

礦產普查勘探叢書

錳

阿瓦利安尼著

地質出版社

礦產普查勘探叢書

錳

地質出版社

本書係根據蘇聯地質部礦物原料研究所主編的“產地在普查勘探時的評價叢書”(Оценка месторождений при поисках и разведках)第14冊“錳”(Марганец)譯出的。爲簡便起見，我們簡稱“礦產普查勘探叢書”。本書作者是阿瓦利安尼(Г. А. Авалиани)。蘇聯國立地質書籍出版社(Госгеоиздат)1955年出版。

全書共拾萬餘字，是蘇聯這礦地質勘探工作豐富經驗的積累。由地質部編譯室翻譯。

礦產普查勘探叢書 第三號

書號0040

錳

100千字

著 者 阿 瓦 利 安 尼

譯 者 中 央 地 質 部 編 譯 室

出 版 者 地 質 出 版 社

北京安定門外六鋪炕

經 售 者 新 華 書 店

印 刷 者 北 京 市 印 刷 一 廠

印 數(京)1—8,000 一九五四年二月北京第一版

定 價 9000元 一九五四年二月第一次印刷

原 序

本書是工作方法叢書之一。所謂工作方法，係指在評價最主要礦產產地時所積累起來的經驗的系統化。本叢書編輯的目的是專供地質工作者在初次遇到評價新資源問題時之用。

地質工作者對礦產產地進行評價的內容包括：確定礦產的質量、儲量，以及勘探和開採的條件。因對礦床研究的程度不同，評價可分為：（1）遠景評價，其任務是確定產地作為普查和勘探對象的價值；（2）工業評價，此種評價是根據勘探工作的結果來進行，並須向開採和原料加工的企業提供設計資料。

在設計過程中必須做經濟核算。而計算所用的原始地質資料，就應當在勘探時獲得。所以本書所談到的經濟數據，僅僅作為設計時的方向，不能認為是最後的決定。

由於自然現象千差萬別，礦床特性各不相同，無從提供一套現成的評價方案。因此，方法問題是本書的主要內容，而解決此等問題之例證，均取之於我們祖國豐富的實際工作中。

由於涉及的問題過於複雜，用來說明各種方法的材料範圍又十分廣泛，個別的缺點和不够的地方在所難免。

編者希望讀者能通知我們書中所存在的缺點，以便再版時予以更正。

目 錄

原 序

第一篇 概 論

第一章 錳在世界經濟和蘇聯國民經濟中的意義	(1)
工業上使用錳礦的經過	(1)
錳的主要消費部門及世界產量	(2)
蘇聯的錳礦基地	(3)
第二章 錳化合物的物理化學性質和礦物特點簡述	(6)
錳的化學性質及物理性質	(6)
錳的主要成礦礦物	(6)
第三章 工業錳礦石的類型、在工業上的用途及對它們的 要求	(12)
工業錳礦石的主要類型	(12)
各種工業類型的錳礦石、鐵錳礦石和含錳鐵礦石的礦物化學的 特性	(13)
錳礦石	(13)
鐵錳礦石及含錳鐵礦石	(17)
工業上對錳礦石的要求	(17)
冶金工業上的要求	(17)
冶金用礦石的分類	(24)
化學工業上的要求	(34)
第四章 錳礦床形成條件	(37)
錳的一般地球化學特徵	(37)
錳礦的形成	(41)
熱液礦床	(42)
風化礦床	(44)

沉積礦床.....	(49)
受變質礦床.....	(56)
錳礦的成因分類、成礦時期和成礦區域.....	(58)

第二篇 錳礦床的評價

一、含錳地區的遠景評價

第一章 含錳地區遠景評價的地質標誌.....	(60)
概述.....	(60)
沉積礦床.....	(60)
受變質礦床.....	(63)
錳礦氧化帶.....	(64)
第二章 有關礦區遠景評價的地質測量工作和其他工作.....	(66)
概述.....	(66)
地質測量.....	(67)
地球物理方法和構造鑽探.....	(69)

二、錳礦床的遠景評價

第一章 錳礦床遠景評價時的地質普查工作.....	(71)
概述.....	(71)
詳細地質測量的主要任務.....	(72)
普查工作略述.....	(74)
礦體露頭的揭露、研究和評價.....	(75)
金屬測量.....	(76)
基準鑽探.....	(78)
第二章 地球物理方法在普查和勘探錳礦時的作用.....	(80)
第三章 初步勘探.....	(83)

三、錳礦床的工業評價

第一章 地質詳細勘探工作的主要任務.....	(86)
大比例尺詳細地質測量的任務.....	(86)
礦床詳細勘探任務.....	(88)

根據形態特徵的礦床分類.....	(90)
各類礦床的勘探要求.....	(90)
第一類礦床.....	(91)
第二類礦床.....	(93)
第三類礦床.....	(94)
第二章 錳礦石的取樣及質量研究	(97)
概述.....	(97)
化學取樣.....	(98)
樣品加工.....	(100)
合組樣品.....	(101)
樣品化學分析.....	(102)
礦石的物理性質鑑定.....	(106)
體重測定.....	(106)
濕度測定.....	(107)
機械分析.....	(107)
工業技術樣品的取樣工作.....	(108)
第三章 選礦、水文地質和勘探坑道地質編錄的問題	(110)
選礦問題.....	(110)
水文地質問題.....	(111)
勘探坑道編錄.....	(113)
第四章 錳礦儲量計算和分類	(115)
錳礦儲量分類.....	(115)
各類礦床的儲量計算和分類法.....	(119)
第五章 錳礦遠景和工業評價的最重要的技術經濟指標	(126)
參考文獻	(132)
附錄	(136)

第一篇 概 論^①

第一章

錳在世界經濟和蘇聯國民經濟中的意義

工業上使用錳礦的經過

現在在工業上所用的黑色金屬中，除了鐵以外，錳是最重要的。還在古代的時候，人們就知道了錳礦，但是直到上世紀以前還沒有廣泛地應用，因為那時人們還不了解錳的最重要的特性。

只是在上世紀後半期，發明了用貝式爐和馬丁爐煉鋼的方法，因而引起了煉鐵工業的重大改革以後，才大規模需要錳礦。這時也發現了錳在冶金上的貴重的特性：能使鋼脫氧，製鋼的合金。

從這時起，錳成了大多數鋼中不可少的成分，也成了某些特種生鐵中必要的成分。這時，在其他工業部門中錳也被廣泛應用起來了。

冶鐵工業的大規模發展，自然引起了錳消耗量的增加。革命前俄國於十九世紀末葉在奇阿圖拉（1879年）開始大規模開採錳礦；以後在尼科波爾（1886年）；再後（九十年代）在烏拉爾也相繼開採。印度及巴西的錳礦大約也是在這個時候開始開採的。至於非洲錳礦的開採已在二十世紀——黃金海岸（Золотой Берег）1914年開始，坡斯特馬斯堡1929年開始。

現在，除了上述幾個優質礦的重要產地外，在各國（澳大利亞、烏拉圭、厄瓜多爾、埃及、摩洛哥、古巴等）還開採着許多小

^①第一章及第三章中“工業上對錳礦石的要求”一節是地質工程師多利則（Д. До-
лидзе）寫的。

礦床，但大多數是貧錳礦礦床。

錳的主要消費部門及世界產量

錳礦的主要消費部門是黑色冶金工業。現在用在這方面的約佔世界產量的90—95%，其餘的5—10%用於化學工業及其他工業部門。

在現代冶金中，錳的消耗量平均約為所煉鋼量的1%。資本主義國家中消費錳礦量最大的是美國、英國、法國、比利時、盧森堡等。戰前最大的消費者是德國和日本。上述各國幾乎都沒有自己的優質錳礦資源。所以它們或者是不得不輸入錳礦，或者只好用昂貴的方法將自己的劣質礦進行選礦。

國外產錳最主要的國家有印度、巴西、中非的黃金海岸和南非聯邦（約佔資本主義國家中錳總產量的85%）。埃及、摩洛哥、古巴等國就差多了，只產含錳30%以下的劣質礦。最近幾年中，在厄瓜多爾、烏拉圭和澳大利亞發現了新礦床。

國外擁有大量錳礦的國家本身都沒有甚麼大的冶金工業，而將自己開採的錳礦幾乎全部出口到美國和歐洲。

在國外，錳礦資源分佈極不平均。實際上，資本主義國家中錳的開採差不多全控制在英國和美國手中。

表1中列有近二十年來各主要產錳國家的錳礦產量。

第二次世界大戰的年代中，由於海運的困難，一些資本主義國家會不得不開始開採自己的貧錳礦礦床。戰爭結束後，因為不贏利，在大多數國家中就停止了錳礦的開採。

因錳礦石質量不同以及市場行情的變化，錳礦石的價格在世界市場上變動很大。戰前在美國冶金用的礦石每噸百分(тонно-процент)值30—50分(цент)。化學用礦石就貴得多，每噸百分達70分。最近，在世界市場上冶金用錳礦石的平均價格每噸百分為60—

國外各國錳礦產量情況表(千噸)

表1

年代	印度	黃海 金岸	南聯 非邦	巴 西	日 本	古 巴	美 國	德 國	摩 洛 哥	埃 及	智 利
1939	1010	415	9	516	18	10	61	205	—	193	3
1939	916	51	—	57	26	10	18	43	—	0.5	1
1935	653	458	95	43	73	35	27	171	—	87	4
1936	827	418	358	156	68	48	53	191	—	155	5
1937	1069	555	653	254	68	151	41	209	79	188	15
1938	984	408	553	506	68	124	26	—	87	155	20
1939	858	588	430	258	68	102	50	—	75	130	13
1940	888	445	413	315	163	120	41	—	105	65	46
1941	793	499	446	475	195	251	77	—	51	2	47
1942	769	691	394	306	254	249	75	—	44	8	71
1943	605	534	219	275	543	511	186	—	49	7	114
1944	576	479	107	204	401	258	235	—	28	0.05	44
1945	314	715	115	245	86	298	165	—	45	0.04	7
1946	257	721	334	149	29	251	150	—	57	0.02	16
1947	459	599	388	142	35	50	119	—	114	0.05	19
1948	475	640	376	141	48	52	119	—	214	60	20
1949	553	286①	655	—	95	54	114	—	233	155	—

①1—5月的出口量。

65分(錳的最低品位43%)。出自印度和南美的礦石較便宜——50—51分。1944年每噸百分冶金用錳礦石的市場價格漲到80—81分。1949年初，錳礦石每噸百分為70.6—72.6分，年底又漲到83.8分。

蘇聯的錳礦基地

蘇聯是唯一的自己具有大量優質錳礦石的工業國。按開採量來說它也居於首位。

革命前俄國的冶金工業不發達，因此國內錳的消費量也非常小。但是那時錳的出口已佔重要地位(表2)。

在帝國主義大戰和國內戰爭時期，俄國的錳礦產量急劇下降。

當時開採錳礦的主要是外國資本家，並且停留在很低的技術水平上。只在南方的兩個礦床——奇阿圖拉和尼科波爾進行了開採。其他的區域（烏拉爾、西伯利亞西部）沒進行系統地開採。

革命前各主要產錳國的產量

表2

(1903—1913年)

單 位	世界 產量	其 中			
		俄 國	印 度	巴 西	其餘各國
千 噸	17875.3	7716.2	6380.1	2105.8	1671.2
%	100.0	43.1	35.7	11.8	9.4

在斯大林五年計劃年代中，蘇維埃錳礦工業有了飛躍的發展，無論產量或消費量都劇烈增長。蘇聯錳礦的出口量也大大增加，到達了很大數量。

現在蘇聯有許多錳礦床，其中按儲量和質量來說最重要的有格魯吉亞的奇阿圖拉礦和烏克蘭的尼科波爾礦。這兩個都屬於世界上最大的礦床之列，交通方便，距蘇聯南方的冶金工廠不遠。離海港近，造成了錳出口的特別便利條件。此外，在蘇聯東部各區也有許多錳礦床，其礦石比較貧。又由於有較大的奇阿圖拉和尼科波爾基地，就長時間沒有動用它們。爲了減少遠距離運輸，1939年聯共（布）黨十八次代表大會通過了在烏拉爾和西伯利亞發展開採錳礦的工業，以便停止從南方供給這些礦石的決議。

在偉大衛國戰爭時期，因爲尼科波爾錳礦區暫時被德國法西斯侵略者佔領了，而用奇阿圖拉的礦石供給東方各區的冶金工業又有很大困難，所以就開始詳細調查並開採烏拉爾、西伯利亞和哈薩克的錳礦床。

地質學家、冶金學家和選礦專家聯合工作的結果，找到了在黑色冶金上利用各種錳礦原料的新方法。

偉大衛國戰爭結束後，也並未減緩這些工作進行的速度。

戰後發展冶金工業要每年生產六千萬噸鋼、五千萬噸生鐵的偉大計劃，爲了使原料產地與消費部門相距最近，提出了進一步發現並開採新礦床的任務。

第二章

錳化合物的物理化學性質和礦物特點簡述

錳的化學性質及物理性質

錳是門得雷耶夫週期表中第七族的化學元素，原子量 54.93，只有在隕石中才見到其成原子狀態存在。在一般自然條件下成為下列氧化物： MnO 、 Mn_2O_3 、 Mn_3O_4 和 MnO_2 。

低價氧化物 MnO 及 Mn_2O_3 為基性的，二氧化錳為中性的，所以此元素也叫做半金屬（металло-металлоид）元素。在礦物中主要的是二價和四價的錳。

與炭或鋁一起加熱使錳的氧化物還原，能得到金屬錳。金屬錳為堅硬而相當脆的金屬，帶閃光，色淺灰，微帶淺紅色，外觀像鐵。

金屬錳在潮濕空氣中易氧化，易與其他金屬化合，溶於稀酸，溶點 1245° ，比重7.3，原子半徑 $1.30\text{\AA}$ 。

錳的氧化物的顏色不同：含 MnO ，可使物質為粉紅色，有時為暗綠色； Mn_2O_3 ——黃色及淺棕紅色； MnO_2 ——棕黑色。

按其化學性質及地球化學的特徵，錳與鐵最相近，鐵在化學元素週期表中與錳並列。

錳的主要成礦礦物

在自然界遇到的錳礦物非常多（150種以上），但是其中只是少數才有工業價值，也就是說，才構成錳的礦石。

最重要的，同時也是分佈最廣的有工業價值的礦物是錳的氧化物：氧化錳（закись MnO ）、四氧化三錳（закись-окись Mn_3O_4 ）、三

氧化二錳(закись-двуокись $MnMnO_3$)及二氧化錳(двуокись MnO_2)。在外生條件下，最穩定的是二氧化錳，所以在地表上分佈最廣的是含四價錳的礦物，如：軟錳礦、硬錳礦及偏錳酸礦。

最近，在蘇聯的許多錳礦中找到了分佈很廣的碳酸鹽錳礦石，主要為錳方解石、鈣菱錳礦(кальциевый родохрозит)及它們的類質同像混合物。碳酸鹽礦石在野外很難辨認出來，常常被當為普通的泥灰石或石灰岩。

錳的矽酸鹽化合物分佈較少，做為工業礦物用是次要的。

錳的硫化物有時與其他硫化物(鋅、鉛等的硫化物)共生，沒有實用價值。

下面表中是最重要的錳礦物(表 3、4)(文獻 6、7)。

最 常 見 的 錳

次序	礦物名稱	化 學 分 子 式	含 錳 量③ %	晶 系
1	軟 錳 礦 (黝錳礦)	MnO_2	$\frac{63.2}{55-65}$	正方
2	褐 錳 礦	Mn_2O_3 或 $Mn^{++}Mn^{+++}O_3$, $MnO-44.8\%$, $MnO_2-55.2\%$, 常含 SiO_2	$\frac{69.6}{60-69}$	正方
3	黑 錳 礦	M_3O_4 或 $MnMn_2O_4$, $MnO-58\%$, $MnO_2-42\%$	$\frac{72.0}{65-73}$	正方
4	水 錳 礦	$MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$ 或 $Mn^{++}Mn^{+++}O_3(OH)_2$ $MnO 40.4\%$, $MnO_2 49.4\%$ $H_2O 10.2\%$	$\frac{63.4}{60-62}$	單斜
5	偏錳酸鹽①	$MnO_2 \cdot nH_2O$ MnO_2 70—82% H_2O 8—12%	$\frac{-}{40-45}$	膠體
6	硬 錳 礦②	$mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$ MnO 8—25%, MnO_2 60—80% H_2O 4—6%	$\frac{-}{35-60}$	斜方
7	鈣硬錳礦 (рансьонит- кальцовый псиломелан)	$m(Mn,Ca)O \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$ CaO 9%以下, H_2O 12—15%	$\frac{-}{30-55}$	
8	菱 錳 礦①	$MnCO_3$ MnO 61.7%, CO_2 38.3%	$\frac{47.8}{40-45}$	三方
9	錳方解石	$(Ca,Mn)CO_3$	20—35以下	三方
10	錳菱鐵礦	$(Mn,Fe)CO_3$	23—33	三方
11	蔷薇輝石	$(Mn,Ca)SiO_3$ MnO 46—50%, SiO_2 45—48%	33—36	三斜
12	鈣蔷薇輝石	$(Ca,Mn)SiO_3$	12—20	三斜

①雜質： CaO （有時達百分之幾）、 MnO （1—2%）、 SiO_2 、②雜質： BaO （達百分之幾）、 CaO 、 MgO 、 CuO 、 CoO 、

③分子為純礦物中錳的含量；分母為混有機夾雜物的礦

④沉積礦床的菱錳礦含 Ca 、 Mg 及 Fe 的類質同像混合

的 成 礦 礦 物

表 3

礦 物 顏 色	條 痕	比 重	硬 度	集 合 體
黑，鋼灰，有時帶有淺藍的 金屬氧化色(металлическая побежалость)	黑	4.7—5.0	2—6	疏鬆狀，煙灰狀，粒狀 鱗狀，密集結晶或隱晶集合體
黑	淺褐黑	4.7—5.0	6	密集粒狀，結晶粒狀較少
黑	褐或淺紅灰	4.7—4.9	5	粒狀
黑	灰	4.2—4.3	3—4	結晶的，鱗粒狀
黑，褐，巧克力灰	巧克力灰或淺紅灰	3.98—5.0	2—3	膠質，疏鬆或結晶不太好的塊體
黑，有時為灰黑	黑	4.4—4.7	4—6	膠狀，泉華狀粒狀，鱗狀
黑或鋼灰	褐	3.5—4.4	2—3	薄片狀，纖維狀
粉紅、白、灰白，	白	3.6—3.7	3.5—4.5	結晶粒狀，腎狀、鱗狀，土狀
白、灰白微帶粉紅	白	Mn:Ca=1:1者為3.3	Mn:Ca=1:1者為3.5—4	粒狀，鱗狀，密集狀
灰、灰白、白	—	3.7—3.8	3.5—4.5	細粒的塊狀
深粉紅、(интенсивно-розовый)、有時為淺粉紅灰色	—	3.4—3.7	5—5.5	密集狀，纖維狀，粒狀
白、淺粉紅灰	—	3.1—3.4	5.5—6.0	粒狀，放射柱狀

Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 BaO 、 MgO 。

NiO 、 ZnO 、 PbO 、 K_2O 等，含水達10%。

物中錳含量的變化數值。

物；鈣菱錳礦中含錳量降到30—35%。

表 4
少 見 的 錳 礦 物

次序	礦物名稱	晶系	化學分子式	顏色	條痕	硬 度	比 重
1	斜方軟錳礦 (рамшолит)	斜方	MnO ₂	黑	黑	3	4.7
2	硫錳礦 (алабандин)	等軸	MnS	深綠、銅 灰、鐵黑	淺綠	3.5—4.0	5.9—4.1
3	褐硫錳礦 (гауерит)	同上	MnS ₂	淺灰黑	磚紅	4	5.4—3.5
4	方錳礦 (манганозит)	同上	MnO	寶石綠到 黑	綠	5—6	5.56
5	紅鈦錳礦 (пирофанит)	同上	MnTiO ₃	深紅	黃	5	4.54
6	鐵錳礦 (биксбит)	同上	(Mn, Fe)MnO ₃	黑	—	6—6.5	4.9
7	鉍鐵尖晶石 (франклинит)	同上	(Zn, Mn)Fe ₂ O ₄	同上	淺紅褐	5.5—6.5	5.07—5.22
8	黑鎂鐵錳礦 (якобит)	同上	MnFe ₂ O ₄	同上	淺紅黑或 淺褐黑	6	4.75
9	黑鉍鐵錳礦 (гетеролит)	正方	ZnO·Mn ₂ O ₃	同上	褐黑	6	4.85
10	鉍氧錳礦 (пирохронит)	三方	Mn(OH) ₂	白	—	2.5	5.36
11	錳橄欖石 (гедролит)	斜方	Mn ₂ SiO ₄	灰、淺紅 褐、黑	—	5.5—6.0	5.9—4.1
12	硫酸錳礦 (сникит)	單斜	MnSO ₄ ·H ₂ O	白、灰、 黃	—	3.5	5.18