

苏鲁一大别榴辉岩研究: 形成于不同地质时期的高压-超高压变质带

张培强¹, 万志博², 马 宇³

(1. 中国地质大学“岩石圈构造、深部过程及探测技术”教育部重点实验室, 北京 100083;
2. 中国地质大学, 北京 100083; 3. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘 要: 含柯石英的苏鲁一大别榴辉岩是高压-超高压变质带的产物。依据榴辉岩的总体展布方向、岩石特征、高压-超高压变质作用及退变质作用的温压条件, 可划分为 NEE 向胶东高压-超高压变质带、NNE 向郟庐高压-超高压变质带和 SEE 向大别高压-超高压变质带。榴辉岩的同位素年龄值指示这 3 个带是主压应力方向不同、形成时期不同、发展和终止时期也各不相同的 3 个高压-超高压变质带。NEE 向胶东高压-超高压变质带主要形成于 700~900 Ma 的晋宁期, 终止于 200 Ma 左右的印支期; SEE 向大别高压-超高压变质带主要形成于 400~500 Ma 的加里东期, 终止于 250 Ma 左右的印支期; NNE 向郟庐高压-超高压变质带初期曾经与胶东高压-超高压变质带是一个带, 最早形成于 900 Ma 左右的晋宁期, 但其最重要的形成期是 200 Ma 左右的印支期, 55 Ma 左右的喜马拉雅期该带进入推覆造山阶段。胶东、大别和早期的郟庐高压-超高压变质带的主压应力方向都是近 SN 向, 印支期之后的郟庐高压-超高压变质带主压应力方向转变为近 EW 向。

关键词: 胶东; 郟庐; 大别; 榴辉岩; 高压-超高压变质带; 同位素年龄

中图分类号: P584; P542 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)04-0270-07

0 引言

榴辉岩通常被认为是板块俯冲的产物, 其形成深度可能在 160 km 以上^[1]。苏鲁一大别延伸上百公里的含柯石英、金刚石、蓝闪石及榴辉岩的高压-超高压变质带, 目前被认为是世界上第 3 个高压-超高压变质带, 是华北与华南地块拼合过程中发育的同一造山带的产物(徐嘉伟, 1981; 未刊稿), 其在早、中三叠世还是一体的, 晚三叠世开始平移或走滑而错开为东西两段。至今, 苏鲁高压-超高压变质带被平移或走滑至目前所在的位置。随着对苏鲁一大别高压-超高压变质带内榴辉岩的深入研究, 尤其是构造年代学的应用, 上述观点受到了挑战, 如杨巍然等在《大别造山带构造年代学》(2000 年)一书中认为大别造山带是一多旋回造山带, 大别山经历

了晋宁期、加里东期和印支期 3 次高压-超高压变质作用, 但加里东运动(约 470 Ma 左右)“是高压超高压变质作用的主期, 形成陆-陆碰撞造山带”。本文将从榴辉岩及其变质年龄研究入手, 对苏鲁一大别高压-超高压变质带重新认识。

1 榴辉岩的展布方向

苏鲁一大别高压-超高压带内榴辉岩大致存在 3 个展布方向:

(1) SEE 向的大别高压-超高压变质带: 榴辉岩的总体展布方向与大别造山带的展布方向相近似, 呈 SEE 向。

(2) NEE 向的胶东高压-超高压变质带: 苏鲁高压-超高压带的北段(包括诸城、青岛、乳山、荣成、威海)榴辉岩总体展布方向为 NEE 向。

(3) NNE 向的郟庐高压-超高压变质带: 苏鲁高压-超高压带的南段(包括日照、莒南、东海)榴辉岩的总体展布方向为 NNE 向, 与郟庐断裂带的展布方向近一致。

2 榴辉岩的岩石学特征

(1) SEE 向的大别高压-超高压变质带。该带的榴辉岩比较复杂, 可划分出 4 个榴辉岩类型, 且不同类型的榴辉岩分布于不同的地区, 具有一定的规律性。

角闪榴辉岩: 主要产于大别山中南部的绿帘角闪岩相岩石中(商城—麻城断裂带以西)。以榴辉岩中含有较多的原生钠质-钠钙质角闪石(5%~20%)为特征, 属于高压中温榴辉岩。典型矿物组合为: 石榴子石+绿辉石+角闪石+黝帘石+多硅白云母+石英+金红石+蓝晶石。

柯石英榴辉岩: 主要产于大别山东南部大别变质杂岩中(商城—麻城断裂带以东)。以榴辉岩中普遍含有柯石英或其假象为特征, 近来在少数样品中还发现了金刚石, 属于超高压榴辉岩。典型矿物组合为: 石榴子石+绿辉石+柯石英+黝帘石+多硅白云母+金红石+蓝晶石。

(石英)榴辉岩: 产于大别山中西部两条韧性变形带之间的角闪岩相岩石中, 常含低温变质矿物蓝闪石, 属于高压低温榴辉岩。榴辉岩相矿物组合为: 石榴子石+绿辉石+石英+金红石+蓝闪石。

石榴辉石岩: 零星出露于大别山西北部麻粒岩相岩石中。均为石榴子石和单斜辉石组成的双矿物岩。

(2) NEE 向的胶东高压-超高压变质带。产于诸城以东的片麻岩中, 普遍含有柯石英和斜方辉石, 属于超高压榴辉岩。典型矿物组合为: 石榴子石+透辉石+斜方辉石+磷灰石+柯石英+金红石。

(3) NNE 向的郟庐高压-超高压变质带。产于郟庐断裂带东侧的片麻岩中, 普遍含有柯石英和蓝晶石, 属于超高压榴辉岩。典型矿物组合为: 石榴子石+绿辉石+角闪石+磷灰石+柯石英+金红石+蓝晶石。

此外, 上述 3 个高压-超高压带还有一些显著不同: 与大别山红安群相比, 苏北海州群中缺失上部蓝片岩层序; 苏鲁地区片麻岩杂岩中的表壳岩系明显少于大别地区; 苏鲁地区的榴辉岩普遍含有柯石英, 大别地区榴辉岩比较复杂, 除柯石英外, 还有其他类型榴辉岩产出, 只就柯石英榴辉岩而言, 苏鲁地区在化学成分上相对富 MgO 而贫 FeO; 胶东高压-超高压变质带榴辉岩中的单斜辉石相对贫 Na₂O 和 Al₂O₃, 石榴子石只具有自形的轮廓而内部却是成团的单斜辉石、斜方辉石等矿物, 构成所谓礁环构造; 胶东带内一些榴辉岩中出现了斜方辉石, 而其他带的榴辉岩中则没有发现斜方辉石; 郟庐带榴辉岩绝大多数都含有蓝晶石作为初始矿物, 而在胶东高压-超高压变质带则较少见到; 郟庐高压-超高压变质带内不少榴辉岩中石榴子石自形程度很高, 与其相邻的单斜辉石却因石榴子石的生长而失去原本的形态。

3 榴辉岩高压-超高压变质作用及退变质作用的 $p-t$ 条件

表 1 榴辉岩高压-超高压变质作用及退变质作用的 $p-t$ 条件

Table 1 The eclogites $p-t$ condition of high-ultra high pressure metamorphism and retrograde metamorphism

地区	地段	榴辉岩类型	(超) 高压变质阶段	退变质阶段
大别	中南部	角闪榴辉岩	624~ 698 °C(平均 651 °C), > 2.0 GPa	450~ 550 °C, 0.5~ 0.7 GPa
	东南部	柯石英榴辉岩	647~ 755 °C(平均 686 °C), > 2.7~ 3.5 GPa	
	中西部	石英榴辉岩	755~ 783 °C(平均 770 °C), > 1.6 GPa	520~ 610 °C, 0.3~ 0.75 GPa
	西北部	石英榴辉岩	684~ 829 °C(平均 756 °C), > 1.2 GPa	660~ 850 °C, 0.4~ 1.0 GPa
	郟庐带		630~ 920 °C(平均 754 °C), > 2.8~ 3.6 GPa	400~ 500 °C, 0.4~ 1.0 GPa
苏鲁	胶东带(荣成以南)	柯石英榴辉岩	763~ 940 °C(平均 881 °C), > 2.8~ 3.8 GPa	500~ 600 °C, 0.6~ 0.8 GPa
	胶东带(威海地区)			750~ 850 °C, 0.3~ 0.6 GPa

据王小凤等(2000), 稍作修改。

3个高压-超高压变质带内榴辉岩的(超)高压变质作用及退变质作用的温度、压力条件有着明显的不同(表1)。胶东高压-超高压变质带的超高压变质作用及退变质作用的温度、压力是最高的。大别高压-超高压变质带的高压-超高压变质作用及退变质作用的温度、压力相对最小。郟庐高压-超高压变质带超高压变质作用及退变质作用的温度、压力条件则介于二者之间。

4 榴辉岩同位素年龄

将3条高压-超高压变质带中前人测定大量的榴辉岩同位素年龄数据(表2)做同位素年龄曲线

(图1)进行对比,发现3个带的榴辉岩同位素年龄曲线差别相当大:

(1) NEE向展布的胶东高压-超高压变质带的榴辉岩同位素年龄多在700~900 Ma之间,部分在400 Ma左右,年龄值最小为(202±12) Ma。

(2) SEE向展布的大别高压-超高压变质带的榴辉岩同位素年龄多数在400 Ma左右,个别在700~800 Ma之间,年龄值最小为(216±4) Ma。

(3) NNE向展布的郟庐高压-超高压变质带的榴辉岩同位素年龄多数在200 Ma左右,少数在720~1560 Ma之间,年龄值最小为(55.51±0.71) Ma。

表2 高压-超高压变质带内榴辉岩同位素年龄

Table 2 The isotope age of the eclogites in high-ultra high pressure metamorphic belt

超高压带	采样地点	岩性	年龄(Ma)	测定方法及对象	资料来源
胶 东 带	胶东荣成	榴辉岩	418±5	锆石蒸发-沉积法	王来明等,1994
	胶东荣成	榴辉岩	495±20	锆石蒸发-沉积法	王来明等,1994
	胶东荣成(孔家店)	榴辉岩	429.88±7.27	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	徐金芳等,1988
	胶东荣成	榴辉岩	324±20	Sm-Nd	李曙光等,1994
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	232	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	韩宗珠,1994
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	232	Sm-Nd	丛柏林等,1991
	胶东荣成(迟家店)	榴辉岩	392.2±4.9	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	丛柏林等,1991
	胶东荣成(迟家店)	榴辉岩	294	Sm-Nd	丛柏林等,1991
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	232	Sm-Nd	叶凯,1992
	胶东荣成(滕家)	榴辉岩	329	Sm-Nd	徐金芳等,1988
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	717	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	665	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	653	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	687	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成(大疃)	榴辉岩	765	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成(滕家)	榴辉岩	698	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成(滕家)	榴辉岩	730	单锆石蒸发法	康维国等,1996
	胶东荣成	榴辉岩	747±13	锆石蒸发-沉积法	王来明等,1993
	胶东荣成	榴辉岩	900±20	全岩 Pb-Pb 等时年龄	凌贤长等,1993
	胶南青岛(仰口)	石榴辉石岩	680~730	锆石 ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb 视年龄	李曙光等,未刊
胶南青岛(仰口)	榴辉岩	788±10	锆石蒸发-沉积法	王来明等,1994	
胶南青岛(仰口)	榴辉岩	773±10	锆石蒸发-沉积法	王来明等,1994	
胶南青岛(仰口)	榴辉岩(退变)	871±47(上交点) 202±12(下交点)	锆石 U-Pb	李曙光等,1993	
胶南青岛(仰口)	榴辉岩	800~900	锆石 U-Pb	李曙光等,1993	
胶南青岛(仰口)	榴辉岩	773±10	锆石蒸发-沉积法	王来明等,1994	
胶南诸城(桃林)	榴辉岩	222±6	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	韩宗珠等,1991	
胶南诸城	榴辉岩	907±100	U-Pb	王来明等,1994	

(续表 2)

超高压带	采样地点	岩性	年龄 (Ma)	测定方法及对象	资料来源
郯 庐 带	胶南日照(哑口)	榴辉岩	220.7	Sm-Nd	丛柏林等, 1991
	胶南日照(哑口)	榴辉岩	221±6	Sm-Nd 矿物等时年龄	陈移之等, 1993
	胶南日照(马家沟)	榴辉岩	207.8	Sm-Nd	丛柏林等, 1991
	胶南日照(马家沟)	榴辉岩	221±18	Sm-Nd 矿物等时年龄	陈移之等, 1993
	胶南日照(马家沟)	榴辉岩	228±15	Sm-Nd 矿物等时年龄	陈移之等, 1993
	胶南日照(马家沟)	榴辉岩	209±31	Sm-Nd	丛柏林等, 1991
	胶南日照(马家沟)	榴辉岩	210±2	Sm-Nd 矿物等时年龄	张儒缓等, 1993
	胶南日照	石榴辉石岩	55.51±0.71	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	杨建军, 1991
	胶南莒南	榴辉岩	57.09±1.12	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	杨建军, 1991
	胶南莒南(莲子坡)	石榴辉石岩	265.8±2.3	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	杨建军, 1991
	胶南莒南(洙边)	石榴辉石岩	265.8±2.3	Sm-Nd	韩宗珠等, 1994
	胶南莒南(洙边)	石榴辉石岩	223.9±0.9	Rb-Sr 全岩+ 矿物等时年龄	李曙光等, 1994
	胶南莒南(洙边)	石榴辉石岩	228.4±6	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	李曙光等, 1994
	苏北东海(孟中)	榴辉岩	435±0.9	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	张儒媛等, 1993
	苏北东海(青龙山)	榴辉岩	326.1±3.4	Sm-Nd	王银喜等, 1989
	苏北东海(青龙山)	榴辉岩	226.3±4.5	Sm-Nd 全岩+ 矿物等时年龄	李曙光等, 1993
	苏北东海(青龙山)	榴辉岩	219.5±0.5	Rb-Sr 全岩+ 矿物等时年龄	李曙光等, 1993
	苏北东海(青龙山)	榴辉岩	877.5±15.9	Ar-Ar 坪年龄(3T 型多硅白云母)	李曙光等, 1994
	苏北东海(青龙山)	榴辉岩	1108±23	Sm-Nd 全岩等时年龄	王林光等, 1995
	胶南日照(梭罗树)	榴辉岩	827.51±11.96	K-Ar	曹国权等, 1990
	胶南莒南(洙边)	石榴辉石岩	943.2±12.4	Ar-Ar 坪年龄(3T 型多硅白云母)	李曙光等, 1994
	胶南日照(梭罗树)	榴辉岩	721±14	Ar-Ar 坪年龄(3T 型多硅白云母)	曹国权等, 1990
	胶南日照(梭罗树)	榴辉岩	721.48±13.6	Ar-Ar 坪年龄(3T 型多硅白云母)	陈允福等, 1991
	胶南日照(梭罗树)	榴辉岩	1359.13±33.07	K-Ar	曹国权等, 1990
	苏北东海(青龙山)	榴辉岩	1559	K-Ar	杨惠南等, 1990
苏北东海(青龙山)	榴辉岩	1559	K-Ar	杨地惠南等, 1990	
大 别 带	大别山(碧溪岭)	榴辉岩	907±100	锆石 U-Pb	刘若新等, 1995
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	773±20	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	730±16	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	461±7	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	481±25	Sm-Nd 全岩等时年龄	张泽明等, 1995
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	485±22	锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 视年龄	张泽明等, 1995
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	487±14	锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 视年龄	张泽明等, 1995
	大别山(湖北英山)	榴辉岩	262±6	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	216±4	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	307±14	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	449±14	U-Pb	高山等, 2002
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	403±7	U-Pb	简平等, 2000
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	408±8	U-Pb	简平等, 2000
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	424±5	U-Pb	简平等, 2000
	大别山(河南罗山)	榴辉岩	301~366	U-Pb	简平等, 2000
	大别山(熊店)	榴辉岩	544	Sm-Nd 矿物等时年龄	简平等, 1994
	大别山(蜜蜂尖)	榴辉岩	481	Sm-Nd 岩石等时年龄	杨巍然等, 1994
	大别山(蜜蜂尖)	榴辉岩	487±14	锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 视年龄	杨巍然等, 1994
	大别山(熊店)	榴辉岩	468	单锆石蒸发法	杨巍然等, 2000
	大别山(熊店)	榴辉岩	544	Sm-Nd 矿物等时年龄	杨巍然等, 2000
	大别山(石马)	榴辉岩	471	锆石 U-Pb	杨巍然等, 2000
	大别山(英山)	榴辉岩	480	单锆石蒸发法	杨巍然等, 2000
	大别山(碧溪岭)	榴辉岩	263±48	锆石 U-Pb	杨巍然等, 2000
	大别山(碧溪岭)	榴辉岩	452±79	锆石 U-Pb	曹荣龙等, 1995
	大别山(碧溪岭)	榴辉岩	247±68	锆石 U-Pb	刘若新等, 1995
大别山南坡	蓝闪榴辉岩	1127~1139	锆石 U-Pb	杨巍然等, 2000	

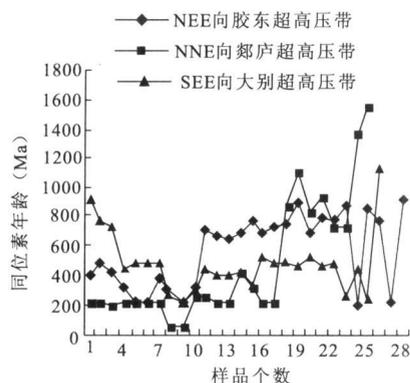


图1 高压-超高压变质带同位素年龄曲线图

Fig. 1 The chart of the isotope age in high-ultra high pressure metamorphic belt

5 高压-超高压变质带内片麻岩或麻粒岩同位素年龄

王沛成等(2001)将胶东(胶南-威海)高压-超高压变质带花岗质片麻岩锆石同位素年龄进行统计(图2),其峰值在700~900 Ma之间。

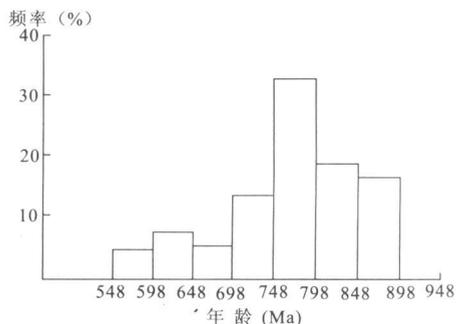


图2 胶南-威海花岗质片麻岩锆石测年结果统计
(据王沛成等, 2001)

Fig. 2 Zircon isotopic age of granitic gneiss in Jiaonan-Weihai area

郯庐高压-超高压变质带内莒南砚柱地段片麻岩的白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 (246.1 ± 0.6) Ma。日照官山花岗质片麻岩的锆石U-Pb测年数据为818 Ma。

大别高压-超高压变质带榴辉岩的直接围岩钙质片麻岩为 (455 ± 2) Ma的峰变质年龄。此外,在大别杂岩中发育有麻粒岩,其中惠兰山麻粒岩属于高压麻粒岩,锆石热蒸发法的年龄为 (443 ± 22)

Ma。产于碰撞造山带中的高压麻粒岩与同一造山带榴辉岩的热历史完全一致(Johansson L等, 1991; Dallnyeer R D等, 1992)。

6 讨论

不同展布方向的3个高压-超高压变质带除了岩石学、变质及退变质温压条件的差异外,同位素年龄的巨大差异也很显著,这种差异还伴随着其围岩或相同高压-超高压变质带内麻粒岩同位素年龄的同样差异。

(1) NEE向展布的胶东高压-超高压变质带。产于该带的榴辉岩不但有柯石英,还有其他高压-超高压变质带没有的斜方辉石,其中的单斜辉石也与其他高压-超高压变质带不同,为透辉石而非绿辉石。因此,该带榴辉岩的高压-超高压变质作用及退变质作用的温度和压力都高于其他两带。榴辉岩的同位素年龄与围岩花岗片麻岩的变质年龄都为700~900 Ma,属晋宁期,是高压-超高压变质作用的主期。说明在晋宁期胶东地块曾与另一地块发生碰撞,形成碰撞造山带。少量400 Ma和200 Ma的榴辉岩同位素年龄值则指示该造山带是多旋回的,加里东期和印支期该造山带还有多次活动,但是其变质作用强度不如晋宁期。其最小年龄值大于200 Ma,说明印支期该造山带的基本构造格局已经定型,高压-超高压变质作用在200 Ma结束。

(2) NNE向展布的郯庐高压-超高压变质带。该带邻近郯庐断裂带,展布方向与郯庐断裂带一致,榴辉岩中普遍含有柯石英,并含特征矿物蓝晶石。其超高压变质作用及退变质作用的温度、压力介于胶东和大别高压-超高压变质带之间。带中榴辉岩同位素年龄值分成了最大和最小两组数值。榴辉岩的围岩花岗片麻岩的年龄值同样也分成了大、小两组。小的一组为55~240 Ma,主要在200 Ma左右,是3个高压-超高压变质带中年龄值最小的一组,属印支期;而大的一组年龄值为720~2000 Ma,平均约900 Ma,又是所有高压-超高压变质带中最大的一组,属晋宁期。大的一组年龄值与胶东高压-超高压变质带的超高压变质作用年龄相近,说明该带与胶东高压-超高压变质带共同经历了晋宁期造山运动。在此之后的近500 Ma中该带一直沉寂。直到印支期,随着日本海和鄂霍次克海的张开、菲律宾板块的俯冲,使得郯庐断裂带两侧发生第二旋回

造山作用。第二轮碰撞造山旋回沿郯庐断裂带进行, 新的高压-超高压变质作用的产物(榴辉岩)在断裂带一侧的原苏鲁高压-超高压变质带内大量产出, 但由于主压应力方向发生了改变, 榴辉岩的展布方向与郯庐断裂带的展布方向近一致, 主压应力方向为近 EW 向。此旋回是该带高压-超高压变质作用的主期。55 Ma 的喜马拉雅造山期, 陆-陆碰撞仍在持续, 高压-超高压变质作用也在持续。该带的推覆造山阶段在此时拉开了序幕, 郯城马陵山开始崛起。

(3) SEE 向展布的大别高压-超高压变质带。该带也是一个多旋回造山带。它经历了 3 次造山运动。少量 700~1 130 Ma 榴辉岩同位素年龄值反映晋宁期华北板块和扬子板块对接而形成统一块体, 形成板块俯冲-碰撞造山带。大量的 400 Ma 左右的榴辉岩同位素年龄值说明加里东期是该带高压-超高压变质作用的主期, 并最终结束了洋壳的发展历史, 形成陆-陆碰撞造山带。个别榴辉岩 250~300 Ma 的同位素年龄值则反映印支运动在该带形成推覆造山带, 奠定了大别造山带基本格局, 其高压-超高压变质作用在此期间结束。

7 结论

苏鲁一大别高压-超高压带是 3 个展布方向不同、主压应力方向不同、形成时期不同、发展和终止时期也各不相同的高压-超高压变质带。

NEE 向胶东超高压带主要形成于晋宁期(700~900 Ma), 加里东期(约 400 Ma)和印支期(约 200 Ma)又有小的活动, 高压超高压变质作用最终在 200 Ma 左右结束。形成该带的主压应力方向为近 SN 向。

SEE 向大别超高压带主要形成于加里东期(400~500 Ma), 之前的晋宁期(700~1 130 Ma)和之后的印支期(250~300 Ma)虽有活动, 但高压超高压变质作用远不如加里东期, 其高压超高压变质作用在 250 Ma 左右结束。形成该带的主压应力方向为近 SN 向。

NNE 向郯庐超高压带早期曾与胶东高压-超高压变质带同为一个带, 形成于晋宁期(约 900 Ma), 主压应力方向为近 SN 向; 加里东期该带未见活动, 印支期(200 Ma)是该带形成的重要时期, 此时的主压应力方向为近 EW 向, 使得榴辉岩的展布方向与郯庐断裂带方向近一致, 喜马拉雅期(55 Ma)该带进入碰撞推覆造山期。至今, 郯城地区仍然是一个地震高发区。

参考文献:

- [1] Dallmyer R D, Johansson L, Moller C. Chronology of Caledonian high pressure granulite-facies metamorphism, uplift and deformation within northern parts of the the western Gneiss Region, Norway[J]. Geological Society of America Bulletin, 1992, 104: 444-455.
- [2] Johansson L, Lindh A, Moller C. Late Sveccoroweigian (Grenville) high pressure granulite-facies metamorphism in south-west Sweden[J]. J. Metamorphic Geol., 1991, 9: 283-292.
- [3] 高山, Yumin Qiu, 凌文黎, 等. 大别山英山和熊店榴辉岩单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 年代学研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(5): 558-563.
- [4] K. C. 康迪[美](张雯华, 李继亮, 译). 板块构造与地壳演化[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [5] 凌贤长. 中国鲁东造山带岩石圈动力学[M]. 香港: 雅园出版社, 2001.
- [6] 李先梓, 严阵, 卢欣祥. 秦岭一大别山花岗岩[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [7] 考沃特 M. P. 里斯 A. C. (徐贵忠, 译). 碰撞构造[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [8] 王沛成, 刘建文, 宋志勇, 等. 胶南-威海造山带与罗迪尼亚(Rodinia)超大陆相关问题的初步探讨[J]. 山东地质, 2001, 17(6): 27-31.
- [9] 王小凤, 李中坚, 陈柏林, 等. 郯庐断裂带[M]. 北京: 地质出版社, 2000.
- [10] 谢寰克, 郭坤一, 冯锦江. 秦岭一大别山古毕鸟夫带“大别杂岩”中高压低温变质矿物的研究[R]. 南京: 地质矿产部南京地质研究所, 1985.
- [11] 杨建军. 苏鲁榴辉岩及有关超基性岩[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [12] 杨巍然, 王国灿, 简平. 大别造山带构造年代学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2000.

ZHANG Pei-qiang¹, WAN Zhi-bo², MA Yu³

(1. Key Laboratory of Lithospheric Tectonics and Lithoprobng Technology, China University of Geosciences, Ministry of Education, Beijing, 100083, China; 2. China University of Geosciences, Beijing, 100083, China; 3. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing, 100081, China)

Abstract: The Sulut-Dabie eclogite, which contains cosine, is the product of high-ultra high pressure metamorphism. Based on the distribution, rock characteristics, $p-t$ condition the Sulut-Dabie high-ultra high pressure metamorphic belt can be compartmentalized into three, i. e. the NEE Jiaodong high-ultra high pressure metamorphic belt, the NNE Tanlu high-ultra high pressure metamorphic belt and the SEE Dabie high-ultra high pressure metamorphic belt. isotopic age values of the three belts show that they are varied in the main compressional stress direction, age of formation and development and termination time. The NEE Jiaodong high-ultra high pressure metamorphic belt was formed in Jinning Epoch of 700-900million year and terminated at 200 million years ago in Indosinian Epoch; the SEE Dabie high-ultra high pressure metamorphic belt in Caledonian Epoch of 400-500 million year and 250 million years ago in Indosinian Epoch; the NNE Tanlu high-ultra high pressure metamorphic belt and the NEE Jiaodong high-ultra high pressure metamorphic belt was the same belt at first and primarily formed from 900 million years ago in Jinning Epoch but it was mainly formed at about 200 million year in Indosinian Epoch and at about 55 million year it entered in thrusting orogenic stage. The main stress of Jiaodong, Dabie and the early Tanlu high-ultra high pressure metamorphic belt were all in SN direction but it turned to EW direction after Indosinian Epoch.

Key Words: Jiaodong; Tanlu; Dabie; eclogite; high-ultra high pressure metamorphic belt; isotopes ages

欢迎订阅 2007年《地质找矿论丛》

《地质找矿论丛》为国家科技部和新闻出版总署批准,由中钢集团天津地质研究院主办的地学科技期刊,于1986年创刊,国内外公开发行。中国标准刊号:ISSN 1001-1412, CN 12-1131/P。

《地质找矿论丛》作为中国科技核心期刊,被美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》、《中国学术期刊文摘(中文版)》和《中国学术期刊文摘(英文版)》等国内外著名文摘刊物收录,是《中国科技论文统计》、《中国学术期刊综合评价数据库》和《中国科学引文数据库》的来源期刊,期刊同时全文入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》、《万方数据系统科技期刊群》、《中文科技期刊数据库》和《华艺 CEPS 中文电子期刊》等电子出版物和数据库,以多种媒体方式向读者提供服务。

《地质找矿论丛》主要报道矿产成矿理论与成矿预测、物质成分及综合利用、矿产地质勘查新技术新方法及其应用、地学信息技术、水文地质与工程地质、环境地质调查与治理、资源勘查工程、矿产品深加工技术、地质矿产技术经济等方面的科研成果、进展评介、研究简报,并不断开拓报道领域与深度。

《地质找矿论丛》面向从事地质科研、矿产勘查、矿山企业、矿产品开发的科技人员和地学院校师生。热忱欢迎地矿行业、地学院校、文献信息部门的单位和个人踊跃订阅并投稿。

《地质找矿论丛》为季刊;每期80页,A4(297 mm×210 mm)开本,每季度末月25日出版;每期定价10.00元,全年共计40.00元。

订阅办法:

(1)向《地质找矿论丛》编辑部函索订单订阅。

编辑部地址:天津市河东区友爱东道平房4号,中钢集团天津地质研究院《地质找矿论丛》编辑部

邮政编码:300181 电话:022-84283083 联系人:王书辉

E-mail: luncong@163.com; luncong@yeah.net

(2)通过“全国非邮发报刊联合发行部”订阅。

地址:天津市大寺泉集北里别墅17号 全国非邮发报刊联合发行部 邮政编码:300385

电话:022-23973378; 23962479 传真:022-23973378

E-mail: LHZD@public.tpt.tj.cn 网址: www.LHZD.com