

地方铁厂适用技术资料汇编

下 册

郭光新 高清举 主编

四川科学技术出版社

地方铁厂适用技术资料汇编

下 册

郭光新 高清举 主编

俸怀明 涂继炜 审阅

四川科学技术出版社

一九八六年五月 成都

责任编辑: 崔泽海
特约责任编辑: 郑光淑
封面设计: 廖兴涛
技术设计: 滕 敏

地方铁厂适用技术资料汇编(下册)

郭光新 高洁平 主编

四川科学技术出版社出版

(成都盐道街二号)

(试 销)

四川郫县犀浦印刷厂印刷

统一书号: 15298·284

1986年5月第1版 开本787×1092 1/16

1986年5月第1次印刷 字数500千

印张20.75 插页3

定 价: (上、下册) 12.50元

(含书号邮资费)

序 言

在我国幅员辽阔、资源分散、交通不便的情况下，不少地方因地制宜、就地取材，发展了一批地方钢铁厂。目前，全国地方钢铁厂年产生铁1200多万吨，对发展地方经济，提高人民生活，起了重要作用。

翻阅地方炼铁的发展史，我们可以看到，它经历了曲折的发展之后，近几年，开始走上了健康发展的新道路。有一批地方铁厂的技术经济指标和经济效益进入了先进行列，从中积累了不少适宜于地方铁厂特点的先进适用技术和经验。为了总结、交流这些经验，我们汇编了这本书，以期对提高全行业的水平能起促进作用。内容包括：地方铁厂小高炉（包括300米³高炉）实行精料方针的具体办法；采用球式热风炉和布袋除尘器的经验；炉前铸铁机和相应辅助设备；产品延伸、多种经营、综合利用，特别是高炉-工频炉双联铸造新工艺的经验。

希望各地方铁厂认真研究这些经验，从中吸取有益的东西，把企业素质和经济效益提高到一个新的水平。

冶金部钢铁生产技术司

总工程师 刘 勇 书

《地方铁厂适用技术资料汇编》目次

下 册

小高炉技术改造·炉型设计改造

小型高炉技术改造的探讨·····	赵润恩 (1)
济南铁厂技术改造的经验值得借鉴·····	贾银松 (6)
冷水江铁厂技术改造及其成效·····	王 志 (8)
凌源钢铁厂100米 ³ 高炉炉型改造设计(使用100%球团矿)·····	何 超 (12)
龙岩钢铁厂二号高炉炉型改造效果分析·····	张 克 (18)
中小高炉炉型改造的趋势·····	沈德林 (23)
对凌源钢铁厂高炉使用寿命的分析与探讨·····	何 超 (25)

喷煤·汽化冷却·自焙炭砖

冷水江铁厂高炉喷煤系统技术改造实践·····	林家生等 (29)
冷水江铁厂高炉大喷煤量的实践与探讨·····	林家生等 (33)
安钢水冶炼铁厂高炉喷吹煤粉与节能·····	张国裕等 (36)
各种因素对喷吹置换比影响的分析·····	李定聪等 (41)
冷水江铁厂高炉汽化冷却实践及效果·····	林家生等 (44)
冷水江铁厂高炉自焙炭砖内衬实践·····	林家生等 (48)

球式热风炉

高炉热风系统技术改造的意见·····	崔顺安等 (53)
提高高炉风温的途径·····	贾银松 (57)
球式热风炉热交换规律及今后发展方向·····	邹德余 (62)
球式热风炉耐火球加热属性·····	杜森林 (67)
球式热风炉热工特性的科学预测·····	魏植华 (77)
球式热风炉升级使用论证计算·····	杜森林 (85)
万福钢铁厂球式热风炉升级试验与研究·····	(94)
大冶钢铁厂球式热风炉采用小球的应用效果·····	王庆甜 (102)
哈密地区钢铁厂高炉使用球式热风炉情况小结·····	李晓军 (107)
石球炉床层的高温变形与化学侵蚀·····	湛灿伦 (109)
高铁硅球在球式热风炉上的应用·····	吕晋平 (115)

布袋除尘

高炉煤气布袋除尘的发展和前景·····	高晋平 (117)
布袋收尘工艺中的滤料及其过滤特性·····	台炳华等 (123)

成都钢铁厂高炉煤气布袋除尘器技术总结	(129)
布袋除尘技术在吴县钢铁厂小高炉生产中的应用	金洪康等 (132)
平定县钢铁厂应用布袋除尘器的生产实践	芦瑾耀等 (135)
天龙钢铁厂28米 ³ 高炉布袋除尘器使用情况小结	(138)
后山铁厂小高炉除尘器内炉尘的理化特性与冶炼的关系	庞子钊等 (140)

热风系统技术改造

淮南钢铁厂布袋除尘、冲渣水闭路循环、球式热风炉的生产实践	褚敬忠等 (145)
冷水江铁厂内燃式热风炉改造实践	林家生等 (150)
热风炉格孔填球初探	吴光生 (155)
热风炉烟气余热回收利用新技术	贾银松 (157)
马钢7号高炉采用热管换热器、省煤器回收热风炉烟气余热	赵福安 (160)
冷水江铁厂热管回收高炉热风炉余热效果	王福朴 (164)
南京第三钢铁厂球式热风炉采用“自身预热法”预热助燃空气的实践	李付根等 (168)
徐州钢铁厂考贝式热风炉预热助燃空气的初步实践	(171)
白地市钢铁厂混凝土预制块-砖砌筑热风管	陈隆勇 (173)
苏州钢铁厂热风炉使用耐火纤维绝热材料	丁鸿飞 (175)
杭州钢铁厂高炉冷风管道的保温节能措施	周飞雄 (176)
苏州钢铁厂高炉使用保温直吹管提高风速降低能耗的分析	(180)
萍乡钢铁厂高炉保温吹管的制作	周平良 (184)
南京钢铁厂高炉风口小套等离子喷涂试验	徐庆璋 (185)
阳泉钢铁厂高炉热风阀采用汽化冷却	文进奎 (188)
济南铁厂热风炉自动换炉控制装置	崔赐成 (189)
信阳钢铁厂小高炉上应用冲渣水和煤气洗涤废水联合过滤工艺	赵佩琳 (193)

防止碱害操作·氧化镁渣冶炼·高硫铁矿冶炼·白煤炼铁

南京二钢高炉中的碱金属	赵文中 (197)
苏州钢铁厂小高炉防止碱害的操作	林基儒 (202)
苏州钢铁厂氧化镁渣冶炼	李定聪 (206)
后山铁厂小高炉高铝低镁渣冶炼	庞子钊 (210)
下陆钢铁厂高硫铁矿的冶炼	袁建军 (213)
高炉几种脱硫新途径介绍	沈德林 (215)
千里山钢铁厂小高炉使用生石灰作熔剂经济效益的初步分析	沈德林 (216)
济源钢铁厂白煤特性和炉况调剂	张清伦 (219)
珙县铁厂应用煤气曲线解决白煤高炉不顺的实践	巫英烈 (222)

铸造铁冶炼·炉外增硅

苏州钢铁厂降低铸造铁焦比的探讨	李定聪 (224)
济南铁厂加硅石冶炼铸造生铁的实践与分析	杨佰森等 (227)
济钢高炉炉外增硅生产试验及其技术经济效益分析	邹光庭等 (229)

锰铁高炉·节能·冶炼·自形料衬·环境保护

重钢四厂锰铁高炉能量利用特征.....	(234)
阳泉钢铁厂锰铁高炉降低消耗提高经济效益的实践.....	张洪才(240)
湘潭锰矿富锰渣高炉的节能.....	欧仁苗等(246)
新抚钢厂100米 ³ 高炉冶炼富锰渣的热力学分析.....	金延勋(251)
灵川钢铁厂锰铁高炉一步法冶炼高牌号锰铁经济效果.....	何孟云(257)
阳泉钢铁厂锰铁高炉采用全炉冷却壁汽化冷却的自形料衬.....	文进奎等(261)
湘潭锰矿冶炼厂锰铁高炉炉身冷却结构实践.....	陈克龙(268)
阳泉钢铁厂锰铁高炉喷吹煤粉分析.....	张洪才等(273)
灵川钢铁厂锰铁高炉“三废”治理的实践和“污染”控制.....	陈启钦(277)
金坛钢铁厂干法除尘在锰铁高炉上的实践.....	吴绍基等(280)
灵川钢铁厂锰铁高炉利用剩余煤气发电.....	刘兴汉(282)

提高生铁质量和产量

吴县钢铁厂提高小高炉生铁质量的研究及其经济效益.....	金泰辰(286)
千里山钢铁厂高炉产量及其影响因素的计算.....	沈德林(288)
红光铁厂应用二元回归分析方法,提高生铁优质品率.....	屈浩(293)

微机应用·机械设备选型·厂房设计

我国炼铁系统微机应用概况.....	贾银松(298)
苏州钢铁厂采用料面高度数字显示装置.....	张志春(301)
冷水江铁厂高炉使用简易的供料计量工具——固定式机械自动秤.....	王福补(304)
千里山钢铁厂解决高炉上料系统接触器粘连问题.....	周杰(305)
江苏钢铁厂炼铁中机械设备选型的经济性.....	邹威(306)
雅脉钢铁厂高炉出铁场厂房耐热耐酸问题的设计研究.....	朱仲铭(310)

全焦开炉

南京三钢厂19米 ³ 高炉一次性全焦热装开炉的实践.....	李向根等(317)
千里山钢铁厂55米 ³ 高炉热风全焦开炉的实践.....	沈德林(321)

小型高炉技术改造的探讨

武汉钢铁学院 赵润思

〔内容简介〕本文从高炉寿命、燃料消耗、热风炉改造、余热利用、煤气净化、环境保护等方面，探讨了炉体结构的改造方向，炉衬与冷却的设计，炉料结构的类型分析，生产操作与铁水预处理方法，采用喷煤粉，使用高风温，预热助燃空气和煤气来提高风温的措施，从湿法与干法除尘的比较，明确了干式除尘的发展方向，高炉渣热量回收的必要性，污水处理的有效方法等，以供小型高炉技术改造时参考。

我国小型高炉大都是五十年代新建和改造的，座数较多。此类型高炉改造，不能象大高炉那样要求现代化水平，而是以取得经济效益为主。凡是在改造后技术经济指标先进，产量增加，节约能源，劳动条件和环境保护改善，投资能很快回收的，就是合理的。现将其改造的主要方面探讨如下。

1 延长高炉寿命

高炉寿命的长短主要与支承结构、炉衬和冷却设计是否合理，施工质量好坏，生产中内衬维护状况等因素有关。

1.1 炉体支承应改为框架自立式

目前小型高炉大都是炉缸支柱式，存在炉子后期炉衬脱落和炉壳变形、炉顶设备偏斜、更换炉壳困难、影响炉前操作、气化冷却需另建汽包支架等问题。采用框架结构后，尽管钢材消耗多些，但从效果看还是合算的。如阳泉钢铁厂100米³高炉改造为框架结构，投资仅用6.9万元，却有外形美观、炉台宽敞、炉体维修方便、寿命延长等优点，目前已生产10年，框架结构仍完好无损。

自立式炉体主要存在炉身砖衬脱落问题，宜采用带凸台的镶通廊砖冷却壁结构，镶砖厚度以75毫米为好，如图1所示。为了

节约资金也可采用支梁式水箱。无冷却部分可在炉壳上加焊三角支承的环形钢板托圈，以支托砖衬，炉身炉壳（设备固件）和砖托应喷涂不定形耐火材料，以防钢板受热变形。

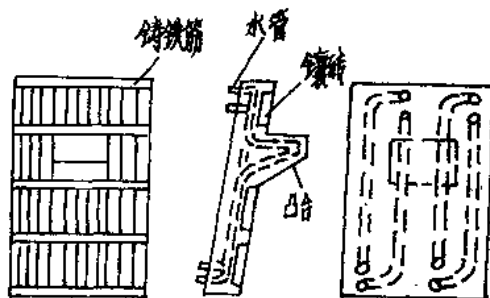


图1 带凸台的镶砖冷却壁

50米³以下高炉炉身无冷却，除在炉壳焊环形砖托外，可保留炉腰托圈，托圈下焊以三角钢板支承，炉子后期喷水冷却。

1.2 炉衬与冷却设计

炉衬与冷却设计合理与否，直接影响到高炉一代寿命，耐火材料的选用与高炉所使用的原料有密切关系，冷却强度大小直接影响到耐火材料寿命，内衬与冷却器的寿命又与高炉操作有密切关系，故必须慎重考虑。

炉底与下部炉缸以采用炭砖较好，为节约投资也可用自焙炭砖，为防止开炉时炭砖

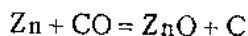
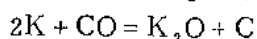
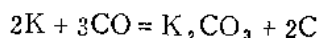
被氧化,在其表面可喷涂一层不定形耐火材料,也可砌一层高铝砖或粘土砖。当使用含碱金属高的原料时,由于炭砖抵抗含 $K_2O \cdot Na_2O$ 的炉渣侵蚀性能好,使用其更有优越性。炉底和炉缸周围冷却,因炭砖导热系数高,可用喷水冷却,但考虑到喷水冷却工作环境较差和我国有使用冷却壁的经验,小型高炉还是以采用光面冷却为好。50 米³以下高炉可用喷水冷却。

炉腹到炉身下部是渣铁流经部位,化学侵蚀和机械冲刷严重,要求耐火材料抗渣性能强和耐磨性能好,另外炉身下部还要考虑耐锌、碱、碳的沉积膨胀,要求耐火砖质地致密,故以采用镶砖冷却壁和砌高铝砖为宜,如有条件使用 $Al_2O_3 \geq 88\%$ 体积比重 ≥ 2.9 ,显气孔率 $\leq 18\%$ 的高纯度致密高铝砖,将会大大延长该部位炉衬寿命。

风口应向内倾斜,既可减慢风口上方炉衬损坏的速度,又有利于提高炉缸温度,特别是对小型高炉更为重要,一般倾斜 $7^\circ \sim 9^\circ$ 较好。风口数目应以炉缸直径计算,风口中心距以 1.1~1.2 米为宜 ($\pi d/1.1 \sim 1.2$)。

1.3 生产中重视炉衬的维护

在生产中必须注意炉衬的维护,才能达到长寿的目的。目前炉衬损坏最严重的部位是从炉腹到炉身中部,其损坏原因,主要是由于煤气和碱金属及锌蒸气渗入砖缝和砖的气孔中,进行如下反应:



反应生成物的沉积,体积增大,胀坏砖衬。高温作用和机械磨损也是该部位炉衬损坏的原因之一。还有悬料和坐料,结瘤和洗炉、炸瘤等都会造成炉衬的损坏。要想延长炉衬寿命,在生产中首先要避免炉衬内形成反应进行的温度,即使 $900 \sim 1000^\circ C$ 的反应温度线越靠近内衬内表面越好。当高炉采用汽化冷却时,可加大水量,迫使反应温度线向衬表面移动。

在高炉操作上不宜采用边缘发展的装料制度,应采用大料批分装的加重边缘的操作制度,以抑制边缘气流的过份发展,但此操作制度的先决条件是炉料的整粒要好,以保证良好的料柱透气性。从而使炉衬得以维护,寿命得以延长。

2 降低高炉燃料消耗

高炉能耗的降低,首先要有精料的基础,在此基础上改善布料,提高煤气利用率,喷吹燃料,使用高风温,冶炼低硅生铁,减少热损失,都会使高炉燃料消耗降低。当用全焦操作时,加湿鼓风同样可使用高风温,降低燃料消耗。

2.1 合理的炉料结构

小型高炉使用的原料,由于条件不同,采用的炉料结构也不一样,但降低燃料比都是共同的要求。如原料为高硫磁铁矿时,经磁选后烧结,使用全部碱性烧结矿是合理的,但一般高硫铁矿体总伴有部分含硫低的富矿,此部分富矿应以块矿直接入炉,以减少原料处理费用。如原料为赤、褐铁矿且品位较高时,块矿应直接入炉,粉矿生产高碱度烧结矿搭配入炉,以配料中基本不加熔剂为合理。如原料为细精矿时,以生产球团矿为宜。如既有富矿粉又有细精矿时,采用高碱度烧结矿和酸性球团矿的原料结构更为合理,但小型高炉一般没有此两种矿的生产设备,故仍以生产碱性烧结矿为宜。还要注意因矿石成分不同,原料中 MgO 含量的影响。当使用含 Al_2O_3 高的矿石或碱度高、粘度高、脱硫能力差的炉渣,提高熟料中 MgO 含量,可改善炉渣性能。碱性球团矿和烧结矿增加 MgO 含量,可提高强度。如采用全部生矿入炉或土烧结矿中 FeO 过高,特别在成分波动大时,必然燃料比很高,这是不合理的炉料结构。

2.2 槽下过筛与风力筛的使用

一般对原燃料质量都比较重视,但对于小于 5 毫米粉矿的筛除情况则差别甚大,改

造时必须重视。武钢槽下过筛，在振动筛上加可调式振动給料器后，大大改善了筛分效率，小于5毫米粉矿由原来16%左右，下降到8%左右。重钢采用风力筛后粉料也由15~25%下降到10%以下。苏联试验的风力筛含粉率竟由16%下降到3%。

采用风力筛的最大好处是粉料与合格料的有效分离好，粉尘在密闭系统中沉降，既保证筛除粉料，提高原料粒度的相对均匀性，又改善环境条件。建议用风力筛和颗粒除尘器的干式系统，因湿式系统存在污水处理问题。

2.3 提高装料设备质量改善布料

目前小型高炉多数采用空转定点布料器的双钟装料设备，这种设备能满足其布料要求，但是加工精度和安装质量较差，加上有时炉顶温度过高，甚至空料线时炉顶着火，要促使其变形严重，高温高速夹带大量炉尘的煤气泄漏，造成装料设备的迅速损坏，进而影响了炉喉布料。故首先在制造加工和安装质量上要严格要求，大小钟接触面一定要用金刚砂研磨，关闭时的响声只允许一响。在材质上尽可能采用铸钢件，有条件时可采用锰钢浇铸。并应尽量避免空料线等使炉顶温度升高的操作。

无料钟炉顶主要是为了解决布料问题，而小型高炉由于炉喉直径小布料不成问题，加之小型高炉炉顶温度一般偏高，难以保证无料钟的转动部分正常运转，如采用昆钢的简易无料钟结构，密封又难以解决，且炉顶料仓也要求均匀，不然炉料难以落下，故小型高炉改造仍以钟式装置为宜。

有条件的地方炉顶设备可采用液压传动，其好处是：设备重量可大大减轻；减小冲击负荷；消除炉顶侧向应力；设备简化便于检修；大小钟行程准确误差小；易于遥控并实现自动化。冷铁高炉炉顶改为液压传动，只投资1.2万元，投产十多年来使用效果良好。

2.4 扩大煤粉喷吹范围

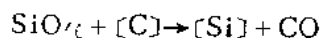
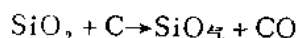
目前小型高炉很多在喷吹煤粉，但也有不少没有喷吹。从经济效益来看，喷吹不仅可以用煤粉代替焦炭，还可使用高风温，节约能源。冷铁无烟煤喷吹量1983年平均为127公斤/吨铁，焦比降到585公斤/吨铁。由于无烟煤供不应求，苏钢取得了常压喷吹烟煤的经验，喷吹量为50.86公斤/吨铁，焦比为522公斤/吨铁。

2.5 全焦操作的高炉仍可采用加湿鼓风

在没有喷吹燃料的全焦操作高炉上，仍可采用加湿鼓风，既有利于高炉顺行，又因热补偿促进了高风温的使用，同时因炉缸煤气中 H_2 和CO浓度提高，也提高了煤气的还原能力，总之有利于稳定高炉操作，降低焦比。湘钢高炉全焦操作时，鼓风温度由20克/米³提高到40克/米³，使用风温提高了240℃，校正焦比降低47公斤/吨铁，悬料次数1980年全年比1979年下半年减少57次。

2.6 冶炼低硅生铁和铁水预处理

硅的还原过程是：



SiO_g 的还原与滴下带铁水接触面积和接触时间有关，由下式可知

$$[Si] = K \cdot P_{SiO_g} \cdot \frac{a_{效} L_{铁}}{v_{铁} f_{铁}}$$

式中 $[Si]$ ——铁水中含Si%；

K ——反应速度常数；

P_{SiO_g} —— SiO_g 分压，

$a_{效}$ ——铁水和 SiO_g 有效接触面积；

$L_{铁}$ ——铁水的滴下距离；

$v_{铁}$ ——铁水的滴下速度；

$f_{铁}$ ——铁水密度。

要想抑制 SiO_g 被还原成 $[Si]$ ，就要降低 SiO_g 分压，缩小软熔带宽度，降低软熔带位置，以缩小铁水与 SiO_g 接触面积和缩短接触时间，加快铁水的滴下速度。其有效措施为使用高碱度烧结矿和自熔性球团矿等。还有在回旋区附近的高温、低氧条件下会产生相当浓度的 SiO_g ，有助于Si的还原，因

此降低风口前温度，抑制 P_{SiO} 分压，将有助于降低 $[Si]$ 。

铁水脱硅可在铁水罐中加入氧化铁皮进行，增硅则可加入硅铁。脱磷可在铁水罐中加入 CaO ，为降低熔点可混入 $CaCl_2$ 、 CaF_2 ，以三钙法进行脱磷。脱硫可用碳化钙、石灰和碳化钙、石灰和苏打、苏打等。采用喷粉搅拌方法，可提高铁水预处理的效果。

2.7 使用高风温降低燃料比

使用高风温可增加带入炉内的显热，有利于降低焦比，特别对加大喷吹量，提高喷吹效果更具有重要意义。首钢新 2 号高炉风温经常保持在 $1200\sim 1250^\circ C$ ，获得了焦比 $330\sim 350$ 公斤/吨铁的好成绩。但小型高炉达不到此水平，有些高炉还达不到 $1000^\circ C$ ，这有操作因素，也有设备因素，首先应对现有考贝式热风炉进行改造。

3 考贝式改造成高风温热风炉

小型高炉的热风炉多为考贝式，由于其结构上的严重缺陷及蓄热面积较小，不少热风炉进行了改造。但如何改造合理，需作全面分析和比较。改造成外燃式，间距不够且投资大，小型高炉采用不合算。改造成顶燃式，顶部空间要增加燃烧器和热风阀较困难，还有燃烧器的改进和自动换炉等问题，如采用环形陶瓷燃烧器，大帽子直径将进一步加大，在布置上困难更大。改造为球式热风炉，则可能较为适宜，只要煤气质量有保证和球的材质好，改造不会太困难，应尽力实施。大多数热风炉应改造为近似霍戈文式的高温热风炉，因不费多大劲，增加些大修费用，就可获得较好的经济效果。如冷铁的热风炉改造（包括采用热管）多投资 30 万元，风温月平均达 $1050\sim 1100^\circ C$ ，投资一年即可回收。鞍钢 9 号高炉热风炉改造后，月平均风温稳定在 $1200^\circ C$ ，最高 $1240^\circ C$ 。改造中还要注意不应过于追求加大蓄热面积，否则在风机不变条件下，气流速度变小，影响对流传热；如换大风机，又会造成操作中大量放风的不经济状况。

3.1 高温热风炉本体改造

在火墙两层砖之间夹一层绝热层，利用其降低两侧砖墙本身温差，吸收膨胀，避免裂缝产生，从而防止热流短路和火墙倒塌，这是关键措施。如在火墙中间绝热层外侧，设置抗氧化耐热密封钢板，则可更好地预防短路。

格砖宜采用带水平通道的互锁大块五孔砖，其稳定性及热工特性都较好。

拱顶改为大帽子好，以消除拱顶落在大墙上以及膨胀、收缩、不均匀变形对拱顶砌体的影响。但当间距小不能采用大帽子时，可加厚上部绝热砖，以减少热损失。为防止晶间应力腐蚀，拱顶钢壳内壁最好喷涂不定形耐火材料，并控制拱顶温度不超过 $1450^\circ C$ 。

为减少热损失，大墙的绝热层应加厚。热风阀宜采用汽化冷却，或用新式喷涂不定形耐火材料的热风阀。底板与炉壳焊缝经常因产生热应力开裂跑风，故宜改为圆弧形底板。

3.2 推广陶瓷燃烧器

陶瓷燃烧器不仅可以克服金属燃烧器的燃烧火焰直接冲击火墙，使该处产生很大的温度差和压力差，导致火墙开裂和短路，以及燃烧时的脉动现象，还可以使煤气和空气混合均匀，能以极小的空气过剩系数进行完全燃烧，在相同煤气条件下可提高燃烧温度 $50\sim 100^\circ C$ ，相应提高了风温。冷铁采用陶瓷燃烧器后，与金属套筒燃烧器比较，燃烧煤气量可增加 20%，拱顶温度提高到 $1300^\circ C$ 的时间，从 120 分钟减少到 20~30 分钟，平均风温提高 $100^\circ C$ 左右。

3.3 采用热管、热轮、热媒预热助燃空气

预热助燃空气和煤气，不仅可回收废热，还可增加带入的显热，提高理论燃烧温度和热效率。预热方法虽多，但从经济效益来考虑，还是利用烟道废气预热的热管，更适用于小型高炉，也可用热轮（回转式预热器）或热媒式预热器。

热管在炼铁厂刚刚在试用,但已取得了较好的效果。如马钢在小型高炉上采用热管后,利用 $290\sim 370^{\circ}\text{C}$ 的烟道废气,把助燃空气预热到 200°C 左右,提高风温 45°C ,热风炉热效率提高 3.3% ,投资8个月即可回收。冷铁采用热管也取得了与马钢相似的效果。热管的优点是导热系数大,结构简单,无运动部分,工作可靠,体积小,重量轻等。热管之后废气温度尚高时,可加省煤器,马钢利用由热管出来 252°C 的废气,把省煤器中的水加热到 77°C ,供采暖等生活用水。

热轮在电厂使用已有丰富的经验,马钢和杭钢在中型高炉上采用后,已取得了比较好的效果。如马钢利用 324°C 的烟道废气把助燃空气预热到 272.4°C ,风温提高了 67°C ,焦比下降 14.33 公斤/吨铁,投资回收年限为 0.93 年。热轮的优点是温度效率高,易损部件少,生产维护较容易,但漏风率高,也消耗动力。

热媒式预热器将在宝钢热风炉上采用,最近本钢也将采用。这种预热器是通过热媒将废气的热量传给助燃空气或煤气,其特点是体积较小,布置灵活,压损小,可同时预热煤气和空气,但运转费用高,热介质是易燃物质。

3.4 采用双向波纹伸缩管

很多热风阀漏风是由于管道法兰变形,伸缩方向不一致,故采用双向波纹伸缩管可适应轴向与径向的扭曲变形,如图2所示。安装时应根据管道所产生的最大径向偏差 ΔS ,向位移的反方向预先移动 $\Delta S/2$,加以固定。

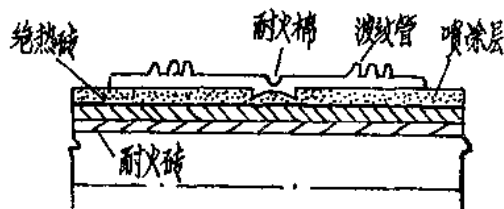


图2 双向波纹伸缩管

4 干法除尘应大力推广

湿法除尘的最大问题是洗涤水污染,如

武钢洗涤水中含硫化物 $1\sim 5$ 毫克/升,国家允许排放标准为 1 毫克/升,含氰化物 $15\sim 29$ 毫克/升,为国家排放标准的 $30\sim 58$ 倍,可见污染严重,干法除尘就不存在此问题。

湿法除尘从热能方面考虑,洗涤后的煤气温度只有 40°C 左右,既损失显热又带有水分,降低了理论燃烧温度,用于干法除尘的煤气温度要比湿法除尘高 70°C 以上。

从水源考虑,湿法除尘耗水量大,每千米³煤气耗水 $6\sim 7$ 吨,给缺水地区造成很大困难,干法除尘就不消耗水。

从投资和运行费用看,湿法比干法高。如临汾钢铁厂 100 米³高炉,基建投资:湿法 5.57 万元/年,干法 2.26 万元/年。

干法除尘的形式虽多,但从除尘效率来看,以布袋最好,新布袋时含尘量 <5 毫克/米³,但要控制煤气进入布袋的温度,要求 $<250^{\circ}\text{C}$ 。一般小高炉上采用的是玻璃纤维布袋,易破损。如大冶钢铁厂使用新布袋时测定含尘量竟高达 71 毫克/米³,可见布袋质量是关键问题。有设想采用不锈钢丝或铝丝编制金属滤袋的,以适应耐温、耐折、耐磨、抗拉等性能的要求。若布袋寿命得到解决,则布袋除尘器的推广应用将有广阔前途。

颗粒层除尘器是以散状颗粒为介质的过滤器,介质用砂子时称砂滤器。日本水岛4号高炉用砂滤器试验结果为:入口含尘量 10 克/米³,出口含尘量 <5 毫克/米³,煤气温度为 150°C ,压降 $400\sim 600$ 毫米水柱。我国在鄂城钢铁厂的烧结机上进行了试验。优点是结构简单,投资仅为电除尘器的 $1/2$,过滤效率达 96% ,且使用维修方便。今年将在鄂城八一钢铁厂高炉上进行试验。存在问题是砂子再生困难,压力高时密封也有一定困难。

5 高炉渣的显热回收和污水处理

高炉熔渣每吨约含 40 万千卡的热量,回收这部分热量很有意义,国内外还在进行试验研究。可在冲渣沟上方直接回收蒸汽,利

用此蒸汽加热省煤器或锅炉，小型高炉渣量少难以实现，但用冲渣过滤热水供采暖等用还是可以的。

污水处理主要是高炉冲渣和煤气洗涤水，改造时宜采用底滤法处理，处理后的水进行闭路循环使用。孝感锰铁厂即采用此法处理污水，污水中悬浮物由2500~3500毫克/升降低到20毫克/升，去除率达99%，使水质清彻透明，泥渣用于制渣砖和水泥，并有

脱氰回收氰化钠的设施。

6 结 语

综上所述，小型高炉技术改造应围绕降低燃料消耗、节约能源、延长高炉寿命为中心内容，同时考虑环境保护。技术改造的指导思想，应是以新技术改造旧设备，花钱少，效果好，受益大。

(原载《炼铁》)

济南铁厂技术改造的经验值得借鉴

冶金部钢铁司 助理工程师 贾银松

〔内容简介〕采用新技术、新工艺对现有企业进行技术改造，使老企业增强活力，这将是今后一段时期内发展钢铁工业的主要途径。济南铁厂本着经济实用、改造、创新的精神，有计划、系统地进行技术改造，取得一些成功的经验值得借鉴。

技术改造和技术进步是老企业提高经济效益的主要途径。而钢铁企业特别是中小型高炉又如何进行技术改造呢？济南铁厂在这方面有些好的经验值得借鉴。

济南铁厂是1958年建厂，现有4座100米³高炉的单一炼铁企业。他们在加强企业管理的基础上，通过技术改造和技术进步使企业经济效益显著提高。近几年焦比连续下降，1981年达到542公斤。1981年一举扭亏为盈，全年产铁16.8万吨，实现利润215万元。1982年又比1981年前进了一步，生铁成本又下降2.52元，实现利税又增长47万元，达到262万元。1982年荣获全国地方骨干钢铁厂炼铁生产优胜红旗单位，铸造生铁荣获冶金部优质产品。他们走的是一条从实际出发，围绕降低消耗，提高产品质量，以经济效益为目的，不断进行技术改造和技术进步的新路子。

1 抓好基础工作，坚持精料

原料是高炉冶炼的基础，对精料的重要

性是众所周知的，对没有原料基地，进厂原料种类多，成分波动大的济铁来讲，精料就更显重要。他们先是努力提高熟料比，不断改造烧结设备，1964年建成盘式烧结取消了“平地吹”1975年又建成33米²带式烧结机一台，熟料比由30%提高到90%以上，焦比连续下降，1981年达到542公斤。为使原料化学成分稳定，确保烧结矿质量，1981年建成原料仓库和机械化配料室，从而取代人工配料，大大减轻工人劳动强度。烧结矿虽经筛分处理，但入炉矿含粉率仍在10%以上，有时竟高达15~20%，对高炉顺行很不利。为此，1980年利用二号高炉大修之机，对上料系统进行改进和完善，采用了槽下过筛和自动上料，上料能力比人工操作每小时提高5批料，入炉矿含粉率降到6%左右，改善了高炉料柱透气性，与改造前相比，降低焦比2%，产量提高3.4%。

2 改进工艺、提高风温

高风温可增加炉缸热量，降低焦比，为

提高风温，他们做了大量工作。

2.1 改进热风炉结构

原每座高炉配有三座考贝式热风炉，蓄热面积小，煤气含尘量高，燃烧室易结瘤，格子孔堵塞，蓄热能力差，温度只有700℃左右。为解决这些矛盾，一方面改善煤气质量，同时利用大修之机，先后采取缩小格子孔、异型砖等措施，扩大单位蓄热面积。由于考贝式热风炉结构本身存在许多缺陷，如燃烧室易变形，隔墙“短路”以及气流分布不均等，导致热风炉寿命缩短，限制风温进一步提高。为克服这些缺陷，进一步探讨新型热风炉，在北京钢铁设计院的帮助下，于1971年8月将四号热风炉改成外燃室热风炉。比改造前风温提高30~50℃，达到1100℃左右。生产实践表明，外燃式较考贝式热风炉有明显的优越性，但存在着占地面积大等缺点，由于厂平面布置的限制，不利于老厂改造。为克服这些缺点和进一步提高风温，在有关研究单位的支持下，1975年12月建成投产三座顶燃室热风炉，并采用了陶瓷燃烧器。为便于操作，还采用了液压换炉等新技术。使热风温度稳定在1100℃左右。

2.2 改造除尘系统，改善煤气质量

改进热风炉结构为提高风温创造了条件，而从根本上要改善煤气质量，提高发热值。为改善煤气质量，降低煤气中含尘量，增建了洗涤塔文氏管，灰泥捕集器和旋风脱水器，使每立方米煤气中含尘量降到20毫克左右。湿法除尘，煤气中含水量大，使煤气发热值降低，还要消耗大量工业水，并造成环境污染，为此又采用了布袋除尘新工艺，使煤气中含水、含尘降低，煤气温度高，可大幅度提高风温。

2.3 创造热风炉自身余热法

随着精料工作和高炉操作技术的提高，焦比不断降低，从而高炉煤气发热值也日趋下降。所以提高煤气燃烧温度，已成为强化热风炉，提高热风温度的关键。济铁没有焦炉煤气和其它燃料来富化高炉煤气作为热风炉用

燃料。能否用低发热值的高炉煤气来获得高风温呢？他们从本厂实际出发，组织技术人员攻关，于1966年研究成功热风炉自身余热法。它是利用热风炉向高炉送风后的余热预热助燃空气，大量增加助燃空气带入的物理热，提高煤气理论燃烧温度至1600℃以上，从而获得1200~1300℃的高风温。将低温热能转化为高温热能，在使用单一低热值高炉煤气时，可提高风温100℃，烟道温度降低，热风炉热效率可提高4%。这是一个很有经济价值和前途的方法，该工艺荣获国家三等发明奖。

3 增加喷吹，降低焦比，提高效益

高炉接受高风温是有条件的，风温过高产生炉缸过热，出现崩料，使炉子难行。喷吹煤粉需要热补偿，高风温和喷煤相结合，形成一个体系，可取长补短，效果更佳。为使高炉接受高风温大力降低焦比和提高经济效益，他们在学习兄弟厂经验的基础上，自行设计建成喷煤工程，于1980年7月投产。因喷煤降低焦比，1980年下半年为42公斤，1981年为58公斤。喷煤后炉缸工作改善，炉况顺行，每炉每月的崩、座料次数分别由80年上半年的18.9次和2.75次下降为4.3次和0.75次，81年又降为2.0次和1.1次。生铁质量也有所改善，吨铁成本降低2.50元，1981年仅喷煤带来的经济效益为42万元。

他们利用高炉喷煤设备，在沈阳燃料设备厂的协作下，1982年8月份在33米²烧结机上利用无烟煤粉点火成功，代替了用重油点火，为烧结机点火用燃料开创新途径。为了尽可能减少对生产的影响，事前做了大量准备工作，技术人员昼夜奋战在现场，使原计划一个月建成的工程，从停机到点火生产只用了4天时间，一次点火成功。该项目投资为19万元，以煤代油降低成本年收益21万元，全部投资一年内可回收。

4 采用和改进汽化冷却

1966年3号高炉投产后，因天旱水紧，

工业冷却水温度达42度,致使三座高炉风口频繁烧坏。为扭转这种被动局面,提出了能否采用汽化冷却的课题,于当年8月在3号高炉上,利用原工业水冷却壁,采用了强制循环方式的汽化冷却。在总结经验和有关设计单位帮助下,1970年在2号高炉中修时,改为排管式自然循环冷却壁。生产中暴露出这种结构更换困难,局部漏水影响面大等缺点,所以在2号和4号高炉大修时又改为单管式冷却壁。

顶燃室热风炉使热风阀标高较改造前提高14米,水压低,水量小,冷却强度大大降低,一年烧坏42个热风阀,高炉经常处于休风待阀的状况。他们在总结高炉汽化冷却的基础上,1977年2月又改进热风阀结构,采用汽化冷却,使热风阀寿命由9个月延至2年。

济铁的实践表明,汽化冷却较水冷可节水、节电80%左右,一座高炉及其热风炉年收益12万元。

5 小 结

综上所述,济铁技术改造的经验可归纳以下几点:

5.1 有计划、分步骤、系统地改造。为改善环保和提高烧结矿质量,由土烧结逐步改为烧结盘,烧结机;烧结原料混合和高炉

槽下过筛的结合,确保精料工作;为提高风温,采用了布袋除尘,陶瓷燃烧器,外燃、顶燃室热风炉以及创造了热风炉自身余热法;为配合高风温,采用喷煤技术,取得更佳的效果。

5.2 因地制宜,讲求实效。可以说这是济铁技术改造成功的关键所在。为节省昂贵而短缺的重油,利用已有的高炉喷煤设备,仅用4天时间完成以煤代油用于烧结机点火的改造。这种向技术、向设备、向时间要经济效益的精神是可贵的。

5.3 注重技术进步。他们在积极采用新技术上,不是生搬硬套,而是结合本厂实际,注重技术进步和创新。正是在这种指导思想下,创造了热风炉自身余热法,无烟煤粉点火在烧结机上的应用等新技术、新工艺。

5.4 逢修必改。他们的技术改造项目基本上都是利用大、中修之机进行改造的,做到了大修大改,小修小改。热风炉结构,汽化冷却都是几经改进,使其逐步完善。

5.5 充分发挥科技人员的作用。他们重视技术和技术人员,不仅合理使用科技人员,而且还组织各工种的工人进行技术学习和考试,开展岗位练兵活动,使新技术得以推广应用。

(原载《炼铁》,刊出经作者修改)

冷水江铁厂技术改造及其成效

王 志

我厂现有两座100米³高炉以及相应的原料、动力、机修系统,年产铸造生铁10万吨。通过几年来的技术改造后,炼铁生产能力达到11万吨,主要技术经济指标已显著改

善(见表1)。企业从83年开始扭亏为盈,实现利润165万元;84年利润380.8万元。

为了进一步搞好我厂技术改造工作及挖掘技术改造潜力,充分发挥技术改造在企业

表1 近年来冷铁高炉主要技术经济指标

时间 (年)	79	80	81	82	83	84
项目						
产量(吨)	93127	90500	88971	99593	95343	110944
利用系数 (吨/日·米 ³)	1.55	1.67	1.53	1.66	1.69	1.85
合格率(%)	99.52	99.36	99.45	99.91	99.91	99.96
冶炼强度 (吨/日·米 ³)	1.06	0.98	0.90	0.99	0.96	1.03
矿石品位(%)	49.20	47.90	48.49	48.09	46.22	46.50
熟料比(%)	51.61	55.36	47.67	48.18	46.49	55.83
风温(℃)	877	886	932	967	983	995
煤气CO ₂ (%)	8.84	10.39	11.96	12.01	10.81	10.78
生铁(Si)(%)	3.32	2.47	1.95	2.25	2.31	2.10
焦比(公斤/ 吨铁)	787	721	648	596	585	584
煤比(公斤/ 吨铁)	51	37	87	113	127	110
熔剂比(公斤/ 吨铁)	250	124	121	73	30	55
碎铁比(公斤/ 吨铁)	46	84	68	87	156	141

管理中的作用,为此,本文对冷铁几年来主要技术改造情况及其效益,评述如下。

1 主要改造内容

1.1 原料系统

长期以来,我厂用矿无可靠基地,高炉吃矿靠外购,来源多、品种多、品位低、质量差,给高炉生产带来了很大困难。在这种条件下,能否提高矿石质量,如何提高质量,结合我厂现实情况,在77年实施高架料仓和槽下筛分技术措施的基础上,对现有原料系统进一步采取了“粗粮细作”的办法,主要措施有:

1.1.1 整粒:改造前,生矿粒度偏粗。80年开始改造原矿破碎系统,增加圆锥破碎机,同时实行闭路回破,粒度由原来大部分为70至80毫米缩小到5至40毫米,同时加强水洗,减少原矿泥杂粉末,成品矿石中小于5毫米的一般降低到5%以下。82年底为进一步缩小粒度规格,又进行了第二次改造,筛孔上限进一步缩小到30毫米,生矿粒度更趋

均匀化,给高炉操作带来的好处是改善了料柱透气性,增加了矿石表面积,使煤气热能和化学能得到更充分利用,为高炉强化冶炼打下了可靠基础。

1.1.2 混匀:80年前,生矿破碎后的粉矿由于未经处理没有得到合理利用,造成大量粉矿积压,为了充分利用厂内粉矿,80年初对原料场进行了一次较大的改造,安装矿粉水力旋流设施,扩大原料场,采用抓斗吊,对矿粉实行平铺截取,分类堆放,为矿粉中和混匀,稳定烧结原料成分创造了条件。矿石通过整粒、混匀后,高炉在使用生矿和烧结率各50%时,经这些处理措施后,炉况波动减少,煤气利用提高2.5%,相当于降低焦比50公斤。

1.1.3 高碱度烧结矿:80年初自行设计、制造、安装环磨机一台,专供烧结粉碎熔剂粉用。同年4月开始试验高碱度烧结矿,6月正式使用,烧结碱度(CaO/SiO_2)由1.15提高到1.70。使用高碱度烧结矿后,7月份焦比比3月份降低了76公斤。其中,石灰石用量减少了48公斤,煤气利用改善,二氧化碳提高1.91%,两项降低焦比达56公斤。为了进一步发挥高碱度烧结矿降低焦比的潜力,81年8月和83年1月,已分别将碱度提高到2.00和2.50。实践证明,高炉用碱度2.50的烧结矿后,在风温高于1000℃条件下,喷煤得到大幅度强化,高炉易于操作,入炉生熔剂降低到10公斤以下,生铁产量提高15.4%,燃料比降低34公斤,获得增铁节焦的显著效果。

1.1.4 提高熟料率:为了充分挖掘现有设备潜力,大力提高烧结矿产量,通过分析流程中存在的几个关键问题,83年提出了改造措施,其中主要是增加破煤设备,原煤经破碎后进入配料仓;混料筒加大加长,混料时间由10秒延长至1.5分钟,风机负压加大,改进抽风道和烟道布局,提高抽风机负压;环磨机前增加锤式破碎,提高熔剂粉产量,为高碱度烧结矿进一步提供充足的熔剂

粉。经过84年系统改造后,烧结生产已取得初步效果。改造后熟料比提高10.7%,降低焦比20.9公斤,占降低因素的40.3%。全月实际焦比上升5公斤,校正焦比下降了32.7公斤。

1.2 热风炉改造

我厂原热风炉系58年100米³高炉定型设计,设备陈旧,受热面积小,寿命短,大修频繁,其他条件也差,风温上不去,长期维持800~900℃,焦比高达750~800公斤。

针对我厂热风炉存在的实际问题,我们采用了适当改造热风炉的内部结构,扩大受热面积,强化热交换;外部采用合适的隔热保温措施,尽量减少损失;烟道安装热管余热回收装置,提高助燃空气温度;采用陶瓷燃烧器,强化燃烧制度;工艺上采用合理的燃烧操作制度等。自80年开始,借热风炉大修机会,每年改造一座或两座,到目前为止,两座高炉热风炉已改造五座。费用基本与大修差不多。改造后,提高风温效果显著。84年平均风温为995℃,比79年提高了118℃,相当于降低焦比34.5公斤。风温高,喷煤量大,焦比低,炉况顺利。

1.3 喷煤改造

我厂原喷煤设施条件较差,设备能力小,磨煤制粉效果也不太好,影响高炉正常喷煤。为了使高炉获得较大的喷煤量与好的生产效果,80、82年先后两次对原喷煤系统进行了较大的改造。主要改进措施是:

1.3.1 改造煤粉输送系统,由单一风力输送改为风力、机械输送相结合。球磨机后大部分细粉通过绞龙送斗式提升机,然后进入煤粉仓;少部分由风力抽送进入旋风和布袋除尘器,再进煤粉仓。大大减轻了风扫收尘系统负荷,提高了布袋寿命,也提高了球磨机生产能力。

1.3.2 木屑分离器,由鸡毛筛、振动筛改为双层钢丝圆筒筛,具有设备简单,维修方便,耗电少,分离效果好等优点。

1.3.3 电子秤,原贮煤罐与喷吹罐所用

的软联接,由橡皮质改为帆布制作,再配用XWC-300型电位差记录指示仪表,达到自动连续记录,计量误差小,生产操作方便。

1.3.4 球磨机外加消声罩,消声效果由117分贝降到90分贝以下,改善了劳动条件。

全系统经过改造后,煤粉质量、数量基本可以满足高炉生产要求,83年喷煤127公斤,焦比下降到585公斤。

1.4 高炉内衬材质改造

为了提高炉衬寿命,在分析和总结冷铁多年生产实践经验基础上,80年3号高炉大修时,对高炉本体作了两项大的改进:

1.4.1 采用自焙炭砖炉衬。在76、78年初步实施自焙炭砖炉衬基础上,进一步采用了炉底至炉身中部全部为自焙炭砖,经过近几年生产实践检验,效果较好。

1.4.2 炉体喷水冷却改为汽化冷却。从炉底到炉身中部用108根排管上下直通,并与炉身中部支梁式水箱串联排列,全炉直管分为四段:第一段炉底为直通钢管;第二段炉缸为光面冷却壁;第三段炉腹为镶砖冷却壁;第四段炉腰至炉身下部为直通钢管。

1.5 风机改造

我厂两座100米³高炉,共用三台2J-0.75型汽轮透平风机。该机系58年产品,设备陈旧,效率低。根据运行状况分析,实际功率只有600多千瓦,未达到满负荷生产,决定对原汽轮风机机壳稍许加工,叶轮适当加大加宽的办法来提高运载负荷,达到提高风压风量目的。风机设计参数:进口流量 Q_j :380米³/分;进口压力 P_j :0.99大气压;进口温度 t_j :20℃;出口压力(绝压) P_c :2.1公斤/厘米²;需用功率 N :740千瓦;主轴转速 n :6500转/分。风机转子设计制造委托西安鼓风机厂,84年5月初在我厂安装投产,经过半年生产检验,运转正常,效果良好。基本达到设计要求。

1.6 渣池改造

我厂原料冲渣工艺存在缺陷,废水直接排放江河,既破坏了环保,又损失了大量水