

海南石碌铁矿地质构造基本特征 及其对富铁矿控制的初步分析*

邹广才 杜林坚 黄亚关 杨炳如

(地理系地质专业学员)

指导教师 严国柱

石碌铁矿以其品位高,储量大,有害组分少,开采条件简易等而著称,因而引起广大地质工作者的重视。

在前人的生产实践和科研工作的基础上,我们以毛主席光辉哲学思想为指导,学习和运用地质力学观点和方法,对石碌铁矿地质构造的发生、发展和演变过程进行了初步的综合分析,力图阐明其对富铁控制关系,并从构造角度提出寻找石碌式富铁矿的一些认识。

一、石碌铁矿在区域构造中的位置

(一) 海南岛区域构造概况

海南岛所处大地构造位置,按李四光同志论述,是我国第四个巨型纬向构造带横亘穿越的地段,同时又是新华夏系第二隆起带向南延伸的部位。因而东西向构造和北东向构造组成岛内地质构造的主要骨架。

岛内经历了加里东运动、印支运动、燕山运动和喜山运动,具有多阶段构造活动的特点。加里东运动、印支运动褶皱作用强烈,并产生了断裂作用和酸—基性岩浆侵入。燕山运动除褶皱有显著的加强外,主要表现为强烈的断裂作用和大量的酸性岩浆侵入和喷发活动。喜山运动则以块断作用和基性岩浆喷发为特点。由于经历了多次构造运动和岩浆的侵入,古生代地层遭受破坏呈岛屿状残留体,有规律地作北东向断续分布。华夏系构造与纬向构造经历了复杂的地质历史,造成了错综复杂

* 本文是1976届学员邹广才等四人的毕业实践总结。

的复合关系,构成了海南岛复杂的构造形变图象。

海南纬向构造主要以断裂带的形式表现出来,活动时间长,对中生代岩浆活动起着明显的控制作用。感城——万宁构造带是中生代岩浆活动强烈的地区,而王五一文教构造带以北,则以新生代玄武岩占统治地位;九所——陵水构造带的存在使海南岛古生界分为南北两区,南区仅有寒武系、奥陶系和泥盆系,而北区发育较全。此外,由于构造带的长期活动,对近代地貌和水系也起到一定的控制作用。

岛内北东向构造形迹明显,早在寒武系,琼中隆起已具雏形,其两侧沦为浅海(即琼东南沉降带和琼西北沉降带),加里东晚期,为华夏系构造主要发育阶段,形成一系列北东向褶皱和断裂构造。新华夏系构造对华夏系构造有明显继承性和迁就复合关系。

(二) 矿区构造在区域构造中的位置

石碌矿区位于琼西北沉降带的中部,处于昌城——西昌东西向构造带与雅星——板桥北东向断裂组的复合部位,属浅海、滨海相碎屑岩、碳酸岩建造,寒武系沉积1—6层,奥陶系沉积7—9层,矿区地层由老到新如下(这套地层的时代归属问题,至目前为止,因化石证据不足,尚未确定,现沿用前人资料,暂仍称寒武系、奥陶系):

寒武系

- 1、绢云母石英片岩——顶部含磷,有较多的红柱石和电气石变斑晶出现,厚大于90.7米。
- 2、结晶白云岩——大部份大理岩化,部份透辉透闪石化及蛇纹石化。厚15.9米。
- 3、石英绢云母片岩——具绿泥石化,可见基性岩脉侵入。厚175.8米。
- 4、石英岩及石英片岩——夹绢云母石英片岩和石英绢云母片岩,厚84.9米。
- 5、绢云母石英片岩为主,含红柱石斑点。厚281.1米。
- 6、透辉透闪石岩和透辉透闪石化白云岩,中部是含铁建造,是矿区的主要含矿层位。厚670.1米。

奥陶系

- 7、含铁石英砂岩,局部含炭质。厚度大于98.1米。
- 8、上部白云岩,中部泥质粉砂岩,夹有一层碳质泥板岩,下部泥板岩,偶有两层炭质板岩。厚191.2米。
- 9、白云岩,泥板岩,粉砂质泥岩,底部为砾岩。厚125.7米。

第一至第六层是连续沉积,呈整合接触,第六层与第七层,第八层与第九层呈不整合接触。

当岛内南北向挤压力占主导地位时,昌城——西昌等东西向构造带最为活跃,带来了本岛中南部大量酸性岩浆侵入,在这岩浆和构造活动频繁的时候,岛内早期的褶皱和断裂均受干扰破坏,古生代地层呈孤岛状残留体保留着,石碌复式向斜于

此构造阶段生成,并产生与其相配套的北东、北西向扭性断裂和南北方向的张断裂。组成石碌复式向斜的岩石在区域变质的基础上,又迭加了动力变质和热变质作用,这很可能是铁矿褶皱、断裂,造成矿体加厚和富集的主要阶段。当岛内南北向力偶占主导地位时,发育着一系列北东向断裂,雅星——板桥断裂组于此构造阶段形成,矿区除被严重的破坏外,其中也可能为元素活动迁移造成富集提供一些有利条件。

二、矿区构造基本特征

石碌矿区在漫长的地质年代里经多次构造变动,形成不同类型的构造形迹,互相干扰、穿插、联合和复合。我们认为石碌矿区的构造骨架仍然是由东西向构造体系和北东向构造组成。但由于各种构造的影响,其东西向构造略呈北西西向偏转(图1)。

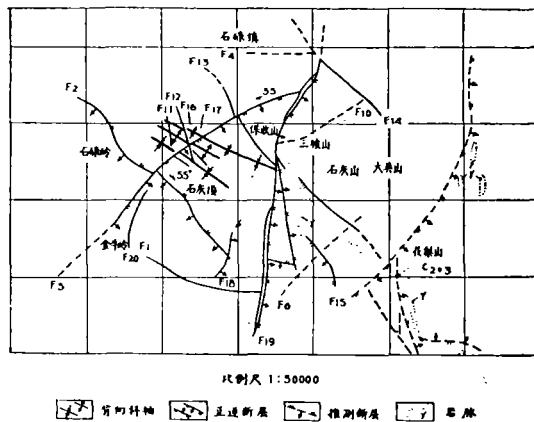


图1 海南石碌矿区构造略图

(一) 东西向构造

石碌矿区的构造具有东西向构造体系的特点。

矿区东西向构造的主体构造是由东西向的石碌复式向斜和东西向的挤压破碎带和断裂带以及东西向的片理、片麻理等组成。

1、褶皱构造

矿区的褶皱构造是石碌复式向斜。西端位于石碌岭,以第七层岩层为核心,向外依次由6—1层所组成。向斜向西扬起收敛,向东倾伏、撒开,次级褶皱表现紧密。倾伏角自西向东由 50° 渐减为 20° ,甚至更小。次级褶皱自北向南依次是北一向斜,红房山背斜,石灰顶向斜。

(1) 北一向斜。核部由第六层岩层组成,以铁矿、透辉透闪石岩和透辉透闪石化白云岩为主,偶夹少量砂岩、页岩和灰岩,两翼为第五层的绢云母石英片岩。由于

受断裂的影响,造成两翼不对称,局部出现倒转现象。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 $75^{\circ}-85^{\circ}$,于400、355米采面均可见两翼岩层向南—南西($180^{\circ}-200^{\circ}$)倾,倾角 $45^{\circ}-65^{\circ}$ 。

(2) 红房山背斜。以第五层岩层为轴部,往东则随石碌复式向斜的撒开而消失,褶皱尖楞紧闭,局部向北倒转,在矿区出露宽度仅20—50米,上窄下宽,岩层倾角在 $70^{\circ}-90^{\circ}$ 之间,背斜南翼由于受断裂影响,使第七层出露不全。

(3) 石灰顶向斜。核部由第七层岩层组成,因红房山背斜规模较小,并有向东倾伏消失的趋势,以致北一向斜和石灰顶向斜向东有归并的可能,由于受断裂的影响,地层出露不全,南翼产状较缓,一般倾向东,倾角 $30^{\circ}-40^{\circ}$,北翼产状变化较大,倾向南东至南西,倾角 $60^{\circ}-85^{\circ}$ 。

石碌复式向斜的次一级褶皱同整个大向斜相类似,并且背斜出露较窄,向斜出露较宽,略呈隔档式构造特点(图2)。

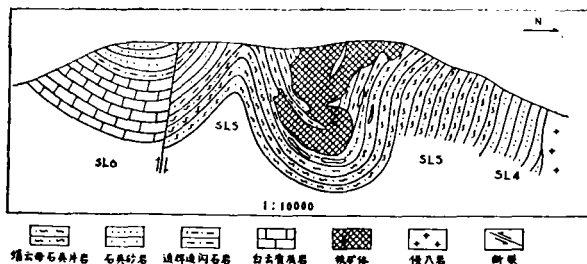


图2 石碌向斜次一级褶皱剖面示意图

另据枫树下钻进700余米,仍见呈向北倾第六层岩层,(与复式向斜南翼区域产状一致)故此否定了枫树下背斜和向斜的存在;而复式向斜北翼第三、四、五层为正常层序,因此,螃蟹沟背斜和向斜也是不存在的。

2、构造断裂

东西向的挤压带,除了褶皱以外,还发育一系列的断裂和挤压破碎带,它们的规模大小不等,倾向不定,倾角较陡,平面和剖面一般呈舒缓波状延伸,挤压带内或断裂上下盘常见与断裂走向大致平行的构造透镜体、片理、劈理及断层角砾岩,并表现较为紧闭。

F_1 断裂。出露在330排土场以北第三层石英绢云母片岩与第四层石英片接岩的触之

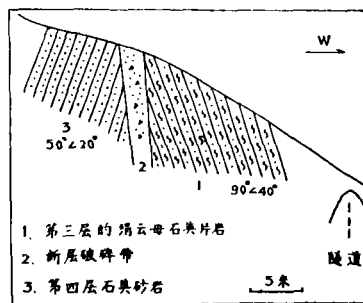


图3 377排土场,隧道口 F_1 剖面素描

间,全长1.2公里,主要特点是岩石强烈破碎,风化后呈松散状的粘土层,挤压构造透镜体发育,其长轴与断裂走向平行,断裂两侧岩层产状零乱(图3)。

F₂断裂。发育于复式向斜南翼，第五层与第六层的接触界线上，据航片判读的线性形迹进行追索，全长2—3公里，延伸方向是275°—310°，在地貌上表现为—冲沟，在靠近断裂边缘的第五层岩层倾向240°，而第五层的正常产状为65°—130°变化。靠近断裂的岩石出现破碎，并有强烈的拖曳褶皱和硅化等现象(图4、图5)。

F₃断裂。发育于石灰顶向斜北翼与红房山背斜南翼之间，全长约700米—1公里

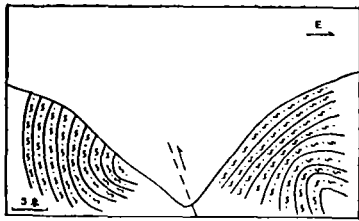


图4 石碌顶西侧F₂通过第五层引起的牵引褶曲素描示意

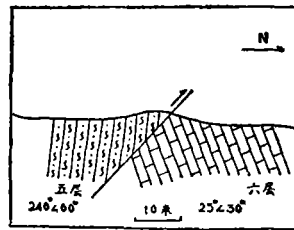


图5 枫树底F₂剖面示意

里，走向与褶皱轴大致平行，倾向南西，倾角60°—70°，其表现形式为一条近东西向的挤压破碎带，宽约100米。主要特点有：发育大量挤压构造透镜体，拖曳褶皱，平行发育一些小断裂，软硬相间的岩石被挤压成香肠状。

与东西向构造配套的北东、北西向两组扭性断裂于本区也较发育。北东向断裂呈北东40°—50°方向延伸。北西向断裂呈北西320°—330°方向展布。前者为压扭性，后者为张扭性

北东向断裂：

规模相当大，多数贯穿全区，倾角一般较陡，微呈波状延伸，断面偶见水平擦痕，在断面附近发育破劈理、挤压扁豆体和牵引褶曲，本组断裂主要有F₆、F₈、F₁₀。

F₆断裂(金牛岭—石碌河断裂)(图6)。该断裂于金牛岭东坡冲沟向北东穿越北—矿体南侧355米采面隧洞及255米采面南端北东向冲沟往石碌河一带延伸，断裂斜切石碌复式向斜，地貌表现为一冲沟。据航片资料，该断裂规模较大，延伸较远。金牛岭北坡受断裂影响的岩层产状较乱。于断裂两旁发育次级断裂及不协调的牵引褶曲，于344台阶南侧断面可见破劈理和挤压扁豆体，断面倾向南东，倾角65°。

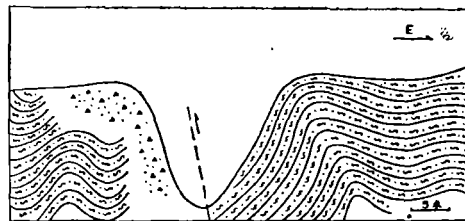


图6 金牛岭北侧F₆经过的山沟引起两旁牵引褶曲素描示意

F₆断裂。位于枫树顶矿体南东端，沿北东30°—40°方向经鸡心坳东坡继续往北东方向延伸，大部分被复盖，仅能从个别岩石露头发现一些断裂现象。在鸡心坳东坡可见白云质板岩沿走向直接与白云岩接触。断裂两侧岩石发育一组与断层方向一致的密集节理。

北西向断裂：

除个别延伸大，且有后期基性、酸性岩脉充填外，一般规模较小，断裂面较平直，具明显的水平擦痕。主要有F₁₁，F₁₂，F₁₃。

F₁₁断裂。该断裂展布于北一矿体西部，走向320°—330°，倾向北东，倾角30°，于Ⅵ、Ⅶ勘探线剖面中可见北一矿体明显被断裂切错向北西方向移动。

F₁₂断裂。发育于北一矿体的中部，走向320°—330°，倾向北东，倾角80°，断裂南西盘向北西方向移动，北东盘向南东方向移动。在366台阶中可见铁矿中有水平擦痕。

F₁₃断裂。南东起于鸡心坳经小英山向北西延至石碌河呈310°—320°方向展布，于小英山附近可见碎裂岩，断裂擦痕和沿断裂充填的花岗岩脉(图7)。

南北向张性断裂：

与主体构造垂直，切过矿区各组构造，其活动时间较长，规模大小不一，大者如F₁₉，横贯全区，小的仅为一些位移很小的断裂，它们的主要特征是大部分充填有中酸性岩脉，断面多为东倾，倾角不定，平面上显示追踪迁就的特点，较大的有F₁₈，F₁₉。

F₁₈断裂。南端位于330排土场，往北延伸到石灰坑矿体，全长约1.5公里，该断裂致使枫树下矿体的西端被错断，移动约150—200米，于地貌上表现一冲沟(图8)。

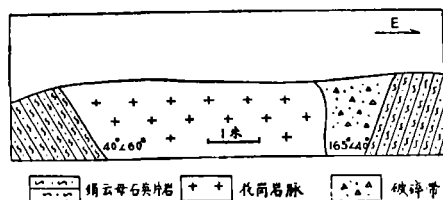


图7 小英山东侧F₁₃岩脉充填的剖面素描

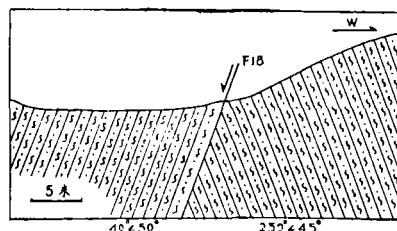


图8 枫树底第五层F₁₈引起的岩层产状变化素描

F₁₈断裂。前人资料认为该断裂仅发育于枫树顶矿体南侧往北至石灰顶南侧，全长约1.3公里。经我们工作发现，该断裂南端分枝，北端复合，横贯全区，全长大于5公里。南端西侧分枝断裂发育于石灰顶南侧，经石灰坑矿体东端穿过枫树下矿体南侧一直插至330排土场的花岗岩体，全长约2.5公里。两分枝断裂于石灰顶南侧汇合继续往北延伸，至保秀岭东，方向渐变为北东30°，至石碌河又转为近南北

向继续延伸。该断裂是追踪迁就早期断裂形成的,断裂南端和北端均有花岗岩脉充填。由于断裂经多次活动,枫树下矿体和枫树顶矿体分别被两分枝断裂错开。

(二)北东向构造

由于受加里东运动的影响,矿区的岩石普遍硬化,加上受东西向构造的限制,北东向构造于本区主要表现为断裂,其显示出迁就,继承和改造原有东西向构造的特点,并错动东西向构造,使东西向构造在原有的基础上进一步复杂化。在区域构造上,北东向构造对东西向构造也有影响。在岛西,属东西向构造的石碌复式向斜,由于受北东向雅星——板桥断裂的干扰,构造线方向发生改变,呈北北西,至昌城——西昌构造带方向发生偏转。

于北一矿体中还发育一系列 330° — 350° 走向的扭性断裂,它们可能属北东向构造的配套构造,一般规模不大,位移较小,倾向大多向西,也有向东,倾角在 45° — 60° 左右,断裂面一般较平直、光滑,醒目的擦痕,镜面屡屡可见。由于这些扭性断裂的作用,使矿体被错开。如在355、366、377米等采面均可见矿体往北移动的现象。较大者为 F_{16} 、 F_{17} 。

三、形成矿区构造体系地应力的初步分析

通过分析石碌矿区不同的构造体系的形变和组合,追索其地应力的特征,进而探讨其不同的运动规律。石碌矿区的东西向构造体系和北东向构造分别受南北向挤压及南北向水平力偶应力的控制。恢复石碌矿区的构造应力场首先确定石碌矿区各构造体系在构造运动时的边界条件乃是必须的。在“石碌群”地层连续沉积了1—6层仍未受构造应力作用之前,就其岩性的物理特性与力学性质来看,是均匀的弹塑性物质。据沉积资料,矿区地层的沉积空间是浅海,海湾,海侵方向来自东南方向。从沉积物的颗粒看,西部较东部粗,从北一矿体联剖图可以看出,矿体于东部比西部埋藏得深。因此,推测矿区地层的沉积厚度,东部较西部厚是有理由的。这就构成了当时“石碌群”的几何边界。

在南北向水平挤压应力的作用下,产生一个南北向的最大法向应力分量和一个东西向的最小法向应力分量,当此种构造应力上升为支配地位时,岩层的塑性变形便开始,与此同期伴随产生一系列锐角等分线为南北方向的x型节理,当这种挤压作用力继续进行,加强达一定程度时,便形成了石碌向斜,x型节理进一步发育成断裂,并生成与南北挤压力平行的张性断裂(图9)。

在南北向水平挤压作用下,由于东部的地层厚度大,而西部地层厚度较东部薄,就整个应力场的边界应力分布,每个构造应力单元体其平均受力状态而言,从东往西是逐渐增大的。这样来解释石碌向斜西部紧密,东部开阔的受力状况,似乎较为直观。

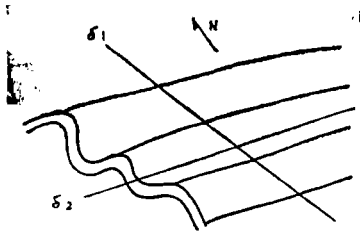


图9 δ_1 为南北方主应力
 δ_2 为东西方向主应力

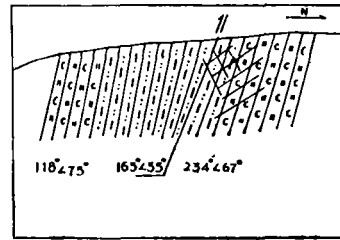


图10 377台阶北侧,后期节理
切过近东西向断裂示意

在南北向水平挤压应力作用下,不仅产生地层褶皱,而且还会产生一系列的层间滑动与断裂。由于西部沉积的碎屑岩较多,碎屑颗粒的大小不一致,物质的脆性大,加之地层的厚度不大,因此,西部层间滑动与断裂都较别处发育。由于这些断裂的存在,在地应力不断作用下,在断裂附近产生了应力集中,造成褶皱收敛紧密,而且向北西西偏转。同样反映出应力的分布状态是从东往西逐渐增大,属一种直压应力。

造成石碌向斜向西偏转的因素不能排除后期北东向构造应力的干扰作用。

从时间上,北东向构造是在东西向构造形成后影响本区的。当北东向构造应力作用占主导地位时,此时本区的平面应力状态是产生北西——南东向的压应力,北东——南西向的张应力。

由于经东西向构造和区域变质的影响,在北东向构造发生时,石碌矿区的几何边界发生了显著的变化,岩石普遍硬化。因为早期断裂的存在,限制着应力的传递,进一步使断裂附近产生应力集中,由于岩石硬化,岩性由塑性变成了刚性,而条件的改变,促成矛盾性质的转化,这就奠定了北东向构造对本区的构造形变是以断裂为主。

在南北向力偶作用下,使北东—南西方向受最大的压应力作用,直接改造了原有的北东向断裂,使其成为压扭性,造成向斜在西端翘起,其张应力改造了原有的北西向断裂成张扭性。产生的最大剪应力改造了原有的东西向构造成为压扭性,南北向的张性断裂成为张扭性。另外,在北—矿体还产生一组扭性断裂,把矿体错开。

由于剪应力的作用,还产生了一系列密集的x型节理,切过东西向的断裂,锐角方向正指北西——南东,反应出北东向构造应力所控制的构造应变(图10)。

总之,上述不同系统的构造应力场控制着本区不同系统的构造形变,又以东西向构造起着主要的控制作用,而不同构造运动或同一构造运动的不同阶段,在同一地区产生的构造形迹,必然要互相联系,互相影响,互相制约,形成对立统一的整体,这种构造体系的复合作用,对控制和改造矿产的形成与富集是十分有利的。

四、矿区构造对富铁矿控制的初步分析

石碌铁矿，矿床特征独具一格，其成因无疑是多种地质因素综合作用的结果。基于工作的局限性，我们只试图在构造与富矿的关系方面作一些成矿规律的探索。

在褶皱，断裂生成的同时，对铁矿的形态控制和次生富集，所增添工业价值意义是巨大的。从石碌矿区已经发现的北一、枫树下、南六、石灰坑等几个主要矿体所处的构造部位看，石碌矿区富铁矿与矿区构造的关系是非常密切的，枫树下矿体产于大向斜的南翼，石灰顶向斜南翼；北一矿体产于大向斜轴部，北一向斜紧密褶皱的地方，是整个矿区的精华。我们从野外工作中发现，北一矿体随北一向斜变化而变化，北一矿体的西部紧密并且翘起，东部开阔并向东倾伏。因此，北一矿体西部出露标高较高，北一矿体向东逐渐降低，加上东部还受到南北向断裂构造以阶梯式的升降运动，使北一矿体向东延伸部分，钻孔见矿标高逐渐降低。以此类推，北一矿体的储量和富化可能与北一向斜褶皱紧密有关系。因此，研究北一向斜和断裂构造对北一富矿体的控制作用，对进一步了解北一富矿成矿规律和进一步寻找北一富矿具有重要意义。下面着重对矿区构造，矿体构造与北一富矿体的依存关系作一些定性的研究分析。

（一）矿床特征

石碌铁矿除大型富铁矿外，还伴随有钴、铜等有色金属，并能分别构成大型、中型的矿床规模。

石碌铁矿产于一套浅变质——中变质片岩、石英岩、结晶白云质灰岩，结晶白云岩、千枚岩、含铁石英岩、透辉透闪岩组成的“石碌群”地层。

铁矿分别富存于六层和七层之中，而主要富矿体在六层中，七层只有一些贫矿。全矿区面积约18平方公里，分布有北一、枫树下、石灰坑、南六等38个矿体，它们大小不等，相差悬殊，其中最大为北一矿体、枫树下矿体、南六矿体。重点为北一矿体（位于石碌岭），成囊状，延伸不远，厚达400多米，占全矿区过半的矿石储量，铁矿物主要为鳞片状赤铁矿和少量块状磁铁矿。

（二）褶皱构造与北一富矿体厚薄的关系

矿区构造对矿体的机械破坏及次生改造具相当程度的影响是无可置疑的。北一富矿体位于石碌复式向斜的轴部，北一向斜紧密褶皱的地方，富矿体与贫矿及围岩的空间分布关系是富矿存于贫矿之内，而贫矿则分布于围岩之内。轴部铁矿的片状定向排列方位 290° — 305° ，与褶皱线吻合，部分条纹状，片状构造矿石发生揉性变形，产生同步褶曲。于横向空间变化，除富矿体较稳定外，贫矿层和围岩则变化较大，厚薄分布也极不均一。

从140中段坑道观察,北一向斜形态及轴向与地表所见有很大的一致性,向斜南翼透辉石透闪石岩和片岩倾向东北 35° ,倾角 70° ,向斜西端翘起部分,铁矿底部围岩倾向变为 82° — 86° ,倾角 65° ,向斜北翼透辉石透闪石岩和片岩则为 130° — 140° ,倾角 65° — 70° 。矿体自西至东,由厚变薄,宽度由小变大。我们认为局限于几平方公里范围内出现围岩和矿体的空间变化及产状的变化,并不反映原始沉积状态,依我们野外所见的宏观现象分析,初步认为,这种形态的出现,是构造作用的结果。当矿层与围岩处于塑性阶段,〈尚没硬化阶段〉由于矿区中存在互成直角的南北压应力,东西张应力两个主应力方向,以南北方向作用的法向应力分量最大,东西方向作用的法向应力分量最小。应力经长时间的积累,逐渐上升为支配地位,此时,矿层与围岩塑性变形便开始,在塑性变形过程中,矿层于三度空间均发生作用,南北方向空间逐渐变小,原宽度较大的铁矿层被挤压在较小的空间范围内,促使其沿垂直方向〈即厚度〉发展。向斜西部紧密,次级褶皱发育,加上褶皱造成矿体于剖面上迭置重复,变成在剖面上最大垂直厚度大于出露宽度;东部舒缓,次级褶皱发育较差,矿层自然也就表现得舒展一些,所以厚度较西部薄。至于矿层与围岩向南倒转则可能是南北之间岩石几何边界条件不一致的结果。

140中段坑道平面图投影相当于Ⅷ和Ⅷ。勘探线剖面的地段,〈即相当于地表344—388台阶之间的地段〉从勘探剖面钻探结果看,北一向斜南翼产状较陡,且较复杂;北翼产状较缓,且较简单。从地表344、355、366、377、388等几个台阶剖面所见的情况看,北一向斜有由深部向地表向斜形态由简单变复杂的特点。在344、355、366等几个台阶可见薄层透辉石透闪石岩在铁矿中组成次级褶皱。于其它台阶剖面均可见北一向斜中发育着一系列次一级背向斜。因此,北一向斜的构造特点是一个深部比较简单,地表发育次级褶皱的不协调褶皱,这种不协调褶皱对北一富矿有密切关系,也说明褶皱是矿体加厚的主要原因。

(三) 褶皱与北一矿体富化的关系

北一铁矿体的富集,不仅是沉积的结果,而是在沉积的基础上,加上后期改造所致。我们认为石碌铁矿在整个形成过程中,铁元素的富集,经过双重作用,即既经原生富集,又经后期改造的富集,迄今所存的富矿则是两次富集迭加的结果。

前面已述及,矿区构造对于矿体的机械破坏及改造具有相当程度的影响。后期改造引起富化或贫化在各种不同矿床类型中均是屡见不鲜的现象。在应力作用下产生矿层与围岩的形变。而在形变过程中,引起体积的改变,形变和体积变化于同一应力场内,同一时间内同时进行也是不足为奇的。在强烈褶皱作用下,矿层与围岩随着形变,“特别是体积变形”的加强,变质作用便开始。围岩及矿层普遍发育片状构造乃是变质作用的一个特征。可以肯定片状构造本是应力作用下的变质产物。与此同时,首先出现的是外生条件下处于较稳定的胶状水化物与含水的化合物失掉水,变成无水或少水矿物。随着脱水作用的出现,环境不断改变,新条件不断

产生,处于相对和暂时平衡的矿物成份便不断破坏及不断产生新的平衡,力图变成适合于新条件下较稳定的矿物,其一方面使其空间位置变小,缩小体积,至使矿石致密,相对比重增大。我们和另一些参加科研的同志认为,“体积缩小,密度、比重增大至少是矿石变富的一个因素”。另一方面,随着脱水的出现,引起元素活化,使元素发生迁移富集,同时又出现重结晶和矿物成份的重新组合。当然重结晶和矿物的重新组合是温度和压力所支配的,而引起温度和压力变化的因素是复杂的,不过可以肯定构造应力作用起码是产生温度的一个因素。除压力,温度之外,起很大作用的还有存于矿石中的挥发份 H_2O 、 CO_2 ,其促使矿物相互作用,也促使铁元素的迁移富集。矿物地化在此方面做了大量的分析工作,分析结果,成矿以后,Co、Ni有三个峰度,说明元素经过三次活化。但元素的活化绝对不能排除其它因素所产生热力作用的影响。

对于褶皱加厚,富化,目前尚缺乏微观及定量方面资料的分析研究。

(四) 断裂构造与北一富矿体的关系

从北一矿体平面图勘探线剖面的联剖图可以看出,北一富铁矿中有两条规模较断裂大的(即 F_{10} 与 F_{11}),该断裂主要表现为扭性,将北一矿体切错。如北一矿体联剖图所示,由于 F_{10} 断裂的影响,使Ⅶ、Ⅵ剖面的北一矿体南西向北西方向错移,而北东盘向东南方向错移。而 F_{11} 断裂使Ⅶ号、Ⅴ号剖面的北一矿体向南西方向错移。前人资料认为,矿区断裂对矿体起破坏作用,我们认为这种看法不够全面。至于断裂在运动中有无使矿体重叠加厚等有利因素,尚有待探讨。

现在有的同志认为,“石碌群”实为陀烈群,其与陀烈群所不同而占有“特殊的地位”,有动力变质的结果。如果这种意见符合客观实际地解释了“石碌群”透辉透闪石等变质矿物的生成,那么,在动力变质作用之下,伴随断裂的出现,有无使铁元素进一步迁移富集,造成矿体进一步变富则是值得引起注意的。

五、结 束 语

通过上面的分析,我们对石碌矿区的构造特征及其控矿关系有如下几点初步的认识。

- 1、石碌矿区位于东西向构造与北东向构造的复合部位,矿区复杂的构造图象是两构造体系复合干扰的结果。东西向构造形成时间最早,活动时间长,以褶皱为主,对矿体起主要的控制作用,北东向构造活动时间较晚,以断裂为主。

- 2、北一矿体的加厚与北一向斜发育的次一级紧密褶皱有关系,南北向张扭性断裂是造成矿体东部呈阶梯式升降的一种因素。

- 3、第六层与第七层的不整合接触关系可能说明其间存在强烈的构造活动和沉积间断。

4、找矿方向

〈1〉石碌铁矿的含矿地层是“石碌群”，形成条件是海湾——浅海相沉积。构造有利因素是东西向与东北向构造的复合部位。从区域上看，矿区位于琼中隆起的西北拗陷。因此，石碌矿区的外围找矿方向，应放在琼西北沉降带找“石碌群”地层，着重于两个不同构造体系复合的部位。如果“石碌群”实为陀烈群，其与陀烈群所不同而占有的“特殊地位”是动力变质的结果。那么，就应该特别注重于陀烈群强动力变质的地方寻找石碌式富矿。

〈2〉通过对矿区构造的分析，依其沉积环境与构造控矿规律，矿区东部是矿区找“北一”的有利地段。但由于东部地区复盖较厚，加上受南北向断裂的影响，即使有矿体的存在亦埋藏较深，所以对东部地区地表及深部地质现象的研究，搞清地层分布、构造特点与展布规律，对进一步扩大矿区的远景是很有必要的。

存在问题

1、按李四光同志的看法，中生代以前的构造体系是属古构造体系，而石碌矿区的大多数构造属中生代以前形成的。因为我们缺乏对各种构造形迹的岩组分析，以确定其构造活动频率范围。对鉴别古构造体系仍是采用一般的地质野外工作方法进行研究。矿区内 F_5 、 F_6 等东北向断裂究属其东西向构造体系的配套构造，还是应归属为东北向的构造体系，尚需进一步分析处理。

2、有人认为海南岛的北西向构造可能独具一格，另成体系。基于工作条件的限制，我们暂把在矿区的北西向构造作为东西向构造体系的配套构造处理。

3、在褶皱构造与北一矿体富化认识方面，仅引用一些地球化学方面的知识对构造与矿体富化关系作一些推测性陈述，不一定符合客观事实。

4、对矿区断裂缺乏室内岩组分析的资料，对构造形迹力学性质的准确鉴定尚存在一些困难。因深部资料不足，迄今仍未能证实断裂能否成为使矿体重叠加厚的有利因素。

主要参考文献

- 〔1〕李四光：地质力学概论，地质力学研究所，1972年。
- 〔2〕李四光：区域地质构造分析，地质出版社，1974年。
- 〔3〕李四光：天文、地质、古生物，地质出版社，1974年。
- 〔4〕黄睦祥等：海南石碌地区构造分析，中山大学学报(自然科学版)第三期，1976年。