



Sr ISOTOPE STUDIES OF THE LATE ALPINE EXTENSIONAL MAGMATISM IN THE RHODOPE MASSIF

Vladimir Georgiev

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 1113; e-mail: vladogeo@geology.bas.bg

Key words: geodynamics, extension, magmatism, genesis, metallogeny

Summary: Two types of Late Alpine extensional magmatism are distinguished in the Rhodope massif. The earlier magmatic activity is represented only by intrusive facies rocks and is spatially related to the metamorphic core complexes. In the central parts of the West Rhodope dome (with over 52 km thick crust), the relatively high $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ values (0.710-0.713) indicate crustal origin of the initial magma. The intrusive bodies along the peripheral parts of the West

Rhodope, Central Rhodope and Biala Reka domes show considerably lower $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ values (0.706-0.708) and are of possible mixed mantle-crustal origin. The late extensional magmatic activity is mainly of volcanic facies and is localized predominantly within the depression between the core complexes. The low $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ values (0.707-0.709) suggest mantle origin of the initial magma enriched to a different extent by crustal material.

Sr ИЗОТОПНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА КЪСНОАЛПИЙСКИЯ ЕКСТЕНЗИОНЕН МАГМАТИЗЪМ В РОДОПСКИЯ МАСИВ

Владимир Георгиев

Въведение

Родопският масив е фрагмент от Моравско-Родопската зона (Dabovski et al., 2002).

В края на късната креда (?), след колизия на Африканската и Евроазиатската континентална плоча, в разглеждания район се образуват множество южновергентни навлаци, което довежда до значително удебеляване на земната кора (Ivanov, 2000) – от 30-35 km по периферията до 50-52 km в централните части (Bojkova, 1999). В резултат на изостатична деформация в частично разтопената долна кора се достига до екстензия и възникване на поредица от метаморфни ядрени комплекси (куполи) (Ivanov, 2000). В ядрата на куполите (долна пластична кора) се разкриват високостепенни метаморфити засегнати от силна мигматизация и анатексис. По периферията на куполите (горна крехка кора, “пъстър комплекс”) се разкриват разнообразни гнаиси, амфиболити и мрамори, както и серпентинизирани ултрабазити.

Началният етап на постколизионната екстензия се бележи от внедряване на поредица от синтектонски и посттектонски гранитоиди в горната крехка кора (Ivanov, 2000). Той се

определя в интервала края на късната креда – еоцен (86-36 Ma; Soldatos, T., Christofides, G. 1986; Zagorcev, Moor bath, 1983; Zagorcev et al., 1987; Ovcharova et al., 2003). Този магматизъм е локализиран във вътрешните части на ядрените комплекси. Най-обилно е насищането с такива гранитоиди в районите с най-дебела земна кора (40-52 km) - Западнородопски купол (включващ и планините Рила и Пирин), където изграждат значителни по обем интрузии (батолити). Някои плутони имат полифазен строеж.

През късния етап на екстензия става ексхуминация на мигматитите от ядрената част на куполите. За Родопския масив тя се датира на 47 и 34 Ma. Между отделните куполи и по периферията им се образуват наложени депресии. Тяхното формиране започва още през палеоцена, преди окончателната ексхуминация на ядрените комплекси. Депресиите са запълнени предимно с континентални теригенни седименти (палеоцен-еоцен). Тези депресии са арена на интензивен среднокисел и кисел вулканизъм с еоцен-олигоценска възраст (40-26 Ma). В големите среднокисели вулкански постройки са внедрени комагматични монцонитоидни интрузии.

В ядрените комплекси, извън пределите на депресиите, магматизмът от този етап е силно редуциран и е представен главно в субвулкански фациес.

Методичен подход

За изясняване на генезиса на разглеждания магматизъм са използвани всички публикувани данни от Rb/Sr изследвания (Zagorcev, Moor bath, 1983; Soldatos, T., Christofides, G. 1986; Zagorcev et al., 1987; Peytcheva et al., 1998; Marchev et al., 2002; Milovanov et al., 2003; Georgiev et al., 2005;). С използване на даните от получените възрасти са изчислени $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ за всички анализирани образци. Когато данните от Rb/Sr анализи не са достатъчни за построяване на изохрони, са използвани възрасти получени по други методи (K/Ar, Ar/Ar). Началните стронциеви отношения $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ са изчислявани по формулата на Fourge (1986). С получените данни са построени схема на еволюцията и хистограма на отношението на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ на късноалпийския магматизъм

Резултати

Установяват се два типа гранитоидни плутони със съществено различни стойности на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$. Пиринският тип плутони (Централнопирински, Севернопирински, Безбог, Тешево) имат стойности на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ от 0.70912 до 0.72338 с максимална честота на срещане в интервала 0.71000-0.71300. Рило-Родопският тип гранитоидни плутони (Елатия, Рило-Родопски, Чучулига) се характеризират със стойности на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ от 0.70528 до 0.70895 с максимална честота на срещане в интервала 0.70600-0.70800.

Магматичните скали от Източнородопското понижение (предимно във вулкански фациес) имат $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ в интервала 0.69533(?) – 0.71007 с максимална честота на срещане 0.70700-0.70900

Хипотези

Въз основа на получените Rb/Sr данни Zagorcev & Moor bath (1983), Zagorcev et al. (1987) предполагат коров (анатектичен) произход на гранитоидните плутони от пиринския регион (Централнопирински, Севернопирински, Безбог, Тешево плутони).

Soldatos & Christofides (1986) предполагат за плутона Елатия горномантиен произход на родоначалните магми, образувани в обстановка на субдукция и обогатени с коров материал.

Peytcheva et al. (1998) обясняват сравнително ниските стойности на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ на Рило-Родопския батолит със смесен корово-мантиен произход на родоначалните магми. За първата фаза (80 Ma) се предполага субдукционна обстановка на генериране на първичната магма, а за II и III фаза (42 и 36 Ma) – колизионна. Kamenov et al. (1999) разглеждат първата фаза на Рило-Западнородопския батолит като син-метаморфна, образувана със значително участие на мантийно вещество(?). Последните две фази (40-35 Ma) те възприемат като постметаморфни и с коров произход на изходния субстракт.

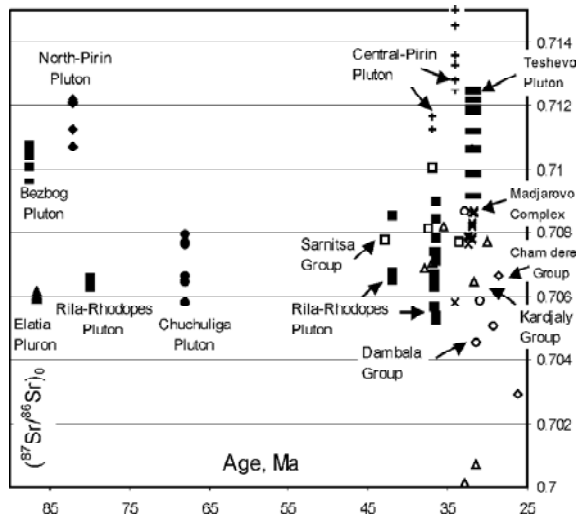
Marchev et al. (1998, 2004) предполагат астеносферен източник на базалтовия магматизъм в Източните Родопи, съпроводено в различна степен с корово замърсяване на изходната магма. Те считат, че палеогенската метаморфна и магмена еволюция в Родопите добре се обяснява с конвективно издигане на литосферата и мантиен диапиризм. Yanev et al. (1998) приемат мантиен източник на изходната магма, хетерогенно обогатен с компоненти на субдуцираната литосфера в процеса на деляминация.

Georgiev (2005), правейки кратък преглед на известните данни за $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$, предполага коров произход на гранироидните интрузии от ранния екстензионен етап. Магматизмът от късния екстензионен етап е главно във вулкански фациес, локализиран е предимно в депресиите разположени между ядрените комплекси и има мантиен произход. Между отделните ядрени комплекси става изтъняване на земната кора и тези участъци са най-проницаеми за мантийния субстракт.

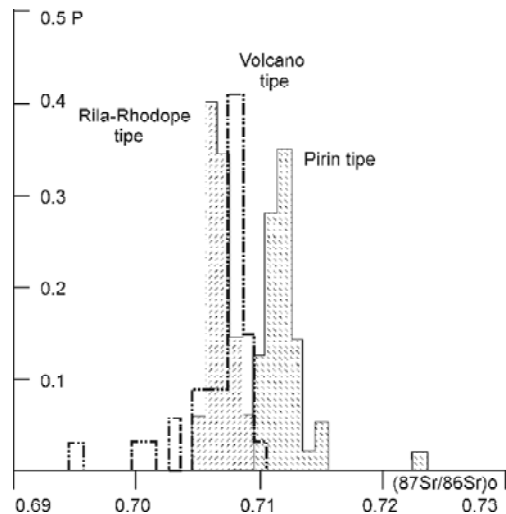
Обсъждане

На схемата на еволюцията и хистограмата на отношението на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ на късноалпийския магматизъм се очертават два пика в разпределението на това отношение за ранния екстензионен магматизъм (фиг. 1 и 2). Получените данни предполагат преразглеждане и доразвитие на генетичния модел.

С най-високи $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ (предимно 0.71000-0.71300) се характеризират само гранитоидните плутони от района на Пирин планина (Пирински тип). Това се отнася както за къснокредните, така и за палеогенските фази. Тези плутони се разполагат по “билните” зони на Западнородопския купол, в участъците с най-дебела земна кора – около и над 45 km. Интрузиите в тези



Фиг. 1. Еволюционна диаграма на отношението $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ на късноалпийския магматизъм.



Фиг. 2. Хистограма на отношението $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ на късноалпийския магматизъм.

райони са резултат на мобилизация само на коров материал в долната пластична кора и внедряването му в горната крехка кора.

Втората група плутони (Рило-Родопски тип) се характеризират със значително по-ниски стойности на $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ (предимно 0.70600-0.70800). Те се разполагат по "склоновете" на Западнородопския свод (Рило-Родопски батолит, Елатия плутон), които са с дебелина на земната кора 40-45 km, или на Централнородопския и Белоречкия свод (Чучулига плутон), които са с дебелина на земната кора 30-40 km. Тази група плутони, локализирана по преиериите на ядрените комплекси, имат смесен мантийно-коров произход на изходните магми.

Късният екстензионен магматизъм е представен главно във вулкански фацис и е локализиран в депресиите разположени между и по периферията на ядрените комплекси. Той също се характеризира с ниски $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$, главно в границите 0.70700-0.70900. Той има мантиен произход на изходните магми, обогатени в различна степен с коров материал. В районите между куполите, където се локализируют наложените депресии, става изтъняване на земната кора и те са по-проницаеми за мантийнино вещество. Отделни монзонитоидни интрузии, както и риолитови и базични дайки, са внедрени и в околните куполи (хипоабисален до субвулкански фацис).

Металогенни аспекти

Основните промишлени типове орудявания в Родопския масив могат да се разглеждат като

различни елементи (нива) на единен тип хидротермално-магматична система: W, Mo \rightarrow Pb, Zn \rightarrow Au (Pb, Zn).

В участъците с най-дебела земна кора е представен главно интрузивния магматизъм от ранния етап. С него се формират W-Мо хидротермални и скарнови находища от най-долната високотемпературна минерална парагенеза на хидротермалната система. Те са локализирани предимно в гранитодните интрузии и тяхната рамка. Промислено значение имат главно орудяванията разположени в Западнородопския купол (Западнородопски руден район, W, Манева и др., 1994). Те са привързани предимно към Рило-Родопския батолит. В СЗ част на Централнородопския купол се обособява Юговско-Нареченски руден район с Юговско рудно поле (Mo).

В участъците със средно дебела земна кора (35-40 km), с неразкриващи се интрузии от магматизма на късноекстензионния етап са свързани орудяванията от средната част на хидротермалната система (Pb, Zn). Това са орудяванията в Централнородопския купол (Централнородопски руден район), където доминира кварц-галенит-сфалеритовата минерална формаця. Рудните тела са жилни или хидротермално-метасоматични и са локализирани изключително в пределите на метаморфните скали от ядрени комплекси. Те са откъснати (телескопирани) спрямо неразкриващите се коренните среднокисели до кисели интрузии, с които се предполага парагенетична връзка.

В районите с най-тънка земна кора (30-35 km) магматизмът от късният екстензионен етап е

развит предимно във вулкански фацис. С неговите вулcano-плутонични системи асоциира находища от най-горната нискотемпературна минерална парагенеза – Au (Pb, Zn). За Източнородопския руден район типичен представител е кварц-злато-полиметална минерална формаца. В пределите на Източнородопското понижение рудните полета са локализиращи в горните части на среднокиселите вулcano-плутонични постройкки. Генетичната връзка на тези орудявания с вулcano-плутоничните системи не буди съмнение.

В метаморфната рамка на Източнородопското

понижение, между Белоречкия и Кесибирския купол, се разполагат Попското и Черничевското кварц-злато-полиметални рудни полета (в Черничевското рудно поле със стибнит).

За Източнородопския руден район е характерна и кварц-злато-адуларовата минерална формаца (Крумовградско рудно поле). Орудяванията са локализиращи в подстилащите вулканизма палеогенски седименти. Тези минерализации предхождат активната вулканска дейност, но вероятно са генетично свързани с нея и са нейна първоначална изява.

Литература

- Boykova, A. 1999. Moho discontinuity in central Balkan Peninsula in the light of the geostatistical structural analysis. – *Phys. Earth & Plan. Int.* 144, 49-58
- Dabovski, C., Boyanov, I., Khriscge, Kh., Nikolov, T., Sapounov, I., Yanev, Y., Zagorcev, I. 2002. Structure and Alpine evolution on Bulgaria. – *Geol. Balc.*, 32, 2-4.
- Faure, G. 1986. *Principles isotope geology*. Jon Wiley & Sons. New York, 587.
- Georgiev, V. 2005. Late Alpine tectonics and magmatism in Eastern Rhodopes. – *C. R. Acad. bulg. Sci.*, 58, 1, 47-52.
- Georgiev, V. 2004. Late Alpine geodynamics and metallogeny of the Morava-Rhodope zone. – Annual Scientific Conference of the Bulgarian Geological Society “Geology 2004”, Proceedings, 18-20.
- Georgiev, V., P. Milovanov, P. Monchev. 2005. Sr isotope chemistry of the magmatism from Eastern Rhodopes. – *C. R. Acad. bulg.*, 57, (in press).
- Ivanov, Z. 2000. Tectonic position, structure and tectonic evolution of Rhodope massif. – Guide, ABCD-GEODE, Bulgaria, 1-4.
- Kamenov, B., Peycheva, I., Klain, L., Arsova, K., Kostitsin, Y., Salnikova, E. 1999. Rila-West Rhodopes Batholith: Petrological and geochemical constraints for its composite character. – *Geoch. Miner. & Petr.*, 36, 3-27.
- Maneva, B., Naftali, L., Manev, D. 1994. Metallogeny and potential of mineral resources in Central and West Rhodopes. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 55, 2, 37-49 (in Bulgarian with English abstract).
- Marchev, P., Downes, H., Thirwall, M., Moritz, R. 2002. Small-scale variations of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope composition of barite in the Madjarovo low-sulphidation epithermal system, SE Bulgaria: implication for sources of Sr, fluid fluxes and pathways of the ore-forming fluids. – *Mineral Deposita*, 37, 669-667.
- Marchev, P., Raicheva R., Downes, H., Vaselli, O., Chiaradia, M., Moritz, R. 2004. Compositional diversity of Eocene-Oligocene basaltic magmatism in the Eastern Rhodopes, SE Bulgaria: implications for genesis and tectonic setting. – *Tectonophysics*, 393, 301-328.
- Milovanov, P., V. Georgiev, P. Monchev. 2003. Sr isotope chemistry of the magmatism from the Momchilgrad depression (Eastern Rhodopes). – *C. R. Acad. bulg.*, 56, 9, 33-36.
- Ovcharova, M., Quadt, A.V., Heinrich, C.A., Frank, M., Kaiser-Rohrmeier, M., Peycheva, I., Cherneva, Z. 2003. Triggering of hydrothermal ore mineralization in the Central Rhodopean Core Complex (Bulgaria) - Insight from isotope and geochronological studies on tertiary magmatism and migmatization. – Mineral Exploration and Sustainable Development, Millpress, Rotterdam, 367-370.
- Peycheva, I., Y. Kostitsin, E. Salnikova, B. Kamenov, L. Klain. 1998. Rb-Sr and U-Pb isotope data for the Rila-Rhodopes batholith. – *Geochem., Miner. and Petrol.*, 35, 93-105 (in Bulgarian with English abstract).
- Soldatos, T., Christofides, G. 1986. Rb-Sr geochronology and origin of the Elatia Pluton. Central Rhodope. North Greece. – *Geol. Balc.*, 16, 1, 15-23.
- Zagorcev, I., S. Moorbath. 1983. Rubidium-Strontium data on the age of the Dautov Pluton (granitoids of Ririn type), South-west Bulgaria. – *Geol. Balc.*, 13, 4, 31-37 (in Russian with English abstract).
- Zagorcev, I., S. Moorbath, P. Lilov. 1987. Radiogeochronological data on the Alpine igneous activity in the western part of the Rhodope Massif. – *Geol. Balc.*, 17, 2, 59-71 (in Russian with English abstract).