

А. П. БОЛЬШАКОВ, С. В. ПИВОВАРОВ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

(Представлено академиком Н. М. Страловым 21 I 1974)

Широкое развитие геохимических методов при поисках рудных месторождений в Донбассе вызывает необходимость детального изучения фонового распределения элементов во всех породах региона. Ценные сведения по этому вопросу для пород свиты S_2^6 на территории Боковского и Должанского районов, расположенных в центральной части Донбасса, приведены Н. М. Страховым (¹). Полученный при этом вывод об упорядоченном распределении элементов, особо четко проявляющийся в фации морских отложений, является теоретическим руководством при подобных исследованиях в других районах. Большой интерес представляют также данные о распределении ряда элементов в отложениях верхнего карбона центрального и северо-западного Донбасса (^{2, 3}) и среднего карбона в северной зоне мелкой складчатости (⁴).

Нами распределение малых элементов в каменноугольных отложениях изучалось на территории Донецко-Макеевского и Южно-Донбасского районов юго-западного Донбасса. Опробовалась вся толща пород, начиная со свиты S_4^1 и кончая свитой S_3^2 , т. е. почти все угленосные отложения общей мощностью около 6000 м, представленные песчаниками, алевролитами (разделяемые по текстурным признакам на массивные и тонкополосчатые), аргиллитами и известняками с многочисленными пластами каменных углей. Всего от 7000 пог.м. керна поисково-разведочных скважин на уголь методом пунктирной борозды было отобрано 1060 проб. Анализы их выполнялись уточненным спектральным методом с попеременным фотографированием спектра исследуемой пробы и пробы сравнения по В. Г. Теплякову (⁵). Средняя случайная ошибка анализов не превышала 20–25%.

В большинстве случаев распределение элементов в породах близко соответствует нормальному и реже логнормальному закону. Наибольшей неравномерностью в распределении отличаются свинец, марганец и цинк, для которых дисперсия иногда превышает 2,0, а самым равномерным распределением характеризуется медь, — дисперсия ее не более 1,3. В общем случае более равномерно элементы распределены в сланцах.

Подсчитанные средние геометрические содержания большинства элементов в породах лишь незначительно отличаются от ранее опубликованных данных по этим же породам в других районах региона (^{1–4}). В аргиллитах в целом по всей толще содержание хрома, меди и иттрия выше, а содержание остальных элементов ниже или равно кларковому в соответствующих породах. В песчаниках же все элементы, исключая цирконий и галлий, находятся в повышенных количествах (табл. 1).

Самыми низкими средними содержаниями большинства элементов отличаются известняки, а среди терригенных пород — песчаники. Максимальные концентрации обычно приходятся на алевролиты, особенно тонкополосчатые. Аргиллиты же по содержанию малых элементов чаще занимают промежуточное положение между песчаниками и алевролитами, находясь ближе к песчаникам. В общем же колебания в содержаниях элементов по рассматриваемым разновидностям пород незначительны, и лишь для свинца, цинка, галлия и марганца варьируют более чем в два раза.

Таблица 1

Средние геометрические содержания элементов (%) в угленосных отложениях Донбасса по отделам

| Элемент | Порядок значений | Нижний карбон | | | | | Средний карбон | | | | | Верхний карбон | | | | |
|---------|-------------------|---------------|------|------|------|-------|----------------|------|------|------|-------|----------------|------|------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Mg | $n \cdot 10^{-1}$ | 14,3 | 10,1 | 9,5 | 29,6 | 32,3 | 16,5 | 14,6 | 11,7 | 10,7 | 26,0 | 13,2 | 10,9 | 12,4 | 10,5 | 66,0 |
| Ba | $n \cdot 10^{-3}$ | 29,0 | 30,4 | 30,6 | 9,5 | 46,4 | 33,2 | 33,8 | 34,1 | 31,6 | 185,3 | 29,4 | 28,6 | 31,9 | 30,4 | 80,0 |
| Ti | $n \cdot 10^{-1}$ | 3,2 | 3,8 | 4,0 | 13,4 | 0,5 | 3,2 | 4,0 | 3,8 | 3,7 | 1,3 | 3,2 | 3,9 | 3,8 | 3,7 | 1,8 |
| V | $n \cdot 10^{-3}$ | 11,5 | 13,9 | 16,1 | 16,7 | 3,9 | 9,5 | 13,6 | 15,0 | 16,6 | 4,8 | 10,8 | 14,1 | 14,5 | 15,0 | 3,7 |
| Cr | $n \cdot 10^{-3}$ | 13,4 | 12,8 | 12,1 | 21,5 | 0,6 | 12,5 | 12,1 | 12,2 | 10,7 | 0,6 | 10,0 | 11,0 | 11,6 | 9,9 | 2,6 |
| Mn | $n \cdot 10^{-3}$ | 41,3 | 32,0 | 28,4 | 13,3 | 111,7 | 40,1 | 41,0 | 37,9 | 42,7 | 47,1 | 60,9 | 36,5 | 41,7 | 23,3 | 60,0 |
| Co | $n \cdot 10^{-4}$ | 11,1 | 11,2 | 12,1 | 52,7 | 2,0 | 10,5 | 13,1 | 12,7 | 12,2 | 11,5 | 10,0 | 11,7 | 11,5 | 10,4 | 10,0 |
| Ni | $n \cdot 10^{-4}$ | 48,4 | 51,8 | 48,5 | 6,5 | 9,2 | 37,3 | 41,6 | 44,4 | 42,5 | 26,0 | 45,9 | 47,9 | 48,2 | 39,6 | 25,0 |
| Cu | $n \cdot 10^{-3}$ | 4,7 | 5,0 | 4,9 | 4,8 | 3,1 | 4,7 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 3,6 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 4,9 | 4,5 |
| Ag | $n \cdot 10^{-6}$ | 2,3 | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 1,8 | 2,1 | 2,7 | 2,6 | 5,6 | 2,2 | 2,0 | 2,8 | 2,6 | 2,2 | 2,5 |
| Zn | $n \cdot 10^{-3}$ | 6,0 | 9,6 | 10,2 | 5,5 | 4,3 | 6,8 | 10,5 | 10,3 | 10,0 | 6,5 | 7,9 | 13,0 | 9,2 | 8,0 | 4,4 |
| Ga | $n \cdot 10^{-4}$ | 4,4 | 7,2 | 7,4 | 6,6 | 10,0 | 3,8 | 6,6 | 7,0 | 7,1 | 5,3 | 3,9 | 6,3 | 4,0 | 6,0 | 2,5 |
| Sn | $n \cdot 10^{-4}$ | 3,5 | 4,2 | 4,1 | 14,0 | 2,3 | 3,8 | 4,7 | 4,6 | 4,2 | 3,5 | 4,3 | 4,2 | 3,8 | 4,8 | |
| Pb | $n \cdot 10^{-4}$ | 7,4 | 13,6 | 13,8 | 93,8 | 1,7 | 7,9 | 14,3 | 14,6 | 17,6 | 4,8 | 7,5 | 16,5 | 9,4 | 9,8 | 10,0 |
| Mo | $n \cdot 10^{-6}$ | 87,0 | 91,5 | 74,6 | 18,0 | 89,1 | 75,2 | 89,4 | 85,0 | 81,6 | 80,8 | 68,5 | 99,7 | 68,6 | 63,1 | 131,5 |
| Y | $n \cdot 10^{-3}$ | 12,9 | 13,8 | 13,4 | 13,0 | 11,9 | 13,1 | 14,4 | 9,8 | 11,5 | 19,7 | 11,9 | 13,0 | 12,9 | 11,5 | 2,2 |
| La | $n \cdot 10^{-3}$ | 15,4 | 13,8 | 14,4 | 5,1 | 15,2 | 18,8 | 17,7 | 15,5 | 13,2 | 13,3 | 16,0 | 16,2 | 15,9 | 14,2 | 1,8 |
| Zr | $n \cdot 10^{-3}$ | 6,0 | 8,1 | 6,5 | 15,2 | 3,5 | 5,2 | 7,6 | 6,5 | 6,5 | 4,4 | 6,4 | 6,9 | 6,5 | 4,9 | 7,0 |
| Nb | $n \cdot 10^{-4}$ | 16,2 | 18,3 | 17,8 | 56,4 | 12,3 | 17,8 | 20,6 | 19,9 | 17,4 | 16,7 | 16,1 | 18,1 | 18,6 | 13,2 | 15,0 |
| Be | $n \cdot 10^{-5}$ | 20,4 | 26,3 | 28,8 | 1,7 | 25,8 | 23,8 | 33,3 | 36,9 | 37,1 | 28,5 | 24,9 | 38,3 | 36,8 | 43,3 | 15,0 |

Примечание. 1 — песчаники, 2 — алевролиты полосчатые, 3 — алевролиты массивные, 4 — аргиллиты, 5 — известняки.

Анализ средних содержания в ряду пород песчаники — алевролиты — аргиллиты позволяет наметить три вида распределения. В наиболее распространенном из них обычно наблюдается резкое увеличение содержания элементов от песчаников к массивным алевролитам и далее к тонкополосчатым алевролитам с последующим снижением в аргиллитах. Это распределение характерно для цинка, серебра, олова, кобальта, ванадия, молибдена и титана. Примерно в два раза реже встречается упорядоченное, по Н. М. Страхову (1), распределение, отличающееся закономерным возрастанием содержания элементов в рассматриваемом ряду. Такое распределение типично для ванадия, бериллия, свинца и галлия, а в свите C_2^2 — для большинства элементов. И, наконец, содержание марганца и хрома в вышеприведенном ряду закономерно убывает.

Таким образом, в юго-западном Донбассе господствующим является пестрый по Н. М. Страхову (2) тип распределения элементов в противоположность упорядоченному в центральных районах бассейна (4). Видимо, это является следствием формирования осадков в непосредственной близости от области сноса материала с суши (7), где процессы дифференциации элементов при осадкообразовании могли быть сильно ослаблены. На слабость процессов дифференциации элементов при осадкообразовании — в сравнении с влиянием незначительной удаленности от области сноса и тектонического режима бассейна — указывает и меньший, чем по свитам, диапазон колебания содержания элементов по разновидностям пород.

Накопление большинства элементов в тонкополосчатых алевролитах свидетельствует о наиболее интенсивном привносе элементов в условиях наибольшей тектонической активности с частыми сменами тектонического режима района осадконакопления.

Распределение элементов по разновидностям пород позволяет расположить их в следующий ряд в порядке возрастания подвижности: Nb—Zr—Y—Cr—La—Sn—Mo—Ti—Zn—Ag—Co—Ni—Cu—Ba—Pb—Ga—Be—V. Этот ряд весьма близок к подобным рядам, приводимым в литературе (7).

Однообразие пород по стратиграфической колонке позволяло ожидать монотонного распределения элементов по ней. Но это отчасти подтвердилось только для меди, а вариации в распределении таких элементов, как свинец, цинк, марганец, хром, никель, имеют довольно большие пределы. Максимальные содержания большинства элементов в песчаниках приходится на свиту C_2^4 , а в сланцах — на свиту C_2^5 . Сопоставление средних содержания с оценкой по критерию Стьюдента при 5% уровне значимости показало, что за единичными исключениями расхождения между ними следует считать существенными. Это позволяет использовать данные распределения малых элементов для корреляции отложений и обязывает в то же время при интерпретации геохимических поисковых данных применять для каждой свиты свое значение геохимического фона и нижнеаномального предела.

Неравномерность распределения малых элементов по стратиграфической колонке позволяет детализировать палеоклиматические и тектонические условия осадкообразования. В частности, особенности распределения малых элементов свидетельствуют об активизации тектонического режима во время отложения свиты C_2^4 .

Институт минеральных ресурсов
Симферополь

Поступило
17 I 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Н. М. Страхов, Э. С. Залмансон, М. А. Глаголева, Очерки геохимии верхнепалеозойских отложений гумидного типа, Изд. АН СССР, 1959. 2 С. В. Лигвин, ДАН, т. 152, № 6 (1963). 3 В. Ф. Раздорожный, Полезные ископаемые Украины. Тез. докл., Киев, 1966. 4 Е. Т. Суцук, Тез. докл. V научн. конфер. молодых ученых Украины, Киев, 1968. 5 С. В. Лонцих, В. В. Недлер и др., Спектральный анализ при поисках рудных месторождений, 1969. 6 В. И. Попов, Геохимия, петрография и минералогия осадочных образований, Изд. АН СССР, 1963. 7 Н. М. Страхов, Геохимия осадочных пород и руд, «Наука», 1968.