

西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区 铜多金属矿资源储量核实报告

西藏巨龙铜业有限公司
二〇一二年十一月

西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区 铜多金属矿资源储量核实报告

(2012年3月—2012年11月)

提交单位：西藏巨龙铜业有限公司

法定代表人：肖永明

总经理：王平

总工程师：蒋光武 夏代祥

编制单位：西藏自治区地质矿产勘查开发局

第二地质大队

队长：曹林

总工程师：张华平

编制人员：马进全 路文 岳宁飞 高品 谭懿

杨保安 董磊 郑前明 周国华

报告提交时间：2012年11月

目 录

1、前言	1
1.1 概况	1
1.1.1 目的与任务	1
1.1.2 位置	1
1.1.3 自然地理与经济概况	2
1.1.4 矿业权设置情况	3
1.2 以往工作评述	4
1.2.1 以往区域地质调查工作	4
1.2.2 以往矿产地质工作	4
1.3 矿山设计、开采和资源利用概况	8
1.3.1 矿山设计、开采	8
1.3.2 资源储量利用情况	9
1.3.3 矿山经济效益情况	9
1.4 本次工作情况	10
1.4.1 工作概况	10
1.4.2 完成实物工作量	11
1.4.3 主要成果概述	11
2. 工作区地质	12
2.1 区域地质	14
2.1.1 区域大地构造位置	14
2.1.2 地层	14
2.1.3 岩浆岩	16
2.1.4 变质岩	18
2.1.5 构造	19
2.1.6 区域矿产	20
2.1.7 区域成矿条件分析	22
2.2 矿区地质	24
2.2.1 地层	24
2.2.2 岩浆岩	27
2.2.3 构造	29
2.2.4 裂隙	31
2.2.5 围岩蚀变	31
2.3 矿体特征	32
2.3.1 矿体数量	32
2.3.2 矿体形态、产状和规模	32
2.4 矿石质量	41
2.4.1 矿石类型及特征	41
2.4.2 矿石质量特征	49
2.5 矿体围岩和夹石	51
2.5.1 矿体的围岩	51
2.5.2 夹石	51

2.5.3 氧化带.....	52
2.5.4 围岩蚀变矿化与矿化规律.....	52
2.6 矽卡岩矿床的主要控矿条件.....	52
2.7 矿床伴生矿产.....	54
3. 矿石加工技术性能.....	55
3.1 小型选矿试验结果.....	55
3.2 试验样采集及制备.....	55
3.2.1 样品采集.....	55
3.2.2 矿样的制备.....	55
3.2.3 浮选条件试验.....	56
3.2.4 闭路流程试验.....	57
3.2.5 试验结果.....	58
3.3 工艺流程试验成果的应用.....	58
4. 矿床开采技术条件.....	60
4.1 概述.....	60
4.1.1 矿区水文地质评价目的和任务.....	60
4.1.2 矿区水文地质工作评述.....	61
4.2 水文地质.....	62
4.2.1 区域水文地质.....	62
4.2.2 矿区水文地质单元.....	68
4.2.3 矿坑涌水量预测.....	76
4.2.4 矿区水资源综合利用评价.....	79
4.2.5 矿区水文地质勘探类型.....	79
4.3 工程地质.....	80
4.3.1 工程地质岩组特征.....	80
4.3.2 岩体结构面特征.....	84
4.3.3 岩体结构及其稳定性.....	85
4.3.4 边坡稳定性评价.....	86
4.3.5 井巷围岩岩体质量评价.....	86
4.4 环境地质.....	88
4.4.1 新构造运动与地震.....	88
4.4.2 地质灾害现状.....	90
4.4.3 矿区水环境质量.....	90
4.4.4 地温.....	91
4.4.5 环境污染.....	91
4.4.6 矿区地质环境类型.....	91
4.5 小结.....	92
5. 核实地质工作及质量评述.....	95
5.1 生产探矿方法、工程布置原则.....	95
5.2 生产探矿工程质量评述.....	95
5.2.1 探槽.....	95

5.2.2 工程平硐.....	96
5.2.3 钻探.....	96
5.3 生产探矿工程测量及质量评述	102
5.4 采样、化验及质量评述	103
5.4.1 采样及质量评述.....	103
5.4.2 化验及质量评述.....	103
5.5 探采对比	105
5.5.1 构造.....	105
5.5.2 矿体特征.....	105
5.5.3 开采技术条件.....	106
5.5.4 勘查工作.....	106
6. 资源储量估算.....	108
6.1 资源储量估算工业指标	108
6.2 资源储量估算范围、对象	108
6.3 资源储量估算方法选择及其依据	109
6.4 资源储量估算参数确定	109
6.4.1 平均品位.....	109
6.4.2 矿体厚度.....	110
6.4.3 块段间距.....	111
6.4.4 块段面积测定.....	111
6.4.5 块段体积（V）的确定	111
6.4.6 矿石单位体积质量（体重）	111
6.4.7 特高品位的确定及处理	112
6.5 矿体圈定原则	112
6.5.1 单工程矿体的圈定.....	112
6.5.2 矿体的连接.....	113
6.5.3 矿体的外推.....	114
6.6 采空区边界圈定	114
6.7 伴生组分的计算方法	114
6.8 块段划分原则及编号	114
6.9 资源储量类型确定条件	115
6.9.1 控制的经济的基础储量（122b）	115
6.9.2 控制的预可采储量（122）	115
6.9.3 控制的内蕴经济资源量（332）	115
6.9.4 推断的内蕴经济资源量（333）	116
6.10 资源储量估算结果	116
6.10.1 核实区资源储量.....	116
6.10.2 采矿许可证范围内资源储量（证内）	117
6.10.3 采矿许可证范围外资源储量（证外）	118
6.11 资源储量估算中需要说明的问题	120
6.12 资源储量变化情况评述	121
6.13 资源量计算结果验证	122

7.矿床开发经济意义研究.....	124
7.1 矿床开发期望产值	124
7.2 市场分析及产品销售.....	124
7.3 矿山开发经济效益	125
8. 结语	127
8.1 取得的主要成果	127
8.2 今后矿山开发经济效益	128
8.3 问题与建议	129
参 考 文 献.....	130
报 告 摘 要.....	131
附录 1：地质勘查资质证书.....	132
附录 2：采矿许可证.....	133
附录 3：组织机构代码证.....	134

附图目录

顺序号	图号	图 名	比例尺
1	1-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿资源量核查矿权平面套合图	1:5000
2	2-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿地形地质图	1:2000
3	3-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿资源量核查实际材料图	1:2000
4	4-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿地表采样平面图	1:2000
5	5-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿水文地质图	1:2000
6	6-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿工程地质图	1:2000
7	7-1	西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿工程分布图	1:2000
8	8-1	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 21 号勘探线剖面图	1:1000
9	8-2	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 19 号勘探线剖面图	1:1000
10	8-3	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 15 号勘探线剖面图	1:1000
11	8-4	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 11 号勘探线剖面图	1:1000
12	8-5	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 7 号勘探线剖面图	1:1000
13	8-6	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 3 号勘探线剖面图	1:1000
14	8-7	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 0 号勘探线剖面图	1:1000
15	8-8	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 4 号勘探线剖面图	1:1000
16	8-9	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 6 号勘探线剖面图	1:1000
17	8-10	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 8 号勘探线剖面图	1:1000
18	8-11	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 12 号勘探线剖面图	1:1000
19	8-12	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 16 号勘探线剖面图	1:1000
20	8-13	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 20 号勘探线剖面图	1:1000
21	8-14	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 22 号勘探线剖面图	1:1000
22	8-15	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 24 号勘探线剖面图	1:1000
23	8-16	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 28 号勘探线剖面图	1:1000
24	8-17	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 32 号勘探线剖面图	1:1000
25	8-18	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 36 号勘探线剖面图	1:1000
26	8-19	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 38 号勘探线剖面图	1:1000
27	8-20	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 40 号勘探线剖面图	1:1000
28	8-21	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 44 号勘探线剖面图	1:1000
29	8-22	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 48 号勘探线剖面图	1:1000
30	8-23	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 50 号勘探线剖面图	1:1000
31	9-1	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC48—TC36 工程探槽素描图	1:100
32	9-2	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0002 探槽素描图	1:200
33	9-3	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0301、TC0408 工程探槽素描图	1:100
34	9-4	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0404 工程探槽素描图	1:100
35	9-5	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0405、TC0406 工程探槽素描图	1:100
36	9-6	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0407、TC0401 工程探槽素描图	1:100
37	9-7	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0602 工程探槽素描图	1:100
38	9-8	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0701 工程探槽素描图	1:200
39	9-9	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0804A 工程探槽素描图	1:100
40	9-10	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0804B、TC0807 工程探槽素描图	1:200
41	9-11	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC0808、TC0409、TC0402A 工程探槽素描图	1:100

附图目录

顺序号	图号	图 名	比例尺
42	9-12	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1102、TC4004 工程探槽素描图	1:100
43	9-13	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1201、TC1601 工程探槽素描图	1:100
44	9-14	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1204 工程探槽素描图	1:200
45	9-15	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1205、TC4803A 工程探槽素描图	1:100
46	9-16	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1501、TC0801 工程探槽素描图	1:100
47	9-17	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1604、TC2003 工程探槽素描图	1:100
48	9-18	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1605 工程探槽素描图	1:100
49	9-19	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC1901、TC1902、TC0410 工程探槽素描图	1:100
50	9-20	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC2005 工程探槽素描图	1:200
51	9-21	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC2407、TC2808、TC3206 工程探槽素描图	1:100
52	9-22	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC2806、TC4805 工程探槽素描图	1:100
53	9-23	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC2807、TC3203A 工程探槽素描图	1:100
54	9-24	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC3602C 工程探槽素描图	1:100
55	9-25	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC3603、TC3602B 工程探槽素描图	1:100
56	9-26	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC3604、TC3606 工程探槽素描图	1:100
57	9-27	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC3605、TC3205 工程探槽素描图	1:100
58	9-28	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC4006、TC4007、TC2003A 工程探槽素描图	1:100
59	9-29	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC4403、TC4404 工程探槽素描图	1:100
60	9-30	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC4405、TC4005 工程探槽素描图	1:100
61	9-31	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC4804、TC4003 工程探槽素描图	1:100
62	9-32	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 TC2801、TC87、TC2001 工程探槽素描图	1:100
63	10-1	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿坑道工程 (PD1501-CM, PD1501-YM 素描图	1:100
64	10-2	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿坑道工程 (PD1-Cm(N, S), PD2-Cm1、2, PD4(III)-Cm1 与采空区掌子面 PD2-201-8 采, PD3-301-2 采 W、E 素描图	1:100
65	10-3	知不拉矿区铜多金属矿坑道、剥土工程素描图 (PD2CM7、PD2CM3-1、PD2CM3-2、PD2CM0-1、PD2CM0-2、PD2CM4-1、PD2CM4-2、PD3CM8、PD3CM12、PD3CM16、BT1)	1:100
66	11-1	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1102 钻孔柱状图	1:200
67	11-2	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0701 钻孔柱状图	1:200
68	11-3	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0704 钻孔柱状图	1:200
69	11-4	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0301 钻孔柱状图	1:200
70	11-5	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0001 钻孔柱状图	1:200
71	11-6	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0002 钻孔柱状图	1:200
72	11-7	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0401 钻孔柱状图	1:200
73	11-8	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0402 钻孔柱状图	1:200
74	11-9	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0405 钻孔柱状图	1:200
75	11-10	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0801 钻孔柱状图	1:200
76	11-11	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0802 钻孔柱状图	1:200
77	11-12	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0804 钻孔柱状图	1:200
78	11-13	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0805 钻孔柱状图	1:200
79	11-14	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0806 钻孔柱状图	1:200
80	11-15	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0810 钻孔柱状图	1:200

附图目录

顺序号	图号	图名	比例尺
81	11-16	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 0812 钻孔柱状图	1:200
82	11-17	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1211 钻孔柱状图	1:200
83	11-18	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1213 钻孔柱状图	1:200
84	11-19	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1215 钻孔柱状图	1:200
85	11-20	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1219 钻孔柱状图	1:200
86	11-21	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1601 钻孔柱状图	1:200
87	11-22	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1601A 钻孔柱状图	1:200
88	11-23	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1603 钻孔柱状图	1:200
89	11-24	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1606 钻孔柱状图	1:200
90	11-25	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1608 钻孔柱状图	1:200
91	11-26	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1611 钻孔柱状图	1:200
92	11-27	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 1612 钻孔柱状图	1:200
93	11-28	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2003 钻孔柱状图	1:200
94	11-29	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2004 钻孔柱状图	1:200
95	11-30	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2007 钻孔柱状图	1:200
96	11-31	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2016 钻孔柱状图	1:200
97	11-32	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2401 钻孔柱状图	1:200
98	11-33	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2402 钻孔柱状图	1:200
99	11-34	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2403 钻孔柱状图	1:200
100	11-35	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2405 钻孔柱状图	1:200
101	11-36	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2407 钻孔柱状图	1:200
102	11-37	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2408 钻孔柱状图	1:200
103	11-38	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2801 钻孔柱状图	1:200
104	11-39	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2803 钻孔柱状图	1:200
105	11-40	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 2809 钻孔柱状图	1:200
106	11-41	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 3206 钻孔柱状图	1:200
107	11-42	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 3212 钻孔柱状图	1:200
108	11-43	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 3215 钻孔柱状图	1:200
109	11-44	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 3216 钻孔柱状图	1:200
110	11-45	知不拉矿区铜多金属矿 ZK I 3605 钻孔柱状图	1:200
111	11-46	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0001 钻孔柱状图	1:200
112	11-47	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0408 钻孔柱状图	1:200
113	11-48	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0410 钻孔柱状图	1:200
114	11-49	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0807 钻孔柱状图	1:200
115	11-50	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0811 钻孔柱状图	1:200
116	11-51	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0815 钻孔柱状图	1:200
117	11-52	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 0817 钻孔柱状图	1:200
118	11-53	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 1206 钻孔柱状图	1:200
119	11-54	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 1207 钻孔柱状图	1:200
120	11-55	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 1208 钻孔柱状图	1:200

附图目录

顺序号	图号	图 名	比例尺
121	11-56	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 1607 钻孔柱状图	1:200
122	11-57	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 1607A 钻孔柱状图	1:200
123	11-58	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 1613 钻孔柱状图	1:200
124	11-59	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2001 钻孔柱状图	1:200
125	11-60	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2005 钻孔柱状图	1:200
126	11-61	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2008 钻孔柱状图	1:200
127	11-62	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2009 钻孔柱状图	1:200
128	11-63	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2010 钻孔柱状图	1:200
129	11-64	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2201 钻孔柱状图	1:200
130	11-65	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2409 钻孔柱状图	1:200
131	11-66	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 2813 钻孔柱状图	1:200
132	11-67	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 3208 钻孔柱状图	1:200
133	11-68	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 3614 钻孔柱状图	1:200
134	11-69	知不拉矿区铜多金属矿 ZK II 3615 钻孔柱状图	1:200
135	11-70	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0005 钻孔柱状图	1:200
136	11-71	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0811 钻孔柱状图	1:200
137	11-72	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0009 钻孔柱状图	1:200
138	11-73	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0601 钻孔柱状图	1:200
139	11-74	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0602 钻孔柱状图	1:200
140	11-75	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0603 钻孔柱状图	1:200
141	11-76	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0604 钻孔柱状图	1:200
142	11-77	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 0816 钻孔柱状图	1:200
143	11-78	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 1605 钻孔柱状图	1:200
144	11-79	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 3608 钻孔柱状图	1:200
145	11-80	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 3610 钻孔柱状图	1:200
146	11-81	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 4008 钻孔柱状图	1:200
147	11-82	知不拉矿区铜多金属矿 ZK III 4410 钻孔柱状图	1:200
148	11-83	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 1616 钻孔柱状图	1:200
149	11-84	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2414 钻孔柱状图	1:200
150	11-85	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2416 钻孔柱状图	1:200
151	11-86	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2802 钻孔柱状图	1:200
152	11-87	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2804 钻孔柱状图	1:200
153	11-88	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2805 钻孔柱状图	1:200
154	11-89	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2806 钻孔柱状图	1:200
155	11-90	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 2814B 钻孔柱状图	1:200
156	11-91	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 3201 钻孔柱状图	1:200
157	11-92	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 3202 钻孔柱状图	1:200
158	11-93	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 3203 钻孔柱状图	1:200
159	11-94	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 3204 钻孔柱状图	1:200
160	11-95	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 3205 钻孔柱状图	1:200
161	11-96	知不拉矿区铜多金属矿 ZK IV 3601 钻孔柱状图	1:200

附图目录

顺序号	图号	图 名	比例尺
162	11-97	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV3602 钻孔柱状图	1:200
163	11-98	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV3603 钻孔柱状图	1:200
164	11-99	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV3604 钻孔柱状图	1:200
165	11-100	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV3801A 钻孔柱状图	1:200
166	11-101	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4001 钻孔柱状图	1:200
167	11-102	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4002 钻孔柱状图	1:200
168	11-103	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4401 钻孔柱状图	1:200
169	11-104	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4403 钻孔柱状图	1:200
170	11-105	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4404 钻孔柱状图	1:200
171	11-106	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4406 钻孔柱状图	1:200
172	11-107	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4803 钻孔柱状图	1:200
173	11-108	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV4804 钻孔柱状图	1:200
174	11-109	知不拉矿区铜多金属矿 ZKIV5001 钻孔柱状图	1:200
175	12-1	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 I 号工业矿体垂直纵投影示意图	1:2000
176	12-2	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 I 号低品位矿体垂直纵投影示意图	1:2000
177	12-3	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 II 号工业矿体垂直纵投影示意图	1:2000
178	12-4	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 II 号低品位矿体垂直纵投影示意图	1:2000
179	12-5	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 III 号工业矿体垂直纵投影示意图	1:2000
180	12-6	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 III 号低品位矿体垂直纵投影示意图	1:2000
181	12-7	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 IV 号工业矿体垂直纵投影示意图	1:2000
182	12-8	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 IV 号低品位矿体垂直纵投影示意图	1:2000
183	12-9	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 I-4 号工业矿体垂直纵投影示意图	1:2000
184	12-10	墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿 I-4 号低品位矿体垂直纵投影示意图	1:2000

附 表

西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿资源储量核实报告附表全一册（分上下册）

1、前言

1.1 概况

1.1.1 目的与任务

西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜多金属矿的矿业权人—西藏巨龙铜业有限公司为了提高采矿权范围内铜矿控制程度，进一步查明矿区范围内铜矿资源储量，从而达到合理开发利用铜矿资源，优化矿山布局，提高矿山生产能力为目的，特委托西藏自治区地质矿产勘查开发局第二地质大队在原勘查资料和矿山现有采矿资料的基础上对现采矿权范围内的保有铜矿资源储量进行核实估算，并编制矿产资源储量核实报告。西藏自治区地质矿产勘查开发局第二地质大队以 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源储量核实报告》为基础，充分收集矿山生产及补充勘查地质资料（矿山现有采矿资料收集截止于 2012 年 11 月 30 日），依据《固体矿产资源/储量分类》（GB/T17766—1999）、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908—2002）、《固体矿产勘查闭坑地质报告编写规范》（CDZ/T003—2002）、《铜、铅、锌、银、镍、钼金属矿产地质勘查规范》（DZ/T0201—2002）、《固体矿产资源储量核实报告编写规定》（国土资发[2007]26 号）等规范、规程、文件及行业标准，估算矿区内截止 2012 年 11 月 30 日前的保有铜矿资源储量，并提交《西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿资源储量核实报告》。

1.1.2 位置

矿区位于墨竹工卡县城南西 34.50km 处。属墨竹工卡县甲马乡管辖。地理坐标：91° 35′ 24″ —91° 37′ 01″；北纬 29° 35′ 12″ —29° 36′ 12″，面积为 4.68km²。

从知不拉矿区沿矿区简易公路北行约 28km 至 318 国道，向西行 61km 至拉萨市，东行 6.50km 至墨竹工卡县。矿区至拉萨火车站货运场约 94km，至拉萨贡嘎机场约 123km，矿山勘查、开发条件极为便利。知不拉矿区交通位置见图 1-1。

1.1.3 自然地理与经济概况

矿区位于冈底斯山脉东段郭廓拉日山区，地势南高北低，地形切割强烈（照片 1-1），矿区最高海拔 5594.0m，最低海拔 5050.0m，地形切割较强，最大相对高差 544m，属高原中高山区。水系较为发育，总体北流，属于雅鲁藏布江流域。浪母家果曲及其支流从矿区由南向北、东部流过。

矿区属高原温带半干旱季风型气候区。空气稀薄，气压低。冬春干燥寒冷，多大风，夏秋季多夜雨。日照长，辐射强，昼夜温差大。无霜期短。年平均降水量 400mm。年日照时数 2980-3120 小时。植被不发育，只有稀疏的草本植物和少量的低矮灌木。常见的自然灾害有干旱、大风、沙暴、冰雹、霜冻、雪灾和鼠害等。



图 1-1 矿区交通位置示意图

当地属半农半牧区，人口稀少。农作物主要有青稞、小麦、豌豆、荞麦、油菜等，畜牧业以饲养牦牛、黄牛、绵羊、山羊为主。工业主要是以家庭经营为主的民族手工业，有编织卡垫、烧制陶罐、打制藏刀和民族建筑等。

矿产资源主要有金、钨、铜、铅锌、铁等，地热资源丰富。甲马乡区域内经多年地质勘查工作，已发现和确定数处铅、锌、铜多金属矿产地，建有数座有色

金属选矿厂，矿产开发已形成该区经济支柱产业。

1.1.4 矿业权设置情况

西藏自治区国土资源厅于 2002 年 3 月 30 日首次批准颁发《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿》采矿许可证，证号 5400000730007，采矿权人：西藏桑海矿业开发有限公司；有效期 2002 年 3 月 12 日至 2011 年 3 月 30 日。由于根据国家及西藏自治区有关政策关于中小矿山整合规定要求需要，矿区于 2011 年 2 月经西藏巨龙铜业有限公司与西藏桑海矿业开发有限公司双方协商达成一致意见，西藏桑海矿业开发有限公司同意将《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿》采矿权转让整合，采矿权归西藏巨龙铜业有限公司所有。

目前矿山名称为：西藏拉萨墨竹工卡知不拉铜多金属矿，开采许可证号 C5400002011093110119193，有效期 2011 年 9 月 26 日至 2016 年 9 月 26 日，采矿权人：西藏巨龙铜业有限公司，发证机关：西藏自治区国土资源厅。

采矿权范围由 4 个拐点圈定（其拐点坐标见表 1-1），面积为 4.68km²，开采深度：5380m 至 5280m 标高。

采矿许可证范围由以下 4 个拐点控制[详见表 1-1、表 1-2]：

1. 东经 91° 35' 24" ，北纬 29° 36' 12" ；
2. 东经 91° 37' 01" ，北纬 29° 36' 12" ；
3. 东经 91° 37' 01" ，北纬 29° 35' 12" ；
4. 东经 91° 35' 24" ，北纬 29° 35' 12" 。

表 1-1 墨竹工卡县知不拉铜多金属矿拐点高斯坐标（北京 54 坐标系）

点号	X 坐标	Y 坐标	高程	备注
1	3277000.00	16363400.00		
2	3277000.00	16366000.00		
3	3275200.00	16366000.00		
4	3275200.00	16363400.00		

表 1-2 墨竹工卡县知不拉铜多金属矿拐点坐标（1980 西安坐标系）

点号	等级	X 坐标	Y 坐标	高程	标志
GPS4701	D 级	3276930.59	31363296.36	5367.095	埋石
GPS4702	D 级	3276930.59	31365896.37	5419.057	埋石
GPS4703	D 级	3275130.59	31365896.37	5086.924	埋石
GPS4704	D 级	3275130.58	31363296.37	5147.725	埋石

本矿山采矿权许可证载明的矿界与原矿界完全一致，采矿权人、矿山名称、经济类型、生产规模等均已转让变更。没有与其它矿权重叠及纠纷，本次资源储

量核实即在原矿界范围内进行。

工作区东西长 2590m，南北宽 1810m，面积为 4.68Km²。

1.2 以往工作评述

1.2.1 以往区域地质调查工作

1951-1953 年，中科院西藏工作队地质组李璞等人，在拉萨一带进行了大面积 1/50 万路线地质测量，揭开了西藏和平解放后地质工作的序幕，并发现了驱龙北部的甲马等多处矿床（点）。

1969-1972 年，地质矿产部遥感中心原 908 航测大队进行了 1/50 万航磁测量，在西藏中部圈出数十处异常。同期国家计委地质总局航空物探队陕西测绘总队在西藏中部进行了 1/50 万高山区航空磁测试验工作，并于 1979 年编制了西藏中部地区 Ta 等值线图（1/20 万），覆盖本勘查区。

1968-1982 年，中科院地球物理研究所，沿西藏主要公路进行重力观测，1989 年地矿部物化探所编制出版了 1/250 万布伽重力异常图。范围覆盖本勘查区。

1974-1979 年，西藏自治区地质局综合地质普查大队开展了 1/100 万拉萨幅区域地质调查，基本查清了地层、构造、岩浆岩等基础地质概况，发现及踏勘、检查矿点 317 处，其中有色金属 55 处。首次系统开展基础地质研究工作。

1986-1989 年西藏地矿局区调大队开展了 1/20 万拉萨幅区域地质调查工作。对本区的地层、岩浆岩、构造、矿产资源、生态环境、地质灾害等方面进行了系统的调查研究。

1986-1988 年，西藏地矿局区调大队开展了 1/20 万拉萨幅水系沉积物测量工作，圈出了一批有价值的铜金多金属元素组合异常，其中主要的铜多金属异常有驱龙、甲马、拉抗俄等，拉开了拉萨地区矿产勘查工作的序幕。

1.2.2 以往矿产地质工作

1988 年，西藏地矿局区调地质大队对驱龙异常进行异常三级查证，发现了绿色的“孔雀河”，“孔雀河”的两侧没有铜土壤异常，“孔雀河”的上游存在斑

岩铜矿和矽卡岩型铜矿体（知不拉矿区和驱龙矿区）。

1994年，西藏地矿局区域地质调查大队对知不拉异常进行了异常二级查证，地质草测36km²，对知不拉一带的矽卡岩进行圈定。

2000—2002年，地科院矿产资源所开展了西藏铜金锑多金属矿产资源远景评价，经流体包裹体研究认为驱龙矿床成矿温度集中于320~380之间，成矿时代在14~18Ma。

2002—2005年，西藏地质二队在实施“西藏雅鲁藏布江成矿区东段铜多金属矿勘查”项目时对知不拉矿区北部的驱龙斑岩型铜矿进行了铜矿普查，同时初步了解了驱龙斑岩型铜矿南部的知不拉矽卡岩型铜矿的地质背景和成矿条件；大致查明“I”号矿体的形态、产状、规模和质量特征；估算推算和预测的金属资源量（333+3341）铜705.13万吨、伴生钼45.54万吨、伴生银2318.45吨，其中推断的金属资源量（333）铜317.61万吨、伴生钼21.14万吨、伴生银2318.45吨，已达到小型规模。

2006年，原西藏桑海矿业开发有限公司，对矿区进行了以矿产勘查为主的铜多金属矿产勘查工作，同时委托西藏地勘局第六地质大队进行了该矿区I矿体的矿产资源储量的核实工作，提交并经西藏自治区矿产储量评审中心评审通过，最终以《〈西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿矿产资源储量核实报告〉矿产资源储量评审意见书》（藏矿储评字〔2006〕30号）认定矿区的资源储量核实结果如下：

1、占用铜矿产资源储量为：铜矿石量（332+333）549067吨，金属资源量12877.91吨，平均品位2.35%。其中（332）铜矿石量365712吨，金属资源量8032.72吨，平均品位2.20%；

2、消耗铜矿产资源储量为：铜金属资源量（332+333）2963.86吨，矿石量130576吨，平均品位2.22%。其中（332）铜金属资源量2876.19吨，矿石量127692吨，铜平均品位2.25%；

3、开采铜矿产资源储量为：铜金属资源量（332+333）2438.48吨，矿石量117516吨，平均品位2.08%。其中（332）铜金属资源量2367.35吨，矿石量114920吨，铜平均品位2.06%；

4、矿石损失量13060吨，损失率为10.00%，金属损失量为525.38吨；

5、保有铜矿产资源储量为：铜矿石量（332+333）418491吨，金属资源量9977.21吨，平均品位2.38%。其中（332）铜矿石量238020吨，金属资源量5156.53吨，铜

平均品位2.17%。

2010年西藏地勘局第六地质大队受原西藏桑海矿业开发有限公司委托进行了该矿区I号矿体的矿产资源储量的核实工作，提交并经西藏自治区矿产储量评审中心评审通过，最终以《〈西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿矿产资源储量核实报告〉矿产资源储量评审意见书》（藏矿储评字[2010]02号）认定矿区的资源储量核实结果如下：

1、知不拉铜多金属矿区资源储量为：铜矿石量（332+333）7341006吨，金属资源量159855.11吨，平均品位2.18%。其中（332）铜金属资源量8032.69吨，平均品位2.19%；

2、消耗铜矿产资源储量为：铜金属资源量（332+333）13498.75吨，矿石量465786吨，平均品位2.90%。其中（332）铜金属资源量2876.19吨，矿石量127692吨，铜平均品位2.25%；（333）铜金属资源量338094吨，矿石量10622.56吨，铜平均品位2.20%；

3、保有铜矿产资源储量为：铜矿石量（332+333）6875220吨，铜金属资源量146356.36吨，平均品位2.38%。其中（332）铜矿石量238018吨，金属资源量5156.50吨，铜平均品位2.17%。（333）铜矿石量6637202吨，金属资源量141199.86吨，铜平均品位2.13%。

2011年西藏巨龙铜业有限公司委托西藏地勘局第六地质大队进行了该矿区I、II、III号矿体的矿产资源储量的核实工作，进一步扩大铜多金属资源量，并在2011年度工作中新发现IV号铜矿体。提交并经西藏自治区矿产储量评审中心评审通过，最终以《〈西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿矿产资源储量核实报告〉矿产资源储量评审意见书》（藏矿储评字[2011]06号）认定矿区的资源储量核实结果如下：其中保有332+333类铜矿石量1926.50万吨，Cu金属量310776.09吨，平均品位1.64%；Au金属量4143.47Kg，平均品位 0.21×10^{-6} ；Ag金属量200465.11Kg，平均品位 10.16×10^{-6} 。

其中保有332类铜矿石量1109.78万吨，Cu金属量194563.17吨，平均品位1.76%，占保有资源储量的62.61%；Au金属量2357.35kg，平均品位 0.21×10^{-6} 、占保有资源储量的0.076%，Ag金属量114050.77kg，平均品位 10.16×10^{-6} 、占保有资源储量的0.037%。

其中保有333类铜矿石量816.73万吨，Cu金属量116212.92吨，平均品位

1.49%、占保有资源储量的 37.39%；Au 金属量 1786.12 kg，平均品位 0.21×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.056%，Ag 金属量 86414.34 kg，平均品位 10.16×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.027%。

通过 2011 年度工作矿区查明累计消耗铜矿石量 46.58 万吨、累计消耗 Cu 金属量 13498.75 吨。

通过 2011 年度资源储量核实工作，增加 332 类铜矿石量 1098.75 万吨，Cu 金属量 192282.86 吨；金金属量 2357.35 kg；银金属量 114050.77 kg；333 类铜矿石量 186.81 万吨，Cu 金属量减少 14364.38 吨（主要为原 333 类资源量控制程度提高为 332 类而导致减少）。

2011 年度资源储量核实工作矿区累计查明 332+333 类铜矿石量 1973.08 万吨；铜金属量 324274.84 吨，平均品位 1.64%；金金属量 4143.47 kg、平均品位 0.21×10^{-6} ，银金属量 200465.11 kg、平均品位 10.16×10^{-6} 。

上述工作成果为本次资源储量核查提供了基础资料，见表 1-3。

表 1-3 知不拉铜多金属矿勘查完成主要实物工作量表

项 目	单位	工 作 量						合计	备注
		2006	2007	2008	2009	2010	2011		
1:1 万地质草测	km ²			2.12				2.12	
1:2 千地形地质草测	km ²			1.04		1.90	4.68	7.62	
1:2 千水文地质草测	km ²			1.04			4.68	5.72	
1:1 千勘探线剖面测量	km	1.2	0.8				24.90	26.90	
钻探	m					8805.34	7637.91	16443.25	
槽探	m ³	535.20		438.40	445.80	200.00	7750	9369.4	包括剥土
平 硐	m	1600	900	500		176.00	200.90	3376.9	
基本分析样	件	67	43	63	87	112	1132	1504	
岩矿鉴定样	件	13	4	5	8	17	31	78	
内检样	件	8	5			31	50	94	
外检样	件	7	6			23	52	88	
光薄片鉴定样	件	7	6	8	11	14		77	
小体重测试样	件	6	6			20	46	124	
水化学分析样	件	2			3	2	6	19	

1.3 矿山设计、开采和资源利用概况

1.3.1 矿山设计、开采

依据西藏墨竹工卡县知不拉铜矿资源储量核实报告和矿产资源储量评审意见书》（藏矿储评字〔2010〕02号）为基础。选矿试验的两批样品分别由西藏桑海矿业开发有限公司统一采取，其目的主要是为了有效合理地开发利用知不拉铜多金属矿床的铜、金银资源量、确定合理的选矿工艺流程和药剂制度，选矿综合回收的试验，选矿建设等。根据由山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司承担。提交了《西藏桑海矿业开发有限公司铜矿石选矿试验研究报告》，由西藏安康小型矿山安全生产技术咨询中心设计提供《西藏巨龙铜业有限公司知不拉铜矿开采方案设计》。

知不拉铜多金属矿开采分厂部、采矿工业场地、选矿厂和尾矿库四部分，矿山设计生产规模为2.00万吨/年，2006年7月开始筹建，至2007年5月建成投产，实际生产能力为2-3万吨/年，主要开采矿区内铜矿体，开采范围地表标高为5346m，中段高度为40-50m，采场沿矿体走向14-194°，长度50-60m，宽度为矿体宽度，其中I-1号矿体的开采底界为5346m，形成采空区高度28m，开采长度为256m；I-2号矿体的开采底界为5298m，形成采空区高度20m，开采长度为260m；I-3号矿体的开采底界亦为5298m，形成采空区高度20m，开采长度为366m。现阶段均采用平硐开拓方式，采矿方法为浅孔留矿法。采场内工作面原矿自溜至大巷装车，人工推车至坑口堆场，再由自卸汽车将采出的矿石运至选矿厂进行浮选，矿山选矿工艺流程：原生硫化铜矿石主要金属矿物为黄铜矿、辉铜矿、黄铁矿、金银矿，矿石间嵌布关系相对简单，矿石可浮性较好，开路试验和闭路试验表明，采用金银混合粗选—铜金银混合精矿再磨分选工艺流程，最终铜精矿铜品位24.10%，回收率85.66%，金银精矿金银品位分别为 5.75×10^{-6} 、 48.89×10^{-6} ，金银回收率分别为70.08%、70.12%。

1.3.2 资源储量利用情况

根据矿区 4 年以上的生产统计,采矿回收率为 92.3%,贫化率为 15.0%,选矿 295000 吨。选矿生产结果见表 1-4。

表 1-4 知不拉矿山 2006-2010 年选矿生产指标

年度	处理矿石量 (t)	铜矿石品位 (%)	尾矿品位 (%)	铜精矿量 (t)	铜精矿品位 (%)	回收率 (%)
2006 年 及以前	115000	2.21	0.18	2541.5	24.45	91.86
2007	95000	2.03	0.16	1776.5	23.95	92.12
2008	120000	2.01	0.14	2244	23.20	93.03
2010	80000	2.07	0.15	1536	23.68	92.75
合计	410000	2.07	0.16	8538	23.82	92.48

由表可见,矿山选矿指标良好,资源得到合理应用。在几年的生产中,共处理矿石量 41 万吨,采矿成本为 140 元/吨,选矿成本为 90 元/吨,生产供销情况良好,其中 2007-2008 年两年共获得利润 5000 多万元,经济指标良好。

根据矿山两年来的采出矿石量,结合本次核实,按平均采高 20 米计算,掘采比约为 40 米/万吨,掘采比较合理,探矿提供的资源量比较可靠。由于矿山整合及原采矿证到期等条件限制 2011-2012 年未能进行矿床开采工作。

1.3.3 矿山经济效益情况

矿山主要产品为铜精矿($\text{Cu} \geq 15\%$) (以下简称铜精矿),副产品为金、银及磁铁矿(Au 、 $\text{Ag} \geq \times 10^{-6}$)、TFe (以下简称伴生金、银及磁铁矿)。其中铜精矿年产量 1219.5 吨,伴生金年产 10 kg,伴生银年产 30 kg,伴生磁铁矿吨。铜精矿年销售收入 7560.09 万元,伴生金矿年销售收入 360 万元。伴生银矿年销售收入 21.44 万元。

根据矿山提供的财务数据(2007-2010 年):矿山总投资 2000 万元人民币(其中固定资产投资 1500 万元,流动资金 500 万元),矿山生产总成本 460.71 万元/年,其中采矿成本 225 万元/年(40 元/吨原矿石)、选矿成本 195 万元/年(75 元/吨矿石),折旧费 25 万元/年、维简费(含修理费)10 万元/年、财务费 21 万元/年、采选管理费 9 万元/年、销售费(含销售管理费)8 万元/年、销售税金(包

括增值税、资源税、资源补偿费、城建与教育附加费等) 12 万元/年。矿山年利润总额为 7480.82 万元, 所得税 25 万元/年, 年纯利润 7455.82 万元/年, 全部投资回收期(静态) 1.3 年, 投资利润率(静态) 78.16%, 财务内部收益率(静态) 35.57%。矿山经济效益显著。

1.4 本次工作情况

1.4.1 工作概况

2012 年 3 月, 西藏自治区地质矿产勘查开发局第二地质大队在接受西藏巨龙铜业有限公司委托后, 立即成立项目组, 并组织项目有关技术人员进驻西藏墨竹工卡县知不拉矿山进行现场调查核实以及矿山生产资料的收集。至 2012 年 9 月底, 历时近 7 个月的时间, 对已发现和新发现铜矿体进行了系统的地表探槽和深部钻探工程控制, 同时对井下具有代表性的控矿巷道工程进行了实地编录、测量、系统采样核实, 并绘制了部分巷道素描图; 对采空区边界进行了测量界定; 对矿山施工的部分探矿工程(如 PD1—Cm(N、S)PD2—Cm1、2, PD4(III)—Cm1 与采区掌子面 PD2-201-8 采, PD3-301-2 采 W、E)进行了编录或资料收集; 收集了由西藏自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队在 2011 年 11 月提交的《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》及评审意见书、储量认定书等, 收集了矿山铜矿体采掘工程平面图以及矿山 2007-2010 年矿产储量年度报表和生产经营等方面的资料。

在此基础上, 开展了 1: 2000 水文地质、工程地质、环境地质调查和对矿区地质、构造特征, 对成矿地质条件、控矿地质条件、矿化富集规律铜矿赋存形式等进行了深入的观察评价工作。在地表找矿工作中新发现铜矿体一条(即 I—4 铜矿体), 通过对矿区发现的以铜为主的矿体在地表进行槽探揭露控制, 深部进行钻探工程控制, 共圈出四个铜矿体计八层, 其中 ZK II 2005 钻孔中发现 II 号铜矿体具分枝现象, 分枝矿体分别宽为 8.62m, 10.16m, II 号铜矿体总体倾向上向西南方向陡倾斜明显。进一步核实查明了矿体的分布范围、形态、产状、规模、矿化蚀变特征。通过对知不拉铜矿进行选(冶)试验, 查明了矿石类型、结构、构造、品位变化、矿物组合, 主要矿石矿物的粒度、形态特征和选(冶)性能, 为矿山

开发利用提供了基本参数。通过对矿区水文地质、工程地质、环境地质概略调查，对矿床开采技术条件有了初步的认识。并进行了矿山开采技术经济分析。本次累计投入资金 3000 万元，勘查资金由西藏巨龙铜业有限公司全额出资。

1.4.2 完成实物工作量

知不拉铜多金属矿资源储量核实完成实物工作量详见表 1-5

表 1-5 墨竹工卡县知不拉铜多金属矿资源储量核实完成实物工作量一览表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	1:2000 地质填图	km ²	4.68	
2	1: 2000 水、工、环调查水文观察	km ²	4.68	
3	钻探工程	m	20935.23	77 个孔位 (2012 年)
4	探槽	m ³	23276.64	55 条 (2012 年)
5	平硐	m	245.64	1 个 (2012 年)
6	实测地质剖面	km	2.6	1 条
7	实测勘探线剖面	km	20.608	22 条 (2012 年)
8	钻探编录	m	20935.23	2012 年
9	探槽编录	m ³	23276.64	2012 年
10	矿区岩矿石物理力学测试样品	组	3	3 组 9 件样品
11	水质分析样品	件	6	
12	基本分析样	件	4791	2012 年
13	小体重	件	24	2012 年
14	组合样	件	14	2012 年
15	内检样	件	429	2012 年
16	外检样	件	281	2012 年
17	光薄片鉴定样	件	50	2012 年
18	工程测量	点	188	2012 年
19	样品加工	件	4791	
20	设计编写论证	份	1	
21	综合研究及报告编写	份	1	
22	报告印刷复制	份	1	

1.4.3 主要成果概述

本次资源储量核实工作以西藏地质矿产勘查开发局第六地质大队在 2011 年 11 月提交的《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源储量核实报告》为基础，充分利用矿山提供的采矿地质资料以及本次井巷工程实测成果，根据《铜、铅、锌、

银、镍、钼金属矿产地质勘查规范》（DZ/T0201—2002）、《固体矿产资源储量核实报告编写规定》（国土资发[2007]26号）等规范、标准及文件的要求，按本矿床的地质勘查类型对采矿权范围内的铜（与原报告计算范围基本一致）矿体进行资源储量块段划分，采用平行剖面法进行资源量计算，使用 MAPGIS 和 EXCEL 等处理软件对铜矿体的消耗、保有、累计查明资源储量进行核实估算。

截止 2012 年 11 月 30 日，在西藏巨龙铜业有限公司采矿权范围内核实：其中保有 332+333 类铜矿石量 3137.25 万吨，其中 Cu 金属量 462952.33 吨，平均品位 1.50%；Au 金属量 9056.12 kg，平均品位 0.29×10^{-6} ；Ag 金属量 357795.93 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 。

其中保有 332 类铜矿石量 1838.33 万吨，Cu 金属量 316587.51 吨，平均品位 1.75%，占保有资源储量的 68.38%；Au 金属量 5319.68 kg，平均品位 0.29×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.0001%；Ag 金属量 211567.24 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.00046%。

其中保有 333 类铜矿石量 1298.92 万吨，Cu 金属量 146364.82 吨，平均品位 1.42%、占保有资源储量的 31.62%；Au 金属量 3736.44 kg，平均品位 0.29×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.00001%；Ag 金属量 146228.69 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.000032%。

通过本次工作矿区累计查明 332+333 类铜矿石量 3183.83 万吨；铜金属量 476451.08 吨，平均品位 1.50%；金金属量 9233.12 kg、平均品位 0.29×10^{-6} ，银金属量 369324.14 kg、平均品位 11.60×10^{-6} 。

通过本次工作矿区查明累计消耗铜矿石量 46.58 万吨、累计消耗 Cu 金属量 13498.75 吨。

通过本次资源储量核实工作新增加 332+333 类铜矿石量 1210.75 万吨；Cu 金属量 152176.24 吨；Au 金属量 5089.63 kg；Ag 金属量 349277.63 kg；其中新增 332 类铜矿石量 728.55 万吨；Cu 金属量 122024.34 吨；Au 金属量 3010.84 kg；Ag 金属量 203322.55 kg；新增 333 类铜矿石量 482.20 吨，Cu 金属量减少 30151.90 吨（主要为原 333 类资源量控制程度提高为 332 类而导致减少），Au 金属量 2078.79 kg；Ag 金属量 145955.08 kg。

采矿许可证范围内：

占用铜矿石（332+333）资源量为 6648492.22 吨，占用铜金属（332+333）资

源量为 84022.35 吨，铜平均品位 1.26%。其中：消耗铜矿石（332+333）资源量为 465786.00 吨，消耗金属（332+333）资源量铜为 13498.75 吨，铜平均品位 2.90%；保有铜矿石（332+333）资源量为 6182706.22 吨，保有铜金属（332+333）资源量为 78269.97 吨，铜平均品位 1.30%。

采矿许可证范围外（垂深）：

保有铜矿石（332+333）资源量为 25189797.47 吨，保有铜金属（332+333）资源量为 375168.91 吨，铜平均品位 1.49%。

2. 工作区地质

2.1 区域地质

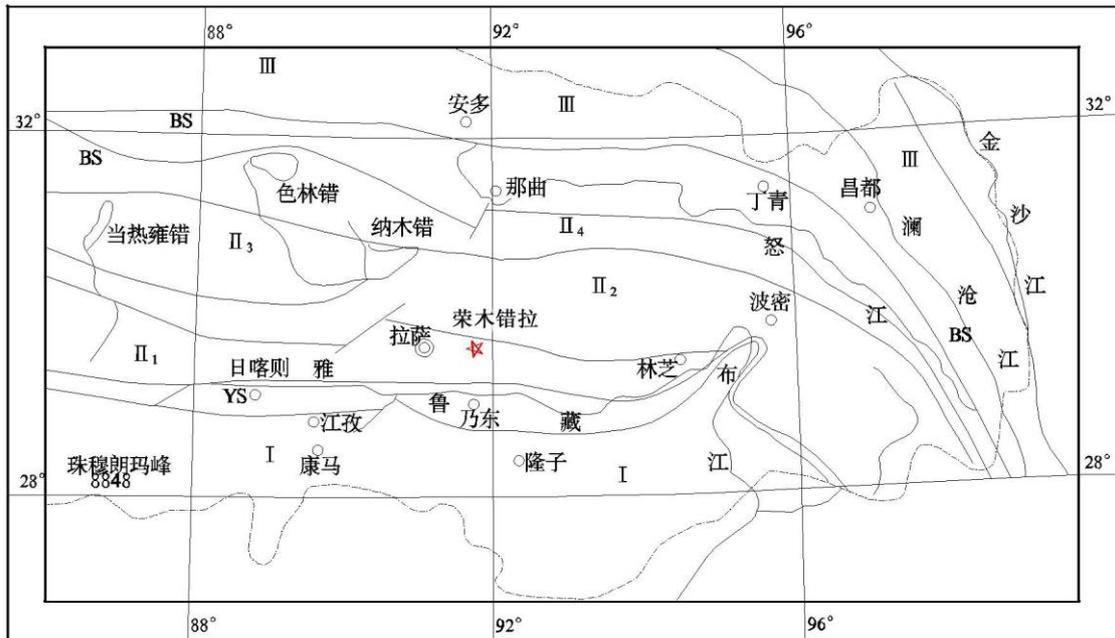
2.1.1 区域大地构造位置

知不拉铜矿位于世界主要斑岩铜矿成矿域之一的特提斯-喜马拉雅成矿域的冈底斯 Cu、Mo、Pb、Zn、Au、Fe 成矿带，大地构造位置位于冈底斯-念青唐古拉板块次级构造单元冈底斯陆缘火山-岩浆弧之东段（图 2-1）。地层分区属于冈底斯-腾冲地层区拉萨-察隅地层分区（图 2-2），拉萨-察隅地层分区是冈底斯铜多金属矿带中最主要的地层分区。区域内分布的地层除前震旦系念青唐古拉群变质杂岩构成的陆壳结晶基底外，晚古生界石炭系-新生界的地层均较发育，其中尤以三叠系-白垩系地层分布最广，出露最多。构造以断裂发育为特征，除近东西向主干断裂外，还发育一系列北西向、北北西、北东及南北向断裂带，为区内铜多金属成矿提供了有利条件。区内地层走向及主体构造线方向呈近 EW 向 展布，并多为后期 NW、NNW 向和近 NE 向断裂穿插；火山活动强烈，主要集中于晚白垩世至古近世，形成区域内典中组、年波组、帕那组等火山岩建造，与铜、钼、铅、锌、金、铁等成矿关系密切。燕山晚期——喜山期岩浆侵入则表现为大量发育中酸性复式岩体、岩株及中酸性岩脉。

2.1.2 地层

根据 1:25 万《拉萨幅》区调地层划分方案，冈底斯成矿带处于滇藏地层大区南部，由前震旦系念青唐古拉群变质杂岩构成的陆壳结晶基底，晚古生界石炭系-新生界的地层均较发育，其中尤以三叠系-白垩系地层分布最广，出露最多。该区地层区划属冈底斯-腾冲地层区拉萨-察隅地层分区（图 2-2），拉萨-察隅地层分区是冈底斯铜多金属矿带中最主要的地层分区。主要出露地层除结晶基底外，以中生界白垩世、中侏罗世、新生界第三世为主。拉萨-察隅地层分区主线呈近东西向，多呈片状、带状展布，在侵入岩较发育的地区，地层呈孤岛状零星分布。从南到北，在雅鲁藏布江北岸东部地区主要分布着中新元古代念青唐古拉岩

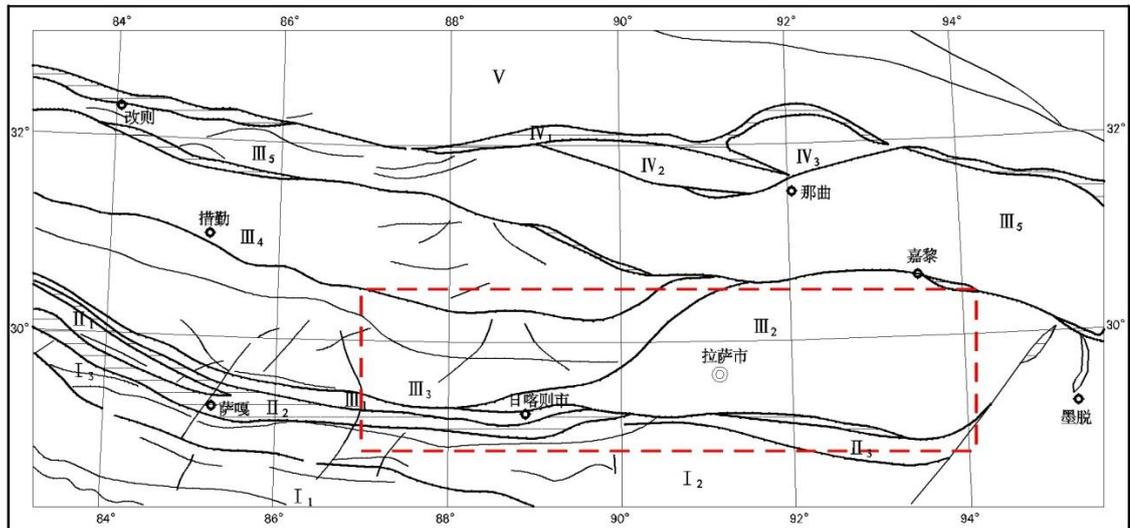
群老变质岩系，中西部地区分布着晚侏罗世—早白垩世林布宗组、门中组、温区



I、喜马拉雅板片；II、冈底斯-念青唐古拉板片；II₁ 冈底斯陆缘火山-岩浆弧；II₂、念青唐古拉弧背断隆；II₃、措勤-纳木错初始弧间盆地；II₄ 班戈-倾多退化弧；III、羌塘-三江复合板片；YS、雅鲁藏布板块结合带；BS、班公湖-怒江板块结合带；☆ 知不拉铜矿

图 2-1 墨竹工卡县知不拉矿区大地构造位置图

(据西藏自治区地质志简化)



I—喜马拉雅区：I₁—北喜马拉雅分区，I₂—康马-隆子分区；II—雅鲁藏布江地层区：
II₁—仲巴-扎达分区，II₂—蛇绿岩分区，II₃—拉孜-曲松分区；III—冈底斯-腾冲地层区：
III₁—日喀则分区，III₂—拉萨-察隅分区，III₃—隆格尔-南木林分区，III₄—措勤-申扎分区，
III₅—班戈-八宿分区；IV—班公湖-怒江区：IV₁—蛇绿岩分区，IV₂—东恰分区，IV₃—聂荣分区；
V—羌南—保山区

图 2-2 西藏冈底斯成矿带构造-地层分区图

组等，另外还有少量古近纪林子宗群火山岩；往北至拉萨—墨竹工卡一带，侏罗—白垩纪弧间沉积地层广泛发育，还有中侏罗世叶巴组和古近纪林子宗群火山岩；

从林周一松多—工布江达一线至地层分区为北部边界，主要大量发育石炭纪—二叠纪地层，岩性为一套浅海—滨海沉积碎屑岩和生物碎屑岩，古近纪林子宗群火山岩成片分布在其中。由上述分布特征可以看出，地层时代在总体上从南到北有变老的趋势，石炭纪—二叠纪地层主要分布在念青唐古拉弧背断隆带，而三叠纪—白垩纪地层主要分布在拉萨—日多弧间盆地内，火山岩地层分布很广但较分散。

在时间上，从中新元古代至第四纪，中新元古代念青唐古拉岩群为一套中深变质的老变质岩系，原岩为沉积碎屑岩，沉积环境为比较稳定的广海台地沉积区；古生代早石炭世诺错组为一套浅海相碳酸盐岩夹硅质岩建造，晚石炭世——早二叠世来姑组岩性则为浅海——滨海沉积碎屑岩；至中生代中二叠世洛巴堆组和晚二叠世蒙拉组，以及中生代早中三叠世查曲浦组，岩性则变为一套浅变质的灰岩、沉积碎屑岩夹少量火山岩岩系；从中生代晚三叠世至中侏罗世，地层又复变为一套沉积岩系，岩性主要为沉积碎屑岩、生物碎屑灰岩、页岩等，其中的火山岩成分减少；至中侏罗世，火山活动加强，形成了叶巴组钙碱性中酸性火山岩；之后，从晚侏罗世多底沟组至晚白垩世温区组，地层岩性以沉积碎屑岩和生物碎屑灰岩为主，局部地区或地段夹有火山熔岩或火山碎屑岩，总体上火山岩成分较少；古近纪火山活动急剧加强，形成了该时段具有代表性的林子宗群火山岩，岩性主要为中酸性、钙碱性火山岩；中新世乌郁群主要为一套陆相山间沉积岩系夹少量火山岩，形成环境为山间盆地河湖环境；第四系大量发育，主要为冲积、残坡积、冰碛和冰水碛，以大量发育冰碛物为特征。

2.1.3 岩浆岩

区域上岩浆岩很发育，分布广泛，既有出露面积巨大的深成侵入体，又有巨厚的火山喷发沉积岩层。主要分布在雅鲁藏布江断裂以北，是冈底斯火山—岩浆弧的重要组成部分之一（图 2-3）。

（1）侵入岩

冈底斯岩浆岩带东段侵入岩较为发育，出露面积 20319km²。岩性上从基性—中性—酸性；时间上有海西—印支、燕山—喜山期，尤以燕山、喜山期最发育；在空间上，侵入岩在各构造单元内均有分布，只是各构造单元的成岩环境不同造成了侵入岩特征各有差异（图 2-3）。

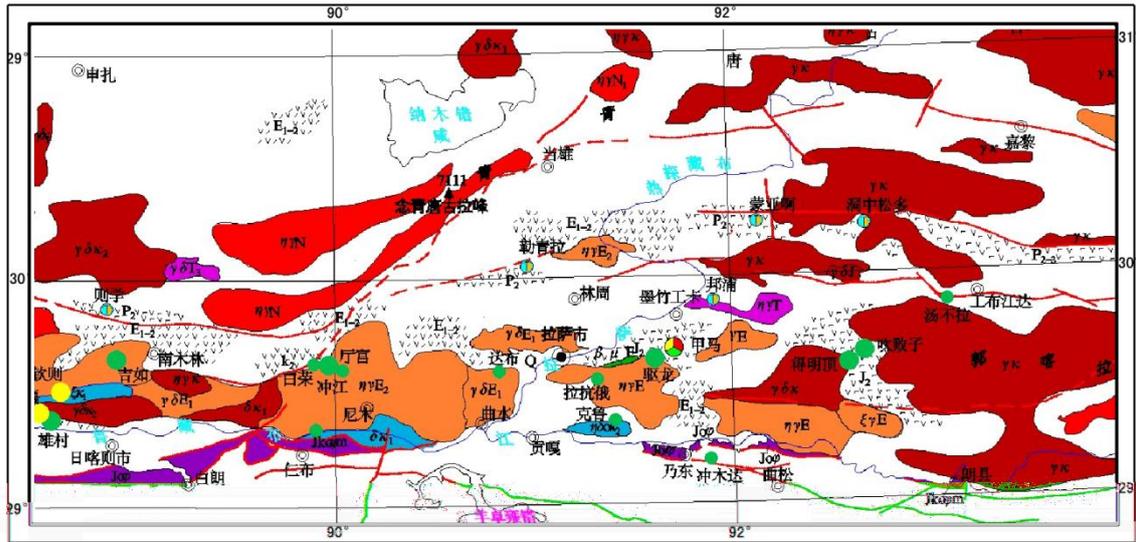


图 2-3 西藏冈底斯成矿区岩浆岩分布图

1、新近纪酸性-中性侵入岩；2、古近纪酸性-中性侵入岩；3、白垩纪酸性-中性侵入岩；4、侏罗纪酸性-中性侵入岩；5、三叠纪酸性-中性侵入岩；6、中性侵入岩；7、基性侵入岩；8、蛇绿岩；9、酸性火山岩；10、中性火山岩；11、基性火山岩；12、地质界线；13、实测断层；14、推测断层；15、火山口(机构)；16、铜矿床(点)；17、金矿床(点)；18、多金属矿床(点)；19、铅锌矿床(点)

侵入岩岩石类型有：辉长苏长岩、辉长辉绿岩、辉长闪长岩、闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、中（细）粒斑状角闪黑云花岗闪长岩、中粒斑状角闪黑云二长花岗岩、中粗粒巨斑状角闪黑云二长花岗岩、中粗粒角闪钾长花岗岩、细中粒斑状角闪黑云二长花岗岩、细粒斑状黑云二长花岗岩、中粒黑云二长花岗岩、细中粒钾长花岗岩、细粒白岗岩、黑云花岗斑岩等。总的特征以成分演化为主，也有结构演化系列及成分和结构双重演化系列。空间上，一般边部为基性—中性，中心为酸性；时间上，早期为基—中性，晚期为酸性。I型和IS型花岗岩类岩体从早到晚成分演化明显，S型花岗岩类岩体结构演化明显。

侵入岩多以复式岩体（岩基）产出，形态以呈近东西向展布的似椭圆形为主，其内部往往由两种或两种以上岩石类型组成，一般边部分布的是较中性的岩石类型，往内为中酸性和酸性岩石类型，岩体具多次脉动和涌动特征。

花岗岩类的分布特征受控于板块机制，I型、IS型和个别S型花岗岩出露于雅鲁藏布江北冈底斯火山-岩浆弧（活动陆缘），而在其南的喜马拉雅板块内则为S型花岗岩。

综上所述，巨大的火山-岩浆带，东西延伸长度达 2000 km 以上。它的形成与雅鲁藏布江洋盆的俯冲消亡和印度-亚洲大陆碰撞造山作用密切相关，其主体形成

于燕山晚期-喜山早期,冈底斯斑岩铜矿带即产于冈底斯中-新生代火山-岩浆弧带的中部花岗质岩石中。在 20-14Ma 左右,冈底斯造山带发生东西向伸展,产生近南北走向的裂谷,与加速隆升和南北向裂谷事件相对应。冈底斯造山带发育一套深源钾质高位花岗质小岩体侵入,这可能是冈底斯斑岩-矽卡岩矿化的主要地质事件。

(2) 火山岩

冈底斯地区火山岩出露厚度>4500m—18044m,占火山岩地层总厚度的 46%—66%。主要出露于拉萨—察隅地层分区和隆格尔—南木林地层分区的地层中,是冈底斯陆缘火山—岩浆弧的重要组成部分之一。

冈底斯火山岩带位于拉萨地体南部。火山岩呈近东西向展布,东西纵贯拉萨、申扎。以中部南木林-拉萨附近火山岩出露宽度最大;东部当雄附近火山岩出露零散,宽度较小。

火山岩在时空分布上,表现出明显的阶段性和带状展布特点。大致以拉贡拉—冬古拉—米拉山逆冲断层、谢通门—拉萨—沃卡脆韧性—韧性剪切带为界,分为北、中、南三个火山喷发岩带(表 2-1)。

火山活动时间,从前奥陶纪开始,一直到新近纪都有火山喷发及潜火山活动,以侏罗纪、白垩纪、古近纪最为强烈。

火山活动环境,早白垩世及其以前的火山岩均属海相环境,晚白垩世—上新世火山岩属陆相环境(部分属陆相水下环境)。

在冈底斯带,随着火山岩的时代由老到新,岩浆从亚碱性向钾质弱碱性系列、从中钾-高钾钙碱性系列向橄榄粗玄岩系列演化。

2.1.4 变质岩

本区除古近纪以后的沉积——火山岩系外,其余各时代地层绝大多数均遭受程度不同的区域变质改造,部分侵入体周围及断裂带还发育着接触变质及动力变质作用,形成区域变质岩、接触(交代)变质岩及碎裂变质岩。其中区域变质地层受晚期岩体侵蚀破坏和古近纪火山岩覆盖,出露零星,变质程度低,仅达低绿片岩相。受变质地层主要有中侏罗世叶巴组、古近纪典中组、古近纪年波组及帕那组等。这些地层受变质后形成变质砂岩、变质粉砂岩、板岩、大理岩等。接触

变质作用包括热接触变质作用和交代变质作用，主要与燕山晚期——喜山期的中酸性岩浆侵入有关，发生在岩体与围岩的接触带上，在侵入体外侧形成较清楚的不等规模、不同形状的角岩化、高岭土化、绢云母化等接触变质带，并在接触变质环境下形成金属及非金属矿产。动力变质作用主要发生在区域性构造附近，沿构造带呈线性分布，主要岩石类型有糜棱岩及碎裂岩等。

表 2-1 冈底斯火山—岩浆弧带含火山岩地层一览表

火山喷发岩带	地层单位	代号	火山岩厚度 (m)	占地层厚度百分比	岩石类型	火山岩组合
松多喷发岩带 (北带)	蒙拉组	P ₃ m	0-256.3	0-64.3	中基—中性	玄武安山岩—安山岩
	洛巴堆组	P ₂ l	59.6-292.5	15.4-82.9	中性	安山岩
	松多岩群	AnOc	1231	100	基性	变基性火山岩或变玄武岩
设兴—拉萨—日多—青稞结喷发岩带 (中带)	乌郁群	NW		(夹层)	酸性	酸性晶屑岩屑凝灰岩
	帕那组	E ₂ p	248.5-1015.43	80-98.32	中性—酸性	安山玄武岩—流纹岩
	年波组	E ₂ n	105-650.43	74.8-91	中—中酸性	安山岩—基安岩—流纹岩
	典中组	E ₁ d	667.7-1162.1	81.6-100	中—中酸性	安山岩—英安岩
	林子宗群	J ₂ EL	1797.8	100	中—酸性	安山岩—流纹岩
	塔克拉组	K ₁ t	0-108.8	0-31.5	基—中性	玄武岩—安山岩
	林布宗组	J ₃ k ₁ l	0-480	0-16.0	中酸性	流纹岩—粗面岩
	却桑温泉组	J ₂ q	0-54.6	0-28	基—中性	细碧岩—安山岩
中带	叶巴组	K ₂ EL	6906-9498.5	89-99.3	基—酸性	安山岩—英安岩
	麦隆岗组	T ₃ m	82.7	5.2	中—中酸性	玄武岩—安山岩
	查曲浦组	T ₁₋₂ c	881.9	73.6	基—中性	玄武岩—安山岩
尼木—曲水—门中—桑日县喷发岩带 (南带)	温区组	K ₂ w	45.4	0.3	中酸性—酸性	英安岩—流纹岩
	比马组	K ₁ b	773.6-2519.4	63.3	基性—中性	玄武岩—英安岩
	麻木下组	J ₃ k ₁ m	720.6	39.5	基性—中性	玄武岩—安山岩

2.1.5 构造

工作区地处冈底斯—念青唐古拉板片中段南缘，南邻雅鲁藏布江缝合带，构造以断裂为主，构造线以近东西向为主，与主干断裂相配套，存在十分发育的北东向、北西向和近南北向断裂，其中主干断裂控制全区的构造单元、地层、侵入岩和火山岩的区域分布，次级断裂则多与岩体的侵位有关，控制矿床的分布，成为区内与成矿作用关系密切的构造。

(1) 北西向压扭性断裂

该断裂总体呈北西走向，倾向北，长度达 140km，呈现波状弯曲，因北东、北西向断裂的切割而错移，是念青唐古拉弧背断隆（中生代隆起）的南侧主要断裂，该断裂从工作区的南侧经过。

(2) 北北西向断裂

该断裂走向总体呈北北西走向，倾向南，倾角 45° ，长度达 110km，呈现波状弯曲，因北东、北东向断裂的切割而错移，该断裂从工作区中部通过。沿断裂带有泉水溢出。北盘地层主要为帕那组。侵入体有二长花岗岩、闪长岩等。断裂破坏了侵入体形态，断层破碎带宽度变化较大，窄处 2m，最宽 50m，发育断层角砾岩，并见有挤压透镜体，断裂倾向北西或北北西，显示张（扭）性特征。为 Cu、Pb 矿体主要容矿构造。

(3) 北东向断裂

该断裂成南北向穿过工作区中北部，走向近南北向，为一平移断裂，上述断裂控制着区内地层和岩体分布，与之相伴的次一级断裂构造控制着区内的部分铜铅矿化体。

2.1.6 区域矿产

雅鲁藏布江成矿带矿产非常丰富，包括黑色金属矿产、有色金属矿产、贵金属矿产、燃料矿产、建筑材料及非金属矿产及地热资源等，其中有色金属（铜、铅、锌等）、建筑材料和地热资源是本区的优势矿产。总体上，冈底斯成矿带矿产具有种类多、储量大、优势矿种明显、勘查程度低、找矿前景大等特点（表 2-2）。冈底斯铜矿带产于冈底斯火山—岩浆弧内，已发现的矿床（点）东起工布江达县，西到昂仁县，大致均分布于雅鲁藏布江北岸 20~60km 范围内，集中分布于 25~35km 之间，其中西部铜矿距缝合带的距离要略远于东部（达 50~60km 或更远）；总体具有东西成带、北东成群分布的规律，如图 2-3、图 2-4 所示，从东到西，依次可以划分出汤不拉—吹败子—得明顶、拉抗俄—驱龙—松多雄、冲江—厅宫—宗嘎、吉如—雄村、朱诺等五个铜矿产出集中区，各矿床（点）集中区之间大致呈等间距分布（约在 60~80km），但是这种规律在中部地段（冲江矿床附近）由于受到大型走滑断层及其它性质断层活动的影响而变得不明显。

总体看来，以驱龙、吹败子、得明顶等矿床（点）为代表，含矿斑岩体一般呈小岩株或岩枝产于白垩纪末期的花岗岩体（基）中，岩石具斑状结构，围岩地层主要为中侏罗统叶巴组火山岩夹碳酸盐岩地层，矿化类型组合为斑岩型—矽卡岩型—热液脉型，成矿元素组合为 Cu—Mo—Pb—Zn—Ag，以富 Mo 为特征。

表 2-2 冈底斯地区矿产地质统计表

规模矿种	内生矿产			外生(变质)矿产			合计
	矿床	矿点	矿化点	矿床	矿点	矿化点	
黑色金属	铁	1	18	15			34
	锰			2			2
	铬	4	8	9			21
	钛	1	1	1			3
有色及其它金属	铜	7	9	11			27
	铅锌(多金属)	5	7	14			26
	锑		1				1
	钨			2			2
	锡		1				1
	汞		3	4			7
	金	2	7	2			11
	铂族		4	2			6
	钼	1	1	1			3
	硫	1	7				8
化工原料	磷			18			18
	明矾石			1			1

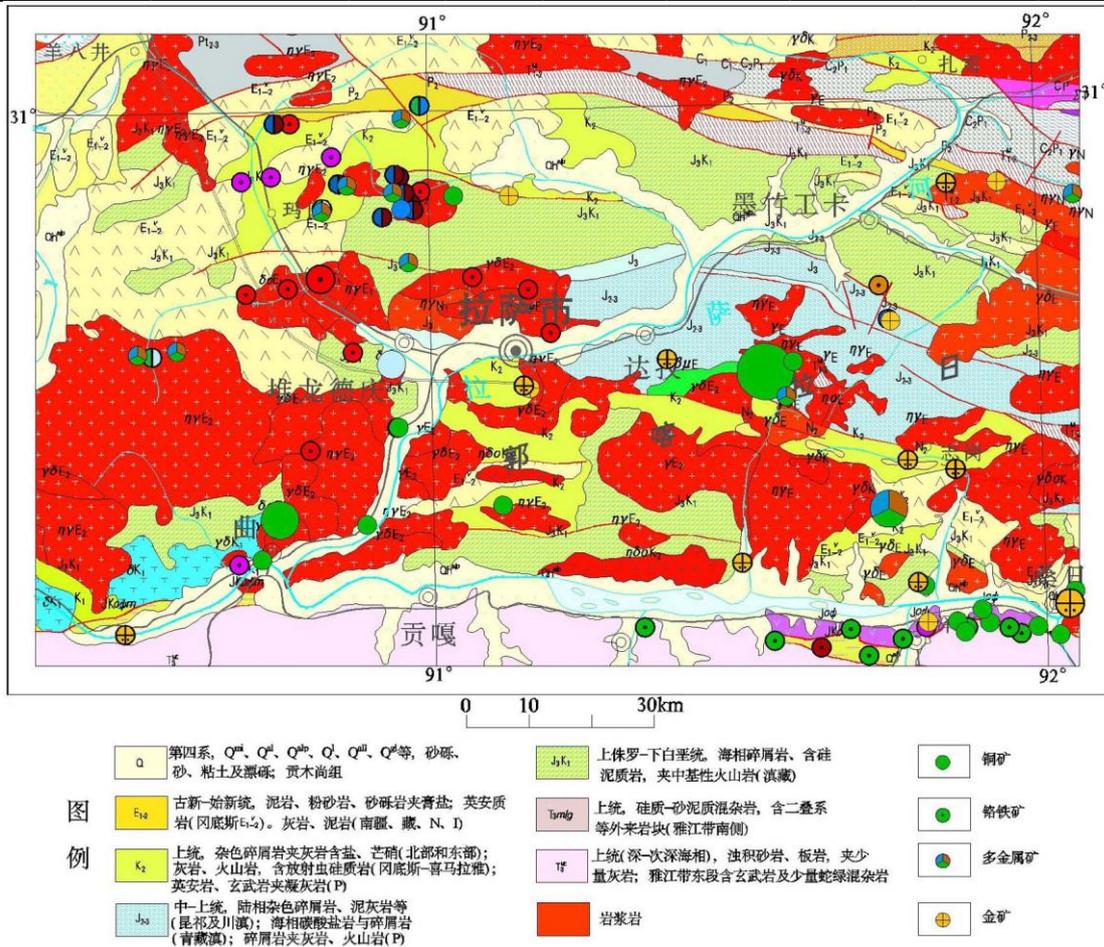


图 2-4 墨竹工卡县知不拉矿区区域矿产地质图

2.1.7 区域成矿条件分析

不同的构造演化阶段常常伴随着不同的火山岩浆活动，形成不同的地质建造，而不同地质建造中又会有不同矿化类型和矿种的产出。冈底斯成矿带的构造演化大致经历了结晶基底形成、新特提斯洋盆拉张开裂、洋壳向北俯冲闭合、碰撞造山（逆冲推覆与地壳缩短）、到整体隆升后的伸展走滑（产生断陷）等深部过程。相应地，该区岩浆岩演化也经历了洋盆拉张、火山弧形成（弧内扩张）、碰撞造山、隆升后伸展走滑等进程中的火山喷发和岩浆侵入阶段。冈底斯火山-岩浆弧的这些演化过程都伴随着不同程度的流体活动和成矿作用，从而形成了与该区构造-岩浆演化相对应的四大成矿系列：1. 与新特提斯洋壳拉张作用有关的岩浆型（Cr、Pt、Cu、Ni）矿床系列；2. 与新特提斯洋壳俯冲作用导致的弧内拉张有关的喷流型（Cu、Pb、Zn、Ag）矿床系列；3. 与弧-陆碰撞造山作用有关的低温浅成热液型（Au、Ag、Pb、Zn、Sb）及矽卡岩型（Cu、Fe、Pb）矿床系列；4. 与造山期后伸展走滑作用有关的斑岩型（Cu、Mo）、浅成低温热液型（Au、Cu）、隐爆角砾岩型（Cu、Au、Pb、Zn）、剪切带型（Au）及矽卡岩型（Cu、Fe）矿床系列。

冈底斯铜矿带中的矿化类型属于上述第 4 种矿床系列，形成时间集中于 20~10Ma，为始新世末—中新世造山期后隆升剥蚀与伸展走滑体制下的产物。在冈底斯大规模隆升（达到极限）之后，冈底斯造山带由汇聚造山体制向伸展走滑转变，由于软流圈上涌、深部物质减压分熔等因素，诱发深熔作用，形成富含挥发份、侵位能力极强的花岗质岩浆，沿 NE、NW 及 SN 向构造侵位产生一系列的小斑岩体及火山岩，从而形成了以斑岩型矿化为主、兼与其在成因上具有联系的火山热液型和矽卡岩型矿化类型出现的成矿作用。

2.1.8 区域遥感地质特征

卫星遥感技术的应用主要体现在从宏观上对影像岩石地层单元的识别和划分、遥感构造分析与遥感制图并最终为矿产普查和成矿预测服务。

a、主要线型构造带

从解译结果可以看出，冈底斯地区广泛发育的线性构造，按其方向共可分为四组：NE 向、NWW 向、EW 向和 SN 向。它们各自又以密集带形成主干构造带，并组成了本区的构造格架。其中 EW 向线性构造带又与韧性剪切带相联系，具有脆性剪切破裂迭加在韧性剪切带之上的特征（图 2-7），现分述如下：

北东向构造带

NE 向线性构造是本区一种最发育的主要构造，性质以剪切、张扭为主，其发育的规模大、数量多，一般倾角陡，斜贯全区，发育强度各不相同，其中通过羊八井地区的当雄-乌郁断裂规模最大，走向 NE60° 左右，沿念青唐古拉山前断裂带和当雄羊八井断陷盆地延伸，越过雅鲁藏布江，从白朗县以西通过，延至普弄抗日隆起的东部边缘。该带具有明显的剪切破裂的影像标志，呈细而长直的色线及线状地貌。其北东段线性构造密集，平行排列可宽达数公里。是冈底斯地区最主要的线性构造。

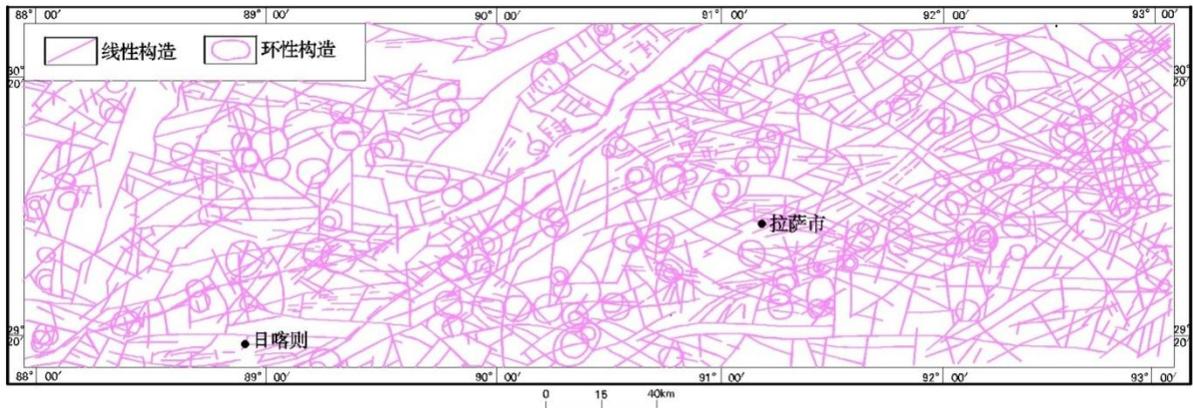


图 2-7 西藏冈底斯成矿带 TM 影像线环构造解译图

北西向线型构造带

EW 向构造主要沿雅鲁藏布江缝合带分布，是区内的一条重要构造带。依据遥感影像特征可以看出，以大竹卡至色麦的雅鲁藏布江峡谷区为界，将该带分为东西两段。西段宽约 50km，包括了著名的雅鲁藏布江超基性岩带（蛇绿岩带）及其以北的日喀则群复理石沉积建造和以南的朗杰学群千枚岩及砂板岩。在这套浅变质砂板岩和干枚岩中，有极为发育的片理化构造，在影像中形成诸多平行排列的细线，是韧性剪切带的一种典型的解译标志。在影像中有明显的反映，具深色调。

南北向线型构造带

SN 向的线性构造在本区非常发育，一般为张性破裂。规模巨大的构造带在冈底斯地区共有三条，它们大致成 200km 左右等间距排列，由于形成时代新，几乎切断了许多与它交截的构造线，其内第四系广泛分布，所以其影像最为醒目。延伸大者可达数百公里。构造带内常以断陷带或断隆在横向和纵向上交替出现。

SN 向的线性构造在本区主要有尼木 SN 向构造带、谢通门 SN 向构造带及曲松 SN 向构造带。第四纪以来的断陷谷地中沉积了厚度颇大的现代河湖相沉积及冰川

沉积,以及与之相伴生的 SN 向现代隆起都充分证明了它迄今为止所表现的活动性。

北西西向线型构造带

NWW 线性构造分布广泛,往往又相对密集,集中成带,部分同韧性剪切带相联系,一般走向 300° 土,主要分布在当雄-羊八井-乌郁断裂以西,多呈延伸不远的直线段,且经常被 NE 向构造所切割,表现为褶皱断陷、隆起等多种形式;在当雄-羊八井-乌郁断裂以东,从拉萨到墨竹工卡一带也比较发育 NWW 向线性构造,它们平行排列,长数米至十公里不等。

b、主要环型构造带

冈底斯地区共计 88 个环形构造。一般位于 NWW、NE 向或近 SN 向构造的交叉部位,或者位于 NE 向和 EW 向构造带内,构造解译标志明显,多被弧形山脊和水系所围限,揭示了隐伏岩体或小岩体的空间特点。冈底斯地区线、环构造极其发育,在线性构造的交叉部位、线环构造的交叉部位及其边部等,是成矿的有利部位。显然,在构造环密集的地方,矿床、矿点、矿化就发育,详见表 2-5。

表 2-5 主要环形构造一览表

名称	形状	规模	盖层	地形地貌	岩体	蚀变	线性构造	矿产
甲马环形构造区	两个环形组成	长轴 20km, 短轴 13km	有	正地形为主	冈底斯弧内岩基、花岗质斑岩体	明显	有 NWW 向线性构造 NE 向线性构造交叉	有 Cu 多金属矿化
厅宫环形构造区	正园形(单园)	直径 5km	有	负地形	花岗斑岩体	有	位于尼木 NE 向构造带内	有 Cu 矿化
尼木环形构造区	正-椭圆形串珠状复合环	直径 10-25km	有	西高东低	冈底斯岩浆弧内岩基	不明	跨在 SN 向构造带边缘	不明
贡嘎 NE60km	两个环形组成	长轴 20km	几乎无	正地形	冈底斯岩浆弧内岩基	不明	不明	不明
吉如环形构造区	正园形(单园)	直径 15-17km	无	正地形为主	冈底斯岩浆弧内岩基	有	有 NW 向、NE 向线性构造交叉	有 Cu 铜矿化

2.2 矿区地质

2.2.1 地层

矿区出露地层除少量第四系外,主要为中侏罗世叶巴组 (J_2y^1)。

(1) 中侏罗世叶巴组一岩性段 (J_2y^1)

叶巴组广泛分布于冈底斯山南北两侧,叶巴组地层由 4 个岩段组成,总的为

单斜构造，呈近东西向展布，倾角 65-75°，少数地段大于 80°。

知不拉矿区仅出露叶巴组第一岩性段（J_{2y}¹）。主要岩性有流纹质岩屑凝灰熔岩、流纹岩、安山质晶屑凝灰岩、英安质凝灰岩、流纹质熔结含火山角砾岩屑凝灰岩、灰岩、变石英细砂岩、千枚状板岩、透辉石大理岩、绿帘石榴石矽卡岩等，厚度大于 796.54m（未见底）（见附图 2），凝灰岩中夹少量碳酸盐岩。主要岩石特征如下：

灰色中厚层状灰岩（IS）

主要分布于矿区 I、II、III、IV 号铜矿体附近，块层状构造，细晶结构。岩石主要由方解石组成，有少量碳质物，岩石滴稀盐酸起泡剧烈。方解石呈它形粒状，粒径一般为 0.06-0.12mm，少数为 0.25-1.2mm（常聚集成线状、条带状产出），显定向分布。碳质物常呈隐晶质集合体，较均匀地散布于岩石中。厚度大于 390m。

根据钻孔 ZK1607、ZK1605 及 PD1—Cm(N、S)PD2—Cm1、2, PD4(III)—Cm1 等工程揭露，该层岩石在南坡表层被凝灰岩碎块掩盖。

浅肉红色绿帘石石榴石矽卡岩（EGSK）

主要分布于 I、II、III 号矿体中，为主要含矿岩石（铜矿体主要赋存于该岩石层中），呈似层状产出。一般宽 10-20m，最宽 95 m，倾向 10-20°，倾角 73-80°，岩石主要由石榴石 60-70%，绿帘石 15-25%，碳酸盐矿物+石英+金属硫化物 15%左右组成。具粒状变晶结构，块状构造。石榴石，它形-半自形粒状，粒径一般为 0.1-1.3mm，薄片呈无色-淡黄绿色，为钙铝石榴石，有的具环带结构，晶体中常包嵌有较细小绿帘石晶体。绿帘石，常呈它形粒状-半自形柱状集合体产出，粒径一般为 0.02-0.2mm，具碳酸盐化（以方解石为主）。石英常呈不规则集合体产出，可见包嵌石榴石。金属硫化物，鉴定主要为黄铜矿，次为黄铁矿，常呈它形粒状集合体以浸染状形式产出。孔雀石微量，呈隐晶质集合体沿岩石局部裂隙面分布。

该岩石层下部绿帘石化相对较强，但分布不均匀，绿帘石相对较强地段铜矿化相对较好，金属硫化物也相对发育，上部绿帘石化较弱，石榴子石颗粒相对粗大，铜矿化和金属硫化物较差。

浅灰白色大理岩化灰岩（Mb-Is）

主要分布于 II、III、IV 号铜矿段 0-48 线。岩石出露 20 线至 48 线局部地段较好，似层状产出，该岩石层近东西向展布，总体在地表出露较零星。厚度一般在

20-40m 之间，倾向 18-25°，倾角 65-75°。岩石主要由方解石组成，少量碳质物。岩石具细晶结构，块状构造。方解石，主要呈它形粒状，粒径一般为 0.1-1.2mm，少数为 0.25-1.2mm，可见聚片双晶，呈定向分布。碳质物呈隐晶质集合体较均匀散布于岩石中。

该岩石层由多层岩石组成，中下部主要为大理岩化灰岩夹灰白色大理岩，大理岩多呈透镜状，在钻孔中可见厚度一般 1-2m，个别地段可达 3m 左右。上部为结晶灰岩夹薄层碳质板岩，碳质板岩厚度 0.3-1.0m，厚度极不稳定，多呈透镜状。

结晶灰岩顶部与凝灰岩接触部位见一层厚度较稳定的透镜状石榴石砂卡岩（或绿帘石榴石砂卡岩），厚度 1-2m（即 I 号体产出部位）。产状基本与灰岩顶板接触部位一致，矿化不连续，分布不均，见少量黄铁矿、黄铜矿呈星点状或细脉状分布。

该岩石层在 7-0 线段由于构造挤压破碎强烈，据钻孔资料获知，岩石破碎。深度可达 140m 左右。

灰绿色安山质晶屑凝灰岩 (a-a11)

主要分布于知不拉铜矿段内。在 I、II、III、IV 号铜矿段 19 线至 48 线地段，地表多为风化凝灰岩岩石碎块，厚度大于 350m，平均产状 $10^\circ \angle 70^\circ$ 。岩石组分以灰绿色火山灰 75% 为主，凝灰晶屑约占 20%，晶屑由斜长石及少量石英组成。岩石具变余凝灰结构，块层状构造，条纹状构造等。其它成份主要为被绿帘石和钾长石交代成残余或假象斜长石晶屑，有少量石英岩屑，重结晶现象明显。晶屑粒径一般为 2-3.5mm；主要形成霏细-微晶状长英质矿物（粒径 < 0.1mm）为无定向分布的显微鳞片状黑云母。石英：主要呈微-细脉状或不规则团块状产出。

蚀变矿物主要为纤闪石化、硅化、次为绿帘石化和钾化，少量金属硫化物。

(2) 第四纪 (Q)

第四系沉积主要分布在现代河床及河床两侧缓坡地带，呈条带状分布，仅发育有全新世沉积，其成因主要为残坡积、冲洪积和冰碛物。

残坡积 (Q^{el})

残坡积物广泛分布在山坡基岩风化层表面，岩性以碎石、亚砂土等为主，厚度一般 3~5m，少数地段大于 10m；坡积物主要分布山坡中下部，呈不规则条带状分布，岩性以碎、块石及亚砂土为主，厚度一般在 5-12m 之间。地貌上形成坡积裙。

冲洪积 (Q^{pa1})

主要分布在现代河床或较小水系中，呈条带状，规模一般较小，岩性主要为砂、砂砾、亚砂土，一般无分选性，砾石呈棱角状和次园状，磨园度较差，厚度一般小于 10m，少数地段大于 10m。

冰水堆积 (Q^{fg1})

主要分布在海拔 5000m 以上，由冰川作用形成，呈条带状，椭圆状和不规则环带状，岩性主要为大小悬殊的岩块或亚砂土，砂砾混合组成。厚度可达 15m 以上，地貌上形成“U”型谷、湖泊、冰碛垅、冰积扇。

2.2.2 岩浆岩

(1) 火山岩

本报告对矿区火山岩的分类和命名采用《火山岩地区区域地质调查方法指南》中的火山岩分类、命名方案，岩石化学命名采用 Le. Bas 等 (1986) 的 TAS 图解。

火山岩岩石及岩相

从区域上看，以侏罗系叶巴组为代表的火山岩出露面积最大，整体呈近 EW 向，主要由中酸性火山岩、火山碎屑岩组成，夹少量沉积岩夹层。最新的年代学及岩石地球化学研究结果表明，叶巴组火山岩形成于中侏罗世 ($174.4 \pm 1.7\text{Ma}$ ，董彦辉等，2006)，岩石具有与弧火山岩类似的地球化学特征，被认为是新特提斯洋早期向北俯冲的产物。在知不拉矿区范围内，仅出露中侏罗统叶巴组一段，岩性主要为灰绿色安山质晶屑凝灰岩，流纹质熔结含火山角砾岩屑凝灰岩；根据火山喷发类型、火山物质搬运方式和定位环境，矿区内火山岩相属爆发相。

火山岩相组合及火山活动旋回

根据矿区内火山活动特点，火山相序及相组合特征，结合火山沉积地层及其接触关系，矿区内发育的中侏罗世叶巴组一段火山岩地层厚度 $>796.54\text{m}$ ，主要为火山岩组合，具爆发相特征。根据整个叶巴组一段内部火山岩组合特征，火山活动喷发——沉积旋回可大致划分为二个阶段：第一阶段仅发育有喷出相，属碎屑流相，以安山质晶屑凝灰岩为主，有从早到晚由弱增强的趋势；第二阶段仍以碎屑流相为主，但在成分上由下往上有由中酸性往酸性演变的趋势。在经历第一阶段后，火山活动减弱的趋势又得到加强，早期为爆发相，晚期属溢流相。知不拉

矿段内的叶巴组一段夹有的大理岩化和矽卡岩化的碳酸盐岩，应为两个阶段之间的火山活动相对较弱的间隙期内形成。

本旋回火山活动经历了由基性岩浆向中酸性岩浆的演化，并最终流纹岩结束，整体上反映出本旋回为完整的火山沉积演化特征。

(2) 侵入岩

知不拉铜矿区主要由近 EW 向产出的中侏罗统的叶巴组火山岩，以及中新世黑云母花岗闪长岩等侵入岩体组成，两者构成了矿区的主体岩性。

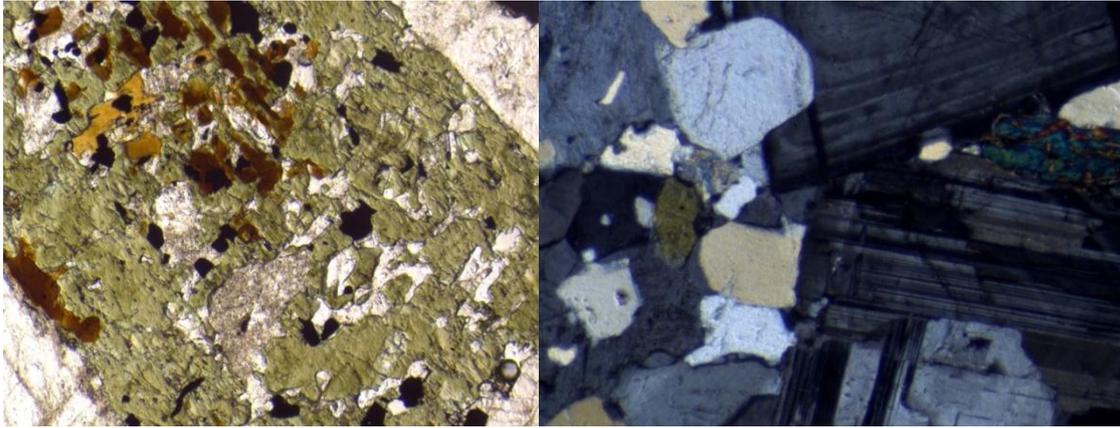
侵入岩地质特征

知不拉侵入岩仅见有黑云母花岗闪长岩 ($N_1 \gamma \delta \beta$)；岩性单一，现将岩石特征叙述如下：

中新世黑云母花岗闪长岩 ($N_1 \gamma \delta \beta$)

知不拉矿区内黑云母花岗闪长岩分布于矿区的东部，北东部被黑云母二长花岗岩侵入，东、南均延出矿区，呈岩株状产出，总体呈近东西向延伸。此外，在钻孔 ZK I 2803 深部 248m、地表 12-16 线零星见有黑云母花岗闪长岩，它可能与荣木错拉杂岩中之黑云母花岗闪长岩相连。

黑云母花岗闪长岩岩石呈灰白色，以中粗粒花岗结构为主，局部可见呈似斑状结构产出者，岩性变化于二长花岗岩—花岗闪长岩之间。岩体中矿物主要以斜长石 35-60% 为主，石英 15-20%、钾长石 10-25%、黑云母 5-10% 次之，还可见少量角闪石 < 5% (图 2-8A)，副矿物有磷灰石、磁铁矿、锆石、榍石及金红石等。斜长石晶形较好，颗粒大小多变化于 3-8mm 之间，主要为钠长石——更长石，具有明显的聚片双晶 (图 2-8B)、卡钠复合双晶及环带结构；钾长石结晶较差，多呈它形充填于斜长石颗粒之间，其颗粒主要变化于 3-5mm 之间；石英颗粒大小变化于 3-5mm 之间，呈它形充填在斜长石颗粒之间；黑云母颗粒大小多变化于 0.5-3mm 之间，呈书本状，黄褐色，多色性明显。



A. 知不拉花岗闪长岩中的角闪石颗粒，局部蚀变为黑云母，正交偏光，5×10倍
 B 知不拉花岗闪长岩中的斜长石颗粒，具有明显的聚片双晶，正交偏光，5×10倍

图 2-8 知不拉复式岩体黑云母花岗闪长岩显微照片

2.2.3 构造

(1) 褶皱

知不拉铜矿区褶皱构造较简单，在矿区范围内地层总体表现为向北倾的单斜构造；在矿区南部矿权范围以外，可能有叶巴组二段（ J_2y^1 ）重复出露，可能构成向北倒转的背斜构造，含矿矽卡岩则分布于叶巴组一段（ J_2y^1 ）中，倾向 $5-20^\circ$ ，倾角 $65-80^\circ$ 。

(2) 断裂构造

由于受附近区域性大断裂以及多期次岩浆活动的影响，次级断裂构造较复杂，部分地段形成宽 5-20m 不等，长达 1000m 左右的断裂破碎带。在矿区碳酸盐分布地段，岩石破碎，裂隙发育，小褶曲在大理岩化灰岩和矽卡岩中常见，深部在碳酸盐岩发育地段多处遇到溶洞，溶洞深一般 3-6m，最深可达 20m（ZK I 0005）。根据地表和深部钻孔资料，结合物探成果，知不拉矿段断裂构造总体可分为两组，即近东西向层间滑动断裂和北西向平推走滑断裂。近东西向层间断裂为成矿期断裂，北西向断裂为成矿期后断裂，对矿体和岩性有短距离错动（附图 2-1）。主要断层特征如下：

F1 断层

F1 为知不拉 II 号矿段一条规模较大的层间破碎带，该破碎带为成矿期断裂，II 号矿体主要赋存该破碎带中。破碎带纵贯矿区东西，长约 1300m，总体走向 110° ，

倾向北东，倾角 65-68°。破碎带宽一般 3-5m，在 0 线和 3 线附近最宽可达 30m。破碎带主要由构造角砾、泥、砂、岩石碎块构成。岩性主要为绿帘石榴矽卡岩，石榴矽卡岩，大理岩化灰岩的棱角一次棱角状碎块，部分地段保留其原岩形态。破碎带内多见 Cu 的氧化物，Cu 矿石团块。黄铜矿、黄铁矿、雌黄铁矿普遍发育，破碎地段褐铁矿化较强，在 36 线东约 24m 处被 F9 错断，断距 10m 左右，断层性质为逆断层。

F3 断层

出露于 I 号矿体北侧，与 F2、F1 断层近于平行，基本上沿灰岩与安山质晶屑凝灰岩接触带延伸，沿 I 号矿体东、西，长约 1600m，总体走向 105° 左右，倾向北东 15°，倾角 65-78°，破碎带宽 2-10m，个别地段大于 30m，主要见于 TC2401 探槽，2011-2012 年施工的 ZKI0806、ZKI1212、ZKI1603、ZKI2403 等钻探工程中，破碎带中主要为片理化强蚀变火山岩、变石英细砂岩、断层泥、岩石碎块等构成，岩性主要为大理岩化灰岩，千枚板状绿泥石化变石英粉砂岩、蚀变安山质晶屑凝灰岩，钙铝榴石等碎块。破碎带形成时间与 F1 断层为同时期形成。矽卡岩类型为绿帘石石榴石矽卡岩和石榴石-透辉石矽卡岩。I 号矿体主要产于该破碎带中。破碎带在 16 线、12 线、分别被 F4、F5 短距离错位，断层性质为逆断层。

F4 断层

该断层为北西向断层，主要出露于 ZKI1212 以西，地貌特征线型负地形显示清楚，长度约 1700m，总体走向北西 300°，倾向北西，倾角 67-76°。断层破碎带宽一般 2-5m，最宽可达 15m。该断层为成矿期后断层对 F3 断层有一定错位，对 I 号矿体的延伸起了一定破坏作用，断层性质为平推走滑断层。

F6 断层

出露于矿区中南部、经 36 线东约 22 m 至南东 40 线穿越知不拉矿区中南部，长约 1568m，总体走向北西 300°，倾向北东，倾角 67-70°，断层破碎带一般宽约 5-20m，在 ZKIV3801 附近最宽可达 36m，经钻孔和地表收集到的资料研究分析，该地段应为 F6、F8 两断层交汇部位，从 TC3601 探槽北东端点到 40 线 ZKIV4001 孔，长约 70m，宽达约 36m，岩石基岩破碎变形强烈，从钻孔 ZKIV3801、ZKIV3601、ZKIV4001 等孔岩芯得知，从开孔至孔深 118m 均在破碎带中，岩芯均为片理化强蚀变凝灰岩或棱角状一次棱角状的大理岩化灰岩碎块，少数地段保留较完整岩芯，其余为砂屑、黄色粘土及岩石碎粒。ZKIV3801 孔开孔后 6-30.30m 即见破碎氧化铜

矿石，Cu 平均品位 0.84%，肉眼见铜兰、孔雀石，应为次生氧化富集成矿。下伏岩性较完整地段矿化较好。

该破碎带规模较大，部分地段形成钙铁质胶结层，岩性为灰岩、大理岩、矽卡岩，胶结物为钙质、铁质及泥质物。断层性质为逆断层。

F10 断层

出露位置位于矿区北东部，北西起 36 线以东 22-40 线之间，长约 80m，总体走向北西 310° 方向，倾向北东，倾角 65-68°，该断层在 36 线以东 22m 处有一北东向断层斜穿平移，导致短距离错位，为成矿期断层。断层主要见于 U 型谷地一湖泊边缘和 TC83 探槽中，其余地段被岩石碎块和第四系掩盖，延伸不详，断层性质为逆断层

2.2.4 裂隙

区内裂隙主要发育有北东向、近东西向、北西向三组，多分布在近东西向断裂的下盘或两侧，其中北西向和近东西向裂隙为区内主要容矿裂隙。

近东西向裂隙组：走向 15-195° 左右，倾向 SE，倾角 40-70°，裂面呈波状弯曲，具擦痕，充填其中的火山碎裂岩呈尖灭再现或右型侧现特征，裂隙常见于碎裂状火山岩中，显示以扭性为主的压扭性特点。为主要容矿裂隙。

北西向裂隙组：走向 350-170° 左右，倾向 SW，倾角 50-70°，充填裂隙的含铜黄铁矿细脉体反复折曲延伸，显示张（扭）性特征。为 Cu、Pb、Zn 等矿体主要容矿构造。

近北东向裂隙组：走向 10-190° 左右，倾向 SE，倾角 50-70° 黄铁矿细脉体形态较规则，但脉壁不平直，并常见膨缩现象，脉中多见绿泥石化碎裂岩，显示以扭性为主的张扭性特点。

2.2.5 围岩蚀变

主要蚀变类型

矿区蚀变类型有硅化、矽卡岩化、黄铁绢英岩化、白云母化、褐铁矿化、绿帘石-碳酸盐岩化、青磐岩化，以矽卡岩化较为发育为特征。叶巴组火山岩与碳酸盐岩接触部位矽卡岩化发育，主要为石榴子石化、纤闪石化、透辉石化、硅化、

绿泥石化、绿帘石化，与似层状矽卡岩型铜多金属矿化相伴。

绿泥石化：主要分布在矿体外围叶巴组变石英细砂岩、含红柱石变斑晶的黑云母绿泥石千枚状板岩、安山质晶屑凝灰岩见绿帘石化、绿泥石化、花岗闪长岩中亦发育绿泥石化。均系中性火山岩的自变质蚀变，早于成矿期的热液蚀变，与矿化没有直接关系。

硅化：表现为石英重结晶和弥散性的细粒石英发育、石英细脉。硅化现象很强也很普遍，如在赋矿围岩及破碎蚀变带中硅化较普遍，局部形成石英脉和小规模网脉状石英；但没有见到大规模发育的石英网脉带。

绢云母化、褐铁矿化主要发育在破碎带的边部，呈连续或不连续之带状或发育在碎裂状火山岩内而呈巢状。

矽卡岩化：主要分布在火山岩与碳酸盐岩接触部位，铜多金属矿赋存于矽卡岩中。

上述蚀变从广度而言，全区无论断裂破碎带规模大小，埋藏深、浅均有发育；从强度而言，地表地下无明显差异，但地表往往要比深部强，破碎带变小部位比破碎带变大部位弱，破碎带形态复杂的要比破碎带形态简单的强。

2.3 矿体特征

2.3.1 矿体数量

通过本次资源储量核查工作，结合前人资料及矿化情况确定，矿区内共有四个铜矿体（八层铜矿）。

2.3.2 矿体形态、产状和规模

I、II、III、IV号矿体均呈近东西向展布于矿区中部，呈不规则似层状，赋存于中侏罗世叶巴组一岩性段（ J_2y^1 ）安山质晶屑凝灰岩及矽卡岩带中、在南段IV号矿体穿越安山质晶屑凝灰岩赋存于浅灰色流纹质岩屑凝灰熔岩内。矿体受近东西向断裂裂隙控制，产于F1、F2、F3、F6、F8、F9、F10层间断层破碎带中，近东西向层间断层为矿体的储矿构造。矿体产状严格受近东西向层间断层破碎带控

制。矿体走向一般为 284-104°，倾向 10-15°，倾角 68-80°。矿体走向一般长约 424-1560m，控制长 424m（III号矿体）-1472m（I-3 号矿体），控制延深：地表海拔标高 5316.9-4801m（地下深部），垂深 515.9m（不含推深部分）。矿体控制赋存海拔标高：地表出露海拔标高 5423.81-5136.30m（不含外推部分），地下深部海拔标高 4801m（不含深推）。矿体厚 1.84-36.60m，平均厚 12.44m。厚度变化系数为 106.27%。矿体厚度沿走向和倾向变化较稳定，局部具分枝现象。矿体岩性为绿帘石榴石砂卡岩，石榴石砂卡岩，围岩为浅灰色大理岩化灰岩、安山质晶屑凝灰构造蚀变岩，矿体与两侧围岩界线为渐变关系。矿体 Cu 平均品位 1.50%。I、II、IV 号矿体为知不拉主矿体，各矿体厚度详见表 2-6。

（1）I-1 号矿体

矿体呈近东西向展布于矿区中部 13-36 勘探线间，呈似层状，赋存于中侏罗世叶巴组一岩性段（J₂y¹）安山质晶屑凝灰岩内。矿体受近东西向断裂裂隙控制，产于 F3 层间断层破碎带中，F3 层间断层为矿体的储矿构造。矿体中部 4 勘探线附近被北东向平移断层（F9）错位，矿体西段 11 勘探线附近与 I-2 矿体重叠。矿体产状、形态、展布等特征严格受断裂构造控制，矿体呈似层状、大脉状产出，具膨大狭缩现象，严格受 F3 层间断层破碎带控制。矿体走向 283-103°，倾向 10-15°，倾角 66-85°。走向长约 1418m，控制长 1240m，矿体控制赋存标高：地表出露海拔标高 5412m（0 勘探线）—5251m（不含外推部分），地下深部海拔标高 4929m（20 勘探线）（不含深推）埋深最小为 0m，最大为 396m（11 勘探线），走向为近东西向，倾角 68-86°，由 5 个平硐（穿脉）、19 个钻孔及地表 3 条探槽控制。控制矿体斜深分别为 344m、396m；ZKI2016 见矿海拔标高位置：5273-4929m 之间，ZKI1102 见矿海拔标高位置：5378-4982m。赋矿岩石为绿帘石石榴石砂卡岩、弱绢云母化-硅化碎裂大理岩化灰岩，矿体底板岩性为弱绢云母化-硅化碎裂大理岩化灰岩、顶板岩性为片理化强蚀变石英细砂岩，矿体与两侧围岩界线呈渐变关系。矿体单工程厚度 0.86-20.17m，平均厚 3.87m。厚度变化系数为 100.26%。矿体厚度沿走向和倾向变化较稳定（矿体厚度详见表 2-6），略具有中间厚两端薄的变化特点，局部具分枝现象。铜单工程平均品位最低在 36 勘探线，为 0.58%，最高亦在 0 勘探线（CM310-310'），为 8.14%，平均品位 1.45%，品位变化系数为 104.14%，其分布均匀程度属较均匀。矿体中伴生的金银最高品位分别为 0.53×10⁻⁶、40.90

$\times 10^{-6}$ ，平均品位分别为 0.29×10^{-6} 、 11.60×10^{-6} 。

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密块状黄铜矿石。

I-1 号矿体的开采活动，采矿始于 2006 年 7 月 31 日以前，开采底界为 5346m，形成采空区高度 28m，从 7-4 勘探线之间，开采长度为 256m。

(2) I-2 号矿体

分布于 I-1 号矿体南侧，其顶板与 I-1 号矿体底板距离一般在 6-16 米，矿体赋存于绿帘石石榴石矽卡岩，石榴石矽卡岩，以及大理岩化碎裂灰岩、碎裂角砾岩中，矿体底、顶板岩性均为大理岩化灰岩，矿体与围岩界线较为明显。矿体产于 F3 断层附近，沿 F3 层间断层附近展布，产状、形态、展布等特征严格受断裂构造控制，呈似层状、大脉状产出，具膨大狭缩现象，由西至东矿体厚度变厚，总体表现为矿体中段(11-28 勘探线)厚度变厚，东西两端厚度逐渐变薄的特点。产状在 $10-18^\circ \angle 68-82^\circ$ 之间，为陡倾斜矿体。

矿体长约 1500 m，控制长 1406m。控制延深：已控制部分出露海拔标高最高为 5403m (0 勘探线)，最低海拔标高 5234m (24 勘探线)，埋深最小为 4 m (4 勘探线)，最大为 464 m (20 勘探线)。地下深部见矿海拔标高 4809m (20 勘探线)，4980 m (11 勘探线)，控制矿体斜深分别为 464m、398m，ZKI2007 见矿海拔标高位置:5273-4809m 之间；ZKI1102 见矿海拔标高位置:5378-4982m。总体走向 $284-104^\circ$ ，倾向 NE，倾角 $68-81^\circ$ 。矿体分布于 15-36 勘探线间，由 6 个穿脉平硐、23 个钻孔及地表 7 条探槽控制。单工程厚度最小在 0 勘探线，为 0.24 m，厚度最大在 20 勘探线，为 38.38 m，平均 8.29 m。厚度变化系数为 102.77%，其厚度稳定程度属较稳定(矿体厚度详见表 2-6)。铜单工程平均品位最低在 3 勘探线，为 0.52%，最高在 0 勘探线 (PD2CM0-1)，为 6.47%，平均品位 1.76%，品位变化系数为 82.95%，其分布均匀程度属较均匀。矿体中亦伴生有 Au、Ag，其最高品位分别为 1.69×10^{-6} 、 79.80×10^{-6} ，平均品位分别为 0.29×10^{-6} 、 11.60×10^{-6} 。

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿、自然金、辉银矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密块状黄铜矿石和团块状辉钼矿。

I-2 号矿体的开采活动，开始于 2006 年 7 月 31 日以后。I-2 号矿体的开采底界为 5298m，形成采空区高度 20m，从 3-4 勘探线之间，开采长度为 260m。

(3) I-3 号矿体

分布于 I-2 矿体南侧，其顶板与 I-2 号矿体底板距离一般在 10-32 m，矿体分布于中侏罗世叶巴组一岩性段（ J_2y^1 ）安山质晶屑凝灰岩内。矿体产于 F3 断层附近，矿体产状、形态、展布等特征严格受 F3 层间断层控制，呈似层状、大脉状产出，具膨大狭缩现象，矿体厚度总体表现为中段(11-28 勘探线)厚度变厚，东西两端厚度较薄的特点。矿体分布于 17-36 勘探线间，已控制部分地表海拔标高最高为 5346 m（4 勘探线），最低海拔标高为 4988 m（20 勘探线），埋深最小为 26 m（4 勘探线），最大为 400 m（11 勘探线）。地下深部海拔标高 4801m（8 勘探线 ZKI0812），控制垂直深度 515.9 m。。产状与 I-2 矿体基本一致，为近 EW 走向，倾向北东、倾角 68-88°，为陡倾斜矿体。矿体赋存于 F3 层间断裂破碎带附近，呈波状舒缓延伸，赋矿岩石为绿帘石石榴石矽卡岩，石榴石矽卡岩、弱绢云母化-硅化大理岩化碎裂灰岩、碎裂角砾岩等，矿体顶板岩性为大理岩化碎裂灰岩，底板岩性为灰绿色安山质晶屑凝灰岩，矿体与围岩界线为渐变关系。由 4 个穿脉平硐、24 个钻孔及地表 2 条探槽控制。矿体长度约 1560m，控制长 1472m，单工程厚度最小在 32 勘探线，为 0.26 m，厚度最大在 28 勘探线，为 32.36 m，平均 6.19m，厚度变化系数为 105.49%，其厚度稳定程度属较稳定（矿体厚度详见表 2-6），铜单工程平均品位最低在 28 勘探线，为 0.52%，最高在 4 勘探线，为 3.74%，平均品位 1.35%，品位变化系数为 77.04%，其分布均匀程度属均匀。矿体中伴生的金银品位分别为 0.91×10^{-6} 、 52×10^{-6} ，平均品位分别为 0.29×10^{-6} 、 11.60×10^{-6} 。

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿、自然金、辉银矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密块状黄铜矿石和细粒状金、银矿。

I-3 号矿体的开采活动与 I-2 矿体一样，开始于 2006 年 7 月 31 日以后。I-3 号矿体的开采底界亦为 5298 米，形成采空区高度 20 米，从 7-4 勘探线之间，开采长度为 366 米。

（4）I-4 号矿体

矿体呈北西向展布于矿区中部 12-16 勘探线间，分布于 I-3 号矿体南侧，其顶板与 I-3 号矿体底板距离一般在 90-102 m，分布于中侏罗世叶巴组一岩性段（ J_2y^1 ）安山质晶屑凝灰岩内。矿体受北西向断裂裂隙控制，产于 F6 断层破碎带中，赋矿岩石主要为灰绿色蚀变安山质晶屑凝灰岩，其中 ZKI1608 钻孔深部见有厚 10-20cm 的矽卡岩含矿岩层。矿体顶底板岩性为灰绿色安山质晶屑凝灰岩，矿体与围岩呈渐变关系。已控制部分矿体来看，矿体总体呈似层状、矿体厚度总体

表现为两端厚度基本一致，矿体在走向上控制长 57m，已控制部分地表海拔标高为 5272m（16 勘探线），地下深部海拔标高 5032m（16 勘探线 ZKI1606）。埋深最小为 0 m（16 勘探线），最大为 3 m，在地表露头明显。由 1 个探槽、3 个钻孔控制，产状与 I 号矿体基本一致，走向为北西向，倾角为 70-79°。单工程厚度最小在 28 勘探线 ZKIV2806，为 0.64m，厚度最大在 16 勘探线 ZKI1601，为 34.51m，平均 7.43m，厚度变化系数为 151.14%，其厚度稳定程度属较不稳定（矿体厚度详见表 2-6）；铜单工程平均品位最低在 16 勘探线 ZKI1601，为 0.51%，最高在 8 勘探线 ZKI0805，为 1.36%，平均品位 0.84%，品位变化系数为 41.67%，其分布均匀程度属均匀。

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密浸染状黄铜矿石。

I-4 号矿体为本次工作中新发现铜矿体，目前正处于探矿阶段，资源量未开始消耗，其资源量为保有资源量。

I 号铜矿体为知不拉主矿体之一，矿体由四个子矿体组成，I-1、I-2、I-3、I-4 号矿体呈平行状沿近东西向层间断裂破碎带分布，矿体产状、形态、展布等特征严格受 F3 层间断层控制，已控制部分矿体来看，矿体厚度总体表现为中部厚度变厚，东西两端厚度较薄的特点，矿体局部具分枝复合现象。赋矿岩石为绿帘石榴石矽卡岩，石榴石矽卡岩、弱绢云母化-硅化大理岩化碎裂灰岩、碎裂角砾岩等，矿体在走向和倾向上产状变化不大，宏观上矿体产状较为稳定。北东向成矿后平移断层(F9)对矿体破坏影响不大。在矿体深部的局部地段见有黑云母花岗闪长岩穿入（20-28 勘探线），对矿体的完整性没有明显影响。钻探工程 ZKI1102、ZKI2016、ZKI2007、ZKI2003、ZKI2405、ZKI1611、ZKI0405、ZKI0401、ZKI1213、ZKI0812、ZKI0812、ZKI0701、ZKI0001、ZKI0301 深部见矿情况分析，矿体向深部明显变窄。

（5）II 号矿体

为知不拉矿区主要铜矿体之一，出露于矿区中北部 3-28 勘探线间，呈似层状，赋存于中侏罗世叶巴组一岩性段（ J_2y^1 ）安山质晶屑凝灰岩内。矿体受近东西向断裂裂隙控制，产于 F1 层间断层破碎带中，呈波状舒缓延伸，F1 断层为矿体的储矿构造。矿体岩性为绿帘石榴石矽卡岩，石榴石矽卡岩，矿体底板岩性为弱绢云母化-硅化-大理岩化碎裂灰岩，顶板岩性为碎裂角砾岩及强蚀变流纹质熔结含火山

角砾岩屑凝灰岩，矿体与两侧围岩界线呈渐变关系。已控制部分地表海拔标高最高为 5375m（12 勘探线），最低为 5194m（36 勘探线），埋深最小为 0 m（20 勘探线），最大为 16 m（28 勘探线），地下深部海拔标高 5036m（12 勘探线）。矿体产状、形态、展布等特征严格受 F1 层间断裂构造控制，呈似层状、大脉状产出，具膨大狭缩现象明显，由西至东矿体厚度变厚，总体表现为矿体中间厚度较大，西端厚度较薄的特点。矿体产状倾向为 182-200°，倾角 76-85°，少数地段大于 85°，为陡倾斜矿体。由 2 个穿脉、5 条探槽和 14 个钻孔控制，矿体在走向上长约 888m，控制长度 628m，矿体在走向上的变化情况为单工程厚度最小在 16 勘探线，为 0.84m，厚度最大在 8 勘探线，为 46.13 m，平均为 11.86m，厚度变化系数为 86.59%，其厚度稳定程度属稳定；（矿体厚度详见表 2-6）。铜单工程平均品位最低在 12 勘探线，为 0.55%，最高在 8 勘探线，为 2.29%，平均品位 1.01%，品位变化系数为 58.42%，其分布均匀程度属均匀。矿体中还伴生有 Au、Ag，其品位平均为 0.29×10^{-6} ， 0.29×10^{-6} 。

倾向上的变化，II 号矿体厚度最大部位为 8 勘探线，深部 ZKII0815 矿体厚 46.13m，Cu 平均品位 1.17%，地表矿体出露海拔标高为 5371.5m，见矿厚度 18.99m（两层），呈明显分枝现象，并且矿体产状趋于变缓显示，倾向 SW、倾角 52-82°，地表 Cu 平均品位 0.81%，地表面样最高 Cu 品位 1.39%，一般 Cu 品位 0.56-1.19% 之间。

表 2—6 知不拉铜多金属矿区矿体厚度、品位变化系数计算表

矿体号	厚度平均值 (m)	Cu 品位平均值 (%)	厚度均方差 δ_x	Cu 品位均方差 δ_x	厚度变化系数 (%)		品位变化系数 (%)	
					矿体	全矿区	矿体	全矿区
I-1	3.87	1.45	3.88	1.51	100.26	106.27	104.14	85.71
I-2	8.29	1.76	8.52	1.46	1102.77		82.95	
I-3	6.19	1.35	6.53	1.04	105.49		77.04	
I-4	7.43	0.84	11.23	0.35	151.14		41.67	
II	11.86	1.01	10.27	0.59	86.59		58.42	
III-1	5.65	1.03	3.90	0.57	81.76		58.16	
III-2	4.23	0.77	1.60	0.43	37.83		56.84	
IV-1	12.26	1.06	9.14	0.40	74.55		37.74	
IV-2	6.84	0.81	6.7	0.49	97.95		60.49	

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿，局部还可见少量孔雀石，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密块状黄铜矿石和鲕状、皮壳状孔雀石。

II 号矿体目前正处于探矿阶段，资源量尚未开始消耗，其资源量为保有资源量。

(6) III号矿体

III号矿体位于 I、II 号矿体之间，距 II、I 号矿体北南相距分别为 100 m，182 m，矿体赋存于绿帘石榴石矽卡岩，石榴石矽卡岩中，矿体产于 F2 断层附近，矿体受 F2 层间断层控制，矿体分布于 0-12 勘探线间，矿体在走向上长约 424m。已控制部分地表海拔标高最高为 5449.24 m（6 勘探线），最低海拔标高为 5342.68 m（0 勘探线），地下深部海拔标高 5194m（12 勘探线）。埋深最小为 0 m（4 勘探线），最大为 10 m（0 勘探线），在地表露头明显。由 1 个剥土 BT、1 条探槽和 13 个钻探及平硐 III PD4 等 17 个工程控制。产状与 I 号矿体基本一致，走向为近东西向，倾角为 71-83°。

III号矿体底部为一磁铁矿体，厚度 1.53-6.18 m，平均为 4.24 m，MFe 品位为 29.53-32.39%，平均为 31.51%，矿石矿物为磁铁矿，呈条带状或致密块状产出，层位稳定。

在磁铁矿体上部为一矽卡岩型铜矿体，其底板与磁铁矿顶板相距 0-10.50 m，矿体厚度 4.51-5.5m，平均厚度为 4.23 m，矿石中铜品位 0.63-1.37%，平均为 0.77%。

矿石矿物主要为黄铜矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部见团块状黄铜矿。III号矿体和 II 号矿体一样，目前正处于探矿阶段，资源量未开始消耗，其资源量为保有资源量。

(7) IV号矿体

IV号铜矿体由两个子矿体组成，IV-1、IV-2 号矿体呈平行状沿 F8 层间断层近东西向展布，产状、形态、展布等特征严格受断裂构造控制，呈似层状、大脉状产出，局部被北西向平推走滑断层短距离错断，由东至西矿体厚度逐渐变薄，总体表现为矿体中间厚度较大，西端厚度较薄的特点。矿体特征分述如下：

IV-1 号矿体：主要分布在 28-48 勘探线之间，矿体西段 32 勘探线附近与 IV-2 矿体重叠。矿体在 32 勘探线至 44 勘探线具分枝复合现象。总体走向 280-100°，倾向北东，倾角为 68-79°、产状与 I 号矿体基本一致，为陡倾斜矿体。

已控制部分出露海拔标高最高为 ZKIV2801 钻孔 5314.66m（28 勘探线），最低海拔标高为 TC48 探槽 5183 m（48 勘探线），埋深最小为 0 m（48 勘探线），最大为 20 m（32 勘探线），在地表露头明显，矿体长度约 628m，控制长 576m。由 4 个探槽和 13 个钻孔控制。深部控制见矿海拔标高 ZKIV4403 孔 5034-5184.67m，控制斜深 150.67 m。矿体在深部及 40 勘探线以东具分枝现象。矿体赋存于绿帘石

榴石砂卡岩，石榴石砂卡岩中，矿体底板岩性为硅化-大理岩化碎裂灰岩，顶板岩性为大理岩化碎裂灰岩及强蚀变凝灰质火山岩，西端延入灰紫色流纹质岩屑凝灰熔岩内、矿体与两侧围岩界线呈渐变关系。矿体产于 F8 断层附近，矿体受 F8 层间断层控制。矿体在走向上的变化情况为单工程厚度最小在 44 勘探线，为 0.62m，厚度最大在 36 勘探线，为 36.70 m，平均为 12.26m，厚度变化系数为 74.55%，其厚度稳定程度属稳定；Cu 单工程平均品位最低在 32 勘探线，为 0.59%，最高在 32 勘探线，为 2.19%，平均品位 1.06%，品位变化系数为 37.74%，其分布均匀程度属均匀。矿体中伴生的金银最高品位分别为 0.42×10^{-6} 、 21.69×10^{-6} ，平均品位分别为 0.29×10^{-6} 、 11.60×10^{-6} 。

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密块状黄铜矿石和细粒状辉银矿。

IV-1 号矿体为 2011 年工作中新发现铜矿体，目前正处于探矿阶段，资源量未开始消耗，其资源量为保有资源量。

IV-2 号铜矿体：分布于 IV-1 号矿体南侧，其顶板与 IV-1 号矿体底板距离一般在 4--8 米，矿体赋存于绿帘石石榴石砂卡岩，石榴石-透辉石砂卡岩，以及大理岩化碎裂灰岩中，矿体顶板岩性为硅化-大理岩化碎裂灰岩，底板岩性为灰绿色-杂色强蚀变安山质晶屑凝灰岩、西端延入灰紫色流纹质岩屑凝灰熔岩内，矿体与围岩界线为渐变关系。矿体产于 F8 断层附近沿 F8 层间断层附近展布，产状、形态、展布等特征严格受断裂构造控制，呈似层状、大脉状产出，具膨大狭缩现象，由东至西矿体厚度逐渐变薄，总体表现为矿体中东段厚度逐渐变厚，西端厚度逐渐变薄的特点。产状在 $10-16^\circ \angle 66-80^\circ$ 之间，为陡倾斜矿体。

矿体由 6 个钻孔及 2 条探槽控制。控制矿体斜深分别为 243m、155 m；ZKIV2806 见矿海拔标高位置：5310-5067m 之间，ZKIV2805 见矿海拔标高位置：5310-5155m。矿体分布于 28-48 勘探线间，矿体在走向上长度约 682m，控制长 558m，单工程厚度最小在 40 勘探线，为 2.29 m，厚度最大在 44 勘探线，为 21.67m，平均 6.84m，厚度变化系数为 97.95%，其厚度稳定程度属较稳定（矿体厚度详见表 2-6）；铜单工程平均品位最低在 28 勘探线，为 0.61%，最高在 40 勘探线，为 1.98%，平均品位 0.81%，品位变化系数为 60.49%，其分布均匀程度属均匀。

矿石矿物主要为黄铜矿，次为斑铜矿、自然金、辉银矿，矿石构造以细脉浸染状为主，局部可见致密块状黄铜矿石和细粒状自然金、辉银矿。

IV号矿体总体上看，矿体埋藏深度，36勘探线、48勘探线埋深较浅，个别地段裸露地表，据探槽揭露，矿体埋深一般0-2m，少数地段大于3.50m。28-32线埋深较大，根据钻探资料，地表第四系厚度一般2-3.50m。该矿体为磁铁矿-石榴石-透辉石含Cu矽卡岩矿体。产于厚层状大理岩化灰岩与凝灰岩接触部位。从地表露头和TC32、TC48探槽揭露发现该矿体具明显矿化分带现象，往西主要是磁铁矿矽卡岩；以东主要是石榴石-透辉石矽卡岩，二者呈渐变过渡关系。探槽中见丰富的孔雀石化和铜矿石团块，Cu主要与磁铁矿矽卡岩有关。该矿体最显著的特点是它与大理岩化灰岩接触界线呈渐变关系。

(1) 贫铜矿体

根据样品分析结果看，I、II、III、IV号铜矿体中均见有贫铜矿体，贫铜矿体一般宽2-4.86m，长100-800m不等，贫铜矿体多呈夹层或与主矿体互层出现，矿体规模、形态和产状严格受近东西向层间断层破碎带控制。矿体底板岩性一般为硅化-大理岩化碎裂灰岩，顶板岩性为大理岩化碎裂灰岩及强蚀变凝灰质火山岩，矿体与两侧围岩界线为渐变关系。单工程厚度最小在4勘探线，为0.35m，厚度最大在20勘探线，为26.48m，平均3.18m，厚度变化系数为118.41%，其厚度稳定程度属较稳定；单工程Cu平均品位一般为0.31-0.4%，最高为0.49%，最低品位为0.30%，品位变化系数为13.16%，其分布均匀程度属均匀。

经过勘查，知不拉铜多金属矿所控制的矿体应属驱龙铜多金属矿床外接触带的矽卡岩型铜矿床，主要分布于绿帘石石榴矽卡岩中，矿体严格受岩性和构造控制。矿体规模、形态和产状严格受近东西向层间断层破碎带控制。矿体在走向和倾向上产状变化不大，宏观上矿体产状较为稳定。北东向成矿后断层对矿体破坏影响不大。在矿体深部的局部地段见有花岗闪长岩穿入（20—48勘探线），对矿体的完整性没有明显影响。

根据钻探工程ZKI1102、ZKI2016、ZKI2007、ZKI2003、ZKI2405、ZKI1611、ZKI0405、ZKI0401、ZKI1213、ZKI0812、ZKI0812、ZKI0701、ZKI0001、ZKI0301等钻孔I号矿体深部见矿情况分析，矿体向深部明显变窄，I号矿体倾向延伸基本查明。在矿体深部的局部地段见有黑云母花岗闪长岩穿入（20-28勘探线），对矿体的完整性没有明显影响。对II号矿体倾向延伸基本查明，ZKII2005钻孔中发

现II号铜矿体具分枝现象，分枝矿体分别宽为8.62m，10.16m，II号铜矿体总体向西南方向延伸的趋势明显。

2.4 矿石质量

2.4.1 矿石类型及特征

(1) 矿石结构、构造和矿物成分

a、矿石结构

通过详细的岩矿鉴定结果，矿石结构主要为粒状变晶结构、他形粒状结构、半自形粒状结构、显微粒状变晶结构、中细粒~等粒结构、环带结构等。

粒状变晶结构

其主要矿物为方解石和石榴石，常呈隐晶质集合体较均匀的分布于岩石中，可见聚片双晶，呈定向分布。方解石的菱形解理和高级白干涉色典型，含少量透辉石。石榴石薄片呈无色~淡黄色，晶体中常包嵌有许多细小绿帘石晶体。

他形粒状结构

绝大多数的黄铜矿、辉钼矿、磁铁矿、磁黄铁矿、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿和大量的黄铁矿都呈它形结构。

半自形粒状结构

呈现此类结构的矿物较多，主要为黄铁矿，其次有黄铜矿、辉钼矿、磁铁矿、方铅矿、磁黄铁矿、石榴石等。半自形的黄铁矿主要分布于黄铁矿细脉内、多金属硫化物内及边部；半自形的黄铜矿主要分布于硫化物团块内。

显微粒状变晶结构

主要呈现于凝灰级火山碎屑岩中，成棱角状、次棱角状，其成分为主要被绿帘石交代成残余或假象的长石晶屑，次为石英晶屑、长英质矿物、阳起石等，重结晶现象明显。

环带结构

矿区为矽卡岩矿床，环带结构较发育。根据对矽卡岩矿床中主要矿物石榴石的种属及其精确成分研究，选择石榴石进行电子探针分析，背散色图像观察，发育有典型的韵律环带结构背教色像中的明暗交替为石榴石生长环带的表现。

中细粒~等粒结构

常见于矿区内弱硅化、弱黑云母化的凝灰岩。石榴石矽卡岩及石英闪长岩中。石榴石与硫化物密切共生，局部呈条带状，通常为自形粒状。绿泥石与绿帘石密切共生，局部成粗粒的放射状集合体。

b、矿石构造

通过对知不拉铜多金属矿钻孔岩芯的详细编录，其矿石构造主要分为稀疏浸染状、细脉浸染状和致密块状。其中稀疏浸染状、细脉浸染状为铜矿石的主要自然类型，所占的资源量最大，其特征如下：

浸染状构造

在脉石矿物中或岩石中散布着星点状或浸染状、细小短脉状的金属硫化物颗粒，形成细脉浸染状构造。按照主要金属硫化物的含量（%）多少又可以分为星散浸染状构造（<5%）、稀疏浸染状构造（5%~25%）、稠密浸染状构造（25%~50%）。本矿床矿体内矿石以细粒稀疏浸染状构造（ $0.25\text{mm} < d < 0.5\text{mm}$ ）为主，往外逐渐变为细粒星散浸染状构造（图 2-9）。

细脉-网脉状构造

金属硫化物和脉石矿物分布于各种断裂和裂隙中形成矿脉。按脉体的宽度（mm）可分为微脉状构造（1）、细脉状构造（1~10）、小脉状构造（10~100）、大脉状构造（>100）。本矿床矿脉主要以微脉状构造和细脉状构造为主，其次为小脉状构造，大脉状构造仅在局部地段可以见及。主要细脉-网脉状构造特征总结（图 2-9）。

团块状构造

主要表现为黄铜矿、黄铁矿等金属硫化物的集合体分布，团块直径一般在 1-10cm，个别大于 10cm，多见于不同方向断裂构造交汇的富矿部位（图 2-9）。

土状、蜂窝状构造

氧化带常见的矿石构造，粉末状的孔雀石、褐铁矿和高岭土等粘土矿物松散聚集而成，是氧化矿石中最主要的构造。

胶状构造

表现为孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿等表生矿物呈胶状，产于氧化带的节理裂隙中或岩石表面。

c、矿石矿物成分

矿石的矿物成分

知不拉矿区矿石物质成分比较复杂，金属矿物以黄铁矿、黄铜矿为主，辉钼矿次之，再次是黝铜矿、自然铜、磁铁矿、褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿、铜蓝、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿等，与世界典型矽卡岩铜矿的金属硫化物矿物组合基本一致；非金属矿物主要为石榴石（钙铝榴石-钙铁榴石是该铜矿中主要的非金属矿物）、辉石（透辉石-钙铁辉石）、硅灰石、方柱石、角闪石、浮山石、绿帘石、绿泥石、阳起石、石英、绢云母、绿泥石、方解石、高岭土等。矿石的矿物共生组合地表为孔雀石—蓝铜矿—高岭石—褐铁矿—铜蓝；主要为黄铜矿—黄铁矿—石英组合和辉钼矿—石英组合。

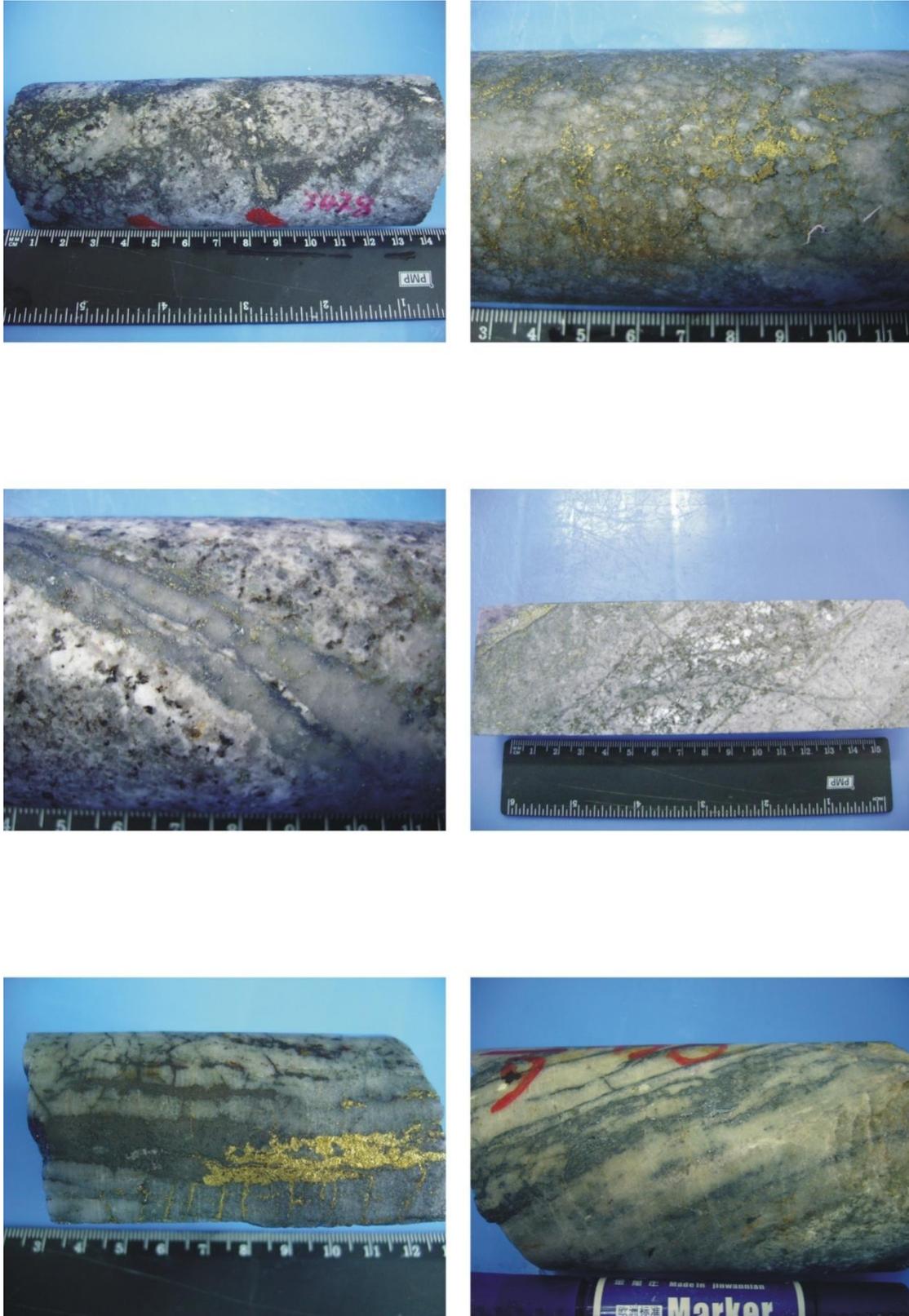


图 2-9 知不拉矿区矿石构造照片

①主要金属矿物:

铜矿物:孔雀石: 地表较少见, 是氧化铜矿的常见矿物, 钻孔中可见。其含量一为 1~2%, 局部高达 5%。主要呈脉状、团块状; 放射状、针状生长于褐铁矿的

蜂窝洞中，脉状集合体分布于裂隙中。蓝铜矿：少量，在浅地表的钻孔中可见，是氧化矿石的含铜矿物之一。一般与孔雀石、褐铁矿共生，仅仅在局部富集。蓝铜矿多呈胶状构造。

黄铜矿：半自形-它形晶、或呈它形晶连晶，晶粒一般在 0.02--0.1mm 之间，在细脉浸染状矿石中粒径 0.1~4mm 之间。铜蓝：为它形与黄铁矿、黄铜矿共生，含有 Au、Ag、Mo、S、Ni 等。辉铜矿：是次生硫化物富集带的主要工业铜矿物。常交代黄铜矿构成反应边或浸染状分布。蓝辉铜矿：是次生硫化物富集带的主要工业铜矿物，常见，常交代黄铜矿、斑铜矿等硫化物。斑铜矿：矿区较普遍，含微量的 Pb、Zn、Au、S、Ag、Ni 等。其主要的产出状态：早期形成的常包含于黄铁矿或磁铁矿中；石榴石+磁铁矿+黑云母构成细脉状或脉状产出；呈浸染状分布于矿石中，该产出的黄铜矿形成较早，一般与黑云母+石英共生；连晶状黄铜矿有时被辉铜矿、蓝辉铜矿交代，具交代反应边或交代残余结构；在多金属硫化物脉中与闪锌矿+方铅矿+石英等共生。黄铜矿中含 Au、Ag、Mo、S、Ni 等。

②其它金属矿物

黄铁矿：最常见的金属硫化物，几乎在各个成矿阶段都有，常呈半自形它形产出。在氧化带中，常被褐铁矿交代呈残余或假象。在各种硫化物脉中均可见到早期的黄铁矿包含黄铜矿、或与黄铜矿共生。在细脉浸染状矿石中，黄铁矿主要呈中细粒半自形-它形粒状。

辉钼矿：在矿区部分地段布较广，主要以石英-辉钼矿的形式产出，常与黄铜矿、硬石膏共生，有时见与黄铜矿交生。

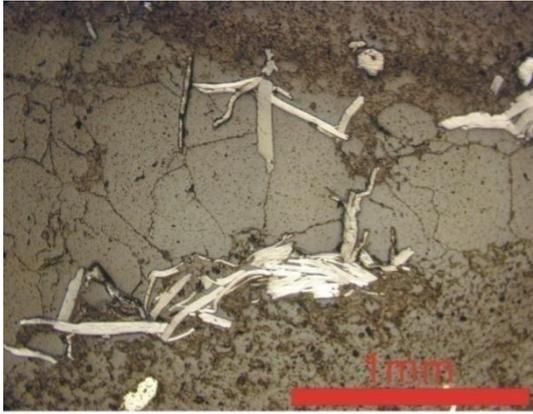
闪锌矿：为后期多金属硫化物脉的主要组份，常与黄铜矿、黄铁矿等共生，分布不均。

方铅矿：少见，分布在后期多金属硫化物脉中，常和闪锌矿、黄铜矿、石英共生，部分地段富集。

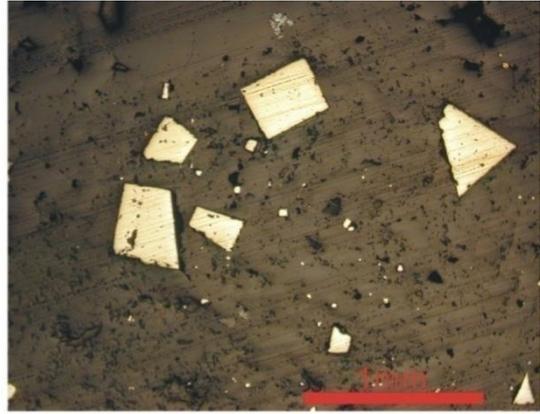
磁铁矿：有两种产出形式，一是它形粒状磁铁矿浸染状分布于矿石中，有时可见黄铜矿的包体，二是以磁铁矿-黄铜矿-石英细脉的形式产出，磁铁矿为它形粒状，常被黄铜矿交代溶蚀（图 2-10）。

③矿石的非金属矿物

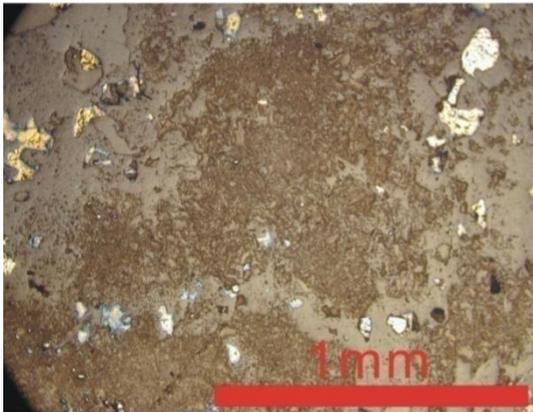
非金属矿物主要为石榴石（钙铝榴石-钙铁榴石是知不拉铜矿中主要的非金属



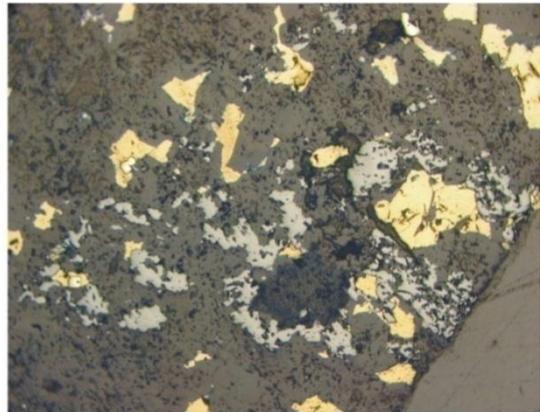
照片 13：自形片状辉钼矿



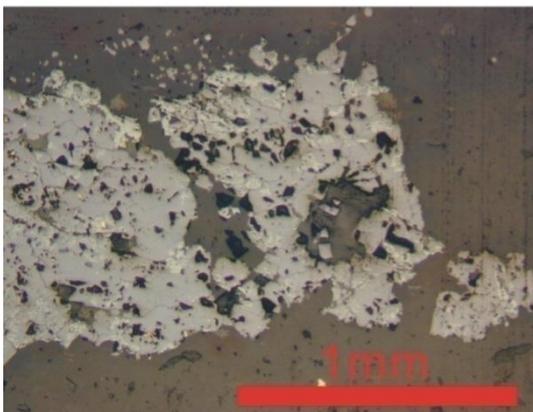
照片 14：自形粒状黄铁矿



照片 15：粒状斑铜矿



照片 16：他形磁铁矿与黄铜矿共生



照片 17：磁铁矿黝铜矿脉



照片 18：他形黄铜矿与黄铁矿共生

图 2-10 知不拉铜矿区主要金属矿物特征显微照片

矿物)、辉石(透辉石-钙铁辉石)、硅灰石、方柱石、角闪石、浮山石、绿帘石、黑云母、绢云母。非金属矿物主要特征如下:

黑云母：半自形—自形片状、板状和柱状，基质和似斑晶中均有分布。蚀变黑云母，呈显微鳞片状集合体产出，具绿泥石化，具角闪石假象。

绢云母：常交代长石矿物，呈脉状产出，为绢云岩化主要蚀变矿物。

碳酸盐化：以方解石为主，次为白云石，局部有玫瑰色锰白云石出现。半自形—自形菱形片状、板状，主要分布于中深部硅化蚀变带中，常呈脉状、团块状产出，或呈晶簇出现。在凝灰岩中主要呈蚀变产物出现。

粘土矿物：常见于破碎带与蚀变带中，呈脉状与网脉状、团块状出现，厚度变化较大，以高岭石为主。

普通辉石：自形粒状，含量较少，仅在暗色花岗闪长岩基质中出现。

榭石：它形粒状，含量甚少。

绿泥石：多为次生蚀变产物。在矿化带中呈脉状产出，在外部主要分布于青盘岩化带中，呈不规则团块状产出。

绿帘石：常与绿泥石共生产出，为青盘岩化的主要蚀变矿物。

角闪石：半自形—自形柱状，具绿泥石化，有的被交代成残余或假象。主要分布于花岗闪长岩体中。

石榴石矽卡岩：主要分布于矿（化）体部位，为含矿层的主要矿物，岩石见典型的韵律环带结构，具电子探针分析显示，根据石榴石生长环带中 Al、Fe 含量的变化，石榴石中部分富 Fe，几乎不含 Al₂O₃，为纯的钙铁榴石（Ca₃Fe₂Si₃O₁₂），钙铝榴石的百分含量最高可达 90%以上。环带中呈现暗色和浅灰色生长带时，则 Al₂O₃ 增高，Fe 含量降低。石榴石的韵律生长环带表明在水岩交代过程中流体性质发生了多期次变化，分析结果表明知不拉石榴石应为钙铝榴石~钙铁榴石过渡性矿物范围。

④ 铜的化学物相分析：铜钼在矿物中的物相分布情况见表 2-7、2-8。

矿石的化学成份

矿石的主要有用化学成份主要有 Cu、Au、Ag、Mo、Pb、Zn 等，主要成矿元素 Cu 含量普遍较高，Au、Ag、Mo、Pb、Zn 为矿床的伴生有益组分，其中 Au、Ag 元素含量较高，局部已构成共（伴）生矿体。Mo 虽然局部地段含量偏高，但 2011--2012 年知不拉铜多金属矿资源储量核查工作中，经系统的钻探、工程平硐及地表探槽采样分析中 Mo 含量普遍较低，品位达不到伴生评价指标。

根据《西藏桑海矿业开发公司铜矿石补充选矿试验研究总结报告》，矿石中的主要铜钼矿物为自然铜、金银矿，其次辉钼矿。铜金银矿物主要以包裹体的形式嵌布于脉石矿物中及金属矿物中或嵌布于脉石矿物的微晶洞中，且分布极不均匀。金银矿物主要粒度在 0.00944~0.00598 mm 之间，辉钼矿物主要粒度在 0.05600--0.03960 mm 之间。铜金银矿物形状以不规则状、短柱状，铜、金银的品位在矿体中与绿帘石化强弱关系密切，石榴石颗粒粗大地段矿化较弱。

d、矿石类型、品级

矿石的自然类型

由于矿体氧化带深度不大，矿石矿物主要为硫化相铜矿物，因此矿石的自然类型主要为硫化矿石。

表 2-7 知不拉矿区物相分析结果表

样品编号	氧化铜中 Cu		原生硫化铜中 Cu		次生硫化铜 Cu		铜总量 (%)	
	含量 (%)	占有率 (%)	含量 (%)	占有率 (%)	含量 (%)	占有率 (%)	含量 (%)	占有率 (%)
ZK001AW01	0.059	1.80	1.420	43.306	1.800	54.895	3.279	100
ZK401AW01	0.023	5.90	0.320	82.051	0.047	12.051	0.390	100
ZK801AW01	0.023	1.97	1.127	96.325	0.020	1.709	1.170	100
ZK1201AW01	0.028	3.90	0.650	90.529	0.040	5.571	0.718	100
ZK701AW05	0.005	1.09	0.449	98.249	0.003	0.656	0.457	100

表 2-8 原矿中钼的化学物相分析结果

相别	硫化钼中的钼	氧化钼中的钼	总钼
含量%	0.024	0.0011	0.0251
占有率%	95.62	4.38	100.00

注：其它钼*为以微细粒包裹体嵌布在脉石矿物中的钼矿物。

矿石的工业类型

铜矿石：矿区铜矿石按工业类分，矿山实际生产指标表明，精矿中铜品位达到 23.82%，达到三级铜精矿的质量标准。

磁铁矿石：矿区磁铁矿石按工业类分，主要分为条带状和致密块状。其中条带状为磁铁矿石的主要工业类，所占资源量较致密块状磁铁矿，矿石中脉石矿物以透辉石、石榴子石为主，矿石中 MFe 品位达 32.39%，达到了需选铁矿石的一般工业标准。

2.4.2 矿石质量特征

(1) 矿石质量特征

Cu: 一般含量 0.18%—11.79%，矿区平均含量 1.64%，变化系数为 93.23%。

Mo: 一般含量 0.001%—0.002%，矿区平均含量 0.001%，变化系数为 85.30%。

矿石品位在走向和倾向上没有明显的变化规律，当矿体厚度大的地段矿化相对较好，矿体中部地段矿化也相对较好。同时 Cu、Au、Ag、Mo 矿化作用表现出较为明显的正相关。详见表 2-9。

表 2-9 墨竹工卡县知不拉铜多金属矿区单工程矿石品位一览表

工 程 编 号	矿 石 品 位			
	Cu (%)		Mo (%)	
	含量区间	平均值	含量区间	平均值
ZK I 0405	0.018—0.18	1.77	—	—
ZK I 0805	0.01—0.12	1.35	—	—
ZKI0810	0.047-0.78	0.68	—	—
ZK I 0812	0.026—1.02	1.08	—	—
ZKI1213	0.027-1.23	1.35	—	—
ZKI1215	0.023-0.48	0.67	—	—
ZK I 1607	0.24—2.88	1.02	0—0.003	0.0001
ZK I 1611	0.012—1.38	2.28	—	—
ZK I 1612	0.022—1.23	0.97	—	—
ZK I 1617	0.48—1.01	1.08	—	—
ZK I 2007	0.045—0.80	0.64	—	—
ZK I 2014	0.03—1.12	1.00	—	—
ZK I 2401	0.049—2.57	1.61	—	—
ZK I 2403	0.25—7.22	2.55	0.001—0.003	0.001
ZK I 2407	0.055—0.71	0.48	—	—
ZK I 2807	0.022—0.11	1.71	—	—
ZKIV3201	0.15—2.23	0.71	0.001—0.003	0.001
ZK II 0410	0.021—3.31	1.13	—	—
ZK II 0811	0.021—2.73	1.75	—	—
ZK II 0815	0.03—2.31	1.17	—	—
ZK II 1613	0.019—1.58	1.08	—	—

ZK II 2001	0.13—1.34	0.56	0.001—0.003	0.001
ZK II 2005	0.14—7.95	0.81	0.001—0.002	0.001
ZK II 2008	0.49—2.65	1.19	—	—
ZKIII0602	0.04—2.12	1.06	—	—
ZKIII0604	0.048—1.05	1.10	—	—
ZKIII0816	0.04—2.39	1.27	—	—
ZKIII4008	0.01—0.30	0.30	—	—
ZKIV2802	0.16—0.49	0.30	—	—
ZKIV2804	0.021—1.04	0.75	—	—
ZKIV3201	0.15—2.23	0.71	—	—
ZKIV3205	0.02—1.21	1.06	—	—
ZKIV3601	0.21—3.14	0.87	—	—
ZKIV3801	0.15—3.62	1.21	—	---
ZKIV4001	0.27—1.25	0.66	0.001—0.002	0.00
ZKIV4401	0.16—2.53	0.67	0.001—0.008	0.001
ZKIV4403	0.013—2.14	1.42	—	—
ZKIV4404	0.016—1.36	0.77	—	—
ZKIV4406	0.022—1.07	0.70	—	—
ZKIV4803	0.024—1.44	1.07	—	—
ZKIV2601	0.08—0.94	0.51	—	—
ZK I 2402	0.20—2.97	1.39	0.00—0.001	0.00
ZK I 2004	0.35---8.61	1.24	---	—
ZK I 2003	0.11---11.79	1.60	---	—
ZK I 1603	0.12---3.24	0.86	0.001---0.459	0.025
ZK I 1601	0.18--1.24	0.66	0.001---0.009	0.002
ZK I 1212	0.20---5.07	0.68	0.001---0.007	0.002
ZK I 0806	0.17---1.52	0.55	0.001---0.013	0.005
ZKIII0601	0.14---2.78	0.86	---	—
PD2Cm1	0.22---0.43	0.32	0.006---0.083	0.05
PD3--301--2 采 E	0.22---2.43	1.11	0.005--0.512	0.102
TC83	0.58---2.87	1.26	—	—
TC36	0.18---4.19	1.08	—	—
矿区平均	1.64		0.001	

根据光谱分析结果，矿石中均伴生有微量的 Au、W、Mo、Ag、As 和 Sb，但含

量除 Au、Ag 外均低于铜矿伴生有益组分的工业指标。

(2) 矿石有益组分含量及其变化

矿石主要有益成分为铜、金、银。其中铜单样含量 0.18—8.61%，个别样品含量为 11.79%，铜单工程矿石平均含 Cu 品位：地表为 0.22—3.54%，个别样品 4.71%，深部为 0.28—8.61%，矿床平均品位 1.64%、品位变化系数为 83.21%，Mo：单工程矿石平均品位 0.001%—0.003%，深部为 0.004—0.0512%，矿区平均品位 0.001%，品位变化系数为 88.83%；矿石有益组分简单，以自然铜为主，伴生有少量的金、银及磁铁矿。铜品位总的变化趋势是由地表—浅部—深部增高，尤其是铜含量深部增高极为明显，经矿体各中段的样品统计，厚度变化系数为 102.69%，品位变化系数为 84.01%，说明本矿床的矿体厚度变化和品位变化比较稳定。

(3) 矿石中有害组分

经对矿石有害组分的测定：As ($0.011—0.048 \times 10^{-2}$)、Sb ($3.06—17.97 \times 10^{-6}$)、S ($0.053—2.23 \times 10^{-2}$)、C ($0.071—0.91 \times 10^{-2}$)。从上述测试数据表明，该矿床矿石中有害组分含量极低，对选冶影响很小。

2.5 矿体围岩和夹石

2.5.1 矿体的围岩

矿体的直接围岩为灰白色大理岩化灰岩，厚度不大，一般厚不超过 5m。矿体的间接围岩为蚀变火山岩。蚀变火山岩，致密坚硬，厚度较大。

2.5.2 夹石

矿体中有零星分布的夹石，厚度不大，连续性不强，岩性为铜矿化大理岩化灰岩，矽卡岩化大理岩和石榴石矽卡岩。夹石见于 ZK I 0806、ZKIII0005 钻孔和 CM6 穿脉坑道中，厚度分别为 1.82m、0.92m、0.93m。夹石厚度均小于夹石剔除厚度 2m，圈入矿体后仍能满足矿石质量标准要求，因此在圈定矿体时未作夹石处理。

2.5.3 氧化带

矿体在地表略有氧化，常形成黄褐色土状——蜂窝状铁锰帽，但氧化带深度不大，一般在 2m 以内。由于氧化带深度不大，因此在资源量估算时没有考虑氧化矿。

2.5.4 围岩蚀变矿化与矿化规律

(1) 围岩蚀变

矿体的围岩蚀变及蚀变矿化主要有黄铜矿化、磁铁矿化、褐铁矿化、黄铁矿化、孔雀石化、硅化、绢云母化、绿泥石化。

(2) 矿化规律

结合区域成矿条件和成矿规律，本矿区成矿规律较为明显，主要表现在以下方面：

a、矿体呈层状、似层状产于中侏罗世叶巴组一岩性段（ J_2y1 ）安山质晶屑凝灰岩及大理岩化灰岩中，层位特征明显，属层控型矿床。

b、矿体主要赋存于中侏罗世叶巴组一岩性段（ J_2y1 ）安山质晶屑凝灰岩内。矿体受近东西向断裂裂隙控制，产于近东西向层间断层破碎带中，近东西向断层为矿体的储矿构造。因此，近东西向层间断层破碎带为寻找多金属矿床的有利地区。

c、有利于矽卡岩形成的岩石主要为灰岩、泥灰岩、富钙变长石石英粉砂岩、安山质晶屑凝灰岩等。

d、矿体产于断层破碎带内，并赋存于矽卡岩中，与矽卡岩关系密切。含矿断层破碎带在地表氧化后形成带状铁锰帽及孔雀石化，因此带状铁锰帽和矽卡岩及孔雀石化带为直接找矿标志。

2.6 矽卡岩矿床的主要控矿条件

知不拉矽卡岩铜多金属矿床的成矿受地层、构造、含矿岩体等多种因素控制。含矿地层主要以叶巴组（ J_{2+3y} ）海相火山岩-火山碎屑岩-碳酸盐岩为主。有利于矽卡

岩形成的岩石主要为灰岩、泥灰岩、富钙变长石石英粉砂岩、安山质晶屑凝灰岩等，该岩石组合对矽卡岩的形成有重要影响。

在空间上，知不拉矽卡岩矿床与花岗质侵入体关系密切，矿体产于荣木错拉斑岩铜矿床附近，矿区及其外围 1—2Km 范围内一般有成矿后的花岗质岩脉或黑云母花岗闪长岩发育。矿体流体包裹体、稳定同位素特征显示成矿流体来源与岩浆活动有关，表明中酸性岩浆活动对矽卡岩成矿有重要的控制作用。与成矿有关的荣木错拉(驱龙)成矿泥灰岩时代为 13.1—17.9Ma(孟全祥等 2003; 芮宗瑶等 2003)，知不拉矽卡岩矿床的辉钼矿年龄值为 16.9 ± 0.64 Ma (李光明等 2005)，两者在误差范围内一致，而且其矿石构造均以典型的细脉浸染状构造为主，次为脉状构造和稀疏浸染构造等，金属矿物以黄铜矿、黄铁矿为主，次为辉钼矿等，说明成因类型一致。据上述，它们可能为同一成矿事件的产物。

矽卡岩矿床的控矿构造有近 EW、NNW 和 NE 向断裂构造，而以近 EW 向断裂构造为主。容矿构造主要为硅铝岩地层(灰岩、大理岩化灰岩、富钙变长石石英粉砂岩、安山质晶屑凝灰岩)的层间破碎带及其碳酸盐岩地层与火山碎屑岩、碎屑岩之间的层间滑动带，构造方向以近 EW 向为主。矿体一般呈层状、似层状，显示有一定的层控特点。

近 EW 向控矿构造体系的形成与印度—欧亚板块的碰撞有关。碰撞早期，冈底斯以陆内挤压为主，引起区内大规模的地壳增厚与缩短，形成了以近 EW 向脆韧性剪切构造和紧密褶皱构造为主，派生有 NW、NWW 向和 NE 向多组断裂构造系统，为幔源或壳幔混合源的岩浆侵入和定位创造了条件。最新研究(潘桂棠等 2004)表明冈底斯地区除 NS 向伸展外，EW 向伸展滑动普遍存在，伸展作用形成的 NS 向构造系统和 EW 向伸展滑动为含矿斑岩(控矿岩体)就位和矿化定位提供了构造条件和空间，为冈底斯矽卡岩和斑岩铜矿的形成提供了良好的地球动力学背景条件。知不拉矽卡岩铜多金属矿床应属海底喷流(硅铝层成矿)成因。

通过对知不拉矽卡岩铜多金属矿床的地质条件分析，认为在拉萨弧间盆地勒青拉、驱龙、甲马、帮浦一带(相当于甲马—林周盆地)存在一个以矽卡岩型铜—铅—锌矿为主的矿集区，该地区已发现矽卡岩型铜—铅—锌多金属矿床 10 余处，其中大型 3 处。晚中生代地层发育有利于矽卡岩形成的灰岩、泥灰岩、火山凝灰岩岩层，岩体接触带、层间破碎带或层间滑动带等容矿构造发育，与成矿有关的中新世岩浆活动强烈，Cu、Pb、Zn、Au、Ag 等元素地球化学异常强度高、分带清晰，为矽

卡岩矿床的形成提供了良好的地质-地球化学条件，应是该区今后找矿工作的重点靶区。该区成矿地质条件十分有利，找矿潜力巨大。

该矿床规模宏大，矿石品位较高，矿石易选，伴生金、银和磁铁矿可以综合利用，加之矿床开采技术条件简单，交通方便等有利因素，因此具有较高的工业意义和经济价值。

2.7 矿床伴生矿产

矿区内，矿石中的伴生金、银主要以自然金、辉银矿矿的形式出现，金银矿多产于黄铜矿的裂隙之中，少量产于磁铁矿的裂隙之中，因此在回收黄铜矿和磁铁矿的同时也回收了金银矿。金银可以在电解金属铜的时候回收利用。

金银矿：多呈不规则的粒状，灰—金黄色，金属光泽。多产于黄铜矿的晶隙之中，个别产于岩石的裂隙之中，粒径 0.01 mm—0.03 mm。Au 含量一般为 $0.18—0.21 \times 10^{-6}$ 之间，矿区平均 0.29×10^{-6} ，变化系数为 107.07%。

金银矿石品位在走向和倾向上没有明显的变化规律，当矿体厚度大的地段矿化相对较好，矿体向深部地段矿化相对较好且金银含量明显提高，同时 Cu、Mo、Pb、Zn 矿化作用表现出较为明显的正相关。

3. 矿石加工技术性能

3.1 小型选矿试验结果

样品 2002 年山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司受原桑海矿业开发公司委托，于 2002 年 8 月中旬采集，对矿区高品位铜矿石矿样进行了小型选矿试验，于 2003 年 3 月中旬完成试验任务，提交了《西藏桑海矿业开发有限公司铜矿石选矿试验研究报告》，报告中对试验取得的试验结果进行了详细的阐述。

在考虑该矿石，铜、钼可浮性的前提下，进行了优先浮选、铜金银混选分离以及铜金银混合浮选三个方案工艺流程的选择对比试验。最终通过技术和经济指标的综合比较，推荐铜金银混合浮选方案工艺流程为设计流程。试验对选金银捕收剂和调整剂进行了重点研究，采用我公司研制的 CY-1 金银捕收剂和精选采用调整剂水玻璃加 CMC 获得了较好的金银选别指标。由于该矿铜、金银的分离较难，通过反复的药剂选择和配矿试验，最后获得的单一铜、金银精粉质量达到指标要求，并经原桑海选厂校核，基本与试验结果相符。

3.2 试验样采集及制备

3.2.1 样品采集

采样点分布在 PD1—Cm(N、S)，PD2—Cm1、2，PD4(III)—Cm1、PD3-301-2 采 W、E 矿段上，选择 4 个矿石采样点，用全巷法进行采样，样品重量 500 公斤。选矿试验样采集点品位分布均匀，基本能代表矿区矿石特征。

3.2.2 矿样的制备

为使矿样更具代表性，分高品位和低品位分别进行了破碎，取样和化验，以备进行合理的配样。其碎样流程见图 3-1。

根据矿山要求将 1#与 2#矿样分别破碎至-2 mm，然后充分混匀，缩分出需要的配矿量，最后根据公司的要求进行配矿，其配矿比例及配矿结果如表 3-1。

表 3-1 矿样配矿比例及品位

矿样编号	配矿比例 (%)	铜品位 (%)
1#	50	1.24
2#	50	9.71
合计	100	5.48

3.2.3 浮选条件试验

浮选条件试验是在以往试验的基础上，针对原矿铜品位提高后的实际情况，重新对磨矿细度、药剂用量及浮选浓度、时间等各种条件进行试验探索，最终选择各种条件下的最佳条件，进行了综合开路流程试验，其开路流程试验条件如图 3-1，试验结果见表 3-2。

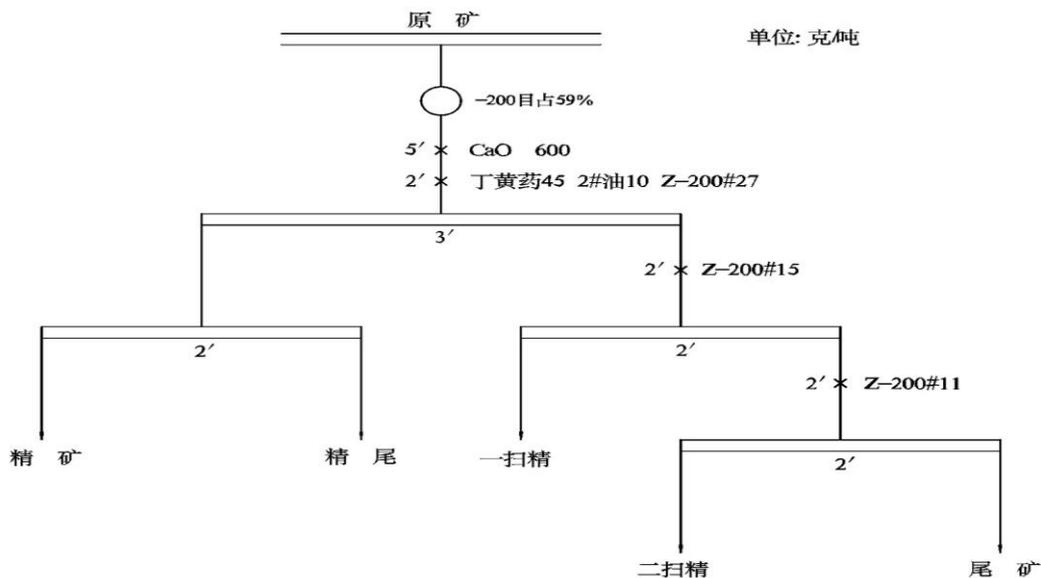


图 3-1 开路流程试验条件

表 3-2 开路流程试验结果

产品名称	产率 (%)	品位 (%)	回收率 (%)
		Cu	Cu
精 矿	12.40	42.98	95.97
精选尾矿	3.40	2.218	1.36
一扫精矿	1.80	3.917	1.27
二扫精矿	1.10	2.189	0.43
尾 矿	81.30	0.066	0.97
原 矿	100	5.55	100

3.2.4 闭路流程试验

根据开路流程试验结果，进行闭路流程试验，闭路流程试验流程及条件如图 3-2，试验结果见表 3-3，闭路流程试验数质量流程见图 3-3。

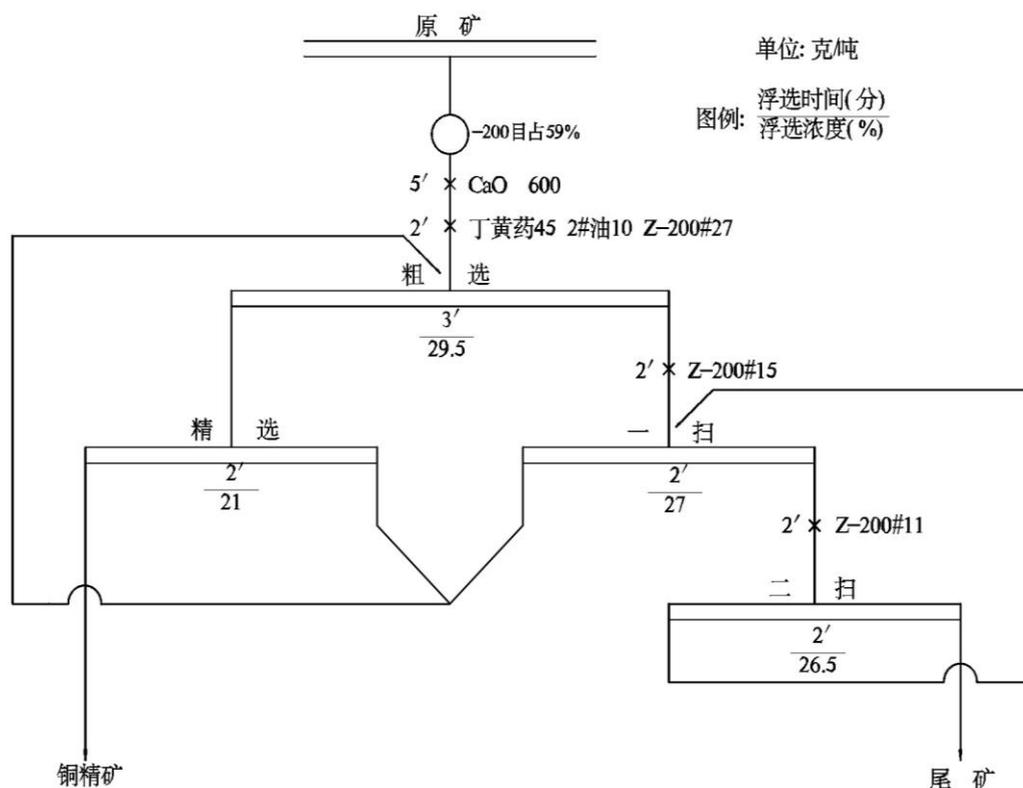


图 3-2 闭路流程技术条件

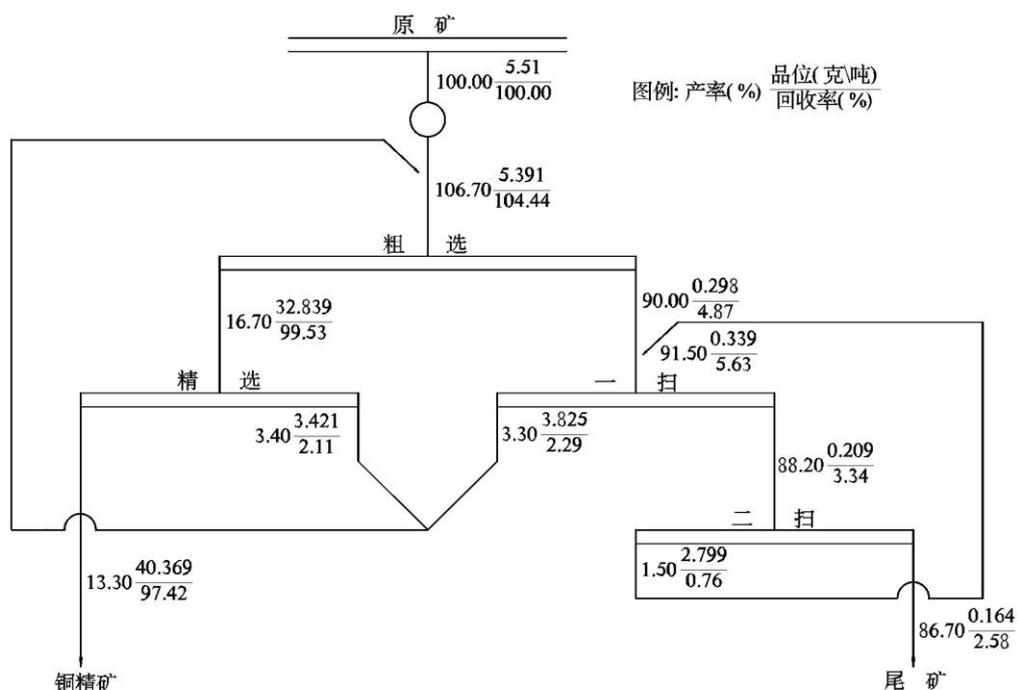


图 3-3 闭路试验数质量流程图

表 3-3 闭路流程试验结果一表

产品名称	产率 (%)	品位 (%)			回收率 (%)		
		Cu	Au × 10 ⁻⁶	Ag × 10 ⁻⁶	Cu	Au × 10 ⁻⁶	Ag × 10 ⁻⁶
精矿	13.30	40.36	19.8	559.2	97.43	91.56	90.12
尾矿	86.70	0.164	0.28	9.40	2.58	8.44	9.88
原矿	100	5.51	2.88	82.53	100	100	100

3.2.5 试验结果

知不拉矿区高品位铜矿石的选矿试验研究表明，本矿区高品位铜矿石确属易浮铜矿，且伴生的金银矿物也易综合回收。

3.3 工艺流程试验成果的应用

矿山在选矿过程中，以山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司提交的《西藏桑海矿业开发有限公司铜矿石选矿试验研究报告》为依据，在总体遵循报告提出的选矿方案的基础上，结合矿山的实际生产经验和现有选矿设备、技术、环境条件，设计出了更符合矿山选矿生产的工艺流程，设计选矿工艺流程如图 3-4，设计选矿指标见表 3-4：

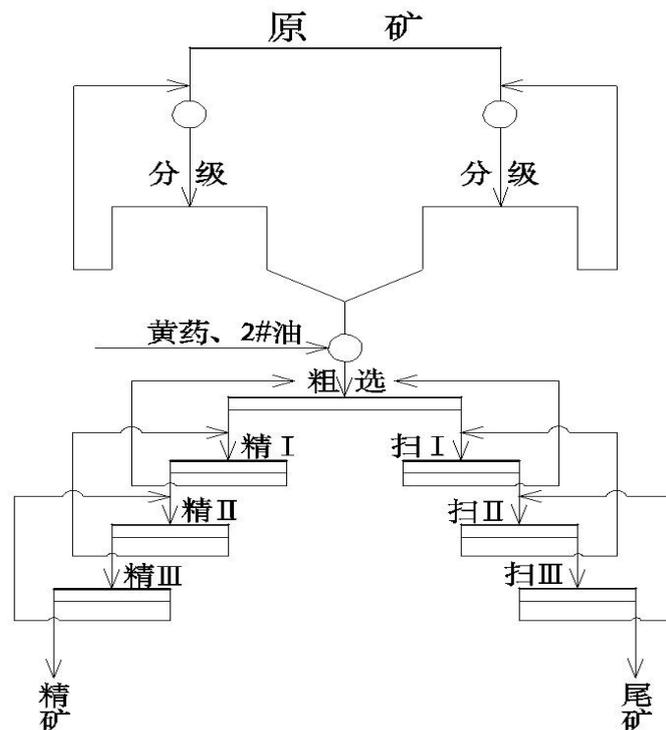


图 3-4 知不拉矿区设计选矿工艺流程图

经过 2006 年~2010 年的实际生产，按该设计选矿工艺流程进行选矿，采矿回收率为 92.3%，贫化率为 15.0%，选矿 410000 吨。选矿生产结果见表 1-4。由表 1-4 可见，矿山选矿指标良好，资源得到合理应用。

表 3-4 知不拉矿山设计选矿生产指标

Cu		
入选品位	精矿品位	回收率
2.02%	23%	90%

4. 矿床开采技术条件

4.1 概述

4.1.1 矿区水文地质评价目的和任务

4.1.1.1 矿区水文地质评价目的

知不拉矿区铜多金属矿水文地质勘察工作，依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB 12719—91)要求，结合矿区的实际情况主要查明矿区的水文地质、工程地质和环境地质条件，为矿床的技术经济评价及矿山建设可行性研究和设计提供依据。

4.1.1.2 矿区水文地质评价任务

(1) 确定知不拉矿区所处水文地质单元的位置，查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件；查明矿床含(隔)水层的岩性、厚度、产状，分布范围、埋藏条件，含水层的富水性，岩溶地区着重查明岩溶发育与岩性、构造等因素的关系，岩溶在空间的分布规律、富水性及其变化；查明对矿床开采有影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、流量、流速及其动态变化、历史上出现的最高洪水位、洪峰流量及淹没范围；查明地表水对井巷充水的方式、地段，并分析论证其对矿床开采的影响，提出地表水防治的建议。

(2) 通过矿区水文地质调查，结合水文地质钻探、各项水文地质试验所获得的水文地质参数，为矿区突水危险性分析，防止矿坑突水给矿区安全生产带来的隐患，制定防治矿井涌水措施，为编制矿山开采地下水疏水技术方案，提供矿床水文地质依据；

(3) 查明矿区所处构造部位，主要构造线方向，各级结构面的分布、产状、规模及充填、充水情况，确定结构面的级别及主要不良优势结构面，指出其对矿床开采的影响；查明矿体及围岩的岩体结构、岩体质量；查明岩体的风化程度、强弱风化带界面及标高、强风化带的物理力学性质。

(4) 调查区域稳定性，收集矿区附近历史地震资料，调查新构造活动情况，分析其是否有活动性断裂的存在。调查、收集地表水、地下水的环境背景值(污染起始值)或对照值。对知不拉矿区开发影响范围的滑坡、崩塌、山洪泥石流等物理地质现象进行野外调查。调查地质体中可能成为污染源的物质的赋存状态、含量及分布规律。

4.1.2 矿区水文地质工作评述

4.1.2.1 矿区水文地质评价依据

(1) 水文地质工作评价执行标准

《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB12719—91)；

(2) 主要参照执行标准：

- ① 《地面水环境质量标准》(GB3838)；
- ② 《供水水文地质勘察规范》(GB 50027—2001)；
- ③ 《地下水资源分类分级标准》(GB 15218—94)；
- ④ 《生活饮用水水质标准》(GB 8537)；
- ⑤ 《工程岩体分级标准》(GB 50218—94)；
- ⑥ 《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330—2002)。

4.1.2.2 完成工作量

本次水文地质工作于 2012 年 6 月进行踏勘，并编写项目设计书；2012 年 7 月 16 日—2012 年 11 月 17 日开展野外水文地质调查、钻探、试验、采样等各项工作；2012 年 11 月 18 日开始进行室内资料整理、分析，并编写成果报告。完成的实物工作量见表 4-1。

表 4-1 水文地质、工程地质勘测实物工作量一览表

序号	项 目	单位	数量	备 注
1	矿区水文地质工程地质调查	km ²	6.0	比例尺 1: 2000
2	矿区工程地质工程地质调查	km ²	6.0	比例尺 1: 2000
3	钻孔水文地质编录	m	7037.39	共计 22 个钻孔
4	钻孔工程地质编录	m	1419.22	共计 7 个钻孔
5	平洞编录	m	1019.5	PD04、PD03、PD01
6	抽水试验	段次	1	ZK I 2408
7	渗水试验	处	5	其中冲洪积 2 处；冰碛积 3 处；
8	分层静止水位观测	孔	4	
9	裂隙统计	处	4	
10	水文、工程地质剖面	条	6	
11	水文动态观测	个	5	
12	水质采样分析	件	5	
13	岩、土测试	件	29	岩样分析 19 件、土样分析 10 件

4.2 水文地质

4.2.1 区域水文地质

4.2.1.1 地形地貌

工作区位于青藏高原冈底斯山脉东段，平均海拔高度大于 5000m，为强烈上升的幼年高原山地，寒冻物理风化及剥蚀强烈，冰川、流水地貌均有发育。矿区一带主要地貌类型及其特征如下：

(1) 构造剥蚀地貌

为极高山地貌。最高海拔 5594.0m，拉萨河谷海拔 3760m，最大相对高差 1800m，地形切割较强烈。山脊尖棱，斜坡为直线坡，坡度 26-35°，斜坡表面倒石堆、岩屑流（碎石流）、坡积堆、坡积裙等十分发育。植被以高山草甸为主，并有少量高山耐寒苔藓，覆盖率 20-30%。

(2) 冰川地貌

①冰斗

主要分布在山脊的四周，呈三面为陡壁、一面开口的簸箕状。陡壁的坡度一般 34-42°，为直线形，坡长 100 m -300m；底部宽 100-240m，坡度 13-16°，局部地带残留冰川湖（照片 4-1）。

②幽谷

分布在冰斗的下缘，为古冰川移动的槽谷。呈宽缓的“U”型，底部宽 100 m -250m，坡度 9° -12°，两侧斜坡坡度 33° -36°，与主沟交汇部位为高 30m-50m 的陡坡。谷底两侧侧碛垅、终碛堤等较发育，局部残留冰蚀凹地，并积水形成冰川湖。



照片 4-1 冰斗及幽谷地貌

(3) 侵蚀堆积地貌

分布于矿区汇水域内，以冲洪积阶地为主，阶面宽 100m-300m，略有起伏，向河流下流方向倾斜，坡度 5° - 8° 。阶地前缘陡坎高 1 m -3m。

4.2.1.2 气象与水文

(1) 气象

矿区气象条件属温带高原半干旱季风型气候，昼夜温差悬殊，空气稀薄，日照充足，干湿季节明显，夏季温和湿润，冬季寒冷干燥。

根据墨竹工卡县多年气象观测资料表明：区域内平均气温 6.1°C （1978 年～2009 年）；月平均最高气温为 14.1°C 、极端最高气温为 28.3°C ；月平均最低气温为 -7.9°C 、极端最低气温为 -18.2°C 。平均相对湿度 47%；最高湿度月份 7～8 月、平均相对湿度 86%；最低湿度月份 1～3 月、平均相对湿度 2%。平均降雨量 591.76mm，年最大降雨量 761.4mm（2003 年），年最小降雨量 413.0mm（2009 年），一日最大降雨量 47.3mm（2002 年 8 月 19 日），详见表 4-2、表 4-3、表 4-4，图 4-1、图 4-2、图 4-3。多年平均蒸发量 1987.65 mm（1994 年～2006 年）。

表 4-2 墨竹工卡县 1998~2010 年、日最大降雨量表

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	平均
降雨量 (mm)	38.90	31.60	30.00	35.90	47.30	35.20	33.30	25.80	34.70	24.20	35.10	27.40	24.10	32.58

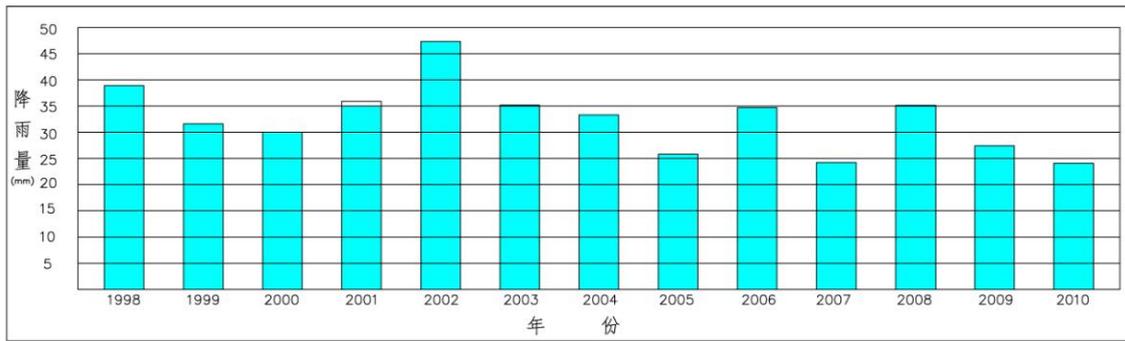


图 4-1 墨竹工卡县 1998~2010 年一日最大降雨量

表 4-3 墨竹工卡县 1998~2010 年年降雨量表

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	平均
降雨量 (mm)	690.8	578.4	688.3	725.5	629.2	761.4	625.4	498.2	519.6	445.2	688.8	413.0	429.1	591.76

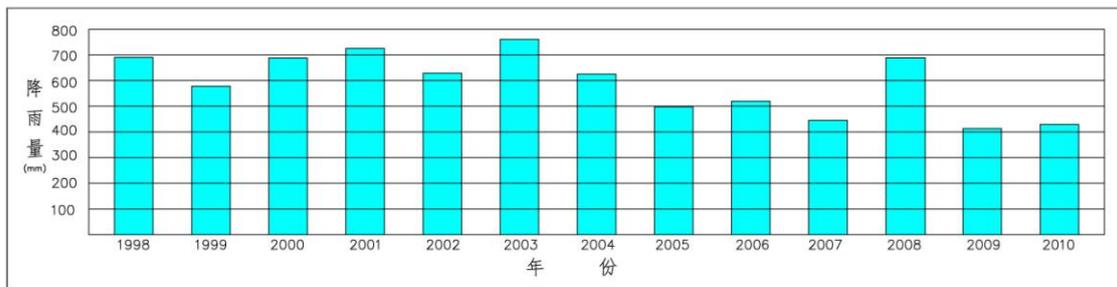


图 4-2 墨竹工卡县 1998~2010 年年降雨量

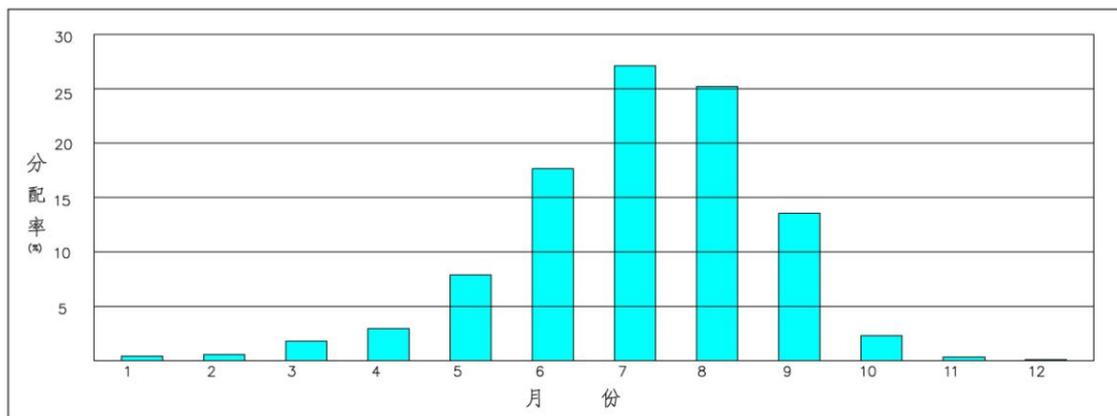


图 4-3 墨竹工卡县 2007~2010 年每月降雨量分配率

表 4-4 墨竹工卡县 2007~2010 年每月降雨量分配率表

降雨量 (mm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
1998年	2.3	2.8	14	20.9	18.7	84	202.6	253.5	58.6	32.8	0	0.6	690.8
1999年	1.3	3.5	3.1	7.8	52.2	131.9	120.5	176.7	75.9	4.4	1.1	0	578.4
2000年	5	2.7	11.7	20.9	66.3	26.1	197.7	201.7	87	9.2	0	0	688.3
2001年	0	1.5	19.3	24.5	77.1	200.4	166.4	145.2	70.4	18.9	0.1	1.7	725.5
2002年	2.4	5.6	7.2	22.8	47.1	93.3	238.1	112	91.9	8.5	0.3	0	629.2
2003年	4.3	10	18.5	6.6	52.9	223.1	144.7	109.4	180.2	8.5	2.3	0.9	761.4
2004年	3	1.8	13.7	35.5	26.1	127.7	232.4	85	69	26.2	5	0	625.4
2005年	11	1.3	12.3	18.8	23.3	65.7	100.2	168.4	76.0	20.9	0.2	0.1	498.2
2006年	0	0.4	2.6	12.8	106.8	76.9	127.8	80.2	93.5	9.9	8.1	0.6	519.6
2007年	0	4.4	6.1	24.8	30.1	64.2	131.8	111.2	70.3	1.1	0	1.2	445.2
2008年	0	5.7	11.3	18.1	74.2	102.2	236.9	142.6	66.2	18.7	10.0	2.9	688.8
2009年	4.1	5.3	14.0	6.4	13.6	58.5	83.1	195.6	31.1	0.8	0.1	0.4	413.0
2010年	0	0	5.5	8.6	20.0	43.5	103.2	157.9	72.0	18.4			429.1
合计	33.4	45.0	139.3	228.5	608.4	1357.5	2085.4	1939.4	1042.1	178.3	27.2	8.4	7692.9
分配率	0.434	0.585	1.811	2.970	7.909	17.646	27.108	25.210	13.546	2.318	0.354	0.109	100.000

矿区位于海拔 5200m 以上的极高山地区，气象条件与墨竹工卡县所处的河谷区有较大的差异。根据北侧的荣木错拉铜矿区 2008 年~2010 年地面气象观测资料，极高山地区年平均气温 -1.05°C ，极端最高气温为 18.2°C ，极端最低气温为 -26.0°C ；年平均降雨量 651.7mm，降雨量比墨竹工卡县同期降雨量略大。

根据驱龙铜矿区观测资料，6 月~9 月为雨季，降雨集中，多雷电、多暴雨，常伴有冰雹，其降雨量占年降雨量的 83.51%，一次最大暴雨量 33.0 mm，持续时间 3~4 小时，造成局部水土流失，引发短时山洪和山坡泥石流。

(2) 水文

矿区属拉萨河水系，拉萨河从矿区北部 28km 处通过，河水流向为南西--北东向。矿区位于拉萨河南侧支流——荣木错、浪母家果上游分水岭之间。

荣木错河流：由南西—北东径流，河流长 15km，在矿区北西侧 13km 处的才木嘎与浪母家果河流汇合，并在北部的朗达汇入拉萨河。矿区北西侧河床纵比降在 6~10%之间，根据本次观测资料，7-11 月期间河流流量 16.98~210.06L/S。

浪母家果河流：河流长 17km，由南向北从矿区的东侧流过，纵比降 5~8%之间。据本次观测资料，矿区北东侧 7-11 月期间河流流量 90.00~474.24L/S。矿区位于浪母家果河流上游西侧的支沟内（图 4-4），汇水面积 0.56 km^2 。



图 4-4 知不拉矿区卫星影像图

沟谷地表水 10 月下旬开始冰冻，翌年 4~5 月逐步解冻。因此，11 月至次年 4 月，溪沟流量均很小。地表水的补给主要为降水，但降水量偏少，且降水集中，因而地表水随降水消涨极快，导致水土流失，水源贫乏，同时也是地表径流量变化增大的主要原因。

4.2.1.3 多年冻土

矿区平均海拔在 5000m 以上，为多年冻土区。根据部分钻孔及坑道揭露，矿区内冻土层厚度（下限深度）在不同高程有所差异，一般在 20~50m 之间，季节冻土融化层厚度（上限深度）一般 1~3m。

冻土构造类型主要有二类。

(1) 包裹状、充填状冻土：岩性为碎、块石，主要分布在斜坡地带，目测含冰率在 10~20% 之间。

(2) 裂隙状胶结冻土：岩性为基岩风化裂隙带，主要分布在水分容易汇集的斜坡中下部，含冰率受裂隙发育程度的制约，一般呈细脉状，风化表面肉眼难以见到，坑道浅部冻土带因温度低，岩石表面覆盖凝结冰。

矿区多年冻土层具相对隔水性，对大气降水入渗不利，影响了地下水补给；

另一方面则导致雨季时大气降水很快转化为地表径流，加剧了水土流失，降低了斜坡或边坡的稳定程度。

4.2.1.4 地下水类型及富水性

(1) 地下水类型及赋存条件

根据地形地貌、地层岩性、地下水埋藏条件、含水介质、水动力特征等将工作区内地下水划分为第四系松散岩类孔隙水、层状岩类孔隙裂隙水、块状岩类裂隙水和碳酸盐岩裂隙溶隙水四种类型。

①第四系松散岩类孔隙水

主要分布于矿区的山间谷地及坡麓地带，含水岩组为第四系冰碛、冲洪积、残坡积泥砾、块碎石、砾石、角砾组成，结构比较松散，磨圆度较差。含水层厚度变化较大，斜坡及山脊地带仅在汛期受地表水流的补给而短时间赋存地下水，绝大部分时间透水而不含水；冲沟底部为地下水的局部汇集区，地下水水位埋深相对较浅，一般 1-20m，总体上地下水位埋深由沟底中部向两侧山前地带增大。含水层泉流量小于 1l/s，富水性中等—弱。

②层状岩类孔隙、裂隙水

广泛分布于矿区北部和南部的基岩山地内。分布区内为地势高耸、沟谷发育、高差悬殊的高山地貌，山体由中侏罗世叶巴组 (J_2y^1) 的安山质晶屑凝灰岩、凝灰熔岩等地层组成，含水空间为岩石内构造裂隙及岩石颗粒间孔隙。因岩石大部分裸露于地表，仅少数地段被第四系残坡积物覆盖，岩石风化较强烈，受内外地质营力作用，孔隙、裂隙比较发育，有一定的地下水贮存、运移空间。地下水主要接受大气降水补给，受地形起伏大的影响，补给强度较低，富水等级为泉流量小于 1L/s，地下水径流模数为 1-3L/s.km²，富水性弱。

③块状岩类裂隙水

呈条带状零星分布，含水层由砂卡岩、变石英细砂岩、花岗闪长岩和石英岩脉组成。该套岩体呈中厚—巨厚层整体结构，仅表层在长期的内外营力作用下裂隙比较发育，向下部其裂隙发育程度逐渐减弱。该岩体形成的地形坡度比较陡、风化壳较薄，以构造裂隙为基础而发育的风化裂隙向下延伸较浅，地下水赋存、运移空间小，地下水富水性弱—极弱，为相对隔水体。

④碳酸盐岩裂隙溶隙水

主要赋存在大理岩化灰岩、灰岩地层内，呈近东西向的狭长条带状分布。该

套岩石在次级构造和地质外营力作用下易脆性变形，地层内裂隙、节理比较发育，地层较破碎。岩溶以小型溶蚀孔隙为主，在断裂带、与侵入岩的接触带发育有溶洞。含水空间主要为风化带孔隙、构造裂隙和溶蚀孔洞，地下水的主要补给来源为大气降水和冰雪融水。该区域内地形陡峻，基岩大部分裸露，植被稀少，总体上不利于大气降水的入渗补给，富水性一般较弱，为泉流量小于10 l/s，地下水径流模数小于3l/s.km²的富水等级，溶洞发育地带为地下水的局部富集区。

4.2.1.5 地下水补给、径流、排泄条件

(1) 地下水的补给

地下水补给来源主要为大气降水及冰雪融水，次为溪沟地表水。大气降水及冰雪融水补给区域为基岩山地和支沟沟谷地带。区内基岩山体内网状风化裂隙发育，其上多有坡积或残坡积的泥质碎石，具有一定的地表水入渗空间，加之分布面积大，是区内地下水的主要补给区，但因地形陡峻，地表径流速度快，大气降水的入渗补给强度较低；支沟沟谷内地势相对较平坦，表层多分布冲洪积、冰碛块石、块碎石层，地层孔隙度较大，有利于大气降水和冰雪融水的入渗补给，但分布范围较小，入渗补给量有限。

溪沟地表水与地下水互为补、排关系。地表水对地下水的补给时段主要集中在汛期，因汛期地表水的陡涨，地表水水位短时间内高于地下水水位，形成地表水对地下水的入渗补给，其余时间溪沟以排泄地下水为主。

(2) 地下水的径流和排泄

基岩裂隙水在风化层网状裂隙中顺坡就近向下游方向作不均一的潜流运移，在坡麓地带受阻后大部分以泉或面状渗流形式排泄，部分未受阻的裂隙水则潜流至邻近谷地的孔隙水中。规律较大的沟谷，如浪母家果河、荣木错河流是矿区附近地下水的主要排泄场所，为当地的局部侵蚀基准面。

4.2.2 矿区水文地质单元

4.2.2.1 地形地貌

矿区位于浪母家果和荣木错拉河流上游之间分水岭地带，地势总体为南西高，北东侧渐低山地斜坡地貌。南西侧为山体，最高点为南西侧的知不拉山，海拔约5600m；东侧及北侧为冰川槽谷间夹山脊，槽谷一般宽140-700m，纵坡降10-15°，两侧斜坡陡峻，坡度30-35°。

知不拉矿床发育在浪母家果河流上游西侧支沟内,该支沟走向 63° ,长 1150m,沟底宽 50-100m,地势总体北、西、南高,中部及北东部低,山体海拔 5371-5504m,沟底海拔 5201-5268m,岭、谷相对高差 200-300m,属极高山。山地内基岩裸露,山坡坡度 $28-31^{\circ}$,中部及东侧谷地内生长少量高山草甸,覆盖率为 20-30%。支沟内以冰川地貌为主,南西侧谷顶为一向北东开口的冰斗,底部宽约 100m,坡度约 -16° 。冰斗下侧至北东侧的浪母家果为一悬谷,谷底宽 100-200m,地形向北东倾斜,坡度 $9^{\circ}-12^{\circ}$,前缘与浪母家果河流交汇处为被现代河流冲刷形成的、高 50-60m、坡度 37° 的陡坡。悬谷内上游和沟口各发育 1 道相对高差 20-30m 的终碛垅,终碛垅的后缘为冰蚀凹地,现已积水成湖,其中上游 1 号冰川湖呈椭圆形,湖面长约 130m,宽 100m,下游 2 号冰川湖呈长条形,湖面长 160m,宽 55-70m,两湖面水位相对高差约 30m。槽谷两侧发育高 20-40m 的侧碛垅,呈台地状,在后期流水的冲刷下,台面被破坏成沿斜坡分布的狭窄条带,侧碛垅内也多处被冲沟贯穿,整个谷底受冰碛物的影响而起伏不平。槽谷两侧及沟顶鳍脊、角峰等地貌也十分发育。

矿区东南侧为浪母家果河流,河谷宽 150-200m,河床向北倾斜,坡度 $5^{\circ}-6^{\circ}$,两侧山前地带残存侧碛垅,中部为平缓的冲洪积阶地,阶面宽 100m 左右,略有起伏。

4.2.2.2 矿区所处水文地质单元

西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜多金属矿区处于青藏高原冈底斯山脉东段,为极高山地带,平均海拔在 5200m 以上。在区域水文地质上地处雅鲁藏布江一级支流拉萨河地下水流域系统南部、甲玛沟上游荣木错拉—浪母家果河流的源头。因矿区位于一完整的悬谷内,矿区地下水为一相对独立的水文地质单元。

矿区内中侏罗世叶巴组一岩性段(J_{2-3})安山质晶屑凝灰岩是矿体的围岩,部分地段围岩为灰岩、大理岩化灰岩,因灰岩、大理岩化灰岩厚仅 20-40m,对矿床充水影响小,基岩裂隙水是矿坑充水的主要来源。

矿区最低侵蚀基准面高程为 5080m 左右。

4.2.2.3 地下水类型及富水性

根据地形地貌、地层岩性、地下水埋藏条件、含水介质、水动力特征等将工作区内地下水划分为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩裂隙溶洞水

三种类型，其中基岩裂隙水根据含层介质的差异可分为层状岩类裂隙水、块状岩类裂隙水、构造裂隙脉状水三个亚类。

(1) 第四系松散岩类孔隙水

分布在矿区及其东南侧浪母家果河谷地带，分布面积占工作区面积的20-30%，地层为第四系冰碛、冲洪积块碎石、碎石及含泥质卵石层。富水性可划分为如下2个等级：

①水量贫乏，单井涌水量小于 100m³/d 等级

分布在矿区汇水域内，含水层为冰碛块碎石、碎石层，其中块石含量一般在30%以上，颗粒级配较好，泥质含量大于20%。含水层一般厚2-5m，沟谷中部地下水水位埋深一般<1m，向两侧则逐渐增大。渗透系数0.77-1.01m/d，透水性差，属水量贫乏，单井涌水量小于100m³/d的富水等级。

地下水主要接受大气降水、冰雪融水、冻结层融水及山前地带的基岩裂隙水补给，在沟口地带以泉水形式排泄，小部分向沟谷下部的基岩裂隙水排泄。

②水量中等，单井涌水量 100-1000m³/d 等级

分布在矿区东南侧浪母家果汇水域内，含水层为第四系冲洪积泥质卵石层，厚5-10m，地层中漂石约20%，卵石35-40%，砾石10-20%，砂约10-15%，泥质约10-20%，漂、卵石以次棱角状为主，分选较差。河谷中部地下水水位埋深小于2m，向两侧山前地带地下水水位逐渐加大到10m左右。渗透系数3.19-4.46m/d，地下水的富水性相对较好，属水量中等，单井涌水量100-1000m³/d富水等级。

地下水主要接受大气降水、冰雪融水、冻结层融水及山前地带的基岩裂隙水补给，以径流的形式向下游渗流排泄，部分地下水在河床边缘向地表水排泄。

(2) 基岩裂隙水

根据地下水赋存状态，可分为基岩风化带裂隙水和基岩构造裂隙水两个亚类。

① 基岩风化带裂隙水

分布在矿区汇水域内，含水岩层为岩浆岩和火山沉积岩系，岩性主要为坚硬的凝灰岩、凝灰溶岩、变石英细砂岩、砂卡岩、花岗闪长岩等，其中砂卡岩为矿区主要赋矿层位。地下水赋存空间为构造裂隙和浅部的风化裂隙。地层内构造裂隙一般发育4~7组裂隙，线密度一般2~5条/m，裂隙率1.53~2.68%，裂隙张开程度在地表相对较强，向内部逐渐减弱，并最终完全闭合；风化裂隙一般在地表下21.89~215.52m，厚度为16.71~184.33m（表4-5），具有规模较小、定向性差、

密度大的特点，主要为对原有构造裂隙的改造、延伸，以及原构造裂隙间形成的羽状次生小裂隙，这些裂隙相互连通后呈网状分布，裂隙宽度有所增强，是基岩裂隙水的主要赋存空间。因此，基岩裂隙水地下水的富水性一般表现为上部富水性较好，向下部逐渐减弱，到一定深度后则变为相对隔水层的变化特征。基岩风化裂隙水主要分布在山体中部-谷底一带，地下水位埋深 0.89-56.4m（表 4-6），山脊一带风化层为透水而不含水层。根据 ZK2408 钻孔资料抽水试验资料，含水层渗透系数为 0.089m/d，钻孔单位涌水量 0.189 L/S.m，富水性总体较弱。

地下水接受大气降水、上侧松散岩类孔隙水及冰雪融水补给，在沟谷侵蚀基准面附近分散排泄。水化学类型为 SO₄-Ca 型，pH 值 7.00，矿化度 223.23g/l。

表 4-5 钻孔风化带厚度一览表

钻孔编号	钻孔深度 (m)	强风化带		弱风化带		累计厚度 (m)
		孔深 (m)	厚度 (m)	孔深 (m)	厚度 (m)	
ZK0009	166.60	2.00-8.30	6.30	8.30-52.80	44.50	50.80
ZK0604	264.24	1.20-21.90	20.70	21.90-134.12	112.22	132.92
ZK0802	190.91	14.90-29.99	15.09	29.99-77.11	47.12	62.21
ZK0805	229.11	7.10-15.40	8.30	15.40-69.40	54.00	62.30
ZK0810	651.45	4.95-20.32	15.37	20.32-81.20	60.88	76.25
ZK0812	296.40	4.10-10.60	6.50	10.60-86.40	75.80	82.30
ZK0815	362.50	4.20-8.35	4.15	8.35-63.40	55.05	59.20
ZK0816	169.11	1.80-16.00	14.20	16.00-58.50	42.50	56.70
ZK1215	504.63	2.40-25.00	22.60	25.00-61.80	36.80	59.40
ZK1611	385.92	15.50-35.40	19.90	35.40-70.02	34.62	54.52
ZK1612	209.69	4.00-30.20	26.20	30.20-75.00	44.80	71.00
ZK1614	343.07	4.60-19.83	15.23	19.83-78.50	58.67	73.90
ZK2010	279.87	13.10-25.20	12.10	25.20-142.29	117.09	129.19
ZK2014	449.81	6.70-11.72	5.02	11.72-52.30	40.58	45.60
ZK2201	149.80	8.10-44.60	36.50	44.60-149.80	105.20	141.70
ZK2401	254.40	5.30-17.55	12.25	17.55-92.10	74.55	86.80
ZK2405	344.31	3.40-40.02	36.62	40.02-110.20	70.18	106.80
ZK2407	371.39	5.80-11.50	5.70	11.50-40.56	29.06	34.76
ZK2408	350.00	3.50-16.80	13.30	16.80-40.54	23.74	37.04
ZK2409	236.06	4.00-23.20	19.20	23.20-68.43	45.23	64.43
ZK2416	160.20	4.70-22.10	17.40	22.10-63.30	41.10	58.50
ZK2806	330.97	5.30-43.06	37.76	43.00-165.73	122.67	160.43
ZK2809	363.44	3.20-45.95	42.75	45.95-110.50	64.55	107.30
ZK3208	135.20	11.20-30.20	19.00	30.20-69.56	39.36	58.36
ZK3212	90.59	2.00-13.40	11.40	13.40-53.40	40.00	51.40
ZK3603	296.06	4.20-28.25	24.05	28.25-74.28	46.03	70.08
ZK3604	408.55	10.45-31.19	20.74	31.19-215.52	52.50	184.33
ZK3614	251.00	13.60-20.45	6.85	20.45-72.50	52.05	58.90
ZK4803	211.73	5.18-11.50	6.32	11.50-21.89	10.39	16.71

表 4-6 钻孔静止水位一览表

钻孔编号	钻孔深度 (m)	静止水位 (m)	钻孔编号	钻孔深度 (m)	静止水位 (m)
ZK0604	264.24	\	ZK2201	149.80	16.06
ZK0802	190.91	34.90	ZK2401	254.40	14.69
ZK0805	229.11	1.35	ZK2405	344.31	20.90
ZK0810	651.45	\	ZK2407	371.39	14.69
ZK0812	296.40	241.90	ZK2408	350.00	0.85
ZK0815	362.50	128.30	ZK2409	236.06	17.80
ZK0816	169.11	114.20	ZK3208	135.20	25.20
ZK1215	504.63	\	ZK3212	90.59	25.00
ZK1611	385.92	48.00	ZK3603	296.06	\
ZK1612	209.69	42.00	ZK3604	408.55	192.30
ZK1614	343.07	56.40	ZK3614	251.00	28.55
ZK2010	279.87	14.40	ZK4803	211.73	\
ZK2014	449.81	10.41			

② 基岩构造裂隙水

埋藏在与构造作用有关的构造裂隙或断层破碎带中。矿区内次级断裂构造有 F1-F10，分为近东西向层间滑动断裂和北西向平推走滑断裂两组。钻孔中所见破碎带一般几米至数十米，对应地貌上多形成冲沟、河谷及洼地等负地形，但由于地表残坡积物覆盖严重，构造破碎带一般很难直接发现。构造破碎带构成贯通地下水和地表水的运移通道和富集空间，主要接受地表水、冻结层融水和基岩风化带裂隙水的补给，多表现为潜水性质。

根据荣木错拉矿区钻孔（ZK1213）构造裂隙水抽水试验结果，基岩构造裂隙水含水层渗透系数 0.363~0.478m/d，钻孔单位涌水量 0.199~0.210 L/S.m。该类型基岩构造裂隙脉状含水层富水性中等。

（3）碳酸盐岩裂隙溶洞水

分布在工作区中部，含水岩组为中侏罗世叶巴组一岩性段（J_{2y}¹）灰岩、大理岩化灰岩，呈近东西向展布，厚20-40m。受次级构造和地质外营力作用，裂隙、节理比较发育，基岩较破碎，含水空间主要为风化带孔隙、构造裂隙、断裂破碎带裂隙、溶蚀孔隙，局部发育溶洞，直径可达1-5m。孔隙、裂隙多被泥质充填，连通性差，其赋水性差；溶洞的连通性较好，且空间较大，是地下水的主要聚集地带，但因矿区位于分水岭地带，补给条件差。

总体上，矿区内岩溶为中等发育。根据矿区东南部浪母加果铜多金属矿区钻孔（ZK4301）揭露具局部承压现象，水头高+1.5~4.59m，地下水单位涌水量0.166~0.249L/S.m，渗透系数0.322~0.520m/d，富水性中等。

碳酸盐岩裂隙溶洞水的水文地质边界条件为：

①北侧顶板隔水边界

隔水层为中侏罗世叶巴组一岩性段上部 (J_2y^{2-3})，主要为英安质火山角砾凝灰岩 (a11)，凝灰结构，块状构造，钻孔揭露厚度大于 350m。含水层渗透系数为 0.089m/d，为弱透水层。

②南侧底板相对隔水边界

隔水层为中侏罗世叶巴组一岩性段中下部 (J_2y^1)，岩性主要为石榴子石、绿帘石矽卡岩，变晶及细粒结构，中厚层状构造，岩体完整性较好，地下水赋存状态以构造裂隙为主，钻孔揭露厚度 40~50m。岩层渗透系数为 0.035~0.170m/d，透水性较弱，为相对隔水层。

③西侧补给边界

根据区调资料，矿区岩溶含水层沿走向西延伸至区外 2m 处被邻谷巴杰果支沟切割，高程约 5050m，形成矿区西侧的岩溶地下水排泄区，二者分水岭在矿区西侧边界的山脊附近，与地表分水岭接近。

③浪母家果河流排泄边界

矿区岩溶含水层近东西向带状分布，被矿区东南侧浪母家果河流切割，基准面高程约 5090m，形成岩溶地下水排泄区。沟谷内因大面积覆盖厚度较大的冰碛物，以及厚度在 20~30m 的多年冻土层，沟谷内未发现集中泉点出露，岩溶地下水排泄方式以潜流为主。

矿区碳酸盐岩呈带状分布，边界条件较为复杂，岩溶较发育，地下水赋存条件较好，富水性中等，矿段处于补给区和径流区范围，对矿床充水有一定的影响。

4.2.2.4 地下水补给、径流、排泄条件

矿区地下水补给来源主要为大气降水及冰雪融水，次为溪沟地表水。地下水、地表水互为补给，交替条件好，为矿区显著的水文地质特征之一。

矿区松散表层孔隙水径流受地形地貌条件控制，径流途径短，沿山峦斜坡向两侧山谷或低洼地带运移，以泉水的形式分散排泄；基岩中裂隙水的径流主要受地质构造和裂隙的控制，不构成统一潜水面，径流方向受地形地貌条件控制，在沟谷边缘以泉水的形式溢出地表；岩溶水的径流主要受隔水层及构造控制，有统一潜水面，矿段内径流方向总体上由南西向北东，在浪母家果河流以潜流的形式向下游排泄。

4.2.2.5 地下水动态变化特征

矿区内地下水动态变化与大气降水关系十分密切，具有随大气降水涨落的特征，但不同地下水类型地下水动态变化幅度存在一定差异。

受工作时间限制，本次勘查区内未做地下水的动态观测工作。根据与知不拉矿区地貌、地质条件类似的浪母家果矿区地下水长期观测资料，第四系松散坡积层孔隙泉水流量 0.155~3.24L/S，冬季断流（11月至翌年3月），动态变幅 21 倍；基岩风化带裂隙水泉流量 0.415~3.36L/S，动态变幅约 8 倍；钻孔揭露的基岩构造裂隙承压水，涌水量与降雨的关系不太明显，流量 1.0~2.633L/S，动态变幅最小，显示具有远距离补给和深循环特征（图 4-5）。

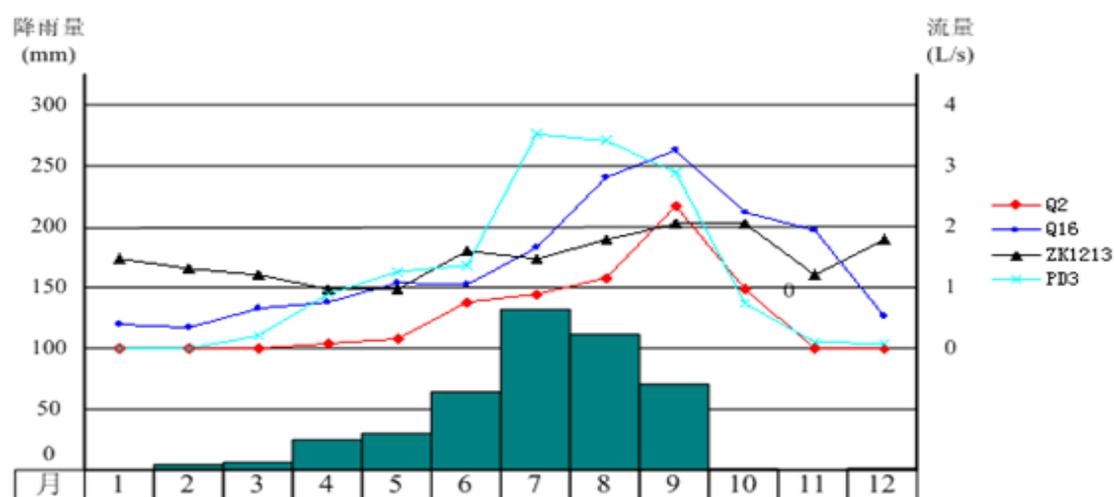


图 4-5 相邻矿区地下水动态曲线图

4.2.2.6 地表水及老窑水对矿床充水的影响

(1) 浪母家果河流对矿床充水的影响

知不拉铜多金属矿床主要发育在浪母家果河流上游西侧支沟内，部分矿体位于浪母家果河床的西侧下方。根据动态观测，浪母家果河流量较小，且受季节性降雨影响较大，流量一般 84.60~457.60 L/s（图 4-6）。地表径流方向由南往北，河床纵坡大，具山丘区季节性地表径流特征。溪沟 10 月底开始封冻，翌年 3~4 月逐步解冻。矿体与河床间隔厚度较大的花岗闪长岩，地表水主要通过渗透性较差的花岗岩表层风化层和断裂破碎带对矿床充水，地表水的充水作用较小。

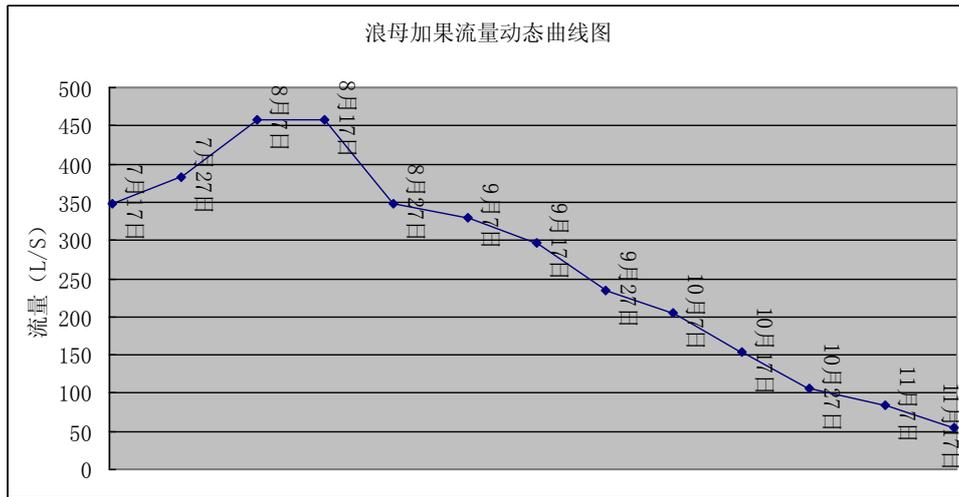


图 5-6 浪母加果流量动态曲线图

(2) 湖泊对矿床充水的影响

矿区内湖泊主要为矿床所在支沟的 1 号湖和 2 号湖。其中 1 号湖（西侧）水深 0.68-1.02m，湖水体积 4321.9-9665.5m³；2 号湖（东侧）水深 1.31-2.09m，湖水体积 9671.4-18463.8 m³（图 4-7）。湖泊由冰蚀洼地积水而成，主要接受大气降水和两侧基岩裂隙水的补给，10 月-翌年 4 月水量较小且被冻结。

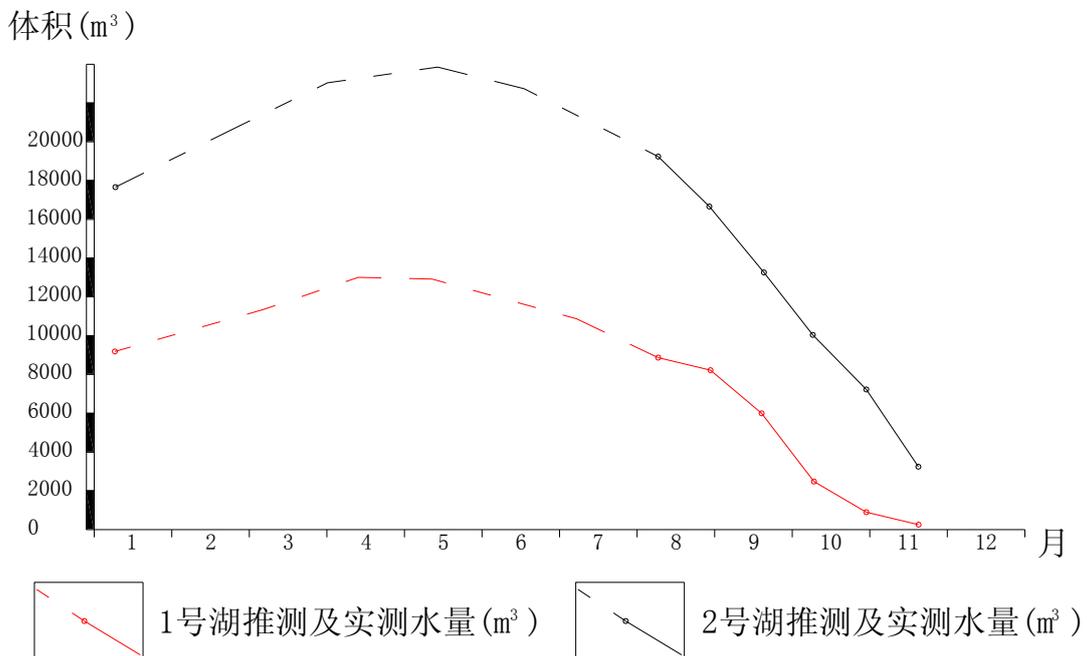


图 4-7 冰川湖水量动态曲线图

湖泊水体与矿床之间的地层为冰碛块碎石层、安山质晶屑凝灰岩。充水途径为安山质晶屑凝灰岩的风化层和断裂破碎带，因渗透性差，再加上湖水体积小，湖水对矿床的充水作用微弱。

(3) 老窑和生产矿井对矿床充水的影响

2007年至2010年，原西藏桑海矿业有限公司对区内矿体5300中段进行了开采，目前5300中段I-1、I-2矿体中西部位基本采空，5300中段标高巷道内基本为干巷道，采矿过程中全矿山矿坑总涌水量约为1-20米³/d，丰水季节有时可达10-15米³/d，涌水量通过平硐自然排泄到支沟内，对矿井的充水作用微弱。

4.2.3 矿坑涌水量预测

矿区内共有四个铜矿体，即I、II、III、IV号矿体，均呈近东西向展布于矿区中部，呈不规则似层状，赋存于中侏罗世叶巴组一岩性段(J₂y1)安山质晶屑凝灰岩、在南段IV号矿体穿越安山质晶屑凝灰岩赋存于浅灰色流纹质岩屑凝灰熔岩内。矿体受近东西向断裂裂隙控制，产于F1、F2、F3、F6、F8、F9、F10层间断层破碎带中，走向一般为284—104°，倾向10°—15°，倾角68°—80°。矿体走向一般长约412—1560m，控制延深515.9m，即地表标高5316.9—4801m（地下深部，不含推深部分）。矿体控制赋存标高：地表出露标高5423.81m—5136.30m（不含外推部分），地下深部标高4801m。矿体厚1.84m—36.60m，平均厚12.44m。矿体厚度沿走向和倾向变化较稳定，局部具分枝现象。矿体岩性为绿帘石榴矽卡岩，石榴石矽卡岩，围岩为浅灰色大理岩化灰岩、安山质晶屑凝灰构造蚀变岩，矿体与两侧围岩界线为渐变关系。

矿段内探明工业矿体底界位于当地侵蚀基性面（5080m）以下。开拓方案初步确定为地下井巷开采，开采区近东西长约1600m，近南北宽约370m，面积约0.59km²，开采水平为5050m、510m、5160m，自下向上开采。矿坑涌水的主要来源是地下水。

开采区在地貌上位于山地南东侧斜坡内分水岭至河谷一带，开采区域地表自然排水条件好。据对PD4平硐，地下水渗水段为洞口向内30m一段，总渗出量为76.9m³/d，向内部未见地下水明显渗出，仅为沿洞壁有少量水珠。因此，基岩风化带裂隙水及基岩脉状裂隙水是矿坑充水的主要来源。预测矿坑涌水主要发生在基岩风化带范围内。随着开采深度的加大，地下水的补给范围也在逐步加大，矿坑涌水量有逐步增大的趋势，在含水层的下界面（地表以下40.54m—165.73m）处矿坑涌水量为最大，此后随着开采部位进入未风化基岩后，受裂隙闭合或充填、裂隙发育率降低的影响，预测矿坑涌水量增加不大。因此，矿坑充水水源主要为

基岩风化裂隙水、基岩脉状裂隙水，以及汛期溪沟水的渗入。

根据开采方案，矿体最低开采水平为 5050m，而矿区内的侵蚀基准面海拔高程为 5080m，有小部分矿段位于浪母家果水面以下，但浪母家果与开采井巷水平距离较远，河床下基岩以凝灰岩为主，渗透性较差，总体上对矿坑涌水影响较小。

矿坑地下水涌水量分别采用大井法和解析法对风化裂隙水涌水量进行预测。断裂破碎带的渗透性虽然比风化裂隙水相对要好，但破碎带厚度很小，对矿井的涌水量影响较微弱，因此，在矿坑涌水量预测时，可忽略基岩脉状裂隙水的影响。

(1) 大井法

根据矿区水文地质边界条件，开采区矿坑周边均为供水边界；根据钻孔简易水文地质观测及钻孔注水试验结果，基岩风化带裂隙水为潜水性质，含水层呈均质无限分布，矿坑远离地表水体，远离隔水边界。可将井巷系统概化为一口大井，其涌水量可采用如下公式进行计算：

$$Q = \frac{4\pi K m S}{R_c} \quad (1)$$

$$\text{其中 } R_c = 2.1 \ln \frac{R_0}{\gamma_0} \quad (2)$$

因地下水为潜水，按 $2mS = H^2 - h_0^2 = (2H - S) S$ 对公式 (1) 进行转换。

式中：

Q —矿坑涌水量 (m^3/d)；

K —含水层渗透系数 (m/d)，根据钻孔分段注水试验，基岩风化带渗透系数为 0.089m/d；

S —疏干的含水层厚度，因含水层被全部疏干，取含水层平均厚度 38.36m；

γ_0 —引用半径 (m)， $\gamma_0 = \eta \frac{a+b}{4}$ 。首采区矿坑呈矩形， a 边长 1600m， b 边长 370m， η 取 1.12，则 γ_0 为 551.60m；

R_0 —引用影响半径 (m)；矿坑所在含水层为基岩风化带裂隙含水层，近于均质分布，影响半径 (R) 取经验值 300m， $R_0 = R + \gamma_0 = 300 + 551.60 = 851.60m$ ；

H —抽水前潜水层厚度 (m)。根据钻孔简易水文观测资料，基岩风化带底界深度在地表下 40.54 m-165.73 m 间，含水层平均厚度为 38.36m。

计算结果：基岩风化带裂隙水在矿坑内涌水量为 $947.36m^3/d$ 。

(2) 解析法

采用裘布依法预测基岩风化带裂隙水在矿道内的涌水量。

根据矿区水文地质边界条件，开采区位于知不拉分水岭与沟床之间，为斜坡地带，可将含水层概化为一均质含水层；开采方式为硐采，硐采模型可概化为顺斜坡延伸的洞室；矿区东南侧的浪母家果河床由透水性较差的冰碛泥砾、冲洪积泥质卵石组成，加上地表水流量小，通过冰碛层和冲洪积层补给基岩风化裂隙水的量很小，预测中可忽略河水和冰湖水对矿坑涌水量的影响。根据钻孔简易水文地质观测及勘探资料，基岩风化带裂隙水性质为潜水。矿坑涌水量计算公式如下：

$$Q = BK \frac{H^2 - h^2}{2R} \quad (1)$$

$$R = 2(H - h)\sqrt{KH} \quad (2)$$

式中：

Q—矿坑涌水量 (m³/d)；

K—含水层渗透系数 (m/d)，基岩风化带渗透系数为 0.089m/d；

H—潜水层厚度 (m)，为 38.36m。

h—水位下降曲线在硐室边境况上的高度 (m)，此处取硐室的高度 5m；

R—涌水影响半径 (m)；

B—硐室通过含水层中的长度，近似取矿体的分布长度，取值为 1600。

计算结果：基岩风化带裂隙水的矿坑涌水量为 835.42m³/d。

(3) 预测结果评述

根据上述分析，矿井涌水量主要为基岩风化裂隙水，整个开采系统绝大部分在当地侵蚀基准面之上，常年地表水体对矿井影响较小，矿区内冰湖水和季节性溪沟水受地层影响入渗补给基岩裂隙水的量也比较小。通过“大井法”预测的矿井涌水量为 947.36m³/d，采用解析法预测的矿坑涌水量为 835.42m³/d，二者吻合性好，说明计算结果具有较高的代表性和可靠性（表 4-7）。因开采方式以硐采为主，雨季地表径流对矿坑的直接影响小，其主要是通过影响地下水的补给量间接影响矿坑的涌水规模，这种影响方式已在上述的评价方法中进行了综合考虑。

表 4-7 矿坑涌水量预测结果对比分析表

预测方法	风化带裂隙水 (m ³ /d)	裂隙脉状水 (m ³ /d)	合计 (m ³ /d)
水大井法	947.36	0	947.36
解析法	835.42	0	835.42
对比	111.94	0	111.94

4.2.4 矿区水资源综合利用评价

矿区内主要赋存基岩风化带裂隙水和裂隙脉状水，目前在沟谷内有少量季节性泉水出露，平硐内夏、秋季节有水流出，11月至2月基本上干枯，总体水量较小。地下水水质类型为SO₄-Ca型水，PH值7，矿化度223.23mg/l，水质符合III类水水质标准。随着采矿活动的进行，矿区内地下水将转化为矿坑涌水，可作为部分工业供水水源。

矿区东南侧浪母家果河流为常年流水。据矿区南侧蒙亚啊溪沟水动态观测资料，流量在84.60-457.60 L/s，河水10月底开始封冻，翌年3-4月逐步解冻，封冻期间表水流基本上干涸。地表水水质类型为HCO₃·SO₄-Ca型水，PH值7.59，矿化度136.16mg/l。水质成分中未见超标组分，在汛期可解决部分工业和生活用水。

荣木错拉河流为常年流水，水体中SO₄²⁻、PH值均远超III类水标准，污染严重，不宜作为工业和生活用水。

4.2.5 矿区水文地质勘探类型

矿区附近无人工或大的自然地表水体，地形有利于自然排水。地下水类型主要有第四系松散层孔隙水、基岩风化带裂隙水、构造裂隙脉状水和碳酸盐岩裂隙溶洞水。

松散孔隙水含水层厚度变化大，且分布不连续，对矿床充水影响不大；碳酸盐岩裂隙溶洞水分布厚度小，且仅部分矿段与碳酸盐岩裂隙溶洞水直接接触，对矿床充水影响不大；基岩裂隙水是矿区内的主要地下水类型，也是矿床充水的主要来源。根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB12719-91规定，矿区水文地质类型属于干旱山丘区以裂隙含水层充水为主的矿床，充水方式为直接充水的矿床，矿床水文地质条件复杂程度属简单，划分勘探复杂程度为第一型。

4.3 工程地质

4.3.1 工程地质岩组特征

矿区出露地层主要有第四系(Q)，中侏罗世叶巴组一岩性段(J_2y^1)及岩浆岩。按岩石类型、结构特征及岩石强度，可将矿区岩体划分为六个工程地质岩组。

4.3.1.1 第四系松散堆积层工程地质岩组

(1) 冲洪积卵砾石土

主要分布于矿区东南侧浪母家果一带，呈南北向带状分布。物质组分为卵砾石、砾砂夹粉质粘土，厚度一般5~10m，渗透性较强，表层扰动后常呈流动状态，工程地质条件差。

(2) 冰碛块石土

主要分布在5100m以上的冰蚀沟谷中。由棱角、次棱角状块石、碎石、砂土组成，厚度一般5~15m，最厚30m左右，为多年冻土区，表层冻融后土质松软，渗透性强，工程地质条件差。

(3) 残坡积层碎块石土

主要分布在山丘斜坡中下部，物质组分为碎、块石夹砂土，一般厚2~5m，最厚可达15m以上，结构松散，边坡开挖及前缘临空地段易产生滑坡。

4.3.1.2 坚硬块状火山碎屑岩岩组

矿区内分布广泛，主要由中侏罗世叶巴组一岩性段(J_2y^1)地层组成，呈单斜状近东西向展布，矿区内出露宽度大于1500m，岩性有安山质晶屑凝灰岩、英安质凝灰岩、安山质凝灰岩、流纹质岩屑凝灰岩等，主要为块状构造，蚀变类型以硅化和角岩化为主，岩质坚硬。新鲜灰岩的天然密度为2.586-2.964g/cm³，干密度2.579-2.961 g/cm³，饱和密度为2.634-2.987g/cm³，天然含水率0.06-0.37%，饱水率1.40-2.42%（表4-8）；天然抗压强度50.1-83.1MPa，饱和抗压强度41.6-73.9MPa，软化系数0.83-0.89（表4-9）；抗拉强度5.22-7.96MPa，粘聚力16.12-22.98 MPa，内摩擦角为44.7~47.7°（表4-10）。为坚硬岩。

野外编号	岩石名称	天然密度 (g/cm ³)	饱和密度 (g/cm ³)	干密度 (g/cm ³)	颗粒密度 (g/cm ³)	天然含水率(%)	饱水率 (%)	孔隙率(%)	天然重度 (kN/m ³)
ZK1219	大理岩化灰岩	2.566	2.619	2.559	2.722	0.28	2.34	5.99	25.15
		2.565	2.611	2.548	2.721	0.66	2.49	6.36	25.13
		2.573	2.622	2.567	2.717	0.24	2.15	5.51	25.22
ZK0812	大理岩化灰岩	2.605	2.646	2.603	2.721	0.10	1.67	4.36	25.53
		2.600	2.642	2.598	2.720	0.09	1.73	4.48	25.48
		2.602	2.711	2.599	2.929	0.14	4.34	11.27	25.50
ZK1219	英安质含火山角砾凝灰岩	2.645	2.688	2.640	2.773	0.19	1.81	4.79	25.92
		2.654	2.686	2.649	2.752	0.17	1.40	3.72	26.01
		2.660	2.697	2.655	2.772	0.20	1.59	4.23	26.07
ZK0001	英安质含火山角砾凝灰岩	2.654	2.701	2.647	2.797	0.26	2.03	5.38	26.00
		2.656	2.693	2.648	2.775	0.30	1.73	4.58	26.03
		2.670	2.712	2.660	2.806	0.37	1.95	5.19	26.17
ZK0804	英安质含火山角砾凝灰岩	2.651	2.695	2.644	2.786	0.28	1.93	5.10	25.98
		2.667	2.706	2.665	2.778	0.10	1.53	4.09	26.14
		2.664	2.703	2.662	2.776	0.08	1.54	4.09	26.11
ZK0408 ;平硐01	英安质含火山角砾凝灰岩	2.594	2.645	2.587	2.745	0.25	2.21	5.73	25.42
		2.586	2.636	2.579	2.735	0.26	2.20	5.69	25.34
		2.595	2.634	2.586	2.717	0.33	1.86	4.80	25.43
平硐02	安山质凝灰岩	2.643	2.699	2.637	2.811	0.23	2.35	6.19	25.90
		2.651	2.706	2.644	2.819	0.28	2.35	6.22	25.98
		2.648	2.705	2.641	2.822	0.25	2.42	6.40	25.95
ZK2408	安山质凝灰岩	2.712	2.757	2.710	2.843	0.06	1.73	4.68	26.58
		2.696	2.741	2.693	2.828	0.09	1.77	4.77	26.42
		2.715	2.752	2.713	2.824	0.06	1.44	3.91	26.60
ZK0815	安山质凝灰岩	2.677	2.719	2.672	2.803	0.19	1.75	4.68	26.24
		2.677	2.720	2.668	2.815	0.34	1.96	5.22	26.24
		2.669	2.709	2.663	2.791	0.24	1.72	4.59	26.16
ZK2408	安山质凝灰岩	2.792	2.832	2.788	2.918	0.16	1.60	4.47	27.36
		2.777	2.819	2.771	2.911	0.22	1.73	4.79	27.22
		2.789	2.834	2.785	2.929	0.15	1.77	4.94	27.33
ZK3604	安山质凝灰岩	2.964	3.010	2.961	3.114	0.09	1.66	4.92	29.04
		2.943	2.987	2.941	3.084	0.07	1.57	4.63	28.84
		2.936	2.978	2.934	3.070	0.08	1.51	4.43	28.77
ZK0812	绿帘石榴砂卡岩	3.249	3.303	3.238	3.463	0.36	2.01	6.52	31.84
		3.233	3.276	3.220	3.409	0.39	1.71	5.52	31.68
		3.234	3.287	3.223	3.446	0.36	2.01	6.48	31.70
ZK2016	绿帘石榴砂卡岩	3.505	3.554	3.503	3.693	0.07	1.47	5.15	34.35
		3.502	3.554	3.500	3.701	0.05	1.56	5.45	34.32
		3.509	3.563	3.505	3.720	0.09	1.64	5.76	34.38

ZK3604	花岗闪长岩	2.548	2.590	2.535	2.682	0.49	2.16	5.47	24.97
		2.557	2.590	2.545	2.666	0.49	1.79	4.56	25.06
		2.550	2.592	2.539	2.681	0.43	2.08	5.29	24.99
ZK3604	花岗闪长岩	2.569	2.606	2.556	2.690	0.47	1.94	4.97	25.17
		2.564	2.608	2.553	2.701	0.44	2.15	5.50	25.13
		2.561	2.604	2.550	2.696	0.45	2.12	5.42	25.10

表 4-8 岩石物理性质测试成果表

表 4-9 岩石单轴抗压强度试验成果

野外编号	岩石名称	取样深度 (m)	天然抗压强度单值 (MPa)	平均值 (MPa)	饱和抗压强度单值 (MPa)	平均值 (MPa)	软化系数
ZK1219	大理岩化灰岩	456.84-457.18	26.7	30.5	19.8	22.6	0.74
			31.3		23.2		
			33.5		24.8		
ZK1219	英安质含火山角砾凝灰岩	2.5-2.7	84.4	71.2	74.3	62.7	0.88
			57.1		50.3		
			72.1		63.4		
ZK0001	英安质含火山角砾凝灰岩	109.95-110.18	61.2	58.0	52.1	49.3	0.85
			54.9		46.7		
			57.8		49.1		
ZK0804	英安质含火山角砾凝灰岩	37.0-37.25	79.7	83.1	70.9	73.9	0.89
			87.4		77.8		
			82.2		73.1		
平硐 02	安山质凝灰岩	181.0	53.3	50.1	44.2	41.6	0.83
			47.3		39.2		
			49.7		41.3		
ZK2408	安山质凝灰岩	125.1125.34	53.5	52.4	45.0	44.1	0.84
			57.2		48.0		
			46.6		39.2		
ZK0815	安山质凝灰岩	6.6-7.0	58.8	64.0	50.6	55.0	0.86
			65.0		55.9		
			68.1		58.6		
ZK2408	安山质凝灰岩	85.8-86.22	55.2	54.0	46.4	45.4	0.84
			54.6		45.9		
			52.2		43.8		
ZK0812	绿帘石榴砂卡岩	240.1-240.4	68.9	64.5	59.3	55.5	0.86
			59.8		51.4		
			64.8		55.7		
ZK3604	花岗闪长岩	403.6-403.78	48.9	49.5	40.5	41.1	0.83
			52.4		43.5		
			47.2		39.2		

表 4-10 岩石抗拉、三轴剪试验成果表

野外编号	岩石名称	取样深度 (m)	抗拉强度 (MPa)	平均值 (MPa)	抗剪强度指标					相关系数
					图解法			最小二乘法		
					tgφ	C(MPa)	C1(MPa)	tgφ	C(MPa)	
ZK0812	大理岩化灰岩	258.6-258.9; 251.4-251.6	3.20	3.21	0.92	10.09	6.55	0.92	10.09	0.9909
			3.25							
			3.20							
ZK0408;平硐01	英安质含火山角砾凝灰岩	211.5-211.78; 35.8	5.18	5.22	0.99	16.14	10.81	0.99	16.12	0.9943
			5.24							
			5.24							
ZK3604	安山质凝灰岩	337.54-337.94	7.80	7.96	1.10	22.98	16.54	1.10	22.98	0.9937
			8.13							
			7.95							
ZK2016	绿帘石榴矽卡岩	390-390.2; 390.4-390.65	4.51	4.60	0.98	14.54	9.57	0.98	14.52	0.9912
			4.68							
			4.61							
ZK3604	花岗闪长岩	407.65-407.9; 406.7-407	4.20	4.21	0.96	13.63	8.81	0.96	13.62	0.9926
			4.28							
			4.15							

4.3.1.3 较坚硬块状岩浆岩岩组

主要分布在矿区东南侧浪母家果河谷内，岩体侵位于中侏罗世叶巴组一岩性段(J_{2y}¹)火山碎屑岩及碳酸盐岩地层中，大致呈东西向带状展布，出露宽度约 300m，呈岩株状产出。

岩石类型主要为黑云母花岗闪长岩，块状构造。新鲜灰岩的天然密度为 2.548-2.569g/cm³，饱和密度为 2.590-2.608g/cm³，干密度 2.535-2.556g/cm³，天然含水率 0.43-0.49%，饱水率 1.79-2.16%（表 4-8）；天然抗压强度 49.5MPa，饱和抗压强度 41.1MPa，软化系数 0.83（表 4-9）；抗拉强度 4.21MPa，粘聚力 13.62MPa，内摩擦角为 43.8°（表 4-10）。

岩体浅部风化强烈，裂隙密集发育、地下水淋滤作用强，导致岩石结构和构造发生不同程度变化、岩体完整性较差，岩石强度均有不同程度降低，属较坚硬岩。

4.3.1.4 较坚硬层状碳酸盐岩岩组

分布于矿区中部，为中侏罗世叶巴组一岩性段（J_{2y}¹）地层，呈单斜状北西向西向展布，出露宽度 10~80m。岩性主要为灰岩、大理岩化灰岩。岩体破碎，岩溶较发育。新鲜灰岩的天然密度为 2.566-2.605g/cm³，饱和密度为 2.611-2.711g/cm³，干密度 2.548-2.603g/cm³，天然含水率 0.09-0.66%，饱水率 1.67-4.34%（表 4-8）；

天然抗压强度 30.5MPa，饱和抗压强度 22.6MPa，软化系数 0.74（表 4-9）；抗拉强度 3.21MPa，粘聚力 10.09MPa，内摩擦角为 42.6°（表 4-10）。该岩组受风化和构造应力作用下完整性有所降低，影响了岩石物理力学性质。为较坚硬岩。

4.3.1.5 坚硬接触变质岩岩组

分布在矿区中部，产在碳酸盐类岩石（主要是大理岩）及火山-沉积岩系接触带或其附近的一种接触交代变质的岩石中，呈单斜似层状分布，出露宽度 10~40m，岩性主要为石榴石矽卡岩和绿帘石矽卡岩，是矿段内主要赋矿层位。岩石天然密度为 3.239-3.505g/cm³，饱和密度为 3.289-3.557g/cm³，干密度 3.227-3.503g/cm³，天然含水率 0.07-0.37%，饱水率 1.55-1.910%（表 4-8）；天然抗压强度 49.5-64.5MPa，饱和抗压强度 41.1-55.5MPa，软化系数 0.83-0.86（表 4-9）；抗拉强度 4.60MPa，粘聚力 14.52MPa，内摩擦角为 44.4°（表 4-10）。为较坚硬岩。

4.3.2 岩体结构面特征

矿区位于墨竹工卡复式向斜南翼，整体呈向北倾的单斜陡顷构造，岩层倾角一般 50°~80°；构造作用强烈。根据地表调查和钻孔、平硐水文工程地质编录资料分析，区内发育有以下三类结构面。

4.3.2.1 风化裂隙结构面

为岩体强风化的产物。矿区风化带厚度一般在 16.71~184.33 之间，风化结构面产状受下覆岩层（体）构造裂隙及岩体裂隙的控制，结构面密度大，闭合差，多为泥膜、碎屑和泥质物充填，岩体渗透性较强，稳定性差，对矿床开采影响较大。

4.3.2.2 岩体裂隙结构面

①岩体裂隙：因岩体（或岩脉）侵入发育形成很多的岩体接触带裂隙结构面，不均匀，导致钻孔冲洗液消耗和地下水位有明显差别。

②构造裂隙：区内构造作用强烈，构造裂隙一般可见 4~5 组，主要为多期次共轭剪切裂隙，裂隙发育以走向北东向、近南北向、北西向三组为主，倾角 30—80°（图 4-8）。

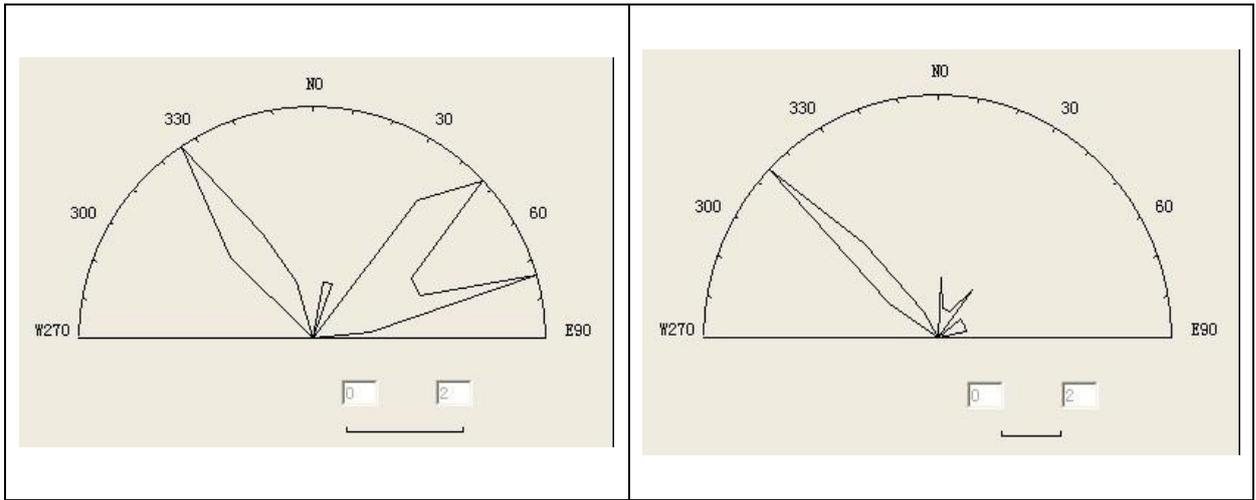


图 4-8 矿区裂隙走向玫瑰花图

区内构造裂隙倾角变化较大，以陡倾斜裂隙为主，陡倾斜裂隙结构面闭合较好，充填物以石英为主，裂隙倾角一般大于采坑边坡角，稳定性较好；缓倾裂隙结构面密度较大，闭合差，多为碎屑和泥质物充填，稳定性较差。

4.3.2.3 断裂结构面

矿区断裂构造总体可分为两组，即近东西向层间滑动断裂和北西向平推走滑断裂，断裂面多倾向北东，部分倾向北西，倾角 $65\sim 78^\circ$ ，破碎带宽 5-20m 不等。破碎带构造岩以断层泥和破碎带为主，局部可见构造透镜体。在 ZK0009、ZK0810、ZK0815、ZK1614、ZK2405、ZK3603 等钻孔中，揭露的破碎带岩芯多呈碎裂状，钻进时冲洗液有漏失现象，推测断层及破碎带具有导水作用，对矿床开采有一定的影响。

4.3.3 岩体结构及其稳定性

矿区处于高原山丘区的分水岭地带，地质构造作用较强烈，岩体破碎程度较高，岩体风化带厚度大，导致包气带厚度大，地下水淋滤作用及寒冻物理风化强烈，对岩体结构和边坡稳定性影响较大。

根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB12719—91 规定，矿区岩体风化带划分为强风化带、弱风化带（见表 4-5）。

4.3.3.1 强风化带

岩石全部退色，褐铁矿化强烈，岩石结构构造大部分破坏，锤击音浊、易碎；岩体裂隙发育，裂隙平均间距小于 0.2m，结合差；钻孔岩心呈碎块状，坑道中岩

体呈镶嵌碎裂结构，表层为散体状结构，成洞性差，易发生垮塌冒顶事故。

钻孔揭露岩体强风化带厚度 4.15~42.75m，在山包和斜坡地带保存较好，厚度相对较大，一般在 15m 以上；在沟谷与河床部位强风化带多数被侵蚀，强风化带厚度一般小于 15m。

4.3.3.2 弱风化带

岩石颜色明显，裂隙面具铁质侵染，断口新鲜，岩石结构构造部分破坏，岩质较坚硬，不易击碎；岩体裂隙较发育，裂隙平均间距 0.4~1.0m，结合一般；钻孔岩心呈短柱状或柱状，岩体呈镶嵌块状结构、局部为镶嵌碎裂结构，坑道挖掘中局部发生掉块现象。经钻孔揭露，弱风化带厚度一般 10.39~75.80m，最厚达 122.67m(ZK2806)。

4.3.4 边坡稳定性评价

矿区拟采用硐室进行开采，主要采用在斜坡内自东向西开拓平巷以进入矿体。斜坡自表层向内部分布的岩土体依次为冰碛土（或残坡积土）、强风化层、弱风化层。冰碛土和基岩强风化层是物理力学强度较低的岩土体。其中残坡积角砾土、块碎石土厚度为 5~15m，结构松散-稍密，形成的自然坡度为 33-37°，如在土体内开挖洞口中形成过高、过陡的边坡易引发滑坡、土质滑塌等次生地质灾害；风化带岩体完整性差，呈碎裂状、镶嵌碎裂状或裂隙块状结构，裂隙面为少量泥质和钙质充填，结合差，易形成硐顶冒落。建议在松散土体及强风化层中开挖硐室时要及时进行支护。

4.3.5 井巷围岩岩体质量评价

4.3.5.1 岩石质量指标（RQD）

对本次勘查中的 77 个钻孔的岩芯采取率及 RQD 值进行综合分析。不同岩石的 RQD 值及评价结果见表 。通过统计分析，强风化岩石的岩石质量属劣的等级，弱风化岩石的岩石质量属中等等级，矽卡岩的岩石质量属劣的等级，下部安山质晶屑凝灰岩、英安质凝灰岩、大理岩化灰岩、黑云母花岗闪长岩属好的等级。断裂破碎带的 RQD 区间值一般在 10-40%之间，属极劣-劣的等级（表 4-11）。

表 4-11 岩石 RQD 值评价表

岩石名称	RQD 区间值 (%)	岩石质量评价	RQD 平均值 (%)	综合评价
强风化安山质凝灰岩	10-55	极劣-中等	29.3	劣
弱风化安山质凝灰岩	25-70	劣-中等	58.3	中等
安山质凝灰岩	60-93	中等-极好	77.2	好
英安质凝灰岩	60-95	中等-极好	80.9	好
矽卡岩	10-70	极劣-中等	41.4	劣
大理岩化灰岩	55-90	中等-好	78	好
黑云母花岗闪长岩	60-95	中等-极好	76.7	好

4.3.5.2 岩体质量指标 (M)

用下列公式计算岩体质量指标 (M):

$$M = \frac{R_c}{300} \times RQD$$

式中: M——岩体质量评价指标;

R_c ——岩块饱和轴向抗压强度;

RQD——岩石质量指标。

经计算, 矿区内主要岩石中, 安山质凝灰岩、英安质凝灰岩的岩体质量中等, 矽卡岩、大理岩化灰岩、黑云母花岗闪长岩的岩体质量差 (表 4-12)。

表 4-12 岩体质量指标评价结果统计表

岩石名称	岩块饱和轴向抗压强度 R_c (MPa)	岩石质量指标 (RQD)	岩体质量评价指标 (M)	岩体质量等级
安山质凝灰岩	46.5	0.772	0.12	中等
英安质凝灰岩	62.0	0.809	0.17	中等
矽卡岩	55.5	0.414	0.08	差
大理岩化灰岩	22.6	0.780	0.06	差
黑云母花岗闪长岩	41.1	0.767	0.11	差

注: 岩体质量 M 评价标准为 >3.0 岩体质量优, $1.0-3.0$ 岩体质量良, $0.12-1.0$ 岩体质量中等, $0.01-0.12$ 岩体质量差, <0.01 岩体质量坏。

4.3.5.3 围岩级别

根据岩石的坚硬程度、完整性划分围岩级别。

上部为安山质凝灰岩、英安质凝灰岩的风化层, 饱和抗压强度大于 30MPa, 风化裂隙发育, 岩石较破碎, 呈镶嵌结构, 围岩级别为 III 级。开挖后围岩可产生小坍塌, 爆破震动过大易发生坍塌。

下部基岩为较完整的安山质凝灰岩、英安质凝灰岩、大理岩化灰岩，饱和抗压强度大于 30MPa，有少量裂隙发育，但多闭合，裂隙组合关系不会产生下滑力，围岩级别为 II 级。开挖后，长时间暴露可能会出现局部小坍塌，侧壁稳定。

4.4 环境地质

4.4.1 新构造运动与地震

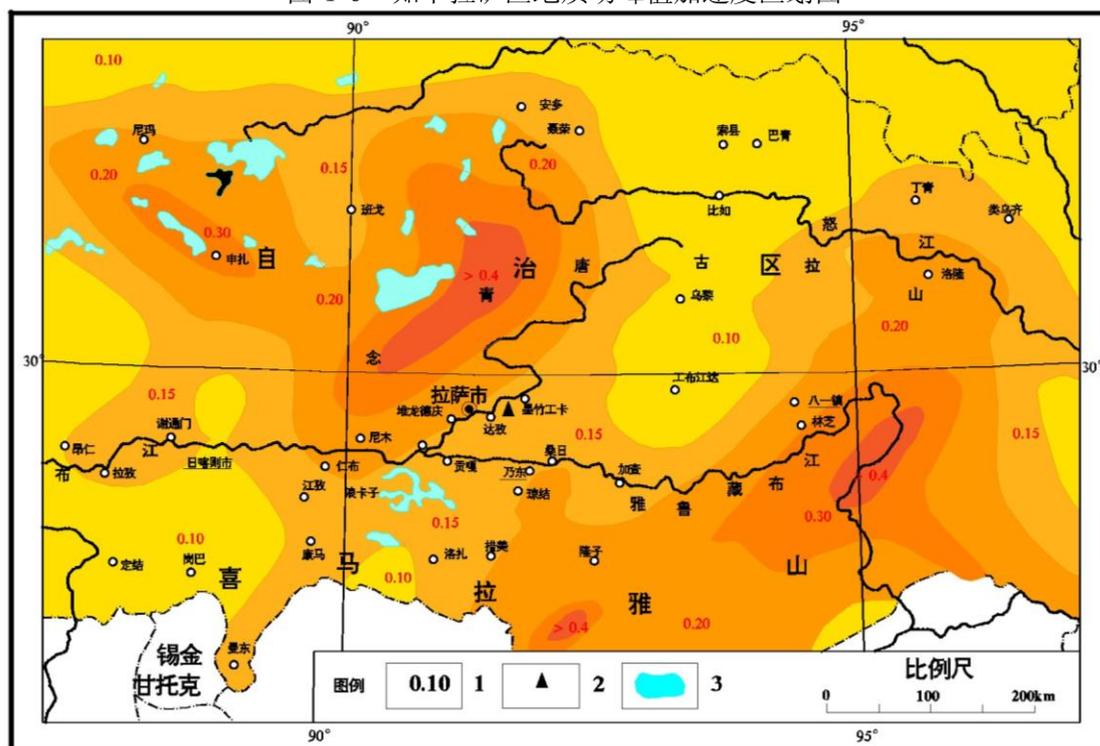
4.4.1.1 新构造运动

矿区大地构造隶属冈底斯—拉萨—腾冲陆块南部，由北向南可以划分为念青唐古拉中生代岛链带、米拉山—松多晚古生代碰撞结合带、冈底斯侏罗—白垩纪火山—岩浆弧等 3 个次级构造单元，新构造活动强烈，主要表现为隆升的整体性、阶段性和差异性，在构造形迹上则表现为断裂、岩浆、多级阶地及地热活动。除南部东西向延伸的雅鲁藏布江断裂为区域活动断裂外，其他规模较大的近东西、近南北及北东、北西向的各类压性、张性及扭性断裂，也广泛卷入第三系地层。岩浆岩不仅大部分为喜山期或燕山晚期—喜山期产物，而且常侵位至第三纪断层中。拉萨河阶地以一、二级为主，支沟内可见至少三级阶地，时代最老的可推至中更新世。

从断裂、岩浆活动切割的最新地层及最老阶地的形成时代看，现今地形地貌主要由新构造运动隆升塑造而成。在新构造运动的影响下，仅墨竹工卡县境内地热活动（地热喷泉）达 10 处之多，地震活动也较为频繁。

矿区及相邻区域未见破坏第四系的活动断裂，也未闻出现地震震中的讯息，表明区内的新构造运动表现为随青藏高原的整体性运动，不存在活动性断层，属地壳基本稳定区。

图 4-9 知不拉矿区地质动峰值加速度区划图



(据《中国地震动峰值加速度区划图》GB18306-2001)

1、动峰值加速度值，单位：g；2、知不拉矿区；3、湖泊

4.4.1.2 地震活动

矿区位于地中海至喜马拉雅山大地震带范围内，受印支板块活动的影响强烈，系地震活动频繁区，震害也较为严重。根据《西藏地震史资料汇编》，历史上拉萨市境内发生过多地地震，其中以当雄县 1411 年和 1951 年 11 月 8 日发生的 8 级地震为最强烈，造成严重人员伤亡和房屋倒塌，同时地面出现大面积开裂、草皮褶皱和山体错断，地裂缝规模长达 81km，裂缝带宽几米至几十米，最宽处达 285m。当雄县地震活动带位于矿区西边，直线距离约 120km，对矿区地质构造和场地稳定具有较大的影响。

矿区属地墨竹工卡县境内历史上也曾发生过多地地震，上个世纪以来有文字记载的震级在 4 级以上的地震共有 6 次，其中最大震级为 7 级（发生在 1915 年 12 月 3 日 10 时 39 分），因时隔久远，震害不详。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)、以及国家地震局 1990 版《中国地震烈度区划图》的规定，矿区地震动峰值加速度值为 0.15g（图 4-9），地震基本烈度为 7 度区。

4.4.2 地质灾害现状

矿区内不良地质现象主要为危岩崩塌，特征如下：

以岩质崩塌为主，均在叶巴组坚硬的凝灰岩中发育，由于坚硬岩石裂隙发育，交错切割岩体呈块状，岩体十分破碎，使裸露于山坡表面岩体形成大小不等的块体。陡峻的地貌条件下由破碎岩石组成的斜坡稳定性较差，加之寒冻风化作用强烈，岩块自然松动解体后沿斜坡滚落形成崩塌，以小型为主。崩坡积物由块、碎石组成，粒径 0.2~0.5m。因区内为季节性牧区，无固定居民，人类经济活动相对较少，地质灾害影响小，对矿山建设安全影响不大。

4.4.3 矿区水环境质量

4.4.3.1 地表水

矿区东南侧浪母家果溪流水水质类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca}$ 型，水体中检测的组分均未超过Ⅲ类水质标准，属Ⅲ类水（表 4-13）。

矿区北荣木错拉溪流水水质类型为 $\text{SO}_4 - \text{Mg}$ 型，水体中 SO_4^{2-} 、PH 值均远超Ⅲ类水标准，表明荣木错拉河流已遭硫酸严重污染（表 4-13）。

冰川湖湖水水质类型为 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型。水体中检测的组分均未超过Ⅲ类水质标准，属Ⅲ类水（表 4-13）。

表 4-13 环境水水质与环境水质标准对比表 单位：(mg/L)

水点	环境水质标准 (Ⅲ类)	ZK I 2408	S01 (1号湖)	S02 (2号湖)	浪母加果	荣木错拉
水体类型		地下水	地表水	地表水	地表水	地表水
NH_4^+	≤ 0.2	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Fe	≤ 0.3	0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Cl^-	≤ 250	0.71	1.06	3.9	0.71	1.06
SO_4^{2-}	≤ 250	117.25	38.44	49.98	35.25	418.5
F^-	≤ 1.0	0.14	0.14	0.2	0.1	0.83
NO_3^-	≤ 20	4	3	3.8	3.8	1.5
NO_2^-	≤ 0.02	0.004	<0.00	<0.004	<0.004	<0.004
锰	≤ 0.1		0.035	0.069		
溶解性固体	≤ 1000	223.23	96.13	126.57	136.16	592.66
PH 值	6.5-8.5	7	7.24	7.43	7.59	4.49
总硬度	≤ 450	146.19	60.9	84.72	80.12	428.44

4.4.3.2 地下水

在 ZK I 2408 钻孔中取基岩裂隙水 1 组进行检测。根据检测结果，矿区内地下

水水质类型为 $\text{SO}_4\text{—Ca}$ 型为主，检测的组分均达到了Ⅲ类水水质标准，水质较好，可以作为饮用水源（详见表 4-13）。

4.4.4 地温

知不拉铜矿段为隐伏矿体，矿体下缘埋深 515.9m。根据相邻的驱龙矿区 ZK805 深孔进行的地温测量结果，钻孔恒温带温度为 3.0°C ，恒温带以下（190-790m）平均温度梯度为 $2.46^{\circ}\text{C}/\text{百米}$ ，基本上为正常地温梯度（ $3^{\circ}\text{C}/\text{百米}$ ），760 米以下梯度有变大趋势，井底（790m 处）最高值为 17.8°C 。

根据调查，知不拉矿区未见地温异常，矿区地温主要随地温梯度而变化，矿段内井温一般在 $1.0\text{—}3.0^{\circ}\text{C}$ 。

4.4.5 环境污染

矿山道路和平硐的开挖使地表土壤层遭到一定的破坏，废石、弃碴堆放覆盖土地，造成矿区的土地被侵占；采矿、修筑道路、平整场地等工程形成的人工边坡，改变了矿区岩土层的受力状况，破坏了岩土体的完整性，同时也改变了矿区的地貌景观；大量的施工弃土、采坑弃碴堆放形成高达数米的土堆，改变了矿区的地貌景观。由于土地破坏，而致使植被死亡，引起水土流失，在雨季易发生小型的滑坡、泥石流危害，在风季矿区尘土飞扬，另外矿区道路的扬尘，而使矿区及周边空气质量下降。

矿区岩、矿石和地下水不存在放射性异常，不会构成放射性污染。

4.4.6 矿区地质环境类型

矿区处于拉萨河南岸分水岭区域，为极高山区，地貌类型中等复杂。

矿区及邻近范围内未见活动断裂，新构造运动表现为随青藏高原的整体性运动，属地壳基本稳定区。

矿区地质灾害类型主要有崩塌，发育密度小，规模小型为主。由于为季节性牧区，无固定居民，人类经济活动相对较少，地质灾害轻微，对矿区安全影响不大。

矿区内地表水、地下水受地质环境的影响主要表现为硫酸型水。荣木错拉溪沟水已被硫酸严重污染，其 PH 值达 4.49，硫酸离子含量达到 97.94%；浪母加果溪沟水、冰川湖湖水及地下水均满足Ⅲ类水水质标准，适合饮用。

矿区无地温异常；矿区岩、矿石和地下水不存在放射性异常，不会构成放射性污染。

综上所述：矿区地貌类型中等复杂，未见活动断裂，属地壳基本稳定区；无大的地质灾害、无重大的污染源、无热害；自然环境中地下水、地表水水质除荣木错拉外，总体较好；采矿可能造成山体局部开裂失稳；矿坑排水对附近水体有一定污染；矿石、废石化学成分基本稳定，无其它环境地质隐患。

根据矿区地质环境现状及预测矿床开采引起的变化，矿区地质环境质量为中等（第二类）。按国土资源部国土资发〔2004〕69 文及其附件的规定，知不拉矿区工程地质环境条件复杂程度属于“中等”类型（表 4-14）。

表 4-14 地质环境条件复杂程度分类表

复 杂	中 等	简 单
1. 地质灾害发育强烈	1. 地质灾害发育中等	1. 地质灾害一般不发育(√)
2. 地形与地貌类型复杂	2. 地形比较简单；地貌类型单一(√)	2. 地形简单；地貌类型单一
3. 地质构造复杂，岩性、岩相变化大；岩土体工程地质性质不良	3. 地质构造较复杂，岩性、岩相不稳定；岩土体工程地质性质较差(√)	3. 地质构造简单，岩性单一；岩土体工程地质性质良好
4. 工程水文地质条件不良	4. 工程水文地质条件较差	4. 工程水文地质条件良好(√)
5. 破坏地质环境的人类工程活动强烈	5. 破坏地质环境的人类工程活动较强烈	5. 破坏地质环境的人类工程活动一般(√)

注：每类 5 项条件中，有一条符合较复杂条件者即划为较复杂类型。

4.5 小结

(1) 矿床为以基岩裂隙水含水层充水为主，水文地质条件较简单，勘探类型为第一型。矿区主要矿体附近地表水体规模小，构成矿床主要充水含水层的风化带裂隙、构造裂隙及构造破碎带的水文地质边界条件简单，地下水补给条件差，富水性弱至中等。

(2) 矿区以安山质凝灰岩、英安质凝灰岩、大理岩化灰岩为主，岩体为中厚层状结构，地质构造强烈，岩体风化带厚度较大，裂隙发育。安山质凝灰岩、英安质凝灰岩的岩体质量中等，矽卡岩、大理岩化灰岩的岩体质量差

(3) 矿区内无大的地质灾害、无重大的污染源、无热害，自然环境中地下水好-较差，地下水和矿区东南侧浪母家果地表水水质可满足 III 类标准；采矿可能造成山体局部形成滑塌，矿石、废石化学成分基本稳定，矿区地质环境质量为中等。

(4) 本次详查工作基本满足规范要求，基本达到了“设计”目的，提交的详查报告可供矿床初步技术经济评价及矿山总体建设规划使用，可以作为下一步编制矿区开采方案设计的依据。

表 4-16 知不拉矿区水质分析成果统计表

水点 离子		ZK I 2408			S01 (1号湖)			S02 (2号湖)		
		P(B)/ (mg·L ⁻¹)	C(1/2B ²⁺) /mmol·L ⁻¹)	X(1/2 B ²⁺)/%	P(B)/ (mg·L ⁻¹)	C(1/2B ²⁺) /mmol·L ⁻¹)	X(1/2 B ²⁺)/%	P(B)/ (mg·L ⁻¹)	C(1/2B ²⁺) /mmol·L ⁻¹)	X(1/2 B ²⁺)/%
阳 离 子	Na ⁺	2.10	0.091	3.01	0.59	0.026	2.11	2.13	0.093	5.17
	K ⁺	0.76	0.019	0.63	0.23	0.006	0.49	0.48	0.012	0.67
	Ca ²⁺	52.13	2.601	85.78	19.25	0.961	77.94	32.33	1.613	89.71
	Mg ²⁺	3.89	0.320	10.55	2.92	0.240	19.46	0.97	0.080	4.45
	NH ₄ ⁺	<0.02			<0.02			<0.02		
	Fe ²⁺	0.04	0.001	0.03	<0.03			<0.03		
	Fe ³⁺	<0.03			<0.03			<0.03		
阴 离 子	HCO ₃ ⁻	34.78	0.570	18.37	25.51	0.418	32.08	26.66	0.437	26.33
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
	Cl ⁻	0.71	0.020	0.64	1.06	0.030	2.30	3.90	0.110	6.63
	SO ₄ ²⁻	117.25	2.441	78.67	38.44	0.800	61.40	49.98	1.041	62.71
	F ⁻	0.14	0.007	0.23	0.14	0.007	0.54	0.20	0.011	0.66
	NO ₃ ⁻	4.00	0.065	2.09	3.00	0.048	3.68	3.80	0.061	3.67
	NO ₂ ⁻	0.004	0.000	0.00	<0.00			<0.004		
	PO ₄ ³⁻	<0.02			<0.02			<0.02		
项 目										
偏硅酸		7.33			4.16			5.63		
游离 CO ₂		2.69			1.80			0.90		
锂					0.023			<0.02		
HBO ₂		1.79			1.79			1.79		
SiO ₂		5.64			3.20			4.33		
侵蚀性 CO ₂		2.09			2.51			1.67		
锰					0.035			0.069		
耗氧量		0.78			0.77			0.60		
矿化度		223.23			96.13			126.57		
PH 值		7.00			7.24			7.43		
总硬度		146.19			60.90			84.72		
总碱度		28.53			20.92			21.87		
水化学类型		SO ₄ -Ca			SO ₄ ·HCO ₃ -Ca			SO ₄ ·HCO ₃ -Ca		

续表 4-16 知不拉矿区水质分析成果统计表

水点离子		浪母加果			荣木错拉		
		P(B)/ (mg·L ⁻¹)	C(1/2B ^{2±}) /mmol·L ⁻¹)	X(1/2 B ^{2±})/%	P(B)/ (mg·L ⁻¹)	C(1/2B ^{2±}) /mmol·L ⁻¹)	X(1/2 B ^{2±})/%
阳离子	Na ⁺	2.38	0.104	6.03	5.99	0.261	2.95
	K ⁺	0.83	0.021	1.22	1.32	0.034	0.38
	Ca ²⁺	28.87	1.441	83.49	0.00	0.000	0.00
	Mg ²⁺	1.95	0.160	9.27	104.04	8.558	96.68
	NH ₄ ⁺	<0.02			<0.02		
	Fe ²⁺	<0.03			<0.03		
	Fe ³⁺	<0.03			<0.03		
阴离子	HCO ₃ ⁻	51.99	0.852	50.96	5.20	0.085	
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
	Cl ⁻	0.71	0.020	1.20	1.06	0.030	0.34
	SO ₄ ²⁻	35.25	0.734	43.90	418.50	8.713	97.94
	F ⁻	0.10	0.005	0.30	0.83	0.044	0.49
	NO ₃ ⁻	3.80	0.061	3.65	1.50	0.024	0.27
	NO ₂ ⁻	<0.004			<0.004		
	PO ₄ ³⁻	<0.02			<0.02		
项 目							
偏硅酸	9.88			18.20			
游离 CO ₂	2.69			56.56			
锂							
HBO ₂	2.68			40.22			
SiO ₂	7.60			14.00			
侵蚀性 CO ₂	4.18			19.72			
锰							
耗氧量	0.50			1.45			
矿化度	136.16			592.66			
PH 值	7.59			4.49			
总硬度	80.12			428.44			
总碱度	42.64			4.26			
水化学类型	HCO ₃ ·SO ₄ -Ca			SO ₄ -Mg			

5. 核实地质工作及质量评述

5.1 生产探矿方法、工程布置原则

《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核查报告（2011年）》将本区矿床的勘探类型定为第Ⅱ类型，本次核实参照《铜、铅、锌、银、镍、钼金属矿产地质勘查规范》（DZ/T0201—2002），根据主矿体铜规模为中型，类型系数为0.7；矿体形态较简单，呈似层状，类型系数为0.4；有用组分分布均匀程度：Cu品位变化系数一般83.21%、属矿化较均匀，Mo品位变化系数为82.21%、属矿化较均匀，属矿化较均匀，类型系数为0.4；矿体厚度变化系数为93.23%，属稳定类型，类型系数为0.4；后期构造对矿体影响小，类型系数为0.2；五因素类型系数和为2.1，将勘探类型定为第Ⅱ类（第Ⅱ类勘查类型为中等型，五因素类型系数和一般为2.1），勘查工程间距为100-120×50-100m，并以此工程间距探求332类资源储量，以200-240×100-200m的工程间距探求333类资源储量。根据采矿工程需要，以40m（陡倾斜矿脉）作为段高控制矿体。以坑道为主配合槽探进行探矿工程。矿山生产探矿主要分不同标高段，采用平硐沿脉巷道控制矿体走向长度，采用穿脉巷道控制矿体水平厚度，工程控制间距以便于采矿时利用为原则。一般沿走向每50-100m布置一个穿脉巷道，每间隔40-47m设一中段，矿区矿体分别布设5346m中段、5298m中段。完成生产（探矿）巷道约245.64m，钻孔77个，本次核实工作根据储量核实的需要编录了5个穿脉巷道（约200.9m）。此外，对矿体北西端收集了PD1(CM4)工程平硐资料。

5.2 生产探矿工程质量评述

5.2.1 探槽

工程探槽主要揭露和控制Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号铜多金属矿体及成矿有利部位，按100m勘探线间距进行系统布置工程探槽。探槽开口一般为2.0-3.0m，最窄约1.2m，槽底宽1.0-1.8m，揭露深度至基岩0.3-0.5m以下，以刻槽法进行样品采集，施工结果槽底槽壁基岩和矿体新鲜清楚。局部地段因第四系冰水堆积覆盖厚，施

工难度大，未能进行工程探槽揭露工作。

槽探工程 TC1102-TC4403 等（即 55 条探槽）质量良好，已达到地质目的，槽探竣工后均按一壁一底以 1:100 的比例尺进行编录素描和刻槽采样。共计施工探槽 55 条，完成土石方量 23276.60m³。

5.2.2 工程平硐

探矿巷道主要为采矿石使用，同时也可查明矿体深部特征、探求矿体深部以及沿走向上的矿石厚度及质量变化情况。本次核实工作编录了 5 个穿脉巷道（约 446.54m），并进行了系统地、连续刻槽采样。地质编录资料均进行了“三级”检查，可满足编录质量要求。

探矿工程由岩凿掘进资质的四川雅安矿山开拓掘进队施工，岩矿样品采集符合质量要求；工程平硐竣工后按设计要求进行检查验收；原始记录内容详细，数据准确，质量均可满足地质要求。

5.2.3 钻探

(1) 施工钻孔分布情况及综合质量评述

本次核实钻探工程施工由西藏自治区地质矿产勘查开发局第二、六地质大队联合施工完成，核实期间共施工完成钻孔 77 个，所有施工钻孔均为 75-80° 斜孔，

表 5-1 参与资源量估算的见矿钻孔质量情况一览表

勘探线号	钻孔编号	终孔孔深 (m)	采取率 (%)		孔斜测量		孔深校正		封孔情况	质量评价
			岩心	矿心	次数	质量	次数	质量		
04	ZK I 0405	477.18	86.17	87.50	10	合格	4	合格	矿层封水泥	合格
08	ZK I 0805	229.11	96.65	93.58	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
08	ZK I 0806	453.16	96	89	3	合格	3	合格	矿层封水泥	合格
08	ZK I 0810	651.45	97.97	98.35	13	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
08	ZK I 0810A	72.10	95.88	100	1	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
08	ZK I 0812	731.30	97.76	88.74	15	合格	4	合格	矿层封水泥	合格
12	ZK I 1212	314.86	95	96	5	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
12	ZK I 1213	310.25	95.86	98.57	7	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
12	ZK I 1215	504.63	99.31	100	8	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
12	ZK I 1219	580.02	98.88	97.00	12	合格	4	合格	矿层封水泥	优质

表 5-1 参与资源量估算的见矿钻孔质量情况一览表

勘探 线号	钻孔编号	终孔孔深 (m)	采取率 (%)		孔斜测量		孔深校正		封孔情况	质量评价
			岩心	矿心	次数	质量	次数	质量		
04	ZK I 0405	477.18	86.17	87.50	10	合格	4	合格	矿层封水泥	合格
08	ZK I 0805	229.11	96.65	93.58	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
16	ZK I 1601	126.01	97	100	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
16	ZK I 1603	292.73	92	88	3	合格	3	合格	矿层封水泥	合格
16	ZK I 1605	324.84	91	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
16	ZK I 1606	251.05	96.33	97.25	6	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
16	ZK I 1608	260.11	96.71	95.85	6	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
16	ZK I 1611	385.92	95.61	95.20	8	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
16	ZK I 1612	209.72	95.96	96.53	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
16	ZK I 1617	336.28	97.95	97.57	7	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
20	ZK I 2003	301.09	99	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
20	ZK I 2004	352.20	91	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
20	ZK I 2007	461.29	96.36	96.94	10	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
20	ZK I 2014	449.81	97.20	96.52	9	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
20	ZK I 2016	450.60	95.91	94.73	9	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
24	ZK I 2401	254.63	98.05	96.67	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
24	ZK I 2402	125.29	92	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
24	ZK I 2403	184.31	97	99	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
24	ZK I 2405	340.91	98.85	98.79	7	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
24	ZK I 2407	371.39	98.42	99.90	8	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
28	ZK I 2801	306.60	96	99	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
28	ZK I 2803	257.28	93	93	3	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
28	ZK I 2807	362.41	95.06	96.00	7	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
32	ZK I 3212	90.63	95.06	95.50	2	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
32	ZK I 3215	163.99	96.59	95.38	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
12	ZK II 1207	451.05	97	99	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
16	ZK II 1607	120.90	86	96	3	合格	3	合格	矿层封水泥	良好
00	ZK II 0001	193.98	96.98	98.83	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
04	ZK II 0408	260.41	97.44	93.50	6	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
04	ZK II 0410	271.21	96.27	98.33	6	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
08	ZK II 0811	245.38	96.46	95.99	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
08	ZK II 0815	362.50	97.40	97.53	8	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
08	ZK II 0817	134.46	94.70	95.31	3	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
16	ZK II 1613	194.44	99.51	100	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
20	ZK II 2001	77.93	95	96	5	合格	3	合格	矿层封水泥	良好
20	ZK II 2005	318.19	97	100	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质

表 5-1 参与资源量估算的见矿钻孔质量情况一览表

勘探 线号	钻孔编号	终孔孔深 (m)	采取率 (%)		孔斜测量		孔深校正		封孔情况	质量评价
			岩心	矿心	次数	质量	次数	质量		
04	ZK I 0405	477.18	86.17	87.50	10	合格	4	合格	矿层封水泥	合格
08	ZK I 0805	229.11	96.65	93.58	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
20	ZK II 2008	191.73	96.64	95.83	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
20	ZK II 2009	212.01	96.33	94.34	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
22	ZK II 2201	149.80	93.81	99.50	3	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
00	ZK III 0005	164.69	92	88	3	合格	3	合格	矿层封水泥	合格
00	ZK III 0009	166.62	92.29	94.67	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
06	ZK III 0601	138.40	99	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
06	ZK III 0602	181.71	98.30	95.78	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
06	ZK III 0603	194.92	98.57	92.92	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
06	ZK III 0604	264.29	98.95	99.56	6	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
08	ZK III 0816	169.12	94.47	96.16	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
36	ZK III 3608	233.06	91.62	90.00	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
40	ZK III 4008	260.34	96.95	100	6	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
28	ZK IV 2801	189.36	92	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
28	ZK IV 2802	174.08	97	99	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
28	ZK IV 2804	195.08	94.12	93.79	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
28	ZK IV 2805	274.51	94.04	94.43	6	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
28	ZK IV 2806	330.97	97.39	94.72	7	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
28	ZK IV 2814	216.72	92.66	93.50	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
28	ZK IV 2814B	414.90	95.53	98.00	9	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
32	ZK IV 3201	260.21	96	99	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
32	ZK IV 3202	221.99	90.95	90.78	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
32	ZK IV 3203	200.68	93.71	92.83	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
32	ZK IV 3204	274.96	95.20	95.05	6	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
32	ZK IV 3205	336.58	94.36	93.81	7	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
36	ZK IV 3601	141.75	93	93	3	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
36	ZK IV 3602	192.01	95.32	95.88	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
36	ZK IV 3603	296.06	88.25	90.22	6	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
38	ZK IV 3801	73.75	97	100	3	合格	3	合格	矿层封水泥	优质
38	ZK IV 3801A	90.37	92	88	3	合格	3	合格	矿层封水泥	合格
40	ZK IV 4001	165.71	93	97	4	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
40	ZK IV 4002	129.14	94.14	93.88	3	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
44	ZK IV 4401	167.57	99	99	4	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
44	ZK IV 4403	260.53	92.23	91.23	6	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
44	ZK IV 4404	274.41	91.25	96.44	6	合格	4	合格	矿层封水泥	优质

表 5-1 参与资源量估算的见矿钻孔质量情况一览表

勘探线号	钻孔编号	终孔孔深 (m)	采取率 (%)		孔斜测量		孔深校正		封孔情况	质量评价
			岩心	矿心	次数	质量	次数	质量		
04	ZK I 0405	477.18	86.17	87.50	10	合格	4	合格	矿层封水泥	合格
08	ZK I 0805	229.11	96.65	93.58	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好
44	ZKIV4406	343.64	98.41	99.38	7	合格	4	合格	矿层封水泥	优质
48	ZKIV4801	197.47	90.70	84.46	4	合格	4	合格	矿层封水泥	合格
48	ZKIV4803	211.82	91.84	92.17	5	合格	4	合格	矿层封水泥	良好

总进尺共计 20608.91 米。其中参与矿体圈连和资源量估算的见矿钻孔有 55 个（表 5-1）；未见矿钻孔和控边钻孔有 22 个（表 5-2），钻孔总体见矿率达到 90.10%。参与矿体圈定和资源量估算的 55 个见矿钻孔质量情况统计结果表明：钻孔岩心采取率在 90% 以上的有 53 个，在 80-89% 之间的钻孔有 2 个，岩心采取优良率高达 100%；矿心采取率在 90% 以上的钻孔有 53 个，在 80-89% 之间的钻孔有 2 个，矿心采取优良率高达 100%；钻孔弯曲度测量和孔深校正的次数均按规范和核实要求进行，其结果均未出现超差，全部合格；所有钻孔的封孔均按规范和核实要求进行；钻孔施工质量优质的钻孔有 21 个，质量良好的钻孔有 32 个，质量为合格的钻孔有 2 个，钻孔施工优良率达到 96.36%，其中优质率达到 38.18%，合格率达到 100%。

以上参数显示，本次核实施工的参与矿体圈定和资源量估算的 55 个见矿钻孔，施工质量符合规范要求。

未见矿和控边钻孔共 22 个，其中 ZK I 0807 和 ZK II 1607A 两钻孔均见矿，但其见矿厚度太小并且就目前地质情况分析其见矿层暂不能和 I、II 号矿体圈定的矿层进行合理的连接。对未见矿钻孔和控边钻孔岩矿心采取率指标、钻孔弯曲度和孔深校正的统计表明全部合格，除两个钻孔施工质量合格外，其余 2 个钻孔均达优良，优良率达到 90.91%，达到规范和核实精度要求。

(2) 钻孔施工工艺和技术措施

主要采用 HQ、NQ 绳索取心金刚石钻进，其工艺先进，不但提高了钻进效率，而且增加了岩矿心的完整程度和岩矿心采取率。

地表第四系残坡积、断层破碎带等采用单管或无泵干钻或辅以卡料钻进取心，使用绳索取心工艺外完整基岩地层采用单动双管卡簧取心。其中第四系残坡积层采用无泵干钻或清水+300--500×10⁻⁶PHP 无固相冲洗液或 SH 植物胶冲洗液钻进，套管护孔；在裂隙、破碎带层位采用清水+300--800×10⁻⁶PHP 无固相冲洗液或套管

5-2 未见矿钻孔和控边钻孔质量情况一览表

勘探线号	钻孔编号	终孔孔深 (m)	采取率 (%)		孔斜测量		孔深校正		封孔情况	质量评价
			岩心	矿心	次数	质量	次数	质量		
08	ZK I 0802	191.09	97.94	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
08	ZK I 0807	313.73	95	--	3	合格	2	合格	矿层封水泥	良好
20	ZK I 2002	158.70	94	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
32	ZK I 3206	187.19	95.47	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
32	ZK I 3216	280.88	99.41	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
36	ZK I 3605	204.75	93.77	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
12	ZK I 1219A	104.24	98.84	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
04	ZK II 0412	190.30	95.76	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
28	ZK II 2813	196.85	97.1	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
32	ZK II 3208	135.20	94.0	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
36	ZK II 3615	184.36	96.44	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
16	ZK II 1607A	312.30	95	--	2	合格	2	合格	孔口封水泥	合格
04	ZK III 0404	246.60	95	--	3	合格	3	合格	孔口封水泥	良好
44	ZK III 4410	218.27	97	--	3	合格	3	合格	孔口封水泥	良好
16	ZK IV 1616	257.31	97.01	--	3	合格	3	合格	孔口封水泥	良好
24	ZK VI 2414	195.23	93.9	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
24	ZK VI 2416	160.20	94.53	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
48	ZK VI 4804	255.08	94.78	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格
50	ZK VI 5001	131.71	86.16	--	4	合格	4	合格	孔口封水泥	合格

护壁或水泥固结护壁或泥球堵漏；在灰岩、大理岩等完全漏失地层采用清水顶漏钻进，直到穿过后用套管隔离；其他角岩、矿层等完整地（矿）层采用清水+300-500×10⁻⁶PHP 冲洗液。

上述的工艺方法和技术措施，有效地保证了岩（矿）心的采取率达到规范和核实工作要求。

(3) 钻孔结构

一般用Φ150mm或Φ130mm口径开孔，由硬质合金钻头钻进，钻穿浮土层或风化层后下入Φ146mm或Φ127mm套管保护，再换Φ130mm、Φ110mm、Φ95mm、Φ75mm金刚石钻头钻进至终孔，并依据钻孔层位完整情况有选择性的下入套管对孔壁进行保护，确保钻孔施工到达地质目的所要求的孔深。一般钻孔终孔口径不小于Φ75mm，就保证了岩矿心的采取率和岩矿心的代表性，符合规范和核实工作要求。

(4) 岩矿心采取率

本次核实工作全部施工的77个钻孔(表5-1、表5-2)，岩心采取率均大于90%，矿心采取均大于90%。整体岩心采取率达到94.92%，矿心采取率达到96.38%。达

到规范和核实精度要求。

(5) 钻孔弯曲度

矿区施工的钻孔主要用 KXP-2 型测斜仪进行孔斜和方位角测量，凡下井测量前均进行了校检。

每钻进 100m 或遇矿层及重要标志层、终孔，均进行了孔斜测量，由于矿区地层不偏斜，加上使用长钻具、满眼钻进等防斜措施，本次核实施工的全为 75-80° 斜孔，与其设计孔斜每 100m 均在 $\pm 2^\circ$ 之间，钻孔方位较偏差也在 $\pm 2^\circ$ 之间，钻孔弯曲度测量结果（表 5-1、表 5-2）显示其弯曲度指标全部合格，符合规范和设计要求。

(6) 校正孔深情况

每钻进 100m 或下套管前、遇矿层及重要标志层、终孔，均进行了孔深校正，测量均是使用经过校正的钢尺进行，整个核实区孔深误差均小于千分之一（表 5-1、表 5-2），满足规范和核实工作要求。

(7) 钻孔水文地质观测及班报表记录

核实期施工的所有钻孔均进行了回次水位、冲洗液消耗量、终孔稳定水位的观测，并详细记录了钻孔中的涌水、漏水、掉块、垮塌等发生的深度与位置。钻孔水文地质观测，均以机台小班进行观测、记录，一般每班观测孔内水位 1—2 次；在采用清水钻进时，起钻后和下钻前用测绳观测孔内水位各一次。若进行泥浆钻进时，无法进行简易水文观测。终孔后观测终孔水位 12 小时，水位观测用电测水位计或测钟测量，测量误差小于 1cm，符合精度要求。

各机台小班，基本上能按要求较及时、准确、真实、齐全地记录钻探中有关数字，数据清楚、资料可靠。符合规范和核实工作要求。

(8) 封孔

所有竣工钻孔均执行孔口 0—5m、全部矿体（层）及顶底板各取 5-10m 作为水泥封孔井段。封孔井段底部用木塞架桥，用 M7.5 水泥浆通过泥浆泵和钻杆注入封孔地段进行封孔，对进行封孔质量检查的钻孔，待水泥浆凝固后再钻取水泥柱进行观察、鉴定。最后在孔口埋制水泥柱桩（地表高 50 cm），并标注孔号、孔深、施工日期等，最后施测孔口坐标。

矿区的封孔工作按照地质封孔设计和地矿部《岩心钻探规程》【1982】558 号文执行，并按钻孔数 5% 比例进行封孔检查（钻水泥心检查），其质量良好。

(9) 岩矿心保管

岩心清洗干净后按秩序装入岩心箱，将大于 5 cm 的岩心编上块号，岩心箱用红油漆编写上孔号、箱号、起止回次号、孔深。岩心箱所装的岩心均按回次号顺序用岩心牌间隔分开，岩心牌记录有回次号、岩心总块数、回次起止孔深、回次长、岩心长、残留岩心长、取心日期及相关操作责任人姓名等。

为了保证采样工作的及时性，每一个钻孔终孔后，及时将岩心存入了岩心库中及时取样，并按钻孔和岩心箱号顺序摆放整齐，各岩心库均绘制有钻孔岩心分布图，以备日后查找。

上述探矿工程地质编录资料均进行了“三级”检查，可满足编录质量要求。

5.3 生产探矿工程测量及质量评述

采用红外线全站仪对井下采矿巷道工程及采空区进行实测，所用仪器型号为尼康 DTM352，其精度为 2" 级。

2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》中的探矿工程全部采用 ProMARKX 改进型 GPS（厘米级）进行现场实测，由于该测量仪器精度与卫星信号接收条件好坏有关，在卫星信号接收条件好地方施测，其误差均小于 10 厘米，其精度完全达到了地质勘查工作的质量要求，但在卫星信号接收条件差的地方施测，误差较大。本次核实对于区内参与储量估算的探矿工程（钻探、平硐、探槽工程）坐标全部重新进行了测量，在卫星信号接收条件好的地方，直接采用 ProMARKX 改进型 GPS（厘米级）进行现场实测，其精度完全达到了地质勘查工作的质量要求，在卫星信号接收条件差的情况，先用 ProMARKX 改进型 GPS（厘米级）在离钻探、探槽或平硐较近的接收条件好的地方放 2-3 个相当图根精度的点，再用全站仪施测，其精度完全达到了地质勘查工作的质量要求。平面系统采用西安 80 直角坐标系。

本次资源储量核实工作的井下检测方法为：采用红外线全站仪对井下采矿巷道工程及采空区进行实测，所用仪器型号为尼康 DTM352，其精度为 2" 级；采用罗盘、钢卷尺对穿脉巷道中所见矿体进行现场编录、素描，并进行连续刻槽取样（规格 10×3cm），本次探矿巷道编录约 446.54m，核实矿体厚度点 8 个，采集化学分析样 4791 件，内、外检样分别为 52 个、51 个，重新编录由矿山施工的 PD1—Cm(N

、S)PD2-Cm1、2, PD4(III)-Cm1 与采空区掌子面 PD2-201-8 采, PD3-301-2 采 W、E 等探矿工程, 引用了 1676 个矿山送检的化学分析样。本次储量核实工作方法正确, 其精度可以满足规范要求, 成果质量可靠。

5.4 采样、化验及质量评述

5.4.1 采样及质量评述

本次核实对 I、II、III、IV 号矿体进行了较系统的钻探工程控制和 5346m-5298m 中段 PD1—Cm(N、S)PD2-Cm1、2, PD4(III)-Cm1 与 PD2-201-8 采, PD3-301-2 采 W、E 等工程平硐进行了自顶板至底板的连续刻槽取样化验, 共采集基本分析样 4791 件, 采样长度为矿体, 一般 1.5-2m。采样方法为刻槽法及钻孔岩芯劈开法。即以 10×3cm 的规格垂直矿体最大变化方向刻槽采集。区内参与资源量估算的样品采集符合地质规范要求。

5.4.2 化验及质量评述

样品分析主要由西南冶金地质研究所岩矿测试中心承担, 分析项目主要为 Cu、Mo、Pb、Zn、Au、Ag。

样品加工经历粗碎、中碎、细碎三个阶段, 每一阶段又包括破碎、过筛、混匀、缩分四道工序, 缩分公式 $Q=qd^2$ 中 K 值选用 0.2。原样碎至 100 目时缩分一半留作副样, 另一半进一步粉碎全部通过 200 目作正样至化学分析, 碎样全过程中样品损失率 (<3%) 及缩分误差 (<3%) 均合乎规定标准。保证了分析样的均匀性和代表性。

(1) 分析项目、工作量及承担单位

基本分析: 共分析样品 4791 件, 分析元素为 Cu、Au、Ag、TFe、Mo、Pb、Zn。

组合分析: 采用基本分析样品的副样组合法, 组合分析样共 14 件, 分析项目为 Mo、Au、Ag, 由西南冶金地质研究所岩矿测试中心实验室分析承担。

内检分析: 由西南冶金地质研究所岩矿测试中心实验室进行。待基本分析完成后, 由实验室密码随机抽取 429 件样品进行内检分析, 占样品分析总数的 8.95%。

进行实验室内部质量检查。按 DZ/T0130—2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》Cu、Au、Ag 重复分析相对偏差允许限为 $YC=C \times (14.37X-0.1263-7.659)$ ；Au、Ag 分析相对偏差允许限为 $YG=14.43CXG-0.3012$ 统计。分析项目根据样品类型仍确定为 Cu、Au、Ag。

• 外检分析：由具有地质实验测试甲级资质的中国地质科学院矿产综合利用研究所分析测试中心承担，共 281 件，占样品分析总数的 5.87%，外检项目为 Cu。

(2) 分析方法简述

分析测试选用中华人民共和国地质矿产部 DZ0130—2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》的标准分析方法进行，具体方法简述如下：

Cu、Ag、Mo 采用王水+氢氟酸+高氯酸溶解，全谱直读等离子发射光谱法或原子吸收法测定。

Au 采用王水+氟化物溶解，活性炭富集，AAS 石墨炉原子吸收测定（ $0.01-0.3 \times 10^{-6}$ ）、AAS 火焰法原子吸收测定（ $>0.3 \times 10^{-6}$ ）。

3、化验分析质量评述

基本分析等化验分析的质量在实验室严格质量监控的基础上，按规范用内、外检的方法进行验证。

实验室质量监控：样品经棒磨加工至 -200 目（-0.074mm），Au 采用王水+氟化物溶解，活性炭富集，AAS 石墨炉原子吸收测定（ $0.01-0.3 \times 10^{-6}$ ）、AAS 火焰法原子吸收测定（ $>0.3 \times 10^{-6}$ ）；Cu、Ag、Mo 采用王水+氢氟酸+高氯酸溶解，全谱直读等离子发射光谱法或原子吸收法测定。质量监控严格执行 DZ0130—2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》，所有样品进行两次重复分析，同时随机抽取 20% 的样品编密码随同分析进行精密度监控，每一批次样品分析均插入国家一级标准物质进行准确度监控。按 DZ0130—2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》进行质量统计，Au、Ag、Cu、Mo 各元素国家一级标准物质合格率均为 100%，各元素重复样及密码样合格率均为 100%。

为保证分析化验的质量，将偶然误差降低到最小的程度，在每 20 件样之间插入标准样和重复样，并按一定间隔，插入空白样。选用国家一级标准物质 GAu—16a、GBW07233、GBW07237、GBW07238 在 32 周内对测定元素进行监控，采用中华人民共和国地质矿产部 DZ0130—2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》《岩矿分析允许相对误差对照表》作为误差标准，测试人员凡批样合格率达不到 90%者，不予统

计工作量。以允许相对偏差作为监控限；以允许相对偏差的根号 2 分之 1 作为警告限。结果表明 Au、Ag、Cu、Mo 各元素准确度较高，无系统误差。

内检（制样质量检查）：根据《地质矿产实验室测试质量管理规范》的管理规定进行，所有参加资源量估算的样品，均由勘查单位技术人员密码抽检抽检 429 件样品，由西南冶金地质研究所岩矿测试中心实验室进行内检测试，进行样品均匀性和制样质量检查。检查结果，Cu 抽查 429 件，占样品分析总数的 8.95%，合格 429 件，合格率 100%，无系统误差，已达到管理规范（规范要求合格率为 80%）要求，样品加工质量较高，正、副样均匀度良好，具足够的代表性，可供各种分析实验使用。

外检：由勘查单位技术人员抽检 281 件样编密，由西藏自治区地质矿产勘查开发局中心实验室外送进行外检分析。分析元素：Cu，符合规范要求。按 DZ/T0130—2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》Cu 重复分析相对偏差允许限为 $YC=C \times (14.37X-0.1263-7.659)$ ，统计结果表：Cu 抽查 281 件，占样品分析总数的 5.87%，合格 281 件，合格率 100%。

以上结果表明，化验分析的内检和外检合格率均达 90%以上，由此说明本次核实的基本分析、组合分析及其他化验分析的结果是可靠的，完全能满足资源量估算的需要。

5.5 探采对比

5.5.1 构造

根据矿山提供的采矿地质资料，矿山在建井和生产过程中，总体构造形态与 2010 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》基本一致。

5.5.2 矿体特征

与 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》对比，本次资源储量核实后，矿区内矿体数量上新增铜矿体 1 个（1 层铜矿）（即 I—4 号铜矿体）；共计四个铜矿体（八层铜矿）（局部具分枝现象）。

各铜矿体形态变化延长，各矿体通过 PD1、PD2、PD3、PD4、PD15-1 的工程平硐及 77 个钻孔控制，结果认为：I 号矿体在走向上总体向东延长 268m，向深部延深了 515.90m(8-20 线段)，II 号矿体在走向上向西延长 260m，向深部延深了 343m，III 号矿体在走向上向东延长 62m，向深部延深了 176m(6-12 线段)，IV 号矿体在走向上向西延长 75m。向深部延深了 243m(36-40 勘探线)。I 号矿体中部通过钻探 ZK I 0812 和 ZK I 2004 中段的控制，矿体向深部延伸了 515.90m，并且(8-28 线段)向深部延深由原来的平均 320.09m 加深到 515.90m，I 号矿体形态整体为四条向北侧伏的似层状；矿体在通风井掘进中，发现在 Cm4 附近出现三条矿体(因该通风井已废，无编录资料)显示清楚，因此，在对地表工程重新高精度测量后，重新圈定的矿体在 ZK I 1601A 出现分枝现象(分枝矿体具有透镜状分布特征)；矿区在重新收集整理老资料和系统的钻探工程及地表工程探槽控制后，重新圈定矿体，其矿体特征在走向上延长，深部延深较大。

本次核实在对 5250m 探矿中段编录取样后，发现中深部矿体厚度均较地表厚，且矿化更均匀，品位变化相对更小，夹石少。

5.5.3 开采技术条件

2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》在矿床开采技术条件方面工作程度偏低，在水、工、环方面仅作了定性分析。本次核实工作，通过对矿山生产资料的分析，采用比拟法估算了未采矿段的各中段未来矿坑涌水量；通过对现有采矿巷道掘进中出现的工程地质、环境地质问题分析，进一步查明了矿区工程、环境地质条件。总体上，矿床开采技术条件基本与 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》分析情况一致。

5.5.4 勘查工作

2011 年《西藏拉萨墨竹工卡县知不拉铜多金属矿资源量核实报告》中采用的勘查方法和手段、勘查工程的布置均较合理、有效，其勘查类型参照《铜、铅、锌、银、镍、钼有色金属矿地质勘探规范》(DZ/T0201—2002)中的铜矿床勘查类型条件及工作程度，确定为第 II 类型，即以类资源量的勘查网度探求 332 类资源量；以 100×100m 的勘查网度探求 333 类资源量，其有效性和合理性偏低，工

程控制密度偏大，勘查类型定得偏低。本次核实参照《铜、铅、锌、银、镍、钼有色金属矿产地质勘查规范》（DZ/T0201—2002）要求，将勘探类型定为第Ⅱ类，勘查工程间距为 $100--120 \times 50--100\text{m}$ ，并以此工程间距探求 332 类资源储量，以 $200-240 \times 100-200\text{m}$ 的工程间距探求 333 类资源储量。

6. 资源储量估算

6.1 资源储量估算工业指标

2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》采用的矿床工业指标为：

边界品位（质量分数）： $\text{Cu} \geq 0.3\%$ ；

最低工业品位（质量分数）： $\text{Cu} \geq 0.5\%$ ；

最低可采厚度（质量分数）：1m；

夹石剔除厚度： $\geq 2\text{m}$ 。

本矿区内矿体采用该工业指标圈定后，经本矿生产经营验证，具有良好的经济效益。

本次储量核实参考《铜、铅、锌、银、镍、钼有色金属矿产地质勘查规范》（DZ/T0201—2002）和国内同类矿床采用的工业指标及硫化矿床铜采一般工业指标，结合 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》采用的矿床工业指标所产生的效果，确定本次储量核实采用的铜矿床工业指标为：

边界品位（质量分数）： $\text{Cu} \geq 0.3\%$ ；

最低工业品位（质量分数）： $\text{Cu} \geq 0.5\%$ ；

伴生有用组分（质量分数）：Au、Ag 分别为 0.1×10^{-6} 、 1.0×10^{-6} ；

最低可采厚度：1m；

夹石剔除厚度： $\geq 2\text{m}$ 。

铜资源量在最低工业品位以上的矿体（简称工业矿体），边界品位以上、最低工业品位以下的矿体（简称贫铜矿体）的资源量，以及伴生组分金、银等的资源量。

6.2 资源储量估算范围、对象

本次资源储量估算的范围与采矿权范围一致（见表 1-1），估算对象为 I、II、III、IV 号铜矿体地表出露标高 5423.81m 至 4801m 深部标高的矿量，估算最大垂深 4801m（不含推深）。本次核实资源储量估算截止时间为 2012 年 11 月 30 日。

6.3 资源储量估算方法选择及其依据

鉴于本次资源储量核实中，重新确定了勘查类型和工程间距，同时增加了较多的控矿工程质量点，矿体控制程度提高，资源储量类型变化较大，故对于保有、消耗资源储量和未动用的矿块资源储量的核实均采用重算的方法。因此资源量估算方法采用平行剖面法。由于矿体平均倾角大于 45° ，资源量估算采用平行排列的勘探剖面间距对工业铜矿体“分割”划分自然块段，分别计算各块段的主元素资源量和伴生元素资源量，然后累加各块段资源量得出矿体总资源量。主要计算公式如下：

$$Q=V \times D$$

$$P=Q \times C$$

$$T=\sum P$$

式中：V—块段体积

S1·S2—分别表示块段在两条相邻剖面上的面积

L—块段水平长度，即两条相邻剖面间的水平距离

Q—块段矿石量

D—矿石单位体积质量（体重）

P—块段金属资源量

C—块段平均品位

T—矿体金属资源量

原始数据采用 Microsoft office EXCEL 电子表进行原始数据录入，经不同技术人员多次校对无误，作为计算的基础数据。

6.4 资源储量估算参数确定

6.4.1 平均品位

(1) 单工程矿体平均品位

在各单工程中，用圈入矿体内的所有样品品位和样品代表厚度加权求得。单工程矿体平均品位用圈入矿体内的所有样品的算术平均值计算。计算公式如下：

$$= \Sigma C \cdot L / \Sigma L$$

式中： \bar{C} —单工程矿体平均品位

C —圈入矿体内的单样品品位

L —单工程中圈入矿体内的样品厚度

(2) 剖面平均品位

剖面上不同矿种的平均品位计算用剖面上各相应矿体的视厚度加权平均求得，其公式为 $= \Sigma CL / \Sigma L$ ，式中 L 代表单工程矿体样长。

(3) 块段平均品位

块段平均品位以相邻剖面面积加权平均求得，公式为： $C = \Sigma C \cdot S / \Sigma S$ ，各种平均品位计算结果见附表。

(4) 矿体平均品位

采用块段平均品位与块段矿石量加权平均求得。

6.4.2 矿体厚度

(1) 槽探、坑道工程中矿体厚度计算公式：

$$\text{矿体真厚度：} M = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \sin \beta \cdot \cos \alpha)$$

当取样倾斜方向与矿体倾斜方向相反时，前后两项间为正号连接，反之则为负号连接。

(2) 钻孔矿体的厚度 $M = L/n(\sin \alpha * \sin \gamma \cos \beta \pm \cos \alpha * \sin \beta)$ ，单工程矿体厚度用圈入工业矿体和低品位矿体的所有样品厚度（或长度）分别累加求得。

(3) 矿体水平厚度： $W = M / \sin \alpha$

式中： L —取样实际穿矿长度； α —矿体倾角； β —取样坡度角； γ —取样方位与矿体走向夹角， M —矿体真厚度， W —矿体水平厚度。

(4) 块段平均水平厚度：单工程矿体水平厚度算术平均值。

为块段内各单工程矿体厚度之算术平均值，计算公式为：

$$\bar{M} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n}$$

式中： $m_1、m_2 \dots m_n$ ——各单工程矿体厚度

块段平均真厚度：单工程矿体真厚度算术平均值。

(5) 矿体平均厚度：块段平均真厚度与块段矿石量加权平均求得。

由于采用平行剖面法计算，计算过程中只与剖面面积有关。厚度仅作为参考。

6.4.3 块段间距

采用平行剖面法计算块段体积时，块段平均间距就是平行剖面之间的垂直间距，用相邻剖面上的工程坐标计算求得。

6.4.4 块段面积测定

剖面面积（S）采用几何图形法计算求得。由 MapGis 软件的面实体属性求得图上面积（平方毫米）。然后根据块段计算体积的要求计算剖面实际面积（平方米）并依次编号。剖面面积测定结果见附表。

6.4.5 块段体积（V）的确定

(1) 当相邻两剖面上矿体之相对面积差 $(S_1 - S_2) / S_1 \leq 40\%$ 时采用梯形体公式计算其体积，即 $V = \frac{1}{2} (S_1 + S_2) L$ 。

(2) 当相邻两剖面上矿体之相对面积差 $(S_1 - S_2) / S_1 > 40\%$ 时采用截锥体公式计算其体积，即 $V = \frac{1}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}) L$ 。

(3) 当矿体呈楔形尖灭时，采用楔形体公式计算其体积，即 $V = \frac{1}{2} LS$ 。

(4) 当矿体呈锥形尖灭时，则采用锥形体公式计算其体积 $V = \frac{1}{3} LS$ 。

6.4.6 矿石单位体积质量（体重）

《西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿资源量核实报告》采用封蜡排水法，测定了 157 个矿石小体重样品（其中包括 2011 年 133 个），测定结果矿石体重最大值为 4.55 吨/m³，最小值为 2.94 吨/m³，取算术平均值为 3.61 吨/立方米。现采用 3.61 吨/m³ 作为资源储量估算的矿石体重值。

6.4.7 特高品位的确定及处理

(1) 特高品位的确定

依据《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》和国内同类矿床采用的工业指标中特高品位的判别标准，大于矿床平均品位六倍的样品确定为特高品位样。根据矿区的实际，铜矿化较均匀，铜品位变化系数很小，因此确定特高品位时，取其下限值，确定为 6 倍。矿床平均品位为 1.50%，所以确定主元素 Cu 特高品位为 9%，知不拉铜矿共有 15 件样品 Cu 品位大于 9%（见表 6-1）。

(2) 特高品位的处理

根据统计结果，特高品位（共 15 件样品）采用单工程矿体的平均品位进行替换处理（详见表 6-1）。

表 6-1 知不拉铜多金属矿特高品位处理表

工程编号	样品编号	Cu (%)	替换值	工程编号	样品编号	Cu (%)	替换值
CM310	H3	11.83	6.95	ZKI0701	H29	16.31	5.71
PD2CM0-1	H3	13.68	5.75	ZKI0701	H30	15.58	5.71
PD3CM8	H6	10.26	2.25	ZKI1211	H14	9.82	2.71
TC0807	H10	9.48	1.95	ZKI1601A	H4	18.7	1.88
TC3206	H17	9.355	2.1	ZKI1611	H45	12.51	2.2
ZKI0401	H11	16.05	1.78	ZKI2003	H54	11.79	1.77
ZKI0401	H35	11.73	1.78	ZKIII0603	H14	12.29	1.4
ZKI0402	H7	11.8	2.95				

6.5 矿体圈定原则

严格按照铜矿工业指标对单工程矿体进行圈定，根据矿体延伸规律将相邻见矿工程中的矿体进行连接，确定矿体的边界；在矿体两端见矿工程以外，按适当外推，确定矿体的外推边界作为资源量计算边界。

6.5.1 单工程矿体的圈定

(1) 以 Cu 为主元素，在单工程中等于或大于边界品位的样段，确定矿体与围岩的界线。

(2) 对于单工程矿体内大于或等于夹石剔除厚度的夹石，必须单独圈出，不

参与单工程平均品位计算。

(3) 对于单工程矿体内，小于夹石剔除厚度，且品位低于边界品位的样品加权平均后，平均品位大于或等于最低工业品位时，该夹石样品段也圈入矿体。

(4) 单工程矿体中，对于连续的低品位矿，其厚度大于可采厚度时，这些低品位矿根据相邻工程圈定，其厚度大于夹石厚度时，这些低品位矿单独圈定。

(5) 在单工程矿体中如果低品位矿厚度小于夹石剔除厚度时，则不须单独圈出，视为工业矿体，参与单工程平均品位和厚度的计算；如果低品位矿体小于夹石剔除厚度值，上下均为工业矿体，平均品位可达工业品位，其相邻钻孔为工业矿体，仍可将该品位矿体圈为工业矿体。

(6) 在所有单工程中圈定的矿体，其厚度均不得小于最低可采厚度。工程中圈连矿体时，矿体中部为工业品位，上、下为边界品位时，则按“穿鞋带帽”的原则，将其上、下边界品位一并圈入矿体；或加权平均后达不到工业品位要求，则视情况去掉上或下边界品位样，按原则再进行矿体的圈连。

6.5.2 矿体的连接

(1) 剖面矿体的连接

相邻工程均见矿时，按直线法连接对应矿体。相应的，若同时存在低品位矿或夹石，同样按直线连结；若一工程见低品位矿或夹石而另一工程不见，则按工程间距的二分之一采取向上或向下三角形尖灭。

相邻工程中，一工程见矿体，而另一工程见低品位矿体，则采用内插法确定其界线，尔后用直线法连接矿体。

相邻工程中一个见矿体，另一个未见矿体时，按工程间距的 1/2 尖灭。

当采用无限外推时，此次采用基本工程间距的 1/2 尖推。

(2) 平面矿体的连接

在平面上连接矿体时，先根据地表工程的地质情况连接矿体，将相同的地质体连接起来，然后再根据单工程矿体的圈定情况，连接见矿工程之间的矿体。相邻工程均见工业矿体时，采用直线对应连接，见矿工程连接计算 332 级块段资源量，外推部分连接计算 333 级资源量。

在平面上连接矿体，当相邻见矿工程中均含有夹石时，对两工程中的夹石也

进行对应连接，予以剔除。当相邻见矿勘探线只有单边（勘探线）见有夹石时，采用楔形尖灭，见矿勘探线无限外推采用基本工程间距的 1/2 向外尖推。

6.5.3 矿体的外推

知不拉矿床在平面上矿体的外推包括沿勘探线剖面的水平外推和垂直勘探线剖面的水平外推，有限外推按工程间距或勘探线间距的 1/2 尖推，无限外推，按基本工程间距的 1/2 尖推。

在矿体投影图上，将勘探线剖面上矿体的外推边界点对应连接，所圈定的平面范围即为矿体范围，也是资源量计算范围。

6.6 采空区边界圈定

矿区矿体采空区分布在+5300m 中段穿脉工程 PD1Cm (S、N) , PD2Cm1、2 和东山 I PD1, 东山 I PD2 之间矿段以上为采空区面积。本次采空区边界圈定将已实际采空矿段及虽未采空，但已不能回采的矿块（即采损量）均划为采空区，采空区边界核实以矿山提供的采掘工程平面图为基准，到现场利用测量仪器（型号为尼康 DTM352，其精度为 2" 级）配合罗盘、钢卷尺进行实测。

6.7 伴生组分的计算方法

知不拉矿区主要组分为 Cu，矿体伴生有用组分为 Au、Ag；资源量采用组合样平均品位进行计算；凡主金属块段中平均品位 Au、Ag 达到评价指标时，均采用计算主金属的方法计算伴生组分资源量，其类别与主金属 Cu 资源量类别相同，最后累加得出伴生金、银资源量。

6.8 块段划分原则及编号

由于本次资源储量核实，新增了较多的控矿工程点，与 2012 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》相比，资源储量类型有较大的改变，故重新进行块段划分。原则上按知不拉见矿工程控制的封闭地段（块段），如果相

邻剖面间距小于 100m，则该封闭地段全为 332 资源量，见矿钻孔未封闭地段，即见矿钻孔的外推块段和下推块段均为相邻块段级别的降级资源量（如 332 外推部份为 333）。据此矿区矿体共划分了 260 个自然块段。

矿块编号：每条矿块单独编号，按资源储量类型—矿块顺序号（用阿拉伯数字）的原则编号。如铜矿体编号顺序为 332 类资源量所有矿块自上而下、自西向东编号（如 332-1 ……），333 类资源量所有矿块自上而下、自西向东编号（如 333-1 ……）。顺序编号与矿体相同。

6.9 资源储量类型确定条件

6.9.1 控制的经济的基础储量（122b）

（1）具有较系统的控矿工程（钻探、平硐或槽探）或生产平巷控制，并按 50×50m 的网度控制的矿块，且块段平均品位 Cu 不低于 $\geq 0.7\%$ 。

（2）矿体的形态、产状和空间位置已基本查明，对破坏和影响矿体较大的构造性质、规模已基本控制，对夹层作了圈定。

（3）矿床开采技术条件已基本查明。

（4）经矿山开发验证，该矿床属经济的。

6.9.2 控制的预可采储量（122）

以控制的经济的基础储量（122b）乘以矿山平均回采率（本矿山历年平均回采率为 90%）求得。（未进行 122 储量计算）

6.9.3 控制的内蕴经济资源量（332）

有较系统的探矿工程（槽探、工程平硐或钻探）控制，控制网度超过 100×100m 的网度，不超过 200×160m 的网度所控制的矿块。

6.9.4 推断的内蕴经济资源量（333）

(1) 虽有较系统的探矿工程（槽探、工程平硐或钻探），但控制网度超过 100×100m 的网度，不超过 200×240m 的网度所控制的矿块。

(2) 由 332 类基础储量合理外推部分。

6.10 资源储量估算结果

依据《固体矿产资源/储量分类》、《固体矿产地质勘查规范总则》、《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》和《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》等国家标准和行业规范，经专家评审同意审查通过《西藏自治区墨竹工卡县知不拉矿区铜多金属矿资源储量核实报告》和提交的如下资源/储量，详见表 6-2。

6.10.1 核实区资源储量

1、保有资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿核实区范围内保有（332+333）铜矿石量 3137.25 万吨，金属量 462952.33 吨，平均品位 1.50%。伴生金金属量 9056.12 kg，平均品位 0.29×10^{-6} ；Ag 金属量 357795.93 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 。

其中保有，（332）铜矿石量 1838.33 万吨，金属量 316587.51 吨，平均品位 1.73%，占保有资源储量的 68.38%；（333）铜矿石量 1298.92 万吨，金属量 146364.82 吨，平均品位 1.18%、占保有资源储量的 31.62%。

工业矿体（332+333）铜矿石量 2855.78 万吨，金属量 463900.41 吨。其中（332）铜矿石量 1778.82 万吨，金属量 316849.86 吨；（333）铜矿石量 1076.97 万吨，金属量 147050.55 吨。

2、消耗资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿核实区范围内累计消耗（122b+333）铜矿石量 46.58 万吨，金属量 13498.75 吨。主要集中于矿区的 I I-1、I-2、I-3 号三个矿体的 7—4 线地段。

其中，（122b）铜矿石量 12.77 万吨，金属量 2876.19 吨，平均品位（Cu）2.25%；（333）铜矿石量 33.81 万吨，金属量 10622.56 吨，平均品位 3.14%。

3、累计查明（占用）资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿核实区范围内累计查明

（122b+332 + 333）铜矿石量 3183.83 万吨，金属量 476451.08 吨，平均品位 1.50%；金金属量 9233.12 kg，平均品位 0.29×10^{-6} ；银金属量 369324.14 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 。

其中（122b+332）铜矿石量 1851.10 万吨，金属量 319463.70 吨，平均品位 1.73%；金金属量 5368.2 kg，平均品位 0.29×10^{-6} ；银金属量 214727.62 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 。

（333）铜矿石量 1332.73 万吨，金属量 156987.38 吨，平均品位 1.18%；金金属量 3864.92 kg，平均品位 0.29×10^{-6} ；银金属量 154596.51 kg，平均品位 11.60×10^{-6} 。

其中工业矿体：（332+333）铜矿石量 2855.78 万吨，金属量 463900.41 吨，平均品位 1.62%。（332）铜矿石量 1778.82 万吨，金属量 316849.86 吨，平均品位 1.78%；333 铜矿石量 1076.97 万吨，金属量 147050.55 吨，平均品位 1.37%。矿体资源量估算结果详见表 6-3。

其中贫矿体：（332+333）铜矿石量 328.05 万吨，金属量 12550.67 吨，平均品位 0.38%。（332）铜矿石量 72.28 万吨，金属量 2613.84 吨，平均品位 0.36%，占累计查明资源储量的 0.55%；333 铜矿石量 255.76 万吨，金属量 9936.83 吨，平均品位 0.39%，占累计查明资源储量的 0.0002%。矿体资源量估算结果详见续表 6-4。

6.10.2 采矿许可证范围内资源储量（证内）

1、保有资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿采矿许可证范围内保有铜矿石（332+333）资源量为 6182706.22 吨，金属（332+333）资源量 78269.97 吨，铜平均品位 1.30%。

2、消耗资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿采矿许可证范围内消耗铜矿石（332+333）资源量 465786 .00 吨，金属资源量 13498.75 吨，平均品位 2.90%。主要集中于矿区的 I-1、I-2、I-3 号三个矿体的 7—4 线地段。

3、累计查明（占用）资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿采矿许可证范围内累计查明（332+333）铜矿石资源量 6648492.22 吨，金属资源量 84022.35 吨，平均品位 1.26%。

6.10.3 采矿许可证范围外资源储量（证外）

1、保有资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿采矿许可证范围外保有铜矿石资源量（332+333）2518.98 万吨，金属资源量 375168.91 吨，平均品位 1.49%。

2、消耗资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿采矿许可证范围外未进行过采矿活动，没有消耗资源量。

3、累计查明资源储量

截止 2012 年 11 月 30 日，在知不拉铜多金属矿采矿许可证范围外累计查明铜矿石资源量（332+333）2518.98 万吨，金属资源量 375168.91 吨，平均品位 1.49%。

表 6-2 本次审查通过的知不拉铜多金属矿资源储量汇总表

范围	资源量类型	矿石量 (t)	金属量			平均品位			
			Cu (t)	Au (kg)	Ag (kg)	Cu (%)	Au(10 ⁻⁶)	Ag(10 ⁻⁶)	
证内	消耗	332	127692.00	2876.19	48.52	3160.38	2.25	0.37	24.75
		333	338094.00	10622.56	128.48	8367.82	3.14	0.38	24.75
		332+33	465786.00	13498.75	177.00	11528.20	2.90	0.38	24.75
	保有	332	4524501.66	79097.95	1312.2	52484.22	1.75	0.29	11.60
		333	1658204.56	827.98	480.88	19235.17	1.20	0.29	11.60
		332+33	6182706.22	78269.97	1792.98	71719.39	1.30	0.29	11.60
	占用	332	4652193.66	81974.14	1349.14	53965.45	1.76	0.29	11.60
		333	1996298.56	2048.21	578.93	23157.06	1.51	0.29	11.60
		332+33	6648492.22	84022.35	1928.06	77122.51	1.26	0.29	11.60
证外	保有	332	13858810.38	237489.56	4019.06	160762.20	1.72	0.29	11.60
		333	11330987.09	137679.35	3285.99	131439.45	1.21	0.29	11.60
		332+33	25189797.47	375168.91	7305.04	292201.65	1.49	0.29	11.60

合计	占用	332	13858810.38	237489.56	4019.06	160762.20	1.72	0.29	11.60
		333	11330987.09	137679.35	3285.99	131439.45	1.21	0.29	11.60
		332+33	25189797.47	375168.91	7305.04	292201.65	1.49	0.29	11.60
	消耗	332	127692.00	2876.19	48.52	3160.38	2.25	0.37	24.75
		333	338094.00	10622.56	128.48	8367.82	3.14	0.38	24.75
		332+33	465786.00	13498.75	177.00	11528.20	2.90	0.38	24.75
	保有	332	18383309.99	316587.51	5319.68	211567.24	1.75	0.29	11.60
		333	12989191.65	146364.82	3736.44	146228.69	1.42	0.29	11.60
		332+33	31372501.64	462952.33	9056.12	357795.93	1.61	0.29	11.60
	占用	332	4652193.66	81974.14	1349.14	53965.45	1.76	0.29	11.60
		333	1996298.56	2048.21	578.93	23157.06	1.51	0.29	11.60
		332+33	6648492.22	84022.35	1928.06	77122.51	1.26	0.29	11.60
	总计	332	18511001.99	319463.70	5368.20	214727.62	1.73	0.29	11.60
		333	13327285.65	156987.38	3864.92	154596.51	1.18	0.29	11.60
		332+33	31838287.64	476451.08	9233.12	369324.14	1.50	0.29	11.60

表 6-3 知不拉铜多金属矿床工业矿体资源量估算汇总表

矿体编号	资源量类型	矿石量	Cu 金属量		Au 金属量		Ag 金属量	
			%	t	10 ⁻⁶	kg	10 ⁻⁶	kg
I	332	10899398.9	2.05	221872.84	0.29	3160.83	11.6	126433.03
	333	2598203.54	1.65	42765.57	0.29	753.48	11.6	30139.16
I-4	333	364012.2	0.86	3128.16	0.29	105.56	11.6	4222.54
II	332	4049520.49	1.66	67154.05	0.29	1174.36	11.6	46974.44
	333	3190578.94	1.5	48016.88	0.29	925.27	11.6	37010.72
III	332	360670.76	1.29	4652.88	0.29	104.6	11.6	4183.78
	333	513097.83	1.39	7118.1	0.29	148.8	11.6	5951.93
IV	332	2478576.62	0.93	23170.09	0.29	718.79	11.6	28751.49
	333	4103763.09	1.12	46021.84	0.29	1190.09	11.6	47603.65
总计	332	17788166.77	1.78	316849.86	0.29	5158.58	11.6	206342.73
	333	10769655.6	1.37	147050.55	0.29	3123.2	11.6	124928.00
	332 + 333	28557822.37	1.62	463900.41	0.29	8281.78	11.6	331270.74

表 6-4 知不拉铜多金属矿床贫矿资源量估算结果表

矿体编号	资源量类型	矿石量	Cu 金属量		Au 金属量		Ag 金属量	
			%	t	10 ⁻⁶	kg	10 ⁻⁶	kg
I	332	232881.29	0.38	875.13	0.29	67.54	11.60	2701.42
	333	1547022.57	0.39	6067.93	0.29	448.64	11.60	17945.46
I-4	333	267247.81	0.42	1134.68	0.29	77.50	11.60	3100.07
II	332	278813.55	0.36	996.27	0.29	80.86	11.60	3234.24
	333	330534.76	0.37	1218.12	0.29	95.86	11.60	3834.20
III	333	32976.00	0.37	123.24	0.29	9.56	11.60	382.52
IV-1	332	211140.43	0.35	742.44	0.29	61.23	11.60	2449.23
	333	379848.91	0.37	1392.86	0.29	110.16	11.60	4406.25
总计	332	722835.27	0.36	2613.84	0.29	209.63	11.60	8384.89
	333	2557630.05	0.39	9936.83	0.29	741.72	11.60	29668.51
	332+333	3280465.32	0.38	12550.67	0.29	951.35	11.60	38053.40

6.11 资源储量估算中需要说明的问题

(1) 核查区已知贫铜矿体多呈夹层或在工业矿体边部出现，矿体与两侧围岩界线为渐变关系。其数量只有 328.05 万吨，占矿区资源总量的 10.30%，就整个核实区而言，铜平均品位 1.50%，其中的贫矿完全可以与工业矿体一并开采利用。因此在资源量估算汇总表中未将其单独列出。

(2) 平均品位（单工程矿体平均品位，块段平均品位，矿体平均品位）的计算均按四舍五入原则取小数点后二位。铜的单位为 %（百分含量），铁的单位为 %（百分含量），金、银的单位为 $\text{Ag} (\times 10^{-6})$ ； $\text{Au} (\times 10^{-6})$ 。

(3) 厚度（单工程矿体厚度，块段平均厚度，矿体厚度）的计算亦按四舍五入原则进行，取小数点后两位。单位均为米；

(4) 矿体体重的计算亦按四舍五入原则进行，取小数点后两位，单位为吨/立方米。

(5) 面积、块段体积的计算，均按四舍五入原则，取小数点后两位。单位分别为平方米、立方米。

(6) 矿石量按四舍五入原则取整数，不保留小数，单位为吨；总矿石量按四舍五入原则取小数点后两位，单位为吨。

(7) 铜、资源量按四舍五入原则取小数点后两位，单位为吨。

(8) 本次储量核实采用的工业指标与 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》相比，核实所采用的最低工业品位指标基本一致。根据矿区内铜金银矿体控矿工程单工程平均品位，矿体 Cu、Au、Ag 分别超过： $\geq 0.5\%$ 、 $\geq 0.1 \times 10^{-6}$ 、 $\geq 1.0 \times 10^{-6}$ 。因此本次储量核实采用的工业指标估算的资源储量与 2011《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》所采用的工业指标估算的资源储量结果基本一致。

(9) 知不拉矿区主要组分为 Cu，伴生矿产为金、银及铁，其中 Mo 虽然局部地段含量偏高，但 2012 年知不拉铜多金属矿资源储量核查工作中，经系统的钻探、工程平硐及地表探槽采样分析中 Mo 含量普遍较低，品位达不到伴生评价指标，为此 Mo 未进行伴生组分资源储量计算。

6.12 资源储量变化情况评述

核实后矿区消耗、保有、累计查明资源储量与 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》估算的铜金银矿资源储量对比，本次资源储量核实新增加 332 类铜金银矿石量 728.55 万吨，铜金属量 122024.34 吨；金金属量 3010.84 kg；银金属量 203322.55 kg。新增 333 类铜金银矿石量 482.20 万吨，铜金属量减少 30151.90 吨（主要为原 333 类资源量控制程度提高为 332 类而导致减少）；金金属量 2078.79 吨；银金属量 145955.08 kg。

2007-2010 年 10 月中旬消耗铜金银矿石量 46.58 万吨，铜金属量 13498.75 吨。详见表 6—5。

表 6-5 保有、累计查明资源储量核实前后变化情况对照表

储量类型			矿石量 (万吨)	品位			金属量		
				Cu (%)	Au(10 ⁻⁶)	Ag(10 ⁻⁶)	铜(吨)	金(kg)	银(kg)
本次核实前、后保有、消耗及累计查明储量	保有储量 2012 年	332	1838.33	1.76	0.29	11.60	316587.51	5319.68	21156.72
		333	1298.92	1.49	0.29	11.60	146364.82	3736.44	14622.87
		332+333 (保有)	3137.25	1.50	0.29	11.60	462952.33	9056.12	35779.59
	保有储量 2011 年	333+332 (保有)	1926.50	1.64	0.21	10.16	310776.09	4143.47	20046.51
	消耗储量 (332+333)		46.58	2.22	--	--	13498.75	--	--
2012 年	累查明储量 (保有 332) + 333 + 消耗储量 (122b)		3183.83	1.50	0.29	11.60	476451.08	9233.10	369324.14
2011 年	累计查明储量 (122b 保有 332) + 333 + 消耗储量 (122b)		1973.08	1.64	0.21	10.16	324274.84	4143.47	20046.51

从上表反映：矿体资源储量增加 333+332 铜金银矿石量 1210.75 万吨，铜金属量增加 152176.24 吨；金金属量增加 5089.63 kg；银金属量增加 349277.63 kg。控制资源储量增多，矿体厚度增加 0.8m，铜品位深部略有增高；而推断的资源量减少，出现保有资源储量、矿体新增资源储量及厚度和品位变化的原因主要有：

(1) 本次核实重新确定了勘查类型，分别采用 100-120×50-100m 和 200-240×100-200m 工程间距估算 332 和 333 类资源储量，因此矿体长度明显加大。并根据重新确定的勘查类型对块段进行了重新划分。

(2) 采用了符合《铜、铅、锌、银、镍、钼有色金属矿产地质勘查规范》(DZ/T0201—2002) 要求的工业指标，并根据该指标要求对单工程矿体厚度和品位进行了核实。

(3) 由于地表矿体差异风化导致达不到工业品位的夹石较多，矿体厚度相对较小，矿石品位相对较低、变化相对较大。而中深部矿体厚度均较地表厚，且矿化更均匀，夹石少。《2011 年资源储量核查》资源储量估算中，浅部工程较多，深部工程较少，从而减小了块段平均厚度，品位也贫化。本次核实增加了较多的深部控矿工程（与地表工程数量相近），从而使区内矿体厚度增加了。

(4) I 号矿体在走向上向东延长 268m，向深部延深了 515.90m（08-20 勘探线），II 号矿体在走向上向西延长 260m，向深部延深了 343m，III 号矿体在走向上向东延长 62m，向深部延深了 176m（6-12 勘探线段），IV 号矿体在走向上向西延长 75m。向深部延深了 243m（36-40 勘探线）。I 号矿体中部通过钻探 ZK I 0812 和 ZK I 2004 中段的控制，矿体向深部延伸了 515.90m，并且（8-28 勘探线段）向深部延深由原来的平均 320.09m 加深到 515.90m，新增铜矿体 1 个（即 I-4 号铜矿），从而使矿体累计查明铜金属量由原来的 324274.84 吨，增至 476451.08 吨；同时新增铜矿体 1 个，新增铜金属资源量 4262.84 吨。

6.13 资源量计算结果验证

知不拉铜多金属矿体资源量计算结果验证选取知不拉 IV 号工业矿体 10 个块段，采用地质块段法进行验证计算。具体做法是在矿体投影图上量取块段面积；依据相关勘探线剖面图量取矿体倾角，利用矿体厚度求得其水平厚度参数，块段平均厚度采用算术平均求得；块段平均品位按块段各工程矿体厚度加权平均后求得；矿石体重仍采用平均体重值。与剖面法资源量计算结果对比，二者相对误差 +7.41%—8.51%（表 6—6），均符合不大于 10% 的规定要求，表明资源量计算选用方法合理，结果可信。

6-6 知不拉铜多金属矿资源量计算结果验证对比表

储量类型	块段号	地质块段法			平行剖面法			误差 (%)
		铜矿石量 (t)	Cu 品位 (%)	Cu 金属量 (t)	铜矿石量 (t)	Cu 品位 (%)	Cu 金属量 (t)	
332	MIVH22	28183.44	1.57	442.48	36591.14	1.25	457.39	-3.37
	MIVH23	70920	1.50	1063.8	88027.53	1.13	994.71	6.49
	MIVH24	217317.31	1.04	2260.1	228542.49	1.05	2399.7	-6.18
	MIVH25	160219.48	0.77	1233.69	144156.06	0.89	1282.99	-4
	MIVH27	486677.5	1.2	5840.13	538076.25	1.15	6187.88	-5.95
	MIVH28	24350.38	1.31	318.99	24394.09	1.25	304.93	4.41
	MIVH29	115790	1.1	1273.69	98301.94	1.35	1327.08	-4.19
MIVH30	200619.15	0.94	1885.82	192000.27	1.06	2035.2	-7.92	
333	MIVH26	146703.75	0.8	1173.63	144156.06	0.89	1282.99	-9.32
	MIVH31	449078.91	1.47	6601.46	545741.91	1.1	6003.16	9.06

7.矿床开发经济意义研究

7.1 矿床开发期望产值

矿床开发期望产值是指当前经济技术条件下可被开采利用的资源储量，考虑采矿损失量后，按原矿和当前市场价计算的矿产资源价值。

该矿区本次核查工作估算矿石资源量 3137.25 万吨（332+333）。按拟订的矿床平均回采率 80%计算，可采矿石量为 2589.8 万吨。参考临近矿区同类型相同品位的矿石价格，拟订本矿区矿石平均价格为 5100 元/吨。计算本矿床开发期望产值为 12799980 万元。

以矿山总投资 5000 万元人民币，年采选矿石量 3 万吨，年产铜精矿量 492 吨，铜矿价格为 56970 元/吨计，金矿价格为 360000 元/kg计，银矿价格为 7145 元/kg 计，矿山可获销售利润 3810.099 万元/年、所得税 20 万元/年、年净利润 3133.897 万元/年、全部投资回收期（静态）1.6 年，投资利润率（静态）66.3%、社会经济效益较好。

7.2 市场分析及产品销售

铜工业是国民经济中的重要行业。在我国现有 124 个产业中，有 113 个部门使用铜产品，占 91%。铜工业和其他行业的关联程度也较高。

世界铜资源主要集中在智利、美国、赞比亚、俄罗斯和秘鲁等国。其中智利是世界上铜资源最丰富的国家，其铜金属储量约占世界总储量的 1/3。而在产量方面，智利是全球最大铜产国，2006 年其产量约占全球产量的 37%。在消费方面，2000 年前在铜消费市场唱主角的是西方欧美国家，但在 2000 年后铜消费市场的主角换成了中国、俄罗斯、印度和巴西。

2009 年，我国精炼铜产量继续保持稳步增长的趋势，各月产量均高于往年同期水平，特别是下半年以来，由于铜价持续回升，冶炼厂开工率维持高位水平，月度产量屡创出纪录新高。中国 2009 年精炼铜进口创下 319 万吨的纪录高位，较 2008 年锐升 118.7%。

2010 年前 7 个月全球铜供应缺口为 35.6 万吨，去年同期为缺口 16.4 万吨，2009

年全球过剩 16.7 万吨，全球铜基本面正在发生变化。从全球铜需求地区看，中国依旧占据全球铜第一消费大国地位，需求量约占全球总需求的 30%，国内需求一直是市场关注的焦点。同时由于铜矿供应难有增长，因此 2012 年铜市基本面将会出现大幅短缺。

7.3 矿山开发经济效益

本矿山总投资 5000 万元人民币，目前实际采选处理能力为 3 万吨/年，主要开采矿区内铜矿体，矿山主要产品为铜精矿（ $\text{Cu} \geq 15\%$ ）（以下简称铜精矿），副产品为金银（ Au 、 $\text{Ag} \geq$ 分别为 0.21×10^{-6} 、 10.16×10^{-6} ，（以下简称金银粉）。其中年产值：

$$(1) \text{ 铜精矿产值} = \text{铜精矿产量} \times \text{铜精矿价格}$$

$$= 492 \text{ 吨} \times 56970 \text{ 元/吨}$$

$$= 2802.924 \text{ (万元)}$$

$$(2) \text{ 伴生金精矿产值} = \text{金精矿产量} \times \text{金精矿价格}$$

$$= 25 \text{ kg} \times 360000$$

$$= 900 \text{ (万元)}$$

$$(3) \text{ 伴生银产值 (计价)} = \text{伴生银产量} \times \text{伴生银价格}$$

$$= 150 \text{ 千克} \times 7145 \text{ 元/千克}$$

$$= 107.175 \text{ (万元)}$$

$$(5) \text{ 年产值} = \text{铜精矿产值} + \text{金精矿产值} + \text{银精矿产值}$$

$$= 2802.924 + 900 + 107.175$$

$$= 3810.099 \text{ (万元)}$$

年生产成本

$$= 3 \text{ 万吨} \times 100 \text{ 元/吨}$$

$$= 300 \text{ 万元}$$

$$(2) \text{ 年选矿成本} = \text{年处理矿石量} \times \text{矿石处理成本}$$

$$= 3 \text{ 万吨} \times 95 \text{ 元/吨}$$

$$= 285 \text{ (万元)}$$

$$(3) \text{ 年矿产资源补偿费} = \text{年产值} \times \text{矿产资源补偿费率}$$

$$=3810.099 \text{ 万元} \times 2\%$$

$$=76.20198 \text{ 万元}$$

$$(4) \text{ 矿产资源税} = \text{年产量} \times \text{矿产资源税率}$$

$$=3 \text{ 万吨} \times 5 \text{ 元/吨}$$

$$=15 \text{ 万元}$$

$$(5) \text{ 年成本} = \text{年采矿成本} + \text{年选矿成本} + \text{年矿产资源补偿费} + \text{矿产资源税}$$

$$=300 + 285 + 76.20198 + 15$$

$$=676.20198 \text{ (万元)}$$

利润

$$(1) \text{ 年利润} = \text{年产值} - \text{年生产成本}$$

$$=3810.099 - 676.20198$$

$$=3133.897 \text{ (万元)}$$

$$(2) \text{ 总利润} = \text{年利润} \times \text{矿山服务年限}$$

$$=3133.897 \text{ 万元/年} \times 15 \text{ 年}$$

$$=47008.4553 \text{ (万元)}$$

$$\text{投资返本期} = \text{矿山投资额} / \text{企业年利润}$$

$$=5000 / 3133.897$$

$$=1.6 \text{ (年)}$$

$$\text{投资利润率} = \text{企业年利润} / \text{矿山投资额}$$

$$=3133.897 / 5000$$

$$=66.3 \text{ (\%)}$$

$$\text{企业净利润} = \text{总利润} - \text{企业新增投资额}$$

$$= 47008.4553 \text{ 万元} - 5000 \text{ 万元}$$

$$=42008.4553 \text{ (万元)}$$

8. 结语

8.1 取得的主要成果

本次资源储量核实在充分收集了西藏地质矿产勘查开发局第六地质大队对该区进行的以铜为主的普查找矿工作成果（2003—2005 年），在西藏地质矿产勘查开发局第六地质大队 2011 年 11 月提交的《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》及评审意见书、储量认定书、矿山铜矿体采掘工程平面图、矿山 2006—2010 年矿产储量年度报表、生产经营资料等的基础上，新增加了较多的井下控矿工程质量点，从而进一步加深对矿体的控制和认识程度，主要取得如下成果：

（1）铜矿体的勘查工作程度由原来的普查提升到详查程度。

（2）铜矿体的开采技术条件已基本查明。

（3）与原矿体特征相比，各铜矿体厚度增大、Cu 品位深部增高，形态变化延长，各矿体通过地表 55 条工程探槽和 PD1、PD2、PD3、PD4、PD15--1 的工程平硐及 77 个钻孔控制，结果认为：I 号矿体在走向上向东延长 268m，向深部延深了 515.90m（08-20 勘探线），II 号矿体在走向上向西延长 260m，向深部延深了 343m，III 号矿体在走向上向东延长 62m，向深部延深了 176m（6-12 线段），IV 号矿体在走向上向西延长 75m。向深部延深了 243m（36-40 勘探线）。I 号矿体中部通过钻探 ZK I 0812 和 ZK I 2004 中段的控制，矿体向深部延伸了 515.90m，并且（8-28 线段）向深部延深由原来的平均 320.09m 加深到 515.90m，I 号矿体形态整体为四条向北侧伏的似层状、大脉状；矿体在通风井掘进中，发现在 Cm4 附近出现三条矿体（因该通风井已废，无编录资料）显示清楚，因此在对地表工程重新高精度测量后，重新圈定的矿体在 ZK II 2005、ZK I 1601 出现分枝现象（分枝矿体具有透镜状分布特征）；矿体在重新收集整理老资料和系统的钻探工程及地表工程探槽控制后，重新圈定矿体，其矿体特征在走向上延长。

本次核实在对 5250m 探矿中段编录取样后，发现中深部矿体厚度均较地表厚，且矿化更均匀，品位变化相对更小，夹石少。

（4）本次资源储量核实后，新发现铜多金属矿体一个（即 I—4 号铜矿体），新发现铜矿体两端未能工程控制，规模不祥，以待今后工作中作出评价工作。共计四个铜矿体八层铜矿。

(5) 截止 2012 年 11 月 30 日, 矿区累计查明资源储量铜矿石量 (332+333) 3183.83 万吨, Cu 金属量 476451.08 吨, 平均品位 1.50%; Au 金属量 9233.12 kg, 平均品位 0.29×10^{-6} ; Ag 金属量 369324.14 kg, 平均品位 11.60×10^{-6} 。其中保有资源储量 332+333 类铜矿石量 3137.25 万吨, Cu 金属量 462952.33 吨, 平均品位 1.50%; Au 金属量 9056.12 kg, 平均品位 0.29×10^{-6} ; Ag 金属量 357795.93 kg, 平均品位 11.60×10^{-6} 。

采矿许可证范围内:

占用铜矿石 (332+333) 资源量为 6648492.22 吨, 占用铜金属 (332+333) 资源量为 84022.35 吨, 铜平均品位 1.26%。其中: 消耗铜矿石 (332+333) 资源量为 465786.00 吨, 消耗金属 (332+333) 资源量铜为 13498.75 吨, 铜平均品位 2.90%; 保有铜矿石 (332+333) 资源量为 6182706.22 吨, 保有铜金属 (332+333) 资源量为 78269.97 吨, 铜平均品位 1.30%。

采矿许可证范围外 (垂深):

保有铜矿石 (332+333) 资源量为 25189797.47 吨, 保有铜金属 (332+333) 资源量为 375168.91 吨, 铜平均品位 1.49%。

从上可以看出, 铜矿石的消耗均在采矿许可证内。

(6) 与 2011 年《西藏自治区墨竹工卡县知不拉铜矿资源量核实报告》相比, 新增加 332+333 类铜矿石量 1210.75 万吨; Cu 金属量 152176.24 吨; Au 金属量 5089.63 kg; Ag 金属量 349277.63 kg; 其中新增 332 类铜矿石量 728.55 万吨; Cu 金属量 122024.34 吨; Au 金属量 3010.84 kg; Ag 金属量 203322.55 kg; 新增 333 类铜矿石量 482.20 吨, Cu 金属量减少 30151.90 吨 (主要为原 333 类资源量控制程度提高为 332 类而导致减少), Au 金属量 2078.79 kg; Ag 金属量 145955.08 kg。

8.2 今后矿山开发经济效益

据矿山 2007-2010 年生产经营效益情况, 以目前矿山现有生产规模和设备, 以本次核实的保有资源储量为基础 (矿山保有铜矿石量 3137.25 万吨), 尚可供

矿山服务 25 年计，则在其服务年限内可为矿山实现税利约 47008.46 元，税后利润约 42008.46 万元。可解决 100-200 人的就业，带动当地经济的发展，并能一定程度上缓解我国对铜资源短缺的矛盾，具明显的经济效益。

由于铜在我国属较少资源，用途广泛，需求量逐年增大，而产品供应量有限，因此该矿产品价格很有上扬空间。本矿山具有非常好的发展前景。

8.3 问题与建议

(1) 鉴于本矿区 I-4 矿体及外围地质勘查程度总体较低，建议矿山对 I-4 矿体及外围成矿有利部位及已知矿化体进行找矿评价工作；对铜矿外围进行普（详）查；在进一步发现铜矿化体的基础上进行采矿权扩界整合后，进行外围地质详查，从而进一步扩大矿山铜资源储量。

(2) 鉴于目前铜矿在国内外供需状况，根据矿山现保有资源储量及其远景资源量，矿山目前生产规模偏小，应扩大矿山生产规模，促使矿山产生更大的经济效益和社会效益。

(3) 本次资源储量核实后，新发现铜多金属矿体一个（即 I—4 号铜矿体），新发现铜矿体两端未能工程控制，规模不祥，以待今后工作中作出评价工作。

(4) 矿山目前生产的铜精矿产品品级偏低（纯度偏低，杂质偏高），选矿回收率偏低，一定程度上影响了矿山的经济效益和发展，建议矿山投入一定的科研经费，进一步优化选矿流程和参数。

(5) 目前矿业权人正在进行矿山铜矿深部找矿工作，其中探矿深度达到 5412m-4801m 标高，并且见矿情况较好，矿山远景储量较大。应加大矿山更进一步的找矿评价工作。

(6) 在矿床地质勘查工作中，对矿床外围找矿评价未能全面工程控制，在今后采矿工作中对矿床外围找矿做出评价工作。

(7) 根据本次资源储量核实工作中发现原开采证规定开采范围 5300m —5280m 应变更为 5300m（地表标高）— 4801m（地表深部）。

参考文献

- 中华人民共和国国家标准《固体矿产地质勘查总则》GB/T13908—2002
- 国土资源部《铜、铅、锌、银、镍、钼金属矿产地质勘查规范》（DZ/T0201—2002）；
- 国家技术监督局《固体矿产资源/储量分类》GB/T1776—1999；
- 中国地质调查局《固体矿产普查暂行规定》DD2000—02；
- 中华人民共和国地质矿产行业标准《固体矿产勘查原始地质编录规定》DZ/T0078—1993；
- 中华人民共和国地质矿产行业标准《固体矿产勘查 地质资料综合整理/综合研究规定》DZ/T0079—1993；
- 中华人民共和国地质矿产行业标准《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》DZ/T0033—1993；
- 国家技术监督局 中华人民共和国建设部《岩土工程勘察规范》GB 50021—94；
- 刘鹏鄂《断裂构造对铅锌矿的控制作用》1987；
- 陈福林 龙锡盛等《内蒙古自治区西乌珠穆沁旗小西沟铅锌矿资源储量核查报告》2009；
- 西藏地矿局区域地质调查大队《1:20万拉萨幅区域地质调查报告》1998；
- 西藏巨龙铜业有限公司《西藏自治区墨竹工卡县荣木错拉矿区铜矿勘探报告》2011；
- 西藏地勘局第六地质大队《西藏墨竹工卡县知不拉铜矿资源储量核实报告》2010；
- 侯德义等《找矿勘探地质学》1984；
- 刘成、吴龙英等《矿产勘查地质学》1992；
- 陕西地矿局《固体矿产勘查工作地质资料综合整理手册》1994；
- 李智毅等《工程地质学概况》1994；
- 王大纯等《水文地质学基础》1995。

报告摘要

墨竹工卡县知不拉铜多金属矿区位于西藏自治区拉萨市墨竹工卡县南东 34.5Km 处,属拉萨市墨竹工卡县甲马乡管辖。地理座标:东经 91° 35' 24" —91° 37' 01" ; 北纬 29° 35' 12" —29° 36' 12" ; 采矿许可证登记范围由 4 个拐点圈定,面积为 4.68 平方千米,开采深度:5346 米至 5298 米(地表)标高。

通过本次资源量核查工作,新增了部分控矿工程,如钻探 77 个孔位为中深段控制,探槽 55 条为地表浅部控制,工程平硐一处。

截止 2012 年 11 月 30 日,知不拉铜多金属矿资源量核实查明:矿内保有 332+333 类铜矿石量 3137.25 万吨,其中 Cu 金属量 462952.33 吨,平均品位 1.50%; Au 金属量 9056.12 kg、平均品位 0.29×10^{-6} ; Ag 金属量 357795.93 kg、平均品位 11.60×10^{-6} 。

其中保有 332 类铜矿石量 1838.33 万吨,铜金属量 316587.51 吨、平均品位 1.75%、占保有资源储量的 68.38%; 金金属量 5319.68 kg、平均品位 0.29×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.00001%; 银金属量 211567.24 kg、平均品位 11.60×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.00046%。

保有 333 类铜矿石量 1298.92 万吨、铜金属量 146364.82 吨、平均品位 1.42%、占保有资源储量的 31.62%; 金金属量 3736.44 kg、平均品位 0.29×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.00001%; 银金属量 146228.69 kg、平均品位 11.60×10^{-6} 、占保有资源储量的 0.000032%。

通过本次工作矿区累计查明 332+333+122b(消耗)类铜矿石量 3183.83 万吨; 铜金属量 476451.08 吨、平均品位 1.50%; 金金属量 9233.12 kg、平均品位 0.29×10^{-6} ; 银金属量 369324.14 kg、平均品位 11.60×10^{-6} 。

通过本次工作矿区查明累计消耗铜矿石量 46.58 万吨、累计消耗铜金属量 13498.75 吨。

通过本次资源储量核实工作,增加 332 类铜矿石量 728.55 万吨,铜金属量 122024.34 吨; 金金属量 3010.84 kg、平均品位 0.29×10^{-6} ; 银金属量 2033225.47 kg、平均品位 11.60×10^{-6} ; 333 类铜矿石量 482.20 万吨,铜金属量减少 30151.90 吨(主要为原 333 类资源量控制程度提高为 332 类而导致减少)、金金属量 2078.79 kg、平均品位 0.29×10^{-6} ; 银金属量 145955.08 kg、平均品位 11.60×10^{-6} 。

关键词: 墨竹工卡县 知不拉铜矿 资源储量核查

附录 1：地质勘查资质证书



中华人民共和国

地质勘查资质证书

(正本)

单位名称：西藏自治区地质矿产勘查开发局第二地质大队 证书编号：01201221102135

住 所：西藏自治区拉萨市娘热路62号

法定 代表 人：曹林

资质类别和资质等级： 固体矿产勘查： 甲级；地质钻探： 甲级。

仅用于未知不控矿区资源储量核实报告用

有效期限： 2012年07月02日 至 2013年12月29日

发证机关： 发证日期： 2012年07月02日



中华人民共和国国土资源部印制

附录 2: 采矿许可证

中华人民共和国
采 矿 许 可 证
(副本)
证号: C5400002011093110119193

采矿权人: 西藏巨龙铜业有限公司
地 址: 墨竹工卡镇28号
矿山名称: 西藏拉萨墨竹工卡知不拉铜多金属矿
经济类型: 股份有限公司
开采矿种: 铜矿
开采方式: 地下开采
生产规模: 2.00万吨/年
矿区面积: 4.68平方公里
有效期限: 伍年 自 2011年9月26日 至 2016年9月26日

发 证 机 关
(采矿登记专用章)
二〇一一年九月二十六日

中华人民共和国国土资源部印制

2011.10.10
已备案

矿区范围拐点坐标: (1980西安坐标系)

采矿注册登记专用章

1,	3276930.59,	31363296.36
2,	3276930.59,	31365896.37
3,	3275130.59,	31365896.37
4,	3275130.58,	31363296.37

注: 1. 每年12月1日至第而年的1月30日必须接受矿山年鉴。
2. 在采矿许可证到期前30日向登记管理机关提交申请延续资料。

开采深度: 由5380米至5280米标高 共有4个拐点圈定

附录 3：组织机构代码证



本报告共复制 5 份
分发单位：

全国地质资料馆	1 份
西藏自治区国土资源资料馆	1 份
西藏自治区地勘局	1 份
本公司自留	2 份

出版编辑：西藏巨龙铜业有限公司微机室
校 对：马进全
印刷单位：西藏巨龙铜业有限公司微机室
光盘刻制：熊书黎
出版日期：2012.11.15