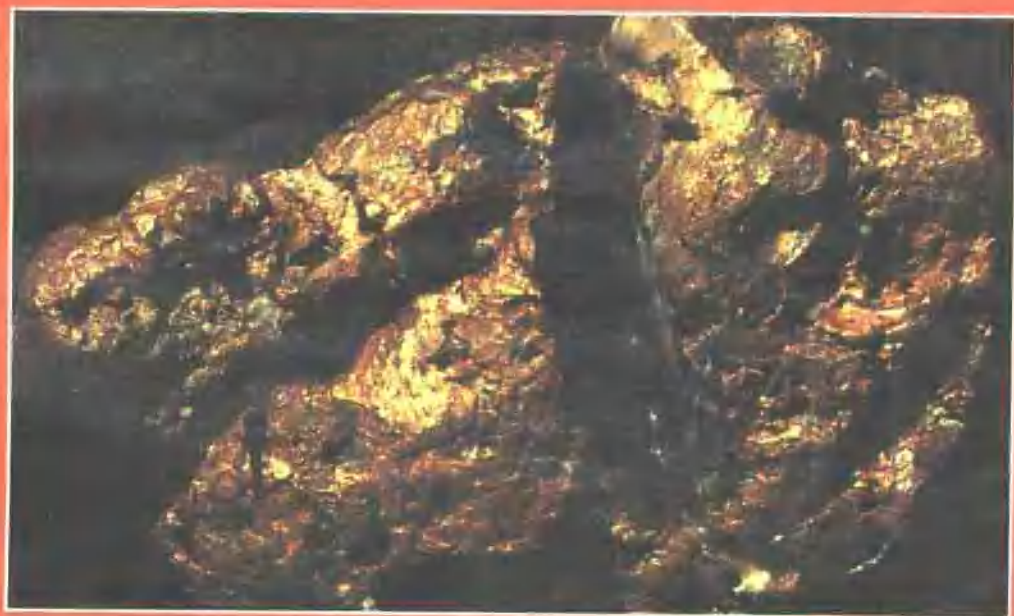


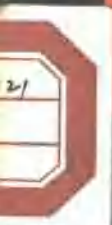
沈阳地质矿产研究所 编

中国金矿主要类型 区域成矿条件文集

5. 胶东地区



地质出版社



中国金矿主要类型区域 成矿条件文集

5. 胶东地区

沈阳地质矿产研究所 编

地质出版社

内 容 提 要

“中国金矿主要类型区域成矿条件”科研成果按地质专报和文集两个系列陆续出版。第1辑为黑龙江地区；第2辑为冀东地区；第3辑为豫陕小秦岭地区；第4辑为江南地区；第5辑为胶东地区；第6辑为黔西南地区。

本辑由5篇文章组成。文中论述了胶东地区焦家式金矿的区域成矿条件、主要金矿床地质特征、成矿规律与找矿方向和成矿模式，并对覆盖区提出了地球化学快速普查评价的新方法。

中国金矿主要类型区域成矿条件文集

5. 胶东地区

沈阳地质矿产研究所 编

责任编辑：杨广华

地质出版社出版发行

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092¹/₁₆印张：13.5 插页1页 字数：328000

1988年12月北京第一版，1988年12月北京第一次印刷

印数：1—1890册 定价：5.50 元

ISBN 7-116-00325-8/P·283

目 录

山东牟平-乳山地区金矿控矿条件的研究

.....安家桐 于东斌 沈昆 赵志高 张起诚	(1)
前言.....	(1)
一、区域成矿地质背景.....	(2)
二、胶东群变质岩系.....	(4)
三、花岗岩类岩石.....	(9)
四、构造地质特征.....	(21)
五、金矿床地质.....	(26)
六、控矿条件与成矿规律及找矿方向.....	(38)
结语.....	(42)
参考文献.....	(43)
英文摘要.....	(43)

山东掖县北部覆盖地区焦家式金矿成矿地质条件及找矿方向

.....张枢璞 吕以发 赵惠博 孙安国 肖霏岳 段林祥 杨茂森 曹秀华 杜心君 郑若惠	(46)
前言.....	(46)
一、区域成矿背景.....	(47)
二、覆盖区基岩地质特征.....	(50)
三、矿床地质特征.....	(58)
四、物化探找金方法试验.....	(69)
五、地球化学和地球物理学模式.....	(71)
六、成矿规律和找矿方向及找矿方法.....	(78)
参考文献.....	(80)
英文摘要.....	(81)

胶东焦家金矿田断裂控矿特征及矿化富集规律

.....卢作祥 胡家杰 范永香 王燕 张均 曹兴男 程小久 章增凤	(85)
前言.....	(85)
一、焦家金矿田断裂构造特征.....	(86)
二、断裂与金矿的关系.....	(98)
三、焦家金矿田矿化富集规律.....	(107)
参考文献.....	(117)
英文摘要.....	(118)

山东牟平-乳山地区变质岩和花岗岩含金性及其与金矿成矿关系

.....	袁有守 王孔海 崔克英 马启波 庞庆邦 余汉茂 李才春 国家辉 赵爱林 徐英奎	(120)
前言.....		(120)
一、胶东群变质岩原岩建造及其含金性.....		(121)
二、变质作用及混合岩化作用特征.....		(124)
三、花岗岩特征及含金性.....		(134)
四、断裂构造与控矿作用.....		(146)
五、金矿床的主要地质特征.....		(156)
六、金成矿作用概述.....		(164)
参考文献.....		(174)
英文摘要.....		(175)
运积物覆盖区焦家式金矿地球化学快速普查评价方法的研究		
.....	伍宗华 金仰芬	(178)
一、试验区的地质概况.....		(178)
二、水共沉淀试验.....		(183)
三、水电化学测量试验.....		(185)
四、壤中气汞量测量追索隐伏断裂带.....		(188)
五、金矿床周围原生异常特征.....		(196)
六、运积物覆盖区焦家式金矿地球化学快速评价方法的讨论.....		(205)
结论与建议.....		(208)
参考文献.....		(209)
英文摘要.....		(209)

CONTRIBUTIONS TO THE PROJECT OF REGIONAL METALLOGENETIC CONDITIONS OF MAIN GOLD DEPOSIT TYPES IN CHINA

V Shandong Province

CONTENTS

Study on the Factors controlling the Formation of Gold Ore Deposits in the Muping-Rushan Region, Shandong province

..... <i>An Jiatong, Yu Dongbin, Shen Kun, Zhao Zhigao and Zhang Qicheng</i>	(1)
Introduction	(1)
1. Geological setting of regional minerogenesis.....	(2)
2. The metamorphic rocks of Jiaodong Group.....	(4)
3. Granitic rocks	(9)
4. Characteristics of structural geology.....	(21)
5. Geology and gold deposits.....	(26)
6. Ore-controlling condition, metallogenic regularity and prospects	(38)
Conclusion	(42)
References	(43)
English summary.....	(43)

Minerogenetic Conditions and Ore-Search Orientation for Jiaojia Type of Gold Deposits in Northern Country, Yiexian, Shandong

..... <i>Zhang Yunpu, Lü Yifa, Zhao Hui fu, Sun Anguo, Xiao Feiyue, Duan Linxiang, Yang Maosen, Cao Xihua, Du Xinjun and Zheng Rehui</i>	(46)
Introduction.....	(46)
1. Regional metallogenic background	(47)
2. The feature of basement geology in covered area.....	(50)
3. Geological characteristics of gold deposits.....	(58)
4. Practice of geophysical and geochemical prospecting for gold-searching	(69)
5. Model of geochemistry and geophysics.....	(71)
6. Metallogenic regularity, prospects and ore-searching	

methods.....	(78)
References.....	(80)
English summary	(81)
On Characters of Fault Controlled Ores and Regularities of Mineralization Enrichment of Jiaojia Gold Deposits, Eastern Shandong, China	
<i>Lu Zuoxiang, Hu Jiajie, Fan Yongxiang, Wang Yan, Zhang Jun Cao Xingnan, Cheng Xiaojie and Zhang Zengfeng</i>	(85)
Introduction.....	(85)
1. Characteristics of fault structures in Jiaojia gold ore field.....	(86)
2. The relationship between faults and gold deposits.....	(98)
3. Regularity of mineralization enrichment in Jiaojia gold ore field	(107)
References.....	(117)
English abstract.....	(118)
Auriferousness of Metamorphic Rocks and Granite in Muping-Rushan Area of Shandong and Their Relation with Minerogenesis	
<i>Qiu Youshou, Wang Konghai, Cui Keying, Ma Qibo, Pang Qingdong, Yu Hanmao, Li Caichun, Guo Jiahui, Zhao Ailin and Xu Yingkui</i>	(120)
Introduction	(120)
1. Protolith formation and auriferousness of metamorphic rocks of Jiaodong Group.....	(121)
2. Characteristics of metamorphism and migmatization.....	(124)
3. The feature and auriferousness of the granites.....	(134)
4. Fault structure and ore-controlling process.....	(146)
5. Main geological characteristics of the gold deposits.....	(156)
6. Summary of gold metallogenesis.....	(164)
References.....	(174)
English summary	(175)
A study on Geochemical Methods Searching For Gold Deposits of Jiaojia Type in Area Covered with Transported overburden	
<i>Wu Zonghua and Jin Yangfen</i>	(178)
1. General geology of the practice area.....	(178)
2. Practice of hydro-coprecipitation method.....	(183)
3. Practice of hydroelectric extraction method.....	(185)
4. Tracing hidden fault zone with mercurimetric survey in soil air	(188)
5. Primary anomaly feature around gold deposits.....	(196)
6. A discussion of the method for rapidly evaluating Jiaojia-type	

gold deposits in the area covered with transported overburden
..... (205)
Conclusion and proposals..... (208)
References..... (209)
English abstract..... (209)

Geological Publishing House
Address,
Xisi, Beijing, China

Shenyang Institute of Geology and
Mineral Resources, CAGS
Address,
2-5Belling Street, Shenyang, China

山东牟平-乳山地区金矿控矿条件的研究

安家桐 于东斌

(山东省地质矿产局第三地质队)

沈 昆 赵志高 张起诚

(山东省地质矿产局实验室)

内容提要 本区上太古一下元古界胶东群是金的矿源层,在元古代大面积重熔成昆崙山等花岗岩体,并不断受到后期改造。金组份逐渐活化、迁移、聚集,在中生代伴随以强烈隆起、剥蚀与断裂为特征的构造变动,主要在昆崙山岩体西缘的北北东向区域断裂带中沉淀定位,形成金矿远景区。经研究,提出了重熔岩浆-对流热液成矿模式,即热液是由不同比例的地下水和雨水成因的地下水混合组成。邓格庄高硫石英脉型金矿是找矿重点,在重熔岩体边缘的区域性断裂带应找石英脉-蚀变岩型金矿。

前 言

胶东是我国最主要的金成矿区之一。西北部招远-掖县地区以焦家式蚀变岩型金矿和玲珑石英脉-蚀变岩型金矿驰名;东部牟平-乳山地区盛产以金牛山为代表的高硫石英脉型金矿。两个地区属同一地质构造单元,控矿条件较为相似。因此,地质矿产部将牟平-乳山地区列为“六五”期间金矿攻关区之一,下达了“山东牟平-乳山地区金矿控矿条件的研究”任务。在山东省地质矿产局领导下,第三地质队和实验室共同承担了课题研究任务。

本课题研究工作侧重在牟平-乳山地区,从1983年4月开始至1986年6月,历时3年余。我们以找矿为目的,将科研与地质普查相结合,运用新的成矿理论,采用先进的测试手段,把面上基础地质调查和典型地段、矿床的详细解剖相结合,做好多单位、多工种的协调配合,综合分析各种成果,取得了较好的效果。在这一基础地质薄弱的地区,对金有关的地层、岩体、构造及典型矿床做了较系统和深入细致研究,阐明了控矿因素与条件,指出了找矿方向及标志,提出了较有远景的找矿地段,为今后金矿普查提供了重要依据。

本文前言、区域成矿地质背景由安家桐编写,胶东群变质岩系由安家桐、赵志高、张起诚、沈昆和于东斌编写,花岗岩类岩石由赵志高、张起诚、沈昆和安家桐编写,构造地质特征由安家桐和于东斌编写,金矿床地质由沈昆和安家桐编写,控矿条件、成矿规律与找矿方向和结语由安家桐和沈昆编写,全文由安家桐汇总。

省局第三地质队李卫、陈先德、吕植让和李建华参加了部分野外工作。陈国英等协助制备了部分样品,做了一些测试工作,张通协助做了地化数据整理,袁文嵩等帮助绘制了

图件。样品制备及相应的岩石化学分析工作由省局实验室承担，徐元敬协助做了岩石化学数据的电算处理。省局区调队帮助处理了年龄样品。

长春地质学院赵寅震教授、乔德武研究生等和我们共同进行了金牛山地段矿田构造研究。地质矿产部第一物探大队等提供了物化探资料。地质矿产部地质科学院矿床地质研究所、地质力学研究所、沈阳和天津地质矿产研究所、中国科学院和国家地震局地质研究所和湖北、湖南省地质矿产局测试中心等单位帮助测试了样品。

谨向上述单位和参加工作者致谢。

一、区域成矿地质背景

牟平-乳山金成矿区属于胶东金成矿区的东半部（图1）。

胶东金成矿区位于中朝准地台胶辽台隆胶北隆起，西邻沂沭断裂带，上太古一下元古界胶东群变质火山-沉积岩分布广泛，元古界粉子山群、蓬莱群在西北部出露，长期活动的东西向构造带横亘全区，南北向、北北东向及北东、北西向等构造发育。区域内地壳具有多旋回发展特点，经历了多期沉积、变质—超变质以至重熔作用，区内早前寒武纪地层普遍经受了程度不同的改造。元古代以来，特别是中生代岩浆活动频繁，花岗岩类岩石广布。断陷区分布有中、新生代陆相地层和火山岩。

区内矿产种类很多，金矿床点多面广，尤其在招远-掖县和牟平-乳山地区，成群出现，呈带展布，资源丰富，中部栖霞等地也很有找矿前景。计有：产在胶东群、粉子山群变质岩系中的含金石英脉或硅化带；产在花岗岩类岩石中的含金石英脉-蚀变岩型金矿。此外，有与中生代燕山晚期岩浆喷发、侵入有关的伴生金、银矿床和金矿点。砂金矿有第三纪含金砾岩和现代河谷砂矿。

胶东金成矿区经历了长期而复杂的地质历史演变。

晚太古一早元古代时期的火山-沉积作用形成了较厚的基性-酸性火山堆积和泥、砂质沉积建造，伴有碳酸盐及钙泥质沉积，经过区域变质-超变质改造，成为岩石类型包括混合岩化片麻岩、变粒岩、斜长角闪岩、片岩、大理岩、透闪透辉岩、长石英岩等的胶东群变质岩系。同位素年龄为2600—2400Ma，平均金丰度值1.4ppb左右。

由于构造运动的不均衡发展等原因，胶东群区域变质作用的地热梯度大致由南向北递减，形成相应的麻粒岩相-高角闪岩相-低角闪岩相不同的变质相带。岩石的片理、片麻理以近东西为主，部分呈北西、北东向等。

构造运动持续发展，有超基性-基性岩体（脉）贯入，混合岩化作用普遍发育，部分地段形成混合岩甚至重熔成花岗岩类岩石。

在南部平度、莱西和乳山等地形成了规模较大的韧性剪切带，而在北半部则为褶皱隆起，并逐渐产生拗陷。

中元古代时期，在西北部拗陷区沉积了原始建造以泥砂质、碳酸盐、钙泥质为主，后经区域变质的粉子山群，与胶东群呈角度不整合接触，总厚度4000m，属绿片岩相-低角闪岩相中级变质岩石，铷锶全岩年龄1490Ma，金丰度值约为1.2ppb。粉子山群混合岩化较弱，见到被伟晶状花岗岩等侵入。在蓬莱金果山粉子山群张格庄组厚层大理岩中，发现延长数百米，厚40cm的层间砾岩，砾石由胶东群混合岩化变质岩、大理岩、脉石英和花

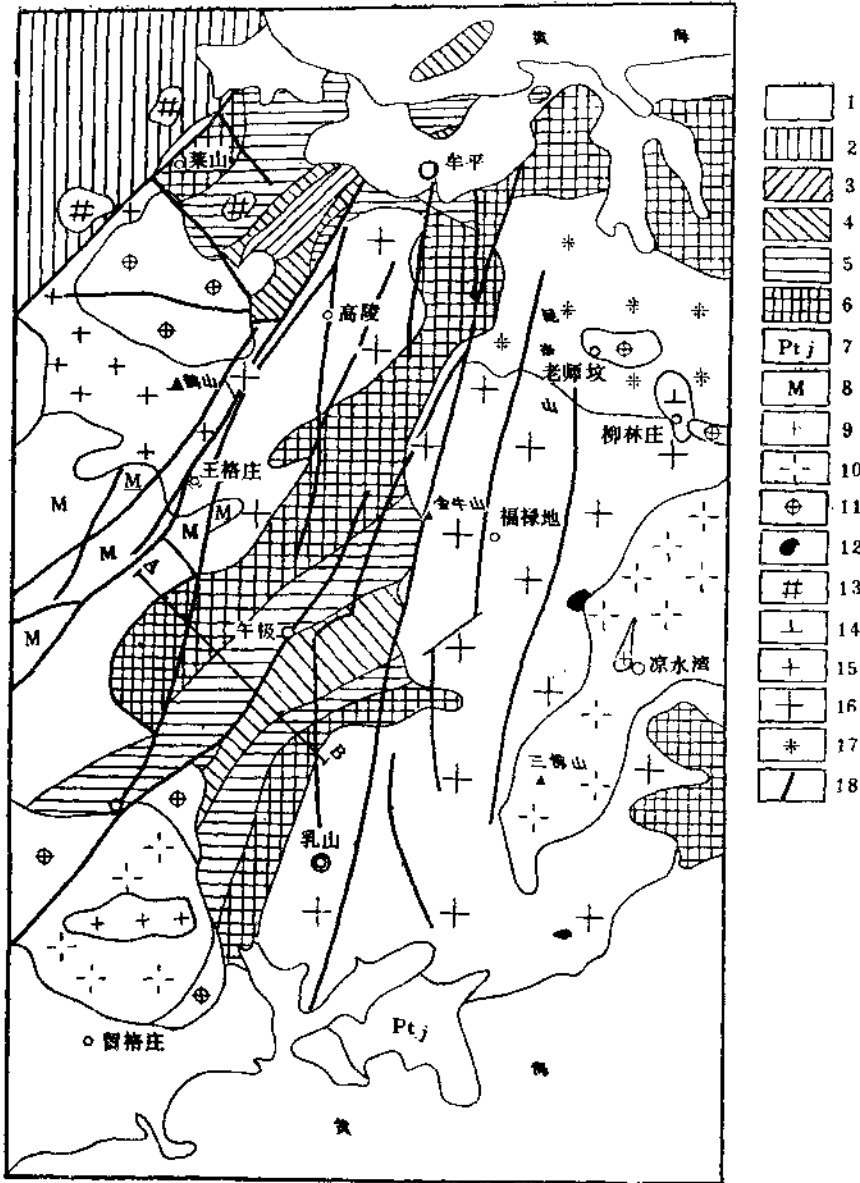


图 1 牟平-乳山地区地质略图

Figure 1 Sketchy geological map of the Muping-Rushan region

1—中生界—新生界；2—粉子山群；3—胶东群桃林组；4—胶东群徐村组；5—胶东群祥山组；6—胶东群莱山组；7—胶东群未分；8—糜棱岩化混合岩；9—花岗岩 ($\gamma_2^{(2)A}$)；10—密斑二长花岗岩 ($\gamma_2^{(1)C}$)；11—似斑状二长花岗岩 ($\gamma_2^{(1)B}$)；12—细粒辉石闪长岩 (ω_2^1)；13—伟晶岩 ($P\gamma_2$)；14—角闪黑云石英类二长岩 (σ_2^1)；15—中细粒花岗岩 (γ_2^A)；16—中粗粒花岗岩 (γ_2^C)；17—细粒含石榴石花岗岩 (γ_2^B)；18—断裂

岗质岩砾组成，砾石有压扁现象。砾岩人工重砂样品中发现几十颗微细金粒（经电子探针分析含Au75.65%，Ag23.47%），砾石、胶结物中均有发现。

晚元古代时期，区域北部继续拗陷，沉积了蓬莱群，厚4000m左右，为浅变质岩系，其与下伏地层呈角度不整合接触，金丰度值变化范围0.26—2.88ppb。

早前寒武纪时期，随着构造隆起，区内已出现大量花岗岩类岩石，蓬莱金果山砾岩中的花岗质砾石表明有早元古花岗岩存在，沈阳地质矿产研究所用铀-铅法测得胶东西部玲珑花岗岩和东部昆崙山花岗岩成岩年龄1900Ma，昆崙山花岗岩铷锶全岩等时线年龄为1500—700Ma，粉子山群被伟晶状花岗岩侵入，后者未侵入邻近的蓬莱群，说明本区元古代时期一直有花岗岩的形成并受到改造。元古代花岗岩金丰度值0.67—3.88ppb，昆崙山花岗岩人工重砂中有微粒金（经电子探针分析，Au73.22%，Ag22.42%）。

古生代时期，胶东整体隆起，缺失沉积地层。北东、北西等方向的构造横跨叠加在东西向构造上，局部隆起加剧。本区200—470Ma的同位素年龄数据，大致表示这一阶段的地质（热）事件影响。

中生代早期（三叠纪晚期—侏罗纪晚期）由于太平洋库拉板块对欧亚板块的俯冲和挤压，使胶东地区构造隆起加剧，断裂构造大量出现，并产生断块隆起和凹陷，北东和北北东向断裂发育。由地幔岩浆上涌和构造运动产生的巨大能（热）量，不仅使已有岩体受到再熔和改造，而且使西北部地区下部地壳的角闪质难熔组分重熔侵位，形成了郭家岭花岗闪长岩和栾家河花岗岩，并产生极为发育的闪长玢岩群。对玲珑、郭家岭和栾家河花岗岩用不同方法测得的大量同位素年龄数据在150Ma左右，而东部昆崙山花岗岩的钾氩年龄值和铷锶矿物等时线年龄也在150Ma左右，都反映了这一时期地壳变动和热事件的广泛影响，这是胶东金成矿的关键时期。

晚侏罗世，在拗折-断陷区有莱阳组陆相碎屑岩和泥砂质沉积，厚约千余米。乳山南部侏罗系砾岩中有大量昆崙山花岗岩砾石。侏罗系莱阳组金丰度值1.44ppb。在牟平松椒等地侏罗系砾岩中有热液脉状金矿化。

白垩纪时期，胶东燕山晚期岩浆活动规模大，范围广，与之有关的部分多金属矿中有伴生金。中生代燕山晚期侵入体的金丰度值1.3ppb左右。在三佛山岩体边部细粒花岗岩人工重砂中发现微细金粒，并有个别金矿化点。

白垩系分布在断陷区，包括青山组火山沉积岩和王氏组砂砾岩，金丰度值0.96ppb。在莱城县草岛寨的青山组火山岩中有含金石英细脉，海阳县发城火山岩中有金矿化。

新生代时期，胶东西北部有第三系黄县组含煤沉积并有基性岩浆喷溢。玄武岩金丰度值1ppb左右，栖霞唐山玄武岩底部有含金砾岩层。

胶东地区现代河谷（或河床）中，常有砂金，牟平辛安河、莱山，招远中流河、诸流河等产有中小型现代河谷砂金矿。

二、胶东群变质岩系

胶东群出露广泛（面积约1400km²），分布在区域北部、南部和呈北东向延伸的中间地带。在东、西部的花岗岩大面积出露区，胶东群呈残留体零星出露。片麻理、片理走向在南、北部呈近东西向，中间地带为北东向。

(一) 岩石类型、副矿物及岩石化学特征

1. 岩石类型

区内胶东群主要有斜长片麻岩、斜长角闪岩、透闪透辉岩、变粒岩、片岩、大理岩和长石石英岩等七种岩石类型。

(1) 斜长片麻岩类：岩石具鳞片花岗变晶结构，片麻状构造。受混合岩化作用后，具有混合交代结构。矿物成分有斜长石 ($An=20-30$, 50%)、钾长石 (15%)、石英 (15—25%)、呈红棕色的黑云母 (0—10%)、普通角闪石 (10—15%) 和石榴石 (5%±)。此外，在个别地段样品中还见有特征变质矿物——矽线石和堇青石 (可达5%)，大致沿片麻理方向分布，或有一定角度。

(2) 斜长角闪岩类：岩石具柱粒状或纤状变晶结构，个别具变余辉绿-辉长结构，块状构造。矿物成分有普通角闪石 (50%)、斜长石 (40—45%)、辉石和黑云母 (5—10%)，还有石英，常呈其他矿物之包体 (<5%)。

(3) 片岩类：岩石具花岗鳞片变晶结构，片状构造，个别具揉皱状构造。矿物成分有呈红棕色的黑云母 (20%)、白云母 (5—10%)、斜长石 (10%)、石英 (15—20%，在石英片岩中可达60%)。此外，在部分样品中还见有特征变质矿物蓝晶石、矽线石和石榴石。

(4) 变粒岩类：岩石具鳞片-粒状变晶结构，受混合岩化作用后具交代结构，块状构造。矿物成分有黑云母 (15—20%)、普通角闪石 (15—20%)、石英 (30%，常呈集合体或斜长石之包体产出)、斜长石 (30—35%)，另外见有少量微斜长石和石榴石。

(5) 透闪透辉岩类：岩石以粒状或镶嵌状变晶结构为主，纤状花岗变晶结构次之，块状构造，少数呈条带状或片(麻)状构造。矿物成分有透辉石 (30—70%，局部受帘石化和次闪石化作用)、阳起石-透闪石 (<25%，在透闪岩中可达80—90%)、斜长石 (5—30%)、微斜长石 (<20%，为混合岩化作用的产物，常交代斜长石)、石英 (0—10%)。另外有黑云母、石墨等。

(6) 大理岩类：岩石具不等粒花岗变晶结构，块状构造。矿物成分有方解石 (60—95%) 或白云石 (0—10%)、透辉石 (0—20%)、透闪石 (0—5%)，其他如石英、斜长石、微斜长石呈不均匀的团块状分布在个别样品中。

(7) 长石石英岩：岩石具花岗变晶结构，块状构造。矿物成分有石英 (75—90%)、长石 (0—25%，以斜长石为主)，局部有透辉石、透闪石 (0—20%)，另外有零星的黑云母、白云母和石墨分布。

2. 副矿物及其组合特征

(1) 斜长片麻岩类副矿物种类不多，但含量较高，以富含磁铁矿、榍石、磷灰石和锆石为特点。锆石具熔蚀和再生加大现象，呈简单晶体。副矿物组合为磁铁矿+榍石+磷灰石+褐帘石+锆石+石榴石+黄铁矿。

(2) 斜长角闪岩类富含石榴石，榍石含量也较高，磁铁矿含量较低。副矿物组合为石榴石+榍石+磷灰石+黄铁矿。

(3) 片岩类副矿物种类少，含量低且变化大，富含石榴石和矽线石。锆石浅紫红色为主，熔蚀现象明显，椭圆柱状晶体。副矿物组合为石榴石+矽线石；磁铁矿+锆石+榍石+黄铁矿。

(4) 变粒岩类副矿物种类最少, 富含磁铁矿和石榴石, 锆石和磷灰石也较多。锆石浅黄色为主, 熔蚀现象明显, 简单长柱状晶体。副矿物组合为磁铁矿+磷灰石+锆石+石榴石+黄铁矿。

3. 岩石化学及原岩恢复

根据本区胶东群变质岩系的岩石化学成分及尼格里值, 选用两种图解进行原岩恢复。

根据岩石类型和化学成分分为:

(1) 富钙的 ($\text{CaO} > 15\%$) 岩石 (透闪岩和大理岩), 从图2图解中知其原岩为白云质灰岩。

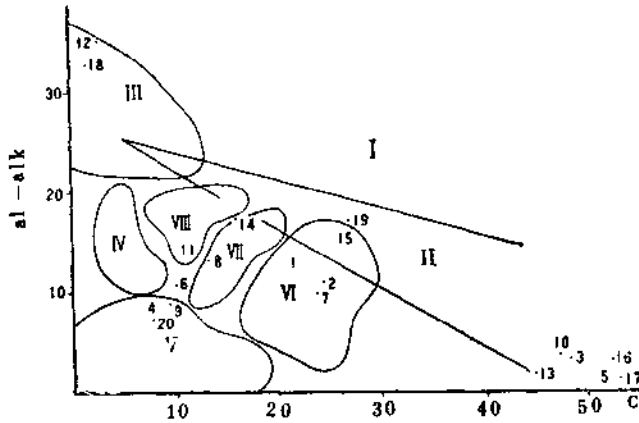


图 2 胶东群变质岩系 (al-alk)-c图解

Figure 2 (al-alk)-c diagram of metamorphic rockseries of Jiaodong Group

I—钙质泥灰岩; II—白云质泥灰岩; III—粘土岩区; IV—中酸性凝灰岩; V—角斑岩; VI—细碧岩-玄武岩; VII—二长安山质凝灰岩; VIII—英安质凝灰岩

(2) 基性岩及长英质岩 (斜长角闪岩、斜长片麻岩, 部分变粒岩和片岩) 从图解可恢复为基性-中酸性火山岩, 有的斜长角闪岩在野外具次火山岩特征, 在薄片 中, 具 变余辉长结构, 原岩为基性 (脉) 岩。

(3) 硅质较高的 ($\text{SiO}_2 > 80\%$) 岩石, 个别的变粒岩, 透辉石英岩, 黑云变粒岩和浅粒岩。图3表明, 其落在火山岩, 钙质沉积物和厚层泥岩等区域以外的 部 位, 主要为砂岩。

(4) 富铝质 ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 17\%$) 的岩石, 图解表明其原岩为泥质 (粘土质) 岩。

(二) 变质作用

1. 叠加变质

野外观察发现原始层理与片理方向基本一致, 即 $S_0 // S_1$, 而混合岩化变质岩片理则发生褶曲, 和被岩体边缘混合岩包裹, 并受伟晶岩脉穿插。在石榴二云片岩中见到石榴石具滚动破碎现象, 其长轴与片理垂直, 而使云母片产生揉皱状 (S_2) 构造。这些现象说明本区存在多次变质作用。

用U-Th-Pb、Rb-Sr法和K-Ar法测得本区及邻区胶东群变质岩系和花岗质岩石的同位素年龄有2400—2300Ma; 1900—1700Ma; 1500—700Ma; 700—400Ma和200—100Ma等

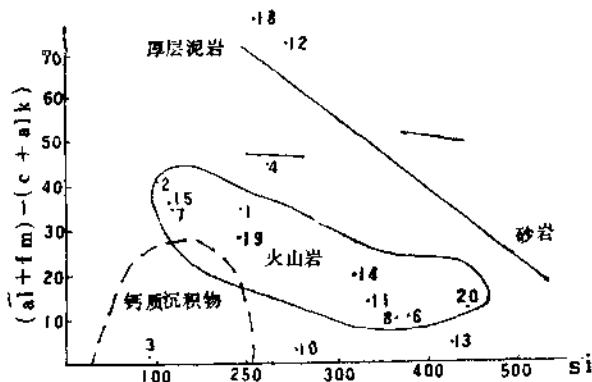


图 3 不同成因类型岩石的 $(al+fm)-(c+alk)-Si$ 图解
Figure 3 $(al+fm)-(c+alk)-Si$ diagram of various genetic rocks

几个数据集中区间，结合区域发展史，本区经历了多期地质（热）事件的改造。

2. 变质相

胶东群普遍经受了高角闪岩相的变质作用，局部可达低压麻粒岩相。岩石中常见中级变质矿物（铁铝榴石、普通角闪石、黑云母），局部有蓝晶石，它们与钾长石、斜长石和石英共生。在少数样品中有矽线石、堇青石和透辉石出现。

从薄片见到蓝晶石、石榴石和黑云母沿片理分布，同时又见到斜切片理的新生矿物矽线石和白云母。因此，前者属同构造期的产物，随后在压力降低或温度升高的情况下，有矽线石和白云母生成。另外又见沿片理分布的堇青石中含有针状和柱状矽线石包体它们与斜长石、石榴石和部分黑云母共生。

富铝变泥质岩石的矿物组合为矽线石（蓝晶石）+ 堇青石 + 石榴石（+ 钾长石 ± 黑云母）。基性系列和长英质系列岩石的矿物组合为斜长石 + 堇青石 + 铁铝榴石、斜长石 + 堇青石 + 铁铝榴石 + 黑云母 + 钾长石（+ 石英）、斜长石 + 透辉石 + 透闪石 + 黑云母 + 白云母 + 微斜长石（+ 石英）。碳酸盐岩石的矿物组合为铁铝榴石 + 方解石（白云石）+ 透辉石。

3. 混合岩化作用

胶东群混合岩化较粉子山群为强，其方式以注入交代为主，部分重熔，形成各种条带状、条带状、条痕状、脉状、角砾状混合岩化岩石，以至混合岩。混合岩化作用强度随构造部位和岩性不同而异。

在构造隆起区出露大面积花岗岩，仅残存有混合岩块体。在柳林乔一带有面积 100km^2 的混合岩。在交代-重熔成因的花岗岩体边缘，常有宽度不等的边缘混合岩化带，其宽度由数十米至百余米，具明显的过渡现象。

片麻岩类岩石易混合岩化作用，形成各种形态的混合岩化岩石以至混合岩。而钙质和基性岩石较难受混合岩化作用，多被长英质脉沿裂隙贯入形成网状或角砾状混合岩，作用强烈带可形成混合成因的伟晶状花岗岩。

对本区部分条带状混合岩和斜长片麻的化学成分用巴尔特法进行了计算，结果表明，由黑云斜长片麻岩 → 条带状混合岩的过程中元素迁移情况是带入 K、Mg、Ti、Si、P 和 OH，带出 Na、Ca、Al、Fe 和 O_2 。

(三) 层序及时代

1. 层序

胶东群由长春地质学院1961年建群,划分为化山组 and 旌旗山组,随后山东省地质局805队和第三地质队分别对胶东群重新分组,各家分组立段方案各异,不便采用。本课题依据原地层的建造特征,岩石组合和含矿性,原沉积韵律等,将区内胶东群自下而上分为莱山组、祥山组、徐村组、桃林组(见表1)。

表 1 牟平-乳山地区胶东群层序表

Table 1 Sequence of the Jiaodong Group in the Muping-Rushan region

组名	厚度(m)	岩性组合	分布	注
桃林组	>1400	黑云片岩,二云片岩夹变粒岩	北水、桃林	
徐家组	2000	黑云斜长片麻岩,含石墨透闪斜长片麻岩,变粒岩,透闪透辉岩,斜长角闪岩等	徐村、午极	为石墨矿产出层位
祥山组	1700	黑云片岩,黑云斜长片麻岩,透闪透辉岩,大理岩,斜长角闪岩	祥山、莱山、马陵和洋上	为祥山铁矿和马陵铁矿等产出层位
莱山组	1700	黑云斜长片麻岩,黑云变粒岩,斜长角闪岩,角闪斜长片麻岩,石榴黑云片岩,夹透闪透辉岩,大理岩	莱山、上庄、玉林店-阎家芥一带	

2. 时代

1981年沈阳地质矿产研究所在栖霞县十八盘获取黑云母变粒岩的锆石 U-Th-Pb 等时线年龄值2680Ma。

1984年我们对研究区内的牟平县莱山黑云母片岩中的锆石做 U-Th-Pb 同位素年龄测定,其结果如表2所示。

表 2 牟平莱山黑云片岩锆石 U-Th-Pb 年龄测定数据表

Table 2 U-Th-Pb datings of zircon in biotite schist in Laishan district of Muping county

样号	U (%)	Th (%)	Pb (%)	²⁰⁴ Pb	²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$
1	0.0440	0.0398	0.0137	0.68	50.680	16.509	32.163	2393	875	1424	658
2	0.0293	0.0306	0.0102	0.239	71.763	13.744	14.254	2323	1563	1907	433
3	0.0303	0.0279	0.00872	0.254	69.928	14.393	15.425	2443	1262	1767	451
4	0.0300	0.0168	0.0128	0.374	66.304	15.388	17.938	2446	1668	2047	799
5	0.0310	0.0285	0.0119	0.581	55.122	16.653	27.644	2526	1203	1764	662
6	0.0322	0.0269	0.0129	0.551	57.621	16.740	25.088	2539	1323	1859	601

(中国地质科学院地质力学所同位素年龄实验室测定)

利用表中的数据获得锆石U-Pb等时线年龄值为2484.8±21.336Ma。

山东省地质矿产局第三地质队区调分队对莱山镇东的黑云斜长片麻岩取做Rb-Sr全岩分析,获得等时线年龄为2394.17Ma,与上述U-Pb同位素年龄值基本一致,故本区胶东群

成岩时代定为晚太古—早元古代。

(四) 含金性

对本区胶东群金丰度值测试数据与统计结果表明, 各组及不同岩性金丰度值差异不显著。按不同岩石类型进行金丰度值统计, 其结果列入表3。金在斜长角闪岩、斜长透辉岩中丰度值略高。

表 3 胶东群岩石金丰度值 (ppb) 表
Table 3 Gold abundance (ppb) in rocks of Jiaodong Group

岩石类型	样品数	\bar{x}	S_x	V_x
黑云斜长片麻岩	56	1.4	1.3	92.9
斜长角闪岩	37	1.9	2.2	115.8
黑云片岩	22	1.0	1.0	100
大理岩	16	1.5	1.5	100
透闪透辉岩	7	1.0	0.4	40
黑云变粒岩	23	1.3	1.2	92.3
长石石英岩	6	1.0	0.6	0.6
斜长透辉岩	14	1.9	0.9	47.4
胶东群岩石	80	1.6	1.6	1.00

总之, 本区胶东群金丰度值较低, 仅为1.6ppb。相对而言, 变质火山岩的金丰度值较副变质岩的略高, 金可能呈微粒独立矿物分散在岩石中。

三、花岗岩类岩石

区内广布花岗岩类岩石, 它们或呈深成岩基产出, 如昆崙山和鹤山岩体; 或呈岩株、岩基侵入体产出, 如院格庄、老师坟、柳林庄和凉水湾岩体; 部分则为小岩枝、岩瘤, 如晒子和上口闪长岩体等。出露总面积约为1967km², 约占工作区面积的50%。此外, 有少量脉岩, 如闪长玢岩、伟晶岩和煌斑岩等。

(一) 地质特征

1. 昆崙山岩体

分布在东部和中部, 为一大致呈南北至北东向延展, 边部呈钝齿状的似椭圆形岩体, 据重力资料, 岩体北边陡倾, 向南西缓倾, 为由多个构造鼻组成的斜坡。包括两类岩石, 即细粒含石榴石花岗岩和中粗粒花岗岩。前者分布在岩体的北部和西北部, 岩石主要为淡灰白色, 细粒结构、块状构造。边部常见有条带状及似层状构造(混合岩), 局部结晶粒度变粗甚至过渡为伟晶岩脉。岩石结构和结晶程度在大范围内不甚均匀, 在不同地点有所变化。与胶东群局部呈侵入(突变)接触关系, 而从大范围来看却显示逐渐过渡关系, 显示了中—深带花岗质岩石与变质围岩接触的特点。可见到切穿胶东群的细粒花岗岩, 且片麻岩的片麻理发生了褶曲, 说明细粒花岗岩是在胶东群遭受变质作用和随后的构造运动期间或之后发生侵位的。与胶东群之间有一宽度不等的过渡带——混合岩化带, 即在岩体一边的花岗质岩石中含有大小和数量不等的胶东群残留体或包体, 有时可见到阴影混合岩; 而向胶东群方向, 则依次出现条带状或条纹状混合岩, 含较多长英质脉体和混合岩化