

文章编号:1009 - 0258(2001)03 ,04 - 0044 - 08

烟台北部古元古代芝罘群 变形变质作用及演化

薛志忠,冯利彬,刘玉潭

(山东省第三地质矿产勘查院,山东烟台 264000)

摘要: 在分析烟台北部芝罘群主要变质岩类的变质矿物共生组合、变质相系及构造岩等特征的基础上,对该群变形、变质作用及演化特征进行了探讨。认为该区芝罘群曾经历 1 期韧性变形作用和 4 期变质作用(古元古代高角闪岩相、中元古代早期低角闪岩相、中元古代晚期高绿片岩相及新元古代低绿片岩相变质作用)。

关键词: 韧性变形作用;复变质作用;芝罘群;烟台市

中图分类号: P588.33⁺2; P588.35

文献标识码: A

1 概述

古元古代芝罘群集中分布于烟台市区北部芝罘岛、崆峒岛等岛屿上,受 NW 向长岛-威海(张家口-渤海-黄海)断裂带控制^[1](图 1);以构造移置型式拼贴于胶东隆起北部。自下而上划分为老爷山组、兵营组和东口组。主要岩性为钾长片麻岩、钾长石英岩、蓝晶十字黑云片岩、透辉变粒岩和橄榄大理岩,另有少量变质基性岩、超基性岩和变质花岗岩呈岩株、岩脉侵入。依据董申保关于变质建造的划分意见(1981),芝罘群可划分为变质泥质岩建造、变质砂砾岩建造和变质碳酸盐岩建造。芝罘群经历的变质作用型式与胶北地区古元古代变质岩相近,二者均经历了 1 期韧性变形作用和 4 期区域变质作用。在空间上,晚期变质作用普遍叠加于早期变质岩之上。

2 变质矿物特征及其共生组合

依据岩相学研究,芝罘群变质岩中出现的典型变质矿物为白云母、钾长石、十字石、蓝晶石、夕线石、橄榄石和透辉石,其主要特征如下:

十字石(St): 它形粒状,定向分布,具金黄多色性,粒径 0.10 ~ 0.55mm,部分颗粒内有 Kp(钾长石)、Qz(石英)、Bit(黑云母)等微粒(呈筛状变晶结构),可见其被 Bit + Mu(白云母) + Qz 交代而呈港湾状,平衡共生组合为 St + Bit + Kp + Pl(斜长石) + Qz。

蓝晶石(Ky): 它形粒状,粒度 0.05 ~ 0.15mm,正高突起,高级白干涉色,正光性,定向

收稿日期:2001 - 04 - 09; 修订日期:2001 - 07 - 20; 编辑: 游文澄

作者简介:薛志忠(1955 -)男,辽宁锦县人,高级工程师,主要从事区域地质调查及矿产地质工作。

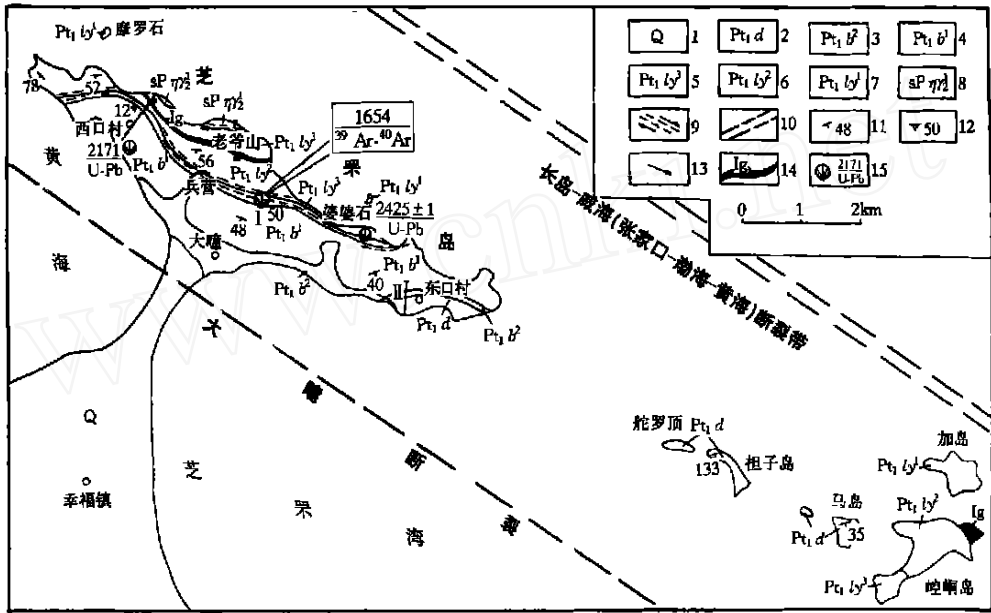


图 1 烟台市芝罘岛及周围岛屿地质略图

(据杨国福等,2001,略有修改)

Fig. 1 Geological sketch of Zhifu island and islands around in Yantai

1—第四系;2—芝罘群东口组;3,4—芝罘群兵营组二段、一段;5,6,7—芝罘群老爷山组三段、二段、一段;8—双顶超单元婆婆石单元;9—中浅部构造相韧性变形带及两盘移动;10—推测断裂;11—地层产状;12—糜棱面理产状;13—矿物拉伸线理产状;14—含镜铁矿岩层;15—同位素年龄取样位置(年龄值(Ma)/测试方法)

分布平行片理,部分颗粒内有 Bit, Kp, Pl, Qz 等微粒(呈穿孔状交代结构)。反映其共生组合及转化关系为 $Bit_1 + Kp_1 + Pl_1 + Qz \rightarrow Ky + Bit_2 + Kp_2 + Qz \rightarrow St + Bit_3 + Pl_2 + Kp_3 + Qz$ 。

白云母:鳞片状,片径 0.12~1.15mm,主要为早期黑云母,部分为长石经叠加变质重结晶的产物。其氧基础数(表 2)Si 为 3.385~3.571(大于 3.0),属多硅白云母。是韧性变形作用(叠加于低角闪岩相变质岩之上)及其后的高绿片岩相变质作用的标志变质矿物。

黑云母:鳞片状,片径 0.05~0.55mm,定向分布。早期黑云母片径为 0.05~0.15mm,棕褐多色性;晚期黑云母片径为 0.25~0.55mm,黄绿多色性,与白云母平衡共生。其化学成分于 $Mg-(Al + Fe^{3+} + Ti)-(Fe^{2+} + Mn)$ 图解中投点,属金云母和铁云母。

钾长石:它形粒状,透镜体状,拉长状,平行片麻理分布,粒径 0.15~2.35mm,格子双晶明显,部分次生变化为 $Mu + Qz$,呈残骸状,(-)2V = 79°,三斜度为 0.85, $Kp = 90.29\% \sim 94.97\%$,属低微斜长石。

斜长石:它形粒状,拉长状定向分布,粒径 0.12~1.15mm,部分颗粒内有 Kp 和 Mu 等微粒(呈交代穿孔结构),聚片双晶,个别双晶弯曲。An 含量为 9.28%,属钠长石。

硅线石(Si):它形粒状,纤维状聚晶,前者与蓝晶石呈平衡共生关系,多已次生变化为 Bit + Kp + Pl 而呈其假象存在。

石英:它形粒状,聚晶条纹状,粒径多为 0.085~0.25mm,部分由长石经叠加退变质作

用形成, $Kp + Mu + Qz$, 成分较简单, SiO_2 含量为 99.25%。

芝罘群变质岩主要变质矿物共生组合见表 1。

表 1 芝罘群变质岩主要变质矿物共生组合

Table 1 Paragenetic association of metamorphic minerals of the major metamorphic rocks in Zhifu group

| 变质期 | 变质相 | 变质泥质岩 | 变质富镁碳酸盐岩 | 变质基性岩 | 变质超基性岩 |
|-----|---------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 第四期 | 低压相系低 | Mu + Kp + Qz + Mt | Cal + Pl + Qz | Chl + Ser + Ab + Qz + Mt | Chl + Ep + Pl + Qz |
| | 绿片岩相 | Mu + Qz | Cal + Qz | Chl + Ep + Zo + Ab + Qz | Phl + Ep + Pl + Mt |
| 第三期 | 中压相系高 | Mu + Kp + Pl + Qz | Sep + Cal + Qz + Pl + Do | Act + Bit + Pl + Qz | Bit + Phl + Pl + Mt |
| | 绿片岩相 | Bit + Mu + Kp + Pl + Qz | Act + Phl + Cal + Pl + Qz | Hb + Ep | Atg + Phl + Pl + Mt |
| 第二期 | 中压相系低 角闪岩相 | Mu + Kp + Qz | Act + Cal + Qz + Pl | Bit + Pl + Hb + Qz + Mt | Mp + Hb + Bit + Pl |
| | | St + Bit + Pl + Qz + Mu | Tl + Di + Cal + Qz + Pl | Tl + Atg + Pl + Qz | Hb + Bit + Sep + Ap |
| | | Bit + Mu + Qz + Kp + Pl | Tl + Act + Cal + Pl + Qz | Hb + Bit + Pl + Qz + Mt | Tl + Atg + Pl + Mt + Ap |
| 第一期 | 中压相系高 角闪岩相 | Sp + Ky + Bit + Kp + Qz | Fo + Di + Cal + Pl + Qz | Di + Hb + Pl + Qz + Mt | Mp + Hb + Pl |
| | | Ky + Sl + Bit + Kp + Qz | Sp + Cal + Pl + Qz + Di | Hb + Mp + Pl + Qz + Mt | Mp + Pl + Mt |

注: Act—阳起石; Ab—钠长石; Atg—叶蛇纹石; Ap—磷灰石; Bit—黑云母; Cal—方解石; Chl—绿泥石; Do—白云石; Di—透辉石; Ep—绿帘石; Fo—镁橄榄石; Hb—角闪石; Ky—蓝晶石; Kp—钾长石; Mu—白云母; Mt—磁铁矿; Mp—单斜辉石; Pl—斜长石; Phl—金云母; Qz—石英; Sp—尖晶石; St—十字石; Ser—绢云母; Sep—蛇纹石; Tl—透闪石; Zo—黝帘石。

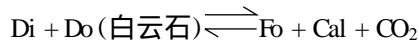
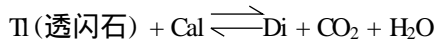
同位素地质年龄: 第一期为 2250 ~ 2175Ma; 第二期为 1750 ~ 1674Ma; 第三期为 1449 ~ 1221Ma; 第四期为 600Ma。

3 变质相系特征

3.1 高角闪岩相变质作用

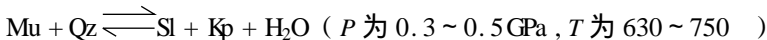
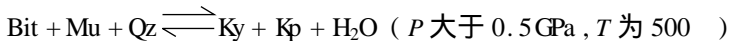
高角闪岩相变质作用的矿物共生组合为: 变质泥质岩中出现 $Ky + Sl + Bit + Kp + Qz$ 变质矿物; 变质富镁碳酸盐岩中出现 Fo (镁橄榄石) + Di (透辉石) + Cal (方解石) + Pl 变质矿物; 变质基性岩中出现 $Di + Hb$ (角闪石) + Pl 等变质矿物。

厚层状橄榄大理岩的矿物组合由以下变质反应生成:



据 Metz (1982) 的实验结果, 上述反应的形成条件: P 为 0.5 ~ 0.8 GPa, T 大于 700。

老爷山组三段的黑云片岩中, 可见蓝晶石与夕线石共存, 其变质条件位于单变平衡线附近, 说明存在如下变质反应:



呈岩株、岩脉侵入于芝罘群中的变质基性岩, 角闪石呈它形粒状, 内有单斜辉石残晶, 变质反应为 Mp (单斜辉石) + $Pl_1 - Hb + Di + Pl_2 + Qz + Mt$ (磁铁矿) (理论条件: P 为 0.55 ~ 0.86 GPa, T 为 700 ~ 800); 其角闪石-斜长石矿物对计算结果 P 为 0.66 ~ 0.82 GPa, T 为 640 ~ 730。据此认为该期变质作用压力为 0.65 ~ 0.80 GPa, 温度为 700 ~ 750, 地热梯度为 23 ~ 27 / km, 属中压相系区域中高温变质作用。

3.2 低角闪岩相变质作用

低角闪岩相变质作用的矿物共生组合为: 变质泥质岩中出现 $Ky + Bit + Mu + Qz$ 和 Ky

+ St + Bit + Pl + Kp + Qz 变质矿物;变质富镁碳酸盐岩中出现 Tl + Di + Cal + Pl + Qz 变质矿物;变质基性—超基性岩中出现 Hb + Bit + Pl + Qz 和 Hb + Tl + Act (阳起石) + Pl + Qz 变质矿物;变质酸性岩中出现 Kp + Pl + Bit + Mu + Qz 等变质矿物。

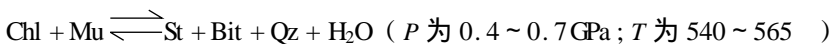
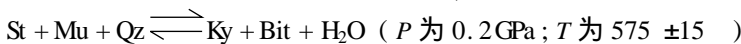
表 2 芝罘群老爷山组三段变质岩主要变质矿物化学组分及阳离子数

Table 2 Chemical compositions and cation numbers of major metamorphic minerals of metamorphic rocks in third section of Zhifu group

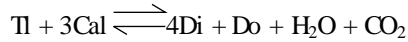
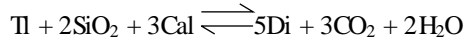
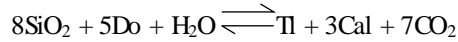
| 矿物 | 钾长石 | 钾长石 | 斜长石 | 白云母 | 白云母 | 白云母 | 石英 | 黑云母 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 岩性 | 二云片岩 | 钾长片麻岩 | 钾长片麻岩 | 二云片岩 | 二云片岩 | 钾长片麻岩 | 二云片岩 | 二云片岩 |
| 样号 | KGP12 - 1 | KGP18 - 2 | KGP18 - 1 | KGP11 - 1 | KGP12 - 2 | KGP18 - 3 | KGP11 - 4 | KGP11 - 3 |
| SiO ₂ | 63.78 | 63.84 | 67.58 | 48.71 | 48.19 | 48.27 | 99.25 | 37.84 |
| TiO ₂ | 0.14 | 0.41 | 0.17 | 0.83 | 1.03 | 0.92 | 0 | 1.65 |
| Al ₂ O ₃ | 17.72 | 17.84 | 21.19 | 23.92 | 27.19 | 27.77 | 0.04 | 16.66 |
| Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.61 |
| FeO | 0.01 | 0.18 | 0.11 | 6.42 | 5.85 | 5.47 | 0.03 | 1.76 |
| MnO | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0.01 | 0.16 | 0 | 0.22 |
| MgO | 0.11 | 0.06 | 0.28 | 3.57 | 2.58 | 2.16 | 0.01 | 16.20 |
| CaO | 0.08 | 0.08 | 1.03 | 0 | 0.05 | 0.13 | 0 | 0.04 |
| Na ₂ O | 0.54 | 1.08 | 10.06 | 0.33 | 0.30 | 0.09 | 0 | 0.20 |
| K ₂ O | 16.72 | 15.86 | 1.32 | 11.25 | 11.40 | 11.42 | 0 | 10.16 |
| Cr ₂ O ₃ | 0 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0 | 0.04 | 0 |
| 合计 | 99.18 | 99.39 | 100.04 | 95.09 | 96.62 | 96.39 | 99.37 | 96.02 |
| 氧基础数 | 8 | 8 | 8 | 12 | 12 | 12 | 5 | 12 |
| Si | 2.990 | 2.907 | 2.897 | 3.385 | 3.515 | 3.571 | 2.499 | 2.940 |
| Al | 0.090 | 0.024 | 0.102 | 0.615 | 0.485 | 0.429 | 0 | 1.060 |
| Al | 0.970 | 0.956 | 0.998 | 2.284 | 1.885 | 1.992 | 0.001 | 0.470 |
| Ti | 0.005 | 0.014 | 0.006 | 0.031 | 0.057 | 0.051 | 0 | 0.100 |
| Fe ³⁺ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.740 |
| Fe ²⁺ | 0.002 | 0.007 | 0.080 | 0.128 | 0.362 | 0.338 | 0.002 | 0.110 |
| Mn | 0 | 0 | 0.003 | 0.011 | 0 | 0.010 | 0 | 0.010 |
| Mg | 0.008 | 0.004 | 0.019 | 0.158 | 0.284 | 0.238 | 0.001 | 1.880 |
| Ca | 0.004 | 0.004 | 0.049 | 0.002 | 0.004 | 0.010 | 0 | 0.005 |
| Na | 0.049 | 0.098 | 0.859 | 0.043 | 0.043 | 0.013 | 0 | 0.030 |
| K | 0.999 | 0.944 | 0.074 | 1.002 | 1.075 | 1.077 | 0 | 1.010 |
| Cr | 0.002 | 0.001 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0.001 | 0 |
| Kp | 94.97 | 90.29 | 7.22 | — | — | — | — | — |
| Ab | 4.66 | 9.33 | 83.51 | — | — | — | — | — |
| An | 0.37 | 0.38 | 9.28 | — | — | — | — | — |

注: Kp—钾长石; Ab—钠长石; An—钙长石。

蓝晶石与十字石共存时的变质反应(霍斯契克, 1969):

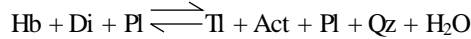
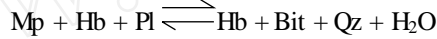


透闪石和透辉石是不纯大理岩中常见的变质矿物。不纯大理岩中往往含有石英和白云石,二者反应可生成透闪石和透辉石:



据张翊钧(1991)研究^[2],以上变质作用的反应条件: P 为0.2~0.5GPa, T 为520~620。

变质基性岩、超基性岩中的角闪石多被黑云母包裹甚至完全替代;而角闪石和透辉石则多被透闪石、阳起石交代而呈残骸状,其变质反应为:



据孙德育等(1993)研究^[3],以上变质反应的条件: P 为0.52~0.61GPa, T 为560~625。

综上所述,芝罘群及其变质侵入岩的变质作用条件: P 为0.5~0.65GPa, T 为540~620,地热梯度22~27/km,属中压相系区域中温变质作用。

3.3 高绿片岩相变质作用

以广泛发育的白云母+微斜长石组合为标志,属叠加退变质作用。据其共存的二长石矿物对估算变质条件: P 为0.51~0.62GPa, T 为420~470;利用多硅白云母中Si的含量与 P - T 关系图解确定白云母的形成条件: P 为0.52~0.62GPa, T 为410~420;地热梯度为18.9~20.5/km,属中压相系中低温动力变质作用。

3.4 低绿片岩相变质作用

区内低绿片岩相变质作用以变质泥质岩中广泛出现的Ser(绢云母)+Mu+Kp+Pl+Qz等矿物共生组合为代表,据Winkler(1976)资料,其变质作用条件 P 为0.35~0.4GPa, T 为350~400。属低压相系区域低温动力变质作用。

4 韧性变形作用

芝罘群变质岩普遍经历了程度不同的韧性变形作用,其中婆婆石—西口村北老爷山组三段上部和兵营组一段下部,以及老爷山北部老爷山组一段底部发育的强变形带较为典型。

4.1 构造岩特征及变形、变质作用分析

该变形带主期变形作用为叠加于区域低角闪岩相变质岩的退变质作用。强变形带沿NW—SE向呈带状顺层展布。主要构造岩类型为片状白云母石英质糜棱岩、片麻状白云母钾长石质糜棱岩、条纹条带状长石石英质糜棱岩、片状富云母质糜棱岩、片状黑云斜长角闪质糜棱岩。这些构造岩与上、下盘围岩均呈渐变关系。

野外观察,糜棱岩特征较为典型,糜棱面理密度自弱变形域至强变形带由8个/cm 16个/cm,石英聚晶拉长呈杆状($X/Z=15:1\sim 33:1$),片状斜长角闪岩、黑云片岩、片状橄榄大理岩均以扁饼状平行糜棱面理分布,矿物拉伸线理发育。

镜下观察,芝罘群变质岩强变形带构造岩具典型糜棱结构,长石均拉长定向,亚颗粒

化发育,部分见不完整的核幔构造,大部分已次生变化为白云母+石英细粒集合体,并呈片状构造;石英呈拉长聚晶带状,粒间多具“缝合线”结构,亚颗粒化显著,核幔结构明显,部分见其颗粒呈条纹状环绕透镜状长石残斑呈“眼球状”构造;云母均强烈定向组成糜棱面理,“云母鱼”构造多见。

同构造新生矿物组合:变质基性岩为 $\text{Bit} + \text{Pl} \pm \text{Hb} + \text{Qz} + \text{Mt}$;变质碎屑岩与变质酸性岩为 $\text{Kp} + \text{Pl} + \text{Mu} + \text{Qz}$;变质碳酸盐岩为 $\text{Sep} + \text{Cal} + \text{Tl} + \text{Kp} + \text{Pl} + \text{Qz}$ 。构造岩具明显叠加退变质带特征,属中浅部构造变形相,相当于高绿片岩相。

该强韧性变形带经历了叠加高绿片岩相、低绿片岩相区域变质作用,其出现的变质矿物共生组合与同期区域变质岩一致。

4.2 运动学特征

该变形带中普遍发育“a型”褶皱,钾长石变斑晶呈拖曳构造、石英杆状构造和不对称构造;结合矿物拉伸线理统计结果,以及石英(C)轴组构图中主极密主要显右旋滑移、中

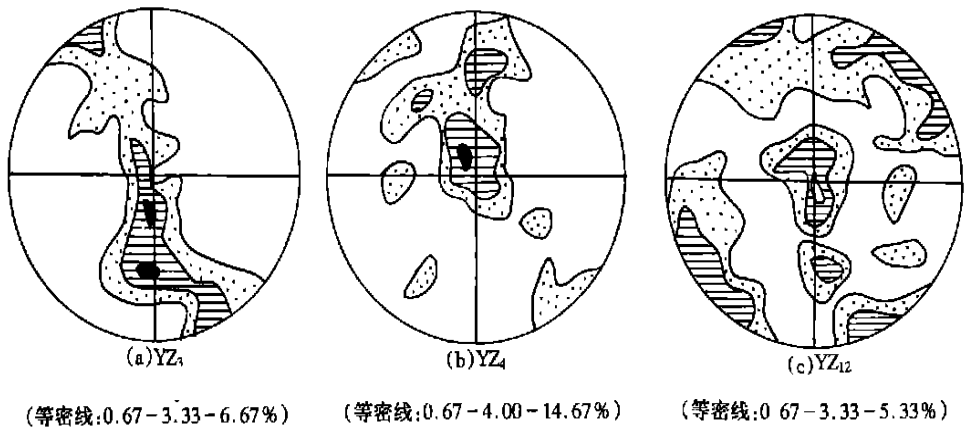


图2 烟台市芝罘岛婆婆石韧性变形带石英(C)轴组构图

(测150颗石英,下半球投影)

Fig. 2 Quartz fabric (C-axis) in Poposhi ductile deformation belt of Zhifu island in Yantai

低温变形(亦有左旋滑移、低温变形)等标志(图2),均指示其主期变形经历了自SE-NW的逆冲式(右行走滑性质)韧性剪切变形作用,晚期叠加有左行走滑性质韧性变形作用。

4.3 变形机制

强韧性变形带中计算富林指数 $K = 0.4 \sim 1.35$,反映其经历了多期次韧性变形作用,主期以简单剪切变形为主,晚期叠加有压扁和拉伸变形作用机制。

4.4 剪应变()及位移量

利用横穿变形带石英聚晶轴比测定统计结果计算剪应变()^[4]为3.65~5.85,强变形带主期变形两盘垂向位移量大于1986m,斜向位移量大于3473m。

4.5 差异应力估算

依据石英亚颗粒粒度统计结果,估算其变形差异应力为58.65~64.78MPa(表3)。

表3 烟台市芝罘岛婆婆石韧性变形带差异应力估算结果

Table 3 Estimated result of differential stress in Poposhi ductile metamorphic belt of Zhifu island, Yantai

| 样品号 | 石英动态 重结晶粒度 (μm) | 差异应力 (MPa) | | 变形温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 变形压力 (GPa) |
|-------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| | | $\dot{\epsilon} = 190\text{d}^{-1}$ Raleigh (1970) | $\dot{\epsilon} = 5.56\text{d}^{-0.68}$ Twiss (1977) | | |
| b1138 | 2.933 | 64.78 | 58.65 | 490 | 0.43 ~ 1.0 |

4.6 变形时代

该变形带之片麻状白云母钾长石英质糜棱岩中白云母 $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 同位素地质年龄为 $1654 \pm 3\text{Ma}$ (样位坐标:东经 $121^{\circ}22'48''$,北纬 $37^{\circ}36'45''$)。据此认为其变形时代为中元古代。

5 变质作用演化

根据芝罘群变质作用特征,结合同位素地质年龄和区域地质事件序列等,其变质作用可分为四个阶段。

5.1 古元古代变质阶段

芝罘群形成后,伴随变质侵入岩以主动机制侵位,发生了高角闪岩相变质作用;兵营组钾长石英岩中单锆石U-Pb年龄为 2171Ma ,可代表该期变质作用的年代。依据董申保对区域变质作用类型和变质期的划分原则,这一阶段的变质作用属古元古期区域中高温变质作用。

5.2 中元古代早期变质阶段

发生在这一阶段的低角闪岩相变质作用,不同程度叠加了相当高绿片岩相的中浅部构造相顺层韧性变形作用,片麻状白云母钾长石英质糜棱岩的白云母 $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 坪谱年龄为 1654Ma ,可代表该期变质作用时代。属中元古早期区域中温变质作用。

5.3 中元古代晚期变质阶段

福山东厅古元古代粉子山群岗嵒组黑云片岩K-Ar年龄为 1076Ma ,反映了该阶段变质作用的存在。这期伴随区域玲珑超单元花岗质岩浆侵位而发生的高绿片岩相变质作用,属中元古代晚期区域中低温动力变质作用。

5.4 新元古代变质阶段

这一阶段的变质作用属区域低温动力变质

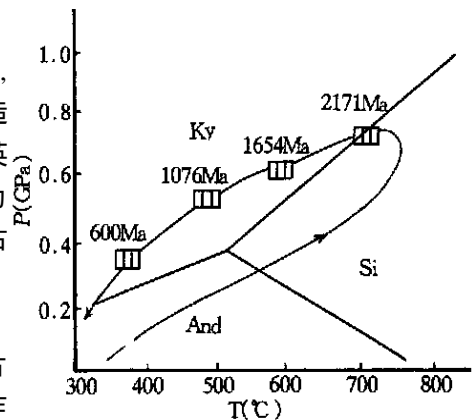


图3 芝罘群变质作用 $P-T$ 演化轨迹
Fig. 3 Sketch showing $P-T$ trend of metamorphic evolution of Zhifu group
Ky—蓝晶石; Si—硅线石; And—红柱石

作用,胶北地区新元古代蓬莱群变质作用年龄为 $600\text{Ma} \pm$,可代表这一阶段变质作用时代,此为芝罘群隆升变形中经历的一期动力退变质作用。

据此建立的芝罘群变质作用 PTt 演化趋势线(图3),呈逆时针演化形式。

芝罘群沉积建造反映的由滨海相碎屑沉积到浅海相泥质、碳酸盐沉积的旋回性演化,与 Wells(1980)提出的壳内增生及岩浆底侵的变质动力学模式类似,属大陆岛弧区或大陆边缘造山带的变质作用 PTt 轨迹^[5]。

文中部分引用了15万烟台市等五幅区域地质调查成果,文稿承蒙张成基教授级高级工程师和刘殿浩、李建华高级工程师审阅和指导,谨致谢意。

参考文献:

- [1] 侯贵迁,叶良新,杜庆娥.渤海断裂带的构造机制及其地质意义[J].地质科学,1999,7(3):375-380.
- [2] 张翊钧.不纯碳酸盐岩中的变质矿物[J].地质论评,1991,37(5):404-410.
- [3] 孙德育,刘正宏,凌贤长,等.辽北抚顺东部地区前寒武纪地质及构造演化[M].北京:地震出版社,1993.
- [4] 郑亚东,常志忠,等.岩石有限应变测量及韧性剪切带[M].北京:地质出版社,1985.
- [5] 吴泰然,刘树文,张臣.华北地台北缘中段中新元古代地块的 PTt 轨迹及构造演化研究.地球科学,1998,9(5):487-492.

Deformation, Metamorphism and Evolution of Zhifu Palaeo - proterozoic Group in North of Yantai City

XUE Zhi - zhong, FENGLi - bin, LIU Yu - tan

(No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong, Yantai 264000, China)

Abstract: Characteristics of paragenetic association of metamorphic minerals, metamorphic - facies series and tectonites of major metamorphic rocks in Zhifu group in north of Yantai city have been analysed in this paper, and characteristics of deformation, metamorphism and evolution studied as well. It is regarded that Zhifu group has once experienced one ductile deformation period and four metamorphism period (Palaeo - proterozoic high - breccia facies metamorphism, low - breccia facies metamorphism in early period of Meso - proterozoic, high - greenschist facies metamorphism in late period of Meso - proterozoic and Neo - proterozoic low - greenschist facies metamorphism).

Key words: Ductile deformation; metamorphism; Zhifu group; Yantai in Shandong province