察尔汗盐湖首采区上盐层中光卤石分布*

徐 昶 高东林 郑喜玉 高章洪 雷亚川
(中国科学院青海盐湖研究所，西宁 810008)

摘 要 本文根据1987、1991和1992年120个钻孔剖面岩性资料得出，察尔汗盐湖首采区及其附近地区上岩层中光卤石主要分布在首采区范围内，首采区外的东部、北部和东南部亦有少量分布. 其分布井段一般为埋深3～10m. 光卤石主要分布在中细粒致密(或松散)和含粉砂中粗粒松散石盐层中，多呈散状或似层状分布；在碎屑层中亦有少量光卤石分布. 并对光卤石成因和沉积演化进行了初步讨论.

关键词 光卤石分布 首采区 察尔汗盐湖

我们在承担国家七五项目"察尔汗盐湖首采区采卤过程中水动态水化学变化规律"任务过程中，于1987年在首采区及其附近地区打钻97口，井深一般为13～20m，并对上盐层钾盐沉积特征做过总结[1]. 由于部分原孔结盐堵塞及工作需要，我们又分别于1991年和1992年共打了重复钻孔39个，新孔22个，深孔1个，总进尺725m，又获得该湖沉积岩性方面的一些新资料. 本文以1987、1991和1992年三次所打的钻孔岩性资料为基础，重点对钻孔中光卤石分布特征做一个系统总结. 它为利用该地区固体钾盐，研究采卤过程中水化学变化规律和固液转化等方面，提供固体钾盐沉积方面的具体的地质背景资料. 所谓该湖首采区及其附近地区，是指达布逊湖以东、穿过该区的青藏铁路的两侧大约300km^{2}范围内的盐壳.

1 首采区沉积地层岩性的一些特征

1.1 首采区盐层沉积情况

根据1991年我们所打的Ⅳ$_4$孔剖面岩性资料，自上往下，主要分层情况如下：

(1)中细粒石盐，层厚1.33m，埋深0～0.33m.
(2)粘土质粉砂，层厚1.17m，埋深1.33～2.5m.
(3)中粗粒石盐，层厚4.64m，埋深2.5～7.14m.
(4)粘土质粉砂，层厚1.59m，埋深7.14～8.73m.
(5)粗粒石盐，层厚4.45m，埋深8.73～13.18m.
(6)粉砂，层厚3.68m，埋深13.18～16.86m.
(7)粗粒石盐，层厚1.15m，埋深16.86～18.01m.
(8)深灰色粘土质粉砂和褐色粉砂，层厚13.78m，埋深18.01～31.79m.
(9)中粒石盐，层厚1.13m，埋深31.79～32.98m.
(10)粘土质粉砂，层厚1.67m，埋深32.98～34.65m.
(11)石盐，层厚0.80m，埋深34.65～35.45m.

* 国家八五项目《察尔汗盐湖首采区采卤过程中水动态水化学变化规律》研究内容之一.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

(12)粘土质粉砂,层厚 0.73m,埋深 35.45～36.18m.

(13)中粒石盐,层厚 1.52m,埋深 36.18～37.70m.

(14)粘土质粉砂,层厚 5.79m,埋深 37.70～43.49m.

(15)粗粒石盐,层厚 0.59m,埋深 43.49～44.08m.

(16)深灰色粘土质粉砂,层厚 1.29m,埋深 44.08～45.37m.

(17)粗巨粒石盐,层厚 0.43m,埋深 45.37～45.80m.

(18)粘土质粉砂,层厚 0.90m,埋深 45.80～46.70m.

(19)中细粒石盐,层厚 0.25m,埋深 46.70～46.95m.

(20)粘土质粉砂,层厚 0.42m,埋深 46.95～47.37m.

(21)细粒石盐,层厚 0.27m,埋深 47.37～47.64m.

(22)粉砂质粘土,层厚 3.68m,埋深 47.64～51.32m.

由上数据可以看出,该钻孔在埋深 47.64m 时见有薄石盐层沉积,至埋深 43.49m 为第一次盐、碎互层沉积时期,其盐层累计厚度(1.54m)小于碎屑层厚度(2.61m).接着沉积较厚的碎屑隔层(第(14)层,厚 5.79m).然后出现第二次盐、碎交互沉积时期(埋深 37.70～31.85m),其盐层累计厚度(3.45m)大于碎屑层厚度(2.40m).接着又沉积了较厚的碎屑隔层(第(8)层,厚 13.78m).从埋深 18.01～地表,为最后一次盐、碎交互沉积时期,这一阶段明显地以盐类沉积为主(盐层累计厚 11.57m,碎屑层累计厚 6.44m).

1.2 1989 年达布逊湖发生的大水对首采区西部表层盐壳消溶和再沉积所表现的岩性特性

例如,OⅤⅡ$_4$孔,Ⅱ$_4$孔一带,原表面为几十 cm 厚的盐壳,盐壳中混有不少的风积物(粉砂为主).通过 1989 年达布逊湖的这次大水后,原孔口塑料管外的水泥墩,现在悬离盐壳约 30cm.1992 年我们在重打 OⅤⅡ$_4$孔时,最表面十分明显地形成两个不同岩性的沉积薄层:底部为数 cm 厚的分选性很好的褐色粉砂薄层;上部为新析出的数 cm 厚的细粒石盐薄层.这就是说,通过这次大水的"分选"作用,可溶盐溶于水中,不溶物(风积物)先沉积下来,首先形成一个褐色粉砂薄层.随着湖水的不断退缩和浓度增加(湖水已在 1990 年下半年退出这一带),不断析盐,在表面形成新的细粒石盐薄层.这一事实的存在,其意义我们将在后面有关部分具体讨论.

2 首采区钻孔中光卤石分布特征

各钻孔中光卤石分布井段、赋存的岩性和产状见表.此外,还有 37 个钻孔,在野外地质编录过程中未见到光卤石,其中有 6 个孔两次打钻均未见到光卤石.在所有的钻孔中,只有Ⅱ$_{18}$,Ⅱ$_{19}$,Ⅵ$_3$这 3 个孔中见到钾石盐,其分布井段分别为 3.76～4.56m,2.96～3.76m 和 5.40～5.76m.

2.1 光卤石分布范围

从表中可以看出,钻孔中的光卤石,除了主要分布在首采区范围内之外,在首采区东部大面积的盐壳中亦广泛分布光卤石,首采区的北部和东南部局部盐层中也有光卤石出露.同时可以看出,光卤石在钻孔中的分布井段,大部分集中在埋深3～10m.最晚出现光卤石的是 91～OⅠX$_4$孔,埋深为 0.5m;光卤石出现的最大埋深是 15.33m(91～Ⅱ$_{16}$孔).从整个首采区及其附近地区这一范围来看,从埋深大约 15m 开始直到接近表层盐壳,整个这一沉积阶段基本都有光卤石析出.

2.2 光卤石产状及其赋存的岩性

根据野外钻孔岩性描述,光卤石晶体与石盐颗粒紧密共生在一起,以中细粒致密(或松散)

©1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

石盐层为主，光卤石呈似层状或散状分布，这是光卤石分布的主要盐性和产状. 在含粉砂中粗粒松散石盐层中，散布少量光卤石晶体，这是光卤石的另一种产状. 在灰色粘土质粉砂(87—92— I_5孔)、褐色粘土质粉砂(87—92—OV_2孔)、深灰色粘土质粉砂(87— II_8孔)、褐色粉砂质粘土(87— IV_7孔)等碎屑层中，也有少量(或偶见)光卤石晶体分布，这是光卤石赋存的最次要层位.

表　察尔汗盐湖首采区各钻孔中光卤石分布

钻孔号	孔深(m)	光卤石分布井段(m)	光卤石赋存岩性	产　状	备　注
87—0 I_1	16.57	3.66—7.11	中粒石盐	散状	
87—0 I_2	16.57	0.80—1.96,3.46—4.40	中粗粒石盐	散状	
87—0 III_1	15.27	4.16—4.86, 6.71—7.26	中粗粒石盐	散状	92 亦见到光卤石
87—0 III_2	15.66	1.1,1.66—2.26,4.16—4.86	中细粒石盐	似层状	
87—0 III_3	16.27	2.46—4.36	中粗粒松散石盐	散状	
87—0 IV_1	15.55	3.75—8.25	中细粒致密石盐	散状	92 亦见到光卤石
87—0 IV_2	16.17	2.06—4.36,6.46—10.61	中细粒石盐，含粉砂中粗粒石盐	似层状，散状	
87— I_2	15.05	4—4.6,6.05—6.95	中粒致密石盐，含粉砂中细粒石盐	散状	92 亦见到光卤石
87— I_3	15.03	3.7—6.95	中细粒致密石盐	散状	92 亦见到光卤石
87— I_4	15.3	2—4.5	含粉砂中粗粒石盐，部分致密石盐	散状 局部似层状	
87— I_5	15.09	3—5.85,6.75—7.5	灰色粘土质粉砂，中粒致密石盐	散状	92 亦见到光卤石
87— I_6	15.09	2.5—5.5,6.5—8.2	中细粒致密石盐	似层状	
87— I_7	15.19	2.6—8	细粒致密石盐	似层状	
87— I_8	16.1	3.4—5.1,6.1—7.5	中粒致密石盐	散状	
87—0 VII_2	13.81	6.49—7.18	中粒致密石盐	散状	92 亦见到光卤石
87— I_9	16	2.6—9.1	中粒致密石盐，含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87— I_{10}	16	2.4—4.6,6.6—9.6	中粒致密石盐(为主)，含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87— I_{11}	16	2.62—10.5	中粗粒致密石盐(为主)，含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87— I_{12}	18.31	2.4—12.94	中粒致密石盐(为主)，含粉砂中粗粒松散石盐	散状	92 亦见到光卤石
87— I_{13}	15.23	3.8—7.74,8.55—13.84	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	92 亦见到光卤石
87—0 V_1	15.53	3.4—4,6.5—7.6	中粒致密石盐，含粉砂中粗粒石盐	散状	92 亦见到光卤石
87—0 V_2	13.85	4.45—5.55	褐色粘土质粉砂	散状	92 亦见到光卤石
87—0 V_3	16.17	2.56—4.26,5.46—6.36	中粒石盐	似层状	后一井段中光卤石含量达 1/3
87—0 V_4	17.02	6.4—7.1	粗粒致密石盐	似层状	
87— II_6	10.63	2.62—3.32,4.57—5.07,8.23—8.93	中细粒石盐	似层状	91 亦见到光卤石
87— II_8	12.78	3.02—3.92,5.07—6.52,8.13—10.03	中粒粉砂，土黄色粉砂，深灰色粘土质粉砂	似层状	
87— II_9	12.45	3.44—3.94,4.2—7.49	中粒石盐，灰色粘土质粉砂	似层状，散状	91 亦见到光卤石
87- II_{10}	19.68	3.62—5.62	含粉砂细粒石盐	似层状	
87— II_{11}	16.68	3.62—4.92,5.92—8.93	中细粒致密石盐，含粉砂中粗粒松散石盐，粘土质粉砂	似层状，散状	91 亦见到光卤石
87— II_{12}	12.58	2.52—4.47,5.92—7.78	中粒石盐	似层状	
87— II_{15}	15.58	5.92—6.22	中粒致密石盐	散状	
87— II_{17}	17.58	5.87	含粉砂粗粒石盐	散状	
87— II_{18}	15.09	3.76—7.15	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	3.76—4.56m 含钾石盐
87— II_{19}	17.03	3.7—10.05	含粉砂粗粒松散石盐	散状	2.96—3.76m 含钾石盐
87—0 VI_3	14.95	4.76—6.06,6.41—8.01	中粗粒石盐	似层状	

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

钻孔号	孔深(m)	光卤石分布井段(m)	光卤石赋存岩性	产　状	备　　注
87－0Ⅵ$_4$	17.09	2.81－4.25,6.01－8.31	中粒致密石盐	似层状	单层 0.5－1cm,光卤石约 1/3
87－0Ⅵ$_5$	14.55	3.76－6.96,7.16－12.65	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	光卤石主要分布前井段
87－Ⅲ$_3$	15.29	4.2－9.1	中粒石盐，褐色粘土质粉砂，深灰色粘土质粉砂	散状	后面岩性中光卤石偶见
87－Ⅲ$_4$	15.09	4.1－7.4	中粒致密石盐	散状	92 未见到光卤石
87－Ⅲ$_5$	13.50	4.3－7.5	中细粒致密石盐	散状	
87－Ⅲ$_6$	14.49	4.02－4.72,6－7.5	中粗粒致密石盐	散状	91 亦见到光卤石
87－Ⅲ$_7$	15	3.9－7.4,11.5(偶见)	中粗粒致密石盐	散状	91 亦见到光卤石
87－Ⅲ$_8$	15.09	3.6－7.2	含粉砂中粒石盐，褐色粘土质粉砂	散状	后者岩性中光卤石偶见
87－Ⅲ$_9$	13.81	4.66－7.55,11.31－12.51	中粒致密石盐，含粉砂粗粒石盐	散状	91 亦见到光卤石 前面井段中偶见
87－Ⅲ$_{10}$	13.81	5.26－7.15,9.02－13.81	中粒石盐，含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅳ$_2$	13.18	6.63－7.23	中粒石盐	散状	
87－Ⅳ$_3$	13.08	9.33－10.63	含粉砂中粒石盐	散状	偶见
87－Ⅳ$_4$	13.18	3.82－4.32,5.62－10.23	中粒石盐,粘土质粉砂，深灰色粘土质粉砂	散状	
87－Ⅳ$_5$	13.18	5.22－6.02,6.32－7.33	中粗粒石盐	散状	
87－Ⅳ$_6$	9.95	4.5－7.05,7.66－8.16	中粗粒致密石盐，深灰色粘土质粉砂	散状	92 亦见到光卤石 后者岩性中偶见
87－Ⅳ$_7$	13.81	4.96－7.55,8.45－9.05	中粗粒石盐，褐色粉砂质粘土	散状	后者岩性中偶见
87－Ⅳ$_8$	13.28	8.46－10.01	含粉砂中粗粒石盐	散状	
87－0Ⅷ2	13.91	7.58－7.86	灰色粘土质粉砂	散状	
87－Ⅴ$_1$	10.05	2.36－8.35	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅴ$_2$	10.05	2.26－7.05	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅴ$_3$	9.05	1.46－9.05	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅴ$_4$	8.45	3.86－8.45	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅴ$_5$	8.36	4.25－8.35	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	偶见
87－Ⅴ$_6$	8.55	3.76－8.55	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	偶见
87－Ⅵ$_1$	9.10	3.80－7.45	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅵ$_2$	8.65	3.50－8.65	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
87－Ⅵ$_3$	8.05	2.90－7.80	中粒致密石盐，含粉砂粗粒石盐	散状	含钾石盐(5.4－5.76m)
87－Ⅸ$_1$	10.10	3.8－5.1,8.6－10.1	中粒石盐，含粉砂中粒石盐	散状	后者岩性中偶见
87－Ⅸ$_2$	10.05	3.3－3.5,4.3－5.1	中粒致密石盐，中粗粒松散粒石盐	散状	
87－Ⅹ$_2$	6.95	1.4－2.17,4.9－5.4	中粒致密石盐，含粉砂中粒石盐	似层状，散状	92 亦见到光卤石
91－Ⅶ$_3$	8.09	6.07－7.09	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
91－0Ⅸ$_5$	13.53	4.6－6.8	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
91－0Ⅸ$_4$	13.53	0.5－1,2.9－3.3,4.8－6.57	中细粒致密石盐，含粉砂中粗粒石盐	散状	
91－Ⅲ$_{11}$	15.35	4.3－10.54	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
91－Ⅰ$_3$	7.72	2－2.26,3－3.35	中细粒石岩	散状	87 未见到光卤石
91－Ⅱ$_{16}$	17.52	4.7－8.64,13.58－15.33	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	87 未见到光卤石
91－Ⅱ$_{14}$	16.62	4.7－5.57,8.64－10.59	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	87 未见到光卤石
91－Ⅳ$_{11}$	13.53	2.8－7.59,7.69－8.19	中细粒致密石盐，含粉砂中粗粒石盐	散状,似层状	
92－0Ⅶ$_4$	8.10	6.37－6.67	中粒致密石盐	散状	非 87 原孔位置
92－0Ⅰ$_1$	8.29	3.65－6.59,7.89－8.29	中粒致密石盐，含粉砂中粒松散石盐	似层状,散状	非 87 原孔位置
92－0Ⅲ$_4$	7.89	4.55－4.85	含粉砂中粗粒松散石盐	散状	
92－0Ⅵ$_1$	8.40	7－7.2	灰色粘土质粉砂中石盐薄层	散状	87 未见到光卤石
92－0Ⅶ$_1$	8.30	6.83－8.3	灰色粘土质粉砂	散状	87 未见到光卤石

注：计 78 个孔中见到光卤石，其中 18 个孔两年重复见到光卤石，6 个孔两年钻进中只一次见到光卤石.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

3 讨论

3.1 光卤石成因

根据光卤石分布的岩性特点、产状，我们初步认为光卤石有以下两种成因.

①自生成因　前面提到的中细粒致密石盐层中似层状分布的光卤石，在有的钻孔中，如87－OV$_3$孔，87－OV I$_4$孔，光卤石含量可达1/3.这样多的光卤石与石盐紧密共生在一起，应该认为它们是同时析出成层的.前面已经提到，钻孔中埋深15m至表层盐壳，这一沉积阶段断断续续都有光卤石析出，表明这一阶段卤水基本处于钾盐析出过程.现在我们在达布逊湖东北部局部表层，可以直接见到光卤石和石盐同时析出沉积成层也是一个佐证.

②次生成因　前面提到的以单个晶体呈散状分布在一些碎屑层中的光卤石，它的析出，表明在碎屑物沉积成层以后，由于晶间卤水的浓缩而形成的.与其共生的往往含有少量碎屑物包裹体.在水体明显淡化而大量沉积碎屑物时，同时析出光卤石，这是不可想象的.

3.2 察尔汗盐湖沉积的一些特征

据前面叙述的91－Ⅳ$_4$孔剖面岩性资料，该湖从出现盐类沉积层以来，一直以盐、碎互层沉积为特点，概括起来有三次大的沉积旋回，每一次大的旋回，其盐层不断加厚，碎屑隔层亦不断加厚.与我们以前在首采区西北部所获得钻孔岩性相比较，其盐、碎互层的旋回性及层的厚度变化趋势更为清楚.这样的盐碎交替沉积过程中，不断的补充可溶盐组分，不断地增加钾的浓度.因此，该湖能形成较厚的石盐层和在几乎整个上盐层中断断续续都有光卤石出露，是与盐、碎交替成层，不断提供沉积物源分不开的，同时也是该湖长期形成演化的结果.

3.3 1989年达布逊湖大水对首采区西部表层沉积物的“分选”成层作用及其意义

前面已提到，1989年达布逊湖水陡涨，淹没和溶解了首采区西部部分盐壳，湖水于1990年秋逐步退去，这一过程中，使原盐壳表层形成两种岩性的沉积层：底部为分选性很好的褐色粉砂薄层，上部为细粒石盐薄层.我们在首采区西部盐壳上一些钻孔剖面中，特别在埋深2m以上这一井段中，也见到这种分选性很好的褐色粉砂薄层，甚至数层.将今论古，我们有理由认为，在首采区西部靠近达布逊湖一带的盐壳，曾经发生过类似1989年湖水的数次“水侵”、“水退”，表明这一带的上部盐层是不连续沉积的.它为我们更深入认识该湖岩性的沉积机理和沉积条件提供了新的信息.这个问题有必要继续研究.

参 考 文 献

1　李秉孝，徐昶，中国青藏高原研究会第一届学术讨论会论文选，北京，科学出版社，1992，98-103

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.ne

Distribution of carnallite in salt bed of the first mining area in Qarhan Playa

Xu Chang, Gao Dongling, Zheng Xiyu, Gao Zhanghong and Lei Yachuan

(Institute of salt lakes, Academia Sinica, Xining 810008)

ABSTRACT

Carnallite distributes mainly in the first mining area, with a small amount in the eastern, northern, and southeastern parts off the first mining area. The core section of the carnallite distribution ranges from 3 to 10 meters in depth. Carnallite distributes mainly in the compact (or loose) halite bed or the salt-bearing middle-coarse grain halite bed. Carnallite distributes in a small amount in the clastic bed. Carnallite in salt bed is basically of authigenic origin and is a secondary origin too.

Keywords carnallite distribution, first mining area, Qarhan Playa

©1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne