

宝钢环保技术

(续篇)

第六分册

轧钢环保技术



《宝钢环保技术(续篇)》编委会

二〇〇〇年三月

宝钢环保技术

(续篇)

第六分册

轧钢环保技术

《宝钢环保技术(续篇)》编委会

二〇〇〇年三月

《宝钢环保技术(续篇)》编委会

主 任 李海平

副 主 任 杨铁生 沈晓林

编 委 (共12人,按姓氏笔划为序)

王绍文 李友琥 李成江 杨丽芬 武秀菊 郑文华

胡成丰 胡国良 赵克斌 唐昭武 顾德章 焦凤山

技术审查 李友琥 沈晓林

《宝钢环保技术(续篇)》各分册主编

第一分册 宝钢环保综合防治技术 主编 严 科

第二分册 焦化环保技术 主编 潘洪文、郭 伟

第三分册 烧结环保技术 主编 王学群

第四分册 炼铁环保技术 主编 郝润平

第五分册 炼钢环保技术 主编 吴治成

第六分册 轧钢环保技术 主编 陈永和、赵金标

第七分册 电厂环保技术 主编 姚 洁

第八分册 公用及辅助设施环保技术 主编 严 科

第九分册 宝钢单项技改工程环保技术 主编 胡成丰、朱锡恩

第十分册 宝钢环境工程图册 主编 杨丽芬

出版前言

宝钢是我国改革开放以来兴建的大型钢铁企业。一、二期工程相继于 1985 年和 1991 年建成投产。三期工程从 1997 年起陆续建成投产(2000 年上半年最后一个项目 1550 投产),形成了年生产能力 1100 万吨钢的规模。

宝钢三期工程共有 12 个生产单元,26 个建设项目,投资 623.4 亿元,其中环保设施 88 项,投资额 33 亿元,占总投资的 5.3%。三期工程的建设者们从一开始就遵循国家为其提出的“三期工程要立足于国内设计制造”的要求,实行了以我为主的“点菜式”引进,单机或小成套引进,国产化率达到 80%,其中已投产的 3 号高炉国产化率提高到 95%。宝钢三期工程在设计上以清洁生产为指导思想,采用了国际上先进的冶金技术和装备,三废治理设施在一、二期的基础上又有新的发展,引用了一些当今最新技术,其主要环保指标在国内遥遥领先,基本上达到或超过世界同类企业的先进水平。

及时认真地总结宝钢工程中体现出的新思想、新概念、新技术,这无论是对宝钢自身的发展,还是对我国冶金环保领域的科技进步,都起着不可估量的作用。

早在 1987 年,冶金部环境保护综合利用信息网配合原冶金部安环司组织承担宝钢工程设计单位的有关同志编辑出版了《宝钢环保技术》汇编。汇编按工艺分八个分册和一个图册,较全面系统地总结了宝钢一、二期工程采用的环保技术,对宣传宝钢、促进全国冶金环保工作的发展起到了很好的推动作用。

在这世纪之交值此宝钢三期工程即将全部完工之际,宝钢为更好地消化、掌握和推广三期环保新技术,首先提出编制宝钢环保新技术,并与冶金部环境保护综合利用信息网合作,组织承担宝钢三期工程设计的主要单位的有关专家和科技工作者,在认真总结宝钢三期工程环保技术、项目的基础上,系统编写并出版《宝钢环保技术》(续篇)。

《宝钢环保技术》(续篇)的内容与设计内容基本一致,以三期工程为主,同时包括一、二期的改造工程和已立项的三期后工程中所上的全部环保项目,并在各册中都增加了清洁生产章节。

该“续篇”与1987年编写的《宝钢环保技术》一起,形成一套完整的、涵盖宝钢一、二、三期以及三期后工程的、全面反映当今宝钢环保技术与装备水平的技术资料。希望能为我国冶金战线上的广大环保工作者了解宝钢、学习宝钢、提高冶金环保总体水平有所帮助。

《宝钢环保技术》(续篇)共分十个分册,各分册自成体系。除仍按工艺分为八个分册和一个图册外,增加了单项技改工程分册。重庆钢铁设计研究院负责主编第一分册、第四分册、第七分册和第八分册;鞍山焦化耐火材料设计研究院负责主编第二分册;长沙冶金设计研究院负责主编第三分册;北京钢铁设计研究总院负责主编第五分册;武汉钢铁设计研究院负责主编第六分册;宝钢(集团)公司设计院负责主编第九分册;冶金部建筑研究总院负责主编第十分册。上海冶金设计研究院、华东电力设计院也参加了部分章节的编写工作。

国家冶金局环保办公室的李友琥同志、宝钢安环处的沈晓林同志以及各主编单位的负责同志和参编人员都对本书的出版做了大量细致的工作,冶金部环境保护综合利用信息网在《宝钢环保技术》(续篇)的编写、审稿、编辑和出版过程中,做了大量的组织协调工作。

由于本书的编写、编辑及出版工作的时间较为仓促,如有不妥之处,请批评指正。

《宝钢环保技术》(续篇)编委会

一九九九年十二月

本册编辑说明

本册为《宝钢环保技术》(续篇)的第六分册“轧钢环保技术”。由武汉钢铁设计研究院和重庆钢铁设计研究院共同编写。

本分册的内容包括:1580mm 热轧(第一章)、1420mm 冷轧(第二章)、1550 冷轧(第三章)和初轧厂扩建成品车间(第四章)等四项工程的环保技术。从工程概况,污染物排放状况,清洁生产技术,废水、废气、废渣和噪声等治理技术,酸再生技术到环保技术述评,全面地介绍了宝钢三期轧钢工程最新的环保技术和装备水平。

本分册可供从事给排水、通风、环境保护专业的设计、科研人员,钢铁企业、施工企业管理人员参考。

参加各章节编写的单位及人员如下:

第一章由重庆钢铁设计研究院的姚洁编写。

第二章由武汉钢铁设计研究院的赵金标、乔军、董双明、龙兵田、邓必强编写。

第三章由武汉钢铁设计研究院的赵金标、江萍、廖砚林、肖萍、董双明、龙兵田编写。

第四章由重庆钢铁设计研究院的李超平编写。

主编单位: 武汉钢铁设计研究院

主 编: 陈永和 赵金标

责任编辑: 杨丽芬

印 刷: 北京百善印刷厂

第六分册目录

第一章 1580mm 热轧带钢厂环保技术	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 清洁生产技术	(7)
第三节 废水治理技术	(8)
第四节 排烟除尘技术	(14)
第五节 固体废物处置	(15)
第六节 噪声控制	(16)
第七节 环境监测	(16)
第八节 环保技术评述	(17)
第二章 1420mm 冷轧带钢厂环保技术	(20)
第一节 概述	(20)
第二节 清洁生产技术	(23)
第三节 废气治理技术	(24)
第四节 废水治理技术	(28)
第五节 废酸处理技术	(32)
第六节 噪声控制	(37)
第七节 环保技术评述	(37)
第三章 1550mm 冷轧带钢厂环保技术	(40)
第一节 概述	(40)
第二节 清洁生产技术	(43)
第三节 废气治理技术	(44)
第四节 废水治理技术	(51)
第五节 废酸处理技术	(55)
第六节 噪声治理	(63)
第七节 环保技术评述	(63)
第四章 初轧厂扩建成品车间环保技术	(66)
第一节 概述	(66)
第二节 清洁生产技术	(69)
第三节 废气治理技术	(70)
第四节 废水治理技术	(71)
第五节 废渣的治理与综合利用	(76)
第六节 噪声控制	(76)
第七节 环保技术(设施)特点及其评述	(76)

第一章 1580mm 热轧带钢厂环保技术

第一节 概述

一、工程概况

1、二期工程概况

宝钢二期工程中建设的 2050mm 热轧带钢厂于 1989 年 9 月建成投产,生产规模为年产热轧板卷 400 万 t,其中冷轧用板卷 237.8 万 t。产品规格为厚度 1.2 ~ 25.4mm,宽度 550 ~ 1900mm,最大卷重 43.6t。基本生产工艺为:板坯和热连铸坯的加热、粗轧、精轧、层流冷却、卷取、打捆等。成套设备由德国西马克(SMS)公司、西门子公司、蒂森公司及法国斯坦因赫蒂炉子公司等 10 家厂商组成的 SMS 热轧财团供货,主要生产设备有:加热能力为 350t/h 的步进梁式加热炉 3 座;可逆式大立辊轧机 1 架;粗轧机二辊可逆轧机 1 架,四辊可逆轧机 1 架,四辊不可逆式轧机 2 架;曲柄式切头飞剪;精轧机组有四辊式轧机 7 架;三助卷辊式液压卷取机三台;并设有 5 套精整设备,即平整分卷机组、纵切机组及三条厚、中、薄横切机组。工程总投资约人民币 40.03 亿元,含外汇 6.74 亿美元。

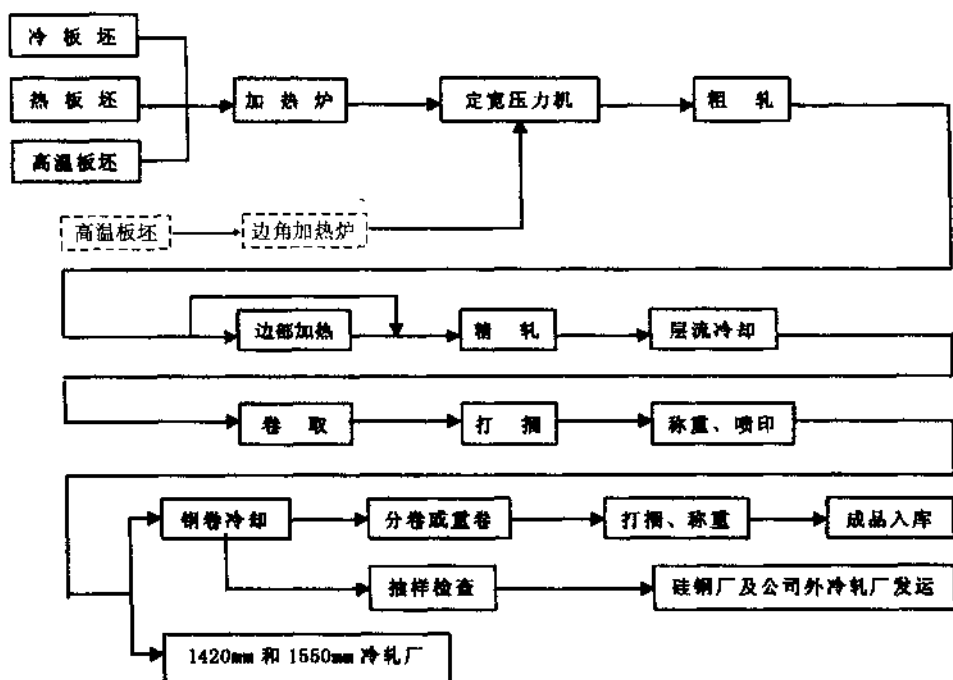
2、1580mm 热轧工程概况

宝钢三期工程中建设的 1580mm 热轧带钢生产系统于 1996 年 12 月 26 日建成投产,生产规模为年产热轧钢卷 279.36 万 t。产品规格为:带钢厚度 1.5 ~ 12.7mm,带钢宽度 700 ~ 1430mm,钢卷内径 762mm,钢卷外径 1000 ~ 2150mm,钢卷最大重量 26.5t。该套轧机引进日本三菱集团(MCG)的半连续热轧带钢轧机设备,轧机最大速度(F7 出口)22.3m/s,轧机年工作时间 6500h;加热炉能力 250t/h;板坯装炉方式及比例为:冷装炉板坯 40%,热装炉板坯 40%,直接热装 10%,直接轧制 10%;利用系数:加热炉 0.9,粗轧机 0.9,精轧机 0.85;成材率:镀锡板钢卷 97%,冷轧板钢卷 97.15%,热轧商品钢卷 97.6%,无取向硅钢钢卷 96%,取向硅钢钢卷 91.9%。工程总投资约人民币 39.9 亿元,其中外汇约 3.497 亿美元。

二、生产工艺简述

宝钢 1580mm 热轧工程主要生产设备有分段式步进梁式加热炉 3 座,其中 2 座普通加热炉,1 座硅钢式加热炉,定宽大侧压机 1 套,粗轧机组为二辊可逆式和四辊可逆式各一套,精轧机组 7 架均为四辊式,在精轧机组 F1 前设有带坯边部电感应加热器一套,精轧机后有层流冷却装置和输出辊道,其后设三台三助辊式液压地下卷取机(其中一台为预留),还有一条钢卷机组和一套钢卷小车运输系统。该工程的生产工艺流程见图 1—1—1。

1580mm 热轧的原料全部为连铸坯,由毗邻的连铸车间运来,通过辊道和过跨小车送入热轧厂的板坯库,分别采用冷装、保温坑热装、直接装炉和直接轧制四种方式,板坯在前三种方式经加热炉加热后出炉,经定宽大侧压机侧压为所需宽度,一般侧压量为 100 ~ 200mm(最大可侧压 350mm),经 R1 粗轧机轧制 3 道次,经 R2 粗轧机轧制 3 ~ 5 道次,轧成厚为 35 ~ 60mm 的中间带坯。带坯经设有保温罩的中间辊道运送到切头飞剪输入辊道,如需边部加热则经过电感应加热器,然后进行最佳剪切。经过 7 架精轧机后轧制成厚度为 1.5 ~ 12.7mm 的带钢。带钢经层流装置



注: [---] 符号为预留工艺

图 1—1—1 1580mm 热轧工艺流程图

冷却到成品带钢规定的卷取温度,由液压式地下卷取机卷取成钢卷。钢卷经卧式打捆后用钢卷小车送到钢卷升降机,再送至钢卷运输系统,分别送至二冷轧厂或送至热轧钢卷库。需要分切的钢卷先卸到分卷跨进行冷却,对分切后的成品卷经称重、打捆、喷印后吊运至成品库,成品钢卷均用汽车运出厂外。

三、主要技术特点和技术装备水平

宝钢 1580mm 热轧工程具有世界一流的生产工艺装备水平,轧线成套设备吸收了世界上近 10 年来在热轧工艺上发展起来的新技术和新设备,如热装、热送和直接轧制技术、定宽压力机、边部电感应加热器、PC 轧机、全液压地下卷取机、全交流调速和数控技术等等,设计考虑保温坑热装比为 40%,直接热装比 10%,直接轧制 10%,该套轧机生产的产品质量高、消耗少、成本低。轧线设备具有以下五大特征。

1、节省能源

采用热装 HCR、直接热装 DHCR 和直接轧制 HDR(预留)工艺;采用连铸、热轧接近布置的工艺流程;采用低能耗的步进梁式加热炉;采用中间辊道设置保温罩来减少带坯的辐射散热量;采用能剪切厚的中间带坯的强力切头剪;主传动采用高效率的交流同步电动机。

2、提高收得率

采用步进梁式加热炉,降低板坯表面缺陷;采用定宽压力机,降低大侧压时的鱼尾量;采用宽度自动控制(AWC),降低切边消耗;采用剪切最佳化控制,缩短切头长度;采用 PC 轧机,将带钢凸度降至最小;卷取机助卷辊采用快速开闭控制(QOC)系统,减少带钢头部压痕。

3、省人工

全面采用计算机控制,实现自动化操作;采用交流主传动,可大量减少维护工作。

4. 实行自由轧制

采用定宽压力机、E1、E2 立辊加大板坯侧压量; PC 轧机采用了工作辊单一曲线,具有世界一流大范围的带钢凸度控制能力;利用安装在 PC 轧机上的在线磨辊装置(ORG)研磨轧辊,缓和带钢宽度的制约(F4~F7 安装 ORG 装置);采用边部电感应加热器,可补偿运输过程中带坯边部的温降。

5. 提高产品质量

采用步进梁式加热炉,减少板坯表面缺陷;采用宽度自动控制(AWC),提高板宽精度;通过边部电感应加热器补偿中间带坯边部温度,使板宽方向温度均匀化;精轧机采用液压 AGC,提高板厚精度;加大工作辊弯曲力,可动态控制带钢的平直度;采用 PC 轧机,可提高带钢的凸度精度;采用 ORG(在线磨辊),提高带钢表面质量;采用高性能带钢层流冷却装置,提高带钢卷取温度的精度;采用高刚性的卷取机,改善卷取的钢卷形状。1580mm 热轧带钢工程的主要技术经济指标见表 1—1—1。

表 1—1—1 主要技术经济指标

序 号	指标名称	单 位	指 标
1	年产量	10 ⁴ t	279.36
	其中:供二冷轧钢卷	10 ⁴ t	191.511
	供硅钢厂钢卷	10 ⁴ t	9.603
	供宝钢外冷轧厂钢卷	10 ⁴ t	34.33
		10 ⁴ t	43.256
2	年工作时间	h	6500
3	作业率	%	93.2
4	热轧商品卷	m ²	96150
5	轧机年工作小时	人	1229
	轧机负荷率	人	970
6	全员劳动生产率	t·(人·a) ⁻¹	2267
7	生产工人劳动生产率	t·(人·a) ⁻¹	2873

表 1—1—2 热轧工程主要污染源及污染物

污 染 源	污 染 物			
	烟气	废水	噪声	固体废物
板坯加热	○		○	○
粗轧除鳞		○		○
粗 轧		○	○	○
剪 切			○	
精 轧	○	○	○	○
层流冷却		○		○
卷取-打捆			○	

四、工程污染及排放状况

1、主要污染源及污染物

热轧过程中的主要污染源及污染物见表 1—1—2。

2、污染物排放状况

(1) 二期工程 2050mm 热轧工程污染排放状况

① 废水 2050mm 热轧工程生产废水分为 A、B、C 三个系统和污泥处理系统。

A 系统—净环水系统,水量为 10111m³/h,废水主要来自加热炉、液压系统、润滑油系统、马达通风、电气室空调、仪表和空压机的冷却,这些设备使用后的水仅水温升高,经冷却塔降温后循环使用。本系统的排污水量约 170m³/h,悬浮物含量 <15mg/L。

B 系统—层流冷却循环水系统,废水主要来自带钢层流冷却和输出辊道冷却,使用后的水含有少量的氧化铁皮和油,废水通过铁皮沟进入纵向沉淀池,沉淀后的水一部分经过滤器、冷却塔处理后进入水平沉淀池与另一部分没有过滤、冷却的水混合后循环使用。

C 系统—冲铁皮油环水系统,主要来自粗轧机和精轧机的工作辊、支撑辊冷却,粗轧机的立辊

冷却、辊道冷却、切头剪冷却、卷取机冷却、除磷和精轧排烟除尘等用水,使用后的水中含有大量的氧化铁皮和油,废水通过铁皮沟进入旋流沉淀池,然后再进入纵向沉淀池,对氧化铁皮和油进行再次分离,最终经过滤器、冷却塔处理后循环使用。

污泥处理系统—主要处理 A、B、C 系统的过滤器反冲洗污水,处理污水量 $10000\text{m}^3/\text{d}$,从过滤器出来的反冲洗污水,先流入纵向池,然后用泵将污水送至圆形浓缩池,浓缩池溢流水回到 C 系统沉淀池,浓缩污泥则用泵送到污泥调节槽,然后再用泵送到压力过滤机进行脱水,脱水的泥饼送总厂含油泥渣焚烧装置处理。为了加速污泥的浓缩,在浓缩池内投加凝聚剂和助凝剂。为了改善污泥的脱水性,在污泥调整槽内投加石灰乳。

2050mm 热轧工程 A、B、C 三个循环水系统的排污水量约 $665\text{m}^3/\text{h}$,其中 $300\text{m}^3/\text{h}$ 供总厂串接水系统,其余 $365\text{m}^3/\text{h}$ 则溢流至雨水下水道。

废水污染物的产生及排放状况分别见表 1—1—3 和 1—1—4。

② 废气 废气污染物的产生及排放状况分别见表 1—1—3 和 1—1—4。

加热炉产生的燃烧废气,其中主要含 SO_2 、 NO_x ,燃烧废气经 105m 高烟囱排放。

精轧机在轧制过程中产生粉尘、油和水蒸汽,在 F4~F7 精轧机架后设置排烟罩,采用四台 207/NMDIC 湿式除尘器净化处理,除尘效率 94%。

③ 固体废物 2050mm 热轧生产中固体废物、废油的产生和综合利用状况见表 1—1—5。

④ 噪声 热轧生产的噪声源较多,主要生产设备热轧轧机噪声 105~120dBA,热轧精整噪声 115dBA,车间内的平均噪声为 90dBA,在总图布置上将热轧厂布置在厂区中心,以使厂界噪声控制在标准范围内。

上述各污染物的排放标准见《宝钢环保技术》第一分册(下同)。

(2)三期工程 1580mm 热轧工程污染排放状况

① 废水 1580mm 热轧工程生产废水主要分为净废水和浊废水,其中净废水仅水温升高,排水经冷却塔降温后送用户循环使用,外排水量最大为 $62\text{m}^3/\text{h}$,至串级水系统重复使用。浊废水分为直接冷却废水和层流冷却废水,废水的产生及排放状况见表 1—1—6。

表 1—1—3

2050mm 热轧废气、废水污染物产生及排放状况

主要污染源	污染物 发生量	污染物 原始浓度	污染 控制措施	污染物 排放量或浓度
加热炉	燃烧烟气: $332952\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	SO_2 : $1000\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ NO_x : $717.5 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	高烟尘排放	SO_2 : $333\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ NO_x : $238.9\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$
精轧机	轧制烟雾: $305000\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	尘: $300\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	NMD/C207 型 冲击式除尘器	尘 $<50\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
层流冷却	浊废水: $11650\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	SS: $75\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 油: $10\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	沉淀、冷却 循环使用	废水: $125\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ SS $\leq 50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 油 $\leq 3\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
设备直接 冷却	浊废水 $12360 \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	SS: $900\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 油: $15\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	沉淀、冷却 循环使用	废水: $370\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ SS $\leq 20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 油 $\leq 3\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
煤气水封	废水: $7\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$		送焦化厂处理	氰化物 $<0.5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 挥发酚 $<0.5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
磨 辊 间	废乳化液: $876\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$	含油 1.5%~2%	送冷轧厂处理	CODcr $<40\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

表 1—1—4 2050mm 热轧废气、废水污染物排放量

污染源	污染物	排放量	排放口	备注
废气	SO ₂	2164.2t·a ⁻¹	加热炉烟囱	加热炉烟囱:高 105m,φ5.4m
	TSP	120.8t·a ⁻¹	精轧排烟排气筒	精轧排烟排气筒:高 30m,φ2.4m
			加热炉烟囱	
	NO _x	1552.8t·a ⁻¹	加热炉烟囱	
废水	废水量	237.25 万 m ³ ·a ⁻¹	2#、3#泵站	
	石油类	11.86t·a ⁻¹	2#、3#泵站	

表 1—1—5 2050mm 热轧废物产生及利用状况

固体废物种类	固体废物产生量 /10 ⁴ t·a ⁻¹	综合利用措施	综合利用量 /10 ⁴ t·a ⁻¹	外排量 /10 ⁴ t·a ⁻¹
切头、切边	12.22	回收利用	12.22	—
废耐火材料				
等工业垃圾	4.24	送渣场弃置	—	4.24
水处理氧化铁皮	5.2	送烧结厂作原料	5.2	—
水处理污泥	1.3	送总厂含油泥渣焚烧装置		
		处理后作烧结配料	1.3	—
废油	0.06	回收利用	0.06	—

热轧生产过程中还有少量其它废水、废液产生,其中煤气管网水封和煤气加压机排出的少量含酚氰冷凝废水;电捕焦油器排出的含水焦油约 2.5kg/h;生产废水、废液的产生及排放状况见表 1—1—6。

1580mm 热轧工程生产废水的外排总水量为 351m³/h,一部分(约 177m³/h)送入中央水处理厂全厂串级水系统重复使用,由全厂统一平衡;其余 174m³/h 废水达标排放,生产废水的排放总量见表 1—1—7。

② 废气 热轧生产的大气污染物产生及排放状况分别见表 1—1—6 和 1—1—7。

加热炉燃烧高炉、焦炉和转炉混合煤气所产生的燃烧废气,加热炉采用下排烟,燃烧废气从装料端炉子两侧的垂直烟道进入地下水平烟道,通过设在烟道内的空气换热器,由排烟管引入 80m 高的钢烟囱排放,排烟温度(烟囱下部)430℃。

精轧机在轧制过程中产生含氧化铁粉尘和油雾的烟气。

③ 固体废物 1580mm 热轧生产过程中各类废物的产生及综合利用情况见表 1—1—8。

④ 噪声 生产过程中的噪声源主要有:

轧机	90 ~ 95dBA
高压水除鳞装置	88 ~ 93dBA
空气压缩机	92 ~ 97dBA
电机	93 ~ 98dBA
加热炉风机及除尘风机	92 ~ 96dBA
水泵	85 ~ 92dBA

表 1—1—6

1580mm 热轧工程的污染物产生及排放状况

主要污染源	污染物发生量	污染物原始浓度	污染控制措施	污染物排放量或浓度
1#加热炉	燃烧烟气	SO ₂ :1kg·h ⁻¹	高烟囱排放	SO ₂ :1kg·h ⁻¹
	141000m ³ ·h ⁻¹	NO _x <205mg·m ⁻³		NO _x <28.9kg·h ⁻¹
2#加热炉	同上	同上	同上	同上
3#加热炉	同上	同上	同上	同上
精轧机	轧制烟气	尘:300mg·m ⁻³	湿式电除尘器	尘<30mg·m ⁻³
	300000m ³ ·h ⁻¹			
设备直接冷却	浊废水 15787m ³ ·h ⁻¹	SS:550~850mg·L ⁻¹ 油:10~50mg·L ⁻¹	沉淀、冷却 循环使用	废水:60m ³ ·h ⁻¹ 至中水系统 SS<20mg·L ⁻¹ 油:5mg·L ⁻¹
层流冷却	浊废水 15807m ³ ·h ⁻¹	SS:50mg·L ⁻¹ 油:5mg·L ⁻¹	沉淀、冷却 循环使用	废水:55m ³ ·h ⁻¹ 至中水系统 SS:50mg·L ⁻¹ 油:5mg·L ⁻¹
精轧除尘	废水 150m ³ ·h ⁻¹		送污泥处理系统处理	SS:100mg·L ⁻¹ 石油类:5mg·L ⁻¹
液压润滑站	含油废水 60m ³ ·h ⁻¹		送总厂含油废水 处理系统处理	石油类:5mg·L ⁻¹
磨辊间	废乳化液 500m ³ ·a ⁻¹		送二冷轧厂乳化废液 处理设施处理	COD _{Cr} :40mg·L ⁻¹

表 1—1—7

1580mm 热轧工程废气、废水污染物排放量

污染物类别	污染物	排放量	排放口	备 注
废气	烟(粉)尘	90t·a ⁻¹	精轧机排烟排气筒	精轧排烟排气筒:高 25m, φ2.7m
	NO _x	563.65t·a ⁻¹	加热炉烟囱	加热炉烟囱:高 80m,φ3.8m
	SO ₂	19.5t·a ⁻¹	加热炉烟囱	
废水	废水	113.1 万 m ³ ·a ⁻¹	2#、3#泵站	
	石油类	3.74t·a ⁻¹	2#、3#泵站	

表 1—1—8

1580mm 热轧废物产生及利用状况

固体废物种类	固体废物发生量 /t·a ⁻¹	综合利用措施	综合利用量 /t·a ⁻¹	外排量 /t·a ⁻¹
铁皮渣(旋流池)	42000	送烧结厂作原料	42000	—
水处理污泥	4500	送烧结厂作原料	4500	—
切头、轧废氧化铁皮	47700	送炼钢厂回收利用	47700	—
废耐火材料	1120	弃置渣场	—	1120
工业垃圾	15080	弃置渣场	—	15080
废 油	550	回收利用	550	—
废润滑油	112	回收利用	112	—
废液压油	84	回收利用	84	—

第二节 清洁生产技术

一、采用清洁生产的新工艺、新技术

直接轧制即是连铸的高温板坯经边角加热炉加热提高板坯边角部温度和均匀整个断面温度后,直接送到轧机进行轧制。采用直接轧制、直接热送、热装工艺,将连铸和轧钢两道工序有机地连接起来,能有效地利用连铸板坯的潜热,在热轧工序只需轻微加热或不加热,可大幅度节约能源,节省资源;能大幅度减少板坯存量;使出钢至成材的生产周期大幅度缩短。

采用了当今最新的板坯侧压技术,即采用板坯定宽压力机,减少切损,降低能耗,可显著提高连铸的生产能力和产量。采用了边部电感应加热器、PC 轧机、全液压地下卷取机、全交流调速和数控技术等,可有效地提高产品的收得率和产品质量。

加热炉采用高调节比型的低氮氧化物烧嘴。加热炉在上均热段设炉顶平火焰烧嘴,其它各段设置轴向烧嘴,可使加热板坯的温度差保持在最小范围内。轴向烧嘴采用混合煤气二级燃烧的低氮氧化物型烧嘴,该种烧嘴采用中心风,可在低负荷下实现稳定燃烧,其火焰不上浮而保持其刚性。其工作原理是实行二段燃烧法,先以 $\alpha = 0.4 \sim 0.5$ 的一次空气与燃料混合燃烧形成一个还原区,将 NO 还原成 N_2 ,然后供给二次空气,使还原区残留的 CO 、 H_2 完全燃烧,燃烧废气的 NO_x 含量低于 $205\text{mg}/\text{Nm}^3$,比普通烧嘴 NO_x 的产生量减少约 40%,从根本上减少了污染物的排放,减少了环境污染。采用该烧嘴还可提高坯料加热质量,延长炉顶寿命。

采用激光定位系统代替 γ 射线,消除了放射性污染源。

二、采用清洁的燃料,从源头控制污染

步进梁式加热炉以低含硫量的混合煤气为燃料,混合煤气由焦炉煤气、高炉煤气和转炉煤气混合而成,其中转炉煤气最大比例为 20%。煤气最大用量:1、2 号炉 $48400\text{m}^3/\text{h}$ ·炉,3 号炉 $41000\text{m}^3/\text{h}$ ·炉。煤气发热值:1、2 号炉用煤气为 $8364\text{kJ}/\text{m}^3$,3 号炉用煤气为 $10037\text{kJ}/\text{m}^3$ 。

硅钢板坯保温炉和边角加热炉以焦炉煤气为燃料,燃料最大消耗量分别为 $1600\text{m}^3/\text{h}$ 和 $7500\text{m}^3/\text{h}$,焦炉煤气中 H_2S 含量小于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

由于采用了清洁的燃料,燃烧产物中污染物的含量大为减少,三座加热炉的 SO_2 排放量均为约 $1\text{kg}/\text{h}$,从根本上减轻了燃烧废气对环境的影响。

三、节约资源、能源,减少污染

1580mm 热轧工程在工艺布置和设备选择时充分重视节约能源,首先在总图上采取连铸、热轧靠近布置,以减少连铸坯的热损失,降低能源消耗。工艺上尽量采用节能型设备和采取节能措施,如采用热送、热装轧制工艺;选用节能型步进梁式加热炉;中间带坯采用保温工艺;选用节能型电机等。

1580mm 热轧工程的热装比在 60% 以上,由此加热炉燃料可节约 20% 以上。

加热炉燃烧废气进行余热回收利用,利用燃烧废气的余热加热助燃空气,以节约能源。在废气排放水平烟道内设置空气换热器,每炉设置两台换热器,分别安装在装料机两侧的地下烟道内,每个换热器 4 组,共 8 组/炉。采用对流式高效管状换热器(双行程),换热器运行参数为:预热空气量 $84400\text{m}^3/\text{h}$,烟气流流量 $116300\text{m}^3/\text{h}$,空气预热温度 $20^\circ\text{C} \rightarrow 620^\circ\text{C}$,烟气温度:换热器入口 820°C ,换热器出口 425°C 。

加热炉采取的节能措施有:为了减少炉子砌体的热损失,炉顶和炉墙采用复合炉衬,并增加绝热层厚度。炉底水梁和立柱管均采用双层包扎,以减少冷却水带走的热损失。采用较低的炉底强度($610\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$),并在炉尾设置较长的不供热回收段(占有效炉长的 26.71%),以降低烟气出炉时的温度,获得较低的单位热耗,节能效果显著。其它节能措施还有炉尾热回收段与预热段采用隔墙分开,上均热段采用平火焰烧嘴,炉门采用密封良好的结构。助燃风机入口设置调节阀,调节助燃空气压力,节省风机电力消耗。炉子热工控制采用完善和先进的自动化控制设备和控制系统,可使燃料充分燃烧,且钢坯加热温度均匀,氧化烧损少。炉子冷装时,炉子有效热效率为 62.2%。

生产用水采取按质分流、循环使用、串级排污措施,使全厂生产用水循环率达到 96.75%,充分地利用水资源,避免污染物的排放。

热轧生产的工序可比能耗为 85.08kg 标煤/ t 产品,比 2050mm 热轧工程的能耗指标有所降低(2050mm 热轧的工序单位能耗为 98kg 标煤/ t 产品)。

第三节 废水治理技术

1580mm 热轧生产系统的总循环水量为 $37930\text{m}^3/\text{h}$,补充水量(含过滤水) $1170\text{m}^3/\text{h}$,水循环率 96.75%,吨钢新水耗量 $2.72\text{m}^3/\text{t}$ (按 $6500\text{h}/\text{a}$ 计),水处理建构物面积约 19000m^2 ,水处理设施占地面积约 58000m^2 。工程水处理系统水量平衡见图 1—3—1。

一、水处理系统组成

1580mm 热轧工程生产废水处理设施分为以下系统:加热炉循环系统;间接冷却循环系统;层流冷却循环系统;直接冷却循环系统以及为上述系统服务的污泥处理系统。

液压润滑站排出的含油废水进入全厂含油排水系统;焦炉煤气和混和煤气水封排水排入地下贮水坑后定期送焦化厂处理。

磨辊间轧辊磨床产生的废乳化液采用地下管道引至车间厂房外的地坑中,再用真空罐车抽出,送冷轧厂废乳化液处理装置统一处理。

二、主要废水治理工艺

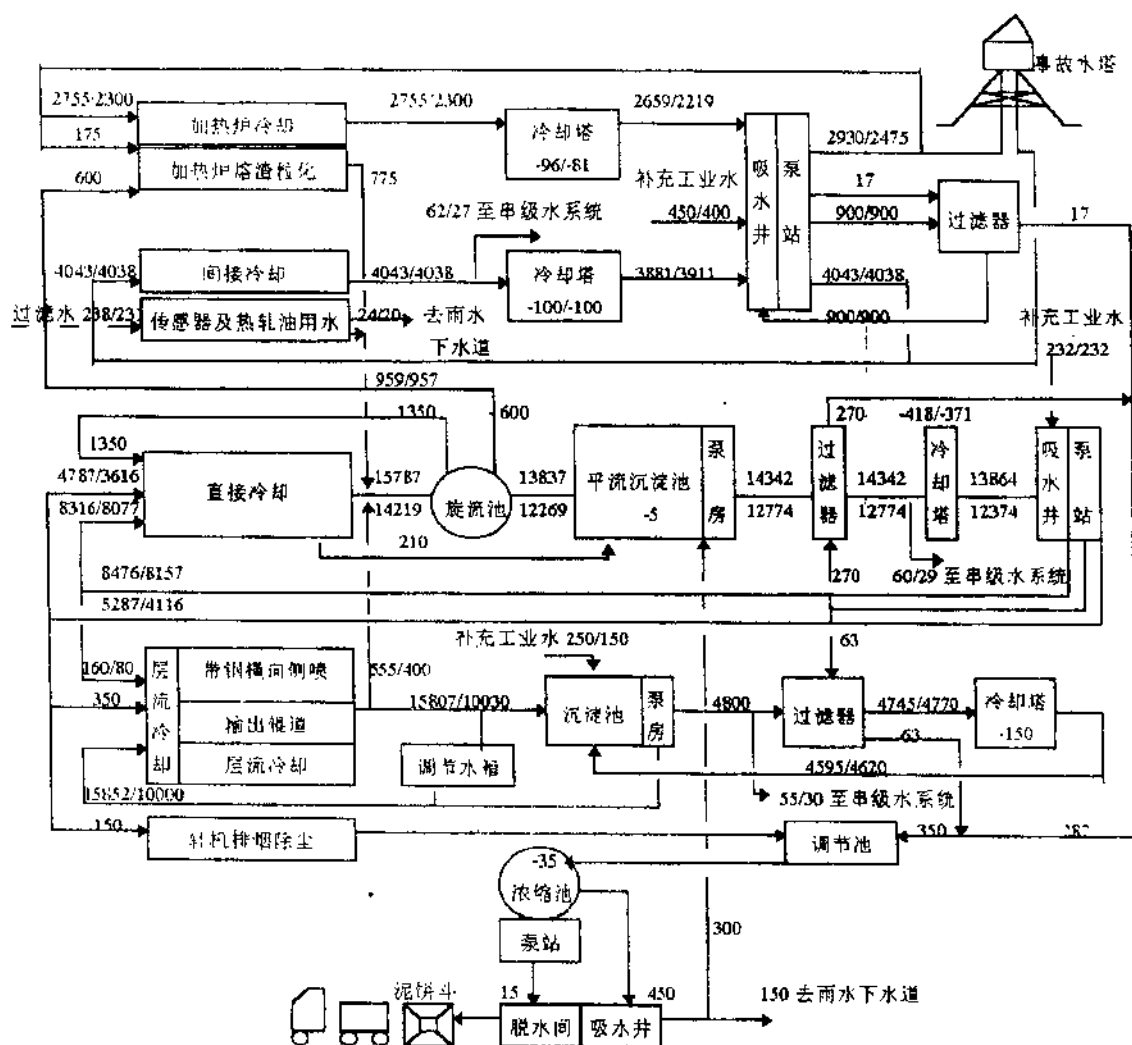
宝钢 1580mm 热轧生产废水处理采用按质分流、串级排污技术,以提高循环用水率,减少废水排放量,各水处理系统的工艺流程如下:

1、加热炉循环系统(A 系统)

加热炉步进梁、出料炉门、出料端横梁等炉用设备的间接冷却水,水量最大为 $2755\text{m}^3/\text{h}$,平均为 $2300\text{m}^3/\text{h}$,主要是水温升高,该部分水经冷却塔降温后送用户循环使用,为了去除冷却过程中空气带入的灰尘,将一部分水(约 15%)送旁过滤器进行过滤。

2、间接冷却水系统(A 系统)

主电室马达通风设备、冷冻站、空调、液压润滑系统、空压站、磨辊间等设备的间接冷却水,水量最大为 $4043\text{m}^3/\text{h}$,平均 $4038\text{m}^3/\text{h}$,该部分水主要是水温升高,经冷却塔降温后送用户循环使用,系统中带入的灰尘用旁过滤器去除(旁滤水量约为 15%)。该循环水系统的排污水最大约 $62\text{m}^3/\text{h}$,排入串级水系统使用。



注:图中水量单位为 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

图 1—3—1 热轧水处理系统水量平衡图

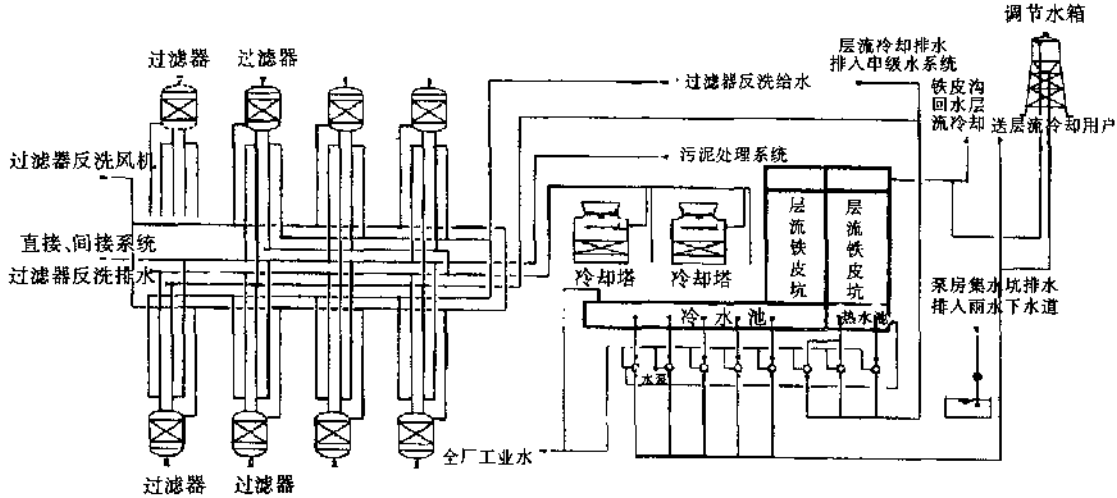
3、层流冷却循环系统(B系统)

带钢经精轧后,温度还很高,要达到卷取温度还需经过热输出辊道冷却,进行温度控制,此冷却段也称为层流冷却段。带钢层流冷却采用顶喷和底喷。水经使用后温度升高并含有少量氧化铁皮和油,最大排水量约 $15807\text{m}^3/\text{h}$,排水由层流铁皮沟收集进入层流沉淀池,经沉淀后一部分水(约 30%)加压送过滤器、冷却塔,经过滤冷却后的水回到吸水井与其余未经过滤、冷却的水混合后加压送用户循环使用。由于层流冷却水中铁皮含量低,沉淀铁皮量少,沉淀池铁皮清理按人工方式考虑。该系统的排污水最大约 $55\text{m}^3/\text{h}$,排入串级水系统使用。其处理工艺流程见图 1—3—2。层流段带钢横向侧喷与输出辊道冷却水来自直接冷却水系统(见 C 系统)。

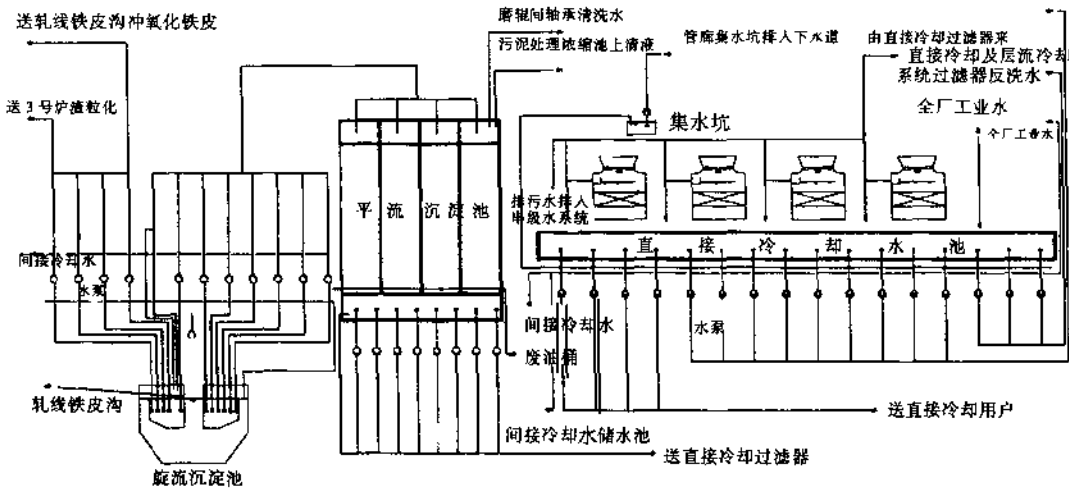
4、直接冷却循环系统(C系统)

精、粗轧机的工作辊、支撑辊冷却、粗轧机立辊冷却、辊道冷却、切头剪、卷取机冷却、除鳞用水、冲铁皮、粒化渣用水、带钢横向侧喷、输出辊道冷却等废水,水量最大为 $15787\text{m}^3/\text{h}$,平均水量

14219m³/h,不仅水温升高,还含有大量的氧化铁皮和渣。排水由设在轧机和辊道下的铁皮沟收集送入旋流沉淀池,对氧化铁皮进行初步分离,分离后的水一部分加压送铁皮沟冲氧化铁皮和送加热炉冲粒化渣,其余大部分水用泵送平流沉淀池进行进一步处理,浮油则用刮油刮渣机将油集中在池子一端,由一种新型的布拖式撇油机收集,处理后的水则溢流至吸水井,再经过滤器、冷却塔处理后送用户循环使用。沉淀在旋流池和平流池内的氧化铁皮用抓斗取出,在渣坑内滤去渗水后,由翻斗车送全厂统一处理。系统的排污水最大约 60m³/h,送串级水系统使用。其处理工艺流程见图 1—3—3。



1—3—2 层流冷却水处理系统流程图



1—3—3 直接冷却水处理系统流程图

5、污泥处理系统(D 系统)

上述各系统水中的杂质经过滤后被截留在过滤器中,过滤器需要定期进行反冲洗使过滤器保持截留杂质的能力,反洗排水带着大量杂质;同时在高速轧制过程中产生的氧化铁皮烟尘经湿式