

关于“山西式”铁矿的成因及焦作地区 中石炭纪地层的划分问题

張 鎮

(河南煤田地质局 101 队)

一、问题的提出

“山西式”铁矿一词来源已久，对它的成因及所属地质时代问题至今仍有争论。尽管一些学者对它的成因及所属地质时代的认识有所不同，但都认为它是复于中奥陶纪石灰岩之上，伏于中石炭纪 G 层铝土页岩或其它岩层之下的成层条件较差的褐铁矿或赤铁矿与褐铁矿的共生体。笔者在焦作地区工作近两年，曾对“山西式”铁矿的资料进行了一些综合和研究。现在根据自己的研究对“山西式”铁矿的类型及其成因，提出一些看法，供地质工作者参考。

近年来在焦作地区东西长约 200 多公里的范围内进行了大规模的地质勘探工作，并在太行山南麓平原地区进行了地下深处钻探。钻探结果证明潜伏地下的本溪统底部并无赤铁矿或褐铁矿存在，而是一层灰黑色的铝土质页岩(G 层铝土矿)，其中只含有结核状及星散状黄铁矿，它与地表的“山西式”铁矿完全属于同一层位。当地所开采的黄铁矿并离褐铁矿露头的水平距离仅有百余米，垂直深度只有 50—70 余米。因此当地老乡常有：“入山胡子(黄铁矿)出山铁(褐铁矿)”的说法。可见这种所谓“山西式”铁矿仅限于地表，但是很多学者都认为它是奥陶以后上石炭纪以前受某种成因而生成的褐铁矿或赤铁矿，这样就必然产生以下几个问题，第一个问题是：“山西式”铁矿在地下深部究竟是否存在？第二个问题是：为什么“山西式”铁矿在地表有广泛的出露而在深部则全被含黄铁矿的铝土页岩所代替？第三个问题是：地表的褐铁矿与地下的黄铁矿之间的互相关系如何？搞清这些问题，无论在生产上理论上都有很大的意义。

二、中石炭纪地层的划分与 上下地层的接触关系

本文所讨论范围为太行山南麓，属河南省北部，以焦作为中心，东至辉县，西至济源县以西的下冶地区。

根据在这一带地区的钻探及实测剖面的资料，本区中石炭纪(本溪统)地层下部主要为致密的、具滑感的层状或块状铝土质页岩(即著名的 G 层铝土矿)。这层铝土页岩以微不整合的关系复于中奥陶纪石灰岩之上，但在局部地区为砂质页岩及粉砂岩。从钻孔所见，该层全为深灰至灰黑色，内含大量结核状及星散状黄铁矿，地表氧化带则被褐铁矿或赤铁矿所代替；由下至上黄铁矿含量逐渐增高。在焦作以东的九里山等地区，该层内常夹有厚 7—20 米的薄层砂岩。由辉县至焦作地区，铝土质页岩之上还复有一层具可采厚度的煤层(一般厚度约 1—3 米)。在煤层之上为一层比较稳定的厚约 5—15 米的含砾石条带的石灰岩。这层石灰岩在焦作以西逐渐变薄，到济源则全部缺失。煤层之上复有石灰岩者，多具可采厚度。否则，煤层将变薄或者缺失；在焦作以东的局部地区，石灰岩之上虽有一层厚度变化甚大的黑色页岩，但在大部地区石灰岩之下多为一层灰白色或浅灰褐色的石英质砂岩。石英质砂岩的厚度自 6 米至 20 余米不等，薄者多为中粗粒，厚者多为粗粒，在焦作地区甚至变为砂砾岩。该层砂岩由东往西逐渐增厚，并分别复于页岩、砾石灰岩、煤及铝土页岩之上。在济源西部的下冶以西，铝土页岩则全部缺失。在这里石英质砂岩直接复于中奥陶纪石灰岩之上(见图 1)。从铝土页岩上复之煤层、石灰岩及页岩厚度变化的情况和粗粒石英质砂岩与下伏地层的接触关系来看，石灰岩与上复之粗粒石英质砂岩之间显然有一沉积间断。从奥陶纪石灰岩顶部侵蝕面至砾石灰岩之上的粗粒石英质砂岩底部的这一段落的地层实为一明显而完整的沉积旋回。在砾石灰岩内含有大量的 *Fusulinabcki*, *Fusulinella*, *Staffella*, *Schwagerina*, *Enteleptis* 等化石。在铝土页岩及其它岩石内含有 *Lepidodendron* sp. 及 *Stigmaria* 化石，根据沉积旋回、沉积间断及化石等情况看来，从铝土页岩至砾石灰岩当属中石炭纪本溪统地层。

在焦作 125 队所提出的李馮、方庄等地质报告中，

曾根据本溪统地层内常有薄层中粒石英质砂岩（局部地区亦有粗粒者），以及位于磁石灰岩之上的石英质砂岩在局部地区常变为细粒砂岩等事实，加上没有很好

地和辉县及济源县的地层情况进行对比，竟将磁石灰岩误划为太原统，只将G层铝土页岩或其中所含之砂岩及煤层划为本溪统。并认为中石炭纪与上石炭纪之

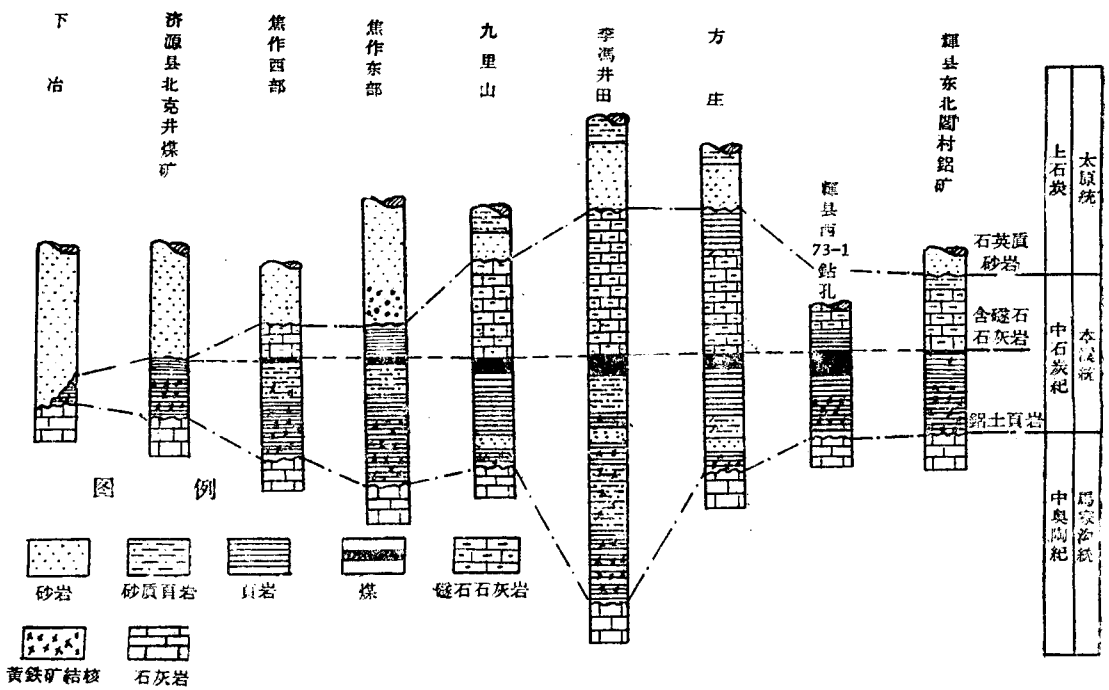


图1 辉县、焦作、济源中石炭纪地层对比图

間为一連續沉积。笔者认为，这些看法显然是不恰当的。本溪统地层内所以有砂岩存在，或者复于磁石灰岩的石英质砂岩所以会变为细粒砂岩及砂质砂岩，是由于局部的沉积物质来源的改变或相变的结果。本溪统底部的含黄铁矿G层铝土页岩与其上复地层既无不連續現象，那末中石炭纪地层的上限应为上述含磁石条带灰岩，应当是没有什么疑問的了。

三、本溪统含黄铁矿的铝土质页岩及“山西式”铁矿在地表出露的情况

从辉县至焦作、济源一带，在那些由奥陶纪石灰岩所构成的低岭上，几乎到处都有铝土页岩（G层）和所謂“山西式”铁矿的出露。复于該层铝土页岩之上的煤层因风化关系已不复见到。铝土页岩为灰白或青灰色，呈致密状，具滑感，其底部多受铁质浸染而成为红褐或紫红色，并含有零星的团块状褐铁矿及赤铁矿，它們直接伏于磁石灰岩或石英质砂岩之下。不但地表情况是如此，即使从开采黄铁矿的坑井及钻孔所揭露的情况来看，所有含黄铁矿的铝土质页岩层，也都无一例外地伏于上述之煤层或磁石灰岩或石英质砂岩层之下。这样看来，铝土页岩及其所含之“山西式”铁矿与

钻孔及采矿坑井内所见到的含黄铁矿之铝土页岩显然同属一层。

从地质测量及近来群众开采“山西式”铁矿时所挖的大量坑洞可以看到，無論在山頂、山坡及其低凹地带，甚至在背着岩层倾向的山坡上所見之“山西式”铁矿多成囊状、鸡窝状、层状或洞穴充填等形状产出，铁矿多与質地較純的铝土矿混杂在一起而富集于其底部。铁矿成层状者，多半直接而明显地掩盖在山坡上，其中矿石多成碎块状。成囊状或洞穴充填状者，其顶部多被极薄的残积紅土或受铁质浸染的杂乱状铝土所掩盖而成掩埋状賦存，这种坑洞的直径一般約2—10余米，深1—15余米不等。铁矿多为紅褐色、暗赤紅色、杏紅色，其結構多为块状、团块状、炉渣状、钟乳状及淋滤沉积状（显示有同心圆状并具薄层状结构，但表面多为钟乳状）。成大块状者，打开以后内部多为石灰岩。以坑洞形态賦存的铁矿，其层位不定，离G层铝土页岩的正式层位有深有浅，自1米至500米不等（见图2），同时这种坑洞四壁全为奥陶纪石灰岩，在铁矿与石灰岩之間常見有一层受铁质浸染的过渡带，其坑洞互不連續，分布得很杂乱。因此在地質测量时，常不能将这些零星且杂乱的露头連成为一个层位。但是真正的

G层铝土頁岩的层位，一般全为铝土矿，只有表面复有似鉄帽狀的褐鉄矿，或其底部含有零星分布的成团块状及炉渣状的褐鉄矿或赤鉄矿；有些地区，在铝土頁岩

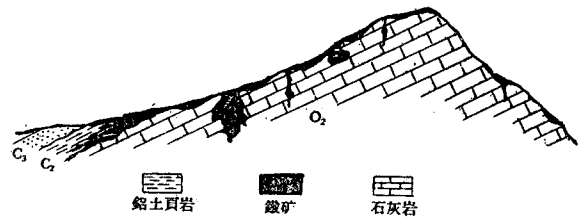


图2 “山西式”鉄矿賦存情况示意图(綜合剖面)
(这种情况在焦作以北的紅砂岭,輝县东北的閻村,济源以北的克井等地均可見到)

节理发育的地方，可在其底部看到成囊状产出的褐鉄矿。沿此层位往深部追索，便漸变为含黄鉄矿的铝土質頁岩。該层的露头經地质測量后，可在平面图上連成为一个不寬的条带。显然，“山西式”鉄矿在地下深处并不存在，仅在地表及其浅部有其賦存。此可为“山西式”鉄矿在本区内賦存的基本特征。

四、黄鉄矿及地表所出露的 褐鉄矿及赤鉄矿的成因

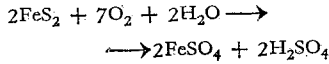
在探討地表及浅部賦存的“山西式”鉄矿的成因問題时，首先应该了解它由深而浅的变化情况，及其在深部的賦存情况，如果仅根据表部的情况进行研究，将会造成表里不能統一的錯誤。通过对本溪統地层的岩性認識与各岩层的对比，同时再結合輝县至焦作、济源这一带在古地理图的位置，首先可以得知，灰黑色含黄鉄矿結核的铝土質頁岩应属于滨海盆地相的沉积。当时的沉积条件是：在中石炭紀整个华北开始下沉时，河南西部可能是秦岭古陸所包围之海湾，輝县、济源一带位于近古陸的边緣；中石炭紀地层沉积的基底为久經喀斯特化及构造断裂作用所形成的凸凹不平的、奥陶紀石灰岩的侵蝕面，因而形成了很多互相毗連的水盆地，以后由于振盪运动的关系，海水稍退，这里于是就成为很多互不連續的靜水盆地。这就給黄鉄矿的形成提供了有利的条件。当时在整个华北的海盆地內，海水深淺适中，气候温和，地壳下降平稳而緩慢，适合于大量生物的繁殖，靠近海湾內的情况更是如此。靠近古陸边緣地带，海水将会有所进退，因而，生活环境的变化，导致大量生物的死亡。这些有机遗体腐烂后在无游离氧的作用下，生成大量的H₂S与腐植酸。它与鉄質溶液相互作用，經過一系列复杂的化学过程后便生成了黄鉄矿。这种黄鉄矿經常圍繞中心物体作周期性的沉积，因此常成为結核状。以后由于鉄質溶液逐漸減少，

海盆环境波动漸为頻繁，黄鉄矿的含量也相应逐漸減少。鉄質溶液的來源据推测可能为奥陶紀石灰岩上部的鉄铝質风化壳；此外从古陸搬运来的以矽铝質为主的細粒碎屑物質与有机質共同沉积在一起，便形成了灰黑色的含黄鉄矿結核的铝土質頁岩。它就是地表所見的“山西式”鉄矿的“先天体”。

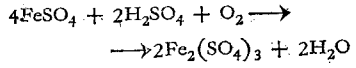
第三紀末新阿尔卑斯期的构造运动已基本上确定了和現代近乎一致的地层产状和构造体系，当然也大体上形成了和現在近乎一样的地形。岩层經過构造变位及一定阶段的剝蚀后，在地表出露的位置和現在亦基本相同。从构造特征来看，本区以內的奥陶系石灰岩及上复地层多形成与地层傾向一致的而且坡度很緩的单面山岭。在上述单面山的前緣（或山坡之中央及山頂上），本溪統地层或者直接露出地表，或者上面仅复有一层不厚的复盖层。在气候溫热潮湿、雨量充沛的条件下，以石灰岩及含黄鉄矿的铝土質頁岩构成的坡度很緩的山岭，势必受到强烈的化学风化作用。含黄鉄矿的铝土質頁岩在长期而反复的化学风化作用下，其中所含有机質必遭到强烈的氧化而成为灰白及浅青灰色；其中所含的黄鉄矿在氧化和水解的作用下必将生成H₂SO₄的水溶液和鉄鈣，而鉄鈣又必然会在酸性介质的作用过程中析出凝胶状的氢氧化鉄。氢氧化鉄脫水以后即形成了性質比較稳定的褐鉄矿。

在这里不妨将大家所熟知的化学反应式抄写于下：

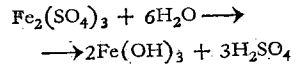
1. 黄鉄矿氧化后成为鉄鈣和硫酸：



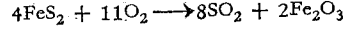
2. 鉄鈣在酸性水溶液的作用及氧化作用下成为硫酸鉄：



3. 硫酸鉄又經水解作用而生成氢氧化鉄：



同时褐鉄矿在长期的太阳热的作用下将会脫水而成为部分赤鉄矿。此外，黄鉄矿在强烈的太阳热的作用下，将加剧其氧化作用放出SO₂而生成赤鉄矿。其反应式如下：



奥陶紀石灰岩多半均具有节理及裂隙。在长期而复杂的化学风化作用过程中（当然也有机械风化作用参加），具有酸性的鉄質水溶液将沿这些裂隙渗入，这样便加剧了对石灰岩的破坏作用，使之具有显著的喀斯特化。在它對石灰岩发生上述作用的同时，含水氧化

鉄の胶状溶液因受到碳酸盐的影响而在溶洞中发生沉积。其中的硫酸鉄也将变成氢氧化鉄而聚集下来,这样便形成了具有钟乳状及上述淋滤沉积状结构的褐鉄矿。与上述渗滤作用同时,鉄质酸性水溶液也必然对石灰岩发生浸染和交代作用,而将石灰岩变为块状褐鉄矿。在焦作地区的許多呈洞穴状赋存的鉄矿内,如将其中央部分所充填的鉄矿挖完以后,溶洞的四壁就剩下很厚而且质量很好的褐鉄矿,如再向四壁深部挖下去,则先变为被鉄质浸染的石灰岩,而后就全部是深灰色的石灰岩了。这些事实强有力地说明这种褐鉄矿一部分是石灰岩被鉄质交代和浸染而生成的。

在本溪一带,凡是地层很薄而又没有复盖层,同时地形坡度较大而且氧化作用进行得比较剧烈的地方,由黄鉄矿形成的硫酸水溶液往往由于来不及参与渗滤作用而很快地带着不稳定的矿物流到别处,于是大部分鉄矿便残留在原地,并呈披盖状(薄层状)掩盖在奥陶纪石灰岩之上。在以后的雨水冲刷下,一部分鉄矿可能随水滚动并和鋁土矿共同杂乱地充填在山坡上的低凹地带。这样,在本溪统或其不厚的上复地层,一方面遭到氧化和破坏,另一方面向其倾斜方向撤退而缩小真正层位的出露面积的情形下,褐鉄矿或赤鉄矿出露的面积和宽度也就相对地增大,从而使得很多囊状及层状的“山西式”鉄矿远远离开了本溪统地层的真正露头层位。

直接露出地面的这一部分含黄鉄矿的鋁土质頁岩,經受氧化后,其中的黄鉄矿将变为似鉄帽状的褐鉄矿而掩盖在鋁土质頁岩之上。在复盖层不厚的情况下(一般約20—60米),同时如果鋁土质頁岩的位置又恰好在氧化作用很剧烈的渗透带中的話,鋁土质頁岩底部所含之黄鉄矿就会变为团块状及炉渣状结构的褐鉄矿。同时,黄鉄矿也同样会由于渗滤作用而变为鉄质溶液,而且这些溶液又会沿裂隙渗滤到底部聚集而成为鉄矿层。所以在挖掘鋁土矿或鉄矿的坑洞时,往往可以看到其中有一个“鉄鋁过渡带”,这个过渡带的上部为灰白色的鋁土矿,而其底部便是紅褐色的鉄矿层,二者之間便是一个受鉄染的杂有紅褐色及杏黄色的含鉄鋁土层。当我们沿着正式层位往深处追索时,从未发现其中有褐鉄矿及赤鉄矿存在,这是因为复盖层較厚,或者因为它位于潛水面以下,氧化作用在这里不易进行所致,同时也因为含鉄质的酸性水溶液在渗滤过程中被潛水所冲淡的緣故。

焦作区广大面积内复于奥陶纪石灰岩之上的褐鉄矿或赤鉄矿层,虽然在很久以前就由苗楼等作了研究,并命名为“山西式”鉄矿,而且焦作冶金局地质队及东西各县的地质科目前正在布置山地工作来进行勘探,

但他们都未取得深部的钻孔资料,所研究的范围只限于地表。现在根据我們所获得的大量深部钻孔资料及我們对挖黄鉄矿的坑洞所进行的观察,已足以证明地表所出露的褐鉄矿或赤鉄矿乃是深部硫化矿的氧化带,换言之实际上应当是新生代的残积式及渗滤式鉄矿。可是真正在中石炭纪形成的鉄矿,则是沉积生成的黄鉄矿。这一点也可以附带作为G层鋁土矿是沉积生成說的佐证。

五、結 語

(一) 河南省北至鹤壁,西至宜洛、登丰、密县一带,在中石炭纪时都位于古陸边缘或位于海湾内,它与焦作区在古地理环境上应当是相同的,同时根据笔者在上述地区的观察,并根据上述各煤田勘探队的一些钻孔资料,这里的“山西式”鉄矿的赋存情况均与本文所述者大致相同,为此,可以断言:目前在河南境内各地地表所见的“山西式”鉄矿,大部分都是黄鉄矿的氧化带。它在地下深部并不存在。为此建議勘探“山西式”鉄矿时,如果已有少量的坑井及钻孔证明地下深部为黄鉄矿层的话,那么,即使地表出露有再多的“山西式”鉄矿也不要再布置深钻孔或探井向深部进行追索,以免造成不必要的浪费。

(二) 上述褐鉄矿或赤鉄矿层所赋存的深度随各地区的氧化带的垂直深度不同而不同,一般它只适合于輕型山地工作,而不必布置重型山地工作中深钻孔。

(三) 科学結論来源于实践,而它又将为以后的实践所丰富和验证,地质科学尤为如此。在我国規模宏大的地质勘探工作是在解放以后才开始的。在以前地质工作者所工作的范围只限于局部地区,所根据的材料在很大程度上只限于地表,因而随着勘探事业的发展及大量地质资料的积累,对以前所作的某些結論也必须进行修正。“山西式”鉄矿一詞,既然来源已久,它所依据的资料多半只局限于地表及浅部,就是在近年来所发表的有关文章内,也很少或者可以说根本没有提及深部的资料(如张文堂、赵一阳、张文波等),而多为地表零星露头的观察。根据在山西等地参加过教学实习的同志们的观察,在山西、河北、山东等地,凡有“山西式”鉄矿出露的地方,其附近大部为硫磺矿的所在地,同时从上述地区的一些煤田地質勘探资料看来,“山西式”鉄矿所赋存的情况亦大都和本文所述者相同,因此,可以推測,华北陸台上的“山西式”鉄矿大部分是沉积生成的含黄鉄矿的鋁土质頁岩。而以往所习称的“山西式”实际上乃是本溪统含黄鉄矿的鋁土頁岩的表生产物。根据以上所述,笔者建議有关研究单位将

华北各地的有关“山西式”铁矿及中石炭纪地层的资料进行汇总和对比,并根据实际情况对“山西式”铁矿一词的含意进行修改和更正。

最后,笔者写完本文以后,在地质论评第5期上看到了柏兴基同志所写:“对‘山西式’铁矿的几点新认识”一文。其中一些实际材料及对“山西式”铁矿成因的认识大部与本文相同,这就更加增强了笔者对“山西式”铁矿成因所作推论的信心。

参 考 文 献

- [1] 河南省 101 煤田地质勘探队(旧称 125 队)历年来所提的“地质报告”(未刊稿)。
- [2] 塔塔林诺夫、别杰赫琴原编:“矿床学”第一篇:成矿作用总论。地质出版社 1954 年版。
- [3] B. H. 帕夫林诺夫:第四纪地质学讲义(下册)。北京地质学院教材。

- [4] 常隆庆、杨鸿达:中国地质学。地质出版社出版 1956 年版。
- [5] 刘鸿允:中国古地理图。地质出版社出版。
- [6] 杨鸿达:岩层分层与对比方法。地质出版社出版 1957 年版。
- [7] 苗楼与石膏:修武县铁矿区晋城铁矿调查报告。民国十余年(?)河南地质志。
- [8] 赵一阳, 1958: 对华北山西式铁矿与 G 层铝土矿的成因及其时代的意见。地质论评, 18 卷 4 期。
- [9] 舒文博, 1959: 河南西部铝土矿床的沉积条件。地质论评, 19 卷 1 期。
- [10] 河南省焦作铁矿筹建处:铁矿地质勘探报告(未刊稿)。
- [11] 许明善, 1959: 太原东山上古生代地层的初步研究。地质论评, 19 卷 4 期。
- [12] 张文波, 1958: 关于华北地台 G 层铝土矿时代问题的新见。地质论评, 18 卷 4 期。
- [13] 柏兴基, 1959: 对“山西式”铁矿的几点新认识。地质论评, 19 卷 5 期。