

康定大渡河两岸主要金矿区 矿田构造研究

陈智梁 刘宇平 等著

7121

地质出版社

康定大渡河两岸 主要金矿区矿田构造研究

陈智梁 刘宇平 魏少青 著
李建忠 唐文清

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本专著系统地论述了康定大渡河两岸金矿区的区域地质构造背景、康定杂岩的岩石学特征以及金矿区与两者之间的成因联系；明确指出了康定变质核杂岩的形成控制了金矿的形成，矿床的控矿构造是韧-脆性或脆-韧性剪切破碎带。本专著还提出了大渡河金矿田的构造-成矿模式，即在康定杂岩高含金性的基础上，通过中生代以来的构造-热事件作用，金元素再次活化和迁移，在有利部位重新就位，形成工业矿体的结论。

本专著内容丰富，数据翔实，对科研、教学和地质勘查人员有重要的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

康定大渡河两岸主要金矿区矿田构造研究/陈智梁等著. -北京:地质出版社, 1997. 11

ISBN 7-116-02463-8

I. 康… II. 陈… III. 金矿床-矿区-矿田构造-研究-四川 N. P618.510.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 21270 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑: 秦锡虎 白 铁

责任校对: 黄苏峰 田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 6 插页: 3 页 字数: 150000

1997 年 11 月北京第一版·1997 年 11 月北京第一次印刷

印数: 1—600 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-116-02463-8

P·1830

前言

一、自然地理概况

康定大渡河金矿区,北起康定县孔玉($102^{\circ}3'E$, $32^{\circ}32'N$),南至康定县姑咱($102^{\circ}10'E$, $30^{\circ}7'N$)。金矿床顺河两岸分布,延续约 50 km。矿区的自然地理分区为青藏高原东缘——川西二级高原和四川盆地衔接过渡区,属高山、极高山峡谷地貌类型。

矿区地势总体走向近南北,呈两山夹一谷的态势(图 1)。大渡河,东依北北东走向的夹金山,西傍北北西向的大雪山,北段呈北北西—北西走向,至河口附近转向为近南北,顺谷奔腾而下,矿区河面海拔约自 1620 m 直降至 1380 m,河谷坡降大,变化复杂,跌水险滩断续分布,无舟楫之利,唯漂运木材;虽水力资源丰富,但通航、架桥十分困难。

研究区内,大渡河谷的发育主要受康定杂岩中北北东、北西两组裂隙控制,为深切河谷。漫滩、阶地不发育或保存不好。岸坡陡峻险恶,相对高差可达 1500~3000m,平均坡度 $>35^{\circ}$ 。山势可由河面突起,直插云霄,望而生畏。除上鱼沟为稍长的支流外,本区其它大渡河支流皆稀疏短促,水流湍急,甚至陡然落水,跌成瀑布。

区内气候亦有垂直分带趋势。河谷地带接近亚热带干热河谷气候,高山区则气温低,冬季长,无霜期短,降雨量少。整个地区有旱、雨季节之分,半数以上的全年降水量集中于仲夏至晚秋季节,其时河水泛滥,泥石流、滑坡时有发生,酿成灾害。

沿大渡河西岸的丹巴—瓦斯沟公路,虽为低级别道路,仍不失为本区最重要的交通干线。由此可北抵丹巴,南达康定、泸定,转通全国各地。此外,尚有河口—金汤和舍联—前溪乡村短途支线可通车辆。其它居民点之间仅以便道相通,过大渡河唯借少数简易索桥或溜索穿越,大片高山密林几无人迹,交通之难可见一斑。

显而易见,大渡河金矿区险恶的自然地理条件表明,该区为新构造活动地区。地面出露的古老的基底岩系是晚近时期抬升和剥蚀的结果,因而表现为年轻的山系—河川,与一般的古老地盾区绝不一样。

二、研究基础

康定大渡河金矿区民采历史悠久;但正规地质调查较晚。自 1910 年开始至解放前,仅有少数人零星路线地质调查涉及本区,例如,Legendre 和 P. Lenoine (1910),谭锡畴、李春昱 (1935)。本世纪五六十年代以来,四川地质局大渡河队、甘孜队、673 地质队等在区内作过综合调查和专项普查。1976 年,四川地质局第二区测队首次进行了全面的综合地质调查,完成的 1:200000 宝兴幅区调,覆盖本区。四川地质局川西北队、402 队分别发现了黄金坪金矿床和白金台子金矿床等,随即转入初查和详查,取得了第一批金矿工业储量。

与此同时,一些科研单位和高等院校对康定杂岩的地质特征和成矿条件亦立题研究,提高了本区的地质研究程度。其中,成都地质矿产研究所和长春地质学院分别在“六五”期间对康定杂岩的成岩条件作了较深入的探讨。成都地质学院与四川地质局川西北队合作,在“六五”和“七五”期间开展了金矿研究,对金矿地质特征作了总结提高。许志琴和侯立玮

等（1992）对松潘-甘孜造山带的研究亦涉及本区。



图1 康定大渡河金矿区的地理概略图

（根据美国大地卫星图素描，比例尺约1：380000）

Fig. 1 Geography of gold deposits in Daduhe River Basin, Kangding, Sichuan, China

（Sketching from Geodytic satellite picture, the scale of about 1：380000）

长达数十年由几代人完成的地质工作，给本项目研究提供了工作基础。其重要地质认识归纳如下：

1. 一般认为，由中深变质片麻岩、角闪岩及变粒岩组成的康定杂岩为前寒武纪变质杂岩。根据实际地质关系和现有的同位素年代学资料估计，康定杂岩的原岩生成年代为新太古代至古元古代。重要的变质期为晋宁—澄江期。同时，康定杂岩中还有较晚的花岗岩和花岗闪长岩及脉岩侵入，同位素年龄资料表明，晋宁—澄江期的花岗岩类是侵入岩的主体。

II

但是, 由于对康定杂岩的成因有“岩浆”和“混合”之争, 不同研究者的对象不同, 这些花岗岩和花岗闪长岩是否亦应归入康定杂岩, 意见也很不相同。

另外, 有的研究者(长春地院, 1985; 程文祥和张应奎, 1983; 四川地质志, 1991)将不同地段剖面衔接起来, 将康定杂岩分组建群。贺节明等(1988)则认为, 康定杂岩是以低钾为特征的灰色英云闪长质混合片麻岩为主体的变质-混合杂岩, 至少目前尚不能准确地分组建群, 并推广到整个扬子地块西缘。

2. 康定杂岩历来被认为是扬子地块的古老结晶基底。由于它的大量出现, 曾被作为划分古老的构造单元——康滇地轴的重要依据(黄汲清, 1945)。以后的工作表明, 康定杂岩原岩的展布方向以及区域变质作用的构造要素, 均以东西向或北东向为主, 倾角甚大或近于垂直。因此, 只能将杂岩露头南北向的带状分布看作是地表的出露线, 而不是它的产出特征。也就是说, 基底片麻岩是沿着扬子地块西缘的断裂带后期被抬升出来的, 这种产出条件显然不同于国内外其它地质区。大量事实说明, 扬子地块西缘的地质构造演化, 通过前震旦纪克拉通化、古生代地台和中新生代地块边缘构造带的形成过程一直持续到第三纪才基本定型(陈智梁等, 1987)。因此, 研究这个地区的地质构造必须十分注意这种循序演化、新老交替和不断更新的事实。从演化发展的观点认识地质现象, 认识到老的地质体可以被改造成新的地质体系的组成部分, 正是近年来人们广泛研究得出的结论。袁学诚(1989)在研究康滇地轴的深部构造后认为, 康定-红河南北向构造带实际上是中新代形成的特提斯型碰撞构造带。许志琴、侯立玮等(1992)明确把康定杂岩作为松潘-甘孜造山带前陆逆冲楔的组成部分——康定杂岩推覆体, 认为后者是中新代地质构造的组成部分。同时, 他们报道了孔玉和金汤的糜棱岩带, 认为它是康定杂岩逆冲推覆体后缘的滞后伸展的产物。

3. 自20世纪80年代以来, 康定杂岩中金矿的不断发现, 特别是黄金坪金矿床的突破, 引起广泛的重视。罗鸿书、毛玉元等(1987)认为, 这些金矿为断裂构造岩经热液蚀变矿化形成(蚀变破碎岩型), 与我国焦家式金矿甚为相似, 并将这批金矿划为大渡河金矿田。对黄金坪金矿床的研究, 成都地质学院的研究者们(1990)强调晋宁—澄江期褶皱回返以及岩浆侵入, 使古元古代末期形成的含金混合岩化变质岩系中的金再次活化, 对本区金矿形成起着重要的作用。海西、燕山、喜马拉雅期的活动都是成矿后活动, 对成矿无影响。大渡河糜棱岩带中的岩石含金丰度为 2.9×10^{-9} , 比两侧围岩(平均 4.36×10^{-9})低了三分之一; 但认为这条古老的糜棱岩带为金矿流体的通道。金矿产于侧旁次级断裂破碎带中, 后者一般表现为斜冲性质。

另外, 紧邻大渡河金矿田的康定金矿田偏岩子金矿, 赋存于盖层震旦系灯影组中段富藻白云岩中。罗鸿书和毛玉元等(1987)认为它是多源层控氟镁石型矿床, 明显受顺层或近乎顺层的断裂构造控制。矿脉中白云母的K-Ar年龄为9.55Ma, 成矿年代为喜马拉雅期。

三、研究思路

矿田构造研究一直是应用地质学的重要课题, 它直接与地质构造学和矿床学紧密相关。近20年来, 随着地质构造学和矿床学的飞跃发展, 矿田构造研究已进入了以“构造-成矿”为目的的新阶段。

目前, 本区只有少数金矿研究程度稍高, 或者已进入了勘探详查阶段, 具有稍多的资料。其他各点工作程度仅为踏勘或普查性质。因此, 地质工作程度偏低, 工作尚处于初级

阶段,急需着重于带有全局性的控矿构造的研究,进一步打开局面,促进工作的深入。

以往对本区金矿矿田构造的认识尽管还存在着分歧,但大多是以岩石/地层分析法判定矿田(床)的地质构造条件,再加上矿区构造分析及研究成矿机理。这样,难免过于强调赋矿围岩的性质,研究工作所涉及的时限也偏重于赋矿围岩的形成时代。显然,忽视了中国金矿的一个带有普遍性的特性,即矿/岩的较大时差(涂光炽,1989)。这对古老的岩石/地层在后期强烈构造-岩浆作用下,金元素再次活化形成工业矿床来说是远远不够的。如前所述,研究区经历了漫长的历史演化。古老的岩石/地层中发育了新生的地质构造是突出的特点。众所周知,我们研究的矿种金,在构造动力及其有关热液作用下,容易以络合物的形式存在于矿液中并随之运移,又在温压以及矿液成分、pH值等物理-化学条件改变的情况下分解沉淀成矿(栾世伟,1989)。只有深化对成矿过程的地质背景、构造-成矿控制因素和成矿动力过程等重大问题的认识,才能有力地推动金矿的找矿勘探事业的发展。

本专著力求以大陆构造动力学为纲,以区域地质构造演化为基础,从剪切带、变质核杂岩及其岩石变形运动学和动力学研究着手,结合成矿热液流体地质学的研究,揭示成金地质构造控制条件,总结构造-成矿模式,解析成金有利地段,指出找矿方向。在研究方法上,尽可能应用宏观构造地质观察,微构造研究和显微构造、超显微构造分析等多种手段。同时,结合同位素年代学分析、包体测温、包体稳定同位素分析等测试方法和电子计算机数理模拟,以求取全取准测试资料,合理归纳演绎,取得合乎客观实际的结论。

(1)通过金矿田地质背景的分析研究,认识到金矿的构造-成矿过程正是扬子地块西缘构造带形成、演化的组成部分。这样,为矿区研究提供了可信的背景材料,又使重大区域地质问题在矿区研究工作中得到回响,相得益彰。中新世代的地质演化,会产生中新代构造-成矿过程,形成一批“大器晚成”的以中新代为主成矿期的系列矿床。

(2)利用新的地质、矿产资料,综合分析了典型金矿床的特征,奠定了金矿研究的坚实基础。

(3)康定变质核杂岩体的发现,为大渡河金矿田及相关矿产的构造成矿条件提供了客观的总体构造轮廓和地质构造理论依据。

(4)大渡河金矿田及相关金矿床的“三层楼”格局的提出,为研究区金矿的成矿过程提供了明确的概念,把构造过程和成矿过程紧密地联系起来。同时有机地结合流体地质学的新概念,总结了构造-成矿模式。

(5)总结了控矿构造分析,特别对韧性、脆-韧性和脆性剪切带的运动学和动力学研究提出了剪切网络和赋矿剪切网络的演化程式,以及矿田构造、矿床和矿体控矿构造的构造特征。

(6)利用宏观、显微和超显微构造分析方法,估算和模拟了成矿期的构造应力场和应变场特征以及对成矿过程的控制意义。

(7)在地质矿产、化探和遥感资料综合分析的基础上,提出本区找矿方向和有利地段。

(8)本区的研究成果可以推广到有关地区,以利于成矿带的研究和推动区域找矿工作。

四、任务、组织和分工

本项研究为地矿部“八五”科技攻关项目“扬子地台西南缘有色贵金属成矿作用与成矿关系研究”下属课题,编号85-01-005-04,由成都地质矿产研究所和四川省地质矿产局川西北地质大队承担。课题任务于1992年9月总项目调整后下达。研究区自然地理条件恶劣,

时间紧迫，经费不足，困难较多。

本书的编写分工如下：前言、第一章第一节、第四章第一节及第六章由陈智梁编写；第一章第二节、第三章及第四章第二节由刘宇平编写；第一章第三节及第二章由魏少青编写；第四章第三节及综合编图由李建忠完成，唐文清参加了后期的修改工作。

参加野外工作的还有王全伟、苏画、刘建儒，参加综合研究的还有吴鸣霄。

协助本课题进行测试的单位有成都地质矿产研究所同位素实验室和矿物包裹体实验室、中国科学院地球化学研究所、桂林冶金勘察设计院、川西北大队化验室及中国科学院成都分院分析测试中心。书中附图清绘由孙燕铭、刘小蓉完成，英文目录等由白铁同志翻译。赵霞参加了后期的文字修改工作。

在工作中得到四川省地质矿产局及川西北队、402 队和遥感站的协助，成都地质学院毛玉元、李树均老师提供了部分岩片薄片；成都地质矿产研究所刘俨然和杨时惠研究员等帮助对疑难岩矿的复查、鉴定工作。在工作后期，美国麻省理工学院著名地质学家伯奇费尔院士同赴野外考察，给予指导。在此一并致谢。

书中引用了许多发表和未发表的地质同行的工作成果，在此表示感谢和敬意！

目 录

前 言

第一章 区域地质背景	(1)
第一节 大地构造背景	(1)
一、川滇构造带	(1)
二、龙门山构造带	(1)
三、松潘-甘孜褶皱系	(3)
第二节 康定杂岩的岩石学特征概要	(3)
一、康定杂岩研究概况	(3)
二、康定杂岩内的岩浆岩	(4)
三、主要的变质岩	(9)
四、康定杂岩的成因浅析	(14)
第三节 金矿概述	(15)
一、金矿地质勘查工作	(15)
二、已知矿产地、储量及分布	(15)
三、金矿床类型及特征	(16)
第二章 代表性矿床研究	(19)
第一节 黄金坪金矿床	(19)
一、矿区地质	(19)
二、矿床地质	(22)
三、矿床成因	(27)
第二节 三碛金矿床	(32)
一、矿区地质	(32)
二、矿床地质	(36)
三、矿床成因	(40)
第三节 白金台子金矿床	(42)
一、矿区地质	(42)
二、矿床地质	(44)
三、矿床成因	(45)
第三章 韧性剪切带	(46)
第一节 韧性剪切带的空间分布特征	(46)
一、康定杂岩周边的韧性剪切带	(46)
二、康定杂岩内的韧性剪切带	(50)
三、切割杂岩的大型剪切带	(50)

第二节 糜棱岩及组构特征	(50)
一、糜棱岩特征	(50)
二、糜棱岩组构特征	(51)
第三节 韧性剪切带的运动学、动力学特征	(52)
一、韧性剪切带的运动学特征	(52)
二、韧性剪切带的动力学特征	(53)
第四节 康定杂岩内金矿与韧性剪切带的关系	(56)
第四章 矿田构造	(59)
第一节 区域矿田构造	(59)
一、变质核杂岩体的发现	(59)
二、“三层楼”构造-成矿格架的提出	(61)
第二节 主要控矿构造分析	(65)
一、康定变质核杂岩的形成控制了金矿的形成	(65)
二、变质核杂岩的“三层楼”构造控制着区域矿带的分布	(65)
三、矿床的控矿构造是韧-脆或脆-韧性剪切破碎带	(66)
四、金矿体的控制因素	(68)
五、成矿后断裂的破矿作用	(68)
第三节 典型矿区成矿应力场分析(以三碉为例)	(69)
一、糜棱岩的超显微结构特征	(69)
二、成矿期古应力估算	(69)
三、有限单元模拟	(70)
四、有限单元模拟结果解释	(70)
第五章 构造-成矿模式及成矿有利地段解析	(74)
第一节 中生代构造-成矿作用	(74)
第二节 构造-成矿模式	(76)
第三节 成矿有利地段解析	(77)
主要参考文献及资料	(81)
英文摘要	(82)
图版说明	(83)
图版	

CONTENTS

Foreword

Chapter 1 Regional Geological Background	(1)
1.1 Tectonic Background	(1)
(1) Sichuan-Yunan structural belt	(1)
(2) Longmenshan structural belt	(1)
(3) Songpan-Garzê fold system	(3)
1.2 Petrology of Kangding Complex	(3)
(1) Survey of Kangding Complex	(3)
(2) Magmatic rocks in Kangding Complex	(4)
(3) Main metamorphic rocks	(9)
(4) Genetic explanation of Kangding Complex	(14)
1.3 Summary of Gold Deposits	(15)
(1) Exploration of gold deposits	(15)
(2) Known distribution of minerals and reserves	(15)
(3) Types and features of gold deposits	(16)
Chapter 2 Studies of Typical Gold Deposits	(19)
2.1 Huangjinping Gold Deposit	(19)
(1) Geology of mining area	(19)
(2) Geology of ore deposit	(22)
(3) Genesis of deposit	(27)
2.2 Sandiao Gold Deposit	(32)
(1) Geology of mining area	(32)
(2) Geology of ore deposit	(36)
(3) Genesis of deposit	(40)
2.3 Baijintaizi Gold Deposit	(42)
(1) Geology of mining area	(42)
(2) Geology of ore deposit	(44)
(3) Genesis of deposit	(45)
Chapter 3 Ductile Shear zones	(46)
3.1 Spatial Distribution of Ductile Shear Zones	(46)
(1) Ductile shear Zones at the Periphery of Kangding Complex	(46)
(2) Ductile shear zones within Kangding Complex	(50)
(3) Large-scale shear zones dissecting the complex	(50)
3.2 Mylonite and Its Fabrics	(50)
(1) Features of mylonite	(50)
(2) Features of mylonitic fabrics	(51)

3.3 Kinematics and Dynamics of ductile Shear Zones	(52)
(1) Kinematical features of Ductile shear zones	(52)
(2) Dynamic features of ductile shear zones	(53)
3.4 Relation Between Gold Deposit and Ductile Shear Zones within Kongding Complex	(56)
Chapter4 Orefield Structures	(59)
4.1 Regional Orefield Structures	(59)
(1) Discovery metamorphic core complex body	(59)
(2) Proposal of "3-storeyed" framework of structure-metallogenesis	(61)
4.2 Analysis of Main Ore controlling Structures	(65)
(1) Formation of gold deposits was controlled by formation of Kangding Metamorphic core complex	(65)
(2) Distribution of regional metallogenic belts was controlled by 3-storeyed structure of the metamorphic core complex	(65)
(3) Ore-controlling structures of ore deposits are ductile-brittle or brittle-ductile shear fracture zones	(66)
(4) Controlling factors of gold orebodies	(68)
(5) Ore-breaking of post-metallogenic faults	(68)
4.3 Analysis of Metallogenic Stress Field in Typical Mining Area (Exemplified by Sandiao Deposit)	(69)
(1) Ultra-microscopic texture of mylonite	(69)
(2) Paleostress estimation of metallogenic epochs	(69)
(3) Finite-element simulation	(70)
(4) Explanations to the result of finite-element simulation	(70)
Chapter 5 Tectonic-Metallogenic Model and Interpretation of Metallogenic Potential Sections	(74)
5.1 Mesozoic-Cenozoic Tectonic-Metallogenic process	(74)
5.2 Tectonic-Metallogenic Model	(76)
5.3 Interpretation of Metallogenic Potential sections	(77)
Main References	(81)
English Abstract	(82)
Plate Explanations	(83)
Plates	

第一章 区域地质背景

第一节 大地构造背景

康定大渡河金矿田的构造位置十分奇特。它位于扬子地块西缘南段——川滇构造带北端的东侧，与北东向的龙门山构造带斜交相接，北侧和西侧分别与松潘-甘孜褶皱系的金汤弧形构造和北西向的鲜水河断裂带相邻。鲜水河断裂带以北，金汤弧的西翼组成丹巴鼻状复背斜，与矿田的西北边缘和谐相连，渐次向北西方向倾伏（图 1-1）。

一、川滇构造带

地球物理探测表明（朱介寿等，1984；袁学诚，1989），川滇南北构造带地壳结构最主要的特点是地壳中存在低速低阻层，20km 深度上下的低速层将地壳分为上地壳（P 波速度约为 6.4~6.5 km/s）和下地壳（P 波速度为 6.5~6.8 km/s）。上地幔顶部速度偏低，为 7.6~7.9 km/s。虽然地壳厚度不很大（约 55 km），但这些特征表明川滇构造带是活化的大陆岩石圈地壳。

川滇构造带主干南北向断层有昌昌-泸定田湾断裂、安宁河-易门断裂和雅砻江-绿汁江断裂，其规模大，延伸远，具有多次活动的特点，现在主要表现为高角度逆冲断层，但也具明显的水平扭动，常使其两侧的岩层陡立、倒转、破碎，以至糜棱岩化、片理化，发生动力变质。断裂切割岩层主要是上白垩统一老第三系及其以下地层，并伴生同方向褶皱。在不少地点可见到切割最新地层为早更新世昔格达组。晚更新世以来，活动强度已大为减弱。此外，在主干南北向断裂系的东侧，还有普雄-昭觉断裂和马边-金阳断裂、小江断裂等，性质和主干南北向断裂系相同，但规模和形变强度变化很大。

川滇带的北东向断裂包括小金河断裂、箐河-金河断裂、宁南-会理断裂和麻塘断裂，其中小金河断裂和箐河-金河断裂最为重要，具有多次活动特点，最醒目的活动形式为逆冲推覆，并有顺时针扭动的特点。小金河断裂为川滇带的西界断裂，箐河-金河断裂为盐源逆冲推覆体的前缘断裂带。晚三叠世晚期的沉积相和等厚线的展布表明，它们都属于松潘-甘孜褶皱系的前陆逆冲带（陈智梁等，1987）。

北西向断裂集中在川滇带北段，主要是荥经断裂、汉源断裂、石棉断裂等一系列以水平扭动为特点的逆冲-平移断裂，实质上有的是鲜水河断裂带的东延组成部分。

二、龙门山构造带

龙门山构造带作为深部地质的分区界线，比川滇带更为明显，地壳厚度东薄西厚，地壳平均速度东低西高，地壳低速层东少西多，壳内低速低阻层东缺西多。龙门山构造带上地幔顶部速度亦偏低，约为 7.8~7.9 km/s（张洪荣等，1993）。西部 20 km 左右深度的低速低阻层在龙门山带向上翘起，尖灭代之为逆冲断裂带。与之同时，低速层之上的中地壳物质抬升至地面，组成龙门山带地壳楔状体。由汶川逆冲断裂、北川-映秀逆冲断裂、唐王寨逆冲断裂等断裂带及其之间的逆冲岩片组成的龙门山构造带，素以叠瓦逆冲推覆构造闻

名于世。另外，在其东带中段和南段还发育了一系列飞来峰构造。这些构造组成了龙门山前陆冲断带。在前陆冲断推覆过程中，逆冲推覆岩片以前展式序列向前陆推进，但其中次一级的岩片可以后退式序列相互叠置。

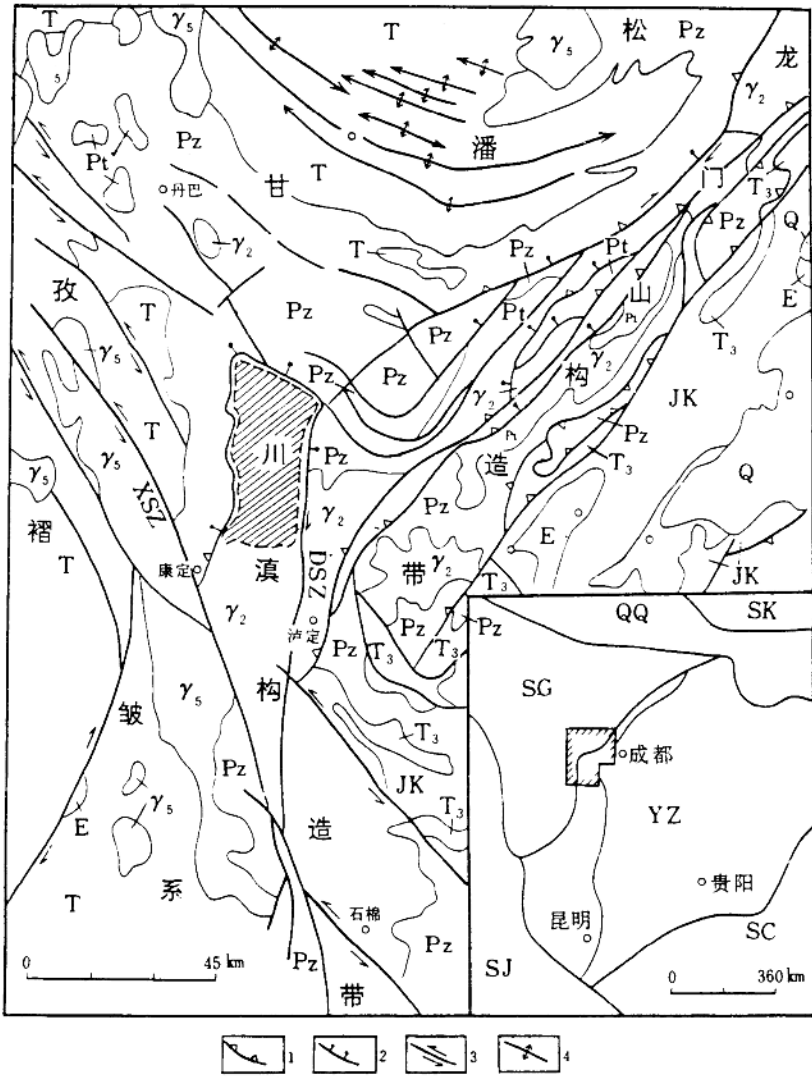


图 1-1 区域构造概况图

Fig. 1-1 A sketch map of regional tectonics

右下角小图表明研究区所在位置，其中着重圈出的地区为本图的位置

1--逆冲断层；2--正断层；3--平移断层；4--褶皱；QQ--秦岭-祁连山-昆仑山褶皱带；SK--中朝地块；
SG--松潘-甘孜褶皱带；SJ--三江褶皱带；SC--华南褶皱带；YZ--扬子地块；XSZ--鲜水河平移剪切带；
DSZ--大渡河剪切带

必须强调说明, 龙门山构造带的主要断裂都具有长期的和复杂的发展历史, 一般它们是在二叠纪早中期引张断裂的基础上发展起来的, 从晚三叠世晚期开始, 主要在侏罗—白垩纪形成左移-逆冲运动的反转构造。大约自第三纪中叶以来, 龙门山构造带主要表现为逆冲-右行平移运动, 在其西带则以正断层活动为特征。

三、松潘-甘孜褶皱系

松潘-甘孜褶皱系是在扬子地块西缘被动大陆边缘的基础上发展起来的特提斯造山带, 主体由三叠系“西康群”组成, 包括一套半深海-斜坡-边缘海复理石沉积和局部碳酸盐台地相沉积。在被动边缘形成至造山作用整个过程中, 松潘-甘孜褶皱系对扬子地块西部边缘的作用, 成为后者地质发展的主要地动力因素。康定金矿田北侧金汤弧形构造的发育, 表明松潘-甘孜造山带造山过程早期对包括大渡河金矿田在内的扬子地块西缘有自北向南的推挤。鲜水河断裂带早期的右行平移作用和晚期的左行平移作用表现了造山过程中对大渡河金矿田及外围地区北西-南东推挤和南东-北西拉伸作用。特别是南东-北西方向拉伸, 它是自西向东推挤的一种运动形式。它对丹巴鼻状复背斜和康定变质核杂岩的形成有重要意义。康定变质核杂岩就像阿尔卑斯的“陶恩构造窗”一样, 与大的平移构造有关。

第二节 康定杂岩的岩石学特征概要

一、康定杂岩研究概况

对“康定杂岩”的研究已有百余年历史, 至今尚有争论。“康定杂岩”最早由张兆瑾先生提出, 一般是指“康滇地轴”范围的“康定片麻岩”、“磨盘山结晶片岩”、“元谋片麻岩”的统称。本书研究范围仅限于康定瓦斯沟至孔玉地区的“康定片麻岩”, 因此所指“康定杂岩”仅限于我国著名地质学家谭锡畴、李春昱等人原定的康定片麻岩的大部分范围。

康定杂岩是一套分布于康定—泸定之间, 由多种岩石类型组成的前震旦系片麻状的岩石组合。由于其岩性复杂多变、地形切割起伏较大和交通困难, 以及康定杂岩又处于十分关键的地质位置, 长期以来一直是地质界争论的问题之一, 对康定杂岩的岩石类型、成因、时代归属等存在着分歧。

早在 1879 年, 劳策 (Lorzy) 首先将这组岩石称之为太古代片岩。1930 年, 谭锡畴、李春昱则称之为草八排系和康定片麻岩。汉姆 (Heim, 1935)、李承三 (1940) 则认为是石炭二叠纪的岩浆杂岩。1945 年, 张文佑提出康定杂岩为华力西期或印支期的中酸性岩浆岩。同年黄汲清认为是正片麻岩。

20 世纪 70 年代, 四川省地矿局区测队在该区开展 1:200000 荣经幅、宝兴幅的区调工作, 第一次详细地在地质图上较准确地圈定了康定杂岩的空间位置及杂岩内不同岩类的界线, 并提出了大量而系统的岩石学资料, 将康定杂岩划归为晋宁—澄江期中酸性岩浆岩, 但在报告中又反映了混合岩的观点。

20 世纪 80 年代, 对康定杂岩有了新的认识, 程文祥等 (1983) 认为康定杂岩是老于会理群的混合岩化变质岩系, 并提出建立康定群, 划分为咱里组 and 冷竹关组。同期开展工作的贺节明等 (1988) 认为康定杂岩主体是以低钾为特征的灰色英云闪长质混合片麻岩, 并兼有绿岩带和灰色片麻岩的特征; 毛玉元等 (1989) 认为康定杂岩是包括一套伴有混合岩化的古元古代变质岩系康定群和一套中新元古代的变质岩系盐井群, 其中有晋宁—澄江期

的中酸性侵入岩,并将康定群划分为四个组;冯本智等(1988)则认为康定杂岩的主体是新太古代片麻状花岗岩类和新太古代的康定群;四川省地质志(1991)将康定杂岩划分为太古宙至古元古代的康定群,中条期英云闪长岩、二长花岗岩、花岗闪长岩等。

我们工作区仅限于康定杂岩本部,考虑到康定杂岩中的许多岩石具有岩浆岩特征,暂将康定杂岩的主体岩石认为是闪长岩类和花岗岩类,并存在混合岩,少量的区域变质岩以及动力变质岩。闪长岩类主要是英云闪长岩,花岗岩类主要是奥长花岗岩、花岗岩和花岗闪长岩,其时代为前晋宁期。以下将简要概述各岩类的主要特征。

二、康定杂岩内的岩浆岩

在瓦斯沟—孔玉一段康定杂岩内,分布着大量的闪长岩类和花岗岩类岩石,这些岩石可具有片麻状构造。这些岩石曾被认为是灰色片麻岩、或片麻状英云闪长岩和花岗岩、中酸性岩浆岩。

1. 闪长岩类

该类岩石是最主要的岩浆岩之一,分布于姑咱、四家寨、河口等地区,岩性变化不大,成分和结构都比较稳定。

岩石多呈灰—灰白色,块状或片麻状构造,片麻理主要由角闪石、黑云母的定向排列所显示(图版1-1),片麻理产状与围岩产状一致。岩石具半自形中粒花岗变晶结构,由半自形斜长石和柱状角闪石组成,局部出现不等粒状变晶结构和交代结构。主要矿物为:斜长石(An 为30%~35%),晶形较好,呈条板状或宽板状,含量40%~65%;绿色普通角闪石,呈柱状,绿色,含量8%~20%。次要矿物有:石英,含量10%~15%;黑云母,含量2%~10%;少量的钾长石,含量1%~10%。副矿物主要有榍石、绿帘石、磷灰石、磁铁矿、锆石等。从矿物组成上看,主要是英云闪长岩。

岩体中分布着许多大小不等、成分不同的暗色包体。包体的边缘界线清晰度不同,有的可呈阴影状。包体多呈球状、透镜状、似条带状,其大小由数厘米到几十厘米,且常定向分布,其延长方向与岩体的片麻理产状一致。包体的成分有斜长角闪岩或角闪岩以及变粒岩,前者为同源包体,而后者为异源包体。

闪长质岩类的岩石化学成分特征见表1-1,以 $w(SiO_2)$ 较低, $w(Al_2O_3)$ 、 $w(FeO+Fe_2O_3)$ 和 $w(MgO)$ 较高为特征。 $w(SiO_2)$ 为57%~64%,少数可达68%~69%, $w(Al_2O_3)$ 通常大于15%, $w(Na_2O)$ 较高,通常为2.95%~4.55%, $w(K_2O)$ 一般小于2%, $w(Na_2O)/w(K_2O)$ 为1.2~4,表明岩石中相对富含钠。岩石中 $w(Fe_2O_3+FeO+MgO)$ 为4.5%~12.8%, $w(FeO)/w(MgO)$ 范围在1.5~9.446,一般在2.5~4。此类岩石属于钙性—钙碱性岩, $w(Na_2O)/w(K_2O)$ 比值均大于1,按岩石的CIPW标准矿物分子在 $w(Ab)-w(An)-w(Or)$ 图解投影中(图1-2)多数投入英云闪长岩区,个别为花岗闪长岩。

闪长岩类的稀土元素特征见表1-2和图1-3,以弱到中等的Eu异常和轻稀土富集为特征。稀土总量 $w(\Sigma REE)$ 为 $90 \times 10^{-6} \sim 120 \times 10^{-6}$,其轻、重稀土的分馏程度较低,轻稀土较重稀土富集, $w(LREE)/w(HREE)$ 介于33.8~7.2之间。 $w(La)/w(Sm^*)$ 为1.5~2.8, $w(La)/w(Yb^*)$ 为2~4.7,Eu异常表现为弱至中度的负异常, $w(Eu)/w(Eu^*)$ 为0.45~0.73。

2. 花岗岩类

表 1-1 康定杂岩中的闪长岩类的化学成分 (w_B %)Table 1-1 Chemical composition of dioritoids in Kangding complex (w_B %)

序 号 样 品 组 分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	LB36-1	LB33-2	LB205	B53	B54	FSi41	FSi51	K21-4	K24-1	K24-1
SiO ₂	62.64	68.20	59.06	60.72	69.82	59.82	57.84	62.46	68.40	60.54
TiO ₂	0.52	0.36	0.60	0.76	0.85	0.85	0.83	0.60	0.50	0.41
Al ₂ O ₃	16.03	15.30	15.22	15.52	14.40	15.97	16.81	15.95	15.95	15.38
Fe ₂ O ₃	1.72	1.18	2.31	5.89	1.41	2.45	3.01	2.71	1.79	2.19
FeO	3.50	2.16	4.57	3.65	1.85	4.08	4.06	3.41	1.73	3.75
MnO	0.12	0.10	0.14	0.26	0.11	0.13	0.14	0.15	0.12	0.16
MgO	2.52	1.22	4.41	1.01	1.19	2.80	3.15	2.38	1.08	3.54
CaO	5.98	4.69	6.78	5.59	3.96	6.19	7.10	5.24	3.32	6.36
Na ₂ O	3.50	3.58	2.95	4.55	3.43	3.48	3.34	4.39	4.83	3.73
K ₂ O	2.00	1.32	1.75	1.11	2.85	1.72	1.48	1.54	1.73	1.45
P ₂ O ₅	0.12	0.10	0.14	0.36	0.10			0.18	0.19	0.18
LOSS	0.58	1.45	1.50	0.31	0.23	1.71	2.07	0.54	0.45	1.79
CIPW	Or	29.36	7.79	10.57	6.68	16.70	10.92	8.90	9.10	10.22
	Ab	22.25	30.41	25.17	38.27	28.84	29.56	28.31	37.15	40.87
	An	18.08	21.70	22.81	18.64	15.58	26.17	26.42	19.27	15.35
	Q	9.52	29.73	13.81	18.58	28.53	15.44	12.79	16.65	24.94
Na ₂ O/K ₂ O	1.75	2.712	1.686	4.099	1.204	2.023	2.257	2.851	2.792	2.572
FeO/MgO	1.389	2.738	1.560	9.446	2.739	2.332	2.244	2.571	3.259	1.678
序 号 样 品 组 分	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	K26B	K26-2	K27-5	K27-6	K49-1	K51-1	K56-6	K66-7	K66-8	K66-5
SiO ₂	68.44	59.68	59.32	67.18	65.88	67.48	66.12	66.90	68.44	61.40
TiO ₂	0.41	0.80	0.80	0.55	0.67	0.32	0.50	0.22	0.41	0.69
Al ₂ O ₃	15.50	16.81	16.63	15.18	15.29	16.24	14.90	14.90	14.12	16.04
Fe ₂ O ₃	1.64	3.03	3.30	1.84	1.66	1.75	2.18	1.73	2.05	3.27
FeO	1.84	3.77	4.07	2.07	2.56	1.84	2.06	2.28	1.84	2.66
MnO	0.13	0.20	0.23	0.13	0.09	0.11	0.08	0.04	0.09	0.13
MgO	0.91	2.34	2.69	1.19	2.08	1.19	1.49	1.88	0.99	2.37
CaO	3.95	6.42	6.85	4.49	5.03	4.22	4.86	3.92	4.07	5.06
Na ₂ O	3.94	4.46	4.15	4.46	3.23	4.17	3.79	3.38	3.77	3.61
K ₂ O	1.64	1.24	1.01	1.50	1.86	1.72	2.82	3.16	2.34	1.65
P ₂ O ₅	0.16	0.23	0.22	0.16		0.14	0.15	0.14	0.02	0.24
LOSS	0.59	0.68	0.63	1.16	0.68	0.32	0.74	1.34	0.95	1.59
CIPW	Or	9.69	7.33	5.97	8.86	10.99	10.16	16.67	18.67	13.83
	Ab	33.34	37.74	35.12	37.74	27.33	35.29	32.07	28.60	31.90
	An	18.66	22.19	23.76	10.97	21.73	20.77	15.31	16.15	14.69
	Q	29.11	12.55	13.40	24.99	25.70	25.16	22.14	23.14	28.04
Na ₂ O/K ₂ O	2.402	3.597	4.109	2.973	1.737	2.424	1.344	1.070	1.611	2.188
FeO/MgO	3.824	2.906	2.740	3.286	2.029	3.017	2.846	2.133	3.929	2.502

1~4 据冯本智等 (1988); 5~7 据攀西区调三队; 8~20 据贺节明等 (1988)。1~2 咱里; 3~4 姑咱; 5~6 河口; 8~20 康定地区。