

TD21-31/3C

中小型黑色包金屏砚山
设计实例

中小型黑色金属行业
设计实例

中小型冶金企業叢書

中小型黑色金屬

矿山設計实例

(三)

(年產50万吨露天矿山設計实例)

鞍山黑色金屬矿山設計院 編

冶金工業出版社

目 录

第一章	采矿	1
第二章	矿山的总平面布置和运输	12
第三章	矿石的破碎筛分	19
第四章	供电	22
第五章	供水排水	27
第六章	压风设施、机修、仓库和检验室	29
第七章	技术经济部分	34

中小型黑色金属矿山设计实例（三） 鞍山黑色金属矿山设计院 编
（年产50万吨露天矿山设计实例）

编辑：崔蔭宇 设计：鲁芝芳、童煦菴 校对：吳研琪

1958年7月第一版 1958年10月北京第二次印刷16,000册
(累计19,500册)
850×1168·1/32·32,000字·印张 $1\frac{22}{32}$ ·定价0.22元

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行 书号1024

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）
北京市书刊出版业营业许可证出字第033号

第一章 采 矿

一、矿床自然条件

本矿床均出露地表，山頂最高标高为 1361.7 公尺，地形复杂，矿床南部山势陡峭，多为悬岩，北部山势虽較平緩，但山脊与山沟交錯排列，異常复杂。

矿床为北西走向，长度达 1500 公尺，矿体向北东傾斜，傾角为 $34^{\circ} \sim 41^{\circ}$ ，矿体厚度，最厚处达 100 公尺余，上下盘围岩均系白云质石灰岩。

本矿床已探明的工业矿石儲量約为 2,583 万吨。根据設計确定的露天开采范围，可以用露天法开采的矿石量见表 1 所列。矿石的质量如下所示：

含 Fe (鐵)	50%
含 SiO ₂ (二氧化矽)	9.5%
含 S (硫)	0.2%
含 P (磷)	0.01%

二、露天采矿场境界和矿床开拓

1. 露天采矿场境界的确定[见附图 1 (一) 和附图 1 (二)]

根据矿床生成条件，剥离量小，适宜于用露天法开采。在圈定露天采矿场境界时，由于勘探深度很浅，不須根据允許剥离系数考虑，所以采用了下列資料：

(1) 采矿场阶段高度为 10 公尺，最終阶段斜坡角 70° 。

(2) 露天采矿场边缘角在矿体上盘为 $45^{\circ} \sim 52^{\circ}$ ，在下盘与矿体傾角相适应为 $34^{\circ} \sim 41^{\circ}$ 。

(3) 阶段間的安全崖道宽度；上盘为 3 ~ 4 公尺，下盘适应矿体傾角为 8 ~ 12 公尺，每三个崖道有一个清扫崖道，其宽度上盘为 6 ~ 8 公尺，下盘为 10 ~ 14 公尺。

表 1

露天采矿场内的矿石量及废石量表 (计算矿损后)

水 平	矿 石		废 石		合 計		剥离系数	
	万立方公尺	万吨	万立方公尺	万吨	万立方公尺	万吨	体积	重量
地表~1340	2.4	9.2	0.3	0.8	2.7	10.0	0.12	0.08
1340~1330	2.9	11.1	0.5	1.3	3.4	12.4	0.17	0.11
1330~1320	4.4	16.7	1.4	3.6	5.8	20.3	0.31	0.21
1320~1310	6.9	26.3	3.1	8.0	10.0	34.3	0.45	0.30
1310~1300	10.4	39.6	4.9	12.7	15.3	52.3	0.37	0.34
1300~1290	15.4	58.5	7.0	18.2	22.4	76.7	0.45	0.31
1290~1280	20.5	77.9	9.2	23.9	29.7	101.8	0.45	0.30
1280~1270	24.6	93.5	11.9	30.9	36.5	124.4	0.48	0.33
1270~1260	27.8	105.6	14.7	38.2	42.5	143.8	0.53	0.37
1260~1250	33.3	126.5	16.1	41.8	49.4	168.3	0.48	0.33
1250~1240	39.0	148.3	21.7	56.7	60.7	205.0	0.55	0.38
1240~1080	427.3	1623.4	357.2	928.7	384.5	2552.1	0.83	0.57
合 計	614.9	2336.6	448.0	1164.8	1062.9	3501.4	0.73	0.48

注：矿石体重 3.8 吨/立方公尺。

废石体重 2.6 吨/立方公尺。

规定露天采矿场境界外 200 公尺以内为爆破危险区。圈定后的露天采矿场尺寸如下：

在地表，长 1500 公尺，宽 350 公尺；

在底部，长 350 公尺，宽 70 公尺。

采矿场的底部标高为 1080 公尺。

2. 矿床开拓

根据地形条件，在标高 1230 公尺以上，只需用单壁先入路堑进行采矿准备工作（称为上部）；在 1230 公尺以下，进行采矿准备工作时，必须用双壁先入路堑（称为下部）。露天采矿场中上部各水平的可采矿量共约有 873 万吨，下部各水平的可采矿量共约有 1463 万吨。

矿山的破碎筛分厂位于采矿场东南 0.4 公里处，其原矿贮矿槽上部标高为 1140 公尺。废石场位于采矿场南面边界以外的下

盘山坡上。

按上述情况、矿床生成条件、既定的矿石年产量和采矿方法等因素，对矿床的上部考虑了四个开拓方案：

(1) 北部卷扬——平硐运输方案（见附图2）。

根据地形条件，卷扬机设在采矿场东北面，标高为1170~1330公尺处，平硐开凿在I剖面以东，纵贯南北。采矿场用0.55立方公尺的翻斗式矿车，人力推车运输。矿石从每个开采水平转弯卷扬机道下放至标高1143公尺水平后，再通过平硐运到破碎筛分厂贮矿槽。平硐内系用无极绳运输。

(2) 南部——北部卷扬机运输方案（见附图3）。

北部卷扬机位置与上方案同，南部卷扬机设在采矿场东南面。北部卷扬机标高为1230~1330公尺，南部卷扬机标高为1140~1330公尺。矿石由工作水平沿北部卷扬机提升到1330公尺水平，然后再由南部卷扬机下放到标高1140公尺水平，再用人工运到破碎筛分厂。

(3) 北部卷扬——明溜槽——无动力卷扬运输方案（见附图4）。

北部卷扬机道位置与上方案相同。在采矿场东南面开凿一个明溜槽，其标高自1330公尺至1210公尺。自标高1210公尺至1140公尺采用无动力卷扬机。矿石自采矿场各水平提升至1330公尺水平，翻入明溜槽，在1210公尺水平再次装车，沿无动力卷扬机下放至1140公尺水平送往破碎筛分厂。

(4) 矿溜井——平硐方案（见附图5和附图6）。

本方案的溜井是垂直的（一般溜井倾斜度在 50° 以上就能顺利生产）。

矿溜井位置在采矿场东部，每二个水平共用一个，总共开凿了五个矿溜井。在1230公尺水平，开凿一个平硐与各个矿溜井相接。在标高1230公尺平硐南面硐口处，再开凿一个矿溜井与1140公尺平硐相接。在矿溜井旁设有检查天井，对矿溜井的堵塞事故可以进行检查和处理。矿石由采矿场用人工装入0.55

方公尺的翻斗車后，再用人工运送，并卸入矿溜井。在1230公尺平洞中再次装車，矿車容积为0.75立方公尺。平洞中的运输采用无极繩，将矿車运至平洞口卸入下一阶段溜井中。在1140公尺平洞还装一次車，仍用无极繩送至破碎筛分厂。本方案还設有材料卷扬机，将材料送到各水平。

以上各方案的废石运输方法均相同，在各工作水平上，用人工装車推車送到各該水平的南面开采边界外翻卸。

茲将各方案的主要技术经济特征列表（表2）比較如下：

表2

序号	名 称	单位	方 案			
			1	2	3	4
			技 术 指 数			
1	窄軌铁路	公里	2.92	0.96	1.5	2.16
2	卷揚机道	公里	2.94	1.3	3.1	0.7
3	平洞	公尺	1000	0	0	500
4	卷揚机	台	1	2	—	—
5	矿溜井	公尺	—	—	10	363
6	自动卷揚	台	1	0	6	—
			經 济 指 数			
7	基建投資	元	930,000	850,000	1,050,000	980,000
8	經營費用	元/年	220,000	260,000	240,000	130,000

根据技术操作条件，第二、第三方案都不可靠，且太复杂。第一、第四方案有同样价值。在经济条件方面，第一方案較第四方案投資少，但經營費大，一年就能弥补其投資超过部分，因此本設計推荐第四方案，即矿溜井——平洞方案，作为矿床的上部开拓方案。

在上部开拓方案已确定的条件下，对深部（即矿床下部）仅作远景规划，初步规划的深部开拓有两个方案：

(1) 矿石及废石均用卷扬机提升，利用上部开拓的平洞及矿溜井。

(2) 仍采用矿溜井——平洞开拓，重新另开凿平洞和矿溜井。

深部开拓系統的确定可在进行深部开采設計时进行。

由于矿床产状不同，露天采矿场自1180公尺以上的各水平高出地表或与地表相通，对采矿场的排水工作，这时不必有任何排水措施。开采到标高1130公尺至1030公尺等水平时，需要有排水設施，但已是十余年以后的事，可以待将来作深部开采設計时再行考虑。

三、矿山工作組織和年产量

1. 矿山工作組織，采用連續工作制，年工作日为330天，每天工作三班，每班8小时。年工作日数是考虑到下列停工日数而确定的。

$$365 - (7 + 8 + 20) = 330 \text{ 天}$$

式中 7天——全年法定假日数，

8天——全年因气候影响停工日数，

20天——全年矿山的設備检修日数。

2. 矿山年产量及矿山寿命

按冶金工厂的要求，矿山須每年生产原矿石50万吨。矿山能否达到要求的年产量，須加驗証。驗証方法应根据下列因素来计算：

(1) 按各开采水平准备工作进行的速度和各水平矿石的埋藏量，来檢驗采准工作是否能滿足采矿要求；

(2) 根据采矿场尺寸可能布置的采矿設備数量及装矿点数量来驗証它是否能滿足年产量的要求；

(3) 采矿场人工装运能力；

(4) 矿溜井的卸矿及放矿能力。

根据驗算結果，当矿山采用人工开采时，最大年产量可以达到80万吨（驗算方法参见本院編制的“矿山設計常識”及其他書籍）。

按露天采矿场范围内的矿石埋藏量及矿石年产量要求，矿山的服務年限为：

上部 (1230~地表) 18年,
深部 (1080~1230) 29年。

四、采矿方法和回采剥离工作

1. 采矿方法

根据矿床埋藏条件、岩石物理机械性质和所采用设备的性能, 决定阶段高度为 10 公尺, 工作阶段斜坡角为 70° , 分三个小分段进行凿岩爆破。采掘方向是由上盘向下盘推进。按工作面长度, 每 90 公尺分为三段, 其中一段装矿, 一个爆破, 一段打眼, 周而复始。同时工作的水平共有三个, 其中两个采矿剥离, 另一个进行采准工作。在工作水平上的最小平台宽度为 30 公尺。由于矿床埋藏规整, 夹层少, 矿石的开采损失定为 3%, 废石混入量定为 1%。因为混入的废石量很少, 故开采出来的矿石质量无大变化。

2. 矿石回采和废石剥离

矿石和岩石的物理机械性质如表 3 所示:

表 3

名 称	普氏硬度系数	体 重	松 散 系 数
矿 石	10~12	3.8	1.5
岩 石	8	2.6	1.5

在小分段上的凿岩工作, 采用 01—30 型凿岩机和直径为 38~42 公厘的硬质合金钎子打眼。破碎大于 350 公厘的大块, 采用 01—17 型凿岩机和硬质合金钎子打眼, 二次爆破量 (即大块的破碎) 为总爆破量的 10%。

01—30 型凿岩机的工作指标和设备数量如下:

(1) 在硬度 $f = 10 \sim 12$ 的矿石中;

表 4

序号	名 称	单 位	数 量
1	每年总爆破量	立方公尺	131,580
2	每班总爆破量	立方公尺	133
3	小分段高度	公尺	3.3
4	炮眼深度	公尺	3.6
5	炮眼距离	公尺	1.2
6	每次爆破进尺	公尺	1.3
7	一个炮眼崩下的矿石	立方公尺	5.14
8	每立方公尺矿石所需炮眼长度	公尺	0.7
9	每班需要打眼的长度	公尺	93.1
10	废孔率 (10%)		9.3
11	01—30型凿岩机生产率	公尺/台班	26
12	每班需要工作凿岩机数	台	4

(2) 在硬度 $f = 8$ 的废石中

表 5

序号	名 称	单 位	数 量
1	每年总爆破量	立方公尺	68,420
2	每班总爆破量	立方公尺	69
3	每公尺炮眼生产率	立方公尺/公尺	1.9
4	每班需打的炮眼长度	公尺	36.3
5	包括10%的废孔率共計	公尺	39.9
6	凿岩机生产率	公尺/台班	35
7	每班需要的工作凿岩机数	台	2

凿岩后的爆破工作是在每昼夜第二班下班时进行之。爆破的炸药消耗定额为：

一次爆破：矿石为0.45公斤/立方公尺；

废石为0.35公斤/立方公尺。

二次爆破：矿石为0.35公斤/立方公尺；

废石为0.25公斤/立方公尺。

在計算年內的爆破材料消耗量（包括二次爆破）示于表 6 中。

表 6

序号	爆破材料名称	单位	1000立方公尺 的消耗定額	消 耗 量		
				每昼夜	每 月	每 年
1	硝 銨 炸 藥	公斤	矿石 485 岩石 375	270	7430	89100
2	雷 管	个	矿石 610 岩石 610	370	10175	122100
3	导 火 綫	公尺	矿石 750 岩石 750	456	12523	150280

根据上述爆破材料消耗量，规定建筑容量为 16 吨的火药庫一座，可供矿山一月余之用。另有爆破器材庫一座其容量为：

导火綫 25046 公尺
雷 管 20350 个

火药庫位于工业场地东北的山沟中。

矿岩的装运工作，根据采矿进度計劃，在矿山計算年中的装运工作量如表 7 所示。

表 7

序号	名 称	每 昼 夜		每 年	
		立方公尺	吨	立方公尺	吨
1	矿 石	399	1,516	131,580	500,000
2	废 石	207	539	68,420	177,900
	合 計	606	2,055	200,000	677,900

在采矿场中的装載和运输工作均以人工进行，运输距离平均为 600~700 公尺，装載和运输的定額取为 7 吨/人班。

矿山的安全技术和劳动保护应参照有关規程执行。

矿山所用的采矿設備如表 8 所示。

表 8

序号	設 备 名 称	单 位	数 量		制 造 厂
			工作的	备用的	
1	01--30型凿岩机	台	6	2	沈阳风动工具厂
2	01--17型凿岩机	台	2	0	沈阳风动工具厂
3	0.55立方公尺翻斗車	台	64	6	有色冶金設計院图紙, 云南机械厂
4	0.75立方公尺翻斗車	台	36	5	有色冶金設計院图紙

在平硐中是采用无极繩运输。

无极繩的技术操作部份规定在标高 1140 公尺平硐設置一台无极繩, 另于标高 1230 公尺平硐設置一台无极繩。在两个平硐中均采用指状閘門放矿, 装入 0.75 立方公尺的翻斗車中。

无极繩的选择是根据表 9 的数据进行的。

表 9

序号	参 数 名 称	单 位	运输矿石	备 注
1	相邻两个矿車到达同一地点的間隔時間	秒	48	
2	速度	公尺/秒	0.75	
3	两矿車之間的距离	公尺	36	
4	矿車的載重量	公斤	1240	
5	小时运输量	吨/小时	90	
6	运输綫路上矿車数	輛	12	

鋼絲繩的选择 $p = \frac{1183 \times 6.5 \times 10^4}{130 \times 10^6} = 0.6$ 公斤/公尺。鋼絲繩的规格为 $19 \times 6 = 114$, 极限强度为 130 公斤/平方公厘, 直径为 13.5 公厘, 安全系数为 $m = \frac{16800}{1183} = 14$ 。

鋼絲繩各点之拉力见表 10。

表 10

序号	各点之拉力	单位	运矿时	备 注
1	重車綫路阻力	公斤	385	
2	空車綫路阻力	公斤	325	
3	S_1	公斤	400	卷筒上奔离点之张力
4	S_2	公斤	725	
5	S_3	公斤	798	
6	S_4	公斤	1183	卷筒上冲入点之张力

卷筒上最大拉力为 $w_0 = 1183 - 400 = 783$ 公斤。

电动机功率为 $n = \frac{1.2 \times 783 \times 0.75}{102 \times 0.75} = 10$ 瓩。

所选用无极繩的规格和制造厂：规格系 1260 型，繩速 0.75 公尺/秒，系上海矿山机器厂制造。

(无极繩之計算方法，系参照燃料工业出版社出版的“矿山运输习题”一書，該書系苏联阿·阿·索洛維也夫著，尹清泉譯)。

供应采矿场所需的材料是由材料卷扬机运送的。每天材料运送量为 15 吨。在采矿场南面标高 1240 公尺和北面标高 1330 公尺处各設单筒卷扬机一台。卷扬机一次提升的最大能力不得超过 2300 公斤。

鋼絲繩的选择。规格为 $19 \times 6 = 114$ ，极限强度为 130 公斤/平方公厘，直径为 12.5 公厘，安全系数为 $m = \frac{7400}{912} = 8.1$ 。电动机的功率为 $n = \frac{1.2 \times 912 \times 1.16}{102 \times 0.75} = 17$ 瓩。

卷扬机的规格如下：

规格：30 馬力单筒卷扬机（带电动設備），电动机轉数 750 轉/分，

卷筒直径 9.5 公厘，卷筒寬 760 公厘，

卷筒容繩量 450 公尺，

拉力 1360 公斤，

速度 1.16 公尺/秒，速比 29.95。

五、采矿进度计划和基建工程

1. 采矿进度计划

采矿进度计划是根据采用的开拓方法、采矿方法、运输能力和冶炼厂对矿石的需要来编制的。在采矿进度计划中，充分注意了矿山年产量和总采掘量的均衡性和合理性。本设计共编制了六年的采矿进度计划，于1961年矿山达到设计年产量，1963年达到最大采掘总量（见附图7），因此确定该年为设计的计算年。

2. 采矿基建工程

矿山基本工作的内容包括平硐和矿溜井的开凿、采矿场内部和到废石场线路的铺设以及矿山投入生产前的先入路掘开凿和采矿剥离等工程。

先入路掘在1230公尺以上都是单壁的，路堑底部宽度为15公尺，侧壁斜坡角为 70° ，掘进路堑时，炮孔成多列布置，作一次爆破。

根据采矿进度计划，矿山在1960年1月投入生产。基建时期的工程图列于表11中。

表 11

序号	开采水平	矿 石		废 石		合 計	
		立方公尺	吨	立方公尺	吨	立方公尺	吨
1	地表~1340	8000	30400	1000	2600	9000	33000
2	1340~1330	6000	22800	2000	5200	8000	28000
3	1330~1320	6000	22800	3000	7800	9000	30600

第二章 矿山的总平面布置和运输

一、工业场地的选择及布置（见附图 8）

矿区的地形条件：东面是山地，西面是河流，均不适于布置工业场地；北面是较平缓的山坡，矿山南面非常陡峻，但在山麓仍很平坦，这两处都适于布置工业场地。

由于矿山东南部系矿床低盘，地形最陡，又非常有利益于采用溜井与平硐联合的内部运输，这是一种最经济的运输的方法；同时，外部运输铁路专用线，是从矿区南面引入的，所以将破碎厂布置在矿山东南爆破危险区外的山坡上，矿石经过破碎装火车然后运出。

破碎厂的位置既定，工业场地应力求与其接近，以便于管理联系及管线联接。由于布置外部运输装矿线路和地形多冲沟的限制，工业场地只得布置在破碎厂西南 150 公尺处，离破碎场稍远。

在工业场地上变电所是布置在东北角，使其尽量靠近主要供应对象——破碎厂。综合修理车间布置在场地西面，使其与辅助运输卷扬机道接近，以便同矿山各部分联系。考虑到矿山有发展可能，所以场区预留有发展余地。按照原材料的供应，尽量靠近主要用户，且便于与内外部运输联系为原则。贮煤场布置在动力车间附近，材料仓库靠近综合修理车间。其间有行驶马车的通路。

矿山办公室设在工业场地中部，与各车间联系均便。

化验室设在矿山办公室近旁，便于联系。

空气压缩机室设在矿山南部山坡上，为使其接近用户——采矿场。

在破碎厂下部成品贮矿槽的东西两侧，沿山坡各挖截水沟一条，将各山沟的雨水引向远离工业场地的冲沟，以免冲刷工业场地。

二、废石场

废石场設在矿山南面山坡的三个谷地内，这里不妨碍矿山今后开采，因地形甚陡，无需分层堆置，由各采矿水平直接卸入山谷，运距为最短。其中足可堆放1230公尺以上各工作面总量460万立方公尺的废石。将来开采到深部时，废石可堆置在矿山北面的谷地。

三、炸藥庫

炸藥庫配置在工业场地东北約1公里地形隱蔽的谷地中。炸藥庫的貯存量为16吨，要求安全距离为635公尺。在以此距离为半径的圓周内无其它建筑物。

炸藥庫周围凡显露部分均筑有土堤（见附图9）以增进安全及隱蔽。庫房周围40公尺外設有防护刺鉄絲网两道，沿鉄絲网外侧10公尺設有沟渠，頂宽1~3公尺，深1公尺。

在鉄絲网内，与炸藥庫保持12.5公尺殉爆距离外（根据計算）設有爆破器材庫。在与两庫房保持同样殉爆距离外，还設有炸藥加工室。

由炸藥庫到鉄路专用綫的炸藥装卸台有馬車道。

四、矿山运输系統

1. 采矿场各水平层采出的矿石，用人力装車，并推送到采矿场东面，卸入溜井中；废石則送到采矿场南面山坡，卸入山谷内。

2. 卸入溜井的矿石，在第二平峒内进行装車，用无极繩牵引至平峒外的中轉站，卸入中轉溜井。然后在第一平峒内进行第二次装車，仍以无极繩牵引至平峒口外，而达破碎厂原矿槽卸下矿石（见附图9）。

經无极繩牵引出的矿石車，在摘鈎后，均采用自溜坡溜至卸矿点。卸后的空車，在中轉站仍用自溜坡溜回挂鈎处；在破碎站受地形的限制和无极繩的要求，采用人力推回挂鈎处。