

盐业资源的综合利用

1.1 海水、卤水资源概述

1.1.1 盐业资源概述

海水是地球最大的资源，地球上 97% 的水储藏在海洋里，海洋的面积占地球表面积的 70% 以上，海水的总体积达 13.7 亿立方千米，海水中含有的化学元素达 80 种之多，储藏着几乎取之不尽的化工原料，总含盐量高达 5×10^8 亿吨之多，为人类提供了极其丰富的资源。

海水中主要化学元素含量如表 1-1 所示。按其含量多少，可分为 3 类：

表 1-1 海水中主要化学元素的含量

元 素	符 号	浓度 / (mg/L)	海水中总含量 / 万亿吨
氯	Cl	18980	29300
钠	Na	10561	16300
镁	Mg	1271	2000
硫	S	884	1400
钙	Ca	400	600
钾	K	380	600
溴	Br	65	100
碳	C	28	40
锶	Sr	8	2
硼	B	4.6	7.1
硅	Si	3	4.7
锂	Li	0.17	0.26
碘	I	0.06	0.093
钼	Mo	0.01	0.016
铀	U	0.003	0.004
银	Ag	0.00004	0.0005
金	Au	0.000004	0.000006

(1) 常量元素——含量在 100mg/L 以上。

(2) 微量元素——含量在 1~100mg/L 之间。

(3) 痕量元素——含量在 1.0mg/L 以下。

海水中含有的微量元素在工业上有极大价值。如金属锂、锶、镓、铯等，它们是原子能、半导体工业不可缺少的原料，虽然含量极微，但巨量的海水是用之不竭的。若能从海水中提取出来，也是个极其惊人的数字。

井卤资源有 3 种类型：黄卤、黑卤、岩盐卤。井卤中除了有大量的氯化钠之外，还有碘、硼、钡、锶、锂、铷、铯等元素。

盐湖资源：我国盐湖大多属于氯化物、硫酸盐型盐湖，也有部分是碳酸盐型盐湖。盐矿

中氯化钠平均含量在 73%~80%，除了含有大量的氯化钠之外，还有硫酸盐、氯化镁、氯化钾等。

盐矿资源：盐矿含大量的氯化钠，伴随着氯化钠的还有硫酸盐。有的盐矿（如运城盐矿）中含有钼、钡、锶、锆等稀有元素，其含量达十万分之一。

1.1.2 我国盐业资源的分布状况

我国的海盐区可分为 5 个区域，即渤海湾盐区、北部湾盐区、黄海岸盐区、东南沿海盐区、杭州附近盐区。可以这样说，从鸭绿江起到北部湾、海南岛、台湾岛，11000 余千米漫长而辽阔的海岸线都生产海盐，并副产盐化工产品。

井盐：井卤生产区域多集中在四川省自贡、乐山、南充、绵阳、西昌、遂宁和重庆万州、涪陵 7 个市区以及川鄂边区地带。其中以自贡市最为著名，其井盐年产量占整个井盐区的 80% 以上，占全国盐产量的 10%。

盐湖资源：中国是多盐湖的国家。北起东北大兴安岭的南端，沿阴山山脉—祁连山脉东端—冈底斯山脉一线的北部，约有 1000 多个盐湖。而青海、新疆、内蒙古及西藏是中国盐湖分布最集中的 4 大省及自治区。

就世界范围来说，现代盐湖分布，按纬度分为两个带一个区：北半球盐湖带、南半球盐湖带和赤道盐湖区。北半球盐湖带位于北纬 12° ~ 63° 范围内，大多数集中在 30° ~ 50° 之间；南半球盐湖带位于南纬 10° ~ 45° 之间；赤道盐湖区位于北纬 5° 到南纬 5° 范围内。我国现代盐湖的分布纬度，在北纬 30° ~ 49° ，基本上和北半球盐湖带相吻合。图 1-1 所示为中国主要盐湖分布图，中国主要盐湖名称和地点如表 1-2 所示。

我国现代内陆盐湖的分布，在地理位置上，从西部的西藏、新疆两个自治区，至东北的吉林、黑龙江等省，都有盐湖分布。但因受构造运动的控制，以及地貌、地形及气候因素的相互制约，具有明显的分带性和地区特点，例如，青海省广阔区域内，柴达木盆地盐湖比较集中，盐湖矿床的规模一般都比较大。

我国盐湖矿床的地理分布与自然地理条件有关，其中最主要的是气候特征。湖区降水量与蒸发量的比例关系，是盐湖矿床的主要气候指标。沙漠、半沙漠及草原地区，因为不受洋流及大洋季风的影响，气候干燥，降水量小，蒸发作用强，适合于盐湖矿床的形成。加之内陆盐湖主要靠降水和潜水补给，水量较小，多数盐湖处于半干涸或干涸状态。

就盐湖水化学特征及盐类化学成分而言，由于受水文、地球化学及物理化学等条件制约，各地区盐湖水的化学类型是有差异的。如内蒙古多碳酸盐型；新疆多硫酸盐型，尤以硫酸钠亚型较多；青海多氯化物型及硫酸镁亚型；西藏多碳酸盐、硫酸盐型；宁夏、甘肃多氯化物型。就我国整个盐湖带来说，盐湖水化学类型，从东北向西南有从碳酸盐型过渡为氯化物型，再过渡为硫酸盐、碳酸盐型的趋势。号称“世界屋脊”的青藏高原位于亚洲东部，其绝大部分在我国境内，约占我国领土的四分之一。它是我国盐湖最密集的地区，也是世界上盐湖最多的高原。尤其是在青海柴达木盆地（蒙语“柴达木”系盐泽之意）和西藏北部，盐湖更是密集成群。

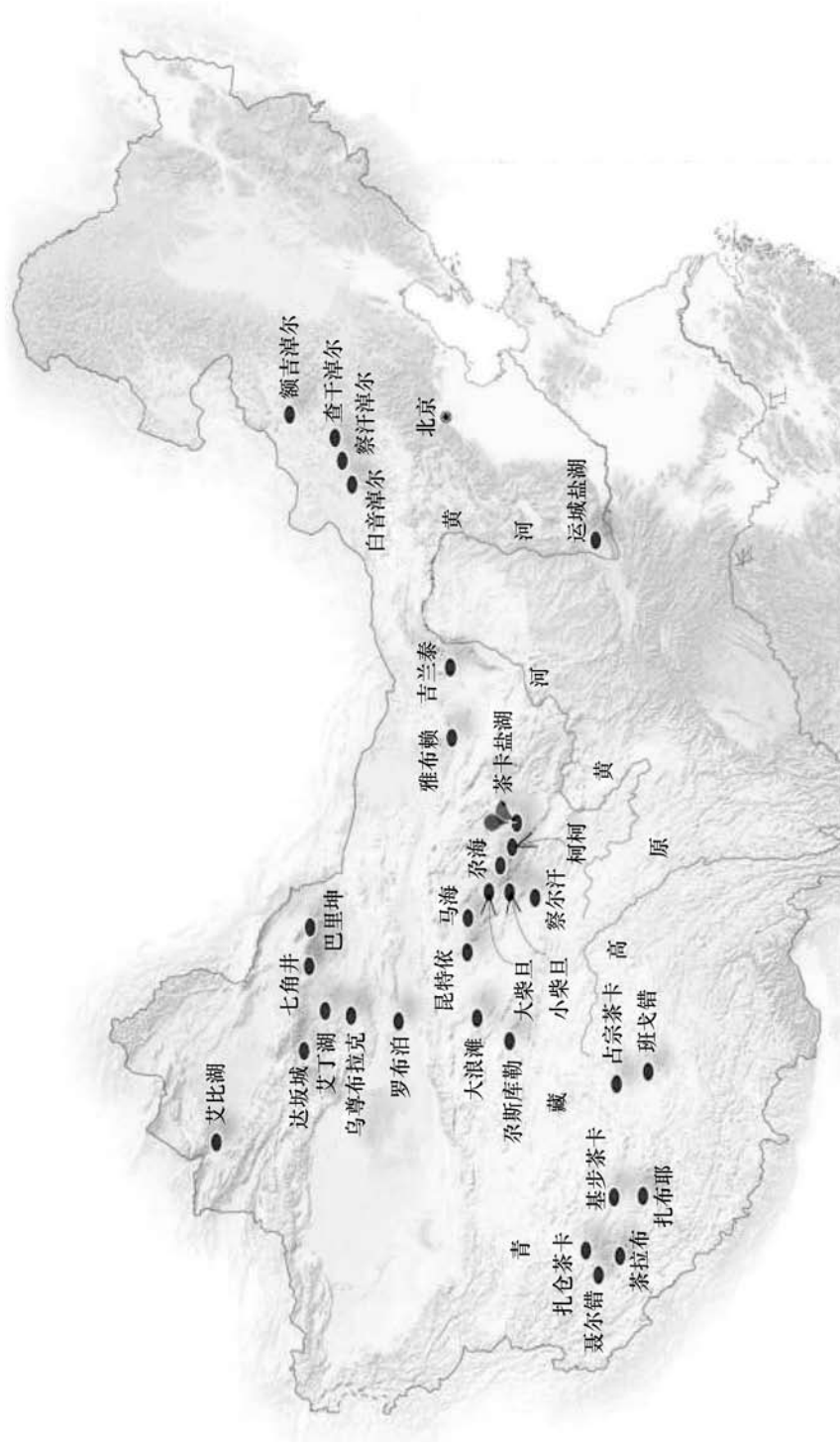


图 1-1 中国主要盐湖分布图
 中国有 1500 多个盐湖，其中大部分分布在西北部地区以及青藏高原

表 1-2 中国主要盐湖名称和地点

序 号	盐 湖 地 点	序 号	盐 湖 地 点
	新疆维吾尔自治区	35	玛纳斯湖
1	伽师县加依墩盐池	36	奇台县北塔山盐池
2	阿克其盐湖	37	白沙窝
3	绍尔克里湖（加衣都拜）	38	柴窝堡盐湖
4	疏勒县阿克许	39	达坂城盐湖
5	阿克陶盐湖	40	吐鲁番县桃树园子
6	岳普湖	41	吐鲁番县七泉湖
7	泽普盐湖	42	小草湖
8	叶城县伊泥西	43	大草湖
9	皮山盐湖	44	托克逊县南湖盐池
10	和田县苦沙村	45	客许图拉盐湖
11	塔城额敏一带盐湖	46	鄯善县吐峪坪——赛尔盖铺
12	精河盐池	47	艾丁湖
13	博乐白盐池	48	焉耆（qí）县紫泥泉子
14	青盐池	49	博斯腾湖南岸
15	博乐红盐池	50	博斯腾湖东南岸
16	精河县青疙瘩	51	焉耆县种马场附近
17	艾比湖南岸	52	乌勇布拉克
18	艾比湖	53	库米什盆地西端盐池
19	精河县永焦湖	54	库米什盆地
20	霍城盐湖	55	若羌县罗布庄
21	特克斯盐池	56	且末盐湖
22	库车盐湖	57	若羌县清水河退里克西
23	轮台县吐丝洛克	58	英尔力克
24	阿瓦斯县城东	59	奇台县黑（元）湖
25	于田盐湖	60	姜巴斯它乌
26	乌鲁格湖	61	巴里坤盐湖
27	数尔湖	62	七角井盐湖
28	苦巴色诺尔	63	伊吾县伊吾盐池
29	布伦托海东	64	十三间房盐池
30	福海县北	65	哈密县沙尔
31	北乌轮古湖沿岸	66	火石泉
32	福海县西北盐池	67	伊吾托尔诺尔湖
33	玛纳斯县乌那木	68	老乌——四棵树
34	和丰县达巴斯诺尔盐湖	69	哈密县长流水

续表

序 号	盐 湖 地 点	序 号	盐 湖 地 点
70	哈密镇西南盐池	102	格布津托胡鲁克湖
71	哈密县 875 高地南	103	修土
72	哈密县 906 高地东南	104	哈鲁波湖
73	石英滩南盐湖	105	沙里博克
74	罗布湖	106	白音陶里木
	计 74 个	107	东乌湖尔特
	内蒙古自治区	108	好老巴湖
75	苏池	109	塔赫尔莫吉湖
76	乌池	110	巴杨查岗
77	巴音淖尔	111	额吉淖尔盐湖
78	库尔查干淖尔	112	巴彦查汉淖尔
79	上马他拉	113	色达木淖尔
80	下马他拉	114	库库淖尔
81	察汉淖尔	115	布尔图淖尔
82	卡巴	116	拿梨淖尔
83	察千里门淖尔	117	多鲁罕淖尔
84	乌兰淖尔	118	白音淖尔
85	二连达布斯恩淖尔	119	巴卡淖尔
86	布拉格湖	120	斜鲁逊淖尔
87	红格尔苏木	121	阿兰萨淖尔
88	四王子乃麻袋	122	浑津淖尔
89	盐海子	123	户珠尔淖尔
90	昌汉淖尔		计 23 个
91	察汉淖尔		宁夏回族自治区
92	乌都淖尔	124	吉兰太盐湖
93	巴汉淖尔（巴彦淖尔）	125	察汉布鲁格（察汉池盐池）
94	湖洞察汉淖尔	126	青盐池
95	集宁县苏木海子	127	察汉乌苏
96	丰镇县葫芦海（盛庄海子）	128	昭化池
97	凉城县岱海	129	同湖池
98	苟池及脑包	130	和屯池
99	小纳林池盐	131	灵武县井沟、叶儿庄
100	达拉鲁池盐	132	盐池县消子池
	计 26 个	133	盐池县盐场堡
	黑龙江省	134	盐池县狗池
101	西索木达不逊湖	135	中卫白盐池

续表

序 号	盐 湖 地 点	序 号	盐 湖 地 点
136	景泰县白墩子盐池	163	景泰县北墩子盐田
137	海原甘盐池	164	靖远县小红沟盐田
	计 14 个	165	永靖县祁杨家
	陕西省		计 21 个
138	榆林县横山西盐池		青海省
139, 140	定边县盐场堡, 花马池、	166	茶卡盐湖
	莲花池	167	小柴旦盐湖
	计 3 个	168	大柴旦盐湖
	宁夏	169	察尔汉盐湖
141	灵武市惠安盐池	170	东台吉乃尔盐湖
142	盐池县波罗池	171	西台吉乃尔盐湖
	计 2 个	172	格孜库里湖
	山西省	173	一里坪
143	运城盐池	174	昆特依
	计 1 个	175	柯柯盐湖
	吉林省	176	德尊马海湖
144	大布苏	177	巴隆马海湖
	计 1 个	178	希里沟湖
	甘肃省	179	柴凯湖
145	雅布赖盐湖	180	牛郎织女湖
146	梧桐海、角麓井一带盐湖	181	钾湖
147	库库达巴苏盐泽	182	茫崖湖
148	民勤县苏武山盐池	183	北霍不逊湖
149	民勤县马莲泉盐池	184	南霍不逊湖
150	民勤县汤家海子盐池	185	协作湖
151	武威县武兴盐池	186	团结湖
152	永登县哈家坝	187	达不逊湖
153	张掖县狼坎嘴子	188	东陵湖
154	临泽县板桥堡	189	小别勒湖
155	高台县盐池堡	190	大别勒湖
156	高台县石泉子	191	涩聂湖
157	高台县莲花池	192	措巴格则盐池
158	敦煌市东湖		计 27 个
159	敦煌市北湖		西藏自治区
160	敦煌市西湖	193	班公湖
161	敦煌市猛家井子	194	泽错
162	敦煌市新店子盐池	195	黑石北湖

续表

序 号	盐 湖 地 点	序 号	盐 湖 地 点
196	独立石湖	232	虾那错
197	碱水湖	233	阿翁错
198	岛湖	234	纳屋错
199	羊错	235	布拉错
200	邦惹布错	236	多玛错
201	邦达错	237	走沟由茶卡
202	心形错	238	扎仓茶卡
203	龙木错	239	查尔康错
204	玉环湖	240	热那错
205	芒错	241	长赞目盐湖
206	清澈湖	242	拉果错
207	恰贡错	243	查拉卡错
208	双湖	244	昂拉仁错
209	万全湖	245	仁青休布错
210	心湖	246	阿果错
211	图中湖	247	帕龙错
212	美马错	248	扎布耶茶卡
213	结则茶卡	249	塔若错
214	阿鲁错	250	达瓦错
215	托和平湖	251	攸布错
216	桃形湖	252	格仁错
217	同玛错	253	奖弄错丁
218	香桃湖	254	雪梅错
219	卡易错	255	白水湖
220	常木错	256	雪景湖
221	台错	257	玉液湖
222	民卓茶卡	258	围山湖
223	把拉错	259	若拉错
224	喀湖错	260	多格错仁强玛
225	布尔嘎错	261	码尔盖茶卡
226	日湾茶卡	262	亚克错
227	热邦错	263	吐波错
228	纳木错	264	纳克茶卡
229	昆楚克楚错	265	拉雄错
230	查那错	266	雪源错
231	求巴如	267	嘎尔孔茶卡

续表

序 号	盐 湖 地 点	序 号	盐 湖 地 点
268	玛尔果茶卡	294	雅根错
269	鄂葱错	295	炯莫错
270	戈木错	296	直若错
271	宁错	297	哦坐错
272	热觉茶卡	298	甲若错
273	玛耶错	299	觉松错
274	康如茶卡	300	张乃错
275	雀尔茶卡	301	懂布错
276	多尔索洞错	302	达玛孜让错
277	夏珠错	303	昂孜错
278	木松错	304	坡孜错
279	角木茶卡	305	许如错
280	题玛尔茶卡	306	雅个冬错
281	才多茶卡	307	班戈湖
282	蒂让碧错	308	米如错
283	肖茶卡	309	仁错约玛
284	衣布茶卡	310	徐果错
285	纳丁错	311	东恰错
286	吓先错	312	江错
287	布委错	313	乃日平错
288	牧师错	314	拥错
289	帕度错	315	申错
290	诺尔玛错	316	佩枯错
291	其香错		计 124 个
292	赞宗错		总计 316 个
293	郭加林		

1.1.3 青海省盐湖资源概况

青海省盐湖资源主要集中在有“聚宝盆”美称的柴达木盆地。盆地面积 12 万平方千米,有现代盐湖 75 个(面积大于 1 平方千米),其中干盐湖有 6 个(大型),地表含盐面积 15 600 平方千米。以钾钠镁硼锂五大类为主体的盐类资源总储量达 3315.41 亿吨,其中氯化钾、镁盐、氯化锂、钠盐的储量列全国第一。除此之外,溴、碘、锶、铷、铯、石膏等储量也十分可观。这些盐湖矿床多属于大型、特大型综合性矿床,潜在经济价值达 17 万亿元,约占全省矿产资源潜在总值的 92%。主要大型矿床有察尔汗盐湖、东台吉乃尔盐湖、马海盐湖、昆特依、大浪滩、一里坪等大型盐湖。

青海省盐湖资源有三大特点:①储量大。居全国第一位的有钾、钠、镁、锂、锶、芒硝

等；居全国第二位的有溴、硼等。②品位高。卤水中锂含量高达2.2~3.12g/L，其中东、西台吉乃尔湖和一里坪盐湖卤水锂含量均比美国大盐湖的锂含量高10倍，察尔汗盐湖和马海盐湖的晶间卤水经日晒可以析出高纯度的光卤石和钾石盐。③类型全。资源分布相对集中、组合好，多种有用组分共生，有氯化物型盐湖、硫酸盐型盐湖和碳酸盐型盐湖。

青海省主要的盐湖矿产包括钠盐、钾盐、镁盐、硼矿等。

1. 钠盐

主要以固体石盐为主，其次为卤水盐。共探明产地25处，探明氯化钠储量为2908亿吨，百亿吨以上储量和大型矿产有5处，最大的大浪滩梁中矿床储量约为1406亿吨，其次是昆特依大盐滩、马海、察尔汗和别勒滩矿床，分别为769亿吨、305亿吨、105亿吨、323亿吨；30~90亿吨的矿床有察汉斯拉图、西台吉乃尔湖、一里坪；其余矿区如大浪滩黄瓜梁、双泉、昆特依北部盐带、俄博滩、东台吉乃尔湖、茶卡、柯柯等均为大、中型矿床。这些矿区97%的储量为石盐，矿层分布稳定、厚度大、埋藏浅、易采易选，矿石含氯化钠品位一般大于70%，其中柯柯达83%。

2. 钾盐

目前已探明钾盐产地22处，绝大部分分布在柴达木盆地。其中，大型矿床有察尔汗、昆特依、大浪滩、马海4处大型矿区，探明储量依次为1.54亿吨、1.21亿吨、0.61亿吨、0.64亿吨，合计储量占全省表内总储量的89%；中型矿5处；小型矿13处，分别是一里坪和东、西台吉乃尔湖，大、小柴旦湖，察汗斯拉图，尕斯库勒湖矿区及其共生的中小型钾盐矿。在这些矿区中，以察尔汗盐湖3个矿区规模最大，勘探程度最高，累计氯化钾储量为1.5亿吨，除少数固体石盐钾矿外，95%的储量为第四系晶间或孔隙卤水钾盐矿，以湖泊硫酸镁亚型钾镁盐矿为主。

3. 镁盐

主要有氯化镁和硫酸镁两种类型，并与钾盐密切共生，大部分储量为液体矿。中国99%以上的镁盐储量分布在柴达木盆地。已探明产地21处，特大型矿床8处，中型矿床6处，小型矿床7处。合计储量为48.6亿吨，其中氯化镁31.9亿吨，仅察尔汗就达16.8亿吨；硫酸镁16.7亿吨。

4. 芒硝

青海省芒硝主要分布于柴达木盆地和西宁地区，已探明储量矿区20多处，硫酸钠储量为87.1亿吨。其中柴达木盆地有矿区9处，共探明储量66.9亿吨，占全省储量的77%。在这些矿区中，大浪滩梁中矿床储量约51.7亿吨，其次为察汗斯拉图7亿吨，储量大于亿吨的矿区还有大柴旦大浪滩、双泉、昆特依大盐滩等矿区。各矿区芒硝矿层分布稳定、厚度较大、埋藏浅、易采易选，矿石含硫酸钠品位一般大于50%，其中察汗斯拉图、一里沟芒硝矿体多裸露地表，硫酸钠品位大于80%，且易脱水成无水硫酸钠，开采加工极为方便。西宁盆地以钙芒硝为主，预测资源总量在400亿吨以上，西宁北山-泮子山、互助县硝沟及硝沟外围、平安县三十里铺4个大、中型矿床探明储量约为20亿吨，各矿区矿体层分布稳定，厚度大，含硫酸钠品位一般为30%左右。

5. 硼矿

柴达木盆地的硼矿在中国占有较重要的地位，上表硼矿产地12处，其中固体矿6处，液体矿8处，保有储量为1152.5万吨，探明三氧化二硼平均品位大于2%，最高达10%以上，主要包括大柴旦湖、小柴旦湖（以固体矿为主）的2处大型矿区，合计储量522万吨，占总

储量的 44%，其余主要为伴生的液体硼矿。

6. 锂盐

柴达木盆地锂盐资源储量大、矿层厚、品位高，目前已探明锂盐资源产地 10 处，氯化锂储量 1388.6 万吨，其潜在价值 3611.7 亿元，储量居全国第一位。

7. 锑矿

柴达木盆地锑资源丰富，其储量位居全国第一，拥有锑资源的绝对优势，目前已探明锑矿产地 3 处，天青石储量 1592.9 万吨，硫酸锑储量占全国储量的 48.6%，矿石品位在 33% 以上，成分单一，杂质及有害成分少，属易选矿石。

纵观青海省盐湖资源分布现状，可以看出柴达木盆地可谓是“盐的世界”，而位于柴达木盆地的察尔汗盐湖更有“盐湖之王”的美称。

1.2 卤水资源的分布和开发

卤水是指盐度大于 3.5%（或大于 36g/L）的天然水。按其盐度大小，又可进一步分为淡卤水（盐度 3.5%~13.5%）、浓卤水（盐度 13.6%~26.5%）和饱和卤水（盐度大于 26.5%）。

按卤水的成因可分为海水卤水和盐湖卤水，按埋藏条件不同又可分为地表卤水和地下水，后者按其赋存状态不同可进一步分为：晶间卤水、孔隙卤水和淤泥卤水。按卤水形成的时代不同还可划分为现代卤水（第四纪以来）和古代卤水（第四纪以前），如表 1-3 所示。

表 1-3 卤水类型划分表

按 盐 度 分	按 成 因 分	按埋藏条件和赋存状态分	按形成时代分
淡盐水 3.5%~13.5%	海水卤水	地表卤水	现代卤水 (第四纪以来)
浓卤水 13.6%~26.5%	盐湖卤水	地下水 { 晶间卤水 孔隙卤水 淤泥卤水	古代卤水 (第四纪前)
饱和卤水 > 26.5%			

1.2.1 卤水资源的分布

我国的卤水资源分布很广，各种类型的卤水都比较丰富。现代盐湖卤水主要分布于新疆、青海、西藏和内蒙古，海水卤水主要分布于渤海湾；古代卤水主要分布于四川、湖北、山东、青海、西藏及新疆塔里木盆地西南缘等地。

我国是盐湖众多的国家之一。据不完全统计，面积大于 1km² 的内陆盐湖有 813 个。其中西藏 234 个，青海 71 个，新疆 112 个，内蒙古 375 个，其余散布于吉林、河北、山西、陕西、宁夏、甘肃等地。

由于盐湖卤水具有固液并存和固液转化的特点，故盐湖资源将固体液体一并考虑。特别是可溶盐（例如钾盐），固体矿由于品位低，不能单独利用，必须通过固液转化变成液体矿产才能利用。因此，在对盐湖卤水资源量进行评估时，应该同时加上固体矿量。

一、青海省卤水资源的分布

青海省的卤水资源主要分布于柴达木盆地，该盆地是我国卤水资源最丰富的地区。柴达木盆地面积 $12 \times 10^4 \text{km}^2$ ，有大小盐湖 33 个，总面积 31800km^2 ，约占盆地总面积的 26.5%。

截至 2000 年年底，青海省共发现盐类矿床（田）78 处，其中大型矿床 41 处，中型矿床 15 处，小型矿床 22 处。已探明盐湖矿产总储量 3464.20×10^8 吨，潜在经济价值 16.74 万亿元。各矿种的保有储量及其潜在价值如表 1-4 所示。

表 1-4 青海省主要盐湖矿产资源储量及潜在价值

矿 种	矿种符号 和储量单位	探 明 储 量	保 有 储 量	暂难利用 (表外) 储量	保有储量的潜在 价值 / 亿元
石盐	$\text{NaCl}/10^8 \text{t}$	3262.79	3261.74	15.19	122315.25
钾盐	$\text{KCl}/10^2 \text{t}$	44649.30	44104.60	25149.80	2205.23
镁盐	$\text{MgSO}_4/10^8 \text{t}$	16.73	16.73	0.17	2175.42
	$\text{MgCl}_2/10^8 \text{t}$	31.86	31.09	0.45	8971.63
芒硝	$\text{Na}_2\text{SO}_4/10^8 \text{t}$	87.06	87.06	2.27	25029.23
石膏	矿石 / 10^8t	26.84	26.82	3.74	1609.22
天然碱	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3/10^8 \text{t}$	47.50	47.50	0.70	3.52
硼矿	$\text{B}_2\text{O}_3/10^4 \text{t}$	1174.10	1151.00	1247.00	38.35
锂矿	$\text{LiCl}/10^4 \text{t}$	1396.77	1387.39	155.97	3608.60
锶矿	$\text{SrSO}_4/10^4 \text{t}$	1592.91	1589.20	342.00	79.54
溴矿	$\text{Br}/10^4 \text{t}$	18.94	18.13	11.64	7.25
碘矿	I/t	8083	7763	6530	2.17
铷矿	$\text{Rb}_2\text{O/t}$	38009	38009	2000	1330.00

青海省的盐湖矿产资源均属于固液共存、多种有益元素共生的综合性矿床。按照原来勘探工作中所划分的以主矿种命名的方法，可将矿床分为五类：以钾为主的矿床有察尔汗、昆特依、大浪滩、马海；以硼为主的矿床有大柴旦湖、小柴旦湖；以锂为主的矿床有一里坪、东台吉乃尔湖、西台吉乃尔湖和尕斯库勒。各矿床的储量情况如表 1-5 所示。

二、新疆卤水资源的分布

新疆是我国盐湖分布较多的省份之一，面积大于 3km^2 的盐湖有 139 处，总面积达 $2.5 \times 10^4 \text{km}^2$ 。盐湖中除了含有固体盐类沉积（石盐、芒硝、钾盐、镁盐、石膏、钠硝石、钾硝石、天然碱）外，还有丰富的卤水矿（表面卤水、晶间卤水和淤泥卤水）。卤水除了富含 NaCl 、 KCl 、 Na_2SO_4 、 MgCl_2 、 MgSO_4 等有用组分外，还伴生有 B、Br、Li、I 等微量组分。

新疆卤水资源的分布受区域构造的制约，大致可以划分为 4 个区：准噶尔盆地盐湖卤水分布区、天山山间盆地盐湖卤水分布区、塔里木盆地盐湖卤水分布区和昆仑山山间盆地盐湖卤水分布区，主要矿产地如表 1-6 所示。

表 1-5 青海卤水资源产地一览表

序 号	矿 区 名 称	地 理 位 置	矿床地质简况	矿产储量/10 ⁴ t				
				KCl	LiCl	MgCl ₂	B ₂ O ₃	
1	察尔汗盐湖	E93°00'~ 96°07' N36°40'~ 37°13'	为干盐湖,面积 5856km ² ,其中盐湖面积 4224.7km ² ,是一个以液体为主、固液并存的大型综合性盐类矿床,以钾为主,并伴生有硼、锂、镁。共有 4 层盐,其间被碎屑层所分隔,在盐层中赋存有晶间卤水,碎屑层中赋存有孔隙卤水	29862 (其中液体 18535)	液体 833.70	固体 19681 液体 385622	液体 356.84	
2	东台吉乃尔盐湖	E93°47'~ 94°08' N37°20'~ 37°26'	为半干盐湖,面积 350km ² ,表面卤水面积为 191~201.64km ² ,平均水深 0.78~0.81m。有 2 层盐:上层盐分布面积 150km ² ,厚 2~6m;下层盐分布面积 176km ² ,厚 10~25m,最厚 34m。在盐层中赋存有晶间卤水,是主要的开发对象	液体 10394 [*]	液体 158.58 [*]	液体 3538 [*]	液体 91.97 [*]	
3	西台吉乃尔盐湖	E93°13'~ 93°14' N37°31'~ 37°52'	为半干盐湖,面积 430km ² ,表面卤水面积 82km ² ,水深 0.3~0.4m,最深 0.85m。2 层石盐:上层盐分布面积 150km ² ,厚 1~2m;下层盐面积 430km ² ,厚 15~20m,最厚 30.49m。在盐层中赋存有晶间卤水和孔隙卤水。晶间卤水含水层总厚 15~20m,分布面积 342km ²	液体 3060 (K ₂ SO ₄)	液体 307.5	液体 12848	液体 169	
4	马海盐湖	E94°03'~ 94°19' N38°02'~ 38°35'	为干盐湖,盐滩面积 2000km ² 。有晶间卤水和固体盐类矿产。固体钾矿品位富,埋藏浅;晶间卤水赋存于石盐层晶间	固体 789 液体 504 (K ₂ SO ₄)				
5	大柴旦盐湖	E95°02'~ 95°22' N37°46'~ 37°55'	为半干盐湖,面积 240km ² ,湖水面积 23~36km ² 。以固体硼矿为主,液体矿有地表卤水和晶间卤水,晶间卤水有 2 层,上层分布面积 130km ² ,厚 3~10m;下层分布面积 30km ² ,厚 3~5m。固体硼矿有 5 层,硼矿物主要为柱硼镁石和钠硼钾石	液体 432 (K ₂ SO ₄)	液体 38.8		固体 500 液体 60.87	
6	小柴旦盐湖	E95°22'~ 95°38' N37°27'~ 37°36'	为卤水湖,面积 152km ² ,湖水面积 36km ² ,水深 0.26m,最大 0.69m。固体盐类分布面积 22.27km ² ,盐层厚 20m,盐类沉积主要为芒硝和石盐。硼矿物主要为钠硼钾石和柱硼镁石	液体 6.18 (K ₂ SO ₄)	液体 0.2		固体 60 液体 3.3	
7	一里坪干盐湖	E92°48'~ 93°20' N37°51'~ 38°04'	为干盐湖,长 45km,宽 8km,面积 360km ² 。晶间卤水为主要开发对象,分上下两层:下层石盐,厚 15~20m,面积 280km ² ;上层石盐厚 4~6m,面积 203km ²	液体 477 ^① / 1639 ^②	液体 41 ^① / 178 ^②	8148 ^②	液体 21.48 ^① / 89 ^②	

续表

序 号	矿 区 名 称	地 理 位 置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t				
				KCl	LiCl	MgCl ₂	B ₂ O ₃	
8	尕斯库勒湖	E90°40'~91°10' N37°57'~38°11'	为半干盐湖, 湖水面积 103km ² , 水深 0.65m; 干盐湖面积 140km ² 。固体以石盐为主, 分布面积 202km ² , 厚 10~15m, 最厚 31.13m。液体矿有表面卤水和晶间卤水: 晶间卤水分布面积 138.47km ² , 含水平位平均厚 12.36m	液体 432.5		固体 3247		
9	大浪滩干盐湖	E91°24'~91°34' N38°28'~38°31'	为干盐湖, 面积 500km ² 。因第三纪形成的背斜构造所隔, 被分隔成 8 个次级凹地, 以大浪滩凹陷最佳。共有固体钾矿 7 层, 主矿层为 6、7 层, 分布范围约 10km ² , 晶间卤水分为两层: 下含水层赋存于下部石盐芒硝层中, 厚 5.78~13.53m; 上含水层赋存于上石盐层中, 总厚 12~13m	液体 3647 ^① 固体 716 ^①	液体 6.9	固体 Mg443 液体 Mg 1223		
10	昆特依干盐湖	E92°45'~93°25' N38°24'~39°20'	为干盐湖。盐滩长 75~80km, 宽 20~30km, 面积 1680km ² 。由 4 个次级凹陷组成, 以大盐滩最大。以液体矿为主, 晶间卤水分布于盐层中, 共计 5 层盐。由于绝大部分承压卤水难以利用, 可利用的资源为大盐滩的潜卤水和第一层承压卤水	固体 111 ^① 液体 2654 ^①				

注: * 为给水储量; ①为根据报告储量计算的可采资源量; ②为原勘探报告储量。

表 1-6 新疆盐类资源主要矿产地一览表

序 号	矿 区 名 称	地 理 位 置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t				
				NaCl	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	KCl	
1	阿勒泰市阿拉克芒硝矿	E87°34'~N47°42'	盐湖长 3.5km, 宽 1.25km, 面积 4.5km ² , 矿体有 2 层, 平均厚分别为 1.83m 和 0.5m, 化学成分: Na ⁺ 10%~26%, SO ₄ ²⁻ 20%~35%, Cl ⁻ 0.12%~1.4%		1049			
2	和布克赛尔县玛纳斯湖石盐芒硝矿	E85°43'26"~85°51'46" N45°40'47"~45°47'47"	盐湖长 60km, 宽 6~16km, 面积 750km ² , 其中盐类分布区 348km ² 。盐类矿产有固体矿和液体矿。固体矿有石盐、镁盐(白钠镁矾和泻利盐)以及无水芒硝; 液体矿为晶间卤水	固体 4884 液体 521	固体 284	液体 313.3	液体 37.23	
3	和布克赛尔县达巴松诺尔石盐芒硝矿	E86°08'~86°24' N45°43'~45°47'	盐类沉积长 27.8km, 宽 7km, 面积 161.88km ² , 厚 0~8.98m, 有石盐层、无水芒硝层和白钠镁矾层, 在盐层中有晶间卤水分布	固体 9422 液体 835	固体 5247	固体 862 液体 109	液体 111.1	

续表

序 号	矿 区 名 称	地 理 位 置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t			
				NaCl	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	KCl
4	精河县艾比湖盐矿	E82°35'~83°10' N44°45'~45°8'	湖水分布面积 562.5km ² , 水深 1~2m, 湖东南距岸 100m 处卤水相对密度为 1.079, 矿化度为 112.4g/L, 盐与芒硝共生。晶间卤水赋存于石盐、芒硝层中。相对密度为 1.237, 矿化度为 377.4g/L	固体 1000 液体 6019			
5	乌鲁木齐市达坂城东盐湖石盐芒硝矿	E95°02'~95°22' N37°46'~37°55'	湖水面积 17.7km ² , 平均水深 0.46m; 晶间卤水有 2 层: 上层厚 0.41~1.35m; 下层厚 1.22~10.17m。固体矿产有石盐、无水芒硝和芒硝	固体 1048 液体 259	固体 4842		
6	巴里坤湖石盐芒硝矿	E92°52'30"~N43°47'	由南、北两湖组成。南湖面积 70~115km ² , 水深 0.1~0.75m, 芒硝层分布面积 72.46km ² , 平均厚 0.58m; 北湖面积 12km ² , 水深 0.1m, 芒硝层厚 0.2~0.3m	固体 48	固体 1610		
7	伊吾县盐池石盐芒硝矿	E94°19'00"~N43°23'10"	湖水面积 24km ² , 水深 0.36~0.56m, 另有晶间卤水。固体为石盐和芒硝。芒硝为主, 分东、西两矿区。面积分别为 11.27km ² 和 3km ² , 厚分别为 1.53m 和 3.8m, 石盐面积共 15km ² , 厚 1~3cm, 最厚 10cm	57.9 (矿石)	2773 (矿石)		
8	哈密市七角井东盐池石盐芒硝矿	E91°26'43"~91°33'45" N43°26'15"~43°28'45"	为干盐湖。盐湖面积 40km ² 。盐层分为两层: 上层为石盐、芒硝; 下层为芒硝。晶间卤水赋存于两盐层之中, 上层平均厚 3.11m, 下层 0.87~1.65m	固体 1629 液体 284	固体 1820 液体 83		
9	吐鲁番市艾丁湖石盐芒硝矿	E89°21'55"~89°29'12" N43°26'15"~43°28'45"	地表卤水面积 2~4km ² , 水深 0.1~0.5m, 矿化度为 336.47g/L。以固相石盐为主, 石盐层中下部有晶间卤水, 石盐层平均厚 1.79m, NaCl 含量为 60.45%~88.94%	固体 2259 液体 157	固体 684 液体 18		
10	哈密市石英滩南盐湖	E92°45'~93°25' N38°24'~39°20'	为干盐湖。盐层分布范围: 长 5.5~7km, 宽 2~3km, 面积约 12km ² , 表层盐壳厚 0.3~0.7m。下层盐厚 1.2~1.5m。中间厚, 边缘薄, 与芒硝伴生。石盐层中含晶间卤水	1179.3 (矿石)	123 (矿石)		
11	吐鲁番市乌勇布拉克盐湖芒硝石盐矿	E89°00'~89°15' N41°46'~41°57'	以固体石盐为主, 石盐层中赋存有晶间卤水, 石盐层分为上、下两层: 上层包括石盐壳和石盐层。石盐壳: 长 20km, 宽 4~7km, 面积 121km ² , 平均厚 0.76m; 石盐层长 15km, 宽 4~7km, 面积 68.4km ² , 由单个薄层组成, 累计平均厚 13.44m; 下矿层 7.5km, 宽 2km, 含盐 5~8 层, 盐层厚 23.62~33.22m	固体 75590 另有表矿 2665	固体 1438 另有外矿 1361		

续表

序 号	矿 区 名 称	地 理 位 置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t			
				NaCl	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	KCl
12	博湖县大碱滩石盐芒硝矿	E87°26'18"~87°30'00" N41°12'12"~41°57'00"	含盐面积共 240km ² , 产石盐、芒硝矿, 分 3 个矿段, 以中段最好, 长 11.2km。有石盐 3 层、芒硝 2 层, 累计厚分别为 0.41m 和 1.85m, 含晶间卤水	固体 表内 1476 表外 2143	固体 896		
13	阿图什县硝尔库勒盐湖石盐矿	E77°12'~77°15' N40°5'~40°8'	盐湖长 13km, 宽 2~6km, 面积 90km ² 。自上而下分为石盐盖、黑色淤泥和石盐 3 层。厚分别为 0.5~1.5m、0.2~0.5m、0.2~0.3m。石盐层中赋存有晶间卤水	固体 978			
14	阿图什县吐孜孜苏盖特盐湖石盐矿	E77°14'~77°20' N40°12'~40°13'	盐湖长 18km, 宽 2~4km, 面积 50km ² 。自下而上分为 3 层: 石盐盖, 厚 0.2~0.3m; 石盐, 0.3~0.6m, 为主矿层; 灰黑色淤泥 (未穿透)。NaCl 含量为 94.4%	固体 921			
15	鄯善县吐峪沟赛尔盖甫纳硝石矿	E89°49'35" N42°47'50"~42°51'32"	矿化发生在侏罗系断裂破碎带中, 共 7 个矿体 (层)。矿体呈脉状、脉宽为 2mm, NaNO ₃ 平均含量为 1.35%~5.25%。矿石中除硝石和钠硝矾外, 还有石盐、石膏、硬石膏	NaNO ₃ 27.5			
16	鄯善县沙尔纳硝石矿	E92°15' N43°05'30"	属第四系残积坡积物孔隙充填型矿床。在 30km ² 的范围内共圈出 14 个矿体, 其中 5 个规模较大, 长 500~4000m, 宽 50~500m, 厚 0.1~0.8m, 矿物成分为钠硝石、钠硝矾、石盐、石膏、无水芒硝。NaNO ₃ 含量为 2.18%~17.83%	NaNO ₃ 12.7			
17	吉木乃县阿克苏库勒天然碱矿	E85°52'30" N47°42'00"	天然碱富集于现代卤水湖中, 湖长 1km, 宽 0.3km, 面积 0.3km ² 。湖泊边缘表面有厚 0.3m 的白色天然碱。化学成分: Na ₂ CO ₃ 48.9%, NaCl 29.61%, Na ₂ SO ₄ 22.16%	19 (硝石)			
18	若羌县罗布泊钾盐矿	E90°00'00"~91°45'00" N39°50'00"~41°05'00"	罗布泊盐湖共划为 8 个区段, 罗北凹地是其中最大的一个, 次为东台地和西台地。以液体矿产为主, 固体矿为次, 固体矿除钾盐外, 主要为钙芒硝、石盐等; 液体矿为晶间卤水, 共有 6 个含水层, 各层厚 3~15.5m。另外在东台地和西台地也揭露有 2~3 层卤水		12900 ^①	68700 ^①	

续表

序 号	矿 区 名 称	地 理 位 置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t			
				NaCl	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	KCl
19	若羌县 大洼地 钾硝石矿	E91°44'32" N41°11' 54"	为固液并存盐湖矿床,总面积12km ² 。分为东、西两池,东盐池10.5km ² ,西盐池1.5km ² 。以固体矿为主。固体矿KNO ₃ 含量为5.03%,NaNO ₃ 为2.29%;液体矿KNO ₃ 达30g/L				固体7.8 液体2.6 ^①
20	鄯善县 小草湖 钠硝石矿	E91°07'51"~ 91°17'26" N43°07'~ 43°13'	属冲洪积物裂隙孔隙充填型矿床,已控制面积90km ² ,共有矿体10个,西段4个,东段6个,单个矿体长2.63~5km,宽0.2~2km,面积1.57~7km ² ,厚0.2~1.2m,平均0.58m,NaNO ₃ 含量8.90%				固体189.35
21	鄯善县 红台 钠硝石矿	E91°18' N43°02'	属第四纪次生淋滤矿床。共有10个矿体,其中Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ三个的分布情况是:Ⅲ号:长2km,宽1~1.3km,厚0.34~1.02m,平均0.47m;Ⅳ号:长2km,宽0.5~1km,厚0.2~0.6m,平均0.45m;Ⅴ号:长2km,宽0.5~0.8m,厚0.38~0.6m,平均0.46m。NaNO ₃ 含量为4%~6.43%				固体8.2
22	吐鲁番市 乌勇布拉克 小横山 钾硝石矿	E89°19'50" N41°51'	属于现代盐湖化学堆积孔隙充填型矿床。石盐壳的部分地段有硝酸钾富集,形成钾硝石矿层。主矿体形状不规则,长2km,宽0.5~1.5km,面积2.5km ² ,厚0.2~1.12m。平均0.7m,主要矿物成分为石盐、含钾硝石、钾石盐、石膏和无水芒硝、白钠镁矾。 KNO ₃ 0.37%~18.65%,平均5.07%; NaNO ₃ 0%~14.15%,平均0.55%; KCl0~18.52%,平均2.8%				固体 3.7

①为给水储量。

新疆地矿局介绍, 2005 年年底, 新疆阿克苏地区拜城县勘探发现特大型盐矿矿床, 探明其储量约为 145 亿吨。新疆探明的矿产储量如表 1-7 所示。

表 1-7 新疆探明的盐类矿产储量一览表

矿种	化学成分	储量单位 /10 ⁴ t	居全国的位置	备注
石盐	NaCl	288800	第 12 位	液体矿只按给水度储量统计
钾盐	KCl	12968	第 2 位	
芒硝	Na ₂ SO ₄	11194700	第 8 位	
镁盐	MgCl ₂	70213	第 2 位	
钠硝石	NaNO ₃	593.8	第 1 位	
钾硝石	KNO ₃	17.11	第 1 位	
溴	Br	0.73		
硼	B ₂ O ₃	3.9		

三、西藏卤水资源的分布

西藏盐湖卤水资源以硼、锂含量高为基本特征, 另外还含有较多的铷、铯、溴, 具有很高的经济价值。

西藏共有盐湖近 500 个, 其中面积大于 1km² 的有 334 个。以冈底斯山和念青唐古拉山为界可以划分为藏南和藏北两个盐湖区。

由于西藏的特殊自然条件(高山缺氧、交通不便、生活条件差)的限制, 地质工作程度都很低。除少数盐湖作过正规的普查、详查外, 多数都属于科考性质。根据现有资料初步统计, 其资源量如表 1-8 所示。

表 1-8 新疆主要卤水资源矿产地一览表

序号	矿区名称	地理位置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t			
				KCl	LiCO ₃ (LiCl)	B ₂ O ₃	Na ₂ CO ₃ + NaHCO ₃
1	扎布耶盐湖	E84°04' N31°21'	该盐湖分为南、北两湖, 北湖为卤水湖, 南湖为半干盐湖。是一个固液并存, 以液体矿为主的综合性大型矿床。固体矿中以硼和锂为主, 液体矿以锂、钾、硼为主, 另含有铷、溴、铯	固体 849 液体 769	固体 102 液体 82	固体 1066 液体 82	固体 85 液体 655
2	扎仓茶卡盐湖	E82°25' N32°35'	该盐湖由 3 个盐湖组成, 其中只有 II 湖局部地段作过详查工作, 总面积 128.25km ² 。以固体硼矿为主, 硼矿物主要为库水硼镁石、多水硼镁石和柱硼镁石。在地表卤水中富含钾、硼、锂	固体 12 液体 97	液体 29.8	固体 138 液体 6	
3	班戈湖	E89°30' N32°45'	由三湖组成, I 湖为季节性湖, 面积 5.4km ² , II、III 湖为两个湖, II 湖干涸, 但现在又被湖水淹没, 并与 II 湖连在一起, 面积 130km ² 。固体盐类沉积以芒硝和硼砂为主。液体矿产有表面卤水和晶间卤水	固体 68	液体 20	固体 237 液体 49	

续表

序号	矿区名称	地理位置	矿床地质简况	矿产储量 /10 ⁴ t			
				KCl	LiCO ₃ (LiCl)	B ₂ O ₃	Na ₂ CO ₃ + NaHCO ₃
4	杜佳里湖 (又名郭加林错)	E88°42' N32°05'	湖盆面积 80km ² , 湖水面积小, 有两层盐类沉积, 下层由黑色淤泥和芒硝组成, 上层由泥灰、碱、芒硝和硼砂组成, 在盐层中赋存有晶间卤水。有两层富矿, 单层厚 4~8cm。晶间卤水有用组分含量: LiCl 0~0.463g/L, B ₂ O ₃ 2.48~5.42g/L, KCl 19.32g/L	液体 493	液体 56.8	固体 41 液体 100	
5	茶里错(又名茶拉卡错)	E82°22'55" N31°40'10"	面积 10km ² 。硼矿产于芒硼淤泥层中, 主要成分为硼砂、芒硝、无水芒硝、石盐、三方硼砂、库水硼镁石、针碳钠钙石等。有硼砂矿两层, 单层 0.2~0.35m, 总厚 1~5m			固体 903	

西藏盐湖成盐时间较晚, 故盐类沉积较薄, 一般为 5~7m。目前发现的主要矿床有扎布耶盐湖、扎仓茶卡以及班戈湖。主要盐湖矿产见表 1-9。

表 1-9 西藏盐湖矿产资源储量统计表

矿种	成分及单位	储量	备注
石盐	NaCl/10 ⁴ t	55105.57	其中 2 个主矿区为 408518.6kt
钾盐	KCl/10 ⁴ t	4267.52	其中 7 个主矿区为 31760kt
锂盐	LiCl/10 ⁴ t	1414.13	其中 7 个主矿区为 4614.9kt
硼矿	B ₂ O ₃ /10 ⁴ t	4159.79	其中 14 个主矿区为 38627.1kt
芒硝	Na ₂ SO ₄ /10 ⁴ t	51649.23	其中 4 个主矿区为 504290kt
碱矿	NaHCO ₃ +Na ₂ CO ₃ /10 ⁴ t	85	仅扎布耶盐湖一个矿区
铷	Rb/t	5338.56	扎布耶盐湖一个矿区
铯	Cs/t	1558.96	扎布耶盐湖一个矿区
溴	Br/t	41450.12	扎布耶盐湖一个矿区

1.2.2 海水卤水资源的分布

海水卤水资源根据其产出方式可以划分为 3 种情况: 一种是直接从海水中提取有用组分, 生产所需的产品, 称为海水化学资源; 另一种是滨海的地下卤水; 还有一种是在海水制盐过程中所产生的苦卤。

一、海水化学资源

海水在地球上的总量约 $13.7 \times 10^8 \text{ km}^3$, 占地球 71%。海水中的水含量占 96.58%, 约 $13.2 \times 10^8 \text{ km}^3$; 可溶无机盐占 3.42%, 储量约 $5 \times 10^{16} \text{ t}$ 。海水中含有化学元素 80 多种, 其中国内外已开发的有 15 种, 其含量和资源状况见表 1-10。

我国有海岸线 1.8 万千米和渤、黄、东、南海四大海域以及海南、台湾等 6500 个岛屿, 具有取之不尽、用之不竭的海水资源。随着科学技术的进步和陆地可利用资源的日益减少, 人们越来越多地把注意力投向海洋这个巨大的宝库。

表 1-10 海水化学资源状况

名 称	分 子 式	浓度（质量分数）	资源总量/t	每立方千米海水 资源量	备 注
淡水	H ₂ O	96.575%	132.3×10 ¹⁶	96575×10 ⁴ t	① 立方千米海水为 1000Gt，相当于大港电厂冷却海水设计用量或全国海盐用海水的一半
氯化钠	NaCl	2.696%	3.656×10 ¹⁶	2669×10 ⁴ t	
氯化镁	MgCl ₂	0.328%	4493×10 ¹²	328×10 ⁴ t	
硫酸镁	MgSO ₄	0.210%	3570×10 ¹²	210×10 ⁴ t	
硫酸钙	CaSO ₄	0.138%	1891×10 ¹²	138×10 ⁴ t	
氯化钾	KCl	0.072%	986×10 ¹²	72×10 ⁴ t	
溴化镁	MgBr ₂	0.008%	109.6×10 ¹²	8×10 ⁴ t	
硼	B	4.6×10 ⁻⁶	6.3×10 ¹²	4600t	
氟	F	1.3×10 ⁻⁶	1.781×10 ¹²	1300t	
锂	Li	0.17×10 ⁻⁶	2329×10 ⁸	170t	
铷	Rb	0.12×10 ⁻⁶	1561×10 ⁸	120t	② 海水中钾离子含量为 0.038%，本文为化合物，故为 0.072%
碘	I	0.06×10 ⁻⁶	822×10 ⁸	60t	
铀	U	0.003×10 ⁻⁶	41×10 ⁸	0.3t	
银	Ag	0.0000×10 ⁻⁶	5480×10 ⁴	40kg	
金	Au	0.0000×10 ⁻⁶	548×10 ⁴	4kg	

二、滨海地下卤水资源

滨海地下卤水主要分布于渤海湾附近地区，包括莱州湾、辽东湾和渤海沿岸，其地质简况如表 1-11 所示。

表 1-11 海卤水资源产地一览表

序 号	矿区名称	地理位置	矿床地质简况	w（NaCl）/10 ⁴ t
1	山东莱州湾地区地下卤水	E120°00′ N37°00′	莱州湾地下卤水区位于山东省北部垦利、广饶、寿光、潍坊、昌邑、莱州一带，长 100km，宽 10~15km，面积 1000km ² ，埋深 40~80m，有卤水 2~4 层，矿化度为 90~150g/L，最高 217g/L	4992
2	辽东湾沿岸地下卤水	E121°00′ N41°00′	地下卤水分布于锦州盐田、沟帮子、盘山、营口盐田深海地带，咸淡水分界线一般 50~90m，水平方向距海岸线 5~15km，分布范围约 600km ² 。卤水含水层埋深 40~60m，一般分上、下两个含卤层。上卤水层底板埋深 28~36m，厚 8~12.29m；下部卤水层底板埋深 37~57m，厚 5.13~11.56m。含水层岩性为灰色粉细砂和黄灰色粉细砂、亚砂土组成	
3	渤海沿岸	E119° N39°	位于河北平原的东部，为滨海冲积平原，海拔 3~15m，第四纪沉积厚大于 500m，100~250m 以上为海陆交互相沉积层。自北向南在宁河、静河、黄骅、海兴一带形成高矿化度咸水区，咸淡水分界线 50~150m，距海岸线一般 10~25km，面积约 2000km ² 。卤水含水层埋深 60~75m，自上而下有 3 个含卤层：第一层底板埋深 15~20m，厚 3~5m；第二层底板埋深 35~47m，层厚 7~11m；第三层底板埋深 54~71m，层厚 6~8m。岩性为粉细砂、中细砂组成，间夹亚黏土、黏土薄层	

地下卤水的相对密度和组分随地区而异，如山东莱州湾地区的地下卤水总储量约为 74×10⁸m³，密度为 1.095g/cm³，较海水高 4 倍，含溴量达 210~250mg/L。

三、苦卤化学资源

在海水制盐过程中，每产 1 吨盐的同时，产出 $0.8 \sim 1\text{m}^3$ 晒盐后的卤水，称为苦卤。现在我国每年产海盐 2.3×10^7 吨，因此将产生约 $2 \times 10^7\text{m}^3$ 苦卤。这些苦卤含有很多有用组分，是一种具有开发价值的资源。苦卤有用组分及年资源量估算情况如表 1-12 所示。

表 1-12 苦卤有用组分及年资源量估算表

物料名称	分子式	含量 / (g/L)	资源量 / (10^4t/a)	备注
氯化钾	KCl	24.4	48.8	苦卤密度为 1.2830g/cm^3
氯化钠	NaCl	79.2	158.4	
硫酸镁	MgSO_4	87.6	175.2	
氯化镁	MgCl_2	189.6	379.2	
溴化镁	MgBr_2	2.2	4.4	

苦卤资源具有可再生性，其优点是已形成工程化；但资源较分散，规模生产受限制。

1.3 卤水资源开发与国民经济发展的关系

1.3.1 卤水资源在国民经济发展中的地位 and 意义

一、盐湖卤水资源在国民经济发展中的地位 and 意义

盐湖卤水中含有许多有用元素，除 K、Na、Mg 等普通元素外，还有大量的稀、散元素，如 Li、B、Sr、Rb、Cs、Br、I 等，这些元素在人类经济生活中具有重要意义，盐类资源的各种产品在轻工、农业、化工、冶金、电子、建材、纺织、军工等部门均有广泛应用如图 1-2 所示。

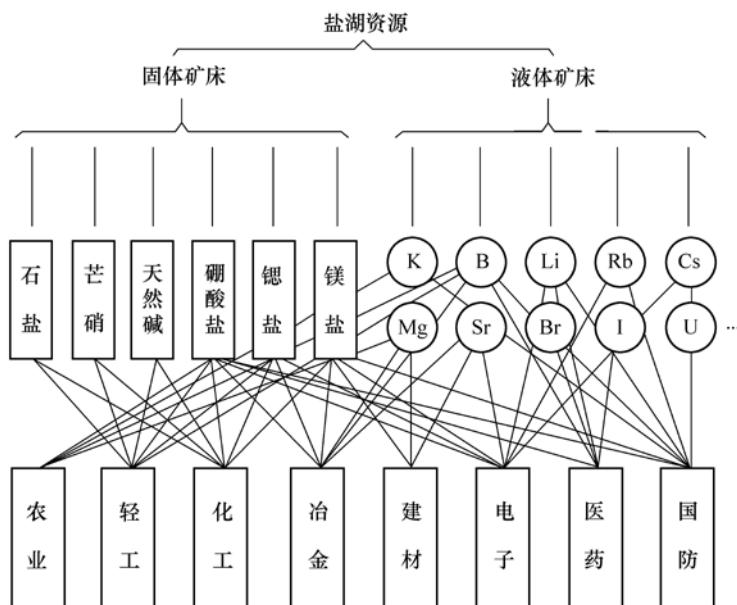


图 1-2 盐湖资源在国民经济各部门的应用示意图