维普资讯 http://www.cqvip.com

秘鲁胡斯塔铜矿原生晕地球化学特征及找矿效果

陈玉明[1],王开天[2]
(1.中国地质调查局 发展研究中心,北京 100083;2.抚顺铝业有限公司 质量检验中心,辽宁 抚顺 113001)

摘 要:在秘鲁胡斯塔矿区进行1:2 000地质填图和1:1万原生晕地球化学测量,把本区划分成东西2个矿化区,8个矿脉带,并圈出26个铜异常。所有已知矿体均有铜异常显示,通过铜异常又新发现了21条铜矿脉。预测由7、8和13号铜异常组成的环状异常下部可能是热液活动或矿化中心,其后的普查勘探证实了这一推断,并发现了一个资源量大于260万t铜金属的大矿床。

关键词:原生晕;地球化学特征;铜矿;秘鲁胡斯塔
中图分类号:P632 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8918(2008)02-0126-05

1992年首钢收购了原秘鲁铁矿公司的马尔科那铁矿,拥有了包括马尔科纳铁矿和胡斯塔铜矿在内的670 km^2的矿权区。在首钢矿权区内,不仅有15亿t的铁矿,地表还有铜矿出露。1997年我们在胡斯塔矿区开展铜矿普查,进行了1:1万原生晕地球化学测量和1:2 000地质填图2.75 km^2,预测本区下部有原生矿体。通过后期的普查探勘,2006年2月计算该矿的资源量为260万t铜金属。

1 区域地质

1.1 区域构造背景

胡斯塔铜矿位于安第斯造山带的中北段,安第斯造山带是世界上最重要的铜矿成矿带,尤其在秘鲁的南部到智利的北部一带,产有许多大型、超大型的铜矿床,这些铜矿床的铜储量约占世界铜总储量的1/4。主要以斑岩型铜矿为主,此类铜矿规模较大,许多矿床的铜储量都在500万t以上,如世界最大的铜矿——丘基卡马塔铜矿(8 664万t铜金属)、秘鲁格兰哈斑岩铜矿(2 030万t铜金属)等。矿化侵入体多为石英二长岩和花岗闪长岩类,当矿化斑岩体与碳酸盐地层接触时,往往形成矽卡岩型铜矿床;在斑岩铜矿上部火山建造中,则形成层状和热液脉状铜矿,因此构成了以斑岩铜矿为主的多种铜矿类型共生的铜矿带。

1.2 矿区地质

1.2.1 地层

下侏罗统的Rio Grande地层(图1),按岩性划分成如下2个岩性单元。

(1)凝灰质长石杂砂岩夹火山碎屑岩及安山质凝灰岩,火山碎屑岩多分布于本层的下部,顶部有时出现大理岩透镜体。凝灰质长石杂砂岩呈中厚层状,深灰—黑灰色,中细粒砂状碎屑结构,局部可见微层理构造。

(2)安山熔岩流,其中常夹薄层状凝灰质长石杂砂岩和安山质凝灰岩,局部与杂砂岩互呈条带状。安山熔岩呈灰绿—深灰绿色,杏仁构造发育,充填物主要有方解石及石英集合体。

1.2.2 构造

本区断裂构造十分发育,从早到晚可以分成如下3组。

(1)皮斯塔断裂:NWW—近EW向展布,横穿全区,规模较大,延长可达8~10 km。断裂面总体向NE—N倾斜,倾角20°~70°,为成矿前断裂。

(2)雷佩替松断裂:断裂总体走向NE30°~60°,倾向变化较大,多向NW倾,在塞里托斯地层中向SE倾,倾角30°~60°。为本区的控矿断裂,对本区的铜矿体起控制作用。

(3)瓦卡断裂:走向NW—NNW,倾向NE,部分断裂倾向SW,倾角40°~70°。瓦卡断裂贯穿于全区,延长可达数十千米,为成矿后断裂,对矿体破坏较大。

1.2.3 岩浆岩

安山斑岩岩脉:成矿后的粗粒安山斑岩,在本区分布较广,多呈岩墙状沿着北西向瓦卡断裂产出,走向延伸较为稳定,一般为500~1 500 m,出露宽度20~100m。岩石多呈灰—灰绿色,风化面呈灰褐色,

收稿日期:2006-05-08

维普资讯 http://www.cqvip.com

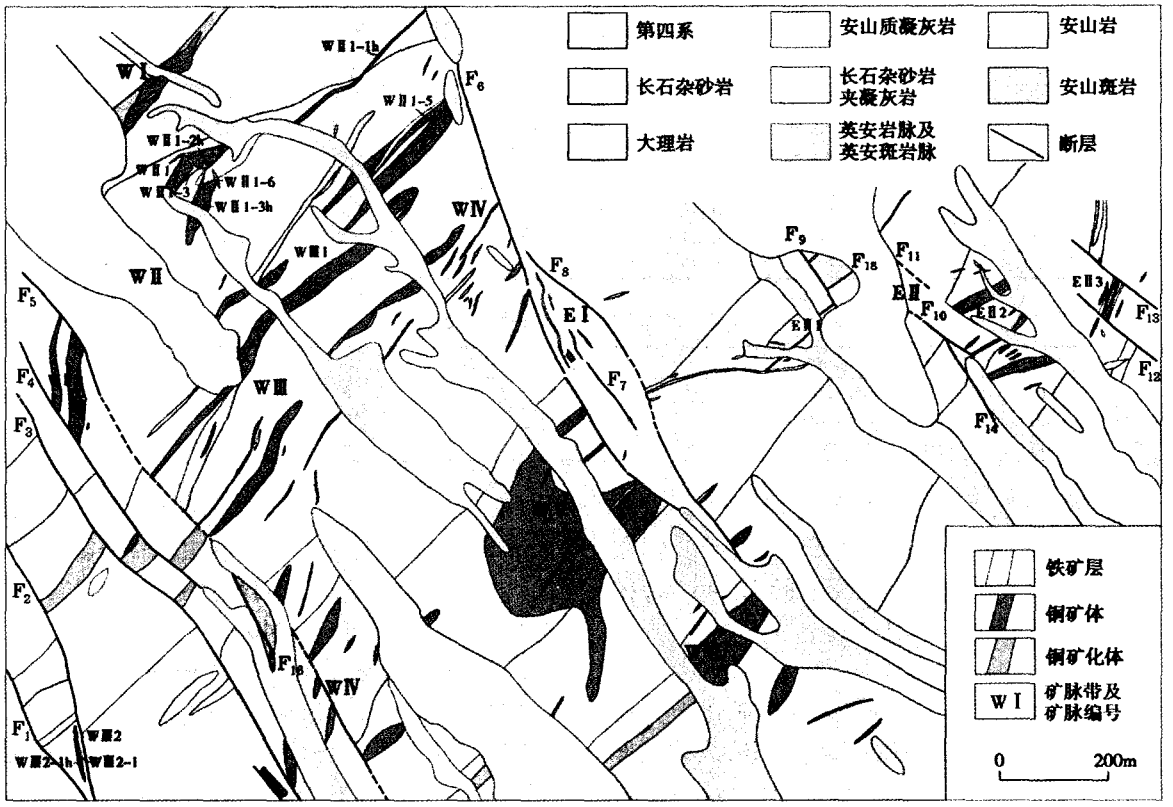


图 1　秘鲁胡斯塔铜矿区地质概况

斑状结构,斑晶主要以斜长石为主,多呈半自形板状,粒径一般 2 ~ 5 mm,个别可达 8 mm 以上,聚片双晶发育。此外,岩石中还可见有少量的半自形—自形柱状的角闪石斑晶,粒度一般较斜长石斑晶小,多为 1 ~ 2 mm。基质为细—隐晶质结构。

细粒闪长岩岩脉:细到中粒,属于成矿后的岩脉,与安山质砂岩的外观相似。

1.2.4　矿体

根据 1: 2 000 地质填图,把本区铜矿化以 F_6 断裂为界,分成东西 2 个矿化区(图 1)。在西矿化区,从北向南划分出 6 个矿脉带(WⅠ ~ WⅥ)。在东矿化区划分出 2 个矿脉带(EⅠ、EⅡ)。其中西矿化区铜矿化较好,东矿化区较差。铜矿体主要受雷佩替松断裂控制,呈脉壮产出,具有成群成带的分布特征,形成具有一定规模的、沿一定方向展布的矿脉带。矿脉带宽度数十米到 100 余米,延长可达 300 至 1 000 余米。在一个矿脉带内,通常由若干条相互平行(局部有交叉)的矿脉组成。单个矿脉宽 1 m 到十多米,延长数十米至 300 m。

铜的氧化物主要是由硅孔雀石、氯铜矿和孔雀石组成。少量的铜也以副氯铜矿、假孔雀石、黑铜矿、赤铜矿及含铜不等的针铁矿和绿泥石形式存在。

2　方法选择

本区位于秘鲁西南部的太平洋东海岸,气候温和,夏季温度 16 ~ 30 ℃,冬季 10 ~ 18 ℃,常年干旱无雨,年降水量不足 5 mm,加之气温高,岩石风化作用以物理风化为主,基岩由下至上被风化成各种粒度的碎石块,越近地表粒度越细,在近地表,碎石块之间缝隙被石膏、盐和细粒砂土充填胶结,构成厚度 0.1 ~ 0.5 m 的坚硬盖层。上覆 0 ~ 2 m 厚的风成砂,局部厚度大于 4 m。考虑到本区没有水系,土壤也不发育,加上地表风成砂干扰严重,因此,采用原生晕测量方法,利用挖掘机和人工挖掘探槽和浅坑,并结合已有的采坑进行采样,勘探线距 100 m,点距 20 m。

参考了国内外有关斑岩型铜矿和热液型铜矿的有关资料,结合本区的具体情况和秘鲁当地的分析技术条件,本着近程和远程指示元素兼顾的原则,最后选择了 Cu,Pb,Zn,Ag,Mo,Co,As,Sb,Bi 和 Hg 元素进行分析。

3　元素的地球化学组合特征

3.1　元素的富集规律

本区所有地层均富含铜,不同地层的铜含量都

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 胡斯塔铜矿区地层中元素的分布 10^{-6}

元素	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Co	As	Sb	Bi	Hg
砂岩	676.3	19.2	221.7	0.75	7.88	19.8	21.8	2.53	0.15	0.018
安山熔岩	526.1	17.7	163.9	0.82	8.92	17.6	5.59	2.03	0.2	0.024
安山斑岩	301.8	15.2	160.8	0.62	8.44	12.7	8.18	2.51	0.17	0.018
矿化带	4787.4	14.2	164.9	0.86	11.7	26.8	8.13	2.40	0.57	0.037
平均	685.17	18.5	164.9	0.58	8.67	16.7	10.2	2.47	0.18	0.027
克拉克值	55	12.5	70	0.07	1.5	25	1.8	0.2	0.170.08	
富集系数	12.46	1.48	2.36	8.29	5.78	0.67	5.67	12.4	1.06	0.34

表2 胡斯塔铜矿区元素异常参数 10^{-6}

元素	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Co	As	Sb	Bi	Hg
异常下限	800	20	200	1.0	10	25	15	3	0.3	0.04
异常中带	1500	40	400	1.2	20	40	20	4	0.4	0.05
异常内带	3000	80	600	1.5	30	55	25	5	0.5	0.06

高于地壳克拉克值,尤其在矿化带内,铜平均含量高达4 787.4×10^{-6},接近铜矿的最低可采品位。铜在本区内的平均含量是地壳克拉克值的12.46倍,在矿化带内则高达87.04倍(表1)。

3.2 异常下限

由于本区面积仅2.75 km^2,区内铜矿化十分强烈,地表已经发现的铜矿体和矿脉近百条,成矿元素和成矿中带入的元素受成矿作用影响,含量明显增高,因此,选择0、W100和W300三条剖面,用剖面法来确定异常参数(表2)。

3.3 异常特征

3.3.1 铜异常特征

本区共圈出26个铜异常(图2),所有已知铜矿体(脉)均有铜异常。异常总体上呈北东向条带状展布,与本区的矿带和矿脉的走向一致。

1、2号异常沿北东向呈条带状展布,异常面积分别是3 040 m^2和11 240 m^2。异常浓度分带明显,具有明显的浓集中心。异常由WⅠ矿脉带引起。该矿脉带产于铁矿层中,呈NE40°走向,倾向NW,共有4条矿体,单个矿体规模较小,地表出露的矿脉宽2~3.5 m,长22~62 m,铜的平均含量0.703%~1.55%。异常位于凝灰质长石杂砂岩中,异常宽度60~70 m,是矿体厚度的几十倍。

3、4号异常位于杏仁状安山熔岩内,2个异常均呈椭圆形,面积分别是12 586 m^2和2 680 m^2。这2个异常原本是一个异常,总体上呈NNE向展布,

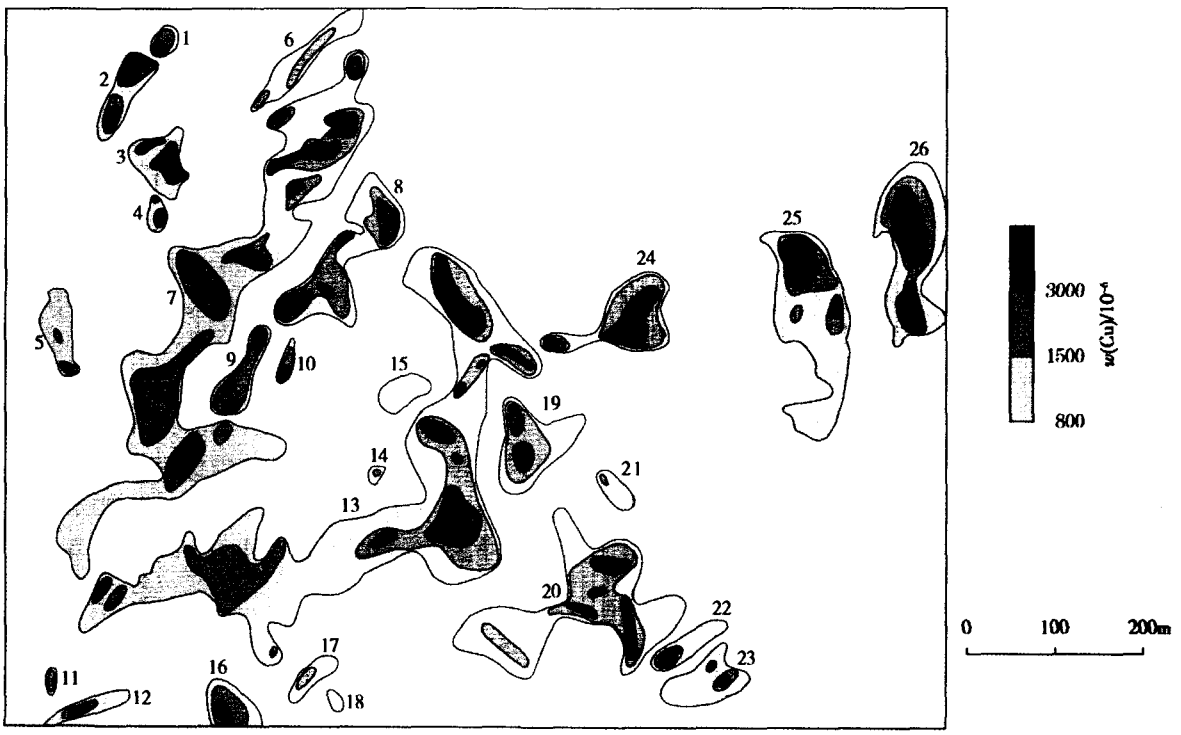


图2 秘鲁胡斯塔铜矿岩石测量铜元素异常

维普资讯 http://www.cqvip.com

中间由于后期的安山斑岩岩脉的穿切分割而成为2个异常。异常由WⅡ1-2h和WⅡ1-3h矿脉带引起。其中WⅡ1-3和WⅡ1-6矿体呈NW345°走向,倾向NE,倾角42°,其余的5条矿体走向NE,倾向南东,倾角60°,矿体平均品位1.3%~3.9%。

5号异常呈近南北向条带状展布,异常面积9 840 m^2,平均铜含量1 331.7×10^{-6}。异常位于杏仁状安山熔岩中,南北两端受控于F_4和F_5断层。异常内有近南北向的4条矿体。

6号异常呈北东向条带状分布,面积13 626 m^2。异常向北东延伸出图外,西南侧则被安山斑岩岩脉所穿切。异常位于凝灰质长石杂砂岩和杏仁状安山熔岩中,在这2种岩性上异常平稳连续,没有明显的差异。该异常是由WⅡ1-1h矿脉带引起的。

7号异常为本区第二大异常,异常长1 400 m,宽400 m,面积0.16 km^2,呈北东向展布。异常具有明显的浓度分带和多个浓集中心,并于已知的矿体相对应。该异常位于本区内已查明的最好的矿化地段,即WⅢ1矿脉带内。该矿脉带由26条矿脉组成,矿脉走向NE30°~50°,倾向SE,倾角55°~60°。其中,WⅢ1-5号矿脉地表延长147 m,平均品位为3.059%(可溶氧化铜),开采深度已达107 m。同时在矿脉两侧还分布有5条矿脉,它们的产状一致,只因地表采样的限制没能连成一体,推测地下可能是一个巨大的矿体。

8、9、10号异常位于7号异常的东南侧,与7号异常平行,面积分别为35 820、10 720、2 420 m^2,是由WⅣ矿化带引起的。这些异常呈北东向展布,东北部被F_6断裂所切割。

11、12号异常位于本区西南角,异常面积很小,是由WⅢ2-1h矿脉带和WⅢ2-1矿体引起的。

13号异常为本区最大的异常,面积0.2 km^2,是由WⅣ矿脉带、WⅤ和EⅠ矿脉带共同引起的一个大异常。在其周围有14、15和19三个小异常。异常具有明显的浓度分带,浓集中心分别与相应的矿体所对应。

20、22、23号异常均是由发育于铁矿层中的WⅥ矿脉带引起的,这些矿体走向也是北东的,倾向北西。

24号异常总体上呈一个近东西向展布的哑铃型,主要由EⅡ1-2矿体引起,该矿体在地表呈东西向延长达310 m,是区内延伸最长的矿体之一,也是以往开采的主要矿体,最大开采深度已达60多米。

25号异常呈近南北向展布,由EⅡ2矿脉带引起,矿脉走向东西,呈南北向并列产出,构成一个大的异常。

26号异常呈南北向展布,面积41 840 m^2,是由EⅡ3矿脉带引起的,这些矿脉产在大理岩中,平均铜品位0.66%。

3.3.2　其他元素异常

除铜外,大部分的铜矿体都有铋异常,相关分析表明铋和铜显著相关,铋异常与铜异常在空间上完全吻合,可以作为找铜的指示元素。

砷、锑、汞异常:在本区的分布比较凌乱,主要分布在铜矿体的周围。

铅、锌异常:这2个元素之间具有很好的相关性,异常的分布也比较相似,但与铜矿体没有明显的联系。铅锌异常主要分布在本区的西南部和中部。

3.3.3　异常评价

利用规格化面金属量对本区铜异常进行综合评价和排序,13、7、8号铜异常排在前3位,这3个异常在本区分别呈北东方向延伸,从总体上看,这3个异常一起构成了一个大的环状异常。结合地质研究可知,13号异常中部与WⅤ矿脉带相对应,该矿脉带呈一个半椭圆形的大矿化体产出,其东部受F_6断裂的切割而不完整。地表出露长350 m,宽240 m,长轴呈NE40°方向,矿脉带内主要为凝灰质长石杂砂岩,南部出露有少量的安山熔岩,岩石破碎强烈,蚀变发育。从空间分布上看,在西矿化区内,以WⅤ这个矿化脉带为中心,WⅢ和WⅣ矿脉带围绕着该矿脉带呈半环状分布,而且,位于该矿化带两侧的矿体产状也相向倾斜,说明以WⅤ这个矿化脉带为中心的半椭圆形的矿化很可能是一个热液或矿化活动中心,深部可能有原生铜矿体的存在。这种规律在原生晕异常上反映的更明显,WⅤ矿脉带与13号铜异常中部相对应,WⅢ和WⅣ矿脉带分别与7号和8号铜异常相对应,WⅢ矿脉带是本区已经开采的最主要对象,内有22条矿脉,其中WⅢ1-5延长147 m,开采深度103 m。同时在该矿脉的两侧并排分布有5条矿脉,形成较大规模的矿化带。这3个异常在空间上呈环状展布,并与已知的主要矿脉带相对应,在异常综合排序表上分别列前三位,表明该处具有重要的找矿意义,下部很可能是一个热液或矿化活动中心,有可能存在一个大的隐伏矿体。

4　结论

(1)本区所有已知矿体和矿脉均有铜异常,说明在该区选择原生晕地球化学测量方法是正确的,采样网度是合理的。

(2)利用原生晕地球化学方法新发现了21条

维普资讯 http://www.cqvip.com

铜矿脉,取得了较好的找矿效果。

(3)铜异常的规模远大于铜矿脉,用铜找铜是最直接有效的找铜方法,铋异常可以作为找铜的近矿指示元素。

(4)本区的铜异常总体上呈北东向和北北东向展布,与区内的矿脉的走向一致,说明在本区的铜异常主要受成矿作用及控矿构造控制,而与地层无关。

(5)晚期的安山斑岩岩脉和北西向的构造对矿体和异常起破坏作用。

(6)7、8和13号异常所构成的环状异常是矿化异常,具有很好的找矿潜力,后期的勘探已经证明该异常下有原生铜矿的存在。

本次的地质填图和原生晕测量结束后,首钢秘铁公司与Rio Tinto公司于2000年12月14日签订合作协议,双方合作在以胡斯塔矿区为中心的39.693 1 km^2范围内进行铜矿风险普查。在7、8和13号异常为中心的地下168.3~299.5 m深处发现了厚度达131.2 m的原生铜矿,平均品位2.62%,其中278.5~299.5 m处的铜平均含量为10.02%(MA64钻孔)。到2004年底,已经探得该矿的资源量为20 900万t铜矿石(平均品位0.86%)。2004年12月加拿大Chariot资源公司购买了该矿,2006年2月28日,Chariot资源公司已经在该矿探得铜资源量260万t铜金属,此外还有5 050万盎司的银和42.8万盎司的金,成为当年世界上一个重大的找矿发现。

参加本次野外工作的还有卢民杰和杨文九,计算机制图胡其涛。在此鸣谢。

参考文献:

[1] Titty S R. Geological characteristics and environment of some porphyry copper occurrences in the north-western Pacific[J]. Econ Geol,1975,70:499.

[2] Cabello J. Exploration rewards in Chile[J]. Mining Magazine, 2000,182(4):198.

[3] Chadwick J. Peru booms[J]. Mining Magazine,1998,178(2): 87.

[4] Chadwick J. Peru continues to impress the world[J]. Mining Magazine,2000,182(1):6.

LITHOGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE JUSTA COPPER DEPOSIT IN PERU AND THE ORE-PROSPECTING EFFECT

CHEN Yu-ming[1], WANG Kai-tian[2]

(1. *Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing* 100083, *China*; 2. *Quqlity Supervision and Inspection Center of Fushun Aluminum Co. LTD, Fushun* 113001, *China*)

Abstract: 1: 2 000 geological map and 1: 10 000 lithogeochemical survey covering 2.75 km^2 were completed in Justa area of Peru in 1997. Stratigraphic, structural and magmatic characteristics of this area were studied in detail, two mineralization areas and eight mineralization vein belts were outlined, in which ninety-six copper orebodies (veins) were delineated. Twenty-six copper anomalies were detected with the anomaly threshold of 800 ppm. Nos. 7, 8 and 13 copper anomalies form a large half egg pattern. Rocks in the mieralization area are rather broken and strongly altered. The half egg shape may represent the center of hydrothermal activity or mineralization. It was inferred that there might exist a huge primary copper ore body in the depth, and this predication was proved by Chariot Resources Limited which bought the Justa deposit in 2004 and announced that more than 2.6 million tones of copper were found on 28 February, 2006.

Key words: geochemical characteristics; lithogeochemical survey; copper deposit; Justa in Peru

作者简介:陈玉明(1963-),男,教授级高级工程师,1988年毕业于长春地质学院,主要从事固体矿产的风险勘查和勘探工作。