

前 言

北山构造带跨越新甘两省区，西起新疆维吾尔自治区罗布泊，东至甘肃省北部马宗山，呈北东东向绵延约 550km。该构造带以其独特的区域构造属性和特殊的地理位置受到中外地学界的广泛关注，是中国北方板块内部重要的独具特色的构造带，也是我国有色、贵金属等矿产资源的重要远景区之一。

构造带东段亦称甘肃北山，由于其自然地理条件相对优越，有兰新铁路和兰新公路穿过，研究程度相对较高，且有许多地质研究成果和专著、论文面世（如左国朝等的研究），而西段地处戈壁荒漠腹地，人迹罕至，虽为古丝绸之路所经之地，但早已不复古颜，因此地学研究程度低，尤其基础地质研究工作所涉不多。

1996 年中国地质矿产部（现国土资源部）以地字 96(78)号文下达成都理工学院 1:5 万区域地质调查任务，同年新疆地质矿产勘查开发局以新地勘发[1996]113 号文确定“若羌县北山地区 1:5 万区域地质调查”项目。1996 年~1997 年历时两年，作者们克服交通、生活、后勤、高温、酷暑、风沙等诸多方面的重重困难，先后两次深入研究区，开展了以区域地质调查填图为重点的基础地质研究工作，对北山构造带西段中坡山—赤石山地区进行了系统的地层、岩石、构造及矿产地质调查研究，获得了大量基础地质资料和矿产资源信息，使课题研究取得了以下重要进展：

(1)系统地建立了研究区地层层序，首次建立了区内古元古界和中元古界地层层序，证实北山地区存在古老变质基底。

(2)运用层序地层学分析方法，结合大量分析测试资料，首次详细研究了沉积盖层基本层序和沉积环境。

(3)运用同源岩浆演化系列研究方法，首次建立了区内岩石谱系单位，利用岩石化学、微量元素及稀土元素系统分析测试资料，系统地研究了侵入岩、火山岩的岩浆成因、演化规律及构造环境。

(4)首次提出并建立了裂谷活动带的基性—超基性岩岩浆活动的逆向演化新模式。做到了宏观定性观察与微观定量分析解释的紧密结合，为进一步研究北山西段裂谷岩浆活动规律提供了新思路。

(5)通过对研究区中深度变质岩岩石学及变质矿物的系统研究，首次提出了北山构造带西段中深变质岩系由辉长—奥长花岗岩序列及中基性火山岩—硅铁质岩—火山沉积岩组成的花岗—绿岩带的重大新认识。

(6)详细论述了区内主要构造变形形迹，运用构造解析法，首次恢复了研究区变质地层层序及构造样式，建立了北山构造带西段阶段式演化模型，并提出了不同构造发展时期的构造作用模式。

(7)全面总结了区域物化探研究成果，研究了中坡山北基性—超基性岩的含矿性和找矿标志，指示了找矿方向，进行了铜、镍、钴等矿种的资源潜力评价。

值得强调的是，本专著是项目组几年来艰苦奋斗的集体成果。专著内容以国土资源部国

土资源大调查项目“青藏高原东北缘地质填图 1:5 万区调”成果为基础，包括了部分外围区域资料。成都理工学院地质学系孙传敏教授、新疆维吾尔自治区国土资源局刘德权教授级高工为本专著选题、编写出谋划策并提供了大量帮助。赵兵副教授参加了 1996 年度野外调研，孙传敏教授、何政伟副教授参加了外围地质调查工作，李斌山副教授承担了航片解译，孙燕副教授承担了光片鉴定及有关矿产资料总结。

肖渊甫、王道永负责专著编写大纲拟定、专著统稿和最后定稿，刘援朝承担英文翻译工作，李家松负责文字录入和排版工作。专著编写执笔及分工如下：

前言 肖渊甫)

绪论 肖渊甫、王道永)

第一篇 邓江红、王道永)

第二篇 肖渊甫、邓江红、吴德超、王道永)

第三篇 肖渊甫、吴德超、王道永、邓江红)

第四篇 王道永、肖渊甫、邓江红、何政伟)

结束语 王道永、肖渊甫)

本次地质调查研究工作得以顺利完成与新疆地勘局地科处、区调科和成都理工学院科技处、地质学系的直接领导及大力支持是分不开的，新疆地矿局总工程师张良臣、王福同，副总工程师刘德权，地科处秦跃群高级工程师、梁云海高级工程师、胡建卫高级工程师，区调科焦生瑞高级工程师等对本次工作给予了极大的关心和指导，尤其是刘德权副总工、焦生瑞高工从项目立项到最终成果编写，自始至终给予关注。野外工作期间，新疆地矿局第六地质大队队办、总工办、工程公司及红十井金矿为项目提供了有力的后勤保障和积极协助；成都理工学院孙传敏教授、金景福教授、曾允孚教授以及刘家铎教授、倪师军教授、李永昭教授、茅燕石教授、翟淳教授给予了极大的关心和指导。成都理工学院工程地质研究所负责了全部岩石、矿石化学样品分析，三系核分析实验室负责了中子活化分析，沉积地质研究所负责了粒度分析，选矿室负责了人工重砂分析，科技处制图室负责了图件绘制，地矿部宜昌地质矿产研究所负责了同位素地质年龄测试，地矿部综合所负责了电子探针分析，中科院南京地质古生物研究所负责了微古样品分析。

借此专著出版之机，谨向所有曾经关心、指导、帮助过著作者们的各级领导、师长和朋友致以诚挚的谢意。

书中不足之处敬请不吝指正。

作 者

2000 年 9 月于成都

绪 论

一、研究区自然地理及研究现状

1. 自然地理概况

北山构造带西段位于新疆罗布泊东部中坡山一八一泉地区，行政区划隶属于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州若羌县，南西距若羌县城约 360km 北北东距哈密市约 300km (直线距离)西邻罗布泊洼地边缘 距罗布泊洼地中心约 70km。

研究区属于罗布泊洼地东侧、疏勒河古河床以北分水岭地带的低山丘陵戈壁区，地势总体南东高北西低 最高海拔 1407.1m(高尖)最低海拔 942.0m(白地洼北西侧)平均 1200m 左右。南东部山势较陡，具较深切割，主沟谷呈“U”字形，可通行汽车。其余地区均为开阔平坦冲沟发育的缓坡状地貌，地形较破碎。

区内属典型大陆性气候，干旱少雨，炎热缺水，无常年地表径流。近年盛夏常有暴雨一至二次，暴雨时常引起洪水泛滥，阻断交通。区内年温差及昼夜温差变化大，夏季温度达 35℃~40℃，7月~8月为高温季节，温度可达 45℃ 以上 地表温度常达 60℃ 以上 每年 11 月至翌年 3 月为寒冷季节，最低温度在 -20℃ 以下。四季多风，以西北风为主，4月~6月为风季 八级以上大风年平均 35 天。最大风速达 17m/s 大风时天昏地暗，飞沙走石 常可持续 2 天~4 天。

区内野生动物稀少，仅见有小蜥蜴、蛇、小黑甲壳虫及小咬等；基本无植被，仅在沟谷见有零星抗风沙、耐旱耐盐碱的植物，如莎莎、红柳等。西侧罗布泊洼地及南部疏勒河古河床地形平坦，地表多具坚硬盐碱壳，地下含水层水位约 3m~4m 水质微咸一咸 有较繁茂的芦苇、红柳、莎莎、芨芨草和骆驼刺生长。

研究区地处戈壁腹地，无正规公路通过，但便道可谓“四通八达”，可供各型大车及越野车通行(图 1)，主要交通便道有：一条向北西穿过大平台，经底坎儿至鄯善县及吐鲁番市，路途遥远；一条向东经八一泉、沿疏勒河过玉门关到敦煌，约 360km；一条经八一泉往北东穿越淤泥河 经东盐湖、磁海铁矿、雅满苏镇 铁矿 可达哈密市 路途约 480km。

2. 地质研究现状

北山构造带西段地区地质研究工作起步早，有较长的研究历史，但受各方面条件限制，研究程度较低。最早可追溯到 1893 年~1906 年 俄国学者 B. H. 罗布罗夫斯基、瑞典人文赫汀、E. 韩挺顿等人的路线地质考察，但系统的地质调查研究工作始于解放后，主要地质矿产工作如下：

1952 年，B. M 西尼村由吐哈盆地经切勒塔格至北山西部和罗布泊一带进行路线地质调查 作有 1:50 万路线地质草图和相应地质报告。对北山地质问题提出了较系统的初步看法。

1958 年~1959 年，新疆地矿局第一区域地质测量大队于钟琪、高芝生等在调查区进行了 1:100 万区域地质测量及普查找矿工作。首次对地层、侵入岩、构造及矿产等进行了较系统的划分和叙述 资料较粗。

1962 年 新疆区域地质测量大队邓自华、梁云海等在哈密一鄯善以南、北山西段进行地质调查 著有“新疆境内北山地层专题研究最终报告”详细划分了北山地层 其个别时代依据充分 有重要参考价值。

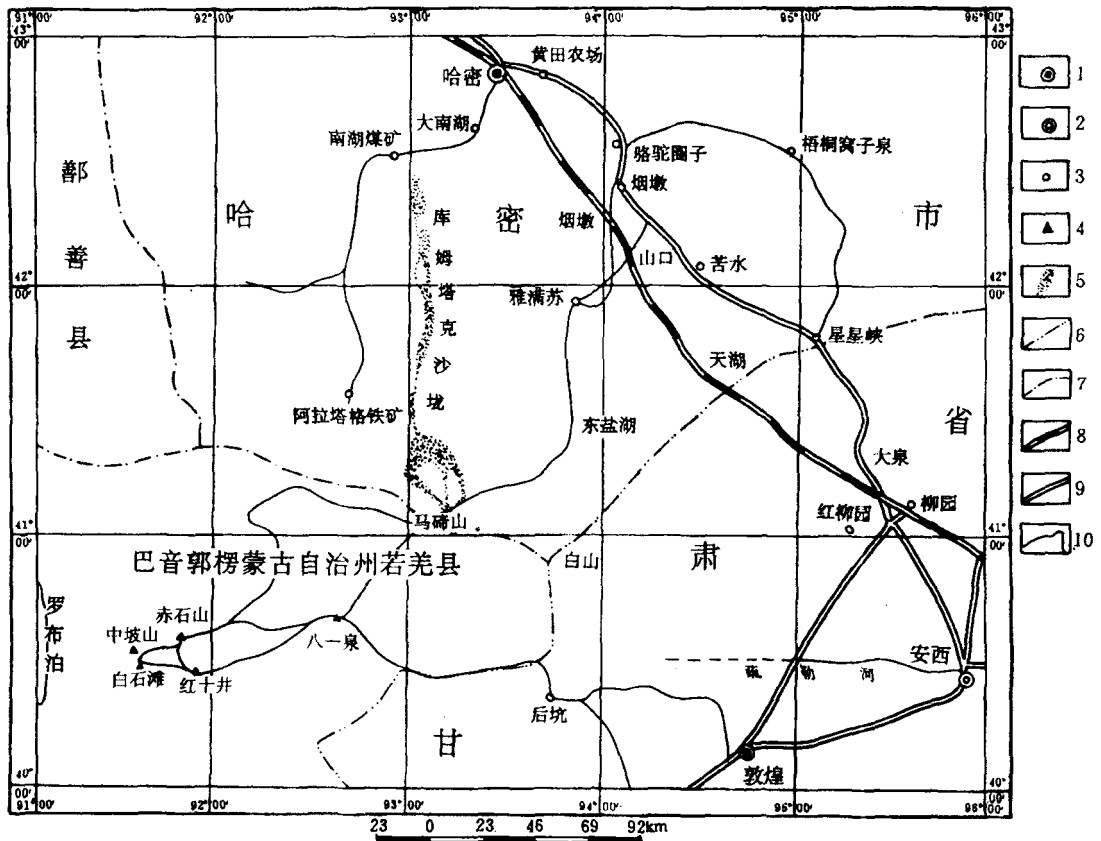


图 1 交通位置图

1. 市 2. 县 ;3. 乡镇、居民点;4. 高程;5. 沙垅;6. 省界;7. 州、地、县界;8. 铁路;9. 公路;10. 可通行大车的便道

1971年新疆地矿局区调大队梁云海等在邻区 K-46-XXVII 幅及 K-46-XXXIII 幅进行了 1:20 万航空地质调查,为建立该区地层系统提供了地质依据。

1988年~1989年,新疆地矿局第一区调队施明等在 K-46-XXVII 幅及 K-46-XXXII 幅进行了 1:20 万区域地质调查,出版了库木库都克幅地质图及区域地质调查报告,对区内地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产进行了较全面系统的论述。

1989年~1990年中国地质大学高怀忠、胡旺亮等及新疆地矿局第六地质大队杨甲全、吴华等协作完成了国家三零五项目 III₉₋₁ 子课题《新疆坡北 1号、10号基性—超基性岩体地质特征及其成矿远景》研究报告及《新疆若羌县库姆库都克地区坡北一号、十号基性—超基性岩体含矿性调查地质报告》是集地、物化、遥资料分析综合的重要研究成果。

1994年~1996年,新疆地矿局第六地质大队杨在峰等在红十井—白石滩地区开展了 K46E022007 及 K46E022008 幅 1:5 万区域地质及矿产调查,出版了地质图、矿产图及相应说明书,提交了相关区域地质报告对区内地层、岩石、构造等作了系统研究和讨论取得了许多新认识。

1993年~1995年,新疆地矿局第六地质大队于测区南侧发现、评价了红十井金矿并进行了普查评价。该矿 1993年投入开采,取得了明显经济效益。

此外,《新疆维吾尔自治区区域地质志》也是与本区有关的重要研究成果。50年代国家遥感航测中心拍摄了1:6万黑白航空照片,1974年、1989年国家资源卫星拍摄了TM图像,1988年拍摄了1:6万彩红外航空照片,1982年新疆地矿局物化探队在区内进行了1:200万重力测量,1983年地矿部航测大队对阿拉善—罗布泊地区进行了1:100万航磁测量,1988年~1990年甘肃地矿局酒泉地质队对K-46-XXXⅡ幅北部进行了1:20万低密度化探扫面,1991年新疆地矿局第六地质大队在K-46-XXXⅡ幅红十井一带对1:20万金异常进行了1:5万水系沉积物加密取样及评价工作。

综合上述资料,该区地质研究存在的主要问题有:

(1)地层时代归属及划分分歧大,接触关系不明;地层层序由于强烈置换致使各(岩)组内及组间关系不明,厚度不详,构造轮廓模糊混淆;对正常沉积岩层序地层学研究未作系统工作,基本层序研究属空白,构造—沉积同步模式研究有待深入和系统化。

(2)岩浆岩及岩浆作用研究较笼统而且不够深入。缺乏系统性,亦未有采用同源岩浆序列理论的综合性的基础岩石学、岩石地球化学等方面的研究,对岩浆作用序次、演化规律、成岩时代和构造—岩浆侵位模式等的研究不够。对岩浆活动期次、时代、演化规律、侵入岩序列、成因、侵位定位机制研究及火山作用、火山岩系列组合、构造—岩浆活动规律等的研究涉及甚少。

(3)对变质地层层序、时代属性、构造样式、变质事件、变质变形关系、变质地体性质等的研究基本属空白,对变质岩类型、相系(带)变质背景、内部组构的研究尚待深入,对是否有“变质基底”和“双重基底”结构存在以及构造—变质事件的研究基本未涉及。

(4)对测区构造事件和期次;构造变形式样、叠加、置换,大中小构造的关系;构造与沉积、岩浆、变质的关系等的研究尚较薄弱或基本未进行。构造格架(局)不清,构造演化、北山裂谷发展历史等的研究未能深入,尤其对华力西构造期末及中生代构造特征、属性及运动学、动力学特征的研究有待深入和完善。

以上问题也是本次研究的主攻方向。

二、技术路线与方法

针对北山构造带西段地层出露破碎,变质作用普遍而且变质程度变化大,岩浆侵入活动强烈,火山作用频繁,构造作用期次多、时间长、影响大等特点,著者采用了以下技术路线和方法:从岩浆作用、火山活动、构造作用及变质—变形作用调查研究入手,结合地层学、层序地层、沉积环境的研究以及区域构造、区域地球化学、成矿元素地球化学、成矿预测学研究和多元信息技术应用,以现代岩浆岩岩石学、变质地质学、层序地层学、沉积学、构造地质学、板块构造理论和成矿理论为指导,研究构造—变形作用对沉积作用、变质作用、岩浆作用的影响和控制作用,建立以构造事件为骨架的构造演化及其同步的沉积、岩浆、变质事件的统一动力学模式。

(1)沉积地层研究:鉴于研究区沉积地层岩性、岩相复杂而且变化大,通过系统的路线勘查和剖面实测,建立正确的岩石地层系统,恰当地划分正式与非正式岩石、地层单元。以大化石与微古化石研究相结合,建立相应的生物地层和年代地层,借助同位素研究、事件岩层研究,恢复区内地层层序系统,建立沉积地层和成层有序地层的基本层序,确定各地层单元形成的大地构造背景和沉积环境,探讨区域沉积作用演化历史。

(2)变质作用研究:区内变质岩层分布广泛。变质岩的岩层层序分为成层有序及成层无序两类,前者所组成的原岩为层状岩系,经变质后在一定范围内(如一个填图单元内,以及更大的单元——组、群)保存了可识别的原始层序特征;后者之原岩既可是层状岩系,也可是非层状岩系,经变质后原层序已荡然无存或无法恢复,其变更后形成“构造成层有序”,即通常所称“假

层序”，分布范围也可从一个填图单元内到更高的级别。两者之间可过渡及相互包容，特别是在中、高级变质区、强变形区带及叠加变质发育地区。正确区分两类变质岩层层序，是建立区内地层序列的重要标志。

通过研究原岩建造的特征及其所反映出的地壳成熟度、地壳演化过程中的大地构造性质，划分较高级别的地层单元（如亚群、群及其以上地层单位）确定和建立区域地质事件序列。研究变质建造的变质变形程度、变质变形序列及其性质、研究同变质的构造岩浆活动性质、期次、岩浆系列及岩浆岩特征和组合、与围岩的接触关系，划分变质相带、建立变质事件与变质序列、恢复变质原岩及原始地层序列，进行变质地层的区域对比。结合同位素年代学研究，探讨变质地体的空间分布、组合关系及生成时序等形成时代信息和成因，确定区内构造—变质序列及变质作用演化史。

(3)岩浆作用研究：研究区岩浆作用强烈，侵入岩、火山岩分布广泛。对区内侵入岩的研究，以同源岩浆演化序列新理论为指导，采用岩石谱系单位等级体制划分原则及侵入体——单元—超单元工作法，依据各侵入体的岩石学宏观和微观特征，空间展布特点和共生、伴生、穿切关系以及岩石地球化学特点，同位素地质年龄资料等进行综合、对比、分析、研究，建立侵入岩单元，确定各单元之间的生成演化关系和演化序列，归并、建立超单元，恢复区域构造—岩浆活动历史，探讨侵入岩成因及岩浆演化、岩浆侵位机制。

对侵入岩及火山岩岩石分类，统一采用国际地科联（IUGS, 1989）推荐的分类方案 岩石命名采用国际地科联推荐术语为基本名称，基本名称前加修饰词。修饰词的使用遵循国际地科联火成岩分类学分会制定的一般准则，即“颜色+结构构造)+暗色矿物(次要矿物)+基本名称”的命名原则。

岩石谱系单位采用“单元”—“超单元”二级体制 以“单元”为最基本岩石谱系单位。建立单元的标志为 岩石的颜色、主要及次要矿物组成及特点 岩石的结构、构造 岩石类型 接触关系，岩石化学及地球化学特征，包体类型、含量及特点，同位素等。归并建立超单元的依据为：空间上的密切伴生 时间上的密切相关 结构上的序列演化 构造上的相似性 成分(矿物、岩石化学及稀土微量元素)上的演化关系和亲缘关系，以及同位素特征上的相关性。

(4)构造变形研究：以岩石圈分层剥离说及开一合说研究区域大地构造，以板块构造、裂谷裂隙构造、伸展构造、滑脱推覆构造、走滑构造、环形及线性构造为研究内容，采用历史分析与变形分析相结合，以变形分析为主导的分析方法，同时正确有效地运用构造几何分析（构造形体、构造位态、构造样式、构造变形量的解析）构造运动学分析、构造动力学及构造变形相分析等 把区内大、中、小、微型构造研究同区域构造研究、定性分析与有限应变测量、地表构造与深部构造研究结合起来。建立北山西段地区的构造—沉积、构造—岩浆、构造—变质同步演化序列，以古元古代及中元古代大陆边缘活动构造、晚古生代晚华力西期多次开合构造等重大地质事件为主线，追溯构造演化史。

三、区域地质概况

北山构造带位处西伯利亚板块与中国北方板块缝合部，靠近西侧塔里木板块的边缘。构造带呈北东向展布于塔里木板块北缘，而其西段则深入古陆核内部。因此在不同地史时期，具有不同的地质属性：元古代时期经历古陆核形成和克拉通化作用，古生代时期经历陆内裂谷演化而成型。

1. 地层

研究区位于塔里木板块内部的北山陆内裂谷活动带之西段。在地层区的划分上前人一直

将本区划归于红柳园地层分区，经本次工作和近年研究成果，将其重新进行拟定：元古代为中南天山—北山地层区北山地层分区；古生代为红柳园地层分区。

研究区岩石地层单元的建立是以《新疆区域地质清理》(1997)和《新疆区域地质志》(1993)、《新疆区域地质表》(1981)、《甘肃省区域地质志》(1989)等成果为基础按照《国际地层指南》、《中国地层指南》以及《1:5万区域地质填图新方法》(1993)的岩石地层划分原则，借鉴参考邻区研究成果和结合研究区实际地质情况而最终确定(表1)的。

表1 联测区岩石地层单元及主要特征简表

年代地层			岩石地层			岩石地层单元代号	厚度(m)	主要岩性特征	
界	系	统	群	组	段				
新生界	第四系	全新统		洪积、冲洪积、湖积层		Q ₄		砾石、碎石、砂及洪积粘土、粉砂质粘土，分选、磨圆差	
	第三系	上新统		苦泉组		N _{2k}	>30**	粘土岩、砂岩、砂砾岩，具“雅丹”地貌雏形	
古生界	二叠系	上统		骆驼沟组		P _{2l}	310.7**	灰白色微晶灰岩，含砾砂岩，产 Pachycardiidae	
		下统		印尼喀拉塔格组		P _{1y}	>291.3**	砂岩、砂屑灰岩、含砾砂岩、碎屑灰岩、杏仁状玄武岩，产 Parafusallia 带	
	石炭系	上统			盐滩组		C _{2y}	>1372**	中细粒砂岩、生物碎屑灰岩，含砾砂岩等，产化石：Pseudochwagerina sp., Rugosofusulina sp.; Quasifusulina sp.; Schubertella Laohutariensis sun.
					干泉组		C _{2g}	>14.6**	变玄武岩、变玄武质熔结火山角砾岩及大理岩、钙质砂岩，产化石：Rugosofusulina sp., Triticites sp.
					胜利泉组		C _{2sl}	>439.2	千枚状板岩、粉砂质板岩
					石板山组	上段	C _{2s²}	>666.8	千枚岩、变细—粉砂岩夹岩屑杂砂岩、底部变玄武岩
	下段	C _{2s¹}	>1181.9	千枚岩、变粉—细砂岩夹变长石岩屑粗砂岩、变质砂质细砂岩及少量变玄武岩					
		下统			红柳园组	上段	C _{1h²}	>1151.7	变玄武岩夹变安山玄武岩及少量千枚岩
						下段	C _{1h¹}	>118.8	千枚岩夹少量变玄武岩、凝灰岩
	中元古界	长城系		白湖群	上岩组		C hB ₂	>602.4	黑云母片岩夹黑云斜长变粒岩及大理岩
下岩组						C hB ₁	>408.3	绿帘阳起片岩、黑云石英片岩夹似层状透镜状白(绢)云石英片岩	
古元古界			北山群	第四岩组		Pt ₁ B ₄	>980*	石英岩、云母片岩夹云母石英片岩、含铁石英岩	
				第三岩组		Pt ₁ B ₃	>2090*	云母片岩、云母石英片岩夹含铁石英岩、磁铁石英岩透镜	
				第二岩组		Pt ₁ B ₄	>1730*	片麻岩、下部斜长角闪片麻岩、上部黑云斜长片麻岩夹二长片麻岩及角闪变粒岩、浅粒岩	
				第一岩组		Pt ₁ B ₁	>100*	斜长角闪片岩	

* 为出露宽度； ** 引自扬在峰等 1996)K46E022007、008 幅区调报告

研究区地处北山裂谷中的中坡山隆起带上，受岩浆侵入活动强烈影响，地层出露较为破碎 仅见古元古界、中元古界长城系和上古生界石炭系、二叠系、少量新生界。由于受多期变质作用影响 除二叠系和新生界外 地层几乎全部变质。

按照上述原则和具体情况，研究区所建立的地层系统与前人方案有较大变化：北部中坡山隆起带主要分布古元古界北山群，构成本区的结晶基底以及构成褶皱基底的中元古界长城系白湖群。研究区南部拗陷区主要分布上古生界石炭系红柳园组、石板山组、胜利泉组和干泉

组、盐滩组和二叠系印尼塔拉塔格组、骆驼沟组及少量新生界 构成本区的沉积盖层。

2. 岩浆岩

北山构造带西段岩浆活动频繁而且历史悠久，具有多期次、多类型的特征。主要表现为侵入作用 喷发作用早期强 晚期相对较弱。

区内岩浆岩分布受区域构造控制明显，总体展布方向呈北东—北东东向，基本发育于以红十井断裂为界的北西部地区，向南西侧减弱并为罗布泊第四系盐湖化学沉积——盐渍土覆盖。

从区域上看，北山裂谷带西南段岩浆岩表现为以中坡山北超基性—基性复式深成侵入体为中心，向四周为中性和酸性侵入体包绕。侵入岩岩石类型复杂，从超基性辉石橄榄岩、辉石岩—酸性花岗闪长岩、花岗岩均有发育。总体产状呈北东向延长的不规则状脉状岩株、岩墙、岩枝及小型岩基状产出。按同源岩浆演化序列及岩石谱系单位等级制的划分原则，在杂岩体充分解体基础上，建立侵入岩单元 21 个 归并超单元 5 个(表 2)。

表 2 侵入岩单元划分表

地质时代	岩浆活动期	超单元	单元	单元代号	岩石名称	同位素地质年龄值 (Ma)
石炭纪	华力西	高尖超单元 (CG)	四单元	CG ₄	浅肉红色中细粒黑云二长花岗岩	301(U—Pb, Zi) *
			三单元	CG ₃	浅灰白色细粒花岗闪长岩	
			二单元	CG ₂	浅绿灰色细粒闪长岩	
			一单元	CG ₁	绿灰色中细粒(碎裂)辉绿岩	
	力西	小长山南超单元 (CXN)	五单元	CXN ₅	肉红色中粗粒钾长花岗岩	320.1 ± 23(Pb—Pb, Zi)
			四单元	CXN ₄	浅肉红色(似斑状)二长花岗岩	
			三单元	CXN ₃	黄白色似斑黑云二长花岗岩	
			二单元	CXN ₂	灰白色细粒角闪花岗闪长岩	
			一单元	CXN ₁	浅绿灰色细粒石英闪长岩	
	中坡山(坡北)	超单元 (CZHB)	五单元	CZHB ₅	浅灰色中粒斜长岩	340 ± (Sm—Nd, 全岩)
			四单元	CZHB ₄	深灰、灰黑色中细粒辉石橄榄岩、橄榄辉石岩	
			三单元	CZHB ₃	深灰、褐灰色中—细粒橄榄辉长岩	
			二单元	CZHB ₂	棕灰、灰褐色中粒辉长苏长岩	
			一单元	CZHB ₁	暗灰色中—中细粒角闪辉长岩	
			中元古代	早阿尔金期	赤石山北超单元 (Pt ₂ CH)	
二单元	Pt ₂ CH ₂	灰白色中细粒片麻状黑云花岗闪长岩				
一单元	Pt ₂ CH ₁	浅绿灰色中粒片麻状石英闪长岩				
古元古代	兴地期	赤石山片麻岩套 (TTG)	赤石山西花岗闪长片麻岩	Chxγδgn	中细粒角闪花岗闪长片麻岩	1778(Rb—Sr, 全岩) ** (变质年龄)
小黑包北英云闪长片麻岩	Xbyogn	中细粒角闪英云闪长片麻岩				
小长山闪长片麻岩	Xeδgn	中细粒角闪斜长片麻岩				
小长山辉长质片麻岩	Xugn	中—细粒斜长角闪岩				

* 据杨在峰等(1996)K46E022007、K46E022008 幅《区域地质报告》 ** 据高振家等 1993), 董富荣等(1998)

研究区内岩浆岩以侵入岩占绝对优势，火山岩主要发育于基底地层中及上古生界石炭系红柳园组和石板山组中。在中坡山—小长山—小黑包以北地区及小长山南侧地区见有大量平行密集发育的岩脉（墙），构成研究区脉状侵入岩分布的一大景观。

测区火山活动强烈而频繁，据岩石地层研究表明，火山岩在地层中分布广泛、延续时间长，在测区三个构造层中均占较大比重，火山作用和形成环境与测区造山作用存在密切关系。

由于受多期构造活动、变质作用和岩浆侵入活动的影响，该区火山岩均有不同程度的变质和蚀变，尤其分布于结晶基底和褶皱基底中的火山岩多已面目全非，呈变质岩产出，但经野外调查和原岩恢复研究，仍可确认其存在。

分布于上古生界地层中的红柳园—石板山—干泉三个旋回的火山活动，显示了北山裂谷带的完整演化旋回。

3. 构造

研究区历经兴地、早阿尔金、华力西和喜马拉雅四次构造运动，每次构造变动都形成了独具特色的构造形迹：


兴地运动，研究区受古裂堑沟关闭的南北向挤压，形成以强烈韧性变形为主的构造变形—纵弯弯滑—弯流褶皱（叠加褶皱）片麻岩卵形穹隆构造、多期置换面理构造和韧性挤压—剪切（糜棱岩化）构造等，显示地壳早期构造变形的特色。

早阿尔金运动，该区由初始裂谷关闭产生近东西向挤压，使中元古界地层产生全面变形—变质，形成近南北向平卧纵弯弯滑—弯流褶皱、置换面理构造和韧性剪切构造等；另一方面改造兴地期产生在古元古界地层中的构造——褶皱叠加形成新月型叠加褶皱构造等。

华力西运动，其中华力西早期受近东西向拉张的裂谷开张作用，产生滑脱形成东西展布的变质核杂岩构造。而华力西晚期研究区受北山裂谷的全面关闭的近南北向挤压，晚古生界地层发生全面褶皱形成东西向褶皱和已成早期构造的全面改造，使先成构造进一步复杂化——结晶基底的复杂新月型叠加褶皱、多期面理置换、褶皱基底的叠加褶皱等。

喜山运动，北山受由北而南的推覆作用，区内产生一系列逆冲推覆断裂，自北向南发生滑脱。

北山西段主要经历上述构造变动作用而奠定了基本构造格局，同时还控制着古元古代至今的沉积、岩浆、变质事件的发生及演化。

 第一篇 古元古代——塔里木初始陆壳
(结晶基底)形成

第一章 裂堑沟火山—沉积作用——表壳岩形成

北山地层分区变质地层前人开展过一系列工作。研究区地处北山西段，北西侧紧邻塔里木古陆核广布的库鲁克塔格地层小区，地层系统与其有一定的可比性和相似性（表 1.1-1）。研究区基底岩系中的变质褶皱基底部分白湖群 依据《甘肃省区域地质志》、《西北地区区域地质志·新疆分册》、结合《新疆地层清理》成果厘定 而变质结晶基底部分北山群 由于《新疆地层清理》尚无太古—古元古界部分的资料，则是通过《西北地区区域地质志·新疆分册》（1981）、《新疆地质志》（1993）等成果综合厘定 表 1.1-1）的。

表 1.1-1 区域前震旦系地层划分沿革表

地层区划分 年代地层		塔里木地层区塔北地层分区 东部(库鲁克塔格)小区			中南天山—北山地层区北山分区				
		新疆区 域地质 志 (1993)	西北地 层表·新 疆分册 (1981)	新疆岩 石地层 清理 (1997)	新疆区 域地质 志 (1993)	甘 肃省 区 域 地 质 志 (1989)	新疆岩 石地层 清 理 (1997)	左国朝 等 (1993)	本 文 (2000)
中元古界	蓟县系	爱尔基干群	爱尔基干群	爱尔基干群		平头山群	平头山群		
	长城系	杨吉布拉克群	杨吉布拉克群	杨吉布拉克群 波姆群		白湖群	古铜井群	长城系	白湖群
古元古界	兴地塔格群	兴地塔格群	无资料	北山群	北大山群	无资料	无资料		第四岩组 第三岩组 第二岩组 第一岩组
	达格拉格布拉克群	达格拉格布拉克群							北山群
太古界							五台系		

北山群出露于联测区中—东北部的小长山—赤石山—小黑包一带，平面上呈一向北东展开、向南西收敛尖灭的楔形，受变质核杂岩构造控制，两侧均为断裂所围限，以变质核形式产出。内部有多期次不同规模的侵入岩体分布，并具有多期次变质变形的特征，其总体构造样式为一轴向 NEE—SWW 向的残留型叠加卵形向斜。

第一节 基底岩系划分及沿革

鉴于《新疆岩石地层清理》（1997）尚缺太古代—古元古代地层资料，故有关该时期的地层划分及沿革仍有一些不甚明了之处。

北山（包括新疆和甘肃境内）前震旦系最早为解放前孙建初所建（周文洪，1998）。1965年，新疆地质局的高振家、缪长泉与甘肃地质局的李瑾焕等人合作对甘、新交界地区北山带内

地层进行了调查 建立了前震旦系白湖群、平头山群、大豁落山群地层。1981年《西北地区区域地质表·新疆分册》在北山带建立了早元古界北山群 Pt_1^2);1993年《新疆区域地质志》也厘定为早元古界北山群 Pt_1^2),时代和层位与库鲁克塔格地层小区兴地塔格群 Pt_1^2)相当;1989年《甘肃省地质志》将出露于甘、新交界处的该套地层作为与北大山群 $AnChbd$)相当的层。新疆境内北山群主要出露于白山以南的南带,其主要岩性:下部为条痕状混合岩、豆状混合岩、斜长角闪片岩 中部为黑云斜长片麻岩、二长片麻岩、黑云石英片岩夹透辉透闪石英岩;上部为二云石英片岩、绿帘绿泥片岩、变凝灰砂岩、凝灰岩、熔凝灰岩 可视厚度 > 5438m。该套组合与区内变质结晶基底具一定的可比性,未见底;与上覆地层多为构造接触,在甘肃境内与长城系呈角度不整合接触(左国朝等,1992)。

根据区内北山群岩性、组合、产状及层序关系等特征 同时考虑到地层建组、群的原则 将该套地层从前人所划的红柳园组中解体出来,并厘定为北山群,在群内暂时划分出四个岩组。按其层序组合顺序命名,即第一岩组、第二岩组、第三岩组和第四岩组。

第二节 表壳岩系的层序系列

研究区所见北山群为一套角闪片岩、斜长片麻岩、变粒岩、石英片岩及石英岩为主 夹二长片麻岩、磁铁石英岩及薄层磁铁矿层的变质表壳岩组合,普遍具有不同程度的混合岩化及后期多次不同程度的退变质,叠加变形明显。

一、北山群第一岩组 (Pt_1B_1)

北山群第一岩组为区内所见最老的一个岩石地层序列,出露于小黑包(地名源于该处岩性特点及地貌特征)、赤石山北东及小长山北,呈大小不等的长轴状残体,剖面上可露宽度 > 100m 在小黑包可达近 1km。其岩性主要为一套较纯的角闪片岩,剖面列述于后。在此特别需要说明的是,该套岩石,包括其它三个岩组的岩石均遭受多期变质变形改造,其现今面目多与当初面目有一定的差异,故在剖面描述及后续相关部分中,尽可能采用其当时的(即第一次变质变形期)岩性名称,以恢复其本来面目及便于区域对比和进一步的深入研究。另一方面,由于变质变形的叠加改造,且具有不同方向的变形叠加,致使该套地层的“厚度”无法确定。因此用其出露宽度 经实测剖面构造解析后测算 来表示现今的“厚度”。

1. 小长山剖面 图 1.1-1)

上覆地层 北山群第二岩组 (Pt_1B_2)

带绿的深灰色片麻 - 条带状细粒角闪斜长片麻岩

—————整合—————

北山群第一岩组 (Pt_1B_1)

绿灰黑色细粒斜长角闪片岩,不均匀分布注入脉状长英质体(注入混合岩化之产物)。普遍具有后期构造

>100m

眼斑化 - 带状化

100m

—————未见底—————

该岩组沿 NEE-SWW 向平面呈一透镜状出露,延伸约 1km 左右 西端倾没 南侧为古侵入体吞失,原侵入接触关系保存较好。其岩性在区内对比相当,但变形似较强。

2. 赤石山东剖面 图 1.1-2)

上覆地层 北山群第二岩组 (Pt_1B_2)

灰色中细粒片麻 - 条带状角闪斜长片麻岩 底部有富钾花岗岩质细脉注入 不均匀混合岩化

————— 整合 —————

北山群第一岩组 (Pt₁B₁)

>38m

绿深灰色中细粒斜长角闪片岩 发育构造眼斑 晚期有碎裂 伴有长英质充填

>38m

————— 未见顶 —————

北山群第二岩组 (Pt₁B₂)

>105m

绿深灰色条带 - 片麻状细粒角闪斜长片麻岩 局部见构造眼斑 上部黑云母交代角闪石呈其假象 普遍初糜棱岩化 退

变明显

>105m

————— 整合 —————

下伏地层 北山群第一岩组 (Pt₁B₁)

绿灰黑色细粒斜长角闪片岩, 后期改造明显

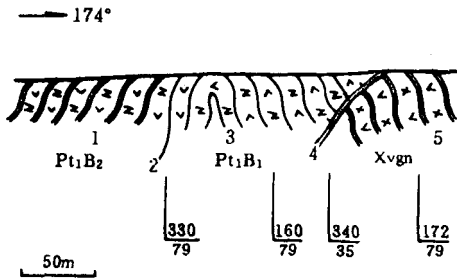


图 1.1-1 第一岩组实测剖面图 (小长山北)

1. 角闪斜长片麻岩; 2. 整合接触界线; 3. 斜长角闪片岩; 4. 原始侵入接触界线; 5. 辉长质片麻岩, Pt₁B₂. 第二岩组; Pt₁B₁. 第一岩组, Xvgn. 小长山辉长质片麻岩

赤石山东第一岩组亦呈平面上为透镜状、

沿 NE - SW 向展布。延长约 800m, 两端倾没, 周围皆为第二岩组之斜长片麻岩, 界线清楚。其岩性区内可对比, 但褶皱变形较强, 具顶厚弯流叠加褶皱的特征, 后期有脆性变形再叠加。

二、北山群第二岩组 (Pt₁B₂)

北山群第二岩组为北山群中分布最广的一个岩组, 出露于小长山、赤石山、小黑包一带, 特别是在赤石山东呈较大面积分布, 可视出露宽度为 > 1730m。其岩性主要为一套角闪、黑云斜长片麻岩夹变粒岩, 局部夹二长片麻岩、眼斑状二长混合片麻岩及石英岩。岩石相变较明显。

1. 小长山剖面 (图 1.1-3)

剖面上所见第二岩组仅为其残段, 大致代表该岩组底部岩性, 区内稳定。剖面附近一带该

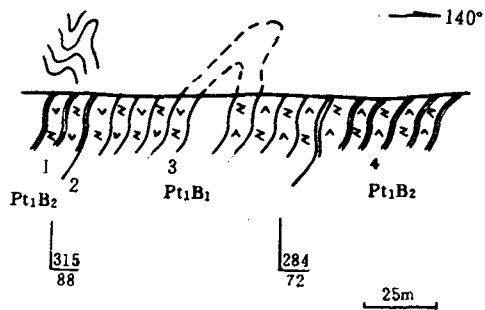


图 1.1-2 第一岩组实测剖面图 (赤石山东)

角闪斜长片麻岩 2. 整合接触界线 3. 斜长角闪片岩; Pt₁B₂. 第二岩组, Pt₁B₁. 第一岩组

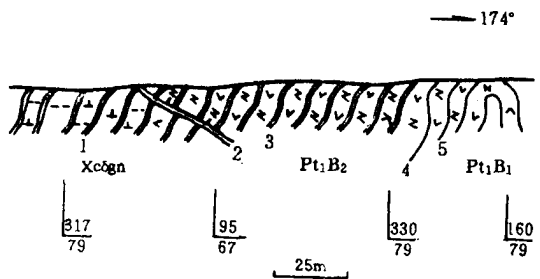


图 1.1-3 第二岩组剖面图 (小长山北)

1. 黑云石英闪长质片麻岩; 2. 原始侵入接触界线; 3. 角闪斜长片麻岩 4. 整合接触界线 5. 斜长角闪片岩, Pt₁B₂. 第二岩组, Pt₁B₁. 第一岩组, Xcogn. 小长山闪长质片麻岩

岩组呈向 NE 展开式分布, SW 端为后期岩体吞侵及断裂切割。向 NE 方向角闪斜长片麻岩向上渐变为黑云斜长片麻岩, 脉状注入式混合岩化较发育。与区内东部赤石山一带该岩组比较, 存在一定差异。可能为原岩相变及后期改造不一致造成。此外, 局部夹有厚约 2m 的磁铁石英岩层 可视延长约 300m 左右。

2. 赤石山东剖面 (图 1.1-4)

上覆地层 北山群第三岩组(Pt_1B_3)

绿浅灰色石英黑云片岩

北山群第二岩组 (Pt_1B_2)

- | | |
|--|----------|
| 4. 浅绿灰色(条痕状)黑云浅粒岩 后期退变明显 变形强烈 | >375m |
| 3. 绿灰色微纹状细粒角闪变粒岩, 褶皱较发育, 糜棱岩化 | 80m~100m |
| 2. 微绿浅灰色细粒黑云变粒岩, 相变较大, 常有尖灭 | >100m |
| 1. 微绿灰色中细粒角闪斜长片麻岩, 注入脉状混合岩化较清楚, 后期变质变形改造明显, 有构造眼球化趋势 | 50m |
| | >125m |

——— 未见底 ———

——— 140° ———

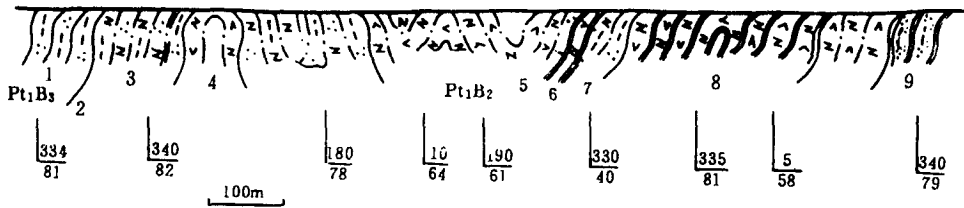


图 1.1-4 第二岩组实测剖面图(赤石山东)

1. 石英黑云片岩; 2. 整合接触界线; 3. 黑云浅粒岩; 4. 角闪变粒岩; 5. 原始侵入接触界线; 6. 辉长质片麻岩; 7. 黑云变粒岩; 8. 角闪斜长片麻岩; 9. 黑云石英岩; Pt_1B_3 . 第三岩组; Pt_1B_2 . 第二岩组

剖面北段可见角闪斜长片麻岩与下伏第一岩组角闪片岩呈整合接触(图 1.1-2)。其中角闪斜长片麻岩残存出露宽度 > 200m, 小长山剖面中也可见两者为整合接触(图 1.1-1)。不同地段所见的角闪斜长片麻岩从岩性上基本一致, 仅存在后期改造有不同的微小差异, 但所经历的变质变形事件则是完全等同的。因此, 该片麻岩作为第二岩组下部岩性层可在区内对比, 且其分布稳定, 从而在地层层序上确定了上覆为第二岩组、下伏为第一岩组的层序叠置关系, 两者之间为整合接触。剖面附近一带岩性有一定变化, 主要是中上部的变粒岩、浅粒岩常相变为同质片麻岩, 后者的形成可能与原始成层特点有关, 同时也与注入混合岩化(图版 I-1)及变质分凝分异有关, 还受区域强应变面带的影响, 从成分组成上看差异不大, 故认为是“同质异相”的产物。

研究区东北部第二岩组分布区内可见二长片麻岩、钾长片麻岩等出露。这类岩石经研究实为后期钾化造成, 其初始变质时的岩性仍为角闪斜长片麻岩及黑云变粒岩或黑云浅粒岩。

综上所述, 第二岩组下部为角闪斜长片麻岩, 中部为角闪变粒岩, 上部为黑云浅粒岩。总体上岩性层序稳定, 存在后期复变质再造作用, 产生一定的岩性变化, 局部也存在一定的相变。

与下伏地层层序清楚，为整合接触。

三、北山群第三岩组 (Pt₁B₃)

北山群第三岩组出露于赤石山一带及以东地区，在赤石山东呈较大面积分布，可见出露宽度 > 2090m。该岩组岩性主要为一套黑云石英片岩、含榴石英片岩、黑云长石石英岩、黑云石英岩 局部夹磁铁石英岩、石英磁铁岩及磁铁矿薄层透镜体 岩石相变不大 岩性稳定。现以赤石山东剖面列述该岩组特征 (图 1.1-5)。

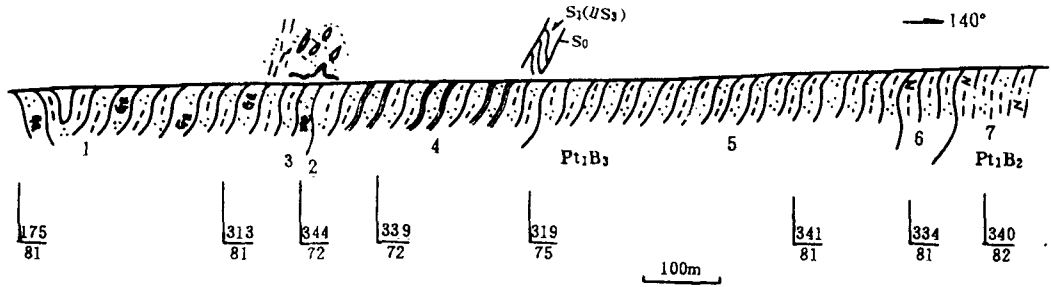


图 1.1-5 第三岩组实测剖面图 (赤石山东)

1. 含榴黑云石英片岩
2. 整合接触界线
3. 磁铁石英岩
4. 黑云石英片岩夹石英岩
5. 黑云石英片岩
6. 石英黑云片岩
7. 黑云浅粒岩, Pt₁B₃. 第三岩组, Pt₁B₂. 第二岩组

——未见顶——

北山群第三岩组 (Pt₁B₃)

>1085m

5. 微绿浅灰色含榴黑云石英片岩，后期改造明显，局部有花岗岩麻质脉穿插

>300m

4. 浅绿灰-青灰色厚-块状磁铁石英岩，夹薄层石英磁铁岩，下部夹厚约 30cm 的磁铁矿层 磁铁矿多已被改造 可形成赤铁矿、镜铁矿及重结晶 具余胶凝结构

10m

3. 微绿浅灰色黑云石英片岩夹青灰色中薄层黑云石英岩透镜体，后者延伸不稳定，常尖灭或构造尖灭

270m

2. 绿灰色黑云石英片岩，黑云母含量较上层明显偏多，岩性单一、稳定

450m

1. 绿灰色石英黑云片岩，与上层渐变过渡，成分较纯

55m

——整合——

下伏地层 北山群第二岩组 (Pt₁B₂)

浅绿灰色 条痕状 黑云浅粒岩

剖面附近岩层出露基本连续，岩性变化较小。

其中磁铁石英岩层向东北渐尖灭，向南西断续延伸，延长 > 4km。磁铁矿层 (图版 I-2) 呈复褶式挠曲并有牵引，同时也具粒化特征。石英黑云片岩向南西局部转变为绿泥片岩。石英片岩中常见夹有石英岩小透镜体，反映出岩石组合特征。含榴黑云石英片岩上覆岩层为石英岩块状层连续分布，后者属第四岩组 (Pt₁B₄) 两者为连续过渡 (图 1.1-6)。因此两

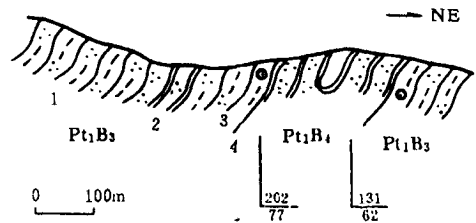


图 1.1-6 第三岩组 (Pt₁B₃) 与第四岩组 (Pt₁B₄) 整合接触关系剖面图 (赤石山南西)

1. 黑云石英片岩
2. 石英岩
3. 含榴黑云石英片岩
4. 整合接触界线

者 第三岩组与第四岩组 接触关系应为整合接触。

第三岩组在赤石山南西受褶皱改造控制而渐向南东弯转分布，且有后期断裂切割。

四、北山群第四岩组 (Pt₁B₄)

第四岩组为本区北山群最上部的岩组，主要分布于赤石山周围及小长山北一带，剖面出露宽度 > 210m (图 1.1-7)。主要岩性为石英岩夹石英片岩，局部夹含铁石英岩透镜体。岩石相变不大，岩性较稳定。但受后期断裂 (特别是脱顶断裂 F₄) 改造明显而普遍 故其初期岩性均为恢复后对比确定。

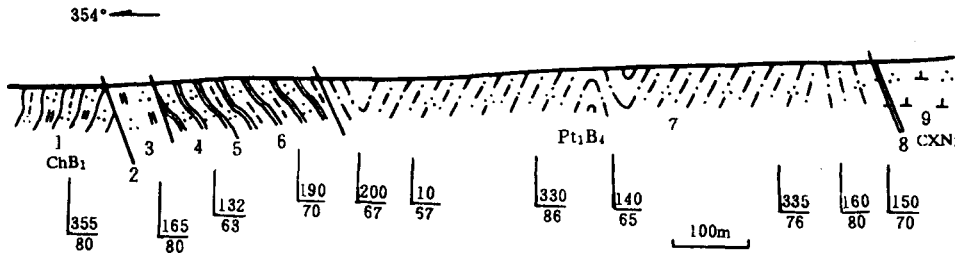


图 1.1-7 第四岩组实测剖面图 (小长山东北)

1. 云母石英片岩 ;2. 断裂 ;3. 劈理化石英岩 ;4. 黑云石英岩 ;5. 整合接触界线 ;6. 黑云石英岩与黑云石英片岩 ;7. 石英质糜棱岩 ;8. 原始侵入接触界线及叠加断裂 ;9. 石英闪长岩 ;ChB₁. 白湖群下岩组 ;Pt₁B₄. 第四岩组 ;CXN₁. 小长山南超单元一单元

上覆地层 中元古界长城系白湖群下岩组 (ChB₁)

灰黑色细~微粒云母石英片岩。

———断裂———

北山群第四岩组 (Pt₁B₄)

>545m

3. 灰色细粒黑云石英岩，上部有花岗质细脉穿插，并有后期密集劈理化

>120m

2. 浅灰色条带状石英岩及绿灰色细粒黑云石英片岩不等厚互层，石英岩及片岩中可见残留变余层理 (纹层状)，片岩中有弱混合岩化的注入细脉呈条纹状分布

124m

1. 浅灰色块状黑云石英岩，均已全部变为同质糜棱岩，板片构造发育，不同规模的褶曲也较常见

>300m

———未见底———

该岩组在剖面中表现出石英岩夹石英片岩的特点，但受后期改造影响而底、顶不全。从区内来看，顶不全是普遍的，即在区内与上覆白湖群地为断裂接触，在赤石山一带则未见顶。底部在小长山剖面中为后期改造破坏，赤石山则可见到与下伏第三岩组呈整合接触 (图 1.1-7)。其岩石组合亦显示出一种渐变过渡的特点。

在赤石山附近，该岩组岩层组成一圈闭的平面呈不完整的“钩状”，其内部发育不同程度地紧闭褶曲，反映出岩层经历了复杂的多次改造的过程。

第三节 表壳岩系主要岩相学特征

一、北山群第一岩组 (Pt₁B₁)

小长山剖面中绿灰黑色细粒斜长角闪片岩现今面貌为(硅化)斜长角闪质变晶糜棱岩,具变晶糜棱结构、变余细粒柱粒状变晶结构,眼球—带状构造,变余碎基为千枚状一片状构造。碎斑由眼球状钠长石(An₈~10)及石英组成,明显为应力重结晶,另有少量角闪石残留晶,多为黑云母交代。变晶糜棱质及重结晶黑云母(部分显示为鳞片状集合体角闪石假晶的)、带状石英多晶粒状静态重结晶为主组成变晶主体显微构造变形纹、骨牌式透镜化、压力影、旋转构造、S—C组构等发育。研究表明其原岩为基性火山—沉积岩经多次变质变形改造其初始变质为高达角闪岩相的区域中温动热变质,形成变质分异结晶及片理(S₁),后经历绿片岩相的区域动热变质,退变形成初始黑云母交代角闪石,并有重定向特征(S₂);其后糜棱岩化(S'₂),晚期伴有石英贯入结晶及黑云母重结晶;最后有绿帘—绢云母化(区域低温动力变质,低绿片岩相)。受南侧晚期脆性断裂影响,岩石较破碎,网状裂隙发育。

赤石山东剖面中的角闪片岩已变成初糜棱—碎粉岩化斜长角闪片岩。岩石具初糜棱—碎粉结构、变余中细粒柱粒状变晶结构,眼球状构造、变余片状构造,局部因后期改造叠加而成片麻状构造,矿物定向强烈。角闪石(70%±)透镜化、眼球化,少数可恢复柱状晶形。有时具粒化边,黑云母交代明显,后者有再被绿泥石交代的现象。更长石(25%±)主要为碎化粒状少数透镜状,发育核幔构造、变形双晶,后期局部脆性变形较强,使原颗粒强烈粉化。此外含少量单晶石英,交代角闪石及更长石。岩石变质特征与小长山剖面所见相当,但晚期初糜棱岩化弱,后期叠加的脆性变形相对明显,宏观上表现为构造角砾化、砾间粉化,位移量不明显,显示出变形特征有差异,变质特征则相当,即两者的地史经历相当,演化方式上则有一定差异,两者应为同一时期相同背景下形成的产物。

二、北山群第二岩组 (Pt₁B₂)

小长山剖面的斜长片麻岩保存较好,初始变质特征清楚,变形相对较弱。岩石具细粒柱粒状变晶结构,片麻状构造,后期变形变质叠加局部具初糜棱结构,眼斑状构造,也见变余残斑结构。混合岩化细脉注入可形成带状构造。早期变质矿物为斜长石及角闪石,前者板状,有不同程度圆化粒化边发育形成残斑,有时边缘重结晶而形成眼斑定向分布清楚绢云母化强烈。角闪石为粒、柱状定向部分为黑云母交代,有时仅存假象向上部黑云母交代角闪石增强直至全部转变为黑云母,其原因主要是由构造蚀变带影响所致。注入混合岩化成分相当于花岗闪长质由中细粒斜长石+微斜长石+石英组成含量<25%呈条带状分布于岩石中也遭受变形改造。初糜棱岩化主要是粒化及部分眼斑形成,其后期伴有糜棱长英质动态重结晶。原岩为中酸性凝灰岩。混合岩化细脉的生成从其受变形特征看,不晚于初糜棱岩化。与区域对比可知与兴地期区域混合岩化(TTG岩套——古侵入岩序列形成)有关。

赤石山东剖面中角闪斜长片麻岩按现今面貌应为黑云母化角闪斜长片麻质糜棱岩。具糜棱结构,条带—片麻状构造,局部变余中细粒柱粒状变晶结构,片麻状构造。残斑由斜长石、角闪石构成前者圆化板状—粒状变形双晶、旋转构造发育长径定向粒化边清楚并有重结晶