

友能铅锌矿成矿地质特征及矿化富集规律

刘永坤^{1,2}, 张均¹, 王超²

(1. 中国地质大学(武汉)资源学院, 湖北 武汉 430074; 2. 贵州省地矿局 102 地质大队, 贵州 遵义 563000)

摘要: 贵州从江友能铅锌矿是断控型中低温热液矿床, 发育北西向和近南北向 2 组断裂, 北西向压扭性党扭断层是控矿断裂, 是主要控矿构造。矿体呈囊状、透镜状主要赋存于甲路组、乌叶组地层中。本文从矿石特征及控矿断裂特征 2 方面讨论成矿特征。矿体严格受断裂控制, 该矿床分为 4 个成矿阶段, 第 II、III 阶段为主要成矿阶段; 研究发现断层泥厚度 - 矿体厚度 - 品位三者之间存在一种正相关关系, 矿体具有膨大狭缩特征。

关键词: 铅锌矿; 成矿特征; 富集规律; 友能; 贵州从江

中图分类号: P618.42, P618.43

文献标志码: A

文章编号: 1672-9102(2014)04-0047-07

Metallogenetic characteristics and regularities of mineralization of Youneng Pb - Zn Ore deposits

LIU Yongkun^{1,2}, ZHANG Jun¹, WANG Chao²

(1. School of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. The 102 Geological Team, Guizhou Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources, Zunyi 563003, China)

Abstract: The Youneng lead zinc mine controlled by fracture in the town of Congjiang belongs to low - middle temperature hydrothermal deposit, which develops the NW and SN two groups' fractures. The NW pressure - shear Dangniu layer is the ore control fault, which is the main ore controlling structure. Cystic and lenticular orebody mainly occurs in Jialu Formation and Wuye Formation. This paper discusses the characteristics of mineralization from the two aspects, i. e. the ore characteristics and the ore fracture characteristics. The orebody is strictly controlled by faults. Mineralization of the deposit is divided into four phases, among which the II stage and the III stage are the main mineralization stages. The study finds that there is a positive correlation between the gouge thickness, the orebody thickness, and the ore grade. Orebody has swollen pinched features.

Key words: lead - zinc ore deposit; metallogenetic characteristics; enrichment regularities; Youneng; Congjiang of Guizhou Province

20 世纪 60 年代开始, 人们在贵州从江县宰便镇周围寻找铅锌多金属矿, 迄今找矿工作还在进行。在区域上发现有贵州从江地虎、九星、翁浪、那哥、友能、陇雷、摆容、引略、顶优等多个铜、铅、锌、金、银多金属小型矿(化)床点。友能铅锌矿床与区内那哥铅锌多金属矿床有相似之处, 都属于断控型中低温热液矿床, 但友能矿床在成矿特征上又具有

其自身特点。近年来, 虽国内许多学者曾对该地区多金属矿的成矿物质来源、成矿流体来源^[1]、成矿规律进行过研究, 但针对友能铅锌矿床的研究工作尚属空白, 本文将从友能铅锌矿床矿石组构特征及断裂控矿特征两方面讨论其成矿地质特征及矿化富集规律。旨在以此为例, 阐明黔东南地区铅锌矿床的空间结构特征及富集规律。

收稿日期: 2014-10-29

基金项目: 贵州省地勘基金资助项目(黔财建[2013]212号); 中国地质调查局资助项目(1212011220414)

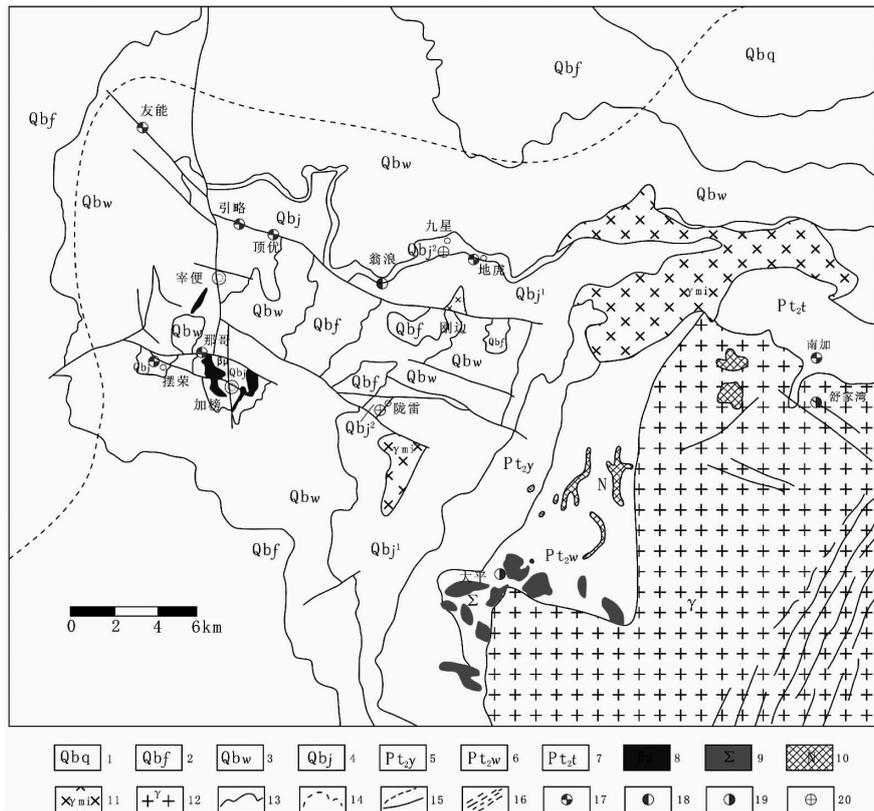
通信作者: 张均(1956-), 男, 湖北武汉人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 成矿规律和成矿预测. E-mail: zhangjun@cug.edu.cn

1 区域地质背景及矿床地质概况

1.1 区域地质背景

该区大地构造位置位于扬子陆块与华夏陆块过渡带,即江南造山带西南段^[2]. 经历了漫长地质历史时期的复杂演化,在四堡运动之后,还经历了雪峰、加里东、印支-海西、燕山等多次构造运动^[3]. 出露的地层主要为中元古界四堡岩群文通组(Pt₂w)和新元古界青白口系下江群甲路组(Qbj)、乌叶组(Qbw)和番召组(Qbf),主要为浅变质碎屑岩,岩性为粉砂质板岩、粉砂质千枚岩、变余粉砂岩等. 构造以北西西向、近南北向、北东向构造

为主,尤其以吉羊穹窿、加车鼻状背斜、宰便断层、党扭断层、陇雷断层、翁浪-地虎式构造滑脱蚀变带最为典型,发育规模不等、方向各异的韧性剪切带(图 1),矿床(点)大都受这些构造所控制^[4,5],友能矿床就产于北西向的党扭断层中. 区内岩浆岩较发育而其岩类复杂,有超基性岩、基性岩、酸性侵入岩. 其中摩天岭形成于 825 Ma^[6];镁铁质岩主要出露在宰便-加榜-大弄一带,年龄分布在年龄在 830~780 Ma 之间^[6-10]. 近年来,在摆荣-友能一带通过地质工作,有多个钻孔中均见到隐伏花岗岩,说明在摆荣-友能一带存在隐伏花岗岩^[11,12],可能是摩天岭花岗岩的前源部分.



1 - 清水江组;2 - 番召组;3 - 乌叶组;4 - 甲路组;5 - 鱼西组;6 - 文通岩组;7 - 塘柳岩组;8 - 辉绿岩;9 - 超基性岩;
10 - 基性岩;11 - 混合岩;12 - 花岗岩;13 - 地质界线;14 - 隐伏岩体推测界线;15 - 断层及推测断层;
16 - 韧性剪切带;17 - 多金属矿(床)点;18 - 金矿(床)点;19 - 锡矿点;20 - 磁铁矿矿点

图 1 区域地质构造及多金属矿点分布略图(据地调院,2003 修编)

1.2 矿床地质特征

友能铅锌矿床赋存于新元古界青白口系下江群甲路组(Qbj)和乌叶组(Qbw)变碎屑岩中. 前者岩性主要为粉砂质板岩、绿泥石化粉砂质千枚岩等,后者岩性为绢云母板岩、粉砂质板岩炭质板岩及变余砂岩等,地层产状:倾向 180°~340°,倾角 8°~45°.

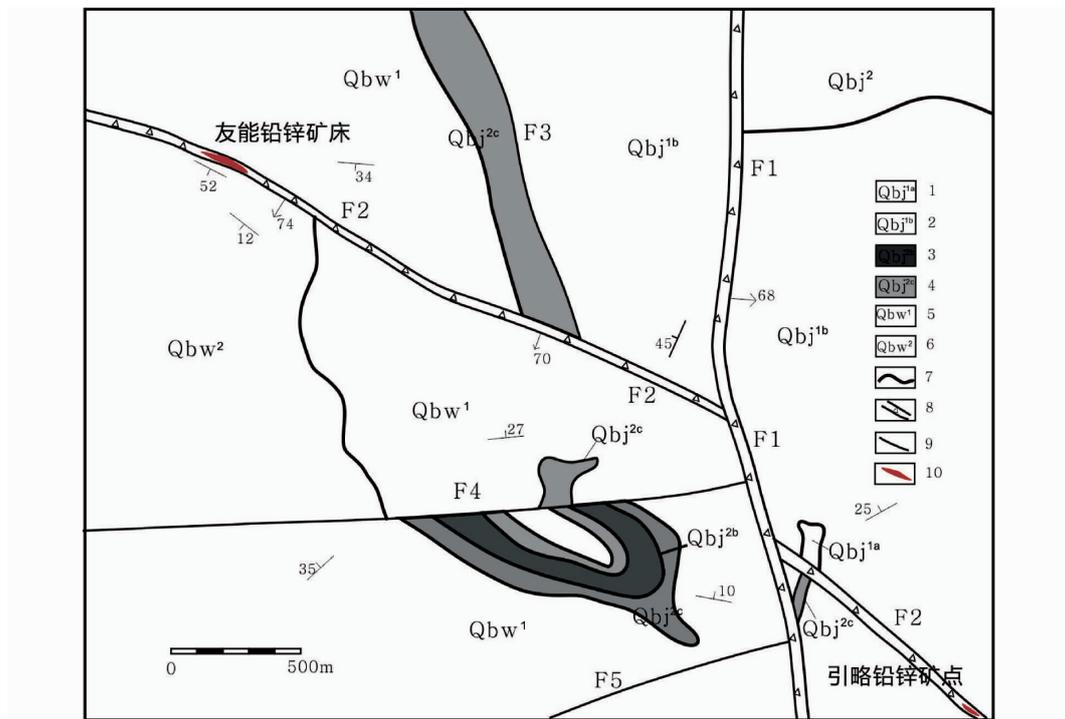
矿区构以造断裂为主. 主要发育近南北和北西

向 2 组断裂(图 2). F1 断层(宰便断层)该断层走向大致为南北向,全长约 34 km,为区域性高角度正断层,是成矿期后断裂. 倾向东、东南,倾角 55°~80°,垂直断距 300~500 m,断层破碎带宽数米至十余米. F2 断层(党扭断裂):为压扭性正断层. 断层走向 290°~300°,倾角 60°~77°,该断层南西盘为下降盘,南西盘和北东盘均出露甲路组、乌叶组地层,局部地层为断层接触. 断层破碎带宽 8~

20 m, F2 是本矿床主要的容矿构造。

目前矿区只发现 1 条矿脉,其形态均受北西向压扭性控矿断裂制约,严格受断裂控制,矿体产状和控矿断裂基本一致。矿脉沿走向及倾向皆有较明显的膨胀狭缩和分枝复合现象。矿脉主要由含方铅矿石英脉(乳白色)、弱硅化-方铅矿化碎裂粉砂质绢云板岩、碎裂岩等构造蚀变岩所组成。

矿石矿物以方铅矿为主,矿脉的近矿围岩普遍遭受蚀变,主要表现为硅化、绿泥石化、黄铁矿化、绢云母化以及碳酸盐。其中以硅化、黄铁矿化和绿泥石化表现强烈,常常在空间上叠加形成典型的含黄铁矿绿泥石化碎裂粉砂质板岩,与方铅矿矿化关系极为密切,为主要近矿围岩蚀变。一般蚀变强烈地段亦常常是矿化富集地段,是重要而直接的找矿标志。

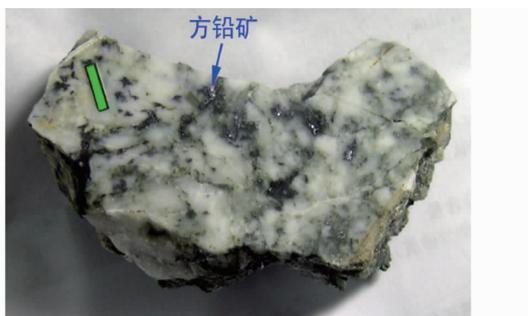


1 - 甲路组一段 a 亚段; 2 - 甲路组一段 b 亚段; 3 - 甲路组二段 b 亚段; 4 - 甲路组二段 c 亚段;
5 - 乌叶组一段; 6 - 乌叶组二段; 7 - 地质界线; 8 - 断层破碎带; 9 - 断层; 10 - 矿床(点)

图2 矿区地质略图

2 矿化类型及矿石组构特征

矿区通过钻孔和坑道工程揭露,有 2 种矿化类型的矿石:块状、细脉状、浸点状含硫化物石英脉型(图 3);网脉状、浸染状构造破碎蚀变岩型(图 4)。2 种矿化类型产在同一控矿构造断裂带内,只是在空间上具有分带特征。



照片中比例尺为 1 cm

图3 硫化物石英脉型方铅矿石



照片中比例尺为 1 cm

图4 碎裂粉砂质绢云板岩构造蚀变岩型方铅矿石

含硫化物石英脉型方铅矿主要受压扭性断裂破碎带控制,成矿方式主要以充填贯入为主要特征。矿脉呈单脉透镜体或多条脉出现,方铅矿化局限于石英脉内,沿石英脉产出,主要和石英脉中的黄铁矿有关。矿化连续性较差,脉内无矿间隔有时大于矿体规模,单脉矿石品位变化较大,矿体形态

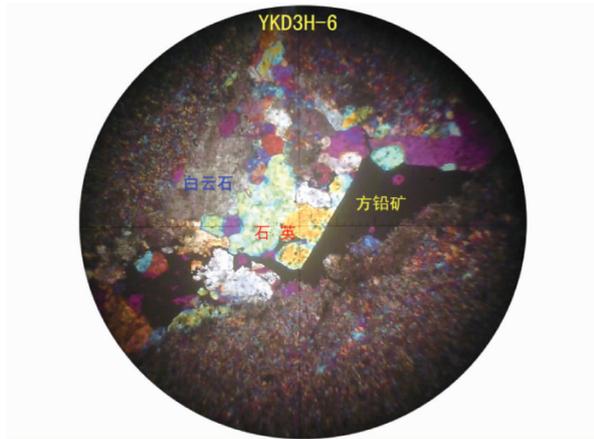
亦变化多样.

构造破碎蚀变岩型方铅矿也受压扭性断裂破碎带控制. 成矿方式以充填交代为主, 方铅矿呈细脉状、网脉状沿裂隙、绿泥石化粉砂质板岩碎块及石英碎块边缘发育. 其矿化与绿泥石化粉砂质板岩、粉砂质绢云板岩碎裂岩有着较密切的关系, 矿化相对比较均匀, 矿体连续性较好, 矿石蚀变组合较复杂.

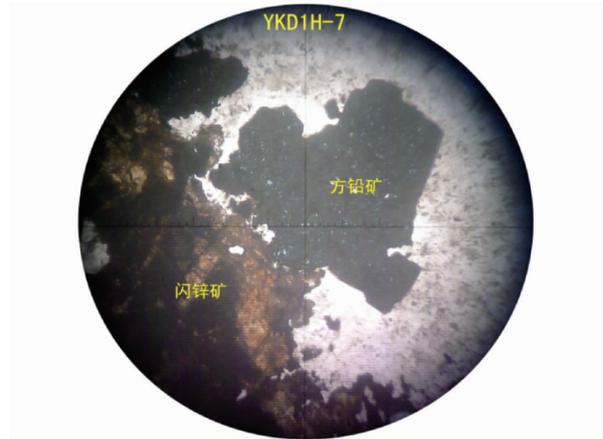
上述 2 种不同的矿化类型是同一成矿热液在同一成矿作用过程中, 在不同的地质条件下以不同

的成矿方式形成. 其特征和差别决定于所处构造地质条件、物理化学条件和各阶段矿化的复合情况及强弱的差异, 在矿床成因上是相同的.

矿床中矿石构造有细脉状构造、浸染状构造、网脉状构造、角砾状构造、块状构造等. 矿石结构主要为它形-半自形-自形粒状结构(图 5 和图 6). 主要矿石矿物有方铅矿, 少量闪锌矿; 脉石矿物以石英、黄铁矿、绢云母、陆源碎屑、绿泥石、白云石为主, 次为含钛矿物、电气石、铁泥质等.



正交偏光 目镜 10× 物镜 4×
图 5 半自形-它形粒状结构



单偏光 目镜 10× 物镜 4×
图 6 半自形-它形粒状结构

3 矿化阶段划分及特征

矿床控矿构造在成矿期间的频繁活动, 具有继承性和叠加性, 矿床的多阶段成矿特征十分明显, 根据野外观察和镜下对矿石的组分、组构、含矿性等差异系统研究, 可将本矿床的成矿作用过程划分为热液期和表生期^[13]. 进而将热液期矿化细分为

4 个阶段, 即: I 少量黄铁矿-石英阶段; II 闪锌矿-方铅矿-黄铁矿-石英阶段; III 石英-黄铁矿-方铅矿阶段; IV 方铅矿-石英-碳酸盐阶段. 各阶段矿化的主要特征见表 1.

根据表 1 可以看出各阶段矿物种类和数量随着成矿的演变, 各阶段矿物组分有如下规律:

表 1 主要矿物生成顺序表

矿化特征		矿化阶段				备注
		I	II	III	IV	
主要矿物	石英	[Graph showing high relative content in stages I, II, III, and IV]				表中宽度表示矿物相对含量, 对矿石矿物有所放大
	黄铁矿	[Graph showing high relative content in stages I and II]				
	闪锌矿	[Graph showing high relative content in stage II]				
	方铅矿	[Graph showing high relative content in stages II, III, and IV]				
	白云石	[Graph showing high relative content in stage IV]				
矿石结构		半自形-它形	自形-半自形-它形粒状	自形-半自形-它形粒状	半自形-它形粒状	
矿石构造		碎裂状	细脉状、浸染状、网脉状	细脉状、浸点状、块状	细脉状、角砾状	

1) 各阶段硫化物含量从少到多, 再到减少, 说明含矿热液中硫和金属矿物的浓度是不断变化的.

2) 石英和黄铁矿是各成矿阶段的普遍产物, 只是在数量上有一定差别. 石英第 III 阶段以充填贯

入的方式形成石英脉,构成细脉状、块状方铅矿石,矿体不连续,局部形成富矿段。

3)第Ⅱ阶段随着硫化物种类的增加,热液中矿物成分变多,使矿石组构更加复杂;在这一阶段形成以充填交代为主的含方铅矿构造破碎蚀变岩,常常形成网脉状,细脉状、浸染状块状方铅矿矿石。第Ⅱ阶段形成矿化相对较连续、均匀。

4)矿化阶段具有叠加性,有利于矿化富集的构造部位是多阶段矿化的叠加部位,矿体的空间分布范围一般受Ⅱ,Ⅲ阶段矿化分布范围制约。Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ阶段矿化广度增大部位,矿体变厚,矿石变富,矿化强度增大。

4 断裂构造控矿特征

在党扭含矿断裂中目前发现有友能、引略、顶优3个矿床(点),以及断裂北盘的多个矿化点,这些矿(化)床点均受北西向党扭断裂及次级北西向断裂控制。

4.1 矿体严格受断裂控制

友能铅锌矿床矿体严格受北西向断裂控制。断层破碎带上下盘主断层面很清晰(图7),矿体的产状、形态基本和断裂一致,矿化也限制在断裂带范围内。断裂构造控矿规律是重要的预测准则。



图中左边为断层角砾岩,右边为断层泥

图7 断层泥界线

4.2 断层泥特征

断层对矿体及品位的影响在区内前人还没有研究过,此段主要针对断层泥对矿体厚度及品位之间的关系进行分析,对这一问题的解决和研究,无疑对区内同类型成矿规律研究深化和预测找矿效果的提高具有重要意义。为此,重点解剖友能矿床7号勘探控制的矿体,笔者详细编录了勘探线上2个坑道、1个探槽、2个钻孔并进行取样分析(表2)。矿体中含方铅矿,闪锌矿甚微,针对这以问题,断层泥、矿体厚度及品位(图8和图9)之间的关系分析如下:

1)断层泥厚度与方铅矿品位呈正相关关系,随着断层泥变厚,矿石中方铅矿品位越高。

2)矿体厚度与方铅矿品位呈正相关关系,矿

体厚度越大,矿石中方铅矿含量越高。矿体在空间上具有膨大-缩小的特点。

3)矿体厚度与断层泥厚度呈正相关关系,断层泥越厚,矿体相应变厚;在断层泥薄或无的地方,断层破碎带中不含方铅矿。

4)这种断裂控制的矿床类型,在成矿过程中断层泥可能对含矿热液起阻隔或屏蔽作用,以至于矿体均产于断层泥之下(图10),矿体的厚薄-贫富取决于含矿热液就位的空间。

表2 断层泥-矿体-品位数据

工程编号	断层泥厚度/m	矿体厚度/m	Pb品位/%	备注
KD1	3.80	5.80	2.77	Pb品位为单工程平均品位,单样品最高可高达15.16%,6个工程共取样49件。
KD2	0.80	/	/	
KD3	4.20	6.00	3.44	
ZK701	1.50	1.09	0.52	
ZK702	2.10	2.92	2.05	
TC1	/	4.30	3.50	

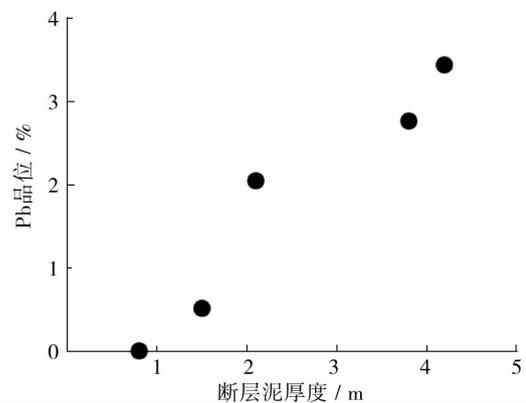


图8 断层泥-品位关系图

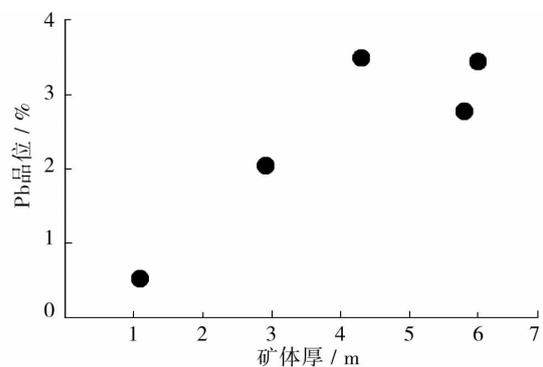
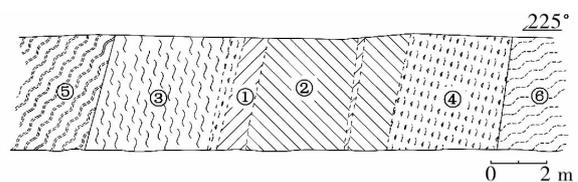


图9 矿体厚度-品位关系图



1-含硫化物石英脉型方铅矿;2-构造破碎蚀变岩型方铅矿;3-断层泥;4-弱硅化碎裂岩带;5-含炭质绢云母板岩;6-粉砂质绢云板岩

图10 KD3北西壁穿脉素描图(垂向放大)

4.3 断裂构造与成矿演化同步发生

友能铅锌矿床在成矿过程中断裂活动达 3 次以上,从成矿前到成矿期及成矿期后,断裂构造多次继承性活动,每次断裂构造活动均伴有不同期的蚀变发生和矿脉充填.控矿断裂构造活动和成矿过程继承性和叠加性特点,断裂活动的强度从早到晚强弱交替,早期的断裂构造格局决定了矿化的范围和规模,后期的多次叠加活动伴随着含矿热液决定了矿化的强度和矿化的不均匀性和矿化连续性.

5 矿化类型空间分布特征

通过对矿床 4 个中段进行系统的观测研究发现,矿化类型在垂向空间上具有较明显的规律性变化特征.在矿区内主要发育含硫化物石英脉型和构造破碎蚀变岩型 2 种类型的矿石.

研究区内 2 种类型矿化都是一定地质构造条件和物理化学环境下的产物.矿化类型分带特征主要表现为,在矿体(脉)的浅部和深部之间形成各种形态、产状和不同结构构造的矿化现象.根据矿床目前发现的一个矿体进行系统观察,按其矿体形态、矿石结构构造特征,矿体在空间上可分为 2 种类型:一是矿体(脉)主要以石英贯入充填的方式形成的含硫化物石英脉型方铅矿;二是以充填交代为主,形成细脉状、网脉状、浸染状构造破碎蚀变岩型方铅矿.矿体(脉)上部形成复合类型方铅矿石,下部则以构造破碎蚀变岩型方铅矿为主(图 11).

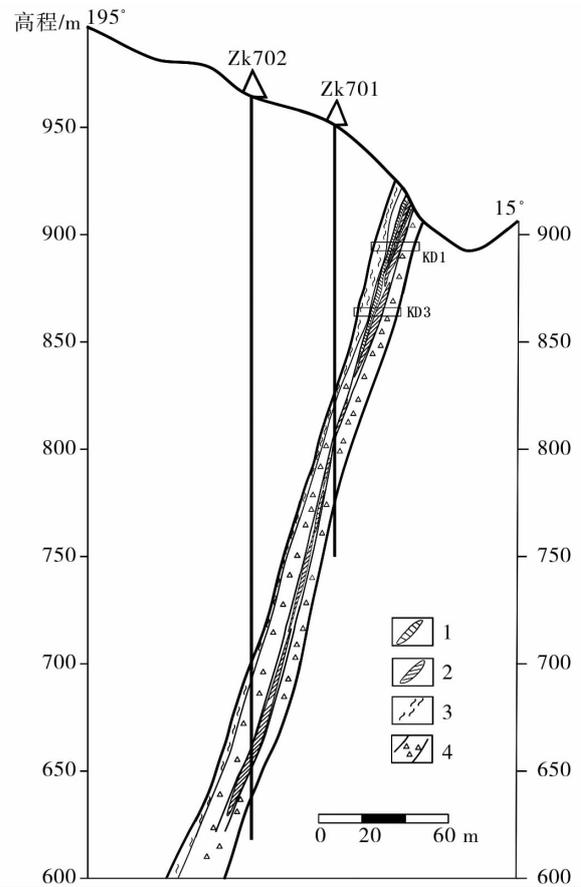
含硫化物石英脉型矿化形成于深度较浅,相对开放的酸性氧化环境下,矿化呈单脉或复脉状充填成矿.矿石是块状构造、细脉状.常见粗大的乳白色石英块体.方铅矿化不均匀,矿脉中常常局部形成富矿体,矿脉、矿体与围岩皆有清晰边界,并显示明显的膨涨狭缩特征;以细脉状、浸染状和网脉状形式出现的构造破碎蚀变岩型方铅矿化,成矿深度则相对较大,成矿构造破碎强烈,形成绿泥石化粉砂质板岩碎块,方铅矿沿碎块边缘和小裂隙发育.成矿环境为相对较封闭的中—碱性还原环境下,以充填交代方式形成的,其矿化过程可以看作是含矿热液沿碎裂颗粒或裂隙发生充填交代成矿,通常呈矿化蚀变岩形式产出,矿石多呈网脉状、浸染状构造,品位较稳定.

这 2 种矿化类型在成矿空间上共存于同一控矿断裂(党扭断裂)内的同一矿脉中,空间上无截然界线可分(图 11),大致分布特征是:

1) 含硫化物石英型,赋存标高大于 830 m,一般该类型矿化厚 0.3 ~ 1.4 m,单个矿脉沿走向长 10 ~

50 m,沿矿体侧伏方向长 30 ~ 80 m,矿化不连续.

2) 构造破碎蚀变岩型矿化赋存标高小于 830 m,一般该类矿体厚 1 ~ 5 m,单个矿脉沿走向长 30 ~ 80 m,沿矿体侧伏方向长 50 ~ 150 m,矿化较均匀,品位较稳定.



1 - 石英脉型矿脉; 2 - 构造破碎蚀变岩型矿脉;
3 - 断层泥; 4 - 断层破碎带

图 11 友能矿床 7 号勘探线剖面图

不同类型矿化同时出现在同一矿体(脉)中,较清楚地反映出 2 种主要矿化类型的垂向分带特征和 2 种矿化类型之间极为密切的内在成因联系.在矿体(脉)的纵、横剖面上,可以较清楚地看到,这种在不同标高,不同成矿构造部位上矿化性质、矿化特征的规律性变化.其大致趋势是:从上向下:矿化类型从以复合型矿化为主逐渐向以蚀变岩型矿化为主过渡,与此相对应的矿石类型亦从块状矿石为主向细脉、网脉状、浸染状矿石为主过渡.

6 矿化富集规律

1) 构造与矿化富集关系:含矿热液的运移、固结和沉淀需地质构造活动来提供通道和空间,故构造对矿床-矿体的空间展布特征起着主导的控制作用.矿体赋存于北西向压扭性断层破碎带中,近南北或北东向断裂为后期破坏性断裂.在成矿过程

中断层泥可能对含矿热液起隔挡或屏蔽作用,上盘断层泥厚度越大,矿体也相应较厚较富。

2)方铅矿的富集与矿石的矿物组合、结构构造、碎裂程度有关。初步总结规律是:矿石的矿物组合越复杂,矿石品位越高;含硫化物愈多,矿石越富;围岩角砾越碎及裂隙越发育,方铅矿含量越高。

3)由于矿化具有叠加性和继承性,有利于矿化富集的构造部位是多阶段矿化的叠加部位,矿体的空间分布范围一般受Ⅱ、Ⅲ阶段矿化分布范围制约。

4)2种矿化类型可产于同一矿体中,并严格受控矿断裂控制,但是矿体空间上具有明显是膨大狭缩的特征(图12),从7号勘探线4个中段探矿工程来看,在垂向上矿体厚度具有“R”型特征,随着深度的增加,矿体厚度不断变化,其大致趋势是:从907~800 m矿体厚度从薄到厚,最厚可达6 m,然后再逐步变薄;标高小于800 m地段,可以看出矿体厚度呈缓慢加厚。前面也说明品位与矿体厚度呈正比关系,可能预示深部沿矿体侧伏方向有富矿地段。

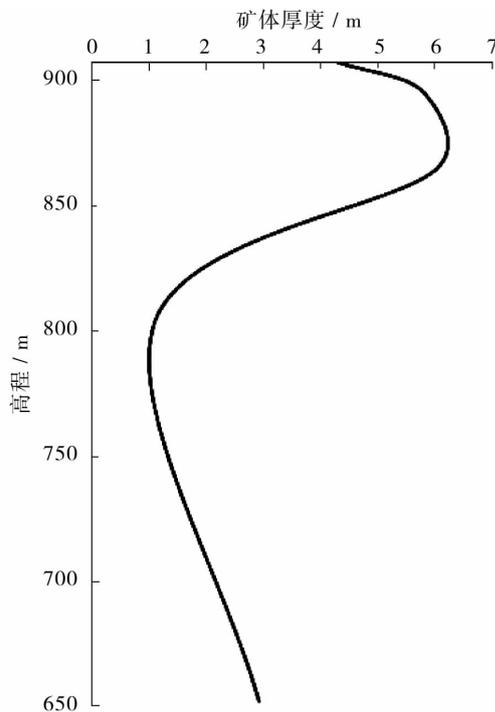


图12 友能铅锌矿矿体厚度垂向变化曲线图

7 结论

1)矿区内存在含硫化物石英脉型和构造破碎蚀变岩型2种矿化类型。这2种矿化类型在成因上是一致的。2种矿化类型可同时出现,但含硫化物石英脉型矿化赋存标高大于830 m。构造破碎蚀变岩型矿化存标高小于830 m。

2)区内存在4个矿化阶段,主要成矿在第Ⅱ、

Ⅲ阶段,同时Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ阶段叠加部位矿体变厚,矿石变富,矿化强度增大。

3)矿体严格受断层破碎带控制,而其矿体厚度-品位-断层泥三者之间存在正相关关系,富厚矿体均产于厚大断层泥之下。

4)矿体具有膨大狭缩的特征,上部矿体相对较厚较富,沿矿体侧伏方向有缓慢加厚趋势。

致谢:本文得到中国地质大学资源学院张均教授和贵州省地矿局102地质大队总工程师王劲松高级工程师的细心指导,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] Zhou J X, ang J S, Jin S R, et al. H-O-S-Cu-Pb isotopic constraints on the origin of the Nage Cu-Pb deposit, southeast Guizhou province, SW China [J]. *Acat Geologica Sinica (English Edition)*, 87:1334-1343.
- [2] 曾昭光,舒永宽,刘灵,等. 贵州1:50 000 宰便、高武区域地质调查报告[R]. 贵州省地质调查院,2003.
- [3] 孙士军. 黔桂边境地区摩天岭花岗岩体北缘成矿规律初步探讨[J]. *矿物学报*, 2007, 27(3):483-488.
- [4] 杜定全,刘志臣,孙士军,等. 黔东南地区金矿控矿构造的空间关系分析[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2010, 29(4):380-387.
- [5] 杨光忠. 黔东南韧性剪切带金矿分布规律与成矿模式[J]. *贵州地质*, 2005, 22(4):236-241.
- [6] 曾雯,周汉文,钟增球,等. 黔东南新元古代岩浆岩单颗粒锆石U-Pb年龄及其构造意义[J]. *地球化学*, 2005, 34(6):548-555.
- [7] 黄隆辉,胡廷辉,曾昭光,等. 贵州从江及毗邻地区岩浆岩形成时代探讨[J]. *贵州地质*, 2007, 24(2):122-129.
- [8] 王劲松,周家喜,杨德智,等. 黔东南宰便新元古代镁铁质岩地球化学[J]. *矿物学报*, 2010, 30(2):215-222.
- [9] 王劲松,周家喜,杨德智,等. 黔东南宰便辉绿岩锆石U-Pb年代学和地球化学研究[J]. *地质学报*, 2012, 86(3):460-469.
- [10] 曾昭光,刘灵,舒永宽,等. 贵州宰便-高武地区中新元古代火山岩的发现及其意义[J]. *贵州地质*, 2003, 20(3):135-138.
- [11] 孙载波,周家喜,杨德智,等. 黔东南从江地区岩浆岩、构造与多金属成矿关系[J]. *矿物学报*, 2009, 29(s1):472.
- [12] 周家喜,陈志明,王劲松,等. 黔东南从江隐伏似花岗岩斑岩的发现及其找矿意义[J]. *矿物学报*, 2011, 31(1):160.
- [13] 王敏. 岩矿鉴定报告[R]. 贵阳:贵州省地质调查院测试鉴定中心,2007.