# 高炉开炉、停炉、闷炉和休复风操作与保障

黄发元
13355555188@189.cn
2023年3月30日 迁安

一　前言
二　高炉开炉操作与保障
三　停炉
四　闷炉
五　休复风操作与保障
六　其他系统保障

# 一　前言

高炉开炉、停炉、闷炉和休复风操作与保障，是除高炉日常生产操作外的一系列重要操作，直接关系高炉生产和人员的安全、经济技术指标、高炉寿命，以及公司系统的生产组织平衡和经营绩效。是复杂的系统工程，是高炉炼铁生产技术与管理工作者非常重要的系列工作和基本功。

在安全顺利的前提下，追求较快的过程速度。

# 二　高炉开炉与保障

## （一）　新建或大修高炉开炉

新高炉从建成到投产，须经过开炉过程。

### 1 开炉准备

新建或大修高炉各个系统都是新建或大部分都是大修过的，因此开炉前：

1.1 要组织专业技术人员制定详细的培训教材、开工方案及能介需求、原燃料标准、技术操作规程及安全规程，经过相关专业技术人员和生产骨干（如各作业长）的讨论（讨论是对骨干最好的培训）、部门或领导审批

1.2 对人员进行成建制的系统培训，做好培训和测试记录，取得上岗证

1.3 取得各种许可证

1.4 工器具、资材准备，开炉调试备件准备

1.5 电、水、煤气、N2、压缩空气、炉前管道氧气等能源介质到位

# 二 高炉开炉与保障

1.6 各系统除了单试、联调，还要进行充分的系统联动试车、负荷试车和功能测试考核（比如风机72h测试、炉体冷却水分配调整），分工负责，发现问题及时消缺，建立问题逐项消缺动态清单

1.7 热风炉烘炉和高炉烘炉

1.8 投产备件准备

新建、大修的高炉开炉一般采用木柴或全焦开炉

## 2 开炉前条件确认

（1） 热风炉烘炉结束，所有设备已投入正常运行；责任单位：炼铁分厂、设备分厂；责任人：

（2） 高炉烘炉结束，凉炉后烘炉制作件拆除清理完毕（有的高炉不拆除），风口安装调试结束。责任单位：炼铁分厂、设备分厂；责任人：

采取措施防止炉顶洒水枪、炉顶摄像、十字测温、齿轮箱往炉内漏水。

（3） 中控室计算机控制系统运行正常，控制功能满足要求（数据信息系统、高炉变核料程序、炉内残留渣铁量计算程序等可正常使用）。责任单位：设备分厂、炼铁分厂；责任人：

（4）高炉供料计划和方案已获公司有关部门批准。原燃料备料完毕，高炉开炉所需各种物料已按要求入槽或就位，上料所有设备已投入正常运行。责任单位：生产安全部、炼铁分厂责任人：

## 2 开炉前条件确认

（5）铁水运输计划、铁水罐烘烤、开炉用配罐方案已排定，已按方案兑罐完毕，与运输单位联系通畅。责任单位：生产安全部、炼铁分厂；责任人：

（6）炉前渣铁沟、已经浇注且烘烤完毕，可以正常使用；水渣系统，干渣坑无水可以正常使用，水渣、干渣外运方案已经报公司批准。责任单位：炼铁分厂，生产安全部；责任人：

（7）各种介质（水、电、风、煤气、N2、蒸汽、压缩空气等）可稳定、足量供应。责任单位：技术质量部、设备保障部；责任人：

（8）高炉开炉炉缸填充（木柴或焦炭）、装料、布料试验、点火等方案已获最终确认。责任单位：技术质量部、炼铁分厂；责任人：

## 2 开炉前条件确认

（9）开炉所需各种资材、工器具已配备齐全。责任单位：设备保障部、炼铁分厂；责任人：

（10）安全环保措施到位，安全标牌悬挂符合规定；安全环保设施按规定配备齐全。责任单位：生产安全部、炼铁分厂；责任人：

（11）所有人员经过培训持证上岗。责任单位：人力资源部、炼铁分厂；责任人：

（12）开炉保驾和协力单位已到位。责任单位：设备保障部、设备分厂（机械、电器）；责任人：

开炉过程中，应严格执行方案，技术质量部和炼铁分厂组成高炉技术组24小时专人倒班现场跟踪，如果出现计划外的情况，可经技术人员和高炉当班工长商量后拿出更改方案，报厂长批准后执行。

## 3 炉料填充

高炉开炉需进行炉料填充，一般中小高炉采用直接填充焦炭，而大型高炉尤其是特大型高炉炉缸采用木柴填充，各有优缺点：

炉缸填充木柴，燃烧腾出空间比焦炭快，炉料松动快，填充料形成的空隙有利于煤气、渣铁通过，风口部位的枕木能够保护风口不被焦矿砸坏，有利于高炉初期送风。填充木柴费事，需要凉炉、炉内进人等，但都是在开炉点火前进行，不影响送风初期的加风进程。

新建或大修高炉开炉初期过程

（1）加热炉缸

（2）冷的矿石被加热，开始还原、软熔、滴落，生成液渣铁进入炉缸。

需要大量热量：

（1）加热在炉缸、死料堆以及滴落带的焦炭到~1500℃，炉缸填充木柴热量需求小于焦炭

（2）蒸发炉缸填充物：焦炭（或木柴）中的水分和鼓风中水分分解

（3）补偿炉墙热量损失

（4）加热炉料到开始还原、熔滴

## 3 炉料填充

热量主要来源于焦炭的燃烧，$C+1/2O_2=CO+$~8.1GJ/t，约占78%以上

其次是风温，燃烧1吨焦炭大约需要3500$m^3$风，热风带入热量~19%（正常生产时）。

炉缸、死料堆以及滴落带填充的焦炭加热到1500℃所需热量，大约是其1/2~2/3体积的焦炭燃烧成CO产生的热量。

开炉初期炉内温度低，矿石在炉身，铁氧化物的还原还没有开始，送风初期炉顶气中含少量O2，风口全部点着火后，木柴和焦炭不完全燃烧，炉顶CO快速升高，煤气热值短期很高（如表），要尽快回收，随着炉料温度升高，刚开始时直接还原开始，也产生CO。CO2含量表明气体（间接）还原发生。

| CO | H2 | CH4 | C2H4 | H2S | CO2 | SO2 | O2 | N2 | 煤气低发热值QDw (kJ/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36.6 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 1.8 | 0 | 1 | 59.7 | 4667.9 |

为加热高炉炉缸，在高炉开炉时装设炉底盘管和铁口煤气导出管。同时，为了解炉缸升温情况埋设炉缸电偶。装填炉缸底焦以覆盖保护炉底盘管与炉底电偶。

但铁口煤气导出管加热炉缸效果有限，噪声大、污染环境，浪费煤气能源，现在一些高炉开炉，全部或部分铁口采用风氧枪，克服了上述缺点，活跃了炉缸。

只要氧枪设置合理，炉缸炭质耐材有非炭耐材保护，一般不会损坏炭砖或铁口砖。

## 3 炉料填充

如果采用全焦开炉，一般采用带风装料，以改善料柱透气性。

### 3.1 炉缸木柴填充方案

可采用散装木柴进行炉缸填充，填充位置至风口中心线，堆砌中心堆包，四周用长枕木靠炉墙密排一周将风口护住。

取下几个风口小套，风口中套下沿垫橡皮，然后安装木柴输送辊道

若干个风口安装风扇，作为通风口供炉内换气

### 3.1.1 木柴填充条件确认

（1） 填充用木柴已运送到高炉堆场，经检验合格的木柴已按不同规格分堆放好并挂标示牌（责任单位：生产安全部、设备保障部、炼铁分厂，责任人：）。

（2） 填充作业人已经全部培训合格，均能上岗（责任单位：炼铁分厂；责任人：）。

（3） 填充用设备如皮带机、辊道等均已按预定位置就位并试运转正常（责任单位：设备分厂、炼铁分厂；责任人：）。

（4） 填充用风口的小套、1个进人的中套已卸掉，梯子平台安装好，照明及通风等均正常（责任单位：设备分厂、炼铁分厂；责任人：）。

### 3.1.1 木柴填充条件确认（有限空间作业）

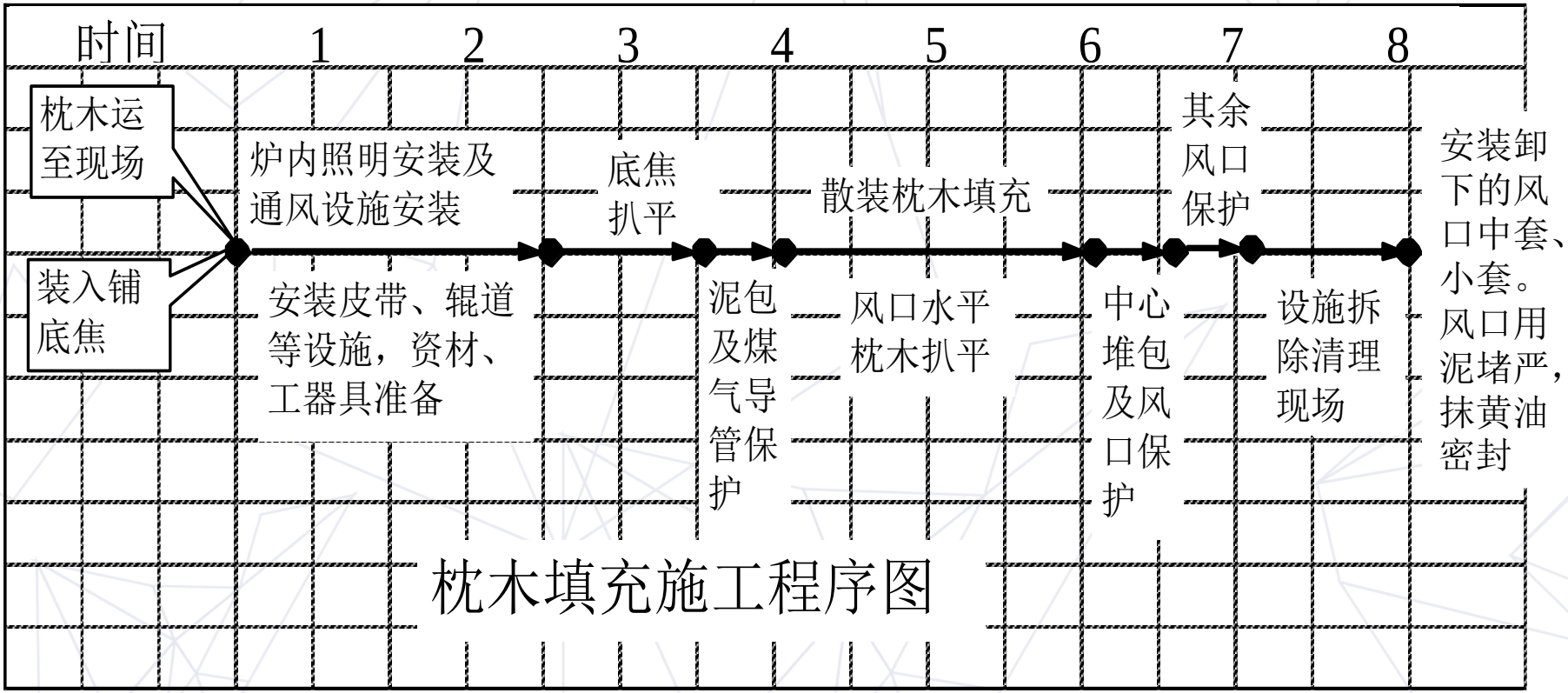
（5） 炉内空气经测定满足规定安全要求；炉内环境温度＜50℃，炉墙或炉底温度＜70℃。每次人员进入炉内前用CO 、$O_2$ 测定仪测定，合格后，作业人员方可进入（责任单位：生产安环部、炼铁分厂；责任人： ）。

（6） 炉顶放散阀全开，各人孔应关闭；无法关闭的须有专人看护。 料尺提至检修位置，并关上球阀。送风支管上盲板，倒流阀开，所有炉顶蒸汽、N2阀关闭（责任单位：生产安环部、设备分厂、炼铁分厂；责任人：）。

（7） 布料溜槽锁定，插板阀封闭（责任单位：炼铁分厂；责任人：）。

（8） 作业人员进入炉内禁带火种，消防器材全部到位（风口平台配置粉沫灭火器数瓶、接通若干打水装置（责任单位：生产安环部、炼铁分厂；责任人：）。

## 3.1.2 木柴填充作业




枕木填充施工程序图

## 3.2 开炉料填充计划

### 以某新建大高炉开炉方案为例

**3.2.1、开炉料质量要求**

**（1） 焦碳：灰分≤12%，硫分≤0.7%，M40≥86%，M10≤6.5%，焦炭水分≤4%，CSR≥69%，CRI≤24%，含粉量（<25mm ）≤2.5%。**

**（2） 烧结矿：不低于Q/MGB231—2003一级品要求，其中含粉量（<5mm ）应≤4%。**

**（3） 球团矿：不低于Q/MGB234—2005要求。**

**（4） 生矿、石灰石、白云石分别不低于Q/MGB114—2005、Q/MGB117—2004中规定指标。**

**（5） 锰矿中MnO≥35%。**

| M高炉用外购焦炭技术要求 | | | |
|---|---|---|---|
| 指标名称 | 一类 | 二类 | 三类 |
| 灰分$A_d$，% | ≤12.70 | ≤13.0 | ≤13.5 |
| 硫分$S_{t,d}$，% | ≤ 0.78 | ≤0.82 | ≤0.85 |
| 抗碎强度$M_{40}$，% | ≥89.0(湿焦≥87.0) | ≥83 | ≥80 |
| 耐磨强度$M_{10}$，% | ≤5.9（湿焦≤6.2） | ≤8.0 | ≤8.0 |
| 反应后强度CSR，% | ≥69.0(湿焦≥68.0) | ≥59 | ≥52 |
| 挥发分$V_{daf}$，% | ≤1.60 | ≤1.8 | ≤1.8 |
| 水分，% | ≤0.8(湿焦≤5.0) | ≤7.0 | |
| 粒度范围，mm | 40～80 | 25～80 | |
| 平均粒度，mm | 47～59 | 46～58 | |
| 焦末含量，% | ≤8.0 | ≤8.0 | |
| 注： | | | |
| 1) 外购焦水分、焦末含量、平均粒度只作为结算依据（参考指标），不作为焦炭质量判定依据。 | | | |
| 2) 4000$m^3$高炉，3000 $m^3$高炉，2500$m^3$高炉用一类焦，1000$m^3$高炉用二类焦或三类焦。 | | | |

建议开炉时用点好一点的焦炭。

# M 2500m³、3200m³高炉用烧结矿技术条件

| 项目名称 | | 化学成分（质量分数） | | | | | | | 物理性能 | | 冶金性能 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 碱度 | 品　级 | TFe | CaO<br>$SiO_2$ | MgO | FeO | S | Zn | $K_2O$+<br>$Na_2O$ | 转鼓指数<br>(+6.3 mm) | 筛分指数<br>(-5.0 mm) | RDI,+3.15mm | RI |
| | | 允许波动范围 | | | | ≤ | | | ≥ | < | ≥ | ≥ |
| 1.80～<br>2.20 | 一级品 | ±0.5 | ±0.08 | ±0.3 | ±1.0 | 0.06 | 0.030 | 0.150 | 80.0 | 6.5 | 65 | 68 |
| | 二级品 | ±1.0 | ±0.12 | ±0.5 | ±1.5 | 0.08 | | | 78.0 | 8.5 | 60 | 65 |
| 注：①TFe、CaO/$SiO_2$、FeO基数由技术部门确定；②冶金性能指标由质监部门应定期取样送检；③按常规试样有害元素检验的取样检验频次，定期取烧结矿样送检。 | | | | | | | | | | | | |

# M 球团矿技术条件

| 品种 | 化学成分 | | | | | | | 粒度 | 物理性能 | | | 冶金性能,% | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TFe范围 | R范围 | $SiO_2$≤，% | FeO≤，% | S＜，% | Zn ≤，% | $K_2O$+$Na_2O$ ≤，% | 10-18mm，% | 转鼓+6.3mm ≥，% | 筛分-5mm，% | 抗压强度≥，N/P | 膨胀率，% | 还原度 |
| 竖炉球团矿 | ±1.00 | ±0.10 | 6.80 | 2.00 | 0.05 | 0.030 | 0.700 | ≥85.0 | 90.00 | ≤3.00 | 2300 | ＜15.0 | ≥65 |
| 链窑球团矿 | | | 6.50 | | | | | | 91.00 | | 2250 | | |
| 备注 | 基准值按计划 | | | | | 非考核指标 | | | | | <1000N/P,>4.00% | 不考核，抽检≮1次/月 | |

| 品种 | TFe，% | SiO2，% | Al2O3，% | S，% | P，% | 粒度，mm | 爆裂 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 自产姑块 | ≥48.00 | ≤21.50 | ≤3.00 | ≤0.100 | ≤0.700 | 7～50，其中+60为0；50～60≤8.0%；-7≤8.0% | |
| | 有害元素含量要求：Zn≤0.030%, K2O+ Na2O≤0.120% | | | | | | |

## 3.2.2 开炉料参考成分，开炉前再根据实际成分重新核算

| 料种 | TFe | $SiO_2$ | CaO | $Al_2O_3$ | MgO | MnO | S | $CaF_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 焦碳 | 1.000 | 6.000 | | 3.95 | | | 0.700 | |
| 烧结矿 | 57.40 | 4.700 | 9.32 | 1.317 | 2.037 | 0.218 | 0.018 | |
| 姑山矿 | 49.460 | 17.010 | 1.430 | 1.240 | 0.170 | 0.177 | 0.021 | |
| 球团矿 | 62.600 | 5.7 | 0.51 | 1.700 | 0.046 | 0.140 | 0.006 | |
| 锰矿 | 12.540 | 32.330 | 0.180 | 3.150 | 0.110 | 40.330 | 0.043 | |
| 石灰石 | | 0.200 | 54.090 | 0.100 | | | 0.020 | |
| 白云石 | | 0.932 | 30.470 | | 20.460 | | | |
| 萤石 | | 11.73 | 5.953 | | | | 0.028 | 71.48 |
| 硅石 | | 96.740 | | 1.150 | 0.570 | | | |

### 3.2.3 开炉料计算

（1） 采用木柴开炉，开炉全炉焦比为3.3t/t（不包括底焦），炉顶O/C为2.2（焦比~700kg/thm，渣比498kg/t）。

（2） 包括底焦和枕木整个料柱共分十四段料，各段O/C、压缩率及碱度取值如下表：

| 段数 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O/C | 2.2 | 2.0 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.5 | 0.1 | 0.05 | 0 | 0 | 枕木 | 底焦 |
| 压缩率 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 0.5～0.7 | 16.5 |
| 碱度 | 1.05 | 1.05 | 1.02 | 1.0 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | — | — | — |

（3） 根据铁量、[Mn]及碱度平衡方程计算各段料各料种重量。

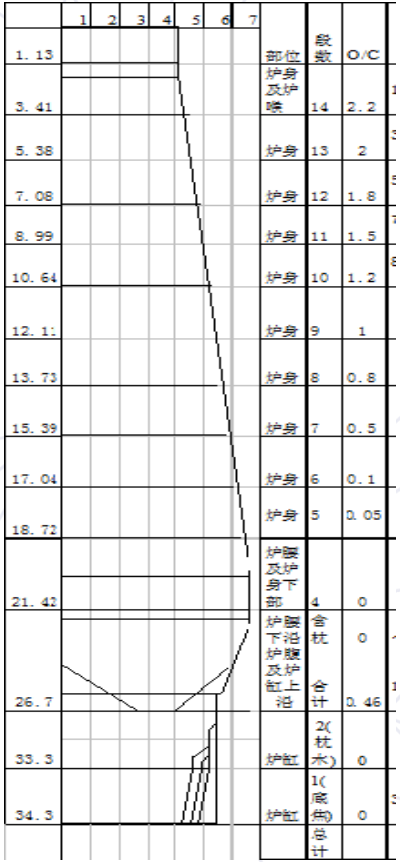
（4） 炉渣成分：渣比: 炉顶2.2负荷料渣比490～500kg/t。

MgO：14段料按7.0～7.5控制

AL2O3: 除第3段净焦外,其它各段料<13.5%

渣（AL2O3）一般<20%

CaF2；渣中CaF2保持2.5～3.0%



### 3.2.4 计算前提条件

(1) 矿石配比：烧结80%+球团15% +姑山5%

(2) 生铁成分：[Fe]91%、[Si]4%、[Mn]0.7%。

(3) Mn回收率：60%

(4) 炉渣收得率：1.0363（$SiO_2+CaO+MgO+Al_2O_3=96.5\%$）

(5) 堆比重取值：

| 料种 | 焦碳 | 烧结矿 | 姑山矿 | 球团矿 | 锰矿 | 石灰石 | 白云石 | 硅石 | 萤石 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 堆比重t/m3 | 0.53 | 1.8 | 1.9 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

(6) 焦碳批重：取 19t/ch。

(7) 料线：1.3m。

### 3.2.5 装料（包括上料系统负荷试车、消缺、布料测定）

（1） 由于开炉料装入较为复杂，要求上料工充分认识到这一点，装料前熟悉开炉料的详细装入计划，保证整个装入过程准确无误。

（2）由于矿石和辅料每批用量较少，一般采取若干批合并加入，以减少称量误差。所有“F+O”料，在槽下排料时应先矿石后辅料。

（3）开炉料布料方式（技术人员事先设计好各批料的布料方式）

- 底焦采用溜槽垂直布入，使其避免打在炉墙上以免砸坏排煤气管。
- 焦碳偏于中心布入；矿石偏于边缘布入；辅料不能布于边缘，尽量布在中间区域；做布料实验时按布料实验方案执行。
- 前期可采用单环布料，按指定档位（做布料实验时按布料实验方案执行），但应尽量使炉料在炉内径向分布合理，以利于开炉顺行。
- 后期采用多环布料，并逐步向开炉初期布料制度过渡。由于矿批较小，布料圈数一般控制在10环以内，矿批大于30t 时可适当增加布料环数。

## 4 点火方案

（1） 风口面积：Φ120mm×24+Φ130mm×12

点火前堵12个风口（Φ120mm×6+Φ130mm×6）

点火风口面积：使风量达正常60%~70%时，标准风速达180m/s以上，实际风速220~250m/s左右

全开风口面积：风量达到正常95%时，标准风速达到240~250m/s。

（2）点火风量：大高炉初送风风容比0.5左右，尽快引煤气（O2≤0.8%），确定适宜的加风速度，争取在送风3小时内送风比达到1.0m3/min/m3以上。1000m3高炉，送风比可1.2以上。

（3） 风温：点火风温700℃~900℃。

（4） 湿度：点火时送风湿度可自然湿度，以后视理燃、炉况及初次出铁炉温状况作调整，一般35 g /m3以下。

## 5　点火24小时内的参数调整

（1）顶压：风量达正常值50%以上时，可考虑改高压操作。

（2）风温：风容比1.0以上，或负荷料下达，可逐步加风温，一次调节量不大于30℃。

（3）湿度：原则上不调整，难行或因炉热而影响加风时，可适当增湿。

（4）负荷：送风后如下料正常并已引煤气，风容比1.0以上，可第一次加负荷0.3，风容比1.2以上、见渣、炉况正常，第二次加负荷至2.8。风容比1.3以上、炉况、炉温正常，第三次加负荷至3.2准备喷煤。根据炉况和炉温水平，24小时目标负荷3.5以上

（5）准确掌握炉内生成的渣铁量，初次出渣铁时间要选择适宜。

根据铁口以下的容积，孔隙率（0.3左右）计算容铁量，根据累计入炉风量、吨焦耗风量，计算产生的铁量、渣量，安排初次出铁时间。

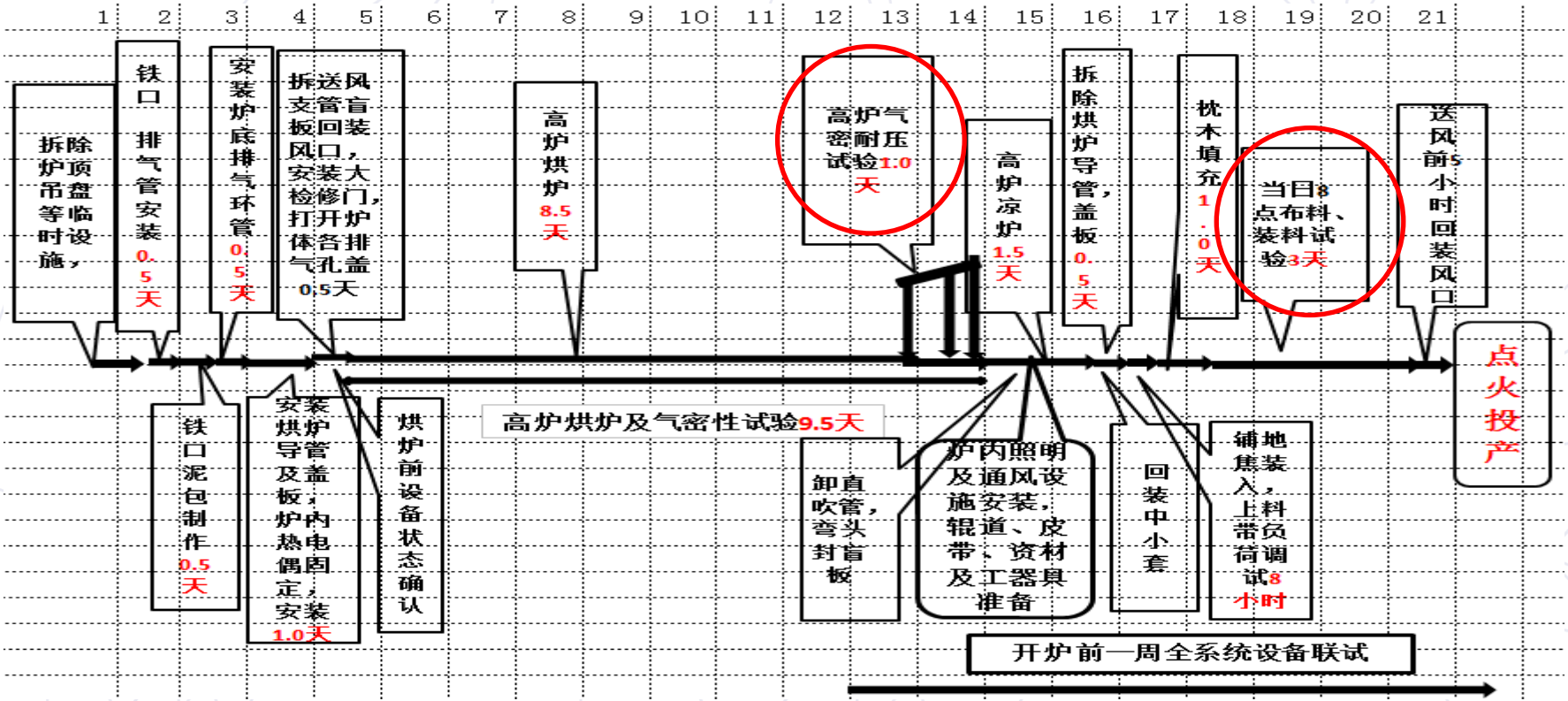
（6）送风后正常料采用定矿批上料，根据气流情况调整布料制度，提高煤气利用，逐步向正常料制过度。

（7）炉况、炉温正常，一旦PT达到1400℃，炉顶温度超过露点，甚至达到90℃，将风量等参数往正常生产值靠，送风24小时目标风量正常值的95%，负荷与风量相适应，燃料比可按520~540kg/t考虑。

在保证充足的铁水温度（PT>1490℃）条件下尽快降低生铁含硅，送风24小时后目标[Si] 1.5%~1.0%，主要手段是风量和负荷调整。

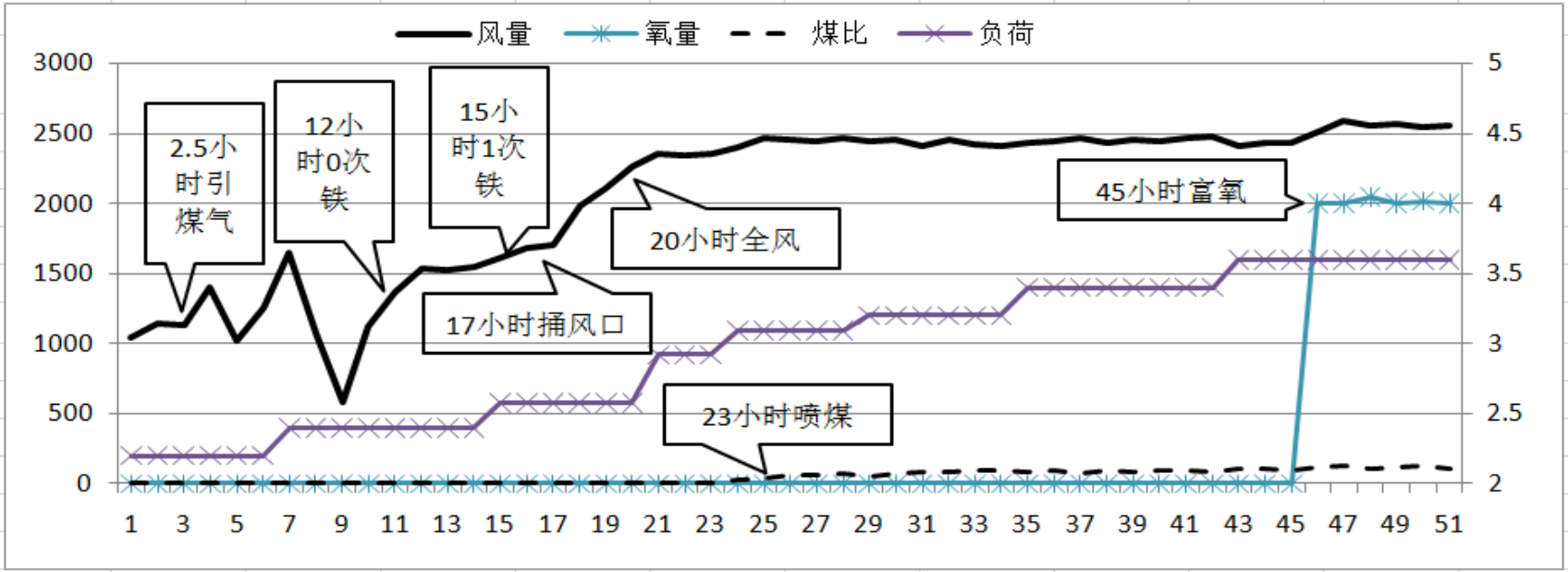
# 6 案例： 例1 某1000m³级高炉大修后开炉

## (1) 高炉开炉前的准备过程



## (2) 高炉开炉进程实绩

采用炉缸填充木柴开炉。16:58高炉点火送风，18个风口堵4个点火送风，送风风容比1.1，送风2.5小时引煤气，12小时出0次铁，渣铁入干渣坑，15小时出1次铁，并直接冲水渣；23小时喷煤，45小时富氧，整个开炉期间无安全事故、无设备故障休风、无炉况波动。总体来说开炉过程安全顺利，但进程仍有不少优化空间。




高炉开炉重要参数进程实绩图

## 例2　某4000级高炉开炉实绩：

(1) 开炉料：

采用炉缸填充木柴开炉（即散装枕木和圆木进行填充，填充位置至风口中心线），开炉炉料结构: 烧结矿80%+ 球团12% + 块矿8%，配加锰矿、 萤石、 云石和石灰石调剂，开炉全炉焦比为3.665t/t（不包括底焦3.52 t/t），填充时的炉顶料批的O/C取2.2(焦比约700kg/thm）。各段负荷分布如表

| 段数 | O/C | 焦批，t | R2 | 装入批数 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 各段 | 累计 |
| 14 | 2.20 | 22.00 | 1.05 | 3 | 89 |
| 13 | 2.00 | 22.00 | 1.05 | 3 | 86 |
| 12 | 1.80 | 19.00 | 1.00 | 2 | 83 |
| 11 | 1.50 | 19.00 | 1.00 | 3 | 81 |
| 10 | 1.20 | 19.00 | 0.95 | 3 | 78 |
| 9 | 1.00 | 19.00 | 0.95 | 4 | 75 |
| 8 | 0.00 | 19.00 | 0.95 | 5 | 71 |
| 7 | 0.00 | 19.00 | 0.95 | 6 | 66 |
| 6 | 0.00 | 19.00 | 0.90 | 7 | 60 |
| 5 | 0.00 | 19.00 | 0.90 | 8 | 53 |
| 4 | 0.00 | 19.00 | 0.90 | 15 | 45 |
| 3(含枕木) | 0.00 | 19.00 | 0 | 30 | 30 |
| 2(枕木) | 0 | | | | |
| 1(底焦) | 0 | | | | |

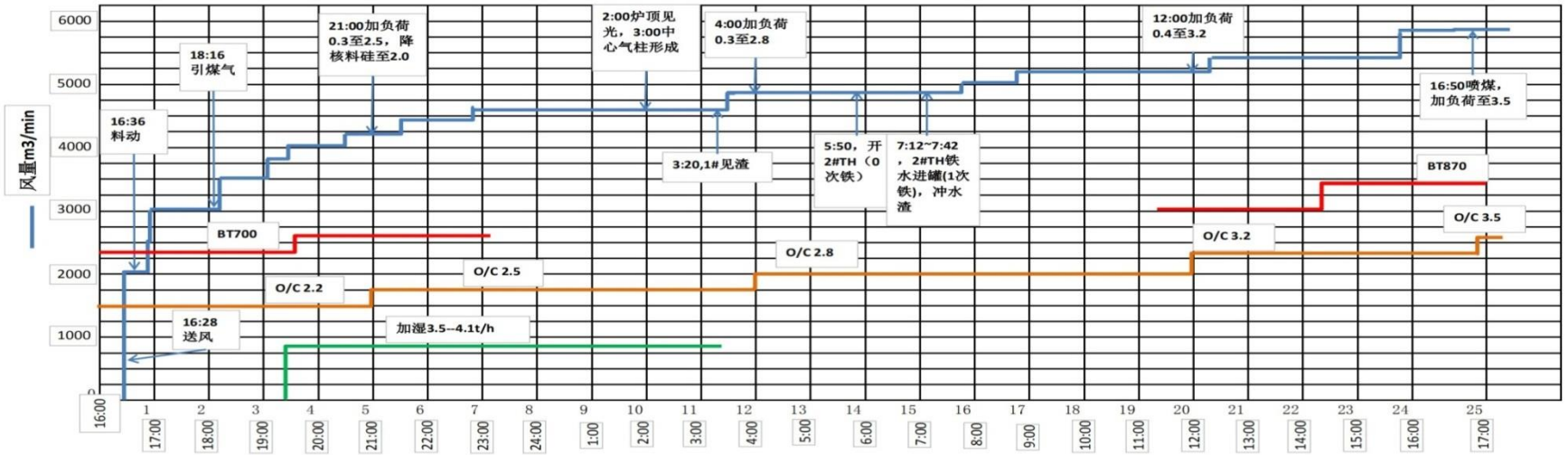
## (2) 送风操作

开炉送风采用均匀花开风口方式，送风风口24个，堵12个风口，送风风口面积为 0.2713m2。B高炉开炉初期操作参数见表。1h50m引煤气结束，14h44m出第一次铁，[Si]：1. 92%，[ S ]：0. 045%，铁水温度:1320℃，渣铁流动性好，冲水渣，24h18m喷煤。

| | | |
|---|---|---|
| 5月 24日 | 16:28 | 点火风量2000m3/min，风温700℃, 料线 1. 6m, |
| | 16:40 | 枕木点着，送风的风口全亮 |
| | 18:16 | 引煤气结束 |
| 5月 25日 | 2:00 | 炉顶摄像仪见到亮光，3:00见中心气流柱 |
| | 3:20-4:10 | 四个铁口分别见渣铁，堵口 |
| | 5:21 | 开始捅风口加风 |
| | 5:50 | 开2#铁口出零次铁 |
| | 7:12 | 开2#铁口出一次铁，7:42来风堵口，[ Si]：1. 92%，[ S ]：0. 045%，铁水温度:1320℃，冲水渣。 |
| | 15:18 | 风量5800 $m^3$/min，至15:18风口开至29个，风口面积为0.3378$m^2$， |
| | 16:46 | 开始喷煤，[Si]降至0.50% |
| 5月26日 | | 送风风口达 32 个，风口面积为 0.3776$m^2$, |
| 5月27日 | 14:38 | 开始富氧 6000$m^3$/h，风量6000$m^3$/min，顶压190kPa，风温1110℃，全焦负荷达4.20，PT：1490~1520℃合适水平。 |
| 5月28日 | 5:42 | 富氧至10000 $m^3$/ h，全焦负荷加至4.45，28日产量8215t , 此后产量稳定在8000t以上, |

# (3) 高炉开炉主要参数实绩：

B炉2008年5月24日开炉加风情况：




16:40 24个风口全亮

B炉2008年开炉加风情况：

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5月24日 | 16:28 | 2000 | 点火送风 |
| | 16:50 | 2500 | |
| | 16:57 | 3000 | |
| | 18:18 | 3500 | |
| | 19:08 | 3800 | |
| | 19:28 | 4000 | |
| | 20:28 | 4200 | |
| | 21:30 | 4400 | |
| | 22:46 | 4600 | |

| | | |
|---|---|---|
| 5月25日 | 3:27 | 4800 |
| | 7:45 | 5000 |
| | 8:46 | 5200 |
| | 12:20 | 5400 |
| | 15:55 | 5600 |
| | 18:57 | 5800 |
| 5月26日 | 13:13 | 6000 |
| 5月27日 | 14:40 | 富氧6000 |

- 开炉：
- 送风2h 引煤气结束
- 送风3h 风容比达1.0（约正常风量的60%）以上
- 一周内不因设备故障而休风

| 日期 | 日均风量 $m^3/min$ | 风压 kPa | 风温 ℃ | 顶压 kPa | 富氧率 | 综合焦比 kg/tfe | [Si] % | 送风口个数 | 产量 t/d |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5月24日 | 3940 | 201 | 707 | 101 | 0 | | | 24 | |
| 5月25日 | 5285 | 336 | 799 | 183 | 0 | 1765 | 1.8 | 27 | 1580 |
| 5月26日 | 5590 | 372 | 978 | 185 | 0 | 560 | 0.78 | 32 | 5990 |
| 5月27日 | 5550 | 339 | 1088 | 165 | 0.61 | 531 | 0.98 | 32 | 6399 |
| 5月28日 | 6038 | 376 | 1136 | 190 | 0.23 | 494 | 0.48 | 32 | 8215 |

## （4）分析小结

此次开炉过程整体比较顺利，风量、负荷节奏控制良好，有效控制了开炉高[Si]，炉前没有高硅铁水粘沟，虽然仅PT1320℃（冷炉缸、冷沟），但渣铁流动性好，第一炉铁过撇渣器、铁水进罐、冲水渣。

改进与提高：

- 铁水物理热直至第四日才达1500℃，第一次铁PT1320℃，较低，与理论燃烧温度相对低有关，第一次铁水[Si] 1.98%，[S]0.045%，在高炉能够接受的情况下，应控制湿度，用好风温，Tf保持在2200℃左右，使第一次铁水温度力争达到1400℃以上。
- 料制可以根据负荷加重情况逐步向目标调整，随风量加大，矿焦档位向边缘扩，避免出现局部气流，煤气利用差，炉温不足。

# 例3　某1200m³级高炉开炉实绩：摘自冶金交流

**采用炉缸填充木柴开炉，全炉焦比3.0 t/t，全部采用干熄焦，正常料焦比0.8t/t。炉料压缩率净焦15%，空焦14%，正常料13%，正常炉渣碱度R2= 0.98。**

高炉开炉装料表

| 段数 | 空焦 | 正常料 | 组数 | 体积 m3 | O/C | 出铁量 t | 出渣量 t | 渣铁比 | 炉渣成分% | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | SiO2 | CaO | MgO | Al2O3 | R2 |
| 六 | 0 | 2 | 5 | 101.47 | 2.29 | 49.23 | 22.86 | 0.46 | 37.1 | 33.9 | 9.2 | 16.6 | 0.91 |
| 五 | 1 | 1 | 4 | 214.51 | 1.53 | 78.77 | 44.43 | 0.56 | 35.5 | 33.4 | 11.3 | 17.0 | 0.94 |
| 四 | 2 | 1 | 5 | 231.81 | 0.76 | 49.23 | 42.5 | 0.86 | 32.8 | 32.4 | 14.6 | 17.8 | 0.99 |
| 三 | 空焦 | | 14 | 182.58 | | | 27.5 | | 27.9 | 30.7 | 20.8 | 19.2 | 1.10 |
| 二 | 净焦 | | 33 | 389.62 | | | 31.6 | | 51.1 | 5.0 | 1.7 | 39.3 | 0.10 |
| 一 | 木柴 | | | 180.83 | | | | | | | | | |
| 合计 | | | | 1300.8 | | 177.2 | 168.9 | 0.78 | 33.2 | 32.4 | 13.8 | 17.5 | 0.98 |

**送风前，东铁口埋氧枪，西铁口埋导管。11月10日17:16点火送风，堵6个开16个风口，送风面积0.1520㎡，送风比1.2（~50%），17:58分4号风口亮, 19:20风口全亮。风量1533m³/min，风温880℃，压差110-130kPa，19:36尺动，料线3.9米。 23:10煤气爆发实验合格，23:15引煤气结束，投入9个箱体，顶压55kPa。从送风开始，西铁口喷煤气，11日3:30西场堵铁口。11日6:25分东场出第一次铁，渣铁流动性良好，过撇渣器进铁水包，走水渣。8:25投入TRT，14:11分喷煤，24小时之内全风口作业，点火后快速加全风，快速降低焦比，快速加大布料平台与角度，3日内日产达到4800吨。**

**随风量增加及时改多环布料，并扩大布料角度：**

**料制**

| 批次 | 档位角 | 料线，m |
|---|---|---|
| 1 | α焦角 18 | 4.0 |
| | α矿角 15 | |
| 13 | α焦角 28/3 26/3 23/2 20/2 | 2.3 |
| | α矿角 25/3 23/3 21/3 | |
| 21 | α焦角 29/3 27/3 24/2 21/2 | 2.0 |
| | α矿角 26/3 24/3 22/3 | |
| 30 | α焦角 30/3 28/3 25/2 22/2 | 2.0 |
| | α矿角 27/3 25/3 23/3 | |

**高炉正常生产时22个风口（面积0.2153㎡），风口长度500mm，基础风量3000m3/min，风温1220℃左右，富氧率5.5%左右，实际风速225m/s以上，煤气利用率48%左右。**

**抓原燃料管理、设备管理，选择合理的操作制度、提高操作技能。烧结矿+球团矿+块矿炉料结构，入炉品位57.5%，锌负荷＜350g/t，钛负荷＜7kg/t。实施低硅操作，[Si]0.2%-0.35%，[S]0.015%-0.035%，铁水温度≮1490℃。出铁次数15-17次/天，铁间隔15分钟以内。**

**通过优化高炉四大操作制度等措施，炉况保持长期稳顺，高炉日产稳定在5000t/d以上，燃料比稳定在505 kg/t以下。**

## 例4　某1800m³级高炉开炉实绩：摘自炼铁交流

采用全焦开炉。高炉烘炉结束后，直接重负荷试车，开始往炉缸内加焦炭，堵8个开16个风口（共24个风口）。按要求装完净焦和空焦后，停止装料，直接提前点火后，静置4～5小时，利用焦炭燃烧产生的热量，继续烘炉和烘干焦炭中的水分。然后进行送风操作，随着开炉料的继续下达，根据高炉情况进行加风、引煤气操作。这样送风后煤气温度很快超过露点温度，有利于尽快引煤气操作，并避免开炉料带入的水分蒸发引起煤气体积增大，可能造成开炉过程中的悬料现象。

高炉烘炉结束后，不拆烘炉导管，利用烘炉导管在高炉点火后，直接点燃炉底的焦炭，有利于加热炉底和炉缸。

高炉开炉前，在铁口埋入风氧枪，高炉点火后，开压缩空气和氧气，风氧枪前端焦炭燃烧，有利于加热炉缸，等炉缸内有一定的渣铁时，关闭压缩空气和氧气，打开风氧枪末端的球阀，渣、铁在炉内压力作用下，自动流出。减轻了炉前工作量、减少了环境污染。

采用全焦开炉、提前点火、炉底直燃、风氧枪等技术，整个开炉进程顺利，点火3小时后引煤气，减少了放散，在送风开炉16小时后，打开铁口风氧枪的球阀铁水自动流出，渣铁流动性良好，第一炉铁水的Si含量3.2%。

避免了炉内进人作业等，缺点是提前点火需要消耗更多的额外焦炭。

## 7 开炉操作要点：

（1）较大初送风量、后续O/C的跟进，不计较初装全炉CR（2.0~3.5）。

（2）初期较快加风节奏，缩短低风量、 [Si]1.2%以上的时间，减轻炉前压力，以利炉内恢复。开炉风容比1.0（约正常风量的60%）以下的时间要尽可能短，最好在2-3h以内达成，要快引煤气(一般不会糊布袋，取决于煤气饱和湿度和温度以及物料的粘性）。把握住初期各参数节奏，用风降[Si]、提PT。　　因此，高炉开炉前：

（1）充分试车，点火后一周内不因设备休风和大减风

（2）风量表校准，起始落料点位置找准

| 炉号 | 炉容，$m^3$ | 开炉日期 | 开炉情况 |
|---|---|---|---|
| 4 | 3200 | 2016.9.6 | 新炉开炉9天 |
| 3 | 1000 | 2017.1.13 | 大修开炉3天 |
| 2 | 2500 | 2017.10.10 | 大修开炉5天 |
| A | 4000 | 2018.1.9 | 中修开炉3天 |
| 1 | 2500 | 2019.2.23 | 大修开炉5天 |

以产量衡量开炉进度

BV表、落料点位置

落料点位置影响

初期BV小

## 8 高炉开炉不成功的案例：

点火24小时内的参数调整

1、风量：根据20小时送风比达到1.0m3/min/m3的目标，平均加风速度=（4000-2000）/20≈100m3/min/h。初期加风要谨慎，以保证下料顺畅为原则，约100~200m3/min/h；送风后9~13小时是软熔带形成时期，这段时间采取守风量、慢加风甚至减风的方法进行过渡，待风压恢复正常水平，顺行良好，可继续加风并适当加快速度。如扣除软熔带形成期的4小时，其余16小时的加风速度=（4000-2000）/16≈130m3/min/h。



不成功的原因分析：

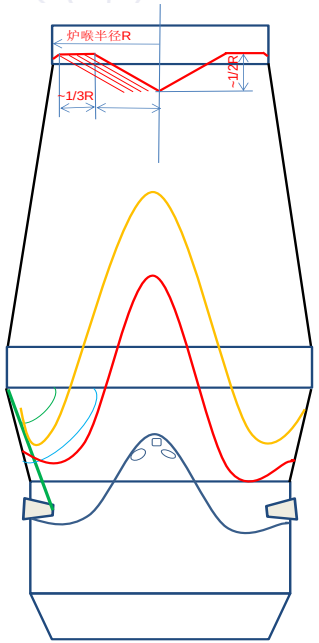
（1）以平均速度加风，初送风风量小，单位时间内产生的热量不足以加热炉缸和炉料，炉缸不活跃，还原时间长，[Si]高、碱度高，硅高不是炉温高，渣铁流不动出不来，后面加风受阻

（2）失去了初期快速加风的机会，木柴、空焦等耗完，渣铁生成且粘稠，加风困难。

（3）等待软熔带形成的概念有问题

软熔带的形成和形状，取决于送风制度、原燃料的分布（即煤气分布，温度场分布）和原料软熔滴下性能等

是**动态的平衡**



# 二 高炉开炉与保障

## （二） 中修高炉开炉

### 1 中修高炉开炉特点与难点：

中修高炉开炉与新炉子开炉类似，一般也采用木柴或全焦开炉，详细的方案不再赘述 。

但中修高炉一般未放残铁，其开炉与新炉子亦有重要区别，炉缸死铁层被凝铁占据，开炉初期炉缸容渣铁量偏小，要早点出渣铁，以防液面过高烧坏风口。死铁层内的凝铁再次熔化需要大量额外的热量。

为了中修高炉开炉顺利快速，最好将炉缸的焦炭、焦末、石墨碳和渣子的混合物清出，可从炉顶溜槽检修门将小挖机吊入炉内作业。初期送风时，铁口埋入氧枪并点燃，加快炉缸加热，促使炉缸凝铁加快“再熔化” 。

## 2 中修高炉开炉案例　某4000m3级

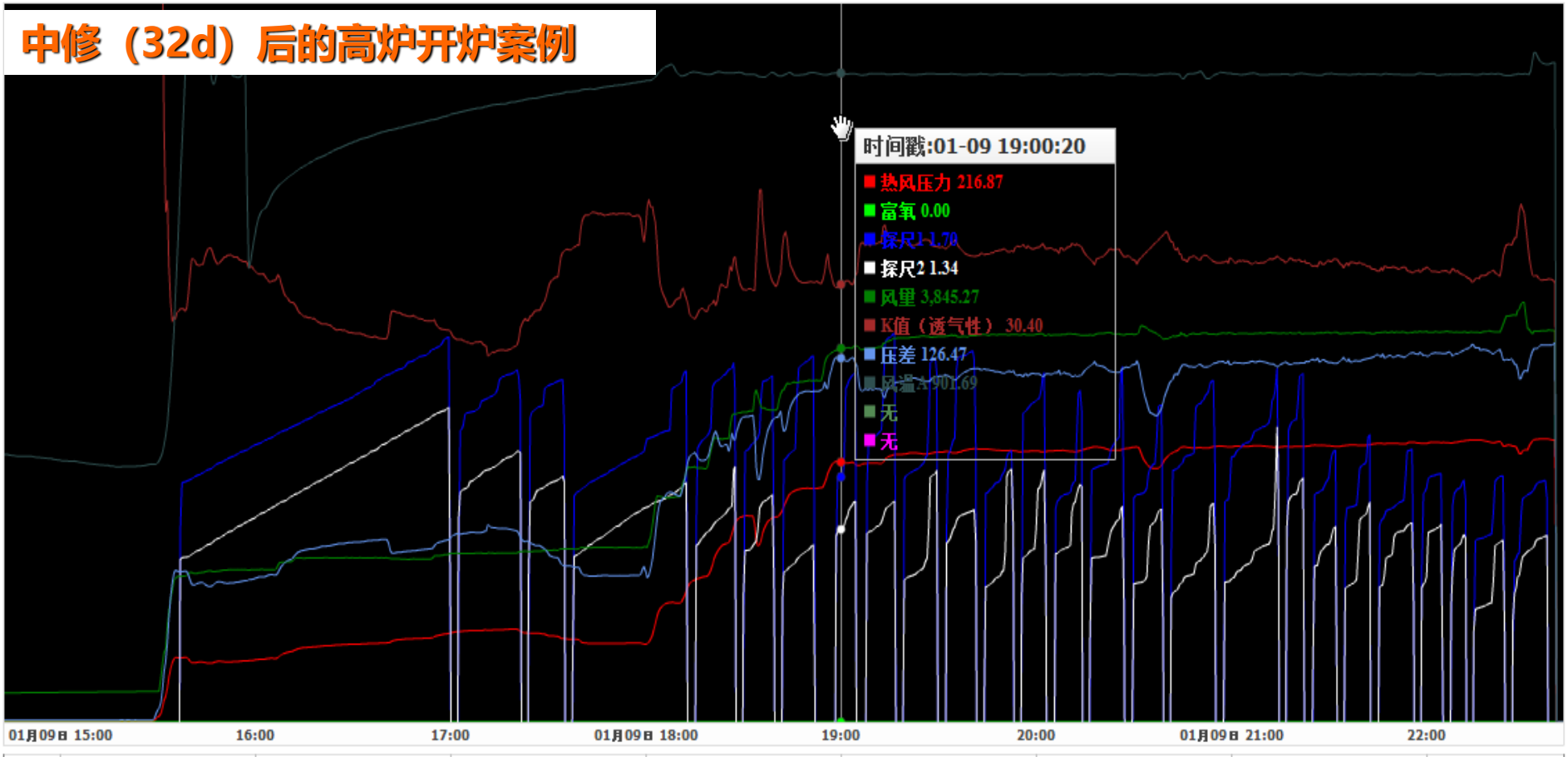
点火后2.5h引煤气结束，约4h风容比1.0， 11.5h出铁，27h10m喷煤。仍有优化空间。

| | | |
|---|---|---|
| 2018.1.9 | 15:30 | 送风1500m3/min，900℃，均匀开22个风口（堵14个）注：初送风时可送2000 |
| | 15:40 | 送风风口基本全部点着 |
| | 16:00 | 加风到1800等待引煤气，含氧1.2%，将1号放散阀（半净煤气）开，关2#，使煤气往洗涤塔，赶走管道里的其他气体。注：复风时就应该先开半净煤气的放散阀 |
| | 17:30 | 煤气含氧0.6%，合格（要求<0.8%) |
| | 18:00 | 煤气暴发试验合格，引煤气结束，开始加风　注：点火2.5h才引煤气结束，影响了加风 |
| | 19:12 | 风量3950，顶压105，透指33 |
| | 21:00 | 煤气中CO2升到2.9%，1#氧枪见亮，O/C2.2加到2.4　注：氧枪没有事先点着火，O/C可加到2.5 |
| | 23:00 | 2#、4#氧枪见亮 |
| 2018.1.10 | 3:00 | 透指降到25，处理3#铁口（煤气导管）无果，改1#铁口拔出氧枪后铁流跟出，堵口。马上处理主沟后4:52出0次铁,5:00铁水进罐。O/C2.6　注：导管效果差，出渣铁晚了点 |
| | 6:02 | 1#铁口出1次铁，[Si] 2.03%，[S] 0.148%，8:05堵口，渣流动性好。 |
| | 18:40 | 喷煤 |

# 2　中修高炉开炉案例

显示曲线　08小时　方案1　曲线配置

## 中修（32d）后的高炉开炉案例



# 中修（32d）后的高炉开炉案例



**体会：**

1 为了开炉顺利快速，烘炉前的扒炉到铁口，4.5~4.8m高度出料是问题，最好做一个斗提机，有部分红焦，尘也大。



98_A号4000m3高炉中修开炉

2 应在送风前用吹氧管将铁口内烧红埋入氧枪，小开氧气，这样不至于氧枪损坏（从料熔滴的铁水到达氧枪前端）才点着，早点加热铁口区域，使风口与铁口通道畅通。耐热钢氧枪，埋到炉内，以免烧坏炭砖，氧枪尾部有窥视孔。钻头大小与氧枪外径配合好，埋紧填实，以防炉内压力大，没到时间就吹出氧枪。

3 应在开始送风时就将1号放散阀（半净煤气）打开，即开1#、3#放散阀，而不应该开2、3#，使煤气往洗涤塔走，赶走管道里的其他气体，使煤气含氧尽快小于0.8%，送风后1.5h~2h要引煤气结束，以利于3小时内加风到60%以上（风容比1.0），即在木材和空焦燃烧期间将风量加到风容比1.0以上水平，在软熔带形成前形成基本合理的温度场，以利于合理形状的软熔带形成和缩短冶炼周期，避免高[Si]造成炉前粘沟，[Si]1.0%以上的时间要短，降[Si]的最有效方法是风量，加风的最佳时机是开炉初期的3h以内。

4 中修开炉，炉缸死铁层区被凝铁占据，出渣铁要及时，此次晚了点，渣铁液面过高，憋压，透指33降到25，烧坏3个小套，很危险（冻结风险）。

# 三 高炉停炉与保障

除少数不降料线（填充法）停炉外，停炉一般需要降料线到风口，不加或加少量盖面焦后，在停止装料的情况下，保持一定的鼓风量，使料面下降，此时，炉身煤气的温度不能转移给凉的炉料，煤气温度上升，成分发生变化。

为保护炉顶设备，需要打水降温，使煤气温度控制在350左右，齿轮箱温度小于70℃，应防止水喷到料面，需要较好的雾化喷嘴，停炉是否安全成功，很大程度取决于喷嘴雾化和打水量是否合适，以及适宜的风量。

停炉过程可通过探尺和炉顶煤气成分分析来判断料位。当$CO_2$降低，CO增加时，表明从矿石中还原脱除的氧减少。随着料面的降低，风量减小，喷水量加大，当喷水与热焦炭接触，$H_2$含量增加。

停炉前要调整好炉况，保持全风、顺行，清理炉墙和炉缸，腾空料仓。

降料面停炉前一般安排一次小休风，安装调试打水枪、接长探尺（耐热钢链条及卡子）、雷达探尺，处理炉壳、堵死漏水点等

# 案例1　1000m3高炉大修停炉

**1 小休风：9日9:36分到9日15:56历时6个小时20分钟的小休风**

**主要进行**

**（1）炉顶6根雾化枪的雾化效果检测与试验，摸索最好的雾化效果参数匹配；**

**（2）安装4根临时打水枪，按要求检查喷嘴向下及精度，测试打水效果等；安装临时煤气取样管。**

**（3）按任务单，闭死所有漏水水头，并插盲板**

**（4）检查与更换各水头的进出水阀门确保能用**

**（5）检查与焊补炉皮开焊点等。**

**2 打水降料面过程：高炉于9日15：56分复风进行打水降料线操作，用时12.5小时。**

**（1） 复风料线4.11m（2#尺4.11m、3#尺3.48m），复风后1.5小时根据炉况迅速按计划将风量恢复到1850m3/min。**

**（2） 过程中紧密跟踪炉顶温度、风量、风温、炉顶煤气成分、干法除尘筒体压差、煤气喷淋后的煤气温度等参数，为控制合适的炉顶温度调整打水量和风温风量，以累计风量调整出铁频次时间。**

**（3） 根据料线深度和炉顶煤气成分综合判断，对照历史数据资料和现场实际综合分析，调整风量、风温、打水量等参数。**

# 案例1　1000m3高炉大修停炉

**2 打水降料线：**

(4) 降料线过程中工长适时查看风口，观察风口状态。

10日0:45分发现3#、7#风口有些挂渣，迅速又变干净明亮，自此风口变化开始变大，料线2#尺17.45m、3#尺16.45m，料线已达到炉腹中部。

此时，风量1165m3/min、风温715℃、风压61kPa、炉顶压力38kPa、炉顶温度489.7℃、4根临时打水枪总流速24.3$m^3$/h、6根雾化枪打水流速18.6$m^3$/h。

(5) 后续降料线顺利，10日凌晨2:30，由于顶温较高，1#尺、2#尺砣相继掉，最后一次1#尺到17.38 m，2#尺到18.81 m，3#尺16.72m。

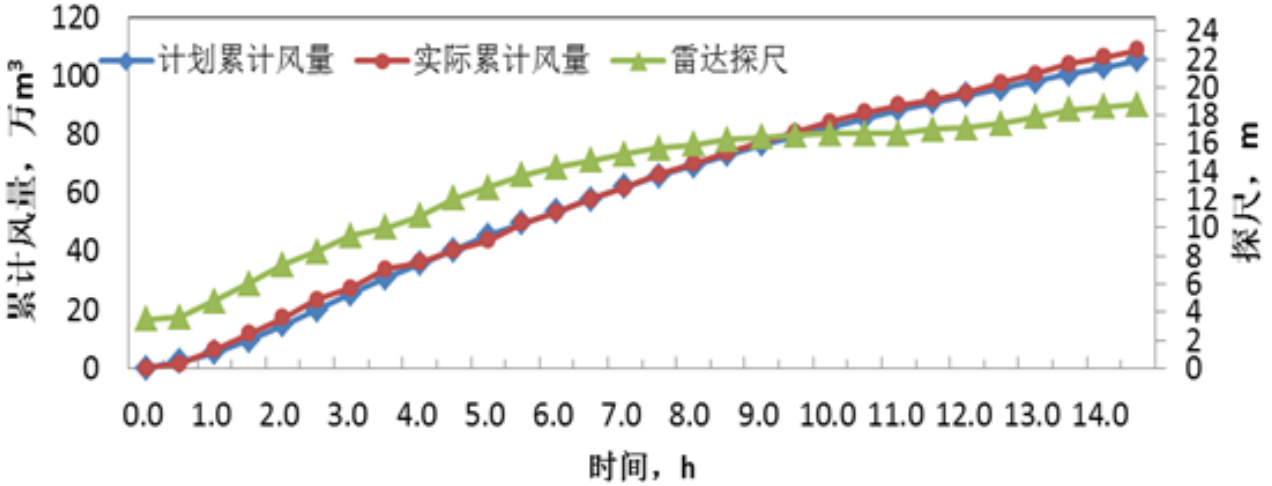
(6) 10日3:00，煤气分析仪检测煤气中H2增至9.80%，人工分析煤气中$H_2$增至5.20%，含O2超限，3#尺16.74m，高炉减风至655$m^3$/min并切煤气放散。

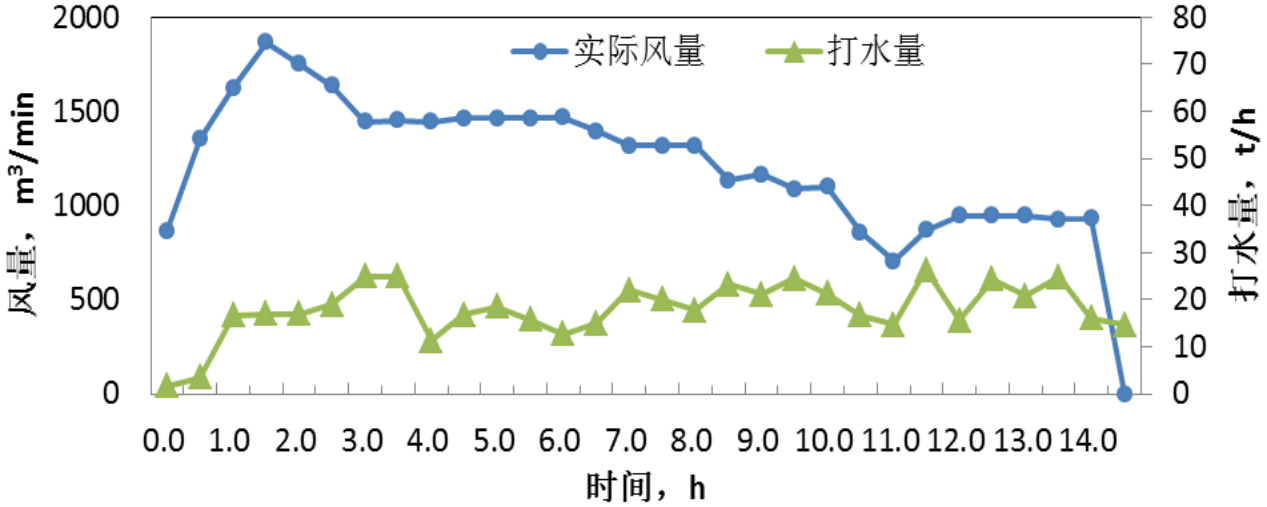
(7) 10日4:30 大部分风口糊死，相应提高风温至800℃

(8) 5:50风口全黑，3#尺18.61m达到降料线计划目标。

(9) 6:12打开1#铁口无渣铁，

(10) 6:27料线18.76m休风停炉。


计划累计风量
实际累计风量
雷达探尺
累计风量，万m³
探尺，m
时间，h


实际风量
打水量
风量，m³/min
打水量，t/h
时间，h

## 3　放残铁与不放残铁

事先根据经验和炉缸测温，计算判断并确定残铁口位置，做好残铁沟槽，烘干耐材，准备好残铁罐。

降料线到目标位休风后，割切炉皮和冷却壁，钻残铁口放残铁。

也有不放残铁，冷却后用绳锯切割，或炉缸整体移出。

## 4　打水凉炉

要大修的高炉，打水量可以大点；不大修的高炉打水时，要专人控制打水量，保护好炉缸耐材。

## 5　扒炉

进入炉内受限空间作业前一定要确认安全，防止操作不当，炉墙粘结物脱落等事故。

# 案例2　2500m3高炉大修停炉

## 1 小休风

（1）拆除四根十字测温杆，安装停炉打水枪，共4根（孔眼朝下），安装后进行适量通水，避免打水管受热烧损变形，检查管道畅通，保证好用。

（2）对开焊跑气的炉皮进行补焊加固

（3）更换破损风口，闭死漏水较大冷却壁的进水阀门，出水管塞木塞，并严控漏水较小水头，避免向炉内部漏水。

（4）接通炉顶煤气取样管，保证取样管畅通安全，确保降料面过程中每半小时做一次煤气成分分析，并及时能报到中控室。

（5）校准两把机械探尺的检修位，保证两把探尺至26m探料、雷达探尺能正常使用及所有仪表灵活好用。

# 案例2　2500m3高炉大修停炉

## 2 降料面过程

（1）5月17日15:54送风时炉内料面深度3.66m，18:08向煤气管网送煤气。前期采用大风量，通过调节风温来控制风口前理论燃烧温度，使理论燃烧温度在2200～2300℃，保证炉内渣铁流动性。

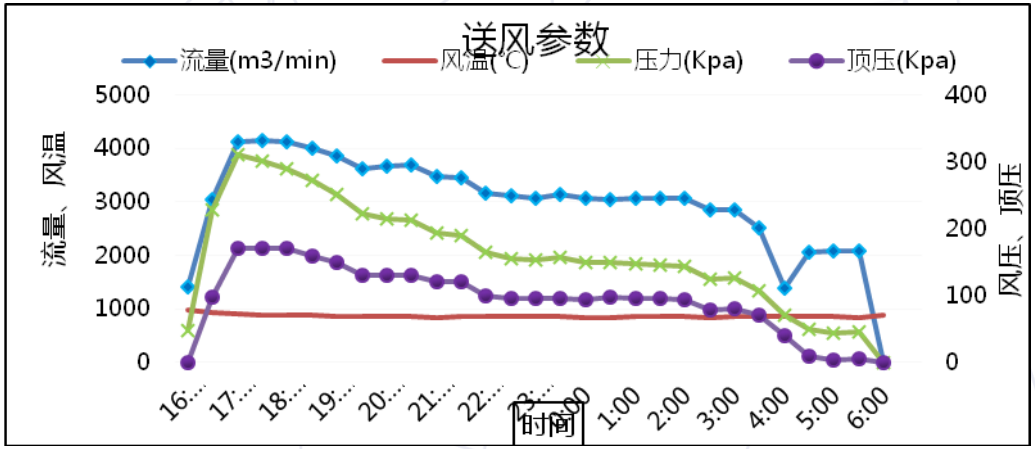
（2）随着顶温升高，逐步增加炉顶打水量。为了保证煤气分析准确及时，采用煤气色谱分析仪自动分析和手工分析相对照。在降料面期间，每隔半小时人工取1次煤气分析，20分钟内将数据报到高炉中控。

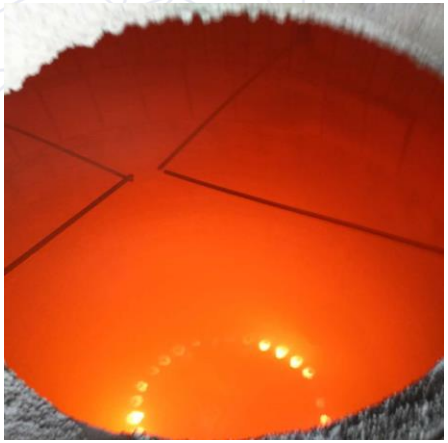
（3）20:30、21:00料线分别为13.35m、14.62m，而20:30煤气中$H_2$、$CO_2$分别为3.6%、4.0%，$H_2$值上升接近于$CO_2$值时，从探尺和煤气分析可以判断出，21:00料面进入炉身下部。

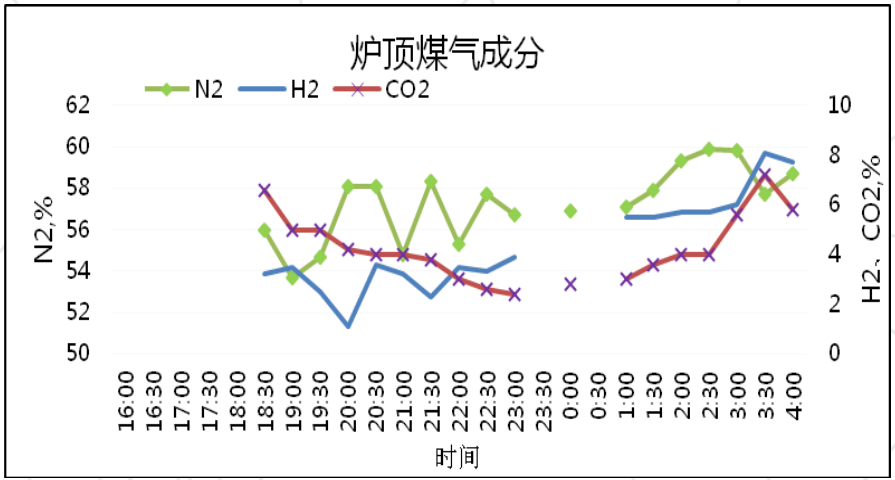
（4）18日1:00料线19.98m，煤气中$H_2$含量达到5.5%，$H_2\% > CO_2\%$。从探尺和煤气分析可知，料面到达炉腰。分析风量、水量、煤气成分等参数后，通过控制风量、风温和炉顶打水量，使顶温和煤气中$H_2$含量控制在正常范围内。

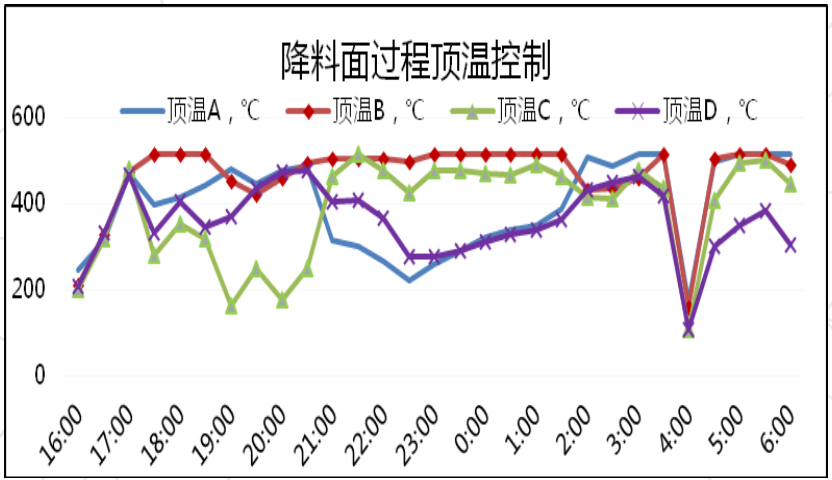
（5）4:00料线22.54m，料面进入了炉腹区域，煤气中$H_2$含量接近7.7%，$CO_2$含量回升较为明显。为保证空料线降料面安全，大幅度减风，改常压操作，停止回收煤气。

（6）5:35泵房常压水管爆，高炉被迫紧急休风，5:50休风到零，料线降至23.20m的位置，基本达到规定位置。


送风参数
流量(m3/min)
风温(℃)
压力(Kpa)
顶压(Kpa)
流量、风温
风压、顶压
时间




炉顶煤气成分
N2
H2
CO2
N2,%
H2、CO2,%
时间


降料面过程顶温控制
顶温A，℃
顶温B，℃
顶温C，℃
顶温D，℃

# 四 高炉闷炉

高炉闷炉一般有计划闷炉、非计划闷炉、短期、长期闷炉。其操作与高炉休风操作类似。不再赘述。

根据闷炉时间长短，加入闷炉料为复风创造条件，做好闷炉期间的保温、保护、维护工作。

降低炉体冷却强度，休风8小时后可停1台循环泵，24h减水更低，1个月以上闷炉，上部关闭并吹扫干净。

闷炉2天后可关一个炉顶放散阀。封炉期间专人定期捡查漏风情况，监视炉顶料面火苗情况，2天后火苗应基本熄灭，如火焰仍较大，应迅速查明漏风进行严密封堵。

# 五　高炉休复风操作与保障

## （一）　概述

**1　休风及其炉内状态------停止向高炉内鼓风，安全切断高炉与送风系统、煤气系统等的联通。**

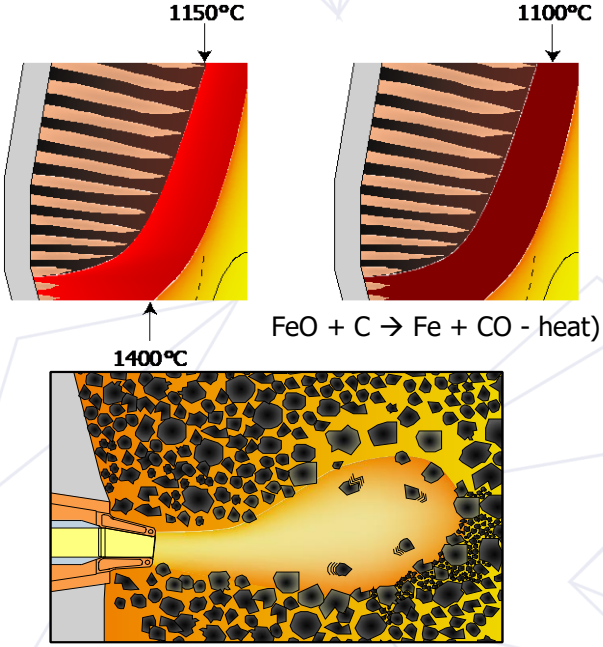
**高炉冶炼的正常进程被暂时中止。**

**但有些过程还在继续：**

**大量气固液反应中止，少量反应仍在继续，逐步中止；部分直接还原及少量漏风造成焦炭损耗；**

**冷却水等带走热量仍在继续；**

**矿焦层中的熔融物继续滴落，直至温度降低而软融物凝固；**




取自马丁先生资料

# 五　高炉休复风操作与保障

## （一）　概述

### 1 休风及其炉内状态

炉料的下沉落实，料线变深。

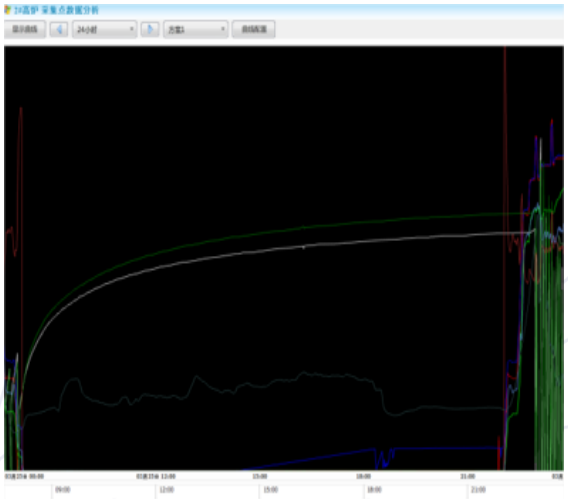
以上这些都需要加焦补充热量、改善复风的透气性。

随着休风时间的延长，热量损失增加，炉缸渣铁粘稠，可能形成渣壳。

部分冷却器漏水可能未被及时发现，炉内无压，向炉内漏水加剧

休风时间继续延长，炉缸铁水有可能凝固冻结。

这些不仅需要加焦补充热量，还要采取措施使风口与铁口贯通，使复风后产生的渣铁及时从铁口排出。



# 五　高炉休复风操作与保障

## （一）　概述

高炉休复风分为计划休复风、非计划休复风、短期休复风、长期休复风。

## （一） 概述

**2 计划休风------简单理解为：根据生产、检修计划进行的有计划、有准备的休风。**

计划休风通常列入年度生产经营计划。如：每3~4个月安排一次的定修，就是典型的计划休风，定修的休风时间一般控制在10h~16h，超过12h的检修效率会变差。

月度计划具体安排年度计划的实施，可对定修项目内容和休复风时间做适当调整，特殊情况每年可安排一次24h~48h的检修。

计划休风，事先做好休复风方案，提前加好休风料，调好炉况、炉温、碱度、出净渣铁（尤其渣）、控制漏水等。

安排好休风过程和休风后的安全措施，如减风速度控制（防止灌风口，保持高炉微正压，防止煤气与空气混合形成爆炸性气体）、停湿停氧停煤时间，>4h的长期休风或煤气系统有检修项目时，煤气系统需安全隔断、赶煤气、炉顶点火，风口堵泥等。

为复风安全顺稳、炉况快速恢复创造条件

## （一） 概述

**3 非计划休风------由于故障、事故等被迫进行的无准备休风；**

**或者生产经营计划外的临时有准备休风。**

**超出年度生产经营计划的休风一般视为非计划休风，也有将月度计划周计划的有准备休风列为计划休风的情况。**

**无准备的非计划休风：**

**（1）立即设法出净渣铁**

**（2）及时（或事后）补空焦**

**（3）根据故障、事故造成的后果，评估非计划休风的时间长短(短期、长期休风)，及时将高炉休风到安全状态等措施。**

**无论计划休风、非计划休风、短期休风、长期休风，做好休风操作和休风后高炉炉况的快速恢复是高炉工长和高炉炼铁工作者的一项最重要的基本功。**

## （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

### 1 炉况的快速恢复的必要性、原则

高炉炉况的快速恢复的必要性毋容置疑。

安全、快速休复风，它影响整个系统的生产秩序的尽快恢复和效益。

何为快？“没有最快，只有更快”？

能快则尽可能快，但遇到透气性差、炉温低等情况，该慢则慢。

根据炉况、原料、设备、炉前等状况控制休复风节奏，以安全、经济、高效为原则。

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

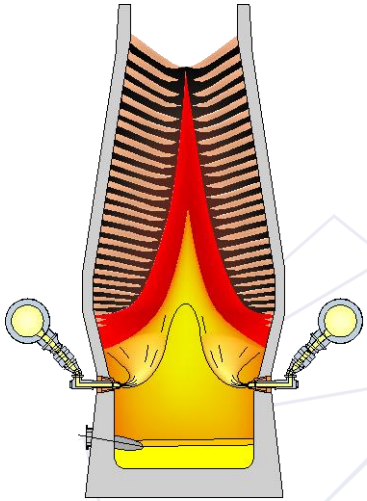
## 2 高炉炉况的快速恢复的可行性

正常炉况的常规有准备休复风，具备高炉炉况的快速恢复的基础。实践已证明，高炉炉况的快速恢复是可行的、可复制。

休风主要是向高炉内的鼓风暂时中止。高炉炉况快速恢复的要点，是较大的初始风量和前期较快的复风节奏，只要复风操作把控得当，复风后暂时中止的高炉正常冶炼进程会快速恢复：

（1）高炉在正常炉况下常规计划休风后，高炉内正常冶炼的固液分布架构状态大部分基本保持，只是进气暂时中止，因而可以将气快速恢复。如果初期初始风量小和前期复风节奏慢，反而破坏了这种休风前正常冶炼的架构状态[1]。至少正常风量的60%~80%以下的时间要短。

注[1]：例子。不太恰当比喻像飞机起飞、汽车进入高速、TRT启动。



图取自马丁先生资料

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 2 高炉炉况的快速恢复的可行性

（2）休风料加的焦炭在软熔带，气窗通道“较大”，休风后软熔带、回旋区和死料堆中的液态物滴落“较干净”，渣铁出得较干净，透气性透液性良好，适宜使用较大的初始风量和前期较快的复风节奏，“机”不可失 。



（3）采用全风口（时间长少堵快开风口）及较大的初始风量和前期较快的复风节奏，促使风口前焦炭尽快燃烧，为炉料的下降腾出足够的空间并且产生大量还原气体和热量，加速热交换和还原过程（尤其间接还原），有利于凝固的软熔带“再软熔”，尽快松动料柱，提高煤气利用率，尽快提高炉缸温度、降[Si]/降R（若初期风量小 [Si]高、R高），改善渣铁流动性，为高炉炉况的快速恢复创造条件。

## （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

### 3 高炉炉况的快速恢复的风险

（1）长时间休风后软熔带凝固，复风初期料不动，不接受风量 。

（2）长时间休风后炉缸渣铁粘稠，结壳或凝固，复风生成的渣铁不能从铁口顺利排出。

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 4 炉况快速恢复的休复风准备：

要想做好计划休风后高炉炉况的快速恢复，先要做休风工作，为复风创造条件。

按照高炉炉况、检修内容、休风计划时间的长短等，事先做好休复风方案。

有准备的非计划休风与计划休风的炉况快速恢复操作基本相似，操作上将他们合并介绍。

正常炉况的一般有准备休复风操作可以尽可能地快休快复。休风时间越短，恢复可以越快。

4h以内的短期休复风可以不加休风料，若没有作业需要，炉顶可以不点火，快休快复。

4h~8h的休复风不加或少加休风料，为安全，休风超过4h需炉顶点火

计划休风10h~16h的定修较为常见，复风可少堵或不堵风口。休风时间越长，加焦相应多。

一般休风超过5d的复风应铁口埋氧枪，即使休风低于5d，埋氧枪也更有利于炉况快速恢复，畅通风口与铁口通道加热炉缸，尤其是炉缸温度不足渣铁粘稠、可能结壳的炉况。

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 4.1 休风料

**提前加好休风料（增加软熔带气窗通道、热量补偿、调整渣碱度避免因[Si]高渣碱度上升，改善渣铁流动性等）**

**（1） 休风料加入位置：休风时前锋焦到达的位置---软熔带根部（一般在炉腰中下部至炉腹中上部，与入炉料的综合软熔性能及气流分布、温度场有关）。**

增加软熔带气窗通道、补偿热量，使凝固的软熔带和炉缸粘稠的渣铁尽快“再熔化” 。

**根据下料速度计算休风料提前加入时间，一般休风前4~6h休风料开始入炉。**

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

**（2） 休风料加入方式：空焦+负荷料组合料；或减矿退负荷**

如：K×2+H×5+K×1+H×5+K3×1+H×5

**（3） 休风料加入量：仁者见仁，根据经验和计算，确定加焦量或休风减矿率。**复风节奏、复风后的后续负荷更要重视。**比如：　　某高炉计划休风时的参考加焦量：**

| 休风时间h | ＜2h | 2～4h | 4～8h | 8～16h | ＞16h |
|---|---|---|---|---|---|
| 加焦量　t | 50 | 50～100 | 100～150 | 150～250 | 由操作会讨论决定 |
| 或减O/C % | 6～10 | 10～14 | 12～16 | 16～24 | |
| 休风前炉温变化时O/C调整量 | 要求休风前16小时PT＞1500℃［Si］0.40～0.60%否则在休风料前酌情加焦，以确保休风时炉温达到要求。具体可参见下表。 | | | | |
| | PT＜1500℃或[Si]＜0.40% | | PT＜1480℃或[Si]＜0.30% | | |
| | 加焦8～16t | | 加焦16～32t | | |

4000m3

| 休风时间h | ＜8h | 8h～12h | 12h～16h | 16h～24h | ＞24h |
|---|---|---|---|---|---|
| 减O/C % | 6～9 | 9～12 | 12～16 | 16～24 | 由操作会讨论决定 |
| 休风前炉温变化时O/C调整量 | 要求休风前16小时PT＞1490℃［Si］0.5%否则在休风料前酌情加焦，以确保休风时炉温达到要求。 | | | | |
| | PT＜1470℃或[Si]＜0.4% | | | PT＜1450℃或[Si]＜0.3% | |
| | 加焦10 t～15t | | | 加焦20 t～25t | |

3200m3

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 4.2 休风前的工作

（1）休风前一天全面检查风口、冷却壁等冷却器漏水情况，确保休风后不向炉内漏水。

（2）休风前确保炉况顺稳，渣铁温充沛，流动性良好。休风末次铁炉温PT 1500℃~1520℃、[Si]0.40%~0.50%。

（3）保证休风时休风料下到指定位置。

## 4.3 炉况快速恢复的休风操作

### 4.3.1 要点：确保系统安全、缩短休风过程低风压时间、出净渣铁、降低休风期间高炉的热损失

### 4.3.2 休风操作：

（1）打开两个铁口重叠出铁，铁口大喷后，一次减风到60%~70%，顶压减到50%。

（2）停止风口喷吹（停湿、停氧、停煤、停TRT），减风到50%以下，调压阀组全开改常压

（3）第二次（以一定速率）减风到30kPa，炉顶通蒸汽、煤气系统通氮气，开炉顶放散、切煤气（水封+插板），关喷煤风、拔煤枪。检查风口是否涌渣、冷却器是否漏水，漏则控水或关水。

注：通过信号联系风机房减风休风操作有时会影响休风速度。

## （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

先喷的铁口堵上，保留至少一个铁口，尽可能降低炉缸渣铁液位。 最后两次铁堵铁口时适当减少打泥量，防止复风后出首次铁时铁口难开。

（4）第三次减风到0，休风，堵铁口；

（5）>4h的休风或风口有检修项目时，打开风口大盖，迅速将风口全部堵泥，倒流。

（6）>4h的长期休风或煤气系统有检修项目时，炉顶煤气系统赶煤气后炉顶点火。

### 4.3.3 降低休风期间高炉的热损失 最大限度做好高炉的保温

（1）堵严风口，避免漏风

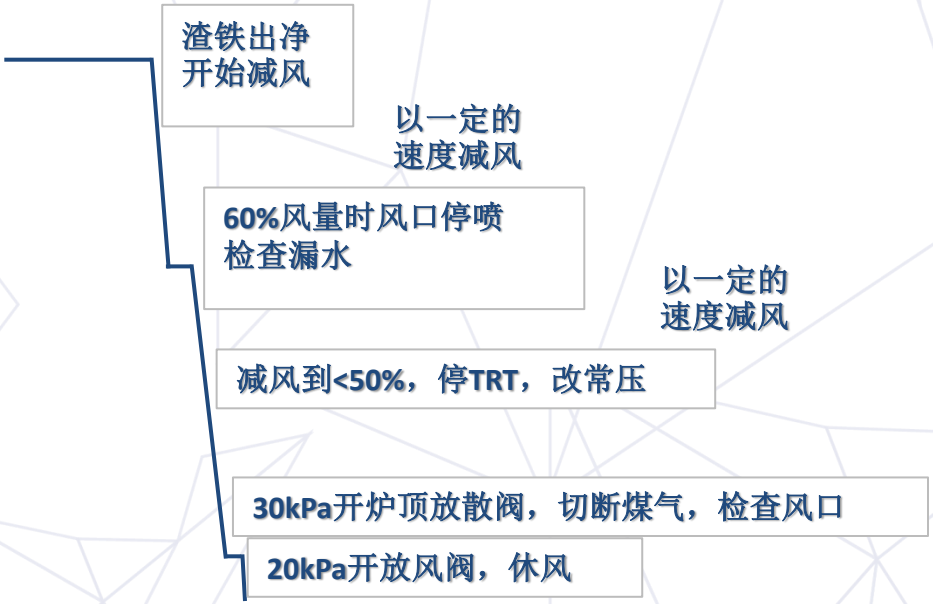
休风期间需要更换风口套的风口，堵泥要尽可能往风口前端的炉内多堵泥，防止风口套拉出后焦炭淌出来，造成检修作业时间延长，大量风进入炉内；如果时间允许，风口检修作业等休风后过1~2小时再进行。长期休风风口堵泥后可涂黄油等密封。

（2）冷却水量控制。长期休风，切断炉内所有漏水点，一般~8h后可停一台循环水泵

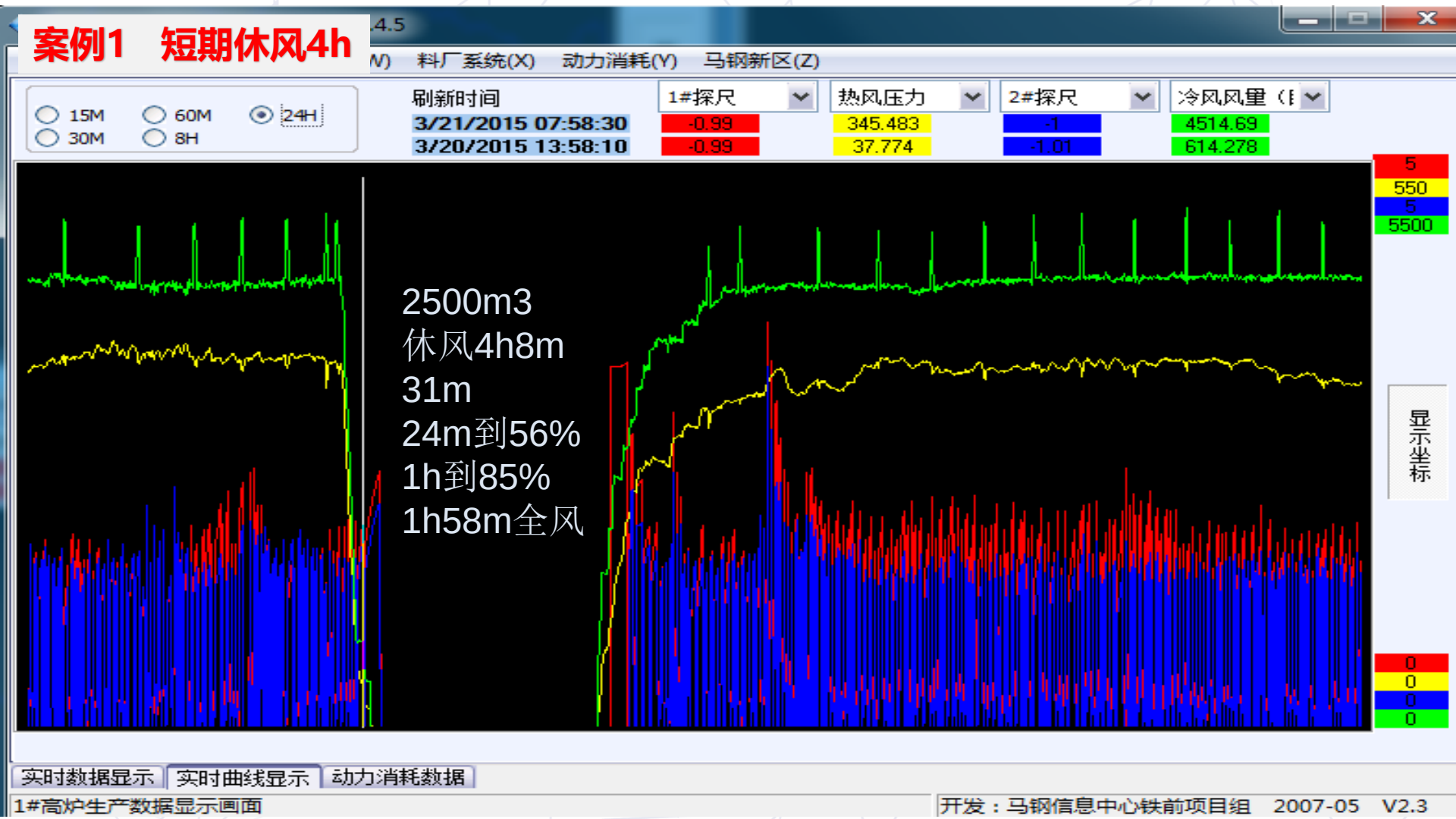
# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 4.4 休风操作案例

**一般正常炉况休风操作过程20~30min**



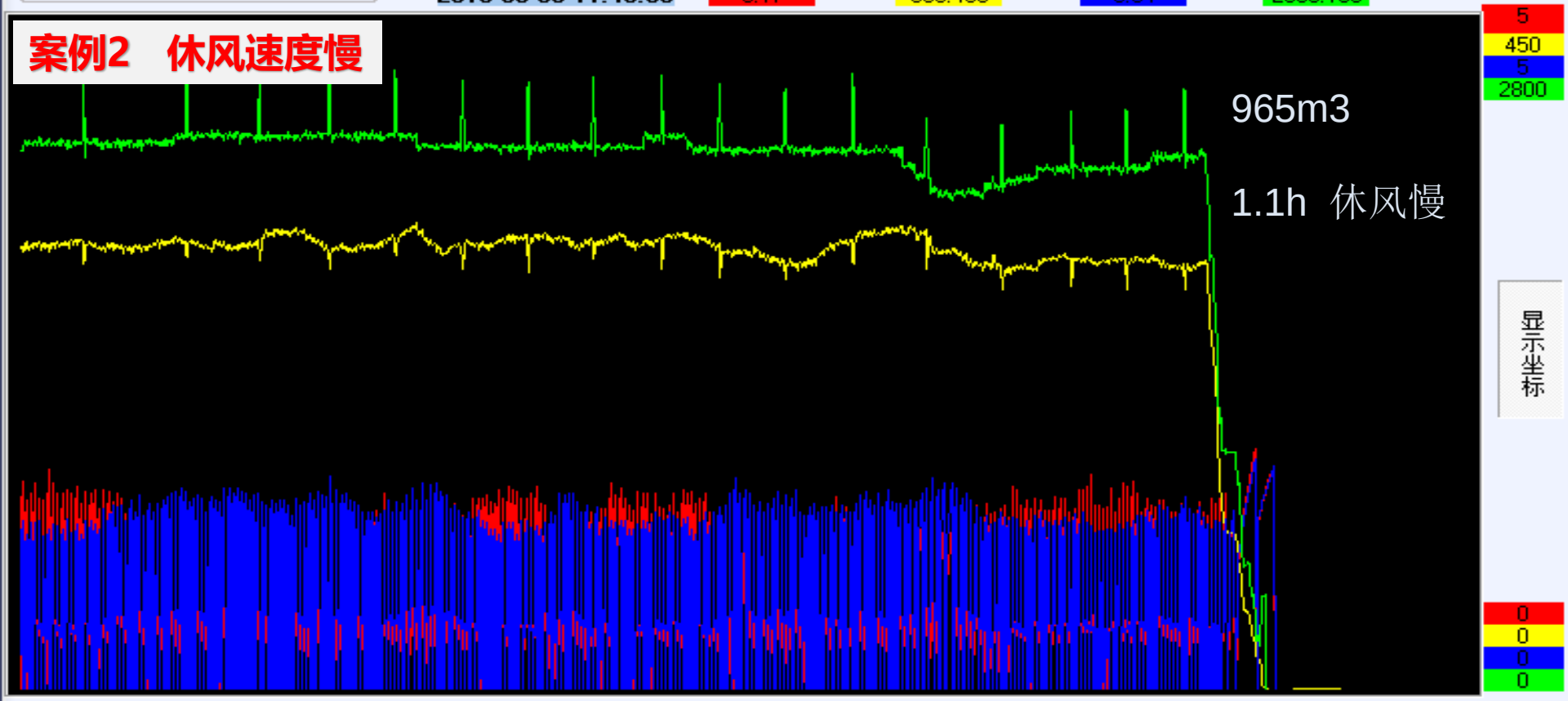
# 案例1　短期休风4h


料厂系统(X)
动力消耗(Y)
马钢新区(Z)
15M
30M
60M
8H
24H
刷新时间
3/21/2015 07:58:30
3/20/2015 13:58:10
1#探尺
-0.99
-0.99
热风压力
345.483
37.774
2#探尺
-1
-1.01
冷风风量
4514.69
614.278
2500m3
休风4h8m
31m
24m到56%
1h到85%
1h58m全风
5
550
5
5500
显示坐标
0
0
0
0
实时数据显示
实时曲线显示
动力消耗数据
1#高炉生产数据显示画面
开发：马钢信息中心铁前项目组　2007-05　V2.3

15M 60M 24H
30M 8H

刷新时间
2015-03-06 11:45:49
2015-03-05 11:48:50

| 1#探尺 | 热风压力 | 2#探尺 | 冷风流量 |
|---|---|---|---|
| -0.46 | 1.533 | -3.48 | 0 |
| 0.17 | 303.466 | 0.54 | 2333.135 |




实时数据显示 | 实时曲线显示 | 动力消耗数据

3#高炉生产数据显示画面

开发：马钢信息中心铁前项目组 2007-05 V2.3

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 4.5 快速恢复的炉外准备

### (1) 设备充分试车

渣铁处理系统、喷吹系统、原料、热风、煤气系统准备充分，炉顶大放散阀密封面清理等。

复风48h内不要因设备问题休风或大减风。

### (2) 风口准备

根据休风时间长短和休风前炉况，确定送风各项操作参数，送风风口数量。

超过5d的长期休风要考虑适当的偏堵风口，铁口埋氧枪。

复风时计划不开的风口，捅开重堵，复风后不要被吹开、又要能捅开。准备好喷煤枪等。

为复风安全顺稳、炉况快速恢复创造条件。

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 5 快速恢复操作

**5.1 要点：依据压量关系（透气性指数高于正常生产时）、炉温(PT ≥1470℃)，要最大限度地快速恢复风量，低风量时间要短。不要等探尺走好、风压稳定。**

**5.2 快速复风操作**

**（1）复风风容比0.5（炉容小风容比1）以上，送风立即检查风口，风口漏风大及时处理**

**送风初期，800℃~900℃左右。**

**（2）送风初期，尽快引煤气以便快速加风，检查炉顶放散阀，漏气快速处理。**（注：引煤气的爆发试验、检测等影响加风速度，可先开水封前的放散阀、控制炉顶放散开度，早点将煤气引过来，并简化测试程序）

**（3）引煤气后，视透指和设备状况，一步或二步加风至正常风量的60～80%，控制压差不大于全压差的80%（透指1.25倍），料动之前顶压可不超过60%。逐步跟风温。**如遇热压升高风量变小或探尺反升，暂停加风

**（4）组织出铁**

**（5）料动之后可开始喷煤，初始喷煤量通常可按正常量的50%，后根据**燃料比**逐步恢复喷煤量。**

**（6）视透指，风量恢复为正常时的80～85 %，顶压提至正常顶压的50%左右 。**

**（7）压量关系、炉温、下料基本正常，按正常富氧量的50%开始富氧**

**（8）送风初期，根据压量关系和顶温控制上料，适时赶料线，料动后改全自动上料赶料线，减少亏料线时间，尽快使炉料初始分布基本保持正常，布料制度可不动或稍作调整，初期边缘和中心适当加点焦。**

**（9）压量关系、炉温、下料基本正常，继续开风口、加风、加氧、加负荷操作等**

**实现高炉炉况的快速恢复。**

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

**复风操作注意**

**1）低风量时间不宜长，高[Si]、低PT**

**复风时，风容比达1.0（约正常风量的60%）以下的时间要尽可能短，最好在2h以内达成。**

**“压量关系” 基本合适即可加风，小风量时探尺和风压是否走齐不是衡量指标，也是走不齐的。**

**2）BV小，BT不宜太高，否则压差高不易接受风量，此时若要提炉温PT，BV比BT有效。**

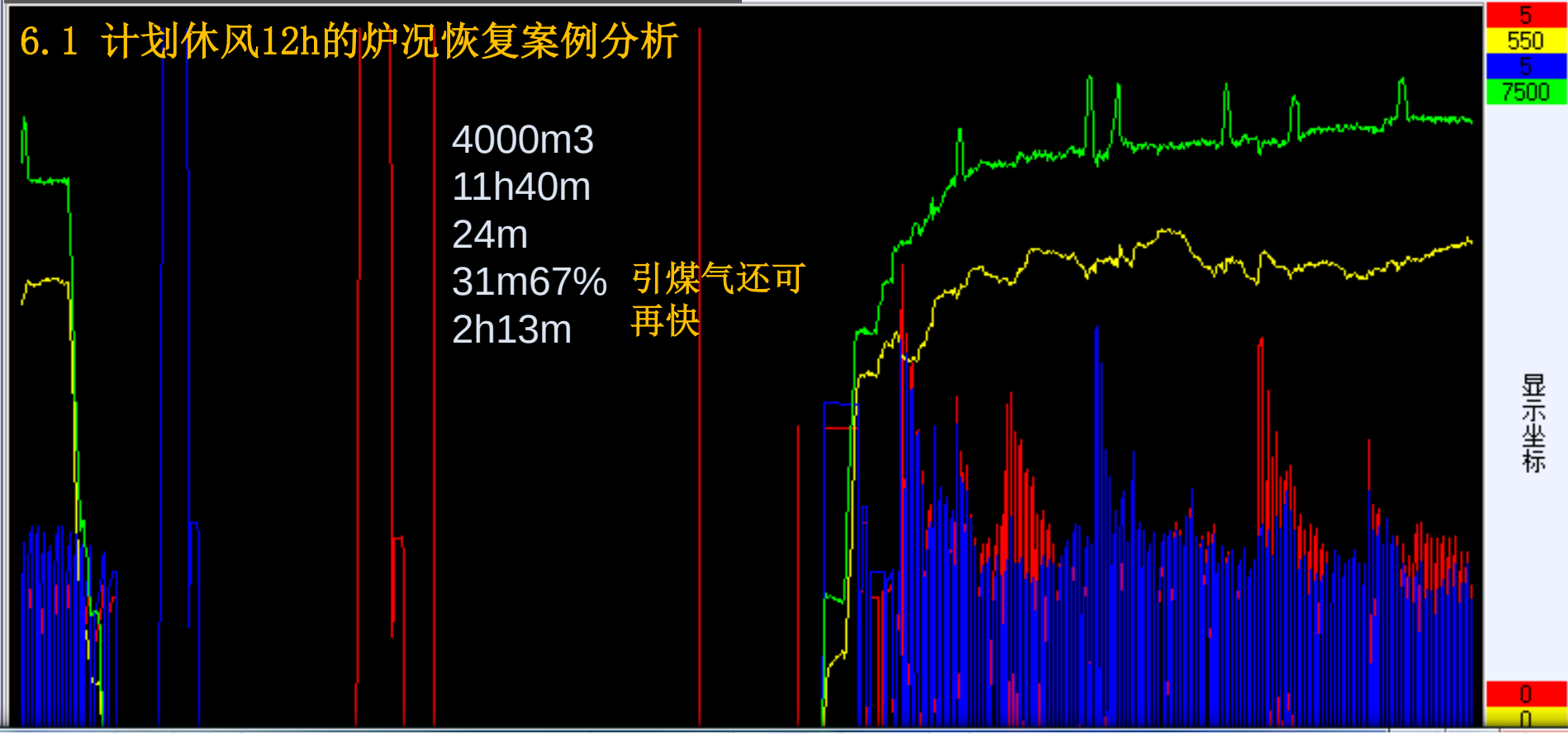
有研究表明高炉炼铁热量来源：碳素燃烧（焦炭、煤粉）占78%，热风带入热量19%，炉料化学反应热3%。

**正常风量时[Si]与PT成正比；但低风量时高[Si]、PT不一定高。例：1、2，低BV、高[Si]、铁水粘沟事故**

# （二）计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 6 较典型的计划休复风案例（定修）

### 6.1 计划休风12h的炉况恢复案例分析



# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 6 较典型的计划休复风案例（定修）

### 6.1 定修计划休复风的计划方案文本

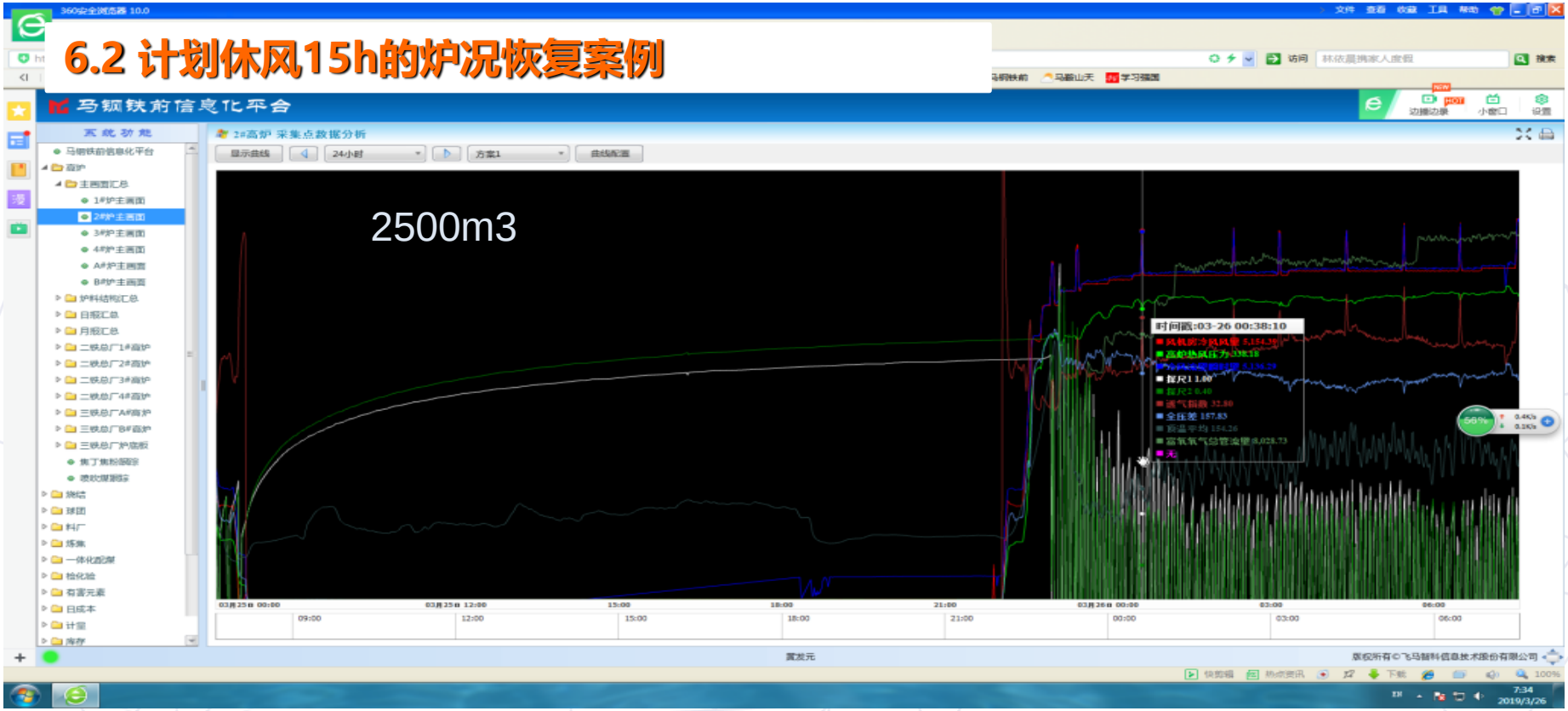


A高炉2019年9
月27日定修休复

# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

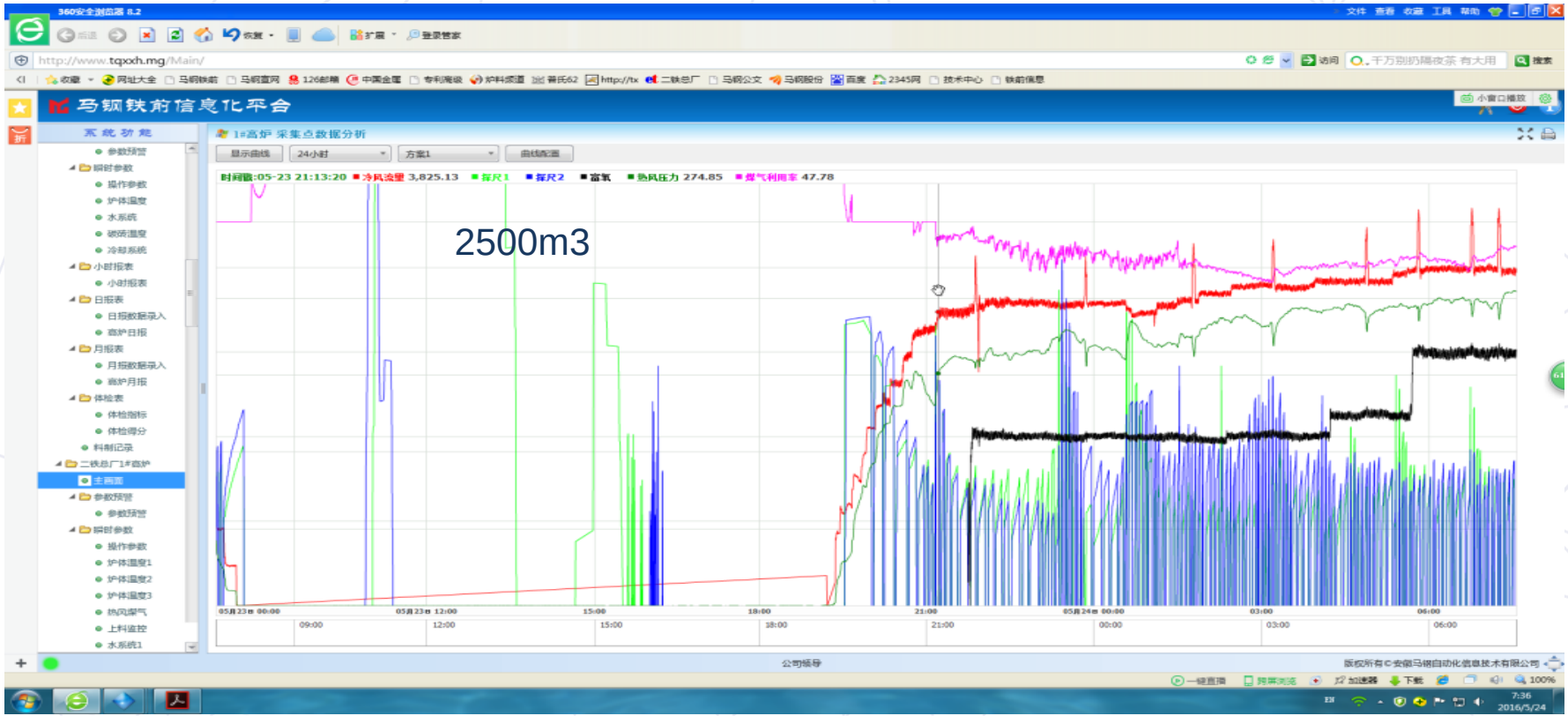
高炉休复风： 一定冶炼条件下找到基本适宜的制度，外界变化后适当临时应对调整，但操作参数偏离正常值时间不宜长

## 6.2 计划休风15h的炉况恢复案例



# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

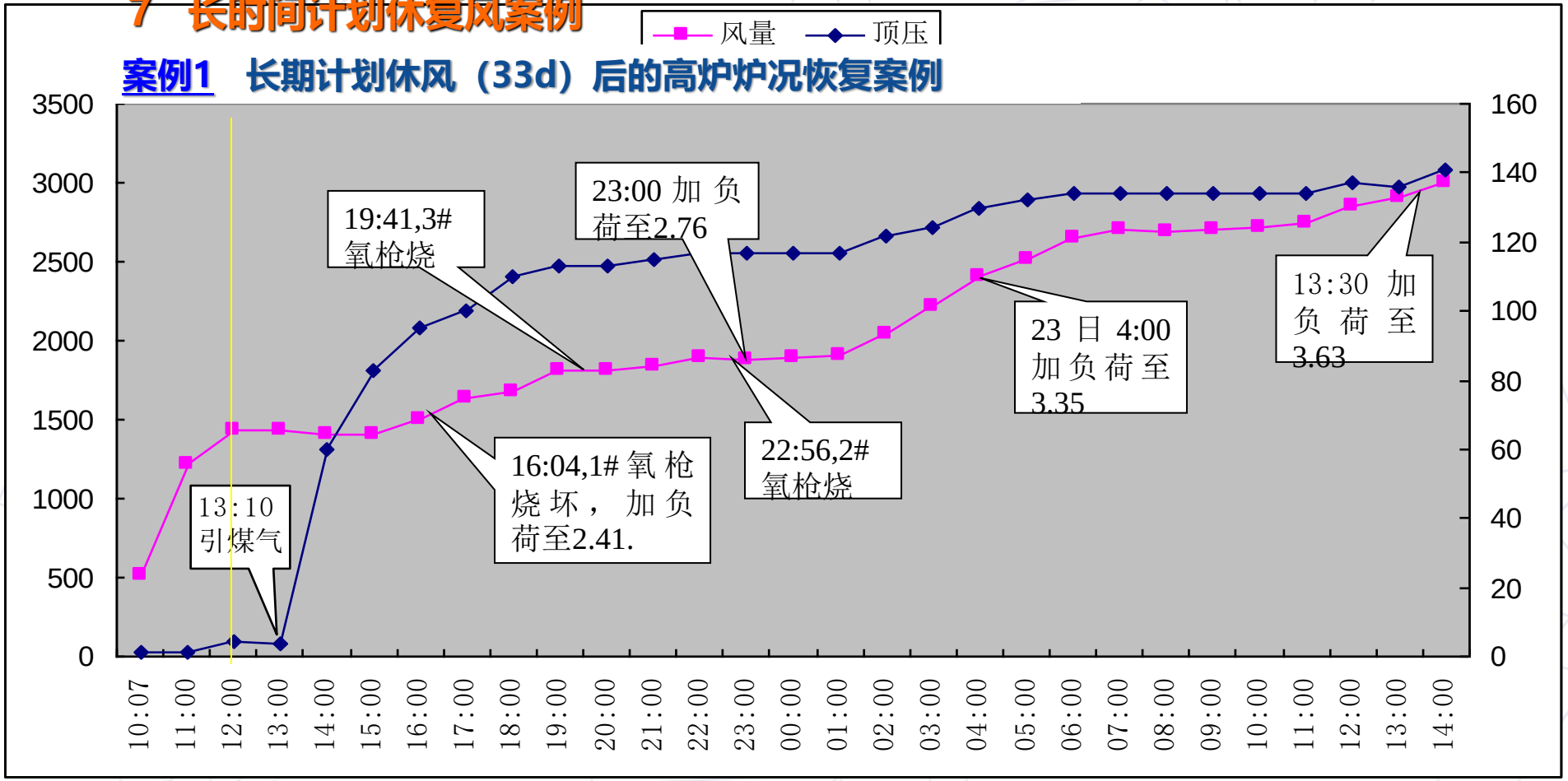
## 6.3 计划休风12h的炉况恢复案例



# （二） 计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 7 长时间计划休复风案例

### 案例1 长期计划休风（33d）后的高炉炉况恢复案例



## （三） 非计划休风后高炉炉况的快速恢复

### 1 非计划休风后炉况与计划休风炉况的主要区别

故障、事故状态的非计划休风，一般事先没有准备：

（1）没有事先方案和准备。抢修人员、备件、材料、工具、工装的到位需要时间，休风时间较有准备的休风长，需要做故障、事故状态评估。

（2）休风前没有加休风料。短期休风热损小可能影响不大；但长时间非计划休风热损大，复风初期得不到及时热补偿，热量不足，软熔带气窗通道又没有休风焦的改善，复风初期进程可能难以快速，炉况恢复可能困难，甚至事故。

（3）故障、事故可能造成在某些功能暂失的情况下紧急休风，复风难度多样复杂。如上料主皮带撕裂不能上料亏料较深、溜槽失能布料紊乱、泥炮嘴烧坏、风口烧坏、失电等，正常冶炼的高炉内架构被破坏，增加了炉况恢复难度。

# （三） 非计划休风后高炉炉况的快速恢复

## 2 炉况快速恢复的准备

（1）紧急休风时尽可能出净渣铁，休风后断流再堵铁口，控好冷却器漏水。将高炉系统休风到安全状态

（2）做好抢修组织，缩短休风时间，恢复系统功能

（3）尽可能减少休风期间高炉热损失，堵严风口、关漏水和减冷却水量、更换风口作业适当延后2h进行，并快速更换

（4）尽可能早地补加适当空焦（休风过程中或复风时）

（5）根据休风时间、炉况确定复风方案，复风料、复风参数、风口、渣铁安排等。

（6）各系统充分试车，确认功能

（7）若休风时间长适当偏堵风口（捅开重堵），做好风口与铁口的贯通工作，铁口埋氧枪（复风前用管氧深入钻好的铁口孔里烧红渣铁，埋好氧枪，小开氧气点燃，并防复风后枪被吹出），炉前先置干渣位。

## （三） 非计划休风后高炉炉况的快速恢复

### 3 炉况快速恢复的操作

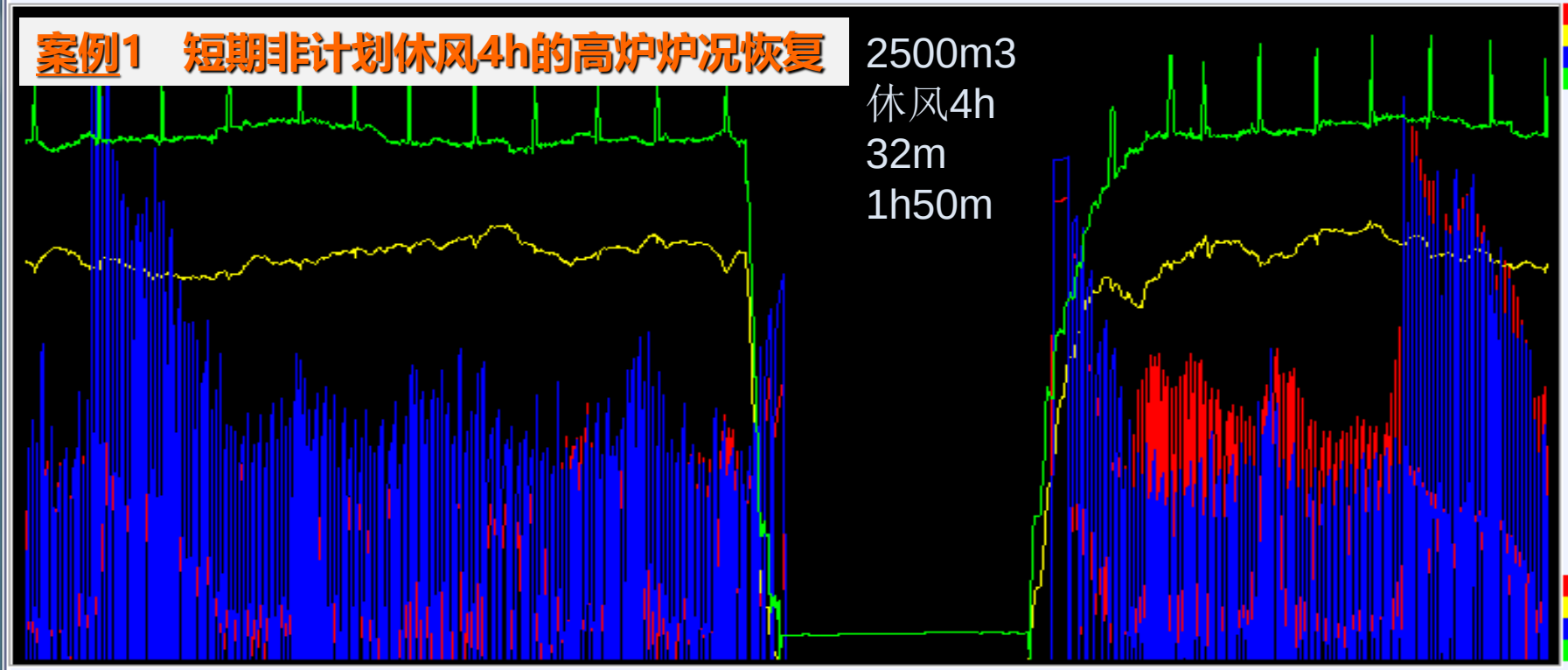
（1）按方案的送风面积，采用较大的初期送风量，过低风量的时间要短，风温可以高点，根据透指适当控制加风节奏

（2）复风后观察风口和氧枪工作情况，适时调整空氧比

（3）长期非计划休风后，前期炉温往往不足，甚至塌料较多，在炉渣顺利流出炉外前，控制加风节奏，不捅或少捅风口

（4）待补加的焦炭到达风口，炉温开始上行，渣铁流动好转时可以较快速捅风口加风

# 4　短期非计划休复风案例




实时数据显示　实时曲线显示　动力消耗数据

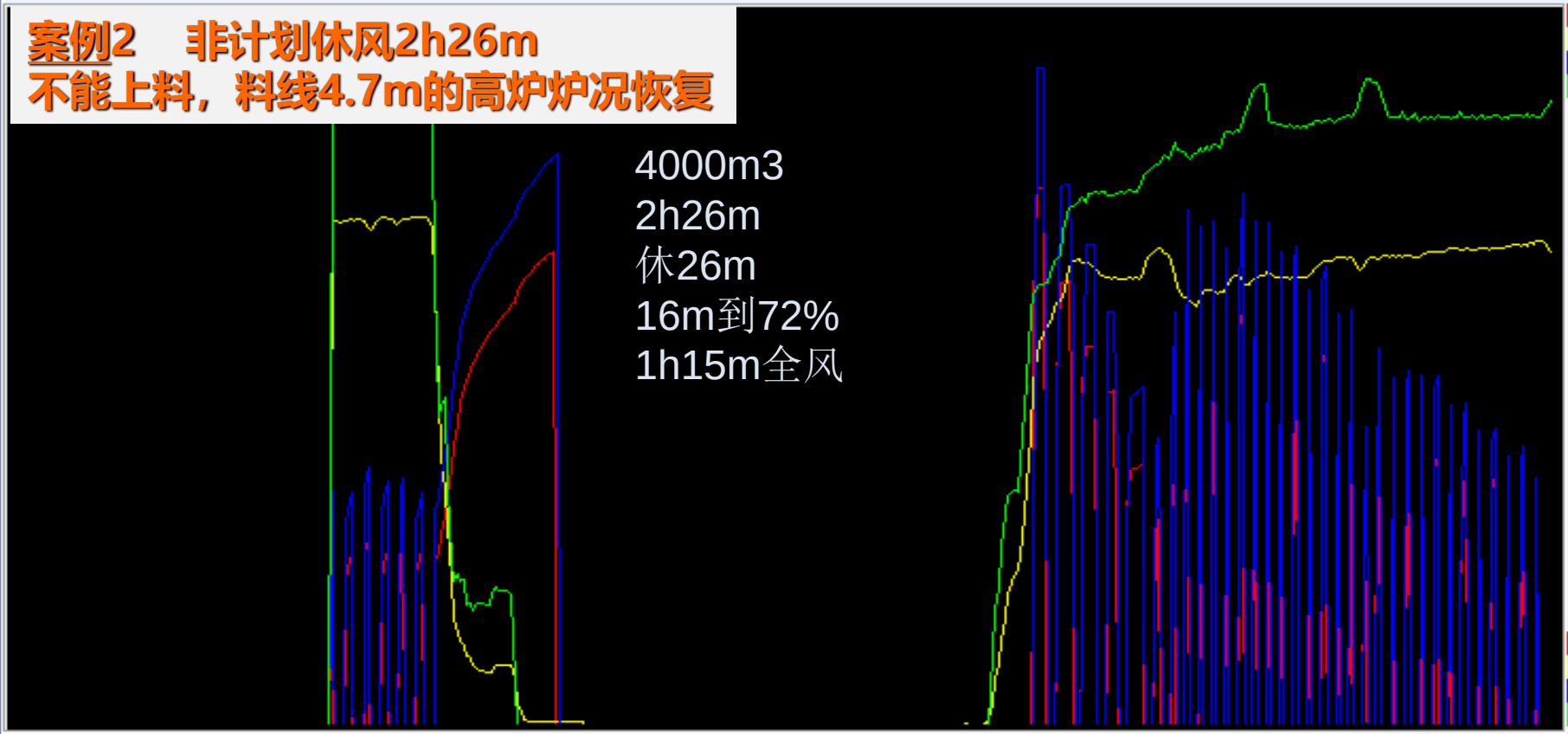
2#高炉生产数据显示画面　　开发：马钢信息中心铁前项目组　2007-05　V2.3

15M 60M 24H
30M 8H

刷新时间
2015-3-28 7:40:52
2015-3-28 5:22:53

| 1号探尺深度 | 热风总管压力 | 3号探尺深度 | 冷风流量 |
|---|---|---|---|
| 1.46 | 370.157 | 1.67 | 6826.179 |
| 2.39 | 352.487 | 2.96 | 5695.657 |

# 案例2　非计划休风2h26m
# 不能上料，料线4.7m的高炉炉况恢复




实时数据显示 | 实时曲线显示 | 动力消耗与各温度数据

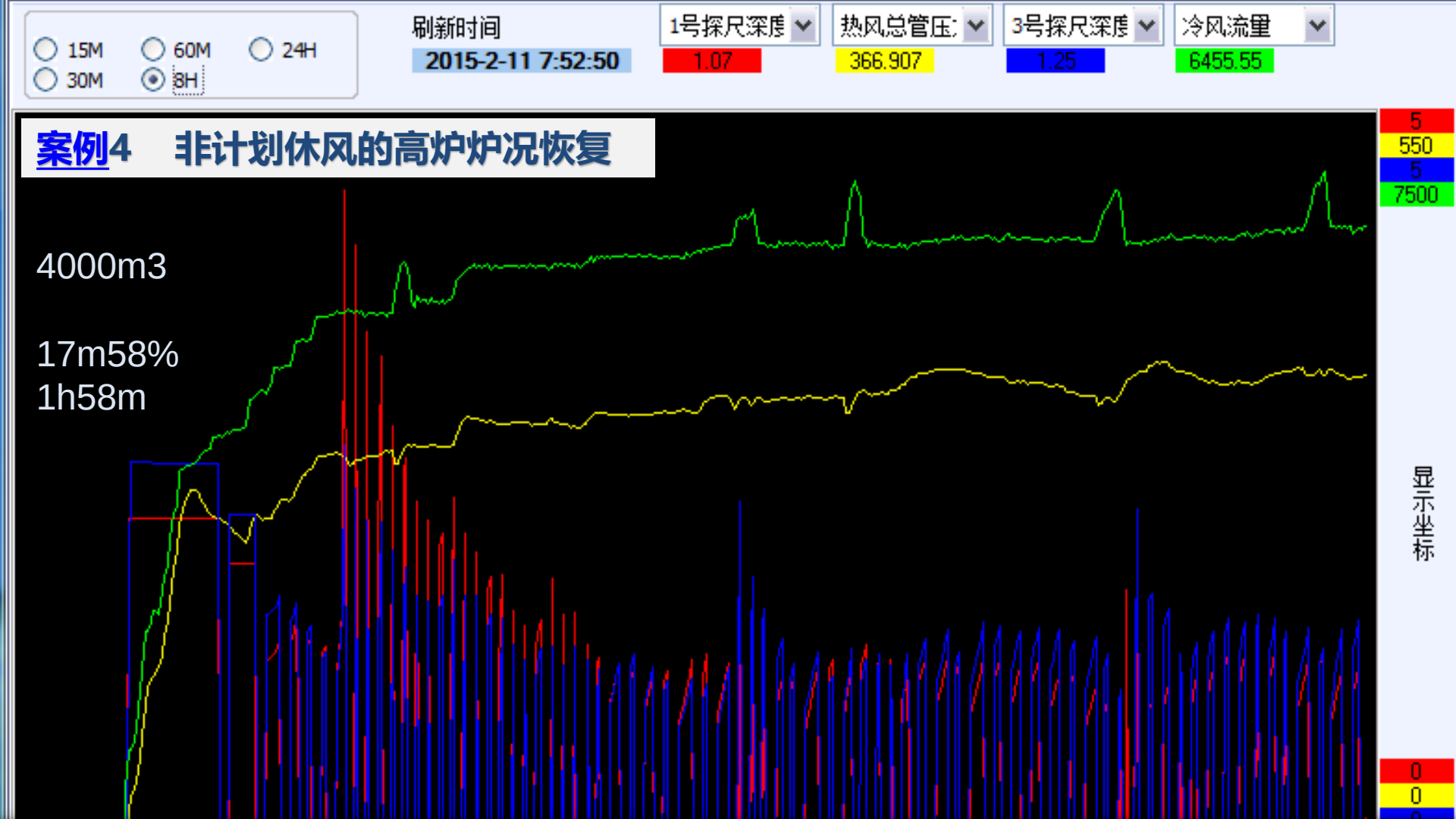
三铁总厂A高炉生产数据显示画面　　开发：马钢信息中心铁前项目组　2007-05　V2.3

15M 60M 24H
30M 8H

刷新时间
2015-01-29 11:43:58

| 1#探尺 | 热风压力 | 2#探尺 | 冷风流量 |
|---|---|---|---|
| 2.16 | 126.535 | 2.41 | 2124.704 |

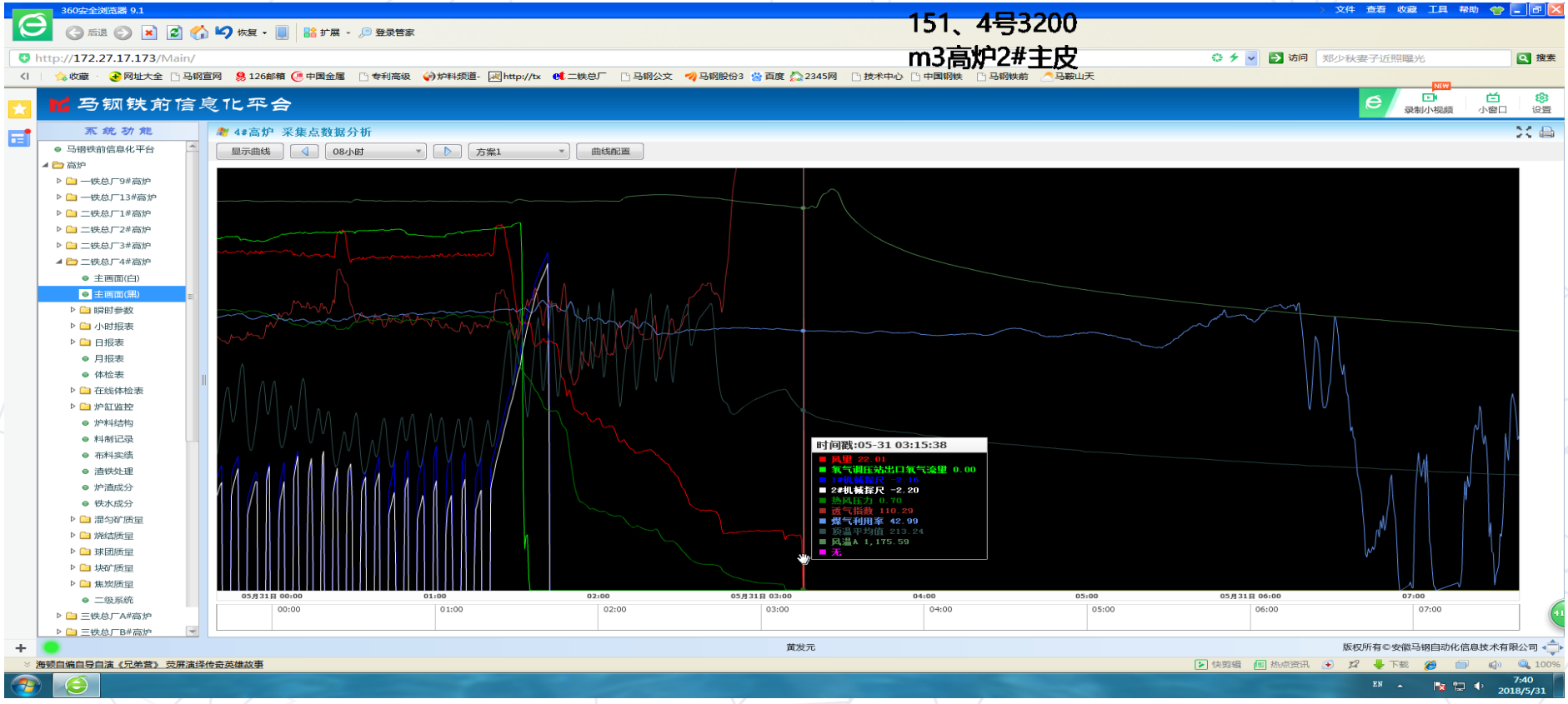



15M
60M
24H
30M
8H
刷新时间
2015-2-11 7:52:50
1号探尺深度
1.07
热风总管压力
366.907
3号探尺深度
1.25
冷风流量
6455.55
案例4 非计划休风的高炉炉况恢复
4000m3
17m58%
1h58m
5
550
5
7500
显示坐标
0
0

# 5　较长时间非计划休复风案例

- **案例1**　非计划休风17 h的高炉炉况恢复

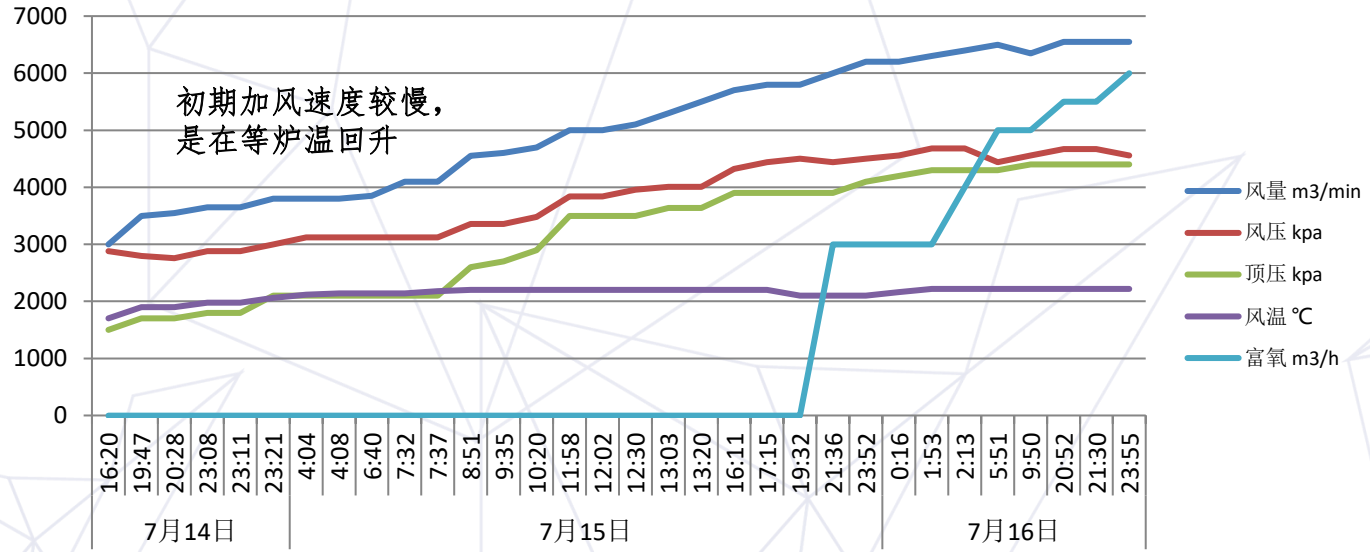
151、4号3200
m3高炉2#主皮



# 5　较长时间非计划休复风案例

- **案例2**　非计划休风83h的高炉炉况恢复

152、A号高炉电缆失火.docx



# 非计划休风83h高炉复风后主要操作参数

| 时间 | | 矿批 | 风量 m3/min | 风压 kpa | 顶压 kpa | 风温 ℃ | 富氧 m3/h | 风口数及面积 | 标速 m/s | 捅风口 | PT ℃ | Si % | S % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7/14 | 16:20 | 70 | 3000 | 240 | 75 | 850 | 0 | S18=0.2330 | 215 | | 1360 | | |
| | 19:47 | 70 | 3500 | 233 | 85 | 950 | 0 | S19=0.2463 | 237 | 16 | 1350 | | |
| | 20:28 | 70 | 3550 | 230 | 85 | 950 | 0 | S20=0.2596 | 228 | 29 | | | |
| | 23:08 | 70 | 3650 | 240 | 90 | 990 | 0 | S21=0.2728 | 223 | 30 | 1340 | | |
| | 23:11 | 70 | 3650 | 240 | 90 | 990 | 0 | S22=0.2861 | 213 | 4 | 1338 | | |
| | 23:21 | 70 | 3800 | 250 | 105 | 1030 | 0 | | 221 | | | 0.09 | 0.240 |
| 7/15 | 4:04 | 70 | 3800 | 260 | 105 | 1060 | 0 | S23=0.2994 | 212 | 3 | 1360 | 0.27 | 0.154 |
| | 4:08 | 70 | 3800 | 260 | 105 | 1070 | 0 | S24=0.3127 | 203 | 31 | | | |
| | 6:40 | 70 | 3850 | 260 | 105 | 1070 | 0 | | 205 | | 1380 | 0.56 | 0.098 |
| | 7:32 | 70 | 4100 | 260 | 105 | 1070 | 0 | S25=0.3259 | 210 | 32 | | 0.72 | 0.054 |
| | 7:37 | 70 | 4100 | 260 | 105 | 1090 | 0 | S26=0.3392 | 201 | 2 | 1400 | | |
| | 8:51 | 70 | 4550 | 280 | 130 | 1100 | 0 | S27=0.3525 | 215 | 15 | 1420 | | |
| | 9:35 | 70 | 4600 | 280 | 135 | 1100 | 0 | S28=0.3638 | 211 | 1 | | | |
| | 10:20 | 70 | 4700 | 290 | 145 | 1100 | 0 | | 215 | | | | |
| | 11:58 | 70 | 5000 | 320 | 175 | 1100 | 0 | S29=0.3525 | 236 | 11 | | | |

| 时间 | | 矿批 | 风量 m3/min | 风压 kpa | 顶压 kpa | 风温 ℃ | 富氧 m3/h | 风口数及面积 | 标速 m/s | 捅风口 | PT ℃ | Si % | S % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12:30 | 85 | 5100 | 330 | 175 | 1100 | 0 | | 218 | | | | |
| | 13:03 | 85 | 5300 | 334 | 182 | 1100 | 0 | S31=0.4036 | 219 | 12 | 1450 | | |
| | 13:20 | 85 | 5500 | 334 | 182 | 1100 | 0 | S32=0.4169 | 220 | 35 | | 1.23 | 0.023 |
| | 16:11 | 85 | 5700 | 360 | 195 | 1100 | 0 | S33=0.4302 | 221 | 14 | | 1.4 | 0.013 |
| | 17:15 | 90 | 5800 | 370 | 195 | 1100 | 0 | | 225 | | 1500 | 2.1 | 0.009 |
| | 19:32 | 90 | 5800 | 375 | 195 | 1050 | 0 | S34=0.4434 | 218 | 34 | 1520 | 1.5 | 0.009 |
| | 21:36 | 90 | 6000 | 370 | 195 | 1050 | 6000 | | 226 | | 1530 | 1.3 | 0.009 |
| | 23:52 | 90 | 6200 | 375 | 205 | 1050 | 6000 | | 233 | | 1510 | 0.82 | 0.032 |
| 7/16 | 0:16 | 90 | 6200 | 380 | 210 | 1080 | 6000 | S35=0.4567 | 226 | 13 | | | |
| | 1:53 | 90 | 6300 | 390 | 215 | 1110 | 6000 | S36=0.4680 | 224 | 33 | | | |
| | 2:13 | 90 | 6400 | 390 | 215 | 1110 | 8000 | | 228 | | | | |
| | 5:51 | 90 | 6500 | 370 | 215 | 1110 | 10000 | | 231 | | | | |
| | 9:50 | 92 | 6350 | 380 | 220 | 1110 | 10000 | | 226 | | | | |
| | 20:52 | 92 | 6550 | 389 | 220 | 1110 | 11000 | | 233 | | | | |
| | 21:30 | 95 | 6550 | 389 | 220 | 1110 | 11000 | | 233 | | | | |
| | 23:55 | | 6550 | 380 | 220 | 1110 | 12000 | | 233 | | | | |

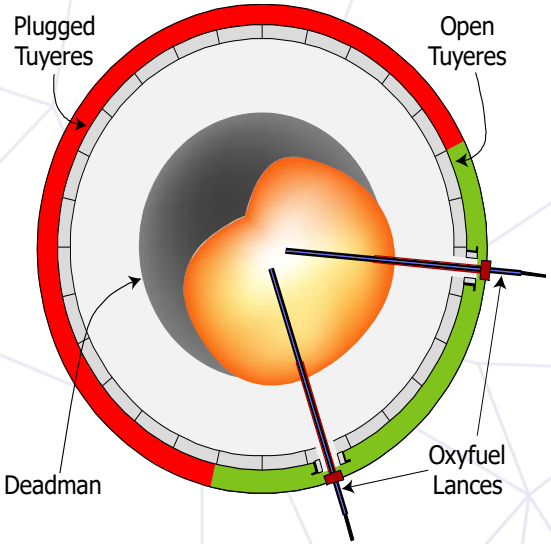
# 6 长时间非计划休风炉况恢复方案

马丁先生案例

## BF start-up after long, unplanned stop

**按炉缸冻结处理：**

- **铁口埋风氧枪**
- **偏堵风口，铁口上方集中开几个风口，不能花开**
- **送风前要把铁口和其上方风口贯通**
- **补足焦炭和适当熔剂**




Plan

- Use Oxyfuel Lances
- Start 10 tuyeres
- Burdening (WV 2328 m³)
- Coke blank 48 tons
- Coke Rate Volume

| Coke Rate | Volume |
|---|---|
| 720 (+PCI) | 3000 m³ |
| 650 | 1200 m³ |
| 600 | 1200 m³ |
| 550 | 750 m³ |
| 500 | 5200 m³ |
| 400 +PCI | |

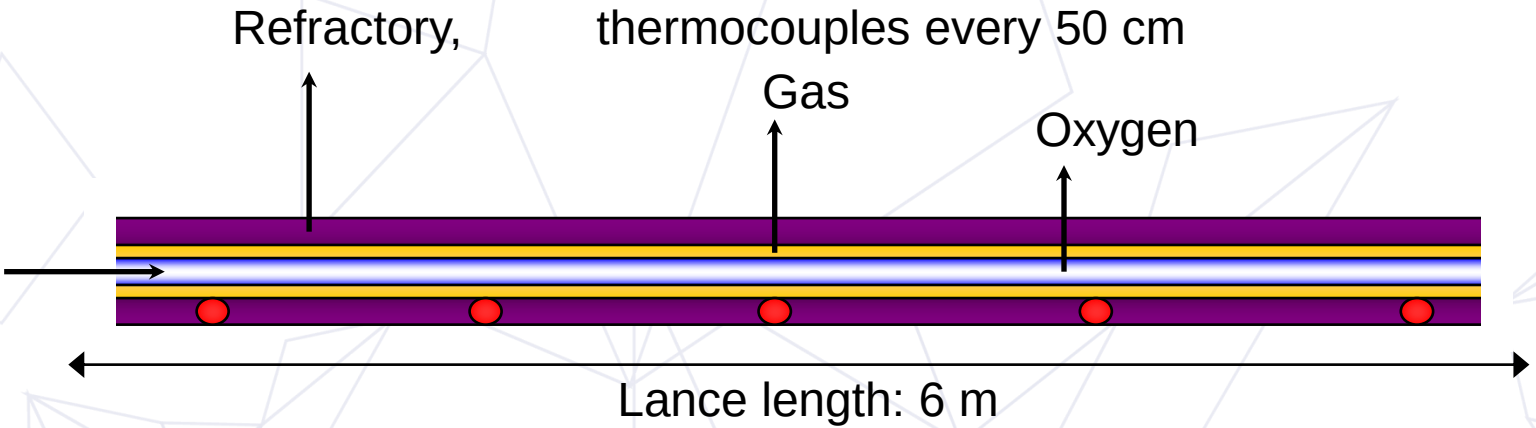
# Principle of Oxyfuel Lance

**Oxygen inside, cooled by gas**

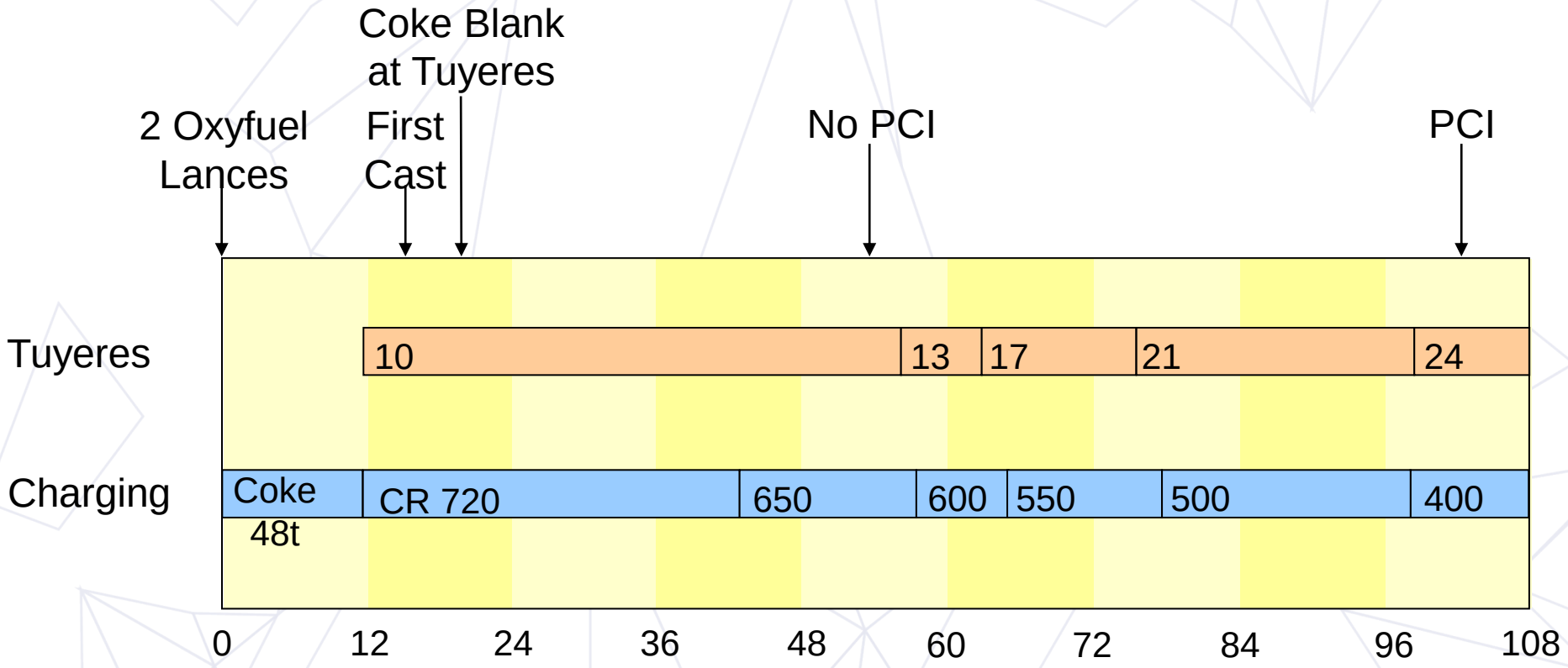
**Protected by refractory lining**

**Thermocouples after every 50 cm**

**Section:**



# Typical start-up after long unplanned stop




开风口和加负荷计划

# 休复风操作要点

短期计划休复风的操作要点：休风前出净炉内渣铁、休风时分步快速减风、复风时注意透指与料动，初期大风量快速加风，操作难点在于如何有效解决复风后全炉压差的控制问题。

长期计划休复风的操作要点：合理安排休风料、休风前出净炉内渣铁、休风期间减少热量损失、复风初期较大风量（正常风量的40%~60%）且视透指快节奏加风，操作难点在于如何有效解决高炉复风后顺行的控制问题。

长期非计划休复风的操作要点：休风时出净炉内渣铁、尽早补加焦炭、休风期间减少热量损失，做好风口与铁口的贯通，在焦炭下达炉温上升前送风制度的合理把控，防止塌料、冷渣铁不能及时排出烧风口。操作难点在于如何有效解决高炉休复风过程中炉况恢复进度的控制问题，使风口前然烧熔化的渣铁能从铁口出来，防止风口烧坏和发现烧坏能及时处理是极关健的。

# 六 其他系统保障

高炉的开炉、停炉、闷炉和休复风操作与保障，重点在高炉操作，但不限于此，是非常复杂的系统工程。

铁前的系统思维和风险管控很重要，管理关口前移，治未病，各种风险得到管控后，可实现高炉的长期顺稳，突发情况减少，指标改善、成本降低。炉况基础好，即使突发状况，开停炉、休复风可以快速、避免二次事故。

## 1 技术管理体系保障

要建立系统的技术管理体系，系统协同联动，人员保障

## 2 原燃料保障

只讲2个概念（1） 要稳定。（2） 何为“经济料”？

以吨铁完全成本最低为目标，不能以吨矿、吨焦价最低衡量，这叫便宜料，一般便宜没……。

配煤配矿体会：价格便宜时买好矿铁水完全成本低，价格高时买低价料铁水完全成本低，但这时往往材的价也高，买好料可多产材，效益会高。

# 其他系统保障

## 3 设备保障

铁前系统各单元硬件能力等要配套

做好设备管理，减少设备故障、事故

设备故障、事故少，对高炉干扰少.pptx


欢迎交流指正
谢谢！