

美國製造工業

專章卷第一種

中國鹽業股份有限公司

# 美國製鹽工業

(鹽業叢書第二種)

老手  
購於本公司  
彥敏

中國鹽業股份有限公司

# 美國製鹽工業

## 目錄

	頁數
序	1
譯者引言	2
美國商務部代洽美政府及原著人同意茲譯本書之原函	3
原序	4
引言	6
鹽區之考察	6
申謝	7
鹽之鑛物學	8
鹽之用途	9
成鹽之方式	9
第一章 美國岩鹽之蘊藏	11
分布與性質	11
紐約州	12
初期之發展	12
鹽業之相互的重要性	14
鹽區之形勢	14
鹽之蘊藏量	14
密西根州	15
鹽業之相互的重要性	15
鹽區之形勢	16
鹽床距地面之深度	16
俄亥俄州	19
鹽業之相互的重要性	19
鹽區之形勢	20
東北部之鹽藏	20
東南部之滷水平面	23

		頁數
	水之性質 ……	24
西威爾	金尼亞州 ……	25
	鹽區之形勢 ……	25
	卡那瓦河流域 ……	26
賓西法	尼亞州 ……	27
	鹽區之形勢 ……	27
威爾	金尼亞州 ……	30
康薩	斯州 ……	32
	鹽業之相互的重要性 ……	32
	鹽區之形勢及面積 ……	32
路易	斯安那州 ……	34
	鹽業相互的重要性 ……	34
	鹽區之形勢 ……	34
	北路易斯安那州之鹽地 ……	34
	南路易斯安那州之鹽地 ……	35
	格郎特·科特(威克斯島) ……	35
	形勢 ……	35
	鹽藏之形成 ……	36
	培提特·安斯(阿弗利島) ……	36
	形勢 ……	36
	鹽藏之形成 ……	36
台克	塞斯州 ……	37
	產鹽區之概況 ……	37
	工業之發展 ……	38
	東部之鹽地 ……	39
	形勢 ……	39
	大鹽地 ……	39
	巴勒斯坦 ……	42
	斯坦鹽地 ……	42
	布魯克斯鹽地 ……	43

	西部之鹽	43
	特朗斯—培科斯區之產鹽盆地	43
	科羅拉多城	44
	其他各處之鹽	44
俄克	拉荷馬州	46
	鹽業之相互的重要性	46
	鹽原	46
俄勒	岡州	46
愛達	荷州及外歐明州	47
尼瓦	答州	47
	鹽業之相互的重要性	47
新墨	西哥州	48
	鹽產之相互的重要性	48
	鹽藏之形勢	48
阿利	桑那州	49
攸塔	州	49
	鹽業之相互的重要性	49
	產鹽區	50
	大鹽湖	50
加利	福尼亞州	51
	鹽產相互之重要性	51
	鹽產之一般	51
	海水製鹽	51
	產區	52
	各區之情形	52
	科盧薩郡	52
	銀尤郡	52
	刻恩郡	53
	摩諾郡	53
	桑柏那提諾郡	54
	聖路易·侯仲斯波郡	55
	其他產地	55

		頁數
第二章	食鹽之製法	58
	種類	58
	日曬法	58
	蘇拉古斯之日曬鹽	58
	鹽業一般情況	58
	初步製鹽	59
	改良製法	60
	加利福尼亞州一帶之海鹽	61
	產製中心	61
	製鹽季節	61
	海水濃度	62
	鹽池	63
	汲水方法	63
	收鹽	65
	碾磨	66
	苦滷之利用	67
	海水苦滷之分析	68
	試樣之來源	70
	試樣之說明	70
	依塔州大鹽湖之鹽產	71
	產製中心	71
	滷水之性質	71
	薩魯台爾之製鹽程序	73
第三章	蒸發鹽之主要方法	75
	直接加熱蒸發法	75
	開口鍋蒸發法	75
	沿革	75
	竈具之構造	75
	操作程序	76
	平底敞鍋蒸發法	77
	滷水之初步處理	77

	敵鍋構造及操作	77
	成鹽之性質	78
	紐約州外歐明那一帶之作法	78
	密西根一帶之作法	79
	哈金森一帶之作法	80
	賽維爾一帶之作法	81
蒸汽製法	...	82
護熱鍋蒸製法	...	82
造粒池製鹽法	...	82
	鹽類沉澱之原理	82
	廢熱利用之一般	83
	油水之操作	84
	汲清	84
	澄清	85
	預熱	85
	製法之概略	86
	造粒池之製造	86
	耙鹽機	87
	環帶運轉機	88
阿爾伯幾爾	方法	88
紐約	之方法	89
密西根	方法	90
	虛丁屯滿尼斯梯區	91
	撒基腦流域區	92
	地德律區	94
俄亥俄東北部	之方法	95
賓西法尼亞州	之匹資堡方法	96
康薩斯	方法	97
台克薩斯	方法	97
威爾金尼亞	西及俄亥俄迤南方法	98
	製鹽中心	98

	頁數
油 水 之 特 性	98
澄 泥 池 中 之 預 先 處 理 法	98
用 沙 濾 之 預 先 處 理 法	100
莫 爾 登 之 處 理 法	100
第 四 章 溴 之 提 取	102
製 溴 之 肇 始	102
製 溴 之 中 心	102
製 溴 工 業 之 過 去 及 現 在	105
製 溴 之 方 法	106
開 歇 方 法	106
俄 亥 俄 及 西 威 爾 金 尼 亞 所 用 之 製 溴 方 法	106
密 西 根 製 溴 之 蒸 餾 法	107
開 歇 法 之 缺 點	108
最 近 製 溴 之 發 展	109
連 續 方 法	111
電 解 方 法	114
溴 之 用 途	115
第 五 章 氮 化 鈣 之 提 取	116
俄 亥 俄 及 西 威 爾 金 尼 亞	116
密 西 根	116
第 六 章 真 空 蒸 餾 法	120
滑 革	120
生 產 中 心 區	122
成 鹽 之 性 質	123
真 空 蒸 餾 方 法 之 原 理	123
工 具 之 設 備	124
操 作 之 方 法	125
滿 尼 斯 梯 之 真 空 蒸 餾 發 展	125
他 種 真 空 蒸 餾	127
黎 利 真 空 蒸 餾	127
伯 來 希 真 空 蒸 餾	129

	蒸發罐	… … … … …	129
	熱力室	… … … … …	129
	濾鹽器	… … … … …	129
	克蘭內真空罐	… … … … …	129
	歐司卡·克倫茲真空罐	… … … … …	130
	史文孫真空罐	… … … … …	130
	製法	… … … … …	130
	操作	… … … … …	130
	桑伯恩真空罐	… … … … …	130
	製法	… … … … …	131
	操作	… … … … …	131
	惠勒爾真空罐	… … … … …	132
	薩倫巴真空罐	… … … … …	132
	構造	… … … … …	132
	加熱面	… … … … …	132
	滴液之循環	… … … … …	133
	濾鹽器	… … … … …	188
	操作	… … … … …	183
	(1) 關於蒸發器者	… … … … …	183
	(2) 關於濾器者	… … … … …	183
第七章	研細工作	… … … … …	135
第八章	混合鹽	… … … … …	136
第九章	製鹽業在商業中所佔之地位	… … … … …	137
第十章	滴水除石膏之方法	… … … … …	140
第十一章	各種製鹽方法之效能	… … … … …	141
第十二章	岩鹽之開採及磨研	… … … … …	144
	鹽區之地位及發展	… … … … …	144
	紐約累造夫鹽業公司	… … … … …	145
	開採	… … … … …	145
	磨研	… … … … …	146

紐約	海萊提之司特令鹽業公司	… …	147
密西根	地德律鹽業公司	… … … …	147
	開採	… … … …	147
	磨研	… … … …	148
康薩	斯州里昂之俾維斯岩鹽公司	… …	148
	開鑿鑿井方法	… … … …	148
	開採	… … … …	149
	磨研	… … … …	150
	工具	… … … …	150
康薩	斯州甘納波利之皇家鹽業公司	…	151
	開採	… … … …	151
	磨研	… … … …	151
	工具	… … … …	151
康薩	斯州甘納波利之晶鹽公司	… … …	152
	鹽床	… … … …	152
	鑿井方法	… … … …	156
	開採	… … … …	156
	磨研	… … … …	156
	工具	… … … …	156
康薩	斯州岩鹽出售之等級	… … … …	156
格郎德	科特之邁爾斯鹽業公司	… …	157
培提特	安斯之阿弗利岩鹽公司	… …	158
附錄	關於製鹽業之有用表格	… … … …	159

## 插圖目錄

	頁數
影片 (一) 甲. 依塔州雷得孟特雅氏鹽礦	
乙. 依塔州內地精鹽公司鹽礦 .....	50
(二) 甲. 紐約州蘇拉古斯日晒鹽之收穫	
乙. 鹽池池蓋移開之狀況 .....	51
(三) 甲. 加州萊斯里鹽業公司之結晶池	
乙. 加州太平洋鹽業公司之鹽池及鹽堆 .....	64
(四) 甲. 加州歐利瓦鹽業公司各池滴水自然流下之狀況	
乙. 加州歐利瓦鹽場之鹽田 .....	65
(五) 甲. 加州萊斯里鹽業公司結晶池鹽粒結晶之情形	
乙. 同上鹽場之結晶池 .....	66
(六) 甲. 加州歐利瓦鹽場之河汶與風車	
乙. 風車特寫 .....	67
(七) 甲. 加州歐利瓦鹽場裝鹽於小平車運往工廠精製	
乙. 長灘鹽業公司收鹽情形 .....	70
(八) 加州長灘鹽業公司鹽池收鹽之一瞥 .....	71
(九) 甲. 加州萊斯里鹽廠一景	
乙. 加利福尼亞鹽場利用機械吊鹽之情形 .....	72
(十) 甲. 內地晶鹽公司收鹽之狀況	
乙. 全上公司裝鹽上車運往精製廠	
丙. 康薩斯州之皇家鹽廠及廢鹽堆 .....	73
(十一) 甲. 廣州西方鹽廠之開口鍋房	
乙. 依塔州尼非東八哩之鹽廠 .....	80
(十二) 水力傳動之自動耙鹽機(平) 剖面圖 .....	88
(十三) 甲. 紐約州烏斯特鹽廠室外沉澱槽	
乙. 同上鹽廠之預熱池 .....	81
(十四) 甲. 紐約州烏斯特鹽廠人工耙鹽之造粒池	
乙. 西威爾金尼亞州利物浦鹽廠之造粒池 .....	100
(十五) 世界最大之三效真空罐(滿尼斯梯鐵工廠製) .....	101
(十六) 三效真空罐之側面圖 .....	126

	頁數
(十七) 三效真空罐端面圖 .....	126
(十八) 黎利四效真空罐剖面圖 .....	126
(十九) 伯來希真空罐 .....	129
(二十) 克蘭內式真空罐 .....	130
(二十一) 歐司卡·克倫茲真空罐 .....	130
(二十二) 市售之食鹽顆粒 .....	136
(二十三) 甲. 轉筒乾燥器 乙. 篩鹽機與螺旋運送機 .....	137
(二十四) 甲. 康薩斯州鹽礦所產粗級岩鹽 乙. 康薩斯州鹽礦所產細級岩鹽 .....	150



圖 (一) 平底敞鍋一組之平，截，斷面圖 .....	78
(二) 煙肉底部之預熱罐 .....	81
(三) 不用蒸餾法製真鹽及分離真之機器 .....	110
(四) 真空罐之主要部份 .....	122
(五) 單效真空罐之剖面圖 .....	125
(六) 史文孫三效真空罐 .....	130
(七) 桑伯恩真空罐 .....	131
(八) 附有連續起鹽機之惠勒爾真空罐 .....	132
(九) 岩鹽供應市場以前之研磨程序 .....	148
(十) 俾維斯鹽廠鑽井斷面圖 .....	149

## 序

欲躋富強之列，必需完成工業化過程，此我舉國一致所跂望。惟工業爲一整體，其間部門錯綜，息息相關，非各方並頭齊進，無以收相輔相成之效。鹽在我國，僅佐鼎鼐，工業用途，爲量甚微，產製技術，墨守原始。際茲干戈擾攘，經濟枯竭，生產事業，維持多艱，發展改進，益匪易易。顧殷憂啓聖，剝極則復，歷盡坎坷，乃履康莊，惟有排除危難，鋥而不舍，以俟撥亂反正，民族經濟蘇復，技術環境好轉，用鹽工業發達，然後提挈配合，聯鑣達成共同任務，斯蓋從事鹽業者念茲在茲之職志焉。美國生產力量，技術水準，世莫與京，製鹽工業，亦規模宏大，應用廣泛。本書係初級君赴美時搜求，經由美商務部轉徵著者及鑛務署同意遂譯，關於美國製鹽現狀，敘載詳贍。吾人觀摩參考，要當取法乎上，高山景行，嚮往彌殷，願與同心者共勉之。

中華民國三十七年八月 姚元綸

## 譯 者 引 言

---

本書爲美國關於製鹽之近代著作，爲本公司初級副總工程師在美國搜求製鹽書籍時所獲得佳本之一。舉凡近代之科學製鹽方法：如造粒池，真空罐，機械耙鹽，螺旋運送機，環帶運轉機，無不闡述精詳，備載無遺。關於鹽之主要副產，如溴，鎂，鈣，及氯化鈣等亦有簡明之敘述。此項專門書籍不僅爲吾國之所無，亦美國之僅有，現已取得美國政府之同意（原函附印於後）譯成華文，以爲我國改進鹽業之一助。

本書第二章「美國岩鹽之蘊藏」固無關製鹽之宏旨，但爲譯成全帙，亦未便付之闕如，且於此更可見彼國鹽藏之豐富及地質學家之努力探討。吾國之鹽藏情況不明，開發自尙有待，苟能因此引起地質學家之注意，實譯者之所翹企者也。

書中之地名漢譯，盡量採用商務印書館出版之「標準漢譯人名地名表」並附以英文原名，免滋誤會。

書內關於理化及機械上之專門部份，多承沈祖堃博士，初級副總工程師，陸繼憲工程師，及俞昌煒工程師之協助與指導，謹此致謝。

本書倉卒付印，校閱難周，尙祈 閱者指正。

CHAMBER OF COMMERCE  
OF THE  
UNITED STATES OF AMERICA  
WASHINGTON 6, D. C.

June 11, 1948

China Salt Industries Corp., Ltd.  
16 Race Course Road  
Tientsin, China.

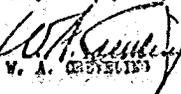
Dear Sir:

In reference to your letter dated June 2, we have been in touch with Mr. W. C. Phalen whose address is 1717 Lanier Place, N.W., Washington 9, D. C. Mr. Phalen informs us that so far as he, personally, is concerned you have his permission to translate into Chinese the publications for which he was responsible when he was employed by the United States government in the Bureau of Mines. He suggested, however, that since these publications were issued by the United States government that we clear the matter through appropriate agencies of that government. In this connection we contacted the Bureau of Mines of the U.S. Department of the Interior at Washington stating your desire to translate and republish in Chinese the publications written by Mr. Phalen. We are glad to advise you that the Department of the Interior is pleased and complimented on the fact that your organization desires to make the translation and, therefore, gladly gives its consent and permission that this should be done.

It is suggested that copies of the translation, if printed or otherwise processed for distribution, be sent to the Bureau of Mines and to Mr. Phalen.

We at the Chamber of Commerce of the United States would also be interested in seeing a copy of the translation if it is made available for distribution.

Very truly yours,

  
W. A. GREVELING

168/1403

## 美國商務部代洽美政府及 原著人逡譯本書同意之原函

敬復者，六月二日大函奉悉，關於  
貴公司欲逡譯法侖先生所著之美國製鹽工業  
一書一節，經本部函商法侖君，據復本人深  
為同意，惟該書係彼在美政府礦務署任職期  
間所著，似宜取得政府方面之諒解云云，復  
經本部函洽內政部礦務署，茲獲內政部復  
函，對於貴公司逡譯該書寄與愉快之同意，  
並深致景仰。譯本出版後，如荷分贈礦務  
署及法侖先生各一冊當所歡迎，即本部全人  
亦以獲讀尊譯為快。此復

中國鹽業股份有限公司

一九四八年六月十一日

美國商務部啓

## 原 序

美國政府最初為探討國內之鈣鹽蘊藏量，考察地質，費時數載，卒以所獲之報告，關於製鹽工業者頗多，本書遂告編成。舉凡國內之大鹽廠，其滿水之來源，提煉之方法，均經悉心考察，毫無遺漏，更復多方搜集鹽樣種類不下數百，以供分析與研究。此項材料，經劃為兩部，分別刊印。其關於鹽藏之地質學，岩鹽起原與構成之學理，鹽床之化學性質及天然滿水，及美國製鹽之統計四項者，均由美國地質測量學會（U. S. Geological Survey）刊行。本書係偏重工業方面，由鑛務署（Bureau of Mines）刊行。

美國各州之鹽業，雖不乏文字記載，但關於製鹽工業方面，則鮮有詳盡之論述。在本書中各州之鹽業情形，皆分別敘述。

最近英國出版關於鹽之著作，僅述及英國與加拿大之製鹽方法，其於美國之製鹽方法，雖偶有涉及，大都略而不詳，不足以代表今日美國鹽業之實況。沙達氏（Chatard）所著之書，固專事美國鹽業之敘述，但已為三十年前之舊著，時至今日，機件之性能，勞工之品質，以及節省勞力之設施等，幾經變異，自與當年之情形不同。現在所用之耙鹽機，與真空櫃，俱為特殊之發明。利用新式造粒池，或真空罐製鹽之工廠，由蒸發滿水以至於成鹽，絲毫不稍假人手，全用機器，其進步之速，有如此者。

製鹽工業之重要，盡人皆知，無待贅言，美國在一九一五年，國內產鹽達 5,352,409 短噸，價值美金 11,747,686 元。此項工業分布於十四州，由海岸至海岸，由大湖至海灣，面積頗廣。惟鹽之價值本低，銷場之競爭亦烈，遠處行銷，為情形所不許，至若某地嗜食某廠所製之鹽，則又當別論。此種競爭，卒使從事此業者，蒙受重大打擊。

國內之製鹽工業經法倫君普過考察之後，依其所獲之經驗，歸納如次：

(一) 工廠之產量，超過國內所需，一般輿論咸認為生產過剩，其超過所需之數，約在百分之二十至五十之間，卒致近代化之工廠，均未能充分發揮其效能；有縮短工作時間者，有減少工作效能者，亦有暫時或永久停業者。欲從事製鹽業者，對於上述情形，不可不知。

(二) 工廠設備之折舊，必須切實注意。製鹽機械之消耗極大，工廠如停頓相當時期，機件必致損壞，故一般工廠，寧願開工而無利，亦不願停工而重其損失。過去一般鹽廠，於核算成本時，每忽略機件折舊之速度，益以生產過剩，遂成為製鹽業嚴重損失之最大原因。

(三) 製鹽後之殘餘母液，須盡量予以利用，鈣鎂二種鹽類，尤應設法提取。加利福尼亞沿海及大鹽湖沿岸一帶之母液，含有此種鹽類頗多。內戰期間，太平洋沿岸之鈣鹽價值增高，用作肥料之鈣鹽，曾一度任出如何高價亦難獲得，由此可知母液之價值，實不容忽略，最近國人對此亦漸加重視矣。

書中所載滴水試樣之分析，極有價值，分析人為美國地質學會之希克斯 (Hicks) 君。現在製造鹽，溴，及氯化鈣之區域，多為法倫君足跡所到，親取滴水試樣之處。至俄多俄北部及密西根之一部等處所蘊藏之滴水，則尚待開發。此項滴水亦確有詳加研究之必要，藉以樹立化學工業之基礎。

此外書中尚包含有：

(一) 美國藏鹽之分布及其性質之概況，此節原載於地質測量學會報告書中，深恐讀者未能獲讀原書，故錄入本書之內。

(二) 詳論各種製鹽方法——如日晒法，直接加熱法(包括開口鍋之用法) 蒸汽蒸發法，(包括造粒池，真空罐等)

(三) 由滴水製溴，及提煉氯化鈣，均有論述。

董 事 曼 寄

## 引 言

美國地質測量學會於探尋國內蘊藏可溶性鈣鹽時，關於鹽之來源及鹽業情形，所得之資料甚多，經歸納整理後，可分為下列五項：

- (一) 美國鹽藏地質學。
- (二) 關於鹽藏之起源與構成之理論。
- (三) 美國鹽之化學成分（主要者如岩鹽與鹽泉，及人工滷水）。
- (四) 美國鹽產之統計。
- (五) 製鹽工業。

前四項已由美國地質測量學會另行出版，不在本文範圍之內，但書中有關美國之鹽源及製鹽法部分，頗可補充本文之不足，如需參考，可逕向華盛頓美國地質測量學會索閱。

本文除研討製鹽方法外，關於鹽之主要來源，亦略為涉及，其材料係由地質測量學會出版之報告書中摘錄。

## 鹽 區 之 考 察

鹽區考察之主要工作，係在一九一一至一九一二年執行。關於製鹽工業之研究，因欲選述最新之製鹽法則，遲至一九一六年，方始着手。

鹽區之考察遍及紐約州之西部歐明(Wyoming) 利文斯吞(Livingston) 貞內西(Genessee)及打姆普金斯(Tompkins)諸郡之各大工廠。密西根下半島之著名工廠在米伊蘭(Midland)，撒基嗎海灣(Saginaw Bay)及伊薩培拉(Isabella)郡內者，均在考察之列。伊郡之天然滷水，含溴至富，此外尚含鎂鹽等化學物質。製滷方法及利用此含有溴化物，石灰，鎂鹽之天然滷水之可能性，均在後文分別研究。

上述之天然滴水，威州卡那瓦流域(Kanawha Valley)之草爾登 (Malden)；俄亥俄 美格斯 (Meigs) 郡 波華拉 (Pomeroy) 附近之 俄亥俄 河一帶及 買曾 (Mason) 郡之 買曾，及 哈梯佛特 (Hartford) 等處，皆有發現，俄亥俄 北部之 阿克倫 (Akron)，巴貝爾頓 (Barberton)，廣資渥斯 (Wadsworth) 瑞梯曼 (Rittman)，克利佛蘭 (Cleveland)，非爾波特港 (Fairport) 區域內均埋藏此項天然滴水，但爲慎重避免此項滴水流入油井，污及井內滴水起見，此項滴水迄未開發。上述諸地，於其滴水之利用及製造之方法，均經詳細考察。並取得多數試樣，以供化驗分析。

康薩斯 (Kansas) 之鹽田，及 路易斯安那 (Louisiana)，台克塞斯 (Texas) 等產鹽區域，均在考察範圍之內。

一九一二年所考察之地區，大部爲西裔諸州之產鹽地區，計有大鹽湖岸，及鹽湖以南依塔 (Utah) 州之賽維爾 (Sevier)，桑皮特 (Sanpete) 及胡伯 (Juab) 諸郡之製鹽地區，加利福尼亞 州，桑買提歐 (San Mateo) 及 阿拉美達 (Alameda) 二郡內舊金山 海灣東西兩面之日曬鹽場，及州之南部落山磯 (Los Angeles) 郡之長灘 (Long Beach) 與桑魯港 (San Diego) 郡之桑魯溝 之日曬鹽場。

## 申 謝

本書承工業界中諸友，犧牲寶貴光陰，供給有用資料，始克觀成，作者感荷之餘，謹此致謝。

地質測量學會 昔日同寅，該爾 (H. S. Gale)，拜萊 (R. K. Bailey)，希克斯 (W. B. Hicks) 諸君，及已去世之 多爾 (R. B. Dole) 君，對於本書之襄助尤多。

此外並承威爾靠克斯工程公司經理威爾靠克斯 (Willcox) 君；賓西法尼亞州 (Pennsylvania) 之黎利 (Lillie) 君；及滿尼斯梯 (Manistee) 鐵工廠之陶森 (A. G. Dawson) 君；巴費斐 (Buffalo) 之薩倫巴公司 (Zaremba Co.)；史文孫蒸發器製造公司 (Swenson Evaporator Co.)；聖路易 之伯來希公司 (The Brecht Co., St. Louis, Mo.)；海灣城鐵工廠 (The Bay City Iron Co.)；紐約 桑伯恩 (Sanborn) 蒸發器製造公司；惠勒爾 (Wheeler) 汽機與工程公司；卡特累特 (Carteret) 君，以及歐司卡·克倫滋 (Oscar Krenz) 之銅廠，各有關方面之熱心指導，併此致謝。

### 鹽之礦物學 (Mineralogy of Salt)

食鹽或岩鹽，礦物學家普通稱之為天產鹽 (Halite) 〇乃鈉之氯化物，由氣百分之 60.6 (原為氣體) 及鎔百分之 39.4 (原為金屬) 組合而成。天產鹽質極脆弱，其斷層為介殼狀。其硬度為 2.5；比重為 2.1 至 2.6；純淨之結晶顆粒其比重為 2.135；其屈折係數為 1.5442。鹽質罕有十分純淨者，多與他種鹽類混合，如石膏及無水石膏等。在德國所產者則成為三氯化鐵鉀，含水硫酸鐵及雜鹵石等，亦有與泥板岩及砂石聯屬者。

天產鹽之結晶顆粒多為大小勻稱之立方體，普通之多孔不規則者，稱之為漏斗形結晶。

天產鹽有成塊狀之結晶者，混有細砂粒，結構極為堅實。結晶塊俱有完整之立體剖面者極為普通。其呈纖維狀者，據云係石膏之假品。岩鹽有玻璃之光澤，純淨者無色透明；如含有不潔物，則呈黃，紅，褐，藍，紫等各種色彩，其透明程度，亦因雜質之多寡而異。至鹽之能溶於水，及具有其特殊之味，早為人所週知。

## 鹽之用途 (The Uses of Salt)

鹽之主要用途爲蒸餾，醃漬魚，肉及奶油，牛酪，並工業上防腐之用，其用於冷藏者，爲量亦廣，最普通者如製冰淇淋。氯化金銀鍍時，所需鹽量亦不少。其滿水在化學工業中，充作製造硫酸鎘苛性鎂，以及其他各種含鎂之化學製品之原料。

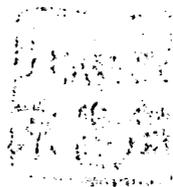
除上述者外，復有雜項用途，如陶器上之釉彩，磁漆及鋼管工業 (Pipe Works)，飼畜，製革，製醬等。使人造奶酪清明，亦非食鹽不可。據最近之實驗，食鹽對於提取鉀鹽之助力甚大，此項鉀鹽，在波特蘭水泥 (Portland Cement) 工業中，爲主要之副產品。

## 成鹽之方式 (Types of Occurrence)

鹽之分布極廣，有形成鹽床，大量蘊藏地下者；有存在於內地湖澤，或鹹海者；如大鹽湖與死海；有出現於鹽泉者；有存在於海洋者；亦有因海水侵入陸地，陸路斷絕，逐漸蒸發，而形成岩鹽與其他物質之更透鹽層者。內地之鹹水湖澤，如大鹽湖與死海，其中之水分，已因蒸發而逐漸加濃。此種截留陸上之鹹水內，所含之鐵質，依其各別之溶解性，於達到飽和程度時，依次結晶。其結晶之程序，一方面依水中原含各種鐵質之相互量，一方面視所沉澱鹽質之溶解性而定。

岩鹽之蘊藏地區，極爲普遍，如列單記載，則世界各文明國家，絕無遺漏者。美國富有價值之廣大鹽藏，係在紐約州之中西二部，賓西法尼亞 (Pennsylvania)，俄亥俄 (Ohio)，密西根 (Michigan)，威爾金尼亞 (Virginia)，康薩斯 (Kansas)，路易斯安那 (Louisiana)，台克塞斯 (Texas) 尼瓦達 (Nevada)，依塔 (Utah)，阿利桑那 (Arizona)，新墨西哥 (New Mexico)，

加利福尼亞(California)，愛達荷 (Idaho)，外歐明(Wyoming)等州，及其他各地。蘊藏地區附近之鹽泉，鹽井必多。此中清水及鹹湖之水與海水，實為絕大鹽產之來源。



# 第一章

## 美國岩鹽之蘊藏

### 分布與性質

美國之鹽產以鹽爲最多，蘊藏之富，分布之廣，爲他種礦物所不及。岩鹽由各種不同之形態而出現：有與其他層理間隔存在者（此種層理或爲化學之沉澱物，如石膏；或爲普通碎屑之沉澱物，如砂礫及泥板岩）；有在乾涸之湖底，半乾之沼澤或鹼地出現者；亦有在油井或鹽湖中形成天然之油水者。

美國之鹽藏，東部者如：紐約（New York），西賓西法尼亞（Western Pennsylvania），密西根（Michigan），俄亥俄（Ohio），康薩斯（Kansas），威爾金尼亞（Virginia），路易斯安那（Louisiana），新墨西哥（New Mexico），台克塞斯（Texas）之東部及西北部等處之鹽藏，俱係蘊藏於地下，並有不透水之厚層爲之掩護，不受雨水及地下水之浸蝕。至西部各州如：愛達荷（Idaho），外歐明（Wyoming），西台克塞斯（West Texas），新墨西哥（New Mexico），阿利桑那（Arizona），尼瓦答（Nevada），及加利福尼亞（California）等處，其地之氣候乾燥少雨，主要鹽藏，則俱現於地表，故以鹽源而言，不僅在地理上，即在氣候上，亦應分別爲東西二大部。

西部各州有多處產鹽之地區，係因產鹽之多而著名。如尼瓦答，依塔（Utah）及加利福尼亞之大部與俄勒岡（Oregon），愛達荷與外歐明之一小部，均在所謂「大盆地地區」（Great Basin Region）之區域內。此地區爲昔日拉翁同湖（Lake Lahoytan）及達維爾湖（Lake Bonneville）之舊址，今已乾涸。關於該地由湖水所形成之鹽，累積之層次，湖水之滲入地下，以及可能在地下發現

岩鹽等情形，基魯伯氏(Gilbert)及羅素氏(Russell)曾深切研究，並有專論，將由美國地質測量學會(U. S. Geological Survey)發表。

## 紐 約 州

### 初期之發展

紐約州最初發現岩鹽，係在一八六五年，於西翁泰利俄郡(Western Ontario)，文祿特(Vincent)之村中。當時並未有人重視。直至他處續有岩鹽發現，其重要性始為人所注意。一八七八年因覓取油泉曾於紐約西部試鑿數井，內有一井，在外歐明以南一里，在穿鑿深達一二七九呎之處，觸及厚約七十呎之鹽層。該井遂為鹽井中之「創始井」(Pioneer Well)。三年後，一八八一年三月，設立小規模之工廠，由人工抽水製鹽，每日出鹽四十大桶。外歐明以北之勒拉(Le Roy)復有新泉發現，於一八八四年春季即開始製鹽。

他部同時亦有進展。一八八一年八月，有瓦沙(Warsaw)居民一隊，在巴弗里(Buffalo)之北郊，羅徹斯德·匹資堡鐵路(Rochester & Pittsburg Railroad)附近鑿井。同年十月，於一五二〇呎深處，發現鹽層與泥板岩，厚約一一呎。其中之八十呎為鹽床，並獲得水源，供製人工滴水。此項滴水極為純淨，且達於飽和濃度，為量至大，取用不竭。一八八三年俄提卡(Oatka)河流域一帶之製鹽業，進展極速。同年，「創始井」以東十里之真內西河(Genesee)流域，累渣夫(Retsof)鹽礦附近之一井內，發現清泉。一八八五年九月，格賴斯維爾(Greigsville)附近穿鑿一9×12呎之鑿井時，於九九六呎深處觸及岩鹽，次年真內西河流域一帶，穿鑿之井甚多，並鑿有少數鑿井。

外歐明發現岩鹽後，引起地質學家之悉心探討，斷定鹽床在蘇拉古斯(Syracuse)連南之高原。一八八一年於翁翁達加湖(Onondaga Lake)東南。

七哩處之詹姆斯維爾(Jamesville)，試掘一井，嗣復於一八八二年在印第安公地(Indian Land Reservation)之西南七哩半地方，西達維爾(Cedarvale)試鑿一井，俱未發現岩鹽。至一八八四年，政府及私人團體在翁翁達加泉附近，各鑿一井，仍無所獲。一八八五年在綺色佳(Ithaca)地方試掘，於三一八五呎之深處，發現鹽層，有詳細紀錄可考。綺色佳之地層，地質學家普羅薩氏(Prossor)在一八九〇年十月份地學雜誌第六卷中詳為披露。一八八六年在馬提松郡(Madison)，摩里斯維爾(Morrisville)鑿井曾觸及岩鹽。此井在美國極東方，亦即真內西河東北之唯一鑿井，實為僅有之例外。

一八八八年蘇拉古斯之索魯魏化學工廠(Solvay Process Co.)為求廉價之豐富油源以製造硫酸鈉，於蘇拉古斯南十七哩，圖利(Tully)，翁翁達加河之南端鑿井，但在穿過四百呎之堅實地層(冰川所積之土石)後，仍因不能繼續開鑿，該井遂告廢止。但偏東四分之一哩處之另一井，則在深一二一六呎之處，發現厚四十五呎之鹽床。一八八九年增開十井，一八九〇年復開十井，一八九一年再增九井，俱在河流之東岸。自一八九五—六年更在河之對岸，增鑿十一井，前後共計四十一井，均為索魯魏工廠所開鑿。中有四十井係用圖利湖之水由鐵管引來將鹽溶為飽和之滴水。從前曾用小管將此滴水匯入一大總管，導至蘇拉古斯鹽場。鹽場地位較乾底之井口尚低三百六十呎。但因損耗過大，今已改用抽水機抽取矣。

一八九一年在托姆普金斯郡(Tompkins)之魯德斐維爾(Ludlowville)開鑿一井達於鹽床。次年復鑿一井。一八九五年在綺色佳增鑿一井，位於一八八五年所鑿井之北。於一八九三、四及六年在斯開勒郡(Schuyler)之瓦特金斯(Watkins)繼續開鑿數井，現仍在該處製鹽。據畢魯德斐維爾以南之開猶加湖(Lake Cayuga)，湖邊之鑿井已於一九一六年開鑿。

## 鹽業之相互的重要性

在過去數年，紐約之產量及其價值，在國內佔第二位。其製鹽工業，包括開採鹽鑛及用口晒或平底敞鍋 (Open pan)，造粒池 (Grainer)，真空罐 (Vacuum pan) 等製鹽方法。

## 鹽區之形勢

紐約之鹽田與俄亥俄者不同，但與加拿大 (Canada) 之翁泰利俄 (Ontario) 之鹽藏極為相似。含鹽之地層，顯露於地面者，寬約十二哩，自奈阿加拉河 (River Niagara) 蜿蜒而東，橫貫紐約中部數郡，迤邐至俄奈達湖 (Lake Oneida) 之南，復折向東南，漸趨狹隘，以斯科哈里郡之斯科哈里河 (Schoharie River) 附近為終點。

顯露之地層以開猶加湖 (Cayuga) 及辛尼卡湖 (Seneca) 之處為最寬，約二十哩。製鹽之處，限於顯露地層之南部地區，即鹽床傾斜之方向，並因該區域雨水充沛，浸入含鹽地層，鹽即由其中滲出。美國地質測量學會於第六六九期公報所載之地圖，即表明上述事實，並註明各州所發現鹽井、鑛井之地位。

## 鹽之蘊藏量

據現在所知含鹽地層之面積，計包括勒拉 (Le Roy) 以南之貞內西郡 (Genesee County) 之一角，外歐明郡 (Wyoming County) 之東半部，利文斯頓郡 (Livingston County) 之幾於全部，翁泰利俄郡 (Ontario) 康南得瓜湖 (Canandaigua Lake) 以西之一部，尚有最要者為紐約中央鐵路以南一帶。根據最近報導，西部伊利郡 (Erie County) 之伊登河流域 (Eden Vally)，斯普林維爾 (Springville)，培利 (Perry)，及高溫達 (Gowanda) 一帶發現岩鹽，並於卡特羅格斯郡 (Cattaraugus County) 之卡特羅格斯與高溫達間之煤氣井中亦有岩鹽發現。

康南得瓜湖以東之敦提(Dundee), 瓦特金斯(Watkins), 綺色佳(Ithaca), 魯德威耳(Ludlowville)及圖利(Tully)等處所鑿之井俱觸及鹽層。康南得瓜湖以西之含鹽地區，其面積據畢甫氏(Bishop)之估計，縱橫約一千平方哩。但此後新發現者甚多，畢氏之估計，殊覺過低。康南得瓜湖以東地區之藏鹽量，縱不大於西部，亦必與其相當。至於北部之藏量，因近於地面之岩鹽已經溶化，只能作概括之估計。南部之藏量，因該方向鹽層上所覆之土層，愈趨愈厚，更無從作詳確之估計，但鹽層向南伸張，達於賓夕法尼亞之匹資堡(Pittsburgh)附近，確為地質學家所深信。綺色佳(Ithaca)之井於二二〇〇呎深處得鹽。卡塔羅格斯(Cattaraugus)北部及阿利根尼郡(Allegany)於試驗時，在三千呎深處，觸及鹽層。阿利根尼郡(Allegany), 卡那薩拉加(Cana-saraga)於開鑿至三〇五〇呎處，觸及七十五呎厚之岩鹽。凡此皆足證明紐約南部蘊藏鹽量之豐富。

北部之藏量就其顯於地面之含鹽地層推測，可由俄奈達湖(Oneida Lake)迤南，向西至巴費斐(Buffalo)劃一直線為界。該線以南，由於地層之下垂，鹽床亦逐漸深陷，每哩相差四十至五十呎不等。馬提松郡(Madison County)摩利斯維爾(Morrisville)之鹽井為極東方之鑿井，該處與伊利湖(Lake Erie)間之中部諸郡，則到處有鹽發現。

## 密西根州 (Michigan)

### 鹽業之相互的重要性

過去數年間美國之鹽產，在質與量上，密西根(Michigan)實居首位，其來源有二：(一)岩鹽，(二)清泉。以平底敞鍋，造粒池及真空攝等各種方法製鹽。其製鹽工業以岩鹽為主，清泉副之。

## 鹽區之形勢

州內製鹽分爲三處：（一）於州之東南部，沿地德律 (Detroit) 及聖克萊爾河 (St. Clair River)；（二）約在下半島之中部，撒基爾 (Saginaw) 河流域一帶；（三）沿下半島之西海岸一帶。

## 鹽床距地面之深度

密西根之東南部，至聖克萊爾河以北，諸井下抵鹽層之深度，根據美國地質測量學會第六六九期公報所公佈如下表：

### 密西根東部達到鹽層之深度

區 域	深 度 (呎)
<u>海軍城</u> (Marine City) 第一號井 ... ..	1,604—1,637
,, 第二號井 (第一鹽床) ... ..	1,634—1,735+
,, 第三號井 ... ..	{ 1,622—1,637 1,642—1,662 1,672—1,737
,, 第四號井... ..	{ 1,570—1,590 1,600—1,630
,, 以北二哩半，第六號井... ..	1,600
,, 以西第七號井... ..	{ 1,620—1,650 1,675—1,775
<u>翁泰利俄</u> ， <u>培特羅利亞</u> (Petrolia)	
距 <u>修倫洪</u> (Port Huron) 18哩 ... ..	1,199—1,251
<u>修倫洪</u> 第十二號井... ..	{ 將過 1,600 1,600 1,700左右

區 域	深 度 (呎)
<u>翁泰利俄</u> ， <u>拉姆吞港</u> (Port Lambton) 。	
<u>阿爾丁尼克</u> (Algonac) 東北五哩 ... ..	1,710—1,720
<u>皇家橡樹</u> (Royal Oak) 第二號井 ... ..	最高1,543—1,640 最低2,315—2,475
<u>聖克萊爾</u> ... ..	1,630—1,660
，， 河下游五哩 ... ..	1,500
，， 東一哩半 ... ..	1,620—1,650
<u>魏安道梯</u> (Wyandotte) ... ..	730—1,235

密西根州之岩鹽不在西南部，而在北部之盧丁屯(Ludington)及滿尼斯梯(Manistee)一帶。法蘭克福(Frankfort)及更北之本齊郡(Benzie County)一帶，所鑿之井雖已穿過含鹽地層，並未觸及鹽床，亦無濃度滴水。或係由於該處，並不在古代海洋所留鹽質之範圍以內。聖伊格那斯(St. Ignace)及徹博愛干(Cheboygan)二處亦係如此。下表所列為盧丁屯(Ludington)一橫範井土層之紀錄。

密西根州會郡盧丁屯之斯塔恩氏 (Stearns) 所開鹽井紀錄表

(井桶十吋，深二〇四呎；水(53°F)深三百呎；近岩石之套桶八吋)

鑛質 (Material)	厚度(呎)	深度(呎)
新第三紀之鮮新期 (Pleistocene):		
砂 (Sand) ... ..	198	
粉紅色石灰質黏土: (Clay, pink, calcareous) ...	68	266
砂礫 (Gravel) ... ..	94	360
粉紅色石灰質黏土: ... ..	155	515
砂礫 ... ..	61	576

鑛質	厚度(呎)	深度(呎)
石灰石與桶鑿 (Casing) 下三十五呎處之十五呎		
厚多孔細粒石灰石及鹽水同在	74	650
<u>科爾得窩 (Coldwater):</u>		
藍色泥板岩 (Shale, blue)	550	1,200
<u>安特林 (Antrim):</u>		
黑色泥板岩 (Shale, black)	200	1,400
<u>特拉弗斯系 (Traverse group):</u>		
褐色石灰石 (Limestone, brown)	25	1,425
藍色泥板岩	35	1,460
褐色油質石灰石 (Limestone, brown, oily)		
與硫化氫 (Hydrogen sulphide)	40	1,500
純石灰石 (Limestone, pure) (敦提 Dundee?)	250	1,750
褐色帶砂之白雲石 (Dolomite, brown, sandy)	160	1,910
石灰質泥板岩 (Shale, calcareous)	90	2,000
<u>孟祿系 (Monroe Group):</u>		
白雲石 (Dolomite)	25	2,025
石灰石 (Limestone)	25	2,050
白雲石 (Dolomite)	25	2,075
砂石 (Sandstone) (西法尼亞 Sylvania?)	100	2,175
帶砂白雲石與無水石膏 (Anhydrite)	121	2,296
鹽	8	2,304

滿尼斯梯 (Manistee) 有多數之鹽井，但均較斯塔恩氏井淺約三百至四百呎

不等。茲將密西根之密西根及滿尼斯諸井之鹽層深度紀錄，列舉於下：

密西根之密西根及滿尼斯諸井至鹽層之深度

地 區	至鹽層深度(呎)
<u>密西根</u> 第一號井 ... ..	2,195
,, 以南一哩 ... ..	2,242—2,260
,, 第三號井 ... ..	1,965—2,001
<u>滿尼斯</u> 第一號井 ... ..	{ 1,978—1,985
	{ 1,988—2,012
,, 第二號井 ... ..	{ 1,900—1,904
	{ 1,912—1,942
,, 第三號井 ... ..	...1,988
<u>斯特隆納</u> (Stronach) ... ..	1,930—1,964

此外下半島北部，修倫湖(Huron Lake) 桑得湖 (Thunder Bay) 沿岸之阿爾彼那 (Alpena) 一帶，尚有岩鹽地區未經開拓。現所知者，已有五層鹽床與石膏 (Gypsum) 及無水石膏 (Anhydrite) 相間，其積聚之厚度為三百呎。

俄亥俄州 (Ohio)

鹽業之相互的重要性

在美國近年鹽產之質與量方面，俄亥俄州居於第三位，係用岩鹽及溫泉以造粒池，真空罐等普通蒸發方法製造，並未直接開鑿採取岩鹽。自鹽層中得來之大量滴水，用於製鹼工業者亦復不少。此外尚有溴 (Bromine) 及氯化鈣亦

多係由俄亥俄河之天然滲水中製成。據調查所得，該處之化學工業，將日趨繁盛。

### 鹽區之形勢

俄亥俄州之二大鹽源係來自兩個不同區域：其一為州之東南部，另一為州之東北部。東南區計包括整個麥格斯郡 (Meigs County)，其地區之廣闊與俄亥俄河對岸之西威爾金尼亞 (West Virginia) 相同，東北區則包括開阿荷加 (Cayahoga)，麥地那 (Medina)，薩米提 (Sammit)，韋恩 (Wayne) 及萊克 (Lako) 諸郡而言。

### 東北部之鹽藏

俄亥俄州東北部產鹽地區，雖極廣泛，但鹽產之工作就目前而論，仍只限於開阿荷加，薩米提，麥地那，萊克及韋恩諸郡。萊克郡並不製鹽，鑽石製鹼公司 (Diamond Alkali Co.) 由非爾波特港 (Fair Port Harbor) 所取之滲水，係用以製造其他鹼之化合物。鹽床由現有鹽井之地點，更向極東方面伸展。茲特拉姆巴爾郡 (Trumbull County) 科特蘭德 (Cortland) 附近黑德賽爾井 (Hadsell well) 之紀錄即可證明：

#### 黑德賽爾井之紀錄

礦 質	厚度(呎)	深度(呎)
沈澱物(drift) ... ..	40	...
泥板岩(shale) ... ..	60	100
粗砂石(borea grit) ... ..	160	260
泥板岩(shale) ... ..	2,386	2,656

鑛 質	厚度(呎)	深度(呎)
石灰石(limestone) ... ..	583	3,239
鹽層(salina formation):		
岩鹽(rock salt) ... ..	12	3,251
石灰石(limestone) ... ..	5	3,256
岩鹽 ... ..	2	3,258
石灰石 ... ..	3	3,261
岩鹽 ... ..	10	3,271
石灰石 ... ..	49	3,320
岩鹽 ... ..	29	3,349
石灰石 ... ..	10	3,359
岩鹽 ... ..	52	3,411
白泥板鹽(shale, white) ... ..	18	3,429
石灰石 ... ..	36	3,465
岩鹽 ... ..	10	3,475
石灰石 ... ..	50	3,525
白泥板鹽 ... ..	15	3,540
岩鹽 ... ..	30	3,570
石灰石 ... ..	10	3,580
岩鹽 ... ..	3	3,583
白泥板岩 ... ..	90	3,673
石灰石 ... ..	5	3,678
藍泥板岩 ... ..	32	3,710

上項紀錄所載之岩鹽計一四八呎，與其更迭相間之石灰石層之性質，如亦與西部相同，中有甚大空隙時，則連填入空隙之岩鹽計算，其實有之岩鹽當不止一四八呎也。至鹽層之向本州東部伸展，亦可由表中見出。故紐約州之地下藏鹽，實不應少於俄亥俄州。此種臆斷，雖紐約州諸鹽井之紀錄文件俱不足為之證明，但地質學家均信其無舛。即如紐約州之伊利 (Erie) 及 卡塔羅格斯 (Cattaraugus) 二郡，昔日以為絕無岩鹽，而根據最近之紀錄，該二郡均有鹽層存在，即此益使前設之假定，信而有據矣。至南方之界限，因地層向東南傾斜，鹽層藏於深處，穿鑿難及鹽層，其藏量自無從斷定。西方藏鹽之界限，亦未判明。依據桑達斯基 (Sandusky) 附近鑿井之紀錄，可知鹽層尚未及於該處，但僅就一井之紀錄亦難十分憑信。

俄亥俄，伊利郡，桑達斯基鹽井之紀錄

鑽 質	厚度(呎)	深度(呎)
沉澱物(drift) ... ..	10	...
角石紀石灰石(limestone, corniferous)...	100	110
石灰石， <u>孟祿與奈阿加拉</u> (limestone, Monroe & Niagara) ... ..	970	1,080
泥板岩(Shale), <u>奈阿加拉與克林吞</u> 石層(Niagara & Clinton formations) .. ..	105	1,185
泥板岩， <u>麥地那</u> (Shale, Medina) ... ..	175	1,360
泥板岩與石灰石， <u>星西那提</u> (shale & limestone, Cincinnati) .. ..	500	1,860
泥板岩， <u>依提卡</u> (shale, Utica) ... ..	310	2,170

鑛 質	厚度(呎)	深度(呎)
泥板岩 (未經詳明) ... ..	40	2,210
石灰石, <u>春藤</u> (Limestone, Trenton) ... ..		2,210

如由已知藏鹽地區之面積，及鹽床之數量與厚度，估計俄亥俄州東北方之蘊藏鹽量，按照目前之消費情形，足可長期供應，不慮枯竭。

東南部之滿水平面 (Brine Horizon)

美格斯郡(Meigs County)之波美拉(Pomoroy)為俄亥俄州東南部製鹽工業之中心。天然滿水除用作製鹽外，尚用以製造溴及氯化鈣，井愈深所獲之滿水愈豐。在最初鑿井時所鑿甚淺，據紀錄所載，鑿至三百呎即觸及所謂奔牛砂(Cow Run sand)，在華盛頓(Washington)及摩爾根(Morgan)二郡即為煤油主要之來源。嗣以欲得充分滿源，又向深處開鑿，復以不敷應用，再行加深。下表為巴克埃鹽業公司(Buckeye Salt Co.)一井之紀錄。井口較波華拉或第八煤井尚低二十五呎。

俄亥俄，美格斯郡，波美拉附近井之紀錄

原 質	厚度(呎)	深度(呎)
導體(Conductor) ... ..	58	...
泥板岩(shale) ... ..	492	550
白砂與灰砂(sand, white & gray) ... ..	320	870
白砂與泥板石(sand, white, & slate) ... ..	90	960
大粒鹽沙(big salt sand) .. ..	170	1,130
砂與白泥板岩(sand & white shale) ... ..	365	1,495
無紀錄之地層(strata unrecorded)... ..	50	1,545
粗砂石(berea grit) ... ..	25	1,570
無紀錄之地層 ... ..	20	1,590

上述之井於三百二十呎深處，始見滴水，密度為  $6^{\circ}B_6$ ，至七百一十呎及九百八十呎，密度為  $9^{\circ}B_6$ ，至一千五百五十呎時密度為  $16^{\circ}B_6$ 。

另有利物浦煤鹽公司之井，其紀錄如下：

西威爾金尼亞，買曾那 (Mason) 哈梯佛特 (Hartford) 井之紀錄

<u>原 質</u>	<u>厚度(呎)</u>	<u>深度(呎)</u>
「馬頸」以上之表層(Surface to "Horse neck")	300	...
「馬頸」「Horse neck」(含油與煤氣) ... ..	50	350
大部為泥板岩 ... ..	110	460
第一層奔牛砂(Cow Run Sand) (多水無油 Much water, no oil) ... ..	40	500
泥板岩等 (Shale etc.) ... ..	250	750
第二層奔牛砂 ... ..	40	790
泥板岩等 ... ..	210	1,000
第一層鹽砂 (First salt sand) ... ..	50	1,050
泥板岩 ... ..	55	1,105
第二層鹽砂 ... ..	60	1,165

在鑿至第二層鹽砂時，滴水立刻升起至距地表六百呎之處。全井實已鑿至一三五九呎半，但最下部已經蹙平，如再深鑿則抵白利亞層 (Berea)，必須另砌套桶，以阻淡水流入。紀錄中謂曾發覺小層煤綫，但並未指出正確方位。

滴水之性質

波美拉 (Pomeroy) 井之紀錄業經載明，白利亞層之滴水 (1550呎) 濃度，實較上面之滴水為強，但其量甚微。故此井滴水係自大粒鹽沙層中抽取，

即如上表所載，在一一〇五呎至一一六五呎之間。巴克埃鹽業公司共有五井，其深度自一〇八九呎至一〇九〇呎不等。最深者已穿過白利亞層。高等鹽業公司 (Excelsior Co) 擁有四井，其深度自一一〇〇呎至一二〇〇呎不等。鹽床向東傾陷，井之開鑿愈東愈深。

據云此處在最初開井時，滴水有上湧幾抵井口者；有溢出井外者。但經不斷抽取，滴水逐漸降低，井管亦須深入井中。高等鹽業公司所用滴水係自七五〇呎之水平處抽取業已多年。如附近之其他鹽井停止抽水，則此處滴水之抽取頗為省力。岩層向東南方傾陷；鹽層愈深，滴水愈濃。見下表：

俄亥俄，波美拉之天然滴水愈深愈濃之實況

	滴水密度	滴水溫度
波美拉鹽廠，在波美拉之西端	8°Bé.	61.5°F
高等鹽業公司，在波美拉之東端	8.5	63
蘇拉古斯(Syracuse)之鹽，鈣，溴製造廠(現已停工)	10.5	62.5

根據包諾克氏 (Bownocker) 之解釋，密度之所以不同，係因濃度滴水傾向低處流注所致；至溫度之不同，則由於計量當時之各種條件並不相同所致。此外東南方之鹽床低陷；鑿井較深，亦可能引起溫度上之差異。

由該處岩鹽中所獲得之滴水，其量之豐，遠超過岩鹽本身所應有；其超過之量，當係來自附近地區。含油地層自西北方來逐漸低下，直達於波美拉地方。井中滴水隨時溢出，隨時由高處之鹽層予以補充，故能永久供應。

西威爾金尼亞州 (West Virginia)

鹽區之形勢

西威爾金尼亞州為主要之天然滴水製鹽處，一部滴水係取自石炭紀 (Car-

boniferous) 之砂石。此項滴水亦為溴及氯化鈣之主要來源。

現在所用之天然滴水，係在俄亥俄河與卡那瓦河(Kanawha river)流域之地層下提取。俄亥俄河鹽區為西威爾金尼亞之鹽業中心，其廣袤與俄亥俄，買曾(Mason)及哈梯佛特(Hartford)(買曾郡)相等。

查爾茲吞(Charleston)以上六哩之莫爾登(Malden)則為卡那瓦河沿岸之製鹽，溴及氯化鈣之工業基地。

西威爾金尼亞之俄亥俄河，在地理上實為俄亥俄州波美拉(Pomeroy)之一部。買曾(Mason)——西威爾金尼亞製鹽工業中心之一——位於波美拉之對面；哈梯佛特則位於河之上游不遠之處。至於俄亥俄，波美拉之滴水於地質上之特點已於(24—25)頁述及矣。

### 卡那瓦河流域

距莫爾登(Malden)二三哩處有熱泉洞(Burning Spring Hollow)之冷泉支流(Cool Spring Branch)為覓取煤氣，曾在該處鑿一深井。由此井之紀錄可獲得「地質學上地平 Geological Horizon」之新知識。查爾茲吞(Charleston)附近之卡那瓦河(Kanawha)區域所用之滴水，即在此地平線上汲出。該井井口之平面(horizon)，常與莫爾登諸井之地面相去甚遠。根據懷特氏(I.C. White)在西維爾金尼亞地質測量第1c卷二七二頁，所發表之「煤油及天然煤氣之正確平面」文中記載，此井「鹽砂 Salt Sand」之深度為八三七呎，所汲出之滴水含有鹽及溴，與莫爾登工廠所用滴水之含質相同。懷特氏所稱之「鹽砂」或即指波茲維爾系層(Pottsville Group)而言。

## 賓西法尼亞州 (Pennsylvania)

### 鹽區之形勢

賓西法尼亞州之匹查堡 (Pittsburgh) 北部，在近年始由滴水中提取鹽，溴及氯化鈣。但因滴水稀薄，難於獲利，遂於一九一四年即行停止。

鹽場中經常工作者計有四井。最深者約達 4089.5 呎，穿透四千餘呎之地層。滴水出自一四〇五呎處之砂中，即紀錄中所謂鹽砂層。此砂或為亞石炭紀 (Mississippian age) 之波科諾系 (Pocono Formation)，或即白利亞砂石 (Berea sandstone)。該井之紀錄如下：

#### 賓西法尼亞，阿利根尼郡匹查堡第四煤氣井之紀錄

原 質	厚度(呎)	深度(呎)
灰及黏土(Ashes & Clay) ... ..	20	20
砂礫(Gravel) ... ..	49	69
石板(Slate) (九十五呎深處有水) ... ..	30	99
砂(Sand) (嵌入水管七十五呎) ... ..	40	139
石板... ..	81	220
砂 ... ..	50	270
石板... ..	15	285
石灰(Lime) ... ..	5	290
石板... ..	89	379
煤(Coal) ... ..	7	386
石板(十吋井桶，三百九十呎) ... ..	50	436
石灰... ..	30	466

原 質	厚度(呎)	深度(呎)
石板… … … … … … … … … … …	10	476
砂 … … … … … … … … … … …	30	506
石板… … … … … … … … … … …	10	516
石灰… … … … … … … … … … …	15	531
砂 … … … … … … … … … … …	45	576
石板… … … … … … … … … … …	124	700
砂 … … … … … … … … … … …	10	710
石板(8 1/4 吋井桶, 840呎) … … … … …	35	745
砂 … … … … … … … … … … …	319	1,064
石板… … … … … … … … … … …	10	1,074
砂 … … … … … … … … … … …	70	1,144
石板… … … … … … … … … … …	15	1,159
砂 … … … … … … … … … … …	20	1,179
石板… … … … … … … … … … …	5	1,184
砂 … … … … … … … … … … …	20	1,204
石板與貝殼(Slate & Shell) … … … … …	46	1,395
鹽砂(1,405呎處有清水) (Salt Sand) … … …	95	1,490
砂 … … … … … … … … … … …	30	1,520
石板… … … … … … … … … … …	10	1,530
砂 … … … … … … … … … … …	115	1,645
石板(六吋井桶, 1,645呎) … … … … …	5	1,650
砂 (1,655呎處微有煤氣) … … … … …	10	1,660

<u>原 質</u>	<u>厚度(呎)</u>	<u>深度(呎)</u>
石板...	50	1,710
砂 ...	30	1,740
石板...	20	1,760
砂 ...	20	1,780
石板...	5	1,785
紅色岩石(Red Rock) ...	5	1,790
砂 ...	30	1,820
石板...	35	1,855
砂 ...	10	1,865
石板與貝殼 ...	60	1,925
第五層砂(Sand, Fifth) ...	23	1,948
石板與貝殼 ...	82	2,030
砂 ...	10	2,040
石板與貝殼 ...	310	2,350
砂 ...	30	2,380
石板...	110	2,490
砂 ...	40	2,530
石板...	35	2,565
砂 ...	40	2,605
石板...	195	2,800
砂 ...	20	2,820
石板...	580	3,400

原 質	厚度(呎)	深度(呎)
砂 ... ..	40	3,440
石板與貝殼 ... ..	560	4,000
砂 .. ..	40	4,040
石板與貝殼 .. ..	49.5	4,089.5

由賓西法尼亞 (Western Pennsylvania) 其餘諸井之紀錄得知，含鹽地層係由紐約西部伸展至此。 馬金郡 (Mckean)，布拉德福德 (Bradford) 東北四哩處，有一井名為得利克城井 (Derrick City Well) 或布拉德福德城井 (Bradford City Well)，係於一九一二——一九一三年由布拉德福德深井公司 (Bradford Deep Well Co.) 所開鑿。 該井深達五八二〇呎，穿過四層鹽床，各厚十至四十七呎不等。 最上層鹽床頂端，係在深四四九〇呎處；最下層鹽床之底部，在四七一三呎處。 如此向外伸展之鹽床，總計其厚度為二二三呎。

賓西法尼亞 (Pennsylvania) 華盛頓郡 (Washington County)，馬克多那爾 (McDonald) 西北四哩處，距匹茲堡西南十四哩，有馬克多那爾井 (McDonald well)，在深約六八二五呎處遇有滴水；在六八二五呎至七一七五呎之間之三百五十呎處，有岩鹽發現。

### 威爾金尼亞州 (Virginia)

威爾金尼亞之鹽主要者在州之西南部。 荷爾斯吞河 (Holston) 北支流城一帶地下，並蘊藏有石膏，廣約二十哩；至斯邁斯 (Smyth) 及華盛頓諸郡則更形廣闊。 現時開工者計有石膏工廠二，鹼廠一。

西南威爾金尼亞蘊藏之鹽與石膏，根據埃克爾氏 (Eckel) 於美國地質測量公報 (二一三期第四〇六至四一六頁) 所發表：在厚約六百呎之低層，格林布賴厄 (Greenbrier) (紐曼 Newman) 石灰石層之內含有多數石灰石 (Shaly Limestones) 及一二層石膏床；其下為藍泥板岩或石板；再下則有堅厚之鹽床及藍泥板岩或石板，如此每層更迭出現。至低層 (Lower Member) 之紐曼石灰石 (Newman Limestone) 則僅在此一處之紀錄中發現，為他處所無。

早年在鹽村 (Saltville) 西南之羅伯孫氏土地 (Robertson Property) 上所鑿之井中鹽量極微；或係鑿井之處並無鹽床；或井之深度，尚未及於鹽床；最近開鑿之井，雖無紀錄可查；但鹽床係在八百呎之深處，厚度總計為一七五呎。

斯托斯氏 (G. W. Stose) 在美國地質測量公報 (第五三〇期二二二至二二五頁)，將亞石炭紀岩石 (Mississippian Rocks) 分為三系：(1) 上層者即所謂之紐曼石灰石，厚約三三二五呎 (2) 馬克拉地系 (Maccrady formation) 之泥板岩，砂石及石灰石，厚約一〇二五呎左右 (3) 普來斯 (Price) 砂石，厚約三二七至四二四呎。最顯著之事實厥為大量之鹽與石膏，均在鹽村一帶，馬克拉地系之泥板岩斷層中蘊藏。

關於鹽與石膏之來源，斯托斯氏 (Stose) 之意見與埃克爾氏不同。斯托斯氏認為大部屬於中古時代而非上古，其來源則係鹽與石膏先沉澱於近海之海段；嗣經散布而混於石灰質 (Calcareous) 及膠泥質 (Argillaceous) 之沉澱物中；隨後該項沉澱物復經地下水流 (在石炭紀 Carboniferous 及寒武紀岩石層 Cambrian rocks 斷層之間) 沖積使之集中，卒成現有之鹽與石膏之混合地層。

斯托斯氏 (Stose) 文中所引斯邁斯郡 (Smyth) 鹽村 (Saltville)，馬季孫公司 (Mathieson Co.) 模範井之一般紀錄如下：

<u>厚 質</u>	<u>厚度(呎)</u>	<u>深度(呎)</u>
石灰石與泥板岩 (Limestone & Shale) ... ..	26	26
泥板岩與石膏 (Shale & Gypsum) ... ..	195	221
大部之泥板岩與石膏及岩鹽(Mostly shale with gypsum & some rock salt) ... ..	359	580
大部之石灰石及泥板岩，石膏與岩鹽 ... ..	215	795
大部之泥板岩與石膏及岩鹽 ... ..	100	895
大部之岩鹽與少數之泥板岩 ... ..	197	1,092

## 康薩斯州 (Kansas)

### 鹽業之相互的重要性

康薩斯州 (Kansas) 在一九一五年，美國鹽產之質與量方面，均居第四位。產量之大部分為岩鹽，亦有用平底敞鍋，造粒池，真空罐等法煎煮滴水製鹽者。

### 鹽區之形勢及面積

在康薩斯北部，中部及中央南部一帶，即通常所謂之鹽原 (Salt plains)，鹽產生在沼澤之滷水中；滷水於氣候乾燥季節，水分蒸發後即成岩鹽。但此項生產，據知現在已不加利用。

現在里昂 (Lyons) 及 甘納波利 (Kanopolis) 所產之岩鹽及由該地供應 埃爾斯渥斯 (Ellsworth)，哈金森 (Hutchinson)，司特令 (Sterling)，里昂，安托尼 (Anthony) 及其他等處所需之滷水，俱係自地下提取。在本州之東部二疊紀地層 (Permian) 及石炭紀 (Pennsylvanian) 之煤層中，亦有滷水出

現。地下蘊藏岩鹽之區域據所知者，尚有康薩斯中央南部，包括賴斯 (Rice) 及金門 (Kingman) 二郡之全部，累諾 (Reno) 之大部及薩林 (Saline)，埃爾斯渥斯 (Ellsworth)，巴吞 (Barton)，馬克斐松 (Mepherston)，斯塔福德 (Stafford)，哈維 (Harvey)，普拉特 (Pratt)，塞治威克 (Sedgwick)，巴栢 (Barber)，哈爾栢 (Harper) 及薩姆納 (Sumner) 諸郡。

康薩斯鹽床在二疊紀年代 (Permian age) 之岩石中形成馬利翁層 (Marion formation)，此層向東進展逐漸微弱，至威靈頓 (Wellington) 及小河 (Little River) 以外，未能現出地面時，即歸烏有。據推測薩姆納 (Sumner)，久達泉 (Geuda Springs) 之鹽泉即係自此層中發源。至此項鹽床及與其聯屬之鹽層向西伸展之限度，則不可知。其向南北兩方之發展，已見鑿井之紀錄；北起於埃爾斯渥斯 郡之甘納波利 (Kanopolis)；南抵於哈爾栢 (Harper) 之安托尼 (Anthony)。鹽床愈北愈弱。在安托尼 處厚為四〇四呎 (深九四六至一三五〇呎)；在金門 (Kingman) 厚四一五呎 (深六六五至一〇八〇呎)；在哈金森 (Hutchinson) 厚三八〇呎 (深四三〇至八一〇呎)；在里昂 (Lyons) 厚二七五呎 (深七九三至一〇六八呎)；在甘納波利 (Kanopolis) 厚僅二五〇呎 (深六三〇至八八〇呎)。自哈金森 向北，如照此率逐漸縮減，則鹽床在未抵達尼布拉斯卡 界線 (Nebraska Line) 之前，即歸烏有。

但同一地點，其鹽床之厚度亦不一致，例如哈金森 之鹽井紀錄於鹽層之厚度，及自井口抵鹽層之深度，數字各不相同。甘納波利，里昂，哈金森，金門 及安托尼 諸井之紀錄中，均未提及鹽層之下尚有石膏之蘊藏，此節亦類耐人尋討。

## 路<sub>易</sub>斯安那州 (Louisiana)

### 鹽業相互的重要性

路<sub>易</sub>斯安那州之出產爲岩鹽，在一九一五年，其產量居全國之第五位，在價值上則居第六位。

### 鹽區之形勢

本州之鹽灘雖可分爲南部及北部與中央北部，但其主要部份及現時製鹽地區則在南部海湖海岸 (Gulf Coast) 一帶。

### 北路<sub>易</sub>斯安那州之鹽地

本州北部薩平河 (Sabine River) 流域一帶之鹽地，係在薩平牧區 (Sabine Parish，註：美國各州之下爲郡，獨路州之下稱牧區 Parish)：(1) 拜烏·內格利特 (Bayou Negreet) 河口上一哩半之內格利特 (Negreet)；(2) 石炭巖鹽地 (Stone Coal Bluff Saline)；(3) 滿尼 (Many) 附近一帶。

鹽地在紅河 (Red River) 流域一帶者，其地位如下：(1) 拜烏·卡斯德鹽地 (Bayou Castor Saline) 在羅舍爾 (Rochelle) 北五哩，或達格得莫那河 (Dugdemona River) 河口以上四哩；(2) 卡塔胡拉鹽泉 (Catahoula Salt Spring) 在卡塔胡拉湖；(3) 布朗鹽地 (Brown Saline) 在圖婁 (Tullos) 以西六哩，或達格得莫那河之文非爾德 (Winnfield) 東南十八哩處；(4) 佐治敦 (Georgetown) 附近之羅舍爾，圖婁與塞爾馬 (Selma)；(5) 文牧區 (Winn Parish) 文非爾德西北之西登·拜烏鹽地 (Cedar Bayou Saline) 及庫赤·多姆 (Coochie Dome) 等處。

內戰期間及以前，產鹽較多之主要鹽地計有：德累克氏 (Drake's)，普萊斯氏 (Price's)，累柏恩氏 (Rayburn's) 及金氏 (King's) 等，俱各以其所

有人或經理人之名，名之。北路州最大之鹽地爲仲斯提諾(Bistineau)鹽地，坐落於仲斯提諾湖。北部主要鹽地之詳情，已經威施氏(Veatch)於路州地質測量報告中詳爲敘述矣。

### 南路易斯安那州之鹽地

主要之鹽地係在五島或總稱爲鹽島(Salt Islands)計：培提特·阿斯(Petite Anse)，格朗德·科特(Grande Côte)，培來爾(Belle Isle)，科特·布隆什(Côte Blanche)與科特·卡林(Côte Carlina)。現已在阿非利島(Avery Island—即培提特·阿斯)及威克斯島(Weeks Island—即格朗特·科特)大規模開鑿採取岩鹽。

他處尚有安斯·拉·雷特(Anse La Butte)，馬蒙草原(Mamon Prairie)，韋爾士(Welsh)，契科特(Chicot)，文吞(Vinton)及哈克柏利(Hackberry)等處，其地質之狀況，與五島相同，且均已開鑿深井，獲得岩鹽或油源矣。

### 格朗特·科特 (威克斯島 Weeks Island)

形勢——坐落於愛俾利河牧區(Iberia Parish)，弗密利翁灣(Vermilion Bay)之東支威克斯灣(Weeks Bay)之東岸，自包爾德文(Baldwin)有南太平洋鐵路(Southern Pacific Railroad)之賽普利摩爾特(Cypremort)支線可達。該島直徑雖只有二哩，尚爲五島之中最大者。該五島均經威施氏(Veatch)詳敘於路州地質測量報告及特別報告中。

上述已開始採鹽之二島，所產之鹽及與其聯屬之石膏及硫磺均異於美國其他各處之鹽鑛產品。其產鹽土層有關地質學之特質者，將於下文詳細申述；並可以之代表路易斯安那及台克塞斯二州之其他海灣沿岸各地之鹽藏。至於地質方面之詳細論述，與其假定之來源，均載於美國地質測量公報第六九期中。

鹽藏之形成——威士斯島已有大量之岩鹽形成；或正在尚未成爲實體之砂，粘土及砂礫表層之下，繼續形成。該處地勢平坦，地層顯露之部分無多，最上之地層，爲黃色之肥沃粘土，有數處偶現於地面。全島各地共有四十四井，由其紀錄中可知：最上層有四十至六十呎厚之粘土，其下爲砂；偶有含鐵質者，砂中含有黑砂卵石 (Chert Pebbles) 及次砂粘土，以各種不同角度，向不同之方向傾斜。紀錄中復載有砂礫及砂層厚達數百呎；鹽層之上，恒有數呎之粘土；亦有數井，其鹽層之上爲褐煤層 (Lignite) 者。

島上之大量鹽岩，積於鑛區之附近，以此處距離地面爲最淺；由此向西南兩方傾斜；向東方傾斜之度數稍差；向北傾斜更少；形似四星頂，向南北較長，集於島之西部，略偏山嶺之西側。鹽之表層，參差不齊，但與島上地面之高低不平無關。鹽岩之此種形狀，哈利斯氏 (Harris) 認爲其當初結成之時即係如此，絕非地下水流之衝蝕所致。（見路易斯安那州地質測量第七號公報）

### 培提特·安斯 (Petite Anse 阿弗利島 Avery Island)

形勢——培提特·安斯島坐落於路易斯安那州，新愛俾利阿 (New Iberia) 之西南偏南 (南南西) 十里許之愛俾利阿牧區 (Iberia Parish)。

鹽藏之形成——本島之地質業經威施氏及其他地質學家記載頗爲詳盡 (見前文)。哈利斯氏認爲早年之記載關於本島及其他各島之地質，並無肯定之解釋。似視全部地層均屬於第四紀時代，其中含質無不可歸之於冰川時期中或時期後所形成者。」

地面大部爲黃褐色之沃土。砂礫較他島爲多，但只限於島之南部。北部地面到處顯露黃褐色，或帶有綠色之雜色粘土。於鑛鑿空處有褐煤層

(lignite) 之發現，在有脊椎動物遺骸之新第三紀鮮新期之地層中（根據威橋氏所述）復有哺乳動物之遺骸。

本島二井之紀錄如下：

糖廠附近鹽井之橫斷面

原 質	厚度(呎)	深度(呎)
最上層之碎石(Superficial Detritus) ... ..	330	...
岩鹽 (Rock Salt) ... ..	2,263	2,593
鹽氣砂(Blue Gas Sand)... ..	70	2,663
鹽 .. ..	66	2,729

抽水機房之鹽井橫斷面

原 質	厚度(呎)	深度(呎)
黃色黏土(Yellowish Clay) ... ..	500	...
砂 礫(Gravel) ... ..	200	700
灰色砂(Grayish Sand) ... ..	2,112	2,812

鹽藏之表層，參差不齊，與威克斯島情形相同，其表層甚有高出海面者。地下岩鹽之位置較本州任何地方為高。在岩鹽未經發現之前，此處之鹽泉久已著名，其鹽床位置之高，於此可見。

台克塞斯州 (Texas)

產鹽區之概況

近年來台克塞斯州鹽之主要來源，係自州之東部，安得松郡 (Anderson County) 之巴勒斯坦 (Palestine)；凡·桑特郡 (Van Zandt County) 之大鹽地

(Grand Salino)等處。州之西部密徹爾郡 (Mitchell County) 科羅拉多 (Colorado) 昔日爲產鹽中心，今則只有日曬鹽。其具有重要商業性之製鹽工業均用人工蒸發法製鹽。至本州西部之普雷雅斯(Playas 意即雨水暫時積聚而不滲去之原野)及西南方之湖澤地帶，所產之天然鹽則只銷於當地。

在州之東南部所發現之岩鹽，其地區據多伊森氏(Deussen)測量，俱在新第三紀鮮新期(Pleistocene)及近世紀(Recent)時期形成，如：哲斐孫郡(Jefferson County)之斯省多爾托普(Spindletop)；哈丁郡(Hardin County)之酸湖(Sour Lake)；加爾未斯峇郡(Galveston County)之高島(High Island)；布拉左利亞郡(Brazoria County)之得蒙·蒙得(Damon Mound)；利柏提郡(Liberty County)之得容山(Dayton Hill)；哈丁郡(Hardin)之巴森(Batson)。據鑿井工人稱在巴森(Batson)中心區之東北有一井，於深一〇〇七呎處發見十二呎厚之鹽床，亦即油岩(Oil Rock)以上之一三〇呎，此外再無其他記載，故未便遽信。

根據哈利斯氏(Harris) 路易斯安那州地質測量報告，在布拉左利亞郡(Brazoria County)之開色斯山(Kisers Hill)已發現鹽之存在。在哈丁郡之薩拉托加(Saratoga)；哲斐孫郡之俾格山(Big Hill)；哈利斯郡(Harris County)之哈姆柏爾(Humble)等處雖未見到岩鹽，但於鑿井覓油及採氣時，在相當深處，已得大量之鹽水。由此可推測其他各地亦有岩鹽。

工業之發展——上述諸地區之岩鹽從未有人開採，天然滴水亦從無人用以製鹽。所鑿之井係專爲獲得煤氣及鑽油，其產量頗爲豐富。關於地層組織之學識，該處頗有貢獻。本州，布拉左利亞郡(Brazoria County) 布賴安高地(Bryan Height)之夫利波特(Freeport)之硫磺礦，已從事開採，與路易

斯安那州，卡爾卡休牧區(Calcasieu Parish)之硫磺城(Sulphur City)情形相同，故本州鹽產之價值，將來必有被重視之一天。

## 東部之鹽地

形勢——東部主要鹽地計有：凡·桑特郡(Van Zandt)之大鹽地(Grand Saline)；安得松郡(Anderson County)之巴勒斯坦(Palestine)；史密斯郡(Smith County)之布盧克斯(Brooks)鹽地及斯坦(Steen)鹽地；及夫利斯同郡(Frestone) 巴特勒(Butler) 迤東二哩之鹽地。

在此種平坦低窪之鹽地上，所鑿之鹽井極淺，滿水取出蒸發後即成鹽。四圍有青山環繞，土中含有白或灰色之石灰石，其中有混入海綠石（鐵鉀矽酸鹽 Glaucanitic）者。低窪之處在冬季俱成泥沼；經夏季日曬蒸發後，地面即遺有一層鹽殼。

此種鹽地與北路易斯安那州者相同，並無形成土丘或島嶼之形狀，但其來源則咸認為係與路易斯安那州及台克塞斯州近海之丘陵相同。

大鹽地——大鹽地位於台克塞斯州東北部之凡·桑特郡(Van Zandt County)，在台克塞斯州·太平洋鐵路，達拉斯(Dallas)東行線上。台克塞斯州短線鐵路亦通至該城。

鹽地為一片小草原式之多砂平原，砂中含鹽甚豐。東西向約長一哩，南北向寬一哩有半。其下之鹽床均尚平坦；惟該處之地層則頗紊亂。

已開鑿者共有六井；四井係在卡林容公司之工廠內 (Plants of B. W. Carrington & Co.)；二井在大鹽地公司(Grand Saline Salt Co.) 之工廠內。在一九一二年時卡林容公司之兩個工廠合用一井，大鹽地公司之工廠亦只有一井。井內岩鹽之厚度，俱不得知，僅知岩鹽均集於該處。惟至大鹽地

公司之工廠偏東數百呎處，鹽即絕跡；雖深至三二二呎處，取出之水亦無鹹味；但在該地之其他各處，鹹水近於地面，隨地可得。大鹽地城西亦無鹽跡；城中所需淡水，僅在四十呎深處即可取得。曾有一井鑿至一千呎深亦未見鹽。該城迤南，迤北相當距離內，亦無鹽層發現。所開發之鹽床僅及一哩，據調查所得，該處可供開拓之地，不過一哩有半。

大鹽地城二井之橫剖面記載如下：

大鹽地城，孤星井 (Lone Star Well) 之紀錄

穿過之地質	厚度(呎)	深度(呎)
灰褐色多砂黏土(Brownish-Gray Sandy Clay)	26	...
褐砂(Brown Sand) ... ..	8	34
砂及砂礫(Sand & Gravel) ... ..	3	37
黑色泥板岩之黏土(Black Shaly Clay) ... ..	20	57
褐煤(Lignite) ... ..	3	60
多砂泥板岩之黏土(Sandy Shaly Clay) ... ..	20	80
砂與水(Sand & Water) ... ..	5	85
含砂黏土之泥板岩(Sandy Clay Shale) ... ..	65	150
砂與水(Sand & Water) ... ..	14	164
硬砂岩(Hard Sand Rock) ... ..	6	170
含硫化鐵之泥板岩(Shale Containing Pyrites)	4	174
藍石灰石混有砂跡及灰色石灰石之藍色主要沉澱物 (Blue limestone mixed with streaks of sand & gray limestone, blue forming chief deposit.)	42	216

穿過之地質	厚度(呎)	深度(呎)
帶鹽水斑紋之硬白砂(含鹽百分之五) (Hard white sand with a vein of salt water, 5 percent salt) ... ..	14	230
石膏(Gypsum) ... ..	5	235
岩鹽(Rock salt) ... ..	120+	359+

大鹽地城, 利查松(Richardson)井之紀錄

穿過之地質(Material Penetrated)	厚度(呎)	深度(呎)
土壤, 黑褐色砂(Soil brownish-black sand)...	3	...
多砂黏土(Sandy clay) ... ..	12	15
砂礫與黏土(Gravel & clay) ... ..	5	20
黃砂與水(Yellow sand and water) ... ..	6	26
藍色細黏土及砂礫(Fine blue clay & Gravel)	2	28
流砂與水(Quick sand with water) ... ..	2	30
粗白砂(Coarse white sand) ... ..	5	35
藍灰色糝入藍黑色泥土並有硫化鐵及碎石灰石 (Blue gray merging into bluish-black dirt with pyrite & broken limestone)...	48	83
灰色硬石灰石(Hard gray limestone) ... ..	3	86
含砂泥板岩之黏土(石板?) (Sandy shaly clay (slate?)... ..	17	103
藍色黏土及硫化鐵... ..	20	123
泥板岩(?) (Shale) (?) ... ..	9	132

穿過之地質(Material Penetrated)	厚度(呎)	深度(呎)
泥板岩與黃鐵礦(Shale with Iron pyrite) ...	5	137
含砂泥板岩與硫化鐵 ... .. .	12	149
砂石與硫化鐵(Sandstone with pyrite)... ..	14	163
藍色硬石灰石(Hard blue limestone) ... ..	25	188
灰色硬石灰石(Hard gray limestone) ... ..	3.5	191.5
流砂(Quicksand)... .. .	2.5	194
砂與石灰石之更迭層(Alternate strata of salt & limestone) ... .. .	18	212
岩鹽(Rock salt) ... .. .	300	512
藍灰色砂(Bluish-gray sand) ... .. .	2	514
黑色砂及水；未穿過者 (Black sand with water; not penetrated) ... .. .	6	520

### 巴勒斯坦 (Palestine)

巴勒斯坦爲安德松郡 (Anderson County) 郡之所在地，位於郡之中央南部；爲萬國鐵路 (International)，大北鐵路 (Great Northern) 及台克塞斯州鐵路 (Texas State Railroad) 之交叉點，在台克塞斯州之極東部。由該處至州北部之紅河，及南部之海灣二邊距離皆相等。

城西之地勢向特林尼提河 (Trinity River) 傾斜；西南六哩，即係鹽地；爲一哩長，半哩寬之平地；四週鹽殼突起，歷歷可見。地上土壤爲黑鉛色之黏土，與大鹽地之土色類似。

斯坦鹽地 (Steen Saline) 位於斯密斯郡之北，林達爾 (Lindale) 之東五哩，泰勒 (Tyler) 之北十四哩，鹹水溪 (Saline Creek) 叉口之正北鹽地。

爲一長一至二哩，寬半哩或四分之三哩之小草原。地面覆有灰黑色黏土組成之鹽殼。

內戰時期該地產鹽甚多，均係由開鑿淺井汲取清水，以巨型鍋鏟，或鍋爐煎製。據紀錄所載，在某一時期，曾有二十處爐火煎製，每日出鹽達一萬二千袋（袋之大小未詳）。每一蒲式耳 (Bushel) 之鹽約需清水一百九十加侖（參閱台克塞斯州地質與農業測量第一年報一二六頁巴克利氏之報告）。

布魯克斯鹽地 (Brooks Saline)——位於斯密斯郡之西南部泰勒爾西南十七哩之處。長約二哩半，寬約半哩至四分之三哩。地面有藍黑色之黏土，四周爲黃色片狀黏土。

## 西 部 之 鹽

特朗斯-培科斯區之產鹽盆地 (Salt Basin of Trans-Pecos Region)——本州西部有著名之產鹽盆地，其中之一業經利查松氏 (Richardson) 於地質公報第二六〇期中述及，位於特朗斯-培科斯區 (Trans-Pecos Region)，在埃爾巴索 (El Paso) 之台克塞斯州太平洋鐵路以北；所考察之部份與庫爾柏森郡 (Culberson County) 甚近，瓜達盧培-得拉韋爾山 (Guadalupe-Delaware Mountains) 以西，提阿布基山嶺 (Sierra Diablo) 以東。該地自西北向東南伸展共長一百五十哩，利查松氏所述之長度七十哩，卽爲此全長之一部，所考察者爲一長八至二十哩寬約十五哩之盆地。

蘊藏岩鹽在盆地之西，埃爾·卡彼坦峯 (El Capitan Peak) 之西南，凡·荷恩 (Van Horn) 北五十哩之處，地形微窪，爲昔日該地鹽湖之一。鹽地面之鹽有厚四至六吋者，但經利查松氏之估計，合於食用者不過一吋。鹽爲灰白色，結晶粒粗糙，且極潮溼，並有不潔物質敷於其上，在乾旱多土之季候

，鹽恒不潔。如經雨水淋過，尤其表層之鹽已經耗去之處，所餘之鹽呈露錐形之結晶粒，極為美觀。此種結晶鹽樣經窩來爾氏 (S. H. Worrell) 化驗分析如下：

成分(Constituent)	錐形結晶粒	取自盆地之鹽樣
氯 (Cl) ... ..	59.5	59.0
鈉 (Na) ... ..	38.6	38.3
鈣 (Ca) ... ..	0.1	痕跡
鎂 (Mg) ... ..	0.2	，，
硫酸根 Sulphate radicle (SO <sub>4</sub> ) ...	1.2	1.0
鉀 (K) ... ..	.....	0.0
二氧化矽 (SiO <sub>2</sub> ) ... ..	.....	0.6
氧化鋁 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ... ..	.....	0.6
鐵 (Fe) ... ..	.....	痕跡
水 ... ..	1.0	.....
	<u>100.6</u>	<u>99.5</u>

科羅拉多城 (Colorado City)——密徹爾郡之科羅拉多 城係用蒸發方法製鹽。本地區內凡石炭紀及二疊紀地層所及之處，皆有多數之鹽井及鹽泉。城中曾為取水，鑿井至八百五十呎處發現岩鹽，再深鑿二百五十呎，則已穿過一百四十呎之鹽床。各井之水皆自然湧起，至距地面一百五十呎之處，雖盡力抽汲，亦不涸竭。製鹽公司成立後，井水仍不稍減，各井皆裝有深八百五十呎之井桶。鹽床之上下俱有淡水。

其他各處之鹽——台克塞斯州之西北部，有稱為「鍋柄」(Pan Handle) 地方者，在過去數年間，曾鑿有數井，井中多含有鹽，石膏，無水石膏，亦有含微量之氯化鉀(Potash Salt)者。茲將所開鑿各井之地區，名稱，臚列於下：

狄肯斯郡(Dickens)，斯柏(Spur)之史文孫父子(Swenson & Sons)

鹽井○

狄甫·斯密斯郡(Deaf Smith)，格明納利歐(Glenario)之格伽納利

歐井○

俄爾達姆郡(Oldham)，阿德利安(Adrian)附近之阿德利安礦油及

煤氣公司(Adrian Oil and Gas Co.)之井○

俄爾達姆郡，阿德利安附近之阿德利安湯賽特公司(Adrian Town-

site Co.)之井○

波特郡(Potter)之柏丹(Boden)井○

朗達爾郡(Randall)之密勒·朗索(Miller Ranch)井○

格雷郡(Gray)之馬克蘭(McLean)井○

契爾德里斯郡(Childress)，契爾德里斯附近之四井○

加撒郡(Garza)之波斯特城(Post city)井○

加撒郡之哲斯提斯堡(Justiceburg)井○

斯卡利郡(Scurry)之斯奈得(Snyder)井○

肯特郡(Kent)西界附近之斯科金(Scoggin)井○

阿普吞郡(Upton)之烏普朗地(Upland)井○

培科斯郡(Pecos) 布京那·維斯他(Buena Vista)井○

利夫郡(Reeves)，托芽(Toyah)西北之深井○

台克塞斯州之北部及中央西部，如揚郡(Young)之格累姆(Graham)，已

可自淺井中取鹽○ 戈登(Gordon)及巴羅·平托郡(Palo Pinto)之諸井，以

及馬卡羅赫郡(Mc Culloch)之發爾德律普(Waldrip)，及托姆·格林郡(Tom

Green) 之桑·安哲羅 (San Angelo) 等處之井均有溫泉。西南沿海岸之湖澤及鹽湖每年產鹽頗多，現仍生產不輟。

## 俄克拉荷馬州 (Oklahoma)

### 鹽業之相互的重要性

本州製鹽工業之重要性，只限於當地。過去數年間，僅於本州西部布蘭那 (Blaine) 之斐加松 (Ferguson) 及西南部哈蒙那 (Harmon) 之文森 (Vinson) 與薩爾吞 (Salton) 諸處製鹽，規模頗小。

### 鹽原 (Salt Plains)

形勢——州之東西二部俱有鹽水泉井。東部之水略帶鹹味；西部之水有極鹹者，因而鹽泉或鹽原之稱謂在西部極為普通。

凡有鹽泉之地，統稱之為鹽原；根據最近之俄克拉荷馬州 (Oklahoma) 之地質測量報告，其中著名者凡十處：哈爾柏那 (Harper) 及武茲 (Woods) 與武德瓦德 (Woodward) 間之西馬隆河 (Cimarron River) 一帶有二處；哈蒙那 (Harmon) 之西北有二處；阿爾法爾法 (Alfalfa)，布蘭 (Blaine)，培克哈姆 (Beckham) 三部各有一處；查克松那 (Jackson)，埃爾多拉多 (Eldorado) 南之沙溪 (Sandy Creek) 有三處。根據俄克拉荷馬州 地質測量公報所載之本州地質進化圖，本州地質表層之岩石均屬於二疊紀 (Permian)。西部之鹽泉雖俱發源於「紅床」(Red Beds)，但並非來自同一地質平面 (Geologic Horizon)。

## 俄勒岡州 (Oregon)

近年來俄勒岡 製鹽工業已經停止。據聞在威拉美特 (Willamette) 及阿姆普夸 (Umpqua) 流域一帶，有以鹽泉之水製成滴水者。查查克松那 (Jackson) 內之泉水，據稱亦能製鹽。查哲斐系 (Jefferson) 山麓附近之卡斯開德

(Cascade)山嶺已有鹽層發現。阿爾卡利(Alkali)，阿伯特(Abert)及夏湖(Summer Lake)等處之鹽係與鹼及鈣鹽等共同發現。阿爾卡利湖附近已設有小規模之製鹼場。

## 愛達荷州 (Idaho) 與外歐明州 (Wyoming)

愛達荷州之產鹽區爲班諾克郡 (Bannock) 及倍爾湖郡 (Bear Lake County)。近數年來之製鹽工業僅限於愛達荷南，班諾克郡之斯登普溪 (Stump Creek) 附近，及泰吉 (Tygee) 流域一帶。製鹽之集中區域則在外歐明之奧本 (Auburn)。愛達荷之製鹽工業，無足輕重，大部之出產供作牲畜用鹽。鹽係用清泉煎製，清泉之下伏有鹽床。

## 尼瓦答州 (Nevada)

### 鹽業之相互的重要性

本州製鹽工業之重要性，僅限於當地。各地製鹽企業，尙待發展；現在所產者，僅供當地之需，且時起時輟。

其鹽區可分三處：(1) 邱吉爾郡 (Churchill) 之沙泉 (Sand Springs)，懷特平原 (White Plains)，利特 (Leeto) 巴蘭 (Parran)；(2) 埃斯美拉爾達郡 (Esmeralda) 之銀泉平原 (Silver Springs Playa)；(3) 瓦雷郡 (Washoe)，喜普賽德 (Sheepshead) 之巴費婁 (Buffalo) 鹽場。上述諸處大部係用日晒製鹽法，其上等者如精鹽，日用鹽，及「普通細鹽 (Common fine salt)」等均係由日晒鹽精製而成。此外尙有邱吉爾郡之提克西鹽澤 (Dixie Salt Marsh)；奈郡 (Nye) 之累爾森德發利 (Railroad Valley)；以及攸利卡 (Eureka) 與埃爾扣 (Elko) 二郡之鑽石山嶺 (Diamond Range) 皆有鹽之蘊藏。

現在及將來主要之產鹽地區，當在本州東南部之處女河 (Virgin River) 一帶。實際上尼瓦答州大盆地 (Great Basin) 內之產鹽地區，極為廣泛。

## 新墨西哥州 (New Mexico)

### 鹽產之相互的重要性

本州運往外處之鹽量為數雖微，但鹽之供應則不虞缺乏。鹽地與鹽湖實為本州未來之一大資源；現在所產粗鹽，供給醃漬之用者為數頗大。埃斯坦西亞 (Estancia Valley) 一帶為一湖底，積鹽頗多；此外在鹽泉之附近，或在旱季鹽地上面所結之鹽層，俱為此項粗鹽之產地。

### 鹽藏之形勢

托倫斯郡 (Torrance) 之埃斯坦西亞，本地產鹽甚少，產鹽最多之盆地，在托倫斯郡之中部，適為本州地理上之中心。俄提羅 (Otero)，同那·阿那 (Dona Ana)，索科羅 (Socorro) 諸郡及圖拉羅薩盆地 (Tularosa Basin) 之白沙平原 (White Sand Plains) 等均有鹽產現於石膏嶺上。

祖尼 (Zuni) 為新墨西哥之一大產鹽區，該地坐落索科羅郡 (Socorro) 之西北部，在聖太飛鐵路 (Santa Fe Railroad) 主線上之加樂普 (Gallup) 以南八十哩及該鐵路支線上之馬格達雷那 (Magdalena) 以西八十哩。

此區所產之鹽供給墨西哥及印第安人之食用已歷數世紀，其附近之牧場亦食用此項食鹽。採鹽工人係墨西哥之另一階級，所用方法類為粗劣。

新墨西哥尚有鹽泉甚多，但除供應當地有限之需要外，不多採製。最大之鹽泉有三：(一)在阿布奎克 (Albuquerque) 西北三十哩之利歐·薩拉得 (Rio Salada) (二)在培楞 (Belén) 以西二十哩 (三)在阿拉摩哥都 (Ala-

mogordo) 西北四十八哩，圖拉羅薩流域 (Tularosa Valley) 之馬爾派斯 (Malpais) 盡端。此外尙有小鹽泉數十。

挨提 (Eddy) 及 徹末斯 (Chaves) 及 羅斯福 (Roosevelt) 諸郡之司太科特平原 (Staked Plains) 與 培科斯 (Pecos) 河流域之下有「紅床 Red Bed」層，鹽床厚而且廣，俱在極深之處，均係在開鑿油井或水井時發現。鹽床之厚約有三百呎至五百呎，其間隔有黏土層或砂層。亦有僅在地下數百呎者。在卡爾斯巴德 (Carlsbad) 所鑿兩千六百呎之井，已穿過數層堅厚之鹽床。在阿泰西亞 (Artesia) 與 羅斯維爾 (Roswell) 以東，以及台克奕斯州 西部之司太科特平原 所掘之深穴俱經觸及該項鹽床，且均距新墨西哥 東部不遠。

## 阿利桑那州 (Arizona)

阿利桑那 所產之鹽，絕無商務之性質。食鹽及他種鹽類，均沉澱於鹽河 (Salt River) 一帶之河水中。此種鹽類雖無地質上之重要性，但其影響河水則甚顯著。咸信此河之上游爲鹽泉匯集之地。此河之水人皆以淡漬稱之。

虛女河流域 一帶之鐵鹽 已在居瓦答州 一章述及矣。布雷克氏 (Blake) 曾提及本州之中央南部雅瓦拜那 (Yavapai) 弗提河 (Verde) 流域一帶之地層中亦有岩鹽蘊藏。

## 倣塔州 (Utah)

### 鹽業相互的重要性

倣塔 亦如西密蘇里州 一般，其非金屬礦物，比較上大部未經開發；故此項記錄，自不完備，於鹽業亦然，於岩鹽及地下水爲尤甚；除下列各產地之外，自必尙有若干地點，以缺乏記錄，未能編入。

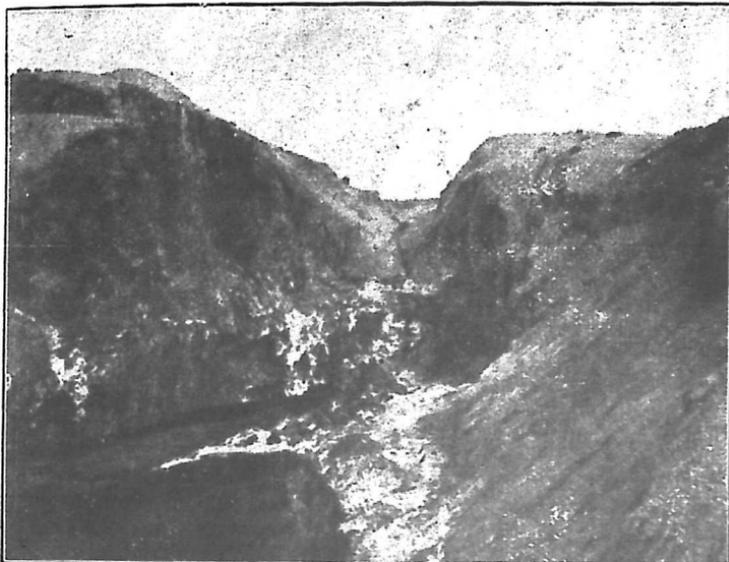
收塔之主要製鹽工業係在大鹽湖 (Great Salt Lake) 之東岸，距鹽湖城 (Salt Lake City) 不遠之薩魯台爾 (Saltair) 加非爾德 (Garfield) 亦有少量鹽產。湖邊之鹽產一向利用湖水，以日晒方法製造。

### 產 鹽 區

本州主要之鹽產區域：(一)大鹽湖一帶以湖水為清水，(二)塞維爾 (Sevier)，桑皮特二郡之薩利那 (Salina)，雷得孟特 (Redmond)，干尼松 (Gunison) 等處附近之塞維爾河 (Sevier) 流域一帶之岩鹽，(三)胡柏那 (Juab)，內腓 (Nephi) 以東，亦有清水發現，(四)密特德 (Millard) 東部之克利爾湖 (Clear Lake) 附近，(五)圖爾 (Tooele) 之鹽湖荒地 (Salt Lake Desert)。雷得孟特附近之二鹽鑛見「影片一」。

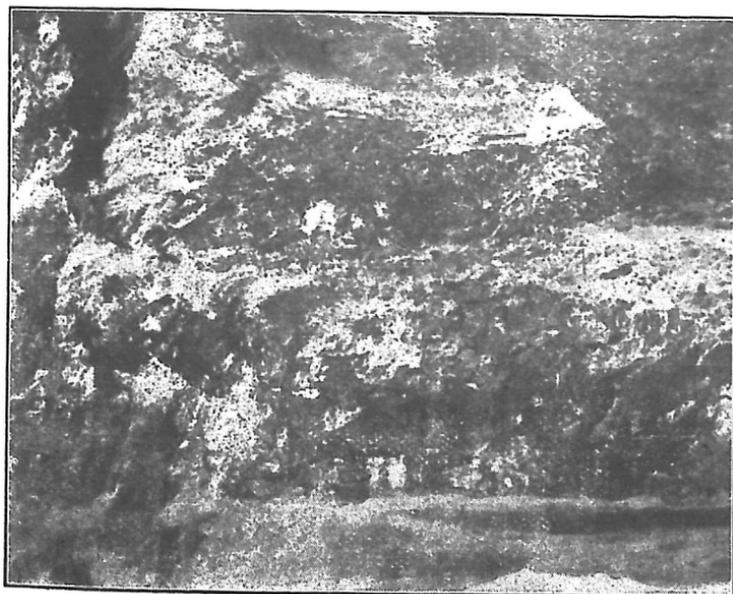
大鹽湖——大鹽湖沿岸一帶之包克塞爾德 (Boxelder)，韋柏 (Weber)，道維斯 (Davis) 及鹽湖諸郡之製鹽工業，時有所聞，但除內地晶鹽公司 (Inland Crystal Salt Co.)——薩魯台爾，鹽湖城西十五哩之湖岸——之鹽產外，其餘均規模甚小，且各自獨立，不相聯屬。最近在包克塞爾德郡之普魯孟托利 (Promontory)；俄格頓 (Ogden) 以西十五哩，韋柏郡之維林 (Wither)；道維斯郡之蘇拉古斯 (Syracuse)；鹽湖郡之加非爾德等處，有少量之鹽採集。沿湖岸各處之製鹽法大致相同。以內地晶鹽公司之製法為最合標準，工廠之管理亦極進步。

其他蘊鹽之處尚有鐵 (Iron) 之小鹽湖 (Little Salt Lake)，及俾弗 (Beaver) 俾弗之南；密拉德郡西部蛇谷 (Snake Valley) 之鹽澤等處。



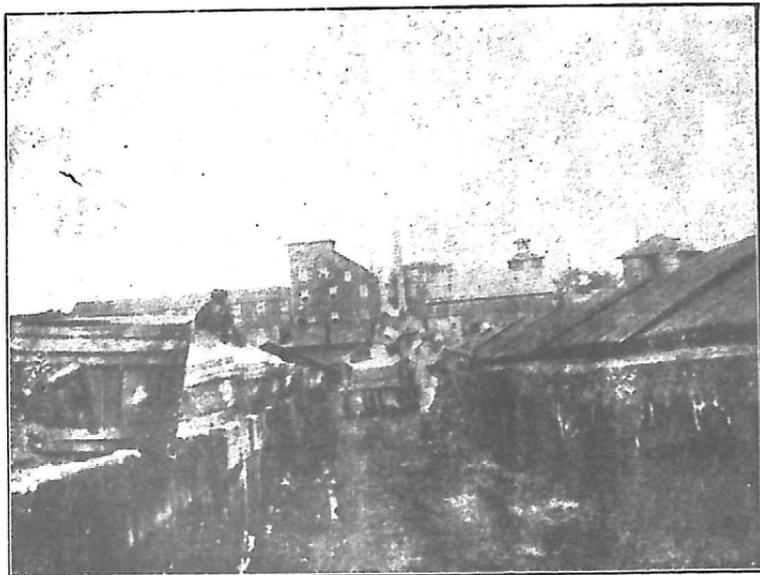
A. Salt Mine of L. Jacobs,  $2\frac{1}{2}$  Miles Northwest of Redmond, Sevier County, Utah. Unique Occurrence of Salt at Surface.

甲. 依塔州 雷得孟特西北二哩半 雅氏鹽礦 岩鹽透出地面之特殊狀態



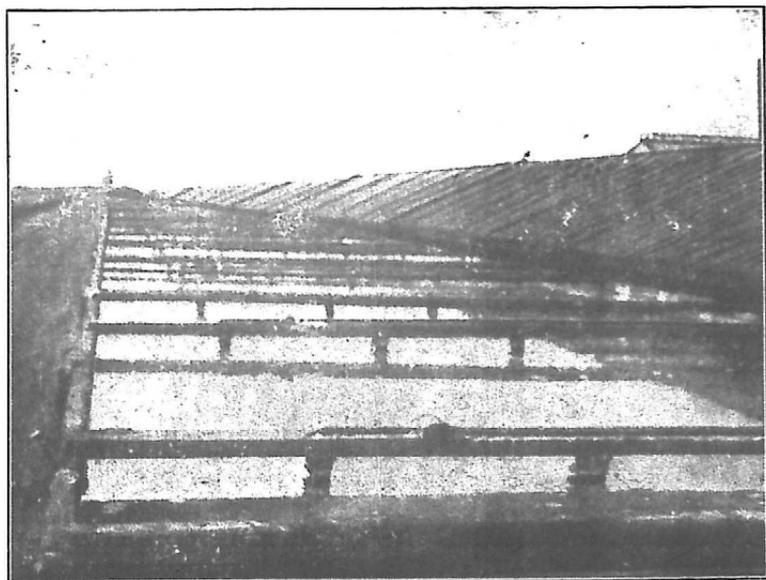
B. Salt Mine of Inland Crystal Salt Co. in Sanpete County, 1 mill North of L. Jacobs's Mine. Unique Occurrence of Salt at Surface.

乙. 依塔州 內地精鹽公司鹽礦 岩鹽透出地面之特殊狀態



A. Harvesting Salt Produced by Solar Evaporation at Syracuse, N. Y.

甲. 紐約州 蘇拉古斯 日晒鹽之收穫



B. Salt Vats With Roofs Removed; Solar Evaporation Process, Syracuse, N. Y.

乙. 紐約州 蘇拉古斯 鹽池池蓋移開之狀況

## 加利福尼亞州 (California)

### 鹽產相互之重要性

一九一五年本州之產鹽量在美國居第六位，其價值則居第五位。三年來始終維持未變。

### 鹽產之一般

鹽之生產在加利福尼亞亦不外前述各種，並無任何特殊之形態。其清液或得之於鹽泉，鹽湖，或取之於沼澤，鹹水河流，聖路易、俄仲斯波郡 (San Luis Obispo) 之薩林那河 (Salinas River) 即其一例。桑、柏那提諾郡 (San Bernardino) 之銀尤 (Inyo) 及大盆地 (Great Basin) 區域諸郡之泉水河流，均帶鹹味；其中有若干鹽湖或鹹湖，一年中存水時期甚少，至旱季即形乾涸，結成一層鹽殼，最厚者可達數吋。大盆地區域內此種沼澤，湖泊，或積水之地甚多，所成之鹽，即在地面耙取，至為便利。除山溝液形成之岩鹽外，其散藏地下或大量存於第四紀之地層中，為數必多。（第四紀地層中之湖水乾涸之後所餘之堆積物即形成鹽層）。阿伐瓦茲山 (Avawatz) 北面之岩鹽俱在早年湖底之堆積物中發現。

### 海水製鹽

加利福尼亞之鹽產，百分之九十七係在沿海一帶製造，由日光蒸發海水而來。大部之日曬鹽及精製之上好食鹽均來自阿拉美達 (Alameda) 及舊金山 二郡之舊金山灣。製鹽工業集中於阿拉美達 郡之阿爾瓦拉多 (Alvarado)，紐瓦克 (Newark)，伊登山 (Mount Eden)，羅素 (Russell)，包姆堡 (Baumberg) 及桑、買提歐 (San Mateo) 之紅木城 (Redwood City) 與桑、買提歐 等處。本州南部之日曬鹽則在落山磯 郡 (Los Angeles) 之長灘

(Long Beach)及其附近之奧斯坦得·斯太興 (Ostend Station) 及桑·羅溝郡(San Diego)之桑·羅溝等處詳情見下文( 頁至 頁)。

加利福尼亞鹽大部來自沿海一帶，主要原因係以該處為人口密集之地，接近市場運費低廉。故本州內地各處雖藏鹽頗豐俱未開發，其原因亦不外因缺乏市場及運費過鉅也。

### 產 區

除沿海一帶以日光蒸發海水製鹽外，近年來內地銀尤郡之特拉姆街(Tramway)——基勒郵局(Keeler Post Office)；桑·柏聖提諾郡之華德(Ward)及薩爾塔斯(Saltus)之附近——安波衣郵局(Amboy P. O.)；摩多克郡(Modoc)，西達維爾(Cedarville)之附近；郎氏堡(Randsburg)西南勤哩之坎內達(Caneda)；剋恩郡(Kern)之鹽谷(Salt Dale)等處亦略有產品。

### 各鹽區之情形

科盧薩郡(Clousa)——本郡基地附近之某鹽泉，於二十五年前即已開始製鹽，嗣後時興時輟，近聞現在又行停止製造矣。本郡他處亦有鹽泉不少。

銀尤郡(Inyo)——位於加利福尼亞東部，在「大盆地」界內。包括有奧文湖(Owen)，死谷(Death Valley)鹽澤路(Saline Valley Salt Marsh)，及其他鹽湖之乾枯地帶。其中有印第安井谷(Indian Wells Valley)，鹽井谷(Salt Wells Valley)及巴拿敏提塔(Panamint Valley)。細爾絲湖(Searles Lake)之大部雖在桑·柏聖提諾郡(San Bernardino)，但為便利起見，亦於此處附帶述及。細爾絲湖在早期之地質時代為各湖排水系統間之一環，依地勢高低之次序，其排列如下：奧文湖(Owen)，印第安井谷(Indian Wells Valley)，鹽井谷(Salt Wells Valley)，細爾絲湖

(Searles Lake)，巴拿敏提格(Panamint Valley)及死谷(Death Valley)。

英文湖水濃度頗高，其中含有鹽，鹼，硼砂，鈣鹽，及其他鹽類。據估計此湖之水共含乾鹽160,000,000短噸，其中大部為氯化鈉。

沙漠盆地(Desert Basin)在昔時係包括細爾絲湖，印第安井谷，鹽井格而言，今則只有細爾絲湖。湖底結成之大片白鹽，所含鹽質種類之多，冠於全國。所佔面積約為十一二方哩。各處成鹽之深度，無大懸殊，經鑽探得知由六十呎至一百呎以上；積鹽最多部份之平均深度，在七十至七十五呎之間。成鹽係在母液中結晶，成為互塊；以其含鈣甚豐，將來此處製鈣工業必有足觀。

死谷之地面及地下積有鹽質頗多。鹽殼之結成地帶，在該路中之低窪處向南北兩方展開甚遠。該處鹽質經分析含鹽約有百分之九十五。

鹽谷(Saline Valley)之鹽，均積結於最低地點，因該地並無出口之處，此約佔地一平方哩之潔白光澤之鹽，四周俱為鋒利雜亂之碎鹽殼圍繞，其含氯化鈉之成分為百分之98.52實為天產之最佳者。

本郡之泰科巴(Tecopa)，南死谷之康非登斯泉(Confidence Spring)及阿馬格薩河(Armagosa River)間之峽谷等處俱有鹽發現。

凱恩郡(Kern)——本郡之卡美隆湖(Cameron)，開恩湖(Kane)，卡斯塔克湖(Castac)等臨時湖每至旱季，即行乾涸，鹽殼結於湖底。年來已有近自開恩湖取鹽者。

摩諾郡(Mono)——尼瓦答線(Nevada Line)附近之摩諾湖含有濃厚之鹼水，氯化鈉佔湖水中固體百分之三十五。根據其面積及平均深度計算，全湖含鹽幾近九千萬噸，及氯化鈣千萬噸。



鹽湖兩鐵路線，即循該河修築。除在雨季，河面鮮見水流。河水味鹹，沿河俱見風化鹽粉。河水含有氯化鈉，硫酸鎂，碳酸鎂及少量之鈣鹽，硼酸鹽，重碳酸鹽，二氧化矽等。據云當地製鹽方法，係將四周山水引入適當窪地，途中吸收鹽分，成爲滴水，導入池中後蒸發之。所製者僅係粗鹽。

(6) 其他各處：本郡之其他蘊鹽地區爲：(一)苦泉 (Bitter Springs)，在苦湖之東南端；(二)達該特 (Daggett)；(三)梟泉 (Owl Springs)，在郡之西北部，阿伐瓦茲山 (Avawatz) 之西端，梟山 (Owl Mountains) 之東側；(四)鹽泉 (Salt Springs)，在阿馬格薩河 (Armagosa) 之南支及死谷 (Death Valley) 之東南端；(五)鹽泉西北十四哩之薩拉托加泉 (Saratoga) 之附近；(六)峪泉 (Valley Springs)，在薩拉托加泉西北八哩之處，水質極鹹，幾不能入口。(七)威拉德湖 (Willards Lake)，在郡之西北部，湖底亦與他湖相同積有沉澱鹽類；岸邊築設重重，色白如雪。

聖路易·俄俾斯波郡 (San Luis Obispo)——滄湖 (Soda Lake) 或稱鹽湖，位於卡利索平原 (Carriso plain)，所含主要鹽類爲硫酸鎂，並附有少許之普通食鹽。卡利索平原位於桑·柏那提諾之東北邊界，藏鹽面積約三千餘英畝。硫酸鎂之採用，在數年前已經停止。

### 其 他 產 地

此外尚有少量藏鹽，在本州之其他各處：

卡拉末拉斯郡 (Calaveras)——銀湖 (Silver Laks) 南六哩，莫可蘭河 (Mokelumne) 之處，有鹽泉數處。

康特拉·科斯塔郡 (Contra Costa)——有阿羅漢布拉鑛泉 (Alhambra Mineral Springs) 數處。

洪保德郡 (Humboldt)——依利卡鹽泉 (Eureka Springs) ○

湖濱 (Lake County)——阿倫泉 (Allen Spring), 硼砂湖 (Borax Lake)  
哈欽哈馬湖 (Lake Hachinhama), 硼酸鹽熱泉 (Hot Borate Spring), 克利爾湖 (Clear Lake), 麥華德泉 (Howard Spring), 西格勒泉 (Siegler Spring) ○

洛杉磯郡 (Los Angeles)——據拜萊氏 (Bailey) 云：距城十四哩之地有大鹽泉數處，地址不詳 ○

摩多克郡 (Modoc)——西特維爾 (Cedarville) 附近 ○

那巴郡 (Napa)——埃特納泉 (Aetna Springs), 卡里斯托加泉 (Calistoga), 白硫磺泉 (White Sulphur Springs) ○

普萊色郡 (Placer)——鹽泉在克利波·開普鐵鑛 (Clipper Cap Iron Mine) 附近 ○

桑·班尼托郡 (San Benito)——安得松氏泉 (Andersons Spring's) ○

聖克拉拉郡 (Santa Clara)——太平洋·康格萊斯泉 (Pacific Congress Spring), 礬泉 (Alum Spring), 阿蘇爾泉 (Azule Springs), 布羅得蓋特泉 (Blodgett Spring), 紐·阿拉馬登泉 (New Almaden) ○

沙斯塔郡 (Shasta)——萊丁 (Redding) 東十二哩之鹽溪 (Salt or Stinking Creek) 曾一度製鹽 ○

西斯基山郡 (Siskiyou)——伊利卡 (Yreka) 附近有濃度之滴水，自深六七呎之井中流出 ○

索拉諾郡 (Solano)——托利那泉 (Tolenas Springs) ○

索諾馬郡 (Sonoma)——聖羅薩泉 (Santa Rosa Springs), 斯卡格氏泉

(Skagg's Springs) , 白硫磺泉 ○

泰哈馬郡(Tehama)——圖斯康泉(Tuscan Springs) , 小鹽溪 (Little Salt Creek) ○

## 第二章

### 食鹽之製法

#### 種類

美國製造食鹽方法，計有二種：（一）開採鹹鹽；（二）由滴水，苦油及其他含鹽溶液，用蒸發方法製成。用蒸發方法製鹽，計分下列數種：

- 一. 日晒法
- 二. 煎製法
  - （甲）開口鍋
  - （乙）平底敞鍋
- 三. 蒸汽蒸製法
  - （甲）護熱鍋
  - （乙）造粒池
- 四. 真空罐蒸發法

#### 日 晒 法

美國東部因氣候不良，除紐約外，均不適用日晒法。西部各州，則用日晒法製造者頗多。

#### 蘇拉古斯 (Syracuse N. Y.) 之日晒鹽

鹽業一般情況——自一七八九年翁翁達加郡 (Onondaga County)之蘇拉古斯附近，即開始日晒鹽之製造，當時紐約全市之用鹽，幾全由此鹽供應；但

自一八八〇年西部之岩鹽發現後，此項租稅僅供製鹼之用，由「翁翁達加租鹽會社」經營。

從前此項鹽井中之清水，係為政府所有，向用滿水之會社，或公司徵取租稅。至一九〇八年將該項土地及鹽井，售與翁翁達加水管公司，及蘇拉古斯公用水管公司；政府對於製鹽之關係，遂告斷絕。

日晒鹽係取用天然清水，其製鹽季候，為春夏秋三季；普通由三月中起，至十一月中止，視氣候之情形而定。

鹽場所需之土地甚廣，人工，木料，捐稅之負擔亦大，當此物價人工日趨上漲之時，製鹽業所獲之利益至微。

初步製鹽——從前製鹽係用木製淺池，上置輕而活動之蓋，可在小輪上移動（影片二）；在製鹽時期，木蓋移置一旁；在天雨時，或晒鹽季節過去，即將木蓋移來蓋上。天然清水約含百分之十七至二十之氯化鈉（鹽度表 68° 至 80° \*），不斷灌入三副「室」——「深室」（Deep room），「灰室」（Lime room）及「鹽室」（Salt room）——內。鹽場全部之 2/3，悉充作「室」用。室之寬度，普通為十八呎，至其長度（或其「連續」之長度），則視鹽場之長度而定，有達四百呎或五百呎者，「灰室」及「鹽室」深為六呎，或八呎；「深室」則為十二呎至十四呎。移動之木蓋係製成每段十六呎，可用以遮蓋 288 方呎之面積。在寬大之鹽場，其各各「鹽室」之底面，較其次下一室之底面高約六呎至八呎。如此構造，則由於引力之就下，新滿液（飽和滿）可與老滿液分別；並可在收鹽時，俟最低鹽室之老滿液放出後，灌入新滿，洗刷成鹽上所附之氯化鈣及石膏。

---

\*鹽度表(Salometer)係計量溶液鹹度之表。  
最高為一百度，相當於波美表二十六度。

「深室」係專爲蓄油之用，清水汲入深室時，平常係清明液體；所含之氣體（大部分爲二氧化碳）逸出時，碳酸鐵亦同時分離；遇空氣即成爲含水氧化鐵，沉於水底，如黃泥狀，清液仍呈清明。然後導入「灰室」連續蒸發，至於鹽將結晶之飽和溶液。在此操作期間，尤其在將及飽和時期，石膏即行沉澱。此室名之爲「灰室」實致誤解，因此法並不施用石灰；或係以石膏在此室內沉澱而得名。此室所成之飽和清水，稱之爲母液（Pickel），流入「鹽室」後，食鹽即行結晶，殘餘石膏亦同時分離。隨時由「灰室」增加清液，俾食鹽能以繼續結晶，成鹽不致現出水面。放出母液後，即可在「鹽室」之底收集鹽之結晶。

改良製法——上述日晒法，經一再改進，其最新著者爲「護板蓋」(Apron)之應用。「護板蓋」爲寬十五呎至二十呎，深三吋長度不定之淺槽，(影片二)大都建於「深室」之上，其功用半爲遮蓋「深室」，半爲蓄存「深室」清水。「護板蓋」之坡度爲每百呎低一吋，下端有孔眼兩道；一道通入「深室」，一道直通廢溝。天氣乾燥時，「蓋」上滴水常能當日蒸發至於飽和度數；於是開通「深室」孔眼，此飽和清水遂流入「深室」，「蓋」上再注新清。如遇天雨，則先將「蓋」上滴水放入「深室」，塞住孔眼，再將通至廢溝孔眼開放，雨水可全部流入廢溝，免致清水沖淡。雨後，再將此半飽和之清水，由「深室」抽出，繼續日晒。有此「護板蓋」之廣大面積，清水能得充分之日晒，及有利之暖風；是從前「深室」及「灰室」所佔之面積，現均由「護板蓋」代之；充分發揮日晒功能，產量自較從前爲大。但「蓋」之費用至大，非經濟力量充裕者，不能仿效。

## 加利福尼亞州一帶之海鹽

產製中心——加利福尼亞州之鹽產百分之九十七爲日晒鹽，其最大鹽場係在舊金山海灣 (San Francisco Bay) 之東西兩面，阿拉美達郡 (Alameda) 及桑·賈梅斯郡 (San Mateo)；其他鹽場則位於落山磯郡之奧斯坦得 (Ostend) 及桑·羅蘭湖 (San Diego Bay)。<sup>○</sup> 其製鹽方法，大致相同，但細目及術語，則各自不同。<sup>○</sup> 茲將觀察各地主要鹽場之大致情形，分述於後：

製鹽季節——舊金山海灣 (San Francisco Bay) 之水，依照季節之不同，濃度亦異。<sup>○</sup> 聖荷阿肯 (San Joaquin) 及撒克萊門託河 (Sacramento) 流入之雪水，將湖水沖淡，至次年仲夏始行停止，湖內海水，待至七月方能轉強。<sup>○</sup> 五月初至十月中，爲引水季節，但實在製鹽季節，係五月初至九月半。<sup>○</sup> 舊金山海灣一帶之無雨期，有二百一十日之多，爲人所皆知。<sup>○</sup>

平均每年產鹽開始日期，依以往之記錄：一九〇八年爲五月一日，一九〇九年五月十三日，一九一〇年五月三日，一九一一年五月二十五日，一九一二年四月十八日；至一九一二年之產鹽特早，則因該年雨水過遲所致。<sup>○</sup> 停晒日期爲十一月一日，天時既短，氣候亦寒，幾至不能蒸發。<sup>○</sup>

茲取舊金山某鹽場之一九一一年雨量及蒸發量，示例如下：

日期	雨量(以吋爲單位)	蒸發量(以吋爲單位)
4月	1.36	3.38
5月	1.14	5.31
6月	0.67	6.62
7月	0.00	7.81
8月	0.00	7.81

日期	雨量(以吋為單位)	蒸發量(以吋為單位)
9月	0.00	4.94
10月	0.77	2.94

海水並非連續不斷的抽汲，而係於每月高潮之時，工作二天至六天；高潮納水每次可一小時半至三小時；亦有開挖引潮溝導海水入引入池(Intake pond)以便每天或臨時抽汲者；如長灘(Long Beach)鹽場，每日兩次高潮，納水入溝，然後由溝內連續抽入鹽場。

加利福尼亞南部製鹽時期，較舊金山附近為長；桑·聖瀆 (San Diego)鹽場製鹽時期，將及七個月(由五月至十一月)，由納湖池中之海水，不斷投入鹽場，每次滿水仍可納入補充。

海水濃度——海水之平均密度為 1.027，等於淨鹽百分之 3.72 之鹹度，經與舊金山及桑·聖瀆海灣沿岸各鹽場汲取之海水試樣三種比較，其結果如下

加利福尼亞各鹽場所用海水之密度及鹽度表

來源	取水日期	密度	比重	百分含鹽量 (鹽度)
<u>舊金山</u> 海灣之 <u>伊登山</u> (Mount Eden)	1912, 10.5	3.53°Bé	1.025	3.44
<u>舊金山</u> 海灣之 <u>阿爾發拉多</u> (Alvarado)	„ 10.8	3.12°Bé	1.022	3.34
<u>桑·聖瀆</u> 灣 (San Diego Bay)	„ 10.7	4.10°Bé	1.029	4.00
海水 (Sea water)	..... —	..... —	1.027	3.72

舊金山海灣水之濃度，尚不如普通海水；桑·聖瀆海灣之水，則密度較濃

；蓋亞·羅溝位於南部，氣候較熱，蒸發力強；舊金山海灣有淡水河流入，將水沖淡。

鹽池——海水在池中蒸發而成鹽，池之設計按應用而異，因之名稱亦不同：最容初納海水之池，稱之為蓄水池或蓄滿池(Storage Ponds)，引入池(Intake Ponds)；接水池(Receiving Ponds)或納潮池(Tide Ponds)；其次為濃縮池(Concentration Ponds)；再其次為結晶池(Crystallizing Ponds)(影片三，四，五。)○納潮池與結晶池中間之各池，又統稱之為二道池(Secondary Ponds)，或專稱之為滿液池(Pickel Ponds)；石膏沉澱於池中者，亦稱之為灰池(Lime Ponds)。

海水由引水溝達到納潮池時，由附設之自動閘門，在漲潮時放入潮水，退潮時閘門關閉；海水在此池中，於新水未續入以前，存留並蒸發相當時間，再導至其他各池，逐漸濃縮，最後流達結晶池；其時濃度約在  $25^{\circ}\text{B}$ ，鹽晶已將結出。灌入水深約六吋。待池水達到  $29^{\circ}\text{B}$  時，此時水中尚含有鹽質，則引入另備之池中，聽其繼續蒸發，至  $32^{\circ}\text{B}$  而後止。此時鹽分咸信業已結晶殆盡，所餘母液遂行拋棄。但液中尚含有極有價值之鎂，鉀；化學工業專廠復利用此項母液，製造其他化學成品。科學昌明之今日，行見往日認為之廢物，均可變為極有價值之成品。

池之面積，關係鹽產至大，較小鹽場佔地僅五百畝；但規模宏大之鹽場亦有佔地兩千畝者。結晶池與整個鹽場之比例，普通為一比十；如係老場，因年代深遠，滷水浸透，地質堅實，不甚漏水，則結晶所佔之池面積較大。

加利福尼亞各鹽場結晶池內母液之比單

地 點	在22°C之 密度(Bé)	比 重	備 考
歐利瓦鹽場(伊登山)	32.50	1.288	
萊斯里鹽場(桑·賈提歐)	29.60	1.256	
加利福尼亞製鹽公司 (阿爾發拉多)	27.21	1.231	
則比亦製鹽公司(長灘)	28.00	1.239	
同 上	28.60	1.245	
西部製鹽公司(桑·曼海姆)	27.50	1.234	

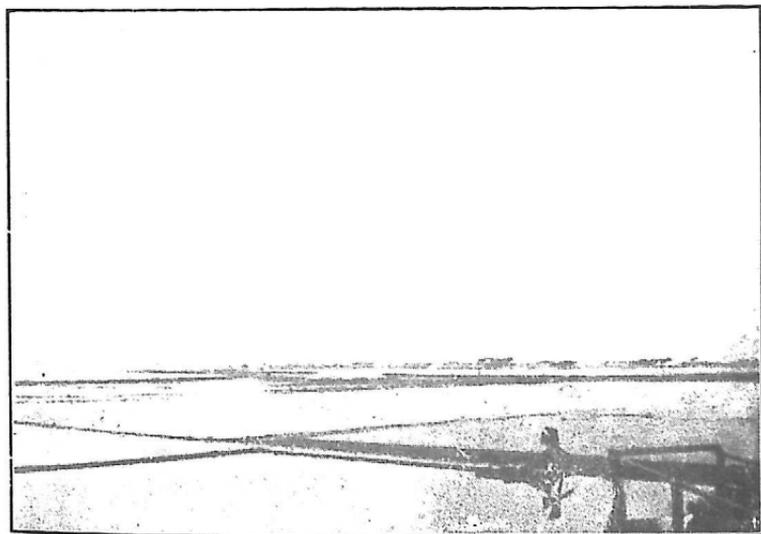
池底爲泥質者，池與池中間，皆有土堤隔離；其高寬呎度不同，有高約三呎者，即在水面上露出二呎或一呎。堤頂有甚窄者，亦有高而且寬者，如各池之圍堤，則堤頂儼然大路。狹矮之堤埝，爲製鹽家所不取，因時受波浪沖激，修理費用頗鉅。但堤埝過高，則又阻碍風力，於蒸發上不無影響（惟桑·曼海姆地帶實無風可言）。昔日曾用草根泥，維護池間堤埝，今日已不復用。

汲水方法——舊金山一帶鹽場，提取海水方法，係一部分利用阿幾米德氏螺旋式抽水筒(Archimedean Screws)，由風車轉動部分用明輪水車（影片六）。所用風車，有多至四十架者。在秋天季節風(Trade Wind)微弱或停止之時，則以汽油機補助，亦有採用電力者。

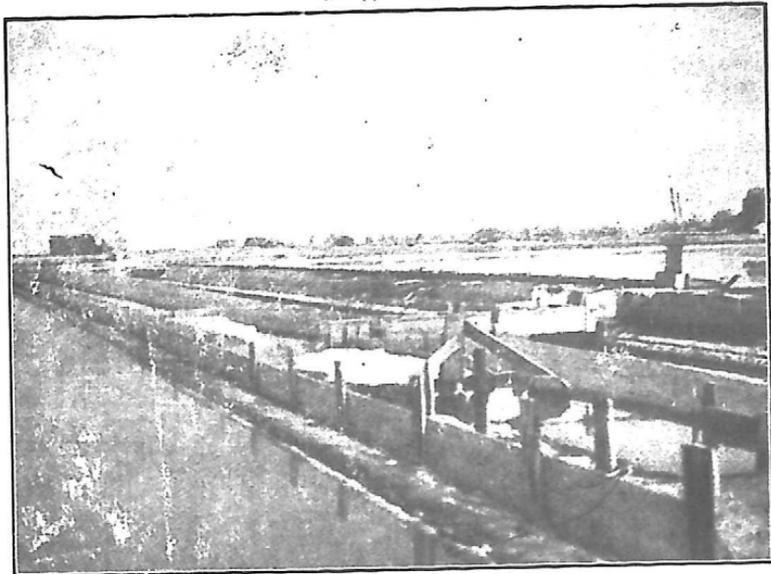
季節風係由西北方吹來，故風車方向，皆迎風設置。抽水工作，大半由引入池將清水提高，使其以後可因地心引力，自動下流，（影片四甲）在不能利用地面坡度或引力之處，亦有風車之裝置（影片六）。至池與池中間之貫通，則由所設之水閘門管理流量。



A. View of Crystallizing Ponds Showing one Field Ready to be Harvested. Leslie Salt Co., San Mateo, Cal.  
 甲. 加州 萊斯里鹽業公司之結晶池，正備收鹽之一場

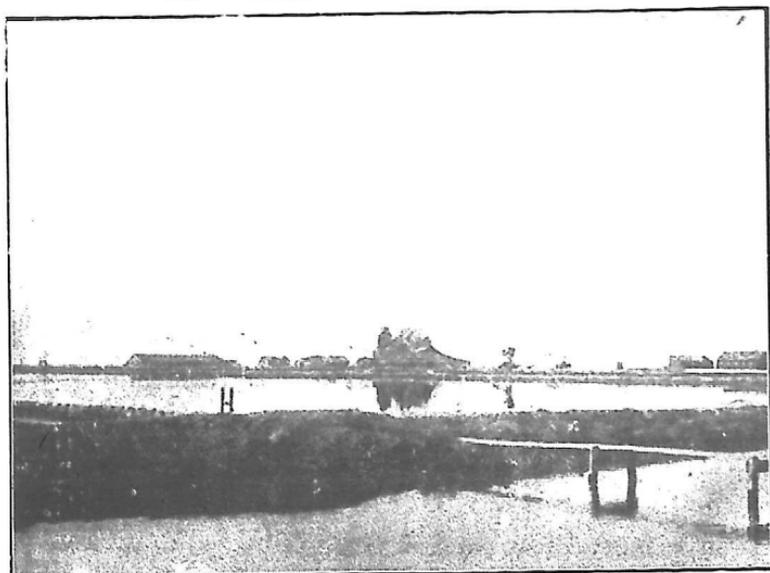


B. Salt Ponds and Salt Piles at Plant of Union Pacific Salt Co., San Francisco Bay, Cal.  
 乙. 加州 太平洋鹽業公司，場中之鹽池及鹽堆



A. Gravity Method of Running Brine from one Pond to Another.  
Oliver Salt Co. Plant, Mount Eden, Cal.

甲. 加州 歐利瓦鹽業公司，各池滲水自然流下之狀況



B. Salt Gardens, Oliver Salt Plant, Mount Eden, Cal.

乙. 加州 歐利瓦鹽場之鹽田

**收鹽**——上季存鹽至本年七月即已全部售出，故為供給當年八月或九月間需要，必須隨時收集新鹽，至九月則為正式收穫時期，大量採取(影片七及八)。

○多數鹽場於六月初即開始出鹽；如人工稀少，收穫量大，竟有採至次年一月或二月者。但在一般鹽場，至十二月收穫即行終止。

一般鹽場初次耙鹽，用泥底二吋時，即行停止(結鹽厚約五吋或六吋)，下餘者，將來剉出亦不過供牲畜及製造冰淇淋之用而已。成鹽皆略帶粉紅色，母液顏色亦同。成鹽係由汽油或電動車頭牽引輕便火車六輛或八輛(每輛載重一噸)運至磨房或坨場。鹽坨之大小無定，但大坨適合經濟原則；不但露天面積縮小，減少雨水浸蝕；且澆固鹽量無多，破碎時亦較容易(影片九甲)。

拆運舊坨人工，有時較鹽之本值為貴，卒至全坨拋棄者有之；亦有用手鋸按四呎長度，鋸成小段，然後再送至磨房碾碎者。磨房附近之鹽，多係大坨。

磨房堆積大坨成鹽，有用吊鹽機者；先將鹽注入漏斗，流入螺旋運轉機，送入吊鹽桶內，上昇至坨頂傾下。但此類大坨，須有堅固之地基，在產鹽地區，極難覓得；故缺乏此項條件之鹽場，不能堆積大坨。地基沉陷，損失鹽斤頗巨，某場之大坨地基，每年沉陷一呎，竟繼續沉陷至二十年之久。

某鹽場收鹽時，係工人與機械並用。於結晶池之橫向，排列工人一行用木鐵將成鹽拋擲於寬約二十吋之皮帶上，此皮帶由汽油機引帶，循環轉動，將鹽送至池之一端。在成鹽離池時，以滿水噴洒洗滌一次，同時皮帶亦洗滌清潔(影片九乙)，此後復以特製之拉鍊，將鹽曳上鋼網。拉鍊上附有銅叉，能將大塊成鹽敲碎。在上昇時，復用滿水洗滌；再以淺盤吊鹽機，吊上高坨；在上昇時，因盤口轉下，餘水可以洗盡。此種辦法，利益甚多。當一區成鹽自結晶池運畢後，全部機械可由軌道移運前進；所堆鹽坨，亦可延展，與

結晶池縱向同其長度。鹽上附着之苦澆，亦因洗滌而全部除去。大堆存鹽由裝載五噸之大車，隨時供應磨房。

長灘 (Long Beach) 之鹽，自鹽坨鏟入小車，以繩索牽曳，送入粉碎機碾碎後再以斗式轉運器，將鹽送入普通貨車，裝滿時由汽車拖至磨房。

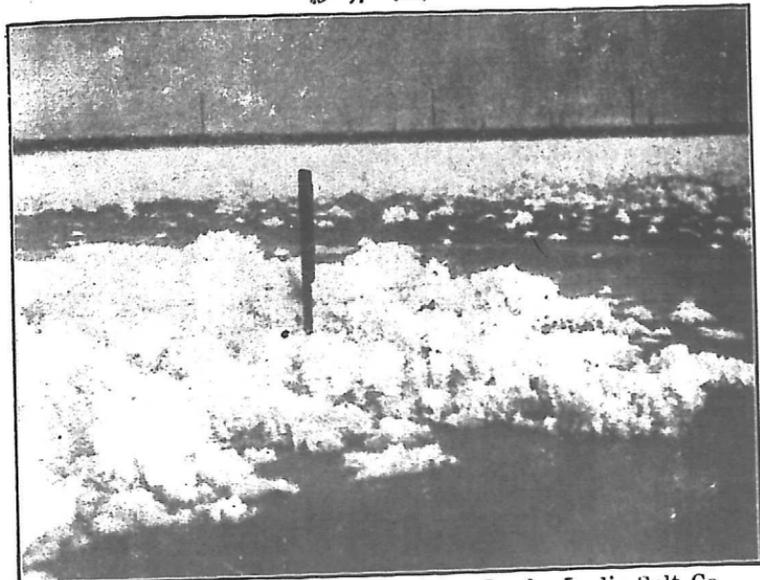
桑·昂灣鹽，因結晶迅速，極為堅實，必須先在池中打碎，並習於在母液甫行撤除成鹽易於擊破之時採取。

產量因天氣等關係，每年數字不同；但其結晶厚度，在舊金山一帶鹽場，約可達到五六吋；若南部鹽場，以氣候乾燥，結晶時間較長，產量亦較大；如桑·昂灣鹽場，平均每年收鹽兩次，每次厚約六吋。

磨房——日晒鹽之製造方法，舊金山一帶鹽場所用者，與美國他部所用者不同；故研碎方法，亦與他處有異。由結晶池新採之成鹽，附着苦澆，及他種雜質甚多，必須經過初步洗滌，始能入坨；如為供應急需，則須立時送至磨房，即在磨房內洗滌，除去不潔雜質。

洗滌方法不同，茲舉其一；如將成鹽置於大漏斗中，上注熱澆沖洗，再用吊鹽機將鹽吊起，鹽水隨時滴落，成鹽送入滾軸後，即被碾為「半碎鹽」或「七成碎鹽」。所用熱澆係由海水蒸發至飽和度數者，所含雜質鹽至少，用以洗滌成鹽不致溶化。此後再入人造清水桶中洗滌。人造清水，係由食鹽與清水製成，不含雜質鹽。由此所出之鹽，即行堆放，排洩含澆。所得粗鹽即可裝袋，供應市場。如更需精製，則將桶中取出之鹽，置於「離心脫水器」中排除水分，然後再送入乾燥器中，使之乾燥。乾燥器係一旋轉之圓柱筒，內裝盤旋汽管，並裝有風扇使熱氣通過。在此器中乾燥後，重入滾軸碾細，再經過搖篩，依其細度，分別裝袋，供應各種用途。

磨研方法，各工廠均不一致，有將成鹽溶化，再以真空蒸發方式精製成爲



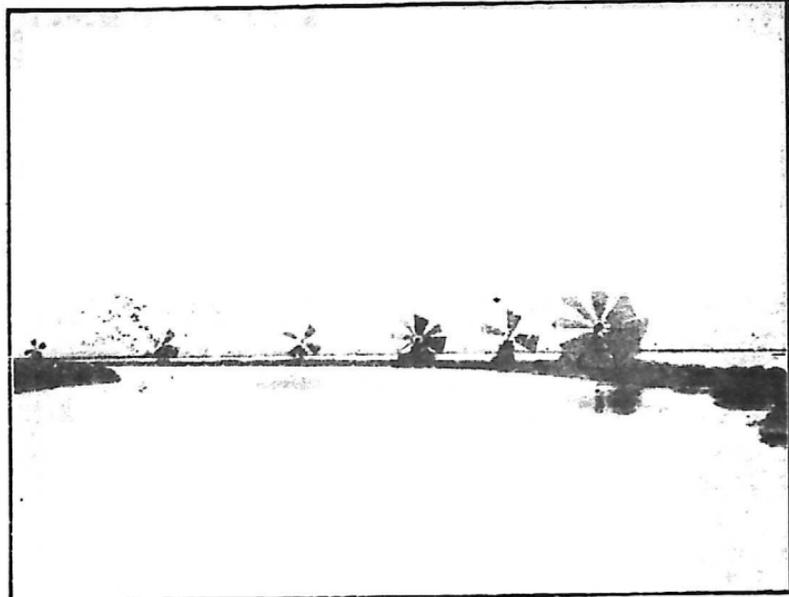
A. Salt Crystallization in Crystallizing Ponds, Leslie Salt Co., San Mateo, Cal.

甲 加州 萊斯里鹽業公司，結晶池中鹽粒結晶之情形



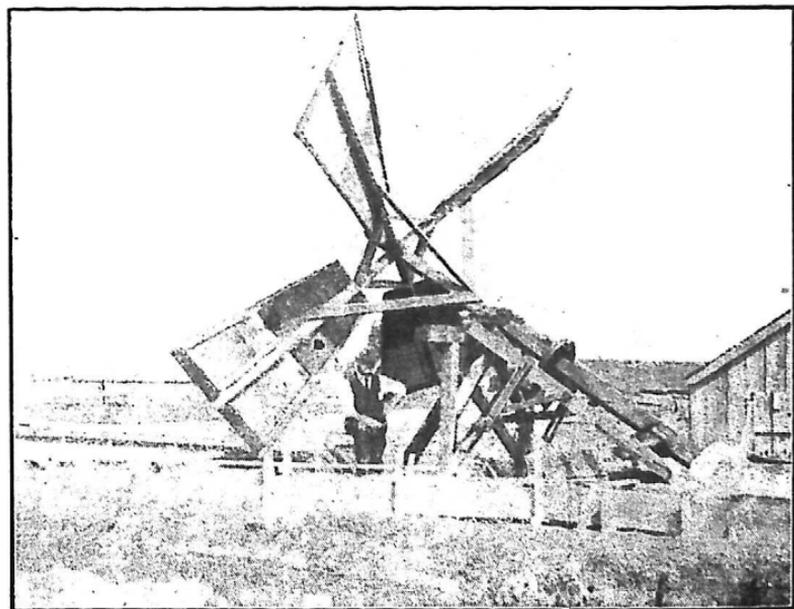
B. Crystallizing Ponds at Leslie Plant, San Mateo, Cal., Showing Method of Transporting Rails for Laying New Tracks.

乙 同上鹽場之結晶池，圖示鋪設新軌道運輪鐵軌之情形



A. Slough and Windmills at Oliver Salt Plant, Mount Eden, Cal.

甲 加州 歐利瓦鹽場之河汊與風車



B. Windmill, Oliver Salt Plant, Mount Eden, Cal.

乙 風車特寫

細粒者，其操作自與上述完全不同。

苦澗之利用——結晶池所殘存之苦澗，向未用意保存，時至今日（至著書時期），尚有多數鹽場，仍盛廢棄。但因鉀鹽之價值日高，近雖有人注意，由苦澗中製鉀；但尚未發展至如何程度。據聞萊斯畢精鹽公司 (Leslie Salt Refining Co.) 現正會同淮特奈化學公司 (Whitney Chemical Co.) 由苦澗中開始提製這鹽，氯化鈉及鉀鹽等。

加州之達拉姆氏 (Durham) 等，已從事研究舊金山及加州南部各鹽場所殘餘之苦澗。達氏曾利用碳酸銨由苦澗中使鈉以碳酸鈉形式析出。用此方法，則鉀鹽存於濾液中。

氯化鈉之價值，在戰爭時期，高漲不已，由母液中提取此項氯化物及硫酸鹽，均為人所重視。在製造過程中，所產生之人造砂金石 (Carnallite) 亦須充分利用。

某工廠近將苦澗精製，充作醫藥之用。又某工廠以製造「木質石」 (Wood Stone) 及氧氯化鈉水泥。後者為不傳電之佳品，製造配電盤，極為適用。並聞「索太飛」鐵路 (Santa Fe R. Rd.) 利用苦澗，壓制塵土，但須時常噴洒，殊不經濟。

茲將加州沿岸海水製鹽之苦澗成分列表於下：

海水苦澗之分析

搜集試樣人：佛利氏(E. E. Free) 化驗人：加地納(R. F. Gardiner)

分析時間： 1912年 單位：每公升含根之公分數

成 分	母 液 種 類							
	1	2	3	4	5	6	7	a 8
K .....	8.2	13.4	13.2	14.6	21.5	35.0	11.8	0.7
Na .....	80.0	75.8	38.8	27.7	9.1	93.6	60.1	61.0
Ca .....	1.2	2.2	0.6	0.5	1.0	0.2	1.1	痕跡
Mg .....	24.0	23.4	50.6	62.7	79.4	8.6	43.9	24.8
Cl.....	179.2	176.6	179.4	183.3	220.1	180.4	190.8	148.5
SO <sub>4</sub> .....	30.0	31.4	53.6	74.2	62.0	29.0	55.3	34.1
Br .....	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.8	—
	325.6	325.8	339.2	366.0	395.1	348.8	366.3	269.1

a : 每公斤之公分數

每公升所含固形物成分百分數

成 分	母 液 種 類							
	1	2	3	4	5	6	7	a 8
KCl ... ..	15.6	25.5	25.2	27.8	41.0	66.7	22.5	1.3
NaCl .....	203.0	192.7	98.6	70.4	23.1	240.0	152.7	160.4
MgCl <sub>2</sub> .....	65.0	63.8	144.5	171.1	250.6	4.2	117.5	63.5
CaSO <sub>4</sub> .....	4.0	7.4	2.3	1.7	3.2	0.6	3.7	痕跡
MgSO <sub>4</sub> .....	33.9	32.8	65.0	91.5	75.3	35.8	66.7	42.7
MgBr <sub>2</sub> .....	3.4	3.4	3.4	3.4	2.3	2.3	3.2	.....
	324.9	325.6	339.0	365.9	395.6	349.6	366.3	267.9

a : 每公斤之百分數

無水固形物含根百分數

K .....	2.51	4.11	3.89	3.99	5.44	10.03	3.22	a 0.25
Na .....	24.57	23.27	11.45	7.57	2.30	26.83	16.41	22.68
Ca .....	0.37	0.68	0.18	0.14	0.26	0.06	0.30	0.00
Mg .....	7.38	7.18	14.92	17.13	20.09	2.47	11.98	9.21
Cl .....	55.03	54.20	52.68	50.07	55.71	51.72	52.10	55.19
SO <sub>4</sub> .....	9.22	9.64	15.80	20.28	15.69	8.32	15.23	12.67
Br .....	0.92	0.92	0.88	0.82	0.51	0.57	0.76	.....
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

a : 每公斤之百分數

無水固形物成分百分數

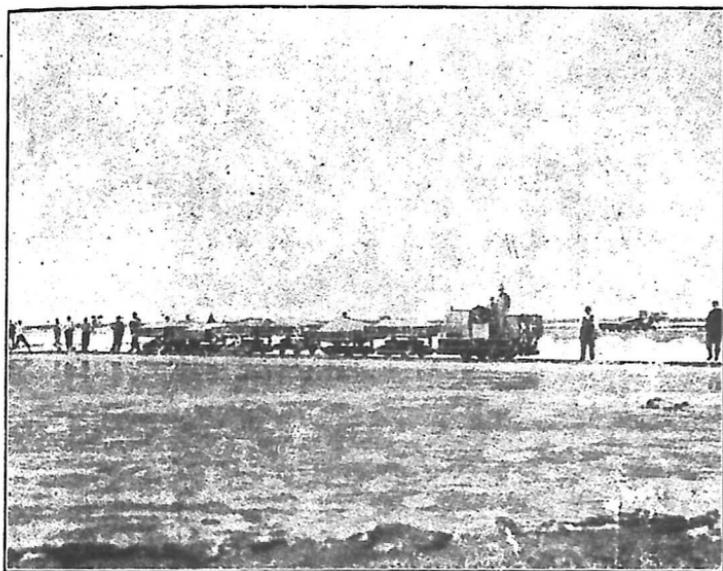
成 分	母 液 種 類							
	1	2	3	4	5	6	7	8
KCl.....	4.80	7.83	7.43	7.60	10.37	19.07	6.14	a0.48
NaCl .....	62.48	59.19	29.09	19.24	5.84	68.66	41.69	59.88
MgCl <sub>2</sub> .....	20.00	19.60	42.62	46.77	63.35	1.20	32.09	23.70
CaSO <sub>4</sub> .....	1.23	2.27	0.68	0.46	0.83	0.17	1.01	0.00
MgSO <sub>4</sub> .....	10.44	10.07	19.18	25.00	19.03	10.24	18.20	15.94
MgBr <sub>2</sub> .....	1.05	1.04	1.00	0.93	0.58	0.66	0.87	.....
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

a : 每公斤之公分數

試樣之來源，

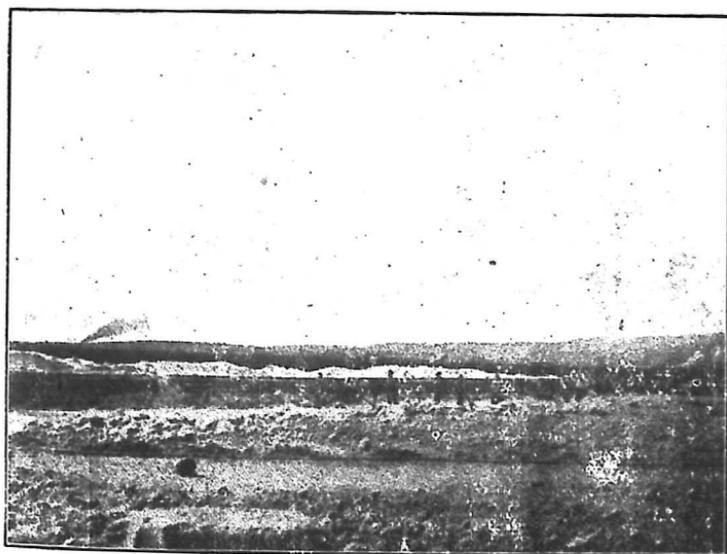
1. 由萊斯里精鹽公司之母液池西北角提取
2. 由萊斯里精鹽公司之母液池東南角提取
3. 由萊斯里精鹽公司曾經產鹽之結晶池中提取
4. 歐利瓦 (Oliver) 鹽場之苦油池中 (已積蓄五年之陳油) 提取。
5. 歐利瓦鹽場指定作特別處理之母液中提取。
6. 加利福尼亞鹽業公司之三年苦油池中提取 (池油曾經波用並加添其他廢液)。
7. 先拓鹽業公司(Pioneer Salt Co.)之一年苦油池中提取。
8. 係在貝灘鹽業公司另行積儲之母液，由拜萊氏(R. K. Bailey) 分析。

試樣之說明——分析加利福尼亞沿岸各場製鹽所得苦油之結果：鈉鹽(氯化鈉及硫酸鈉)含量豐富，鉀量亦大，含鈣無多，含溴亦少；但以鉀之含量比較上頗大，利用此項苦油，可以製造肥田粉等。



A. Loading Salt on Small Cars to be Carried to the Plant for Refining, at Oliver Salt Plant, Mount Eden, Cal.

甲 加州 歐利瓦鹽場，裝鹽於小平車運往工廠中精製之情形。

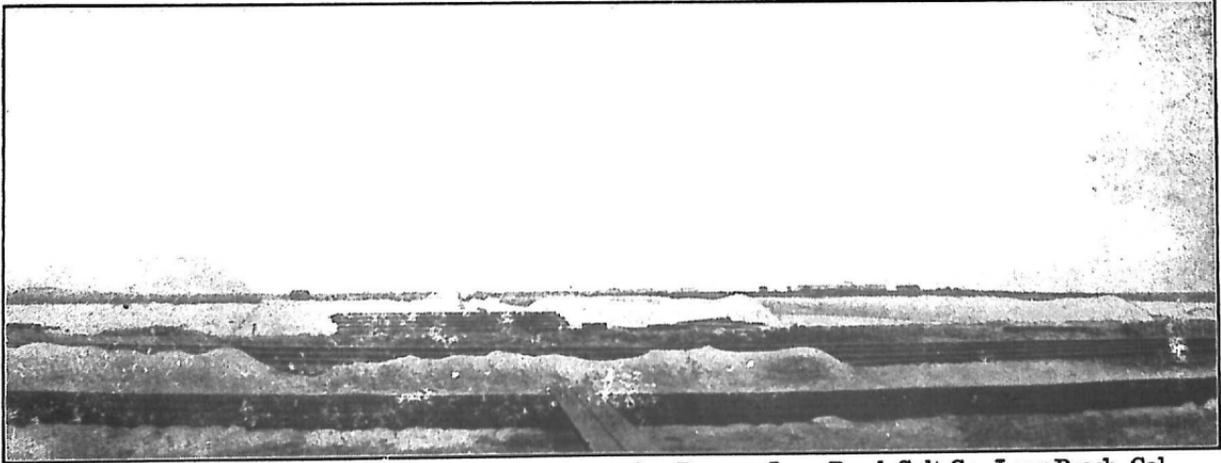


B. Harvesting Salt in the Harvesting Pond of The Long Beach Salt Co., Long Beach, Cal.

乙 加州 長灘鹽業公司之收鹽情形。

影片 (八)

Plate VIII



Panoramic View Showing Salt Ponds During Harvesting Process, Long Beach Salt Co., Long Beach, Cal.

加州 長灘鹽業公司鹽池收鹽之一瞥。

### 攸塔 (Utah) 州大鹽湖之鹽產

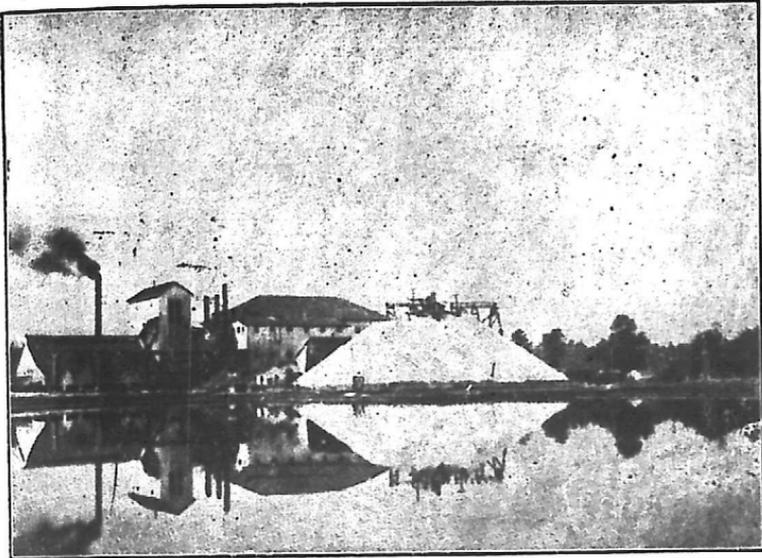
產製中心——濱大鹽湖 (Great Salt Lake) 一帶均為日曬鹽之產地，開始製鹽，當在移民初來時期。其最主要者為內地晶鹽公司，坐落薩魯台爾 (Saltair) 距離大鹽湖城西十五哩。其製鹽程序，略述於後；此外尚有範圍較小之製鹽場所，分散於包克賽爾德郡 (Box Elder)，魏伯耳郡 (Weber)，道維斯郡 (Davis)及鹽湖郡之加非爾德 (Garfield) 等處。

湖水之性質——各化學家分析大鹽湖湖水之結果，所異者僅為含量之多少，而非含鹽之性質。至濃度之有差，則由於河流沖淡之故。大鹽湖湖水之組成成分，大致與海水相同，但其濃度則超出海水四倍至七倍；而成製鹽極強之滴水（見下列分析表）。拜萊氏 (Bailey)曾取攸塔州內魯新·新大道 (Lucin Cut-off) 以北之湖水試驗，其鹽度為百分之 13.35。

下表 9 行所列數字，係不同之化學家，在不同時期，取湖水樣品分析所得之結果，曾在各地質學雜誌上披露，經克拉克氏 (Clarke) 搜集編製（見下表）。

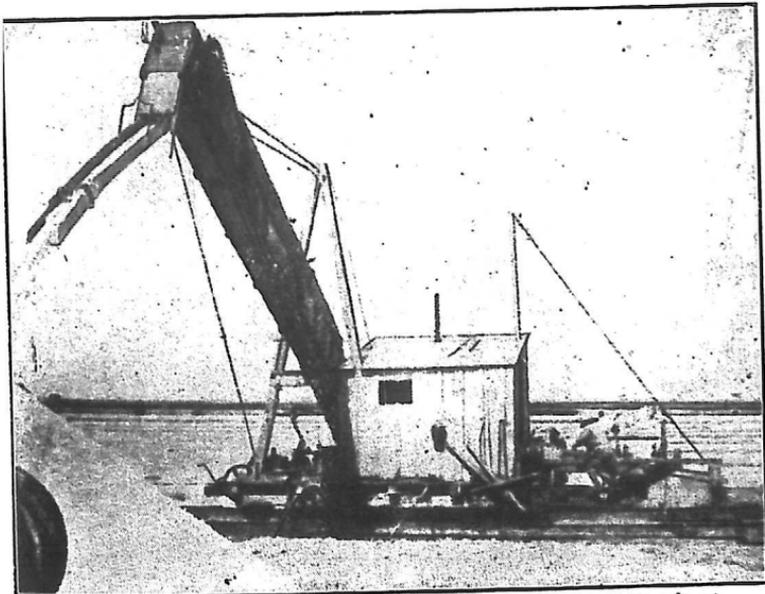
# 大 鹽 湖 水 之 分 析

成 分	湖 水 (各 別 地 點 採 取 計 九 處)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cl .....	55.99	56.21	55.57	56.54	55.69	55.25	55.11	53.72	55.48
Br .....	痕跡	.....	.....	.....	痕跡	痕跡	.....	.....	.....
SO <sub>4</sub> .....	6.57	6.89	6.86	5.97	6.52	6.73	6.66	5.95	6.68
CO <sub>3</sub> .....	.....	0.07	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.09
Li .....	痕跡	.....	.....	.....	0.01	痕跡	.....	.....	.....
Na .....	33.15	33.45	33.17	33.39	32.92	34.65	32.97	32.81	33.17
K .....	1.60	(?)	1.59	1.08	1.70	2.64	3.13	4.99	1.66
Ca .....	0.17	0.20	0.21	0.42	1.05	0.16	0.17	0.31	0.16
Mg .....	2.52	3.18	2.60	2.60	2.10	0.57	1.96	2.22	2.76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·SiO <sub>2</sub> .....	.....	.....	.....	.....	0.01	.....	.....	.....	.....
總 量	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
鹽 度 之 百 分 數	14.994	13.790	15.671	19.558	23.036	27.72	22.99	17.68	20.349



A. Leslie Salt Plant, San Mateo, Cal.

甲. 加州 萊斯理鹽廠一景。



B. Method of Mechanically Lifting Salt from the Salt Ponds at California Salt Plant, Alvarado, Alameda County, Cal.

乙. 加州 加利福尼亞鹽場，利用機械吊鹽之情形。



A. Plowing Salt in Harvesting Ponds, Preparatory to Harvesting the Salt. Ordinary Farm Plows are Used. Inland Crystal Salt Co., Saltair, Near Salt Lake City, Utah.



B. Loading Salt Onto Car for Shipment to Refining Plant. Inland Crystal Salt Co., Saltair, Near Salt Lake City, Utah.



C. Royal Salt Plant and Refuse Salt Pile, Kanopolis, Ellsworth County, Kans.

以湖水與海水比較，則湖水內鈣之成分較多，鈣及鎂之成分較少，尤以鈣爲甚。碳酸鹽雖存在於海水；在湖水中則幾近絕跡。碳酸鈣均結於湖邊上，狀如卵石砂，據基魯伯 (Gilbert)氏推測，湖中所含氯化鈣量爲四億噸，硫酸鈣爲三千萬噸。

因此湖不深，故其容量因水位微小之起落，卽有變動；且因全部含鹽量可視爲一定數，故其濃度，亦隨水位高低而有變動。在一八五〇年水位最低，一八七三年水位最高，一八六九，一八八五及一八八九年，均係水位中常；如將其最高與最低之紀錄比較，則湖水增高十呎五吋時，鹽度減少百分之三十九。此說係基於假定湖中含鹽之量不變，而湖水增加之容積爲百分之七十三。至湖中鹽分，究由何處得來，仍爲待決問題。或謂由湖邊之鹹水井，或謂由地底之鹽層，聚訟紛紜，莫衷一是。基魯伯氏稱：鹽湖之來源，是否由新第三紀之鮮新期 (Pleistoceno) 抑由以後之荒蕪時期，尙在不可知之數中。

薩魯台爾 (Saltair) 之製鹽程序——湖水用抽水機抽入長約三哩之引水溝，引入鹽場各池；各池因其性質，稱之爲沉澱池，養滴池或蒸發池，結晶池或耙鹽池。池與池之中間，以土堤間隔，寬約二呎，高二十二吋，邊鑲木板，以免傾頽；於四月開始抽水，繼續抽汲，至九月初爲止，除因大風雨停止工作外，每日抽水十六小時。蒸發量由六月中至九月中爲最高峰，是爲乾燥季節，每分鐘抽水約五千加侖，此時之蒸發量亦與之相埒。抽水量以能維持各池水之水位爲度。

清水先放至沉澱池 (Settling Ponds)，靜置五日或六日，俾水中懸浮物能以沉下。沉澱池佔地約七十五畝。由沉澱池流入養滴池 (Stock Ponds)，佔地約一方哩，在池中蒸發至飽和點，將至食鹽結晶時，再行放入耙鹽池 (Harvesting Ponds)。在養滴池中之時間，視氣候而定。作者於一九一二年

參觀此場時，計算自開始抽水至飽和滴度，實需時日三十天。滴水流經各池間皆係由於引力自然流下。水量由各池所設之閘門管理。

在結晶池即肥鹽池中，聽其自行蒸發，直至全部成鹽結出；但為保持鹽質清潔，每年開始時，先使一層成鹽結晶，附着池底。如去年已留有此項池底鹽層，則不必重複，逕可生產新鹽。如生產過剩，殘留成鹽，每不清潔，此種鹽斤，大都供牲畜飼料。供應市場之食鹽，係由底層上面收集者。底層與上面成鹽分界之處製鹽家稱之為「劃分線」(The "Split")。

結晶池中所成苦澇，每年排出兩次，一次在產鹽季中，一次在季末。如此則鹽粒上可至除附着大量之鈣鹽，及硫酸鈉。基魯伯氏謂硫酸鈉須至華氏二十度時，方可結晶。故為避免硫酸鈉結出起見，應於天氣轉冷以前，將苦澇排除。但塔魯眉結氏 (Talmage) 則稱硫酸鈉結晶之臨界溫度，係在將近冰點時候，約為華氏三十五度。

最近威爾斯氏 (R. C. Wells) 在 美國地質學研究所實驗室，化驗 大鹽湖 湖水之比重為 1.145，在攝氏一度即華氏三十四度時，其所含芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) 量，業已飽和。

苦澇排出之後，準備採取成鹽，此時可用普通耕犁，由驛馬拉曳 (影片十甲) 將鹽耙鬆；再用木耙，手車，或循軌小車，推至鐵路兩側，堆列成行 (影片十乙)。成鹽由火車運往磨房精製，一部分則逕供市場，不加處理。

鹽場收穫平均厚度約為三吋，最低者二吋最高者四吋，但豐收之年，亦有達到五吋者。塔魯眉結氏則估計可產六吋。

## 第三章

# 蒸發鹽之主要方法

蒸發鹽之製法有二：一為直接加熱蒸發法，一為蒸汽蒸製法，真空罐製鹽，應屬於第二類，然亦有另闢一門者。綜合以往及現在，所用之蒸發方法，不外三種；即平底鍋，造粒池及各種真空蒸發器。此三種製鹽方法，美國各州均採用，不盡相同，下篇將分州臚舉，俾讀者欲知某州之製鹽詳細情形，可以一覽無餘。茲先就各場製鹽之一般程序，約略述之：

### 直接加熱蒸發法

#### 開口鍋蒸發法

沿革——開口鍋蒸發法，蘇拉古斯沿用最久，但近年來只有翁翁達加鹽廠尚用此法。用鍋煎製食鹽自有其悠久之歷史。在蘇拉古斯開始製鹽時，即係以火煎製；最初僅將鐵鍋置於火上法極簡單，其後接灶設爐，鍋亦成對；嗣又改進用兩對為一「組(block)」，此種名詞，至今紐約及密西根之大鹽廠，仍在沿用。每「組」之鍋數，逐漸發展，由三十至四十，五十，六十，甚至一百；排列單行或雙行，架於平行之火道上，鑪頭設一煙筒。但「組」之範圍既廣，所需火力亦大，近火之鍋，即前端之十二或十五口鍋，所受火力過高，下面必須另加拱保護，於燃料消費，殊不經濟，並須附設吹風機，且所得之蒸發效果，較用鍋爐尚少三分之一，故今日煎製食鹽方法，已逐漸廢棄。從前蘇拉古斯有灶三百餘「組」，今則均行停用。

器具之構造——煎鹽鍋之直徑約為四呎，深二呎，近火之鍋，容量約一百五十加侖，遠火之鍋一百加侖，鍋底厚約 1 吋，向上漸薄，至鍋邊則僅 1/2 吋，鍋把約五吋長，直徑 1 1/2 吋，兩面相對，配於距離鍋邊四吋或五吋之處，以

### 備支撐○

置放一行行煎鍋之火道，均封砌於兩道邊牆之內。其中如並行置放兩道煎鍋，則中間用石砌一隔牆，並以普通磚攪砌，惟前端至第十五鍋，須特別用火磚砌成。爐條之上，用火磚作礎，中留空隙，漸遠漸寬，如此則熱煙不致直射鍋底。火道由火室至烟肉，亦漸遠漸淺，在末一鍋處，深度僅為六吋或八吋，懸鍋時使邊緣互接，火道中熱氣與鍋底接觸而，愈大愈佳，並將鍋緣與支牆間用泥堵塞，以免熱氣逸出。由於爐壁及火道之逐漸斜上，則上述目的，不難達到。

順每起鍋設一木製導管，上附水塞，架於中間隔牆上，並高出數吋，此管與外設較高之滴水槽相通，滴水能以自動流入各鍋。

操作程序——煎鍋所用滴水，其濃度亦與日曬鹽所用之滴水相同。在滴水未入鍋之前，先將生石灰少許，用滴水沸化，呈乳狀後，攪入滴槽。滴中所含鐵質，即成氯化鐵之紅黃色泥狀沉澱物，沉於器底。二十四小時後，滴水澄清為藍綠色之溶液。

開始煎製之時，將一恰合邊緣熟鐵製成之套鍋，置於鍋內，其鍋柄位於中心，以便能以隨時提出與嵌入。此項套鍋或稱之為「苦滴鍋」(Bittern Pan)其目的在提出滴水近於飽和時，所析出之硫酸鈣。在未成鹽之前，此套鍋須提出數次，所提出之雜質，則棄擲一旁。鹽一開始結晶，套鍋即須提出。收集成鹽時，係用懸於鍋上之竹筐盛裝，再以鍋內殘餘滴水，與新摻入滴水之混合溶液洗滌。筐內所盛之鹽，待至下次成鹽出鍋時，始行傾出。同時鍋上蒸汽，能使筐內盛鹽所含之氯化鎂及附着之鈣溶化下流。

硫酸鈣之結晶，擬用前法防範，仍難避免附着鍋上，近於火者，結層較厚；遠於火者，以成鹽較遲，鍋上所結之硫酸鈣亦薄。近火之鍋，每四小時或五

小時，即可收鹽一次，遠火之鍋，則需二十四小時至三十六小時，始能收鹽一次。硫酸鈣為不傳熱之物質，結於鍋底妨礙蒸發至大；故近火之鍋，必須每隔五日或六日，將成鹽及鍋內殘滴，一次提清，換入清水煮沸，使固着鍋上之硫酸鈣溶解鬆動，然後再行放出。待近於煙囪之鍋內積聚之硫酸鈣行將清理之際，近火之鍋，亦須重行鏟除之時；於是暫時熄火，將積鹽提出，滴水放入滴槽。如此則煎鍋全部可以一律消除；從新加入新滴，第二批製鹽即行開始。因鍋下餘熱，近火鍋內，當時結有成鹽，因較煎製之鹽為粗，則另置一處。製鹽一批，需時十日或十五日不等，成鹽在儲所存置二星期，排滴後再行出售。

天時之優劣，滴水之濃度，燃料之種類，及其他之有關係件，與產品之成色，及所用製鹽方法之效能，均有密切關係。

### 平底敞鍋蒸發法

用平底敞鍋蒸發法製造食鹽不只一處，紐約 (New York)，密西根 (Michigan)，康薩斯 (Kansas) 及 依塔 (Utah) 之 賽維爾 (Sevier) 皆有此類製鹽工廠。

滴水之初步處理——滴水由井中汲出，先入沉澱池，靜置一晝夜，使滴中所含之硫化氫等氣體放出，及鐵類化合物盡量沉澱，然後加入稀薄之石灰乳液，用手或用機械，或通以氣管，攪和均勻。由於石灰之化學作用，所含之着色鐵質，均行分離。約在加入石灰乳之一晝夜後，可再加磷酸鈣（尤以製粘鹽，或供乳廠用者更須如此），靜置數日，使液體充分澄清，其時間之長短，視供應之用途而定。在撒基爾 (Saginaw) 流域，溴及氯化鈣係與製鹽同時製造，自可先以電解方法，將溴提出。至滴水在入鍋之前，預先加熱與否，均可。

敞鍋構造及操作——平底敞鍋係用 3/16 吋至 1/2 吋之熟鐵板鑄成，兩面

邊緣展開，如第一圖。紐約所用者，計分兩段，中以木板或金屬板隔開，近火之一段，稱為前鍋，遠火之一段，稱為後鍋。紐約及康薩斯所習用者，長為一百呎至一百十五呎，寬為二十三呎至三十呎，深為十二吋至十八吋，後鍋或稱頂熱鍋，較成鹽之前鍋為短。密西根所用者，則不及紐約與康薩斯之寬大。

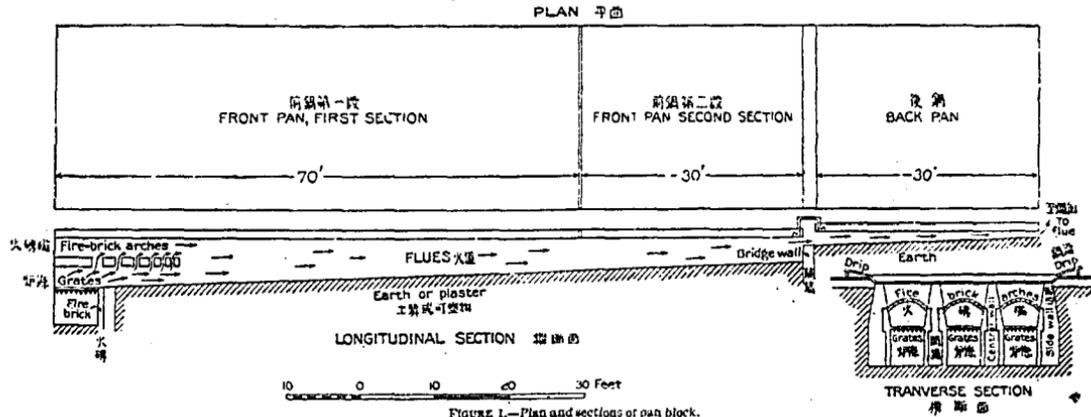
滴水放入後鍋，經火焰熱氣煎熟後，用虹吸管引入前鍋。前鍋在紐約及康薩斯有時復分為二段，近火之段較長，成鹽亦在此段產出。東部各州所用燃料係煤炭，但康薩斯除在冬季用煤或原油外，例用天然煤氣。用煤氣或原油與用煤炭煎製，大體無異，在細目上，略有不同。前鍋中結出之鹽，係置於平鍋邊外之大木板上，使水分淋出；此時後鍋之水，由虹吸管灌入前鍋；同時復引沉澱池中之水，將後鍋注滿。撈鹽普通係用人工，但康薩斯則有時利用機械。機械撈鹽，在「造粒池」製鹽之程序中，固極平常。

各州製鹽之方法，大同小異，其詳細區分，當在下文，分州敘述：

成鹽之性質——紐約，密西根，康薩斯及依塔皆用平底敞鍋製鹽，但其操作方式各有不同。此種製鹽方法，雖未普遍，亦有其特具之優點，其較著者，為能管制成鹽之顆粒。細鹽之獲得，在促其結晶之速成，急火煎煮，所得之鹽自細；若滴水上面加以豬油，或牛油，使其結晶破裂，所得成鹽益細；如此速成之鹽，較慢煎而得粗粒鹽之採取，次數亦多。

紐約州外威明那 (Wyoming County) 一帶之作法——本郡以平底敞鍋製鹽之程序，與上述紐約製鹽之一般程序略同，滴水係在夜間由井中汲出，藉以節省時間，並利用機械。在沉澱槽中，靜置二十四小時，放出硫化氫及其他氣體後，加入石灰乳，通入空氣，攪動均勻。滴中鐵分，因石灰作用，可全部沉澱。加入石灰二十四小時後，再加磷酸鈣，尤在製拾鹽時，此種手續，必

圖 (一) 平底煎鍋之平面截圖與縱斷面與橫斷面圖



不可免。靜置一星期或更久之時間，視成鹽之用途而定。

平鍋係用厚 3/16 吋至 1 吋熟鐵鑄成，普通以木板或鐵板隔開，分爲前鍋後鍋兩部；平鍋總長約一百十五呎，寬二十七呎至三十呎，深十八吋。在紐約各廠經業者實量，其後鍋長由四十三呎至四十八呎，前鍋長六十六呎，至七十二呎。

清水在後鍋加熱蒸發後，由虹吸管導入前鍋結晶。鍋之兩端，與鍋底成直角。鍋之兩邊張開於淋水木板之上。板向兩邊展開，並沿鍋邊伸長，以備鍋中取出之成鹽，於板上淋乾。

此巨大之平底敞鍋，架於兩邊及中間之兩牆上。牆之近火一端因火力猛烈，須附以火磚；遠火部分，可用普通磚造成。牆內火力極強部分，上面均以火磚作護，火焰正上面，直至爐篋後數呎之拱蓋爲最長，篋後留空隙，再繼以比較短之磚，如此空隙相間延長達二十呎，磚漸短其空隙亦漸大。至擱出出口處，即後鍋之下面，火道之高度，僅敷實需。並利用吹風機，供給氧氣，助長火力。

清水先汲入後鍋，俟溫熱後，即由虹吸管放入前鍋之後部，再流入前部。待前部盛滿，即行停止。前鍋成鹽製出相當數量，即撈出置於兩邊之淋水板上，普通放置最少三小時，此時又由後鍋流入溫水，後鍋亦由沉澱槽中補足新滴。用此方法滴水可以減少攪動，成鹽顆粒，亦較整齊；倘前鍋誤入冷滴，其成鹽顆粒，亦起變化，不可不深切注意。每過相當時間，即須將鍋裏洗刮一次，剷除所附之石膏。

密西根 (Michigan) 一帶之作法——密西根亦用平鍋製鹽，方法與紐約亦無大異。平鍋係由 1 吋鍋爐鐵板鑄成，長約八十呎至九十呎，寬約十八呎至二十呎，深約一呎。兩邊以外所附之淋水板，長與邊同，寬約三呎，平鍋係由

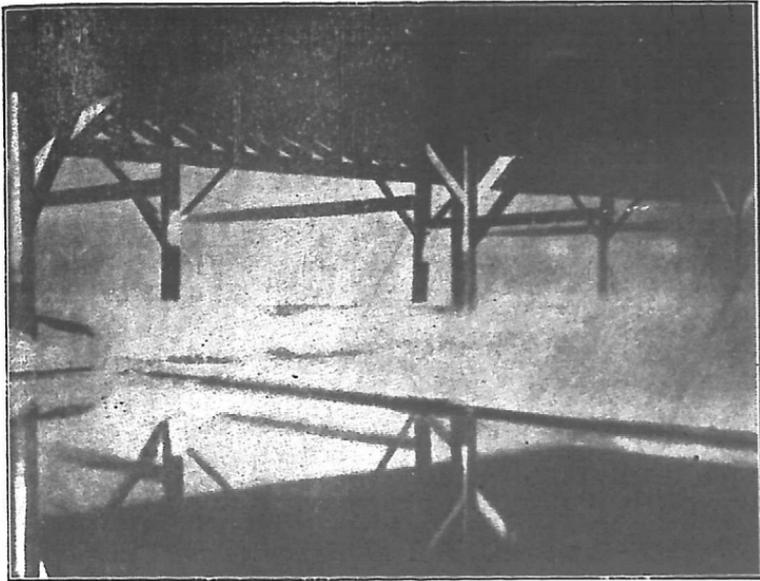
兩邊及一端支架於磚塔上，火爐即在另一端之上。火道有兩種形式，一種係由前部火爐通至後部煙囪；一種係將鍋下分成三道，兩道由火爐通至後鍋，然後併入一道返回，至火爐近處之煙囪，洩出煤煙。

撒基腦流域，以平鍋製鹽時，兼製溴及氯化鈣，係先將溴提出，然後製鹽。

井滴含有鐵分，遇空氣即成鹼性氧化物。提出溴之後，滴中僅存鈉，鈣，氯化鎂等複鹽；並因氫氧化物之存在，滴水微呈鹼性之反應。溶液汲入沉澱槽中，加石灰乳，以機械攪動二小時後，利用鍋爐廢氣加熱十二小時至二十四小時。所得之清潔滴水，流入一生鐵鑄成之平鍋，比紐約所用者較小，再繼續加熱，並隨時由後鍋加添溫滴，直至一批作完為止。一面由於隨時所加之新滴，內含有鈣，鎂等複鹽及氯化鈣，一面由於隨時取出成鹽，溶液濃度逐漸增加，達到某度時，即行停加新滴俟氯化鈣全部結出。所餘母液，可再用蒸發方式，提煉氯化鈣。成鹽提取，係用機械，由前鍋耙至後鍋，經沉澱槽中流來之飽和滴水洗滌後，由一滑板上昇，同時淋乾水分，轉入鹽倉。

洗滌之目的係為將鹽上附着之鎂，鈣複鹽除去。撒基腦一帶井滴所含之石膏成分極少，所用之鐵管不必剝刮，每三星期或四星期洗刷一次即可，時間與費用節省甚多。

哈金森 (Hutchinson, Kano) 一帶之作法——哈金森附近數廠亦以平鍋製鹽，所用方法，與紐約大致相同（影片十一甲），諸鍋並列，一廠內即有數組，鍋長由一百呎至一百十八呎，寬二十三呎至二十四呎，注入滴水深約一呎。滴水由井中汲出，入於沉澱槽，隨後直接放入平鍋，鍋分二段，亦有分三段者。如係三段，則後二段各長十四呎，前段長九十呎。若係兩段，後段僅長八呎，前段「成鹽鍋」則為九十二呎。此種平鍋製鹽，滴水在煙囪下端，即為



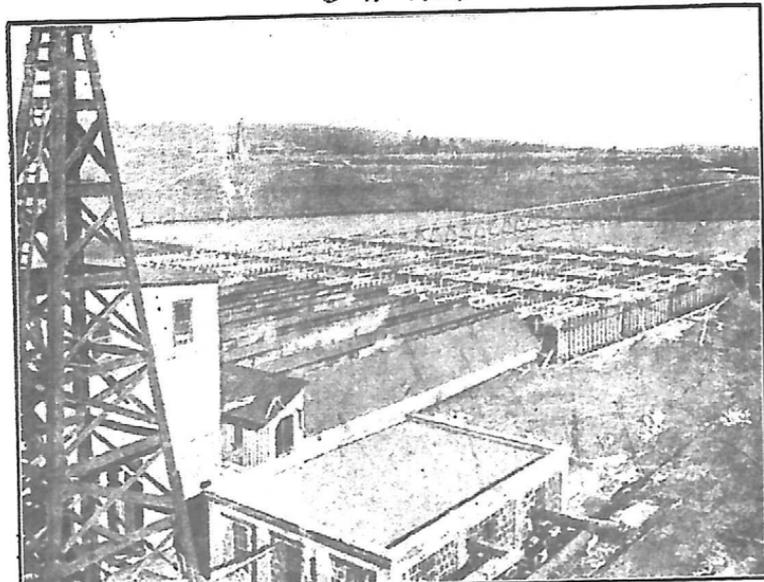
A. Open-pan Room, Western Salt Works, Hutchinson, Kans

甲. 康州 西方鹽廠之開口鍋房。

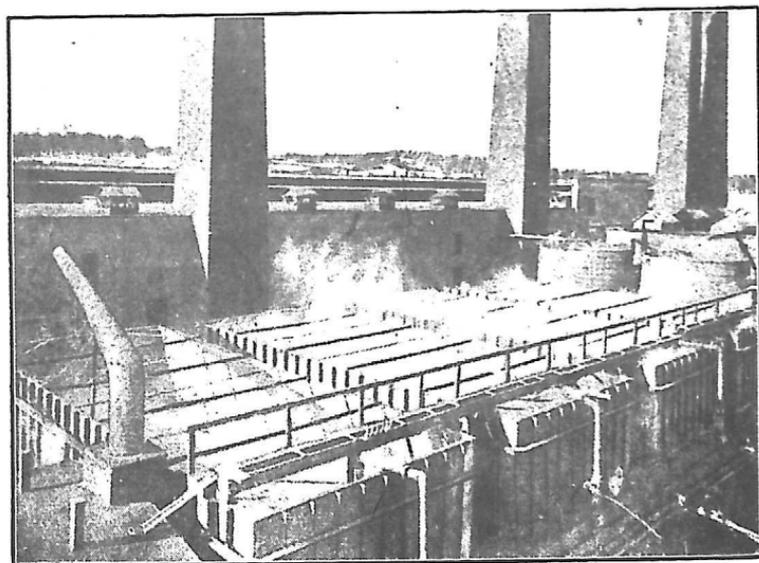


B. Typical Country Salt Plant, 8 Miles East of Nephi, Juab County, Utah. The Brine is Evaporated in Small Open Pans.

乙. 俄塔州 胡伯郡 尼非東八哩之典型鄉村鹽廠，海水在小型開口鍋蒸發。



A. Outside Settling Tanks, Worcester Salt Plant, Silver Springs, N. Y.  
甲. 紐約州 烏斯特鹽廠室外沈澱槽之全景。



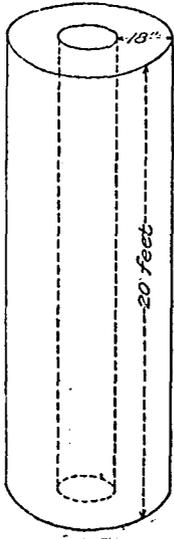
B. Preheating Tanks, Worcester Salt Plant, Silver Springs, N. Y.  
乙. 同上鹽廠之預熱池。

氣所熱(方法見後)，後鍋之滴水，經下面火道通過之熱氣溫熱後；流入前鍋煎製。

有一廠儲滴箱內之滴水，先流經煙囪下部之雙層圓柱筒，滴水在此寬十八吋，深二十呎之中空圓柱內受熱，煙氣由圓柱中空部分放出(第二圖)，用此法者，後鍋不必過長，至為明顯。

所用燃料，除冬季製鹽須用煤炭或粗油外，向係利用天然煤氣；煤氣爐設於前鍋之兩側，鍋長一百十五呎者，每邊置爐九個，前邊置大爐一個。爐之多寡，依所需鹽粒之大小而定。普通平鍋之兩邊，有展開之邊緣，並附有淋水板；但以機械曬乾之平鍋，則由機械將鹽耙至一端，推至終端淋水板上。此種耙法，在以造粒池製鹽程序中，極為普通。

第二圖  
煙囪底部之預熱罐



如不用機械，則將鹽耙出，置於兩側之淋水板上，使之停留約一小時，再行入倉。成鹽約每二小時可耙鹽一次，倉儲時間，至少三十日始能裝桶轉運。平鍋每經一個月，或二十五日，刮洗一次。殘渣廢棄，不再利用。

賽維爾 (Sevier Valley) 一帶之作法——賽維爾一帶如雷得蓋特 (Redmond) 及 尼非 (Nephi) 等地，皆有平底敞鍋製鹽之工廠(影片十一乙)。賽維爾製鹽係以附近所產岩鹽為原料；尼非則以東部之鹽井為滴源。小塊岩鹽先在廠外所設之木槽中溶解，將所得清液注入深約一呎之長方鐵鍋內，猛烈煎煮，並同時加添新油；燃料有用木柴者，有用煤炭者。成鹽在相當時間內陸續由鍋底耙出，淋乾磨細後裝袋，至少以一部分售供食用。

## 蒸 汽 蒸 製 法

### (1) 護 熱 鍋 蒸 製 法

紐約之外歐明 (Wyoming Valley, N. Y.) 一帶製鹽工廠，從前有護熱鍋者，其法係置鍋於支架之上，四周並圍以蒸汽護套，外附不傳熱物質，用以代替開口鍋煎熬方法之將鍋懸於磚石砌築之架上，而直接加熱。此種「護熱鍋」加熱均勻，且鍋身極薄，以求傳熱經濟。如此製出之鹽，不但顆粒一致，成色亦佳。但現在以護熱鍋製鹽者，紐約州內，已不復見。

### (2) 造 粒 池 製 鹽 法

鹽類沉澱之原理——鹽之飽和溶液，一經蒸發濃縮，則部分鹽質結晶析出，至餘液再達到飽和平衡而止。各種鹽類，有其各自之溶解度。換言之，如溫度相同，在一定量之水中，其造成飽和所需之量亦各不相同。故某溶液，含有同量之各種鹽類，如逐漸加熱，使之蒸發，則某一種鹽，必在其他鹽類之前，先行達到其飽和點獨自結晶析出。此後復有一種鹽類，續達飽和點，繼而結晶，但雜有先一種鹽類之結晶；因該種鹽類此時仍繼續析出。待所有水分，蒸發殆盡時（結晶內含有之水分除外），器底所存者，係各種鹽類之結晶，分層堆積。最下者為食鹽，最上者為最易於溶解之他種鹽類。如在第二種鹽類，尚未結晶之前，即將上浮液體除去，則第一種鹽之結晶，縱令少染此種液體，亦易以溶於清水中再結晶之方法，提煉精淨。此為最初以分類結晶方法提製精鹽之原理。

但如以另一種方式實驗，不待第二種鹽達到飽和之時，即加入原用之混合溶液，則第一種結晶之機會，所減無多，其沉澱之速度，所遲亦不多；於是此第一種鹽，即隨新液之增加，陸續蒸發，陸續析出，直至溶液中所含之他種鹽類，累積過多，而亦開始沉澱時為止。此為以造粒池製鹽法所循之原理，此項

基本原理，可於試驗室內證明之。咸信天然鹽礦之形成，亦係基於此項原理。

廢熱利用之一般——關於利用廢汽之普通情形，富有經驗之威爾韋克斯氏

(Willcox) 有文曰：

「產商鑒於成鹽價值之逐漸低落，罷工風潮之迭興不已，不得不尋求各種方法，以謀成本之減輕，及產量之增加；先引用機械，以減少人工；嗣更喚起產商，研究蒸發滴水，及析鹽之更有效方法。

各地製鹽區，均本其經驗所得，製成各種蒸發設備，各有其運用之程序；習用日久，遂成為該地之標準方法矣。關於鹽滷之蒸發，不乏名著，但在工程方面，則付闕如。

在燃料豐富而價廉之地區，甚少鑽研蒸發經濟之問題，而其主要問題，乃在研究產量。

鹽產技術，大都沿襲成法，迄無改進；近十年來，由於食鹽之貶值，始有顯著之進步，亦環境情形所促成也。」

製鹽工廠往往與其他工廠毗連，尤以用造粒池製鹽，為必不可免；密西根製鹽業之發達，係因木材業繁榮，至今仍在密切合作；其他地區之鹽業，亦與當地之工業有關。在俄亥俄州 (Ohio) 之克利佛蘭 (Cleveland)，綺色佳 (Ithaca N.Y.) 附近及波美拉 (Pomeroy) 之製鹽業，係利用引擎製冰廠溢出之廢汽。並有一處，其製鹽之熱力，係由礦廠之發電廠供給。蓋以盡量利用一切之低值熱力也。

冷凝器中之熱量，或工廠之熱水及由煙囪逸出之熱煙，如不利用，終歸廢棄；利用此項餘熱，將在下篇「預熱」標題中分州討論。總之，多數製鹽工廠之存在，因具極有利之條件；其中之主要者，為易得而不費之熱力。

滴水之操作——(一)汲滴：油井之深度不一，有深至二千三百呎者。汲滴方法甚多，大約可分三種：(1) 壓氣提滴法，(2) 水力壓滴法 (3) 舊式之唧筒抽滴法。

壓氣提滴法，係由井筒中間所設之管，壓入空氣，氣泡漲起時挾滴水上昇，此時水內飽含空氣，用導管引入沉靜槽中，空氣亦即隨之逃出。

紐約工廠，用此法者極為普遍，密西根，俄亥俄，及 台克塞斯 (Texas) 亦有用者。但各地用法之細節，則各有不同，甚至同一地點之工廠，亦各不相同。

密西根鹽場之一部，有利用水力壓滴者，即用極大壓力，將水由井之外筒壓下，迫令滴水由中間管內流出。倘滴水不由原井溢出，亦由他井升起，蓋地下有滴甚廣，有時下面之井穴，業已彼此溝通。某場之滴井四眼，據知下面已全部連成一氣。據製鹽家談，用水力壓取所得之滴水，比較用壓氣提滴所得者滴度為高，工價亦省。且損傷機械甚微。俄亥俄之鹽場有用壓氣提滴法提取滴水者；但為免除水管及空氣壓縮器之震動起見，滴水尚在井中時，即將空氣放出。該州某場以兩種方法合用；先以水力機，將滴水提至距離地面八百呎；然後再以壓氣提滴法，提至地面。水壓機在紐約，密西根，康薩斯等州，均普遍使用。康薩斯州之哈金森 (Hutchinson) 及 司特令 (Sterling) 附近工廠所用之淡水，係取自深藏地下三十呎至三十五呎阿康薩河 (Arkansas River) 之伏流。

俄亥俄之東部，賓爾金尼亞之西部，賓西法尼亞 (Pennsylvania) 及 撒基爾流域之工廠，尚有用唧筒抽滴者，但亦有用深井抽水機者。就今日之趨勢觀之，不久將為氣壓機所代用。至俄亥俄用此舊式方法，已為歷史上之陳跡矣。

(二)澄清：紐約及密西根滴井內抽出之滴水，所含之硫化氫爲量至大，於滴水抽入沉澱池後，必須予以充分時間靜置，以容所含之硫化氫逃出；並由於空氣之接觸，使滴水內所含之鐵分，經氧化而沉澱。據基爾一帶之習慣作法，係將滴水汲入沉澱池中，加以石灰乳(有用人工者，有用機械者)攪動之，聽其沉澱，如容量寬大，可靜置數日。

滴水經空氣氧化，及混合石灰乳，充分攪動後，靜置相當時期(時間之長短：視所需之鹽費而定)；如所用石灰過量，必須再加碳酸鎂，則靜置時間更久。

俄之東北部，皆於蓄滴池內加石灰乳，但此法在其他各地，則並不需要。某鹽場在汲取滴水之時，即將石灰乳由外筒壓入地下，據云：抽上之滴水比較清潔，所含雜質，亦易於沉澱；但能有如是結果之理由，作者尚不明瞭。康薩斯之鹽場，於滴水概不加以處理，既不用石灰乳，亦不加碳酸鎂。

沉澱池及預熱池之面積及構造，各有不同，其詳細說明，容待分州敘述時，再行列舉。

(三)預熱：爲謀成鹽優良，須使滴水流入造粒池之速率應相當於蒸發率，並使其稍低於造粒池內滴水之溫度。故造粒池之外，須另設預熱池，先將其溫度增高至所需之溫度；其容量較造粒池爲大。一般作法，係長寬與造粒池相同，但池之深度則較高，容量自亦較大。所用之熱力，係工廠各處之廢汽或棄出之熱水；亦有時兩者並用，即先用棄出之熱水溫之，然後再利用廢汽增高溫度。如起鹽機開動時，尚有餘汽可資利用，亦可供給預熱池一部分之熱力。阻有用所謂「燃料節約器」者，即利用煙道放出煤氣之餘熱者，使其在未入煙道之前，用氣管通過滴水，藉其餘熱，滴水溫度可以增高。行此方法時，必須附帶風扇，助其流通。

南俄亥俄 及 西威爾金尼亞 (West Virginia) 所用之滴水極淡；工業環境亦不同；其準備鹽滴之方法，亦與其他各鹽場有異，當在其本稿中，詳細論列。

製法之概略——造粒池或稱之為「密西根製鹽法」係由美國人發明；其方法約略言之，即將金屬管內通以蒸汽，並將管沒入將欲蒸發之滴水中。盛滴水之器，乃一長窄之淺池；如係金屬或木質，則需底架；如係洋灰製成則置於沙泥築成之基礎上。

以造粒池製鹽之工廠，如經營得法，充分利用餘熱，所出產品，自能爭得市場；若管理欠當，輕則減少產量，重則全廠停工。至因特殊條件，如燃料之低廉，或獲得副產品（溴及氯化鈣等）市場而存在者，又係例外。

造粒池生產之鹽量，極為懸殊，要視下述之情形而定：

1. 所用之熱力來源，為新生蒸汽抑為廢汽，或尾水 (Tall Water)

——即工廠各部分所流出之熱水。

2. 造粒池體積之大小。
3. 經營管理之是否得法。

工廠中有所謂「分部造粒池」(Dividend Grainers)者，成鹽遲緩，產量亦較利用廢汽者為低。造粒池每隔若干時必須清除一次，其清除次數之多寡，關係成鹽之迅速，並不關係產鹽之優劣。間有為製造粗粒食鹽，而故使其出產遲緩者。

造粒池製鹽，各州與各州不同，各工廠亦有其獨具之妙，是皆適應當地之環境，便宜從事，有以促成。後稿分州詳述，雖係根據實在情形，仍係一般狀況，蓋限於篇幅，無暇細為區分也。

造粒池之製造——造粒池可用木質，鐵質，或鋼筋混凝土製成；但必須在

溫度激烈變化之下，不漏滴水。密西根一帶所用之木質造粒池，係以白松製成，如編縫良好，可用五年。此種木料，該地當時出產甚多，且伸縮性不大，製造極易。作者於一九一一年，在密西根曾見以櫟木（Beech）為邊，以槭木（Maple）為底者，以此種硬木材料製造，亦能適用。以鋼筋混凝土所製之造粒池，係屬新式，多屬整體，而無伸縮接合點。附有機械耙鹽設備，建於夯實之沙基上，以使支持力平均，並減少熱力之損失。周圍厚約五吋至七吋，底厚四吋至六吋，所用鋼筋，係 1/4 吋圓鋼。

下列機械耙鹽造粒池（影片十二）在紐約，密西根，俄亥俄，及康薩斯使用頗廣，他種改進之機械耙鹽之造粒池，亦均使人滿意。

**耙鹽機**——用造粒池製鹽，器底所成之鹽，必須隨時耙出；從前係用人工，嗣以造粒池室內蒸汽充溢，溫度過高，工人不易操作；而機械費用長期計算，仍屬低廉，故均逐漸改用機械。耙鹽機之形式不同，其功用係將成鹽收集，並傳遞至造粒池一端之斜板上；無論耙鹽機之形式如何，其收集能力，必須達到長一百呎至一百五十呎，寬十二呎之面積；並須調節速度，使鹽到斜板上之成鹽，能在未經送入轉運機入倉之前，充分溼潤。

鋼耙或鐵耙雖常應用，但在充滿鹽質之空氣中，極易損壞；且所生鐵銹，染於鹽上，鹽價亦受影響；從前慣用之鐵鍊製成之耙鹽機，因易於折斷，今亦廢棄不用；昔日所用之轉輪，亦以蝕耗過速，不復延用。空中支架，亦有妨礙；故今日所用之耙鹽機，均係潛設池水之內，置於造粒池之前面，汽管之下面，由水壓發動機帶動；如此既可減輕機件之腐蝕，又可免除鹽質之污雜。

耙鹽機（影片十二）係一框架，裝於造粒池內，近於池底；框架之兩邊，由「角鐵」製成（圖中A）與池邊毗連；在相當距離間，有橫亘之鐵條B連貫；架上橫裝一連串刮刀（圖中C部），其兩端均置於兩側角鐵不伸之活軸定樞

a 上；刮刀間之距離，普通爲八呎，其往復動作約爲九呎，是每個刮刀，均可超過前面刮刀之工作範圍一呎；如此逐漸推進，將成鹽送上斜坡。此框架之兩邊角鐵係由若干距離相等之生鐵「托墊」支撐，並可在其上前後滑動。水壓發動機之汽缸，約爲直徑八吋，行程九呎。活塞桿由軟鐵箱（內有「金屬拍緊」之環數個）通過，直入造粒池；每二分鐘伸縮一次，約四分鐘或五分鐘鬆緊一次。

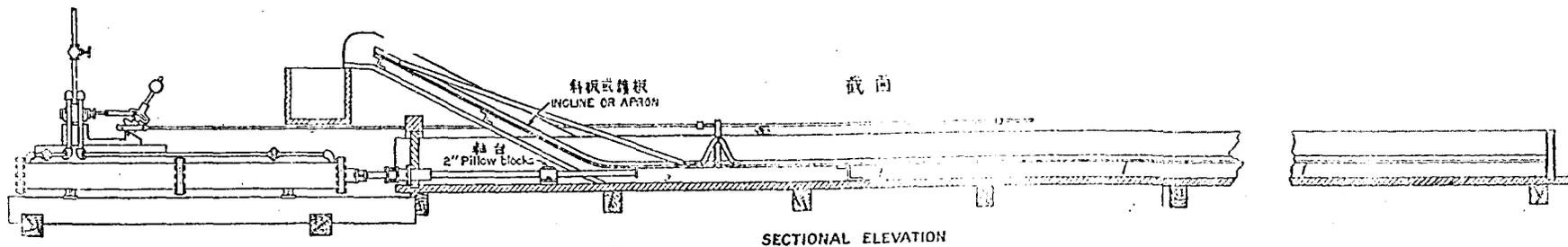
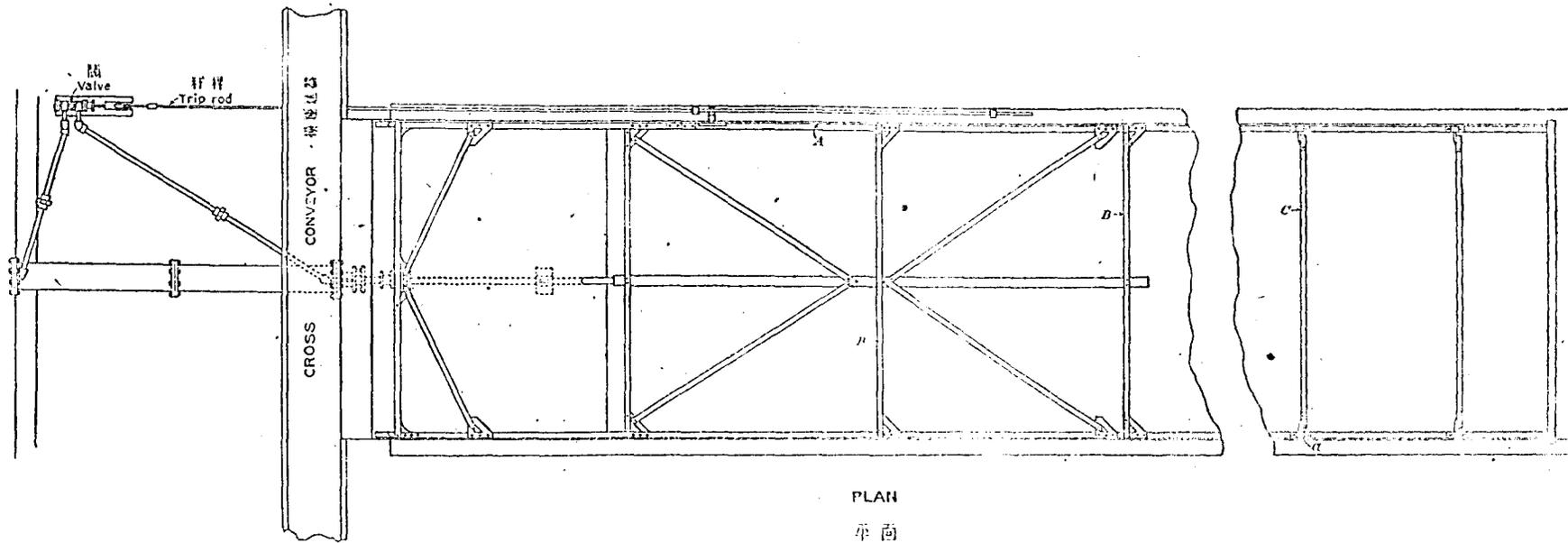
環帶迴轉機——在乾燥氣候中，食鹽亦頗乾燥，有如砂糖，用斜置之玻璃片刮板，清除皮帶上黏着之鹽分，尙能辦到；若在陰霧天氣，成鹽滴滯時候，任用如何方法，均難清除。如環帶下面，所用輪軸，係屬鐵質，則由於成鹽上之滴水侵蝕，鐵輪生銹，污及潔鹽，清除益感困難。故現均以美國生產之一種生萊灰木製造滑輪，代替鐵輪；其長度較環帶約寬二吋或三吋，直徑爲五吋。其軸承部分，亦係木質，常用檫木製成，用普通機油滑潤。如迴轉機使用時間過久，其帶之邊緣及軸之兩端，均積有污鹽，必須加以掃除。

### 阿爾伯幾爾方法

阿爾伯幾爾方法爲阿爾伯幾爾·威廉氏 (Williams Alberger) 所發明，將造粒池製鹽法加以改善，茲將其要點敘述於下：

此法不同之點，係先將滴水澄清，去其雜質，在一所謂「澄清器」中加熱至華氏 250° 至 300°，使液中所含之硫酸鈣及磷酸鈣，成爲不溶解之沉澱物。澄清器係由鍋爐鐵製成之圓柱體，亦有下端較上頂略大者。新式澄清器中一部分貯有卵石，石之大小約爲 3/4 吋。將滴水壓入澄清器後，其不潔雜質，均積於卵石之上，或器之內部；再用旋轉或攪動方法粉碎集於卵石上之雜質；然後再以沖刷或其他方法除之。

阿爾伯幾爾方法所用之造粒池，係圓形蒸鍋，內注滴水約及一呎；鍋底有



PLAN AND SECTIONAL ELEVATION OF AUTOMATIC SALT RAKER WITH HYDRAULIC DRIVE. (COURTESY OF WILLCOX ENGINEERING CO., SAGINAW, MICH.)

水力傳動之自動耙鹽機平面及截面圖 (密西根州威爾考克斯公司特許轉載)

一孔隙，通連鍋外之一混合器，由旋轉之柄上小耙，隨時將成鹽掃入器中；另一柄桿，掃蕩滿水表面，並附有攪動指棍，隨時攪動。帶耙之柄桿，潛設水內，緩緩旋轉，不使造粒池內，過分動盪致得結晶；在表面上旋轉攪動之柄桿，則速度較大。滿水隨時增加，鍋內汽管，係在鍋外支撐，故不妨碍耙鹽動作。

澄清器中將滿水濾清，並加熱至相當溫度後（華氏226°），即放入造粒池之上層，鹽粒隨時結晶，隨時由攪動柄桿擊沉於器底；在此柄桿倒到附設之阻碍壩時，柄上黏附之鹽，亦被震落水內柄耙，則不斷旋轉，一方協助滿水之循環；一方將中心之成鹽，刮入鍋外附設之混合器，由此器導入離心脫水器，水分可去大半；若鹽內已無不溶解物，即可通過乾燥器，過篩後，供應市場。

紐約之方法——滿水經汲入沉澱槽後（影片十三甲）靜置二十四小時，使滿液中所含之硫化氫及他種氣體，盡量逸出，此後再傾入數桶石灰乳，充分攪動，靜置一至三晝夜，其時間之久暫應視需要之鹽質而定。加入礬液後，靜置二十四小時，可將過分之石灰擇去，放入造粒池時，其流入速度，須與蒸發速度相配合，其溫度較池中之溫度略低，則成鹽結果必能滿意。滿水達到此相當溫度，係在池外之預熱池中加溫（影片十三乙），預熱池之大小，普通與造粒池長寬相同，但較深，故容量稍大。預熱池底部之上約一呎左右，裝有汽管，以預熱冷滴之用。造粒池所用之廢汽，為尋常熱源；但有時亦利用工廠各部分出之熱水。如發動起鹽機之蒸汽有餘時，此直接蒸汽亦可應用。預熱池往往與流造粒池同在室內，沉澱池則在室外。

紐約之造粒池，長度不同，有一百呎，一百二十呎，一百二十五呎，一百二十八呎，及一百四十呎者不等；但普通寬度約為十二呎，深度則在二十吋至二十四吋之間。池內用垂環懸有直徑二吋半至五吋之汽管四根至八根，距離鍋底

不及一呎。汽管之長約與造粒池之長度相等，其排列方式，不得把鹽至於池外之工作。

用人工把鹽之造粒池，則中間另有一道縱列之鹽合設置，成鹽用鏟堆積其上（影片第四），平常每日收鹽一次，並俟水分淋出，即用手車推入倉貯。共用把鹽機者，則隨鹽之成粒速度，隨把至造粒池之一端之斜板上，鹽上附着滴水之大部分，仍流入造粒池內。把上之鹽，或傾於架上，再用小車運轉；或逕落於環帶上，轉入吊桶，昇至鹽倉，不再需要人工。在把鹽之時，滴水溫度，如能保持在沸點左右，其結果至佳。

苦油中含有氯化鈣及鎂，如製造高等食鹽，必須每日或間日或每三日掃除一次，視提製噸斤之品質而定。但苦油中含有鹽量甚多，棄之殊為可惜，通常係放入另備之所謂「分部造粒池」由工廠之廢汽或溶出之熱水加溫。此池製出之鹽，因溫度不高，成鹽顆粒較大，只能供醃肉及冷藏之用。

每日收鹽之造粒池，經過三四星期，即需清蒸一次，但其中亦有一年只清理二三次者，要視滴水中含有石膏量之多寡而定。紐約一帶，滴水所含之硫酸鈣量皆大。

密西根方法——為便於敘述，可大別之為三區：

1. 下半島西部包括滿尼斯梯 (Manistee)，東湖 (East Lake) 及 盧丁屯 (Ludington)。
2. 撒基腦 流域包括 撒基腦，海灣城 (Bay City)，米得蘭 (Midland)，聖查理 (St. Charles) 及 樂山 (Mount Pleasant)。
3. 地德律 (Detroit) 及 聖克萊爾河 (St. Clair R.) 與 地德律河 之南北兩岸。

各區所用之造粒池方法，原理上與紐約所用者無異，惟細目不同而已。兩

種造粒池，人工探礮式與機械探礮式並用。

密西根製鹽，最初不過為木廠之一附屬營業，選餘木材及工廠廢汽，用作製鹽燃料，及所需之熱力，一躍而為一獨立工業。其規模過小者，則因木業之不振，連帶停工；其規模龐大者，則能適應環境，變更方式，仍能繼續維持。木柴改用煤炭，利用熱力，力求經濟。

1. 盧丁屯，滿尼斯梯區：盧丁屯，滿尼斯梯區，包括滿尼斯梯，東湖，飛勒城(Filer City)及盧丁屯而言。本區用機械製鹽者，較人工製鹽者為多，其有用人工製鹽者，亦不過為補助前者之不足，利用廢汽，製造粗鹽，以供應市場之需要。

滿尼斯梯一帶之油井，深度約二千呎，一般皆用抽氣機提油。盧丁屯之油井，據云深達二千三百呎餘。其油水鹽度，以鹽度表量之，在九十度至一百度之間。在整井稀少地方，鹽度可永遠保持九十八度至一百度。若油井口數較多，則減至九十七度或九十五度。多數油井，其溶解地下鹽層之水，並非如他處鹽場之壓入者。乃係當滴水抽出以後，自其上覆地層中，自然流進，但亦有數井，水須壓入。

滴水由井中提出，經過水槽，或放於水櫃，以放出硫化氫。嗣即通入沉澱池，及預熱池而至於造粒池。

各廠所用之沉澱池，大小不同，其長度有小於一百呎者，但普通皆在一百呎以上，至一百六十呎之間；寬以十八呎為最普通，介於十二呎至二十四呎之間；深度六呎至八呎。預熱池長約一百五十呎至一百九十五呎之間。但作者曾目睹一長三百呎者，寬為十呎至十五呎，亦有較寬者，普通深度為六呎至八呎。其用洋灰製造者，內裝三吋至四吋汽管，以通蒸汽，廢汽，及工廠用餘之熱水。據作者所知，滴水並不經過化學處理，但在作者參觀之後，情形或有變更。滴水

熱度普通達至華氏  $120^{\circ}$  至  $160^{\circ}$ ，因滴水濃度特別薄弱，亦有提高至  $175^{\circ}$  者。計滴水自汲出至灌入造粒池，需要時間，約在四晝夜之譜。

造粒池之熱源，利用廢汽者為多，用新生蒸汽者較少，其用人工耗鹽之「分部造粒池」則僅佔工廠之一小部分，其所需之熱力，皆取於廢汽及工廠川餘之熱水。造粒池之長普通為一百五十呎至一百六十呎，寬十呎至十三呎六吋，高十八吋至二十四吋，裝有鑄鐵管六個至八個，有時亦裝有九個，甚至十個，普通直徑為四吋。其用人工耗鹽者，則長度稍短，但寬度與深度，大致無甚差別。

造粒池每二十四小時，可成鹽六十桶至七十五桶，八十桶為最高紀錄。影響產量之因素甚多，故此項估計，不能十分固定。

2. 撒基腦流域區：撒基腦流域，包括撒基腦，海瀾城，米得蘭，樂山及聖查理等地。其滴水之深度不一，撒基腦之滴水較淺，約深七百呎至九百呎；海瀾城約一千呎；聖查理約八百呎；米得蘭之滴水層，距地面約一千二百呎至一千三百呎左右；樂山之滴水則更深，約在一千四百零八呎至一千四百六十三呎之間。如以一百度代表氯化鈉之飽和溶液，則各井之鹽度均在八十度與九十四度之間。據云山盆地中央汲出之滴水，因含有鈣鹽及鎂鹽，其鹽度竟超過一百度，惟此等鹽類比食鹽易於溶解。

從前滴水，為數至多，尤以撒基腦及海瀾城為甚，如所有廢井均經堵塞，則地下水，不虞沖淡；但實際未經填塞之井甚多，以致上層清水，將下層存滴逐漸稀薄。今則州律明文規定，凡廢棄之井及舊井，均須一律填塞。

撒基腦鹽滴，經化驗後，知含有溴，鈣，鎂等量甚多（見下表及 頁附表），故製造食鹽之外，亦有兼製溴及氯化鈣並氯化鎂者。道氏化學公司（Dow Chemical Co.）所用之滴水，內含有銨（Ammonium），滴中亦

有含低鐵質者，一遇空氣，即沉澱為鐵鹽，並使滴水污濁。山下表可見距離盆地之中心愈近，則鹽液之比重愈大，含溴亦較多。

撒基腦一帶滴水之分析表 (密西根)

化驗人：葛萊甫斯 撒基腦化學工業主任

成 分	1	2	3	4
氯化鈉 (NaCl) 每公升所含公分數	11.4	14.7	16.73	0.05
氯化鈣 (CaCl <sub>2</sub> ) „	11.4	8.34	4.11	23.70
氯化鎂 (MgCl <sub>2</sub> ) „	4.2	3.15	1.76	9.94
溴 (Br <sub>2</sub> ) „	0.172	0.13	0.0625	0.35
氯化亞鐵 (FeCl <sub>2</sub> ) „	0.060	0.045	0.005	痕跡
硫酸鈣 (CaSO <sub>4</sub> ) „	0.0104			痕跡
氨 (NH <sub>3</sub> ) „		0.023		
	27.2424	26.388	22.6675	24.04
比 重	1.2380	1.220	1.182	1.33

1. 樂 山 滴 水
2. 米 得 蘭 滴 水
3. 聖 查 理 滴 水
4. 聖 查 理 苦 滴

撒基腦一帶，用造粒池製鹽方法，在細則上不同之處雖多，但值得注意者，僅在蒸發以前之數種操作而已。滴水用舊式唧筒或新式機械汲出後，須先將滴水充分接觸空氣，使滴水氧化，所含鐵質，盡量沉澱。其法係將滴水，充分攪動，然後靜置六七小時，愈久愈佳。如不經過此攪動手續，而直接引入沉

澱池者，必須加以石灰乳（或用人工，或用機械），攪動後靜置之，普通在十二小時至十八小時，如存滿池容量特大，有靜置達五六日者。

沉澱池之大小與構造，懸殊甚巨，其長度由十八呎至三十九呎，寬度由十六呎至二十六呎，深由五呎至六呎三吋，容量由不足二千立方呎，至將及五千五百立方呎。撒基腦平板玻璃公司，所用之池，長達一百五十呎，寬二十呎，深七呎六吋，容量二萬二千五百立方呎，係用水泥製成。近代工廠，多喜用此材料。

此後由沉澱池導入預熱池。此池之長，約在一百呎至二百呎之間，寬八呎至十二呎，深五呎或六呎。按池之大小，裝設氣管五道至十道，其直徑為三吋半至四吋。利用工廠廢汽及棄出之熱水，將滴水加熱至華氏一百八十度，或至將行結晶之溫度，然後灌入造粒池。各工廠之操作辦法，不盡相同，如撒基腦平板玻璃公司之預熱池，則有兩座，一座專用工廠流出之熱水為熱源，他座則專用廢汽。

造粒池長一百一十二呎至一百八十呎（一百五十呎或一百六十呎，為最普通之長度），寬八呎至十二呎，深十六呎至二十呎，裝有直徑三吋至三吋半之汽管五至八道。為「破裂」造粒池上層之鹽皮，有用牛油及其他油類物質者。耙鹽工具，則機械與人工並用。

至每日之產量，則因需要成鹽之數量及性質，與熱源之種類而有差別，其以製鹽為副業者，產鹽更不足述。滴水中所含之石膏，固着管上，必須時時鏟除，以增加成鹽效力。但滴水中所含石膏量多寡，每每出人意外；故工廠中能較他廠節省熱力者，其鏟除石膏之次數，亦較他廠為多。

3. 地德律區：地德律區包括密西根下半島之東南部，

地德律之四郊，地德律河越南之大爾瑞 (Del Ray)，依翁斯 (Ecorse)，魏安道梯 (Wyandotto) 及 聖克萊爾 (St. Clair) 河迤北 修倫港 (Port Huran)，聖克萊爾 及 海軍城 (Marine City)。

本區鹽床不只一層，滿水由不同之鹽床上汲出。其鹽床係由春藤 (Trenton) 通過 地德律，海軍城，聖克萊爾 及 修倫港，逐漸加厚。

汲取滿水，或用水壓機，或用水壓機；用水壓機者，係由套管將水壓下，滿水由內管流出。某工廠地下溶解鹽滿之範圍極廣，四限滿井竟皆相互溝通。汲出滿水濃度甚大，至於飽和。據云水壓機較氣壓機，功效尤宏。

一般操作，係在沉澱池中，加以石灰乳，有用機械者，有用人工者。滿液經一再攪動後，沉澱數日，再放入預熱池。沉澱池普通長度為三十呎至一百八十呎，甚至二百呎者；寬十呎至二十呎；深七呎至九呎或十呎；其容量由二千五百立方呎至二萬五千立方呎。預熱池係由廢汽加熱，但亦有利用凝縮器所出之熱水者。

造粒池有用人工耙鹽者，亦有用機械者，尤以威爾靠克斯式之耙鹽機用者最多。造粒池有用木製者，有鋼製或木製而裏面附以水泥者。其長度為一百呎至一百五十呎；寬十二呎；深二十吋至二十四吋，普通裝有直徑三吋半或四吋之鍍錳鐵管。亦有用普通鐵管者，但管上先附以特製白漆，在未放入滿水以前，通以蒸汽，將漆烘乾，嗣後再放滿水，即不致剝落，有污鹽斤，鏽除石膏亦較容易。某工廠之造粒池，係上寬下窄，上面橫長十二呎，下面十八呎，深八呎，長約一百呎，用循環鍊鋤耙鹽，由另行設計之推動機，集成鹽於槽內。

俄亥俄東北部之方法 —— 俄亥俄東北部之製鹽中心區為克利佛蘭 (Cleveland)，威資渥斯 (Wadsworth)，阿克倫 (Akron) 及 瑞梯曼 (Rittman)。在巴貝爾頓 (Barberton) 及 非爾波特港 (Fairport Harbor) 所汲滿水，均用作製碱，不盡作製鹽之用。

本區用水壓機汲清者爲多，據云所汲出之清水濃度較用氣壓機者爲濃，機械方面，亦比較簡單。但亦有用氣壓機汲清者，並有二種兼用者，先用水壓機，將清水提昇至距離地面八百呎以內，然後再用氣壓機提至地面。清水之鹽度不同，約在九十四度至一百度之間，工廠爲欲減輕堵塞水管之弊，有時故意提取恰不足飽和之清水，因飽和清水有時將水管窒息。

在存儲清水池中，先以石灰乳處理，各工廠不盡一致。某工廠將石灰和水同時壓至地下，據云所汲之清水比較清明；復在沉澱池中，加石灰乳，則因先時已在地下處理一次，此次雜質沉澱更爲迅速。沉澱池之容量，由八千立方呎至一萬四千五百立方呎。

各工廠之造粒池，均分爲快製慢製兩種，如快者用蒸汽，慢者則用廢汽；如快者用工廠之廢汽，慢者則用流出之熱水。耙鹽用機械亦用人工，惟用人工耙鹽之造粒池無多，其所需之熱力，亦只限於廢汽及熱水，如此則工廠所有熱力，均被利用，而所製之成品，粗細不同，配合市場需要，亦至得宜。

造粒池多爲鐵質，間有裏面附以水泥者，亦有木質附以水泥者。其長度由八十呎至一百五十呎，寬十呎至十四呎，深二十二吋至二十四吋。

賓西法尼亞州之匹資堡方法——從前匹資堡，約翰貝克食鹽公司存在時，曾用造粒池製鹽。清水用唧筒式抽水機，由深約一千四百呎之清井汲出時，其密度爲  $9^{\circ}\text{B}$ ，在存清池中加入石灰處理，沉澱雜質後即引入於圓柱形之煮鍋內，煮至  $16^{\circ}\text{B}$ ，然後令其自動流入四具連續之沉澱池。第一具沉澱池內，再加石灰，停留四日，清水增至  $20^{\circ}\text{B}$  時（比重 1.16）放入造粒池。

造粒池皆不相連屬，每具長一百四十呎，寬九呎，深十八吋，裝有四吋銅管，內通蒸汽。耙鹽係用人工，耙出之鹽，置於中間之平台上，每二十四小時，可成鹽一百五十桶。所餘苦清，則用以製溴。此區之造粒池，除一廠外，其餘皆屬於快製之一種，清水在池內蒸發甚烈。

康薩斯方法——以造粒池製鹽之地點有 哈金森 (Hutchinson), 安托尼 (Anthony) 及 里昂 (Lyons) 並 司特令 (Sterling) 及 埃爾斯沃斯 (Ellsworth) 等地。康薩斯州之以蒸發方法製鹽者，當推哈金森為中心地。所謂蒸發方法製鹽，係包括煎鍋，造粒池，及真空罐三種而言。康薩斯工廠，有專為製鹽者；有同時兼製其他副產物者，如造冰等。此在工廠建立之初，即已配合設計。

哈金森及司特令附近，所用溶解鹽層之淡水，係取用阿康薩河之伏流。伏流中含有礦質甚多，此苦油中雜質之所由來。埃爾斯沃斯所用以溶鹽之淡水，則係由深井中湧出。

滴水係用水壓機汲出，置於蓄水池中，並不以石灰或碳酸鈣處理。預熱池所需之熱力，係利用廢汽。

此地之造粒池，人工耙鹽及機械耙鹽兩者並用；有用鋼鐵製造者；有用水泥製造者。其長度約在九十呎至一百八十呎之間，寬十一呎至十四呎，深由十八吋至二十吋，所需熱力或用蒸汽或用廢汽不一。所用之蒸汽管，有先用白漆漆過，並在未製鹽前，通以蒸汽，以便日後易於清除者。造粒池大約每隔十日至三十日鏟除一次。如加少許牛油，或其他油類，則不但表面所結之硬鹽皮可以破碎，且可促使結晶早成。工廠裝有熱燒煤氣之設備，遇煤氣缺乏時，亦可燃燒原油。

台克塞斯方法——台克塞斯區用人工蒸發法製鹽，計有下列二處：  
巴勒斯坦 (Palestine) 及 大鹽地 (Grand Saline)。

岩鹽在地下溶化後，用氣壓機汲出。滴水儲於蓄水池中，以石灰乳處理。多數工廠則利用機械起鹽，但亦有用人工者。造粒池有用鋼鐵製者，有用水泥而襯瓦片者，亦有用混凝土者；其長度由七十五呎至一百五十呎，但其寬深度數

則一律爲寬十二呎及深二十二吋。池內滿水深可十八吋。某工廠用帶練索之軋鹽機；亦有用油類破殼鹽皮者。大鹽地所用之燃料係褐煤，由距離該廠九哩之阿爾巴 (Alba) 運來。

威爾金尼亞 迤西及俄亥俄 迤南方法——(一)製鹽中心：由天然滿水製鹽有下列各處，在威爾金尼亞州有莫爾登 (Malden)，買曾 (Mason) 及 哈梯佛特 (Hartford) 等地；在俄亥俄 有波美拉 (Pomeroy) 附近各處。此區滿水性質不同，其處理方法，有特述價值，宜予注意。

本區滿水之成分見 頁分析表之十三欄至十七欄五項。

(二) 滿水之特性：俄亥俄 沿岸之滿水中，有銀鹽存在，此項銀鹽，在製鹽之前，必須加以硫酸鈣，使之沉澱，而慎重除去。滿水中且絕少石膏成分，無附着性之沉澱，故蒸汽管可用薄銅質，否則銅管難禁敲擊，必不能維持永久。但據云造成之鹽，堅硬性不大，是亦由於石膏質之缺乏。

(三) 澄泥池中之預先處理法：買曾 附近之滿井，深約一千一百呎，氣壓機汲出滿水，濃度爲 8°B (比重在華氏 60° 時爲 1.058)。先汲入蓄滿池，後入加熱池，此池之長爲七十呎，寬十呎，深二呎，計分三段。已經混合石灰之滿水，由此三段中通過後，卽至相當熱度，並已澄清。有時不用石灰作澄清劑，而代以明礬。滿水在加熱池中，並不濃縮，而實際滿水放出時之比重，且較放入時爲低，蓋以溫度增高，而鹽精膨脹也。

煎鍋分爲四段，用附近煤礦中之廢煤充作燃料，在第一段鍋下燃燒。前三段每段有鍋十具，密切釘合；每鍋長八呎，寬三呎，兩端之高，不足一呎，兩邊之高，尚低於兩端。如此則每段長爲三十呎，寬爲八呎，高不及一呎，

中間有橫斷隔板。第四段則另爲一鍋，大小相同，但中間無隔板，煎鍋之上設有蒸汽箱；藉沸湯所得之低壓蒸汽發冷泥池及連續池與造粒池中之清水。各段之清水，係用銅管溝通；由蒸汽箱至沉澱池，造粒池中之蒸汽管，係屬鐵質。

熱湯由煎鍋內導入三個澄泥池，各長一百三十呎，寬十呎，高二呎六吋，裝有直徑五吋之銅管二根。清水先入第一澄泥池之後部，繞過中間之隔板，流入第二澄泥池，此時滴度約爲 16°B（比重 1.124）同樣經過第二及第三澄泥池，滴度即達 18°B（比重 1.142）。在第一澄泥池中加明礬，則所有湯中之氧化鐵，均行分離，成糝泥狀，沉於池底。

清水由澄泥池再放入兩個連續池中。池長一百三十呎，寬十二呎，深四呎，內有五個銅管。在一般工廠中，清水在此二池中，迴環經過，或存儲直至滴度達到 21°B 至 22°B 爲止。但亦有即在任一池中濃縮，隨後即放入造粒池者。

本廠所述之工廠，有造粒池七個，清水陸續經過各池，濃度漸增，至成鹽時，先將距離最遠，即最後之造粒池所成之鹽，於放出母液後採取；然後再耙前一池之成鹽，殘餘母液，則聽其經過最後之造粒池而達於存儲苦湯之專池，以備製溴。如此逐池耙鹽，以至全部成鹽提清。第一造粒池復由連續池中，取得濃湯，反復操作。製成之鹽，以最先之池成色最佳，最後之池鹽質最劣。有時用牛油粉碎粗粒，並促其成鹽。成鹽所需之時間，約十八小時。每二十四小時耙鹽一次。

本工廠之造粒池計有三種：（一）水泥製成，上附瓦片，（二）邊係木質，底用水泥，上附瓦片，（三）全係木質，惟底上鋪瓦。通常裝有三條或四條五吋直徑之銅管；從前係用人工耙鹽，堆於木製之鹽坵上（見十四圖），今則改用機械矣。工廠中有用銅齒輪轉動鋼鍊之耙鹽機者，用此種耙鹽機，其造粒池

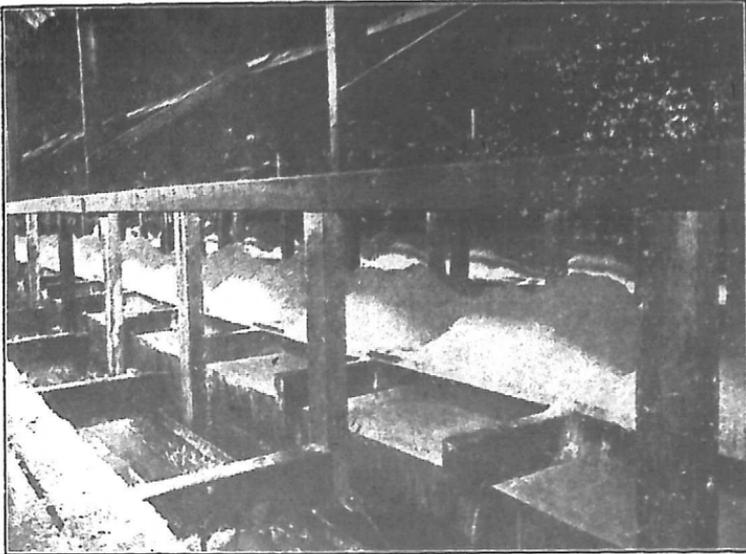
必不相連屬；並須每隔六七日掃除一次。殘餘之苦油流入廢池，聽其濃縮，以備製鹽。廢池中所出之鹽，品質最低，但亦自有其用途，故市場需要亦切。

(四) 用砂濾之預先處理法——由波美拉鹽井汲出之滷水，濃度約為  $11^{\circ}\text{B}$  (比重 1.083)，係先灌入兩個圓形鍋中，隨後再放入加熱池。加熱池長約四十呎，寬八呎，高二呎；共分三段，用蒸發器中所出之蒸汽加溫。

此後即將滷水放入一有蓋之蒸發器中，煎至  $15^{\circ}\text{B}$  (比重 1.125)。所用之蒸汽，係利用鍋爐之廢汽；至煎滷所出之蒸汽，仍用為澄滷池及選粒池之熱源。滷水由蒸發器中引出後，放入於長二十呎，寬六呎，深八呎之槽中，由此槽再將滷水抽入兩個砂濾器。每器深八呎，直徑十五呎，滿注砂粒。兩器輪流替換；一器應用，一器打掃。清理方法，係將淨水壓入，由砂土下面迫使上升，用過之水則廢棄不存。

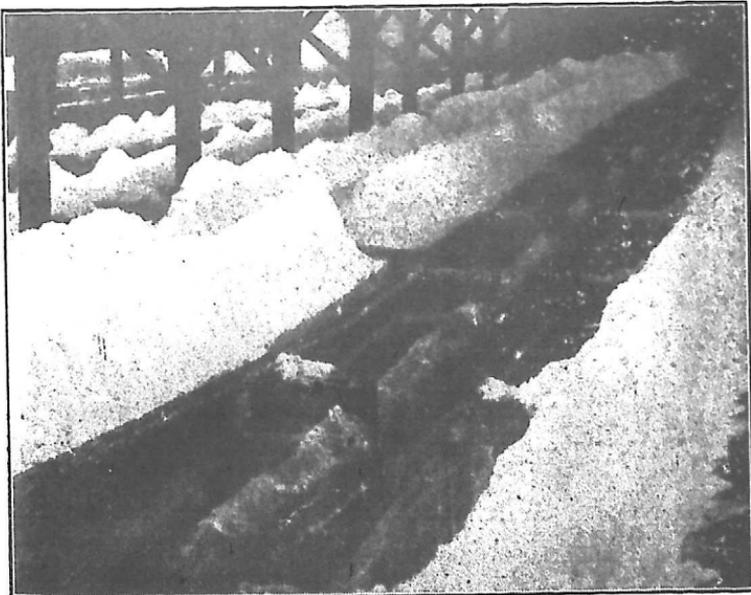
滷水由砂濾器放入三個澄泥池，九十呎長，二十呎寬，三呎高，裝有直徑五吋之熱汽銅管。滷水流出第二澄泥池時，已至  $18^{\circ}\text{B}$  (比重 1.142)，至第三池則至  $19^{\circ}\text{B}$  (比重 1.151)。再灌入兩個連續池，各長一百六十呎，寬十二呎，深五呎，裝有熱汽銅管；兩池不相連屬；至濃度增為  $24^{\circ}\text{B}$  (比重 1.200) 時，放入選粒池選粒池計有六個，其中之一，係專備存儲苦油之用。製鹽時間約需六日，六日後各池均放洩一空，苦油灌入滷滷池，繼續蒸發至  $29^{\circ}\text{B}$  (比重 1.370)，供應製溴工廠。所用耙鹽機，係循環鍊式。

(五) 莫爾登之處理法——莫爾登 (Malden, W. Va.) 鹽井汲出之滷水，濃度平均為  $8^{\circ}\text{B}$  (比重 1.059)；先提入滷滷池 (長五十呎，寬二十五呎，高四呎) 然後放入加熱池。在此池中，用



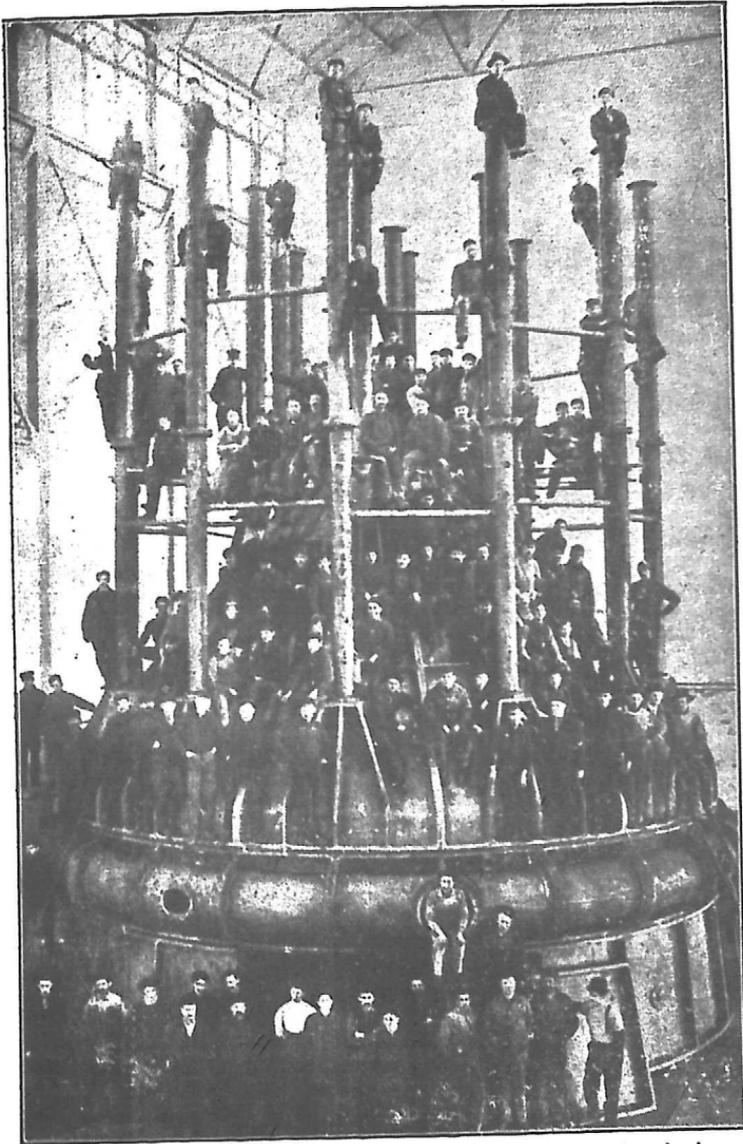
A. Grainers in Which Salt is Lifted by Hand, Worcester Salt Plant, Silver Springs, N. Y.

甲. 紐約州 烏斯特鹽廠利用人工把鹽之造粒池。



B. Grainers at Liverpool Salt plant, Hartford, W. Va.

乙. 西威爾金尼亞州 利物浦鹽廠之造粒池。



Thirty-Foot Pan (Largest in the World and Capable of Producing in Triple Effect 1,000 Tons of Salt a Day). Lower Cone, Steam Belt, Taper Plates, and Columns, Inverted on Erecting Floor. Workmen Put on to Show Proportions, (Courtesy of Manistee Iron Works, Manistee, Mich.)

世界最大三効真空爐(直徑30呎每日產鹽達1000噸)圖示下錐體部，汽器，斜板，及支柱，倒置於地板上，——與工人同攝，以示比例。(滿尼斯梯鐵工廠特許轉載)

蒸發器中所出之蒸汽加熱至華氏 160°。由預熱池放出滿水，進入三個蒸發器；其中兩個各長三十呎，寬十二呎，深十四呎；另一個長四十五呎，寬十二呎，深十四呎。煤料係用天然煤氣或煤屑。由蒸發器流出之滿水，熱度已達沸點，可至 11B° (比重 1.088)，遂放入澄泥池。池共四具，前二具長一百六十呎，寬十呎，高二呎，每具分作兩段，各裝五吋銅管。後二具長一百六十呎，寬十二呎，高二呎，內分三段，各裝五吋銅管。澄泥池均係木質。

滿水經過各澄泥池時，逐漸增加濃度，第一池為 15°B (比重 1.116)，溫度為華氏 150°；第二池 17°B (比重 1.143)，溫度無甚變更；第三池 19°B (比重 1.151)；第四池 21°B (比重 1.170)。此後即放入連續池，木質構造，內敷水泥，長一百六十呎，寬十二呎，深二呎五吋，裝有五吋銅管三根。在此池中，滿度升至 23°B (比重 1.190)。由此池放入五具造粒池，依次通過，每具長一百六十呎，寬十呎，深十八吋。兩具係木質，附有瓦片，三具係水泥製成。滿度由第一造粒池 24.5°B，隨增為 26.5°B，32°B，34°B，至第五造粒池即達 36°B (比重 1.332) 形成苦油，即放入蓄滿池，冷後再入製溴工廠。木廠把鹽係用人工。

## 第四章

### 溴之提取

由製鹽殘液之苦油中（母液）採溴，與造粒池製鹽之程序，密切關連，故將製溴方法，附於本稿之後。惟美國之製溴及溴化物之工廠，與製鹽業毫無關連者，亦復不少。

#### 製溴之肇始

美國製溴肇始於十九世紀，在一八五四年美國特許專賣局，發給聖查理之阿美利，司提耳倫廠（Amalie Stieren of Natrona）特許證第一二〇七七號時，製品之說明，謂：「用改良方法處理製鹽所餘母液，可獲得極有價值之產品。」並敘述由鹽泉之苦油中，提取硫酸鈣，碘，及溴之操作方法。其後在一八六〇，一八七三，一八七五，一八八七，一八九一各年，不斷發給特許證與製溴工廠。此項工廠亦均坐落於含溴鹽井之所在地。

#### 製溴之中心

密西根州之撒基爾，聖查理，海湖城，米得蘭，樂山，均有製溴工廠，惟在米得蘭及樂山所製者係鈉，鉀，銨及其他之溴化物，而非單獨之溴。在俄亥俄州之波美拉，賈登，哈梯爾特，及莫爾登亦有製溴工廠。

上述各處，除米得蘭而外，其製溴工業，均與製鹽或製氯化鈣之工廠毗連。在俄亥俄州，西威爾金尼亞州及撒基爾流域，除米得蘭及樂山兩處，另用他法製溴外，餘均係先將食鹽提出，然後再製溴及氯化鈣。

含溴滴水之分析表如下：

# 含溴及氯化鈣之天然鹵水分析表

化驗人：希克斯 (W. B. Hicks)

無水固形物含根百分數

成 分	2	3	6a	6b	7	7a	8	9	11	13	14	15	16	17
鉀 K	0.86	1.21	1.19	0.79	0.43	0.28	0.36	0.31	0.34	0.35	0.34	0.30	0.32	0.26
鈉 Na	18.99	22.80	13.04	18.32	29.47	29.50	33.48	31.40	21.89	31.38	31.35	30.78	31.84	28.24
鈣 Ca	11.51	11.15	17.38	14.14	6.65	6.22	3.33	5.19	11.80	4.82	4.95	5.06	5.00	6.93
鎂 Mg	4.77	2.42	4.11	3.18	1.78	1.84	1.21	1.41	2.72	1.53	1.35	1.52	1.28	1.70
氯 Cl	62.89	61.84	63.66	62.89	61.24	61.80	61.22	61.42	62.69	61.54	61.56	61.83	61.24	62.35
溴 Br	0.63	0.58	0.58	0.68	0.27	0.28	0.13	0.23	0.52	0.35	0.45	0.51	0.32	0.52
硫酸根 SO <sub>4</sub>	0.35	...	0.04	...	0.16	0.28	0.27	0.04	0.04	0.04	.....	.....	.....	.....
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
全固形物	17.38	23.95	22.61	26.43	18.49	21.37	22.22	25.62	26.87	8.51	8.90	9.88	9.39	7.65
熱固形物	17.00	24.01	22.04	26.42	18.40	21.10	22.40	25.60	26.98	8.38	8.82	9.99	9.27	7.49
比重(在攝氏 23 度時)	1.141	1.194	1.193	1.221	1.143	1.168	1.171	1.202	1.223	1.062	1.066	1.075	1.069	1.057

無水固形物成分百分數

成 分	2	3	6a	6b	7	7a	8	9	11	13	14	15	16	17
氯化鉀 KCl	1.64	2.31	2.27	1.51	0.82	0.53	0.69	0.59	0.65	0.67	0.65	0.57	0.61	0.50
氯化鈉 NaCl	47.03	56.91	32.94	46.33	73.51	75.59	85.14	79.29	55.60	79.71	80.04	79.11	80.29	73.27
氯化鈣 CaCl <sub>2</sub>	31.61	30.90	48.16	39.20	18.25	16.92	8.93	14.34	32.65	13.33	13.73	14.04	13.87	19.22
硫酸鈣 CaSO <sub>4</sub>	0.50	.....	0.06	.....	0.23	0.40	0.38	0.06	0.06	0.04	.....	.....	.....	.....
氯化鎂 MgCl <sub>2</sub>	18.50	9.21	15.90	12.18	6.88	6.33	4.71	5.46	10.44	5.85	5.06	5.69	4.86	6.41
溴化鎂 MgBr <sub>2</sub>	0.72	0.67	0.67	0.78	0.31	0.32	0.15	0.26	0.60	0.40	0.52	0.59	0.37	0.60
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

每公升中含根成分之公分數

成 分	2	3	6a	6b	7	7a	8	9	11	13	14	15	16	17
鉀 K	1.7	3.5	3.2	2.6	0.9	0.7	0.9	0.9	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
鈉 Na	37.7	65.1	35.2	59.2	61.9	73.6	87.1	96.8	71.8	28.4	29.8	32.7	32.0	22.8
鈣 Ca	22.8	31.9	46.9	45.7	14.0	15.5	8.7	16.0	38.8	4.4	4.7	5.4	5.0	5.6
鎂 Mg	9.5	6.9	11.1	10.3	3.7	4.1	3.2	4.3	8.9	1.4	1.3	1.6	1.3	1.4
氯 Cl	124.6	176.9	171.8	202.9	128.7	154.1	159.3	189.2	205.8	55.6	58.4	65.7	61.5	50.5
溴 Br	1.3	1.7	1.6	2.2	0.6	0.7	0.3	0.7	1.7	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4
硫酸根 SO <sub>4</sub>	0.7	.....	0.1	.....	0.3	0.7	0.7	0.1	0.1	.....	.....	.....	.....	.....
計	198.3	286.0	269.9	322.9	210.1	249.4	260.2	308.0	328.2	90.4	94.9	106.2	100.4	80.9

每公升中固形物之公分數

成 分	2	3	6a	6b	7	7a	8	9	11	13	14	15	16	17
氯化鉀 KCl	3.3	6.6	6.1	4.9	1.7	1.3	1.8	1.8	2.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4
氯化鈉 NaCl	93.2	162.8	88.9	149.5	154.4	188.3	221.5	244.3	182.5	72.0	75.8	84.0	80.6	59.2
氯化鈣 CaCl <sub>2</sub>	62.7	88.4	130.0	126.6	38.3	42.2	23.2	44.1	107.2	12.1	13.2	14.9	13.9	15.6
硫酸鈣 CaSO <sub>4</sub>	1.0	.....	0.2	.....	0.5	1.0	1.0	0.2	0.2	.....	.....	.....	.....	.....
氯化鎂 MgCl <sub>2</sub>	36.7	26.3	42.9	39.4	14.5	15.8	12.3	16.8	34.2	5.3	4.8	6.1	4.9	5.2
溴化鎂 MgBr <sub>2</sub>	1.4	1.9	1.8	2.5	0.7	0.8	0.4	0.8	2.0	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5
計	198.3	286.0	269.9	322.9	210.1	249.4	260.2	308.0	328.2	90.4	94.9	106.2	100.4	80.9

附註：鐵，礫土，砂等未經決定。碘則不在尋覓之列，定性分析查出各種液樣均有碘之存在。

- |   |   |
|---|---|
| <p>2. 俄亥俄鹽業公司(Ohio Salt Co.)瑞梯曼(Rittman, Ohio.)</p> <p>3. 殖民地鹽業公司(Colonial Salt Co.)肯木爾(Kemmore, Ohio.)</p> <p>6a. 愛普魯公司(Chas. B. Apple,)來克屋得(Lakewood, Ohio.)</p> <p>6b. 愛普魯公司(Chas. B. Apple,)來克屋得(Lakewood, Ohio.)</p> <p>7. 撒基腦公司(Saginaw Salt Co.)聖查理(St. Charles, Mich.)</p> <p>7a. 撒基腦公司第二井(Saginaw Salt Co. Well 2, St. Charles, Mich.)</p> <p>8. 斯瑞卜魯木業公司(Strable Lumber Co.)撒基腦(Saginaw, Mich.)</p> | <p>9. 亥恩木業公司(Hine Lumber Co.)海灣城(Bay City, Mich.)</p> <p>11. 米得蘭(Midland, Mich.)密西根</p> <p>13. 俄亥俄河鹽業公司(Ohio River Salt Co.)買曾城(Mason City, W. Va.)</p> <p>14. 高等鹽業公司(Excelsior Salt Co.)波美拉(Pomeroy, Ohio.)</p> <p>15. 波美拉鹽業會社(Pomeroy Salt Association, Pomeroy, Ohio.)</p> <p>16. 利物浦煤鹽公司(Liverpool Salt &amp; Coal Co., Hartford, W. Va.)</p> <p>17. 狄肯森(J. Q. Dickinson,)莫爾登(Malden, W. Va.)</p> |
|---|---|

## 製溴工業之過去及現在

製溴工業之能否發展，全恃各種條件之配合得宜，如燃料價值之低廉，競銷市場之遠近等等。美國某工廠，因自有鹽井及製鹽工具，且得上述之種種便利，始能經過承平及戰爭時期，維持至於今日。

天然海水製溴，其含量甚少，所需之熱力亦大，究不如「人工海水」中之含量為多，且比較雜質亦少。所謂「人工海水」即紐約一帶，俄多俄北部與沿地德律與瓊吉萊爾二河之鹽井中溶解岩鹽所得之海水經過製鹽後所存之母液。蒸發天然海水之工具，係用銅質，蒸發人工海水之工具，則係鐵質。嗣因競銷結果，市價跌落，俄亥俄及卡拿瓦河（Kanawha）與撒基爾流域之製鹽及製溴工業，一蹶不振。

在第一次歐戰未發生之前，溴之供給量過剩，價格至低，製造商虧本過鉅，不願折本銷售，存貨甚多。

德國之斯塔斯孚特（Stassfurt）由鈣鹽中製出之溴，其量甚大，可供全世界二分之一以上之需要。據云溴之製造，係由矽金石（ $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ ）之異質同品，「溴矽金石」 $MgBr_2 \cdot KBr \cdot 6H_2O$ 中提出。德國製溴公會，曾為推銷溴產，懸賞 2,500 元；其條件為在不妨礙現在行銷及用途之原則下，如能發明溴之新用途，或新的化合物，增加銷額者，即可獲得獎金。

自歐戰發生以來，美國之製溴工業，不斷改革。先是溴價不振，製造商存貨不售；嗣因德國溴之來源斷絕，溴價暴漲，存貨不能應付當前之需要；在極短之時間，改造工廠，努力製溴，已能供應配合。其捷足先登者，獲利至厚。撒基爾流域之製鹽工業，竟有一變而為製溴之專廠者；所有鹽廠廢棄之母液，均為此類工廠搜購殆盡。現在專門製溴及氯化鈣之工廠，雖比較上無多，但五六年前認為廢物之母液，均經利用。

## 製溴之方法

溴在天然滷水中，與其他化合物同時存在，但爲量甚少，請參閱第 103 104 頁之分析表，在滷水中與碘併存者，主要爲鎂、鈉及鈣之氯化物。普通製溴，係在製鹽母液中提煉；但道氏化學公司(Dow Chemical Co.)則選由未濃縮之滷水中製出。

製溴之法有三：(一)間歇方法，(二)連續方法，(三)電解方法。現在美國製溴，並用上述兩種方法者居多，亦有兼用三種方法者。

### 間歇方法

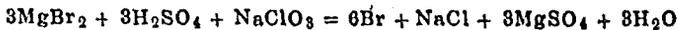
俄亥俄河流域，及威爾金尼亞西部之草爾登，海灣城，聖查理及密西根州之撒基爾 於製溴工業多用間歇方法。茲舉 俄亥俄 及 威爾金尼亞 之例如下：

俄亥俄及西威爾金尼亞所用之製溴方法——俄亥俄南部及西威爾金尼亞製溴方法，係將造粒池製鹽所餘之母液，連續濃縮至所需之濃度後，放入製溴蒸餾器，普通須達到 39°B 至 41°B (在最高溫度時，比重 1.370 至 1.397)。

製溴蒸餾器係用砂石製成。砂石係由俄亥俄州波普姆斯 (Portsmouth) 附近之布韋那·維斯他 (Buena Vista) 運來，該種砂石，質甚緊密，無氧化鐵之成分，最適於製造製溴蒸餾器，本地所產之砂石，亦能應用，但究不如前者爲佳。蒸餾器之形式不同，有製成立方體者，有製成長方塊者，中間掏空，使邊與邊相接，內部空處連成一室。亦有先製成六吋厚之砂石圓圈者(亦有更厚者)，然後密切黏合，上附抗酸，抗溴之物質，如石綿或白鉛及棉花等。上板及下板，普通均較兩邊爲厚；上板留孔，以通入滷水及化學藥品；其容量由四百加侖至一千二百加侖。

使溴由母液中游離，現在所用者，係氯酸鈉與 66°B 之硫酸。從前曾用二氧化錳與硫酸，嗣後亦用氯酸鈣與硫酸。但就其分子量研究，氯酸鈣為 123，氯酸鈉為 107，則後者係一有效之氯化劑。此僅就重量之比而言，若氯酸鈉之價值更廉於氯酸鈣，則尚未涉及；故今日使溴游離之氯化劑，大都用氯酸鈉。工廠中有用稀度硫酸 60°B 者，因其價值較 66°B 者為廉；但稀硫酸侵蝕鐵質之性較濃硫酸為甚，而運轉所用之盛器又係鐵質，殊不合算；故各工廠今均改用濃度之硫酸。

滴水引入蒸餾器之後，加以適量之氯酸鈉及硫酸，然後於此溶液中噴入蒸汽，熱度漸增，即起下列之化學變化：



蒸出之溴成為氣體，但實在所起之化學作用，比較上列之方程式，較為複雜，因尚有少許氯氣，與溴同時蒸出。為獲得純粹之溴，須將氯氣摒除，可再將此分離之氣，通過洗滌器，器內盛有石灰乳（氫氧化鈣） $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ，則氯氣與鈣化合，成為氯化鈣（ $\text{CaCl}_2$ ），及次亞氯酸鈣  $[\text{Ca}(\text{OCl})_2]$  而得純粹之溴。但尚有些許為石灰吸收，以後仍可提出。排出之純溴即引入凝縮器；器為長方形，約長五呎，中有蛇形鉛管三根，一端與蒸餾器相連，一端連於繼續排列之三個玻璃收容器上，密封固，用黏土，泥土均可，不容透氣。此外尚有吸收塔，係用陰溝管製成；高六至八呎，直徑二至二呎六吋，塔內滿貯焦炭，最後收容器中，如尚有逃出之溴，即被此塔吸收；若有滴水，即由底部流下。除第一收容器所收之溴外，濃度皆比較稀薄，必須另行蒸餾。每 40°B 苦澗七百加侖，可得溴三十五磅，至所需之氯酸鈉及硫酸量，要視苦澗之濃度而定。

### 密西根溴之蒸餾法

密西根所用之蒸餾製溴法，原則上與上述者無異。在大量食鹽取出之後，造

液池中所殘餘之母液或苦油，即放入另備之苦油池。此苦油中含有易於溶解之複雜多種，如銻，鎂之氯化物，碘化物及碲化物等，待其濃縮至 $30^{\circ}\text{B}$ 或 $31^{\circ}\text{B}$ 時，將結出之鹽提出後，即行準備製溴。

達於沸點之苦油，放入砂石製成之蒸餾器，容量由四百至一千加侖，加入稀硫酸及氟酸鈉或氟酸鉀後，則由於游離氫氣之作用，溴即自行脫出。

從前密西根及俄多俄，皆用二氧化錳，嗣因錳價既貴，且手續亦繁，遂改用氟酸鉀，今復改用氟酸鈉，不僅價廉，且每磅所產之溴亦較多。

蒸餾器中之苦油，由於蒸汽之不斷噴入，而繼續沸騰，蒸出之淨氣，連同水蒸汽由鉛管引入凝縮器。此器係長方形，長五至六呎，深三呎，裝有鉛製之蛇形管，器內滿注冷水，藉以凝縮管中之溴。

溴之腐蝕性甚大，鉛製凝縮器，每須隨時更換，所費不貲；據云鉛質之蛇形管，最多只能用五十次，如蒸餾器容量為五百加侖，蒸餾五十次，共二萬五千加侖，蛇形管之壽命，亦止於此。最近趨勢，將全改用陶製之蛇形管，不但效力甚佳，且製出之溴比較純潔；不過稍覺脆弱而已，此項缺點，將來亦不難改進。鉛管不似陶管之長，陶管長約四十呎，鉛管則僅十六呎。

收集溴液之容器係石質，同時將水分分離，如所製之溴不及 $97.6\%$ ，美國藥劑學上之規定，必須設法重製。出售之瓶裝，每瓶為 $6.5$ 磅。上述方法，據作者所知，米得蘭及樂山均不採用。

開廠法之缺點——如上述之普通製法，係將製鹽之殘餘母液或苦油，和以硫酸及氧化劑，共同煎煮，然後再將淨氣與水蒸汽共同凝結，再因溴之比重及不溶於水之性質以使之分離。此法雖佳，但所需溶液之重量至大，所用之工具亦笨重，蒸發必需之燃料價值亦殊可觀，且不經濟。在化學方法上言，亦有耗廢材料，虛擲時間，及效能不高，僅生產 $60\%$ 之弱度淨液之弊。

最近製溴之發展——最近製溴之化學程序，與上述者大致相同，惟所用者係溴化物及溴酸鹽。此種化學藥品之製造，在第二連續法中亦有陳述。

巴斯托氏 (Barstow 道氏化學公司之化學家) 曾領有一九一五年六月八日所發之特許證第 1141922 號) 發明一種方法，係利用溴之比重而自行分離。所用之溶液為溴化物與溴酸鹽之混合液，普通所用之溴化物為溴化鈉；溴酸鹽為溴酸鉀或溴酸鈉。

溴化物與溴酸鹽之比例為五比一；即溴化物五分，溴酸鹽一分。濃液置於附有水泥裹子之桶內，並裝有水泥製成之蓋，內有鉛質蛇形管及攪動器，將硫酸漸漸加入，溶液隨時攪動，溫度由冷卻蛇形管保持低溫，不使達到硫酸鈉之結晶點。但所加之硫酸，必須適量。



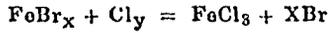
溴液因其比重較重而下沉，微溶於強硫酸鹽溶液中。硫酸加至適度後，將溶液切實冷卻，使達到硫酸鹽之結晶點；則所有之已成濃液可由桶之底側洩出，硫酸溶液留於桶內。據云由溴化物，溴酸鹽及硫酸製造溴液，可將溴化物及溴酸鹽中所含之溴提出 95%，殘於溶液中之溴，僅一極小部份。欲將此部份提出，可用空氣鼓盪法使其游離，然後用鹼性溶液吸取之。

如此獲得之溴為液體，手續簡便，經過一次化學作用即成；既無須耗費燃料，更可免除處理富於腐蝕性及惡味之溴氣種種困難。

巴斯托氏 (Barstow) 於此方法外，尚有一製溴方法；其法係利用溴化鐵。鹽井滴水內所含之溴化鎂，溴化鎂等，必須先使成爲溴化鐵，然後始能用此方法。

第三圖爲用此方法製溴之程序：濃厚之溴化鐵溶液自槽 (2) 注入盛液塔 (1) 內；由塔之下側通入一凝結蛇形管 (3)；再進入反應筒 (4)；筒內有上昇

之氯氣，由氯氣之總管 (5) 供給。氯氣與溴化鐵反應成爲氯化鐵及溴水，其化學作用如下：



其溴與氯之數值，因所用之溴化第一鐵與溴化第二鐵之配合比例而異。故用  $x$  及  $y$  之不明數代表之。

第三圖

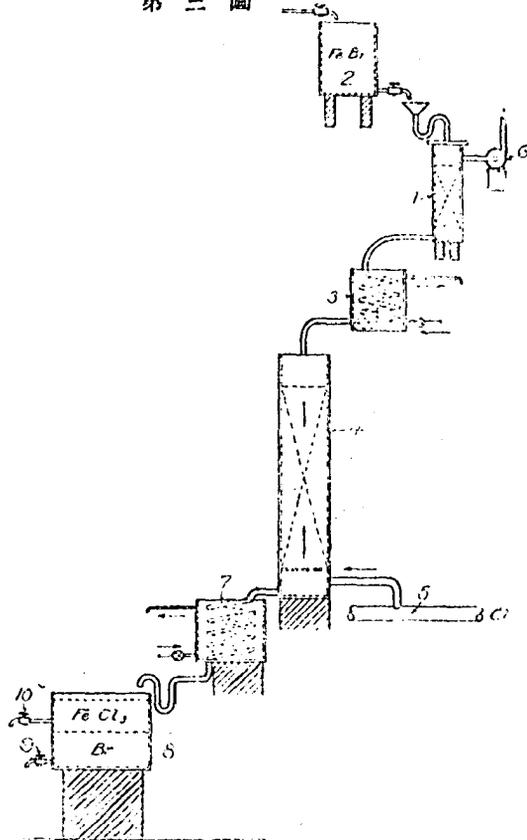


FIGURE 3.—Apparatus for producing and separating bromine without distillation.

圖 (三) 不用蒸餾法而製溴及分離溴之機器

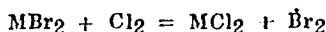
濃度之氯化鐵溶液及溴水，即如此獲得。溴微溶於氯化鐵之溶液中，在起反應時發生熱力，能使溴之一部分蒸發；但昇入凝結器（3）時，則復成液體，流回筒（4）中；倘隨氣上昇，仍有溴之氣體逃出時，一入盛液塔（1），即為來自槽（2）之新溴化鐵液吸盡。因溴化鐵吸收溴之功能最強，故用此法無溴之逃出。排氣箱（6）為排除由反應筒（4）內上昇之氯氣（或混有空氣）之用，反應筒內所成之氯化鐵及溴之混合溶液，經過冷却蛇形管（7）至於盛器（8）。因溴之比重大於氯化鐵，遂即沉於器底，兩種液體分界至為明顯，可用兩側管（9）及（10）分別放出。製出之溴，往往含有氯氣，如加入溴化物攪之（以溴化鐵為最佳）則可驅除。至氯化鐵溶液中所溶解少量之溴，如欲取出，可用空氣鼓盪法排出；並用溴化鐵吸收之。

用此法製溴，不需蒸汽，所有處理溴氣之種種困難，亦可免除。如所用溴化鐵之濃度大，其所得之氯化鐵濃度亦強，約在 35°B 以上，市場行銷極易。若用普通製法，則所得之氯化物溶液至為稀薄，必須濃縮後，始能在市場銷售。

### 連續方法

間歇方法製溴之缺點既如上述，因而有所謂連續方法出現，此仍係藉化學之作用，非如電解方法之以電氣直接使溴分離也。連續方法係用氯氣為媒介，使溴化物中之溴分離。至氯氣之簡易製造方法，則為電解氯化鈉之溶液，或將漂白粉與硫酸混合。

氯氣通入溴化物之溶液，則依下列之簡單化學方程式溴即分離，留於溶液中。



式中之 M 係代表溴化物之金屬。溴雖析出，但仍留於溶液中，於是通以

空氣，迫使溴氣分離。此滿載溴氣之空氣，如與鐵粉相遇，則生成溴化鐵之溶液。若欲製成固體，則氧化第一鐵，可利用適當方法由溴化第二鐵製成。

米得蘭之道氏化學公司關於溴之製造，陸續發明新法，並均獲得專賣局之特許證。

一八九一年九月二十九日第 460370 號特許證，及一八九二年四月十二日第 11232 號之重發特許證標題均為「溴之採取法」。茲將該方法，約略述之如下：

「由於鹽價之低落，製鹽業如專製食鹽一項，已不能維持成本，故於製鹽殘液中提煉有價值之溴，實為補救鹽業之一道。

自殘液（母液）中製溴其法有三：（一）電解母液，（二）直接通以氯氣，（三）將化合物混合，使其發出氯氣。例如將漂白粉與硫酸混合，母液經氯氣分解，所含之溴即行分離。

溴由母液分離後仍留液中，通以氣流即可迫使飛出。此充滿溴氣之空氣如與鐵粉接觸，則可生成溴化鐵；同時吸取空氣中之水分形成液體。如欲獲得固體溴化鐵，可令溴化鐵溶液再與鐵接觸，並用蒸汽蒸發之使其凝固。如不用鐵，而代以他種金屬，則成他種之溴化物；不用空氣，而代以他種氣體，如天然氣或人造氣以驅出溶液中之溴氣亦可。

無論以電解方法，或直接通以氯氣方法，或將漂白粉與硫酸混合製造氯氣，若使含溴液中之溴分離，均可用下述程序製成溴液。

將含溴之滿液，引入一封閉室內上部所設之淺槽；此淺槽之底有成列小孔，滿液由小孔噴下時，由附設之送風機，吹透落下之水花；如此則空氣中所含之溴，愈吹愈濃，滿液中所含之溴，可均被驅出。滿液則墜入敷有帆布之傾斜架上（亦有用木板者）。此含溴之空氣，由導管引入一

部分盛有鐵粉之容器內，則溴與鐵化合成爲溴化鐵，並吸取空氣中之濕氣，形成液體，由器側之小管流出，落於石製之盛器內。已放出濕氣之空氣，重複使用，循環不已。斜板流下之廢液，則由迴形安全排水管洩出，使含有微量濕氣之空氣，亦不能外溢」。

繼此而起，研究製溴者頗不乏人，改善之處亦多，均經先後領有專賣局之特許證。其於製造與此密切至密之溴化物，亦發明新法，而獲特許專賣權。計道氏化學公司領有特許專賣權者如下：

一九〇二年十一月二十五日特許證第 714160 號，「滴水中提溴法」

一九〇三年七月十四日特許證第 738466 號，「製溴法」

一九〇三年七月十四日特許證第 738467 號，「含溴溶液中提煉溴化物法」

一九〇三年十月二十日特許證第 741637 號，「滴水中提溴法」

一九〇四年二月十六日特許證第 752286 號，「由氣溴之混合體中，將溴分離之方法」

一九〇四年二月十六日特許證第 752331 號，「由氣溴之混合體中，將溴分離之方法」

一九〇四年二月十六日特許證第 752332 號，「天然滴水製溴法」

一九〇四年七月十九日特許證第 765417 號，「用溴製造溴化物及溴酸鹽法」

一九一一年七月十八日特許證第 997972 號，「製造溴化物法」

此外尚有關於製溴及製「鹵素」(Halogen)所發之特許證。鹵素之製造法內，亦包括有溴化物之製法。

一九一〇年七月十二日特許證第 964156 號，「鹵素化合物或鹵化物

(Haloids) 之製法」

一九一二年八月二十日特許證第 1036121 號，「鹵素 (Halogen) 之製法」

一九一四年二月三日特許證第 1085944 號，「製溴之方法」

一九一六年六月二十七日特許證第 1188888 號，「溴之製法」

與此有關連者，尚有兩種關於電解所發之特許證：

一八九九年三月二十八日特許證第 621908 號，「電解槽用滲透隔膜及其製法」

一九一四年六月十六日特許證第 1100290 號，「電解液體之方法及所用工具」

電解方法

用電解方法製溴，係根據「氯化物分解所需要之電力大於溴化物」之原理，如通以電流，則溴化物先行分離。但實際上所分解大部之溴中，亦含有少許之氧氣，終須設法剔除。電解有時用隔膜電解槽，所需電力至微，四或五伏特 (Volts) 即可；但因溴化物溶液之濃度不足，用量亦大，更由於溴酸鹽與氯酸鹽之形成，成效甚低。現在美國用此方法者已不多觀。

某種電解之程序如下：

將滴水放入一長寬木槽內，中置炭素電極，即在此槽中實施電解。於是含溴之溶液，不斷滴於特製之格子上，入於木製高塔中，塔下有極強氣流上吹，此溴氣經過清水，即成水溶液。此水溶液復滴入一用抗溴材料(如陰溝管等)所製成之塔。此塔內置有鐵絲或鐵線圈，遇溴後即化合成為溴化鐵。此後再依所需要之溴化物種類，而用氫氧化鈣，銨或鈦等處理之。

據勃郎特氏 (Blount) 及卜勞克塞姆氏 (Bloxam) 稱德國 斯塔斯半特

(Stassfurt) 亦用炭素電極在開口器內分解溶液，溶液穿過兩極具有相當速度。其法係用次等炭素電極三十個左右，電力約九十伏特，據云效力至高。析出之溴，仍留溶液內，嗣後再以蒸餾分離之。

「所得粗溴，含有溴之氯化物，亦常有溴化鉛及碘氫化物（此物係由接合處之黑油得來），攪入溴化鈣攪動之，則氯化溴分解，再用玻璃器皿蒸餾之，即得純溴。」

## 溴 之 用 途

溴之用途甚大，製造靛青染料，如曙色染料 (Eosins) 等，及製造各種溴化物；如溴化鉀，溴化鈉，溴化鉍，及溴化鋇等皆用之。在分析化學中充試驗，並製造各種有機溴化物，作為醫藥及照像之原料。

礦中煉金用溴，精製鉛時亦用溴，製造德國青 (Prussian Blue) 及過錳酸鉀均非溴不辦；並為一種防護劑。此次歐戰所用之窒息呼吸之毒氣，溴亦佔其主要成分。據云含溴之毒氣，功效甚大。

運轉商認溴為一種危險品，嗣由佛蘭克氏 (Frank) 發明一種固體溴，轉運較前便利殊多。其法係將一種矽藻質土和以膠水或糖質，使成硬糊狀，壓成直徑  $\frac{1}{4}$  或  $\frac{1}{2}$  吋之棍狀，焙之使乾，但不致損失其吸水性，然後置於滿盛溴液之大口有蓋之玻璃瓶中，土棍可吸收等於棍重 50% 或 75% 之溴液。餘液傾出後，連瓶一齊出售。土棍之數目，即可代表溴量之多寡，如此可以免除轉運溴液之一切困難。



樂山 (Mount Pleasant) 之製氯化鈣方法，又有不同。係將溴已提出之油液，放入鹽廠內之蓄油池，注入石灰水，加熱，並攪動之，雜質沉澱後，上面皆是清潔溶液，用一種新式開口蒸鍋，加熱蒸發，俟所含一部食鹽分離後，再引入他鍋，濃縮至 42°B 或 44°B 時，放入一沉澱池，使其餘之鹽沉澱。此後即在大鍋內煎煮，蒸發至僅存結晶必需之水分為止。將此濃液傾入可容七百磅之鼓狀容器，凝固後原形售出。在某種情形下，此濃液亦傾於通有冷水管之地板上，使其凝固，因濃液之突然凝結其表面之張力較大，故易於擊碎。經旋轉壓碎機，依市所需要之大小，桶裝出售。

所製氯化鈣之成分，經分析如下：

密西根，俄亥俄，西威爾金尼亞及賓西法尼亞所產氯化鈣之分析：

含 根 佔 總 重 量 之 百 分 數

成 分	1	2	3	4	5	6	7
鉀K .....	0.7	0.8	痕跡	痕跡	0.3	0.2	痕跡
鈉Na .....	0.6	2.4	3.7	痕跡	.0	0.1	無
鈣Ca .....	19.5	19.6	18.5	24.6	18.9	18.4	30.4
鎂Mg .....	4.9	5.1	5.3	6.3	4.6	3.4	1.8
氯Cl.....	50.4	53.9	53.9	62.0	43.9	42.6	59.0
硫酸根SO <sub>4</sub> .....	無	無	無	1.6	無	無	痕跡
碳酸根CO <sub>3</sub> .....	.....	.....	.....	.....	0.6	0.3	.....
溴Br.....	.....	無	痕跡	無	1.1	無	無
合 計	76.1	81.8	81.4	94.5	69.8	64.7	91.4

化合物佔總重量之百分數

成 分	1	2	3	4	5	6	7
氯化鉀KCl .....	1.4	1.5	痕跡	痕跡	0.6	0.4	痕跡
,, 鈉NaCl .....	1.6	6.1	9.4	痕跡	.0	0.3	無
,, 鈣CaCl <sub>2</sub> .....	53.9	54.2	51.2	68.3	51.4	50.6	84.2
,, 鎂MgCl <sub>2</sub> .....	19.2	20.0	20.8	24.4	17.2	13.3	7.0
硫酸鈣CaSO <sub>4</sub> .....	無	無	無	2.2	a .9	a .5	痕跡
溴化鎂MgBr <sub>2</sub> .....	無	無	痕跡	無	1.3	無	無
水分 (計算量)	23.9	18.2	18.6	5.1	29.6	34.9	8.8
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

a : CaCO<sub>3</sub>

1. 波美拉之依利卡 (Eureka) 製氯化鈣工廠，  
化驗人：加地納 (R. F. Gardiner)
2. 哈梯佛特之利物浦 (Liverpool) 鹽業公司，  
化驗人：加地納 (R. F. Gardiner)
3. 哈梯佛特之哈城 (Hartford City) 鹽業公司，  
化驗人：加地納 (R. F. Gardiner)
4. 莫爾登之狄肯森 (Dickinson) 公司，  
化驗人：古林 (J. A. Cullen)
5. 撒基爾 (Saginaw) 化學工廠，  
化驗人：加地納 (R. F. Gardiner)
6. 樂山之薩克氏 (Van Schaack) 氯化鈣工廠，  
化驗人：加地納 (R. F. Gardiner)

7. 匹資堡 (Pittsburgh Pa.) 氯化鈣工廠，

化驗人：加地納 (R. F. Gardiner)

由上表觀察，可知所含氯化鎂之成分較多，用時應加注意。

由撒基爾所取之樣品，其化學成分中仍含有碘，可知該廠並未在製氯化鈣之前，將碘提出。再以上化驗之樣品，均係在一九一一年採取。

## 第 六 章

# 真 空 罐 製 鹽 法

### 沿 革

在一八三九年七月十六日 約翰·瑞爾德 (John Reynold) 曾發明一種連續蒸發滴水方法，領有英國專賣局第八一五五號之特許證。其法係將滴水在一緊閉器中煎煮，將蒸發滴水所產生之熱氣，引入第二緊閉器，復用此熱力蒸發第二器中之滴水，同樣再將第二器中滴水所產生之蒸汽引入第三器中，以至於第四器中。各器內之空氣壓力由減壓抽氣機使之逐器減低，則各器滴水之沸點，較前一器為低，故雖蒸汽之熱度，逐器較弱，仍能保持其沸點，而繼續蒸發。由前一器引入之蒸汽，係通入一潛伏滴水中之汽帶，以極薄之金屬製成，俾能發揮蘊蓄之熱力。

真空蒸發製鹽法，有單重效用 (Single effect) 及多重效用 (Multiple effect) 兩種。用多重效用之原理製鹽，尚在製糖之後，紐約之巴費婁城 (Buffalo) 薩倫巴公司 (Zarembo Co.) 所出之製糖說明書中，有下列之一段：

「用單重效用真空罐製糖，係在一八一三年，計用單純蒸發罐一個，附有蒸發用具，凝縮器，抽氣筒等項；其加熱方法，係用潛於液內之蛇形管。因在一罐中只蒸發一次，故名單效真空罐。其學理上的效用，是每用蒸汽一磅，可蒸發水一磅。」

「至一八三〇年李爾玉氏 (Rilleaux) 多重效用結果，對於蒸發效能之發展，有長足之進步。李爾玉氏發明，如蒸汽若在真空程度不同之罐內，連續使用，可得到數度蒸發之效能，經過三十年之長期研究，始用此原理在

### 歐洲普遍製糖」。

美國首次用真空蒸發法製鹽，爲丹肯氏兄弟約瑟及約翰 (Joseph M. and John H. Duncan, Brothers)，其開始日期爲一八八五年，地點在紐約之瓦沙 (Warsaw, N. Y.)。

在一八八〇年，紐約州，蘇拉古斯城 (Syracuse) 之食鹽公司，派遣丹肯兄弟到歐洲調查製鹽機械。○丹肯氏對於製糖業所用之離心器及乾燥器，頗感興趣，以爲此種方法，在製鹽過程中，亦可應用。○緣彼時係用滴水及碱灰洗除成鹽上之雜質而使鹽純潔，頗費手續也。

丹肯兄弟對於製糖所用真空罐，亦極重視，屢經告以糖在罐中不能結晶，遂不十分注意。○其後復擬用真空原理濃縮稀薄之滴水，再行加緊攪拌，終以難於實行，未果應用。

至一八八三年約瑟丹肯氏辭去蘇拉古斯食鹽公司職務，轉任瓦沙鹽業公司經理，經營該公司之廣大鹽廠，用瓦沙所產之濃度鹽滴，再行試裝真空罐。○罐之直徑爲四呎，其大致情形，與今日所用之真空罐相同。○經過多次試驗，始達到使鹽結晶之目的，於是真空罐製鹽，遂告成功，同時呈請政府特許專利。

此後丹肯兄弟自組丹肯鹽業公司，至一八八五年復將紐約之銀泉鹽業公司 (Silver Springs Salt Co.) 接管，在一八八六年至一八八七年間，建造直徑七呎之真空罐，此爲用真空罐製造商鹽之嚆矢。○用真空罐製鹽，在此初創時期，可稱極爲順利，但在清除管上凝固之石膏，及鹽屑上所遭遇之困難實多，甚至每隔數小時，即須清除一次，所費不貲。○丹肯兄弟繼續研究滴水之性質，洞悉處理方法，於是此困難問題，始告解除。

丹肯兄弟復設計一種真空罐，其中之管，分成數段，蒸汽通入管中，滴水則在管外。○此新式真空罐，不但效力較大，且易於清除；所成之鹽，結小堅固

，結晶方正，與市場行銷之磨鹽迥異，因包裝時沙沙有聲，人皆稱之為「音樂鹽」(Musical Salt)。

以離心器乾燥食鹽，亦為丹肯氏兄弟所創用。伊等所經營之銀泉工廠中之真空罐底，備有連續之閥(Valve)能使成鹽直接進入離心器，不假其他機械或起鹽機之輸送；故該公司之鹽質潔白，衆所推許。

由丹肯鹽業公司與那士·回坦公司(Nash Whiton Co.)合併組成之烏斯特鹽業公司(Worcester Salt Co.)現在所用之分段式真空罐，即是丹肯氏所發明。

真空罐製鹽方法，傳至密西根州，首先採用者為滿尼斯梯(Manistee)之彼得鹽業公司(R. G. Peters Salt Co.)。

## 生產中心區

美國製鹽，用蒸發方法者為多，故以真空罐製鹽方法發明後，到處採用。下列各地均有用此方法製鹽之工廠。紐約州內之銀泉(Silver Springs)，綺色佳(Ithaca)，魯德婁威耳(Ludlowville)及瓦特金斯(Watkins)。密西根州內之大爾瑞(Del Ray)，魏安道梯(Wyandotte)，依克斯(Ecorse)地德律南部(South of Detroit)及沿聖克萊爾河一帶之修倫港(Port Huron)，聖克萊爾(St. Clair)，海軍城(Marine City)，盧丁頓(Ludington)及滿尼斯梯(Manistee)之附近。俄亥俄之肯木爾(Kenmore)，威查渥斯(Wadsworth)，克利佛蘭(Cleveland)及瑞梯曼(Rittman)。康薩斯州之哈金森(Hutchinson)與桑買提歐附近(Near San Mateo)及舊金山均用真空罐方法製鹽。

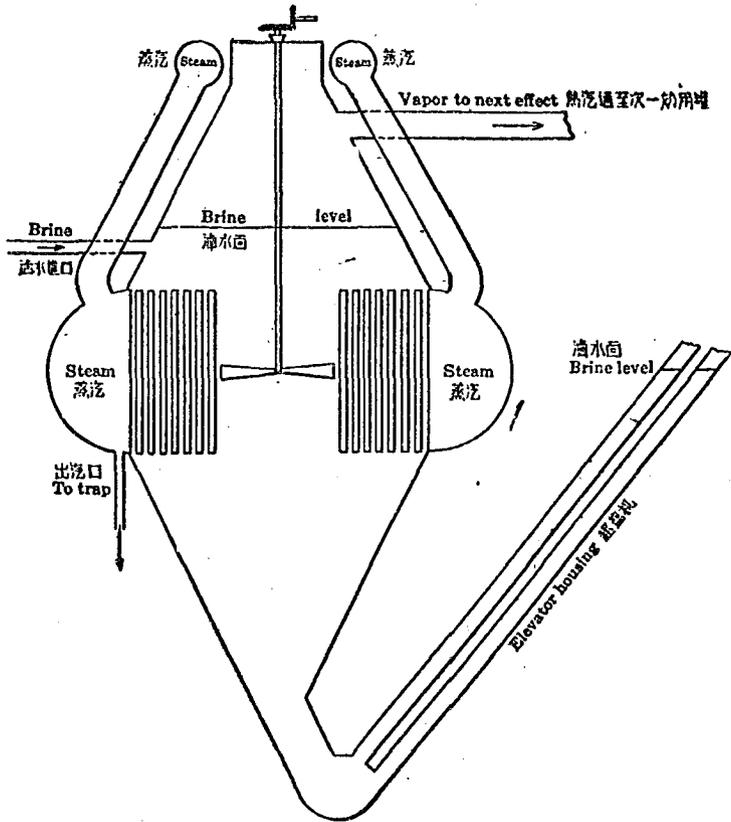


FIGURE 4.—Essential parts of vacuum pan.  
 圖(四) 真空罐之主要部份  
 CHARACTER OF PRODUCT.

## 成鹽之性質

真空所製之鹽，光澤細潤，顆粒均勻，以作粘鹽或食用，極為相宜。結晶雖小，但均成立體方形，是與用他種方法製出之成鹽不同之處。結晶愈速，顆粒愈細，故真空之度數，蒸汽之多寡，滴水之高度，及其他各種因素，均足以影響結晶之速度。

## 真空罐方法之原理

多重效用真空罐，為製鹽之最新方法，較本工業所用之其他工具為複雜，係根據「減低液體表面之壓力，則其沸點即可減低」之原理製成。如將盛有液體之器，置於抽氣機之下，將空氣局部抽出，則器內液體在低於平常氣壓所需之溫度中即可沸騰；空氣愈少，即壓力愈小，所需之溫度愈低，即沸點愈低。真空罐內空氣，完全抽盡，為勢所難能，但能將局部空氣抽出，則滴水之沸騰點已減低不少，所節省之燃料亦復可觀。例如蒸發滴水之熱源為蒸汽，其熱度約在華氏 212° 以上，若罐中空氣局部抽出，則滴水可在華氏 150° 沸騰，且蒸發甚速。

液體之沸騰點，因空氣壓力之大小而有變更。既如上述，則變更氣壓，即可調節沸點，如在切合實際之溫度限制以內（通常規定最低為華氏 125°，最高為 225°）變更氣壓，則液體之沸點可以隨意調整。利用真空罐製鹽，原為節省燃料，減低成本，故所定之最高溫度 225°F 係指工廠用過之熱力而言，其最低溫度 125°F 亦係根據真空罐設備成本而定。

用一定之熱量施行蒸發，真空罐較普通鍋收效為宏，且真空愈高，收效亦愈大，此理更為顯然，故如真空罐之裝備及運用所需之一切費用，小於所獲熱力之代價，則真空罐方法實較普通煎鍋法為經濟。

用普通煎鍋法，滴水因蒸發所生之熱汽實含有若干之熱量（加路里 Calorio），此項熱量，未經利用，已完全損失。若真空罐則將此項損失之熱力，盡量利用。吾人宜牢記不可或忘者，即多重效用真空罐之每個真空罐不但為蒸發器，同時亦有鍋爐之作用，即用所產生之蒸汽煎沸下一鍋之滴水；並有凝縮器之作用，將前一罐通來之熱汽，予以凝縮。茲再申述於下：由某佛有鍋爐之工廠，引來蒸汽溫度約在  $212^{\circ}\text{F}$  以上。此蒸汽由相當直徑之蒸汽管，通入第一真空罐（真空為十五吋）之汽帶內凝縮。熱力傳過汽管，則溶液沸騰，由溶液沸騰所發生之熱汽，再引入第二真空罐之汽帶中，此在十五吋真空罐所產生之熱汽，其溫度自不及  $212^{\circ}\text{F}$ ，乃在  $175^{\circ}\text{F}$  左右。但第二真空罐中之液體（假設真空為二十四吋）得此  $175^{\circ}\text{F}$  之熱汽，亦足能全部沸騰。此第二罐中沸騰之溶液，復能產生  $140^{\circ}\text{F}$  之熱汽，引至第三罐中之汽帶時，亦足以使此真空為二十七吋之真空罐中之溶液沸騰。同時產生之熱汽約為  $110^{\circ}\text{F}$ ，如再引至第四真空罐，亦足以煎煮該罐中之溶液，此罐之真空，可假定為  $28\frac{1}{2}$  吋。

## 工具之設備

真空罐普通係由鋼鐵製成，為圓筒狀，上下端尖削，如圓錐形，但亦有用黃銅製造，而附以錫裏者。其製造情形，參閱附圖即可明瞭。所用真空蒸發罐之數目不等：用一罐者，稱之為單效真空罐，用二罐者為二效真空罐，三罐者為三效真空罐，四罐者為四效真空罐。凡超過二效者，又統稱之曰多效真空罐。罐之直徑小於九呎者極少，普通都在十呎與二十呎之間，近則益趨較大呎吋，大於其徑二十呎者日有增加，竟有直徑長至三十呎者（如影片十五）。

十呎至二十呎直徑之真空罐，普通頂點至底端長約三十呎至五十呎，故須分層在樓板上照料。

汽帶係置於罐身圓筒部份之內，由環列數百個之直徑二吋，長五呎之垂直銅管組成。

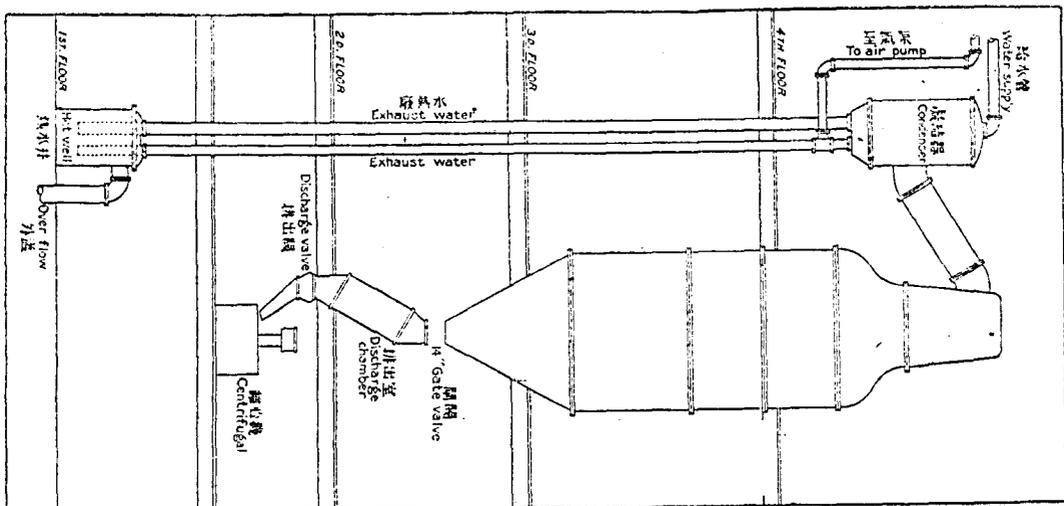


FIGURE 5.—Section of a single-effect vacuum pan, with gate valve, discharge chamber, and centrifugal at base. This type differs from those shown in Plates XVI and XVII in the method by which the salt is removed.

圖(五) 單效真空罐閘閥排水室及底下離心機之截面圖 (此式與圖十六及十七種出鹽之方法不同)

由預熱池中引來之熱滴，因真空罐之構造不同，其入罐之口，亦不相同。錫泉工廠所用之真空罐，係由下面十四吋之閘閥 (Gate Valve) 放進滴水 (第五圖)。大德瑞工廠 (Del Ray) 滴水入罐之處，則在出鹽口以上六呎，如此裝置，成鹽可由新滴洗滌。另一裝置，滴水在最初注入時係由罐底，操作時則由汽帶以上放入。在汽帶以上放進滴水之真空罐為最普通。依照罐中之真空情形，滴水達於沸點所需之溫度，自不相同。結鹽後因其本身之重力，墜於起鹽機下端伸長之彎管，由起鹽機之循環索鍊帶入乾燥室，俟充分乾燥後，再存入鹽倉。

## 操作之方法

### 滿尼斯梯之真空蒸發罐

真空蒸發罐之運用詳情，因真空罐之製法及管理人員而異。茲為詳述一般用法起見，特先舉滿尼斯梯所用之真空罐為例，他種真空罐之運用方法，隨後續述。蒸汽或廢汽引入汽帶時，普通皆為低壓，先通過罐頂上之圓圈管，然後入於汽帶。汽帶中凝結之熱水，除第一效用罐外，其他罐內凝結之水，皆略帶鹹味，可用作洗刷罐內固着之硫酸鈣，或鍋爐用水，或竟廢棄。滴水沸騰後所生之蒸汽，由第一效用罐通過鵝頸管入於第二效用罐之汽帶，第二效用罐所生之蒸汽，復由鵝頸管通入第三效用罐，同樣通入第四及第五效用罐。最後之效用罐附有真空抽氣筒，其中之熱汽由一噴射凝結器凝縮，如此則罐中真空得以維持。依照學理，各罐之真空，一經抽成，則由於凝結作用所產生之水，不斷流出，罐內真空應能維持原有程度；但以工作效能，未到圓滿境地，以致抽氣機長時工作，不能停止。凝結之水，溫度不高，約在 80°F 至 90°F 之間，且略帶鹹味，故均廢棄，但亦有用作溶化地下之岩鹽者。

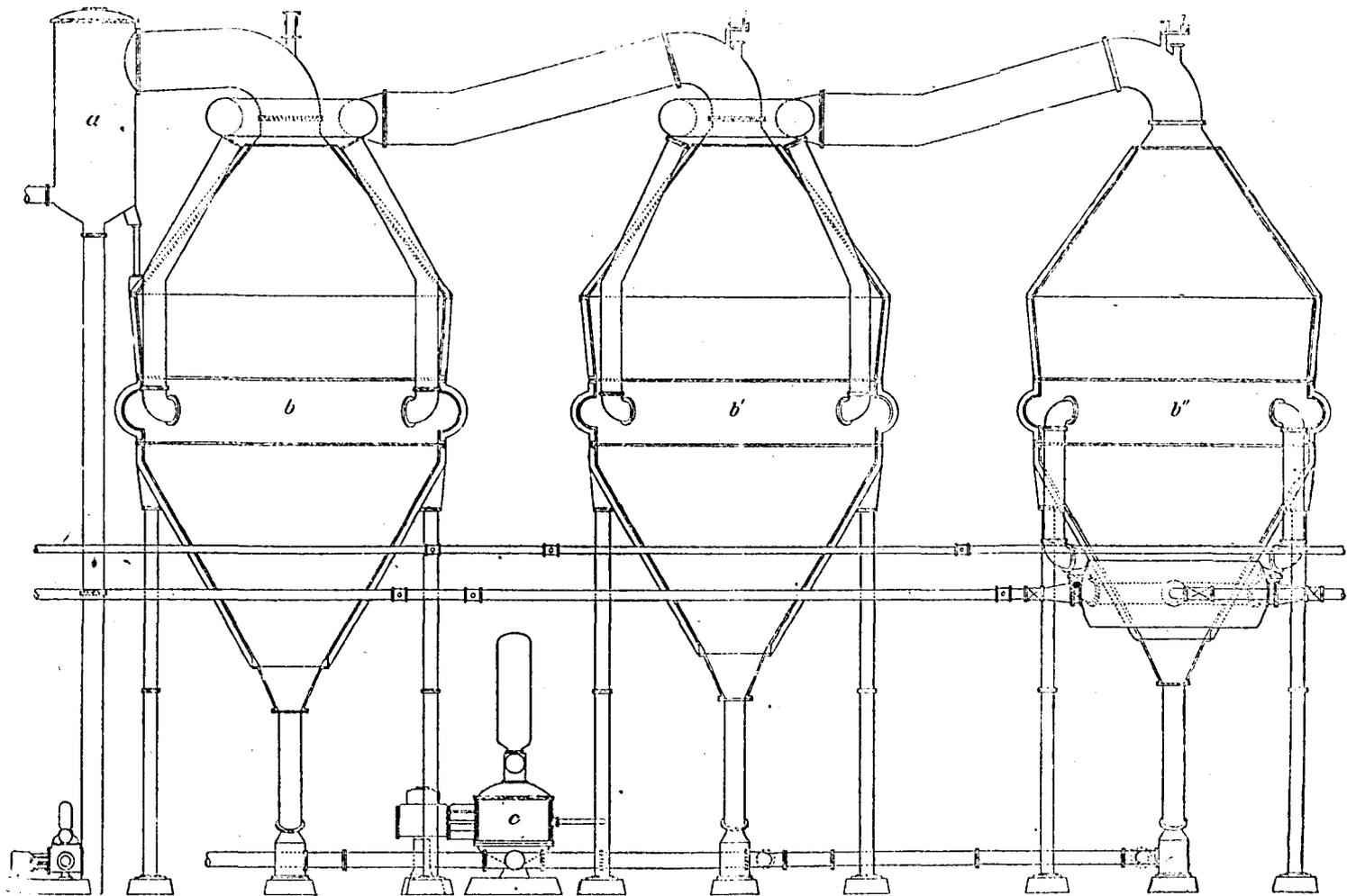
效用罐之真空程度，係以水銀柱之長短測量；單效真空罐約由二十五吋至二十八吋。某工廠所用之三重效用真空罐，第一罐真空為十五吋，第二罐為二十四吋，第三罐二十七吋。另一工廠則為十四吋，十八吋至二十吋，及二十八吋。罐中之水均可在相當低溫沸騰。

為使溶液沸騰後循環流動，罐內設有旋轉輪，藉該輪之旋轉，溶液可以上下迴轉，同時結成之鹽，於通過汽帶上之通管後，由於本身之重力，及旋轉葉之推動，墜於下端之彎管內。

汽帶中之通管，時有被成鹽堵塞之虞，故必須時常用清水煎煮，使管內清潔，傳熱面能充分發揮效能。煎煮時罐內滴水或仍引回沉澱池，或放入他罐均可。罐內蒸發既速，苦澆殘留自多，若不隨時廢棄，則滴水不潔，成鹽品質惡劣。

煎煮洗滌真空罐所用水，為普通清水；每日清除一二次，或每二三日煎煮一次，要視蒸發之時間久暫而定。罐中汽帶通管上，所積之石膏，亦須注意剷除，此時須將罐之全部冷卻，然後用鍋爐管洗刷器，以氣壓機推動，剷除管內石膏；至清除次數之多寡，則依滴水所含之石膏量，及用器使用之時間為轉移。蓋剷除石膏與煎煮洗滌兩者缺一不可，不如此則不能充分發揮真空罐之功能。各大工廠所用之滴水，雖所含之石膏量大小不同，但絕無或缺者，故製鹽家對於此問題最為注意。石膏傳熱遲緩，不只損失熱力，在接火之處，更因熱度過高，金屬亦受傷。罐經煎煮洗滌後，新成之鹽，往往不甚滿意，或不能全溶於水，故此時所製之鹽，不能列為頭等。如發現製成之鹽色澤不佳，或以此鹽製成之鹽水混濁不清，則洗罐之次數須更勤，或滴水亦須換新。

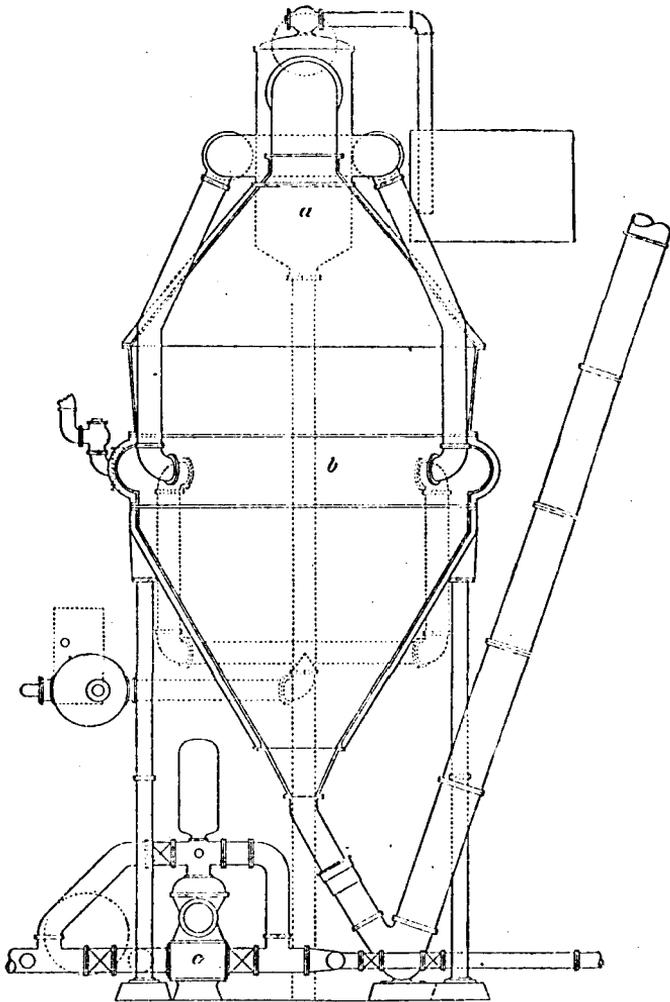
成鹽墜於效用罐底，轉入傾斜之起鹽機室之彎管內，由循環運轉器裝起，經過滴水，至於附有假底之暫存倉，俟乾燥後（或用離心乾燥器除去水分）再



SIDE ELEVATION OF A TRIPLE-EFFECT VACUUM PAN. (COURTESY OF MANISTEE IRON WORKS CO., MANISTEE, MICH.)

製 此 (十六) 三効真空罐之側面圖

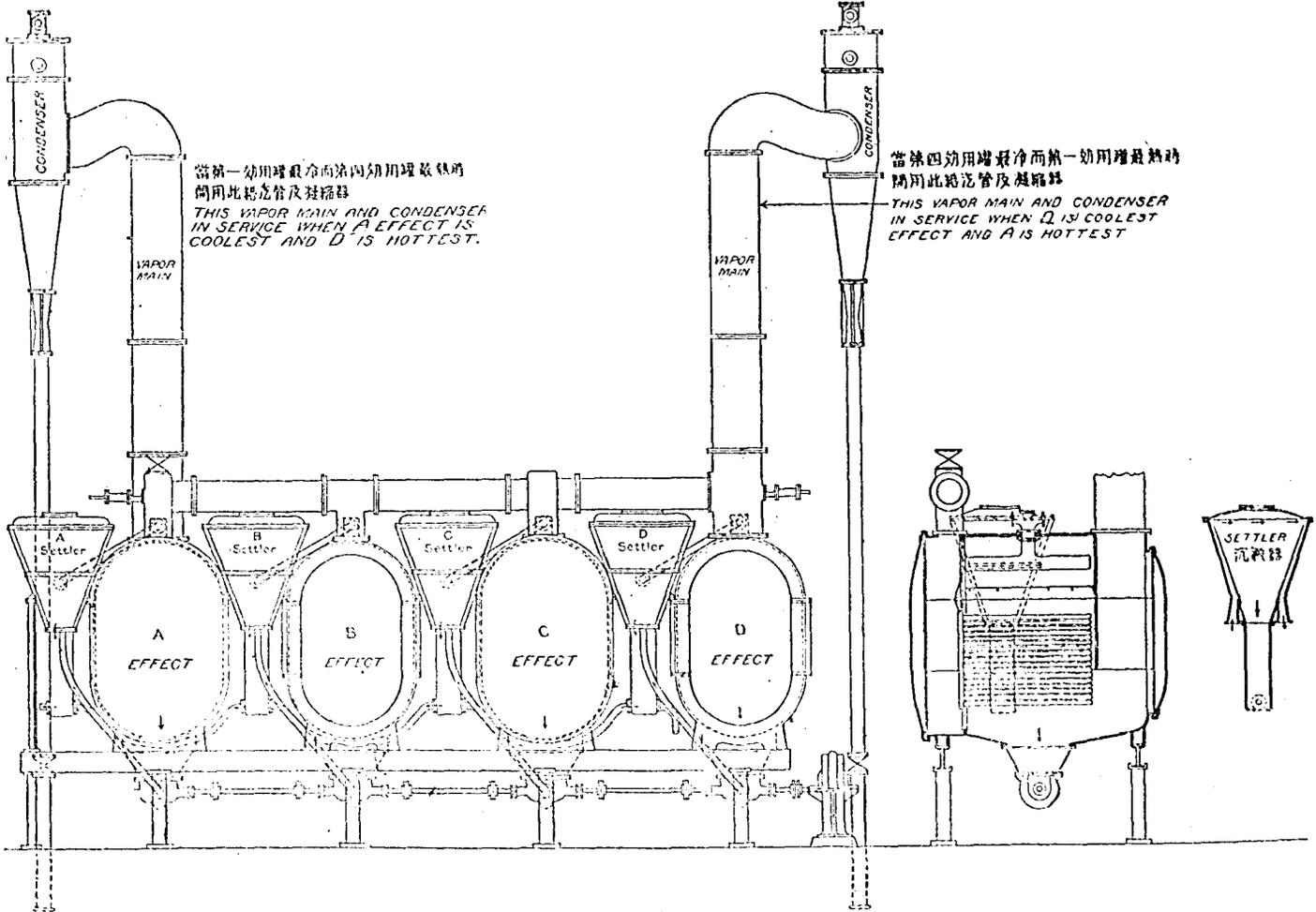
(芝加哥州 曼尼新機鐵工廠所製)



END ELEVATION OF TRIPLE-EFFECT VACUUM PAN. (COURTESY OF MANISTEE IRON WORKS CO., MANISTEE, MICH.)

图九(十七) 三效真空罐端面图

(美国曼蒂斯钢铁厂设计)



當第一效用增最冷而第四效用增最熱時  
 開用此結沉管及凝結器  
 THIS VAPOR MAIN AND CONDENSER  
 IN SERVICE WHEN A EFFECT IS  
 COOLEST AND D IS HOTTEST.

當第四效用增最冷而第一效用增最熱時  
 開用此結沉管及凝結器  
 THIS VAPOR MAIN AND CONDENSER  
 IN SERVICE WHEN D IS COOLEST  
 EFFECT AND A IS HOTTEST

SECTION THROUGH QUADRUPE-EFFECT LILLIE EVAPORATOR.

影片 (十八) 黎利四效真空罐之剖面圖

行歸入鹽倉。淋下滴水仍返回原罐。因效用罐中係局部真空，其滴水平面較通入起鹽機室內之滴水平面為高（第四圖）。

另有一種改進之真空罐，已有數廠應用，其顯著之改革，為成鹽由罐底取出（第五圖）。罐下設有「排水閥」（Discharge Valve）苦滷與成鹽可以同時取出。在操作期間「排水閥」蓋緊，「閘閥」開放，俟出鹽室內盛滿成鹽時，即將「閘閥」關閉，「排水閥」取開，如此成鹽及苦滷可以取出，罐內真空亦不致損耗。每小時可提成鹽四次，一晝夜可達百次左右。由出鹽室內取出之成鹽及母液，送入離心器盡量乾燥後，再依市場之需要加以精製。

### 他種真空罐

作者在一九一六年曾赴用真空蒸發機製鹽之工廠調查，其不能親到者，亦用函件請求將特種之真空蒸發罐詳細情形告知，下述之蒸發罐種類，有得自工廠所發之說明書者，亦有由扣魯氏（Cole）所著之「加拿大之鹽業與鹽鹼」書中擇錄者，故在所述之種類以外，如遇有他種存在，及所述製法或有錯誤時，應請予以指正，作者極為歡迎。

#### 黎利（Lellie）真空蒸發罐

黎利四效真空蒸發罐，現為製鹽業採用者不少。此型之蒸發罐原為製造糖漿設計，其製法與上述者略有不同（影片十八）；其主要特殊之點，為薄板的蒸發；機械的迴轉；分配與轉動溶液於臥式不滲入水中之蒸發管；及使用多效真空罐時，可以隨意顛倒蒸汽之程途。

效用罐係用生鐵鑄成鼓形，平行排列，甲罐之蒸汽管與乙罐之熱氣管相連；供給蒸發熱力之銅管，則位於罐之一端。由第一罐蒸發管引來之蒸汽，在與第二罐相連接之處，已摻入第一罐滴水所蒸發之熱氣，故第三罐獲得之蒸汽，

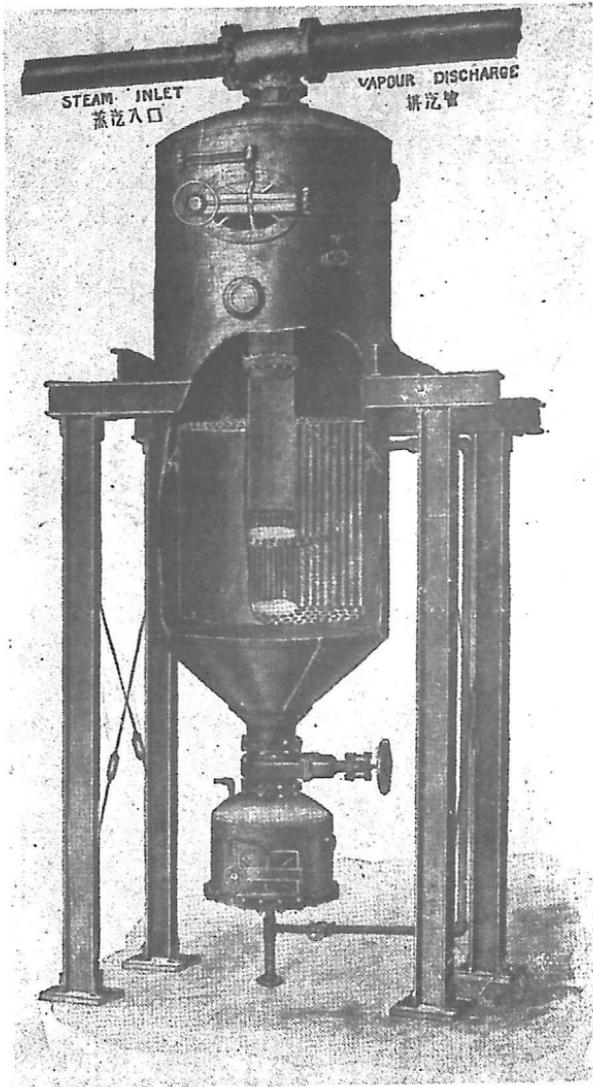
係屬第二罐蒸汽管所引來之蒸汽，及第二罐本身所蒸發之熱汽，如此繼續，以至於最後之蒸發罐。此罐之熱汽管連附於一凝縮器，此器與一真空抽氣機輪流供開動機及排除滴水發生之廢汽。罐內所成之鹽，由一離心抽水機抽出，該機設於通過真空罐全部之柄桿上，並帶動與漏斗相連之攪拌罐內滴水小型離心機，故成鹽與滴水猛烈攪拌，罐內不致固着鹽皮。

此種真空罐並可隨時顛倒操作，轉變蒸汽與滴水方向，第一罐原為最熱，可使之成為最冷；最後之罐本係最冷，可使之成為最熱。在普通程序，成鹽與滴水，由第一罐先入毗連之沉靜器，由此滴水與一部之成鹽，再轉入第二罐，但亦可直接進入第二罐第三罐，以至於最後一罐，是各罐成鹽，均可在最後罐中旋轉。故罐中固着鹽皮，為勢所難能。各罐中之滴水，由導水管供給，維持適量之高度。

製造此黎利真空罐之工廠，曾刊有簡單說明書，其文如下：

蒸發管向進汽管方面，略為向下傾斜，穿過堅固之汽管隔板，即由此隔板，支撐穩固，管之他端封閉，僅留小孔通氣，不與罐邊接觸，亦不須支撐，以便隨意伸縮。下面之離心循環機，有時不予裝備，但此時則有「進水閥球漂」(Feed Valve Ball Float) 調節罐內滴量，如滴水達到高度，則球漂浮起，該舌門即行關閉。在多效真空罐內，蒸發管中所凝縮之蒸汽，仍回入汽管，由附設之氣門放入次一較冷真空罐之汽管，以至於最後最冷之真空罐，而放出於空中。溶液由離心抽水機攪動，在蒸發管上循環不已，不因滴水之沸騰，有所影響。

蒸發管上面之多孔配分板，係分段組成，每垂直一列蒸發管上即有一列小孔，其直徑為 3/8 吋，亦有較大者。因滴水通過配分板與管板 (Tube Plate) 一時間之距離，其勢甚急，故管板上不能固着鹽屑，同時溶液在管板與管板之



Brecht Evaporator.  
影 片 (十九) 伯來希真空罐

一時距離間流通，亦能免除配板上固游鹽屑及其他硬性雜質。此種雜質隨同母液由各罐中流出，至於最後罐排出。

滴液或熱汽或二者之循環，均可隨意顛倒。欲將稀液濃縮時，即可將稀液滴液，轉入最冷罐內，並由最熱罐內提用濃縮滴水。

### 伯來希 (Brecht) 真空罐

伯來希真空罐為 密蘇里州 (Missouri) 聖魯易士 之 伯來希公司 所製造，單效多效皆可應用。

此種真空罐內分三部分：1. 蒸發罐，2. 熱力室，3. 濾鹽器（影片十九）

1. 蒸發罐——蒸發罐係由鋼鐵製成，為一圓頂錐底之圓柱，設有透視孔及水位管，並在近於上頂之處，附有不透空氣之出入孔 (Manhole)。

2. 熱力室——熱室為伯來希型真空罐中最出奇之裝置。熱室為鼓狀，中有垂直銅管或鋼管若干，罐中滴水可由此管內自由通過，達於錐狀罐底，再行返至罐之上部，如是往返流動。鼓亦為圓柱狀，由兩旁之耳，牢繫於罐邊上。蒸汽由鼓之上端進入，因有蒸汽障壁之設備，蒸汽之進行方向，悉對管成直角，所有各管熱度，極為平均。蒸汽通流不息，直至溫度減低，始由罐底以妥善之方法放出。汽管之材料，為鋼為銅皆可，直徑為四吋，蓋管孔愈大，則附着鹽屑之機會愈少。

3. 濾鹽器——濾鹽器之裝置方法，能將成鹽撤出，同時並不妨礙蒸發操作。濾鹽器係用生鐵製成，備有多孔銅片，及銅絲織成之細布，並可通入蒸汽或空氣，具有洗滌及乾燥成鹽之雙重功用。影片十九為此種真空罐之形式。

### 克蘭內 (Craney) 真空罐

密西根 之 海灣城 有 海灣城鋼鐵公司 (The Bay City Iron Co.) 經數度研究改進，製成一種克蘭內真空罐（影片二十）（滿尼斯梯鋼鐵公司 亦製有

此種真空罐係用鋼板製成，上下端均係錐形，中有汽帶，距離下端較近，並有他種帶動液循環之設施。底端下面連有生鐵製成之通道，中設循環鍊，為起鹽機提取成鹽之孔道。與上頂錐形相連者為一生鐵製成之熱汽管，此管與噴射濃縮器溝通。此種裝置裝在相當高度，因罐中滿水必須達到相當高度，始能維持真空，不為開口一端之起鹽機漏洩。據云直徑八呎之真空罐，用普通流水，每日可製鹽四百桶。

### 歐司卡·克倫茲 (Oscar Krenz) 真空罐

一種標準型之真空罐，新稱之為歐司卡·克倫茲真空罐。其中汽帶係生鐵製成，汽管均係固定。成鹽墜於錐形罐底，積有成數，即放入一可容五百磅之收容器內，再由螺旋運送機送至離心器，母液仍回至供給槽(影片二十一)。太平洋岸某公司利用此型之四效真空罐製鹽，頗著成效。

### 史文孫 (Swenson) 真空罐

製法——史文孫真空罐(第六圖)為四重要部分所組成：蒸發室，蒸汽箱，錐形底及尼管，或稱之為氣壓管 (Barometric Leg)。蒸發室(第六圖)之頂為圓形，且有相當高度，以減低泡沫之損失，蒸汽箱係由多數直徑 24 吋之銅管組成，固着於罐之上下兩端。箱之中央，有向下之導管，為避免鹽屑粘附，直徑頗大。液液由銅管上昇，由導管下降，循環不已。成鹽隨結隨落，墜於錐形之底，經過尼管而至於起鹽機連附之轉管，送入乾燥室中乾燥。

操作——此種真空罐操作可以繼續不斷，蒸汽箱中殘留之廢汽及濃縮之蒸汽，均有適當放出之方法，單效罐與多效罐同樣操作。

### 桑伯思 (Sanborn) 真空罐

此種真空罐，依據扣魯氏 (Cole)「加拿大之鹽業與鹽業」書中之記載如下：

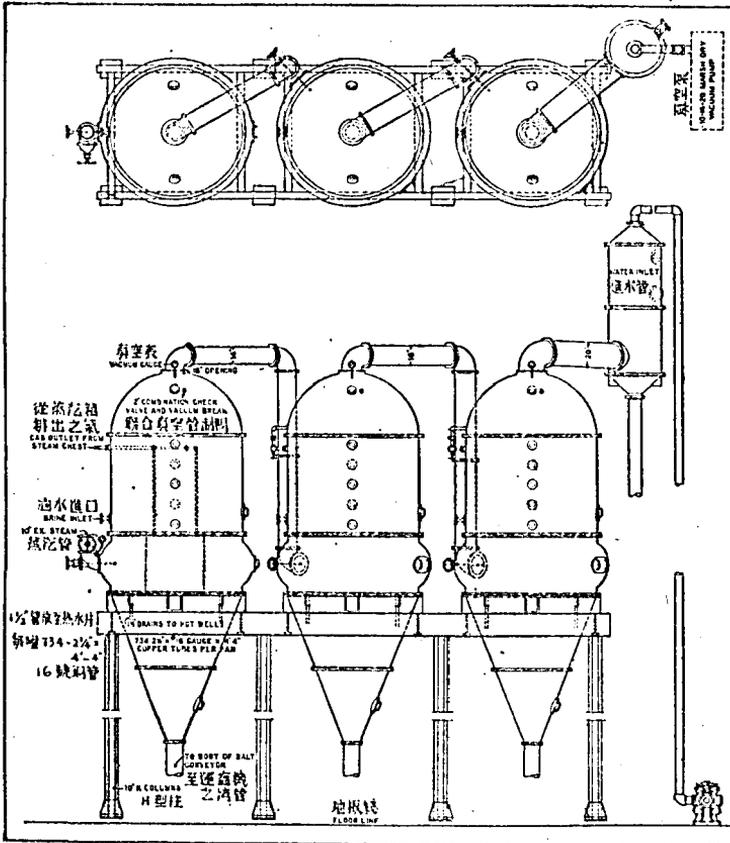
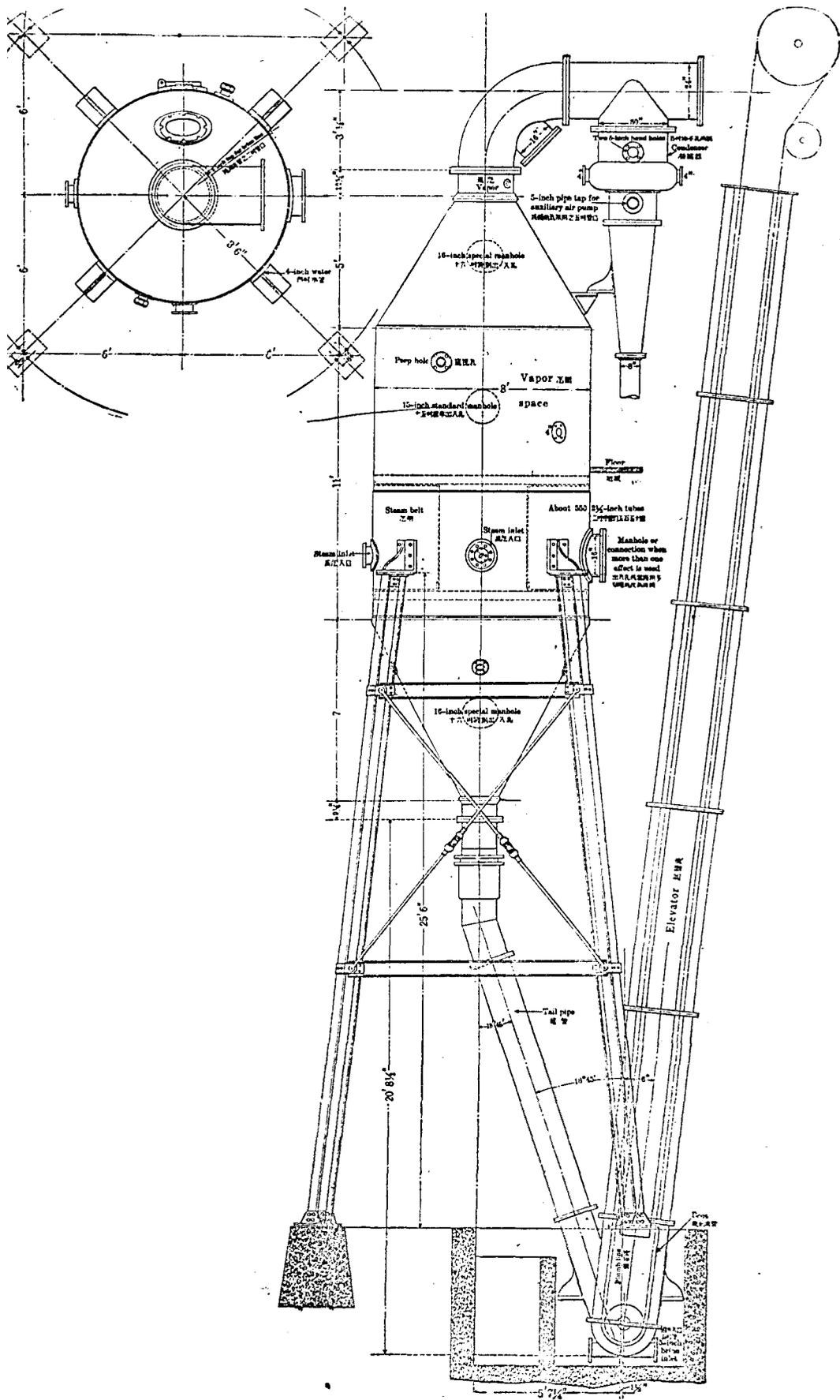


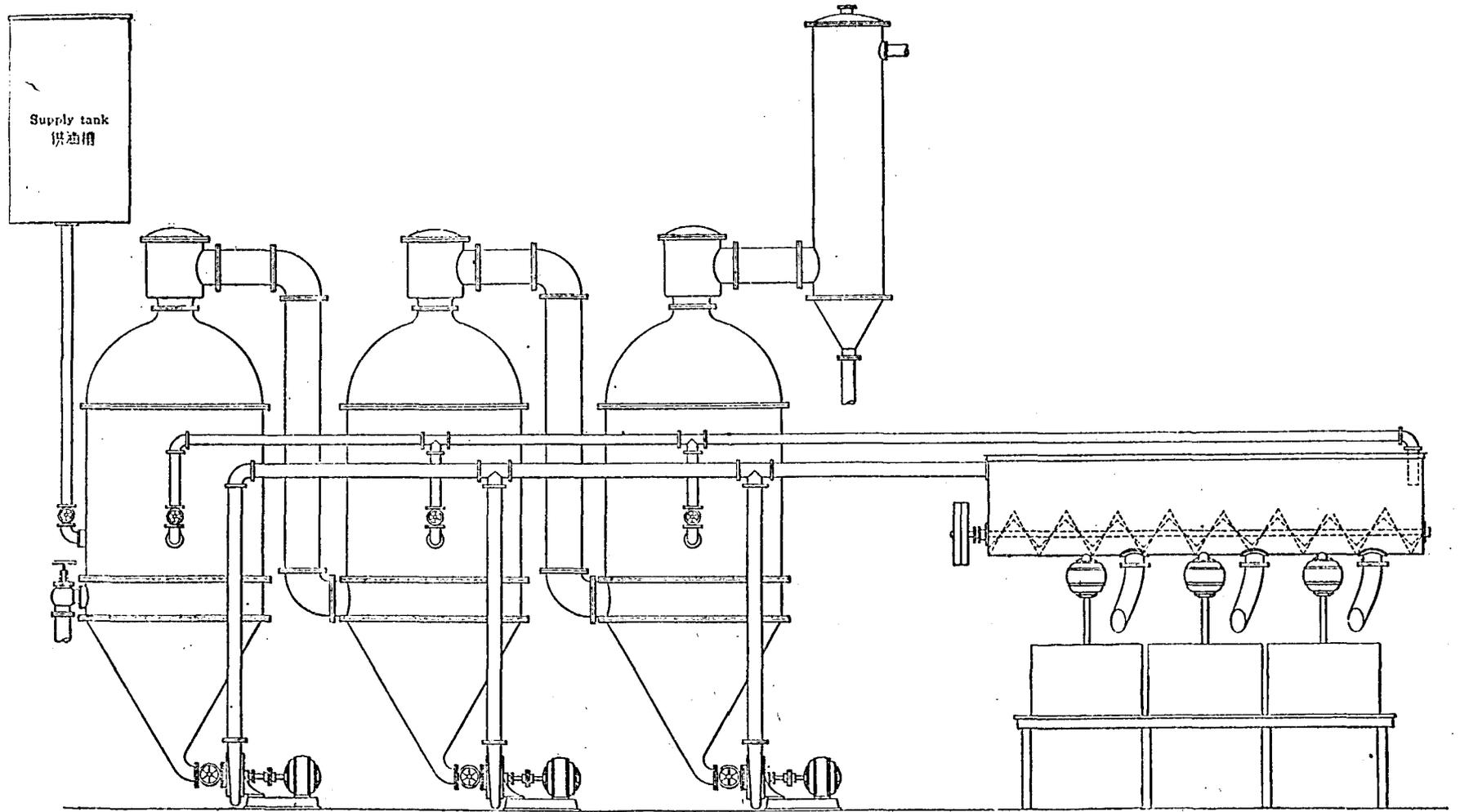
Figure 6.-Swenson triple-effect evaporator.

圖 (六) 史文孫三效真空罐



CRANEY TYPE OF VACUUM PAN.

影片 (二十) 克蘭內式真空罐



OSCAR KRENZ EVAPORATOR.

影片 (二十一) 歐司卡 克倫茲真空罐

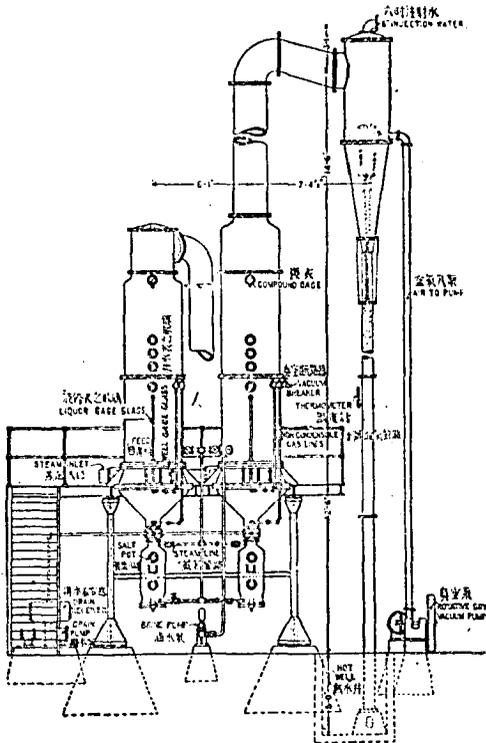
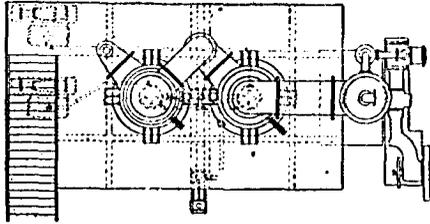


FIGURE 7.—Sarber salt evaporator.

(圖 (七) 桑伯恩真空罐)

【製法】——此種真空罐普通爲：蒸發罐，加熱管，錐形底及過濾器四者所組成。

其最大不同之點，爲加熱管之構造。用以蒸發滴水之蒸汽在管中循環，滴水則在管外。用司他伯氏 (Stubb) 十六號之直徑二吋無縫銅管，將其開口之下端穩固於「總裝管板」之上。管之上端密封，矗立於蒸發罐之滴液中。普通在「總裝管板」上，露出之部分爲四呎。

加熱管裏面裝有「內管」爲  $\frac{1}{8}$  吋銅管，上端達於加熱管之頂端，其作用爲排除空氣，及不能凝結之氣體。內管之下端，穩合於第二層之裝管板上。

裝置內管方法極爲簡易，先將內管由加熱管下口插入，將裝管板置於管下，俟各管之端進入管板上所鑿之孔後，再用搬手或其他工具撐固。如此則內管所引出之氣體，經過第二層裝管板下之窄室，立時通入次一效用罐。如加熱管中有凝結之雜質，即由下面開口墜入第二層之裝管板上，再以適當方法除去。

總裝管板係錐形，以生鐵製成，厚二吋半；第二層裝管板亦係同樣錐形，惟厚僅一吋半，亦爲生鐵質料。

過濾器中每附有隨時可以分離之小濾器，在必要時可以立時取下，但在經常操作，此小濾器在其固定位置，並不移動(圖七)。

操作——蒸汽進入蒸汽室後，由於蒸汽之自然向上之趨向，充滿所有之加熱管，熱度至爲平均。蒸汽入管後，一方因凝縮作用，一方由於內管之排除積氣作用，管內之循環，極爲順利。

此種真空罐之滴水，係在加熱管之外，故無下導管之裝設。罐之底端既係錐形，所結成鹽(由於本身之重力及滴水之開沸)自皆墜於錐底，直

入過濾器。此後再依需要，轉送倉庫，存儲或行銷。

### 惠勒爾 (Wheeler) 真空罐

惠勒爾多效真空罐（第八圖）有垂直蒸發管之汽室，在製糖業極為著名，且普遍應用。

罐之質料，普通係用生鐵，底部似碟形，上有蒸汽室，再上則為熱汽存在地及圓頂，頂上復有一收容器，使熱汽所帶上之未蒸發水分仍返回罐中。蒸汽室內有垂直汽管，直徑在二吋左右，穩固於一圓形之管板上。蒸汽在管外循環，滿水在管內沸煮，滿水流動係由汽管中間向上穿過，由向下之導管流下。

提取成鹽方法，或用兩副濾箱，或引入長管澄淨後，再經過濾器，由起鹽機繼續運出。

蒸汽室內之垂直汽管，依照使用之久暫，須隨時清除，有時亦仿照製糖工廠辦法，加稀薄酸液，使固着之硬皮軟化，再用鐵絲刷或其他類似洗刷鍋爐水管之工具，穿過汽管，由氣壓機帶動洗刷。如蒸汽管係銅質，可按用截割頭 (Cutter Head)；如係銅管，則按用細鐵絲刷頭，以免損傷。

罐內之真空部分，裝有上述之蒸汽管及橫列之蛇形銅管。

### 薩倫巴 (Zaremba) 真空罐

構造——薩倫巴真空罐為兩大部分所組成：（一）有蒸發作用之部分為蒸發室（二）在底端有分離食鹽與母液及洗滌清潔，運送出罐作用之部分為濾鹽室。

加熱面——蒸發罐之外殼係用鋼鐵或鑄鐵製成，其下端為錐形，成鹽即墜於此中，由通管入於下面之濾器。在此錐形底上，有圓柱形之蒸發室，室之上下為有限鋼板經此穿裝二吋直徑之礮索鐵 (Charcoal Iron) 製成之汽管。為免除溶液之可能損失，及便利母液之循環起見，汽管稍有斜度，並不十分垂直。

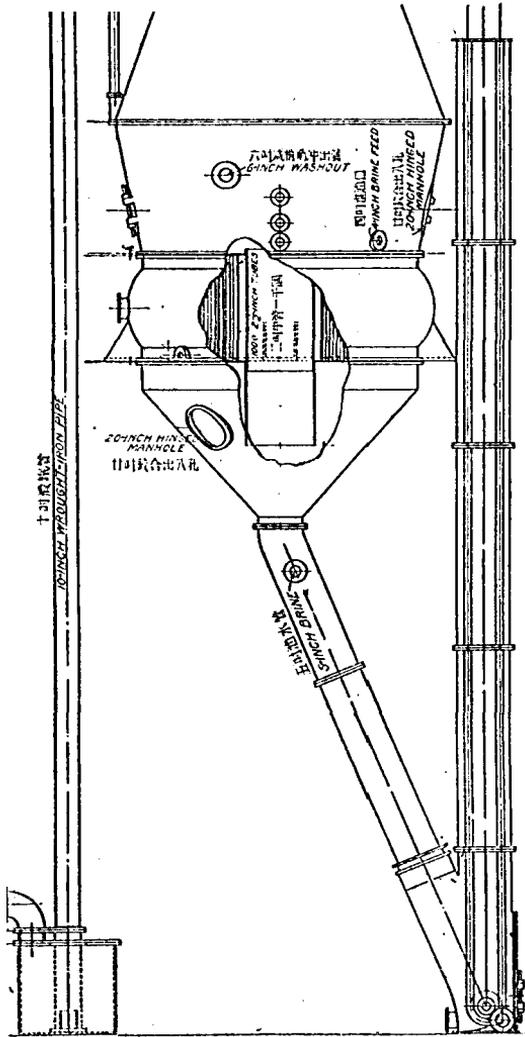


FIGURE 8.—Wheeler salt evaporating pan with continuous elevator.

圖 (八) 附有連續提鹽機之惠勒爾真空盤

，此汽室與罐之上下連接方法，係特別設計。

**滴液之循環**——向下之導管係一環形，包圍整個汽室，下面最為寬大。液體在管內向上流，外向入於導管之上口，在汽室與罐皮之間下流，復內向轉入管之下口；如此循環，由於滴液之鼎沸，成鹽即行墜入錐形底內，轉入濾鹽器。

**濾鹽器**——濾鹽器者為一圓柱體，近底之處裝有網篩，篩上有一活門，能以自由放下成鹽，外面設有窺視孔，可由此孔窺視裏面情形。濾器之上口內裝有多孔之水管，用以沖洗成鹽。附帶之真空及液體抽氣筒，足供一切需要。

**操作**——(1)關於蒸發器者：滴水由第一效用錐形底之上部放入，至於蒸汽室底盤。由於管內蒸汽之發生，及下導管內滴水所施之壓力，管內發生猛烈之活動（每秒鐘約三十呎），熱之傳導極速，管內滴水沸騰不止。因下導管之面積甚大，返回蒸汽室底之流度，亦較上昇為緩（每秒鐘三呎或不及三呎），於是所結成鹽，可以從容落於靜止之錐形底內。母液挾帶成鹽，通過錐底活塞，進入濾器。

(2)關於濾器者：濾器之下端出口，與第二效用罐之入口有通管接連。由於第二效用罐之真空較高，滴水被其吸引，通過濾器，並入於罐內。所結成鹽，則為篩網所阻，留於器內，逐漸堆積，直至濾器貯滿，此種情形可由窺視孔察知。此時將真空罐與濾器相通之活塞杜塞，母液汲淨後，將器中之成鹽用弱度滴水，熱水及蒸汽洗滌。此時再將通過第二效用罐之管隔斷，濾器之出鹽門放開，則已經洗滌之成鹽，在乾燥之狀態下，落於容器。

濾器存鹽放盡後，將出鹽門關閉，通汽活塞放開，因蒸汽通入，器內之空氣自然排出。蒸汽一經凝縮即產生真空，復將罐底所存之滴水及成鹽吸入濾器。俟罐中滴液達於標準高度時，即將通連於第二效用罐之管放開，恢復與濾器之

連續作用。如產量甚大時，可用兩具濾器，輪流換替，以免誤時。但濾器無論用單具或雙具，絕不耽誤上面之蒸發。濾器所積之鹽，在必要時，亦可使全部溶化，所得之飽和溶液，用抽水機排出。

第二效用罐之操作，與上述者略同，惟濾器中之母液，係由抽水機汲出。所汲出之母液，復送還原罐再行迴流。

此種真空罐，單效，雙效，三效以至於四效均可製造；其製造方法，能使個個單獨操作，任一效用罐被隔斷時，他罐仍能照常工作，不受影響。復因各罐操作之溫度不同，如遇溶液中含有不同之鹽類時，用適當之操作方法，可將此不同之鹽類提出。此種真空罐並可用「倒流法」將滴液倒轉。平常係先將弱度溶液，引入最熱之罐，終至於最冷之罐；如用倒流法，可將流動程序反轉。

罐內裝有內部分離器，可避免因操作上之過失，致將滴水在霧沫狀態被蒸汽帶出。亦有附帶預熱器者，此於節省蒸汽上，頗有功效。

各罐中之汽壓，依其需要各有不同，由常壓以至於六十磅，或六十磅以上。抽氣機（或抽水機）普通用直接蒸汽，所餘之廢汽通入真空罐，用以蒸發。凝縮器裝設之情形，每能使其所需之水，由吸力灌入，不假工具。

## 第 七 章

### 研 細 工 作

下述之研細工作，係專指供應餐椅上所用之枱鹽及廚房所用之食鹽而言。顆粒之形狀如影片二十二。鹽在倉中存儲時間愈久，其復施乾燥所需之熱力亦愈小。工廠最近所用之離心乾燥器減除水分之功能甚佳。在存倉之前，已不必另用他法乾燥。如所用製造食鹽之原鹽，並非真空罐所製之細鹽，而為他種大粒粗鹽時，則必須先施破碎手續。

原鹽經離心乾燥器，或在倉中盡量乾燥後，即移入蒸汽乾燥機。此機為一旋轉之圓柱，緩緩旋轉，通有汽管；或蒸汽護熱套；或其他裝備，務使原鹽於緩緩通過本機時，能以得到最高之溫度。機之前端亦有附設助熱之蛇形管及吹風機者；不但熱風足以輔助乾燥，且能吹散輕體之雜質，如石膏等。為避免微塵混入，此種工作及裝包均在密封室內施行。乾燥機之後面，亦有裝設吹風機者；其用途亦不外助長乾燥機之功能，將殘留之石膏，微塵及濕氣吹散。

經過乾燥機（影片二十三甲）之原鹽，即送至篩盤機（影片二十三乙），將大塊者剔除，按其顆粒分類供應市場。有柱形之網篩，亦有平面篩盤，或篩粉器；因用器各不相同，所得之顆粒，大小亦異，分別傾入漏斗，再行轉入倉庫。亦有經由倉庫送入自動天秤，裝入紙匣，即行出售者。為使枱鹽不受潮濕及流動暢速起見，每施以防濕之處理；如用磷酸鈣處理，則濕氣不能侵入，但用量須不超過百分之一。

全部操作，均用最新式之機器，如螺旋運送機，起鹽機及其他種之機械設施；凡能用機械之處，概用機械，以避免手觸為原則。各廠操作之細目不同，上述者不過其一般情形而已。

## 第 八 章

### 混 合 鹽

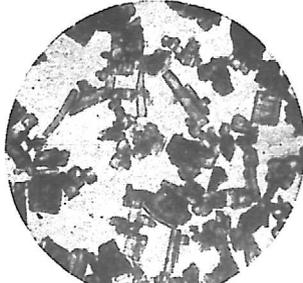
造粒池所製之鹽，雖因溫度之高低不同，而有差異；但其性質較鬆，片狀形態，則大都不變。蒸發遲緩所成之鹽粒大，但成本亦高；市場對於此種粒鹽，需要之量頗大，故有此所謂「混合鹽」之製成。「混合鹽」係將真空罐所製之細粒鹽，與造粒池所製之鹽混合而成。

據黎利 (Lillie) 氏所述混合鹽之製法，係將真空罐製成之鹽，於提出時即連同滴水，送入正在製鹽之造粒池中；真空罐鹽於進入造粒池時，即墜入池之後部，由所備之機械，向前推進。造粒池本身所結之鹽，亦墜入池底，即與真空罐鹽接觸。由於真空罐鹽之向前移動，及熱滴之作用，需與池鹽接觸，造成一種混合鹽；其性質與真空罐鹽及造粒池鹽分別製造而後混合者，迥不相同。蓋真空罐產生之細粒鹽，已成為混合鹽之核心矣。

此混合鹽係由兩者結晶混合而成，具有一律之形態，及特殊之結構。其原有之真空罐細鹽，形態已完全消失，外表頗類似造粒池或煎鍋所製鹽粒之形態。如將真空罐鹽與造粒池鹽之比例數變更，所得混合鹽之性質，亦自不同；若將造粒池之程序改動，等級不同之鹽亦可產出。



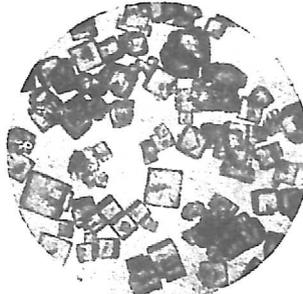
A 堪州 哈金森 曼尼士公司用三效真空製成之晶



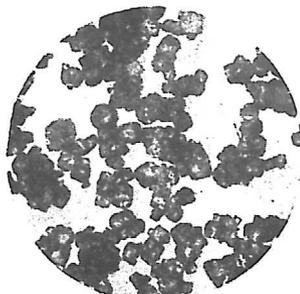
B 密州 金礦晶公司用阿爾由克爾 達登池法製成之晶



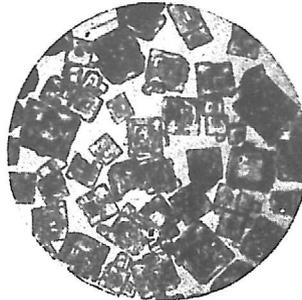
C 加州 舊金山精晶公司用雙利式四效 真空製成之晶



D 密州 銀泉 曼斯特耳曼公司用 雙效真空製成之晶

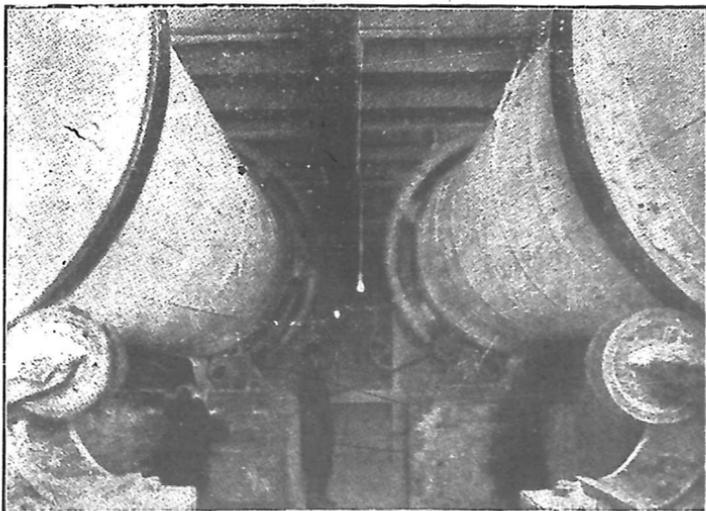


E 堪州 哈金森 開景晶公司用雙利式流線製成之晶 F 加州 舊金山 加利福尼亞晶業公 司用四效真空製成之晶



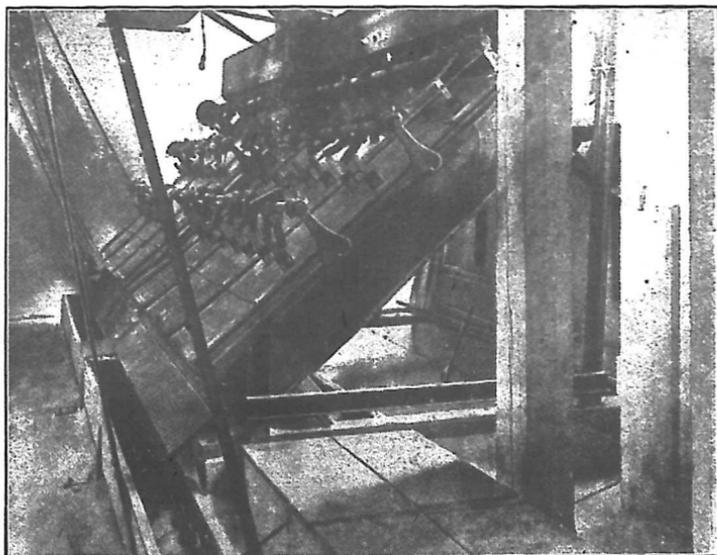
MARKET SIZES OF SALT, MAGNIFIED 18 DIAMETERS.

4, Salt made in a triple-effect Manistee vacuum pan by the Hutchinson Salt Co., Hutchinson, Kans.; B, Salt made by the Alberger grainer process, Diamond Crystal Salt Co., St. Clair, Mich.; C, Salt made in the Little quadruple-effect evaporator, San Francisco Salt Refinery Co., San Francisco, Cal.; D, Salt made in a single-effect vacuum pan, Worcester Salt Co., Silver Springs, N. Y.; E, Salt made in Little evaporating apparatus, Carey Salt Co., Hutchinson, Kans.; F, Salt made in a quadruple-effect vacuum pan, California Salt Co., San Francisco, Cal.



A. Rotary Cylinder Drier Used in Drying High-Grade Salt.

甲. 用轉筒乾燥器以乾燥高級鹽



B. Type of Screen Used at Many Salt Plants in United States. Note Screw Conveyor at Base for Removing the Salt.

乙. 美國多數鹽廠所用之篩鹽機鹽由底下之螺旋運送機移運

## 第 九 章

### 製鹽業在商業中所佔之地位

製鹽機械之損耗甚大。製鹽工廠如廢置一年，則全部機械均可能損壞；故寧可工作而無利，亦不可暫時歇業。下面引述之文，係摘錄俄多俄州某製鹽家致作者函中之一段：

「在根據鹽價計算成本時，每將用具之損耗，及生產之過量，兩最關重要之原因忽略，因此損耗鉅額資本者頗不乏人。」

生產過剩，極堪注意，就作者視察之範圍，綜合多數之意見——以東部各州為最——在一九一一年至一九一二年之間，鹽之產量，實已超過市場之需要，估計超過量約在 20% 至 50% 之間，因此具有新式設備之大工廠，不能大量生產，減少工作時間者有之；暫行停閉者有之；或竟復工無望者亦有之；希望加入鹽業之商人，因此不無相當躊躇。某製鹽家曾謂：「如果市場之需要增加一倍，以現在（一九一一年九月十五日）所有之工具設備，亦足以應付而有餘。」其所指者概為美國之東部各州而言。該製鹽家所經營之工廠，當時亦只生產半量。回憶三十年前，亦有同樣情形。一八八八年美國地質學年報第七期，關於鹽產部分曾載有沙達氏（T. M. Chatard）之敘述：

「製鹽原料之滴水，只須鑿井及汲取之費用，即可源源獲得，並不需其他原料。所用燃料係木廠不能在市場出售之棄材；機械極為簡單；人工亦全係笨工，並無若何技巧；其操作轉運及分配，均取最便宜之方式。現在之產量，固可加增，但超過市場之需要，益難獲利。」

製鹽業在過去二十五年間，有重要之改革；此時情形（一九一五年）自與沙達氏當時之情形（一八八八年）不同。但沙達氏所謂獲得滴水原料，除鑿井及

取之外，別無費用一語，確是實情，自仍存在不能推翻。

但美國之滴水製鹽，僅佔全部產量 78%，岩鹽尚佔有 20%。由下表可知滴水製鹽與岩鹽之產量及價值。

一九一五年美國之滴水製鹽及岩鹽之產量與價值

原料	短噸	價值
岩鹽 .....	1,165,387	\$2,299,894
滴水製鹽 .....	4,187,023	9,447,792
共計 .....	5,352,410	\$11,747,686

沙達氏之評論，所需之燃料，均係木廠不能在市場銷售之廢料，在今日亦難合，威爾森克斯氏 (G. B. Willcox) 在一九〇七年工學雜誌上「造粒池發實驗」題旨下曾有下述之評論：

「鹽業上之最大改革，尤以密西根為最著，即從前倚賴木業供給燃料製鹽之工廠，均已作基本上之改革；蓋昔日認為無足重視之燃料問題，今日趨嚴重。在密西根當倚賴木業創設大規模之製鹽廠時，所受之打擊至大者，厥為行銷最廣之紐約 翁翁達加鹽廠。茲將該廠經理一八八七年之營業報告摘錄於下：

「任何物品，如供過於求，價值必定跌落，鹽業自無例外；上季即在此類難環境中渡過。撒基鹽場之大量生產拋售，尤予吾人以最大之打擊。撒基鹽場所需之燃料，取給於自辦之鋸木廠，廠內所存之棄材，本無價值，運轉銷售，且需費用，之以充作製鹽燃料，自無須付任何代價。而吾人所需之燃料，則必須重價購買；故如撒基為產木之中心區情形持久不變，吾人之競爭勁敵，將永遠存在。據知該廠每年之棄材，足以供製鹽一千二百萬蒲式耳之燃料，去年該廠產鹽，已增至八百萬蒲式耳（簡稱

“磅”乾量名，等於 2150.42 立方呎，或八加侖，或三十二夸特合 35.238 公升)』。

時至今日，已非昔比，倚賴木廠棄材存在之製鹽工廠，必須爭取獨立，否則必不足以圖存。此等鹽廠現正配合環境情形隨時改革，脫離木業之關係，而自謀生存。

故在沙達氏評論之後，製鹽工業對於利用機械，節省人力方面，已有顯著之改進。造粒池之耙鹽機，及真空罐之蒸發法，即其一例。最新式之造粒池及真空罐製鹽工廠，極少需人工之處理，由滴水結晶成鹽之時起，以至於裝車之時止，全部用機械，不着手觸。所用人工之性質，亦與從前不同，由粗工一變而為機械師與化工專家。凡此種種，均以減輕成本，提高鹽質為目標，藉以供給市場上等食鹽之需要。

## 第 十 章

### 滷水中除去石膏之方法

製鹽程序中所遇之最大困難，即為石膏之掣除。在鹽液濃縮時，結出之「鍋垢」普通稱之為石膏，其組織之成分，作者不敢十分確定，大約近於半水化合物  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 。除去石膏方法，沙達氏曾有數種建議，但製鹽業仍固守舊法，不惜於洗鑿鍋垢時暫停工作。蓋若用化學方法，作有效的處理，藉以除去滷液中之硫酸鈣，石灰，氧化鎂及氧化鐵等則費用過大，若非製造高尚拾鹽，此法殊不經濟。除去滷液中之鐵分，一般皆用石灰，但亦有用碳酸鈣者。

阿爾伯幾爾製鹽方法，係先將滷水加以高熱，再行冷卻，使所含之石膏沉澱；此與沙氏之理論符合：「在化學沉澱劑未發明以前，吾人只好利用高溫為改進方式」；沙氏並謂在華氏 212° 將及飽和點時之硫酸鈣沉澱極速，用以沉澱硫酸鈣之工具，應與製鹽之工具分別。換言之，即沉澱硫酸鈣之工具，須另行裝備，以便於剝除。究竟此種方法，比較舊法之聽其沉澱池底，或附着管壁之上，然後再用費時費工之方法剝除，何者為有效，何者為經濟，至今尙成一懸案，未有決定。採用阿爾伯幾爾方法者，只限於製造高等食鹽，尙未能普遍應用。

## 第十一章

### 各種製鹽方法之效能

關於各種製鹽方法之優劣，及何者功效最大，何者最爲經濟，極少著述。據莫律爾氏 (F. J. H. Merrill) 攷察所得：用煎鍋製鹽，每無煙煤末一噸，由鹽度 67° 之滴水，可製鹽二千五百二十磅；鹽度 96° 者，可製鹽四千零八十八磅，即每磅燃料蒸發水 5.83 磅或 6 磅。沙律氏攷查各種製鹽方法，依其成績最佳者推算，每磅煤用煎鍋以高溫製鹽，可蒸發 5.72 磅水；用低壓造粒池威爾金尼亞遜西方法，可蒸發水 7.69 磅。威爾韋克斯氏 (Willecox) 就密西根造粒池研究之結果，每一磅煤可得蒸發 8.322 磅水之功用；惟因影響蒸發之因素過多，上述之數目不能用爲比較之根據。滴水之濃度與成分，燃料之種類與熱量，空氣之情形，及其他有關蒸發之條件，均足以影響蒸發。至如工具之簡單，操作之便利，維持費用之低廉，及應付困難發生之有術，實爲增加蒸發效能之有利條件。作者曾盡力搜集有關資料，藉以獲得製鹽用費之單位，但所得之報告，懸殊過甚，使編製與比較，皆不得進行，是此問題之解決，必須待諸異日。深望製鹽家能以關於此旨自行公佈數字。

威爾韋克斯氏於測驗造粒池之效能，極爲透澈，其測驗之對象爲密西根之造粒池，在正常之工作狀況下，有水下耙鹽機之裝備，所用廢汽之品質爲 97%，平均熱度爲華氏 216.6°。池之構造，長爲 143 呎，寬爲 10.67 呎，放入滴水平均深度爲 1.229 呎；裝有 3.5 吋汽管 1.072 呎，造粒池蒸發面積與汽管加熱面積之比爲 1.34。滲入造粒池之滴水濃度爲鹽度 92.5%，溫度爲華氏 71.6°。測驗時間共繼續一九二小時。至測驗屆止之時，母液之濃度對於蒸發已有妨礙。測驗開始時，係不斷蒸發，直至滴水降至與汽管齊平之處

，始加入新油。全部測驗，即在此週而復始之蒸發程序完成。茲將威爾韋克斯氏測驗所得之結果列表於次：

測驗密西根造粒池操作一九二小時所得之結果

項 目	磅
所成熱鹽之總額 .....	110,950.00
每小時所成之熱鹽 .....	577.80
每小時所成之包裝鹽 (一磅熱鹽等於 ○·九二五磅包裝鹽) .....	534.50
造粒池汽管凝縮之水量總額 .....	410,368.00
每小時凝縮水量 .....	2,187.00
每小時乾蒸汽之凝縮量 (普通蒸汽中含有 3% 濕氣) .....	2,073.00
每造粒池面積一方呎所產熱鹽量 .....	72.70
每蒸發面一方呎所產熱鹽量 .....	97.90
3.5 吋汽管每直線長一呎所產熱鹽量 .....	102.50
每立方呎滴水所產熱鹽量 .....	13.46
每立方呎滴水乾蒸汽之凝縮量 .....	46.80

繼續蒸發所需之蒸汽量及所產之熱鹽量

時 間 (小 時)	總 磅 數		每小時之磅數		每磅熱鹽 所需之蒸 汽量(磅)
	熱 鹽 量 (磅)	蒸 汽 之 凝 縮量(磅)	產熱鹽量 (磅)	蒸 汽 之 凝 縮量(磅)	
9	(a)	26,320	.....	2,924	.....
37	29,297	91,854	684	2,466	3.605
53	32,966	110,570	623	2,086	3.348
17.5	11,783	39,296	673	2,245	3.336
34.5	20,896	69,286	605	2,008	3.01
4	2,468	7,594	617	1,898	3.076
24	10,640	45,452	443	1,477	3.18
13	6,900	24,040	531	1,849	3.49
192	114,950	414,012	.....	.....	.....

(a) 產量將敷蓋過池底

依表上之數字計算，與威爾靠克斯氏所稱用煤一磅，可蒸發水 8.322 磅之說，大致相符。威爾靠克斯氏並稱造粒池普通操作為每五日一次將母液撤出，新油灌入。每次灌入新油需二小時。刮洗池管，需用四人，工作三小時，每三十日括洗一次。

## 第十二章

### 岩鹽之開採及磨研

#### 鑛區之地位及發展

最初發現鹽鑛係在北美洲，培提特·安斯 (Petite Anse)，自一八六二年開採，迄今仍在繼續。該處附近之格郎德·科特 (Grande Cote) 鹽鑛亦在開採。○紐約及密西根之鹽鑛雖早已著名；但紐約區之鹽鑛，迄今亦只有累造夫 (Retsof) 鑛業公司開採，海萊提 鹽鑛有 司特令 (Sterling) 鹽業公司開採，在密西根之地德律鹽鑛，由地德律鹽業公司開採。

康薩斯之岩鹽鑛床，係在一八八七年至一八八八年間，於穿鑿油井及瓦斯井時發現，其鑛脈所及之地為埃爾斯渥斯 (Ellsworth)，里昂 (Lyons)，哈金森 (Hutchinson)，大彎 (Gaeat Bend)，甘納波利 (Kanopolis)，司特令 (Sterling)，金門 (Kingman)，安托尼 (Anthony) 及 威靈頓 (Wellington)，鑛層由五十呎起至四百呎以上。

康薩斯已開採之鹽鑛計有五處；在金門者由金門鹽業公司開採；在甘納波利者由品鹽公司，獨立鹽業公司及皇家鹽業公司開採；在里昂者由俾維斯 (Bevis) 岩鹽公司開採。○俾維斯岩鹽公司自一八九〇年開始產鹽，迄今仍在生產。○皇家鹽業公司所開鑛井雖於一八九一年已經開成，但迄未見大發展，近則開始活動。○品鹽公司之鑛井自一九〇八年開成後，產量未少停止。○獨立鹽業公司則自一九一四年開始出鹽。○埃爾斯渥斯 (Ellsworth)，馬開提 (Marquette)，小河 (Little River) 等處亦曾開掘鹽鑛，但均因故停止。

紐約累造夫 (Retsof) 鑛業公司

開採——紐約累造夫鑛業公司之鑛井，深達一〇一七呎，所經過之地層如下：

累造夫鑛業公司第一號主井之斷面

<u>地 質</u>	<u>厚度(呎)</u>	<u>深度(呎)</u>
泥板岩 (Shale) .....	133	.....
石灰石 (Limestone) .....	8	141
泥板岩 (Shale) .....	232	378
石灰石 (Limestone) .....	4	377
泥板岩 (Shale) .....	23	400
石灰 (Lime) .....	3	403
屬角石紀的石灰石 (Corniferous Limestone)	142	545
砂礫 (Cement 黏土與砂石或他種黏質結合之砂礫)	13	558
砂石 (Sandstone) .....	4	562
砂礫 (Cement) .....	7	569
砂石 (Sandstone) .....	14	583
石膏 (Gypsum) .....	4	587
砂礫 (Cement) .....	26	13
石膏 (Gypsum) .....	47	660
鎂石灰及砂 (Magnesian Lime and Sands)	63	723
砂礫 (Cement) .....	14	737
藍泥板岩 (Blue Shale) .....	25	762
砂礫 (Cement) .....	10	772

地質	厚度(呎)	深度(呎)
藍泥板岩 (Blue Shale) .....	12	784
赫爾得伯格砂礫 (Helderberg Cement) .....	17	801
混合物 (Mixture) .....	31	832
砂礫 (Cement) .....	10	842
石灰, 砂礫及砂 (Lime, Cement and Sand) ..	15	857
砂礫 (Cement) .....	6	863
藍泥板岩 (Blue Shale) .....	19	882
紅泥板岩 (Red Shale) .....	12	894
藍泥板岩 (Blue Shale) .....	41	935
紅泥板岩 (Red Shale) .....	5	940
藍泥板岩 (Blue Shale) .....	12	952
石灰 (Lime) .....	12	964
鹽及泥板岩 (Salt and Shale) .....	32	996
井底 (Foot of Shaft) .....		1,017

鹽層厚達八呎，惟因地層起伏，亦有少至五呎之處。所用之鑽係  $1\frac{1}{8}$  吋，由  $3\frac{1}{2}$  馬力機操作。鑛室之寬為三十呎，所開採之鹽僅為  $\frac{5}{9}$ ，下餘  $\frac{4}{9}$  形成直立方柱，支撐屋頂。柱之各邊為三十呎，開採時係由屋之前臉，以鈍角楔形之狀態，向後推進，左右牆壁成平行線，矗立兩邊。屋頂及地層開掘時，必須慎重，不少傷頂。掘下岩鹽，先用驛力，由屋之前面拉至運鹽之鐵軌側線，然後用電力拖至總站，再由驛力裝入吊籠，提出鑛井。

磨研——岩鹽用裝載三噸之吊籠由井底提上井口，堆置於排列整齊鑄鋼製成之籠上，其較小者即漏下，墜入漏斗，其粗大者，一部分經過大滾輪碾碎，

一小部分直接運入倉房。出井之大塊鹽直徑約在一呎左右。此後經過反復碾磨，依市面所需顆粒之大小，分別供應。

在紐約一區，除直接由鑛內取出者外，計分四級：第二號 (No. 2)，第一號 (No. 1)；普通粗鹽 (C. C.)；普通細鹽 (C. F.) 四級(影片十四)。

### 紐約海萊提 (Halite) 之司特令鹽業公司

司特令公司所開之海萊提鹽鑛，深約 1,150 呎。所採之鹽，亦由裝載三噸之吊籠提上井口，堆於分組鋼寬上。其細者由一組墜下，較粗者由另一組墜下，入於粉碎機，其更較粗硬而能行銷市面者，則降入一曲折斜管，裝車運出。其細者，及經過粉碎機碾細者，均再經過總漏斗，落於三層重疊之搖篩上，最粗者在極上層。

凡不能通過第一層最粗之搖篩者，即由一斜管流至檢鹽檯 (Picking Table) 是為第四號鹽。通過第一層而不能通過第二層者，流至檢鹽帶 (Picking Belt) 是為第三號鹽，所有雜質，即在此時檢出；此第三號及第四號鹽不合於市面銷售，故仍須再行碾碎，由運送機送回漏斗。第二號鹽係能通過一二兩層之搖篩，但未能通過第三層搖篩者。其能通過三層搖篩者為第一號 (No. 1)；普通粗鹽 (C. C.) 及普通細鹽 (C. F.) 之混合鹽。此混合鹽復由轉送帶送至漏斗，由引管墜入更細之密篩。此密篩計分二層，不能通過上層之鹽為第一號；通過上層而不能通過下層者為普通粗鹽 (C. C.)；能通過兩層搖篩者為普通細鹽 (C. F.)。其操作程序見第九圖。

### 密西根地德律鹽業公司

開採——密西根地德律郡之地德律鹽業公司所開之鹽鑛，深達一千零五十呎，下面鹽層厚約二十呎，用「室與柱方法」(Room and Pillar System) 開採，但開採厚度為十六呎，室寬及進口為三十五呎，方柱寬四十呎。鑛井計

分三部分，兩部分用以提鹽，一部分輸入空氣，污濁空氣，則由提鹽井口洩出。  
○全部鑛井為長十八呎，寬九呎，實際之井口狀況為每部長五呎半，寬五呎。  
磨研——提上岩鹽之大塊者，即逕行運至倉庫備銷，小塊及細碎者由鋼籠通過後墜入雙齒之粉碎機；其精細者，則用搖篩分為四級 (No. 2, No. 1, C. C., 及 C. F., 四級)。  
○過大者約佔 70%，於錄除雜質及污穢後，再行經過波汶滾輪碾碎，流入另備之搖篩，分為四級。  
○經過第一層搖篩之粗鹽，係用小形圓磨碾細之後，再分等級。

### 康薩斯州里昂之俾維斯岩鹽公司 (Bevis Rock Salt Co.)

開鑿鑛井方法——俾維斯岩鹽公司之鑛井，係由哲塞·安斯渥斯氏 (Jesse Ainsworth) 設計，於一八九〇年開鑿，鑛井坐落於該公司自有之廣大鹽壩中央，全井分為三部份；兩部份為昇降井道，每井道內長七呎，內寬六呎；一部份為通氣井道，內長七呎，內寬三呎。井口係用水泥及石塊砌成，藉以穩固井口，及上端之井框(第十圖)。上面首段三十呎井腔通過硬質黏土無水之地層，係用 6" × 6" 之松木作成；第二段之井腔為沙泥質，每小時可流出水量五百加侖。適當下層有三百呎之可溶解物質，故必須設法將此水源杜絕，其法係將此處向外展開為長十七呎十吋，寬九呎六吋，以便修築外襯砌及內襯砌，中間填塞阻水物質，如此則井中可免除水患。鑿井工作繼續進行時，暫以橫木繫固之外襯砌，亦隨之下降。角邊係以雙重木條鑄成，每隔十一根並橫插一根 4" × 12" 之橫木。

鑿至深六十呎時，遇有一種暗色泥板岩，內有石灰薄層，必須用手開鑿。由發現此地層之處下掘十呎，井之面積即須展寬，每邊展開四呎，以木料穩固後，再築以水泥成四十五度角。水泥以上設二吋水管八個，穿過木壁，將水引入井中，以使水泥凝固。在此第一層「水泥圈」之下六呎，復築第二層水泥圈。橫木須加厚為 12" × 12"，內襯砌亦增為四吋，後面填以水泥 (第十圖)。

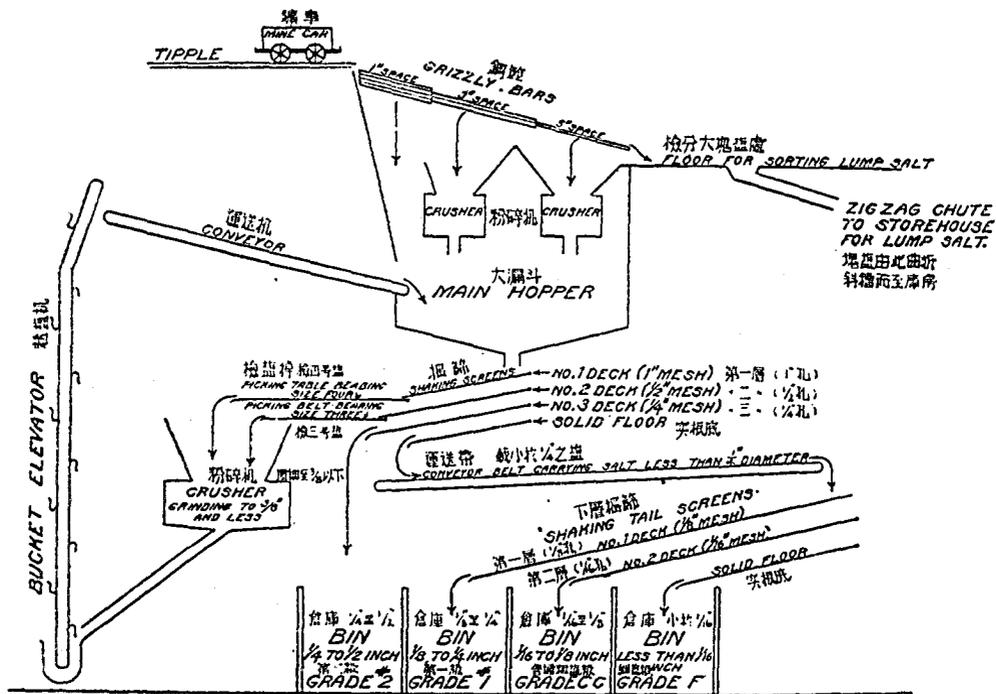


FIGURE 9.—Flow sheet of milling process used in preparing rock salt for market.

圖 (九) 岩鹽供應市場以前之研磨程序圖

所附之洩水管八個，只須通過襯砌，不必過長。連繫襯砌之臨時橫木，亦逐漸更換為固定性之橫木。內外襯砌之間，灌以水泥後，即成為十五吋厚

第十圖  
俾維斯鹽廠鑛井通過有水層  
之開鑿法斷面圖

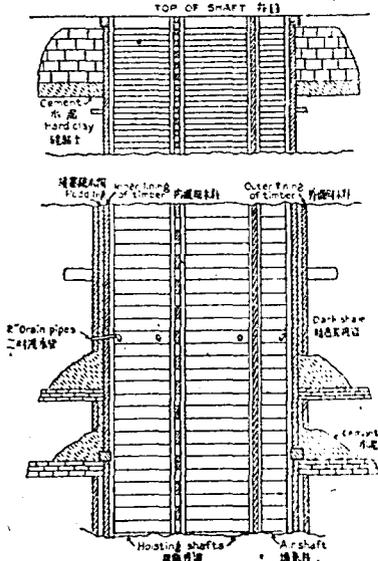


FIGURE 10.—Section showing method of sinking shaft through water-bearing stratum at Bevis salt plant, Lyons, Kans.

之阻水堵矣。井甬如此建造，直至達於含水層以上五呎為止，將水管堵塞，鑛井可以完全乾涸。由此至於井底，均用 4" × 12" 木料，密密連接，沿邊砌成。在鑿至一三〇呎深度時，有一種含水之沙石層，此時則在下面做一水圈，能保存八天至十天之積水。過此以下，則不遭遇水之困難。鑿至鹽層時，鑛井之內部，即須開展至長十七呎，寬八呎八吋，以備遇水時填築內襯砌，及填塞水泥，阻住水路。

計曾鑿通鹽床十四個，經決定開採末層十八呎之鹽床。鑛井總深度為一〇七五呎，最後十呎為存水窖。但在開採十九年期內，據云向未由井下抽水。

**開探** 鑛井之東西各鑿入口，即由此點起始開掘地道及鑛室，每隔五十呎或七十五呎，開闢橫道，與地道成直角。然後開鑿鑛室，柱高十七呎，寬五十呎，不需其他木料支撐，上頂完好，亦無壓岩之虞。

開採鑛室，係用大螺鑽，由空氣壓縮機帶動。先將鑛室下面，鑿深達

三呎半之隙口，孔中填以 20% 硝化甘油炸藥後，用電力同時引火，其爆炸力甚大，一次炸下五百噸之大塊，並非奇蹟。裝入鍊車後，由驢馬拉至井底。

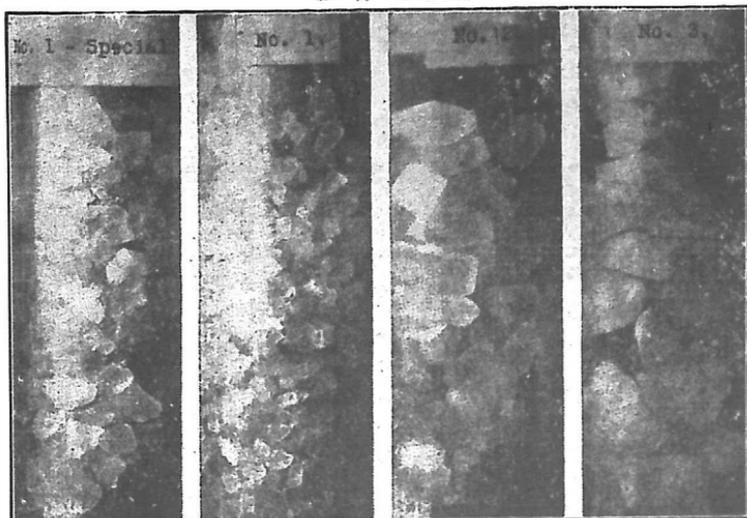
開採之鹽層厚十八呎，無大懸殊，留六吋作為底板，十二吋至十八吋作為頂板，是上頂及地板皆為岩鹽，不虞泥板岩墜落，沾污鹽質。鹽層略向西南方傾斜，但其坡度甚微，工作時如履平地。每年開採面積，為三或四英畝。

磨研——本公司有磨兩具，大量開採時，兩磨同時併用，平時則只用一具，兩磨形式皆同，故僅舉其一。提上之岩鹽，堆於大漏斗內，通過一門，送入齒碾，大塊者由柵欄阻住不得進入，轉向他管通入倉庫。碾過之鹽，再經搖篩，細者即行通過，粗者再經波形滾輪碾細，送至一對搖篩，由此分為四級：大粒，No. 2, No. 3 及 C. F. 四級；C. F. 級即普通細鹽，由起鹽機送入一對碰撞篩，復分為一、七及四等三級，分別入倉；第二及第三級鹽亦入倉，惟大粒者仍須經過碾壓。

C. F. 級（普通細鹽）亦有一小部分先由「塞克倫」“Cyclone”式離心粉碎機碾壓，然後再用旋轉篩篩之，所餘之稍大者，復與普通細鹽及所謂「裝餘細鹽」“Packers' Fine”摻合同入一倉。在習慣上凡在市場不能暢銷之大小顆粒，均碾成「裝餘細鹽」級存倉。

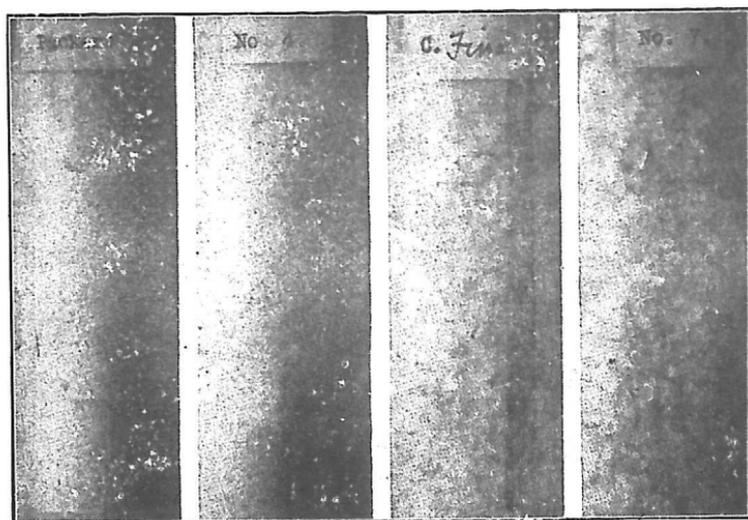
工具——鑛廠計有鍋爐五具，燃料係用柴油，全廠計需六百馬力。碾磨係由一五〇馬力之克利式機 (Corliss Engine) 帶動。

吊鹽工作，係用一利器非耳的式之直線吊鹽機 (Straight Line Litchfield Hoist)，其速度為每分鐘二六五〇呎。滑車輪直徑為八呎，鋼繩直徑  $1\frac{1}{8}$  吋，所用吊筒為平底。氣壓機為因各索爾·撒真提之二重式大號機 (Ingersoll-Sargeant 2 Stage Compressor) 能以供給開鑛機一百磅之壓力。扇風機係十八呎圭伯魯式 (Guibal Type) 風扇，另由一蒸汽機帶動。一日



A. Coarser Grades of Rock Salt Produced in Kansas Rock Salt Mines.  
Grains About Six-Sevenths of Original Size.

甲. 康薩斯州岩鹽礦所產之粗級岩鹽圖示顆粒約為原粒之  $\frac{6}{7}$  大



B. Finer Grades of Rock Salt Produced in the Kansas Rock Salt Mines.  
About Six-Sevenths of Original Size.

乙. 康薩斯州岩鹽礦所產細級岩鹽圖示顆粒約為原粒之  $\frac{6}{7}$  大

鑛產能出鹽一千噸，但每日吊上鹽斤最大數量爲七百噸(第二十四影片)。

### 康薩斯州甘納波利之皇家鹽業公司 (Royal Salt Co.)

皇家鹽業公司 在 埃爾斯渥斯郡 (Ellsworth County) 距 甘納波利 約  $\frac{1}{4}$  哩，其鑛井係在一八九〇年鑿成，在一九一二年曾自深二一〇呎處之盛水圈中提水一次，井下有曾被水沖去岩鹽之處，其井邊之木材，係用支柱維繫，捆紮結實。鑛井計分三部分，寬五呎半，長六呎半之兩部分用以提鹽；寬八呎，長六呎半之一部分輸通空氣。井深八〇三呎，開採之鹽層厚九呎。

開採——南北開兩總門，各寬四十呎，用「三頭並進法」(Three heading System)，各門寬度相同。用氣壓大螺鑽打成九呎孔眼。以 20% 硝化甘油炸藥爆炸，鹽下並不另鑿隙口，即在整鑛上炸下。上頂及地盤均係灰色泥板石，堅韌異常，無需木料支撐。

鹽塊裝入容一噸至一噸半之鑛車，由壓力拽至井底。提至井口時即入磨研。鹽層西南部分尚稱平均，東北則稍傾斜，但坡度不高，並不影響拖拽。

磨研——磨製細鹽，除塊鹽亦照常出售外，計分八級，即特一級，一級，二級，三級，四級，七級，普通細鹽級及裝餘細鹽級。其粒狀如影片 24。

岩鹽堆於磨之上頂成副之鐵條上，其細者可墜至三層搖篩上。大塊者或由輸送機送至倉房，或用 24" × 30" 之有齒滾輪碾碎，再經過銜接之一對齒輪，入於三副搖篩。搖篩狹窄，裝有金屬篩網，與俾維斯鑛所用之寬大裝有打孔之板網不同。搖篩所出之鹽，由起鹽機送入倉房。此外尚有細磨三具，爲應市場之需要，將二級及三級鹽再經此磨研細過篩後存倉，本磨可日出二五〇噸。

工具——本鑛場有裝袋室及大鹽存儲倉各一座。一百馬力燃燒柴油之鍋爐五具；所有昇降機，空氣壓縮機，磨研機，通風機以及抽氣機所需之蒸汽，

均由此項鍋爐供給。升降機（吊鹽機）係瓦爾堪氏（Vulcan Hoist）具有錐形狀態，下口直徑為七呎半，中間直徑為十呎半，由 16" × 18" 之因各索兩一重級式空氣壓縮機（Single Stage Ingersoll Compressor）供給一百磅之壓力。碾磨係用巴克埃·克利式一百馬力機（Buckeye Corliss Engine）帶動，通風機則另有汽機帶動。

康薩斯州甘納波利之晶鹽公司（Crystal Rock Salt Co.）

鹽床——晶鹽公司所工作之鹽層厚為十一呎，上面覆有一層  $\frac{1}{8}$  吋之泥板岩。此現在開採之鹽層距初次發現之鹽層，有一百七十呎之深，由下面附表可知：

晶鹽公司開鑿鑽井時經過鹽層之一段斷面

<u>原 質</u>	<u>厚 度</u> 呎 吋	<u>深 度</u> 呎 吋
由井口至鹽層未紀錄之一段(Unrecorded Strata to top of Salt) .....	(612)	
帶有黑片之鹽，極暗(Salt with Black Flakes, Quite Dark) .....	10	
泥板岩 (Shale) .....	1	11
尙好鹽 (Fair Salt) .....	3	14
鹽與泥板岩混合 (Salt Mixed with Shale)...	4	18
帶土尙好鹽 (Fair Salt with Dirt) .....	6	24
隔離泥板岩 (Parting Shale) .....	0 2	24 2
尙好鹽 (Fair Salt) .....	5	29 2
泥板岩 (Shale) .....	1 6	30 8
鹽與土混雜 (Salt and Dirt Mixed) .....	6	36 8

原 質	厚 度		深 度	
	呎	吋	呎	吋
雜土 (Dirt) .....	0	3	36	11
尙好鹽 (Fair Salt) .....	3	6	40	5
泥板岩 (Shale) .....	0	2	40	7
好鹽 (Good Salt) .....	4		44	7
泥板岩 (Shale) .....	1		45	7
鹽及泥板岩之混合 (Salt and Shale Mixed) .....	4		49	7
尙好鹽 (Fair Salt) .....	4		53	7
黑片與鹽混合 (Black Flakes and Salt Mixed) .....	20		73	7
泥板岩 (Shale) .....	0	8	74	3
污鹽 (Dirty Salt) .....	7		81	3
泥板岩 (Shale) .....	1		82	3
尙好岩 (Fair Salt) .....	3		85	3
泥板岩 (Shale) .....	1	6	86	9
尙好鹽 (Fair Salt) .....	2		88	9
泥板岩 (Shale) .....	2		90	9
污鹽 (Dirty Salt) .....	11		101	9
泥板岩 (Shale) .....	1		102	9
尙好鹽 (Fair Salt) .....	3		105	9
鹽與泥板岩混合 (Salt and Shale Mixed) ...	0	10	106	7
黏土 (Clay) .....	7		113	7
鹽與泥板岩混合 (Salt and Shale Mixed) ...	9		122	7
黑色硬鹽 (Hard Black Salt) .....	0	8	123	3

原 質	原 度		深 原	
	呎	吋	呎	吋
有上下黑條紋之好鹽 (Good Salt with Black Streaks Running Up and Down) ... ..	8		131	3
尙好鹽 (Fair Salt) .....	4		135	3
鹽與泥板岩混合 (Salt and Shale Mixed) ...	1	6	136	9
有暗條紋之尙好鹽 (Fair Salt with Dark Streaks) .....	6		142	9
泥板岩 (Shale) .....	1		143	9
暗鹽 (Dark Salt) .....	7	6	151	3
隔離層 (Parting) ... ..	0	1	151	4
暗鹽 (Dark Salt) .....	1	3	152	7
隔離層 (Parting) .....	0	1	152	8
暗鹽 (Dark Salt) .....	1	6	154	2
好鹽 (Good Salt) .....	3		157	2
黑鹽 (Black Salt).....	0	6	157	8
尙好鹽 (Fair Salt) .....	5	6	163	2
泥板岩 (Shale).....	0	2	163	4
好鹽 (Good Salt) .....	1	8	165	
尙好鹽 (Fair Salt) .....	3		168	
有條紋之黑鹽 (Streaked Black Salt) ;.....	2	6	170	6
鹽(正在開採之鹽層) Salt (now being worked)	11		181	6

上表所示，未足代表鹽層之全量，不過其中之一段而已。該廠於尋覓鉀鹽時，曾另鑿一所謂第三號井，此井較前井深約五十呎。此段地層之情形如下：

品鹽公司第三號井之斷面

原 質	厚 度		深 度	
	呎	吋	呎	吋
泥板岩 (Shale) .....	0	10		
暗鹽 (Dark Salt) .....	5		5	10
泥板岩 (Shale) .....	0	2	6	
暗鹽 (Dark Salt) .....	1	10	7	10
泥板岩 (Shale) .....	0	1	7	11
暗鹽與泥板岩混合 (Dark Salt Mixed with Shale) .....	15		22	11
泥板岩 (Shale) .....	0	1	23	
暗鹽 (Dark Salt) .....	1	4	24	4
泥板岩 (Shale) .....	8		32	4
暗鹽 (Dark Salt) .....	4		36	4
泥板岩 (Shale) .....	0	1	36	5
淡色鹽 (Light-colored Salt) .....	3	6	39	11
泥板岩 (Shale) .....	0	1	40	
淡色鹽 (Light-colored Salt) .....	6	10	46	10

如將現在開採之鹽層十一呎併入計算，共有鹽層及雜於其間之他種地層，其厚度已達二二八呎，但此數僅就上面兩表而言，尚不足以代表實有鹽層之厚度。如將上表所列之尙好鹽，好鹽，汚鹽，及其他物質混合之鹽併計，亦有一八八呎十一吋之厚度，含量實屬豐富。該廠位於 皇家鹽業公司 之西南約 1/4 哩，鑿井係在一九〇七及一九〇八年間鑿成。

**鑿井方法**——鑿井計分三個井道，每井道寬六呎半，長十八呎，兩道爲吊鹽用，一道爲通氣用。在含水沙層之上者，係堅固木材圍砌；其含水沙層部分，則用鍋爐鐵先製成圓桶狀，然後打入，深入下面之黏土層，裹而再撐以木材，以免傾圮。黏土層以下則用堅厚木料密接圍繞。在三百呎深度，復遇含水地層兩處，係用積水閘方法積水，隨時用抽水機宣洩。

此井深爲八百呎，所遇鹽床與皇家鹽業公司者相同，工作未大開展，範圍僅及鑿井以外數百呎。

**開採**——開採方法與皇家公司所用者相同，曾試用電鑽未能成功，遂改用氣壓螺鑽。鑽車載重兩噸，係用人力在鐵軌上推行。

**磨研**——磨研工作亦與皇家公司類似，其主要不同之點爲晶鹽公司之磨，係屬兩具，其吊籠亦係自動堆卸，機件亦較堅實。如遇兩具同時工作，可每日磨鹽六百噸，但在一九一二年，只有一具操作，每日出鹽二百五十噸。

**工具**——鑿場計有裝袋室一所，位於鹽倉之下，此外復有大鹽儲存室一所。一百馬力之燒煤鍋爐三具，在全部開工時，三具同時使用。吊鹽機用克勞弗特直連式筒狀吊鹽機 (Direct-connected Crawford Hoist with Cylindrical Drum)，其速度爲每分鐘二千五百呎。所用氣壓機係單重式，由皮帶引動。電鑽開動係用直流發電機。磨研，氣壓機及發電機，均由蒸汽機帶動。因鑿場開辦未久，尙未裝設通風機。

### 康薩斯岩鹽出售之等級

康薩斯各鐵所產之岩鹽，均磨成同樣等級，名稱亦復相同；計分：一，二，三，四，七，C. F. (即普通細鹽)，裝餘細鹽，及大塊鹽八級。其中銷路最廣者，爲第二級，乃  $1/8$  至  $1/4$  吋直徑之立方小塊，包裝房用作滴水及整理皮革等事，爲用至廣。第一級之顆粒，約如麥粒大小。此級鹽亦用作整理皮革

，製造碳酸鈣及苛性鈣，作成滷水及冷凍劑，並充製造肥皂之原料，第三級鹽係大粒鹽，普通供給冷藏車及其他冷藏之用。第四級鹽與煎製之細鹽相似，畜牧者，製胰公同，玻璃公司，皆樂用之，並供氯化反應爐之用。普通細鹽（C. F.）含有第一級鹽及未經磨細之各級鹽在內，其用途與第一級鹽用途相似。其餘鹽級則係最細之鹽，為普通家用及醃漬豬肉，牛肉之用。大塊岩鹽，可在鑛場購買，售出最重之大塊，甚有至於數千磅者。塊鹽色灰，質堅，大半用飼家畜。

### 格郎德·科特之邁爾斯鹽業公司（Myles Salt Co.）

據地質學家威施氏（Veatch, A. C.）在路州，格郎德·科特地方，於一八九七年發現鹽鑛，邁爾斯鹽業公司即在次年組成。於一八九八年七月選擇接近地皮最近之鹽鑛處，開始鑿井；用十呎長鐵筒，深下一百呎，達於鹽層。至一九〇一年七月，復在筒下橫向成直角開鑿鑛井。至一九〇二年三月，鑿通六百呎，東西各開隧道。井深共為六四五呎。鐵筒探入岩鹽十呎，下面即接以三十五呎之木板條，外面環以一呎厚之水泥，成圓柱形，以杜鯨漏，且隔相當距離，在其底層上，圍以地氈青，碎石等物，高約三呎至五呎，厚約二呎或三呎，以期鞏固。鹽之表面，於充分烤熱後，亦塗以地氈青。在此一三五呎圓柱形下之鑛井，即為十呎之正方形。

開採時係在與鑛之底板平行處先炸下一層，然後由底向上逐漸開採，以免損傷底板。炸下岩鹽，由輕便鐵路用小車載運，拉拽係用畜力。在井底時即用碾碎機磨碎，墜入儲鹽室，然後再用裝載五噸之吊籠提上地面，每四分鐘可往返一次，由一對厚二十呎，長三十呎之吊籠機完成此項工作。鑽孔之動力係用兩具氣壓機供給。空氣流動之送風機，則另由他機轉動，井底之碾碎機，搖篩及地

而上碾磨均用電力，由機器室內之發電機供給。吊籠提上之鹽，先至磨房之最高層碾磨，然後經過大小不同之各式篩，依照市場之需要，分級出售。

第一，二，三，級鹽充作冷凍器，整理生皮，腌魚，腌菜，粘藥及製管業之用。C. (粗) 級及 F. (細) 級鹽用供乾腌肉類，及清理人造牛酪並化學用鹽之需。A 鹽係較第一級者為細，較 C. 級為粗之特級鹽。D 鹽亦係特級，凡碾磨上所殘留之鹽粒，再經粉碎者，皆屬此級。凡需要易於溶化之鹽者，皆購用此級岩鹽。

### 培提特·安斯之阿弗利岩鹽公司 (Avery Salt Mining Co.)

一八六二年五月六日，約翰·阿弗利在路易斯安那州之培提特·安斯發現鹽礦，此為北美發現鹽礦最早之一處。開採之初係就地掘坑，至一八六三年全部毀壞。鑛井係在一八六七年開鑿，八呎見方，深達八十三呎，此後又加深至九十呎，其中之五十八呎為岩鹽層。鑛權幾經轉手，至一八八六年歸於新愛俾利河鹽業公司 (New Iberla Salt Co.)並洽得南太平洋公司利用該公司電力。至一八九六年復歸於阿弗利姓(發現鑛鹽之阿弗利族人)。兩年後即成立阿弗利岩鹽公司，另在舊鑛之西南，開鑿新井。據哈利斯氏 (Harris, G. D.)稱：該鑛井深為五一八呎，長二十一呎，寬十呎，計分三部分，二部用作吊鹽，一部疏通空氣。下面鑛道寬三十呎，成正直角向兩方面鑿進。所留支撐方柱，係三十呎正方。

採得岩鹽由輕便鐵路小車載運，由驛馬拉至井底後，連車吊上地面，用人工卸下。碾碎工作係在地面上與格蘭德·科特之在井下施工不同。初步碾碎後，再經細磨，過篩，並將鹽粉剔除，以免潮解黏合鹽粒。所製之各級鹽粒及用途均與格蘭德·科特無大差別。

## 附 錄

### 關於製鹽業之有用表格

下列各表，供研究鹽液者以有用之數字，極有價值，爲製鹽家必不可少者。

- (一) 氯化鎂及其他鹽類之溶解度。
- (二) 不同濃度海水所含之氯量，鹽度及比重。
- (三) 鹹溶液中常有之元素原子量。
- (四) 由根換算化合物之係數。
- (五) 鹽溶液之換算表。

氯化鈉及其他鹽類之溶解度 (a)

鹽 類	溫 度	無結晶水之純粹化合物	
		100 公分水 內之溶解量	100C.溶液 內之溶解量
	°C	公 分	公 分
氯化鈉 (NaCl) .....	0	35.7	.....
	10	35.8	.....
	25	36.12	.....
	50	37.0	.....
	100	39.8	.....
硫酸鈉 (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O) .....	0	5.0	.....
	25	28.0	.....
硫酸鈉 (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O) .....	0	19.5	.....
	25	53.0	.....
溴化鈉 (NaBr) .....	0	66.0	.....
	20	77.0	.....
碘化鈉 (NaI · 2H <sub>2</sub> O) .....	0	158.7	.....
	25	184.2	.....
氯化鉀 (KCl) .....	0	27.6	.....
	25	35.5	.....
硫酸鉀 (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	0	7.35	.....
	25	10.75	.....
溴化鉀 (KBr) .....	0	53.5	.....
	25	67.7	.....
碘化鉀 (KI) .....	0	127.5	.....
	25	148.0	.....
氯化鈣 (CaCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O) .....	0	59.5	.....
	20	91.0	.....
硫酸鈣 (CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O) .....	0	.....	0.1759
	25	.....	0.2080
	25	.....	(b) 0.426
	25	.....	(c) 0.569
	25	.....	(d) 0.1620
	25	.....	(e) 0.1471
	26	.....	(f) 0.666
	26	.....	(g) 0.650
硫酸鎂 (MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O) .....	0	26.9	.....
	25	38.5	.....
氯化鎂 (MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O) .....	0	52.8	.....
	25	56.7	.....
溴化鎂 (MgBr <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O) .....	0	91.9	.....
	25	97.6	.....
碘化鎂 (MgI <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O) .....	25	.....	(h) 54.4

- (a) 賽德爾阿志存氏 “溶解性手冊” (Seidell, Atherton, Hand-book of Solubilities)
- (b) 溶液中每公升含有 8.5 公分之氯化鎂  $MgCl_2$
- (c) 溶液中每公升含有 19.8 公分之氯化鎂  $MgCl_2$
- (d) 溶液中每公升含有 3.2 公分之硫酸鎂  $MgSO_4$
- (e) 溶液中每公升含有 10.64 公分之硫酸鎂  $MgSO_4$
- (f) 溶液中每公升含有 91.15 公分之氯化鈉  $NaCl$
- (g) 溶液中每公升含有 264.17 公分之氯化鈉  $NaCl$
- (h) 在 100 公分之水溶液內溶解

(二) 不同濃度海水之含氮量,鹽度,比重

每公升含氮	每公升鹽度	比 ( $0/4^{\circ}$ ) <sup>重</sup>	每公升含氮	每公升鹽度	比 ( $0/4^{\circ}$ ) <sup>重</sup>
公分	公分		公分	公分	
1.00	1.84	1.00140	19.65	35.50	1.02853
2.00	3.64	1.00287	19.70	35.59	1.02860
3.00	5.45	1.00433	19.75	35.68	1.02867
4.00	7.25	1.00579	19.80	35.77	1.02875
5.00	9.06	1.00725	19.85	35.86	1.02882
6.00	10.86	1.00871	19.90	35.95	1.02889
7.00	12.67	1.01016	19.95	36.04	1.02896
8.00	14.47	1.01162	20.00	36.13	1.02904
9.00	16.28	1.01307	20.10	36.31	1.02918
10.00	18.08	1.01462	20.20	36.49	1.02933
11.00	19.89	1.01607	20.30	36.67	1.02947
12.00	21.69	1.01742	20.40	36.85	1.02962
13.00	23.50	1.01887	20.50	37.03	1.02977
14.00	25.30	1.02032	20.60	37.21	1.02991
15.00	27.11	1.02177	20.70	37.39	1.03006
16.00	28.91	1.02322	20.80	37.57	1.03020
17.00	30.72	1.02468	20.90	37.75	1.03035
18.00	32.52	1.02613	21.00	37.94	1.03049
19.00	34.33	1.02758	21.50	38.84	1.03122
19.10	34.51	1.02773	22.00	39.74	1.03195
19.20	34.69	1.02787	22.50	40.64	1.03268
19.30	34.87	1.02802	23.00	41.55	1.03341
19.40	35.05	1.02816			
19.50	35.23	1.02831			
19.60	35.41	1.02846			

(三) 鹹溶液中常有元素原子量

元 素	符 號	原 子 量	元 素	符 號	原 子 量
鋁	Al	27.1	鎂	Mg	24.32
硼	B	11.0	氧	O	16.00
溴	Br	79.92	磷	P	31.04
鈣	Ca	40.07	鉀	K	39.10
碳	C	12.00	矽	Si	28.30
氯	Cl	35.46	鈉	Na	23.00
碘	I	126.92	硫	S	32.07
鐵	Fe	55.84			

(四) 由根換算化合物之係數

根	化合物	係數	根	化合物	係數
Na .....	NaCl	2.538	Cl .....	NaCl	1.650
	Na <sub>2</sub> O	1.347		KCl	2.103
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3.034		MgCl <sub>2</sub>	1.342
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	6.992		MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	2.867
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	5.820		CaCl <sub>2</sub>	1.565
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2.301		CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	3.090
	NaHCO <sub>3</sub>	3.647	Br .....	NaBr	1.288
	NaI	6.502		NaBr·2H <sub>2</sub> O	1.789
	NaI·2H <sub>2</sub> O	8.066		KBr	1.489
	NaBr	4.469		MgBr <sub>2</sub>	1.152
	NaBr·2H <sub>2</sub> O	6.036		MgBr <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1.828
				CaBr <sub>2</sub>	1.251
K .....	KCl	1.906	I .....	NaI	1.182
	K <sub>2</sub> O	1.204		NaI·2H <sub>2</sub> O	1.466
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.228		KI	1.308
	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.767		MgI <sub>2</sub>	1.096
	KHCO <sub>3</sub>	2.560		MgI <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	1.664
	KI	4.243		CaI <sub>2</sub>	1.158
	KBr	3.044			
Mg .....	MgCl <sub>2</sub>	3.920	SO <sub>4</sub> ...	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.480
	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	8.376		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	3.355
	MgO	1.659		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	2.792
	MgSO <sub>4</sub>	4.958		K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.814
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	10.151		MgSO <sub>4</sub>	1.253
	MgCO <sub>3</sub>	3.471		MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	2.565
	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6.028		CaSO <sub>4</sub>	1.417
	MgI <sub>2</sub>	11.449		CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1.792
	MgI <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	17.385	CO <sub>3</sub> ...	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.768
	MgBr <sub>2</sub>	7.586		K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2.304
	MgBr <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	12.035		CaCO <sub>3</sub>	1.668
				MgCO <sub>3</sub>	1.405
Ca .....	CaCl <sub>2</sub>	2.769	HCO <sub>3</sub> ...	NaHCO <sub>3</sub>	1.378
	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	5.467		KHCO <sub>3</sub>	1.641
	CaO	1.399		Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1.199
	CaSO <sub>4</sub>	3.398		Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1.328
	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	4.297			
	CaCO <sub>3</sub>	2.498			
	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4.045			
	CaI <sub>2</sub>	7.331			
	CaBr <sub>2</sub>	4.990			





(五) 鹽溶液之換算表 (續)

鹽度表	波美氏表	比 重	鹽之百分率	此種之(一磅)水每加侖	每(七磅)水每加侖	每(一磅)水每加侖	生耳之數 產鹽加 浦需加 式要侖	生耳去 產鹽水 浦養血 式發	生鹽每磅 產所數按水 一器(能計) 浦用每發 式每磅 耳之磅六	每二磅耳 每半量 一磅(浦 一)產式
43	11.18	1.079	11.395	8.989	1.024	54.66	435.44	72.57	27.588	
44	11.44	1.081	11.660	9.005	1.050	53.32	424.27	70.71	28.283	
45	11.70	1.083	11.925	9.022	1.075	52.04	413.60	68.93	29.013	
46	11.96	1.085	12.190	9.039	1.101	50.82	403.89	67.23	29.747	
47	12.22	1.087	12.455	9.055	1.127	49.64	393.61	65.60	30.486	
48	12.48	1.089	12.720	9.072	1.154	48.52	384.25	64.04	31.229	
49	12.74	1.091	12.985	9.089	1.180	47.44	375.26	62.54	31.977	
50	13.00	1.093	13.250	9.105	1.206	46.41	366.64	61.10	32.729	
51	13.26	1.095	13.515	9.122	1.232	45.42	358.34	59.72	33.487	
52	13.52	1.097	13.780	9.139	1.259	44.46	350.38	58.39	34.247	
53	13.78	1.100	14.045	9.164	1.287	43.50	342.71	57.14	35.015	
54	14.04	1.102	14.310	9.180	1.313	42.62	335.35	55.89	35.783	
55	14.30	1.104	14.575	9.197	1.340	41.77	328.21	54.70	36.560	
56	14.56	1.106	14.840	9.214	1.367	40.95	321.35	53.55	37.341	
57	14.82	1.108	15.105	9.230	1.394	40.16	314.74	52.45	38.126	
58	15.08	1.110	15.370	9.247	1.421	39.39	308.34	51.39	38.917	
59	15.34	1.112	15.635	9.264	1.448	38.66	302.17	50.36	39.712	
60	15.60	1.114	15.900	9.280	1.475	37.94	296.21	49.36	40.512	
61	15.86	1.116	16.165	9.297	1.502	37.26	290.43	48.40	41.317	
62	16.12	1.118	16.430	9.314	1.530	36.59	284.84	47.47	42.129	
63	16.38	1.121	16.695	9.339	1.559	35.91	279.42	46.57	42.945	

(五) 鹽溶液之換算表 (續)

鹽度表	波美氏表	比重	應之百分率	此種(七磅)油磅十水數克每重冷加量爲	一加立中數而方所(二)時令(三)之	生耳之數產鹽滴式要命	生耳去一所水式殺	生鹽磅按水產所數按水一箱(能計)用每泰發式煤一發耳之磅六	每一磅耳(煤手重)一(噸)油(產式)
64	16.64	1.123	16.960	9.355	1.586	35.29	274.18	45.69	43.765
65	16.90	1.125	17.225	9.372	1.614	34.68	269.10	44.85	44.591
66	17.16	1.127	17.490	9.389	1.642	34.10	264.18	44.03	45.423
67	17.42	1.129	17.755	9.405	1.670	33.53	259.40	43.23	46.250
68	17.68	1.131	18.020	9.422	1.697	32.98	254.76	42.46	47.102
69	17.94	1.133	18.285	9.439	1.725	32.44	250.26	41.71	47.949
70	18.20	1.136	18.550	9.464	1.755	31.89	245.88	40.98	48.802
71	18.46	1.138	18.815	9.480	1.783	31.39	241.63	40.27	49.662
72	18.72	1.140	19.080	9.497	1.812	30.90	237.50	39.58	50.526
73	18.98	1.142	19.345	9.514	1.840	30.42	233.47	38.91	51.397
74	19.24	1.144	19.610	9.530	1.868	29.96	229.56	38.26	52.272
75	19.50	1.147	19.875	9.555	1.899	29.48	225.76	37.62	53.153
76	19.76	1.149	20.140	9.572	1.927	29.04	222.05	37.00	54.041
77	20.02	1.151	20.405	9.580	1.956	28.62	218.44	36.40	54.934
78	20.28	1.154	20.670	9.614	1.987	28.17	214.92	35.82	55.834
79	20.54	1.156	20.935	9.630	2.016	27.77	211.49	35.24	56.739
80	20.80	1.158	21.200	9.647	2.045	27.38	208.14	34.69	57.650
81	21.06	1.160	21.465	9.664	2.074	26.99	204.88	34.14	58.568
82	21.32	1.163	21.730	9.683	2.105	26.59	201.70	33.61	59.471
83	21.58	1.165	21.995	9.705	2.134	26.23	198.60	33.10	60.421
84	21.84	1.167	22.260	9.722	2.164	25.87	195.57	32.59	61.359

(五) 鹽溶液之換算表 (續)

鹽度表	波美氏表	比 重	鹽之百分率	此種(七磅)水數克每加侖爲	每一水磅加立中數(二)向含鹽三磅之	生耳之數產鹽滿一磅需加式委命	生耳之產鹽一磅需加式委命	生鹽磅以磅產所需(能計)一磅用每磅式煤一發耳之磅六	煤每耳一子(噸)式(二)產式
85	22.10	1.170	22.525	9.747	2.195	25.50	192.61	32.10	62.301
86	22.36	1.172	22.790	9.764	2.225	25.16	189.72	31.62	63.250
87	22.62	1.175	23.055	9.780	2.256	24.81	186.89	31.14	64.206
88	22.88	1.177	23.320	9.805	2.286	24.48	184.13	30.68	65.168
89	23.14	1.179	23.585	9.822	2.316	24.17	181.44	30.24	66.137
90	23.40	1.182	23.850	9.847	2.348	23.84	178.89	29.80	67.113
91	23.66	1.184	24.115	9.864	2.378	23.54	176.22	29.37	68.096
92	23.92	1.186	24.380	9.880	2.408	23.24	173.69	28.94	69.085
93	24.18	1.189	24.645	9.905	2.441	22.93	171.22	28.53	70.086
94	24.44	1.191	24.910	9.922	2.471	22.65	168.80	28.13	71.086
95	24.70	1.194	25.175	9.947	2.504	22.36	166.44	27.73	72.105
96	24.96	1.196	25.440	9.964	2.534	22.00	164.12	27.35	73.114
97	25.22	1.198	25.705	9.980	2.565	21.82	161.85	26.97	74.140
98	25.48	1.201	25.970	10.005	2.598	21.55	159.63	26.60	75.172
99	25.74	1.203	26.235	10.022	2.629	21.29	157.45	26.24	76.212
100	26.00	1.205	26.500	10.039	2.660	21.04	155.32	25.88	77.259

## 勘 誤 表

<u>頁</u>	<u>行</u>	<u>誤</u>	<u>正</u>
5	14	氯化鎂	氯化鈣
5	22	氯化鈣	氯化鈣
8	3	<u>陶 森</u>	<u>陶 森</u>
9	4	硫酸鈣苛性鈉	硫酸鈉，苛性鈉
10	1	愛達荷	<u>愛達荷</u>
11	20	Lahowtan	Lahontan
12	18	<u>累造夫</u>	<u>累造夫</u>
12	19	-9×12	-9×12
14	3	造粒池 (grainer)	造粒池 (grainer),
14	8	蜿 蜒	蜿 蜒
17	9	<u>盧丁屯</u>	<u>盧丁屯</u>
20	7	Sammit	Summit
30	9	<u>布拉德福德深井公司</u>	<u>布拉德福德深井公司</u>
30	14	Washington	Washington
32	1	厚 質	原 質
33	17	Nebraske	Nebraska
38	14	<u>哈利斯</u>	<u>哈利斯</u>
39	7	Frestone	Freestone
42	8	砂	鹽
42	15	(Anderson County)	(Anderson County),
47	15	<u>巴蘭</u> , (Parran)	, <u>巴蘭</u> (Parran)
49	14	<u>布雷克</u>	<u>布雷克</u>
49	15	<u>雅瓦拜</u>	<u>雅瓦拜</u>
50	2	(Saltair)	(Saltair) o
51	22	日晒鹽	日晒鹽
52	13	Clousa	Colusa
53	18	年來已有近自	近年來已有自
56	1	Humboltd	Humboldt
56	12	Andersons Spring's	Anderson's Springs

勘 誤 表 (續)

<u>頁</u>	<u>行</u>	<u>誤</u>	<u>正</u>
61	3	舊金山	舊金山
63	4	最容初納	最初容納
63	20	結晶所佔之池	結晶池所佔之
71	10	拜 察	拜 察
80	18	Kano	Kans.
89	19	各部分出之熱水	各部分流出之熱水
89	20	與流造粒池	與造粒池
93	9	(Br <sub>2</sub> )	(Br)
100	18	放入造粒池	放入造粒池○
105	15	「澳砂金石」	「澳砂金石」(
106	16	Vesta	Vista
111	18	筒 易	簡 易
116	5	俄亥俄	俄亥俄
126	18	間 題	間 題
127	15	Lellie	Lillie
130	22	扣 魯	扣 魯
136	10	需 與	當 與
138	20	之以充作	之以充作
143	4	括 洗	刮 洗
144	11	Gacat	Groat
149	20	開 探	開 採
153	13	尙好岩	尙好鹽

# 美國製鹽工業

(鹽業叢書第二種)

版權所有 翻印必究

原著者      W. C. Phalen.  
譯述者      中國鹽業股份有限公司  
                 資料室主任黃銘琳  
發行者      中國鹽業股份有限公司  
定價      每部金圓叁元

民國三十七年十一月初版

