

六盘山盆地硝口地区岩盐矿物学特征及地质成因分析

郑毅, 何伟, 柳强, 褚小东, 强泰, 谢变宁

(宁夏矿产地质调查院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 六盘山盆地硝口地区岩盐赋存于下白垩统六盘山群乃家河组上岩段, 含矿层数多, 厚度变化大, 容矿岩石主要为白云质泥岩、白云质泥岩, 以粗晶结构、块状构造为主。矿物成分主要为岩盐及芒硝、钙芒硝、石膏、硬石膏等其他盐类矿物, 含有少量金属矿物。岩盐形成于气候干燥、封闭条件良好的咸湖相沉积环境, 沉积物特征整体上具有一个完整的碳酸盐-氧化物旋回。新生代构造活动对本区岩盐赋存特征的改造、破坏作用明显。

关键词: 六盘山; 硝口; 岩盐; 矿物; 地质成因

中图分类号: TD849; P578.32

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2012)05-0119-05

Mineralogical characteristics and geological origin of halite in Xiaokou Liupanshan basin

ZHENG Yi, HE Wei, LIU Qiang, CHU Xiao-dong, QIANG Tai, XIE Bian-ning

(Ningxia Geology and Mineral Survey Institute Yinchuan 750021, China)

Abstract: The halite of Xiaokou region occurs in Naijiahe Formation of Liupanshan group, Lower Cretaceous. The mineral deposit is characterized by large number of layers and great thickness variations. The host rocks are mainly mudstone with dolomite and dolomite mudstone, coarse grain and blocky structure. The major components are salt and other saline minerals including sodium sulfate, glauberite, gypsum and anhydrite. Halite is formed in dry climate, closed condition salty lacustrine depositional environment. The sediment characteristics indicate a complete carbonate-oxide cycle. Cenozoic tectonic activities strongly affects the halite occurrence characteristics.

Key words: Liupanshan; Xiaokou; halite; mineral; geological origin

1 地质特征

六盘山盆地地处北祁连秦岭褶皱造山带、阿拉善地块、鄂尔多斯地块的汇聚部位, 是鄂尔多斯周缘断裂系和青藏高原东北缘断裂系交汇、复合的地带^[1]。盆地先后经历了印支、燕山和喜马拉雅等多期成盆和改造作用, 具有复杂的叠加改造特征^[2-4]。

盆地沉积了巨厚的中、新生界地层, 下白垩统六盘山群地层构成盆地沉积地层主体, 自下而上分为5个岩组, 即三桥组(K_1s)、和尚铺组(K_1h)、李洼峡组(K_1l)、马东山组(K_1m)和乃家河组(K_1n), 整体为一套山麓—河流—湖泊相砾岩、砂岩、泥岩和灰岩组成的连续沉积, 与下伏上侏罗统及上覆古近系地层呈角度不整合接触^[5-6]。盆地内赋存大量矿

收稿日期: 2012-09-01 责任编辑: 孙淑君

基金项目: 国土资源部公益性行业科研专项经费项目(201111006)

作者简介: 郑毅(1961—), 男, 陕西华县人, 高级工程师, 长期从事矿产地质勘查工作。

引用格式: 郑毅, 何伟, 柳强, 等. 六盘山盆地硝口地区岩盐矿物学特征及地质成因分析[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 119-123.

产资源,已发现有煤炭、石灰岩、油气、石膏、岩盐、芒硝、卤水矿、油页岩等。

硝口地区位于固原市以西 15 km 处,构造位置处于六盘山盆地中北部,处于盆地早白垩世中期形成的次级盆地中心。受新生代以来强烈的挤压作用影响,区内断块、断裂、褶皱构造十分发育。区域地层主要为中生界下白垩统六盘山群,缺失上白垩统。

2 岩盐赋存特征

岩盐含矿岩系为乃家河组上岩段(K_1n^2),含矿层数及矿层厚度变化较大,矿区中部矿床单层厚度大,东南部含矿层数多,已发现最大含矿层厚度为 507.16 m,岩盐矿石主要为粗晶结构、块状构造(图 1)。此外,还赋存有大量细晶结构碎裂状、角砾状岩盐(图 2),角砾成分单一、大小不一,主要为泥晶结构的白云质钠长石泥岩或泥质白云岩,为早期安静的深水沉积环境产物^[7];角砾为棱角状-次棱角状,无磨圆,角砾间位移量较小,具有一定的可拼性,显示其为原地破碎、张性破裂,应为后期构造作用产物^[8-9]。沉积的岩盐及芒硝多被层间水及地表

水溶蚀,岩层中常呈现大小不等的蜂窝状盐溶孔洞,根据容矿岩石特征可分为上、中、下 3 个层位,各矿层层位特征见表 1。



图 1 粗晶结构块状岩盐(NaCl 质量分数 98.68%)

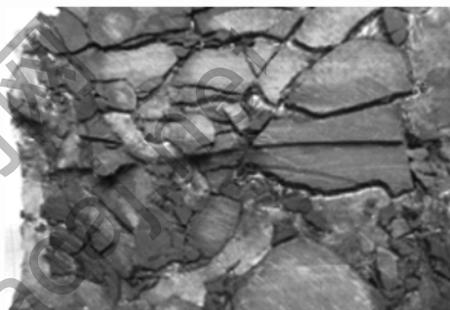


图 2 碎裂状构造(岩盐充填裂隙)

表 1 硝口地区岩盐富矿层位特征

钻孔编号	含矿层位	层数	厚度/m	品位/%
ZK-X-01	下	1	42.38	45.83
ZK-X-02	中	3	11.90~83.47(45.47)	63.06~83.05(70.54)
	上	6	2.85~22.12(8.55)	40.17~76.02(58.31)
ZK-X-03	下	8	2.13~41.49(12.05)	31.39~78.10(43.98)
	中	9	1.48~8.60(5.42)	34.19~82.31(49.31)
	上	8	0.69~47.63(16.66)	51.82~89.67(68.06)
ZK-X-04	下	9	2.02~48.73(21.68)	30.59~76.99(63.83)
	中	10	0.52~28.66(8.64)	49.56~83.72(67.36)
	上	4	1.73~35.28(11.47)	34.84~54.88(43.45)
ZK-X-05	上	6	0.59~33.89(7.1)	30.00~72.80(51.1)
ZK-X-06	下	4	5.79~58.81(23.2)	39.03~59.05(49.21)
	中	6	3.55~31.44(11.83)	48.86~75.06(62)
	上	6	9.36~40.18(19.61)	57.49~73.80(66.42)
ZK-X-07	下	1	5.18	64.29
	中	3	14.25~40.25(30)	56.71~75.43(67.3)
	上	4	16.10~36.42(23.75)	50.06~67.36(54.94)

注:括号内为平均值。

下矿层分布于矿区西南部的底部,底板为紫红色粉砂质泥岩,含石膏薄层、灰色泥质白云岩、白云质灰岩夹石膏薄层,厚度变化较大,累计岩盐矿层最大厚度 195.15 m,最小厚度 48.76 m;中矿层分布于矿区西南部的中部,底板为紫红、暗紫色和灰色含铁质钠长石泥岩岩盐层和含白云质钠长石泥岩,累计岩盐矿层最大厚度 136.71 m,最小厚度 2.01 m;上矿层分布于矿区西南部的上部,顶部岩性为紫红、灰绿和暗紫色含岩盐白云岩、粉砂质泥岩和泥岩,顶板直接为古近系清水营组紫红色泥质砂岩、粉砂岩,呈角度不整合覆盖于矿层上,底板为紫红、暗紫色和灰色含铁质钠长石泥岩岩盐层和含白云质钠长石泥岩,累计岩盐矿层最大厚度 133.30 m,最小厚度 33.89 m。岩盐品位较高,最高达 90% 以上,其中下矿层平均品位 55.54%,中矿层平均品位 60.86%,上矿层平均品位 58.22%,显示中矿层整体纯度较高,为优质矿床。

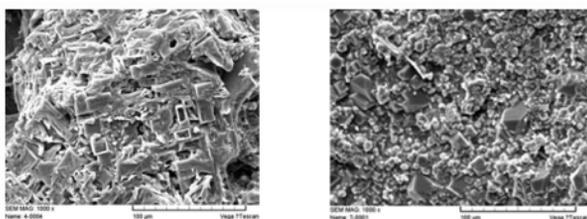
3 岩盐矿物学特征

矿床共生矿物简单,主要盐类矿物有石盐、钙芒硝、无水芒硝、硬石膏,含少量金属矿物黄铜矿、黄铁矿、镜铁矿、赤铁矿等;脉石矿物主要为绢云母、绿泥石、白云石、钠长石、钾长石等,顶底板围岩见碎屑石英、方解石等,盐类矿物见不同阶段成因特点^[10-11]。

3.1 盐类矿物

3.1.1 石盐(NaCl)

石盐具两阶段成因特点,早阶段成因矿物见于灰色含钙芒硝钠长石泥质岩中,粒度细小,小者 20~40 μm(图 3) 集合体呈致密块状,部分颗粒见溶蚀,常与泥质伴生,为原生沉积成因。晚阶段成因石盐多分布于角砾胶结物中或破碎带裂隙中(图 2),石盐半透明-透明,半自形晶体,结晶颗粒较粗,粗者达 15 mm,一般粒度 0.5~5.0 mm,电子探针



a) 沉积型石盐 b) 沉积型微晶石盐

图 3 石盐

郑毅等:六盘山盆地硝口地区岩盐矿物学特征及地质成因分析

成分测定钠元素含量 45.73%、氯元素含量 54.27%,局部石盐中含少量钾元素。

3.1.2 无水芒硝(Na_2SO_4)

白色或浅灰色,不透明-半透明,半自形-它形粒状,粒度 1~5 mm,部分为粉晶状集合体,呈致密块状,多分布于岩石裂隙中,少量也见于沉积岩石中与黏土矿物混生。电子探针成分测定钠元素含量 36.29%、硫元素含量 22.83%、氧元素含量 40.88%,能谱分析表明部分沉积型无水芒硝含少量钾元素。

3.1.3 钙芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$)

无色或白色,透明-半透明,结晶粒度不等,多为粒状集合体,一般 0.3~1.0 mm,部分为自形-半自形板状,可达 2~5 mm,呈单晶状者分布于灰色或紫红色的白云质钠长石泥岩中,集合体可见,呈层理状分布;在沉积物中与黏土共生者小至 20~50 μm,部分见微晶球状集合体、针状集合体(图 4),为早期原生沉积成因矿物。

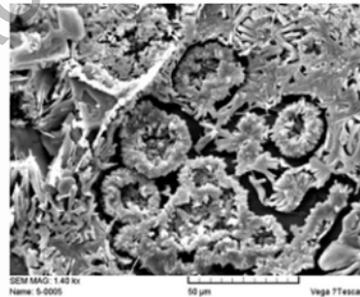


图 4 球状钙芒硝结晶体

3.1.4 硬石膏(CaSO_4)

主要分布于沉积旋回底部或矿体底部的白云质泥岩中,多呈半自形-自形晶板状(图 5),白色,自形晶者 0.5×2~2×5 mm,见于白云岩中呈条带状分布,为原生沉积成因硬石膏,与钠长石共生(图 6) 部分它形粒状者也见于裂隙分布。

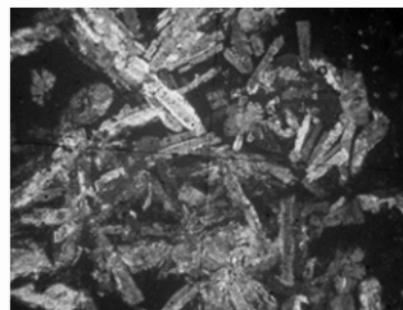


图 5 板状硬石膏(正交偏光 10×6.3)

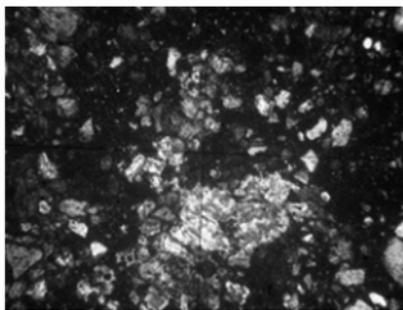


图6 沉积型硬石膏与钠长石(正交偏光 10×6.3)

3.2 金属矿物

金属矿物含量较低,主要为硫化物矿物(黄铜矿、黄铁矿)和氧化物矿物(镜铁矿、赤铁矿)。黄铜矿(CuFeS_2)呈半自形-自形的柱状,粒度0.2~1.0 mm,主要见于自形晶钙芒硝晶体与紫红色钠长石泥岩的接触部位;黄铁矿(FeS_2)为微晶粒状集合体,颗粒度0.2 mm,主要分布于泥岩中钠长石富集的条带部分;镜铁矿(Fe_2O_3)为片状集合体,粒度为0.1~0.5 mm,与镜铁矿共生矿物为钠长石微晶族,共同构成微小晶洞状,分布于钠长石泥岩中的钠长石富集条带中;赤铁矿(Fe_2O_3)以土状、膜状小斑点较均匀分布于紫色部分的泥质中,为氧化条件下沉积较多的铁质所致。

3.3 脉石矿物

岩盐脉石矿物主要包括白云石、钠长石,含有少量钾长石和部分黏土矿物。白云石为泥晶状集合体,在含铁质较高的紫红色岩石中表面呈褐色,与黏土矿物混生,部分与钙芒硝硬石膏或钠长石形成纹层状、条带状。

钠长石可见两阶段成因:一种为微晶-粉晶颗粒(图7),粒度0.05~0.10 mm,半自形板状、粒状,颗粒边缘棱角状,局部颗粒集合体构成纹层状、条带状集中分布,与硬石膏等共生(图7),粒间镶嵌并见泥晶黏土矿物、白云石,为热水沉积型自生钠长石^[12-13],含量较高;另一种结晶较好,多见于小晶洞中(图8),为微晶的晶簇状,晶体呈自形板状,0.1~0.5 mm,与镜铁矿等共生,主要分布于钠长石泥岩中,少量也见于顶部泥质岩中,此种类型较少,可能为后期钠长石重结晶而成^[14-15]。

4 岩盐地质成因分析

六盘山盆地早期经历了中-晚元古代秦祁贺三叉裂谷发育期、寒武-奥陶纪被动大陆边缘发育期以及志留-泥盆纪前陆盆地发育期,形成现今太

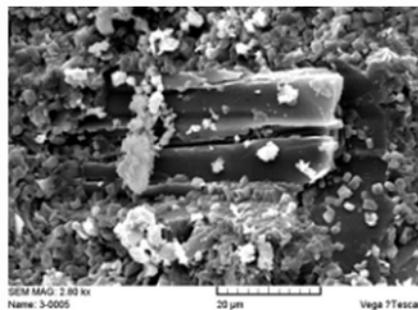


图7 石盐的中自形晶钠长石

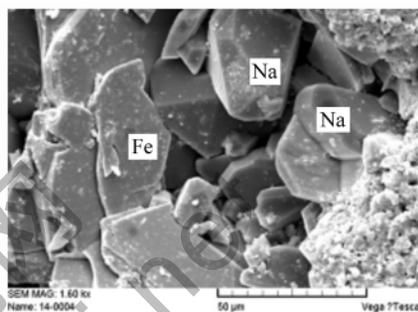


图8 晶洞中的钠长石(Na)和镜铁矿(Fe)

古界与下元古界结晶基底和下古生界褶皱基底的双重基底构造特征^[16]。后期盆地经历了石炭-晚三叠世类克拉通盆地发育以及三叠-晚侏罗世类前陆盆地发育期,中燕山运动使得盆地与鄂尔多斯盆地分割,进入独立演化阶段^[2,4]。

进入白垩纪,受晚燕山运动影响,在盆地南部形成大面积断陷湖盆^[6]。尔后,湖盆经历初始裂陷、强裂陷至后期萎缩3个阶段,到乃家河期湖盆大面积萎缩,气候条件由潮湿变成干燥,在湖底开始沉积碳酸盐岩、石膏、钙芒硝、芒硝等。乃家河后期湖水进一步蒸发,中间伴有淡水补充,物源充足,形成岩盐层^[17]。

从研究区沉积特征、岩石矿物及物质组分特征看,乃家河期盆地属于典型的陆相硫酸盐-氧化物盐湖沉积,成矿基本条件为干旱炎热为主的气候条件、多体系负向复合的构造条件、丰富的物质来源、良好的封闭条件等。其成矿作用的发展可分为2个阶段,在碳酸盐-硫酸盐期,沉积石膏、钙芒硝、芒硝及碳酸质的泥岩、泥灰岩等,主要分布在下成矿段;在氧化物期,沉积岩盐及石膏、白云岩等,主要分布在上成矿段;具有一个完整的碳酸盐-氧化物旋回,在其前为碳酸盐浅湖相,其后为氧化环境滨浅湖相红层沉积。具体成矿过程分述如下:

(1) 成矿作用早期,水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 沉积形成灰岩及泥灰岩, CaSO_4 渐渐达到过饱和,故而

呈星点状、斑点状开始沉积直至形成薄—中厚层石膏沉积;随着湖水持续蒸发,Na⁺相对富集,Ca²⁺,Mg²⁺已消耗殆尽,故而开始沉积钙芒硝,芒硝是在其后于局部地带(湖区中心凹处)沉积而成的。

(2)成矿作用后期,石膏、钙芒硝、芒硝沉积之后,湖水的补给速度(淡水补给)大于蒸发速度,主要沉积砂质泥岩及泥灰岩,间或有硫酸盐类矿物(主要是石膏)沉积,消耗了水中大量的Ca²⁺,Mg²⁺及CO₃²⁻,SO₄²⁻与Ca²⁺形成石膏呈星点状、薄层状混杂于泥岩、泥灰岩之中;尔后随着气候更趋干旱,水体补给不足,Na⁺,Cl⁻富集,开始形成含岩盐泥岩、薄岩盐层、中厚层岩盐层、含岩盐泥岩,呈现一个完整韵律。乃家河晚期,区内再一次补入淡水,在盆湖缩小后范围内沉积滨湖—浅湖相砂、泥岩、作为盖层,覆盖于盐类矿层之上。

晚白垩世,六盘山盆地整体处于隆升剥蚀阶段,持续时间较长,盆地边缘地带乃家河组地层剥蚀严重,残余厚度较小,岩盐矿整体遭受不同程度破坏,直至始新世寺口子期再次下沉接受沉积。受喜马拉雅运动影响,六盘山盆地新生代整体受到西南方向挤压应力作用而导致盆地强烈变形,主边界断裂以逆冲活动为主,盆地内部发生褶皱变形,六盘山主体快速抬升^[4,18]。盆地内部赋存的角砾状、碎裂状岩盐应为此时构造活动挤压破碎同时水体进入溶解早期岩盐二次沉积产物。

5 结 论

(1)六盘山盆地硝口地区岩盐赋存于下白垩统乃家河组上岩段,主要以含白云质泥岩、白云质泥岩、角砾状、碎裂状为主。岩盐厚度横向变化较大,纯度高,其中以中矿层品质最好。矿物成分主要为岩盐以及芒硝、钙芒硝、石膏、硬石膏等其他盐类矿物,含有少量金属矿物,脉石矿物主要包括白云石、钠长石,含有少量钾长石和部分黏土矿物。

(2)岩盐形成于乃家河晚期,期间盆地气候干燥,湖水大量蒸发,物源丰富,构成了岩盐矿形成的基本条件,沉积物特征整体上具有一个完整的碳酸盐—氧化物旋回。

(3)盆地新生代构造活动频繁,喜马拉雅运动对本区影响较大,是盆地现今构造格局形成的主要时期,同时也对盆地早期形成的岩盐矿床具有一定

的改造、破坏作用,角砾状、碎裂状岩盐是盆地新生代挤压活动引起岩石破碎同时水体溶解早期岩盐二次沉积的产物。

参考文献:

- [1] 田勤俭,丁国瑜.青藏高原东北隅似三联点构造特征[J].中国地震,1998,1(4):27-35.
- [2] 汤济广,梅廉夫,李祺,等.六盘山盆地构造演化及对成藏的控制[J].石油天然气学报,2009,10(31):1-6.
- [3] 郇玉龙,崔红庄,尚应军,等.六盘山盆地构造样式与油气分布[J].海洋地质前沿,2011,27(5):32-34.
- [4] 施炜,张岳桥,马寅生,等.六盘山盆地形成和改造历史及构造应力场演化[J].中国地质,2006,33(5):1066-1072.
- [5] 宁夏回族自治区地质矿产局.宁夏回族自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1990.
- [6] 巴秀娥,许叶妹,何希鹏.六盘山盆地中生界油气勘探潜力与勘探方向[J].新疆石油天然气,2006,2(4):12-16.
- [7] 赫云兰,刘波,秦善.白云石化机理与白云岩成因问题研究[J].北京大学学报(自然科学版),2010,46(6):1010-1020.
- [8] 李殿河.山东蓬莱丹崖山角砾状石英岩特征及其成因[J].山东地质,1985,1(2):92-97.
- [9] 崔云昊.河北省邯邢地区中奥陶统膏溶角砾状灰岩成因探讨[J].华北水利水电学院学报,1983,2:74-88.
- [10] 李明慧,易朝路,方小敏,等.柴达木西部钻孔盐类矿物及环境意义初步研究[J].沉积学报,2010,28(6):670-685.
- [11] 蒋宜勤,文华国,祁利祺.准噶尔盆地乌尔禾地区二叠系风城组盐类矿物和成因分析[J].矿物岩石,2012,32(2):105-114.
- [12] 刘淑文,王涛,曾荣,等.南秦岭旬阳志留系热水沉积钠长石岩地质地球化学特征[J].地质与勘探,2008,44(3):40-46.
- [13] 梁华英,王秀璋,程景平,等.广东大沟谷钠长石岩地球化学特征及成因研究[J].矿物学报,1998,18(1):113-118.
- [14] 王秀璋,梁华英.层状钠长石岩的基本特征及成因分析[J].矿物岩石,2001,21(2):16-21.
- [15] 王文泽.高硫洗矸综合利用的探讨[J].洁净煤技术,2008,14(1):95-98.
- [16] 张磊.六盘山盆地白垩系沉积构造演化及原型盆地研究[D].东营:中国石油大学(华东),2010.
- [17] 李学永,陶树,胡国利.油页岩沉积环境及成矿概况[J].洁净煤技术,2010,16(1):15-19.
- [18] 王勇,施炜.六盘山盆地白垩纪构造变形分析及其盆地形成演化[J].煤炭技术,2007,26(11):101-104.