

# 试论工业污水回用

回 滨

(鞍山市环境保护研究所 鞍山 114006)

**摘 要** 简要分析工业污水回用的国内外应用简况,并以工业企业为例,阐述污水回用的有关技术问题。

**关键词:**工业用水 污水 回用

**Abstract** This article has generally analysed the national and international state of reuse of polluted water in industry, and has elaborated the technical problems of reuse of the polluted water.

**Key words:** water for industry polluted water reuse

## 1 污水回用的必要性

随着城市化水平和工业化程度的提高,水资源短缺和水污染加剧已成为亟待解决的全球性问题,水资源不足已经成为国民经济和社会发展的重要制约因素。在现代化建设中,如何解决好水的问题,也同样是一个十分紧迫而重要的问题。根据《工业节水“十五”规划》,目前,国内工业用水主要存在如下问题。

### (1) 工业用水增长较快

1999 年全国工业用水量为 2484 亿  $m^3$ ,其中,工业取水量为 1159 亿  $m^3$ ,重复利用量为 1325 亿  $m^3$ 。1993~1999 年间,工业取水量平均每年增加 42.2 亿  $m^3$ ,年均增长 4.2%;工业用水量平均每年增加 139.5 亿  $m^3$ ,年均增长 7.1%。根据国内水资源状况,为保证经济、社会的可持续发展,工业用水量的年均增长率不能超过 1.2%。工业用水量特别是取水量增长较快,加剧了水资源供需矛盾。

### (2) 工业用水效率低

国内工业用水效率与国际先进水平相比差距悬殊,1999 年每万元工业增加值取水量约为 330  $m^3$ ,是日本的 18 倍,美国的 22 倍。1999 年全国工业用水重复利用率约 53%,远低于发达国家工业用水重复利用率 75%的水平。

### (3) 非传统水资源利用量低

目前,工业用水中再生水在工业中的利用量仅相当于取水量的 0.4%。国内工业用水中冷却水及其它低质用水占 70%以上,这部分水是可以再生水等非传统水资源替代的。

### (4) 工业废水排放量大、污染严重

1999 年工业废水排放量占全国废水排放总量的 49%,工业废水大量排放,造成水环境状况日趋恶化,加剧了水资源的紧张状况。

### (5) 水资源分布与矿产资源开发利用不匹配

国内火电、冶金和石油化工等耗水行业多,根据矿产资源条件分布在水资源相对短缺的北方地区,加剧了当地水资源短缺的局面。

综上所述,目前,水资源短缺的状况已十分严重,国家已将水资源可持续利用作为经济社会发展的战略问题。工业污水回用是节约用水、提高水资源有效利用率、有效控制水体污染的主要途径。钢铁工业作为工业用水的大户,其污水回用更是势在必行。

## 2 污水回用国内外发展简况

### 2.1 国内发展简况

国内原有工业水回用效率较低,1999 年全国工业用水重复利用率约 53%,远远低于发达国家工业用水重复利用率 75%的水平,仅相当于美国 60 年代初和日本 70 年代初的水平。

鉴于国内目前水资源严重短缺的情况,政府采取了一系列有效措施来推动工业污水回用的发展,加之污水回用技术的不断进步,污水回用的发展在经济和技术等方面均具有成熟条件。根据国家经贸委、水利部、建设部、科技部、国家环保总局、国家税务总局于 2000 年 10 月以国经贸资源〔2000〕1015 号文下达了《关于加强工业节水工作的意见》,明确提出“十五”期间工业节水的总体目标:在工业增加

值年均增长 10 %左右的情况下,取水量增长控制在 1.2 %以下;重复利用率由目前的 50 %左右提高到 60 %;万元工业增加值取水量从目前的 340m<sup>3</sup> 降到 170m<sup>3</sup>。全国各工业企业积极贯彻《意见》精神,根据企业实际情况开展污水回用工作。作为工业用水大户的钢铁企业也积极实施工业污水处理工程,将工业污水收集并处理后,回用于生产,以期达到提高水的利用率、大量节约水资源,增加企业效益,减少污染物排放,改善水环境的目的。

### 2.2 国外污水回用简况

国外污水回用发展较早,技术、管理体制等方面均较为成熟,有很多值得我们借鉴的地方。国外发达国家工业用水重复利用率已经达到 75 %左右。以美国为例,20 世纪末期,美国在水领域的总体战略目标发生了调整,由单纯的水污染控制转变为全方位的水环境可持续发展(Water Pollution Control Watersheds),即由以往的以达标排放为目的调整到以水的综合利用为目的,将现有的技术进行综合、集成,以满足所设定的水资源化目标。

## 3 工业回用水用途及水质

### 3.1 工业回用水用途

回用水的用途较多,可用于工业用冷却水、灌溉用水、绿化用水、清扫用水等。国内 668 个城市中,目前有 2/3 的城市缺水,其中北方地区缺水情况尤其严重,同时“优水低用”的现象十分普遍,回用水市场前景广阔。从减少管网投资、降低管理费用等角度考虑,工业污水回用多直接回用于本企业。国内工业冷却水目前占工业用水的 70 %左右,且其水质要求较低,是较为理想的回用对象。

### 3.2 回用水水质

回用水水质因回用对象和用途的不同而有较大的差异,通常优先用于对水质要求不高的用户、实现分质供水,在供(原)水系统和排水系统之间设独立的回用(中)水系统,以减少处理工序,节约投资和运行费用。下面以北方某钢铁厂污水回用工程为例进行分析论述。

该企业的工业生产用水分为冷却水、工艺用水和锅炉用水以及其他用水,其中间接冷却水和直接冷却水占大部分(60 %以上)。由于该厂工业净水系统的多用途性,因此其回用水水质应首先满足用水量最大的、要求水质较低的用户的要求。根据企业

的要求,回用水直接供至全厂的工业净水系统,故回用水水质应按冷却水水质要求考虑,冷却水主要水质指标包括:pH、SS、油类、硬度、温度,见表 1。

表 1 回用水水质指标

项目	pH	SS(d<100μm)	油类	碳酸盐硬度	COD <sub>Cr</sub>	温度
单位	—	mg/L	mg/L	dH	mg/L	
数值	6.5~8.5	10	3	8 *	100	30

## 4 工业污水回用工艺流程简述

工业污水回用工艺的确定主要由进口污水的水质和回用水水质的要求来确定,由二者的水质要求可推算出所需的处理程度,进而确定处理工艺,通常分为一级处理、二级处理和深度处理,该工程进出口水质及所需的处理程度见表 2。

表 2 污水回用工程进出口水质及所需的处理程度

项目	pH	SS(d<100μm)	油类	碳酸盐硬度	COD <sub>Cr</sub>	温度
单位	—	mg/l	mg/l	dH	mg/l	
进水	6~9	160	30	10	200	30
去除率(%)	—	94	90	20	50	—

由表 2 可知,该企业污水回用工程要求污染物的去除率并不很高,SS 为 94 %,油类为 90 %,COD<sub>Cr</sub> 为 50 %,碳酸盐硬度为 20 %,但油类出口的绝对值要求较低(若溶解油过高时,难以达到要求),故采用预处理、除 SS 及除油、除硬(预软化)、冷却工艺。

### 4.1 预处理

预处理包括水量的调节以及大块漂浮物和泥沙的去除,主要设施包括调节池、格栅和沉砂池。

调节池采用非在线调节方式,为减小调节池容量,仅对部分采用水泵提升、间断排水的水量进行调节,以减小调节池的埋深,充分利用调节池的有效容积。

格栅分为两级,一级为粗格栅,设于污水处理站进口处;二级为细格栅,设于提升泵后。

由于该企业的排水体制为合流制,生产废水特别是雨水会带入一些泥沙,故设沉砂池以排除泥沙。

### 4.2 除 SS 及除油

SS 是该工程主要去除的污染物,从进水水质看

(下转 47 页)

cm<sup>2</sup> 筛筛余),筛余过大,细度过粗,极易造成煤粉的不完全燃烧而产生过量的 CO。

#### 4 结语

1) 鉴于电收尘器一次性投资较大,在生产过程中严格监控收尘器中 CO 浓度,防止发生燃烧爆炸,减少经济损失是完全必要的。

2) 电收尘器中 CO 浓度是可以监测和控制的。只要采用合理的监控系统,认真操作,合理控制,电收尘器燃烧爆炸的现象是完全可以杜绝的。

3) 电收尘器的防燃防爆要坚持“预防为主”的方

针。加强水泥窑操作管理,注意选择合理煤种,做好防风堵漏,安装好防爆设施,做到未雨绸缪是非常重要的。

4) 加强 CO 分析仪系统的维护工作。CO 分析仪系统易出现堵塞现象,发现问题要及时处理,以保证系统的正常运转和监测结果的准确性。

#### 参考文献

- 1 潘孝良. 水泥生产机械设备. 北京: 中国建筑工业出版社, 1984.
- 2 谭天佑, 王励前. 电除尘器. 北京: 水利电力出版社, 1983.

(上接 13 页)

SS 指标并不是很高(160 mg/L),但出水要求稍高,采用加药、混凝沉淀和过滤的方法完全可以满足要求。

常用的沉淀池有平流式、辐流式等,考虑便于排泥,采用辐流式沉淀池。

由于进水含油量不是很高,但其波动性较大(个别达到 400 mg/L 以上),而出水要求较严格(< 3mg/L)。在加药、混凝沉淀和过滤过程中,在去除 SS 的同时,也能去除部分油类,但仅采用加药、混凝沉淀和过滤的方法,难以保证除油的要求,必须增设浮选的方法以达到除油的要求。常用的浮选方法有两种,一种为加压气浮浮选,另一种为涡凹浮选,浮选的除油效率一般可达到 70%~90%。为保证浮选除油的正常运行,在浮选和混凝前设重力除油池,使除油更加可靠、稳定。

#### 4.3 除硬(预软化)

该工程只考虑去除碳酸盐硬度,目前工业上最常用、最经济的方法是加石灰法。石灰除硬与混凝沉淀除 SS 合并进行以简化工序、节约占地,石灰作为药剂投入。除硬后水中的残余碳酸盐硬度最低可降至 3 dH 以下,处理后的总硬度除残余碳酸盐硬度

外,还与水中的非碳酸盐硬度和投加的药剂有关。

#### 4.4 冷却

该工程进出水温差为 15℃,且冷却后的水温度较低,必须采用机械通风冷却塔降温,冷却后的水温与夏季的气象条件有关。

#### 5 结论

综合上述,工业污水回用不仅关系到企业的水问题,同时也是影响我国经济可持续发展的战略问题,提高水资源利用率、实施工业污水回用不仅是必要的更是十分迫切的,钢铁工业做为工业用水大户,更应该不断提高水资源利用率,坚持开源节流并举,把节约放在突出位置的方针,以提高水的利用效率为核心,以建立节水型工业为目标,以企业为主体,加大结构调整和技术改造力度,强化工业节水管理,促进工业增长与水资源的协调发展。

#### 参考文献

- 1 国家经济贸易委员会、水利部、建设部、科学技术部、国家环境保护总局和国家税务总局六部委,《关于加强工业节水工作的意见》国经贸资源〔2000〕1015 号文,2000 年 10 月 25 日
- 2 雷乐成等. 污水回用新技术及工程设计. 化学工业出版社
- 3 周本省等. 工业水处理技术. 化学工业出版社
- 4 水污染防治对策.《环境学概论》. 高等教育出版社