

地质矿产部《前寒武纪地质》编辑委员会

前寒武纪地质

第 5 号

浙西南前寒武纪地质

地质出版社

前寒武纪地质

第 5 号

浙西南前寒武纪地质

胡雄健 许金坤 编著
童朝旭 陈程华

地质出版社

序

大陆边缘，特别是活动型大陆边缘结晶基底的研究，近年来取得了很大的进展。由于大陆边缘处在两个（或两个以上）巨大构造单元的接触带，推覆构造、韧性剪切带、大型网状断裂系统、强烈的岩浆活动、区域变质、成矿作用以及地体拼贴构造等广泛发育，表现了复杂的地质演化历史。因而对它的研究，对了解大陆陆壳的形成和演化，以及指导地质找矿都具有重大的理论和现实意义。

中国扬子地台东南缘基底是由一系列的元古宙变质岩系组成，包括浙西南八都群、龙泉群，闽北建瓯群等。半个多世纪以来，本区一直是中外地质学家十分瞩目的地区，曾进行了多方面的研究与探索，提出了许多有益的见解。而浙西南前寒武纪基底地质研究是了解向解决东南沿海结晶基底地质的重要环节和窗口，对推动和探索我国扬子地台东南缘地壳演化历史，具有重大的作用。

《浙西南前寒武纪地质》一书的作者，历时4年，应用现代的前寒武纪地质观察、研究方法和新的思路，结合1:50 000区调，开展了多学科的综合研究，对浙西南前寒武纪变质基底的一些重要的基础地质问题，进行了扎实系统的、有针对性的野外和室内工作，取得了大量第一性的地质资料，并经归纳综合，提出了若干新的认识，使该区前寒武纪地质研究取得新的进展。如通过多种同位素测年方法，肯定了本区存在大于1900 Ma的古元古代八都群和小于1400 Ma的中元古代晚期的龙泉群；比较系统地开展了变质岩的构造变形的研究，明确了两个岩群的褶皱样式、变形序列及基本构造轮廓的差别；进行了较详细的变质岩岩石学和矿物学的系统研究，在区内首次发现了硅铁矿；对不同系列、不同期次、不同成因的花岗质岩石的岩类学、地球化学以及演化特征，作了较为深入的讨论、分析和归纳，认为本区前寒武纪花岗岩包括混合型花岗岩和岩浆型花岗岩两大类；认为本区存在陆内硅铝盆地的发育和大陆俯冲等。这些研究成果，深化了对本区前寒武纪变质基底的认识，有力地推进了浙闽变质地质的全面研究，对认识我国东南大陆边缘早期地壳演化历史，总结该区区域成矿规律均有重要的理论和实际意义。

总之，截止目前，这是一本比较系统全面地研究浙西南前寒武纪地质的专著，它的出版必将有助于我国前寒武纪地质学研究的发展；对从事前寒武纪地质研究以及在本区进行区调、普查找矿的有关人员，均具有重要的参考价值，也将受到他们的欢迎。

沈其韩 沈保丰

1990年3月 北京

前 言

浙江省西南部大面积中生代火山岩系中,出露多块基底区域变质岩,其中蕴藏着丰富的金银贵金属、铅锌多金属、铁、萤石等矿产,是浙江最重要的成矿区之一。长期以来,有关基底变质岩系的划分、时代归属、变形特征等基础地质问题,一直悬而未决,众说纷云,以致直接影响到对本区大地构造的认识和地质找矿工作的部署。

1985年3月,浙江省地质厅为重点解决浙西南(以龙泉地区为主要研究对象)变质岩系的层序和地质时代问题,以浙地科(85)12号文将变质岩攻关课题“浙西南变质岩地层研究”下达给浙江省第七地质大队(以下简称浙江七队),旨在解决两个主要问题:(1)地层层序划分和时代归属;(2)各地层段的地球化学特征及其含矿性。在大队许金坤总工程师的主持与组织下,由柯邦炆、徐杭生编写了项目总体设计,同年4月开展工作。从1986年开始,与龙泉地区1:50 000区域地质调查(以下简称区调)互相配合,进行系统的野外地层调查和室内研究。在前人工作的基础上,对变质岩系进行了详细的层序划分,建立了古元古代八都群,明确了前寒武系的时代归属,查明了主要成矿元素的丰度、分布特征,并对区域变质岩石类型、原岩建造、变质矿物、变质变形作用、花岗质岩浆活动、地球化学特征、变质岩区矿产和地壳演化等进行了研究和探讨,最终提交了这份“浙西南前寒武纪地质”科研成果。

胡雄健、陈程华参加了野外和室内工作的全过程,徐杭生负责并参加了1985年4月—1987年5月的野外工作,康海男、童朝旭、叶国贵协助专题研究工作。研究过程中,还充分综合利用了龙泉境内1:50 000区调的有关地层、构造和岩石学方面的资料。

1986年以来,研究工作得到了天津地质矿产研究所(以下简称天津地矿所)沈保丰所长和高凡、白瑾研究员,金文山副研究员,曹秀兰助理研究员的指导和帮助。陆松年副研究员等也给予了关心和指点。浙江大学地球科学系董士尤老师和南京大学地球科学系师生对本区所进行的构造地质研究,也使我们获益良多。

在整个工作中,一直得到省地质厅的直接领导和关心,朱安庆总工程师,李广有、陈连道高级工程师给予了热情的指导和支持。

本书所用测试数据,主要由浙江七队化验站、浙江省地质科研测试中心、天津地矿所、湖北省地矿局地质测试中心等单位完成。

本书主要执笔人为胡雄健;许金坤编写了前言、第一章、第二章第一节和第十章、第十一章及结语的主要部分,并协助童朝旭完成第四章初稿和对全部初稿的统纂修整;陈程华协助完成了大部分图表和资料的整理工作。

承蒙沈保丰、沈其韩、高凡、兰玉琦、周新民、袁润广、朱安庆、、李广有、王树三、张健康、金文山对“浙西南前寒武纪地质”成果报告进行了细致的审阅,并提出许多宝贵意见,从而使我们得以顺利地地对全书进行全面的修改、整饰。

书内插图由天津地矿所绘图室清绘,照片由该所照相室制作。

感谢天津地矿所编辑部汪玉麟等对本书最后的编辑定稿和出版所进行的辛勤劳动。

衷心感谢沈其韩、沈保丰研究员于百忙中为本书作序。

对所有帮助和关心过我们工作和成书的同志，在此一并致以最诚挚的谢意。

囿于学识和经验，加之时间仓猝，人手寥寥，本书舛错之处显在，敬请读者不吝指正。

作 者

1990年3月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 浙西南前寒武纪变质岩的分布	(1)
第二节 浙西南前寒武纪变质岩的研究现状	(2)
第三节 浙西南前寒武纪变质岩的研究意义	(3)
第二章 变质地层	(4)
第一节 浙西南变质地层研究方法	(4)
第二节 八都群	(5)
一、汤源组	(5)
二、鳌头组	(8)
三、张岩组	(11)
四、泗源组	(12)
五、大岩山组	(15)
第三节 龙泉群	(16)
一、万山组	(17)
二、青坑组	(18)
三、南弄组	(22)
第四节 地层最优分割	(25)
一、龙泉群的最优分割	(25)
二、八都群的最优分割	(25)
第五节 有关问题讨论	(26)
一、“鹤溪群”问题	(26)
二、区域对比问题	(27)
第三章 地质年代学	(30)
第一节 同位素年代学工作评述	(31)
第二节 八都群的年龄	(34)
一、锆石U-Pb年龄	(34)
二、Sm-Nd等时线年龄和Nd模式年龄	(35)
三、Rb-Sr等时线年龄	(38)
四、八都群的地质时代	(39)
第三节 龙泉群的年龄	(41)
一、Sm-Nd等时线年龄	(41)
二、Rb-Sr等时线年龄	(42)
三、微体古生物的地层时代意义	(44)
四、龙泉群的地质时代	(44)
第四节 小结	(44)
第四章 构造地质	(46)

第一节 区域构造综述	(46)
一、大地构造单元	(46)
二、盖层构造	(46)
三、基底构造	(46)
第二节 龙泉群的构造	(47)
一、概述	(47)
二、构造变形序列	(47)
三、大型构造	(52)
四、显微构造特征(岩组分析)	(55)
第三节 八都群的构造	(57)
一、概述	(57)
二、构造变形序列	(58)
三、褶皱的叠加及其几何关系	(63)
四、粘性褶皱	(65)
五、显微构造特征(岩组分析)	(65)
第四节 应变分析和褶皱变形成因讨论	(67)
一、应变分析讨论	(67)
二、褶皱变形成因讨论	(69)
第五节 韧性剪切带与脆—韧性剪切带	(70)
一、概述	(70)
二、大型韧性剪切带的地质特征	(71)
三、汤源—岭背构造混杂岩带	(76)
四、韧性剪切带的形成时代讨论	(78)
第六节 构造演变小结	(79)
第五章 区域变质岩和断层岩	(82)
第一节 前寒武系岩石的分类和命名	(82)
一、区域变质岩的分类和命名	(82)
二、断层岩的分类和命名	(84)
第二节 龙泉群区域变质岩	(84)
一、区域变质岩类型及特征	(84)
二、龙泉群原岩恢复及成岩环境	(104)
三、区域变质建造	(115)
第三节 八都群区域变质岩	(116)
一、区域变质岩类型及特征	(116)
二、原岩恢复及成岩环境	(127)
三、区域变质建造	(131)
第四节 断层岩	(131)
一、断层岩的类型及特征	(131)
二、断层岩的原岩恢复	(138)
第六章 变质矿物	(139)
第一节 绿泥石类	(139)

第二节 斜长石	(139)
第三节 闪石类	(141)
一、阳起石	(141)
二、普通角闪石	(141)
三、普通角闪石-斜长石地质温度计	(143)
第四节 云母类	(143)
一、黑云母	(143)
二、白云母	(146)
三、金云母	(147)
第五节 石榴石	(147)
一、形态和产状概述	(147)
二、石榴石的化学成分及其控制因素	(147)
三、地质温度计和压力计	(153)
第六节 矽线石	(153)
第七节 蓝晶石	(154)
第八节 石墨	(154)
第九节 锆石	(155)
一、角闪质岩石中的锆石	(155)
二、中、酸性变质火山岩类中的锆石	(155)
三、变质沉积岩中的锆石	(158)
四、混合岩类中的锆石	(158)
五、花岗岩类中的锆石	(159)
六、认识和结论	(160)
第十节 硅铁矿	(160)
第七章 变质作用	(165)
第一节 区域变质作用及变质相带	(165)
一、变质相带的划分及矿物共生组合	(165)
二、变质作用类型和变质作用期次	(169)
第二节 退变质作用	(170)
一、区域变质岩的退变质作用	(170)
二、超基性岩体的退变质作用	(171)
三、韧性剪切带的退变质作用	(172)
第三节 变形与变质	(173)
一、八都群的变形与变质	(173)
二、龙泉群的变形与变质	(174)
三、变形与变质关系综述	(175)
第八章 花岗质岩石与花岗岩浆作用	(176)
第一节 概述	(176)
第二节 混合花岗质岩石	(177)
一、混合花岗质岩石的结构、构造特征	(177)
二、混合花岗质岩石矿物成分特征	(178)

三、混合花岗质岩石的化学成分特征	(179)
第三节 岩浆花岗岩	(182)
一、八都期花岗岩	(185)
二、龙泉期花岗岩	(191)
三、断裂带花岗岩	(195)
四、花岗伟晶岩	(200)
第四节 花岗质岩石的成因与花岗岩浆作用	(202)
第九章 地球化学	(209)
第一节 岩石地球化学	(209)
一、镁铁质岩的地球化学	(209)
二、变质沉积岩石的地球化学	(213)
第二节 成矿元素地球化学	(219)
一、Au	(219)
二、Pb, Zn, Ag	(227)
三、Cu, Sn, As, Mo	(227)
第十章 变质岩区矿产	(230)
第一节 矿产分布	(230)
一、概述	(230)
二、矿产类型	(231)
第二节 控矿因素与成矿作用	(231)
一、成矿物质来源	(231)
二、构造-岩浆的控矿作用	(233)
三、韧性剪切带的控矿作用	(235)
四、成矿时代	(235)
五、成矿作用	(236)
第三节 成矿特点与成矿模式	(236)
一、成矿特点	(236)
二、成矿模式	(236)
第十一章 前寒武纪地壳演化	(238)
第一节 前寒武纪构造演化问题	(238)
第二节 古元古代(八都期)地壳演化	(239)
一、八都群的地球物理背景	(240)
二、八都群的沉积旋回	(240)
三、八都群的构造岩石组合	(240)
四、八都群的变形变质特征	(241)
第三节 中元古代(龙泉期)的地壳演化	(241)
一、龙泉群的地质、地球物理背景	(241)
二、龙泉群的火山-沉积旋回	(243)
三、龙泉群的构造岩石组合	(243)
四、龙泉群的变形变质特征	(243)
第四节 总结	(243)

结 语	(246)
参考文献	(247)
图版说明及图版	(251)
英文摘要	(263)

第一章 绪 论

第一节 浙西南前寒武纪变质岩的分布

在浙江省西南部的遂昌—龙泉一带的中生界盖层区内，呈雁列式出露多块区域变质岩系，形成遂昌治岭头—大柘、松阳高亭—玉岩和龙泉地区等变质基底裸露区。此外，在松阳大岭头与里庄、庆元张村与源头、景宁包山、赤木山和渤海等地亦有零星小块的变质岩分布（图1-1）。变质岩出露面积大小不等，总面积大于1200km²，其中毗邻福建的龙泉地区分布面积最大，逾700km²，居浙西南诸多变质岩区之首，为闽西北前寒武系^[81]在浙江境内的延伸，共同组成浙（南）闽（北）前寒武纪变质地体。

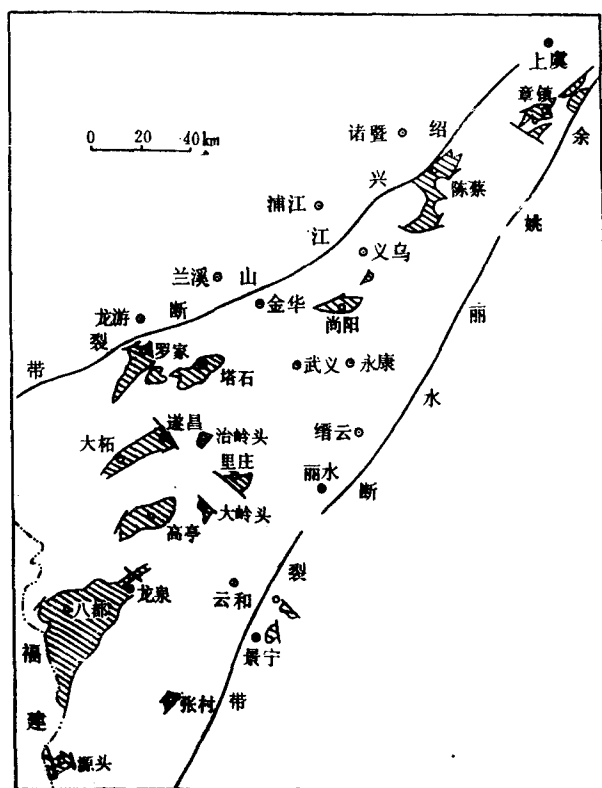


图 1-1 浙西南区域变质岩分布图

Fig. 1-1 Distribution of metamorphic rocks in Southwestern Zhejiang Province

代古大陆——华夏古陆(Cathaysia),李四光(1937)持同。黄汲清(1945)则认为属于“华南加里东褶皱带”。继此至50年代初,国内许多学者都对“华夏古陆”持否定意见。陈国达(1956)论证本区有广阔的前震旦纪古陆存在;谢家荣(1964)认为应属变质的加里东优地槽沉积,并向海渐次变新。70年代末,本区被划归滨太平洋构造域中的华南加里东褶皱带及华力西褶皱带^[25]。随着板块地质理论的盛行,一些学者又以晋宁—印支期板块俯冲带模式来看待本区的构造特征^[62,83]。王鸿桢视本区为复杂的大陆边缘^[14];兰玉琦等提出是一些被震旦纪—早古生代海洋分隔的岛弧隆起^[20,41]。随着一批大龄同位素年代资料的发表,华夏古陆说又得到了新的支持者^[17,42]。与此同时,许靖华(1985,1987)提出的华南属于大陆与大陆碰撞的特提斯造山带,闽北(浙西南)变质基底是造山混杂带观点,亦引起积极的反响。郭令智等应用地体(Terranes)构造学说,将本区陈蔡群与闽北麻源群划为闽西北地体,而将龙泉群及闽北震旦系^[81]视为由古洋壳残块、深海复理石及外来岩块组成的构造混杂岩,其东部(包括海域)的变质基底归入浙东南地体^[55]。周祖翼也认为是不同大陆地块拼贴而成的复合体^[61]。

第三节 浙西南前寒武纪变质岩的研究意义

前寒武纪是地球发展历史上一个非常重要的阶段,由变质岩石组成的前寒武系广泛分布各地,往往成为重要的矿产分布区,因此开展前寒武纪地质研究,不仅对阐明前寒武纪地壳构造演化规律,并且对指导变质岩区地质找矿都有十分重要的理论价值和实际意义。古老变质基底中韧性剪切带的研究正在受到广泛重视,它对了解前寒武纪变质基底构造型式与地体边界,尤其对寻找金矿有着重要意义。研究浙西南前寒武纪地质,剖析其复杂而多变的地质事件,对了解和认识我国东南沿海大陆边缘早期的地壳演化历史至关重要。此外,随着基础地质研究程度的提高,对正确总结本区变质矿产的成矿规律、控矿条件和找矿方向,必将产生积极的影响。

第二章 变质地层

第一节 浙西南变质地层研究方法

地层,是地壳历史变革的记录,任何地质事件都是以其同地层的和地层演化的空间关系反映出来的。尽管由于多期变形变质作用,花岗岩浆作用与风化剥蚀作用,使前寒武纪地层的完整性、顺序性受到极大的改造和破坏,以致面目全非,欲重建地层层序困难重重,但无论如何,地层工作都是第一位的,是前寒武纪地质研究必须首先解决的首要基础问题。

浙西南存在两套截然不同的基底变质岩系,它们的地层学研究,以往多侧重于岩性(石)地层内容,按一次变形的单斜层、片理与层理复合的观念来理解区内层状变质岩系的时空关系,而对多期(尤其是早期)的褶皱变形、岩浆活动等地质事件未予充分的认识与重视。由此划分和建立的岩性层段往往只有空间上的相对上下关系,而非真正的新老关系。因此,若以经典的后寒武纪岩性地层法重建本区的变质地层层序,显然是不行的。反之,若依照当前国外早前寒武纪流行的事件法进行地质制图,对本区以副变质岩为主体的前寒武系来说同样亦失之偏颇。鉴于浙西南地区两套变质岩系具有不同的原岩建造、变形变质特征和花岗岩岩浆活动特点,理应分别采取不同的变质地层研究方法。

其中时代较新者为龙泉群,是一套中-低级变质的基性火山岩-泥砂质岩-碳酸盐岩建造,沉积韵律旋回清楚,成层性显著,具有一定的火山、沉积序列,地质和物探方法都证实其变质岩层有稳定而连续的产状,岩性特征及标志层醒目,以同斜陡倾的线性褶皱为主,花岗质岩浆活动不甚发育。因此,可望通过构造-地层法、岩性-地层法和化学地层法工作来恢复龙泉群的沉积层序。

另一套变质较深、时代较老的变质岩系(八都群),其原岩主要是陆源碎屑岩类,经历过角闪岩相区域变质作用和复杂的叠加褶皱变形,花岗质岩石非常发育,原生沉积构造罕有保留,原始层序已遭强烈破坏改造。对之,应侧重于构造-岩浆事件法、岩性-地层法和构造-地层法的综合运用。由于这套岩系缺乏象龙泉群那样明显而稳定的标志层,因此我们在地质调查基础上确立了如下几个标志层组,作为岩性地层划分的依据和内容。

黑云斜长变粒岩+斜长角闪岩组合;

黑云斜长变粒岩+角闪斜长变粒岩+黑云长石石英变粒岩组合;

黑云长石石英变粒岩+黑云斜长石英片岩+黑云片岩组合;

黑云斜长变粒岩+黑云长石石英变粒岩+长石石英岩+黑云(石英)片岩组合;

黑云片岩+黑云石英片岩组合。

上述各组合中,除角闪质岩石外,普遍含有铁铝榴石、矽线石、晶质石墨,有的还有蓝晶石。

第二节 八都群

八都群大体上相当于原来习称的陈蔡群的那一部分中深变质岩系,但鉴于下述理由,我们未沿用原地层名称而新建八都群(Pt_1bd)。

(1) 原岩建造与岩石组合的差异。陈蔡群的“层型”剖面建立于与本区相隔数百公里的诸暨市陈蔡附近(见图1-1),是一套韵律性、成层性清楚的,由片麻岩、斜长角闪岩、浅粒岩、变粒岩、大理岩、石英岩等组成的基性火山岩-砂岩-碳酸岩建造^[20]或类复理石的火山质硬砂岩建造(伴有硅质白云质碳酸盐岩)^[68,85];浙西南八都群则主要由变粒岩、黑云片岩组成,少见斜长角闪岩,下部为基性火山岩-硬砂岩建造,中部(主体)为陆源碎屑岩建造,上部为粘土岩建造。

(2) 构造-岩浆活动历史不同。八都群花岗质岩石的发育,远较陈蔡群普遍且强烈,构造变形也较后者复杂,因此,凭借地质历史分析,浙西南结晶基底的层位也相应的要老一些。

(3) 年代学差异。诸暨陈蔡群目前已知最大年龄为 $1438 \pm 11\%$ Ma(碎屑锆石U-Pb法)^[17],一般集中于600—1000Ma之间,并存在晚元古期微古化石群^①;而八都群现已获得多个大于1800Ma的年龄。此外,前者的 t_{DM} 为1600Ma(徐克勤,1989),后者则为2600—2700Ma。显然,前者应属于晚前寒武纪^①,后者则属早前寒武纪。

八都群占整个浙西南前寒武基底裸露区的五分之四以上,主要分布于龙泉(庆元)地区、遂昌一大柘地区、松阳高亭—玉岩地区等。

在龙泉地区,八都群主要出露于良秋—查田糜棱岩带(M-2)以西(图2-1),向南延入闽北。根据本区的变质地层研究和1:50 000区调,八都群由下而上可分为五个地层岩性组,即汤源组(Pt_1t)、蜚头组(Pt_1q)、张岩组(Pt_1z)、泗源组(Pt_1s)和大岩山组(Pt_1d)。总厚度大于3600m(图2-2)。

一、汤源组

主要分布于本区南部的汤源、际下、良官田、龙头山、朱黄、狮子坑一带,周围多被下侏罗统枫坪组(千枚状含空晶石)变质砂页岩或断层带所隔,与上覆蜚头组少见接触关系。在空间展布上,汤源组主要沿际下一河村韧性断裂带(M-1)边缘分布或被裹入其中,反映为构造抬升的较深层次的地层单元。

汤源组的变质岩石组合以变质基性岩加变粒岩为代表,主要岩性包括斜长角闪岩、角闪岩、角闪斜长次透辉石岩、含榴黑云斜长变粒岩、含榴黑云长石英变粒岩,偶见砂线黑云片岩。

汤源组中花岗质岩石非常发育,变粒岩类常被改造成为混合花岗质岩石,斜长角闪岩则常与奥长花岗质岩(脉)相伴生。

汤源组厚度大于409.8m,未见顶底。代表性地层序列见花桥—汤源(—际下)实测剖面(图2-3)。

① 据孔祥生介绍,1989.4。

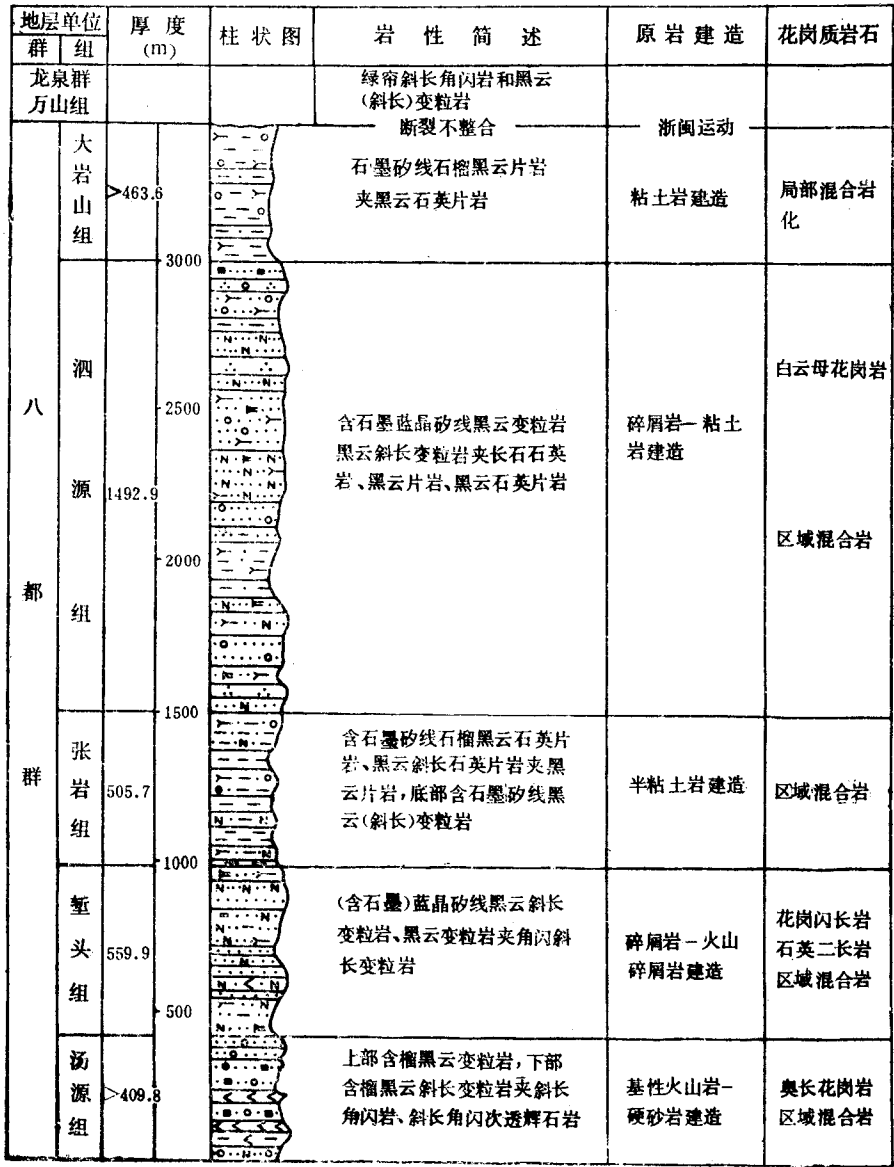


图 2-2 八都群地层柱状图

Fig. 2-2 The stratigraphic columns of Badu Group

蜚头组黑云混合岩

——断 层——

汤源组

总厚>409.8m

- 3. 奥长花岗质含榴黑云片麻状、条纹状混合岩 (基质为黑云变粒岩夹二云变粒岩) 夹混合质含榴黑云变粒岩 >95.2m
- 2. 奥长花岗质含榴黑云均质混合岩 (基质为黑云斜长变粒岩) 111.0m
- 1. 奥长花岗质含榴黑云角砾状、条带状混合岩 (基质为黑云斜长变粒岩) 夹数层中粗粒斜长角闪岩, 局部呈互层状 >203.6m