

转炉炼钢大气污染环境评价问题探讨

李海波¹ 刘琳² 余祺¹ 沈建军¹

(1. 湖北大学资源环境学院, 武汉 430062; 2. 中钢集团天澄环保科技有限公司, 武汉 430079)

摘要 为了探讨转炉炼钢大气污染环境评价的关键问题,以某大型钢铁集团炼钢厂扩建项目为基础,分析了该类建设项目工艺流程和产污环节;确定了转炉炼钢的重点污染因子是粉尘、烟尘和 SO₂ 等。通过对转炉炼钢烟尘治理措施的有效性分析,得出了该扩建项目大气污染物粉尘、烟尘和 SO₂ 等能达标排放并满足总量控制指标,符合清洁生产要求。

关键词 转炉炼钢 产污环节 污染因子 环境评价

中图分类号 X51 文献标识码 A 文章编号 1673-9108(2008)03-0424-04

Discussion about environmental assessment on atmospheric pollution from converter steel making

Li Haibo¹ Liu Lin² Yu Qi¹ Shen Jianjun¹

(1. School of Resources and Environment, Hubei University, Wuhan 430062;

2. Sino Steel Tiancheng Environmental Protection Science and Technology Co. Ltd., Wuhan 430079)

Abstract In order to discuss the key problems in the environmental assessment on the atmospheric pollution from converter steel making, the production processes and pollution nodes of an expansion project of a steel plant at a large iron and steel enterprise were analyzed. The dust, soot and SO₂ were identified as the key pollutant factors. Through analysis on efficiency of dust and soot control measures for the converter steel making, it was concluded that the emission of dust, soot and SO₂ could meet the emission standards and requirements of clean production.

Key words converter steel making; pollution node; pollution factor; environmental assessment

自1952年氧气顶吹转炉在奥地利林茨·道纳维茨钢厂诞生以来,转炉炼钢在钢铁领域发挥了重大作用。我国20世纪60年代开始氧气顶吹转炉炼钢厂的设计研究工作,1964年在首钢建成第一家转炉炼钢厂,1978年我国宝钢首次从国外引进300 t大型转炉成套设备,20世纪90年代中、后期,又在宝钢二炼钢厂、武钢三炼钢厂、鞍钢三炼钢厂和首钢炼钢厂先后建成投产了180 t、210 t和250 t等大型氧气顶底复吹转炉,从此我国转炉炼钢进入了高速发展期。2003年我国转炉钢产量已近1.9亿t,约占我国钢产量的85.2%,占世界转炉钢产量的25%以上^[1]。

钢铁行业是我国经济建设的基础行业,同时它又是环境污染大户,特别是大气污染问题在这一行业更显突出。抓好钢铁行业的环境评价,特别是大气污染环境影响评价工作,在当前全国环境污染形势依然严峻的情况下,更具有重要的现实意义。

1 转炉炼钢主要工艺流程及产污环节

1.1 转炉炼钢工艺流程

转炉炼钢无论炉容大小和采用何种流程,其基本工序和产污环节具有相似之处。以某大型钢铁集团炼钢厂为例,该厂是国内最现代化的大型复吹转炉——二次精炼——全连铸炼钢厂,具有年产连铸坯430万t生产能力。2004年进行厂内扩建,扩建主要内容为:铁水脱硫站1套、250 t转炉1座(年产钢300万t)、废钢运输线1条。项目扩建完成后,全厂能达到年产约730万t合格连铸坯的生产能力。工艺流程如图1所示。

收稿日期:2007-08-05; 修订日期:2008-01-13

作者简介:李海波(1964~)男,硕士,高工,主要从事大气污染治理、环境评价等方面的教学和科研工作。

E-mail: lhb@hubu.edu.cn

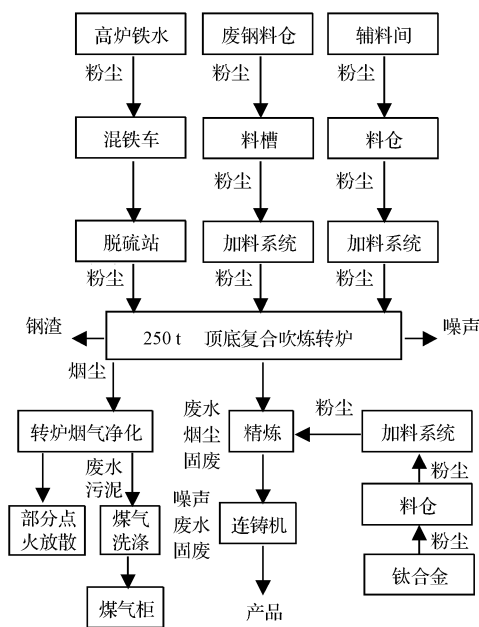


图1 250 t顶底复吹转炉工艺流程及产污节点
Fig.1 Production process and the pollution node of
250 t top and bottom blowing converter

1.2 转炉炼钢产污环节

转炉炼钢产污环节主要有备料系统、一次烟气和二次烟气。备料系统如:熔剂地下料仓、铁合金地下料仓和加料系统等部位,大量粉料是经过自卸汽车和皮带转运的,易于产生飞溅粉尘;一次烟气是转炉在吹炼时产生大量含有CO和粉尘的高温烟气,其中CO浓度一般在60%以上,最高时(吹氧中期)可达到90%以上;二次烟气主要是指转炉在兑铁水、加废钢、出钢、喷补炉衬时产生的烟气和转炉冶炼过程中逸出的烟气,钢包吹氩站、铁水罐脱硫站扒渣及脱硫产生的烟气。转炉炼钢产污环节中,备料系统如地下料仓、皮带转运等均有密闭装置及除尘系统,一般治理效果较好,属有组织排放。转炉一次烟气和二次烟气均有烟气捕集和净化装置,但转炉吹炼时烟气量高,部分烟气外溢;兑铁水、出钢、脱硫扒渣等环节受工艺条件的限制,烟气捕集率约有80%左右,上述环节外溢烟气属无组织排放。本文数据来源于建设项目企业安环部,数据均在除尘系统后烟尘排放口监测所得,属有组织排放。转炉炼钢产污环节如图1所示。

2 污染因子与评价等级的确定

分析转炉炼钢工艺流程和产污环节可知,该类

企业环境影响要素主要是大气污染。在进行污染因子筛选时,首先应选择等标排放量较大的污染物为主要污染因子,同时还要考虑工程项目的特征污染物以及在评价区内已造成严重污染的污染物,转炉炼钢特种污染物确定为 F^- 。等标排放量按下式计算,计算结果见表1。

$$P_i = \frac{Q_i}{C_{0i}} \times 10^9$$

式中:

P_i ——第*i*类污染因子等标排放量(m^3/h);

Q_i ——第*i*类污染因子排放速率(t/h);

C_{0i} ——第*i*类污染因子环境空气质量标准(mg/m^3)。

表1 扩建项目等标排放量计算结果

Table 1 Results of expansion project's standard emission

污染物	Q_i	C_{0i}	P_i	备注
PM_{10}	31.25×10^{-3}	0.15	2.10×10^8	PM_{10} 的空气质 量标准,取二 级标准的日均 值
NO_2	3.78×10^{-3}	0.24	1.58×10^7	
SO_2	0.63×10^{-3}	0.50	1.26×10^6	
F^-	5.31×10^{-3}	20.00	2.66×10^5	

建设项目所在地环境空气质量功能区为3类,根据空气质量现状监测结果, PM_{10} 超标,超标率为10%,其他污染物均不超标,结合上述计算结果,在该项目环评中,确定 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 和 F^- 为现状评价因子; PM_{10} 和 F^- 为预测评价因子。

对照大气环境影响评价工作级别的划分标准,扩建项目位置在厂区内,地形简单;污染物最大等标排放量 $<2.5 \times 10^8$,该项目评价级别确定为三级。

3 烟尘排放统计与“三本账”分析

对转炉炼钢项目,分析大气污染环境影响、确保达标排放和满足总量控制问题是其评价工作的重点,因此对此类项目的环境评价必须弄清新、老工程以及扩建完成后大气污染源和相关的排放量即“三本账”问题。计算方法为:扩建项目完成后的排放量=扩建前的排放量+扩建项目排放量-“以新带老”削减量^[2]。该厂现有工程大气污染物排放量、扩建项目“以新带老”削减后新增大气污染物排放量、扩建前后大气污染物排放“三本账”分别见表2、表3和表4。

表 2 现有工程大气污染物排放量
Table 2 Atmospheric pollutant emissions
of existing projects

污染环节	污染物	处理风量 (万 m ³ /h)	处理措施	排放量 (t/a)
一次烟气	烟尘	32.5	二文一塔	128.7
	NO _x		湿法净化	20.7
	CO		除尘	328.9
二次烟气(包 括炉前炉后 烟罩、吹氩站、 LF 精炼炉烟 罩等 19 个抽 尘罩)	粉尘	158	袋式除尘 系统	312.8
	SO ₂			11.2
	NO _x			23.9
	CO			137.9
	F ⁻			53.2
铁水脱硫 烟气	烟尘	12.3	布袋除尘器	48.7
倒灌、料仓、 加料等	粉尘	18.5	布袋除尘器	36.7
合 计	烟尘:177.4 t/a,粉尘:349.5 t/a,SO ₂ :11.2 t/a, NO _x :44.6 t/a,CO:466.8 t/a,F ⁻ :53.2 t/a			

表 3 扩建项目新增大气污染物排放量
Table 3 New adding atmospheric pollutant
emissions of expansion project

污染环节	污染物	处理风量 (万 m ³ /h)	处理措施	排放量 (t/a)
一次烟气	烟尘	16.2	全湿未燃法	64.2
	NO _x		煤气净化回	11.0
	CO		收系统	161.9
二次烟气 (包括兑铁 水、加废钢、 出钢、吹氩、 铁水脱硫、铁 合金烟气等)	粉尘	125	长袋低压袋 式除尘系统 (过滤面积 20 000 m ²)	247.5
	SO ₂			5.0
	NO _x			29.9
	CO			163.6
	F ⁻			42.1
合 计	烟尘:64.2 t/a,粉尘:247.5 t/a,SO ₂ :5.0 t/a, NO _x :40.9 t/a,CO:325.5 t/a,F ⁻ :42.1 t/a			

表 4 扩建前后大气污染物排放
Table 4 Atmospheric pollutants emitted before
and after the expansion (t/a)

时 段	粉 尘	烟 尘	SO ₂	NO _x	CO	F ⁻
现有工程排放量	349.5	177.4	11.2	44.6	466.8	53.2
扩建工程增加量	247.5	64.2	5.0	40.9	325.5	42.1
扩建后总排放量	597.0	241.6	16.2	85.5	792.3	95.3

4 污染治理设备有效性分析

4.1 转炉一次烟气回收净化系统

目前,转炉一次烟气净化系统常用的方法是 OG 法(湿法煤气回收净化系统)。OG 法系统主要由烟气冷却、净化、煤气回收和污水处理等部分组成。烟气净化系统包括 2 级文氏管、脱水器和水雾分离器,系统全过程采用湿法处理,净化后煤气含尘量约 100 mg/m³ 左右^[3]。该技术存在的问题:一是处理后的煤气含尘量较高,要利用此煤气,需在后部设置湿法电除尘器进行精除尘;二是系统存在二次污染,其污水需进行处理;三是系统阻损大、能耗较高。

在转炉煤气净化技术中,20 世纪 80 年代,德国鲁奇公司与蒂森公司协作开发了干法煤气回收净化系统即 LT 法。LT 法主要是由烟气冷却、净化回收和粉尘压块 3 大部分组成,烟气经冷却烟道的温度由 1 550℃ 左右降至 800 ~ 1 000℃,然后进入烟气净化系统;烟气净化系统由蒸发冷却器和圆筒型电除尘器组成,蒸发冷却器内有若干个双介质雾化冷却喷嘴,烟气通过蒸发冷却器后温度降至 180 ~ 200℃,并可除去 40% 的粉尘;圆筒型电除尘器对烟气进行进一步净化,使其含尘浓度降至 10 mg/m³ 以下^[4]。

LT 法和 OG 法从技术上都能满足粉尘达标排放的要求。LT 法除尘净化效率高,不存在二次污染,系统阻损小,但 LT 法与 OG 法相比,初投资高,净化系统技术管理难度较大。OG 法由于应用时间长,技术成熟,目前在国内仍得到了广泛应用。

在环评中应根据项目的投资状况、企业管理水平和技术的连续性等方面综合考虑。本文所述扩建项目因企业多年使用 OG 法,在技术和管理上积累了丰富的经验,项目所在地水源丰富且循环利用,转炉煤气净化采用 OG 法是有效的,也是可行性。

4.2 转炉二次烟气除尘系统

目前国内二次烟气除尘系统常用袋式除尘器,在评估袋式除尘器的有效性问题时,应注意几个问题:一是袋式除尘器按清灰方式分机械式清灰、逆气流清灰和低压脉冲清灰。相比较而言,低压脉冲清灰对袋子损耗小,清灰彻底,管理方便而受到广泛应用;二是一般情况二次烟气兑铁水时烟气量最大,从优化设计和节能这一角度讲,除尘系统应设计成变风量系统,风机采用液力耦合,根据冶炼工艺的变化

可调节风机转速;三是二次烟气温度较高,作为冷却降温,常常将转炉加料系统集成气罩风量直接引入二次烟气除尘系统,使烟气温度低于 120℃,但应注意的是,烟气温度不能太低,以防止烟气结露,造成滤袋出现“糊袋”现象。上述几个问题,在除尘系统有效性评估时,应给予注意。

5 达标排放、总量控制与清洁生产

在钢铁行业环评中,详细论述达标排放与总量控制问题是一件重要工作,在这一工作中,达标排放应以选定的标准和污染治理设备的有效性分析结论为依据;总量控制应以地方环保局核定的总量控制指标为依据。如该扩建项目地处某市工业区,该区自建国以来即作为冶金、化工、建材工业区而规划,目前,环境空气质量功能区划为 3 类。项目环评时,确定转炉执行《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996)中三级标准^[5]。扩建项目转炉废气污染物达标排放情况如表 5 所示。

表 5 扩建项目废气污染物达标排放情况
Table 5 Situation of emission standard of
the expansion project air pollution

染 物	污 染 源	污染排放情况			评价标准		评价结果	
		排放 高度 (m)	排放 速率 (kg/h)	排放 浓度 (mg/m ³)	排放 速率 (kg/h)	排放 浓度 (mg/m ³)	排放 速率 (kg/h)	排放 浓度 (mg/m ³)
烟尘	转炉一 次烟气	83	8.1	50.0	-	150	达标	达标
粉尘	转炉二 次烟气	30	31.25	25.0	-	150	达标	达标
F ⁻	转炉二 次烟气	30	5.31	4.25	-	15	达标	达标
SO ₂	转炉二 次烟气	30	0.63	0.50	-	2 860	达标	达标

依据当地环保局给该集团公司“十五”期间下达的总量控制指标,核定该项目大气污染物排放是否符合总量控制要求。扩建项目总量控制对照表如表 6 所示。

表 6 扩建项目总量控制对照表
Table 6 Total control contrast chart of
the expansion project

指标项目	烟 尘	粉 尘	SO ₂	备 注
“十五”末公司总量指标(t/a)	5 110	6 500	27 500	
公司现有总排放量(t/a)	4 995	5 940	26 778	满 足
扩建项目增加量(t/a)	64.2	247.5	5.0	
占公司总排放量的比例(%)	1.3	4.2	0.02	
扩建后公司总排放量(t/a)	5 059.2	6 187.5	26 783	满 足

考核建设项目是否符合清洁生产要求,一般主要是从生产工艺与装备、资源能源利用、产品质量和污染物产生量等指标分析。该扩建项目采用 250 t 大型转炉顶底复合吹炼工艺,用副枪检测、计算机动态自动控制、全连铸生产线、OG 法烟气净化收集系统,污染物能达标排放并满足总量控制指标,依据“钢铁行业产业发展政策”(2005 年国家发改委 35 令),对比国内外同类企业生产情况,该扩建项目符合国家产业发展政策,达到了清洁生产要求。

6 结束语

钢铁行业是我国经济建设和发展的基础行业,同时又是环境污染大户。控制钢铁行业的盲目发展,鼓励走集约化、清洁生产发展道路,做好钢铁行业环境影响评价工作,对推动社会、经济和环境协调发展将发挥重要作用。

参 考 文 献

[1] 王勇,等.我国转炉炼钢的现状和发展.特殊钢,2005,26(4):1~5

[2] 国家环保总局环境工程评估中心.环境影响评价技术方法.北京:中国环境科学出版社,2005.27

[3] 冶金工业部建设司,等.钢铁企业采暖通风设计手册.北京:冶金工业出版社,1996.1253

[4] 王永刚,等.转炉煤气干法除尘技术在国内钢厂的应用.重型机械,2006,(2):1~3

[5] 国家环保总局环境工程评估中心.环境影响评价技术导则与标准.北京:中国环境科学出版社,2005.55