维普资讯 http://www.cqvip.com

广东阳春石菉铜矿地质特征与成矿规律

孙宝德[1]，谌厚成[1]，成 功[2]
(1.广东省有色金属地质勘查局九三三队，广东 肇庆 526040；2.中南大学地学与环境工程学院，湖南 长沙 410083)

摘 要：通过对广东省阳春市石菉铜钼矿区的地层、构造和岩浆岩等矿床地质特征研究，总结出阳春市石菉铜钼矿的成矿规律，为进一步在该区及外围开展找矿打下基础。

关键词：矿床地质；成矿规律；找矿前景；石菉铜矿
中图分类号：P612 **文献标识码**：B **文章编号**：1004—5716(2008)05—0106—04

广东阳春石菉铜矿产于石英闪长玢岩与石灰岩接触带[1]，其大地构造位置处于粤桂加里东隆起和属中海西期坳陷的接壤部位，新华夏系第二隆起带的西南端，即位于吴川－四会断褶带的东南侧，阳春盆地的西南段。区内寒武系、泥盆系、石炭系分布较广。

纵贯全区的北东东－北东向构造是最醒目的构造形迹，为本区的基本构造骨架。

该区域内，岩浆活动极为频繁，岩浆岩分布广泛，其生成年代从加里东期至喜山期均有，以加里东期、燕山期、喜山期岩浆岩，其分布最广，燕山期活动最为频繁，燕山三期最为发育，岩性从基性岩至酸性岩均有，但以酸性岩为主。

广东阳春石菉铜矿是国家危机矿山，研究其地质特征与成矿规律，对于在该区进行外围找矿、延长矿山寿命有着重要的意义。

1 矿区地质

1.1 地层

矿区内出露的地层有寒武系、泥盆系、石炭系与第四系，其中，石炭系为矿区内的主要地层，广泛出露于石菉岩体的东、南及西南面，为连续沉积的灰岩及砂页岩类。自下而上为下石炭系孟公坳组、石磴子段、测水段、梓门桥段和中石炭系黄龙群等五个群、组、段，岩层总厚度大于1614m。在与石菉岩体接触处，形成厚度不一，形态各异的矽卡岩带。石炭系是内生矿床的主要赋矿层位，接触带矿体和界面矿体则赋存于接触带矽卡岩及带外的黄龙群、梓门桥段、测水段、石磴子段和孟公坳组的层间界面上下。

第四系为残积、坡积、洪积、冲积及岩溶穴、洼地堆积物。覆盖于区内各种时代地层之上，分布广泛。厚度几米至几十米，最厚达165m。该层为区内次生铜矿的含矿层位，富而厚大的东段次生铜矿体主要赋存于该层的洪积、冲积及岩溶洼地堆积物中，品位较低的西段次生铜矿体则主要赋存于该层的残坡积、洪冲积和岩溶洼地堆积物中。

1.2 构造

矿区处于在多组构造重叠、复合、干扰的复杂部位，各类构造形迹甚为发育。但由于第四系广泛覆盖，所以构造形迹的地表出露部位不完全。

褶皱：矿区一级褶皱构造为石菉－石根向斜，其轴部分布在矿区南东面。褶皱开阔，其轴向以NE—NEE为主，局部NNE向，地层倾角一般为30°～50°，其北西翼陡，南东翼稍缓的特征。轴部由中石炭系黄龙群组成，两翼往外依次是下石炭系梓门桥段、测水段、石磴子段、孟公坳组。次一级褶皱有三塔岭、猫鼻岭、木龟山向斜和平安寨背斜等，以及更低一级的层间小挠曲。

断裂：断裂构造发育，断层纵横交错，具多期继承活动的特点。主要有北东至北北东向组，表现为压扭性，规模较大。走向北西－北西西组是北东至北北东向组的配套构造，主要表现为张扭性质规模较小。

矿区内的断裂构造，既是控岩构造又是控矿构造。两组主要构造复合交汇的脆弱带为石菉岩体的侵位提供了有利的空间。岩浆侵位产生的应力，使接触带围岩进一步受到挤压破碎，又为成矿溶液的运移、充填、交代提供了良好的场所。区内接触带矿体即赋存其中。

由于构造的多期、继承强烈活动，在褶皱、断裂以及岩浆侵入过程中的挤压拱曲作用下，使围岩岩性差异部位产生层间剥离、层间滑动和层间破碎构造，为岩浆期后残余溶液的侵入和矿液的沉淀提供了空间场所。区内界面矿就产在这种层间构造中。

1.3 岩浆岩

矿区内出露面积最大，与成矿关系最密切的是石菉岩体。石菉岩体分布在矿区的中部和北部，呈小岩株产出，其同位素(K－Ar)年龄为1.25亿年，属燕山四期侵入体，其它几个岩体的规模都很小，分布在石菉岩体的

维普资讯 http://www.cqvip.com

北部边缘，是石菉岩体的同源同期分异产物。

石菉岩体形态复杂，呈不规则状侵入寒武系、泥盆系、石炭系中。岩体平面上作北东延伸，向南东突出的不规则椭圆形。北东方向长约 3200m，南东方向宽约 2200m，出露面积约 4km^2。剖面上岩体为近似直立与围岩层理作大角度交切的筒状。总体上在南东前缘的石菉山以东至黄狗洞地段－400m 标高以上，为陡超覆接触，其余地段除少数岩枝与围岩呈超覆接触外，多为下伏接触。局部形态由于岩体呈众多的舌状、枝状伸入围岩更为复杂。在岩体转折、内弯部位，接触带岩枝倒灌超覆的下部，岩体接触面的凹部，接触面由陡变缓部位，以及缓倾斜接触面与围岩层理整合接触部位，矽卡岩较为发育，矿化较强，连续性较好，形成矿体的数量较多，规模也较大。

石菉岩体是一个具有岩相分带的中酸性岩体。由南向北可划出空间上呈渐变过渡的石英闪长岩（石英闪长玢岩）－斜长花岗岩－花岗闪长岩 3 个岩相带。岩体的同生铜含量为 24～98ppm，平均值 65ppm；钼含量为 10～25ppm；钨含量为 10～180ppm。铜在宿主矿物黑云母中的含量很高，达 0.009%～0.047%。且从石英闪长岩－斜长花岗岩－花岗闪长岩铜的含量逐渐增高。黑云母富 Mg 贫 Li，富 Ti 贫 Fe，属 Mg－Fe 云母类，且其中 Cr、Ni、Co、V 含量较高。岩浆岩的地球化学特性决定了矿床的元素组特征，岩体南部富 Ca、Mg 质，所以在石英闪长岩相带形成 Fe－Cu，Cu－Mo 组合；岩体北部 Si、Al 质高，故在花岗闪长岩相带形成 W－Mo 组合；而岩体中部的斜长花岗岩相带则形成过渡式的 Cu－W 组合。

1.4　变质作用与围岩蚀变

矿区内的变质作用，主要是接触交代与接触变质（热液变质）两种。前者形成矽卡岩，后者是碳酸盐岩、砂页岩与石菉岩体接触时发生重结晶作用，改变了原岩的矿物成份与结构构造。主要的变质岩有大理岩和角岩。

矿区内围岩蚀变的种类繁多，常见的有蛇纹石化、硅化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、胶岭石化、碳酸盐化、沸石化、重结晶石化、石膏化等。其中与矿化关系密切的主要是蛇纹石化、硅化、绢云母化，其次是绿泥石化、绿帘石化和胶岭石化。

矿区内的矽卡岩多呈不规则带状环绕石菉岩体断续分布，明显受接触带控制。全区矽卡岩大体可分为黄狗洞－选矿厂带、沙仔坑－石人顶带、屋背岭－猫鼻岭、大田头－木龟山带和三塔岭带等 5 个岩带。以黄狗洞－选矿厂带的规模最大，连续性最好，全长达 4600m。该岩带中金属矿化强，形成的原生矿体规模大，全部接触带矿体均产于其中。

矽卡岩带的宽度在 20～50m 之间，随着火成岩枝伸入围岩，宽度加大，最宽可达 235m。一般在接触面变缓部位，矽卡岩带的厚度较大，接触面陡峻时，厚度较小。

矿区内的矽卡岩属钙矽卡岩，矿物组份较简单，主要有钙铁榴石、钙铝榴石、透辉石、蛇纹石，其次为符山石、硅灰石、绿帘石。少量的角闪石、透闪石、阳起石、绿泥石、普通辉石、镁橄榄石、金云母等。在内矽卡岩中还有长石、胶岭石和少量石英。

矽卡岩化早期，金属矿化差。矽卡岩化晚期，金属矿化增强。晚期生成的矽卡岩矿物以斑杂色，多种深灰色的钙铁榴石、结晶透辉石、蛇纹石为主与金属矿化关系密切、矿化最好。厚度大的部位，矿化较强，形成矿体的规模也较大，反之亦然。

2　矿床地质特征

区内有两种矿床类型：

（1）岩溶型离子吸附——孔雀石铜矿床：分布在石菉岩体东南缘接触带上部的风化矽卡岩及旁侧的第四系沉积、堆积物中。主要分布在横山仔、石菉山、黄狗洞 3 个区段。分东西两段，东段次生矿和西段次生矿。

（2）矽卡岩型铜钼矿床赋存于石菉岩体接触带内外矽卡岩及邻近的矽卡岩化大理岩中。主要分布在石菉岩体南东缘的黄狗洞－选矿厂矽卡岩带内，其它沙仔坑－石人顶等 4 个矽卡岩带，目前只发现比较零星的矿化。中型规模，按控矿因素、形态特征及产出位置可分为接触带矿体、界面矿体、脉状矿体和网脉状矿体等 4 种。前两种具有工业价值，后两者规模小，工业意义不大。上述 4 种矿体的空间展布具有分带性，在岩体内侧为网脉状矿体，岩体接触带上为接触带矿体，毗邻接触带的带外为界面矿体，接触带外的围岩中为脉状矿体。

矿体厚度大，呈大片彼此相连，往两端分枝成多枝长条体。长条体厚 1～20m，或平行产出（间隔 5～30m）外延尖灭，或交汇形成“矿结”。

2.1　东段次生矿床

东段次生矿石菉山至黄狗洞一带，平面投影面积约 0.4km^2，矿体长约 1500m，宽 102～550m，厚约 24m。埋藏标高 22～－130m。呈北北东－南西向展布，倾向北西。矿体形态主要呈似层状、透镜状。矿体平均埋深 30m，属深掩覆型铜矿床。矿床平均品位 Cu2.74%。

2.2　西段次生矿床

西段次生矿分布在矿区西至西南部的金刚平、横山仔一带的风化矽卡岩及第四系中，共有矿体 3 个。三者近于相连，其中 1、2 号矿体规模较大，3 号矿体最小。矿体形态受基岩及风化矽卡岩形态的制约，呈囊状、透

维普资讯 http://www.cqvip.com

镜状或似层状产出。埋藏标高从88m至负108m。1号矿体部分裸露地表，2、3号矿体一般埋深0～10m。各矿体形态、产状、规模特征如表1所示。

表1 西段次生矿体产出特征

矿体编号	形态	产状			规模				
		走向	倾向	倾角(°)	长度(m)	宽度(m)	厚度(m) 最小	最大	平均
1	囊状	NEE	SSE	10～45	350	250	5	101	25
2	似层状	NNE	SEE	5～25	460	460	5	34	14
3	似层状	NE	SE	5～10	170	170	2	9	5

1号矿体分布在矿区西部金刚平地段的8～4线之间，赋存于风化矽卡岩及第四系残坡积和岩溶堆积物中。呈不规划的囊状产出。为412号、416号原生矿体及含矿矽卡岩经风化后淋滤富集而成。

矿体作北东东向延展，向南南东倾斜，倾角10°～45°。长度350m，宽度250m，平均厚度25m，平均品位Cu1.02%。

3 矿床成因及成矿模式

该区的原生矿体主要产在石菜岩体与碳酸盐类岩石接触交代的矽卡岩带中，矽卡岩的形态、产状、规模及空间展布直接控制着原生矿体的形态、规模及空间分布，二者具明显的正消长关系；石菜岩体中同生铜、钼、钨含量高，宿主矿物黑云母中铜含量高达9～47ppm；矽卡岩中硫化物的δs^{34}值反映了深源岩浆硫的特征等，说明石菜岩体是本区成矿的母岩。根据矽卡岩矿物包体测温结果为285℃～385℃，主要含铜矿物在矿石中明显溶蚀交代早期生成的矽卡岩矿物，且主要在中温热液阶段析出。由此认为，该矿床属于岩浆期后中温热液接触交代矽卡岩型矿床，其成矿模式如图2所示。

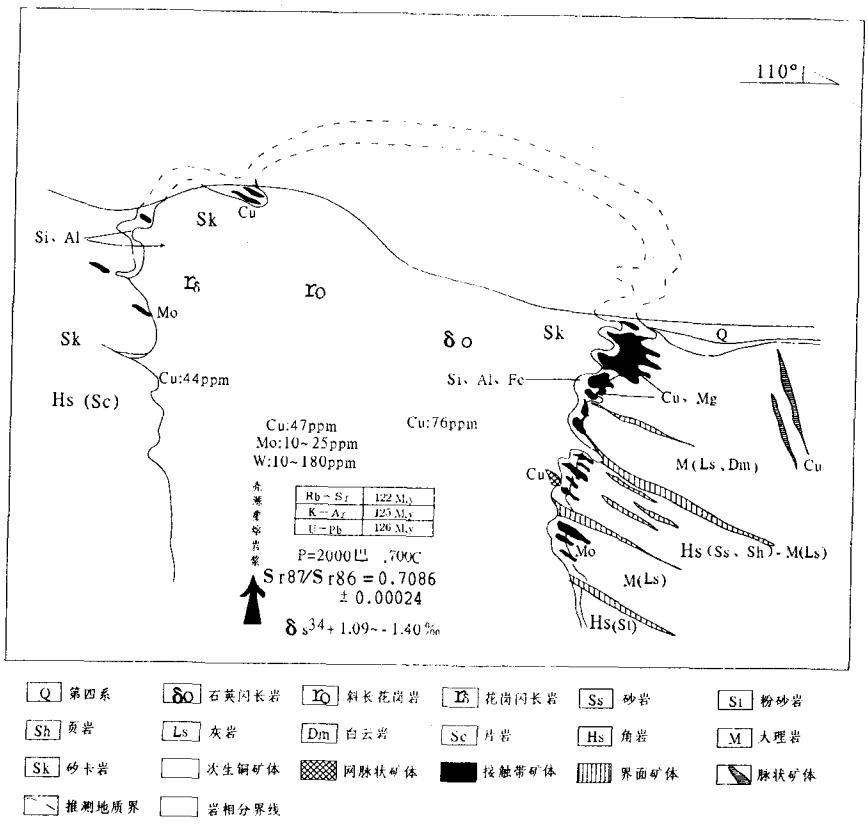

图2 石菜铜矿成矿模式图

4 成矿规律

通过上述分析，对该区的铜矿总结出如下规律：

(1)混合源同熔型钙碱性系列的中酸性侵入体，呈岩株状，其中生铜量在30ppm以上，是寻找矽卡岩型Cu(Mo)矿床的重要标志。岩石具斑结构、蚀变强烈(胶岭石化、硅化、绢云母化)是判别成矿岩体的。

维普资讯 http://www.cqvip.com

九岭区突发性地质灾害发育基本特征及成因分析

胡金龙[1]，雷万荣[2]
(1. 浙江省工程勘察院，浙江 宁波 315012；2. 江西省地质环境监测总站，江西 南昌 330012)

摘 要：江西省九岭区地质灾害发育，自20世纪90年代以来，地质灾害发生的频率越来越高。据铜鼓县、宜丰县地质灾害调查资料统计：全区崩、滑、流等突发性地质灾害点共747点。规模一般较小，但造成的损失大。影响地质灾害形成的主要因素为地形地貌、岩土体类型、地质构造、地下水与地表水、降雨、人为工程活动等。对地质灾害的发育特征及成因进行分析，有利于地质灾害的防治，有利于保障人民生命财产安全及社会的稳定。

关键词：突发性；地质灾害；基本特征；成因分析
中图分类号：X43 **文献标识码**：B **文章编号**：1004—5716(2008)05—0109—03

1 概述

突发性地质灾害(崩塌、滑坡、泥石流)是自然灾害中的重要灾害种类之一，它不仅对人民生命财产造成威胁，而且对资源、环境等具有较严重破坏性。由于地质灾害具有区域性、突发性的特点，有时会造成较多的人员伤亡[1]。

江西省九岭区(包括铜鼓、宜丰两县，下同)特定的地质环境条件及人为工程活动对自然环境的扰动作用，使九岭区成为江西省地质灾害较为严重的地区之一，自20世纪90年代以来，地质灾害发生的频率越来越高。据铜鼓、宜丰两县的地质灾害调查统计，九岭区崩塌、滑坡(隐患)、泥石流等突发性地质灾害点共747处[2-3]。

2 发育基本特征

突发性地质灾害(简称地质灾害，下同)类型以滑坡为主，其中滑坡(滑坡隐患)561处、崩塌165处、泥石流21处，分别占总灾害点数的75.1%、22.1%、2.8%。

灾害规模以小型为主，中型、大型次之，无巨型，其分别占灾害总数的95.7%、3.9%、0.4%，其中滑坡小型533处、中型25处，大型3处，分别占滑坡总数的95.0%、4.5%、0.5%；崩塌小型164处、中型1处，分别占崩塌总数99.4%、0.6%；泥石流小型18处、中型3处，分别占泥石流总数85.7%、14.3%。

灾害形成的主导因素以暴雨型为主，占总点数的79.7%；与人类工程活动有关的灾害点，占总灾害点数的72%。

从运动方式及组成物质分析，小型滑坡以浅层牵引

(2)根据矿体空间分布的规律，在岩体突出超覆的前缘，与碳酸盐类岩石接触部位，是寻找矽卡岩型原生矿体的主要地带。其中岩体形态复杂，变化大的部位(平面上的转折、内弯，剖面上的岩枝超覆、倒灌及凹部)是矿化富集地段又一标志。

(3)在围岩岩性差异大的层间构造发育部位，是寻找界面矿体的有利部位。

(4)矽卡岩矿物成分复杂、多期、色深斑杂时，是含矿矽卡岩的特征标志。

(5)次生矿床是原生矿床的直接找矿标志。

(6)矽卡岩上部出现翠绿色的孔雀石、硅孔雀石时，是原生矿石氧化带来的重要标志。褐色、棕黄色、黄绿色呈花斑状的风化矽卡岩，往往预示深部有原生矿体。

(7)磁法异常300γ等值线可圈定含矿岩体的分布范围，正负异常配套时、峰值高达数千至万余时，是接触带含磁铁矿矽卡岩部的反映。

(8)化探次生晕综合异常Cu、Mo、Pb、Zn、Ag、W、Bo(Sn)组合时，主元素Cu、Mo丰度高，是接触带含矿矽卡岩的地球化学特征标志，Ag为近矿指示元素。

5 结论

广东阳春石菉铜矿属于岩浆期后中温热液接触交代矽卡岩型矿床，岩体突出超覆的前沿与碳酸盐接触部位为原生矿体的主要地带，矽卡岩直接控制原生矿体的产状。

参考文献：

[1] 余斌，许军，董卫军，梁耀庭，张银平. 石菉山原生硫化铜矿综合开发技术研究[J]. 露天采矿技术. 2005(1).
[2] 黄崇轲，白冶，朱裕生，王惠章，尚修志. 中国铜矿床[M]. 北京：地质出版社，2001.