

文章编号:0253-9993(2010)09-1518-06

燃煤电厂中有害微量元素迁移释放

阐明忠^{1,2},徐文东³

(1. 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院,北京 100083;2. 江苏地质矿产设计研究院,江苏 徐州 221006;3. 中国科学院地质与地球物理研究所 国有资产管理处,北京 100029)

摘要:对两个电厂的原煤、底灰、飞灰和超细飞灰($\leq 10 \mu\text{m}$)进行了有害微量元素含量的测定,研究了As、Cd、Cr、Pb、Se、Mo、Ni、Be、Cu、Th、U、V、Zn、Hg等14种元素在煤燃烧过程中的散逸、迁移行为,揭示了它们在燃煤过程中在气态产物和固态产物(底灰、飞灰、超细飞灰)中的分配富集特征,分析了这些元素的环境效应。结果表明:在两电厂中,元素Cd、Pb、Zn富集系数由大到小为超细飞灰>飞灰>底灰;As的分布特性与煤中Ca的含量密切相关;较低的烟气温度能够使部分气态Hg在飞灰颗粒上发生凝结;将几种元素分为3类:I类,留在固体废物中的元素V($Q_R > 0.85$);II类,部分留在固体废物中的元素As、Cd、Cr、Pb、Se、Mo、Ni、Be、Cu、Th、U、Zn($0.85 \geq Q_R > 0.10$),其中As、Cr、Ni、Be、Cu、Th的富集程度较强,Zn、Mo、Se、Cd较弱;III类,主要挥发到大气中的元素Hg(Q_R 接近0)。

关键词:燃煤电厂;有害微量元素;迁移释放;煤

中图分类号:P595 文献标志码:A

Mobility and release of hazardous trace elements in coal-fired power plant

WEN Ming-zhong^{1,2}, XU Wen-dong³

(1. College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geology and Mining Jiangsu, Xuzhou 221006, China; 3. Office of National Assets, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: Some hazardous trace elements in raw coal, bottom ash, fly ash, and superfine fly ash ($\leq 10 \mu\text{m}$) from two power plants were tested. Burning and migration behavior of As, Cd, Cr, Pb, Se, Mo, Ni, Be, Cu, Th, U, V, Zn, Hg were researched and their distribution and enriching characteristic in coal, bottom ash, fly ash and superfine fly ash were analyzed. The results show that for elements Cd, Pb, Zn in the two power plants, the enrichment coefficients, from great to small, are in the order of superfine ash, fly ash, bottom ash. The distribution of As is related with the content of Ca. Lower temperatures of flue gas can make part of the gaseous Hg coagulate on the fly ash particles. The hazardous elements were classified into three categories: I, element V, stays in the solid wastes ($Q_R > 0.85$); II, As, Cd, Cr, Pb, Se, Mo, Ni, Be, Cu, Th, U, Zn, partly leave in solid wastes ($0.85 \geq Q_R > 0.10$); III, Hg, mainly volatilizes into the atmosphere (Q_R close to 0).

Key words: coal-fired power plants; hazardous trace elements; mobility and mission; coal

我国煤炭消耗量占能源总消耗量的70%以上,由燃煤排放的污染物也占大气污染物排放总量的70%以上,所以说煤炭的燃烧是我国大气污染的主要来源,我国大气污染属于煤烟型污染。我国主要靠燃煤发电,2004年燃煤电厂的发电量占全国发电量的

82.5%,预计2010年占78%,2020年占73%。

燃煤产生的固体废物主要是飞灰及废渣,其污染表现在:①粉尘污染,这主要是通过烟囱排放入大气的超细飞灰颗粒(PM10、PM2.5),它们能够为人体吸入;②潜在有毒微量元素(如Pb、Cr、Zn、V、Hg等),

收稿日期:2010-04-12 责任编辑:常琛

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40772214);国家重点基础研究发展计划(973)资助项目(2006CB705800)

作者简介:阐明忠(1983—),男,河北唐山人,硕士研究生。Tel:010-82998570, E-mail:echo_3141@163.com

在储存、利用和排放过程中,通过与周围环境接触并发生相互作用对生态系统产生影响。越来越多的研究揭示,煤炭燃烧会排放大量的有害元素并引发严重的污染问题,甚至是人类致病的直接因素^[1-2],而通过烟囱排放的烟气中的细飞灰颗粒因其迁移范围、粒度等原因成为环境影响最大的因素。

尽管煤燃烧产生的有害元素是微量的,而高效的除尘设备使得通过烟囱排放到大气飞灰颗粒不足总灰量的1%,但由于电厂巨大的用煤量,每年通过燃煤向大气层排放的有害元素总量相当可观,因此这是一个需要予以重视的问题。

研究对象是河北省唐山陡河发电厂和山东省禹城新园发电厂(以下分别用字母D和X代替)。陡河电厂位于唐山市区东北方向的20 km处,背靠陡河水库,共有8台发电机组、2台12.5万kW(1号及2号机组)、2台25万kW(3号及4号机组)、4台20万kW(5~8号机组),总装机容量为155万kW,是一个大型的燃煤电厂,共有4个烟囱。笔者以6号机组作为研究对象。新园电厂共有两台1.5万kW发电机组,其中1号机组为以煤为燃料,2号机组以糖渣为燃料,笔者以1号机组为研究对象。

连续3 d在锅炉入煤口采集经过粉碎的煤粉样品,静电除尘器排放口采集飞灰,炉渣排放口采集炉渣,每个样品各2 kg。用安德森等速分级采样器从即将进入烟囱前的烟道中取得超细粒飞灰,这部分飞灰即将进入烟囱排入大气。采样器前后共分8层滤膜,根据空气动力学原理粒度由第1层向后逐渐减

小,采集到的烟道飞灰从滤膜上收集下来烘干后待测。元素Hg用煤炭资源与安全开采国家重点实验室的测汞仪测定,其他元素用北京核工业地质研究院的电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定。

1 煤中有害微量元素及丰度

1.1 煤中有害元素的种类

煤中的C、H、O、N、Na、Mg、Al、Si、S、K、Ca、Ti和Fe等13种元素称为常量元素(Major Elements),它们在煤中的含量一般超过0.1%;其他元素在大多数煤中的含量低于0.1%,称为微量元素(Trace Elements)。煤中的有害元素分布在燃烧产物中,会迁移到环境中形成危害,欧洲最受关注的13个有害元素是As、Cd、Co、Cr、Cu、Hg、Mn、Ni、Pb、Sb、Sn、Tl、V^[3]。1990年美国发布的“洁净空气修正法案(CAAA)”要求美国环境保护局评估电厂燃料燃烧造成的危害并建立相应的治理规章,规定的189种有害空气污染物(HAPs)中有11种金属元素As、Be、Cd、Co、Cr、Hg、Mn、Ni、Pb、Sb、Se^[4]。Swaine^[5]总结出煤中与环境密切相关的19种微量元素有I:As、Cd、Cr、Hg、Pb、Se;II:B、Cl、F、Mn、Mo、Ni、Be、Cu、P、Th、U、V、Zn。其中I类比II类对环境的影响大。本文着重论述As、Cd、Cr、Pb、Se、Mo、Ni、Be、Cu、Th、U、V、Zn、Hg等14种有害微量元素。

1.2 两电厂原煤中有害微量元素的丰度

全国煤中微量元素含量算术平均值^[6]以及两电厂原煤中各元素的平均含量见表1。

表1 两电厂原煤微量元素的含量值

Table 1 Trace elements content of raw coal in two power plants

项 目	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn	Hg
全国煤平均值	3.80	0.240	15.40	15.60	2.47	3.11	1.71	2.13	18.40	5.81	2.41	70.46	42.18	0.19
D电厂煤平均值	9.14	0.165	28.60	24.40	0.18	2.00	17.20	1.98	27.70	10.90	3.38	62.10	53.70	0.21
X电厂煤平均值	17.00	0.316	21.50	35.50	0.23	3.69	10.10	1.20	13.90	9.56	4.40	27.60	107.00	0.42

表1列出了14种有害微量元素在所研究的两个电厂原煤中的含量以及在全国煤中的平均含量。为了明确反映研究区电厂原煤中微量元素的富集程度,以原煤中微量元素含量与全国煤中微量元素含量算术平均值之比(R)作为衡量电厂原煤中元素含量水平的标准。以 $R < 0.5$ 表示“低”含量水平, $0.5 < R < 2$ 表示“正常”水平, $R > 2$ 为“高”含量水平。

从图1可以看出:As在两个电厂煤中都为“高”含量,Pb、Zn和Hg只在X电厂煤中“高”含量;Se在

两电厂煤中均为“低”含量,V在X电厂煤中为“低”含量;其余元素为“正常”含量水平。其中As在X电厂煤中显著偏高,为全国煤平均值的4.5倍。

2 底灰、飞灰、超细飞灰中微量元素的分布

2.1 底灰中微量元素的分布

两电厂底灰中微量元素的含量见表2。

为了更加明确地表示在燃烧过程中微量元素的逸散及分布行为,特别引入相对富集系数 Q_R ^[7],即

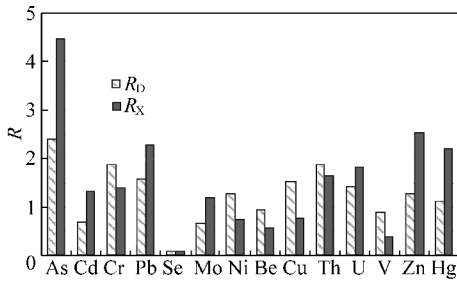


图1 R值分布柱状图

Fig. 1 Histogram based on R values

$$Q_R = \frac{C_o A_f}{C_f}$$

表2 两电厂底灰中微量元素的含量

Table 2 Trace elements content of two power plants bottom ash

项 目	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn	Hg
D 电厂	33.1	0.117	67.3	19.7	0.299	2.33	35.9	4.52	60.2	29.3	6.92	141	49.9	0
X 电厂	33.4	0.537	90.1	44.3	0.192	5.07	28.5	2.75	37.3	24.3	9.41	106	73.6	0

表3 两电厂底灰中微量元素的相对富集系数

Table 3 Relative enrichment factor of trace elements in bottom ash of two powerplants

项 目	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn	Hg
D 电厂	1.48	0.29	0.96	0.33	0.68	0.48	0.85	0.93	0.89	1.10	0.84	0.93	0.38	0
X 电厂	0.53	0.46	1.14	0.34	0.23	0.37	0.76	0.62	0.73	0.69	0.58	1.04	0.19	0

由 Meij R. 提出的相对富集系数概念,As 的相对富集系数小于 0.7,属于部分挥发性元素。其他学者^[8-10]也有类似的分类。而 As 元素在 D 电厂底灰中的相对富集系数却大于 1。出现这种情况的原因可能是两电厂原煤的种类不同,根据 Meij R. 的研究^[11],当煤中钙的含量小于 0.1% 时,As 只在气相中发现。因为 Ca 的氧化物转化为 CaCO₃,As 和 CaCO₃ 在弱碱性条件下发生协同作用,共沉淀,因此 As 的迁移性降低^[12]。所以元素 As 在 D 电厂底灰中含量较高。由 X 射线荧光光谱分析结果,D 电厂原煤中 CaO 为 1.28%,而 X 电厂为 0.76%。

D 电厂底灰中 As 元素的相对富集系数大于 1,反映出该电厂煤在燃烧过程中煤中 As 元素几乎很少挥发,基本保留在灰成分中。有研究^[13-14]数据表明,

其中, C_o、C_f 为灰样和原煤中微量元素的质量分数; A_f 为灰分的质量分数。其中 D 电厂灰分 40.88%, X 电厂灰分 27.11%。上式能定性的反映煤炭燃烧过程中微量元素在底灰、飞灰中的含量。一般来讲,相对富集系数接近 1 表示元素在燃煤过程中几乎没有挥发,基本保留在燃煤产物;相对富集系数越接近 0,表示元素在燃煤过程中挥发的越多,保留在燃煤产物中的越少;当相对富集系数为 0 时,表示在燃煤过程中元素全部挥发。有时飞灰中微量元素的相对富集系数显著大于 1,这可能是元素在烟道的逸散过程中又重新吸附在了细小的飞灰表面所致。

两电厂底灰的相对富集系数见表 3。

As 也可能会基本残留于底灰和飞灰中,这取决于 As 在煤中的存在状态。

两电厂底灰中元素 Cr 和 V 的相对富集系数都在 1 左右,表明这两种元素在煤燃烧过程中很少挥发,基本保留在灰分中。元素 Th 在 D 电厂底灰中的相对富集系数为 1.1,在 X 电厂中则为 0.69,说明其只在 D 电厂飞灰中富集。

两个电厂底灰中的 Cr、Pb、Mo、Zn 以及 X 电厂中 Se 在底灰中的相对富集系数在 0.2~0.5 之间,表明在燃煤过程大部分挥发。在两电厂中,Hg 在底灰中并未检测到,表明几乎挥发殆尽。

2.2 飞灰中微量元素的分布

两电厂飞灰中有害微量元素的含量见表 4,飞灰中微量元素的富集系数见表 5。

表4 两电厂飞灰中微量元素的含量

Table 4 Trace elements content of two power plants fly ash

元素	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn	Hg
D 电厂	30.8	0.256	57.6	48.4	0.301	2.37	33.2	4.45	59.95	30.7	7.47	136.0	85.8	0.025
X 电厂	45.6	0.869	61.2	75.5	0.492	9.17	29.2	3.82	45.30	23.2	9.89	90.7	161.0	0.054

表5 两电厂飞灰中微量元素的相对富集系数

Table 5 Relative enrichment factor of trace elements in fly ash of two power plants

元素	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn	Hg
D 电厂	1.38	0.63	0.82	0.81	0.68	0.48	0.79	0.92	0.88	1.15	0.90	0.90	0.65	0.05
X 电厂	0.73	0.75	0.77	0.58	0.58	0.67	0.78	0.86	0.88	0.66	0.61	0.89	0.41	0.03

从表5可以看出,As和Th两种元素在两个电厂中相对富集系数差异较大,As在D电厂飞灰中相对富集系数为1.38,与该电厂底灰中As的相对富集系数相近(1.48),说明D电厂煤中的As不易以气态形式挥发,造成该现象的原因与该电厂用煤的含Ca量大有较密切的关系,因为Ca的氧化物与气态As反应生成钙的砷酸盐,不挥发。

元素Hg在飞灰中的相对富集系数接近于0,一般认为,煤燃烧时Hg会全部或者几乎全部挥发。取两电厂飞灰中微量元素的相对富集系数的算术平均值,作分布柱状图(图2)。

到大气中,很少在细小的飞灰颗粒表面富集。除D电厂中元素As和Th外,其余元素的平均相对富集系数在0.41~0.90之间,表明在燃烧过程中部分挥发。Cu、Zn、Cd、Pb等为亲硫元素,高温下与硫分离。同时这些元素在燃烧时也易产生部分气化。

通过对比图2(a)和(b)中底灰和飞灰微量元素相对富集系数柱状图和表3及表5,可以看出,两电厂中Cr、V在底灰中的富集程度都略高于飞灰,D电厂中As在底灰中的相对富集系数略高于飞灰,元素Ni、Th、Cu在底灰飞灰中的富集程度相近。其他多数元素在飞灰中的相对富集系数均高于底灰。

2.3 超细飞灰中微量元素的分布

从烟气中采集到的超细飞灰量非常少,不足以进行Hg的测定,超细飞灰中有害微量元素的含量见表6。

通过与飞灰中元素含量的对比可以发现,在超细飞灰中所有元素的含量均大于飞灰中相应元素的含量。

在超细飞灰中微量元素的相对富集系数见表7。从中可以看出,除X电厂中Pb元素外,其他元素在超细飞灰中显著富集,平均富集系数在1.36~5.60之间。

两电厂超细飞灰相对富集系数分布如图2所示。从图中可见,所有元素超细飞灰中比在底灰及飞灰中都显著富集,这是由于灰粒的粒径越小,比表面积越大,对元素的吸附能力相对越强,越容易发生富集。从环境影响的角度考虑,由于超细飞灰是从烟囱中随气体一起排放入大气中,而且这部分飞灰的粒径大多属可吸入颗粒物的范畴(小于10 μm),一旦排放入大气中很可能随呼吸进入人体,而显著富集在这些超细飞灰颗粒上的有害微量元素则有机会迁移到人体中从而产生危害。

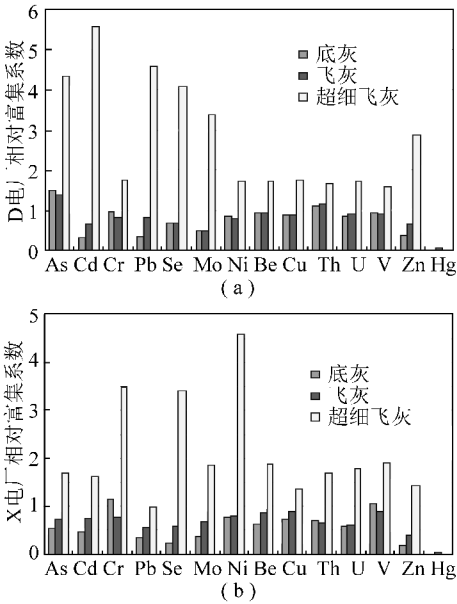


图2 两电厂底灰、飞灰、超细飞灰中微量元素相对富集系数柱状图

Fig.2 Histogram of Q_R of trace elements in bottom ash, fly ash and superfine fly ash of two power plants

由图2可以看出,Hg相对富集系数超不多0.05,表明它在挥发过程中大部分以气体的形式逸散

表6 两电厂超细飞灰中微量元素的含量

Table 6 Trace elements content of two power plants fly ash

项目	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn
D 电厂	97.0	2.26	122	273	1.80	16.5	71.9	8.26	118.0	43.8	14.1	237	376
X 电厂	106.0	1.88	275	130	2.88	25.2	171.0	8.32	69.8	59.9	29.0	193	563

μg/g

表 7 两电厂超细飞灰中微量元素的相对富集系数
Table 7 Trace elements content of two power plants fly ash

项 目	As	Cd	Cr	Pb	Se	Mo	Ni	Be	Cu	Th	U	V	Zn
D 电厂	4.34	5.60	1.74	4.57	4.09	3.37	1.71	1.71	1.74	1.64	1.71	1.56	2.86
X 电厂	1.69	1.61	3.47	0.99	3.39	1.85	4.59	1.88	1.36	1.70	1.79	1.90	1.43

从表 7 可以看到,As、Cd、Pb、Mo、Zn 等 5 种元素在 D 电厂超细飞灰中的相富集系数比 X 电厂超细飞灰中的大得多(1.8~4.6 倍),只有少数元素如 Cr、Ni 在 X 电厂超细飞灰中的富集程度比 D 电厂高,其余元素富集程度接近。这主要是因为 X 电厂装备了烟气脱硫装置,烟气在通过脱硫装置时其中的部分元素可能会被脱硫剂吸附,说明脱硫装置不仅对 S 具有显著的脱除效果,同时也能抑制挥发的有害痕量元素的排放。Querol 等^[15]研究发现,石灰对从气体中吸收 As、Se、Cd、Sb、Pb 等痕量元素作用明显,硫酸钙只在飞灰中发现,炉渣中没有。硫酸钙浓度随飞灰粒度减少而增加。

3 燃烧过程中微量元素的逸散规律及机理

由两电厂中底灰、飞灰、超细飞灰中的微量元素相对富集系数分布柱状图(图 2)看出:在装备了脱硫设备的 X 电厂,13 种元素中 As、Cd、Pb、Se、Mo、Be、Cu 和 Zn 等 8 种从底灰→飞灰→超细飞灰,相对富集系数均呈增大的趋势,即元素有向细小颗粒燃烧产物富集的趋势。元素 Cr、V 在底灰中富集程度略高于飞灰。Ni、Th、U 在飞灰底灰中富集程度相近。在没有脱硫设备的 D 电厂中,除元素 Cd、Pb、Zn 符合富集程度超细飞灰>飞灰>底灰的规律外,其余元素在底灰和飞灰中的富集程度基本接近。

由图 2 可以看出,根据微量元素的在底灰和飞灰中的相对富集系数可将所研究的元素分为 3 类: I 类,留在固体废物中的元素 V($Q_R > 0.85$); II 类,部分留在固体废物中的元素 As、Cd、Cr、Pb、Se、Mo、Ni、Be、Cu、Th、U、Zn($0.85 \geq Q_R > 0.1$),其中 As、Cr、Ni、Be、Cu、Th 的富集程度较强,Zn、Mo、Se、Cd 较弱; III 类,主要挥发到到大气中的元素 Hg(Q_R 接近 0)。J. F. Llorens 也得出类似的结论^[9]。

4 结 论

(1)由于 D 电厂的炉温比 X 电厂的高,且 D 电厂未安装脱硫装置,D 电厂几乎所有元素在超细飞灰中的相对富集系数都远高于 X 电厂,即元素在 D 电厂的超细飞灰上发生了显著富集。

(2)As 在 D 电厂飞灰和底灰中发生富集,是由于该电厂使用的煤含钙量较高,Ca 的氧化物与气态 As 反应生成钙的砷酸盐。

(3)所有有害微量元素在超细飞灰中的相对富集系数远远高于底灰及飞灰,原因在于灰粒的粒径越小,其比表面积越大,对微量元素的吸附能力相对越强,则微量元素的含量相对越高。

(4)根据微量元素的在底灰和飞灰中的相对富集系数可将所研究的元素分为三类: I 类,留在固体废物中的元素($Q_R > 0.85$) V; II 类,部分留在固体废物中的元素($0.85 \geq Q_R > 0.1$) As、Cd、Cr、Pb、Se、Mo、Ni、Be、Cu、Th、U、Zn,其中 As、Cr、Ni、Be、Cu、Th 的富集程度较强,Zn、Mo、Se、Cd 较弱; III 类,主要挥发到到大气中的元素 Hg(Q_R 接近 0)。

参考文献:

- [1] 代世峰,任德贻,李生胜. 内蒙古准格尔超大型镓矿床的发现[J]. 科学通报,2006,51(2):177-185.
Dai Shifeng, Ren Deyi, Li Shengsheng. Discovery of super lager gallium deposit in jungar inner-mongolia[J]. Chinese Science Bulletin, 2006,51(2):177-185.
- [2] 徐文东,曾荣树. 燃煤电厂废弃物中的砷对周围环境的影响[J]. 矿物岩石,2003,23(4):110-114.
Xu Wendong, Zeng Rongshu. The impacts of the environment upon arsenic in coal-burned wastes from a power plant[J]. Journal of Mineralogy and Petrology,2003,23(4):110-114.
- [3] Ron Zevenhoven, Pia Kilpinen. Control of pollutants in flue gases and fuel gases[M]. Espoo/Turku,2004.
- [4] Nodelman Irene G, Pisupati Sarma V, Miller Sharon Falcone, et al. Partitioning behavior of trace elements during pilot-scale combustion of pulverized coal and coal-water slurry fuel[J]. Journal of Hazardous Materials,2000,74:47-59.
- [5] Swaine D J. Trace elements in coal[M]. London: Butterworths, 1990.
- [6] 任德贻,赵峰华,代世峰,等. 煤的微量元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社,2002:82-83.
Ren Deyi, Zhao Fenghua, Dai Shifeng, et al. Trace elements geochemistry in coal[M]. Beijing: Science Press,2002:82-83.
- [7] Meij R. Trace element behavior in coal-fired power plants[J]. Fuel Processing Technology, 1994,39:199-217.
- [8] Clark L B. The fate of trace elements during coal combustion and gasification: an overview[J]. Fuel,1993,72(6):295-314.
- [9] Llorens J F, Fernandez-Turiel J L, Querol X. The fate of trace ele-

- ments in a large coal-fired power plant[J]. Environment Geology, 2001, 40:409-416.
- [10] 孙俊民,孙志宽,姚强,等. 燃煤固体产物中元素分布特征[J]. 热能动力工程, 2001, 16(6):601-603.
Sun Junmin, Sun Zhikuan, Yao Qiang, et al. Distribution characteristics of elements in burned coal solid products[J]. Journal of Engineering for Thermal Energy and Power, 2001, 16(6):601-603.
- [11] Meij R. Mass balance studies of trace elements at coal-fired power plants including co-combustion of waste and biomass[R]. Trace Elements'99 Conference, UK, Warwick University, 1999.
- [12] 张军营,郑楚光,刘晶,等. 煤灰中微量重金属元素的迁移性实验研究[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(12):83-85.
Zhang Junying, Zheng Chuguang, Liu Jing, et al. The leachability of trace metal elements in coal ash[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology(Nature Science), 2002, 12(30):83-85.
- [13] 王运泉,任德贻,谢洪波. 燃煤过程中微量元素的分布及逸散规律[J]. 煤矿环境保护, 1995, 9(6):25-28.
Wang Yunquan, Ren Deyi, Xie Hongbo. Distribution and dissipation of trace elements during coal combustion[J]. Energy Environmental Protection, 1995, 9(6):25-28.
- [14] 黄文辉,唐修义. 煤燃烧过程中微量元素的迁移和富集[J]. 中国煤田地质, 2002, 14(S):75-87.
Huang Wenhui, Tang Xiuyi. Mobility and concentration of trace elements during coal combustion[J]. Coal Geology of China, 2002, 14(S):75-87.
- [15] Querol X, Fernandez-Turiel J L, Lopez-Soler A. Trace elements in coal and their behaviors during combustion in a large power station[J]. Fuel, 1995, 74(3):331-343.

冀中能源邯矿集团:煤泥浮选精煤年增效益4 000万元

老年无烟煤煤泥浮选工艺在全国选煤界鲜有应用。2010年以来,冀中能源邯矿集团与科研单位合作,利用该项技术成功实现了小于0.5 mm 精煤的有效分选,延伸了煤炭产业链,成为企业新的经济增长点。

邯矿集团邯郸矿区的主导产品为老年无烟煤,该公司下属各洗选厂所采用的跳汰及重介煤炭洗选技术无法分离出直径在0.5 mm 以下的精煤颗粒,而使其进入煤炭副产品煤泥中。每吨400多元的精沫煤与煤泥产品差价,促使邯矿决策者坚定了进一步深化“精煤战略”,做透“煤堆文章”的决心。在多方调研,并与中国矿业大学、煤炭科学研究总院唐山研究院等单位合作,在进行了大量前期实验的基础上,2009年下半年邯矿集团投资600万元,在康城煤矿建成了河北省首家无烟煤煤泥浮选车间,旨在利用先进的浮选工艺从煤泥中进一步提取粒级0.5 mm 以下的精煤,达到进一步优化产品结构,实现效益最大化的目标。

作为邯矿集团煤泥浮选试点单位,康城煤矿煤泥浮选车间2009年底投产后,边调试、边生产,针对浮选精煤灰分高、水分大、易结饼起球等影响产品质量的难题,组织技术人员进行攻关,今年上半年浮选出精煤13 908 t,实现利润363万元。

借鉴康城煤矿的成功经验,邯矿集团又投资550万元,在陶一煤矿建成第2套煤泥浮选车间,并于2010-06-25一次试产成功,投产两个多月来其精煤产品供不应求。邯矿集团副总经理杨少军介绍说:“2009年邯矿集团全公司煤泥产量75万t,如果在公司云驾岭等煤矿进一步推广煤泥浮选工艺,仅此一项,邯矿集团每年精煤产率可提高3个百分点,增加精煤10万t以上,为企业增效4 000万元。”

摘自“中国煤炭网”