

冶金工业废渣处理工艺与利用 科技成果汇编

(三)

1983

目 录

高炉冲渣水闭路循环新工艺的设计及生产实践.....	
.....天津铁厂炼铁分厂机动科 陆明春	(1)
.....北京钢铁设计研究总院炼铁科 张宗瑜	
太钢高炉重矿渣试验总结与应用.....	
.....冶金部第十三冶建公司科技处	(19)
高炉渣水淬的评述.....	
.....包头钢铁设计研究院 杨公岑	(31)
高炉渣炉前粒化工艺改进的途径.....	
.....武汉钢铁设计研究院 倪坤如	(77)
碱性化铁炉渣炉前水淬成粒工艺的试验研究.....	
.....上海市市政工程研究所	
.....上海第三钢铁厂	(83)
高炉重矿渣及其应用.....	
.....冶金部建筑研究总院 曹敬德 谢容月	(99)
本钢高炉重矿渣作建筑骨料试验研究.....	
.....本溪钢铁公司建材厂	(133)
膨珠混凝土保温墙板的材质性能.....	
.....冶金部建筑研究总院 王建华	(146)
高炉矿渣砖自然养护新工艺.....	
.....山西阳泉钢铁厂 杜世强 张鸿恩	(167)
高炉渣、瓦斯灰多种微量元素肥料.....	
.....山西阳泉钢铁厂	(174)
利用高炉水渣池热水采暖的中心供热系统设计和计算	
.....首钢钢铁设计研究院 晏炳	(191)
碱性水淬化铁炉渣应用作市政工程材料的研究.....	
.....上海市市政工程研究所	(200)

高炉水淬白泡渣对其制品强度影响·····	
·····	山西阳泉钢铁厂 张鸿恩 (210)
铁合金渣的处理和应用·····	
·····	北京钢铁设计研究总院 郭鸿发 (216)
铁合金废渣综合利用·····	辽阳铁合金厂 郭恒会 (226)
锂渣生产硅酸盐水泥·····	乌鲁水齐有色金属冶炼厂 (236)
利用电炉铜渣做细砂研究·····	云南冶炼厂 (244)
铜鼓风炉水淬渣在公路建筑中的应用·····	常州冶炼厂 (250)
铅烟化炉水淬渣的综合利用·····	
·····	株州冶炼厂 颜振中 (253)
赤泥硅钙肥料·····	山东铝厂研究所 姜允功 朱春楷 (257)
炼锑砷碱渣综合利用·····	锡矿山矿务局 杜 启 陈友善 (264)
氟石膏煤渣研制早强水泥和硫酸·····	
·····	湘乡铝厂科研所 胡亮英等 (274)
抚顺红透山铜矿选矿尾矿渣综合利用·····	
·····	抚顺红透山铜矿 薛志哲 陈宝连 鄂士贵 (279)
烧结炭化硅做冶金排渣设备抗磨件·····	
·····	冶金部建筑研究总院 梁向宝 张文良 (285)
从通化铜渣中提取金银的研究·····	
·····	冶金部有色金属研究总院 余德鑫 李显光等 (300)
从小寺沟的铜浸出渣中提取金银的研究·····	
·····	冶金部有色金属研究总院 余德鑫 李显光等 (317)
利用铜矿渣作铁路轨道底碴·····	
·····	铁道部第四勘测设计院科协施预学组 (326)

高炉冲渣水闭路循环新工艺的 设计及生产实践

天津铁厂炼铁分厂机动科 陆明春

北京钢铁设计研究总院炼铁科 张宗瑜

高炉炉前水力冲渣是国内外处理高炉渣的先进工艺手段之一。由于水冲渣与渣罐泡渣及倒干渣比较,具有工艺先进、投资省、经营费用低、省设备、少占地及有利于高炉操作等优点以及国内需要大量水渣作为水泥掺合料,所以,国内新建改造的高炉一般均采用炉前水力冲渣工艺。国外新建的大中型高炉也愈来愈多地采用炉前水力冲渣工艺。

目前国内高炉水冲渣工艺存在的主要问题是冲渣水不能完全密闭循环,较好的情况下尚需外排三分之一左右。以两座550米³高炉计算,每昼夜需排放冲渣水近万吨。每年多耗经营费约60万元。这种情况既造成严重的水质污染,又浪费了大量的工业用水,对缺水地区尤为突出。因此,解决冲渣水闭路循环不向外排水已成为国内发展水力冲渣,达到保护环境,综合利用,节约用水的一项重大技术课题。

天津铁厂两座550米³高炉自投产以来,由于取水困难以及担心不能实现冲渣水闭路循环等原因,一直未敢上水冲渣而用渣罐倒干渣维持生产。这样既不能综合利用炉渣,又占用大量农村土地。由于堆渣场地愈来愈少,高炉停产的威胁愈来愈大,使天津铁厂决心采用高炉冲渣水闭路循环新工艺来解决本厂的炉渣问题。

1976年天津铁厂与北京钢铁设计研究总院合作,调查研究了国内外炉渣水淬工艺,进行模拟试验,取得了工艺设计的具体数据。经过反复方案比较,最后确定了适合我国目前技术设备状况的即现在建成的高炉冲渣水闭路循环工艺。由北京钢铁设计研究总院完成施工图设计,由第二十冶金建设公司施工,于1979年9月交付生产。

工程交付生产后,天津铁厂组织了试生产领导小组及试生产等专业小组,处理工程遗留问题,制定操作规程。研制及试验有关技术措施、改造设备、完善工艺、培训人员、组织试生产。

这种在国内大中型高炉首次采用的高炉冲渣水闭路循环新工艺现已试生产成功。转正式生产一年多以来一直闭路循环运行,从未因水质水温原因排放污水。生产实践证明,这种处理炉渣工艺具有工艺先进、运行费用低、水耗少、操作易于集中控制、水渣质量较好等优点。为国内大中型高炉的炉渣处理提供了较好的工艺手段。1980年8月,冶金部在天津铁厂组织召开了技术鉴定会,对新工艺给予了肯定的评价。

一、新工艺设计简介

(一) 工艺流程 (见图 1 和图 2)

冲渣清水经磁水器进行磁化处理, 通过炉前多孔喷咀冲渣; 渣水混合物通过冲渣沟流入平流沉淀池, 截留99%以上的沉渣及浮渣, 澄清水再经分配渠进入过滤池进行过滤, 过滤池用水渣作为滤层, 滤后悬浮物含量下降至5~30毫克/升, 滤后清水经 N_1 泵房加压上冷却架, 将水温降至60℃以下, 降温后的清水存于 N_2 泵房贮渣池, 冲渣时由 N_2 泵房水泵加压, 经磁渣器处理送至炉台供高炉冲渣。水渣用抓斗吊车抓到堆渣场脱水后装车外运。

冲渣操作实行冲渣时供水, 不冲渣时停水的间断供水制度, 冲上渣开一台泵, 冲下渣开二台泵。冲渣水的过滤和上冷却架则为连续操作。冲渣时, 进入的渣多, 滤出的水少, 这部分不平衡的水暂时贮在沉淀池中, 在不冲渣时将其滤完。为恢复滤层过滤能力, 设有反冲洗设施, 反冲洗后的污水通过溢流沟排到沉淀池前部, 重新沉淀。

新水按0.5—1.0吨/吨渣进行补给, 补入冷却架下贮水池。

(二) 设计及生产实际主要参数

1. 炉容 $550\text{m}^3 \times 2$ 座, 设计最大处理渣量1200T/昼夜, 实际500—800T/昼夜。

2. 设计最大出渣速度

上渣1.5T/min, 下渣3.0T/min

设计平均出渣速度

上渣0.75T/min, 下渣1.5T/min

3. 设计渣水比

按最大出渣速度计算为1:10

按平均用水量计算为1:25

4. 冲渣水量

上渣900T/h·炉, 实际600—900T/h·炉

下渣1800T/h·炉, 实际900—1200T/h·炉

两炉可以同时出铁

5. 冲渣水压

在喷咀处选为 $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$; 实际 $0.5 \sim 2.0\text{kg}/\text{cm}^2$, 正常为 $1.2\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

6. 冲渣水温 $t < 60^\circ\text{C}$, 实际 $t < 46^\circ\text{C}$

7. 冲渣供水制度

设计冲渣为断续供水工作制, 每昼夜出9次铁, 每次铁上渣供水64min, 下渣供水24min, 其中纯出渣时间为上渣58min, 下渣18min。

实际为连续供水制, 开 N_2 泵一台, 水量 $1650 \sim 1800\text{m}^3/\text{h}$, 分给两炉使用。

8. 平均处理水量

设计为 $1260\text{m}^3/\text{h}$ ，实际为 $1650\text{—}1800\text{m}^3/\text{h}$

9. 补充新水量

设计 $1.0\text{T}/\text{T渣}$ ，实际 $0.5\sim 1.0\text{T}/\text{T渣}$

10. 主要设施能力

(1) 过滤室

过滤室 8 个，每个过滤面积 46.8M^2 ，设计滤速 $4.5\text{M}/\text{h}$ 。实际 $5\sim 8\text{M}/\text{h}$ 。

反冲洗利用 N_1 泵，开二台泵时反冲洗强度设计为 $15\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ ，实际为 $17.7\text{L}/\text{m}^2$

sec 。

(2) 沉淀池

长 55.5M 宽 21.5M 深 5.8M

设计平均沉降速度 $2.72\text{—}3.4\text{mm}/\text{sec}$

设计停留时间 $2.48\sim 3.06$ 小时

(3) N_1 泵房贮水池

$Q = 1000\text{m}^3$ ，设计单泵上冷却架时可维持 47.5 分钟

(4) 机力通风冷却架

$70\text{m}^2 \times 2$ 座，设计淋水密度 $9\text{T}/\text{m}^2$ ，实际为 $11.4\sim 12.8\text{T}/\text{m}^2$ ，降温 $15\sim 16^\circ\text{C}$ ，为钢丝网水泥格网板结构，槽式配水，顶抽风。风机型号为 $30\text{E}_2\text{—}11\ 47$ ， $N = 40\text{kw}$ ， $Q = 120\text{—}150\text{m}^3/\text{sec}$ 。

(5) N_2 泵房贮水池

$Q = 1870\text{m}^3$

(6) 露天栈桥

长 126M ，跨距 31M ，轨面高 9M ；配 $Q = 10\text{T}$ 桥式抓斗吊车两台

(7) N_1 泵房及反冲洗阀门室

N_1 泵房 $S = 14\text{M} \times 7\text{M}$ 负标高 7M

反冲洗阀门室 $S = 5.9\text{M} \times 28.2\text{M}$

N_1 泵房有 $14\text{sh—}19$ 型水泵 3 台。

$Q = 972\text{—}1440\text{m}^3/\text{h}$ ， $H = 32\text{—}22\text{M}$ ，

$N = 135\text{kw}$ ， 380v

(8) N_2 泵房

$S = 20\text{M} \times 14\text{M}$ 负标高 5.7M

配 $14\text{sh—}13$ 型水泵 6 台

$Q = 972\text{—}1476\text{m}^3/\text{h}$ ， $H = 50\text{—}37\text{M}$

$N = 280\text{kw}$ ， 6kv

二、新工艺生产实践

由于新工艺在国内大中型高炉尚无生产实践经验，为使新工艺过关，在试生产前做了比较充分的准备工作，认真组织试生产和生产。

(一) 试生产及生产概况

1. 试生产

自1979年11月14日至12月8日共进行了25天试生产，最后五天为三班连续冲两炉上下渣。

25天试生产共生产水渣约8700吨。实现了冲渣水的闭路循环，在试生产过程中，从未因水温及水质原因而排放冲渣水。

2. 正式生产

从1979年12月25日转正式生产到现在，除因修理大闸板停产三十天外，一直连续生产，也从未因水质、水温原因排放污水。正式生产期间由于外运车皮不够及阀门故障等原因，部分渣子倒干渣，平均月冲渣量为1.5万吨左右。

(二) 工艺操作制度

试生产开始按设计单泵间断供水冲上渣，炉台水压2.5公斤/厘米²，N₂泵压力约3.8公斤/厘米²，水量估计为1480米³/时。N₁泵房1台泵上冷却架，1台泵反冲洗。

冲渣开始后很快发现过滤速度迅速沉降，8个过滤室全部工作，过滤能力仍显不足。不得已每40分钟反冲洗一次。由于溢流沟断面小，开始只能单泵反冲洗。经取样分析，水渣过细，渣棉也多，与积泥结成5~10毫米不渗水层。分析产生原因认为是：冲渣水压高，水渣细渣棉多，补充水含污泥很多，污泥污染滤层并与渣棉形成胶结层。在试生产后期采用如下措施：

1. 降低冲渣水压至1.8~1.5~0.8~0.5公斤/厘米²。从取样看炉渣粒度增大，渣棉及粉末渣大大减少；

2. 向沉淀池大闸板内侧堆渣，使部分冲渣水经过大闸板下时先过滤一遍，减少过滤室承受泥量，提高滤速；

3. 更换过滤室滤料及清除表面污泥层；

4. 改双泵反冲洗，提高反冲洗强度。

经过反复试验，分析比较认为上述办法较为有效，因而用于试生产后期及正式生产中，取得了较好的结果。

试生产后期及正式生产中，由于N₂泵房高压电少油开关不宜频繁启动，故改成连续用水制。N₂泵房连续开一台泵供两炉使用，规定两炉不能同时出下渣。可以同时出上渣，可以一个炉子出上渣同时另一个炉子出下渣，总水量约1800米³/时。上渣用水量为600~900米³/时。下渣用水量为900~1200米³/时。冲渣水压力为0.5~2.0公斤/厘米²，正常为1.2公斤/厘米²左右。

生产厂正计划改造N₂泵房，将水泵改为低电压、小容量、低扬程的水泵，实现间断供水制度。这种供水制度经济合理，运行费用低。

N₁泵房经常1台泵上冷却架，水量不平衡时短时间加开1台泵来调整水量。

过滤室使用6个或8个，6个即可满足需要。常用8个可以防止水渣滤层板结。双

泵反冲洗强度为17.7升/米²·秒，每隔12小时反冲洗一次，每个滤池反冲洗15分钟。

生产中采用过的供水制度及工作参数见表1。

(三) 生产中若干项目的检验与测定

1. 循环水检验

投产后第2个月对循环水质取样化验，当时两座高炉冲上渣，处理渣量550吨/昼夜，单泵连续供水。

化验结果见表2，从化验结果可见：

(1) 循环水质清澈，悬浮物含量<30毫克/升，可保证水泵和阀门长寿工作。

(2) 循环水质个别成份超过国家排放标准，但由于实现了闭路循环不排放，实际对水体无污染，与国家排放标准比较见表3。

表 3

比较项目	As (mg/l)	Hg (mg/l)	PH	化学需氧量 (mg/l)	硫化物 (mg/l)	酚 (mg/l)	氰 (mg/l)	备 注
工业废水 排放标准	0.5	0.05	6—9	100	/	0.5	0.5	GBJ4—73
实测浓度	0.066	—	10.6	848.4	42.71	0.081	0	

(3) 冲渣后暂硬大为降低，可减少循环水系统设施的结垢。

(4) PH值较高，有利于防止腐蚀和减少H₂S等气相污染。

2. 渣棉污染测定

试生产中测定冲渣过程中渣沟产生的渣棉量为：

在4号高炉冲渣沟排烟处为162.9mg/m³，上下渣槽汇合处为1.3mg/m³，污染不严重。

3. 循环水温的测定

测定结果见后。夏季又经测定在不开冷却架风机的条件下，N₂贮水池水温最高为46℃，说明本设计可保证循环水温不超过60℃。

4. 不同冲渣水压下，水渣粉末量的测定

在试生产连续冲上下渣时，对不同冲渣压力下的水渣粉末量(100网目筛下物)进行测定，测定时间为12月5日及6日。整理出冲渣压力与水渣粉末含量曲线图(略)。

从曲线图可见随着冲渣压力的提高，水渣的粉末量增加，与生产中过滤能力降低是相对应的。

5. 反冲洗效果测定

测定结果见表10。由表10可见：

(1) 双泵反冲洗效果比单泵高，初期反冲洗水悬浮物含量高一倍以上，后期悬浮物含量又低一些。

(2) 反冲洗可以清除滤层大量污染物。

6. N_1 泵房及反冲洗阀门室降温效果测定

冬季测定室温最高为 31°C （不开通风机时）， 25°C （开通风机时）。夏季（所有水管已采取保温措施）开通风机时最高室温为 36°C 。说明降温效果不理想。

7. 滤池过滤速度的测定

测定一个过滤周期内，四个滤池平均过滤速度变化和滤池反冲洗后滤速的变化。从测定可见，反冲洗后初期滤速较大，但降低很快，到一定滤速后可以较长时间基本稳定。

8. 水泵出水量测定

测定 N_2 泵房5号泵，调节进出口阀门开路大小，得出水量与水压关系如下：

$$Q = 1662 \text{ m}^3/\text{h}, \quad P = 2.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q = 1851 \text{ m}^3/\text{h}, \quad P = 23 \text{ kg/cm}^2$$

测定 N_1 泵房1号泵（出入口阀门全开）

$$Q = 1490 \text{ m}^3/\text{h}, \quad P = 1.9 \text{ kg/cm}^2$$

测定 N_1 泵房2号泵（出入口阀门全开）

$$Q = 1508 \text{ m}^3/\text{h}, \quad P = 1.9 \text{ kg/cm}^2$$

9. 循环水系统各处悬浮物含量的测定，测定结果见表4。

表 4

取样部位	冲 渣 沟	沉 渣 池	分 配 渠	N_2 贮水池	备 注
固体悬浮物含量 (mg/l)	58800	3000	110—190	5—30	平均含量或含量范围
取样情况	正冲渣	有浮渣取样	渠的末端	厂内分析5mg/l 地区分析30mg/l	

从分配渠悬浮物含量很低的情况来看，沉淀池的设计是成功的。大大减轻了过滤室的负担。

10. 水渣质量、含水分及容重的测定

测定结果见后。从测定含水分的结果看，水渣堆存9小时后，含水份仍为19.3%，仍高于国际水平，须进一步采取措施解决。

11. 过滤室滤层及支托层的检查

投产初期单泵反冲洗，长期反冲洗强度不足，水渣滤层污染严重，经检查发现：污泥分层，最厚达30毫米，在500毫米厚范围内有5~6层，从外观上看皆为纤维状渣棉及细末渣，其成份见表5。

表 5

成份	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	烧失量
含量 (%)	11.01	31.40	3.47	29.10	12.88	0.75	微量	0.70	0.48	0.78	9.52

对石子支托层进行检查，发现最上部2~4mm粒度层有结硬现象。已用风镐松动一次，预计需每季度松动一次。

(四) 技术经济指标

1. 工程基建投资 (两座高炉共同一套)

总投资457万元 (其中设备费87万元)

2. 生产运行费

水耗：估算0.6~0.8T/T渣

电耗：见表6

表 6

项 目	电 耗 (kwh/T)
① 现有水泵连续供，昼夜处理渣量 720T	15.7~16.6
② " " " 1200T	9.7~10.6
③ 重新选泵，间断供水，昼夜处理渣量 1200T	~8

3. 生产成本

按现在电耗，成本为2.65~3.5元/T渣

重新选泵，成本为2.03~2.25元/T渣

4. 水渣质量

含水份~19%，玻璃体含量待测定。

三、新工艺主要技术措施的探讨和推荐意见

总结一年多的实践，要实现冲渣水闭路循环，应采取下面技术措施：

1. 冲渣水量、水压和喷嘴的选择

在保证冲渣安全的前提下,适当降低冲渣水量和水压,可以降低生产电耗和基建投资。

根据本工程经验,渣水比按最大出渣量计算时应为1:10。问题在于准确确定出渣速度。

根据本工艺实践,冲渣水压不宜过高,否则,冲渣时产生的渣棉多,水渣粒度太细,特别是渣棉,这些纤维状渣棉,在过滤层面上交织起来,很快降低过滤层的过滤能力,又难以在反冲洗时冲洗掉。因此渣棉是过滤工艺的大敌,根据本工艺使用多孔喷咀的经验,喷咀处水压以 $1.2\sim 1.5\text{kg/cm}^2$ 较合适。

本工艺试用了多孔喷咀,上渣喷咀有106个 $\phi 16$ 毫米的孔和2根 $\phi 3''$ 喷水管;下渣喷咀有199个 $\phi 22$ 毫米的孔和4根 $\phi 3''$ 喷水管。喷水出口速度约5—6 M/sec,看来,多孔喷咀在冲渣水压较低的条件下,能够使渣水接触良好。炉渣得到急冷、并减少泡沫渣产生,目前存在的问题是,喷咀易被炉渣堵塞,使水压上升,因此,多孔喷咀结构仍有待改进。

2. 关于防止冲渣时爆炸的问题

爆炸原因主要是渣中大量带铁,进一步改进多孔喷咀的结构并改进冲渣沟,可最大限度的防止冲渣时发生爆炸事故,我国炼钢渣已实现安全水淬,当然,尽可能除净渣中带铁,可以确保冲渣安全。

3. 冲渣水泵的选择

在冲渣水量水压确定之后,选好水泵很重要。本工程由于利用库存高压电动机水泵,它不宜频繁启动。且水量水压偏高,大大地提高了吨渣耗电量。总结选泵经验如下:

选泵首要原则是:冲渣时开泵,冲完渣能停泵,不允许长流水,由于目前我国国产高压电少油开关不宜频繁启动。因此一定要选用低压电动机。

尽量选小的泵,分上下渣时按上渣用水量选泵,在冲下渣时再加开一台水泵。

水泵的出水量和水压有对应关系,防止在要求水压范围内实际出水量大大超过设计要求的情况。

系统中是否应装设停电事故水塔应该很好考虑。

4. 沉淀池设计

总结我国沉淀池效果不好的原因是池子太短太窄。太短时高速入池的渣水还来不及减速就出池。太窄时水的流速太快,不利于水渣沉淀。水渣本身原来是易于沉淀的。

本工艺设想尽可能把渣子截留在沉淀池,以减轻过滤室的负担。设计将池子长度定为 ~ 55 米,宽21.5米。在靠池子尽头约5.7米处设一大闸板,大闸板下留2米空隙过水,渣水侧向入池。平均水流速度为 $2.72\sim 3.4$ 毫米/秒。实践证明沉淀池是设计成功的。当渣量为500—800 T/昼夜时,出池水悬浮物含量为165—190毫克/升。

生产中在冲渣水压大,粉末渣多,过滤室反冲洗频繁时,曾在大闸板下堆水渣,让渣水通过时初滤一次。使反冲洗周期延长至24小时。但在大闸板下堆渣之后,增加了大闸板侧向推力。同时大闸板两侧出现了水位差,原设计未考虑这些因素,致使推倒了大闸板。

5. 过滤室设计

过滤室系本工艺关键部分，实践证明，重视施工质量才能保证正常生产。

(1) 过滤室结构

过滤室断面参见图4，本过滤室属快滤池类型，以水渣作滤层。

①水渣滤层：水渣本身是很好的滤料，设计选定滤层厚度为900毫米，上面另留400mm高的水作缓冲保护用。

水渣滤料尽量选用大粒度水渣。

②石子支托层：铺在水渣层下，厚200毫米，从上到下的粒度和厚度为：

$d = 2 \sim 4 \text{ mm}, \quad H = 50 \text{ mm}$

$d = 4 \sim 8 \text{ mm}, \quad H = 50 \text{ mm}$

$d = 8 \sim 16 \text{ mm}, \quad H = 50 \text{ mm}$

$d = 16 \sim 25 \text{ mm}, \quad H = 50 \text{ mm}$

石子层用工字钢保护起来，目的防止吊车抓水渣时触动石子层。石子支托层用久了要板结，应3~6个月翻动一次，翻动深度视情况决定。

③配水系统（滤板）的选择

石子支托层下面为配水系统，其作用是在反冲洗时让反冲洗水在整个滤室面上均匀分布，以保证反冲洗的效果。

根据最近国内调查总结资料，认为本工程选用的二次配水混凝土滤板有配水均匀性好、强度和耐久性也较好、价格便宜、施工安装较方便等优点，国内采用单位日益增多。在选型上我们曾考虑过用钢管或塑料等材料，但不如混凝土可靠，因为它对中温水和腐蚀均有一定适应性。

滤板的制做：在浇灌时预留许多圆锥形小孔（圆锥形为了脱模方便）。

滤板分上下二层，上层滤板孔径 $\phi 5 \sim 6.6$ 毫米（出口 $\phi 5$ 毫米），孔眼面积为过滤面积的1.08%，下层滤板孔径 $\phi 22 \sim 23.6$ 毫米。孔眼面积为过滤面积的1.46%，两块滤板间留120毫米空隙，称做二次分配室，使配水更均匀。据测定，当反冲洗强度为 $15 \text{ l/m}^2 \cdot \text{sec}$ 时，水头损失0.5米。孔眼面积愈小，阻力愈大，反冲洗愈均匀。在生产中发现，由于反冲洗污水从池子一侧排出，布水有不均匀现象，新设计应改进。

④滤池个数

要达到反冲洗均匀，过滤室面积不宜太大。照顾到节省投资，一般应小于 50 m^2 。本工程每个过滤室面积为 $3.5 \text{ 米} \times 7.2 \text{ 米} = 46.8 \text{ m}^2$ 。

由于我国目前设备质量欠佳，设备质量事故较多，建议在池子备用个数上，除从工艺考虑外，还应当考虑设备故障的因素。

(2) 过滤速度的选择

设计时参考了以下数据

本厂模拟试验： $4.65 \sim 15 \text{ T/m}^2 \cdot \text{h}$

一般净水厂沙滤： $10 \sim 12 \text{ T/m}^2 \cdot \text{h}$

国外OCP法介绍6—8最小 $5 \text{ T/m}^2 \cdot \text{h}$

由于缺乏经验,为确保生产,决定采用 $4.5\text{T}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。生产实践平均为 $5-8\text{T}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。新设计建议选用 $5\text{T}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。

(3) 反冲洗和反冲洗强度

滤池被堵降低过滤能力后,通过反冲洗可以恢复过滤能力,这是保持滤池过滤能力的关键措施。

①反冲洗强度的选择

本厂模拟冷水试验: $5.67\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$

一般净水厂沙滤池: $\sim 12\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$

由于我们用中温水反冲洗,按标准规定,以 20°C 为基础,水温每提高一度,反冲洗强度必须提高 1% 。因为水温高了粘度降低,带走微粒效果差。所以本工程设计最高反冲洗强度为 $15\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 。实际为 $17.7\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 。实践证明,反冲洗强度高,效果好。

②反冲洗水源

为了减少投资,利用 N_1 泵房水泵同时作反冲洗用。

③反冲洗水压

本工程实际数据如下(反冲洗进口处计)

二台水泵反冲洗: $1.0\sim 1.2\text{kg}/\text{cm}^2$

一台水泵反冲洗: $\sim 0.7\text{kg}/\text{cm}^2$

④反冲洗污水处理

反冲洗污水由过滤室一侧经溢流沟流回沉淀池前端重新沉淀,不外排污水。

原设计溢流沟断面(高 550mm 宽 640mm)偏小,新设计应适当加大。

滤池反冲洗是逐个分别进行。

(4) 过滤操作

过滤室系连续工作,一直到过滤能力降低到需要反冲洗为止。

木闸门在正常时全部打开,各过滤层面上应至少有 $0.4-0.6\text{M}$ 高的水保护,以免进水时冲坏滤层。

为防止长期不用时水渣滤层板结,过滤室应轮换工作或同时都工作。

6. 冲渣水降温问题

冲渣水温的高低是个十分关键的问题,必须慎重对待。冲渣水是否应该经过冷却架降温后再循环使用,直至最近,在我国仍有争论。有的认为在沉淀池内,水温就能降下来,有的认为高温水照样可以循环使用,我们认为,不应用高温水循环,至于水温能否降下来,与池子面积与处理渣量有关,不能一概而论。从我国目况来看,除了有足够大的池子或低产、低渣量外,冲渣水必须经冷却架降温后才能循环使用。冲渣水温尽可能低一点好,最高不得高于 60°C 。

上钢一厂是不用上冷却架而可以实现闭路循环的特殊例子,它每昼夜约处理 300 吨渣,池子总面积 3320m^2 ,平均每米 2 池子面积每昼夜负担不到 0.1 吨渣,新建或改建的高炉,不可能有这个条件。

首钢 2 号高炉去年夏天实现了没有冷却架的闭路循环,处理了该炉大部分渣子(每

昼夜约600吨)，平均每 m^2 池子（所有池子面积总和）每昼夜负担渣量为0.25吨时，冲渣水温高达 70°C 以上，据生产厂反映，生产中引起了很多问题，可以说是勉强凑合使用。

从国外看，还未见有不上冷却架实现闭路循环的例子，冲渣水温也是控制在 60°C 或更低的温度。

现就上述两个问题，分别讨论如下：

（1）用高温水冲渣问题很多

- ①水温太高时水泵会出现汽蚀现象，不仅降低出水量，而且会影响水泵寿命。
- ②水温高，冲渣时能产生大量泡沫渣，堵塞冲渣沟，使冲渣沟无法输送水渣。
- ③水温高，冲渣时生产蒸气量就大，一方面产生的渣棉多，严重恶化以后处理设施的工作。另一方面，周围烟雾重重，环保差，易出人身事故。
- ④整个冲渣系统范围很大，人接触高温水易出烫伤甚至人身伤亡事故。
- ⑤水温高了，设备易损坏，维护也困难。
- ⑥水渣板结快，池子死角多。

因此，用高温水冲渣，问题很多。由于国内没有高温水冲渣的实践经验，除能正常冲渣成为疑问外，还存在人身安全问题。

（2）现有冲渣池面积，水温是降不下来的

冬季是池子散热量最大的季节，首钢泡渣池在未用冲渣水采暖前实测，冲渣后水温 93.5°C ，补水后冲渣前也只能降低到 86°C 。

我们计算了本工艺水温，当昼夜处理1200吨渣，补水1吨/吨渣，没有冷却架时，冬季 82.5°C 夏季 92°C 。我们以几个厂实际例子进行核算，误差都不大，说明计算得出的数据可作参考用。

池子表面冷却是冷却效率最低的一种方式，水温能否降下来，在于给它的热量多少，不能一概而论。从首钢泡渣池和2号高炉闭路水冲渣的实践以及理论计算，都说明了当池子面积不够大时，水温是要上去的，不可能稳定在一定的温度上。

通过计算或从国内外实践来看，冲渣后水温一般提高 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，如以 60°C 水冲渣，则冲渣后水温即高达 $75\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，这是水泵所能允许的极限值，也是确保人身安全的极限值。

7. 水质磁化处理

根据国内一些工厂生产实践，冲渣水系统仍有轻微的结垢现象。由于本工程过滤板孔径只有5毫米，防止结垢堵死是必须解决的问题。

根据国内生产实践，在水质条件合适时，磁水器是一种解决水垢经济而又有效的办法，它一次投资后，不消耗动力和原料。

经磁水器处理过的水中的钙、镁盐类加热后呈现所谓“泥渣状”，不粘附在结构表面，可以随水流带走。

根据介绍，磁水器适用于原水总硬度在20德国度以内、永久硬度较低、暂时硬度和PH值较高等水质上，通过本工程实践，水质硬度不适于上述条件，而PH值适于上述条

件,据初步观察,仍有一定效果。打开磁水器前后管道观察,磁水器前已结有0.5毫米硬水垢,而后面只有很薄的0.2毫米的泥状物,而且是松散的。

8.水池容量及水量平衡

这也是实现冲渣水闭路循环必要条件之一,即各贮水池必须有适当的容量以缓冲进出水量的不平衡,对水池具体要求是,来水时要容纳得下,用水时能够有水送出去。

9.改善炉前条件和空气污染问题

国外的办法是用60米-80米的烟囱排放,在排放时加喷淋水洗涤。从鞍钢7号高炉的实践来看,这个办法可以很好地改善炉前条件。

本工程只在一座高炉冲渣口上方装设了排放蒸气(烟囱),并在其后一段长的冲渣沟上加上盖板。实际上冲渣口上方蒸气量很少,排气烟囱距离冲渣口可稍远一点。

本工艺的大沉淀池太大,无法盖起来,这是本工艺的缺点,在尽量降低冲渣水温时,可以尽可能地降低蒸气的散发量。

四、生产中存在问题及改进意见

由于本工程系在国内首次设计采用,尚需改进的地方很多,除上面提到的以外,其余问题分述如下:

1.适当增加水渣贮存时间,并进一步研究降低水渣含水量的措施。

2.冲渣沟辉绿岩铸石衬板寿命短

本工程投产不久就发现辉绿岩铸石衬板大量龟裂,靠池子一端的轻一些。分析龟裂原因是本工艺为间断冲渣制,冲渣沟时冷时热,在冬季温差最高达80-90℃。而辉绿岩铸石的热稳定性很差。按标准规定在40℃温差时只能15次,因此需找其他代用材料或者采用保温措施来解决。

3.阀门的选型

我国目前生产的阀门不适于频繁启动,无论电动蝶阀还是闸阀,极限开关经常失灵。事故频繁,影响冲渣正常运转。最好改用气动阀门。

4.要进一步搞好N₁泵房及反冲洗阀门室的降温和噪音消除措施。

5.冷却架形式

冲渣水有一定腐蚀性,冷却架风机叶片腐蚀后不易更换,应考虑改进措施。

6.过滤室水闸门生产中漏水较严重,新设计时选型要慎重。

7.集中操作和检测问题

由于炉前管理不善,阀门的控制需改为集中于水冲渣操作室操作。应增加必要的监测仪表,如测量水温仪表和高温事故信号等。原设计浮标液面计都不好用,应改进。

8.冲渣喷嘴前冲渣沟结构以采用钢结构为宜,在发生漏水时或万一发生爆炸事故后易于处理。

五、新工艺评价及进一步设想

(一) 新工艺评价——与国际先进工艺比较

据我们了解,国外炉前水力冲渣工艺有RASA法和OCP法两大类,在目前,最流行的是RASA法,我国宝钢就是引进RASA法。

本工艺与OCP法近似,OCP法为深池完全底滤,没有大沉淀池,我们初步做了一些工作,OCP池子比本工艺须深5--6米。两者的投资费和电耗都差不多。OCP法略高一点。这两种工艺与RASA法比较,具有适合我国具体条件的优点,主要是:

1. 省电耗:本工艺改造水泵后,每吨渣耗电为约8度。而RASA法由于用水名目繁多,每吨渣电耗高达16度左右,相当于本工艺的二倍(还未包括倒运的能耗);
2. 设备材料能自行解决,不必依靠进口,而RASA法中易损渣浆泵必须依靠进口,并且用了不少合金钢材;
3. 水渣贮存时间长(三昼夜以上),而RASA法只有几小时,在我国是无法正常生产的,必须另加倒运贮存设施;
4. 操作简单可靠;
5. 本工艺还有适于我国现有高炉进行技术改造的优点。因为都有一个大沉淀池,只须增加过滤、冷却设施后,即可实现闭路循环。

本工艺主要缺点是气相环保条件相对差一些,水渣含水量偏高(19%)等。

Rasa法现在为工业发达国家大量采用,它适用于工业发达国家的具体条件的优点,如省吊车司机,气相环保条件相对好一些,地下混凝土工程量小,施工省人等。但这些对我国目前条件来说,都不是主要的。

(二) 进一步设想

根据本工程循环水水质分析结果来看,这种水虽不适于排放,但可进一步研究利用其热量作冬季采暖和高炉系统冷却水用。

结 语

(一)天津铁厂的高炉冲渣水闭路循环工艺自1979年12月25日投产以来,已连续生产一年多的时间,从未外排污水,实现了冲渣水的闭路循环。不仅节约了大量工业用水,更主要的是解决了外排污水引起的水质污染问题。

(二)该工艺与国外RASA法相比具有经营费用低、维护容易及不使用耐磨泵、耐腐蚀钢料等国内难以解决的设备材料等优点,又适于我国现有冲渣系统的改造,比较适合我国国情,缺点是水渣含水量较高。

(三)本工艺还有一些有待研究改进的问题,如缩小占地面积、降低投资额和进一步改善大气污染等。

(四)1980年8月冶金部已在天津铁厂组织召开了技术鉴定会,对新工艺给予了肯

双高炉连续冲上下渣的循环水温的测定

表 7

序号	时 间 79年12月 7日	各 测 温 点 的 温 度 (℃)									备 注
		冲渣沟	沉淀池	分配渠	N ₁ 贮水池	冷却架前	冷却架下	N ₂ 贮水池	磁水器室	环境温度	
1	15:30	53~71	45	44	43.5	44	40	40	40	~2	4*高炉 冲上渣
2	15:40	41	//	//	//	//	41	41	41	//	
3	15:50	40	//	//	44	//	40.5	40.5	40	~3	
4	16:00	40	//	//	//	//	40	40	//	//	
5	16:10	40	//	//	//	//	//	//	//	~4	
6	16:20	40	//	//	//	//	//	//	//	//	

注：昼夜处理量770T

双高炉冲上渣连续供水温度测定

表 8

时 间	冲渣沟	沉淀池	分配渠	N ₁ 贮水池	冷却架前	N ₂ 贮水池	磁水器室	环境温度	备注
80年12月 上午10:00	48	37	37	36	/	33	32	2	4*高炉 冲上渣

注：昼夜处理渣量550T

冷却架效果测定

表 9

序号	时 间	供水及冲渣制度	环境温度 (℃)	塔前温度 (℃)	塔下温度 (℃)	温 差 (℃)	测量地点
1	80年3月 3日上午	单泵循环供水 $Q_2 = 1652 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_2 = 2.7 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 双高炉，上渣， 利用系数1.09 冷却架自然通风	9	34	30	4	塔前在6°过滤 室，塔下在配 水槽
2	80年3月 3日下午	单泵循环供水 $Q_2 = 1652 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_2 = 2.7 \text{ ng}/\text{cm}^2$ 双高炉，上渣利用 系数1.09，两冷却架 强制通风运转15分钟	11	38	25	13	塔前在大闸板 后，塔下在配 水槽
3	80年3月 3日下午	单泵循环供水 $Q_2 = 1652 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_2 = 2.7 \text{ ng}/\text{cm}^2$ 双高炉，上渣利用 系数1.09，冷却架 单机(2°)强制通风 运转15分钟	11	34	1°冷却架下 31 2°冷却 架下25 平均28	6.0	同 上