

国家重点基础研究发展规划项目 (973 项目)

西南三江地区新生代 大陆动力学过程与大规模成矿

王登红 应汉龙 梁华英 黄智龙 骆耀南 等著



地质出版社

国家重点基础研究发展规划项目（973 项目）

西南三江地区新生代 大陆动力学过程与大规模成矿

王登红 应汉龙 梁华英 黄智龙 骆耀南 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

西南三江地区是中国最重要的成矿带之一。这里拥有中国目前最大的铜矿（西藏玉龙铜矿）、最大的铅锌矿（云南金顶铅锌矿）、最大的锆矿（云南临沧锆矿）及一系列其他重要的金、银、锡、稀有金属和稀土元素等矿床。这些矿床主要形成于新生代，并且与青藏高原的隆升过程或者说大陆构造环境的演化密切相关，从而为研究大陆成矿体系提供了典型范例。本书在对三江地区区域地质背景、区域成矿特征、大规模成矿作用及大型矿集区进行综合研究的基础上，对与大规模成矿作用密切相关的新生代碱性岩、煌斑岩、碳酸岩等岩浆作用及成矿年代学进行了深入、系统的研究，通过对大规模成矿作用与构造演化耦合关系的追踪，厘定了矿床成矿系列，建立了新生代成矿谱系，提出了“大三江构造-成矿”一体性、大型矿集区“两横两纵两斜夹一点”分布格局、新生代大陆成矿“幔涌壳旋”动力学模式，圈定了11处大型矿集区和3处大型地热田，对3处大型矿床进行了预测，并在野外考察过程中初步发现了热泉型金矿化。

本书可供从事基础地质学、矿床学、地球化学、成矿动力学等方面研究的科研人员、管理人员、地质找矿人员及高等院校的师生应用与参考。

图书在版编目（CIP）数据

西南三江地区新生代大陆动力学过程与大规模成矿/
王登红等著. —北京：地质出版社，2006. 6
ISBN 7-116-04871-5

I. 西... II. 王... III. 新生代—地球动力学—成
矿作用—西南地区 IV. P617.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 061357 号

XINANSANJIANGDIQU XINSHENGDAI DALUDONGLIXUEGUOCHENG YU DAGUIMOCHENGKUANG

组稿编辑：王大军

责任编辑：汪福炘 白 铁

责任校对：李 玫

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号，100083

电 话：（010）82324508（邮购部）；（010）82324579（编辑室）

网 址：<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱：zbs@gph.com.cn

传 真：（010）82310759

印 刷：北京长宇印刷有限公司

开 本：787mm×1092mm¹/₁₆

印 张：13.75 彩插：1 页

字 数：340 千字

印 数：1—800 册

版 次：2006 年 6 月北京第一版·第一次印刷

定 价：50.00 元

ISBN 7-116-04871-5/P·2694

（凡购买地质出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社出版处负责调换）

前 言

西南三江地区位于全球性特提斯-喜马拉雅成矿域的中部，也是中国最重要的成矿区带之一，这里拥有中国目前最大的铜矿（西藏玉龙铜矿）、最大的铅锌矿（云南金顶铅锌矿）、最大的锆矿（云南临沧锆矿）及一系列其他重要的金、银、锡、稀有金属和稀土元素等矿床。这里也是近年来地质找矿工作的重点地区，包括云南哀牢山一带的金矿、兰坪-思茅盆地的盐类矿床和金属矿床、白秧坪一带的银钴矿、四川牦牛坪一带的稀土元素矿床、夏塞一带的锡多金属矿床、大渡河一带的金矿床以及云南、四川交界地区雪鸡坪-红山一带的斑岩型铜金矿床等，都是近年来新发现或取得重要进展的矿区或矿集区。中国地质调查局自 1999 年开展地质大调查以来也一直将这一地区作为重点地区。国内外地学界各个领域的专家学者从青藏高原构造演化特殊性及其资源环境效应的角度，长期以来对其大地构造性质、演化历史、全球变化、气候效应、环境演变、动力学机制及矿产资源等各个方面都进行了大量的研究，因此，西南三江地区一直是全球关注的热点地区。毫无疑问，这里也是一个找矿潜力巨大的地区。但是，三江地区山高谷深，交通不便，基础研究工作相对薄弱，已知矿床又都地处偏僻，新老矿区地质找矿工作的难度均很大。因此，加强成矿规律的研究，从理论上武装地质找矿人员，减小盲目性，增大地质找矿的成功率，无疑是弥补自然条件先天不足的重要途径。

国家重点基础研究发展规划（简称 973 项目）“大规模成矿作用与大型矿集区预测”项目将西南三江地区作为研究大陆动力学环境与大规模成矿作用的典型研究区，设立了“西南三江地区新生代大陆动力学过程与大规模成矿”课题，对新生代时期西南三江地区的构造属性、演化关系及大规模成矿效应进行了综合分析与深入研究。本书即是该课题研究的主要成果，该成果于 2004 年 9 月在大连以会议审查的方式通过了由科学技术部组织的专家验收，并获得优秀成绩。

在研究过程中，课题组成员在认真学习前人成果的基础上，系统搜集了 860 多个矿床的资料（涉及 3000 多篇文献资料），并对云南姚安干沟金矿、老街子银铅锌矿床、南华吕合煤矿、姚安高峰寺蓝石棉矿、祥云九顶山（马厂箐）铜铅矿床、永平卓潘岩体及铁矿、腾冲白石岩硅灰石矿床及第四纪火山岩、腾冲热海热泉及热泉型金矿、腾冲观音堂硅藻土矿区、梁河来利山锡矿（丝光坪及来利山）、潞西上芒岗金矿、龙陵黄连沟铍铋钽矿、临沧大寨锆铀煤矿、西盟锡矿、澜沧老厂多金属矿床、镇源老王寨金矿、元阳金平金矿、墨江金厂金矿、个旧锡矿、白云山霞石正长岩矿床、金平白马寨铜镍矿、金平长安冲金矿、董宗河金矿、铜厂铜铅矿、兰坪金顶铅锌矿、白秧坪银铅锌矿、金满铜矿、楚雄小水井金矿、宁蒗余家村金矿、罗卜地铜-金矿、拖布卡金矿、布卡金矿等 35 处不同类型的矿床，对四川康定色拉哈钨锡矿、冕宁牦牛坪稀土矿、三碉金矿、白金台子金矿、水白秧金矿、若吉金矿、黑金台子金矿、菩萨岗金矿、偏岩子金矿、嘎拉金矿、错阿金矿、夏塞银多金属矿床、木里梭罗沟金矿、杨柳坪铜镍矿、茶铺子金矿、镇龙沟自然铂矿床、甲基

卡、丹巴稀有金属矿床等18处矿床,对西藏玉龙铜矿、扎拉尕铜矿、莽总铜矿、多霞松多铜矿、馬拉松多铜矿、冲江铜矿、驱龙铜矿等7处矿床进行了野外实地调查和研究,采集样品约1500件,对其中200多件代表性样品进行了同位素年代学、岩矿鉴定、岩石地球化学、同位素地球化学、微量元素和稀土元素等方面的系统研究,并进行了成岩成矿实验,获取了一大批新的分析测试和实验资料,为系统研究西南三江地区新生代大陆动力学过程及其与大规模成矿作用的耦合关系奠定了较为扎实的基础。通过上述工作,课题组成员还发表了相关论文37篇(截至2004年5月),其中SCI论文11篇。另外,课题负责人王登红研究员获得中国矿物岩石地球化学学会第九届侯德封奖(2002年),2002年入选国土资源部首批百名优秀青年科学家计划,被评为国土资源部第二届十大杰出青年(2003年),并入选首批新世纪百千万人才工程国家级人选(2004年7月);课题组骨干成员骆耀南教授级高级工程师被评为四川省杰出科技人才,黄智龙研究员获得第八届侯德封奖。

参加本课题研究的成员来自于科研院所和生产单位,课题承担单位是中国地质科学院矿产资源研究所,上级部门是国土资源部,主管部门是科学技术部;课题负责人是中国地质科学院矿产资源研究所王登红研究员,骨干有四川地质矿产勘查开发局的骆耀南总工程师、中国科学院地球化学研究所(贵阳)的黄智龙研究员、中国科学院广州地球化学研究所的梁华英研究员和中国科学院地质与地球物理研究所的应汉龙副研究员。另外,张玉泉、谢应雯、俞如龙、付小方、傅德明、李志伟、屈文俊等研究员或教授级高级工程师及许成、管涛、谢力华、李文博、李建康、刘峰、应立娟等博士后、博士或硕士研究生也参加了部分研究工作,云南地矿厅的前副总工程师罗君烈教授级高级工程师作为本课题的顾问对本课题的执行自始至终给予了指导。本课题始终在项目首席科学家毛景文研究员和胡瑞忠研究员的领导下进行,李廷栋院士、陈毓川院士、涂光炽院士、谢学锦院士、肖序常院士、翟裕生院士、任纪舜院士、马宗晋院士、滕吉文院士、沈其韩院士、刘秉光研究员、贝丰教授、许东禹研究员等项目专家组成员及主管部门的黄宗理司长、白星碧处长、周少平处长、刘凤山处长等多次给予本课题悉心指导和关心,项目办公室王立华研究员及承担单位领导侯增谦副所长及科技处孙文泓、财务科孙宗英、王振英、王晓红、王志伟等同志从项目管理的角度在本课题执行过程中也给予了多方面的帮助。本项目兄弟课题吴淦国教授、华仁民教授、翟明国研究员、范蔚茗研究员、王学求研究员、向运川研究员、朱炳泉研究员、高山研究员、李献华研究员、马东升教授、刘家军研究员、郭峰研究员、杜杨松研究员、毕献武研究员、薛春纪教授等也都给予本课题以技术上的指导;中国地质科学院岩矿测试研究所、中国科学院地球化学研究所、中国科学院广州地球化学研究所、中国科学院地质与地球物理研究所、四川地质矿产勘查开发局岩矿测试中心、原地质矿产部武汉岩矿测试中心、澳大利亚国立大学地球科学研究所 ICP-MS 实验室和澳大利亚国立大学等相关测试单位在分析测试方面给予了很大的帮助,在此一并致谢。

由于水平有限,书中缺点、错误及疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 大三江地区区域地质演化与成矿特征 (1)

第一节 “大三江”区域地质特征 (1)

一、关于研究区域——“大三江” (1)

二、大三江的基本构造特征 (1)

第二节 大三江地区新生代地质-成矿演化概况 (2)

一、大三江在中国的地位——“东降西隆”翘翘板运动的支点 (2)

二、早第三纪 (10)

三、晚第三纪 (13)

第三节 “大三江”区域成矿特征 (15)

一、“大三江”新生代成矿作用的重要性 (15)

二、主要矿产资源 (16)

三、大三江地区新生代成矿作用的主要类型 (27)

第四节 大三江地区新生代成矿作用的特点及与国内外的对比 (30)

一、大三江新生代成矿作用的特点 (30)

二、与国内外新生代成矿作用的对比 (31)

第二章 三江地区新生代富碱（高钾）岩系及铜金大规模成矿动力学背景 (33)

第一节 印度板块与欧亚板块东缘碰撞的时代——西藏长青温池-波弄贡变质带片麻岩锆石年龄证据 (33)

一、区域地质简介 (33)

二、变质岩锆石特征及分析方法 (34)

三、锆石年龄 (34)

四、讨论 (37)

第二节 三江地区新生代富碱（高钾）岩系形成的构造模型及矿化制约因素 (39)

一、三江地区新生代富碱（高钾）岩系岩石中云母的特征及其岩石学意义 (39)

二、岩石化学及微量元素 (46)

三、三江新生代富碱（高钾）岩系同位素特征 (46)

四、岩体锆石 ELA-ICP-MS 年龄 (52)

五、岩体形成构造模型 (52)

第三节 三江富碱（高钾）岩体矿化制约因素分析 (54)

一、富钾碱性岩体的形成演化及其对铜成矿的制约——以马厂箐铜矿为例 (54)

二、讨论及结论 (57)

第三章 三江地区煌斑岩、碳酸岩及与成矿的关系 (59)

第一节 概述 (59)

第二节 三江地区煌斑岩的成因及其与成矿的关系	(61)
一、三江地区煌斑岩具有相同的富集地幔源区,属于交代富集地幔部分熔融 的产物	(61)
二、大三江地区煌斑岩与富碱侵入岩时空密切共生为同源多种岩浆过程综合作用的结果	(65)
三、煌斑岩与成矿的关系	(67)
第三节 四川冕宁稀土矿碳酸岩成因及其与稀土矿化的关系	(75)
一、碳酸岩为交代富集地幔部分熔融的产物	(75)
二、碳酸岩与正长岩时空密切共生为岩浆液态不混溶作用的结果	(77)
三、四川冕宁稀土矿为与碳酸岩-正长岩岩浆活动密切相关的地幔流体成矿作用的产物	(77)
四、碳酸岩与成矿的关系	(78)
第四章 大三江地区新生代大规模金银成矿作用及其与主要地质事件的耦合关系	(83)
第一节 “三江”造山带和扬子陆块西缘新生代金矿床分布和成矿构造背景	(83)
一、构造单元	(84)
二、主要金矿成矿构造单元新生代构造活动特点	(84)
第二节 金矿床及其成矿时代	(88)
一、扬子陆块康滇地轴新生代金矿床	(90)
二、扬子陆块楚雄盆地西缘新生代金矿床	(95)
三、前陆逆冲带金矿床形成时代	(98)
四、哀牢山造山带金-镍矿床	(100)
五、“三江”地区其他构造单元金矿床形成时代	(110)
第三节 义敦岛弧碰撞造山带夏塞银多金属矿床的形成时代	(111)
第四节 新生代大三江地区金矿成矿作用与构造的关系	(116)
一、由构造控制的金矿成矿作用	(119)
二、与走滑-逆冲推覆有关的金矿成矿(亚)系列	(119)
三、与走滑-斑岩有关的金矿成矿(亚)系列	(120)
四、新生代金矿成矿带	(120)
第五章 西南三江新生代成矿规律及其动力学背景探讨——成矿集中期与成矿 集中区	(124)
第一节 金沙江-红河斑岩铜铅矿集区的成矿集中期	(126)
第二节 青藏高原东缘金的成矿集中期	(131)
第三节 西南三江地区新生代成矿集中期的演化——成矿时序	(139)
一、西南三江地区的成矿时序	(139)
二、西南三江地区的新生代成矿谱系	(141)
第四节 西南三江新生代矿集区的分布格局及找矿前景	(144)
第五节 三江地区新生代成矿的格局与特点	(150)
一、“南锺北碲”	(151)
二、“南岩浆北构造”	(151)
三、“南煌斑岩北辉绿岩”	(151)
四、“南盆地北剪切”	(151)
五、“南氧化北冲积”	(152)

六、“南减薄北隆升” (152)

第六章 大三江地区新生代大陆动力学过程及大型矿集区预测 (153)

第一节 大三江地质作用和成矿构造环境的某些特殊性 (153)

一、成矿地质过程的特殊性 (153)

二、造山带中非造山型幔源岩浆成矿作用——以牦牛坪为例 (154)

三、构造带中大花岗岩体的成矿作用——以折多山为例 (160)

第二节 大三江造山带的大陆动力学过程探索 (166)

一、特提斯洋形成与演化基础 (167)

二、新生代板块构造背景 (168)

三、新生代大陆动力学过程及“幔涌壳旋”模式 (169)

第三节 三江造山带新生代大规模成矿的认识 (171)

一、大规模成矿的有利因素 (171)

二、大规模成矿的主要特点 (172)

三、新生代成矿高峰期的确定 (172)

第四节 三江地区大型矿集区的圈定及预测 (173)

一、圈定 11 处大型矿集区 (173)

二、圈定 4 处地热田 (175)

三、预测 3 处大型矿床 (176)

第五节 川西地区现代热泉型金矿化的发现与初步研究 (177)

一、地质概况 (177)

二、金的含矿性评价 (178)

三、热泉沉积物的地球化学特征 (181)

四、找矿前景分析 (186)

结语 (189)

主要参考文献 (193)

英文摘要 (204)

附件 1：由本课题资助完成、发表的部分论文目录 (205)

附件 2：关于《西南三江地区新生代大陆动力学背景与大型矿集区分布及预测图》
的简要说明 (208)

附图 1：西南三江地区新生代大陆动力学背景与大型矿集区分布及预测图

Contents

Preface

1 Regional geological evolution and mineralization characteristics in the Pan-Sanjiang region	(1)
1.1 Regional geological characteristics in the “Pan-Sanjiang region”	(1)
1.1.1 Research area——“Pan-Sanjiang region”	(1)
1.1.2 Basic tectonic characteristics in the Pan-Sanjiang region	(1)
1.2 Cenozoic geological-metallogenic evolution in the Pan-Sanjiang region	(2)
1.2.1 Position of the Pan-Sanjiang region in China-the fulcrum of teeterboard as “east falling and west lifting”	(2)
1.2.2 Eogene Period	(10)
1.2.3 Neogene Period	(13)
1.3 Regional mineralization in the “Pan-Sanjiang region”	(15)
1.3.1 Significance of Cenozoic mineralization in the “Pan-Sanjiang region”	(15)
1.3.2 Major mineral resources	(16)
1.3.3 Main types of Cenozoic mineralization in the Pan-Sanjiang region	(27)
1.4 Cenozoic mineralization in the Pan-Sanjiang region and comparison with the domestic and the oversea	(30)
1.4.1 Cenozoic mineralization characteristics in the Pan-Sanjiang region	(30)
1.4.2 Comparison on Cenozoic mineralization characteristics with the domestic and the oversea	(31)
2 Cenozoic alkali-rich (K-rich) rock system in the Sanjiang region and large-scale copper-gold metallogenic geodynamic setting	(33)
2.1 Collision epoch of Indian plate and eastern margin of Eurasian plate-zircon dating evidence in gneiss from Tibetan Changqingchi——Bononggong metamorphic belt	(33)
2.1.1 Brief introduction of the regional geology	(33)
2.1.2 Zircon characteristics in metamorphic rock and its analysis method	(34)
2.1.3 Zircon age	(34)
2.1.4 Discussion	(37)
2.2 Tectonic model of Cenozoic alkali-rich (K-rich) rock system formation in the Sanjiang region and the mineralization control factor	(39)
2.2.1 Mica from Cenozoic alkali-rich (K-rich) rocks and its petrologic significance	(39)
2.2.2 Petrochemistry and trace elements	(46)
2.2.3 Isotope characteristics of Cenozoic alkali-rich (K-rich) rock system	(46)
2.2.4 Zircon ELA-ICP-MS age in rock body	(52)
2.2.5 Tectonic model of rock body formation	(52)
2.3 Analysis on the mineralization control factor of alkali-rich (K-rich) rock body	

in the Sanjiang region	(54)
2.3.1 Evolution of alkali-rich (K-rich) rocks and its contribution to Cu mineralization ——taking Machangqing copper deposit as an example	(54)
2.3.2 Discussion and conclusion	(57)
3 Lamprophyre and carbonatite in the Sanjiang region and its relationship with mineralization	(59)
3.1 General introduction	(59)
3.2 Genesis of lamprophyre in the Sanjiang region and its relationship with mineralization	(61)
3.2.1 Lamprophyres in the Sanjiang region originated from enriched mantle source and produced by partial melting	(61)
3.2.2 Lamprophyre in the Sanjiang region associated with the alkali-rich intrusions temporally and spatially, resulted from comprehensive process of multi-source of magma	(65)
3.2.3 Relationship between lamprophyre and mineralization	(67)
3.3 REE deposit-associated carbonatite in Mianning, Sichuan and its relationship with REE mineralization	(75)
3.3.1 Carbonatite is the production of partial melting through altering the enriched mantle	(75)
3.3.2 Carbonatite closely associated with the syenite on time and space, and this is the result of magmatic liquid immiscibility	(77)
3.3.3 REE deposit in Mianning, Sichuan is the product of mantle fluid mineralization closely correlated to the magmatic activity of carbonatite-syenite	(77)
3.3.4 Relationship between carbonatite and mineralization	(78)
4 Large scale Cenozoic gold-silver mineralization in the Pan-Sanjiang region and its coupled relationship with major geological events	(83)
4.1 Distribution of Cenozoic gold deposit and metallogenic tectonic setting in the “Sanjiang” orogenic belt and the western margin of Yangzi landmass	(83)
4.1.1 Tectonic unit	(84)
4.1.2 Cenozoic tectonic unit and their activity related to major gold mineralization	(84)
4.2 Gold deposits and their metallogenic epoch	(88)
4.2.1 Cenozoic gold deposits in Kangdian earth’s axis of Yangzi landmass	(90)
4.2.2 Cenozoic gold deposits in the western margin of Chuxiong basin of Yangzi landmass	(95)
4.2.3 Gold deposit formation epoch in the foreland obduction zone	(98)
4.2.4 Gold-nickel deposits in the Ailaoshan orogenic belt	(100)
4.2.5 Formation epoch of gold deposit in other tectonic units in the “Sanjiang” region	(110)
4.3 Age of the Xiasai Ag-polymetallic deposit in Yidun orogenic belt	(111)
4.4 Relationship between Cenozoic gold mineralization and tectonics in the Pan-Sanjiang region	(116)
4.4.1 Gold mineralization controlled by tectonics	(119)
4.4.2 Gold metallogenic (sub)series correlated with strike-slip and thrust nape	(119)
4.4.3 Gold metallogenic (sub)series correlated with strike-slip and porphyry	(120)
4.4.4 Cenozoic gold metallogenic belt	(120)

5	Cenozoic metallogenic Regularity in the Sanjiang region, southwest China, and discussion on the geodynamic setting—Episodes of mineralization and ore clusters	(124)
5.1	Episode of porphyry-type Cu-Mo deposit in the Jinshajiang-Honghe ore cluster	(126)
5.2	Episode of gold deposit in the eastern margin of Qingzang plateau	(131)
5.3	Metallogenic sequence and evolution of Cenozoic mineralization in the Sanjiang region	(139)
5.3.1	Metallogenic sequence in the Sanjiang region, southwest China	(139)
5.3.2	Cenozoic mineralization pedigree in the Sanjiang region, southwest China	(141)
5.4	Distribution pattern of Cenozoic ore clusters in the Sanjiang region, southwest China, and its prospecting future	(144)
5.5	Cenozoic metallogenic pattern and general features in the Sanjiang region	(150)
5.5.1	South germanium and north tellurium	(151)
5.5.2	South magmatism and North tectonics	(151)
5.5.3	South lamprophyre and North diabase	(151)
5.5.4	South basin and North shearing	(151)
5.5.5	South oxidation and North alluviation	(152)
5.5.6	South thinning and North uplifting	(152)
6	Cenozoic continental geodynamic process in the Pan-Sanjiang region and prognosis on the large ore clusters	(153)
6.1	Some characteristics of geology and metallogenic tectonic setting in the Pan-Sanjiang region	(153)
6.1.1	Particularity of the metallogenic geological process	(153)
6.1.2	Anorogenic mantle source magmatic mineralization in the orogenic belt—taking Maoniuping as an example	(154)
6.1.3	Mineralization around large body of granitic pluton—taking Zheduoshan as an example	(160)
6.2	Exploration on continental geodynamic process in the Pan-Sanjiang orogenic belt	(166)
6.2.1	Formation and evolution base of Tethyan Ocean	(167)
6.2.2	Cenozoic plate tectonic setting	(168)
6.2.3	Cenozoic continental geodynamic process and the model as “mantle’s streaming and crust’s spinning”	(169)
6.3	Cognition on the Cenozoic large-scale mineralization in the Sanjiang orogenic belt	(171)
6.3.1	Advantageous factors for the large-scale mineralization	(171)
6.3.2	Main characteristics of the large-scale mineralization	(172)
6.3.3	Confirmation on the fastigium of Cenozoic mineralization	(172)
6.4	Large ore clusters delineation and prognosis in the Sanjiang region	(173)
6.4.1	Delineation on 11 large ore clusters (metallogenic concentrated regions)	(173)
6.4.2	Delineation on 4 geothermal fields	(175)
6.4.3	Prognosis on 3 large-scale deposits	(176)

第一章 大三江地区区域地质演化与成矿特征

第一节 “大三江” 区域地质特征

一、关于研究区域——“大三江”

西南三江地区，以往主要指怒江、澜沧江和金沙江三大水系所流经的区域，但地理上的地域与地质上的范围不完全一致，而且就新生代时期的地质构造而言，西南三江与扬子地台西缘具有密切的联系，很难将两者割裂开来讨论。这是新生代的“三江”与中生代的三江所具有的明显不同的地方，因为，中生代的扬子地台西缘主体是“陆地”，而三江是“海洋”，而进入新生代以后，三江和扬子地台西缘共同处于大陆地质的构造格局之中。尽管两者仍有许多不同之处，但明确指出“中生代的三江与新生代的三江具有不同的构造与成矿动力学内涵”这一基点是非常重要的。为了强调中生代三江与新生代三江的不同和新生代三江及扬子地台西缘构造演化的特点，本书以“大三江”涵盖狭义的三江与扬子地台西缘地区，并倾向于将“大三江”的概念与青藏高原东缘加以区别。即：在地理上，“大三江”在狭义三江的基础上延伸到大渡河流域，但不延伸到岷江和嘉陵江流域，后者可以包括在青藏高原东缘的范围内；在地质上，“大三江”主要是印度板块以东、川西大“Y”形断裂带以西的地区，包括横断山、扬子地台西缘和锦屏山，但龙门山不包括在研究范围之内，尽管龙门山也经历了新生代的造山运动。

因此，本书所指的“大三江”具有如下的含义：①地理上位于青藏高原东侧，约指东经 $102^{\circ}30'$ 以西的怒江、澜沧江、金沙江、大渡河、红河等流域地区的中国境内部分；目前研究的主要部分是狭义的三江加上扬子地台西缘。②地质上包括特提斯构造域的三江褶皱系和扬子地台西缘。③时间上主要是新生代时期。④大地构造上相当于印度板块与欧亚板块相碰撞所造成的陆内造山带。三江褶皱系及扬子地台西缘虽与青藏高原同属新特提斯消亡的陆内变形，但其构造特征与喜马拉雅山本部及北侧有很大差异。这就从时间上、地理范围和构造属性等方面与狭义的三江及特提斯、扬子地台西缘等构造概念有了明确的区别。

二、大三江的基本构造特征

根据上述对于大三江地域的限定，可以看出，大三江地区具有如下与众不同的特点：

1) 构造体制上：“大三江”不同于两大板块正面俯冲-碰撞的喜马拉雅山本部，新生代的变形既缺乏洋壳消亡的弧-沟-盆过程，又不是楔形推覆的造山机制，而以大型走滑或冲断为主，陆内加厚一般仅达青藏高原的 $(1/2) \sim (4/5)$ （罗君烈等，2001）。

2) 造山运动形式和性质上：中生代的三江可能具有洋壳向陆壳俯冲造山的典型板块俯冲造山机制，但新生代的大三江基本上是陆内造山，而且陆内造山运动具有明显的阶段性和方向性，并且可能在青藏高原隆起之前就有过大规模的隆升。

3) 大规模变形上: 具有相对独立性。青藏高原主褶皱期在中新世, 而“大三江”的陆内变形主幕在中、晚始新世之间, 其次为渐新世末, 中新世构造应力场反而比较平静 (Luo J Let al. ,2000)。在早第三纪与晚第三纪之间曾经发生过大规模的推覆运动, 包括两个方向, 水平方向的推覆形成了一系列的“飞来峰”, 垂直方向的推覆则形成一系列的“弧形”构造。对于“四川运动”是否存在尚有争议, 但本书强调四川运动可能独立了喜马拉雅运动, 也独立于印度板块向欧亚大陆的俯冲作用, 对于“大三江”构造格局的形成具有重要意义。

4) 岩浆活动方面: “大三江”地区不存在喜马拉雅山北侧 K_2 —E 典型的蛇绿岩和陆内火山弧, 而是呈热点集中或线性展布的多期斑岩、碱性岩、幔源富钾煌斑岩等, 其强度和广度远胜于喜马拉雅山区。

5) 变质作用方面: 新生代超深变质及混合岩化在喜马拉雅山本部十分强烈, 在“大三江”地区则比较局限并且也是呈热穹隆或“热点”样式出现。

6) 在沉积盆地演化上, “大三江”从晚三叠世的印支期已经结束海盆沉积, 比喜马拉雅山地区新特提斯洋及其后的弧前沉积、混杂沉积等早得多。两个地区的山前磨拉石建造都很发育, 但干旱炎热气候条件下巨厚的含盐建造则是“大三江”的沉积特色。不同的沉积环境为成矿作用在含矿与容矿条件上造成两个地区的巨大差别 (罗君烈等, 1995)。

7) 在成矿作用方面, 青藏高原东侧新生代的陆内造山作用是在背景各异的构造单元基础上产生和发展的, 包括稳定的地台基底、台缘凹陷, 也包括活动性很大的古特提斯扩张带、岛弧带和变质地体等, 因此“大三江”的成矿多样性和丰度远比喜马拉雅山本部及北侧强烈而且复杂 (王登红等, 1998)。

总之, “大三江”作为青藏高原东部的一部分, 在青藏高原的演化过程中具有重要意义, 但是, “大三江”的地质历史比青藏高原更加悠久, 构造运动更加复杂, 成矿作用丰富多彩, 是研究新生代陆内造山运动和大规模成矿作用的良好地区。

第二节 大三江地区新生代地质-成矿演化概况

大三江地区经历了从前寒武纪到现今的漫长而复杂的地质演化历史, 北部四川境内的康定杂岩和南部云南境内的哀牢山群可能是区内最古老的岩石单元, 但地质演化的开始不排除早自太古宙的可能性。本次研究主要针对新生代的地质演化历史; 新生代的地质历史虽然短暂, 但对于大三江现今构造格局的形成和大规模成矿作用的发生, 具有重要的意义。

一、大三江在中国的地位——“东降西隆”翘翘板运动的支点

王登红等 (2005) 在《中国新生代成矿作用》一书中, 从同位素年代学统计的角度, 将新生代的西南三江地区与中国其他地区进行了初步的构造、岩浆、沉积、成矿作用等方面的对比, 认为中国的新生代处于“东降西隆”的构造大转换这样的大格局中, 而大三江地区与众不同地表现为岩浆作用的频繁发生和多样性。其中早第三纪在云南有比较显著的富碱斑岩型岩浆作用, 到了晚第三纪, 在四川出现碱性岩浆岩和碳酸岩以及颇具特色的折多山花岗岩体的出现。晚第三纪在云南境内则相对宁静, 到了第四纪则出现以腾冲火山岩为特色的幔源岩浆活动。

根据对全国近千个新生代同位素年龄数据的统计, 如果按青藏、西北、云南、四川、华南 (长江以南)、华北和东北七个区域来对比的话, 则在同位素年龄时空分布图上 (图

1-1) 可以看出：①除华南在渐新世尚无数据外，中国其他各区域在新生代各个阶段均有同位素年代学的记录，反映了中国在新生代普遍存在构造-岩浆-热事件，即使是长期稳定的华北地台在新生代也不再稳定，喷发了大量的以玄武岩为主的火山岩。②西昆仑、腾冲和华北、东北在第四纪均有火山活动。③不同地区在同位素年代学记录上显示了一定的规律性，如：在西南部地区，云南的晚第三纪数据偏少而早第三纪数据众多（伴随有广泛的岩浆活动和多种类型的成矿作用）；四川的新生代岩浆活动不如云南那么广泛，却出现了面积较大的岩体（折多山花岗岩岩体）而且时代很新，主要形成于晚第三纪（表 1-1）。

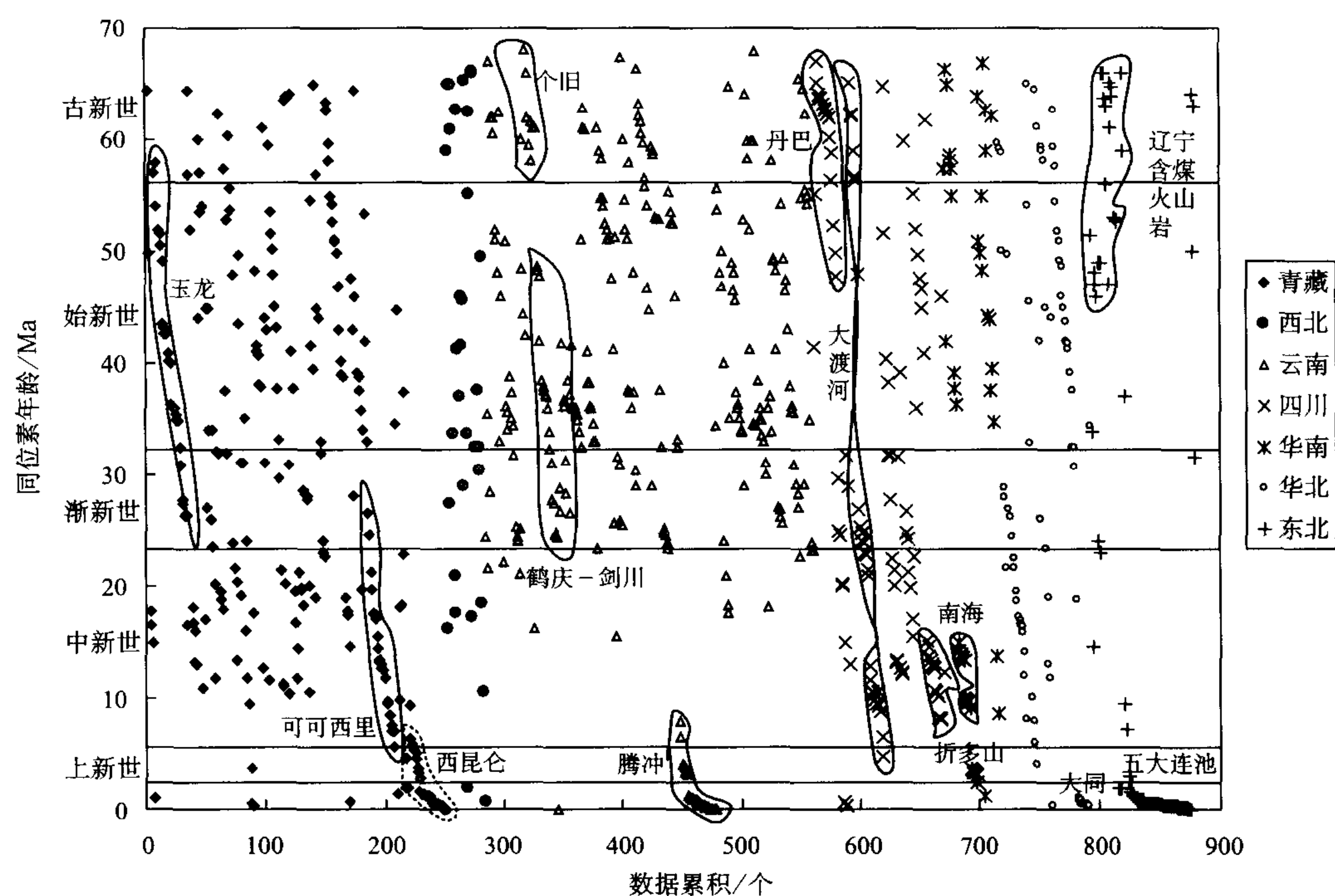


图 1-1 中国新生代同位素年龄的时空分布概况

Fig. 1-1 Temporal-spatial distribution of Cenozoic isotopic age data in China

考虑到白垩纪末期到新生代初期，大三江地区壳源花岗岩从川西（夏塞等地）到滇西（腾冲等地）乃至扬子地台西南缘（个旧等地）的普查存在、兰坪－思茅盆地和川西及四川盆地的萎缩消失，考虑到燕山期造山运动可能在中国东部形成了范围较大的高原而目前处于地壳减薄、地势下降的状况，再考虑到现今作为世界屋脊的青藏高原主体部分主要是在新生代后期（甚至有人认为是第四纪）才大幅度隆升的，此处认为大三江地区在新生代尤其是早第三纪起到了“支点”的作用，即，如果可以用“东降西隆”来描述中国新生代构造格局及其演化过程的话，那么，大三江地区就处于这种“翘翘板”运动的支点上。由地球物理资料(赵永贵等,1992;刘福田等,1989;钟大赉等,2000;刘建华等,1989;滕吉文等,2003)显示,大三江地区存在不断上涌的地幔物质实体,类似于地幔柱或热点,而处于“小荷才露尖尖角”状态的热点正是地幔柱与地壳进行强烈的“壳幔相互作用”的关键时期,对于大规模成矿作用的发生具有重要的意义(王登红等,2002a;2003)。

表 1-1 大三江地区新生代地质样品同位素年龄一览表

Table 1-1 Isotopic age data of geological samples from the Pan-Sanjiang region, SW China

省区	产地	位置	岩石	试样	方法	年龄/ Ma	资料来源
四川	丹巴	边耳岩体			K-Ar	67	1:20 万丹巴幅
四川	康定	水白秧金矿	含金石英脉	石英	Ar-Ar	65.12	王登红等, 2001a
四川	丹巴	江口北	糜棱岩化二云片岩	黑云母	Ar-Ar	65.04	四川地科所
四川	冕宁	机器房金矿	长石石英斑岩脉	全岩	K-Ar	64.8	毛裕年, 1981
四川	丹巴	甲基卡白云母矿	矿脉	白云母	K-Ar	64.1	唐春华, 1980
四川	丹巴	木兰	混合花岗岩	黑云母	Ar-Ar	63.75	四川地科所
四川	丹巴	格宗	混合花岗岩	矿物	Rb-Sr	63.2	1:5 万丹巴幅
四川	丹巴	杨柳坪	片理化黑云母角岩	黑云母	K-Ar	62.3	四川地科所
四川	杨柳坪	正子岩窝	含矿石英脉	石英	Ar-Ar	61.79	王登红等, 2005
四川	丹巴	春牛场	混合花岗岩	黑云母	K-Ar	60.1	四川地科所
四川	石棉	田湾	辉绿岩	全岩	K-Ar	59.81	王登红等, 2005
四川	康定	若吉金矿	含金石英脉	石英	Ar-Ar	58.95	王登红等, 2001a
四川	丹巴	东谷	黑云母千枚岩	黑云母	Ar-Ar	58.74	四川地科所
四川	丹巴	南街桥	矽线石榴二云片岩	白云母	K-Ar	56.3	四川地科所
四川	布衣沟	Btwo1	二云片岩	黑云母	Ar-Ar	55.07	四川地科所
四川	丹巴	水子村	黑云斜长角闪片岩	黑云母	K-Ar	52.3	四川地科所
四川	盐源	西范坪	含铜二长斑岩	钾长石	K-Ar	51.9	成都地矿所
四川	冕宁	箐水河	花岗质糜棱岩	全岩	K-Ar	51.6	赵济湘等, 1996
四川	盐源	西范坪	含铜石英二长斑岩	角闪石	Ar-Ar	49.57	贵阳所, 1995
四川	康定	下索子	辉绿岩脉	全岩	K-Ar	47.9	陈智梁等, 1997
四川	盐源	西范坪	含铜二长斑岩	角闪石	Ar-Ar	47.52	骆耀南等, 1996
四川	松潘	马脑壳金矿	含金石英脉	石英	Rb-Sr	46	季宏兵等, 1999
四川	巴塘	隆纳西	花岗闪长斑岩	全岩	K-Ar	41.35	四川 108 地质队
四川	盐源	牛厂	钾质煌斑岩	全岩	K-Ar	40.8	四川攀西队
四川	冕宁	牦牛坪稀土	矿脉	黑云母	K-Ar	40.3	四川 109 队
四川	木里	苦巴店	钾质煌斑岩	全岩	K-Ar	39.2	四川攀西队
四川	冕宁	机器房	花岗质糜棱岩	全岩	K-Ar	38.2	赵济湘等, 1996
四川	盐边	韭菜坪	钾质煌斑岩	金云母	Ar-Ar	36.1	胡云中等, 1995
四川	冕宁	茶铺子金矿	含金花岗斑岩	全岩	K-Ar	31.9	傅德明, 1996
四川	冕宁	牦牛坪稀土	碱性伟晶岩	全岩	K-Ar	31.8	施泽民等, 1996
四川	渡口	老灰北	橄辉云辉岩	全岩	K-Ar	31.79	李朋等
四川	冕西	龙家沟	花岗斑岩	全岩	K-Ar	31.5	骆耀南等, 1998
四川	丹巴	布衣沟	花岗伟晶岩	白云母	K-Ar	29.7	四川地科所
四川	锦屏山	里庄	碎裂状细晶岩	全岩	K-Ar	28.9	骆耀南等, 1998
四川	冕宁	缅萨洼	花岗质糜棱岩	全岩	K-Ar	28.9	赵济湘等, 1996
四川	冕宁	牦牛坪稀土	钻孔 ZK413 - 370	辉钼矿	Re-Os	27.47	王登红等, 2005

续表

省区	产地	位置	岩石	试样	方法	年龄/ Ma	资料来源
四川	康定	王家河坝	角闪质糜棱岩	角闪石	K-Ar	26. 8	陈智梁等, 1997
四川	石棉	菩萨岗金矿	含金石英脉	石英	Ar-Ar	26. 67	王登红等, 2001a
四川	康定	白金台子金矿	含金石英脉	石英	Ar-Ar	25. 35	王登红等, 2001a
四川	康定	三碛金矿	含金石英脉	石英	Ar-Ar	24. 70	王登红等, 2001a
四川	丹巴	燕耳崖	白云母片岩	白云母	K-Ar	24. 50	四川地科所
四川	西昌	菜子地	辉绿岩质千糜岩	全岩	K-Ar	22. 6	赵济湘等, 1996
四川	冕宁	牦牛坪稀土	英碱正长岩	蚀石	K-Pb	22. 40	袁忠信等, 1995
四川	康定	三碛金矿	含金石英脉	绢云母	K-Ar	21. 41	陈智梁等, 1997
四川	冕宁	牦牛坪	煌斑岩	全岩	K-Ar	21. 33	王登红等, 2005
四川	石棉	广金坪金矿	石英绢云千糜岩	绢云母	K-Ar	21. 20	傅德明, 1996
四川	康定	三碛金矿	含金石英脉	绢云母	K-Ar	20. 79	陈智梁等, 1997
四川	丹巴	公差岩体	条带状混合岩	黑云母	Ar-Ar	20. 10	许志琴等, 1992
四川	冕宁	茶铺子	片理化花岗斑岩	全岩	K-Ar	20. 00	攀西队, 1995
四川	石棉	菩萨岗金矿	片理化糜棱岩	全岩	K-Ar	17. 00	王登红等, 2001a
四川	石棉	田湾金矿	绢英千糜岩	绢云母	K-Ar	15. 4	傅德明, 1996
四川	康定	折多山	花岗岩岩体	角闪石	Ar-Ar	15. 10	王登红等, 2005
四川	丹巴	热水塘	黑云母花岗岩	全岩	Rb-Sr	15. 00	骆耀南等, 1998
四川	冕宁	磨房沟	绿泥绢云母千糜岩	绢云母	K-Ar	13. 30	骆耀南等, 1998
四川	冕宁	茶铺子	黑云绿泥片岩	全岩	K-Ar	13. 20	骆耀南等, 1998
四川	锦屏山	洪坝	糜棱岩	石英	电磁共振	12. 90	徐仲勋等, 1981
四川	丹巴	折多山	花岗岩	全岩	Rb-Sr	12. 80	骆耀南等, 1998
四川	农戈山	铅锌矿	蚀变围岩	白云母	Ar-Ar	12. 64	王登红等, 2005
四川	康定	折多塘	花岗岩	全岩-矿物	Rb-Sr	11. 60	许志琴等, 1992
四川	康定	折多山	花岗岩	金云母	Ar-Ar	10. 66	王登红等, 2005
四川	康定	偏岩子金矿	含金脉	石英	Ar-Ar	10. 56	王登红等, 2005
四川	龙门山	宝兴杂岩		磷灰石	裂变径迹	10. 50	刘树根, 1993
四川	康定	折多山	花岗岩体	金云母	Ar-Ar	10. 19	王登红等, 2005
四川	康定	偏岩子金矿	矿脉	白云母	K-Ar	9. 55	罗鸿书等, 1987
四川	康定	折多山	花岗岩体	钾长石	Ar-Ar	8. 01	王登红等, 2005
四川	龙门山	彭灌杂岩		磷灰石	裂变径迹	6. 50	刘树根, 1993
四川	龙门山	彭灌杂岩		磷灰石	裂变径迹	4. 80	刘树根, 1993
云南	兰坪	金顶铅锌矿	砂岩型矿石	黄铁矿	Re-Os	72. 00	王登红等, 2005
云南	姚安	老街子	石英正长斑岩	全岩	Rb-Sr	67. 90	有色地研所
云南	潞西	大坡	伟晶岩	长石	Rb-Sr	67. 40	云南地科研
云南	墨江	金厂	含金石英脉	石英	ESR	66. 40	毕献武等, 1996