



中国地学博士论丛
ZHONGGUO DIXUEBOSHI LUNCONG

晋北金伯利岩 钾镁煌斑岩研究

JINBEI JINBOLIYAN JIAMEIHUANGBANYAN YANJIU

杨建民 等著

地质出版社

中国地学博士论丛

晋北金伯利岩钾镁煌斑岩研究

杨建民 黄蕴慧 秦淑英 邓楚均 著
周秀仲 李兴海 张利秀 隋鹏枢

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书论述了山西北部金伯利岩、钾镁煌斑岩的岩石学、地球化学特征,金刚石找矿指示矿物及造岩矿物的物理和成分特征;探讨了金伯利岩与钾镁煌斑岩的形成时代、形成条件、含矿性评价,以及与地质演化历史的关系。

研究认为,晋北金伯利岩为富含云母的橄榄石型金伯利岩,饮牛沟钾镁煌斑岩为透长钾镁煌斑岩、金云钾镁煌斑岩和白榴钾镁煌斑岩,它们都不具有经济价值。

首次获得了水沟门金伯利岩的 Rb-Sr 等时年龄,并指出中元古代是华北地台一次重要的含金刚石金伯利岩及钾镁煌斑岩活动期,晋北在古元古代—中生代具有形成含金刚石金伯利岩的地质条件。

本书可供从事金刚石找矿、矿物学研究等生产、科研和教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

晋北金伯利岩钾镁煌斑岩研究/杨建民等著.

-北京:地质出版社,2002.11

ISBN 7-116-03692-X

I. 晋… II. 杨… III. ①金伯利岩-研究-山西省 ②煌斑岩,钾镁-研究-山西省
IV. P588.192.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 079857 号

责任编辑:王大军 沈 镭

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324576(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm^{1/16}

印 张:9.25 图版:4 页

字 数:230 千字

印 数:1—600 册

版 次:2002 年 11 月北京第一版·第一次印刷

定 价:35.00 元

ISBN 7-116-03692-X/P·2313

(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

各种幔源岩浆岩都可能是金刚石的原生来源,但到目前为止,有重要经济价值的原生金刚石的寄主岩仅为金伯利岩和钾镁煌斑岩。20世纪70年代末以来,含金刚石钾镁煌斑岩的发现和金刚石古老结晶年龄的测定,以及金刚石包裹体研究,使金刚石成矿理论发生了一场革命。与此同时,掀起了全球金刚石找矿的热潮。对金伯利岩和钾镁煌斑岩进行岩石学和矿物学研究,不仅对寻找金刚石矿床,而且对获得上地幔信息都具有非常重要的意义。

华北地台是我国原生金刚石矿床重要的分布和远景区。1966年,在晋北就发现了金伯利岩与钾镁煌斑岩,经过地质工作者的大量工作,已取得不少研究成果。但仍缺乏对这一地区金伯利岩与钾镁煌斑岩进行全面、系统和深入地总结。鉴于这种情况,作者选择了这一研究主题。

1965年,山西省区测队在代县滩上花嘴的自然重砂中发现了山西省的第一颗金刚石。1966年,区测队又在大同采凉山地区和应县水沟门地区先后发现了金伯利岩群、煌斑岩群及饮牛沟钾镁煌斑岩。经山东省地质局第七地质队选矿,在采凉山麻地沟33号脉和水峪36号脉中选获三颗金刚石,在水沟门2号岩筒中也选获了三颗金刚石。1967~1969年间,山西省地质局217地质队在上述地区进行了金刚石普查找矿工作,将区测队定为“似金伯利岩”的应县2号、25号岩筒的岩性定为“浅成-超浅成的基性超基性岩类,即云辉玢岩”,结论是“没有金伯利岩”,不必再做工作^①。大同采凉山地区的似金伯利岩的重砂,岩矿鉴定结果与水沟门地区相同,因此,认为选获的金刚石为外地混样所致^②。1985~1987年,中国地质大学(北京)的李佑国、莫宣学将饮牛沟岩体定名为钾镁煌斑岩,将采凉山麻地沟等地被前人称为“似金伯利岩”的岩石定名为金云母金伯利岩^③。山西省地矿局212地质队在1985~1988年期间,曾在晋北进行过金刚石普查找矿工作,由辽宁省地矿局第六地质队在水沟门2号岩筒中选获两粒金刚石,说明2号岩筒微含矿,混样之说不成立。采凉山麻地沟-左家窑的岩脉被定名为超镁铁质煌斑岩^④。地矿部矿床研究所于1988~1991年期间在该地区进行了金刚石找矿研究^⑤。

从发现代县第一颗金刚石到现在,已过了近30年。这期间,晋北的金刚石找矿工作几上几下,主要就金伯利岩、钾镁煌斑岩的岩石学、金刚石找矿指示矿物及含矿性评价做了大量工作。前人打下的良好基础,使得笔者的工作能够建立在较高的起点之上。但是,前人的工作中也存在许多薄弱环节,留下了许多有待探索的问题,如:

-
- ① 山西省217地质队,1969,山西省应县“351”地区1966~1969年“613”普查评价报告。
 - ② 山西省217地质队,1969,山西大同1号地区1967~1969年的“613”普查评价报告。
 - ③ 李佑国,1987,山西大同采凉山与周围地区钾镁煌斑岩及有关岩石的岩石学特征与找矿意义,中国地质大学(北京)硕士论文。
 - ④ 山西省212地质队,1990,山西省北部金刚石普查报告。
 - ⑤ 地矿部矿床研究所,1991,华北地台北缘金刚石找矿研究与靶区优选研究报告。

①金伯利岩形成时代资料缺乏,讨论也较粗略;

②从水沟门和采凉山金伯利岩中选获的金刚石,由于是由山东和辽宁选矿,被怀疑是混样所致;

③对镁铝榴石、铬透辉石、钛铁矿等金刚石找矿指示矿物的分析数据较少,对造岩矿物研究不够;

④未对金伯利岩与钾镁煌斑岩的微量元素和稀土元素进行过系统分析和研究;

⑤未将金伯利岩与钾镁煌斑岩的研究与克拉通的形成、演化研究紧密联系在一起;

⑥忽略了对山西南、北部地质发展的差异对金刚石寄主岩形成的影响。

如此等等,说明对晋北金伯利岩与钾镁煌斑岩研究程度还不够高,对某些问题尽管已有所注意,但缺乏深入研究。

为了对前人工作中存在的问题进行更深一步的研究和探讨,笔者以水沟门、采凉山金伯利岩岩区和饮牛沟钾镁煌斑岩岩区为主要工作区,从以下六方面进行了研究:

①克拉通的形成、演化与金刚石寄主岩的关系;

②水沟门岩区金伯利岩形成时代;

③金刚石寄主岩的岩石学、地球化学特征;

④金刚石寄主岩的造岩矿物及金刚石找矿指示矿物的研究;

⑤金刚石寄主岩形成条件及含矿性评价;

⑥金刚石找矿方向。

自1985年起,笔者一直从事华北地台金刚石找矿的科研项目。本书是在参加导师黄蕴慧、副导师秦淑英、李兴海主持的地矿部定向基金项目“山西金伯利岩及相关岩石含矿性评价及找矿研究”过程中完成的。1993~1994年两年间先后四次赴山西、湖南等地进行野外工作,累计野外净工作日100多天,完成了大量的观测和取样工作。室内的样品处理工作主要由笔者完成。完成的主要工作量如下:

(1)采样与样品加工:①岩石标本500多块;②地球化学分析样品71个;③人工重砂大、小样22件;④岩石薄片观察300多片;⑤分选单矿物4个月;⑥显微照相约200张。

(2)样品外送测试:①常量元素分析14件;②中子活化分析25件;③稀土元素分析25件;④Rb-Sr同位素分析7件;⑤电子探针分析650个;⑥扫描电镜照相96张;⑦扫描电镜能谱分析6个。

(3)计算机数据处理上机时间多于150小时:①建立岩石地球化学分析数据库:20个变量×137个样品;②建立矿物分析数据库:25个变量×900个样品;③数据处理及作图。

本书是在导师黄蕴慧研究员,副导师秦淑英研究员、周秀仲副研究员、李兴海高级工程师精心指导下完成的。导师们严谨的治学态度,义无反顾献身地质科学的精神,深深影响和鼓舞着我在商品经济的今天仍求索于科学的海洋里在此向他们致以崇高的敬意和衷心的感谢。

感谢地矿部直管局张培元总工程师、中国地质博物馆董振信研究员、地矿部地质研究所沈其韩院士、任纪舜院士、牛宝贵副研究员、伍家善研究员、耿元生研究员、中国地质大学路凤香教授、地矿部矿床地质研究所蔡爱莉研究员给予的指导与帮助。

感谢山西省地矿局、山西省地矿局212地质队、湖南地矿局413地质队的领导和同行们为笔者在野外工作期间提供了生活和工作上的诸多方便。

感谢中国地质大学(北京)研究生院八系的老师们、中国地质科学院教育处的领导和同志们、中国地质科学院矿床地质研究所的领导和矿物研究室的同志们给予的关怀和支持。对胡雄伟、王登红、葛良全、金惟俊、林棕、匡耀求、潘玉成、张永生、刘凤山、程小久、查明、阮同军、闫永利、张招崇、方雪松、陈平富等同学在三年学习期间给予的帮助和关心表示谢意。

向所有为我的学业付出了辛勤的劳动、关心、爱护、帮助我的人们致以诚挚的谢意。

作者

于 2002 年 10 月

目 录

前言

第一章 晋北构造格局,演化历史与金伯利岩、钾镁煌斑岩形成的关系	(1)
第一节 构造对金伯利岩与钾镁煌斑岩的控制	(1)
第二节 区域地质概况	(1)
一、地层及分布特征	(1)
二、主要断裂带	(2)
三、岩浆岩及岩浆活动	(3)
四、构造演化与金伯利岩、钾镁煌斑岩形成的关系	(3)
第三节 晋北金伯利岩与钾镁煌斑岩的时空分布	(6)
一、空间分布	(6)
二、晋北金伯利岩与钾镁煌斑岩形成时代讨论	(10)
第二章 晋北金伯利岩岩石学研究	(12)
第一节 金伯利岩的定义、分类及岩性特征	(12)
一、金伯利岩的定义	(12)
二、金伯利岩的分类	(13)
三、晋北金伯利岩的主要岩石类型	(16)
第二节 晋北金伯利岩的岩石学特征	(17)
一、水沟门金伯利岩岩区	(17)
二、采凉山金伯利岩岩区	(19)
第三节 晋北金伯利岩的岩石地球化学特征	(19)
一、金伯利岩岩石化学成分的代表性	(19)
二、主元素地球化学特征	(20)
三、微量元素地球化学特征	(26)
第三章 采凉山饮牛沟钾镁煌斑岩岩石学研究	(45)
第一节 钾镁煌斑岩的定义与分类	(45)
一、钾镁煌斑岩的定义	(45)
二、钾镁煌斑岩的分类	(46)
第二节 饮牛沟钾镁煌斑岩的岩石学特征	(47)
第三节 饮牛沟钾镁煌斑岩的地球化学特征	(49)
一、样品的选择和分析	(49)
二、主元素地球化学特征	(49)
三、微量元素地球化学特征	(55)

第四章 金伯利岩、钾镁煌斑岩矿物学研究	(66)
第一节 镁铝榴石	(66)
一、分类	(66)
二、物理性质	(67)
三、化学成分特征	(67)
四、端员组分特征	(75)
五、镁铝榴石成因及含金刚石性探讨	(76)
六、小结	(78)
第二节 铬尖晶石	(78)
一、物理光学性质	(78)
二、表面微形貌特征研究	(79)
三、化学成分特征	(80)
四、端员组分特征	(88)
五、小结	(89)
第三节 单斜辉石	(90)
一、化学成分特征	(90)
二、端员组分特征	(98)
三、成因讨论	(99)
第四节 钛铁矿	(102)
第五节 橄榄石	(105)
第六节 金刚石	(106)
第七节 云母	(107)
第八节 钾碱镁闪石	(116)
第九节 透长石	(121)
第十节 白榴石	(123)
第十一节 其他矿物	(123)
第五章 晋北金刚石原生矿成矿地质条件分析	(124)
第一节 水沟门金伯利岩可能的形成条件	(124)
第二节 几个岩区含矿性讨论	(124)
一、水沟门与采凉山金伯利岩岩区	(124)
二、饮牛沟钾镁煌斑岩岩区	(125)
第三节 晋北原生金刚石找矿	(126)
主要结论	(128)
参考文献	(129)
英文摘要	(137)
图版说明及图版	(138)

第一章 晋北构造格局,演化历史与 金伯利岩、钾镁煌斑岩形成的关系

第一节 构造对金伯利岩与钾镁煌斑岩的控制

20世纪80年代以来,随着金刚石捕虏晶成因说的确立与深部构造研究的深化,金刚石成矿理论的研究也日臻完善,虽然在煌斑岩、碱性玄武岩、阿尔卑斯型橄榄岩等幔源岩石中发现过原生金刚石和呈金刚石假象的石墨,但原生金刚石的主要来源仍是大陆板块内部碱性岩浆作用产物。金伯利岩多分布于古老克拉通内部,生成深度大于100km,大压力、低温度,上升侵位快速(40~100km/h);钾镁煌斑岩一般位于克拉通边缘带。Janse将克拉通分为①A型克拉通(Archon),其基底岩石产于太古宙,克拉通化老于2400Ma;②P型克拉通(Proton),基底岩石为古-中元古代,2400~1600Ma;③T型克拉通(Tecton),基底岩石为新元古代,1600~800Ma。具有经济价值的金伯利岩仅产于A型克拉通内,而具有经济价值的钾镁煌斑岩则产于P型克拉通内。无论是金伯利岩或钾镁煌斑岩都不产于裂谷中。深部地壳、岩石圈构造及其演化,对金伯利岩和钾镁煌斑岩的形成起着重要的控制作用。

第二节 区域地质概况

区域地质略图见图1-2-1。

一、地层及分布特征

1. 中、古太古界——集宁群、恒山杂岩

集宁群主要分布于桑干河以北,是一套以基性火山岩为主的变质岩系,变质程度达麻粒岩相。

恒山杂岩分布于恒山地区和浑源北山,是一套以中基性侵入岩为主,其次为基性-酸性喷发岩的变质岩系,变质程度达麻粒岩相,目前所见的角闪岩相多为后期退变质的产物。

2. 新太古界——五台群

五台群呈角度不整合于恒山杂岩之上,主要分布于五台北坡、恒山地区,为一套以火山喷发为主的沉积变质岩系,变质程度属角闪岩相、绿片岩相。

3. 古元古界——溥沱群

为一套以碎屑岩、碳酸盐岩为主,夹有基性火山岩的海相沉积变质岩系,变质程度属绿片岩相。角度不整合于太古宇不同层位之上。区内未见出露。

4. 中元古界——长城系、蓟县系青白口群

在广灵、灵丘一带发育最好,其他地段零星残存。为一套广海沉积的碎屑岩、石英岩、硅质白云岩、含锰白云岩及砾岩。

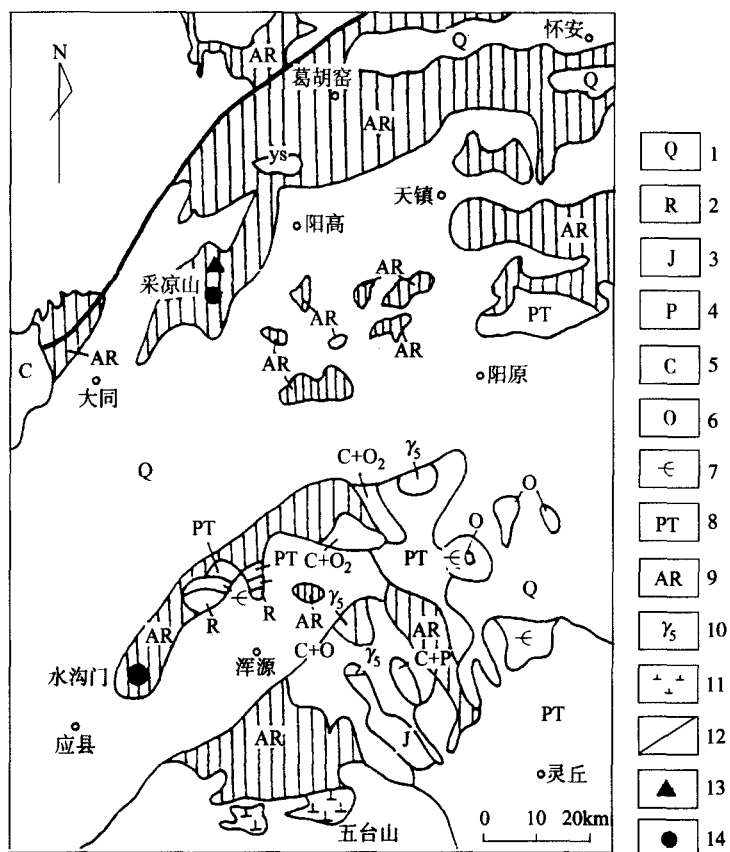


图 1-2-1 区域地质略图

(据王仁民、赖兴运等,1994,改编)

1—第四系； 2—第三系； 3—侏罗系； 4—二叠系； 5—石炭系； 6—奥陶系； 7—寒武系； 8—元古宇；
9—太古宇； 10—中生代岩浆岩； 11—义兴寨石英闪长岩； 12—断裂； 13—钾镁煌斑岩； 14—金伯利岩

5. 古生界

自下而上为寒武系、奥陶系、石炭系及二叠系。集中分布于灵丘、浑源一带，寒武系及奥陶系为碳酸盐岩，下部夹页岩；石炭系、二叠系主要为碎屑岩夹页岩或泥岩，中下部夹煤层和燧石灰岩。区内缺失上奥陶统、志留系、泥盆系及下石炭统。

6. 中生界

区内缺失三叠系，侏罗系见于浑源、广灵、灵丘一带中生代断陷盆地中，在阳高、天镇一带有零星分布。

7. 新生界

新第三系和第四系主要分布于桑干盆地中，主要岩性为砂岩、砾岩、粘土、沙土等，在大同一带夹有玄武岩。

二、主要断裂带

汾河断裂带：从晋南向北延至大同，地表多呈北东向，但重力资料表明深部呈南北向。水沟门金伯利岩、采凉山金伯利岩及饮牛沟钾镁煌斑岩分部于其北端。

集安-桓仁-鞍山-锦州-承德-张家口-临河断裂带:为内蒙古地轴南缘的一条主要深断裂,大致在北纬 41° 左右通过。是雁北古活动带与恒山古陆的分界断裂,饮牛沟钾镁煌斑岩及采凉山金伯利岩分布于其与汾河经向断裂的交汇部位。

金县-宁河-应县-河曲-石嘴山深断裂带:这是华北地台控制金伯利岩形成的重要断裂构造。在东部与郯庐断裂交汇处有辽宁复县原生金刚石工业矿床,而水沟门金伯利岩则位于其与汾河断裂带的交汇部位。

以上列举的三条深断裂,对晋北金伯利岩和钾镁煌斑岩的形成起着重要作用。金刚石寄主岩的形成和侵入,与地台的形成发展和构造活动关系极为密切,特别是与基底构造有直接关系。

三、岩浆岩及岩浆活动

晋北地区的岩浆活动主要集中于克拉通化阶段(1800Ma 以前)和中、新生代。

华北地台克拉通化阶段,区内频繁的岩浆活动可分为三期:①早期以超基性、基性岩体侵入为主,多呈脉状、透镜状或小岩株状侵入于阜平群或恒山杂岩之中,可能还有科马提岩(王仁民,1983)产出;②五台期岩浆活动强烈,规模较大。超基性、基性岩体多呈脉状侵入体,大规模中酸性岩体也侵入于五台群中;③吕梁晚期岩浆活动较为强烈,超基性、基性岩体多呈岩脉或岩床,花岗岩分布较广。

中、新生代的火山活动也较普遍,中酸性岩浆侵入更加强烈,有的为多期活动的复式岩体。其中以燕山期岩浆活动最为强烈。

值得指出的是,在中元古代期间(1850~1600Ma)华北地台内存在着一次裂谷事件(钱祥麟等,1985;武铁山,1992),早期拉张阶段的基性岩喷发分布广泛,稍晚,晋北地区有极为发育的呈北西向分布、未变质的基性岩墙群稳定地延伸于恒山杂岩中(张臣等,1993),皆为拉张阶段的产物。这些基性岩的产出为金伯利岩浆与钾镁煌斑岩浆的形成与侵入提供了有利条件。中元古代形成的北西向基性岩墙群基本上再未经过变形和变质的改造,是基底完全固结的证明,还说明这一地区自中元古代以来较稳定,即中、新元古代和古生代是晋北原生金刚石矿床形成的有利时期。

四、构造演化与金伯利岩、钾镁煌斑岩形成的关系

晋北地区所处的华北地台是世界上最古老的大陆之一,其地质发展主要经历了以下三个重要时期:

(1)迁西运动-吕梁运动期为壳幔分异、克拉通化时期。中太古代早期($>3200\text{Ma}$ 前)已形成怀安古陆型(钠质)克拉通,恒山古陆形成于 $2500\sim 2600\text{Ma}$,古元古代在太古宙克拉通内部出现了具有原地槽性质的活动带(淳沱群)。吕梁运动(1800Ma 前)使原地槽封闭固结,形成了华北地台(赵宗溥等,1993)

(2)晋宁运动-加里东运动-华力西运动期,由地台型沉积隆起成陆,构造运动以差异升降或整体升降为主。

(3)印支运动-燕山运动-喜马拉雅运动期,构造、岩浆活动强烈,汾渭裂谷系形成。晋北岩石圈变薄,其厚度 $<80\text{km}$,地幔上拱。

晋北与晋南的地质发展演化有很大差异,在金伯利岩的形成上有北老南新的特点。

据邢集善等(1991)研究,晋北前寒武纪古构造自北而南可划分成图 1-2-2 所示的构造单元。

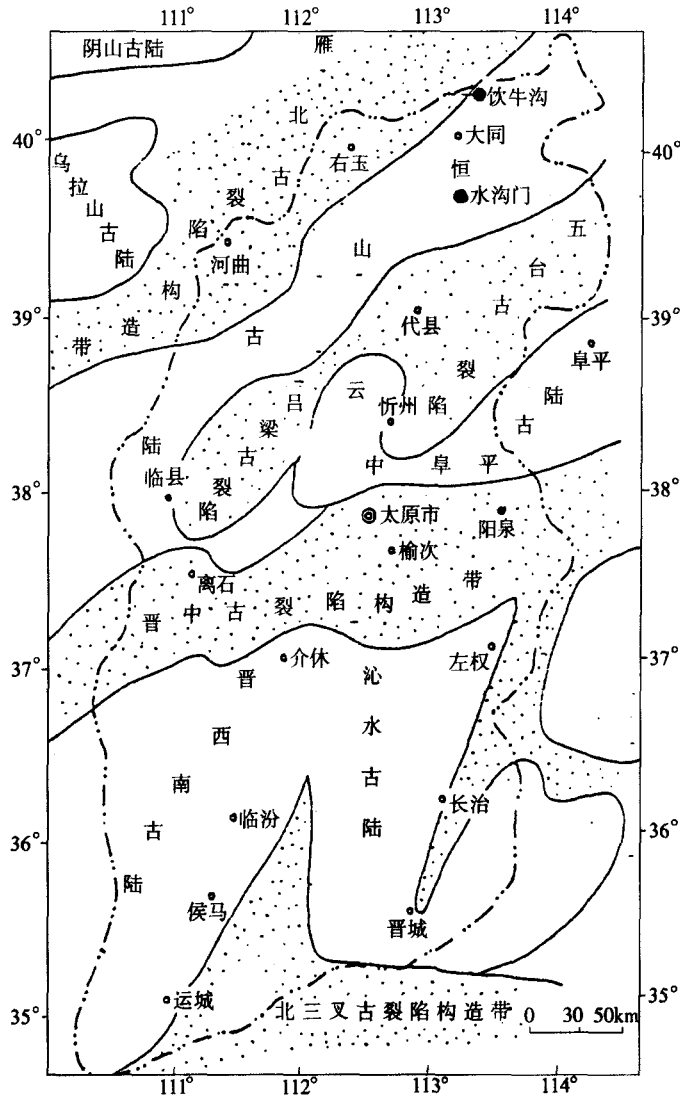


图 1-2-2 山西地区前寒武纪古构造示意图
(据邢集善,1991)

雁北古裂陷构造带基底为新太古代到古元古代五台群、溥沱群。马杏垣等(1989)认为它是一条缝合包银陆块(伊盟古陆)与华北陆块(恒山古陆)的古元古代褶皱带,后来又发育中元古代拗拉槽,并为显生宙巨厚盖层所继承,为P型克拉通。饮牛沟钾镁煌斑岩位于雁北古裂陷与恒山古陆的交接带上。恒山古陆基底为恒山杂岩,界河口群等深变质岩,同位素年龄大于2800Ma,是一个规模较大、较规则的太古宙陆块,为A型克拉通。水沟门金伯利岩群位于其中部,采凉山金伯利岩位于其北部边缘。

晋北地区既发育A型克拉通,又发育有P型克拉通,这是金伯利岩型和钾镁煌斑岩型金刚石原生矿形成的有利的大地构造条件。中元古界长城群以碎屑岩-粘土岩-碳酸盐建造为主的滨海沉积构成了巨厚的地台盖层。在中元古代,华北区内存在着一次裂谷事件(钱祥麟等,1985;叶发广,1995),晋北处于拉张阶段(武铁山,1992),金伯利岩和钾镁煌斑岩岩浆

沿早期形成的基底深断裂迅速上侵定位,因此它们在空间上和时间上都具有密切关系。自此以后,直到中生代印支-燕山运动以前,没有发生广泛和强烈的造山作用,表现出刚性地块的面貌。

中生代初期,库拉-太平洋板块向中国大陆俯冲,是对晋北影响最大的构造事件(刘国栋,1985)。它使几乎整个晋北成为大型复式隆起构造带。在晋北隆起构造带中,五台-恒山地区所受挤压应力最大,隆升也最强烈,中生代时它相对晋南抬升了4000~5000m(邢集善,1991;图1-2-3)。

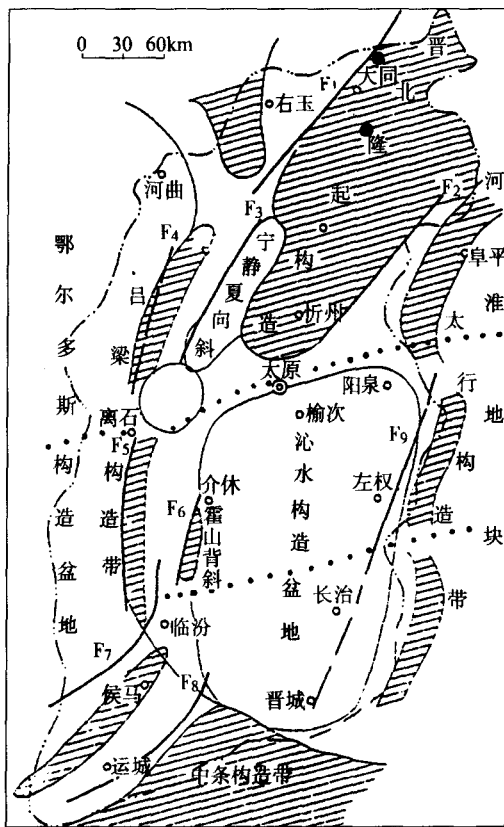


图 1-2-3 山西中生代构造示意图

(据邢集善等,1991)

F₁—大同口泉逆断裂; F₂—系舟山逆断裂; F₃—静乐西马房逆断裂; F₄—芦芽山逆断裂;
F₅—离石断裂; F₆—霍山逆断裂; F₇—罗云山-龙门山逆断裂; F₈—中条断裂; F₉—晋获逆断裂

自新生代新第三纪以来,山西裂陷带间歇性抬升和裂陷,大同盆地形成。汾渭地堑活动、断陷盆地的形成、地幔上拱、岩石圈减薄,表明应力作用以拉伸作用为主(徐锡伟等,1988)。在新生代的构造格局中,工作区位于太行山隆起区(I₁)以西,隶属汾渭地堑北段(图1-2-4),是山西裂陷带的一部分。

晋北地质演化过程表明:①晋北金伯利岩形成于中生代以前;②晋北金伯利岩在形成时,其岩石圈厚度大于70~80km,这一点也为金刚石指示矿物提供的信息所证实。③金伯利岩形成、定位时的地质构造环境已被后期构造运动叠加、改造。

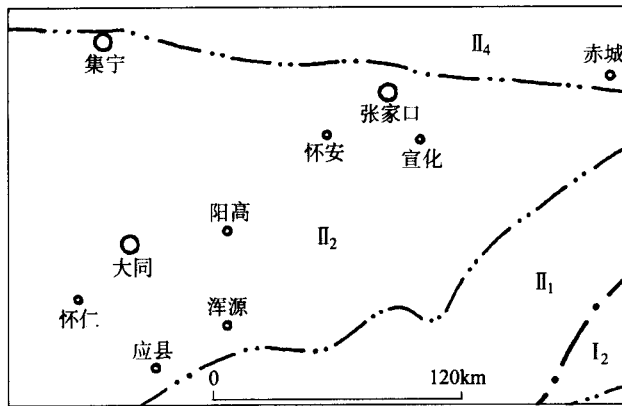


图 1-2-4 晋冀北及邻区新生代构造单元划分

I_2 —北京断裂； I_1 —太行山-五台山-军都山断裂； II_2 —山西裂陷带； II_4 —冀北断隆。
 (引自国家地震局地质研究所“北京市房山区石楼输油泵站地震基本烈度复核报告”，内刊，1993)

第三节 晋北金伯利岩与钾镁煌斑岩的时空分布

一、空间分布

晋北金伯利岩及钾镁煌斑岩位于华北地台中北部，从图 1-2-2 上可看出，水沟门金伯利岩群位于太古宙-元古宙形成的恒山古陆中心，采凉山云母金伯利岩群位于恒山古陆北部边缘，饮牛沟钾镁煌斑岩则位于恒山古陆与雁北古裂陷的交接带上。这种空间分布上的配置关系与澳大利亚优岗地区相似。

1. 水沟门金伯利岩岩区

水沟门金伯利岩是山西省区测队于 1966 年进行 1:20 万区测时发现的。岩区位于应县县城东北 11km 的水沟门地区，区内地貌属中山地区，相对高程达数百米。

1985~1987 年，山西省地矿局 212 地质队在该区进行了比较详细的地质工作，发现了金伯利岩岩体 22 个，其中岩筒 4 个，岩脉 18 条。岩体成群成带分布，分布面积约 25km²。大致可分成 NNE-NE 走向的三个岩带，由西向东依次为 I、II、III 岩带(图 1-3-1)。

I 岩带共有 11 个岩体，其中岩筒 4 个(2、4、5、25 号)，岩脉 7 条(1、3、6、7、8、9、10 号)，总体走向为 NE20°~25°，长 4.5km，宽 0.5km；II 岩带共有 7 条岩脉(11、12、13、14、15、16、17 号)，总体走向为 NE20°，长 3.5km，宽 0.5km，与 I 岩带相距 0.7km；III 岩带有 4 条岩脉(18、19、20、21 号)，总体走向为 NE45°~50°，长 2km，宽 0.25km，与 II 岩带相距 1km。

岩体在岩带中成群分布，I、II 两个岩带均有南、中、北三个岩体群。

在岩带中单个岩体多呈右行斜列分布。从南向北，岩脉走向有往东偏的趋势，如 I 岩带中的 11、12 号脉走向为 NE30°；13、14 号脉走向为 NE42°~45°；15、16 号脉走向为 NE52°。这反映了金伯利岩形成时，控制岩体的裂隙系统有向 NE 撒开，向 SW 收敛的趋势。

岩体总特点为：岩脉产状均近于直立，属典型的岩墙。其规模多数较小，出露长度仅几米至几十米，个别可达 200m，出露宽度从 0.2m 至 2.2m。岩筒多呈拉长形态，壁陡直。其中以 2 号筒规模最大，在平面上呈南宽北窄的纺锤状，总长 280m。南部呈筒状，长轴为 NW35°，长 175m，宽 81m，地表面积 14000m²，两侧略向外倾，东侧倾角 76°，西侧倾角 69°；北段呈脉

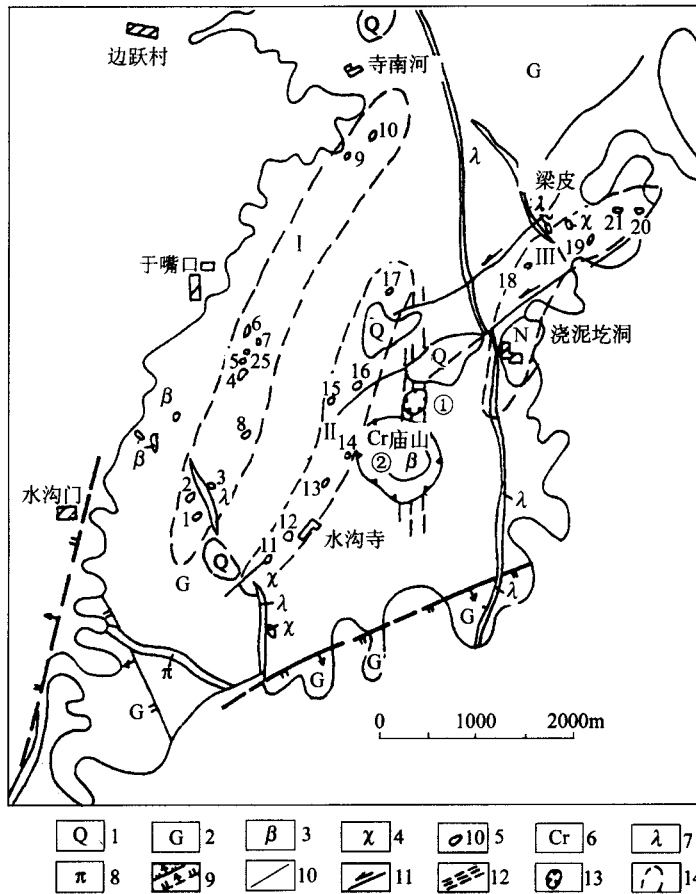


图 1-3-1 应县水沟门金伯利岩区平面地质略图

(据山西 212 地质队, 1990)

1—第四系；2—恒山群；3—玄武岩；4—云煌岩；5—金伯利岩及编号；6—凝灰角砾岩；7—辉绿岩；8—石英斑岩；9—实测、推测正断层；10—性质不明断层；11—平推断层；12—节理带；13—角砾岩管及编号；14—金伯利岩带及编号

状,走向为 NE10°,长 105m,宽 4~6m,在走向上追踪 NE13°、23°和 NW347°裂隙贯入。25 号岩筒平面上呈拉长椭圆形,长轴走向为 NE20°,长 120m,宽 36m,地表面积 4000m²,两侧略向内倾,东侧倾角 70°,西侧倾角 60°。4 号岩筒平面形态呈拉长椭圆状,由于被第四系覆盖,具体规模尚不清楚,推断长 200~220m,宽 50~55m,地表面积约 10000m²,长轴走向为 NE15°,东侧中段向岩筒内倾斜,倾角 57°,南段向岩筒外倾斜,倾角 79°,西侧产状不清。

岩区中以 2 号岩筒规模最大,岩石类型多样,金刚石伴生矿物较齐全,研究程度也较其他岩体高。

岩石较新鲜者为黑灰色,随着风化程度的加深,颜色变浅且变褐变绿,地表岩石宏观上呈灰绿色、黄绿色、绿黑色等各种颜色。其中的橄榄石和辉石粗晶已蚀变成蛇纹石、皂石、方解石等,致使其颜色常比基质浅,呈灰黄色、黄褐色斑状或碎屑状。金伯利岩主要为斑状结构,角砾状构造。

与水沟门金伯利岩伴生的是一套碱性玄武岩类,包括橄榄玄武岩层状熔岩流、玄武岩

脉、凝灰角砾岩筒等,玄武岩脉穿于金伯利岩中。金伯利岩侵位时代比玄武岩早,两者之间无明显的成因联系。

R. H. Mitchell(1986,1991)将金伯利岩划分为火山口相、火山道相和浅成相三种结构成因类型。水沟门岩区的云母粗晶金伯利岩、富云母粗晶金伯利岩、金伯利(凝灰)角砾岩构成了浅成相,而含岩球金伯利岩、金伯利岩质角砾岩则具火山道相特征,未见火山口相。由于该金伯利岩区内岩墙成群成带分布,岩筒数量少、个头小,且沿其长轴带有脉状“尾巴”,反映岩筒为岩脉“膨涨”而成。岩区盖层全已剥蚀。由此可认为水沟门岩区由岩筒根部带和浅成补给岩墙组成。通常金伯利岩中的原生金刚石主要产在火山口相和火山道相岩石中。水沟门岩区剥蚀较深,现存岩体金刚石含矿性不好。

水沟门岩区金伯利岩至少可划分为三期:第一期为富金云母细晶金伯利岩;第二期为含岩球金伯利岩;第三期为金伯利凝灰角砾岩。

水沟门金伯利岩侵位时代问题,《山西省区域地质志》(1989)将其划为喜马拉雅早期,山西地矿局 212 地质队(1990)认为其成岩时代为早古生代晚期。在本次工作中,我们从 2 号、4 号、5 号、25 号岩筒中选取了较为新鲜的金伯利岩,由地矿部地质研究所同位素室测得全岩 Rb-Sr 等时年龄为 (1500 ± 42) Ma,其侵入时代为中元古代。

2. 采凉山金伯利岩区

岩区分布于采凉山南麓大同市与阳高县交界处的水峪村-麻地沟-左家窑一带中古太古界集宁群变质岩(其同位素年龄大于 3000Ma)中。带状岩脉群呈 NE 走向,其中麻地沟至左家窑段岩脉分布较密集。区内地貌为海拔 1900m 的中山区,相对高程 300~400m。该岩区由山西省区测队于 1966 年进行 1:20 万区测时发现,确定有金伯利岩脉 39 条。山西省地质局 217 地质队(1969)又进行过旨在寻找金刚石的较详细的工作,共发现可疑岩脉 172 条,认为岩脉均属钙碱性煌斑岩类。1987 年山西省地矿局 212 地质队再次在该区进行金刚石找矿普查,对可疑岩体进行了踏勘性追索,发现这些岩脉的岩性相当复杂,有许多岩石与金伯利岩、钾镁煌斑岩相似,也有一些与一般煌斑岩相似,认为它们是一套钾质的超镁铁质岩石系列,属于偏碱性的煌斑岩类。李佑国、莫宣学(1987)根据矿物学研究结果,将被前人称为“似金伯利岩”的岩石定为云母金伯利岩。

岩体全部呈脉状,受西起陈家堡,东到南唐窑的压扭性主干破碎带控制,总体延伸方向与破碎带走向一致,呈 NE50°方向,长约 35km,宽 3km。单个岩脉走向主要呈 NE 向,与挤压带一致,也有少数脉体分布于挤压带两侧的次级张性、张扭性裂隙中,呈 NNE 向及 NNW 向。岩脉规模一般较小,倾角较陡(70°~80°),一般长度 10~40m,宽不足 2m。大者长可达百米,宽约 2m,小者长数米,宽十余厘米。岩脉形态规整,与围岩界线清楚而平直,少数有分叉和局部膨大现象,未见接触变质现象,有些岩脉中发现有透镜状、饼状基底岩石捕虏体,其直径一般为 3~5cm,大者可达 20~30cm,有时见有地幔橄榄石捕虏晶,粒径约 1~2cm。

岩石较新鲜者为黑灰、灰绿色,风化后颜色变浅,岩石表面疏松,个别具小球粒状风化特征。斑状、显微斑状结构,块状构造。粗晶主要为橄榄石(假像)和金云母。

山西省地质局 217 地质队(1969)与《山西省区域地质志》(1989)曾把麻地沟金伯利岩划归燕山末期到喜马拉雅早期的产物,证据是金伯利岩穿插了“燕山期辉绿岩”且被喜马拉雅期玄武岩脉穿插。不过没有可靠的证据表明辉绿岩是燕山期侵入的,山西省内几处辉绿岩 K-Ar(全岩及辉石)同位素绝对年龄(表面年龄)都表明它们是印支期的产物。李佑国、莫宣

学(1987)测得麻地沟云母金伯利岩中金云母 K-Ar 绝对年龄为(1811.83±83.69)Ma(表面年龄,中科院地质所同位素室测定),可能因混有幔源金云母而使年龄测定值偏大。

3. 饮牛沟钾镁煌斑岩

山西采凉山饮牛沟钾镁煌斑岩岩体位于采凉山北麓的阳高县长城乡镇边堡村南九对沟的分支小沟-饮牛沟内,与其南部的采凉山金伯利岩岩区相距 5km。

饮牛沟钾镁煌斑岩区内共发现三个岩体,呈岩筒状侵入于古太古界马市口群麻粒岩中(3500~3000Ma,赵宗溥等,1993)。岩体呈 NNE 方向展布,自南而北依次编号为 1、2、3 号岩体,岩体间相距约百米。1 号岩筒规模较大,地表出露面积约 420×400m²,2、3 号岩筒规模较小,地表出露面积分别为 110×60m² 和 100×40m²。地表形态均呈近等轴状,长轴呈 NNE 方向展布(图 1-3-2)。岩体与围岩马市口群的接触关系为侵入接触关系,1 号岩筒西部局部为断层接触。岩体接触带产状较陡,在剖面上有向下变窄的趋势,空间上的总体形态为上大下小的岩筒。三个岩体均由侵入浅成相岩石组成,未发现火山口相的火山碎屑岩与澳大利亚西金伯利钾镁煌斑岩区埃伦代尔岩田中火山口相保存完好的钾镁煌斑岩岩体的典型产状有所差别。

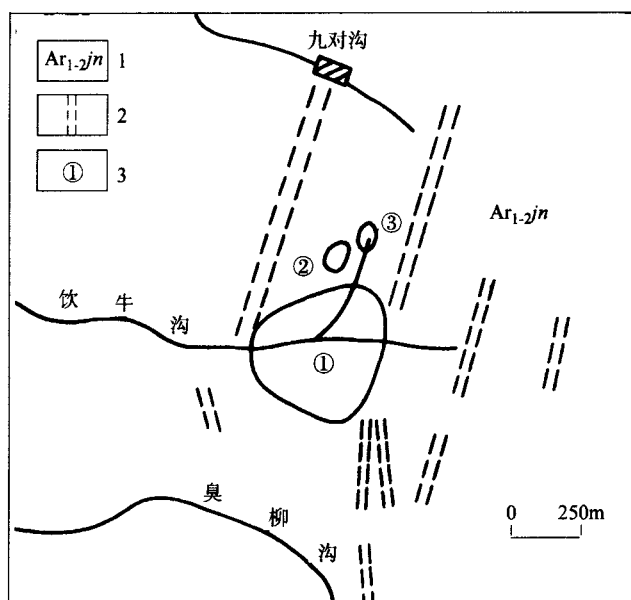


图 1-3-2 饮牛沟钾镁煌斑岩分布略图

1—中古太古界集宁群; 2—构造破碎带; 3—岩体编号

饮牛沟钾镁煌斑岩中的捕虏体有围岩捕虏体、来自上地幔的金云母二辉橄橄榄岩和透辉石岩捕虏体以及同源捕虏体。

饮牛沟钾镁煌斑岩比较新鲜,局部风化较强烈。

饮牛沟钾镁煌斑岩中见有三期脉岩贯入:第一期为细粒花岗岩脉;第二期为石英斑岩和花岗斑岩脉(图 1-3-3);第三期为石英脉或硅质脉。花岗斑岩脉被认为是印支期侵入的(九对沟花岗斑岩全岩 K-Ar 法表面年龄为 241.3Ma,而九对沟花岗斑岩与饮牛沟花岗斑岩是相连的),故可认为饮牛沟钾镁煌斑岩形成于印支期以前。李佑国等(1987)从霓辉石-金云母-