

滇中昆阳群因民组地层 学与沉积古地理

熊兴武 侯蜀光 薛顺荣 著



序

滇中昆阳群因民组是铜、铁等多金属矿的重要赋存层位。长期以来,由于构造破坏强烈,地层出露不全,因而在地层层序、因民角砾岩成因及矿床成因等重大基础问题上存在分歧。在野外地质条件较差的情况下,作者在前人研究的基础上,通过大量的室内外工作,取得了丰富的第一手资料,并运用现代地层学和沉积学的基本原理,结合岩石学、岩石地球化学和构造地质学的新理论、新方法,对主要容矿层位的因民组进行了系统深入的研究,在以下几个方面取得了重要进展。

一、根据岩石地层学新理论和岩石地层单位划分的新方法,对因民组的含义及顶、底界进行了重新厘定,对因民组内部进行了合理的划分,初步掌握了因民组在滇中地区的分布、层序发育特征、岩性特征及纵横向变化。作者还运用层序地层学新理论,对因民组沉积体系域、层序及海平面变化进行了初步研究。这对今后继续深入地研究昆阳群具有重要的参考价值。

二、作者对因民组的岩石学特征、沉积动力学特征和岩石地球化学特征等进行了深入的研究。指出因民组由陆源、内源及火山源三类沉积岩组成,但以陆源和内源的混积岩类为主。首次在因民组内发现大量潮汐层理和石盐假晶,提出了主要代表近物源区滨岸低能潮坪环境的新认识,否定其为深水浊流复理石沉积或陆相磨拉石沉积。在岩石分类、物源研究、粒度分析、成岩后生变化、地层元素特征等方面,较前人研究深度均有明显的提高。

三、根据众多的岩相标志和部分定量资料,对分布有因民组的各小区的沉积相与环境作了详细划分,首次编制出滇中因民组晚期岩相古地理图(1:50万),填补了滇中中元古代岩相古地理研究的空白,对于进一步探讨因民组的控矿条件和矿产预测具有重要的理论和实践意义。

四、在本书中,作者对滇中地区广泛分布的“因民角砾岩”进行了系统的分类和成因探讨,划分出沉积作用、火山作用和构造作用形成的不同类型。首次提出了一种新的成因机制,即“水力破裂叠加断裂作用”,较好地解释了滇中地区虽然广泛发育“因民角砾岩”的刺穿体,但并不一定会造成地层层位的倒置,为解决昆阳群地层层序问题提供了一个新的思路。

五、作者根据因民组及昆阳群上亚群的沉积组合序列、厚度及火山岩性质,从历史构造演化的角度,进一步确认滇中中元古代裂隙槽的存在,并划分出裂隙槽的发展阶段,其时限为蓟县纪,加深了对昆阳群大地构造背景的认识。

六、从地层、岩相古地理、火山活动与构造作用等因素综合分析,提出了因民组铜、铁矿床受地层层位、岩相古地理、区域构造和局部构造等因素控制,矿床属远火山-沉积变质成因矿床,指出了进一步找矿的方向,与东川等矿区多年的找矿实践相符合。

总之,该书内容丰富,资料翔实,数据可靠,观点明确,论述有据,图文并茂,对于今后在前寒武纪浅变质岩区开展综合地层学及岩相古地理研究,具有重要的参考价值。

刘 昌 德

1995.4

前 言

本书是由“滇中昆阳群因民组岩相古地理研究”项目总结报告改编而成,该项目是云南省地质矿产局(以下简称为“地矿局”)根据“八五”科研规划,为在滇中地区开展前寒武系铜矿控矿地质因素研究而设立的,它也是中国地质大学(武汉)与云南省地矿局科学技术合作协议签定后首批确定的合作项目之一,由中国地质大学(武汉)与云南省地质科学研究所共同承担,熊兴武与侯蜀光为项目负责人。

滇中昆阳群含有丰富的铁、铜等矿产资源,对其开发利用具有悠久的历史,上可追溯至明嘉靖年间。近半个世纪以来,我国地质、冶金战线的生产、科研单位和大专院校的地质科学工作者对昆阳群进行了大量的研究与开发工作,积累了丰富的资料,正式或非正式发表的论文、专著、科研报告数以百计,并且探明了一批大、中、小型铁、铜矿床,在找矿与成矿理论的研究上不断有所突破。因民组在昆阳群中处于关键的位置。昆阳群的众多铁、铜矿床中,很大一部分是产于因民组地层中,如著名的稀矿山式铁矿、鹅头厂式铁矿和东川式铜矿。据不完全统计,目前已查明的昆阳群铁矿床中,因民组约占24%;昆阳群中所产的铜矿床中,因民组约占34%。其中,因民组所产的大、中型铜矿床约占昆阳群的58%(据孙克祥等,1991)。其次,争论已久的昆阳群地层层序、因民角砾岩的成因等重大基础地质问题都与因民组密切相关。因此,对因民组的深入研究在基础理论和找矿实践方面都具有重要的意义。正是从这一战略目标出发,云南省地质矿产局科技处,杨荆舟和罗君烈教授级高级工程师,孙克祥高级工程师,中国地质大学科研处,赵鹏大、刘本培、徐成彦教授等积极倡导并设立了此项目,并由刘本培教授和孙克祥高级工程师担任技术指导和顾问。

项目立项以来,承担项目的主要成员从收集、查阅资料开始,先后四次赴野外工作,累计野外工作时间7月有余。共实测剖面18条,长约(斜距)12km;观测剖面点38个,观察钻孔岩芯5孔。采集各种岩性、岩相标本600余块,切制并鉴定岩石薄片450余片;采集并测试岩石化学、稀土元素、微量元素、粒度分析和阴极发光、古盐度、古温度等样品200余件。这样,不仅掌握了大量的前人资料,同时也取得了丰富的第一手资料,为室内研究和报告的编写奠定了可靠的基础。1992年12月开始转入室内工作。室内研究和报告编写阶段,采取分工负责、先分散后集中的方法,即先按地区分工、整理资料、编写初步报告和图件,后统一集中编写总体报告。熊兴武、陈亿元、侯蜀光、薛顺荣等参加了报告编写工作。报告完成后,云南省地质矿产局主持成立了以罗君烈教授级高级工程师为首,曾允孚教授、罗建宁研究员、王良忱和王自强教授、戴恒贵教授级高级工程师和陈天佑高级工程师参加的评审委员会。评审委员们对研究报告进行了认真评审,并给予了高度的评价。根据委员们的评审意见,作者对报告进行了全面的修改,并增加了一些内容。本书前言、第二、三、四、五章和结束语由熊兴武执笔,第一、六章由侯蜀光执笔,第七章由薛顺荣执笔,最后由熊兴武修改定稿,陈哲钰、熊兴武撰写英文摘要。

在项目研究和本书撰写过程中,一直得到云南省地质矿产局和科技处领导、中国地质大学(武汉)科研处和云南省地质科学研究所领导的热情关怀和支持;杨荆舟、罗君烈、王祖关教授级高级工程师,刘本培、王自强、王良忱、索书田教授,孙克祥高级工程师等均给予

了多方关心和具体指导；刘本培教授审阅全稿并提出了不少宝贵的意见；索书田教授审阅英文摘要；在野外工作期间，还得到西南冶金勘查局 314 队陈天佑、李天福、陈和生高级工程师，杨希忠、喻国东工程师，313 队袁福高级工程师及云南东川矿务局落雪矿、因民矿，云南易门矿务局狮子山矿领导和地质技术人员的大力帮助；原成都地质学院沉积教研室主任郑荣才副教授和中国地质大学（武汉）地质系中心实验室主任黄思骥高级工程师鉴定岩石薄片，康景霞副教授复查部分岩石薄片；岩石化学、稀土元素及微量元素样品由地质矿产部武汉综合岩矿测试中心和云南省地质矿产局第一地质大队实验室分析测试；所有图件均由中国地质大学（武汉）绘图室清绘，责任编辑张华璞、段连秀等为本书的出版付出了辛勤的劳动，在此向他们表示衷心的感谢！

由于笔者水平有限和其他客观条件的限制，本书一定存在不少缺点和不足之处，敬请读者批评指正。

目 录

前言	(VI)
第一章 滇中地区区域地质背景	(1)
一、基底岩系及其特征	(3)
二、裂陷槽断裂构造特征	(3)
三、因民期的火山活动	(4)
四、裂陷槽沉积组合特征	(6)
第二章 因民组地层学特征	(8)
一、主要地层剖面介绍	(9)
二、因民组的顶、底界线和内部划分	(19)
第三章 因民组沉积学特征	(23)
一、因民组的岩石学特征	(23)
(一) 岩石分类描述	(24)
(二) 成岩后生变化	(27)
二、因民组的沉积动力学特征	(28)
(一) 层理构造	(29)
(二) 层面构造	(31)
(三) 准同生变形沉积构造	(31)
(四) 碎屑岩的粒度分布特征	(32)
三、因民组的岩石地球化学特征	(36)
(一) 因民组的岩石化学特征	(36)
(二) 因民组的稀土元素特征	(39)
(三) 因民组的微量元素特征	(41)
第四章 因民晚期岩相古地理	(44)
一、因民组的岩相组合特征	(45)
(一) 东川地区	(45)
(二) 罗次—武定地区	(47)
(三) 易门地区	(47)
(四) 元江地区	(50)
二、滇中地区因民晚期岩相古地理	(50)
(一) 古陆剥蚀区	(50)

(二) 因民—落雪滨浅海沉积区	(50)
(三) 罗次—武定滨浅海沉积区	(54)
(四) 易门—元江滨浅海沉积区	(57)
第五章 因民角砾岩及其成因	(62)
一、沉积作用形成的砾岩 (A)	(63)
二、火山作用形成的角砾岩 (B)	(64)
三、构造作用形成的角砾岩 (C)	(64)
第六章 因民组层序地层学	(67)
一、因民组层序界面的确定及其特征	(67)
二、沉积体系域及其特征	(68)
三、因民组层序划分与海平面变化	(70)
第七章 因民组的含矿性	(72)
一、因民组矿产概述	(72)
二、控矿地质因素分析	(73)
三、矿床成因与找矿方向	(81)
结束语	(84)
主要参考文献	(86)
英文摘要	(90)
图版说明及图版	(96)

Contents

Preface	(VI)
Chapter I Regional geological setting of Central Yunnan	(1)
1. The basement complex and its features	(3)
2. The rift structure of the proterozoic aulacogen in Central Yunnan	(3)
3. The volcanic activity of the Yinmin stage	(4)
4. The sedimentary combinations of the aulacogen	(6)
Chapter II The stratigraphic feature of Yinmin Formation	(8)
1. Major stratigraphic sections	(9)
2. Top and basal boundary, internal division of Yinmin Formation	(19)
Chapter III The sedimentary feature of Yinmin Formation	(23)
1. The petrological feature of Yinmin Formation	(23)
(1) Petrological classification and description	(24)
(2) Diagenetic paulopost change	(27)
2. The sedimentary dynamic feature of Yinmin Formation	(28)
(1) Bedding structure	(29)
(2) Bedding plane structure	(31)
(3) Penecontemporaneous deformation sedimentary structure	(31)
(4) Grading analysis of clastic rock	(32)
3. Petrological geochemical feature of Yinmin Formation	(36)
(1) Petrochemical feature of Yinmin Formation	(36)
(2) REE feature of Yinmin Formation	(39)
(3) Trace element feature of Yinmin Formation	(41)
Chapter IV The lithofacies-paleogeography of the latter Yinmin	(44)
1. The lithofacies combinations of Yinmin Formation	(45)
(1) Dongchuan Territory	(45)
(2) Luoci-Wuding Territory	(47)
(3) Yimen Territory	(47)
(4) Yuanjiang Territory	(50)
2. The lithofacies paleogeography of the latter Yinmin, Central Yunnan	(50)
(1) Oldlands	(50)
(2) Yinmin-Luoxue littoral-neritic province	(50)

(3) Luoci-Wuding littoral-neritic province	(54)
(4) Yimen-Yuangjiang littoral-neritic province	(57)
Chapter V Yinmin breccia and its origin	(62)
1. The conglomerate from sedimentary origin	(63)
2. The breccia from volcanic origin	(64)
3. The breccia from structural origin	(64)
Chapter VI Sequence stratigraphy of Yinmin Formation	(67)
1. Sequence boundary of Yinmin Formation and its features	(67)
2. Depositional system tracts of Yinmin Formation and its features	(68)
3. Sequence division of Yinmin Formation and the changes of sea level	(70)
Chapter VII The ore-bearing properties of Yinmin Formation	(72)
1. Mineral resources survey of Yinmin Formation	(72)
2. Controlled mine geological factor analysis	(73)
3. Genesis of the mineral deposit and prospecting directions	(81)
Conclusions	(84)
References	(86)
English abstract	(90)
Explanation of plates and plates	(96)

第一章 滇中地区区域地质背景

研究区北起金沙江、南抵红河，东、西分别以小江和绿汁江为界，南北长约 360km，东西宽约 45km。本区位于扬子板块的西南缘，区内除大面积第四系覆盖层和少量古生代地层外，主要出露元古宙地层，其中以昆阳群最为发育（图 1-1）。

对昆阳群的研究具有悠久的历史,但是对其中一些重大的基础地质理论问题仍存在不同的认识。如关于昆阳群地层层序问题就有两种截然不同的排列方案(表 1-1);关于昆阳群沉积的构造背景和盆地性质历来也有不同的认识。一种意见认为昆阳群是弧后盆地沉积(骆耀南, 1983; 马杏垣等, 1987; 王鸿祯等, 1987; 薛步高等, 1987), 第二种意见认为是裂陷槽、坳拉槽或坳拉谷沉积(周名魁等, 1988; 李复汉等, 1988; 华仁民, 1990)。第三种意见则笼统称之为冒地槽或昆阳海槽(吴懋德等, 1990; 孙克祥等, 1991)。笔者认为昆阳群早期沉积(下亚群)具有弧后盆地或冒地槽性质, 晚期(上亚群)则是发育于扬子板块西南边缘裂陷槽沉积的产物。

表 1-1 滇中地区昆阳群内部划分简表

云南地质局昆阳群 专题研究组 (1972)		吴德懋等 (1990)		李复汉等 (1988)		李天福等 (1990) (东川地区)		本文				
昆 阳 群	震旦系	震旦系		震旦系		震旦系		震旦系				
		昆 阳 群	上亚群	华家营组 柳坝塘组	大营盘群	普坪组 花椒寨组	元 界	上昆阳群	麻地组 小河口组 大营盘组	昆 阳 群	上	大营盘组
	绿汁江组		中亚群	美党组	东川群	青龙山组		古	中昆阳群		青龙山组	绿汁江组 (青龙山组)
	鹅头厂组			大龙口组		黑山组					黑山组	鹅头厂组 (黑山组)
	落雪组			黑山头组		落雪组					落雪组	落雪组
	因民组			大营盘组		因民组					因民组	因民组
	美党组			绿汁江组		美党组					东川运动	东川运动
	大龙口组		下亚群	鹅头厂组	昆阳群	大龙口组		下昆阳群	平坝山组		下亚群	美党组
	黑山头组			落雪组		富良棚组			菜园湾组			大龙口组
	黄草岭组			因民组		黄草岭组			望厂组			黑山头组
			龙川运动		小官河运动						大红山群 (河口群)	
			龙川群		火红山群 康定群							

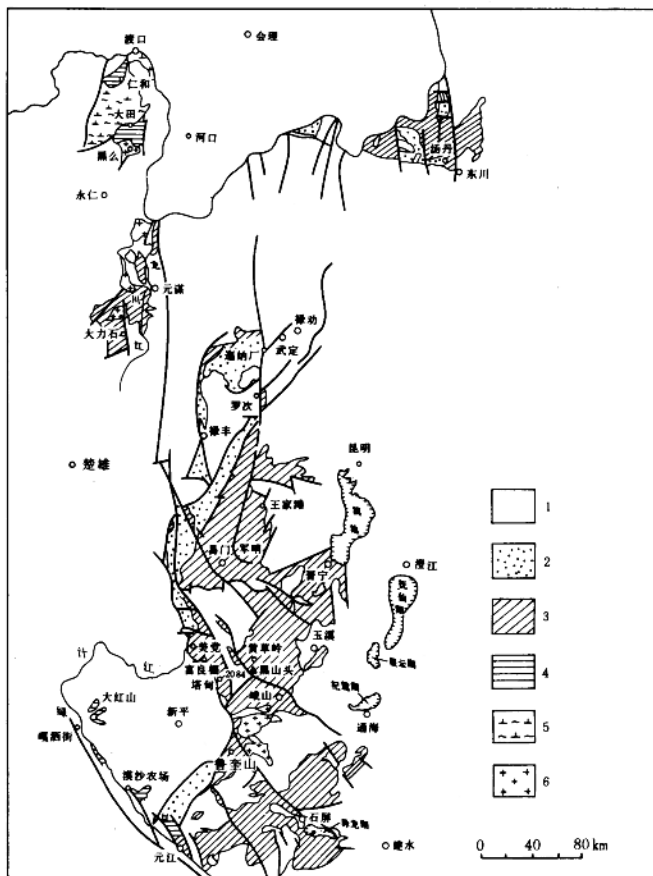


图 1-1 滇中地区昆阳群分布略图

(据李复汉等, 1988 修改)

1. 覆盖区; 2. 昆阳群上亚群; 3. 昆阳群下亚群; 4. 大红山群; 5. 闪长质混合岩; 6. 花岗岩

一、基底岩系及其特征

许多资料表明, 扬子板块存在具有与华北板块性质相似的古老的陆壳基底(王鸿祯、刘本培、李思田, 1990)。在康滇地轴的中南段渡口一带已发现 2 950Ma 的紫苏混合片麻岩, 时代属中太古代。大红山群、河口群(四川境内)及其相当层位主要分布于绿汁江断裂的西侧, 在绿汁江断裂东部的东川小溜口、元江岔河、牛尾巴冲及石屏热水塘等地也有零星出露(孙克祥等, 1991; 李天福, 1993), 其变质年龄一般在 1 700—2 400Ma 之间, 其时代应属早元古代。

大红山群主要是一套中浅变质的海相富钠质的火山-沉积岩系, 总厚度在 3 592m 以上。其岩石组合表现出明显的三分性: ①下部由灰白、浅灰色含砾钾长石英岩、白云石大理岩、石英片岩等组成, 属滨海—浅海碎屑岩及碳酸盐岩建造; ②中部为灰及灰绿色中基性钠质凝灰岩、变钠质熔岩和方柱石白云石大理岩、黑云母白云石大理岩及含铜磁铁矿等, 属海相—火山沉积建造; ③上部以大理岩、片岩为主, 含较多的炭质板岩, 属深水复理石建造。

大红山群中火山岩类型比较简单, 熔岩与火山碎屑岩几乎各占一半。其岩石化学成分具有富铁、富碱, $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 等特点。它与沉积岩相间沉积, 表现出本区地壳频繁活动的特点。东川落因背斜轴部出露的小溜口组, 其岩石组合为海相喷发的钠质火山碎屑岩及碳酸盐岩和板岩, 大致相当于早元古代大红山群红山组上部和四川河口群三四段(李天福, 1993; 张学诚等, 1993)。

中元古代早期(昆阳群下亚群)沉积了一套厚度达近万米的陆源碎屑泥质复理石及碳酸盐建造。下部黄草岭组主要为浅变质的石英砂岩、粉砂岩和粉砂质板岩、绿泥绢云板岩等, 它们共同组成不同级别的由粗到细的旋回层, 具明显的浊积岩复理石沉积特征; 黑山头组仍为由砂岩、粉砂岩和粉砂质板岩组成的旋回, 其与下伏黄草岭组的差别在于砂岩相对增多、粒度相对变粗, 且夹有玄武—安山质岩屑、晶屑凝灰岩, 显示出微弱的火山活动; 大龙口组为灰黑色薄至厚层状灰岩, 夹绢云母板岩、粉砂质板岩和富含黄铁矿的炭质泥质灰岩, 表明其为深水滞流环境沉积物; 美党组主要为深灰及灰黑色绢云母板岩和粉砂质板岩, 常夹薄层状、透镜状或扁豆状泥灰岩, 灰岩风化钙质被淋滴后, 常形成特征的“空洞板岩”。

综上所述, 昆阳群下亚群为一套半深海砂泥质复理石沉积组合, 火山活动微弱, 它与下伏的大红山群和上覆的昆阳群上亚群沉积组合特征均有明显区别, 它可能是弧后盆地或冒地槽沉积的产物。由于露头条件极差, 昆阳群与下伏地层大红山群(河口群)之间接触关系不清, 其间是否存在龙川运动或小官河运动, 尚需进一步研究。

二、裂隙槽断裂构造特征

东川运动之后, 在拉张环境下纵贯康滇地轴的南北向小江断裂和绿汁江断裂开始孕育, 并逐渐成为区内构造演化、岩浆活动和沉积成矿作用等的重要控制因素。近年来的物探、遥感及地质研究成果表明, 小江断裂和绿汁江断裂均具有生长断裂的性质。两断裂对昆阳群的沉积具有明显的控制作用, 对滇中元古宙裂隙槽的生成、发展和消亡起着主导作用。

绿汁江断裂是继承基底 SN 向构造的一条规模大、发展历史较长, 并多次活动的深大断裂带。在卫星影像中, 显示由近于平行的线性异常条带作 SN 向排列。图像清晰, 线性界面清楚,

且宽度较大,两侧色调差异明显,线迹连续性好,延伸长,分界面两侧具有不同的水系格局和地貌景观。布格重力异常分布表现为在区域平缓负值的背景上,沿断裂线重力梯度相对密集,呈近SN向,略有波曲的分布特征。据陈元坤等(1982)及1985年GGT计划11号地学大断面联测结果,该断裂是一个断距大于1km,地表向东陡倾斜,地下10km转成直立,17km左右转向西陡倾斜的正断层,且具超壳性质。该断裂至今仍在活动,据测定,其北延到四川境内称之为安宁河断裂,现代年活动变化率为0.06—0.6mm。

近SN展布的小江断裂作为裂陷槽的东界,显示出较为复杂的特征。东川以北延入四川;东川以南分为东、西两支:西支经马龙,过嵩明向南延至华宁东侧;东支经东川,过寻甸、宜良向南延至建水以南,没有穿过红河断裂。小江断裂带在卫星影像中,表现得十分醒目,线性影像极清晰,色调总体上显示为斑块杂色带,带宽大且呈舒缓波状延展。在布格重力异常图中主要表现为在区域负值的背景上,沿断裂带重力异常的急剧弯曲变化和局部的串珠负异常特点。该断裂规模大,向西倾,断距约2km,属正断层性质。在海西期沿该断裂带有大量玄武岩浆喷发。该断裂新构造运动活跃、强烈,是我国大陆上主要的现代地震活动带。据陈睿等(1988)的研究资料,小江西支断裂第四纪、晚更新世及全新世以来的年滑动速率分别为6.7mm、7.0mm和6.4mm。

裂陷盆地内部发育的NNE(近NS)向汤郎—易门断裂,在卫星影像中,罗次以南其线性特征直观,地貌景观醒目。在布格重力异常图中,主要表现为线性的重力异常梯级带,局部为高、低异常转换带特征。就规模来看,可能是一条明显切穿中、上地壳或进入下地壳的深大断裂。该断裂向西倾,倾角83°左右,显示西盘上升、东盘下降,其最大断距在2km左右。沿该断裂发育的温泉及地震活动,说明断裂至今仍在活动。滇中中部出露的昆阳群因民组均分布于该断裂西侧,而其东侧未出露。这种宏观特征是否表明汤郎—易门断裂在因民期就开始活动,并对因民组的沉积演化有着重要的影响有待进一步加强研究。

分布于裂陷盆地内部且与绿汁江、小江断裂大致平行的普渡河断裂,规模较大,其形成时间较晚,对因民期的沉积作用没有影响。

三、因民期的火山活动

滇中元古宙裂陷槽的发生与发展伴随着大量的火山活动。因民期的火山岩分布广泛,主要出现在因民早期,出露于东川落雪、稀矿山、宝台厂、小水井;武定遮纳厂、鹅头厂、过水沟;禄劝笔架山;禄丰杨家庄、小洼;元江红龙厂和甘庄等地。

因民期的火山岩主要类型有火山碎屑岩和火山熔岩,包括熔结火山角砾岩、安山质火山角砾岩、玻屑凝灰岩、晶屑凝灰岩、豆状沉凝灰岩、杏仁状安山岩和流纹岩等。李天福等(1990)对东川地区因民早期的火山岩进行了详细的研究^①,根据大量的岩石化学分析结果表明:火山岩SiO₂含量为45%—63%,属中-基性岩;组合指数多为3.3—9,个别达14.38,为碱钙性岩,个别甚至为(过)碱性岩,属碱性玄武岩系列。罗次—武定地区火山岩的碱度率为1.96(表1-2);在硅碱图上投影在碱性系列区;在AFM图解中投影在钙碱性系列区,与区内基性岩有相近的SiO₂、TiO₂、Al₂O₃值。部分中基性火山岩大部分原生结构、构造均已改变,如大箐、核桃箐、观天厂因民组的含钠长石白云岩和黑云母变粒岩都可能为火山质岩石

^① 李天福、杨希忠、蒋树林等,1990,东川落雪小洼口ZK1-1深孔地质报告。

蚀变而成，其中黑云母变粒岩的碱度率为 1.89，为过碱性，这类火山质岩石与区内铜、铁矿成矿关系密切。在易门铜矿区和元江鸡冠山一带还出现有流纹质火山岩，其成分与产于因民组中的次火山岩相近 ($\text{Na}_2\text{O} < \text{K}_2\text{O}$)，属钙碱性岩系。因此，两者可能是同期的产物。

表 1-2 火山质岩石化学特征表

氧化物 【%】	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	碱度率 AR	A	P	F (Q)
岩石名称															
次黑云母粗安岩	50.08	2.42	14.52	5.82	3.40	0.065	3.52	7.01	5.11	1.89	0.321	1.96	48.96	48.66	2.38
邱粗安岩	52.46	0.91	14.23	14.16	3.75	0.07	2.53	1.44	0.79	7.95	0.26	3.52	75.21	8.72	(16.07)
洋玄武岩	49.40	2.50	13.90	12.40			8.40	10.30	2.13	0.38					

据云南省地质矿产局第一地质大队 1:5 万大地地质资料改编。

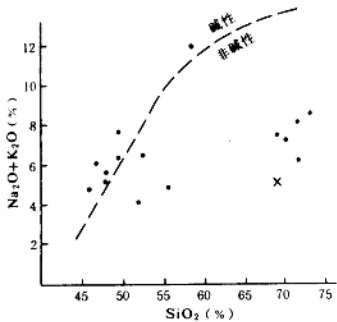


图 1-2 上昆阳群火山岩 SiO_2 - $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 变异图
(据李复汉等, 1988)

成都地质矿产研究所李复汉等 (1988) 对昆阳群上亚群火山岩特征也曾作过系统的研究。他们指出，昆阳群上亚群中火山岩分布广泛，在因民组、鹅头厂组和绿汁江组中均有发现，其中尤以因民组最为发育，岩性以火山碎屑岩为主，火山熔岩次之。在 SiO_2 对 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 的变异图中，基性岩均投影于碱性岩区 (图 1-2)，把火山岩的 SiO_2 和 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ (%) 投入邱家骧的火山岩酸、碱度系列名称图解中 (1982)，明显地反映出基性和酸性两个端点，具双峰式火山岩特征 (图 1-3)。

综上所述，因民期火山岩以碱性和钙碱性系列为主，并显示出双峰式火山岩特征，它们

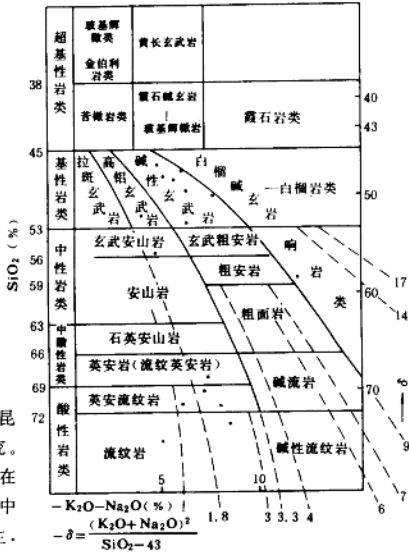


图 1-3 上昆阳群火山岩酸度、碱度系列名称图解
(仿邱家骧, 1982) (据李复汉, 1988)

应是大陆裂谷作用的产物。

四、裂陷槽沉积组合特征

这里所用的沉积组合即沉积建造的含义。由于一个地区的构造性质不是短期内所能表现出来的，因此必须联系昆阳群上亚群其他几个组进行综合分析。滇中地区昆阳群上亚群包括因民组、落雪组、鹅头厂组（黑山组）、绿汁江组（青龙山组），东川地区还包括大营盘组，总厚达 5 000m 以上，而且各组之间形影相随，其间无重要的褶皱运动，说明这一时期滇中地区处于持续强烈拗陷阶段，显示了裂陷槽的沉积组合特征（表 1-3）。

表 1-3 滇中元古代裂陷槽的演化及沉积组合特征表

时代	地层单位	厚度 (m)	主要岩性	沉积组合特征	裂陷槽发展阶段
晚元 古代	震旦系		紫红色砾岩、长石石英砂岩	陆相磨拉石沉积组合	晋宁运动
中 元 古 代	大营盘组	3 000	黑色炭质板岩、硅质板岩，薄层泥灰岩，含黄铁矿晶粒，发育水平纹层	深水滞流还原环境炭质硅质泥质沉积组合	继承期
	青龙山组 (绿汁江组)	1 300	青灰色厚层薄层白云岩、砂泥质白云岩夹炭质硅质板岩，含丰富的叠层石	浅海碳酸盐台地含硅质泥质白云岩沉积组合	——小黑箐运动—— 晚期
	黑山组 (鹅头厂组)	1 800	深灰、灰黑色薄层泥灰岩、炭质板岩、夹基性火山岩，含黄铁矿结核及晶粒	深水滞流还原环境基性火山岩、钙质泥质沉积组合	中期
	落雪组	500	浅灰及肉红色厚层含藻白云岩，含丰富的叠层石	滨浅海砂泥质碳酸盐沉积组合	早期
	因民组	420	上部砂泥质白云岩、板岩，下部火山岩、砾岩及砂板岩		
	平顶山组 (美觉组)		杂色板岩，含灰岩结核	中-基性碱性火山岩及磨拉石沉积组合	——东川运动——

各组岩性及厚度资料参照陈天佑、李天福等（1985）。

滇中元古宙裂陷槽的发育经历了发生、发展到消亡的长期过程。裂陷槽发育的早期阶段，在拉张的环境下，绿汁江断裂与小江断裂活动加强，沿断裂带发生裂陷作用，沉积了因民组下部的冲积扇砾岩相，伴随有强烈的火山活动，形成了一套中-基性碱性火山岩及磨拉石沉积组合。随着裂陷作用的进一步发展，在裂陷槽内广泛形成了岩性和岩相相对均一的因民组上段砂泥质白云岩和落雪组含藻白云岩。对于因民组主体部分（上段）的沉积环境历来有不同的认识，对于反映构造条件的沉积组合特征也有不同意见，有的学者认为是复理石建造，有的认为是磨拉石建造。因民组上段最醒目的特征是其岩石多呈紫红色，它是由于岩石中含较多的细分散状氧化铁所致。化学分析结果表明，因民组上段岩石中含铁量较高，且以 Fe^{+3} 为主，其中 Fe_2O_3 比 FeO 高 3—5 倍，说明它们是氧化环境下沉积的产物，而与深水环境相矛盾。因民组上段虽然也有不少砂岩夹层，但多数为石英砂岩或长石石英砂岩，一般没有长石砂岩。

并且这些砂岩的分选、磨圆均较好，结构成熟度高，粒度分析显示出双众数粒度分布特征，发育有羽状交错层。它们应是滨浅海高能环境下沉积的产物，而不是磨拉石建造的冲积物或河流沉积物。

黑山组（鹅头厂组）主要为灰黑色薄层状泥灰岩、炭质板岩夹基性火山岩，富含黄铁矿结核或晶粒，为深水滞流还原环境沉积的产物，厚度达1800m左右，代表裂陷槽发育的鼎盛时期。青龙山组（绿汁江组）以厚层藻礁白云岩、砂泥质白云岩沉积为主，代表滨浅海碳酸盐台地沉积组合。大营盘组为深水还原环境炭质硅质泥质沉积组合。从沉积相和沉积组合特征看，大营盘组与青龙山组之间不存在大的构造运动，小黑箐运动（李复汉等，1988）可能只代表两者之间的沉积间断。因此，大营盘组可能是裂陷槽继承发展期沉积的产物。

根据上述基底构造、火山岩性质及沉积组合分析说明，因民组是在陆壳基底上、氧化环境下的滨岸潮坪沉积，火山岩具基性和酸性两端的双峰式特征，并且因民组及昆阳群上亚群沉积之后无明显的褶皱造山过程，所以其古构造环境应是发育于扬子板块西南缘的裂陷槽。

第二章 因民组地层学特征

昆阳群因民组在滇中的东川、罗次—武定、易门及元江地区分布广泛，以其岩石呈灰紫色而具有鲜明的特色。因民组的名称来源于我国著名地质学家孟宪民先生1947年所命名的“因民紫色层”，意指东川地区落雪含铜白云岩之下的一套紫红色砂板岩。1963年，王可南、何毅特改称为因民组，此后一直被沿用。

自因民组命名以来，习惯上将因民组的岩石称为“紫红色砂板岩”，实际上这种称谓并不完全符合实际情况。①因民组的岩石变质程度很低，或者说基本上未变质。偏光显微镜下观察表明，岩石的原始结构和沉积构造一般保存完好，大部分岩石中粘土矿物尚未转化为绢云母，只是处于强应变带的因民组砂泥质岩的基质中有较强的绢云母化。根据部分矿物包裹体的均一温度看，一般在150—350℃之间，说明只达到了压实变形—浅层变质（近变质）的温度条件。②因民组的岩石不仅是“砂板岩”，而且含有大量的碳酸盐岩，主要是砂泥质白云岩，此外，不少地区还含有大量的火山岩及凝灰质。③因民组岩石并非均呈紫色。只是部分 Fe_2O_3 含量较高的泥质岩或泥质泥晶白云岩才显示灰紫色，其中的砂岩和砂质细晶白云岩则呈肉红色、灰色或灰白、灰黄色。因此，因民组实际上是一套含凝灰质的陆源碎屑与碳酸盐成分混合的混积岩类。

从纵向上看，因民组下部以陆源碎屑岩为主，火山岩较发育。自下而上碳酸盐成分有逐渐升高的趋势，特别是接近落雪组更为明显。横向上，东川地区因民组碳酸盐成分较丰富，火山岩主要出现在下段；罗次—武定地区则以细碎屑泥质为主，在其南部禄丰杨家庄及鹅头厂一带，火山岩较发育；易门地区陆源碎屑岩较发育，特别是含砾的长石英砂岩较多，可能与母岩区较近；元江地区主要为含钙质碎屑泥质沉积。

因民组迄今尚无可靠的化石依据，对于其中所获得的疑源类化石的地层学意义应予以慎重使用。同位素年龄资料方面，由于采样及测试方法、水平等多种因素限制，年龄数据差别很大，给使用造成困难，不同学者根据自己的理解有选择地加于引用。由于对昆阳群的地层层序存在两种排列方案，因而对因民组的年龄值也存在两种不同的意见。李复汉、覃家铭等曾先后两次（1978, 1985）对因民组紫色板岩样品进行全岩（Rb-Sr）同位素分析，获得的等时线年龄分别为 $1101 \pm 28\text{Ma}$ 和 $1115 \pm 90\text{Ma}$ 。此外在东川因民矿区因民组顶部白云质板岩中也获得了 $984 \pm 49\text{Ma}$ 的Rb-Sr等时线年龄。上述年龄值可能并不完全代表因民组沉积成岩时的年龄，而可能是蓟县期变质作用的年龄。吴懋德等（1990）对罗次邛盘因民组的火山岩进行U-Th-Pb同位素年龄分析，其中石英正长斑岩年龄为 1685Ma ，粗面安山岩年龄为 1676Ma ；但同时又测出因民组碎屑锆石的年龄为 1740Ma 。这两者就出现了矛盾，如果因民组碎屑锆石的年龄可靠的话，那么罗次邛盘的火山岩很可能不是因民期的火山岩，而因民组的时代应晚于 1740Ma 。Rb-Sr法与U-Pb法两者综合考虑，因民组的形成时间在 1200 — 1100Ma 之间应是可以接受的，其时代大致相当于蓟县纪早期。

一、主要地层剖面介绍

滇中地区因民组缺少完整剖面，尤其是因民组下段多被断裂所截，主要剖面中均没有完好的底部层序和底界。现将因民组的几个主要剖面分述如下：

1. 东川地区 因民组以拖布卡汤家箐、因民、落雪稀矿山、汤丹马柱洞和滥泥坪等地发育较好。

(1) 拖布卡汤家箐沟剖面 (图 2-1)

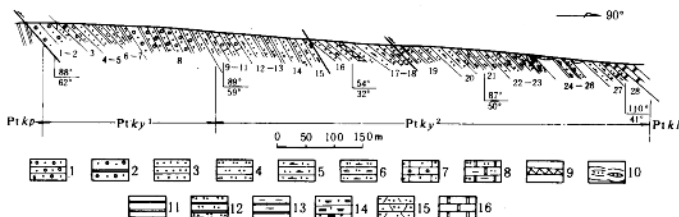


图 2-1 东川拖布卡汤家箐因民组实测剖面图

1. 复成分砾岩；2. 砂砾质板岩；3. 不等粒石英杂砂岩；4. 变质粉砂岩；5. 钙质石英砂岩；6. 钙质粉砂岩；
7. 砂质砾屑灰岩；8. 粉砂质泥质白云岩；9. 镜铁矿层；10. 挤压透镜体；11. 板岩；12. 粉砂质板岩；
13. 炭质板岩；14. 石英绢云母片岩；15. 凝灰岩；16. 白云岩

上覆地层：落雪组灰黄色块状粉晶白云岩。

—— 整合 ——

因民组上段

- | | |
|--|---------|
| 28. 灰黄色中—厚层状粉砂质泥质白云岩夹白云质泥岩。 | 14. 75m |
| 27. 黄绿色钙质不等粒石英杂砂岩。 | 18. 72m |
| 26. 第四系掩盖。 | 21. 43m |
| 25. 灰色面理化钙质砂质板岩。 | 9. 60m |
| 24. 第四系掩盖。 | 28. 57m |
| 23. 灰色角砾状钙质绢云母粉砂岩及钙质板岩。 | 6. 74m |
| 22. 灰及灰紫色变质钙质细砂岩、粉砂岩夹绢云母板岩，上部为粉砂质细晶灰岩与钙质绢云母板岩亚层，发育小型砂纹层理、波状层理、透镜状层理及水平层理等。 | 65. 37m |
| 21. 紫灰色薄层状含粉砂钙质绢云母板岩。 | 49. 03m |
| 20. 深灰色角砾岩化钙质石英杂砂岩及钙质砂质板岩。 | 20. 10m |
| 19. 灰色粉砂质绢云母板岩，发育透镜状层理。 | 12. 80m |
| 18. 灰色钙质石英细砂岩与钙质粉砂岩。 | 17. 36m |
| 17. 灰绿色变质石英粉砂岩。 | 8. 99m |
| 16. 深灰色钙质绢云母细砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩、砂岩中富含镜铁矿，上部夹两层厚 40—90cm 的镜铁矿层。 | 32. 50m |
| 15. 灰黄色砂质板岩、局部强应变作用已变为石英白云母片岩。 | 24. 51m |