

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产

第 44 号

中国热液金矿床
含金建造及成矿作用与找矿方向

马启波等 著

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

四 矿床与矿产 第 44 号

中国热液金矿床含金建造及
成矿作用与找矿方向

马启波 杨芳林 李才春 江雄新 等著
郝 雅 刘 鹏 母瑞身 余汉茂

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本专著为“中国金矿主要类型找矿方向及找矿方法”项目的综合研究成果。作者按不同地质发展历史演化阶段、岩石组合、物质来源划分出原生含金建造和转生含金建造；提出金矿床是构造-热事件叠加于含金建造的产物，并对变质热液型、岩浆热液型、渗滤热液型及火山热液型金矿床的成矿机制、成矿形式、围岩蚀变及韧性剪切带在成矿中的作用进行了较详尽的论述；在对比我国南、北方金矿成矿背景差异的基础上，阐述了我国金矿床的总体分布格局，并探讨了找矿方向。

本书对从事金矿的普查勘探和科学研究的专业人员以及地质院校的教学人员均有重要参考价值。

中华人民共和国地质矿产部、地质专报

四 矿床与矿产 第44号

中国热液金矿床含金建造及成矿作用与找矿方向

马 启 波 等 著

责任编辑：徐 海、谭惠静

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(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：787×1092^{1/32} 印张：11 插页：2 页 字数：255000

1994年4月北京第一版·1994年4月北京第一次印刷

印数：1—500 册 国内定价：12.00 元

ISBN 7-116-01539-6/P·1249

序 言

“中国金矿主要类型找矿方向及找矿方法研究”是1987年正式批准立项的国家“七五”金矿攻关项目(编号75-55-金)。按合同规定,本项目的主要研究任务是:深入研究我国金矿主要类型的地质特征,探索我国新的金矿类型和成矿地区,总结成矿规律,建立区域成矿模式,进而进行不同层次的成矿预测。本书即是该项目所辖、由地质矿产部及部分高校系统共16个单位承担的21个课题的综合研究成果。参加这些课题研究单位有沈阳地质矿产研究所(项目负责单位)、地质研究所、矿床地质研究所、地质力学研究所、西安地质矿产研究所、天津地质矿产研究所、南京地质矿产研究所、宜昌地质矿产研究所、中国地质大学(武汉)、南京大学、成都地质学院、云南省地质矿产局第三地质大队、四川省地质矿产局、安徽省地质矿产局地质科学研究所及黑龙江省地质矿产科学研究所。

鉴于这些研究课题的研究内容都是对于我国主要金矿类型的补充,相互之间存在着地质单元分布上的不均衡性、内在联系不紧密、研究层次不一致等原因,1989年底天津会议期间,项目负责人陈毓川研究员及李舒高级工程师召集部分课题负责人就综合报告编写问题进行了讨论,一致认为综合报告应以含金建造为背景,以成矿作用为主线,按不同地质历史发展演化阶段、岩石组合和成矿物质来源,从原生含金建造和转生含金建造两个方面,深入总结我国金矿的成矿地质背景和成矿规律,进行成矿预测。为此,报告评审委员会建议将该成果更名为“中国热液金矿床含金建造及成矿作用与找矿方向”。

我国金矿床是某种构造-热事件叠加于不同地质时期、不同构造演化环境下所形成的某种含金建造的产物,金矿床的空间分布同时受含金建造和后期金的成矿作用的制约。

本书在阐述我国金矿成矿规律时,采用了金矿集中区的概念。其核心是含金建造(即成矿地质背景)与成矿作用(即成矿热事件)。两者相互关联、缺一不可。据作者研究,我国金矿床的集中分布,往往同含铁镁质和含碳较高的特定岩系有着密切的联系;但在某些成矿区域内,这些岩系金的丰度值往往低于地壳平均丰度值,当然,这并不等于说这些岩系的金初始丰度就低。本书提出含金建造这个概念,将金矿的形成背景具体到地质体中并与地壳演化结合起来,从而避免了由于测定丰度的高低而给金矿的成矿背景的研究所带来的困难,也便于分类。

金的成矿作用系指含金建造中分散的金在热液介质中迁移富集的过程。因此,其成矿作用必然和热液来源及地质热事件等相联系。通过对各种金矿床成矿机制、成矿形式及围岩蚀变等的研究,本书将我国热液金矿床划分为变质热液型、岩浆热液型、渗滤热液型和火山热液型等四个主要成因类型。

目前,韧性剪切带与金矿的关系越来越引人瞩目。但问题是,韧性剪切带是一种成矿机制,还是一种控矿机制,或者兼而有之,又如何评价其在金矿形成中的积极作用,本书在有关章节中对此作了重点讨论。

我国长江中下游地区是一个铜矿化的明显集中区,其金、铜成矿作用都与中生代中酸性岩浆岩有关,有的则受碱性火山岩控制。然而这里并没有发现各类含金建造,矿化形

式以矽卡岩型为特点，因此，尚不能以含金建造与成矿作出解释。为说明花岗岩与火山岩成矿的重要性和特殊性，本书对此单独进行了讨论。

本书序言和结语由母瑞身编写。第一章第一节原生含金建造中，太古宙和元古宙的中—基性火山岩系含金建造由马启波、刘鹏编写，蛇绿岩含金建造由杨芳林编写；第二节转生含金建造由母瑞身编写。第二章第一节由马启波、母瑞身编写；第二节由李才春、马启波、杨芳林编写；第三节由母瑞身编写；第四节由江雄新编写，余汉茂参与成矿物理化学条件编写；第五节由郝雅编写。第三章中成矿区域背景由刘鹏编写，金矿分布规律由马启波编写，找矿方向由母瑞身、马启波编写。最后由马启波对各章节做了部分的修改和定稿。李铁庆参加部分资料收集、整理工作。全部图件由吴德燕清绘。

本书是在21个课题研究成果基础上编写而成的。由于客观原因，加之笔者水平有限，本书未能将成果全部反映出来，错误亦在所难免，敬请读者指正。

本文初稿承蒙张炳熹、黄崇轲、秦薰、陈毓川、裴荣富、李舒、李兆薰、陆春榕、孙培基、李文亢、王孔海、韩仲文、张树新等同志审阅，并提出了宝贵的意见。定稿时已参照各位专家的意见作了修改和补充。笔者向这些同志表示诚挚的谢意。

目 录

序言

第一章 含金建造的地質特征	(1)
---------------	-----

第一节 原生含金建造	(1)
------------	-----

第二节 转生含金建造	(25)
------------	------

第二章 主要金矿床类型和成矿作用	(42)
------------------	------

第一节 变质热液型金矿床	(43)
--------------	------

第二节 渗透热液型金矿床	(64)
--------------	------

第三节 岩浆热液型金矿床	(69)
--------------	------

第四节 火山热液型金矿床	(97)
--------------	------

第五节 韧性剪切带与成矿的关系	(134)
-----------------	-------

第三章 找矿方向	(143)
----------	-------

第一节 成矿的区域背景	(143)
-------------	-------

第二节 我国金矿床的分布特征	(145)
----------------	-------

第三节 我国热液金矿床的找矿方向	(146)
------------------	-------

结语	(149)
----	-------

主要参考文献	(151)
--------	-------

英文摘要	(153)
------	-------

CONTENTS

Intruduction

Chapter 1 Geological Characteristics of Auriferous Formation	(1)
Section 1 Primary Auriferous Formation.....	(1)
Section 2 Derivative Auriferous Formation.....	(25)
Chapter 2 Main Types and Metallogenesis of Gold Deposits	(42)
Section 1 Metamorphic Hydrothermal Gold Deposits.....	(43)
Section 2 Infiltration Hydrothermal Gold Deposits.....	(64)
Section 3 Magmatic Hydrothermal Gold Deposits.....	(69)
Section 4 Volcanic Hydrothermal Gold Deposits.....	(97)
Section 5 Relationship between Ductile Shear Zone and Gold Mineralization	(134)
Chapter 3 Ore-hunting Direction	(143)
Section 1 Regional Geological Background of Gold mineraliza- tion.....	(143)
Section 2 Distributive Characteristics of Gold Deposits in China.....	(145)
Section 3 Ore-hunting Direction of Hydrothermal Gold Deposits in China	(146)
Conclusions	(149)
References	(151)
Summary in English	(153)

第一章 含金建造的地质特征

近年来,许多金矿地质工作者对我国金矿地质的基本情况进行了卓有成效的研究,并从不同的角度阐述了金矿地质的一些重要概念,提出了适合我国特点的若干成矿新理论,总结了我国不同层次的金矿成矿模式和成矿规律,探索了成矿作用和找矿方向。

许多地球化学家早就指出,金具有亲铁、亲硫和在表生条件下被碳、泥质吸附的地球化学属性。哥伦比等确定金的亲铁性是基于对陨石中金含量的测定,而费尔曼等确定金的亲硫性是基于铜矿石冶炼过程中金富集于中部硫化物相内,可见,它们显然代表着两个不同的地质环境。在由地幔到地壳的火成岩形成阶段,金表现为亲铁性,呈分散状态赋存于镁铁质硅酸盐矿物中;在热液成矿阶段,金表现为亲硫性,由分散状态迁移集中到硫化物矿物中。毫无疑问,金的这种地球化学行为的变化,是和地壳演化阶段密切相关的。

从我国金矿床的分布特征看,热液型金矿床,都依赖于具有成因联系的一套特殊的岩石组合。换言之,这种具有成因联系的特殊岩石组合,为金矿的形成提供了物质来源。为此,我们引入了含金建造的概念。但应说明,本文所引入的含金建造,是指在一定构造演化阶段业已形成的具有金的高初始丰度值,并与以后金的成矿有内在联系的地质体(母瑞身等,1987),但不包括前人根据金矿床中常见的Au-Ag-As-Sb和W-Sb-Au等元素组合提出的矿石建造。根据含金建造的形成条件,可将其划分为原生含金建造和转生含金建造两大类。

第一节 原生含金建造

原生含金建造是指直接来自上地幔或下地壳的物质,组成地壳后再没有发生大的分化的地质体。按其形成的构造环境差异,可分成太古宙—早元古代活动带内的镁铁质、超镁铁质岩系(即绿岩带的一部分);含金的条带状硅铁建造(即BIF。其中,夹于绿岩带下部火山岩之中的称为BIF₁,形成于上覆沉积岩系中的称为BIF₂,形成于显生宙与其原生含金建造并存的为BIF₃);蛇绿岩套中的镁铁质、超镁铁质岩系;再生洋盆或活动大陆边缘中的镁铁质、超镁铁质岩系(类蛇绿岩)以及镁铁质、超镁铁质侵入体。

一、太古宙中—基性火山岩系含金建造

太古宙中—基性火山岩系含金建造,是地壳早期阶段发育的镁铁质、超镁铁质岩系。由于变形变质作用、交代重熔作用、同熔作用及地壳多次下沉、抬升、裂开、迁移,使其分裂成大小不等,并以高于绿片岩相、构造上相互叠加的变质杂岩存在于古陆区或中间陆块区,如华北—塔里木陆块的古陆核区及古增生带所夹持的佳木斯中间地块等(图1-1)。

目前日趋成熟的活动论思想较科学地认识和解释了地壳内所发生的各种地质事件,并对早前寒武纪地质提出了一些新的概念,如花岗-绿岩带及变质相的低级区和高级区等等。这些新概念提出,对研究成矿作用具有重要的指导意义。太古宙花岗-绿岩带中的绿岩

含金建造,是地壳早期阶段的特有组分,是地壳早期演化的必然产物。在太古宙绿岩含金建造中,金除与铁的硅酸盐相有关外,还和铁的其他三个矿物相(铁的氧化物相、硫化物相和碳酸盐相)密切相关,但它主要进入硅酸盐相中。这就使花岗岩-绿岩带成为金的成矿背景区,而其本身并无明显的成矿作用。由于区域变质作用之后的地史演化中可形成金的成矿系列,因此,金矿不仅产于低级变质区,而且在高级变质区也有产出。这表明,变质相对成矿不具绝对意义,而起主导作用的是含金建造的存在和后期成矿作用应具备的条件。根据太古宙含金建造的原岩形成环境及其变质变形特征,笔者将我国太古宙含金建造进一步划分为早太古代和晚太古代两个原生含金建造。

(一) 早太古代中—基性火山岩系含金建造

早太古代中—基性火山岩系含金建造(简称早太古代含金建造)主要分布在中朝板块北部的冀东、辽西—冀北、浑北、辽南以及鲁西、五台和小秦岭等地区(图1—1),其中以冀东、辽西—冀北及辽北—吉南等地最为发育。它们大致呈东西向展布。下面我们以冀东、辽西—冀北及浑北地区为例,从含金建造的变质相、变质岩类及岩石化学等方面进行分析,以阐明赋存于早太古代原生含金建造中的金与地壳早期演化的关系。

早太古代含金建造,在冀东地区系指迁西群上壳岩中的三屯营组 and 上川组(孙大中等, 1984),它们主要分布于青龙—迁安一线以西、遵化以东地区;在辽西—冀北,系指原建平群小塔子沟组和谭应佳等1989年划分的五河群中上壳岩部分,它们主要分布于辽宁的朝阳、建平、北票、阜新及内蒙古的赤峰、河北的平泉一带;在浑北地区,其主要分布于辽宁的铁岭—靖宇隆起的东段,包括辽宁的清原、新宾、抚顺和吉林的桦甸、靖宇、抚松县等,系指70年代末统称的鞍山群,或相当于沈保丰(1989)划分的浑南群和蒋国源^①1981年划分的白山镇群。根据已有的同位素年龄资料,冀东早太古代含金建造的成岩年龄大于3000Ma,且在2800Ma前后曾发生区域变质作用;而辽西—冀北及浑北地区的早太古代含金建造的成岩年龄约为2800Ma。

上述三个地区早太古代含金建造的变质岩类中,都有麻粒岩出露;所不同的是,在冀东地区太古代含金建造所出露的麻粒岩类、斜长片麻岩类、斜长角闪岩类中,常夹有条带状磁铁石英岩和斜长角闪岩;辽西—冀北地区出露的麻粒岩和片麻岩中,夹有变辉岩、角闪岩、斜长角闪岩和磁铁石英岩,其中尚可见斜长角闪岩、角闪变粒岩和浅粒岩薄层组成的韵律层。岩石成层性较好,片麻状构造较发育,并可见条带状和条纹状构造;而浑北地区所出露的变质岩中,花岗岩岩石高达70—80%,层状变质岩仅占20—15%。且后者常呈规模不等的残留体产于前者之中。

1. 冀东地区早太古代含金建造

该地区早太古代含金建造的上川组,主要分布于迁西太平寨和杨河峪两个区域,由一套以辉石麻粒岩为代表的麻粒岩相岩石组成。其中,斜长二辉麻粒岩最为发育,其次为角闪斜长次透辉麻粒岩和斜长次透辉麻粒岩,局部可见二辉斜长角闪岩、次透辉斜长角闪岩及薄层条带状—片麻状辉石磁铁石英岩夹层,偶见黑云紫苏斜长片麻岩。上川组的主要特点是变质深,普遍含有辉石类矿物,且各类变质岩彼此不相衔接,很难分清各岩相间的层位关系。

^① 蒋国源等, 1981, 辽吉地区太古代晶质岩地质特征。

冀东早太古代含金建造的三屯营组,在上川组两侧及迁安水厂—松汀一带广为出露,由一套黑云斜长片麻岩类岩石所组成,并可分为上、下两个岩段。其下岩段主要由斜长二辉麻粒岩、斜长次透辉麻粒岩和二辉斜长片麻岩、黑云紫苏斜长片麻岩、二云斜长片麻岩及角闪斜长次透辉麻粒岩组成,夹多层磁铁矿石岩,系本区主要含铁岩组之一。三屯营组中,除有英云闪长岩和较晚期的花岗质岩石侵入外,普遍遭受长英质混合岩化作用的叠加,致使变质岩均呈残体产出。

冀东上川组的辉石麻粒岩类多呈层状产出,常夹有二辉斜长角闪岩及薄层条带状磁铁矿石岩及紫苏片麻岩。岩石中 K_2O 含量一般为0.94%, $Fe_2O_3 + FeO$ 含量为13.51%, TiO_2 含量为1.22%, ΣREE 为 $29.17 \times 10^{-6} - 117.06 \times 10^{-6}$,平均为 66.35×10^{-6} ,约为球粒陨石的11倍,(La/Lu)_N值为0.44—3.10,岩石的总体化学特征与Condie (1976)提出的太古宙拉斑玄武岩划分方案中的 TH_2 相似。与现代构造环境相比,其原岩为来源于亏损型地幔的岛弧或洋中脊的拉斑玄武岩,但也不排除该区当时已具备陆壳的特征。上川组中局部可见的呈薄层、扁豆体或不规则状产出的变辉岩类,系基性、超基性火山岩或与其相当的火山岩变质形成。其中,变角闪二辉岩、变次透辉岩与磁铁矿石岩空间关系密切,前者往往构成后者的直接围岩;个别不规则体则与斜长角闪麻粒岩呈过渡关系。

上川组中的斜长角闪岩类,包括次透辉斜长角闪岩和二辉斜长角闪岩,成分与麻粒岩类基本一致,其来源亦与麻粒岩类基本相同。但由于斜长角闪岩类在花岗质侵入岩中呈残体产出,因此受花岗质岩浆影响,个别样品稀土元素分馏较强,在球粒陨石标准化模式图上呈右倾曲线。三屯营组中的斜长片麻岩类主要为黑云紫苏斜长片麻岩、黑云二辉斜长片麻岩和黑云次透辉斜长片麻岩,另有少量黑云斜长片麻岩和黑云角闪斜长片麻岩,它们常以薄—厚层状与辉石麻粒岩及二辉斜长角闪岩呈互层产出,部分紫苏斜长片麻岩为磁铁矿石岩的直接围岩。三屯营组的斜长片麻岩类, SiO_2 含量一般为66.48—55.06%,平均为66.36%; ΣREE 为 $71.26 \times 10^{-6} - 92.66 \times 10^{-6}$, $LREE/HREE$ 为14.56—15.85;(Rb/Sr)_i为0.0492—0.0500,可见其原岩化学成分接近于古安山岩类。

2. 辽西—冀北地区早太古代含金建造

该含金建造的组成岩石主要有超镁铁质变质岩类、变角闪岩类、斜长角闪岩类和斜长片麻岩类等。超镁铁质变质岩类主要见于江西地区,主要由各类变辉岩组成。这些超镁铁变质岩沿一定层位呈带分布,构成一个断续延伸约200km的超镁铁质变质岩带(以往称为河海超镁铁质岩带)。按产状它们可分为两类:其一为透镜体群,由数个大小不等的透镜体组合而成,最大的透镜体长达1500m左右,当少数透镜体单独存在于斜长片麻岩中时,即成为包体;其二呈似层状产于斜长片麻岩之中,连续延伸可达数公里,在其两侧或一侧可见与其并存的磁铁矿石岩透镜体。由于后期变形变质作用的叠加,这类变质岩局部的矿物成分复杂,其 Cr_2O_3 含量一般为0.06—0.83%,平均为0.14%,均高于克拉克值。该岩类稀土元素球粒陨石标准化曲线平直,略具俯负异常,其 ΣREE 为 19.08×10^{-6} , Eu/Sm 比值为0.32,(La/Lu)_N为0.82。可见其化学成分特征与科马提岩一致,故其原岩为来源于无亏损的地幔橄辉岩。

变角闪岩类成带出露在超镁铁质变质岩带的北侧,在东北向略显拉长。由于多期的褶皱作用,使其出现了透镜体化,并形成了独立的地质体,其间常夹有厚薄不等的片麻岩残体,边部则可见斜长角闪岩。变角闪岩类发育强弱不等的片理,其边部片理强且与区域片

理方向一致。变角闪岩类的岩石类型以角闪岩为主,其次为含长角闪岩、辉石角闪岩及黑云角闪岩等。岩石的 SiO_2 含量一般为38.63—50.00%,其稀土总量和球粒陨石标准化分配图式与本区拉斑玄武岩基本吻合,表明其原岩是一套与基性和超基性沉凝灰岩相当的泥质沉积岩。它们虽然经过变质作用和沉积作用,但并未能使使其稀土元素发生分馏,其物质来源应是本区的拉斑玄武岩。

斜长角闪岩类是本区含金建造的主要岩石类型之一,其分布较广,一般呈大小不等的透镜体或呈夹层产出,在冀北地区常以厚层状与角闪斜长片麻岩呈过渡关系。该类岩石以斜长角闪岩为主,此外尚有石榴斜长角闪岩、含辉斜长角闪岩及含石英斜长角闪岩等。本区早太古代含金建造中的基性麻粒岩类主要见于辽西建平地区,冀北地区出露较少;岩石类型有黑云二辉斜长麻粒岩、二辉斜长麻粒岩及二辉角闪斜长麻粒岩等。斜长角闪岩类和基性麻粒岩类的 SiO_2 含量平均为49.11%,有些样品的碱质组分较高,与前寒武纪碱性玄武岩有些相似;但与真正的前寒武纪碱性玄武岩相比,其他组分尚有较大差异。如其 TiO_2 、 P_2O_5 及 Al_2O_3 含量分别低于1.8%、0.25%和17.58%,较前寒武纪碱性玄武岩要低。这两类变质岩的稀土元素属轻稀土略富集型,但富集程度不同。一组的 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为4.11—10.77,具有较明显的铕负异常(δEu 值为0.36—0.89);另一组岩石的稀土元素特征与K. Condie (1976)提出的TH型(即富集型太古宙拉斑玄武岩)基本吻合。考虑到它们在成岩后受到强烈的碱质交代,其原岩应类似于现代岛弧碱性拉斑玄武岩或洋岛拉斑玄武岩。

该含金建造中的斜长片麻岩类,是指与含铁建造,科马提超镁铁质岩,副变质的角闪岩、斜长角闪岩及变粒岩、浅粒岩共生的一套中酸性凝灰质沉积岩变质形成的片麻岩。在辽西地区,它们主要分布在超镁铁质变质岩的两侧,在冀北地区主要是指分布在八道河群的上部、与斜长角闪岩和浅粒岩共生的上壳岩。在宏观上,岩石片麻理发育完好,常可见暗色矿物局部集中或呈小的条带。其岩石类型主要为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、黑云钾长片麻岩,此外有少量的辉石斜长片麻岩等。斜长片麻岩类的稀土元素属轻稀土富集型,但重稀土的亏损程度有所不同, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 比值一般为8.04—25.20,个别强亏损者, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 比值可达99.9;在球粒陨石标准化分布图上,其分配图式与中性火山岩基本一致,并明显具有过渡型变质火山沉积岩系的特点。

此外,本区早太古代含金建造中的副变质岩系还有磁铁石英岩。它们主要见于辽西超镁铁质变质岩带的两侧,局部尚可见完好的微层理。磁铁石英岩呈大小不等的透镜体产出,大者,铁矿储量可达万吨,小者,直径仅数厘米。除磁铁石英岩外,还见有磁铁矿含量小于5%的含磁铁透闪石英岩。

3. 深北地区早太古代含金建造

该含金建造据岩石组份可分为两套岩石组合。在吉林桦甸,自下而上为斜长角闪岩-变粒岩和麻粒岩-片麻岩组合。斜长角闪岩-变粒岩组合下段以斜长角闪岩为主,次为(角闪)黑云斜长片麻岩;中段为斜长角闪岩与片麻岩类互层;上段以黑云变粒岩为主,夹(角闪)黑云斜长片麻岩、透镜状角闪磁铁石英岩。麻粒岩-片麻岩组合,下段以斜长角闪岩为主,次为(角闪)黑云斜长片麻岩;中段为黑云斜长片麻岩与黑云变粒岩互层;上段为麻粒岩、变粒岩夹磁铁石英岩。在辽宁清原,下部为麻粒岩-片麻岩组合,其岩石类型有(角闪)斜长辉石麻粒岩类、斜长角闪岩类及角闪岩、黑云斜长片麻岩等;而其上部为斜长角闪岩与黑云变粒岩互层,向上黑云变粒岩增加,且夹有磁铁石英岩。

该含金建造中的镁铁质-超镁铁质岩,以小岩体、岩脉组成的岩体群主要侵入于麻粒岩和斜长角闪岩之中,产状以似层状为主。主要岩石类型有角闪岩、变斜长岩、变阳起石岩、辉石角闪岩、角砾状阳起石岩,此外有少量尤莱辉石岩。其主要岩石化学成分 SiO_2 为46.00—49.55%, MgO 为11.40—21.28%, K_2O 为0.11—1.82%, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为1.01—2.63%。虽然在这套非堆积岩中,至今尚未发现枕状构造或鬃刺结构,但其岩石化学成分属于玄武科马提岩范畴。

该含金建造中的斜长角闪岩类,主要分布在各岩石组合下部,向上逐渐变少,其内见有少量呈“包体”状的英云闪长岩。岩石类型有斜长角闪岩、透辉斜长岩及含辉石斜长角闪岩等。其 SiO_2 含量平均为50.01%, $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 平均为11.99%, MgO 平均为7.73%, K_2O 平均为1.22%, Na_2O 平均为2.49%。在岩石化学图解上,除少数样品点落入碱性玄武岩区外,其余均落于高铝和海洋玄武岩及安山岩区。据8个斜长角闪岩样品分析结果,其 ΣREE 为 39.35×10^{-6} — 104.73×10^{-6} ,平均为 66.23×10^{-6} ,大致为球粒陨石的12.5倍, Eu/Sm 比值为0.19—0.29,平均为0.23,球粒陨石标准化图式为右倾曲线, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 平均为2.54,铕负异常不明显。总体趋势与K. Condie的太古宙弱碱性玄武岩相似。剔除受后期碱质混合岩化影响而产生的岩石碱质增高部分,斜长角闪岩类的原岩相当于岛弧性质(或洋岛)的低钾拉斑玄武岩,来源于亏损地幔。

变粒岩在吉林桦甸地区主要出露于会栓杖至东沟村地段和柞洲后山等地。主要岩石是黑云变粒岩,其次为黑云角闪变粒岩、黑云角闪钾长变粒岩、黑云二长变粒岩及浅粒岩等。在柞洲后山地段,黑云变粒岩与浅粒岩相间出现。由于英云闪长岩侵入的影响,岩石常呈条带状、角砾状构造。由于岩石总体变质较浅,故仅发育变余砂状结构及层纹构造。因受后期钾质交代作用的影响,岩石中钾长石含量明显增加,同时在宏观上出现结构构造不正常的现象,故前人曾将其称为钾质混合岩。清原地区变粒岩类主要见于石棚子组上部,主要为角闪黑云变粒岩、石榴黑云钾长变粒岩及次透辉斜长变粒岩等。上述两地变粒岩类岩石的 SiO_2 含量为49.61—70.30%,Cr含量较高。根据K—A相关图解、 TiO_2 — SiO_2 图解及 $(\text{al} - \text{alk}) - c$ 图解分析,岩石轻稀土强烈富集、具明显的铕负异常,野外观察未见与角斑岩配套的岩石组合,其特征应类似于K. Condie (1981)所划分的F II型流纹岩,故其原岩应为安山质—长英质火山碎屑岩。

片麻岩类岩石,在辽宁清原占下太古界出露面积的80%。其主要岩石类型有黑云斜长片麻岩、黑云角闪片麻岩及二长片麻岩等,其中以黑云斜长片麻岩最为发育。区内的灰色片麻岩,根据地质和地球化学特征,应是由英云闪长岩—奥长花岗岩系列(TTG)变质而成。属于表壳岩部分,仅在吉林桦甸地区杨家店南一带出露并与麻粒岩密切共生的石榴黑云斜长片麻岩和石榴角闪斜长片麻岩,其原岩为中性岩石系列的火山碎屑岩。

由上述可见,本区地壳早期以火山活动广泛,物质来源深、周期性强为特征。冀东、辽西—冀北、浑北等地区的早太古代含金建造均形成于不稳定的构造环境。如在冀东地区,主要变质建造是辉石麻粒岩和黑云斜长片麻岩+麻粒岩。据原岩恢复,以辉石麻粒岩为主,有时夹有二辉斜长角闪岩和薄层条带状片麻状辉石磁铁石英岩的下部含金建造,主要是拉斑玄武岩夹少量硅铁质沉积;而主要以黑云辉石斜长片麻岩与辉石麻粒岩互层、夹条带状、片麻状辉石磁铁石英岩的上部含金建造则主要是拉斑玄武岩、硅铁质岩、中性火山碎屑岩。这表明,原始火山活动是经基性玄武质至中性安山质岩浆分异的多次喷发;再

向上部,中性火山碎屑岩增加,从而构成了一个火山巨旋回。基性火山岩来源于亏损型地幔,属于具有硅铁建造(BIF_1)分异不完全(没有酸性物质喷出)的火山旋回。浑北地区的含金建造,是以类似现代岛弧(来自亏损地幔)拉斑玄武岩系列的超镁铁质岩到中性火山熔岩、火山碎屑岩的火山沉积岩系为主,并可分为两个亚旋回。其下部亚旋回底部可见科马提岩,上部亚旋回的顶部中性火山碎屑岩增加,并夹有磁铁石英岩。两个亚旋回均以玄武岩为主,并出现玄武岩→安山岩→英安岩(有时为流纹岩)的演化序列。与冀东、浑北略有差异的辽西—冀北地区,火山活动的韵律较差。含金建造中的科马提岩、拉斑玄武岩、中性火山岩及其沉凝灰岩、镁铁质或超镁铁质凝灰岩以及硅铁沉积岩,据其稀土元素地球化学特征,它们是在同一构造环境下具有相同物质来源的不同演化阶段的序列产物。正是这套镁铁质-超镁铁质的火山岩及其由此演化的中性火山碎屑岩系,组合构成了早太古代原生含金建造,并为后期金矿的成矿作用提供了丰富的物质来源。

分布在辽南、五台、小秦岭及鲁西地区(分别相当于鞍山群城子组 and 董家沟组、阜平群、登封群、泰山群万山组)的早太古代含金建造的特征,与冀东、辽西—冀北、浑北地区早太古代含金建造基本一致,在此不再赘述。

(二)晚太古代中—基性火山岩系含金建造

晚太古代含金建造分布区,是我国金矿最重要的成矿背景区。如胶东地区的胶东群、小秦岭地区的太华群、冀东地区的八道河群、内蒙古地区的乌拉山群、辽北地区的清原群(沈保丰,1989)、吉南地区的鞍山群(蒋国源,1982)、辽西—冀北的建平群大营子组或单塔子组、佳木斯地区的黑龙江群、辽南的鞍山群、晋北地区的五台群及鲁西地区的泰山群中的雁岭关组和山草峪组等。这些地层均经受了绿片岩相以上的变质作用。

晚太古代中—基性火山岩系含金建造的变质岩类型以角闪岩类、变粒岩类为主,片麻岩类较少,其形成时间约为2500—2800 Ma。在某些地区,它们与早太古代含金建造呈连续过渡,但大部地区,两者间仍有较长的时间间隔。与早太古代相比,此时地壳活动更加频繁,火山旋回明显,铁的四个地球化学相均已出现,在古岛弧和古陆块内,形成了大面积各种拉斑玄武岩及其同源岩浆演化的中性酸性熔岩,并常夹有火山活动间歇时来自古陆核的各种沉积物。由于火山活动与陆源沉积作用交互出现,致使不同地区的晚太古代中—基性火山岩系含金建造具有不同的特征。下面以胶东、浑北、辽西—冀北、冀东、小秦岭、五台、佳木斯等地区为例予以说明。

1. 胶东地区

胶东地区是我国主要的金矿集中区,地处华北板块的胶东古陆核东部,其西侧以郯庐断裂为界,其中包括掖县、招远、栖霞、牟平和乳山等县。本区晚太古代含金建造由胶东群的中、深变质岩系构成,其区域构造为一褶皱轴呈北西西走向,向东南逐渐倾伏的复式背斜。

胶东群主体是一套呈层状产出的变质岩系,经受了以角闪岩相为主的区域变质作用,局部变质程度达麻粒岩相。由于后期花岗岩质岩石的侵入和长英质混合岩化作用的叠加,使其岩石类型更加复杂。主要岩石类型有片岩、片麻岩、浅粒岩、麻粒岩、斜长角闪岩和大理岩等。按岩石组合,胶东群可划分出三个岩性组。底部蓬乔组,主要岩性为斜长角闪岩、角闪变粒岩、黑云变粒岩及角闪黑云片麻岩,斜长角闪岩中局部夹有磁铁石英岩,出露于栖霞复背斜核部。中部民山组,主要岩性为黑云变粒岩、黑云片麻岩、浅粒岩等,此

外可见呈夹层产出的斜长角闪岩、薄层透闪透辉岩和大理岩。顶部富阳组，主要为黑云变粒岩夹透闪透辉岩及黑云母砂线石片麻岩和黑云母堇青石片麻岩。

蓬奈组中的变角闪岩类都具有一定的层位，多呈扁豆状或薄层状产于角闪变粒岩、片麻岩和斜长角闪岩中，个别具片麻状构造，局部可见余余鬣刺结构、流动构造。岩石的 SiO_2 平均含量为51.63%， MgO 平均含量为13.78%， K_2O 平均含量0.44%， TiO_2 平均含量为0.72%， $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值平均为1.74。据岩石的 $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 图解，结合其稀土元素球粒陨石标准化分配模式曲线平直、有不明显的锆负异常的特点，推断本区变角闪岩类属于科马提岩的岩浆系列，其成岩物质来源于亏损型地幔。

斜长角闪岩类在胶东群变质岩系中处于极其重要的地位，主要产于下部蓬奈组中，在中、上部岩组中呈薄层状或夹层状产出，由下向上逐渐减少。该岩类中的含榴斜长角闪岩往往产于胶东群的下部，与绿泥石化二云母片岩或白云母片岩呈互层，且多分布于花岗岩质岩石与区域变质岩的接触带上，说明岩石在经历了区域递进变质作用之后，又受到后期热扰动变质作用的改造。斜长角闪岩类岩石的 SiO_2 平均含量为48.54%，稀土特征与K.Condie提出的TH型（富集型太古宙拉斑玄武岩）甚相吻合。原岩为类似于现代岛弧钙碱性拉斑玄武岩或洋岛拉斑玄武岩。

变粒岩类是胶东群的主要岩石类型之一，约占全部变质岩石的三分之一。根据矿物成分及其共生组合特点，大致可划分为黑云母角闪石变粒岩和黑云母角闪石浅粒岩两个亚类。浅粒岩和变粒岩是蓬奈组和民山组的主要组成部分，它们常呈互层状产出，或与斜长角闪岩一起呈相间层状产出，并构成斜长角闪岩（角闪岩）、变粒岩、浅粒岩的韵律层；但也有部分浅粒岩在变粒岩或片麻岩中呈薄层状产出；由于变形作用，局部还可见浅粒岩层呈似脉状体插入变粒岩中。岩石化学分析表明，胶东群中的斜长角闪岩、变粒岩和浅粒岩的原岩系同一岩浆源经不同结晶分异作用形成的同一火山旋回产物。其中，变粒岩成分类似于现代钙碱性英安岩和流纹岩。此外，在富阳组及民山组局部层位的变粒岩及片麻岩中，见有少量呈残留岩块产出的麻粒岩。其岩性较为简单，有石榴堇青黑云麻粒岩和方柱透辉麻粒岩等。其原岩为粘土质和泥灰质岩石。

片麻岩类也是胶东群的一种主要岩石类型。该岩类矿物成分复杂，种类繁多，主要有黑云角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩和石榴砂线黑云二长片麻岩三种。前二种主要分布于蓬奈组中，常呈互层状产出，但亦有呈薄层状产于黑云变粒岩、角闪变粒岩及斜长角闪岩之中者。岩石成因学研究表明，它们是角闪变粒岩和斜长角闪岩受混合岩化交代作用的产物。石榴砂线二长片麻岩主要见于富阳组中，常与砂线堇青黑云麻粒岩呈互层；部分见于蓬奈组和民山组中，多呈薄层状产于角闪黑云斜长片麻岩和大理岩中。根据其典型变质矿物，其原岩应为粘土质岩。

胶东群中还发育有少量的磁铁石英岩及大理岩。前者主要呈夹层产于蓬奈组的斜长角闪岩中，它显然是火山活动间歇期的硅铁质化学沉积物。大理岩主要见于民山组和富阳组中，与长石石英岩、透闪透辉岩、石榴砂线黑云片麻岩及黑云变粒岩等岩石成互层状。这种变复理石在民山组最为发育。

综上所述，胶东地区晚太古代含金建造胶东群的原岩，是属于钙碱性、低钾、低钛的岛弧拉斑玄武岩系的火山巨旋回产物。其底部为基性火山凝灰岩夹科马提岩，局部夹陆源碎屑沉积；中部主要为中酸性火山熔岩和凝灰岩，其上部可见正常陆源碎屑沉积岩和化学

沉积岩;顶部是以陆源碎屑岩为主的正常沉积建造。正是这套拉斑玄武岩系,构成了本区金矿成矿的有利背景区。

2. 浑北地区

浑北地区的晚太古代含金建造,由于多期变质作用,岩石已遭受了不同程度的改造,但因变质作用的不均匀性,局部岩石仍保留有早期变质痕迹。现可初步确认,该区晚太古代含金建造的组成岩石,在经受角闪岩相、绿帘角闪岩相的区域变质作用之后,又遭后期花岗岩质石的侵入和动力变质作用的叠加,使其岩石类型更加复杂化,并出现了相当于绿片岩相的矿物组合,同时造成了同一地质体中,不同变质相岩石的共存。该含金建造变质岩系除顶部以石榴砂线黑云变粒岩、十字石黑云母片岩等为主的一套沉积岩变质产物外,可划分为上、下两个岩组。其下岩组主要为斜长角闪岩,其次为绿泥片岩,局部夹假像纤闪石岩、角闪变粒岩及黑云变粒岩薄层;上岩组主要为黑云斜长变粒岩,其次为斜长角闪岩、浅粒岩及磁铁石英岩等。

主要见于该含金建造底部,呈薄层状产出的假像纤闪石岩类,可划分为假像纤闪石岩、阳起石化帘石化斜长角闪岩、绿泥石化纤闪石化斜长角闪岩和阳起石化角闪岩等岩石类型。在夹皮沟地区,该岩类总厚度大于200m。应特别提出的是,该岩类中的阳起石和角闪石常呈放射状和束状堆积在一起,这与鬃刺结构一样,均是熔岩早期迅速冷凝造成的特殊结构。其岩石化学特征与布鲁克斯、哈特以及阿恩特等提出的科马提岩标准基本一致。该岩类 SiO_2 平均含量为49.48%, MgO 平均为14.49%, TiO_2 平均为0.39%, K_2O 平均为0.36%, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值平均为1.14%。其 $\text{FeO}^{\bullet\bullet}/(\text{FeO}^{\bullet} + \text{MgO})$ 比值低,平均为0.45,与世界各地科马提岩十分相似。据上述,本区阳起石化帘石化斜长角闪岩的原岩为玄武科马提岩,而其他岩石的原岩则为辉石科马提岩。

斜长角闪岩类是本区晚太古代含金建造的重要岩石类型,主要发育于下岩组中;在上岩组的底部,有少量呈薄层状产出的斜长角闪岩类,且自下而上数量逐渐减少。斜长角闪岩类常呈层状或似层状产出,其成层性较好;岩石的 Al_2O_3 含量为12.16—15.49%,低于高铝玄武岩($\text{Al}_2\text{O}_3 > 16\%$); $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 小于5%,大大低于戴里碱性玄武岩的平均值;岩石的 ΣREE 平均为 27.7×10^{-6} ,约为球粒陨石的5倍,其 LREE/HREE 比值为1.83—2.85,平均为2.32。 δEu 为0.63—0.95,平均为0.86,故其原岩主要是来源于亏损型地幔的拉斑玄武岩,部分为钙碱性玄武岩,其生成环境类似于现代岛弧。

变粒岩是本区含金建造上部的主要岩石类型之一,大致可进一步划分为角闪变粒岩、黑云变粒岩、浅粒岩及各种过渡型岩石。其中角闪变粒岩主要见于该建造上岩组的中下部,并可见斜长角闪岩夹层;岩石成层性较好,延伸较稳定,局部可见变余碎屑结构。黑云变粒岩主要发育在建造的上部层位,其延伸稳定,发育变余凝灰、变余斑状及变余砂状结构。据这套变粒岩的变余结构,其原岩应属于成熟度很差的一套中—酸性火山碎屑沉积岩。

总而言之,浑北地区晚太古代含金建造的地层层序是,下部以基性熔岩——拉斑玄武岩为主,夹辉石和玄武科马提岩,向上经钙碱系列玄武岩逐步向酸性火山岩过渡,同时出现基性火山熔岩、火山碎屑岩和成熟度较低的碎屑沉积岩互层;在基性火山活动间歇期,

① $\text{FeO}^{\bullet}$ 为 $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 。

出现硅铁沉积岩；在顶部则出现沉积碎屑岩和泥质岩。

3. 辽西—冀北地区

辽西—冀北地区的晚太古代含金建造分布范围与早太古代含金建造基本一致，主要出露在东部的平泉县一带。岩石组合相当于原建平群的大营子组（在内蒙古赤峰地区称其为小塔子沟组）和冀北地区谭应庄等（1989）所称的单塔子群。在区域构造上，该区晚太古代含金建造呈一北东向紧密褶皱。其变质程度达中、低角闪岩相，自下而上，特征矿物由以角闪石为主渐变为以黑云母为主。其组成岩石下部以斜长角闪岩类为主，夹少量角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩，向上过渡为黑云角闪片麻岩、角闪黑云片麻岩夹少量磁铁矿石岩；中部为黑云斜长片麻岩夹少量石榴斜长角闪岩；上部以变粒岩为主，夹少量斜长角闪岩，并见含红柱石砂线石二云母片岩及薄层大理岩。

斜长角闪岩类主要分布于含金建造的下部层位，呈层状、似层状及透镜状产出；但在含金建造的中、上部层位，则多呈薄层状夹层或透镜体状产出，局部见有变余辉绿结构和变基性熔岩结构，主要岩石类型为斜长角闪岩和黑云母斜长角闪岩。该岩类的 SiO_2 含量为47.08—52.25%， ΣREE 为 101×10^{-6} — 151×10^{-6} ，平均为 128×10^{-6} ，是球粒陨石的18—27倍。其稀土分配型式呈略向右倾的曲线，并与K. Condie的 TH_2 型协调一致，推测其原岩为产于具有向板内过渡特征的岛弧构造环境之拉斑玄武岩，但形成时可能有壳源物质的混入。

片麻岩类及变粒岩类是该含金建造的主要变质岩类。其中片麻岩类从下到上均有分布，但主要见于其中部层位。岩石以角闪质为主，其主要岩石类型有角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩及黑云二长片麻岩。变粒岩类主要分布于该含金建造的上部层位，普遍发育沉积韵律，表现为深浅相间的条带。韵律组合常为浅粒岩—变粒岩—斜长角闪岩。各岩性层厚薄不一，一般为数毫米。各岩性层间常呈渐变过渡关系，局部可见粒序层理。岩石具变余砂状结构，粒间泥质胶结物经变质已形成黑云母和角闪石，其主要岩石类型为角闪黑云变粒岩、黑云角闪变粒岩及浅粒岩等。片麻岩类及变粒岩类的稀土含量中等，一般为 148×10^{-6} — 186×10^{-6} ，Eu/Sm比值为0.22—0.29， $(\text{La}/\text{Lu})_N$ 为35.6—7.3，平均为17.2。恢复原岩，它们均为形成于岛弧带的钙碱性系列火山岩系。其正常的地层层序是：下部以拉斑玄武岩为主，向上过渡为钙碱系列的安山岩和流纹岩，顶部为正常的沉积岩。

4. 冀东地区

冀东地区出露的晚太古代含金建造，是指天津地质矿产研究所1984年划分的八道河群。变质相可达高角闪岩相和角闪岩相。高角闪岩相的岩石主要分布在跑马场—洒河桥—八道河—青龙—双山—龙王庙一带。主要为花岗闪长质片麻岩，次为斜长角闪岩类；角闪岩相的岩石主要分布在卢龙、抚宁、青龙等县及部山岩体的北侧，主要由变粒岩组成，岩石普遍遭受混合岩化作用。

八道河群变质岩由下至上可划分出三个岩性组。其中王厂组是冀东地区出露面积最大的岩组，变质相可达高角闪岩相。主要岩石由中—粗粒斜长角闪岩、透辉斜长角闪岩和片麻岩等组成，多呈残块分布在中—粗粒花岗闪长岩或花岗闪长质片麻岩中。在其中部或下部有时可见角闪岩或透辉角闪岩及角闪斜长变粒岩、黑云母变粒岩和磁铁矿石岩的夹层。湾杖子组出露比较零星，变质相可达中级，以斜长角闪岩为主，夹有少量的黑云母变粒岩

和浅粒岩。斜长角闪岩具条状或条带状的似韵律层。三门店组主要分布在东部地区的卢龙至抚宁县一带,变质相达中级。主要以黑云变粒岩为主,夹少量斜长角闪岩和条带状磁铁矿石英岩,局部可见厚数米的白云质大理岩。

本区斜长角闪岩类分布十分广泛,主要出露于王厂组,以层状产出,向上逐渐减少至薄层状夹层。岩石具变余辉绿结构,可分为斜长角闪岩、石榴斜长角闪岩、透辉斜长角闪岩、黑云斜长角闪岩及绿帘斜长角闪岩等。岩石 SiO_2 含量为 44.73—51.97%, ΣREE 为 42.76×10^{-6} — 20.51×10^{-6} , 是球粒陨石的 7.5—3.7 倍, LREE/HREE 为 2.8—2.5, 略显钕的正异常 ($\delta\text{Eu}=1.15$ — 1.23), 稀土元素分布型式图谱平坦,与 K. Condie 的 TH_2 型一致。故原岩形成于陆壳已基本形成的洋中脊向岛弧带演变的构造环境。原始层序之下部为拉斑玄武岩,向上过渡为钙碱性玄武岩。

片麻岩类是组成下部岩性组(王厂组)的主要岩石类型之一,具变余岩屑结构,可分为角闪斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩等。其中以角闪斜长片麻岩分布最广,其次为黑云角闪斜长片麻岩和角闪黑云斜长片麻岩。 SiO_2 含量平均为 59.9%, MgO 含量平均为 3.7%, Al_2O_3 含量平均为 15.8%, CaO 含量平均为 4.3%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 含量平均为 6.3%, 类似于太古宙安山岩。同时稀土元素分布型式与 K. Condie (1981) 的太古宙安山岩 II 型(岛弧相)基本一致。原岩为中性火山岩和发育不成熟的火山碎屑岩。

变粒岩类主要产于该含金建造的上部层位,以黑云斜长变粒岩为主,次为含角闪黑云斜长变粒岩,局部有角闪斜长变粒岩,夹斜长角闪岩和薄层或厚层磁铁矿石英岩,局部见有白云质大理岩和沉积砾岩。其原岩为巨厚层凝灰质半粘土岩夹玄武岩和少量安山岩及火山碎屑岩,夹薄—厚层含铁硅质岩,局部地区有沉积砾岩和碳酸盐岩。

综上所述,本区含金建造的原岩以火山岩为主,下部以拉斑玄武岩为主,向上逐渐向钙碱性过渡,顶部为碎屑岩。晚太古代早期,以基性岩为主的火山喷发活动频繁,在火山活动的宁静期发生有硅铁质的胶体化学沉积。晚太古代晚期火山活动相对减弱,开始大量沉积凝灰质及粘土质岩,并有规模较大的铁硅质胶体化学沉积,局部地区甚至出现粗碎屑岩和碳酸盐沉积。据此可见,本区晚太古代含金建造是大陆边缘岛弧环境下形成的产物。

5. 小秦岭地区

本文所指的小秦岭地区是指豫陕交界区的秦岭北侧、华山山脉的东延部分。它西起陕西省的华阴,东止河南省灵宝县,东西长 70 余公里、宽 10 km 左右。本区属中朝板块的西南缘、小秦岭—嵩山隆起的西端。区内主要构造线呈东西向。

区内出露的含金建造中,斜长角闪岩常呈透镜体夹于灰色片麻岩(TIG岩套)之中;但也有呈条带状沿一定层位分布,并可延伸数十公里。局部可见变余辉绿结构、变余交织结构、变余火山碎屑结构及残留杏仁构造。杏仁体为碳酸盐矿物或石英等。岩石中 SiO_2 的最高含量为 54.72%, 最低为 47.32%, 一般为 48—53%; TiO_2 含量较高,平均为 1.87%; K_2O 平均为 1.22%; Al_2O_3 含量平均介于 14—12% 之间,远远低于高铝玄武岩; REE 总量平均为 113.4×10^{-6} , 大体是球粒陨石的 20 倍,在稀土元素球粒陨石标准化图上,呈右倾曲线。综上所述,其岩石化学与稀土元素特征与 K. Condie 的现代大陆裂谷的拉斑玄武岩相当。加之本区太古宙岩石是准同期的玄武岩浆和酸性岩浆活动的产物,符合双峰式组合特征,故其原岩应为大陆裂谷强烈裂陷时形成的拉斑玄武岩。