

地质矿产部“九五”科技专项(96-23)科研成果

北京地区早前寒武纪结晶基底

金文山 李双保 管爱莲 著

地质出版社

地质矿产部“九五”科技专项（96-23）科研成果

北京地区早前寒武纪结晶基底

金文山 李双保 管爱莲 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本文系地质矿产部“九五”科技专项(96-23)科研成果,著者在当代前寒武纪新的学术思想指导下将北京地区早前寒武纪岩石划分为混合岩代表壳岩系和非层状岩系两类地质填图单元。对各个单元的构造、岩石、岩石地球化学、变质作用、锆石成因及同位素年龄作了较系统的论述,提出了本区早前寒武纪地壳演化的新模式。

本书内容丰富,资料翔实,可供从事前寒武纪研究的工作者及地质院校师生阅读,使用。

图书在版编目(CIP)数据

北京地区早前寒武纪结晶基底/金文山著.-北京:地质出版社,2000.10
ISBN 7-116-02116-7

I. 北… II. 金… III. 前寒武纪-岩石-研究-北京 IV. P587.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第32102号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:王 璞 祁向雷 张 勇

责任校对:关风云

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:8.125 图版:6页 字数:210千字

2000年10月北京第一版·2000年10月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:21.00元

ISBN 7-116-02116-7
P·1589

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 言

北京地区早前寒武纪结晶基底属于中朝古大陆太古宙迁西-怀安陆块,主要出露于密云县东北部和怀柔县北部地区,在昌平、延庆、平谷和房山等地也有零星出露,总面积约 1500 km²。该区盖层厚度一般为 1~5 km,其下为结晶基底。

对结晶基底的研究,早期一般采用地层层序法,常忽略非层状岩类的研究。近十余年来强调采用构造-岩石-事件法,加强了非层状岩类的研究,将原密云群和四合堂群划分为以“TTG”质岩为主的变深成岩和表壳岩系。但在该研究阶段普遍存在对“TTG”质岩研究的扩大化和简单化。总之,由于结晶基底地质情况很复杂,仍遗留不少重要问题需要在以后研究中解决。

“北京地区早前寒武纪结晶基底”研究项目属于原地质矿产部“九五”科技项目之一,旨在前人工作的基础上,加强薄弱环节的研究,提高本区早前寒武纪地质的研究程度,为进一步探讨早前寒武纪地壳演化与成矿关系奠定基础。

该项目由原地质矿产部(现国土资源部)天津地质矿产研究所承担,项目成员为金文山、李双保和管爱莲,由金文山和李双保负责。项目的主要研究成果有:

(1) 将密云、怀柔、平谷和昌平地区的太古宙岩石划分为混合岩化表壳岩系和非层状岩系两大岩石、地层填图单元。前者包括大漕-沙厂混合岩化表壳岩系(可称谓密云岩群或岩组)和四合堂混合岩化表壳岩系(可称谓四合堂岩群或岩组);后者包括苇子峪、阳坡地、马圈子、对角沟门和冯家峪等 5 个 TTG-M-Me 杂岩,并编制了北京密云、怀柔、平谷地区早前寒武纪地质图。

(2) 指出前人划分的太古宙变质 TTG 岩体或“片麻岩”岩体,实际上多数是 TTG(A)、混合岩和区域变质岩残体相互混杂的杂岩体,TTG 质岩成因复杂,既有“岩浆型”,也有“变质岩改造型或混合岩化型”。本区太古宙钾质花岗岩多数为 TTG 质岩(灰色片麻岩)的钾化产物。

(3) 通过对表壳岩系的岩石学和地球化学的深入研究,证明本区太古宙表壳岩系存在三类原岩建造:①杂砂岩+英安质、安山质火山岩及其碎屑岩+基性火山岩及其碎屑岩+铁硅质沉积岩建造,属于活动大陆边缘海相火山-沉积作用的产物(Ards、Ars);②(中基性)—基性火山岩及其碎屑岩+杂砂岩+铁硅质沉积岩建造(含铁硅质岩的绿岩建造),属于强活动大陆边缘海相火山-沉积作用的产物(Ary-c、Arm-c 中残存的表壳岩系);③基性火山岩及其碎屑岩建造(绿岩建造),属于大陆岛弧环境火山作用的产物(Arw-c 中残存的主体表壳岩系、Ardu-c 和 Arf-c 中残存的表壳岩系)。

(4) 指出了早前寒武纪岩石锆石成因的判别三要素:①在变质条件下,原岩的锆石越微细,越容易发生变晶作用;②变质越深,越容易发生变晶作用;③锆石的物理化学特征(标型特征)。据此判别要素已取得较好的应用效果。

(5) 据单颗粒锆石 U-Pb、U-Th-Pb 同位素及全岩 Sm-Nd 同位素年代学研究,指出大

漕-沙厂表壳岩系的麻粒岩相区域变质作用年龄和苇子峪 TTG(A)-M-Me 杂岩中表壳岩系的高角闪岩相区域变质作用年龄,以及两个单元中的早期 TTG 质岩成岩年龄为 2650Ma 左右。表壳岩系成岩时代为中太古代晚期;四合堂表壳岩系的低角闪岩相区域变质作用年龄和该单元中太古宙 TTG 质岩的成岩时代约为 2539~2580.7 Ma。表壳岩系成岩时代为新太古代早期(2650~2800 Ma);阳坡地 TTG-M-Me 杂岩中的太古宙晚期 TTG 质岩成岩时代约为 2522~2563 Ma,推测其中表壳岩系的角闪岩相区域变质作用及早期 TTG 质岩的成岩时代稍大于 2563Ma;马圈子 TTG-M-Me 杂岩中 TTG 质岩成岩时代为新太古代晚期(2500~2650 Ma)。总之,本区表壳岩系峰期区域变质作用和 TTG 质岩形成时代均发生于新太古代。本区未遭受区域变质的超镁铁质岩体和基性岩墙群的侵位时代基本为古元古代。

(6) 同位素年代资料,以及各原岩建造中的基性火山岩、杂砂岩和 TTG 质岩的地球化学特征,表明本区各建造形成之前存在中太古代陆壳,且其成分成熟度低。

(7) 太古宙各岩石、地层单元呈构造拼贴关系,它们主要是太古宙和燕山期强烈构造运动的结果。

(8) 本区早前寒武纪地壳演化特点:①在太古宙各表壳岩系形成之前存在中太古代成分成熟度低的陆壳;②在中太古代晚期和新太古代早期,该古陆边缘形成(强)活动大陆边缘相的火山-沉积岩系及大陆岛弧相的基性火山岩及其火山碎屑岩系;③各表壳岩系的麻粒岩相和角闪岩相峰期区域变质作用均发生于新太古代,紧随发生区域性的强烈 TTG 质岩浆作用和混合岩化作用;④太古宙末期“阜平运动”结束后,本区太古宙陆块在古元古代成为较稳定的刚性体,在深大断裂作用的影响下,形成一些规模不大的超镁铁质岩体和基性岩墙群。直至华北陆台“中条运动”结束,在中元古代形成大量准地台相沉积岩系。

本书是在项目研究报告的基础上修改而成的,属于集体劳动成果,其编写分工如下:前言、第一章、第二章、第三章、第四章第二节、第六章、第七章和第八章由金文山执笔,第四章第一节由李双保执笔,第五章由管爱莲、金文山执笔,全书由金文山负责统编。图件由王少君和钟新宝清绘。文字打印、编排由天津地质矿产研究所计算机组完成。

该项目的研究工作是在原地矿部地质调查局科技外事处、区调处和中国地质科学院科技处的直接领导下完成的,并得到了北京市地矿局及其所属的地质研究所,地质调查所和一零一队,以及国家地质实验测试中心,天津地质矿产研究所测试室和同位素研究室,矿床地质研究所电子探针实验室,地质力学研究所 X 射线岩组实验室和吉林大学超硬实验室等单位的大力支持;周绍林、沈士贞、李修平、王增护、王世发等高级工程师,以及周剑雄、林源贤、周惠芳、郁建华等研究员和王惠初、殷艳杰副研究员给予了热情的帮助,在此向他们表示由衷的感谢。

目 录

前 言

第一章 岩石、地层单元划分及其特征	(1)
第一节 混合岩化表壳岩系	(2)
一、大槽-沙厂混合岩化表壳岩系 (M-Ards)	(2)
二、四合堂混合岩化表壳岩系 (M-Ars)	(4)
第二节 TTG-M-Me 杂岩	(5)
一、苇子峪 TTG (A) -M-Me 杂岩 (Arw-c)	(5)
二、阳坡地 TTG-M-Me 杂岩 (Ary-c)	(6)
三、马圈子 TTG-M-Me 杂岩 (Arm-c)	(7)
四、对角沟门 TTG-M-Me 杂岩 (Ardu-c)	(7)
五、冯家峪 TTG-M-Me 杂岩 (Arf-c)	(7)
第三节 基性-超基性岩体	(7)
一、超镁铁质岩类	(8)
二、辉长岩、闪长岩和辉长-辉绿岩类	(13)
三、基性-超基性岩体形成的时代	(15)
第二章 区域变质岩岩石学和地球化学	(17)
第一节 大槽-沙厂混合岩化表壳岩系	(20)
一、斜长辉石 (麻粒) 岩类	(20)
二、(辉石) 斜长角闪岩类	(24)
三、(石榴、辉石) 黑云斜长变粒岩类	(26)
四、(辉石) 磁铁石英岩类	(31)
第二节 苇子峪 TTG (A) -M-Me 杂岩	(32)
第三节 阳坡地 TTG-M-Me 杂岩	(33)
第四节 四合堂混合岩化表壳岩系	(35)
一、斜长角闪岩类	(35)
二、(石榴、角闪) 黑云斜长变粒岩类	(37)
第三章 变质作用	(42)
第一节 大槽-沙厂混合岩化表壳岩系	(42)
一、区域变质矿物平衡共生和准平衡共生组合	(42)
二、变质矿物及其温压计	(46)
第二节 苇子峪 TTG (A) -M-Me 杂岩	(55)
一、区域变质矿物平衡共生和准平衡共生组合	(55)
二、变质矿物和变质相	(56)
第三节 阳坡地 TTG-M-Me 杂岩	(56)
第四节 四合堂混合岩化表壳岩系	(57)

一、区域变质矿物平衡共生和准平衡共生组合	(57)
二、变质矿物及其温度计	(57)
第五节 其他岩石、地层单元	(59)
第四章 花岗质岩石和混合岩	(60)
第一节 花岗质石岩石	(60)
一、综述	(60)
二、本区太古宙花岗质岩石概述	(60)
三、花岗质岩石的岩相学	(64)
四、花岗质岩石的地球化学	(67)
五、花岗质岩石类型、分布及原岩探讨	(71)
第二节 混合岩	(73)
第五章 锆 石	(76)
第六章 同位素地质年代学	(89)
第一节 大槽-沙厂混合岩化表壳岩系	(95)
第二节 苇子峪 TTG (A) -M-Me 杂岩	(99)
第三节 四合堂混合岩化表壳岩系	(101)
第四节 阳坡地和马圈子 TTG-M-Me 杂岩	(101)
一、阳坡地 TTG-M-Me 杂岩	(101)
二、马圈子 TTG-M-Me 杂岩	(102)
第五节 基性-超基性侵入岩	(103)
一、中细粒辉长岩	(103)
二、含橄角闪二辉岩	(103)
三、片麻状黑云斜长角闪岩 (变基性侵入岩)	(103)
第七章 构造地质	(105)
第一节 褶皱构造	(105)
一、大槽-沙厂混合岩化表壳岩系	(105)
二、苇子峪 TTG (A) -M-Me 杂岩	(106)
三、阳坡地 TTG-M-Me 杂岩	(107)
四、四合堂混合岩化表壳岩系	(107)
第二节 断裂构造	(108)
一、半城子断裂	(108)
二、石城断裂	(110)
三、崎峰茶断裂	(110)
四、四合堂混合岩化表壳岩系的韧性变形带	(110)
第八章 早前寒武纪地壳演化	(112)
参考文献	(119)

第一章 岩石、地层单元划分及其特征

北京地区早前寒武纪结晶基底主体为已经强烈变质变形的各种太古宙岩石，其次为古元古代未遭受区域变质和未强烈褶皱变形的基性-超基性侵入岩体。

50~80年代初期，本区太古宙变质区基本上按传统的地层层序法和混合岩化作用的观点进行研究，划分出具有群、组、段的地层系统，先后主要划分了密云群和张家坟群、密云群和四合堂群的地层单位。混合岩化作用现象一般只作文字叙述，在地质图上没有太古宙花岗质岩石的单元。太古宙花岗质岩石均根据分布在其中大小不一的区域变质岩残体的岩石类型和组合特点恢复成地层单元，占主体的花岗质岩石被视为均质混合岩和混合花岗岩而从图上被排斥掉了^①。甚至有些人将这些具有面理（片麻理）的中细粒-细粒花岗质岩石视为层状区域变质岩类，命名为浅粒岩、变粒岩和片麻岩，统统归于地层岩石。

80年代以来，我国太古宙变质区的研究及区域地质调查工作明显受到“北大西洋岩浆派”的影响，由混合派转向岩浆派，将许多相当国外的“长英质片麻岩”和“灰色片麻岩”的非层状岩类（相当部分为混合岩类）称之为奥长花岗岩-英云闪长岩-花岗闪长岩（TTG），即为深成岩浆型花岗岩变质变形的产物。因此，80年代晚期，一些学者（麦廷庆，1987；王恩林等，1987）主张废弃本区过去建立的变质地层系统，将太古宙岩石主要划分为“TTG”或各类深成岩变质的片麻岩类，以及表壳岩系。

80年代以前采用“传统地层学”方法研究太古宙变质区的主要弊端有两个。①对太古宙岩石的构造复杂性认识不足，实际上由于多期的强烈褶皱变形作用及断裂作用造成的叠置、错位和拼贴作用，使有序的地层变得无序，即很难恢复原始的层序。以往对太古宙变质地层的过细划分，一般都不能反映地层层序的真实面貌。因此，对构造复杂的变质地层，只能通过变质建造分析和地质事件的研究，确定它们的新老相对层序。②对广泛分布的非层状花岗质岩石处理不当，即根据零星分布其中的区域变质岩及其组合恢复成地层，或者将具片麻理的花岗质岩石视作地层，不符合地质体的真实面貌。后来，一些学者采用“新理论”、“新方法”将本区太古宙变质区主要划分为变质深成岩体和表壳岩系，这无疑是一个进步。其主要成功之处是将大规模的非层状花岗质岩石从原来的地层单元中解体出来。由于它打乱了原来建立的地层系统，所以人们不得不重新研究本区的太古宙地质问题。但此阶段的研究尚存在以下主要问题，必须进一步探讨和完善：①对太古宙花岗质岩石成因研究不够，一般都简单地将其归于变质 TTG 质深成岩体，将其中的区域变质岩包体视为深源包体或深熔作用的难熔组分。实际上，太古宙花岗质岩石根据其形成机制可分为岩浆型花岗岩和混合花岗岩两类，前者主体由花岗质岩浆冷凝结晶形成，后者由花岗质岩浆对区域变质岩进行注入、渗透、熔融和交代作用形成。②存在扩大 TTG 质岩规模的现象，如本区的非层状岩体中除 TTG 质岩之外，还有占相当数量的化学成分介于基性区域变质岩与中

① 在相邻的冀东太古宙变质区，均质混合岩（包括混合花岗岩）被表示在混合岩类型分布图上。

酸性花岗质岩之间的非层状混合岩类,一些学者却未加区分地把它们归于 TTG 质岩。又如将成分上相当花岗质岩石的层状(条带状)混合岩视为变质深成花岗岩,这就歪曲了这类混合岩的成因。条带状混合岩是由顺面理发育的花岗质脉体与区域变质残体相互成层交替组成的,并且它们往往同时被强烈褶皱变形,所以条带状混合岩不是一个成分上和构造上均一的岩体。③本区非层状杂岩体的重要特征是成分不均一,变化大。如果采集的分析样品代表性差,则造成所得的岩体成分结论与实际情况不符。④表壳岩系为变质的火山-沉积岩系。中-高级区域变质岩的原岩基本是通过间接方法推断的,因此不同的学者可得出它们是表壳岩系或变深成岩体两种截然不同的结论,因而很有必要提高变质岩原岩恢复的可靠程度。此外,太古宙表壳岩系多数遭受不同程度的混合岩化、花岗岩化作用,但是,该作用到何种程度在地质图上不再以表壳岩系单元表示,尚无统一的标准。

根据本区太古宙变质区的岩石特点可划分为非层状岩系和表壳岩系两大类岩石、地层单元。非层状岩系主要为 TTG (A)-M-Me 杂岩^①,其中三类岩石一般相互混杂产出,在中、小比例尺的地质图上各自难以勾划出独立的岩石、地层单元。非层状岩系还包括太古宙变质基性-超基性岩体或岩墙,但规模小,一般也无法在中、小比例尺地质图上表示。变质的火山-沉积岩系为表壳岩系,尽管遭受条带状混合岩化的表壳岩系成分上相当于 TTG 质岩,但我们主张在图上以混合岩化表壳岩系的单元来表示。主要理由是条带状混合岩中普遍残留有区域变质岩,其岩石类型和组合特征基本可以恢复,其次是条带状混合岩宏观上显示层状构造(褶皱层)的特点,尽管层状构造基本是构造面理,并非原始层理。

TTG (A)-M-Me 杂岩和(混合岩化)表壳岩系可根据其成岩时代、岩相特征进行划分。北京的密云、怀柔、平谷和昌平等地区的早前寒武纪结晶基底中的太古宙地质体可划分为两个混合岩化表壳岩系和 5 个 TTG (A)-M-Me 杂岩等岩石、地层单元。其中规模较大的古元古代基性-超基性岩体或岩墙也可以在地质图上表示出来。

第一节 混合岩化表壳岩系

一、大漕-沙厂混合岩化表壳岩系 (M-Ards)

该岩系在密云水库南、北两侧均有分布(图 1-1)。北侧分布范围基本相当于密云群大漕组,只是边界局部略有变动;南侧主要分布于黑土湾-沙厂-达岩-蔡家洼一带,原为密云群沙厂组,但范围比原沙厂组小。其次有一小片出露于墙子路南东安营寨一带,多半已进入河北省境内。

其主要区域变质岩类为变粒岩类,约占总量的 2/3 以上。它包括(石榴)黑云紫苏斜长变粒岩、(石榴)黑云二辉斜长变粒岩、(石榴)黑云次透辉斜长变粒岩和石榴黑云斜长变粒岩等。其次为基性变质岩类和辉石磁铁石英岩类。前者包括(石榴、角闪)斜长二辉麻粒岩、(石榴、角闪)斜长次透辉岩、(石榴、次透辉)斜长角闪岩和二辉斜长角闪岩等;后者分布普遍,为本区最主要的含铁建造。上述表明其变质建造为(石榴、辉石)黑云斜长变粒岩—(石榴、角闪)斜长辉石(麻粒)岩、(石榴、辉石)斜长角闪岩—辉石磁铁石

① TTG (A)—奥长花岗质岩-英云闪长质岩-花岗闪长质岩(二长花岗质岩);M—混合岩类(成分介于基性区域变质岩与中酸性岩之间的非层状混合岩和小规模的条带状混合岩);Me—区域变质岩类(一般为表壳岩残体)。

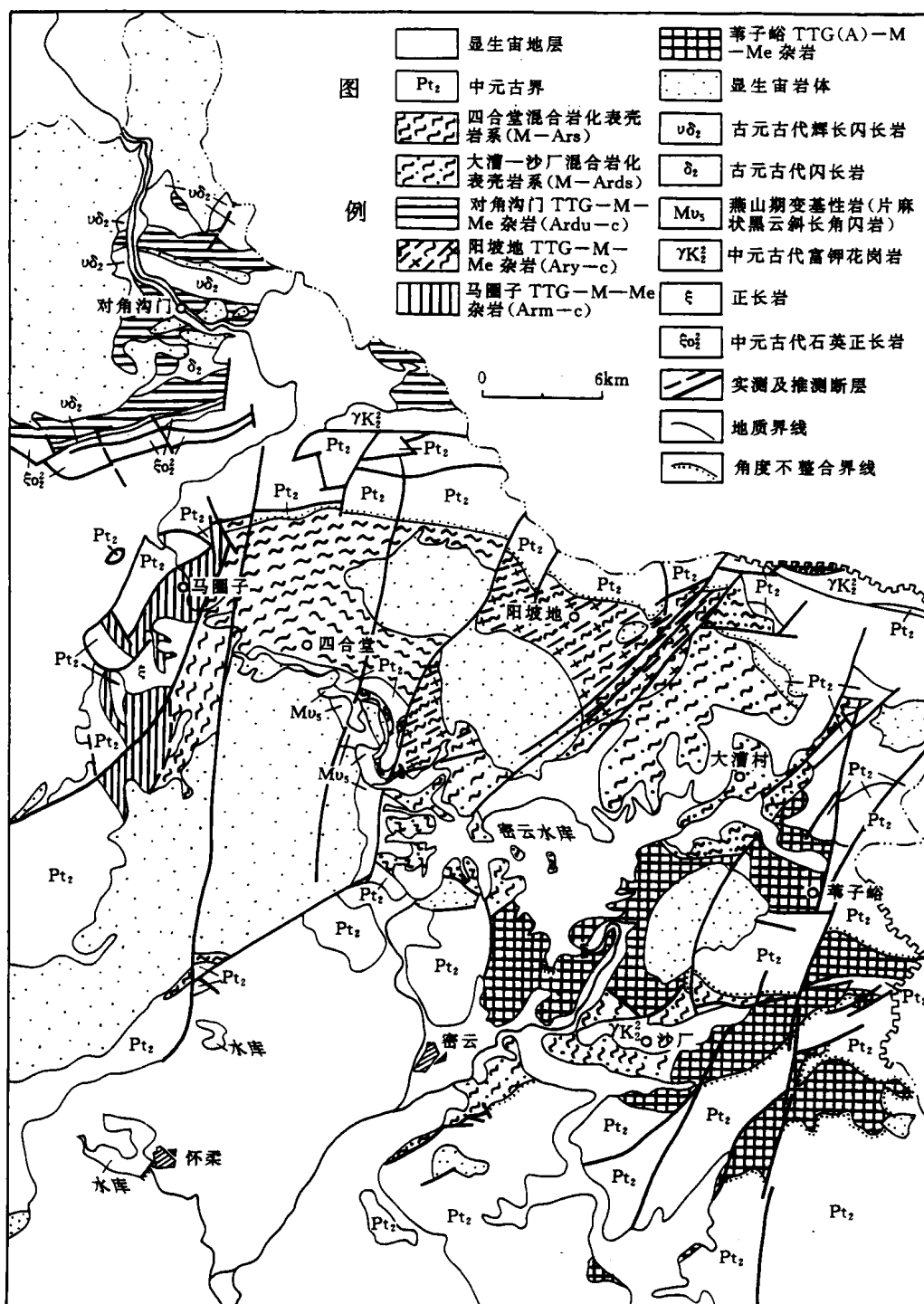


图 1-1 北京市密云、怀柔、平谷地区早前寒武纪地质图

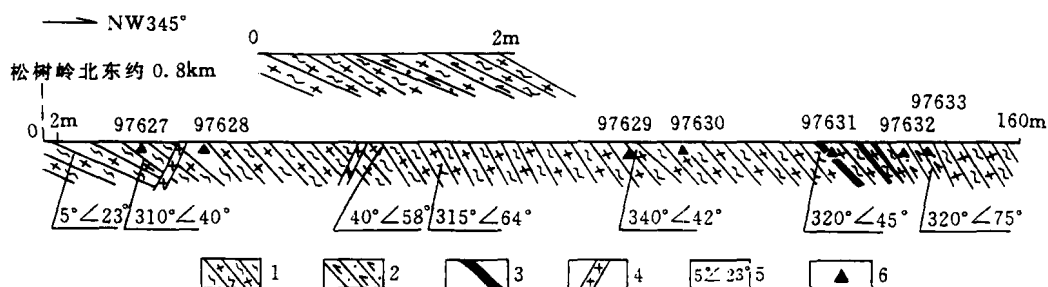


图 1-2 大槽-沙厂混合岩化表壳岩系岩性剖面图

1—条带状混合岩（脉体为英云闪长质和花岗闪长质岩，残体主要为含辉石黑云斜长变粒岩）；2—基性变质岩类（角闪斜长二辉麻粒岩、石榴角闪斜长次透辉岩、辉石斜长角闪岩等）；3—片麻状含辉石磁铁矿岩；4—肉红色和灰白色花岗伟晶岩，切割混合岩条带；5—片麻理产状；6—样品位置；97627—含二辉英云闪长质岩（条带混合岩脉体）；97628—混合质含石榴黑云二辉斜长变粒岩；97629—片麻状二辉磁铁矿岩；97630—石榴次透辉斜长角闪岩；97631—含石榴花岗闪长质岩（条带混合岩脉体）；97632—石榴次透辉斜长角闪岩；97633—含石榴花岗闪长质岩（条带混合岩脉体）

英岩（图 1-2）。变质相属于麻粒岩相，不排斥局部为高角闪岩相。

该表壳岩系遭受中等强度的太古宙晚期花岗质岩浆的混合岩化作用，主要形成条带状混合岩（图版 I-1），其中脉体成分为英云闪长质或花岗闪长质岩。局部为规模不大的非层状、片麻状英云闪长质和花岗闪长质岩体。此外，还见有基性变质岩类被弱混合岩化作用形成的、 SiO_2 含量相当于中性岩的非层状混合岩类，它包括二长闪长质（或辉长质）混合岩、石英闪长质（或辉长质）混合岩、石英二长闪长质（或辉长质）混合岩等。总体上，水库北侧混合岩化程度比水库南侧的弱。

二、四合堂混合岩化表壳岩系（M-Ars）

该岩系主要分布于密怀地区云蒙山燕山晚期花岗岩体以北及北西、北东两侧，在岩体内部及南缘也有零星残留，基本相当于原四合堂群的宋营子组、西湾子组和山神庙组，但其分布范围局部有所变动，如怀柔县得田沟—崎峰茶东侧的太古宙 TTG 质岩的一部分（大北湾北）曾被划为宋营子组和西湾子组，这一部分应归到太古宙马圈子 TTG-M-Me 杂岩之中。

该岩系的主要区域变质岩类为变粒岩类和斜长角闪岩类，彼此含量相当或前者稍高于后者，两者占总量的 90% 以上。变粒岩类包括黑云斜长变粒岩和含角闪黑云斜长变粒岩，其中偶尔含少许石榴子石。斜长角闪岩类包括斜长角闪岩和含次透辉斜长角闪岩，后者很少见。该岩类受混合岩化作用及动力变质作用的影响，较普遍产生变晶黑云母（黑云母化斜长角闪岩），有的产生变晶绿帘石（绿帘石化斜长角闪岩），偶尔可见变晶次透辉石。其次为片麻状阳起磁铁矿岩，其规模仅次于大槽-沙厂表壳岩系的辉石磁铁矿岩。其变质建造为（石榴、角闪）黑云斜长变粒岩-斜长角闪岩-（阳起）磁铁矿岩（图 1-3）。变质相属于低角闪岩相，不排斥局部达到高角闪岩相。

该表壳岩系遭受中等强度的混合岩化作用，普遍形成条带状混合岩（图版 I-2），即英云闪长质-花岗闪长质脉体与变粒岩类、斜长角闪岩类相互成层交替呈褶叠层。局部产出规

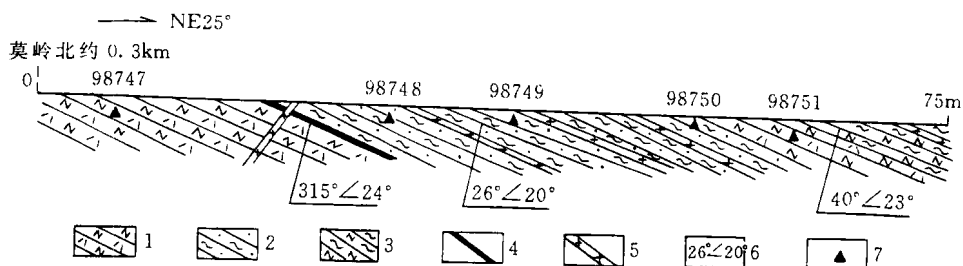


图 1-3 四合堂混合岩化表壳岩系岩性剖面图

1—片理化黑云母化斜长角闪岩、次透辉斜长角闪岩；2—混合质含角闪黑云斜长变粒岩、条带状混合岩（残体为含角闪黑云斜长变粒岩）；3—条带混合岩（残体为斜长角闪岩类）；4—磁铁石英岩；5—花岗质岩脉；6—片理产状；7—样品位置；98747—片理化黑云母化斜长角闪岩；98748—片理化混合质含角闪黑云斜长变粒岩；98749—片理化含角闪黑云斜长变粒岩；98750—含角闪黑云斜长变粒岩（条带状混合岩中残体）；98751—片理化黑云母化含次透辉斜长角闪岩

模小时，呈现非层状（片麻状、稠密条带状^①）的英云闪长质-花岗闪长质岩体，通常与条带状混合岩呈现过渡关系，同时还含有数量不等的变粒岩类或斜长角闪岩类的残体。鉴于此，原四合堂群的宋营子组、西湾子组 and 山神庙组不宜称为三岔口英云闪长-花岗闪长岩体，称为四合堂混合岩化表壳岩系较符合宏观面貌。需要指出的是，它已遭受普遍的但强弱不一的韧性剪切作用的叠加，在强韧性剪切带（糜棱岩带）中原岩（表壳岩及其混合岩）遭受强烈改造，流劈理密集，已基本失去原岩面貌，这种情况在该岩系中不占主要，而且主要发育于三棱山南部。此外，该岩系中见有一些后太古宙小规模闪长岩体（主要分布于1:50000 琉璃庙图幅内）及个别辉长岩墙和花岗闪长岩脉，它们多数已遭受动力变质或热液蚀变作用，有的甚至遭受燕山期花岗质岩浆的混合岩化作用。

第二节 TTG-M-Me 杂岩

一、苇子峪 TTG (A)-M-Me 杂岩 (Arw-c)

该杂岩基本包括原密云群苇子峪组和墙子路一带的大漕组，以及平谷县关上地区的原阳坡地组，还有原沙厂组的一部分。

其主体为太古宙非层状岩类，约占90%以上。非层状岩类主要指呈片麻状中细粒-细粒TTG (A) 质岩和非条带状（斑杂状、斑点状、条痕状和角砾状等）中性成分（SiO₂含量为53%~63%）的混合岩类，前者含量大于后者。TTG (A) 质岩主要为花岗闪长质岩和英云闪长质岩（包括奥长花岗质岩），两者近等量；其次为二长花岗质岩，它主要发育于四千顶岩体的北东苇子峪—北庄一带及北西的流河峪一带。TTG (A) 质岩相当部分显示混合花岗岩的特征。非条带状中性混合岩类主要包括石英闪长质（辉长质）混合岩、石英二长闪长质（辉长质）混合岩和二长闪长质（辉长质）混合岩，它们是基性变质岩弱混合岩化

① 稠密条带混合岩中几乎已见不到细粒变质岩的残体，因此将其归于非层状岩体。

的产物。在局部地区,偶尔见少量(石英)奥长质岩混杂于英云闪长质岩中。上述各类非层状岩在各处的含量有所不同,并且通常混杂产出,彼此之间一般无明确界线,因此在地质图上难以细分。

太古宙非层状岩中普遍含有规模很小的透镜状、扁豆状、薄层状、角砾状和不规则状的基性变质岩类,其中多为变质基性表壳岩,少数可能为变质基性侵入岩。基性变质岩类主要为(石榴)次透辉斜长角闪岩,其次为(石榴、角闪)斜长次透辉岩和(石榴)斜长角闪岩,偶尔见(石榴)角闪斜长二辉麻粒岩。此外,在少数露头见有残体为黑云斜长变粒岩、(次透辉)斜长角闪岩或次透辉黑云斜长变粒岩的条带状混合岩,以及混合质次透辉黑云斜长变粒岩。上述变质岩残体一般规模小,分布零星,因此在中、小比例尺的地质图上不能独立圈出,常与非层状岩类构成杂岩体。该杂岩中残留变质岩的主体为基性变质岩,推测原岩为绿岩建造,但被太古宙花岗质岩浆几乎破坏殆尽。

该杂岩中还含有少量未遭受混合岩化或切割片麻理和条带状混合岩条带的变基性岩类(石榴斜长角闪岩、斜长角闪岩和石榴次透辉斜长角闪岩)的岩墙或岩脉。

高水峪—苇子峪—北庄地区的岩性对该杂岩整体不具代表性。该区岩性特点是,花岗质岩中除英云闪长质和花岗闪长质岩外,还发育肉红色二长花岗质岩,表明该区曾遭受较强的钾质熔体-流体的叠加作用。变质岩残体除基性变质岩外,还发育次透辉黑云斜长变粒岩,其他地区该杂岩中尚未发现该变粒岩类残体,几乎都是基性变质岩残体,鉴于原苇子峪组是该杂岩体的基本组成部分,因此将该杂岩称之为苇子峪 TTG(A)-M-Me 杂岩。

该杂岩中绝大部分基性变质岩残体为不含紫苏辉石的斜长角闪岩类和斜长次透辉岩类,属于低角闪岩相—高角闪岩相。(石榴)角闪斜长二辉麻粒岩偶尔见于北部的北庄地区和西部的鱼厂地区,含紫苏辉石的花岗质岩更加罕见,目前仅在西穆家峪西南约 0.8 km 处发现。这表明该杂岩中局部存在麻粒岩相表壳岩残体及变质的苏长辉长岩墙。

该杂岩与其相邻的大漕-沙厂混合岩化表壳岩系局部呈断层接触,大部分则关系不明。

二、阳坡地 TTG-M-Me 杂岩 (Ary-c)

该杂岩分布范围与密云县北部阳坡地、前保岭等地区原四合堂群阳坡地组大体相当,只是边界稍有变动。其主体为太古宙非层状岩类,约占 80% 以上,其中以太古宙晚期花岗质岩类为主,并且可划分成两个世代。早世代的花岗质岩类以片麻状—稠密条带状英云闪长质岩为主,含少量花岗闪长质岩,它们常含区域变质岩残体,多显示混合花岗岩的特征;晚世代的花岗质岩类多为浅色片麻状中细粒-细粒英云闪长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩,常见其切割早世代英云闪长质和花岗闪长质岩或混合岩的片麻理,主要发育于燕山期柏岔山岩体的西北部。中国地质大学(1998)^①称早世代花岗质岩为阳坡地 TTG 质片麻岩(Ygn),晚世代的花岗质岩为陈家峪花岗质片麻岩(Cgn)。非条带状中性混合岩类少见,远不如苇子峪 TTG(A)-M-Me 杂岩中的发育。其成分相当于石英闪长质、石英二长质和石英奥长质岩等。

该杂岩中残留的区域变质岩及条带状混合岩规模较小,不足以在 1:100 000 地质图上圈出。中国地质大学(1998)在 1:50000 不老屯幅地质图上则圈出若干小面积的(混合岩化)表壳岩。残留的区域变质岩类以基性变质岩为主,约占 80% 以上。它包括斜长角闪岩、

^① 中国地质大学(武汉),1:50000 不老屯幅地质图(评审图),1998。

石榴斜长角闪岩和（石榴）次透辉斜长角闪岩，其次为片麻状阳起磁铁石英岩和黑云斜长变粒岩（？）等。由此可见，该杂岩中的表壳岩系属于含磁铁石英岩的绿岩建造。其变质相为低角闪岩相—高角闪岩相。

该杂岩与四合堂混合岩化表壳岩系呈断层接触，与大漕—沙厂混合岩化表壳岩系部分地段呈断层接触，部分地段关系不明。

三、马圈子 TTG-M-Me 杂岩（Arm-c）

该杂岩分布于怀柔县马圈子—皮条沟—崎峰茶—大北湾一带，包括崎峰茶断裂以西的原密云群（周绍林等，1993）和以东由北京地质调查所（1990）圈定的太古宙得田沟奥长花岗岩体及大北湾英云闪长岩体。

该杂岩主要由片麻状英云闪长质和花岗闪长质岩组成，约占 85% 以上。崎峰茶断裂以东基本为英云闪长质岩（包括奥长花岗质岩），以西，除它之外，花岗闪长质岩也较发育。非层状岩类中还包括少许二长辉长质混合岩和石英斜长质岩等。

TTG 质岩中零星残留的区域变质岩主要为基性变质岩类，包括（石榴、角闪）斜长次透辉岩、（石榴）次透辉斜长角闪岩和石榴斜长角闪岩等，周绍林等（1993）指出还可见少量二辉斜长角闪岩和（石榴）角闪斜长二辉麻粒岩；其次为辉石磁铁石英岩、碱性闪石磁铁石英岩，或许还含少量变粒岩类。该杂岩中的表壳岩系属于含磁铁石英岩的绿岩建造。变质相为高角闪岩相—麻粒岩相（高角闪岩相为主）。其与相邻的四合堂混合岩化表壳岩系呈断层接触关系。

四、对角沟门 TTG-M-Me 杂岩（Ardu-c）

该杂岩分布于怀柔县长哨营以北的八道河、对角沟门和喇叭沟门一带。该区太古宙岩石先后曾与河北省双山子群白庙子组（河北省地质矿产局，1989）、红营子群（河北省第二区调队，1971）及四合堂群阳坡地组（北京市地质矿产局，1991）对比。

该杂岩以英云闪长质岩为主，其次为条带状混合岩。其中残留的变质岩目前仅见斜长角闪岩。此外，该杂岩还含有非层状石英闪长质混合岩。变质相为低角闪岩相。

该杂岩与本区其他太古宙岩石、地层单元无直接接触关系。该杂岩中侵入许多古元古代的基性岩体，包括辉长岩、闪长岩和苏长辉长岩等。

五、冯家峪 TTG-M-Me 杂岩（Arf-c）

该杂岩分布于昌平区麻峪房—马连滩—冯家峪一带，呈北东向分布。北京市地质矿产局（1991）曾将它与密云群沙厂组对比。

杂岩主体为非层状岩，约占 95% 以上，主要为片麻状花岗闪长质岩，其次为石英闪长质、石英二长质混合岩。少见条带状混合岩，并显示复杂褶皱。变质岩残体为斜长角闪岩、次透辉斜长角闪岩和（角闪）斜长次透辉岩，后者可能为变质的辉长岩。变质相为高角闪岩相。

第三节 基性-超基性岩体

本区早前寒武纪基性-超基性岩体大致分为三种情况：①太古宙晚期花岗岩浆大规模对区域变质岩发生强烈混合岩化作用之前，或者太古宙晚期（第二期）强烈褶皱变形作用之前侵位的少量岩体，这些早期侵入岩体因遭受强烈变质变形作用的改造，导致它们与普通

产出的变基性表壳岩及少量超镁铁质表壳岩通常难以区分。因此,吕建生(1987)所指的密云太古宙三期变质基性岩脉群(基性麻粒岩脉群、石榴斜长辉石岩脉群和斜长角闪岩脉群)可能大部分为变基性表壳岩的残留体;②遭受区域变质,但未遭受混合岩化,或者见其与围岩的构造面理(片麻理、条带)呈切割关系的少量基性岩墙或岩脉,推测它们形成于太古宙晚期克拉通化之后,即太古宙末期或古元古代初期;③在太古宙结晶基底中成群、成带产出,有的已经遭受后太古宙动力变质变形作用及热液蚀变作用的基性-超基性岩体。这些岩体一般较完好地保存火成岩结构和构造,其规模多数很小,只有少数规模较大者可以在1:100 000地质图上表示。其时代基本属于古元古代。

一、超镁铁质岩类

杨创利等(1992)对北京地区全晶质基性-超基性超镁铁质岩作过较详细的研究。目前已经发现近200个岩体,除延庆红石湾角闪辉岩体之外,都产于密怀地区结晶基底中。其规模一般较小,长度多小于300 m,个别达到千米;宽一般为几米至几十米,大者可达几百米。多呈透镜状、扁豆状、椭圆状和岩墙状等。它们多集中于以下三个地带:①怀柔北部下窝铺—官帽山地带,呈东西向分布,长约12 km,宽约3 km。带中已知有7个小规模的岩体,侵位于对角沟门TTG-M-Me杂岩及蚀变闪长岩中,其岩性以角闪辉岩为主,其次为橄榄岩和角闪岩;②密云北石城-放马峪地带,呈东西向分布,长约13 km,宽约6~7 km,带中已知百余个岩体,集中分布于高岭、老爷庙、邵庄子、苇子峪、前宝峪岭和石炮沟等地,这些岩体侵位于大漕-沙厂混合岩化表壳岩系和阳坡地TTG-M-Me杂岩之中。其岩性一般较单一,有辉岩、角闪辉岩、角闪二辉岩及少量橄榄岩类和(辉石)角闪岩,少数规模较大的岩体为具相变特征的复合岩体,如放马峪岩体和北石城岩体等;③密云穆家峪—墙子路一带,呈东西向分布,长约30 km,宽约6 km。其中已知岩体近80个,多集中分布于墙子路、大城子、达岩、蔡家洼和石骆驼等地,这些岩体侵位于大漕-沙厂混合岩化表壳岩系和苇子峪TTG(A)-M-Me杂岩中,岩石类型主要为辉岩类(单斜辉岩、斜方辉岩、角闪辉岩和角闪二辉岩等),另有少量橄榄岩类和角闪岩类。

该岩类的岩性基本特征如下:

1. 纯橄榄岩和辉橄岩

呈独立岩体或相带产出。岩石普遍被蛇纹石化,呈网格状构造和残余结构,可见橄榄石、辉石残晶。 $M/F=2.68\sim 5.15$ (表1-1),属于镁铁质超镁铁质岩类^①。在 $Mg/Fe-(Mg-Fe)/Si$ ^②图解(图1-4)中位于被统计的铬矿化超基性岩样品分布区之外, $w_{SiO_2}-w_{(Na_2O+K_2O)}$ 图解(图1-5)和 $w_{SiO_2}-w_{Al_2O_3}$ 图解(图1-6)中位于铬矿化超基性岩分布区之内及外缘。由此表明本区纯橄榄岩和橄榄岩的 Mg/Fe 值较铬矿化超基性岩样品的偏低。绝大部分样品位于贫碱贫铝区(图1-5、6)。一个纯橄榄岩样品的 $w_{\Sigma REE}=19.49\times 10^{-6}$ (表1-2), $(La/Yb)_n=7.53$, $Eu/Eu^*=9.971$,呈轻土稍富集重稀土稍亏损的具正铈异常缓倾斜的稀土元素分布型式(图1-7)。

2. 含橄榄角闪二辉岩

其 $M/F=5$,属于镁铁质超镁铁质岩类。样品位于贫碱贫铝区(图1-5、6),在图1-4、

① $M/F=6.5\sim 15$ 为镁质超镁铁质岩;2~6.5为镁铁质超镁铁质岩;<2为铁质超镁铁质岩(白文吉等,1979)。

② $Mg/Fe, (Mg-Fe)/Si$ 为原子数比。下同。

表 1-1 超镁铁质岩类化学成分

样 品 序 号	组 分 名 称	w _B /%														总和	M/F
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	H ₂ O ⁺	烧失		
1	纯橄榄岩	35.16	0.12	0.80	9.26	4.84	0.11	34.47	0.27	0.10	0.05	0.04			12.86	4.6	
2	纯橄榄岩	38.76		0.47	7.71	4.68		35.59	1.50				1.32			5.15	
3	纯橄榄岩	39.05		1.27	9.21	6.21		31.42	0.88				0.50			3.87	
4	橄 榄 岩	34.89		0.60	7.69	13.40		30.59	2.10							2.68	
5	橄 榄 岩	34.90			13.10	10		36.14	1.49							2.94	
6	辉 橄 岩	42.82		1.05	5.53	6.14		28.71	2.41				0.71			4.60	
7	橄 辉 岩	36.27	0.15	2.01	6.81	5.83	0.08	33.61	1.31	0.27	0.05	0.09			13.29	4.94	
8	橄 辉 岩	45.41		3.24	4.43	9.96		27.60	2.63							3.53	
9	橄 辉 岩	41.56	0.18	1.97	6.95	4.79	0.22	28	6.84	0.42	0.16					4.53	
10	橄 榄 二 辉 岩	42.87	0.34	6.66	6.45	8.82	0.21	22.92	3.45	1.10	1.34	0.14			5.80	2.75	
11	含橄 榄 角 闪 二 辉 岩	50.39	0.63	4.22	3.45	6.34	0.20	24.84	8.03	0.27	0.04	0.04		1.17	1.40	99.85	5
12	(斜方)辉岩①	40.59	0.18	2.37	6.73	5.87	0.09	30.27	1.65	0.24	0.07	0.09				4.49	
13	(斜方)辉岩①	44.91	0.21	2.73	6.65	5.90	0.09	26.96	1.99	0.21	0.09	0.09				4.03	
14	(二)辉岩①	51.31		3.03	4.70	5.89		19.52	6.19				0.32			3.43	
15	(二)辉岩①	52.50	0.25	2.14	2.89	9.21	0.22	21.24	10.31	0.58	0.34					3.21	
16	(二)辉岩①	50.94		2.61	3.90	5.76		23	4.41							4.42	
17	单斜辉岩	50.94	0.29	3.12	3.34	8.45	0.19	19.65	11.50	0.90	0.58	0.08			0.66	2.98	
18	单斜辉岩	50.34	0.36	3.99	3.79	7.68	0.17	18.06	12.69	1.22	0.83					2.86	
19	单斜辉岩	51.54	0.23	2.24	5.17	8.23	0.18	16.38	14.14	0.90	0.17					2.27	

续表

样 品 序 号	组 分 名 称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	H ₂ O ⁺	烧失	总和	M/F
		w _B /%															
20	角闪二辉岩	46.87	0.39	8.17	4.01	9.99	0.23	19.87	7.49	1.68	0.84	0.13			0.62		3.04
21	角闪二辉岩	46.12	0.50	3.98	7.94	7.45	0.28	18.23	12.80	0.65	0.19	0.04			1.74		2.25
22	角闪二辉岩	47.30	0.25	3.39	4.71	6.70	0.23	22.62	9.23	0.80	0.28						3.69
23	角闪二辉岩	52.13	0.26	2.34	4.43	7.59	0.22	18.70	8.06	0.60	0.15						2.88
24	角闪二辉岩	50.73	0.36	4.08	4.16	6.80	0.23	18.28	11.69	0.92	0.36						3.09
25	角闪二辉岩	52.66	0.26	2.35	6.29	6.28	0.21	18.15	11.03	0.60	0.10						2.66
26	角闪二辉岩	49.90	0.47	6.52	2.46	8.21	0.18	21.81	8.27	1.18	0.38	0.05		0.48		99.91	3.73
27	角闪二辉岩	45.94	0.61	7.97	7.01	5.70	0.21	23.25	5.85	0.49	0.10	0.19		1.84		99.16	3.45
28	角闪(单斜)辉岩	49.11	0.60	6.93	8.39	3.13		15.20	13.34	1.15	0.45						2.53
29	角闪(二)辉岩	51.67		3.44	5.49	6.02		16.06	7.97								2.61
30	角闪岩	41.47	1.12	11.13	4.81	8.71	0.34	14.56	10.91	2.02	0.70	0.34		2.42			1.99
31	次透辉角闪岩	43.28	1.28	10.16	6.59	10.81	0.20	11.45	11.43	1.40	1.36	0.06		1.50	2.20		1.2
32	次透辉角闪岩	41.81	1.32	9.47	9.70	11.99	0.18	10.54	10.39	1.91	1.21	0.19		1.24		99.95	0.94
33	二辉角闪岩	44.30	1.22	10.58	5.42	10.91	0.23	11.60	10.48	2.16	1.29	0.54			0.40	99.13	0.01

注: 样品产地: 1、7、13、30—密云放马峪; 2、6、14、16、29—密云北石城; 3—密云老爷庙; 4—密云平顶山; 5—工棚; 9、22、23、24—密云四合村; 10、20、28—延庆红石湾; 11、26、27、33—密云小槽; 12、17、21、25—密云; 15—密云北庄; 18、19—豹子沟。

资料来源: 1、7、10、13、17、20、21、25、28、30—北京市地矿局(1991); 2、3、7、9、14—北京地质调查所(1990); 4、5、10、15、16、18、19、22、23、24、29—杨剑利等(1992); 11、31—本项目; 12、30—北京地质调查所区调二队(1994); 26、27、32、33—周鸿勋等(1980)。

①12~16号样品原称辉岩, 据其化学成分其中 12、13号样品推测为斜方辉岩, 14~16号样品推测为二辉岩。