

doi: 10.3969/j.issn.1007-3701.2013.03.008

内蒙古达拉特旗德胜太芒硝矿床地质特征及成因分析

徐德伟, 魏小刚

XU De-Wei, WEI Xiao-Gang

(内蒙古矿业开发有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010020)

(Inner Mongolia Mining Development Limited Liability Company, Hohhot 010020, China)

摘要:达拉特旗芒硝矿是世界上罕见的特大型优质芒硝矿, 赋存于中更新统中段、上段地层中。共有矿体(层)3个, 分别为 I、II、III 矿体(层), 呈层状近平行产出。其中以 I 矿体(层)为主, 其平均厚度为 13.89 m, 厚度变异系数为 43.23%; Na_2SO_4 平均品位为 33.81%, 品位变异系数为 12.65%。矿层结构较简单, 夹层数量较少。矿石由可溶盐与水不溶物(泥沙)组成, 其中可溶盐 99% 由 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 组成。另外, 本文从盆地和水系的发展史、物质来源、古气候、古地理等方面, 对矿床成因进行了初步分析探讨, 认为达拉特旗德胜太芒硝矿属第四纪掩埋型 - 内陆湖相蒸发 - 化学沉积芒硝矿床。

关键词:芒硝矿; 地质特征; 矿床成因; 内蒙古达拉特旗

中图分类号: P619.21+9

文献标识码: A

文章编号: 1007-3701(2013) 03-227-07

Xu D W, Wei X G. Geological characteristics and ore genesis of Deshengtai mirabilite ore deposit in Dalad county, Inner Mongolia. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2013, 29 (3):227-233.

Abstract: The mirabilite ore in Dalad county is the largest mirabilite ore with high quality in the world, which occurred in the middle and upper strata of the Pleistocene. There are 3 ore beds which are named as I, II and III. The ore bodies are occurred as bed and nearly being parallel. The main ore bed is body I, with the thickness of 5.16 ~ 23.92 m, which averaged to be 13.89 m, and the coefficient of variation of thickness is 43.23%. The grade of Na_2SO_4 is in the range of 21.87% ~ 40.25%, which averaged to be 33.81%, and the coefficient of variation of the grade of Na_2SO_4 is 12.65%. The constituent of the ore is relatively simple, and the the intercalated beds are much fewer. The constituents of the ore are mainly soluble salt and insoluble materials (silt and sand), and 99% of the soluble salt is composed of the sodium sulfate decahydrate with the chemical formula $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. The genesis of the solid mirabilite ore is assumed to be from chemical deposit of the lake being with the modern salt lake facies occurred in the inland clastic rock sediments.

Key words: mirabilite ore; geological characteristics; ore genesis; Dalad county, Inner Mongonia

1 前言

芒硝是一种天然矿产资源, 也是轻工、化工工

业原料, 在化学工业中主要用来制取无水硫酸钠和制造硫化碱, 还可用来制取泡花碱、硫酸钡等^[1]。无水芒硝广泛应用于化工、轻工、纺织、建材、医药等领域, 是一种基本的无机化学品^[2]。在中国, 目前芒

收稿日期: 2013-04-08; 修回日期: 2013-05-16.

第一作者: 徐德伟(1984—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事水文地质、矿产地质工作, E-mail: xu.dewei@163.com.

硝主要用于洗涤剂和硫化碱工业,其次用于纸浆、人造纤维、玻璃工业^[3]。

我国的芒硝矿产大多在西部地区,四个储量在十亿吨以上的超大型矿床全在西部地区^[4]。达拉特旗德胜太芒硝矿位于内蒙古达拉特旗北东10 km。前人对本区曾做过不同程度研究:经1986年地质普查,推测芒硝矿层分布面积约450 km²,并探获Na₂SO₄储量23亿吨^[5],是世界上罕见的特大型优质芒硝矿^[6]。1990年在德胜太矿区北部小毛庵区段(17 km²)详查,探获Na₂SO₄储量22 489万吨^[7];2009年在德胜太矿区中部樊家营子区段(95 km²)详查,探获Na₂SO₄储量102 443万吨^[8]。

上述工作成果为后人在该区开展进一步工作提供了有力证据和丰富的地质资料。但研究程度仅限于地质找矿的初级阶段。本文对产于河套盆地第四系中的芒硝矿的控矿条件、矿床特征进行了总结,并从盆地和水系的发展史、成矿物质来源、古气候、古地理等方面对矿床成因进行了初步分析和探

讨,对于指导该芒硝矿的远景开发具有一定理论和实践意义。

2 区域地质概况

本矿区位于华北地台内蒙地轴南缘,鄂尔多斯台拗北缘的黄河新断陷之中^[9](图1)。北部为大青山台凹,南部为伊盟隆起。前寒武系和古生界主要出露在大青山北部地区,中生界广布于南部伊盟隆起区,新生界发育于断陷盆地及盆地边缘地区^[10]。大青山出露有前震旦系乌拉山群第一岩组与第二岩组等老地层。南部苏家圪台至老龙王庙塔一带沟谷中有二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系地层出露。盆地内部第四系发育,厚度大。本区岩浆岩不太发育,仅在矿区北部大青山地区,发现两期岩浆活动。第一期属晚太古宙,是浅红色混合花岗岩,第二期属华力西晚期,是肉红色正长岩。

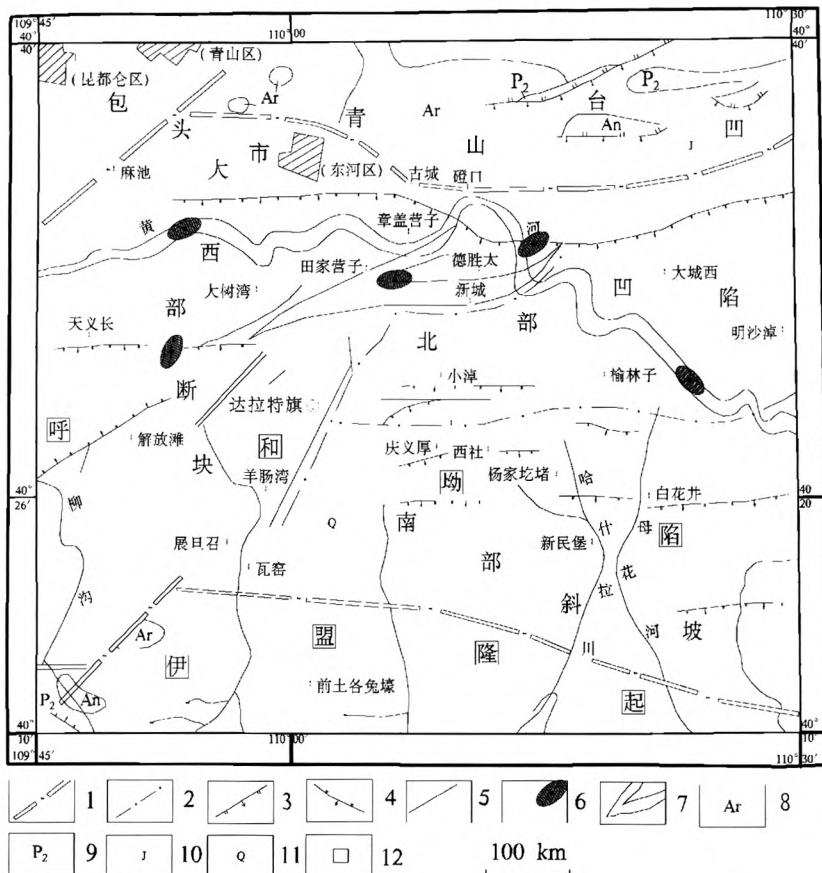


图1 内蒙古包头-达拉特旗盆地基底构造纲要图

Fig. 1 Tectonic sketch map of Baotou-Dalad basin substrate in Inner Mongolia

1—一级分区;2—次级分区;3—正断层;4—逆断层;5—性质不明断层;6—局部隆起;7—鼻状隆起;8—前加里东期;9—加里东期;10—燕山期;11—第四系(构造层);12—详查区。

3 矿区地质

本矿区地处黄河新断陷之中,该断陷是第三纪末形成的规模较大的断裂带,现今地貌上呈 E-W 向展布的盆地,即河套盆地。按地域分,西部称后套盆地,东部称前套盆地,中部称三湖河盆地,矿区即位于前套盆地西侧。盆地南北均为深大断裂带,断裂与基底构造可能有密切关系,如图 1 所示。对矿床起直接控制作用的是南北两侧 E-W 向断裂的继承性活动,使盆地以南慢北快的不均一下降,沉积了北厚南薄的第四系,这种构造格局直接影响岩盆的发育及沉积矿产的赋存规律。

3.1 地层

德胜太芒硝矿由第四系粉砂、粉细砂、细砂、粘土质粉砂、粉砂质粘土、粘土等所覆盖。该区出露地层简单,主要为中更新统下段、中段、上段;上更新统下段、上段;全新统等。其中,中更新统中、上段为区内含矿地层,以湖相沉积为主。中更新统中段地层为第一成盐段,包括 I、II 两个芒硝矿层,为典型的湖泊化学沉积层。该段地层岩性下部以灰白色芒硝为主,上部以灰黑色粉砂质粘土、粘土为主,层位稳定,厚度分布较稳定,约 33~67 m。中更新统上段地层为第二成盐期的湖相化学沉积层,第 III 芒硝矿层赋存于该地层中。该段地层岩性下部沉积灰白色芒硝,夹黑色粉砂质粘土,层位稳定,上部以青灰色粉砂质粘土为主,厚度分布稳定,约 23~42 m。

3.2 构造

本区在早更新世晚期至中更新世早期,大青山南麓大断裂的活动导致大青山山前强烈抬升,河套平原强烈下降。晚更新世晚期以后,北部大青山南麓和南部伊盟隆起区北缘 E-W 向断裂和瓦窑—达拉特旗 NNE 向断裂的活动,导致大青山山前和伊盟隆起区北缘强烈抬升,河套平原强烈下降以及达拉特旗西南地区强烈拗陷得差异断块升降运动^[1]。它们奠定了本区目前的地貌格架——河套断陷盆地。

河套断陷盆地以大青山南麓断裂为界,北部为大青山台凹,南部为呼和坳陷,坳陷之南为伊盟隆起。呼和坳陷北部为北部凹陷区次级构造,西部为西部断块区次级构造,南部为南部斜坡区次级构造(图 1)。德胜太芒硝矿盐盆位于北部凹陷区西北部,盐盆封闭条件较好。

德胜太芒硝矿区受基底构造的控制,矿体形

态总体为一向 SE 倾斜的极缓单斜构造,走向约为 NE75°,倾角在 1~5°之间,该单斜构造受湖盆形态制约。矿区内褶皱、断裂构造不发育,未见切错矿层及地层的断层。

3.3 盐盆特征

盐盆是在第三纪末期湖盆基础上发育而成。据区域重力和遥感资料解释,达拉特旗盐盆盆地是顺黄河河套呈串珠状排列的多个盆地之一。盐盆东西向展布,封闭条件较好,其平面形态呈椭圆形,长轴约 30 km,短轴约 20 km,长轴位于 JK62-1~JK51-1 钻孔一线。沉降中心位于盆地的中北部,盆地的北部边缘较陡,南部较平缓,故形成北深南浅的箕状断陷盆地。德胜太芒硝矿区处于盐盆南翼,矿层剖面上呈北陡南缓的平缓向斜,南翼倾角 3°(坡降 12‰),北翼倾角 2°(坡降 21‰)。

4 矿床特征

4.1 矿体形态、厚度、品位及规模

德胜太芒硝矿区共有矿体(层)3 个,由下至上分别为 I、II、III 矿体(层)。各矿层在走向及倾向上连续性好(见图 2)。三层矿体(层)呈重叠产出,分布面积相等(等于矿区面积)。矿层埋藏深度多在 150 m 以下,由北到南逐渐变浅,南端小于 150 m,见图 3。矿层厚度较稳定,产状平缓,倾角约为 1~5°。

I 矿层厚度大,为全区主要矿层,II、III 矿层厚度较小。矿层间距较稳定,厚度由北向南逐渐变薄。I-II 矿层平均间距为 4.18 m。II-III 矿层平均间距为 28.32 m。矿体形态简单,各矿层呈层状近平行产出,平面上呈似椭圆形,与湖盆轮廓线近似。

4.1.1 I 矿体

I 矿体全矿区发育好,厚度大,呈层状,是矿区最好的矿层,其工业价值最大,是开采的主要矿层。I 矿体位于含矿岩系的下部,埋藏最深,现已控制矿体最深处(JK51-1)272.78 m。I 矿体分布标高在 701.18~843.11 m 之间,矿层稳定,规模较大。其芒硝层累计厚度 5.16~23.92 m,平均 13.89 m,厚度变化系数为 43.23%,由北向南逐渐变薄(图 3)。I 矿体虽厚度大,但夹层较多,其 Na₂SO₄ 品位在 21.87%~40.25%之间,平均 33.81%,品位变化系数为 12.65%,品位由 NW 向 SE 逐渐降低。

4.1.2 II 矿体

II 矿体位于含矿岩系的中部,厚度较稳定,主

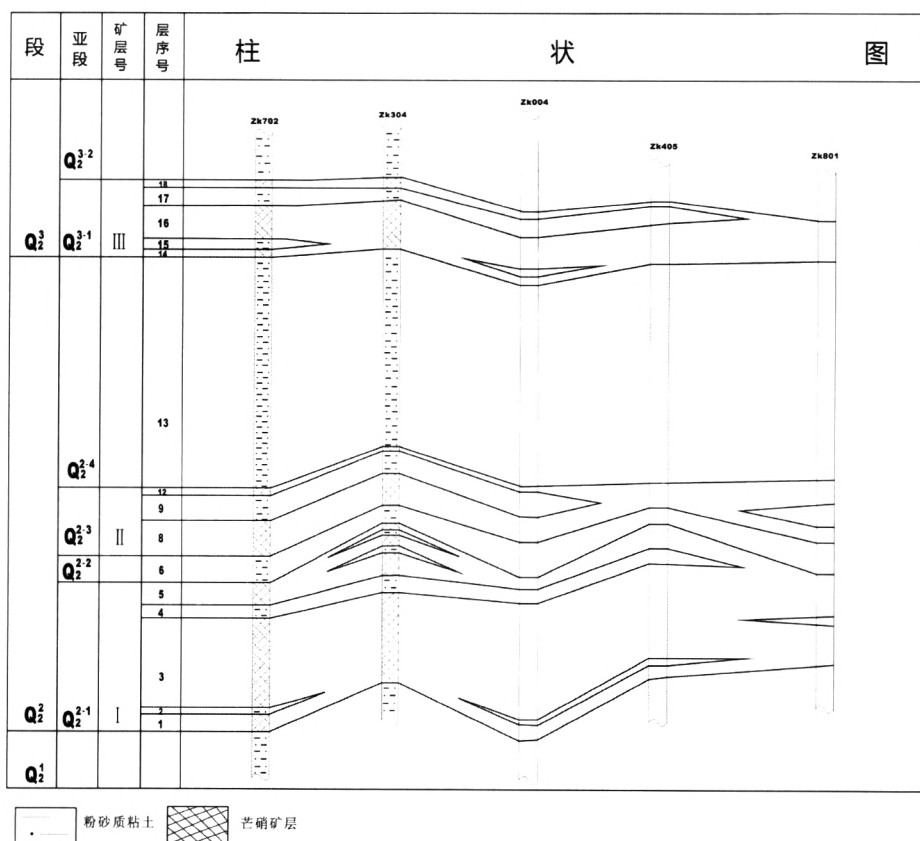


图2 达拉特旗含芒硝矿岩段柱状对比图

Fig. 2 Columnar contrast diagram of containing mirabilite mine section in Dalad

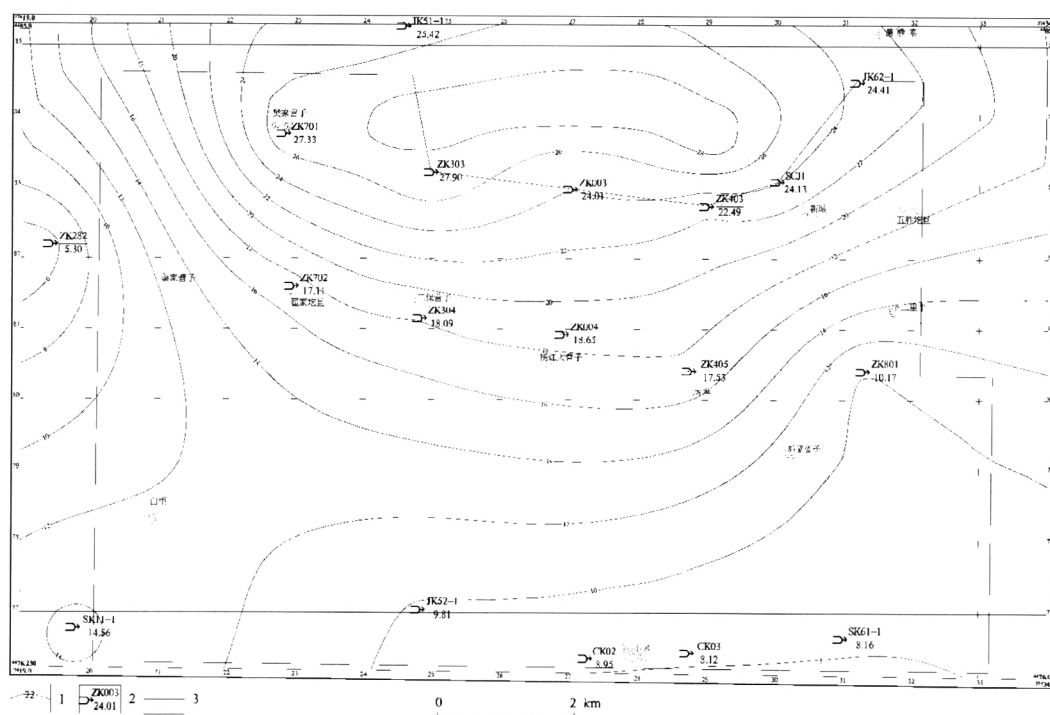


图3 内蒙古达拉特旗德胜太芒硝矿 I 矿层组等厚线及钻孔分布图

Fig.3 The isopach of I# ore bed group and figure of the drilling distribution of Deshengtai glauber's salt mine in Dalad, Inner Mongolia

1- I 矿层等厚线; 2- 钻孔位置及编号/矿层组厚度; 3- 矿权区边界.

要现已控制矿体最深处(JK51-1)265.05 m,分布标高在730.33~862.51 m之间。芒硝层累计厚度1.10~6.63 m,平均3.78 m,厚度变化系数35.84%,以ZK702为主沉积中心,向四周逐渐变薄。Ⅱ矿体厚度虽小,但夹层较少,Na₂SO₄品位在26.12%~44.52%之间,平均37.91%,品位变化系数12.46%,由沉积中心向四周延展,品位随之降低。

4.1.3 Ⅲ矿体

Ⅲ矿层主要位于含矿岩系的上部,厚度较稳定,现已控制矿体最深处(JK51-1)228.04 m,分布标高在767.44~897.81 m之间。芒硝层累计厚度1.58~6.85 m,平均厚度4.42 m,厚度变化系数为27.53%,以ZK303为沉积中心,向四周逐渐变薄。Ⅲ矿体Na₂SO₄品位介于Ⅰ、Ⅱ之间,为22.01%~42.032%,平均35.23%,变化系数为16.02%,由沉积中心向四周延展,品位随之降低。

4.2 矿体(层)顶底板及夹层特征

4.2.1 顶底板特征

德胜太芒硝矿各矿层顶、底板多为湖相沉积的钙质、粉砂质粘土。未固结至半固结,薄纹层状,水平层理发育。含水的新鲜面为灰黑与灰色,干燥后多呈土黄色和浅灰色。

(1)Ⅲ矿层顶板:岩性为青灰色、灰绿色粉砂质粘土,平均厚约25.62 m,由南向北逐步变薄;(2)Ⅱ矿层顶板(Ⅲ矿层底板):为灰色、黑灰色粉砂质粘土,纹层厚度一般1~3 mm。平均厚度约24.32 m,厚度较稳定;(3)Ⅰ矿层顶板(Ⅱ矿层底板):为灰、青灰、灰黑色粉砂质粘土,薄层状,水平层理发育,富含有机质,厚度稳定,平均厚约3.06 m;(4)Ⅰ矿层底板为灰黑色粉砂质粘土,厚层状,富含有机质,水平层理较发育,隔水性较好。

4.2.2 夹层特征

德胜太芒硝矿矿区可采矿层(组)共三层,其中Ⅱ、Ⅲ矿层相对较薄,结构较简单,夹层数量较少,大于0.5 cm的夹层在Ⅱ矿层中只有1~2层,Ⅲ矿层只有1~4层。Ⅰ矿层厚度大,结构较复杂,大于0.5 cm的夹层在Ⅰ矿层中达10~26层。夹层的厚度变化及层数多寡无规律可循,夹层与夹层之间无可比性。芒硝矿层中的夹层多为灰黑与黑色相间,粒度细、水平层理极发育,由比较致密未固结的粉砂质粘土组成。局部含有植物的根茎碎片,尚未完全腐烂。

4.3 矿石矿物组成及其特征

德胜太芒硝矿区内矿石纯度较高,杂质矿物主要为粘土矿物,含量约百分之几到十几,矿石中盐类矿物单纯,主要是芒硝,约占矿层盐类矿物的95%以上,其次为无水芒硝(1%~2%)、石膏(<1%)、钙芒硝(<1%)等。

芒硝:呈他型,晶粒结构,粒径0.3~0.5 mm为主,个别晶体的变晶过程有所拉长。极易溶于水,味凉略咸,空气中极易脱失结晶水成白色粉末^[2]。无水芒硝与芒硝同时结晶,仅见于显微镜下。石膏晶体被芒硝包裹,钙芒硝出现在芒硝矿物晶间或芒硝层泥质较多部位。

4.4 矿石结构、构造

矿石的结构是指芒硝矿物的结晶颗粒间的形态特征,主要有:

(1)原生沉积结构,包括:①他形粒状结构;②等粒状他形结构;③不等粒状他形结构。

(2)早期成岩变晶结构:由上覆地层的重力和压实,致芒硝层再结晶晶粒加大,粒间孔隙变小,晶形呈不规则多角状。包括:①均粒变晶结构;②斑状变晶结构;③板条状变晶结构;④变晶残余结构。

(3)淡化溶解结构:芒硝沉积后遭到淡水溶解,包括:①浑圆状溶蚀结构;②港湾状溶蚀结构;③交代残余溶蚀结构。

德胜太芒硝矿矿石的矿物组成较单一,且后期变化少,故矿石构造较简单,其矿石构造有块状构造、互层状构造、条带状构造、递变层理、溶蚀构造等,其中主要以层状构造为主。

4.5 矿石化学成分

经820件芒硝矿基本化学样分析,矿石化学成分比较单一,主要由可溶盐、结晶水及水不溶物组成。可溶盐中Na₂SO₄占99%以上,其他组分含量甚微,如表1所示。

5 矿床成因探讨

5.1 盆地和水系的发展史

早更新世后期,本区遭受一次较强烈新构造运动,使大青山南麓和伊盟隆起北麓抬升。河套湖盆的面积受南、北两麓抬升而缩小,与此同时,被周围大量碎屑物质充填而变浅。

中更新世时,地壳活动相对稳定,南北两麓经受风化,发育碳酸盐风化壳。湖盆沉降中心不明显,属滨、浅湖,水中仍有盐类组分,可能属半咸水湖。

表1 德胜太芒硝矿各矿层化学分析结果统计表

Table 1 Statistics of the chemical analysis of each ore bed of Deshengtai glauber's salt

项目	I 矿层	II 矿层	III 矿层
Na ₂ SO ₄ (%)	35.96	39.42	38.54
NaHCO ₃ (%)	0.03	0.06	0.07
CaSO ₄ (%)	0.09	0.03	0.005
MgSO ₄ (%)	0.06	0.03	0.03
KCl (%)	0.03	0.007	0.002
NaCl (%)	0.22	0.23	0.03
Fe ₂ O ₃ (%)	30.52×10 ⁻³	30.6×10 ⁻³	2.74×10 ⁻³
总水 (%)	51.69	53.38	53.27
水不溶物 (%)	10.09	5.55	6.66

中更新世晚期—晚更新世,沉积萨拉乌苏组的河、湖相地层^[1]。河套湖盆东部地区下沉,湖水开始外泄,宽广的湖盆地带被河流、洪积物取代。

晚更新世晚期—全新世,大青山山前形成一系列洪积裙,裙前缘地下水溢出带形成一串东西向线状湖泊。由于线状湖泊地带局部侵蚀基准面下降,导致古黄河河道向北迁移,原古黄河道形成阶地。

5.2 物质来源

德胜太大型芒硝矿床的存在,可能是由于哈拉川和罕台川等从南部流经中生界和第三系碎屑岩及煤系地层时带来了大量 Ca²⁺、Na⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、SO₄²⁻ 等组分。干冷和温凉频繁交替的气候和有利的地球化学以及生物活动环境给本区芒硝矿床的形成创造了条件。

根据 1990 年原地矿部矿床所同位素研究室,对芒硝及卤水稳定同位素 32 个样品的测定资料分析^[7],δ³⁴S(‰) 达 25‰—28‰,说明硫同位素值较高,推测蚀源区可能有膏、盐存在。因此,本区特大型芒硝矿的物质来源较为复杂,除河流从南部将可溶组分带入盆地内之外,还可能由河流从西部膏盐区将盐类组分带入本区长期积累形成。

5.3 古气候

达拉特旗第四纪以来气候条件总体属于干旱、寒冷荒漠—草原环境^[13]。早更新世早期属于干冷的草原型气候,并有多次短的干、冷和温凉的气候波动,植被较稀疏。早更新世后期至中更新世,气候条件开始变得更寒冷、干旱,并趋于荒漠化。进入晚更新世后,气候更加恶化,更趋于干旱、寒冷。晚更新

世晚期至全新世早期,气候条件略有好转,尚有水体存在,反映温凉、干燥的北方草原气候,而全新世晚期已接近现代气候条件。

5.4 古地理

由于受新构造运动和气候因素影响,达拉特旗第四纪古地理面貌从早期到晚期有较大变化。早更新世时,区内基本沿袭中生代晚期至新生代的构造形式。南部河套平原区形成断陷盆地,呈现出一个近 450 km² 大湖,湖内沉积芒硝矿层,有时被黑色、灰色粉砂质粘土取代,湖浅时形成的芒硝与湖较深时形成的淡化层交替出现。芒硝矿的沉降中心在德胜太地区,即为当时的浅湖—半深湖区,向南或西逐渐过渡为滨浅湖,说明湖盆北深南浅,从总的面貌看属单一的大湖。

5.5 矿床沉积演化分析

矿床形成于中更新统中期。第四纪时期,首先沉积了底部粗碎屑岩,其上又沉积了厚度大于 230m 的粘土层。粘土层有效阻隔了湖盆地与深部承压水之间的联系,造成了封闭的自然环境。但浅埋的潜水通过周边渗透的形式补给湖盆。由于盐湖地处内陆干旱地区,湖盆又无地表水注入,在蒸发量远远大于降水量的条件下,潜水矿物质浓度不断增高,经过长期浓缩积盐过程,形成芒硝矿床的沉积。后来受大青山上升的影响,盐池湖盆隆起,湖水逐渐干涸。在此期间,湖盆接受大量的盐类沉积。

德胜太芒硝矿 I、II、III 矿段芒硝沉积过程中,沉积环境并不十分稳定,经常有季节性淡水流入,带来了碎屑沉积。这些淡水的流入,也部分地溶解

了芒硝矿层,这与矿石结构构造中观察到的浑圆状和港湾状溶解结构和溶蚀构造相吻合。

6 结论

(1)德胜太芒硝矿区地层出露简单,矿层赋存于第四系中更新统中段和上段。矿区内构造条件简单,褶皱、断裂构造不发育,未见切错矿层及地层的断层。

(2)德胜太芒硝矿矿区共有矿体(层)3个,由下至上分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ矿体(层),各矿层呈层状近平行产出,平面上呈似椭圆形,与湖盆轮廓线近似,且矿层厚度较稳定,产状平缓。剖面上呈北陡南缓的平缓向斜。矿石化学成分比较单一,主要由可溶盐、结晶水及水不溶物组成。

(3)达拉特旗芒硝矿属第四纪掩埋型-内陆湖相蒸发-化学沉积芒硝矿床。

参考文献:

- [1]宣之强.中国芒硝类矿产资源及硫酸钠产业状况[J].盐湖研究,1994,2(3): 60-64.
- [2]王秀兰.我国无水芒硝生产现状及其发展方向[J].辽宁化工,1997,26(3):123-127.
- [3]申建梅,张光辉,聂振龙,王金哲,严明疆.甘肃盐池地区芒硝及原盐矿床成因探讨[J].南水北调与水利科技,2008,6(3):88-91.
- [4]王诗瑜.我国的芒硝资源及其利用研究[J].化学工程师,2004,17(1):37-38.
- [5]内蒙古自治区104水文地质工程地质队.内蒙古自治区包头市一达拉特旗芒硝矿初步普查地质报告[R].1987.
- [6]金成印,武奕君.特大芒硝矿开发初显端倪[N].中国矿业报,2005-3-31(3).
- [7]内蒙古包头水文地质工程地质勘察院.内蒙古自治区达拉特旗芒硝矿德胜太地区详查地质报告[R].1990.
- [8]内蒙古自治区地质矿产勘查开发局.内蒙古自治区达拉特旗芒硝矿德胜太矿区樊家营子区段详查报告[R].2009.
- [9]内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1982.
- [10]田洪伦.内蒙东胜城市供水水文地质初步勘探报告[R].1980.
- [11]聂宗笙,李克.内蒙古包头地区萨拉乌苏组的发现及其意义[J].科学通报,1988,21(2):47-50.
- [12]曲一华,钱自强,韩蔚田.盐矿物鉴定手册[M].北京:地质出版社,1987.
- [13]高胜利,任战利,崔君平.河套盆地古气候演化与生物气勘探[J].地质科技情报,2007,2:35-39.
- [14]袁见齐,朱上庆,翟裕生.矿床学[M].北京:地质出版社,1985.