

# 我国钢铁行业用水区域模式分析

刘扬,曹麟,刘家宏,王建华,王浩

(中国水利水电科学研究院,100038,北京)

**摘要:**我国钢铁行业用水量约占全国工业用水的10%,新水用量约占全国工业用新水的14%,因此研究我国各区域钢铁行业用水及节水潜力,对我国钢铁行业的可持续发展十分重要。综合考虑地区水资源禀赋条件、钢铁企业用水效率等,将我国钢铁企业区分为七大区域、四种类型、五种区域模式,即水资源丰沛高效型、水资源紧缺高效型、水资源紧缺低效型、水资源丰沛低效型,相应的节水技术推广模式分为优秀示范模式、节水示范模式、节水推广模式、深度挖潜模式和重度挖潜模式,对各类模式的特点进行了分析。

**关键词:**钢铁企业;水资源条件;用水效率;区域模式

**Studies on water use models of iron and steel industry in China//Liu Yang, Cao Lin, Liu Jiahong, Wang Jianhua, Wang Hao**

**Abstract:** Water use of iron and steel industry accounts for 10% of the total industrial water use and about 14% of newly increased industrial water use in China. Thus tapping the potential of water saving in iron and steel industry is vital for the sustainable development of the industry. Taking the local water resources condition and water use efficiency of the industry into consideration, the zoning of iron and steel plants is divided into seven regions, four types and five models, i.e. water rich and high efficiency type, water scarcity and high efficiency type, water scarcity and low efficiency type, water rich and low efficiency type; excellence model, water-saving demonstration model, water-saving extension model, high water-saving potential model and big water-saving potential model. Features of these models are also evaluated.

**Key words:** iron and steel enterprise; water resources condition; water use efficiency; regional model

中图分类号:TV213.4+D923.2

文献标识码:B

文章编号:1000-1123(2014)07-0026-03

近10年,我国工业用水呈持续增加态势,由2000年的1139亿 $m^3$ 增加到2010年1447亿 $m^3$ 。工业用水由于对供水保证率要求较高,同时对水质也有一定的要求,因此在一些地区水资源对工业发展的约束越来越明显,尤其部分缺水地区。由于我国工业节水技术水平不高,节水设备、节水工艺还未广泛应用,工业布局不合理,工业结构性矛盾比较突出,工业用水效率还比较低,加之工业污水未得到及时有效的处理,对水生态与环境的破坏非常大,虽然工业用水只占全国总用水量的20%左右,但工业

污水占全国污水排放量比例约70%,工业污水携带的污染物占全部水污染物的50%以上,绝大部分有毒有害物质都随工业污水排入水体。因此,为了解决工业用水问题,保护生态与环境,须强化工业用水管理,首先就需要了解工业用水过程。

## 一、我国钢铁行业发展概述

众所周知,钢铁行业是耗水大户,其生产全流程几乎都离不开水,采选矿、烧结、焦化、炼铁、炼钢、轧钢各工序都需要消耗和排出大量水资源。水在钢铁生产中不仅作为冷却用水、

热力和工艺用水,除尘洗涤还需大量的用水等。据估算,钢铁行业的用水量约占全国工业用水的10%,新水用量约占全国工业用新水的14%。

钢铁工业是我国国民经济中的基础产业和支柱产业,我国钢产量已达到世界第一。《钢铁行业“十二五”规划》中提到“十一五”时期,我国粗钢产量由3.5亿t增加到6.3亿t,年均增长12.2%。据《世界钢铁统计数据2012》统计,2012年中国内地粗钢产量7.16亿t,比2011年提高了0.9个百分点,占全球钢产量的46.3%。同时,不同区域不同程度的水资源短

收稿日期:2014-01-14

作者简介:刘扬,工程师,主要研究方向为水资源水环境。

基金项目:国家水资源费项目“国家重点节水技术推广目录制订”(课题号:水资源费1307),中国水利水电科学研究院科研专项“东北寒区非点源污染模型模拟及分析”(课题号:资集1301),中国水利水电科学研究院科研专项“水资源开发利用控制红线确定及指标体系建立”(课题号:ZJ1224)资助。

缺,严重制约了行业发展,未来随着我国钢铁工业的急速发展,水资源的短缺问题将越来越尖锐。在如此紧迫的要求和我国节水型社会建设的背景下,钢铁行业节水势在必行。

钢铁行业用水的区域模式,是指在不同的水资源条件、钢铁用水效率、经济发达水平及废污水回用水平下,我国各区域所形成的用水方式上的差别,集中体现在钢铁企业的新水取用总量指标、用水效率指标及废污水排放总量及质量指标等。目前,我国各区域的钢铁产业规模有显著差别,东部地区的钢铁产能约占我国钢铁总产能的80%,但部分东部地区水资源条件又难以满足如此高产量的供水要求。因此研究我国钢铁行业用水区域模式,并分析出最优的区域用水模式,可为提出各区域下一阶段节水重点及钢铁行业区域结构调整提供支撑。

## 二、我国钢铁行业区域模式分析

### 1. 钢铁行业整体用水形势

2000—2012年的13年间,随着钢产量的不断增长,企业用水总量也随之增加,但是企业的新水取用量却没有明显增加。据《中国钢铁工业环境保护统计》统计,国内重点统计钢铁企业的粗钢产量从2000年的7 755.98万t上升到2012年的44 293万t,粗钢产量增长5.71倍,但同期生产使用新水量却从224 613.18万t下降到166 099万t,降低了26.05%。说明我国钢铁企业节水工作取得了显著进展,钢铁行业依靠技术进步和科学管理,通过采用节水新工艺、新技术,完善循环水系统、串接利用水资源、回收利用外排水、扩大非常规水资源利用等措施,不断降低产品新水消耗,减少污水排放,取得了较好的节水效果。

根据《国家钢铁产业发展政策》,钢铁行业的节水目标为:2005年吨钢

耗新水12t以下,2010年吨钢耗新水降到8t以下,2020年吨钢耗新水降到6t以下,钢铁工业在水资源消耗总量减少的前提下实现总量适度发展。2005年我国钢铁行业吨钢耗新水8.6t,小于规定的12t;2010年吨钢耗新水4.11t,小于规定的8t;2012年吨钢耗新水为3.75t,超前达到了2020年小于6t的预定目标。同时,粗钢产量从2005年的26 509万t增加到2010年的44 293万t,保持了年均9.58%的高增长率,也较好地完成了预定任务。

由此可见,我国各大钢铁企业已经认识到先进工艺技术在节水方面的重要作用,并逐步采用了先进的工艺技术,加强了对各工序的用水节水的管理,开始重视将污水处理后,回用作循环冷却水系统的补充水,进一步提高了水的循环利用率,使得我国钢铁企业取新水量趋于平稳并略有负增长。

### 2. 区域模式划分

虽然我国钢铁行业整体用水形势良好,但部分区域仍存在钢铁产业结构不合理、用水效率低等现象,且区域间产能、节水技术水平等差别很大,因此需要对全国进行分区比较,分析其钢铁行业用水情况。

为便于分析对比,按以下7个区域对钢铁企业用水状况进行分析统计:华东地区(包括山东、江苏、安徽、浙江、福建、上海);华南地区(包括广东、广西、海南);华中地区(包括湖北、湖南、河南、江西);华北地区(包括北京、天津、河北、山西、内蒙古);西北地区(包括宁夏、新疆、青海、陕西、甘肃);西南地区(包括四川、云南、贵州、西藏、重庆);东北地区(包括辽宁、吉林、黑龙江)。

各地区钢铁企业产量及用水数据,均出自重点统计钢铁企业,地方小企业的数据库未列入其中。

一般而言,当地水资源条件、钢

铁行业用水效率、经济发展水平、钢铁行业废污水回用水平这四者是决定当地钢铁行业用水的关键因素。

①当地水资源条件。当地的水资源特点是钢铁行业用水区域模式划分的第一依据。评价水资源的紧缺程度,一般采用平均降水量,体现区域干旱程度,并对水资源条件进行界定。本研究将多年平均年降水量大于800mm的区域划定为丰水地区;多年平均年降水量小于800mm的区域划定为缺水地区。

②钢铁行业用水效率。钢铁行业是高耗水行业,钢铁产量与总用水量有线性增长的关系,而且我国的钢铁产量有着明显的地区差别,因此把钢铁行业用水效率指标作为钢铁行业用水区域模式划分的第二依据。吨钢耗新水量一般作为钢铁行业用水效率的评价指标,本研究采用此指标将我国划分为高效用水区和非高效用水地区,吨钢耗新水小于 $3.8\text{ m}^3/\text{t}$ 为高效用水地区; $3.8\sim 5.5\text{ m}^3/\text{t}$ 为中效用水地区;高于 $5.5\text{ m}^3/\text{t}$ 为低效用水地区。

③经济发展水平。区域经济发展水平虽然无法直接决定钢铁企业用水模式,但是将为企业设备升级改造、技术研发等提供必要的经济支撑。因此将地区人均GDP作为衡量钢铁行业用水区域模式划分的第三依据。本研究将人均8 000美元划为经济发达地区;人均5 000~8 000美元划为经济中等发达地区;人均5 000美元以下地区划为经济较不发达地区。

④钢铁行业废污水回用水平。在节水防污型社会建设中,吨钢废污水回用水平是考核区域钢铁企业节水技术的一个十分重要的指标。由于钢铁行业废污水排放量大,因此降低吨钢废污水排放量,不仅将有利于减少废水排放,而且也为钢铁行业供水提供了水源保障。因此把吨钢废水排放量指标作为钢铁行业用水区域模式划分的第四依据。本研究中吨钢废水排放量低于 $1\text{ m}^3/\text{t}$ 的即为回用水平高

地区;1~2 m<sup>3</sup>/t 为回用水平中地区;2~3 m<sup>3</sup>/t 为回用水平较高地区;高于 3 m<sup>3</sup>/t 即为回用水平高地区。

综合考虑以上四个划分依据,将我国七大区域划分为三大类、五种模式,分别为水资源丰沛高效型中的优秀示范模式、水资源紧缺高效型中的节水示范模式和政府扶持模式、水资源丰沛低效型中的深度挖潜模式和重度挖潜模式。具体划分结果如表 1。

### 3. 各类钢铁行业区域用水模式特点

①优秀示范模式。即为水资源丰沛且用水效率依然很高的地区,主要代表区域为华东地区。华东地区一直是我国粗钢的主产区,总产量占全国的 2/3,该地区钢厂主要有 26 家。华东地区钢铁企业吨钢耗新水量低、用水效率高、废水回用效率较高。该区域经济发达、技术支撑条件好、管理政策相对较严格,区域内的钢铁企业普遍采用了先进的节水型设备和技术工艺,加强了节水管理等措施。近年该区域在产能不断上升的情况下,新水用量却保持了较低的增长水平,吨钢耗新水量从 2000 年的 23.27 m<sup>3</sup>/t 到 2011 年的 3.73 m<sup>3</sup>/t,降低了 84%;而吨钢废水排放量从 2000 年的 16.6 m<sup>3</sup>/t 到 2011 年的 0.95 m<sup>3</sup>/t,降低了 94%。说明该区域目前已经实施的节水技术具有良好效果,该区域成为推广实施节水技术的主要示范区。

②节水示范模式。即为水资源禀赋差、用水效率高的地区,主要代表区域为华北地区。其中华北地区的主要钢厂包括华北钢厂有 27 家。华北地区的钢铁产能名列全国第二,但由于该区域水资源极度紧缺,难以支撑钢铁行业等高耗水行业用水,10 年间该地区的产能有所萎缩,从 2000 年占全国粗钢产量的 25%下降到 2011 年的 23%。结合国家近期关于加强京津冀地区环境治理的相关要求,该区域产能将进一步萎缩,但新水用量比

表 1 钢铁行业用水区域模式划分

	钢铁企业节水推广特征	包含区域	水资源条件	钢铁行业吨钢用水量	人均 GDP	吨钢废水排放量
水资源丰沛高效型	优秀示范模式	华东	丰沛	低	高	低
水资源紧缺高效型	节水示范模式	华北	紧缺	低	高	低
	政府扶持模式	西北	紧缺	低	中	中
水资源丰沛低效型	深度挖潜模式	东北	丰沛	中	中	较高
	深度挖潜模式	华中	丰沛	中	中	高
	深度挖潜模式	华南	丰沛	中	中	较高
	重度挖潜模式	西南	丰沛	高	低	较高

例却在不断增加,从 2000 年占全国总新水用量的 14%增加到 2011 年的 19%,因此应重点关注节水技术在此区域的推广,并分析区域产能下降、新水用量却上升的主要原因。在节能、降耗、挖潜上下大工夫,通过推广实施各种节水技术,力求达到产能小幅度下降、新水用量也能下降的目标。但总体而言,华北地区钢铁企业一直比较重视节水工作,在“十五”期间用水各项指标均优于其他区域,尤其是 2011 年吨钢新水用量已经降到 3.43 m<sup>3</sup>/t。

③政府扶持模式。即为水资源禀赋差、用水效率高的地区,主要代表地区为西北地区。该地区钢厂主要有 3 家。西北地区的新水用量比例一直低于相应地区的粗钢产量比例,这主要因为区域内多数为水资源紧缺省份,“十一五”期间开始重视节水工作,至 2011 年已取得了较好的节水效果,吨钢新水用量从 2000 年的 20.98 m<sup>3</sup>/t 降到 2011 年的 3.43 m<sup>3</sup>/t,降低了 84%。由于紧缺的水资源禀赋条件,该地区对取用新水有严格限制,但是随着重工业向西北偏远地区转移,该区域的粗钢产量将不断增加,因此,必须确保新建钢铁企业早部署,引入最先进的生产方式,力求将企业的新水用量达到先进水平。但该地区经济水平较低,基础设施条件差,因此政府必须加强引导用水效率高的先进钢铁企业进入该地区,或者加大资金投入力度,加快该地区的产

业升级改造。

④深度挖潜模式。水资源禀赋好但用水效率低的地区,主要为东北、华中、华南三地区,但区域情况各有差别。

东北地区钢厂有 8 家,华中和华南地区钢厂有 14 家。东北地区属于我国钢铁工业发源地,过去产能所占比例较大,但近年产能有逐渐下降趋势,从 2000 年占全国的 15%下降到 2011 年的 11.5%,新水取用量同时从占全国 2000 年的 15%下降到 2011 年的 12%。可见该地区由于设备老化,节水技术推广力度不大,各项用水指标属于各区域平均水平。吨钢新水用量从 2000 年的 23.40 m<sup>3</sup>/t 到 2011 年的 4.52 m<sup>3</sup>/t,只降低了 80%。东北地区应进一步加强节水技术的应用及节水管理。

华中、华南两地区,2000—2011 年间产能有所增加,而新水用量均有所下降,但降幅不大。其中华中地区的粗钢产量一直维持着占全国总产量 15%左右的水平,位列三甲且近年稍有上升,但是新水用量却占到全国的 20%以上;而华南地区粗钢产量虽然占全国比例不大,只占 4%,产能增幅也很小,但新水用量占 5%左右,2011 年前该区域新水用量比例较大,之后所占比重有所降低。这说明华中和华南区域已认识到节水的重要性,并正在实施节水生产技术,近年的节水技术有一定成效,但 2011 年的吨钢耗新水量分为 5.17 m<sup>3</sup>/t、3.89 m<sup>3</sup>/t,还需要充分挖掘节水潜力。

(下转第 31 页)

规划。要推动规划水资源论证工作,开展国民经济和社会发展规划、城市总体规划、重大建设项目的布局等面上的水资源论证,科学论证规划布局与水资源承载能力的适应性。

### ②标本兼治,加强流域管理

要从长江流域系统管理出发,通过流域管理与区域管理有机结合,统一规划、标本兼治、流域协调、区域负责、依法管理、强化监督,使长江生态环境恶化趋势得到尽快遏制,以推进长江流域经济社会与环境协调发展。

### ③加强监测,构建共享机制

调整、优化长江口监测站网的布设,加强对长江口水量、水质和生态的监测和分析,掌握第一手资料,确保河口地区的生态安全和经济社会发展的需要。建立信息共享平台,完善行业之间、部门之间的信息共享和联动机制。

### (2)水质应对措施

目前长江口水资源质量面临着两个突出问题,一是排污控制区的污染物排放总量控制,二是枯水期经常发生的咸潮入侵。这两个问题都与长江入海水量有很大关系。在应对新制度对长江口水资源质量的制约方面,采取以下措施很有必要。

#### ①强化污水处理厂处理工艺

特别是要强化污水处理的生化处理工艺,进一步减少出厂污水中有

机污染含量,提高出厂污水排放标准。此外,排放到长江口的污水,要尽可能地深水、远距离排放,最大限度地减少对长江口水域的污染。

#### ②控制上游污染物的排放量

长江口是长江的入海口,也是长江沿程入河污染物最终的排放口。虽然长江很长,沿程排放的污染物在流向长江口的过程中可以有效降解,但这个降解过程需要时间,并且也不可能无限制地降解所有的污染物。只有全流域通盘考虑,控制沿程各地区污染物排放总量,进入长江口的水资源质量才会彻底改善。

#### ③合理配置长江流域水资源

特别要对长江中下游用水进行统一规划和合理调配,统筹调度三峡和南水北调工程,确保大通站最小流量在  $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$  以上。若长江中下游干旱,一方面要降低三峡水库蓄水速度,尽可能减少长江口咸潮入侵,另一方面南水北调工程要采取“避让”措施,减少抽江水量,尽量消除长江口盐水入侵的影响。目前大通站以下长江沿岸有数百个引水口和抽水站,引水规模超过  $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ,也需要加强水资源的统一管理。

## 三、结语

长江口水资源的开发利用,是一

个综合性问题,涉及多个领域、多门学科。最严格水资源管理制度的实施,为水资源的持续、循环、有效利用提供了制度上的保障。同时,这一制度要求我们必须加强水资源规划和管理,改善跨流域调水的科学性,稳定长江枯季入海流量,严格控制长江两岸污水排放。同时,要扩大长江口本地水资源的调蓄能力,形成多源供水、多源互补的供水格局,节水型社会发展,保证长江三角洲地区水资源稳定供给。只有这样,长江口水资源才有可能真正做到功在当代、利在千秋。 ■

### 参考文献:

- [1] 邱训平,穆宏强,支俊峰.长江河口水环境现状及趋势分析[J].人民长江,2001,32(7).
- [2] 戴明龙,张明波.长江流域径流时空分布及变化规律研究[J].人民长江,2013,44(10).
- [3] 谭培论,汪红英.三峡工程对改善长江口咸潮入侵情势的分析[J].中国三峡建设,2004(5).
- [4] 张少勇.浅谈最严格水资源管理制度与水资源论证[J].治淮,2012(10).
- [5] 朱慧峰,阮仁良,陈国光,等.三峡水库运行调度对长江口水源地安全的影响分析[J].中国给水排水,2011,27(8).

责任编辑 车小磊

(上接第28页)

⑤重度挖潜型。西南钢厂有7家。西南地区虽然产能占比很小,占全国总量的8%,且不断下降,2011年已经下降到5%,但新水用量却由2000年的8%上升到12%,且2011年吨钢耗新水量达到全国最高值  $9.2\text{ m}^3/\text{t}$ ,说明西南地区在钢铁生产中对节水技术的要求较低。因此,该区域是推广节水技术的重点区域。

## 三、结语

本文详细分析了我国各区域用水情况和特点,总结了各区域节水的

新要求和新潜力,对推动节水型社会建设不断深化具有较为重要的指导意义。我国区域钢铁行业发展必须以当地的水资源条件为约束,根据当地现有的用水效率、经济发展水平及废水回用水平等,优化区域钢铁企业布局,合理考虑内陆钢厂水资源需求,适度调减内陆钢厂产能,向水资源富裕地区、沿海区域倾斜。“十二五”是我国节水型社会建设的关键时期,钢铁行业作为高耗水行业,不仅应对新建项目进行节水评估和审核,更要对现存设施进行专业管理和控制,淘汰高耗水、高污染产能,采取严

格的准入标准,推广钢铁工业节水及废水资源化利用技术模式,建立适用的节水指标系统,使钢铁行业节水设施发挥更大的经济社会效益,从而使整个钢铁行业节水减排工作真正走到我国工业行业的前列。 ■

### 参考文献:

- [1] 黄导.钢铁行业节水工作“十五”回顾及“十一五”节水建设[J].可持续发展,2007(10).
- [2] 聂雪涛,袁照志,等.我国钢铁行业用水情况及节水途径[J].四川环境,2013,32(1).

责任编辑 轩 玮