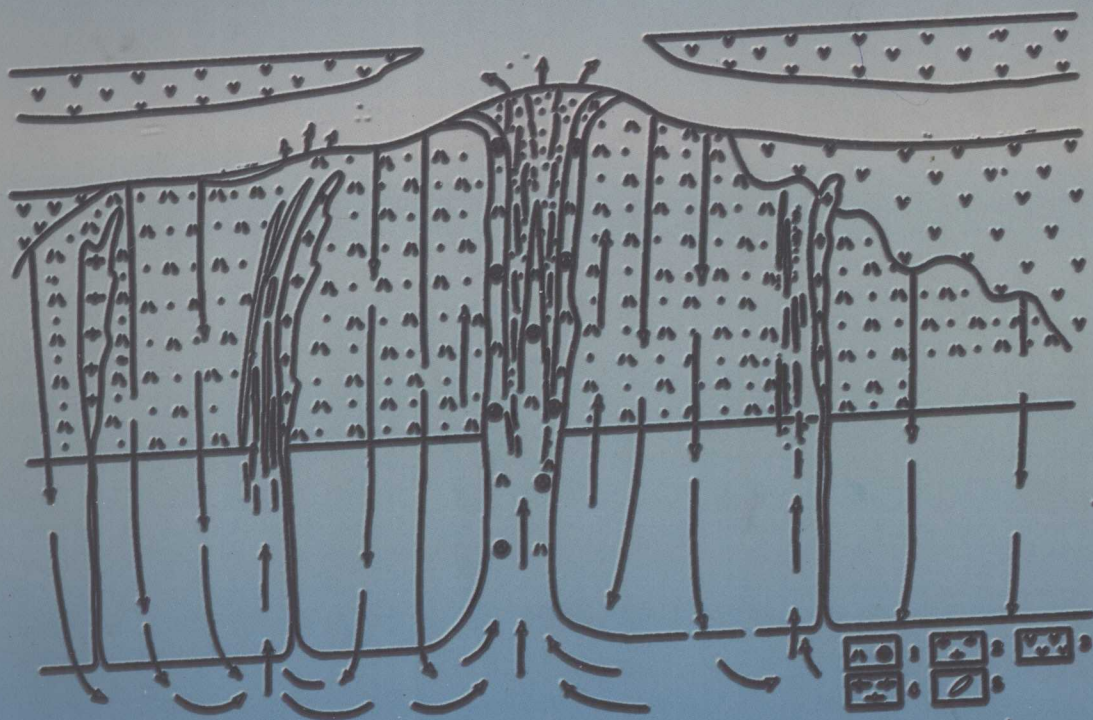


ANG CHENGKUANG HE ZHAOKUANG MOSHI

甘肃白银矿田东部

矿床成矿和找矿模式

李向民 彭礼贵 等著



地质出版社

甘肃白银矿田东部 矿床成矿和找矿模式

李向民 彭礼贵 贺 庆 蔡春麟 王兴安 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

著者以“海底火山构造-热卤水动力学”学术思想为指导,在深入研究白银矿田东部地区古火山机构的基础上,重点研究了矿床控矿断裂系统、成矿空间富集规律、成矿蚀变岩筒的空间产出特征、深部找矿的蚀变矿物标型组合及化学变化规律和热液成矿作用稳定同位素地球化学,建立了矿田东部地区成矿和找矿模式,开展了找矿目标定位地质预测和相应物探方法技术测量,提出了找矿靶区,并对其成矿前景进行了评估。本书可供地质学领域科研、教学、主产人员参考借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

甘肃白银矿田东部矿床成矿和找矿模式/李向民,彭礼贵等著.-北京:地质出版社,2000.8
ISBN 7-116-03093-X

I.甘… I.①李…②彭… III.①银矿床-矿床成因论-研究-甘肃②银矿床-找矿-研究-甘肃
IV.P618.52

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第27892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:王永奉 赵俊磊

责任校对: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:787×1092¹/₁₆ 印张:9.25 图版:2页 字数:225千字

2000年8月北京第一版·2000年8月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:22.00元

ISBN 7-116-03093-X
P·2125

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前言

本专著系国家“九五”科技攻关项目“紧缺矿产资源快速勘查评价的新方法、新技术研究”(96-94)下属三级专题“白银矿田东部矿床深部矿体定位预测研究”之成果。北祁连山东段甘肃省境内的白银矿田诸矿床是北祁连山这个在我国和世界都占有重要地位的海相火山岩块状硫化物矿床成矿省中的一颗璀璨明珠。在20世纪50年代初勘探成功后的几十年中,勘探、开采和研究积累的大量资料、文献,无论是对我国矿床学的发展,还是对国民经济建设都作出了重要贡献。自20世纪80年代中期以来,随着以折腰山大型矿床为代表的几个矿床的露天开采相继闭坑和深部巷道开采,使这个闻名于世的老矿山的资源已濒临枯竭,显现出危机矿山的姿态。显然,缓解突出的资源供需矛盾,进行老矿山的再找矿,打破找矿长期无建树的僵局是历史赋予当代矿床地质学家的光荣使命。国家“八五”科技攻关课题圆满完成后,国家“九五”期间继续设题攻关,并将其作为该类矿床的示范区,正是解决上述问题的重要举措,其目的是为解决我国同类矿床找矿目标定位快速勘查评价提供范例。

为确保专题研究任务和目标的圆满完成,其研究思路是:运用我们在国家“八五”科技攻关中行之有效的“海底火山构造-热卤水动力学”学术思想,进一步研究白银矿田东部地区火山机构及其与成矿的关系;以研究矿床的成矿富集规律、成矿蚀变岩筒的空间产出特征、深部成矿蚀变矿物标型组合和地球化学变化规律为中心环节,建立白银矿田东部地区矿床成矿模式和综合找矿信息模式,开展以找矿目标定位预测为研究目的研究工作。

专题研究工作历时两年,取得了诸多的研究成果,现择其要者列述如下:

1. 确立了四个圈小型古火山喷口和拉牌沟中型古火山喷口的存在和位置,为查明和完善白银矿田东部火山喷发中心火山机构奠定了基础。

2. 查明了白银矿田东部火山喷发中心的中心喷发口是由铜厂沟小型火山喷口、拉牌沟中型火山喷口和四个圈小型火山喷口呈北西向链式排列构成,其中心喷发口的范围比国家“八五”科技攻关课题拟定的范围扩大了近一倍,为研究火山机构与成矿关系提供了符合实际的基础。

3. 首次提出了白银矿田东部火山中心喷发口周边成矿的新认识:铜厂沟 Zn-Pb-Cu 小型矿床产于该火山中心喷口的南东端,小铁山 Pb-Zn-Cu 大型矿床位于火山中心喷口的南侧,四个圈 Pb-Zn-Cu 小型矿床和西拉牌沟 Pb-Zn 矿点位于火山中心喷发口北西端,东拉牌沟-缸沟 Pb-Zn-Cu 矿点(矿化点)分布于该火山中心喷口的北侧,构成环绕火山中心喷口周边的成矿特征;根据矿床与古火山喷口的关系,将其分为火山喷口型矿床和火山喷口斜坡型矿床两类,前者有铜厂沟矿床和拉牌沟矿点,后者有小铁山矿床、东拉牌沟-缸沟矿点;而四个圈矿床和西拉牌沟矿点分布于四个圈火山喷口旁侧,从矿石类型看,与小铁山矿床接近,应属火山喷口斜坡型矿床。因此,形成了以火山喷口斜坡型矿床为主体、火山喷口型矿为辅的成矿特征。

4. 查明了区内已知矿床和矿点均有相应的成矿蚀变岩筒存在；其中，火山喷口型矿床和矿点的成矿蚀变岩筒在平面上呈略具拉伸的面状分布，以拉牌沟矿点的成矿蚀变岩筒规模最大；火山喷口斜坡型矿床和矿点的成矿蚀变岩在平面上呈带状分布，以小铁山矿床蚀变岩筒（体）最为典型；由于剥蚀深度不同，使得铜厂沟矿床蚀变岩筒表现为明显的水平分带，而小铁山蚀变岩筒（体）、四个圈蚀变岩筒和拉牌沟蚀变岩筒表现为明显的垂直分带。

5. 查明了小铁山矿床成矿蚀变岩筒在垂深上的变化：500 m 以上（以 Pb、Zn 为主的黑矿），主要成矿蚀变矿物标型组合为石英-绢云母-黄铁矿组合和绢云母-石英-黄铁矿组合；500m 以下以（富 Cu 的黄矿），主要的成矿蚀变矿物标型组合为含钛磁铁矿-绿泥石-石英-黄铁矿组合。成矿蚀变矿物绢云母和绿泥石，由上至下，Mg 呈逐渐增高的趋势。

6. 据小铁山矿床成矿主元素 Cu、Pb、Zn 含量四次趋势面分析（纵剖面）所建立的地球化学成矿富集模式反映了如下 3 个方面的地质内涵：其一，由三种元素等值图像显示的矿床东段呈旋涡状和港湾状（Zn）趋势面和西段港湾状趋势面分别指示出东西两个成矿富集中心，即两个矿体群。它们在矿床上部浑然一体，构成小铁山矿床完整而统一的成矿带；矿床下部（1450m 水平之下）有一丘状贫化区存在，使上部浑然一体的矿带分为东西两个矿段。其二，由数字模型反映的 Cu、Zn、Pb 元素由下向上地球化学成矿富集模式充分说明矿床是海底热液对流循环成矿作用的产物。其三，由剖面上三类趋势面相互贯通的组合特征显示，矿床是受火山喷口斜坡 NW 和 NE 向两组继承性成岩断裂系统构造控制。

7. 研究表明，本区矿床（体）既受火山机构制约，又受 NW 向和 NE 向两组继承性成岩断裂系统控制，产于火山机构不同部位的矿床，其矿体形态、类型和空间分布等均有着不同的特征：火山喷口型矿床，其矿体除受火山喷口构造制约外，主要受火山喷口继承性断裂系统控制，矿体以透镜状为主，成群产出，成段集中，矿体群在平面上呈面状分布，矿体群具水平分带，即 Cu-Zn 型矿体产于矿带中心，而 Zn-Pb-Cu（Pb-Zn、Zn）型矿体则产于两边和端部；火山喷口斜坡型矿床主要受火山中心喷发口周边及火山喷口斜坡 NW 向（为主）和 NE 向两组继承性成岩断裂系统控制，矿体多呈长板状产出，矿体具膨大收缩分支复合现象，且成群产出，成段集中，并与石英钠长斑岩墙密切相伴产出。矿体在两组断裂交会处厚度大、品位高，是块状矿集中产出部位。矿床具明显的垂直分带，即矿床上部是以 Pb、Zn 为主的黑矿，下部是以富 Cu 的黄矿为主。

8. 建立了白银矿田东部地区成矿与综合找矿模式，其要点是：①成矿与火山中心喷发口构造和其中的火山喷口构造密切相关，且受其控制，形成火山中心喷发口周边成矿及火山喷口型矿床和火山喷口斜坡型矿床，并以火山喷口斜坡型矿为主体。②含矿火山岩是具双峰式石英角斑岩-角斑岩组合中的石英角斑岩类，矿床产于石英角斑质火山碎屑岩中，火山喷口型矿床产于粗火山碎屑岩内，尤其是火山通道侵出相石英角斑碎斑熔岩；火山喷口斜坡型矿床则产于细火山碎屑岩中，与石英钠长斑岩相伴产出。③矿床具系列矿床，有 Cu-Zn 型、Zn-Pb-Cu 型和 Pb-Zn-Cu 型，Au、Ag 均达工业指标，可综合利用的元素多。④矿床既受火山机构制约，又受 NW 向和 NE 向两组继承性成岩断裂系统控制；其两组断裂系统的交会部位，既是成矿热流体的喷流通道，又是矿体的产出空间。⑤火山喷口型矿床矿体多呈透镜状；火山喷口斜坡型矿床矿体多呈薄板状或长条带状，其中块状矿则呈柱状和板柱状；两类矿床矿体均成群产出，成段集中，只是前者在平面上呈面状分布，矿床具水平分带，后者在平面上呈带状分布，矿床具垂直分带。⑥火山喷口斜坡型矿床具板柱状成

矿蚀变岩筒，具垂直分带，即上部为绢云母硅化带，有重晶石化，下部为含钛磁铁矿绿泥石硅化带。⑦成矿主金属元素为 Cu、Pb、Zn，并具垂直向上富集数学模式，其富集中心代表成矿热流体主喷流通道。深部出现于富集中心之间的丘状贫化区，反映成矿断裂系统由上部至深部随压应力由小变大，其张性程度和开放性由高变低。⑧矿体具高密度、高极化和低电阻特征，且存在相互重合、相互印证的综合异常体。

9. 提出了两类找矿预测区，一是新区缺位矿床找矿预测区两个：拉牌沟中型火山喷口地段 Cu-Zn 型矿床或 Zn-Pb-Cu 型矿床预测靶区 (A_1) 和东拉牌沟-缸沟地段 Pb-Zn-Cu 型矿床远景预测区 (A_2)；二是已知矿床间和 500~1000m 深部找矿预测区两个：小铁山矿床-四个圈矿床 (15~21 线) 深部找矿预测靶区 (B_1) 和小铁山矿床 9 线以东铜厂沟矿床 0 线以西深部找矿预测区 (B_2)，上述预测区共获铜多金属科研储量为 80 万~90 万 t。

10. 上述四个找矿预测区，经国家有色工业局桂林矿产地质研究院综合技术研究所徐振超为首的物探组采用钻孔内大功率充电法测量证实，在 537~737m 深处获得与上述 4 个预测区完全一致的 7 个深部成矿异常体，充分证实地质预测的准确和所获得的铜-多金属科研储量是可信的。

11. 提出了在三个预测区 (A_1 、 B_1 、 B_2) 进行可控源音频大地电磁测深 (CSAMT-30 kW) 和高精度重力等物探测量意见，为快速评查部署验证钻孔提供依据。

本专著除前言、结语外，正文共分 7 章，计有插图 66 张、表 31 份、照片 8 张，全文共约 22 万字。直接参与专著编写者有李向民、彭礼贵、贺庆、蔡春麟、王兴安。其分工如下：前言为彭礼贵，第一章为李向民、彭礼贵、贺庆，第二章为李向民，第三章为蔡春麟、彭礼贵，第四章为李向民，第五章为王兴安，第六章为彭礼贵，第七章为彭礼贵、贺庆，结语为彭礼贵，最后由彭礼贵、李向民统编定稿。本专著承蒙祁思敬教授、曾章仁教授、张瑞林研究员悉心审阅全文，并提出了宝贵意见，对专题成果给予了高度评价。作者在此向他们深表谢意。

目 录

前 言	彭礼贵
第一章 成矿地质背景	李向民 彭礼贵 贺庆
一、区域地质背景及古火山机构格架概况	1
(一) 区域地质背景简介	1
(二) 古火山机构格架概况	1
二、火山地质构造	5
(一) 研究区在矿田中的位置	5
(二) 东部地区火山地质构造	7
三、火山机构与成矿的关系	16
(一) 火山中心喷发口与成矿的关系	17
(二) 火山喷口及火山喷口斜坡型矿床	17
四、成岩断裂系统探析	18
(一) 火山岩的空间展布所反映的成岩断裂	18
(二) 古火山机构所反映的成岩断裂	18
(三) 次火山岩的分布所反映的成岩断裂	21
第二章 继承性断裂控矿证据与成矿断裂系统	李向民
一、已知矿床矿体形态、产状反映的断裂控矿证据	22
(一) 火山喷口型矿床矿体形态、产状所反映的控矿断裂证据	22
(二) 火山喷口斜坡型矿床矿体形态、产状所反映的断裂控矿证据	27
二、小铁山矿床 Pb、Zn、Cu 含量纵剖面趋势图反映的断裂证据	33
第三章 矿床矿体空间产出特征	蔡春麟 彭礼贵
一、火山喷口斜坡型矿床矿体空间产出特征	34
(一) 小铁山矿床矿体空间产出特征	34
(二) 四个圈矿床矿体空间产出特征	43
二、火山喷口型矿床矿体空间产出特征	44
第四章 成矿蚀变作用	李向民
一、前人研究概况	49
二、蚀变岩筒的空间产出及其与火山机构的关系	50
(一) 蚀变岩筒的空间产出特征	50
(二) 蚀变岩筒(体)与火山机构的关系	54
三、蚀变矿物组合及分带	54
(一) 主要蚀变矿物学研究	55
(二) 蚀变矿物组合特征	65
(三) 蚀变岩筒的分带性	67
四、蚀变岩地球化学	69

(一) 常量元素地球化学	69
(二) 蚀变岩稀土及微量元素地球化学	71
五、深部找矿的蚀变矿物学标志	76
第五章 热液成矿作用稳定同位素地球化学	王兴安
一、硫同位素地球化学	78
(一) 硫同位素组成基本特征	78
(二) 东、西部硫化物硫同位素组成比较	78
(三) 关于硫源的讨论	79
二、铅同位素地球化学	81
三、氢、氧同位素地球化学	83
四、小铁山矿床金属沉淀机制	87
第六章 矿床成矿与找矿模式	彭礼贵
一、矿床成矿模式	90
二、矿床找矿模式	94
第七章 找矿预测及今后工作意见和建议	彭礼贵 贺庆
一、近年来白银矿田找矿进展与启迪	96
(一) 白银矿田找矿简史	97
(二) 近年来白银矿田找矿进展	99
(三) 对找矿成果的认识	103
二、找矿预测	111
(一) 新区缺位矿床找矿预测区	111
(二) 已知矿床间及其深部找矿预测区	115
三、预测区物探验证及今后工作意见	121
(一) 已进行物探测量评述	121
(二) 物探工作意见	130
四、预测区找矿规模或科研储量评估	132
(一) 拉牌沟中型火山喷口地段找 Cu-Zn 型 (或 Zn-Pb-Cu 型) 矿床预测区	
(A-1) 找矿规模评估	132
(二) 小铁山矿床西一四个圈矿床间 15~22 线 (B ₁) 及深部找矿预测区找	
矿规模评估	132
(三) 小铁山矿床东段一铜厂沟矿床间 9~0 线 (B ₂) 及深部找矿预测	
区找矿规模评估	133
结 语	彭礼贵
参考文献	138
图 版	140

第一章 成矿地质背景

闻名于世的白银铜多金属矿田位于甘肃省兰州市以北 90 km 的白银市北十余公里处，有 108 国道通过白银市，铁路南接兰州，北通银川，交通十分方便。

白银矿田区域地质背景及古火山机构格架在国家“八五”科技攻关专题“甘肃白银厂铜、多金属矿床成矿模式与找矿预测研究”成果中已有全面系统的表述（彭礼贵、任有祥等，1995），故在本章中仅对其做一些结论性简述，重点是对白银矿田东部地区与成矿密切相关的火山地质构造、火山机构与成矿的关系和成岩断裂系统等几个问题所取得的新成果重点加以论述，以提高和深化对白银矿田东部地区的成矿地质背景认识。

一、区域地质背景及古火山机构格架概况

（一）区域地质背景简介

研究显示，白银矿田隶属北祁连山加里东优地槽中带的石膏碛-白银厂亚带。在板块构造格局中，为北祁连山早古生带造山带永登石灰沟—白银厂裂谷—岛弧东延部位的石膏碛-白银厂火山岩亚带东段（图 1-1）。已知工业矿床均产于早—中寒武世大陆裂谷早期具双峰式细碧角斑岩海相火山岩系中，矿床直接围岩为下部的酸性火山岩——石英角斑岩类（彭礼贵、任有祥等，1995）。

（二）古火山机构格架概况

白银矿田是一个具有中心式喷发，以酸性火山岩为主的海相火山岩分布区。研究表明，矿田古火山构造是由四个不同层次的火山机构组成，即若干个古火山口、2 个中心喷发口、2 个喷发中心和火山穹隆。

1. 古火山口

古火山口的厘定标志有：存在爆发作用产生的火山口堆积相，即凝灰质胶结的角砾集块岩；有近火山口相石英角斑晶屑凝灰岩；石英角斑碎斑熔岩的产出是指示火山喷发通道及火山喷发口位置的良好标志；同源次火山岩及其空间展布亦具指示意义；“补丁岩”（宋叔和，1991；彭礼贵、任有祥，1995，指一种由酸性熔岩或凝灰熔岩胶结火山碎屑堆积物所形成的岩石）的出现是指示火山口存在的佐证；与火山口有关的熔岩质胶结的角砾集块岩、凝灰熔岩质胶结的含角砾集块岩、熔岩、喷发-沉积岩等配套岩相，分别代表了火山颈相、喷发溢流相、溢流相和喷发沉积相。据此，在白银矿田厘定出的古火山口构造有：折腰山大型古火山口、火焰山中型古火山口、火焰山东中型火山口、铜厂沟小型火山口、拉牌沟中型火山口、四个圈小型火山口、火药库残留古火山口（被 F_1 断层破坏）、西厂沟东古火山口、缸沟口北古火山口、东拉牌沟古火山口，加上前人在四海沟地段划定的两个古火

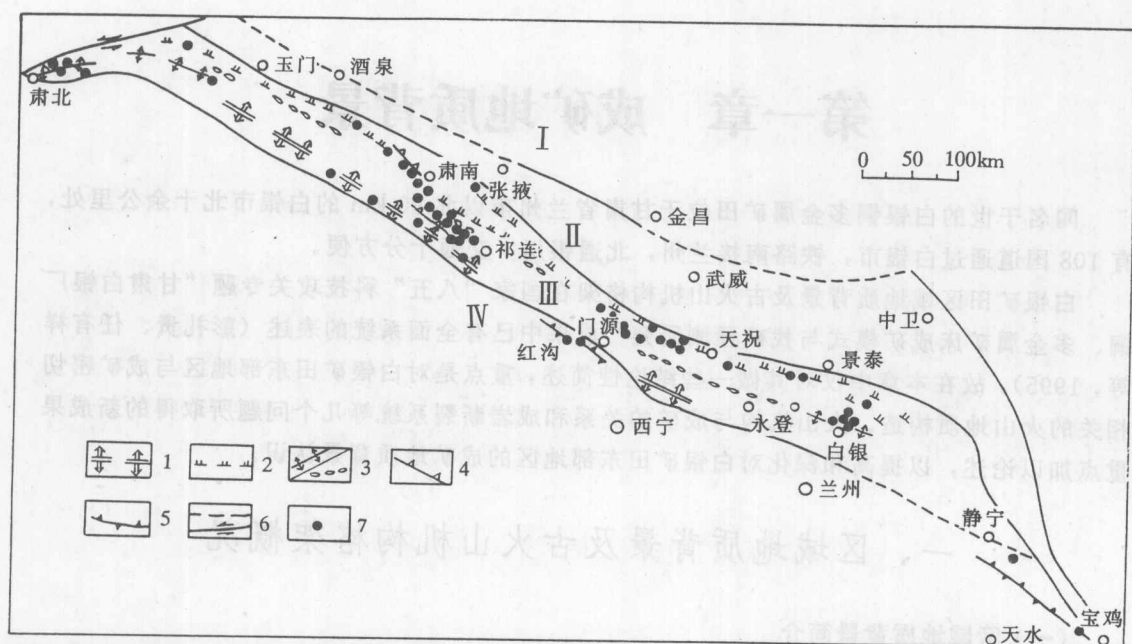


图 1-1 北祁连地区沟-弧-盆体系及块状硫化物矿床(点)分布示意图

(据夏林圻, 1998)

I 塔里木-中朝板块; II 走廊弧后边缘海区; III 北祁连沟-弧-盆体系; IV 中祁连陆块

1. 洋盆扩张脊; 2. 弧后盆地扩张脊; 3. 裂谷-岛弧带; 4. 俯冲带; 5. 被动陆缘裂陷(谷); 6. 深断裂、走滑断裂及构造分区; 7. 矿床(点)

山口(严济南、张致昌, 1982^①)。可以清楚的看出, 它们在空间上显示出呈 NWW 和 NEE 两组方向有规律布局的特征, 推测它们是受这两组方向成岩断裂系统控制的。

2. 东西两个喷发中心

白银矿田卫星遥感图像显示的环形构造是一个环中套环的复合环状构造(图 1-2), 在大环中所套的两个椭圆形亚环代表了古火山穹隆中的东西两个火山喷发中心构造; 它们的火山岩组合不同, 东部喷发中心为酸性和中性火山岩组合, 中性火山岩呈大半圈围绕酸性火山岩分布; 其外侧的一套凝灰质砂岩、粉砂岩类夹灰岩呈大半圈围合产出; 西部喷发中心为酸性和基性火山岩组合, 其基性火山岩和喷发沉积岩围绕折腰山、火焰山地段的酸性火山岩, 呈外倾围合状分布, 即北侧向北倾, 南侧向南倾。它们的酸性火山岩——石英角斑岩类在岩石学、岩石地球化学上有着明显的差异; 矿田的重力异常和火山岩 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 等原生晕异常明显分为东西两个区。

尽管东西两个喷发中心具有上述诸多差异, 但它们同处白银古火山穹隆内, 必然具有其共性, 如它们均为酸性火山岩占据中心部位, 共同组成古火山穹隆的酸性火山岩核; 它们具有相同或相近的火山作用顺序, 即火山喷发爆发作用→喷发溢流作用→溢流作用→喷发沉积作用以及火山作用晚期次火山岩的侵入和碎斑熔岩的侵出作用; 它们受同一成岩断

^① 严济南、张致昌, 1982, 祁连山白银厂黄铁矿床成因探讨及今后找矿方向。

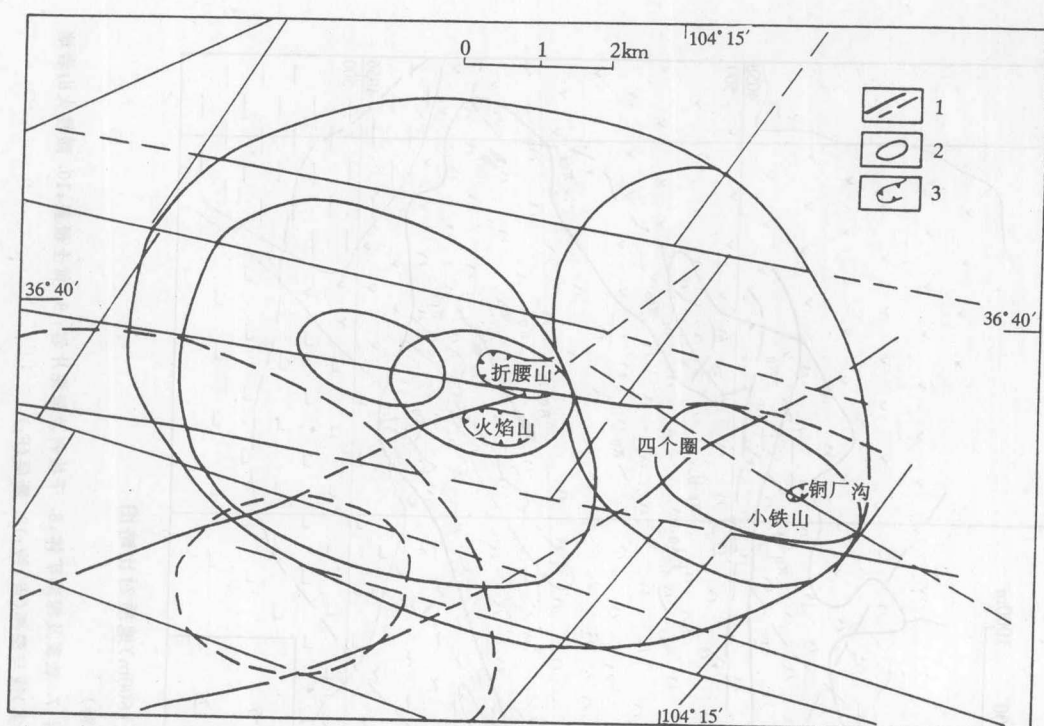


图 1-2 白银矿田线性构造环形构造略图
(据彭礼贵、任有祥等, 1995, 略有修改)
1. 线性构造; 2. 环形构造; 3. 矿床露采边界

裂系统控制等总体特征。

3. 东西两个火山中心喷发口

中心喷发口构造是介于火山口和喷发中心构造之间的火山构造。白银矿田, 业已辨认出的中心喷发口有两个: 一个位于东部喷发中心的铜-拉、四个圈地段 (已较“八五”圈定范围扩大, 详见后); 二是西部喷发中心的折腰山、火焰山地段。卫照上的两个微环状构造代表了中心喷发口的范围, 且有两个以上的火山喷口, 主要工业矿床均产于其中, 是一重要的火山机构。

4. 火山穹隆

白银矿田古火山穹隆确立的标志是: 卫星图像中的大环状构造是该火山穹隆的直接反映; 酸性火山岩居中, 周边为基性和中性火山岩, 喷发沉积岩系环绕外侧分布, 平面上呈椭圆形是其产出形态特征; 位居中心的酸性火山岩在 1600m 水平中段深部, 其面积向四周扩大 (图 1-3), 构成上小 (1900~2000m 标高) 下大 (1600m 标高) 的截锥体, 是火山穹隆构造在空间产出的典型特征。

归结以上所述, 白银矿田古火山机构 (图 1-4) 是一个具有东西两个火山喷发中心和东西两个火山中心喷发口, 由若干受 NWW 和 NEE 向断裂控制的排列有序的火山喷口构成的古火山穹隆。

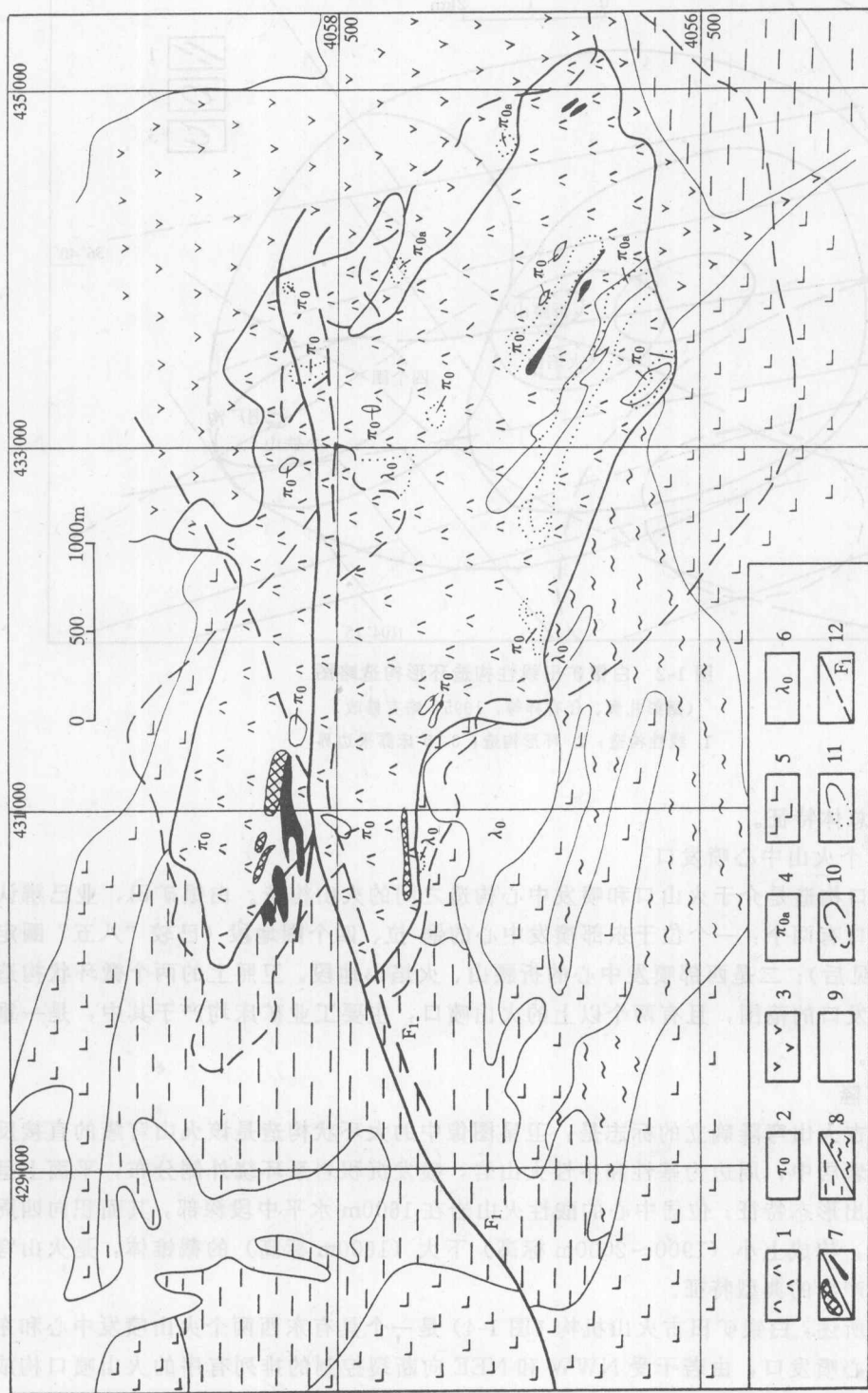


图 1-3 白银矿田地表与深部(1:600m)地质对比略图

(据刘晓明资料)

1. 酸性火山岩; 2. 石英钠长斑岩; 3. 中性火山岩; 4. 钠长斑岩; 5. 基性火山岩; 6. 辉绿岩; 7. 地表及深部矿体; 8. 千枚岩及绿泥片岩; 9. 黄土覆盖; 10. 酸性火山岩地
表(实线)与深部(虚线)界线; 11. 脉岩地表(实)线; 12. 断层(F₁)

二、火山地质构造

近几十年来,地质工作者在火山岩地区研究发现,其地质构造形式与沉积岩地区有极大的不同。虽然火山岩地区也有与沉积岩地区一样的褶皱构造、断裂构造等构造形态,更为重要的是火山岩地区具有独特的,由火山活动构成的火山岩相及其构造单元,即不同类别的火山构造,如火山喷口构造,火山穹隆构造、火山洼地构造、火山通道等等。一些火山构造单元在中酸性火山岩地区尤为典型,更为地质学家所重视。认识上的这种重要变化和突破,使火山岩区的地质构造和成矿作用研究有了以下两项最为重要的进展:其一是在火山岩地区,尤其是在中酸性火山岩地区的地质调查中,完全打破了长期以来像对待沉积岩地区那样对待火山岩地区的传统作法,摒弃了那种按自然地理区建立火山岩地层的作法,代之为建立适合于火山岩地区火山层序或相序的新原则;其二是在火山岩地区的地质填图中,放弃了纯地层的填图原则,代之为火山岩相和火山机构的研究,制定了新的适合火山岩地区特征的填图原则和方法,从而使火山岩地区的层序或相序和地质构造出现了全新的面貌。

火山地质构造是火山作用及构造的总称,既包括了单一火山机构,也包括了火山作用与区域构造作用双重控制的火山机构组合的群体(陶奎元,1993)。故对与火山作用有关的块状硫化物矿床而言,古火山机构的恢复和研究,既是火山岩研究工作最基本的内容,也是查明与火山作用有关的矿床成矿地质背景的核心问题之一。

白银矿田火山机构研究,自国家“八五”科技攻关课题实施以来,采用了符合火山岩地区特征的填图原则和方法,通过典型地段火山岩相路线地质简测填图,首次提出了厘定古火山口的原则和6条标准,并全面系统地研究了不同层次的古火山构造,建立了白银矿田火山机构格架,为研究火山机构与成矿关系奠定了基础。本研究继续采用这一符合火山岩区特征的原则和方法,通过火山岩相地质填图,开展了研究区内古火山机构及其与成矿关系的新一轮研究。

(一) 研究区在矿田中的位置

研究区位于白银矿田的东部,即北起放羊沟、经房子沟、火药库向南至车路沟一线以东地区的酸性火山岩——石英角斑岩类分布区。在其外侧分布着中性火山岩——角斑岩类,呈大半圈围绕酸性火山岩分布。角斑岩之外的一套砂岩、粉砂岩夹灰岩的沉积岩亦呈半围合状与角斑岩亦步亦趋,十分醒目,属白银古火山穹隆的东部火山喷发中心(图1-4)。该图中的东部亚环状构造代表了该火山喷发中心范围。它占据着白银矿田半壁天下,且与西部火山喷发中心在火山岩组合、主体火山岩——石英角斑岩化学成分、同源次火山岩组合以及地球物理、地球化学上存在着差异和各自独立的异常区,是研究白银矿田火山作用、火山岩和火山机构的重要组成部分。

在东部火山喷发中心东缘的微环形构造是东部火山中心喷发口,并有呈链状排列的火山喷口产于其中,共同构成这一中心喷发口。区内已知工业矿床和矿点均分布于中心喷发口内,尤其是在白银矿田矿床中占有重要位置的小铁山Pb-Zn-Cu大型矿床,恰好产于中心喷口中。这不是偶然巧合,而是成岩成矿的必然结果,它反映了东部火山喷发中心的火山作用、火山机构及其与成矿作用存在的内在联系,从而形成与西部火山喷发中心地区成矿

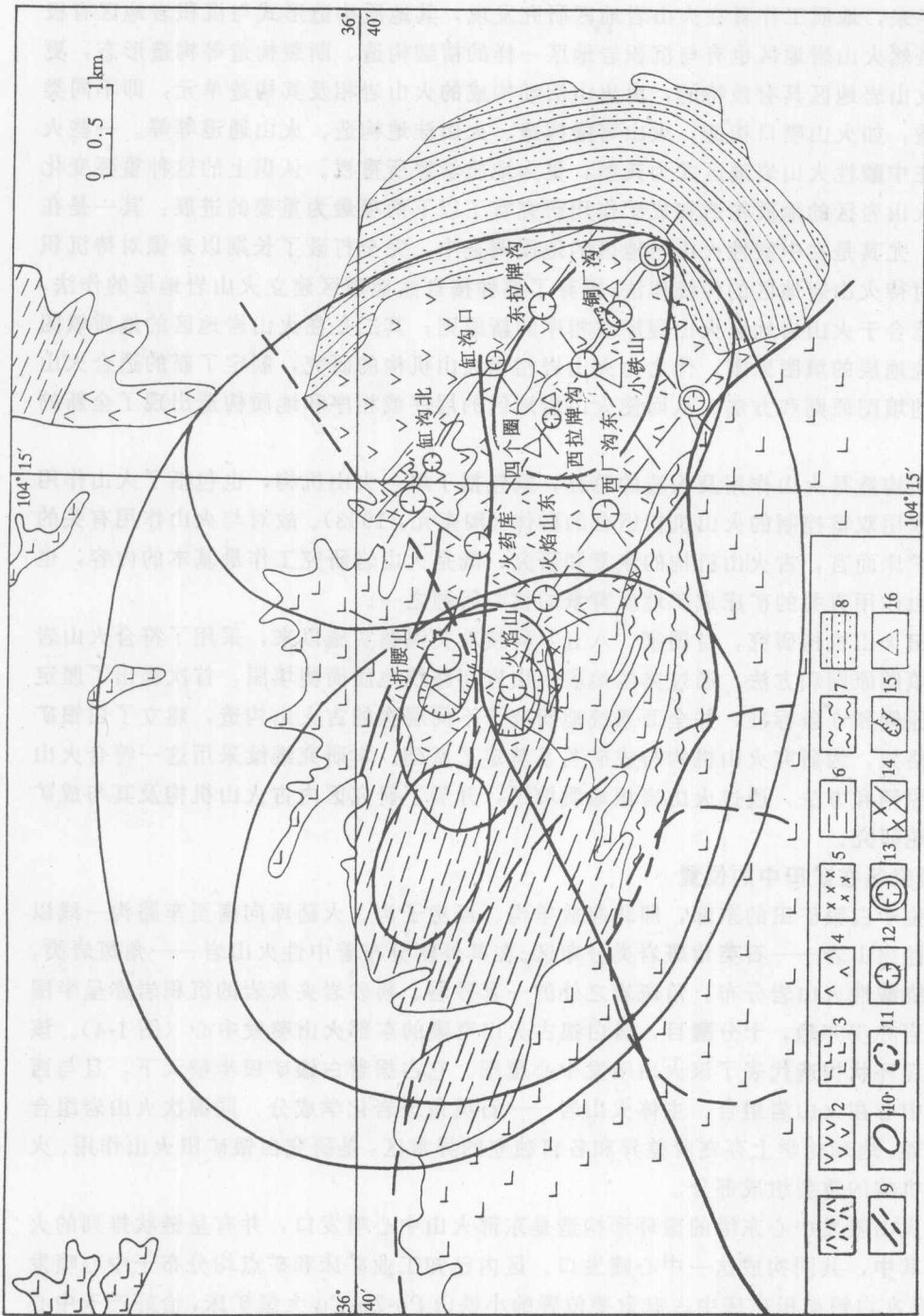


图 1-4 白银矿田古火山机构格架略图

(彭礼贵等, 1995)

1. 酸性火山岩; 2. 中性火山岩; 3. 基性火山岩; 4. 粗面岩类; 5. 辉绿岩; 6. 辉绿岩; 7. 辉绿岩; 8. 碎屑沉积岩类; 9. 推测及实测断层; 10. 环形构造(白银);
11. 环形构造(黑石山); 12. 古火山口; 13. 前人厘定古火山口; 14. 推测成岩断裂系统; 15. 采坑边界; 16. 已知工业矿床

特征上的差异,为白银矿田成矿与找矿研究提供了丰富多样的内容。

(二) 东部地区火山地质构造

白银矿田东部地区的火山地质构造是由东部火山喷发中心、中心喷发口和火山喷口三个级次的火山机构组成(图 1-4)。根据研究目的和任务,本研究的重点是与成矿密切相关的火山中心喷发口及其中的火山喷口。通过 1:5000 火山岩相地质填图和美国陆地卫星 1:5 万、1:10 万、1:28 万 TM 卫星照片(卫星轨道号 135-35,1987 年 5 月 6 日)解释,对东部火山中心喷发口和火山喷发口进行了深入研究,在国家“八五”科技攻关课题研究基础上,取得了新的进展,为研究区内火山机构及其与成矿的关系提供了可靠的基础。

1. 火山中心喷发口

东部火山中心喷发口是国家“八五”科技攻关课题厘定的。当时圈定的范围是东起四海沟的 05 线,经铜厂沟至中拉牌的 14 线,呈椭圆形;长轴为 1.8km,短轴为 1.3km;其内有铜-拉火山口和小铁山矿床及铜厂沟矿床产出。

通过火山岩相地质填图、TM 卫星照片解释和区内已知工业矿床与火山机构空间展布等多方面的研究认为,原圈定的中心喷发口范围不符合实际火山地质特征所显示的应有范围。它应该是东起四海沟 05 线,经铜厂沟、拉牌沟(包括中、西拉牌沟)至四个圈的 24 线,南边以车路沟为界,北边以东拉牌沟至缸沟一带为界,呈东小西大的近似鸭梨状;其长径为 2.9km、短径为 1.6km,面积为 4.6km²,较原圈定范围有所扩大,主要是在延长上,其西端由小铁山矿部所在的中拉牌沟西扩至四个圈的 24 线附近,其主要依据如下:

(1) 卫星图像显示,其微环状构造如图 1-2 所标绘,西端应在四个圈以西 24 线附近,而不是原来的小铁山矿部的中拉牌沟。该处在卫星照片上所引起的色调加深主要是沟谷地形和建筑物、倒石堆等引起,和向西部分的色调并无差异;而在四个圈以西才显示出色调上的明显变化。故该微环形构造的西端应延伸至四个圈 24 线附近。

(2) 该地段 1:5000 火山岩相地质图(图 1-5)显示,各类火山岩均是自然展布,在原西端界线处或两边并未出现火山岩相明显变化,而是自然展布至四个圈以西地段;成矿蚀变岩顺势向西延展,构成规模较大的拉牌沟蚀变岩筒最为典型,在原划定的界线处并无蚀变岩的变化,证实将其西扩是符合客观实际的。

(3) 研究表明,白银矿田中已知工业矿床的产出与火山中心喷发口有着密切的关系。如白银矿田西部地区的已知工业矿床——折腰山矿床和火焰山矿床,均产于西部火山中心喷发口内的折腰山大型火山口和火焰山中型火山口中;东部地区已知工业矿床有小铁山矿床、四个圈矿床和铜厂沟矿床,尚有若干个矿点和矿化点,它们应该是东部火山中心喷发口内的产物。原确定的中心喷发口,只包含了小铁山矿床、铜厂沟矿床以及拉牌沟矿点、东拉牌沟-缸沟矿化点,而四个圈矿床、西拉牌沟矿点则位于火山中心喷发口之外。尤其是小铁山矿床西延,其矿带向北拐折与四个圈矿床相连接,将其分开是极不合理的,也是与火山岩原生晕异常图像相矛盾的。因此,东部火山中心喷发口西端西延至四个圈以西是符合客观实际的。

综上所述,东部火山中心喷发口如图 1-4 所示,是一东端小,西端大,形似鸭梨状的椭圆形,其长轴为 2.9km,短轴为 1.6km,面积为 4.6km²;它是由处于中轴部位的呈北向西链式排列的铜厂沟火山口、拉牌沟火山口和四个圈火山口构成的火山中心喷发口;该火山中心喷发口诚如白银矿田西部火山中心喷发口处于西部火山中心的东缘一样,处于东部火

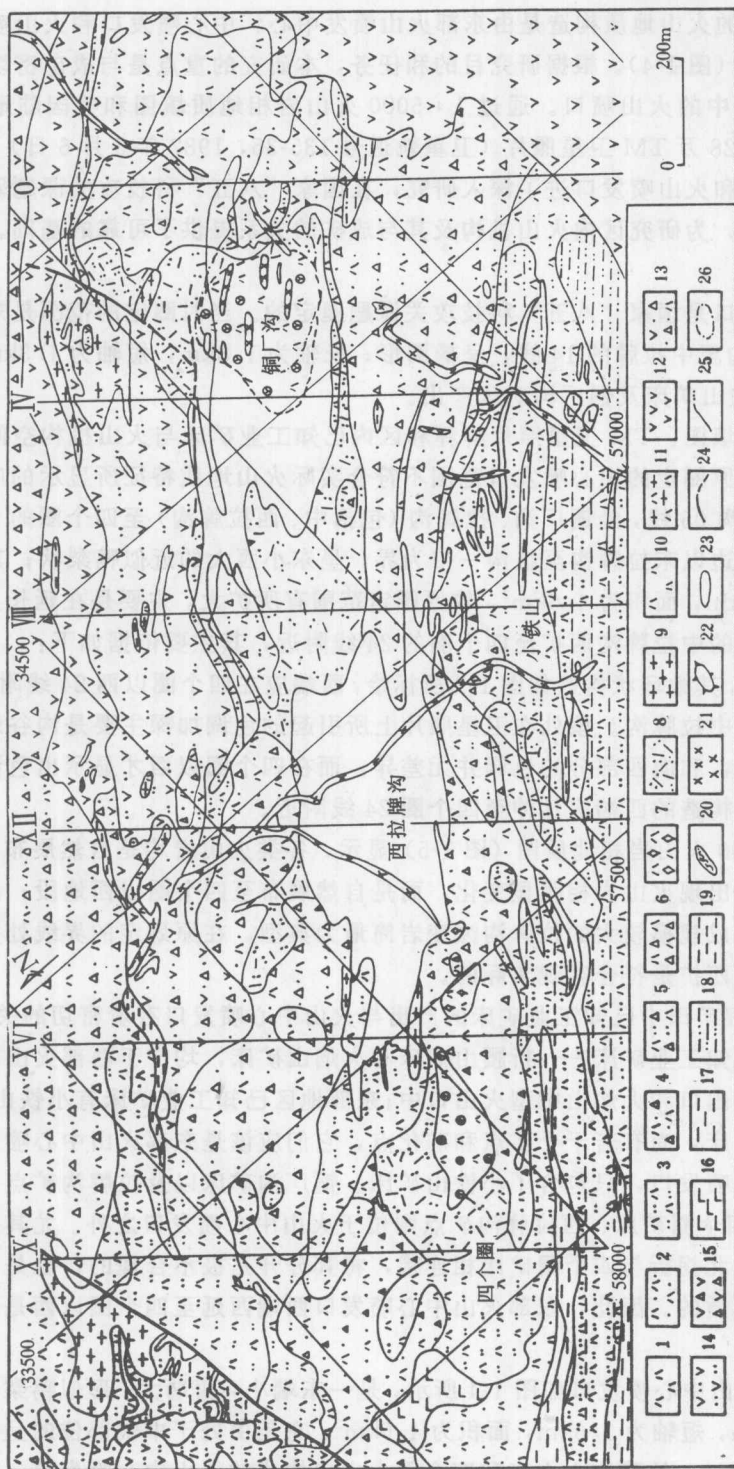


图 1-5 四个圈-铜厂沟火山岩相地质图

1. 石英角斑岩; 2. 石英角斑凝灰岩; 3. 石英角斑凝灰岩; 4. 含角砾石英英角斑岩; 5. 石英角斑凝灰岩; 6. 含角砾石英英角斑岩; 7. 补丁岩; 8. 晶屑凝灰岩; 9. 石英钠长斑岩; 10. 石英角斑碎斑岩; 11. 无英斑石英钠长斑岩; 12. 角斑岩; 13. 含角砾石英英角斑凝灰岩; 14. 角斑凝灰岩; 15. 含角砾石英英角斑岩; 16. 细碧岩; 17. 千枚岩; 18. 凝灰质千枚岩; 19. 钙质绿泥石片岩; 20. 硅质岩; 21. 花岗斑岩; 22. 蚀变体边界; 23. 浸染状及块状矿; 24. 推测及实测断层; 25. 推测、实测及过渡岩相界线; 26. 采坑边界

山中心的东南缘,它们的微环状构造均内切于代表火山喷发中心的亚环状构造(图1-2)。

2. 古火山喷口

通过1:5000火山岩相为基础的路线地质简测填图,在白银矿田东部中心喷发口范围内确立了四个圈古火山喷口和拉牌沟古火山喷口构造。结合“八五”期间已确立的铜厂沟火山喷口构造,在白银矿田东部主要古火山喷口有四个圈古火山喷口、拉牌沟古火山喷口和铜厂沟古火山喷口。现就各火山喷口的岩相特征列述如下。

1) 四个圈古火山喷口

四个圈古火山喷口位于小铁山矿床主副井以西16~22勘探线间的四个圈地区。和折腰山大型古火山喷口相比,该火山喷口较小,火山机构规模不大,但其岩相出露却十分完整,现以图1-5为基础将其岩相地质特征表述如下:

(1) 在四个圈矿床北侧山梁上分布着代表火山爆发作用近火山口堆积相石英角斑凝灰质角砾集块岩。该集块岩在20线附近沿山梁近南北向产出,长200余米,宽近100 m。集块含量为20%左右,最大者20 cm×12 cm,最小者5 cm×3 cm,集块成分以同质石英角斑岩为主;另含少量角斑质集块,胶结物为酸性凝灰质组分,如图版I-1所示。

(2) 代表火山口侵出相的石英角斑质碎斑熔岩产出于16~19线之间,呈菱角状产出(如图1-5);其东西向长约为250 m,南北宽150 m。该地质体在宏观上由于帘石化而呈浅黄绿色,与周围地质体界线十分醒目。岩石呈均一块状构造,斑状结构,斑晶含量在30%以上,且粒度粗大,部分斑晶可达5 mm,显微镜下具明显的碎斑特征(图版I-2)。碎斑熔岩的存在,说明四个圈古火山喷口位于四个圈矿床北东侧16~19线间。

表1-1和表1-2是四个圈石英角斑质碎斑熔岩化学成分及稀土、微量元素组成。在岩石化学上,四个圈石英角斑碎斑熔岩与东部喷发中心石英角斑岩和石英钠长斑岩的化学成分相当,如表1-1所示。与西部喷发中心酸性火山岩相比, SiO_2 明显偏高;和西部折腰山矿床石英角斑碎斑熔岩相比,更是如此;西部酸性岩类 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 的变化范围为11.71%~12.65%,折腰山石英角斑碎斑熔岩为14.90%,而四个圈矿床石英角斑碎斑熔岩为11.16%,明显偏低。在稀土特征上,四个圈石英角斑碎斑熔岩为近平坦富集型, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值为1.9, $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ 值为1.26, $\delta\text{Eu}=0.54$,具明显负铕异常,与东部石英角斑岩稀土配分模型相近(图1-6),但与小铁山矿床北侧石英钠长斑岩稀土模型明显不同。该石英钠长斑岩为右倾富集型, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值为7.46, $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ 值为1.08, δEu 为0.79。与折腰山石英角斑碎斑熔岩相比,折腰山石英角斑碎斑熔岩呈明显的轻稀土富集特征, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值为5.1, $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ 值为0.59, δEu 为0.89,具明显的中稀土亏损。这和折腰山矿床石英钠长斑岩稀土配分模型具相似性,而和西部石英角斑岩的稀土配分模型有明显差异。在亲湿岩浆元素配分型式上(图1-7),无论是四个圈石英角斑碎斑熔岩,还是折腰山石英角斑碎斑熔岩都与白银矿田石英钠长斑岩和石英角斑岩相同。这些特征表明,石英角斑碎斑熔岩与石英钠长斑岩、石英角斑岩属同源岩浆演化产物。碎斑熔岩作为火山作用晚期岩浆作用的产物,所产出的构造部位以及它所具有的结构构造特征在火山机构研究中具有重要意义。

(3) 近火山口相的石英角斑晶屑凝灰岩呈半围合状分布于石英角斑碎斑熔岩北侧、北西侧及西侧。在16~18线间,其宽度不大,大约为30~40 m,向北西方向宽度增大到100~150 m,以断续分布的硅质岩为界与其他岩相共同产出。晶屑凝灰岩具明显的相变现象。石英角斑碎斑熔岩之西和南西方向一般粒度较细,而北侧则较粗。如在16线33孔附近,其