四川与云南新生代成矿作用的初步对比*

Primary Comparison Between Cenozoic Mineralization in Sichuan and Yunnan

王登红[1] 陈毓川[2] 骆耀南[3] 应汉龙[4] 李志伟[5]
付小方[3] 杨建民[1] 闫升好[1]

(1 中国地质科学院矿产资源研究所，北京 100037; 2 中国地质科学院，北京 100037；3 四川地质矿产勘查开发局，四川成都 610081; 4 中国科学院地质与地球物理研究所，北京 100029；5 云南储量评审中心，云南 昆明 610011)

Wang Denghong[1], Chen Yuchuan[2], Luo Yaonan[3], Ying Hanlong[4], Li Zhiwei[5],
Fu Xiaofang[3], Yang Jianmin[1], Yan Shenghao[1]

(1 Institute of Mineral Resources, CAGS，Beijing 100037,China; 2 Chinese Academy of Geological Sciences，Beijing 100037, China; 3 Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resource, Chengdu 610081,Sichuan Province,China; 4 Institute of Geology and Geophysics, CAS，Beijing 100029,China; 5 Reserve Assessment Center of Yunnan Province，Kunming 650011,Yennan ,China)

摘 要 云南和四川在我国西南三江地区新生代成矿区(带)中占有重要地位，那里分布着一系列各具特色的大型超大型矿床，包括金顶铅锌矿、牦牛坪稀土矿床、哀牢山金矿等。以这些典型矿床为基础，分别构成了一系列矿集区。通过对矿集区成矿条件和成矿系列的研究，本文初步认为，四川和云南在新生代成矿作用方面既有共性又有个性，其共性表现在均受新生代大陆动力学总格局的宏观制约，呈现出“两横两纵两斜加一点”的矿集区分布格局形成若干成矿集中期；个性则突出地表现在“南锗北碲”、“南岩浆北构造”、“南煌斑岩北辉绿岩”、“南盆地北剪切”、“南氧化北冲积”、“南减薄北隆升”等方面。其原因除了与新生代表壳构造活动有关外，还受到各地新生代以前地质－成矿作用继承性的影响和新生代不同地区出现不同类型的幔源岩浆-流体-热事件的制约。

关键词 矿集区 成矿集中期 构造演化 新生代 四川 云南

云南和四川是我国新生代成矿作用最为集中的地区，也是西南三江构造-成矿带的东部主体。这里矿产资源丰富，找矿潜力巨大，为西部“大开挖（矿）”奠定了资源基础，对于西部大开发具有极其重要的意义。仅就形成于新生代的矿床而言，云南拥有中国目前最大的成型铅锌矿(金顶铅锌矿)、最大的成型锗矿(临沧锗煤矿)、最大的成型蓝石棉矿(高峰寺蓝石棉矿)及中国南方最大的煤矿(昭通煤矿)、硅藻土矿(寻甸先锋硅藻土-煤矿)，四川拥有中国南方最大的稀土矿床(牦牛坪稀土矿，中国第二，世界第三)等一批重要矿床。不但如此，三江地区地质复杂，地势险要，工作程度低，又是一个极具找矿潜力的地区，如四川义敦—夏塞一带随着银矿的不断突破很可能在近期内发展成为国内最大的以银为主的矿集区。另外，以四川大渡河和云南哀牢山为代表的两个金矿集中区，是西南主要的黄金生产基地，已经为发展国民经济起了重要作用，但新发现层出不穷，如云南的小水井金矿、长安金矿，四川的梭罗沟金矿。因此，国家将西南三江作为矿产资源的战略基地，长期投入，进行勘查与研究，取得了大量成果。但以往的工作主要考虑了三江的共性，对于云南与四川在成矿作用方面的差别尤其是新生代的差别注意不够。本文试图根据近年来的调查研究，对四川与云南境内新生代成矿作用的共性与个性进行初步对比，并探讨其大陆动力学机制。

*本文为国家重点基础研究项目“大规模成矿作用及大型矿集区预测”(G1999043203)的成果之一，并得到地质大调查项目(K1.4-3-4)、国家计委专项及国土资源部 1999 年新上一般项目(992024)的资助。
第一作者简介 王登红，男，1967 年生，研究员，长安大学兼职教授，主要从事成矿学研究。

1 成矿集中期与成矿集中区

西南三江地区的新生代矿床，不论其类型和构造环境如何，均有集中产出的特点，比如在世界上最长的碱性岩带——长达数千公里的藏北—三江碱性岩带，斑岩型铜钼多金属矿床主要集中在西藏的玉龙、云南的马厂箐和铜厂 3 个集中区，其他地方少见（与南美新生代斑岩铜矿带明显不同），而在这 3 个地区均出现了不止一个的成型矿床，在规模上从北西向南东变小，但成矿时代是一致的。玉龙地区马拉松多辉钼矿的 Re-Os 模式年龄为 35.9 Ma、35.4 Ma 和 36.2 Ma（唐仁鲤等，1995），本文作者最近获得祥云马厂箐辉钼矿的 Re-Os 等时线年龄为 33.9 Ma，云南省地质科研所曾获得金平铜厂斑岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 33.9 Ma 和 35.5 Ma，三者几乎同时。这种特点表明矿床的时空分布与大陆动力学之间具有密切的联系，但到底是什么样的成因联系又如何发生“关联”或者称之为“耦合”，则是一个刚开始研究的新课题。

近年来，笔者根据对四川和云南金矿成矿时代的对比，同样发现，不同地区、不同类型的金矿床是在相对集中的几个地质时期内形成的。比如，根据含金石英脉中石英矿物 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 同位素定年成果（王登红等，2001），四川大渡河矿集区的三雕金矿形成于 24.70 Ma（坪年龄），白金台子金矿形成于 25.35 Ma（坪年龄），田湾菩萨岗金矿形成于 26.67 Ma（坪年龄）。其等时线年龄分别为 22.86 Ma、24.09 Ma 和 24.82 Ma；反等时线年龄分别为 23.02 Ma、23.81Ma 和 24.16 Ma。根据云南一些金矿区成矿斑岩中长石的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 同位素定年成果（王登红等，2001），鹤庆北衙金矿形成于 24.56 Ma，宁蒗余家村金矿形成于 24.54 Ma，宁蒗萝卜地金矿形成于 24.60 Ma，祥云金厂箐金矿形成于 23.18 Ma。这些金矿的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 法等时线和反等时线年龄同样表明，他们形成于 25 Ma 左右。可见，25 Ma 是一个典型的金矿集中期，四川和云南均如此。

除了金矿以外，25 Ma 期间在四川和云南均发生了区域性的地质事件，包括强烈的构造-剪切走滑和热-变质事件，并且在四川的丹巴变质岩区和云南的哀牢山变质岩带几乎同时形成了伟晶岩型的白云母、宝石矿床。据四川地质科研所研究，在四川丹巴变质岩区记录的最近一次热-变质事件发生在 24.5 Ma(白云母片岩中的白云母)和 25.0 Ma（花岗伟晶岩中长石），因而 25 Ma 可能代表了丹巴白云母矿床的最终成矿时代。根据云南地质科研所的研究，哀牢山变质岩带中克甲伟晶岩中白云母的 Rb-Sr 年龄为 25.6 Ma，老乌寨伟晶岩中长石的 Rb-Sr 年龄为 27 Ma，鸡冠岩伟晶岩中黑云母的 Rb-Sr 年龄为 26.8 Ma，稿吾丫口片麻状花岗岩中黑云母的 Rb-Sr 年龄为 26.2 Ma。因而，25 Ma 左右同样是哀牢山伟晶岩型矿床的主要成矿时代。在滇西南，季建清等（2001）对剪切带中云母和角闪石的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 法年代学研究，也表明在 25 Ma 期间发生了一次显著的构造剪切事件。

综上所述，我们认为，从目前来看，四川和云南的新生代矿床不但形成于几个矿集区，而且形成于几个“成矿集中期”，目前已经证实的除了上述 25 Ma 是一个金矿和伟晶岩型矿床的成矿集中期外，还包括：① 新生代之初，在云南形成了以个旧白云山为代表的碱性岩型霞石正长岩矿床（66～62 Ma），在四川形成了以康定水白秧为代表的蚀变岩型金矿（65.12 Ma，石英 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 法坪年龄）；② 古新世末—始新世初，在滇西南腾冲一带形成了一系列的锡矿床（岩体年龄变化于 52.4~59.79 Ma）；③ 始新世末—渐新世初，除了在 33.9~36.2 Ma 期间形成 3 个斑岩铜矿集中区外，云南姚安与碱性斑岩有关的金多金属矿床、大姚高峰寺一带的蓝石棉矿床、永平卓潘及绿春哈播一带与碱性岩有关的稀有稀土成矿作用也可能集中形成于此期间；④ 中新世后期，在四川沿鲜水河大规模剪切带（切割折多山花岗岩体）形成了一系列金、铅锌、钨锡多金属矿床，其中偏岩子金矿形成于 9.55 Ma（罗鸿书等，1987），而折多山花岗岩形成于 8～15 Ma（许志琴等，1992）。

这些不同时期形成的矿床在空间上呈现出有规律的分布格局，笔者称之为“两横两纵两斜夹一点”（图 1），其中“两横”(图上未圈出)包括“北横”和“南横”，“北横”指四川北部、三江(及大渡河、嘉陵江)上游主要由砂金矿床和泥炭等通过表生成矿作用形成的矿集区(大部分矿床已经出图)，“南横”包括云南南部主要由红土型金矿、风化型镍矿等通过表生作用形成的矿集区。“两纵”包括“西纵”和“东纵”，“西纵”是指沿怒江、澜沧江及金沙江上游一带分布的矿集区，包括玉龙、义敦、金顶、三江蜂腰和腾冲，“东

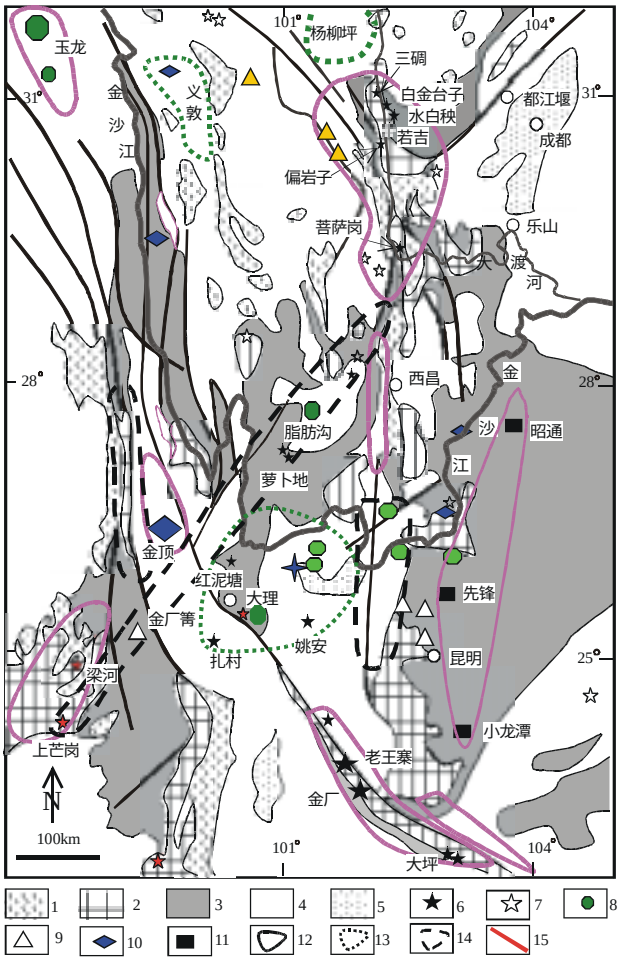


图 1　三江地区新生代矿集区分布概图

1—花岗质岩；2—前寒武变质岩；3—古生界；4—中生界；5—新生界；6—时代明确的金矿；7—未测年的金矿；8—铜矿；9—砂矿；10—铅锌矿；11—煤矿；12—成熟的矿集区；13—近期可扩大规模的矿集区；14—潜在的矿集区；15—主要断裂

纵”包括大渡河沿线的金矿集区和杨柳坪矿集区、攀西的稀土矿集区和及其南部潜在的东川金矿矿集区。“两斜”的“北西斜”是指沿北西向构造带分布的矿集区，包括玉龙、金顶、大理、哀牢山和个旧，“北东斜”是指沿北东向构造带(实际上平行的或近于平行的北东向断裂不止一条)分布的矿集区，包括木里断裂带和潞西-高黎贡断裂带。“一点”是指位于北西向构造带和北东向构造带交汇处偏东侧的大理矿集区。这样一种分布格局，显示了矿集区的形成与新生代大地构造格局之间密切的联系（王登红等，2002）。

2　南北差别

四川与云南的新生代矿床虽然在宏观上同属于喜马拉雅期地壳运动的产物，受到了统一的构造应力场的制约，但二者的区别也是明显的，大致表现在“南锗北碲”、“南岩浆北构造”、“南煌斑岩北辉绿岩”、“南盆地北剪切”、“南减薄北隆升”等几个方面。

“南锗北碲”是指锗在云南的矿床中普遍富集，而碲在四川的矿床中含量很高，实际上已经在云南的临沧和四川的大水沟分别形成了独立的锗矿床和碲矿床，而且规模均很大。云南已经查明储量的含锗矿床至少有 12 处，储量超过 1000 t，并且多数可以利用。锗的富集可以追溯到元古代形成的东川铜矿，控制储量至少 50 t，会泽铅锌矿中伴生的锗在 200 t 以上，而临沧大寨含锗铀煤矿中的锗储量已经达到 800 t（均据内部资料），从古至今，规模越来越大。云南的锗似乎没有进入四川，四川很少有锗富集的报道，但却出现了大规模的碲的成矿作用。碲不但在许多矿床中伴生出现（如大渡河一带的金矿、义敦－夏塞一带的多金属矿床），而且形成了大水沟独立矿床（陈毓川等，1996），在时间上也从燕山期一直延续到喜马拉雅期。

“南岩浆北构造”是指云南的矿床与岩浆岩关系密切，而四川的矿床主要受到构造控制。但这并不是说构造对云南的矿床不起作用，或者说岩浆作用在四川可以忽略不计。这一特点在金矿床表现尤其明显。四川的金矿多出现在康定杂岩分布区，宏观和微观上均受到新生代构造剪切带的控制，并且既可以出现在杂岩体内部也可以出现在杂岩体与盖层之间的构造薄弱带，在矿区一般少见碱性岩。云南的金矿恰好相反，无论是出现在哀牢山变质岩带的金矿床还是出现在中新生代盆地及其边缘的金矿床，均不同程度地出现碱性岩，包括二长斑岩（如余家村）、正长斑岩（如北衙）和细粒正长岩（如铜厂）等。四川的推覆构造很发育，推覆构造面影响下的局部引张或小盆地可作为有利的成矿空间，应引起勘查人员的重视。四川的梭罗沟金矿可能属于此种情况。

“南煌斑岩北辉绿岩”是指在云南的矿区尤其是金矿区常见煌斑岩，如老王寨、小水井、大坪、铜厂、北衙等，并且往往是多期次的；而在四川的金矿区则常见辉绿岩并且在大渡河一带常常成群出现，类似于岩墙群。在义敦—夏塞成矿带也有成群的辉绿岩脉或岩墙。

“南盆地北剪切”是指在云南多盆地而且常常含矿，包括煤矿、铀矿和锗矿，而四川的剪切带和推覆构造对于金矿和其他矿床（如折多山一带的多金属矿床）的控制意义更加显著。

“南氧化北冲积”是指云南的气候条件有利于形成氧化矿床，包括一系列的红土型金矿（如金平铜厂—董棕河一带、潞西上芒岗、鹤庆北衙）和镍矿（虽然还“不成气候”），而四川尤其是四川西部和北部由于快速隆升有助于砂金矿的形成，包括金沙江上游、雅砻江中上游以及嘉陵江、涪江上游漳腊—平武一带的大量砂金矿床。同样是砂矿，云南禄劝—富民一带的峨眉山玄武岩在氧化后形成了大量的钛砂矿。

“南减薄北隆升”是指云南的地壳明显减薄并伴随了大规模的走滑-逸出构造活动，形成了众多的新生代盆地，盆地中聚集了大量的能源矿产，而四川的地壳明显增厚并快速隆升，强烈地表现在龙门山—锦屏山陆内造山带的形成（骆耀南等，1998），其中雀儿山、沙鲁里山和折多山（成岩年龄仅 15～8 Ma，付德明等，2001）等大型花岗岩岩基的出露表明地壳快速隆升并强烈剥蚀。

应当说，对于上述这种区别的认识还是初步的，但无疑提出了一些重要的科学问题，有的还将影响到今后地质找矿的方向。

致谢：工作中得到罗君烈先生、付德明先生和杨伟光博士、楚萤石高工、蒲广平高工、杨夕辉高工等的帮助，并得到 973 项目首席科学家毛景文和胡瑞忠研究员的指导，在此一并致谢。

参 考 文 献

陈毓川，毛景文，骆耀南，等.1996. 四川大水沟碲（金）矿床地质和地球化学[M]. 北京：原子能出版社，1～146.

付德明，楚萤石.2001. 四川折多山花岗岩的剪切作用及其成矿远景[A]. 见:陈毓川,王登红主编. 喜马拉雅期内生成矿作用研究[C]. 北京:地震出版社. 96～103.

罗鸿书, 毛玉元，陆彦，等. 1987. 康定氟镁石金矿[M]．成都:四川科学技术出版社. 172p.

骆耀南，俞如龙，等.1998. 龙门山－锦屏山陆内造山带[M]. 成都:四川科学技术出版社.

唐仁鲤，罗怀松，等.1995. 西藏玉龙斑岩铜（钼）矿带地质[M]. 北京：地震出版社.1～381.

王登红，杨建民，薛春纪，等. 2001. 西南三江-大渡河地区喜马拉雅期金成矿作用的同位素年代学依据[A]．见: 陈毓川,王登红主编．喜马拉雅期内生成矿作用研究[C]．北京:地震出版社.84～87.

王登红，杨建民，阎升好，等．2002．西南三江新生代矿集区的分布格局及找矿前景[J]. 地球学报，23(2):135～140.

许志琴，侯立玮，等.1992. 中国松潘－甘孜造山带的造山过程[M]. 北京:地质出版社.1～160.