首钢炼铁环境友好的实践

唐红兵　　马金芳　杨民春
（首钢环保处）　　（首钢炼铁厂）

1　前言

在首钢炼铁厂环境保护工作的历史上曾有一段时间，由于受到片面追求生产规模和产量 及在环保治理技术、观念上的落后等因素的影响，走过一段弯路，受过挫折。但随着可持续发展战略的贯彻实施及我们在环保工作中的不断探索、认识，逐步寻找到了适合首钢炼铁的环保治理技术和管理方法，使首钢炼铁厂的环保工作不断取得进步。特别是近年来，首钢加大了对炼铁厂的环境治理力度，1996—2001 年，炼铁厂共完成环境治理项目 25 项，总投资 1.64 亿元，在治理中积极采用先进技术，取得了良好的治理效果，使炼铁厂区域环境面貌有了根本的改变，成为展示首钢环境治理成果的一个窗口。目前，三、四高炉成为来首钢参观旅游的新景点，取得了良好的社会效益。

2　炼铁厂原料系统除尘改造

2.1　引进竞争机制，采用环保治理新技术

我公司在过去粗放型经营发展中，曾一度片面追求生产规模和产量，尤其在一、三、四高炉的新建和扩容改造中，生产规模与环保投入不相适应，环保欠帐较多，加之受当时封闭思想的束缚，除尘系统全部由首钢内部自行设计、自行施工，因而使除尘系统设计和施工中存在的问题较多，除尘器捕尘效果不理想，致使炼铁厂原料区域粉尘污染曾一度十分严重。近几年来，我公司采用除尘新技术，投巨资重点对炼铁厂原料系统粉尘污染进行了治理，取得了良好的效果，环境质量明显改善。

1998 年，首钢炼铁厂“一期筒仓、三高炉料仓除尘改造完善项目”，是首钢总公司环保工程项目实行业主责任制，面向市场、引进竞争机制，实施项目承包形式的首次实践，取得了良好的效果，治理工作迈上了新台阶。该项目总投资约 2940 万元，主要包括新建一台 113m^2 电除尘器，同时对原有除尘管道进行调整，对扬尘点进行密封。改造中采用了如下新技术：

2.1.1　对料仓移动式卸料车采用通风槽移动式除尘新技术

原高炉料仓仓上除尘系统采用仓内抽风，通过电动阀门切换风量的技术，因电动阀门故障率高，仓内料位计不过关，因此料仓仓口不能密封，除尘风量不足，粉尘捕集效果差，移动式卸料车卸料时扬尘大。改造中，在仓内安装了武安院研制的料仓专用料位计，它具有长期稳定运行的性能，抗冲击、耐高温、自动化程度高，解决了封仓后掌握仓内料位的难题。同时在移动卸料小车的上料皮带机头设防尘密闭罩并抽风，在仓上卸料槽口上设胶带密封，卸料小车下料口侧面设抽风口，移动卸料小车一侧设通风槽，槽上铺设胶带密封形成闭合风道，移动通风口将皮带上的防尘密闭罩的抽风口和下料口侧面的抽风口连成一体。移动通风口上活动接头随移动卸料小车移动，而活动接头与通风槽上的皮带及卸料小车下料口与下料口上胶带同四个辊轮作相应滑动，解决了卸料车移动卸料控制扬尘的问题。

2.1.2　对振动筛采用全密封的除尘新技术

原来对振动筛采用局部密封的方式，由于原燃料过筛时扬尘量大，除尘风量不足，造成振动筛筛分时部分粉尘进入大气，严重污染环境。改造中，在不增加风量的情况下，采用了对振动筛全密封的技术，降低了漏风率，提高了除尘风量的有效利用率，使这一区域主要尘源点得到了控制。

2.1.3　对运料皮带采用双层密封新技术

运料皮带在原燃料转运过程中的扬尘，原来对皮带采用单层密封的方式，因密闭不严，空间大，在风量不足时，除尘效果很差。改造中，对有条件的皮带均采用装配式凹槽盖板双层防尘密闭罩，导向槽做成 Π 型半

密闭罩，侧壁下沿与皮带之间的间隙用胶带密封，内层走物料，外层也做成Π型半密闭罩，外层密封减少了吸尘空间，降低了漏风率，使有限的除尘风量发挥出较高的效率，减少了抽风带走的物料量，同时避免了杂物吸入除尘器，影响电除尘器气流分布不均匀和袋式除尘器卸灰阀被卡影响卸灰的难题，改善了除尘器运行状况，提高了除尘效果。

2.1.4 对系统风量全面平衡

原来的除尘设施投运后，运行一年左右便出现了除尘管道磨漏或粉尘在管道局部沉积，造成管道堵塞的问题，主要原因是系统风量不平衡，又没有调节风量的手段，使除尘效果越来越差。改造中，在除尘管道上加装了手动风量调节阀，同时取消了管道上安装的全部电动阀门。设备投运后，利用风量调节阀对系统风量进行了全面的调整，使各尘源点风量基本达到了设计标准，保证了整个除尘系统风量的平衡。基本解决了除尘管道磨漏或粉尘堵塞管道的难题，保证了整个区域的除尘效果。

2.2 加强工程管理、严格履行业主职责

作为"一期筒仓、三高炉料仓除尘改造完善项目"的业主单位，我们严格履行业主职责，从项目的可行性研究、方案立项、工程招标、设备选厂选型、图纸会审、工程施工组织及质检验收等各环节全面加强管理，严把设计关、设备选型定货关、施工质量关和试车验收关，确保了工程的质量，除尘器投运后，除尘器排放浓度、岗位粉尘浓度均达到了设计要求。

一期筒仓、三炉料仓除尘改造项目取得成功后，炼铁厂又在一炉料仓、四炉料仓、N3－4、N4－3转运站除尘改造等治理项目中进行推广，取得了良好的效果。目前炼铁厂原料区域有除尘设施16台(其中袋式除尘器9台，电除尘器7台)，有效地控制原料区域的粉尘污染，使炼铁厂原料区域环境明显改善。今后几年里，炼铁厂在原料区域将重点对密封不好的料仓、转运站及皮带通廊用彩板进行密封，并在岗位设置负压吸尘设施，进一步减少粉尘无组织排放，同时美化环境。

3 返矿系统扬尘治理

烧结矿入高炉前，通过高炉料仓振动筛进行筛分，筛下物为粒径小于5mm的返矿，需由皮带拉回烧结厂作为烧结原料。炼铁厂高炉返矿在转运过程中产生大量的粉尘。

3.1 1#、3#、4#高炉返矿粉尘治理

1#、3#、4#高炉料仓，每天产生返矿约3000吨，每班(8小时)向烧结厂拉料1－2次，每次拉料约1.5小时。以前曾在返矿运输沿线的N3－20、N3－21、N3－22转运站上建小除尘器，因除尘设计、设备等方面存在的问题，虽多次进行改造，但除尘效果不佳，返矿沿线粉尘污染比较严重。

97年，在N3－19转运站建喷水设施，经多次试验，将喷头安装在N3－19号转运站返矿下料裤处，利用返矿下落动态达到水与物料充分混湿，返矿含水量达2%，有效地抑制了沿途各转运站扬尘，岗位粉尘达到了10mg/m³以下。同时取消了沿途各转运站除尘器和烧结厂一烧原料系统的一台袋式除尘器，大大减少了除尘器运行、维护费用。

3.2 2#高炉返矿粉尘治理

2#高炉料仓，每天产生返矿约250－300吨，每小时向烧结厂一烧精矿库拉料7－8次，每次拉料4－5分钟。返矿通过二炉料仓下1#、3#、2#皮带运输，入烧结厂一烧精矿库，返矿在从2#皮带机头入一烧车间精矿库时，由于返矿粒度小、落差大，又无除尘设施，造成精矿库粉尘较大，对烧结厂环保、安全、设备造成不利影响。以前曾多次对一烧精矿库粉尘进行治理，但效果均不理想。

2000年，在N2－7转运站(3#皮带机头)安装水箱、水泵等喷水设施，并在返矿3#皮带下料裤处安装喷头，利用返矿下落动态达到水与物料充分混湿，含水量达3%，有效地抑制了精矿库的扬尘。同时根据二炉返矿运料次数多、时间间隔短，如人工操作阀门开、停水工作，劳动强度大，可操作性不强的特点，对3#皮带电机与水泵电机实施了联锁。拉料时，皮带机联锁点闭合，延时继电器得电，常开点延时15秒钟闭合(考虑到3#皮带开启约15秒后，返矿才会从1#皮带到达3#皮带，为防止提前喷水造成皮带打滑、沾料情况的发生，延时继电器设为15秒)，启动水泵，水经鸭嘴喷头向返矿喷水；当皮带停机时，皮带机联锁点断开，水泵停

止向皮带喷水。

用喷水混湿抑尘方法，能有效地解决返矿扬尘，经济实用，见效快，并可大大降低治理和运行费用。

4 出铁场烟尘治理

4.1 出铁场除尘总体情况

高炉出铁期间在出铁口、主铁沟、撇渣器和摆动流嘴等处向操作区散发大量的烟尘、辐射热及有害气体，直接影响操作人员的健康和周围的大气环境质量，高炉出铁场散发的烟尘，已成为钢铁企业烟尘主要污染源之一。首钢炼铁厂共有5座高炉，79年，首钢在2#高炉大修工程中首次尝试对出铁场进行除尘设计，以后在各高炉大修改造中也相应的作了出铁场除尘设计。现5座高炉共配备10台袋式除尘器(每座高炉出铁场配备2台除尘器)，1#、3#、4#、5#高炉出铁场除尘器均是大气反吹袋式除尘器，2#高炉出铁场除尘器是低压脉冲袋式除尘器，滤料材质为涤纶针刺毡或729，可承受最高130℃的烟气温度。炉前除尘总风量407万m^3/h，总过滤面积69420m^2，风机电机总功率10035kW。2001年除尘器平均外排浓度为34.1mg/m^3，远低于国家排放标准，同时大大改善了出铁场岗位操作人员的劳动条件。

4.2 除尘系统特点

4.2.1 每座高炉配备2台袋式除尘器，如一台除尘器出现问题，另一台除尘器可单独运行，保证了除尘器运行率，减少了无组织烟尘外排。

4.2.2 主铁沟第一节沟盖位于开口机和泥炮机作业范围内，因此设计成首钢独有的可移动水冷式沟盖，在开堵铁口时，用专用吊盖机将其从主沟上移到一侧，沟盖前部设一铁挡板，一方面可防止铁水喷花伤人，另一方面可挡住出铁口喷花产生的烟尘，有利于出铁口抽风罩控制烟尘，用水冷却，大大延长了沟盖的使用寿命。

4.2.3 为确保铁口、撇渣器和摆动流嘴三处烟尘不外溢，加大了该三处风量，此三处风量占总风量的85%以上(不包括漏风量)。

4.2.4 1#、3#高炉均有3个出铁场，设计为当两个出铁场重叠出铁时，两台除尘器运行，最大抽风量为2×55万m^3/h；当一个出铁场单独出铁时，1台除尘器运行，最大抽风量为55万m^3/h。随着控制烟尘要求的不断提高，为保证出铁场环境质量，现实际上不论两个或一个出铁场出铁，两台除尘器均同时使用。

4.2.5 为达到良好的收尘效果，不浪费风量，各高炉的每个出铁场的除尘总管上均设一个液压切换阀，某个出铁场出铁时，该出铁场除尘总管的切换阀开启，出完铁后关闭。出铁口、撇渣器、支铁沟及摆动流嘴等处的除尘支管上也均设有手动调节阀，适时调节风量。

目前，正在进行的二高炉出铁场除尘器改造中，考虑了对开堵铁口烟尘的捕集，并着手对3#高炉上料过程中均压放散烟尘进行治理，如效果好，将在其它高炉中推广，从而解决开堵铁口和均压放散过程中瞬间冒烟问题。

5 制粉系统粉尘治理

提高煤粉喷吹量，降低焦比是炼铁行业的发展趋势。目前，首钢炼铁厂制粉车间主要由四制粉、新四制粉、五制粉、新五制粉组成，制粉车间共有11台球磨机、2台40t/h中速磨，配备13台套袋式除尘器(煤粉收集器)。

煤粉收集器兼有收集煤粉和环境保护功能，四制粉、五制粉(除7#球磨机外)、新五制粉等老制粉系统，收粉工艺是由二级旋风除尘加一级回转反吹袋式除尘器组成，制粉阻力大，故障多，滤袋易破损。

99年投资125万元完成五制粉7#磨煤机除尘改造。改造中，取消阻力大、煤粉收集率低的二级旋风除尘器，将回转反吹袋式除尘器改为低压脉冲袋式除尘器，煤粉直接进入低压脉冲袋式除尘器，系统阻力大大降低，使电耗和煤粉制备费用降低。滤袋采用覆膜针刺毡，破损率很低，除尘效率大大提高。

2000年新建了新四制粉2台中速磨代替原四制粉球磨机，在新四制粉收粉系统中，也采用了一级低压脉冲袋式煤粉收集器工艺，且新四制粉采用直接喷吹技术，取消了原来的喷煤塔，运行效果良好。

6 充分发挥高炉在环境保护中的作用，为改善环境服务

我们在对污染源进行治理，争取将炼铁生产对周围环境的影响降至最低，努力达到炼铁生产与周围环境的友好相处的同时，还努力挖掘高炉在环境保护中的巨大潜力，使之发挥更大的作用，以造福人类、回报社会。

6.1 高炉煤气利用

我公司高炉煤气经除尘净化后，全部作为二次清洁能源利用，从而减少了我公司煤等污染大的燃料的使用量，相应减少了污染物的排放。2001 年我公司利用高炉煤气 1023500 万立米，折合少用标煤 111.1 万吨，相应减少烟尘排放 222 吨，二氧化硫排放 6222 吨。

6.2 压差发电

利用高炉压差这种无污染的发电方式发电，可以作为我公司电力的补充，相当于减少了我公司电力厂燃煤锅炉煤的使用量，相应减少了污染物的排放。二高炉现配套一套 5700KW 压差发电设备，四高炉现配套一套 6400KW 压差发电设备，二、四高炉 2001 年压差发电量 4212 万 KW，折合少用标煤 1.7 万吨，折合少用电力用煤 2.3 万吨，相应减少烟尘排放 4.6 吨，二氧化硫 128.8 吨；今年炼铁厂一、三高炉各配套建设一套 15000KW 压差发电设备，预计年发电 12358 万 KW，折合少用标煤 5 万吨，折合少用电力厂用煤 6.7 万吨，少排烟尘 13.4 吨，二氧化硫 375.2 吨。

6.3 提高喷煤比，减少焦炭用量

通过提高高炉喷煤比，可降低焦比，从而减少焦炭的使用量，相应减少了炼焦过程中污染物的产生、排放量。2001 年炼铁厂入炉煤比 127Kg/T，焦比 377.8Kg/T，全年向高炉喷煤粉 105.74 万吨，相应减少焦炭用量 84.59 万吨，折合少用炼焦煤 111.4 万吨，对于环保设施一般的焦化厂少生产 84.59 万吨焦炭，可少排粉尘 1205 吨，少产生二氧化硫 2767.85 吨 .

6.4 固体废物的综合利用

高炉冶炼产生的水渣、瓦斯灰和除尘灰等固体废弃物可作为水泥、烧结的原料被综合利用，相应节约了水泥、烧结原料资源，保护了环境。2001 年炼铁厂共产生固体废物 268.2 万吨，其中水渣 252 万吨，瓦斯灰、除尘灰等 16.2 万吨，全部回收利用，作为水泥、烧结原料。

6.5 积极开展高炉喷吹废塑料工作

目前德国、日本等国已开始应用向高炉喷吹粒化废塑料技术，此处理技术比其它方法处理废塑料的费用低，喷吹粒化后(6－8mm)的废塑料可以代替部分喷煤，不但减少了喷煤量，更重要的是为日益增加的废塑料的利用提供了可行的方法。我们正积极开展高炉喷吹废塑料的调研工作，为今后应用打下基础。此项目一旦实施，使高炉在生产铁水的同时，还能解决废塑料带来的环境污染问题，化害为利，为保护环境做出贡献。

7 加强环保管理，促环保工作上新水平

7.1 实行领导责任制，强化环保管理

炼铁厂按照“环境质量行政领导负责制”的要求，“一把手”对环保工作负总责，主管领导亲自抓，而且从首钢生存和发展的战略高度去重视本厂的环保工作，健全、完善环保制度，建立了从厂矿、车间、班组完善的环保管理组织网络。为管好、用好环保设施，在人员配备上专门成立了除尘工段，全面负责全厂除尘设备的运行、维护工作，除尘设备均设有固定的运行和维护人员，从而保证了其高效、稳定运行。

7.2 充分利用环保奖惩机制，促进环保工作

为管好、用好环保设施，炼铁厂按照《首钢总公司环保激励机制奖惩管理办法(试行)》，制定、颁发了《首钢炼铁厂环保激励机制奖惩管理办法(试行)》，对发生污染环境问题的单位进行经济处罚，同时按有关规定对环保专业工作取得明显成效的单位、个人进行奖励，调动了职工做好环保工作的积极性，进一步强化了环

(下转第 60 页)

序号	厂名	炉号、高炉容积 m^3	热风炉数	热风炉型式	总加热面积	单位高炉容积加热面积 m^2	热风温度℃	拱顶温度℃	废气温度℃	预热后温度空气/煤气℃	煤气种类	耐火材料
66		1#300	4	内燃	26956	89.85	1050	1200	350		高	高铝+粘土
67	邯钢	2#300	3	内燃	20217	67.39	1030	1200	350		高	高铝+粘土
68		3#300	3	内燃	20217	67.39	1030	1200	350		高	高铝+粘土
		4#380	3	内燃	33717	88.73	1020	1200	350		高	高铝+粘土
70		1#294	3	内燃	24825	84.44	1100	1300	450	100~120/80~100	高	高铝+粘土
71	马钢	2#300	3	内燃	27696	92.32	1100	1300	450	100~120/80~101	高	高铝+粘土
72		3#300	3	内燃	32208	107.36	1100	1300	450	100~120/80~102	高	高铝+粘土
73		4#300	3	内燃	32208	107.36	1100	1300	450	100~120/80~103	高	高铝+粘土

(上接第 65 页)

单位产品的能源消耗量已获得更多企业的认同。根据可持续发展战略的要求,结合未来十年科技发展规划,宝钢炼铁系统节能降耗有望在如下方面获得突破:

宝钢原料场混匀矿全面实现智能化堆积,混匀矿质量进一步提高;烧结应用偏析布料,料层厚度提高到700mm,低硅烧结又有新进展;炼焦配煤技术更趋完善,焦炭质量全面提高(灰分降至 11% 以下);高炉煤比进一步提高,入炉燃料比控制在较低水平,炉顶压力进一步提高,回收均压煤气,干式煤气清洗得到应用等。

在降低能源消耗量的同时,吨铁能源成本得到进一步控制,能源与环保相结合,产品生产对环境的污染得到有力的控制。

6 结束语

应用节能新技术、新工艺,发挥单体设备节能效果,整体平衡协调系统节能工作,提高余能余热回收水平,是实现宝钢炼铁系统能耗指标水平稳步提高的有效措施。

(上接第 82 页)

保管理,促进了环保小改小革的开展,使炼铁厂环境质量不断改善。

7.3 对环境进行综合整治,巩固治理成果

在对原料区域烟粉尘进行有效治理的基础上,加大绿化、美化力度。通过对地面的硬化、绿化,对料仓、转运站、通廊的密封等综合整治措施,做到"治理一处,见效一处,绿化美化一处,保持一处",巩固了环境治理成果,美化了环境。

8 结束语

首钢炼铁厂通过近几年在环保工作的实践中深刻体会到,虽然冶金企业的污染比较大,但只要能够保证在环保治理资金上的投入,选择采用适合本企业的先进、实用的环保治理技术,并在实施清洁生产和环保管理上下功夫,冶金企业的环境保护工作就一定能搞好,实现企业生产与周围环境友好相处。此外,我们还认识到,冶金企业不仅能创造物质财富,而且还能为环境保护工作做出贡献,并在此方面有着巨大的潜力和广阔的应用前景。