地矿测绘
Geological and Mineral Surveying and Mapping
第 3 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2020 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

滇东北地区奥陶系地层铅锌矿床地质特征及成矿意义

陈俊华[1 2]　邓平[3]
1 云南省煤炭地质勘查院　2 云南煤层气资源勘查开发有限公司　3 彝良驰宏矿业有限公司
DOI:10.32629/gmsm.v3i3.673

[摘　要] 本文以发达铅锌矿床为例,研究滇东北地区奥陶系地层铅锌矿床地质特征、矿体形态、围岩蚀变、硫、铅同位素地球化学特征及矿床成因,并与滇东北地区典型铅锌矿床对比研究,认为发达铅锌矿床与本区典型铅锌矿床具明显相似性,为滇东北地区奥陶系地层成矿潜力分析提供有利依据。
[关键词] 发达铅锌矿床；成矿；奥陶系；滇东北

Study on the Geological characteristics and metallogenic significance of lead-zinc deposits in ordovician strata in northeastern Yunnan

Junhua Chen[1 2]　Ping Deng[3]
1 Yunnan provincial Coal geological exploration institute　2 Yunnan coalbed Methane Resources Exploration and Development Co.,Ltd,
3 Yiliang Chihong Mining Co.,Ltd,
[Abstract] On the basis of the FaDa lead-zinc deposit, this paper analyzes the deposit of geoloical characteristics, orebody morphology, wall rock alteration, sulfur and lead isotope geochemistry and the genesis of the lead-zinc deposits in the ordovician strata in northeastern Yunnan. and compared with the typical lead-zinc deposits in northeastern Yunnan, it is considered that the FaDa pb-zn deposits are similar to the typical pb-zn deposits in this area, which provides a favorable basis for the analysis of the metallogenic potential of ordovician strata in northeastern Yunnan.
[KeyWords] the FaDa lead-zinc deposit; Geological characteristics Ordovician strata; Zhaotong; Yunnan

滇东北铅锌矿集区是我国著名的川滇黔铅锌成矿带的重要组成部分,区内已发现的中大型铅锌(银)矿床均以不同地质时期的碳酸盐岩沉积岩为容矿围岩。据以往研究资料,本区出露规模以上铅锌矿床赋矿地层有:震旦系上统灯影组-寒武系下统的渔户村组(巧家县茂租铅锌矿床、永善县金沙厂铅锌矿床和会泽县五星厂铅锌矿床等)、泥盆系上统宰格组(彝良县毛坪铅锌矿床)、石炭系下统摆佐组(会泽县麒麟厂铅锌矿床和矿山厂铅锌矿床等)、二叠系下统茅口组(罗平县富乐厂铅锌矿床和会泽县大海铅锌矿床等)等[1-4],其赋矿地层时代跨越震旦系上统灯影组(Zz_2dn)至二叠系下统茅口组(P_2m),但却尚未揭露以奥陶系沉积岩为容矿围岩的规模铅锌矿体[5-8]。本文通过以滇东北地区昭通彝良县发达铅锌矿为例,在全面总结其矿床地质特征基础上,结合硫、铅同位素地球化学特征,为矿区矿床成因研究及本区奥陶系碳酸盐岩成矿研究提供参考。

1 成矿地质背景

本区大地构造位属扬子准地台(Ⅰ级单元)之滇东台褶带(Ⅱ级单元),其包括滇东北台褶束、会泽台褶束、曲靖台褶束3个Ⅲ级构造单元[9]。滇东台褶带以中元古代昆阳群地层为褶皱基底,虽历经多期次地质构造,但该区仍具长期坳陷的沉积特征,基底之上先后沉积了震旦系、古生界、中生界、新生界的巨厚地层,总厚超过1万米[9]。滇东台褶带构造变形特别发育,北东向构造遍布全区,与南北向、北西向构造共同奠定构造格局,现已探明的滇东北铅锌银矿床(点)明显受区域构造展布特征影响。

2 矿区地质特征

昭通彝良发达铅锌矿床位于滇东台褶带之滇东北台褶束的中北部,属川滇黔毗邻区成矿域之滇东北成矿带的中部地段。矿区出露地层主要有中奥陶统、中、上志留统及下、中泥盆统地层,其中,已发现的铅锌矿(化)体均产于中奥陶统大箐组(O_2d)白云岩、灰质白云岩中。

矿区内断层、褶皱均较发育,构造线以北西向为主,发育多组北西向断裂构造,并与北东向构造交叉,矿区主要褶皱为北西向波落沟背斜及龙头山次向斜,两者均呈宽缓对称,其中,波落沟背斜核部中奥陶统大箐组(O_2d)白云岩、灰质白云岩为工作区赋矿层位。

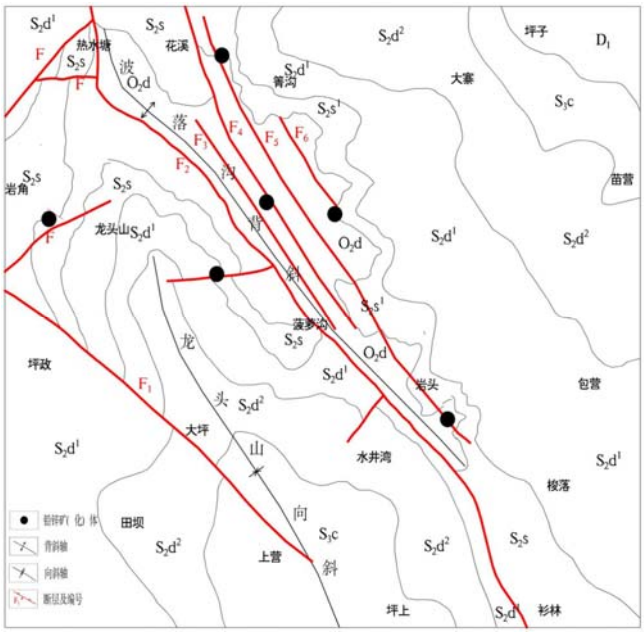

图3.1　发达铅锌矿区地质图

Fig.3　the geologic sketch map of the FaDa Pb-Zn ore-fiel

O_2d-中奥陶统大箐组　S_2s-中志留统嘶风崖组　S_2d-大路寨组　S_3c-上志留统菜地湾组　D_1-下泥盆统

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

3 研究区矿床地质特征

3.1矿体地质特征

(1)矿(化)体特征

当前已发现矿(化)体20余处,并探明初具规模V_1号矿体,均赋存于中奥陶统大箐组(O_2d)粗晶白云岩、蚀变白云岩中。矿(化)体展布受北西向断裂及层间断裂带控制明显,多呈网脉状、斑块状、散点状产出,局部呈致密团块状富集。其中以菠萝沟背斜西翼探获的V1号矿体为典型,该矿体走向北西—南东,长80-100米,倾向南西,矿体厚度3.3-8.5m,平均品位Pb+Zn>8%。该矿体以闪锌矿为主,见少量方铅矿,主要呈网脉状、斑块状产出。闪锌矿呈褐绿色网脉状、团块状,多被方解石、白云石胶结；方铅矿呈铅灰色,晶形较完整,可见斑晶及晶簇。矿体附近白云岩碳酸盐化强烈,重结晶特征明显,离矿(化)体越近,白云岩蚀变越强烈。多处见构造溶蚀白云岩角砾岩,裂隙面见方铅矿、黄铁矿充填。

(2)矿石结构构造

矿石结构主要为自形-半自形粒状结构、交代残余结构、镶嵌变晶结构。自形-半自形粒状结构在V1号矿体中普遍存在,主要表现为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿呈自形-半自形粒状结构集合体。交代残余结构主要表现为黄铁矿交代闪锌矿形成脉状及细脉状、斑点状黄铁矿,局部见闪锌矿残余特征。镶嵌变晶结构表现为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿交代白云石、方解石形成半自形-它形粗晶镶嵌特征。

矿石构造主要有脉状-网脉状构造、斑点-浸染状构造、角砾状构造。脉状-网脉状构造表现为方铅矿、闪锌矿等金属矿物沿断裂裂隙呈网脉状分布；斑点-浸染状构造多见方铅矿、闪锌矿、黄铁矿集合体呈星散状杂乱分布于脉石矿物中；角砾状构造可见早阶段闪锌矿、方铅矿碎裂成构造角砾被晚阶段黄铁矿胶结。

(3)矿物成分

矿石矿物成分主要为闪锌矿、方铅矿次之,其次为黄铁矿、褐铁矿。闪锌矿为褐绿色-浅红棕色,呈半自形-它形粒状充填于裂隙中。方铅矿呈自形-它形粒状与黄铁矿伴生产出。褐铁矿呈棕褐色残余粒状结构分布于氧化带中。

(4)围岩蚀变

围岩蚀变主要有白云石化、方解石化、黄铁矿化、重晶石化。矿区内矿(化)体附近白云石化、方解石化普遍发育,矿化围岩中可见白云石、方解石重结晶形成颗粒粗大的晶体,以细脉及团块的形式沿裂隙及晶洞产出。黄铁矿化为矿区重要找矿标志,主要表现为黄铁矿呈浸染状、细脉状、斑点状与方铅矿、闪锌矿伴生。重晶石常以团块状、脉状沿白云岩裂隙面产出。总体上,越靠近矿体,围岩蚀变越强烈。

3.2矿床地球化学特征

(1)硫同位素地球化学特征

彝良发达铅锌矿的硫同位素组成详见表1,从表1中可以看出,矿区矿体三种主要金属硫化物的δ34S均为正值,范围在6.49‰～18.86‰之间,平均值13.69‰,极差12.37‰。硫同位素组成具富重硫特征,硫来源应为海水硫酸盐[10-13]。

表 1　彝良发达铅锌矿床硫同位素组成分析结果表

Table 1 sulfur isotopic compositions in the FaDa Pb-Zn deposit

矿物名称(件数)	Δ^{34}S V-CDT(‰)					均值
闪锌矿(5)	11.32	8.49	10.34	16.53	15.64	12.46
方铅矿(5)	7.86	8.56	6.49	14.43	9.13	9.29
黄铁矿(3)	18.86	22.35	16.79			19.33

据张理刚研究认为：层控矿床δ^{34}S(‰)介于18‰～25‰之间,相当于含矿溶液的硫来源于海水,而断裂系矿床δ^{34}S(‰)为2.75‰～14.84‰[3]。研究区闪锌矿、方铅矿δ^{34}S(‰)介于6.49‰～16.53‰之间,说明其形成受断裂控制影响明显,但与其伴生的黄铁矿δ^{34}S(‰)介于16.79‰～22.35‰之间,指示矿床形成后受到多期次的叠加改造作用。

(2)铅同位素地球化学特征

研究区矿石矿物铅同位素见表2,从表中可以看出,$^{206}Pb/^{204}Pb$比值介于18.532-18.774,均值为18.654,极差为0.242；$^{207}Pb/^{204}Pb$比值范围为15.594-15.741,均值为15.699,极差为0.147；而$^{208}Pb/^{204}Pb$比值为38.845～39.121,均值为38.994,极差0.276。矿区方铅矿、闪锌矿两种矿物的铅同位素组成差异均较小且极差均小于1,导致极差偏小的原因一方面可能是样品采集较为集中,但也说明铅来源比较稳定。

据相关研究表明,铅同位素μ值的变化能反映铅的来源。本文采用Stacey(1975)提出幔源铅μ值介于7～8,壳源铅μ＞9.0的划分方案[18],研究区铅的μ值介于9.42～9.69之间,且相对集中,表明为壳源。

表2　彝良发达铅锌矿床铅同位素组成分析结果表

Table 2　Lead isotopic compositions in the FaDa Pb-Zn deposit

矿物名称(件数)	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	μ值
方铅矿(5)	18.532-18.774	15.594-15.734	38.942-39.044	9.42-9.62
闪锌矿(5)	18.609-18.713	15.693-15.741	38.845-39.121	9.51-9.69
均值	18.654	15.699	38.994	9.55

为研究铅成因构造环境,将上述铅同位素数据投在Zartman和Doe(1981)的铅构造环境模式演化图上,投影点除一点落在造山带线附近外,其余均集中于上地壳线附近(图2),其投影结果显示矿区铅主要来源于上地壳,也可能存在少量造山带铅。

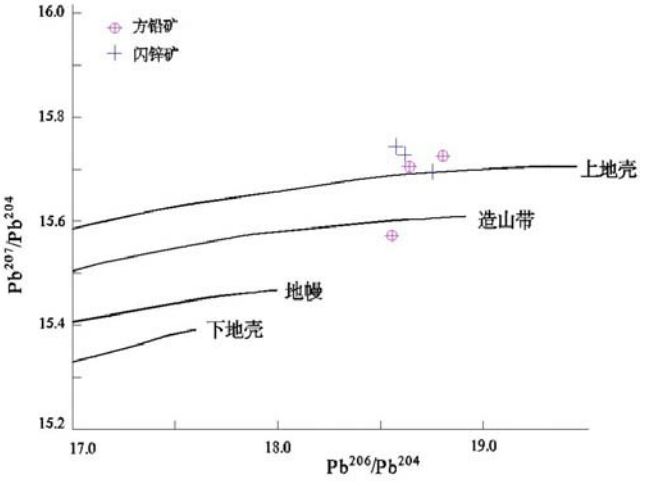

图2 发达铅锌矿床铅同位素组成构造模式环境图

(据Zartman-Doe,1981)

Fig.2　Lead isotopic composition diagram of the FaDa Pb-Zn deposit

(based on Zarman-Doe,1981)

3.3矿床成因

发达铅锌矿床形成受北西向构造控制明显,且主要产于波落沟背斜两翼中奥陶统大箐组(O2b)中-粗晶白云岩中,铅锌矿(化)体沿褶皱、断裂形成破碎带展布,具明显的充填交代特征及成矿后多期次叠加改造作用。

印支晚期区域性近东西向的挤压应力,是形成北西西向容矿空间的主要动力。在研究区表现为形成了褶皱、断裂破碎带和层间破碎带等有利容

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

矿空间,源自深部结晶基底铅锌成矿流体沿裂隙通道运移至中奥陶统大箐组(O_2d)白云岩地层的容矿空间内,以中、上志留系砂泥页岩为物理、化学障,随着物化条件改变,成矿流体与围岩发生反应形成蚀变、矿化,在有利部位沉淀富集形成矿(化)体。

研究认为,区内矿床为受构造-地层-岩相控制的中低温热液矿床。

4 与滇东北地区典型矿床对比

发达铅锌矿床与滇东北地区典型铅锌矿床对比见表3,从表中可以看出,滇东北地区已具规模铅锌矿床赋矿围岩主要为二叠系、石炭系、泥盆系、寒武系,且岩性均为碳酸盐沉积岩,矿体围岩蚀变及产出形态类似,硫、铅同位素显示了滇东北地区具大规模一次性成矿事件的可能性。发达铅锌矿产于中奥陶统碳酸盐沉积岩,从赋矿围岩、矿体形态及围岩蚀变、构造控矿、硫、铅同位素等方面均与本区典型铅锌矿床具高度一致性。

表3　彝良发达铅锌矿床与滇东北地区典型铅锌矿床对比

Table 3　Comparison between the FaDa Pb-Zn deposit and typical Pb-Zn deposit in northeast Yunnan

矿床名称	时代地层	围岩	矿体形态	硫同位素特征	铅同位素
罗平富乐厂	下二叠统茅口组	斑块状白云质灰岩、白云岩	沿层透镜状或扁豆体、脉状	$\delta^{34}S$ 值主要集中于13‰~14‰,硫主要来自海相硫酸盐[17]。	μ值介于9.34～9.69之间,铅主要来源沉积盖层[17]。
会泽铅锌矿	下石炭统摆佐组	灰岩、鲕状灰岩夹白云岩	沿层分布的似层状、透镜状、扁柱状	$\delta^{34}S$(‰)介于10.9‰～17.4‰,来自海水硫酸盐[16]。	μ值介于9.13～10.56之间,主要为壳源,少量幔源混杂[14]。
毛坪铅锌矿	上泥盆统宰格组	灰白色中-粗晶白云岩	沿层分布的扁豆状、扁柱状	均为正值,$\delta^{34}S$(‰)介于7.96‰～24.10‰,来自海相硫酸盐[16]。	铅来源比较稳定,μ值介于9.07～9.81之间,表明为壳源[16]。
巧家茂租	下寒武统渔户村组	泥质粉晶白云岩	沿层分布的似层状透镜状矿体	均为正值,$\delta^{34}S$(‰)介于13.35‰～15.37‰,为海相硫酸盐[15]。	铅同位素组成比较复杂,μ值介于9.22～12.19之间,幔源与壳源混杂[15]。
发达铅锌矿	中奥陶统大箐组	白云质灰岩、白云岩	沿层分布的网脉状、小透镜状矿体	均为正值,$\delta^{34}S$(‰)介于6.49‰～18.86‰,具富重硫特征,为海水硫酸盐。	铅同位素组成比较稳定,μ值介于9.42～9.69之间,以壳源为主,少量幔源混杂。

5 结论

发达铅锌矿床赋存于中奥陶统大箐组碳酸盐岩,矿床形成受构造-地层-岩相控制,各矿(化)体均产于中奥陶统大箐组(02d)白云岩地层中,其产出的大地构造背景、围岩岩性及蚀变、矿床地质及矿体形态特征、硫、铅同位素组成及地球化学性质等均与滇东北地区典型的铅锌矿床具有明显的相似性,发达铅锌矿床的研究为滇东北地区奥陶系地层赋矿可能及成矿潜力研究具重要参考意义。

[参考文献]

[1]昆明理工大学.昭通彝良花园—花溪地区铅锌矿产资源调查与潜力评价报告[R],2010.

[2]柳贺昌,林开达.滇东北铅锌银矿床规律研究[M].昆明:云南大学出版社,1999:129-131.

[3]张理刚.稳定同位素在地质科学中的应用[M].西安:陕西科学出版社,1983:121-248.

[4]魏菊英,王关玉.同位素地球化学[M].北京:地质出版社,1988.

[5]郑淑慧,郑斯成,莫志超.稳定同位素地球化学分析[M].北京大学出版社,1986.

[6]陈世杰.黔西滇东北铅锌矿床的成因探讨[J].贵州地质,1986,3(3):212-215.

[7]陈骏,王鹤年.地球化学[M].北京:科学出版社,2004:116-117.

[8]云南冶金资源股份有限公司.云南省彝良县龙头山铅锌矿详查阶段性报告[R],2016.

[9]张志斌,李朝阳,涂光炽,等.川、滇、黔接壤地区铅锌矿床产出的大地构造演化背景及成矿作用[J].大地构造与成矿学,2006,(03):343-354.

[10]陈毓蔚,毛存孝,朱炳泉.我国显生代金属矿床铅同位素组成特征及其成因探讨[J].地球化学,1980,(3):215-229.

[11]Ohmoto H.Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits[J].Econ.geo1.1972:551-578.

[12]Ohmoto H. Stable isotope geochemistry of ore deposits[J].Rev. Miner,1986:491-559.

[13]刘建明,刘家军.滇黔桂金三角区微细浸染型金矿床的盆地流体成因模式[J].矿物学报,1997,17(4):448-456.

[14]李家盛,李采一,崔银亮,等.云南会泽铅锌矿喷流沉积成因研究[J].云南地质,2005,(03):254-263.

[15]周家喜,黄智龙,高建国,等.滇东北茂租大型铅锌矿床成矿物质来源及成矿机制[J].矿物岩石,2012,32(03):62-69.

[16]杨光树,温汉捷,胡瑞忠,等.会泽、毛坪铅锌矿床与典型MVT铅锌矿床[J].矿物学报,2011,31(S1):228-230.

[17]俞文萍.滇东北富乐厂铅锌矿床锗、银的赋存规律与矿物地球化学研究[D].昆明理工大学,2015.

[18]赵伦山,张本伦.地球化学[M].北京:地质出版社,1987.

作者简介：

陈俊华(1986--),男,云南玉溪人,汉族,硕士研究生,矿产普查与勘探专业,地质工程师,现从事矿产地质及油气地质勘探。

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.