维普资讯 http://www.cqvip.com

技术·方法

大厂锡—多金属矿床热释汞测量技术条件、异常特征及成晕机制

余阳先[1,3]，罗先熔[2]，韦可利[3]，秦德先[1]

（1. 昆明理工大学国土资源学院，昆明 650093；2. 桂林工学院，桂林 541004；3. 华锡集团铜坑矿，大厂 650093）

[摘 要]在大厂长坡锡矿采集土壤、岩石及矿体（矿石）样品共280个，开展了热释汞测量技术条件、异常特征及成晕机制的研究，结果表明：大厂长坡锡—多金属矿床的热释汞，在空间上随矿体赋存明显呈由下到上的“三层楼”式分布，即下部似层状矿体含汞量＜中部细脉型矿体汞量＜上部裂隙脉型矿体汞量，汞随矿体沿构造滑脱面及裂隙带上升运移；在平面上似层网脉状矿体中部含汞量高，边部低，细脉状矿体边部高中间低，裂隙脉矿群底部低，顶部高，清晰地体现了汞运移扩散的路径。根据汞的运移和赋存形式推判汞异常形成过程为汞伴随深大断裂和多次的岩浆入侵上升，并在成矿过程中赋存于富含硫化物的矿床中，良好的容矿构造和矿石围岩岩性保障了汞的运移和赋存。

[关键词]锡多金属矿床 热释汞测量 技术条件 形成机理

[中图分类号]P593 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2004)06-0071-04

1 矿区地质简况

广西大厂锡矿田位于江南古陆西南缘的丹池盆地内。北西向的丹池构造带为矿带构造，沿北西构造带自北西向南东大致等距离形成五个矿田，即麻阳汞矿、盲场锡矿、大厂锡矿、北乡和芙蓉厂铅锌矿，合称为丹池成矿带。（图1）大厂锡矿位于丹池成矿带中段，由长坡、巴厘、龙头山、大福楼、坎马、拉么和茅坪冲矿床组成。其中长坡矿床规模最大，为超大型矿床。

矿床围岩为榴江组（D_3^l）深水槽盆相硅质岩（D_3^l），五指山组（D_3w）又分为宽条带状灰岩（D_3^{2a}）、细条状灰岩（D_3^{2b}）、小扁豆状灰岩（D_3^{2c}）和大扁豆状灰岩（D_3^{2d}），同车江组（D_3^3）泥质灰岩。矿床东侧为花岗斑岩岩墙，西侧为石英闪长玢岩岩墙（脉）。

在剖面上，该矿赋存在大厂断裂的上盘及与该断裂相伴生的倒转背斜东翼的上泥盆统中。

本矿床按矿化类型可分为层状矿体（91#、92#矿体）和脉状矿体两种。层状矿体是大厂锡矿主要的矿化类型，占整个矿床储量的79.7%。它严格地产于泥盆纪的硅质岩和碳酸岩中，呈一规整的层状体与地层整合产出，并发生同步褶皱。脉状矿体主要受NE—SW走向构造裂隙系统控制，矿化以充填方式为主，矿脉形态不规则，分支复合现象明显。常常连续地切穿不同的地层和层状矿体。矿体自上而

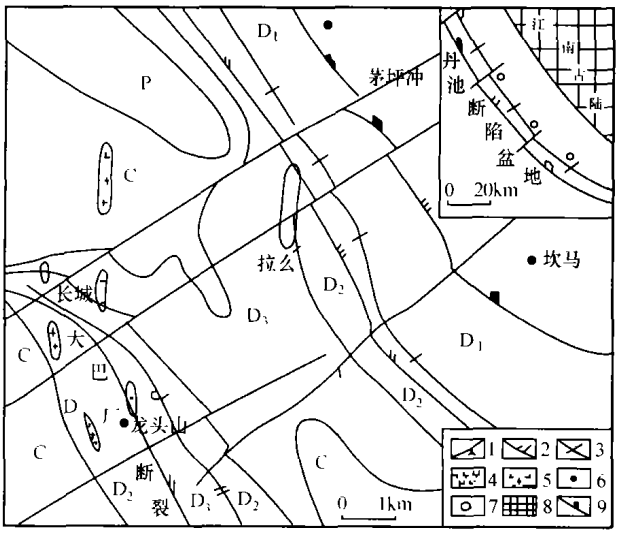


图1 大厂锡矿田地质略图（据215队，略有修改）

P—二叠系灰岩和碎屑岩；C—石炭系灰岩；D_3—上泥盆统灰岩硅质岩及砂页岩；D_2—中泥盆统灰岩及硅质岩；D_1—下泥盆统砂页及灰岩；1—张扭性断裂；2—倒转背斜；3—背斜；4—石英闪长玢岩；5—花岗岩；6—锡矿床；7—矿田；8—古陆；9—压扭性断裂

[收稿日期]2003-10-09；[修订日期]2004-01-14；[责任编辑]余大良。

[基金项目]国家“十·五”科技攻关项目（编号：2004BA615A-03）资助。

[第一作者简介]余阳先（1964年-），男，1985年毕业于北京钢铁学院，获学士学位，在读博上生，教授级高工，现主要从事矿床地质勘探及矿山技术管理工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

下,呈“四层楼”式展布:大脉型矿体—细脉型矿体—似层状条带细脉型矿体(91#矿体)—似层条带网脉型矿体(92#矿体)。

本矿床中与锡石共生的硫化物以黄铁矿、磁黄铁矿为主,闪锌矿次之,有极少量毒砂。脉石矿物主要有石英,其次是钾长石、电气石、绢云母,并有少量方解石。

矿床成因为海底喷流热水沉积—改造型矿床,前期海底喷流热液沉积作用,在台沟与台地过渡地带形成矿区东部和下部的纹层条带状矿和矿源层,后期构造改造作用在构造有利部位形成西部和上部大脉状和细(网)脉状矿,两期成矿作用复合,形成大富矿体[1]。也有人认为其成因属于岩浆热液成因、夕卡岩成因、热液喷气沉积以及沉积改造等观点。

2 方法技术条件的选择性试验研究

为确定在大厂矿区开展热释汞测量找矿的最佳技术条件,进行了室内的选择性实验,以求得汞测量的最佳参数,达到找矿的最佳效果。具体方法为:分别通过对异常点和背景点不同的样品粒度、重量、热释温度、热释时间进行选择性实验,以最大的峰度值为标准,确定样品测量的最佳粒度、最佳重量、最佳热释温度、最佳热释时间。

2.1 粒度实验

本实验过程为:在同一条件下分别选择异常点和背景点的80 目、100 目、120 目、160 目、200 目进行测试,测试温度为400℃左右,经多次测量,排除少数干扰,在 160 目 ~200 目之间出现一个热释汞的峰值(图2),所以我们选择最佳粒度为 160 目 ~200 目。

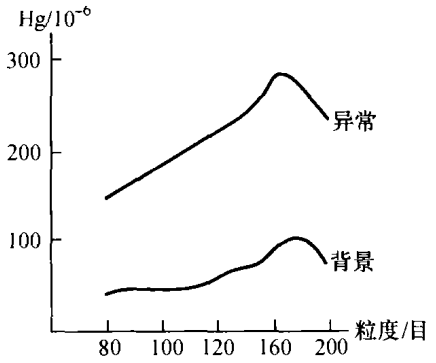


图2 粒度试验

2.2 质量实验

本次测量是在粒度实验测量结果的基础上进行的,选择的样品粒度为 160 目,温度依然为 400℃,经多次测量排除少数干扰,在样品重量为 80 ~90mg 之间出现了热释汞的峰值(图3),所以我们选择 80 ~90mg 的质量作为最佳实验参数。

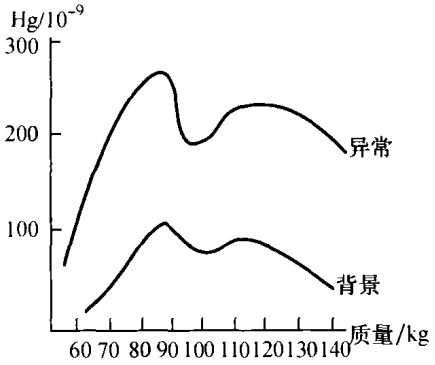


图3 质量试验图

2.3 温度实验

本次测量在上述实验结果的基础上进一步进行,选择粒度为 160 目,质量为 80 ~90mg 的样品进行测试,经多次测量排除少数干扰之后在温度为400℃或500℃的时候出现热释汞的峰值(图4),所以我们选择的最佳温度为400℃或500℃。

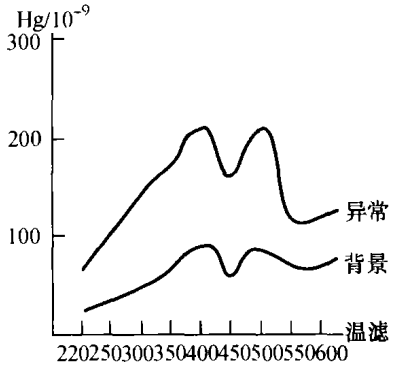


图4 温度试验

2.4 时间选择

实验的时间选择直接受到温度实验的影响,温度高则汞释放出来快一点,反之则慢一点。根据以上温度的选择,在400℃的时候,汞在 45 s 左右就已经释放完毕,并一直到最后也没有出现。所以在既要保证汞释放完全,又要节约时间以提高实验效率的前提下,我们在400℃最佳温度中选择50s 作用最佳热释时间,并决定了最佳热释参数(表1)异常。

表1 最佳技术参数

样品粒度	160 ~200 目	热释温度	400℃ ~500℃
样品质量	80 ~90mg	热释时间	50s

3 热释汞异常特征

3.1 矿区采样及测试

选择长坡锡矿区地表出露岩石剖面 1 条、近矿围岩井下已知剖面 6 条,采集岩石及矿体(矿石)样品共 102 个,加工为 200 目颗粒,400℃测试温度进行测试分析。

3.2 汞在地表、围岩及矿体岩石中分布的特征

3.2.1 汞的总体分布特征

汞分布与构造断裂及闪长玢岩脉密切相关,在断层、断层交汇处、闪长玢岩脉与断层交汇处,含汞量显著增高。

3.2.2 汞与矿体的空间分布关系

从表2 和图5 看出矿体与围岩含汞量特征为:

维普资讯 http://www.cqvip.com

表2　大厂锡—多金属矿床远矿围岩及近矿围岩及矿石汞含量

	岩(矿)性	$Hg/10^{-9}$	备注
远矿围岩	泥灰岩夹泥页岩	139.92	D_3^{3a}
	深灰色大扁豆灰岩	141.16	D_3^{2d}
	浅灰色小扁豆灰岩	0.40	D_3^{2c}
	细条色带灰岩	14.84	D_3^{3a}
	宽条带灰岩	11.17	D_3^{2b}
	硅质岩	112.17	D_3^{3a}
	生物礁灰岩	41.58	D_3^{1}
近矿围岩	泥灰岩夹泥页岩	151.13	D_2^{1}
	深灰色大扁豆灰岩	517.97 ~ 2976.97	D_3^{3a}
	浅灰色小扁豆灰岩	0.80 ~ 321.00	D_3^{2d}
	细条色带灰岩	261.90	D_3^{2c}
	宽条带灰岩	10.85	D_3^{2b}
	硅质岩	675.72	D_3^{1}
	生物礁灰岩	矿体上盘 矿体下盘	D_2^{1}
矿石组合	锡石、浑锑矿、磁黄铁矿、毒砂、铁闪锌矿	467.89 ~ 3367.99	泥灰岩中裂隙脉状矿体
	黄铁矿、闪锌矿、毒砂、锡石、黄铜矿、	202.18 ~ 2976.50	大扁豆灰岩中细脉状矿体
	黄铁矿、铁闪锌矿、黄铜矿、磁黄铁矿	38.22	小扁豆灰岩中似层状细脉(91#)矿体
	辉锑矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、毒砂、脆硫锑铅矿	202.18 ~ 1675.32	细条色带灰岩中细脉状矿体
	黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铜矿、铁闪锌矿	20.04 ~ 67.81	细条带灰岩中层状细脉(91#)矿体
	辉锑矿、黄铁矿、闪锌矿、毒砂、脆硫锑铅矿	1697.26	硅质岩中似层网脉(92#)矿体
	锡石、铁闪锌矿、磁黄铁矿、脆硫锑铅矿、毒砂、银	892.83 ~ 1950.16	礁灰岩中似层网脉(100#)矿体
岩脉	花岗岩	28.60	风化程度强
	花岗岩	7.78	风化程度强
	闪长玢岩	74.08	风化程度强
	闪长玢岩	1415.79	新鲜含矿化,闪锌矿呈星点状散布于岩石中

分析单位:桂林工学院地球化学实验室。

(1)围岩含汞量特点是,砂岩夹泥灰岩地层、泥灰岩地层、泥灰岩夹页岩地层、大扁豆灰岩地层、硅质岩地层的岩石对汞的吸附和运移能力较强,致使在远离矿体的地表其释汞量(112×10^{-9} ~ 237×10^{-9})仍远远地大于其他地层岩石。(2)闪长玢岩脉含汞量高。(3)泥灰岩、扁豆灰岩、条带灰岩、硅岩为容矿岩石,矿床上部 和下部的 页岩对矿体及汞运移形成挡蔽作用。(4)含汞量与矿脉、岩石裂隙关系紧切。在垂直空间上,下部似层网脉状(92#)矿体含汞量较高,其上部似层细脉状(91#)矿体含汞量极低,再上部之细脉型矿体含汞量最高,最上部裂隙脉型矿体含汞量最高,即裂隙脉状矿群含汞量 > 细脉状矿体含汞量 > 似层网脉状矿体含汞量,且有裂隙末端高于下部的特点,说明汞沿裂隙通道向上运移。(5)汞的水平方向分布规律为:似层状网脉矿体中部含汞量高,边部低,硅质岩围岩含汞量远远大于矿体;细脉型矿体边部高,中间低,矿体下盘围岩中小扁豆灰岩含汞量高,大扁豆灰岩含汞量低,上盘围岩小扁豆灰岩含汞量低,大扁豆灰岩含汞量高;裂隙脉状矿群顶部含汞量高,底部含汞量低,近矿围岩含汞量上盘高下盘低。

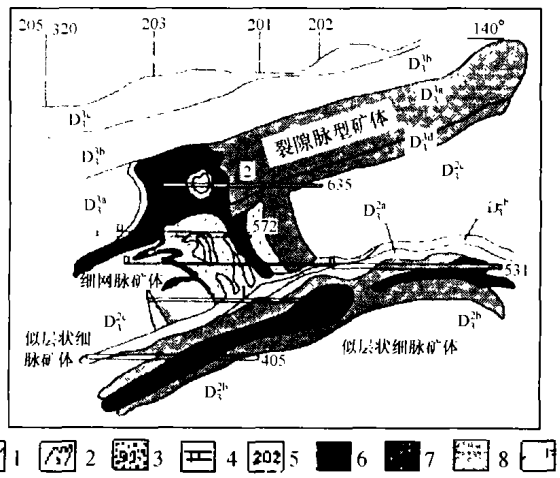


图5　大厂铜坑矿床热释汞的平面图

D_3^{3x}—灰页岩互层;D_3^{3b}—碳质页岩;D_3^{3a}—灰岩泥灰岩;D_3^{2d}—大扁豆灰岩;D_3^{2x}—小扁豆灰岩;D_3^{2b}—细条带灰岩;D_3^{2a}—宽条带灰岩;D_3^{1}—硅质岩;D_3^{2b}—板状页岩;1—地层界限;2—细脉带矿体及编号;3—矿体及编号;4—沿脉及穿脉坑道;5—南北向勘探线及编号;6—释汞量 > 1000×10^{-9};7—释汞量 1000×10^{-9} ~ 600×10^{-9};8—释汞量 600×10^{-9} ~ 300×10^{-9};9—释汞量 300×10^{-9} ~ 100×10^{-9}

维普资讯 http://www.cqvip.com

4 汞异常形成及演化分析

4.1 汞异常形成的内部因素

1）大厂长坡锡一多金属矿是以中温为主的中、高温热液硫化物矿床。矿体中虽然未见有汞的矿物，但在由脆硫锑铅矿、铁闪锌矿、辉锑矿等组成的致密块状矿石中，汞的含量很高，达到 1000×10^{-9} 以上，说明硫化矿体是主要赋存体。

2）矿体产出于层间滑脱面和构造裂隙中，对汞的迁移有利。L2 汞的迁移形式及异常形成外部条件 矿区的断裂和裂隙，有着良好的导气条件，矿体中的游离汞通过利用这些有利条件以气态形式向上迁移，这是汞迁移的一种重要形式。

汞气在矿床中的运移途径清晰，可以推断，深大折裂和岩浆的上侵，使丰富的含矿物质上升，汞元素随之而上，因此沿成矿构造体系有大量的汞蒸气挥发出来，并沿岩层构造裂隙向外迁移，有的呈类质同象、杂质混入物和气液包裹体在运移和沉积过程中进入矿物晶格、形成包裹体形式及吸附状态随之上移，在上部遇到适宜的成矿构造如构造滑动面、褶皱虚脱部位、转折端张裂隙等，或适宜地层如容矿地层和隔矿地层相间出现，使其富集沉淀与矿床同时赋存起来；有的呈游离态吸附在岩石和矿物的晶面上；有的则仍然呈气态赋存于封闭的岩石孔隙和构造裂隙中。综上所述，建立大厂矿田汞异常形成的理想模式见图(6)。

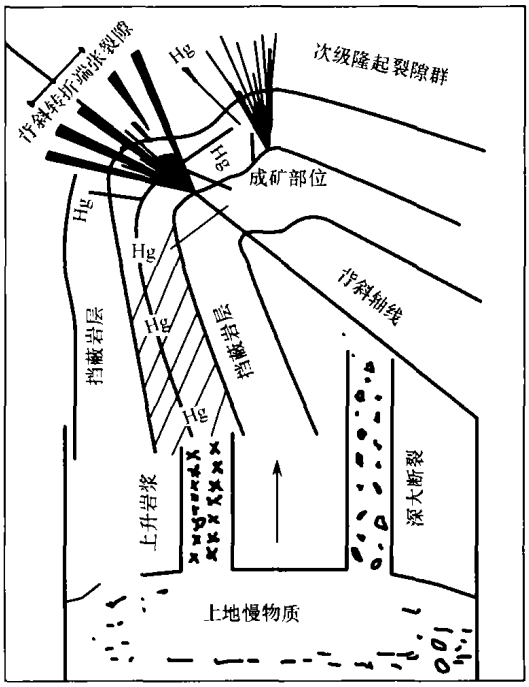


图 6 汞气异常形成理想模式

5 结论

1）通过方法技术条件的选择试验研究，确定在大厂矿区开展热释汞测量寻找隐伏矿的最佳技术条件：样品加工粒度为 160 ~ 200 目，分析样量为 80 ~ 90mg，热释温度为 400℃ ~ 500℃，热释时间为 50s。

2）本文测试结果清楚地显示了该矿区热释汞分布规律：空间上汞随矿体赋存明显呈由下到上的“三层 楼”式分布，即下部似层状矿体含汞量 < 中部细脉型矿体含汞量 < 上部裂隙脉型矿体含汞量，汞随矿体沿构造滑脱面及裂隙带上升运移；平面上，似层网脉状矿体中部含汞量高，边部低，细脉状矿体边部高中间低，裂隙脉矿群底部低，顶部高，清晰地体现了汞运移扩散的路径。

3）综合本次研究资料，建立了大厂长坡锡矿汞异常成晕模式。

[参考文献]

[1] 秦德先，陈建文. 广西大厂长坡锡矿床地质及成因[J]. 有色金属矿产与勘查，1998，7(3)：146 ~ 151.

[2] 卫敬生. 地球化学测汞方法应用讨论[J]，地质与勘探，1998，22(3)：28 ~ 32.

[3] 王桂琴，宋慈安，罗先熔. 长坡锡多金属矿床原生带状分布及其形成机制[J]. 矿产与地质，2001，15(5)：324 ~ 328.

[4] 雷良奇. 广西大厂超大型锡一多金属矿床的成矿机理[M]. 桂林：广西师范大学出版社，1988，28 ~ 32.

MEASUREMENT CONDITION AND ABNORMITY CHARACTER OF HEAT - RELEASED MERCURY METHOD IN THE CHANGPO TIN POLYMETALLIC DEPOSIT AT DACHANG

YU Yang - xian[1,3], LUO Xian - rong[2], WEI Ke - li[3], QIN De - xian[1]

(1. *National Land and Resources College, Kunming University of Science and Engineering, Kunming* 650093;
2. *Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004; 3. *Tongken mine, Huaxi Co. Ltd., Dachang* 650093)

Abstract: 280 rock and ore samples were collected in the Changpo tin - polymetallic deposit at Dachang. The analytic results show that heat - released mercury (HR - Hg) in the Changpo tin - polymetallic deposit is distributed like three - layer pattern in space. HR mercury increases from layer - like ores (bottom) to thin - vein ores (middle) and to fissure - vein ores. Mercury moves up along with structural slippage planes and fracture zones. In plane, HR - Hg content in the middle parts of layer - like ores is higher than that in the two edges, and in reverses order in fine vein ores. HR - Hg content in the bottom of fissure - vein ore bodies is higher than the that in the top, obviously showing the pattern and movement of Hg. It is inferred that mercury moved upwards along deep fault and storied in sulphide - rich deposits.

Key words: tin - polymetallic deposit, heat - released mercury measurement, formation mechanism