

超大型焦炉大幅限产的工艺调整策略应用

梁 杰

山西太钢不锈钢股份有限公司焦化厂，山西太原 030003

摘 要：为保证 7.63m 超大型焦炉炉体安全和长寿化运行，总结焦炉在大幅度限产工艺条件下的调整策略和相关原则，并针对调整过程中发现的问题进行分析，归纳关键技术要点和特殊操作管控方法，形成超大型焦炉限产的生产组织和工艺调整模式，最终明确后续改进的方向。

关键词：大幅度限产工艺调整结焦时间参数调节

太钢焦化厂地处山西省太原市，属于“2+26”城市管控范围，正常工况下已执行并实现了超低排放限值标准的达标排放。为进一步改善污染物管控水平，为 2022 年全国两会及北京冬残奥会期间创造良好的外部环境，太钢焦化厂从 2022 年 3 月 4 日开始将结焦时间延长至 45h，并持续至 3 月 13 日。这是太钢 7.63m 焦炉自投产以来首次面临大幅度、长时间在长结焦时间状态下（负荷约 55%）组织生产，焦炉及其配套煤气净化工序在生产操作、工艺调整及设备维护方面均做了对应调整，及时解决过程中发现的问题，并总结了关键技术要点和特殊操作管控方法。

1 存在的问题

太钢焦化厂 7.63m 焦炉的结焦时间在大幅度延长前，按 25.5h 组织生产，设计结焦时间为 25.2h，基本接近满负荷。3 月 3 日开始逐步延长结焦时间，至 3 月 4 日计划延长至 45h，但时间过于紧迫，缺乏工艺技术条件支撑。

焦炉在长结焦时间工艺条件下，标准温度降低，焦炉炉头温度预计会降至 850℃ 以下，由于焦炉大

部分是由硅砖组成，炉体温度由硅砖等耐火材料的残余膨胀系数特性决定，若炉体温度低于一定程度（850℃），再加热时硅砖将不会膨胀，最终导致焦炉炉体的砖缝越来越大，造成焦炉炉体损坏。

在此之前的限产或减产组织和工艺调整中，均采用短时间或结焦时间在 32h 以内的生产组织模式，未经历过长时间限产实践，因此对相关工艺参数的调整和策略没有相关经验。

2 生产组织调整的关键点

2.1 研讨形成生产组织方案

对可能遇到的情况进行辨识，制定应对措施；同时利用限产时机，验证气煤配比的可行性。长结焦时间下，仍采用 10~11min 单炉操作时间组织生产，通过安排循环检修时间，以便于车辆设备的检修。同时，保持循环时间内车辆处于低负荷待机状态，有利于减少电耗。

2.2 科学合理调整结焦时间，最大限度保护焦炉炉体

根据焦化生产组织特点和规律，重新规划结焦

时间,调整生产节奏,在3月3日—3月6日期间,逐步降低焦炉加热标温、逐步延长结焦时间,至3月7日8点,将结焦时间延长到45h。同时,在长结焦时间下的生产操作过程中,因煤气发生量减少,更容易造成荒煤气系统O₂含量超标。针对这一变化,安排停止晾炉操作,规范炉口清理作业。在长结焦时间末期进行开炉盖操作时,暂停实施提前负压的操作。

2.3 调整煤气系统参数,确保煤气净化系统稳定

2.3.1 降低鼓风机吸力

先采取逐步降低鼓风机吸力的措施,再根据煤气量调整鼓风机的开机台数,并通过煤气回流阀门进行稳步操作;在结焦时间为45h时,化产回收南区系统鼓风机运行台数由2台减至1台,且鼓风机运行吸力从-1290Pa调整至-660Pa,降低了630Pa,降幅49%,与此同时,开大煤气回流管道的阀门,避免煤气在低负荷条件下发生鼓风机设备喘振问题。

2.3.2 调整荒煤气导出系统参数

为保证荒煤气导出系统稳定,对三段集气管吸力值进行优化调整,出炉段由-350Pa降至-300Pa,非出炉段由-300Pa降至-250Pa。将结焦期间

表1 焦炉限产期间炉温控制情况℃

日期	03-03	03-04	03-05	03-06	03-07	03-08	03-09	03-10	03-11	03-12	03-13	03-14	03-15	03-16	03-17
计划标准温度	1250	1240	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1220	1240	1260	1280
7号焦炉实际	1261	1249	1230	1219	1198	1174	1182	1165	1188	1181	1182	1181	1250	1295	1301
标准温度偏差	11	9	50	39	18	-6	2	-15	8	1	2	-39	10	35	21
8号焦炉实际	1259	1251	1236	1213	1194	1173	1180	1174	1175	1187	1179	1189	1267	1309	1309
标准温度偏差	9	11	56	33	14	-7	0	-6	-5	7	-1	-31	27	49	29
9号焦炉实际	1265	1259	1240	1219	1204	1173	1176	1177	1182	1185	1182	1180	1254	1304	1302
标准温度偏差	15	19	60	39	24	-7	-4	-3	2	5	2	0	14	44	22

由表1可知:

1) 3月5日、6日,在结焦时间延长初期,由36h向45h过渡期间,因焦炉热惯性导致炉温降幅与计划有较大偏差,降幅平缓,实际炉温偏高。

2) 3月13日—3月14日,因结焦时间大幅缩

短(45h缩短至35h),炉温升温未达预期,造成实际与标温设定偏差大。

2.4 制定鼓风机开机节点及初冷器切出/投用节点

制定鼓风机开机节点(煤气量、前导向开度、吸力等)及初冷器切出/投用节点,为限产条件下的操作提供依据和作业标准。结焦时间延长后,停用了2套煤调湿系统;将原有的4座干熄炉中的其中2座实施停产保温,节约了能源消耗。

3 工艺调整的相关策略

3.1 配煤结构的调整,经济炉料的运行

确定了“大幅度提高瘦煤、适当提高肥煤和1/3焦煤、降低一级焦煤配比、试验气煤”的调整方案,通过6次调整完成实施。利用本次限产时机,验证了气煤质量配比的可行性,使得长结焦时间运行期间气煤质量配用比例达到5%。

3.2 焦炉炉温和煤气消耗调整策略

为确保炉头温度,在45h以上的结焦时间条件下,标准温度按1180℃执行,比36h的标准温度1200℃,降低20℃。

3.2.1 焦炉炉温变化(见表1)

短(45h缩短至35h),炉温升温未达预期,造成实际与标温设定偏差大。

3) 3月14日—3月16日,在结焦时间恢复期间,同样受焦炉热惯性影响,炉温出现一定的波动。

3.2.2 焦炉加热煤气用量的调整(见表2)

表2 限产期间加热煤气使用情况万m³/h

日期	03-03	03-04	03-05	03-06	03-07	03-08	03-09	03-10	03-11	03-12	03-13	03-14	03-15	03-16	03-17	
焦气用量	计划	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	
	实际	0.4	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.1	1.0	0.8	
	偏差	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.8	0.6	0.2
高气用量	计划	32.5	30	28.5	26.2	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	28.4	30.5	32	33.5	
	实际	30.3	29.0	26.7	24.1	21.1	20.7	22.5	21.6	22.7	21.2	21.4	25.6	32.7	31.8	30.3
	偏差	-2.2	-1.0	-1.8	-2.1	-1.5	-1.9	-0.1	-1.0	0.1	-1.4	-1.2	-2.8	2.2	-0.2	-3.2

由表2中实际的煤气使用情况分析可知,原计划焦炉煤气消耗量较为保守,实际在结焦时间45h状态下全部停用焦炉煤气;高炉煤气用量为21~22万 m^3/h ,比原计划用量少1万 m^3/h 。原计划炼焦热耗3.62GJ/t全焦,实际炼焦热耗为3.30GJ/t全焦。长结焦时间下,全炉焦炭成熟度均匀良好,有利于节省焦炉煤气。

3.3 煤气净化系统的主要辅料应用调整

3.3.1 液碱消耗分析

蒸氨塔处理量偏小,生产调节会导致液碱消耗偏高。将进蒸氨塔的水量控制在50~52 m^3/h ,当液位进一步下降时,蒸氨塔进行内循环(共内循环13次,累计51h),废水经原料氨水罐后,再次进蒸氨塔循环。

由于内循环时停止加碱,原料氨水与蒸氨废水混合后进蒸氨塔,容易造成废水pH值的波动,根据出水pH值调整加碱量偏差较大。限产50%条件下,碱消耗总量降幅20%,液碱总量减少,但是吨废水用量增加。

3.3.2 洗油消耗分析

限产后,洗油洗苯的油气比增大,塔后煤气含苯量下降,轻苯产量增加,使得洗油单耗降低。塔后含苯量从2.1 g/m^3 降低至0.95 g/m^3 左右,降幅达55%,轻苯回收率相对提高。降低生产负荷后,洗苯塔、脱硫解析塔效果都有明显提升,塔后含苯、煤气 H_2S 含量显著降低,蒸汽消耗也相应降低,为以后的生产节奏调整积累了降低洗油、蒸汽等物料消耗的经验。

4 利用长结焦时间条件,对焦炉及配套设备进行维护

因焦炉属于连续运转的工艺设备,加之长流程钢铁企业大高炉对焦炭质量要求高的特点,焦炉很难有停产检修时机,利用本次限产时间,对焦炉及配套设备完成了检修,进一步满足了生产需求。

旧系统焦罐车于2008年投产后一直连续使用,罐体旋转支撑平台下部产生3mm的磨损凹槽,影响罐体旋转定位精度。利用本次限产时机,组织完成了南台罐车副罐旋转支撑平台的更换。同时进行机械及电气一体化的同步维修,对日常检查发现的设备隐患进行集中处理,保证检修后罐车能够连续长时间使用。

限产期间,对备煤工序中下料不畅的煤罐进行

了下料短节更换。通过清空对应煤罐,更换下料短节。更换短节后,消除了给料机洒煤问题。

利用本次限产,处理了一些因缺少停车时间难以进行的问题,如旧系统干熄焦单系统的机械类检修、钢丝绳更换、东台振筛更换、单系统皮带检修、焦炉磨电轨道等项目,为下步稳定生产奠定了良好的基础。

5 存在的问题与改进方向

1) 焦炉热工方面存在问题。在此次长结焦时间调整下,焦炉加热系统参数以调节煤气压力、暂停时间、高炉煤气和焦炉煤气掺混量进行炉温控制。在大跨度结焦时间调整的状态下,未测量炭化室底部压力,焦炉加热系统参数的适应性不好,虽然直行温度可以达预期,但炉头温度降幅较大,降至900 $^{\circ}\text{C}$ 左右,不利于炉体安全和长寿化运行。改进方向:提前研究制定两套加热系统参数调整方案,主要调整参数包括煤气孔板尺寸、进风口尺寸、废气水平翻板开度、脱硫风机主频,以此来保证高炉煤气压力不至于过低而影响炉头温度及高向加热,保障在长结焦时间条件下炉头温度维持正常。同时,结焦时间缩短后,炉温易不均匀,造成大电流,因此需加强炉温管控,避免炉温不均匀造成大电流的发生。需增加测炭化室底部压力监测,为调整PROven控制参数提供依据,保障炭化室内微正压。

2) 恢复生产时,结焦时间不能缩短得太快。为追求出炉数,在3月14日恢复生产时,第一轮结焦时间缩短过快(从45h直接缩短至35h以内),温度控制难度大,焦炭过火或生焦的风险大大增加。第一轮出炉由于炉头温度提升缓慢,出炉时炉头冒黑烟现象明显。改进方向:为保证焦炉长寿化,在限产后恢复方面需按计划进行,需与相关部门沟通,建议公司内部上级部门按炼焦规程和技术规定执行。

3) 硫铵颜色变差。在长结焦时间下,降低了吸力,煤气流速降低,煤气中的杂质沉积在管道中,在恢复生产时,煤气流速增加,将管道中的杂质带到母液中,影响硫铵颜色。改进方向:在焦炉恢复期间,吸力调整必须缓慢、均衡,避免对硫铵产品的颜色造成影响。

4) 液碱、洗油、乙醇胺的消耗均存在滞后现象,需要在生产组织中及时调整。液碱消耗在限产期间反复波动,需督促各班组及时调整能源及辅料消耗,并提升鼓冷、硫铵班组人员协同能力。