

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2017.04.03

引用格式: 付胜云,陈剑锋,李湘玉.湖南省汞矿成矿规律[J].中国地质调查,2017,4(4):17-25.

湖南省汞矿成矿规律

付胜云,陈剑锋,李湘玉

(湖南省地质调查院,长沙 410116)

摘要:汞是湖南省的优势矿种之一。在当前国内汞矿供应紧张的形势下,研究省内汞矿找矿方向对推动省内汞矿的找矿勘查具有一定的社会意义和经济意义。介绍了湖南省汞矿的基本地质特征及类型,并结合大量的实际地质资料,对湖南省汞矿的成矿控制因素进行了综合分析,结合近年潜力评价提供的汞元素地球化学分布资料,初步提出了湖南省汞矿成矿规律及找矿方向:湖南省汞矿在时间上主要形成于燕山期,最重要的赋矿地层是寒武系和泥盆系;在空间上集中分布在湘西汞矿带,其次分布在湘东成矿带,地层、构造、岩浆岩及地球化学异常等共同决定汞矿床的定位。

关键词:汞矿;基本特征;控矿条件;成矿规律;湖南省

中图分类号: P618.68; P612

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2017)04-0017-09

0 引言

湖南省汞矿的发现集中在湘西地区,前人对湘西汞矿进行了一定的勘查、开采和研究,取得了一些成果认识^[1-29],但缺少综合性研究成果,对成矿规律的认识比较肤浅、片面。本文根据“湖南省矿产地质与区域成矿规律综合研究”项目的需要,通过内部查询湖南有代表性的汞矿地质普查-勘探报告、论文专著资料^[1-27]以及近年潜力评价及成矿预测等资料^[28-29]的基础上,结合长期野外找矿实践经验及近期野外调研,根据湖南汞元素化探异常及汞矿床分布特点,圈定了湘西和湘东2个汞成矿带,拓展了湖南汞矿找矿范围,并对湖南汞矿成矿规律的新认识进行阐述。

1 成矿地质背景

湖南省地跨扬子和华夏古陆块,武陵运动是

其拼合碰撞的结果。扬子被动陆缘演化至中志留世加里东运动的发生而结束,加里东运动使华夏、扬子陆块最终拼合形成统一大陆板块,陆间盆地闭合成为陆表海环境。自晚古生代始,湖南省境内主要是板块内部构造演化,构造变形以分层逆掩、推覆为特色。湖南省所经历的构造运动主要有武陵运动、雪峰运动、加里东运动、印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动等^[1]。区内隆起和拗陷相间出现,深大断裂发育,纵横交错,以NE向为主,其次为近EW向和NW向,与成矿关系密切的深大断裂主要有:花垣-慈利断裂带、常德-安仁构造带和邵阳-郴州断裂带。

岩浆活动主要分布在基底隆起带,以重熔型花岗岩为主体,燕山期花岗岩类最发育。湖南省侵入岩发育,与汞、锑矿有关的岩体主要是印支期-燕山期花岗岩,即三叠纪-侏罗纪-白垩纪花岗岩;酸性-中酸性斑岩脉(体),包括花岗闪长斑岩、花岗斑岩、石英斑岩等岩类,分布广泛且与成矿关系密切。

湖南省地层发育较齐全,自中元古界至第四系均有出露。

收稿日期: 2016-05-30; 修订日期: 2016-10-21。

基金项目: 中国地质调查局“中国矿产地质与成矿规律综合集成和服务(矿产地质志)(编号: DD20160346)”项目资助。

第一作者简介: 付胜云(1965—),男,高级工程师,主要从事矿产勘查、湖南省矿产地质与区域成矿规律综合研究等工作。

万方数据 741212046@qq.com。

2 矿床类型、成矿地质条件及空间分布特征

2.1 矿床类型

前人对湖南省汞矿投入过许多勘查及研究

工作^[2-6]。笔者划分的湖南汞矿工业类型见表1,成因类型见表2。

矿石类型以单汞矿石为主,包括碳酸盐岩单汞矿石、角砾岩单汞矿石;另有汞锑、汞锌、汞金矿石。非金属矿物以石英、白云石、方解石最常见,与矿化关系密切的围岩蚀变有硅化、碳酸盐化和中等角砾化。

表1 湖南省汞矿床工业类型

Tab.1 Industrial types of mercury deposits in Hunan Province

矿床类型	地质特征	成矿时代	矿体形态及规模	矿石类型及结构构造	主要金属矿物	重要性
层状汞矿	常产于背斜构造内的碳酸盐岩层中,常见断层破碎带和层间破碎带	新生代—中生代	层状、似层状和透镜状,可形成大、中型矿床	汞硫化物矿或锑汞硫化物矿;浸染状、细脉浸染状	辰砂、辉锑矿,伴生锑黑辰砂、碲汞矿,时有自然汞,其他有黄铁矿、白铁矿、毒砂及铜、铅、锌硫化物	主要
脉状汞矿	产于各种岩石的断裂中,具滑石菱镁片岩化,少数碳酸盐化和泥化	新生代—中生代	脉状,一般只形成小型矿床	汞硫化物矿;浸染状,细脉浸染状	辰砂,伴生少量辉锑矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉铋矿、雄黄、黄铁矿	次要

表2 湖南省汞矿床主要成因类型

Tab.2 Main genetic types of mercury deposits in Hunan Province

矿床成因类型	产出层位	矿体形态及规模	主要金属矿物	矿石类型及构造	主要分布区	成矿时代	重要性	实例		
									一级	二级
内生矿床	成因不明矿床	浅成中—低温热液型矿床(层控型)	常产于背斜构造内的碳酸盐岩层中,常见断层破碎带和层间破碎带	层状、透镜状,可形成大、中型矿床	辰砂、辉锑矿,伴生锑黑辰砂、碲汞矿,时有自然汞,其他有黄铁矿、白铁矿、毒砂及铜、铅、锌硫化物	汞硫化物矿石或锑汞硫化物矿石;浸染状、细脉状构造	湘西	新生代—中生代	重要	茶田
	成因不明矿床	浅成中—低温热液型矿床(交错脉型)	产于各种岩石的断裂中,具滑石菱镁片岩化,少数碳酸盐化和泥化	脉状,一般只形成小型矿床	辰砂,伴生少量辉锑矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉铋矿、雄黄、黄铁矿	汞硫化物矿石;浸染状,细脉状构造	湘东	新生代—中生代	次要	石峡
外生矿床	沉积作用矿床	砂矿型矿床	第四系残坡积物为主	似层状,一般只形成小型矿床	同原生矿床	砂矿;砂状构造	湘西、湘东	第四系	偶见	

2.2 成矿地质条件及空间分布特征

矿区各矿床地质及空间分布特征,以凤凰县茶田汞矿区为例说明。

该区地层有下寒武统清虚洞组、中寒武统敖溪组、高台组(花桥组)及上寒武统车夫组(图1)。矿床产于盆地边缘斜坡相带。

清虚洞组、敖溪组2个赋矿地层自下而上分述如下:

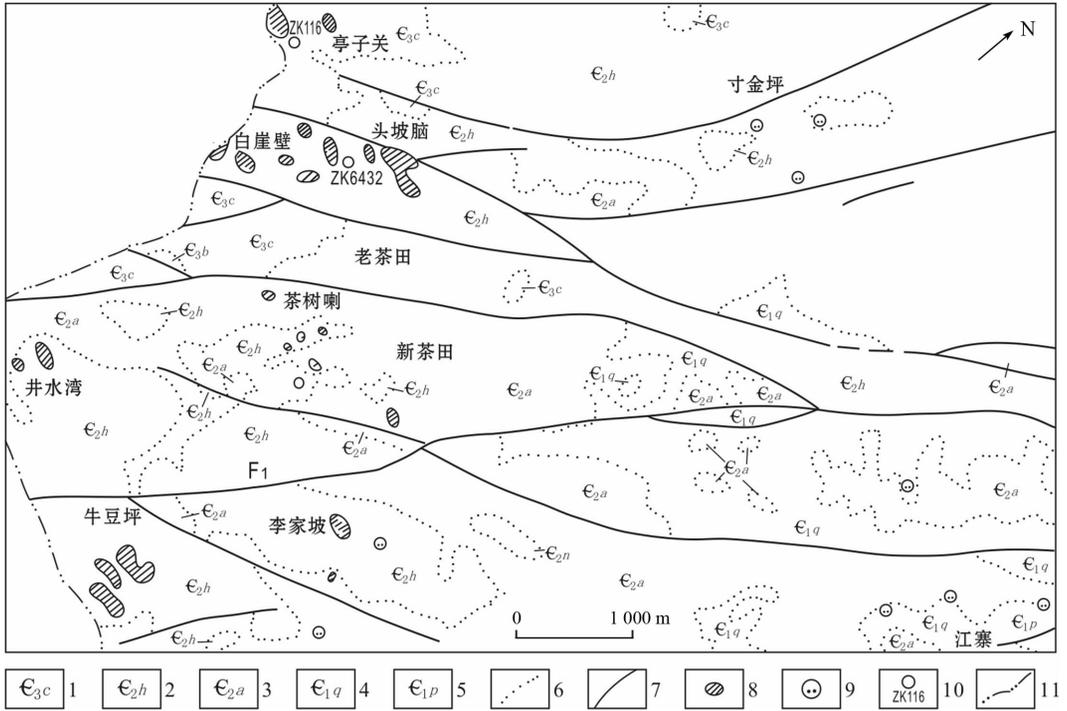
(1)下寒武统清虚洞组(C_1q^2)。主要为白云质灰岩,夹数层泥质白云岩及薄层含泥白云质条带灰

岩,含矿部位2~3个,是区内次要的汞矿容矿层。

(2)中寒武统敖溪组(C_2a)。该组总厚240~260 m,分为3段。

第一段(C_2a^1)主要岩性为黑色水云母页岩、含铁质(碳质)粉砂质(黏土质)页岩,含断线状、星点状黄铁矿及硅质海绵骨针。 K_2O 含量普遍在6%~8%之间,厚20~39 m,是本区矿液的遮挡层。

第二段(C_2a^2)以灰—深灰色纹层状泥质白云岩为主,夹白云质灰岩及灰岩,含线状黄铁矿,发育有滑动角砾(云)岩,厚80~120 m。



1. 上寒武统车夫组; 2. 中寒武统花桥组; 3. 中寒武统敖溪组; 4. 下寒武统清虚洞组; 5. 下寒武统杷榔组;
6. 地质界线; 7. 断层; 8. 含矿体; 9. 汞矿化点; 10. 钻孔及编号; 11. 省界

图1 凤凰县茶田汞矿区地质图

Fig. 1 Geological map of mercury mine in Fenghuang County

第三段(ϵ_2^a)由纹层状和条带—纹层状粉晶云岩夹1~4层含泥质白云岩组成。含矿部位2~4个,厚55~180m不等,分2个亚段。

下亚段($\epsilon_2^{a^{-1}}$):纹层状和条带—纹层状粉晶云岩,矿带偏东部相变为纹层状白云质灰岩和条带—纹层状灰岩,厚60~80m。

上亚段($\epsilon_2^{a^{-2}}$):底部有一层厚0~10m不等的浊积砾屑云岩;其上还有一层深灰色滑动角砾岩,厚数米;再上以弯曲纹层状粉晶云岩为主,常见小型包卷层理,夹有滑动角砾云岩或浊积砾屑云岩。该亚段在矿带东部出现较多泥灰岩。是区内主要的汞矿容矿层,厚70~100m。

茶田汞矿田位于铜(仁)凤(凰)汞矿带中段,NNE向保(靖)—铜(仁)—玉(屏)大断裂是控制铜凤汞矿带的主要构造因素。

矿区属NW向Ⅱ级复背斜——茶田复背斜的范围。该背斜由茶田向NW延至庙坟堂,向SE延至李家坡,长7km左右,幅宽4km,轴向310°左
万方数据

右,两翼倾角10°~15°。因受NE向断层的切割和后期褶皱构造的叠加,有些地段显得形态不清。

该背斜由若干次一级的Ⅲ级背斜和向斜构成,Ⅲ级NW向复式褶皱其下又可划分出若干Ⅳ级褶皱。

轴向NE30°~40°的褶皱构造控制矿田,主要控制着汞矿化带分布的方向,其中轴向NW290°~310°又呈NNE向平行排列的叠加褶皱构造,特别是背斜构造则是汞矿的主要赋存空间,它决定了本区汞矿的含矿带和矿体的布局。

控矿断裂分2组:NNE向断裂是矿区内最发育的一组断裂,为导矿或容矿构造;NW向张扭性断裂裂隙和“层间”破碎带,它们一般不穿过盖层,容矿层中还发育层间破碎角砾化带,常与背斜轴吻合。这2种构造是汞矿的最具体的容矿空间。

茶田汞矿区共划分出10个矿床,各矿床地质特征如表3所列。矿石类型为单汞矿石(辰砂),不分品级。

表3 凤凰县茶田汞矿区特征

Tab.3 Characteristics of the mercury deposits in Chatian of Fenghuang County

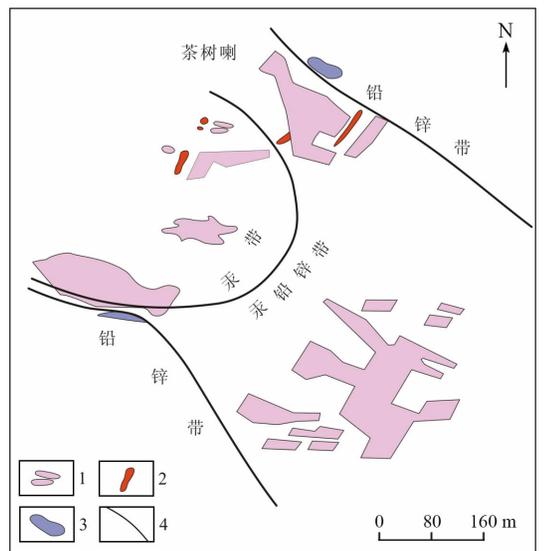
序号	矿产地名称	主要地质特征及控矿因素
1	凤凰县茶田矿区茶树喇矿段(主要矿产)	矿化带、矿带、矿体分别受不同级别的褶皱控制,含矿体内辰砂的富集往往受角砾岩化控制,并呈带状出现,沿水平、垂直方向常呈巢状、树枝状及不规则几何体,分支复合现象明显。矿段平均含矿系数0.88。矿化产于中寒武统敖溪组上部灰色薄—中层中细粒结晶白云岩中
2	凤凰县茶田矿区牛豆坪矿段(单一矿产)	矿段位于茶田矿田的南西端,为凤凰—新晃县背斜NW翼中部之一的横向褶皱带,为NW向复式背斜,矿化带受NW向复式背斜控制,产于中寒武统敖溪组上部白云岩中。汞锌有分带现象。围岩蚀变有角砾岩化、白云岩化、硅化、褪色化、重结晶化、黄铁矿化。工业类型属万山型层带状矿床。矿石以镶嵌结构为主,浸染状、角砾状构造为主。属低温热液充填型矿床
3	凤凰县茶田矿区李家坡矿段(单一矿产)	矿化受李家坡复式背斜控制,主要受背斜褶曲所形成的层间角砾岩化带的控制。产于中寒武统敖溪组上部灰色、灰白色中粒结晶白云岩中。以浸染状、角砾状构造为主。围岩蚀变主要有角砾化、褪色化和硅化
4	凤凰县茶田矿区江寨矿段(单一矿产)	矿化产于下寒武统清虚洞组结晶白云岩中,矿体呈雁行状顺层分布,金属矿物为辰砂、黄铜矿、黄铁矿、辉锑矿。围岩蚀变有角砾岩化、白云岩化、硅化、褪色化和重结晶化
5	凤凰县茶田矿区井水湾矿段(单一矿产)	矿体出露地表,受一定层位控制,有用矿物为辰砂
6	凤凰县茶田矿区寸金坪矿段(单一矿产)	NE向断层发育,由于断裂切割,将本矿段的矿化带划分为3个矿段。矿化产于中寒武统敖溪组顶部中细粒白云岩夹层纹状白云岩中。围岩蚀变有重结晶、硅化、角砾岩化、褪色化
7	凤凰县茶田矿区白崖壁矿段(单一矿产)	位于NE向马仙溪断层NW侧,地表为一个NE向倾伏背斜,地表出露中寒武统花桥组,含矿围岩为中寒武统敖溪组上部浅灰色结晶白云岩,矿体均为盲矿体,均呈透镜体状沿NW延伸,产状很平缓,主要受含矿白云岩层中角砾化破碎带的控制,一种是沿层的,一种近于垂直层面的,两者同时存在的地段,工业矿体呈网格状和不规则状产出。矿石呈浸染状、粒状、细脉状、晶洞状及皮膜状构造。为低温热液型矿床
8	凤凰县茶田矿区亭子关矿段(单一矿产)	似层状矿体,矿段内主要为单一的汞矿床,个别地段尚伴生有闪锌矿体,它们在空间上呈带状出现,其产出部位受NW向褶皱构造的控制,辰砂通常富集于中等强度的角砾化带中
9	凤凰县茶田矿区头坡脑矿段(主要矿产)	似层状矿体,与锌共生
10	凤凰县茶田矿区茶田矿段(单一矿产)	不规则矿体

矿体的空间分布有如下层位、构造空间等方面的规律。

(1)层位上,含矿体毫无例外地都分布于 E_2a^{3-2} 中,单个含矿体的产状,多以小于 10° 的倾角整合于容矿层内,长轴沿NW 310° 方向延伸。一般以 E_2a^{3-2} 顶界为0向下计算,产于 $[0,20)$ m范围的含矿体叫上部位矿;产于 $[20,40)$ m范围内的矿叫中部位矿;产于40 m及以下的含矿体叫下部位矿。据统计,特大型和大型含矿体都是下一中部位矿,而下部位的矿占整个矿床总储量的80%以上。

(2)构造空间上,含矿体的密集分布地段与NW向Ⅲ级复背斜的空间位置是一致的,汞含矿体主要沿背斜轴部附近分布。更具体的控矿空间,则是容矿层中的层间角砾化带和层间破碎带,前者被含矿脉石紧密胶结,而后者被含矿脉石穿插形成网脉状。

矿区自西往东分布有NE向的汞带1条,NE向的汞铅锌矿带数条(图2)。



1. 汞矿化体; 2. 汞矿体; 3. 铅锌矿体; 4. 矿带分界线

图2 凤凰茶田矿区汞锌分带示意图

Fig.2 Schematic diagram of mercury and zinc zonation in the mining area in Chatian of Fenghuang Country

汞带位于矿区的西侧,矿体赋存于中寒武统敖溪组上段细—粉晶白云岩内似层状层间破碎角砾岩化、网状方解石脉的蚀变体内(层间破碎带内),并严格受其控制;汞铅锌矿带位于矿区的中部及东侧,赋矿层位为中寒武统敖溪组上段细—粉晶白云岩和下寒武系统清虚洞组灰岩。

闪锌矿一般呈疏密不等的浸染状,广布于容矿层中,故常出现强弱程度不同的闪锌矿化。闪锌矿通常作为次要有用的组分赋存于各矿段的汞矿体内,而无闪锌矿伴生的汞矿体是极为罕见的,往往只是闪锌矿未聚集成独立的矿体而已。

平面上,通常是汞带居中,锌带在汞带边缘的两侧,二者之间有1个过渡带,即汞锌混合带。汞带主要产汞矿石或汞矿化,闪锌矿所见甚微,甚至未见闪锌矿;汞锌带为汞锌混合矿石或矿化;锌带则形成锌矿石或锌闪锌矿化,辰砂罕见。垂向上,汞锌混合带内的闪锌矿化主要发育在汞矿体之上或下2个部位,其规律是:若汞矿体在容矿层中产出的部位较低时,矿多集中在汞矿体的上部,反之,闪锌矿则主要集中在汞矿体的下部。前者实例如头坡脑、白崖壁等矿段,后者如牛豆坪、寸金坪等矿段。

3 湖南省汞矿成矿规律

3.1 主要控矿因素

3.1.1 构造控矿

构造对汞矿的控制作用有3个方面:一是区域性深大断裂的导矿作用,使深循环的复杂热卤水沿其运移、加热并溶滤、萃取富汞建造中的矿质,为“重直浓集”形成的成矿溶液提供了导矿途径;二是NW向至近EW向横跨褶皱与NE向低级序断裂的聚矿作用,即成矿溶液沿导矿断裂上来后,进入储矿构造空间沉淀成矿;三是构造应力场对矿源物质,起活化转移—沉淀成矿的作用,控制着矿体的形成、展布及规模,矿体形成于应力场叠加、构造出现张性改造易形成容矿空间的部位。自然界中的成矿作用与成矿场既可发生和存在于高应变带内,主要由构造动力破坏形成的断层带、破碎带及张开的破裂空间中,也可发生和存在于低应变带内,即构造透镜体中由液压致裂形成的角砾岩、大小不一的张性破裂空间中。

(1)断裂与成矿的关系。深源汞上升成矿,可分为隐蔽型和开放型2类^[3]。隐蔽型(以火山气液型为主)系指附近曾有火成岩活动,汞以气态、液态

沿深断裂上升,至地壳浅部,在封闭良好的宽缓背斜中形成高温、高压汞气团,然后通过容矿构造等有关的成矿作用,形成脉状矿体和层状或似层状矿床;或汞气上升至浅部,汞质被有机质黑层吸附截留,形成类似沉积的矿源层,这种矿源层一般品位不富,但经过后期改造作用亦可形成工业矿床。开放型(以沉积改造或再造型为主)系指汞气、液沿海底或大陆深断裂上升,在其逸出岩石圈后,形成矿源层,经再造而形成的矿床^[3]。此外,矿床所处的构造位置与主干导矿断裂距离近,则热液蚀变及矿化强度增强、放射成因铅含量增高,辰砂粒度小。

(2)褶皱与成矿的关系。汞矿体的产出,具体受褶皱构造控制,其控矿机理主要为汞矿化富集提供有利的空间条件,所以,富矿体通常都产在形态复杂的IV、V级小褶皱内。

3.1.2 地层及岩相古地理控矿

湖南层控汞矿及其矿化具有多层位,从下震旦统到中、新生界地层几乎均有不同程度的矿化,但最重要的层位是寒武系和泥盆系地层。

湘西地区,中寒武统敖溪组及下寒武统清虚洞组既是汞矿的容矿层,也是汞矿的矿源层,汞的成矿流体是一种以地下水为主、包括油气在内的混合热液,成矿作用是在低温低压高盐度的还原环境中进行的,属于沉积成岩—地下水热液的成因类型。湘西的汞矿严格控制在 $\epsilon_2 a^{3-2}$ 及 $\epsilon_2 a^{5-7}$ 层的“角砾化”带内,该沉积层孔隙度和渗透性高,大型同生滑塌变形构造发育,上覆花桥组地层含泥质高而孔隙度和渗透性低,对成矿起遮挡作用,具有众多有利的成矿条件。

斜坡相控矿的实质:中寒武世碳酸盐岩台地前缘斜坡相古地理环境,发育水下滑坡作用,导致 $\epsilon_2 a^{3-2}$ 及 $\epsilon_2 a^{5-7}$ 层内大型同生滑塌变形构造的形成,才具备形成较大的“角砾化”带的条件,“角砾化”带控制汞矿的分布^[4]。

3.1.3 特征性围岩蚀变的成矿专属性

湘西汞矿床的围岩蚀变主要有硅化、白云石化和角砾化,其次是重晶石化、沥青化、黄铁矿化、方解石化及褪色重结晶作用。

硅化表现了与汞矿的“专属性”,硅化与汞矿化紧密共生,一般硅化蚀变范围总大于汞矿化体。

角砾化、白云石化与成矿关系也密切。角砾化带动力学成因既不是重力滑塌也不是断层破碎,而是高孔隙岩层内异常流体高压所导致的水压破裂作用所致^[5],常形成“角砾状”矿石^[5]。

沥青化亦与成矿关系密切,在透明的辰砂晶体和水晶晶体内,有时也不难见到碳沥青包裹物,沥青与汞矿化共生的特点表明两者具有成因联系。

3.2 成矿空间分布规律

燕山期构造体系是层控汞矿重要的控矿条件,层控汞矿床多分布在古陆边缘构造活动地带,特别是江南古陆的边缘,是找寻各类层控汞矿最有利地带。按构造控矿机制和汞气、液的成矿特性,在有汞矿化的深断裂沿线及主次构造的交叉复合处,应对那些封闭良好的背斜加强研究,这些部位往往具

有优越的成矿前景。矿床产出位置多在断裂的中上部,并与背斜的次级构造分布有关,一般说来背斜轴部和两翼的张或张扭性断裂带是汞的最佳浓集区,但背斜的倾伏端、翼部的层间断裂和鞍部也常赋存有一定工业价值的矿体。

湖南全省汞矿资源丰富,截止至2011年底,已查明有资源储量的矿产地(矿床)15处^[6]:中型矿产地1处,为凤凰县茶田矿区牛豆坪矿段;小型矿产地14处(表4)。未查明有资源储量的矿点约25处。全省汞矿累计查明资源储量5 761 t。

表4 湖南省汞矿床特征

Tab.4 Characteristics of mercury deposit in Hunan Province

序号	矿产地名称	矿床类型	矿石类型	规模	有益组分及含量
1	衡东县石峡矿区(主要矿产)	低温热液层控型	单一汞矿石(辰砂)	小型	As 22.29%; Au 2.72 g/t; Hg 0.12%
2	新晃县杨响坪矿区(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.04%
3	新晃县方家屯矿区(主要矿产)		辰砂汞矿石、灰硒汞辰砂矿石	小型	Hg 0.54%; Se 0.06%
4	凤凰县茶田矿区茶树喇矿段(主要矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.11%; Ga 0.001%; Zn 1.61%
5	凤凰县茶田矿区牛豆坪矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	中型	Hg 0.16%; Zn 2.58%
6	凤凰县茶田矿区李家坡矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.074%
7	凤凰县茶田矿区江寨矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.10%
8	凤凰县茶田矿区井水湾矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.12%
9	凤凰县茶田矿区寸金坪矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.15%; Zn 2.22%
10	凤凰县茶田矿区白崖壁矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.24%
11	凤凰县茶田矿区亭子关矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.32%
12	凤凰县茶田矿区头坡脑矿段(主要矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.20%
13	凤凰县猴子坪矿区(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 1.88%
14	凤凰县茶田矿区茶田矿段(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.22%
15	保靖县水银厂矿区(单一矿产)		单一汞矿石(辰砂)	小型	Hg 0.11%

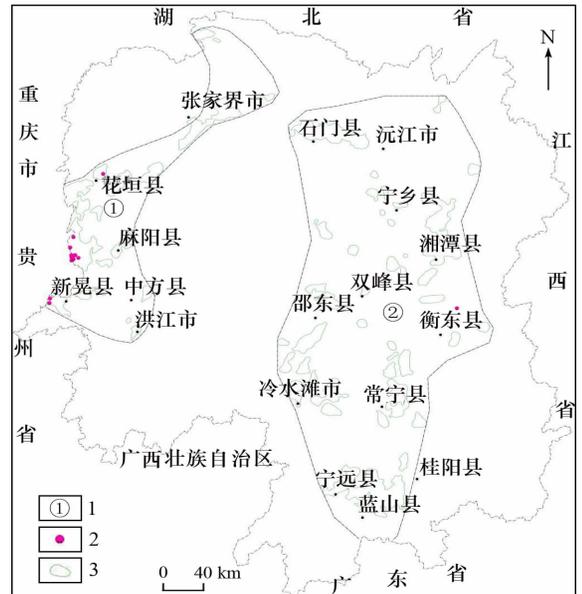
据湖南汞矿床资源储量表、湖南大地构造及控矿地层、湖南地球化学异常(图3)等综合研究,认为省内汞成矿带大致可划分NE走向的湘西汞矿带(①)、SN走向的湘东汞矿带(②)。

3.2.1 湘西汞矿带的成矿规律

该带南起新晃县,往NE途经凤凰县、花垣县、保靖县,北至张家界市,已经发现14个汞矿床,均产于中寒武统敖溪组地层中,研究程度较高。

(1)矿带(矿床)的空间展布,具有与区域性NNE向保—铜—玉深大断裂带、灰岩与白云岩相的相变过渡带等大体同向一致的分布规律,深部幔源汞经去气作用产生汞矿床。

(2)NW向—近EW向II、III、IV级宽缓背斜的逐级控矿。在凤凰一带十分明显,若在这些控矿小背斜内,发育有NE或NNE向低级序断裂时,这种“背斜加一刀”的构造组合型式,不仅是湘西汞矿床的重要构造成矿条件,而且是这一地区预测隐伏汞矿床的有效找矿依据。



1. 汞成矿带及编号; 2. 汞矿床; 3. 汞异常范围, 下限 165×10^{-9}

图3 湖南省汞成矿带分布图

Fig.3 Distribution of mercury metallogenic belt in Hunan Province

(3)汞矿体的成群成带产出规律。起因于NW向—近EW向的横跨褶皱和低级序容矿断裂裂隙系统,都是成群成带发育的。控矿构造与成矿规律的这种因果关系,还衍生出了矿床、矿体就位空间的方向性与等距性。

(4)“层、相、位、源、障”等因素对矿床的综合制约。湘西汞矿床的形成,就是这5种要素最佳组合的综合体现。汞矿床严格受主要含矿层位、有利的岩性与岩石组合控制;受台地边缘斜坡相带控制,湘西汞矿带的空间展布与斜坡岩相带基本上是一致的;矿床的就位,受储矿构造的逐级控制明显;更重要的是,矿床的形成还受到深部幔源汞和对成矿有利的地球物理化学障壁的制约。已有的研究表明,汞矿床的形成机理,很可能与油气矿产的形成有诸多相似。

3.2.2 湘东汞矿带的成矿规律

该带南起蓝山县,往北途经冷水滩市—望城县,北至石门县,仅在衡东发现1个小型汞矿床,产于泥盆系地层中,研究程度低。初步认为,矿带(矿床)的空间展布具有与区域性SN向大断裂带大体走向一致分布规律,深部幔源汞经去气作用产生汞矿床。

4 成矿系列

在深入分析成矿作用与矿产特征的基础上,依据陈毓川等^[7]“全国矿床成矿系列”,将全省汞矿产资源划分为2个系列组:与岩浆作用有关的矿床成矿系列组合划分了1个成矿系列,1个亚系列;与热卤水作用有关的矿床成矿系列组合划分了1个成矿系列,2个亚系列^[7-9],详见表5。

表5 湖南省汞矿床成矿系列划分一览表

Tab.5 Metallogenic series of mercury deposits in Hunan Province

成矿系列组合	成矿系列	成矿亚系列	主要矿床式	含矿地层及岩性	岩浆岩	成矿时代	成因类型	主要矿床
与岩浆作用有关的矿床成矿系列组合	江南地轴与燕山期壳源花岗岩有关的W、Sn、Mn、Hg、Sb、Be、Nb、Ta、Pb、Zn、萤石矿床成矿系列	湘东北地区与燕山期花岗岩类有关的W、Cu、Pb、Zn、Au、Sb、Ga、In、B、Fe矿床成矿亚系列	七宝山式、桃林式	新元古界变质杂砂岩、石英砂岩、砂质板岩及上古生界碳酸盐岩	花岗闪长斑岩与二长花岗岩	燕山期	热液充填型,矽卡岩型	桃林、七宝山、焦溪岭、潘家冲、东岗岭
与热卤水作用有关的矿床成矿系列组合	上扬子台褶带沉积岩容矿的Pb、Zn、Hg、Ag、Sb、As、萤石、重晶石矿床成矿系列	湘中南海西—印支坳陷带古生界碳酸盐岩、泥质岩及前寒武系浅变质岩容矿的Sb、Pb、Zn、Au、Fe、Mn、W矿床成矿亚系列	锡矿山式、龙山式、高家坳式、后江桥式	南华系浅变质岩与泥盆系碳酸盐岩、碎屑岩容矿		燕山期	热卤水或岩浆热液—热卤水叠加充填—交代型	锡矿山、罗城、龙山、高家坳、后江桥、白云铺
		湘西北地区震旦系—奥陶系碳酸盐容矿的Pb、Zn、Hg、As、萤石、重晶石矿床成矿亚系列	李梅式、江家垭式、油坊式	震旦系—奥陶系藻灰岩、灰岩及白云岩		燕山期	热卤水叠加改造	李梅、渔塘寨、团和、江家垭、茶田、董家河、油坊

5 找矿方向

5.1 找矿标志——以湘西汞矿带为例

(1)地层和岩性标志。地层标志指有稳定的容矿层位 $E_2 a^{3-2}$ (主)、 $E_2 a^{5-7}$ (主)、 $E_1 q^2$ (次)。岩性标志有2万方数据,容矿岩石是较纯的纹层状粉—

细晶云岩,在物理性质上脆性较大,容易形成张性构造角砾;第二, $E_2 a^{3-2}$ 浊积砾屑云岩本身不容矿,是容矿层之上理想的遮挡层,对汞矿寻找与评价具有指示意义。岩石强烈蚀变是找矿的好标志,厚度增大占容矿空间也大,对成矿不利。

(2)构造标志。长期活动的NNE向深断裂是控制矿带的,NW向II级宽缓背斜是控制矿床的。

NW向Ⅲ级背斜控制含矿体的密集分布段。而层间角砾化带、层间破碎带及NW向裂隙,则是汞(含)矿体的具体充填空间。

(3)岩相标志。汞矿产于浊积岩发育的斜坡相碳酸盐岩中,矿带西部界线与碳酸盐岩台地相和斜坡相的界线基本吻合。容矿层的汞的高浓度带对应着上覆地层(主要为花桥组和车夫组)的浊积灰质角砾岩(碎屑流)带,该带亦可作为间接找矿标志,尤其在容矿层露头欠佳时对找矿颇有指导意义;浊积岩的发育和汞矿的形成可能先后受控于同一构造因素。

凤凰地区早、中寒武世时期,铅、锌、汞集中分布在雪峰海隆西北侧的海槽中。铅锌矿富集在西侧,紧靠梵净山岛状海隆之东南侧的斜坡地带;汞矿则富集在海槽东侧,紧靠雪峰海隆,以灰岩、白云岩相区成矿最有利。

(4)蚀变标志。岩石蚀变现象是含矿热液活动的标志,最普遍的、与汞矿联系最密切的是白云石化和硅化。

(5)湖南汞的地球化学异常标志。找矿必须在容矿层的汞异常范围中去找。容矿层汞的高浓度带指自 C_2a^{3-2} 顶界向下60 m或更大深度,汞浓度均在Ⅲ级(2×10^{-6})以上。

(6)辰砂矿化深度标志。辰砂矿化深度大(50~70 m),则存在大而富的汞矿体(如白崖壁和头坡脑);辰砂矿化深度小(如25 m左右),则只存在小的汞矿体(如李家坡)。

(7)辰砂产出形态标志。辰砂产出形态反映了汞矿化强度。辰砂产出形态呈结晶粒状集合体(粒径0.15~10 mm)时,则矿化强,找矿前景大;辰砂产出形态呈“水红矿”(粒径小于0.02 mm)时,则矿化弱,找矿前景小。

(8)辰砂的重砂异常标志。在湖南可利用辰砂的重砂异常“就矿找矿”,实例如1:5万嘉禾—塘村墟幅溪流重砂异常检查,在石炭系地层中发现了原生汞矿床。

(9)区域白云岩化地表界线标志。该线以西为结晶白云岩,对应容矿层的汞的中—低浓度带,找矿希望不大;该线以东以灰岩为主,对应容矿层的汞的高浓度带,找矿希望大。

5.2 找矿方向

参考前人近期对中国及内蒙古成矿规律研究方法[10-12],根据汞矿的成矿规律,特别是富矿规律,结合本区地质条件

的综合分析,对湖南省汞矿的找矿方向提出如下初步意见。

(1)寒武系和泥盆系的碳酸盐岩地层是找寻层控汞矿最有利的层位。在湘西应进一步开展对加里东构造层底部寒武系地层与汞矿成矿关系的研究工作。在湘东的地槽区,由于沉降中心和褶皱回返有自东向西迁移的特点,因而东部衡东一带应以泥盆系地层与汞矿成矿关系研究为重点。

(2)层控汞矿床在区域分布上总是与一些在成因上近似的砷矿(雄黄、雌黄)、锑矿、铀矿、金矿和铅锌矿等层控矿床中某一个或某几个矿床在同一地区或同一矿田中产出形成矿床组合,故可利用矿床组合找矿。

(3)层控汞矿最主要的围岩蚀变是硅化、碳酸岩化和沥青化。在同一个有望地带,岩性变化大的相变交互带,特别是含有机质高的层位是汞矿赋存的有利部位,故可利用围岩蚀变和相变带找矿。

(4)在湖南省找汞矿,应加强地球化学异常、地层及构造综合研究,需要开展资源潜力评价工作,开展矿调及矿产勘查工作。

6 结论

湖南省汞矿床具有类型杂、线性分布的特点,主要受地层、构造、岩浆岩控制,成矿条件好。汞矿成因类型主要为浅成中—低温热液型矿床(层控型、交错脉型),其次为砂矿型矿床。省内汞成矿带大致可划分NE走向的湘西汞矿带(①)、SN走向的湘东汞矿带(②)。全省汞矿产资源划分为2个系列组:其中,与岩浆作用有关的矿床成矿系列组合划分了1个成矿系列,1个亚系列;与热卤水作用有关的矿床成矿系列组合,划分了1个成矿系列,2个亚系列。通过综合研究初步指明找矿方向:寒武系和泥盆系的碳酸盐岩地层是找寻层控汞矿最有利的层位;可利用矿床组合找矿;层控汞矿最主要的围岩蚀变是硅化、碳酸盐岩化和沥青化;在湖南省找汞矿,应加强地球化学异常、地层及构造综合研究,需要开展资源潜力评价工作,开展矿调及矿产勘查工作。

参考文献:

- [1] 贾宝华,黄建中,孟德保,等.湖南省区域地质志[M].湖南省地质调查院,2012:1017-1169.
- [2] 陈明辉,孙际茂,彭学勤,等.湖南凤凰县猴子坪汞矿床地质特征及辰砂晶体的观赏价值[J].地质与资源,2009,18(1):

- 42-46.
- [3] 卓士顺. 试论汞矿构造控制的机理问题[J]. 西北地质, 1984(4): 29-34, 44.
- [4] 付胜云. 湘黔汞锌矿带成矿地质特征及找矿远景分析[J]. 湖南地质学新进展, 2013(10): 148-154.
- [5] 秦松贤, 杨家驩, 孟德保, 等. 湘黔交界中一下寒武统角砾白云岩的动力学成因[J]. 地质科技情报, 1999, 18(3): 16-20.
- [6] 赵亚辉, 魏军才, 赵建光, 等. 湖南省矿产资源储量表[R]. 长沙: 湖南省国土资源厅, 2013.
- [7] 陈毓川, 裴荣富, 王登红. 三论矿床的成矿系列问题[J]. 地质学报, 2006, 80(10): 1501-1508.
- [8] 陈毓川, 王登红, 朱裕生, 等. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京: 地质出版社, 2007: 1-462.
- [9] 唐分配, 安江华, 李大江, 等. 湖南省主要成矿作用与矿床成矿系列[J]. 矿床地质, 2015, 34(6): 1255-1269.
- [10] 庄汝礼, 李定国, 郑灿然, 等. 湖南省凤凰县茶田汞矿床地质特征及成矿规律研究[R]. 长沙: 湖南地矿局405队, 1984.
- [11] 陈锦华. 试论构造应力场与汞矿成矿关系[J]. 贵州地质, 1987(2): 188-191, 193-195.
- [12] 杨绍祥, 劳可通. 湘西北铅锌矿床碳氢氧同位素特征及成矿环境分析[J]. 矿床地质, 2007, 26(3): 330-340.
- [13] 鲍珏敏, 万溶江, 鲍振襄. 湘黔汞矿带相关成矿问题的讨论[J]. 北京地质, 1999(2): 5-12.
- [14] 郑沛之, 刘振云. 凤凰县茶田汞矿床汞闪锌矿矿物学特征[J]. 湖南地质, 1992, 11(3): 221-224.
- [15] 何江, 马东升, 刘英俊. 湘西茶田汞矿床成矿地球化学及其热水隐爆成矿模式[J]. 桂林工学院学报, 1995, 15(4): 319-327.
- [16] 占朋才, 侯兵德, 杨炳南. 云场坪汞矿床地质特征及找矿远景分析[J]. 科教文汇, 2010(33): 65-66.
- [17] 周德忠, 毛健全, 杨国祯. 贵州省汞矿构造域与汞矿带的划分[J]. 矿床地质, 1982, 1(1): 43-50.
- [18] 付胜云, 李泽泓, 郑正福. 湖南省凤凰-麻阳地区汞铅锌矿成矿预测[J]. 地质与资源, 2012, 21(3): 289-295.
- [19] 劳可通. 凤凰县茶田汞矿床地质特征及成矿规律研究[R]. 长沙: 湖南省地矿局405队, 1988.
- [20] 王华云. 湘黔边境地区层控汞矿的成因研究[C]//严均平. 贵州汞矿地质. 北京: 地质出版社, 1989: 99-182.
- [21] 黄镜友. 茶田汞矿: 上品朱砂的故事[J]. 国土资源导刊, 2014, 11(12): 85-88.
- [22] 陈锦华. 试论构造应力场与汞矿成矿关系[J]. 贵州地质, 1987(2): 188-195.
- [23] 包正相. 试论湘西汞铅锌矿床地质特征及其成矿作用[J]. 地质与勘探, 1983(5): 15-21.
- [24] 谢文安, 谢玲琳. 湘西汞矿床的地质特征与成因[J]. 矿产与地质, 1991, 5(5): 338-343.
- [25] 邱瑞照, 谭永杰, 朱群, 等. 中国及邻区重要成矿带成矿规律研究与境外地质工作思路[J]. 中国地质调查, 2014, 1(3): 44-52.
- [26] 李国亮, 刘耀荣, 柏道远, 等. 湖南1:25万怀化幅区域地质调查主要成果及新认识[J]. 中国地质调查, 2016, 3(3): 38-46.
- [27] 汪子杰, 黄玉华, 颜丙鹏. 内蒙古自治区东乌珠穆沁旗巴彦呼热地区成矿规律研究[J]. 山东国土资源, 2014, 30(7): 9-13.
- [28] 劳可通, 彭澹清, 全旭东, 等. 湘西凤凰地区富汞成矿规律及远景预测[R]. 长沙: 湖南省地矿局405队, 1992.
- [29] 将中和, 徐惠长, 魏绍六, 等. 湖南省矿床成矿系列及成矿预测[R]. 长沙: 湖南省地质调查院, 2001.

Metallogenic regularity of mercury deposits in Hunan Province

FU Shengyun, CHEN Jianfeng, LI Xiangyu
(Hunan Geological Survey Institute, Changsha 410116)

Abstract: Mercury is one of the dominant minerals in Hunan Province. Under the severe situation of current domestic mercury ore supply, the study about mercury ore prospecting direction can help to promote mercury ore prospecting exploration and has certain social and economic significance. Basic geological features and types of mercury mine in Hunan Province were introduced in this paper. Combining with the actual geological data, the ore-controlling factors were comprehensive analysis for mercury mine in Hunan Province. And the Hunan mercury metallogenic regularities and prospecting directions were initially proposed, with potential evaluation in recent years and elemental mercury geochemical distribution data. Many types of mercury deposits in Hunan Province were mainly formed in Yanshan period, and the most important ore-bearing strata are Cambrian and Devonian strata, which are in spatial distribution of Xiangxi mercury ore belt, following by distribution with a mercury in eastern Hunan. The strata, structure, magmatic rocks and geochemical anomaly are combined to decide the positioning of the mercury deposits.

Key words: mercury deposit; basic characteristics; ore controlling condition; metallogenic regularity; Hunan Province