

海南岛主要构造体系的划分及其与石碌式富铁矿成矿关系的探讨

严国柱

(中山大学)

吴学益

(中国科学院
贵阳地球化学研究所)

杨树康

(中国科学院
南海海洋研究所)

马昌和

(中国科学院
贵阳地球化学研究所)

海南岛地块形成和形变的发生,发展及其演变过程,十分复杂,认真分析全岛的构造体系,阐明其与石碌式富铁矿的成矿关系,对扩大石碌铁矿远景和为在华南地区寻找石碌式富铁矿,都具有重要意义。

一、构造阶段

海南岛地壳经历了长期、频繁、多阶段的构造运动。加里东运动、华力西——印支运动、燕山运动和喜马拉雅山运动均有明显表现;加里东运动和华力西——印支运动以褶皱形变为主。伴有断裂形变和动力变质,并有酸性和基性岩浆活动,以及大规模的混合岩化作用;燕山运动除褶皱形变外,断裂作用和中酸性岩浆侵入十分强烈;喜马拉雅山运动则以断块和大规模基性岩浆喷发为特点。

(一) 加里东构造阶段

本阶段包括寒武纪、奥陶纪、志留纪。这一时期的地层主要由浅海相陆源砂泥质沉积物组成,有化石证据的可分为中、上寒武统及中、上奥陶统、总厚度大于4400米。志留纪地层迄今未见出露。

寒武系主要为滨海——浅海相砂泥质碎屑岩建造,在石碌地区为滨海泻湖相砂泥质碎屑岩含铁建造及碳酸盐建造;在崖县地区主要为浅海相含磷、锰硅质岩、砂

-
- 本专题研究系中国科学院华南富铁矿地质科研项目的一个组成部分,曾参加本专题部分研究工作的还有中山大学袁家义、肖国标、吴丰元、沈小堤、兰桂国、邹广才、杜林坚、杨炳如、黄亚关;广东省冶金地质勘探公司李锡慧;广东省地质局海南地质大队陈修良。

页岩建造及碳酸盐建造；在东方县主要是浅海相砂页岩、硅质岩建造。

寒武系包括陀烈群、大茅群、大葵群和石碌群，其中除大茅群和大葵群分别属中、上寒武统，两者为连续沉积，呈整合接触外，陀烈群和石碌群的时代归属问题以及它们之间的关系，尚缺乏有说服力的证据。

在1/20万海南岛地质图中，陀烈群的分布甚广，主要见于岛西北的东方、昌江、儋县、澄迈、岛东南和岛东的万宁、琼海、定安、文昌等县境内，总体上呈两条近乎平行的北东—南西向条带展布，面积共约2400平方公里，其标准剖面在东方县陀烈村，主要由浅变质的灰色粉砂岩，绢云母页岩，绢云母粉砂岩，粉砂质页岩，硅质岩，含泥炭质硅质岩夹灰岩透镜体等组成，厚度1300—3400米。

陀烈群的时代，自在陀烈群中获得古孢子定为寒武纪后，一直袭用多年。1976年以来，先后在原陀烈群分布范围内的许多地区，陆续发现化石。海南冶金地质会战指挥部和桂林冶金地质研究所等单位，根据新发现的化石及岩性对比提出将原陀烈群分解为三大部分：一为下石炭统岩关阶，主要是含炭泥质、砂质细碎屑沉积，碳酸盐沉积，分布在儋县、乐东、昌江、东方及其邻区等岛西北地区；二是保留了原陀烈群，其分布仅局限在东方县原标准剖面附近，主要是含炭较高的泥质—硅质沉积，定为下、中寒武统，置于石碌群之下；三是把一套变质程度较深的层（其中包括各种结晶片岩、片麻岩、变粒岩等）单独分出，置于陀烈群之下，定为震旦—寒武纪，分布于琼海、文昌及其邻近等岛东地区。

我们认为，将原陀烈群上部划入石炭统是有一定依据的，我校在《海南岛南桐园地区地质构造基本特征及其与富铁矿形成关系初步分析》一文中曾有论述。它主要分布在儋县等岛西北地区；而其它地区，如岛东的万宁、琼海、文昌等地的原陀烈群，由于尚缺乏有说服力的依据，目前似仍保留为陀烈群，定为中、下寒武统为宜。

石碌群主要分布在昌江县石碌矿区，由中浅变质的绢云母石英片岩、结晶白云岩、石英绢云母片岩、石英岩、石英片岩、透辉石透闪后岩和透辉透闪石化白云岩、含铁千枚岩，以及铁矿层等组成，厚度1760米以上。为我国著名的石碌铁矿的含矿层位。

有关石碌群地层时代的争议亦甚多，有人主张定为前寒武纪，也有人主张划入下石炭统，或泥盆—石炭系。近两年来，桂林冶金地质研究所先后在石碌矿区石碌群第五、六层采集样品，用铷锶法测定的同位素年龄为528百万年和541—588百万年，中国科学院南京古生物研究所对石碌群第一至五层采集样品进行古孢子分析结果，大体与大茅群古孢子组合相当，而大茅群是有大量三叶虫、腕足类等化石为依据定为中寒武统的。因此，我们认为暂将石碌群置于寒武系较适宜。必须指出的是有关年龄值的测定和古孢子的分析工作，尚需继续进行，更望能发现大化石，以求获得更有说服力的依据。

大茅群主要分布于崖县大茅磷矿区，由硅质岩、砂页岩、磷块岩、菱锰矿、

含磷硅质岩、白云质灰岩和硅质砂页岩组成。厚度大于364米，是海南島磷矿的主要含矿层位。大葵群主要为緻密块状石灰岩和白云质石英砂岩及中粒石英砂岩，厚度250米。

奥陶系为浅海海湾相笔石页岩，灰岩及砂页岩建造。中统下部牙花群，为深灰——灰黑色灰岩夹炭质、硅质页岩及砂岩，厚度400米以上；中统上部沙圪群，由深灰——灰黑色炭质页岩夹灰岩组成，厚度110—280米；上统山野群，以紫色、灰黄色泥质页岩为主，夹少量粉砂岩及硅质岩，厚度大于190米。原定为上泥盆统的山坡群，经南京古生物研究所在崖县山坡群标准剖面处，采得大量腕足类、三叶虫和瓣鳃类化石，改为中、上奥陶统，厚度750米，不整合覆盖于大茅群之上。

志留纪末，发生了强烈的加里东运动*，致使下古生代地层形成緊密的全型褶皱，并呈连续线状展布，在褶皱的同时，产生了一系列同向冲断裂，岩层普遍受到轻度区域变质作用，以千枚岩化为主，片岩化、片麻岩化次之，在局部地区还有混合岩化作用，如东方县抱板混合岩田、大蟹岭混合岩田、琼海县黄竹岭混合岩田以及岛西南的冲卒岭混合岩田等。此外，琼中、儋县两大混合花岗岩，可能与加里东运动有关。加里东构造运动使本島大部地区由活动性较大进入活动性较小的地壳发展阶段，奠定了本島的构造基础。

加里东运动之后，经历了一段时期的剥蚀作用，然后继承着老的构造线，地壳又复下沉，形成了许多拗陷，成为沉积作用的基底。

(二) 华力西——印支构造阶段**

本阶段，包括泥盆纪至中三迭世，这一时期的地层主要分布在島西北、島南和琼中地区，总计厚度5000米以上。

在这一构造阶段里，石炭纪至二迭纪地层出露完整，可分为下、中、上石炭统和下、上二迭统；其下缺失泥盆系，其上缺失下、中三迭统。原划为上泥盆统的岳岭群，经海南冶金地质会战指挥部等单位的研究，改为下石炭统，置于岩关阶的上部。下石炭统岩关阶和大圪阶，主要是一套含炭较高的硅质和砂泥质细碎屑沉积，间夹灰岩透镜体，大体反映出海进的特色；从中石炭统石岭群至下二迭统鵝顶组，是砂岩、页岩和灰岩的交互沉积，表现为广泛海浸的特征；上二迭统属以海退为特征的砂页岩，杂色复矿碎岩的沉积。

中三迭世末，广东又发生了一次遍及全省的印支运动***，此在海南島亦有表

● 由于海南島缺失志留纪和泥盆纪的沉积，其加里东运动時間乃按广东大陆及其相邻地区的情况推出。

●● 广东全省自泥盆纪至中三迭世末，并未发生显著的构造运动，故文中未將华力西构造阶段单独划出，而统称华力西——印支构造阶段。

*** 印支运动在广东普遍發生的時間是中三迭世末，但在海南島，由于三迭纪地层出露不全，未見上三迭统与中三迭统直接接触情况，只見上三迭——下侏罗统不整合于古生代地层之上，因此，海南島印支运动發生的時間，在相当程度上亦按广东大陆情况推出。

现,致使石炭、二迭纪地层普遍形成开阔的宽展型褶皱,并伴随有不甚发育的断裂构造。印支运动使本岛地质构造运动的发展进入一个新的阶段,即:由褶皱为主的构造运动,转变为以断裂为主的构造运动阶段。

过去认为印支运动时期,有大规模的酸性岩浆活动,并形成海南岛最大的同期岩基式侵入体——琼中岩体和儋县岩体。近年来,随着地质工作的深入开展,有越来越多的人认为其大部分或相当部分为混合岩,广东省区测队最近把他们划为加里东期混合花岗岩体。因此,印支期海南岛是否存在如此巨大规模的岩浆活动,已成疑问。看来,上述两大岩体必将随着工作的深入而进一步解体。

此外,从岛西发现含有大量石炭纪化石的下、中石炭统地层的沉积建造特点,并考虑到在昌江县军营地区发现大量石炭纪腕足类、苔藓虫、海百合、珊瑚等化石,而该区地层又含有中基性火山岩的变质岩层等地质事实,前人提出的海南岛存在“海西地槽”的可能性,是值得进一步研究的问题。

(三) 燕山构造阶段

本阶段包括上三迭世至白垩纪这一时期。其中,自上三迭统至下侏罗统为海陆交互泥砂质碎屑岩建造,厚度350—580米。中、上侏罗统未见出露。白垩系为内陆湖相山间盆地和断陷盆地沉积,形成了以红色复矿粗碎屑为主的类磨拉石建造。下统鹿母湾群,总的表现为下粗上细,厚度2000—2500米。上统报万群,厚度2100米。白垩系主要分布在白沙、琼海、定安、儋县和乐东等县境内。

燕山运动幕次甚多,致使这一阶段地层之间,特别是各统之间,几乎多呈不整合接触,形成以北东向为主的断裂构造非常发育,它们实际上控制着海南岛红岩盆地的分布和沉积。

总的说,它是一个具有断裂、褶皱、岩浆活动、变质作用和内生成矿作用的十分复杂的构造运动。开始褶皱作用显著,继之则断裂作用规模越来越大,越切越深,而岩浆活动在中期最为强烈。这一构造阶段是海南岛内生金属矿产的最主要的成矿时期。

(四) 喜马拉雅山构造阶段

本阶段包括第三纪和第四纪,其沉积物属海陆交互相含煤油页岩膏盐建造,红色砂砾岩类磨拉石建造等,最大厚度在3000米以上,主要分布在岛北地区。

本阶段以断块和基性岩浆的大规模喷发为特点。玄武岩常风化成铝土矿、钴土矿和褐铁矿,辉石橄榄玄武岩含有铬尖晶石——铬铁矿,常被风化富集成砂矿。

海南岛在晚近时期新构造运动仍较强烈。

二、构造体系

海南岛略呈锐角指向北东——南西的菱形地块,屹立在南海北部的大陆架上。它是我国第四个巨型纬向复杂构造带横亘穿越的地段,同时又是中国东部新华夏

系第二隆起帶向南延伸的部分。在漫长的地质发展历史中，由于在不同方式的区域构造应力多次作用下，形成了各种构造形迹。这些构造形迹在时间和空间上的参差出现，纵横交错，构成了海南岛地块错综复杂的构造图象（图1）。



地质		各种主要构造的名称及编号	
K_3 新生界	$P_{2,3}$ 上古生界	① 九州-陵水构造带	⑩ 琼中隆起带
M_2 中生界	$P_{2,1}$ 下古生界	② 昌城-万宁构造带	⑪ 琼南-博罗断裂
白垩系	$Y_5^{(311)}$ 燕山第二期花岗岩	③ 新华里东构造	⑫ 琼山-石舍断裂
$\Delta_5^{(311)}$ 燕山第五期石英岩	$Y_5^{(311)}$ 燕山第一期花岗岩	④ 五指山-大铁岭构造	⑬ 白道-瑞俾断裂
$Y_5^{(311)}$ 燕山第四期花岗岩	$\Delta_5^{(311)}$ 中生代安山岩流纹岩		
$Y_5^{(311)}$ 燕山第三期花岗岩	$\Delta_5^{(311)}$ 中生代石英闪长岩		
$Y_5^{(311)}$ 燕山第二期花岗岩	$Y_5^{(311)}$ 印支期花岗岩(?)		
第四系	第四系		
全新世	全新世		

构造类型	符号	说明
正常断裂	带短划线的实线	正常断裂
逆冲断裂	带短划线的虚线	逆冲断裂
压扭性断裂	带短划线的点线	压扭性断裂
张扭性断裂	带短划线的斜线	张扭性断裂
新华里东构造	带短划线的折线	新华里东构造
五指山-大铁岭构造	带短划线的折线	五指山-大铁岭构造
琼中隆起	带短划线的折线	琼中隆起
琼南-博罗断裂	带短划线的折线	琼南-博罗断裂
琼山-石舍断裂	带短划线的折线	琼山-石舍断裂
白道-瑞俾断裂	带短划线的折线	白道-瑞俾断裂
打金-七叉断裂	带短划线的折线	打金-七叉断裂
昌城-大冲断裂	带短划线的折线	昌城-大冲断裂
万宁-博罗断裂	带短划线的折线	万宁-博罗断裂
加东断裂	带短划线的折线	加东断裂
七叉断裂	带短划线的折线	七叉断裂
牙海-瑞俾断裂	带短划线的折线	牙海-瑞俾断裂
公坡-灶堂断裂	带短划线的折线	公坡-灶堂断裂
琼南-南村断裂	带短划线的折线	琼南-南村断裂
昌城-田总断裂	带短划线的折线	昌城-田总断裂
尖峰-石壁断裂	带短划线的折线	尖峰-石壁断裂

(一) 东西向构造体系

多年来,对海南岛东西向构造体系的存在与否,一直引起我国地质学界极大的注意,根据我们近两年来的野外地质调查和初步综合分析该岛及其邻区的地质、重、磁及航片资料认为,海南岛东西向构造体系的存在是无容置疑的,但由于受其它构造体系的干扰和破坏,表现的比较零星散漫,在一个构造带范围内,时隐时现,或因与其它构造体系的交错而不能横贯全岛,或因受某种应力作用的影响而略呈向南突出的弧形。同时,该岛的东西向构造体系对全岛不同成因的铁矿的分布起着明显的控制作用。它主要包括四个构造带:

1、九所——陵水东西向构造带

位于北纬 $18^{\circ}15'$ — $18^{\circ}38'$ 之间,横跨乐东、崖县、保亭、陵水四县,延长105公里。构造带主要由规模巨大的九所——陵水东西向冲断裂,和一系列断续相循而又水行密集的次级东西向压性断裂、褶皱构造,以及与之有成生联系的南北向张性断裂,北东、北西向扭性断裂等组成,并形成一条近东西向的岩浆岩带。

在构造带之南仅发育寒武系(大茅群、大葵群)及奥陶系,均属浅海相沉积,分别为含磷、锰硅质岩、碳酸盐和笔石页岩建造,碎屑岩建造;上古生界至第三系全部缺失。而构造带以北,有陀列群、石炭系、二迭系、上三迭统——下侏罗统、白垩系以及第三系的沉积,它们属浅海、滨海相或陆相沉积,分别为含炭、锰、铁砂页岩建造、碳酸盐建造、红色类磨拉石建造和含煤油页岩膏盐建造。这充分显示了该构造带南北岩相、古地理环境的差异、表明其对地层的控制作用十分突出。

在构造带内,下古生代地层及其片理方向基本呈东西向展布。沙圻复式向斜的轴向作东西方向伸展。

中生代的中——酸性岩浆沿此构造带喷出或侵入;属于燕山第三期的花岗斑岩($\gamma_5^{2(3)}$)——洋淋岭岩体及其两侧的平行密集的张断裂,呈正南北向,垂直于九所——陵水东西向冲断裂的西段;它的西侧,牛腊岭岩被($\alpha-\gamma_{5.6}$)沿构造带呈东西向展布。在构造带的中段,属于燕山第四期的钠长石化黑云母花岗岩($\gamma_5^{3(1)}$)——罗蓬岩体循东西向伸长达数十公里,而罗蓬岩体以北,同安岭岩被($\alpha-\lambda_{5.6}$)广泛出露。一条南北宽仅数公里,而东西长数十公里的廖二岭岩体($\gamma_5^{2(3)}$),即屹立在这一岩被之东,十分夺目。陵水县城东西两侧,属于燕山期的侵入岩小岩体,沿断裂带呈串珠状排列,其中有燕山一期的中粗粒黑云母花岗岩($\gamma_5^{2(1)}$),三期的中粒黑云母花岗岩($\gamma_5^{2(3)}$),四期的花岗闪长岩($\gamma_5^{3(1)}$)等等。其中较大的岩体为冬高岭岩体和白茅岭岩体,它们均属于燕山五期的石英正长岩($\lambda_5^{3(2)}$)。

此外,沿构造带有较多的温泉呈东西向展布。

航空磁测和重力资料表明:在该带,磁场以负异常为背景,作近东西向呈带状分布,并具次一级封闭的东西向小型异常。沿九所——陵水断裂带,出现重力阶梯带,梯度较陡,尤以东段最为明显。

在航空象片上,这一东西向构造带的线性形迹断续相循,清晰可见。

根据该带中生代岩浆广泛喷出与侵入判断,至少说明其在燕山期有过强烈的活动,而从卷入的古生代、中生代地层存在着南北显著差异来分析,则其形成的时间应在燕山期之前,可能出于早古生代。

2、感城—万宁东西向构造带

位于北纬 $18^{\circ}42'$ — $18^{\circ}52'$ 之间,长190公里,穿越东方、乐东、保亭、琼中、万宁等县境内。

构造带主要由连续性较好的尖峰——吊罗东西向断裂和一系列次级的断续相循的东西向冲断裂组成,它们亦往往有南北向的张断裂和北东、北西向的扭断裂相伴随。红旗镇以东,五指山——保亭一线以西,有一属燕山三期的花岗斑岩体($\gamma_6^{2(3)}$)作南北向的狭长状产出,此即牙落岩体,其长近30公里,宽仅3—5公里。牙落岩体及分布于其两侧的一组南北向张断裂,均与尖峰——吊罗冲断裂近于垂直,它们都是有成生联系的,无疑乃感城——万宁东西向构造带的单元。

沿构造带分布着燕山期几个较大的侵入体,如尖峰岭岩体($\gamma_6^{3(1)}$)、吊罗山岩体($\gamma_6^{2(3)}$),它们或其个体的长轴方向,或其整体的延展方位,均大体在同一纬度上产出,而且岩体内部亦多具东西向片麻状构造。

在航空磁测和重力资料中,此带均有反映,沿该构造带出现重力梯阶带,其中以万宁至吊罗山一段最为明显,航磁资料表现为一相对降低的异常带,并呈一支向南突出的近东西向弧形。

经热水勘探钻孔证实,沿断裂带见有叶腊石、绿泥石和糜稜岩等压扭性应变矿物和动力变质现象。

断裂带的南侧,保亭县新村地区所出露的温泉,大体作东西向展布。

现代山脉的走向与该断裂亦相吻合,在航空象片上,可见崇山峻岭的纬向地貌景观。

3、昌城——西昌东西向构造带

位于北纬 $19^{\circ}12'$ — $19^{\circ}25'$ 之间,穿越昌江、白沙、儋县以及澄迈、琼中、屯昌交界的山区,止于屯昌县西昌公社以西,延长约150公里。

发育在昌江县西部的昌城东西向冲断裂,往东持续至儋县南部的松涛水库,水库之东,适为南渡江的中段,也是琼中、屯昌与澄迈的交界山区,在这里,除河流、山脉的走向作东西向延伸外,更有东西向挤压破碎带,构造透镜体以至矿物压扁拉长方向,岩体中的长石斑晶和云母线的排列等等,均近东西向展布。同时,在南北向地应力作用下,与东西向压性构造形迹相伴生的北东向和北西向扭断裂,南北向张断裂以及沿着这些断裂成群出现的岩脉都配套得很好。整个东西向挤压破碎带所影响的范围大约宽4—5公里。

带内古生代地层及其皱褶轴向,普遍地作近东西向展布,南丰、兰洋至南榕园一线的石炭系地层的走向和石碌复式向斜轴向等均近东西向延展。由白沙县青

松公社之北,经儋县南部,至澄迈县加潭水库以东,总体上呈北东向分布的下石炭统地层,进入此带控制的范围时,则转作东西向伸驰。

在澄迈县仁兴公社以西的美耀田,可见下白垩统鹿母湾群红层明显地被卷入这一构造带中,挤压,硅化以及岩脉的穿插现象均相当强烈。

燕山期的侵入体沿该构造带亦多次侵入,它们的长轴方向多近于东西,如燕山二期的高山岩体($\gamma_6^{2(2)}$),四期的三狮岭岩体($\gamma_6^{3(1)}$),大岭岩体($\gamma_6^{3(1)}$)等等均此;而作南北向伸驰的屯昌岩体($\gamma_6^{2(2)}$)和黑岭岩体($\gamma_6^{3(1)}$),则在该带内直角拐弯,转为东西向,长石斑晶亦作近东西向排列;海南岛内琼中,儋县两个较大的混合花岗岩体(?),其长轴方向和片麻理构造总体上均呈北东向,但在该带影响范围之内,则普遍转为北东东或近东西向。

布格重力异常的东西向分布,与该带大体相吻合;而磁场则为线型降低带和错动带。

此外,总体作南北向伸驰的昌化江,流至昌江县叉河附近,忽转向西流入海。这可能与此构造带有关。

在航空和卫星照片上,这一东西向构造表现明显,尤其在儋县兰洋以南至澄迈仁兴公社的新兴苗寨一段更为清楚。

从燕山各期岩浆活动受该构造带的控制以及鹿母湾群的卷入,可知这一构造带的发生当在燕山早期以前,而在燕山晚期的活动也是显著的。

4、王五——文教东西向构造带

位于北纬 $19^{\circ}40'$ 附近及其以北地区,横亘全岛,跨越儋县、临高、澄迈、定安、琼山及至文昌等县,长近200公里。

本构造带以白马井——定安断裂为主体,以与该断裂相伴生的大量的玄武岩喷发和基性岩侵入为特征,这一构造带在定安之东文昌县境内,则表现为一束规模较小的平行密集而又断续相循的东西向断裂。与白马井——定安断裂有成生联系的张裂和扭裂十分突出,如南北向的铺前——博鳌断裂,琼山——石合断裂,白莲——瑞溪断裂等等。

海南岛新生代地层多局限在构造带以北地区发育,其最大厚度可达3000米。这样,白马井——定安断裂以北,可单独划出另一近东西向的构造单元——琼北拗陷;而断裂以南,则广泛出露古生代和中生代地层。因此,这一构造带,实际上是琼北拗陷和琼中隆起的分界线。

在整个琼北拗陷中,新生代基性超基性火山岩喷发活动十分强烈,形成了呈东西向展布的巨大的火山岩岩被。火山口呈北东、北西和东西三组方向排列,若将它们置于同一应力场分析,则前两者代表了在南北挤压应力作用下两组扭裂面的方向。最后一组代表了东西向构造带的主导方向。

沿白马井——定安断裂尚有燕山期花岗岩体作东西向分布,形成近东西向的岩浆岩带,如里万岩体($\gamma_6^{2(3)}$)、丰猛岩体($\gamma_6^{3(1)}$)等等。均沿此构造带侵入。

航磁和重力资料反应十分明显,重力梯阶带沿此带呈东西向展布,而磁场则呈线型降低带和错动带。

航空和卫星象片中,沿王五——文教东西向构造带的线性形迹十分清晰,尤其定安以西一段最为夺目。

王五——文教东西向构造带,也是海南岛的主要控震带,据记载,自1463—1843年间,琼山、定安、澄迈、文昌等县一带,共发生过37次地震,其中破坏性地震三次。可知,王五——文教东西向构造带近期活动仍相当活跃,它也是广东境内地震活动最强烈的地区之一。

海南岛北部地貌发育和水系分布亦明显受该带控制,其南侧为山地丘陵,其北侧为平坦的台地,构造带两侧具明显的地貌反差。南渡江中下游,由金江至定城以东,循东西向沿构造带发育,及至定安县东的巡崖,直角转折为南北向,沿琼山——石合断裂北流入海。

除上述四个东西向构造带外,岛内尚发育一些次级的东西向断裂,如龙滚断裂,积涌——福山断裂等等。它们都或多或少地对地层发育,岩浆活动、火山分布和温泉出露等起着控制作用。

综上所述,海南岛东西向构造带基本特征如下:

1. 全岛为巨型纬向复杂构造带所占据,带内出现若干条次一级东西向构造成份,它们都是由东西向的压性断裂、褶皱、岩体、片理等组成,大多连续性差,比较零星散漫,但成带状分布且大致有等距性。

2. 对岛内地层发育具有明显的控制作用,九所——陵水构造带的存在,使本岛古生界有南北区之分,南区仅有寒武系和奥陶系,而北区的古生界则发育较全;白马井——定安东西向断裂的发生和发展,使全岛新生代地层主要局限于其北侧。

3. 对岛内中生代岩浆活动起着显著的控制作用,形成东西向的岩浆岩带,昌城——西昌东西向构造带的两侧及其以南广大地区,中生代岩浆活动相当强烈,尤其感城——万宁构造带至九所——陵水构造带的两侧,最为活跃,同时也是岛内内生金属矿产的有利成矿带;而王五——文教构造带以北,则以新生代玄武岩占绝对优势。

4. 重、磁资料和航片资料都有明显的反映,作东西向展布的布格重力异常,航磁异常与各带的位置大体相吻合;而航空和卫星照片上的东西向形迹,亦清晰可见。

5. 对各种成因的鉄矿具有控制作用,以目前已发现的鉄矿床(点)的分布规律看,矽卡岩型和高温热液充填型鉄矿主要分布在九所——陵水和感城——万宁两个东西向构造带内;石碌式鉄矿则分布在昌城——西昌东西向构造带中;而玄武岩风化壳型鉄矿,因主要受岩性控制,则多分布于王五——文教构造带以北地区。

6. 属于东西向构造成份的北东向、北西向和南北向配套构造,它们往往控制岩脉、矿点(床)、火山口、温泉等的分布。同时由于东西向构造的近期活动,对近

代地貌、水系和地震活动等,在一定程度上也起着控制作用。

7. 岛内东西向构造带持续活动时间长,从早古生代开始,至今仍有活动,根据其次级构造带对地层分布、岩浆活动和地震的发生情况等各方面的控制作用分析,各构造带的主要发生、发展时期,在全岛范围内,似有从南往北,由老推新的规律性:九所——陵水带控制着古生代地层的分布,表现它在加里东早期已具规模;感城——万宁和昌城——西昌两带控制了中生代的大量酸性岩浆侵入,说明它们在印支——燕山期为强烈活动的时期,而昌城——西昌带除控制了燕山晚期许多补充侵入体的分布外,并见下白垩统鹿母湾群地层被卷入这一构造带之中,因此,它的形成时期很可能晚于感城——万宁带;王五——文教带主要控制了新生代的玄武岩和地层分布,说明它的强烈活动时期主要在喜马拉雅山期,而且它对近代地貌、水系和地震活动的控制作用,较之其以南各带都更为突出,这也是它在晚近时期较为活动的佐证。

(二) 南北向构造带

海南岛南北向构造带的存在,过去未引起人们足够的注意,我们在分析该区地质、重力、航磁以及航空象片资料时,发现琼东北构造形迹的形态、性质、规模和地质、地球物理特征有别于本岛其他地区,大致在岛内东经 110° — 111° ,北纬 $19^{\circ}10'$ 以北地区,呈现着一个宽缓的南北向隆起带,可称琼东北隆起带,它就是岛内南北向构造带展布的范围。

整个南北向构造带控制了海南岛东部新生代基性、超基性岩浆多次喷发和溢出,大面积的玄武岩被呈南北向展布,南自琼海县城加积以北,包括定安、琼山两县东部和文昌西部地区,以至铺前港口,连续产出第四纪橄榄玄武岩,南北长达80多公里,其与琼北拗陷中呈东西向展布的玄武岩被,恰成直角转弯。同时,对新生代沉积的分布、发育也具有一定的控制作用,位于此构造带中的上第三纪长昌盆地,长轴作南北向延伸。文昌县境内以及整个构造带上的陀烈群,它们展布的方向均与构造带一致,岩层中的片理、片麻理方向亦呈南北向伸驰。

构造带的西部,屯昌附近的海军——乌坡南北向断裂明显地控制了部分中、酸性岩浆活动,屯昌岩体及其南端的中酸性、基性岩脉成群作南北向延伸。

海南岛南北构造带是重力高带,布格重力异常等值线沿王五——文教东西向构造伸驰至定安附近即急转而为南北向,磁异常在隆起带内则表现为峰低翼缓的宽展型正异常。由于琼东北隆起的存在,致使昌城——西昌东西向构造带被截止于屯昌县城以西;王五——文教东西向构造带,在定安以东,重力资料反映不明显,而航空象片则表现为一束规模较小的东西向断裂组。

构造带上的南北向张断裂一般规模都较大,伸驰数十公里至百公里以上。它们大都和王五——文教东西带中的南北向配套断裂重接,可能经历了长期的发育历史和先压后张的演变过程,亦即后期的王五——文教东西向构造带,利用了发育较早

的琼东北南北向压性断裂而发展为它的配套构造。这些断裂主要有：

1、铺前——博鳌断裂

大致位于东经 $110^{\circ}34'$ 附近，文昌县铺前港至琼海县博鳌港一线，长100公里以上，大体为早更新世橄榄玄武岩被(龙发岩被)分布的东界附近。在琼海县马岭一带，见走向近于南北的破碎带，倾向东，倾角 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。在其西侧1.5公里处，尚有一条性质相同，产状一致的断裂破碎带。

2、琼山——石合断裂

位于东经 $11^{\circ}20'$ ，琼山至石合一线，长约60公里，倾向西，倾角 60° 。东盘上升，分布有早更新世喷出岩。沉积厚度较小，为新生代相对隆起区；西盘下降，为福山凹陷，分布晚更新世喷出岩。事实上，该断裂北段是早、晚更新世喷出岩的分界线。

3、白莲——瑞溪断裂

位于东经 $110^{\circ}06'$ ，澄迈县白莲至瑞溪一线，延伸25公里，倾向西，属高角度的张性断裂。根据海南岛北部煤田普查资料，断裂以东，第三纪含煤盆地一般沉积厚度不大，面积较小，孤零分散，而断裂西侧第三纪沉积厚度和面积普遍都较大。

海南岛南北向构造带向北可能和雷州半岛南北向构造断续相连，再往北，大体循东经 $111^{\circ}\sim 112^{\circ}$ 之间伸驰至桂东和湘中地区；往南在我国南海西侧的海底仍有踪迹可寻。是我国中南地区主要的南北向构造带；湘中—桂东—南海南北向构造带的一部分。

从上述构造表现的特征中可以发现，海南岛经向构造经历了漫长的发育历史，可能在加里东运动以前已有显现，以致对寒武系的展布方向和产状存在一定的影响；中生代较多地控制着燕山期的岩浆活动，而更主要的活动时间可能是在燕山运动以后。因此，影响了第三纪以来的沉积、控制了新生代福山凹陷的形成和发育，并导致该区第四纪的基性、超基性岩的强烈喷溢。

(三) 古华夏系的构造轮廓

海南岛是否存在古华夏系构造问题，文献甚少论述。考虑到石碌铁矿是受变质的沉积矿床以及石碌群时代可能属寒武纪沉积这些认识的提出，从而迫切要求探讨控制石碌群沉积性质和范围的古构造轮廓，以了解古构造对石碌式铁矿的控制作用。为予测石碌式铁矿的远景提供依据。李四光教授早年在《中国的构造轮廓及其动力学解释》一文中有关华夏古陆和古华夏地向斜的论述，为我们探讨海南岛震旦纪晚期或晚前寒武纪的古构造轮廓和早古生代海洋沉积的性质和范围提供了宝贵的线索。

张文佑、陈国达教授去年在考察石碌铁矿和海南地质构造时，也都先后提出石碌群可能属前寒武纪地层问题。华南富鉄科研队地层专题组对石碌群所进行的大量古孢子分析的资料中，相当部分也是属于震旦纪或震旦——寒武纪的；而桂林冶金地

质研究所用物鋁法测定的石碌群岩石同位素年龄值,也都说明它们的时代应属早寒武世的沉积,它的分布甚至可能尚包括前人划出的陀烈群的下部,抱板混合岩和儋县、琼中两岩体的大部分或部分,以及石碌群的下部等等。因而,海南岛在震旦纪晚期或晚前寒武纪时,可能为东亚大陆边缘槽地的一部分,即古华夏地向斜的西南端。

它们在强烈的加里东运动之后,形成了海南岛的结晶基底。在琼中地区出现一条北东—南西向的脊状隆起,在隆起的两侧,分布着两个近于平行的槽子,它们大致控制了早古生界的分布范围。根据中国科学院南海海洋研究所资料,其布格重力异常和磁性体埋藏深度所反映的基底构造,大致可划分如下:

1、琼中隆起:西南起自乐东县的南部,向北东延伸至抱由,转为北东东向,经五指山区再偏转为北东,止于屯昌县境之南,总体呈一东北—南西向隆起脊。这是一个高重力异常区,由乐东县九所北部至屯昌县南,作北东向呈舌状延伸,宽度一般7—15公里。磁性基底出露地表,主要由琼中混合岩组成。

2、琼东南坳陷:位于琼中隆起的东南侧,主要在九所—陵水东西向构造带以北的万宁、琼海及文昌县南部,为一宽缓的坳陷,基底埋深0.5—1公里。陀烈群地层出露地表,总体呈北东—南西向带状展布。布格重力异常在感城—万宁东西向构造带东段的南部为一封闭的北东—南西向椭圆状重力低值,重力低的中心在保亭一带,是全岛的最低异常,极值达-50毫伽,这里的等值线宽缓稀疏,重力梯阶带出现在异常区的东南部,由陵水向北西在18公里距离内,水平梯度达到1.7毫伽/公里。

3、琼西北坳陷:位于琼中隆起的西北侧,西南起自东方县,向北东经昌江、白沙、儋县,止于澄迈县南部。总体上与琼中隆起和琼东南坳陷三者大致平行展布,在琼西北坳陷由北东向南西依次分布着南坤、鹦哥岭、田头三个重力低,异常值在-35~-45毫伽之间,总体呈北东—南西向展布的布格重力低带,基底埋深0.5~1公里。

必须指出:本节所讨论的问题,多处于争议之中。因此,基底构造所反映的古华夏系构造的特征仅能描绘其粗略的轮廓。

(四) 新华夏系构造

海南岛处于我国东部新华夏系构造第二隆起带向南延伸的地方,但由于岛内各种岩浆活动频繁,沉积岩分布面积较少,植被浮土覆盖极广,所卷入的地层出露不多。加之,各种构造体系的相互干扰,致使新华夏系与华夏系或华夏式构造难以区分。

据现有地质、物探及航片资料分析,本岛新华夏系构造表现以断裂构造为主,一般长20—50公里,个别延伸可达180公里。其空间展布方位多在 18° — 35° 之间,往往以边幕状或平行排列的方式展布,由于受东西向构造的影响,使新华夏系构造线

在平面上略呈向东南突出的弧形,它们往往控制了海南岛红岩盆地的分布和沉积,并为这些盆地准备了沉积环境和空间条件。同时,对部分燕山中晚期岩浆活动亦有控制作用,沿断裂带有属于燕山晚期的侵入体呈串珠状断续分布,某些变质岩的褶皱轴向也有局部为北北东向的显示,断裂带具压性或压扭性结构面,它们的分布自西而东主要有:打金——七叉断裂、田表——长岭断裂、马袅——报定断裂、和安断裂、毛园断裂、藤寨断裂、公坡——灶堂断裂。其中马袅——报定断裂规模最大。

此外,海南岛中部作北北东方向展布的白垩纪盆地,如白沙盆地等,亦应归属为新华夏系的构造成份。根据广东省地质局海南地质大队的研究,认为海南岛白垩纪盆地在平面上的展布状态具明显的方向性,呈三个行列沿着北北东至北东方向作串珠状有规律地伸驰,是受新华夏系构造和华夏系构造复合控制的结果,并且受新华夏系所派生的北西向断裂控制也很明显。

(五) 华夏系或华夏式构造

华夏系或华夏式构造体系是海南岛的重要构造体系,它对岛内的构造格式,地层分布、岩浆活动以及铁矿的形成等等都具有控制作用,根据地质、重、磁测量以及航空象片资料,其表现形式为早期(古生代)以褶皱作用为主,伴有断裂,晚期(中生代至晚中生代)以断裂为主。其展布方向多为北东 40° — 60° 左右。

褶皱构造主要有:洛南——石碌复式向斜、加乐坡向斜、沟濂倒转向斜、钢岭倒转向斜等,这些褶皱构造,多力紧闭,呈线状,轴向作北东 40° — 60° 展布,是岛内的主要褶皱构造。由于岛内构造运动复杂,岩浆活动频繁,以致背斜轴多为岩浆侵入所占据,古生代地层呈岛屿状残留体分布,破坏了褶皱构造的完整性和连续性。但是,从总体上看,它们仍有规律地作北东向断续分布,这是清楚可见的。

属于这一构造体系的断裂,自西往东,主要有:东英——海尾断裂、雅星——板桥断裂、榕树——坝王断裂、龙扩——大隆断裂等。它们在空间的展布方向多为北东 40° — 60° ,展布方式均呈边幕状成组排列,似有向北东方向稍略收敛的现象,断面倾向南东为主,倾角一般在 60° 以上。具压性特征,在断裂带上,常可见到逆冲擦痕、糜棱岩化、硅化以及构造透镜体和挤压破碎现象。

沿着华夏系方向延伸的、由晚白垩统组成的盆地,如昌江盆地、琼海盆地等,其形成时代较新,可能归属为华夏式构造较为适宜。

(六) 其它扭动构造

1、北西向构造

根据物探和航片资料,海南岛的北西向构造形迹明显存在,主要表现为断裂构造,分布于岛的中部,如新洋——南针断裂、营盘——国忠园断裂、光岭——石壁断裂等,走向多在 310° — 320° 左右,倾向主要为北东,沿断裂两侧有破碎带、角砾岩带等分布。

北西向构造对岛内沉积岩的空间位置、侵入岩的展布形态和排列方向、脉岩的侵入以及火山活动等都有一定程度的控制作用,但其结构面的力学性质尚未明确,能否单独构成一个体系,仍有待进一步研究。

2、棋盘格式构造和帚状构造

在岛内均有所表现。如琼海县烟扩棋盘格式构造、定安县翰林格式构造、东方县江边帚状构造、乐东县尖峰岭帚状构造和儋县洛南帚状构造等等。这些构造的形成力学机理尚缺乏必要的资料分析。

三、石碌式铁矿远景的探讨

石碌铁矿是我国一个优质大型红富铁矿,以其品位高、储量大、伴生有害组分少,开采条件简易并可综合利用等而著称,根据解剖石碌铁矿的初步成果,认为它是“受变质的沉积矿床”,矿体严格受地层层位和地质构造的双重控制。

(一) 石碌矿区构造基本特征及其对富铁矿的控制

石碌矿区位于昌城——西昌东西向构造带和属于华夏系的洛南——石碌复式向斜的复合部位,即位于洛南——石碌复式向斜由轴向北东转为轴向北西西的局部转折的位置。矿区构造为一轴向北西西至近东西向延伸,西北端翘起、收敛,向东南倾伏、撒开的帚状复式向斜,倾伏角自西向东由 50° 逐渐减为 20° ,甚至更小,自北而南依次发育北一向斜、红房山背斜和石灰顶向斜三个次级褶皱。石碌复式向斜的地层均属石碌群组成,石碌群第六层为复向斜的核心,两翼由新到老依次为 SL_6 、 SL_4 、…… SL_1 (图2),其南、西、北三面被燕山三期的石碌岩体所环绕。总的看来,复式向斜的南翼石碌群地层出露完整,构造形态较简单,产状较稳定,北翼出露不完全,石碌群第三层(SL_3)石英绢云母片岩与石碌岩体呈侵入接触关系,构造形态也较复杂,产状较南翼陡。石碌群第六层与第七层之间具明显的不整合接触(图3)。

北一向斜核部由石碌群第六层(SL_6)组成,它大体可分为三个部分,下部是白云岩,具铜钴矿化,中部是厚层铁矿层,上部是白云岩、结晶灰岩夹炭质硅质板岩,向斜两翼为第五层(SL_5),是绢云母石英片岩。由于强烈的挤压,造成两翼不对称,局部出现倒转现象(图4)。北翼倾向一般 $220^\circ-245^\circ$,倾角 $35^\circ-75^\circ$,南翼倾向 $20^\circ-45^\circ$,倾角 75° 或更大。

红房山背斜以第五层(SL_5)为轴部,褶皱尖楞紧闭,局部向北倒转。在矿区,其出露宽度仅30—50米,岩层倾角陡峻,一般 $70^\circ-80^\circ$,往东,红房山背斜随着石碌复式向斜的撒开而逐渐舒展,以致趋于消失。

石灰顶向斜的核部由第七层(SL_7)组成,因受断层影响,地层出露不全,南翼较缓,倾角 $30^\circ-40^\circ$,北翼产状变化较大,倾向南东至南西,倾角 $60^\circ-80^\circ$ 以

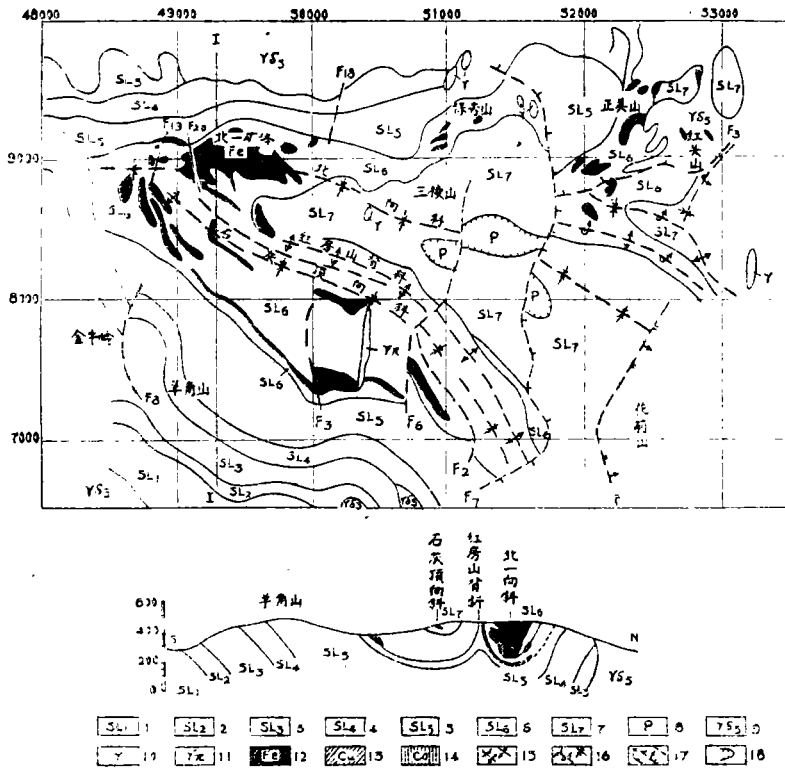


图 2

石碌矿区地质简图 (据九三四队资料略作修改简化)

1—石碌群第一层, 絹云母石英片岩; 2—石碌群第二层, 結晶白云岩, 透輝石透閃石白云岩; 3—石碌群第三层, 石英絹云母片岩; 4—石碌群第四层, 石英岩及石英片岩; 5—石碌群第五层, 絹云母石英片岩; 6—石碌群第六层, 白云岩及白云质結晶灰岩, 透輝石透閃石白云岩, 透輝石透閃石岩夾赤鉄矿层与銅钴矿层; 7—石英絹云母片岩, 千枚岩夾薄层赤鉄矿及錳狀含錳鉄矿; 8—二迭系石灰岩、砂岩、頁岩; 9—花崗閃長岩; 10—中—細粒花崗岩; 11—花崗斑岩; 12—鉄矿; 13—銅矿体; 14—钴矿体; 15—背斜、倒转背斜; 16—一向斜、倒转向斜; 17—各种性质推测断层; 18—推测岩层不整合界綫。

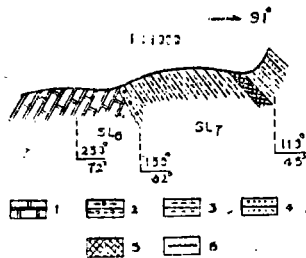


图 3

石灰顶南坡SL₆与SL₇的不整合接触素描图 (据陈国达等)

1—白云质灰岩; 2—泥砾岩; 3—頁岩; 4—砂岩; 5—鉄矿; 6—不整合面。

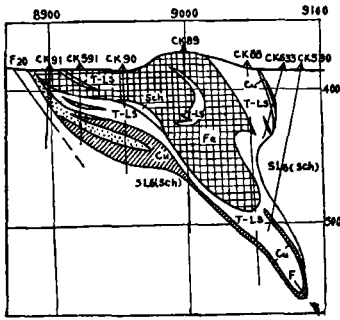


图4 北一向斜及赋于其间的铁、铜矿体北翼向南倒转(据934队资料)

上。考虑到红房山背斜规模较小，并有向东逐步倾伏、撒开和消失的趋势，因此，北一向斜和石灰顶向斜往东部存在合并为一个向斜的可能(图5)。

在三个次级褶皱中，向斜出露较为宽大，背斜表现较为狭小。根据枫树下深部钻孔资料，在孔深700余

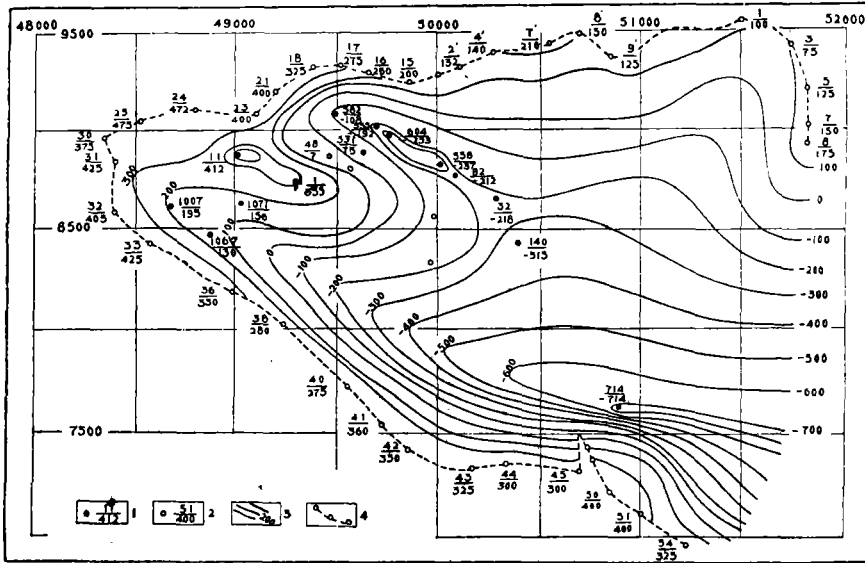


图5 SL₆顶板等高线图

(根据桂林冶金地质所海南富铁综合队资料略作修改简化)

- 1—钻孔位置 $\frac{\text{孔号}}{\text{SL}_6\text{顶板标高(米)}}$;
- 2—地表露头点 $\frac{\text{点号}}{\text{SL}_6\text{顶板标高(米)}}$;
- 3—SL₆顶板等高线及其标高(米);
- 4—SL₆顶板地表露头点连线。

米，可见石碌群第六层(SL₆)仍然倾向北，它与石碌复式向斜南翼的区域产状一致，因而否定了前人所称“枫树下向斜”和“枫树下背斜”的存在，而复式向斜北翼第五、四、三层呈正常层序产出，并见其与花岗闪长岩呈侵入接触关系，因此，前人所称“螃蟹沟背斜”和“螃蟹沟向斜”也是不存在的。

石碌矿区断裂发育，以与石碌复式向斜同向压性断裂为主，并伴有配套的张性和扭性断裂，其次为成矿后的北东或北北东向张扭性横断裂，后者对矿床往往

起破坏性作用。有时亦可造成矿体的迭置而加厚。

石碌矿区迄今共发现矿体38个，其中以北一矿体规模最大，品位最高，赋存于石碌群第六层中，组成北一向斜的核部。

北一矿体呈层状、似层状，矿体与围岩界线清楚，呈整合接触，并与围岩产生同步褶皱，矿体延伸方向与褶皱轴向一致，并随褶皱形态的变化而变化（图6）。北一矿体随着北一向斜在西端翘起而露出地表，同时在翘起的向斜轴部，由于褶皱紧闭，矿体也随之紧闭、复杂，厚度显著增大，最大垂厚可达400米，而当向斜东部倾伏且褶皱逐渐宽缓时，矿体亦随之倾伏舒展，厚度亦大大变薄。

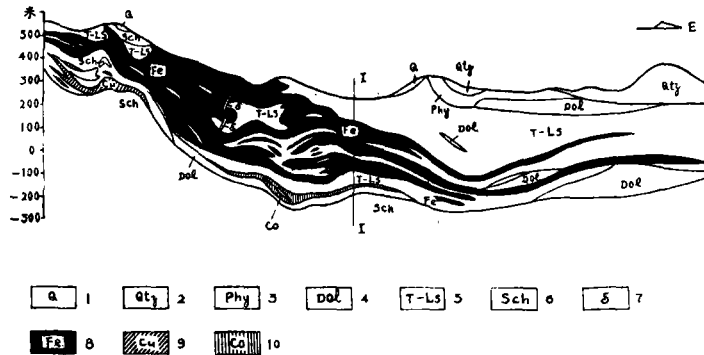


图6 北一矿体縱剖面图(据934队资料稍修改简化)

- 1—坡积层； 2—石英岩； 3—千枚岩； 4—白云岩； 5—透輝石透閃石岩；
- 6—片岩； 7—闪長岩； 8—鉄矿体； 9—銅矿体； 10—钴矿体。

从剖面图上看，形成以富铁矿为中心、富铁矿被贫铁矿所包围，贫铁矿被次贫铁矿所环绕，而铁矿体与铜、钴矿体在空间分布的关系上，则又形成以铁矿体为中心、铜、钴矿体环绕着铁矿，呈复杂的弧形平行迭置关系，它们与围岩均形成同步褶皱，但矿体的褶皱比围岩更紧闭和复杂，这可能是在褶皱变形的过程中，由于构造作用的动力条件，在一定的温度和压力下，沉积成因的富铁矿可能发生某种程度的塑性变形，并倾向斜核部运移集中，而其它组分，特别是一些挥发组分容易逸出，因而造成形态复杂，成分简单，杂质少，品位高的北一富铁矿体。

根据冶金部海南铁矿、广东省冶金地质934队和广东省冶金地质实验研究所等单位资料，TFe的含量沿矿体的走向由东到西，由深部到地表，由两翼到褶皱轴部，都有逐渐升高变富的趋势，与此相反，SiO₂、P等含量则随着TFe含量的升高变富而趋于降低。

所有这些，不仅说明褶皱构造对石碌铁的分布、厚薄和矿体的几何形态起着严格的控制作用，而且对铁矿品位的高低以及其它组分的多寡，亦都有重大的影响。

(二) 石碌式富铁矿找矿方向的初步分析

根据对海南全岛构造体系的认识，考虑到石碌铁矿严格受层位和构造双重控制

的地质事实,拟提出下列几点,作为寻找石碌式富铁矿方向的初步认识:

1、海南岛铁矿的含矿层位,根据现有资料,主要有两个时期:一为寒武系(或可能为前寒武系),即包括石碌群第六层的层位,这是最重要的含矿层位,目前除见于石碌矿区外,儋县红岭铁矿亦可能属此层位;另一为石炭系下统,即包括石碌群第七层的层位,这一层位在海南岛分布较广,除石碌铁矿外,在昌江军营、儋县兰洋第一岭等地均出露此一层位,并见铁矿分布。它们的形成和分布主要受前古生代构造的控制,琼东南拗陷和琼西北拗陷为它们沉积区,其物质来源或与琼中古隆起有关,或与海底火山喷发相联系。在目前对海南岛地层时代问题争议较大的情况下,应把上述两沉积区的寒武系和下石炭统地层作为寻找石碌式富铁矿的主攻方向。

2、石碌矿区的构造位置,是在东西向构造带与北东向构造复合部位的转折处,铁矿的形成和分布严格受构造控制,因此,在区域构造位置上,处于两种构造体系的复合部位,特别是在东西向构造带与华夏系构造的复合部位,应视为寻找石碌式富铁矿的有利的构造部位。

3、在上述两个条件的前提下,有铁矿点和重、磁异常分布的地区,均可视为寻找石碌式富铁矿的远景地区。

4、透辉石透闪石岩往往和强烈的构造破碎带相随,同时又是石碌富铁矿的围岩,因此,透辉石透闪石可作为寻找石碌式富铁矿的重要标志。

主要参考文献

- [1] 黄汲清,中国主要地质构造单位,地质出版社,1954.
- [2] 李四光,东西复杂构造带和南北构造带,地质力学丛刊,1959,1.
- [3] 中国科学院地质研究所,中国大地构造纲要,科学出版社,1959.
- [4] 黄汲清,中国地质构造基本特征的初步总结,地质学报,40(1960),1.
- [5] 马杏垣等,中国大地构造的几个基本问题,地质学报,41(1961),1.
- [6] 任纪舜,中国东南部泥盆纪前几个大地构造问题的初步探讨,地质学报,44(1964),4.
- [7] 地质部广东省地质局区域地质测量大队,中华人民共和国海南岛地质图,1:200000,1965.
- [8] 李四光,天文地质古生物资料摘要(初稿),科学出版社,1972.
- [9] 李四光,地质力学概论,科学出版社,1973.
- [10] 地质科学研究所,中华人民共和国地质图,1:4000000,地质出版社,1973.
- [11] 黄汲清等,对中国大地构造若干特点的新认识,地质学报,1974,1.
- [12] 中国科学院地质研究所大地构造编图组,中国大地构造基本特征及其发展的初步探讨,地质科学,1974,1.
- [13] 地矿所大地构造组,中国大地构造的基本轮廓,地质矿产研究,1974,2.
- [14] 中南地区区域地层表编写小组,中南地区区域地层表,地质出版社,1974.
- [15] 李四光,中国的构造轮廓及其动力学解释,区域构造分析,科学出版社,1974.

- [16] 中国地质科学研究院, 中华人民共和国构造体系图, 1: 4000000, 地质出版社, 1975.
- [17] 陈国达、关尹文、邓璟等, 海南島石碌式铁矿的大地构造成矿条件初探, 中南矿冶学院学报, 1977, 3.
- [18] 袁奎荣等, 海南石碌铁矿的成因及富铁矿与构造的关系, 中南矿冶学院学报, 1977, 3.
- [19] 袁奎荣等, 海南島西部海西地槽的发现及其对找铁矿的意义, 中南矿冶学院学报, 1977, 3.
- [20] 徐林等, 海南島昌江县石碌地区地层的初步看法和意见, 中南矿冶学院学报, 1977, 3.
- [21] 岳松, 海南島军营地区铁矿的成因与找矿问题, 中南矿冶学院学报, 1977, 3.
- [22] Grabau, A. W., Stratigraphy of China, Part I, The geological survey of China, 1928.

学·术·动·态

最早把相对论介绍到中国的是许崇清

第一个把相对论介绍到中国的人是谁? 过去一直弄不清楚。最近, 我国科学史工作者从文献中发现, 这个人就是我校已故校长许崇清(1888—1969)。对此, 我们查对了有关文献, 认为上述发现符合事实。

1917年以前, 中国科学刊物上没有关于爱因斯坦相对论的报导。1917年9月出版的《学艺》第2卷上登载了许崇清的文章:《再批判蔡子民先生在信教自由会演说之订正文并质问蔡先生》, 文中首次介绍爱因斯坦的狭义相对论, 写道:“方今自然科学界, 关于时空(即宇与宙)之研究, 则有 Einstien 于1905年发表之‘相对性原理’, 此原理以二假定为前提。其一则为‘相对性之假定’。其二则为‘光速不变之假定’。艾氏据此以时空相对性之定义, 而牛顿力学所悬设之绝对空间、绝对时间几至不能成立。此定义依据数学计算, 为事颇复杂, 姑不赘述。惟此原理更生许多奇异之结果。其尤妙者, 光之速度为一切物体运动之速度之极限一说矣。Poincaré [彭加勒]曾引 Flammarion 所假设之Lumen[光神]实验以证之, 此实验颇饶趣味。述之于左。”许氏描述了“光神”以比光速大40倍的速度旅行时, 见到自然界各种现象的因果关系皆被颠倒的奇景。随后, 他指出: 相对论的诞生, “旧派物理学者瞠然大惑”, 并指出: “若乃电气力学的自然观、量子论等, 亦皆方今物理学之新路径也。”当时许氏的这些介绍, 似乎未引起中国科学界的注意, 到1920年之后, 相对论才在中国传播开来。

据我们考证, 1917年时许氏正在日本东京帝国大学文学部读书, 显然他是在这里接触相对论的。发表其文章的《学艺》杂志也是中国留日学生的丙辰学社主编的。由此可得出结论, 爱因斯坦相对论不是直接从欧洲而是经我校故校长许崇清从日本介绍来中国的。

这一发现, 对于研究中国近代科学思想史有一定的意义。

(本刊编辑部)

A Discussion on Major Tectonic Systems and Their Relation to the Formation of the Ferro-Ferruginous Ore of Shilu Type in Hainan Island

Yan Guozhu Wu Xueyi Yang Shukang Ma Changhe

Abstract

The massif of Hainan Island has frequently undergone a long and multistage tectonic movement. It is a section of an area which the fourth great latitudinal tectonic belt in China spans. At the same time it is also a portion of the second upward zone of Neocathaysian in the east of China, which stretches southward.

According to our field surveys and comprehensive analysis of sufficient data on geology, geophysics and aerial photography of the island and the adjacent area, we hold that it develops the structural system of west-east strike, that of north-south strike, the Cathaysian and Neocathaysian structural systems and other torsional structural systems, all of which have a pronounced control over the distributions of iron ores of different origins.

The iron ores of Shilu-type are the famous iron-rich ores of high quality in China. As they lie in the complex position between the west-east strike structure and the Cathaysian structure, they are called, "the complex metamorphic sedimentary ore deposits." The bodies of minerals are strictly controlled both by the horizons of the strata and the geologic structure. They are characterized by the pronounced synclinal control and folds turning to iron-rich, which may be in the course of powerful folding, under certain temperature and pressure, the result of plastic deformation of iron-rich ores of sedimentary genesis and their movement and concentration toward the nuclear area of the syncline.