

目 录

一、水的质量	1
(一) 水中微生物的来源与种类	1
(二) 水的卫生细菌学指标	2
(三) 水质的评价	4
二、洁治方法	7
(一) 沉淀	7
(二) 混凝	7
(三) 过滤	8
三、消毒处理	13
(一) 处理方式	13
(二) 加氯消毒	14
(三) 臭氧消毒	30
(四) 高锰酸盐消毒	37
(五) 微生物学效果鉴定	39

为控制水媒传染病的发生，保证饮用安全，绝大部分的水源水都要经过消毒处理后，才能供给使用。浑浊的水要先经过混凝沉淀或过滤处理，比较澄净的水，可直接进行消毒。

一、 水的质量

(一) 水中微生物的来源与种类

自然界的水中，往往含有大量微生物。水中微生物的来源有：①土壤与尘埃；②人和动物的排泄物；③腐烂的生物尸体；④敌人散播的生物战剂。

水中微生物种类很多，从卫生学的观点来看，基本上可分为病原微生物、非病原性肠道微生物与土壤微生物（表1）。

表1 水中可能含有的主要微生物

类别	微生物名称
病原微生物	痢疾杆菌、伤寒杆菌、副伤寒杆菌、霍乱弧菌、肝炎病毒、脊髓灰质炎病毒
非病原性肠道微生物	大肠杆菌、肠球菌、葡萄球菌、需氧芽胞杆菌、厌氧芽胞杆菌、乳酸杆菌
土壤微生物	需氧芽胞杆菌、厌氧芽胞杆菌、固氮菌、硝化菌等

(二) 水的卫生细菌学指标

水中污染的病原微生物，一般浓度较低，如欲直接从水中分离病原微生物，需要检验大量的水样，操作复杂，困难较多。因此，实际工作中多采用卫生细菌学指标来评价水质好坏。常用的卫生细菌学指标有：①细菌总数；②大肠菌指数；③大肠菌值。

细菌总数，是指1毫升水样，在普通琼脂培养基中，于37℃培养，经24小时后所生长的细菌数。我国水质标准规定，饮用水细菌总数不得超过100。

水中细菌总数愈多，说明水中有机物质愈多，遭污染的可能性愈大（表2），亦说明水中愈具备病原微生物生存发育的条件。

（这个数值并不是1毫升水样中真正含有的全部细菌数，因为有的菌在上述培养条件下不能生长发育。）

表2 细菌总数与水源水质情况的评价

细菌总数(个/毫升)	水源水质情况的评价
0~100	非常清洁
100~1000	洁
1000~10000	可疑污染
10000~100000	污 染
100000~1000000	极度污染

大肠菌指数，是指在1000毫升水中发现的大肠杆菌数。我国水质标准规定，自来水的大肠菌指数不超过3。

大肠菌菌值，是指可检出大肠杆菌的最小水量（按毫升计）。此值越小，水质越差。我国水质标准规定，自来水大肠菌菌值不得小于333。

大肠菌指数与大肠菌值主要表明水受粪便污染的程度。大肠菌指数愈高(大肠菌值愈低)说明污染愈严重。

大肠菌指数与大肠菌值可按下式互相换算：

$$\text{大肠菌指数} = \frac{1000}{\text{大肠菌值}}$$

$$\text{大肠菌值} = \frac{1000}{\text{大肠菌指数}}$$

例1. 某水源大肠菌指数为5, 其大肠菌值是多少?

解:
$$\text{大肠菌值} = \frac{1000}{5} = 200$$

该水源的大肠菌值为200, 即检出大肠杆菌的最小水量为200毫升。

例2. 某水源大肠菌值为500, 其大肠菌指数是多少?

解:
$$\text{大肠菌指数} = \frac{1000}{500} = 2$$

该水源的大肠菌指数为2, 即每升水含大肠杆菌2个。

(三) 水质的评价

水质的好坏, 能否作为生活饮用, 除考虑含有微生物的情况外, 还应根据

水的物理、化学分析进行判断。表3为国家建委和卫生部颁布的《生活饮用水卫生标准》，已于1976年12月1日起试行。

表3 生活饮用水水质标准

编号	项 目	标 准
	感官性状指标:	
1	色	色度不超过15度,并不得呈现其它异色
2	浑浊度	不超过5度
3	臭和味	不得有异臭、异味
4	肉眼可见物	不得含有
	化学指标:	
5	pH值	6.5~8.5
6	总硬度(以CaO计)	不超过250毫克/升
7	铁	不超过0.3毫克/升
8	锰	不超过0.1毫克/升
9	铜	不超过1.0毫克/升
10	锌	不超过1.0毫克/升
11	挥发酚类	不超过0.002毫克/升
12	阴离子合成洗涤剂	不超过0.3毫克/升

(续表3)

毒理学指标:		
13	氟化物	不超过1.0毫克/升,适宜浓度0.5~1.0毫克/升
14	氰化物	不超过0.05毫克/升
15	砷	不超过0.04毫克/升
16	硒	不超过0.01毫克/升
17	汞	不超过0.001毫克/升
18	镉	不超过0.01毫克/升
19	铬(六价)	不超过0.05毫克/升
20	铝	不超过0.1毫克/升
细菌学指标:		
21	细菌总数	1毫升水中不超过100个
22	大肠菌群	1升水中不超过3个
23	游离性余氯	在接触30分钟后应不低于0.3毫克/升。集中式供水,出厂水应符合上述要求外,管网末梢水不低于0.05毫克/升

注:分散式供水的水质,其毒理学指标应符合本条规定,其他指标如暂时达不到水质标准时,有关部门应发动群众,积极开展爱国卫生运动,改善环境卫生,采取行之有效的饮水净化措施,不断提高供水水质。

二、 洁治方法

洁治是改善水质的方法之一，可法除一部分混悬的杂质与微生物，常用方法有三：①沉淀；②混凝；③过滤。

(一) 沉淀

是指将水静置，使其中杂质依靠重力作用逐渐下沉。一般水中悬浮物质的颗粒愈大沉降愈快（表4），直径小于0.001毫米的颗粒，短时间内难以自行沉降，可加用混凝法。

表4. 水中悬浮物质颗粒的沉降速度

颗粒直径(毫米)	沉降速度(毫米/秒)	沉降1米所需时间
1.0	100	10秒
0.1	8	2分
0.01	0.154	2小时
0.001	0.00154	7天
0.0001	0.0000154	2年

(二) 混凝

是指用混凝剂将水中悬浮的微细颗粒凝聚结絮，使之能较快沉降水底。混

凝效果最高时，其除浊率可达98%以上，除色率可达80%左右，除菌率可达50~80%，以至90%以上。

为加强混凝效果，除混凝剂外，还可加用助凝剂。助凝剂本身无混凝作用，但可促进凝聚结絮。

混凝法适于处理小量用水。通常使用的混凝剂有铝盐、铁盐、高分子聚合物等；助凝剂有活性硅胶、聚丙烯酰胺等。我国筛选出的各种净水植物，效果好，便于就地取材，也在逐步推广使用。常见的混凝剂与助凝剂见表5。

(三) 过滤

是指将水通过具有微小孔隙的滤材，去除悬浮的颗粒。滤材种类很多，除陶瓷滤材、石棉滤材、纤维素酯薄膜等外（见表6），日常生活中使用较多的为砂、炭与布类等。

1、砂滤器 可分为快砂滤器和慢砂滤器。前者多用于自来水厂，后者多用于简易自来水和分散式给水，如砂滤井、砂滤桶与砂滤缸等。一般，慢砂滤器除浊率多在90%以上，除菌率在95~98%左右。

表5 常用混凝剂

药剂名称	作用原理	使用办法	注意事项
铝盐 明矾	与水生成重碳酸盐(或其它氢氧化物)反应生成带阳电荷的胶质氢氧化铝,吸附水中带阴电荷的混悬颗粒,凝聚下沉 $Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$	将药剂*投入水中搅拌,凝聚后即取出。絮状物全部形成需15分钟,半小时后澄清(用量约为50~150毫克/升)	①碱性有利于水解,投加少量石灰可促进反应 ②水中混悬物少,可加适量粘土颗粒或助凝剂,以促凝絮沉淀
铁盐 三氯化铁 硫酸铁	水解生成带阳电荷的胶质氢氧化铁,吸附水中带阴电荷的混悬颗粒,凝聚下沉 $FeCl_3 + 3H_2O \rightarrow$	同铝盐 (氢氧化铁溶解度小,比重较大,较难氧化铝盐絮状)	处理后的水易有颜色和气味,可用活性炭除臭和脱色

(续表5)

	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$ $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 +$ $3\text{H}_2\text{SO}_4$	
--	--	--

注：* 用竹筒，中间贯通，留底，下端钻小孔数个即成。用时将药加入筒内。

简易慢砂滤装置可就地取材，利用各种容器（如桶、缸等）制做。其结构见图1。滤器的细砂层不应少于15厘米。为去除水中的臭味，可于细砂层上加铺炭粒层。

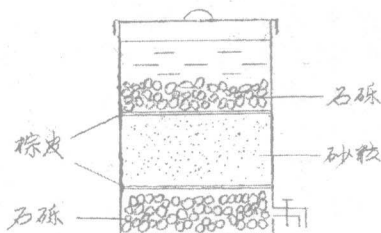


图1 简易砂滤桶

新制好的砂滤器，仅能阻留较大的颗粒。经过一个时期的过滤后，在砂滤层上被截留的混悬物逐渐积聚形成一层薄的膜。该膜中的游动生物和微生物可以进行繁殖并分泌各种酶，使膜变得粘稠致密。这种膜不仅能阻留水中微颗粒，吸附和吞噬各种微生物，并可促进物质的氧化作用，大大提高水的净化效果。

滤器使用时间过久，可发生堵塞，或滤水量下降。此时，应进行清洗。为

防止倒水时冲破上述滤膜，可在砂面上铺一块木板或覆盖以小卵石。砂层表面必须经常有水以保持湿润，否则滤膜亦可干燥破裂。

2、硅藻土滤烛滤器 用硅藻土滤烛配以支架可制成处理饮用水的滤器。天津市过滤器厂生产的陶制砂滤棒滤器，由12支106型滤烛与铝合金支架组成，每小时可处理饮用水800公斤。其最大工作压力为1~1.5公斤/厘米²。必要时，滤器可用75%乙醇消毒。将滤烛浸于水内，用自行车打气筒稍加压力，可检查出滤烛大量漏气的破损处。如有小裂缝可涂以牙科粘固剂修补。滤器应防止干裂、冰冻。滤烛堵塞，可用150号水砂纸将表面磨去一层，待见到原来白色，即可再次使用。

3、布滤器 用各种布料缝制成的滤袋，亦可用于滤除水中的颗粒。因布的缝隙较大，只能截留粗大物质，所以多先经混凝后再用之过滤。最简单的小型滤袋，可用一截双层的针织品（如棉毛衫袖口布），将一端缝死制成。使用时，将另一端套在出水口上即可。

4、其它滤器 在野外条件下，可

就地取材，利用煤末、锯屑、棉花等物制作滤路。制作前，应经清洗，必要时经漂白粉消毒后再装入过滤容器内。

三、消毒处理

(一) 处理方式

生活饮用水的消毒方法很多，可粗分为物理消毒与化学消毒两大类（表6）。

表6 平时生活饮用水的消毒

消毒方式	处理剂量	特 点
煮 沸	100℃	简便易行，适于小量水的处理
过 滤		要求一定设备，可同时达到洁治目的
紫外线照射	3000000微瓦秒/厘米 ²	要求一定设备，适于小量水的处理
加 氯	余氯0.3~0.5毫克/升，30分钟	适于多种场合使用
臭氧处理	0.5~1.5毫克/升，5~10分钟	消毒除臭，并氧化污染物质

物理消毒中最常用的是煮沸法；化

消毒中最常用的是加氯法。臭氧处理是一种消毒饮用水的新方法，它既能杀灭水中病原微生物，又氧化部分有害化学物质，可使水质得到较好的改善。

(二) 加氯消毒

加氯消毒即指用含氯消毒剂进行消毒。含氯消毒剂杀灭水中微生物的作用原理：①次氯酸作用，即消毒剂所含的氯在水中形成次氯酸，作用于菌体蛋白质；②新生氧作用，即由次氯酸分解形成新生氧，将菌体蛋白质氧化；③氯化作用，即由消毒剂中含有的氯直接作用于菌体蛋白质。可见含氯消毒剂溶于水中，产生的次氯酸愈多，杀菌力愈强。由于此类药物的杀菌力强，合成简易，价格便宜，故国内外至今仍广泛使用。

1. 消毒生活饮用水的含氯消毒剂

凡溶于水而又无毒性的含氯消毒剂皆可用于生活饮用水的消毒。常用种类见表7。使用时，应根据情况选用不同的药物。例如，城市自来水厂可直接使用液态氯；部队、农村、居民点等小群体的分散式供水以漂白粉为主；野外条件下个人饮水消毒则以使用温水饮

水消毒剂，或专门压制的691饮水消毒片较为方便。

表7 常用消毒生活饮用水的含氯消毒剂

消毒剂	主要成分	含有有效氯(%)	处理剂量
氯	氯	...	1~4毫克/升, 作用30分钟
漂白粉	次氯酸钙	25~32	4~16毫克/升, 作用30分钟
次氯酸钙	次氯酸钙	80~85	1.2~4.8毫克/升, 作用30分钟
氯胺-T	对甲苯磺酰氯胺钠盐	24~26	10毫克/升, 作用30~60分钟
691饮水消毒片	聚溴三聚异氰酸	...	1片/军用水壶, 作用30分钟

2. 用药量的测定与计算

(1) 加氯量的测定：加氯量系指消毒时加入的有效氯量。加氯消毒所需药量，一般按有效氯计算。因此，消毒时所需加入的有效氯量即成为计算用药量的基础。

水消毒中所需的加氯量应为水的耗氯量和所要求的余氯量之和。

水的耗氯量与水质有关。氯在水中，除作用于微生物外，还可与其它有机或无机类化合物起氧化作用。因此，水质污染愈严重，耗氯量愈大。一般纯净的水源，如地下水或未受污染的地面水，耗氯量多不超过1毫克/升。水温愈高，作用时间愈长，耗氯量愈大。耗氯量可通过测定余氯量算出，即：

$$\text{耗氯量} = \text{加氯量} - \text{余氯量}$$

水的余氯量要求，应考虑污染程度以及微生物种类而定。水质比较澄洁，无严重污染，以杀灭大肠杆菌为标志时，余氯量一般要求介于0.3~0.5毫克/升，过低难以达到消毒要求，过高则水呈明显氯臭。

(2) 用氯量的计算：消毒所需氯量，可按下列式计算：

$$\begin{aligned} & \text{含氯消毒剂用量 (毫克)} \\ &= \frac{\text{加氯量 (毫克/升)}}{\text{消毒剂有效氯含量 (\%)}} \times \text{水量 (升)} \end{aligned}$$

例 设水量为300升，加氯量为