

含量约在50~70%，即品位较低。其它矿物有黄铁矿、辉钨矿等，这些矿物的结晶也非常微细。矿石的比重为2.6，但硬度很高，即WI硬度为22。一般来说，矿石中硅酸盐含量很高。黄铁矿也含金，但像该山地区矿石那样，金品位不高。对矿石中所含的36种成分进行了定性分析，而只对含量较多的成分进行了定量分析，其结果如同表3。

大口山矿石定量分析一例(1967年9月20日分析)表3

矿 种 成分(%)	下牛尾 -165 ML BV.W 12(SP)	下牛尾 -165 ML BV.W 14(R)	下牛尾 -165 ML BV.W 34	下牛尾 -165 ML B2V 着眼点	下牛尾 -165 ML CV.W 15	冶炼厂
						磨矿机给矿
Au(克/吨)	22.0	86.8	19.6	31.6	6.3	19.8
Ag(克/吨)	25.0	43.0	11.0	20.0	8.0	13.0
SiO ₂	94.66	91.06	93.98	94.56	72.12	83.54
Fe	1.08	0.89	0.89	1.16	11.52	2.02
Al ₂ O ₃	1.84	3.63	1.94	1.16	1.49	5.16
C ₂ O	0.07	0.07	0.06	0.12	0.16	0.27
MgO	0.15	0.10	0.05	0.20	0.10	0.25
K ₂ O	0.77	2.25	0.65	0.41	0.29	2.55
Na ₂ O	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03	0.18
Cu	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
S	0.13	0.11	0.08	0.22	11.94	1.15
TiO ₂	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04
-H ₂ O	0.28	0.18	0.18	0.36	0.32	0.76
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.10	0.09	0.09	0.12	0.12	0.08

三、冶炼生产概况

该厂工艺流程如图1所示，最近二年的生产指标如表4所示。（图、表见下页）

1. 供矿

从下牛尾地区（离冶炼厂约3公里）将矿石用翻斗汽车运至，经20吨台秤计量记录称过行称量之后，即入30吨底矿仓。

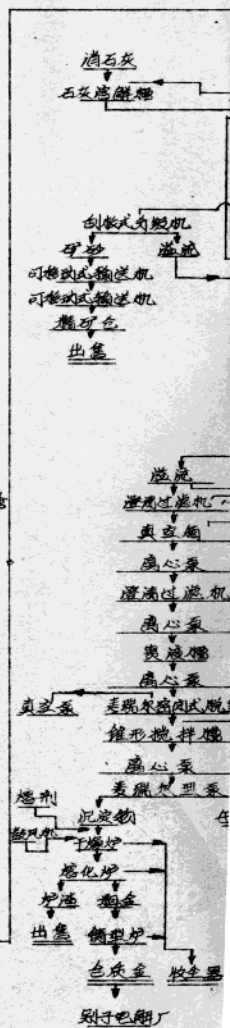
2. 破碎

底矿仓的矿石用3B链式给矿机给到筛箱（间隙为38毫米）进行筛分；+38毫米筛上产品用24"×15"简单摆动式颚式破碎机进行破碎后，同-38毫米筛下产品一起靠皮带运输机运送到筛子（双层筛网），在这一皮带运输机运输过程中因悬挂磁铁中并排磁属二类夹杂物，矿石在筛子上被分成三种粒级。即（1）+40毫米粒级矿石用皮带运输机运送到100吨硅酸质矿仓中贮存并且如此作为硅酸矿而用汽车运往外地出售。（2）-13毫米粒级矿石用皮带运输机运送到200吨磨矿仓贮存。（3）-40~+13毫米粒级矿石用皮带运输机给入3'圆锥破碎机进行破碎，该机与第二段筛子（筛孔为13毫米）组成闭路工作，-13毫米粒级矿石与颚式破碎机的-13毫米矿石一起运送到200吨磨矿仓。

3. 磨矿

贮存在200吨磨矿仓的矿石通过其底部的自动称进行称量并与适量的石灰乳一起进入3'×7'锥形球磨机。

用一段磨矿的锥形球磨机与多尔“下”型分级机闭路磨矿



别子也解

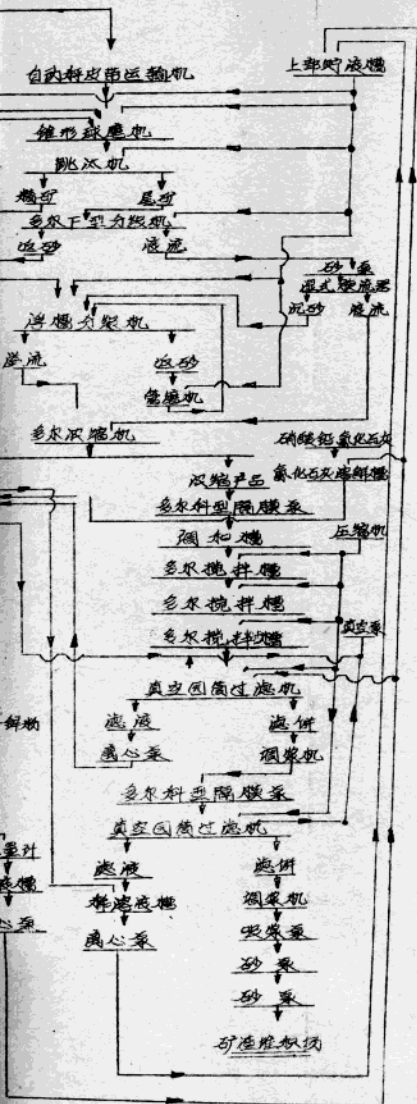


表4. 生产指标

表4~1

年份	种类	63		64		65		66		67	
		Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
选矿和回收率%	矿石处理率	92.6	69.1	93.2	67.1	93.9	82.8	92.5	73.3	93.4	80.9
	沉淀物回收率	96.0	94.3	96.7	94.1	95.2	91.3	92.3	91.7	96.3	94.6
	氯化回收率	92.6	69.1	93.2	77.1	93.9	82.8	92.5	77.1	93.4	80.9
	焙烧回收率	99.9	99.7	99.9	99.6	99.9	99.7	99.9	99.8	99.9	99.7
总回收率		92.7	69.6	94.1	79.3	94.2	78.9	92.9	78.8	93.6	82.3

表4~2

年份	产量	63		64		65		66		67	
		Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
生产	入矿量吨	35,918	9.9	10.3	33,746	9.1	8.0	35,424	308,116	45,386	8.5
	手选废石吨	1,162	0.3	1.0	1,184	0.1	0.3	1,34	342	1,984	0.2
	处理量吨	34,756	9.7	10.7	32,562	9.1	9.2	34,080	308,918	43,402	8.7
	矿渣吨	34,604	0.7	3.3	24,163	113,180	35,090	0.6	1.8	20,734	63,384
	金渣液	103,330	1.74	1.66	103,330	21,190	165,320	1.73	1.57	29,762	208,016
	渣处渣液升	103,330	0.08	0.15	12,744	23,764	165,320	0.09	0.13	15,184	21,204
	沉淀物升	3,731	7.67	5.51	236,040	3,314	8.65	6.14	286,128	203,682	3,542
	炉渣升	4,450	84.5	140.2	376	624	4,512	85.5	201.6	386	910
	重选渣升	52,334	66.1	43.0	10,070	6,356	2,144	18.7	14.2	39,906	30,470
	总产量	680,808	44.2	136.7	303,024	219,192	5,185	37.43	287,488	210,730	3,624

表4~3

年份	产量	66		67	
		Au	Ag	Au	Ag
生产	入矿量吨	32,623	6.3	10.1	37,012
	手选废石吨	1,340	0.2	0.5	16
	处理量吨	31,283	6.1	9.6	35,998

温度 (°C)	年度	63		64		65		66		67	
		NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN	CaO
温度 (°C)	浓硫酸	24.7	24.4	25.5	24.4	25.3	24.4	25.3	24.4	25.3	24.4
	1号搅拌	23.2	25.9	24.3	23.1	23.3	23.4	23.3	23.4	23.7	23.7
	2号搅拌	21.8	20.2	19.5	20.0	19.5	20.0	20.0	20.0	20.1	20.1
	3号搅拌	17.8	17.1	13.1	13.8	13.1	13.8	13.8	13.8	15.3	15.3
比重	浓硫酸	1.08	1.09	1.09	1.10	1.09	1.10	1.08	1.10	1.08	1.08
	1号搅拌	1.35	1.36	1.37	1.34	1.37	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
药剂	浓硫酸	1.16	1.11	1.13	1.12	1.13	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
	1号搅拌	0.042	0.054	0.041	0.041	0.033	0.035	0.033	0.033	0.042	0.042
	2号搅拌	0.056	0.041	0.042	0.031	0.051	0.026	0.057	0.025	0.056	0.022
	3号搅拌	0.049	0.033	0.030	0.023	0.038	0.022	0.045	0.023	0.049	0.021
浓度 (%)	浓硫酸	0.054	0.047	0.036	0.039	0.039	0.039	0.041	0.031	0.048	0.024
	1号搅拌	0.006	0.010	0.004	0.005	0.003	0.004	0.005	0.006	0.004	0.004
浓度 (%)	浓硫酸	37.0	34.5	32.8	30.8	32.8	30.8	32.8	30.8	32.8	30.8
	1号搅拌	89.5	88.6	89.2	91.4	89.2	91.4	89.2	91.4	89.2	91.4
钢球 量 kg/吨	浓硫酸	1.768	1.702	1.657	1.844	1.657	1.844	1.657	1.844	1.657	1.844
	1号搅拌	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	2号搅拌	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	3号搅拌	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
药利因 量kg/吨	浓硫酸	2.307	1.962	1.897	2.306	1.897	2.306	1.897	2.306	1.897	2.306
	1号搅拌	9.948	8.538	8.516	9.671	8.516	9.671	8.516	9.671	8.516	9.671
延工 时/吨	浓硫酸	0.091	0.071	0.052	0.071	0.052	0.071	0.052	0.071	0.052	0.071
	1号搅拌	3.851.30	4.043.40	2.860.70	2.599.96	2.860.70	2.599.96	2.860.70	2.599.96	2.860.70	2.599.96
延工 时/吨	浓硫酸	0.222	0.210	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17
	1号搅拌	66.18	65.06	60.33	62.77	60.33	62.77	60.33	62.77	60.33	62.77

循环中的跳汰机 ($16'' \times 24'' \times 2$ 个工作室) 来回收含金硫化物精矿 (硫化物以黄铁矿为主), 其精矿出售给别子矿业所。经一段磨矿的 -65 网目的矿石用水力旋流器 ($12'' \times 20''$) 进行分级, 其沉砂进入第 2 段磨矿, 溢流进入浓缩机。

第二段磨矿是用 $5' \times 10'$ 管式磨矿机和多尔“下”型浮选分级机组成闭路工作而实现的。总之, 细磨至 -200 网目占 95% 的矿石进入浓缩机。

4. 氰化

经 2 段磨矿的矿浆用 2 台 $30'$ 浓缩机进行浓缩, 其浓缩产品用多尔科型泵唧送到调和罐, 在其调和罐中加入氰化、石灰溶液和硝酸铝并进行相互混合之后连续进入 3 台 $18' \times 16'$ 多尔搅拌机, 在其中搅拌溶解大约两昼夜, 然后用真空园筒过滤器进行 2 段过滤。其一段真空园筒过滤器的全部滤液和在此以前的浓缩机溢流再经澄清过滤器进行第 2 段过滤之后作为滤清液, 然后其用麦瑞尔型密闭式脱氧塔进行脱氧, 并加入适量的锌粉和硝酸铝后, 用麦瑞尔型压滤机进行压滤, 从而得到金银沉淀物。麦瑞尔型压滤机的滤液做为一段真空园筒过滤器的洗涤液或磨矿的尾液可以循环使用。

5. 精炼

将金银沉淀物经干燥焙烧之后, 其中添加硼砂、萤石灰、硅砂并用重油炉为离出炉渣、去除杂质而得到粗金, 然后其用石墨坩埚进行再熔炼成合金大约 50~60%, 白银大约 30~40%, 金银含量共计 95% 左右的台质金, 送到新居茨别子电解厂。烟气是用布袋集尘器再进行处理。

6. 矿渣

用真空园筒过滤器进行第二段过滤之后的滤饼经浓浆机调

浮选产品中金银的分布趋势及其回收问题

加藤和夫 [日]

一. 绪 言

日本铜内矿山选矿厂的尾矿和“黑矿”矿山的矿石中Au、Ag品位比较高，所以，提高Au、Ag回收率是选矿生产工艺中的一项任务。

可是，关于尾矿中Au、Ag所赋存状况、形态和大小等诸问题只对个别矿石已查明之外，对其余的大部分矿石来说，还不明确，因此，要想提高选矿指标是非常困难的。

所以，首先对选矿生产工艺各作业产品中的Au、Ag进行分析，然后根据计算式汇集Au、Ag变化的状况来了解Au、Ag的动向，这样才能掌握Au、Ag回收的方向。根据已生产的Au、Ag数量来试验和研究Au、Ag的回收方法，其实验结果将应用到生产实际中去。

二、尾矿中Au、Ag品位的趋势

1. 各个时期尾矿中Au、Ag品位

各个时期尾矿中Au、Ag品位如表1、图1、图2所示，Ag的正算品位和逆算品位大致相同；但一般来说，Au的逆算品位较低。为了调查Au的逆算品位较低的原因，从1964年起就用最终尾矿进行了逆算，但以中间尾矿所逆算时的结果一样，逆

算 Au 品位比正算 Au 品位低 5~10% 左右。这是由于在选

选矿尾矿中 Au、Ag 品位 表 1

		60年		61年		62年		63年		64年		65年	
		下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年	下半年	上半年
Au 克/吨	正算品位	2.4	2.1	2.3	2.62	2.57	2.03	2.21	2.20	2.03	1.9		2.2
	逆算品位 (由Cu-Pb混 合尾矿)	2.2	1.9	2.3	2.16	1.99	2.16	2.12	1.80	1.9	1.8		1.9
	逆算品位 (由废石)									1.9	1.9		1.8
Ag 克/吨	正算品位	95	90	104	97	98	127	101	84	72	69		67
	逆算品位 (由Cu-Pb混 合尾矿)	84	94	113	97	98	108	112	88	77	79		73
	逆算品位 (由废石)									72	73		70

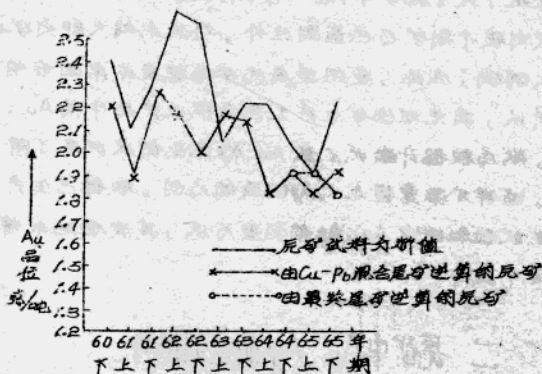


图1. 尾矿中 Au 品位

过程中 Au 被氰化钠而大量溶解所致，所以，多次测定了铜槽矿
液、筛机溢流中的 Au、Ag，其结果如下：

1964 年 Au 80 毫克/米³

1965 年 Au 128 毫克/米³

从而, 就可以判断逆算尾矿中 Au、Ag 品位低的主要原因是其被溶解(当 Cu、Pb 浓稀机逆流中的 Au 溶解量加到逆算品位计算时, 它与正算尾矿品位大致相同), 同时也出现了 Au (一部分 Ag、Cu) 的回收问题。

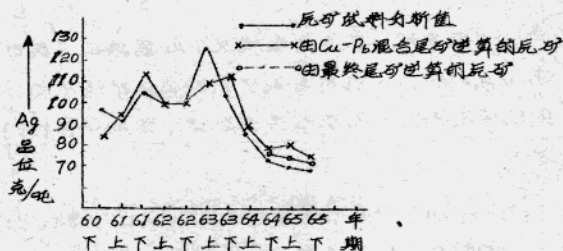


图2. 尾矿中 Ag 品位

2. 各个时期尾矿中 Pb 品位和 Ag 品位

如同表 2、图 3 所示, 一般来讲矿石中所含的 Pb 品高时, Ag 品位也高。

尾矿中 Au、Ag、Pb、BaSO₄ 品位表 2

期间 (年)	尾矿品位			
	BaSO ₄ %	Pb%	Au 克/吨	Ag 克/吨
60 上	6.71	0.82	1.9	66
下	9.31	1.47	2.33	89
61 上	8.93	1.50	2.01	95
下	8.32	1.64	2.29	108
62 上	9.31	1.50	2.89	97
下	9.94	1.87	2.28	98
63 上	8.88	1.65	2.10	116
下	10.12	1.64	2.17	107
64 上	8.40	1.29	2.0	86
下	9.69	1.36	1.98	74
65 上	7.76	1.30	1.9	71
下	8.21	1.29	2.0	68

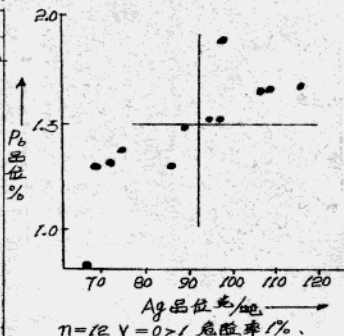


图3. 尾矿中 Pb 品位和 Ag 品位(1965 时期)

其次，似乎也与 $BaSO_4$ 和Au等含量有关，但在图表中还是不大明显。

三、Cu-Pb混合精矿中Au的分布趋势

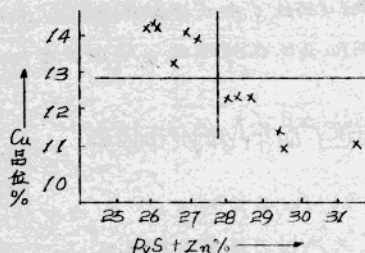
一般来说，在大多数情况下Au富集在“黄矿”（或半“黑矿”）中Cu高的部分，也有与铜矿物和黄铁矿伴生的，但与浮选最初阶段浮游的Cu-Pb混合浮选泡沫中的Au关系密切的因素可叙述如下：

1、Cu-Pb混合精矿Py-S+Zn品位和Cu品位

如同表3、图4所示，Au与Cu-Pb混合精矿中Py-S+Zn品位和Cu品位的关系是非常密切的。

Cu-Pb混合精矿的Cu、Pb、Zn、Py-S品位，对/吨Cu的Au、Ag品位 表3

	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Py-S %	Zn+Py-S %	对/吨Cu Au克/吨	对/吨Cu Ag克/吨
60年上	11.03	4.21	10.96	37.80	20.66	31.62	61	2292
下	10.93	7.82	12.28	35.52	17.29	29.57	78	3184
61年上	12.29	8.41	13.96	34.50	13.99	27.95	59	3512
下	13.20	9.45	12.18	35.18	14.46	26.64	63	3942
62年上	14.15	8.88	12.58	34.96	13.18	25.76	53	2938
下	11.44	9.28	12.02	35.94	17.51	29.53	64	3657
63年上	12.36	8.94	12.53	35.70	15.74	28.27	64	3521
下	12.28	8.13	10.20	37.14	18.52	28.72	58	3376
64年上	14.21	7.72	10.92	36.07	15.21	26.13	47	2584
下	14.30	8.46	10.45	36.41	15.58	26.03	52	2515
65年上	14.12	7.82	9.81	37.37	17.13	26.94	47	2541
下	13.89	8.35	10.87	36.94	16.33	27.20	52	2831

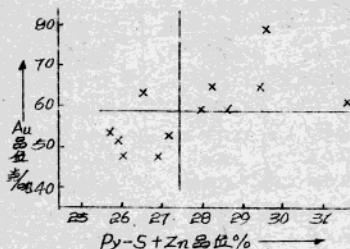


(60年上期~65年下期)危险率1%, $n=12$, $Y=0$, $P_Y < 1\%$

图4. 各个时期Cu-Pb混合精矿中Py-S+Zn品位和Cu品位

2. Cu-Pb 混合精矿Py-S+Zn品位和对一吨铜的Au品位

(图5)

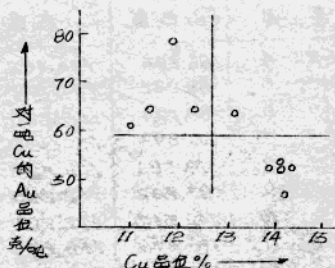


(60年上期~65年下期)危险率为5%, $n=10$

$Y=1$, $P_Y=5\%$

图5. 各个时期Cu-Pb混合精矿中

Py-S+Zn品位



(60年上期~65年下期)危险率5%, $n=10$, $Y=1$, $P_Y=5\%$

图6. 各个时期Cu-Pb混合精矿中

Cu品位和对一吨铜的Au品位

3. Cu-Pb 混合精矿Cu品位和对1吨Cu的Au品位(图6)

为了提高Cu-Pb混合精矿中的Cu品位就必须抑制FeS₂和ZnS, 但在那个时候FeS₂和ZnS受抑制的程度是不同的, 所以, 求出FeS₂和ZnS之和与Cu品位的关系, 其结果如图4所示。由图4可见, 它们之间的关系是很密切的。於是, 采用上

述的方式来提高Cu品位(在上述期间内, Cu回收率几乎不变)时, 对1吨Cu的Au品位有所降低, Au回收率也有所下降。

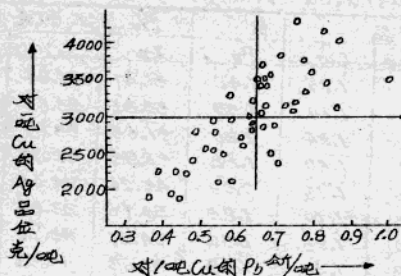
四、关于浮选产品中Ag的分布趋势

一般地说, Ag的赋存是复杂的, 但观察Ag与Pb矿物和银山面铜矿等矿物的关系时可获得下列结果:

1. 各月Cu-Pb混合精矿中对1吨Cu的含Pb量和Ag品位(表4, 图7)

Cu-Pb混合精矿中对1吨Cu的Pb、Au、Ag的含量 表4

年 月	Pb 含量 吨	Cu 含量 吨	对 1 吨 Cu		
			Pb 含量 吨/吨	Au 含量 克/吨	Ag 含量 克/吨
62. 4	86.195	134.482	0.64	62	3240
5	88.831	140.251	0.63	65	3040
6	83.124	133.780	0.53	55	2590
7	100.893	150.355	0.67	59	3420
8	79.580	120.523	0.66	54	3450
9	97.232	152.250	0.64	39	2910
10	142.317	142.202	1.00	56	3490
11	133.079	158.879	0.84	62	3480
12	82.120	152.868	0.54	52	2960
63. 1	123.371	142.523	0.87	60	3160
2	144.019	165.904	0.87	75	4050
3	138.139	178.291	0.78	63	3790
4	103.756	129.067	0.80	71	3610
5	120.994	146.411	0.83	69	4220
6	84.768	120.293	0.66	62	3760
7	116.948	168.229	0.70	60	2877
8	123.649	163.505	0.67	62	3414
9	143.206	202.465	0.71	71	3838
10	109.786	188.619	0.58	63	3328
11	101.158	158.697	0.64	52	2812
12	110.080	172.594	0.67	52	3228



危险率1%, $n = 46$, $Y7 > 13$, $P_r 1\%$.

相关系数: 试样48个时, 根据标准表把危险率1%的

系数0.4433扩大为0.8511

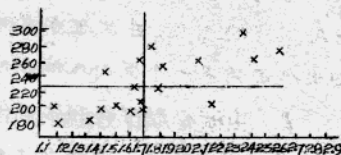
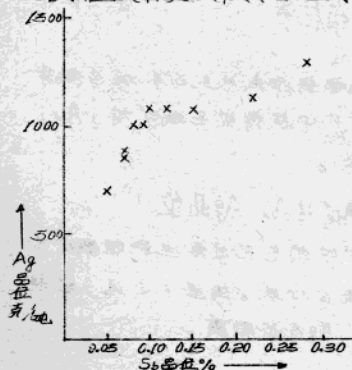
图7. 每月Cu-Pb混合精矿中对1吨Cu的Pb品位和

Ag品位 (62.4 ~ 66.3)

2. Pb精矿中的Sb品位和Ag品位 (图8)

3. Zn精矿中Pb品位和Ag品位 (表5, 图9)

如同表5、图9所示, Ag与Pb、Sb有关 (但在Pb精矿中Ag-Sb相互关系是只限于在短时间内)。



(62.4 ~ 63.12) $n = 19$, $Y = 3$, $P_r = 1\%$
 分布图: 试样19个时, 危险率1%的Y临界值为3, 危险率为1%。
 相关系数: 试样21个时, 根据标准表把危险率1%的系数0.5368扩大为0.6039。

图8. Pb精矿中Ag和Sb品位 (63.3, Pb精矿) 图9. Zn精矿中Pb品位和Ag品位

每月精矿中Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Py-S品位表

月别	品位		%				
	Au克/吨	Ag克/吨	Cu	Pb	Zn	T.S	Py-S
62.4	3.3	195	1.20	1.42	56.47	31.84	2.74
5	3.0	184	1.10	1.33	53.31	33.63	6.23
6	3.3	226	1.24	2.30	51.63	33.69	6.79
7	3.7	226	1.50	1.62	52.93	32.93	5.16
8	5.3	273	1.75	2.59	45.26	34.45	10.11
9	3.3	255	1.70	1.83	53.76	33.85	5.52
10	3.3	200	1.25	1.52	54.31	33.32	5.22
11	3.3	198	1.45	1.09	51.63	33.53	6.61
12	2.7	176	1.13	1.13	52.94	34.26	7.01
63.1	2.3	202	0.90	1.70	49.81	34.02	9.44
2	2.7	205	0.90	1.69	54.10	32.13	4.46
3	2.3	195	1.75	1.62	51.27	33.68	6.54
4	5.0	261	2.20	2.44	52.36	34.32	7.05
5	5.3	240	2.00	2.86	50.94	32.74	5.38
6	2.7	247	1.35	1.49	53.35	32.94	5.63
7	3.2	280	1.30	1.73	52.43	31.79	4.53
8	5.0	298	1.30	2.33	53.83	32.39	4.35
9	4.0	262	1.13	1.66	52.06	32.62	5.23
10	2.7	215	1.40	2.16	48.60	34.32	8.78
11	3.8	227	1.60	1.81	49.73	33.27	7.02
12	3.8	265	1.55	2.07	52.52	33.87	6.26

五、成品精矿中Au、Ag的分布趋势

已在上面对叙述的Au、Ag分布趋势都表示尾矿和混合精矿中Au、Ag的动向。在试验和实际生产中获得成品精矿时，Au、Ag分布趋势是一个很有趣味的现象。

1、由硫化精矿经脱铜后的精矿中Au、Ag品位

在同一时期内，对脱铜后精矿中的各品位和主流程精矿中的各品位进行了比较，其结果如表6所示。由表6可见，经脱铜之后精矿中的Cu品位低，但Au、Ag品位较高。

各月从硫化精矿中脱Cu之后精矿的Au、Ag、Cu品位 表6

月别	脱Cu精矿			硫化精矿		
	品	位	位	品	位	位
	Au克/吨	Ag克/吨	Cu%	Au克/吨	Ag克/吨	Cu%
62.4	5.2	223	1.80	3.7	81	0.83
5	2.7	216	1.95	3.2	64	0.68
6	5.0	239	3.08	3.3	80	0.75
7	4.7	133	1.25	3.3	65	0.40
8	3.7	133	0.98	2.3	64	0.45
9	3.7	78	3.91	1.7	58	0.50
10	4.0	157	1.85	2.3	59	0.30
11	2.7	90	1.35	3.3	53	0.28
12	2.5	131	1.70	3.3	33	0.10
63.1	3.3	137	1.60	2.3	72	0.22
2	2.0	136	0.98	1.3	112	0.23
3	3.7	145	2.63	2.7	50	0.28
4	4.2	145	1.80	2.7	62	0.75
5	5.3	306	4.73	2.0	80	0.50
6	5.3	220	5.63	2.7	44	0.30
7	6.3	295	6.50	2.7	99	0.30
8	10.3	338	7.00	3.0	69	0.68
9	7.0	231	3.50	3.3	66	0.60
10	5.0	227	5.13	2.2	58	0.55
11	2.8	242	6.90	2.5	62	0.60
12	4.7	245	2.81	2.3	97	0.98
64.1	4.7	225	4.25	2.7	77	0.68
2	6.5	269	6.50	2.6	75	0.90
3	8.3	312	7.50	2.3	64	0.41
4	6.3	262	5.88	2.3	77	0.20
5	10.8	312	4.75	2.2	56	0.20
6	4.7	193	5.73	1.7	45	0.55
7	7.7	198	3.63	2.7	62	0.45
8	4.0	200	6.77	2.3	49	0.49
9	4.0	184	12.61	1.8	57	0.55
10				2.5	41	0.42
11				2.2	62	0.69
12				1.7	55	0.49
65.1				2.7	42	0.30
2				2.3	41	0.30