

海南儋州南江褐铁矿矿床地质特征及控矿因素分析

张志, 胡祥昭, 郭 旻

(中南大学 地球科学与信息物理学院, 长沙 410083)

摘要: 南江褐铁矿产于下石炭统南好组中, 矿体呈脉状、透镜状产出, 规模较大、品位很高、质量较好。矿区内发育3组断裂, NNE向断裂控制了矿体的产出, 并为矿液运移提供通道; 兰洋岩体提供了成矿热液和物质来源。从矿床地质特征分析, 为先成的热液型铁矿受古地理条件和气候影响, 风化淋滤成褐铁矿, 在地表出露为铁帽。预测其找矿前景较好。

关键词: 南江褐铁矿; 地质特征; 控矿因素; 海南省

中图分类号: P613; P618.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-1412(2011)01-0034-05

0 引言

南江褐铁矿位于海南省儋州市南东方向8 km处。2008年底, 中南大学地学与环境工程学院科研队在本区开展地质普查工作, 通过1/10 000地质填图、物探、土壤金属量测量和矿床地质研究等综合手段, 新发现褐铁矿体。

1 区域地质背景

矿床处于岭南褶皱系五指山褶皱带北缘EW向构造王五一文教深大断裂带的南侧(图1)。

区内出露地层为奥陶系南碧沟组、下志留统陀烈组、空列村组, 下石炭统南好组、青天峡组和第四系。构造以断裂为主。包括新开田—抱界NNE向断裂带、中兴—南丰NE向断裂带、儋县—中平NW向断裂带、EW向王五一文教构造带、NW-NWW向儋县—万宁断裂带。此外, 下、上古生界的不整合面也表现为断裂带。区内处于断裂活动和地热活动非常发育的地带。区内侵入岩极其发育, 呈NE向分布。主要为中酸性侵入岩, 少量为基性及中基性侵入岩。侵入时代主要为三叠纪。

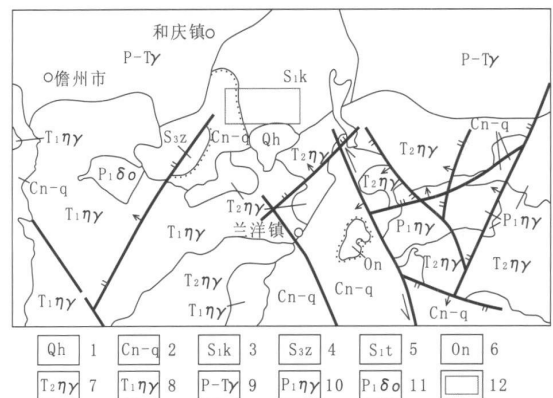


图1 儋州市南江褐铁矿区域地质简图

Fig. 1 Regional geological sketch of Nanjiang

limonite deposit in Danzhou city

1. 全新统
2. 石炭系南好组
3. 上志留统足赛岭组
4. 下志留统空列村组
5. 下志留统陀烈组
6. 奥陶系南碧沟组
7. 中三叠世二长花岗岩
8. 早三叠世二长花岗岩
9. 二叠—三叠纪花岗岩
10. 早二叠世二长花岗岩
11. 早二叠世石英闪长岩
12. 南江褐铁矿勘查区范围

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区内出露地层简单(图2), 主要有下志留统空列村组、下石炭统南好组及第四系。

收稿日期: 2009-09-18

作者简介: 张志(1984), 男, 湖南益阳人, 硕士研究生, 构造地质学专业, 从事构造地质学、岩石学、矿产普查与勘探研究。通信地址: 长沙市岳麓区中南大学校本部, 地球科学与信息物理学院地质研究所; 邮编: 410083; E-mail: 77026648@qq.com

下志留统空列村组(S_{1k}):为一套连续的半深海—深海—滨浅海环境的碎屑岩,下部夹火山熔岩、沉火山碎屑岩,中部夹少量碳酸盐岩。以石英岩、绢云母石英粉细砂岩、绢云母板岩、千枚岩和结晶灰岩为主。岩层走向 NE,倾向 WS,倾角 $35^{\circ} \sim 70^{\circ}$,与上覆岩层呈不整合及断层接触关系。

下石炭统南好组(C_{1n}):为一套多次海进、海退的滨海—浅海—半深海、深海环境的碎屑岩,夹碳酸盐岩、火山岩,整体上显示出海进趋势。主要地层以千枚岩、含碳千枚岩、砂质板岩、含砾条带状砂岩、角砾岩为主,岩层主要为 NE 走向,倾向 SE,倾角一般为 $40^{\circ} \sim 78^{\circ}$,局部倾向 NW,倾角 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$,与下伏地层呈不整合或断层接触。根据岩性特征,大致可分为 2 段:南好组下段(C_{1n}^1)为石英砂岩、砂岩夹含砾砂岩,可见轻微的褐铁矿化;南好组上段(C_{1n}^2)为千枚岩、砂岩夹千枚岩、碳质千枚状板岩、板岩。与下志留统空列村组呈断层接触。

区内第四系非常发育。

2.2 构造

矿区褶皱构造不发育,表现为—单斜地层,走向 NE,倾向 SE,倾角 $40^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。

断裂构造在矿区比较发育,按方向不同可分为 3 组(图 2)。

(1) NNE 向断裂(如 F_1, F_3, F_5, F_6)。 F_1 断裂发育在下石炭统南好组上段中,延伸近 2 km。 F_3 断裂延伸约 2 km,与 F_1 断裂近平行分布,是区内最发育的一条断层,走向 NNE,倾向 SE,倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$;断裂多期活动,早期为正断层,断层角砾发育,角砾为砂岩、板岩,角砾棱角分明,分选差,常见褐铁矿胶结角砾,晚期可能为逆断层。 F_3 断裂为控矿断裂,褐铁矿体受其控制。 F_5 断裂靠近 F_3 断裂,产在石下炭统南好组上段中,为与下段地层的分界线,延长约 0.8 km,其附近砂岩中黄铁矿化明显。 F_6 断裂走向 NNE,延伸约 400 m,后期发育了一系列裂隙,可能为逆断层。

(2) NW 向断裂(如 F_2)。 F_2 断裂位于 F_1 与 F_3 断裂之间,错断了褐铁矿体,对矿体起破坏作用。

(3) 近 EW 向断裂(如 F_4 和 F_7 断裂)。 F_4 断裂延伸约 1.5 km,切割了区内 NNE 向断裂。 F_7 断裂位于矿区东南部的志留系与花岗岩体接触带附近。近 EW 向断裂形成时代较晚。

区内节理十分发育,在南江村水塘边的结晶灰岩被多组节理切割成菱形状。

2.3 侵入岩

主要为印支期兰洋岩体(T_Y),出露于矿区南部;在矿区西北部、空列村和南天组下段地层中有零星侵入的岩脉;岩体平面上呈透镜状,长轴方向呈 NE 向;岩性为中细粒黑云母二长花岗岩,原生定向构造明显。根据区域资料 and 同位素年龄测定^[2],认为花岗岩体属于海西—印支期侵位的富碱、富钾、钙碱性岩体,相当于徐克勤等划分的 I 型花岗岩,具有分异指数高,分异程度完好等特点。

矿区脉岩较发育,可见有闪长玢岩脉出露,此外还可见辉绿岩脉转石。脉岩的走向以 NW 向为主,岩脉主要侵入于志留系结晶灰岩中。

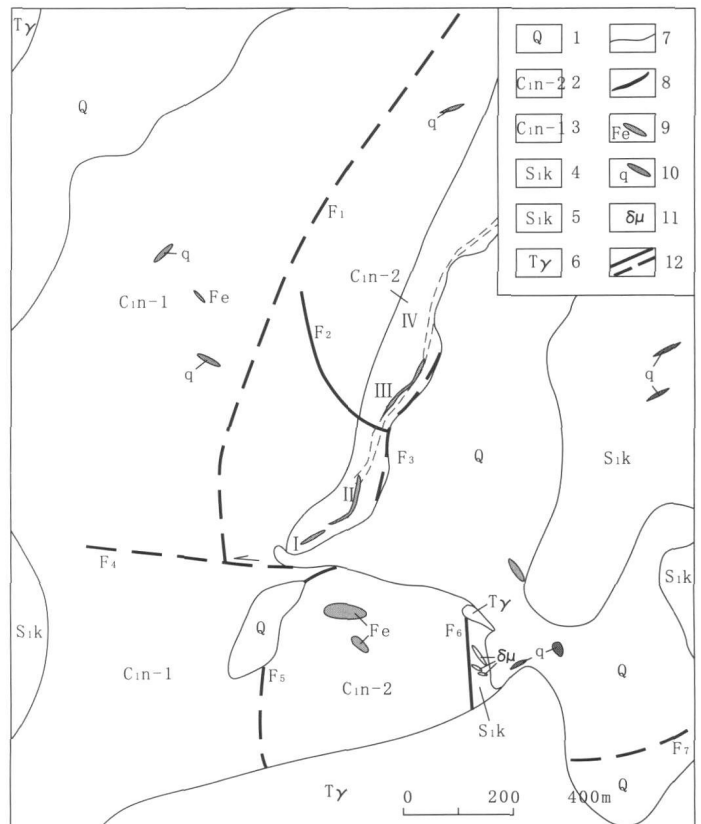


图 2 儋州市南江褐铁矿矿区地质图

Fig. 2 Geological map of Nanjiang limonite deposit in Danzhou city

1. 第四系
2. 石炭系下统南好组上段砂岩夹千枚岩、板岩
3. 石炭系下统南好组下段石英砂岩、砂岩夹砂砾岩
4. 志留系下统空列村组结晶灰岩、大理岩
5. 志留系下统空列村组石英砂岩、绢云母细砂岩、粉砂岩
6. 黑云母花岗岩
7. 岩层界线
8. 岩层不整合界线
9. 褐铁矿
10. 石英英
11. 闪长玢岩
12. 断层

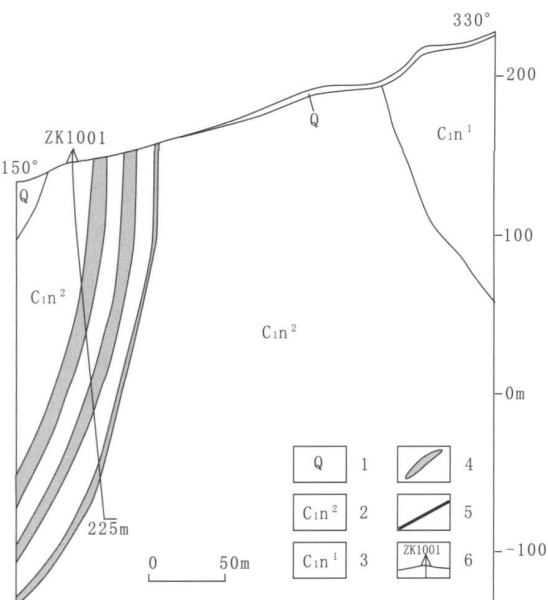


图 3 儋州市南江褐铁矿区剖面图

Fig. 3 Section along of Nanjiang limonite deposit in Danzhou city

1. 第四系 2. 石炭系下统南好组上段砂岩夹千枚岩、板岩
3. 石炭系下统南好组下段石英砂岩、砂岩夹砂砾岩
4. 褐铁矿脉 5. 断层 6. 设计钻孔

3 矿床地质特征

3.1 矿体地质特征

褐铁矿脉产于下石炭统南好组上段,围岩为千枚岩和板岩,围岩表面也可见褐铁矿化。矿(化)体呈脉状、透镜状,与控矿断裂产状一致(图 2,图 3),走向 NNE,倾向 SE,倾角 40°~70°,断续长达 800 m,地表出露宽度 10~100 m 不等。

根据地表出露和探槽揭露^[3],矿(化)体由 4 个矿段组成。

I 号矿段矿体呈脉状,可见 2 条矿(化)体(I-1 号、I-2 号矿体);II 号矿段仅可见 1 条褐铁矿(化)体(II-1 号矿体);III 号褐铁矿段出露规模最大,还见有老采坑,有 3 条矿体产出(III-1 号、III-2 号、III-3 号矿体);IV 号矿段仅可见 1 条褐铁矿(化)体。各矿体特征见表 1。

3.2 矿石特征

褐铁矿矿石类型可分为致密块状褐铁矿、脉状铁矿、蜂窝状褐铁矿、角砾状褐铁矿、弱褐铁矿化石英等。

表 1 矿体特征一览表

Table 1 Schedule of ore body characteristics

矿段	矿体位置	矿体编号	走向	矿体长(m)	矿体宽(m)	矿化特点
I 号	F ₃ 与 F ₄ 交接处	I-1	NNE	130	3~5	致密块状褐铁矿化,规模较大
		I-2		100	1~2.5	蜂窝状、致密块状褐铁矿化,规模较大
II 号	距 I 矿段约 200 m, F ₃ 断层处	II-1	NE	200	0.5	蜂窝状、致密块状矿石
III 号	距 II 矿段约 200 m, 公路边	III-1	NNE	340	0.8~8.4	矿区最东侧矿体,最靠近 F ₃ 的矿(化)体与 III-1 号矿(化)体平行产出,地表可见厚 0.8 m 的褐铁矿分布;深部宽度较 III-1 号矿体宽,分布较均匀
		III-2		340	1.3~8.2	
		III-3		340	4.3~2.8	在 TC7 处与 III-2 号矿体平行产出,地表可见厚 1.5 m 的褐铁矿出露;地表 3 m 以下呈脉状产出
IV 号	距 TC7200 m	IV	NE	30	8	规模较小,表面红褐色、褐色,致密块状或脉状矿石

致密块状褐铁矿:粒状结构、块状构造,镜下为不规则状,呈团块状产出,含量约 50%。

脉状褐铁矿:他形粒状结构,块状构造,金属矿物为褐铁矿,含少量赤铁矿。褐铁矿粒径 0.2 mm×0.3 mm,含量约 60%。赤铁矿粒径 0.1 mm×0.2 mm,与褐铁矿交生,含量<1%。

角砾状褐铁矿:碎胶体结构,角砾状构造,他形

不规则状,粒径 0.1 mm×0.2 mm,含量约 20%。

弱褐铁矿化石英脉:褐铁矿极少,呈不规则状产出,主要沿石英裂隙呈细脉状产出。

3.3 矿石品位及变化

本次工作共有 8 条探槽控制,共刻槽取样褐铁矿样 42 个,取样总长约 40 m,矿样全部由中南大学地质与环境工程学院实验室进行 TFe 的化学分析。

其中, 选取 11 个褐铁矿样加分析 P, As, Al₂O₃, SiO₂, S 等 5 种成分(表 2), 选取 4 个褐铁矿样加分析 Ag, Pb, Zn, Cu 等 4 种元素(表 3)。

(1) 各矿段的品位变化。I 号矿段 $w(\text{TFe})$ 平均值大于 35%, 为富矿, 3 个抽样分析其含 S, P, As, SiO₂ 较低。II 号矿段 $w(\text{TFe})$ 平均值大于 35%, 但较 I 矿段低, 2 个抽样分析其含 S, P, As 很低, 但 SiO₂ 的质量分数高。III 号矿段的 S, P, As, SiO₂ 最低, 且矿体品位在 53.82% 以上, 为富矿。IV 号矿段 $w(\text{TFe})$ 平均值较前 3 个矿段低, 为 41.37%。抽样 1 个分析其含 S, As 很低, 但 SiO₂, P 的质量分数较高, 推测为地层岩性变化和远离断层的缘故。

(2) 褐铁矿脉总体品位变化。 $w(\text{TFe})$ 都 > 40%, 最高达 58.90% (TC5-4), 平均 53.69%, 均为

富铁矿体。从 11 个褐铁矿取样加分析 P, As, Al₂O₃, SiO₂, S 的质量分数看, 褐铁矿石中低 P, As, S 等有害杂质, SiO₂ 含量也较低, 矿石品质较好; 从 4 个褐铁矿取样加分析 Ag, Pb, Zn, Cu 等 4 种元素结果看, 本区褐铁矿中 Zn 的质量分数较高 (> 0.388%), 最高达 1.135% (TC7-11), 其他元素的质量分数较低。因此, 本区褐铁矿为比较单一的铁矿, 出露规模较大, 且铁矿品位很高, 低 P, As, S 等有害杂质, SiO₂ 也较低, 可以作为工业矿产直接开采。

3.4 围岩蚀变

围岩蚀变主要有硅化、褐铁矿化、黄铁矿化和绢云母化。前 3 种蚀变比较发育, 与褐铁矿的成矿关系密切。

表 2 儋州市南江褐铁矿 TFe 和杂质化学分析结果
Table 2 Chemical analysis of TFe and impurities of Nanjiang limonite deposit in Danzhou city

矿段	样品数/个	$w(\text{TFe平均值})/\%$	样品号	化学分析项目($w_B/\%$)				
				P	As	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S
I 号	8	53.16	TC1-1	0.039	1.210	6.08	9.32	0.36
			TC1-6	0.255	0.789	7.92	4.78	0.26
			TC1-8	0.203	0.060	4.92	5.36	0.09
			均值	0.166	0.686	6.306	6.487	0.237
II 号	4	45.97	TC2-1	0.482	0.066	5.69	5.10	0.09
			TC4-2	0.397	0.051	6.15	21.88	0.12
			均值	0.039	0.0585	5.92	13.49	0.36
III号	26	55.28	TC5-4	0.622	0.063	4.46	4.66	0.08
			TC5-8	0.747	0.031	4.92	5.36	0.09
			均值	0.684	0.047	4.69	5.01	0.085
			TC7-3	0.168	0.007	5.69	7.72	0.07
			TC7-4	0.183	0.016	7.08	8.50	0.08
			TC7-11	0.161	0.009	2.00	4.38	0.09
			均值	0.1755	0.0115	6.385	8.11	0.075
IV号	4	41.37	TC8-4	0.797	0.057	5.38	24.84	0.08
平均值		53.69		0.368	0.214	5.48	9.26	0.128

测试单位: 中南大学地学与环境工程学院地质研究所。

表 3 儋州市南江褐铁矿多金属化学分析结果
Table 3 Metal analysis of Nanjiang limonite deposit in Danzhou city

矿段	样品号	化学分析项目(%)			
		Ag	Zn	Pb	Cu
I 号	TC1-1	< 5	0.388	0.081	0.045
	TC5-8	< 5	0.391	0.041	0.010
III号	TC7-4	< 5	0.886	0.047	0.009
	TC7-11	< 5	1.135	0.033	0.009

测试单位: 湖南省有色地质测试中心。

4 控矿因素及矿床成因

4.1 控矿因素

(1) 地层。下石炭统南好组底部有一套比较连续的砾岩层分别覆盖在下伏岩层之上^[4]。其砾石成分以质地坚硬、化学性质稳定的石英为主,砾岩层走向比较稳定。砾岩砾石间的空隙有利于含铁流体的运移,使得区域上本套地层含铁元素普遍较高。在断裂发育地段出现呈层状、透镜状的空隙,含铁流体运移的速度和规模增大;在岩层和断裂的空隙处充填较多的含铁流体,使得矿体也表呈现为层状、透镜状。在后期风化淋滤作用下,岩层中的铁元素沿着一定方向和空间更加富集而形成了褐铁矿床。

(2) 断裂。矿区处在 NW 向儋县—万宁断裂带上,断裂带经历了两次活动。第一次活动形成宽窄变化很大的破碎带和角砾岩带,在矿区形成了 NNE 向的 F₃ 断裂和 F₆ 断裂,并伴随含铁流体沿断裂带角砾岩的孔隙充填而使岩层富含铁质;矿区南部形成海西—印支期花岗岩体。第二次活动在前期角砾岩带基础上发育起一系列左行斜列的破碎带。在矿区出现 NNE 向 F₁ 断裂、近 EW 向的 F₄ 断裂和 F₇ 断裂。

(3) 岩浆岩。矿区花岗岩体(兰洋岩体)为海西—印支期侵入,岩浆演化分异较彻底。在演化过程中,水蒸气压逐渐升高,有利于含矿热液的大量聚积^[5]。含矿热液沿着断裂中的裂隙将 Fe 等金属元素运移和分离沉淀下来,从而富集成铁矿。

(4) 气候和古地理条件。海南岛地处亚热带湿润季风气候,雨量充沛,区域地史期经历了几次海侵海退变迁^[6],有利于先期形成的不同成因铁矿床的风化淋滤—氧化富集作用。

4.2 矿床成因

根据目前野外地质调查和矿床特征研究,地表褐铁矿的成因有两种:一为风化淋滤残积成因,另一为热液成因。

(1) 风化淋滤残积成因。矿床位于南江村—英茶村一带的丘陵地貌区,地表呈覆盖层状分布,似为面型矿体。矿体的围岩是具黄铁矿化的砂岩,矿

体附近的砂岩表面附着有网状褐铁矿,推断为黄铁矿化砂岩在不完全淋滤状态下形成。矿体多呈蜂窝状和土状,埋藏浅,具有风化淋滤残坡积矿床的地质特点。

(2) 热液成因。在矿床周围,多处见有热液活动的痕迹:在 TC1 号探槽南西方向 200 m 处见有 1 条褐铁矿脉,矿脉与围岩界线清楚,在矿脉上清楚可见由水平方向的断层擦痕,说明褐铁矿脉是沿断裂充填的;TC7 号探槽内见有中空球状褐铁矿石,空洞内清晰见有晶簇构造,为典型的热液形成特征^[7];TC8 号探槽的褐铁矿脉中亦见有角砾状矿石,是热液沿着断裂透镜体充填而成;表 3 显示,Ⅰ号、Ⅲ号矿体中的 Zn, Pb, Cu 的质量分数均 > 0.009%,其中 1 个样品的品位 $w(\text{Zn}) = 1.135\%$,深部有可能存在着多金属矿化^[8]。据此推测矿床是早期形成的热液充填型铁矿的基础上形成的。

5 结论

海南儋州南江褐铁矿属于早期的热液充填型铁矿受后期的风化淋滤作用而成。地表出露有铁帽,深部可能存在有多金属矿化。区内的Ⅰ号、Ⅲ号矿体可以作为下步工作的重点,期望取得找矿更大突破。

参考文献:

- [1] 海南省地质调查院. 海南省 1 : 25 万琼海县幅区域地质调查报告[R]. 海口: 海南省地质调查院, 2004.
- [2] 汪啸风, 马大铨, 蒋大海. 海南岛地质(二): 岩浆岩[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [3] 李守义, 叶松青. 矿产勘查学[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [4] 肖庆辉, 邓晋福, 马大铨, 等. 花岗岩研究思维与方法[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [5] 侯威, 陈惠芳. 海南岛大地构造与金成矿学[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [6] 陈耀钦, 陈培权, 黄宇辉, 等. 广东—海南岛石炭纪古地理及沉积环境分析[J]. 广东地质, 1990, 5(3): 33-45.
- [7] 季克俭, 吴学汉, 张国炳. 热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1991.
- [8] 卢作祥, 范永香, 刘辅臣. 成矿规律和成矿预测学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988.

drothermal system be sustained by a single intrusive event?
[J]. Economic Geology, 1997, 92: 766-771.

[16] HeNry C D, Elson H B, McIntosh W C, et al. Brief duration
of hydrothermal activity at Round Mountain, Nevada, deter-
mined from ⁴⁰Ar/ ³⁹Ar geochronology[J]. Economic Geology,
1997, 92: 807-826.

[17] 赵财胜, 赵俊伟, 孙丰月, 等. 青海大场金矿床地质特征及成
因探[J]. 矿床地质, 2009, 28(3): 345-356.

[18] 李胜荣. 胶东乳山金矿田成因矿物学[M]. 北京: 地质出版
社, 1996: 6-110.

[19] 肖武权, 戴塔根. 试论胶东金成矿区成矿物质条件[J]. 地质
与勘探, 1995, 31(4): 7-13.

[20] Doe B R. Plumbotectonics[M] // Barnes H L. Genchmistry of
hydrothermal ore deposits. New Yourk: Wiley, 1979: 22-70.

[21] 胡芳芳, 范宏瑞, 杨进辉, 等. 胶东乳山含金石英脉型金矿的
成矿年龄: 热液锆石 SHRIMP 法 U-Pb 测定[J]. 科学通报,
2004, 49(12): 1191-1198.

[22] 张华峰, 翟明国, 童英, 等. 胶东半岛三佛山高 Ba-Sr 花岗岩成
因[J]. 地质论评, 2006, 52(1): 43-53.

[23] 朱桂田, 朱世戎. 煌斑岩与金矿成矿关系探讨[J]. 矿产与地
质, 1996, 10(6): 368-376.

[24] 丁清峰. 煌斑岩及其与金矿关系研究的进展[J]. 世界地质,
2001, 20(1): 17-24.

Geological characteristics and genesis of Tongxishan gold deposit, Rushan county, Shandong province

LI Xu-fen¹, LIU Jian-chao¹, MI Nai-zhe², YU Hu³, LIU Yu-ming³, ZHANG Xue¹

(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;
2. Research Institute of Shaanxi Yanchang Petroleum Group Corporation Xi'an 710061, Shaanxi, China;
3. Shandong Gold Continent Group Geological Prospecting Limited Company, Rushan, 264501 Shandong, China)

Abstract: Tongxishan gold deposit is located in the south of Muping-Rushan fault belt belonging to quartz vein-type gold deposit. Ore-body is mainly controlled by NE, NNE faults and by lamprophyric dykes which occur the same as the gold ore bodies temporally and spatially. Preliminary studies of geochemistry and stable isotopes reveal that the ore-forming materials are mainly derived from mixture of magmatic and crust source, and the mineralizing fluid is mainly magmatic water incorporated with some meteoric water. This suggests that the Tongxishan gold is a medium-low temperature hydrothermal Au deposit related genetically to Late Yanshanian tectonics-magmatism.

Key Words: geological characteristics; ore genesis; quartz vein-type gold deposit; Tongxishan gold deposit; Shandong province

(上接第 38 页)

Analysis on geological characteristics and ore-controlling factors of Nanjiang limonite deposit in Danzhou city, Hainan province

ZHANG Zhi, HU Xiang-zhao, GUO Min

(School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Nanjiang limonite deposit in Nanhao Formation(C_{1n}), Danzhou city, Hainan province is a newly discovered deposit with limonite in veins or lenses and characterized by large size and high grade and quality iron ore. There are three groups of faults. The NNE-trending faults control ore bodies and serve the ore fluid conduits from Lanyang igneous rock body. Geologically, it is a hydrothermal iron deposit leached into limonite ore under favorable paleo-geographic and climate condition. It is marked by gossan at surface and potential for further exploration.

Key Words: Nanjiang limonite deposit; geological characteristic; ore-controlling factor; Hainan province