

生活饮用水净水厂用煤质 活性炭选用指南

蒋仁甫 王占生 主编

 中国建筑工业出版社

生活饮用水净水厂用煤质 活性炭选用指南

蒋仁甫 王占生 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生活饮用水净水厂用煤质活性炭选用指南 / 蒋仁甫, 王占生主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013
ISBN 978-7-112-15596-5

I. ①生… II. ①蒋… ②王… III. ①饮用水-净水-水厂-活性炭-指南 IV. ①TU991.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 151668 号

责任编辑: 石枫华 俞辉群
责任设计: 陈 旭
责任校对: 刘梦然 刘 钰

生活饮用水净水厂用煤质活性炭选用指南

蒋仁甫 王占生 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 3 $\frac{3}{4}$ 字数: 60 千字

2013 年 7 月第一版 2013 年 7 月第一次印刷

定价: 32.00 元

ISBN 978-7-112-15596-5

(24106)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本指南阐明了生活饮用水净水厂用煤质活性炭的种类及其各自的物理特性与技术指标。

给出了目前国产活性炭的规格，提出了判断活性炭优劣的方法。

对活性炭正确使用中要注意的问题进行了阐述。

为确保所购活性炭的质量，说明了活性炭供应商应具备的资质和条件。

针对活性炭需要再生，介绍了活性炭再生的判别依据与再生后的技术指标要求，提出活性炭供应商应提供的活性炭再生服务等。

附录中列出了招标文件的技术规定并总结了生活饮用水净水厂用煤质活性炭的基础知识。

为便于读者的应用，还加入了粉末活性炭投加量的计算与常用活性炭的反冲膨胀率等内容。

目 录

1 前言	1
2 活性炭的选择	5
2.1 活性炭的种类	5
2.1.1 原煤破碎活性炭	5
2.1.2 $\phi 1.5\text{mm}$ 的圆柱状活性炭	5
2.1.3 压块（片）破碎活性炭和圆柱破碎活性炭	6
2.1.4 粉末状活性炭	6
2.2 活性炭的技术指标	7
2.2.1 碘吸附值（I 值）	7
2.2.2 亚甲蓝吸附值（MB 值）	7
2.2.3 酚值	8
2.2.4 强度（耐磨性能）	8
2.3 活性炭的规格	9
2.4 活性炭的综合评价	9
2.4.1 从孔隙结构的有效和合理方面比较	9
2.4.2 从利于微生物附着角度比较	9
2.4.3 从吸附速度和微生物的附着量比较	9
2.5 活性炭质量优劣的判断	10
2.5.1 用吸附等温线来判别	10
2.5.2 用柱子试验的出流曲线来判别	10
2.5.3 其他简易判别法	10

2.5.4	特别注意	11
3	活性炭的正确使用	12
3.1	供应商的选择	12
3.1.1	活性炭制造商	12
3.1.2	活性炭代理商	13
3.1.3	供货期、售后服务与违约责任赔偿	13
3.2	活性炭的取样和验收	14
3.2.1	活性炭的取样	14
3.2.2	活性炭的验收	15
3.3	活性炭的贮存	17
3.3.1	标志、包装、运输和贮存	17
3.3.2	特别注意	17
3.4	活性炭的使用	18
3.4.1	活性炭是还原剂	18
3.4.2	粉末状活性炭投加量及地点的选择	18
3.4.3	活性炭的主要作用是去除水中溶解性有机物	19
3.4.4	活性炭吸附池的设计应按吸附过程进行测定和 计算	20
3.4.5	吸附带和穿透时间	20
3.4.6	活性炭吸附池要避免阳光直射和防止蚊虫产卵	20
3.4.7	避免活性炭吸附池微生物穿透的措施	20
4	活性炭的再生	21
4.1	活性炭再生判据	21
4.1.1	出水水质判据	21
4.1.2	时间判据	21
4.1.3	取样检测判据	21
4.2	活性炭再生后技术指标要求	22

4.3 活性炭再生费用与确定再生服务	22
4.3.1 活性炭再生费用	22
4.3.2 确定活性炭再生服务	23
附录 A 生活饮用水净水厂用煤质活性炭基础知识 ...	24
附录 B 判断生活饮用水净水厂用煤质活性炭质量 优劣的其他方法	58
附录 C 确定粉末状活性炭投加量的方法	64
附录 D 关于炭层厚（高）度与穿透时间关系的讨 论	78
附录 E 活性炭的再生	84
附录 F 生活饮用水净水厂用煤质活性炭采购招标 文件的技术规定	91
附录 G 压块破碎炭的反冲膨胀率	100
参考文献	101

1 前 言

目前，以去除水体颗粒物和细菌为主要目的的常规处理工艺仍是我国大多数水厂的主导工艺。据 2008～2009 年住房和城乡建设部对 4457 个水厂设施运行状况的调查，75%的地表水源水厂使用常规处理工艺，23%的水厂采用简易处理或未经处理，采用可以有效去除多种污染物的深度处理的水厂仅为 2% 左右。但随着 GB 5749—2006 标准的贯彻和实施，在水源水质污染日益加剧的今天，传统的常规工艺难以有效去除化学耗氧量（ COD_{Mn} ）、氨氮、微量有机物、致病原虫等污染物，无法解决水源污染与水质标准提高之间的矛盾，更难以有效应对突发性水源污染事件。现有净水厂采用的传统常规工艺，很难有效去除形成臭、味、色度和 COD_{Mn} 的有机化合物，这些有机化合物不仅造成臭、味和色度等感官指标不达标，还会干扰人体内分泌系统的正常工作，对广大人民群众的生活安全与健康形成了严重威胁。因此活性炭（AC）吸附成为有效去除上述污染物的、十分重要而且切实可行的给水深度处理工艺。除相当一部分

以地表水为水源的净水厂，都面临增加活性炭吸附工艺的迫切需求外，作为应对水污染突发事件（如松花江硝基苯污染事件，无锡蓝藻暴发事件）的应急预案，大部分以地表水为水源的净水厂都采用投加粉末状活性炭（PAC）措施。

近 10 年来陆续有一些净水厂采用了活性炭净化工艺，但由于各净水厂的自然条件不同，水源水水质存在明显差异，有的属于新建项目，有的又是老厂改造，设计单位和配套工艺、装置相差也很大，给如何选择和使用活性炭造成了很多变数，难以照搬照抄别家经验；同时，缺乏全面系统的工程和运行经验总结，缺少相关的导则和指南等指导性文件。

在住房和城乡建设部城建司的指导与支持下，浙江大学建筑工程学院联合中国土木工程学会水工业分会给水委员会给水深度处理研究会等单位，开展了“国家水体污染控制与治理科技重大专项”的“高氨氮和高有机物污染河网原水的组合处理技术集成与示范（2008ZX07421—003）”课题所属的“生活饮用水净水厂用煤质活性炭选用指南”（以下简称《指南》）的编写工作。

课题组考察了浙江、江苏、上海、广东、北京等地区 10 多个生活饮用水臭氧-活性炭深度处理工程，并结合相关实验研究，经在嘉兴、昆山、北京、广州、深圳

等地组织多次征求意见会，征询相关水处理企业、设计院所与专家及国内外活性炭生产商的意见和建议，形成了本“指南”。

编写《指南》的目的在于从活性炭选择和使用专业角度出发，结合生活饮用水处理技术的发展和现实需求，给活性炭制造商和用户提供一个比较科学的、全面且适用的选用依据，以保证生活饮用水净化处理设施的正常运行，从而保障良好的水质，达到《生活饮用水卫生标准》要求。

制定选用指南所遵循的原则是：立足国内、尊重实践、适当引进。

我们所指的立足国内，不仅活性炭生产和供应立足于国内，而且使用的数据也主要来自国内近年来的科研成果和生产实践，其目的是为了更符合中国的实际情况。对于国内相对欠缺而国外又比较成熟的东西，则直接引进，为我所用。

《指南》适用于生活饮用水净水厂用煤质活性炭（包括颗粒状活性炭和粉末状活性炭，但不适用于药品法活化的活性炭），同时也适用于废水深度处理与废水回用处理用煤质活性炭。

2012年7月6日住房和城乡建设部建筑节能与科技司和城市建设司组织了专家组对《指南》进行了审查。

参加《指南》编写工作的主要有：

蒋仁甫、王占生、蒋旭东、张燕、刘文君、邹炎、
续京平、戴日成、查人光、乔铁军

在这里要特别感谢浙江省给水排水协会领导、嘉兴市嘉源给排水有限公司与嘉兴地区水厂、广州市自来水公司和水厂、深圳市自来水公司和水厂、江苏昆山市自来水集团有限公司及相关活性炭生产企业的热情支持和帮助。感谢对指南提出宝贵建议的各位前辈和同行们。

2 活性炭的选择

2.1 活性炭的种类

我国生活饮用水净水用煤质活性炭的品种主要有以下几种。

2.1.1 原煤破碎活性炭

(1) 活化无烟煤，无烟煤经过破碎后，直接活化而得，通常称为活化无烟煤。这种产品优点是价格较便宜，缺点是由于是原煤结构吸附性能较低，碘吸附值通常小于等于 900mg/g，亚甲蓝吸附值小于等于 135mg/g，孔隙分布比 $\phi 1.5\text{mm}$ 的圆柱状活性炭更狭窄。

(2) 烟煤活性炭，它是烟煤（主要是弱黏煤）破碎后，经炭化、活化而得。这种炭的吸附性能较高，碘吸附值可达 1000mg/g 以上，亚甲蓝吸附值也可达到 200mg/g，但孔隙分布仍有原煤结构的局限性。

活化无烟煤和烟煤活性炭两种产品还具有共同的缺点：水中的漂浮率较高，再生获得率较低。

2.1.2 $\phi 1.5\text{mm}$ 的圆柱状活性炭

通常为无烟煤（目前主要是宁夏、内蒙古的太西煤）经磨粉，加入黏结剂混捏成形后，炭化、活化而得。因其粒径为 $\phi 1.5\text{mm}$ ，人们亦称之为“15 炭”。碘吸附值可达 1000mg/g ，亚甲蓝吸附值小于等于 180mg/g 。这种炭的优点是强度较好，浮灰低，再生得率较高；缺点是活性炭为圆柱状，外表面光滑，不利于微生物附着繁衍；同时孔隙分布范围较窄，不利于去除水中较大分子污染物。

2.1.3 压块（片）破碎活性炭和圆柱破碎活性炭

这两种类型产品的共同点是：它不是单一煤种的制品，而是用配煤（将孔隙结构不同的煤种按一定比例混合，甚至可能添加一些改变孔隙分布的化学药剂）经磨粉、成形、炭化、活化、破碎、筛分而得。这种产品的孔隙分布比较合理，强度（耐磨度）高，且利于再生。

2.1.4 粉末状活性炭

生活饮用水净化用粉末状活性炭通常分为 200 目（90%以上通过 200 目筛网）和 325 目（90%以上通过 325 目筛网）两个规格，从用量和经济性角度出发，主要选用煤质气体法粉末状活性炭。根据原料来源，粉末状活性炭是将各种活性炭的筛下物经磨粉而得，其中压块（片）破碎炭、圆柱破碎炭和烟煤活性炭制造的粉末状活性炭，比圆柱状活性炭和活化无烟煤制造的粉末状活性炭碘值和亚甲蓝值要高。

2.2 活性炭的技术指标

生活饮用水净水厂用煤质活性炭技术指标详见“城镇建设行业产品标准《生活饮用水净水厂用煤质活性炭》CJ/T 345—2010”。

标准中列出了衡量吸附性能的三项指标，即：碘吸附值（I 值）、亚甲蓝吸附值（MB 值）和酚值。

2.2.1 碘吸附值（I 值）

碘（吸附）值是指溶液中碘的剩余（平衡）浓度为 0.02N/L 时，每克活性炭的吸碘量。在测试过程中，由于活性炭的质量不完全一样，因此很难使溶液中的碘剩余（平衡）浓度刚好等于 0.02N/L，因此必须对测定值修正。

碘值是活性炭中真微孔的一个表征值，可用来表征活性炭的总表面积和衡量活性炭是否已活化好的标志。但它不是活性炭吸附水中污染物能力的指标。

CJ/T 345—2010《标准》中规定碘吸附值：

颗粒活性炭 $\geq 950\text{mg/g}$ ；

粉末状活性炭 $\geq 900\text{mg/g}$ 。

2.2.2 亚甲蓝吸附值（MB 值）

在活性炭的技术指标中，特别重要的是亚甲蓝吸附值这一指标。亚甲蓝的吸附值高，则脱除臭味的效果好。

在我国，亚甲蓝吸附值的测定，采用的是 GB/T 7702.6—2008，它的单位是 mg/g。这项指标标志着活性炭的孔隙结构中次微孔 ($6 \sim 7 \text{Å} < R < 15 \sim 16 \text{Å}$) 的发达程度。

《标准》CJ/T 345—2010 中规定亚甲蓝吸附值：

颗粒活性炭 $\geq 180 \text{mg/g}$ ；

粉末状活性炭 $\geq 150 \text{mg/g}$ 。

2.2.3 酚值

酚值的定义是：将水中的含酚量从 $100 \mu\text{g/L}$ （地表水）降至 $10 \mu\text{g/L}$ （饮用水）时所消耗的粉末状活性炭（PAC）量（mg）。

《标准》CJ/T 345—2010 中规定酚值：

颗粒活性炭 $\leq 25 \text{mg/L}$ ；

粉末状活性炭 $\leq 25 \text{mg/L}$ 。

2.2.4 强度（耐磨性能）

生活饮用水净化用活性炭在运输、向吸附池装填以及反洗过程中，会受到各种外力的作用，从而引起颗粒因冲击而破碎，颗粒间摩擦而产生炭粉。

《标准》CJ/T 345—2010 中规定强度值：颗粒活性炭 $\geq 90\%$ 。

目前，活性炭采用国标 GB/T 7702.3—2008 中规定的筛盘法来测定产品的强度。

2.3 活性炭的规格

《生活饮用水净水厂用煤质活性炭》CJ/T 345—2010 城镇建设行业产品标准中规定，生活饮用水净水厂用煤质活性炭规格有：

$\phi 1.5\text{mm}$ 圆柱状活性炭；8 目 $\times$ 30 目、12 目 $\times$ 40 目、30 目 $\times$ 60 目颗粒状活性炭；200 目粉末状活性炭。

2.4 活性炭的综合评价

2.4.1 从孔隙结构的有效和合理方面比较

采用配煤生产的活性炭，要比单一煤种生产的好。

2.4.2 从利于微生物附着角度比较

破碎状活性炭，要比柱状活性炭好。

2.4.3 从吸附速度和微生物的附着量比较

粒径小的活性炭要比粒径大的活性炭更有利些。这是因为同等质量下粒径小，外表面积就大；它既缩短了内扩散的距离，又增加了污染物进入活性炭的通道，同时，也可增加微生物的载持量。

2.5 活性炭质量优劣的判断

2.5.1 用吸附等温线来判别

在饮用水净化试验研究中所采用的吸附方程为 Freundlich 方程，即： $\frac{X}{M} = KC^{\frac{1}{n}}$ 。

因吸附等温线通常都用双对数坐标纸表示，因此也常用式 (1.1)，

$$\lg \frac{X}{M} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C \quad (1.1)$$

式中 $\frac{X}{M}$ ——单位重量的活性炭吸附水中污染物的量；

K ——常数；

C ——平衡（残留）浓度；

$\frac{1}{n}$ ——等温线的斜率。

“ K ”值越大越好。

2.5.2 用柱子试验的出流曲线来判别

吸附柱试验可以提供工程设计的参数，同时也能判别活性炭质量的优劣。

图 1 中的工作带越短越好， $T_B - T_E$ 间距离越小越好。

2.5.3 其他简易判别法

其他的简易判别方法有：通过测定活性炭水容量以