

北京燕山期火山地质及火山岩

鲍亦冈 白志民 葛世炜 刘澄 著

54921

地质出版社

献给第 30 届国际地质大会

北京燕山期火山地质及火山岩

鲍亦冈 白志民 葛世埏 刘 澄 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书反映了近 20 年来北京地区燕山构造旋回火山地质及火山岩研究的重要成果。它以当代地质科学的新理论、新方法为指导,从火山作用的地质构造背景分析入手,以火山活动-堆积序列的划分研究为主线,通过火山岩岩石地层、火山构造、火山岩相、火山岩的岩类学、矿物学、全岩化学、微量元素地球化学以及火山-侵入岩的时空分布、成分演化、成生联系等方面的系统分析总结,深入探讨了区域构造-岩浆活动和岩浆作用的特点和规律;指出这一火山岩浆活动不是板块扩张、俯冲、碰撞等构造环境下所形成的构造岩浆活动演化,而是板块内部(陆内)断裂造山作用的产物;进而对其火山地质、火山作用、火山岩石等方面的一系列的基本特征和规律进行了总结。

本书对从事区域地质调查、火山地质及火山岩研究以及从事岩石学、矿物学、地球化学等方面的研究人员,都具有实用和参考价值,也可供地质院校教师、研究生及高年级学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

北京燕山期火山地质及火山岩/鲍亦冈等著. -北京:地质出版社,1995.10
ISBN 7-116-01742-9

I. 北… I. 鲍… III. ①燕山地壳运动-火山构造-构造地质学-中国-北京②火山岩-构造地质学-燕山地壳运动-中国-北京 N. ①P542②P588.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 07980 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:王章俊

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:10.625 插页:1 字数:246 千字

1995 年 10 月 北京第一版· 1995 年 10 月北京第一次印刷

印数:1—450 册 定价:15.80 元

ISBN 7-116-01742-9

P·1396

序

北京地区是我国燕山运动的典型地区,火山地质与火山岩的研究是窥测构造岩浆动力学与幔壳演化的窗口和探针。因此,北京地区燕山期火山地质与火山岩的研究,一直为国内外广大地质学家所瞩目。北京地区地质工作虽然已有七十多年的历史,取得了大量研究成果,但在燕山期火山地质与火山岩研究方面,尚存在不少问题,有待研究。

这本专著的作者长期从事北京地区的地质矿产调查及科学研究工作。他们不仅积累了大量地质资料与测试数据,而且发表了相当多的北京地区区域地质及岩浆岩方面科研成果,受到地质界的好评。近几年来,他们又根据北京地区燕山期火山地质与火山岩研究中存在的不足,以区域地质学与火山岩石学的当代理论为指导,以自己实际资料与他人研究成果为基础,采用宏观与微观结合及多学科与多手段综合的方法,经过两年多的辛勤研究,完成了《北京燕山期火山地质及火山岩》专著,成果丰硕,难能可贵。它是一部北京地区燕山期区域地质与火山地质研究的最新论著;也是北京地区中生代火山作用与火山岩研究最系统的总结。

该专著内容丰富,图文并茂,尤其在燕山期的构造性质,构造-岩浆的动力学模式,火山-侵入作用机制,火山岩相-火山构造划分,火山岩分类命名,长石类阳离子空位,火山岩浆的来源演化、南大岭玄武岩等方面的研究,地质基础扎实,实际资料翔实,测试手段齐全,技术路线先进,而且思路上有创新,观点上有创见。它不仅系统提高了北京地区燕山期火山地质与火山岩的研究水平,同时也为我国东部燕山运动及构造-岩浆动力学模式的建立,提供了新的范例与有意义的启迪。

这是一本反映了区域地质学与火山岩石学当代研究水平的专著,也是北京地区综合性专题的一部优秀科研成果。它不但对首都地区的区域地质调查、矿产资源预测、国际地质交流等有其重大的意义与价值;而且是广大地质科研、生产工作者、院校师生,以及区域火山地质与火山岩学科方面的一本好的参考书。

邱家骥

1995年春节

目 录

绪言	1
一、研究历史	1
二、本研究工作贯穿的学术思路	2
第一章 火山作用的地质背景	4
一、北京地区地质构造基本特征	4
二、燕山造山旋回构造作用的基本特点	11
第二章 火山活动-堆积序列	16
一、火山活动-堆积序列的划分	16
二、北京地区燕山期火山活动-堆积序列的主要特征	19
第三章 火山岩岩石地层	23
一、早燕山期火山岩石地层	23
二、中燕山期火山岩石地层	29
三、晚燕山期火山岩石地层	39
小结	47
第四章 火山构造	49
一、火山构造的概念及划分	49
二、火山喷发带	50
三、火山-沉积盆地	53
四、火山机构	58
五、区内火山构造的基本特征	61
第五章 火山岩相分析	63
一、火山岩“岩相”、“相序列”及“相组合”	63
二、岩相类型及特征	65
三、相序分析	72
第六章 岩类学	75
一、岩石分类	75
二、主要岩石类型及特征	77
第七章 矿物学	86
一、长石类	86
二、单斜辉石	90
三、角闪石及黑云母	94
四、次生矿物	97
五、副矿物	99

第八章 全岩化学	101
一、化学成分特点	101
二、主要岩石类型的平均化学成分	106
三、岩浆成分的时-空变化特点	108
四、聚类分析及意义	109
第九章 微量元素地球化学	111
一、稀土元素	111
二、亲石元素	118
三、过渡族元素	122
四、锂、铍、镓、铅	125
第十章 火山岩系列分析	128
一、概述	128
二、Irvine 等人有关图解的应用	128
三、安粗岩系列的基本特征及其对比	130
四、小结	132
第十一章 南大岭组变玄武岩与化学淋滤带特征及形成机理探讨	134
一、问题的提出	134
二、变玄武岩的基本特征	135
三、化学淋滤带特征	136
四、变玄武岩的形成机理	139
五、化学淋滤带形成机理探讨	140
第十二章 岩浆作用	142
一、岩浆作用的构造环境	142
二、岩浆作用的物理化学条件	144
三、岩浆起源、演化及成因	146
第十三章 火山活动与侵入作用	152
一、火山-侵入岩的分布产出特征	153
二、火山-侵入岩的物质成分对比	154
三、火山-侵入作用的基本特点和规律	159
结论	161
参考文献	163

绪 言

华力西旋回后,中、新生代时期,全球构造格局曾发生过三次重大的变化^[26],第一次发生在晚三叠世至侏罗纪初,即印支造山作用与特提斯裂陷作用时期;第二次发生在晚侏罗世至早白垩世早期(多在阿普第期之前),即燕山造山作用与冈瓦纳裂陷作用时期;第三次发生在晚白垩世至老第三纪,即喜马拉雅造山作用与大西洋裂陷作用时期。

印支运动是一次具有划时代意义的构造运动,它彻底改变了华力西旋回的构造面貌,奠定了中、新生代全球构造的基本格局。燕山构造旋回的重大意义,在于它最终完成了中国和亚洲东部几个大陆块之间自加里东旋回以来多旋回的拼接、缝合作用。之后,中国东部的地质历史便步入了一个全新的阶段。燕山造山旋回造成强烈的褶皱和逆掩断层,产出了宏伟的火山岩带和花岗岩岩基以及丰富多彩的金属、非金属矿床。

发育于中国东部宏伟的侏罗—白垩纪火山岩带,以其具有丰富的地质现象和内容,历来吸引着众多中外地质工作者的研究和关注;进入70年代以来,随着近代地质科学领域中火山地质学理论的重大发展和测试技术的进步,以及我国东部中生代火山岩区普遍开展了区域地质调查和大量专题研究工作,对火山岩的地质研究程度和找矿效果都取得了明显进展。北京虽然地域面积不大,中生代火山岩系却发育完整,岩石类型多样,不少古火山机构保存较为完好,……加强和加深对它的调查研究,将有助于正确认识燕山构造旋回火山岩系的堆积序列、火山岩石学特征、恢复和建立古火山构造、探讨火山岩浆作用的构造环境和火山岩浆的成因、演化等问题。从而能更全面地认识中国东部燕山构造旋回火山岩的基本地质特征和火山活动的基本规律。

70年代中期以来,北京地区各中生代火山岩发育区相继部署开展了1:5万区域地质调查工作,已经完成和正在开展的火山岩区调查图幅共有16个,积累了极为宝贵的地质资料;同期中国地质大学亦有多位老师和研究生先后在本区作过有关火山岩的具体课题研究工作。本专题即是在上述工作和成果的基础上进行的,历时两年完成了大量野外剖面和露头的观察研究及多种样品的实验分析测试,经综合整理最终编写完成本专著——《北京燕山期火山地质及火山岩》。

一、研究历史

北京地区火山岩的调查研究工作已有70余年历史,有关火山地质方面最早比较系统的论述当推叶良辅等1920年所著《北京西山地质志》^[43],该书将分布于髻髻山、清水尖、妙峰山一带的火山岩确立为一个地层单位,命名“髻髻山层”(即今髻髻山组),时代归属晚侏罗世,并指出:“髻髻山层为阐明西山地质史变迁之一大关键”;还肯定提出:“髻髻山层次于九龙山系,而与之不整合。”这一火山岩石地层单位自创名以来一直沿用至今。该书还叙述了辉绿岩(即南大岭组玄武岩)的分布,描述了辉绿岩的岩石性质,讨论了岩石成因和侵入时代。此后,在解放前较长时期内,专门性的火山地质调查和火山岩研究工作较为零星,

且多侧重于火山地层方面,较重要的有:王恒升(1928)研究了北京妙峰山、髻髻山一带之火山岩^[34],详细介绍了该地喷出岩的分布及性质,论述了喷发之次幕及火山岩之时代,认为髻髻山火山岩属上侏罗纪,指出:“其岩浆之由基性而递转入酸性”。陈恺、熊永先(1939)建立“东岭台层”^[7](即今之东岭台组),时代列为白垩纪;同时将大灰厂地区火山岩(即今东狼沟组)称为东狼沟集块岩,生成时代亦归属白垩纪,可与东岭台层相对比。杨杰(1948)在《北平西山之岩石性质与火山活动》^[44]一文中,依据“地壳动,岩浆才动,所以岩浆活动与地壳运动有因果的关系”这一学术思路,总结出西山地区地壳运动的划分及与它相关的火山活动期次的划分;并对各期深成岩、浅成岩和表成岩(火山岩)作了较为详尽的描述。该文还提出“向已闻名的辉绿岩”经确实鉴定是“真正的玄武岩火山堆积,熔岩居多,凝灰砂岩次之”是当时较为突出的研究成果。

解放后对火山地质和火山岩的研究取得了长足进展,马杏垣(1951)提出平谷罗峪沟存在震旦纪火山颈构造^[19]。孙善平(1964)最早提出北京地区存在熔结凝灰岩^[29],并对中生代凝灰岩类岩石成因类型及岩性特征作了较深入的研究。1958—1961年开展的北京地区第一轮1:5万区域地质调查,为中生代火山岩的岩石特征、喷发特点和岩石地层划分对比等方面的全面研究奠定了良好基础。进入70年代中期以后,随着火山岩区工作方法的改进,实验测试技术的进步,本区火山岩的研究更加细致深入。特别是近10多年来,北京市地质调查所在火山岩分布区内基本上完成了第二轮1:5万区域地质调查,在此基础上于80年代中、后期结合北京市区域地质志的编写对火山岩和火山作用作了较深入的研究总结,从火山岩的时空分布、岩石学和岩石化学特征、构造运动与火山活动的关系、火山岩浆的成因和演化、同位素地质等众多方面提出了许多可贵的新资料、新认识。同期中国地质大学也有多位研究生先后在本区作过火山岩课题研究,侧重从各期各类火山岩的岩石学、矿物学特征及其成因方面作了较深入探讨。

二、本研究工作贯穿的学术思路

本次研究工作贯穿了下述几方面较为明确的学术思路:

1. 有联系的成生发展观点

火山岩是特定地质作用下的产物,研究燕山期火山岩就必须紧密联系、深入探讨该构造旋回特定的区域地质背景和各个阶段构造环境的发展演化来总结认识;火山岩是岩浆活动产出的一种方式,同期的火山岩和侵入岩必然表现出种种有密切联系的成生特征。将有关的各种主要地质作用有联系地而不是割裂孤立地研究,才能从深层次上揭示出其成生产出的内在规律。

2. 有序的发展演化观点

火山岩为一种客观地质作用过程的形成物,因此通过仔细深入地工作,要致力于发现概括出其有序发展演化的种种特征和规律。据此,作者从宏观上的燕山期火山作用-堆积序列到微观的火山岩石、矿物、各种物质组成的演化发展特征进行了全面的总结,提出了一系列新成果新认识。

3. 分级别总结归类对比的观点

将各类地质体合理的划分级别,分级别归类总结其主要特征,才能科学地、有效地进

行对比,找出不同事物之间的共性和个性。基于此,作者注重对火山地质的各个方面合理的划分级别,或对已有分级方案作了具体修正,归类总结其特征,深化了对各类火山地质体的认识。

本专著分十三章,约计 26 万字,较为系统全面地总结了北京地区中生代燕山期火山地质和火山岩石的主要特征,在丰富翔实的资料基础上分析探讨了区域构造-岩浆活动特点。本成果总结融合了北京市地质调查所近 20 年来的区域地质调查成果以及中国地质大学和北京市地质研究所部分区调成果,吸取了在北京地区多年从事火山地质研究的邱家骧教授、孙善平教授等专家学者的宝贵见解。绪言、第一章、第二章及结束语由鲍亦冈执笔;第三章、第四章由葛世炜执笔;第五章至第十三章由白志民执笔;书中插图由刘澄编绘。陈海荣、周玉梅、陈明建及所绘图室协助做了大量辅助工作,在此一并致意。

第一章 火山作用的地质背景

一、北京地区地质构造基本特征

北京地区位于中朝准地台燕山台褶带中段,具有漫长而复杂的地质发展历史,自太古宙以来,经历了多次构造变动和多旋回多阶段地质构造发展演化过程。根据不同地质历史时期形成的不同类型沉积建造、变形变质作用和岩浆活动,可将本区大地构造发展历史划分为三个大的构造发展阶段:太古宙为结晶基底(陆核)形成发展阶段,早元古代的五台—吕梁旋回,本区抬升长期剥蚀夷平;从中元古代到中三叠世为准地台盖层形成发展阶段;晚三叠世晚期至今则为构造再次激化阶段。燕山运动和喜马拉雅运动的发生是第三发展阶段的主要标志,燕山运动表现为亚洲大陆与西太平洋古陆的碰撞而引发区内强烈的断陷堆积、激烈的火山喷发、广泛的岩浆侵入和显著的褶皱断裂构造变形;喜马拉雅运动则由西太平洋沟、弧、盆构造体系的形成和作用,影响到包括本区在内的整个中国东部强烈引张裂陷(伴有玄武岩浆溢出)和山区抬升,铸塑成现今构造地貌的总轮廓。这一大地构造发展演化基本格局,控制着区内地层沉积、火山喷发、岩浆侵入、构造变形及变质作用等诸多方面的地质发展过程及其特征(图 1—1)。

(一) 地 层

区内地层发育情况详见表 1—1。

1. 太古宇

主要分布于密云和怀柔县北部,昌平、平谷及房山等县(区)也有零星出露。据以往资料,太古宇可划分为一套经受深变质麻粒岩相区域变质作用和混合岩化作用,由麻粒岩、片麻岩、变粒岩、浅粒岩、斜长辉石岩、磁铁石英岩等组成的密云群;以及由一套经历了角闪岩相区域变质作用和叠加有动力变质作用,由黑云母角闪质斜长片麻岩、变粒岩、片岩、斜长角闪岩、浅粒岩夹磁铁石英岩等组成的四合堂群,两者接触关系为构造不整合。近年来填图调查,在其中发现和圈定了众多的云英闪长岩-奥长花岗岩类侵入体,以及多条韧性断层。各变质地质体以复杂的关系互相堆叠,主要为构造堆叠。其层位相当于中—新太古界。

2. 中、新元古界

在北京地区出露广泛,沉积厚度巨大,总厚度达 4000m 至 10000 余 m。为由碳酸盐岩、碎屑岩、粘土岩组成的滨海—浅海相沉积。分三个系,即长城系、蓟县系、青白口系,共 12 个组。下部长城系常州沟组至大红峪组以滨海—浅海相碎屑岩为主,夹碳酸盐岩,各地岩性岩相和厚度有较大变化,表现为拉张裂陷环境下的堆积;大红峪组还发育有碱性玄武岩和富钾粗面岩的火山岩夹层,火山喷发中心在今平谷县境内。至长城系高于庄组沉积开始,地壳由裂陷转化为整体升降,沉积物由以陆源碎屑沉积为主,转化为内源碳酸盐岩沉积,继后的蓟县系杨庄、雾迷山、洪水庄、铁岭四个组,总的为一套巨厚的具有各种浅水动荡标志和多

表 1-1 北京地区地层简表

界	系	统	组	代号	厚度(m)	主要岩性	接触关系					
新生界	第四系	上新统	天竺组	Q	数十~500	冲、洪积及残坡积粗砂,砾石,粘性土	合					
				N ₂	336	灰色、灰黑色、棕黄色半胶结泥岩、粉砂岩及砾岩						
				N ₁	1132	红棕、棕褐色粉砂质泥岩,泥质粉砂岩及灰绿色含砾硬砂岩						
				E ₃	337	灰、灰褐、灰绿色砂质泥岩,粉砂岩及含角砾凝灰岩,局部夹玄武岩						
	第三系	渐新统	前门组	E ₂	131	暗紫色或猪肝色砂砾岩夹泥岩或砂质泥岩	合					
				K _{2x}	607	灰黄色、灰白色砂岩,粉砂岩,泥质砂岩,泥页岩						
				K _{1t}	740	紫红、黄灰色复成分砾岩,砂岩,粉砂岩						
				K _{1dh}	28	灰、灰黑色泥质页岩,泥质粉砂岩,局部含砾						
				K _{1d} ²	120	以厚层粗安岩为主,夹粗安质角砾熔岩、流纹质凝灰岩						
				K _{1d} ¹	300	凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩						
中生界	白垩系	下统	东狼沟组	K _{1d} ³	928	流纹质熔结凝灰岩,流纹质角砾凝灰岩及流纹岩	合					
				K _{1d} ⁴	496	复成分砾岩,夹少量凝灰岩及火山熔岩						
				K _{1d} ¹	198	玄武安山岩,粗安岩,粗安质角砾凝灰岩						
				J _{3h} ³	136	复成分砾岩,含砾粗砂岩,夹凝灰质砂岩及砂岩						
				J _{3h} ²	823	凝灰质砂岩,粉砂岩及砂岩,夹敦层火山熔岩和角砾凝灰岩						
				J _{3h} ¹	285	流纹质角砾凝灰岩,粗安质凝灰岩,凝灰砂岩或砾岩						
				J _{3t} ⁴	412	复成分凝灰砾岩,沉凝灰角砾岩,夹粗安岩						
				J _{3t} ³	1507	粗安岩,粗安质角砾凝灰岩,粗安质角砾熔岩,局部见粗面岩						
				J _{3t} ²	653	灰、灰紫色凝灰砂岩为主,夹粗安岩,粗安质凝灰岩						
				J _{3t} ¹	50	粗安岩,粗安质角砾凝灰岩,少量玄武岩,玄武安山岩						
中生界	侏罗系	中统	九龙山组	J _{2j}	1536	凝灰质砂岩,凝灰质砾岩和砾岩,砂岩,粉砂岩及粘土岩	合					
				J _{2l}	396	深灰、灰黑色砾岩,砂岩及粉砂岩夹煤层						
				J _{2sh}	195	黑—深灰色含砾粗砂岩,细砂岩,粉砂岩及泥岩,夹少量煤层						
				J _{1x}	220	浅灰—浅黄色砾岩,粗砂岩,细砂岩,粉砂岩及泥岩,见5—10层煤						
				J _{1m} ²	475	粗安质集块角砾岩,角砾集块岩,角砾熔岩						
				J _{1m} ¹	767	灰绿色变玄武岩夹凝灰砂岩						
				T _{2x}	30	灰、灰黑色砾岩,岩屑砂岩,粉砂岩及粘土岩						
				T _{1-2s}	97	上部为灰绿,灰白色沉火山碎屑岩,凝灰质砂岩;下部为岩屑砂岩,粘土岩						
				中生界	三叠系	上-中统		双泉组	T _{1-2s}	97	上部为灰绿,灰白色沉火山碎屑岩,凝灰质砂岩;下部为岩屑砂岩,粘土岩	合
									T _{1-2s}	97	上部为灰绿,灰白色沉火山碎屑岩,凝灰质砂岩;下部为岩屑砂岩,粘土岩	

界	系	统	组	代号	厚度(m)	主要岩性	接触关系
古生界	二叠系	上统	红庙岭组	P ₂ h	198	砖红、黄褐色厚层一块状含砾粗砂岩夹粉砂岩,炭质粉砂岩	合
		下统	阴山沟组	P ₁ y	116	浅灰、灰色粉、细、中粒砂岩,夹紫色粉砂岩和砾岩	合
			岔儿沟组	P ₁ c	130	深灰色、灰黑色、厚层砾岩,砂岩粉砂岩,含可采煤层	合
		上统	灰峪组	C ₃ h	104	灰、深灰色粉砂岩与细砂岩,夹中一粗粒砂岩	合
			清水洞组	C ₂ q	69	由黑色页岩,粉砂岩组成,夹薄层泥灰岩	平行不整合
		中统	上马家沟组	O ₂ s	182	泥晶含灰质白云岩、云斑状含屑粉晶白云岩及灰晶灰岩	合
	下马家沟组		O ₁ z	222	含砂泥晶白云岩,角砾状泥晶灰岩,粉晶灰岩	合	
	寒武系	下统	亮甲山组	O ₁ l	245	泥质条带泥晶灰岩、含莲石条带粉晶白云岩	平行不整合
			冶里组	O ₁ y	93	厚层粉晶灰岩、泥晶灰岩及含云泥质条带粉晶、泥晶灰岩	合
			凤山组	C ₂ f	86	条带泥晶灰岩夹泥粉晶竹叶灰岩	合
		上统	长山组	C ₃ c	34	泥云质条带泥晶灰岩、泥晶竹叶灰岩,钙质粉砂岩互层	合
			闾山组	C ₂ g	73	灰色中一薄层藻灰泥晶灰岩、泥晶竹叶灰岩,含泥云质条带泥晶灰岩	合
张夏组			C ₂ z	145	细粒灰岩夹钙质粉砂岩,泥质条带泥晶灰岩	合	
中统	徐庄组	C ₂ x	77	灰一黑色,中厚一巨厚层含竹叶泥晶粉砂岩,亮晶粉砂岩	合		
	毛庄组	C ₂ m	129	紫红色泥岩,土黄色泥晶白云岩,泥质粉砂岩,亮晶粉砂岩	合		
	昌平组	C ₁ c	54	以豹斑状白云质灰岩为主,局部为白云岩,粉晶灰岩	平行不整合		
新元古界	青白口系	下统	景儿峪组	Qb _j	77	杂色泥灰岩,硅质泥晶灰岩,含泥晶灰岩	平行不整合
			长龙山组	Qbc	104	上部为页岩,中下部细一粗粒砂岩,中粗粒石英砂岩	合
		中统	下马岭组	Qbz	344	上部为页岩,中下部为粉砂质页岩与粉砂岩韵律,底部含铁砂岩	平行不整合
			铁岭组	Jxz	212	燧石条带白云岩,泥晶白云岩,含锰白云岩	合
		上统	洪水庄组	Jxh	101	黑色页岩,板岩为主,局部白云质泥岩,泥质白云岩	合
			雾迷山组	Jxw	2229	燧石条带白云岩,藻团白云岩,泥晶白云岩,纹层白云岩,叠层石白云岩	合
	蓟县系	中统	杨庄组	Jxy	76	燧石条带白云岩,白云质砂岩,砂质白云岩,砂砾白云岩	合
			高子庄组	Che _g	991	燧石条带白云岩,板状白云岩,含锰白云岩,藻叠白云岩	平行不整合
		上统	大红峪组	Che _d	454	上部为燧石条带白云岩,中、下部为硅质条带白云岩,石英砂岩	合
			团山子组	Che _t	59	白云岩,泥质白云岩,藻叠层白云岩,局部白云质泥岩	合
		下统	申岭沟组	Che _h	49	黑色粉砂质页岩,白云岩,白云质砂岩,砂质白云岩,局部石英砂岩	合
			常州沟组	Chec	1057	上部灰白色石英岩状砂岩,中部杂色石英砂岩;下部灰白色石英砂岩	合
太古宇	四合堂群 密云群		Ar ₂ h	6808	黑云角闪斜长片麻岩,变粒岩,片岩,斜长角闪岩,浅粒岩	不整合	
			Ar ₁ my	6514	麻粒岩,片麻岩,变粒岩,浅粒岩,斜长辉石岩和磁铁石英岩	角度不整合	

种叠层石的滨海-浅海碳酸盐相沉积地层。青白口系厚度相对较小,分三个组,下马岭组为滨岸含铁砂泥至潮间-潮下含炭含硅泥岩相沉积;其上长龙山组为滨岸三角洲分支河道碎屑沉积和潮间-潮下泥岩相沉积;顶部景儿峪组则为浅海陆棚碳酸盐岩沉积。

3. 古生界

本区下古生界缺失上奥陶统及其以上地层,寒武系和奥陶系下、中统广泛分布于北京西山、北山与京东二十里长山仅有零星出露,其岩性为稳定的地台型沉积,以浅水、清水陆表海沉积的碳酸盐岩为主,夹部分陆源碎屑岩。寒武系厚 424—724m,奥陶系下、中统厚 440—962m,与下伏青白口系景儿峪组及上覆中石炭统清水涧组均为平行不整合接触。

中石炭世晚期开始,准地台在长期抬升遭受剥蚀准平原化后又缓慢下沉接受沉积。中石炭统上部清水涧组与上石炭统灰峪组总厚 200m 左右,为海陆交互相含煤碎屑岩建造,其中的海相岩石夹层为产筴类与腕足类化石的薄层泥灰岩和钙质页岩。石炭纪末,本区脱离海洋沉积环境,结束了海相地层的发育史。早二叠世早期同样是晚古生代重要的成煤时期;下二叠统下部岔儿沟组厚约 120m,为灰黑色各粒级碎屑岩和泥质岩组成,含煤 4—6 层。下二叠统上部阴山沟组为浅灰色、褐黄色和紫红色,岩性以细至中粒砂岩为主,夹粉砂岩和砾岩层。含 1—4 层煤线,无可采煤层,厚 30—115m;上二叠统红庙岭组以砖红、黄褐与灰白色厚层-块状含砾粗砂岩为主,夹粉砂岩与粘土岩,由于变质作用,粘土岩多已叶蜡石化,本组厚 120—200m,与上覆双泉组连续过渡。

4. 中生界

三叠系分布于北京西山地区,由下-中统双泉组与上统杏石口组组成。双泉组依岩性特征划分成两个段:下部大悲寺段为紫红色夹灰绿、黄绿和灰白色岩屑砂岩、粉砂岩、粘土岩,厚 20—70m,所含植物化石兼有晚二叠世与早三叠世植物分子的双重面貌,从裸子植物已开始占优势来分析,定其时代为晚二叠世晚期至早三叠世;上部潭柘寺段以灰绿、灰白色调为主,含有较多凝灰质火山碎屑物质的各粒级砂岩、粉砂岩夹粘土岩,未见化石,一般厚 40—120m,从该段岩性所反映的沉积环境、古气候特征等标志与区域地层对比,暂定其时代为中三叠世。双泉组与上覆的杏石口组为角度不整合接触关系。从晚三叠世晚期的杏石口组至早白垩世末的夏庄组属燕山旋回陆相火山沉积岩系,是本课题研究和论述的重点。有关其火山活动-堆积序列和火山岩岩石地层特征等内容将在第二和第三章内详细介绍和讨论,在此从略。这一套火山-沉积地层的主要特点有:

(1) 发育于板内各断陷(或拗陷)盆地内的陆相火山-沉积岩系,累计总厚达 10902m。

(2) 与下伏双泉组及上覆新生代地层均为不整合接触关系。在岩系内部亦存在两个不整合面,即中侏罗世九龙山组与晚侏罗世髻髻山组之间的不整合和晚侏罗世后城组与早白垩世东岭台组之间的不整合,反映出燕山旋回有三个主要的褶皱幕,受这三个褶皱幕的分割,燕山旋回陆相盆地的成生发育可划分出三个世代。

(3) 组成陆相火山-沉积地层的岩性特征为各粒级碎屑岩、粘土岩,夹不同成分的火山熔岩和火山碎屑岩。各世代盆地内的岩石地层,其宏观堆积序列具有总的规律性,火山岩多集中发育堆积于岩系的下部;中部发育暗色细碎屑内陆河、湖相沉积,条件适宜时可成煤;上部多为强烈氧化条件下形成的紫红色或杂色河流相各粒级碎屑岩,总体上显示出明显的三分性。因此燕山旋回陆相火山-沉积地层可划分为三套火山-沉积地层,杏石口组至九龙山组为第一世代盆地的堆积产物;髻髻山组至后城组为第二世代盆地的堆积产物;东

岭台组至夏庄组为第三世代盆地的堆积产物。相应地在燕山旋回期间于北京地区发育有三套火山岩,组成的火山岩石地层单位分别为南大岭组、髻髻山组以及东岭台组和东狼沟组。

5. 新生界

本区新生界最下部地层为早第三纪始新世晚期沉积的长辛店组。自燕山运动以后整体抬升,长期剥蚀夷平,因此缺失晚白垩世至始新世中期的沉积。长辛店组为一套砖红色砾岩、砂岩夹泥岩的洪积-冲积相类磨拉石建造,与下伏地层不整合接触。平行不整合于长辛店组之上为上始新统一渐新统前门组,厚 200—500m,地表未出露,主要岩性为灰褐至灰绿色砂质泥岩、粉砂岩和硬砂岩,夹 3—5 层玄武岩。晚第三纪的天坛组与前门组不整合接触,地层时代中新统一上新统,厚 300—1000m,为氧化条件下河流及浅湖相沉积,沉积物以紫色、红棕色色调为主,岩性以泥岩、粉砂质泥岩为主,次为砂岩及砂砾岩,其次为上新统天竺组,厚度大于 300m,主要岩性为灰色、灰黑色半胶结泥岩、粉砂岩及砾岩。

第四系下更新统泥河湾组为山间盆地河湖相沉积,以灰色、灰绿色粘土为主,厚数百米至 800 余米;中更新统周口店组为发现北京猿人头盖骨化石而闻名中外的洞穴堆积;洞外的同期堆积物为离石黄土,岩性以红色或浅棕黄色粘土质砂土、砂质粘土为主,一般厚 10m;上更新统马兰组,即在华北地区广泛分布的黄土堆积,主要岩性为灰黄或棕黄色粉砂质粘土,厚数米至 10 余米,最厚可达 30—40m,垂直节理和陡直的沟壑发育,形成独特的黄土地貌景观。全新统分布于山区和平原各河流的河床、漫滩、一级阶地及山麓地带。沉积物以冲积相为主,山前以洪积相为主,在扇前、扇间洼地有湖沼相沉积,发育泥炭层。全新统厚 5—10m,最厚可达 20—25m,与下伏各地层接触关系为不整合或平行不整合。

(二) 构造

区内构造形象极为丰富,多旋回的构造运动在各时代岩层和岩石中塑造了构造层次不同、规模级别不等、形态复杂多样,但又有一定规律可循的各种构造形迹及形变图样。

1. 阜平期及前阜平期构造

太古宙的地壳结构、构造样式和构造演化是一个极复杂的问题,本区根据现有资料大体确定其构造定型于阜平期(2500Ma 左右),并分辨确立起两期构造事件:第一期为水平褶皱层式塑性变形,使岩石转变成平卧或斜卧状的无根褶皱、透镜体和平行化的岩片,褶皱的典型样式为同斜倒转的相似褶皱,强烈的构造置换形成 S_1 透入性片理构造,与这一次变形相伴随所形成的韧性断层(滑断面)多产在岩性差异较大的岩性界面,使石英和铁镁矿物形体显著拉长,这种高应变带常常平行密集重复出现,形成接触界面上的条带化带,它是滑断和主要位移面;第二期变形形成 S_1 的面理褶皱,构成以大中型尺度为主的复式褶皱,该期褶皱形成的轴面片理(S_2)远不如 S_1 发育,它一般只产在褶皱转折端部位,属非透入性构造。第二期变形所形成的韧性断层发育规模变大,也表现出与褶皱在产状上相协调的特点,产在褶皱翼部,发育部位多在强性岩层和弱性岩层的界面附近,变形带加宽,断裂带形成明显的糜棱构造,伴随有剪切条带和剪切片理构造。

2. 吕梁期至印支期构造

阜平运动后,本区在古元古代五台旋回和吕梁旋回期间地壳隆升,没有接受沉积,但在昌平德胜口太古宙变质岩中采样 U-Pb 法测试,获得 1981 Ma 的同位素年龄值,表明吕

梁运动(中条运动)这一期构造-热事件在本区亦存在,它使基底最终固化。

吕梁运动后,中元古代的武陵旋回(四堡旋回)和新元古代的晋宁旋回期间,本区接受长城系、蓟县系和青白口系沉积;古生代加里东旋回和新古生代海西旋回本区亦接受了稳定的地台型沉积,其间虽出现过多次地壳上升,经历过漫长的剥蚀,造成震旦纪和晚奥陶世至早石炭世这两段重要地史发展阶段的沉积缺失,但并未出现挤压变形的形迹。

早一中三叠世双泉组沉积以后,本区出现了一次重要的构造变革运动——印支运动。北京地区确证印支运动的存在,而对它进行研究则是近 10 年来的事情,据目前掌握资料,印支旋回存在两个构造变形世代。其第一世代表现为伸展体制下的构造活动,在北京西山东南部等地区发育的地壳深部构造层次是大规模水平韧性剪切作用所形成的固态流变构造群落,代表性的构造形迹为褶皱层、基底剥离断层、顺层掩卧褶皱、顺层韧性剪切(滑脱)带等等。在相应的地区和层位上,产出绿片岩相浅变质岩石,其形成可能与地幔热点的作用有关。在另一些地区则表现为浅部构造层次的变形,如出现近东西向隆起的雏形。印支期第二世代构造表现为在收缩体制下形成的东西向面理褶皱,多为短轴纵弯褶皱或穹隆构造,并伴有脆—韧性剪切推覆构造,如霞云岭推覆构造等。

印支运动宣告了准地台盖层发育阶段的结束,开启了我国东部一个重要的构造变动新时期。

3. 燕山期构造

燕山期构造的基本格局是有规律的以左旋为特征的北东和北北东向构造体系。燕山期可划分为三个褶皱幕,六个构造变形世代。有关燕山期构造作用的基本特点在本章下一节内容中作较详细的阐述,需要在此提及的是活动于燕山期的几条深断裂,它们在宏观上制约着燕山期的火山活动。

按深断裂的延长方向,有 NE、NNE、EW 等几个主要方向。

1)北东向深断裂:根据 70 年代后期北京市地震地质会战成果资料,本市存在几条约呈 NE60°方向延长的深断裂。

(1)居庸关深断裂:据人工地震地壳测深剖面资料,该深断裂通过居庸关,走向 NE59°,南东侧上升,北西侧下降,落差约 1.5km。上升侧莫氏面(M 界面)深度为 35km,下降侧即西北侧居庸关和康庄之间,其 M 界面的深度约为 36km(见图 1—2)。

(2)南口-沿河城深断裂:深断裂通过南口-沿河城,亦以 NE59°走向与居庸关深断裂平行延展。西北侧上升,东南侧下降,下降侧 M 界面深度为 38km(见图 1—2)。

(3)颐和园深断裂:断裂走向为 NE50°,西北侧下降,东南侧上升,落差约 2km(见图 1—2)。

上述三条断裂均切穿莫霍面,根据 M 界面的起伏状况,自西北向东南表现为凹陷—凸起—凹陷—隆起,相应的可划分为延庆断凹、居庸关断隆、门头沟断凹和北京断隆等不同的构造单位。燕山中期髻髻山阶段火山活动即受上述深断裂控制,火山盆地的发育和展布受延庆和门头沟两条断凹带的制约,形成两条 NE 向产出的火山活动亚带。

2)北北东向深断裂

(1)紫荆关-大海坨深断裂:出露于本区西部边界附近,主体部分在河北省境内,其延伸自紫荆关-双塘洞-大海坨,呈北北东向 25°—30°左右。该深断裂在燕山晚期强烈活动,沿断裂带有极发育的中酸性岩体侵入,形成断裂岩浆活动带。在地球物理场上为重力异常的梯

度带，也为不同磁异常区的分界，系本区北北东向地壳厚度变异带的最西边界，在康拉德界面和莫霍界面上均有反映，切割深度已明显达到上地幔。

(2)涿县-丰台-怀柔-白马关深断裂：断裂带沿太行山东麓山前延伸，为山区与平原的分界，与前述紫荆关-大海坨断裂带平行延伸，走向北北东 20° — 30° ，该深断裂在重力场、磁场及人工地震等地球物理资料上均有反映，构成各种地球物理场的明显界面，康拉德界面和莫霍界面均呈明显的梯度变异带，切割深度亦达上地幔。

上述两条北北东向深断裂从整体上控制了东岭台期酸性火山喷发带的展布和燕山晚期岩浆侵入体的产出。

3)近东西向深断裂：赤城-长哨营-古北口-承德深断裂：呈近东西向展布于本区北部，主要在河北省境内，长度大于800km。地表由多条断裂、挤压动力变质带和线状褶皱组成；地球物理场上表现为重力异常梯度变化和不同磁场

区的分界，康拉德界面及莫霍界面图上均显示有断层存在，断裂切割深度已达上地幔。该断裂自中元古代以来就已经存在，影响着中新元古界的堆积和中元古代时期钾质花岗岩、斜长岩类的侵入；晚古生代至早中生代海西-印支期的岩浆侵入活动亦显示出它的影响；燕山期该断裂的活动性再次加剧，制约着燕山中期盆地的展布和火山喷发活动。如控制燕山中期髫髻山阶段火山活动的火山盆地总体上呈北东向展布，接近该深断裂带时，盆地方向作东西向偏转；对后城阶段火山和堆积作用的影响则更为明显。

4. 喜马拉雅期构造

晚白垩世以来至整个新生代期间，中国东部大陆又开始了新的裂解分离过程。它使先前的北东和北北东向压扭性断裂系统转化成张性正断层，引张拉开发生断块掀斜式下沉，在北京地区形成了京东平原和延庆山间断陷盆地等负向构造单元。断陷堆积从始新世中晚期开始，形成厚度较大的内陆河湖相沉积，并夹有3—5层玄武岩层，京热17号孔内见玄武岩层累计总厚达292.1m。在早、晚第三纪之间构造性质发生变化，从早第三纪时的断陷发展到晚第三纪时的拗陷，因而使新老第三系之间存在不整合。山区的强烈抬升剥蚀，平原

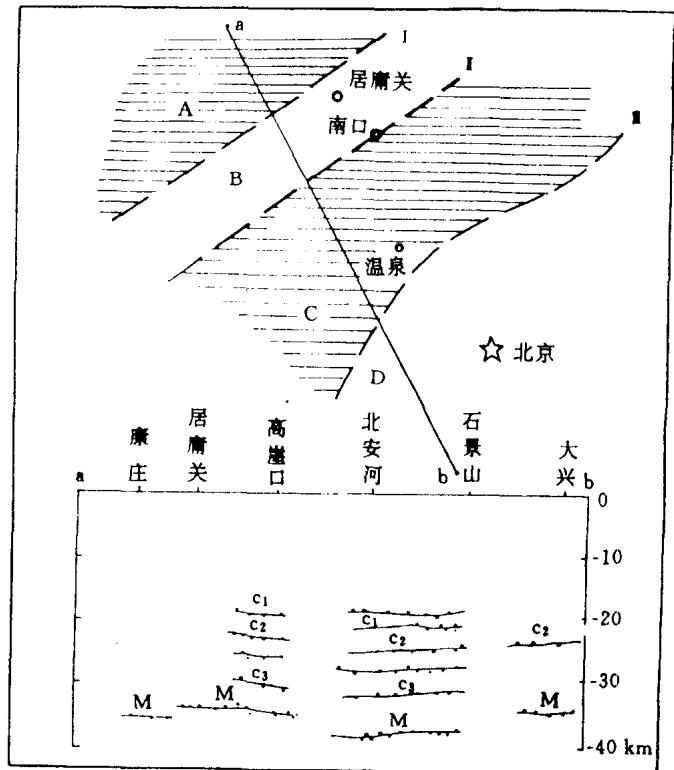


图 1—2 北京地区地壳深部构造略图
 I—居庸关断裂；II—南口-沿河城断裂；III—颐和园断裂
 A—延庆断凹；B—居庸关断隆；C—门头沟断凹；D—北京断隆
 a—b 为康庄-大兴地震地壳测深剖面
 M 为莫霍面； c_1 、 c_2 、 c_3 分别为
 波速 5.6km/s、5.8km/s、5.9km/s 的界面

区的断陷堆积,造就了现今地貌的总轮廓。

(三) 岩 浆 岩

1. 太古宙侵入岩

本区已发现有众多的超镁铁质小岩体,以及受变质的辉长闪长岩。近年来又在太古宇变质岩系中圈定出较多数量的云英闪长岩-奥长花岗岩侵入体。

2. 中元古代岩浆岩

中元古代时北京地区受东西向深断裂控制,侵入一套富钾杂岩系,它是酸性岩(石英正长岩、富钾花岗岩、斜长环球斑花岗岩、碱性花岗岩、正长斑岩)与基性岩(斜长岩、辉长岩)两个端员岩石的特殊组合。与这套侵入岩在岩浆成分特征和同位素年龄值等方面相对照的火山岩是发育于平谷县大红峪组中富钾碱玄岩、碱性玄武岩与粗面岩、碱玄质响岩呈韵律式喷溢堆积。

3. 中生代印支期岩浆岩

北京地区印支期岩浆活动很不发育,在双泉组陆相碎屑岩层的上部凝灰质成分明显增多,显示出曾发生过火山活动,但迄今未见火山熔岩层。近年来在区调工作中可确定为印支期的小侵入岩体有:房山区南窖水峪暗色闪长岩与闪斜煌斑岩杂岩体, K-Ar 同位素年龄为 207Ma, 门头沟区下苇甸杂岩体辉长辉绿岩的 K-Ar 全岩稀释法同位素年龄值为 $229 \pm 0.428\text{Ma}$ 。

4. 中生代燕山期岩浆岩

燕山期是北京地区岩浆活动的鼎盛时期,岩浆事件的发生明显地受到构造活动的控制和制约,随着燕山构造旋回六个构造世代的演化发展,有规律地形成了三期火山喷发和三期岩浆侵入活动。本区燕山旋回岩浆活动具有多期、多阶段、多次性活动的特点,从早到晚岩浆成分演化上的总趋势是从基性→中酸性→酸性、偏碱性。根据构造-岩浆建造及演化系列,并结合侵入岩体的多方面特征,可将区内燕山旋回侵入岩划分为 8 个超单元, 20 个单元及 1 个独立的主脉岩阶段,主动(强力)定位是本区侵入体定位的主要机制^[1]。有关三期火山岩和火山作用的多方面特征及火山活动规律将在本书各有关章节内详细介绍和论述;侵入岩和侵入活动特征也将将在本书第十三章作整体概要的阐述,在此从略。

5. 新生代喜马拉雅期岩浆岩

该期岩浆活动以发生于平原地区的玄武岩浆喷溢为主,产于张性断裂的北京凹陷中,喷溢时代为始新世—渐新世,玄武岩累计最大厚度 292m,地表则见有零星分布的超镁铁质岩(玻基辉橄岩)及基性岩(辉绿岩)呈岩床和岩脉产出。

二、燕山造山旋回构造作用的基本特点

燕山造山运动是中国东部显生宙以来影响深远、压倒一切的一次构造运动,它使中国东部大陆地壳全面活化,形成复杂的褶皱断裂系统,为中国东部最重要的构造岩浆活动阶段。为了从总体上探讨和把握燕山造山旋回火山作用的地质背景,有必要对该构造旋回构造作用的基本特点作概要的分析和总结。