

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЦИРКОНА В КАЧЕСТВЕ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

*Махмуд А.Ш. *, Дьяконов В.В., (МГРИ), Давуд М. (Университет Менуфия, Египет)*

Аннотация

Циркон является широко используемым инструментом для датирования абсолютного возраста и получения генетической информации о породах. Используются различные методы и технические средства, для их изучения как U-Pb SHRIMP, ID-TIMS, LA-ICP-MS и т. д., которые имеют различные степени чувствительности, точности и ограничения, что часто приводит к противоречиям датировок возрастов. Кроме того, игнорирование данных морфологии, внутренней структуры и типологической классификации приводит к значительной ошибке в интерпретации возраста. Мы суммируем проблемы, связанные с использованием циркона в датировании возраста, и дадим соответствующие рекомендации для каждого случая.

Ключевые слова: Циркон, Геохронология, Морфология, Типология, SHRIMP

Проблемы датировки по циркону

Проблемы, связанные с оценкой возраста на основе циркона, можно разделить на геологические и технические.

А) Геологические причины

1. Тот факт, что рост кристаллов циркона может продолжаться на протяжении долгого времени, в разные тектонические и магматические эпизоды, отражающиеся в формировании зон обрастания вокруг центрального ядра. Многие примеры кристаллов циркона с сильно различающимся возрастом от ядра до края, зарегистрированы в метаморфических, например, [2] и магматических породах, например, [1];

2. Циркон метаморфических пород может оставаться морфологически стабильным до амфиболитовой фации, например [4], однако, при более высоких степенях, циркон может подвергаться химическим и физическим изменениям, таким как разрушение, округление краев (пирамид) и образование точечной коррозии на призмах, рекристаллизации, укрупнения «или созревания Оствальда», например [10], и роста новых цирконов во время метаморфизма. Это приводит к полному или частичному разрушению первоначальной идентичности таких цирконов и, следовательно, неточности определения возраста. Тем не менее, наблюдение за этими изменениями и сравнение его с зёрнами протолита может быть полезным для определения типа метаморфизма, степени, фации и стиля деформации [8]. Кроме того, новый рост циркона на ранее существовавших зёрнах (унаследованный циркон) сохраняет свидетельство нового метаморфического события или множественных эпизодов метаморфизма [9];

3. Гидротермальные растворы, и метасоматоз могут измениться химию циркона и могут влиять на изотопные отношения, например [3];

4. Определенные возрасты могут представлять различные даты, такие как возраст проникновения, возраст охлаждения, возраст постмагматических процессов или возраст формирования протолита, причем некоторые из них могут быть представлены в одном кристалле циркона;

5. Наличие экзотических кристаллов циркона (типа X), включенных из окружающих вмещающих пород во время транзита и размещения, например [5];

6. Непрозрачные зерна циркона с высоким содержанием U и Th подвергаются обширному повреждению решетки в результате радиоактивного распада, называемого зернами циркона «Малакон или Метамикт» [6], которые дают ложные возраста;

7. Изобилие минеральных включений в цирконе, особенно тех, которые образовались раньше, чем образование циркона, или позже в зоне зарастания, нарушают предполагаемый возраст, особенно этому подвержены методы испарения одного зерна.

Б) Технические причины

8. Общая проблема коррекции свинца (особенно на методе испарения, который едва ли измеряет небольшое количество ^{204}Pb);

9. Несмотря на то, что кристаллическая решетка циркона устойчива и имеет очень высокие температуры закрытия для диффузии U и Pb ($T > 700^\circ\text{C}$) [9], химические реакции, включающие миграцию Pb и U, трудно принять во внимание в интерпретация данных U / Pb, потому что они уже выщелочены из трещин, что может привести к неверно истолкованным определениям возраста;

10. В любых U-содержащих минералах, содержащих как ^{235}U , так и ^{238}U , два возраста можно рассчитать по двум независимым схемам; серия урана с распадом от ^{238}U до ^{206}Pb и серия актиния с распадом от ^{235}U до ^{207}Pb . Возраст, полученный по двум схемам распада, должен быть согласованным, при условии отсутствия потерь (или прироста) родительских или дочерних изотопов с момента кристаллизации минерала. Если возраст не совпадает, возможно, циркон не оставался изотопно закрытым в течение своей истории.

Рекомендации

Чтобы гарантировать адекватное использование цирконов для этой цели, эти рекомендации должны быть приняты во внимание.

1. В случаях на пунктах 1, 4, 8, и 10, рекомендуется проведение анализа SHRIMP, который допускает датирование "in situ" отдельных зон в цирконах;

2. В случаях на пунктах 3 и 7 рекомендуется исследовать катодоллюминесцентные изображения продольных изображений обратно рассеянных электронов срезов циркона, или в шлифах под микроскопом с большим увеличением;

3. В случаях на пунктах 2, 6, 9 и 10 рекомендуется исследовать морфологию циркона в сканирующем электронном микроскопе и выбрать циркон отвечающий требованиям;

4. В случае на пункте 5 рекомендуется проведение типологического исследования популяции циркона, то есть нанесение различных типов циркона на типологической диаграмме Пупина 1980 [7], которое помогает в идентификации X-типа, который появляется в одиночестве на расстоянии от основной популяции. Как следствие, его исключение для использования в возрастных датировках; и

5. В случаях на пунктах 3, и 6, рекомендуется проведение химического анализа циркона с помощью микрозонда.

Литература

1. Cambeses, A., Montero, P., Molina, J.F., Hyppolito, T., Bea F. Constraints of mantle and crustal sources and interaction during orogenesis: A zircon SHRIMP U-Th-Pb and O isotope study of the 'calc-alkaline' Brovales pluton, Ossa-Morena Zone, Iberian Variscan Belt. Lithos, 2019, v. 324, p. 661-683

2. Clifford, T. N., Barton, E. S., Stern, R. A., and Duchesne, J.-c. U-Pb zircon calendar for Namaquan (Grenville) crustal events in the granulite-facies terrane of the O'okiep copper district of South Africa: Journal of Petrology, 2004, v. 45, no. 4, p. 669-691

3. Dawoud, M.. Petrography, geochemistry and tectonic environment of the granitic rocks of Gebel Abu El Hassan-Gebel Abu Samyuk, Northern Eastern Desert, Egypt. Ph.D. Thesis Menoufia University. 1995, 157p.
4. Dölzlmüller, H., Finger, F., Schermaier, A. Die Ausbildung der Zirkone im Granitgneis des Hohen Sonnblicks (Penninkum, Ostalpen) und ihre Aussage zur Gesteinsgenese. - Mitt. Österreichische, Geologische Gesellschaft, 1989, vol. 81, p. 33-45, 5 Abb., Wien.
5. Finger, F., Friedl, G., Haunschmid, B. Wall-rock-derived zircon xenocrysts as important indicator minerals of magma contamination in the Freistadt granodiorite pluton, Northern Austria. *Geologica Carpathica*, 1990, vol. 42, p. 67-75.
6. Mitchell, R. S. Metamict minerals: A review, Parts I and II. *Mineralogical Record*, 1973, vol. 4, p. 177-182, 214-223.
7. Pupin, J. P. Zircon and granite typology. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1980, vol. 73, p. 207-220.
8. Sturm, R. Physical and chemical changes of zircons during the formation of mylonites: An example from the Austrian Moldanubicum. *N. Jb. Mineralogy*, Mh.1999 (4), p. 181-192; Stuttgart.
9. Vernon, R. H., Clarke, G. L.,. *Principals of Metamorphic Petrology*. Cambridge University Press, New York, USA, 2008.
10. Watson E. B., Vicenzi E. P., Rapp R. P. Inclusion/host relations involving accessory minerals in high-grade metamorphic and anatexitic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1989, vol. 101, p. 220-231.