

宝钢环保技术

冶金部宝钢环保技术编委会

一九八九

宝钢环保技术编委会成员名单

主任委员	李家瑞	冶金部安全环保司
副主任委员	王忠智	冶金部安全环保司
	陈康	冶金部建筑研究总院环保所
委员	(共18人,以姓氏笔划为序)	
	王忠智	
	付铁铭	鞍山焦化耐火材料设计研究院
	刘淑梅	鞍山焦化耐火材料设计研究院
	任芝芸	冶金部建筑研究总院环保所
	任凌法	冶金部建筑研究总院
	许艾芬	华东电力设计院
	朱克平	宝钢指挥部设计管理处
	朱耀华	重庆钢铁设计研究总院
	齐凤鸣	长沙黑色冶金矿山设计研究院
	李昌德	上海冶金设计研究院
	李家瑞	
	陈康	
	张云	武汉钢铁设计研究院
	张伯初	上海宝钢总厂冷轧厂
	施揆中	华东电管局
	姜凤有	冶金部建筑研究总院环保所
	谭福元	上海宝钢总厂设计研究院
	戴耀南	冶金部建筑研究总院环保所

各分册主编单位、主编及编写人员

第一分册 环保综合防治技术

主编单位 重庆钢铁设计研究院

主 编 朱耀华

编写人员 (以姓氏笔划为序)

冯葆华 刘国祯 朱耀华 侯新圣 赵祖良 顾德俊

责任编辑 刘玉敏

第二分册 焦化厂环保技术

主编单位 鞍山焦化耐火材料设计研究院

主 编 付铁铭 刘淑梅

编写人员 (以姓氏笔划为序)

石 岩 付铁铭 刘淑梅 李肇中 邹肇村 赵自平
贺儒梁 高克萱 黄孟度

责任编辑 任芝芸

第三分册 烧结环保技术

主编单位 长沙黑色冶金矿山设计研究院

主 编 齐凤鸣

编写人员 (以姓氏笔划为序)

王守中 齐凤鸣 吕 熏 陈月心 吴承模 周正石
郑高德 段苏威

责任编辑 朱谨谊 戴耀南

第四分册 炼铁厂环保技术

主编单位 重庆钢铁设计研究院

主 编 朱耀华

编写人员 (以姓氏笔划为序)

朱耀华 陈天宝 陆启林 郝润平

责任编辑 朱谨谊

第五分册 炼钢环保技术

主编单位 上海冶金设计研究院

主 编 李昌德

编写人员 (以姓氏笔划为序)

王文琳 王素华 李昌德 赵文秀 秦鸿俊 龚 尧
滕自尊 谭燮坤

责任编辑 王 玮

第六分册 轧钢环保技术

主编单位 武汉钢铁设计研究院

主 编 张 云 张伯初

编写人员 (以姓氏笔划为序)

丁曼芳 朱耀华 安惠臻 李昌德 陆善忠 张 云
张今昌 张伯初 唐鸿章

责任编辑 杨丽芬

第七分册 电厂环保技术

主编单位 上海华东电力设计院

主 编 许艾芬 施揆中

编写人员 (以姓氏笔划为序)

王文元 许艾芬 杨永德 陈志梅 吴培胜 周来发
郭晓冬 顾德俊 殷国香 曹晓华

责任编辑 杨兰蓉

第八分册 公用及辅助设施环保技术

主编单位 重庆钢铁设计研究院

主 编 朱耀华

编写人员 (以姓氏笔划为序)

于立君 田世刚 安惠臻 朱耀华 陈少文 陈天宝
何世尊 陆启林 陈明邈 李景华 杨涌源 姜创业
侯新圣 屠桐志

责任编辑 李德英

全书技术审查 谭福元

第一章 原料场

第一节 工艺简述

宝钢原料场是我国第一个具有世界先进水平的大型钢铁综合原料处理设施，它位于宝钢总厂的西端，在盛桥、石洞口与练祁河之间，北临长江，占地83公顷。

原料场的规模是按与各生产厂的生产量相适应的原料供料量确定的，设计规模的年供料量为3100万t，满足宝钢年产671万t钢规模的生产要求，基本在一期建设中建成。

宝钢生产所需的大宗原料，大部分由水路运来，少量的由铁路转汽车运进。原料场接受物料的类别有34种（包括接受厂内生产的返回料）全年原料受入量约2000万t，占钢铁厂原料总受入量的95%以上，这些原料（除个别品种外）全部由皮带机运进料场，在料场内贮存和破碎、筛分、混匀加工后，由皮带机送往各个生产厂。

宝钢原料场共配备有大型堆料机、取料机20台，皮带机317台（总长度52.5km），破碎、粉碎、振动筛等机械29台，由这些主要的生产设备组成了26个通过原料中心的电子计算机进行遥控自动化操作的单项工艺系统以及1项采用顺序控制器进行联锁操作的单项工艺系统，这30个单项工艺系统一共含有212个设备联动操作系统，担负着原料场的生产任务。

按生产设施来分，原料场可以分为以下7个部分。

一、料场设施

包括煤场、矿石料场、副原料场和匀矿料场，总贮存能力为257万t，占地面积为56公顷。在生产上的作用是：1、适应矿源的变动和运输上的不平衡；2、适应混匀和整粒的生产和操作；3、适应生产上的不平衡并保证均衡供料；4、汇集厂内产生的各种返回料。

二、受料设施

受料设施由下列3个系统组成，1. 水运受料系统，分海运和江运，亦称主原料和副原料两部分；2. 汽车受料系统，包括铁路进厂原料的汽车转运和厂内返回料的汽车转运两部分；3. 破碎筛分产品受料系统。上述3个系统的受料均采用皮带机运入料场。

三、混匀设施

混匀设施是将烧结所需要的全部含铁原料在混匀料场里进行平铺截取，制成匀矿，从而能保证烧结生产操作和烧结矿质量的稳定，设施的年混匀量约842万t。这是国内首次采用的先进的生产工艺。

四、供料设施

供料设施包括向各生产厂供料和生产厂内部供料两部分，向各生产厂供料又分原料场供料和原料场经营的其它生产厂供料两部分。向各生产厂供料就构成了原料场的规模，年供料能力为3100万t。

五、破碎筛分设施

为了将进入生产厂的原矿和整粒矿破碎、粉碎和筛分，以达到生产厂所要求的粒度而设置该设施，它包括集中设置的矿石破碎筛分等5个系统和设在供料系统中的焦煤一次粉碎等3个系统，年破碎能力约806万t。

六、取样设施

该设施是为了对进入原料场的各种原料进行粒度、水分、品位、强度等的检测而设置，设置的位置有主、副原料输入系统、焦煤输出系统、矿石破碎系统、矿石混匀系统。

七、辅助设施

原料车间的辅助设施主要包括活动机具、仓库及其它。

宝钢原料场的工艺设计是先进的，在设计中采取了原料大集中的管理方式，生产自动化水平相当高，采用了计算机管理，逻辑程序控制和继电器控制的先进操作方式，选用了大型设备，设置了自动检测、电视监视和现代化的通讯联络设施，是装备完善的具有世界先进水平的原料场，它为保证各生产厂的稳定操作，提高产品的质量，提供了良好的条件。

(候新圣)

第二节 主要环保技术措施

原料场是钢铁企业的污染源之一，原料在运输、卸料、倾倒、加工等过程中，都将产生粉尘，污染周围的环境，原料在堆料场堆存时，由于受气象条件的影响，特别是风速、风向的影响，使得原料料堆产生的扬尘（其中小于 20μ 的约占50%以上）对大气环境造成较大的污染。原料场的排放水中含有大量的细粉状原料，如果直接排放到受纳水体，会造成较大的污染。

针对原料场污染源的特征，在宝钢原料场的环境保护设计中，以消除粉尘的污染为重点，采取了有效的综合治理措施，从而使原料场的污染得到控制。

一、对粉尘污染的控制

（一）洒水除尘

1. 堆场洒水

在防止原料堆场的扬尘，采用直径22mm的喷水枪进行洒水，喷洒的水为含有3%浓度的聚丙烯水溶液，使料堆洒水后表面能结成一硬壳，以防刮风时产生二次扬尘。

2. 破碎筛分设备及皮带机转运处的洒水除尘

破碎筛分设备和皮带机转运处采用扁平喷嘴进行洒水，喷水点一般设在皮带机头部或溜槽处。

（二）皮带和汽车的冲洗

为克服皮带机在返回的过程中，由于粘结在皮带上的物料掉落在地上而引起的扬尘及防止由于皮带机输送的物料的种类不同而造成物料的混合，故对皮带用水进行清洗。设计中采用

了循环水系统、循环率为97%。

汽车在料场内行走时容易在轮胎上粘结物料，特别是在下雨的时候，为了防止汽车在厂内公路运输时由于粘结在轮胎上的物料被抖落而污染环境，在料场四周的汽车出口处均设置了汽车冲洗场，在汽车出原料场之前就将粘结在轮胎上的物料冲洗干净，冲洗水设计为循环水系统。

（三）皮带机的密闭

皮带机在输送物料的运转过程中，将会散发粉尘，设计中采用了密闭罩，把皮带机密闭起来，有效地控制了尘源。

（四）各破碎筛分、粉碎设备及矿槽除尘

为防止原料在破碎、筛分、粉碎等加工过程中产生的粉尘对环境的污染，在原料场设有8个除尘系统，它们分别是：

1. 矿石破碎筛分设备除尘系统；
2. 矿石粉碎设备除尘系统；
3. 石灰石粉碎设备除尘系统；
4. 氧化镁源粉碎设备除尘系统；
5. 再筛分设备除尘系统；
6. 煤一次粉碎设备除尘系统；
7. 烧结矿外运槽除尘系统；
8. 汽车受料槽除尘系统。

以上除尘系统的净化设备均采用吸入式反吹风袋滤器，净化后的废气含尘量均小于 30 mg/m^3 (标况)，袋滤器收集的粉尘，经加湿搅拌后分别用皮带机送走回收利用或用卡车外运两种处理方式。

二、水污染的控制

原料场对水污染的控制主要是防止由于雨水的冲刷，一小部分细物料随雨水的冲刷而流失，某些可溶性物质也溶解于水中，如任意排放，就会形成对水体的污染。在雨水排水系统的设计中，通过采用尽可能减少原料场内的雨水径流和力图使已被雨水冲走的物料给截阻下来的措施，较好地解决了这个问题。

宝钢原料场的汽车冲洗等生产用水分别设计了3个循环水系统，在堆料场等的洒水系统中采用了由中央水处理厂处理后的含油废水作串接补充水使用，这些措施都是有利于减少水污染和节省水资源的。

(钱新圣)

第三节 除尘技术

原料场是钢铁厂主要粉尘源之一，为了使粉尘控制到规定的标准，原料场料场采用以洒水为主，破碎筛分设施采用以机械除尘为主的环境保护措施。

一、粉尘的特征

粉尘特性见表1—1。

表1—1 粉尘特性

系统名称 项目	矿石破碎筛分	矿石粉碎	石灰石粉碎	氧化镁源	再筛分	煤一次粉碎
风量(m^3/min)	9000	1500	3500	1500	2000	550
温度($^{\circ}\text{C}$)	外气温度	外气温度	外气温度	外气温度	外气温度	外气温度
种类	大气	大气	大气	大气	大气	大气
水分量(%)	大气+散水的一部分	大气+散水的一部分	大气+散水的一部分	大气+散水的一部分	大气+散水的一部分	大气+散水的一部分
灰尘类别	铁矿石粉	铁矿石粉	石灰石粉	蛇纹岩粉	烧结粉	煤粉
灰尘粒度(μ)	>40 44%	>40 44%	>20 35%	>40 44%	>40 4%	>40 20%
	30~40 13.4%	30~40 13.4%	15~20 12%	30~40 13.4%	10~14 28%	20~40 32%
	20~30 23.3%	20~30 23.3%	10~15 18%	20~30 23.3%	6~10 46%	10~20 26%
	10~20 10.9%	10~20 10.9%	5~10 17%	10~20 10.9%	2~6 21%	1~10 20.4%
	<10 8.4%	<10 8.4%	<5 18%	<10 8.4%	<2 1%	<1 1.6%
灰尘密度	1.0~2.0	1.0~2.0	0.6~1.4	0.6~1.4	1.0~2.0	0.4~1.0

二、除尘系统流程

下面分述7个除尘系统(不包括汽车受料槽除尘系统)的概况。

(一) 矿石破碎筛分设备除尘系统

本系统主要处理从原矿、整粒矿和锰矿等一次性的破碎筛分过程中产生的粉尘,含尘气体经袋滤器净化后,由风机直接排入大气,收集到袋滤器下部灰斗中的粉尘经输送机送至贮灰斗内,定期的排至混碾机(在混碾机内进行加水搅拌),再用皮带机送到矿石破碎设备的成品槽内回收利用。

1. 抽风点的确定

抽风的地点为破碎机的出入口、振动筛的上下部及皮带机转运点等。

由于粗矿槽下部产尘量较少,以及成品槽前后均设有洒水处理,故该部分皮带机转运点不设抽风点。

2. 气体含尘量

入口气体含尘量 约 $5\sim 10\text{g}/\text{m}^3$ (标况);

排出口气体含尘量 $0.05\text{g}/\text{m}^3$ (标况)以下。

(二) 矿石粉碎设备除尘系统

本系统主要处理从矿石粉碎设备中产生的粉尘,含尘气体经袋滤器净化后,由风机直接排入大气,收集到袋滤器下部灰斗中的粉尘经输送机送至贮灰斗内,定期排至混碾机,皮带再由机送到矿石破碎的成品槽内回收。

1. 抽风点的确定

抽风的地点为粉碎机的出入口、振动筛上下部及皮带机转运点等处。

2. 气体含尘量

入口气体含尘量 约 $5\sim 15\text{g}/\text{m}^3$ (标况);

排出口气体含尘量 $0.05\text{g}/\text{m}^3$ (标况)以下。

(三) 石灰石粉碎设备除尘系统

本系统主要处理将未选石灰石粉碎成小于 3mm 的石灰石粉时,粉碎、筛分过程中产生的粉尘,含尘气体经袋滤器净化后,由风机直接排入大气,收集到袋滤器下部灰斗中的粉尘经输送机送至贮灰斗内,定期排至混碾机,用皮带机送到石灰石粉槽内回收利用。

1. 抽风点的确定

抽风的地点为粉碎机的出入口、振动筛上下部和皮带机转运点等处。

2. 气体含尘量

入口气体含尘量 约 $5\sim 15\text{g}/\text{m}^3$ (标况);

排出口气体含尘量 $0.05\text{g}/\text{m}^3$ (标况)以下。

(四) 氧化镁源粉碎设备除尘系统

本系统主要处理未选蛇纹石或白云石粉碎成小于 6mm 蛇纹石粉或白云石粉,以及经振动筛筛分出 $8\sim 25\text{mm}$ 块蛇纹石的过程中产生的粉尘,含尘气体经袋滤器净化后,由风机直接排入大气,收集到袋滤器下部灰斗中的粉尘经输送机输送至贮灰斗内,定期排至混碾机,再用皮带机送到氧化镁源粉槽内回收利用。

1. 抽风点的确定

抽风点选择在粉碎机的周围、振动筛周围和氧化镁源粉槽周围等处。

2. 气体含尘量

入口气体含尘量 约 $5\sim 15\text{g}/\text{m}^3$ (标况);

排出口气体含尘量 $0.05\text{g}/\text{m}^3$ (标况)以下。

(五) 再筛分设备除尘系统

本系统主要处理从烧结、球团再筛分设备以及除去大块筛分设备产生的粉尘,含尘气体经袋滤器净化后,由风机直接排入大气,收集到袋滤器下部灰斗中的粉尘经输送机输送至贮灰斗内,定期排至混碾机,用卡车送往小球车间。

1. 抽风点的确定

抽风的地点为在烧结矿和球团矿的筛分机上部、除去大块筛分机上部以及各筛分机附近的皮带机转运点等处。

2. 气体含尘量

入口气体含尘量 约 $5\sim 15\text{g}/\text{m}^3$ (标况);

排出口气体含尘量 $0.05\text{g}/\text{m}^3$ (标况)以下。

(六) 煤一次粉碎设备除尘系统

本系统主要处理从煤一次粉碎设备产生的粉尘，含尘气体经袋滤器净化后，由风机直接排入大气，收集到除尘器下部灰斗中的粉尘经输送机送至贮灰斗内，定期排至混碾机，再由皮带机送到炼焦车间的配煤槽内回收利用。

1. 抽风点的确定

抽风的地点为B206皮带机头部卸料点及粉碎机排出口。

2. 气体含尘量

入口气体含尘量 $5 \sim 15 \text{ g/m}^3$ (标况)；

排出口气体含尘量 0.05 g/m^3 (标况) 以下。

(七) 烧结矿外运槽除尘系统

本系统主要处理烧结矿贮槽上部移动卸矿车卸料时和贮槽下部火车装车时产生的粉尘，含尘的气体经袋滤器净化后，由风机直接排入大气，收集到除尘器下部灰斗中的粉尘经输送机送至贮灰斗内，定期排至混碾机，用卡车运出。

1. 抽风点的确定

抽风的地点为烧结矿贮槽及贮槽下部卸料口处，垂直于输送机、混碾机。

2. 气体含尘量

排出口气体含尘量 0.05 g/m^3 (标况) 以下。

三、各除尘系统风量的确定

除尘系统风量按下式计算：

$$Q = 60 \times A \times v$$

式中 A ——抽风罩开口面积 m^2 ；

v ——吸引风速 m/min 。

原料除尘系统采用的吸引风速一般为 $15 \sim 23 \text{ m/s}$ ，日方为了确保系统各除尘点的实际抽风效果，系统风机风量为各除尘点抽风量总和的1.7倍。

四、负压式袋滤器

(一) 袋滤器的选型

1. 低于 3 g/m^3 (标况) 含尘气体采用正压式，超过 3 g/m^3 (标况) 选用负压式。

2. 根据烟尘的粒度，粒度较粗者采用负压式，粒度较细者选用正压式。

3. 按尘粒的硬度 (磨琢性) 来判断，硬度大，磨琢性强的烟尘采用负压式，硬度小，磨琢性差的烟尘采用正压式。

根据上述选型情况及大分，君津厂的实际运行经验，宝钢原料处理设备的7个除尘系统全部采用负压式、内过滤、下进风型式的袋滤器。

(二) 设计参数的确定

1. 过滤风速

过滤风速是衡量袋滤器先进性的主要技术指标之一。它与气体的含尘浓度、灰尘的颗粒度和除尘器的清灰方法有密切关系。原料场各除尘系统的除尘器过滤风速均采用 1.0 m/min 以下，入口含尘浓度为 $5 \sim 15 \text{ g/m}^3$ (标况)。

2. 过滤面积 (F)

滤袋的过滤面积用下式表示:

$$F = \frac{Q}{v} \text{ m}^2$$

式中 Q ——系统各抽风点抽风量总和 m^3/min ;

v ——过滤风速 m/min 。

3. 滤袋数量 (n)

$$n = \frac{F}{f} \text{ (个)}$$

式中 F ——滤袋总过滤面积 m^2 ;

f ——每个滤袋的过滤面积 m^2 。

每个滤袋的过滤面积是在选用一定规定的袋径后,按滤袋的长径比为25~40确定袋长的基础上计算而得。滤袋直径和长度的选择,应使滤袋数量(n)能满足袋室布置的要求。原料车间的5个系统除尘器滤袋长为10m,煤一次粉碎系统滤袋长5m。

4. 压力损失

袋滤器的压力损失与除尘器的结构设计、滤布性质、粉尘浓度、过滤速度、粉尘层特征、清灰方法、气体温度、气体湿度等许多因素有关。

一般袋滤器压力损失 ΔP 是由其结构阻力 ΔP_c 、清洁滤布阻力 ΔP_f 、以及附着在滤布表面的粉尘阻力 ΔP_d 组成。即

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_f + \Delta P_d$$

一般 $\Delta P_c = 490 \text{ Pa}$;

$$\Delta P_f = 1470 \sim 1960 \text{ Pa};$$

$$\Delta P_d = 490 \text{ Pa}。$$

(三) 袋滤器的结构

是由滤袋室、滤袋、反吹风装置、卸灰装置以及进排气管等组成。

1. 滤袋

滤袋的材质选用,必须与含尘气体的性质相适应,如粉尘颗粒度、化学性质、气体温度等。原料车间滤袋材质选用聚脂系化学纤维(涤纶),通常可长期使用在130℃的烟气中,而在含水的烟尘情况下,只能耐60℃。滤袋的直径为292mm,长度为10m,煤一次粉碎系统为5m,滤袋长径比为17~34,为防止滤袋清灰时滤袋抽瘪,在10m长的滤袋上每隔1.5m安装一个环箍。

2. 滤袋室

原料车间采用的反吹风袋滤器,滤袋室是由框架、外壁、顶板、底板(下花板)、灰斗、一次挡板、二次挡板、进口管、出口管、悬挂防止板、维修挡板、滤袋、进入管检修门、料斗用检修门、袋室检修门、缓冲板、反吹风风量调节阀等组成。滤袋室内的滤袋为垂直吊装,各滤袋小室的内部和外部的底板(下花板)上均设有检修用平台,滤袋设有吊装调整用的螺栓、弹簧,使滤袋具有一定的张拉力。

吸入式袋滤器由于滤袋室内具有一定的负压,为防止外部空气被吸入滤袋室内,干扰含尘气体的净化,需采用密封(不透气)结构,各滤袋室的灰斗及上层滤袋小室均需设置隔板隔

开，防止相互串气。

底板的作用是将灰斗与上层滤袋室隔开，同时构成袋下部安装板，使含尘气体只能通过底板上的扎袋口短管进入滤袋内进行过滤。

灰斗是粉尘的暂时贮存处，灰斗内在气流入口处设有缓冲板，其作用是当灰尘碰到缓冲板时，因撞击作用使大颗粒粉尘沉降，防止含尘气流直接冲击滤布，并能使气流均匀地流入各个滤袋中。灰斗出口处设有悬拱防止板，因为除尘器捕集的粉尘，是细小的尘粒，有时会出现悬拱（搭桥）现象，为防止上述现象出现而设置悬拱防止板。灰斗上部设有振打装置，以便及时清除粉尘的堆积，振打装置采用电动式振打器，每个灰斗上设一台。

一次挡板、二次挡板是用来进行灰尘清除的挡板，一次挡板在除尘时打开清灰，沉降时关闭。二次挡板在灰尘沉降和除尘时关闭，清灰时打开。采用蝶型阀门由汽缸传动，压缩空气压力为686kPa。

五、反吹清灰装置及其控制方法

（一）反吹风方式

袋滤器采用空气反吹清灰（逐室停风缩袋反吹）。清灰时，首先关闭滤袋室的出口阀门（一次挡板），并打开反吹风管道阀门（二次挡板），由于其他各室内部都处于负压，使滤袋室外部的大气，通过反吹风管道进入滤袋室进行反吹清灰，清灰后的气体与含尘气体一起进入邻室净化排出。

（二）反吹风量

反吹风量约占每室工作风量的20%。

（三）负压袋滤器特点

1. 密封要求严格 吸入式袋滤器全部处于负压状态，结构上的不严、漏风，将影响除尘系统的效果，或增加风机的负荷。为此，除尘器的壳体结构及检修门等必须严格的密封。

2. 负压袋滤器的风机设在除尘器后边，含尘气体经净化后流入风机，减少对风机的磨损。

3. 袋滤器为内滤式，含尘气体是处于常温状态并无毒性，所以工人可以在除尘器运转的情况下进行检修。

4. 原料厂除尘器是下进风式的，在下部灰斗进口处设有缓冲板，灰尘碰到缓冲板时因惯性的作用，使大粒灰尘下降，减少了滤袋过滤量，延长了滤袋使用寿命，并延长滤袋清灰时间。

5. 由于下进风式的除尘器，节省了上花板及上部空间，为调节聚脂系化学纤维的滤袋的伸长创造了条件。

6. 袋滤器的清灰是利用室外空气进行反吹风清灰节省了设备及动力。

7. 下进风式袋滤器主要缺陷是烟尘在滤袋内的沉降方向与气流流向相反，不但阻碍灰尘的降落，而且在反吹清灰时，容易使滤袋内部清下来的粉尘，还未全部沉到灰仓之前，又被吹回到滤袋上去，影响了滤袋清灰效率，特别对长度较长的滤袋，更为突出，但本系统是采用三状态的清灰方式，吸瘪—静止—鼓胀，由于增加了一个自然沉降过程，滤袋比二状态抖动次数多，而又平缓，克服了上述下进风的缺陷，并有利于延长滤袋使用寿命，但三状态清灰机构和自动控制装置比二状态复杂。

六、除尘系统的粉尘排出装置

(一) 槽下输送机

袋滤器下部设有槽下输送机,将袋滤器各室所收集的粉尘集中后输出。

(二) 集料输送机、垂直输送机

集料输送机是将槽下输送机输出的粉尘,转送到垂直输送机,经垂直输送机送入贮灰斗内。

(三) 贮灰斗

贮灰斗贮存量按8h排灰量考虑(再筛分系统按24h排灰量考虑)。贮灰斗上设有料位指示器,为防止料斗内的粉尘桥接,在贮灰斗上设有电动式振动器,与粉尘排出装置同时工作。在贮灰斗排出口设有电动式回转阀,它是由阀体、转子、密封板、驱动部组成,在驱动部还设有变速装置,其作用是为了稳定地保持所需要的粉尘量与洒水量之比,进行定量供料给搅拌机。回转阀的动作是根据料位指示器的信号使驱动轴运转或停止,回转阀的转速是根据混碾机处理能力而确定的。

(四) 混碾机

为防止粉尘输出时产生二次扬尘,混碾机内设有洒水装置。混碾机的供水装置是由电磁阀、流量调整阀、过滤器、断流阀构成。根据贮灰斗料位指示的信号混碾机自动加水搅拌,但水量的调整是靠工作人员观察粉尘搅拌的状态而调整流量阀门。

七、蒸汽保温设施

因为煤一次粉碎除尘系统,粉尘的含水量大约在10%左右,宝钢冬季最低温度可达-10℃左右,为了防止气体结露或者粉尘粘结在除尘器料斗及管道上,在设计中考虑了上述地方保温,特别是在料斗,管道转弯处采用压力为98kPa,温度为125℃的饱和蒸汽进行强制保温措施。

八、压缩空气供给设施

压缩空气分为二个系统供给。

第一个系统设在矿石破碎区,压缩空气房内,设有2台螺旋式空气压缩机(其中一台备用),去湿机,并在外墙上设有通风换气用的轴流式排风机。压缩空气供给5个除尘系统(矿石破碎筛分除尘设备、矿石粉碎除尘设备、石灰石粉碎除尘设备、氧化镁源粉碎除尘设备、再筛分除尘设备)。第二个系统是2台小型压缩机设置在煤一次粉碎系统除尘器下部,单独为煤一次粉碎除尘设备使用。在除尘器附近设有空气槽,压缩空气通过配管由空气槽输送至除尘设备。

九、消声设施

工业企业中空气动力设备,如风机在运转时进气口和排气口产生强烈的空气动力性噪声,严重污染周围环境,为了降低它们对周围环境的噪声污染,日方为宝钢原料场除尘系统排风机出口设计了消声器(煤一次粉碎除尘系统风机除外,因系小型排风机)。消声器的型式为阻性蜂窝式的,消声器结构材质为SS41,吸声材料为超细玻璃棉,厚度约50mm,消

声器通道直径为200mm,气流速度26m/s左右,吸声材护板上的孔径为3~5mm,开孔率20~40%。除上述措施外,在风机外壳及除尘器出口至消声器之间管道采取了厚为75mm石棉保温板消声。

十、排风机

排风机除煤一次粉碎设备除尘系统采用单吸入式外,其他全部采用双吸入式排风机,风机的材质为:外壳为SS41,叶片为SS41并外衬M41—50号材料,厚为6mm。风机入口设有百叶式电动阀门。

十一、除尘系统的特点

原料场除尘系统最大的特点是抽风点多,如矿石破碎系统达129个抽风点,采用集中净化,减少了通风除尘设备,节省了占地面积和维护管理人员,但由于要求系统中风量、风压维持平衡问题,给运行调节带来较大的工作量、

(于立君)

第四节 水污染及其对策

原料场的污染源可以归纳为下述几种类型。其一是由於风吹等自然因素引起的灰尘污染问题(包括皮带运输在运输物料过程中,由於高差关系引起的灰尘),所以原料车间是钢铁厂主要灰尘源之一;其二是清洗汽车,皮带运输机后的洗涤水处理问题;其三是下雨排水的处理问题;其四是间接冷却设备的净环水处理问题。只要将这几个问题分别予以解决,原料场的水污染就能得到控制、改善。

水污染的对策

根据原料场水污染源情况,设置了净循环水系统、皮带机冲洗循环水系统、堆料场及皮带机洒水系统、洗车冲洗循环水系统、生产雨水排水系统,现分别叙述于下。

(一) 净循环水系统

这个系统是为冷却原料场电机及破碎车间部分设备而设置的,在冷却过程中,由于水没有与外界直接直触,没有受到污染,仅升高了温度,为了节约新水耗量,解决热污染问题,采用循环冷却系统。

循环水水量为 $3.9\text{m}^3/\text{min}$,给水水温为 33°C ,回水水温约为 41°C ,系统内设有冷却塔、温、冷水槽、加药设施、泵等设备。各设备冷却后的回水,自流入温水槽,冷却塔冷却后送往各设备循环使用,由于地理条件限制,破碎系统的回水由泵压送回温水槽。

由于系统内设置了防垢剂、防腐剂及杀菌灭藻等加药设施,补充水又采用全厂性工业用水,因此使水循环率高达95.6%,排污水量仅为 $0.1\text{m}^3/\text{min}$,减少了污水处理量,并排入堆料场及皮带机洒水系统,从而解决了污水处理问题。

(二) 皮带机冲洗循环水系统

皮带机冲洗水采用循环水处理系统,既可节约新水耗量(污水处理后循环回用),又可

解决污染问题。冲洗后的回水，经料斗收集后，沿高架流槽流入地上式沉淀池，沉淀池采用水平型式，为缩小沉淀池体积，确保沉淀效果采用混凝沉淀。沉淀池中的污泥，由设在池内的螺旋输送机送至贮料斗，然后由汽车运往渣场，补充水由堆料场及皮带机洒水系统供给。

根据皮带机所在位置，分别设置了A、B、C三个沉淀池及相应的加药设施。

A沉淀池是为码头上的A—101、102、201、202和A—301、302、401、402各条皮带机服务的。由于地理位置关系，A沉淀池设置在岸上，码头上皮带机洒水回水，由泵送回A沉淀池，所以在主、副码头上都设有加压设施。A沉淀池处理水量为 $1.8\text{m}^3/\text{min}$ 。

B沉淀池是为原料分析中心处的J—301、302、401、402输入皮带机冲洗回水处理设置的，冲洗后的回水直接流入沉淀池，经混凝沉淀后循环使用。处理水量为 $0.9\text{m}^3/\text{min}$ 。

C沉淀池是为A—108、206和A—306、406输入皮带机冲洗回水处理设置的，处理水量为 $0.68\text{m}^3/\text{min}$ 。

三个沉淀池进水水质中的悬浮物约为 1500mg/L ，出水水质中的悬浮物为 600mg/L ，沉淀速度 10m/h ，池内停留时间以 10min 计。

污泥含水率约为 $40\sim 50\%$ （重量比），A沉淀池每日产生的污泥量约为 2.33t ，B沉淀池每日产生的污泥量约为 1.165t ，C沉淀池每日产生的污泥量约为 0.88t 。

各沉淀池循环水系统的循环率约为 97% 。

（三）堆料场及皮带机洒水系统

洒水系统的洒水对象，是码头料斗、皮带运输机、原料堆场。

原料堆场的洒水量与洒水次数由原料的湿度及物理性能、空气中的相对湿度、气温和风速等综合因素决定。皮带机的洒水量为 $8.2\text{m}^3/\text{min}$ ，原料堆场的洒水量为 $4.8\text{m}^3/\text{min}$ ，码头料斗（包括升降口）洒水量为 $1.2\text{m}^3/\text{min}$ ，合计需 $14.2\text{m}^3/\text{min}$ 。

洒水的补给水由全厂性中央水处理厂含油废水处理后的废水串级补给，废水水质中的悬浮物为 30mg/L 。

在堆场中的每堆料两侧共设置了16个洒水枪，洒水时以8个为一组，交替使用，每8个洒水枪由一个电动阀门控制。洒水枪直径为 22mm ，流量为 $0.6\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{个}$ ，洒水半径约 40m ，回转角度为 160° ，洒水枪进口水压 490kPa 以上。

洒水泵设置三台，其中一台备用，流量为 $7.5\text{m}^3/\text{min}$ （一台），扬程 75m ，洒水贮槽约为 600m^3 。

（四）汽车冲洗循环水系统

为了节约新水耗量，操作简易，在各条汽车公路出入口处都设置有独立的循环水系统，原料场共设置了9个。当进入料场的汽车在离开料场进入冲洗区时，就停车开泵进行冲洗，待轮胎冲洗干净后才能离开原料场。

冲洗后的水回流入自然沉淀池，沉淀后再循环使用，沉淀池中的污泥定期由真空泵槽车抽运入弃渣场。

冲洗水量约为 $0.2\text{m}^3/\text{min}$ ，冲洗压力约为 196kPa ，沉淀池容量是按 60min 的送水量考虑的，污泥含水率约为 $70\sim 80\%$ 。

（五）生产雨水排水系统

料场雨水排水的原则是使雨水在料场内尽量少的形成径流，并尽可能的使雨水冲走的物

料截阻下来。不带入水体，避免环境污染。

日本的一些钢铁厂在原料场内设置有自然沉淀设施，沉淀池设计时以 5mm/h 的降雨强度为前提，清泥采用人工与机械结合的形式。料场内设有排水管，排水管上布有小孔，四周填以碎石，采用渗排水方式进行排水。

宝钢的料场雨排水基本上是参照日本的一些钢铁厂排水方式。在每堆料场两侧，即在每台堆出料机的轨道基础下面，设置一条碎石盲沟，然后用管道排入设在料场四周的排水沟内。当遇上特大暴雨时，应在每堆料的两个端头采取临时措施，如用枕木堵上，尽量阻止物料沿料场场地表面排入明沟。由于宝钢料场四周均设置了明沟排水（特别是与料场堆料端一侧），明沟排水又直接进入全厂性护厂河，所以没有设置沉淀池。

雨排水迳流量设计时的降雨强度公式与宝钢外部雨排水公式相同，迳流系数为 0.4 （日本为 0.3 ），集流时间以 10min 计，溢流周期 5 年计。

排水沟内的淤泥，先由人工清扫成堆，然后用斗式起重机提升至地面，干后用卡车运走。排水沟内允许淤泥堆积的厚度为 $0.2\sim 0.3\text{m}$ ，即为有效水深的 20% 左右，清扫周期 $1\sim 1.5\text{a}$ 。

这种雨排水形式在减少迳流量，少冲走物料方面是比较理想的。因为雨水下在物料表面，然后沿料堆表面，流向料场地面，而雨水一流到场地表面时，正好与盲沟重叠的路基上部相遇，雨水就立即渗入路基，并经路基渗到盲沟中，迳流量就减少了。

破碎区的场地排水先是在各条道路路边设置明排水沟，然后汇集于沉沙池，沉淀后排入全厂性下水道。这样就可使场地上的物料不会被水冲到全厂性公路上来，另一方面不会使物料堵塞下水道，沉沙池采用人工清扫。

对原料场的一些零星污染源也采取了相应措施，处理后才能排入全厂性生产雨水下水道。如油库、汽车库等地方，均设置了隔油池，废水均要经过隔油池才能排入下水道。隔油池截留下来的废油，定期由人工收集后废弃，污泥也要及时清扫。

（陆启林）

第五节 环保技术特点及其评价

宝钢原料场是一个现代化的大型综合原料处理设施，工艺设计是先进的，选用了大型的设备，采用计算机控制和操作，自动化程度很高，这给原料场采用以消除粉尘污染为重点的环保综合防治措施带来了有利条件，下面就原料场的环保技术特点作一简要的评价。

1. 对原料场在生产过程中产生的大量粉尘，必须采取综合防治措施，从环保设计角度来讲，除了尽可能地在工艺上采取措施以外，主要是在“水”、“密”、“风”这三个字上下功夫。宝钢原料场为消除粉尘污染的环保设计，基本上是贯彻这三个字的原则。从“水”上来说，采取了堆场、破碎筛分设备和皮带机转运站的洒水、皮带和汽车的冲洗，尽可能地消除和抑制粉尘的产生；从“密”上讲，采取了整个皮带机密闭的技术措施，从而把可能造成较大范围污染的尘源密闭起来；而在“风”字上，则采用了 8 个集中除尘系统，对原料场一些设备所产生的粉尘均采取捕集净化措施，净化设备为高效的袋滤器，气体的出口含尘浓度控制在 $50\text{mg}/\text{m}^3$ （标况）以下，对袋滤器收集的粉尘也采取了相应的措施，避免了粉尘的二次污染。因此，宝钢原料场的以控制粉尘对大气的污染为重点的环境保护设计是比较全面

的，效果也是良好的。

2. 宝钢原料场设有8个集中除尘系统，其特点是系统大，风量大，除尘点多（矿石破碎筛分装置除尘系统有129个除尘点），控制距离较远，除尘效率高的特点。下面就除尘系统的一些特点作一简单地分析。

(1) 各除尘点的设计抽风量为：由抽风罩的开口面积与该处风速的乘积求得，而开口风速据日方介绍说是新日铁的实测值。这种通过测定相同类型的实际风速来确定设计值的方法，简便实用，有利于保证除尘效果。

(2) 除尘系统的风机风量的确定方法为各除尘点抽风量总和的1.7倍，以确保除尘系统各抽风点的实际效果。我们国内除尘系统风机风量确定的附加值在考虑管道漏风附加和除尘器漏风附加的情况下，一般不超过1.4。可见宝钢原料场除尘系统风机风量的附加值和国内采用的比较起来是偏大的，虽然这有利保证除尘系统的效果，但是相应地风机选型和运行耗用功率也将增大，引起设备投资和运行费用的增高。

(3) 通过采取某些措施以保证除尘系统的正常运行，在宝钢的一些除尘系统均可以找到不同的例子，宝钢原料场煤的一次粉碎设备除尘系统就是其中的一个。由于煤的含水量较大（10%），所以在煤一次粉碎设备除尘系统中，为防止含尘气体含尘量较大而造成管道弯管内积灰堵塞，在弯管部分采用了蒸汽保温的措施，虽然在此由于工艺设备本身的需要，而在附近设有蒸汽管，给除尘系统的使用带来便利之处，但是这种设计的思考方法尽可能地利用有利条件来达到目的是值得借鉴的。

3. 料场堆放的原料堆较高，气象因素作用会使原料的粉末飞扬，从而污染厂区和周围的环境，特别是宝钢原料场地处长江口的江岸边，风速较大，如果不采取措施，其后果是可想而知的。为了防止这种现象的产生，在宝钢原料场的防尘设计中，对料场采用了完善的洒水抑尘措施，从而有效地制止了料场粉尘的飞扬，清除了宝钢总厂的一个很大的粉尘面源，对原料场的面貌改观也起了很大的作用。我们认为宝钢原料场所采用的这种方法，并不涉及到什么特别的专门技术，所化费的投资和所取得的环境效益等比较起来是值得的，在国内冶金企业的原料场可以结合自己的具体情况而使用。

4. 原料场的水污染控制对象主要是雨水的排放，这样说的理由是虽则在下雨期间对排放中的悬浮物含量不给予控制，但是从尽可能地减少原料的流失和减轻对水体的污染的角度来看，应该把原料场雨水的排放首先给予充分的考虑。对原料场雨水排放的一般处理方法是设置雨水集水沟以及足够容积的沉淀池，从沉淀池沉淀下来的被雨水所夹带来的原料，再返回原料场。宝钢原料场没有完全采用这种做法，而是采取了减少雨水逕流，设置盲沟，阻止物料排入雨水明沟以及明沟的排水直接进入全厂护厂河等措施，没有设置沉淀池。这二种方法的优劣比较可以通过宝钢原料场投产运行一段时间后的经验得出结论。

(侯新圣)