

文章编号: 1001-1412(2000) 03-0204-12

内华达北中部新月谷—独立金矿区 线性构造带的证据

Stephen G. Peters

(1. 美国地质调查所 里诺分部, 内华达大学 马凯矿业学院, 美国 内华达 里诺 89557-0047)

李永明(译), 黄佳展(校)

(天津地质研究院, 天津 300061)

摘要: 内华达北中部的新月谷—独立金矿区线性构造(CVIL)是一个呈20°~30°走向、具多期变形、侵入及热液活动的构造带,该带从独立金矿区向南至科特兹矿山附近延伸达90 km,经过科特兹—派普来恩、卡林及独立三个主要的沉积岩型金矿区,含有罗伯茨山异地岩(可能是奥陶系 Vinini 组)的强烈构造岩,NE向的断层,白垩或第三纪的NE向的岩墙。变形带的组构具混杂岩的特点,但混杂岩中也显示有与晚三叠世和晚侏罗世之间形成的褶皱展布方向一致的定向组构。此外,沿CVIL带局部出现有第三纪的碧玉状岩石、角砾岩、方解石脉及脱钙蚀变作用。CVIL构造带南北两端成群出现的沉积岩型金矿床具有与卡林矿带金矿床相同的矿物特征。上述二个矿区都有NE向的断层,穿越罗伯茨山异地岩上盘中的构造窗和构造高地。CVIL可能是形成某些金矿床的主要热液通道。

关键词: CVIL 线性体; 变形; 构造岩; 热液活动; 热液通道; 内华达; 美国

中图分类号: P618.51; P613

文献标识码: A

本文介绍了内华达州北中部地区的新月谷—独立金矿区(CVIL)线性体的地质、地貌特征。CVIL线性体是一条长90 km的构造带,穿切科特兹—派普来恩、卡林及独立三个沉积岩中金矿床集中产出的地区。CVIL带中段,靠近卡林金矿带的地质特征表明晚古生代和中第三纪之间的变形、侵入作用及热液活动沿该线性体集中产出。

内华达州北中部地区沉积围岩中的金矿床沿NE向的构造带沿线成群产出,或与区域性的线性体有关。这些带和线性体符合这类矿床成矿理论所要求的条件,即深度、过压流体及其通道。这些矿床和其他矿床的排列被Shawe(1991)认为是内华达州成矿的大规模、得天独厚的地壳活动的结果。线性体被Kerrick等人认为是深源含金属流体的通道。这种流体在矿石沉

收稿日期: 2000-03-07

作者简介: Stephen G. Peters(1948-),男,研究员,博士,1987年在澳大利亚 Cook 大学获地质学博士学位,先后在南非、美国、澳大利亚任矿山地质评估师、矿山总地质师、主任地质师、研究员等职,长期从事金矿勘查和研究工作,发表论文60余篇。

积环境内及其附近与围岩反应形成矿床。

1 地质概况

内华达北中部构造历史表明早、中古生代的深水沉积岩及火成岩在晚泥盆世—早密西西比世安特勒造山运动期间向东逆冲了大约75~200 km。逆冲岩由罗伯茨山异地岩组成,推覆到与其同时代的陆台浅水沉积岩之上,上、下盘两套岩石由罗伯茨逆冲断层分隔开来。逆冲异地岩构成地貌上的高地,晚古生代由高地向东、西两侧冲泻剥蚀物,形成盖层岩石序列,之后发生了早中生代局部火山作用(图1)。构造复原表明该区的一些地质关系是由以下的地质作用形成的:(1)罗伯茨山异地岩早三叠世局部再次迁移;(2)晚三叠世埃尔科造山期的构造作用;(3)白垩纪—早第三纪的塞维尔造山作用;(4)晚始新世—早更新世的大规模拉张拆离断层作用。

CVIL带及其附近的构造组构的方位、性质及几何关系可以确定其沿线发生的事件的时限。内华达北中部古生界岩石中大部分褶皱轴都呈小角度向NE和SW倾伏。这些褶皱的轴面和轴基本上与CVIL带一致,但是主要矿化带附近的褶皱轴都呈缓角度向NE倾伏。Evans和Theodore(1978)认为卡林矿带的NW向褶皱轴向是由被Ketner和Smith(1982),Ketner(1987),Thorman等人(1991)在内华达北东部发现的一些构造事件明显同时的侏罗纪构造作用形成的。这表明CVIL带中几乎所有NE向的组构都是前侏罗纪的。但是,如下详述,该带内更年轻的地质事件也可以有NE方向。

CVIL带是由一个20°~30°走向的线性地质地貌特征圈定的。在北部该线性体出现在独立山的西侧,独立谷的东侧,可能包括了独立金矿区的一部分(图1)。继续向SW延伸到卡林矿带附近,构成了塔斯卡罗拉山的东南边界。CVIL带中间部位穿越了博尔德谷地和Bob's平地附近的南塔斯卡罗拉山系的奥陶系Vinini组的岩石,然后向南穿越新月谷东侧的贝奥沃德,进而延伸进入东南部的Carico湖谷地。

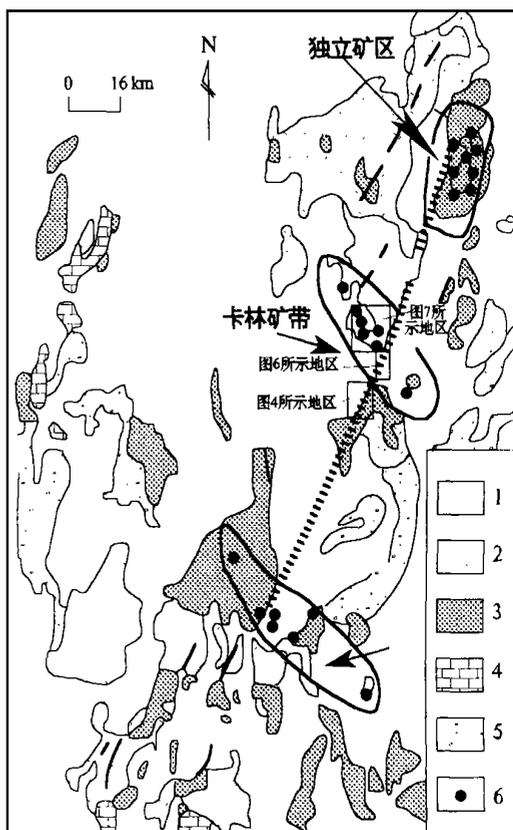


图1 内华达北中部 CVIL 带线性体的位置

Fig. 1 Location of the Crescent Valley-Independence

lineament (CVIL) in north-central Nevada. 线性体的核心部位NE走向,穿切独立金矿、卡林金矿及科特兹-派普来恩金矿三矿区。黑虚线表示。

1. 上第三系 2. 下第三系 3. 下古生界(上盘岩石)
4. 下古生界(下盘岩石) 5. 上古生界和中生界
6. 沉积岩中的金矿床

CVIL 带的中央部分构成了一个 3 ~ 5 km 宽的带, 该带在某些地方可能是含有另外一些 NE 向线性特征的 20 km 宽、规模更大的复合带的一部分(图 2)。CVIL 线性体基本上构成了独立山和 Ruby 山之间 80 km 宽的第三纪盆地的东部边界; 其北突部分构成博尔德岩基的东部边界, 表明它是一个更大的地壳规模构造的一部分。CVIL 带对于金矿成因的重要意义在于它通过或靠近三个主要的、具有沉积岩金矿(卡林型)矿床和矿物特征的金矿区。这些特征是: 早期黄铁矿的含砷边, 晚期形成的雌黄、雄黄、辉锑矿, 以及钙质围岩脱钙, 碳酸盐化及泥化蚀变作用期间形成的蚀变矿物组合。特别是 CVIL 带与这三个矿区的时、空关系, 其中出现的一些地质特征可能是与三个矿区的金矿床同时形成的。

2 CVIL 带沿线混杂岩的特征, 术语与成因

CVIL 带及其附近岩石类型中所含有的组构具有混杂岩带的特征。混杂岩是一个可以填图的破碎、混杂体, 破碎岩石在鳞(叶)片状的基质中呈扁豆状, 通常称为碎屑基质岩或碎裂岩。混杂岩的杂乱无章是由沉积作用或形成碎裂、掺混、破碎、解体的构造作用造成的。虽然侧向上的连续与叠加规律一般不适用于混杂岩, 但 CVIL 带及其附近的混杂岩露头保存有对称的线性组构, 这些组构呈 NE 向, 与该区的褶皱轴一致, 这种情况与其形成于均匀构造应力条件之下相符合。

碎屑基质岩可能是由逐步的整体非均匀缩短形成的, 变形和溶解集中在弱变形扁豆体的边部(图 3A)。这些扁豆体的边部通常是网状或共轭剪切带, 带中的应变和流体集中在未变形的扁豆状岩石的周围, 但它们仍保留有内部的对称性(图 3B)。这种布丁式变形在 CVIL 带各

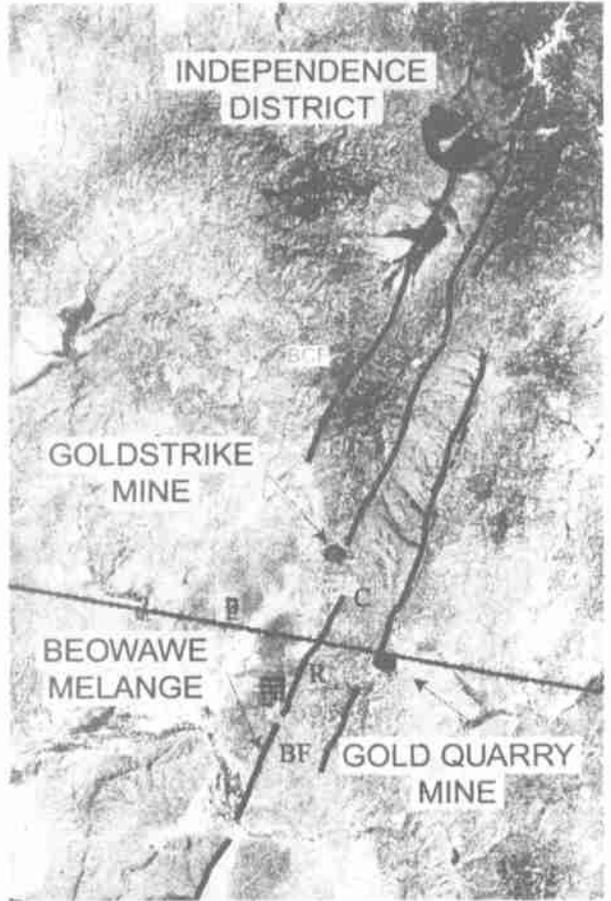


图 2 新月谷—独立金矿区线性体北段的陆地卫星照片
 Fig. 2 Annotated landsat image of the northern part of the Crescent Valley-Independence lineament.
 黑线突出的是地形特征。根据该照片复合线性体的宽度大约为 20 km, 其中有三串线性体, 各宽 2~3 km。BF: Bob's 平地, C: 卡林矿, BCF: 博尔德河断层部分, R: 里士满。
 视域大致为 77 km × 144 km。

种尺度上都是重要的变形特征,靠近上下盘岩石边界处尤其如此。上盘岩石的变形可能是安特勒造山作用的产物,而且直接与罗伯茨山异地岩的就位有关,即在其就位期间形成,但就位前、后也可以形成。相同的混杂型组构也是一些沉积岩型金矿床矿石的特征(图 3C)。

3 CVIL 带各研究区概述

CVIL 带的 Bob's 平地及卡林金矿两研究区的上盘岩石中出现有典型的混杂岩变形。里士满研究区位于上述两研究区之间, CVIL 带的下盘岩石没有混杂岩变形。另外,在独立矿区和科特兹—派普来恩矿区也存在有 CVIL 带的证据。

3.1 Bob's 平地地区

卡林镇以西 40 km 的 Bob's 平地地区有 CVIL 带的证据——一些 NE 向拉长的强烈构造变形的上盘岩石山脊。Stewart 和 Carlson (1976) 认为该套岩石为奥陶系 Vinini 组, 该山脊邻近 NE 向的山谷(图 1)。构造变形组构及叶理呈 NE 走向。一条可能为第三纪的 NE 走向英安岩墙(与第三纪的火山岩有关)也出现在 CVIL 带中(图 4)。CVIL 带中强烈构造变形岩石的详细露头出现在贝奥沃德地区沿 1-80 号州际公路西侧开挖的 500 m 长的路旁。变形岩石包括层纹泥质燧石、块状燧石、粉砂质钙质砂岩, 块状白云质细粒砂岩。层理已经被破坏和置换, 1~100 cm 厚的坚硬岩层已破碎、变形, 在不规则劈裂的页岩或碎屑基质岩中呈扁豆体产出。

构造变形岩中的应变集中在碎屑基质岩中不坚硬的、泥质基质部分, 其中含有未变形、厚层的局部变形的燧石和块状白云质砂岩的碎块。碎块可长达 2 m(图 5)。虽然变形的层理, S_0 层面线的样式以及破碎的外表呈现杂乱无章和任意的对称, 但 Peters (1996, 1997) 却观察到一组 NE 向、缓倾伏的线性组构。

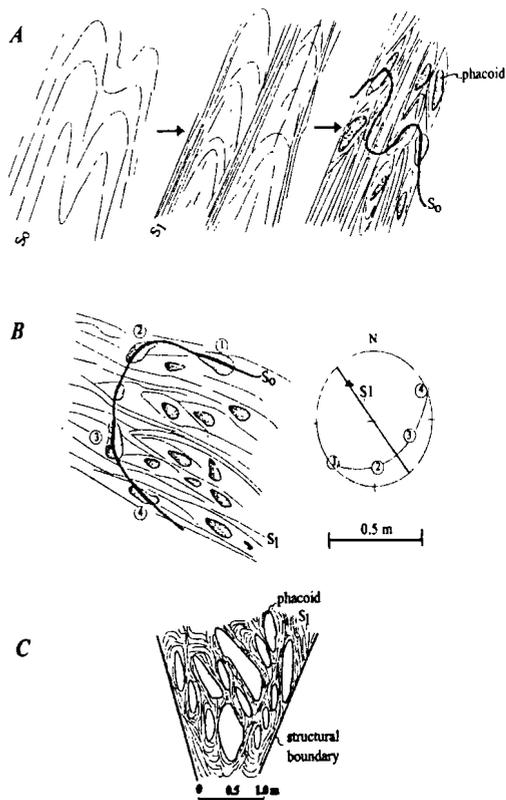


图 3 构造岩内强变形带保留的残余褶皱及对称特征素描图

Fig. 3 Sketches showing relict fold and symmetry preserved inside zones of intense deformation in clast in matrix rock.

(S_0 = 层理, S_1 = 轴面劈理): (A) 褶皱翼部形成的组构域劈理中保存了坚硬的褶皱枢纽, 呈透镜状; (B) 褶皱翼及枢纽被保存了下来, 并且碎屑中 S_0 的测量界定出了一个褶皱, 其轴面与碎屑基质岩中的劈理一致。实心三角表示褶皱轴。残余褶皱也可能在挠曲滑动迁移中保存下来; (C) 中国贵州省烂泥沟沉积岩型金矿床矿石中的碎屑基质带, 表明变形使剪切基质中的围岩呈透镜状。这是许多构造型沉积岩金矿床中的一种常见结构。

Bob's 平地地区附近 CVIL 带中央部位混杂带中 NE 向的线状、面状组构与晚二叠世、晚侏罗世之间发生的索诺马和埃尔科变形事件形成的褶皱轴和轴面一致(Peters, 1997)。构造变形带中的褶皱、层理置换和剪切作用意味着 CVIL 带中同时发生了局部 NE-SW 向的缩短, 内部应变及沿劈理面溶解。早第三纪(?) 英安岩沿 CVIL 带侵入也表明在此时期该线性体中含有线状扩容部分, 其中贯入有英安岩墙。

3.2 里士满地区

在里士满地区沿卡林矿带 CVIL 出现在塔斯卡罗拉山的东部边界上(图 1 和图 6)。这里的 NE 向里士满顶峰断层沿主要的水系穿切第三系岩石。此外, 沿此山脉出露有一条 NE 走向的似碧玉岩、角砾岩、方解石脉和脱钙蚀变带; 白垩纪里士满花岗岩株的岩枝和岩脉也呈 NE-SW 向延伸。最后, NE 向的逆冲断层使分属于奥陶系的尤里卡石英岩和志留系的 Hanson Creek 组岩石交织在一起(图 6)。叶理和其他变形组构在火成岩的接触变质带岩石中不明显。塔斯卡罗拉山脉沿线的热液蚀变及里士满顶峰断层沿线的位移表明第三纪沿 CVIL 带既有热泉活动又有构造活动。里士满岩脉及里士满岩株也表明在中白垩世 CVIL 带中存在有扩张部分。

3.3 卡林矿区

CVIL 带在卡林矿区和卡林矿带上成为分别表现为塔斯卡罗拉山脉的东部边界和一系列平行的

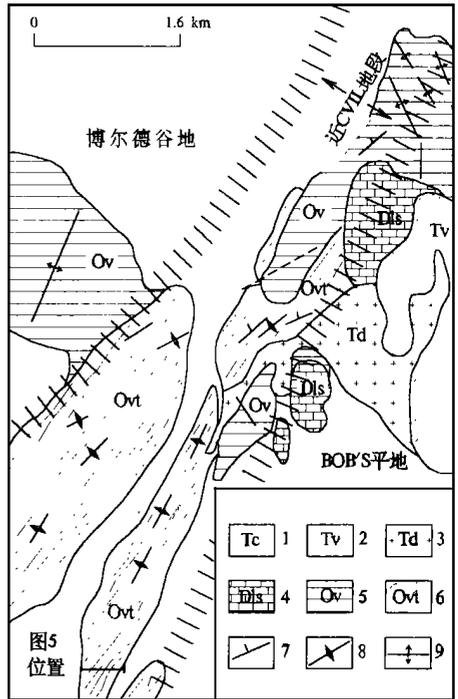


图 4 Bob's 平地地区 CVIL 带地质草图
Fig. 4 Geologic sketch map of the CVIL zone in the area of Bob's Flat.

1. 第三纪谷地堆积物
2. 英安质火山岩(第三纪)
3. 英安质侵入岩(第三纪)
4. 灰岩和砂岩(泥盆系)
5. Vinini 组(奥陶系?)
6. Vinini 组(构造岩化)
7. 层理走向及倾向
8. 构造化的垂向组构(走向)
9. 背斜



图 5 贝奥沃维路基工程揭露的地质素描图

Fig. 5 Sketch of exposed geology from the Beowawe turnoff road cut.

实线表示未分层理的 S_0 层面线。虚点线为层理或叶理(S_1)。透镜体或白色的地方是被剪切岩石或碎屑基质岩中的坚硬岩石。岩石类型有层纹泥质燧石、块状燧石、粉砂质钙质砂岩, 块状白云质细粒砂岩。Bob's 平地地区的位置见图 4。

NE 向断层(图 7)。卡林矿带金矿总量为 3 100 t。许多 NE 向的断层沿矿体产出, 并且都有似碧玉岩露头。许多矿体都受这些断层的控制。这些 NE 向断层构成 3 km 宽的断层带出现在 CVIL 带的中心部位(图 7), 表明 CVIL 带中的断层是热液的通道。

卡林矿区 CVIL 带上盘岩石中也有具 NE 向组构的混杂岩带。例如, 利维尔断层带的东段上盘岩石中低角度剪切带含有 4 ~ 20 m 厚变形岩石的岩块。这种变形岩石与混杂岩相似(图 8)。截然不同的变形样式和不同类型的岩石在剪切带两侧的叠置表明这些岩石可能发生了明显的迁移。无论岩体的位置如何, 所有岩石露头中的褶皱轴都呈低角度向 SW 倾伏, 而且与卡林矿区北部 Vinini 组变形岩石的褶皱轴一致。这种线性组构与 Bob's 平地地区的线性和面性变形组构一致, 可能早于 NE 向的断层。

3.4 独立金矿区和科特兹-派普来恩金矿区

CVIL 带南北两端成群出现的沉积岩型金矿床的构造特征与卡林矿带矿床一样, 特别是 NE 向的断层, 其穿切罗伯茨山异地岩中的构造窗及异地岩下面有关的构造高地。独立、卡林和科特兹-派普来恩三矿区的金矿床具有相似的矿物、地球化学特征, 如 As, Sb, Tl 和 Hg 的含量高。

科特兹-派普来恩金矿区沿巴特尔山—尤里卡金矿带分布, 其沉积岩金矿床中含有 310 t 黄金。矿体主要产于罗伯茨山异地岩的下盘岩石中。并明显受 NE 向的断层控制, 特别是派普来恩和金亩矿床的 Fence 断层, 金亩矿床的 Island 断层。这些断层是 CVIL 带的表现。

独立金矿区已经从沉积岩型金矿床中生产了 186 t 黄金。矿体群的形状是一个 6.5 ~ 8 km 宽、NE 向的带, 其中含有罗伯茨山异地岩上盘中的构造窗(图 9B)。矿床主要分布于杰瑞特峡谷和大斯普林斯地区, 主要产在下盘的古生代碳酸盐岩中。构造窗中的褶皱轴面向 E 或 NW 向伸展, 并且被一组 NE 向的断层穿切。这些断层基本控制了金矿床的走向。矿体受构造控制, 许多受 NE 向断层的控制, 或与早第三纪的岩墙有关。这些 NE 向延伸的断层、矿体和构造窗都是 CVIL 带的表现。

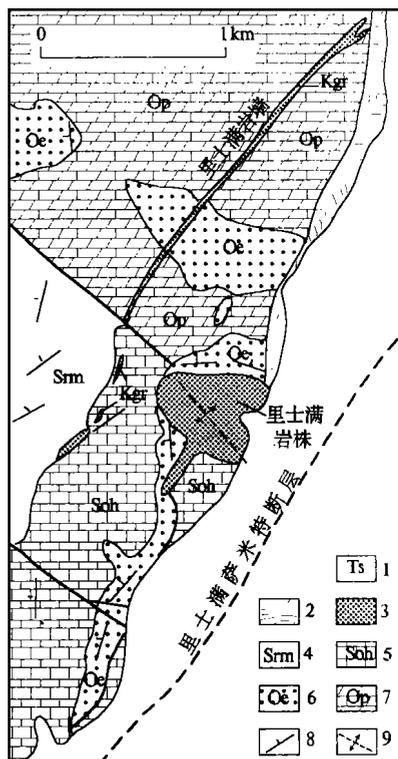


图 6 CVIL 中部里士满地区地质图

Fig. 6 Geologic map of Richmond area in the central part of the CVIL.
1. 第三系 2. 第三纪碧玉岩和热液蚀变 3. 白垩纪花岗岩 4. 志留系罗伯茨山组 5. 志留系 Hanson Creek 组 6. 奥陶系尤里卡石英岩 7. 奥陶系 Pogonip 群 8. 产状 9. 背斜

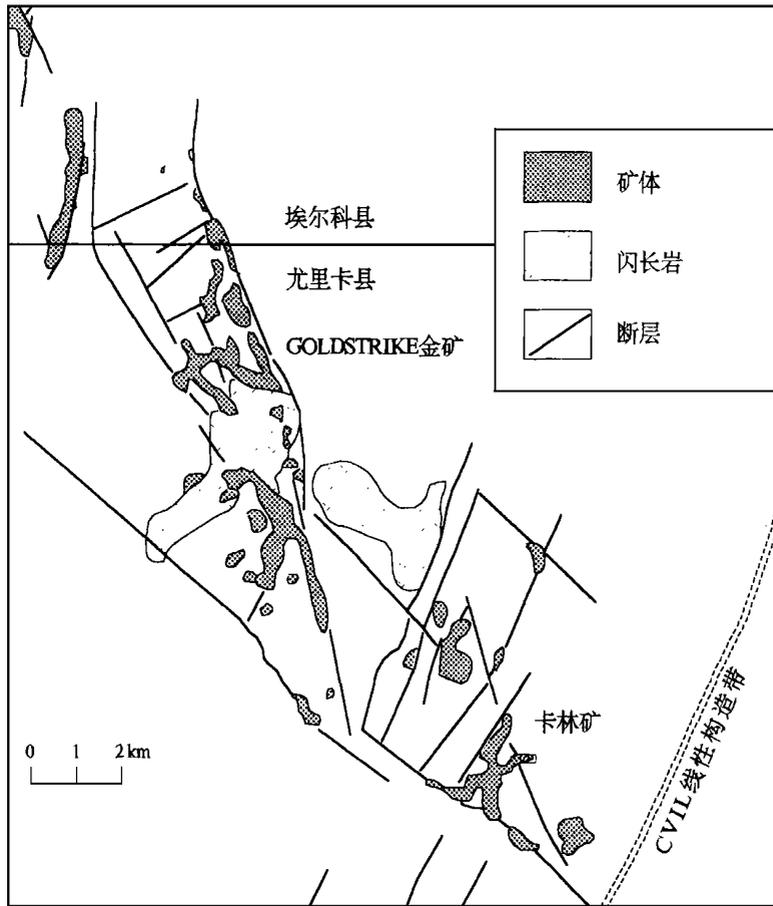


图7 卡林北中部地区的断层、主要侵入体及矿体概况

Fig. 7 Ore body outlines, main intrusive bodies and faults in the north-central carlin trend area.

4 讨论

CVIL 带沿线的地质特征表明该带在晚古生代—早中生代、白垩纪和第三纪时曾经发生过多次变形。后古生代时段与最有可能、但有争议的沉积岩型矿床形成时限是巧合的。CVIL 带活动可能为形成 3 个金矿区的同一矿液提供了高渗透性的通道。为了将三个矿区的矿床成因统一起来,必须是几种机制都在 CVIL 沿线起了作用。这些机制是:(1)单一的均匀矿液通过整个 CVIL 线性体,在作为渗透矿液圈闭的构造窗中形成矿床群;(2)CVIL 带与 NW 向构造、构造窗的交汇可能为深成矿石提供了渗透汇集点;(3)构造作用,地壳级的水流及热液为每个

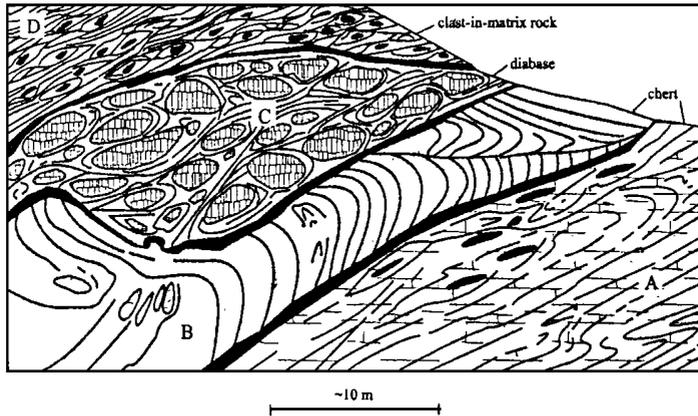


图 8 卡林矿田卡林矿混杂岩素描图

Fig. 8 Sketch of Carlin Mine melange, Carlin Mine area

(A) 下部同斜褶皱的硅质碎屑岩(燧石); (B) 圆柱状褶皱的硅质碎屑岩(燧石); (C) 安粗英安岩(粒玄岩) 变形形成的透镜体; (D) 黑色的碳质碎屑基质, 含有不到 20% 的白色硅质物, 在面状千糜岩基质中呈 10 cm 大小的透镜体产出。各套岩石间的界线都是缓倾斜的剪切带(粗黑线)。各套岩石中的褶皱方位都呈 NE-SW 向, 缓倾伏。

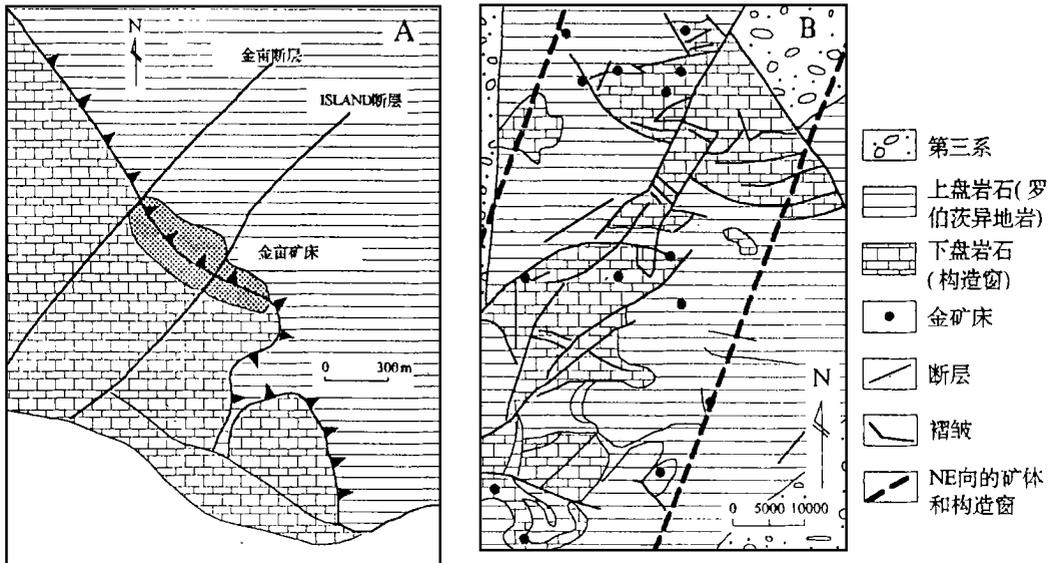


图 9 CVIL 带南部和北部 NE 向断层实例

Fig. 9 Examples of northeast-striking faults and trends in the northern and southern part of the CVIL

(A) 科特兹-派普来恩矿区的金矿沉积型金矿床, 显示 NE 向金南断层及 Island 断层对矿床的控制;

(B) 独立金矿区, 显示 NE 向的构造窗及有关的断层和矿体。

矿区在不同的时期提供了得天独厚的成矿环境。因此, CVIL 带在这些时期和地段, 整体和局

部地增强了成矿作用。

CVIL 带沿线的 3 个沉积岩型金矿区都与罗伯茨山异地岩中的构造窗及异地岩下的构造高地有密切的关系。构造窗和罗伯茨山逆冲断层附近上盘岩石的多期变形在某种程度上可能是区域上的异地岩就位(D_1)和其后的区域构造事件造成的,也可能是由与构造窗和构造高地形成有关的构造作用造成的(图 10)。罗伯茨山异地岩和下盘岩石中褶皱、断层及线性体的几何关系及相对年龄有利于解释金矿床与构造高地及其附近的变形样式之间的关系。

上盘岩石中与 Bob's 平地和卡林矿区强烈变形的混杂岩相似的变形通常被解释为安特勒造山作用(D_1)的结果,因此直接与罗伯茨山异地岩的就位有关(见图 10 中的变形术语)。碎屑基质岩的褶皱、层理置换及沿劈理的剪切作用反映的是局部的 NE-SW 向缩短,异地岩中的应变和整体迁移。这些组构与叠加在异地岩上的褶皱一致。但是,作为 CVIL 带一部分的混杂岩带也可能形成于异地岩就位(D_{2-3})之后。虽然 Bob's 平地和卡林东矿区的褶皱轴、褶皱轴面、剪切带和构造变形带与晚古生代—早中生代的褶皱一致,但是这些岩石中的溶解和强烈变形可能发生较晚,而且可能叠加在早期 NE 向的组构之上。这与对金矿体形成至关重要的晚中生代或早第三纪时期 CVIL 带中流体高速流动的情况是一致的。

混杂岩的形成通常与溶解、岩石逐渐的整体缩短及局部的流体流动有关。上盘岩石中的混杂岩带,NE 向的构造岩组构(如 Bob's 平地地区和卡林矿区)很可能早于金矿化(D_{1-2})。但是, D_3 剪切褶皱中一些与混杂岩相似的组构,如 Goldstrike 金矿中的狄龙变形带,与表明它们在

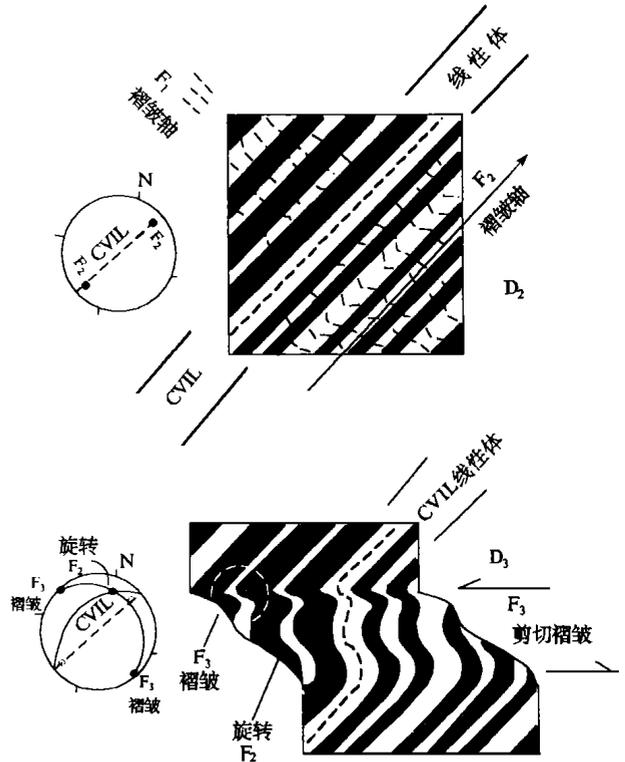


图 10 CVIL 带附近的剪切褶皱的变形模式

Fig. 10 Shear fold model for deformation near the CVIL

古生代和中第三纪之间卡林矿带上影响岩石的大量变形,包括 CVIL 带都被 Peters(1997)概括成一系列构造事件的三个期次(D_1 - D_3)。这些构造事件是:(1)晚泥盆世和晚宾夕法尼亚期的安特勒和洪堡造山作用(D_1 , F_1 褶皱),与罗伯茨山异地岩同时或在其后;(2)晚二叠世和晚侏罗世的索诺马和埃尔科变形(D_2 , F_2 褶皱),以贯穿性的、向 NE 和 SW 倾状的褶皱轴,局部的侵入, NW 向的断层为特征;(3)晚侏罗世和早始新世的塞维尔变形(D_3 , F_3 褶皱),将许多 F_2 褶皱旋转、再次褶皱成 N 和 NW 走向,并且形成了局部 NWW 向的 F_3 剪切褶皱,前变形事件定为 D_0 。赤平投影网显示的褶皱轴为圆圈状。有特殊意义的是与 CVIL 带平行的 D_2 , F_2 褶皱。剪切带和剪切褶皱的实例图示了可能在靠近 CVIL 带的北中部内华达地区出现的变形形式。NWW 向的剪切带通过将原 F_2 褶皱 NE-SW 走向再褶皱成 NW 走向而产生了剪切(F_3)褶皱。这也可能导致了 CVIL 带中北东部的面状组构的重新褶皱,使其向 W 倾斜(见第二个赤平投影网)。CVIL 沿线的早期事件可能与 F_2 褶皱同时,因此也可能遭受了褶皱或膨胀,特别是靠近 NW 向金矿带的地方。

金矿化事件发生时正在活动的金矿化有空间关系。Peters 等人和 Lou Xiaohuan 于 1997, 1996 年分别提出美国和中国的一些沉积岩型金矿床的矿石是同变形沉淀的。Peters 把卡林矿带地区同变形金矿床的含矿构造带解释为象 F_3 剪切褶皱那样将 F_2 褶皱褶曲。这些 D_3 剪切带是变形的、宽阔的、200 m 厚的带, 带中有多串剪切带、角砾岩体和透镜状岩块及岩片。

虽然矿化的相对年龄还没有解决, 或者说这仍旧是内华达北中部地区的一个谜, 但沉积岩型矿床的形成、CVIL 带中的变形以及横切的 NW 向变形带可能是在金的搬运和沉淀期间同时形成的。

Sverjensky (1984) 已经论述了在与内华达北中部地区相似的沉积盆地环境中热卤水可以携带金属迁移 100 多公里。这种流体通过的岩石可能是罗伯茨山异地岩下盘的多孔隙的钙质岩石。如果矿液的成分与 Woitsekhowskaya 和 Peters 描述的那种能形成沉积岩型金矿床的流体相似, 矿液就可以凭借这些岩石中碳酸盐所具有的大的缓冲能力而将金属携裹在溶液里进行区域性的搬运。这种流体可以被导入高渗透性的通道(如 CVIL 带), 因此可以伴随有变形、即时溶解、岩浆作用和地壳热液。

与罗伯茨山异地岩(D_1)就位有关的组构被后来贯穿性的变形事件叠加。这些事件可能也穿透了下盘岩石。其中有一个或多个变形事件与金矿化同时。因为这 3 个变形事件之间的变形样式是相似的, 所以在 CVIL 带中可能存在一些未发现的 D_3 变形带。这些变形带呈 NE 向, 是形成沉积岩型金矿床的流体的区域性通道。

参考文献:

- [1] Arehart G B. Characteristics and origin of sediment-hosted gold deposits[J]. a review *Ore Geology Reviews*, 1996, 11: 3883-403.
- [2] Bell T H. Foliation development—The contribution, geometry and significance of progressive, bulk, inhomogeneous shortening[J]. *Tectonophysics*, 1981, 75: 273-296.
- [3] Christensen O D. Carlin trend geologic overview[A]. in Christensen O D, ed. *Gold Deposits of the Carlin Trend, Nevada*[C]. Society of Economic Geologists, Guidebook Series (18), 1993. 12-26.
- [4] Crerar D, Scott W, Brantley S. Chemical controls on solubility of ore-forming minerals in hydrothermal solutions[J]. *Canadian Mineralogist*, 1985, 23: 333-352.
- [5] Hsu K J. Melanges and their distinction from olistostromes [J]. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Paper* 1968, 19: 321-333.
- [6] Kerrich, Robert. Fluid transport in lineaments[J]. *Philosophical Transactions Royal society london*, 1986, A317: 216-251.
- [7] Kuehn C A, Rose A W. Carlin gold deposits. Nevada Origin in a deep zone of mixing between normally pressured and over pressured fluids[J]. *Economic Geology*, 1995, 90: 17-36.
- [8] Lamb J B, Cline J M. Depths of formation of the Meikle and Betze/Post deposits[A]. in Vikre P, Thompson T B, Bettles K, et al. *Carlin-type Gold Deposits Field Conference Economic Geology Fieldbook Series*, (28)[C]. 1997. 101-108.
- [9] Lapointe D D, Tingley J V, Jones R B. Mineral resources of Elko County, Nevada[J]. *Nevada Bureau of Mines and Geology Bulletin*, 1991: 106-236.
- [10] Lou Xiaohuan. Exploration of the mechanisms and features of ore-control faults(F_3) and structural metallogenic

processes at the Lannigou gold deposit[J]. *Guizhou Geology*, 1993, 10(1): 26-40(in Chinese).

- [11] Lou Xiaohuan, A study on the control of geometric and kinetic features of fault structures on the location of gold deposits—example for Carlin-type gold deposits of southwest Guizhou[J]. *Guizhou Geology*, 1996, 13(1): 46-54(in Chinese).
- [12] Peters S G. Polygenetic melange in the Hodgkinson goldfield Northern Tasman orogenic zone[J]. *Australian Journal of Earth Sciences*, 1993. 40: 115-129.
- [13] Peters S G. Definition of the Carlin trend using orientation of fold axes and applications to ore control and zoning in the central Betze orebody, Betze-Post Mine[A]. in Green, Steve ed., Trip B, Structural Geology of the Carlin Trend, Geology and Ore Deposits of the American Cordillera—A Symposium, Field Guide Compendium[C]. Geologists Society of Nevada, Reno, Nevada, 1996. 59-95.
- [14] Peters S G. Structural transect across the southern Carlin trend, Eureka County, Nevada[R]. U. S. Geological Survey Open-File Report 97-0347, 1997, 27. 2 sheets, [scale 1 : 500].
- [15] Peters S G. Structural transect across the north-central Carlin trend, Eureka County, Nevada[R]. U. S. Geological Survey Open-File Report 97-83, 1997, 41. 6 sheets, [scale 1 : 500].
- [16] Peters S G. The nature of some upper and lower plate rocks near the Roberts Mountains thrust, Carlin trend[A]. in Perry A J, Abbot E W. The Roberts Mountains Thrust, Elko and Eureka Counties, Nevada[C]. Nevada Petroleum Society, 1997 Field Trip Guidebook, Reno, Nevada, 1997. 35-40.
- [17] Peters S G. Structural transect across the central Carlin trend, Eureka County, Nevada[R]. U. S. Geological Survey Open File Report 97-55, 1997. 40. 2 sheets, [scale 1 : 6,000].
- [18] Peters S G, Leonardson R W, Ferdock G C, *et al.* Breccia types in the Betze orebody, Goldstrike Mine, Eureka County, Nevada[A]. in Vikre P, Thompson T B, Bettles K, *et al.* Carlin-type Gold Deposits Field Conference[C]. Economic Geology Fieldbook Series, 1997. 87-107.
- [19] Phillips J W. Hydraulic fracturing effects in the formation of mineral deposits[J]. *Transactions Institute Mining and Metallurgy*, 1986, 95: B17-24.
- [20] Ramsey J G. Shear zone geometry a review[J]. *Journal of Structural Geology*, 1980, 2(1/2): 83-99.
- [21] Raymond L A. Classification of melanges[J]. *Geological Society of America Special Paper* 1984, 198: 7-20.
- [22] Paymond L A. Melanges, their nature, origin and significanec[J]. *Geological Society of America Special Paper*, 1984, 198: 170.
- [23] Roberts R J. Alignment of mining districts in north-central Nevada[R]. U. S. Geological Survey Professional Paper 400-B, 1960. 17-19.
- [24] Roberts R J. Metallogenic provinces and mineral belts in Nevada[R]. Nevada Bureau of Mines Report 13, pt. A 1966. 47-72.
- [25] Shawe D R. Structurally controlled gold trends imply large gold resources in Nevada[A]. in Raines G L, Lisle R E, Schafer R W, *et al.* eds. Geology and Ore Deposits of the Great Basin[C]. Geologic Society of Nevada Symposium Proceedings, Reno/Sparks, Nevada, April, 1991. 193-212.
- [26] Stewart J H, Carlson J E. Geologic map of north-central Nevada[Q]. Nevada Bureau of Mines and Geology, Map 50, 1 sheet [scale 1 : 250,000], 1976.
- [27] Sverjensky D A. Oil field brines as ore-forming solutions[J]. *Economic Geology*, 1984, 79: 38-49.
- [28] Teal Lewis, Jackson Mac. Geologic overview of the Carlin trend gold deposits and descriptions of recent deep discoveries[A]. in Vikre P, Thompson T B, Bettles K, *et al.* Carlin-type Gold Deposits Field Conference [C]. Economic Geology Book Series, 1997. 3-38.
- [29] Woitsekhowskaya M Peters S G. Geochemical modeling of alteration and gold deposition in the Betze deposit [A]. in Tosdal R M, ed. Contributions to the Au Metallogeny of Northern Nevada[C]. U. S. Geological Survey Open-File Report 98-338, 1998. 211-222.

EVIDENCE FOR THE CRESCENT VALLEY-INDEPENDENCE LINEAMENT, NORTH-CENTRAL NAVADA U. S.

Stephen G. Peters

(U. S. Geological Survey, Reno Nevada 89557-0047, U. S)

Abstract: The Crescent Valley-Independence lineament (CVIL) in north-central Nevada is defined by deformation, igneous intrusions, and hydrothermal activity of several ages along N 20E to N 30E-striking zone. This zone extends for about 90 km from near the Independence Mining District in the north to near the Cortez Mine in the south. In the center of CVIL are exposed intensely tectonized rock of the upper plate of the Roberts Mountains allochthon, probably Ordovician Vinini Formation, northeast-striking faults, or Cretaceous or Tertiary northeast-striking dykes are exposed. Fabrics in deformed zones have characteristics of melange that also exhibit fabric orientation parallel to fold orientations that result from deformation between the Late Permian and Late Jurassic. In addition, Tertiary-age jasperoid, breccia, calcite veins, and decalcification locally are present along the CVIL. Clusters of sedimentary rock-hosted gold deposits in the north and south ends of CVIL contain several mineralogical features common to deposits in the Carlin trend area. All the district contain northeast-striking faults that cross cut tectonic windows and structural highs through the upper plate of the Roberts Mountains allochthon. The CVIL may be a major fluid conduit that was instrumental in formation of some of the gold deposits.

Key words: CVIL lineament; deformation; intensely tectonized rock; hydrothermal activity; fluid conduit; Nevada; US

欢迎订阅 《贵金属地质》

《贵金属地质》是一种由地质矿产部主管、地质矿产部沈阳地质矿产研究所主办的学术性刊物。国内外公开发行;国际标准刊号 ISSN 1002—4182,国内统一刊号 CN21—1196/P。

《贵金属地质》综合反映国内外贵金属矿床地质研究的现状、水平、发展趋势,新理论、新方法、新技术,跟踪世界前沿问题,可为读者提供贵金属矿床地质研究领域最新信息,最大信息量。

《贵金属地质》是从事贵金属矿床地质研究、生产、教学以及管理人员的良师益友,欢迎订阅。

《贵金属地质》每年四期(季刊),每本定价 7.00 元,全年 36.00 元(含邮费)。凡订阅者,请向本刊编辑部索取订单。订购款一律邮汇。

《贵金属地质》编辑部 地址:沈阳市北陵大街 25 号;邮政编码 110032;电话 86847571-293。