

# 福建大田某铁矿床地质特征及成因

邱占林<sup>1\*</sup>, 吴超凡<sup>1</sup>, 郭新强<sup>2</sup>, 王磊<sup>3</sup>, 陈万煌<sup>1</sup>, 黄聪明<sup>1</sup>

(1. 龙岩学院 资源工程学院, 福建 龙岩 364012; 2. 福建省 197 地质大队, 福建 泉州 362011;  
3. 福建省 121 地质大队, 福建 龙岩 364021)

**摘要:** 金属矿床地质特征及成因的研究程度事关地质找矿成效的关键性问题。在简述区域地质特征的基础上, 分析了福建大田某铁矿床地质特征, 并从成矿物质源、岩性、层位、构造、岩浆岩及岩体后期蚀变作用与矿化关系等方面入手对其成因进行了研究。结果表明: 该铁矿床矿体赋存于林地组与栖霞组之间的不整合面上的灰岩层位中, 燕山早期的张地岩体是铁矿砂卡岩化的必要条件, 其接触带附近的蚀变带是矿化及矿体赋存的必然条件。矿石类型主要为风化残余型褐铁矿, 属热液充填型与接触交代型矿床。该研究可为矿区及外围进一步找矿工作提供指导及技术参考。

**关键词:** 铁矿床; 地质特征; 成因; 张地岩体

**中图分类号:** P618.31      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-9102(2016)04-0047-07

## Geological characteristics and genesis of an iron ore deposit in Datian County, Fujian Province

QIU Zhanlin<sup>1</sup>, WU Chaofan<sup>1</sup>, GUO Xinqiang<sup>2</sup>, WANG Lei<sup>3</sup>, CHEN Wanhuang<sup>1</sup>, HUANG Congming<sup>1</sup>

(1. School of Resource Engineering, Longyan University, Longyan 364012, China;  
2. The 197 Geological Team of Fujian Province, Quanzhou 362011, China;  
3. The 121 Geological Team of Fujian Province, Longyan 364021, China)

**Abstract:** The key issues of the effectiveness of the geological prospecting results are dependent on the research degree of geological characteristics and genesis of metal ore deposits. On the basis of brief regional geological characteristics, the analysis of the geological characteristics of a iron ore deposit in Datian County, Fujian Province, and the metallogenic causes are studied from a mineral source, lithology, strata, structure, magmatic rocks and late rock alteration and mineralization relations and other aspects. Results show that the iron orebody occur in the limestone layer of the unconformity between Lindi and Qixia Formation on the surface of the bit. Zhangdi rock mass of the early Yanshan is necessary for iron ore skarnized, and near the contact zone of the alteration belt are the necessary conditions of mineralization and orebody occurrence. The ore types are mainly weathering residual type limonite, belonging to hydrothermal filling type and contact metasomatic deposits. This study can provide guidance and technical reference for the further prospecting work in the mining area and the periphery.

**Key words:** iron ore deposit; geological characteristics; genesis; Zhangdi rock mass

福建大田张地-铅山银、铁等多金属成矿带<sup>[1]</sup>是构成武夷山加里东隆起成矿带<sup>[2]</sup>的重要组成部分。其分支某铁矿区矿体赋存于太华-长塔背斜与雄峰-大田向斜间, 川石-南坑-上蔡铁多金属矿带之南东端, 主要产于二叠系栖霞组(P<sub>2q</sub>)与石炭系林地组(C<sub>1l</sub>)的不整合面上的灰岩层位中<sup>[3]</sup>。近年来, 国内外专家对铁矿床地质特征及成因方面进行了有益的探讨和研究, 并总结了一些基础理论及成矿规律<sup>[4-10]</sup>。许多单

收稿日期: 2016-07-09

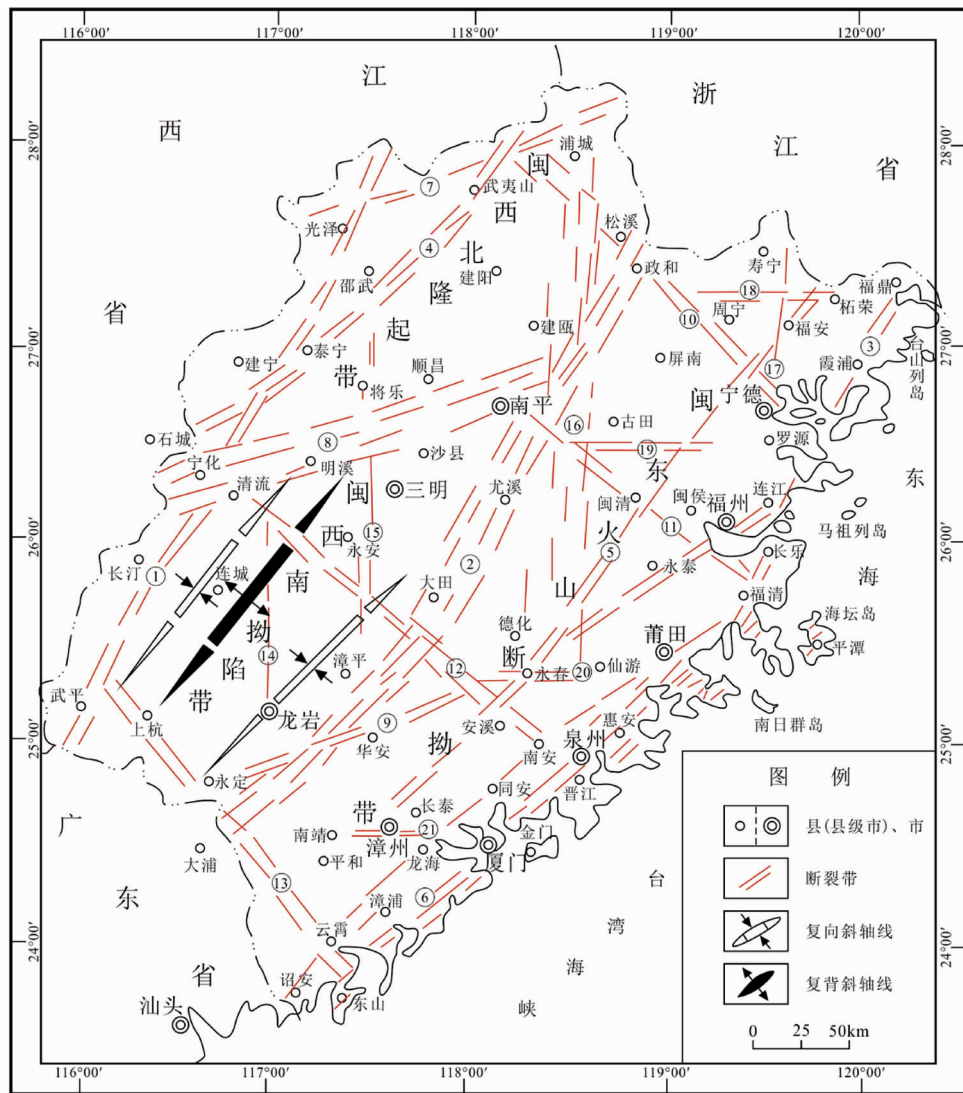
基金项目: 2016年国家级大学生创新创业训练计划资助项目(201611312021); 福建省教育厅JK类科技项目(JK2014050); 福建省大学生创新创业训练计划资助项目(S20141036); 龙岩学院校级重点学科资助项目

\*通信作者, E-mail: zhqiu1985@163.com

位在该区持续开展地质勘查工作,且许多学者都对该区铁矿床地质特征及成因方面进行过一定程度的相关研究,并取得较丰富的成果<sup>[1,11-14]</sup>.但由于缺乏详细的基础地质资料或针对地质构造条件复杂地区尤其是火山岩广泛发育地区的研究程度不够,导致在该区找矿认识上存在偏差,且对于一般铁矿床铁矿类型、矿床地质特征及找矿前景均存在一些研究不足的问题.因此,为了查明福建大田某铁矿床成矿原因,就需要先对其地质特征进行分析,并从成矿物质来源、岩性及层位等控矿因素、构造因素、岩浆岩及岩体后期蚀变作用与矿化关系等方面入手对其控矿、成矿原因进行研究,从而更好地指导该矿区及周边地区的找矿勘探工作,对下一步进行地质设计工作和扩大矿床规模具有重要的理论和指导意义.

### 1 区域地质特征

福建省是经多期次、多旋回造山运动作用并由不同地块分离、拼接而成的复合造山带,位于新华夏系巨型构造体系第二隆起带的南部,并处于南岭纬向构造体系的东端,两者共同构成了本省主要的区域构造格局.因受断裂等巨型构造控制,各时期地层及岩石的分布具有自北向南、自西向东逐渐变新的发展趋势,形成“东西分带、南北分块”的构造格架<sup>[2]</sup>,并组成由政和-大浦深大断裂和南平-宁化断裂分割而成的闽东火山断拗带、闽西南拗陷带、闽西北隆起带3个地体(断块)(图1).



- ① 光泽-武平断裂 ② 政和-大浦断裂 ③ 福鼎-福清断裂 ④ 武夷山-石城断裂 ⑤ 福安-南靖断裂 ⑥ 平潭-东山断裂
- ⑦ 毛洋头-谢家坪断裂 ⑧ 南平-宁化断裂 ⑨ 连江-永定断裂 ⑩ 松溪-宁德断裂 ⑪ 顺昌-闽清断裂 ⑫ 清流-安溪断裂
- ⑬ 上杭-云霄断裂 ⑭ 泰宁-龙岩断裂 ⑮ 将乐-华安断裂 ⑯ 浦城-永春断裂 ⑰ 寿宁-连江断裂 ⑱ 建阳-柘荣断裂
- ⑲ 明溪-罗源断裂 ⑳ 漳平-仙游断裂 ㉑ 南靖-厦门断裂

图1 福建省区域构造简图<sup>[3]</sup>

该铁矿床区域上处于闽西南海西—印支期拗陷带的东北角,大田—龙岩拗陷带的北东端,处于政和—大埔深断裂带与东西间断裂带复合部位,清流—武平复式背斜东翼,永安—晋江断裂的西南侧。区内出露地层较为简单,从老到新分别为泥盆系上统南靖群( $D_3n$ );石炭系下统林地组( $C_1l$ );二叠系中统栖霞组( $P_2q$ )、童子岩组( $P_2t$ )及第四系( $Q$ )。该区地质构造较复杂,林地组地层总体上为一单斜构造,倾向NW,倾角 $16^\circ\sim 37^\circ$ 。东北部及外围出露的燕山早期的中、细粒黑云母花岗岩侵入岩体( $\gamma_5^{2(3)C}$ )(张地岩体)<sup>[1,11]</sup>较发育,区域上所含泥盆系南靖群含铁、锰质岩石为成矿提供了有利条件和基础。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 矿体特征

该铁矿区整个矿带长约7 km,宽约2 km,呈NNE向延伸,且具有明显分带现象,中心以磁铁矿或矽卡岩—风化型褐铁矿为主。本区揭露7个褐铁矿矿体,另外在区内多处可见矿化点(图2)。

I号矿体为褐铁矿,分布于矿区西部的一个山脊,呈不规则状、似层状产出,走向 $140^\circ$ ,倾角约为 $0^\circ\sim 28^\circ$ ,矿体出露长度约380 m,宽40~90 m。揭露的厚度多在2.10~9.65 m之间,平均厚度为4.73 m,赋存标高760~819 m。

II号矿体为褐铁矿,分布于矿区的中部山脊,呈不规则、似层状产出,倾向 $275^\circ\sim 320^\circ$ ,倾角多数较平缓,局部达 $25^\circ\sim 29^\circ$ ,矿体出露长度为500 m左右,宽60~110 m。揭露的厚度多在1.24~7.84 m之间,平均厚度为3.80 m,赋存标高800~958 m。

III号矿体为褐铁矿,分布于矿区的西部山腰的林业公路以上2~50 m,赋存于 $F_1$ 断层之中,呈脉状,倾向 $81^\circ\sim 120^\circ$ ,倾角上陡下缓, $15^\circ\sim 67^\circ$ ,出露长度为700 m左右,倾向延伸 $80^\circ\sim 120^\circ$ ,厚度2.0~21.1 m,赋存标高652~804 m。

IV号矿体为褐铁矿,分布在矿区的东北部的山坡上,以 $F_2$ 推测断层为边界,呈不规则状、似层状产出,倾向 $92^\circ\sim 116^\circ$ ,倾角 $24^\circ\sim 39^\circ$ ,出露长度为220 m左右,宽132~170 m,厚度为2.10~5.77 m,平均厚度为4.02 m,赋存标高713~836 m。

V号矿体为褐铁矿,赋存于 $F_1$ 断层之中,仅有ZK0-1控制,厚度为4.00 m,矿石品位(TFe)为25.35%~25.80%,平均25.58%。

VI号矿体为褐铁矿,出露矿区的北部,赋存于燕山早期花岗岩侵入岩体( $\gamma_5^{2(3)C}$ )与石炭系林地组( $C_1l$ )接触带上,出露走向为 $65^\circ$ 左右,倾向南东,倾角约 $63^\circ$ ,出露长度约350 m,厚度约3.2 m,品位为49.64%~52.24%。

VII号矿体为褐铁矿,出露矿区的南部,赋存 $F_4$ 断层之中,出露走向为 $60^\circ\sim 71^\circ$ ,倾向东南,倾角约 $47^\circ$ ,出露长度约380 m,厚度约5.7 m,品位为36.28%~38.26%。

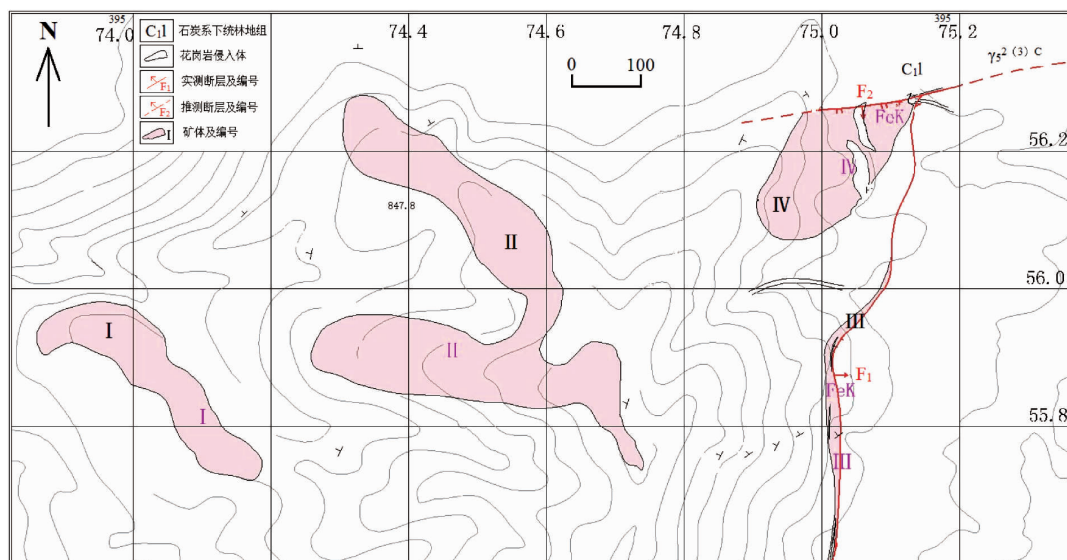


图2 矿体分布简图

## 2.2 矿石类型及特征

矿石类型为风化残余型褐铁矿矿石,主要矿石矿物为褐铁矿,其次为磁铁矿.矿物成分以褐铁矿为主,含少量磁铁矿,有时含有少量锰矿及硫化物残余成分,褐铁矿主要由矽卡岩风化而成,呈褐色、暗褐色、红色.脉石成分主要为石英、砾石和硅质岩.结构主要为自形-半自形粒状结构,呈微粒-细粒和中粗粒的自形半自形粒状分布.构造主要有:(1)土状构造:由矽卡岩、磁铁矿风化而成,常呈松散的土状、粉末状构造;(2)块状构造:主要由磁铁矿呈粒状集合体构成块状构造;(3)蜂窝状构造:次生褐铁矿与硬锰矿交织成网状格架,形成蜂窝状.

## 2.3 矿石化学成分

I~VII号矿体均为褐铁矿,其矿石成分以Fe, SiO<sub>2</sub>为主,S,P次之,局部含Mn,Pb,Zn和CaO.矿石有益成分为TFe;有害成分为SiO<sub>2</sub>,S,P.原生氧化矿石中含铁量最高,可达54.30%,平均品位37.53%;含SiO<sub>2</sub>较高,最高的达到34.36%,平均12.93%;含S,P普遍较低,均值分别为0.09%和0.017%;矿石中伴生Mn,单样最高含量8.82%,但仅是出现在V号矿体中;Pb,Zn和CaO平均值分别为0.09%,0.15%和0.14%,均存在于局部矿体中(表1).矿石质量基本达到可采品位,为需选矿石,但局部需进行选矿.

表1 矿石化学成分分析表

矿体编号	样品编号	化学成分含量/%							
		TFe	SiO <sub>2</sub>	S	P	Mn	Pb	Zn	CaO
I	H1	29.33	11.29	0.07	0.041			0.19	
	H2	35.85	8.24	0.09	0.002				
	H3	33.80	10.06	0.11	0.005			0.07	
	H4	34.65	14.00	0.08	0.003			0.09	
II	H5	25.95	19.96	0.09	0.007		0.11		
	H6	36.00	22.98	0.04	0.001		0.09		
	H7	45.30	11.41	0.03	0.005		0.10		
	H8	27.98	10.92	0.13	0.016		0.13		
III	H9	39.15	10.25	0.07	0.011				0.16
	H10	41.35	4.41	0.07	0.005				0.07
	H11	54.30	3.91	0.06	0.006				0.09
	H12	45.15	5.92	0.11	0.010				0.14
IV	H13	45.85	6.23	0.07	0.005		0.04	0.14	
	H14	48.85	19.59	0.05	0.009		0.02	0.16	
	H15	42.85	4.95	0.07	0.010		0.06	0.21	
	H16	40.10	7.84	0.09	0.009		0.05	0.17	
V	H17	30.60	6.27	0.11	0.023				
	H18	7.28	34.36	0.05	0.011	8.82			
	H19	47.30	6.46	0.14	0.081	3.87			
VI	H20	36.35	19.09	0.16	0.033	8.82			
	H21	40.45	29.28	0.13	0.016		0.09		
	H22	28.35	22.98	0.15	0.044		0.14		
VII	H23	46.75	20.03	0.12	0.047		0.15		
	H24	47.28	7.70	0.09	0.013				0.26
	H25	35.55	2.78	0.08	0.006				0.12
	H26	29.35	15.26	0.13	0.010				0.16
平均值		37.53	12.93	0.09	0.017	7.17	0.09	0.15	0.14

## 2.4 矿体围岩特征

矿体主要产于栖霞灰岩与石炭系林地组的不整合面上灰岩层位中,与燕山早期张地岩体黑云母花岗岩关系密切,顶底板往往有矽卡岩化、硅化、绿泥石化等蚀变矿化,其中I,II,IV号矿体底板为白色石英砂岩(图3).矿体及其围岩中发生强烈地蚀变现象,且矿物生成或重结晶作用存在明显的先后关系,矽卡岩

化及硅化过程中普遍发生热液交代作用,对成矿具有重要的意义.区内变质作用主要为区域变质作用和围岩蚀变,石炭系林地组地层受区域变质作用较强,中粒石英砂岩变质为白色石英岩,中厚层状,粒状变余结构,浅部风化强烈,成砂状,细砂岩变质为灰绿色千枚状变质细砂岩.

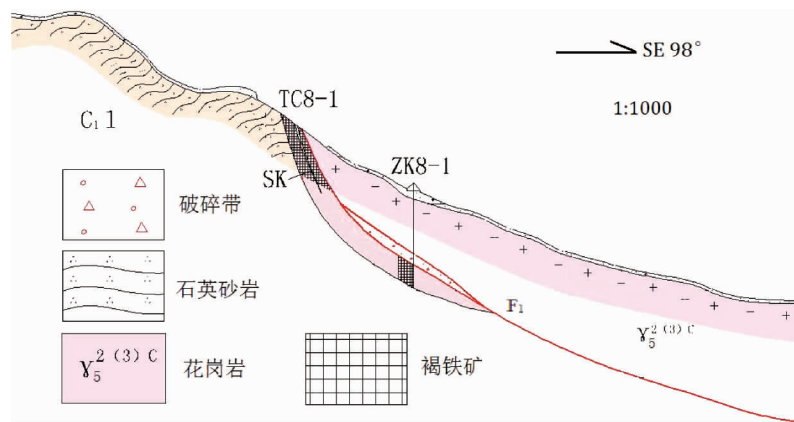


图3 铁矿区8线地质剖面图

### 3 成矿原因

#### 3.1 成矿物源

据已有的资料分析,成矿物质主要有以下几个来源:(1)张地岩体是富碱性的岩体,含较多的磁铁矿等富矿物,在接触交代的过程中岩体提供一定量的矿源;(2)岩浆期后气液提供了一部分铁质;(3)在船山组-栖霞组层位下面是林地组地层,有含铁质较高的石英砂岩,粉、细砂岩,在接触交代中,部分铁质重新析出迁移并富集成矿.

#### 3.2 层位及岩性

区内主要矿体层位处于栖霞组与林地组之间的不整合面中,易于中酸性岩浆发生交代作用.燕山早期岩浆活动进入灰岩,由氧化环境改变为还原环境,使得成矿元素富集成矿,出露地表后经风化、淋滤等作用形成褐铁矿,而林地组地层含有铁质较高的石英砂岩,粉、细砂岩,为成矿提供物质来源.

#### 3.3 构造因素

二叠系栖霞组石灰岩与石炭系林地组地层之间的不整合面属于构造薄弱带,由于后期动力改造作用的影响,使得局部地段还叠加有伴生断裂构造或其他小构造,使得原本处于压紧或封闭状态的不整合构造面转变为开放系统,使之成为金属矿质热液运移和富集的绝佳空间.如VI号矿体赋存于燕山早期花岗岩侵入岩体与石炭系林地组接触带上,接触带上出露岩石有矽卡岩化、硅化、绿泥石化等蚀变矿化,为接触交代型铁矿床(图3).此外,本区断裂构造主要有2组:(a)F<sub>1</sub>断裂为倾角平缓、含较宽破碎带且与不整合面近乎平行的层间断裂,是矿液沉淀的良好空间;(b)F<sub>4</sub>断裂为倾角较陡且切割下伏地层较深的断裂,为矿液的运移提供良好的通道.如VII号矿体就分布其中,为热液充填型铁矿床.

#### 3.4 岩浆岩

本区岩浆岩发育,主要为中酸-酸性侵入岩体或岩脉,是燕山早期侵入的中、细粒黑云母花岗岩体-张地岩体( $\gamma_{52(3)C}$ ),其出露于西部张地矿区,面积约3 km<sup>2</sup>,大规模发育于成矿带内<sup>[1]</sup>,其含有较高含量的成矿化学元素,是形成矽卡岩和矿体的重要造矿条件.岩性为肉红色中、细粒黑云母花岗岩,属二氧化硅、铝过饱和的岩石,副矿物组合为锆石-磷灰石型,微量元素以W, Sn, Mo含量高为特征,岩体接触带多见有矽卡岩化、硅化、绿帘石化,并伴有铁、钨、铅、锡等矿点分布.由于大面积张地侵入岩体的存在,沿断裂带通与二叠系栖霞组灰岩热接触,为该区铁矿赋存提供了良好的矿源富集层.

#### 3.5 岩体蚀变及矿化演变过程

##### 3.5.1 岩体蚀变

本区岩体蚀变分布广泛且规模大,以矽卡岩化为主,次为硅化、绿泥石化.所形成的矽卡岩,似层状,根据矿物成分可分为钙铁榴石矽卡岩,阳起石-钙铁榴石矽卡岩、绿帘石-绿泥石矽卡岩等;硅化为本区分布



较广的蚀变,常呈细脉状或网状形式出现;绿泥石化是在矽卡岩化之后的蚀变,绿泥石常代表交代早期形成的绿帘石等矿物,其中绿泥石化矽卡岩为强烈热液蚀变的产物,主要为绿泥石化、绿帘石化、硅化、黄铁矿化.变质作用表现为原岩多数组分变质重结晶为绢云母和绿泥石替代,其中绢云母具有定向性,呈定向平行状排列,并具黄铁矿化(图4).

3.5.2 矿化过程及其演变史

该铁矿床成矿过程经历了3个时期(矿化期):矽卡岩期、硫化物期和表生作用期.矽卡岩期可分为干矽卡岩阶段、湿矽卡岩阶段、氧化阶段3个阶段.在干矽卡岩阶段主要生成钙铁榴石矿物,湿矽卡岩阶段主要形成阳起石、透闪石、绿帘石、斜黝帘石、磁铁矿、绿泥石等矿物,氧化阶段主要形成石英、绢云母、萤石等矿物;硫化物期主要形成黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、毒砂、辉铋矿等矿物;表生作用期主要形成褐铁矿、铜蓝、高岭石等矿物(图5).



图4 矿化蚀变带野外出露特征(镜向NW)

主要矿物	矿化期			硫化物期	表生作用期
	干矽卡岩阶段	湿矽卡岩阶段	氧化阶段	硫化物阶段	表生作用阶段
钙铁榴石	■	■			
阳起石		■			
透闪石		■			
绿帘石		■			
斜黝帘石		■			
磁铁矿		■	■		
绿泥石		■	■	■	
石英			■	■	
绢云母			■		
萤石			■	■	
黄铁矿				■	
黄铜矿				■	
磁黄铁矿				■	
毒砂				■	
辉铋矿				■	
褐铁矿					■
铜蓝				■	■
高岭石					■
温度范围	420°C~490°C	400°C~420°C	290°C~420°C	200°C~290°C	< 50°C
矿石构造	细脉状、网状、块状、浸染状	块状、浸染状	残余、似层状、浸染状	角砾状、脉状、块状、浸染状	土状、蜂窝状、粉末状
矿石结构	自形~半自形粒状	自形~半自形粒状、浸蚀、交代残余	交叉、交代残余	交叉、镶边、乳浊	针状、放射状、假象
空间分布	矿体中下部	矿体中部	矿体中上部	矿体中上部	矿体顶部、地表

图5 主要矿物生成顺序图

本区三期五阶段矿化过程与其成矿演化史密切相关.在海西-印支期处于拗陷海盆的边缘,由于北部隆起导致大规模、大面积浅海相灰岩沉积.在燕山早期,本区及邻区经历太平洋板块向NW俯冲于欧亚板块之下,总体处于弧后伸展构造环境,来自软流圈周围的岩浆沿着构造断裂带或隆起带的软弱结构面侵入,与中二叠统栖霞组灰岩产生热液充填或接触交代作用,从而富集了铁等多金属元素.矿体发育形成后,

因暴露地表而遭受长期风化,金属氧化物进一步产生、析离及沉淀,由于地下水的溶解、淋滤及流失,导致铁、银等金属元素进一步矿化。

## 4 结论

1)该铁矿床属于热液充填型与接触交代型(矽卡岩型),其矿石类型主要为风化残余型褐铁矿,化学成分以铁和二氧化硅为主,硫、磷次之,局部含锰,TFe平均品味为37.53%,为需选矿石。

2)矿体赋存于林地组与栖霞组之间的不整合面上的灰岩层位中,总体呈NNE向,且分带现象明显。成矿物源、张地岩体及后期的侵入作用是主要的控矿因素,断裂构造是重要的成矿因素,岩体蚀变及后期矿化演变过程则为成矿提供先决条件。

3)燕山早期张地侵入岩体是铁矿矽卡岩化的必要条件,其接触带附近的蚀变带是矿化及矿体赋存的必然条件,后经表生作用形成不规则形状的风化残余型褐铁矿矿床。矿体主要赋存在外接触带的矽卡岩中,成矿与接触带有密切关系,绿泥石化、绿帘石化、硅化、黄铁矿化是区内找矿标志。

## 参考文献:

- [1] 林国宣.福建大田银场型硫-多金属矿地质特征及成矿预测[J].福建地质,2011,30(1):29-37.
- [2] 毛建仁,赵希林,叶海敏,等.武夷山成矿带构造-岩浆-成矿作用与演化[J].矿床地质,2010,29(s1):140-144.
- [3] 韦德光,揭育金,黄廷淦.福建省区域地质构造特征[J].中国区域地质,1997,16(2):162-170.
- [4] Yan Q, Xu Z Z, Zou H, et al. The Analysis of Geological Characteristics and the Genesis of the Deposit for Iron Ore Belt in Tengchong County, Yunnan Province, China[J]. Acta Geologica Sinica, 2014,88(s2):940-941.
- [5] Mendes M, Lobato L M, Kunzmann M, et al. Iron isotope and REE+Y composition of the Cauê banded iron formation and related iron ores of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil[J]. Mineralium Deposita, 2016:1-22.
- [6] 王金和.金竹坑铁矿床地质特征及成矿地质因素研究[J].有色金属(矿山部分),2011,63(1):23-25.
- [7] 刘飞,张婷婷,王京隆,等.青龙地区铁矿类型及其矿床地质特征[J].金属矿山,2012,41(10):93-96.
- [8] 张朋,乔树岩,杨宏智.辽宁南芬铁矿地质特征及找矿前景[J].金属矿山,2011,40(12):91-93.
- [9] 刘林,杨旭周.紫阳县朱溪河钛磁铁矿地质特征及成因[J].矿业工程研究,2010,25(4):51-54.
- [10] 刘一男,范裕,高昌生,等.长江中下游成矿带庐枞盆地小包庄铁矿床地质特征研究[J].岩石学报,2016,32(2):319-333.
- [11] 扶伟.大田坑头矿区铁矿床成矿规律及找矿方向探讨[J].能源与环境,2015,34(2):110-111.
- [12] 范育敏.大田银场矿区地质特征及矿床成因分析[J].能源与环境,2010,29(6):112-113.
- [13] 龚敏敏.福建大田银场矿区银多金属矿床地质特征与成因探讨[J].福建地质,2014,33(4):286-292.
- [14] 林喜.福建大田琴山铁矿地质特征及成因初探[J].福建地质,2011,30(2):101-107.