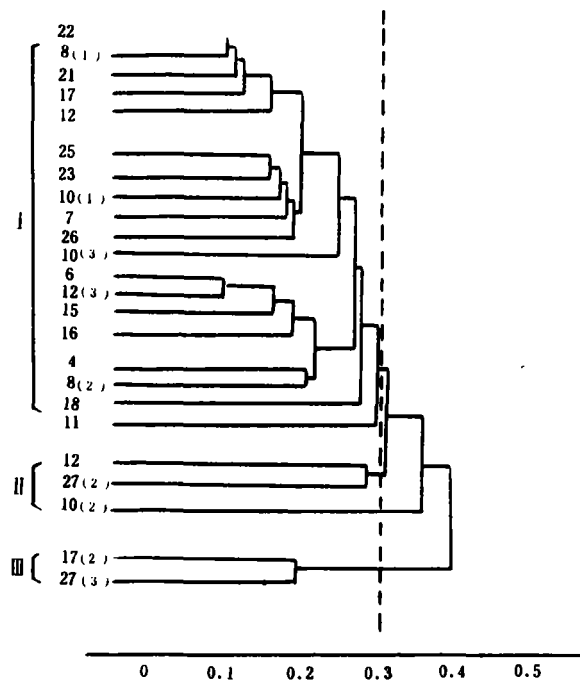


图2 西雅尔岗白垩—第三系泥质岩微量元素Q型聚类分析谱图

Fig. 2 Q-type cluster analysis of trace elements from the Cretaceous-Tertiary argillaceous rocks in Xiyaergang, Xizang

上述两个例子表明,微量元素的分布特征和沉积环境间有较好的一致性,也就是说,在

一定的背景条件下,不同的沉积环境应该有不同的微量元素组合。

二、R 型聚类分析成果及解释

R 型聚类分析是以各微量元素的相关关系进行聚类组合的,不同的微量元素组合反映了不同的沉积地球化学特征以及影响它们形成的各种古气候、古构造和古水文条件。

1. 岗巴地区下白垩统上部沉积

图 3 是岗巴下白垩统上部沉积的微量元素 R 型聚类分析谱图。该沉积主要为黄绿色、灰黑色泥页岩、泥质粉砂岩、夹砂屑微晶灰岩及沉凝灰岩薄层,顶部出现微粒长石杂砂岩,含海绿石矿物多达 5%,还含有孔虫、瓣鳃和少量藻屑化石。其微量元素的分布具如下组合:第一组是 Ba、Mg,相关系数大于 0.76,然后依次加入的有 Ca、V、B,相关系数大于 0.29;第二组是 Na、Ti,相关系数大于 0.64,然后加入的是 K;第三组是 Ca、Yb、Sn,相关系数大于 0.41。第一、二、三组互为正相关,相关系数大于 0.06;第四组是 Co、Zn,相关系数大于 0.76,然后还有 Fe、In、Mn、Ni;第五组是 Be、P、Cr,相关系数大于 0.18;第六组是 Pb、Sr,相关系数为 0.41。第四、五组互为正相关,相关系数大于 0.06。

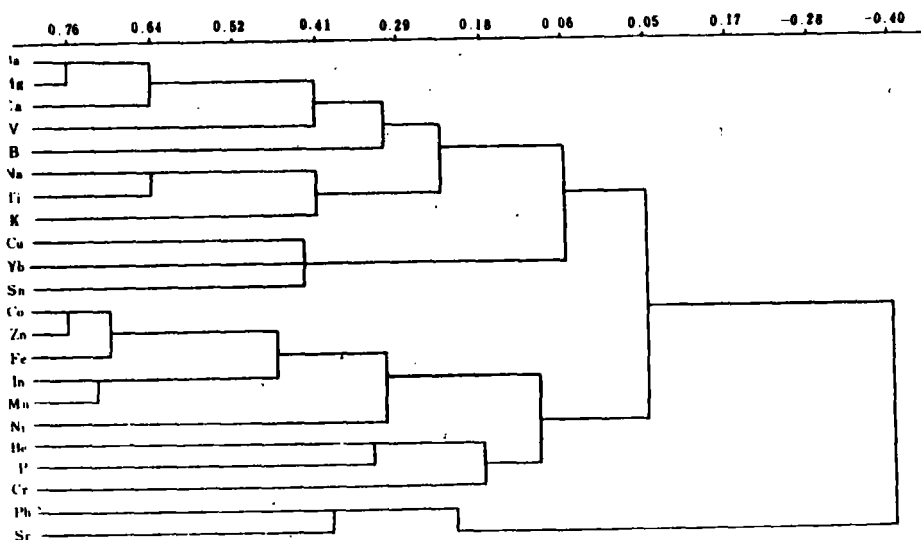


图 3 岗巴 K₁ 上部沉积的微量元素 R 型聚类图谱

Fig. 3 R-type cluster analysis of trace elements from the upper part of the Early Cretaceous deposits in Gamba, Xizang

对上述微量元素组合有如下特征:相关程度比较高的是 Ba-Mg-Ca (第一组)、Na-Ti (第二组)、Co-Zn-Fe-In-Mn (第四组);Ba、Mg、Ca 属亲氧元素,其组合特点反映了母岩的某些性质,其特点表明,母岩可能属偏基性岩石。Ba、Mg、Ca、V、B 组合则反映了原岩有中酸性岩成分的加入。Na、Ti、K 组合反映了基性-中性岩石系列组合的特点。Cu、Yb、Sn 组合具有花岗岩母源的特征;第一、二、三组的正相关,反映了母岩具有从基性岩到中酸性岩的组合特点。此外,上述组合中还反映了活动性元素与不活动性元素的构成特征,如 Na 与 Ti, Cu 与 Yb、Sn。同样,第四组 Co、Zn、In、Mn、Ti 及第五组 Be、P、Cr 也反映了从基性岩到中酸性岩的物源特征。从谱系图上还可以看出, Sr 同活动性的 Pb 正相关,但与

活动性较高的 Ba 为负相关, 表明沉积水体的水文条件应为正常的海洋环境。

岗巴下白垩统上部岩石的 R 型组合分析表明, Ba 与 Sr 的负相关, Sr 具有一定的活动性, 则反映了沉积期的正常海洋环境的水文条件。综合各元素组合的特点, 均反映了母岩具基性岩到中酸性岩的组合特征; 具有弱活动性与活动性元素组合的特点, 表明沉积期间具有较活动的构造背景, 及其所造成的一定切割地形的古地理面貌。R 型元素组合一方面存在对母岩元素的不完全分割, 如存在以基性岩为主的并混有中酸性岩的元素组合, 或者相反; 而另一方面又有部分组合具有按化学活动性分类的特点, 如 Ba-Mg-Ca 组合, 前者则是在较强的构造背景下的快速剥蚀及快速堆积作用的产物, 后者则表明在这样的剥蚀堆积环境中仍然存在明显的化学风化作用, 这显然与西藏特提斯洋位于赤道而具有炎热潮湿的古气候条件有关。从总的谱系图上可以看出, 第一、二、三组合为 Ba、Mg、Ca、V、B、Na、Ti、K、Cu、Yb、Sn, 第四、五组合为 Co、Zn、Fe、In、Mn、Be、P、Cr, 二者的组成迥然不同, 且构成负相关关系 (相关系数为 -0.05)。这可能反映了该区在早白垩世时具有二个不同的物源区。这和我们根据沉积体系及沉积盆地演化特征所得出的古构造-古地理格局的结论相一致。通过盆地分析表明, 从晚侏罗世到早白垩世, 虽然在雅鲁藏布江一带已经初具特提斯洋的规模, 但规模有限, 而且最终只具有一种初始洋盆的特征, 肖序常称之为陆间海 (洋), 所以物源受到南北两侧古陆的影响则不足为奇。反之则表明西藏特提斯洋的陆间洋盆性质。以上分析与综合其它资料对该区的沉积环境及古构造的分析是一致的, 反映该区在该时期处于温暖潮湿的气候条件下 (大量生物化石), 并具有比较活动的构造背景——被动陆缘并沉积长石杂砂岩、沉凝灰岩。

2. 岗巴地区下白垩统中部沉积

图 4 为岗巴下白垩统中部沉积的微量元素 R 型聚类分析谱图。该沉积主要为黄绿色、灰色泥质岩、粉砂岩, 夹砂屑灰岩、有孔虫微晶灰岩及沉凝灰岩, 含较多的海绿石矿物,

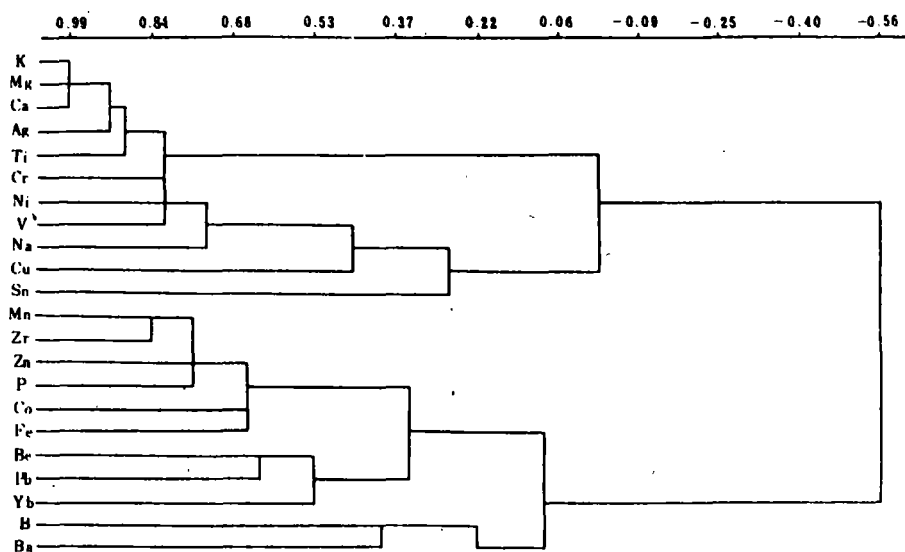


图 4 岗巴 K₁ 中部沉积的微量元素 R 型聚类图谱

Fig. 4 R-type cluster analysis of trace elements from the middle part of the Early Cretaceous deposits in Gamba, Xizang

在灰岩中有丰富的有孔虫化石及少量瓣鳃、菊石化石碎片。其微量元素的R型组合可分为：第一组K、Mg、Ca，相关系数大于0.99，其次是Ag、Ti、Cr；第二组是Ni、V、Na，相关系数大于0.68，然后是Cu、Sn；第三组是Mn、Zr、Zn、P，相关系数大于0.68，然后加入的Co、Fe；第四组是Be、Pb，相关系数大于0.53，然后是Yb；第五组是B、Ba，相关系数大于0.37。

K、Mg、Ca间的相关性极高，大于0.99，可能代表了以基性岩、中性岩为主的母源特点，如果加上Ag、Ti、Cr，组成了K、Mg、Ca、Ag、Ti、Cr组合，相关系数大于0.68，则明显地反映了母岩为基性岩并部分为中性岩的特征。第二组Ni、V、Na、Cu、Sn也明显具有基性岩物源的特征，而Sn代表了局部的花岗岩物源的特点。第三组Mn、Zr、Zn、P、Co、Fe反映了基性岩及花岗岩的混合物源。第四组Be、Pb、Yb具有花岗岩物源特点。第五组B、Ba相关性较小，B可能源于花岗岩，Ba则可能源于碱性玄武岩。样品中缺少Sr，其原因不清楚，但Ba与活动性不大的元素B，以及Zr、Co、Be、Yb等有较小的正相关性（相关系数大于0.06），反映了沉积介质的水文状况为近岸的海水环境。在元素组合上，第一、二组有较低的正相关性，元素组合为K、Mg、Ca、Ag、Ti、Cr、Ni、V、Na、Cu、Sn，明显具有基性岩（部分为中性岩）物源的特点。第四、五组具有弱的正相关性，元素组合为Mn、Zr、Zn、P、Co、Fe、Be、Pb、Yb，但主要为花岗岩物源的特征。这两大组合呈负相关，相关系数为-0.56。这可能表明岗巴地区存在二个物源区，而且两个物源的主要岩类可能不一样，一个是以基性岩为主，另一个是以花岗岩为主。这同岗巴K₁上部沉积的结论一致，只是后者两个源区的沉积混合作用有所加强。

上述特征表明岗巴地区下白垩统中部沉积的微量元素组合同母岩间有明显的联系。同时说明在早白垩世中期应具有较强的构造活动背景，形成了一定切割的古地理面貌，而且还可能具有两个互不联系的物源区。同时，由于存在少量比较活动的元素组合如K、Mg、Ca，显示了在一定构造活动强度影响所形成的机械切割和物理风化作用的条件下，可能由于温暖潮湿气候的影响而出现的不强的化学风化作用。而Ba的特点表明了沉积环境的海洋性质，并且具有近岸海水特点。岗巴地区在早白垩世时，其沉积具有鲜明的深海环境之特点，而沉积物同时又具有近岸海水特点，这是不可思议的，然而这似乎恰恰又表明了西藏特提斯洋的陆间海盆的特征。这些沉积物是通过浊流带入深海盆的。

3. 西雅尔岗地区白垩—第三系沉积

这套沉积主要为粉砂岩、泥岩夹陆源碎屑砂岩及少量含砾砂岩。具有向上变粗的层序。各种交错层理也很发育。其微量元素的R型聚类组合特点是（图5）：第一组Mo、Sn、Cu、V、Mn、Co，相关系数为1.0；第二组为Al、B，相关系数为0.67；第三组系Fe、Na、Ni、Cr（相关系数大于0.84），然后加上Mg、Ti、K、Ba、Pb、Zr；第四组是Ca、Zn，相关系数为0.67。B是单独成组。Mo、Sr、Cu、V、Mn、Co为基性岩组合，并含有花岗岩物源的Mo。Fe、Na、Ni、Cr、Mg、Ti、K、Ba、Pb、Zr也主要为基性岩来源组合，加上了花岗岩物源的Pb、Zr。Al、Ba组合为花岗岩来源。Cu、Zn组合则可能代表中酸性岩物源者。此外，Sr和Ba都具有较大的活动性，Sr和Mo、Cu的正相关，Ba和K、Pb正相关。Sr和Ba的活动性充分显示了沉积水介质的淡水性质。

上述微量元素组合在成分上反映了西雅尔岗白垩—第三系沉积物源主要为基性岩，其次为中酸性岩。同时，这种机械剥蚀的物理风化作用效应，反映沉积盆地具有比较强的构

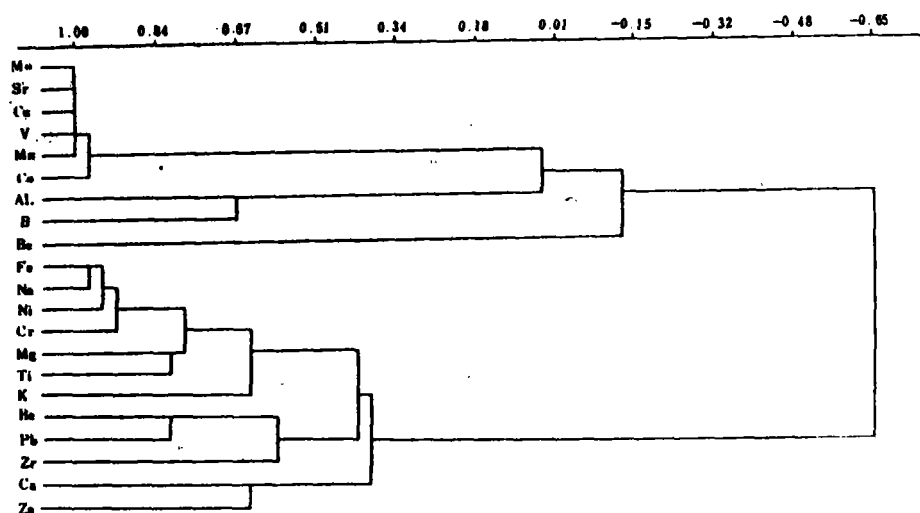


图5 西雅尔岗白垩—第三系沉积微量元素 R 型聚类图谱

Fig. 5 R-type cluster analysis of trace elements from the Cretaceous-Tertiary deposits in Xiyaergang, Xizang

造活动背景,以及比较明显的切割地貌的古地理特征。Sr 和 Ba 的特点又显示了沉积环境的大陆淡水性质。这些都同前面关于沉积盆地的分析相一致。自晚侏罗世末—早白垩世初,班公湖—丁青转换洋盆封闭后,整个藏北成为一个前陆盆地,早白垩世海水从全区退出,并进入块断隆升阶段,故显示上述微量元素组合特征。

4. 西雅尔岗地区白垩—第三系下部沉积

西雅尔岗地区白垩—第三系下部主要为一套砾岩、颗粒岩屑砂岩,夹少量粉砂岩、泥质粉砂岩。其微量元素 R 型聚类组合(图 6)第一组为 Mn、Sr、Mo,相关系数为 0.99,

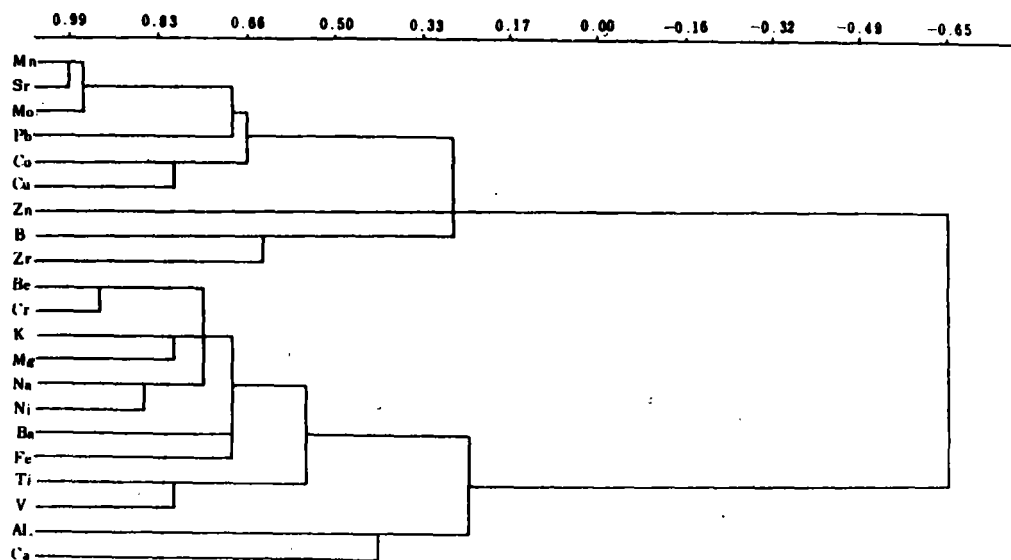


图6 西雅尔岗白垩—第三系下部沉积的微量元素 R 型聚类分析图谱

Fig. 6 R-type cluster analysis of trace elements from the lower part of the Cretaceous-Tertiary deposits in Xiyaergang, Xizang

然后加上 Co、Cu、Pb、Zn。第二组为 B、Zr，相关系数大于 0.5。第三组为 Be、Zr 及 Na、Ni（相关系数大于 0.83），其次是 K、Mg 与 Ti、V（相关系数为 0.08）以及 Ba、Fe。第四组为 Al、Ca，相关系数大于 0.33。

Mn、Sr、Mo 组合显示了 Sr 具有较大的活动性。Mn、Sr、Mo、Co、Cu、Pb、Zn 组合，反映了从基性岩到中酸性岩的混合物源的特征，以及具有活动性成分的组合特征。B、Zr 则为明显的花岗岩组合。第三组 Be、Cr-Na、Ni-K、Mg-Ti、V-Ba、Fe，具有明显的基性岩物源特点，但也含有花岗岩来源的 Be。Al-Ca 与第三组合呈正相关，反映基性岩的物源特点。Ba 具有较大的活动性，且与 Fe 正相关，相关系数大于 0.66。

简而言之，西雅尔岗白垩—第三系下部沉积的微量元素 R 型聚类分析表明其物源主要为基性岩，部分为中酸性岩物源。这种明显反映母岩性质的组合，表明沉积期具有较强的构造背景及切割的古地理面貌。第一组的活动性元素组合的特点，说明在沉积期母岩区存在一定程度的化学风化作用，反映了温暖潮湿气候条件的存在。而 Sr 及 Ba 所具有活动性组合的特点则表明沉积水体具有大陆淡水性质。

目前利用微量元素的分布特点进行深入的沉积环境分析的研究还不够，除了因为元素的地球化学过程十分复杂外，还有特别复杂而且不易提供的背景条件。本文只是对一个地区、一定的背景条件下（相对的讲）的微量元素分布特点的讨论，也可能有异。

GEOLOGICAL INTERPRETATION ON THE RESULTS OF CLUSTER ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS FROM ARGILLACEOUS ROCKS IN THE JURASSIC, CRETACEOUS AND TERTIARY STRATA IN XIZANG

Yu Guangming

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources)

Zhang Shaonan

Wang Chengshan

(Chengdu College of Geology)

Abstract

The present paper deals with the geological interpretation on the results of cluster analysis of the trace elements from the argillaceous rocks in the Jurassic, Cretaceous and Tertiary strata in the Xizang region.

Due to distinctive sedimentary geochemical properties of different trace element associations and to the influence of a variety of palaeoclimatic, palaeotectonic and palaeohydrogeologic conditions on the formation of the trace elements, the dispersion and concentration of the trace elements in various sedimentary environments tend to display some regular changes, which may not only be employed as the criteria for recognition of sedimentary environments, but also provide the associated data on the fossil water media.