

节能减排

降低软水站盐耗水耗的措施

亓 斌,王兆平,高 恺

(莱芜钢铁股份有限公司 炼钢厂,山东 莱芜 271104)

摘 要:为降低软水站系统的盐耗及水耗,对软化器进水流量,再生液浓度,再生操作、正洗反洗操作等进行了优化。软化器进水流量以110 m³/h为宜;通过改进再生液注入方式及采用1.7 m—1.25 t的液位—投盐量,可保证再生液浓度;同时设置了预正洗并优化了反冲洗操作。改进后,软化器使用周期延长41.1%,周期软水产量增加38.9%,软水站盐耗减少15.8 t/月,水耗减少6 125 t/月。

关键词:软水站;再生系统;盐耗;水耗

中图分类号:TF085

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2012)02-0059-03

1 前 言

中国钢铁企业仍处于发展转型期,50~70 t的转炉及配套连铸机等设备仍将会在一段时期内继续存在,这些设备大都存在老化、产出蒸汽不洁净等问题。对其使用反渗透除盐水作为冷却水成本太高,工艺设备复杂,膜的更换成本大。与除盐水相比,软水工艺设备相对简单,成本相对低廉。软水作为转炉及连铸机冷却水仍有较高应用价值^[1]。莱钢炼钢厂软水站于2002年建成投产,随着炼钢工艺设备不断改进,软水站的工艺设备也不断进行调整,设备操作实现了半自动化。随着老区炼钢产量不断升高,软水站的软水产量和工作负荷也在不断地升高,盐耗、水耗与软水站建立之初相比大幅提升,但是设备受厂房面积等限制并未同步改进。因此,老区软水站就需要在现有设备基础上对各项工艺参数进行改进优化。

2 软水站工艺设备概况

莱钢炼钢厂软水站现有2台机械过滤器,4个一级软化器(初次除硬度),2个二级软化器(二次除硬度),软化器使用树脂均为001×7酸性阳离子交换树脂,6个软化器共装有55.1 t树脂。4个软水箱,具备2 000 t/d的软水生产能力,每天约耗生水3 000 t。

软水站工艺设备简图见图1。

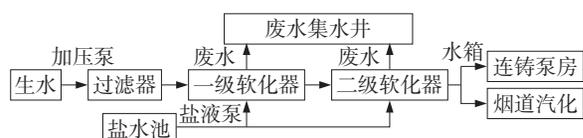


图1 软水站工艺设备

老区软水站软化器的一个操作周期流程如下:

收稿日期:2011-12-19

作者简介:亓斌,男,1969年生,2008年毕业于中国地质大学安全工程专业。现为莱钢炼钢厂运转车间副主任,工程师,从事工艺技术管理工作。

1)制水(制作软水),不开加压泵进水流量65 m³/h,开加压泵140 m³/h;生水硬度丰水期280 mg/L(以CaCO₃计,下同),枯水期500 mg/L。2)失效。当软水器出水硬度>50 mg/L时,即认为反应器失效,放出剩余的不合格软水。3)再生。向反应器内注入浓度为4%~8%盐水、浸泡4~8 h,使交换树脂再生。4)正洗。注入生水,将盐水洗出后,软水器进入备用状态。5)反洗。软化器使用一定时间后,反向进水进行冲洗,将软化器中夹杂的泥沙等杂质洗出。整个再生周期约为6~7 h。

目前老区软水站采用盐水池(3格,2用1备)作为再生液配制容器,盐池为半地下式,集溶盐、过滤、再生液吸水井功能于一体,其结构见图2。



图2 盐水池立面剖面

如图2所示,盐溶解池内部有砾石(承托层)、石英砂(过滤层)及草席(挡浮渣)等组成的过滤基质,使用周期为3个月,每周期末彻底清理一次。目前采用自然溶解的方式进行溶盐。

3 降低软水站盐耗水耗的措施

3.1 软化器进水流量的优化

莱钢炼钢厂老区软水产量为1 921 m³/d,生水消耗量为2 438 m³/d,即101.6 m³/h,受目前水箱容量限制及炼钢生产节奏变化的影响,进水流量个别时间须维持在130~140 m³/h才能满足生产需要。为优化进水流量,在生水水质相近(420~440 mg/L)的情况下,探讨了不同进水流量对同一个一级软化器软水产量的影响,结果见图3。

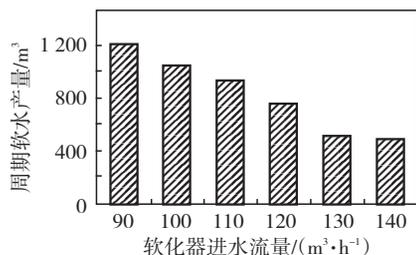


图3 一级软化器周期软水产量与进水流量关系

由图3看出,随着进水流量的增大,一级软化器出水软水产量越低。在90~130 m³/h的流量范围内,周期软水产量与进水流量成反比,下降程度为1.637 t软水/(t进水·t树脂),即对于每t树脂,每增加1 t的进水量,树脂周期产水量就会下降1.637 t。进水流量越大,反应器内发生水路短流的概率也就越大,进水流量大和短流的发生会造成反应器截面上的流速过大,从而使离子树脂交换不够充分,整体交换性能下降,造成离子树脂失效过快,软化器产量低,使用周期缩短。

软化器产量越低,使用周期越短,其再生、正洗等操作也就越频繁,盐耗、水耗就会大幅上升。软水站采用130 m³/h的流量进行生产,经过1个月的流量调试,110 m³/h的进水流量就可以满足生产需要,可作为日常生产中的最大进水流量进行控制。

3.2 再生液浓度的均匀化

3.2.1 原再生系统存在的问题

原再生液的配制及软化器再生液注入方法如下:取1 t工业盐,投加至2格盐水池中,注入二级软化器所产软水,为保证有足够的再生液,盐池水位控制在2.10~2.20 m,再生液理论计算浓度为4.57%,浸泡4 h后,用盐液泵注入待再生反应器。

为了解盐液浓度的均匀性,对盐液池进行32次取样实测。测量结果表明,再生液顶层与底层之间浓度差别较大,顶层盐溶液浓度为1.006 8%(折合NaCl浓度1.01%),进盐完毕后滤料上层余液密度为1.043%(折合NaCl浓度5.99%,盐液浓度需用密度计测量密度后,用曲线图计算得出),不同高度的再生液存在较大的浓度梯度。

软化器失效后,将再生液用盐液泵注入待再生软化器,待盐液从软化器顶部排气管溢出5 min后,关闭再生液进水阀,开始软化器内树脂的浸泡再生。由于盐液池液位高度上存在较大浓度梯度,所以采用每天1、2次的频率对再生液注入情况进行浓度测量,结果见图4。该软化器为一级软化器,罐体容积20 m³,30 min时进盐完毕。

通过图4可以看出,初始进盐时,注入液体为上次再生时管道内的残存水,再生液注入前10 min,NaCl浓度很高,前6 min平均浓度>10%,最大值可

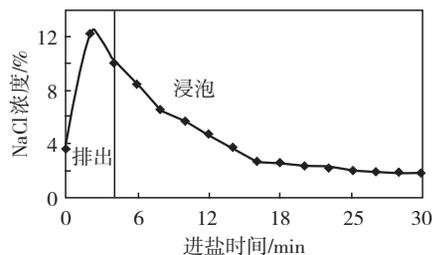


图4 优化前软化器再生液注入时间

达12.26%,但随着注入时间的延续,NaCl浓度迅速下降并稳定在2%左右,最终会<2%。再生液配制和注入环节存在以下问题:

1)盐池内存在较高的浓度梯度。在1.50 m的液位内,NaCl浓度变化为2.53%~12.26%,浓度梯度为6.49%/m。2)在再生液存在明显浓度变化的同时,各软化器采用0~6 min再生液放出的再生液注入方式,会使前6 min的高浓度盐水在软化器内停留时间过短(仅24 min),后续盐水浓度低,造成实际上的再生液浓度偏低(6~36 min时段注入软化器的再生液平均浓度仅为2.53%),导致再生液浓度无法达到树脂再生要求,树脂再生不彻底,最终导致软化器产量低。3)再生液总体浓度4.57%,仍偏低,未能完全满足树脂再生要求的盐水浓度(6%~8%)。

3.2.2 再生液注入方式优化

保持原有的进盐压力及流量不变,保持软化器内树脂高度不变,通过2个周期,对4个一级软化器以及2个二级软化器的实际进盐时间进行测定,结果见表1。

表1 各软化器进盐时间

软化器	I-1	I-2	I-3	I-4	II-1	II-2
进盐时间/min	24	30	30	32	22	22

将测定的进盐时间作为参考进盐时间,并且停止了原来再生液溢流的做法,改为当通气管中发生再生液溢流时,立即终止再生液的注入,使得软水器内部盐液依靠自上而下降低的浓度梯度逐渐变小,达到软化器内再生液浓度逐渐均匀,减少高浓度盐液流失,使再生液得到最大化利用^[2]。

3.2.3 盐池水位及投盐量优化

由于盐池集溶盐和过滤功能为一身,加之盐池清理周期较长、场地等原因,盐池不能安装水力搅拌装置,否则会造成再生液的二次污染,破坏过滤层结构。所以,再生液的浓度调整只能依靠投盐量及盐池液位来调整控制。出于保护盐水泵的需要,盐池水位控制在2.00~2.25 m,测得一级软化器进盐平均浓度为4.38%~5.23%,有时会低于树脂再生的再生液浓度要求。为保证最佳盐池液位,考察了盐池液位分别是1.90、1.80、1.70、1.60、1.50 m的运行情况。1.60 m虽然可以满足进盐要求,但偶尔会出

现盐池完全抽空的现象,不利于保护盐水泵;1.70 m的水位既能满足一级软化器的再生液进水量又不会造成水泵抽空的情况,是较为理想的再生液水位。用同样的测试发现,1.55 m是二级软化器的理想液位。

每次反应器再生的投盐量设定为1.5、1.25和1.0 t,经过不同的投盐量和液位的正交试验发现,采用“1.70 m—1.25 t”的液位—投盐量组合,一级软化器的进盐平均浓度为6.54%,能够较好地满足软化器的再生需要。其余组合会发生平均浓度不足、盐液泵抽空、盐液浓度过高、盐耗较大的情况。

在相同的盐池液位及同样生水硬度条件下,对于同一个软化器,不同的投盐量会带来不同的软化器出水量。一级软化器对应1.5、1.25、1.0 t投盐量的周期软化水产量分别为600、850、1 145 m³。说明同一软化器、同样的盐池液位,投盐量越大,软化器软水产量越高,使用周期越长,相同时间内,反应器正反洗等操作引起的水耗也就越低。但是投盐量越大,由此带来的生产成本也就越高^[3],关于投盐量和水耗的关系,还需进一步探讨分析。

3.3 软化器操作的优化

莱钢炼钢厂经过多次生产规模扩张后,所需软水的量也相应提升,中排装置已不适应当前工况,软化器的操作必须加以改进。

3.3.1 预正洗设置

预正洗是指软化器在正式投用前进行的中等流量的放水至出水硬度符合标准的操作。预正洗的加入会使软水站水耗上升,但对最终的出水和下一级软化器的保护至关重要。根据生水水质的不同,预正洗的时间通常会进行2~4 min,初始出水硬度通常在350~420 mg/L,由于二级软化器长期在线,出水要求高,若不进行预正洗操作,初始的预正洗出水会进入下一级软化器或用户,会明显缩短二级软化器的使用周期或使软化器的出水水质产生极大波动。为此,对预正洗的单因素影响程度进行了对比试验,在其他条件相同的情况下,不采用预正洗操作时,二级软化器的使用周期为287 h,周期

软水产量20 069 t;采用预正洗操作的软化器使用周期为405 h,周期软水产量达27 869 t。

3.3.2 反冲洗操作的优化

反冲洗操作是指将反应器逆向进水,以除去软化器内泥沙和蓬松填料为目的的冲洗操作。传统的反冲洗操作是将失效软化器内的水放空后,开始反冲洗操作,根据出水色度情况决定反冲洗持续时间。测定的平均时间为28 min。优化采用的方法是,保留约一半的失效水在失效软化器内,然后开始反冲洗操作,如此做,可以加速反冲洗的进程。优化后的反冲洗平均时间为24 min,节约水耗10 t。

4 优化效果

采取优化改进措施后,在相同生水水质条件下,一级软化器周期软水产量由661 t增加到760 t,提高了15.0%;二级软化器生产周期由287 h延长为405 h,同比延长41.1%;在生水水质423 mg/L的条件下,盐耗由111.6 t/月下降至94.8 t/月,盐耗每月减少16.8 t;软水站水耗由75 591 t/月下降至69 466 t/月,盐耗每月减少6 125 t。

虽然改进后软水再生系统盐耗水耗降低,软化器使用周期延长,但还存在一些问题需要进一步采取改进措施:1)软水箱锈蚀严重,有效水位低。更换或对水箱进行大修,提高水箱蓄水能力,可以进一步调节进水流量,软化器周期产水量还可以进一步提高。2)对于软化器的再生液浓度还需进一步研究,以确定较为准确的001×7系列再生液最佳经济浓度范围。3)软化器并联操作可以降低单独软化器的进水流量,提高对生水硬度大幅劣化的抗冲击能力,所以仍需对软化器并联的合理操作方式进行探讨研究。

参考文献:

- [1] 张驰.提高钠离子交换器工作交换容量浅析[J].工业安全与环保,2006,32(12):12-14.
- [2] 高恺,郭一令,王森,等.青岛市村镇居民环境意识[J].青岛理工大学学报,2009,30(6):83-87.
- [3] 中国市政工程东北设计研究院.给水排水设计手册第三册[J].2版.北京:中国建筑工业出版社,2000.

Measures of Reducing Salt and Water Consumptions in Soft Water Station

QI Bin, WANG Zhao-ping, GAO Kai

(The Steelmaking Plant of Laiwu Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: In order to reduce the salt and water consumptions of soft water station, we optimized operation parameters such as the influent flow of softener, regeneration solution concentration, regeneration operation and normal and back washing operation. Setting softener feed water flow as 110 m³/h was advisable. Improving the regeneration liquid injection pattern and using “1.7 m(level)—1.25 t(salt)” combination ensured the regeneration liquid concentration. At the same time, we set preventive normal washing and optimized the reverse wash operation. After the improvements, working cycle of the softener was prolonged by 41.1%, soft water output increased by 38.9% every cycle, and for soft water station salt consumption decreased 15.8 t per month and water consumption reduced 6 125 t per month.

Key words: soft water station; regeneration system; salt consumption; water consumption