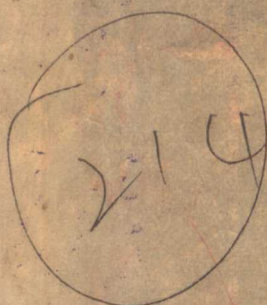


4665
礦產普查勘探叢書

鎳

格拉茲科夫斯基著



地質出版社

礦產普查勘探叢書

鎳

格拉茲科夫斯基 著



地質出版社

1954 • 北 京

本書係根據蘇聯國立地質書籍出版社 (Госгеолиздат) 1949年於莫斯科出版的“礦產普查勘探叢書”(Оценки и сторожевой при поисках и разведках)第四冊“鎳”(никель)譯出的。編輯委員會成員是：巴雷舍夫(Н. В. Барышев)、古達林(Г. Г. Гудалин)、科瓦列夫(Ф. И. Ковалов)、薩阿克揚(П. С. Саакян)、斯米爾諾夫(В. И. Смирнов)、索洛維也夫(Д. В. Соловьев)、切爾諾斯維托夫(Ю. Л. Черносивтов)、什曼年科夫(И. В. Шманюков)，主編薩阿克揚。本冊編輯古達林。本冊作者是格拉茲科夫斯基(А. А. Глазковский)。全冊十七萬餘字。

由地質部編譯出版室周復、曹用漢、孟繁東翻譯，趙其淵、張予康、夏文豹、張懷素校。

礦產普查勘探叢書

第 柒 號

書號0092

鎳

170千字

著 者	格 拉 茲 科 夫 斯 基
譯 者	地 質 部 編 譯 出 版 室
出 版 者	地 質 出 版 社 北京安定門外六鋪炕 北京市書刊出版業營業許可證出字第0092號
發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	北 京 市 印 刷 一 廠 北京西便門南大街一號

印數(京)1—4)15

一九五四年十一月北京第一版

定價12,100元

一九五四年十一月第一次印刷

開本31"×43"¹/₂

目 錄

原 序

第 一 篇 概 論	3
第一章 蘇聯鎳工業發展簡述	3
第二章 外國鎳工業的簡史和近況	5
第三章 鎳的特性及用途	11
第四章 鎳的地球化學基本特徵	14
第五章 鎳的工業礦物	27
第六章 鎳礦床工業類型	36
第 二 篇 含鎳地區遠景評價	74
第一章 硫化鎳礦床分佈地區遠景評價的地質標準	74
第二章 矽酸鎳礦床分佈地區遠景評價的地質標準	86
第三章 含鎳地區中地質測量和專門工作的任務	91
第 三 篇 鎳礦床遠景評價	101
第一章 硫化鎳礦床遠景評價	101
第二章 矽酸鎳礦床遠景評價	127
第 四 篇 鎳礦床工業評價	141
第一章 硫化鎳礦床的勘探	142
第二章 矽酸鎳礦床的勘探	153
第三章 鎳礦床的取樣	165
第四章 鎳礦床工業評價的技術因素	168
第五章 鎳礦床儲量計算法和分類法	174
第六章 鎳礦床評價的基本技術經濟指標	183

參考文獻

原 序

本書是工作方法叢書之一。所謂工作方法，係指評價最主要礦產產地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新資源評價問題時之用。

地質工作者對礦產產地的評價，其內容包括確定礦產的質量、儲量及勘探和開發的條件。隨礦床研究程度的不同，評價可分為：（1）遠景評價，即確定產地作為普查和勘探工作對象的價值；（2）工業評價，此種評價是在勘探工作的成果上進行，並須給開發和原料加工的企業提供設計資料。

在設計過程中必須做一些必要的經濟計算。計算用的原始地質資料，應當在勘探時獲得。本叢書所涉及的經濟知識，僅僅作為設計時的一種方針，不能認為是決定性的意見。

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法。因此，方法問題是本書的主要內容；所引用的例子是我們祖國豐富的實際工作中解決這些問題的有效辦法。

“礦產普查勘探叢書”共分 19 冊：10 冊是金屬礦物原料，9 冊是非金屬礦物原料。

由於所涉及的問題過於複雜，用以說明工作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。希望讀者發現書中所存在的缺點後，隨時通知我們，以便再版時有可能予以更正。

第一篇 概 論

第一章 蘇聯鎳工業發展簡述

蘇聯的鎳工業是在頭兩個斯大林五年計劃過程中建立起來的。當時由於廣泛的一般地質研究和專門的普查勘探工作的結果，曾查明了巨大的鎳礦資源。

卡爾賓斯基(А. П. Карпинский)和其他俄國地質工作者在上世紀下半期和本世紀初期所進行的工作，促進我國建設產鎳礦產基地的任務勝利完成。

革命前俄國組織鎳生產的嘗試

俄國鎳礦的開採是在中烏拉爾列夫達礦區(Ревдинская горнозаводская дача)的彼得洛夫矽酸鹽鎳礦床發現和勘探以後開始的。這裏鎳礦石的發現還在上世紀二十年代，起初把它當作銅礦石。1855年採礦工程師達尼洛夫(Данилов)把這些礦石進行化學分析以後，證明其中有鎳存在。此後，卡爾賓斯基曾表揚了達尼洛夫這種獨特的功績，並公正地指出在烏拉爾，也可說在俄羅斯發現第一個鎳礦的榮譽應該屬於他。

1873—1877年之間在列夫達工廠中從彼得洛夫礦床礦石中提取的金屬鎳大約有六十噸。但是由於勘得的礦石儲量有限，列夫達的鎳生產未能繼續發展，於是在本世紀初葉彼得洛夫礦的開採也告終止。

上世紀80—90年代中在列夫達和中烏拉爾的其他礦區內還找到了幾個不大的鎳礦(伊斯托金[Истокинское] 伊凡諾夫[Ивановское]、烏爾公[Ургунское]、上涅依瓦[Верхне-Нейвинское])。

在上述年代中發表的研究矽酸鹽類型鎳礦的地質和礦物方面的科學工作結果，對查明鎳礦來說有着重大的意義。特別傑出的是卡爾賓斯基的著作 [文獻 25]，在這著作裏舉出了他親自對彼得洛夫礦床數次調查的結果，同時也綜合了當時已有的其他鎳礦的資料。在這本著作裏卡爾賓斯基第一次闡明了關於矽酸鹽鎳礦成因，主要是接觸喀斯特型矽酸鹽鎳礦成因的科學理論。

從這個時期的其他著作中還應當指出尼基亭 (В. В. Никитин) 對列夫達礦床的記述 [文獻 40]，他首次說明了地質構造在形成矽酸鹽鎳礦床時的作用和意義。

縱然最初幾年在烏拉爾所進行的鎳礦勘探工作對準備建立產鎳基地的工作未得出重要的結果，但是終究對以後的工作在學術和方法方面起了極大的影響。

應當把上烏法列依 (Верхне-Уфалейская) 礦區矽酸鹽鎳礦的發現和勘探作為鎳礦勘探工作的第二時期。第一次發現鎳礦是在 1907 年在由蛇紋石形成的契列姆善山 (Черемшанская гора) 東坡和新契列姆善鐵礦中。在這裏用初步勘探確定了存在有矽酸鹽鎳礦石，其中以暗鎳蛇紋石為主要的鎳礦物。由於軍事工業對鎳的需要增加，1916 年對新契列姆善礦床作了較詳細的研究。那時就着手進行契列姆善礦石的試驗性冶煉，此後又開始了建築小型鎳工廠的準備工作。

在這幾年裏，大體上是從 1912 年到 1916 年，在卡斯林 (Каслинская)、克什蒂姆 (Кыштымская)、下伊謝特 (Нижне-Исетская) 和上涅依瓦 鐵區的矽酸鹽鎳礦石已經發現並進行過勘探。在這裏進行的工作純粹是探礦性質的，因此並未確定工業礦床。

這樣，在偉大的十月革命以前，俄國實際上並沒有自己的鎳，所需的鎳量都取之於國外。1913 年以前鎳的輸入量還不超過 1,000—1,500 噸，而在戰爭初期和戰爭時期中已提高到 6,500 噸。根據公佈的材料，俄國輸入的鎳為（以千噸為單位）：

1911 年	1913 年	1914 年	1916 年	1917 年
--------	--------	--------	--------	--------

1.242 3.007 4.332 6.488 1.310

祇有在偉大的十月革命以後才開始大規模的地質普查工作和勘探的工業勘探。

在超基性岩分佈極廣的區域中進行鎳礦的普查工作時，應同時進行（按包括面積而言是大規模的）地質測量工作、地球物理探礦工作以及其他工作。

第二章 外國鎳工業的簡史和近況

鎳的工業生產開始於1825—1826年間在法隆(Фалун)(瑞典)，那裏是從含鎳的黃鐵礦中提取鎳的。自1847—1850年在挪威爲了提鎳，開始利用含鎳1—1.5%的磁黃鐵礦礦石。十九世紀中葉鎳生產的主要中心轉移到德國和奧匈帝國(Австро-Венгрия)，那裏鎳的來源爲什華爾茨華耳德(Шварцвальд)和格拉德巴赫(Гладбах)礦區的含砷礦石。在上世紀中葉鎳的世界總產量每年約300噸左右。

1865年法國學者加爾尼耶(Гарнье)在太平洋南部接近澳洲的新喀利多尼亞(Новая Каледония)島上發現了對當時說來是新的矽酸鹽類型的(氧化的)富鎳礦石，這乃是鎳生產歷史中的一樁重大事件。由於煤和熔劑的缺乏以及勞動力的不足，開始把這些礦石運往歐洲——法國和德國，在那裏曾製定了在鼓風爐中與石膏混合後煉冰銅的方法。

在上世紀內，鎳的矽酸鹽礦床在其他國家中也有發現：在德國(西里西亞[Силезия]的弗蘭肯什坦[Франкенштейн]礦床)、北美洲(奧勒岡[Орегон]、韋伯斯特[Вебстер])、希臘等地。

新喀利多尼亞的鎳逐漸把舊手工業工廠的產品從市場中排擠了出去，但是鎳的生產仍是十分有限的，例如，在1880年鎳的年熔鑄量祇有一千噸。

在上世紀九十年代中在加拿大的薩德貝里(Сёдбери)區發現了巨大的硫化銅鎳富礦床，於是在世界鎳工業的發展中發生了極顯著的轉

變。加拿大的鎳生產在短期內即大大提高了世界鎳產量，後者在1900年已經達到5—6千噸，但是同時也招致了銷售危機，和鎳價格的劇降（從1880年每噸值15,000盧布到1886年每噸700盧布）。

在加拿大，爲了提高對鎳的需求，對於鎳在技術上，包括在煉鋼事業中的用途從事了專門研究。這些工作獲得了很大成功。1889年首次製得了鎳鋼，這種鎳鋼在軍事上製造鐵板時是極好的材料。這一發現對以後世界鎳生產的發展起了決定性的作用。

從此時起鎳的產量開始迅速增長，迄1910年已經達到23,000噸，而其中加拿大的產量佔90%以上。其餘的數量屬於德國、瑞典、挪威和法國的一些不大的企業，在這些企業所熔煉的礦石中，部分是歐洲諸礦床的礦石，而部分是由新喀利多尼亞和希臘運來的礦石。

以後的外國鎳產量列於表1，該表是根據美國史料中所公佈的官方材料而編製的。

鎳的世界產量（蘇聯除外）

表 1

年 代	產 量 (千噸)	每 英 磅 價 (美元)	年 代	產 量 (千噸)	每 英 磅 價 (美元)
1913	32.7	0.40	1936	91.4	0.35
1917	50.0	0.50	1937	118.0	0.35
1919	26.0	0.35	1938	113.0	0.35
1921	10.0	0.30	1939	118.0	0.35
1925	40.0	0.35	1940	125.0	0.35
1929	62.0	0.35	1941	135.0	0.35
1932	28.0	0.35	1942	140.0*	0.35
1933	49.0	0.35	1943	150.0*	0.35
1934	70.0	0.35	1944	135.0**	0.35
1935	75.0	0.35	1945	135.0**	0.35
			1946	105.0**	0.35

* 有待修正的大概材料。

** 極大概的材料。

有色金屬世界產量增高比較表

表 2

金 屬	金 屬 產 量 (千 噸)			1940-1944年中產 量增高情況(%)	
	1914-1918年 (年平均數)	1939年	1940-1944年 (年平均數)	與1914-1918 年 比 較	與1939年 比 較
鎳.....	41	118	140	342	119
銅.....	1261	2163	2681	212	124
鋅.....	894	1678	1821	228	108
鉛.....	1173	1723	1741	147	101
錫.....	108	184	172	159	94
鎂.....	—	44.9	153	—	340
鋁.....	101	672	1414	1400	210

爲要比較鎳與其他有色金屬的世界生產規模，和爲了闡明鎳產量的趨勢，在表 2 中援引了適當的統計材料（按照美國史料）。

表 2 指出鎳的生產量在最近 5—6 年中約爲銅產量的 5—6%，鉛、鋅或鋁產量的 7—10%，幾乎相等於錫和鎂的產量。

在從第一次世界大戰開始到第二次世界大戰結束的時期中，鎳生產的發展速度大大地超過銅、鉛和鋅生產的發展速度，僅僅不及鋁和鎂。

與消費相應的鎳生產的變動如上所述，基本上是根據最近 30—35 年間形成的政治和軍事局勢來決定的。

在第一次世界大戰時期（1914—1918 年），鎳的生產大爲增加，在戰前一年（1913 年）爲 32,700 噸，而在 1918 年達到 52,000 噸。此後在 1919—1922 年間，與戰後軍備生產的普遍減縮和機器製造量的普遍減少相符合，鎳的產量也急劇降低到 10,000 噸。1931—1932 年間鎳生產的第二次減縮是由這些年中籠罩在美洲和西歐的普遍工業危機決定的。由於第二次世界大戰的準備和在 1936—1937 年中開始的軍備競賽和戰爭的發動使鎳的世界產量猛烈增加，在 1943 年達到了最高數字 150,000 噸，而後又開始劇降。類似這種生產變動特別着

重指出了鎳在戰略上的意義。

近 25 年來，不管生產如何發展，鎳的價格一直保持穩定——每噸約 770 美元——也未發現有降低的趨向。

國外個別國家的鎳生產的比重示於表 3 中。

所整理的統計材料說明，國外在戰前幾年中，鎳的世界開採量按照原料的產地而分佈在 17 個國家內。絕大部分開採量（85.4%）集中在加拿大。新喀利多尼亞佔第二位，它的比重為 9.9%。其次是緬甸、希臘和挪威，它們的開採量大致相同（約為 1.0—1.2%）。餘下的 1.4% 分配給其他十二個國家。

鎳世界產量分佈的這種特點由兩個因素決定：（1）極其巨大的空前的加拿大綜合銅鎳礦床（蕭得貝里）的存在；（2）世界鎳生產的壟斷，基本上集中在龐大的英美康采恩“國際鎳礦有限公司”（簡稱ИНКО）手中。該公司在蕭得貝里區掌握了許多大的和設備完善的礦山和幾個分佈在加拿大和美國（卡彼爾克利夫 [Капперклиф] 等）、英國（克來達赫 [Клайдах]）和挪威（赫利斯契安贊德 [Христиансзанд]）的冶煉工廠和精製工廠。

在新喀利多尼亞的鎳礦山和冶煉工廠的主要部分屬於法國股份公司 (Société de Nickel)，該公司把大部分開採出的礦石在當地製成半成品——含鎳很富的冰銅，再把它運往歐洲，主要運往法國。

德國在戰前和戰時曾有相當小的，但是很穩定的純鎳和鎳鐵的生產，有從本國礦石和半成品中製取的，也有從輸入的礦石和半成品中製取的。德國的金屬鎳主要是從加拿大冰銅中，以及自希臘、緬甸、印度尼西亞、巴西和其他國家中運去的各種礦石中取得。

日本的鎳生產還只在第二次世界大戰以前才開始發展，而在戰爭時期中加強了。在 1936 年日本生產的鎳總共為 24 噸，而在 1938 年已達到純鎳 2,000 噸、鎳鐵 15,000 噸和幾千噸鎳鐵。

在美國原鎳的主要部分是在精煉銅的時候取得的。在戰時雖然依靠加拿大而對鎳的需求完全可以有保證，然而美國對自己本國的礦床

外國個別國家的鎳產量(千噸)

表 3

國 家	鎳 的 年 產 量						比 重 (%)
	1935	1936	1937	1938	1939	總 計 1935-1939	
加 拿 大	62.830	76.992	102.015***	95.514	102.559	439.910	85.4
新喀利多尼亞	8.230	9.200	11.600	11.700	10.625	51.355	9.9
緬 甸	1.488	1.312	1.233	0.959	0.921	5.913	1.1
希 臘	1.109	1.255	0.957	1.207	1.236	5.864	1.1
挪 威	1.235	1.270	0.877	1.245	1.106	5.733	1.1
德 國	0.272	0.660	0.890	0.550	—**	—	少於1%
美 國	0.145	0.097	0.199	0.377	0.357	1.175	全上
新羅得西亞	0.012	0.014	0.004	0.076	0.940	1.046	”
巴 西	0.005	0.478	0.104	0.375	0.025	0.987	”
摩洛哥(法)	0.208	0.085	0.132	0.163	—**	—	”
南 非 聯 邦	—	—	—	0.044	0.398	0.442	”
印度尼西亞	—	—	—	0.500****	0.753****	—	”
意 大 利	—	—	0.068	0.150	—**	—	”
埃 及	—	—	0.014	0.033	—**	—	”
奧 地 利	—	—	—	0.020	—**	—	”
日 本	—*	—*	—*	—*	—*	—	”
芬 蘭	—*	—*	—*	—*	—*	—	”
總 計	75.538	91.387	118.093	112.913	118.000	515.910	

*芬蘭和日本的數字材料未公佈。

**沒有實際材料，假定材料已算入總計中。

***包括在英屬哥倫比亞的不大開採量。

****大概材料。

也大大提高了興趣。曾經在奧勒岡、科羅拉多(Колорадо)(金山 [Gold Hill] 礦床)、康涅狄格(Коннектикут)、華盛頓(Вашингтон)等州加強了地質調查工作。華盛頓州的太平洋鎳公司(Пасифик-Никель)在蒙特維爾(Монт Вернон)建造了小型鎳工廠和選礦工廠。關於戰後這些不大的企業的命運沒有消息；看來是由於對鎳的需求降低而

暫時停閉了。

極可作為例證的是美國尼喀羅(Никаро-Никель)鎳礦公司於 1943—1944 年間在古巴(Куба)島上建設的新的龐大的鎳礦企業，其生產率達到 20,000 噸。該廠從邁阿里(Майари)礦床含量貧的氧化了的含鎳礦石中提煉鎳，為要利用這種鎳礦石，研究出用氨將鎳從礦石中濾出的新的水法冶金。

在緬甸早已存在的鎳生產(每年 1,000—1,500 噸)以熔煉富鎳的砷冰銅為主，這種砷冰銅每噸含鎳 30%、銅 8%、鉛 7% 和 17 盎斯的銀，是從緬甸北部著名的波杜因(Бодуин)多金屬礦床的礦石中熔煉出來的。

所有其他開採鎳礦石的國家的意義不大。

在戰前大量提取二度煉鎳的僅有美國，1941 年達 5000 噸左右。當時鎳的來源主要是鎳含量極高的有色金屬廢屑，以及鍍鎳銅器的廢屑，在精煉銅時從中取鎳。從低合金鋼中取鎳時，要耗費極大部分原有金屬，而第二次所得到的鎳由於缺乏有效的提取方法，故量也不多。

在外國，鎳的主要消費者為美國，美國的工業在戰前消耗鎳的世界開採量約 35—40%，即約 30,000—40,000 噸。在這些年代內的鎳的大量消費者還有英國、德國、比利時、法國、加拿大、日本。

美國鎳的消耗與鋼的總產量的比例在最近十年間約為 1:1000，而與特種鋼之比——約 9 公斤鎳比 1 噸鋼。

從上述可見，在國外鎳生產的主要部分集中在兩個國家中：加拿大(85%)和新喀利多尼亞(10%)。在鎳礦石的開採和加工方面握有最大生產能力的英美康采恩——國際鎳公司在鎳的產量和價格政策問題上起着決定性的作用。這個康采恩有良好的原料資源保證，並在其他國家中操縱了鎳的生產。

不管鎳的世界生產是壟斷化了，但最近三十年來很多國家的本國鎳生產都在依靠本國原料資源並以一部分外國輸出礦石作補充的基礎

上萌芽和發展了起來。這種在第一次和第二次世界大戰時期中表現得特別強烈的、以本國鎳生產來保證對鎳需求的意圖並着重指出了鎳在戰略上的意義，它決定了在若干國家中新的鎳企業的建立，這種企業在資本主義的工業生產機構（日本和美國）看來是無利可圖的。

世界鎳工業主要是利用含量高的礦石用高溫冶金方法煉取純粹的金屬鎳和伴隨金屬（加拿大、新喀利多尼亞等）。在初次加工工廠中生產的有色金屬合金（加拿大的蒙氏金屬）和鎳鹽的數量是從屬的。

在鎳的冶金工業中改善技術的目的在於增加商品出產的總輸出量、提高煉出金屬的純粹性、改進分離熔煉和最大可能地提煉全部成分（處理金屬硫化物的羰基法，提取鉑族、貴重金屬和稀有金屬等等）。

近年來，製定了並在生產中運用了一些新方法（水法冶金或混合法）從一種低品位原料（氧化礦石）中提取鎳，例如在古巴的新工廠中採用的用氫的滲出方法。

在一些沒有高品位鎳礦石保證的國家裏（日本、德國），從氧化了的鎳鐵礦石中直接提煉（使用這種礦石還原的方法）鎳鐵合金或鎳鉻鐵合金、鎳鉻、不銹鋼及其他不附加純粹金屬鎳便能保障合金鋼生產產品的方法具有愈來愈大的意義。

第三章 鎳的特性及用途

鎳的主要物理特性列於表 4 中，爲了對照起見，還援引了鐵和鈷的幾個特性。

從表 4 中可見，鎳有一些特性與鐵相近似，另一些與鈷相近似。它與鈷幾乎有着相同的顏色、比重和熔點。同時鎳具有區別於鈷，尤其是區別於鐵的特徵。如下所述，它有很高的化學安定性、高熱安定性和機械安定性，這就決定了它在工業中的廣泛應用。

在空氣中鎳不起變化，且保持本來顏色。純鎳爲帶有強烈光澤的

鎳的物理特性

表 4

特 性	鐵	鈷	鎳
比重.....	7.87	8.89	8.90
摩氏硬度.....	4.5	5.5	3.8
布氏硬度.....	—	—	70
熔點°C.....	1539	1480	1452
沸點°C.....	—	—	2900
線膨脹係數 0—20°C.....	—	—	0.0000128
在溫度 18° 時的導熱性 卡/公分·秒°C.....	—	—	0.142
導電性(銀=100).....	—	—	12.9
抗張力 公斤/公厘 ²	—	—	45—50
居里點(變鐵磁性為常磁性)°C.....	763	1115	365

銀白色金屬；普通商業品級的鎳是帶有淡褐色調的白色金屬。鎳在空氣中甚至長時間加熱至 500° 時也不起顯著的氧化作用。人們廣泛利用鎳在空氣中不起氧化的性質和能擦亮的特性來使金屬製品鍍鎳。

鎳對弱的有機酸、熔解的鹼、氨、染劑溶液、漆、酚等等而言是穩定的。鹽酸和稀硫酸對鎳起作用比對鐵的作用慢。鎳易溶於稀硝酸和王水中。鎳很硬、難熔、在沒有雜質，特別是沒有硫時柔韌、可鍛和可延，這樣就可以製成鎳絲、鎳帶、鍛造零件等等。

硫的不利影響就在於，當鎳的硫化物溶於金屬時會造成脆的低熔的固態溶液，後者在純鎳結晶體中間形成條紋。

按照提取方法把鎳分為兩種：電解鎳(электролитный)，是最純的鎳；和火煉鎳(огневой)，主要在電爐中煉得，往往含大量雜質。

條狀、棒狀、絲狀、管狀等的韌性鎳的製造最為複雜和繁重。

特種鎳產品有鎳陽極、氧化亞鎳 NiO 、氫氧化亞鎳 Ni(OH)_2 ，以及鎳的鹽類——氫鹽、硝酸鹽、硫酸鹽等，其中應用較廣的有下列幾種：硫酸亞鎳 $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、蟻酸鎳 $\text{Ni(HCOO)}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和四羰基鎳 Ni(CO)_4 。

純鎳，主要是韌性的純鎳，在工業生產的很多方面得到廣泛應用。在化學工業和食品工業中，鎳用來製造各種各樣的器械，其中如坩堝、管子、儀器、蒸發揮發油和顏料的器皿以及製造放熱器。就磁性來說，純鎳是製造現代通訊儀器的最好材料。最近又認為鎳是製造無線電測位儀器的良好材料。

對於鎳陽極、硫酸亞鎳、氫氧化亞鎳的需求極大，因為它們能用於鍍鎳和製造鹼性蓄電池。氧化亞鎳和硝酸鎳可作為陶器顏料之用。

鎳與黑色金屬和有色金屬的合金具有和金屬鎳及其鹽類同樣廣泛的用途，甚至更廣。由於合金的愈益複雜和成分的愈益增多使鎳合金的數量大大地和有系統地增加。最普遍的是鎳與鐵、鉻、錳、銅和鋅的合金。鎳與鐵的合金形成接連不斷的許多固態溶液；依據碳的含量而有鎳鋼和鎳鐵。

在現代工業中用途最廣的是普通品級的鎳鋼（異珠構造的），特殊鋼、鎳鐵（含碳 0.3—0.5% 時，含鎳 25%）、鎳鉻和若干其他合金。

鎳鋼的龐大消耗者是拖拉機和汽車工業，以及車床製造業。含鎳 8—10% 的鋼，其特點是堅固性和增高了的抗蝕穩定性兼備，在化學工業和食品工業中用途極廣。

應該指出，在現代技術中用途愈益廣大的是複雜的合金鋼，其中除含有數量不大的鎳（0.2—0.6%）以外，還有鉻、錳、鉬、鎢、鈦和若干其他金屬。

鎳的消費範圍的分佈是不固定的。關於它的介紹見表 5，表中說明了鎳在美國的消費情況。

由於鎳的價格較高（按照 1945 年的價格，在美國每噸為 770 美元，英國為 190—195 英鎊和法國為 73,000 法郎）和生產規模有限，在很多國家中明示必須以其他比較便宜的或不太缺乏的金屬來置換合金中的鎳。特別在戰爭期間，關於代替物的問題更突出起來。

在世界的實踐中，作為合金中鎳的代替物往往是錳和鉻，在特種

鎳在美國消費範圍的分佈

(按照礦業 [Mineral Industry] 雜誌的材料)

表 5

消 費 範 圍	鎳 的 消 耗 (%)				
	1926年	1933年	1935年	1937年	1939年
鎳和鐵的合金.....	41	59	51	60	63
鎳鋼.....	58	35	47	55	60
鎳鐵和特種合金.....	3	4	4	5	3
鎳和有色金屬的合金.....	47	47	36	27	26
鎳黃銅和鎳青銅.....	2		3	2	3
耐熱和高電阻的合金.....	5	3	5	3	3
鎳銅及其他合金.....	15	18	12	10	10
蒙氏金屬, 純鎳.....	25	26	16	12	10
鍍鎳.....	5	10	10	10	8
其他.....	7	4	3	3	3
	100	100	100	100	100

鋼中用鉬、鎢、鈳, 而在近年來用鈮, 並且常常利用兩種或數種這些金屬的結合體來代替鎳。

在很多工業生產部門中, 用受過專門熱處理的錳鋼來代替鎳鋼。在製造汽車拖拉機工業中用鉻鋼來代替鎳鋼。

代替物能使鎳的消耗大為減縮, 但是對這些代替物的評價不能過高, 因為第一, 含代替物的鋼大多與鎳鋼的價值不能相同; 第二, 較好的代替物——鎢、鉬等——本身也是價值較貴和稀少的金屬。所以即使在有代替物存在的情況下, 鎳的作用也並不減小。

第四章 鎳的地球化學基本特徵

鎳和其他鐵族元素在地殼中的分佈用表 6 中的重量克拉克值和原子克拉克值 (根據費爾斯曼 [Ферсман]) 來說明。