

华西冶金论坛成都第十八届会议  
成都全国焦化学术研讨暨信息发布会  
CHENGDU QUANGUO JIAOHUA XUESHU YANTAO J I XINXI FABU HUI

# 焦化学术论文集

JIAOHUA XUESHU LUNWENJI

(煤气净化、脱硫、焦炉设备、焦炉维修及焦炉寿命)

冶金信息情报网 YEJIN XINXI QINGBAO WANG  
四川省金属学会 SICHUANSHENG JINSHU XUEHUI  
重庆金属学会 CHONGQING JINSHU XUEHUI  
重庆大学材料学院 CHONGQING DAXUE CAILIAO XUEYUAN  
四川省金属学会炼焦 SICHUANSHENG JINSHU XUEHUI LIANJIAO  
化学学术委员会 HUAXUE XUESHU WEIYUANHUI  
成都华冶信息研究所 CHENGDU HUAYE XINXI YANJIUSUO

攀钢煤化工厂协办

(PANGANG MEIHUA GONGCHANG XIEBAN)

中国·成都 ZHONGGUO CHENGDU

2005·5

# 焦化技术论文集目录

(煤气净化、脱硫、焦炉设备、焦炉维修与焦炉寿命)

- 首钢焦化厂新建 AS 工程总结及技术改进浅析 ..... 闫华 (1)
- 煤气净化系统的改进 ..... 曹永中 夏旭 徐风雷等 (9)
- 优化煤气系统动态平衡 ..... 韩明荣 (12)
- TPS 系统在焦化厂的应用 ..... 李春利 (16)
- 焦炉煤气氨法脱硫技术实践 ..... 韩文有 王剑 王敬坡 (19)
- 焦炉煤气脱硫系统改造 ..... 王贵题 王海英 (22)
- 依靠技术进步 降低焦化工序能耗 ..... 彭陈辉 (27)
- 焦炉煤气脱硫新工艺 ..... 谷孝保译 (31)
- 焦炭下降运动的势流模型及实验验证 ..... 刘华飞 张欣欣 冯妍卉等 (36)
- 浅谈焦炉煤气冷凝冷却工艺过程中的节能降耗 ..... 梁荣华 张荣德 (39)
- 新、旧煤气净化系统并网过程中出现的问题与解决办法  
..... 张卫东 张振才 张炳玉 (41)
- 内燃机利用焦炉煤气发电技术 ..... 张志坚 习桂明 (44)
- 焦炉煤气初步冷却的改进与效果 ..... 李雪松 张爱玲 (47)
- 煤气苯含量测定方法改进 ..... 崔兴元 刘墨菊 张延军等 (49)
- 焦炉煤气改质的动力学研究 ..... 张家元 殷志群 (54)
- 用高炉煤气加热对蓄热室吸力的调节 ..... 周悦秋 (57)
- 浅谈杭钢焦化厂煤气净化工艺的改造 ..... 金贵堂 (60)
- 浅谈变压吸附技术在焦炉煤气制氢中的应用 ..... 陈昌华 (66)
- 环保发电 利用炼焦废煤气计划将启动 ..... (69)
- 宣钢采用干法熄焦余热发电的可行性研究 ..... 王革平 张宝志 梁占武等 (71)
- 焦炉维修与焦炉寿命**
- 焦炉维修材料——磷酸料的改进及应用 ..... 刘昭武 陈钦正 (75)
- 新钢公司焦化厂 2 号焦炉易地改造工程的探讨 ..... 吴跃春 邓志平 (78)
- 焦炉损坏机理及热修补技术 ..... 叶元樵 (81)
- 浅析生产操作对焦炉寿命的影响 ..... 张建刚 (83)
- 改进炉门敲打板 消灭炉门冒烟 ..... 张永春 李小萍 王芳贤 (86)
- 火焰焊补技术在焦炉炉墙修补中的应用 ..... 张纪民 曹纪刚 张连英等 (92)
- 催化剂在氨分解中的应用 ..... 尚建芳 董海燕 (94)
- 装煤车间板导套机构的改造 ..... 谢韧 (96)
- 焦炉施工新工艺、新技术简述 ..... 甄殿馥 (99)
- 利用压缩空气吹扫砖煤气道的初探 ..... 欧晋 (106)
- 2#焦炉长寿的新举措 ..... 谭超 (108)

以冷修 2#焦炉 5#燃烧室主墙为例 谈特护炉炭化室墙揭顶翻修施工方案

.....	张宝钦 王文君 (113)
半干法喷补技术的开发和应用 .....	王景荣 孙凤江 薛建军 (117)
杜绝焦炉放炮 延长使用寿命 .....	邹 骏 (123)
上下结合法密封焦炉炉顶窜漏 .....	罗治平 肖富春 (124)
捣固焦炉炉头温度的管理、调节及体会 .....	刘和平 凌云 张礼和 (126)
焦化厂 2 号焦炉长寿的分析与措施 .....	杨文彪 (128)
焦炉热态揭顶检修中砌体的保护 .....	王启峰 (131)
济钢焦炉定位和中心线偏差纠正 .....	朱枫 程广和 袁连忠 (132)
3.2 米捣固焦炉建设技术总结 .....	万纲 (134)
焦炉烘炉使用纯高炉煤气的尝试 .....	姜振峰 宋明 李燕飞等 (138)
采用硅砖延长升温时间 对炭化室炉墙进行大面积翻修的可行性实践 .....	.....
.....	曾应红 韩文水 (140)
焦炉炉况分析及炉体维护探讨 .....	张平 (146)
焦炉炉门绝热试验 .....	闫小平 张 军 闫志武 (149)
焦炉全炉炉温调节 .....	瞿卫义 (152)
聚轻质炉门砖在济钢 3#、4#焦炉上的应用 .....	齐 嫫 房克朋 (154)
焦炉炉体状况分析及维护 .....	许敏峰 (158)
堇青石轻质砖在水钢 3#焦炉炉门衬的应用 .....	范富宇 (161)
利用“耐高温直管”代替焦炉砖煤气道治理焦炉不工作火道 .....	郑连东 王即胜 (166)
60 孔焦炉煤气鼓风机控制线路的改进 .....	毛明远 叶晓颜 (168)
攀钢 5.5m 大容积焦炉长寿化技术综述 .....	张初永 (169)
攀钢一期焦炉 40 年炉龄对策探讨 .....	杨天旺 (180)
<b>焦炉设备</b>	
莱钢 3#焦炉设计的改造 .....	李俊玲 (188)
冷焊粘接技术在化产车间的应用 .....	李敢峰 (192)
D750-23 型煤气鼓风机故障的处理 .....	陈松泽 (197)
凉焦台长度的确定 .....	徐启超 (197)
“倒置工序法”在焦化厂煤—6 通廊不停产改造中的应用 .....	.....
.....	卢保印 董育哲 盖永刚 (199)
SCR—20A 型螺杆式空压机在焦炉推焦车上的应用 .....	李昊岭 钱伏虎 张增兰 (201)
焦化厂翻车机系统全自动化改造 .....	顾永清 丁志军 唐培育 (204)
焦炉炉床板内高精度预埋管安装新工艺 .....	董红 李忠 夏承红 (207)
TDY75 型电动滚筒技术改造 .....	吕文春 (211)
包钢焦化厂大跨度门式装卸吊车安装技术 .....	马智慧 韩露 贾成一 (215)
配煤槽内衬改造前后跑盘检测总结 .....	王建林 何有林 (219)
焦炉铁件弹簧(组)吨位与压缩后长度对应关系的确定 .....	邹骏 (221)

螺旋板换热器在粗苯生产中的应用 .....	刘双辉(224)
焦化厂储煤塔加固技术论证与实施效果 .....	张清田 朱枫 袁连忠(227)
焦炉热修补方法和新材料的生产实践 .....	倪建能(229)
大湖公司5号焦炉上安装的新U形管车 .....	毛宏观译(231)
80型焦炉装煤车的改造 .....	黄立(234)
提高焦化厂硫铵离心机效率的若干措施 .....	叶绿明(236)
利用IS型单级单吸离心泵实现自吸取代液下泵 .....	孙红伟(237)
浅析焦炉钢牛腿与操作平台连接形式 .....	张平 戴广萍(240)
焦炉煤气净化新技术及其应用 .....	徐翰初(244)
焦炉煤气的综合利用 .....	张凤辰(271)
优化配置酒钢煤气资源发展化工产业思路 .....	傅兵(276)
焦炉煤气的综合利用分析 .....	丁德新(287)
焦炉出焦除尘的电机车改造 .....	毛国保 周海甫 王勇(291)
滚动轴承在推焦机辊体上的应用 .....	刘超英(293)
焦炉推焦杆振动分析及共振消除 .....	赵福才 王全旺 孙俊英(296)
发电厂焦化锅炉检测保护系统改造 .....	牛鹏芳(299)
自制简易开闭器在焦化二期技改工程中的临时应用 .....	谭绍栋 阎骏 廖义文(302)
筛焦楼振动筛筛板及走行系统的改造 .....	张建平(305)
新型结构加固技术在运焦通廊改造工程中的应用 .....	王勇(308)

# 首钢焦化厂新建 AS 工程总结及技术改进浅析

闫华

(首钢焦化厂)

**摘要:** 文章总结和分析了 AS 技术在首钢焦化厂新建的煤气脱硫工程中的成功应用和技术改进。AS 技术的改进提高了煤气的空塔气速, 缩短了洗涤液与气体的接触时间, 提高了脱硫反应的选择性, 使反应需要的氨硫比及控制更加合理, 降低了设备尺寸和工程投资; 脱硫富液再生后产生的含氨酸气采用复合式克劳斯炉处理, 节省了脱酸蒸汽耗量, 简化了工艺。AS 技术在首钢的应用将对国内的焦化行业起到借鉴和推动该技术发展的作用。

**关键词:** AS 技术 焦化 煤气净化 技术改进

## 1 前言

首钢焦化厂为治理污染, 保护环境, 决定采用技术先进、成熟、可靠的工艺对焦化厂进行煤气脱硫技术改造和焦化污水处理, 在处理过程中不产生二次污染, 保证净化后的煤气和处理后的污水达到北京市对环保的要求。

新建煤气净化工程经我公司和首钢设计院多年论证, 决定采用 AS 脱硫工艺、氨气分解回收低热值煤气、硫化氢还原生产高纯硫的工艺, 并于 2001 年 9 月进行国际招投标, 最终由德国蒂森克虏伯恩库克 (简称 TKEC) 公司中标。工程从 2002 年 2 月动工, 并于 2003 年 9 月试运行, 11 月完成性能试验。

该工程引进了德国蒂森·克虏伯·恩库克公司的 TKEC CYCLASULFR 和 COMBICLAUSR 的先进工艺技术。该技术代表了焦炉煤气脱硫脱氨技术领域中的九十年代先进水平, 在我国焦化行业为首次应用。

## 2 联合设计情况

从 2001 年 9 月~11 月由首钢设计院派出焦化专业工艺、设备专业的设计人员在德国进行 3 个月的联合设计工作。在联合设计期间, 首钢设计院设计人员在对该工艺和德方基本设计深入了解、消化的基础上理解了德方基本设计思想及工艺特

点。德方专家也充分了解了我国的有关标准、规范和同类工程的一些成熟经验以及中国的国情。经过技术交流和讨论, 双方确定了详细设计方案, 并结合中国的设计、制造标准、材料特点以及国内焦化厂的一些实际应用的成功经验, 对德方原基本设计进行了许多修改。例如: 在洗涤和硫回收工段设备所用垫片由柔性石墨改为石棉橡胶垫片; 所有用于容器的钢板由 20g、16MnR 改为一般的碳素钢; 把可拆式的螺旋板换热器改为制造成本很低的不可拆式的螺旋板换热器; 脱酸塔和蒸氨塔原基本设计的钛材材质 TA0 改为 TA1。在能满足工艺和使用要求的前提下, 尽量减少工程投资, 使得非标设备的预算比基本设计降低了 10% 以上。

从 2001 年 8 月~2002 年 1 月由首钢设计院进行全部工程的施工图设计。在 2002 年的 3 月和 6 月德方专家两次来首钢设计院进行详细设计图纸的审查、签认。

## 3 新建 AS 工厂工艺参数及控制系统

### 3.1 工艺指标

煤气处理量:

焦炉煤气: 43600Nm<sup>3</sup>/h

尾 气: 2700 Nm<sup>3</sup>/h

总设计规模：46300 Nm<sup>3</sup>/h

净化后的焦炉煤气各组分含量：

H<sub>2</sub>S：≤200mg/Nm<sup>3</sup>

NH<sub>3</sub>：≤30mg/Nm<sup>3</sup>

HCN：≤900mg/Nm<sup>3</sup>

废水中各组分含量：

全氨含量：≤200mg/l

固定铵含量：≤100mg/l

H<sub>2</sub>S：≤20mg/l

挥发 HCN 含量：≤11mg/l

液硫的纯度：≥99.8%

### 3.2 克劳斯燃烧器 HIMA 控制系统

HIMA - PLC 将用于监视器并控制燃烧器连锁系统，所有必需的信号和数据将在 PLC 中进行处理，同时，也将提供用于数据交换的 DCS 界面。

烧嘴的连锁系统功能由该控制系统独立的完全实现。工厂控制系统的操作界面将提供所有的关于烧嘴连锁的状态的必要信息。

### 3.3 仪表和过程控制系统 DCS

由于该系统设计为高度自动化操作模式，整个系统自动控制阀 120 个，测量点 400 个；控制

点近 1000 个。

该系统所有必要的工艺参数和条件都集中在中央控制室的 DCS 远程控制、指示和记录。此系统还包括报警装置。所有这些都与微处理器控制系统相连接。

所有工艺参数通过工艺输入、输出模块被提供该 DCS 控制系统。

操作和监控系统所含软件包能实现下列功能：

— 总体显示测量点

— 组态显示

— 回路细节显示

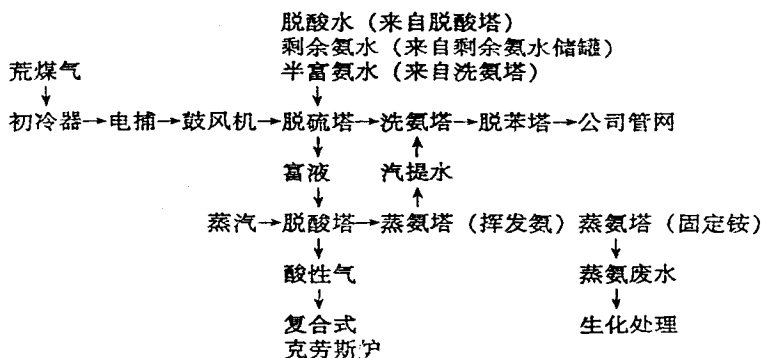
— 回路趋势显示

— 在单个和组信号区的报警和文件信号显示

— 打印出带有平均和累计值班次表、日报表、10 日报表。

## 4 工艺流程、主要设备、能耗指标

### 4.1 工艺流程



来自初冷器、电捕焦油器的焦炉煤气通过 21 单元洗涤工段，经过 H<sub>2</sub>S 洗涤塔和 NH<sub>3</sub> 洗涤塔，煤气中的 H<sub>2</sub>S 含量被降低到 0.2g/Nm<sup>3</sup>、NH<sub>3</sub> 含量被降低到 0.03g/Nm<sup>3</sup>。清洗后的煤气被送到洗苯塔，利用洗油回收煤气中含苯类物质。脱苯后的煤气进公司管网。

用于 H<sub>2</sub>S 洗涤塔的洗涤液分别为来自洗氨塔的半富氨水、来自脱酸塔的脱酸水、来自剩余氨

水储罐的剩余氨水，由于在 H<sub>2</sub>S 洗涤塔内发生的化学反应均为放热反应，而且洗涤液吸收煤气中的 H<sub>2</sub>S 的温度应控制在较低的温度 (25℃)，因此设有螺旋板换热器用于冷却洗涤塔每一段排出的洗涤液。

来自剩余氨水罐的剩余氨水、脱酸塔来的脱酸水以及从洗氨塔来的半富氨水作为 H<sub>2</sub>S 洗涤塔的洗涤液。

来自挥发氨蒸氨塔的汽提水用于  $\text{NH}_3$  洗涤塔的洗涤液。此外，来自碱液罐的碱液用于  $\text{NH}_3$  中部的碱洗段，碱洗段由三层泡罩塔盘组成。

吸收了煤气中被脱除的成分的富氨水被送到 22 单元富液罐，并从 22 单元被送到脱酸蒸氨系统 23 单元，在脱酸塔内用蒸汽汽提出酸汽去克劳斯工段；并产出脱酸水分别去蒸氨塔和  $\text{H}_2\text{S}$  洗涤塔。

挥发氨蒸氨塔产生的汽提水（汽提水中含  $\text{H}_2\text{S}$ : 0.024g/l,  $\text{CO}_2$ : 0.12g/l, 挥发氨: 0.025g/l<sub>0</sub>）和固定铵蒸氨塔产生的废水（废液中含  $\text{H}_2\text{S}$ : 0.041g/l,  $\text{HCN}$ : 0.008g/l,  $\text{CO}_2$ : 0.16g/l, 挥发氨: 0.049g/l, 全氨: 0.066g/l, 固定氨: 0.009g/l<sub>0</sub>）分别去  $\text{NH}_3$  洗涤塔和生化处理站。

从脱酸塔出来的酸汽在复合式克劳斯系统被处理酸汽中所含的  $\text{H}_2\text{S}$ ，经克劳斯反应生产液态硫，所含的  $\text{NH}_3$ 、 $\text{HCN}$  被分解为  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 。

复合式克劳斯系统包括 2 个带有废热锅炉的克劳斯炉，克劳斯反应器、预热器、2 个硫冷凝器、硫分离器、硫储罐。2 个空气风机、2 个煤气风机。

复合式克劳斯炉具有 3 个烧嘴：

点火烧嘴（煤气 + 燃烧空气）

启动烧嘴（煤气 + 燃烧空气）

主烧嘴（酸汽、酸汽 + 煤气、燃烧空气、冷却用蒸气、冷却用空气）

控制有 5 种操作模式：

模式 1：干燥/加热

由空气风机给人空气干燥克劳斯炉，按加热曲线加热克劳斯炉到操作温度。

模式 2：加热/热备

克劳斯炉被加热到 1100°C，保持该温度作为热备

模式 3：复合式克劳斯处理工艺

从脱酸塔来的酸汽在克劳斯炉里  $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$  按照计算比例燃烧，尾气往下流动经过克劳斯炉的催化剂层到尾气管线。

模式 4：煤气加到酸汽的复合式克劳斯系统

如酸汽中的  $\text{H}_2\text{S}$  含量偏低不能与设计条件相匹配，炉内温度下降时把煤气加入到酸汽中达到克劳斯反应所需的温度。

模式 5：氨分解模式

在克劳斯反应器的催化剂更换或故障时，酸汽将以氨分解的模式来处理。加入的量要保证温度范围在 1000 ~ 1100°C。在氨分解模式中  $\text{H}_2\text{S}$  转化成  $\text{SO}_2$ ，因此也没有硫生成。

#### 4.2 主要设备结构形式

设备结构及供货见表 1

设备尺寸、结构供货表

表 1

序号	设备名称	数量	材质	主要尺寸	供货情况	结构特点及工艺作用
1	$\text{H}_2\text{S}$ 洗涤塔	1	塔壳: 碳钢 填料: 不锈钢	$\text{Di} = 2700\text{mm}$	塔内液体分布器、扑雾器、泡罩塔盘均由德方供货, 其余中方供货。	内装 5 层波纹孔板填料, 材质为不锈钢。5 层液体分布器和 2 个收集盘。最下一层填料用于煤气的二次冷却;
2	$\text{NH}_3$ 洗涤塔	1	塔壳: 碳钢 填料: 不锈钢	$\text{Di} = 3000\text{mm}$	塔内液体分布器、扑雾器、泡罩塔盘均由德方供货, 其余中方供货。	内装 3 层波纹孔板填料, 材质为不锈钢。3 层液体分布器和 2 个收集盘。该塔还装有 3 层条型泡罩塔盘用于碱洗段。
3	剩余氨水储罐	2	碳钢	$\text{Di} = 7000\text{mm}$	中方供货	原始氨水沉降分离
4	富液罐	1	碳钢	$\text{Di} = 7000\text{mm}$	中方供货	富液储存
5	碱液罐	1	碳钢	$\text{Di} = 6000\text{mm}$	中方供货	内设有六个加热管, 一个静态混合器

续前表

序号	设备名称	数量	材质	主要尺寸	供货情况	结构特点及工艺作用
6	脱酸塔	2	塔壳:钛材, 填料:PPH	$D_i = 2100\text{mm}$	除填料和浮阀塔盘以及液体分布盘由德方供货以外,其余均由中方供货	塔内装有波纹孔板填料(PPH)和液体分布盘,塔顶部装有3层浮阀塔盘。
7	蒸氨塔(挥发氨塔1个,固定铵塔2个)	3	塔壳:钛材/ 不锈钢/碳钢, 填料:PPH	$D_i = 1600\text{mm}$	塔内的填料和液体分布盘由德方供货,塔体由国内供货	塔内设有两层填料层、一个液体分布器和一个液体再分布器;下部设有闪蒸室,内设有三层筛板塔盘。塔内填料为鲍尔环,
8	复合式克劳斯炉	2	不锈钢/碳钢/耐材, 催化剂:Ni	$D_i = 2700\text{mm}$	除烧嘴、测温元件和催化剂为德方供货外,其余均为中方供货	内装有点火烧嘴/启动烧嘴/主烧嘴,催化剂
9	废热锅炉(含汽包)	2	不锈钢/碳钢/耐材	$D_i = 1400\text{mm}$	国内供货	卧式,列管式不均匀布管换热器,产汽量为3150kg/h

#### 4.3 能耗指标

电力(kWh): 240

蒸气消耗总量(kg/h)

低压蒸气: 7400(包括管网输入蒸气: 4100)

中压蒸气: 4300(包括管网输入蒸气: 4300)

复合式克劳斯炉产汽量: 3300

软化水(kg/h): 3700

制冷水(kg/h): 350

冷却水(kg/h): 630

NaOH溶液(40%)(kg/h): 560

98%的氮气( $\text{m}^3/\text{h}$ ): 正常值: 90; 短期值:

450

用于热备的COG( $\text{m}^3/\text{h}$ ): 90

仪表气量( $\text{m}^3/\text{h}$ ): 120

## 5 主要设备的特点和用途

该工程为具有典型化工特点的工厂,主要设备分别为塔类、换热器类、储罐类、反应加热炉类等化工设备。

### 5.1 塔类

#### 5.1.1 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ 洗涤塔

结构形式为填料塔,内装波纹孔板填料及收集盘和分配盘。最下一层填料用于入塔煤气的二

次冷却。

在 $\text{H}_2\text{S}$ 洗涤塔里煤气和洗涤液逆向接触,从塔底往上各洗涤段的洗涤液分别为来自脱酸塔的脱酸水、来自剩余氨水储罐的剩余氨水和来自 $\text{NH}_3$ 洗涤塔下部的半富氨水。在 $\text{H}_2\text{S}$ 洗涤塔内除了 $\text{H}_2\text{S}$ 还有 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCN}$ 、 $\text{NH}_3$ 被吸收,脱硫率应达到92%(设计值)。

$\text{NH}_3$ 洗涤塔:主要发生吸收 $\text{NH}_3$ 的反应。来自蒸氨塔下部的汽提水作为洗涤液,该塔还装有3层条型泡罩塔盘用于碱洗段。在碱洗段内将剩余的煤气中的 $\text{H}_2\text{S}$ 脱除到保证值。

#### 5.1.2 脱酸塔、蒸氨塔

塔内分别装有波纹孔板填料和鲍尔环填料以及槽式液体分布器,富液从塔顶进入脱酸塔内,被从塔下部进入的蒸汽汽提出含 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCN}$ 的酸汽,并进入克劳斯炉燃烧。从脱酸塔下部出来的脱酸水被用于 $\text{H}_2\text{S}$ 洗涤塔;从蒸氨塔出来的汽提水用于 $\text{NH}_3$ 洗涤塔;从蒸铵塔出来的废水被排到生化处理站。

#### 5.1.3 换热器

螺旋板换热器:用于洗涤塔中洗涤液冷却。

板式换热器:

结构形式:多流道的板式换热器。



作用：用于脱酸蒸氨工段中富液加热、脱酸水冷却、废水冷却。

列管式换热器：用于克劳斯工段硫冷凝冷却和过程气予热。

#### 5.1.4 拱顶储罐

用于储存剩余氨水、汽提水、富液、碱液。

#### 5.1.5 反应加热炉

用于氨分解和硫化氢转化成硫的加热炉。

#### 5.1.6 废热锅炉

结构形式：不均匀布管，中心设有一个大管用于调节过程气的出口温度，整个管板在上、下的两个弓形部分不布管。尾部设有调节过程气出口温度的锥形阀和过滤器。

作用：用于过程气的冷却、硫的冷凝和副产蒸气。

## 6 该工艺与过内同行业比较的先进性和有关技术改进

### 6.1 技术先进性

采用新型高效的塔填料，提高了洗涤、脱酸和蒸氨塔的传质、传热效率。

根据 TKEC 公司最新的氨水脱硫机理，选择最优反应时间，改善了选择性吸收  $H_2S$  的最佳接触时间。

调整了洗涤液中氨含量，合理的确定每个洗涤塔各段的氨硫比，以达到最佳洗涤效率。脱硫

温度允许由原来的  $22^\circ C$  提高到  $26^\circ C$ ，提高了高温下的洗涤效率。

采用了较宽参数范围内的计算机辅助计算模型，优化控制工厂的操作。

### 6.2 技术改进

#### 6.2.1 高效的波纹孔板填料的应用

洗涤塔和脱酸塔中采用了高效的波纹孔板填料，其比表面积为  $250m^2/m^3$ ，相比国内采用的钢板网填料有了飞跃性的进步。这体现在相同体积的填料比表面积比国内 AS 工艺广泛采用的钢板网填料传质面积增加了 5~6 倍，气液两项接触状况比用钢板网填料有了很大的改善，从而提高了洗涤、脱酸的传质传热。

由于波纹孔板填料允许高的气体流速，空塔气速提高了，缩短了煤气在塔内的停留时间，有效的抑制了脱硫副反应 ( $CO_2$  的吸收) 的进行。改进了选择性的吸收  $H_2S$  的最佳接触时间，即在最短的时间内能够完成  $H_2S$  的脱除反应，最大程度降低了  $CO_2$  的吸收。在缩短了气液接触的时间的前提下，确保脱硫塔后煤气含  $H_2S$  低于  $0.5 g/m^3$  这个重要工艺指标。

在相同煤气处理量情况下降低设备尺寸：洗涤塔、脱酸塔的塔径和高度比用钢板网填料塔减少了 10%~20%。(钢板网填料洗涤塔与改进后波纹孔板填料洗涤塔的有关工艺参数和结构尺寸对照见表 2、表 3)

H<sub>2</sub>S 洗涤塔改进前、后有关参数及尺寸对照表

表 2

	塔径 mm	塔高 mm	空塔气速 m/s	填料高 mm	停留时间 s	比表面积 $m^2/m^3$
钢板网 填料塔	3000	32000	1.965	12000	6.1	41.7
波纹孔板填料塔	2700	28000	2.25	7981	3.6	250

NH<sub>3</sub> 洗涤塔改进前、后有关参数及尺寸对照表

表 3

	塔径 mm	塔高 mm	空塔气速 m/s	填料高 mm	停留时间 s	比表面积 $m^2/m^3$
钢板网 填料塔	3800	33500	1.225	12000	9.8	41.7
波纹孔板填料塔	3000	28700	1.965	7980	4.4	250

### 6.2.2 塔内液体分布装置的改进

在洗涤塔和脱酸塔以及蒸氨塔内的液体分布装置均采用槽式分布器。与国内广泛使用的喷头型式相比,具有结构形式简单,制造成本低,喷洒均匀,最重要的是不易堵塞,并有较好的操作弹性。

国内 AS 工艺中用于洗涤液分布的装置长期以来一直使用传统的收集盘和三线螺旋喷头或淤盘分布装置,其中喷头型式极易堵塞,需要在 1 个月左右甚至是更短的时间之内就要停塔清理喷头,虽然近几年有一些厂开始逐渐使用改型的喷头,堵塞的现象有所改善,但以上两种结构复杂且费用是槽式分布器的 3~5 倍。相比之下,首钢所用的槽式分布器从 2003 年 9 月投产到现在从没有停塔清理过,使用情况较好。

### 6.2.3 氨水的净化装置的改进

以往国内其它焦化厂通常采用砂石过滤器,但过滤效果不好,效率很低,有些厂不得不采用一些附加措施以改善氨水过滤效果。而首钢这次采用的是剩余氨水通过在剩余氨水罐的分离沉降达到净化。2 个直径 7 米的氨水储罐,剩余氨水在罐内停留约 20 小时,氨水与焦油和轻质油类进行充分的沉降和分离,使剩余氨水中含油量在罐后能达到 20~30mg/l。

这一重要的改进不仅有效的解决了氨水净化的问题,而且更重要的是确保了洗涤塔中的波纹孔板填料以及后续的脱酸塔的波纹孔板填料能够较好的避免堵塞现象。这也是洗涤工段使用该填料的重要前提。

### 6.2.4 脱酸工段用的板式换热器采用了多流向通道

以往国内同样的系统用的板式换热器基本都是单向通道,这种通道的问题是流体的阻力降小,流速小,传热效率低,同时介质中含有的焦油容易在换热板上滞留、沉积、结垢,通常会造使用很短的时间就要拆开检修。在本次设计中以脱酸水冷却器为例,设计要求在脱酸水侧的阻力降应接近 0.6 bar (表压),尽量用足所允许的阻力降,以确保介质尽可能高的流速。但板式换热器供货商在采用单通道时,算出阻力降仅为 0.09 bar (表压),与要求的值相距很大。在改为多流向通

道以后,阻力降接近设计值,运行实践证明此种结构的板式换热器在这种工况下能够防止板表面膜厚度的增加导致降低传热效率的现象,同时也避免了换热器堵塞。

### 6.2.5 治理污染措施

用于液体储罐安全保护的氮封系统

由于在富液罐、汽提水罐、剩余氨水罐、硫储罐、废液罐等罐内介质中含有  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HCN}$  和碳氢化合物。为避免有害介质的挥发至大气造成污染。所有储罐(除碱液罐以外)均与氮气密封系统连接,并通过压力平衡系统进入鼓风机前负压煤气管道。被硫蒸汽和  $\text{H}_2\text{S}$  污染的氮气不再进入密封系统,排入尾气系统。

所有的泵采用氮气加压的软水热虹吸进行密封,以防介质泄漏造成污染,同时具备泵机械密封的冷却作用。

以上治理污染措施是从化工系统移植并取得了较好的实践经验。使整个工厂非常有效的避免了有害液体、气体的跑、冒、滴、漏现象。

### 6.2.6 克劳斯炉的改进

克劳斯炉在催化剂上、下炉膛分别装有测温装置及温度控制连锁系统,能够较好的控制炉内的温度,以避免温度过高,造成催化剂中的 Ni 汽化。因为温度超过 12500C,将造成催化剂中 Ni 分解损失,降低活性,而且堵塞废热锅炉的进口处。

克劳斯炉的下部为椭圆形封头和裙坐支撑,炉体与地面不直接接触,以避免如热烟气泄漏将无法发现且热烟气将传到地下造成热损失和基础裂缝的现象发生。

### 6.2.7 脱酸塔安全保护装置

为保证脱酸塔的安全分别设置了正压安全阀和负压安全阀。

正压安全阀,设定压力为 0.8 bar (表),装在低压蒸气的进口处,材质为碳钢;负压安全阀,设定压力为: -0.04 bar (表),此阀装在塔填料的下层,由钛材制造。这种分别设置正压和负压超压泄放装置与以往一个呼吸阀装在塔顶相比较可以有效的避免长期操作介质粘结在阀内,造成阀无法正常动作,导致设备在超压时损坏。

### 6.2.8 碱液罐里的加热介质

以往在碱液罐里的用于加热碱液的介质一般

为蒸汽。加热器的材料为 Ni，而这次我们把加热介质由蒸汽改为热废水，因此这种改进可使加热管的材质由原来的 Ni 材料改为不锈钢材料。降低了碱液加热器的成本。

### 6.2.9 酸塔和蒸氨塔的密封垫片

用于脱酸塔和蒸氨塔的密封垫片采用柔性石墨（内插金属）代替聚四氟乙烯（这是 TKEC 公司把柔性石墨垫片第一次用于这种介质和工况）。

## 7 设计及现场应注意的问题

### 7.1 联合设计中应注意的问题

#### 7.1.1 结合中国国情可做适当修改和调整

这次与德国 TKEC 联合设计中，体会到有些过高的设计要求是由于德国和中国的国情不同、设计中存在着不同的理念所造成。

例如对于脱酸蒸氨工段中的挥发氨蒸氨塔和固定氨蒸氨塔的结构尺寸的确定。根据工艺的要求挥发氨蒸氨塔和固定氨蒸氨塔的处理量分别为  $30\text{m}^3/\text{h}$  和  $40\text{m}^3/\text{h}$ ，挥发氨塔的尺寸应比固定氨塔的小。但在德国，从制造成本综合考虑，同样尺寸设备的内件的制造成本低于不同尺寸的设备。这两种蒸氨塔的内件均由德方供货，因此挥发氨蒸氨塔和固定氨蒸氨塔的结构尺寸被设计成完全相同。

直径小于 50mm 的法兰，德国设计均为整体高颈法兰，这是因为在通常情况下，设备上小直径的法兰的接管由于细长需要在现场焊接支撑板，以抵抗管道的应力，在德国人工现场焊接的费用高于法兰的制造费，因此，采用高颈法兰。而根据我国的情况应尽可能采用平焊法兰。

以上事例也说明了国外在工程的基本设计阶段中就考虑尽可能的结合制造、安装各阶段的成本综合考虑设计方案优化的问题，这种设计理念是值得我们借鉴的，但要结合本国国情，根据具体情况而定。

#### 7.1.2 设计接口公差

对于国内外分别供货的设备有特别注意接口部位的公差。例如 AS 工程中的洗涤塔：塔体是由国内制造，而内部的塔盘由国外供货。这就要求塔体内塔盘支撑圈的平面度和塔体的椭圆度公

差与国外的塔盘的制造公差一致。保证塔盘等内件能够顺利的安装。

### 7.1.3 超出国内规范的一些技术指标应做细致工作

例如克劳斯炉中用的耐火材料，由于炉壁内表面的温度要控制在  $150^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ ，因此对莫来石、耐热、保温砖以及浇注料都有导热系数的限制。而国内的规范中对于耐材的导热系数没有统一规定，耐火度的测试标准也达不到国外基本设计中对该材料耐火度的要求。对此应该结合国外的规范和国内能够达到的条件给出具体的指标和要求。

### 7.2 类似工程设计中应注意的问题

#### 7.2.1 波纹孔板填料的安装

由于对此种填料的安装间隙有严格的要求，填料为分块组装时由于边缘部分不整齐（对于不锈钢），很难达到要求的间隙。对此洗涤塔内和脱酸塔内波纹孔板填料的安装，应有特殊的安装方法。

#### 7.2.2 塔设备的吊装

由于钛材和超低碳不锈钢制造的塔设备壁厚较薄，对于这类设备吊装时，设计应明确给出要求：禁止塔体直接受到钢丝绳的夹持的压力，应采取特殊的吊装方式。以免塔体变形。

#### 7.2.3 国外和国内材料牌号的对应性

对于国外进口的一些非金属材料应详细对照材料的牌号的含义是否和国内一样，对应材料牌号的作用和功能。应从根本上搞清楚其化学成分和性能指标，甚至是化验方法、验收标准。这些在设计中应详细了解并核对，以确定该材料使用的正确性。

### 7.3 设计人员的现场指导能力

设计人员应能够有较好的指导施工、安装、试压的能力。随着首钢设计院越来越多的承担外部设计项目和进行项目工程总承包，要求我们的设计产品在实施时能够以优质的现场服务和较强的工程制造、施工、试验、验收的全过程的控制能力确保优质设计和优质工程，设计人员结合现场的实际条件如何正确灵活的运用标准，应该是设计人员引起足够重视的问题。这需要设计人员要不断的完善、充实和扩展与现场有关的知识，

提高对设计标准、制造标准、施工标准的认识和理解,在实际中合理的利用和适当的调整。

## 8 用于该工程的先进技术在今后设计中的借鉴和参考作用

(1) 在焦炉煤气净化洗涤塔的设计中可推广使用高效波纹孔板填料,提高洗涤效率,同时降低塔的成本。

(2) 用于氨水除油的氨水储罐采用锥体隔开的上、下两层的结构,下部分锥体内氨水对上部分的氨水具有保温作用,且具有流道长、氨水可充分的通过沉降分离净化的功能。解决了长期以来焦化行业中的氨水除油效率低的问题。这项技术在进一步的研究完善后在国内的焦化老厂改造氨水除油的项目中具有推广使用的价值。

(3) 对板式换热器这种设备在选型订货时,不能简单的按定型设备去考虑。一定要注意工艺介质的特点以及合理使用阻力降这一重要参数,特别是对于焦化厂里含焦油、氨水这样的工艺介质,应控制阻力降这个关键参数不能小于0.5bar(表压),使液体有足够高的流速和自冲刷作用,这样才能够保证这种换热器高效率传热的效果。如阻力降太低时,应考虑采用多通道的结构。

(4) 随着焦化行业环保要求的日益提高,采用热虹吸水罐密封的泵具有在焦化工程中进一步推广的前景。尤其是用于有毒、有害介质的泵应

逐步使用这种技术确保良好的密封性能。通过这项技术在首钢焦化厂的成功应用,我们也体会到移植在石油、化工行业已使用的成熟技术对焦化行业的技术进步是十分有益和必要的。

(5) 用于焦化行业的AS工艺的脱酸、蒸氨塔的密封垫片可用柔性石墨(内插金属)代替聚四氟乙烯的垫片,费用可降低30%以上。

用于大直径的洗涤塔中塔盘与支持圈之间的密封材料采用膨胀聚四氟乙烯。此类垫片有很好的压缩性,可较好的补偿和解决了由于大直径塔盘和塔盘支撑的不平度引起的密封困难。

## 9 结 语

该工程自投产以来一直是在超设计负荷下运行。原设计煤气处理量为 $46300\text{m}^3/\text{h}$ ,由于首钢焦化厂的2<sup>#</sup>焦炉未按原计划停炉,目前仍在运行,因此煤气处理量一直是 $60000\text{m}^3/\text{h}$ 。到目前为止,在煤气处理量超设计负荷条件下,系统的各项工艺指标及运行参数均稳定在设计值之内。该系统的稳定和高效都远远超过德方专家的预计和想象。这一实践的成功,也为我们进一步探索AS工艺操作弹性的范围提供了良好的运行数据和基础。我们也希望通过该工程的技术介绍、分析研究和与同行业的交流,能够起到推动AS技术在焦化行业里不断进步的作用。

# 煤气净化系统的改进

曹永中 夏旭 徐风雷 蒋泽义

(马鞍山钢铁股份有限公司)

**摘要** 针对煤气净化系统存在的问题,采取了相应的改进措施,取得了良好的效果。

**关键词** 煤气净化 存在问题 改进措施

## Improvement of Gas Purification System

Cao Yongzhong Xia Xu Xu Fenglei Jiang Zeyi

(Maanshan Iron & Steel Co. Ltd.)

**Abstract** Better results have been achieved after improving measures were adopted to existing problems of the gas purification system.

**Key words** gas purification existing problems improving measures

## 1 前言

马钢煤焦化公司的煤气净化系统采用的是氨硫循环洗涤工艺(正压短流程),于1994年12月投产,设计煤气处理量为12.9万 $\text{m}^3/\text{h}$ 。因焦炭产量的提高,现煤气处理量平均为13万 $\text{m}^3/\text{h}$ 以上,煤气净化系统处于超负荷运行状态。自开工投产以来,针对煤气净化系统存在的问题进行了相应的改造,对操作和部分工艺指标进行了优化和调整,取得了良好的效果,保证了煤气净化系统的正常稳定运行。

## 2 存在问题和改进措施

### 2.1 鼓风冷凝单元

(1)初冷器洗萘系统的改造。我公司现有7台4000 $\text{m}^2$ 两段横管式煤气初冷器,初冷器一段顶部从循环氨水泵出口引热氨水进行连续喷洒,二段用循环洗萘液进行连续喷洒。洗萘系统主要存在的问题是:二段循环洗萘液循环量偏小(原循环喷洒量为200 $\text{m}^3/\text{h}$ ),喷淋密度达不到洗萘工艺要求的4 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,从而影响洗萘效果;二段洗萘管喷洒孔直径为5mm,因过小而易堵塞,并且二段洗萘管堵塞后不便清扫。二段洗萘的不正常会导致初冷器阻力急剧增大。为此对初冷器洗萘系统做了如下改造,增大二段循环洗萘液的喷洒量到330 $\text{m}^3/\text{h}$ ,并相

应地对部分贮槽进行了扩容改造(油水分离器由100 $\text{m}^3$ 改为200 $\text{m}^3$ ,二段循环洗萘液槽由45 $\text{m}^3$ 改为130 $\text{m}^3$ );将二段洗萘管改为可抽出式,以便定期清除洗萘管内的堵塞物;将洗萘管喷洒孔的直径由5mm改为8mm;在操作上,定期用热氨水对二段洗萘管进行清扫,以防止洗萘管堵塞。改造后初冷器洗萘系统运行正常,洗萘效果良好。

(2)降低初冷器一段出口煤气温度。初冷器一段出口煤气温度设计值为40~45 $^{\circ}\text{C}$ ,因初冷器一段冷量较大,自2001年我们充分利用初冷器一段冷量,将初冷器一段出口煤气温度降到32~35 $^{\circ}\text{C}$ ,同时加强初冷器的洗萘操作,使煤气集合温度比以前降低3~5 $^{\circ}\text{C}$ ,既可使煤气中的焦油和萘尽量冷凝下来,又减轻了初冷器二段及后序单元的热负荷,提高了后序单元脱硫、洗氨和洗苯效果。

(3)电捕焦油器的操作和改造。4台蜂窝式电捕焦油器运行正常,电捕焦油器后煤气中焦油雾的含量<20 $\text{mg}/\text{m}^3$ 。主要做法是:对原整流装置进行了恒流源改造,绝缘箱通氮气保护,原陶瓷瓷缸用三块拼装式玻璃钢绝缘缸替代,既运行可靠,平时维护、更换也很方便;电捕焦油器二次电流控制在<350mA(二次电流过大,电晕线易断);控制热氨水冲洗电捕焦油器的频次,热氨水冲洗过频,会腐蚀碳

作者简介:曹永中,工程师,安徽省马鞍山市(243000)马钢煤焦化公司

钢蜂窝管。

(4)煤气管道的堵塞与处理。鼓风机后煤气管道经过多年的连续运行,煤气中的焦油、萘和煤粉沉积在煤气管道内,造成从鼓风机后至脱硫塔前的煤气管道内有大量的沉积物,大约占煤气管道的三分之一,导致鼓风机后阻力逐步增大,严重影响煤气的正常输送。2001年、2002年对鼓风机后煤气管道进行了更换,并利用更换煤气管道的机会,在机后煤气管道上部及鼓风机出口阀前增加了DN25的氨水冲洗口,用热氨水对煤气管道进行连续冲洗,冲洗后的氨水经水封流到机械化焦油氨水澄清槽。改造后,煤气管道内无沉积物,煤气出口阀能够关闭严密,避免了因鼓风机出口阀关不严密而造成的煤气从备用鼓风机轴封处大量向外泄漏,也给鼓风机的正常检修工作带来了很大的便利。

## 2.2 洗涤单元

(1)剩余氨水、富液过滤器除油效率低,导致焦油带至后序单元,易堵塞洗涤塔的喷头和填料、脱酸塔填料和板式换热器等设备。为此先后将剩余氨水、富液砂石过滤器改为瓷板式、瓷管式,但除油效率仍只有20%~40%。目前我们实行鼓冷剩余氨水大槽和溶剂的原料氨水大槽定期排油制度,以及将脱酸塔、固定铵塔和挥发氨塔的泵的吸入口提高(原设计中泵的吸入口较低,沉积在塔底的焦油极易被吸入管道,造成系统的堵塞)并加强排油,有效降低了堵塞的发生几率,但仍无法从根本上解决问题。为此,拟采用气浮除油装置或焦油浮选器对剩余氨水进行除油处理。

(2)将脱硫塔、洗氨塔和洗苯塔喷头改为不锈钢螺旋防堵喷头,提高了脱硫、洗氨和洗苯效率。

## 2.3 脱酸蒸氨、氨分解硫回收单元

(1)管道材质的改进。从脱酸塔到脱硫塔的脱酸贫液管道的材质原为普通碳钢,固定铵塔顶氨汽管道的材质原为超低碳不锈钢(316L),因脱酸贫液、氨汽的腐蚀性较强,脱酸贫液管道、氨汽管道常常因腐蚀而导致停产,为此将脱酸贫液管道材质改为不锈钢,将氨汽管道材质改为钛材,改造后脱酸贫液管道、氨汽管道耐腐蚀情况十分良好。虽然一次性投入较大,但大大减少了停产检修次数,综合效益十分显著。

(2)板式换热器的改进。对脱酸贫液—富液换热器进行改造,加大了板片和板间距,增加了换热面

积;对汽提水—富液换热器和蒸氨废水—富液换热器增加了板片,从而加大了换热面积,既提高了富液的预热温度,节约了蒸汽,又降低了脱酸贫液、汽提水和蒸氨废水进入后段换热器的温度,减轻了后段换热器的冷却负荷。此外,在板式换热器前增设过滤器,采取定期清扫过滤器的滤网及对板式换热器进行反冲,有效地减少了板式换热器的堵塞。

(3)硫回收系统的堵塞与处理。过程气温度控制过高,使硫磺不能得到有效的回收,硫磺以雾滴的形式进入尾气管道中,凝固后堵塞尾气管道;过程气温度控制过低,易使硫磺堵塞硫捕集器等设备。因此要控制好硫回收系统过程气的温度梯度,使硫磺既能得到有效的回收,又不堵塞硫捕集器和尾气管道。

(4)加强对需氧分析仪的维护和管理。硫回收单元因需氧分析仪运行不正常,进入克劳斯炉的空气量难以控制,过氧状态下使尾气中含有较多的SO<sub>2</sub>,会严重腐蚀尾气管道;欠氧状态下使尾气中含有较多的H<sub>2</sub>S,硫磺的转化率低,另外欠氧状态下易使克劳斯炉内积碳,覆盖在催化剂表面或堵塞催化剂空隙,阻碍气体与催化剂接触,影响催化剂性能的发挥,从而影响硫磺的生产。因此需氧分析仪的可靠运行对硫回收系统的正常生产至关重要。原设计中需氧分析仪的样气排放口在尾气大阀前,一旦遇到停电需关闭尾气大阀以维持克劳斯炉温度,而此时样气无处排放,容易造成样气中的硫磺堵住需氧分析仪的镜片,从而影响需氧分析仪的正常运行,因此将样气排放口移至尾气大阀后。另外,突然停中压蒸汽,使需氧分析仪的取样管无伴热蒸汽,样气中的硫磺会凝固而堵塞取样管,也影响需氧分析仪的正常运行。因此,要加强对需氧分析仪的维护和管理,确保需氧分析仪运行正常,严格控制克劳斯炉的供氧量,使氧量稍微不足,保持硫尾气呈弱还原性,既保证较高的硫磺转化率,又使硫尾气中的SO<sub>2</sub>含量尽可能低,以减轻对尾气管道的腐蚀。

## 2.4 车间水系统

(1)循环冷却水系统。煤气净化系统有四路循环水:工艺一段循环冷却水(1970m<sup>3</sup>/h)、初冷器一段循环冷却水(5470m<sup>3</sup>/h)、二段低温循环冷却水(2598m<sup>3</sup>/h)、制冷机循环冷却水(5760m<sup>3</sup>/h)。除二段低温循环冷却水为密闭式循环冷却水系统外,其余均为敞开式。主要存在的问题是:循环水系统无

旁滤装置,补充水水质较差,11座冷却塔冷却效果差,冷却塔碎填料易进入管道和换热器。为此我们做了如下改造:四路循环水均配置了重力式无阀滤池进行旁滤;定期对冷却塔喷头进行清堵,对集水池底部进行清淤,对破碎的填料进行更换,冷却塔集水池出水口增设了溢流堰(水经溢流排出,防止底部淤泥的带出),堰上安装过滤网(防止碎填料带出)。另外定期对换热器水侧、介质侧进行化学清洗,以提高换热器的换热效率。

(2)溴化锂制冷机。我公司现有6台蒸汽双效型溴化锂制冷机,制取出口温度为 $16^{\circ}\text{C}$ 的二段低温循环冷却水。随着溴化锂制冷机制造技术的日趋成熟和自动化控制程度的不断提高,溴化锂制冷机组的日常运行和维护非常可靠和方便,但就针对焦化行业煤气净化系统使用而言,机组的选型和日常的使用维护仍然有许多值得注意的地方:(a)机组的额定制冷量应大于工艺需要的理论冷量的10%左右,使得机组在工艺状况波动及机组本身系统情况变化时不会超负荷和偏离设计工况范围运行(制冷机长期超负荷运行会带来较严重的后果)。(b)强化机组的日常管理和监控,尽可能避免溶液结晶、铜管破

裂、屏蔽泵烧毁等异常情况出现,必需的检修也要做好充分准备,尽可能缩短检修时间,减少机组直接暴露于大气的机会。(c)蒸汽减温减压装置必须保证可靠运行,进机组的蒸汽自动调节阀也必须保证可靠使用,以便于机组在自动状态下自动调节。(d)制冷机系统的水量平衡和水质稳定处理工作必须得到充分的重视。(e)调节、优化各工序一段、二段的热量分配,避免二段热负荷过大而使制冷机超负荷运行。

### 3 结语

针对煤气净化系统存在的问题,进行了改造后,取得了良好的效果,保证了煤气净化系统的正常稳定运行。由于煤气净化系统处于超负荷运行状态,煤气净化效果不甚理想。氨水系统的除油效果较差,需氧分析仪运行不稳定等都是下一步亟待解决的问题。

# 优化煤气系统动态平衡

韩明荣

(重庆工业高等专科学校)

**摘要** 通过分析重钢煤气系统的动态平衡,探讨了利用大、中修改造设备,优化用气设施,将煤气产出与发电相结合,优化煤气系统的动态平衡,降低煤气放散的措施。

**关键词** 煤气系统 优化平衡 最佳利用

## OPTIMIZATION OF DYNAMIC BALANCE AND LOSS REDUCTION OF GAS SYSTEM

HAN Mingrong

(Chongqing Technical College)

**ABSTRACT** Analysing the dynamic balance of the gas system at Chongqing Iron and Steel Company. This paper gives the measures of optimizing dynamic balance to reduce gas loss of gas system by equipment revamping and linking gas production with power generation.

**KEY WORDS** gas system, balance optimization, best utilization

### 1 煤气产出和耗用状况

重钢日产煤气情况为焦炉煤气约 115 万  $m^3$ ,相当于 657 t 标准煤;高炉煤气约 850 万  $m^3$ ,相当于 971 t 标准煤;回收转炉煤气 30 万  $m^3$ ,相当于 85.7 t 标准煤,回收的转炉煤气经加压后直接混入高炉煤气中。

焦炉煤气的特点是生产相对稳定,各种参数波动小,热值高( $1.7 \times 10^7 J/m^3$ ),毒性较小,一般用于高热值的炉窑,如轧钢加热炉等;高炉煤气的产出波动大,热值低( $3.3 \times 10^6 J/m^3$ );转炉煤气含 CO 高(40%~70%),毒性大,发热值居焦炉煤气和高炉煤气之间,与其他煤气混合使用较好。

重钢煤气的耗用主要有焦化厂、炼铁厂、炼钢厂、轧钢厂、动力厂以及放散。图 1 为重钢现有煤气产出与耗用调节网络简图。

#### 1.1 炼焦过程中用煤气状况

炼焦过程中的煤气用量与炼焦炉用煤气种类有关。对四座焦炉而言,若采用三座焦炉燃用焦炉煤气,一座焦炉燃用高炉煤气(转炉煤气),即三焦一高,日耗焦炉煤气量约 48 万  $m^3$ ,日耗高炉煤气和转

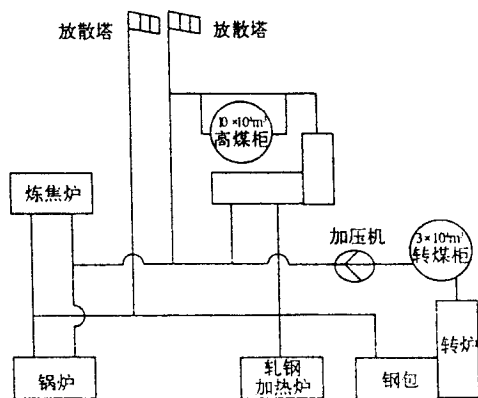


图 1 煤气系统网络图

Fig. 1 Network of gas system

炉煤气量约 65 万  $m^3$ ;若两座焦炉燃用焦炉煤气,两座焦炉燃用高炉煤气(转炉煤气),即两高两焦,日耗焦炉煤气约 32 万  $m^3$ ,日耗高炉煤气和转炉煤气约 130 万  $m^3$ ;若一座焦炉燃用焦炉煤气,三座焦炉燃用高炉煤气(转炉煤气),即三高一焦,日耗焦炉煤气



约 16 万 m<sup>3</sup>, 日耗高炉煤气和转炉煤气约 195 万 m<sup>3</sup>。

### 1.2 炼铁、炼钢生产过程中用煤气状况

炼铁高炉热风炉采用高炉煤气(转炉煤气)为主, 焦炉煤气为辅的混合煤气燃烧加热方式, 日耗高炉煤气和转炉煤气约 280~245 万 m<sup>3</sup>, 日耗焦炉煤气 5~12 万 m<sup>3</sup>。炼钢过程中钢包的烘烤, 混铁炉的加热, 铁合金及辅料的烘烤等燃用焦炉煤气, 日耗焦

炉煤气约 4 万 m<sup>3</sup>。

### 1.3 轧钢过程中用煤气状况

轧钢加热炉全部采用燃烧焦炉煤气加热钢坯, 煤气用量受定货合同影响。生产满负荷时, 日耗焦炉煤气约 50 万 m<sup>3</sup>; 生产低负荷时, 日耗焦炉煤气约 40 万 m<sup>3</sup>; 生产超负荷时, 日耗焦炉煤气约 60 万 m<sup>3</sup>。

### 1.4 动力厂热力设施耗用煤气状况

表 1 煤气平衡(三高一焦)

Table 1 Gas equilibrium for three blast furnaces and one coal carbonization furnace

10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>

生产状况	煤气产量	煤气耗用量					耗用合计	放散量
		炼铁	炼钢	轧钢	炼焦	热力		
轧钢满负荷	焦炉煤气为 115	12	4	50	16	10	92	23
	高炉(转炉)煤气为 880	245			195	480	920	-40
轧钢低负荷	焦炉煤气为 115	12	4	40	16	10	82	33
	高炉(转炉)煤气为 880	245			195	480	920	-40
轧钢超负荷	焦炉煤气为 115	12	4	60	16	10	102	13
	高炉(转炉)煤气为 880	245			195	480	920	-40

表 2 煤气平衡(两高两焦)

Table 2 Gas equilibrium for two blast furnaces and two coal carbonization furnaces

10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>

生产状况	煤气产量	煤气耗用量					耗用合计	放散量
		炼铁	炼钢	轧钢	炼焦	热力		
轧钢满负荷	焦炉煤气为 115	12	4	50	32	10	108	7
	高炉(转炉)煤气为 880	245			130	480	855	25
轧钢低负荷	焦炉煤气为 115	12	4	40	32	10	98	17
	高炉(转炉)煤气为 880	245			130	480	855	25
轧钢超负荷	焦炉煤气为 115	9	4	60	32	10	115	0
	高炉(转炉)煤气为 880	260			130	480	870	10

动力厂热力设施为 35 t/h 锅炉 7 台、75 t/h 锅炉 1 台, 全部以高炉煤气(转炉煤气)为主燃料, 焦炉煤气为辅燃料(设计值 10% 以下), 一般为 6 台运行, 备用 35 t/h 锅炉 2 台, 日耗高炉煤气(转炉煤气) ≤ 480 万 m<sup>3</sup>, 日耗焦炉煤气 ≤ 10 万 m<sup>3</sup>。

### 1.5 煤气放损状况

依据煤气产出和现有用气设施情况, 炼焦炉用煤气的可能方式为三高一焦和两高两焦。其煤气(统计平均值)平衡如表 1.2 所示, 煤气的互换以等热值为标准。

由表 1 可见, 三高一焦的运行方式, 高炉煤气量不足, 而高发热值的焦炉煤气放散严重, 但从满足炼焦环保工艺——煤调湿工艺出发, 此种方式最佳; 由表 2 可见, 两高两焦的运行方式, 焦炉煤气放损较大地减少了, 高炉煤气有一定量的放散。

## 2 系统存在的问题分析

从表 1、2 知, 一般情况下, 系统有较大量的煤气

放散, 且高发热值的焦炉煤气放散量大; 炼焦过程中, 为了满足先进的煤调湿环保工艺需要, 最好多用高炉煤气, 即采用三高一焦的方式, 但高炉煤气量不足, 且炼焦用煤气参与系统煤气平衡与调节时, 只能整座炉子更换煤气品种, 即焦炉煤气放散损失 ≥ 16 万 m<sup>3</sup> 时, 才能调整, 阶跃性大, 只能作大平衡, 不能有效地抑制煤气的放散; 动力厂的锅炉受设计的限制, 全部以高炉煤气(转炉煤气)为主燃料, 焦炉煤气燃用量不能突破 10%; 因此整个煤气系统不同品种的煤气间互换调节性较差。

轧钢加热炉对焦炉煤气的的需求取决于定货合同情况, 当轧钢低负荷或满负荷时, 均有大量的煤气过剩无法调节被迫放散, 尤其是焦炉煤气, 因不能暂时存储放散很大, 既对环境造成污染, 又浪费宝贵的能源, 同时大大降低企业的经济效益。

## 3 改进措施

(1) 加强入网前的处理, 提高煤气质量, 减少废