

水处理活性炭的选择

上海电力学院(上海 200090) 丁桓如 闻人勤 吕世政
上海宝山钢铁(集团)自备电厂(上海 200941) 陈天岭 仲根贵 余国平 钱宏德

Selection of Active Carbon for Water Treatment

Ding Hengru, Wen Renqin, Lu Shizheng

Shanghai Institute of Electric Power

Shanghai 200090

Chen Tianling, Zhong Gengui, Yu Guoping, Qian Hongde

Autonomous Power Plant of Shanghai Baoshan Steel Group Co.

Shanghai 200941

关键词 活性炭 有机物吸附 筛选试验

摘要 收集了11种国产活性炭和两种进口炭进行了筛选,通过活性炭对水中典型有机物的静态吸附试验和现场运行试验后,发现某些国产活性炭对水中有机物的吸附性能很好,达到并超过原来使用的日本活性炭,最终决定宝钢电厂选择了国产活性炭。

宝钢电厂化学水处理系统中设有两台 $\phi 600$ mm 活性炭床,原装载日本三协产业(株)生产的椰壳活性炭 14 m^3 (层高 $2\ 657\text{ mm}$),1981年投运以来,中间更换过一次活性炭(A床1991年更换,B床1986年更换),由于运行时间太长,活性炭吸附性能已明显下降,急需再次更换。为节省外汇,收集了国内外13种水处理用活性炭,在实验室和工业现场条件下进行筛选,最后选中国产杏核炭,并于1996年投入使用,经2年多的使用,表明其效果已超过原日本活性炭。

目前,国内均是根据活性炭常规理化性能指标进行筛选,如比表面积、碘值、四氯化碳吸附值、亚甲基兰吸附值等。部颁《火电厂水处理用活性炭验收导则》曾规定,水处理活性炭比表面积应等于或大于 $500\text{ m}^2/\text{g}$ 、碘值大于或等于 $1\ 000\text{ mg}/\text{g}$ 、苯吸附值大于或等于 $450\text{ mg}/\text{g}$ 等。根据近年工作中发现,这些性能指标与活性炭对水中有机物的吸附性能的相关性不好,很难用这些指标选出吸附性能好的水处理用活性炭^[1]。

为此,本试验中除了对活性炭吸附性能指标测试外,还采用1种新的活性炭对水中有机物吸附性能的评价方法(活性炭对天然水中4种典型有机物吸附容量和吸附速度作为筛选标准)。对筛

选出来的活性炭在电厂实际水质中进行现场试验,作为最后认定。

1 活性炭样品(表1)

收集了国内主要活性炭生产厂家11种水处理用活性炭,以及电厂原使用的日本活性炭和石洞口二厂的进口美国活性炭,共13种。由于工业水处理中很少使用煤质活性炭,所以试验中从现有的3种煤质炭中仅选出一种,共11种活性炭。

表1 活性炭样品概况

生产厂	代号	原料	外 状	使用情况
B	1	煤 质	柱 状($\phi.5\text{ mm}$)	ZI-15(北京自来水厂使用)
		煤 质	柱 状	PJ-09
		煤 质	柱 状	ZI-15
D	2	椰 壳	不定形	
	3	果 壳	不定形	
C	4	椰 壳	不定形	
	5	山桃壳	不定形	
	6	杏 核	不定形	
F	7	椰 壳	不定形	
A	8	果 壳	不定形	GH-16
E	9	椰 壳	不定形	
日本三协	10	椰 壳	不定形	原先宝钢自备电厂使用
美国	11		不定形	原先石洞口第二发电厂使用

2 活性炭性能测试

按照国际 GB/T 13804—90 的方法, 对上述 11 种活性炭的一般理化性能进行测试, 结果列于表 2。

此外, 又用天然水中 4 种典型天然有机物(腐植酸、富里酸、木质素、丹宁)作吸附质, 测定 11 种活性炭对它们的吸附容量和吸附速度。所用的腐植酸和富里酸系从电厂水处理系统中阴树脂内提取, 木质素从造纸废水中提取, 丹宁酸为试剂, 提取方法及测试方法见文献[2]。

测得的 11 种活性炭吸附容量见图 1~ 4, 吸附速度见图 5~ 8。

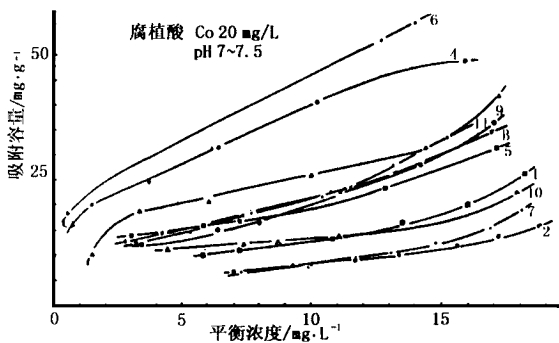


图 1 11 种活性炭对腐植酸的吸附等温线

从图 1~ 8 中可见, 11 种活性炭对 4 种典型有机物吸附性能差异很大, 在天然水有机物一般的浓度区间内以 6 号活性炭性能最好, 明显高于其它活性炭, 4 号炭稍次, 一般吸附性能测试中最好的 9 号炭只处于中等水平, 而 6 号活性炭的一般吸附性能指标也仅处于中上水平, 说明了活性炭一般吸附性能与有机物吸附性能的不一致。

从图 1~ 8 中还看出, 原使用的日本活性炭

(10 号) 和美国活性炭(11 号) 对水中 4 种有机物吸附性能仅处于中等水平, 可见目前国产活性炭在对水中有机物吸附性能上已超过某些国外活性炭, 这点在后面试验中将进一步证实。

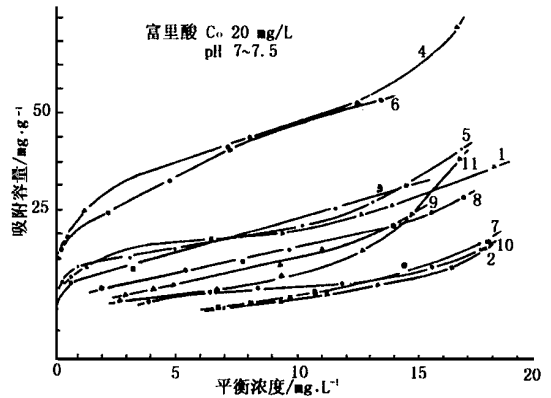


图 2 11 种活性炭对富里酸的吸附等温线

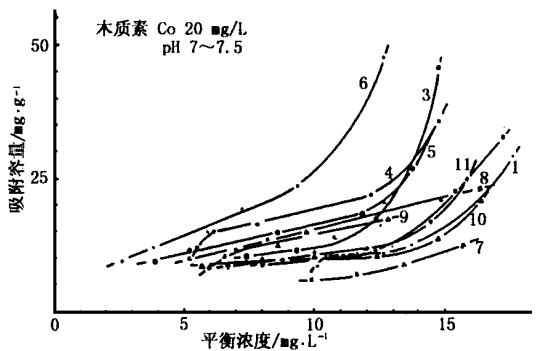


图 3 11 种活性炭对木质素的吸附等温线

3 现场试验

将试验中性能较好的 6 号、4 号活性炭进行现场试验, 以便进一步做验证。为了比较, 又将原使用的日本活性炭(10 号) 和 3 号炭一起进行试验。试验时每种活性炭取 350 g 装入 $\phi 30 \text{ mm} \times 5$

表 2 11 种活性炭一般理化性能测试结果

炭号	碘值 mg/g	亚四蓝吸附值 mL	四氯化碳吸附值 %	强度 %	pH	微孔容积 cm ³ /g	比表面积 m ² /g	视密度 g/cm ³	灰份 %
1	911.3	13	60.60	98.5	8.2	0.382	882.7	0.472	17.74
2	962.0	9	27.02	98	9.7	0.170	581.9	0.622	2.9
3	984.6	10	46.05	97.7	8.9	0.291	603.1	0.522	3.3
4	1 192.4	19	93.05	94.4	9.3	0.587	1 122.6	0.388	15.2
5	1 007.3	11	41.67	96.2	8.8	0.263	780.7	0.480	3.5
6	1 019.3	15	52.80	93.4	9.1	0.333	854.8	0.424	7.4
7	1 028.6	12.5	58.37	95.2	9.2	0.368	930.9	0.502	4.0
8	886.0	9.5	40.52	95.0	9.7	0.256	663.7	0.476	6.8
9	1 097.9	20	73.7	94.3	9.9	0.465	1 145.1	0.556	4.3
10	946.0	10.5	50.33	93.6	7.3	0.310	867.5	0.568	3.5
11	903.4	14	60.48	89.7	7.0	0.382	905.6	0.602	4.9

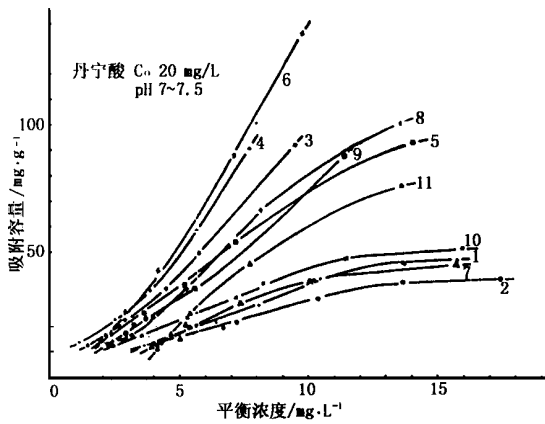


图4 11种活性炭对丹宁酸的吸附等温线

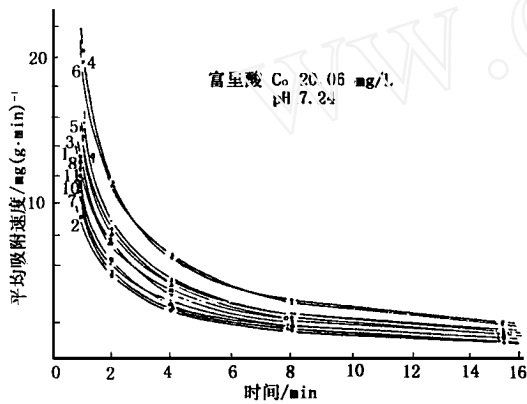


图5 11种活性炭对富马酸的吸附速度

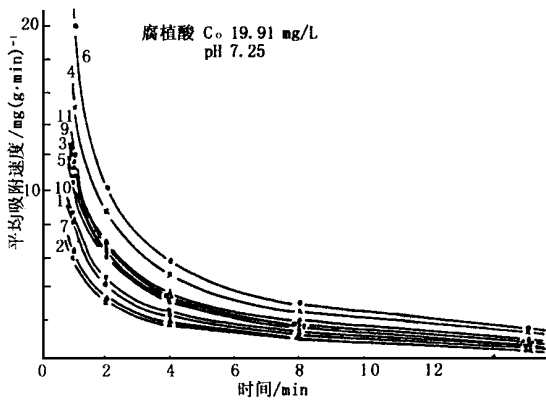


图6 11种活性炭对富里酸的吸附速度

mm 柱中,并接入宝钢自备电厂过滤后水中(长江水,见图9)。滤速为15 m/h,连续运行,定期取样,测进出水COD及E260。以活性炭柱出水中有机物去除率小于20%作为失效标准。4种活性炭运行曲线参见图10~11,试验数据汇总于表3。从现场试验结果中可看出,6、4号活性炭运行时间及处理水量均为最高,出水水质也最好。与10号日本活性炭相比,处理水量增加24%以上。这说明它的吸附性能均比日本活性炭好,这一点与前

面试验结果是一致的。

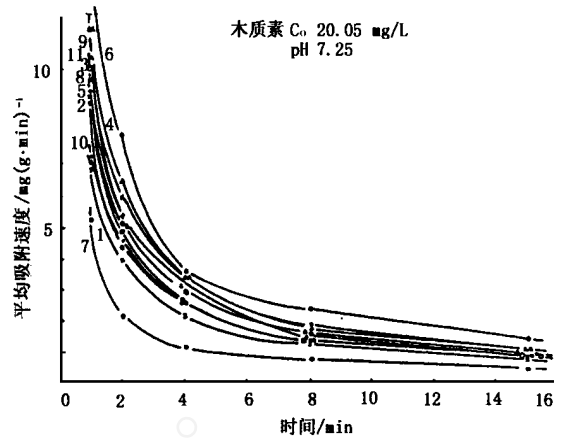


图7 11种活性炭对木质素的吸附速度

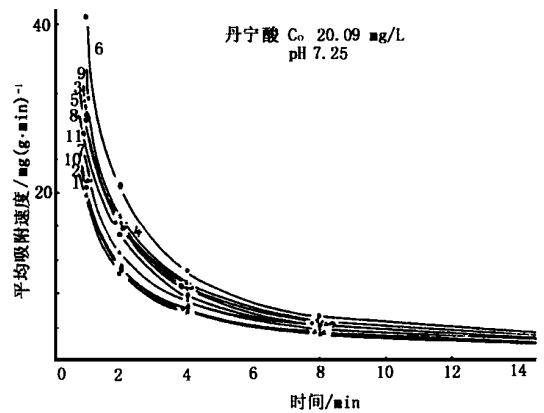


图8 11种活性炭对丹宁酸的吸附速度

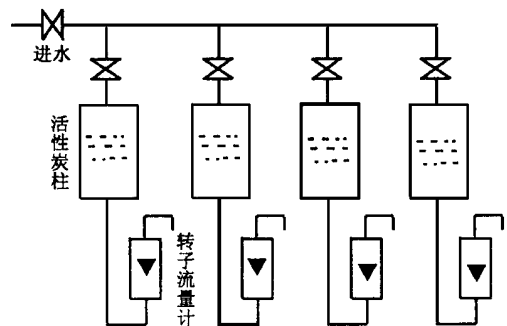


图9 现场试验系统

表3 现场试验数据汇总

活性炭代号	以COD为失效时的运行天数/d	以E ₂₆₀ 为失效时的制水量/L	以COD为失效时的制水量/L
3	24	7 330	8 450
4	> 34	> 10 500	> 10 500
6	> 34	> 10 500	> 10 500
10	23	9 440	8 440

6号活性炭与4号活性炭相比,吸附性能极为相似,试验中两种活性炭有机物去除率非常接近(6号炭出水水质略好,去除率也略高),运行结

束时两种活性炭均低于失效标准(COD 去除率为 25% ~ 26%, E₂₆₀ 去除率为 32% ~ 35%), 两种活性炭强度也相似, 均高于日本的活性炭。对这两种活性炭最后选择, 由价格决定。4 号炭 1.4 万元/t, 6 号炭 1.1 万元/t, 最后推荐使用 6 号国产杏核炭代替原日本进口活性炭。

6 号活性炭充填的吸附床运行中 COD_{Mn} 去除率的情况参见表 4。

表 4 工业活性炭床运行中 COD 去除率

	运行初期半年内	运行 2 年后
“三协”炭	60% ~ 75%	30% ~ 50%
6 号炭	70% ~ 85%	50% ~ 70%

注: 活性炭床进口 COD 一般在 1 mg/L 左右 (Mn 法)。

4 6 号活性炭使用情况

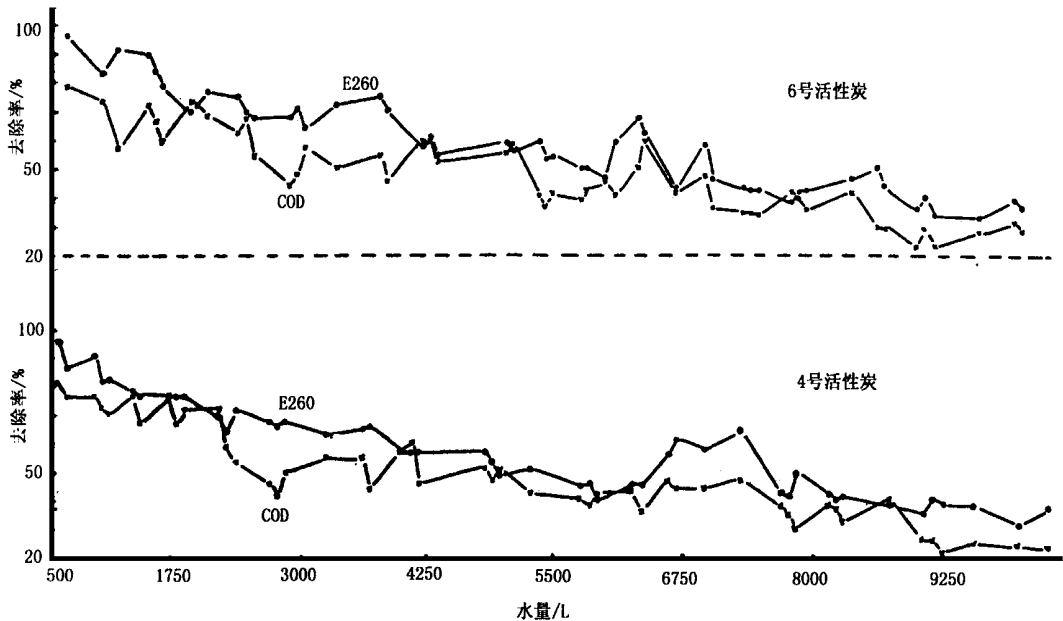


图 10 6 号、4 号活性炭现场运行试验曲线

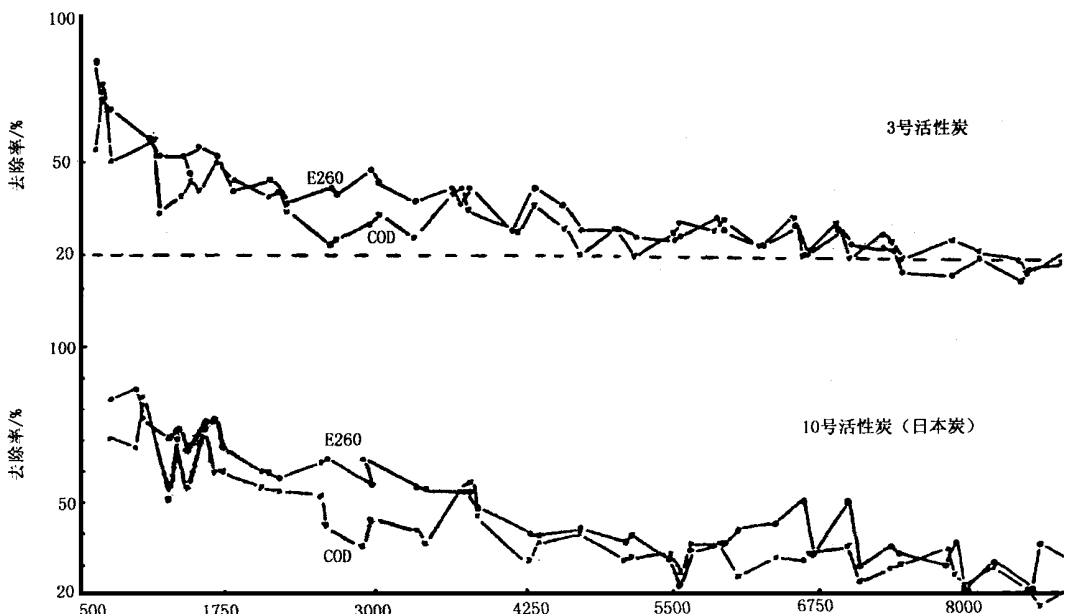


图 11 3 号、10 号活性炭现场运行试验曲线

(收稿日期 1998-10-29)