

国外动态

## 俄罗斯尼科波尔矿区锰矿石的开采与加工

尼科波尔锰矿区的历史始于遥远的1883年,当时俄罗斯矿山工程师B. A. 多姆格尔发现了这里蕴藏着很厚的锰矿床。第聂伯沿岸冶金工厂和顿巴斯矿井附近矿床的分布情况和相对优越的开采条件是该地区冶金工业发展的决定性因素。

尼科波尔矿区的锰矿由奥尔忠尼启则采选公司和马尔加涅茨采选公司开采,这两家采选公司是世界上锰精矿产量和用于铁合金及冶金工厂的烧结矿产量最大的公司。它们的产品不仅供给乌克兰企业,而且还出口到遥远的其他国家以及相邻的国家。在开发露天开采工艺、综合地合理使用矿物资源、土地资源和保护环境方面这两家公司具有很大的优势。目前两家公司体制为股份制。

奥尔忠尼启则采选公司有8个露天矿,这些矿山采用高效率的国产和进口矿山运输设备,每年矿石开采量达2亿t。在采剥作业中使用9台连续作业、效率为5000~7000 m<sup>3</sup>/h的斗轮挖掘机机组,43台铲斗容积6~20 m<sup>3</sup>的迈步式电铲,79台铲斗容积为5~8 m<sup>3</sup>的正向铲,35台电机车组,500台汽车。

锰矿石在3个选厂进行选别。公司还有烧结厂、运输车间和维修车间及其他辅助车间。公司产量如下:

锰矿原矿设计指标	9.3 Mt/a	实际产量	7.1 Mt/a
锰精矿设计指标	3.92 Mt/a	实际产量	2.28 Mt/a
烧结矿设计指标	0.4 Mt/a	实际产量	0.4 Mt/a

马尔加涅茨采选公司有5个坑内矿,2个露天矿,2个选矿厂和1个化学分选厂。所生产的产品为各等级锰精矿、硫酸锰。公司生产能力按原矿计为260万t/a,按精矿计为110~120 t/a。

奥尔忠尼启则采选公司露天矿在尼科波尔矿床西部,开采面积为230 km<sup>2</sup>。所开采的矿床形状不规则,向北扩张,向南收缩,矿体经向是沿子午线方向,长度为20~22 km,矿体的最大宽度在北部,为18 km。矿体的埋藏位置几乎是水平的,从北向南,从东向西向矿床中心微微倾斜,基底层为砂和土。局部隆起处矿体位于结晶岩风化壳上,矿体的支端同时还蕴藏着绿灰色渐新纪粘土,矿床南部为冲积砂

层。矿体厚度0~4.5 m,整个矿体的平均厚度1.8 m。矿体深度20~80 m。矿床为含矿体物质和含土的泥砂岩。

随着矿床从北向南的倾斜,矿石构成北部为氧化矿石,中部为氧化矿石及碳酸盐矿石,南部为碳酸盐矿石。根据2000年初的状况,北部氧化矿石所占比率为41.9%,中部氧化—碳酸盐矿石为7.1%,南部碳酸盐矿石为51%。

在马尔加涅茨采选公司授权开采境界内集中了尼科波尔矿床东部的锰矿储量。

矿床形状不规则,沿子午线延伸并在南部扩大。矿床位置是水平的。蕴藏深度20~120 m,平均为90 m。矿床厚度从几厘米到4.5 m。

马尔加涅茨矿床结构象西部一样,是分区域性的。氧化矿石埋藏在矿床北部,面积约60 km<sup>2</sup>,氧化—碳酸盐混合矿石分布在中部面积19 km<sup>2</sup>。碳酸盐矿石为44 km<sup>2</sup>,分布在矿区的南部。根据2000年1月1日状况,能供给企业矿石118年。

各种矿石主要氧化物的含量无论是在矿床平面上,还是在断面上,都是变化的。氧化锰矿中锰含量为27.1%,氧化—碳酸盐混合锰矿中含量为25.5%,碳酸盐锰矿为19.7%。

矿石按化学成分划分为3种类型:

含氧化锰和氢氧化锰的氧化矿石;

由锰钙和菱锰钙组成的碳酸盐矿石;

含氢氧化锰和碳酸锰的氧化—碳酸盐混合矿石。

奥尔忠尼启则采选公司工程技术人员、学者和设计人员一起在世界上首次将三段剥采联合系统应用于实践。上段采用联合运输系统,其设备为斗轮式挖掘机与胶带运输机;中段采用运输排土系统,其设备为斗轮式挖掘机和悬臂式排土机;主段(下部)采用无运输系统,其设备为迈步式挖掘机。

在保证剥离段稳定性以及内部排土场稳定性的情况下剥离台阶高度为22~32 m。为了提高排土场的稳定性以及消除迈步式挖掘机与运输排土综合设施之间的硬性联系,加宽工作平台,排土机安装

在预排土场。综合设施工艺链条中使用 ПТ - 60 型转载机。主段的开采是通过迈步式挖掘机向排土场选择堆放岩石来实现的。

所有的露天矿都不再使用地下疏干系统,而采用明沟,并借助矿层底板下的边邦排水沟以及位于露天采场端部的装有可移动水泵的水池。采用明沟能保证有效地疏干回采堑沟,大幅度降低成本。

由于采用了合理的采剥、采准和回采工艺,矿物损失率下降到 4%,贫化率下降到 1.9%。在使用回采、装载和运输设备的过程中,为了保证设备的可靠性并提高生产率进行了大量的工作。几乎在所有的运输线路上都改用倾斜式胶带输送机,不再使用高度调整器。斗轮式挖掘机装备了标准的斜切铲斗(乌克兰煤碳、金属矿与天然气工业研究设计院设计),大大地改善了机构的切入和操作制度。运输主干线安装了胶带翻转装置,这样保证了胶带的有效清理。

将 ЭШ - 15/90 型挖掘机的铲臂缩短至 72 m 并安装容积为 20 m<sup>3</sup> 的铲斗。挖掘机效率提高了 25 ~ 30%, 达到 550 m<sup>3</sup>/a。现在公司有 3 台这样的挖掘机。在采用“从中心切入”法开采剥离后的采掘带时运输排土综合设施收到了良好的效果。采用这样的切入法能保证索斗铲和斗轮铲在各矿房独立工作,提高了生产率,改善矿山的整体组织工作。

由于采用了很多科研成果,奥尔忠尼启则采选公司现在已成为乌克兰冶金领域强大的原料基地,在技术装备、能源装备、资金装备方面无论国内、还是国外都没有可与之相提并论的。

矿床东部由马尔加涅茨采选公司开采,根据矿床蕴藏的深度不同或者用露天法开采,或者用坑内法开采。井田用竖井和斜井剥离,开拓主平巷、盘区平巷和回采平巷做开采准备。矿岩用风镐开采,然后用 ППН - 1С 型风动装载机装到 ВГ - 1 或者 ВГ - 1.6 型矿车上。用 4 kP 或者 7 kP 电机车运至转运站。从回采横巷的两侧用宽 40 m 的双进路进行开采作业。落矿和装载使用 КДР - 5 型联合采矿机。用胶带输送机将矿石或者运向转载站,或者沿斜井运到地表,然后装到载重量为 50 t 的翻斗车上并通过铁路将矿石运到选矿厂。坑内矿年产量为 120 ~ 150 万 t。

露天矿岩石向采空区的运输和矿层的剥离采用 ЭШПР - 5000 型和 ЭРГ - 1250 斗轮铲、ЭШ - 20/90 型、ЭШ - 15/90 型和 ЭШ - 10/70 型索斗铲,还有排

土机和胶带式运输机。矿石开采用 ЭКТ - 8 型和 ЭКТ - 4.5 型电铲。矿石用自卸汽车先运到贮矿场,然后用电机车运到选矿厂。

奥尔忠尼启则氧化矿石用重磁选法选别。矿石在清洗之前要经过两段破碎并进行中间分级,将矿石分成 + 55 mm, - 55 + 35 mm 和 - 35 mm 级别,然后将各级别分别给入卧式洗矿机的不同给矿口。被清洗的矿石进入选矿车间,在这里分成 + 22 mm, - 22 + 3 mm 和 - 3 mm。+ 22 mm 矿石在这里用辊式破碎机补充破碎,然后同 - 22 + 3 mm 粒级一起给入跳汰机,生产出锰含量不低于 43% 的 I 级精矿和锰含量不低于 34% 的 II 级精矿。所获精矿脱水后被装进成品库房。- 3 mm 粒级的矿石先进入电磁分选机,分出石英和贫中矿,然后再进入跳汰机分出 I 级和 II 级精矿。- 1 mm 粒级在 ЭВМ40/250 型辊式电磁选机上进行分选,然后再在 ВМС100/2 - 1Т 强磁选机上进行选别。

碳酸盐矿石破碎至 - 150 mm 粒级,然后洗矿,再将矿石分成两个级别: + 10 mm 和 - 10 mm,这两个级别就是成品矿。

在博格丹诺烧结厂对 II 级精矿和小颗粒锰精矿进行焙烧。奥尔忠尼启则采选公司产品特性列于表 1。

表 1 奥尔忠尼启则采选公司选后锰矿化学成分 %

产 品	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	烧损
I 级 (碳酸盐)	28.6	12.9	1.81	10.5	1.85	1.96	0.252	0.250	28.6
锰烧结矿 - 2 精矿:	40.9	22.5	2.04	7.03	2.08	3.14	0.234	0.153	0.93
I 级	44.0	12.7	1.29	3.90	1.44	2.46	0.220	0.040	13.7
I - B 级	42.2	12.5	1.64	4.44	1.65	2.46	0.264	0.050	14.3
II 级	35.9	20.1	1.64	5.45	2.10	2.39	0.204	0.052	13.9

在有销路的情况下,奥尔忠尼启则采选公司还同时开采:用于乌克兰建筑工业的陶粒王、砂石、介壳石灰岩块及生产水泥用的介壳石灰石岩,还可开采砖厂和建筑单位用的砂质粘土及用于生产陶瓷制品的粘土。

考虑到保护土地资源的重要性,以科学和实践经验为依据,公司将大量资金用于矿山的复田工作。每年复田约 100 hm<sup>2</sup>,也就说大大地超过近几年土地受损量。

在露天采场的采空区建设尾矿坝首次得到了实

践,这样,到矿床开采结束为止,可保护 1 300 hm<sup>2</sup> 肥沃的农用田。

马尔加涅茨采选公司采用的锰矿选别工艺同奥尔忠尼启则采选公司采用的工艺没有原则性的差别。从总体上看,选矿是以最新的工艺系统和设备为基础的。在工业试验阶段采用带移动式篦条的跳汰机和带连续动作母板的磁选机。他们还研究了有关检验、编程和选矿过程的计算机管理系统为生产满足国内外用户所需的高质量产品提供了可能性。

马尔加涅茨采选公司产品技术特性列于表 2。

精矿中磷含量波动于 0.12% ~ 0.25% 之间。它取决于原材料的质量。矿床东北区(8 号、9 号/10 号矿井、巴桑露天矿)矿石的磷含量低。

表 2 马克加涅茨采选公司锰精矿化学成分 %

等级	比率								
	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	烧损
I	43.8	11.3	1.28	4.15	1.52	1.80	0.200	0.015	12.8
I - Б	42.2	15.1	1.44	2.36	0.98	2.10	0.210	0.037	12.8
II	36.0	24.77	1.55	2.92	1.00	2.56	0.209	0.040	12.0

埋藏在矿床支端的粘土得到了实际应用。粘土做为原材料可生产陶土砾石和打井加重剂,还可做为铁矿球团生产的粘结剂。此外,砂质粘土还可用来生产砖瓦,而石灰石可用做生产建筑用石灰。在剥采作业时采下的砂石经选别后也可用于建筑工业。

(鞍山冶金设计研究院 邹 霞编译 王鸣鸣校对)