

鞍钢11号高炉开炉实践

高光春 主编

辽宁科学技术出版社

前 言

高炉开炉从热风炉和高炉烘炉、冷却设备试水和高炉试压、设备单体和联合试车到高炉装料和开炉,以及送风点火后的操作,是件十分复杂而又非常系统的工作。这一系列工作的好坏,甚至有一个环节失误,都将对高炉正常生产和一代寿命产生重大影响。

11号高炉是鞍钢最大的高炉之一。这次改造性大修,有效容积扩大到 2580m^3 ,采用了20几项新工艺、新设备和新技术,可谓当前鞍钢炼铁厂原燃料质量和装备水平最高的一座高炉。如何开好和管好这座新型高炉,对投产后各项生产技术指标预期达标,具有重要意义。

为了开好11号高炉,根据该高炉的工艺设备和技术特点,我们组织了厂内外炼铁生产科技人员,系统地总结了鞍钢炼铁厂40年来的开炉经验,制订了开炉工作网络计划和各种工艺、设备及开炉规程,并吸取了兄弟厂有关无料钟操作和设备维修经验。由于采取了上述措施,基本上做到了开炉顺利,预期达标。

本书共四部分:第一部分,鞍钢11号高炉工艺、设备和技术简介;第二部分,11号高炉开炉计划与实践;第三部分,11号高炉开炉总结;第四部分,11号高炉开炉资料汇编。本书为实践经验的总结,内容丰富,可供从事炼铁生产的科技人员使用,也可供大中专毕业生见习期学习参考之用。

1992年4月15日



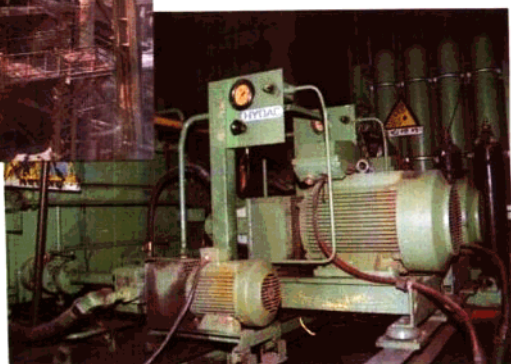


鞍钢11号高炉全景



串罐无料钟

11号高炉炉
顶液压站

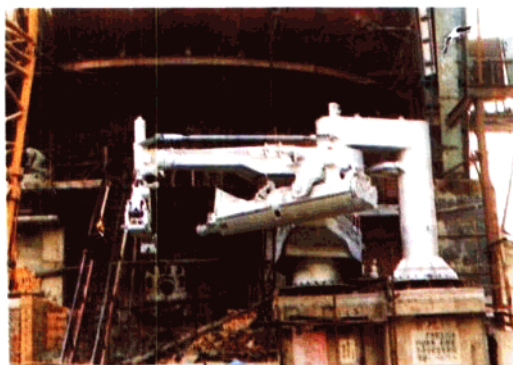


远眺11号高炉无料钟



安装中的串罐无料钟

钻锤式开口机和液压矮炮



主 编 高光春

副 主 编 张万仲

主 审 许冠忠

审稿人员 钟成芬 段文德

责任编辑 马 骏

编辑人员 邹有武 南瑞云 杨树云

袁晓青 肖 华

描图校对 张德馥

目 录

第一部分

鞍钢11号高炉工艺、设备和技术简介……………高光春 (1)

第二部分

11号高炉开炉计划与实践

……………高光春 张万仲 田亚军 (32)

第三部分

11号高炉开炉总结……………高光春 (107)

第四部分 11号高炉开炉资料汇编

11号高炉无料钟布料的模型实验……………安云沛 (123)

11号高炉无料钟装置功能验收……………邓学铮 肖崇恕 (150)

11号高炉串罐无料钟布料实践……………魏 顺 张万仲 (169)

串罐无料钟装料设备的维修……………凌 琦 (184)

高炉无料钟炉顶操作故障的诊断和处理……………刘云彩 (194)

无料钟高炉的煤气操作……………张万仲 (202)

高炉超高压操作规律的探讨……………肖崇恕 (220)

对无料钟炉顶溜槽传动的分析……………汪 教 (236)

液压泥炮机构分析……………任世臣 (249)

球团矿在高炉冶炼上的应用……………刘秉铎 (267)

11号高炉软水闭路循环冷却工艺……………杨淑琴 (286)

新型炮泥的研制……………吴延辉 (303)

第一部分

鞍钢11号高炉工艺、设备和技术简介

高 光 春

(鞍钢炼铁厂)

为满足鞍钢发展要求,鞍钢在“七五”期间将新建年产200万t球团车间,三烧易地改造,年产冷烧结矿500万t。三排两座高炉将进行相应的改造,炉容均分别扩大到 2580m^3 ,年产生铁380万t。11号高炉改造拉开了鞍钢高炉改造的序幕,指明了鞍钢高炉改造的方向,对扭转鞍钢落后局面,完成“八五”计划目标都具有重大意义。11号高炉总平面布置如图1—1所示。现将改造情况介绍如下。

§ 1 设计技术经济指标

1.1 原料条件

设计采用高碱度烧结矿和酸性球团矿综合炉料结构。槽上冷烧结矿经4次整粒筛分,槽下入炉之前进行一次筛分, $<5\text{mm}$ 粉末 $<5\%$ 。理化性能见表1—1。

1.2 焦炭性能

焦炭质量无明显改善,灰分 $>14\%$, M_{40} 73%左右。粒度 $>80\text{mm}$ 进行破碎筛分,主要物理性能见表1—2。

1.3 主要技术经济指标

1—高炉；2—东出铁场；3—西出铁场；4—热风炉；5—荒煤槽；6—补器；7—一文；8—一文；9—中心受焦槽；10—J₁通廊；11—14号转运站；12—J₈通廊；13—13号转运站；14—J₈通廊；15—12号转运站；16—J₆通廊；17—11号转运站；18—J₆通廊；19—球团矿槽；20—K₁通廊；21—2号转运站；22—K₂通廊；23—3号转运站；24—主煎室；25—4号转运站；26—K₁通廊；27—5号转运站；28—6号转运站；29—7号转运站；30—K₅通廊；31—17号转运站；32—8号转运站；33—Q₁通廊；34—17号转运站；35—Q₁通廊；36—Q₂通廊；37—高炉矿槽；38—K₁通廊；39—大J₁通廊；40—称量室；41—传动站；42—上料主皮带通廊；43—FJ₁通廊；44—FK₁通廊；45—F13号转运站；46—FJ₂通廊；47—F14号转运站；48—FK₂通廊；49—F15号转运站；50—FJ₃通廊；51—FK₃通廊；52—焦粉仓；53—FK₃通廊；54—总降压变电所；55—炉后变电所；56—2号变电所；57—球团除尘楼；58—炉前除尘楼；59—球团除尘楼；60—矿槽除尘楼；61—2、3号除尘楼；62—称量除尘楼；63—焦粉仓除尘楼；64—11号转运站；65—8号转运站；66—称量除尘楼；67—空压站；68—高压水泵站；69—污水站；70—电梯

站；46—FJ₂通廊；47—F14号转运站；48—FK₂通廊；49—F15号转运站；50—FJ₃通廊；51—FK₃通廊；52—焦粉仓；53—FK₃通廊；54—总降压变电所；55—炉后变电所；56—2号变电所；57—球团除尘楼；58—炉前除尘楼；59—球团除尘楼；60—矿槽除尘楼；61—2、3号除尘楼；62—称量除尘楼；63—焦粉仓除尘楼；64—11号转运站；65—8号转运站；66—称量除尘楼；67—空压站；68—高压水泵站；69—污水站；70—电梯

图1-1 11号高炉总平面图

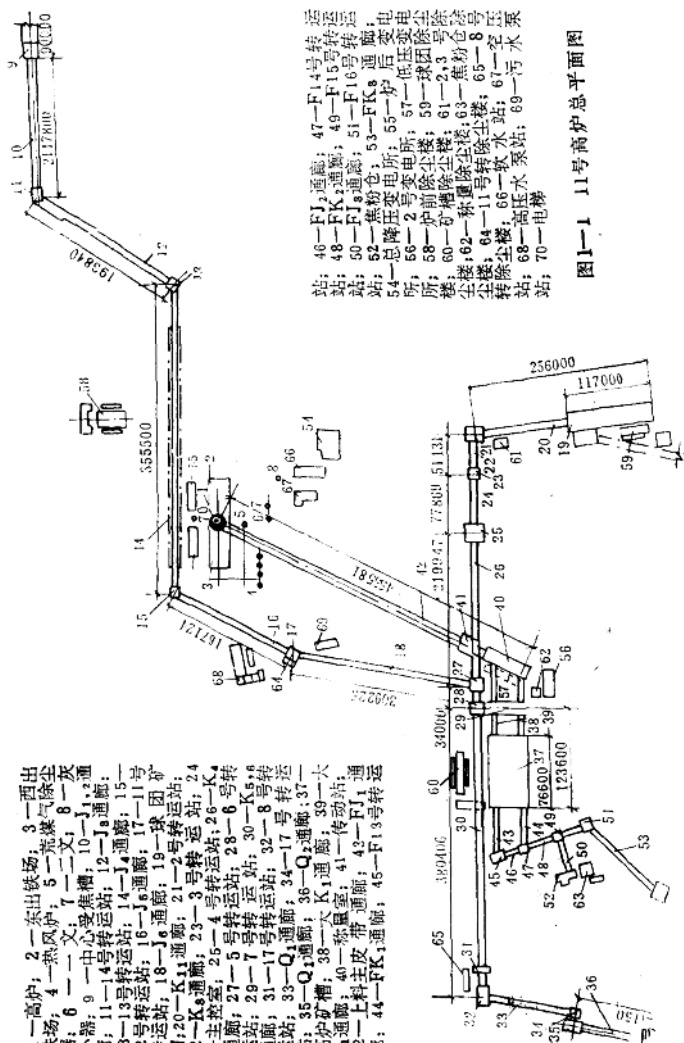


表 1—1

原 料 条 件

项 目 原 料	TFe %	碱 度 CaO/SiO ₂	FeO %	粒 度 mm	配 比 %	温 度 ℃
烧 结 矿	50.05	1.80	11	5~50	70	150
球 团 矿	61.08	0.08	1	5~16	30	
混 合 矿	53.58	1.30	8			150

表 1—2

焦 炭 物 理 性 能

项目 名称	灰 分 %	挥 发 分 %	水 分 %	强 度, %		>25mm %	>80mm %
				M ₄₀	M ₁₀		
焦炭	14.08~14.3	1.25~1.40	4.2	73	≤ 9.0	93	15.8

- (1) 高炉有效容积2580m³;
- (2) 高炉利用系数2.0t/(m³·d);
- (3) 入炉焦比420kg/t, 煤比100kg/t;
- (4) 年工作日355d, 年产生铁183万t。

§ 2 槽上供料系统

2.1 矿槽分布和容量

矿槽分布和容量见表1—3。

表 1—3

矿 槽 容 量

项 目 原 料	槽 数 个	单 槽		总 槽		贮存时间
		容 积 m ³	贮 量 t	容 积 m ³	贮 量 t	
焦 炭	7	520	234	3640	1636	13h
烧 结 矿	6	445	723	2670	4339	13h
球 团 矿	6	270	526	1620	3159	25h
石 灰 石	2	260	470	520	884	9d
锰 矿	1	190	380	190	380	8d
杂 矿	1	190	320	190	320	8d
小 计	23			8830	10920	

2.2 成品矿槽

高炉成品矿槽的作用是缓解炼铁和烧结之间生产不平衡，保证高炉和烧结连续生产。矿槽容量见表1—4。

表 1—4 成 品 矿 槽 容 量

项 目 原燃料	矿 槽 数 个	容 积 m ³	总 容 积 m ³	贮 量 t	总 贮 量 t
焦 炭	28	60	1680	30	800
烧 结 矿	7	608	4256	1000	7000
块 团 矿	18	215	5670	500	9000

2.3 烧结整粒筛分

烧结矿经环冷冷却后进入整粒筛分站，经4次筛分送往炼铁矿槽或成品矿槽，见表1—5。

表 1—5 烧 结 矿 整 粒 筛 分

筛分次数 次	筛 型	面 积 mm ²	筛 孔 mm	产 品 去 向
1	固定筛	2500×6000	50	破碎后粒度< 50mm，去二次筛分站
2	振动筛	2500×8500	20	粒级20~50mm烧结矿，去成品槽或高炉矿槽
3	振动筛	3000×9000	10	粒级10~20mm去高炉，部分为烧结垫底料
4	振动筛	3000×9000	5	粒级 5~10mm 送高炉，< 5mm去烧结配料仓

2.4 槽上皮带机性能

槽上皮带机性能见表1—6。

表 1-6 皮 带 机 主 要 性 能

系 统 称 名	皮带机名称	皮 带 机 号 数	宽 度 mm	长 mm	速 度 m/s	输 送 能 力 t/h
槽 上 供 料 系 统	运焦皮带机	J ₁ , J ₂ , J ₃ , J ₄ , J ₅ , J ₆ , J ₇ , J ₈ , J ₉	1400	618, 612, 415, 750, 360, 646, 62, 51, 274,	1.6	435
	杂矿灰石皮带机	K ₁₂ , K ₁₄ , K ₁₅ , K ₁₆ , K ₈ , K ₉ , K ₁₀	1200	810, 880, 78*14, 263	1.6	1200
	烧结皮带机	K ₅ , K ₈ , K ₉ , K ₁₀	1200	810, 783, 14, 263	1.6	1200
	球团槽上皮带机	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄	1000		2.0	780
	球团槽下皮带机	K ₁ , K ₂ , K ₇ , K ₁₁	1200	535, 535, 69, 263	1.6	1200
槽 下 上 料 系 统	矿石皮带机	大 K ₁	1400	410	2.0	700
	焦炭皮带机	大 K ₁	1400	420	2.0	360
	粉矿皮带机	F _{K1} , F _{K2} , F _{K3}	650	264, 230, 273	1.0	200
	粉焦皮带机	F _{F1} , F _{F2} , F _{F3}	650	310, 165, 119	1.0	50
	上料主皮带机		1600	980	2.0	矿 2300 焦 580

*K₉为可逆皮带, 因设计问题影响生产, 已取消。

§ 3 槽下上料系统

槽下上料工艺见图1—2，设备性能见表1—7。

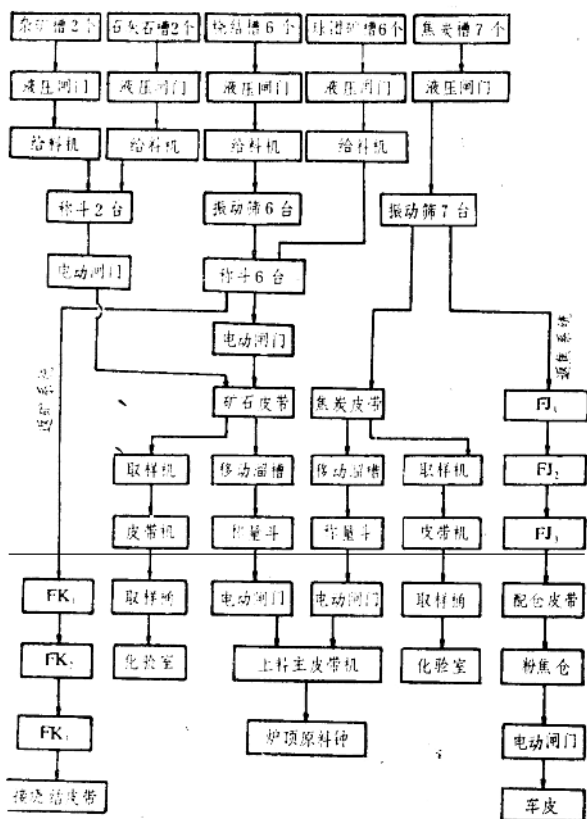


图 1—2 11号 炉上料系统工艺示意图

高炉槽下上料系统主要设备性能

表 1-7

设 备 名 称	台 数	设 备 能 力 t/h	设备特性	安 装 地 点	备 注
烧结电振给料机	6	300	电动封闭式	高炉槽下	
球团电振给料机	6	300	电动封闭式	高炉槽下	
灰石、杂矿电振给料机	4	150	电动封闭式	高炉槽下	
烧结矿振动筛	6	300	椭圆振动筛	高炉槽下	双层筛网
焦炭振动筛	7	90	直线振动筛	高炉槽下	双层筛网
矿石称量漏斗	6	14m³, 20t	电子秤	高炉槽下	
灰石、杂矿称量漏斗	2	4m³, 5t	电子秤	高炉槽下	
焦炭称量漏斗	2	43m³, 20t	电子秤	称量室	
矿石称量漏斗	2	58m³, 80t	电子秤	称量室	
B=1400mm移动溜槽	1	1700	B=1400mm	称量室	
B=1200mm移动溜槽	1	400		称量室	
槽下液压系统	1	Q=15L/min	箱式液压站	高炉矿槽下	P=10MPa
槽下润滑系统 (干油)	1	100mL/min		高炉矿槽下	P=10MPa
称量室润滑系统 (干油)	1	100mL/min		称量室	
吊车桥式起重机	1	15/3t		主皮带传动站	

3.1 焦炭系统

(1) 焦炭称斗2台，每台 45m^3 ，最大称重 20t 。

(2) 液压闸门7台，控制料流大小，具有液压和手动两种驱动装置。

(3) 焦炭筛型号为2ZKX1536直线振动筛，从美国R·S公司引进图纸和技术，由鞍山矿山机械厂制造。具有振动平稳、噪音小、筛分效率高等优点，生产能力 80t/h 。

(4) 焦炭系统皮带机能力 400t/h ，皮带宽度 $B=1200\text{mm}$ ，速度 $v=2.0\text{m/s}$ 。

3.2 矿石系统

(1) 烧结矿和球团矿对称并列二排矿槽，每排6个，烧结矿槽总容积 2870m^3 ，球团矿槽总容积 1620m^3 。

(2) 烧结矿与球团矿共用6台电子秤，每个称斗容积 14m^3 ，5个称斗一批料，最大批重 80t 。杂矿称斗2台，每台容积 4m^3 ，最大称重 8t 。

(3) 中间称斗2台，一台工作，一台备用，称斗容积 54m^3 ，最大排料速度 2300t/h 。

(4) 皮带系统能力 1700t/h ，宽度 $B=1400\text{mm}$ ，速度 $v=2.0\text{m/s}$ 。烧结和球团电振给料器能力 300t/h ，石灰石和杂矿给料器能力 150t/h 。

(5) 烧结矿振动筛系消化移植宝钢技术，公称尺寸 $1800 \times 4200\text{mm}$ ，筛体近似椭圆形运动，具有较高的筛分效率和生产效率，处理量 300t/h ，为便于检修筛子安装在可移动的台车上。

3.3 返焦和返矿系统

(1) 返焦皮带宽度 $B=650\text{mm}$ ，速度 $v=1\text{m/s}$ ，输送能力 50t/h 。

(2) 返矿皮带宽度 $B=650\text{mm}$ ，速度 $v=1\text{m/s}$ ，输送能力 200t/h 。

(3) 返矿通过皮带机运至烧结配料仓，容积 $286\text{m}^3 \times 2$ ，贮

量456t×2。

(4) 碎焦仓4个，总容积720m³，贮量360t，贮存时间24h，火车输出。

(5) 为防止皮带机事故影响生产，返矿和返焦在1号转运站下设有直接装汽车设施。

3.4 主皮带机系统

(1) 称量站设置2台矿石集料斗，容积47m³，容量80t。

(2) 称量站还设置2台焦炭称斗，容积45m³，容量20t。

(3) 主皮带为DX型钢绳芯胶带机，宽度 $B=1600\text{mm}$ ，速度 $v=2.0\text{m/s}$ ，水平长度460m，提升高度67.8m，倾角 $8^{\circ}23'03''$ ，上料能力2300t/h。

(4) 主皮带采用双滚筒四机驱动，电机功率250kW。

3.5 监控设施

(1) 皮带机可实现自动、手动和机旁操作三种工作制度。在中央主控室内由电子计算机和可编程序控制器实现过程的自动和手动操作，也可在机旁进行手动。

(2) 皮带机系统设有料位计，除铁器，电子秤，中子测水仪，皮带纵向撕裂、跑偏、打滑、防堵和事故拉线开关等安全保护装置。

(3) 槽下上矿上焦皮带和主皮带等部位设置了工业电视机，以监视皮带机运行情况。

(4) 槽下矿石和焦炭皮带机头部设有取样装置，对入炉前的炉料进行检验。

(5) 槽上下各转运站、振动筛和各产生点均设有除尘设施。

§ 4 高炉本体特征

4.1 高炉结构

4.1.1 高炉内型

(1) 炉容由2025m³扩大到2580m³，高径比 $H_0/D=2.45$ ，

炉身角 80° ，趋于矮胖炉型。

(2) 风口30个，风口间距1367.6mm，适于高炉强化冶炼。风口采用高压偏心、贯流形式，前站水速16~20m/s。

(3) 风口设备形式采用仿宝钢式，支管系统由三段改为二段，并安装波纹膨胀器。风口大套采用铸钢件不冷却与炉皮焊在一起。

4.1.2 渣铁口

(1) 两个出铁口和两个出铁场。

(2) 出铁口通道用异型砖砌筑，倾角 10° ，标高10500mm。

(3) 风口平台南侧两个出渣口，标高相差200mm。

4.1.3 炉身上部安装煤气取样机

(1) 取样机功能是测炉内径向煤气成分和温度。

(2) 取样器为液压传动，微机控制，自动分析煤气成分。

4.1.4 炉顶打水装置

(1) 炉顶打水在12个方向配12个喷嘴。

(2) 水压1.6MPa。

(3) 可自动和手动操作，自动时炉顶温度 300°C 时开始打水， 200°C 时停止。

4.2 冷却结构形式

4.2.1 冷却设备结构

(1) 炉基采用40根直径89mm无缝钢管通水冷却。

(2) 炉底和炉缸共5段光面冷却壁，工业循环水冷却。

(3) 炉腹以上为8段镶砖冷却壁，除6段外全部带有凸台，单独通水冷却。每层冷却壁48块，每块通4根 $\phi 70 \times 6$ 水管冷却，水从6段进入，13段排出，总共 $48 \times 4 = 192$ 根水管。

(4) 冷却壁材质为高韧性球墨铸铁，性能见表1—8。

4.2.2 软水冷却参数

(1) 高炉各部位热负荷。炉腹以上冷却壁99.2GJ/h，炉底水冷管4.3GJ/h；合计103.5GJ/h，热风炉热风阀13.8GJ/h。

表 1—8

高韧性球墨铸铁性能

型 号	抗拉强度 MPa	伸 长 率 %	龟裂前热 循环次数	熔 点 ℃	导热系数 W/(m·℃)
FCD	390	20	203	1150	29.12~34.9
GGG	390	20	250	1150	34.9~40.7

(2) 软水量平衡。炉腹以上冷却壁2739t/h，冷却壁凸台784t/h，热风炉热风阀750t/h，炉底水冷管347t/h，每小时补水量2t/h。

(3) 各部位水温差。炉腹以上平均6.19℃，热风炉热风阀4.40℃，炉底水冷管2.75℃，平均升高5.6℃，平均供水温度55℃。

(4) 水压。总循环水压0.6MPa，6段以上冷却壁0.4~0.5MPa，冷却壁凸台0.4~0.5MPa，炉底水冷管0.4~0.5MPa。

(5) 水速。总循环水速1.9m/s，6段以上冷却壁1.5m/s，凸台冷却壁2.0m/s。

(6) 软水标准。总硬度<0.035，硅酸根<70mL/L，pH 7.6，氯根<600mL/L，导电率<0.055，固溶物5~10mL/L。

4.2.3 工业水冷却参数

(1) 1~5段冷却壁采用工业净循环水冷却，水压0.6~0.8MPa，水量1200t/h。

(2) 风口和渣口采用高压水冷却，水压1.6MPa，水量665t/h。

(3) 炉顶打水，水压1.6MPa。

4.3 高炉耐火材料

4.3.1 炉底

(1) 炉底水冷管上方填充高导热炭素材料。