

88—92国家重点科技攻关

国家黄金管理局地质科研项目

课题编号：I-88-92-02-4-1

滇东南地区微细浸染型金矿 成矿条件找矿方向及成矿预测研究

(四级课题)



承担单位：冶金工业部天津地质研究院
冶金工业部西南地勘局昆明地质调查所

一九九一年十二月

沈永新
92.3.

目 录

前 言.....	(1)
第一章 区域地质背景.....	(6)
第一节 区域地层.....	(8)
第二节 区域构造.....	(12)
第三节 岩浆活动.....	(22)
第四节 区域矿产.....	(25)
第二章 成矿地质条件.....	(27)
第一节 含金建造类型及其特征.....	(27)
一. 含金层位及空间分布.....	(27)
二. 主要含金层位的沉积建造.....	(29)
三. 含金建造中金的分布特征.....	(34)
四. 含金建造中主要成矿元素分布特征.....	(42)
五. 含矿建造对金矿控制作用.....	(42)
第二节 控矿构造类型及控矿规律.....	(44)
一. 金矿床形成的区域构造环境.....	(44)
二. 控矿构造类型.....	(45)
三. 构造控矿规律.....	(49)
第三节 岩浆活动与金矿化的关系.....	(50)
一. 玄武岩与金矿化关系.....	(50)
二. 基性侵入岩与金矿化关系.....	(56)
三. 花岗岩与金矿化的关系.....	(62)
第四节 成矿的热动力条件.....	(63)
一. 埋深地温场.....	(64)
二. 构造地温场.....	(64)
三. 岩浆热液地温场.....	(65)
第五节 成矿元素的地球化学特征.....	(66)
一. 成矿元素的种类及区域分布特征.....	(66)
二. 主要元素的相关性及组合类型.....	(70)
第三章 矿床地质特征.....	(78)

第一节 金矿化带的时空分布特征.....	(78)
一. 矿化带的区域地质构造背景.....	(78)
二. 矿化带的空间分布.....	(80)
三. 赋矿层位.....	(80)
四. 容矿岩石类型.....	(82)
第二节 矿区构造及控矿特征.....	(84)
一. 革档金矿.....	(84)
二. 鲁布格金矿.....	(88)
第三节 热液蚀变及其与金矿化关系.....	(90)
一. 蚀变类型.....	(90)
二. 热液蚀变发育程度.....	(93)
三. 热液蚀变与金矿化的关系.....	(93)
第四节 矿体主要地质特征.....	(95)
一. 矿体与围岩的关系.....	(95)
二. 矿体的形态及规模.....	(96)
第五节 矿床的物质组成特征.....	(97)
一. 矿石类型.....	(97)
二. 矿石矿物组成.....	(99)
三. 矿物特征.....	(100)
四. 矿石化学成分.....	(105)
五. 矿石的结构构造.....	(107)
第六节 成矿阶段及矿物生成顺序.....	(109)
一. 成矿阶段划分.....	(109)
二. 矿物生成顺序.....	(110)
第七节 金的赋存状态.....	(110)
一. 不可见金的载体矿物.....	(110)
二. 金的赋存状态.....	(110)
第八节 矿石可利用性研究.....	(115)
一. 全泥氰化试验.....	(115)
二. 柱浸试验.....	(115)
第四章 成矿作用及矿床成因.....	(117)

第一节. 矿床地球化学.....	(117)
一. 常量元素地球化学.....	(117)
二. 痕量元素地球化学.....	(117)
三. 稀土元素地球化学.....	(122)
第二节 稳定同位素地球化学.....	(126)
一. 硫同位素特征.....	(126)
二. 铅同位素特征.....	(130)
三. 氢氧同位素特征.....	(134)
四. 碳同位素特征.....	(137)
第三节 包裹体地球化学.....	(138)
一. 包裹体类型.....	(138)
二. 热液温度.....	(140)
三. 溶液成分.....	(141)
四. 压力.....	(141)
五. 热液的盐度.....	(143)
六. 热液的酸碱度.....	(143)
第四节 成矿作用及矿床成因.....	(143)
一. 成矿物质来源.....	(143)
二. 成矿流体的性质及成因.....	(149)
三. 成矿物质的活化迁移形式.....	(150)
四. 金的沉淀富集.....	(152)
五. 矿床成因.....	(155)
第五节 成矿模式.....	(156)
一. 区域成矿概念模式.....	(158)
二. 革档金矿成矿模式.....	(159)
第五章 遥感地质应用与研究.....	(163)
第一节 矿物岩石的波谱特征.....	(163)
一. 蚀变和未蚀变灰岩的反射光谱特征.....	(163)
二. 硅化角砾岩反射光谱特征.....	(164)
三. 粘土岩类岩石的反射光谱特征.....	(165)
四. 含黄铁矿炭质板岩的反射光谱特征.....	(167)

五. 铁帽的反射光谱特征.....	(167)
六. 波谱测试综合分析.....	(171)
第二节 TM数据处理与蚀变带地质信息提取.....	(172)
一. 直接主成分分析法.....	(173)
二. 最小平方拟合法.....	(173)
三. 混合象元分解法.....	(176)
第三节 航卫片地质构造解译.....	(179)
一. 区域线性构造影象特征及空间分布.....	(179)
二. 环形构造影象特征及其地质意义.....	(183)
三. 线性、环形构造与金矿化的关系.....	(187)
四. 影象构造分区及其控矿特征.....	(189)
第四节 遥感影象找矿模式.....	(194)
第六章 找矿方向与成矿预测.....	(196)
第一节 金矿的主要控矿因素.....	(196)
第二节 金矿的找矿标志.....	(197)
第三节 找矿方向.....	(198)
第四节 成矿预测.....	(200)
一. 预测区划分准则和依据.....	(200)
二. 成矿远景预测区的划分.....	(201)
三. 主要成矿远景区评述.....	(201)
四. F级储量评估.....	(214)
结 语.....	(215)
参考文献.....	(217)

前 言

滇东南地区属滇黔桂“金三角”区之西段，位于扬子准地台与华南加里东褶皱系之过渡带的西延部分。于其东部和东南部的黔西南、桂西北地区，六十至七十年代先后开展了微细浸染型金矿的地质研究和找矿勘查工作，并取得了突破性的进展。而作为“金三角”的重要组成部分—滇东南地区，微细浸染型金矿的地质研究和找矿工作在八十年代末期方起步。一九八七年底至一九八八年初，冶金部天津地质研究院同冶金部西南地勘局昆明地质调查所等在对邻区微细浸染型金矿成矿条件对比调查研究的基础上，联合调查了滇东南地区金矿成矿地质背景，在调查研究和综合分析前人工作的基础上，于一九八九年正式立题为《滇东南地区微细浸染型金矿成矿条件找矿方向及成矿预测研究》。一九八九年三月经天津黄金地质科研设计审查会批准，作为四级课题并隶属国家黄金管理局组织的“七、五”——“八、五”黄金地质科技攻关二级项目—中国超微粒金矿研究课题系列。同时由课题主要承担单位—冶金部天津地质研究院同三级课题责任单位—中科院地球化学研究所签订承包合同。按合同规定，该研究课题除提交《滇东南地区微细浸染型金矿成矿条件找矿方向及成矿预测研究》报告外，同时提交F+G级(科研)储量20吨和面积小于50Km²的找矿勘探靶区1—2处。课题研究工作时间始于一九八九年六月，止于一九九二年六月。

根据设计任务书要求，研究区范围：北起富源，南至富宁；西自弥勒—师宗，东至黔桂交界处，面积约4万平方公里。其主要研究任务是：

含金层位地质特征及金的富集规律；

金矿化类型、控矿因素及成矿规律；

遥感地质及其构造控矿特征；

区域成矿条件、成矿模式、找矿方向及成矿预测。

滇东南地区以往的地质找矿工作未发现任何具有独立工业价值的微细浸染型金矿(包括其它类型金矿)，因此本课题的研究，首先是区域展开，结合遥感地质研究对工作区内成矿地质背景进行了全面而系统的调查，并对毗邻的黔桂地区板其、丫他、戈塘、紫木垌、张家湾、叫曼等金矿床进行考察，开展对比性研究。在区域成矿地质条件调查、遥感、构造地质解译和同类型金矿对比性综合研究基础上，初步划分出三大成矿带即：弥勒—师宗成矿带；南盘江成矿带；文山—富宁成矿带。同时开展了25条(180km)路线地质剖面观察，37个汞、锑、砷、金等矿床(点)或异常调查。共采集各类岩、矿石样品703件，采用岩石光薄片鉴定、

表 I-1 主要工作量一览表

项 目	数 量	项 目	数 量
区域地质 (地球化学)剖面	25条(180km)	单矿物分析	20个
卫片地质解译	4景(1/50—20万)	稀土分析	15个
航片地质解译	4幅(1/5万)	碳同位素分析	2个
矿床(点)调研	37个	硫同位素分析	31个
光片鉴定	103片	铅同位素分析	10个
薄片鉴定	328片	氧同位素分析	11个
岩石化学分析	25个	氢同位素分析	11个
金(银)分析	1001个	X光衍射分析	21个
痕量元素分析(6项)	131个	差热分析	33个
多元素分析(20项)	105个	矿物物理性质测定	23个
铂族元素分析	5个	物相分析	5件
包体均一法测温	26片	矿石柱浸试验	2个
包体成分测定	4个	采集标本	703块
有机碳分析	11个	显微照相	90张
电子探针	42点	槽探及剥土	300M ³
离子探针	3点	波谱测试	13件
俄歇能谱	30点	TM数据图象处理	500个机时

岩石化学分析、多元素分析、稀土及铂族元素分析、差热分析、X光衍射分析、电子探针、离子探针、俄歇能谱、硫、碳、氢、氧、铅同位素分析、包体温度测定及成分分析、矿石物相分析、矿物岩石的波谱特征测试、TM数据图象处理、航卫片综合解译以及金矿石柱浸试验等多项综合分析和研究工作(主要工作量见表I-1),并对所获得的实验研究数据进行了计算机处理和相关分析,编制了有关图表。获得的主要成果和认识有以下几个方面:

一、查明了研究区内微细浸染型金矿成矿地质背景和主要成矿条件。滇东南地区处于扬子准地台和华南加里东褶皱系两大构造单元之过渡带上,区域性大(深)断裂发育,矿产资源丰富,其成矿地质背景与美国西部内华达州的卡林金矿带、Gelchell矿带和Eureka Battle Mountain矿带的地质背景非常相似。区域性

的构造、岩浆活动、地热异常对形成微细浸染型金矿十分有利。

二、通过地质地球化学剖面的系统调查，沉积建造和地层含金性的研究，查明了区内主要含金层位为下泥盆统坡脚组：上二迭统龙潭组（包括“大厂层”）和中三迭统板纳组，含金丰度一般较高。容矿围岩主要为广海盆地边缘斜坡相带、陆缘海盆斜坡相带以及陆缘滨海相的泥砂质细碎屑岩、含凝灰质细碎屑岩。

三、通过地质、遥感综合研究和野外调查，初步查明了区域构造格局、演化特征及控矿规律，并进行了成矿构造区的划分。区内NE和NW向大（深）断裂控制着成矿带的展布，并为区域成矿提供了有利的热源、物源条件和成矿物质活化迁移、沉淀富集的良好空间。而发育在大断裂两侧的次一级断裂和短轴背斜、穹窿构造则控制着矿田（床）的分布，区内85%以上的金矿床（点）分布在次级断裂与褶皱构造的交汇部位。而褶皱构造的轴部或近翼部、层间破碎带、地层不整合面附近的古构造面和更次一级的断裂则控制着矿体的赋存位置。显示了不同级次构造控矿规律。

四、通过重点矿床和矿点的解剖研究，初步查明了区内微细浸染型金矿的地质地球化学特征及其主要控矿因素。除具有多时代、多层位、含金丰度较高的矿源层而外，形成具有工业价值的独立金矿床，构造、热源、容矿岩石等都是最重要的因素。研究区内一个显著的特点是褶皱+断裂的联合控矿作用：埋深地温场+构造地温场+岩浆地温场为区内成矿热液的形成与循环提供了充分的热动力条件；而富含有机质、炭质的细碎屑岩+泥质岩组合又为金等成矿元素的富集、沉淀提供了有利的围岩条件。矿化带的产状多与围岩产状相近并呈渐变过渡关系，具有“层控”+“岩控”+“构造控矿”三重特征。该区金矿化的围岩蚀变较弱，蚀变类型简单，金矿化被严格限制在蚀变带内。主要蚀变类型为：硅化、黄铁矿化、辉锑矿化、毒砂化、粘土化、方解石化、重晶石化、褐铁矿化等，与金矿化关系最密切的是硅化和黄铁矿化。经矿石物相和矿物微区分析研究，表明金呈次显微状的自然金赋存于黄铁矿和毒砂等硫化物中，部分自然金呈胶粒状态被吸附在水云母表面或炭质物中。

五、经岩石化学、稀土元素地球化学和痕量元素地球化学研究表明，区域内晚二迭世玄武岩喷发和中三迭世基性—超基性岩浆侵入活动对金矿床的形成具有重要意义，不仅为成矿作用提供了热源，同时由于基性岩浆的喷发和侵入活动而提供了部分成矿物质。

六、通过遥感地质影像信息和野外调查研究，初步查明了区内及邻区蚀变矿物和岩石的波谱特征，并提出了遥感影像找矿模式及构造—蚀变带的找矿标志，在解译了不同期次线性构造的基础上，又划分了不同成因类型的环形构造，并指

出了构造成因和岩浆成因的环形构造对成矿十分有利，特别是环形构造迭加线性构造部位往往是成矿的有利地段，为遥感技术应用于区域金矿地质研究和成矿预测探索出一条新的方法和途径。

七、在区域地质、矿床地质、区域及矿床地球化学、稀土元素地球化学、包裹体测温 and 成分等综合研究基础上，阐明了区内微细浸染型金矿成矿作用。金等成矿物质主要来自于区内含金建造，同时也有部分成矿物质与基性岩浆活动有关，成矿热液(介质)主要来自地层建造水和大气降水，并有岩浆水的加入。其成矿温度集中在 $150^{\circ} - 270^{\circ} \text{C}$ 之间，压力为 $5.4 \times 10^6 \sim 1.77 \times 10^7 \text{Pa}$ ，成矿热液为低盐度，中-弱酸性；成矿过程中，金主要以 $(\text{Au}(\text{HS})_2)^-$ 和 $(\text{AuCl}_2)^-$ 形式搬运，压力、氧逸度、温度和溶液浓度与组分的变化是促使金沉淀的主要因素。矿床的形成经历了热液期和表生氧化期。

八、经对矿石类型和组分的研究，区内微细浸染型金矿石分为原生矿和氧化矿两类，其氧化深度一般为 $10 \sim 20 \text{m}$ ，预测氧化矿石储量远远小于原生矿石量，显示深部有很大找矿前景且品位可能变富。在对主要金矿床—革档金矿矿石成分研究中发现，除主元素金而外，并伴生有铂、铑等铂族元素，其含量 $(\text{Pt} + \text{Pd})$ 已达工业综合利用指标，这一发现在国内同类型矿床研究中尚属首次，不仅提高了革档金矿经济价值，而且也丰富了该类型金矿的成矿理论，拓宽了找矿思路。

九、确定了研究区内金矿床主要成因类型，除微细浸染型金矿成矿条件好，具有很大的找矿前景外，首次在该区发现含金石英脉型金矿和含金硫化物脉型金矿，且具有良好找矿前景，为区内金矿的找矿勘查工作开辟一条新路。

十、通过区内典型金矿床同毗邻地区同类矿床的对比研究，确定了找矿标志和找矿方向。其主要找矿标志为：构造、建造、岩石组合、蚀变、矿物、地球化学、遥感影像、矿床组合等。在综合分析主要成矿条件和找矿评价标志的基础上，划分出富源—罗平、开远—邱北、文山—富宁三大构造成矿带，并进一步划分出14个成矿预测区，其中I级预测区3个，II级预测区3个，III级预测区8个。

十一、根据综合研究所提出的成矿预测区，经协作单位冶金部西南地勘局昆明地质调查所普查找矿及工程验证，初步确定了富宁县革档金矿床、罗平县鲁布格金矿床具有独立工业价值，且资源前景可观。该项研究成果的取得及应用结果，填补了滇东南地区微细浸染型金矿的空白，并获得F+G级(科研)储量 $40 \sim 45$ 吨，取得了明显的社会效益。经对革档金矿氧化矿石柱浸试验结果，金的浸取率达70%以上，证明矿石可利用性良好。从获得的成果和认识表明该项研究成果超

额完成了承包合同任务。

在开展课题研究工作过程中,研究组成员先后总结和撰写了“滇黔桂地区微细浸染型金矿成矿条件及成矿模式”、“滇黔桂地区微细浸染型金矿成矿过程中的岩相古地理意义”、“云南省富宁县革档金矿地质特征及控矿因素”、“云南省富宁县革档金矿地质地球化学特征及成矿模式”、“滇东南地区下泥盆统含金建造及微细浸染型金矿成矿地质特征”、“遥感地质在滇东南及其邻区微细浸染型金矿研究中的应用”、“遥感技术在滇黔桂地区金矿资源调查中的应用”等论文在有关刊物或学术报告会上交流。

该研究报告共分六章,前言和结语由侯宗林执笔;第一章:区域地质背景由白崇裕、杨庆德、魏震环等执笔;第二章:成矿地质条件由杨庆德、李连生、魏震环、白崇裕、敬成贵等执笔;第三章:矿床地质特征由李连生执笔;第四章:成矿作用及矿床成因由李连生、敬成贵、侯宗林等执笔;第五章:遥感地质应用与研究由杨庆德、姜宝玺、陈光火执笔;第六章:找矿方向与成矿预测由李连生、白崇裕执笔。最终报告由侯宗林、李连生同志编串,经课题组集体讨论共同完成。参加该项科研专题野外和室内工作的有:侯宗林、李连生、杨庆德、白崇裕、魏震环、姜宝玺、敬成贵、陈光火、李佐光、徐坚、方松海等同志。

该项研究计划由天津地质研究院和昆明地质调查所共同组织实施,工作中得到国家黄金管理局、冶金部西南地勘局、中科院地化所、云南省黄金公司、云南省富宁县政府、富宁县矿管局等有关部门领导和同志们的指导和帮助,并得到天津地质研究院分析室、选矿室、地质实验室、科研条件室以及昆明地质调查所化验室、第二地质分队等有关同志们的大力支持,在此一并表示谢意。

第一章 区域地质背景

滇东南地区是滇黔桂金矿集中区的重要组成部分(图1-1)。在大地构造位置上处于扬子准地台西南缘与华南褶皱系西缘的接触过渡部位,隶属于华南褶皱系滇东南褶皱带(仅研究区北西部部分地区隶属于扬子准地台滇东台褶带)。由于本区跨越两大构造单元,因而发育了一系列特殊的构造—岩浆旋迴,并具有特殊的构造展布格局,为自古生代以来多期次活动的构造带。

滇东南地区地层发育齐全(表1-1),前寒武系—第四系在区内均有出露,并以晚古生界和中生界三迭系分布最为广泛,约占全区面积的80%以上。地层在展布上具有南北老、中间新的特点。构造发育的不均衡性导致了区内不同地区、不同时代沉积类型的差别。总体上,西北部相对稳定,东南部活动性较强,特别是在晚二迭世到三迭纪表现得尤为明显,前者为台地相区,后者为台盆相区,介于二者之间的过渡带为边缘相区。

在区域地质发展史上,该区的地壳演化具有明显的多旋迴性,曾经历过晋宁、加里东、华力西、印支、燕山和喜山共六次区域性构造运动。区内的构造—岩浆—火山沉积旋迴具有三个明显的区域性不整合及多个假整合接触关系。区内深大断裂的多期次活动,晚期构造对早期构造的迭加和改造,使不同性质的构造交织在一起,形成区内复杂的构造格局。根据区域地质构造分布格式、区域岩浆作用和沉积作用特点,以区内北东向南盘江断裂和文山—富宁弧形断裂为界,可将研究区划分为三个构造区:北西部华力西期—印支期相对隆起区;中部印支期拗陷区;南部华力西期—印支期相对隆起区。各构造区对微细浸染型金矿形成的控

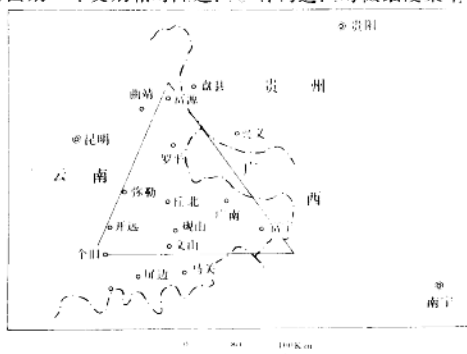


图1-1 研究区位置图

表1-1 滇东南及邻区地层对比表

分	台	地	相	区	边缘相区	盆地相区	相	区
时代	个旧、丘北等地	西畴、富宁等地	开远弥勒罗平等	吉隆兴仁安龙等	贡干等地	册亨、望谟等地	广南隆林百色等地	
第四系	Q							
第三系	N							
	E							
白垩系	K							
	J ₃							
侏罗系	J ₂							
	J ₁							
二叠系	T ₃	火把冲组		火把冲组	龙头山组			
		马格组	马格组	马格组	把南组	把南组		
					把南组			
					把南组			
					把南组			
					把南组			
					把南组			
					把南组			
					把南组			
					把南组			
石炭系	T ₂	法郎组	法郎组	法郎组	竹杆坡组	竹杆坡组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
		个旧组	个旧组	个旧组	杨柳井组	杨柳井组		
泥盆系	T ₁	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
		永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组	永宁镇组		
志留系	P ₂	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
		长兴组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组		
奥陶系	P ₁	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
		茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组		
寒武系	C ₃	马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		
		马平组	马平组	马平组	马平组	马平组		

制各具特色。

第一节. 区域地层

一. 前寒武系

区内的前寒武系包括昆阳群和震旦系。中元古界昆阳群主要分布在西部的宜良以西, 在弥勒—师宗一线以北的地区也有零星出露。昆阳群可分为上、下两个亚群: 下亚群以浅变质的砂泥岩为主, 夹有碳酸盐岩, 厚6000余米; 上亚群为白云岩、板岩、砂泥质岩及碳酸盐岩, 厚约4000米。整个昆阳群具类复理石建造及碳酸盐岩建造的特点, 属冒地槽沉积。

震旦系地层在区内零星出露, 与下伏昆阳群呈不整合接触。主要分布在西北部的弥勒、宜良、陆良及西南部的屏边等地。发育在西北部的下震旦统以碎屑岩为主, 并夹有少量的凝灰岩及硅质岩, 底部为砾岩。上震旦统由陆相冰川堆积砾岩、浅海相碳酸盐岩、碎屑岩、磷酸盐岩组成。屏边地区震旦系为屏边群, 其下段为厚度巨大的细碎屑岩, 具有次深海浊流沉积特征; 中段为含砾石细碎屑岩; 上段为浅海陆棚相细碎屑岩; 屏边群的沉积厚度达4000余米。

二. 寒武系

主要分布于开远—邱北以南、屏边以东地区, 多构成背斜构造的核部, 与前寒武系屏边群呈整合或假整合接触关系。下统为粉砂质泥岩及泥质粉砂岩类透镜状灰岩; 中统以白云岩为主, 下部白云岩与砂质岩互层; 上统的碎屑岩和碳酸盐岩呈互层产出。寒武系的沉积厚度达4000—5000米。

三. 奥陶系

区内奥陶系仅有中下统出露, 分布于开远—广南以南地区。早奥陶世本区为浅海陆棚沉积环境, 沉积了砂岩、页岩和灰岩, 局部夹有磷灰岩, 由于拗陷幅度大, 沉积厚度可达1000米以上。在靠近牛头山古陆的开远—广南一线为滨海浅滩—潮坪环境。中奥陶世本区仍为一向南东缓倾斜的陆缘浅海区, 早期沉积了浅海陆棚相细碎屑岩, 并有灰岩夹层; 晚期沉积的是碳酸盐类岩石; 沉积厚度达200—500米。由于加里东运动的影响, 晚奥陶世本区抬升降起, 缺乏上奥陶系的沉积。

四. 泥盆系

区内泥盆系主要分布于研究区西北部开远、富源及南部邱北、广南、文山和富宁等地。出露的泥盆系以中、上统为主, 下统出露零星, 并多出露于背斜近核

部。沉积岩石的类型及生物组合与广西类似。翠峰山型(坡冲松型)、南丹型和象州型沉积发育。

1. 下统: 包括坡冲松组、坡脚组和芭蕉箐组(达莲塘组)。早泥盆世初期, 海水由南而北入侵并逐渐扩大, 在北部牛头山古陆边缘和南部越北古陆边缘形成海陆交互相的坡冲松组, 不整合覆盖于寒武系或奥陶系之上, 主要岩性为粉砂岩、细砂岩及粉砂质粘土岩, 并以含鱼类和植物化石为特征, 沉积厚度为0~241米。早泥盆世中、晚期, 由于受北东向、北西向断裂构造的影响, 沉积基底出现不平衡下降, 局部岩相发生分异。以广南为中心发育了深海、半深海相的南丹型沉积, 主要为一套黑色泥岩、页岩、硅质岩夹硅质条带灰岩。其它地区为滨海、浅海相象州型沉积, 以泥质岩为主, 其次为粉砂岩、偶夹灰岩。南丹型沉积呈指状向西南伸展发育, 在与象州型沉积的接壤地带, 两种沉积类型在纵向上有交替出现的现象, 沉积厚度为43~2200米。下统坡脚组中金、锑的含量较高, 具有矿源层意义, 经后期热液作用常形成金、锑矿床或矿化, 而且坡脚组也是区内金、锑矿的重要赋矿层位。

2. 中统: 在中泥盆世, 海浸进一步扩大, 广南—邱北一带仍属半深海相的南丹型沉积, 下部坡折落组为一套灰岩夹硅质岩, 沉积厚度为167米; 上部分水岭组为一套厚达154米的硅质岩夹粘土岩沉积。南部文山—富宁一带为浅海相象州型沉积, 下部古木组以灰岩为主, 厚157米, 上部东岗岭组为一套厚层灰岩、白云质灰岩, 厚500~1000米。

3. 上统: 基本上继承了中泥盆世的沉积海域, 东南部海水相对变浅, 在开远、文山、富宁一带除局部因隆起缺失沉积外, 其它地方均为浅海台地相碳酸盐岩, 称革档组, 其沉积厚度小于800米。在广南—邱北一带为半深海相沉积, 下部榴江组为一套硅质岩, 上部五指山组为一套灰岩, 最大沉积厚度可达374米。

五. 石炭系

石炭系在研究区的西部、西北部及南部地区零星出露, 常出露于背斜的核部或近核部。地层发育完整, 上、中、下统均有发育, 岩相分异不明显, 以滨海—浅海相、浅海相沉积为主。

1. 下统: 主要为浅海台地相的深灰色灰岩, 局部夹燧石层及砂页岩。下部董有组与黔西南、桂西北地区的岩关阶上部相当, 为浅灰色灰岩, 局部地区下部为碎屑岩, 与下伏地层假整合接触。上部大塘组为浅灰色厚层纯灰岩, 南部地区为薄层灰岩夹灰白色硅质岩。下统最大厚度598米。

2. 中统：中统威宁组以浅海台地相沉积为主，岩性主要为浅灰色厚层灰岩。在东部的富宁等地局部夹燧石团块或结核，厚50~239米。

3. 上统：上统马平组主要为浅灰至深灰色灰岩。东部地区的马平组含燧石条带和结核。局部为灰白色中厚层白云岩和钙质白云岩夹燧石层，厚50~350米。

六、二迭系

二迭系在全区均有分布，下二迭统以碳酸盐岩为主，上二迭统岩相变化较大，有碳酸盐岩、含煤砂泥岩、火山沉积碎屑岩及陆相和海相基性火山岩。

1. 下统：早二迭世基本上继承了石炭世晚期的沉积格局。初期在南部富宁一带沉积了滨海—浅海相的富宁组，岩性为微晶灰岩、骨屑灰岩，厚度为5~22米；在北部宣威一带沉积了滨海沼泽相的梁山组，岩性为黑色页岩，夹有煤层、灰岩透镜体及铝土矿，厚10~42米。早二迭世中、晚期沉积的栖霞组为厚层含粉砂碎屑微晶灰岩夹灰白色亮晶细砂碎屑灰岩、块状灰岩，厚度最大为350米；茅口组为厚层灰岩、生物碎屑灰岩、砾状灰岩，最大厚度达563米；在早二迭世末期，由于地壳的拉张运动在区域西北部和中部邱北—广南一带的茅口组顶部有基性玄武岩（峨嵋山玄武岩）的喷发，西北部为海陆交互相火山喷发，在邱北、广南、隆林等地为海相火山喷发。部分地区火山活动一直持续到早三迭世。

2. 上统：由于东吴运动的影响，使得晚二迭世早期海盆抬升，海水退至八大河—邱北—文山—麻栗坡一线，仅富宁地区仍为浅海沉积环境。由于地壳运动的差异性，导致区内沉积环境变化较大。东南部邱北—富宁地区的吴家坪组为生物碎屑灰岩、鲕状灰岩及硅质灰岩，局部夹有基性火山岩，厚73~166米。北部罗平一带的龙潭组为砂岩、粉砂岩、页岩，夹有数层煤系，局部有条带状菱铁矿透镜体，厚50~450米，与下伏峨嵋山玄武岩整合接触，在缺失玄武岩的地段与下伏茅口组呈假整合接触。在龙潭组和吴家坪组之上为长兴组，岩性为灰岩，在部分地区夹有泥灰岩及碎屑岩，厚2.6~240米。

值得指出的是，在北部峨嵋山玄武岩尖灭地带的前缘雄武—鲁布格地区，于茅口组灰岩之上的龙潭组底部，发育了一套岩性较为复杂的岩石，有人认为与黔西南的“大厂层”相当，野外观察这套岩石具有如下特征：(1)、岩石成分复杂，由粘土岩、粘土质角砾岩、硅质岩、玄武质角砾岩和火山沉积碎屑岩组成；(2)、岩石不完整，多呈透镜状、角砾状，且磨圆度不好；(3)、这套岩石在层位延伸方向上不稳定，厚度变化大，局部亦可消失，最大厚度不足30米；(4)这层岩石与龙潭组下部粉砂岩、泥岩整合接触，而与下伏茅口组灰岩呈假整合接触，即覆

盖于茅口组灰岩的古岩溶面之上,表明应属于龙潭组地层单元;(5),在茅口灰岩顶部的岩石中普遍发育有成岩期的自形 Ca 石英,均为长柱状、双锥发育,晶体内部常包有方解石质点。由此可见,这套岩石与黔西南晴隆大厂地区的“大厂层”有着明显的差异,后者是严格产于峨嵋山玄武岩之下,茅口灰岩之上的一套夹玄武岩角砾的硅质岩和硅化、角砾岩化粘土岩,并与茅口灰岩整合接触,属茅口晚期产物。而雄武—鲁布格地区的所谓“大厂层”为晚二迭世龙潭早期产物。我们认为雄武—鲁布格地区的“大厂层”已非统称的“大厂层”可能是在“大厂层”沉积之后,所含的非晶质二氧化硅胶体向下渗滤进入茅口灰岩(灰岩尚未完全固结)并发生初期硅化交代作用。待两者成岩后,地壳抬升成陆,使“大厂层”遭受风化剥蚀,形成风化残积层。龙潭早期海浸时,“大厂层”形成的风化残积物或残块,堆积于龙潭组底部粘土层中,构成龙潭组底部地层单元,不整合覆盖于茅口灰岩之上,其时代应为晚二迭世龙潭早期。

区内龙潭组底部和下部金、锑的背景值较高,具有矿源层意义。在区域上该层中锑、金矿化普遍,晴隆大厂锑矿、戈塘金矿、鲁布格金矿即产于该层中,龙潭组是研究区内重要的赋金层位之一。

七. 三迭系

滇东南及其邻区的三迭系分布广泛,地层发育良好。按其沉积特征可分为:西北部台地相区,沉积稳定,从早期到晚期由海相向陆相过渡,中、下部以碳酸盐岩为主,上部为碎屑岩夹粘土岩;东部盆地相区沉降剧烈,发育浊流沉积,早期有火山碎屑岩沉积,但降起早于西北部,上统缺失;介于二者之间的为生物礁相区(台地边缘相),对两侧相区具有隔挡作用,大致沿黔西南的贞丰、册亨以西、滇东南的罗平以南分布。斜坡地带及深海相的浊积岩是滇黔桂地区微细浸染型金矿的主要赋矿层位。就滇东南而言,除南盘江流域的罗平、八大河、邱北、广南一带的局部地区为盆地边缘斜坡相外,其余地区为台地浅海相沉积。

1. 下统:除富宁地区的罗楼组为台盆斜坡相外,其它地区均为台地相,可分为上、下两部分:下部为飞仙关组(台地滨海相)或洗马塘组(台地浅海相);上部为永宁镇组。飞仙关组由粉砂岩、细砂岩、砂页岩组成,厚189~671米;洗马塘组为灰岩、泥灰岩夹泥岩,厚125~645米;永宁镇组由灰岩、泥灰岩夹砂页岩组成,厚77~1300米;罗楼组为泥质灰岩、粉砂质泥岩互层,厚90~300米,罗楼组下部有金、锑矿化。

2. 中统:下部在横向上分西部地区的个旧组和南盘江流域的板纳组。个旧

组为浅海碳酸盐岩沉积，厚74.5—2500米；板纳组为富含有机质、黄铁矿的粉砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩，局部为泥灰岩，沉积厚度为124—1000米，该组中有金、锑矿化，与黔西南的相应层位许满组和新苑组一起构成滇黔桂地区的主要赋金层位。上部可分为台地相的法师组和斜坡相的兰木组（拖咪组），法师组的主要岩性为灰岩、泥质灰岩、白云岩夹粘土岩，厚124—1000米；兰木组（拖咪组）主要岩性为灰绿色、淡黄色粉砂质泥岩夹粉砂岩、泥灰岩，厚562.09米。

3. 上统：受印支运动影响，部分地区抬升成陆，个旧、开远、邱北、罗平等南盘江流域继续接受沉积。下部为乌格组，岩性变化大，主要为一套杂色石英砂岩、粉砂岩、页岩夹灰岩，厚200—1000米。上部火把冲组为一套杂色石英砂岩、页岩、板岩，在开远等地其下部夹有煤层，厚214—1000米。

八. 侏罗系

在西北部的宜良一带零星出露，只发育中、下统，上统缺失。中、下侏罗统以内陆湖泊沉积为主，由泥岩、粉砂岩及砂岩组成，整合或假整合覆盖于三迭系之上。

九. 第三系

主要为始新世的小型湖泊盆地及山麓河流相堆积，为紫红色或灰红色钙质砾岩、泥质粉砂岩、钙质粉砂质泥岩等。上部常夹有煤线及松散砾岩，与下伏地层不整合接触。

十. 第四系

区内第四系零星广布、类型繁多，有冲积、洪积、坡积、残积、湖沼和洞穴等各种成因的砾石、砂及粘土堆积物。

第二节. 区域构造

除研究区西北部处于扬子准地台滇东台褶带的三级构造单元—曲靖台褶束外，其余地区地处滇东南褶皱带的三级构造单元—罗平—师宗褶断束、邱北—广南褶束和文山—富宁断褶束。

区内经历了自元古代以来的多旋迴构造运动，主要有晋宁旋迴、加里东旋迴、华力西旋迴、印支旋迴、燕山旋迴和喜山旋迴（表1—2）。其中晋宁和印支—燕山构造运动对本区影响最大，前者奠定了区域基底构造格局，后者导致区内盖层构造锥形的形成。由于扬子准地台与华南褶皱系具有不同的演化特征，因而使本区大地构造环境具有陆台、褶皱带过渡区的特点，一方面岩石圈表现为刚性较强的