

ICS 71.060.01

G 77

备案号: 14625-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 582 — 2004

代替 DL/T 582 — 1995

火力发电厂水处理用活性炭 使用 导 则

**Guide for operation of activated carbon for
water treatment in thermal power plant**

2004-10-20 发布

2005-04-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 活性炭的选用	2
5 水处理用活性炭的验收	2
6 活性炭过滤器运行	3
7 试验方法	4
附录 A (资料性附录) 试验用天然水中有机物研究样品—腐殖酸和富里酸的制备步骤	12
附录 B (资料性附录) 紫外吸收法测定水中有机物 (UV ₂₅₄)	14
附录 C (资料性附录) 活性炭再生方法介绍	15
附录 D (资料性附录) 试验用天然水中有机物研究样品—木质素的制备步骤	16

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会“关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知”（电力〔2000〕22 号）的安排而制定的。

本标准是依据研究成果和使用经验对 DL/T 582—1995《水处理用活性炭性能试验导则》进行的修订。活性炭是电力行业中进行水处理的重要材料之一，近些年使用范围越来越广泛。它的使用方法（含选用方法、运行控制、失效标准等）直接影响发电厂的安全经济性，因此修订原有的标准就有很大的实用意义。

本标准与原标准相比，本标准修订之处主要有：

- 活性炭对有机物吸附性能，原标准是用比表面积、碘值、苯酚吸附值进行规定。由于研究结果发现这些指标与活性炭实际使用时吸附情况相关性不好，修改为测定活性炭对天然水中四种有机物吸附容量和吸附速度，以此来评判活性炭对有机物吸附性能优劣，并提出相应的测试方法。
- 活性炭强度指标，对用于反渗透系统时提高到 95%。
- 增加了活性炭漂浮损失指标。
- 增加了水处理中用于去除余氯的活性炭选用方法。
- 对失效活性炭再生，增加了经济核算的推荐指标。

本标准从实施之日起，代替 DL/T 582—1995。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电厂化学标准化技术委员会归口并解释。

本标准起草单位：上海电力学院。

本标准主要起草人：丁桓如、闻人勤、程黎明。

火力发电厂水处理用活性炭使用导则

1 范围

本标准规定了火力发电厂水处理系统中活性炭的使用方法及有关试验方法。
本标准适用于降低水中有机物含量或去除水中余氯的活性炭过滤器中粒状活性炭的使用。
采用粉状活性炭吸附水中有机物时，可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 7702.3 煤质颗粒活性炭试验方法 强度的测定
- GB/T 7702.17 煤质颗粒活性炭试验方法 漂浮率的测定
- GB/T 7702.21 煤质颗粒活性炭试验方法 比面积的测定
- GB/T 12496.1 木质活性炭试验方法 表观密度的测定
- GB/T 12496.2 木质活性炭试验方法 粒度分布的测定
- GB/T 12496.3 木质活性炭试验方法 灰分含量的测定
- GB/T 12496.4 木质活性炭试验方法 水分含量的测定
- GB/T 12496.5 木质活性炭试验方法 四氯化碳吸附率的测定
- GB/T 12496.6 木质活性炭试验方法 强度的测定
- GB/T 12496.7 木质活性炭试验方法 pH值的测定
- GB/T 12496.8 木质活性炭试验方法 碘吸附值的测定
- GB/T 12496.10 木质活性炭试验方法 亚甲基蓝吸附值的测定
- GB/T 13803.4 针剂用活性炭
- GB/T 14424 锅炉用水和冷却水分析方法 余氯的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

粒状活性炭 granular activated carbon (GAC)

粉状活性炭 pulverized activated carbon (PAC)

通常以粒径 0.18mm 来区分粒状活性炭和粉状活性炭，粒状活性炭按颗粒形状又分为柱状活性炭、球形活性炭（多为煤质炭）和不定形粒状活性炭（多为果壳炭）。

3.2

天然水中天然有机物 natural organic matter (NOM)

天然水中常见的天然有机物有腐殖酸 Humic acid、富里酸 Fulvic acid、木质素 Lignin 和丹宁 Red tranquil 等，它们虽存在于天然水中，但都不是一种单一的化合物，而是某些性质相近的化合物的混合物。

4 活性炭的选用

4.1 材质选用

当活性炭吸附水中不同的物质时，可参见表 1 选择其活性炭。

表 1 不同活性炭的适用范围

用 途	种 类
降低水中有机物	果壳炭
去除水中余氯	果壳炭、煤质炭及木质炭
生活饮用水	果壳炭
注：果壳按制造材料可分核桃壳、山核桃壳、杏核、椰子壳、山楂核等	

4.2 粒状活性炭的物理性能指标

粒状活性炭的物理性能指标应符合表 2 的要求。

表 2 粒状活性炭的物理性能指标

项 目		控 制 值
强度	%	≥90 (用于离子交换前)；≥95 (用于反渗透前)
粒度	目 (mm)	10~28 (1.651~0.589)
表观密度	g/cm ³	0.38~0.50
漂浮损失	%	<5
水分	%	≤10
pH		5.5~11.0
灰分	%	≤6

4.3 吸附性能试验

4.3.1 对有机物的吸附性能试验

- 多样品选择时，先按 7.12 和 7.13 试验方法进行初选，选出 2~3 种，再按 7.14 和 (或) 7.15 方法进行在实际使用水质条件下的验证试验；
- 当待选的活性炭种类较少时 (如 2~3 种)，按 7.14 和 (或) 7.15 方法直接试验。

4.3.2 对余氯的吸附性能试验，应在多种活性炭中，通过下列试验之一进行选择

- 测定活性炭碘值；
- 测定活性炭对余氯的吸附容量 (吸附等温线) 和吸附速度，试验方法见 7.16 和 7.17。

5 水处理用活性炭的验收

5.1 取样

按 GB/T 13803.4 中规定进行取样。

5.2 活性炭的物理性能指标检验

按 7.1 至 7.11 所列试验方法进行活性炭的物理性能指标检验，结果应符合表 2 的规定。

5.3 有机物吸附性能指标检验

验收的活性炭样品与原样品对同一种水中天然有机物 (通常为腐殖酸或富里酸，制备方法参见附录 A) 达到吸附平衡时，按公式 (1) 计算平衡浓度为 5mg/L 时吸附值之间的偏差 S ，其小于或等于 10% 时，认为与原活性炭样品相同。

也可按 7.14 试验方法测定验收的活性炭样品与原样品对实际水质达到吸附平衡时,按公式(1)计算平衡浓度 UV_{254}^* 为 0.080 时吸附值之间的偏差 S ,其小于或等于 10% 时,认为与原活性炭样品相同。

$$S = \frac{|A_0 - A|}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

S ——偏差;

A_0 ——选择试验时测定值;

A ——验收试验时测定值。

5.4 余氯的吸附性能指标检验

按公式(1)计算验收的活性炭样品与原样品的碘值之间的偏差 S 小于或等于 10%,认为与原活性炭样品相同。

6 活性炭过滤器运行

6.1 运行流速

吸附水中有机物: (5~10) m/h (位于滤池与阳床之间或滤池与反渗透之间)
或 (5~15) m/h (位于脱 CO_2 器和阴床之间)。

吸附水中余氯: ≤ 20 m/h。

6.2 活性炭滤层高度

吸附水中有机物的活性炭过滤器装载高度 h 不小于 2m,运行周期不小于 2160h;去除水中余氯的活性炭过滤器装载高度 h 不小于 1.5m,运行周期不小于 7000h。运行周期 T (h) 按公式(2)计算:

$$T = \left(\frac{\pi}{4} d^2 \right) n \rho q / [Q(C_1 - C_2)] \quad (2)$$

式中:

T ——活性炭运行周期, h;

d ——活性炭床直径, m;

n ——活性炭床台数;

ρ ——活性炭表观密度, kg/m^3 ;

q ——活性炭对有机物的吸附容量,暂按 $COD_{Mn} 200g/kg$ 计;对余氯的吸附容量,暂按 $3000g/kg$ 计;

Q ——处理水量, m^3/h ;

C_1 ——进水 COD_{Mn} 或余氯, mg/L ;

C_2 ——出水 COD_{Mn} 或余氯,对 COD_{Mn} 可按 $2mg/L \sim 3mg/L$ 计;对余氯可按 $0mg/L \sim 0.1mg/L$ 计。

6.3 活性炭使用前的处理

活性炭过滤器中活性炭装载完毕后,用清水(滤池出水)进行反洗,至出水变清后放水至炭层表面 $10cm \sim 15cm$ 处。用 3%~5% 工业盐酸浸泡 $12h \sim 24h$ 后,排去废酸液,用活性炭过滤器进水进行正洗,洗至进出水碱度相等时为止。位于阳离子交换器后的活性炭过滤器,正洗至进出水硬度差小于 $2\mu mol/L$ 为止。

6.4 进出水水质及运行监测

进水水质:浊度小于 5NTU;

运行监测:每周监测活性炭过滤器进出水有机物(或余氯)浓度 1~2 次,按公式(3)计算有机物去除率 K 。

* UV_{254} 是水中含共轭键的有机物对 254nm 的紫外光的吸光度值,是一种有机物含量的表征方法,测试方法参见附录 B。

$$K = \frac{|C_0 - C|}{C_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

K ——去除率；

C_0 ——进水有机物 COD_{Mn} (或 UV_{254}) 浓度；

C ——出水有机物 COD_{Mn} (或 UV_{254}) 浓度。

6.5 运行中反洗

活性炭过滤器应每周反洗 1~2 次 (或进出口压差达 0.05MPa~0.1 MPa 时反洗)。

反洗方式为：放水、空气擦洗、水反洗及正洗。

反洗参数为：空气擦洗强度 $\leq 20\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；

空气擦洗时间 15min~20min；

水反洗强度 $7\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) \sim 14\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；

水反洗时间 20min~30min；

水正洗强度 $\leq 1.5\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；

水正洗时间：至出水变清时为止。

6.6 失效判断

吸附水中有机物的活性炭过滤器：有机物去除率小于 15%~20% 作为失效，或根据供水水质需要确定。

吸附水中余氯的活性炭过滤器：出水中余氯大于 0.1mg/L 作为失效。

6.7 活性炭再生

水处理中活性炭常见的再生方法参见附录 C。

活性炭失效后是否需要再生参考公式 (C.1) 计算后比较确定。

7 试验方法

7.1 强度

对果壳炭按 GB/T 12496.6 中规定的方法进行测定；对煤质活性炭，按 GB/T 7702.3 中规定的方法进行测定。

7.2 粒度分布

按 GB/T 12496.2 中规定的方法进行测定。

7.3 表观密度

按 GB/T 12496.1 中规定的方法进行测定。

7.4 漂浮损失

按 GB/T 7702.17 中规定的方法进行测定。

7.5 水分含量

按 GB/T 12496.4 中规定的方法进行测定。

7.6 pH 值

按 GB/T 12496.7 中规定的方法进行测定。

7.7 灰分

按 GB/T 12496.3 中规定的方法进行测定。

7.8 比表面积

按 GB/T 7702.21 中规定的方法进行测定。

7.9 碘吸附值

按 GB/T 12496.8 中规定的方法进行测定。

7.10 四氯化碳吸附值

按 GB/T 12496.5 中规定的方法进行测定。

7.11 亚甲基蓝吸附值

按 GB/T 12496.10 中规定的方法进行测定。

7.12 对天然水中天然有机物吸附等温线的测定

7.12.1 概述

将不同的活性炭加入相同体积和浓度的有机物溶液中，充分震荡使之达到吸附平衡，然后分别测出滤液中有机物的剩余浓度。

7.12.2 材料、药品

- 活性炭样品：取每种活性炭 20g 左右，用 3%~5% 盐酸浸泡，用二级试剂用水洗至甲基橙中性（或无 Cl^- ），于 60℃ 下干燥，全部研磨至 200 目~250 目以下，放入干燥器备用；
- 吸附质（有机物样品）：腐殖酸、富里酸、木质素（制备方法参见附录 D）、丹宁*。将该有机物样品用二级试剂用水配成 20mg/L~30mg/L 的水溶液（配制时如有析出可适当加 NaOH）；
- 二级试剂用水：电导率 $\leq 0.3 \mu\text{S/cm}$ 的二级除盐水；
- 无有机物空白水：二级试剂用水加入 H_2SO_4 、 KMnO_4 （按 1L 水加 $\text{KMnO}_4 0.2\text{g}$ 、浓 $\text{H}_2\text{SO}_4 5\text{mL}$ ）后进行蒸馏获得的重蒸蒸馏水，或在二级试剂用水（二级除盐的混床出水）中加活性炭静态吸附两天以上。

7.12.3 仪器

- 紫外分光光度计（751 系列或 752 系列）；
- 10mm 石英比色皿；
- 玻璃注射器：20mL；
- 微孔过滤器： $\phi 25\text{mm}$ ；
- 微孔滤膜： $\phi 25\text{mm}$ ，0.45 μm ，使用前用二级试剂用水充分洗涤、浸泡；
- 震荡器：要求可以恒温；
- 具塞磨口锥形瓶：250mL，一组。

7.12.4 试验方法

在干燥后的一组具塞磨口锥形瓶中分别称取 10.0mg \pm 3.0mg、30.0mg \pm 5.0mg、80.0mg \pm 10.0mg、160.0mg \pm 20.0mg、250.0mg \pm 20.0mg、400.0mg \pm 20.0mg 六个不等量的同种活性炭样品，加入 150mL 有机物样品溶液，放入震荡器上，于 25℃ 下连续震荡 4h，达到吸附平衡后，每个样品用一个新的 0.45 μm 滤膜过滤，测定滤液的有机物（ UV_{254} ）浓度。

按公式（4）计算吸附容量 $q(\text{mg/g})$ ：

$$q = \frac{C_0 - C_e}{m} V \quad (4)$$

式中：

C_0 ——溶液中有有机物的初始浓度，mg/L；

C_e ——达到吸附平衡后，溶液中有有机物的残余（平衡）浓度，mg/L；

m ——活性炭质量，g；

V ——有机物溶液体积，L。

7.12.5 记录与结果分析

按表 3 进行记录。

* 试验用天然水中有机物研究样品丹宁目前暂用试剂级（分析纯）丹宁作为天然水中有机物丹宁的试验用样品。

表3 活性炭对 有机物吸附等温线测定记录

锥形瓶编号	活性炭质量 m g	吸附平衡后有机物残余浓度 C_e mg/L	吸附容量 q mg/g	备注
				溶液中有有机物的初始浓度 _____mg/L
				有机物溶液的体积 _____L

将测得的 q 与对应的 C_e 在 $q-C_e$ 坐标上作图, 即得该活性炭对该有机物的吸附等温线。

在测得吸附等温线后, 通常在有机物浓度 5mg/L~10mg/L 范围内比较各活性炭对有机物吸附容量, 以吸附容量高的活性炭为优。

7.13 天然水中天然有机物吸附速度测定

7.13.1 概述

将不同的活性炭加入相同体积和浓度的有机物溶液中, 边充分震荡边定时测定溶液中有有机物的残余浓度。

7.13.2 材料、药品

- 活性炭样品: 同 7.12.2a);
- 吸附质 (有机物样品): 同 7.12.2b);
- 试验用水 (无有机物空白水): 同 7.12.2d)。

7.13.3 仪器

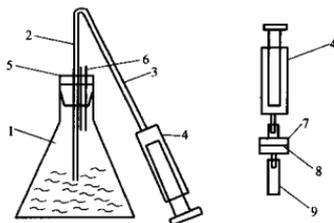
- 紫外分光光度计: 同 7.12.3a);
- 10mm 石英比色皿: 同 7.12.3b);
- 注射器: 同 7.12.3c);
- 微孔过滤器: 同 7.12.3d);
- 微孔滤膜: 同 7.12.3e);
- 震荡器: 同 7.12.3f);
- 锥形瓶: 250mL, 一个;
- 秒表。

7.13.4 试验装置 (见图 1)

7.13.5 试验方法

在干燥的锥形瓶中准确称取 70.0mg±5.0mg 的活性炭, 加入 150mL 有机物溶液, 立即按图 1 装好并放入震荡器内振荡, 于开始振荡后 0.5min, 1min, 2min, 4min……, 用注射器从硅橡胶管口抽取吸附液, 并迅速用微孔过滤器过滤, 滤液按附录 B 方法测定有机物 (UV₂₅₄) 浓度。按公式 (5) 计算平均吸附速度 v (mg/g·min):

$$v = \frac{C_0 - C_L}{m t} \times V \quad (5)$$



1—锥形瓶；2—玻璃管；3—乳胶管；4—玻璃注射器；5—橡皮塞；
6—通大气玻璃管；7—微孔过滤器；8—微孔滤膜；9—10mm 石英比色皿

图1 吸附速度测试装置

式中：

C_0 ——溶液中有机的初始浓度，mg/L；

C_t —— t 时间后，溶液中有机的残余浓度，mg/L；

m ——活性炭质量，g；

V ——有机物溶液体积，L；

t ——取样时间，min。

7.13.6 记录与结果分析

按表 4 格式进行记录。

表 4 _____ 活性炭对 _____ 有机物的吸附速度测定记录

时间 t min	t 时间后溶液中有机的残余浓度 C_t mg/L	吸附速度 v mg/g · min	备注
			活性炭质量 m _____ g
			有机物初始浓度 C_0 _____ mg/L
			有机物溶液体积 V _____ L

将测得的 v 在吸附速度 (mg/g · min) — 时间 (min) 坐标上作图，即得平均吸附速度曲线。

在测得吸附速度曲线后，通常用 4min~10min 内平均吸附速度对各活性炭进行比较，以吸附速度高者为优。

7.14 实际使用水质中有机的吸附容量和吸附速度测定

7.14.1 概述

本方法是测定活性炭对实际水样中有机的吸附能力的一种方法。将实际水样中的有机物浓缩后作为吸附质进行测定。

7.14.2 材料、药品、仪器

- 活性炭样品：同 7.12.2a)；
- 阳离子交换树脂：001×7，事先经 NaCl—NaOH 混合液多次洗涤，直至无溶出物溶出（以 254nm 紫外吸收进行检测），再用 NaCl 再生（再生剂比耗 > 0.5kg/kg）为钠型，洗涤好，备用；
- 有机玻璃交换柱：内径 ϕ 25mm~50mm；
- NaCl：化学纯；

- e) 旋转蒸发器（带真空泵）；
- f) 秒表；
- 其余：同 7.12.2 和 7.12.3。

7.14.3 试验用水样

取实际使用水样（滤池出口），以 20m/h 流速通过 001×7 的钠型交换柱，再用旋转蒸发器将其浓缩至 UV_{254} （10mm 比色皿）约 0.150~0.400（浓缩时不得有沉淀物析出）。

7.14.4 吸附等温线测定及记录与结果分析

同 7.12.4 和 7.12.5。

7.14.5 吸附速度测定及记录与结果分析

同 7.13.5 及 7.13.6。

7.15 在实际使用水质条件下吸附有机物的柱式运行试验

7.15.1 概述

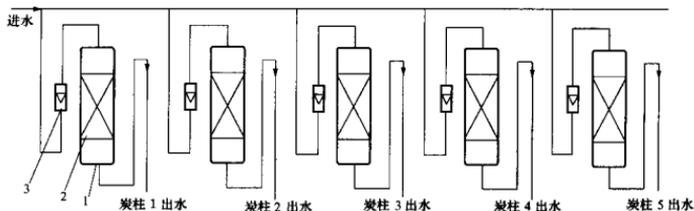
将多种活性炭装柱，将实际待处理的水样作为进水进行柱式试验（模拟活性炭床运行条件）。多柱并联平行运行，监测出水的 COD_{Mn} 及 UV_{254} 值，运行至去除率小于 15%~20% 作为失效，计算周期制水量和吸附量。

7.15.2 材料、药品、仪器

- a) 活性炭样品；
- b) 紫外分光光度计：同 7.12.3a)；
- c) 10mm 石英比色皿：同 7.12.3b)；
- d) 注射器：同 7.12.3c)；
- e) 微孔过滤器：同 7.12.3d)；
- f) 微孔滤膜：同 7.12.3e)；
- g) 水浴：6 孔或 8 孔；
- h) 二级试剂用水：同 7.12.2c)；
- i) 无有机物空白水：同 7.12.2d)；
- j) 有机玻璃吸附柱：内径 $\phi 25mm \sim 40mm$ ，高大于 1m；
- k) 转子流量计：按 10m/h~20m/h 流速计算与吸附柱配套；
- l) 测定 COD_{Mn} 用仪器药品：见 SS-18-2-84 化学耗氧量的测定（高锰酸钾法）。

7.15.3 试验装置

按图 2 所示将试验装置接入要试验的水源，进水应为过滤出水或阳床—脱 CO_2 器出水（根据设计位置决定）。



1—活性炭柱；2—粒状活性炭；3—转子流量计

图 2 柱式运行试验装置

7.15.4 试验方法

每种活性炭各取 350g, 经水浸泡后用 3%~5% 盐酸浸泡过夜, 用二级试剂用水洗涤后装柱, 按图 2 接入系统。稳定运行流速 (一般在 10m/h~15m/h 内)。每隔 8h, 取进出口水样, 测 COD_{Mn} 和 UV₂₅₄, 以去除率小于 15%~20% 作为失效。

7.15.5 记录与结果分析

按表 5 记录试验数据:

表 5 _____ 活性炭实际水质下运行试验记录

取样时间 (月、日、时、分)	流量 L/h	累计处理水量 L	进水水质		出水水质		去除率	
			COD _{Mn} mg/L	UV ₂₅₄	COD _{Mn} mg/L	UV ₂₅₄	以 COD _{Mn} 计	以 UV ₂₅₄ 计

将试验结果按出水 COD_{Mn} (出水 UV₂₅₄) — 水量关系及去除率 (COD_{Mn}, UV₂₅₄) — 水量关系作图, 并按小于 15%~20% 去除率的失效点求得各活性炭的周期处理水量。

对失效时 (有机物去除率小于 15%~20%) 各活性炭柱的周期制水量进行比较, 制水量多者为优。

7.16 对余氯的吸附等温线测定

7.16.1 概述

将不同的活性炭加入相同体积和余氯浓度的溶液中, 密闭静置达到平衡后, 测出溶液中残余的余氯浓度。

7.16.2 材料、药品、仪器

- 活性炭样品: 同 7.12.2a);
- 次氯酸钠: 有效氯含量 10% 的工业次氯酸钠溶液;
- 邻联甲苯胺: 配制方法见 GB/T 14424;
- 分光光度计: 721 型, 配 10mm 比色皿;
- 1000mL 烧杯一组。

7.16.3 试验方法

在干燥后的一组烧杯中分别称取 10.0mg、20.0mg、40.0mg、60.0mg、80.0mg、100.0mg 六个不等量同种活性炭样, 加入余氯含量为 3mg/L 的水溶液 1000mL 搅拌后密闭静置。达到平衡后, 取上层清液按 GB/T 14424 邻联甲苯胺法测水中残余的余氯浓度, 但改为在 721 分光光度计上进行测定, 波长为 420nm。

按公式 (6) 计算吸附容量 q (mg/g):

$$q = \frac{C_0 - C_e}{m} V \quad (6)$$

式中:

C_0 ——溶液中余氯的初始浓度, mg/L;

C_e ——吸附平衡后, 溶液中余氯的残余 (平衡) 浓度, mg/L;

m ——活性炭质量, g;

V ——余氯溶液体积, L。

7.16.4 记录与结果分析

按表 6 记录试验数据:

表 6 活性炭对水中余氯吸附容量测定记录

烧杯编号	活性炭质量 m g	吸附平衡后溶液中余氯的残余(平衡)浓度 C_e mg/L	吸附容量 q mg/g	备注
1				溶液中余氯的初始浓度 C_0 _____ mg/L 余氯溶液的体积 V _____ L
2				
⋮				

将测得的 q 与对应 C_e 在 $q-C_e$ 坐标上作图, 即得该活性炭对水中余氯的吸附等温线。

在测得吸附等温线后, 通常在余氯浓度 0.1mg/L~0.5mg/L 范围内比较各活性炭吸附容量, 吸附容量高者为优。

7.17 对水中余氯的吸附速度测定

7.17.1 概述

将不同的活性炭加入相同体积和浓度的余氯溶液中, 定时测定溶液中余氯的剩余浓度。

7.17.2 材料、药品、仪器

- a) 活性炭样品: 同 7.12.2a);
- b) 分光光度计: 同 7.12.3a);
- c) 邻联甲苯胺: 同 7.16.2c);
- d) 秒表;
- e) 次氯酸钠: 同 7.16.2b);
- f) 注射器: 10mL;
- g) 烧杯: 1000mL。

7.17.3 试验方法

在干燥的烧杯中准确称取 70.0mg±5.0mg 的活性炭, 放入浓度为 3mg/L 的余氯溶液 1000mL, 连续搅拌, 每隔一定时间 (5min, 10min, 15min……), 用玻璃注射器抽取样液, 放入另一烧杯中, 略静置后取上层清液, 按 GB/T 14424 邻联甲苯胺法测定余氯浓度。测定时使用 721 分光光度计, 波长为 420nm。按公式 (7) 计算吸附速度 v (mg/g·min):

$$v = \frac{C_0 - C_t}{mt} V \quad (7)$$

式中:

- C_0 ——溶液中余氯的初始浓度, mg/L;
 C_t —— t 时间后, 溶液中余氯的残余浓度, mg/L;
 m ——活性炭质量, g;
 V ——余氯溶液体积, L;
 t ——取样时间, min。

7.17.4 记录与结果分析

按表 7 记录试验数据:

将测得的 v 在 $v-t$ 坐标上作图, 即得平均吸附速度曲线。

在测得吸附速度曲线后, 通常以 10min 内平均吸附速度对活性炭进行比较, 吸附速度高者为优。

表7 _____ 活性炭对水中余氯吸附速度测定记录

时间 t min	t 时间后溶液中余氯的残余浓度 C_t mg/L	吸附速度 v mg/g · min	备注
			活性炭质量 m _____ g
			余氯初始浓度 C_0 _____ mg/L
			余氯溶液体积 V _____ L

附录 A
(资料性附录)

试验用天然水中有机物研究样品—腐殖酸
和富里酸的制备步骤

A.1 适用范围

本方法适用于制备天然水中有机物研究用的腐殖酸和富里酸样品。

A.2 仪器、材料和药品

A.2.1 污染的阴离子交换树脂：可取自水处理系统阴床中受有机物污染的强碱阴树脂或弱碱阴树脂。

A.2.2 氢氧化钠：化学纯。

A.2.3 氯化钠：化学纯。

A.2.4 盐酸：分析纯。

A.2.5 阳离子交换树脂：001×7，用盐酸再生为氢型（再生剂比耗 $>0.5\text{kg/kg}$ ），并用二级试剂用水充分洗涤，备用。

A.2.6（果壳）颗粒活性炭：取活性炭用蒸馏水洗涤后，用 1:10 (v/v) 盐酸浸泡 12h~24h，用二级试剂用水洗至无 Cl^- 。

A.2.7 二级试剂用水：同 7.12.2c)。

A.2.8 无有机物空白水：同 7.12.2d)。

A.2.9 紫外分光光度计：同 7.12.3a)。

A.2.10 石英比色皿：同 7.12.3a)。

A.2.11 注射器：同 7.12.3c)。

A.2.12 微孔过滤器：同 7.12.3d)。

A.2.13 微孔滤膜：同 7.12.3e)。

A.2.14 有机玻璃离子交换柱： $\phi 25\text{mm}\sim 50\text{mm}$ ，高大于 1m。

A.2.15 水浴锅。

A.2.16 漏斗。

A.2.17 定量滤纸。

A.3 腐殖酸和富里酸制备步骤

腐殖酸和富里酸制备步骤如图 A.1 所示。

A.4 腐殖酸和富里酸溶液浓度定量

A.4.1 按附录 B 方法测试溶液中腐殖酸含量， $K_{\text{腐殖酸}}=0.0318/\text{mg/L}$ 。

A.4.2 按附录 B 方法测试溶液中富里酸含量， $K_{\text{富里酸}}=0.0174/\text{mg/L}$ 。

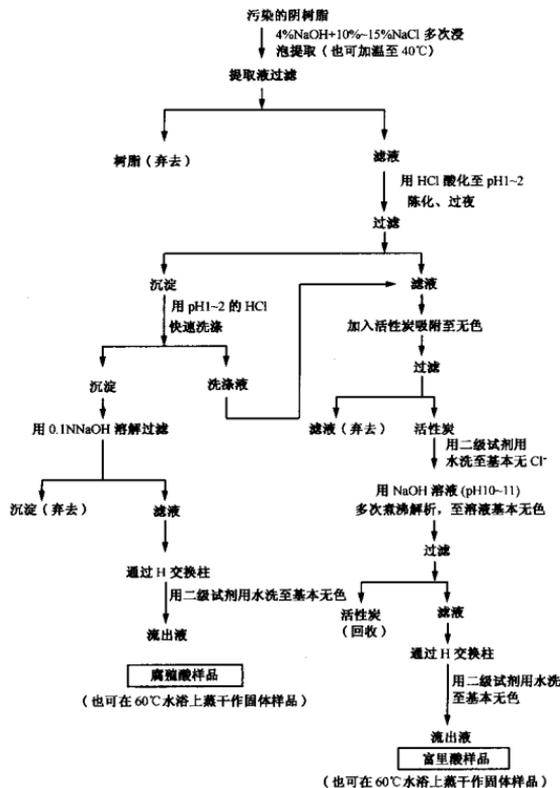


图 A.1 腐殖酸和富里酸制备步骤

附录 B

(资料性附录)

紫外吸收法测定水中有机物 (UV₂₅₄)

B.1 概述

水溶性有机物中相当多的部分含有共轭环状化合物，特别是天然水中的天然化合物如腐殖酸、富里酸等，它们的不饱和键对紫外光有强烈吸收作用，在一定浓度范围内其吸收大小与浓度成正比。因此，可以通过测量水对紫外光吸光度大小来表示水中有机物含量。

本方法测得值为吸光度，吸光度大小可用来比较水中有机物的多少。当被测有机物为同一种有机物时，也可通过标准曲线将吸光度换算成浓度。

浊度对本测定有干扰，测定前样品用 0.45 μ m 微孔滤膜过滤，消除干扰。

B.2 仪器

B.2.1 紫外分光光度计：同 7.12.3a)。

B.2.2 石英比色皿：同 7.12.3b)。

B.2.3 注射器：同 7.12.3c)。

B.2.4 微孔过滤器：同 7.12.3d)。

B.2.5 微孔滤膜：同 7.12.3e)。

B.3 试剂

无有机物空白水：二级试剂用水加入 H₂SO₄、KMnO₄（按 1L 水加 KMnO₄0.2g、浓 H₂SO₄5mL）后进行蒸馏获得的重蒸馏水，或在二级试剂用水（二级除盐的混床出水）中加入活性炭静态吸附两天以上。

B.4 测定方法

B.4.1 将无有机物空白水通过 0.45 μ m 滤膜过滤后放入使用的两只比色皿中，在 254nm 波长下，对比色皿校验缸差（要求吸光度差 \leq 0.001）。

B.4.2 将被测水样通过 0.45 μ m 滤膜过滤后，放入一只比色皿中，另一只比色皿中放入无有机物空白水作为空白，在 254nm 波长下，进行比色，测其吸光度值。

B.5 UV₂₅₄与有机物浓度之间的关系

UV₂₅₄与有机物浓度可按公式 (B.1) 进行换算：

$$A=KC \quad (B.1)$$

式中：

A——溶液 UV₂₅₄ 值；

K——吸光系数；

C——有机物浓度，mg/L。

附 录 C
(资料性附录)
活性炭再生方法介绍

水处理中活性炭常见的再生方法如表 C.1 所示。

表 C.1 活性炭再生方法简介

再生方法		方法概要	效果介绍
药剂再生	氢氧化钠	3%~5%NaOH, 加热至 40℃~80℃; 也可添加表面活性剂和氧化剂	部分恢复吸附能力
	有机溶剂	丙酮、酒精等	吸附能力恢复较好
水蒸气再生		过热蒸气	部分恢复吸附能力
干式加热再生		有回转炉、多段床炉、立式炉等	吸附能力恢复较好
放电再生		电弧对活性炭进行加热再生	恢复大部分吸附能力
微生物再生		用生物来恢复活性炭吸附能力, 通常用于 H ₂ O ₂ —生活活性炭处理系统	可在运行中进行再生, 但再生速度缓慢

活性炭再生方式可分为体内再生和体外再生两种。

活性炭体内再生方法有药剂再生和水蒸气再生; 是否需要再生, 由各使用单位根据情况自行决定。

活性炭体外再生方法有干式加热再生和放电再生, 此时除要求再生炭的强度、粒径等指标符合 4.2 的规定外, 还应按式 (C.1) 进行经济核算。

$$E = \left(\frac{k_1 + k_2}{b} + ak \right) \frac{1}{k} \quad (\text{C.1})$$

式中:

k —— 新购活性炭价格, 元 / T;

k_1 —— 活性炭再生价格, 元 / T;

k_2 —— 活性炭装卸、运输等价格, 元 / T;

a —— 每次再生时活性炭损失率, %;

b —— 活性炭再生时吸附能力恢复率 (可近似用亚甲基蓝吸附值或碘值进行计算), %。

活性炭体外再生方法目前应用较成熟的为强制放电再生 (推荐)。当 E 值 ≤ 0.5 时, 推荐认为活性炭体外再生在经济上是合算的。

附录 D

(资料性附录)

试验用天然水中有机物研究样品—木质素的制备步骤

D.1 适用范围

本方法适用于制备水中木质素研究样品。

D.2 仪器、材料和药品

D.2.1 造纸厂废液：最好为木质（或草质）纤维造纸厂的废液。

D.2.2 硫酸：分析纯。

D.2.3 氢氧化钠：分析纯。

D.2.4 漏斗。

D.2.5 定量滤纸。

D.2.6 水浴锅。

D.2.7 紫外分光光度计：同 7.12.3a)。

D.2.8 石英比色皿：同 7.12.3b)。

D.2.9 注射器：同 7.12.3c)。

D.2.10 微孔过滤器：同 7.12.3d)。

D.2.11 微孔滤膜：同 7.12.3e)。

D.2.12 二级试剂用水：同 7.12.2c)。

D.2.13 无有机物空白水：同 7.12.2d)。

D.3 木质素制备步骤

木质素制备步骤如图 D.1 所示。

D.4 木质素溶液配制与浓度定量

D.4.1 木质素溶液配制：取需要量固体木质素，用二级试剂用水溶解（可适当加入少量 NaOH），制成木质素水溶液。

D.4.2 按附录 B 方法测试溶液中木质素含量， $K_{\text{木质素}}=0.0182/\text{mg/L}$ 。

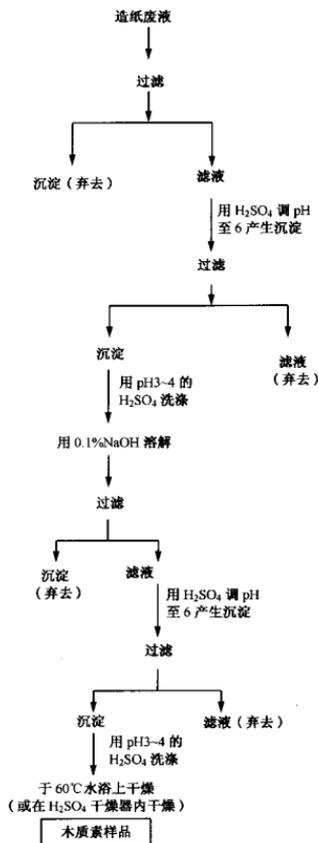


图 D.1 木质素制备步骤