

太平山铁矿区的三重叠加褶皱形态

戴元裕

前言

太平山铁矿位于新余铁矿田东段，东邻良山铁矿，西与下坊铁矿寨口矿段毗连。矿层赋存于震旦系上部松山群杨家桥组下段。按正常层序，矿层上部为绿泥磁铁石英岩，下部为镜铁磁铁石英岩，直接顶板为绿泥千枚岩，直接底板为含磁铁绿泥绢云千枚岩。太平山铁矿现在的地层层序为倒转层序。

1958年以来，对新余矿田各矿区矿体形态的认识，一直存在着“多层矿”与“单层矿”（即“红绸舞”）两种观点。在太平山铁矿勘探过程中，我们认识到，矿体的形态不过是地质构造作用形成的一种表象，而构造作用本身则是产生各种地质构造现象的本质。要想查明矿体形态，就必须对构造作用进行深入细致的调查研究。为此，我们在观察构造现象、统计测量褶皱形态要素的基础上，初步查明矿体的单层褶皱不是一种简单的褶皱形态，而是经历了三次褶皱变动形成的复杂褶皱，即“三重叠加褶皱形态”。

本文的目的是通过剖析太平山铁矿的“三重叠加褶皱”，探讨新余铁矿田矿层褶皱形态

的发生、发展及其对找矿的指导意义。

一 各次褶皱作用形成的褶皱（曲）构造特征

太平山铁矿区经受区域构造变动使整个地层层序发生倒转后，又经历了三次褶皱构造作用，从而形成了矿层的三重叠加褶皱（图1）。

不过，后两次褶皱作用远不及第一次强烈，所以并未掩盖首次褶皱作用的面貌。各次褶皱作用生成的褶皱（曲）构造的几何形态、排列方式和形态要素是：

1. 首次褶皱的构造特征 褶曲紧闭、同斜，常呈叠瓦状或“之”字形成群出现。从

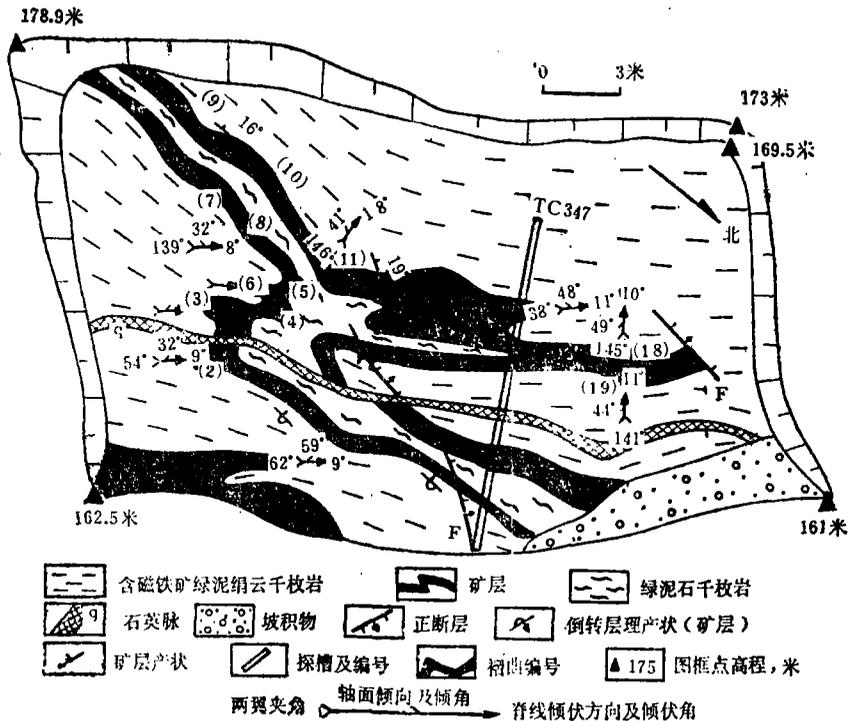


图1 太平山一号剥土(T1)地质素描图



图2 示褶曲构造从折端由南西北东逐渐演化

矿区南西到北东，褶曲群中每个褶曲的转折端所处的标高，是逐渐抬高的（图2）。硬岩层褶曲转折端圆滑，折而不断，转而不裂，软岩层则常在褶曲转折端呈楔状插入。脊线倾伏方向 $315\sim 345^\circ$ ，倾角 $4\sim 18^\circ$ 。轴面倾向 $220\sim 240^\circ$ ，倾角多在 $5\sim 10^\circ$ ，部分 $15\sim 30^\circ$ 。两翼夹角 $20\sim 30^\circ$ ，部分 $40\sim 70^\circ$ 。褶曲幅度与宽度之比多为 $3\sim 5$ ，部分 $6\sim 7$ ，个别达 17.5 。褶曲核部增厚，翼部变薄，其厚度变化大，轴面厚度（平行褶曲轴面测定的厚度）近于相等。硬岩层最大与最小厚度之比为 $3\sim 6$ ，部分为 11 。硬岩层层理保存完整，软岩层层理则全被片理（实际上是一种轴面劈理）掩盖。片理与层理间的交角，由翼部到核部，由互相平行渐变为相互垂直。伴随褶皱作用还发育有窗棱构造和杆（棒）状构造。

2. 第二次褶皱的构造特征 本次褶皱叠加在第一次褶皱之上，并使后者的褶曲构造轴角度弯转褶曲，两次褶曲的产状要素及形态特征基本一致。不同的是在正常情况下，背斜构造由核部到翼部是由底板→矿层→顶板，向斜构造由核部到翼部是顶板→矿层→底板。但由于本次褶皱作用的叠加，却出现了反常层序，如图1中的（2）～（6）号褶曲所见。图3清楚地反映出第二次褶皱作用叠加后呈现的地质构造现象。

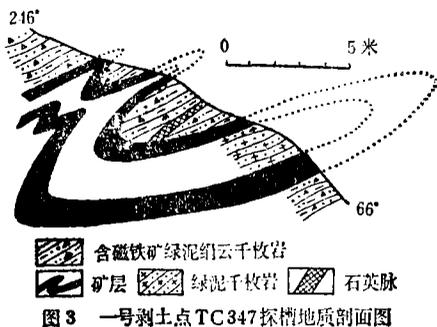


图3 一号剥土点TC347探槽地质剖面图

3. 第三次褶皱的构造特点 本次褶皱作用明显地叠加在前两次褶皱之上，并使后者的褶曲构造脊线及轴而弯转、褶曲。图1中的（7）～（11）和（18）、（19）号褶曲即为本次褶皱所引起。

本次褶曲的形态特征是，单个褶曲形态开阔，两翼夹角在 $139\sim 146^\circ$ 之间。呈膝状，一翼缓，一翼陡，褶曲群成阶梯状向北北西方向下落。褶曲转折端张裂隙发育。脊线倾伏方向有两个区间，一是 $240\sim 245^\circ$ ，另一是 $290\sim 318^\circ$ ，倾伏角 $10\sim 20^\circ$ 。轴面倾斜方向分别为 $140\sim 145^\circ$ 及 210° ，倾角多在 $40\sim 45^\circ$ 。褶曲幅度与宽度之比小于 1 。真厚度近于相等，轴面厚度变化悬殊。背斜构造缓翼长度与陡翼长度之比约为 $3:1$ ；向斜构造该比值为 $7:1\sim 8:1$ 。片理与层理同时弯转褶曲，两者始终保持平行。

二 褶曲类型划分和形成机理及构造演化

兰姆赛*指出：“范海斯分出了两种基本褶曲类型：①平行褶曲或同心褶曲或弯曲褶曲；②相似褶曲或剪切褶曲。”并且确切的指明相似褶曲的几何性质是：沿垂直层面方向测量时，各岩层厚度不断改变，而沿平行于褶曲轴面的方向上测量时，其厚度保持不变（图4B）；弯曲褶曲的性质恰与相似褶曲相反（图4A）。

太平山矿区由第一、第二次褶皱作用形成的褶曲，具有真厚度变化悬殊、轴面厚度近于相等的几何性质，褶曲类型应属相似褶曲；第三次褶皱作用形成的褶曲，则是真厚度近于相等而轴面厚度变化悬殊，褶曲类型属弯曲褶曲。

1. 褶曲形成机理：兰姆赛还指出：①相似褶曲的这种几何性质，只能是平行于褶曲轴面的顺层流动造成的；②相似褶皱最重要的形变特征，通常就是压扁作用的特征；③剪切形变将引起真正的相似褶曲。

太平山矿区第一、第二褶皱作用形成的相似褶曲，具有转折端圆滑、不断不裂的特征。试设想，如将一根玻璃棒弯转成 $30\sim$

*见《国外小构造研究(专辑)》，1965，地科院情报所编译

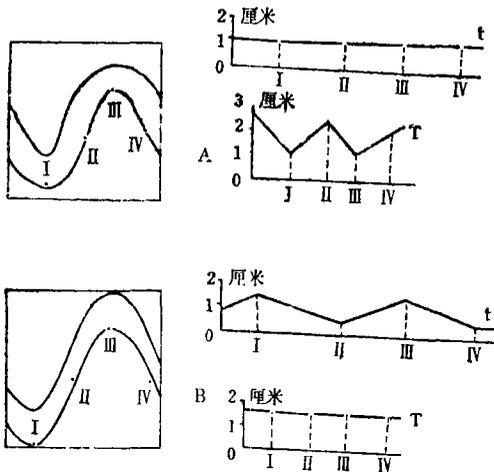


图4 典型的平行褶曲和典型的相似褶曲的几何特征
A、B左图分别为平行褶曲和相似褶曲的横切面；A、B右图分别为两类褶曲的T-t坐标曲线图；t—垂直于层面所测厚度；T—平行于褶曲轴面所测厚度；I、II……端点

40°的夹角，又要使其转折端圆滑，不断不裂，只有对玻璃棒加热，使其处于熔融半流动状态才能达到。因此，认为第一次褶皱作用形成的褶曲，其形成机理是：岩层在高温高压下处于塑性流动一半流动状态，受北东—南西向持续剪切挤压应力作用发生强烈变形。而第二次褶皱作用乃是在第一次褶皱作用持续作用下较晚阶段的产物。第三次褶皱作用形成的褶曲，形态开阔且转折端张裂发育，故褶皱形变是岩石处于刚性条件下受北西—南东向挤压作用而发生褶皱形变的。

2. 构造演化：实际资料表明，太平山矿区整个褶皱形变的演化过程是：由相似褶曲演变到变曲褶曲；由塑性变形演变到刚性形变。

IO. B. 米耳列尔* 针对复杂错动的杂岩构造形态发育顺序，总结出三条共同规律：①叠加褶皱轴的分布，如果不是大体垂直于早期的每个褶皱，那么至少也是大体垂直于早期的整个褶皱体系；②区域变质岩层构造演化早期发育了平卧等斜褶皱，而第二期是开阔的且轴面近于垂直；③在变形过程中，岩石塑性有规律递减，以岩石塑性大的状态开始，而以表明对外力起刚性反应的次生片理带、裂隙体系和断裂体系告终。太平山铁

矿的三重叠加褶皱形态，与上述规律相符。

三 各次褶皱作用形成的褶皱（曲）构造展布规律的成生联系

由于后期构造作用形成的褶皱形态，是在早期构造作用形成的褶皱形态基础上脱胎产生的，所以，早期构造作用形成的褶皱形态的构造线方向及产状，就控制了晚期构造作用形成的褶皱形态的构造线方向、产状及展布规律。

太平山矿区第一、第二次褶皱作用，是在新余铁矿田主体构造—神山倒转倾伏背斜基础上发生的，受神山背斜轴向向南西倾伏和北西倒转控制，受到北东—南西向剪切挤压应力作用后形成的褶皱，其脊线必然是向北西方向倾伏，轴面必向南西倾斜。相似褶皱群中每个褶曲的转折端必然会由南西向北东逐渐抬高。而第三次褶皱作用，又是在形成向北西倾伏的相似褶曲基础上，受到北西—南东向的挤压发生膝状弯曲形变的。此时，由第三次褶皱作用形成的褶曲群，必然作阶梯状往北西方向下落。各次构造作用形成的褶皱（曲）的展布规律的这种成生联系，完全可以通过模拟实验加以证实。

四 变质岩区褶皱构造的若干研究方法

不少中外学者对变质岩区的褶皱构造及伴随褶皱作用生成的其他小构造（如香肠构造、窗棱构造、杆状构造）进行过专门研究。在学习前人工作经验的基础上，下面结合我们的感受，谈谈变质岩区褶皱构造的若干研究方法。

1. 从大地构造着眼，从小构造入手，细致观察素描各种构造现象，收集第一性资料。在调查过程中，除对褶曲构造作一般形态描述外，还建议按下列表格要求，对各形态要素进行观测。

2. 在微观观察统计基础上，进行归纳、分析、对比，总结出宏观上的共同特征，使感性认识进一步条理化。

3. 注意各个褶曲构造所处的空间位置，揭示构造展布规律。

*见《国外地质资料选编(十四)》，1974，地科院情报所编译

观察地点	褶曲编号	产状要素				形态要素				硬岩层在褶曲中的形态要素					软岩层在褶曲中的形态要素					
		脊线产状	轴面产状	上翼产状	下翼产状	两翼夹角	褶曲幅度	褶曲宽度	褶曲幅度	褶曲宽度	褶曲幅度	最大真厚	最小真厚	最大真厚	最小真厚	褶曲幅度	褶曲宽度	褶曲幅度	最大真厚	最小真厚

4. 结合区域构造, 分析研究各次构造作用间的生成联系, 如条件许可, 还应通过模拟实验研究其形成机理, 以加深感性认识并使感性认识上升到理性认识。

5. 新余铁矿田, 地表盖层发育, 利用探槽和钻孔揭露各种构造现象, 受到揭露面限制。因此, 必须充分利用暴露面较大的人工露头, 如露采场、机台壁及其他人工露头。充分利用这些人工露头, 既能节约地表施工, 又能见到较多的清晰而完整的地质现象, 地质效果也较为理想。

6. 在变质岩区工作, 片理与层理不能等同相观, 两者必需严格区分开来。

五 褶曲展布规律及其形态特征在找矿勘探中的运用

该类矿床的矿层, 虽然在经受褶皱变动后, 使纵横两个方向都发生褶皱, 但沿这两个方向发育的褶皱(曲), 都具有一定的产状、展布规律和形态要素, 如何掌握这些规律并充分加以运用, 这是在该类矿床找矿勘探过程中值得重视的。

1. 第三次褶皱作用形成的膝状弯曲褶曲群, 总体上是成阶梯状向北西方向下落, 因此由南东往北西或由北西往南东追索揭露矿层时, 应特别注意膝状褶曲造成的两露头点之间的突然落差。如果由南东往北西追索矿层, 连续的矿层突然中断, 同时又未见断层迹象, 那么很可能有膝状褶曲存在, 致使矿层出露标高突然下落, 因此必须下落一个标高追索矿层。同样, 由北西向南东追索矿层, 若矿层突然中断, 则应上升一个标高追索矿层。假如地表覆盖厉害, 则可顺着露头, 施工沿脉探沟, 揭露膝状弯曲褶曲的转折端。

2. 由北东往南西或由南西往北东方向追索揭露矿层时, 则应注意相似褶曲造成矿层出露的空间变化。追索矿层时, 应注意观察片理与层理交角和真厚的变化, 并结合褶曲

幅度与宽度的比例关系确定所处构造部位及褶曲转折端的空间位置。另一方面, 还应注意观察露头点的空间位置及产状陡缓变化, 以确定该地段褶曲构造发育的简繁程度。

(1) 如果露头点上片理和层理近于平行, 那么就表示我们所处的构造部位是在褶曲翼部。

(2) 追索矿层时, 如果发现片理与矿层层理的交角越来越大, 而且矿层真厚也逐渐由薄变厚, 那么就表示我们是由翼部向核部追索矿层。反之亦反。

(3) 如果露头点上片理和层理近于直交, 就说明临近褶曲转折端了, 同时也意味着矿层很快要往回折转。

(4) 当两露头点其产状较平缓, 其间又无断层破坏, 则可根据两露头点的空间位置去判断褶曲构造发育的简繁程度。

①若两露头点其平距小而落差大, 那么该地段褶曲构造就愈发育, 愈紧闭, 即使是大比例尺地质图也难详尽地表示出这种构造现象。此时地质图上表示出来的露头线, 必然急剧地穿越地形等高线, 从而呈现出与V字形法则不协调的现象。

②在同一情况下, 若两露头点平距大而落差小, 那么该地段褶曲形态就简单。

3. 必须注意观察褶曲构造核部到翼部地层层序排列情况, 倘若发现一个背斜褶曲其核部为矿层顶板时, 或一个向斜褶曲其核部为底板时, 这就标志着存在相似褶曲迭加在相似褶曲之上的地质现象。

以上各点不仅在地表填图追索矿层时应予注意, 而且在钻探施工中, 在剖面联图中也值得注意。

4. 在剖面联接对比时, 应特别注意总体构造形态和褶曲展布规律, 并充分注意脊线倾伏方向和倾伏角。比如同一个背斜褶皱形态, 由于其脊线往北西倾伏, 为此剖面线的位置越往北, 褶皱构造转折端的标高就越

低，其褶皱转折端的空间位置，可通过脊线倾伏角及线距用图解法求得。此外剖面线越往北，背斜褶皱构造其幅度与宽度也愈小并逐渐消失。

太平山矿区的矿层褶皱形态，在整个新余铁矿田（尤其在东段）具有一定代表性，如何掌握规律性特征并运用到找矿勘探工作中去，以加速矿田的勘探步伐，是值得进一步摸索和总结的一个课题。

六 新余铁矿田寻找厚大矿体的方向及寻找富矿的可能

在新余铁矿田内，具一定规模的相似褶皱的核部地段，是寻找厚大矿体的有利部位。

1. 实际资料根据

(1) 大量厚度测量数据表明，矿层在褶曲核部的厚度是翼部的3~6倍，有的达11倍。

(2) 良山及太平山矿区的厚大矿体就是产在相似褶皱的核部（图5、6）。

2. 理论根据

资料表明，矿层在相似褶皱核部，厚度大的可达50~60米，而在翼部的厚度多为2~5米，甚至更薄。我们认为这种厚薄的悬殊变化，是经历相似褶皱作用改造所致。其理论根据是：矿层相似褶皱的形成，是矿层处于塑性流动一半流动状态下产生的。在褶曲形成过程中，物质总是由翼部向核部聚集的（图7），这样就形成了核部加厚，翼部变薄。换句话说，在相似褶皱形变过程中，

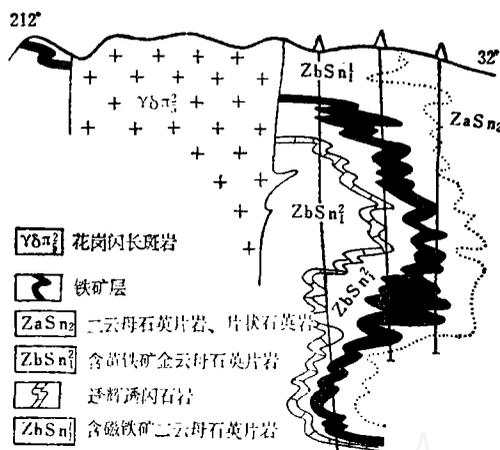


图5 太平山78线剖面图

物质是不灭的，相似褶皱核部加厚其物质来源是来源于翼部。

以实际资料为佐证，并结合理论原理根据，认为于新余铁矿田寻找厚大矿体的有利部位，是在具一定规模的相似褶皱核部。

在相似褶皱形变物质由翼部向核部聚集加厚的过程中，铁质也可能进一步转移至核部，使褶皱核部含铁量增高。

从理论上探讨来说，相似褶皱的形成是物质处于塑性流动至半流动状态，由于物质内聚力与附着力的差别，加之硅质胶状体较铁质胶状体粘性大，流动不及铁质快，因而

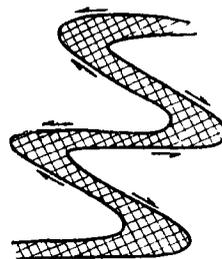


图7 示相似褶曲形变时物质由翼部向核部聚集，形成核部加厚，翼部变薄

在流动过程中，有可能造成部分硅铁自动分离，同时在流动过程中铁质能够优先聚集到核部，这样就能使褶皱核部铁含量相对增高，成为寻找铁质相对富集的有利部位。实际资料表明褶皱的核部较之翼部全铁平均品位一般要高出2~3%。因而提出在相似褶皱的核部有找到品位较富的矿体的可能。

与笔者共同参加矿区矿体形态调查研究工作的有赵成信、彭德勇二同志，汤其鸿、许温复、李正果、唐保根、徐子林等同志也参加了一定的野外调查工作。本文承我队李英鉴工程师审稿，在此致以谢意。

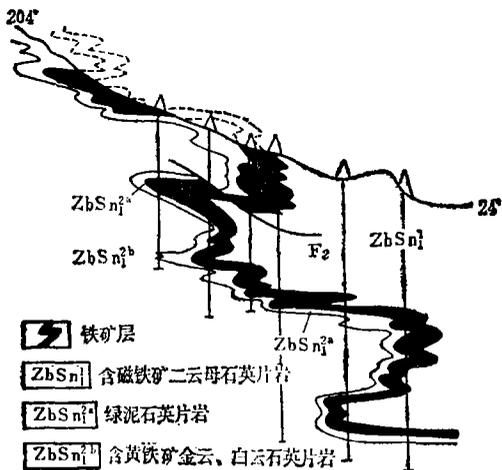


图5 良山14线剖面