

# 大型干熄焦技术分析与应用实效

杨庆彬 王贵题 彭军山 朱长军

(首钢京唐西山焦化有限责任公司 唐山曹妃甸工业区 063200)

**摘要:** 本文主要结合首钢京唐西山焦化有限公司投用的世界最大型干熄焦装置, 对实现大型化的新技术新设备进行全面分析, 并对应用效果进行简单介绍。

**关键词:** 干熄焦 新技术 大型化

根据国家对建设首钢京唐钢铁联合有限公司高标准、高起点的要求, 并结合京唐钢铁公司焦化作业部的实际情况, 京唐焦化在科学论证和试验的基础上应用了最前沿的干熄焦技术, 使新建成的干熄焦装置在节能、环保和自动化控制等方面均达到了干熄焦装置的国际先进水平, 特别是在干熄焦处理能力方面更是世界第一。

## 一、京唐干熄焦工程介绍

京唐西山焦化现有四座 7.63m 焦炉, 每座为 70 孔, 2 座焦炉小时全焦产量 246t/h。京唐西山焦化根据目前世界上干熄焦技术的发展状况, 以及 NSC-ENG 在大型化干熄焦方面的技术开发、技术积累和国内外的实际运用经验, 采用了 NSC-ENG 的干熄焦的技术, 并尽可能采用国产设备, 降低工程投资。最终配套建设了处理能力 2×260t/h 的干熄焦装置及配套设施, 湿熄焦系统作为备用。一期一步干熄焦工程于 2009 年 5 月份投产, 二期一步干熄焦工程于 2010 年 4 月份投产。

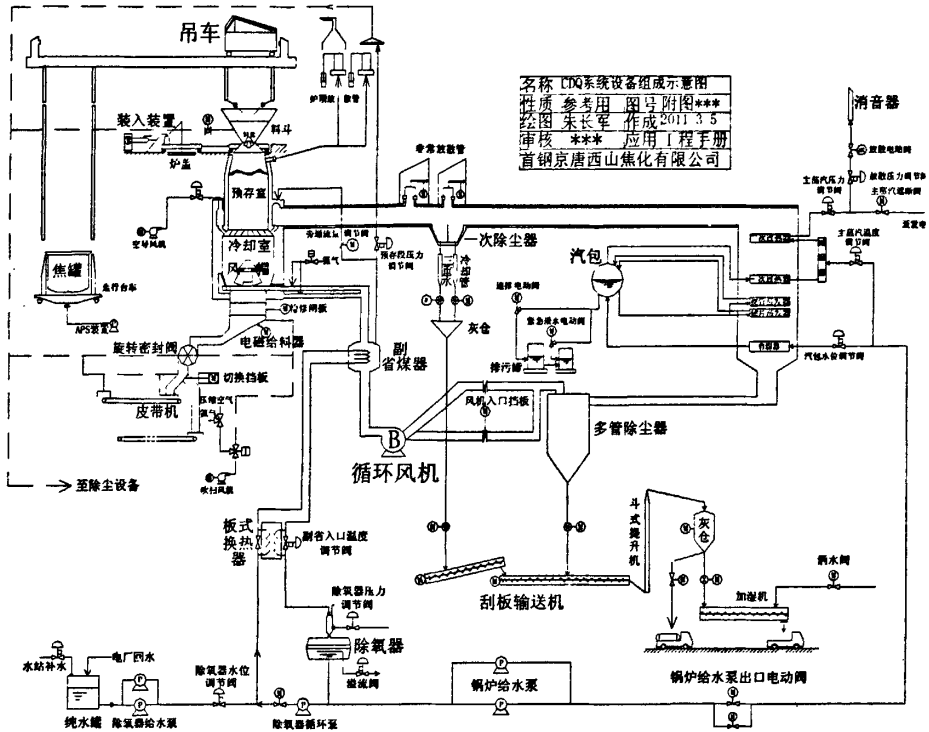
就干熄焦技术本身而言其原理部分是一致的, 所不同的是京唐公司所投用的干熄焦装置通过新设备、新技术的大量优化改进, 解决了制约干熄焦处理能力大型化的难点, 最终通过大型化达到减少成本投入增加效益产出的目标。

京唐干熄焦主要设备规格参数指标见表 1。

序号	项目	规格/性能	序号	项目	规格/性能	
1	装入焦炭平均温度	1020℃	10	干熄炉入口气体温度	约 130℃	
2	装入焦炭平均粒径	60mm	11	锅炉入口气体温度	约 980℃	
3	焦炭冷却时间	约 2h	12	冷却后焦炭温度	≤200℃	
4	单炉焦炭产量	44.03T	13	汽料比	0.58t/t 焦	
5	焦粉率(系统除尘部)	约 2%	14	干熄焦风料比	约 1400Nm <sup>3</sup> /t 焦	
6	气体循环风机风量	370000Nm <sup>3</sup> /h	15	产生蒸汽压力	9.5MPa	
7	气体循环风机全压力	12.9KPa	16	产生蒸汽温度	540±5℃	
8	焦炭烧损率	0.9%	17	配套发电机组	2×25MW	
9	焦炭处理量	Max2×260T/H	18	产生蒸汽流量	260T/H 处理量	150T/H
		Nor2×239.8 T/H			239.8T/H 处理量	134T/H

表1· 京唐干熄焦主要设备规格参数

干熄焦主体设备构成如图一所示。



图一·京唐 260T/H 干熄焦主体设备构成图

## 二、京唐干熄焦技术特点

### 1 沿用及优化技术

京唐公司与设计安装单位（中日联合节能环保有限公司）基于干熄焦多年稳定运行经验和和技术发展现状，对已用的各项干熄焦技术进行分析比较，对稳定成熟的设备设施继续沿用，并对绝大部分设备设施进行优化。

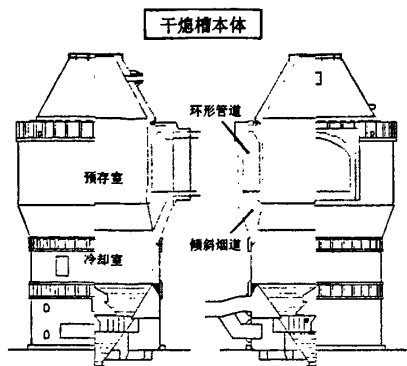
#### 1.1 干熄槽

##### 1.1.1 形状比例优化

设计单位都对冷却能力（干熄槽各部位构造、尺寸、物料平衡，热平衡）进行了计算，确定了适应 260T/H 大型干熄焦处理能力的干熄槽，主体形状如图二所示。

干熄槽（冷却段）采用矮胖型并做进一步优化。干熄槽冷却段高度与直径之比由一般的 0.78 降至 0.72。冷却段高度的进一步降低可减小干熄炉内循环气体的阻力，降低循环气体量，使设备费、运营费及生产成本降低，相应配套的提升机钢桁架和一、二次除尘器钢结构的高度也可降低，节省工程投资。

预存段与冷却段高度之比较一般干熄焦低，预存段容积比降低可减小斜道砖承重符合，同时可使相应配套的提升机钢桁架和一、二次除尘器钢结构的高度降低，节省工程一次投资。



图二·京唐干熄焦干熄炉结构

### 1.1.2 斜道区构造优化

斜烟道的构造是干熄槽中最复杂的部分，是决定干熄槽的循环气体供给量的临界点的重要部位。

因为即使决定了冷却 260t/h 焦炭所需循环气体量，如果全部气体量不能通过斜烟道，

有可能焦炭堵住斜烟道，使冷却气体无法流通而造成停产。因为气体循环系统是利用斜烟道的气体通过面积决定极限气体量，所以应按循环风量通过量进行最大化通过截面设计。

但干熄炉需要利用斜烟道区的立墙耐火砖支撑预存段的耐火砖，所以还需充分确保结构的机械强度。在斜烟道中流通的是高温气体，还需要有一定高温强度。确保机械强度和确保斜烟道的气体通道面积是相矛盾的，因此关键是要综合这些参数进行优化设计。

### 1.1.3 耐火材料优化

根据干熄槽各部位的操作温度和工作特点及实践经验，经与多厂家的交流沟通采用了性能不同的耐火材料。

对于干熄槽斜道区，由于焦炭冲击磨损大，温度波动范围大，气流(含焦粉)冲刷严重的特点，而选用热震性能、耐磨性能好、抗折强度大的 BE3-LN 砖，同时针对斜道区的工况特点及国内生产制造现状，耐火水泥采用了进口产品。

对于预存室直段、一次除尘器拱顶，由于其焦炭冲击磨损(预存室)和气流(含焦粉)冲刷(一次除尘器)的工况特点，选用耐磨性能和热震性能都较好的莫来石(A)砖。对于冷却室，其工况特点是磨损严重、温度变化较大，选用强度性能、耐磨性能和热震性能都较好的莫来石(B)砖。

另外，针对不同区域的形状特点，对非工作层用衬砖和隔热层用砖进行了优化，同时对耐火砖在上下方向、周围方向及径向进行平滑膨胀设计。

## 1.2 装入装置

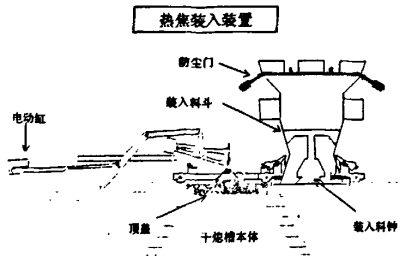
在炉顶设置料钟式布料器，克服由于装入焦炭粒径偏析以及装入焦炭的料位高差，使干熄炉内的循环气体流速不均匀等弊端，起到减少循环气体量的目的。在配合旋转焦罐的应用上，目前在装入漏斗部位还加装了防止烟尘外溢的防尘门进一步减少烟尘的外溢，如图四所示。

装入装置料斗衬板优化为更加耐磨的高铬铸铁材质。水封槽材质由蠕墨铸铁 RuT340 改为不锈钢材质。

### 1.3 改变给水预热器换热方式

国内干熄焦装置都在冷却段与循环风机之间设置给水预热器，使干熄炉入口处的循环气体温度由约 170℃ 降至约 130℃，在同等处理能力的前提下减少循环气体量的同时提高了给水温度降低除氧用低压蒸汽的耗用。

针对露点腐蚀的潜在影响，对双层副省煤器换热方式优化，由顺流换热变更为混流换热，通过减小管壁温差以降低露点腐蚀发生的管外温度条件。



图三 · 京唐干熄焦装入装置

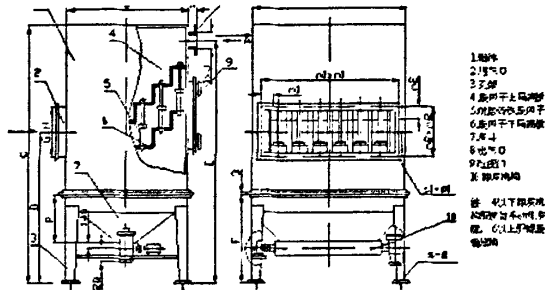
## 1.4 循环风机

采用目前在干熄焦装置上耐磨寿命时间最长的大型气体循环风机，同时其配套的电机及变频器也采用四门子公司的产品，采用变频控制以节约电能。

## 1.5 除尘器

1DC 采用重力沉降方式，架构紧凑基本不需要维修，为减小维护成本三重水冷管恢复为两个，考虑冷却效果对长度进行增加。一次除尘器顶部设置两套紧急放散管。

二次除尘器采用了干熄焦专用多管旋风分离式除尘器，以将循环气体中的细粒焦粉进一步分离出来，使进入循环风机的气体中粉尘含量小于  $1\text{g}/\text{m}^3$ ，且小于  $0.25\text{mm}$  的粉尘占 95% 以上，以降低焦粉对循环风机叶片的磨损，从而延长循环风机的使用寿命。二次除尘器各单体旋风分离器由旋风子、导气管及导向器组成，检修、更换较为方便。



图四 · 京唐干熄焦旋风分离器结构

## 2 新技术应用

### 2.1 高温高压自然循环锅炉

高温高压蒸汽发电是新日铁的第三代 CDQ 技术，采用高温高压自然循环锅炉，节省强制循环泵的能耗，系统简单，减少了循环泵的故障点。因高温高压锅炉蒸汽过热度增加到  $230^\circ\text{C}$ ，其火用值高，可比中温中压发电量提高约 20% 以上。

### 2.2 强制空气导入风机

为控制循环气体成分，考虑斜道自然进风量补充的不足设置了强制空气导入风机（离心通风机）。

## 2.3 导流板

众所周知，干熄焦之所以没有完全实现大型化，主要是由于大型化的干熄焦在斜烟道处会产生焦炭漂浮现象，迫使干熄焦不得不停产检修，德国凯泽斯图尔的 250t/h 处理能力的干熄焦就是因此被迫停产，他们没有在斜烟道处采取更好的措施。针对此情况，京唐公司干熄焦斜烟道防偏流装置（导流板），合理分配了循环风量，有效的阻止了焦炭漂浮现象的发生。

## 2.4 鼓风装置

为使干熄炉内焦炭更好的冷却，干熄炉的中央/周边进风方式新日铁进行了优化改进，将中央/周边进风改为独立上下层的进风方式，分设调风挡板控制风量，优化冷却效果。特别是在双层风帽底部设置针杆阀用于控制焦炭均匀排出。

### 三、京唐干熄焦应用实效

#### 1 性能指标评价

2010 年 11 月京唐公司与中日联公司共同对一步 260T/H 干熄焦进行了性能评测试验，其基本运行参数如表 2 所示，综合性能测试指标如表 3 所示，焦炭性能指标与参数对比如表 4 所示，经济技术指标与对比如表 5 所示。

表 2 · 京唐干熄焦运行基本参数

项目 序号	排焦量	循环 风量	排焦 温度	锅炉入口气 体温度	锅炉出口气 体温度	干熄炉入口温 度	主蒸汽		
							压力	温度	蒸发量
单位	T/H	wNm <sup>3</sup> /h	℃	℃	℃	℃	MPa	℃	T/H
1	252	34.08	145	958	161	127	9.2	530	149.8
2	262	34.96	140	965	160	128	9.5	540	150.7
3	274	33.93	139	965	160	126	9.6	541	149.8

表 3 · 京唐干熄焦综合性能测试指标

保证项目	保证值	测试结果	结论
焦炭通过量	260t/h	252t/h, 瞬时最大 271t/h	合格
冷焦温度	保证值 200℃ 以下	157.9℃	合格
蒸汽发生量	150t/h 压力 9.5±0.2MPa 温度 540±5℃	149.4t/h 压力 9.62MPa 温度 540℃	合格
提升机循环操作时间	不超过 9.33min	9.20min	合格

表 4 · 焦炭性能指标与参数对比

项目 序号	强度		反应性及反应后强度		焦炭粒度分布				
	M40	M10	CRI	CSR	>80mm	80~60mm	60~40mm	40~25mm	<25mm
首钢	85.6	6.4	24.2	65.2	9.26	22.08	47.87	16.51	4.28
攀钢	89.81	6.36	35.25	58.34	14.20	30.95	34.81	12.01	8.03
中化	88.6	6.3	23.7	66.3	3.21	21.06	50.02	21.52	4.19
京唐	91.24	5.46	22.61	69.19	9.33	29.31	45.02	13.81	2.54

表 5 干熄焦经济技术指标与对比

项目	参考值	首钢	攀钢	中化	京唐
烧损率%	≤1.0	0.94	0.92	0.9	0.85
风料比 Nm <sup>3</sup> /t 焦	约 1300	约1400	1110	1255	1191
吨焦产汽量 t/t 焦	0.56	0.61	0.64	0.58	0.59
吨汽发电量 KWh	175	185		带抽汽	259

#### 四、结束语

首钢京唐 260T/H 处理能力的大型干熄焦运行一年来总体情况良好，开创了大型干熄焦稳定运行的先河，为将来大型干熄焦研发使用提供了参考依据。

工矿企业生存和发展是本着安全顺稳清洁高效的原则，这也是干熄焦的发展方向。结合干熄焦运行经验，干熄焦装置在设备的进一步国产化、降低能耗指标、设备防磨损（使用周期）等方面的优化、改进将是我们进一步研究的方向。

作者简介：杨庆彬 首钢京唐西山焦化公司 副总经理 教授级高工