

# 首钢迁钢 1 号高炉中修降料面生产实践

王卫平 路飞 徐士成

(首钢迁钢公司炼铁厂)

**摘要** 对迁钢 1 号高炉中修降料面操作经验进行了总结, 通过空降料面至风口带, 掌握了大型高炉降料面的操作要点, 保障炉墙的顺利喷涂, 通过对扒料和烘炉的周密组织, 实现了安全开炉和顺利达产。

**关键词** 高炉 中修 降料面 喷涂

迁钢 1 号高炉 (2650m<sup>3</sup>) 2004 年 10 月 8 日开炉投产。2008 年, 受金融危机的影响, 钢铁行业出现全面亏损的状态, 为此公司决定 2008 年 10 月 21 日至 11 月 5 日对 1 号高炉进行为期 15 日的中修, 主要工作是降料面至风口带, 对炉身及炉腰进行喷涂, 更换炉顶称量斗支架、气密箱、十字测温大杆和仓下 N1 大皮带。

为了降料面的顺利进行, 高炉于 10 月 20 日 8:18~12:04 进行小修, 安装打水及煤气取样管, 并进行料面预降, 12:04 高炉送风后开始降料面, 10 月 21 日 5:00 高炉停风, 降料面工作结束。11 月 6 日 7:58 高炉送风, 11 月 8 日第 7 批负荷加至 4.07, 第 142 批负荷加至 5.21, 计算焦比达到 310kg/t, 标志着中修结束。本文旨在总结迁钢 1 号高炉中修降料面、喷涂、烘炉的成功经验和分析暴露出的不足之处, 为以后类似的停风检修提供借鉴。

## 1 小修停风

迁钢 1 号高炉此次采用逐步退负荷、缩矿批的方式, 每次间隔 8 小时, 最终退至全焦负荷。18 日由于炉况表现较差, 风量不全, 压差高, 炉温难做, 于是提前退负荷、缩矿批, 确保炉况顺稳。具体退负荷情况见表 1。

表 1 小修前炉内退负荷及料批更改情况

日期	时间	批次	批铁量	焦炭 干基	矿 批	结 矿	氧 球	澳 矿	锰 矿	萤 石	负 荷
10 月 17 日	10:00	73 批下调生矿	38.9	11.7	63	46.5	10.5	6	0	0	5.38
10 月 18 日	22:50	161 批退负荷	38.2	12.0	62	46.5	9.5	6	0	0	5.17
10 月 19 日	9:00	66 批加停风料	37.2	12.4	62	48.5	7	5	1.5	0.3	5.00
10 月 19 日	17:00	122 批退负荷	36.1	15.0	60	45.5	8	5	1.5	0.3	4.00
10 月 20 日	1:00	7 批退全焦、焦丁停用	36.3	20.3	58	35.0	17	6	0	0.3	2.86

考虑到煤粉用量的变化, 10 月 19 日 15:40 氧气用量从 11000m<sup>3</sup>/h~8000 m<sup>3</sup>/h, 19:40 降至 5000 m<sup>3</sup>/h, 煤粉量低于 20t/h 高炉停止富氧。20 日 6:20 分煤粉喷空, 第 32 批高炉开始加入 6 批盖面焦, 共计 122.4t, 盖面焦加完后不再加料, 所用焦炭全部为干熄焦。6:35 顶压转阀组控制, 高炉计划小修, 炉顶安装 8 根打水, 炉前更换 1#坏风口及 28#吹管 (停风过程中 28#吹管进渣铁), 12:04 高炉送风, 开始降料面, 雷达探尺 (西尺) 显示 8.5 米, 小修计划 4 h, 实际时间共计 3 小时 46 分钟。

表 2 停风小修前出铁情况

日期	出铁时间	出铁间隔/min	出铁位置	[Si]/%	物理热/℃
10 月 19 日	23:43~2:00	137	北场	0.6	1494
10 月 20 日	2:09~5:06	177	南场	0.96	1525
10 月 20 日	5:30~8:18	168	北场	0.52	1510

高炉采用逐步退负荷、缩矿批的方式，最终退至全焦负荷，保证小修前炉况顺行，炉温充足，渣铁物理热充沛，且小修前几次铁的时间均 2 个小时以上，不存在亏渣铁现象，皆为顺利停风创造了条件。由于加盖面焦时间掌握较早，所以料面较深。

## 2 降料面

### 2.1 降料面过程

10 月 20 日 12:04 分高炉小修送风后，开始降料面，21:09 分高炉停气，21 日 4:05 分 1#、2#、4# 风口开始见空，4:40 分全部风口见空，于 5:00 分高炉停风，本次降料面累计打水 1205 吨。具体降料面情况见表 3。

小修送风后，共发生较大爆震 4 次，塌料一次。尤以 20:03 分的爆震最为严重，致使 6 个风口进焦炭。所以压量关系的掌握非常关键，遇有风压缓慢爬坡，应坚决减压控制风量。

表 3 降料面记录及各参数的变化情况

时间	雷达探尺 m	累计风量 m <sup>3</sup>	风量 m <sup>3</sup>	风温 ℃	风压 Kg/cm <sup>2</sup>	顶压 Kg/cm <sup>2</sup>	指数	顶温/℃					风速 m/s	动能 W
								西北	西南	东南	东北	顶温平均		
20 日 13:00	8.66	100380	1673	949	0.85	0.65	2601	444	462	447	525	393	174	1806
20 日 14:00	11.13	225540	2086	901	1.4	0.64	5439	472	455	447	468	456	158	1837
20 日 15:00	12.99	421380	3264	884	1.88	1.19	4739	474	487	487	504	479	206	5091
20 日 16:00	14.99	616440	3251	892	2.05	1.45	5382	519	481	477	470	489	195	4538
20 日 17:00	16.54	836100	3661	891	2.13	1.46	5431	485	438	427	425	482	214	6145
20 日 18:00	17.71	1039620	3392	877	1.85	1.28	5922	394	436	380	371	448	215	5753
20 日 19:00	18.27	1228920	3155	862	1.62	1.13	6439	469	463	436	430	408	215	5334
20 日 20:00	19.52	1402680	2896	895	1.43	0.99	6624	422	388	361	381	465	219	5083
20 日 21:00	22.1	1548780	2435	870	0.98	0.59	6219	326	222	313	329	378	220	4311
20 日 22:00	21.77	1689300	2342	895	0.68	0.26	5626	468	475	461	484	384	255	5566
20 日 23:00	20.77	1812240	2049	957	0.55	0.2	5816	466	453	433	510	469	253	4582
21 日 0:00	—	1932420	2003	958	0.56	0.22	5929	449	503	452	422	457	247	4467
21 日 1:00	—	2073720	2355	956	0.72	0.3	5600	508	460	422	450	438	263	5950
21 日 2:00	—	2215920	2370	954	0.71	0.3	5759	436	360	368	397	470	265	6115
21 日 3:00	—	2360880	2416	958	0.7	0.31	6245	450	381	423	477	436	274	6629
21 日 4:00	—	2505720	2414	973	0.69	0.3	6265	460	502	423	435	451	279	6868
21 日 5:00	—	2647200	2358	996	0.59	0.21	—	402	389	360	338	391	293	7410

小修停风前炉况的顺行，充沛的炉温和物理热以及炉外及时出净渣铁，保证了料面顺利降到风口带，但中心焦炭堆尖较大。从实际操作过程看，本次降料面全焦负荷矿批 58t 是比较合适的，但由于退负荷幅度大，需要减煤、减氧、停氧，容易造成气流不稳，可以考虑在退第二步负荷时对装料制度进行适当调整，可以避免此次小修停风时 28# 吹管进渣铁以及降料面过程中发生爆震时南面 6 个风口进焦炭，及中心堆尖过大现象的发生。

### 2.2 降料面过程中煤气分析

在实际将料面过程中，从小修送风后，一直采用大风量回收煤气的方法。通过小修时安装的煤气取样管对煤气进行取样，每半小时取样一次进行炉顶煤气成分分析，辅以判断料面的位置，见图 1。

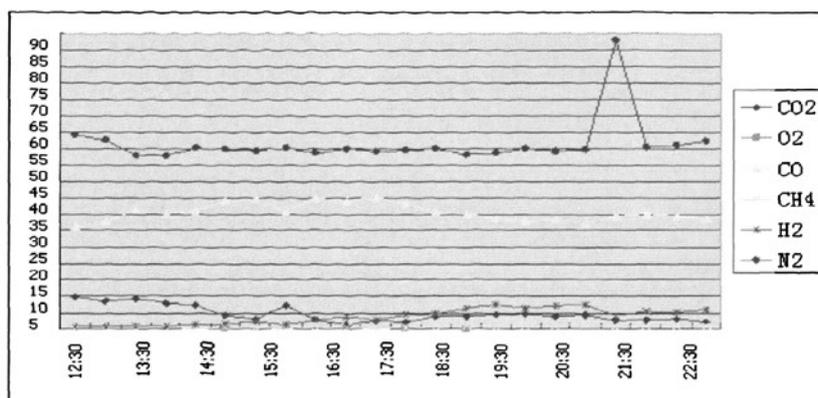


图1 迁钢1号高炉降料面过程中炉顶煤气分析

### 2.3 降料面出铁情况

停风时料线按 8.5m 计算, 则风口至料线的容积为 1727m<sup>3</sup>, 6 批盖面焦总体积为 198.6m<sup>3</sup>, 则盖面焦以下至风口的体积为 1727-198.6=1528.4m<sup>3</sup>, 每批料的体积为 58.2m<sup>3</sup>, 则炉内总铁量为 1528.4 ÷ 58.2 × 36.3 = 953 吨。

小修前最后一次铁计算 184t, 实出 640t, 多出 458t 铁, 小修后降料面两次出铁分别为 240 吨和 180 吨, 共计 420 吨, 见表 4。考虑小修后北场两次插小坑, 两次大沟储铁量共计 50 吨, 则炉缸余铁 953-458-420-50=25 吨铁, 计算与实出基本相符。降料面过程中的两次铁, 炉温充足, 物理热相对充沛, 确保了炉缸热度。

表 4 降料面过程中出铁情况

出铁时间	出铁间隔 /min	位置	实出铁量 /t	物理热/℃	炉温/℃
13: 53~15: 20	87	北场	240	1445	0.98
23: 38~5: 00	322	北场	180	1453	2.04

本次降料面基本成功, 顺利降至风口带。具体操作方面, 连续退负荷间隔时间短, 造成工长操作难度加大, 且减氧、停氧时间过早, 强度损失大。可以考虑分两步退负荷, 第一步退至 4.5~4.8, 第二步退至全焦负荷, 两次退负荷间隔大于一个冶炼周期, 减小对料速、综负的判断难度, 有利于煤粉量的掌握。出铁方面, 最后一次铁出铁时间过早, 时间过长, 加大了炉前工作量, 同时还应在个别风口见空后, 再组织出铁。

## 3 喷涂和扒料

### 3.1 喷涂

10 月 23 日 12:50~15:15 往料面上喷压火料, 共计 10 吨, 10 月 28 日 4:50~7:30 清理炉墙, 10:20~18:50 扒炉缸中心焦炭堆尖 (约 2 米左右)、清除炉墙渣皮及中缸附近渣铁粘物 4 车, 共计 80 吨。10 月 28 日 19:55~30 日 10:20 进行喷涂, 共计 38 小时 25 分钟, 喷涂料 310 吨。

### 3.2 扒料

扒料要求: 炉缸覆盖剂和反弹料必须清净, 炉缸四周扒一条环沟 2.5m 宽、1.5m 深, 南、北铁口上方渣铁残留物及焦炭必须扒净, 深度不能低于 2.0 米, 目标见铁口, 所有风口、中缸区域的渣铁残留物必须清除干净。

实际扒料情况: 10 月 30 日 10:20 分喷涂完毕后, 在拆除喷涂设备及盖大方人孔工作结束后于 12:20 分开始进入炉内扒料, 到 11 月 4 日中班扒料结束, 历经 6 天 12 个班次, 扒料 24 车, 加上喷

涂前4车, 共计28车。根据实际测量计算所扒空间在 $150\sim 160\text{m}^3$ 左右, 与拉开炉料前风口中心线以下加7批净焦基本吻合。炉缸四周所扒环沟宽2.5m、深2.0m, 南、北铁口区域向下扒至距离风口下约3.5米深, 由于时间有限, 再加上炉缸内全是红焦炭, 后期扒料难度较大, 未能扒到铁口。

#### 4 开炉前的准备

##### 4.1 回装冷却设备

11月4日23:00开始回装, 共更换30个风口、2个吹管和10个风口中套(2#、3#、4#、5#、9#、15#、16#、22#、23#、27#), 11月5日5:00回装完毕, 高炉具备烘炉条件。

##### 4.2 烘炉

高炉用热风烘炉, 升温速度按计划烘炉曲线掌握, 见图2, 同时参照其温度进行调节, 烘炉前工长提前8小时通知风机开机。高炉烘炉前值班室与洗汽、发电、铁调进行了联系, 防止切断阀不严串煤气。11月5日7:40分高炉开始烘炉, 20:05分烘炉结束, 共计12小时25分钟。

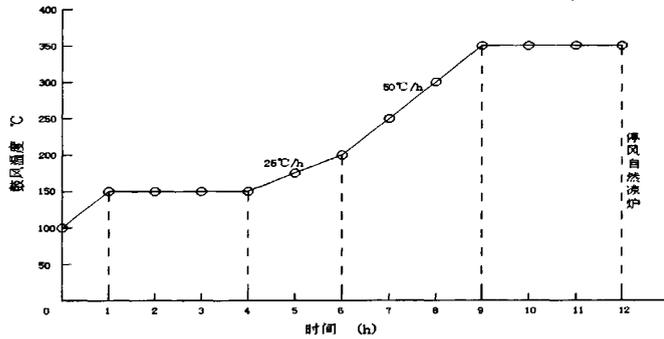


图2 迁钢1#高炉本体12h计划烘炉曲线

烘炉风温用混风调节阀控制, 送风前将热风炉冷风阀, 热风阀关闭, 混风大阀, 混风调节阀全部打开, 用冷风送风, 按计划烘炉曲线要求, 将通风的热风炉投入, 打开热风阀, 适量打开冷风阀, 向高炉兑入热风, 稳定调节提高送风温度。当冷风阀全开后, 用混风调节阀控制烘炉温度。凉炉期按风温曲线先逐步打开混风调节阀, 当混风调节全开后, 再由热风炉逐步关小通风炉的冷风阀直至冷风阀全关, 全部用冷风凉炉。

送风风量按 $1500\sim 2000\text{m}^3/\text{min}$ 控制, 送风前打开炉顶3个 $\Phi 650$ 放散阀, 送风后炉顶放散阀长开一个, 每四小时变换一次方向。炉顶温度要求 $\leq 350^\circ\text{C}$ , 当顶温超过规定时, 通过适当减风控制顶温。

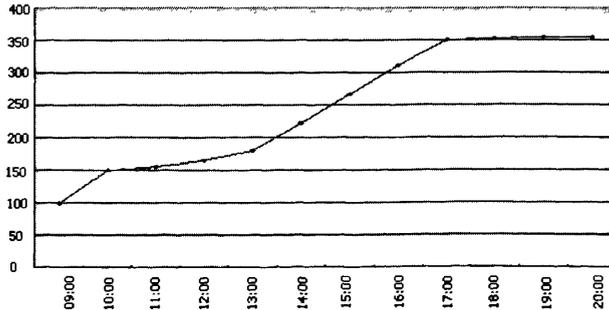


图3 迁钢1号高炉本体实际烘炉曲线

##### 4.3 拉料

11月5日21:10分开始拉料, 4:40分拉料完毕, 4:00开始测料面, 第85批正常料改多环布料,

料线（北尺 2.71m、西尺 2.62m、南尺 2.54m），观察料面呈“V”型，堆尖紧靠炉墙，中心漏斗较深，加完焦炭观察料面，焦炭堆尖距炉墙 0.5 m，测中心漏斗最低处比边缘深 2.8m，见图 4。

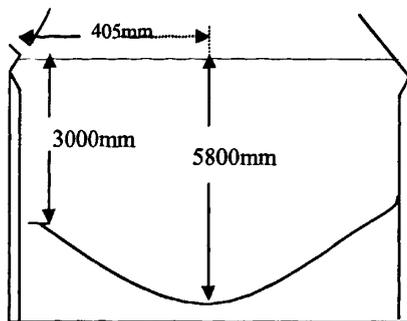


图 4 拉料后炉顶料面结构图

## 5 结语

（1）降料面整体过程的准备工作组织充分合理，炉顶打水压力稳定，在退负荷和出铁时间的细节把握上还可以进一步优化。

（2）根据计算，降料面所需总风量  $3100000\text{m}^3$ ，而实际所耗风量为  $2647200\text{m}^3$ ，再加上预降料面所耗风量  $220000\text{m}^3$ ，实际总耗风  $2867200\text{m}^3$ ，吨焦耗风值得进一步探讨。

（3）喷涂前在炉内焦炭上面盖一层铁板，即可以防止反弹料渗入焦炭，影响渣铁的渗透，又为清理反弹料节省了时间。

（4）开炉前期准备工作全面到位，扒料相对比较彻底，铁口区域空间较大，为顺利开炉奠定了基础。