

## 水厂选矿厂利用科技创新求发展

刘承军 蒋文利 李卫平  
(首都钢铁公司)

**摘要:**论述了首钢水厂选矿厂利用新技术、新工艺、新设备及新材料对选矿设备、工艺进行的一系列技术改造,不仅获得了巨大的经济效益,而且在科技创新中求得了发展。

**关键词:**水厂选矿厂;科技创新;技术改造

**中图分类号:**TD45; TD9; TD926.4      **文献标识码:**B      **文章编号:**1009-5683(2003)02-0026-04

### Shuichang Concentrator Utilizes Technical Innovation to Develop

Liu Chengjun Jiang Wenli Li Weiping  
(Capital Iron & Steel Co.)

**Abstract:** The paper presents that Shuichang Concentrator of Capital Iron & Steel Co. carries out a series of technical transformation of mineral processing devices by using new technology, new process, new equipment and new material. It not only has achieved significant economic benefit, but also has made development in technical innovation.

**Keywords:** Shuichang Concentrator; Technical innovation; Technical transformation

首钢水厂选矿厂始建于 1971 年,设计年处理原矿 650 万 t。1996 年后,在国家科技兴国的大环境中,水厂选矿厂达成了科技兴厂的共识,先后引进新技术、新设备和新工艺,挖潜改造,年原矿处理能力跃升到 1800 万 t。

### 1 推广新技术新设备

(1) 改造格子型球磨机。磨矿是选矿生产的重要环节。首钢水厂老选厂一直使用  $\varnothing 2.7\text{m} \times 3.6\text{m}$  格子型球磨机,衬板为高锰钢衬板。球磨机在运行中吐碎球,影响精矿粉产量、尾矿品位和作业环境;高锰钢衬板的分量重、寿命短,钢球和电耗居高不下,后将球磨机由格子型改装成溢流型用磁性金属材料取代高锰钢作为球磨机衬板,进行了 5 个月的工业对比试验。经过严格检测,在磨矿粒度、浓度及流量相同的情况下,使用新改装的溢流型球磨机与格子型球磨机,流程中—200 目提高了 0.84%。在工作状态和磨矿条件相同的情况下,金属磁性衬板由于磁性的作用,在衬板的表面吸附细粒级的矿石粉末,形成足够的保护层,可以避免磨矿介质的钢球直接击打衬板,磁性衬板的

寿命是高锰钢衬板寿命的 5 倍,整体重量减轻,球磨机的运转负荷大大减低,钢球和电耗明显降低。

在单机试验获得成功之后,全厂 19 台格子型球磨机迅速全部改为溢流型并采用了磁性衬板,产生了显著的经济效益,仅电耗一项年节支上百万元。另外,提高了磨矿效率,运行中不吐碎球,改善了作业环境,提高了精矿粉产量,降低了尾矿品位。

(2) 使用双吸式真空泵。首钢水厂选矿厂过滤使用的真空泵,是 20 世纪 70 年代生产的 SZ-4 型水环式真空泵。由于技术落后,真空泵的作业效率低、能源消耗高。为提高综合经济效益,在详细考查和研究的基础上,进行了真空泵改型试验,用 1 台 SK-42 型双吸式真空泵取代 3 台 SZ-4 水环式真空泵。之后对原真空泵进行了全面换型改造,使真空泵的设置台数和运转台数,分别由 20 台和 12 台减少到 8 台和 4 台。每台真空泵的电机功率由  $70\text{ kW} \cdot \text{h}$  降低到  $60\text{ kW} \cdot \text{h}$ 。此项改造,年创效益 143 万元。

(3) 磨矿分级自动控制。首钢水厂选矿厂的一次球磨的分级过程,自投产以来一直由人工控制给矿量、排矿水和返矿水,很难达到均衡、稳定

的理想生产状态。磨矿粒度粗、效率低,给下道工序乃至终端产品质量带来不良影响。特别是对生产中的异常情况发现处理不及时,导致球磨机“涨肚”、喷矿,甚至发生打碎机罩、损坏钩头的机械故障,影响全线生产。为实现选矿生产的均衡、稳定,提高工艺水平,首钢水厂选矿厂通过技术考察论证,实施了一次球磨机自动控制工程,取得了预期效果。自动控制系统通过音频的变化判断矿石性质,经系统软件自动调整球磨机的台时处理量;通过电脑自动采集和处理瞬时水压、水量、给矿量等信息,自动调整给矿浓度,从而达到自动控制磨矿粒度的目的。该系统采用人工智能技术,在矿石性质发生变化时,合理确定给矿控制回路的工艺参数,将磨矿浓度、溢流浓度控制在工艺要求的范围,保证磨矿分级机组始终处于最佳工作状态。经过近一年的精心试验,一次球磨机的磨矿粒度明显细化,—60目所占的比例提高了5.05个百分点,球磨机台时能力和磨矿效率分别提高8%和17%以上,溢流合格率达到95%以上,每吨精矿粉可降低加工成本3元左右。彻底杜绝了球磨机“涨肚”,改善了作业条件,降低了工人的劳动强度。水厂选矿厂在老主厂10个系列全面推广了一次球磨分级自动控制技术,年效益500余万元。

## 2 优化选矿工艺流程

(1) 强化工艺配置,提高产品质量。为实施首钢总公司高炉冶炼的精料方针,水厂选矿厂进行了多次专题研究,提出了老厂1~8系列精矿粉保证在68%以上,专供总公司炼铁的方案。一将老破碎系统振动筛,由钢条筛网改为聚胺脂筛网,解决了堵塞筛孔、筛分效率低、筛下跑块矿、影响入磨粒度等问题;二细化磨矿分级溢流粒度,将—200目所占的比重由23%~25%提高到35%,同时将筛的倾角由47.4°调整为56°,使精矿粉最终粒度的—200目含量由70%提高到80%以上;三是制作安装了三磁补加水管,降低了磁选机的选别浓度,提高了选别效果。多项措施的联合运作,有效保证了精矿粉品位在68%以上,精矿粉质量连续几年保持全国同行业领先水平,赢得了可观的质量效益。

(2) 调整控制标准,提高破碎效益。破碎是选矿生产的第一道工序。长期以来,由于粗、中、细三道破碎机的排矿口控制设计不合理,造成破碎产品粒度粗,流程通过能力低,电耗高。为了提高效率,降低消耗,从源头做起进行了破碎改造和工艺

调整。加大三角皮带轮直径,提高了粗破机速度,同时,对三道破碎机排矿口的控制标准进行了合理调整,粗破由170~200mm改为130~170mm,中破机由45~50mm改为38~40mm,细破由6~9mm改为4~7mm。破碎效率由1200t/h提升到1400t/h,使粗破的通过能力由29.5车/h提高到31.5车/h,而且在少运转2台细破机的情况下,入磨粒度由7.37mm细化到6.97mm,为选矿主场效率创造了条件,每年节电费和材料、备件等费用90余万元。

(3) 扩大筛分面积,改善给矿方式。新主场由于检查筛的筛分面积小,导致选别系统流程循环量大;又由于二次球磨机的给矿方式为联合给矿机给矿,其故障频繁,给矿不通畅,造成跑、冒,直接制约着球磨机台时处理能力的发挥,生产现场脏、乱、差。为改变这种局面,厂部对各部流槽和系统工艺深入研究,反复进行数据测算,确定了改造方案,利用近8个月的时间,将主场的检查筛由30联扩大到48联,重新制作设置了4台12联的筛体,使检查筛的筛体面积增加了60%。同时,把检查筛的给矿方式,由管式给矿改为盘式给矿。取消了二次球磨的联合给矿机,制作并设置了直径500mm的检查筛、控制筛的筛上流槽,将二次磨机的给矿方式由间断式给矿改为自动流槽连续给矿。筛分效率提高了3.56%,降低了金属循环量,减轻了胶泵负荷,电机烧损大大减少,球磨机台时处理量提高了5t以上。检查筛布矿不均、筛分溅矿,系统给矿不畅以及跑矿、冒矿问题得到根治,实现了清洁生产。全厂7个系列都进行了改造,每年节支252万元。

(4) 变换磁聚位置,降低能源消耗。在生产实践中,发现了磁聚机及其工艺在流程配置上不合理、不经济。一是磁聚机的用水量大。每台磁聚机耗水100m<sup>3</sup>/h,全厂26台磁聚机全部开动,用水量高达6.24万m<sup>3</sup>/d;二是磁聚机位置设计不合理。由于将磁聚机设在筛孔宽0.5mm的控制筛下,且一个选别系列设有2台磁聚机,供矿不能自流,靠渣浆泵加入,需要大量的电能消耗和备品备件的投入。而渣浆泵的过量给矿又影响磁聚机的分选效果,特别是出现溢流返矿的问题,既导致终端产品质量下降,又增加系统的循环负荷量,还会因尾矿品位的上升造成金属流失。为此水厂选矿厂实施了6系列磁聚机后移改造。用1台直径为2200mm的磁聚机,代替了2台直径为2500mm

的磁聚机，并将位置改在检查筛作业之后，取消了渣浆泵，磁聚机给矿，实现了自流。技改之后，在保证精矿粉质量的同时，节约了生产用水、用电，降低了材料、备件消耗，仅一个系列年效益就达 54 万余元。

(5) 改造取水方式，扩大供水能力。在选矿生产中，水厂选矿厂一直采取从滦河取用新水。由于滦河水位逐年下降和地方小铁矿无序排放尾矿，使取水设施不能正常工作，生产用水紧张。为此一在滦河河心部位设置了水塔，采取溢流方式直接从滦河取水；二采取埋设开孔管路的办法，汲取滦河渗水。不仅大幅度增加了取水量，保证了生产用水的需要，而且原有井的低压泵和真空泵停止运行，每年节约费用 89 万元。

### 3 新泵站输送系统

首钢水厂选矿厂的尾矿浓缩输送系统，由尾矿浓缩分砂泵站、四级输送泵站和废水回收泵站构成。系统泵站多，输送管线长达 8km，尾矿运营费用占精矿粉加工费用的 25% 左右。

(1) 取消新泵站。尾矿输送系统从选矿主厂排出的尾矿，依次为老泵站、新泵站，到达二泵站。然而新、老两个泵站之间仅有 300m 的距离，所需扬程也只有 20m。经过现场考查和计算，尾矿浆完全可以从老泵站直接输送到二泵站。于是，决定取消新泵站。老泵站矿浆池扩容，池壁加高 1.5m，增加闸板调节给矿；将新泵站的高扬程泵及配电设施，移至老泵站，即在老泵站内安装 8 台 250PN 泵、3 台水封水加压泵，同时将站内尾矿输送管道由单管改为双管；改进一、二泵站之间的尾矿管道走向，缩短尾矿输送距离 110m；由 6kVA 总配用电缆直送老泵站，对站内高、低压配电室进行适应性改造，取消了原有的尾矿 1、2 供电回路。新泵站取消后，减少了设备运行台数，削减岗位工 15 名，年效益 340 余万元。

(2) 分砂泵站运行优化。老厂尾矿浓缩分砂泵站与老泵站相距 200m，原配输送泵的扬程为 36m，电机功率 110kW。经计算，输送泵的扬程最高需要 20m。为适应尾矿输送浓度的需要，水厂选矿厂对老分砂泵站进行了降速改造。将 1~4 号分砂泵电机由 6 对磁极改为 8 对磁极，降低了电机功率和泵的运转电流，泵的转速由 980 r/min 降到 738 r/min。采取缩小电机传动轮直径的办法，将 5# 大井的尾矿输送泵的转速由 960 r/min 降低到 850 r/min，万方数据 运转电流降低了 38.89%。与此同时，

将大井底流输送由一管共用，改为每个分砂单用，尾矿输送浓度由 22% 提高到 26%。不仅降低了分砂泵站的消耗，而且尾矿输送泵站减少了 1 台泵的运行。

新厂尾矿共有 6 台大井、3 个分砂泵站，尾矿输送各分砂泵单管运行，对此，该厂又实施了 1、2 分砂泵站底流管道串联改造，实现了运行 3 台泵输送 5 台大井底流、减少开泵 2 台，降低了电耗和备件消耗。此外，大井溢流也增加了环水量。

(3) 多级泵站挖潜。尾矿输送系统建有 5 级泵站，采取多级泵站的方式向尾矿库输送尾矿。由于二泵站与四泵站之间一直是由矿浆池联接，造成一、二泵站剩余压力的浪费，影响了整个尾矿系统输送扬程的提高。在尾矿输送过程中，管道内由于气体的混入产生气阻，从而增大了矿浆输送的沿程阻力损失，影响泵站的输送效率。采取二、四泵站串联的方法，将四泵站矿浆输送泵的进口直接与二泵站的管道出口连接，取消了四泵站的矿浆池，一、二泵站的压力得到充分利用，提高了四泵站的扬程。在不增加运转功率的前提下，将泵轮直径由 980mm 加大到 1050mm。从一泵站至四泵站，沿途加设了 4 个放气阀，在四泵站的进口管道上安装了 15m 高的排气管，使管道内的气体得到及时有效地排除。调整了四泵站至尾矿库的管道路线，将管线取直，缩短了尾矿输送距离。多级泵站的挖潜改造，降低了尾矿管路的沿程气阻损失，输送系统的压力提高了 0.15MPa，保证了四泵站出口压力的稳定，达到了推迟 5 泵站运行，节约运营费用的目的。

(4) 废水回收泵站内迁。在生产经营活动中，首钢水厂选矿厂产生的工业废水，过去一直通过导流渠和专用设施汇集到设在与刘官营接壤的废水池里，然后，由设在这里的 104 泵站，对废水回收，经专用管道输送到选矿沉淀池。可是，自从处在上游地段的 4 座小选矿厂的尾矿排入后，一方面由于超出了废水池的收容能力，大量废水外溢，造成环境污染，受到地方政府的经济处罚；另一方面 104 废水回收泵站超负荷运转，地方小选矿厂排入的大颗粒石子堵塞废水输送泵的事故时有发生，电耗、备件消耗猛增。特别是由于 104 泵站远离厂区管理不力，造成大量电量浪费。对此，水厂选矿厂经过考查论证，实施了废水泵站内迁工程。重新完善了专用设施，修整了导流渠，将废水泵站设在老一泵站附近，回收废水的输送距离由 770m

缩短到220m。开泵台数由2~3台连续作业,减少到1台间断作业。在保证全厂的工业废水全部回收利用的同时,避免了因废水回收引起的外事纠纷,消除了原104泵站处的私接电问题,年创效益120余万元。

(5)尾矿分砂自动监测。长期以来,首钢水厂选矿厂对尾矿浓缩及环水系统的运行情况一直是分散的工人巡检。由于系统设备多、站线长、作业环境复杂和工人巡检的不连续性,设备故障频繁,不能及时发现。轻者加速设备磨损,降低使用寿命,增加备件消耗;重者造成胶泵被淹,大井耙子沉积在尾矿砂之下,影响选矿生产。实施了尾矿浓缩及环水集中自动监测工程后,在8个分砂泵站,新、老环水泵站,<sup>5#</sup>大井环水泵站,回水加压泵站以及废水回收泵站,分别设置了电流、功率、压力和液位变送装置,分别在电磁站、新环水控制室、新104泵站操作室和调度室设置了微机,专门开发了系统应用软件,形成了计算机局域网络。整个系统根据设置在现场的变送装置实时采集的各种信号,自动记录系统设备的作业情况、环水泵站和水封水的出口压力,及时发现系统出现的故障,实现了各控制室的集中监视。该系统还具有超负荷告警,分砂泵坑和104泵坑高、低水位告警,环水泵、分砂事故泵、回水加压泵的自动检测和控制等功能。

水厂选矿厂尾矿浓缩及环水集中自动监测系统的开通运行,不仅减少操作岗位,而且,由于及时掌握设备的作业状况,提高了系统运行的可靠性,发现故障及时采取措施,减轻了事故损失。

#### 4 开发治理尾矿资源

(1)实施尾矿回收工程。近年来,随着首钢水厂铁矿露天开采深度的增加,矿石可选性越来越差。选矿厂的尾矿品位出现了逐年升高的趋势,最高达到9.66%,金属回收率仅有74.52%。造成矿产资源的浪费,经过多次试验和反复论证,实施了尾矿回收工程。在原“三段闭路”选矿工艺的基础上,采用北京矿冶研究院研制的BKW-1050型尾矿再选磁选机,对尾矿金属进行回收,在全厂各系列,全部实现了尾矿回收再选的目标,收到了良好效果,当年尾矿品位创造了历史最好水平,仅两个

月就收回了投资。进而又进行了逆流型机槽回收磁选机和盘式回收机两种新型回收磁选机磁系的试验研究,尾矿品位进一步降低,基本稳定在7.15%左右。实施尾矿回收工程后5a间,累计回收精矿粉101.1490万t,创造了巨大的经济效益,荣获了北京市科学技术委员会颁发的“金桥奖”。

(2)采用磁滑轮选别工艺。受矿石性质变化和磁滑轮场强低等因素的制约,首钢水厂选矿厂出现了磁滑轮甩出的尾矿中,有低品位的脉石夹杂,尾矿品位过高,造成金属流失。为了充分利用有限的矿石资源,水选厂又实施了磁滑轮甩尾再选工程。将<sup>4#</sup>废石皮带由650mm加宽到1000mm。将主滚筒改为高场强磁滑轮。同时增设了一道(筛孔为1.5mm×2.5mm)振动筛。实施磁滑轮甩尾再选,每年多回收的金属折合品位为25%的矿石2.73万t,年效益96万元。

(3)开发新型工业用砂。首钢水厂选矿厂平均每小时产生尾矿浆2700m<sup>3</sup>,经过三级加压泵站和专用管路源源不断地输送到尾矿库。电耗、备件消耗、管路磨损和每立方米干量尾矿1.5元的占地费,成为生产成本的重要成分。为开辟既能降低成本又能合理利用尾矿资源的崭新渠道,该厂进行了积极探索。在尾矿输送管道上并联了一台离心旋流器,将模数为2.3~3.2粒度适中的尾矿砂(简称中砂)分离出来。经工程试验,其化学性能稳定,物理性质满足建筑用砂的要求,各项指标符合国标。成本低廉,用来配制建筑砂浆和混凝土,强度合格,耐久性优良,代替优质黄砂使用,效果良好。这一砂源的开发成功,实现了变废为宝的目标,对于提高建筑用砂质量、保护国土资源、治理环境污染,都具有重大的现实意义和长远意义。这一研究项目被评为天津市重大科技成果二等奖,通过了专家鉴定,并在全市推广。

随着市场需求的增加,该厂又追加投资,扩大了建筑用砂的生产能力,同时还预建了基础设施,以便根据市场的需要进一步提高产量。首钢水厂选矿厂生产的优质中砂,赢得了用户的青睐。仅2001年就产销10余万m<sup>3</sup>,实现产值100万元以上。

(收稿日期 2002—09—23)