

五台山太古宙 地质与金矿床

王安建 刘志宏 李晓峰 著
周继华 许 虹 包继忠



吉林科学技术出版社

五台山太古宙地质与金矿床

王安建 刘志宏 李晓峰 著
周继华 许 虹 包继忠

The Archaean Geology and Gold Deposits of Wutaishan

Wang Anjian 'Liu Zhihong Li Xiaofeng et al.

吉林科学技术出版社
Jilin Science and Technology Press

【吉】新登字 03 号

内 容 简 介

五台山地区是全球地壳早期演化历史和成矿作用研究的关键性地区之一。本书是该区研究的最新成果。该成果以近年来区内所获大量实际资料为基础,运用板块构造理论,系统论述了五台山花岗岩—绿岩带演化历史和其中脉状金矿床的形成机制。作者采用岩性—构造—事件学的方法,通过岩石学、构造学、矿床学、地球化学和同位素年代学研究将五台山花岗岩—绿岩地体划分为三个构造岩片,讨论了构造岩片与金矿化的关系,总结了区域成矿规律,建立了太古宙末期陆—陆碰撞造山的地壳演化模式和相对应的金矿成因模式。

本书内容丰富、资料新颖,可供地质科研院所、生产单位专业技术人员、研究人员、地质院校教师、研究生和高年级学生参考。

五台山太古宙地质与金矿床

王安建 刘志宏 李晓峰 著
周继华 许 虹 包继忠

责任编辑:王维义

封面设计:刘志宏

出版 吉林科学技术出版社
发行

787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 245,000 字

1996 年 2 月第 1 版 1996 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—1000 册 定价: 10.00 元

印刷 吉林电力职工大学印刷厂

ISBN 7-5384-1388-X/ID·13

前 言

七十年代末至八十年代初期,北美和西澳花岗岩—绿岩带中一批大型、超大型金矿床的发现震惊了世界矿业界。相继,各国政府纷纷投资,把找矿重点放到绿岩型金矿上,并掀起了绿岩型金矿的找矿热潮。受这种热潮影响,八十年代中期,我国学者在地质条件相当的地区开展了绿岩型金矿的找寻工作,五台山地区即为其中一例。五台山地区是中国比较典型的花岗岩—绿岩带之一,区内地质条件复杂,小型金矿床、矿点,各种异常星罗棋布,被认为具有良好的找矿前景。然而,在近几年的工作中,其找矿效果却一直不理想,这种局面曾一度使地质学家们失望,并开始怀疑五台山地区是否具有找到绿岩型金矿的可能性。一九九〇年原平市西部狐狸山金矿床的发现重新燃起了在该区找到绿岩型金矿的希望,坚定了地质学家们找寻绿岩型金矿的信心。

矿产找寻和预测工作对于基础地质背景研究程度具有相当大的依附性,这要求矿产勘查工作者在开展找矿预测工作的同时必须最大限度地搜集已有的地质科研资料和成果,进行必要的,较详细的基础地质研究工作。五台山地区的地质工作可追溯至十九世纪七十年代,系统工作始于新中国成立之后,尤其是近二十年来,来自科研院所、高等院校和生产单位的中外专家、学者先后在本区开展了多种形式、多学科的研究工作。据不完全统计,已经完成和发表的与五台山地区地质和矿产有关的各种勘探、普查和专题科学研究报告就有近百份,论文几百篇,专著十余部,其涉猎范围之广,从地层学、岩石学、构造地质学、矿物学、矿床学、地球化学、同位素地质学、地球物理学直至遥感地质学、数学地质学等十几个分支学科及边缘学科,积累了大量的资料。这些资料为五台山地区地质和矿产研究工作新突破和腾飞的到来奠定了坚实的基础。

本书在大量前人工作资料和成果学习、分析、总结的基础上,充分地借鉴了国外同类研究的成果和经验,以野外实际地质资料研究为基点,历经三年不懈努力综合研究获得下述几点认识和结论:

- 1、采用构造—岩性—事件法,将五台山花岗岩—绿岩地体划分为三个构造岩片:(1)北部构造岩片;(2)中部构造岩片和(3)南部构造岩片。根据岩石组合、地球化学特征、变质变形作用、岩浆活动及同位素年代学资料的综合研究,得出北部构造岩片为弧后消减混杂

岩带,中部构造岩片为古岛弧体系,南部构造岩片为弧前削减混杂岩带的结论。指出遭受不同程度变质作用改造的三个构造岩片具有类似的,顺时针演化的 PTt 轨迹。这一特征与典型造山带型 PTt 轨迹相一致。五台山花岗岩—绿岩地体代表了恒山—阜平两陆块间的碰撞构造边界(造山带),是大陆边缘增生地体。地体内不同岩片间变质程度的差异是弧—陆和陆—陆碰撞造山作用的结果。

2、提出五台山碰撞造山带三个构造岩片边界及其内部发育有两期四种类型的韧性剪切带:(1)晚太古宙角闪岩相逆冲型韧性剪切带;(2)晚太古宙绿片岩相逆冲型韧性剪切带;(3)晚太古宙伸展型韧性剪切带和(4)早元古宙次绿片岩相逆冲斜滑移型韧性剪切带。强调由北东东向南西西滑移的伸展型韧性剪切带是碰撞造山作用晚期阶段纵向(平行于造山带走向)伸展作用的产物。它是造山作用晚期地壳迅速减薄、深部岩石裸露和五台山地区变质作用东深西浅及控制现有构造格局的重要机制。

3、依据板块构造理论,提出了五台山晚太古宙时期经历了洋盆扩张($>2600\text{Ma}$)、大洋消减—岛弧形成($2600\sim 2550\text{Ma}$)、弧前消减—弧—陆碰撞造山($2600\sim 2500\text{Ma}$)、弧后消减—陆—陆碰撞造山($2550\sim 2450\text{Ma}$)和碰撞造山晚期纵向伸展($2450\sim 2400\text{Ma}$)五个演化阶段的碰撞造山模式。

4、根据矿床形成时代和控矿因素将五台山花岗岩—绿岩地体内的脉状金矿床划分为“两式”三种类型:(1)与韧性剪切带有关的“原平式”金矿床;(2)与中生代浅成侵入体有关的“繁峙式”金矿床。“原平式”金矿床进一步分为:(A)与韧性变形作用有关的狐狸山型金矿床;(B)与脆性构造叠加于韧性剪切带有关的刘家坪型金矿床。强调五台山地区含金韧性剪切带垂向上具有东浅西深分带的特点。指出绿片岩相逆冲型韧性剪切带的西段是找寻狐狸山型金矿床的有利地区,而东部是找寻刘家坪型金矿床的有利地段。指出五台山地区几乎所有的与韧性剪切带有关的“原平式”金矿床(点)都分布于中部构造岩片的南缘、以岛弧型钙碱性火山岩为代表的绿岩系中。构造上这些矿床(点)主要产于绿片岩相逆冲型韧性剪切带内,空间分布受下列四种构造因素控制:(1)韧性剪切带内的高应变带;(2)大型构造透镜体下盘韧性剪切带发生转弯的部位;(3)韧性剪切带分叉或交汇部位;(4)韧性剪切带内脆性断裂叠加或交汇部位。

5、归纳总结了“原平式”金矿床成矿模式。强调五台山地区大部分与韧性剪切带有关的金矿床形成于太古宙末期、弧—陆、陆—陆碰撞构造边界环境。俯冲碰撞过程中,被海水饱和了的大洋岩石圈和部分陆缘沉积建造在大陆边缘和岛弧下下侵,并在热重新平衡过程中发生脱水产生大量流体,伴随这一过程形成的一系列逆冲型韧性剪切带有效地改善了地壳的渗透率,为流体迁移提供了通道,造山作用中晚期发生的地壳快速隆升作用破坏了造山带内部静水压力与静岩压力间的平衡,并成为促进流体运移的动力,随着物理、化学条件的改变,使流体中的金沉淀成矿。

6、建立了“原平式”金矿床的围岩蚀变序列为碳酸盐化(C类铁白云石化)→细脉—透镜状硅化(B类硅化)→绢云母化(B类绢云母化)→绿泥石化(B类绿泥石化)和黄铁矿化(B类黄铁矿化)。其中强碳酸盐化、硅化、绢云母化和黄铁矿化同时出现的地段往往是矿体分布的部位。根据地质、地球物理、地球化学资料建立了“原平式”金矿的多学科综合找

矿模型:(1)中部构造岩片南、北两缘、逆冲型韧性剪切带发育的部位;(2)绿片岩相逆冲型韧性剪切带内的强应变带及其内部构造发育的部位;(3)强碳酸盐化、硅化、绿泥石化、绢云母化和黄铁矿化叠加的部位;(4)地球化学异常 As、Au、Cu 叠加地段;(5)磁法解释上延 300m 或 500m 有显示东西向构造发育的部位。

本书是地质矿产部定向基金资助“五台山西部‘原平式’金矿形成条件及找矿预测”项目的最终总结。该项目由王安建、包继忠负责,聘请马志红教授、孙继源教授级高级工程师为顾问,参加人员有刘志宏、李晓峰、周继华、许虹、周燕和研究生刘恩峰。先后参加工作的还有贾叶飞、唐立忠、范连思、刘祥、研究生吴夫军和李晓恒以及部分长春地院大学生。

作为集体劳动的结晶,本书第一章由王安建、刘志宏执笔;第二章由刘志宏执笔;第三章由王安建、刘志宏执笔;第四章由王安建、刘志宏、许虹、李晓峰执笔;第五章由刘志宏、周继华、许虹、周燕、刘恩峰执笔;第六章由王安建、李晓峰、包继忠执笔;第七章由王安建、包继忠完成;王安建撰写了前言和结语并对全书进行了统修。

初稿完成后由地质矿产部科学技术司和地质调查局主持了评审。李廷栋院士、翟裕生教授、黄崇轲高级工程师(教授)、袁君孚高级工程师(教授)、沈保丰研究员、季克俭研究员和耿元生研究员审阅了全书,提出了许多宝贵意见,为本书高质量地出版奠定了基础。

本书还得到了长春地质学院李树勋教授、山西地矿局陈平高级工程师(教授)的悉心指导和大力支持。此外,纪宏金提供了化探数据处理及制图的方法,并帮助做了部分计算工作,李晓恒、赵以辛帮助做了部分图件的植字工作,在此一并致谢!

目 录

第1章 五台山花岗岩—绿岩地体	(1)
0 引言	(1)
1.1 五台山花岗岩—绿岩地体中构造岩片的划分	(2)
1.1.1 构造岩片的划分原则	(2)
1.1.2 构造岩片划分方案	(2)
1.2 南部构造岩片	(4)
1.2.1 岩石组合	(4)
1.2.2 花岗质岩石	(5)
1.2.3 变质作用	(6)
1.2.4 变形作用	(10)
1.3 中部构造岩片	(10)
1.3.1 岩石组合	(11)
1.3.2 花岗质岩石	(12)
1.3.3 变质作用	(13)
1.3.4 变形作用	(17)
1.4 北部构造岩片	(17)
1.4.1 岩石组合	(17)
1.4.2 花岗质岩石	(18)
1.4.3 变质作用	(19)
1.4.4 变形作用	(23)
1.5 小 结	(24)
第2章 韧性剪切带	(25)
0 引言	(25)
2.1 角闪岩相逆冲型韧性剪切带	(26)
2.1.1 北部构造岩片中的角闪岩相逆冲型韧性剪切带	(26)

2.1.2 南部构造岩片中的角闪岩相逆冲型韧性剪切带	(29)
2.2 绿片岩相逆冲型韧性剪切带	(31)
2.2.1 韧性剪切带的鉴别标志	(31)
2.2.2 韧性剪切带内部的构造特征	(32)
2.2.3 韧性剪切带中构造岩的研究	(33)
2.2.4 韧性剪切带的运动学特征	(35)
2.2.5 韧性剪切带形成时的古应力差值	(35)
2.2.6 有限应变分析	(36)
2.2.7 韧性剪切带的形成时代	(36)
2.3 伸展型韧性剪切带	(37)
2.3.1 章腔—甘泉—智存沟韧性剪切带的空间分布	(37)
2.3.2 章腔—甘泉—智存沟韧性剪切带的变形特征	(37)
2.3.3 章腔—甘泉—智存沟韧性剪切带的构造岩	(39)
2.4 小结	(40)
第3章 太古宙地质事件序列与地壳演化	(41)
0 引言	(41)
3.1 相对地质时序	(41)
3.1.1 南部构造岩片相对地质时序	(42)
3.1.2 中部构造岩片相对地质时序	(42)
3.1.3 北部构造岩片相对地质时序	(43)
3.2 同位素年代学资料分析	(44)
3.3 地质事件序列	(45)
3.4 构造岩片的地质涵义讨论	(46)
3.4.1 南部构造岩片—弧前消减混杂岩带	(46)
3.4.2 中部构造岩片—岛弧体系	(46)
3.4.3 北部构造岩片—弧后消减混杂岩带	(47)
3.5 五台山地区纵向伸展型韧性剪切带的地位和意义	(47)
3.6 五台山地区太古宙地壳演化	(48)
3.7 问题与讨论	(50)
第4章 五台山地区金矿成矿规律	(52)
0 引言	(52)
4.1 五台山地区金矿类型	(53)
4.1.1 “原平式”金矿床	(53)
4.1.1.1 狐狸山型金矿床(I型)	(53)
4.1.1.2 刘家坪型金矿床(II型)	(54)
4.1.2 “繁峙式”金矿床	(54)
4.2 “原平式”金矿床的空间分布	(54)

4.2.1 矿床的空间分布.....	(54)
4.2.2 矿体的空间分布.....	(58)
4.3 容矿岩石组合.....	(59)
4.3.1 长英质岩石.....	(60)
4.3.1.1 英云闪长岩.....	(60)
4.3.1.2 (石英)闪长岩.....	(62)
4.3.2 镁铁质岩石.....	(63)
4.3.2.1 拉斑玄武岩和辉绿(玢)岩.....	(63)
4.3.2.2 煌斑岩.....	(63)
4.3.2.3 磁铁石英岩.....	(63)
4.4 含金韧性剪切带.....	(64)
4.4.1 柏枝岩—李家庄—代银掌含金韧性剪切带.....	(64)
4.4.1.1 产状和规模.....	(64)
4.4.1.2 空间变化.....	(65)
4.4.1.3 蚀变及含金性.....	(65)
4.4.2 刘家坪—康家沟韧性剪切带.....	(66)
4.5 岩石的蚀变序列.....	(67)
4.5.1 蚀变作用.....	(67)
4.5.2 蚀变类型和形式.....	(67)
4.5.2.1 碳酸盐化.....	(67)
4.5.2.2 绢云母化.....	(69)
4.5.2.3 绿泥石化.....	(69)
4.5.2.4 硅化.....	(70)
4.5.2.5 黄铁化.....	(70)
4.5.2.6 电气石化.....	(71)
4.5.2.7 钠黝帘石化.....	(71)
4.5.3 蚀变序列.....	(71)
4.5.4 蚀变矿物学.....	(72)
4.5.5 金的矿物学.....	(75)
4.5.6 蚀变与金矿化的时间和空间关系.....	(76)
4.6 关于矿化时代的讨论.....	(76)
4.6.1 金矿化与容矿岩石的相对时间关系.....	(76)
4.6.2 金矿化与变形带的时间关系.....	(76)
4.6.3 围岩蚀变与变质作用的时间关系.....	(77)
4.6.4 金矿化与脉岩的时间关系.....	(77)
4.7 小 结.....	(78)
第5章 典型矿床研究—狐狸山金矿床	(79)

0 引言	(79)
5.1 矿区地质	(79)
5.1.1 容矿岩石	(80)
5.1.1.1 岩石类型	(80)
5.1.1.2 地球化学	(82)
5.1.1.3 容矿岩石的含金性	(84)
5.1.2 含金韧性剪切带	(86)
5.1.2.1 韧性剪切带的地质特征	(86)
5.1.2.2 韧性剪切带的变形特征	(87)
5.1.2.3 韧性剪切带的地球化学研究	(89)
5.1.2.4 韧性剪切带与金矿化的关系	(91)
5.1.3 脉岩	(92)
5.1.3.1 岩石学及地球化学特征	(92)
5.1.3.2 年代学资料	(93)
5.1.3.3 脉岩与韧性变形带的关系	(94)
5.1.3.4 脉岩与矿化带的关系	(94)
5.2 矿床地质	(95)
5.2.1 矿体形态、产状及规模	(95)
5.2.2 矿化脉体类型	(95)
5.2.3 矿石矿物组合及金的矿物学	(97)
5.2.3.1 矿石成分	(97)
5.2.3.2 矿石构造	(99)
5.2.3.3 金的矿物学	(100)
5.2.4 围岩蚀变	(101)
5.2.4.1 蚀变类型	(101)
5.2.4.2 蚀变强度分带	(102)
5.2.5 流体包裹体	(104)
5.2.5.1 样品采集及描述	(105)
5.2.5.2 均一温度(T_h)和冷冻温度(T_m)	(105)
5.2.5.3 石英气液包裹体成分研究	(107)
5.2.6 同位素地球化学	(111)
5.2.6.1 氢、氧同位素地球化学	(111)
5.2.6.2 碳同位素地球化学	(113)
5.2.6.3 硫同位素地球化学	(114)
5.3 小结	(115)
第6章 金矿床成因模式	(117)
0 引言	(117)

6.1 金矿成因的制约因素	(121)
6.1.1 地质方面的制约因素	(121)
6.1.2 流体包裹体和同位素方面的制约因素	(121)
6.2 逆冲型韧性剪切带的研究意义及金矿床的垂向分带	(122)
6.2.1 逆冲型韧性剪切带的研究意义	(122)
6.2.2 金矿床的垂向分带	(123)
6.3 金矿形成的地球动力学背景	(124)
6.3.1 弧—沟构造体制与成矿流体产生的关系	(124)
6.3.2 恒山—阜平陆—陆碰撞构造边界	(125)
6.3.3 俯冲—碰撞作用在金矿形成过程中的意义	(126)
6.4 金矿成因模式	(127)
第7章 金矿形成条件和找矿预测	(128)
0 引言	(128)
7.1 矿床形成条件分析	(128)
7.1.1 大地构造演化条件	(128)
7.1.2 构造条件	(129)
7.1.3 流体运移、沉淀条件	(129)
7.2 找矿标志的确定	(130)
7.2.1 地质标志	(130)
7.2.2 地球物理标志	(130)
7.2.3 地球化学标志	(131)
7.3 综合找矿模型	(132)
7.4 金矿找矿预测	(132)
7.4.1 含金三角区的圈定	(133)
7.4.2 靶区圈定与分级	(133)
7.4.2.1 靶区圈定与分级原则	(133)
7.4.2.2 靶区圈定	(134)
7.4.2.3 靶区分级	(134)
结 语	(137)
参考文献	(138)
矿物代号	(146)
图 版	(147)

第1章

五台山花岗岩—绿岩地体

0 引言

五台山地区地处华北陆台腹地,是中国比较典型的花岗岩—绿岩带之一。作为一个独立的地质单元,它以韧性剪切带及义兴寨岩体为北部边界与以灰色片麻岩为主体的恒山高级变质区相接;以龙泉关韧性剪切带为南部边界与阜平高级变质地块相连,总体构成一向南西撒开的楔状体(图1-1)。

五台山地区是一个研究历史长,研究程度相当高的地区。据不完全统计,已经发表的与该区有关的著作十余部,论文100多篇,其中具有代表性的成果包括马杏垣等,1957;李树勋等,1986;白瑾等,1986,1992;田永清等,1991的著作。此外,刘敦一等(1984)同位素年代学方面的研究,徐朝雷等(1986)推覆构造的研究,李继亮等(1990)混杂岩带认识的提出,李江海等(1991)龙泉关剪切带的识别等都不同程度地推动了五台山地区地质研究的进步。

然而,在五台山地区的实际科学研究工作中,我们发现我们所面临的问题远远地超出了预先的估计。工作中下列事实改变了我们在这一地区采用的工作方法和考虑问题的思想方法:

- 1、现有绿岩系“地层”系统的不确定性。五台山地区地层划分和时代厘定方案有数十计之多(李树勋,1986),特别是被称之为绿岩系的五台群的中下亚群更为复杂,这暗示建立一个可供稳定使用的地层序列是很困难的(李继亮等,1990,田永清等,1991)。野外考察表明,对应于同一地层单元不同学者划分方案在岩石组合、时代厘定以及变质程度方面都存在很大的差别,这严格地限制了现有地层划分系统的使用。

- 2、绢云母石英片岩—作为一种构造岩被识别了出来。区域内稳定延伸的绢云母石英片岩带曾一直被作为地层系统的标志层之一使用。然而,在矿区范围内以容矿岩石原岩恢复为主题的系统研究表明,这些绢云母石英片岩中的相当一部分是英云闪长岩、石英闪长岩和花岗闪长岩经强韧性变形改造而形成的一种构造岩,从而动摇了“地层”系统的根基。

- 3、几组不同性质韧性剪切带的发现和确定。在韧性剪切带的专题研究中,我们初步发现并确定了两种不同构造层次一系列逆冲推覆型韧性剪切带和一种近水平拉伸、近于平行造山带走向的伸展型韧性剪切带存在。研究表明,这些韧性剪切带的剪切叶理在多数情

况下与绿岩系所谓“层理”平行,但剪切叶理 S_n 斜交于层理 S_0 的现象并不少见。它们是剪切运动本身造成了不同岩石组合相互叠置的结果,这一结果使五台山地区构造格局复杂化,进而也使现有“地层”系统的可信度受到了挑战。

五台山地区同一“地层单元”岩石组合、变质程度因地而异是客观事实。这在很大程度上是由于该区极为复杂的地壳形成、演化历史所造成的。这些特征与在冀东太古宙高级变质区中所见的情况(王安建,1991a,1991b)具有许多相似之处。我们认为承认并客观地对待这一事实很重要。因此,工作中把原来采用构造—岩性—地层方法修正为构造—岩性—事件方法,并将五台山花岗岩—绿岩地体分解为三个构造岩片。当然,现有地体分解方案的合理与否还需经受时间的考验。我们期待这种思路能够对在五台山地区建立起若干个稳定可使用的地质单元,进而发挥其在找矿预测中的作用起到推进作用。

将五台山花岗岩—绿岩带称之为花岗岩—绿岩地体是依据于 Jones 等(1983)有关地体的(terrane)的概念提出的。尽管一些学者 Dover(1990)对“terrane”这一术语的涵义提出了疑议,但是,就五台山地区地质情况而言,我们趋向于“terrane”这一术语仍保留描述性和成因双重涵义,即地体是以断层为界,与相邻地质体具有不同的演化历史,具有增生特点的地质体单元。

1.1 五台山花岗岩—绿岩地体中构造岩片的划分

构造岩片是指以各种韧性或脆性断层为边界,由具有相同或相似形成环境,类似构造形迹群或相同演化历史地质体组合而成的地质体单元。它可与邻近的构造岩片具有完全不同的形成环境和演化历史。构造岩片包含了构造(组)域的概念(Turner 等,1963),但又存在重要差别,即同一构造岩片范围内,其变形组构从统计学角度可以是不均匀的。

1.1.1 构造岩片的划分原则

五台山花岗岩—绿岩地体内构造岩片的划分主要考虑以下几个原则:

1、同一构造岩片内各地质体之间形成于相同或类似的大地构造环境,并具有直接或间接的成因联系。

2、当构造岩片内的各地质体形成环境和时间不同时,至少应有一段相同或相似的变质、变形历史或演化历史。

3、构造岩片本身可勾画出完整的边界,这些边界多由规模较大的韧性或脆性断层或断层带以及侵入于其中的岩浆岩组成。

构造岩片的划分应该满足上述三个条件。

1.1.2 构造岩片划分方案

根据上述原则将五台山花岗岩—绿岩地体及包括恒山地块南缘在内的部分划分为下列三个构造岩片(图 1-1),六个亚岩片:

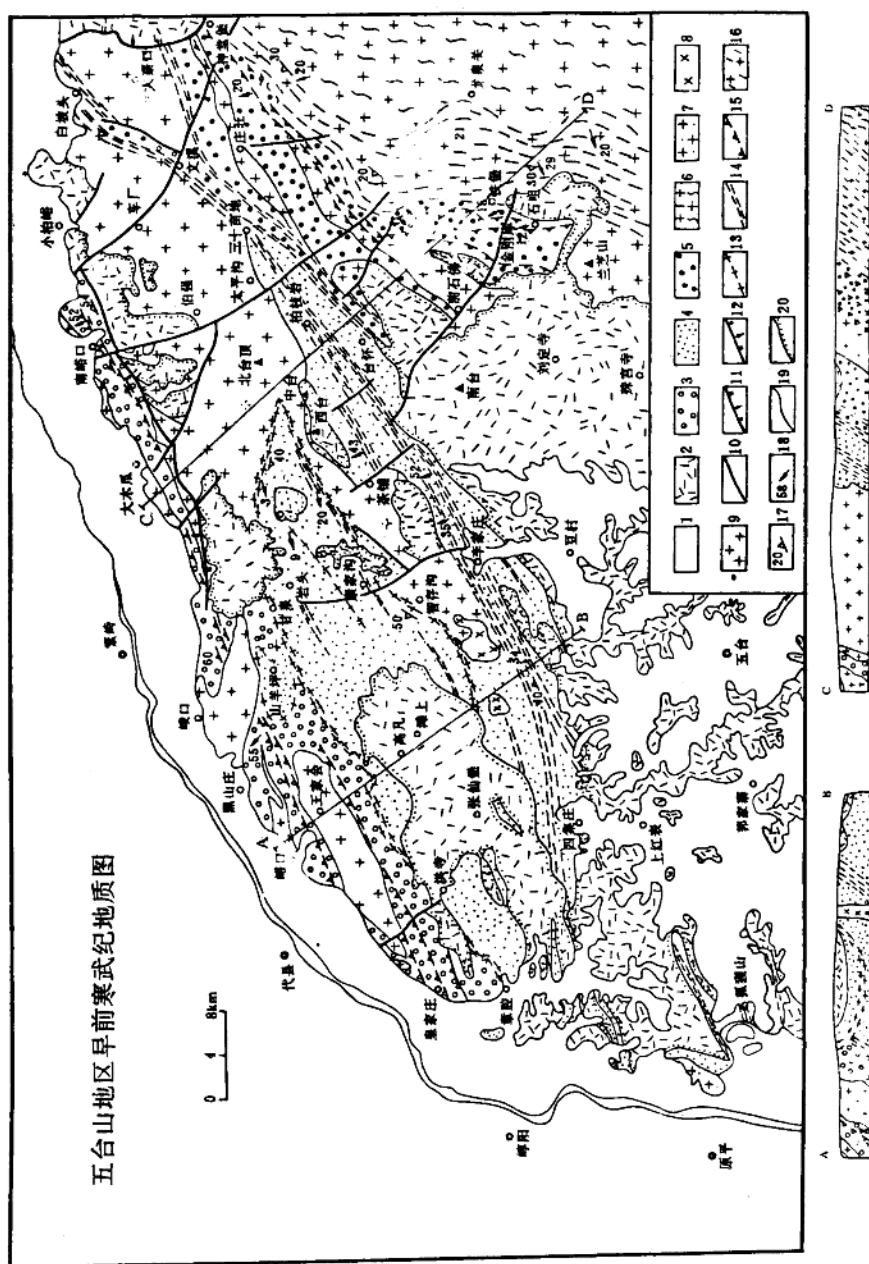


图 1-1 1. 第四系; 2. 高凡亚群—奥陶系; 3. 北部构造岩片; 4. 中部构造岩片; 5. 南部构造岩片; 6. 阜平变质杂岩; 7. 元古代—中生代花岗岩; 8. 太古代基性侵入岩; 9. 太古代花岗岩; 10. 性质不明断层; 11. 逆断层; 12. 正断层; 13. 伸展型韧性剪切带; 14. 绿片岩相逆冲型韧性剪切带; 15. 角闪岩相逆冲型韧性剪切带; 16. 龙泉关韧性剪切带; 17. 叶理产状; 18. 矿物拉伸线理产状; 19. 地质界线; 20. 角度不整合界线

- 1、南部构造岩片(金刚库—庄旺—神堂堡构造岩片)
- 2、中部构造岩片(高凡—岩头—太平沟—车厂构造岩片)
 - (1)章腔—高凡—岩头亚岩片
 - (2)李家庄—柏枝岩亚岩片
 - (3)北台—车厂亚岩片
- 3、北部构造岩片(皇家庄—雁门关—朱家坊—南峪口构造岩片)
 - (1)皇家庄—峨口—南峪口亚岩片
 - (2)雁门关—碾子沟亚岩片
 - (3)双钱树—朱家坊亚岩片

1.2 南部构造岩片(金刚库—庄旺—神堂堡构造岩片)

南部构造岩片位于五台山的东南部,南起湾子、北至东台顶,西起金刚库,东至神堂堡,平面上呈一北东向展布,西南宽、东北窄的楔状体,相当于白瑾等(1986)和田永清等(1991)所划板峪口组、金刚库组、庄旺组和文溪组岩石以及石佛岩体分布范围(图1-1),其东南以龙泉关韧性剪切带与阜平地块相接,西北以北东向韧性剪切带为界与绿岩系相连,西部为淳沱群超覆,东部边界在神堂堡以东,面积 $>700\text{km}^2$ 。

1.2.1 岩石组合

该岩片主要由长英质碎屑岩,斜长角闪岩和黑云变粒岩三套岩石组合而成。

1、长英质碎屑岩组合

这一组合分布于该岩片东南部,与原“地层”系统中的板峪口组相对应,主要由长石石英岩、石英岩、黑云角闪变粒岩及少量大理岩组成。这一组合中可见残留的变余碎屑结构,斜层理、交错层理、波痕等原生构造,反映了其形成于滨海至浅海环境的特点。岩石组合中长石石英岩的 SiO_2 平均含量为85.3%, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} = 0.927\%$, $\text{TiO}_2 = 0.067\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 0.08$, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 24.7$, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}) = 16.9$, $\text{Ba}/\text{Sr} = 33.3$, $\text{Cr} = 13\text{ppm}$, $\text{V} = 12\text{ppm}$, $\text{V}/\text{Ni} = 0.8$,这些地球化学特征与被动大陆边缘沉积的石英砂岩特征非常相似。看来白瑾等(1992)将这套组合划归于陆棚沉积建造具有一定道理。

2、斜长角闪岩—磁铁石英岩组合

该组合相当于原“地层”系统中的金刚库组岩石,主要由斜长角闪岩、含石榴石、蓝晶石和十字石的黑云母变粒岩和磁铁石英岩组成(组合中分布有超基性侵入岩的块体),是该岩片中分布最广的一套岩石组合。斜长角闪岩在野外局部可见变余杏仁构造,结合其与条带状磁铁石英岩伴生关系,许多学者(白瑾等,1986;李树勋等,1986;田永清,1991)将其原岩视为水下喷发的玄武岩流。这些斜长角闪岩化学成分在AFM图解中投影主要显示了拉斑玄武岩系列的特点,在Pearce的 $\text{FeO}^* - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ 图解和Ti—Cr关系图解中的投影几乎全部落入洋中脊、洋底或洋岛玄武岩区内,基本上反映了其生成于大洋环

境的特点。这与李继亮等(1990)、白瑾等(1992)将其作为洋壳一部分的认识相一致。

值得重视的是斜长角闪岩—磁铁石英岩组合中发育有许多超基性岩体(块)。这些超基性岩的主要岩石类型包括辉橄岩、辉石岩、角闪石岩和纯橄岩以及它们变质形成的蛇纹岩和纤闪石岩。它们呈层状、似层状、透镜状成群成带出现,并发生了强烈的变形。岩石的化学成分变化较大, $\text{SiO}_2 < 46\%$, $\text{MgO} = 22 \sim 37\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 < 7\%$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 0.1 \sim 0.6\%$, $\text{Na}_2/\text{K}_2\text{O} > 1$, $\text{MgO}/\text{FeO} = 3.7 \sim 5.7$ (田永清等, 1991)。岩石化学特征指示它们属镁—铁质超基性岩,部分类似于玄武质或橄辉质科马提岩(白瑾等, 1986; 李树勋等, 1986)。

该类岩石稀土元素配分型式显示出重稀土平坦,轻稀土有起伏,略显铈正异常,轻稀土相对重稀土略显亏损的模式。这种特征与太古宙橄辉质科马提岩的稀土特征相似(Culler 和 Graf, 1984)。白瑾等(1992)强调无论这些变质超基性岩是侵入成因的,还是类似于科马提岩喷出成因的,它形成的初始地质背景是洋壳。结合其与斜长角闪岩的关系,我们倾向于把这套岩石组合总体视为蛇绿岩套。

3. 黑云变粒岩组合

该组合分布于岩片的西北侧,主要由黑云变粒岩和少量斜长角闪岩组成。岩石组合相对简单,基本上与原“地层”系统中的庄旺组相对应。原岩恢复结果表明,它们的主体相当于一套英安质火山熔岩和火山凝灰岩,岩石化学成分表现出钙碱性特征(白瑾等, 1986),可与现代岛弧环境中的钙碱性英安质火山岩对比。

该岩片中的三套岩石组合之间均以韧性剪切带相接触。有关这些韧性剪切带将在第二章讨论。

1.2.2 花岗质岩石

金刚库—庄旺岩片中的花岗质岩石主要为石佛岩体(包括后坪岩体)。该岩体南西始于石佛一带,北东终止于神堂堡附近,片麻理平行围岩叶理,呈北东向延长的楔形体,面积达 75km^2 。多数情况下,岩体与围岩以剪切带相接触,但在有些地段仍可见其与围岩呈侵入接触关系(图 1-2)。

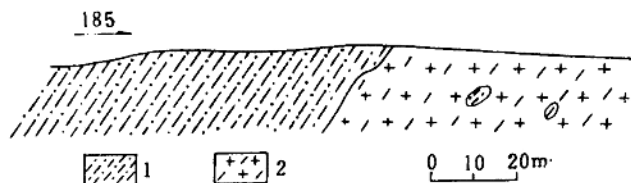


图 1-2 石佛岩体与围岩侵入接触关系(南塔)

1. 黑云变粒岩; 2. 石佛花岗闪长岩

该岩体的主体为黑云斜长片麻岩,片麻理发育,由斜长石(40—60%),黑云母(< 20%),石英(20—30%)及少量角闪岩组成。岩体中 SiO_2 含量为 60.83—69%,基本上是

在闪长岩到花岗岩的成分范围内, 常见组分 Al_2O_3 、 $\langle\text{FeO}\rangle$ 和 CaO 含量随 SiO_2 含量的增高逐渐下降, K_2O 的含量有增高趋势, 但有波动, Na_2O 、 MgO 基本保持不变, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 平均值为 0.86。原岩主体相当于花岗闪长岩和石英闪长岩。

将岩体的化学分析结果投影到 Maniar 等(1989)花岗岩类岩石大地构造环境判别图解(图 1—3)中, 可以看出石佛岩体落入第一类, 即岛弧花岗岩类、大陆弧花岗岩类和大陆碰撞带花岗岩类的重叠区内。21 个样品的山德指数均小于 1.05, 平均 0.999。由此可推断, 石佛岩体应属于岛弧花岗岩类或大陆弧花岗岩类。

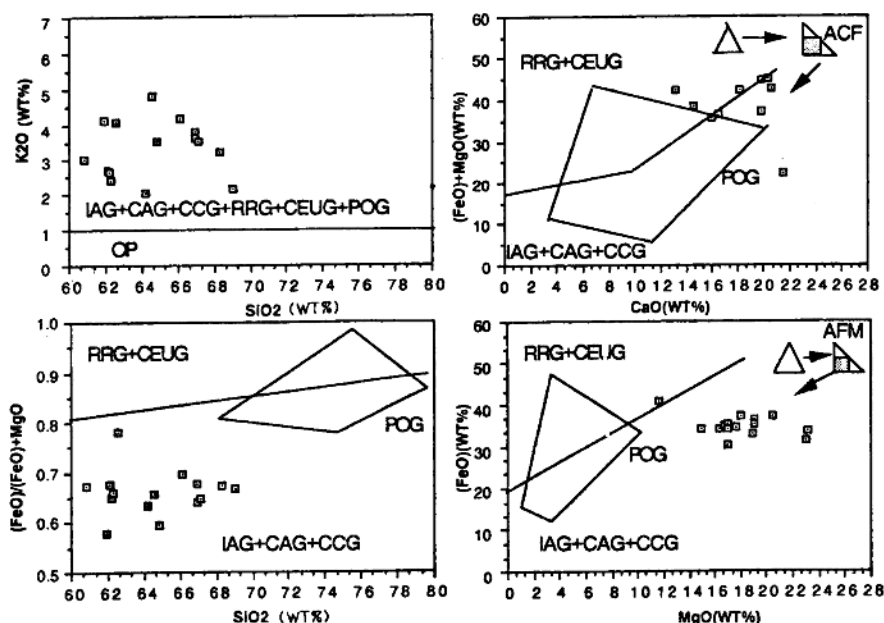


图 1—3 石佛岩体构造环境鉴别图(据 Maniar 等, 1989)

IAG—岛弧花岗岩; CAG—大陆弧花岗岩; CCG—大陆碰撞花岗岩; POG—造山后花岗岩;

RRG—裂谷花岗岩; CEUG—大陆造陆隆起花岗岩; OP—大洋斜长花岗岩;

(部分数据引自白瑾等, 1986; 田永清等, 1991; 米广尧等, 1993)

1.2.3 变质作用

该岩片的变质程度属角闪岩相。

1. 变质作用的矿物共生组合和演化序列

显微镜下研究表明, 在富铝片麻岩中的铁铝榴石变斑晶内包裹有黑云母、白云母、斜长石、石英和绿泥石。它们呈残缕构造, 在石榴石中定向排列, 而铁铝榴石晶体外的黑云母有被推挤的现象, 并且可见铁铝榴石+十字石+黑云母+斜长石+石英的稳定组合。因