

黔西北含自然铜矿石样品加工方法研究

周万峰^{1,2}, 朱志雄^{1,2}

(1. 国土资源部贵阳矿产资源监督检测中心, 贵州 贵阳 550018;
2. 贵州省地质矿产中心实验室, 贵州 贵阳 550018)

[摘要]通过对黔西北某地含自然铜矿石样品加工过程中的分级、缩分及均匀性试验, 确定样品经粗碎、中碎后, 过 1 mm 筛(筛上物检测 Cu, 参与以后计算), 筛下物混匀缩分($K=0.5$), 采用棒磨细碎, 过 160 目筛(筛上物检测 Cu, 参与以后计算), 筛下物混匀的加工流程是可行的, 其经济性、可靠性、准确性能满足该矿区地质工作的实际需要。

[关键词]样品加工; 缩分系数; 分级制样; 自然铜矿石

[中图分类号]O652.4 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2016)03-0230-07

黔西北某地铜矿石为多孔状含铜拉斑玄武岩, 矿物组成为斜长石、辉石、绿泥石、玄武玻璃、磁铁矿、方解石、石英、孔雀石、自然铜、辉铜矿。该铜矿以自然铜为主, 约占铜族矿物的 60%, 其粒径最大可达 2 mm, 小的在 0.1 mm 以下。由于自然铜具有良好的延展性, 采用常规的样品制备方法^[1-3]对该铜矿石样品进行加工难以获得满意的分析试样。

本文对该地区含自然铜矿石样品进行了针对性、探索性的样品加工流程研究, 取得了很好的效果。

1 试验用样品的分配

将原始质量 340 kg 的样品用颚式破碎机全部加工至小于 5 mm, 混匀后按表 1 进行各类试验用样品的分配。

表 1 试验用样品质量分配表

Table 1 Mass distribution of experimental samples

试样编号	粒度	样重	用途
YZ	-5 mm	约 45 kg	加工方法验证
SF-1	-5 mm	约 200 kg	-5 mm 缩分试验
FJ	-5 mm	约 45 kg	分级加工试验
SY	-5 mm	约 15 kg	湿法冶金定值
SF-2	-5 mm	约 15 kg	-1 mm 缩分试验
LD	-5 mm	约 15 kg	粒度分析

2 样品加工流程研究

根据样品加工工作的原则, 样品加工流程的研究主要的是确定缩分系数, 以达到用最小的工作量制备具有代表性的分析试样的目的。对于含有自然铜的样品, 还须研究样品是否分级加工, 以确定自然铜过度细碎进入分析试样后对均匀性的影响^[4]。

2.1 样品分级加工试验

2.1.1 样品粒度分析

将粒度分析样(LD)用对辊机进行中碎, 过 1 mm 筛, 筛上物准确称重, 筛下物再用棒磨机进行细碎 1 小时, 细碎后的样品分别用 60 目、100 目、120 目、140 目、160 目、180 目、200 目标准筛过筛, 采用混合酸分解 ICP-AES 法检测^[5]各粒级试样中 Cu 含量。样品粒度分析加工流程及各粒级检测结果见图 1。

从粒度分析结果可以看出, 试样中 Cu 主要集中在 1 mm 以上和 160 目以下, 占总 Cu 量的 85% 以上。

2.1.2 样品分级加工试验

主要是考察试样中自然铜经过度粉碎对试样的均匀性是否产生影响。将分级加工试验样(FJ)按图 2 分级加工流程制备分析试样。分析试样检测结果见表 2。

[收稿日期] 2016-05-29

[作者简介] 周万峰(1974—), 男, 贵州遵义人, 工程硕士, 工程师, 长期从事化学分析工作。

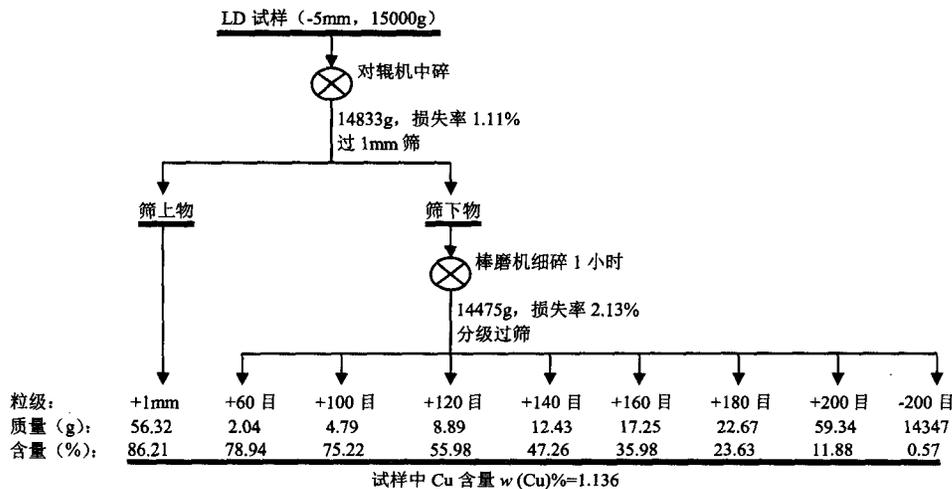


图 1 粒度试验流程图

Fig. 1 Flow diagram of size experiment

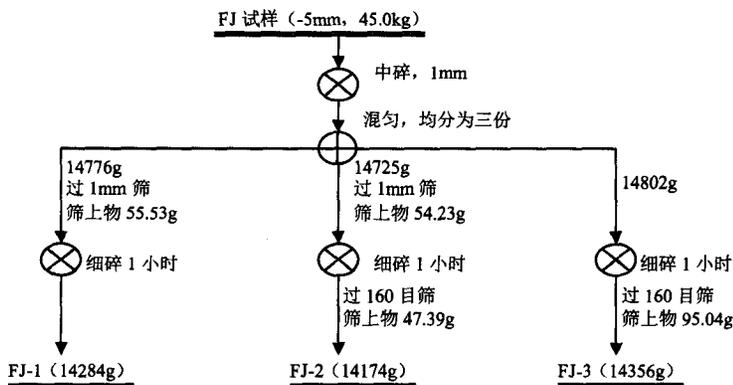


图 2 样品分级加工流程图

Fig. 2 Flow diagram of samples grading process

表 2 分析试样检测结果

Table 2 Testing results of analytical samples

试验 编号	1 mm 筛上物		160 目筛上物		160 目筛下物		相对标 准偏差 (%)	最大相 对偏差 (%)	允许相 对偏差 (%)	加权 w (Cu)/ %
	质量 (g)	w (Cu)/ %	质量 (g)	w (Cu)/ %	质量 (g)	w (Cu)/ %				
FJ-1	55.53	86.78	—	—	14284	0.862	6.10	7.15	7.11	1.131
						0.763				
						0.747				
						0.784				
						0.653				
FJ-2	54.78	86.17	47.39	50.23	14174	0.634	3.42	4.39	7.51	1.137
						0.678				
						0.621				
						0.659				
						0.811				
FJ-3	—	—	97.04	44.35	14356	0.827	5.30	6.84	7.01	1.128
						0.906				
						0.790				
						0.848				
						0.848				

通过对上述三种情况制备的试样的检测结果分析可以看出:样品加工过程中在 1 mm 和 160 目时过筛分离自然铜,试样的精密度可满足要求。

2.2 样品加工缩分试验

2.2.1 5 mm 筛下物缩分试验

将 5 mm 缩分试验样(SF5)按图 3 流程进行缩分^[6],缩分所得各组试样分别继续中碎,过 1 mm 筛,筛上物准确称重(检测 Cu 含量,参与以后计算),筛下物细碎 1 小时,过 160 目筛,筛上物(准确称重)、筛下物分别检测 Cu 含量。各组试样中 Cu 的检测结果见表 3。

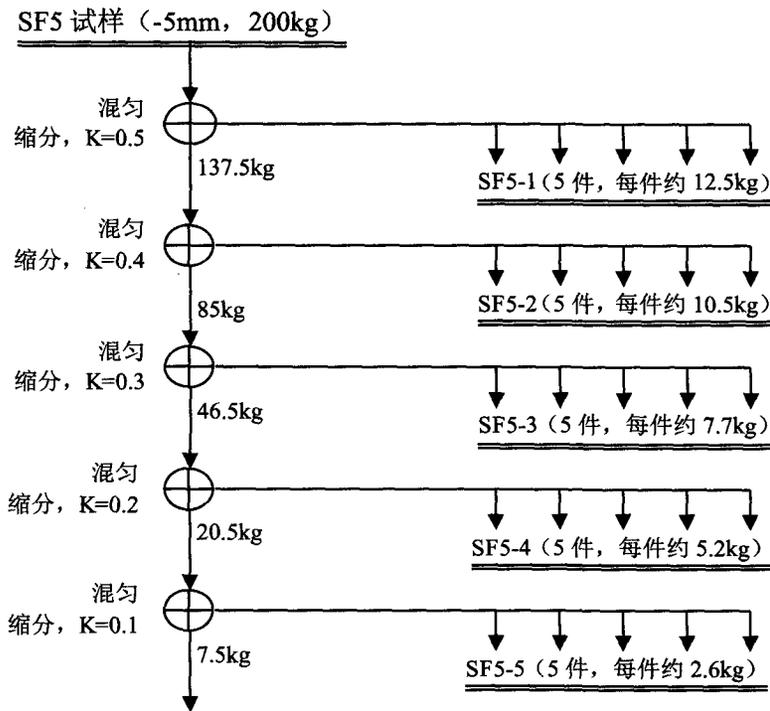


图 3 5 mm 筛下物缩分试验流程图

Fig. 3 Flow diagram of 5mm undersize splitting experiment

表 3 5 mm 筛下物缩分试验各组试样检测结果

Table 3 Testing results of each sample group by 5mm undersize splitting experiment

试样 编号	K 值	+1 mm 筛上物		+160 目筛上物		-160 目筛下物		加权 w (Cu)/%	相对标准 偏差(%)	最大相对 偏差(%)	允许相对 偏差(%)
		质量 (g)	w (Cu)/%	质量 (g)	w (Cu)/%	质量 (g)	平均 w (Cu)/%				
SF5-1	0.5	45.49	83.37	39.46	49.04	12006	0.638	1.107	3.71	4.81	6.49
		45.42	89.33	43.26	46.85	12083	0.655	1.150			
		51.26	85.28	38.68	51.83	12072	0.665	1.184			
		46.69	88.57	40.17	49.26	12115	0.649	1.146			
		44.87	80.98	40.05	47.10	12104	0.627	1.075			
SF5-2	0.4	44.78	76.88	34.28	50.09	10224	0.654	1.150	3.98	5.27	6.48
		35.13	86.97	33.68	47.07	10247	0.629	1.075			
		40.87	86.70	33.04	50.36	10395	0.650	1.144			
		42.54	87.98	33.12	54.49	10358	0.668	1.194			
		36.47	87.78	35.76	44.98	10187	0.644	1.108			

续表

试样 编号	K 值	+1 mm 筛上物		+160 目筛上物		-160 目筛下物		加权 w 相对标准最大相对允许相对 (Cu)/% 偏差(%) 偏差(%) 偏差(%)			
		质量 (g)	w (Cu)/%	质量 (g)	w (Cu)/%	质量 (g)	平均 w (Cu)/%				
SF5-3	0.3	29.71	86.71	24.59	54.75	7473	0.643	1.159			
		28.73	86.90	23.27	54.17	7309	0.654	1.160			
		24.46	88.57	24.36	47.03	7494	0.629	1.064	4.74	6.04	6.49
		34.33	79.18	25.78	52.53	7496	0.668	1.201			
		27.48	82.58	26.63	44.59	7587	0.655	1.102			
		19.32	77.28	15.98	43.41	5028	0.640	1.067			
SF5-4	0.2	20.37	85.60	18.23	46.28	5143	0.638	1.132			
		23.54	84.04	17.15	52.57	5006	0.669	1.235	5.46	7.26	6.46
		19.58	80.93	17.39	43.99	5085	0.651	1.105			
		22.11	82.39	16.74	47.86	5126	0.634	1.137			
		10.18	88.86	8.92	41.97	2441	0.657	1.172			
SF5-5	0.1	11.35	87.90	8.93	61.87	2683	0.642	1.210			
		9.44	79.08	8.01	50.36	2685	0.656	1.093	5.88	7.47	6.50
		8.22	82.23	7.39	45.19	2368	0.622	1.042			
		10.03	87.46	8.57	46.62	2458	0.642	1.153			

从上表3可以看出:对试样5 mm 筛下物进行缩分,当缩分系数 K 大于 0.3 时,缩分所得试样 Cu 含量检测结果的精密度和最大相对偏差均满足要求,因此,综合考虑一定的安全系数和工作量等因素,试样 5 mm 筛下物的缩分系数 K 取 0.4。

2.2.2 1 mm 筛下物缩分试验

将 1 mm 缩分试验样(SF1)中碎,过 1 mm 筛,筛下物按图 4 流程进行缩分,缩分所得各组试样分别继续细碎 1 小时,过 160 目筛,筛上物(准确称重)、筛下物分别检测 Cu 含量。各组试样中 Cu 的检测结果见表 4。

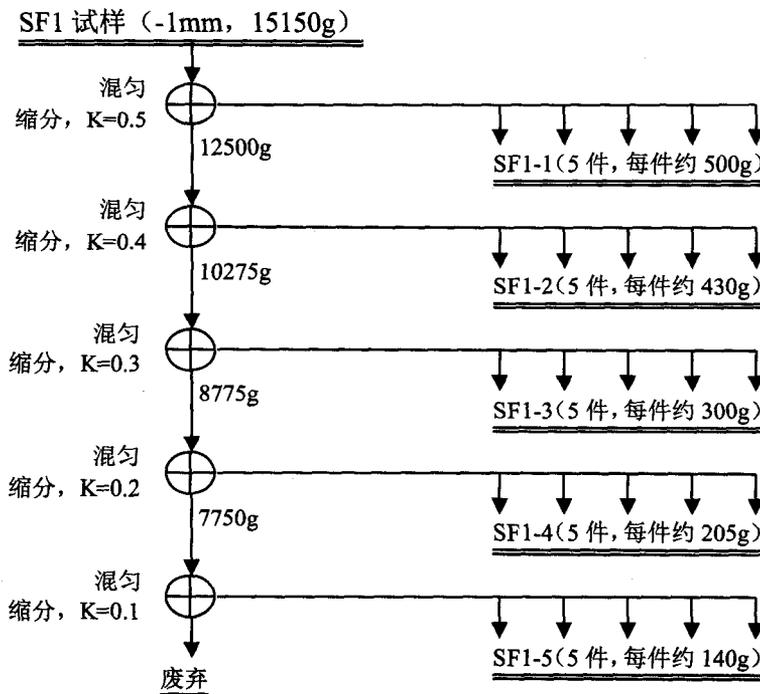


图 4 1 mm 筛下物缩分试验流程图

Fig. 4 Flow diagram of 1mm undersize splitting experiment

表4 1 mm筛下物缩分试验各组试样检测结果

Table 4 Testing results of each sample group by 1mm undersize splitting experiment

试样编号	K 值	+160 目筛上物		-160 目筛下物		加权 w(Cu)/%	相对标准 偏差(%)	最大相对 偏差(%)	允许相对 偏差(%)
		质量(g)	w(Cu)/%	质量(g)	平均 w(Cu)/%				
SF1-1	0.5	1.685	52.09	497.9	0.662	0.835	4.45	4.87	7.13
		1.533	47.26	494.1	0.628	0.772			
		1.655	48.37	495.4	0.649	0.808			
		1.798	55.02	498.3	0.641	0.837			
		1.487	44.14	493.1	0.628	0.759			
		1.186	59.16	431.2	0.643	0.804			
SF1-2	0.4	1.119	46.73	426.8	0.647	0.768	4.98	5.43	7.13
		1.726	50.94	434.6	0.641	0.840			
		1.305	43.78	420.7	0.620	0.753			
		1.407	55.29	435.3	0.663	0.839			
		0.858	59.85	293.2	0.631	0.804			
		0.808	42.23	280.1	0.649	0.769			
SF1-3	0.3	0.905	48.98	296.4	0.633	0.780	5.11	6.36	7.07
		1.109	53.14	278.7	0.665	0.873			
		0.971	47.66	294.8	0.637	0.791			
		0.609	50.09	195.8	0.644	0.797			
		0.716	61.37	193.5	0.637	0.861			
		0.523	46.26	186.9	0.621	0.748			
SF1-4	0.2	0.685	56.12	199.1	0.652	0.842	6.16	6.99	7.11
		0.471	42.13	191.4	0.658	0.760			
		0.335	52.78	131.2	0.659	0.792			
		0.386	47.94	126.8	0.636	0.780			
		0.507	39.03	134.5	0.621	0.765			
		0.307	58.29	120.1	0.653	0.800			
SF1-5	0.1	0.554	63.16	135.4	0.643	0.898	6.50	7.97	7.05

从上表3可以看出:对试样1 mm筛下物进行缩分,当缩分系数K大于0.2时,缩分所得试样Cu含量检测结果的精密度和最大相对偏差均满足要求,因此,综合考虑一定的安全系数和工作量等因素,试样1 mm筛下物的缩分系数 K_1 取0.3。

3 加工流程验证

3.1 样品加工流程

根据上述试验研究,该含自然铜地质样品加工流程可确定为:样品→颚式破碎机粗碎(过5 mm,无筛上物)→混匀缩分(K=0.4,一般地质样品由于送样质量较小,可省去此步骤)→对辊机

中碎→过筛(1 mm,筛上物测Cu参与以后计算)→筛下物混匀缩分(K=0.3)→棒磨机细碎→过筛(160目,筛上物测Cu参与以后计算)→筛下物混匀→分装分析正、副样。样品加工流程见图5。

3.2 样品加工流程验证

3.2.1 参考值的确定

将湿法冶金定值样(SY)用对辊机中碎(碎后质量为14837 g),过1 mm筛,筛上物(编号SY-1)全样王水分解测定Cu量(参与以后计算),筛下物混匀,按K=0.9(为确定的缩分系数0.3的3倍)缩分出五份(编号SY-2~SY-6),每份约930 g,分别采用球磨机湿法细碎2小时,全样王水分解测定Cu含量,最后加权平均得到试验样品中Cu含量的参考值。定值样品检测结果见表5。

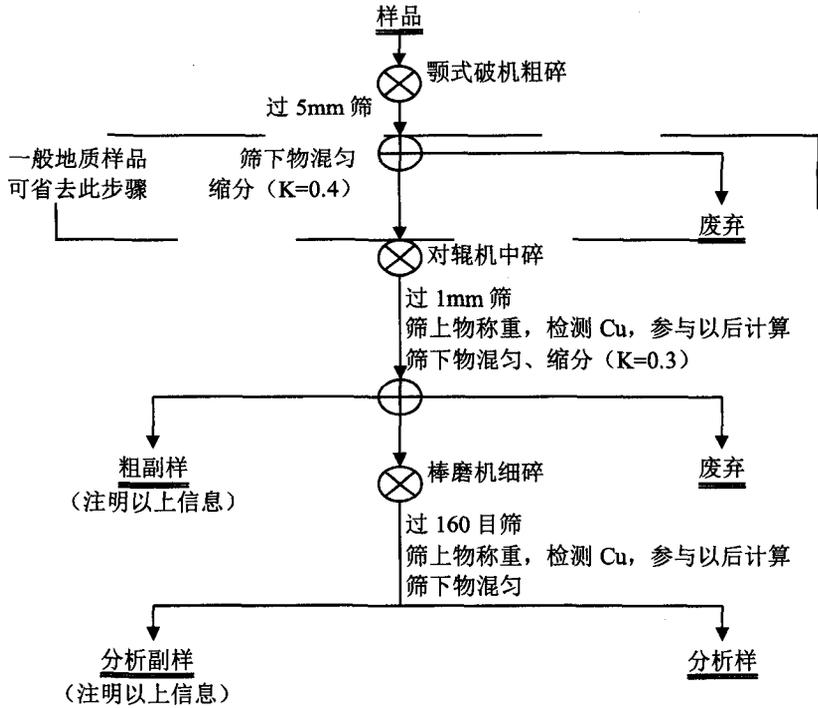


图 5 样品加工流程图

Fig. 5 Flow diagram of sample processing

表 5 定值样品检测结果

Table 5 Testing results of valued samples

试样编号	质量(g)	浸出溶液			浸出渣			总 Cu 量 (g)
		体积(ml)	$\rho(\text{Cu})(\text{g/L})$	Cu 量(g)	质量(g)	$w(\text{Cu})/\%$	Cu 量(g)	
SY-1	51.10	1000	44.32	44.32				44.32
SY-2	933.1	3000	2.428	7.284	559.9	0.091	0.510	7.794
SY-3	926.6	3000	2.431	7.293	555.9	0.083	0.461	7.754
SY-4	925.2	3000	2.427	7.281	541.8	0.087	0.471	7.752
SY-5	931.4	3000	2.438	7.314	551.2	0.093	0.513	7.827
SY-6	917.3	3000	2.383	7.149	556.9	0.090	0.512	7.661
定值结果			$w(\text{Cu})/\% = \frac{7.794+7.754+7.752+7.827+7.661}{933.1+926.6+925.2+931.4+917.3} \times 100 + \frac{44.32}{14837} \times 100 = 1.136$					

3.2.2 加工流程验证

将加工方法验证样(YZ)按上述确定的样品加工流程进行加工,并测定各粒级试样中 Cu 含

量。样品加工记录见表 6,各粒级试样中 Cu 含量测定结果表 7。

表 6 加工流程验证样加工记录

Table 6 processing record verified by flow

试样编号	试样质量(kg)	颞式破碎机粗碎(-5m,无筛上物)				对辊机中碎(1mm)			
		碎后质量(kg)	损失率(%)	缩分(K=0.4)	留样质量(kg)	缩分误差(%)	碎后质量(g)	损失率(%)	碎后质量(g)
YZ	45.0	44.62	0.84	11.13	0.22	10932	1.78		

对辊机中碎(1 mm)				棒磨机细碎(1 小时)			
过筛(1 mm)		缩分(K=0.3)		碎后质量(g)		损失率(%)	
筛上物(g)	筛下物(g)	留样质量(g)	缩分误差(%)			筛上物(g)	筛下物(g)
40.70	10891	340	0.10	330.5	2.79	1.112	329.4

表 7 各级试样中 Cu 含量检测结果

Table 7 Tested Results of Cu content in all levels Samples

样品编号	样品质量(kg)	1 mm 筛上物		160 目筛上物		160 目筛下物 w(Cu) / %
		质量(g)	w(Cu) / %	质量(g)	w(Cu) / %	
YZ	44.57	40.70	85.28	1.112	48.37	0.656
样品含量		$w(\text{Cu}) / \% = \frac{40.70 \times 85.28\%}{10932} \times 100 + \frac{1.112 \times 48.37\%}{330.5} \times 100 + 0.656 = 1.136$				

从验证结果来看,按上述研究确定的样品加工流程制备的分析试样,其 Cu 含量检测结果与参考值一致,达到了用最小的工作量制备具有代表性的分析试样的目的。

最小的工作量制备具有代表性的分析试样的目的。

[参考文献]

4 结论

(1)该地区含自然铜矿石样品的加工,采用研究确定的加工流程是可行的,其经济性、可靠性、准确性能满足该矿区地质工作的实际需要。对于一般地质样品,由于送样质量较小,可省去粗碎后缩分步骤,直接进行中碎。

(2)送样单位在填写送样时,应对样品进行必要的野外岩石矿物性质描述,以便实验室对样品有一个初步的了解,确定样品加工流程,达到用

[1] 岩石矿物编委会. 岩石矿物分析(第一分册)[M]. 第四版. 北京:地质出版社,2011:189-200.
 [2] 全国国土资源标准化技术委员会地质矿产实验测试分技术委员会. DZ / T 0130-2006 地质矿产实验室测试质量管理规范[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
 [3] 董英,王吉坤,冯桂林. 常用有色金属资源开发与加工[M]. 北京:地质出版社,2005:225-347.
 [4] 黄晓琳. 自然铜矿石样品的加工及分析测试方法[J]. 岩矿测试,2008,27(4):279-283.
 [5] 岩石矿物编委会. 岩石矿物分析(第三分册)[M]. 第四版. 北京:地质出版社,2011:40-41.
 [6] 张毅. 岩石矿物分析[M]. 北京:地质出版社,1986:6-9.

Processing Method Study of Native Cooper-bearing Rock Sample in Northwest Guizhou

ZHOU Wan-feng^{1,2}, ZHU Zhi-xiong^{1,2}

(1. MLR Guiyang Supervision Testing Center for Mineral Resources, Guiyang 550004, China;

2. Guizhou Central Laboratory of Geology and Mineral Resources, Guiyang 550018, Guizhou, China)

[Abstract] By grading, splitting and uniformity experiment during the natural cooper samples processing in northwest Guizhou, the coarse crushing and intermediate crushing of samples are determined, by 1 mm sieve, the undersize are mixed and splitted (K = 0.5), grinding finely and screen 160 mesh, the processing of undersize mixing is available, the economy, reliability and accuracy can satisfy the realistic demand of geologic work in this mining area.

[Key words] Sample processing; Splitting coefficient; Sample grading; Natural cooper ore