

五台山区甘泉一带变质砾岩特征及地质意义

党红敏, 张建中, 刘成如

(山西省地质调查院晋中分院, 晋中 030600)

摘 要:山西五台山区甘泉一带呈层状夹于五台岩群中的变质砾岩,曾作为五台岩群划分为中、下亚群的重要标志。该变质砾岩层布丁状,沿着五台岩群大型复式向斜核部呈“之”字形断续出露,区域上呈一强变形带。砾岩胶结物为强烈糜棱岩化、构造片岩化的中基性火山熔岩。砾石成分为强烈塑性变形的五台岩群不同层位的滚圆度好、分选性差的复杂成分陆源物及构造、热液成因的假砾石。研究确认,在这套变质砾岩层的两侧分别存在以五台岩群不同层位为底界、以该砾岩为底砾岩的甘泉不整合和宽滩不整合,变质砾岩层分别切割所谓五台岩群下亚群和中亚群的地层。因此,甘泉变质砾岩为叠置于五台岩群之上的地层单元,不能作为五台岩群中、下亚群的界限标志,甘泉变质砾岩应从五台岩群剔除,归属于漳沱群四集庄组。

关键词:五台岩群;甘泉变质砾岩;漳沱群砾岩

中图分类号:P 534. 1

文献标识码:A

文章编号:1007-6956(2004)04-0228-06

1 前言

自王曰伦(1955)在五台山区发现变质砾岩是漳沱群底界^[1]以及马杏垣(1957)对五台山地质构造开创性的研究^[2]以来,五台群在我国早前寒武纪地质中一直占有重要地位。在1:20万平型关幅(1963~1967)对五台群系统划分建立层序之后,随着科研、教学、专题研究的深入和1:5万区调工作的开展,从上世纪七十年代末起,五台群的组、段的相对顺序甚至亚群的划分界线,逐年都有不同意见、变更和进展^[3~5]。例如,代表上世纪研究水平并且影响较大的是白瑾等^[3](1986)以五台群新发现的甘泉变质砾岩和洪寺含砾石英岩为标志,将五台群划分为下部石咀亚群、中部台怀亚群和上部高凡亚群的“三分”方案,但田永清(1991)则以改变甘泉不整合的含义而将台怀亚群合并于石咀亚群,将三分的五台群变成二分^[5]。此后,1:5万岩头、豆村幅地质报告以李家庄一带原铺上组芦咀头段中发现的变质砾岩作为五台群中、下亚群分界,把五台中、下亚群的界面由柏枝岩组底界上提到该组顶界,并重新厘定了五台群层序。其后开展的1:25万区调则认为五台群为一总体有序、局部无序的构造地层单

位,改称为五台岩群。

上述五台群的建立、亚群的提出、界线的变更和废弃,除了因同一岩层的变质程度不同引起外,变质砾岩的层位和归属认识不同是最主要的原因。为此,笔者以甘泉变质砾岩的类型、特征、砾石成分和胶结物性质等方面的研究,在为五台群的划分提供实际资料的同时,也对变质砾岩的成因和意义提出粗浅看法,以供讨论。

2 甘泉变质砾岩是叠置在五台岩群之上的地层单元

甘泉变质砾岩发现于上世纪八十年代初期,沿五台群大型复式向斜核部呈“之”字形断续出露,分布于山碰、殷家会、甘泉、宽滩、娘娘会、土岭村、康家沟、羊蹄滩、阳坡道、太平沟,经三十亩地向南西延至观音洞、塔沟等地(图1),曾被作为五台岩群划分中、下亚群的重要界限标志^[3,4]。砾岩层在甘泉不整合处厚0.5~10 m,在宽滩—娘娘会一带发育最佳,视厚度达104.8 m。由于经历了吕梁期褶皱构造置换和推覆剪切构造的改造,甘泉变质砾岩不但厚度不一,而且常与五台(岩)群绿片岩“共生”呈“互层”状,有些地区甚至呈布丁状,在区域上构成

收稿日期:2004-04-09;改回日期:2004-07-17

基金项目:国土资源部地质调查项目1:25万忻州市城区调(20001300004051)

作者简介:党红敏(1971-),女,工程师,从事岩矿鉴定工作。

一条强变形带,除个别露头发现二者构造线交 切外,绝大多数地区很难找到二者确切分界。

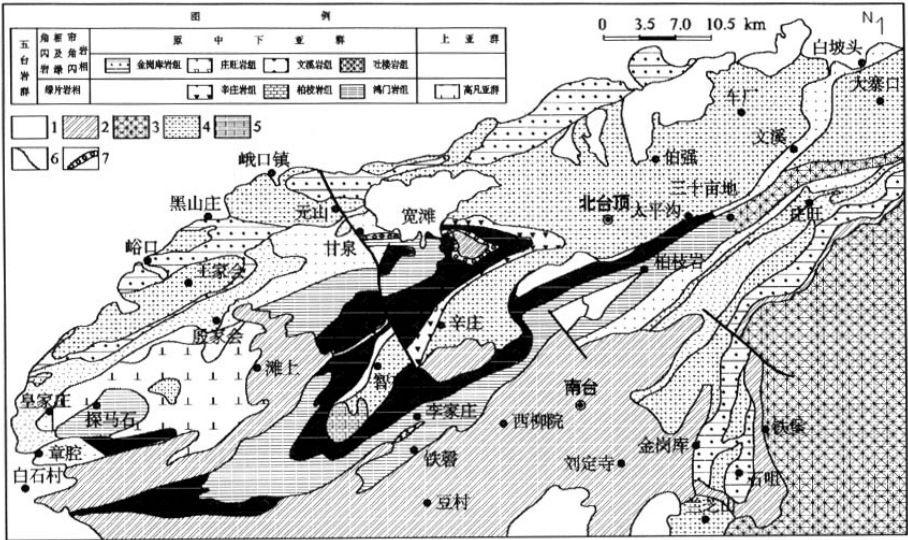


图 1 五台山地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of Wutaishan Mountain

1. 盖层;2. 溱沱群;3. 阜平岩群结晶杂岩;4. 前寒武纪变质花岗岩;5. 前寒武纪变质辉长辉绿岩;6. 断层;7. 甘泉变质砾岩

1981 年,白瑾等发现这层变质砾岩的外圈(“之”字形构造的北南东三面)压盖在五台岩群文溪组含铁岩系之上,在甘泉村北峨河北岸山坡上,可追索到砾岩斜切磁铁石英岩层;同时磁铁石英岩形成倒转的紧闭褶皱,而砾岩层在该紧闭褶皱上盘呈同斜褶皱(图 2 左上插图)。由于下伏地层比砾岩多一期褶皱,两者构造不协调,因此白瑾等认为甘泉变质砾岩是新于五台群下亚群(石咀亚群)文溪组的地层,处理成五台岩群中亚群(台怀亚群)的底砾岩,并命名为甘泉不整合^[3]。但是,1986 年 1:5 万区调岩头测区于甘泉不整合的另一侧,发现这一成条带状作“之”字形分布的砾岩层,其内侧对中亚群(台怀亚群)鸿门岩组地层亦具不整合现象,即宽滩不

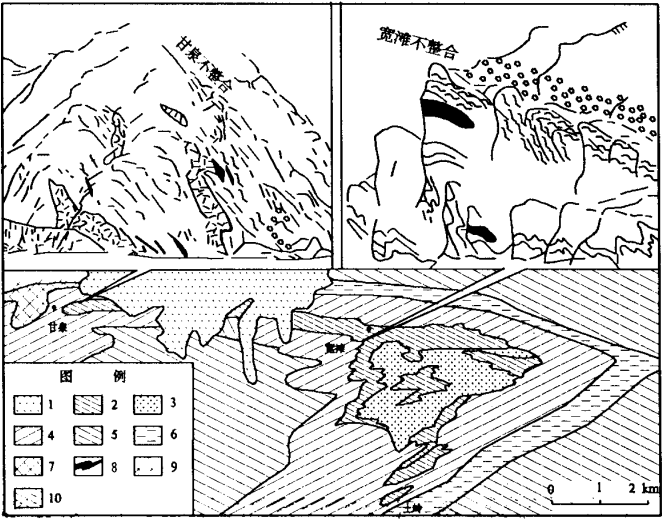


图 2 甘泉、宽滩不整合露头素描与区域地质略图

Fig. 2 Geological and outcrop sketch for unconformity at Ganquan and Kuantan of Wutaishan

1. 寒武系—奥陶系盖层;2. 变质砾岩;3. 变质石英岩;4. 柏枝岩组绿泥片岩;5. 鸿门岩组绿泥片岩;6. 辛庄岩组或庄旺岩组;7. 文溪岩组绿泥片岩;8. 磁铁石英岩;9. 斜长花岗岩;10. 片麻状花岗岩

整合。其野外现象是:①该变质砾岩压盖在鸿门岩组的不同层位上,在宽滩村它压盖在含砾

磁铁石英岩的绿片岩系(实际上属柏枝岩组)之上;②变质砾岩截切了下伏沉积(变质)地层的褶皱构造,因此表现为与下伏地层构造不协调,这一现象在宽滩村露头上可目击(图 2 右上插图)。

根据上述,这一长条状变质砾岩层与“之”字形构造外侧的所谓下亚群呈沉积不整合,又与内侧所谓中亚群呈不整合。因此,这套所谓五台岩群中、下亚群分界的甘泉变质砾岩标志层,应是卷入五台岩群地层之中,叠置于五台岩群不同层位之上,比中亚群(台怀亚群)更新的沉积地层单元构成的紧闭向斜。通过区域对比和追索,在宽滩村东这套砾岩之上有确凿的溥沱群豆村亚群南台组寿阳山段(石英岩、长石石英岩)的连续沉积,因此,将它视为溥沱群底砾岩是合适的。

3 甘泉变质砾岩特征

甘泉变质砾岩为强烈韧性变形的底砾岩,呈层状或布丁化透镜状断续出露于五台岩群分布区,其岩性和厚度变化较大,砾石成分复杂,且不同地段有很大差异。砾岩胶结物普遍糜棱岩化与构造片岩化。磨圆度好或较好的砾石被剪切压扁呈饼状、透镜状、长条棒状、马鞍状、钩状等不规则的扭曲形态,砾石断面大小一般为 $1 \times 2 \text{ cm} \sim 10 \times 30 \text{ cm}$, 偶见 $(5 \sim 30) \times 130 \text{ cm}$, 砾石含量一般 $5\% \sim 20\%$, 少数达 40% 左右,属于极不饱和型砾岩。



图 3 宽滩村东熔岩胶结强变形的甘泉砾岩露头

Fig. 3 Sketch showing the deformed Ganquan conglomerate cemented by the lava, taken from the east of Kuantan Village

3.1 变质砾岩的砾石成分

砾石大小混杂,分选性差,不同地段的砾石含量、平均大小及成分皆有较大的变化。根据

野外观察的不同地点不同岩性的 30 件砾石,镜下鉴定可分为陆源型沉积砾石和构造、热液成因的假砾石。

3.1.1 陆源型沉积砾石

(1)钙质石英岩:灰白—深灰色,少数粉红色者野外常被误认为花岗岩砾石,镜下呈细粒花岗变晶镶嵌结构至微晶他形粒状结构,由石英($70\% \sim 95\%$)、含铁碳酸盐矿物($5\% \sim 15\%$)及少量绿泥石、绢云母、电气石、磷灰石、金属矿物组成,碳酸盐矿物和点尘状金属矿物常构成细条纹或斑状集合体。

(2)条纹状石英岩:呈褐红与灰白、深灰与紫褐色相间的条纹或韵律层状,细粒花岗变晶结构与微晶他形粒状结构,由石英($75\% \sim 90\%$)、含铁碳酸盐矿物($5\% \sim 10\%$)、磁铁矿、黄铁矿等组成。细条纹构造发育,条纹多数与胶结物片理斜交,少数一致。

上述两种石英岩砾石中见新生绢云母、绿泥石等矿物,变质级别达低绿片岩相,镜下观察未发现变余砂状结构,而且含铁碳酸盐矿物、磁铁矿、硫化物等常成条纹构造。有的石英岩砾石的方解石含量较多,是原为钙质石英岩还是钙质胶结的石英砂质团块变质产物,有待今后研究。

(3)磁铁石英岩:不同形态的砾石体本身均呈条纹—条带状构造,细粒花岗变晶镶嵌结构,条纹常弯曲柔皱。矿物粒径 $< 0.05 \sim 0.3 \text{ mm}$, 不同粒度的石英常分别构成条带或团块。矿物共生组合为:石英 + 磁铁矿 + 方解石 $\pm$ 绿泥石 $\pm$ 绢云母 $\pm$ 磷灰石,变质程度为低绿片岩相,较高变质级的闪石型磁铁石英岩、含榴磁铁石英岩等均未发现,据此,推测磁铁石英岩砾石来自五台群的中亚群(台怀亚群)的铁矿层。

(4)变质斜(钠)长花岗岩:浅灰、粉红色,细—中细粒状,变余半自形粒状结构或板状斜长石构成交织结构。斜长石为钠长石($50\% \sim 70\%$),方解石大量出现($15\% \sim 30\%$),石英含量约 $5\% \sim 15\%$ 。岩石类似侵入于五台岩群顶部的浅成中酸性侵入体,为何含较多的方解石?原因不详。

(5)变质角斑岩、细碧岩:灰白、浅粉—深灰色,细粒状,镜下为典型的变余交织结构、流动

构造。主要成分为板条状斜长石(70%~80%)及绿泥石、绢云母、石英、方解石、磁铁矿、磷灰石等。岩石不同程度的糜棱岩化、碳酸盐化,岩性与鸿门岩组中的角斑岩、细碧岩相类似。

3.1.2 构造、热液型成因的假砾石

(1)脉石英砾石:白色、灰白色,呈顺片理的曲折脉体、串珠状布丁体及旋转透镜体,为单成分乳白色石英组成。脉石英类砾石含量高者可达砾石总量的70%以上,甚至全部。它可能是侵入的石英脉构造布丁化的结果。

(2)电气石岩:由纯电气石组成,为黑色柱状集合体,含于变质基性熔岩(绿泥钠长片岩)的胶结物中,其成因可能与构造面的热液活动有关,见于羊蹄滩一带。

(3)条带状岩石:为胶结物中不同成分的条带,如碳酸盐条带,绿泥片岩条带,长英质条带构成揉皱状的似砾石。

3.2 变质砾岩胶结物特征

甘泉变质砾岩层位于强变形带,砾岩胶结物为强烈糜棱岩化与构造片岩化的绿泥(钠长)片岩、钙质绢云绿泥片岩及绿泥绢云长英片岩,大都无法辨认原岩结构、构造。经显微镜下观察,部分胶结物中重结晶粒化的长石集合体,显示板条状轮廓及具隐约的变余间隐结构、变余间粒结构,少数绿泥钠长片岩类型胶结物具典型的变余含长交织结构。露头尺度及手标本观察,部分胶结物具碎屑岩特征,镜下见碎斑状及棱角状斜长石。根据现在能观察到的变余组构,说明胶结物原岩为中基性火山熔岩及凝灰岩。据三个砾岩胶结物(绿片岩)化学分析结果^①是 $\text{SiO}_2 = 50.19\% \sim 53.60\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12.43\% \sim 13.47\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 1.70\% \sim 2.8\%$, $\text{K}_2\text{O} = 0.06\% \sim 1.95\%$, 单样 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 。尼格里参数 $al - alk$ 介于 13.12~16.81, 平均 14.44, C 介于 5.9~18.67, 平均 12.25, 显示正变质岩的特征。在恢复原岩的尼格里四面体图解(1954)中落于火成岩区, 沃克等(1960)的 $\text{MgO} - \text{CaO} - \text{FeO}$ 图解中落于 I 区(正斜长角闪岩区)内及其右侧, 均显示岩浆岩属性。

3.3 变质砾岩砾石塑性变形特征

砾石胶结物强片理化, 糜棱岩化, 多已成为糜棱岩及构造片岩, 并常见云母鱼和拔丝构造等剪切变形特征。砾石具各种不同形状, 如呈透镜状、饼状、长条状、马鞍状、钩状、鱼尾状及不规则的扭曲形态。砾石 XY 面与岩层片理基本一致, 呈椭圆形与饼状。X 轴与褶皱枢纽斜交或近于垂直。根据康家沟、甘泉二处百余个砾石测量, 前者 $X:Y:Z$ 平均为 6:5:2, 后者平均为 7:5:2。经有限应变测量, 运用 $Rf - \Phi$ 图解法, 获得相应的应变轴率, 康家沟一带砾石主轴比为: $X/Y = 1.2$, $Y/Z = 2.5$, $X/Z = 3$, 求得富林指数 $K = 0.13$, 应变程度 $r = 2.7$, 应变轴率 $X = 55\%$, $Y = 28\%$, $Z = -48\%$; 甘泉一带砾石主轴比为: $X/Y = 1.4$, $Y/Z = 2.5$, $X/Z = 3.5$, 求得富林指数 $K = 0.27$, 应变程度 $r = 2.9$, 应变轴率 $X = 55\%$, $Y = 12\%$, $Z = -43\%$ 。上述应变测量, 说明砾石变形属压扁机制, 而砾石胶结物具典型的云母鱼和拔丝构造、多米诺构造等韧性剪切特征。上述不同性质的变形机制, 一方面反映变质砾岩在变形时砾石与胶结物能干性的差异; 另一方面表明在递进变形过程中, 早期为纯剪的压扁机制, 使砾石呈透镜状、饼状和长条状, 而胶结物主要形成强面理。随着变形过程的发展, 由压扁机制转为剪切机制, 胶结物形成典型的剪切构造, 而已变形砾石进一步发生弯曲与扭折。上述变质砾岩中砾石的强烈塑性变形, 必需是砾石处于较高温度。该区变质砾岩层已达绿片岩相的变质条件, 并有中基性火山熔岩加入, 沿砾石层的构造活动面具有发育的热液石英脉侵入。砾岩层的高温介质条件和区域推覆构造的韧性剪切机制, 足以使已固结的砾岩层的不同形态的砾石拉长、压扁、弯曲呈不同的韧性变形形态。

4 甘泉变质砾岩的成因讨论和层位归属

根据变质砾岩砾石的滚圆度好及较好, 且为复杂成分的陆源型、分选差的砾石, 可以认为

^①山西省地质矿产局区调队, 1:5万岩头、豆村测区区域地质调查报告, 1989。

甘泉变质砾岩为沉积型底砾岩;从砾石胶结物绿泥片岩中发现有残留的变余含长结构及自形斜长石的板状交错排列特征,以及根据岩石化学方法恢复砾岩的绿片岩类胶结物的原岩为正变质岩,可以认为砾岩的形成伴随有中基性火山岩加入;由于甘泉变质砾岩在区域上为一强烈变形带,本身也发育强烈韧性变形特征,说明该变质砾岩经历了强烈的韧性变形构造和剪切带变质作用改造。从上述变质砾岩特征推论,甘泉变质砾岩为伴随中基性火山活动的沉积砾岩层被后期韧性剪切带改造的产物。

对于甘泉变质砾岩的沉积底砾岩性质和韧性变形的强烈改造已得到地质界的广泛共识,而对于砾岩胶结物的中基性火山熔岩的存在和由来,以及砾岩层时代归属尚有不同看法。原因是甘泉变质砾岩分布于五台山北坡,平面上与南坡大面积四集庄砾岩不相连,而且四集庄组地层中未见有火山熔岩的报道。但是,自1989年岩头、豆村幅1:5万区调地质报告^①提出甘泉变质砾岩具中基性火山熔岩胶结物以来,曾不断有所报道^[6~8]。如在五台山南坡西部七图金矿1:1万地质填图^②中,发现四集庄组变质砾岩中有2~3层基性火山熔岩,厚度达四十余米,其中杏仁气孔构造和长石斑晶发育,沿走向追索与熔岩胶结的变质砾岩过渡。又如在山西省岩石地层清理中,于滹沱群四集庄组层型剖面——娘娘壕剖面上,也追索到变质砾岩中有厚20米的基性熔岩夹层存在,熔岩层中并有稀疏花岗岩砾石(图4、5)。再如近年在1:25万(忻州幅)修测中相继在龙王堂、镇海寺等地的四集庄组中发现中基性火山熔岩夹层,在马桥、木图等地发现以中基性火山熔岩为胶结物的四集庄变质砾岩^③。上述发现,佐证了滹沱群四集庄组中有熔岩胶结的变质砾岩,不止分布在甘泉、宽滩、土岭村、羊蹄滩一线,而且还分布在无争议的四集庄组地层之中,使同样为熔岩胶结的甘泉变质砾岩归属为滹沱群底砾岩更加有依据。

从相继发现的甘泉不整合和宽滩不整合共

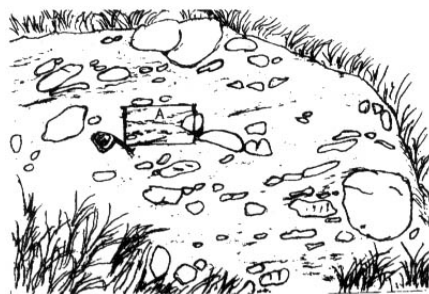


图4 四集庄东娘娘壕剖面熔岩胶结变质砾岩露头
Fig. 4 Picture showing an outcrop of the metamorphic conglomerate cemented by the lava, taken from the east of Sijizhuang village

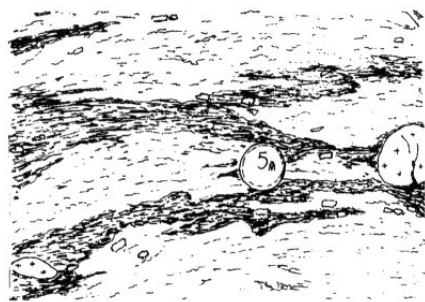


图5 含长石斑晶,具不同深浅条带片理化的中基性火山熔岩及其中花岗质砾岩(图4中A放大)
Fig. 5 Magnification of the plate A in Fig. 4, in this figure a round with letter of "5角" is a coin and another with crosses is granite pebble

存于原为台怀亚群底砾岩(甘泉变质砾岩)上下两侧(图2),表明甘泉变质砾岩为叠置于五台群之上的自成体系的地层单元。根据区域追索,宽滩—娘娘会一带该砾岩层之上有典型的滹沱群四集庄组之上的南台石英岩连续沉积,以及四集庄砾岩和甘泉砾岩都含有火山熔岩的共同特征,所以甘泉变质砾岩应属于四集庄砾岩的一部分。从甘泉变质砾岩的砾石成分研究中,发现有滚圆度很好的中亚群柏枝岩组、鸿门岩组变质角斑岩、细碧岩以及侵入于该层位的斜长花岗岩等砾石,进一步说明甘泉变质砾岩不是五台岩群中亚群的底砾岩。另外,前人将甘泉变质砾岩作为划分五台岩群中、下亚群分界标志的另一重要依据是认为该变质砾岩两侧存在明显的变质作用不连续性^[3,7],即下亚群为角

①山西省地质矿产局区调队. 1:5万岩头、豆村测区区域地质调查报告,1989.

②山西省地质矿产局区调队. 1:1万山西省五台西山地质矿产报告,1995.

③山西省地质调查院. 1:25万忻州市幅区域地质调查报告,2002.

闪岩相,中亚群为绿片岩相。经研究,实际上甘泉一带变质砾岩的两侧同属绿帘角闪岩相,康家沟、土岭村、马家岔一线变质砾岩两侧同属绿片岩相,五台岩群不同变质程度的变质岩石为连续的变质相变^[9],并非变质砾岩两侧变质作用不连续。综上所述,我们认为甘泉变质砾岩是滹沱群四集庄组砾岩的一部分,不具备划分五台岩群中、下亚群的意义,应从五台岩群中剔除。

参考文献:

- [1]王曰伦. 中国震旦纪冰碛层及其对地层划分的意义[J]. 地质学报, 1955, 35(4): 327 - 360.
- [2]马杏垣等. 五台山地质构造基本特征[M]. 北京:地质出版社, 1957.
- [3]白瑾等. 五台山早前寒武纪地质[M]. 天津:天津科学技术出版社, 1986, 13 - 37, 114.
- [4]李树勋, 冀树楷等. 五台山变质沉积铁矿地质[M]. 长春:吉林科学技术出版社, 1986, 11 - 39, 116.
- [5]田永清等. 五台山-恒山绿岩带地质及金的成矿作用[M]. 太原:山西科学技术出版社, 1991, 13 - 19.
- [6]苗培森. 五台山区早元古代地层层序探讨[J]. 中国区域地质, 1999, 18(4): 406 - 413.
- [7]郭进京. 五台山区甘泉砾岩归属及甘泉不整合[J]. 天津地质矿产研究所所刊, 1992, (26 - 27): 192 - 194.
- [8]武铁山. 山西省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1997.
- [9]党修鹏. 五台山变质地体的区域变质相带和变质期次[J]. 岩石学报, 1993, 9(1): 56 - 69.

Features and Geological Significance for the Ganquan Metamorphic Conglomerate in Wutaishan Greenstone Belt

DANG Hong-min, ZHANG Jian-zhong, LIU Cheng-ru

(Shanxi Institute of Geological Survey, Jinzhong Branch; Yuci, 030600)

Abstract: In the Archaean Wutaishan greenstone belt, a famous metamorphic conglomerate layer near Ganquan village was considered by some Chinese geologists as an important mark to subdivide the greenstone belt into lower and middle parts. This conglomerate layer in a form of puddings intermittently extends along the synclinal trough, appearing regionally a strong stress structure belt with extension like a letter "Z". The cement of the conglomerate is intermediate-basic volcanic lava, which underwent strongly mylonization and schistose structure. The pebbles of the conglomerate include well-rounded, poorly sorted, polymictic terrigenous rocks, and some pseudo-gravel with structural and hydrothermal genesis as well. It has been confirmed by investigation that there is an unconformity on two sides of the Ganquan metamorphic conglomerate, i. e. the metamorphic conglomerate layer cuts the lower and middle parts of the Wutaishan greenstone belt. Therefore, the Ganquan metamorphic conglomerate is not the mark that divide the Archaean Wutaishan greenstone into two parts, but a stratigraphic unit corresponding to the bottom of the Palaeoproterozoic Hutuo Group.

Key words: Archaean Wutaishan greenstone belt; Ganquan metamorphic conglomerate; Palaeoproterozoic Hutuo Group