

独立焦化生产碳排放因子探讨

蒋云峰, 邓蜀平, 刘永*

(中国科学院山西煤炭化学研究所, 山西太原 030001)

摘要: 独立焦化企业产量约占我国焦炭总产量的2/3。采用实地调研获取基础数据结合样品分析测试结果, 对我国独立焦化生产原料和产品的碳含量与IPCC默认值进行了比较和分析。结合物料平衡和碳平衡, 分析了3种类型焦炉生产碳排放因子的差别及其原因。计算得到碳排放因子0.259, 碳排放强度为0.244 t(CO₂)/t(焦), 碳排放主要来源于燃料煤及自用焦炉煤气燃烧产生的烟气。

关键词: 独立焦化; 碳排放因子; 碳排放; 碳平衡

中图分类号: TE664

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2015)09-0010-06

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2015.09.003

Study on carbon dioxide emission factor of the coke produced by the independent coking plants

JIANG Yun-feng, DENG Shu-ping, LIU Yong*

(Institute of Coal Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Taiyuan 030001, China)

Abstract: The coke-producing process causes large amounts of carbon dioxide emission. However, the coke yield produced by the independent coking plants accounts for about 67% of the total production. On the basis of sites investigation and sampling analysis results, the carbon contents of raw materials and their products of the independent coking plants in China are comparatively compared with the default values by IPCC. The reason of different carbon dioxide emission factors of three kinds of coking chambers are analyzed based on the principle of mass balance with carbon balance. The results show that the carbon dioxide emission factor is 0.259, and the emission intensity is 0.244 t(CO₂)/t(coke). Carbon dioxide emission is found mainly caused by the combustion flue gases of the fuel coal and coke oven gas self-used.

Key words: independent coking plants; carbon dioxide emission factor; carbon dioxide emission; carbon balance

自2005年开展行业准入以来,我国获得《焦化行业准入条件》公告的焦炭产能达到4.26亿t,其中常规机焦炉产能4.06亿t,占常规机焦炉总产能的76%。

常规机焦炉焦化生产包括钢铁行业自产(钢铁联合)和钢铁行业外购(独立焦化)焦炭两类企业。目前,中国钢铁企业用焦量占焦炭产量80%左右,但是只有33%的焦炭生产能力布局在钢铁联合企业,而67%为独立焦化生产企业^[1]。焦炭生产过程中排放大量的CO₂,因此研究焦化行业尤其是独立焦化生产企业的碳排放对我国应对气候变化问题具有非常重要的现实意义。

以炭化室高度在4.3 m及以上的常规机焦炉独立焦化生产企业为研究对象,通过实地调研获取企业基础数据,结合样品测试分析以及采用的碳排放核算方法,可得到独立焦化生产较为准确的排放因子和碳排放总量。

1 采用的碳排放核算方法

根据物料守恒定律,结合目前国内焦化生产技术水平现状及生产过程的原料洗精煤、燃料煤的消耗量、产品及副产品产量等数据,可得出焦化生产的碳排放因子,进而求得过程的碳排放量。碳排放因子定义为:焦炭生产过程全部原料中实际氧化、燃烧转化为CO₂的部分。用计算公式表示如下。

输入的原、燃料中扣除全部产品、残渣及损失物料后的含碳量与原、燃料全部含碳量的比值,用公式表示为:

$$FE_{CP} = \left\{ \left[(CF_{RC} \times CC_{RC} + CF_{FC} \times CC_{FC} - \sum_i (P_i \times CC_i) - P_{COG} \times CC_{COG} - P_{CL}) \right] / (CF_{RC} \times CC_{RC} + CF_{FC} \times CC_{FC}) \right\} \times (44/12)$$

式中,FE_{CP}为焦化生产碳排放因子;CF_{RC}为原料精煤消耗量,t;CC_{RC}为精煤碳质量分数,%(收到基,下同);CF_{FC}为燃料煤消耗量,t;CC_{FC}为燃料煤碳质量

收稿日期:2015-03-12

基金项目:中国科学院战略性先导科技专项课题(XDA05010106)

作者简介:蒋云峰(1968-),男,硕士,副研究员,主要从事(煤)化工项目前期咨询与研究,13934220091,jiangyf@sxicc.ac.cn;刘永(1982-),男,硕士,助理研究员,主要从事(煤)化工项目前期咨询工作,通讯联系人,13934550394,yongliu@sxicc.ac.cn。

分数,%; P_i 为焦化产品产量(包括焦炭、煤焦油及粗苯),t; CC_i 为焦化产品碳质量分数,%; P_{COG} 为外供焦炉气产量, m^3 ; CC_{COG} 为焦炉气碳体积分数,%; P_{CL} 为焦炭生产过程中的碳损失,t。

因此,本研究采用的碳排放核算方法与 IPCC (政府间气候变化专门委员会)所推荐的方法 2 基本相同。

2 焦化企业调研及数据处理

2.1 数据获取及分析方法

2.1.1 采样要求

(1)对于固体及液体样品,就地进行采样;对于焦炉煤气,属易燃易爆物质,不宜携带和运输,优先采用企业现有的分析检测数据,或就地采样就地分析。

(2)固体采样参照《煤炭机械化采样 第 1 部分:采样方法》(GB/T 19494. 1—2004)、《商品煤样人工

采取方法》(GB 475—2008)等标准中的有关规定;液体采样参照《石油液体手工取样法》(GB/T 4756—1998)、《液体化工产品采样通则》(GB/T 6680—2003)等标准中的有关规定。

(3)含碳原料/产品取样量不少于 5 个,灰渣取样量不少于 5 个,排放气取样量不少于 10 个。

(4)采样时段要求:生产运行稳定、生产负荷在 75% 以上。

为保证样品的代表性,应对企业进行一个时间段的监测,一般为 72 h,每 3~4 h 取一组样品,收集这段时间内样品的平均分析结果。但在实际操作过程中,由于多方面原因,这样做难度极大,因此每个样品仅采集 1~2 组。

2.1.2 分析方法

研究涉及气、液、固 3 类样品,采用的分析仪器及方法如表 1 所示。

表 1 采用的分析仪器及方法

样品名称	分析项目	分析仪器	分析方法	备注
原料煤燃料煤焦炭	煤的工业分析	5E-MAG 6600 全自动工业分析仪	GB/T 212—2008	
	煤的元素分析、煤中氮的测定、煤中总硫的测定	Elemental Analyzer vario Macro 元素分析仪	GB/T 476—2008、 GB/T 19227—2008、 GB/T 214—2007	
	煤的发热量测定	SDC5051 型量热仪	GB/T 213—2008	
	煤中全水分的测定		GB/T 211—2007	
煤焦油粗苯	煤焦油元素分析粗苯元素分析	德国 Elementar 公司 vario EL cube 元素测定仪	库伦分析法	TCD 检测管、IR 检测管
焦炉煤气	焦炉煤气成分测定	科分 2100MD 色谱仪	GB/T 10410—2008	人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法

2.1.3 调研结果

研究以独立焦化生产企业实地调研获得的生产数据为依据。调研内容主要包括:企业生产规模、所采用的工艺技术及流程、洗精煤和燃料煤消耗量及其组成;产品焦炭及副产品煤焦油、粗苯、焦炉气外供量及其组成,燃料煤残渣量及其组成,同时进行现场样品采集及分析。

实际完成调研企业近 30 家,扣除因运行不正常等因素产生的数据不合理企业外,实际采信企业 18 家;这些企业除分布在山西外,还包括河南、河北、山东、内蒙、云南、湖南、宁夏等地,企业产能在 60 万~360 万 t/a,平均产能 170 万 t/a,平均产量 102 万 t/a。调研基本数据统计如表 2 所示。

因个别企业所用蒸汽来源不同,为了便于比较,计算时统一按燃煤锅炉生产等量蒸汽折算燃料煤消耗。

表 2 焦化企业调研基本情况表

项目	指标(值)		
工艺技术			
焦炉炉型	TJL4350D/ JNDK43-99D	TJL5550D/ HXDK55-08F	JN-60
炭化室高度/m	4.3	5.5	6.0
焦炭产能/ 10^4 t	908	1025	820
产品产量 ^①			
焦炭/ 10^4 t	473.53	606.00	758.56
煤焦油/t	178183.72	262408.32	345967.41
粗苯/t	49488.23	78386.70	92692.90
外供焦炉气/ 10^4 m^3	101347.63	123041.01	158947.06
能源消耗			
原料煤(洗精煤)/ 10^4 t	612.73	807.97	1026.59
燃料煤/ 10^4 t	24.99	28.09	24.92

注:①部分企业统计数据非全年产量。

此外,由于少数企业焦炉气计量不够准确,故其流量参考焦化工艺设计数据及理论产生量进行折算。

2.2 采集样品分析结果

以某企业为例,说明研究采样数据分析及其结果,如表 3 至表 5 所示。

表 3 固体样品分析结果

样品	质量分数/%									热值/(MJ·kg ⁻¹)	
	M _t	M _{ad}	A _{ad}	V _{ad}	C _{ad}	H _{ad}	N _{ad}	S _{ad}	O _{ad}	Q _{gr,v,d}	Q _{net,v,ar}
焦炭	7.13	0.20	12.55	0.76	82.60	0.88	0.80	0.74	2.23	29.16	27.81
精煤	12.00	1.11	9.18	25.41	77.31	3.59	1.19	0.79	6.83	31.03	26.25
燃料煤	6.80	0.39	33.78	6.06	60.84	2.15	0.94	0.29	1.61	22.97	20.84

表 4 液体样品分析结果

样品	质量分数/%					合计
	N	C	H	S	O	
粗苯	1.13	89.98	8.07	0.30	0.52	100
焦油	0.73	78.32	5.86	0.47	14.62	100

表 5 焦炉气样品分析结果

	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	N ₂	C _m H _n	O ₂	合计
体积分数 ^① /%	61.34	7.74	3.32	20.15	4.51	2.59	0.35	100
体积分数 ^② /%	62.51	8.18	3.37	19.81	3.99	1.72	0.42	100
平均值	61.92	7.96	3.34	19.98	4.24	2.11	0.38	100
质量分数/%	12.25	22.03	14.55	31.61	11.74	6.43	1.39	100

注:①现场采样分析;②企业提供数据。

根据上述分析结果,通过公式计算可求得上述 3 种物料的收到基、干基组成:

洗精煤:

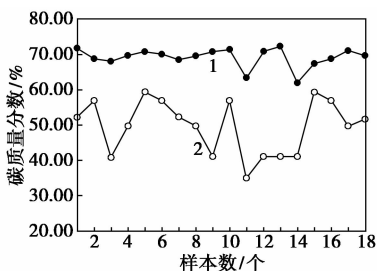
$$C_{ar} = C_{ad} \times (100 - M_{ar}) / (100 - M_{ad}) = 0.688$$

$$C_d = C_{ad} \times 100 / (100 - M_{ad}) = 0.782$$

同理可得,焦炭 C_{ar} = 0.769, C_d = 0.828, 燃料煤 C_{ar} = 0.569。

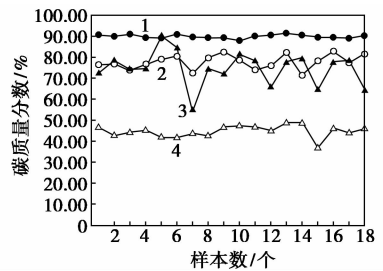
根据上述分析结果,计算可得焦炉气的碳质量分数平均为 42.63%。

样品分析结果汇总分别如图 1 ~ 图 4 所示。



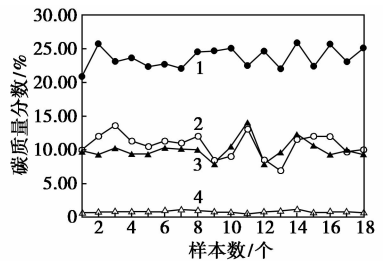
1—原料煤;2—燃料煤

图 1 焦化生产原、燃料煤碳含量图



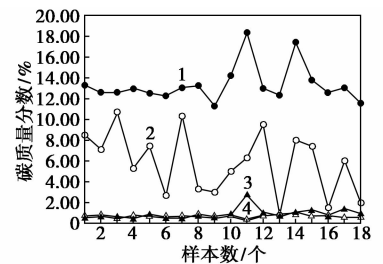
1—粗苯;2—焦炭;3—煤焦油;4—焦炉煤气

图 2 焦化产品碳含量图



1—挥发分;2—全水分;3—灰分;4—硫分

图 3 焦化生产原料煤煤质成分图



1—灰分;2—全水分;3—挥发分;4—硫分

图 4 焦炭煤质成分图

结合焦化生产企业原料煤用量及产品产量,几种物料碳含量的加权平均值计算结果如表 6 所示。

由表 6 可见,与 IPCC 给定值相比,原料煤、焦炭及焦炉煤气 3 种对生产过程碳排放影响较大的物料,碳质量分数都比较低,但偏差 < 6%。

表6 几种物料的平均碳含量

名称	平均碳质量 分数/%	IPCC 默认值 kg(碳)/kg	偏差 ^① /%
原料洗精煤	69.2	0.73	5.07
焦炭	78.5	0.83	5.30
煤焦油	74.6	0.62	-20.32
粗苯 ^②	90.1		
焦炉煤气	45.5	0.47	3.19

注:①以 IPCC 值为基数;②IPCC 未给出。

2.3 碳排放因子计算

计算中进行了如下假设:

(1)生产过程中燃煤蒸汽锅炉的燃烧效率为98%,焦炉气在焦炉内的燃烧效率为100%。

(2)锅炉灰(渣),即燃料煤的残灰(渣)及损失按燃料煤碳质量分数的1.0%~3.0%计算。

(3)除产品及副产品外,企业生产中通过大气污染物排放引起的碳损失,如颗粒物、其他含碳气体等,以及生产过程中的残渣损失,如焦油残渣等,企业没有准确计量,在计算中予以忽略。

将相关原料及产品实际数据,分别代入前述的计算公式,即可得碳排放因子,计算结果如表7所示。

表7 3种类型焦化企业的碳排放因子

焦炉 类型	TJL4350D/ JNDK43-99D	TJL5550D/ HXDK55-08F	JN-60	加权 平均值 ^①
FE_{CP}	0.258	0.273	0.276	0.271

注:①IPCC 未给出。

3 企业碳平衡计算

碳平衡计算中,碳入方为原料煤、燃料煤,碳出方主要包括产品焦炭和煤焦油、粗苯、外供焦炉气,含碳产物还包括焦炉气燃烧烟气及锅炉燃烧烟气,生产过程残渣及锅炉灰(渣)、生产过程的颗粒物(TSP)排放,以及以CO₂、CO、CH₄、NMHCs(非甲烷碳氢化合物)、PAHs(多环芳香烃)等形式排放的其他烟气。

3.1 基础数据选取和说明

主要来源于企业实际调研数据及分析结果,如原料煤、燃料煤、焦炭、煤焦油、粗苯和焦炉气,其他数据取值源自相关文献。

3.1.1 残渣及损失

包括生产过程残渣、锅炉灰(渣)和生产过程的

颗粒物(TSP)排放。

焦化企业在炼焦、煤气回收及化工产品加工等生产过程中,大约会产生0.1%(质量分数,下同)左右的废渣,主要包括焦油氨水分离工序产生的焦油渣、煤焦油经超级离心机分离的焦油渣、硫铵工序产生的酸焦油以及各化工工段检修清槽时产生的废渣等。这些固体废渣成分复杂,其中焦油渣占到60%,一般为焦油总产量的4%左右^[4],一直没有得到有效的利用,焦油废渣主要成分组成为焦油、煤粉及焦粉,含碳组分超过总量的80%^[3-4]。

焦炭生产颗粒物排放,主要为煤尘和焦尘,包括生产过程中,如装煤、出焦、熄焦等经除尘设施回收用作炼焦配煤等以外的颗粒物,平均产生量约为0.5~1 kg/t(焦)^[5-8],其含碳量超过80%^[9]。根据HJ/T 126—2003《清洁生产标准 炼焦行业》^[10],参考宁夏焦化行业实际运行情况^[11],大型焦炉(炭化室高度>5.5 m)资源能源利用指标可达到二级水平,即(装煤、出焦)颗粒物排放量≤2 kg/t(焦);而小型焦炉在资源能源某些指标方面达不到清洁生产三级水平,因此污染物的排放量会更高。

调研时间为2012—2014年年底,且按产能计算,企业大型焦炉所占比例近70%,因此,颗粒物排放量按《清洁生产标准 炼焦行业》二级水平进行计算。

3.1.2 其他排放

主要指在装煤、出焦、熄焦等过程中排放的含碳气体污染物,绝大部分为CO、CH₄、NMHCs(非甲烷碳氢化合物)等,排放量约为5~7 kg/t(焦)^[6-8],平均碳含量约为45%。

3.2 碳平衡计算

除碳排放因子计算中的第一个假设外,还增加了如下假设:

生产过程残渣按焦油总产量的6%计算。

生产过程中(装煤、出焦)颗粒物排放量按2 kg/t(焦)计算。

根据企业调研获取数据及分析结果,结合焦化生产的工艺流程,企业燃煤锅炉燃烧效率及灰渣中的碳含量等数据,可得焦化企业生产碳平衡表,如表8所示。

由表8可见,焦炭生产过程中绝大部分碳保留在产品中,包括焦炭、焦油、外供焦炉气,还有少量粗苯、残渣及损失,合计为92.95%;最终以CO₂、CO、CH₄等形式排入大气的仅有自用焦炉气(即焦炉加热用回炉煤气)燃烧烟气、燃煤锅炉烟气和生产过程中其他烟气排放,合计为7.05%。

表 8 焦炭生产碳平衡

碳入方	数量/ (t·a ⁻¹)	碳出方	数量/ (t·a ⁻¹)	占比/%
原料精煤	16934585	焦炭	14433188	83.39
燃料煤	373057	焦油	586416	3.39
		粗苯	198666	1.15
		焦炉气(外供量)	796417	4.60
		残渣及损失	72056	0.42
		燃烧烟气	1123261	6.49
		其他烟气排放	97638	0.56
合计	17307642		17307642	100.00

结合前述的碳排放因子公式:

$$FE_{CP} = 0.705 \times 44/12 = 0.259$$

4 原因及不确定性分析

4.1 样品分析结果

(1)由图 1 可见,原料洗精煤及产品焦炭的碳含量变化不大,洗精煤约为 68% ~ 72%,焦炭约为 73% ~ 80%。独立焦化焦炭产品绝大多数均为冶金焦,GB/T 397—2009《炼焦用煤技术条件》^[12]和 GB/T 1996—2003《冶金焦质量标准》^[13]中,对炼焦用煤、产品焦炭的灰分、全硫分、挥发分、全水分等指标都有严格划分和明确规定,以满足不同用户的需求,相当于规定了其中的碳含量。因此原料洗精煤和焦炭产品的碳含量变化不大。

(2)由图 1 可见,燃料煤的碳含量波动较大,约为 40% ~ 60%。由于调研企业范围较广,燃料煤来源不同,各地煤质差距较大,其中有少数企业以洗中煤为燃料,且在焦化生产中,燃料煤仅通过锅炉生产蒸汽为焦化有关工序提供能量,间接参与焦化生产过程,不会对焦炭及其副产品的产量和质量产生直接影响;不同类型锅炉虽然对燃料煤的发热量有一定要求,但对具体的煤质成分并没有严格的规定,燃料煤燃烧的碳排放量与锅炉型号、燃料效率、燃料质量以及实际操作和管理水平有关。

(3)由图 2 可见,粗苯的碳含量变化不大,约为 89% ~ 91%,由于煤的干馏温度接近,从煤气中回收粗苯采用的工艺流程、操作条件基本相同,主要为苯及其同系物,成分相对简单,与煤焦油相比几乎不含杂质,虽然受原料煤质及焦炉煤气成分差别有所影响,但差别不大。

(4)煤焦油、焦炉气均为多种物质组成的混合物,受煤质的影响,成分变化较大,碳含量分别在

72% ~ 86% 和 42% ~ 48%,主要是由于不同煤种,水分、灰分、尤其是挥发分等含量变化较大,受不同地理位置和环境的影响,工艺过程的波动等多种因素,都直接影响这两种副产品的组成和产量。

(5)与 IPCC 给定值相比,焦化生产原料洗精煤和产品焦炭的碳含量偏小。由图 3 和图 4 可见,按照《炼焦用煤技术条件》(GB/T 397),原料洗精煤的灰分含量(A_d)主要在 9.30% ~ 10.50% 之间,属 9 级 ~ 11 级,全硫含量($S_{t,d}$)主要在 0.76% ~ 1.00% 之间,属 3 级;按照《冶金焦质量标准》(GB/T 1996),焦炭的灰分含量(A_d)集中在 12.20% ~ 13.50%,全硫($S_{t,d}$)0.61% ~ 0.80%,全水($M_{t,d}$)3.0% ~ 7.0%,综合指标属 II 级。由于焦炭的灰分主要取决于原料煤,我国炼焦商品精煤平均灰分 9.64%,中灰煤(A_d 为 8.01% ~ 10.00%)是最常见的炼焦煤品种,而国外炼焦洗精煤的灰分一般仅为 6% ~ 8%^[14]。

4.2 碳排放因子计算结果

(1)理论上,焦炉的大型化也即焦炉炭化室高度增加,体积扩大,单炉产量增大,同等规模焦炉孔数减少,焦炭生产中装煤、出焦次数减少,炉门污染物排放减少,焦化生产颗粒物、烟气等排放逐步减少,碳排放因子 EF_{CP} 应该不断下降,这也是国内外焦化生产的发展方向。但根据前述的碳排放核算方法,3 种类型焦炉的 EF_{CP} 分别为 0.258、0.273 和 0.276,二者排序不一致,可能的原因是:

①由于各企业所采用的焦化工艺技术和锅炉选型有所不同,主要设备及环保设施运行状况不尽相同,此外各企业所在地的气候环境、企业操作及管理水平都会直接影响企业的正常、稳定运行,从而影响企业产量以及生产过程的碳排放。

②影响焦化生产碳排放的关键在于原料和产品的碳含量,尤其是焦炉气和燃料煤的用量及组成直接决定了其碳排放量,采样、分析等操作过程中的不确定性都可能会导致计算结果产生偏差。

③研究采用的碳排放因子计算中,忽略了颗粒物排放以及生产过程中的残渣损失,这部分碳通过颗粒物、焦油渣等形式固定下来并未进入大气,它们的产生量与焦炭产量密切正相关。由表 1 可见,使用 3 种类型焦炉生产的企业焦炭产量逐步增大,因此导致计算结果与预计的碳排放顺序相反。

④焦炉的大型化。炭化室体积增大,装煤量增多,减少了焦炭生产中装煤、出焦次数减少,但同时也使炭化室中煤料的传热效果下降,导致焦化生产

燃料消耗,即焦炉气的消耗增加。

(2)根据研究采用的碳排放核算方法,结合企业碳平衡,求得碳排放因子 EF_{CP} 为0.259,因为考虑了焦炭生产过程中残渣和颗粒物、其他烟气排放等损失,其中残渣和颗粒物中的含碳量都以不同形式固定下来,并没有以 CO_2 等含碳气体形式排入大气,计算结果更为合理、准确。

(3)通过对18个焦化生产企业数据碳平衡统计分析,加之考虑了过程损失和其他排放,得到的碳排放因子更为真实、可信。

4.3 碳排放强度与排放量

根据企业碳平衡,碳排放因子 FE_{CP} 为0.259;结合企业焦炭产品产量,按吨焦计算,碳排放量为0.244,即碳排放强度为0.244 t(CO_2)/t(焦)。按2013年焦炭产量的2/3计算,独立焦化生产企业碳排放量近7 750万t。

对2010年中国钢铁行业焦炭生产碳排放计算表明,外购焦炭(独立焦化)企业碳排放强度为0.26 t(CO_2)/t(焦)^[15],二者偏差为6.3%。

5 结论

(1)通过实地调研获得独立焦化生产企业实际生产数据,结合现场采样分析结果及物料平衡可得碳排放因子,进而求得独立焦化生产的碳排放量方法合理、可行。独立焦化生产企业的碳排放因子为0.259,碳排放强度为0.244 t(CO_2)/t(焦),主要来源于燃料煤及焦炉自用煤气燃烧产生的烟气。

(2)由于生产企业难以对焦油渣、颗粒物排放进行准确计量,计算时以焦炭及焦油产量估算其产生量,碳排放因子有待于进一步研究。

(3)由于调研企业数量相对较少,获取的数据有限,尚需进行大量的调研和分析计算对结果进行验证。随着国内向焦炉大型化发展以及技术水平的

不断提高,碳排放量还将有所减少。同时,对碳排放量更多的钢铁联合企业仍有待于进一步研究。

致谢:本研究得到了相关焦化生产企业在样品采集过程中给予的大力支持。

参考文献

- [1] 王军,郝福才.中国焦化行业存在的问题和对策探析[J].经济研究导刊,2013,(30):42-43.
- [2] 丰恒夫.焦化废渣并不“废”——焦化废渣制型煤炼焦技术探索[N].中国冶金报,2009-09-03(C04).
- [3] 张文祥,游坚.柳钢焦化厂焦油废渣治理新工艺[J].广西节能,2008,(1):33-34.
- [4] 魏松波,戴华勇.焦化生产工艺废渣的综合利用[J].武钢技术,2006,44(1):6-10.
- [5] 牟玲.炼焦生产过程颗粒物和多环芳烃的排放特征[D].太原:太原理工大学,2010.
- [6] 何秋生.我国炼焦生产过程排放的颗粒物和挥发有机物的组成特征、排放因子及排放量初步估计[D].北京:中国科学院研究生院,2006.
- [7] 李从庆.炼焦生产大气污染物排放特征研究[D].重庆:西南大学,2009.
- [8] 李云兰.焦化生产中废气的来源及危害[J].煤炭技术,2004,23(12):82-83.
- [9] 付乐乐.焦化除尘灰制备活性炭的工艺研究[D].武汉:武汉科技大学,2013.
- [10] 国家环境保护总局.HJ/T 126—2003《清洁生产标准 炼焦行业》[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [11] 丁红英,严新峰,蔡超.宁夏焦化企业清洁生产分析探讨[J].中国环保产业,2014,(9):56-59.
- [12] 国家质量监督检验检疫总局.GB/T 397—2009《炼焦用煤技术条件》[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [13] 国家质量监督检验检疫总局.GB/T 1996—2003《冶金焦质量标准》[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [14] 白向飞,张宇宏.中国炼焦商品煤质量现状分析[J].煤质技术,2013,(1):1-3.
- [15] 李冰,程小矛.焦化行业碳排放核算及消减策略分析[J].冶金能源,2011,30(5):7-9. ■

2015(第四届)中国化工产学研会议将召开

(第四届)化工产学研会议将于2015年10月在山东召开。会议由山东省化工研究院、山东省化工信息中心主办,旨在搭建产学研交流平台,助力化工行业技术创新。作为山东省化工领域最大的全国性、综合性的产学研会议,每届都吸引几百位业内著名专家学者、企业负责人和国家有关管理机构的领导和业内精英前来参会,几十家主流媒体对会议进行全方位报道。

会议议题亮点:从政策指引开始,到国内外前沿技

术的研究;从产业升级换代的思考到节能减排的讨论;从市场现状的分析,到新技术,新项目的展示等。众多重量级嘉宾深度剖析行业发展格局,为化工企业发展献计献策,解决生产经营过程中的疑惑和难题。

目前会刊《2015(第四届)中国化工产学研会议技术、项目、成果汇编》正在免费征集中,将免费推荐给参会的化工企业,并发布在山东化工网 www.chem.net.cn。(张福田)