

ترکیب ژئوشیمیایی گارنت جهت کاربرد در مطالعات پترولوژی

دکتر اسداله گرانمایه^{۱*}، اکبر اسفندی^۲

چکیده

کانی سیلیکاته گارنت بخاطر تفاوتی که در ترکیب کانی شناسی آن و مقاومت نسبتاً بالای مکانیکی که دارا می باشد می تواند در سیکلهای مختلف سنگ زایی وجود داشته باشد این کانی از نظر درصد فراوانی مقدار آهن، منگنز، منیزیم و کلسیم تفاوتهایی را نشان می دهد که فراوانی درصد هر یک از آنها نشان دهنده منشأ متفاوتی از آن خواهد بود. به طوری که این بررسی ها نشان داده است میزان فراوانی درصد عنصر منیزیم در ترکیب MgO و عنصر آهن بصورت FeO در سنگهای دگرگونی بیشتر از سنگهای آذرین است و درصد فراوانی عنصر منگنز در ترکیب عمدتاً در سنگهای دگرگونی بیشتر یافت می گردد و هم چنین میزان درصد کلسیم بصورت CaO اکثراً در رخساره های دگرگونی که سنگ مادر آن سنگ آهک است تشکیل می گردد. این بررسی که بر روی ماسه های گارنت دار پرمین جنوب استرالیا انجام شده است نشان داده که بیش از ۷۰٪ آنرا گارنت تشکیل داده است. بررسی های ژئوشیمیایی این کانی نشان داد که منشأ بیشتر گارنتهای موجود در این ماسه ها از رخساره های دگرگون شده از نوع نایس، فیلیت، استارولیت شایست، گرانیتیک نایس و درصد کمی از آن از سنگهای آذرین درونی مانند گرانیت و پگماتیت مشتق شده است.

مقدمه

کانی های سنگین امروزه برای تعیین منشأ سنگهای تخریبی نقش مهمی در مطالعات پترولوژی دارد. این مطالعات می تواند براساس خواص میکروسکوپی و در نهایت ترکیب شیمیایی آنها انجام گیرد. در این مقاله گارنت به علت اینکه یکی از فراوانترین کانی سنگین که نزدیک به ۷۰٪ را در ترکیب ماسه های پرمین جنوب استرالیا تشکیل می داد، ترکیب شیمیایی آن مورد مطالعه قرار گرفت.

در این بررسی ترکیب شیمیایی گارنت توسط دستگاه میکروپروپ مشخص و مقایسه گردید با ترکیب شیمیایی گارنت های موجود در رخساره های دگرگونی و آذرین این مقایسه نشان داد که گارنت در سنگهای مختلف دارای ترکیب شیمیایی یکسان نیست این تفاوت ترکیب شیمیایی برای مشخص کردن منشأ رخساره های تخریبی بسیار ارزشمند خواهد بود.

^۱ - عضو هیات علمی تمام وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد میمه

^۲ - عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد میمه

زمین شناسی

بررسی های زمین شناسی این منطقه نشان داده است که تشکیلات زمین شناسی این منطقه مربوط به دوران پالئوزوئیک با سنی معادل پرمین زیرین می باشد. این رخساره ها به خاطر داشتن قطعات با اندازه های متفاوت از نظر جورشدگی دارای جورشدگی بسیار بد می باشد بطوریکه از نظر اندازه از چندین سانتیمتر تا در حد اندازه سیلت متغیر می باشد. این نوع جورشدگی نشان دهنده ی انتقال مواد توسط فعالیت یخچالها می باشد از اینرو آنها را اراتیک می نامند. این رخساره ها از نظر ساختاری به صورت ساختار متراکم و ساختار لایه بندی است. ترکیب اراتیک ها متفاوت و شامل قطعاتی از گرانیته، نایس، سنگهای ولکانیکی و رخساره های دگرگونی با شدت دگرگونی کم تا متوسط می باشد.

ژئوشیمی گارنت

کانی های سنگین موجود در رخساره های پرمین منطقه توسط محلولهای کالیجی و تترابرمواتان جدا گردید و سپس توسط میکروپروپ ترکیب شیمیایی آن مشخص شد. این ترکیب شیمیایی نشان داد که گارنت از نظر درصد فراوانی اکسیدهای آهن، منگنز، منیزیم و کلسیم متغیر می باشد بطوریکه فراوانی هر یک از آنها می تواند تأثیری بر روی رنگ و منشأ گارنت داشته باشد بیش از صدها کانی گارنت توسط این روش مورد مطالعه قرار گرفت و درصد فراوانی هر کدام از این اکسیدها بر روی جدولها، منحنی های مثلثی و هیستوگرام نشان داده شده است. از آنجائیکه میزان فراوانی گارنت با ترکیب اکسید منگنز درصد کمی را شامل می شد از اینرو مجموع درصد فراوانی گارنت با ترکیب اکسید آهن و منگنز در یک رأس مثلث با علامت اختصاری AS نشان داده شده است که A نماینده گارنت از نوع آلماندین با درصد فراوانی اکسید آهن و S نماینده گارنت از نوع اسپستین با ترکیب اکسید منگنز است. رأس دیگر مثلث با علامت P نشان داده شده است که نشانگر نوعی گارنت به نام پیروپ با ترکیب اکسید منیزیم در رأس دیگر مثلث با علامت G که نشانگر گراسولار با ترکیب اکسید کلسیم می باشد نشان داده شده است. همچنین میزان فراوانی هر یک از گارنت ها در ماسه های پرمین و قطعات اراتیکی بر روی منحنی های هیستوگرام نشان داده شده است که این منحنی ها براساس فراوانی درصد اکسیدها و درصد فراوانی عناصر آن مشخص گردیده است. اگر مقایسه ی بین جداول و منحنی های گارنتی که در خرده سنگهای اراتیکی از نوع دگرگونی و آذرین که با ماسه های پرمین جنوب استرالیا هم زمان تشکیل گردیده است نشان می دهد که گارنتی که میزان درصد منیزیم آن بالا است تنها می تواند در سنگهای دگرگونی از نوع نایس و گارنتی که درصد فراوانی آهن آن بیشتر است عمدتاً در سنگهایی که از نظر درجه دگرگونی در حد دگرگونی ضعیفی باشد و گارنتی که درصد فراوانی ترکیبات منگنز آن بالا است عمدتاً نشان دهنده نوع گارنتی است که در سنگهای آذرین از نوع گرانیته و گارنتی که درصد بالایی از کلسیم را دارا باشد عمدتاً در رخساره های دگرگونی از نوع اسکارن منشأ گرفته است بررسی های میکروسکوپی نشان داد که کانی گارنت از نظر رنگ از قرمز تا صورتی و بی رنگ متغیر می باشد. علت این تغییر رنگ براساس بررسی های ترکیب شیمیایی آن نشان داد که گارنت قرمز رنگ دلیل بر فراوانی آهن، صورتی دلیل بر فراوانی منگنز و بی رنگ آن دلیل بر بالا بودن منیزیم می

باشد بررسی گارنت توسط S.E.M نشان داده است که سطح اکثر گارنت‌ها دارای آثار Chatter mark می باشد که این آثار نشان دهنده انتقال گارنت‌های موجود در تشکیلات پرمین جنوب استرالیا توسط عمل یخچالها است که آثار این انتقال در تصویر شماره ... نشان داده شده است.

نتیجه گیری

کانی گارنت از آنجائیکه از نظر فیزیکی و شیمیایی کانی مقاومی است بنابراین ترکیب شیمیایی آن در طول پدیده‌هایی مانند تخریب، انتقال همواره ثابت می ماند به همین علت و درصد بالای این کانی در ماسه‌های پرمین جنوب استرالیا از این کانی برای مشخص کردن منشأ ماسه‌های پرمین جنوب استرالیا مورد استفاده قرار گرفته است. مقایسه‌ایی که بر روی جداول و منحنی‌های مثلی و هیستوگرام‌هایی که براساس ترکیب شیمیایی گارنت‌های موجود در ماسه‌های پرمین و قطعات سنگی اراتیکی که بین ماسه‌ها وجود داشت انجام گیرد، نشان می دهد که بیشتر ماسه‌های پرمین جنوب استرالیا حاصل تخریب رخساره‌های دگرگونی است که در طول مسیر انتقال وجود داشته است. بیشترین درصد گارنتی که در ماسه‌های پرمین وجود دارد از نوع پیروپ است که این نوع گارنت تنها در گارنتی که در رخساره‌های دگرگونی با شدت دگرگونی بالا می باشد منشأ گرفته است و گارنتی که دارای درصد بالای آهن است عمدتاً در رخساره‌های دگرگونی که شدت دگرگونی آن متوسط تا ضعیف از نوع استارولیت منشأ شده است. درصد بسیار کمی از گارنت‌های پرمین جنوب استرالیا از نوع گارنت‌های منگنز و کلسیم دار می باشد در نتیجه می توان بیان کرد که منشأ اصلی ماسه‌های پرمین جنوب استرالیا از تخریب رخساره‌های دگرگونی که از شدت بالا تا کم که در مسیر انتقال این ماسه‌ها وجود داشت مشتق شده است.

منابع

- MORTON, A.C.1987a.DETRITAL GARNET PROVENANCE AND CORRELATION INDICATORS IN NORTH SEA RESERVIOR SAND STONES. PETROLEUM GEOLOGY OF.N.W.EUROPE.
- MORTON.A.C.1991. GEOCHEMICAL STUDIES OF DETRITAL HEAVY MINERALS AND THEIR APPLICATION TO PROUENANCE RESEARCH: GEOL.SOC.SPECIAL PUBLI CATION NO 57.P.31-45.
- FOLK.R.L.1980.PET OF SED ROCKS: TEXAS. HAMPHILL. BOOK STORE AUSTIN 182P.
- GRAVENOR, C.P.1980: CHATTERMARKED ARNETS AND HEAVY MINERAL CAW.J.OF EARTH SCIENCE Vo 17 P.156-160.

Table 7.1H. Composition of detrital garnet grains in the Permian sands of southern Australia.

SiO ₂	40.1	37.3	38.6	38.3	38.6	36.6	38.1	39.3	38.2	37.5	38.3
TiO ₂	0.1	0.5	0.2	0.2	0	0.1	0	0	0	0.1	0.1
Al ₂ O ₃	22.7	22.1	22.9	22.8	22.3	21.6	22.5	23.3	22.4	22.1	22.6
FeO	22.2	24.3	28	25.8	29.5	35.8	30.3	25.1	33.4	26.1	27.8
MnO	0.6	7.7	1.2	0.9	0.7	0.8	1.1	0	3.4	0.5	0.1
MgO	6.2	3.4	9.3	7.1	8.3	3.5	6.9	11.8	2.8	8.1	9.8
CaO	9.5	5.6	1.7	6.9	1.2	1.5	1.7	1.2	1.4	2.1	1.6
Na ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0.2	0.3	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1
Total	101.7	101.2	101.9	101.9	100.7	100	100.5	101	101.5	97.1	100.3

No. of ions on the basis of 24 (O)

Si	6	5.9	5.8	5.9	5.9	5.8	5.9	6	6	5.9	6
Ti	0.009	0.03	0.002	0.02	0.004	0.02	0	0	0.004	0.02	0.007
Al	3.9	4.2	4.2	4.04	4.1	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1
Fe	2.7	4.06	3.6	3.2	3.8	4.8	3.9	3.1	4.5	3.5	3.4
Mn	0.06	0.9	0.1	0.1	0.08	0.1	0.1	0.01	0.4	0.07	0.01
Mg	1.5	0.9	2.1	1.6	1.9	0.8	1.6	2.6	0.7	1.9	2.2
Ca	1.5	0.9	0.3	1.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2
Cr	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01

Mol. % end-members

Al	46.5	59.7	59	53.3	63.5	81.3	66.1	52.5	77.6	60.3	58.6
S	1	13.2	1.6	1.7	1.3	1.7	1.7	0.07	6.9	1.2	0.2
P	25.9	13.2	34.4	26.7	31.8	13.5	27.1	44.1	12.1	32.7	37.9
G	25.9	13.2	4.9	18.3	3.3	3.4	5.1	3.4	3.4	5.2	3.4
SiO ₂	38.2	39.2	38.1	38.8	36.7	38.2	37.8	37.9	37.9	37.7	38.4
TiO ₂	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0.2	0	0.5	0.1
Al ₂ O ₃	22.7	22.9	22.5	23.1	21.5	22.6	22.6	21.6	21.4	22.1	22.5
FeO	25.1	28.4	22.4	25.1	32.8	26.5	30.9	22.5	34.2	22.5	28.5
MnO	1.1	0.5	0.5	0.3	2.4	0.7	1.1	11.7	1.5	0.6	0.5
MgO	7.1	8.8	10.7	9.5	3.7	7.1	7.9	1.1	5.1	7.2	9.1
CaO	6.1	1.3	3.2	4.1	1.6	4.5	0.8	5.6	1.3	8.2	1.4
Na ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0.1	0.1	0	0	0.2	0	0.2	0.1	0	0.4	0.1
Total	100.9	101.7	98.2	100.9	100	100.5	101.9	100.6	101.5	99.3	100.9

No of ions on the basis of 24 (O)

Si	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6	5.8	6	5.9	5.8	5.9
Ti	0.02	0.02	0.02	0	0.03	0	0	0.03	0	0.06	0.02
Al	4.1	4.1	4.1	4.1	4.04	4.1	4.1	4.1	4	4.03	4.1
Fe	3.2	3.6	2.9	3.2	4.4	3.4	4	3	4.5	2.9	3.6
Mn	0.1	0.07	0.07	0.04	0.3	0.09	0.1	1.6	0.2	0.08	0.07
Mg	1.6	2	2.4	2.1	0.9	1.6	1.8	0.2	1.2	1.6	2.1
Ca	1	0.2	0.5	0.6	0.3	0.7	0.1	0.9	0.2	1.4	0.2
Cr	0.02	0.01	0	0	0.03	0	0.02	0.01	0	0.05	0.02

Mol. % end-members

Al	54.2	61.3	49.4	53.9	74.6	58.7	66.7	52.6	73.8	47.8	60.3
As	1.7	1.2	1.2	0.7	5.1	1.5	1.7	28.1	3.3	1.3	1.2
P	27.1	34.1	40.9	35.3	15.2	27.6	30	3.5	19.7	26.3	35.2
G	16.9	3.4	8.5	10.1	5.1	12.1	1.7	15.8	3.3	23.1	3.3

Table 16.II. Composition of garnet grains in the gneisses rock samples of East Antarctica.

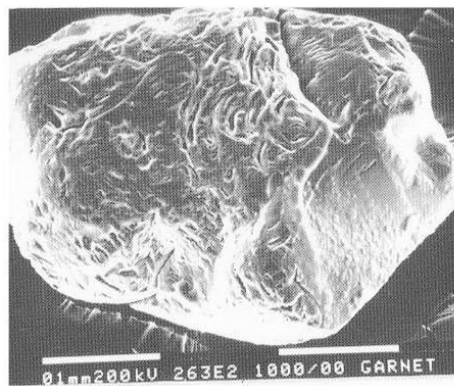
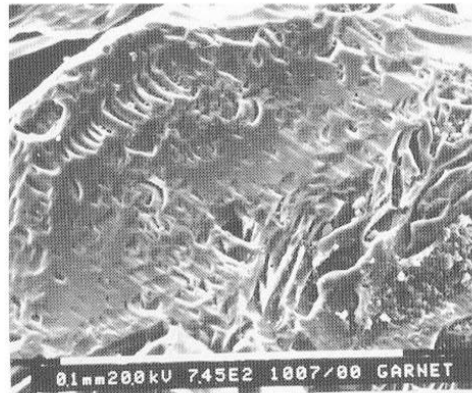
SiO ₂	37.5	37.1	38.1	37.1	37.9	37.9	36.9	36.7	38	37.5	36.7	37.9	38.5	38.2	38.1	37.5	37.5	38.6	38.4
TiO ₂	0.3	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1	0	0.2	0.3	0.2	0
Al ₂ O ₃	22.2	22.6	21.9	22.5	21.9	22.2	22.1	22	21.9	22.6	22.1	21.4	22.5	22.9	22.2	22.7	21.6	22.9	22.8
FeO	27.3	27.2	27.6	26.3	28.2	28.2	27.3	27.2	27.4	27	21.6	26.7	26.9	28.2	28.2	27.7	26.6	25.8	23.2
MnO	4.5	4.5	3.8	4.2	4.8	4.5	4.5	4.1	4.3	4.7	0.2	1.8	0.7	0.1	0.3	0.9	2.3	1.1	0.1
MgO	7.5	7.6	6.9	7.3	6.9	7.1	7.1	7.2	7	11.4	2.8	10.1	8.7	9.3	7.2	7.6	9.1	8.1	8.1
CaO	1.1	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.6	1.3	1.1	1.5	9.4	2.1	2.1	2.1	0	0	0	0	0
Na ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.2	0
Total	100.7	101.7	100.3	99.4	101.1	101.6	99.3	99.9	100.8	100.3	96.9	100.5	100.9	100.6	100.5	101.1	100.5	101.9	101.1

No of ions on the basis of 24 (O)

Si	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6	5.9
Ti	0.04	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0.02	0.02	0.02	0	0
Al	4.1	4.1	4	4.1	4	4.1	4.1	4.1	4	4.2	3.9	3.9	4.1	4.1	4	4.1	4	4	4	4.1
Fe	3.6	3.5	3.6	3.4	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	2.8	3.5	3.3	3.6	3.6	3.6	3.6	3.3	2.9	4.1
Mn	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.02	0.2	0.2	0.2	0.1	0.01	0.1	0.1	0.3	0.1
Mg	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	2.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Ca	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cr	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0.04	0.01	0.01	0.05	0.01	0	0.02	0.02	0	0	0	0.01

Mol.% end-members

Al	59	58.3	61	58.6	60.6	60	60	60	59	59.3										
Sp	9.8	10	8.3	8.6	9.8	10	10	8.3	9.8	10.2					41	42	60	54	50	
P	27.9	28.3	27.1	29.3	26.2	26.7	26.7	28.3	27.9	27.1					2	2	5	2	1	
G	3.3	3.3	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4					32	26	10	34	29	
															5	10	25	10	20	



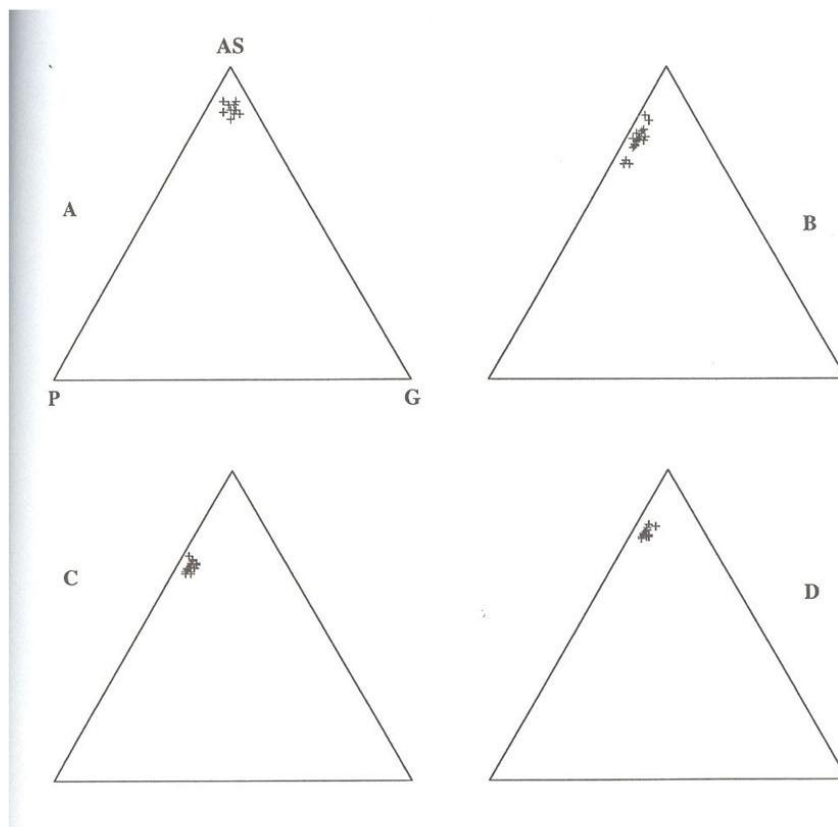


Fig. 4.13. Garnet geochemistry in the rock samples of East Antarctica displayed on a triangular diagram: AS= Almandine+ spessartine; P= Pyrope; G= Grossular. A: phyllites of Commonwealth Bay; B: granitic gneisses of Windmill Island; C: gneisses of Windmill Island; D: granites of Windmill Island.

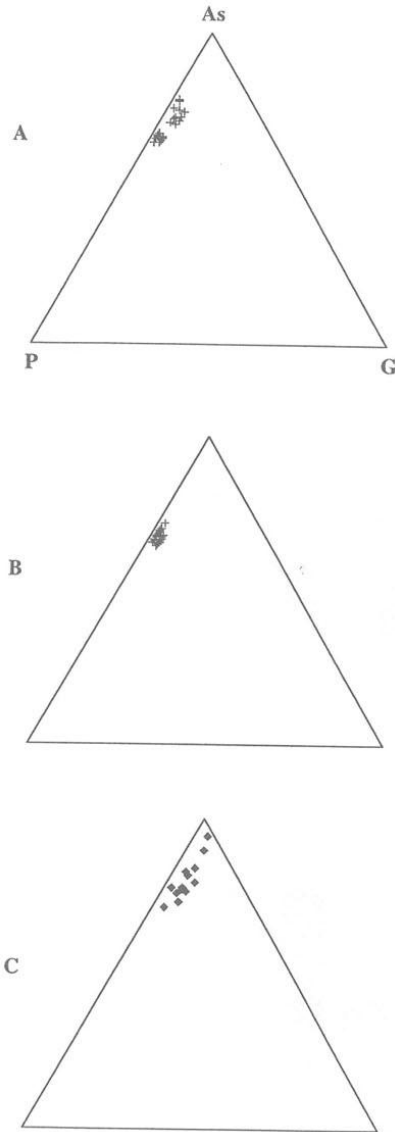


Fig. 5.2 . Garnet geochemistry in the Permian erratic samples of southern Australia displayed on a triangular diagram: AS= Almandine + spessartine; P= Pyrope; G= Grossular.
A: graitic gneisses; B: gneisses; C: granites

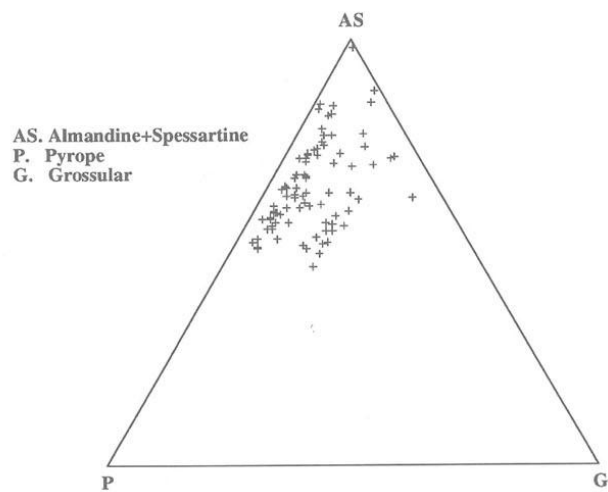
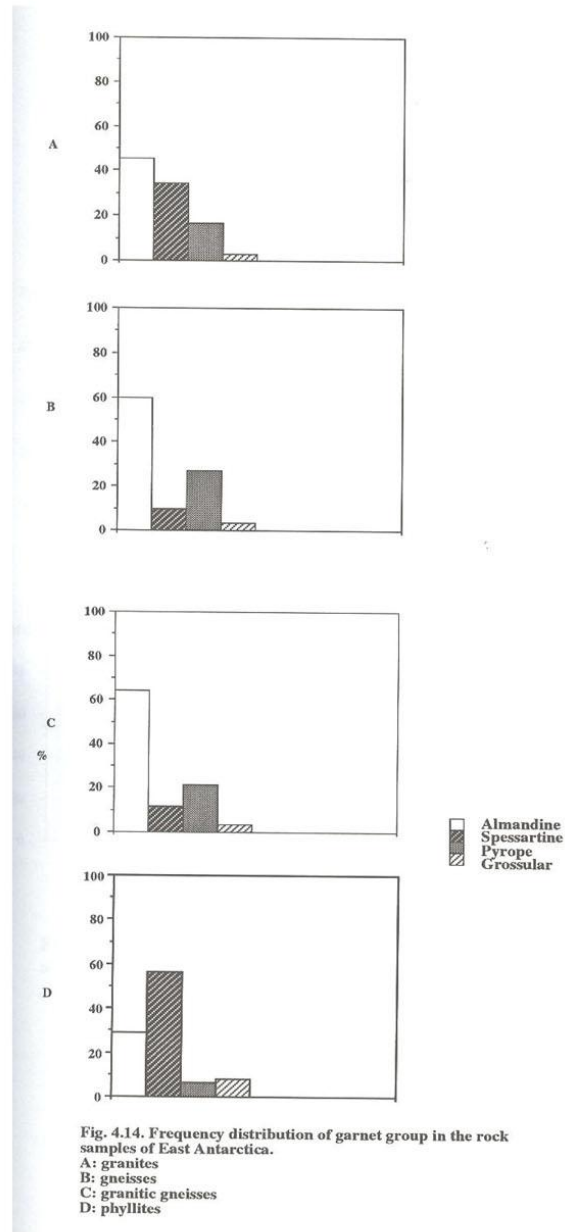


Fig. 7.2. Garnet geochemistry in the Permian sands of southern Australia displayed on a triangular diagram: AS= Almandine+Spessartine; P= Pyrope and G= Grosslar.



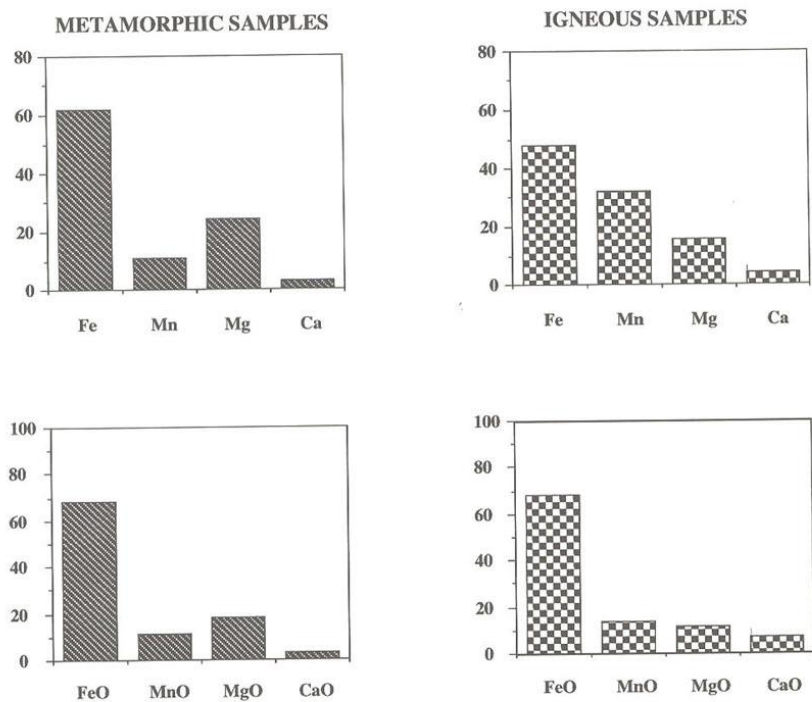


Fig. 4.15. Weight percentage of Fe, Mn, Mg and Ca elements and oxides on the base of 24 (O) in the garnet grains of East Antarctica rock samples.

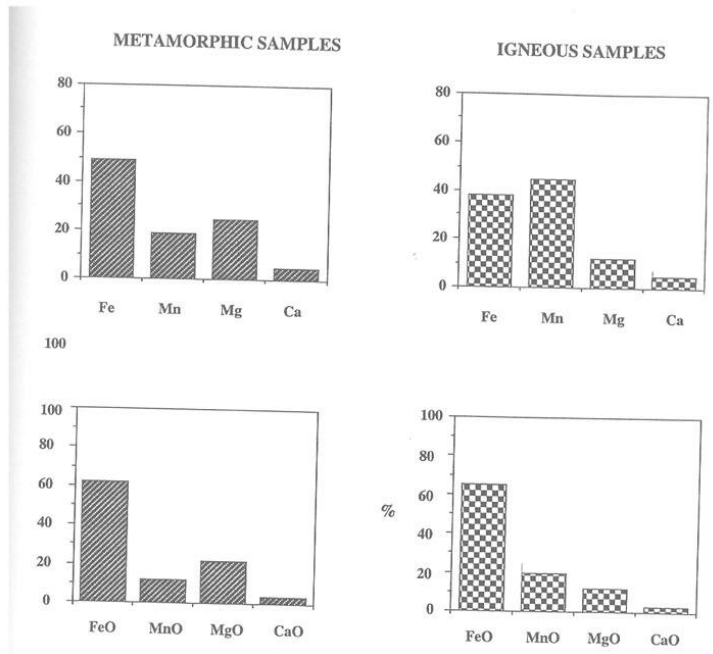


Fig. 5.3. Weight percentage of Fe, Mn, Mg and Ca elements and oxides in the garnet grains on the base of 24 (O) in the Permian erratic samples of southern Australia.

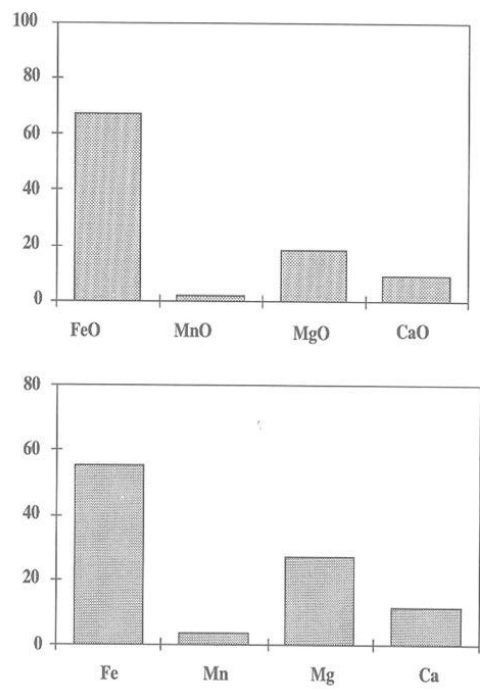


Fig. 7.4. Weight percentage of different elements and oxides on the base of 24 (O) of Fe, Mn, Mg and Ca from detrital garnet grains in the Permian sands of southern Australia.

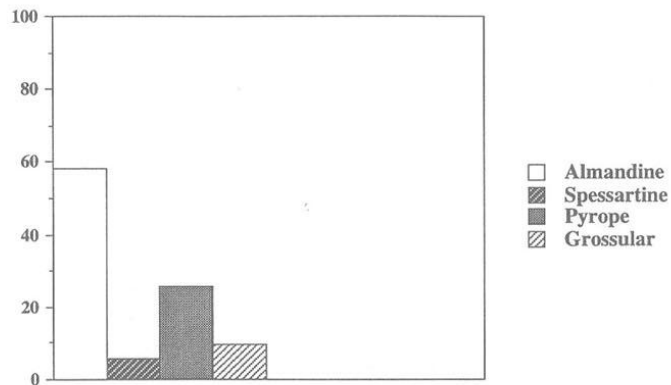


Fig. 7.3. Distribution of garnet groups in the Permian sands of southern Australia.