四川甘孜嘎拉金矿地质特征与找矿方向*

Geological features and prospecting targets of the Garze Gala gold deposit in Sichuan

邹光富[1]，毛 英[2]

(1 成都地质矿产研究所，四川 成都 610082；2 成都岩矿分析测试中心，四川 成都 610081)

ZOU GuangFu[1] and MAO Ying[2]

(1 Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 2 Chengdu Comprehensive Rock and Mineral Testing Center, Chengdu 610081, Sichuan, China)

摘 要 甘孜嘎拉金矿床为位于甘孜—理塘断裂带内的韧性剪切带型金矿。该矿床受断裂带内的韧性剪切带控制，金矿化主要发生在韧性剪切带中的糜棱岩中，金矿体主要赋存于韧性剪切带中的糜棱岩带中央部位。含矿岩石主要为糜棱岩和糜棱岩化岩石。金矿化与碳酸盐化、硅化、铬水云母化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化和辉锑矿化蚀变有关。本文在详细研究矿床地质特征及控矿因素的基础上，提出了主要找矿标志和找矿方向，为区内找矿突破提供了新的思路和新资料。

关键词 甘孜-理塘断裂带；韧性剪切带型金矿；矿床地质；找矿方向；嘎拉金矿床；四川甘孜

甘孜嘎拉金矿床位于四川甘孜一理塘断裂带北段。甘孜—理塘断裂带为扬子陆块与义敦古岛弧拼接的缝合带，呈NW-SN-SE 向分布，为四川西部地区一条重要的铜铁铅锌金锑多金属成矿带，是近十多年来为地质界和矿产开发公司极为关注的成矿带之一。目前在该带已相继发现了嘎拉金矿、雄龙西金矿、那西、玉隆大-中型金矿床，以及色卡、卡诺、尼亚达柯、雄卡、西冲龙金矿点等一批矿产地，显示该带金成矿具有巨大的前景。甘孜嘎拉金矿床位于四川甘孜县城西嘎拉村，距县城约 14Km。金矿床位于甘孜一理塘断裂带内的韧性剪切带中，为一处具有韧性剪切带特征的金矿床。本文根据作者对甘孜一理塘断裂带及其金矿床，特别是对嘎拉金矿床的专门研究，对嘎拉金矿床地质特征及控矿因素、矿床成因进行详细论述，在此基础上，提出了主要找矿标志和找矿方向，为实现找矿突破提供了新的思路，以期推动川西地区找矿勘探工作。

1 成矿地质背景

甘孜—理塘断裂带在大地构造上位于古特提斯洋消减及扬子陆块与义敦古岛弧拼接的缝合带(图 1)。自印支期以来经历了洋壳俯冲、陆-弧碰撞和陆内会聚等一系列构造事件，具有长期活动的特点。该断裂带北起德格三岔河，向西越过青海玉树，向南经玉隆、甘孜、理塘至木里以远，呈北窄南宽向北东凸出的反 S 弧形带状，延长约 700 km，宽 10~15 km(图 1)。

断裂带以东主要出露三叠系西康群，为一套深海-半深海浊流相沉积地层，属次稳定-非稳定型的复理石建造；以西出露三叠系义敦群，为一套岛弧非稳定型钙碱性火山岩、碎屑岩、碳酸盐岩沉积建造。沿断裂带分布有岛弧火山岩、沉积岩、蛇绿岩构造岩块、被动陆缘复理石等各类地质体，并有燕山期酸性岩浆侵入(图 1)。多期构造岩浆活动，为区内分散的金元素活化、迁移和富集成矿提供了十分有利的成矿条件。同时，该断裂带也是剪切带型金矿床集中分布的地区。如嘎拉金矿、雄龙西金矿、那西金矿床，以及色卡、卡诺、尼亚达柯、雄卡、西冲龙等金矿点。因此，该区是“三江”地区的一个具有大中型金矿的重要成矿远景区。

2 矿区地质

2.1 地层

矿区出露地层为上三叠统曲嘎寺组上段(T_3q)，主要由一套半深海浊流相沉积的灰－深灰色千枚岩、粉砂质板岩、含碳质千枚岩、浅变质岩屑石英砂岩、粉砂岩和浅变质玄武岩、凝灰质熔岩、基性火山角砾岩、基性凝灰岩和硅质岩，以及辉长

*第一作者简介 邹光富，男，1963 年生，博士，研究员，长期从事青藏高原地质和矿产资源调查研究工作。E-mail: zgf686@sina.com 或 zguangfu@163.com

岩和结晶灰岩构造岩块等（图 1）。厚度大于 1 850 m。岩石片理发育。受韧性剪切构造作用，地层发生了较强烈的糜棱岩化作用，形成了一套糜棱岩和糜棱岩化岩石及其组成的韧性剪切带。在矿区及其外围，韧性剪切带宽一般 2~4 km，是区内主要的控矿和容矿构造，金矿化和金矿体就产于韧性剪切带及其糜棱岩中。

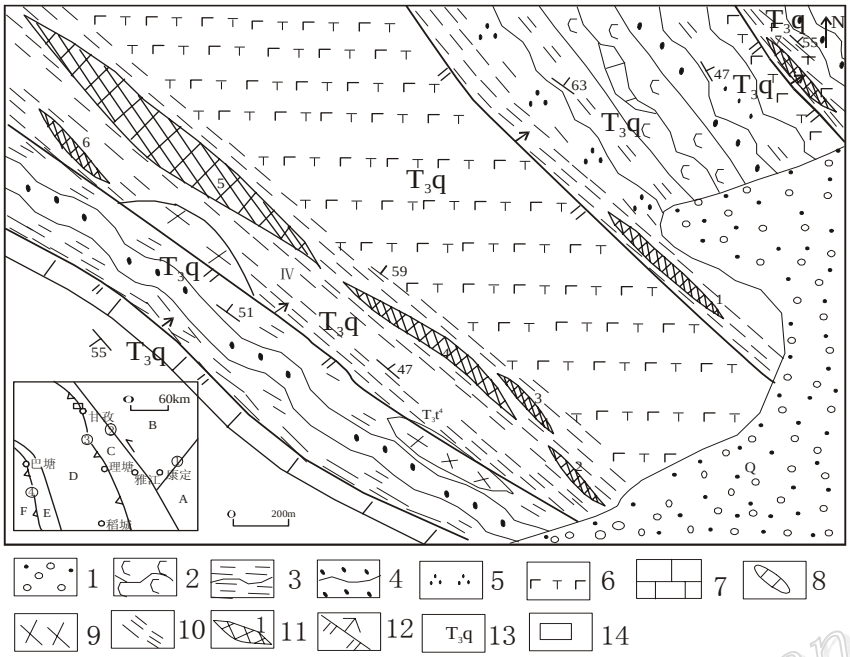

图 1 甘孜嘎拉金矿床矿区地质略图

1－第四系沉积物；2－含碳千枚岩；3－绢云母板岩；4－粉砂质板岩；5－硅质岩；6－基性火山角砾岩；7－结晶灰岩；8－结晶灰岩构造透镜体；9－辉长岩；10－韧性剪切带；11－金矿体及编号；12－逆冲断层；13－上三叠统曲嘎寺组；14－矿区位置

2.2 构造

矿区以北西－南东向韧性剪切带为主，成矿作用与韧性剪切构造作用和甘孜—理塘洋扩张、洋壳俯冲、陆-弧碰撞和陆内会聚等一系列构造岩浆活动及韧性剪切构造作用有关。矿区总体为一向北东倾斜的单斜构造(图 1)，倾向 45~80^0，倾角 50~70^0。矿区断裂发育，呈 NW-SE 向展布，倾向 45~80°，倾角 50~70°，主要为一系列逆冲推覆脆-韧性剪切断层，具有左行走滑的性质。韧性剪切带呈 NW-SE 向展布，长度大于 50 km，宽一般 3~8 km，表现为一系列强应变片理化带和糜棱岩带，带中的岩石均受不同程度的塑性变形，形成糜棱岩系列岩石。根据岩石应变程度的强弱不同，从矿区 SW 向 NE 可以划分出 5 条应变强弱程度不同的应变带，即次级韧性剪切带。主要由糜棱岩化岩石、初糜棱岩、糜棱岩、千糜岩等组成。在这些糜棱岩类岩石中，发育 S-C 构造、拉伸线理、A 型褶皱和石英、斜长石的核幔构造、缎带状构造、不对旋转碎斑系、多米诺骨牌式构造。在剪切带中，发育碳酸盐化、硅化、铬水云母化、绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化与硫化物化等热液蚀变现象。

2.3 岩浆岩

矿区主要发育印支期基性岩浆岩。岩浆活动方式以火山喷溢为主，侵入次之。其中，基性喷出岩主要有蚀变枕状玄武岩、蚀变玄武岩、蚀变橄榄玄武岩、蚀变凝灰熔岩、蚀变凝灰岩、蚀变火山角砾岩等。以低钾的拉斑玄武岩为主，属洋壳组合。基性侵入岩主要为辉绿岩岩脉(群)和辉长岩岩脉(群)。韧性剪切破碎带中的基性火山岩和辉绿岩、辉长岩蚀变强烈，具褐铁矿化、绿泥石化、铬水云母化、硅化。呈褐红-浅黄褐色，既是金的矿源层，又是容矿岩石，是本区重要的找矿标志之一。此外，在矿区西侧，发育印支期-喜马拉雅期中酸性岩浆岩，这些岩浆侵入活动对本矿区金矿的成矿作用十有利。

2.4 变质作用

矿区变质作用主要表现为区域低温动力变质作用和矿体附近的近矿围岩蚀变两种类型。区域低温动力变质作用主要表现为形成一套韧性剪切的糜棱岩化岩石，变质矿物有绿泥石、铬水云母、绢云母、黑云母、白云母、石英、斜长石、方解石等， 变质作用为低温绿片岩相变质。近矿围岩蚀变主要有碳酸盐化、硅化、铬水云母化、绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化与硫化物化等，其中，硅化、铬水云母化、黄铁矿化、硫化物化与金矿化密切相关。

2.5 地球化学特征

http://www.kcdz.ac.cn/

对矿区主要岩石和矿石中微量元素研究表明:(1)Ga，Se，Rb，Sr 等元素丰度值均小于地壳克拉克值;(2)As，Cr，Au，Cu，Bi 等元素丰度值均高于地壳克拉克值;(3)Pb，Zn，Ag，Mo 等元素丰度值接近地壳克拉克值;(4)三叠系曲嘎寺组地层中 Au 丰度值高于区域克拉克值;(5)砂岩、板岩及千枚岩、基性火山岩和硅质岩中 Au 丰度值高于区域克拉克值;(6)Au，Hg，As，Sb 在三叠系上统曲嘎寺组地层中含量相对较高，表现出 Au 的高背景值;(7)金水系沉积物组合异常主要沿矿区韧性剪切蚀变带卓西断裂带分布。总体上，矿区 Au 与 Sb，Bi，Rb，Cu，As 呈正相关;金矿化与 As，Sb，Bi，Rb，Cu，Co，Ni，Cr，Sn，V，Sr 等密切相关。

3　矿床地质特征

甘孜嘎拉金矿床产于上三叠统曲嘎寺组(T_3q) 糜棱岩中，赋矿围岩为浅变质碎屑岩、基性火山岩和硅质岩等在嘎拉矿区发育四条大致平行且沿 NW 向展布的韧性剪切变形带。嘎拉金矿床经地表坑钻，已在矿区四条韧性剪切带中定 7 个工业矿体。其中，以 1 号和 5 号矿体规模较大(图 1)。已控制储量达到中型规模。

矿区含金蚀变带在地表呈 NW－SE 向带状产出，出露长度大于 5 km，厚度一般 100~200 m，倾向 45~80°，倾角 50~70°。蚀变带的岩石类型主要有糜棱岩化砂板岩、糜棱岩化基性火山岩、糜棱岩、千糜岩等。金矿体就产于蚀变带中央的糜棱岩和千糜岩中。

1 号金矿体产于 F_2 韧性剪切蚀变带中，在地表呈透镜状，长度大于 400 m，宽 100~150 m，厚度为 1~32 m，钻孔控制斜深 150 m。矿体走向 330~120°，总体产状为倾向 45~50°，倾角 55~70°。矿体地表为氧化矿，至 40 m 以下渐变为原生矿，矿体平均含金为 6.2×10^{-6}。氧化矿平均含金为 8×10^{-6}。原生矿平均含金为 3.4×10^{-6}，金的品位具有从韧性剪切蚀变带中央到两侧边缘由富逐渐变贫的特点。

5 号金矿体产于 F_1 韧性剪切蚀变带中，呈长透镜状， 已控制长度为 700 m，宽 100~150 m，厚度为 11 m，控制矿体深 310 m。矿体走向 315~135°，总体产状为倾向 45°，倾角 65~80°。矿体以氧化矿为主，矿体平均含金为 3.3×10^{-6}。金的品位也具有从韧性剪切蚀变带中央到两侧边缘由富逐渐变贫的特点。

矿石类型主要为显微浸染蚀变千糜岩型和显微浸染硫化物网脉状矿石。矿石中主要矿石矿物有自然金、黄铁矿、针状毒砂、辉锑矿、磁铁矿、黝铜矿、辉砷镍矿及少量自然铜、自然镍、闪锌矿、辉铜矿等。脉石矿物主要有石英、方解石、长石、铁白云石、铬云母、绢云母、绿泥石、蛇纹石等。金的赋存状态除地表自然金主要赋存于石英、毒砂、黝铜矿连生体中外，金主要以类质同相形存在于毒砂、黄铁矿、辉锑矿中。

矿石结构有结晶结构、交代残余、变余砂状结构、碎裂结构、压力影结构等。矿石构造有块状、角砾状、浸染状、网脉状、条带状等。与金矿化有关的热液蚀变主要有碳酸盐化、硅化、铬水云母化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化和辉锑矿化。

4　控矿因素

4.1　地层与金矿化

在甘孜嘎拉金矿床区，不同矿段赋矿围岩的岩性有千枚岩、粉砂质板岩、含碳质千枚岩、浅变质岩屑石英砂岩、粉砂岩和浅变质玄武岩、凝灰质熔岩、基性火山角砾岩、基性凝灰岩和硅质岩等。据统计，金矿体主要赋存于含碳质千枚岩、玄武岩、凝灰质熔岩、基性火山角砾岩、基性凝灰岩的糜棱岩和千糜岩中。显示地层性质对矿化有一定控制作用。

4.2　韧性剪切带与金的成矿

甘孜-理塘断裂带为印支期强烈活动的断裂，自印支期以来经历了洋壳俯冲、陆-弧碰撞和陆内会聚等一系列构造岩浆成矿事件，在断裂带内形成几条主要的区域性超壳大断层及其韧性剪切带，这些深大韧性剪切断裂的多期次构造岩浆活动，为区内分散的金元素活化、迁移和富集成矿提供了十分有利的成矿条件。

甘孜嘎拉金矿床就产在该断裂带中的嘎拉韧性剪切带中，嘎拉韧性剪切带是矿区主要的容矿和控矿构造， 该剪切带由一系列近于平行排列的应变强弱程度不同的应变带组合而成。宏观上表现为一系列糜棱岩带和强片理化带，带内岩石发生强烈塑性变形， 形成糜棱岩系列岩石。在嘎拉矿区发育四条大致平行且沿 NW 向展布的韧性剪切变形带。金矿化主要发生在韧性剪切带中的凝灰质糜棱岩中，金矿体主要赋存于韧性剪切带中的糜棱岩带中央部位。

4.3　岩浆活动与成矿

甘孜-理塘断裂带自晚二叠世—晚三叠世随着洋壳的扩张和俯冲引起的超基性岩侵入和基性火山岩喷发，形成该区金的矿源层，为该区提供了丰富的金等成矿元素。后期的韧性剪切构造作用为矿源层中成矿元素活化迁移成矿提供了热动力和有利的赋矿空间。

5　矿床成矿规律

http://www.kcdz.ac.cn/

甘孜嘎拉金矿床与晚二叠世—晚三叠世甘孜—理塘大洋蛇绿岩套及其上三叠统曲嘎寺组碎屑岩、基性火山岩有作十分密切的关系。该金矿床的形成是由甘孜—理塘大洋蛇绿岩套及其上三叠统曲嘎寺组碎屑岩、基性火山岩提供的成矿物质形成初始矿源层，后经过燕山期—喜马拉雅期岩浆活动和韧性剪切构造作用，并有地壳、地幔深部多源含矿流体的加入，使早期矿源层中的金等成矿物质活化、迁移、沉淀和富集成矿。

通过对甘孜嘎拉金矿床的研究表明，金矿化主要发生在韧性剪切带的糜棱岩中。金矿体主要呈透镜状沿糜棱岩面理分布，金矿体主要赋存于韧性剪切带的糜棱岩带中央部位。

6 矿床成因

嘎拉韧性剪切带是自印支期以来经历了多期次构造岩浆活动形成的强烈塑性变形应变带，经历了从韧性变形到脆性变形的演化过程。嘎拉金矿床在时间空间上和成因方面都与嘎拉韧性剪切带密切相关。金矿化和金矿体都分布在韧性剪切带的糜棱岩中。控矿的主导因素是韧性剪切带和含金的成矿流体。为典型的韧性剪切带型金矿床。金的活化、迁移、富集成矿与剪切带的发生、发展及其成矿流体的形成、迁移、富集成矿是在一个统一的构造岩浆成矿活动过程中进行的。

嘎拉金矿床的成矿过程首先是在晚二叠世末(海西晚期)由于洋盆的扩张，蛇绿岩的形成，使地幔及地壳深部的金等成矿元素随着蛇绿岩的形成而被带入地壳浅部， 形成金矿化的一种矿源层，为其后的构造活化成矿准备了一定的成矿物质。晚三叠世甘孜—理塘洋壳由东向西俯冲， 形成义敦岛弧火山岩带，在区内发生大规模的火山喷发，沉积了巨厚的富含金等的火山岩，并构成含金矿源层，为甘孜—理塘板块缝合带中金矿的形成准备了丰富的成矿元素。在晚三叠世诺利晚期—瑞替期，川西雅江被动大陆边缘与义敦火山岛弧的碰撞作用已沿甘孜—理塘板块缝合带发生，义敦及雅江地区随之隆升成陆，形成碰撞造山带。这就为深部金元素及矿源层中金元素的活化迁移提供了动力条件。与此同时，由于板块的俯冲作用，在地壳深部发生韧性剪切作用。岩石中含水矿物及碳酸盐岩等发生去水脱碳形成流体并大气降水混合形成高温流体，沿剪切带运移，并从围岩中卒取 Au，Sb，As，Bi，S 等成矿物质，形成含金的成矿流体。使区内金等成矿元素在动力、热力和韧性剪切构造作用下发生活化、迁移和初步富集成矿。三叠世末，整个川西、藏东地区全部上升成陆。在侏罗纪—白垩纪时期转入碰撞后陆内会聚阶段。随着板块的俯冲碰撞，在俯冲带一侧发育同向逆冲断裂带。冲断作用在地壳深部则表现为韧性剪切应变特点。伴随冲断带的逆冲作用，造成碰撞混杂岩根部带逆冲而上并出露地表，成矿流体也随剪切带向上运移并与围岩发生相互作用，形成有关类型的热液蚀变作用，围岩中的金被进一步卒取、活化、迁移和富集。当剪切带发展到地壳浅部，由韧性剪切应变阶段转化为脆性应变阶段时，由于温度与压力的极聚降低，含金成矿流体中的金开始在剪切带中的有利构造部位沉淀、富集成矿。最终形成嘎拉金矿床。根据含金矿石中的黄铁矿、石英的包裹测温及温压条件研究结果表明，嘎拉金矿的主体形成温度为 185～245℃。综上所述，嘎拉金矿属于中低温热液剪切带型金矿。

7 找矿标志与找矿方向

① 地层标志：甘孜—理塘断裂带中的韧性剪切带中的糜棱岩带中的糜棱岩和千糜岩是最有利的成矿和找矿部位。

② 构造标志：含金脆-韧性剪切带普遍发育具有黄铁矿化，经风化后呈铁红色。还具有碳酸盐化、硅化、铬水云母化、绢云母化、毒砂化和辉锑矿化。在野外含金脆-韧性剪切带呈铁红色构造破碎蚀变，以鲜明铁红色条带，成为十分醒目的找矿标志。

③ 地球化学标志：在 Au 与 Sb，Bi，Rb，As 异常套合好、丰值高、浓度梯度大的异常区、Au，As，Sb，Hg 元素高背景地区和金异常高浓集中心最具找矿意义。矿区南北方向上沿亚火—卓西断裂分布着一系列相似的元素组合和地质背景的金异常，是今后找矿取得重大突破的工作重点区域。

④ 在嘎拉金矿区，以韧性剪切带型金矿理论为指导，结合矿床地质特征及找矿标志，进一步开展矿区含金韧性剪切带的研究与找矿勘探工作，有望发现新矿体，扩大矿床规模。

⑤ 在嘎拉金矿区外围及整个甘孜—理塘断裂带中，以韧性剪切带型金矿理论为指导，结合物探化探和遥感地质特征，进一步开展甘孜—理塘断裂带详细的大比例尺区域地质填图和含金韧性剪切带的研究与找矿勘探工作，有望发现新矿体，找到新的金矿床。近几年来在甘孜—理塘断裂带发现的几个金矿床，已证明该找矿思路的正确性。

参 考 文 献 略