钢铁工业污水回用方式和提高回用率的探讨

金亚飚
(上海宝钢工程技术有限公司,上海 201900)

[摘要] 节能减排是钢铁企业水系统所追求的目标,要实现节能减排不仅要研究水处理工艺,更重要的是要实现工业污水排放量和回用水量之间的平衡。针对在不同的生产工艺(长流程和短流程)中,工业污水的回用方式和回用率的不同,分析了工业污水的回用方式、并探讨了提高回用率的技术措施。

[关键词] 污水回用;钢铁工业;技术措施;节能减排
[中图分类号] TF085 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2009)01-0080-04

Discussion on the recycling methods of the industrial wastewater and the improvement of the recycle rate in iron & steel works

Jin Yabiao
(*Shanghai Baosteel Engeering & Technology Co., Ltd., Shanghai* 201900, *China*)

Abstract: In iron & steel works, energy-saving and disposal reduction are the important goals of industrial water systems. Water treatment technology should be studied, in order to realize energy-saving and disposal reduction. The more important thing is to carry out the balance between industrial wastewater disposal quantity and recycled water quantity. In different industrial technologies (long flow or short flow) the recycling method and recycling rate are different. The industrial wastewater recycling methods are analyzed, and the measures for improving the recycling rates are discussed.

Key words: industrial wastewater recycle; iron & steel works; technical measures; energy-saving and disposal reduction

节能减排是整个国家的战略目标,钢铁工业作为重点能耗行业之一,是节能减排的重点。

钢铁企业水系统现普遍采用循环—串级供水体制、限制工业新水的直流用水。将工业污水收集后处理制成回用水、工业新水、脱盐水、软化水或纯水等用于生产,是目前钢铁企业回用工业污水、实现污水资源化的常见方式。但在具体实施工业污水处理和回用时,很多企业却面临着工业污水量远大于回用水量,处理后的工业污水因缺少用户只能外排而同时还需引入大量的工业新水的尴尬局面。要实现节能减排不仅要研究水处理工艺,更重要的是要实现工业污水排放量和回用水量之间的平衡。笔者针对在不同的生产工艺(长流程和短流程)中,工业污水的回用方式和回用率的不同,分析了工业污水的回用方式,并探讨了提高回用率的技术措施。

在钢铁企业里,循环用水量占总用水量的 95%以上,其工业污水主要来源于浊循环水系统的排污水,敞开式净循环水系统的排污水一般作为浊循环水系统的补充水,冷轧工业废水等特种工业污水通常单独处理。工业污水中含悬浮物、杂质、油等,另外其含盐量较高,就浓缩倍数而言,通常可达到工业新水的 5~6 倍以上,这是工业污水重要的特点,也是影响其回用的重要因素。

1 工业污水目前常见回用方式

目前工业污水回用的常见方式为将工业污水收集后处理制成回用水、工业新水、脱盐水、软化水或纯水等用于生产。

1.1 工业污水经过普通处理成回用水

工业污水经过常规水处理工艺(如混凝、沉淀、除油、过滤等)处理后制成回用水,原工业污水中的悬浮物、杂质、油等均得到了有效的去除,但其含盐量并没有降低,远高于工业净循环水和浊循环水。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.2　工业污水经脱盐制成脱盐水、软化水及纯水

脱盐水、软化水及纯水,常用于钢铁企业炼铁、炼钢、连铸等单元关键设备的间接冷却密闭式循环水系统以及锅炉、蓄热器等的补充用水。随着全膜法水处理系统造价和运行成本的日益降低,超滤加二级反渗透工艺,已广泛应用于钢铁企业脱盐水的制取。

但在制成脱盐水、软化水及纯水的同时,也将产生约占脱盐水、软化水及纯水水量 40%~50%左右的浓盐水,浓盐水的含盐量将更高,按常规工业污水反渗透的回收率约为 75%计算,浓盐水针对工业污水的浓缩倍数将达到 4 倍以上,其含盐量针对工业新水而言达到了 20 倍以上。

1.3　工业污水全部经脱盐制成工业新水

如果将全部工业污水脱盐制成工业新水,其生产成本将大幅度提高,在短期内缺乏实施的可操作性,同时制成工业新水的同时将产生更多的反渗透浓水。

2　钢铁企业主生产工艺对各类水的需求分析

我国钢铁工业按其生产产品和生产工艺流程可分为长流程生产和短流程生产两类。长流程的生产流程主要包括烧结(球团)、焦化、炼铁、炼钢、轧钢等生产工序;短流程的生产流程主要包括炼钢、轧钢等生产工序。长流程的炼钢工艺一般是转炉,短流程的炼钢工艺一般是电炉。

2.1　长流程生产工艺用水需求

炼铁、炼钢、连铸、冷轧等单元如炉体、氧枪、结晶器等关键设备的间接冷却密闭式循环水系统以及锅炉、蓄热器等的补充用水一般采用脱盐水、软化水及纯水。

烧结、炼铁、炼钢、连铸、热轧、冷轧等单元设备的间接循环冷却水系统补充水一般采用工业新水。各主要工艺单元浊循环水系统由净循环强制排污水补水,水量不够的采用工业新水。

烧结的一次混合和二次混合用水以及渣处理或是浇洒地坪等一般可采用回用水或反渗透系统的浓水。烧结一次混合和二次混合的用水量一般为每小时十几到几十 m^3; 高炉炉渣粒化如采用冲渣方式,其吨渣耗水量约为 8~12 m^3,如采用泡渣方式,其吨渣耗水量约为 1.0~1.5 m^3;转炉炼钢渣量较大,一般采用浅热泼渣盘工艺,吨渣耗水量约为 1.2 m^3[1]。

从用水需求量来看,由于存在一次混合和二次混合用水以及渣处理等工艺用户,回用水量较大,与工业新水用量接近,甚至大于工业新水用量,其次是脱盐水、软化水及纯水。

2.2　短流程生产工艺用水需求

短流程工艺用水需求总的来说与长流程类似,但是没有炼铁、烧结单元,因此也没有烧结的一次混合、二次混合和炼铁的炉渣粒化等回用水用户,另外电炉炉渣处理也与转炉炉渣处理工艺不同, 回用水需求量远小于长流程生产工艺。

从用水需求量来看,工业新水量是最大的,其次是脱盐水、软化水及纯水,而回用水用水量的需求更少。

3　工业污水回用方式探讨

3.1　长流程生产工艺污水回用

对于长流程生产工艺的钢铁企业, 鉴于回用水需求量较大,建议将部分工业污水制成脱盐水、软化水或纯水用于生产, 将反渗透浓水和其他由工业污水制成的回用水回用至烧结的一次混合和二次混合用水以及渣处理等直流用户或是浇洒地坪。

3.2　短流程生产工艺污水回用

对于短流程生产工艺的钢铁企业, 工业污水排放量和回用水量之间不平衡的矛盾比较突出。首先是回用水用户少,回用水需求量也少;而工业污水经过常规处理制成的回用水含盐量高, 无法用于循环水系统做补充水,回用水无法有效地消耗;另外,在制取脱盐水、软化水及纯水过程中将产生含盐量更高的反渗透浓水。

4　解决短流程生产工艺水量平衡问题的探讨

解决工业污水量与回用水量之间不平衡的方法有两种: 一是增加回用水用户, 二是降低工业污水量。增加新的回用水用户受到钢铁企业主生产工艺的严格限制,较难以实施。而要控制工业污水量,就要从源头抓起, 笔者将结合某钢铁企业的工程实例加以分析。

4.1　某钢铁公司全厂给排水现状及面临的问题

某钢铁公司已有工业新水处理站和污水处理站。全厂工业用新水取自运河地表水,经工业新水处理站处理后, 供公司工业水总管网, 作各工艺单元(烧结、炼铁、炼钢、轧钢、制氧等)的工业净循环水系统的补充水用。全公司污水集中回流至污水处理站,经处理后供各工艺单元(主要是烧结的一次和二次混合用水以及炼钢热泼渣用水)及消防水系统等,多余的处理后的污水排放至运河。

根据集团及公司的总体规划, 原有的工业新水处理站、污水处理站已经满负荷运转,必须建设新的

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

水处理站。同时,根据《钢铁工业水污染物排放标准》和环保部门的相关要求,应实现总排放口的零排放。

为实现总排放口零排放,本工程拟将新建工程所产生的工业污水制成纯水供生产使用。多余的工业污水采取常规处理后和在制取纯水过程中产生的浓盐水一起作为回用水使用。表 1 是公司全厂给排水水量平衡分析表。

表 1　公司全厂给排水水量平衡分析

主要单元	水量/($m^3 \cdot h^{-1}$)								备注
	工业水		纯水		排放回收废水		回用水		
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	
原长流程生产工艺	260	320			206	254	113	140	已有
水厂制水能力	320				200				已有
新建短流程生产工艺	223	302	9	9	86	108			新建
锅炉房			50	50					新建
工业新水处理站	22	30			22	30			新建
纯水处理站					65	65	143	143	新建
未预见(~10%)	25	33	6	6	17	20	14	14	新建
小计	270	365	65	65	190	223	157	157	新建
水厂制水能力	365		65		212				新建
用水量合计	530	685	65	65	396	477	270	297	

注:原长流程生产工艺包括烧结、炼铁、炼钢、轧钢、动力等;新建短流程生产工艺为电炉炼钢,另外新建空压站、制氧站、蓄热器站等;平均量为年平均小时量,最大用量为最高日最大小时量;生产废水处理站处理能力不包括纯水处理站所排浓水。

从全厂水量平衡计算来看,排放的工业污水全部处理回收是完全可行的。但是由于原先已建的厂区工业污水量与回用量之间有较大的差值,另外新建工程为短流程生产工艺没有烧结的混合用水和炼钢热泼渣等直流用户(该部分用水与物料直接接触,大部分被蒸发),进一步加大了工业污水与回用水量之间的差值。即便已经将部分工业污水用于纯水的制取,而工业污水量仍远大于回用水量,无法实现总排放口零排放。因此,只能考虑将剩余的工业污水全部脱盐制成工业新水供生产使用,但这样做的成本太高,在项目中实施会造成建设费用的极大增加。

4.2　敞开式循环冷却水系统及其补充水分析

4.2.1　净循环冷却水系统

净循环冷却水系统补充水一般采用厂区工业新水。

在进行净循环水补充水的计算前,先设定如下参数:净循环冷却水含盐量为 B,净循环水系统浓缩倍数值设定为 N_1;净循环冷却水系统补充水用厂区工业新水,工业新水含盐量设定为 C,则 $N_1=B/C$[2-3]。

净循环冷却水含盐量 B 应符合所需冷却的工艺设备的最低限度要求,即可认为 B 是恒定值。在这种条件下,如果工业新水的含盐量越低(水质好),则相应的浓缩倍数也越大,扣除蒸发因素外所需补充的水量也就越少,其强制排污的水量也越少,所需的补充工业新水量也越少。

图 1 为某钢铁公司新建项目工业净循环水系统浓缩倍数与工业新水含盐量降低率的关系曲线。

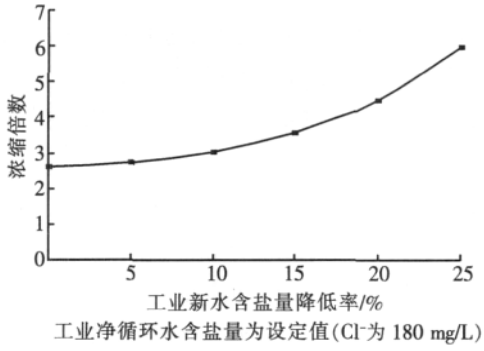

图 1　浓缩倍数与降低工业新水含盐量的关系

从图 1 我们可以看出,随着工业新水含盐量降低率的升高,浓缩倍数的趋势也在变大,而且变大的幅度更大。

4.2.2　浊循环冷却水补充水的分析

浊循环冷却水系统的补充水通常采用敞开式净循环冷却水的强制排污水,在净循环强制排污水量无法满足需求的情况下,采用工业新水作为补充水源。

浊循环水补充水的水量按下式计算:

$$N_1=B/C,\ N_2=A/B,$$

并可推出:$N_2=A/(C\cdot N_1)$

式中:A——浊循环水含盐量,mg/L;

N_2——浊循环水浓缩倍数;

B——相关净循环冷却水含盐量,mg/L;

N_1——净循环水系统浓缩倍数;

C——工业新水含盐量。

由上面的计算可以得出以下推论:

(1)如果 C 越低,则 N_2 也越高,说明当净循环排污水量已经无法满足浊循环补水需求,采用工业新水作为浊循环水系统的补水时,降低工业新水的含盐量,也可以提高浊循环水浓缩倍数,减少强制排污水量,从而降低补充水量。

(2)通常情况下 $A>C$,从理论计算上来说,当 $A/C<N_1$,则 $N_2<1$,当 $A/C>N_1$,则 $N_2>1$,但当 $N_2<1$ 时,浓缩倍数没有意义;一般敞开式净循环水浓缩倍数 $N_1>3$,也就是说只有在浊循环水含盐量 A 是工业新

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

水含盐量 C 的 3 倍以上时,浊循环水浓缩倍数才可能>1,浊循环水的浓缩倍数才有意义;反之,当浊循环水的含盐量不是工业新水含盐量的 3 倍以上时,不应使用净循环强制排污水作为浊循环水系统的补充水,而应考虑采用水质更加好的工业新水。

4.2.3　补充水水质对于循环冷却水系统的影响

从上述理论分析的结果来看,可以得出以下初步结论:工业新水作为循环水系统的补充水,含盐量的降低确实可以有效地减少循环水系统强制排污水量,从而控制整个钢厂工业水系统的排污量和补水量,采用水质较好的工业新水,对节能减排有利。

图 2 是某钢铁公司项目在新建的工业新水处理中加入不同量纯水后所得的全厂总的工业新水量、工业污水量、纯水量及回用水量的曲线(按年平均量)。

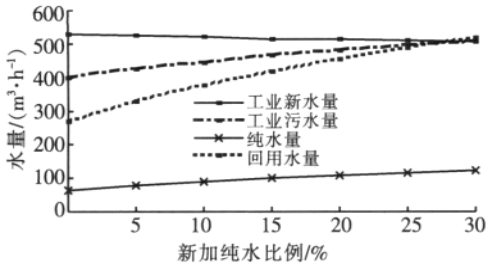

图 2　工业新水、工业污水、纯水、回用水量变化曲线

从图 2 可以看出,改善工业新水水质后,工业新水总用水量下降,工业污水与回用水水量之间的差距也逐步变小。提高工业新水水质对于促进工业水系统的节能减排确实有效。但从数据的比较分析来看,采取提高工业新水水质的措施,其负面影响就是纯水用量变大、工业污水排放量变大,回用水量也变大。另外,添加入原工业新水的脱盐水、软化水或纯水占原工业新水比例不能超过 30%。当超过这个比例时,会造成纯水用量过大,导致在制取纯水过程中所排浓盐水量大幅度上升,浓盐水排放量在工业污水总量中的比例上升,而这部分浓盐水回用只能直流泼渣或是浇洒地坪;同时造成了对回用水的需求量也变大,而这部分需求量的增大无法通过浓盐水排放回用量的增大加以解决。

由以上分析可知,在工业新水中加入纯水降低工业新水含盐量,可以起到减少工业污水排放量的作用。

因此,在短流程生产工艺的钢铁企业,将工业污水制成脱盐水、软化水或纯水除供炼铁、炼钢、连铸等单元关键设备的间接冷却密闭式循环水系统以及锅炉、蓄热器等的补充用水外,还可另外制取一部分脱盐水、软化水或纯水直接补入工业新水系统。

5　小结

针对不同的钢铁企业生产工艺(长流程和短流程),采用不同的工业污水的回用方式,对于提高工业污水的回用率有着积极的意义。在具体实施时,应根据工程实际情况进行详细的理论计算和分析。

[参考文献]

[1] 王笏曹.钢铁工业给水排水设计手册[M].北京:冶金工业出版社,2002:400-490.
[2] GB 50050—1995,工业循环冷却水处理设计规范[S].
[3] GB/T 50102—2003,工业循环水冷却设计规范[S].

[作者简介] 金亚飚(1975—　),1998 年毕业于同济大学环境工程学院给水排水工程专业,高工,注册公用设备工程师,主要从事钢铁企业给排水设计工作。电话:13651770822,E-mail:jinyabiao@baosteel.com。

[收稿日期] 2008－08－05(修改稿)

·简　讯·

常州转让江边污水处理厂经营权

江苏省目前规划处理能力最大的污水处理厂——常州市江边污水处理厂自 2008 年 6 月 19 日起正式移交给国内目前最大的水务集团——深圳水务投资有限公司经营。这是常州市城市公用事业改革迈出的又一重大步骤。

据有关方面人士介绍:常州市江边污水处理厂远期规划处理能力 80~100 万 t/d,2005 年 10 月投入运行,目前处理量约为 8 万 t/d,二期扩建规模为 10 万 t/d。不久前,常州市有关部门采取 TOT(一期)+BOT(二期)方式进行项目招商,转让期限为 25 a。常州市江边污水处理厂项目通过公开招商,深圳水务投资有限公司中选,污水处理费初始单价为 0.733 元/m^3。

(通讯员沈镇平供稿)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net