

- [19] 综合利用库尔斯克磁异常区的矿产资源。
《矿产保护与利用》，1983，№3
- [20] 矿藏保护与锰矿及其副产品的合理利用。
《矿产保护与利用》，1983，№3
- [21] 苏联锰矿综合利用的经济效益。
《矿产保护与利用》，1983，№3
- [22] 钛原料综合利用的某些趋向和效果。《国外矿产综合利用》，1981，№1
- [23] 《Min·Ann·Review》，1983.
- [24] 综合开发资源和发展化工矿山工业的若干问题。
《国外矿产综合利用》，1981，№1
- [25] 贫磷块岩矿石的综合利用。
《国外矿产综合利用》，1981，№1
- [26] 苏联开发西伯利亚的低品位磷矿。
《国外化工矿山动态》，1982，№2
- [27] 煤的综合利用现状。
《矿产保护与利用》，1983，№3
- [28] 苏联煤炭气化和液化。
《世界煤炭技术》，1984，№5
- [29] 采煤废料利用的经济前提。
《矿产保护与利用》，1983，№1
- [30] О комплексном и рациональном использовании месторождений полезных ископаемых.
《Горный журнал》，1983，№7

加拿大汤普森矿区开发概况

肖 至 培

(地质矿产部矿产综合利用研究所)

加拿大矿产资源很丰富，无论是镍矿石或镍金属的产量均居世界第一位。加拿大国际镍有限公司汤普森矿区是一个采、选、冶联合企业，它位于加拿大马尼托巴省北部。共有职工3000人，其中选矿厂160人，冶炼厂约1300人。

该矿区是1956年发现的，1957年开始建设，有四个矿山：汤普森、伯奇特里、派普和邵勃。共有镍金属储量242万吨，已采出约92万吨，平均含镍1.8%。1962年第一个矿山建成并投入生产，日产矿石14000吨；一个选矿厂，日处理矿石14000吨；一个冶炼厂，1964年3月

冶炼厂正式投入生产，年产电解镍约8.5万吨。

地 质 概 况

矿区地势平坦，位于原始森林之中。根据航测异常在地面确定电轴以后，再用钻探加以验证。

汤普森矿山的矿体产于一个深断裂带中（带长136公里、宽24公里）。其一侧的岩层为亚逊湖系片麻岩，另一侧是亚逊湖系火成岩。矿体产出与橄榄岩有关，其中包含着许多蛇纹石化的橄榄岩体。

伯奇特里矿矿带长1800米，有四个矿体，向下延伸300多米，矿石储量3600万吨。

派普矿床中有两种类型：含有粒状镍黄铁矿和少量磁黄铁矿的浸染状型；磁黄铁矿中的镍黄铁矿呈块状的硫化物型。

采 矿 生 产

派普矿露天采场的边坡角为45°，阶段高度13米，工作台阶宽12—28米，采场最终深度240米，露天爆破孔直径240毫米，孔深13米，布孔网度为8×8米。第次爆破矿石14万吨，消耗浆状炸药35吨。

矿山采用汽车运输0.6立方米的电铲装矿石，9.2立方米装载机装废石。日产矿石4000吨，扩建后日产矿石15000吨，日剥离废石15000吨。

近年来，国际镍公司又计划耗资1.36亿美元对汤普森矿区露天矿进行扩建。

第一期工程计划耗资7200万美元，到1984年将使这一新建矿投产以代替届时关闭的露天矿。在此期间要剥离表土18,175,529立方米左右，以便开采121.92米水平的矿石。

第二期工程计划于1988年开始，预计耗资6400万美元，需至少剥离19,202,400立方米废石，以保证1991年开发矿床的其余部分。

伯奇特里矿采用坑内开采，采矿方法为用尾矿充填法。该矿共有四个矿体，长1800米，宽1336米。矿石的地质储量为3600万吨，原矿含镍2%，日产矿石15000吨，使用台车凿岩，用4.5~6.1立方米装载机装矿。

选 矿

选厂位于汤普森矿山附近，1960年投产，处理汤普森、派普和伯奇特里三个矿山的硫化矿石，日处理能力为14000吨。

原矿性质 汤普森和伯奇特里矿石含1.8~2.0%镍，0.12~0.13%铜。矿石中硫化矿物含量占矿石总量的35%。主要金属矿物有镍黄铁矿和含镍磁黄铁矿，还有少量黄铜矿和微量辉砷镍矿，主要脉石矿物是石英和长石，其次是少量云母和石墨。矿石较易选。

派普矿石主要金属矿物是磁黄铁矿，镍的矿化围岩是蛇纹石化的橄榄岩，脉石矿物是蛇纹石和橄榄石以及纤维状硅酸盐。与汤普森矿山的矿石比较，由于脉石的凝结和硫化物的特

征,使得蛇纹石、硫化物和围岩矿粒上的表面电荷,形成一个粒间相互吸引的复杂体系。由此引起磨矿时脉石凝聚,影响磨矿特性和镍的回收率。矿石较为难选。

破碎 采用三段开路碎矿。汤普森矿的矿石在地下经颞式破碎机破碎到152毫米,用箕斗提升到中碎前的粗矿仓;其他矿山的矿石有的经过粗碎后用火车或汽车运来,卸入粗矿仓,有的用汽车运入选矿厂后再破碎。

派普和伯奇特里矿山的矿石粗碎是在厂外采用一台旋回破碎机破碎到小于6英寸,用皮带运输机运到粗矿仓。细碎有三个系统,每个系统安装一台标准圆锥碎矿机(最小排矿口为2英寸),一台振动筛和一台短头圆锥碎矿机(最小排矿口 $\frac{5}{8}$ 英寸),破碎产品进入三个圆锥形粉矿仓,每个容积为9000吨。

磨矿 处理汤普森、伯特里奇矿石时,设有两个磨矿系统,每个系统安装一台棒磨机 and 一台球磨机,其中球磨机与30英寸的旋流器构成闭路。处理量为350吨/时,溢流细度为48.3%—200目。

处理派普矿石的磨矿流程也分为两个磨矿系统,球磨机与水力旋流器构成闭路,水力旋流器的溢流给入浮选机。

浮选 浮选采用10排66英尺³法格古伦型浮选机和18排100英尺³丹佛型浮选机。处理汤普森、伯奇特里矿石采用丹佛浮选机粗选,采用法格古伦浮选机扫选、精选和铜-镍分离;处理派普矿石全采用丹佛浮选机。

选别汤普森、伯奇特里矿石时,浮选给矿浓度为35%,磨矿细度为48.3%—200目。首先在粗选加入成基黄药和起泡剂,浮选镍黄铁矿及黄铜矿,得高品位铜镍混合精矿,再加石灰水调整酸碱度,使PH为11,对混合精矿进行铜镍分离,即抑制镍黄铁矿,浮选黄铜矿。粗精矿经三次精选得最终铜精矿,经浓密、过滤、干燥后,将这种含5%水份的铜精矿用火车运往铜崖冶炼厂处理。

精选尾矿进行扫选,添加硫酸铜浮选含镍黄铁矿,扫选精矿和分离浮选的尾矿为镍精矿,用泵扬送到汤普森冶炼厂处理。

扫选尾矿即为最终尾矿,用直径355毫米的旋流器脱泥,溢流送尾矿场,沉砂过滤后进入贮料仓,用卡车运往矿山作充填料。

选别指标如下:

镍精矿: 8%Ni, 0.25%Cu, 0.2%Co, 32%Fe, 28%S。

铜精矿: 2%Ni, 27%Cu。

尾矿: 0.1—0.2%Ni, 0.02%Cu。

原矿: 1.8—2.0%Ni, 0.12—0.13%Cu。

镍回收率: 95—96%。

冶 炼

冶炼厂采用电炉-转炉火法炼镍,其生产程序是:选矿、沸腾焙烧、电炉熔炼-转炉吹炼、铸型保温、电解精炼。

冶炼厂生产的电镍含镍99.5%,全厂总回收率为70%。

沸腾焙烧 冶炼厂共有五座沸腾焙烧炉, 其中1号炉和2号炉直径5.5米, 高5.8米, 每炉每小时处理精矿45吨; 3号、4号和5号炉直径3.6米, 高5米, 每炉每小时处理精矿23吨。沸腾层高1.2米, 炉内压力为900毫米水银柱, 风压0.28公斤/厘米², 氧气利用率100%。

沸腾焙烧的原料主要是由汤普森选矿厂供给。滤饼含水12~15%, 加入含二氧化硅60%的石英砂作熔剂, 以精矿与熔剂之比为3:1的比例配料, 给入沸腾焙烧炉内进行焙烧。

空气由炉子下部充入, 物料在炉内进行干燥, 在半氧化状态下焙烧。熔砂脱硫率为50%, 炉温650~670℃, 通过给料量来控制炉温。

电炉熔炼 冶炼剂共有五座电炉, 其中两台变压器容量为30,000KVA, 另外三台变压器容量为18,000KVA。每台电炉装有三对直径为1220毫米的自焙电极, 电极上最大电流密度为2.32安培/厘米²。大电炉每日处理干精矿910吨, 小电炉每日处理干精矿545吨。每吨低冰镍消耗电能420度。

熔砂和熔剂混合物料由刮板运输机通过加料管给入电炉内。电炉熔炼的实质是一个除铁的过程, 即金属氧化物与硫化亚铁发生化合反应, 最终使铜镍变成低冰镍而铁成为氧化亚铁与熔剂造渣。

电炉熔炼的操作参数: 炉温1310℃, 出渣温度1260℃, 出低冰镍温度1120℃, 炉内压力: -60~90毫米水柱。

生产的低冰镍成份: Ni60~22%, CuO0.6%, Fe50%, S25%。

电炉渣成份: Ni0.2~0.25%, Cu0.01%, Fe35%, Co0.06%, SiO₂35~36%,

转炉吹炼及浇铸 转炉容量为80吨, 炉衬使用铬镁砖砌成。操作参数是: 炉温1310℃, 风压1.05大气压, 风量560米³/分。

由转炉吹炼得到的高冰镍熔体, 通过一个约4吨的液压提升设备浇铸到水平阳极模内, 浇铸温度930~980℃, 凝固温度705℃, 相变温度494~510℃, 当阳极在模内冷却到538℃时, 人工起模。

阳极成份: Ni75%, FeO0.5%, Cu3.5%, Co0.5%, S20%。

电解精炼 冶炼厂共有电解槽684个, 其中种板槽占十分之一。共有六条电解生产线, 每条生产线有114个电解槽。电解时用硅整流器整流。

溶液净化和阳极泥的处理 净化过程首先是除去铜和砷, 它是在氧化还原电位-120毫伏下, 通入硫化氢沉淀铜和砷。除铜、砷后的溶液用泵打入浸出槽, 在氧化还原电位+300毫伏下, 利用浸出槽中预先磨细的镍残极补充镍离子, 溶液在pH4.3~4.7和氧化还原电位1000毫伏的条件下, 通氯或次氯酸钠, 再加入碱式碳酸镍, 使钴和铁氧化并随即水解呈氢氧化物沉淀, 产出钴铁渣。钴铁渣在电解槽中用水浆化后, 通入二氧化硫还原并加酸溶解, 将溶解后的溶液过滤得无铁的钴镍溶液。在一定的pH值条件下, 将此溶液用次氯酸钠氧化得氢氧化钴沉淀, 将它焙烧后得氧化钴。净化后的溶液作为电解液送去电解。

阳极泥含有95%的硫和少量的硒及稀贵金属, 将它进行洗涤过滤后, 得过滤液及滤饼。滤液含有可溶性的镍、铜、铁, 返回电解系统。滤饼在搅拌槽内加热到138℃, 使硫熔化, 然后再用以蒸汽保温的压滤机分离出液体硫磺和滤渣。硫磺可作商品出售, 滤渣含Ni+C⁰18%, Cu2.6%, 并富集了贵金属和硒, 将此滤渣送至尔邦港实验厂进一步处理, 以回收其中的贵金属和硒。

参 考 文 献

- [1] 冶金部情报标准研究所《加拿大矿冶技术》1972, p10—14, 131—140
- [2] 白银矿冶研究所《矿冶情报》1979, p67—80
- [3] 国外金属矿山编写小组《国外金属矿山》p142—146
- [4] 金川有色金属公司《金川科技》1983, №2, p1—4
- [5] 西北冶金设计院《硫化铜镍矿石选矿》1973, 11, p8—11
- [6] 《Canadian Mining journal》Vol, 96, №6, p29—31
- [7] 《E&M·J》1981, №6, p198
- [8] 《World mining》1982, №1, p35

我国锰矿开发利用的现状和发展对策

盛 桂 浓

(冶金部情报研究总所)

我国锰矿开发利用现状

我国锰矿生产由解放前的几万吨发展到现在的几百万吨,由过去单一开采原矿,发展到现在的几个采、选、烧、冶联合企业,形成了一定的生产能力。在锰矿生产量中,重点国营矿山只占26%,地县办矿山占17%,群采占56%;生产品种包括冶金级锰、电池级锰和化工级锰等产品。现10个重点锰矿具有设计采矿规模200多万吨/年,选矿规模10多万吨/年。

目前我国已探明的锰矿储量虽占世界总储量的6%左右,但在总储量中含锰大于30%的富矿仅占9.6%,90%以上都是贫矿;嵌布粒度微细、颗粒在100微米以下的碳酸锰矿占57%,氧化锰矿占43%。此外,酸性矿多碱性矿少、高磷高铁矿多,低磷低铁矿少,加之锰矿床地质条件变化大、矿体薄、围岩软。这些特点给采、选、烧带来很多技术难题。

近年来,为了提高锰产品质量,增加品种,全国有关科研院所、大学和锰矿山做了很多试验研究,如已研制出多种型号的感应辊强磁机,可提高锰品位3~5%;重介质—强磁选联合流程已试生产;用沸腾炉烧—磁选进行氧化锰的锰铁分离和用浮选法进行碳酸锰的锰铁分离的研究也有进展;高炉冶炼富锰渣进行锰铁分离、同时综合回收铅、锌、银已取得了一定的效果。5毫米以下冶金粉矿烧结用24平方米烧结机已建成三套,年可处理粉矿60万吨。另外还增加了轻工急需的电解二氧化锰产品。我国锰矿入炉品位现已提高到28%~30%。

我国锰矿生产还存在如下问题:(1)锰矿供需矛盾较大。由于矿石品位低,消耗量为钢产量的5~10%(国外为3~4%),如以5%计,则1990年预计年需含锰30%的矿石240