

# 第一章 绪论

扬子地台西南缘在大地构造位置上处于冈瓦纳古陆与劳亚古陆的过渡地带。西临西南三江褶皱带，南临华南褶皱带。该区曾发生过多次泛大陆解体、离移、拼接和镶嵌，同时经历了多期多阶段构造-岩浆活动及变质变形作用。在地理地貌、地质构造、地球物理、地球化学等方面，均表现为显著的分界线或梯度带。因此，该区历来为地学界所瞩目的构造单元和重要的成矿带。

## 第一节 区域地质背景及矿产资源概况

扬子地台西南缘包括四川西南部、云南东北部及贵州西部，大体沿个旧西-大理（金沙江-红河断裂）、丽江-木里-石棉（小金河断裂）、邛崃-昭通-六盘水-安顺西（宝兴-宜宾-紫云断裂）和兴义-开远（师宗-弥勒断裂）为界的菱形区。地理坐标：东经  $99^{\circ}08'24'' \sim 105^{\circ}57'36''$ ，北纬  $23^{\circ}10'48'' \sim 29^{\circ}11'24''$ ，面积约  $230000\text{km}^2$ （图 1-1-1）。

### 一、地质背景

#### 1. 大地构造演化

扬子地台西南缘的演化可概括为经前震旦系基底形成后，继而转化为震旦纪-三叠纪被动大陆边缘阶段，以后卷入中生代碰撞造山过程，最终在新生代发生陆内造山作用形成造山带。根据其演化特征，以金河-箐河断裂带和小江断裂带为界，研究区可进一步划分为盐源-丽江台缘拗陷、康滇地轴（也称川滇台背斜）和滇东-黔西台褶带 3 个 II 级构造单元。

扬子地台西南缘基底为 3 层式结构。古元古界（可能含有新太古界）康定群、大红山群、苴林群、河口群构成结晶基底；中元古界昆阳群、会理群、盐边群构成褶皱基底；新元古界及以后地层构成盖层。

#### 2. 地层

区内地层发育完整。新太古界-古元古界康定群为一套古老变质岩系，其下部为中基性火山岩建造，中部为酸性火山碎屑岩，上部为复理石建造，垂向上表现出一个巨大的火山-沉积旋回，与加拿大阿比提比绿岩带层序一致。古元古界（也有人认为属中元古早期）大红山群（河口群）主要为细碧角斑岩建造。中元古代地层在东西部有一定的差异，西部盐边群存在海底火山喷发形成的蛇绿岩套，中东部昆阳群、会理群为一套巨厚的碳酸盐岩与细碎屑岩（含钠质火山岩）组成的复理石建造。震旦系下部为粗粒碎屑岩和酸性火山岩，上部以细碎屑岩为主，顶部为碳酸盐岩。古生代地层主要分布在西部盐源-丽江拗陷区及东部六盘水地区。寒武系以含泥质的细碎屑岩为主，夹有碳酸盐岩沉积。奥陶系以



潮，延续至三叠纪。

燕山晚期至喜马拉雅期构造—岩浆活动又趋强烈，主要表现为富碱侵入岩类的形成，以富碱斑岩为主，其次为煌斑岩等基性脉岩。

#### 4. 裂谷构造及陆内造山作用

该区除新太古界—古元古界结晶基底构造线呈东西向展布外，中元古界以来的褶皱基底和盖层构造均以南北向为主。

该区从古元古界以来，曾发生多次南北裂谷叠加。前人研究认为康定群可能是裂谷环境下形成的；古元古界大红山群（河口群）主要为细碧角斑岩建造，代表优地槽环境；中元古界昆阳群、盐边群、会理群也是裂谷环境下形成的。古生代再次发育了攀西裂谷，形成峨眉山玄武岩系。伴随裂谷活动，形成巨大的南北向断裂带。川滇南北向构造带是该区影响范围最广、规模最大、活动最强烈，演化历史最长的构造体系，控制了该区沉积作用、岩浆作用、变质作用及成矿作用的发生和发展。

值得一提的是，该区在燕山晚期至喜马拉雅期，经历了强烈的陆内造山作用，特别是西部边缘尤为强烈。小金河断裂以西和金河—菁河断裂以东的盐源—丽江地区为前陆逆冲—推覆带。本期陆内造山作用除伴随强烈的岩浆活动外，还在该区形成了近北向的巨型脆—脆性剪切带，引起又一次重要的成矿作用，且在该区成矿演化过程中，明显表现出“大器晚成”的特征。

#### 5. 变质作用

该区变质作用异常复杂，除前震旦纪强烈的区域变质作用外，晚古生代与峨眉火成岩省有关的热接触变质作用和喜马拉雅期动力变质作用非常强烈，且多种变质作用常叠加在一起，给原岩恢复、地层对比、地质演化历史的研究带来了很大的困难。也正由于这一原因，造成对该区前震旦系的研究观点众说纷纭。通过区分不同的变质作用，重塑该区前震旦纪的地质环境及演化历史是本项研究的重要内容之一。

## 二、矿产资源概况

研究区地质构造复杂，沉积作用、岩浆作用、变质作用发育，为丰富矿产资源的形成提供了有利条件。

### 1. 沉积矿产

古元古界主要为已变质的钠质火山岩建造或含细碧—角斑岩建造的火山—沉积型建造、复理石建造及碳酸盐岩建造，如大红山群、河口群中赋存大红山和拉拉铜铁矿床。其成矿机理为：由于当时火山活动强烈，从地下深处带来大量铁铜等有用组分，于水下喷发，并伴随水中有用组分在还原条件下被有机质吸附而与火山岩一起沉积铁铜矿床。

中元古界昆阳群中的铁铜矿形成，主要与滇中隆起为滇东沉积盆地的沉积补偿提供物质来源有关，如赋存于碳酸盐岩建造中的东川铜矿。

上震旦统顶部及下寒武统底部的磷矿是云南又一主要沉积矿产赋矿层位，其成矿与晋宁和澄江运动造成的隆起与拗陷相间排列，分割了当时的广阔海域，从而导致闭塞环境有关。

泥盆纪铁矿的形成机制与磷矿相似，不同点在于铁矿的形成发生在海进初期（中泥盆世）；磷矿的形成发生在海进旋回的中期（即高潮期）。

锰矿的形成基本集中在泥盆纪和三叠纪，一般形成于隆起边缘的斜坡地带或较深的闭塞海湾或深水海槽中。

二叠系煤矿主要集中在扬子地台内，二叠纪大规模基性岩浆喷发活动，一方面造成大量岩浆充塞水域，形成陆相或滨海沼泽环境，为滇东地区陆相宣威组煤层的形成创造了条件，在某些海相地层也有质量不好的煤层；另一方面，一些玄武岩曾暴露地表，经风化造成铁、铝富集，形成了宣威组底部赋存的铁矿和铝土矿；再者，在由玄武岩喷发造成的滨海沼泽环境中，由于火山喷发带来铜等有用组分，于有机质沉积的同时，被吸附而成含铜页岩及含铜泥质灰岩，形成了该区发育极好的火山沉积型铜矿。

三叠系煤矿主要分布在川滇台背斜上，赋存于山前或山间盆地内的磨拉石建造中，主要与大区域内发生的印支晚期褶皱造山运动有关。

侏罗系和白垩系在滇中及滇西广大地区有规模较大的砂岩型铜矿，赋存于红色碎屑岩建造中。这种铜矿多发生在氧化环境与还原环境的过渡地带，局部可能叠加热液活动。

石盐、石膏、钾盐主要集中在古新统的勐野井组和云龙组中，其次在中侏罗统和平乡组、花开左组、柳湾组中。其形成主要与燕山晚期构造运动形成区域整体挤压抬升有关，同时也与气候干燥炎热、蒸发量远远大于盆地补给水量有关。

## 2. 内生矿产

内生矿产的形成与区域地质构造的形成和发展密切相关。构造作用一方面造就和提供了有利的容矿空间，同时又作为成岩成矿作用的驱动力，促进岩浆作用、变质作用对有用组分的迁移并富集成矿。该区内生矿产按构造旋回由老到新主要有：

(1) 扬子旋回：发生于晋宁期的与酸性岩浆侵入有关的高温钨锡成矿作用，其外围也常见有中低温金属矿化。

(2) 华力西—印支旋回：是一个完整的构造—岩浆旋回，发育与基性—超基性岩浆有关的铜、镍、铂、铬矿化以及与中酸性岩浆有关的锡、铅、锌、银、金等矿化。

(3) 燕山旋回：主要产出与强烈酸性岩浆侵入活动形成的 S 型花岗岩有关的 W、Sn、Bi、Mo、Cu、Pb、Zn、Ag 及稀有、稀土等矿化。

(4) 喜马拉雅旋回：以形成小型花岗斑岩和正长斑岩、碱性岩等侵入体为主，发生了普遍的 Cu、Pb、Zn、Sn、Au、Ag、Bi、Mo 等多金属矿化，形成了较大规模的 Pb、Zn、Ag 矿（如姚安铅—银矿和鹤庆北衙铅—金矿以及祥云马厂箐斑岩铜—钼—金矿。值得注意的是，特大型兰坪金顶铅—锌—银矿，尽管可能存在一定的矿源层，但矿床受一组近东西向的逆冲—推覆断裂的控制，推覆构造由下白垩统虎头寺组及古新统云龙组构成。显然，控矿构造应形成在喜马拉雅期，成矿物质和流体的来源与深部地质作用关系密切。云南复杂的构造和丰富的矿产与特提斯的演化和控制作用密切相关。

从岩浆的成矿作用与演化关系看：在滇东基底岩系中的火山岩具大洋拉斑玄武岩特征，有 Fe—Cu 成矿作用，构成细碧岩有关的成矿系列；在盖层中的火山岩则演化为大陆拉斑玄武岩，相应的成矿作用则是出现热液成矿系列的 Cu 和玛瑙；新生代的火山岩向碱性碧玄武岩演化，尚未发现成矿。在相对宁静或活动边缘地带构造环境中的镁铁—超镁铁岩均有 Cu、Ni、Pt 的成矿；在金沙江—哀牢山超深断裂带上有铬铁矿、硅酸镍矿和金矿的产出。

燕山期以前具有 S 型特征的花岗岩，成熟度较高，常有钨锡多金属成矿；燕山晚期到喜马拉雅期，具 I 型特征的混源型花岗斑岩类有 Cu、Mo 成矿；到喜马拉雅期富碱斑岩增

多, 多有 Pb、Zn、Au、Ag 等多金属成矿系列, 但“多见星星, 不见月亮”。然而, 据现今成矿理论, 与中生代构造—岩浆—流体活动有关的成矿作用具有很大的找矿潜力。

## 第二节 研究区的研究程度

多年来, 经过地质工作者大量的地质调查及科技攻关, 在研究区取得了一大批重要科研成果。该区矿产地质与成矿规律的代表性研究成果主要有:

(1) 1976~1980 年, 成都地质学院竺国强等完成了地质部科技发展项目: 西昌滇中地区前寒武纪变质铁矿富集规律与找矿方向、找矿方法研究, 指出前寒武纪变质铁矿的形成机制为: 元古宇多次火山喷发均形成了火山沉积变质型铁矿, 而后常被热液交代叠加而成富铁矿; 富铁矿形成后又经机械风化搬运在就近地区的古地形低洼处堆积或沉积下来而形成沉积型铁矿或沉积变质型铁矿。显然, 两类铁矿相伴而生。

(2) 1981~1985 年由地质矿产部成都地质矿产研究所组织科研队伍完成了“六五”期间地质矿产部下发的“西昌—滇中地区地质构造特征及其对铁铜等矿产的控制关系”重点研究项目, 取得了系列研究成果, 其中与矿产有关的成果有: ① 沈苏等, 西昌—滇中地区主要矿产成矿规律及找矿方向; 杨应选等, 西昌—滇中地区前寒武系层控铜矿; 姚家栋等, 西昌—滇中地区磁铁矿特征及其矿床成因。

以上成果较系统地研究了该区主要矿产的成矿规律, 总体认为: 区内各种矿产是地壳演化过程中不同阶段的产物, 成矿是在浅部构造与深部构造紧密结合下, 在岩浆活动、变质作用和沉积作用的综合地质作用下形成的, 具多元成矿特点, 受特定的构造环境控制而形成不同类型的矿床。

例如: 前寒武系层控铜矿中, 陆源沉积岩建造以东川式和黎溪式铜矿为代表; 富钠火山—沉积变质建造以大红山和拉拉铜矿为代表; 火山沉积—黑色页岩—碳酸盐岩建造以易门式的狮山型和凤山型层状铜矿为代表。这些层控铜矿的成矿作用具有多阶段、多方式和长期性, 是同生沉积和后生改造叠加的产物; 岩浆硫化铜(铂)镍矿床则经过岩浆深源熔离、矿浆分熔、岩浆同化—混染溶离和岩浆就地结晶熔离 4 种成矿作用方式, 并具有岩浆期、矿浆期和热液期多阶段特点。

谭凯旋(1998)运用非线性理论研究了我南方中生代沉积盆地中砂岩铜矿的开放和非平衡的非线性复杂地球化学系统, 结合矿床基础地质研究, 认为砂岩铜矿主要分布在一些规模较大的地洼裂谷盆地或地洼断陷盆地中, 与盆地内深大断裂密切相关, 成矿过程中通过不同来源流体流动化学反应的非线性耦合与反馈引起矿质在有利容矿部位沉淀富集。

(3) 1986~1990 年, 由栾世伟、胡正纲负责的“七五”国家科技攻关项目: “康定—攀枝花地区金矿化规律及预测”, 在对本区金矿的时空分布规律和含矿地层的含金背景研究基础上, 指出前震旦系康定群和会理群以及中三叠统盐塘组是最重要的矿源层, 在此基础上, 本区特有的地质构造条件, 强烈的岩浆活动和变质作用, 使金反复活化迁移, 在有利的容矿部位成矿, 而其中前震旦纪和中生代是本区重要的金成矿期, 也是最重要的赋矿层位所在。金矿的分布严格受构造控制, 几乎都与构造变动的叠加作用密切相关, 且主要发生在中、晚期脆性破裂阶段。

(4) 川滇黔铅锌矿带的主要矿床代表有四川盐边龙塘铅锌矿、四川会理—会东铅锌矿、云南会泽铅锌矿和黔西铅锌矿。沈苏等(1988)研究认为,这些铅锌矿床经历了多期多阶段的成矿作用,具有复源多因的成矿特点。震旦纪至石炭纪,受生长断裂控制的藻坪以及沙坝后面的局限水体,为沉积成矿的有利环境;海西晚期,随着陆壳的拉张作用,大量玄武岩浆沿断裂上升喷发,在壳层内形成了倒流渗透带,促进了铅锌元素的活化富集;印支期至燕山期压扭性构造运动使铅锌矿再次受到改造并沿有利构造部位富集成矿。

徐旃章等(1993)研究认为,龙塘铅锌矿成矿作用大致可归纳为3个过程,即:沉积、成岩期经海解作用、生物和生物化学作用使成矿物质初步富集形成矿源层;后生改造期经渗滤作用,对流循环及倒流渗透作用、构造变形作用、热流充填交代作用和藻类生物作用使成矿物质活化、迁移与再富集,形成工业富矿体;次生氧化期经构造破坏与风化剥蚀作用以及次生淋滤与氧化作用,形成部分氧化矿。但以前2种成矿作用为主。

(5) 侯宗林等(1997)全面系统地总结并综合分析了扬子地台周边锰矿地质特征和成矿规律,代表了当前锰矿地质的研究水平,主要表现为:

在国外,锰矿石来源于为数甚少但规模巨大的矿床,如南非、印度与黑海地区。前二者系下元古界沉积变质锰矿床经后期风化富集而成,后者所包括的奇亚图尔、尼可波尔等矿床则多属第三纪形成,此即所谓一老一新的锰矿形成时期。我国地质工作者在上元古界、古生界和下中生界中填补了世界成锰时代、成锰环境的空白,进而全面总结和综合分析了国内外锰矿研究成果,提出:被动大陆边缘裂谷盆地是锰矿形成的有利地带,成矿物质多为内源外生,弱还原、弱碱性、欠补偿、低能、低速率环境是形成优质锰矿的主要条件。这对锰矿地质和矿床成因研究是一个重要推动。

(6) 1991~1995年,由四川省地质矿产局骆耀南等完成了地质矿产部“八五”科技攻关项目:“扬子地台西缘有色金属成矿地质条件及远景预测”。该项目首次明确提出扬子地台西缘实际是一条新生代的陆内造山带,即龙门山—锦屏山造山带陆块对挤机制和上冲下楔模式的新概念,强调新生代岩浆活动具有完整旋回,成功预测并快速找到和评价了盐源西范坪等五处大中型矿床,指出穹窿状变形变质体、韧性剪切带和喜马拉雅期岩浆作用旋回,应是新生代陆内造山过程的最终产物,同时构成重要的成矿地质条件,并证明康定至冕宁存在巨型的韧性剪切带,它既是金矿的控矿—赋矿构造,又是金矿的重要成矿机制,进而提出本区成矿作用具有“大器晚成”的新见解,为本区深入开展地质找矿提供了新思路。

在该项目研究基础上,他们进一步提出的“喜马拉雅构造—岩浆—成矿作用的重要性”研究设想被列入国家“九五”重点基础研究发展规划和“九五”地质矿产部重点项目:中国喜马拉雅期内生成矿作用的重要特点、成矿条件、成矿系列及成矿研究。

我国著名的矿床地质学家陈毓川(1999)认为,扬子地台西南缘内的铜、金、银、铅、锌、锰等矿种有很大的找矿潜力。随着矿产勘查工作的开展,寻找大中型矿床,特别是特大型矿床是当前找矿的主攻方向。

(7) 1996~1999年,中国科学院与云南省“九五”合作科技攻关项目:“滇西三江地区新生代陆内变形、岩浆活动和成矿作用”,结合中国科学院“九五”资源与生态环境研究重大项目下属专题:“富碱斑岩型金矿成矿机理研究”,在中国科学院地球化学研究所和云南省地质科学研究所通力合作下,基本查明了新生代主要走滑断裂系活动的性质、特

征；较系统地研究了火山岩系、火山机构和时代归属；根据在富碱斑岩中新发现的幔源包体，深入研究和探讨了富碱斑岩成矿的地球化学机制；通过地壳结构与深部物质的模拟实验研究，发现哀牢山变质岩的成分代表了区域地壳或下地壳上部的成分；在此基础上，探讨了走滑断裂、富碱斑岩与新生代金属成矿的关系，发现并圈定了 6 个新的找矿靶区，并通过现场初查都发现有一定规模的工业矿体；总结了寻找铜金的地质地球化学标志。

该项目在成矿规律和成矿机理研究上的新认识有以下 4 点：

(1) 研究和发现了云南鹤庆六合村富碱斑岩中深源包体岩石类型中存在上地幔超镁铁质岩石，进而研究和发现超镁铁质包体岩石中的地幔流体交代作用特征，为研究深部地质作用，揭示富碱岩浆的起源和演化及其与成矿的关系提供了直接示踪信息。

(2) 首次在超镁铁质包体岩石中发现富钠微晶玻璃体，并确认其来源于上地幔流体，为研究地幔流体交代作用提供了直接依据。

(3) 测定了地幔流体交代矿物的 K - Ar 年龄和富碱斑岩型矿床中原生成矿硅化石英的 ESR 年龄，揭示了地幔交代作用、富碱岩浆、构造、成岩和成矿等之间的耦合关系，发现富碱斑岩的成岩与成矿是基本同时的，深部地质作用与深大断裂导矿和控矿的有机联系是制约本区新生代成矿作用的内在机制。

(4) 在综合研究基础上，提出了富碱斑岩成岩成矿的地球化学和动力学机制，认为深部地质作用与深大断裂的有机联系是本区新生代广泛成矿的必要条件，是统一的内在制约因素，而通过地幔流体交代作用实现的深部与浅部地质作用结合并导致深源与浅源矿质和矿化剂的叠加则是新生代形成大型、超大型矿床的充分条件；两者的分离或不同程度的结合造成该区新生代复杂多变的成矿现象。

自 1999 年以来，由中国地质调查局组织实施的新一轮国土资源大调查中，在该区开展了 1:5 万、1:25 万区域地质调查，以及有色、贵金属资源评价等多项工作。运用新的成矿理论，在涉及该区的攀西地区、滇东北及黔西北地区实现了找矿新突破。如川滇黔交界区铅锌银多金属矿、黔西北与玄武岩有关的金矿、攀西地区铂族元素矿床以及优质锰矿等勘查评价取得了重大进展。特别是滇东北 - 黔西北玄武岩型氧化铜 - 自然铜矿床和东川拖布卡金矿床的发现，为在广布于西南地区的峨眉山玄武岩中寻找富铜矿以及在古老基底变质岩中寻找受剪切带控制的金矿带来了新的希望和前景。云南会泽铅锌矿深部找矿的巨大突破，为在川滇黔交界区的铅锌银多金属矿集区深部找矿工作指明了方向。

### 第三节 主要成果

本书著者于 2001 ~ 2003 年，在中国地质调查局重要成矿区（带）综合研究项目（200110200046）（扬子地台西南缘成矿规律及找矿方向综合研究）和教育部重点项目（峨眉火成岩省成矿效应及找矿方向研究）等课题联合资助下，较深入地研究了扬子地台西南缘与成矿有关的重大地质问题，系统地总结了区域成矿规律，并进行了成矿预测，指出了今后的找矿方向。取得了以下主要成果：

(1) 建立了扬子地台西南缘 1:25 万地理底图数据库、1:100 万地质图数据库、1:100 万矿产地数据库、1:100 万化探数据库、1:100 万重力数据库和遥感数据库以及工作程度数据库等。

(2) 编制了扬子地台西南缘 1:100 万地质矿产图、地球化学图、遥感解译图、重力图、成矿预测图、工作程度图、工作部署图等数字化基础性综合图件。

(3) 在对区内已有的地、物、化、遥及矿产资料进行全面收集整理和分析研究基础上, 结合大量的野外实际调查和室内分析测试工作, 较深入地研究了区内与成矿有关的重大地质问题, 提出了新的思路和新的观点, 对基础地质理论和成矿规律有了全面和深入的认识。

(4) 系统论述了峨眉火成岩省的组成、结构、空间形态、岩石化学、地球化学特征, 特别是与区内 Au、Cu、Pb、Zn、Ag、Pt、Pd 等成矿的关系, 建立了峨眉火成岩省的成矿系统和成矿系列, 指出了今后的找矿方向和有利靶区。

(5) 运用地幔流体交代的现代最新成矿理论, 系统研究了滇西地区富碱斑岩及其深源包体的岩相学、矿物学 and 同位素地球化学, 结合包体岩石中的富钠微晶玻璃体和富碱斑岩型典型矿床成因分析, 深入论证了深部过程地球化学机理, 进而提出了地幔流体交代作用对已形成岩石和矿床的蚀变改造和叠加成矿机制及其相应产生的低温系列成矿效应, 是滇西新生代与富碱岩浆有关的大规模成岩成矿的深部同一制约因素, 是该区发育大规模成矿物质聚集的重要地球化学背景。这一认识进一步发展和深化了矿床成因理论, 为研究和探讨大型和超大型矿床形成的深部地球动力学机制提供了新的思路。

(6) 深入研究了区内喜马拉雅期地幔流体与大型剪切带耦合以及构造、岩浆活动与深部壳幔结构的耦合对成矿的控制, 探讨了裂谷叠加和热水沉积作用与成矿的关系, 为分析成矿规律, 进行成矿预测奠定了基础。

(7) 叠加褶皱及其对成矿的控制作用。在构造作用与成矿方面, 重点研究了黔西南地区叠加褶皱的发育特征、叠加褶皱类型、叠加褶皱露头干涉型式、褶皱序列和形成时代以及叠加褶皱对成矿的控制作用。认为叠加褶皱控矿的实质是穹窿或短轴背斜为弱变形域, 常形成构造圈闭, 矿液易于穹窿顶部聚集。另外, 受多期次褶皱叠加影响, 常常产生多期次具容矿性质的断裂及层间滑脱(动)构造, 为成矿提供了有利条件。

(8) 通过地质、地球物理、地球化学和遥感等综合研究, 基本查明了区内主要矿产的成矿规律, 明确了扬子地台西南缘主攻矿种为 Au、Cu、Pb、Zn、Ag、Pt、Pd、Mn。

(9) 通过综合分析和研究, 明确了扬子地台西南缘主攻矿床类型及找矿方向: 金矿: 主攻老基底中与大型剪切带有关的金矿; 黔西北及滇东北与峨眉山玄武岩有关的低温热液型金矿和红土型金矿; 与喜马拉雅期富碱斑岩体和煌斑岩、辉绿岩有关的热液型金矿; 铜矿: 主攻滇东北、黔西北与峨眉山玄武岩有关的难识别的氧化铜-自然铜矿床, 并特别重视古火山口和深大断裂带对铜成矿的控制; 铅、锌矿: 主攻川滇黔交界处的热液型或热液改造型富铅锌矿床, 并特别重视已有矿床的深部找矿; 铂矿: 除重视在岩体内找矿外, 应特别重视岩体外热液型铂矿及在前寒武纪基底岩石中寻找铂矿床。

(10) 在上述研究基础上, 对区内成矿远景区及找矿靶区进行了科学预测: ①金矿: A 类远景区有木里远景区、盐源-盐边-永胜远景区、拖布卡远景区、盘县远景区和兴义远景区, B 类远景区有寻甸远景区和玉溪-石屏远景区; 铅锌矿: A 类远景区有金阳远景区、赫章-昭通远景区、会泽远景区、晴隆远景区和通海远景区; 铜矿: A 类远景区有宣威远景区和鲁甸远景区, B 类远景区有威宁-六盘水远景区和坪地远景区。

本专著共分六章, 各章编写分工是: 第一章, 刘家铎、张成江; 第二章, 刘显凡、吴

德超；第三章，李佑国、吴德超；第四章，刘家铎、张成江；第五章，张成江、刘显凡、李佑国；第六章，阳正熙。由刘家铎、张成江统一修改定稿。

参加研究工作的还有四川省地质调查院张建东，云南省地质矿产勘查开发局第一地质大队郑玉清，贵州省地质调查院罗孝桓等。在研究工作中，得到四川省地质矿产勘查开发局骆耀南教授级高级工程师，成都理工大学金景福教授、蔡学林教授，云南省地质调查院李文昌教授级高级工程师，贵州省地质矿产勘查开发局刘纘锋教授级高级工程师，中国地质调查局成都地质调查中心丁俊研究员等的大力支持和帮助，在此表示真诚的感谢。

## 第二章 区域地质特征

### 第一节 大地构造位置

扬子地台西南缘北东侧以沿邛崃—昭通—六盘水—安顺西延的宝兴—宜宾—紫云—垭都断裂为界，北西与松潘—甘孜褶皱带接壤，西南侧以西南三江褶皱带为界，东南侧与华南褶皱带紧邻（图 2-1-1）。该区曾发生过多期泛大陆解体、离移、拼接和镶嵌，同时经历了多期多阶段构造—岩浆活动及变质变形作用。区内构造复杂，变质程度高低参差，岩浆活动新老兼具，矿产分布成带、成群。在地理地貌、地质构造、地球物理、地球化学方面，均表现为显著的分界线或梯度带。因此，该区历来被地学界视为一个瞩目的构造单元和重要的成矿带。

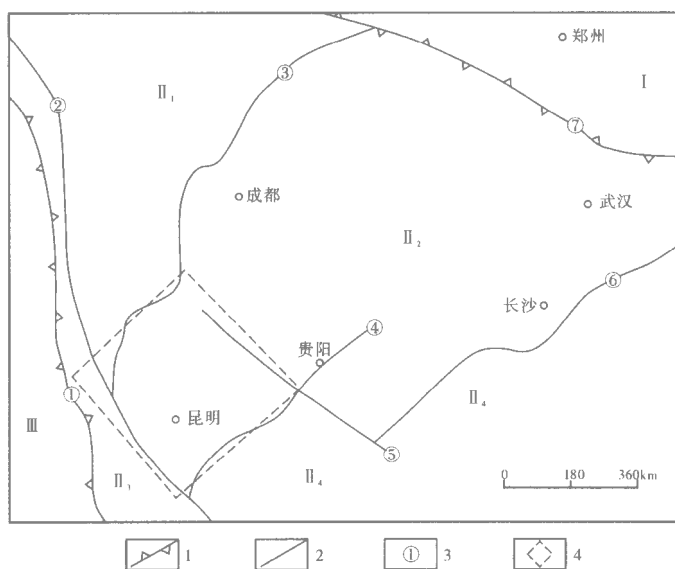


图 2-1-1 扬子地台西南缘大地构造位置图

1—一级构造单元界线；2—二级构造单元界线；3—断裂带及编号；4—研究区范围

I—华北板块；II—华南板块；II<sub>1</sub>—松潘—甘孜褶皱带；II<sub>2</sub>—扬子地台；

II<sub>3</sub>—西南三江褶皱带；II<sub>4</sub>—南华活动带；III—印支板块

## 第二节 地 层

区内地层基本发育完整，有元古宇、古生界、中生界和新生界，最老地层是古元古界康定群，最新地层是第四系。根据四川省和云南省区调资料（1991, 1990）综合，将该区地层发育特征归纳如下。

### 一、古元古界

以康定群为典型代表，北起四川康定，经石棉、冕宁、西昌、盐边、攀枝花，直至云南元谋、大红山等地，呈南北向狭长带状分布，主要构成扬子地台西南缘的结晶基底。经泸定—康定一带实测地质剖面研究（栾世伟等，1990），可将康定群分为 3 个组，相应划分为 3 个喷发—沉积旋回，旋回之下再分亚旋回，亚旋回可包含数个基性—酸性变质火山岩韵律。康定群现今为一套古老变质岩系，其变质原岩所表现的火山喷发沉积旋回为：下部为中基性火山岩建造，中部为中酸性火山碎屑岩，上部为复理石建造；其旋回与加拿大阿比提比绿岩带层序一致。具体层序如表 2-2-1 所示。

近年朱炳泉等（2000）提出，大红山群和哀牢山岩群的形成时代应为中元古代，其层位应与昆阳群相当，它们均位于印支—扬子板块结合边缘的同位素地球化学急变带附近，而昆阳群偏于扬子板块一侧，大红山群和哀牢山岩群偏于印支板块一侧。

### 二、中元古界

呈浅变质岩系主要分布在盐边、会理、德昌、泸沽、峨边、宁南一带，分别被命名为盐边群、会理群、登相营群、峨边群和昆阳群等，主要构成扬子地台西南缘的褶皱基底。

#### 1. 盐边群

厚度大于 6730m，由下至上可分为 3 段：

第一段厚约 1480m，主要为一套具气孔、杏仁和枕状构造的变质玄武岩，夹板状硅质岩（碧玉岩）、绢云母片岩、条带状千枚岩和少量玄武质火山角砾岩；第二段厚约 3980m，主要为一套含有植物碎片和古孢子的炭质绢云板岩、硅质板岩，夹变质长石岩屑砂岩、变质长石粉砂岩、砂质板岩和少量变质凝灰质细砾岩；第三段厚约 1270m，主要为一套绿—深灰色绢云板岩、白云质板岩，夹炭质板岩、砂质板岩和少量白云质灰岩互层。

#### 2. 会理群

厚约 16380~25086m，主要为一套巨厚的碳酸盐岩与细碎屑岩（含钠质火山岩）组成的复理石建造，可分河口组、通安组、力马河组、风山营组、天宝山组。由下至上表现为：

(1) 河口组主要为一套细碧角斑岩、白云石英片岩夹绢云炭质片岩、黑云角闪片岩和钙质片岩，其中细碧角斑岩为重要的含铜铁层位。

(2) 通安组主要为一套灰黑色炭质绢云母千枚岩及板岩与变质长石石英砂岩和云母片岩互层，夹含砾硬砂岩和粉砂质板岩，以及少量泥质白云岩、白云质灰岩、凝灰质砾岩、变质砂岩、炭质板岩、石英岩及泥晶灰岩透镜体等，其中有少量赤铁矿和铜矿夹层。

表 2-2-1 康定群变质火山喷发 - 沉积旋回示意图

| 群   | 组                        | 剖面层号                                   | 岩 性                             | 厚度/m            | 亚旋回             | 旋回      |
|-----|--------------------------|--|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------|
| 盐边群 |                          |  | 钙质片岩和绢云千枚岩, 细晶大理岩<br>绢云片岩夹变质流纹岩 | > 1800          |                 |         |
| 康定群 | 下索子组                     | 39                                     | 浅粒岩夹变质砂砾岩                       | 1476.70         | II <sub>2</sub> | III     |
|     |                          | 40                                     | 浅粒岩夹变质基性岩                       | 1072.31         |                 |         |
|     |                          | 42                                     | 浅粒岩                             |                 |                 |         |
|     |                          | 44                                     | 变质基性岩                           | 866.01          |                 |         |
|     |                          | 43                                     | 浅粒岩夹变质基性岩                       |                 |                 |         |
|     |                          | 38                                     | 斜长角闪岩                           | 1201.01         |                 |         |
|     | 37                       | 黑云二长浅粒岩、斜长角闪岩                          |                                 |                 |                 |         |
|     | 35                       | 斜长角闪岩、奥长均质混合岩                          | 506.75                          | II <sub>1</sub> | II              |         |
|     | 舍联组                      | 36                                     | 斜长角闪岩、二长浅粒岩                     |                 |                 | 486.17  |
|     |                          | 33                                     |                                 |                 |                 |         |
|     |                          | 32                                     | 花岗质混合岩<br>角砾状混合岩、角闪斜长混合片麻岩      |                 |                 | 700.65  |
|     |                          | 31                                     |                                 |                 |                 |         |
|     |                          | 31                                     | 花岗质混合岩<br>角砾状混合岩、斜长角闪岩          |                 |                 | 243.08  |
|     |                          | 30                                     |                                 | 554.17          |                 |         |
|     | 29                       | 顶部细粒角闪片岩                               | 711.84                          |                 |                 |         |
|     | 28                       | 斜长角闪岩                                  |                                 |                 |                 |         |
|     | 27                       | 角闪斜长混合片麻岩                              |                                 |                 |                 |         |
|     | 26                       | 顶部二长浅粒岩、黑云奥长均质混合岩, 中下部为斜长角闪岩为主, 夹黑云变粒岩 | 1547.02                         | II <sub>1</sub> | II              |         |
| 25  | 条带状和角砾状混合岩               | 663.89                                 |                                 |                 |                 |         |
| 烹坝组 | I <sub>2</sub>           | 24                                     | 二长变粒岩夹斜长角闪岩<br>混合花岗岩<br>闪长质混合岩  | 1567.59         | I               |         |
|     |                          | 23                                     |                                 |                 |                 |         |
|     |                          | 22                                     |                                 |                 |                 |         |
|     |                          | 21                                     | 黑云斜长片麻岩夹黑云斜长变粒岩                 |                 |                 | 1368.13 |
|     | 20                       | 黑云斜长变粒岩、浅粒岩夹黑云斜长片麻岩                    | 1146.56                         |                 |                 |         |
|     | 15                       | 上部黑云斜长变粒岩<br>中下部浅粒岩                    | 1062.54                         |                 |                 |         |
|     | 14                       |  |                                 |                 |                 |         |
|     | 9                        | 角闪斜长混合片麻岩<br>角闪斜长混合片麻岩                 |                                 |                 |                 |         |
| 8   |                          |  |                                 |                 |                 |         |
| 7   | 顶部角砾状、条带状混合岩<br>中下部斜长角闪岩 | 805.01                                 | I <sub>1</sub>                  |                 |                 |         |
| 6   |                          |  |                                 |                 |                 |         |
| 5   | 细粒斜长角闪岩                  | > 308.44                               |                                 |                 |                 |         |

(据栾世伟等, 1990)

(3) 力马河组主要为一套粉砂质千枚岩、石英岩、钙质千枚岩和变质石英砂岩互层, 夹少量硅质板岩及砂质和炭质千枚岩, 地层岩石具明显韵律结构。

(4) 凤山营组主要为一套变质粉砂岩、条带状细晶灰岩、白云岩、夹粉砂岩、变质砂岩、铁质板岩、千枚岩, 局部见流纹岩和石英斑岩, 含少量菱铁矿夹层。

(5) 天宝山组主要为一套变质流纹斑岩夹变质长石石英砂岩、千枚岩、铁质砂质粉砂

岩、变质石英粉砂岩和绢云片岩互层，及少量片理化沉凝灰岩。

### 3. 登相营群

厚约 8499m，主要为一套条纹黑云千枚岩、粉砂质千枚岩与石英岩、变质杂砂岩、碳酸盐岩、变质碎屑岩互层，夹少量粉砂岩、砾岩、变质火山岩、变质石英砂岩等。

### 4. 峨边群

厚约 3600m，主要由浅变质的沉积及火山岩组成，主要见大理岩、结晶灰岩、炭质板岩、石英砂岩，间夹硅质板岩、细砂岩、变质玄武岩、玄武质凝灰岩、安山玢岩等。

## 三、震旦系

### 1. 下震旦统

包括苏雄组与开建桥组。

(1) 苏雄组：相当于四川地区的澄江组，云南地区的陆良组，厚约 2035m，角度不整合在峨边群、会理群或登相营群之上，在米易，可见角度不整合在康定群之上。上部主要为凝灰岩屑砂岩和凝灰质砂岩，夹杏仁状玄武岩、安山玄武岩和流纹质沉凝灰岩、粉砂岩；中部为英安斑岩，夹流纹质熔岩、流纹斑岩及英安质凝灰熔岩；下部为一套流纹质凝灰岩、流纹质砂岩夹流纹斑岩、石英斑岩；底部为安山玄武岩夹杏仁状玄武岩和厚层状底砾岩。

(2) 开建桥组：相当于四川地区的南沱组，云南地区的牛头山组，厚约 2860m，整合在苏雄组之上，地层岩性以流纹质火山碎屑岩为主，间夹酸性、基性火山岩，含微古植物化石。

### 2. 上震旦统

包括观音崖组、陡山沱组、纳章组和灯影组，厚约 1233~1885m，主要为一套具若干韵律层的紫红色碎屑岩，间夹石英砂岩、钙质粉砂岩、页岩及薄层灰岩、泥灰岩、白云岩等，含少量细砂岩、粉砂岩和含燧石条带及团块状白云岩，含微古植物化石。

该套地层在不同的地方均呈角度不整合超覆于盐边群、会理群、甚至元古宇之上。

## 四、古生界

### 1. 寒武系

主要出露于东部、中部，西部除少数地区外基本缺失。

(1) 下寒武统 可分麦地坪组、箬竹寺组、沧浪铺组和龙王庙组及陡坡寺组，厚约 960m，下部主要由含磷白云岩、含燧石条带状或团块白云岩、白云质灰岩与石英砂岩、粉砂岩和泥质灰岩互层组成；中部为细—粗粒石英砂岩与条带状泥质灰岩、白云质灰岩互层，夹少量页岩和结晶生物灰岩，富含三叶虫、腕足类化石；上部主要为块状白云岩、白云质灰岩，偶夹泥质条带状灰岩和砂质页岩。含三叶虫、翼足类和古介形类化石。在云南可见与下伏震旦系呈假整合接触。

(2) 中寒武统 可分双龙潭组和西王庙组，厚约 300~400m，主要为一套泥质灰岩、白云质灰岩、长石石英粉砂岩互层，夹少量页岩、泥岩和细砂岩，含三叶虫化石，与下伏龙王庙组呈整合接触。

(3) 上寒武统 二道水组主要为薄至厚层块状泥砂质白云岩，上部夹钙质页岩或泥灰

岩，局部地区夹硅质泥岩和石英砂岩，中部及顶部有腕足类化石，厚约 60~445m，与下伏西王庙组呈假整合接触，往西该组地层变薄或缺失。

## 2. 奥陶系

主要有汤池组、红石崖组、下巧家组、上巧家组、大箐组、大坪子组和王家河坝组，按下、中、上三统分述。

(1) 下奥陶统：包括汤池组、红石崖组和下巧家组，在云南地区相当于合山组和向阳组，厚约 200~680m，主要为细砂岩、粉砂岩、页岩、粗粒结晶灰岩和生物结晶灰岩互层，夹砂砾岩和砂页岩及长石石英砂岩，产三叶虫、腕足、笔石、双壳和海百合茎等化石，与下伏二道水组呈假整合接触。

(2) 中奥陶统：四川为上巧家组，在云南地区包括大箐组和南板河组，厚约 135~487m，主要为一套厚层状结晶灰岩和块状白云岩，夹泥质灰岩和钙质砂页岩，含三叶虫、腕足类、腹足类及海百合茎化石，局部地区见与下伏下巧家组呈假整合接触。

(3) 上奥陶统：包括大坪子组和王家河坝组，厚约 20~148m，主要为一套薄层灰岩、中厚层白云质灰岩夹碳质、钙质粉砂岩和生物碎屑灰岩，含三叶虫、笔石等化石，整合于下伏大箐组和南板河组之上。

## 3. 志留系

本区出露不全，主要分布在安宁河断裂以东宁南、巧家一带，上统基本缺失，厚约 40~300m，主要为：下部为钙质、泥质、粉砂质页岩、粉砂岩、中-薄层泥质条带和结晶灰岩，夹板状硅质岩、炭硅质笔石页岩及生物碎屑灰岩和白云质灰岩等，富含笔石、腕足、海百合茎等化石，与下伏奥陶系呈假整合接触；上部为粉砂岩、砂质页岩和泥岩间夹块状灰岩、泥灰岩和泥质砂岩，富含腕足、双壳、珊瑚、层孔虫和竹节石等化石。

## 4. 泥盆系

区内地层出露全、厚度大，按下、中、上三统分述。

(1) 下泥盆统：包括翠峰山组，在云南地区相当于莲花曲组和马鹿洞组，厚约 65~120m，主要岩性为石英细砂岩、粉砂岩、页岩和泥岩，含裸蕨植物、鱼化石碎片及腕足类和双壳类化石，与下伏志留系呈假整合接触。

(2) 中泥盆统：包括坡脚组和华宁组，相当于云南地区的长育村组，厚约 760~2630m，主要岩性：下部为厚层白云质灰岩、白云岩夹砂、页岩；上部为泥质石英砂岩与炭质页岩、泥质白云岩互层，含珊瑚、腕足等化石，与下泥盆统呈整合接触。

(3) 上泥盆统：四川为一打得组，在云南地区相当于烂泥箐组和干沟组，厚约 178~916m，主要为一套致密灰岩和泥质灰岩，夹白云岩及黑色钙质粉砂岩，富含腕足类、珊瑚和层孔虫化石等，与中泥盆统呈整合接触。

## 5. 石炭系

在本区零星小面积出露，仅以盐边一带出露较清楚，总厚约 223~563m，主要岩性为厚层块状灰岩与薄层灰岩和含硅质条带燧石团块泥灰岩互层，夹粉红色灰岩和鲕状灰岩，产腕足、珊瑚等化石，与下伏泥盆系呈整合接触。

## 6. 二叠系

区内广泛出露，发育全，按下统和上统分述。

(1) 下二叠统：包括梁山组、栖霞组和茅口组，相当于云南地区的中村组或冉浪组和

冰峰组，厚约 250~550m。梁山组为石英砂岩和含铁质豆状铝土质页岩，局部地区夹煤线，与下伏石炭系呈假整合接触；栖霞组为厚层状灰岩、生物碎屑灰岩；茅口组为泥灰岩和生物碎屑灰岩。栖霞组和茅口组均产出 鲕、珊瑚和腕足类化石。

(2) 上二叠统：包括峨眉山玄武岩和宣威组，宣威组相当于龙潭组和长兴组，在云南地区相当于东坝组或杨家坪组、黑泥哨组和长兴组。

峨眉山玄武岩在区内广泛分布，是区内具有重要意义的岩浆活动产物，其岩石特征在岩浆活动一节中描述。峨眉山玄武岩之上的地层岩性主要为中厚层状长石石英砂岩夹页岩，局部地区夹粘土和煤线，底部有一层底砾岩，上部为一套中厚层状灰岩夹燧石条带或团块，构成长兴组；长兴组之下为一套含煤砂页岩沉积，并产腕足类、双壳类和植物化石，构成龙潭组。

峨眉山玄武岩与下伏茅口组灰岩和上覆宣威组或龙潭组均呈假整合接触。

## 五、中生界

### 1. 三叠系

在本区分布较广，但产出层序不甚完整。按下、中、上三统分述。

(1) 下三叠统：在四川地区包括飞仙关组和嘉陵江组，相当于云南地区的泸沽湖组和腊美组以及贵州地区的飞仙关组和永宁镇组，总厚约 956~1600m，主要岩性为：下部飞仙关组以岩屑粉砂岩、泥质粉砂岩和砂质粘土岩组成韵律性互层，常夹含铜砂岩透镜体；上部嘉陵江组由薄至中厚层泥晶灰岩、砂屑灰岩、砾屑灰岩、团粒灰岩、砂质粘土岩、钙质粘土岩、泥质白云岩、溶塌角砾白云岩、白云质粘土岩等组成韵律性互层。与下伏二叠系呈假整合接触。

(2) 中三叠统：在四川地区包括雷口坡组和天井山组，相当于云南地区的北衙组，以及贵州地区的关岭组和法郎组，总厚约 820~1740m。主要岩性为：下部雷口坡组为一套中厚层细晶白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、中厚层灰岩、泥质灰岩夹杂色砂质粘土岩、钙质粘土岩等；上部天井山组主要由灰、深灰色中厚层及薄层泥晶灰岩、瘤状泥晶灰岩、泥质灰岩、砂质灰岩及钙质粘土岩组成，富含双壳类、腕足类、菊石、海百合和脊椎动物化石等。与下三叠统呈假整合接触。

(3) 上三叠统：在四川地区包括垮洪洞组、小塘子组、须家河组，相当于云南地区的云南驿组、中窝组、松桂组和新安村组，以及贵州地区的把南组和火把冲组，总厚约 678~1141m。主要岩性为：下部把南组以薄至厚层钙质粘土岩、砂质粘土岩、粉砂岩、岩屑石英砂岩互层，间夹泥质、钙质砂岩、泥灰岩为主，局部地区夹少量煤线，产双壳类化石；上部火把冲组主要为灰绿色岩屑石英砂岩、粉砂岩、粘土质粉砂岩及炭质页岩和煤层组成的一套海陆交互相地层，相当于四川地区的须家河组，产双壳类、腕足类、介形虫和植物等化石。与下伏中三叠统呈整合接触。

### 2. 侏罗系

在本区分布较分散，出露层序不甚完整，按下、中、上三统分述。

(1) 下侏罗统：益门组，也相当于白田坝组和新田沟组，以及云南地区的漾江组或下禄丰组，总厚约 120~1200m。主要岩性为泥质粉砂岩、砂质页岩夹石英砂岩，底部为 40~50m 厚的粉砂岩夹砾状灰岩透镜体，含脊椎动物化石碎片。与下伏三叠系呈角度不整

合接触。

(2) 中侏罗统：新村组，相当于下沙溪庙组和上沙溪庙组以及云南地区的花开左组与和平乡组，总厚约 709~1023m。岩性以钙质泥岩、粉砂岩为主，夹长石石英砂岩，杂色泥灰岩和黑色页岩，产双壳类、介形虫化石。与下侏罗统呈假整合接触。

(3) 上侏罗统：包括牛滚凼组和官沟组，也相当于遂宁组和蓬莱镇组，以及云南地区的坝注路组，总厚约 475~1398m。主要岩性：下部牛滚凼组为红色泥岩、粉砂岩夹中厚层状长石石英细砂岩、灰紫色泥灰岩；上部官沟组为紫红色钙质砂岩、粉砂岩、泥岩和泥灰岩互层，夹砂岩、页岩和石膏透镜体，产介形虫化石。与下伏中侏罗统呈整合接触。

### 3. 白垩系

区内分布零星，但出露层序较全，按下统和上统分述。

(1) 下白垩统：包括飞天山组和大铜厂组，也相当于天马山组和夹关组下段，以及云南地区的普昌河组或高峰寺组与马头山组，厚约 683~1106m。岩性主要为灰紫红色块状中细粒钙质长石石英砂岩，次为粉砂岩、泥岩，与下伏侏罗系呈假整合接触。

(2) 上白垩统：小坝组，也相当于夹关组上段和灌口组或高坎坝组，以及云南地区的江底河组，厚约 1442~1846m。岩性为紫红色中粗粒长石石英砂岩、钙质石英粉砂岩、粉砂质钙质泥岩夹石英细砂岩、砂质泥岩，及少量石膏层，产介形虫化石，与下白垩统呈整合接触。

## 六、新 生界

按古近系、新近系和第四系分述。

### 1. 古近系

在本区仅零星出露，且层序不全，按下部和上部分述。

(1) 古近系下部：雷打树组，也相当于名山组和芦山组以及云南地区的宁蒗组和高拉树组或元永井组和赵家店组与丽江组和金丝厂组，厚约 850~892m。岩性为紫红厚层中细粒长石石英砂岩和钙质粉砂岩，夹钙质石英细砂岩和粉砂质泥岩以及少量页岩，产介形虫、轮藻化石。在四川地区与下伏白垩系呈整合接触，但在云南地区则表现角度不整合接触。

(2) 古近系上部：红崖子组，也相当于热鲁组或红土坡组以及云南地区的双河组、小龙潭组、石灰坝组和三营组，厚约 500~800m。岩性主要为一套灰紫色厚层块状灰质砾岩、钙质粉砂岩、细砂岩互层，夹少量灰质细砾岩和块状巨砾岩。可见该套地层在不同地区与下伏不同老地层呈明显角度不整合接触。

### 2. 新近系

在本区出露极少，大部分地区缺失。

### 3. 第四系

分布于现代洼地、河床和阶地。岩性特征表现为：下部以黄褐色砾岩、含砾砂岩层和砂质粘土层为主，夹灰黑色粘土质页岩、含砂粘土、褐煤层和未炭化的木块，富含硅藻、植物、孢粉和淡水双壳类化石，厚约 220m；上部则为冲积、洪积、残坡积和冰碛等松散沉积物，不少地方发育具开采价值的砂金矿。

区内地层系统及四川省和云南省地层系统对比一览表见表 2-2-2。

表 2-2-2 四川省和云南省地层系统对比表

| 年代地层           | 四川省              |                                       |              |             | 云南省                        |              |
|----------------|------------------|---------------------------------------|--------------|-------------|----------------------------|--------------|
| 第四系            | Q <sub>4</sub>   | 超河漫滩                                  | 彝海组          | 河西组         | 剑湖组<br>海门口组<br>上登组<br>秋木山组 |              |
|                | Q <sub>3</sub>   | 虾拉沱黄土                                 | 飞机坝组         | 黄联关组        | 官渡组                        |              |
|                |                  | 恰叫砾石层                                 |              | 格里坪组        |                            |              |
|                | Q <sub>2</sub>   | 塞塞龙黄土<br>炉霍砾石层<br>腊日砾石层               | 对河寺组         | 席草坪组        | 中营组                        |              |
| 双槽门组           |                  |                                       | 金堂组          |             |                            |              |
| Q <sub>1</sub> | 甲洼组              | 文家祠组                                  | 清香坪组         | 元谋组         |                            |              |
| 新近系            | N <sub>2</sub>   | 昌台组                                   | 马拉墩组         | 昔格达组        | 盐源组                        | 昭通组<br>沙沟组   |
|                | N <sub>1</sub>   |                                       |              |             |                            |              |
| 古近系            | E <sub>2-3</sub> | 热鲁组                                   | 红土坡组         | 丽江组         | 三营组<br>石灰坝组<br>小龙潭组<br>双河组 |              |
|                | E <sub>1-2</sub> | 雷打树组                                  | 芦山组          |             | 金丝厂组<br>丽江组                |              |
|                |                  |                                       | 名山组          |             | 高拉树组<br>宁蒍组                | 赵家店组<br>元永井组 |
| 白垩系            | K <sub>2</sub>   | 小坝组                                   | 灌口组          | 高坎坝组        | 江底河组                       |              |
|                |                  |                                       | 夹关组          |             |                            |              |
|                | K <sub>1</sub>   | 大铜厂组                                  | 天马山组         |             | 马头山组                       | 普昌河组<br>高峰寺组 |
| 侏罗系            | J <sub>3</sub>   | 官沟组                                   | 蓬莱镇组         |             | 坝注路组                       |              |
|                |                  | 牛滚凼组                                  | 遂宁组          |             |                            |              |
|                | J <sub>2</sub>   | 新村组                                   | 上沙溪庙组        |             | 和平乡组                       |              |
|                |                  |                                       | 下沙溪庙组        |             | 花开左组                       |              |
|                | J <sub>1</sub>   | 益门组                                   | 新田沟组         |             | 漾江组                        | 下禄丰组         |
| 三叠系            | T <sub>3</sub>   | 英珠娘阿组<br>喇嘛垭组<br>拉纳山组<br>图姆沟组<br>曲嘎寺组 | 八宝山组         | 自流井组        |                            |              |
|                |                  |                                       |              | 珍珠冲组        |                            |              |
|                |                  |                                       |              | 须家河组        |                            |              |
|                | T <sub>2</sub>   | 马索山组<br>三珠山组                          | 西康群<br>草地群   | 小塘子组        | 垮洪洞组                       | 云南驿组         |
| 天井山组<br>雷口坡组   |                  |                                       |              | 北衙组         |                            |              |
| T <sub>1</sub> | 茨岗组<br>领麦沟组      |                                       | 嘉陵江组<br>飞仙关组 | 腊美组<br>泸沽湖组 |                            |              |