

湿式强磁选在钨和钽铌矿选矿中 应用的新进展

赣州有色冶金研究所 熊上晖

·提要·本文介绍了湿式强磁选在难选钨矿和钽铌矿选矿中应用所取得的显著效果。

某难选钨矿精选流程试验中采用湿式强磁选，使精选流程简化，精选回收率明显提高。某钽铌矿选厂由增设湿式强磁选而改进精选流程，使精选尾矿品位大幅度降低，精选回收率明显提高，对全厂回收率的提高，起了重要作用。两者都用湿式强磁选取代了原来生产中使用的干式强磁选。

·关键词·湿式强磁选，钨矿，钽铌矿

湿式强磁选系湿式作业，适宜于从细粒级物料中分选出弱磁性矿物，已广泛地用于铁矿和钨矿以及非金属矿的选矿厂中。例如，用于选别褐铁矿、赤铁矿、钨细泥，以及用于钨矿的精选流程中。近几年来，又发展到用于难选钨矿的精选流程试验和钽铌矿选矿生产中。

一、在难选钨矿中的应用

(一) 矿石性质及原生产精选流程

某钨矿主要属黑钨-石英脉矿床，生产中由于矿石性质的某些变化，入选矿石可选性差，属难选矿石，原生产的精选流程为重选毛砂的粗粒级经跳汰精选得粗粒精矿，其中细粒级经抬浮或浮选脱硫后，用摇床选得中、细粒级精矿。粗粒及中、细粒级精矿均烘干后用干式强磁选分选黑、白钨，得出黑钨精矿，磁选尾矿再磨后浮选白钨。摇床中矿含黑、白钨及较多褐铁矿，需多次用摇床分选钨、铁。

(二) 存在问题

由于重选毛砂中褐铁矿(包括针铁矿、

少量赤铁矿、微量磁铁矿)含量高达37.41%，它们分散在精选流程中，需用多次摇床作业进行钨、铁分选，流程复杂，影响回收指标。其次细粒级精矿用干式强磁选分离黑、白钨，在干燥过程中矿粒表面铁染严重，影响干式磁选效果。且磁尾需再处理，干式和湿式作业交替，流程复杂，费用增多。

(三) 湿式强磁选

试验试料为生产的矿砂摇床和矿泥摇床毛精矿中的细粒级，先浮铜，浮铜尾矿经弱磁选选出杂铁后送入湿式强磁选。磁选给矿含WO₃17.64%，Sn0.44%，经一次粗选作业，获得的精矿产率为85.03%，含WO₃18.30% (其中黑钨相WO₃16.71%、白钨相WO₃1.59%)，含Sn0.23%。进入精矿中的黑钨相WO₃占给矿中的96.56%，总钨占88.22%。尾矿含WO₃13.88%，含Sn1.63%。褐铁矿中WO₃大部分包括在黑钨相中。可见，湿式强磁选使黑钨与褐铁矿集中到磁性产品，它们与白钨和锡石较好地分离。将磁性产品集中用摇床分离钨、铁，从而使摇床作业次数减少，简化了流程。

湿式强磁选可直接得黑钨精矿，或磁

选精矿再用摇床选出黑钨精矿，取决于给料中钨品位和铁含量。如果钨品位较高，铁含量少，则直接得精矿，否则需再经摇床处理，湿式强磁选的使用，取代了原生产中使用的细粒级干式强磁选作业。

(四) 精选流程试验结果

采用湿式强磁选-摇床作业选别细粒级毛精矿，得出的精矿质量符合国标黑钨精矿一级Ⅱ类品要求，作业回收率达85—92%。而原来生产中干式强磁选处理细粒级所得精矿的主品位低，其中Sn、P含量超标，不能得等级品。湿式强磁选与干式强磁选精选结果对比见表1。

表1 湿式强磁选与干式强磁选精选结果对比

作业 名称	元素名称及含量(%)						
	WO ₃	S	As	P	Mo	Sn	Cu
湿式强磁选	67.62	0.17	0.06	0.061	0.021	0.086	0.096
湿式强磁选-摇床	65.09	0.07	0.054	0.095	0.033	0.20	0.107
干式强磁选	50.53	0.313	0.125	0.146	0.05	0.245	0.313

由于采用湿式强磁选，以及在试验中采用一些其他改进措施，确定了适宜的精选流程，获得了较高的试验指标，使精选回收率由1978—1985年生产平均指标86.04%，提高到试验指标93.14%。现该矿已备有SQC型湿式强磁选机，并用于生产。

二、在钽铌矿选矿生产中的应用

(一) 矿石性质及改进前的精选流程

某钽铌矿属花岗岩中含钽较富的蚀变花岗岩钽铌矿床，呈风化和半风化产出，原矿含泥多，钽铌矿物嵌布粒度细。生产流程以重选为主。全流程分重选和精选两段。改进前精选流程为磁-重-磁流程。重选毛砂经弱磁选选出杂铁，再分级进摇床精选。摇床作业分粗选和中矿再选，粗选得精矿、次精

矿、中矿和尾矿。次精矿和中矿分别进中矿再选摇床。中矿再选作业也得精矿、中矿和尾矿。所得精矿与粗选精矿合并烘干后成为最终精矿，部份不合格精矿需经干式强磁选精选，提高品位后混批出厂。中矿再选的中矿被泵送至贮矿斗，以备再循环处理。粗选和中矿再选所得尾矿均丢弃。

(二) 存在问题

改进前的精选流程以摇床作业选得精矿和丢弃尾矿，部份不合格精矿用干式强磁选精选。存在两个问题，一是摇床尾矿品位偏高，经筛析检查，其中0.2mm以下的细粒级的金属损失较多。筛析结果见表2。二

表2 摆床尾矿筛析结果

粒级 (mm)	产率 (%)	品位 (Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	金属占有率 (%)
+0.2	30.64	0.207	16.11
+0.1	42.13	0.513	54.89
+0.074	13.29	0.424	14.31
-0.074	13.94	0.415	14.69
合计	100.00	0.394	100.00

是摇床精矿烘干后，矿粒表面污染严重，降低了干式强磁选的分选效果，且干式作业粉尘大，有碍工人健康。为了解决上述问题进行了湿式强磁选的试验工作。

(三) 湿式强磁选试验

进行试验的试料为生产的精选段总尾矿及摇床中矿再选尾矿，采用一粗一精或一次粗选的流程，试验设备为试验室小型湿式强磁选装置，磁场强度最大可达1000000A/m。试验结果列于表3和表4。

表3 精选段总尾矿湿式磁选试验结果

产品名称	产率 (%)	品位 (Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	回收率 (%)
精选精矿	12.20	3.0	91.38
精选尾矿	6.40	0.0625	1.00
粗选尾矿	81.40	0.0375	7.62
合计	100.00	0.40	100.00

表4 摆床中矿再选尾矿湿式强磁选试验结果

产品名称	产率 (%)	品位 (Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	回收率 (%)
粗选精矿	10.08	2.25	87.06
粗选尾矿	89.92	0.0375	12.94
合计	100	0.26	100

从以上两表结果可见, 给料品位0.26—0.4%, 一次磁选尾矿品位降低至0.0375%, 回收率为87.06—92.38%, 磁选效果很好。

(四) 工业试验及磁选精矿的处理

工业试验设备为SQC-2-700湿式强磁选机, 给料为精选段总尾矿。给料经泵送至给料斗, 在斗中脱水浓缩后给入磁选机。工业试验一次粗选所得精矿品位为5.45%, 理论回收率为70.37%, 给料品位0.4%, 尾矿品位降至0.125%, 试验结果较好。不论小型试验或工业试验的结果都表明, 精选段摇床尾矿经湿式强磁选一次粗选可使70%以上的钽铌金属回收到磁选精矿中, 工业试验的精矿富集比为13.6。磁选尾矿品位大幅度下降。采用湿式强磁选的效果很明显, 它主要回收摇床尾矿中细粒级金属, 其次回收部份连生体。

对磁选精矿进行摇床试验, 以便得出能混批出厂的精矿。试验结果列于表5。磁选精矿经摇床精选获得的精矿品位为34.82%,

表5 湿式强磁选精矿摇床精选试验结果

产品名称	产率 (%)	品位 (Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	回收率 (%)
粗选精矿	4.78	36.65	35.47
中矿扫选精矿	2.05	30.55	12.68
小计	6.83	34.82	48.15
扫选中矿	13.21	6.82	18.24
扫选尾矿	14.81	1.62	4.86
粗选尾矿	65.15	2.18	28.75
合计	100.00	4.94	100.00

作业回收率为48.15%。此精矿可作产品销售。

将表5中的摇床中矿和尾矿合并用湿式强磁选再选, 得再选精矿和废弃尾矿。再选精矿经检查连生体较多, 经磨至-0.2mm, 再用摇床精选, 可得能混批的品位为21.975%的摇床精矿, 其作业回收率为77.65%。摇床试验结果见表6。

表6 湿式强磁选再选精矿磨矿后
摇床选别结果

产品名称	产率 (%)	品位 (Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	回收率 (%)
精矿	17.61	21.975	77.65
中矿	26.62	1.775	9.48
尾矿	55.77	1.15	12.87
合计	100.00	4.984	100.00

(五) 改进后的精选流程及生产指标

根据改进前精选流程存在的精选尾矿品位高及干式强磁选效果较差的问题, 进行了湿式强磁选小型试验及工业试验, 并对磁选精矿进行了摇床精选试验, 所得结果良好, 从而对生产流程进行改进。将精选段摇床尾矿用湿式强磁选-摇床流程再处理, 以便回收原来尾矿中丢弃的细粒级金属及部分连生体中的金属, 来降低精选尾矿品位, 提高精选回收率。

由于采用湿式强磁选-摇床流程作为精选段丢弃尾矿的把关措施, 并选出部分精矿, 在生产中可适当提高原来摇床的精矿质量, 尽量少接收不合格精矿, 因而可取消原用的干式强磁选作业。故湿式强磁选-摇床流程, 既提高了精选效果, 降低尾矿品位, 又取代了干式强磁选, 实为一举两得。

改进后的精选流程为磁-重-磁-重流程。原精选流程及设备全部不改动, 只增设砂泵、给矿斗、湿式强磁选机和小型磨矿机各一台, 及几个产品沉淀池。按照试验确定

的流程进行改进。将摇床尾矿泵送至给矿斗，脱水浓缩后，给入湿式强磁选机。一次选别排出最终尾矿，得出第一次磁选精矿。第一次磁选精矿被泵送至原有储矿斗，单独用原来摇床流程精选，精选时产出的摇床精矿可混批出厂，产出的摇床尾矿，又经湿式强磁选，再次丢弃尾矿和得出第二次磁选精矿，第二次磁选精矿按处理第一次精矿同样流程处理，得出第三次磁选精矿并丢弃尾矿。第三次磁选精矿经再磨后仍按处理第一、二次磁选精矿同样流程选别。这样充分利用原有设备，减少了改进工程工作量，节省了费用，投产早，见效快。实为选矿厂生产改进的既快又省的良好办法。现将精选流程改进前后的生产指标列于表7。

表7 精选流程改进前后生产指标对比(%)

指 标	改进前(89年)		改进后(89年)	
	4月	5月	6月	9月
重选毛砂品位	2.249	1.46	0.94	0.841
精选精矿品位	32.76	33.92	35.26	34.61
精选尾矿品位	0.44	0.47	0.123	0.10
精选段回收率	83.32	80.4	83.35	83.95

从表7结果可见，改进前重选毛砂品位为1.46—2.249%，精选回收率为80.4—83.32%，尾矿品位0.44—0.47%，一般重选毛砂品位降低，精选回收率则受到影响，但改进后重选毛砂品位降至0.841—0.94%的情况下，精选回收率仍达83.35—83.95%，尾矿品位明显降低，降至0.1—0.123%。可见增设湿式强磁选而改进的精选流程，在重选毛砂品位显著降低的情况下，精选仍达较高回收率，这是由于尾矿品位大幅度降低的原因。从而说明湿式强磁选对尾矿中细粒级金属及部份连生体中的金属较好地回收了，

故明显地提高了精选回收率。如果重选毛砂品位仍保持原有水平，可以预料，改进后的精选流程的回收率将更高一些。降低重选毛砂品位是该厂提高重选段回收率的措施之一，改进的精选流程在大幅度地降低重选毛砂品位的情况下，仍获得较高的精选回收率，对全厂回收率的提高起了重要作用。

三、结语

湿式强磁选在某难选钨矿和某钽铌矿选矿中应用，收到显著效果。前者使精选流程简化，精选流程试验的回收率比生产上的明显提高。后者使选厂生产的精选尾矿品位大幅度降低，在给入的重选毛砂品位大幅度降低的情况下，仍获得较高的精选回收率，明显地改善了精选效果，对全厂回收率的提高，起了重要作用。两者不仅提高了精选指标，而且都用湿式强磁选取代了原生产中使用的干式强磁选，减少了粉尘危害和节省了费用。

某钽铌矿选厂由采用湿式强磁选而改进精选流程，充分利用原有生产流程和设备，减少了改进工程工作量，投资少，见效快。经长期生产实践证明，改进的精选流程是成功的。

所有磁选设备均为赣州有色冶金研究所研制的SQC-2-700型湿式强磁选机，经多年试验使用和长期生产运转证明，该设备性能良好，磁场强度高，分选指标好，操作方便，既可用于试验，也可用于生产，实为湿式磁选的良好设备。

湿式强磁选还可用于钨和钽铌矿选矿流程其他部分，以便减少其他选别设备，节省费用，或进一步降低尾矿品位，提高回收率。随着科研和生产的发展，湿式强磁选的应用范围将更加扩大。