

干法熄焦耐火材料国产化研究

贾向刚 朱长军 宋渊博

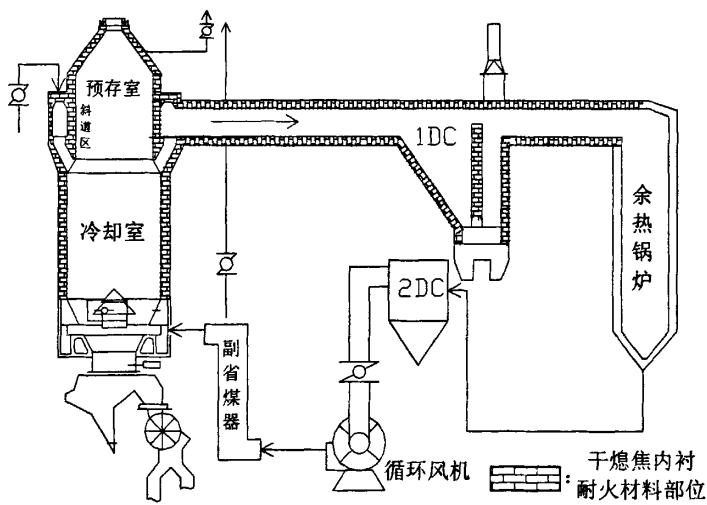
(北京首钢股份有限公司焦化厂)

摘要：主要介绍了干熄焦用耐火材料的应用范围及特点，分析了工况环境及技术要求，并结合首钢二期干熄焦用国产耐火材料使用情况进行介绍。

关键词：干熄焦 耐火材料 国产化

干熄焦装置本体部分主要由干熄炉、锅炉、除尘器、循环风机、副省煤器和实现整体循环的连接管道组成。为确保正常换热功能，红焦热量在进入换热器（锅炉）之前需与外界安全隔绝，因此在干熄炉及 1DC 部位砌有耐火材料。

1. 干熄焦用耐火材料的组成



图一·干熄焦耐火材料系统构成图

干熄炉系统主要由外铁皮和内衬耐火材料构成，应用于干熄炉及一次除尘器本体。其主要构成部分为干熄炉炉口、预存室桶仓部位、斜道区、冷却室、1DC 顶部、1DC 侧壁及底部，如图一所示。

由附表一、二可以看出系统不同部位所砌耐火材料的结构组成。

材质 部位	第一层	第二层	第三层	第四层
炉口	粘土耐火砖 N3	隔热耐火 砖 B2		
预存室锥体 部	粘土耐火砖 N3	隔热耐火 砖 B2	陶瓷纤维棉	隔热可铸耐火材料 (CL-80)
预存室桶仓 部位	粘土耐火砖 N53	隔热耐火 砖 N3	隔热耐火砖 C1	
冷却室	粘土耐火砖	隔热耐火	隔热耐火砖	陶瓷纤维毡 (CFB10)

	N53	砖 N3	B1	—8)
斜道区	粘土耐火砖 N53	耐火砖 N3	隔热耐火砖 B2	陶瓷纤维毡 (CFB12 —10)
1DC 顶部	粘土耐火砖 N53	隔热耐火 砖 B2	隔热耐火碎 砖 B3	
1DC 侧壁及 底部	粘土耐火砖 N53	隔热耐火 砖 B2		

表一

2.2 各部耐火材料运行环境分析

从耐火材料的工艺运行环境看，干熄炉炉口、预存室锥体部预存室桶仓部位主要承受来自红焦的高温辐射，温度基本在 950~980℃ 之间，同时炉口在炉盖开闭期间由于空气的进入温度较大；斜烟道区特别是夹层处耐火材料其一侧长期直接与 1000℃ 的红焦接触另一侧为 700~900℃ 范围变化的惰性气体，以及料位（红焦）的不断变化影响；冷却室作为与焦炭换热区长期与流动焦炭接触，还承受在惰性气体与焦炭热交换过程中温度反复变化的影响，其正常状态自下部向上由低（100℃）至高（800℃）；一次除尘器主要介质为 700~900℃、粉尘含量约为 12g/M3 的惰性气体。

通过各部运行环境分析和实际使用情况检查得出，影响干熄焦耐火材料使用寿命的主要部位是斜烟道区及冷却室。分析斜烟道损毁的主要原因是烟道各部位对温度变化所产生的不同反应而形成的热应力和上部耐火材料的不均匀负荷造成的高温机械剥落，冷却室的损毁主要是磨损，还有冷却气体的流动变化（反复加热、冷却）引起的高温机械剥落。

干熄焦用耐火材料根据操作条件及建设成本主要使用粘土砖和高铝砖，但目前日本干熄焦用粘土砖和高铝砖已不在是传统意义上的粘土砖和高铝砖，而是采用铝硅系合成原料和硅线石族优质原料制成，其使用寿命为 6~8 年。

2.3 新日铁干熄焦用耐火材料规格及实际参数

表二是日方提供的各部耐火材料的规格值及实测值：

品种	特性值 符号	规格值	平均值 (3 次)	品种	特性值 符号	规格值	平均值 (3 次)
N3	耐火度 (SK)	≥31	32	N53	耐火度 (SK)	≥33	35
	体积密度 g/M3	≥ 1.90	2.02		体积密度 g/M3	≥2.25	2.40
	显气孔率 (%)	≤ 26.0	23.2		显气孔率 (%)	≤16.0	12.9
	压缩强度 (Mpa)	≥20	41.0		压缩强度 (Mpa)	≥39.0	100.2
	残存线膨胀收缩率 (%) at1350℃×2hrs	±0.5	-0.09		荷重软化温度℃ T2	≥1500	1530
					化学成分 (%)		
					A1203	≥38	48.36
					Fe203	≤2	1.45

品种	特性值 符号	规格值	平均值 (5 次)	品种	特性值 符号	规格值	平均值 (3 次)
	体积密度 g/M3	≤0.70	0.68		体积密度 g/M3	≤0.70	0.67

B1	压缩强度 (kg/CM2)	≥25	35	B2	压缩强度 (kg/CM2)	≥25	35
	热传导率 (Kcal/mh℃)	≤0.18 at350±10 ℃	0.17		导热系数 (Kcal/m. h. ℃)	≤0.18 at350±10 ℃	0.17
	再加热收缩率 (%)	≤2.0 at900℃	0.55		再加热收缩率 (%)	≤2.0 at1000℃	1.02

表二

针对干熄焦使用特点，结合我国干熄焦曾用国产砖损毁原因和一些厂商提供的技术参数分析发现，一般国产砖体积密度高，显气孔率低，常温耐压强度和抗折强度均高于进口砖的相应指标，其抗磨损性能优于进口砖，二种 CDQ 砖的热膨胀率和重烧线变化没有太大的变化，而差异最大的在于国产砖的荷重软化点低，热震稳定性差，不适合干熄焦的使用环境。此外，进口砖的显气孔率高于国产砖，气孔率的适当提高有热震稳定性，但对耐压强度和抗磨损性能的提高有一定影响，因此，干熄焦用耐火材料应具有适当的气孔构成和气孔率。可以认为，热震稳定性差和荷重软化点温度低是国产砖不能正常应用于干熄焦耐火材料的主要因素。

2.4 国产耐火材料的应用

结合日产干熄焦耐火材料特点和一些经验教训，首钢干熄焦二期工程耐火材料全部采用了国产材料，分别采用了山东鲁耐窑业有限责任公司、唐山市六方碳化硅有限公司、昆山耐火材料有限公司三家厂商的耐火材料。表三为首钢二期干熄焦工程耐火材料国产化转化情况：

材质 部位	第一层	第二层	第三层	第四层
炉口	莫来石—碳化硅 砖 SN53	隔热耐火 砖 B2		
预存室锥体 部	致密粘土砖 N53	隔热耐火 砖 B2	陶瓷纤维棉	隔热可铸耐火材料 (CL—80)
预存室桶仓 部位	莫来石 A 砖 AN53	粘土砖 N3	隔热耐火砖 C1	
冷却室	莫来石 B 砖 BN53	粘土砖 N3	隔热耐火砖 B1	陶瓷纤维毡 (CFB10 —8)
斜道区	莫来石 A 砖 AN53	耐火砖 QN3	隔热耐火砖 B2	陶瓷纤维垫层 (CFB12—10)
1DC 顶部	致密粘土砖 N53	隔热耐火 砖 B2	隔热耐火碎 砖 B3	
1DC 侧壁及 底部	致密粘土砖 N53	隔热耐火 砖 B2		

表三

各部耐火材料提出的性能参数见表四

序 号	特性值	单位	规格值					
			SN53	N53	AN53	BN53	B2	N3
1	Al2O3	%		≥42	≥50	≥55		≥40
2	Fe2O3	%		≤ 1.6	≤ 1.3	≤ 1.3		≤2.0
3	SiC	%	≥30					

4	耐火度	℃		≥ 1750	≥ 1750	≥ 1750		≥ 1730
5	体积密度	g/cm ³	≥ 2.6	≥ 2.3	≥ 2.3	≥ 2.4	≤ 0.7	≥ 1.98
6	显气孔率	%	≤21	≤16	≤22	≤20		≤24
7	常温耐压强度	MPa	≥85	≥ 58.8	≥60	≥65	≥ 2.5	≥30
8	荷重软化温度 (0.2Mpa)	℃	≥ 1550	≥ 1500	≥ 1500	≥ 1500		≥ 1450
9	重烧线变化	%	0~ — 0.2	0~ -0.2	± 0.1	± 0.1	2≥ 1000 ℃	0.1~ -0.5
10	热震稳定性(1000 ℃水冷)	次	≥40	≥10 无剥 落	≥30	≥20		
11	热态抗折强度(1000 ℃, 0.5h)	MPa	≥20		≥10	≥18		
12	导热系数 350℃±10 ℃	Kcal/m. h. ℃					≤ 0.2	

表四

2.5 结论

首钢干熄焦二期投运两年后经检查确认除冷却室发生轻微机械剥落外，各部耐火材料使用情况基本良好，但与日本所提供的耐火材料相比还是略有差距，特别是冷却室的耐磨性上可以继续进行研究。

另外，还需要指出的是，各部耐火材料用耐火泥（砌筑转的泥浆）也要严格检测质量，以免造成耐火材料坍塌事故。

附：

作者：朱长军 性别：男 出生年：1979 年 职称：助理工程师 学历：本

工作单位：北京首钢焦化厂

通讯地址：北京市石景山区首钢焦化厂 邮编 100041

联系电话：010—88292319

13681183763