

玻璃矿物原料

〔苏联〕И·В·什拉因著

中国工业出版社

74.87
152

玻璃矿物原料

〔苏联〕И. Б. 什拉因 著

顧倚鰲 张梦麟 张金铭 吳文喜 陈未远 合译

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

本书比較系統地介紹了生产玻璃所用的各种矿物原料的主要性质及其矿床的矿山地质特征。简单地叙述了一般玻璃原料的采掘方法，比較全面地叙述了硫酸盐类矿床的开采及特点，用較大的篇幅介绍了这些矿物原料，尤其是石英砂的各种精选和加工方法和原料的混均方法。

本书可供玻璃工业的广大生产技术人員，以及玻璃原料采掘部門的研究、設計技术人員和硅酸盐系师生閱讀和参考。

本书由顧倚鰲（第1章）、张梦麟（第2、3章）、张金銘（第4章）、吳文喜（第5章）、陈未远（第6章）同志合譯。全书最后由顧倚鰲、张梦麟整理校核。

И. Б. Шляин

МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ СТЕКЛОВАРЕНИЯ
ПРОМСТРОЙИЗДАТ МОСКВА—1955

* * *

玻璃矿物原料

顧倚鰲 张梦麟 陈未远 合譯
张金銘 吳文喜

*

建筑工程部图书編輯部編輯（北京西郊百万庄）：

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $87 \frac{1}{16}$ ·插頁2·字数205,000

1964年11月北京第一版·1964年11月北京第一次印刷

印数0001—1,690·定价（科六）1.30元

*

統一书号：15165·3180（建工—387）

目 录

第 1 章 原料的成分和性质.....	1
一、氧化硅类原料.....	4
二、碳酸盐类原料.....	18
三、含硫酸钠的原料.....	25
四、氧化铝类原料和辅助原料.....	31
第 2 章 氧化硅、碳酸盐及氧化铝原料矿床	39
第 3 章 矿床的开采方法.....	52
一、矿床的开拓.....	54
二、剥离工程.....	59
1) 用挖掘机进行剥离工作	59
2) 用拖拉铲运机进行剥离工作.....	71
三、清扫工作.....	76
四、剥离岩石的运输.....	81
五、原料的采掘及运输.....	88
第 4 章 硫酸钠矿床及其开采	103
一、硫酸钠矿床的性质和特征.....	103
二、采集粉状硫酸盐的开采方法.....	134
1) 从芒硝“抛掷物”表面上采集硫酸盐的矿床开采.....	134
2) 从在盆地(池)中生成的芒硝新盐表面上采集粉状硫酸盐的 矿床开采.....	135
3) 从芒硝(根盐)沉积层中采集硫酸盐的矿床开采	141
三、采掘无水芒硝的开采方法.....	154
四、采掘无水芒硝盐皮的开采方法.....	156
五、采掘无水芒硝的开采方法.....	157
六、氯化物-硫酸盐湖中的沉积物的开采方法.....	158
第 5 章 原料的选矿.....	160
一、选矿过程的任务.....	160

二、砂的可选性.....	167
三、重力选矿法.....	174
1) 砂的淘洗选矿法.....	175
2) 在沿倾斜面上流动的水流中进行选砂.....	186
四、擦洗选矿法.....	189
五、浮游选矿法.....	193
六、浮游擦洗选矿法和其它综合选矿法.....	208
七、电磁选矿法.....	227
八、化学选矿法.....	239
九、其它选矿法.....	243
十、工业选矿流程的选择.....	248
第6章 原料的混均.....	254
参考文献	264

第 II 章

原料的成分和性質

制造具有复杂化学成分和各种性质的现代化玻璃要采用各种原料，这些原料使玻璃液中含有许多种元素的氧化物。

最普通的工业玻璃的主要成分是 SiO_2 、 Na_2O 、 CaO 、 Al_2O_3 和 MgO ，其中每一种氧化物都以不同方式对玻璃的性质有不同程度的影响。

不同氧化物对玻璃性质的影响可以用图 1 来表列示。

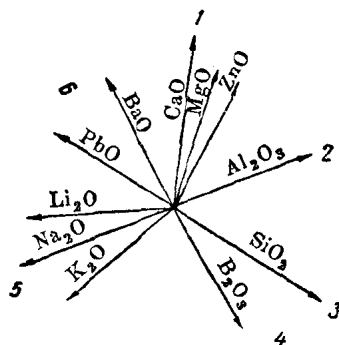


图 1 在各种氧化物作用下玻璃性质的变化

1—反玻璃化；2—提高稳定性；3—提高粘度；4—降低膨胀系数；

5—增加可溶性；6—增加密度

可以看出，二氧化硅能够提高熔融粘度，降低玻璃的热膨胀数值并增加它的热稳定性。在二氧化硅中加入氧化钠能够降低玻璃的熔融温度和成型温度并延长有效熔融粘度的时间。但这时玻璃的热膨胀数值提高而耐热性降低。氧化钾使玻璃具有防水侵蚀的稳定性，但同时它又会引起反玻璃化（结晶）的倾向，即从玻

璃态析出产物的倾向。

在主要的钙-钠-硅玻璃的成份中加入一定数量的氧化铝和氧化镁时，可使玻璃具有一定的粘度。化学稳定性和热稳定性；降低玻璃的结晶（“失透”）倾向。

现在最普通的是五种成分的玻璃。

这种化学成分的玻璃除了通常所含有的五种主要成分（ SiO_2 、 Na_2O 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO ）以外，还含有氧化铁和氧化钛以及其他一些杂质，这些杂质是由于原料及耐火材料不纯而混入玻璃液中的。

在表 1 中列出了主要工业玻璃的化学成分数据。

为使玻璃成分中含有二氧化硅则采用砂、砂岩、石英和石英岩。为使玻璃成分中含有氧化铝则采用正长岩、高岭土、粘土，有时采用火山灰和霞石。为使玻璃成分中含有氧化钙则采用白垩、石灰石和大理石。为使玻璃成分中含有氧化镁（同时含有氧化钙）则采用白云石和白云石灰石。为使玻璃中含有氧化钠则采用硫酸钠（除苏打以外）。辅助原料，即使玻璃具有特殊性质或改变它的熔融和成型条件而采用的各种附加剂则主要是利用化工产品，只有为数不多的几种是用天然原料：如萤石、硼酸盐类矿石和钡类矿石。

氧化硅类原料中的主要物质（即用某种原料使混合料中含有的物质）是 SiO_2 ；碳酸盐类原料中是 MgO 和 CaO ；碱类原料中是 Na_2O ；氧化铝类原料中是 Al_2O_3 ；钡类原料中是 BaO ；硼酸盐类原料中是 B_2O_3 。

原料中所含的主要物质越多，及杂质越少（特别是染色杂质），则越适宜于熔制玻璃。染色氧化物（ Fe_2O_3 、 FeO 、 Cr_2O_3 、 CoO ）使玻璃液染色，降低玻璃的透明度。当原料中染色氧化物的含量超过规定标准时，必需进行选矿（见后）。

某一原料中的其他氧化物（除主要物质以外）——例如：碳酸盐类原料中的 SiO_2 ，碱类原料中的 MgO ，硅酸盐类原料中的 Al_2O_3 等等——都提高该种原料的化学不均匀性。

各种玻璃的化学成分

表 1

玻璃的名称	各种成分的含量, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃
窗玻璃	71.2~ 72.5	1.6~1.9	不大于 0.1	6.5~7.5	3.0~4.0	13~14.5	0.3~ 0.5
磨光玻璃	72.0	1.45	0.05	12.6	1.0	12.5	—
优质玻璃	63.1~ 75.0	0.5	0.02~ 0.05	7.5~9.5	0.2~1.1	15~17	0.6~ 0.7
連續压延平板玻璃	71.5~ 72.0	0.3~1.7	0.07	12.3~ 14.0	0.1	12.5~ 14.0	0.5
电灯玻璃	70~74	0.34	0.14	4.5~6.4	1.5~3.6	10.2~ 18.4	—
瓶玻璃和包装容器玻璃	67~68	3~3.5	0.5	10.5~ 11.0	1.5~2.0	14.5~ 15.5	—

注: 1. 在优质玻璃中加有: BaO——0.5%、B₂O₃——1.0%、K₂O——3%。

制造精质玻璃时加入氧化钾(达10~13%)和氧化铝(达30~50%)。

2. 由于原料类别、生产方法等等原因, 在許多情况下各个工厂的玻璃成分有所不同。表中所列为最普通的成分。

3. 窗玻璃和磨光玻璃的成分系依据“苏联建筑材料工业部玻璃工厂工艺設計标准”①列出。

4. 現在已經掌握新的无碱玻璃的成分, 其中含有大量的氧化铝(18.5%)、氧化钾(12%)和从螢石中补充的氟(2~4%), 这种玻璃的机械强度和耐热性都比较好。

原料是否适于熔制玻璃还决定于它的顆粒組成, 因为物料顆粒的大小在很大程度上决定玻璃形成的速度。原料的顆粒組成也应当尽量均匀。

玻璃中产生的各种缺陷也常与原料的矿物成分有关。必須使原料中含有較多的主要造岩矿物, 尽可能减少染色氧化物和难熔矿物的含量。

属于主要造岩矿物的有: 氧化硅类原料为石英; 鈣类原料为方解石; 鎂类原料为白云石; 氧化铝类原料为长石; 碱类原料为芒硝及无水芒硝; 鋇类原料为重晶石和毒重石; 硼酸盐类原料为硼鎂石、硅鈣硼石和水硼酸鈣鎂石; 含氟原料为螢石。

① 苏联国家建筑材料书籍出版社, 1952年。

属于含氧化鉄、氧化鉻的矿物如下：磁鉄矿、赤鉄矿、褐鉄矿、电气石、云母、鉻金紅石、尖晶石等等，这些矿物均使玻璃染色；某些非金属矿物，特别是鋯英石、蓝晶石等等，由于它們的熔融温度高于石英的熔融温度，有时在玻璃中出现結石现象。

熔制玻璃所采用的原料中，有的是松散岩石；也有的是致密和很坚硬的岩石（伟晶花崗岩和石英岩）。

一、氧化硅类原料

自然界中的二氧化硅有結晶的，隐晶的和非晶质的形态。

結晶的二氧化硅是石英，按照矿物硬度表，石英的硬度等于7。結晶石英的比重是2.65。純石英是无色的。石英晶体有透明和不透明的。石英的双折光和透紫外綫性能在光学上有很重要的意义。

經常所見到的为烟状石英晶体，黑石英晶体則少見。石英的顏色多种多样，但是最普通的石英則是无色、乳白色和灰色的。

二氧化硅的隐晶质变种有：石髓、瑪瑙（或縞瑪瑙）和碧玉。

二氧化硅的非晶质形态有蛋白石，即为含不定量 H_2O 的氢氧化硅。

用于使玻璃液中含有二氧化硅的岩石，其主要造岩矿物是石英。

自然界中石英的积聚形态主要是石英砂、砂岩、石英岩和脉石英。

石英砂是主要由石英颗粒組成的碎屑岩。熔制玻璃用的石英砂（也称为玻璃砂）与建筑用砂的区别在于其石英含量較高，染色杂质的含量相当少而且颗粒細。

可分为石英砂（ SiO_2 含量大于98%）和石英-氧化鋁砂（其中氧化鋁和碱性氧化物的含量大于2%）。

砂的顏色决定于有无杂质。粘土使砂呈灰色和黄色。有机物、金属矿物和其他暗色矿物也能使砂呈灰色。

海綠石使砂呈綠色，氢氧化鉄的薄膜常被覆在砂粒的表面，使砂呈黃色。

有机物（即使沒有这种鉄质薄膜）也能将石英顆粒表面染成黃色。有机物污染过的砂經過煅烧后，顏色即消失，但当有鉄质薄膜时，煅烧时由于氢氧化鉄变为氧化鉄而变成紅色。优质砂大部份是白色和淡灰色，但是淡灰色砂中也可能含有大量的氧化鉄。例如，杜馬舍夫斯克矿床含 Fe_2O_3 为 0.34%，柳別尔策矿床含 Fe_2O_3 为 0.08%，而砂同样是白色。这是因为前者含大量的重矿物（达 1.3%），对砂的顏色影响不大而提高了 Fe_2O_3 的含量。

石英砂岩是石英砂在压力作用下并局部胶結而使它密实的岩石。根据胶結物的特性而分为碳酸质砂岩、粘土质砂岩和其他砂岩。胶結物的特性在很大程度上决定了砂岩的化学成分。砂岩有疏松的和紧密封胶結的。

石英岩按其結構來說相似于細顆粒的脉石英。石英岩是由石英顆粒齿边紧密鑲嵌胶結而成，硬度和强度都很大。

由于石英岩中氧化鉄的含量很高，而且粉碎困难，只是在当地缺乏石英砂和砂岩时才用作熔制玻璃的原料。

脉石英是主要由微透明石英的結晶集合体組成的岩石，通常为乳白色或灰色。

透明和不透明的脉石英变种应用范围很有限，只用于生产光学玻璃。

熔制玻璃时，为使它含有二氧化硅所采用的岩石中，石英砂約占所利用的全部氧化硅类原料数量的 90%。

石英砂具有各种化学成分。

石英砂中 SiO_2 的含量在 78~99.6% 之間； Al_2O_3 含量在无粘土砂和无长石砂中为千分之几，在长石砂中可达 1.5~8%，在粘土砂和粘土-长石砂中 Al_2O_3 含量可达 10~11%。

砂岩中 SiO_2 的含量变化范围很大，其含量变化取决于胶結物的数量和特性。

石英岩中 SiO_2 的含量从 94% 到 98%，而 Al_2O_3 —— 0.07~

2.9%。脉石英中二氧化硅的含量达99.5~99.9%。

多数砂中CaO的含量一般为万分之几到千分之几。在个别砂岩中,由于有碳酸盐胶结物,CaO的含量急剧增加到8~9%。氧化硅类原料中MgO的含量大都很少—从万分之几到千分之几(或是只有痕迹)。TiO₂的含量为万分之几(0.05~0.06%),但在某些砂中可达0.35~0.5%。碱的含量在无粘土砂和无长石砂中为千分之几,在粘土砂和长石砂中达1~5%(以及在许多砂岩中)。

Fe₂O₃的含量通常在两万分之几到三千分之几之间,个别达0.3~0.6%。MnO的含量由万分之几(有时为痕迹)到0.1~0.2%,极少达0.5%。在某些砂中(阿夫迭耶夫斯克矿床)含锰杂质中含有氧化钴(达0.58%),氧化钴是极强的染色剂,能使玻璃染成蓝色并降低玻璃的透明度。大多数矿床的砂中不含氧化钴和氧化镍,或是只有百万分之几。最普通的砂中Cr₂O₃的含量为十万分之几和百万分之几。某些矿床的砂中(科兹洛夫斯克矿床,阿契苏矿床)含有氧化钒,个别试样的含量达0.05%。

表2所列为主要矿床中砂的化学成分数据。

砂的颗粒组成的均匀性和颗粒大小对于原料熔融速度和减少玻璃的缺陷数量有很大的意义。天然砂中大于0.8毫米的砂粒应为最少。通常对小于0.1毫米的砂粒数量亦有规定,不应超过5~8%。砂粒的平均尺寸最好在0.15~0.30毫米之间。

优质砂(按颗粒组成而言)应当是粒级在0.10到0.3~0.4毫米之间的砂粒占90%以上。

按颗粒组成属于优质砂的一个例子,在下面列举柳别尔策矿床一个试样的筛分析结果(表3和图2)。

砂的特殊变种——粉状二氧化硅(粉石英)是由细圆角形石英颗粒组成的细粉,颗粒的尺寸一般为0.005~0.05毫米,其中小于0.01毫米的颗粒为60.9%,0.01~0.05毫米为23.0%,0.05~0.25毫米为9.5%,大于0.25毫米为6.6%。

有些砂的颗粒组成非常不均匀(表4),而另一些砂含有过

表 2

氧化硅类原料的化学成分

矿床名称	各种成分的含量, %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO Na ₂ O + K ₂ O П. П. П.
柳别尔策	99.27	0.34	0.02~0.2	0.03	0.05	0.02 0.14
阿夫迭耶夫斯克	97.8~99.4	0.27	0.06~0.13	—	0.28~0.76	0.04~0.14 0.2~0.32
维利科德沃尔斯基	98.5~98.7	0.60~0.63	0.11~0.29	0.05~0.10	—	— —
基埃尔基 (斯科品)	98.4~98.9	0.24~0.39	0.04~0.14	0.03	0.11~0.24	0.05~0.11 0.09~0.20 0.20~0.31
科兹洛夫斯克 (谢利佐夫斯克)	96.31	1.72	0.20	0.06	0.06	0.10 1.02 0.38
阿契苏	97.2~97.7	0.78~1.16	0.22~0.28	0.12~0.15	0.06~0.18	0.03~0.11 0.39~0.44 0.40
库特鲁古金斯克	95.42	2.52 (包括 TiO ₂)	0.22	—	0.09	0.18 0.55 0.84
卡依林斯克	92.78	3.94	0.22	0.24	0.15	0.35 0.21 2.02
巴巴杜尔玛兹斯克	89.00	4.8	0.28	0.07	1.61	0.32~0.89 — 4.15
诺沃谢洛夫斯科耶	(78.3~92.0)	(2.8~6.9)	(0.16~0.67)	—	(1.45~7.02)	2.8 — —
布德斯克	99.1	0.39	0.04	—	0.20	0.04 0.20
波巴斯年斯克	98.85~99.3	0.28~0.30	0.03~0.08	~0.11	0.13~0.06	0.02痕迹 ~0.41 0.16~0.19
哈尔金斯克	98.5~97.28	0.74~1.32	0.07~0.06	0.06~0.10	0.28~0.44	痕迹0.07 — 0.27~0.26
盖波尔叙斯克	98.90~97.33	0.47~1.14	0.05~0.13	痕迹0.06	未发现0.19	未发现0.18 0.14~0.50 0.76~0.53
祖勃佐夫斯克	99.12	0.29	0.06	0.05	痕迹	痕迹 0.20 0.35
格列包夫斯克	98.7	0.90	0.05	—	0.14	痕迹 — —
薩拉托夫	97.3~98.08	0.45~1.37	0.03~0.13	0.05~0.06	0.12~0.14	0.04~0.12 0.05~0.42 0.24~0.56
塔什林斯克	97.22	1.43	0.08	0.05~0.2	未发现	0.07 0.58 0.40
塔什林斯克	99.02~99.61	0.21	0.02~0.09	痕迹	0.06	0.03 0.14 0.10

續表 2

矿床名称	各种成分的含量, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	N ₂ O+K ₂ O Ⅱ.Ⅱ.Ⅱ.
薩勃林斯克	98.2~99.7	0.11~0.68	0.02~0.40	0.02~0.05	0.16	—	—
托尔科維奇	97.87	1.17	0.12	0.11	0.10	0.07	0.12
迈斯基	95.9~96.8	1.2~1.7	0.13	0.08	0.5~0.6	0.06	0.8~1.15
哈兰賓斯克	88.8~89.9	4.3~5.3	0.47~0.51	0.03~0.04	0.3~0.5	0.46	2.8~3.2
卡緬諾莫斯科	89.9~90.8	4.5~5.7	0.57	0.09~0.14	0.29~0.53	0.03~0.09	1.15~1.33
涅文諾姆斯克	97.6~98.1	0.75~1.04	0.19~0.24	0.05~0.11	0.10~0.28	0.08~0.10	2.6~3.6
卡童	97.27	1.10	0.21	0.06	0.62	0.27	0.46
博尔若米	79.15	11.7	0.86	0.15	0.67	0.22	0.11
巴庫	78.1	6.2	2.20	0.28	5.17	1.77	5.2
別梁金斯克	98.1	0.91	0.06	0.08	0.28	痕跡	—
米歇龙斯克 (里斯雅山)	96.25	1.85	0.34	0.05	0.27	0.11	1.73
木哥查尔斯克	97.4~98.3	0.84~1.5	0.03~0.15	—	0.02~0.6	0.48~0.60	0.72
苏留克金斯克	88.0~96.5	1.4~6.3	—	—	—	—	—
苏果雅克	96.3~98.9	0.05~2.6	0.12~0.2	—	—	—	—
南依尔比特	94.6~96.4	1.9~2.4	0.33~0.44	0.13~0.18	0.05~0.31	0.14	0.7~0.9
奥尔忠尼启则 (卡拉布达赫肯特斯克)	98.14	0.65	0.22	0.11	0.12	0.20	0.66~1.12
亚尔瓦肯坎迪	98.5	1.17	0.18	0.11	0.10	0.07	—
雅烏恩齐姆斯克	95.10	2.40 (包括 TiO ₂)	0.32	—	0.36	0.13	0.12
							1.03
							0.60
							0.69
							0.24

續表 2

矿床名称	各种成分的含 量, %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO Na ₂ O + K ₂ O II. II. II.
依里姆齐也姆斯克 土隆	98.4 95.66	0.48 2.86	0.10 0.14	0.15 0.19	0.15 0.12	0.22 0.49
斯洛謝爾斯克	95.7~97.2	0.2~0.3	0.08~0.12	0.03	0.87~1.62	0.03~0.06
安東諾夫斯克 (奇萊欣斯克)	83.3~84.3	10.8~11.2	0.27~0.52	0.11~0.29	0.24~0.32	0.14~0.17
雷斯叶果爾斯克 (粉砂, 粉石 英)	94.62	3.91	0.17	—	0.15	0.35
艾拉斯克	68~76	12~15.9	1.92~2.23 (有时达 0.67~0.94)	—	—	—
扎波里雅爾 (石英)	99.93	0.02	0.002	—	痕跡	0.002
沃倫尼斯克 (石英)	99.93	0.03	0.001	—	0.006	0.004
						0.0013 0.0015
						0.03 —

注: 1. 表中所列主要是依据玻璃研究院所进行的个别試样的分析数据。

2. 氧化铁的含 量当用目測比色法測定时, 其精 确度可达 0.01%, 用光电比色法和光譜分析法时可达 0.002%。

3. 由于氧化铬的含 量很小, 从 前沒有測定。

根据玻璃研究院化驗室的資料, 柳別尔策矿床中氧化铬的含 量为 0.0008%, 南依尔比特矿床为 0.014%, 杜瑪舍夫斯克矿床为 0.026%。

柳別尔策矿床砂的顆粒組成

表 3

一英吋边长上的 孔数, 上层筛网	粒 級, 毫 米	各个粒級的含量, %	
		部 份 的	总計 (通过量)
20	$-0.833+0.589$	0.02	100
28	$-0.589+0.417$	1.82	99.98
35	$-0.417+0.295$	16.68	98.16
48	$-0.295+0.208$	54.53	81.58
65	$-0.208+0.147$	26.03	27.05
100	$-0.147+0.104$	0.58	1.02
150	$-0.104+0.074$	0.25	0.44
200	$-0.074+0.053$	0.11	0.19
270	-0.053	0.08	0.08

注, 1. 留在某筛网上砂的粒級, 筛孔尺寸用“+”号表示; 通过該筛网的以“-”号表示; 通过一个筛网并留在其他筛网上 (較細的) 用两个筛网的尺寸并以相应的“+”和“-”号表示 ($-0.833+0.589$ 毫米)。某些作者用筛余量来计算总筛出量。例如, 粒級 $-0.833+0.589$ 的总筛出量为 0.02, $-0.833+0.417$ 粒級的总筛出量为 1.84 (见图 2)。

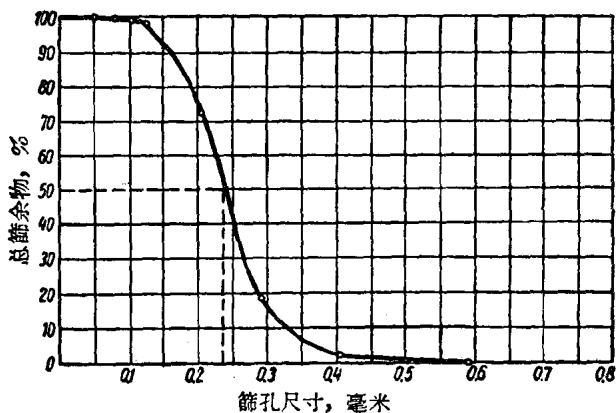


图 2 柳別尔策矿床砂样的顆粒組成

(虛綫用来表示中值, 可以此确定顆粒的平均尺寸)

2. 进行筛分析时采用成套筛网。通常采用的筛子其孔数以 1 平方厘米或 1 英吋边长的孔数表示。

砂的顆粒組成 表 4

矿床名称	不同顆粒尺寸 (毫米) 的含量, %												
	大于 +0.833	0.833~ 0.589	0.589~ 0.417	0.417~ 0.295	0.295~ 0.208	0.208~ 0.147	0.147~ 0.124	0.124~ 0.104	0.104~ 0.074	0.074~ 0.053	小于 0.053		
柳別爾策	0.19	0.07	1.60	14.64	50.68	29.17	3.00	0.24	0.11	0.11	0.08		
阿夫迭耶夫斯克	0.10	0.18	2.70	8.0	27.3	45.5	8.5	6.70	0.20	—	0.20		
維利科德沃尔斯基	3.17	3.31	8.61	24.6	45.1	14.4	1.8	0.25	0.14	0.04	0.14		
基埃爾基	—	—	—	1.65	13.16	50.79	23.62	7.24	3.25	0.21	0.08		
科茲洛夫斯克	0.70	2.06	5.75	12.66	27.27	18.02	12.6	12.87	4.87	1.82	1.90		
阿契茨	0.04	0.05	0.14	1.26	18.58	46.58	20.69	5.68	4.13	1.38	1.45		
庫特魯古金斯克	0.6	0.15	0.39	1.15	12.78	23.55	22.35	12.98	13.30	10.0	3.3		
卡依林斯克	8.0	5.50	10.3	23.4	34.6	8.67	1.81	0.70	1.40	0.58	12.98		
巴巴杜爾瑪茲斯克	—	—	6.34~ 19.5	16.8~32.0	—	24.0~35.0	—	5.4	9.8	3.6~5.3	15~25		
諾沃謝洛夫斯科耶	—	0.14	1.58	11.68	44.18	33.15	8.04	0.86	0.26	0.09	0.02		
布德斯克	0.02	0.42	24.9	64.79	—	3.10	—	3.65	1.77	1.40	0.12		
波巴斯年斯克	0.14	0.10	0.90	2.80	—	—	68.31	26.66	0.68	0.8	0.46		
哈尔金斯克	10.0	2.60	7.1	8.3	27.6	13.1	6.0	3.1	4.5	0.8	26.60		
聶波爾斯克	—	—	0.24	6.50	51.26	21.48	10.5	5.8	3.25	0.35	0.13		
祖勃佐夫斯克	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.18	6.70	82.0	8.9	0.36	1.31		
格列波夫斯克	0.70	8.00	—	2.0	20.0	42.0	6.5	1.6	1.23	0.70	0.70		
塔什林斯克	0.05	1.17	—	0.95	—	12.67	74.25	11.75	0.15	0.04	0.05		
托爾科維奇斯克	—	0.19	2.05	14.35	47.7	25.2	5.5	2.13	1.63	0.88	0.33		
迈斯基	0.33	6.0	20.96	28.91	21.0	13.29	3.89	1.57	1.84	0.62	1.51		

續表 4

矿 床 名 称	不同颗粒尺寸 (毫米) 的含量, %													
	大 于 +0.833	0.833~ 0.589	0.589~ 0.417	0.417~ 0.295	0.295~ 0.208	0.208~ 0.147	0.147~ 0.124	0.124~ 0.104	0.104~ 0.074	0.074~ 0.053	小 于 0.053			
哈兰貢斯克	0.38	1.04	2.66	15.54	45.21	10.96	7.9	2.60	3.19	1.13	3.39			
卡爾諾莫斯克	0.87	3.84	16.50	37.59	25.67	9.97	2.71	1.11	0.63	2.76	1.27			
涅文諾麥斯克	0.11	0.13	0.99	8.43	34.16	36.32	11.77	4.92	2.59	0.47	0.12			
米歇龍斯克	0.63	1.95	6.10	15.84	30.92	22.38	13.50	4.62	3.80	0.47	0.29			
苏留克金斯克	0.01	0.02	0.15	3.57	32.41	39.77	11.88	3.94	4.80	1.47	1.98			
南依尔比特	2.15	11.94	27.71	32.42	16.65	6.60	0.64	0.20	0.01	0.67	1.01			
亚尔瓦坎迪	—	0.55	2.95	12.25	21.11	38.20	12.0	5.63	3.30	2.85	0.41			
雅烏恩齊耶姆斯克	—	—	1.10	0.52	56.10	28.20	0.80	9.70	2.60	0.10	0.10			
依里鳩齊耶姆斯克	—	—	0.15	0.07	5.25	14.85	10.30	50.50	17.20	1.60				
土隆	—	0.22	0.57	1.47	18.77	29.20	28.25	12.67	10.97	0.35	0.70			
斯大洛謝爾斯克	—	2.4	9.8	25.27	33.67	20.28	3.89	1.75	1.57	0.50	0.82			
安東諾夫斯克	0.05	0.77	2.11	19.43	53.32	19.69	2.34	0.85	0.84	0.46	0.14			
杜瑪舍夫斯克	0.05	0.09	0.20	0.85	7.82	55.67	28.12	5.28	0.11	1.78	0.08			
达尔巴金斯克	—	0.37	3.55	10.18	11.08	15.37	28.34	16.87	4.45	0.98	1.44			
克羅利斯克	1.15	7.20	11.97	15.92	31.59	19.38	4.56	1.56	2.49	10.3	3.15			
阿扎特巴什斯克	0.06	0.18	1.61	12.83	49.39	26.37	6.42	1.02	1.09	0.39	0.64			