

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2019.01.005

引用格式:黄建平. 福建省南靖县南坑钼矿床地质特征及找矿标志[J]. 华东地质, 2019, 40(1): 35-42.

福建省南靖县南坑钼矿床地质特征及找矿标志

黄建平

(福建省闽东南地质大队, 泉州 362011)

摘要: 通过总结福建省南靖县南坑钼矿床的地质特征, 认为该钼矿床为斑岩型钼矿床, 钼矿体主要赋存于燕山早期花岗岩与文宾山组接触带, 主要产在燕山早期花岗岩体内, 受缓倾斜的石英脉和网脉状石英细脉控制, 矿石类型为石英粗脉型和石英细脉型。该钼矿床具有弱磁异常, 原生晕、次生晕异常发育, 钼次生晕异常在深部见矿效果较好; 与钼矿体关系密切的蚀变主要有云英岩化和硅化, 找矿标志主要为燕山早期花岗岩、白楼一下楼断裂带、晚三叠世文宾山组、云英岩化、硅化及物化探异常, 以上认识对区域寻找类似钼矿床具有参考价值。

关键词: 南坑钼矿床; 地质特征; 找矿标志; 南靖县; 福建

中图分类号: P 618. 65

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2019)01-035-08

南坑钼矿床位于福建省上杭—云霄金银铜铅锌钨钼成矿带, 是 20 世纪 70 年代通过航磁异常发现的, 前人主要从地质构造、地球化学及物化探特征等方面对该矿床进行研究^[1-3]。目前, 对该矿床的地质特征及找矿标志尚缺乏系统研究及报道。本文通过总结南坑钼矿床地层、构造、岩浆岩、矿体、围岩蚀变和物化探异常等特征, 探讨该钼矿床成因并总结找矿标志, 这对区域寻找类似钼矿床具有一定参考。

1 区域地质概况

南坑钼矿床位于闽东火山喷发带南缘, 福安—南靖 NE 向断裂带与厦门—南靖 EW 向断裂带交汇处^[4]。区域出露的地层主要有石炭系、二叠系、三叠系沉积岩及中生界沉积岩和火山岩^[5]。矿区处于区域乌石山—南坑—茅峰弧形复背斜中段北翼, 次级褶皱和层间断裂发育, NE 向白楼一下楼断裂对矿化具有控制作用。该区岩浆活动频繁, 主要有燕山早期侵入的中酸性、酸性岩体及少量花岗斑岩脉,

喜山期有基性小岩体或岩脉侵入(图 1), 燕山早期侵入的中酸性、酸性岩体及花岗斑岩脉与钼矿关系密切。内生金属矿产与侵入岩具有密切的成因联系^[6-11]。矿区岩石蚀变普遍, 主要蚀变类型有云英岩化、硅化、辉钼矿化、褐铁矿化、绿泥石化和角岩化等, 异常主要是白楼和船场钼异常以及钨、锡、重砂异常。

2 矿区地质特征

2.1 地层

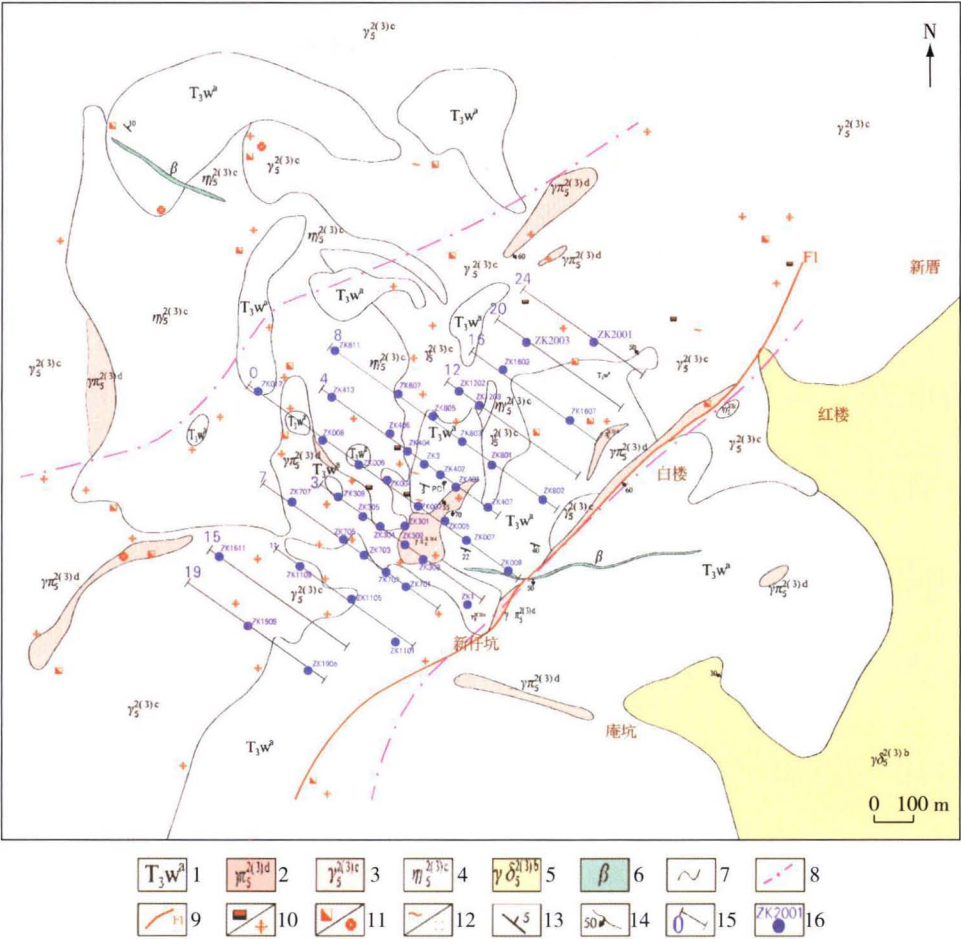
矿区出露的地层主要为晚三叠世文宾山组下段(T_3w^a), 为一套湖沼相碎屑沉积岩, 单斜, 向南倾, 倾角为 $30^\circ \sim 50^\circ$, 主要分布于矿区东南部及 F1 断裂东南侧。F1 断裂北西侧大部分被岩体侵入, 往北西地层逐渐变薄, 直至呈岩体中的捕虏体或大小不等的残留顶盖(图 2)。地层岩性以巨厚层状含砾长石石英砂岩和石英砂岩为主, 粉砂岩和粉砂质泥岩次之。

含砾长石石英砂岩: 灰白色—浅灰色, 巨厚层

* 收稿日期: 2018-01-12 修订日期: 2018-04-15 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 福建省地质矿产勘查开发局、福建省闽东南地质大队和厦门晟鑫隆矿业有限公司“福建省南靖县南坑矿区钼矿详查(编号: 闽东南地[2008]17)”项目资助。

第一作者简介: 黄建平, 1965 年生, 男, 高级工程师, 主要从事矿产地质勘查工作。



1. 晚三叠世文宾山组下段;2. 燕山早期第三阶段第四次侵入花岗斑岩;3. 燕山早期第三阶段第三次侵入黑云母花岗岩;4. 燕山早期第三阶段第三次侵入二长花岗岩;5. 燕山早期第三阶段第二次侵入花岗闪长岩;6. 喜山期辉绿岩;7. 地质界线;8. 云英岩化蚀变界线;9. 断裂及编号;10. 辉钨矿化/云英岩化;11. 褐铁矿化/硅化;12. 绿泥石化/角岩化;13. 地层产状;14. 侵入倾向及倾角;15. 剖面线及编号;16. 钻孔位置及编号。

图 2 南坑钨矿床地质略图

Fig. 2 Geologic sketch map of the Nankeng mining area

2.3 侵入岩

矿区侵入岩发育,可分为 2 期 4 次侵入,从早到晚依次为燕山早期第三阶段第二次侵入灰黑色中细粒花岗闪长岩($\gamma\delta_5^{2(3)b}$),燕山早期第三阶段第三次侵入灰黑色中细粒似斑状二长花岗岩($\eta\gamma_5^{2(3)c}$)和中粗粒黑云母花岗岩($\gamma_5^{2(3)c}$),燕山早期第三阶段第四次侵入花岗斑岩($\gamma\pi_5^{2(3)d}$)以及喜山期侵入的辉绿岩(β_5^2)。燕山期岩浆演化具有规律性,暗色矿物、钙质逐渐减少,从中酸性岩逐渐演变至酸性岩。矿体赋存于燕山早期二长花岗岩、黑云母花岗岩和花岗斑岩中。

燕山早期第三阶段第二次侵入灰黑色中细粒花岗闪长岩:细粒全晶质半自形等粒状结构,块状

构造,以 $<2\text{ mm}$ 的细粒为主。斜长石含量为 55%,石英含量为 20%,钾长石含量为 10%,角闪石含量为 10%,黑云母含量为 5%~10%,辉石少量。副矿物有磁铁矿、磷灰石、榍石和锆石。

燕山早期第三阶段第三次侵入灰黑色中细粒似斑状二长花岗岩:中细粒似斑状花岗结构,边缘呈斑状结构,基质呈细粒花岗结构,块状构造。似斑晶为斜长石、钾长石和石英等,其中斜长石含量为 15%,钾长石含量为 10%,石英含量为 5%。基质由钾长石、斜长石、石英和黑云母组成,粒径为 0.2~1 mm,斜长石含量为 15%,钾长石含量为 25%~30%,石英含量为 20%,局部见石英与钾长石共结连生,呈显微文象结构,黑云母含量为 3%~

5%,局部含量可高达10%。副矿物有磁铁矿、锆石和磷灰石。

燕山早期第三阶段第三次侵入中粗粒黑云母花岗岩:主要呈灰白-浅肉红色,中细粒、中粗粒花岗岩结构,局部为似斑状结构,块状构造。钾长石含量为45%~50%,石英含量为30%~35%,斜长石含量为10%~15%,黑云母含量为1%~3%。副矿物有磁铁矿、锆石和磷灰石。

燕山早期第三阶段第四次侵入花岗斑岩:浅灰-浅肉红色,斑状结构。基质为细粒花岗结构,块状构造。斑晶石英含量为20%,钾长石含量为10%,黑云母含量为1%~2%,斑晶分布较均匀;基质钾长石含量为40%,石英含量为15%,斜长石含量为10%。副矿物有磁铁矿、磷钼矿、独居石、钽石和锆石,以及微量的铌铁矿、细晶石、黑稀金矿和铌铁金红石等。

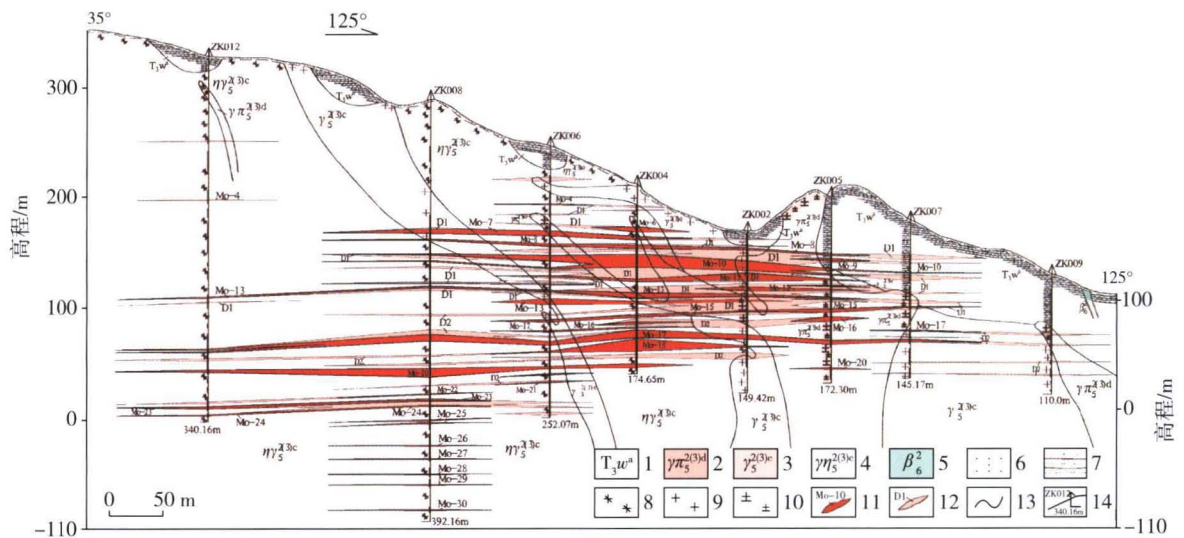
喜山期辉绿岩:呈深灰色-灰黑色,风化后呈紫

红色-暗紫红色,辉绿结构,块状构造。斜长石含量为60%,辉石含量为35%,含少量黑云母。副矿物有磁铁矿和磷灰石。

2.4 矿体特征

2.4.1 形态和规模

钼矿体主要产于燕山早期二长花岗岩、黑云母花岗岩和花岗斑岩边缘,围岩为文宾山组含砾长石石英砂岩,总体呈似层状,大致呈北西走向,向南西缓倾,倾角为5~15°。矿体与围岩无明显界线。根据辉钼矿化石英脉的厚度和密集程度,辉钼矿化石英脉宽多数<1 mm,>10 mm者较少。由南坑钼矿床0线地质剖面图(图3)可知,主要矿体长轴呈NE-SW向,短轴呈NW-SE向,共圈定工业矿体30个,编号为Mo-1—Mo-30。各矿体产状基本平行,主要矿体为Mo-10、Mo-11、Mo-13和Mo-17,其资源量占总资源量的56.8%,其具体特征分别如下。



1. 晚三叠世文宾山组下段;2. 燕山早期第三阶段第四次侵入花岗斑岩;3. 燕山早期第三阶段第三次侵入黑云母花岗岩;4. 燕山早期第三阶段第三次侵入二长花岗岩;5. 喜山期辉绿岩;6. 浮土;7. 含砾长石石英砂岩;8. 似斑状二长花岗岩;9. 黑云母花岗岩;10. 花岗斑岩;11. 钼矿体及编号;12. 低品位钼矿体及编号;13. 地质界线;14. 钻孔编号及孔深。

图3 南坑钼矿床0线地质剖面图

Fig. 3 Cross section of exploration line 0 in the Nankeng mining area

矿体 Mo-10:NE-SW 向长>800 m,NW-SE 向宽 100~300 m,最宽约 500 m,呈北东段细长、南东段粗短的“十字形”,矿体厚度为 1.2~10.62 m,品位为 0.06%~0.183%,平均品位为 0.102%。

矿体 Mo-11:NE-SW 向长>800 m,NW-SE 向宽 100~300 m,矿体厚度为 1.12~10.62 m,向两

侧逐渐变薄或分叉。矿体总体呈北东端尖、南西端平的锥状,矿体品位为 0.06%~0.21%,平均品位为 0.116%。

矿体 Mo-13:NE-SW 向长>900 m,NW-SE 向宽 100~400 m,最宽约 800 m,呈不规则的串葫芦状,矿体厚度为 1.12~12.28 m,矿体品位为 0.061%~0.191%,平均品位为 0.107%。

矿体 Mo-17:NE-SW 向长>800 m,NW-SE 向宽 200~500 m,最宽约 700 m,呈歪葫芦状,矿体厚度为 1.1~8.62 m,矿体品位为 0.06%~0.25%,平均品位为 0.108%。

2.4.2 结构、构造和组成

矿石结构:他形片状结构、他形细粒状镶嵌结构是矿石的主要结构;半自形片状结构为矿石的次要结构;自形、半自形—他形粒状结构是黄铁矿的主要结构。

矿石构造:以细脉状构造和网脉状构造为主,浸染状和团块状构造为辅。

矿石矿物:以辉钼矿为主,少量黄铁矿、磁铁矿和钛铁矿等。

脉石矿物:主要为石英,其次为钾长石、斜长石、黑云母、绢云母、水云母、绿帘石、绿泥石和角闪石等。

矿石中 useful 组分主要为 Mo,含量为 0.06%~0.39%,平均含量为 0.105%;伴生有益组分为 Cu、Pb、Zn、W、Sn 和 Ag(表 1)。

表 1 南坑钼矿床钼矿体元素组合分析结果
Table 1 Element composite analysis results of molybdenum orebodies in the Nankeng mining area

元素	含量/ 10^{-6}					
	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Ag
平均值	44.07	38.18	27.71	156.1	3.87	0.12
最高值	770.00	128.00	210.00	342.0	24.20	0.22

矿体隐伏于风化壳之下,矿石均为原生硫化矿石。矿石的自然类型为石英粗脉型和石英细脉型,矿石的工业类型为单一的含钼石英脉矿石。

2.5 围岩蚀变

区内蚀变矿物种类较多,可划分为成岩和成矿 2 期。成岩期蚀变主要有角岩化、黑云母化和绿帘石化,在岩体及近岩体围岩中呈面状分布;成矿期蚀变具有多阶段性和叠加性,按蚀变矿化的矿物生成时期从早到晚大致可分为 4 个阶段。

磁黄铁矿阶段(矿前高温阶段),蚀变主要有黑云母化、白云母化、硅化和磁黄铁矿化等,局部石英和云母呈条带状平行排列;硅化、辉钼矿化阶段(成矿阶段),蚀变主要为硅化和辉钼矿化,一般仅见石英和辉钼矿,石英脉越宽,辉钼矿条数越多,辉钼矿化在石英脉外的围岩中极少见;云英岩阶段(矿后

中高温阶段),蚀变主要有钾化、硅化、云英岩化、黄铁矿化和绿帘石化等,宽一般为几米,外侧为钾化和硅化,内侧为云英岩化,宽一般几厘米到几十厘米;碳酸盐阶段(中低温阶段),蚀变主要有绢云母化、黄铁矿化和碳酸盐化,常形成宽数厘米到数米的深绿色疏松易碎的蚀变脉。综上,围岩蚀变总体特点为成岩期蚀变呈带状、成矿期蚀变及矿化呈细脉状。

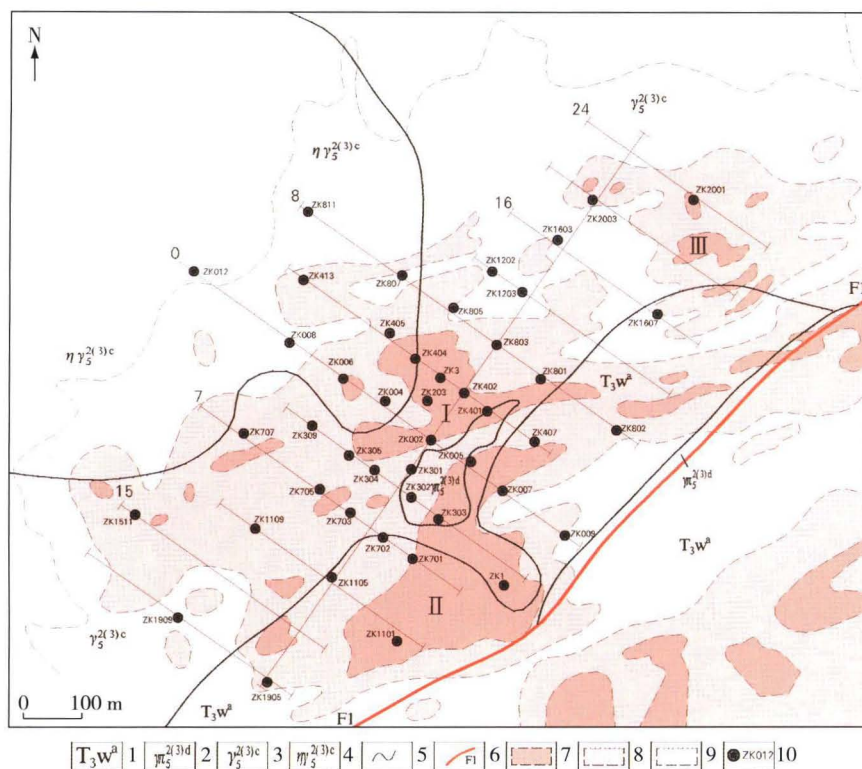
2.6 钼土壤异常特征

矿区土壤金属测量以 $Mo(50 \times 10^{-6})$ 为下限,圈定钼土壤异常面积 1.75 km^2 ,异常总体为长轴状,呈 NE 向展布的椭圆形,长约 1.75 km,宽约 1 km(图 4)。钼土壤异常中带($(200 \sim 350) \times 10^{-6}$)主体分布在 F1 断层北西侧,长约 1.5 km,宽约 0.7 km。钼土壤异常内带($>350 \times 10^{-6}$)中部为 I 号土壤异常带,南部为 II 号土壤异常带,北东段为 III 号土壤异常带。

I 号土壤异常带和 II 号土壤异常带北段见矿厚度均较大,见矿效果好。II 号土壤异常带南段为文宾山组,矿化较差。III 号土壤异常带异常较小,矿化亦较差,异常外带浅部一般矿化较差,但在深部尚可见到一定厚度的矿体。Mo、W、Cu、Pb 和 Zn 原生晕异常、Mo 原生晕异常与 Mo 次生晕异常基本重叠(图 5),与 Mo 伴生的 W、Cu 分布零散,比 Mo 的分布范围大,呈零星的小异常分布于 Mo 异常为主外围。总体看,钼土壤异常呈一定的水平分带,大致可分为 2 个带,内带以 Mo 为主,外带以 Cu 和 W 为主,Pb、Zn 在内带略高。

3 矿床成因探讨

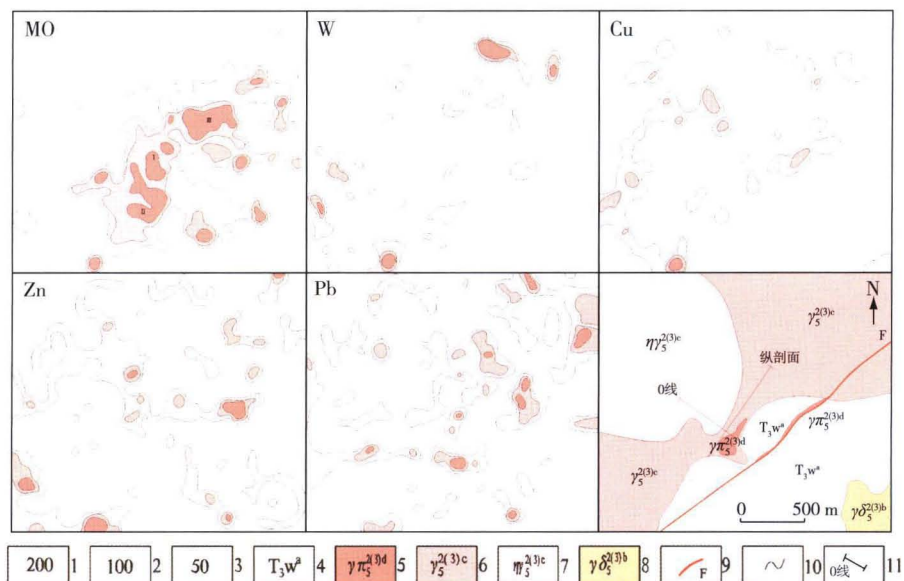
南坑钼矿床位于白楼一下楼 NE 向断裂带南西段,与白楼钼分散流异常套合,其北东段还有锡和钨的重砂异常,说明 NE 向断裂带为成矿物质及热液运移提供通道和容矿空间。矿区黑云母花岗岩、花岗斑岩呈 NE 向展布,位于二长花岗岩与文宾山组之间。由于岩浆多次上涌脉动侵入,形成较强的蚀变及矿化。厚度大的辉钼矿石英脉以水平状为主,脉中常有多条基本平行的辉钼矿细脉,不同辉钼矿细脉中的辉钼矿赋存特征具有差异。含钼石英脉呈致密条带状,石英脉中的辉钼矿细脉在显微镜下呈叶片状弯曲,辉钼矿顺石英颗粒间隙的张性裂隙充填。



1. 晚三叠世文宾山组下段; 2. 燕山早期第三阶段第四次侵入花岗斑岩; 3. 燕山早期第三阶段第三次侵入黑云母花岗岩; 4. 燕山早期第三阶段第三次侵入二长花岗岩; 5. 地质界线; 6. 断裂及编号; 7. 钼土壤异常(350×10^{-6}); 8. 钼土壤异常(200×10^{-6}); 9. 钼土壤异常(50×10^{-6}); 10. 钻孔位置及编号。

图4 南坑钼矿床钼土壤异常图

Fig. 4 Anomalous map of Mo-bearing soil in the Nankeng mining area



1. 原生晕异常 200×10^{-6} ; 2. 原生晕异常 100×10^{-6} ; 3. 原生晕异常 50×10^{-6} ; 4. 晚三叠世文宾山组下段; 5. 燕山早期第三阶段第四次侵入花岗斑岩; 6. 燕山早期第三阶段第三次侵入黑云母花岗岩; 7. 燕山早期第三阶段第三次侵入二长花岗岩; 8. 燕山早期第三阶段第二次侵入花岗闪长岩; 9. 断裂及编号; 10. 地质界线; 11. 剖面线及编号。

图5 矿区 Mo、W、Cu、Zn、Pb 原生晕异常与地质简图

Fig. 5 Primary halo anomalies of Mo, W, Cu, Zn and Pb elements and simplified geologic map of the mining area

岩浆上侵,伴随外部温压降低,气、液、浆分离、聚集并结晶成岩,内部压力增加到一定程度,围岩便产生裂隙,热液充填在裂隙中结晶成脉^[12]。岩浆对围岩产生挤压,在外接触带形成平缓的石英脉,在内接触带形成云英岩。随着温压下降,含钼热液充填结晶,形成含钼石英脉。综上,花岗岩、花岗斑岩是成矿母岩,热液运移通道是岩在浆上侵、冷却、收缩形成的张性裂隙,容矿空间是岩浆热液压力作用改造原有裂隙系统形成的。

矿物组合为辉钼矿、黄铁矿、磁铁矿、钛铁矿、石英、钾长石、斜长石、黑云母、绢云母、水云母、绿帘石、绿泥石和角闪石等。根据成矿地质条件、物质来源、成矿方式,矿物共生组合、矿石结构构造等特点,该矿床应为斑岩型钼矿床。

4 找矿标志

(1)钼矿体主要赋存于二长花岗岩、黑云母花岗岩、花岗斑岩中,是侵入岩找矿标志。

(2)白楼一下楼断裂带对矿体具有控制作用,是构造找矿标志。

(3)南坑钼矿床部分矿体赋存于晚三叠世围岩文宾山组中,是地层找矿标志。

(4)云英岩化、硅化、白云母化、黄铁矿化特征明显,硅化形成致密的含石英脉,可直接见到辉钼矿化。云英岩化、硅化和白云母化是蚀变找矿标志。

(5)南坑钼矿床是通过航磁异常发现的,矿前蚀变矿物磁铁矿和磁黄铁矿引起的弱磁异常是物探异常找矿标志。

(6)次生晕与原生晕异常值 $>350 \times 10^{-6}$ 的异常内带,深部存在品位较高、厚度较大的矿体;次生晕与原生晕异常值 $>200 \times 10^{-6}$ 的异常中带,一般可见矿体;次生晕与原生晕异常值 $>50 \times 10^{-6}$ 的异常外带,深部可见矿体。次生晕与原生晕值 $>50 \times 10^{-6}$ 的钼异常带是化探异常找矿标志。

(7)白楼、船场钼异常内已发现矿点或矿化点,其地质特征与南坑钼矿床地质特征类似,成矿地质条件较好,这些矿点或矿化点是直接找矿标志。

5 结论

(1)南坑钼矿床为斑岩型钼矿床,钼矿体主要呈石英脉和网脉状石英细脉产于燕山早期花岗岩与围岩文宾山组接触带附近,燕山早期第三阶段第三次侵入黑云母花岗岩、似斑状二长花岗岩和第四次侵入花岗斑岩为成矿母岩,白楼一下楼断裂对矿体具有控制作用。

(2)南坑钼矿床侵入岩找矿标志为二长花岗岩、黑云母花岗岩和花岗斑岩等;构造找矿标志为白楼一下楼断裂带;地层找矿标志为晚三叠世文宾山组,同时注意云英岩化、硅化和白云母化等蚀变。

参考文献

- [1] 洪里平.福建南靖南坑钼多金属矿异常特征及找矿远景分析[J].福建地质,2012,31(3):247-254.
- [2] 曹其琛,陈宏尧,赵胜利.福建南靖船场地区钼铅锌土壤地球化学异常[J].云南地质,2013,32(3):331-333.
- [3] 张志华,黄伦强,武国安,等.福建省南靖县船场钼铅锌银多金属矿物探找矿效果[J].低碳世界,2014(13):118-119.
- [4] 福建省地质矿产局.福建省区域地质志[M].北京:地质出版社,1985.
- [5] 福建省区域地质测量队.1:20万漳州、东山幅区域地质矿产调查报告[R].福州:福建省区域地质测量队,1974.
- [6] 陶春军,贾十军,陈富荣,等.安徽北淮阳沙坪沟钼矿区水系沉积物粒级试验研究[J].华东地质,2017,38(1):58-65.
- [7] 孙社良,陈士海,李永明,等.土壤地球化学测量在赣东北良坑钼钨矿区勘查中的应用[J].华东地质,2017,38(4):279-287.
- [8] 张集泉.福建德化丘垵矿区青岗钼矿床地质特征[J].福建地质,2013,32(2):105-111.
- [9] 张岩凯.福建三明眉山钼矿床地质特征及成因探讨[J].福建地质,2014,33(1):15-22.
- [10] 王芳华.福建建阳井后钼矿床地质特征及成因探讨[J].福建地质,2015,34(2):125-134.
- [11] 刘鹤,姚敬金,任宏,等.福建省铁帽山钼矿床地质、地球化学异常特征与找矿方向研究[J].地球学报,2014,35(6):683-692.
- [12] 周济元,肖惠良.成矿结构体系及其钨矿找矿意义[J].资源调查与环境,2006,27(2):110-119.

Geological characteristics of the Nankeng molybdenum ore deposit in Nanjing County, Fujian Province, and its indicators for prospecting

HUANG Jian-ping

(Southeastern Fujian Geological Party of Fujian province, Quanzhou 362011, China)

Abstract: Through summarizing the geological characteristics of the Nankeng molybdenum deposit in Nanjing County, Fujian Province, this study concludes that the deposit belongs to porphyry-type molybdenum ore deposit. Molybdenum orebodies occur mainly along the contact zone between early Yanshanian granite and surrounding rock Wenbingshan Formation, predominantly within early Yanshanian granite. The orebodies are controlled by gently-dipping quartz veins and stockwork quartz veinlets. There are two types of ores: quartz vein and quartz veinlets. The Mo-bearing deposit is characterized by weak magnetic anomalies, well development of primary halo and secondary halo, with the secondary halo anomaly showing good mineralization especially at depth. Alteration closely related to Mo mineralization contains greisenization and silicification and etc. The indicators for prospecting mainly are early Yanshanian granite, Bailou-Xialou fault zone, Wenbingshan Formation of late Triassic, greisenization and silicification, geophysical and geochemical anomaly, etc. The understanding above is of some references for finding similar molybdenum ore deposits in the area.

Key words: Nankeng molybdenum ore deposit; geological characteristics; prospecting indicators; Nanjing County; Fujian Province