

鈣 冶 炼

H. A. 多洛宁 著

李成宝 譯

Н. А. Доронин
МЕТАЛЛУРГИЯ КАЛЬЦИЯ
Атомиздат (Москва—1959)

鈣 冶 炼

李成宝 译

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印·新华书店发行

— * —

1960 年 1 月 第一版

1960 年 1 月北京第一次印刷

印数 2,020 册

开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ • 61700 字 • 印张 $2 \frac{30}{32}$

— * —

统一书号 15062 · 1995 定价 0.40 元

本書系譯自苏联原子能利用管理局出版社1959年出版的H.A.多洛宁所著“鈣冶炼”一書譯出。

書中詳細介紹了含鈣矿石、鈣的理化性能及其工业用途，而对金屬鈣的各种提炼方法介紹得更为系統。

本書可供从事鈣冶炼专业的工程技術人員及研究人員参考。

目 录

概述	1
碳酸钙	3
石灰石	3
白堊	7
大理石	9
白云石	11
石灰石, 白堊, 白云石和大理石的焙烧	14
石灰焙烧窑	18
钙的物理化学性能	23
几种钙盐的性能	33
钙的工业用途	34
金属钙的提炼方法	36
无水氯化钙的制取	38
<接触阴极>法电解熔融氯化钙	43
<液体阴极>法电解氯化钙	50
氯化钙的电解工艺	61
铜钙合金中钙的分馏	69
钙蒸汽的冷凝	71
分馏工艺	73
应用金属还原剂的热法炼钙	78
过程的理论基础	79
用铝还原氧化钙	82
氧化钙用硅铁还原	83
氧化钙的还原工艺	84
金属钙的贮藏	88
参考文献	90

概 述

鈣以碳酸鈣 (CaCO_3) ——石灰石, 白堊, 大理石; 硫酸鈣 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ——石膏; 氟化鈣 (CaF_2) ——螢石礦物體和 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ——氟磷灰石的狀態而廣泛地分布於自然界中。

碳酸鈣 (CaCO_3) 往往形成石灰石, 白堊和白云石礦物 ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) 的整個的山脈。大層大理石類 CaCO_3 晶化體很少見到。氟化鈣, 氟磷灰石和硫酸鈣, 在自然界中, 藏量很大。

地殼中分布最廣的化學元素含量列於表 1。

表 1

地殼中分布最廣的化學元素含量

元 素	含量, 重量%	元 素	含量, 重量%
氧.....	49.13	鈣.....	3.25
硅.....	26.00	鈉.....	2.40
鋁.....	7.45	鉀.....	2.35
鐵.....	4.20	鎂.....	2.35

氧化鈣和氯化鈣是提煉金屬鈣的原料。在蘇聯, 提煉鈣的原料的礦藏, 實際上是取之不盡的。

噴氣技術, 原子動力和國民經濟其它部門的發展, 使得對於難熔稀有金屬, 尤其對鈹、鋯、鈦和鉭, 以及以它們為基的合金的需要量急遽增大。這些金屬和合金, 因其化學強度很高故在現代化原子能設備生產條件下, 是不可缺的材料。

這些金屬是應用金屬熱還原法由其化合物中提煉。金屬鈣是一種最好的還原劑, 在黑色冶金, 以及鈾和鈾的冶煉當中, 應用鈣做還原劑也能收到良好的效果。鈣的應用雖然不限於此, 但據此已足可以看出金屬鈣的需要和生產的增長遠景。

關於金屬鈣提煉的問題, 在國內和國外的文獻當中均未有詳細論述。甚至像研究得最為廣泛並在工業條件下早已掌握了的金

屬鈣電化學生產方法的工藝，直至目前，在一般文獻中也未見刊載。

本書概括了有關鈣冶煉方面的實驗和生產資料，以及國內外參考文獻中有關這方面的材料。考慮到本書是系統闡明有關鈣冶煉方面的材料的初步嘗試；自然，錯誤將是在所難免的。本書作者將以非常感謝的心情接受讀者們的寶貴意見。

碳酸鈣

石灰石

石灰石是沉积碳酸岩，主要是由碳酸鈣 (CaCO_3 ; CO_2 —44.0%, CaO —56.0%) 所組成。碳酸鈣主要是六方晶系的方解石。鈣質碳酸岩是粉状或微胶結的沉积矿物。

根据結構和局部构造上的特点，石灰石分为：1) 晶体石灰石；2) 鲕状石灰石；3) 有机生成石灰石和 4) 石灰質凝灰岩。变质过程会导致石灰石的再結晶，并生成大理石。石灰石中一般除了碳酸鈣——方解石而外，还有杂质状态的各种矿物，主要是构成石灰石泥質部分的硅酸鋁，石灰石泥質部分在这类岩石的构造上具有重要的意义。此外，还有石英王髓和蛋白石（固态水凝胶）状态的游离氧化硅杂质。碳酸鎂几乎可以說是經常和碳酸鈣在一起形成同形混合物，或者是与其形成复式盐——白云石。褐鉄矿，赤鉄矿，綠泥石，黄鉄矿，石膏，海藍柱石，正长石，磷灰石和其它杂质則含量很少。石灰石中的粘土質含量在 20% 以下；如果粘土含量很大时，則岩石已称之为泥灰岩。

石灰石比重介于 1.5（介壳石灰岩）到 3.2 克/厘米³ 之間。容重介于 2.0 到 2.6 吨/米³ 之間。石灰石-介壳石灰岩的容重很小为 1.1—1.4 吨/米³。硬度变化范围很大，而是取决于石灰石的成份、組織和构造。方解石的莫氏硬度为 2。

石灰石具有各种不同的顏色而取决于所含的其它杂质；在最純的变态的顏色有白色，黃色，褐色和微紅色等。顏色一般都决定于其中所存在的氧化鉄和瀝青化合物。黑色，灰色和褐色与煤烟物質和地瀝青杂质有关；带有淡灰色調的黑色是由于在混合物中存在有机物与微尘状的黄鉄矿所致；淡綠色是由于一氧化鉄化合物、綠泥岩杂质和海藍柱石及其它杂质等所造成。

石灰石的分类和矿床的类型 石灰石一般不按其物理-机械性能分类，而石灰石也就更不能根据将其化学成份和物理机械性能同金属钙生产原料的工艺性能有规律地结合起来而进行分类。所以，将碳酸盐岩石根据化学成份进行分类，对于估价其做为粘结剂，熔剂和其它工业用原料方面，具有很大意义。

考虑石灰石在某项目上的利用可能性，将石灰石矿床按其类型而进行分类是一件最困难的事，相同成因的岩石会具有完全不同的物理化学性能；与此相反，不同成因的岩石却又可能具有相同的性能，从而，在各种生产当中，具有相同的工艺适应特性。

石灰石的用途 石灰石是广大用户的矿物原料。在工业和农业上主要是利用它的化学性能；在建筑工程方面则主要是利用它的物理机械性能。

石灰石的主要用户为：1) 冶金工业，是将石灰石用做生产铸铁、钢和有色金属时的熔剂；2) 在建筑材料工业中以之生产水泥；3) 在玻璃工业中用做玻璃煮沸熔剂；4) 在制糖工业中用以净化糖浆；5) 在工业建筑、民用建筑和公路建设方面则用以铺路面；6) 农业上用以做土壤的石灰处理。在应用范围最广的化学工业中，则是采用石灰石与其焙烧产物做为生产碳化钙、苏打、苛性钠、漂白粉、氯化钙、次氯化钙、氯酸钾、漂液、钙硝石和其它的原料。石灰石与其加工产品在陶瓷、橡胶、化妆品、肥皂、制革、造纸、纺织、油漆涂料工业和其它许多小型生产当中的用量较少。根据各种需要的特点而定出对石灰石的技术要求。

对石灰石的技术要求 在电炉中高温熔融石灰和无烟煤（或焦炭）的混合物而制取碳化钙。

对石灰石的技术要求是根据 1942 年的化学工业人民委员会的技术条件 ТУ-МКХП-130, %:

CaO.....不少于 53.0

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	不多于	1.0
MgO	不多于	0.8
SiO_2	不多于	1.5
S	不多于	0.05
P	不多于	0.008
H_2O	不多于	2.0

苏联各苏打工厂应用的石灰石的技术要求是根据1945年的化学工业人民委员会 (HKXII) 的标准, %:

CaCO_3	不少于	90—92
MgCO_3	不多于	3—4
SiO_2	不多于	3

对特殊生产用石灰石的技术要求则是根据1942年的化学工业人民委员会技术条件 TV-HKXII—130, %:

CaO	不少于	54.0
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	不多于	1.6
MgO	不多于	0.6
SiO_2	不多于	0.8
S	不多于	0.1
H_2O	不多于	2.0

因为统计资料不完全, 所以不可能确定石灰石世界开采量和需要量的准确数字。但是, 根据苏联, 美国和一些其它大国的实际资料, 可假定, 该值在 2.5—3.0 万万吨/年 范围内。

关于石灰石利用规模, 由以下数字可以大致得出一个概念。每提炼一吨生铁、钢和氧化铝, 所消耗的石灰石平均为(公斤):

生铁——	400
钢——	100
氧化铝——	1300

苏联在战前, 石灰石的生产 每年为四 百万吨。在化学工业中, 仅苏打生产一项每年就消耗石灰石和白垩一百万吨左右。制

苏联欧洲部分的一些石灰石和白垩矿床

表 2

矿 床	岩 类	含量, %		其它杂质
		CaO	MgO	
十月铁路谢里站北 3 公里处矿床	石灰石	52.48 —56.31	0.12	6.1—0
十月铁路乌哥洛伏卡站西南 3 公里 别列卓夫矿床	致密石灰石	52.41 —56.2	0.07—0.76	5.6—0
加里宁铁路蒙加洛夫会车站东北 10 公里蒙加洛夫矿床	石灰石	55.39 —55.94	0.15—0.28	0.6—0
莫斯科—基也夫铁路, 伏金车站, 伏金矿床	白垩 (上面 为硅所污 染, 下面为 砂子所污 染)	24.8—55.6	0.13—0.38	—
乌哥下工厂站 (加鲁区) 南 2 公里 克斯丁矿床	石灰石	53.0—55.8	0.1—0.4	5.2—0.2
莫斯科—基也夫铁路, 阿列克幸站 西 6.5 公里, 梅色格 (阿列克辛) 矿 床	石灰石	55.0	0.5—0.6	0.75—0.65
莫斯科—庫尔斯—頓巴斯铁路, 距 切明站 1.5 公里, 耶林矿床	石灰石	54.5	0.5	2.15
莫斯科—庫尔斯—頓巴斯铁路, 米 哈依洛夫西南 6 公里, 庫莫娃山	石灰石	45.0—56.0	0.2	—
普洛尼区, 米哈依洛夫西 5 公里, 維林矿床	石灰石	54.1	0.1	3.3
莫斯科—庫尔斯—頓巴斯铁路, 距 切明站 3 公里, 郭凌矿床	石灰石	54.0	0.1	3.4
埃里茨东北 12 公里, 特魯必辛矿床	石灰石	54.6	0.1	2.3
距貝勒城 6 公里貝勒城矿床	白垩	54.0	0.5	3.0
距保哥斯洛夫斯克站 (烏拉尔) 2 公里, 保哥斯洛夫矿床	石灰石	54.39 —54.92	0.32—0.46	2.5—1.6
距卡尔平斯克城 3.5 公里卡尔平斯 克矿床	石灰石	47.19 —56.98	痕跡	—
下塔吉勒城附近威索克山	石灰石	53.64	0.55	3.6
斯維尔德洛夫铁路, 比里木白站东 0.7 公里, 比里木白矿床	石灰石	54.14 —54.82	0.03—0.74	3.2—2.1
弗吉諾林 (斯維尔德洛夫区), 塞 斯捷尔矿床	石灰石	55.6	痕跡	0.7
斯捷尔里塔瑪克 (烏飞木区) 城东 北 12 公里, 庫斯塔	脆性石灰石	53.84 —54.76	0.14—0.52	3.2—2.0
斯捷尔里塔瑪克 (烏飞木区) 东北 18 公里龙拉克塔	脆性石灰石	54.32	0.2—0.4	2.8—2.6
克雷木, 巴拉克拉夫区拉斯平矿床	石灰石	54.32—54.7	0.53	2.5—1.5
距墨阿斯城 (烏拉尔) 4 公里吐尔 哥亚克矿床	»	55.31	0.41	0.8

糖工业則每年消耗石灰石达一百万吨以上。

苏联欧洲部分的一些石灰石和白堊矿床列于表 2。

白 堊

白堊是沉积生成的土質易涂岩石。按化学成份來說，白堊几乎是純的碳酸鈣 (CaCO_3)，其含量有时达到99%。

物理性能：比重平均为 2.65—2.70克/厘米³，热容量—0.204大卡/公斤·度，分解溫度—925℃；莫氏硬度小于 1。

苏联各地区最具有代表性的白堊的化学成份列于表 3。

表 3

苏联各地区最具有代表性的白堊的化学成份

矿 床	不溶残渣	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	煅烧损失	CO_2	H_2O	SO_2
克里切夫矿床 (苏联白俄罗斯)	11.98	1.64	0.41	46.84	0.20	—	36.45	1.2	—
克班尼辛矿床 (伏洛涅区)	0.20	—	0.08	55.42	—	—	43.61	0.39	痕跡
克洛加克矿床 (伏洛涅区)	0.40	—	0.08	55.22	—	—	43.34	0.11	无
謝別金矿床 (庫尔区)，烏斯因露天矿	1.02	0.37	0.10	55.02	0.11	—	43.31	0.11	0.07
罗哥夫露天矿 (冷罗格山)	0.39	0.32	0.08	55.60	0.12	—	43.44	0.05	0.05
罗哥夫露天矿 (特魯哈諾夫山)	0.58	0.24	0.09	54.90	0.16	—	43.91	0.10	0.05
辛捷列夫矿床 (中伏尔加)	1.09	0.56	0.04	54.24	0.53	—	42.51	—	0.08
金亚雷 (阿克魯賓区)	1.46	0.38	0.42	52.50	0.54	42.19	—	—	—
庫什尼克夫矿床 (庫貝舍夫区)	1.42	0.62	0.08	54.45	0.44	43.31	—	—	—

白堊的物理化学性能：天然細度很高，圓形顆粒，具有易分散性和化学安定性較低。

、色澤 純白堊为純白色。白堊中有氧化鉄时，呈現淡黃色，而有粘土和鈦矿物时，則呈現淡灰色。

細度 白堊具有高度的天然細度：白堊微粒值在10微米以下或更小，平均为3微米左右。

化学安定性 白堊是碳酸盐，几乎与所有的酸都易于发生反应，而生成各种鈣化物。

吸水性 白堊吸水性不大，不超过0.3%。

易分散性 白堊是一种微胶結岩石，它与石灰石的区别在于它易于分散（尤其在水介質中）至几乎达到組成白堊顆粒的那种天然粒度。

工业分类 白堊分为块状和粉状两种。块状白堊是用露天方法开采，以后不再經過某种加工。粉状白堊根据粉碎方法分为工业的和粉碎的。粉碎白堊是块状白堊应用籠形粉碎机粉碎制成；而工业白堊是自然白堊通过湿法处理，借淘析或浮选法制成。

应用范围 根据使用目的和技术性能，白堊具有以下几項主要的工业应用方向：

1) 粉刷业消費白堊量最大。在这种行业中是以白堊做为白色涂料。在水悬浮液中，白堊的遮复能力很高，因此用白堊为基，可以制造冷水涂料。

表 4

化学工业用商品白堊的成份 (ГОСТ 1498—42)，%

成 份	牌 号		
	A	B	B
碳酸鈣与碳酸鎂 (不少于)	98	95	90
不溶于盐酸的物質 (不多于)	1	2	5
氧化鉄 (不多于)	0.2	未定标准	
湿度:			
粉状白堊湿度 (不多于)	2	2	2
块状白堊湿度 (不多于)	12	12	12
粉状白堊磨細度—200号篩上残余 (不多于)	1	3	6

2) 在橡胶、造纸和其它一些工业部門，应用大量白堊做为填充剂。

3) 用戶利用白堊的化學特性，而可以與其它碳酸鹽岩石同樣地應用。實際上水泥、石灰、硅酸鹽磚、玻璃和其它生產中，白堊正在逐步代替石灰石。化學工業用商品白堊的成份（ГОСТ—1498—42）列於表4。

在蘇聯，高品位白堊的埋藏量很大，蘇聯白堊總的年開采量達到數百萬噸。在烏克蘭蘇維埃社會主義共和國（1000000噸以上）和俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國（1200000噸左右）的中心地區開采規模最大。

大 理 石

全晶質岩石稱之為大理石，主要由方解石或白云石晶粒，或者是兩者混合一起的晶粒組成。大理石是由於各種石灰石，白云化石灰石，白云石和其它等碳酸鹽岩石發生再結晶的結果而生成。

大理石中除了含有方解石和白云石而外，幾乎經常都含有其它礦物雜質。這些雜質的存在與原碳酸鹽岩石的原始成份有關。表5中列有蘇聯各主要礦床所產大理石的化學成份。

大理石主要是被用做建築工程和電氣工業的材料。前者首先是利用它的裝飾上的特性，即色調和花紋。電氣工業則是利用大理石的介電指數這一主要性質，以及物理機械性能中的抗彎強度極限和小的吸水性等，大理石也可以與石灰石、白云石同樣地被用做原料，大理石可被認作石灰石和白云石的代用品。

蘇聯許多著名礦床大理石的抗壓強度介於500至1900公斤/厘米²範圍內，而抗彎強度則介於47至320公斤/厘米²範圍內。硬度近於鈣的硬度，按莫氏為3。鈣質大理石的比重為2.72克/厘米³，白云大理石為2.85克/厘米³。鈣質大理石容重為2.70—2.71噸/米³，白云大理石為2.83—2.84噸/米³。

苏联各主要矿床所产大理石的化学成分

矿床	化 学 成 份										
	CaO	MgO	MnO	R ₂ O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	不溶 残渣	SO ₃	烧损	CO ₂
克也勒金矿床, 烏拉尔 (白色大理石)	55.35	0.08	—	—	0.22	0.06	0.14	—	0.003	—	44.0
普洛霍夫—巴兰丁矿床, 烏拉尔 (白色大理石)	52.44	0.83	—	—	0.22	0.04	0.04	—	0.003	—	—
波列夫矿床, 烏拉尔 (白色大理石)	53.89	0.21	—	0.08	—	—	0.01	0.28	—	42.06	—
希什木矿床, 烏拉尔 (白色白云大理石)	30.26	20.52	0.17	—	0.47	0.68	1.20	—	—	—	46.53
烏法列矿床, 烏拉尔 (灰色大理石)	55.28	0.51	—	—	0.08	0.06	0.23	—	—	—	44.05
沙布洛夫矿床, 烏拉尔 (灰色大理石)	55.4	痕跡	—	0.23	—	—	0.32	—	—	42.98	—
耀明矿床, 烏拉尔 (黄色大理石)	55.6	痕跡	—	—	—	—	0.16	—	—	—	—
貝勒城, 加列里亞 (暗紅色白云大理石)	22.38	16.06	0.17	—	—	0.54	26.48	—	—	34.12	—
比拉勒矿床 (玫瑰色白云大理石)	29.74	20.65	—	—	0.21	0.13	12.0	—	—	46.59	—
凡比克—克爾頓矿床, 哈卡新自治區 (玫瑰色大理石)	49.78	0.72	—	—	0.46	0.30	8.09	—	—	40.48	—
阿尔札肯矿床, 阿尔明尼亞苏維埃社会主义共和国 (灰色大理石)	55.64	无	—	0.12	—	—	0.40	—	无	—	42.64
加芝蘭矿床, 烏茲别克苏維埃社会主义共和国 (灰色大理石)	55.76	0.11	痕跡	0.03	—	—	—	0.05	0.04	43.83	—

白 云 石

主要是由結晶或穩晶的白云石矿物組成的碳酸質岩石称之为白云石。白云石的化学分子式为 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，在理論上含有 30.4% 的 CaO ，21.8% 的 MgO 和 47.8% 的 CO_2 ，或者是 54.3% 的 CaCO_3 和 45.7% 的 MgCO_3 。白云石中， $\text{CaO}:\text{MgO}$ 的重量比等于 1.39。

天然白云石一般含有石英、粘土、方解石石膏和其它成份的各种矿物夹杂物状的雜質。根据各种雜質不同，白云石具有不同的顏色。

表 6

石灰石質—粘土質—苦土質岩石按 OCT 6436/354 的分类

白 云 石 質 岩 石	組成部分的極限含量 (以各主要氧化物的總合為 100%, %)					
	CaO		MgO		SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	
	值					
	高值	低值	高值	低值	高 值	低 值
白云石化菱錳礦.....	54.5	4.5	95.5	43.1	5.3	0
白云石.....	61.5	51.7	45.6	36.2	5.8	0
白云石化石灰石.....	92.3	58.0	38.5	7.0	7.4	0
白云石化泥灰岩.....	84.5	45.3	36.2	5.0	35.1	5.8

各类純白云石的比重为 2.86 克/厘米³，莫氏硬度为 3.5—4.0，松散状态下的容重为 2.0 吨/米³，压实状态下的容重为 2.8 吨/米³。石灰石質—粘土質—苦土質岩石的分类列于表 6。

碳酸質岩石的总量中，白云石所占比重为 40%。白云石在地壳中的分布几乎和石灰石相同，并和石灰石一样是存在于所有的地質矿层中。白云石矿床在苏联分布很广。苏联各主要矿床所产白云石的分析列于表 7。

苏联各主要矿床所产白云石的化学性能

矿 床	含 量, %						煅烧损失 %	重 量 比 CaO: MgO
	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₄		
頓 巴 斯								
新特罗茨克—也林諾夫矿床.....	18.7—20.9	30.6—33.4	0.4—0.7	0.3—0.4	0.5—1.8	0.08—0.014	45.1—47.2	1.5—1.7
滿德雷金矿床.....	19.4	33.8	0.4	无	0.4	0.02	46.3	1.75
斯得里矿床.....	20.0—21.2	30.8—31.0	0.2—0.4	0.4	2.0	0.2—0.3	46.5—47.1	1.5
涅什托夫矿床.....	18.9—19.8	29.0—30.2	1.5—4.7	0.8—1.0	1.1—1.4	0.5—0.7	44.3—45.9	1.5
亚木矿床.....	19.8—20.2	29.5—30.5	1.6—3.7	0.8—1.4	0.4—0.5	0.6—0.7	44.7—46.0	1.5
烏 拉 尔								
白石矿床.....	20.8	32.7	0.75	—	0.45	—	45.8	1.57
巴什矿床.....	21.3	30.4	0.3	0.14	0.18	—	47.5	1.43
比赫脱山.....	20.0	30.6	1.79	—	1.62	—	—	1.53
沙特金矿床.....	21.1—21.7	30.7—30.8	0.2—0.6	0.3—0.5	0.4—1.0	0.02—0.08	47.5—47.1	1.4
卡位矿床.....	20.0	30.3	—	0.18	—	—	45.6	1.5
里西耶哥尔斯克矿床.....	19.2—22.2	25.2—34.5	0.14—4.0	0.2—2.0	0.1—0.9	0.1	44.8—47.1	—
比里特巴也夫矿床.....	20.6	31.6	0.23	0.07	0.15	—	46.8	1.54
尤拉夫列夫洛哥.....	19.7	32.1	1.8	0.5	—	—	45.9	1.6
巴什基尔苏维埃社会主义自治共和国								
别尔加烏什矿床.....	21.0	31.1	1.2	1.4	0.3	—	45.4	1.5
奥 德 布 尔 格 区								
米切丁矿床.....	21.8—22.2	29.5—29.9	0.4—0.8	0.3—0.5	0.2—0.3	—	46.9—47.0	1.35

續表 7

矿 床	合 量, %						煅烧损 %	重量比 CaO MgO
	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₄		
莫斯科区								
謝尔科夫矿床.....	18.5—21.9	29.6—33.4	0.4—4.3	0.01—3.40	—	—	44.0—47.4	—
列宁格勒区								
埃里礼雅丁矿床.....	20.7—21.7	27.5—28.9	0.8—3.2	2.8—3.2	—	—	—	—
古德林矿床.....	17.4—22.2	29.2—32.8	1.0—3.8	0.3—3.6	—	—	—	—
伏洛索夫矿床.....	16.2—19.6	23.8—28.9	1—9.6	—	0.6—3.8	—	—	—
依兹瓦尔矿床.....	19.8—20.6	29.0—29.6	2.4—4.3	—	0.8—1.2	—	45.4—46.4	—
基毛什金矿床.....	20.12	31.02	2.28	—	0.37—0.23	—	45.74	1.55
沙索夫矿床.....	19.3—20.4	31.0—31.6	0.2—1.2	0.3—1.5	—	—	47.0—47.9	—
加里宁区								
斯塔里兹矿床.....	21.1	30.0	—	—	0.2	—	47.5	1.36
朱布腊夫矿床.....	20.9—21.1	27.3—30.2	0.8—5.6	—	0.8—1.5	—	45.47	—
依万諾夫区								
麦里霍夫矿床.....	21.1	30.7—32.3	0.6—1.1	—	—	—	44.1—47.9	—
馬雷舍夫矿床.....	14.1—19.2	30.9—37.4	0.4—3.3	—	—	—	—	—
葛 加 索								
特克瓦尔切利矿床.....	19.6	29.9	0.4	3.3	痕跡	—	47.5	1.53
阿巴諾	18.9—21.0	30.4—33.6	0.3—1.0	0.3—1.4	0.4—0.25	0.05	45.5—46.5	—
新西比利亞区								
勃利索山.....	18.9—19.7	33.6—34.0	1.2—2.6	—	1.9—2.5	—	42.4—43.5	1.75
紅色曙光边区								
加敏矿床.....	18.3	31.2	4.7	1.2	—	—	—	—
貝克夫矿床.....	19.7	32.0	0.5	0.5	0.9	—	46.3	1.63
吐魯罕矿床.....	19.1—20.7	28.1—30.3	0.2—1.2	0.2	0.1—1.1	—	43.3—47.3	—
哈巴洛夫边区								
比洛康矿床.....	21.4—21.7	29.6—30.3	1.1—4.3	0.0—0.8	0.0—0.2	痕跡	44.6—46.9	—