

者則是有的放矢，讲究实效，既获得了必要的水文地质资料，又节省了工作量。

× × × ×

钻孔水文地质观测规程，在人们头脑当中，已经形成一种固有的“框框”。这些“框框”是异常顽固的，不经过彻底的思想革命和技术革命是打不倒的。首先我们要以毛泽东思想为武器，打破这些“框框”，然后才能在总结经验的基础上，走出一条适合我国具体情况的路子来。

当然，我们说打破“框框”，是否定规程中不合理的部份，并不是否定一切；我们还要保留和学习规程中合理部份。

由于我们局限于一个地区的工作经验，认识水平也有限，所提问题不尽完美，请同志们批评指正。

徐大宽 陈实在 周斌 巫金裕

试论某碳酸锰矿床的成矿特点和富集规律及其成因

徐熊飞

某碳酸锰矿床，经评价后，已肯定为具有一定规模之低磷、低硅、自熔性等特点的碳酸锰矿床。为今后找寻和评价同类矿床提供参考资料，试就该矿床的成矿特点和富集规律及其成因，作初步探讨。

一、矿区地质特征概述

矿区位于江南古陆之中南缘。区内出露地层主要有：下奥陶统的灰黑色条带状泥砂质板状页岩；中奥陶统的黑色炭质页岩，灰色粘土页岩夹含锰灰岩和碳酸锰矿；上奥陶统的青灰色、灰黑色硅质页岩夹黑色页岩；下志留统的黑色页岩、砂页岩。矿区发育着一系列的近于东西向褶皱构造。

矿体赋存于中奥陶统中下部的黑色炭质页岩与灰色粘土页岩之间。它是由4—8个小层，多至十多个小层的薄层碳酸锰矿和极薄之黑色页岩互层所组成的豆荚状矿体，局部呈透镜状。矿体一般为一层，只有矿区中部有两层，局部有三层，但仍以下层矿为主。矿体厚度变化较大，最薄仅0.26米，最厚达2.82米，一般为0.5—1.5米，且以矿区中部为最厚。

根据矿体的不同结构构造和含锰量，可分为下列五种不同类型：（1）肉红色、浅红色、灰红色薄层状碳酸锰矿石；（2）灰黑色、灰色致密块状含锰灰岩；（3）灰黑色、灰色似鲕状含锰灰岩；（4）灰黑色砾状含锰灰岩；（5）灰黑色致密块状含锰硅质岩。

上述五种类型，仅前一种具有工业价值。

根据全区几十个工程中矿石品位资料，碳酸锰矿石一般含锰17—28%，含二氧化硅15%左右，含氧化钙14%左右，含磷0.053%（每1%锰含磷0.0026%），铁和硫均很低。据6个样品计算三氧化二铝加二氧化硅加氧化钙加氧化镁的比值，平均值为1.2。因此，该区碳酸锰矿石质量较好，属低磷、低硅、并具自熔性等特点之碳酸锰矿石。

二、成矿特点和富集规律

（一）含锰岩系的岩性和层序特征

根据全区含锰岩系的对比，自下而上的岩性层序为：

（1）黑色炭质页岩：以炭泥质为主，富含黄铁矿结核和星点，并富含笔石。它假整合于下奥陶统之上。

（2）黑白条带状页岩：以泥质为主，炭质、钙质次之。条带宽度为1—2.5厘米。富含黄铁矿和笔石、三叶虫及少量腕足类。

（3）黑色页岩：以泥质为主，炭质次之。富含黄铁矿和笔石、三叶虫及少量头足类。

（4）灰黑色似鲕状含锰灰岩：以方解石为主，锰方解石和菱锰矿次之，并含少量黄铁矿、黄铜矿、方铅矿和闪锌矿。鲕粒是由细粒锰方解石和方解石集合体或石英粒为核心，外面由一层黑色锰泥质物所包围，构成似鲕状结构。粒径0.5—2毫米。

（5）黑色页岩：岩性同第（3）层。

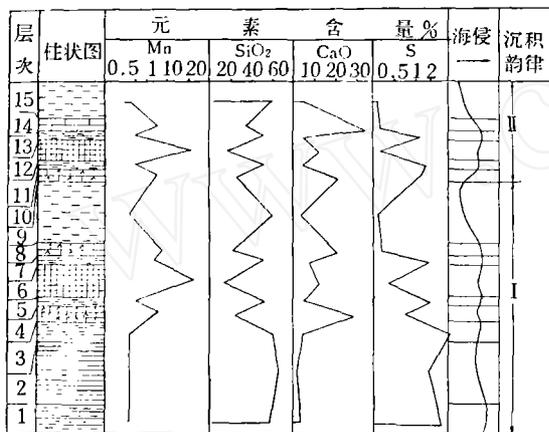
(6) 薄层肉红、浅红或灰红色碳酸锰矿与极薄黑色页岩互层。前者单层厚5—10厘米；后者单层厚一般1厘米左右。(岩性特征见后)

(7) 黑色页岩：岩性同第(3)层。

(8) 灰黑色似鲕状含锰灰岩：岩性同第(4)层。产少量腕足类。

(9) 灰色厚层粘土页岩：以粘土质为主，在底部富含介形类和三叶虫。

上述层序并非到处都依次出现，有时有尖灭现象。但矿区中部从第(3)层开始重复出现两次，构成两个明显的沉积韵律(图1)。

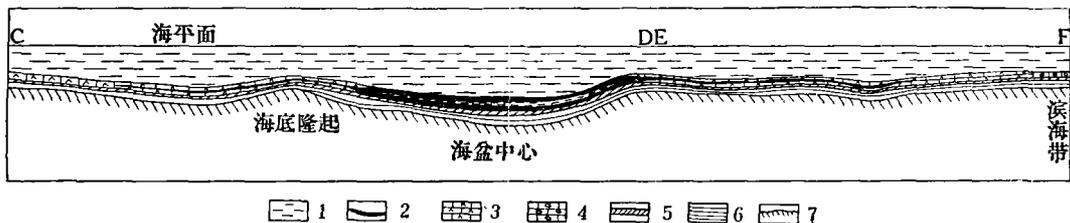


1、3、5、7、11、13—黑色页岩；2—黑白条带状页岩；4、8、10、14—似鲕状含锰灰岩；6、12—碳酸锰矿；9、15—粘土页岩。

图1 矿区中部含锰岩系Mn、SiO₂、CaO、S含量变化及沉积韵律示意图

(二) 矿区古地理特点

据矿区含锰岩系等厚线图来看，矿区在中奥陶世有三个明显的洼地(图2、3)。以矿区中部的洼地最深，并在东、南、西三面均有海底隆起所围。说明当时海底地形不很平整，其中部可能为当时局限海盆*的中心。



1—两层碳酸锰矿相区；2—一层碳酸锰矿相区；3—含锰灰岩相区；4—砾状含锰灰岩相区；5—含锰硅质岩相区；6—含锰岩系等厚线；7—矿相界线。

图2 某矿区中奥陶世矿相古地理示意图

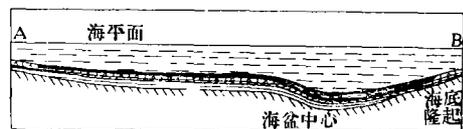


图3a A—B矿区中奥陶世平行海岸线古地理剖面臆想图

1—粘土页岩；2—锰矿体；3—含锰灰岩；4—砾状含锰灰岩；5—黑白条带状页岩；6—黑色页岩；7—中奥陶世古海基底

图3b C—D、E—F矿区中奥陶世垂直海岸线古地理剖面臆想图

* 指底板黑色页岩增厚2—3米范围不大而言(下同)

色，以隐晶质菱锰矿为主，锰方解石为次，及少量的石英、方解石、粘土矿物和黄铁矿星点。具致密块状和条带状构造。为矿区的主要工业矿体。

(2) 含锰灰岩相：一般为灰黑、灰色，以隐晶质的锰方解石和方解石为主，菱锰矿、白云石和石英为次，以及含少量的粘土矿物和星散状黄铁矿。具致密块状构造。一般无工业价值。

(3) 砾状含锰灰岩相：为灰黑色，具砾状结构。砾石大小不等，砾径一般为0.3—1厘米，具次圆状。砾石成分均为含锰灰岩或石灰岩，界线明显。就其特征，系由海浪侵蚀作用所形成的原地同生砾岩。无工业价值。

(4) 含锰硅质岩相：为灰黑色，以隐晶质石英为主，石英为次，及少量方解石和锰方解石。为致密块状，微显条带状构造。无工业价值。

上述四种矿相，在矿区具有分带现象。由北而南依次为：砾状含锰灰岩相或含锰硅质岩相→含锰灰岩相→碳酸锰矿相→含锰灰岩相(图2)。结合古地理来看，碳酸锰矿相集中于局限海盆的中心；含锰灰岩相则环布于碳酸锰矿相的四周；砾状含锰灰岩相和含锰硅质岩相分布于古陆边缘的滨海地带(图2)。

(四) 矿体中锰与二氧化硅、氧化钙的含量变化特点。

从矿体含锰等值线图(图4)来看，锰的含量在局限海盆中心为最高，并向四周逐渐降低。因此它与

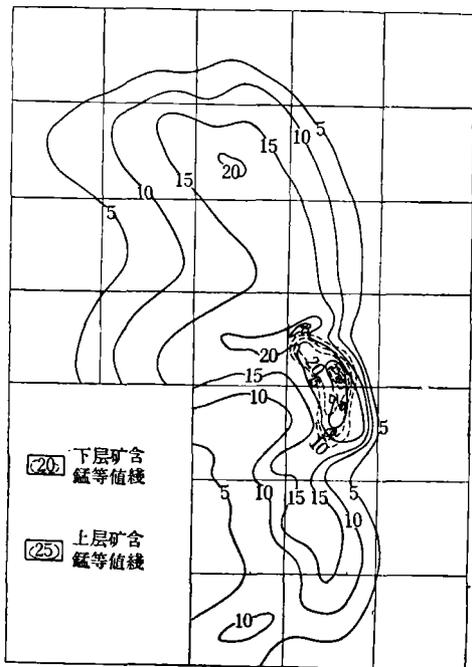


图4 某矿区矿体含锰等值线图

含锰岩系等厚线基本上相吻合。就锰与二氧化硅、氧化钙的含量变化来看，它们是互为消长。因此二氧化硅和氧化钙在局限海盆中心含量低，而向滨海带有逐渐增高的趋势(图5)。

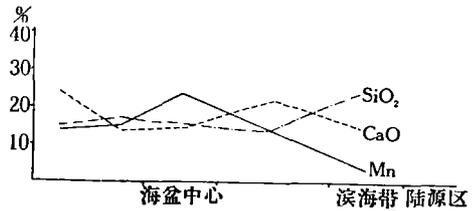


图5 矿体主要元素含量变化曲线图

(五) 含锰岩系的厚度和岩相的变化特点

含锰岩系的厚度以局限海盆的中心为最厚，而向海盆的边缘或海底隆起(或称水下岛屿)及滨海地带逐渐变薄。其岩相的变化与厚度的变化有一定的关系。当含锰岩系厚度大时，在黑色页岩中含炭和硫均高，并以泥质为主，而含砂质、硅质很低；在粘土页岩中含砂质也很少；矿体为碳酸锰矿相。但含锰岩系厚度薄时，则黑色页岩和粘土页岩中的砂质和硅质的含量增多，矿体为含锰灰岩相。特别在海底隆起和滨海地带，在矿体中的黑色页岩夹层常相变为黑色硅质页岩。

综合上述几点成矿特点来看，该区锰矿床的富集规律是：

(1) 锰的富集与含锰岩系的厚度一般成正比关系(图2、4)。

(2) 锰的富集与黑色页岩具有密切的依存关系。不仅常与矿体下部的黑色页岩的厚度成正比(图6)，而且也与矿体中成互层的黑色页岩成正比。

(3) 锰的富集受当时的古海底地形控制。所以它常富集于局限海盆的中心。

(4) 锰的富集与当时地壳振荡运动具有一定联系。

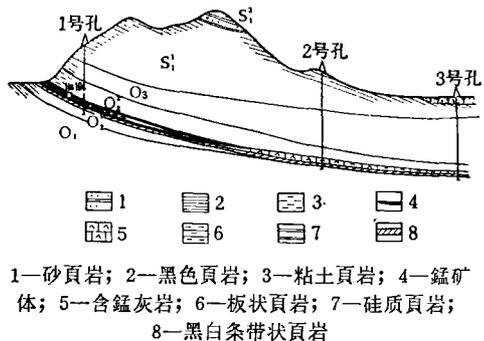
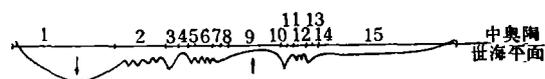


图6 x号勘探剖面示意图

系(图7)。它常富集于振盪运动比較頻繁的时候,且在下降运动比較占优势的地段。如矿区中部有两个沉积韵律,而矿体中黑色頁岩的夹层也多,則其矿体厚且富;其他地段只有一个沉积韵律,矿体中黑色頁岩夹层也少,則其矿体薄且貧,即使矿体厚,但具质量仍較差。



↓下降; ↑上升; 1—15分层见图1。

图7 中奥陶世矿区地壳升降运动曲线示意图

三、关于矿床的成矿规律和成因的探讨

(一) 矿床的成矿规律和成因

从含錳岩系与下伏地层的接触关系以及碳酸錳矿出现的位置来看,該区早奥陶世未曾有过短期的风化侵蚀作用,为后来海水中提供了一定的錳质来源。錳矿是生于中奥陶世海浸初期的侵蚀面之上。

从含錳岩系的岩性序列变化规律来看,它代表着一个比較完整的由海浸至海退的一个沉积旋迴;矿体上下主要为悬浮沉积,矿体本身为悬浮沉积和化学沉积交替,說明碳酸錳矿是在悬浮沉积和化学沉积交替时生成的;矿体下部主要为泥炭质頁岩,水平层理发育,分选性高,說明是在侵蚀平衡状态下形成的,沉积速度比較緩慢,但矿体上部为厚层的粘土頁岩,不具层理,說明沉积速度比較快,而矿体的形成是在沉积速度由慢至快的轉折点上;矿体下部和矿体中均有黑色炭质頁岩,說明矿体是在富含有机质的条件下形成的。

从含錳岩系中的生物相和含硫量的变化来看,矿体下部为笔石相,矿体上部为介壳相,而矿体本身则为笔石介壳混合相;硫的含量自下而上是由高而低(图1)。說明当时介质是由还原性趋向氧化性的,而矿体則出现在过渡带上;也說明成矿时的介质是由微酸性向微碱性过渡的,矿体是出现在过渡的临界面上;也說明矿体是在古气候比較潮湿温暖的条件下生成的。

从矿体的上下各有一层似鲕状结构的含錳灰岩和矿体中有砾状结构来看,这是代表水下侵蚀作用的现象。說明在生成矿体时及其前后均伴随着水动力条件的变革。

以上所述含錳岩系自下而上的变化规律,是說明形成含錳岩系过程中的各项物理化学条件变化规律的结果。

从矿区古地理位置和特点以及矿相分布规律来

看,錳矿是生于中奥陶世古陆边缘浅海的局限海盆中,并在海盆周围有海底隆起,說明这些隆起对錳质起着一定的阻挡作用,从而促使錳矿生于局限海盆的中心。

因此,該区錳矿床是在早奥陶世末,經過短暂风化侵蚀作用,后为中奥陶世初期的海浸所淹没,从而停积了由陆源区搬运而来的陆源风化物质。由于当时温湿气候的影响,使沉积中富含大量的有机质。陆源物质在有机质的影响下,进行着海解作用。根据海水中氧化还原界面上下的地球化学性质的不同,界面以下由于水介质中含有大量的有机酸和 H_2S ,将陆源物质中的錳质析出而生成 MnS ;而界面以上由于水介质中含有大量的 CO_2 ,又使析出的 MnS 很快轉变成 $Mn(HCO_3)_2$ 、 $MnCO_3$ 。当海水中的 $MnCO_3$ 达到过饱和时,就沉淀生成碳酸錳矿。由于振盪运动的影响,使氧化还原的界面不断发生改变,从而形成碳酸錳矿和黑色頁岩成互层出现。因此,該类錳矿床属浅海相黑色頁岩、碳酸盐岩、粘土頁岩沉积建造型的碳酸錳矿床。

(二) 有关成因的几个问题的讨论

根据該区錳矿床的成矿规律特点,对于有关錳矿成因的几个问题,与已往某些学者所说的有所不同。

(1) 关于該区原生氧化錳矿是否存在的问题

据别捷赫金研究沉积錳矿的沉积规律是,垂直海岸线依次沉积氧化錳矿→碳酸錳矿。可是根据該区的古地理特点和矿相分布规律,并未发现这种沉积规律性,接近海岸线的并不是氧化錳矿,而是砾状含錳灰岩相或含錳硅质岩相。錳仍以低价的碳酸盐形式存在,而不是以高价的氧化物形式出现。根据对古气候的研究资料来看,认为时代愈老,大气中的二氧化碳含量愈多。因此,在接近海岸地区没有形成氧化錳矿的原因,可能由于当时大气中二氧化碳的含量大于氧之故;其次可能在成岩过程中,由于有机质的影响,使原来的四价錳还原为二价錳。

(2) 关于錳质在地表水中搬运的方式问题

关于这个问题,过去一般认为是以胶体溶液形式搬运的。但据W.H.童豪富一九三二年的材料,錳在地表水中的搬运距离一般不大于200呎,最多亦不超过1000呎;D.卡洛一九五八年研究认为,鉄在地表水中的主要搬运形式系以悬浮碎屑及粘土吸附为主;以及M.A.格拉哥列娃一九五九年对现代河水分析资料,鉄、錳在地表水中搬运形式主要也都是悬浮态的,而非溶液的。今就該区錳矿床的成矿特点和富集规律,錳矿与黑色頁岩紧密共生,并与下部黑色頁岩的厚度

成正比,以及在矿体中常成互层出现,互层层次多,矿石质量好,互层层次少,矿石质量差等事实看来,这可能与锰的搬运形式是以悬浮或吸附形式有一定联系。从而使陆源风化物在水盆介质物理化学的变化过程中得到充分的海解作用沉淀而形成矿体。

(3) 关于锰质的来源问题

该区锰矿的锰质,可能大部分来自于矿区北部江南古陆上之震旦系中的含锰岩石,以悬浮碎屑和粘土吸附形式被地表水搬运入海;在海水介质物理化学条件变革的影响下,得到充分的海解和沉淀而形成。

四关于今后找矿评价工作的几点意见、

通过对该区碳酸锰矿床的成矿特点和富集规律研究的结果,我们认为在今后对于该类锰矿床的找矿评价工作中,应注意下列几个因素,具有一定的实践意义。

(一) 含锰岩系的厚度。凡是厚度大的地段,常为富矿,而厚度小的地段,常为贫矿。

(二) 含锰岩系的岩相变化。凡是黑色页岩中的炭泥质成分和黄铁矿的含量多,粘土页岩中的砂质少,常是富矿分布的地段;凡是黑色页岩相变为硅质页岩时,则常为贫矿。

(三) 矿体下部黑色页岩的厚度变化。一般黑色页岩厚的地段,常是富矿分布的地段。

(四) 含锰岩系中的沉积韵律。凡是多韵律的地段,常为富矿,而单韵律则常为贫矿。

(五) 矿体中矿层和黑色页岩的互层层数。凡是层数越多,矿体富且厚。

(六) 矿体的形态。凡是矿体呈断续的透镜体,一般为贫矿,并且常是靠近古陆边缘的滨海地带。

(七) 矿相类型的特征。凡是肉红色、浅红色薄层块状的矿石,常为富矿,颜色越红、越富;凡是灰黑色或灰色的矿石,常为贫矿。凡是具有砾状或似鲕状结构的矿石,常为贫矿或含锰灰岩,并且常分布于滨海带或水下岛屿的地段;凡是结构致密而细、质纯的含锰灰岩,常分布于较碳酸锰矿相为深的地段。

以上所述有关找矿评价工作时应注意的几个因素,必须相互验证,综合分析研究矿区的古地理,特别是对于出露地表露头的沉积部位(即古地理位置)的分析。因为沉积矿床常因后期构造变动和风化剥蚀程度不同的影响,使出露于地表的露头,常是不同的沉积部位。因此地表好的,其深部不一定也好;地表不好,其深部也不一定不好。必须通过详细地研究古地理特点,分析露头相当的沉积部位,是十分重要的。根据该区的特点,富矿常分布于局限海盆的中心,因此必须研究局限海盆的位置、范围,具有重大的现实意义。

本文资料除笔者亲自观察收集外,大部份系我分队集体劳动的成果,只是笔者将其综合分析后,提出一点看法而已。鉴于资料尚嫌不足,笔者水平所限,错漏在所难免,敬希读者批评指正。(参考文献从略)。

冀南铝土矿床之地质特征及成因探讨

张 庆 麟

铝土矿床的成因存在许多不同的假说,作者通过对冀南铝土矿床的野外地质研究,倾向于后生作用成矿的见解,今将该区矿床之基本地质特征,概略介绍如下:

冀南铝土矿在大地构造位置上位于山西台背斜与河淮台向斜的过渡带。区内主要分布有下古生界的寒武系、奥陶系,上古生界的石炭系、二迭系、及新生界的第三系和第四系地层。所有这些地层均可与华北

各地之地层相互对比。本区之铝土矿也像华北其他著名铝土矿区一样,产于中奥陶系马家沟灰岩之侵蚀面上,属中石炭系之本溪统,即所谓之G层铝土矿。

现以某矿区之地层为代表,由下而上简要描述如下:

(一) 中奥陶系马家沟灰岩:多黝蓝色之致密块状隐晶质灰岩。时或含有白色或黄色花纹。氧化钙含量通常达到54%以上。顶部则常有一层黄褐色泥质灰岩。又在其古风化面上常见有黄褐色之铁质粘土,为软质并具有塑性,呈不规则分布,通常停积在小型的