

生代拗陷带,这就为我们的找矿工作进一步提供了线索。

主 要 参 考 文 献

- [1] 刘东升 卡林型金矿成矿类型探讨《地质与勘探》,1983.№4.33—37
- [2] 刘东升等 我国卡林型金矿矿物共生组合特征及成矿条件的讨论《全国黄金矿床矿物学与成因矿物学术会议》1983. 10
- [3] 萧振民译 美国卡林型胶粒金矿床《地质与勘探》,1980,№8.72—73
- [4] 袁洁译 难选金矿的处理《国外黄金参考》1984.№1, 19—22
- [5] D.J.Kig等《加拿大选矿厂设计的新进展》
- [6] W.J.Guay等 Recovery of Gold from Carbonaceous ores at Carlin, Nevada《Trans. of the society of Min. & Engineers of AIME》1973. Vol254 №1, 103—105
- [7] Joseph G.Wargo The next exploration stage for Caylin-type gold Deposits《Mining Engineering》, 1979. sept. 1321—1323
- [8] W.J.Guay How carlin treats gold ores by double oxidation《World Mining》, 1980, Mar. 47—49
- [9] G.M.Potter Some developments in gold and silver metallurgy《Extraction Metallurgy 1981》P128—136
- [10] Thiourea a potential alternative for Au/Ag leaching《E/MJ》1982, №2 P59
- [11] R.A.Pyper等 Extraction of gold from finely disseminated gold ore by use of acidic thiourea solution《Extraction Metallurgy 1981》P57—75
- [12] Alin Lewis Leaching and precipitation Technology for gold and silver ores《E/MJ》1983.№6, 48—56
- [13] Dan Jackson Carlin Gold《E/MJ》1983.№7, 38—43
- [14] 朱奉三等 卡林型金矿的主要特征《黄金》1984.№2, 4—11

苏联某些矿产资源综合利用的现状

王 凤 岐

(冶金工业部情报研究总所)

在有色冶金工业中,已能从矿石中回收74种元素,其中62种是作为伴生组分顺便回收的。整个有色冶金工业部门所提取的伴生组分的价值已占其矿产品总价值的20—30%。就铜、钼和多金属矿讲,它们的主要组分和伴生组分的价值比例及回收情况可参见下表^[2]:

几种矿床主要组分和伴生组分的价值 (%)

价值	铝 矿 床		铜 矿 床		多 金 属 矿 床	
	主要组分	伴生组分	主要组分	伴生组分	主要组分	伴生组分
潜在的	83.6	16.4	54.8	45.2	28.3	71.7
回收的	99.2	0.8	69.1	30.9	36.2	63.8

目前,综合利用的范围已从多金属矿石扩大到几乎所有的矿石(固态、液态和气态)、剥离岩石、选矿尾矿、废渣(液、气)、甚至有人将废弃巷道也作为一种自然资源加以利用(地下厂房、专用仓库、特别医院和试验室等)。现将某些矿产资源的综合利用情况简述如下:

铜 矿 石

乌拉尔地区开采和加工的铜矿石中含有19种有用组份,目前在选矿过程中回收9种(铜、锌、铁和硫选入同名精矿,镉和铟选入锌精矿,金、银集中在黄铁矿精矿中,钒选入钒铁精矿),在冶炼中回收10种(铅和铋进入浸渣、锗收入粉尘和精矿,硒和碲进入工业用合金,镍收入镍盐,锡收入锌粉和粗青铜以及钼、铂和硫),原料综合利用率平均为56.7%(选矿过程原料的综合利用率为68%),冶炼过程原料的综合利用率为51%^[3];另据报道,目前乌拉尔各铜矿冶公司从精矿中回收16种元素(铜、锌、硫、金、银、铅、铋、镉、锗、硒、碲、镍和铁;从铜工业所属的铅冶炼企业中还可回收铟、镓和铈)元素,原料综合利用率为64.4%,选矿综合利用率为58.8%,冶炼综合利用率为82.8%(红乌拉尔冶炼厂达81.0%,中乌拉尔冶炼厂为81.8%,基洛夫格勒冶炼厂为92.0%,卡拉巴什冶炼厂为68.3%,缅德诺戈尔斯克冶炼厂为59.3%)^[4]。原料中有用成份的损失分布如下:选矿尾矿中22.85%,硫铁矿精矿中9.8%,废渣中3.5%,烟尘中2.1%,废气中2.0%。

索尔斯克矿山公司从其铜-钼矿石中回收7种精矿、铜精矿、钼精矿、黄铁矿精矿(S42%)、磁铁矿精矿(Fe63%)、Ⅲ-2M号长石精矿(用于电器绝缘、磨料和电极制造工业)、ΠCX-3号长石精矿(用于玻璃工业)和石英(用于建筑工业);卡扎兰矿冶公司从其铜-钼矿石中除回收铜、钼、金、银和铼外,正在研究用浮选尾矿(含 Al_2O_3 27.8%)生产氧化铝,建筑材料和陶器。现已研制出一种处理铜-钼矿石的无尾矿工艺流程^[5],该流程可以从含Mo 0.083%、Cu 0.06%、Bi 0.015%、 WO_3 0.079%、黄铁矿1.5%、磁铁矿0.1%、石英36%、长石32.5%、黑云母17.5%、白云母-绢云母9.5%和萤石0.6%的矿石中得到一级钼精矿(回收率84—85%)、铜精矿(Cu 12%回收率50%)、黑钨矿(WO_3 19.7%、回收率46%)、黄铁矿精矿(S40—41%)、磁铁矿精矿(64.7%)、云母精矿、萤石产品-ΠCX长石精矿和石英产品。

诺里尔斯克矿冶公司从其硫化铜-镍矿石中除提取铜、镍外,还副产12种元素。此外,还在研究剥离岩石和镍渣的利用问题,据苏联有关单位粗略计,每年处理1000万吨镍渣(可

用作充填料、混凝土的粘结剂、铸石和建材用料)可得1.2亿卢布的利润,投资费(2.3亿卢布)两年可回收。

提高铜矿石综合利用的主要方向是:完善选矿工艺流程(推广无氰工艺和无尾矿工艺)、研制处理剥离岩石和选矿尾矿的最优方案;推广自热和半自热熔炼法处理矿石;综合加工炉渣和烟尘。

多 金 属 矿 石

目前,可从铅锌矿石中回收17种成分,综合利用系数达83—85%。许多先进厂,从矿石到金属的回收率达到很高水平,如切里雅宾电锌厂,1981年回收12种元素,其回收率为^[6]:铜 92.25%、铅 89.56%、锌 96.85%、金 92.13%、银 97.81%、硫 88.9%、镉 91.34%、铟 67.51%、镓等;列宁诺哥尔斯克矿冶公司从多金属矿石回收铜精矿、锌精矿、铅精矿、含金精矿和黄铁矿精矿、从这些精矿中提取了铜、铅、锌、镉、硒、硫、锆、钼、汞和其它稀有金属以及贵金属,废石用作建筑材料,选矿尾矿用作充填料。

稀 有 金 属 矿 石

苏联采用多种选矿方法处理稀有金属矿石,除回收稀有金属矿物外,还回收大量非金属矿物,经济效益较好。例如:别洛戈尔斯克采选联合企业,目前生产稀有金属和锡精矿、云母精矿、长石原料、含钾长石和石英产品,副产品的产值占总产值的40%以上^[7]。为提高原料的综合利用率,采取了以下措施:在采矿过程减少矿石损失率和贫化率;从矿区内的矿床中开采非金属矿物;在选矿过程提高主金属的回收率并从尾矿中回收伴生组份和制取新产品。该企业接近实现无尾矿工艺,计划建设用选矿尾矿生产泡沫玻璃的车间,并用化学-冶金法处理选矿产品。

铝 原 料 资 源

目前,苏联铝的原料来源主要是铝土矿、霞石和明矾石。用它们生产的铝分别占铝产量(再生铝除外)的82%、16%和2%^[23]。

铝土矿除铝外,还含有镓、钒、钛、氟、磷、钼、锆等。苏联1980—1982年平均年产铝土矿(含三氧化二铝20—55%)460万吨。现在,巴甫洛达尔炼铝厂在用铝土矿生产氧化铝时,还副产镓和钒。哈萨克斯坦科学院冶金-选矿研究所同该铝厂共同研制出了从循环的碱溶液中制取冰晶石和氧化铝的混合物的工艺,并按该工艺进行了工业试验。据计算,氟的总回收率占循环溶液中氟总量的88—100%,商品级冰晶石含氟48—53%、铝17.4%和钠27—29%^[8]。上第聂伯矿冶公司从含铝矿石中除回收铝土矿外,还回收5种精矿:钛铁矿、金红石、兰晶石、硅线石-十字石和石英砂,已接近无尾矿生产水平。

苏联正在加强废渣的综合研究,从中回收有益组份(生产1吨氧化铝,在废渣中要损失120公斤三氧化二铝、80公斤氧化钠、72公斤二氧化钛、2.16公斤锆、1.9公斤五氧化二钒、

2.3公斤五氧化二磷、1.2公斤氟、0.02公斤镓、0.5公斤砷、0.6公斤铬、0.12公斤钼等), 并利用废料生产建筑材料。

苏联的明矾石矿床在时代上属比较年轻的层状矿床, 是次火山岩层中各种酸性成分的热液交代作用的产物。1980—1982年, 平均年产明矾石(含三氧化二铝16—18%) 60万吨。以浮选为主的选矿工艺流程不但可选含明矾石32—36%的矿石, 而且可选更贫的矿石, 获得含明矾石不低于65%的精矿。用这种精矿可生产氧化铝、硫酸和硫酸钾等^{[10][11]}。在湿法化学处理明矾石的闭路生产过程中, 少量的氟、镓和钼富集在铝酸盐-碱溶液里, 现在已能从中回收镓和钼, 从而降低了氧化铝的生产成本。

苏联平均(1980—1982年)年产霞石(含三氧化二铝25—30%)250万吨^[11]。用40吨霞石生产一吨氧化铝, 可副产0.8吨苏打、0.3吨钾碱以及10吨波特兰水泥, 已达到无废料生产水平。生产一吨氧化铝的成本比用铝土矿低25—40%^[12]。

铁 矿 石

现在, 苏联年产商品铁矿石2.4—2.5亿吨, 采出矿石的铁含量平均降至32%左右。随着大量贫杂矿的开采与加工, 原料的综合利用日趋重要。采用新技术、改善选矿工艺流程、增加回收伴生组份的数目并提高其回收率, 以及充分利用剥离岩石和选矿尾矿, 是提高铁矿石原料综合利用率的重要方向。

钒钛磁铁矿矿石: 卡奇卡纳尔钒钛磁铁矿矿床是世界上工业开发的同类矿床中铁品位最低的矿山(原矿平均含铁16%), 目前, 年产原矿4000—4500万吨。采选联合企业(1963年投产)自1965年以来年年赢利, 其主要原因是: 露天开采且规模大, 选厂采用新技术、新工艺和新的控制与检测仪器, 制定了企业产品质量管理标准及奖励制度, 利用剥离岩石和选矿尾矿等。利用钒的获得的利润占总利润的40%。目前每年销售碎石120万吨(很快将达400万吨)、尾矿300—350万吨。1980年生产碎石每投入一个卢布可获得国民经济效益20—50戈比^[13]。

沉积型褐铁矿矿石: 利萨科夫矿山年产原矿3600万吨, 平均含铁40—41%、钒0.06%。目前采用重选-磁选流程得到含铁49%的精矿, 精矿经冶炼产出含钒和磷的生铁及含三氧化二铝的炉渣, 生铁在炼钢过程中产出钢、钒和含磷钢渣(作农肥用)。近年来, 用焙烧-磁选工艺对该矿进行了半工业试验, 除得到含铁62%的铁钒精矿外, 还回收了磷和氧化铝。采用该流程, 年经济效益可达2500万卢布^[14]。

硫化物-磁铁矿矿石: 科夫多尔铁矿属磁铁矿-磷灰石-斜锆石复合矿床。目前, 采用磁选-浮选-重选流程, 从该矿床的矿石中以工业规模生产三种精矿^[15]。例如: 1981年处理原矿(含铁24.84%、五氧化二磷7.13%) 15,581,400吨, 生产铁精矿(含铁63.46%、回收率88.6%) 5,539,100吨, 磷灰石精矿(含五氧化二磷39.4%、回收率65.55%) 674,800吨, 斜锆石精矿产量未见报道^[16]。到1985年, 磷灰石产量将达176万吨; 索科洛夫-萨尔拜硫化物-磁铁矿矿床, 除含铁外, 还含硫、铜、镍、锌、铅和其它金属。目前, 只回收磁性铁作商品矿。按浮选-吸附-萃取工艺对湿式磁选尾矿进行的工业试验证明, 综合回收伴生组份技术上可行, 经济上合理, 可建立生产磁铁矿精矿、硫或硫酸、铜、锌、镍和其它金属的大型联

合企业。据有关单位估算,建立这样的联合企业,年经济效益可达1100万卢布^[17];斯维尔德洛夫州的伏尔考夫斯克复合铁矿矿床含有铜、铁、钒和磷等,是红色乌拉尔铜冶炼公司的主要属料基地。矿石经选矿可得含铜16.4—23.6%的铜精矿、含五氧化二磷37%的磷精矿和含铁59—61%、五氧化二钒1—1.2%的铁钒精矿^[18]。

菱铁矿矿石:乌拉尔地区的巴卡斯克矿山管理局,目前年采400万吨菱铁矿矿石,年焙烧能力120万吨矿石,经磁选得到60万吨精矿。现已研制出利用焙烧时放出的二氧化碳气生产碳酸和干冰的工艺,其经济效益很高。此外,拟建一座用重悬浮液法的选矿厂,年处理能力300万吨,精矿用作冶炼锰铁的烧结配料^[13]。

含铁石英岩矿石:这类矿石主要集中在库尔斯克磁力异常区和克里沃罗格铁矿盆地,其综合利用的主要方向:一是用干式磁选法从含铁10—16%的废石(表外矿和尾矿)中生产含铁24—28%的原料作为选矿厂的入料,提高采出矿石的利用率;二是从采矿剥离物(粘土、泥灰石、砂和白垩等)中回收有用成分和制建筑材料及其它产品^[19],在这方面已取得了很大的经济效益。例如,苏联在第十个五年计划期间,仅在别尔戈罗德地区就用了库尔斯克矿区采出的坚硬岩石200万立方米(用于公路和铁路建设)、砂石2000万立方米(用于水坝和尾矿坝的建设)和白垩1200万立方米(用于生产水泥和颜料)。近年来,已建成斯塔罗斯科利斯克水泥厂和硅酸盐墙体材料厂,成立了古勃金采石场管理局。这些企业利用列别丁和斯托连依铁矿床的剥离岩石作原料(用斯托连依铁矿顺便采出的白垩生产水泥与用某些专门企业开采的白垩生产水泥相比,其生产成本平均约低一半;古勃金建材制品公司用列别丁露天矿采出的砂制备不同牌号的砂浆和混凝土,每年能获得25万卢布的经济效果。

锰 矿 石

苏联锰矿储量的四分之三以上集中于乌克兰第聂伯河沿岸的尼科波尔矿区和大托克马克区以及格雷吉亚的恰图拉盆地。目前,锰矿石的利用率较低,全行业选冶总回收率不超过50%,选矿回收率不超过74%,个别企业还要低,如恰图拉锰矿公司和哈萨克斯坦的杰兹金锰矿管理局分别为66.9%和47.3%)。

尼科波尔矿区的矿石仅含锰和少量磷。所以,原料的综合利用主要在于利用厚度达80—35米的剥离岩石(亚粘土、砂石、石灰石以及各种组分的粘土),矿区年剥离沉积岩石量达1.9—2.1亿立方米,其中4,100—4,300万立方米黄土状亚粘土适于生产砖瓦;700—900万立方米石灰岩-介壳石灰石和鲕状石灰岩可制成墙体砌块、生产石灰和水泥;硅质石灰岩用作筑路碎石;1500万立方米不同组份的砂石可制备砂浆或混凝土骨料;1.14—1.31亿立方米不同组份的粘土中有1.100—1.30万立方米适用于生产有孔粘土。目前,正在扩大岩石利用的范围和进行矿床的综合开发(粘土)以及处理平均含锰13.1%的尾矿(现已堆存1.434亿吨)。

杰兹金矿管理局计划改建其选矿厂,以重选-浮选流程取代重选-磁选流程,除保持原有生产能力外,每年还处理10万吨锰品位平均为10.5%的老尾矿,选矿厂的年精矿产量将达到9万吨。用浮选法处理老尾矿,每年可增产4.7万吨锰精矿和5.8万吨长石精矿,使每吨产品的成本减少1.1卢布。此外,还应考虑用老尾矿生产建材产品的可能性,据计算,年产5,000

万块砖（售价140万卢布）的基建投资（420万卢布）用8.3年的赢利便可收回^[20,21]。

钛 原 料

含钛矿石和精矿含有大量伴生有价元素。如萨莫特坎矿床的钛精矿就含 TiO_2 63.6%、 FeO 24.4%、 Al_2O_3 2.3%、 Cr_2O_3 1.6%、 V_2O_5 0.85%、 MnO 0.6%、 ZrO_2 0.24%、 Nb_2O_5 0.1%、 Ta_2O_5 0.005%、 Sc_2O_3 0.006%、 ThO_2 0.008%、 MgO 0.4%、 CaO 0.2% 和 SiO_2 1.5%。目前，钛原料的实际综合利用系数约为53—56%。钛和铁以含钛生铁和钛铁合金的形式回收，钒以铜钒浆或铝钒浆的形式回收（按氯化-精馏流程加工铜钒浆，可得到五氧化二钒、可循环的四氯化钛和铜氯化物熔体；按酸-碱流程加工铝钒浆，可得到五氧化二钒和可循环的四氯化钛）；用酸浸-萃取工艺从钛生产的氯化物废料中提取 Nb_2O_5 和 Ta_2O_5 ；用吸附和萃取工艺从溶液中提取钪。

提高钛原料的综合利用率和建立无废料生产工艺，采取以下措施：钛生产企业要支付原料中有价组份的费用；对超标准排废实行有效的制裁；制定计算和规划原料综合利用的更完整的指标；改进钛原料综合利用的产品成本计算方法^[22]。

磷 矿 石

当前，苏联磷矿石产量的85%为中低品位矿石（例如，1982年开采磷灰石4700万吨，矿石平均含五氧化二磷15—18%，产磷精矿1760万吨，平均含五氧化二磷39.4—39.6%；开采磷块岩2600万吨，平均含五氧化二磷13%，产精矿780万吨，平均含五氧化二磷19—30%），主要产自希宾磷灰石矿床和卡拉套磷块岩矿床^[23]。前者的探明储量在23亿吨以上，预测储量45亿吨左右；后者的探明储量在13亿吨以上，预测储量在23亿吨以上^[24]。

在选希宾磷灰石矿石时，除得到优质磷精矿外，还综合回收了钛磁铁矿、霞石和榴石等精矿。

在开采卡拉套地区的磷块岩（如叶戈尔耶夫矿床）矿床时，石英-海绿石、粘土等也和磷块岩一起采出，可从中综合回收磷块岩、海绿石（用于油漆颜料工业）和石英（用于玻璃和化学工业）。从“磷块岩”公司的废料中回收石英砂，年国民经济效益可达310万卢布（从浮选尾矿中回收一吨玻璃砂的利润为1.55卢布^[25]）。

此外，苏联正在贝加尔湖附近的奥舒尔科夫建设一座年产磷精矿（含五氧化二磷36%，回收率94%）70万吨的选矿厂，计划1986年投产，原矿含五氧化二磷4—5%^[26]。开发利用贫磷矿，是解决缺磷地区发展农业的重要途径之一。

煤 炭 资 源

现在，苏联年产煤炭约7.2亿吨，90%用于冶金厂、电站和城市公共生活事业。煤炭利用的特点：一是综合利用煤炭本身；二是综合利用煤炭工业的废料（煤矸石、选煤尾矿和电站灰渣等）。

煤炭的利用：1) 减少煤炭外运，发展煤矿电站。这种措施，大大减少了运费和资源的损失。在顿巴斯煤矿，已有八座大型燃煤电站，计划在另外两个煤田再建两座大型热电站^[1]；2) 综合加工煤炭，获得多种产品^[2]。苏联每年有四分之一以上的煤需要综合处理，1吨煤可获得700公斤焦炭、40公斤煤焦油、400立方米煤气和8公斤苯。例如，1980年加工2.1亿吨原煤，生产焦炭9440万吨、350万吨煤焦油和353亿立方米煤气（每立方米煤气中含有100—120克焦油、30—40克苯类碳氢化合物、7—10克氨和5—10克硫化氢）；3) 煤的液化：苏联正在近莫斯科煤田和坎斯克-阿钦斯克煤田建造处理能力分别为5吨/日和75吨/日的试验装置，研究用加氢法从煤中制取液体燃料的工艺。扩大试验确定，每生产一吨液体燃料约消耗5.5吨褐煤和3吨烟煤。拟建日处理200—250吨煤的液化厂，还准备建年产300万吨运输燃料（汽油、喷气燃料和柴油）的大型液化厂^[28]。4) 煤的气化：苏联已有两个煤炭地下全化试验站在运行，年产煤气10亿米³；此外煤炭工业部燃料矿物研究所研制出一种沸腾层气化法，已建成小时生产能力为1000立方米的试验装置，并对埃基巴斯图矿床的高灰分煤进行了试验，试验结果如下：每产1000立方米煤气消耗煤（灰分48.5%）0.5吨，基建费用5.4卢布，成本费1.39卢布。

采煤和选煤废料的利用：苏联每年以电站灰渣、剥离岩石和选煤尾矿的形式产生18亿吨废料，这些废料主要为石英砂和高岭质粘土，可作为玻璃、陶器、铸造等许多生产部门的原料。收集、清除和贮存每一吨废料要花3.5卢布^[48]。从这些废料中除回收玻璃砂、型砂和高岭质粘土外，还回收锗、铝和镍以及生产各种建筑材料（如：正在库兹涅茨克建设两座用选煤尾矿生产砖的企业，在卡拉干达煤矿建一座年产2500万块砖的企业，每用一吨矸石可得4卢布的经济效益）。

某些非金属矿石⁽³⁰⁾

苏联建材部大约有2200个露天矿和地下矿山在开采石棉、云母、石墨、高岭土、滑石、水泥原料、玻璃原料、陶瓷原料、非金属矿建筑材料以及其它矿产等。合理综合利用矿产对建材工业具有特殊的意义，因为该部每年的采矿量达17亿立方米，在2.92亿立方米剥离岩石和0.66亿立方米选矿尾矿中已有1亿立方米用于国民经济。

在一些高岭土联合企业（如恰尔加诺夫斯克），除生产高岭土外，还生产玻璃砂、石英砂、型砂和长石精矿。

在扎瓦利耶夫斯克石墨联合企业，年采石墨矿119万吨，顺便采出的岩石在20万立方米以上，目前每年从中得到11万立方米建筑碎石。

乌拉尔石棉矿采选联合企业在开采石棉时，大量的基岩与矿石一起采出。每年剥离岩石和选矿尾矿的总量达1.2亿吨。1981年，从剥离岩石中生产出243.8万吨碎石，从选厂尾矿中得到330.5万吨碎石、13.9万吨砂、1068.7万吨铁路铺渣（碎石）以及其它产品。计划更广泛地利用石棉尾矿。

对其它一些非金属矿山，苏联建材部也都比较重视矿床的综合开发和采出物的综合利用。

参 考 资 料

- [1] 《矿产资源保护问题》，地质出版社，1982，p34—93
- [2] 矿床评价和综合利用的迫切问题。
《矿产保护与利用》，1983，№3
- [3] 乌拉尔含铜矿石综合利用的经济效益。
《矿产保护与利用》，1983，№4
- [4] 乌拉尔铜生产技术和工艺的改进。
《矿产保护与利用》，1983，№2
- [5] 改善钼和铜-钼矿石选矿工艺和综合利用的途径。
《矿产保护与利用》，1982，№1
- [6] 苏联有色冶金企业资源合理利用现状。
《外国冶金动态》，1982，№33—34
- [7] 稀有金属伟晶岩的综合利用。
《国外矿产综合利用》，1981，№4
- [8] 关于铝土矿的综合利用。
《矿产保护与利用》，1982，№3
- [9] 《Min·Ann·Review》，1983，p452
- [10] 综合利用明矾石生产氧化铝、硫酸和硫酸钾。
《矿产保护与利用》，1983，№3
- [11] 苏联铝厂实现无废料生产。
《国外冶金动态》，1983，№22
- [12] Состояние и проблемы комплексного использования фосфатного сырья.
《Ком.исполь.мине.сырья》，1983，№10
- [13] “乌拉尔矿山”生产联合企业的矿藏综合利用和环境保护。
《矿产保护与利用》，1982，№2
- [14] Повышение эффективности комплексного использования железорудного сырья.
《Комплексное использование минерального сырья》1983，№5
- [15] 综合性矿石选矿工艺的制定与应用。
《矿产保护与利用》，1983，№1
- [16] Processing a complex iron-apatite ore on the Kola Peninsula.
《Mining Magazine》，January, 1983.
- [17] 索科洛夫-萨尔拜矿床硫化物-磁铁矿矿石的综合利用。
《国外矿产综合利用》，1981，№1
- [18] 斯维尔德洛夫斯克州各企业铁矿石原料综合利用的现状和远景。
《国外矿产综合利用》，1981，№2

- [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