

柴达木盆地硼矿

杨 谦

(青海地质矿产局第一地质大队)

提要 柴达木盆地硼砂资源,按其成因主要为沉积硼矿和矿化水两类。本文讨论了柴达木盆地硼矿床的基本特征及其分布规律

关键词 沉积硼矿 矿化水 硼矿成矿带

作者简介 杨 谦 男 51岁 高级工程师 矿床地质

柴达木盆地位于青藏高原的北侧,以产丰富的盐类矿产而著称于世,其中除了固体钾镁盐、石盐、芒硝、石膏以外,还有大型硼矿床两处,中小型硼矿床多处。研究这些硼矿床及其分布规律有着重要的经济意义和理论意义。

一 柴达木盆地硼矿的成因类型

И.М.库尔曼(1956)将硼矿床按成因划分为三种类型:内生矿床、外生矿床和变质矿床。柴达木盆地的硼矿床属于该分类中外生矿床中的沉积型和矿化水两类,其它类型尚未发现。据沉积方式不同,沉积型又可划分为五个亚类;按形成条件不同,矿化水型又可分为四个亚类,见表1。

表 1 柴达木盆地硼矿床(矿化)

Table 1 Types and characters of the borate deposits in Qaidam Basin

类型	亚 类	矿 石 建 造	规 模
沉 积 硼 砂	湖泊化学沉积硼矿床	柱硼镁石—钠硼解石	大 型
	湖沼化学沉积硼矿	硼砂—钠硼解石	小型或矿化点
	油田水沉积硼矿	钠硼解石	矿化点
	矿泉水沉积硼矿床	钠硼解石	中型或矿化点
	盐渍土硼矿	钠硼解石硼土	矿化点
矿 化 水	现代盐湖卤水	表面卤水、晶间卤水	大 型
	油田水	矿化含硼水	矿 化
	矿泉水	矿化含硼水	矿 化
	泥火山水	矿化含硼水	矿 化

二 硼矿床实例

现将几个具代表性的矿床实例分述如下:

1. 沉积硼矿

(1) 大柴旦盐湖硼矿床

大柴旦盐湖硼矿床属于第四纪内陆盐湖硫酸镁亚型硼矿床,有固体矿和液体矿两种。前者又可分为湖滨矿和湖底矿;后者又分为表面卤水和晶间卤水。

湖滨矿 分布于矿区东部湖岸 (图 1, A 区) 及西南部干盐滩 (图 1, B 区), 前者分布面积约 3km², 矿体产于含石膏砂质粘土、细砂石膏及卤泥层中, 多呈扁豆状、囊状、条带状及团块状断续产出。硼矿物以钠硼解石、水方硼石和柱硼镁石为主, 次为库水硼镁石、水碳硼石、多水硼镁石、板硼石、三方硼镁石和章氏硼镁石; 后者分布面积约 6km², 矿体多呈孤立的扁豆体断续分布, 硼矿物以钠硼解石为主, 水方硼石次之。

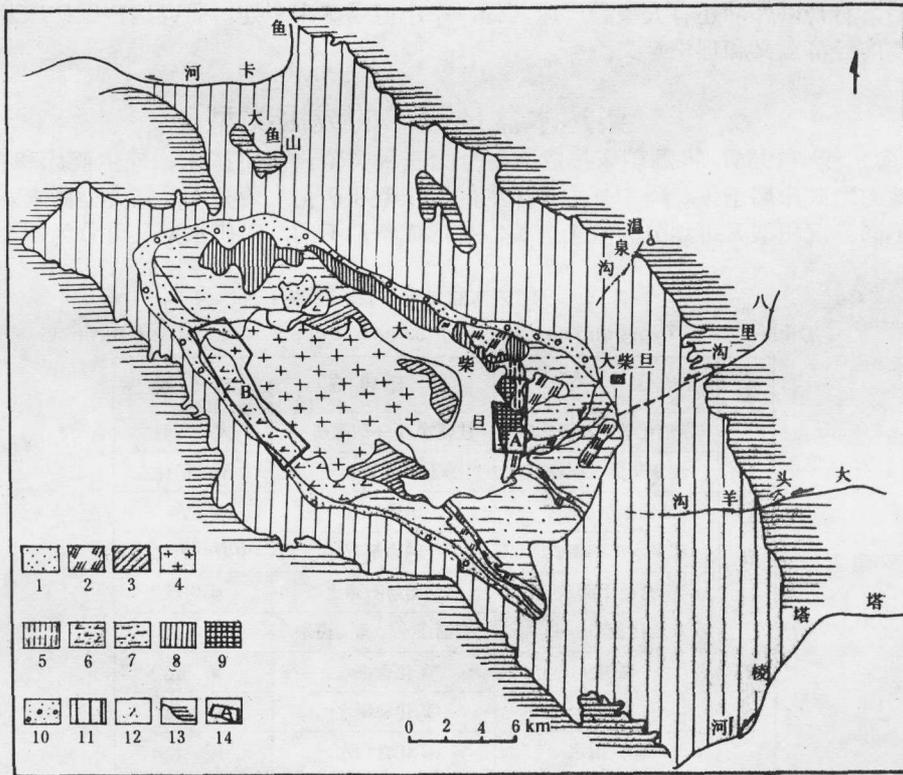
湖底矿 自下而上可分为六个矿层:

B1 含钠硼解石粘土。钠硼解石呈星点状分布于粘土中, 埋深 3m 左右, B₂O₃ 含量 0.52—1.58%。

B2 含钠硼解石的芒硝盐。由石盐、芒硝及石膏组成, 钠硼解石呈团块状或不规则状分布其中, 埋深 19—22m, B₂O₃ 含量 0.79—2.21%。

B3 含钠硼解石、柱硼镁石的盐类粘土。由粘土和石膏、石盐、芒硝组成, 钠硼解石和柱硼镁石呈星点状或团块状分布, 埋深 5—10m, B₂O₃ 含量 0.82—2.45%。

B4 钠硼解石、柱硼镁石、石膏卤泥。为主要矿层, 由石膏、柱硼镁石、钠硼解石和卤泥



1.积砂 2.含腐植质砂质粘土 3.含石膏砂质粘土和石盐 4.石盐 5.卤泥石膏或含砂卤泥 6.含砂石膏
7.砂质粘土 8.硼土 9.钠硼解石 10.砂砾石 11.含砾石砂质粘土 12.湖水 13.老山剥蚀区 14.地表硼矿分布区

图 1 大柴旦湖硼矿床地质略图

Fig. 1 Geological map of the borate deposit of Dachaidan salt lake

组成、含少量石盐和芒硝, 埋深 6—8m, B₂O₃ 含量 0.75—10.07%。

B5 含钠硼解石、柱硼镁石的芒硝。由芒硝组成, 其中含钠硼解石和柱硼镁石, 埋深 5—6m, B₂O₃ 含量 0.8—2.24%。

B6 含钠硼解石、柱硼镁石的石盐。主要由石盐组成, 含有钠硼解石、柱硼镁石和少量芒硝、石膏及卤泥, 埋深 2—3m, B_2O_3 含量 0.83—2.29%。

液体矿 包括表面卤水和晶间卤水。含硼、钾、锂、镁等有用元素, 构成具综合利用价值的

表 2 大柴旦湖水及晶间卤水有用组分含量表

Table 2 The contents of the useful compositions of surface brine and intercrystalline brines of Dachaidan salt lake

类 型	有用组分含量 (mg/i)						
	B_2O_3	K^+	Mg^{2+}	Na^{+}	Licc	Br^{+}	I^{+}
湖 水	1700—3800	4400—7700	13000—26000	87700—87800	650—1400	70—140	0.00—0.63
晶间卤水	第一层	1268—2384	1200—11884	2512—52204	33600—103627	35—2504	—
	第二层	1453—2764	1140—9790	4319—47657	47400—79000	70—2326	0.00—0.76

液体矿。其组分含量见表 2

(2) 马海硼矿床

马海硼矿床位于马海盐类沉积区的东南缘, 分布面积约 100km²。(图 2)

盐坑的分布特征 盐坑形态不一, 以园形和椭圆形最多, 一般直径为 4—5m, 最大 20m—30m, 最小 1m。它们彼此孤立, 间距 0.3—30m 不等, 局部连通。含硼盐坑的占盐坑总数的 10—40%。

硼矿在盐坑中的分布 硼矿不均匀分布于盐坑中的下部或边缘, 盐坑具剖面如下: (自上而下):

I 含砂石盐 厚 0.05—0.6m。

II 含粘土芒硝 钠硼解石呈斑点状、团块状分布于本层的中部和底部, 硼砂分散于芒硝和粘土中, 厚 0.4—0.8m。

III 含芒硝石膏的砂质粘土 钠硼解石呈鸡窝状、团块状或脉状分布于其中上部, 厚 0.25—1.5m。

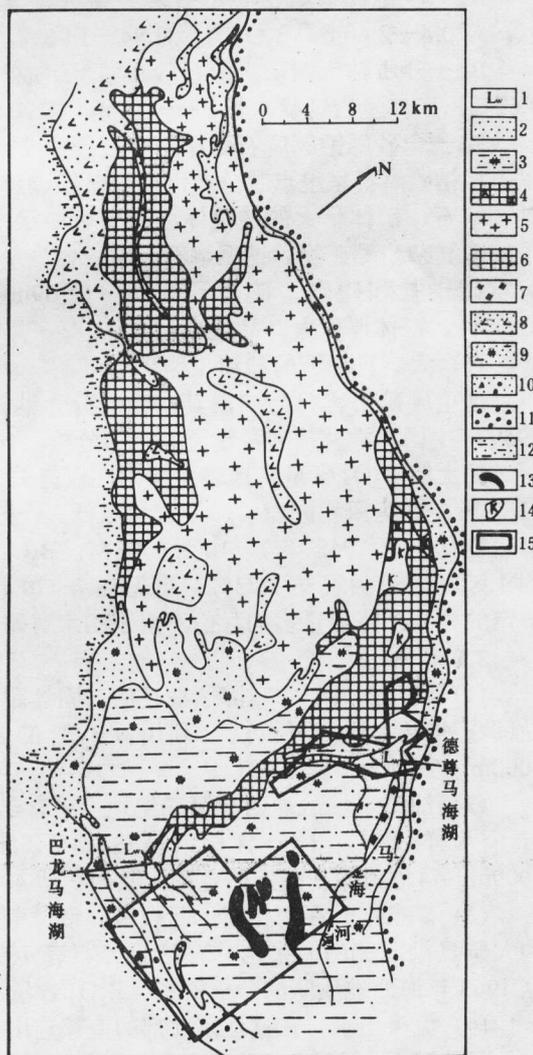
IV 砂质粘土 为盐坑的底板。

矿体特征 矿体呈透镜状, 少数为层状, 产状水平或微倾斜, 主要由钠硼解石、芒硝、硼砂、卤泥和砂质粘土组成, B_2O_3 含量 1.5—9.8%。

- 1 湖水 2 粉细砂 3 含石盐的粉砂粘土 4 含光卤石及砂的石盐 5 含砂石盐 6 含石膏的粉砂石盐 7 腐植质淤泥
- 8 石膏粉砂 9 含石膏粘土的粗细砂 10 砂砾石 11 砾石
- 12 粘土细砂 13 钠硼解石及硼土 14 光卤石石盐 15 盐坑分布区

图 2. 马海盐类沉积区地质略图

Fig.2 Geological map of the Mahai salt deposit region



(3) 开特米里克硼矿点

该硼矿点产于一个背斜构造的一侧侵蚀凹地中，凹地长约 2km，宽 0.5km，亦可分为固体矿和液体矿两类。

固体矿 按其产状可分为透镜状、星点状和细脉状，以透镜状为主。透镜状硼矿体分布于凹地的低洼处，面积仅 0.2km²。分两层：下层埋深 1.5—4.0m，厚 0.1—0.63m 钠硼解石呈细脉状或团块状产于泥岩中，B₂O₃ 含量 0.5—3.42%；上层埋深 1—2m，厚 0.3—1.50m，钠硼解石呈透镜状产于含芒硝的石盐和含石盐的细砂中，B₂O₃ 含量 0.51—14.50%。

液体矿 赋存于上层固体砂的晶间，B₂O₃ 含量 1750—2303mg/l，KCl 含量 600—700mg/l。

(4) 雅砂图硼矿床

该硼矿床位于一个山间河谷洼地中，面积约 0.3 km²，四周出露有花岗岩，矿层产于第四系上更新统砂砾石层中。根据岩性不同，自下而上可分为三层：

B1—一砂砾硼矿 主要由砂砾石组成，其成分为花岗岩和少量灰岩和粘土，硼矿呈小扁豆状，厚 0.4—2.40m，B₂O₃ 含量 0.84—1.86%，肉眼未见硼矿物。

B2—一砂质粘土硼矿 由粉砂和粘土组成，其中含钠硼解石、库水硼镁石，B₂O₃ 含量 0.78—4.67%。矿体呈透镜状，长 23—350m，宽 20—60m，厚 0.3—4.20m。

B3—一含砂砾钠硼解石硼矿 本层埋深 2—8m。下部含石灰华和砾石较多，石灰华可达 50% 以上，钠硼解石呈星点状分布；中部含钠硼解石最多，为富矿；上部则以砂砾石为主，含星点状钠硼解石。矿体呈大的透镜体，个别呈筒状，产状具波状起伏，有 7°—8° 的原始倾斜。矿体中小构造复杂。硼矿物以钠硼解石为主，含少量报硼石、库水硼镁石、硼砂、硼钙石等，伴生矿物有重碳酸盐和硫磺。矿体厚 0.30—12.59m，长 6—350m，宽 50—175m，B₂O₃ 含量 0.55—42.99%。矿体厚度大、品位高。

(5) 大柴旦湖滨的盐渍土硼矿

这重硼矿俗称“硼土”，其矿物成分为钠硼解石、硼砂、石盐、芒硝、石膏和粘土组成。据 1959 年中国科学院盐湖科学调查队的分析，含 B₂O₃ 2.98—7.32%。

硼土的 B₂O₃ 含量与地表土层的性质有关，如为砂质粘土，B₂O₃ 为 0.24—0.65%，个别高达 11.59%；如为风积湖积砂，则含量较低，一般为 0.02—0.58%。此外，硼土中 B₂O₃ 含量亦随季节而变化。据 1958 年 7—10 月的观察，B₂O₃ 含量变化为：7 月为 1.64%，8 月为 1.88%，9 月为 1.92%，10 月高达 2.23%。可见在 7—10 月，B₂O₃ 含量是逐渐增加的，这种情况与降雨量有一定的关系。降雨量多的月份，由于雨水对硼土的溶解而使硼土中 B₂O₃ 的含量降低。

2. 矿化水

(1) 现代盐湖卤水 除了前述的与固体硼矿伴生的液体矿以外，其它现代盐湖的地表卤水和晶间卤水也含硼，可以综合利用。B₂O₃ 的含量各地不一，一般 500—1200mg/l，最高可达 4000mg/l 以上。

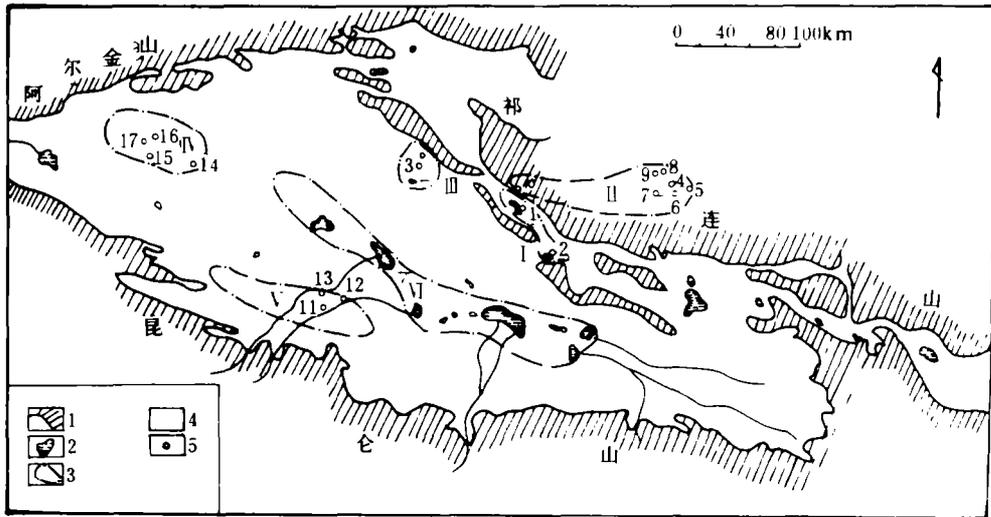
(2) 油田水 盆地西部第三纪地层中含丰富的油田水，且含硼较高。根据 23 个构造所取的 47 个水样分析，B₂O₃ 含量最高达 2369.85mg/l。在南翼山至油墩子一代，按 B₂O₃ 含量 1000mg/l 等值线新圈定的范围，其面积达 4000km²，因此是一个巨大的潜在硼矿资源。

(3) 矿泉水 在南祁连，断裂破碎带发育，沿这些破碎带有含硼矿泉水分布。其中最集中处为大柴旦湖北侧的温泉沟。在这里分布有 109 个泉，其中大部分为温泉，水温一般 55—65℃，据 1963 年海西地质队的分析资料，B₂O₃ 含量 137.5mg/l。

(4) 泥火山水 在盆地东北部的南祁连山区的山间河谷地区，分布有一些泥火山，从其中喷出含硼的泥火山水，B₂O₃ 含量 55—470mg/l。

三 柴达木盆地硼矿的分布规律

柴达木盆地硼矿带属于西藏—青海新生代硼矿成矿带的组成部分。根据硼矿的成因及其矿物共生组合特征可划分为六个成矿带(或成矿区), 见图3。



1.剥蚀区 2.湖泊 3.成矿带范围 4.成矿带号 5.硼矿产地及编号

图3 柴达木盆地硼矿分布略图

Fig. 3 Sketch map of distribution of the borate deposits in Qaidam Basin

1.盆地北缘山间盆地湖泊化学沉积硼矿成矿带

此带是盆地最重要的硼矿成矿带, 大型硼矿床均位于此带。它具有以下特点:

(1) 湖水的水化学类型属于硫酸镁亚型。

(2) 沉积物的矿物成分主要为石盐、芒硝、白钠镁矾、钠硼解石和柱硼镁石, 少量钙芒硝、软钾镁矾、无水芒硝、泻利盐和六水泻盐等。

(3) 硼矿的物质来源主要与沿南祁连断裂破碎带上升的深部循环水有关。

2.南祁连山间河谷地区矿泉水沉积硼矿及含硼矿泉水成矿带

此带分布有较多的含硼矿泉水, 但只有在个别情况下能够形成具有工业价值的硼矿床。断裂构造发育, 具有较高的硼区域地球化学背景场是此带的主要特征。

3.盆地西部第三纪隆起区东侧山前湖沼化学沉积硼矿成矿区

本区主要产钾镁盐, 但在盐类沉积的边缘湖沼地区(亦称盐泥坪)亦形成硼矿是此带的主要特点。

4.盆地西部第三纪隆起区油田水再沉积硼矿及含硼油田水成矿区

本区广泛分布有油田水, 水质为氯化钙型。油田水主要赋存于第三系泥质砂岩、粉砂岩、细砂岩和泥灰岩中, 埋深200—1000m, 最深达3000m。

5.盆地南部边缘西段湖沼化学沉积硼矿成矿区

本区位于那菱格勒河和鸟图美仁河下游的潜水溢出带, 含硼地下水非常活跃, 沼泽和盐坑非常发育, 为本区的湖沼化学沉积硼矿的形成提供了十分有利的条件。

6.大盆地中部新生代沉降带内与钾镁盐相伴生的液体(卤水)硼矿成矿带

本带位于大盆地中部的中生代沉降带内,是盆地内钾镁盐的主要富集区。在广泛分布的盐层晶间,赋存有丰富的晶间卤水,在盐类沉积区内亦残存一些卤水湖,这些晶间卤水和表面卤水不仅富含钾、镁、锂、铷、铯等元素,而且还含有较高的硼形成了具有极高经济价值的可供综合利用的矿产资源。

值刘指出的是,尽管本带卤水含硼较高,但在盐层中至今尚未发现固体硼矿物。其原因主要是由于本带的卤水属于氯化物类型这种具体物理化学条件所致^①

收稿日期 1987年1月2日

参 考 文 献

- 曲一华等, 1964, 地质学报, 第44卷, 第3期 351—356页。
 曲一华等, 1979, 盐矿物鉴定手册, 地质出版社。
 杨谦, 1988, 地球科学, 第13卷第1期, 49—58页。
 韩蔚田等, 1963, 科学通报, 第21期, 1315—1318页。
 谢先德等, 1963, 中国科学, 第12卷, 1246—1248页。
 谢先德等, 1963, 地质科学, 第4期, 217—221页。
 谢先德等, 1964, 地质科学, 第1期, 91—99页。
 谢先德等, 1965, 硼酸盐矿物, 地质出版社。

BORATE DEPOSITS IN QAIDAM BASIN

Yang Qian

(First Geological Brigade, Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province)

Abstract

Qaidam Basin is situated in the northern border of the Qinghai-Tibet plateau and is one of the largest inland basins in the world. In this basin, it is enriched in borate deposits. According to their genesis, it can be divided into two types: sedimentary origin and mineralizing water. On the basis of the conditions of its formation, the former may be divided into five subtypes: lacustrine-chemical deposit, lacustrine marsh deposit, deposit of resedimentary origin of oilfield water, deposit of mineralized water and salted soil; The latter may be further classified into four subtypes: brine of the recent salt lake, water of oilfield, mineralized water and water of the mud volcano.

The occurrence of ore body and mineral association are different in each one. The lacustrine-chemical borate deposit is the most important among them.

There are eleven minerals of borate have been found so far in Qaidam Basin. They are ulexite, pinnoite, inderite, kurnakovite, carboborite, hungtsaoite, macallisterite, inyoite, hydroboracite, borax, and nodleite. Among them, carboborite, and hungtsaoite were the first found in the world.

The mineralizing water are distributed very wide in Qaidam Basin and it is higher in grade of boron. On account of the boron associated with element K, Li, Mg, I, especially in the brine of salt lake, so it became mineral resource with comprehensive utilization value.

According to the origin and the space distribution of the borate deposits, it may be divided into five

^①姜春潮等,《中国矿床》第18章,硼矿床,(待刊)

minerogenetic belts in Qaidam Basin as follows:

1, The minerogenetic belt of lacustrine-chemical sedimentary borate of intermont basin on the northern margin of the basin.

2, The minerogenetic belt of sedimentary borate in the region of intermontane valley on the southern of Qilian Mountain.

3. The minerogenetic region of lacustrine marsh-chemical sedimentary borate of the front depression of the mountain on the eastern side of Tertiary uplift region of the western basin.

4. The minerogenetic belt of resedimented borate of oilfield water and B-bearing oilfield water on the Tertiary uplift of the western basin.

5. The minerogenetic belt of lacustrine marsh-chemical sedimented borate on the southern of the basin.

6. The minerogenetic belt of B-bearing brine associated with K-Mg salt in the Meso-Cenozoic depression belt of the centre basin.