

康滇地轴铜矿床地球化学与 矿床层楼结构机理

冉崇英 刘卫华 等 著

57131

-1



科学出版社

矿床层楼结构机理

PDG

Geochemistry of Copper Deposits and their Mechanism of Storeyed Texture in Kangdian Axis

Ran Chongying & Liu Weihua et al.

The Project Supported Jointly by the National
Natural Science Foundation of China and the
Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry,
Chinese Academy of Sciences

Science Press, Beijing, China

ISBN 7-03-003893-2

P · 721

定 价： 13.50 元

康滇地轴铜矿床地球化学 与矿床层楼结构机理

冉崇英 刘卫华 等著

国家自然科学基金委员会
中国科学院矿床地球化学开放研究实验室

资助项目

科学出版社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书作者在分析了康滇地轴地质构造背景之后,详细论述了拉拉-大红山式火山岩型、东川-易门式白云岩型、烂泥坪式砂砾岩-白云岩型和大姚-牟定式砂岩型四类典型铜矿床的地质地球化学特征,分章阐述了微量元素、同位素、成矿流体和有机地球化学,探讨了诸矿床呈层楼结构分布之机理,揭示了矿质与成矿流体的来源与演化,结合宏观地质背景讨论不同时期发生的成矿作用 and 在不同构造层中矿床层楼分布规律同本区地壳演化,特别是同多旋回裂谷作用之关系。

本书可供从事矿床地质、地球化学和同位素地质的人员、矿产勘查人员及大专院校师生参考。

康滇地轴铜矿床地球化学 与矿床层楼结构机理

冉崇英 刘卫华 等 著

责任编辑 谢洪源

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1993年11月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1993年11月第一次印刷 印张: 12 1/4 插页: 4

印数: 1—530 字数: 279 000

ISBN 7-03-003893-2/P·721

定价: 13.50元

序

扬子克拉通西南缘的川西、滇东一带是我国重要的铜矿床集中区和铜产地。这里，在面积不大的南北向狭长地带，在不同地质时代的地层中，如下元古界、中元古界、震旦系、中生界等都赋存铜矿床，其中的东川式铜矿早已闻名于世，不仅因它储量大，更因为它是世界上鲜见的铜矿床类型。多年以来，有关科研人员分别对这些产于不同地层中的、主要是层控铜矿床作了大量科研工作，探讨了它们的成矿背景、过程和模式，可以说是成果累累。然而，还尚少对这一地带不同地层产出的不同类型的铜矿作总体考虑，作综合性的宏观、微观透视，以求回答：为什么这里不同时代都产铜这一问题。

由冉崇英教授牵头撰写的《康滇地轴铜矿床地球化学与矿床层楼结构机理》专著，在一定程度上加强了这一薄弱环节。这本书的名称有其别致的一面，即出现了“层楼结构”字样，这一词在有关地质文献中并不多见，但它的确比较形象地反映了扬子克拉通西南缘铜矿集中区的铜矿时空分布特征及岩石圈演化与成铜关系。

本专著的特色在于用综合的地球化学理论和方法探讨了“层楼结构”，并引伸出作者的主导学术思想，即本地带的裂谷多旋回带来了成铜多旋回，尤其是带来沉积改造成铜多旋回。

成矿理论的提出需要百家争鸣，精益求精。相信本专著的出版将加深对裂谷成矿、改造成矿和多旋回成矿的认识及理解。

涂光超

1992.2.21

前 言

层控铜矿仅次于斑岩铜矿，因而它在国内外铜资源中占有重要地位。80年代一批大型、超大型铜矿床的发现与探明，诸如南澳大利亚奥林匹克坝（Olympic Dam）Cu-U-Au层状矿床、阿富汗艾纳克（Akinak）和巴西萨洛博（Salobo 3A）砂页岩型铜矿、加拿大温迪克拉基（Windy Craggy）黄铁矿型Cu-Co矿和葡萄牙内维斯-科尔沃（Nerves Corvo）黄铁矿型Cu-Zn矿等，更引起人们对层铜研讨的浓厚兴趣，有关论著屡见不鲜，国际会议亦曾召开（如Symposium on Sediment-hosted Stratiform Copper Deposits, 1986, Canada）。估计在90年代层铜找矿与研究热仍将持续下去。

康滇地轴铜矿带是我国著名铜矿床集中区和铜产区之一，它分布着早元古代拉拉-大红山式火山岩型、中元古代东川-易门式白云岩型、晚元古代烂泥坪式砂砾岩-白云岩型和中生代大姚-牟定式砂岩型铜矿床。早在40年代，以谢家荣、孟宪民为代表的我国老一辈矿床学家揭开了东川式铜矿研究的序幕。解放后川滇两省近十个地质队对地轴带铜矿进行了勘探，提交了巨大储量，众多单位与学者也纷至沓来开展研究。半个世纪以来，他们对本区铜矿的勘查、研究与开发积累了丰富的资料，作出了巨大的贡献。然而，也应看到，矿床地球化学的深入研究甚为薄弱，诸矿床间相互关系的研究以及矿床的形成分布与地壳演化关系的研究则刚刚起步，这就导致矿床成因论述较空泛，演化关系欠明确，找矿标志欠齐全。因此，根据国家的迫切需要，随着矿床地质理论的重要变革与测试技术手段的日益更新，继续加强康滇地轴层控铜矿床地球化学的深入研究，加强诸矿床间相互关系及其成矿背景的整体研究，是十分必要的，它有助于提高我国知名典型矿床的研究程度，发展区域成矿学与矿床地球化学，丰富层控成矿理论，为指导找矿奠定理论基础。

自1989年初接受国家自然科学基金资助项目《矿床层楼结构机理与地球化学标志》（项目编号：4880095，负责人：冉崇英，起止年月：1989年1月—1991年12月）以来，我们着重对本区四种类型铜矿床及其外围作了系统的地球化学分析研究，包括微量元素、稀土元素、硫、铅、氢、氧和碳稳定同位素分析，包裹体温度、盐度与成分的测定，有机质含量、存在形式、可溶有机质特征的研究与有机质对铜的吸附与萃取实验等。在技术方法上首次用石英包裹体Rb-Sr等时线、Pb-Pb等时线等新技术直接测定成矿时代及分析演化历史；详细观察、研究了矿床、矿体、矿石特征，注意到沉积-改造的普遍性；综合分析并重点观察区域成矿背景，重视拗拉槽或裂谷成矿作用。以这批新的可靠数据、资料和定量指标为主，并参考国内外发表的最新论著以及作者近年来的研究成果作为编著本书的资料基础。

本书的基本内容与结构体系是：①区域及矿床地质；②地球化学；③矿床层楼结构机理。其特色在于结合具体矿床的地质背景与成矿条件，系统地应用地球化学理论与方法，阐明矿床地球化学特征，并从地壳演化与地球化学演化的观点，探讨成矿时代、矿

质(金属、硫、热液)来源与演化,从而分析诸矿床的形成与继承、发展关系,建立矿床层楼结构模式。学术思想上主要采用沉积-改造成矿论、裂谷成矿论与构造-同位素演化等新理论与新思维阐述区内各矿床形成层楼结构的演化机理,提出裂谷多旋回带来了成矿多旋回,尤其带来沉积-改造成矿多旋回。相应地总结出硫、铅、氢、氧和碳同位素组成特征作有规律的演化:从早元古代初生拗拉槽→中生代大陆裂谷,成矿金属从幔源→壳幔混合源;硫从火山硫和沉积(海水)硫→沉积硫→生物硫;成矿流体中的水从岩浆水及变质水→建造水→大气降水;微量元素从火山组合到沉积组合,亲铜元素继承性十分明显,沉积成岩期矿质来源于矿源层(岩),而改造期常有深部组分加入,热卤水与有机质对成矿起了重要作用。总的看来,本书是对康滇地轴层控铜矿床地球化学较全面总结和矿床层楼结构机理新探讨的尝试。

本书由冉崇英主持和刘卫华组织撰写,全书共分十章,各章撰写分工为:前言,冉崇英;第一章,冉崇英;第二章,李承德、孙燕、冯祖杰、刘卫华;第三章和第四章,冉崇英;第五章,何明勤;第六章,刘卫华;第七章,陈好寿;第八章,刘卫华;第九章,何明勤;第十章,冉崇英、陈好寿、刘卫华、何明勤;结论,冉崇英。全书最后由冉崇英、刘卫华审定定稿。脱稿后由涂光炽、朱上庆、王中刚、杨敏之、王永法、范德廉、李兆麟对书稿进行了评审,提出了宝贵意见。

参加矿床考察研究的还有张智筠、黄美芳、王林江、雷文礼、易定蓉和研究生黄楚兴、林幼斌、刘昱等。书中图件由冉兵清绘。

本课题亦得到了中国科学院矿床地球化学开放研究实验室、有机地球化学国家重点实验室和云南省科委应用基础研究基金课题的资助。在研究工作中,中国有色金属工业总公司和地质矿产部有关队、所、矿山给予了大力协助与支持,并提供了有关地质资料。

在此,谨向对本书给予资助、支持和帮助的单位和个人表示衷心的感谢。

作者要特别感谢中国科学院学部委员、地学部主任、地球化学研究所名誉所长涂光炽教授为拙著作序和他长期以来对层铜科研工作的关心和指导。

康滇地轴地质条件复杂,地层划分不一,矿床研究难度较大,许多问题尚待进一步深入研讨,加之作者水平所限,书中缺点、错误定所难免,恳请读者多予批评指正。

昆明工学院 冉崇英

1993.1.1

目 录

序

前 言

第一章 区域地质构造背景	(1)
第一节 地层层序与沉积建造	(2)
第二节 构造格局与构造演化	(8)
第三节 裂谷旋回与铜矿分布	(9)
第二章 拉拉-大红山式火山岩型铜矿床	(19)
第一节 成矿地质背景	(19)
第二节 矿床地质	(21)
第三节 矿床地球化学	(24)
第四节 拉拉与大红山矿床对比	(34)
第五节 火山沉积变质/热水沉积成因	(37)
第三章 东川-易门式白云岩型铜矿床	(40)
第一节 地层岩相建造	(40)
第二节 矿床地质	(43)
第三节 矿床地球化学	(46)
第四节 东川与易门矿床对比	(48)
第五节 沉积成岩改造成因	(48)
第四章 烂泥坪式砂砾岩-白云岩型铜矿床	(51)
第一节 构造不整合面与基底	(51)
第二节 含矿地层岩相	(51)
第三节 矿床地质	(52)
第四节 矿床地球化学	(53)
第五节 沉积成岩改造成因	(55)
第五章 大姚-牟定式砂岩型铜矿床	(56)
第一节 地层岩相建造	(56)
第二节 矿床地质	(60)
第三节 矿床地球化学	(63)
第四节 大姚与牟定矿床对比	(70)
第五节 沉积成岩改造成因	(71)
第六章 微量元素地球化学	(72)
第一节 地层中的微量元素	(72)
第二节 矿床中的微量元素	(83)

第三节	成矿地球化学分区	(93)
第四节	稀土元素组成特征	(97)
第七章	铅、硫、锶同位素地球化学	(101)
第一节	铅同位素及源区特征	(101)
第二节	硫同位素及成硫环境	(111)
第三节	Pb-Pb等时线年龄	(115)
第四节	流体包裹体年龄及锶同位素	(118)
第八章	成矿流体地球化学	(120)
第一节	矿物包裹体特征	(120)
第二节	氢、氧、碳同位素组成与成矿流体来源	(123)
第三节	成矿流体的低温热卤水特征	(129)
第四节	成矿流体的开放体系	(134)
第九章	有机地球化学	(137)
第一节	有机质丰度	(137)
第二节	有机质存在形式、类型与铜矿化	(138)
第三节	可溶有机质	(140)
第四节	有机质参与下的模拟实验	(143)
第五节	有机质在成矿过程中的作用	(146)
第十章	矿床层楼结构机理	(149)
第一节	裂谷成矿作用	(149)
第二节	亲铜元素演化	(151)
第三节	同位素演化	(154)
第四节	成矿流体演化	(158)
第五节	有机质特征对比	(159)
第六节	矿床层楼结构机理	(160)
第七节	找矿标志与找矿方向	(163)
结 论		(164)
主要参考文献		(166)
英文摘要		(169)
图版说明和图版		(187)

第一章 区域地质构造背景

康滇地轴是我国著名的经向构造带，北起康定，南达元江，面积近 $1 \times 10^5 \text{km}^2$ 。该地轴的地质构造复杂，矿产丰富，学术观点多样。本研究范围限于南段，会理至元江地区，西以金河—程海、哀牢山断裂为界，东到小江断裂，即层控铜矿分布地带。本章重点叙述地轴南段及其盖层中层控铜矿床所在的地层层序、沉积建造、构造格局与演化、裂谷旋回与铜矿分布，即侧重于拉拉、东川、滇中诸铜矿区的区域地质构造背景(图1.1)。

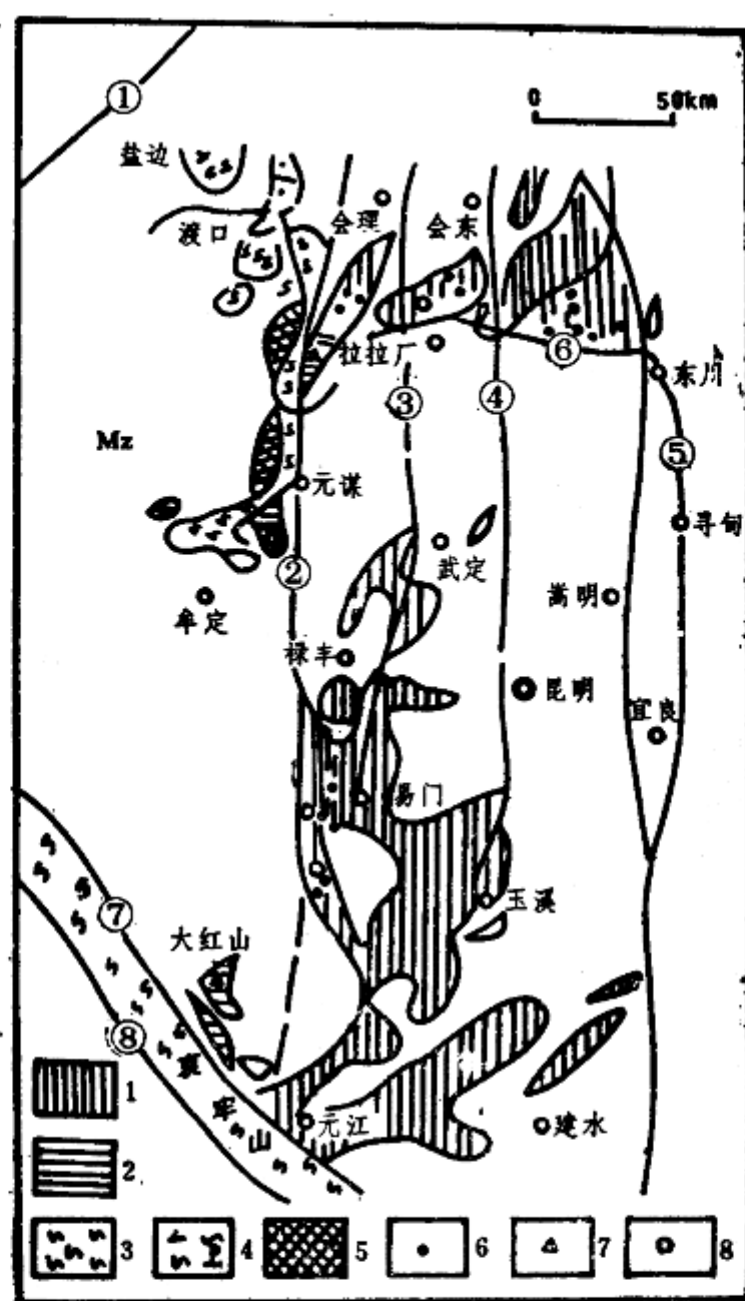


图 1.1 会理—滇中区域地质与层控铜矿分布略图
(据杨应选等, 1988图简化)

1. 中—上元古界浅变质岩系; 2. 下元古界中深变质岩系; 3. 上太古界深变质岩系; 4. 侵入太古宇之片麻状闪长岩; 5. 太古宇混合花岗岩; 6. 与陆源沉积岩有关铜矿; 7. 与火山岩或火山沉积岩有关铜矿; 8. 县、市; Mz. 中生界红层; ①金河—程海断裂; ②元谋—绿汁江断裂; ③安宁河—易门断裂; ④普渡河—滇池断裂; ⑤小江断裂; ⑥宝台厂断裂; ⑦红河断裂; ⑧哀牢山断裂

第一节 地层层序与沉积建造

一、地层层序

康滇地轴前震旦纪地层划分不一。其主要原因是地层出露连续性差，尤其亚群之间常为断层接触，而一些同位素年龄、古地磁、孢子花粉等资料可信度低、出入较大，以致长期以来对地层层序争论不休，难以统一。据我们观察，东川地区昆阳群出露完全，

表 1.1 前寒武纪地层群、组划分及对比简表

大 红 山		滇 中		东 川		元 谋		会 理				
		震旦系	灯影组	灯影组			灯影组					
			陡山沱组	陡山沱组			观音崖组					
			南沱组	南沱组			列古六组					
			澄江组	澄江组			苏雄组					
		昆阳群	上昆阳亚群				麻地组	会理群	天宝山组			
							小河口组		凤山营组			
							大营盘组		力马河组			
			中昆阳亚群	绿汁江组			青龙山组		通安组	四段		
				鹅头厂组			黑山组			三段		
				落雪组			落雪组			二段		
				因民组			因民组			一段		
			下昆阳亚群	美党组			平顶山组		小青山组			
				大龙口组			菜园弯组					
				黑山头组			望厂组					
				黄草岭组			洒海沟组					
大 红 山 群	坡头组		宜林群	阿拉松组		河口群	顶沉积变质岩段					
	肥味河组						上火山变质岩段					
	红山组						上沉积变质岩段					
	曼岗河组						下火山变质岩段					
	老厂河段						下沉积变质岩段					
哀牢山群/麻巴都组				普登组		康定群						

且层序基本连续,陈天佑¹⁾近年实测的剖面是可信的。即分昆阳群为上、中、下三个亚群,11个组。南至滇中,出露中、下亚群,北至四川,出露中、上亚群,可与东川对比。且注意到元谋—会理地区,从老到新,河口群与会理群基本连续出露。根据这些事实,以矿区所在地质队建立的剖面为基础,充分考虑到地壳的整个构造沉积发展历史,得出前寒武纪地层群、组划分及对比如表1.1。即我们采纳的方案是:大红山群与河口群和部分苴林群相当,而叠置于川、滇最古老的康定群/哀牢山群之上;昆阳群与会理对比,又上覆于大红山群/河口群;昆阳群中、下亚群并不倒转,它在滇中缺顶,会理缺底,东川齐全。会理—滇中地区综合地层见表1.2。

表 1.2 会理—滇中地区综合地层、沉积建造、构造演化与铜矿

地 层	构造运动 [同位素年龄(Ma)]	沉 积 建 造	构造层	裂谷旋回	铜矿类型
新 生 界	第四系 Q				
	上第三系 N				
	下第三系 $E_2 \sim E_1$				
中 生 界	上白垩统 K_2	四川运动 (23, 57)	红色复陆屑含盐建造	活化地台盖层	康滇 大陆裂谷 砂岩型沉积改造
	下白垩统 K_1		红色复陆屑含铜建造		
	侏罗系 J		含煤建造		
	上三叠统 T_3			地台盖层	砂砾岩-白云岩型 沉积改造
	中下三叠统 $T_1 \sim T_2$				
古 生 界	上二叠统 P_2	峨眉地裂运动 (250, 255) 加里东运动 (500—550)	大陆玄武岩建造		
	下二叠统 P_1 寒武系 C		碳酸盐建造为主, 夹陆 屑建造, 上有含煤建造, 下 有含磷建造	澄江 后造山裂谷	白云岩型沉积改造
新 元 古 界	上震旦统 Z_b		冰碛层		
	下震旦统 $Z_{a,n}$ $Z_{a,c}$	澄江运动 (720) 晋宁运动 (850)	红色磨拉石建造		
	上昆阳群 Pth_3		陆屑含铁建造含碳酸盐 与火山沉积	褶皱 基底	东川—易门 陆间拗拉槽 金沙江 陆缘海型 拗拉槽
中 元 古 界	中昆阳群 Pth_2	满银沟运动 (1000)	碳酸盐含铜建造, 下部红 色建造夹火山岩		
	下昆阳群 Pth_1	东川运动 (1200)	陆屑含铁建造, 夹火山沉 积与碳酸盐	结晶 基底	火山岩型 火山沉积变质/ 热水沉积
古 元 古 界— 太古 宇	大红山群 Ptd	小官河运动 (1750) 红山运动 (2050)	细碧角斑岩系含铜-铁 建造, 夹碳酸盐与碎屑岩		
	哀牢山群 Ara	2900—3000		盐边 绿岩型裂谷	

1) 陈天佑, 1990, 东川矿区前寒武系昆阳群层型剖面研究, 西南矿产地质, 第3期, 第28—32。

地层由下到上概述如下:

(一) 哀牢山群/康定群

哀牢山群出露于哀牢山东坡(图1.1⑦、⑧断裂间)。主要为混合岩、黑云母角闪片岩、片麻岩、变粒岩、大理岩等,其间有大量花岗岩、花岗闪长岩及基性、超基性岩贯入,局部夹麻粒岩,厚逾万米,与上覆地层普遍为不整合或假整合接触,可能存在红山运动(2 050Ma)。

底巴都组由大红山矿区之北 ZK1312 钻孔揭露,已知厚度大于 684m。上段为眼球状、斑点斑块状混合片麻岩、混合岩夹片岩;下段为眼球状、斑点斑块状及石英条带条纹状混合岩、混合片麻岩夹片岩。该组岩性组合、变质程度等与哀牢山群相似。与元谋苴林群普登组相当。

康定群出露于拉拉铜矿以西地区,系高级变质的麻粒岩相和角闪岩相。由麻粒岩、角闪岩、片麻岩、片岩和变质玄武岩、变质超基性岩组成。已获同位素年龄最大者为 2 950Ma,按二次等时线处理获 $t_1=3\ 000\text{Ma}$ (袁海华等,1985)。陈好寿等(1992)在东川落雪白云岩与硫化物中测得 Pb-Pb 等时线年龄 2 974Ma 与 2 861Ma,也反映了此结晶基底的年龄。

总之,康定群/哀牢山群应老于 2 050Ma(红山运动),可能是上太古界。

(二) 大红山群/河口群

大红山群分布于云南新平大红山、河口和元江红光农场一带。岩性中等变质、富含细碧角斑岩及以火山成因铁、铜矿为特征。钱锦和等(1990)把该群分为五个组。自下而上是:

1. 老厂河组

岩性自下而上为混合钾长石英岩、石英白云石大理岩夹碳质板岩、石榴白云片岩夹角闪片岩透镜体及石英钠长石白云岩大理岩,厚 337—1 200m。为一套滨海-浅海的海侵序列。

2. 曼岗河组

自下而上分四个岩段:一、二段以火山熔岩及火山碎屑岩为主,第三段为火山-沉积变质的绿片岩,第四段为沉积的大理岩。I 号铜铁矿体产于第三段。总厚 650m。全组为一套深海相海底火山喷发沉积建造,缺乏陆源碎屑,富含硅质条带。

3. 红山组

分三个岩段:下段变钠质熔岩,底部火山角砾岩、集块岩;中段石榴绿泥角闪片岩,上段角闪变钠质熔岩。上、下段赋存铁,中段产铁、铜矿体。总厚 880m。全组以细碧-角斑熔岩为特征,是“大红山式”铁矿产出主层位。

4. 肥味河组

为块状白云石大理岩，上段夹碳质板岩，下段含方柱石，总厚375m。

5. 坡头组

为一套浅变质的含碳质、砂泥质及碳酸盐组合建造，具复理石特征，陆源物质为主，铁铜矿化弱。总厚626m。

河口群（组）出露于会理拉拉地区，分五个组（段），自下而上是：

1. 下沉积变质岩段（ Pth_1 ）

白云石英片岩、石榴白云片岩、白云大理岩、碳质绢云千枚岩。厚度大于1105m。

2. 下火山变质岩段（ Pth_2 ）

变霏细岩、变霏细斑岩、变钠长斑岩、变粗面岩和云母钠长片岩。厚度917m。

3. 上沉积变质岩段（ Pth_3 ）

钙质白云石英片岩、石英角闪黑云片岩、白云钙质片岩夹白云片岩、变砂岩、石英大理岩，常见菱铁矿条带或透镜体。厚309—669m。

4. 上火山变质岩段（ Pth_4 ）

以变钠质火山岩为主，间夹角闪片岩、白云石英片岩、石榴黑云片岩、石英钠长片岩等，偶夹大理岩透镜体。下部 Pth_1 和 Pth_2 为主要含铜层位。厚919—1629m。

5. 顶沉积变质岩段（ Pth_5 ）

碳质板岩与石榴白云片岩夹碳质石英大理岩和碳硅质岩。厚度>280m。
本群与上覆地层为不整合接触，存在着小官河运动（1750Ma）。

（三）昆阳群/会理群

昆阳群分布于滇中及东川地区。分下、中、上三个亚群，11个组。兹以发育最全的东川矿区综合剖面自下而上叙述之¹⁾。

1. 下昆阳亚群（ Ptk_1 ）

（1）洒海沟组（ Ptk_{1s} ）

板岩，上部夹砂岩，下部夹扁豆状、瘤状灰岩及藻白云岩扁豆体。>643m。

（2）望厂组（ Ptk_{1w} ）

砂岩为主，中夹白云岩扁豆体和铁质砂板岩，厚945m。

1) 陈天佑，1990，东川矿区前寒武系昆阳群层型剖面研究，西南矿产地质，第3期，第28—32。

(3) 菜园湾组 (Ptk_{1c})

上段碳质白云岩夹板岩；中段板岩、灰岩、泥灰岩；下段灰岩，底部砾岩。厚631—1249m。

(4) 平顶山组 (Ptk_{1p})

上段板岩夹砂岩透镜体与结核状灰岩（风化后成空洞），基性火山岩；下段铁质板岩夹铁质结核与砂岩角砾。厚>468m。

在滇中相应分为：①黄草岭组（砂板岩）；②黑山头组（砂板岩为主，见砾岩，其中富良棚段出现火山角砾岩、基性熔岩与凝灰岩）；③大龙口组（以灰岩为主，富含藻叠层石）；④美党组（板岩为主，含碳酸盐岩、砂岩）。

本亚群与上覆地层为不整合（东川）或假整合接触，发生过东川运动（1200Ma）。

2. 中昆阳亚群 (Ptk_2)

在东川分因民、落雪、黑山、青龙山四个组，在滇中相应分因民、落雪、鹅头厂、绿汁江四组。在会理相当于通安组的四个段。以富含藻叠层石的白云岩为主，是“东川—易门式”铜矿产出的岩层，其次是砂板岩、角砾岩与火山岩。组、段岩性详见第三章。总厚2890—4058m。

本亚群与上亚群间发生过满银沟（小黑箐）运动（1000Ma）。

3. 上昆阳亚群 (Ptk_3)

在东川地区出露，分三组：

(1) 大营盘组

板岩夹砂岩。底部含满银沟式赤铁矿。厚3030m。

(2) 小河口组

石英岩夹板岩，上部含绿片岩状细碧岩。厚766m。

(3) 麻地组

含叠层石白云岩，灰岩、大理岩夹砂岩、板岩。厚度>2678—2708m。

在会理地区与上昆阳亚群相当的会理群上部分三组：①力马河组，千枚岩、板岩、石英岩，下部含赤铁矿层及凝灰岩、火山角砾岩与中酸性与基性火山岩；②凤山营组，条带状结晶灰岩，下部含菱铁矿层；③天宝山组，灰岩、千枚岩及中酸性火山岩、石英岩，赋存赤铁矿、菱铁矿层。

昆阳群/会理群遭受晋宁运动（850Ma）而成为康滇地轴之褶皱基底。

(四) 震旦系 (Z)

自下而上分四组：

1. 澄江组 (Z_{1c})/苏雄组 (Z_{1s})

滇中滇东澄江组以紫红色粗碎屑岩为主，为典型的陆相磨拉石建造。有中基性和中酸性火山岩层，罗茨一带中基性火山岩属碱性岩系列，并有澄江期钠闪岩侵入其中。川

西苏雄组上部为紫红色含火山物质的陆屑磨拉石建造，下部为陆相火山岩建造，火山岩以钙碱性酸性岩类——流纹岩和英安岩为主，局部为中基性火山岩。澄江组厚度>200m。澄江运动（720Ma）使本组与上覆地层呈断块接触。

2. 南沱组 (Z_n)/列古六组 (Z_l)

上部为紫色页岩，下部为冰碛层，属大陆冰川或山谷、山麓冰川沉积。

3. 陡山沱组 (Z_d)/观音崖组 (Z_g)

以碳酸盐岩为主，下部有砂岩、页岩，局部有底砾岩。厚10—42m。含“烂泥坪式”铜矿床。

4. 灯影组 (Z_{dn})

上部为硅质条带白云岩及白云岩，下部为藻白云岩，中部夹粉砂质页岩。顶部为含磷层。厚度>1000m。

震旦系—寒武系界线为连续沉积或局部假整合。

(五)古生界

古生界以碳酸盐岩为主，碎屑岩次之。晚二叠世时广泛喷溢峨眉山玄武岩，是一重要地质事件。石炭系、二叠系含煤，寒武系底部含磷。

(六)中生界

中、下三叠统在楚雄盆地中央缺失，上三叠统有煤系沉积。侏罗系—白垩系沉积红色碎屑岩。上白垩统是砂岩铜矿的主要含矿地层。

二、沉积建造

本区地层所属沉积建造见表1.2。哀牢山群/康定群混合岩化结晶基底杂岩代表了早前寒武纪（太古宙？）古陆核。大红山群/河口群中等变质的基性—碱基火山—沉积变质岩系，其火山岩为细碧—角斑岩含铜—铁建造。与之共存者有碳酸盐岩与碎屑岩建造。它们具深海火山浊流复理石沉积特征，属早元古代优地槽型沉积组合。中元古代至晚元古代早期的昆阳群浅变质岩系，其上、下亚群属陆屑含铁建造夹碳酸盐与火山沉积，中亚群主要是碳酸盐含铜建造，下部为红色建造带火山岩。下震旦统澄江组为红色磨拉石建造，南沱组为冰川建造。上震旦统 (Z_u) 至下二叠统 (P_1) 以碳酸盐建造为主，陆源碎屑建造次之，石炭系、二叠系有含煤建造，震旦系顶部与寒武系底部有含磷建造。上二叠统火山熔岩、火山碎屑岩为基性火山岩建造（或大陆玄武岩建造）。上三叠统为含煤建造。侏罗系至上白垩统江底河组元永井段为红色复陆屑含铜建造。元永井段至下第三系古新统为红色复陆屑含盐建造。

纵观上述诸多沉积建造实属本区地壳构造演化的产物与佐证。

第二节 构造格局与构造演化

一、大地构造观点

本区的大地构造属性, 40年代由黄汲清教授命名为“康滇地轴”(黄汲清, 1945)。继后, 李四光教授则称为“川滇经向构造带”(李四光, 1973)。60—70年代, 张文佑、李春昱教授又称为“康滇台背斜”(中国科学院地质研究所, 1958)。70年代后期至80年代初, 又相继提出了前震旦纪“板块缝合线”、“攀西裂谷体系”等论点(杨应选等, 1988)。1980年, 陈国达(1977)教授划为“川滇地洼系”。近年, 陈智梁等(1987)又称之为“扬子地块西部边缘构造带”。学术观点的多样化从一个侧面反映了本区地质构造的复杂性和独特性及其矿产潜力与研究意义和难度。的确如此, 本区正处于西部特提斯构造域和东部太平洋构造域接壤地带, 也是中国东部稳定地台区与西部地槽活动带的交接部位, 具有构造叠合区和构造干扰区的复成构造区特征, 难以用现有的各种单一的大地构造发展模式加以概括(杨应选等, 1988)。下面我们讨论本区之构造格局与构造演化。

二、经、纬向构造格局

晚太古代—早元古代是本区近东西向(纬向)构造的主要发育时期。反映在区域地质图(图1.1)和矿区地质图(图2.1)上, 大红山群、荇林群、河口群、盐边群的地层褶皱轴向均近东西走向; 一些东西向的断裂也多为后来的南北向断裂所限制或错断。最古老的火山强烈活动带(优地槽带)及其残留包体亦呈东西向分布, 正好与东西向前寒武纪古扬子海槽西延走向一致。此外, 杨应选等(1988)、晏贤富(1981)还列举了变质带(盐边)与地壳等厚线(滇中)近东西向分布等论据。

本区经向构造在区域地质图(图1.1)上极其明显。自东而西, 有⑤小江断裂、④普渡河—滇池断裂、③安宁河—易门断裂、②元谋—绿汁江断裂。②、③断裂控制 Pt_k_2 , ③、④断裂控制 Pt_k_1 , ②、⑤断裂控制整个 Pt_k 的沉积。东川矿区之落因黄草岭褶皱破碎带与拖布卡向斜(图3.2)和易门矿区之褶皱与断裂带亦近乎南北走向(图3.4)。看来, 本区经向构造发育于中元古代中昆阳亚群和会理群之通安组, 而在其后又有多次继承性活动。

因此, 在东川运动至满银沟运动演化时期(1200—1000Ma)和红山运动至东川运动演化时期(2050—1200Ma), 本区总体构造格局是经纬交错。由于扭动也伴有北东向(如①金河—程海断裂)和北西向构造(如⑦红河断裂和⑧哀牢山断裂和哀牢山变质带)。

三、四层楼构造演化

在上一节地层层序中我们已叙述了本区发生过多次构造运动: 晚太古代—早元古代