云南省维西县雪龙山变质岩带及 韧性剪切变形特征

马 光^{1, 2}, 邓吉牛², 宫 丽¹

(1.河南理工大学资源环境学院,河南 焦作 454000;2.青海西部资源有限责任公司,西宁 810000)

摘 要: 雪龙山变质岩原岩的形成时代为前震旦纪,变质程度达中-深变质,为兰坪-思茅陆块 的结晶基底;区内有糜棱岩化岩石和初糜棱岩、糜棱岩及超糜棱岩等动力变质岩,变质岩带的韧性 变形可以划为4期,即晋宁期、印支-燕山早期、燕山晚期及喜马拉雅期。

关键词: 变质岩带; 韧性剪切; 云南省

doi: 10.3969/ j. issn. 100+1412.2009.02.013

中图分类号: P542.3; P588.3 文献标识码: A 文章编号: 100-1412(2009) 02-0156-04

0 引言

自 20 世纪 80 年代以来,人们发现世界上许多 大型和超大型金矿床产在不同时代的韧性剪切带 中^[1-3],这种新型的矿床类型得到越来越多人的重 视,人们从空间上、时间上、成因上和韧性剪切带中 金矿的形成机理等方面揭示韧性剪切带与金矿床的 关系,提出了各种不同的成因模式^[4-9],于是有了新 的金矿床类型——与韧性剪切带有关的金矿床。至 今,韧性剪切带与金矿床之间密切的空间关系已得 到公认,人们有意识地把韧性剪切带作为金矿床的 重要勘查目标,并取得了找矿突破^[10]。因此,研究 变质岩及韧性剪切作用,对于探明区内矿床(特别是 金矿床)的形成和指导找矿具有重要意义。

1 雪龙山变质岩带地质概述

1.1 大地构造背景

雪龙山变质岩带处于昌都一思茅陆块中段的维 西县境内,呈NNW 向带状断块分布。东与维西火 山弧相邻,西与兰坪盆地碧玉河复向斜相接,与四周 新地层呈断层接触, 东西宽 2~ 6 km, 南北长 40 km 以上^[11] 。

雪龙山变质岩带的大地构造位置处于 SN 向 "三江"并流区的金沙江与澜沧江两大构造带的结合 部、兰坪一思茅盆地中轴带上。多期构造作用十分 强烈,使构造恢复极为困难,至今对其构造属性和变 质变形历史的认识仍存在争议。

从大地构造上看,本区作为"三江"特提斯构造 域的重要部分,其构造发展史大体上是在原特提斯 被动大陆边缘的基础上发展起来的,经历了洋盆扩 张、俯冲汇聚、碰撞造山,从大洋岩石圈向大陆岩石 圈的转换。晚古生代一中三叠世形成多弧盆系,并 向造山带转换;晚三叠世一白垩纪的局部拉张形成 裂谷盆地的盆-山转换;新生代随着青藏高原隆升, 陆内构造汇聚、地壳大幅度缩短和增厚的构造演化 发展过程,使本区的构造格局进一步复杂化,形成了 现今定位的甘孜一理塘、金沙江一哀牢山、澜沧江、 怒江4条最主要的弧-陆碰撞结合带及其间的中 咱一中甸、昌都一兰坪、临沧、保山及察隅一高黎贡 等微陆块的条块镶嵌,腰部紧缩、两端舒展,呈反"S" 型扭转的大地构造格局。

1.2 区域构造特征

雪龙山变质岩区的构造型式总体上为一大型冲 断推覆构造 ——维西推覆体。区域构造线为 N W

收稿日期: 2008-07-09

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 40072032)和博士基金(编号: 648512)联合资助。

作者简介: 马光(1965), 男,内蒙古赤峰人, 副教授, 博士, 从事区域成矿学与找矿系统工程学研究工作。E-mail: maguang5678@ 163.

向,推覆体前锋断裂为叶枝一雪龙山深大断裂。该 断裂走向 NW,倾向 E,倾角约 70°,为一多期活动断 裂。雪龙山断裂以东近于平行地排列着四十驮一整 格乍断层、白马驹断层、腊八底断层,它们控制了区 内矿床的分布。

兰坪盆地构造区的区域构造线为 SN 向,由近 SN 向的褶皱和断裂所组成。从西向东依次排列有 大发厂向斜、双罗房背斜及核桃箐背斜等,它们控制 了区内的金属矿化。近 SN 向的断裂有新宝断层和 咪里断层。

EW 向断层一般为隐伏断层,属于基底断裂,它 们往往与 SN 向和 NW 向断裂的节点部位控制了矿 床的就位。其代表性断层为菖蒲塘断层。

2 变质岩带的变质变形特征

2.1 变质岩形成时代

雪龙山变质岩带的形成时代争议颇多:云南省 区域地质志^[12]、1:20万维西幅区域地质调查报告 (1984)、雪玺会等^[13]认为雪龙山变质岩属于印支期 变质带,原岩时代定为二叠纪或前二叠纪,早于中三 叠统上兰群。1:5万河西幅或1:5万托枝幅地质 调查报告(1995)及尹光侯等(1998)将其划分为工江 岩组、中梁子组、阿马普岩组及四十驮岩组、白龙里 吾巴条纹状片麻岩和大宝山眼球状片麻岩6个构造 - 岩性单位,归并为雪龙山群,认为其原岩时代为前 寒武纪,属于古、中元古代。孙志明等(2001)认为其 变质变形为印支期,对原岩时代不甚明确,但倾向于 晚古生代。

我们认为雪龙山变质岩的原岩时代为前震旦 纪,理由如下:

(1)雪龙山变质岩为中-深变质岩,以黑云斜长 变粒岩、黑云斜长片麻岩、长英质混合岩、角闪片麻 岩为主,变质相为高绿片岩相至角闪岩相。如此高 的变质相与与哀牢山群的特征相似。

(2) 雪龙山变质岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为
 604 Ma, Sn-Nd 等时线年龄为 738 Ma^[11]。显然这
 一年龄值要早于二叠纪,应属于震旦纪。

(3)本带北部的青海玉树地区,原划泥盆纪的变质岩测得单颗粒锆石的年龄值1870 Ma(姚宗富, 1992),从而划归为宁多群;本带南部的点苍山变质岩,U-Pb 谐和年龄为2000 Ma和2100 Ma,石鼓群羊坡组的 Rb-Sr 等时线年龄为(996.1±33.7) Ma,

Nd的模式年龄为1343.9~1369.9 Ma。从岩石类 型及变质变形特征对比可知,雪龙山变质岩与宁多 群、石鼓群、点苍山群为同时代地层,均为前震旦纪 火山沉积岩变质而成。目前所获得的 Rb-Sr 和 Sm - Nd 年龄应为第一次区域变质(晋宁期)的年龄。

所以,雪龙山群变质岩应为兰坪—思茅陆块的 结晶基底。

2.2 变质岩岩石特征

区内变质程度较深,达中-深变质程度^[14]。变 质岩包括区域变质岩和动力变质岩。区域变质岩有 片岩、片麻岩、角闪岩及少量大理岩等;动力变质岩 有糜棱岩化岩石和初糜棱岩、糜棱岩及超糜棱岩等。

(1)片岩:为主要变质岩石类型,有白云母片岩、 黑云母片岩、二云母片岩、含榴绢云石英片岩、含长 石黑云石英片岩等。岩石具有鳞片变晶结构,片状 构造。

(2)片麻岩:主要为黑云斜长片麻岩、含榴二云 斜长片麻岩等,岩石具有鳞片状变晶结构和片麻状 构造。矿物成分为斜长石、钾长石,片状矿物含量较 低,近于平行分布,构成片麻理构造;基质主要为条 带状斜长石、石英和片状的云母。石榴石具有环带 构造和包裹结构。

(3)角闪岩:主要为斜长角闪岩和斜长角闪片岩。岩石青灰色,斜长石长柱状、板状,角闪石长柱状。多具粒状变晶结构,片状构造,镜下可见变余晶屑结构和凝灰结构。

(4)大理岩:主为方解石大理岩和白云石大理 岩,常呈夹层出现,厚度不稳定。

(5) 糜棱岩化岩石及初糜棱岩:主要为糜棱岩化 的变粒岩、片岩和片麻岩;含榴黑云长英质初糜棱 岩、黑云长英质初糜棱岩和眼球状初糜棱岩.表现为



图 1 雪龙山韧性剪切带中黑云母片岩的 糜棱岩面理及 SC 组构 (据孙志明等, 2001)

Fig. 1 Mylonite foliation and S-C fabrics of biotite schist in Xuelongshan ductile shear zone

细粒化和动态重结晶化,出现成分分异,&C 面理清 楚(图1),有残斑结构,但成分层 &C 面理较少。石 英主要为动态重结晶产物和亚颗粒。

(6) 糜棱岩:主要为长英质糜棱岩、二云长英质 糜棱岩、角闪石英质糜棱岩和黑云方解白云质糜棱 岩。残斑含量较少,粒径小,多呈眼球状和透镜体状 (图 2),基质含量大于 50%,并以动态重结晶为主。 具有云母鱼、石香肠构造及波状消光和毕姆纹等现 象。S-C 组构清晰、主要成分为重结晶石英。



Fig. 2 Circumgyrated microstructure in ductile shear zone

(7) 超糜棱岩:发育于韧性剪切带的中心部位, 见于阿马普、四十驮、大宝山等地,尤其以望香台断 层附近最为发育(图3)。成分类似于硅质岩和次生 石英岩,石英含量大于80%,次为绢云母、白云石、 方解石和细粒硫化物等,基质含量大于90%,几乎 由重结晶新生矿物所组成。片状新生矿物多者构成 片糜岩。



图 3 望香台断层糜棱岩破碎带素描图

Fig. 3 Sketch of mylonite fracture zone in Wangxiangge zone

1. 破碎带 2. 糜棱岩 3. 纤闪石透镜体 4. 腐殖土 5. 产状

2.3 变质岩韧性剪切变形特征

石英脉在岩石中呈两翼对称的"A型"小褶皱, 而且在"小褶皱"的转折端,石英脉均有膨大现象,说 明在其形成过程中,曾经遭受过强烈的塑性变形和 挤压作用影响(图4)。这种现象表明,在雪龙山变 质岩带形成期存在较强的韧性剪切作用。



Fig. 4 Sketch of A-type fold

3 韧性变形期次和机理

综合研究表明,雪龙山变质岩带的韧性变形可 以划为 4 个期次:

(1) I 期:表现为区域性透入性结晶面理和片麻 理,它置换了先期的面理、层理。该面理倾向 NE-NNE,倾角约 50°。由于受后期韧性变形的影响,该 期变形常常难于辨认,其变形环境为中- 深构造层 次,这次区域变质为晋宁期的产物。

(2) II 期: 以早期面理为变形面理, 形成相似褶 皱, 产生 II 期结晶变形面理, 大中型构造变形已难恢 复, 仅见小尺度的相似倒转和直立褶皱, 褶皱枢纽向 NW 倾伏, 倾伏角约 40°, 伴随大量新生动态重结晶 矿物, 反映出大规模逆冲推覆构造作用, 时间为印支 - 燕山早期, 即兰坪盆地关闭期。

(3) III期:主要产于雪龙山变质岩断块的围限断 裂附近,表现为伸展构造变形和韧性变形,导致雪龙 山变质岩出露地表,小的褶叠层和拉伸线理极为发 育。在望香台断层附近,为向 E 倾的一系列脆- 韧 性剪切带。产生于推覆构造后的构造松弛阶段,大 致为燕山晚期。

(4) IV期: 仅形成表层构造形迹, 以脆性变形为 主, 主要产生构造片岩。发生于喜马拉雅期。

本区韧性剪切作用主要为推覆构造期和伸展构 造期。前者已为钻孔所证实,在 2002 年维西县大宝 山矿区施工的钻孔中,经由上层混合岩到浅变质韧 性剪切变质岩,最后终孔于下层混合岩。后者导致 兰坪盆地基底岩石雪龙山群以变质核杂岩形式上隆

第24卷 第2期

出露地表。

参考文献:

- Eisenlohr B N, Groves D, Partingtonn G A. Crrustsl-scale shear zones and their significance to Archean gold Mineralization in Western Australia[J]. Mineralium Deposita, 1989, 24: 1-8.
- [2] Brathwaite R L. The tectonic setting and control of gold deposits in New Zealand [C]. In: Bicentnnial Gold, 88, Melbourne, Australia, 1988: 191-196.
- [3] Spooner E T C, Barrie C T. Preface: A special issue devoted to Abitibi ore deposits in a modern context[J]. Econ. Geol., 1993, 88(6): 1307-1322.
- [4] 银剑钊. 韧性剪切带型金矿成矿特征研究现状[J]. 地质科技情报, 1993, 12(2): 71-74.
- [5] Mapani B S E, Wilson C J L. Structural evolution and gold mineralization in the Scotchmans fault zone, Magdala Gold Mine, Stwell, Western Victoria, Australia[J]. Econ. Geol., 1994, 89(3): 566-583.

- [6] Bonnemaison M, Marcoux E. Auriferouss mineralization in someshear-zones: a three-stage model of metallogenesis[J]. Miner-alium Deposit, 1990, 25: 96-104.
- [7] Liu jishun. A model of gold metallogensis during detachment process[C]. Abstracts volume3/3: 29th International Geological Congress, Tokyo, Japan, 1992: 796.
- [8] 孙胜龙. 韧胜剪切带中金成矿机理浅析[J]. 大地构造与成矿 学, 1995, 19(4): 375-381.
- [9] 刘景波, 游振东, 钟增球, 等. 韧性 剪切带糜 棱岩类质 量平衡分析 —— 以豫西秦岭群韧性剪切带为例[J]. 地球科学 —— 中国 地质大学学报, 1993, 18(6):757-765.
- [10] 刘继顺. 与韧性剪切带有关的金矿床成因研究的若干问题[J]. 地质论评, 1996, 42(2): 123-128.
- [11] 尹光侯,张金良,陈四军.雪龙山变质带研究新进展[J].云南 地质,1998,17(1):17-26.
- [12] 云南省地质矿产局.云南省区域地质志[M].北京:地质出版 社,1990:1-634.
- [13] 雪玺会. 云南变质杂岩[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 1989.
- [14] 孙志明,李兴振,沈敢富,等.云南雪龙山韧性剪切带研究新进展[J].沉积与特提斯地质,2001,21(2):48-56.

CHARACTERISTICS OF METAMORPHIC ROCKS AND DUCTILE SHEAR DEFORMATION IN WEIXI COUNTY, YUNNAN PROVINCE MA Guang^{1,2}, DENG Ji-niu², GONG Li¹

(1. Henan Polytechnic University, Institute of Resources and Environment, Jiaozuo 454000, Henan, China;
2. Qinghai West Resources Co. Ltd., Xining 810000, China)

Abstract: The original rock of Xuelongshan metamorphic rock series was formed in pre-Sinian Period and moderately-intensely metamorphosed. It is the crystalline basement of Lanping-Simao block. In the study area occur primary mylonite, mylonite and ultra-mylonite. The metamorphic belt can be divided into four ductile deformation phases, i. e. Jinning, Indosinian-Early Yanshanian, Late Yanshanian and Himalayan phases.

Key Words: metamorphic rock belt; ductile shearing; Yunnan province