

文章编号: 1009 - 0258(2000)03 - 0015 - 07

胶北太古宙花岗岩-绿岩带概述^{*}

黄吉友, 宋立品

(冶金工业部山东地质勘查局三队, 山东 烟台 264002)

摘要: 概述了胶北地区太古宙花岗岩-绿岩带的空间分布、岩石组合、原岩建造、变质程度及与金矿成矿作用的关系, 并与华北地块其他花岗岩-绿岩带的形态特征、建造特点及演化序列进行了对比。

关键词: 花岗岩-绿岩带; 唐家庄(岩)群; 胶东(岩)群; 太古宙; 胶北地区

中图分类号: P313; P534.2 **文献标识码:** A

1 绿岩带研究概况

“绿岩”一词是 60 年代以前研究太古宙地层时提出的, 当时仅指太古宙地层中暗绿色致密的变基性—超基性火山岩。后来逐渐认识到绿岩是太古宙地块特有的一套岩石组合, 绿岩带是地壳最早期火山活动与沉积作用的产物。在 1965 年国际火山岩会议上, 绿岩带以其在研究古陆壳中的重要地位及赋存有丰富的矿产而倍受地质学者们的关注。几十年来, 许多国家相继开展了对绿岩带的研究, 目前绿岩带已成为前寒武纪地质研究的重要对象。

对于绿岩带的形成时代, 60 年代前后多数地质学家认为它仅形成于太古宙。随着研究的不断深入, 丰富的同位素地质年龄数据和地球化学资料表明: 较老的绿岩带形成于 3500 ~ 2800Ma (例如津巴布韦维多利亚堡绿岩带的形成早于 $3520 \pm 130\text{Ma}$, 绿岩带上部沉积岩采用 Rb-Sr 法测定的地质年龄为 $2980 \pm 20\text{Ma}$); 多数绿岩带形成于 2800 ~ 2600Ma (例如津巴布韦的布拉瓦约, 加拿大的耶洛奈夫和苏必利尔, 以及我国华北的绿岩带); 有些绿岩带则较为年轻 (如印度的达瓦尔绿岩带的同位素年龄为 $2345 \pm 60\text{Ma}$, 西非的比里米绿岩带的同位素年龄为 2100 ~ 1800Ma)。总之, 绿岩带形成时代在 3500 ~ 1800Ma。

现今多数研究者认为, 太古宙地块主要由花岗质岩石和绿岩带组成。太古宙绿岩带是指分布在太古宙地块范围内, 被花岗岩类或花岗片麻岩类包围的, 由年龄大于 2500Ma 的变质火山岩和变质沉积岩构成的地质体。从区域构造位置来看, 太古宙地块往往以“花岗岩-绿岩”组合型式构成地盾中最古老的稳定核心(陆核、地核或克拉通), 元

*收稿日期: 1999 - 12 - 09; 修订日期: 2000 - 08 - 12; 编辑: 游文澄

作者简介: 黄吉友(1951 -), 男, 山东文登人, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。

本文部分基础地质资料引自山东省区域地质调查院 1:20 万区域地质调查报告。

古宙以后的地壳则基本上围绕这个核心向外扩展。

太古宙绿岩带多已变质,早先人们普遍认为绿岩带一般变质较浅,属绿片岩相。基于这种认识, Windley, B. F. (1971)按变质程度高低,将前寒武纪地块分为两种不同类型的变质构造区,即低级变质的花岗岩-绿岩区和高级变质的麻粒岩区,但对二者的关系却未予阐明。后来,在中深变质岩区不断发现绿岩带,而且各地绿岩带原岩的物质成分和岩石类型组合基本上是相似的,仅由于变质程度的不同,其变质产物才极不一致。因此 Glikson, A. Y. 等提出,高级区中的深变质火山岩除变质较深外,与当时所谓的绿岩带没有本质的区别,它是绿岩带的根部。总之,随着研究的不断深入,当前多数人认为变质程度的深浅并非是确定绿岩带的主要因素。

在绿岩带研究的早期阶段,人们普遍认为绿岩带的基本特征具有全球的一致性。经研究后发现,各地的绿岩带在岩石组合、地层层序等方面各具特色,原先作为绿岩带重要标志之一的科马提岩,在许多绿岩带可以缺失(也许尚未发现)。根据这一情况, Goodwin, A. M. (1981)将绿岩带分为三类:(1)巴伯顿型:超镁铁质火山岩、长英质火山岩及派生的沉积岩,安山岩不发育;(2)苏必利尔型:富含安山质的镁铁质—长英质火山岩及派生的沉积岩;(3)达瓦尔型:以广泛发育的沉积岩为特征,盖层和基底明显不整合。

太古宙绿岩带岩层主要是由火山岩和沉积岩构成的,与围岩相比属可塑性岩层,而绿岩带周围的花岗岩类和片麻岩类则属脆性岩石。因此在变形过程中,绿岩带往往受到强烈扭曲而形成各类褶曲构造,绿岩带周围的花岗岩类则形成大型穹隆或底辟构造。两者无论是变形强度,还是构造型式均有明显差别。

总之,随着绿岩带研究的不断深入,对于绿岩带的规模、形态、时代、岩石组合、岩石化学和地球化学特点、地层层序、变质程度、构造变形及与周围花岗岩的关系等,均有许多新的发现和认识。

2 胶北地区太古宙地层

山东对绿岩带的研究始于80年代初期,当时研究对象为鲁西泰山(岩)群中的绿岩带(变质程度较低,属角闪岩相—绿片岩相),胶东地区的绿岩带则因其变质程度高(属高角闪岩相—麻粒岩相,相当国外的片麻岩高级区)而被忽视。80年代以来,山东地质工作者在这方面开展了全面的调查,积累了丰富的有关花岗岩—绿岩带的地质资料。笔者依据多年的科研实践,并参照山东地矿局最新区调成果,认为分布在胶北地区的中太古代唐家庄(岩)群及新太古代的胶东(岩)群,具有典型的花岗岩—绿岩带地质特征。

2.1 区域分布

胶北太古宙花岗岩—绿岩带位于华北板块东南缘的胶北隆起区,该隆起区的东南侧与胶南—威海造山带(大别—苏鲁造山带北延部分)相毗邻。区内太古宙地层包括中太古代的唐家庄(岩)群和新太古代的胶东(岩)群,二者分布不连续,在新太古代 TTG 系列

引自王泽九等《太古宙绿岩带问题》。

花岗质岩石中多呈残留包体出现。

胶北地区中太古代唐家庄(岩)群主要分布于莱西的唐家庄、马连庄,莱阳谭格庄,以及栖霞鸡冠山等地;呈零星的卵状包体残存分布于新太古代栖霞超单元中,在中太古代的西朱崔单元中也有少量分布,总体呈 NE 向带状展布(图 1)。卵状包体一般长数米至数十米,走向以 NE 和 NW 向为主,连续性极差,延深较浅,呈“漂浮”状残存于 TTG 系列花岗质岩石中。

新太古代胶东(岩)群仅限于胶北隆起范围内,呈大小不等的包体分布于栖霞的观里、苏家店及招远齐山、蓬莱虎路线等地,

总面积不足 4km²。亦呈“漂浮”状包体残存于新太古代的栖霞超单元中。根据绿岩的岩石组合类型,胶东(岩)群底部的苗家(岩)组与中太古代的唐家庄(岩)群应属于苏必利尔型的绿岩,而上部的郭格庄(岩)组则属于达瓦尔型绿岩。

2.2 岩石组合、原岩建造和变质相系

唐家庄(岩)群(Ar₃T)主要岩性为磁铁石英岩、黑云(角闪)变粒岩、磁铁紫苏斜长片麻岩、石榴二辉麻粒岩、斜长角闪岩、磁铁二辉麻粒岩。这些地层包体多单独产出,极少呈互层状,内部较均一,控制地层厚度仅 24m。该(岩)群分布极为有限,故未进一步分组。原岩属中基性—中酸性火山岩夹硅铁建造,变质程度已达麻粒岩相。

胶东(岩)群(Ar₄J)成层性明显,韵律性清楚,主要岩性为黑云变粒岩、斜长角闪岩、角闪变粒岩夹磁铁石英岩,自下而上分为苗家(岩)组、郭格庄(岩)组。苗家(岩)组斜长角闪岩极为发育,经历了高角闪岩相的变质作用,为赋存金矿的主要层位,其原岩为一套基性—中酸性火山岩和碎屑沉积岩,属大洋环境的一套火山沉积建造;郭格庄(岩)组变质程度达角闪岩相,其原岩为稳定的陆缘浅海相碎屑岩夹少量硅铁质岩。

2.3 地层层序及同位素地质年龄

唐家庄(岩)群分布极为有限,故该(岩)群未分组。该(岩)群在磁铁石英岩系中采 Sm-Nd 等时线年龄样品进行测试,其等时线年龄为 2520 ± 70Ma,模式年龄为 2763 ~ 2846Ma(表 1,图 2),由于唐家庄(岩)群呈包体残存于新太古代 TTG 岩系中,并以独特

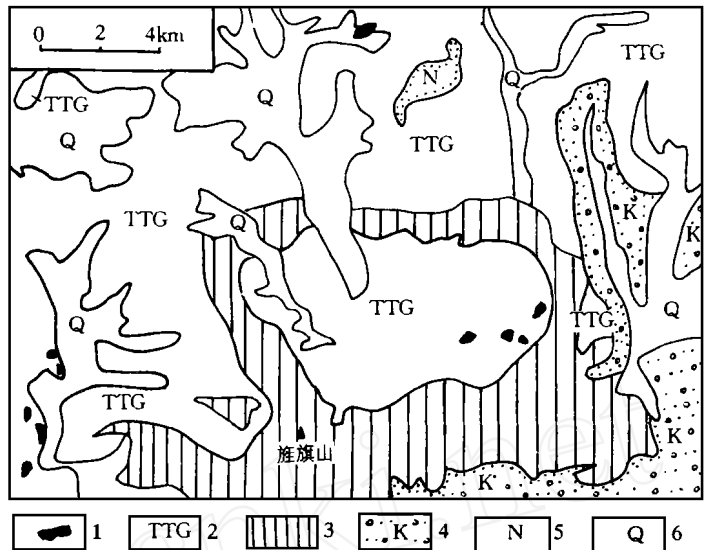


图 1 栖霞地区绿岩带分布图

Fig. 1 Distribution of greenstone belt in Qixia

- 1—太古宙绿岩带;2—花岗岩类;3—荆山群;4—白垩系;
- 5—上第三系;6—第四系

的麻粒岩相变质区别于新太古代角闪岩相,加之侵位于该(岩)群的中元古代官地洼超单元福山后单元的模式年龄为 2839~2904Ma,因此将唐家庄(岩)群的时代定为中太古代。而唐家庄(岩)群自身测试的同位素年龄值为 2520Ma,可理解为太古宙末五台运动改造变质的年龄。

表 1 唐家庄(岩)群磁铁石英岩 Sm-Nd 等时线年龄测试结果

Table 1 Measuring result of isotime line age of Sm-Nd from magnetite-quartzite in Tangjiazhuang

编号	Sm(10^{-6})	Nd(10^{-6})	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	TDM(Ma)
DL2-1	1.20	6.77	0.10102	0.511114	2763
-2	0.42	2.37	0.10436	0.511167	2773
-4	0.39	1.77	0.13046	0.511605	2838
-5	0.15	2.48	0.12923	0.511578	2846
-7	0.24	1.19	0.11579	0.511334	2836

注:初始值 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.509429 \pm 0.000006$; 斜率 $b = 0.016621 \pm 0.000468$; 年龄 $\text{age} = 2520 \pm 70\text{Ma}$; 相关系数 $r = 0.998813$ 。表中资料据山东省地矿局。

新太古代胶东(岩)群自下而上划分为苗家(岩)组和郭格庄(岩)组。苗家(岩)组主要分布于栖霞吴家、苗家、林家、招远乐土乔、龙口圈子和福山陈家沟等地,以苗家—林家一带规模最大,自下而上划分为以黑云变粒岩(厚 13m)、细粒斜长角闪岩(厚 18m)、角闪变粒岩(厚 36m)、细粒斜长角闪岩(厚 16m)、黑云变粒岩(厚 31m)为主要岩性的 5 个段。对斜长角闪岩中的锆石进行单颗粒锆石 Pb-Pb 法测年,其结果为 2477Ma,考虑到该(岩)组在新太古代栖霞超单元中呈包体存在这一特征,其形成时代应归于新太古代;郭格庄(岩)组主要分布于栖霞郭格庄、大方山、小方山、苏家店、蓬莱虎路线等地,岩性为黑云变粒岩、条纹条带状黑云变粒岩夹磁铁(角闪)石英岩,石榴透辉含磁铁石英岩等,均呈大小不等的包体,该组在栖霞郭格庄建组剖面上厚 160m,采其黑云变粒岩样品进行单颗粒锆石 Pb-Pb 法测年,结果为 2356~2497Ma,但在蓬莱虎路线地区,对采自侵入郭格庄(岩)组的栖霞超单元脉体进行单颗粒锆石 Pb-Pb 法测年,其结果为 2518Ma,表明该(岩)组亦形成于新太古代。

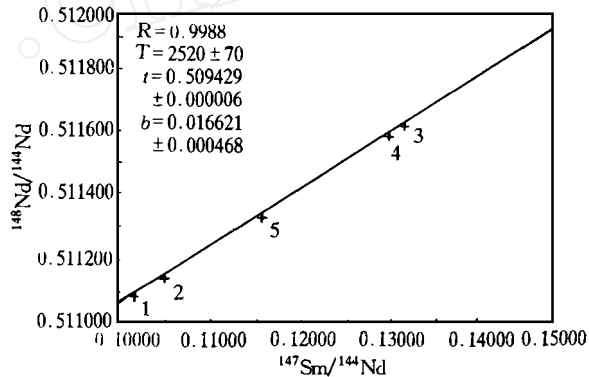


图 2 唐家庄(岩)群磁铁石英岩 Sm-Nd 等时线年龄

Fig. 2 Isotime line age of Sm-Nd from magnetite-quartzite in Tangjiazhuang rock group

Pb-Pb 法测年,其结果为 2477Ma,考虑到该(岩)组在新太古代栖霞超单元中呈包体存在这一特征,其形成时代应归于新太古代;郭格庄(岩)组主要分布于栖霞郭格庄、大方山、小方山、苏家店、蓬莱虎路线等地,岩性为黑云变粒岩、条纹条带状黑云变粒岩夹磁铁(角闪)石英岩,石榴透辉含磁铁石英岩等,均呈大小不等的包体,该组在栖霞郭格庄建组剖面上厚 160m,采其黑云变粒岩样品进行单颗粒锆石 Pb-Pb 法测年,结果为 2356~2497Ma,但在蓬莱虎路线地区,对采自侵入郭格庄(岩)组的栖霞超单元脉体进行单颗粒锆石 Pb-Pb 法测年,其结果为 2518Ma,表明该(岩)组亦形成于新太古代。

3 花岗质岩石

花岗质岩石是太古宙地体的主要组成部分。一般认为,与绿岩带伴生的花岗质岩石,即习称的花岗片麻岩和片麻状花岗岩,其原岩为英云闪长岩、奥长花岗岩和花岗闪长岩(TTG岩系),是太古宙花岗岩—绿岩带中居主导地位的岩石。

绿岩带周围的花岗岩类分布极为广泛,它们环绕或侵入绿岩带并使之发生变形和变质,有的甚至还吞没绿岩带,仅留下其包体或捕虏体。

对于胶北地区太古宙变质岩系,80年代以前普遍认为它由沉积—变质成因的“胶东群”构成。随着鲁东地区区调工作及基础地质研究的不断深入,原胶东群中发现并剔出了许多变形变质的花岗质岩体,因而80年代后期有人提出该区部分变质岩系应属花岗岩—绿岩带的看法。至1998年,原胶东群被厘定为中太古代唐家庄(岩)群和新太古代胶东(岩)群,从中还圈出了若干中、新太古代侵入体。

据23件样品的岩石化学分析数据统计,胶北地区太古宙TTG岩系的岩石化学成分:SiO₂为49%~76%,Al₂O₃为11%~16%,其中有18件样品Na₂O > K₂O,显示钠质花岗岩的特征(图3)。

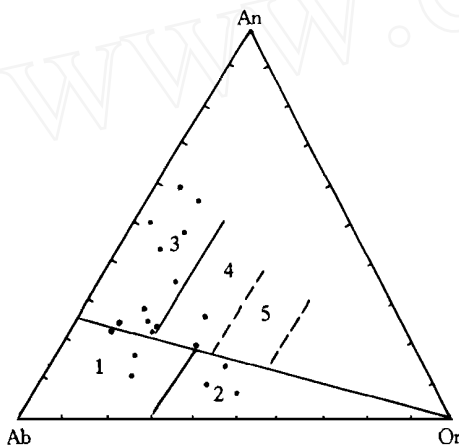


图3 胶北地区 TTG岩系 An-Ab-Or 图解
Fig. 3 An-Ab-Or diagram of TTG series in Jiaobei area

1—奥长花岗岩;2—花岗岩;3—英云闪长岩;
4—花岗闪长岩;5—石英二长岩

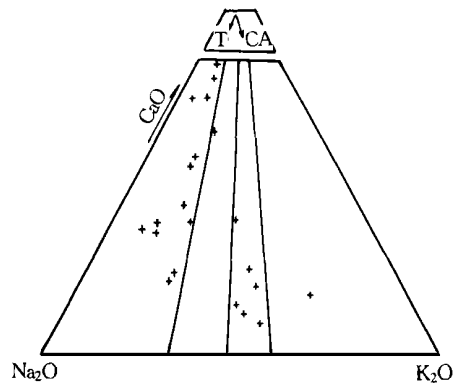


图4 胶北地区 TTG岩系 Na₂O - CaO - K₂O 图解
Fig. 4 Na₂O-CaO-K₂O diagram of TTG series in Jiaobei area

T—拉斑系列;CA—钙碱系列

TTG岩系在哈克图解上,随SiO₂的增加,TiO₂,MgO,Na₂O,Al₂O₃和Fe₂O₃呈规律性减少,K₂O呈增加之势,CaO和MgO呈正相关,在TiO₂-SiO₂和Al₂O₃-(K₂O+Na₂O)标图上,唐家庄(岩)群和胶东(岩)群片麻岩显示正变质岩的特点。

TTG岩系有两个演化趋势(图4):一个是英云闪长岩—奥长花岗岩的演化趋势(T

部分资料据冶金工业部山东地质调查局三队提交的《胶莱绿岩金矿成矿条件及预测》(专题科研报告)。

系列),另一是较典型的钙碱性演化趋势(CA系列)。T趋势随着Ca含量减少而K/Na值也减少,而CA趋势则相反。

康迪(1979)指出,具有上述两个演化趋势的花岗岩,为典型的太古宙花岗岩。

4 胶北与相关地区太古宙花岗岩-绿岩带的比较

我国已发现的早前寒武纪绿岩带主要分布在华北地台的北缘(吉南夹皮沟,辽北清原,内蒙古色尔腾,辽西,冀北、冀东)、西南缘(豫陕小秦岭,嵩箕)及山东的鲁西、胶东等地,沈保丰(1996)把太古宙绿岩带形成时代分为中太古代(2900~3300Ma)、新太古代早期(2700~2900Ma)、新太古代晚期(2500~2700Ma)三期^[1]。现据有关研究成果,将胶北地区太古宙花岗岩-绿岩带与夹皮沟(李俊建等,1995)^[2]、冀东(孙大中等,1989)^[3]、小秦岭(林宝钦等,1989)^[4]及五台山-恒山(田永清,1991)^[5]等地几个花岗岩-绿岩带进行比较,探讨它们的共同特征。

4.1 形成时代

已有资料表明,冀东迁西(岩)群、辽东鞍山(岩)群下部、吉南龙岗(岩)群、鲁西沂水(岩)群的同位素地质年龄分别为 2960^{+135}_{-115} Ma(沈其韩等,1992), 2986 ± 10 Ma(王松山等,1987), 2981 ± 206 Ma(乔广生等,1990), 2997 ± 78 Ma(沈其韩等,1992),唐家庄(岩)群的形成时代为 2817^{+44}_{-29} Ma(山东省区调队,1986),与之大致相当;而冀西阜平(岩)群、辽东鞍山(岩)群上部、吉南夹皮沟(岩)群、豫西登封(岩)群、陕南太华(岩)群及鲁西泰山(岩)群的同位素地质年龄分别为 2800^{+230}_{-150} Ma(刘敦一等,1984), 2729 ± 245 Ma(乔广生等,1990), 2214.2 ± 266 Ma(戴新义,1990), 2511 ± 4 Ma(Kröner等,1988), 2840 Ma(Kröner等,1988)及 $2800 \sim 2685$ Ma(王世进等,1993),胶东(岩)群的形成时代为 2600 Ma \pm ,与之大致相当。因此,胶北地区由唐家庄(岩)群、胶东(岩)群与花岗质岩石构成的花岗岩-绿岩带,可分别对应于华北地台周缘地区中太古代和新太古代花岗岩-绿岩带。

4.2 形成环境与序列演化

胶北地区从中太古代到新太古代,自下而上发育了两个火山喷发-沉积旋回。

第一旋回包括唐家庄(岩)群和胶东(岩)群苗家(岩)组,其岩性以斜长角闪岩、磁铁石英岩为主,夹石榴二辉麻粒岩和磁铁二辉麻粒岩,变质程度达麻粒岩相或高角闪岩相。原岩恢复结果,该旋回从早到晚由(超)镁铁质岩-拉斑玄武岩-长英质火山岩杂砂岩演化,火山岩系具双峰式的特点,主要属于拉斑玄武岩系列,与现代大洋拉斑玄武岩颇为相似。

第二旋回由胶东(岩)群郭格庄岩组构成,岩性为黑云变粒岩夹磁铁(角闪)石英岩,变质程度以角闪岩相为主。原岩恢复结果,该旋回从早到晚由拉斑玄武岩-安山岩-长英质火山岩-细碎屑岩演化,属钙碱性系列火山岩,与现代岛弧拉斑玄武岩相似。

胶北中、新太古代两期不同类型的花岗岩-绿岩带,即由以上两个火山喷发-沉积旋回演化而成,太古宙花岗岩-绿岩带为它们相互叠加的结果。

4.3 绿岩带型金矿床

绿岩带型金矿床是在绿岩带发育和演化过程中形成的。华北地台周缘(辽北-吉南, 辽西-冀北, 冀东, 五台山-恒山, 豫陕、嵩箕, 胶东, 鲁西等地)的太古宙花岗岩-绿岩带分布区正是我国最重要的金矿成矿带, 夹皮沟、小秦岭、金厂峪、排山楼、玲珑、焦家、三山岛等大型、特大型金矿床皆产于其中。胶北地区金矿的成生, 既受控于断裂构造, 也与花岗岩-绿岩带密切相关; 太古宙两期绿岩带相互叠加的结果, 促进了成矿物质的富集, 而壳源改造型重熔岩浆热液产生的叠加矿化作用, 对于大规模金矿床的形成起了重要作用。尽管花岗岩-绿岩带型金矿床在矿质来源(变质的, 岩浆的)、含矿建造、赋矿围岩、成矿构造条件及控矿因素等方面尚需深入研究, 但这类金矿床总是形成于特定的构造-岩浆环境, 且往往表现出多期成矿作用的特点, 因此, 结合重大的构造-热事件进行成矿机理的研究, 将有助于这类金矿床的发现和勘查。

致谢: 本文修改成文中, 得到张成基、赵运仑两位教授级高级工程师的指导和帮助, 谨致衷心感谢。

参考文献:

- [1] 沈保丰, 毛德宝, 李俊建, 等. 中国绿岩带金矿床的时空分布[M]. 华北地质矿产杂志, 1996, 11(3): 385 - 392.
- [2] 李俊建, 沈保丰, 李双保, 等. 清原—夹皮沟绿岩带地质及金的成矿作用[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1995.
- [3] 孙大中, 王魁元, 王俊连, 等. 冀东太古宙含金岩石系列研究[A]. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集: 冀东地区[C]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [4] 林宝钦, 等. 豫陕小秦岭地区太古代主要含金地层地质特征研究[A]. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集: 豫陕小秦岭地区[C]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [5] 田永清. 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.

Brief Statement of Archaean Granites - Greenstone Belt in Jiaobei Area

HUANG Ji - you , SONG Li - pin

(No. 3 Geological Brigade of Shandong Geo - Exploration Bureau of MMI, Shandong, Yantai 264002, China)

Abstract : The distribution , rock combination , original formation , metamorphic degree and relation with gold mineralization of the archaean granites - greenstone belt in Jiaobei area have been briefly stated , and its appearance characteristic , formation speciality and evolution sequence compared with other archaean granites - greenstone belts in Huabei (North China) block.

Key words : Granites - greenstone belt ; Tangjiazhuang rock group ; Jiaodong rock group ; Archaean ; Jiaobei area