



中国地质调查成果

若尔盖

地块西南缘浊积岩型金矿成矿作用

RUOERGAI

DIKUAI XINAN YUANZHUO JIYANXING
JINKUANG CHENGKUANG ZUOYONG

梁 斌

谢启兴
朱 兵

何文劲
杨大强

王全伟
唐桢俊

著



科学出版社

若尔盖地块西南缘浊积岩型 金矿成矿作用

梁 斌 谢启兴 何文劲 王全伟 著
朱 兵 杨大强 唐桢俊

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是作者对若尔盖地块西南缘区域地质及金矿成矿作用研究的成果总结。本书以大量详实的野外地质资料,配合较为系统的分析测试,运用现代金矿成矿的新理论、新方法,通过对地层、构造、岩浆作用以及典型金矿床的调查研究,对若尔盖地块西南缘浊积岩型金矿的成矿作用进行较为系统的研究,深入分析研究区金成矿的地质背景、成矿条件、控矿因素和成矿作用,提出“地层-构造-岩浆作用”三位一体的金成矿模式,评价区域金矿资源潜力,并指出找矿方向。

本书可供从事区域地质调查、地质找矿、矿床学理论研究、矿产资源潜力评价的人员及高等院校相关专业师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

若尔盖地块西南缘浊积岩型金矿成矿作用 / 梁斌等著. —北京:科学出版社, 2015.9

(矿床地质及开发工程丛书)

ISBN 978-7-03-045914-5

I. ①若… II. ①梁… III. ①浊积岩-金矿床-成矿作用-中国
IV. ①P618.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 237265 号

责任编辑: 杨 岭 黄 桥 / 责任校对: 韩雨舟

责任印制: 余少力 / 封面设计: 墨创文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年9月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2015年9月第一次印刷 印张: 8.25

字数: 200千字

定价: 58.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

川西北地区的若尔盖地块是松潘—甘孜造山带的重要组成部分，其周缘分布有东北寨、哲波山、马脑壳、金木达等众多金矿床，是我国浊积岩型金矿重要的成矿远景区之一。若尔盖地块周缘地区的金矿找矿及相关研究工作始于 20 世纪 70 年代，在其北缘及东缘相继发现了东北寨、桥桥上、哲波山、马脑壳、阿西、联合村等大中型金矿床；90 年代末至 21 世纪初，在其西南缘发现了金木达、南木达、新康猫等金矿床。众多金矿的发现，促使了人们对其成矿地质条件、成矿作用过程的深入研究。相比较而言，对位于地块西南缘、分布于壤塘—理县构造—岩浆岩带中的金矿床的成矿地质条件、成矿作用过程的研究相对较为薄弱，同时位于该区的金矿床与地块其他地方的金矿床在总体成矿背景相似的情况下，仍然显示出一定的差异，这一差异主要表现在该区金矿的成矿作用显著受到岩浆作用的控制，构成了“地层—构造—岩浆作用”三位一体的成矿模式。作为我国浊积岩型金矿的重要分布区及重要的金矿成矿远景区，深入研究若尔盖地块西南缘金矿成矿地质背景及成矿作用过程，有助于认识其成矿规律、评价其资源潜力，为地质找矿工作提供依据。

一、研究现状

1. 浊积岩型金矿

浊积岩型金矿(turbidite-hosted gold deposits)是加拿大地质学家 Boyle 提出的(Boyle, 1986)，是把浊积岩为容矿岩石的金矿床单独划出的一种新类型金矿，是造山带金矿的重要类型之一。加拿大麦格玛和耶洛奈夫、澳大利亚维多利亚、乌兹别克斯坦穆龙套等举世闻名的金矿都属此类。目前，浊积岩型金矿已成为与绿岩型、砂金和浅成热液金矿同等重要的金矿类型，对其的研究和寻找是目前国际上金矿勘查的重要趋势。

浊积岩型金矿一般具有以下特征(卢焕章等, 2013; 方国庆等, 1992): 赋矿岩系主要为一套浊积岩系，普遍遭受到绿片岩相的变质作用，主要岩石类型为硬砂岩、板岩、页岩、富碳质页岩等。金矿化多沿断裂带、沉积岩层理面、

不整合面、韧性剪切带、拖拽褶皱和一般背斜的张裂隙中分布；主要呈脉、网脉、矿柱、透镜体和鞍状脉产出，其中脉的产出形式多达几十种，蚀变分带一般不明显。金属矿物主要有含金黄铁矿和毒砂，其次为方铅矿、黄铜矿、闪锌矿和磁黄铁矿，脉石矿物主要为石英、钾长石、斜长石、绿泥石、绢云母、方解石、白云石和少量金红石。这类矿床形成多与后期岩浆侵入活动密切相关，矿床多以富集硅(石英)、铁(黄铁矿和毒砂)、硫(硫化物)、砷(毒砂)、硼(电气石)和金银为特征。

有关浊积岩型金矿床的成因在国际上还有不同的认识，早期的矿床学家们多认为浊积岩型金矿床是岩浆热液成因的，或者是所谓的远温热液成因，但随着认识的不断深入，人们发现并非如此。加拿大地质学家 Boyle(1986)通过研究发现，金矿床一般形成在矿区内酸性岩浆活动之前，被后者穿切，因此倾向用侧分泌作用解释成矿过程，即认为浊积岩的沉积过程中，同时接受了大量的金银沉淀，形成原始矿源层，后期由于加热的天水、地层水及变质水对地层的淋滤作用，使金矿质析出并在构造扩容带中沉淀成矿。另一些地质学家认为并非所有的浊积岩型金矿床都形成在矿区酸性岩浆活动之前，相反许多该类金矿床与区内岩浆活动关系密切(如穆龙套金矿床)，因为岩浆活动也可为矿源层中矿质活化富集提供动力和载体。Glasson 和 Keays(1978)甚至认为浊积岩地层中金丰度不高，很难直接成矿，必须像前寒武纪绿岩那样部分熔融才能得以富集。Haynes(1986)则认为浊积岩型金矿床的某些特点同“东太平洋脊”RISE 地热田中“白烟筒”和菲律宾西部弧后盆地的石英—蒙脱石—针铁矿—长石等热液沉积相似，因此他认为浊积岩金矿床可能是由热泉喷发形成的，在后期受到某种程度的改造。虽然对其成因有不同认识，但目前多数人认为浊积岩的矿源作用是不可忽视的。通过对我国浊积岩型金矿床的地质、地球化学特征的研究，发现它们的成因也不尽相同，可形成在沉积建造同生沉积阶段，也可形成在沉积建造发生构造—变质作用阶段，也可形成在建造克拉通化以后地热作用和岩浆活动阶段，不同阶段形成的矿床表现的特征有所差异，但地质参数和同位素示踪几乎都表明浊积岩系对矿床的控制作用(毛德宝，1992；聂凤军，1989；孙省利等，1995；卢焕章等，2006)。

2. 若尔盖地块金矿研究现状

若尔盖地块及其周缘的地质工作可以追溯到 20 世纪 30 年代，大规模、系统的地质调查工作始于 20 世纪 60 年代，到 80 年代先后完成了 1:100 万、1:20 万区域地质调查工作，之后开展了部分地区的 1:5 万区域地质调查工作，通过这些区域地质调查及相关的科研工作，基本查明了区域地层、构造及岩浆、变质作用特征，发现了一些金矿点。

20 世纪 60 年代以前，主要对该区的砂金进行了调查与评价。70 年代后期，

四川省区域地质调查队和西南冶金地质勘查公司先后发现了东北寨金矿和桥桥上金矿,从而拉开了岩金找矿的大幕。80年代开展的1:20万化探扫面,发现了众多的金和多金属地球化学异常,提供了丰富的找矿信息。随后在异常检查和相关地质找矿中,先后发现了哲波山、团结、马脑壳、水神沟、幸福村、阿西、拉日玛、大水沟、联合村、牙相、金格尔、金木达、南木达以及新康猫等众多的金矿床(点),显示出该区具有良好的金及多金属矿的找矿前景。

随着该区众多金矿床(点)的发现,对金矿矿床地质特征、成矿作用过程的研究也日渐深入。20世纪末具有代表性的成果主要有:李小壮(1993)《东北寨式微细浸染型金矿成矿条件、成矿模式及远景预测报告》;郑明华等(1994)以拉日玛金矿、马脑壳金矿为研究对象完成的《喷流型与浊流型层控金矿床》,论证了产于若尔盖地块东北缘寒武系太阳顶群硅质岩中的金矿床属海底喷流型层控矿床,而产于若尔盖地块东部中、上三叠统复理石建造中的金矿床属浊流型层控金矿。杨恒书(1995)在地质矿产部“八五”攻关项目“川北甘南地区金和多金属矿在三叠系中的控矿因素、成矿规律及找矿标志、成矿预测研究”的报告中,完成了研究区内金矿床的成矿地质背景、典型矿床和成矿预测等方面的研究,提供了多处有价值的找矿靶区。

20世纪90年代末到21世纪初,中国地质大学(武汉)张均等承担的原地矿部“九五”科技攻关课题“川西北地区金矿成矿条件矿床勘查模型及找矿靶区优选”(编号:95-02-002-03),对该区包括浊积岩型金矿在内的微细浸染型金矿进行了系统的研究和总结,取得了许多重要的成果(张均等,2000a,2000b,2000c,2002;赖旭龙等,1997,1998,1999;廖群安等,1999;杨逢清等,1996,1999;杨恒书等,1999)。这些主要认识有:①本区金矿的区域性展布均受若尔盖地块周缘的一些大型断裂带控制,从宏观上前三叠纪地质构造演化过程中曾经历了裂陷、洋壳形成、洋壳俯冲与碰撞重大地质事件,从而造成地球不同圈层的物质交换,提供一定的成矿物质来源,进而控制了区内三叠系金矿床的空间展布;从微观上三叠系金矿床无一例外地受区内剪切构造破碎带控制,构造破碎带提供了成矿流体运移的通道和矿质沉淀的空间。②三叠纪金矿绝大多数产于扎尕山组和新都桥组(卡卡组)两套地层中,层控特征较为明显;三叠纪地层是主要赋矿层位,形成于半深海与深海大陆斜坡盆地环境下的浊积岩为金成矿的主要矿源岩系;在还原环境下形成的以浊积岩为主的三叠纪地层中富含的有机质在成矿物质富集成矿过程中具有一定的作用。③区内几乎所有金矿床(点)都或多或少地发育岩浆活动,这一特点表现在成矿作用与岩浆作用时间、空间上的一致性,且在相当一部分矿区中石英闪长玢岩或花岗斑岩本身就是金矿床的容矿围岩。④区内金矿均明显受控于深大断裂—岩浆带,从区域成矿体系结构上,依据成矿地质背景、地球化学场及成矿特点,将其划分为川西北金矿化富集区,若尔盖地块东北缘、西南缘2个金矿化富集亚区和4个各具特色的构

造—岩浆成矿单元，即金木达—南木达成矿单元、若尔盖—红原成矿单元、南坪成矿单元、松潘—平武成矿单元。上述各成矿单元中主干断裂带的控岩控矿特征明显，在空间上构成相对集中的构造—岩浆矿化富集带，在时间上，共同经历了燕山期的叠加改造成矿作用，在物质组成上各成矿单元中的各种类型金矿均具有浅成低温热液成因的矿物和元素的共生组合特征，具有密切的内在成生联系。⑤在金矿化成矿机理研究方面，认为川西北金矿化富集区的形成与分布受成矿大地构造背景制约，受地层—岩性、构造—岩浆活动的双重控制；金矿化具一系列相似而独特的矿化特征，如赋矿围岩大多以未变质或弱变质的细碎屑岩夹碳酸盐岩组合为主，金颗粒微细，主要呈“不可见金”形式产出，发育中低温矿物组合及 Au-As-Sb 特征元素组合；成矿物质分别来自沉积地层、岩浆活动，成矿流体以大气降水为主，古地热梯度、构造或岩浆活动均可成矿作用提供热动力来源；成矿热液主要富含 CO_2 的中低盐度稀溶液，多种不同性质流体的混合是矿质沉淀的主要机制；金矿的成矿机制可分为大气降水循环汲取，岩浆活动后期热液分异交代，生物有机质吸附还原三种机制。

王全伟等(2003)对川西北微细浸染型金矿成矿构造系统及动力学进行了分析研究，指出该区金成矿与赋矿建造的物理化学性质及其成矿时的位态密切相关，构造是控制矿源层与赋矿建造形成、金矿富集、就位的主要因素，厘定了玛曲—略阳、青川—茂文、岷江、壤塘—理县及炉霍—道孚 5 条含金剪切带为区内的金矿成矿构造系统，并提出了在其成岩成矿过程中的耗散结构性质，建立了区域构造—金成矿时空演化模型和金成矿构造动力学模型。

上述研究工作，厘定了研究区主要的控岩、控矿构造，基本阐明了金矿成矿作用过程，为本次研究打下了良好的基础。上述研究工作涉及包括若尔盖地块及其周缘的整个川西北地区，其空间尺度大，对地块西南缘的金矿成矿地质、成矿作用过程等问题已有一定的研究，但对若尔盖地块西南缘重要的壤塘—理县构造—岩浆成矿带的区域成矿地质背景、控矿因素以及成矿作用过程等问题，仍然值得进一步研究，这不仅对于更加深入认识该区金矿的成矿规律具有重要的科学意义，而且对于金矿地质找矿工作也具有重要的实际指导意义。

二、研究思路和主要内容

本次研究，以成矿带区域地质调查资料为基础，结合对典型金矿床的深入研究，以大量详实的野外资料为支撑，配合较为系统的分析测试，采用现代金成矿的新理论、新方法，通过对地层、构造、岩浆作用以及典型金矿床的调查研究，对若尔盖地块西南缘浊积岩型金矿的成矿作用进行较为深入的研究，系统分析研究区金成矿地质背景、成矿条件、控矿因素和成矿作用。

研究区金成矿作用主要受地层、构造和岩浆作用控制，在研究中围绕上述

三个因素开展工作。具体研究内容和方法如下:

(1)地层岩性及沉积环境。通过系统的地层剖面测制,对地层进行分层描述,收集沉积相标志、遗迹化石特征,重点观察鲍马(Bouma)序列特征、岩性组合变化特征,按照 Walker(1978)的浊积岩岩相划分方案及海底扇模式进行浊积岩岩相划分,为地层划分与对比、沉积环境分析提供资料。

(2)地层的形成时代。重点采集双壳化石,确定含矿浊积岩系的时代。

(3)浊积岩的岩石地球化学特征。碎屑沉积岩记录了源岩的成分特征、物源区古化学风化条件和大地构造背景等方面的信息。通过浊积岩的常量、微量及稀土元素特征来探讨该区浊积岩的物源区特征及其大地构造背景,结合本区三叠纪构造古地理背景来追溯浊积岩的物源区,为探讨盆地演化提供依据。

(4)含矿岩系的金及其微量元素特征。对地层中微量元素,特别是金在浊积岩建造中的丰度和变化规律进行分析,了解壤塘—理县金成矿带地球化学背景,确定地层对金成矿的贡献。

(5)含金剪切带的构造变形特征。运用构造解析的理论与方法,从宏观、微观和超微观等不同尺度,分析构造变形的几何学、运动学特征,查明断裂带的变形期次及变形特征。

(6)构造变形与金成矿的关系。金矿的形成是一个多因素联合作用的复杂过程,构造是影响和控制金矿形成与演化的一个重要因素。在含金剪切带构造变形研究基础上,通过对典型矿床控矿构造的分析,查明断裂构造对金矿的多级控制以及控矿构造演化与金矿化的关系。

(7)岩浆作用与金成矿的关系。研究区岩浆作用无论在时间、空间以及成因上都与金矿形成具有密切的关系。通过区域地质调查,查明壤塘—理县构造—岩浆岩带中各类侵入体的空间分布、岩石类型,分析其岩石地球化学特征、含矿性,应用同位素测年确定其形成时代,讨论岩浆作用与金成矿的关系。

(8)金成矿地质条件及成矿规律。系统总结若尔盖地块西南缘金矿的成矿地质条件及成矿规律,为该区地质找矿提供依据。

(9)金矿资源潜力评价。利用 1:20 万区域化探及重要成矿远景区 1:5 万水系沉积物测量成果,采用面金属量定量和地球化学块体评价方法,对若尔盖地块西南缘进行金矿资源潜力评价。

三、工作概况

本书是在国土资源部中国地质调查局 1:5 万上杜柯、南木达幅区域调查及壤塘金成矿带金矿富矿储集机制及成矿预测研究等工作的基础上完成的,是国土资源大调查的成果之一。在本书的撰写过程中收集四川省地质矿产勘查开发局地质调查院、川西北地质队完成的 1:25 万阿坝县幅区域地质调查、化探队

“四川省壤塘县金木达—南木达地区金矿资源潜力调查评价”等报告，以及相关的研究成果。

研究工作完成实物工作量见表 1。

表 1 完成工作量表

工作项目	单位	技术指标	完成工作量
实测地层剖面	km		17
实测构造剖面	km		32
岩矿鉴定	件		429
化石鉴定(大化石、遗迹化石)	件		207
透射电镜(TEM)分析	件		5
粒度分析	件		8
痕金分析	件		46
稀土分析	件	稀土元素 15 项	27
微量元素分析	件	Zr、Hf、Ba、Cu、V、Zn、Sc、Cr、Co、Ni、Rb、Th、U、Au	42
主量元素分析	件	SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Na ₂ O、MgO、P ₂ O ₅ 、K ₂ O、CaO、TiO ₂ 、MnO、Fe ₂ O ₃ 、FeO、H ₂ O ⁺ 、CO ₂	33
K-Ar 全岩及单矿物测年	件		10

四、研究进展

在总结前人富有成效的研究成果及大量野外地质调查的基础上，以详实的野外资料，配合较为系统的分析测试，采用现代金成矿的新理论、新方法，通过对地层、构造、岩浆作用以及典型金矿床的调查研究，对若尔盖地块西南缘浊积岩型金矿的成矿作用进行了较为深入的研究，系统分析了研究区金成矿地质背景、成矿条件、控矿因素和成矿作用，提出了“地层—构造—岩浆作用”三位一体的金成矿模式，分析评价了区域资源潜力和找矿方向。本研究主要取得以下主要成果：

(1)应用现代地层学多重划分理论，对研究区的岩石地层单位厘定，将三叠系地层划分为杂谷脑组、侏倭组、新都桥组，其中侏倭组、新都桥组是该区主要的金矿含矿岩系。根据地层中以双壳类 *Halobia* 属种为主、相伴有少量 *Posidonia* 属种的化石特征，确定了含矿浊积岩系地层时代为上三叠统卡尼阶。

(2)根据岩相、沉积相标志及岩相组合特征，配合系统的遗迹化石分析，对三叠纪地层的沉积环境进行了较为深入的研究，认为本区晚三叠世地层为深海—

次深海环境下的浊流海底扇沉积,可进一步划分出中扇内侧辫状水道区、外侧叠覆扇叶体、分流水道、水道间区、叶体周围,外扇—盆地平原、切入水道、新的叠覆扇等海底扇不同地貌单元。深海—次深海的还原环境为金的初始富集提供了有利条件。

(3)对研究区内主要的赋矿地层新都桥组的金及其他微量元素的特征进行了研究。新都桥组金的平均丰度为 4.31×10^{-9} , 相对于上部大陆地壳(Taylor and McLennan, 1985)呈明显的富集(富集系数为 2.42), 综合分析认为新都桥组是本区重要的金矿矿源层。

(4)运用构造解析的理论与方法,从宏观、微观和超微观等不同尺度,查明了壤塘—理县构造—岩浆岩带构造变形的几何学、运动学特征以及变形期次及变形特征。壤塘—理县构造—岩浆岩带内断裂构造发育,总的组成一个多级次、复杂的菱形网节状构造。断裂带具有多期变形的特点,构造事件、岩浆事件与成矿事件密切相伴。构造—岩浆岩带早期是松潘—甘孜造山带主造山期大规模滑脱—推覆的变形,其变形时代为印支末—燕山早期,经历了中—浅构造层次的韧—脆性变形,形成了绢云母构造微晶片岩、碎裂岩。由于岩石圈不同滑脱界面的滑脱拆离,造成地壳局部熔融,使中酸性岩浆岩沿断层侵位于三叠纪地层之中。主造山期之后,燕山中期的陆内变形阶段为断裂带的递进剪切变形,表现为侵位于断裂带中的中酸性岩体由于构造作用而透镜体化,岩体边缘发育碎裂岩,碎裂岩脉是主要的金矿矿石类型,与该期构造密切相关的是金矿成矿事件,成矿流体在岩性及应力转换面上富集成矿。其后在喜马拉雅期中,断裂带还经历了断块抬升、逆冲—走滑等构造变形世代。

(5)查明了壤塘—理县构造—岩浆岩带中侵入岩的岩石类型及空间分布特征,对其岩石学、岩石地球化学特征进行了研究,探讨了岩浆作用与金成矿的关系。侵入体主要以岩脉的形式产出,主要类型有:花岗斑岩、花岗闪长斑岩、石英闪长岩、闪长岩、闪长玢岩以及煌斑岩脉。金矿体与闪长岩、闪长玢岩及煌斑岩脉密切共生,碎裂蚀变闪长岩、闪长玢岩是主要的矿石类型,岩浆作用与金矿化在时间和空间上具有密切的关系,而且为金矿的形成提供了重要的矿源,特别是其中的煌斑岩。

(6)在区域成矿背景的调查基础上,结合对典型矿床的研究,系统总结了该区金矿的成矿地质条件、成矿作用过程,提出了“地层—构造—岩浆作用”三位一体的金成矿模式,即赋矿地层是重要的矿源层,多期次的断裂活动是成矿的发动机,构造作用不仅提供了成矿的动力,也提供了成矿流体运移和矿质沉淀的场所,而且构造作用与岩浆作用密切相关,控制了岩浆的形成与侵位,而岩浆岩又为成矿作用提供热能、流体、成矿物质和容矿空间,总体表现为沉积事件、构造事件、岩浆事件与成矿事件的高度耦合。

(7)利用 1:20 万区域化探扫面及 1:5 万水系沉积物测量成果,采用面金属

量和地球化学块体评价方法，对若尔盖地块西南缘重要成矿远景区进行了金矿资源潜力评价，结果表明该区具有良好的成矿地质背景，是一个极具找矿潜力的金成矿带，通过进一步的地质找矿工作，有望取得新的突破。

本研究成果是项目组全体人员辛勤工作的集体成果。本书各章节分工如下：前言，梁斌、王全伟；第一章，梁斌、谢启兴、杨大强；第二章，梁斌、朱兵、何文劲、唐桢俊；第三章，谢启兴、何文劲；第四章，梁斌、谢启兴、王全伟、何文劲；第五章，王全伟、梁斌、杨大强；结语，梁斌。本书由梁斌统攥定稿。陈明、邹崇杰、唐瑞彩、张清洪、唐继荣、郑尚均、母永鸿、卢以成、赖小平等参加了野外调查及资料整理工作。本书插图由黎诗宏协助完成。

五、致谢

本项目研究成果是国土资源部地质大调查成果之一，是在中国地质调查局、西南地区地质调查项目管理办公室领导下完成的。工作中得到了四川省地质矿产勘查开发局、四川省地质调查院、川西北地质队等各级领导及有关部门的大力支持，省局骆耀南总工程师、王大可高级工程师，川西北地质队李树总工程师对我们的工作给予了极大的帮助和指导，川西北地质队杨恒书教授级高级工程师、马荣刚高级工程师以及中国地质大学(武汉)杨逢清、王治平教授多次到实地进行指导，对我们的工作给予了许多重要的帮助；中国地质大学(武汉)“川西北地区金矿成矿条件矿床勘查模型及找矿靶区优选”课题组的张均、赖旭龙等老师在研究思路、工作方法等方面给予指导；四川省地质矿产勘查开发局化探队唐文春教授级高级工程师提供了宝贵的资料，在此一并表示衷心的感谢！

承担本次工作测试分析的单位主要有：成都理工大学 X 射线分析室、粒度分析室，中国地质大学(武汉)地层古生物教研室、测试中心(TEM)室，地矿部武汉综合岩矿测试中心，成都地质矿产研究所同位素分析室。对上述测试单位表示衷心的感谢！

目 录

第一章 区域成矿地质背景及典型金矿床特征	1
第一节 区域成矿地质背景	1
一、区域构造背景	2
二、区域沉积建造	2
三、岩浆活动	3
四、区域变质作用	3
五、区域金矿分布特征	4
第二节 典型金矿床地质特征	4
一、壤塘金木达金矿床	5
二、红原刷金寺新康猫金矿床	8
第二章 地层、沉积环境与金成矿	13
第一节 浊积岩系的岩性及时代	13
一、代表性地层剖面及岩性特征	13
二、浊积岩系的时代	26
第二节 浊积岩系的沉积环境分析	27
一、浊积岩岩相及沉积环境	27
二、遗迹化石特征及对沉积环境的指示	39
第三节 浊积岩的岩石地球化学特征及物源区特征	44
一、分析结果	44
二、物源区性质及构造背景判别	48
第四节 含矿岩系的金及其微量元素特征	50
一、新都桥组中金的分布特征	50
二、新都桥组微量元素分布特征	51
第五节 地层、沉积环境与金成矿作用的关系	51
一、提供成矿物质	52
二、有利于成矿的沉积环境	52
第三章 岩浆作用与金成矿	53
第一节 岩石学特征	53

一、闪长岩类	53
二、石英闪长岩	54
三、花岗闪长岩类	55
四、花岗斑岩	56
五、煌斑岩脉	56
第二节 岩石地球化学特征	57
一、主量元素地球化学特征	57
二、微量元素地球化学特征	65
三、稀土元素地球化学特征	67
第三节 侵入岩的时代及侵位特征	69
一、侵入岩的时代	69
二、侵位特征探讨	70
第四节 岩浆成因及构造环境判别	71
一、成因类型划分	71
二、构造环境判别	72
第五节 岩浆作用与金成矿的关系	73
一、岩浆作用与金矿化的时间关系	73
二、岩浆作用与金矿化的空间关系	73
三、岩浆作用与金矿化的成因关系	74
四、岩浆岩对金成矿作用的贡献	75
第四章 构造作用与金成矿	76
第一节 若尔盖地块西南缘构造变形的基本特征	76
一、褶皱构造	77
二、断裂构造	78
三、地质构造演化特征	78
第二节 壤塘—理县断裂带的构造变形特征	81
一、断裂带的几何学和运动学特征	81
二、断裂带的有限应变测量	87
三、断裂带不同时期主应力方位的确定	90
四、构造岩与显微构造	91
五、断裂带的超微构造及古应力估算	93
第三节 断裂带的构造地球化学特征	94
第四节 断裂构造对金矿的控制	97
一、断裂对金矿床的多级控制	97
二、控矿构造演化及与金矿化的关系	100
第五章 金矿成矿地质条件与资源潜力评价	101

第一节 成矿地质条件	101
一、赋矿层条件	101
二、岩浆成矿条件	102
三、构造动力变质成矿作用	103
第二节 资源潜力评价	104
一、壤塘—理县金成矿带西段	105
二、壤塘—理县金成矿带东段刷金寺一带	107
结 语	109
参考文献	114

第一章 区域成矿地质背景及 典型金矿床特征

第一节 区域成矿地质背景

若尔盖地块位于川西北地区，大地构造上属于松潘—甘孜陆块的次级构造单元(图 1-1)。若尔盖地块周缘是断裂构造、变质变形、火山—岩浆活动及金属成矿等地质作用最为集中的地带。作为我国川甘陕金三角地区的重要组成部分，已发现数十个金矿床(点)，它们大多产于地块北、东、西南边缘。

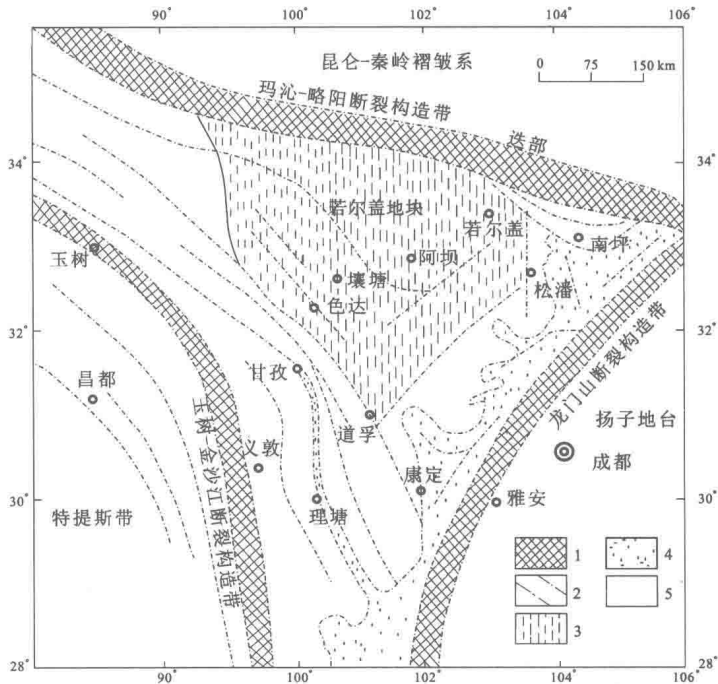


图 1-1 川西北地区大地构造位置图(据张均等, 2000a)

1. 巨型断裂带及其中所夹岩片; 2. 断裂带; 3. 若尔盖地块; 4. 前三叠纪地层; 5. 三叠纪地层

一、区域构造背景

若尔盖地块是位于玛沁—玛曲—略阳深大断裂带(北界)、松潘—金川断裂带(东南界)和鲜水河断裂带(南西界)所构成的倒三角形区域,是松潘—甘孜造山带的重要组成部分。

若尔盖地块是由扬子陆块西缘古老变质岩基底经两次裂陷活动分裂出来的中间地块(郑明华等, 1994),在早古生代发生第一次裂陷,北部由海底热水喷溢活动形成富含金属的寒武系太阳顶群硅质岩系,东部则沉积了含磷和锰的硅质岩—泥岩—碳酸盐岩建造;发生于晚二叠纪的第二次裂陷,堆积了厚逾万米的三叠系复理石建造。

在印支晚期以来,若尔盖地块受冈瓦纳大陆板块和劳亚板块碰撞的影响,发生大规模的推覆造山,在其内部及周缘形成了复杂而多期的构造,并伴随有岩浆侵位和变质作用。

其中对区域控矿有明显意义的有以下两个构造组。

1. NE-SW 向构造组

此组构造主要由龙日坝断裂带、岷江断裂带和虎牙断裂带组成。

龙日坝断裂带呈延伸约 200km,东西宽 5~10km,北端与玛曲 EW 向断裂带相交,节点附近发现有甘肃著名的大水金矿床,南端与 NW 向壤塘—理县断裂带相接,对新康猫金矿起着重要的控制作用。

岷江构造带延伸 >100km,东西宽 10~15km。自东向西分别由漳腊断裂、垮石崖断裂、牟尼沟断裂带和其间的香腊台复背斜、扎尕山复背斜等组成。垮石崖断裂是直接控制矿床的断裂带,其中最著名的金矿床有东北寨金矿床等。

虎牙断裂带延伸 50 余公里,东西宽 3~8km,北端发现有龙滴水金矿床,南端对银厂金矿床起重要作用。

2. NW-SE 向构造组

此构造组包括西秦岭构造系统的一部分及若尔盖地块西南缘,以出现一系列的 NW-SE 向且呈大体平行的褶皱和断层带为特征。主要构造有玛沁—略阳断裂带、玛曲—荷叶断裂带、马尔康断裂带、壤塘—理县断裂带等。此组断裂带及褶皱控制了一系列的金矿床(点),如马脑壳金矿床、金木达金矿床、新康猫金矿床。

二、区域沉积建造

除在若尔盖地块东缘出露前震旦纪碧口群基底外,其余地区广泛出露中—上三叠统西康群次深海—深海浊流复理石建造,岩性较为单一,主要由砂板岩组

成, 偶见少许灰岩, 厚达万米。根据岩性特征可分为扎尕山组(T_2zg)、杂谷脑组(T_3z)、侏倭组(T_3zw)、新都桥组(T_3xd)。

扎尕山组(T_2zg): 岩性以薄—中层夹厚层状变质粉砂—细砂岩为主的砂、板岩不等厚互层夹薄层—透镜状结晶灰岩, 一般厚千米左右。产少量中三叠世双壳类 *Daonella indica* 和牙形石 *Neogondolella constricta*, *N. mombergensis*, *N. excelsa* 等化石。

杂谷脑组(T_3z): 岩性为灰色中、厚层—块状变质细粒岩屑长石杂砂岩、细粒长石石英杂砂岩、石英细砂—粉砂岩夹粉砂质板岩, 局部可见含砾杂砂岩和中—粗粒杂砂岩。砂、板岩比一般大于 5:1, 厚 400~3000m。

侏倭组(T_3zw): 岩性为灰色薄—厚层状变质细粒岩屑杂砂岩、长石石英细砂岩、石英细砂—粉砂岩与深灰色粉砂质板岩、含碳质黏板岩的韵律式互层, 局部间夹滑塌角砾岩、泥晶灰岩透镜体, 砂、板岩比接近 1:1, 厚 1480~1776m。板岩中含卡尼期双壳类 *Halobia pluriradiata*-*H. rugosa* 生物群。

新都桥组(T_3xd): 岩性以灰—灰黑色含粉砂质板岩、含碳质绢云板岩为主, 间夹灰色薄层—厚块状变质杂砂岩、石英细砂—粉砂岩及少量含砾杂砂岩、滑塌角砾岩楔形体或透镜体, 偶尔也出现泥晶灰岩薄夹层或透镜体。板岩中产有与侏倭组一致的卡尼期双壳类 *Halobia pluriradiata*-*H. rugosa* 动物群, 出露厚度 >2390m。

三、岩浆活动

区域有大量的印支、燕山期岩浆岩出露, 以岩基、岩株或岩脉的形式广布于整个地块, 岩石类型主要为石英闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等。大面积的岩体分布在北东(羊拱海岩体)与南西(可尔因岩体)两侧, 由岩体、岩株构成复式岩体、岩群或岩带。

四、区域变质作用

中—上三叠统西康群地层普遍受低级绿片岩相区域变质作用, 形成大面积的区域变质岩。原来岩性较单一的复理石砂泥岩建造, 基本上都变质成为变质砂岩、板岩等, 其变质程度很低, 原岩结构、构造等特征保留完好。

沿断裂带分布动力变质岩, 主要构造岩为不同岩性的碎裂岩及少量的构造微晶片岩、初糜棱岩等。

由于印支—燕山期花岗岩类岩石的侵位导致围岩发生接触变质, 形成一套接触变质岩, 可划分为铁铝榴石带、红柱石带及黑云母带等接触变质带。