



农村供水水处理工艺与 消毒方式



中国水利水电科学研究院
汇报人：崔招女 教授

提纲

1

水处理工艺

2

特殊水质处理和运行管理

3

消毒方法



第一节 水处理工艺

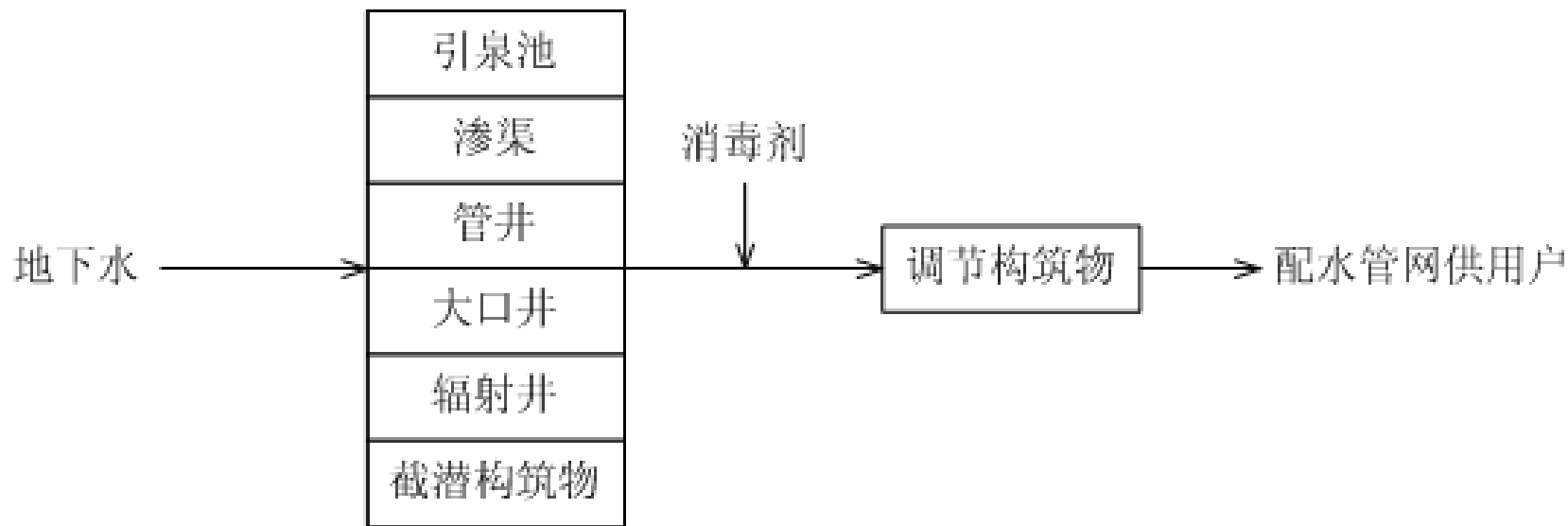
- **水处理的对象：**天然淡水资源——地下水、地表水（江河水、湖泊水和水库水）。
- **水中的杂质：**无机物、有机物和微生物；
- **按杂质颗粒大小以及存在的形态：**悬浮物、胶体和溶解性物质。
- **水处理的目的是：**去除或降低原水中的悬浮物质、胶体、有害细菌、病毒以及溶解于水中的其他有害物质，使处理后水质达到国家《生活饮用水卫生标准》（GB5749）。
- **水处理的基本原则：**利用现有的适宜技术（包括新技术）、方法和手段，以尽可能低的工程造价，去除水中的各种杂质使水质得到净化。

第一节 水处理工艺

一、水处理工艺

➤ (-) 地下水源

- ✓ 地下水源：具有水质澄清、浊度低、水温稳定，具有较好的卫生条件。
- ✓ 地下水水质：符合《地下水质量标准》（GB/T14848）时，净水厂水质净化的运行管理仅需投加消毒剂，管理方便。



第一节 水处理工艺

➤ (二) 地表水源

✓地表水源由于径流量大，特别是汛期浑浊度高，水温变幅大，易受到污染，其水质、水量具有明显的季节性。

✓1、当原水浑浊度常年不超过20NTU，瞬间不超过60NTU的地表水，其水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838）

Ⅲ类以上水体时水厂工艺流程见图4-2（a）（b）。

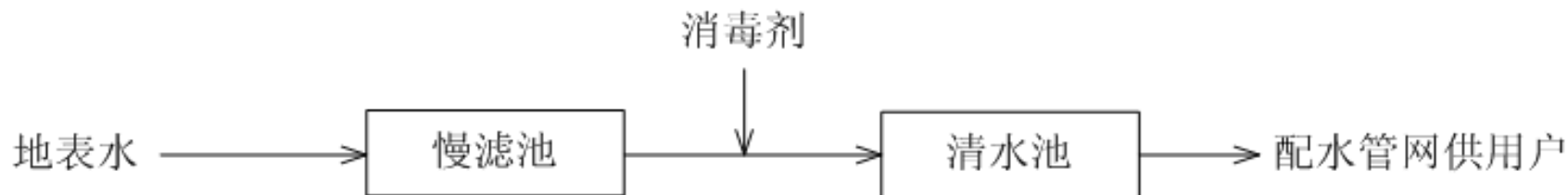


图 4-2 (a)

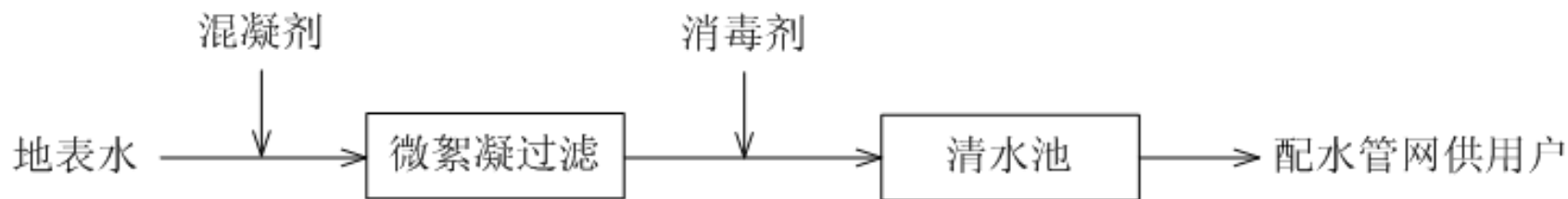


图 4-2 (b)



第一节 水处理工艺

➤ (二) 地表水源

(1) 慢滤池净水原理与运行管理(慢滤池的构造简单)

运行特点：过滤的水流速度很慢，滤速为0.1-0.3m/h；在过滤初期存在一个称为成熟期的时间。

成熟期：新建慢滤池，要在连续运行1~2周后，才能出现清洁干净的过滤水。这初始的1~2周内，过滤水仍然是浑浊的，这段时间称为成熟期。成熟期是滤池的滤层顶部几厘米厚，由原来是松散的砂粒，变成一个发粘的滤层所需的时间，这一滤层通常称为生物滤膜。



第一节 水处理工艺

- 滤膜的形成是藻类、原生生物和细菌等微生物在滤层顶部大量繁殖的结果。
- 慢滤池在运行过程中，由于是悬浮物和胶体颗粒不断累积在滤膜内，增加了对水流阻力，使水流通过滤层所产生的水头损失逐渐增加，滤速也就逐渐降低，一般在2~3个月后，需要停止进水，把滤层表层2~3cm的砂刮掉清洗或更换滤料。刮砂破坏了慢滤池的滤膜，因此刮砂后慢滤池需重新经历一个成熟期，但这个成熟期一般2~3天即可。

第一节 水处理工艺

慢滤池占地面积大，2~3个月刮砂一次，劳动强度大。但慢滤池出水水质好，运行成本低，无需投加混凝剂。特别适用于边远山区的山溪水、山泉水等。当地形条件可利用时，尽量采用重力流供水系统。

微絮凝过滤

(6) 图4-2(b)微絮凝过滤也称直接过滤或接触过滤。微絮凝过滤系原水经过加药混合后直接进入滤池的过滤，省去絮凝和沉淀工艺，适用于原水浑浊度常年低于20NTU，具有低浊度水可一次净化。占地少、基建投资省，生产和维护成本相对较低，混凝剂用量也少，所产生的污泥量也小一些。直接过滤最不利之处是由于原水经混合后迅速进入滤池，没有常规处理工艺中的絮凝和沉淀时间所提供的缓冲作用，操作管理要求较高，且运行时需随时注意原水和出水的水质变化，调节混凝剂投加量。因而必须仔细控制絮凝过程，否则容易出现水质事故。

第一节 水处理工艺

2、常规净水与高浊度水净水工艺

当原水浊度长期不超过500NTU，瞬时不超过1000NTU的地表水，其水质符合GB3838 III类以上水体时，水厂工艺流程见图4-3。净水厂水质净化运行管理需投加混凝剂和消毒剂。

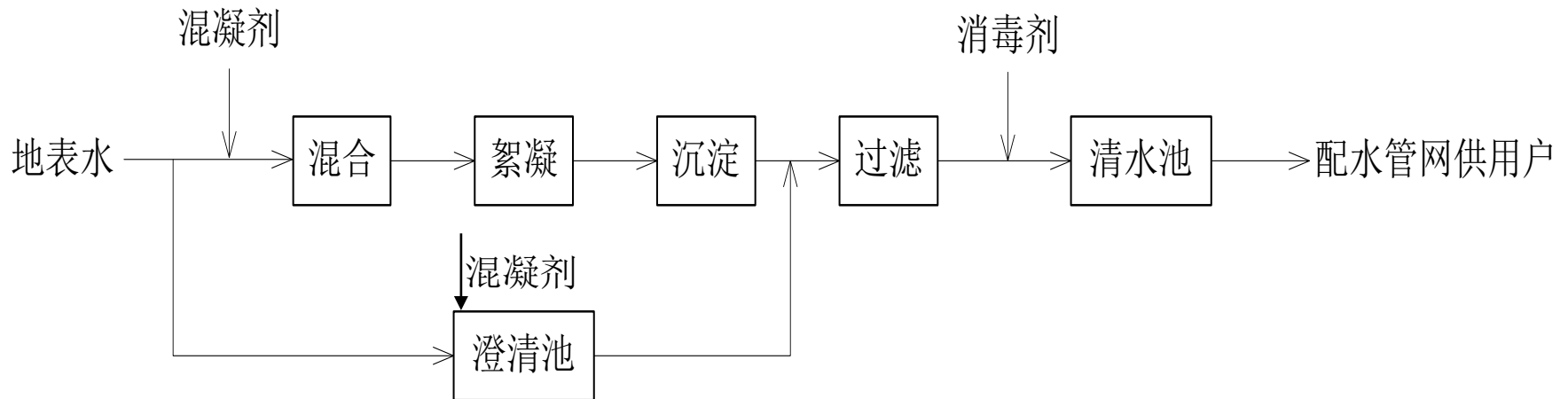


图4-3 常规净水工艺

第一节 水处理工艺

2、常规净水与高浊度水净水工艺

当原水浊度经常超过500NTU，瞬时超过3000NTU时，其水质除浊度外均符合GB3838 III类以上水体时，水厂工艺流程见图4-4。净水厂水质净化的运行管理除需投加混凝剂和消毒剂外，当预沉池出水浑浊度超过500NTU时，可在预沉池前投加少量助凝剂或混凝剂，投加量视原水浑浊度确定，以减轻常规处理工艺的运行负荷，提高出厂水质。

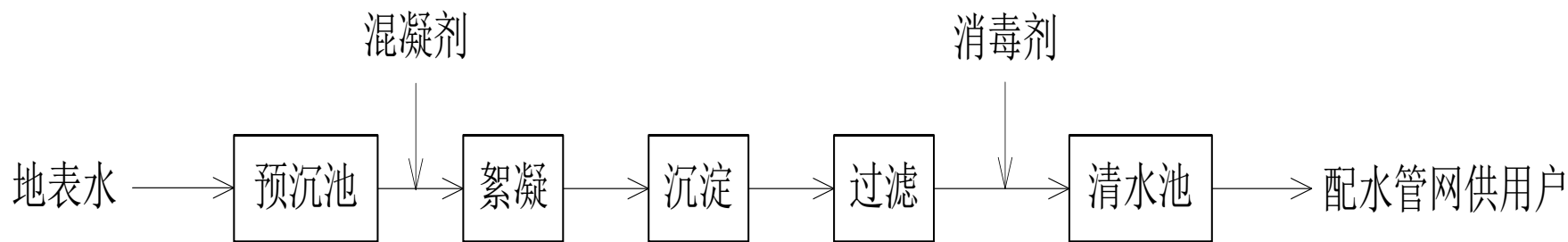


图4-4 高浊度水净水工艺

第一节 水处理工艺

➤ (1) 常规净水工艺

❖ 混合、絮凝、沉淀、过滤工艺也称为常规净水工艺，处理对象是悬浮物和胶体杂质。

❖ 1) 混合

❖ 混合是使投入的药剂迅速均与的扩散于被处理水中以创造良好反应条件的过程。混合方式有机械混合和水力混合。农村水厂较多采用管道混合器。管道混合器安装和使用方便，全部是水力过程。

第一节 水处理工艺

➤ (1) 常规净水工艺

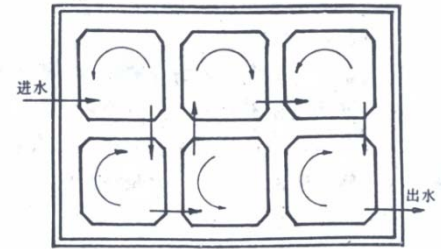
❖ 2) 絮凝池

①絮凝池的池型很多，农村水厂常用的絮凝池有穿孔旋流絮凝池、折板絮凝池、网格（栅条）絮凝池、和隔板絮凝池。

第一节 水处理工艺

a、穿孔旋流絮凝池

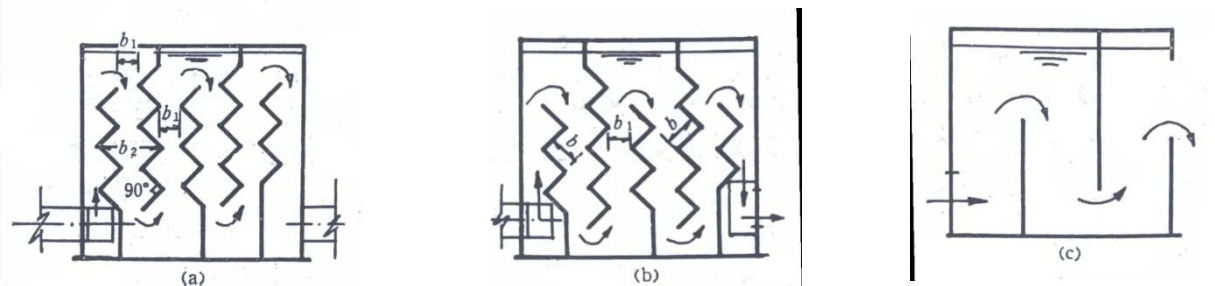
穿孔旋流絮凝池由多个串联的絮凝室组成，如图。原水以较高流速沿池壁切线方向流入，在池内产生旋转运动，促使颗粒相互碰撞，利用多级串联的旋流方向，更促进了絮凝作用。各室间的连接采用孔口，孔口断面逐级放大，而流速逐渐变小。



穿孔旋流絮凝池适用于中、小型水厂。经常与斜管沉淀池合建而组成穿孔旋流絮凝斜管沉淀池。

b、折板絮凝池

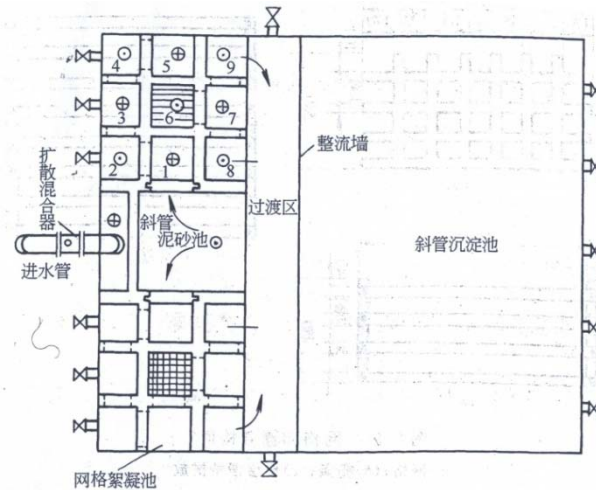
平折板絮凝池一般分为三段（也可多于三段），折板布置可分为相对折板、平行折板及平行直板3种型式，见图6-17；适用于水量变化不大的中、小型水厂。



第一节 水加工工艺

c、网格（栅条）絮凝池

网格絮凝池的平面布置由多格竖井串联而成，水流从一格流向另一格，上下交错流动，直到出口。水平放置网格（栅条），水流通过网格或栅条孔隙，水流收缩，过网孔后水流扩大。



d、隔板絮凝池

隔板絮凝池是传统的絮凝池布置形式，主要有往复式和回转式，适用于水量变化小的大型水厂。

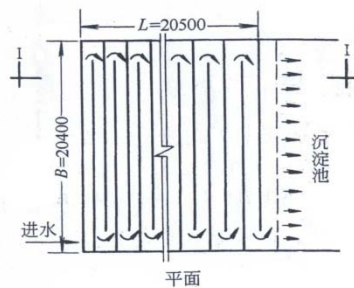


图 7-31 往复式隔板絮凝池

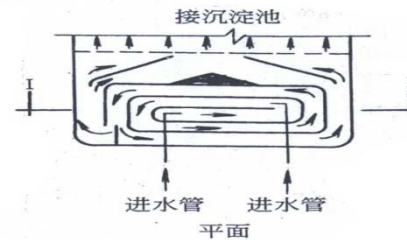


图 7-32 回转式隔板絮凝池



第一节 水处理工艺

- ❖ ②絮凝池运行控制的指标，主要水力数据为流速的变化、速度梯度及絮凝池的停留时间。
- ❖ 絮凝池在投药后，要经常观测絮凝池出口处矾花大小，及时调整加药量。运行过程视原水浑浊度的高低及时排泥。停运时，一定要把泥彻底排净。

第一节 水处理工艺

➤ 2) 絮凝池

❖ ③ 絮凝池管理与维护

❖ a、日常维护

❖ 按混凝要求，注意池内矾花形成大小，及时调整加药量，定期清扫池壁、防止藻类滋生。

❖ b、定期测定

❖ 絮凝池测定主要内容是进水流量（流量计）、进出口流速、停留时间、速度梯度的验算及记录，测定水温、气温、PH值。

❖ c、速度梯度的验算方法：

❖ 按公式：

$$G = \sqrt{\frac{\gamma h}{60\mu \cdot T}} (S^{-1})$$

GT值一般应在 $10^4 \sim 10^5$ 之间。

❖ d、絮凝池出口絮体应达到絮体与水分离度大、絮体大而均匀。

第一节 水处理工艺

➤ (1) 常规净水工艺

❖ 3) 沉淀池

❖ ① 沉淀池的作用及池型

给水处理中的沉淀工艺是指在重力沉降作用去除杂物的过程。原水经投药混合和絮凝后，水中的悬浮杂质已形成粗大的絮凝体，要在沉淀中分离出来，即水中的悬浮颗粒依靠重力作用，从水中分离出来的过程称为沉淀。混凝沉淀池的出水浑浊度一般宜在5-8NTU以下。

沉淀池的作用即水中的悬浮杂质从水中沉淀分离出来并排除这些沉淀物。沉淀池在整个净水系统中能够去除80~90%悬浮固体。农村水厂常用沉淀池的型式有平流沉淀池和斜管沉淀池。

第一节 水处理工艺

2) 沉淀池池型简介

农村水厂常见的沉淀池池型有平流沉淀池，斜管（板）沉淀池。

① 平流沉淀池

平流沉淀池构造简单为一长方形的水池，但占地面积大，处理效果稳定，且对水质的适应性较强，操作方便等优点，故各地仍普遍采用。



图 6-19 平流式沉淀池示意图

② 斜管（板）沉淀池

斜管（板）沉淀池是一种在沉淀池内装许多直径较小的平等斜管或间隔较小的平等斜板。

斜管沉淀池为正六角形蜂窝斜管。一般分为配水区、斜管（板）区、清水区和积泥区。因水流向上沉泥向下，方向相反，故称为异向流斜管沉淀池。异向流斜管沉淀池具有适用范围广，处理效率高，占地面积小等优点，广泛用于村镇水厂。但由于异向流斜管沉淀池停留时间短，当原水浊度较高时，易造成出水水质不稳定，因此该池型宜用于原水浑浊度长期低于1000NTU的原水。

第一节 水处理工艺

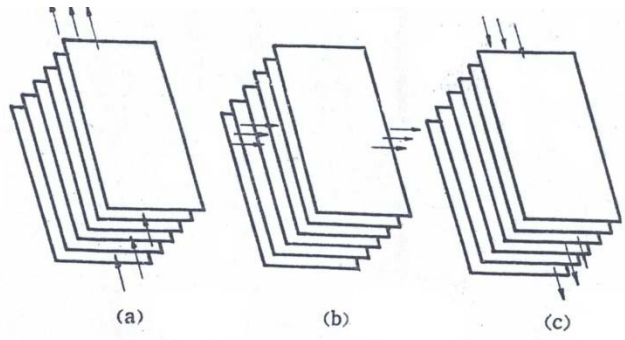
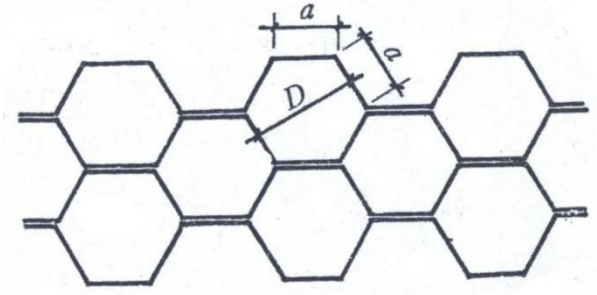
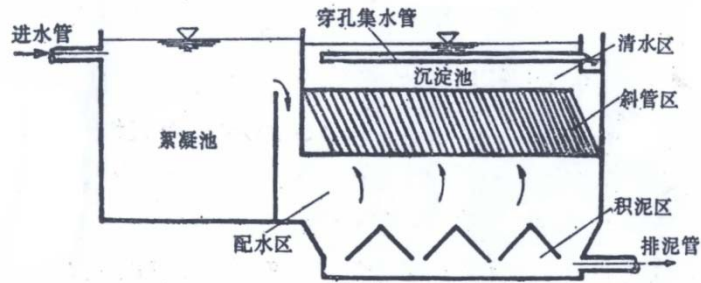


图 6-24 斜板（管）沉淀池水流方向示意图

第一节 水处理工艺

3) 沉淀池

❖ ② 运行管理

- ❖ a、掌握原水水质和处理水量的变化。一般要求2~4h测定一次原水浊度、PH值、水温、碱度。
- ❖ b、沉淀池出水浊度有条件应控制在5NTU以下，一般不应大于8NTU。
- ❖ c、在运行过程中，应注意在出水量变化前调整加药量和水质变坏时增加加药量，并应防止断药事故。
- ❖ d、及时排泥是沉淀池运行中极为重要的工作。排泥不及时，池内积泥厚度升高会缩小沉淀池过水断面，相应会缩短沉淀时间，降低沉淀效果，排泥过于频繁又会增加耗水量。
- ❖ e、防止藻类滋生，保持池体清洁卫生。原水中藻类含量较高时，沉淀池中会滋生藻类。可采取在原水中预加氧化剂（氯、高锰酸钾、复合高锰酸盐）等予以抑制。此外，应保护沉淀池内外清洁卫生。

第一节 水处理工艺

➤ (1) 常规净水工艺

❖ 4) 澄清池

❖ ① 澄清原理

- ❖ 澄清是利用原水中悬浮颗粒与池中已积聚的活性泥渣相互碰撞，吸附结合，然后与水分离，使原水较快地得到澄清。澄清池是综合混凝和泥水分离作用，在一个池内完成上述工艺过程的净水构筑物。
- ❖ 澄清池的种类很多，目前农村水厂采用较多的是水力循环澄清池、机械加速澄清池。

第一节 水处理工艺

➤ 4) 澄清池

❖ ② 澄清池日常维护运行

❖ A 每隔1~2h测定一次原水和出水浊度、水温和PH值。

❖ B 掌握运行的影响因素，加强管理。

a) 掌握进水管压力和进水量之间的规律，避免由于进水量过大而影响出水水质，或因进水量过大或过小而影响泥渣回流量，可通过采取调整进水压力的方法对进水流量进行控制。

b) 掌握气温、水温等外界因素对运行管理的影响，加强对清水区的观察，以便及时处理事故，避免水质变坏。

c) 澄清池不宜间歇运转。

第一节 水处理工艺

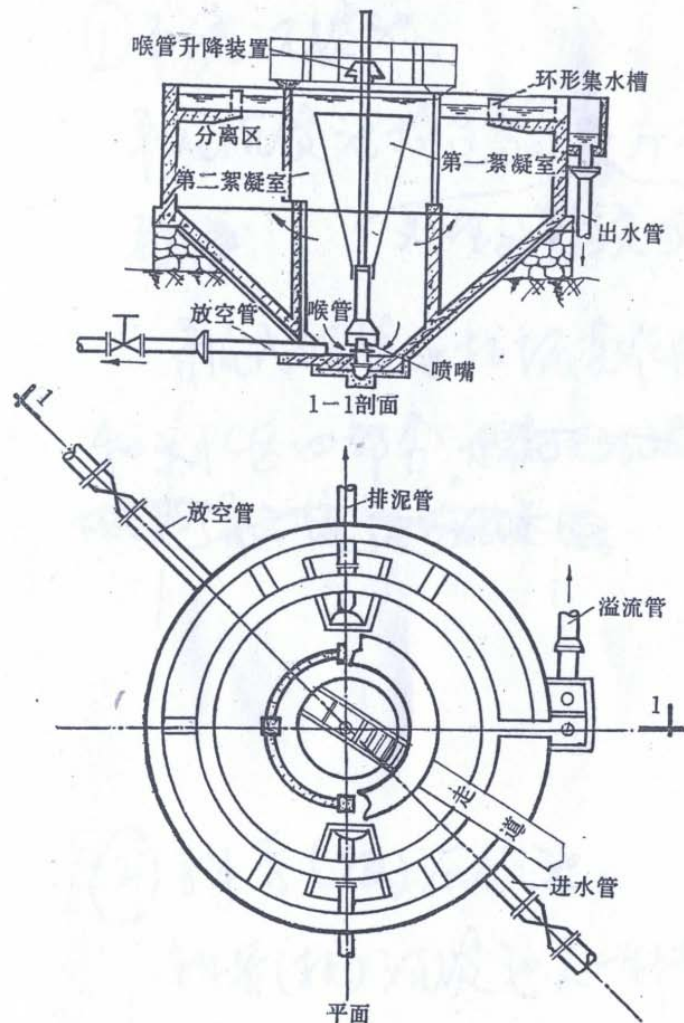
③ 澄清池类型

澄清池是通过重复利用沉淀泥渣来完成絮凝和沉淀过程的，它的类型很多，可分为水力循环澄清池、机械搅拌澄清池。

① 水力循环澄清池构造简单，无机械搅拌设备，对水质、水温变化适应性较差

② 机械搅拌澄清池

机械搅拌澄清池对水量、水质和水温适应性强，效果稳定，投药量少，适应于高浊度原水的净化。





第一节 水处理工艺

➤ (1) 常规净水工艺

❖ 5) 过滤池

- ❖ 过滤的功效是进一步降低水中的浊度，而且对水中部分有机物、细菌及病毒等均能随浊度而被部分去除。
- ❖ 滤池的滤料选择是滤池设计与运行的关键。当滤层堵塞到一定程度后，就需进行冲洗，以恢复滤层的清洁。常用的滤料有天然石英砂、无烟煤、颗粒活性炭等。

第一节 水处理工艺

滤池的型式

村镇水厂常用的滤池型式有普通快滤池，重力式无阀滤池、虹吸滤池。

滤池的型选择，应根据设计生产能力，进水水质和工艺流程中的高程要求等因素，结合当地条件，通过技术经济比较确定。

① 一般规定

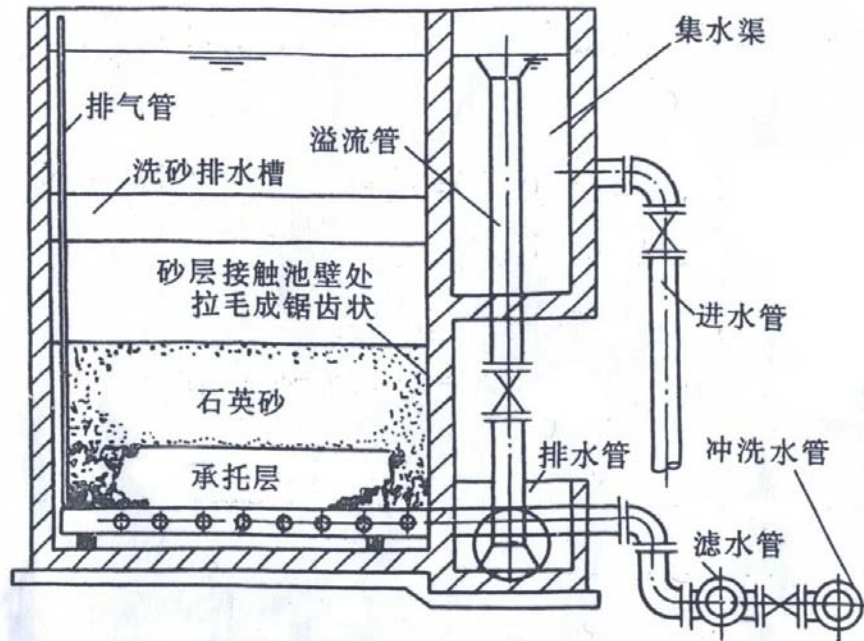
- a、滤池的格数或个数，应根据生产规模，运行维护等条件确定，不应少于2个；
- b、滤池滤速宜采用6m~8m/h；
- c、滤池可采用石英砂，无烟煤等单层滤料或双层滤料；
- d、滤池工作周期宜采用12~24h。

第一节 水处理工艺

② 滤池池型简介

a、普通快滤池

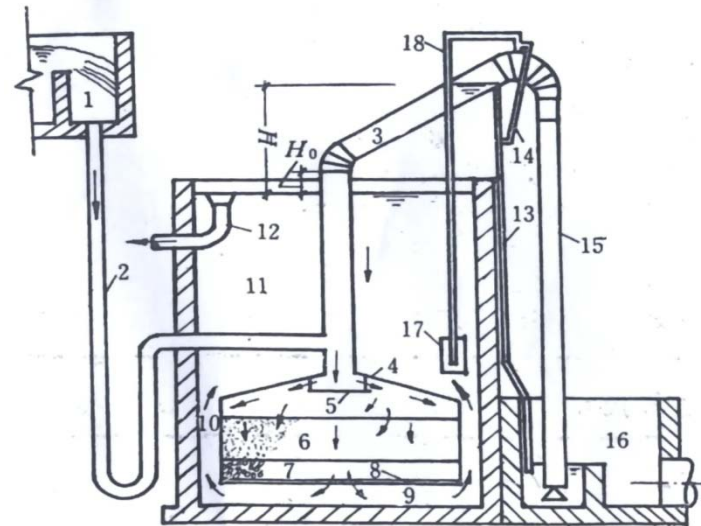
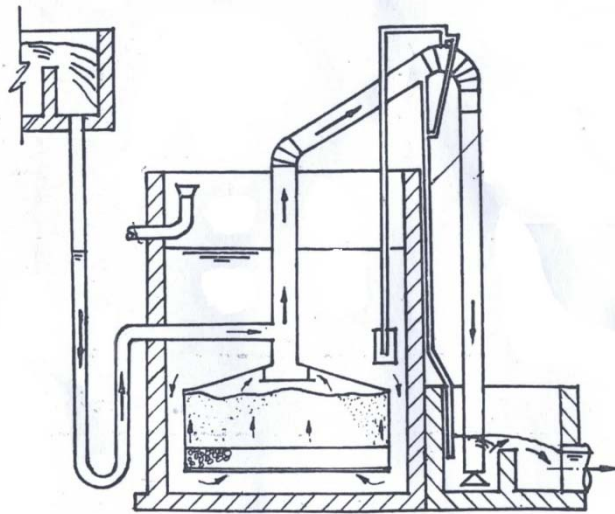
普通快滤池构造简单，有成熟的运转经验，运行稳定、可靠，可适用于大、中、小型村镇水厂。但阀门多（4个）必须设有全套反冲洗设备；



第一节 水处理工艺

b、重力式无阀滤池

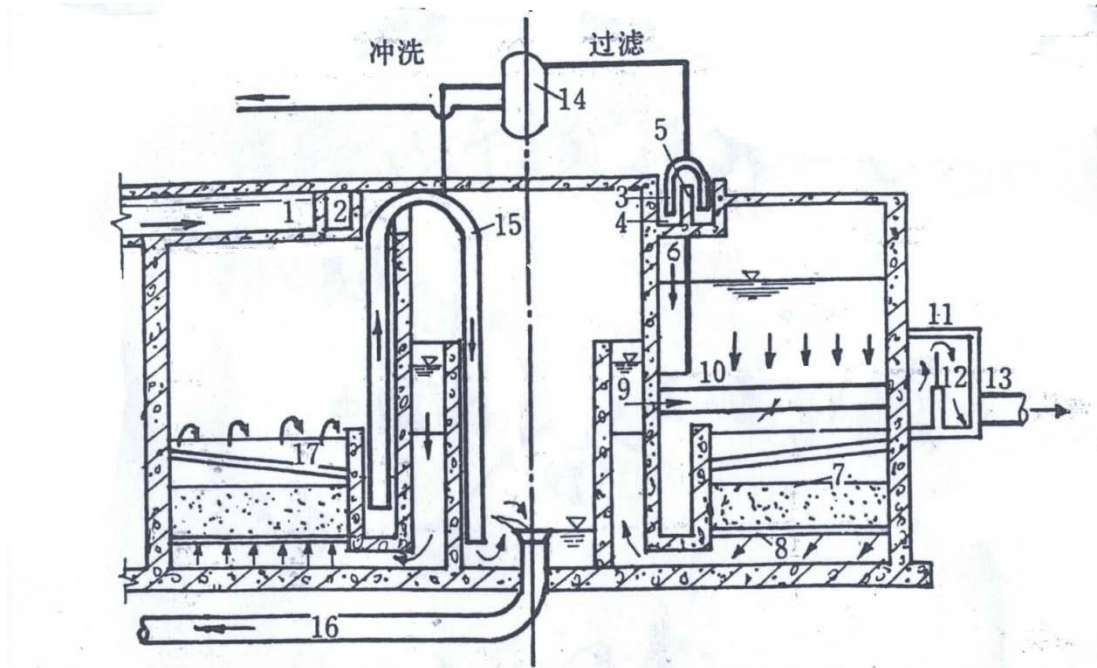
无需设置阀门靠本身特有的构造，利用虹吸作用进行自动过滤和冲洗，管理方便，适用于中型水厂。缺点：运行过程看不到滤层，冲洗效果差，清砂不便；



第一节 水处理工艺

c、虹吸滤池

虹吸滤池利用虹吸原理进水和排除反冲洗水，不需要大型阀门，能利用滤池本身水量和水头进行冲洗，无需水泵和水塔。适用于大型水厂。



第一节 水处理工艺

➤ 5) 过滤池（影响过滤的主要因素）

- ❖ ① **沉淀池出水浊度**：为确保滤池出水浊度在1NTU以下，工作周期24h，则要求沉淀池出水浊度在5NTU以下，特殊情况不超过8NTU。
- ❖ ② **滤速**：从滤池实际情况兼顾水质、产量和运行要求，滤速宜控制在7~8m/h。
- ❖ ③ **滤料粒径与级配**：滤料是滤池的主要组成部分，是滤池工作好坏的关键。滤料的粒径与级配、滤层厚度直接影响出水水质、工作周期和冲洗水量。
- ❖ ④ **冲洗条件**：合理的冲洗条件要有足够的冲洗强度、滤层膨胀率和冲洗时间。

第一节 水处理工艺

5) 过滤池（运行过程中对滤池冲洗的要求）

滤池冲洗质量好坏，直接影响滤后水质、工作周期和滤池的使用寿命。经验表明大多数滤池事故都是由于冲洗不当造成的。

- ❖ ① **合理的冲洗强度**：一般冲洗强度应控制在 $12\sim 15\text{l/s}\cdot\text{m}^2$ ，冬天水温低，水的粘滞度高，冲洗强度低些为宜。
- ❖ ② **正确的冲洗方法**：正确的冲洗方法是冲洗强度两头小、中间大的要求进行控制。反冲洗开始时，滤料层较密实，使水流先缓慢松动滤料，当冲洗结束时，冲洗强度也应逐步减少，以利滤料自行按颗粒大小依次分层下沉，保持滤料按大小排列的完整性。
- ❖ ③ **保持一定的膨胀率**：一般要求滤料膨胀率 $30\sim 50\%$ 。
- ❖ ④ **合理确定工作周期**：一般认为工作周期宜大于16h，短期可允许12h，否则冲洗次数频繁，耗水量过大。



第一节 水处理工艺

➤ (1) 常规净水工艺

❖ 5) 预沉

- ❖ 高浊度水指水质浑浊、泥沙含量高的水源。高浊度水一般发生在暴雨集中的季节。
- ❖ 原水泥沙颗粒较大或含沙量较高时，在混凝沉淀前设置的沉淀称为预沉。
- ❖ 原水浊度超过**500NTU**，采用常规净化工艺一次沉淀难以满足出水要求，为减轻混凝沉淀运行负荷，设置预沉淀可去除绝大部分大颗粒泥沙。



第一节 水处理工艺

➤ 5) 预沉

➤ ① 预沉方法

我国预沉方法很多，对于农村水厂预沉池宜采用天然池塘或人工水池进行预沉淀即自然沉淀。在自然沉淀池中，如停留时间较长，也可取得较好的自然沉淀效果；当自然沉淀不能满足水质要求时，可投加混凝剂或助凝剂，以加速沉淀。也可采用水力旋流沉砂池、辐射式沉淀池、平流沉淀池等。



第一节 水处理工艺

➤ 5) 预沉

➤ ② 运行管理

在操作运行过程中，当预沉池出水浊度低于500NTU时，预沉池出水可经过投加混凝剂混合后直接进入絮凝池；当预沉池出水高于500NTU时，可投加少量助凝剂或混凝剂，投加量随预沉池出水水质的含沙量确定。高浊度水投加助凝剂后易于沉降。

第一节 水处理工艺

- 一体化净水器
- I、II、III型工程宜采用净水构筑物，其中III型可采用组合式净水构筑物，IV型或V型工程宜采用净水器。
- 工程规模 $>1000\text{m}^3/\text{d}$ ，宜采用净水构筑物，材料为钢筋混凝土；组合式净水构筑物系常规净水工艺组合于一体。
- 工程规模 $<1000\text{m}^3/\text{d}$ ，宜采用净水器（常规处理工艺组合于一体，材料钢结构）。
- 购置一体化净水器时应校核几个关键设计参数。
- 絮凝时间：根据絮凝池池型，一般为：15–30min。
- 斜管液面负荷： $4.68\text{--}6.48\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。
- 滤池滤速：单位时间，单位过滤面积上的过滤水量 $6\sim 8\text{ (m/h)}$ 。

第一节 水处理工艺

❖ 常用混凝药剂的介绍

- 为了达到混凝作用所投加的各种药剂统称为混凝剂，按混凝剂在混凝过程中所起的作用可分为凝聚剂、絮凝剂和助凝剂，习惯上也常把凝聚剂称作混凝剂。
- 凝聚剂通常指在混凝过程中主要起脱稳作用而投加的药剂；絮凝剂主要指通过架桥作用把颗粒连接起来所投加的药剂；助凝剂则是指为改善混凝效果而投加的各种辅助药剂。
- 助凝剂按所起作用又可分为三类：用于调整水的pH值和碱度的酸碱类；为破坏水中有机物，改善混凝效果的氧化剂；为改善某些特殊水质的絮凝性能而投加的助凝剂。

第一节 水处理工艺

二、混凝药剂

➤ (-) 混凝药剂分类及作用

1、混凝药剂分类

按药剂在混凝过程中所起的作用，可以分为混凝剂与助凝剂。

混凝剂：为使胶体失去稳定性和脱稳胶体相互凝聚所加的药剂。目前的混凝剂主要是铝盐和铁盐。

助凝剂：当单独使用混凝剂不能取得预期效果时，需投加某种辅助药剂以提高混凝效果，所投加的药剂称为助凝剂。

第一节 水处理工艺

二、混凝药剂

➤ (二) 混凝剂及助凝剂简介

1、农村供水常用的混凝剂

(1) 聚合氯化铝

目前农村水厂混凝剂绝大部分都选用聚合氯化铝（又名碱式氯化铝），它是一种高分子无机化合物，其分子量较一般混凝剂大。聚合氯化铝的絮凝体较硫酸铝致密且大，形成快，易于沉降，混凝效果好。并在混凝过程中消耗的碱度少，腐蚀性较小，适应的PH范围较硫酸铝宽且稳定。

与硫酸铝比较，含 Al_2O_3 成分高，且有投药量少、节省药耗，降低制水成本等。

聚合氯化铝产品本身是无毒的，但目前由于其原料复杂，生产工艺各异，有些常常带有害重金属元素，因此在采用聚合氯化铝时，应选用符合生活饮用水净水混凝剂的卫生要求。

第一节 水处理工艺

➤ (二) 混凝剂及助凝剂简介

1、农村供水常用的混凝剂

(2) 三氯化铁

三氯化铁采用盐酸与铁屑作用生成二氯化铁溶液再用氯气氯化制得。固体三氯化铁为黑棕色结晶，大部分为药片状，易溶于水。三氯化铁混凝效果受温度影响小，絮粒较密实，适用原水PH值约在6.0~8.4之间。但三氯化铁腐蚀性强，不仅对金属有腐蚀，对混凝土也有较强腐蚀性，使用中要有防腐措施。

第一节 水处理工艺

➤ (二) 混凝剂及助凝剂简介

2、助凝剂

(1) 聚丙烯酰胺

聚丙烯酰胺 (PAM) 俗称三号, 是由丙烯酰胺聚合而成的有机高分子聚合物, 能溶于水, 无腐蚀性。聚丙烯酰胺分子量一般为 1.5×10^6 , 有很长的分子链, 对水中的泥沙颗粒具有高效的吸附和架桥作用。

聚丙烯酰胺对处理高浊度的水效果较好, 可单独使用, 也可与混凝剂同时使用, 当含沙量为 $10 \sim 15 \text{Kg/m}^3$ 时, 效果显著, 既可保证水质, 又可减少混凝剂用量。

投加浓度: 聚丙烯酰胺溶液的投加浓度以越稀越好, 一般投加浓度为 $0.1\% \sim 0.5\%$ 。



第一节 水处理工艺

➤ (三) 药剂的选择

- 1、药剂的选择应根据原水水质、净水工艺及主要构筑物的组成，结合当地药剂供货，通过混凝沉淀试验或参照相似条件水厂的运行经验，通过技术经济比较后确定。
- 2、选用的产品质量必须符合卫生要求，保证对人体无毒，对生产用水无害的要求。购货时应向厂家索取产品的卫生许可证、质量合格证和说明书。
- 3、当单用混凝剂不能取得良好效果时，可投加助凝剂。

第一节 水处理工艺

➤ (三) 药剂的选择

4、药剂的配置

(1) 配置方法

混凝剂宜采用湿投（配成溶液），药剂应用清洁水配制。配制需经过溶解和配成投加浓度两个过程。混凝剂溶解在溶药池内进行，投加混凝剂的为投药池，配制方法见图4-5。

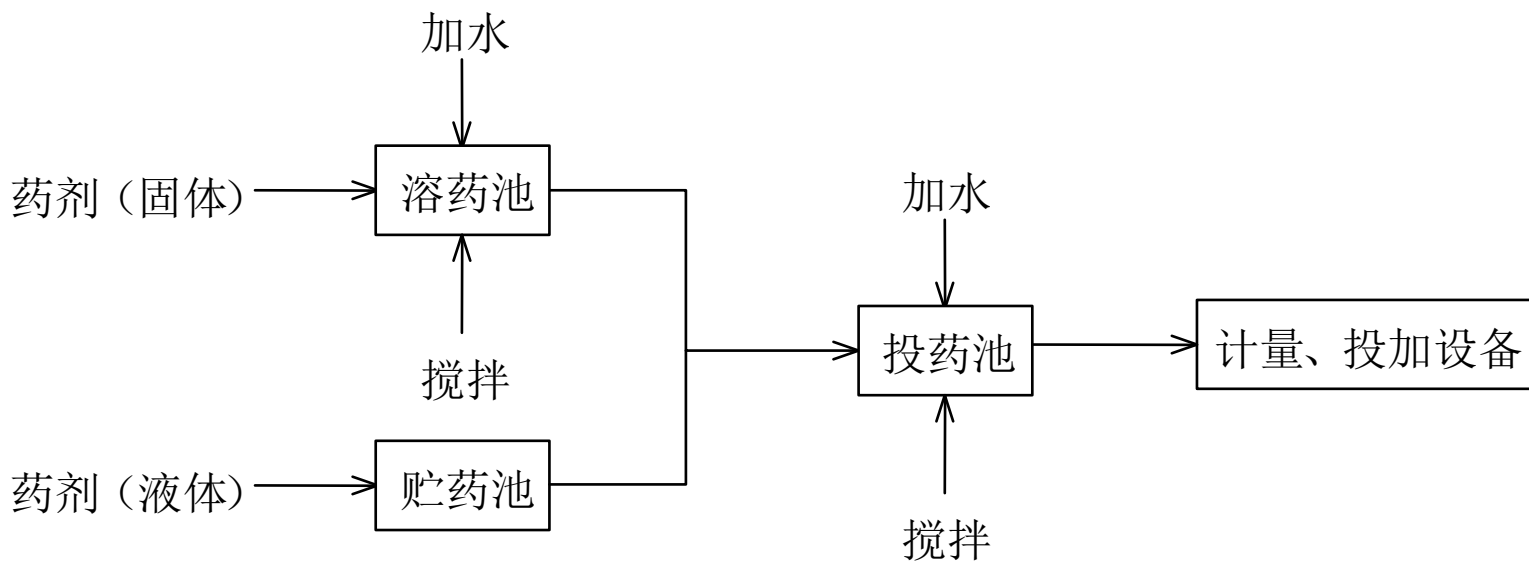


图4-5 混凝剂投加系统



第一节 水处理工艺

➤ (三) 药剂的选择

4、药剂的配置

(2) 配置浓度

药剂配制浓度是指单位体积药液中所含药剂的重量，用百分比表示。如药剂配制浓度为10%，即指1000L溶液中有100Kg的药剂。

应该按规定的浓度配制药液浓度，农村水厂为1%~5%，药剂的投加量应按相似条件水厂的运行经验或者加药量试验确定。当水质变化较大时，应及时调整加药量，并积累运行经验。

药剂配制次数，一般一天一次或两天一次。药液放置时间不宜太长，否则会影响混凝效果。

第一节 水处理工艺

➤ (四) 混凝剂投加量的试验方法

1、烧杯试验

混凝剂投加量是指通过简单试验方法，找出加入水中达到一定混凝沉淀效果的最佳经济投加量。一般来说，原水水质变化与药剂量关系最大。水中混凝剂投加量通过试验来确定。

(1) 取1L烧杯3~5个，杯中各放入1L原水，测原水浑浊度、PH值、水温。

(2) 逐杯按次加入混凝剂（0.5、1.0、1.5、2.0、2.5）mL，相当于（5、10、15、20、25）mg/L。混凝剂溶液投加量，应按原水浊度而定，上述系一般正常情况下的参考加入量。

(3) 混凝剂加入烧杯后，立刻用玻璃棒搅拌（注意玻璃棒沿烧杯壁一个方向搅拌），先快速搅拌3min（120r/min），再中速搅拌3~5min（50~60r/min），再慢速搅拌5min（20r/min），经15min沉淀。

(4) 取烧杯中上清液，测浊度，其中以投药量少且水质最透明的即为正确投药量。

第一节 水处理工艺

➤ (四) 混凝剂投加量的试验方法

2、加药量图表的制作方法

绘制加药量图表，可以用本厂水源的泥底和原水进行配制，配制后的水质指标、PH值、碱度、水温等和实际原水基本相似。然后将配制好的各种不同浊度的原水用优选法来确定各种浊度的加药量，经过一定阶段生产实践后，加以调整，就可制成正式指导生产的加药量图表。操作人员据此来掌握加药量，制作图表应放在加药间操作室中，详见图4-6，药剂投加量指示图。

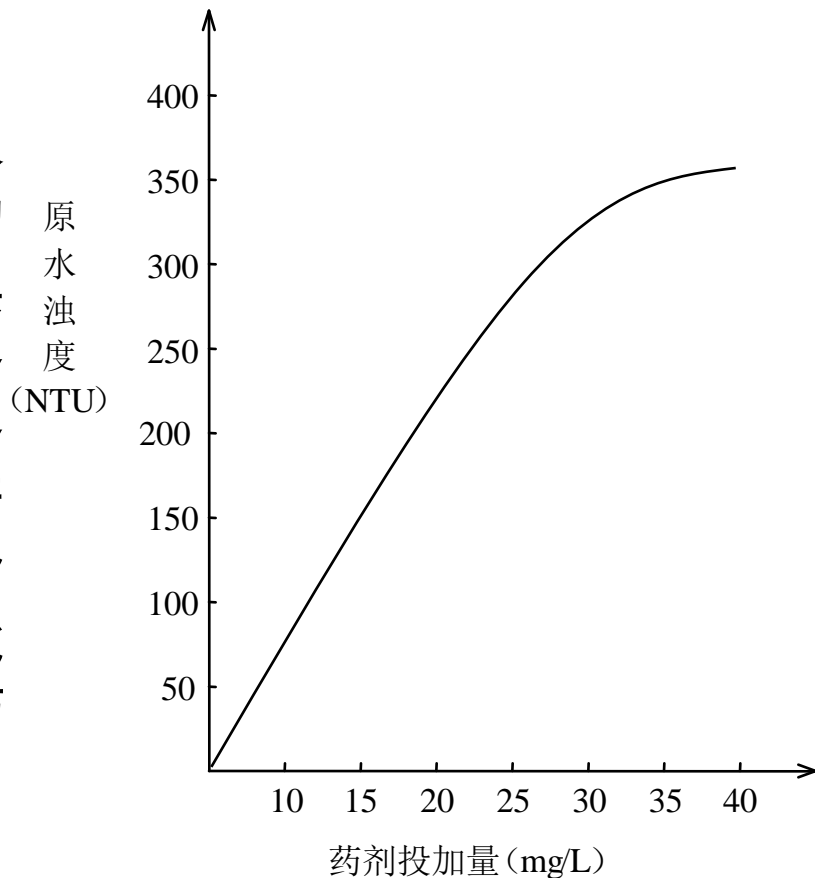


图4-6 药剂投加量指示图

第一节 水处理工艺

➤ (五) 影响混凝剂投加量的因素

影响混凝剂投加量的因素很多，与水中悬浮物、胶体颗粒含量组成、PH值、碱度、水温、色度等均有关。

1、浑浊度

2、pH值：PH值对混凝效果影响很大，对于不同的混凝剂、水的PH值影响程度也不相同。

3、碱度：碱度是指水中能与强酸作用的物质含量，在水中主要指重碳酸根（ HCO_3^- ）、碳酸根（ CO_3^{2-} ）氢氧根（ OH^- ）等。当水中碱度较低时，应向水中投加石灰等碱性物质以提高水中PH值，以免影响混凝效果。

4、水温：水温影响无机盐类的水解，水温低时，水的活化能小，影响混凝剂的水解，提高低温水的混凝效果，即适当增加混凝剂的投加量或投加助凝剂聚丙烯酰胺，以提高矾花的密实度和强度。



第一节 水处理工艺

➤（五）影响混凝剂投加量的因素

5、其它方面

混凝剂的品种、投药量、配制浓度、投药方式以及原水中有机物、溶解性盐类、藻类的数量等都会对混凝效果产生影响。因此，在实际操作运行过程中应加强管理，掌握原水水质变化情况正确掌握混凝剂投加量，经常观察絮凝池矾花生成情况，以取得最佳混凝效果。



第一节 水处理工艺

➤ (五) 影响混凝剂投加量的因素

6、混凝剂投加量判断

在实际工程中，混凝剂投加量通过观察絮凝池出口絮体判断投药量是否合适，应从实践中逐步摸索出来，这对于村镇水厂来说，是一种简单易行的方法。混凝剂投加量判断详见表4-4，供参考。

原水水质	现象观察	投药量判别
200NTU 左右的原水	加入药剂后形成絮体一般是密集、细小而结实，在絮凝池（室）进口处明显可见，至出口处，水与颗粒界限清楚形成的泥水分离面清晰而透明，进入沉淀池后即开始分离，絮体密实随之下落。	混凝剂投量合适，且运行正常。
	如在絮凝池（室）出口处已出现泥水分离，絮体密度较低，且进入沉淀池很快就沉淀。	混凝剂投加过量。
	虽然在絮凝池（室）进口处看到细小絮体，但在絮凝池后部和沉淀池进口处泥水分离现象不明显。	混凝剂投量不够。
50NTU以下的原水	结成的絮体类似小雪花片形状，密度小，颗粒轻而不结实，虽可见细小絮体，但在絮凝池（室）后和沉淀池进口处没有明显的泥水分离现象，且水呈浑浊模糊状。	混凝剂投量不够。当原水在10NTU以下时，见到絮体即可。
	如果在絮凝池（室）进口处絮体不明显，到池中段和出口处才见雪花片状，进入沉淀池后可见泥水分离现象。	混凝剂投加适量，且运行正常。
	若沉淀池出口处有大量絮体带出，并呈乳白色，出水浊度增加。	混凝剂投加过量。
原水浊度突然增高	如在絮凝池（室）出口处絮体很小，而沉淀池进口处表层水很清，而以下则看到浑水，说明沉淀池水质变坏。	应迅速投加过量药剂，直至水质好转。

表4-4 混凝剂投加量判断

第一节 水处理工艺

三、加药间的运行管理

➤1、药剂管理

(1) 储备量

药剂仓库的固定储备量应根据交通条件与当地药剂供应、运输等条件确定，一般可按最大投药量的15~30天用量计算；其周转储备量应根据当地具体条件确定（周转储备量系指药剂消耗与供应之间的差值所需的储备量）。

(2) 药剂的堆放

药剂一般分为固体、液体。固体药剂一般成袋堆放，堆放高度应根据操作条件，一般采用0.5~2.0m。药剂之间要有适当的通道，通道宽度要保持1.0m左右以便使用方便。药剂应根据其特点和要求分类妥善存放，药剂使用要注意先存先用的原则。仓库应保持清洁。



第一节 水处理工艺

三、加药间的运行管理

➤2、加药间的运行管理

(1) 凡与混凝剂接触的池内壁、管道和地坪，都应根据混凝剂性质采取相应的防腐措施。加药间的地坪有排水坡度，以保持加药间的地坪整齐清洁。

(2) 为保障工作人员卫生安全的劳动保护措施，应在良好的通风条件下工作，并能防止药剂受潮。

(3) 加药间是水厂中劳动强度较大和环境较差的岗位，因此应加强卫生安全、劳动保护，设必要的劳动保护用具和良好的通风操作环境，确保工作人员的身体健康。

(4) 配药、投药的操作间是净水厂最难搞好清洁卫生的场所，而它的卫生面貌最能代表净水厂的运行管理水平。应在配药、投药及运行过程中，严防跑、冒、滴、漏，加强环境清洁卫生，发现问题及时处理。

第一节 水处理工艺

三、加药间的运行管理

➤2、加药间的运行管理

(5) 配制药剂要穿戴工作服、胶皮手套和必要的劳保用品，确保安全生产。

(6) 应按规定的浓度配制药液浓度，按一定的药量投入水体。当水质变化时，应及时调整加药量，并应积累运行经验。

(7) 固体混凝剂加入溶药池中应进行充分搅拌溶解，均匀混合后再放入投药池加清水稀释成规定的浓度（不超过5%）。

(8) 应按时正确测定原水浊度、PH值、沉淀池出水浊度，按浊度来控制加药量。

(9) 在运行过程中，应注意在出水量变化前调整加药量和水质变坏时增加投药量，并应防止断药事故。对于水质频繁变坏的季节，如洪水、台风、暴雨季节更应加强管理，避免意外事故发生。

(10) 确保在任何情况下运行正常、安全可靠、经济合理，并且确保出厂水水质达到国家《生活饮用水卫生标准》。



第二节 特殊水质处理和运行管理

我国农村供水工程水源类型复杂、点多、面广、规模小，部分地区地下水中会遇到高铁、高锰、高氟、高砷或含盐量等超标，这些水源水质必须采取有别于常规水质处理的方法，才能使处理后的水质达到国家《生活饮用水卫生标准》（GB5479）。

第二节 特殊水质处理和运行管理

一 铁锰水的处理

含铁和含锰地下水在我国分布甚广。铁和锰共存于地下水中，但含铁量往往高于含锰量。我国地下水含铁量一般在 $5\sim 10\text{mg/L}$ ，含锰量约在 $0.5\sim 2.0\text{mg/L}$ 。由于地层对地下水的过滤作用，一般地下水只含有溶解性的铁化合物，所以在地下水主要以二价铁离子 Fe^{2+} 的形式存在；锰在地下水中主要以溶解度高的二价锰离子 Mn^{2+} 的形式存在。地表水中含有溶解氧，铁锰主要以不溶解的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 三价铁和 MnO_2 四价锰形态存在，所以铁、锰含量不高。

水中含有过量的铁和锰，将会给生活饮用水带来很大危害。我国《生活饮用水卫生标准》规定，铁 $<0.3\text{mg/L}$ ，锰 $<0.1\text{mg/L}$ ；或小型集中供水工程中，铁 $<0.5\text{mg/L}$ ，锰 $<0.3\text{mg/L}$ 。当原水中铁、锰含量超过上述标准时，就要进行处理。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(一) 除铁、除锰原理

铁和锰在水中都以二价的离子存在于水中，地下水除铁、除锰是氧化还原过程。去除地下水中的铁、锰都利用同一原理，主要是把溶解的离子转化为沉淀物分离出来，即将溶解状态的二价铁、二价锰氧化成悬浮状态的三价铁、四价锰能由水中沉淀析出，再经过滤料层过滤即可达到去除的目的。铁和锰的氧化还原反应受环境因素的影响，变化很大，铁的氧化还原电位比锰低，氧化速率较锰快，所以铁比锰易于去除。



第二节 特殊水质处理和运行管理

(二) 除铁、除锰方法

对于铁与锰共存于地下水中，在处理过程中又存在相互的干扰，一般选择处理工艺时，都会根据原水中的铁与锰含量统一进行考虑。但各地因地下水水质多种多样，所以许多除铁、除锰农村水厂所选用的工艺未必能与当地水质条件相符。实际上运行不良的除铁、除锰装置是时有发生，在此指出各种除铁、除锰方法的工艺特点，把握运行工况是很有必要的。除铁与除锰的技术在我国水处理中较为成熟，农村供水工程处理含铁锰水可组合成以下几种：

第二节 特殊水质处理和运行管理

1、曝气氧化法（空气自然氧化法）

曝气氧化法是利用空气中的氧，将水中二价铁氧化成三价铁，经水解后，先生成氢氧化铁胶体，然后逐渐絮凝成絮状沉淀物经普通砂滤池去除。此法对于原水含铁量较高时仍可采用。

(1) 工艺流程

工艺流程见图4-7。

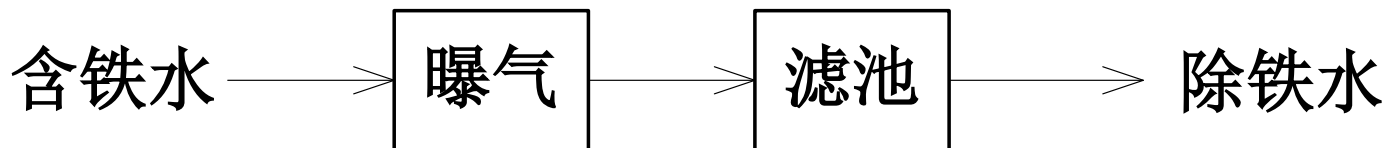


图4-7 曝气氧化法工艺流程

第二节 特殊水质处理和运行管理

2、生物固锰除锰法

当原水中含铁量低于 6.0mg/L ，含锰量低于 1.5mg/L 时，可采用生物固锰除锰法。

(1) 工艺流程

工艺流程见图4-8。



图4-8生物除铁锰工艺流程图



第二节 特殊水质处理和运行管理

2、生物固锰除锰法

(2) 除铁、除锰原理

生物固锰除锰法，是以空气为氧化剂的接触过滤除铁和生物固锰除锰相结合的工艺。在PH中性范围内， Mn^{2+} 的空气氧化是以 Mn^{2+} 氧化菌为主的生物氧化作用。 Mn^{2+} 首先吸附于细菌表面，然后在细菌胞外酶的催化下氧化为 Mn^{4+} ，从水中除去。

该科技成果由东北市政工程设计研究院联合东北两所高等院校经多年研究的科技成果。

第二节 特殊水质处理和运行管理

3. 曝气两级过滤法

当原水含铁量 $>6.0\text{mg/L}$ ，含锰量 $>1.5\text{mg/L}$ 时，应通过试验研究，必要时可采用曝气两级过滤工艺，以达到铁、锰深度净化的目的，先除铁而后除锰。

(1) 工艺流程

工艺流程见图4-9。



图4-9 曝气两级过滤工艺流程图

(2) 除铁、除锰原理

当地下水含铁量、含锰量较高时，可采用曝气两级过滤工艺。根据铁、锰氧化还原电位的显著差异，锰比铁难以去除，一级过滤的接触过滤氧化除铁，二级过滤除锰。

第二节 特殊水质处理和运行管理

4.2 两级曝气两级过滤

当地下水中含铁量 $>10\text{mg/L}$ ，含锰量 $>2.0\text{mg/L}$ ，一般采用两级曝气两级过滤的工艺流程。

(1) 工艺流程

工艺流程见图4-10。

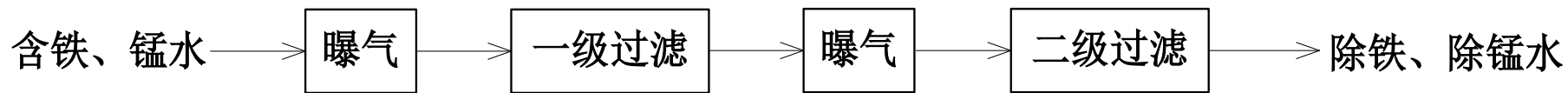


图4-10 两级曝气两级过滤工艺流程图

(2) 除铁、除锰原理

当铁锰含量较高时，宜采用先曝气，一级过滤的溶解氧为氧化剂接触过滤氧化法除铁，再经曝气，二级过滤用作生物滤池除锰。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(三) 水处理单元

1、地下水的曝气

含铁含锰地下水的曝气，因处理工艺不同，有的主要为了向水中充氧，则气水比一般不大于 $0.1\sim 0.2$ ；有的除向水中溶氧外，还要求散除水中二氧化碳，则气水比一般不小于 $3\sim 5$ 。

曝气装置有多种形式，如跌水、射流曝气、喷淋曝气、接触式曝气塔、板条式曝气塔等。



第二节 特殊水质处理和运行管理

2、除铁除锰滤池

(1) 除铁除锰滤料

滤料要求有足够的稳定性和足够的机械强度，对除铁除锰的水质无不良影响。目前大量用于除铁除锰工程中的滤料有石英砂和锰砂滤料。

接触氧化法除锰工艺流程中，上述滤料都可用作除铁、除锰滤料。当含锰量较高时宜采用锰砂滤料，可根据设计要求选用。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(3) 除铁除锰滤池运行管理要点

- 1) 除铁、除锰滤料在装填前应按设计要求认真对滤料进行筛选，筛选后自下而上，由大至小逐层装填。
- 2) 滤料装填后应及时进行反冲洗，水流自下而上，将粒径不合格的滤料砂粉末及泥水及时冲洗走，直至出水澄清才能正式投入运行。
- 3) 当采用石英砂滤料时，初开始应在低滤速下进行，待氧化膜形成后再加大滤速。
- 4) 当进出水压力表差值达到允许水头损失值时，应对滤料进行反冲洗；或者当滤后水铁、锰含量超出规定值后（铁 $\leq 0.3\text{mg/L}$ ，锰 $\leq 0.1\text{mg/L}$ ）也应立即进行反冲洗。
- 5) 初运行时，反冲洗水量不宜过大，强度不宜过高，仅以松动滤料层为主，以免影响生物活性滤膜形成。
- 6) 除铁、除锰滤池（滤罐）滤料，每年应进行翻砂整理，捣碎粘结在一起的大块，并观察滤料层厚度，如发现滤层厚度不符合设计要求时，应补足滤料。
- 7) 生物除铁除锰滤池的运行管理，关键是保证生物滤池的稳定运行。对于生物滤池可控制的运行参数主要是滤速和反冲洗强度。为保证微生物稳定适宜的生存环境，发挥滤池的正常处理效果，应严禁突然加大滤速，如果需要，要考虑滤层的适应过程，每次滤速变化量不超过 1m/h 。另外在反冲洗时也要相当注意，应严格按照要求进行反冲洗。

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

我国《生活饮用水卫生标准》规定，氟化物不得超过 1.0mg/L ；或供水规模 $1000\text{m}^3/\text{d}$ （1万人以下）。含氟量超过 1.2mg/L 就应设法进行处理。

我国饮用水除氟方法很多，农村供水工程应根据原水水质，供水规模，设备和材料来源经过技术经济比较后确定。除氟方法大致可以分为以下几种：

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

- **吸附过滤法**：含氟水通过滤层，氟离子被吸附在由吸附剂组成的滤层上。当吸附剂的吸附能力逐渐降低至一定的极限值，即滤池出水的含量达不到规定时，用再生剂再生，恢复吸附剂的除氟能力，以此循环达到除氟的目的。主要吸附剂有：活性氧化铝，骨炭，活化沸石，多介质过滤法。
- **膜法**：利用半透膜分离水中氟化物，包括电渗析及反渗透两种方法。膜法处理的特点是在除氟的同时，也去除水中的其他离子，也适用于苦咸水的淡化。
- **混凝沉淀法**：在含氟水中投加混凝剂，使之生成絮体而吸附氟离子，经沉淀和过滤将其除去。

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

1、含氟水处理方法

(1) 吸附过滤法

1) 活性氧化铝

活性氧化铝是一种用途很广的吸附剂，它是白色颗粒多孔吸附剂，有较大的比表面积。

① **原理与技术特点**：活性氧化铝有较强的吸附性能，当氟离子被活性氧化铝吸附后，生成难溶氟化物而被去除。

活性氧化铝除氟工艺可分为原水调PH和不调PH两类，调节PH时为减少酸的消耗和降低成本，我国一般将PH控制在6.0~7.0之间。调PH值宜采用硫酸、盐酸、醋酸等液体或投加二氧化碳气体。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 活性氧化铝

② **吸附容量**：是指1g活性氧化铝所能吸附氟的重量，活性氧化铝的吸附容量为1.2~4.5mg/g Al_2O_3 。它取决于原水中的氟含量，PH、活性氧化铝的颗粒大小等。

当原水PH值调至6.0~6.5时，吸附量一般为4~5g (F) /Kg (Al_2O_3)；当原水PH值调至6.5~7.0时，吸附容量一般为3~4g (F) /Kg (Al_2O_3)；当原水不调PH值时，吸附容量一般为0.8~1.2g (F) /Kg (Al_2O_3)。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 活性氧化铝

③ 工艺流程：工艺流程见图4-11。



图4-11 活性氧化铝除氟工艺流程图

第二节 特殊水质处理和运行管理

④ 除氟滤池：

- a、滤料：除氟滤池滤料粒径一般采用0.5~1.5mm，并应有足够的机械强度，不易磨损和破碎。
- b、流向：当采用硫酸溶液调整PH值时，宜采用自上而下方式；当采用二氧化碳气体调整PH值时，为防止气体挥发，宜采用自下而上方式。
- c、滤层厚度：当原水含氟量小于4mg/L，滤层厚度宜大于1.5m；当原水含氟量在4~10mg/L时，滤层厚度宜大于1.8m；当原水PH值调至6.0~6.5时，滤层厚度可降低至0.8~1.2m。
- d、当采用活性氧化铝吸附法，应检测出水铝含量，不应大于《生活饮用水卫生标准》中的规定，即铝含量 $\leq 0.2\text{mg/L}$ 。
- e、除氟滤池再生与再生操作：当滤池出水含氟量 $\geq 1.0\text{mg/L}$ ，或小型集中式供水规模 $\leq 1000\text{m}^3/\text{d}$ ，出水含氟量 $\leq 1.2\text{mg/L}$ ，滤池应停止运行，滤料应进行再生处理。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(a) 再生剂可采用氢氧化钠溶液，也可采用硫酸铝溶液。氢氧化钠溶液浓度采用0.75%~1.0%，其消耗量可按每去除1g氟化物需要8~10g固体氢氧化钠计算；硫酸铝溶液浓度采用2%~3%，其消耗量可按每去除1g氟化物需60~80g固体硫酸铝。

再生操作

(b) 当采用氢氧化钠再生时，再生过程可分为首次冲洗、再生、二次冲洗和中和四个阶段；当采用硫酸铝再生时，则中和阶段可省略。

第二节 特殊水质处理和运行管理

⑤ 再生废液处理

- a、废水中可投加酸中和至PH为8左右。
- b、投加工业氯化钙溶液沉淀废液中氯化物，投加量为 $2\sim 4\text{Kg}/\text{m}^3$ ，投加前应先用少量废水溶解氯化钙溶液，投加时应充分搅拌，使之混合反应。
- c、静止沉淀数小时，上清液与下一周期首次冲洗水一起排入下水道。

第二节 特殊水质处理和运行管理

⑥ 操作管理注意事项

A 滤料首次使用时，必须用5%的硫酸铝溶液浸泡1~3h，并要适当搅拌，再用水冲洗6~8min，方可使用。

B 活性氧化铝除氟吸附滤池的再生时间，应根据原水水质，吸附容量分为调PH和不调PH。开车运行后，应记录运行时间，运行一定时间后，应掌握其运行周期。当滤池出水氟含量 $\geq 1.0\text{mg/L}$ ，应进行再生处理，以保证出厂水氟含量达到国家生活饮用水卫生标准。现场应经常观察活性氧化铝球状颗粒表面洁白，有否板结现象。

C 氟化物易溶解于水，含氟水透明清晰，水厂若有条件，最好设在线测氟检测装置。如无在线检测装置，在运行初期，应一天检测一次氟，掌握一个过滤周期的运行时间，以确保饮用水水质安全。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(1) 吸附过滤法

2) 活化沸石吸附法

活化沸石以硅铝酸盐类矿物质（天然沸石）为原料，经破碎、焙烧、煅烧、化学改性活化等八道工序，历经13天加工而成为活化沸石，粒径0.5~1.8mm。

①活化沸石简介：

据资料介绍，每吨活化沸石，每小时处理高氟水1~2m³，滤池过滤方式为升流式（自下而上），滤速约为3~5m/h，吸附容量为1~2g（F）/Kg活化沸石，视原水含氟量不同，过滤周期为7~10天。

当滤池出水含氟量>1.0mg/L，需对滤料进行再生处理。再生时可用3%NaOH或5%明矾循环淋洗6h，再用5%明矾浸泡12h，清水冲洗10min。

第二节 特殊水质处理和运行管理

2) 活化沸石吸附法

② 工艺流程：工艺流程见图4-12。

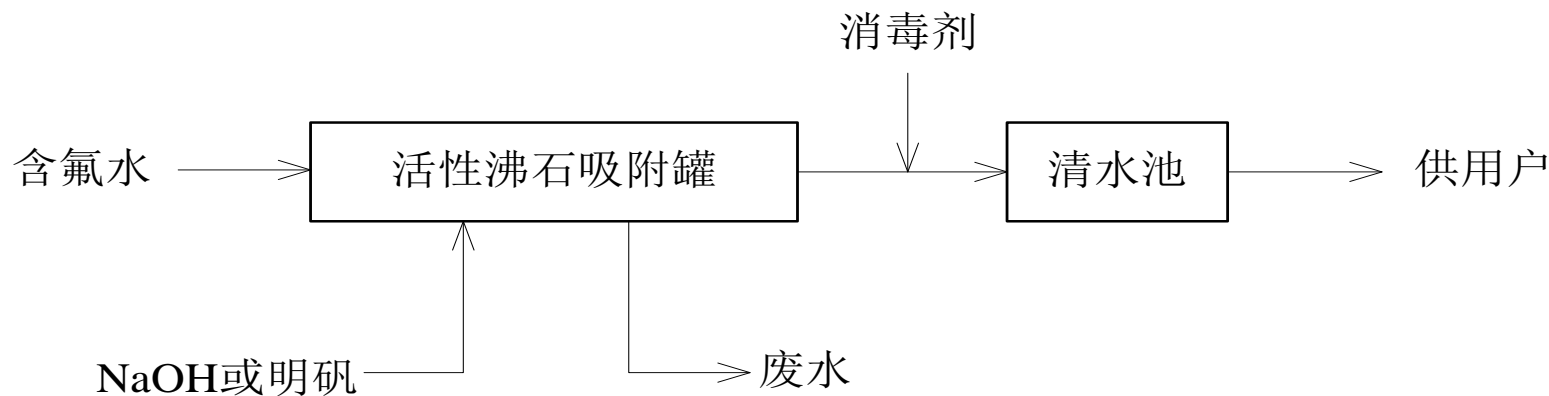


图4-12 活化沸石除氟工艺流程图

③ 运行管理：

- 1) 观察活化沸石运行过程有无板结现象。
- 2) 当运行半年以后，应记录吸氟容量有无衰减现象。
- 3) 运行管理操作方法同除氟滤池。吸氟过滤法均以吸氟介质为滤料，但只是介质有区别，均有过滤与再生操作问题，运行过程中，当出水水质含氟量 $>1.0\text{mg/L}$ ，吸氟容量达到饱和后，均需再生。再生时先用3%NaOH或5%明矾循环淋洗6h，再用5%明矾浸泡12h，清水冲洗10min。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(1) 吸附过滤法

3) 复合式多介质过滤法

复合式多介质过滤法，系利用新型复合式多介质滤料对水中的氟化物进行高效特性的吸附过滤过程，从而达到除氟效果。

①工艺特点：

复合式多介质系采用大自然中的矿物质，动物骨骼和植物果壳等精炼提取后，根据对不同物质的吸附效果，经过不同的工序复合，高温煅烧而成的一种特殊吸附滤料。

该滤料吸附容量高，过滤周期为12个月~72个月（介质使用周期与原水中氟超标量有关），工艺流程简单，仅设过滤装置，无需再生操作，3~4天仅用清水冲洗滤料即可，反冲洗耗水率低。

第二节 特殊水质处理和运行管理

3) 复合式多介质过滤法

② 工艺流程：

工艺流程见图4-13。

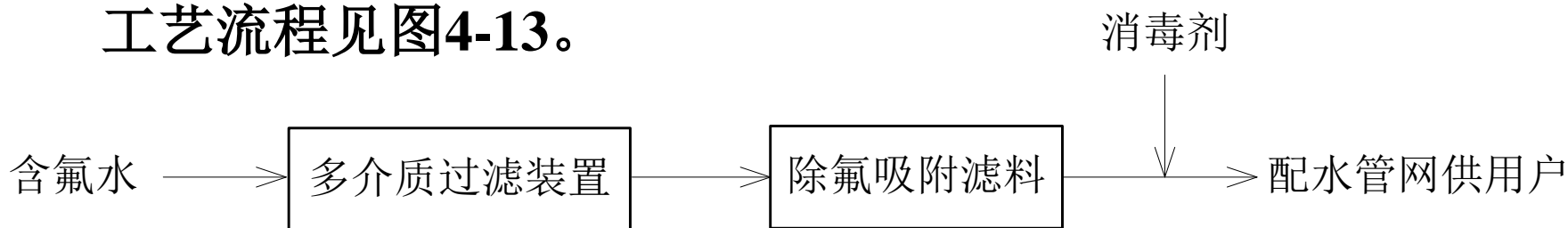


图4-13 多介质降氟工艺流程

③ 工艺过程

当压力水通过装有复合式多介质的滤料时，水中的氟化物被多介质滤料层吸附，处理后的氟化物达到小于 1.0mg/L 。

当多介质滤料吸附饱和后，周期约12个月~72个月，需更换滤料，替换下滤料可直接送到垃圾场，也可送回工厂进行回收处理，废料已通过环保部门测试为无危害物。

第二节 特殊水质处理和运行管理

3) 复合式多介质过滤法

④ 维护与保养

- 除氟吸附滤料经多处含氟水供水工程实践验证，滤料无需用化学药剂再生，仅需约隔3天进行反冲洗松动滤料层，防止滤料板结。
- 除氟罐设2个（1用1备），一般运行2~3个月，除氟罐倒换运行。据厂家介绍，倒换运行可延长除氟滤料的使用寿命。

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

1、含氟水处理方法

(2) 膜处理法

1) 电渗析法

应用电渗析器除氟运行管理简单，不需化学药剂，只需调节直流电压即可。电渗析法不仅可去除水中氟离子，还能同时去除其他离子，特别是除盐效果明显。

① **原理：**在外加直流电场的作用下，利用阴离子交换膜和阳离子交换膜的选择透过性，使一部分离子透过离子交换膜而迁移到另一部分水中，从而使一部分水淡化而另一部分水浓缩的过程，从而达到除氟（除盐）的目的。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

②工艺流程:

电渗析法除氟一般可采用如图4-14所示的工艺流程。



图4-14 电渗析法除氟工艺流程图

预处理目的是为去除水中悬浮物、细菌、藻类、有机物、铁锰及防止其他危害电渗析运行过程的现象。也是为了提高电渗析器效率和保证它连续运行的重要环节。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

③ 电渗析器运行控制参数：

- 淡水流量根据处理水量确定。
- 浓水流量略低于淡水流量，但不得低于淡水流量的 $2/3$ 。
- 极水流量可分 $1/3 \sim 1/4$ 的淡水流量。
- 电渗析器进水水压不应大于 0.3MPa 。

注：淡水：阴、阳离子分别迁移，含盐水逐渐淡化成淡水。

浓水：进入浓室的水为含盐水即浓水。

极水：电极过程的反应产物极室出水为极水。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

④ 电渗析器主要特点

- 无需化学药剂，操作简单，易于向自动化方向发展。运行时只要控制在恒压下，控制浓水、淡水、极水的压力和流量，定期倒换电极即可。
- 设备紧凑，占地面积小，水流是通过紧固型多膜对设备进行除盐，可将辅助设备组合一起。
- 设备使用寿命长，对进水水质要求较反渗透低，预处理简单。
- 水的利用率高，一般可达60%~90%。
- 药剂耗量少，环境污染小，仅在定期清洗时，用少量酸。无需高压泵，不产生噪音。

缺点：对有机物以及离解度小的盐类（二氧化硅胶体）难以去除，电渗析要求膜对数量多，组装维修技术要求较高。



第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

电渗析器设置反冲和酸洗系统

当电渗析器运行过程中脱盐率下降时，应进行酸洗，酸洗周期一般为1~2个月，酸洗液为1%~5%盐酸溶液，酸洗时间为2h。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

⑤电渗析器运行管理

在电渗析的运行管理中，要确定几个主要参数：工作压力和流量、电流、电压、进出水水质，还要确定倒极间隔和酸洗周期。如果浓水是循环利用的，还要确定浓水的循环比例。

a、流速和压力

对一台设备要有流量上限和下限。目前隔室中的流速一般控制在5~25cm/s，进水压力<0.3MPa。

b、电流和电压

为防止极化和结垢，工作电流小于极限电流，一般工作电流选定后，则控制在一定的直流电压下运行。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

⑤电渗析器运行管理

c、进、出水水质

电渗析运行过程中，要严格控制进水水质，防止杂质沉积在膜上。

出水水质应根据用户要求而定。通常运行时，主要是用测定电导率来控制进、出水水质变化。



第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

⑤电渗析器运行管理

d、电渗析器的维护与保养

·维护措施

严格执行操作规程。定期倒极、酸洗和反冲洗，半年至一年对本体解体清洗一次。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1) 电渗析法

⑤电渗析器运行管理

·保养措施

电渗析器可以连续运行，也可以间歇性运转。停止运转时，本体中应经常冲水，以使膜保持湿润状态，防止干燥后收缩变形。

。

若较长时间不用，最好将电渗析器拆卸后保养。

电渗析是使水流在电场中流过，当施加到一定电压后，紧靠磨面的水滞留层中，电解质的含量极小，水的离解度增大，易产生极化、结垢现象，这是电渗析运行中较难掌握又必须重视的问题。

第二节 特殊水质处理和运行管理

2) 反渗透法除氟详见苦咸水淡化处理

(3) 混凝沉淀法

混凝沉淀法是在含氟水中投加混凝剂，如聚合氯化铝、三氯化铝、硫酸铝等。经混合絮凝形成的絮体吸附水中的氟离子，再经过沉淀和过滤而除氟。

1) 工艺流程见图4-15：

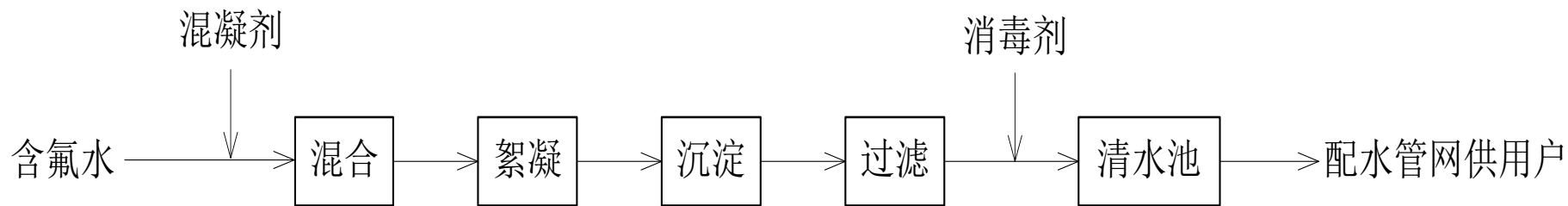


图4-15 混凝沉淀法除氟工艺流程图

第二节 特殊水质处理和运行管理

(3) 混凝沉淀法

2) 工艺特点

混凝沉淀法工艺简单方便，工程投资低。但混凝剂的投加量为氟含量的 $10\sim 15$ 倍，PH值宜为 $6.5\sim 7.0$ ，沉淀采用静止沉淀方式，静止沉淀时间 $4\sim 8\text{h}$ 。

缺点：易产生大量污泥，污泥需妥善处置，否则会形成二次污染。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(3) 混凝沉淀法

3) 适用范围

混凝沉淀法适用于含氟量小于 4mg/L 。对于含氟量超过 4mg/L 的含氟水，混凝剂投加量高达含氟量的100倍，水中增加硫酸根和氯离子，使处理效果受到影响。所以混凝沉淀法适用于含氟量较低的小型集中供水工程。

4) 运行与管理

混凝沉淀法类同常规处理，故运行管理参考常规处理工艺。

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

2、含砷水处理方法

我国《生活饮用水卫生标准》（GB5479）规定，当水中砷含量超过 0.01mg/L 或日供水工程规模 $\leq 1000\text{m}^3$ ，砷含量超过 0.05mg/L ，应进行除砷处理。

据资料介绍，除砷方法类同除氟，可采用活性氧化铝法、混凝沉淀法、电渗析、反渗透法和多介质过滤法。当氟与砷共存时，砷比氟优先吸附。目前除砷方法国内有单村小型和大型农村供水工程实例。方法原理详见含氟水处理。

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

2、含砷水处理方法

工程实例：目前国内除砷工程仅有几处，小型供水工程建在内蒙古，如巴彦淖尔市临河区白脑包镇除砷供水工程。该工程水源为地下水，原水中砷含量为 0.16mg/L ，工程采用多介质吸附过滤法。该工程供水人口450人，110户，供水规模 $50\text{m}^3/\text{d}$ ，出水中砷含量为 0.0004mg/L 。

1、工艺流程见图4-16。

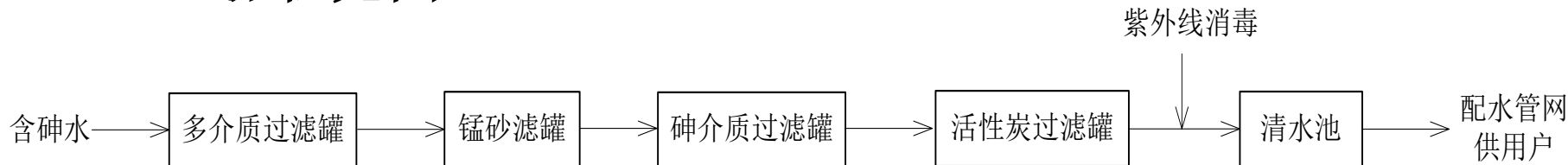


图4-16 复合式多介质过滤法除砷工艺流程

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

2、含砷水处理方法

2、工艺特点

整套装置采用全自动控制系统，无须投加化学药剂和无需再生操作，仅需3~4天反冲洗一次，目的是松动滤料层，耗水率低。砷介质滤料一般2~6年更换一次，视原水水质而定。更换滤料方便，替换下的废料，可直接送到垃圾处理站也可运回工厂进行回收处理。

第二节 特殊水质处理和运行管理

二 含氟、含砷水的处理

2、含砷水处理方法

3、运行管理

整套装置全部采用自动控制系统，仅进行程序控制，反冲洗可自动设置，视原水中含砷量确定，一般为3~7天。目的松动滤料层，防止滤料板结而影响吸附效果。冲洗结束后，自动关闭反冲洗阀，无需操作。

日常保养（属经常性工作），由运行值班人员负责，对设备进行经常性保养和清扫尘土等。

定期维护（属阶段性工作）由维修人员负责，每年进行1~2次专业性检查，如阀门、管道、滤料，进行维修、测试及清扫。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 苦咸水的处理

苦咸水淡化目前在国内用于饮用水安全工程，主要是电渗析和反渗透法。

1、电渗析法除盐详见膜处理法中含氟水处理。

2、反渗透法

反渗透（简称RO）是用足够的压力使水透过反渗透膜而不允许溶质透过的半透膜，从而达到分离的过程，成为反渗透。

反渗透膜是用特定的高分子材料制成的，具有选择性半透性能的薄膜。它能够在外压作用下，使水溶液中的水和某些组分选择性透过，从而达到纯化或浓缩、分离的目的。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 苦咸水的处理

(1) 反渗透除盐（脱盐原理）

利用特定膜的透过性能，实现分离水中离子、分子或胶体微粒的目的，反渗透膜适用于1nm以下的无机离子为其主要分离对象。

(2) 工艺流程

反渗透法除盐（除氟），可采用如图4-17工艺流程。



图4-17 反渗透法除氟工艺流程图

原水进入反渗透装置前的水质是经过砂滤，再经过微孔过滤后的清水。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 苦咸水的处理

(3) 反渗透给水预处理

为保证给水系统长期安全稳定性运行，在进入反渗透前，应预先去除进水中的悬浮物和胶体、微生物、有机物、游离性余氯和重金属。

进入膜前进行预处理，是为了延长膜的使用寿命，提高产水率，延长工作周期，否则也会给运行管理带来隐患和清洗膜等复杂操作。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 苦咸水的处理

(4) 工艺特点与适用范围

操作管理方便，装置实行全部自动控制，出水水质稳定可靠，占地少，建设周期短。适用于水中含盐量超标或含氟量超标的地下水。

反渗透法一次性投资高，运行成本高，宜实行分质供水，反渗透装置出水仅供生活饮用。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 苦咸水的处理

(5) 反渗透系统运行管理

1) 精密过滤器（保安过滤），10 μ m过滤器，当过滤器进出口压差大于设定值（通常为0.05~0.07MPa）时应当更换；5 μ m过滤器，当过滤器进出口压差大于设定值（通常为0.05~0.07MPa）时应当更换。

2) 反渗透清洗系统

反渗透清洗系统的作用，在反渗透膜组长期运行后，膜表面会受到难以冲洗掉的污垢，如微量盐分结垢和有机物的累积，造成膜组件性能的下降，所以必须用酸进行清洗。此系统设一台清洗药箱，不锈钢清洗泵和配管等组成。

3) 控制仪表

为了控制、监测反渗透系统正常运行，在原水进入反渗透前，需配置一系列的在线测试仪表，包括电导率表、流量计、压力表等。

高压泵保护装置

4) 反渗透装置的高压泵进出口都装有高压保护开关和低压保护开关。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(5) 反渗透系统运行管理

6) 维护与保养

- 每个月检查泵头检测孔是否有物料流出。
- 每三个月检查机械驱动部分运行声音是否异常。
- 6个月（或1500h）清洗底阀和单向阀组件，检查流量稳定性。
- 每年（或3000h）更换底阀和单向止回阀阀球、阀座或阀体（视使用情况而定）。
- 每年（或3000h）更换隔膜和油封（视使用情况而定）。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 其他水质处理

其他水质处理本章节重点介绍微污染水处理及运行管理。微污染水中污染物种类很多，有引起色、嗅、味，还有各种有毒、有害的合成有机物，天然有机物，微污染物的含量一般在数mg/L以内，也有达数百mg/L的例子，并无一个严格的上限。

1、氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）含量超标。

2、表示有机物的综合指标，如 COD_{Mn} 、 BOD_5 、 TOC 等。水源中这些指标值越高，说明有机物越多，污染越严重。

3、嗅味明显，水质呈微黑色发臭。

各地微污染水源的污染程度不同，因此应根据各地条件选用水处理工艺。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 其他水质处理

(一) 微污染水源水的主要水质衡量指标

作为生活饮用水的水源水质，应符合我国现行《地表水环境质量标准》（GB3838）中规定的Ⅰ类至Ⅱ类水质标准要求，至少应符合Ⅲ类水水质标准要求，通常对于受有机污染为主的微污染水源水，可用下列主要水质衡量指标。

色度、臭、味、藻类、氨氮、高锰酸钾指数（ COD_{Mn} ）、生化需氧量（ BOD_5 ）、总有机碳（ TOC ）和有机氯等。

第二节 特殊水质处理和运行管理

三 其他水质处理

(二) 微污染水处理工艺

当常规净水工艺混凝、沉淀（澄清）、过滤、消毒工艺难以使微污染水达到生活饮用水水质标准时，一般采取下列措施：

- 加强常规处理，如加强混凝沉淀。
- 增加预处理，如化学预处理、生物预处理。
- 增加后处理，如活性炭吸附、生物活性炭法、膜处理法等。

上述措施可采用一种，或同时采用多种，取决于经济条件和要求的水质，分述如下：

第二节 特殊水质处理和运行管理

(二) 微污染水处理工艺

1、化学预氧化

对于微污染的水源，如水中有机物、氨氮略超标时，或季节性藻类大量繁殖，造成滤池易堵塞，过滤周期缩短。或当水中有色、嗅、味时，上述水质采用常规处理工艺已不能满足水处理要求时，可考虑预处理投加化学氧化剂，如高锰酸钾、二氧化氯、氯等。

目前微污染水处理较多采用投加高锰酸钾，高锰酸钾预氧化可氧化有机物，有效的去除饮用水中多种有机物和致突变物。当水中藻类含量高，尤其以鱼腥藻、微囊藻、小球藻以及放线菌等产生霉臭，预投加高锰酸钾藻类去除率基本能达到90%以上（与藻的种类、含量有关）。高锰酸钾预氧化可以去除微污染水中所发生的臭和味。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1、化学预氧化

(1) 化学预氧化工艺流程

工艺流程见图4-18。

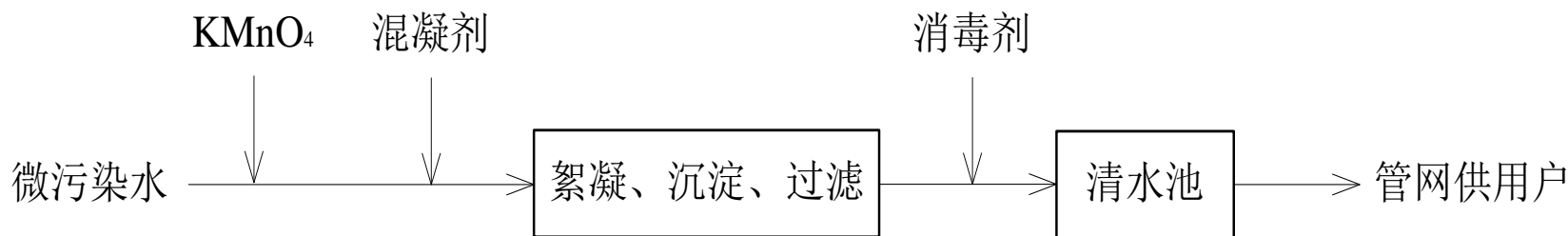


图4-18 化学预氧化工艺流程图

(2) 工艺特点

高锰酸钾预氧化处理微污染水可在较低投资下，有效地去除水中多种有机物和致突变物。其优点无需改变常规处理工艺，不需再建大型处理设施，运行费用低。在用氯消毒时生成的有机物量明显降低，水的致突变物也能明显降低。

第二节 特殊水质处理和运行管理

1、化学预氧化

(3) 高锰酸钾投加量

高锰酸钾投加量 $0.5\sim 2.0\text{mg/L}$ ，预先投加于微污染原水中，间隔 $2\sim 3\text{min}$ 再投加混凝剂。若与混凝剂同时投加，会影响预处理效果。当滤池出水呈现略微红色时，应降低高锰酸钾投加量，以确保出厂水无色。



第二节 特殊水质处理和运行管理

1、化学预氧化

(4) 运行管理中需注意的问题

当水中有机物含量较高时，特别是水中腐植酸、富里酸较高时，应尽量避免投加氯及其化合物，以防止生成卤代化合物，增加水中的致突变物。

常规处理工艺构筑物运行管理参照有关章节。

(5) 适用范围

适用于藻类季节性较高，有机物、氨氮略超标的地表水。



第二节 特殊水质处理和运行管理

2、生物预处理工艺

生物预处理指在常规净水工艺前增设生物处理工艺，借助于微生物群体的新陈代谢活动，有效去除水中可生物降解的有机物，提高水质的生物稳定性，改善常规处理的运行条件（如降低混凝剂的投加量，延长过滤周期），生物预处理可以去除原水中80%可生物降解有机物。

第二节 特殊水质处理和运行管理

2、生物预处理工艺

(1) 生物滤池特点

能有效去除水中有机物、氨氮、亚硝酸盐氮、铁和锰等。改善水的混凝沉淀性能，减少混凝剂投加量达25%。用生物预处理替代常规的预氯化工艺，可避免预氯化形成卤代化合物，降低水的致突变性，改善出水水质。

缺点：需增设生物滤池，基建投资高，增加动力消耗，运行成本高。

第二节 特殊水质处理和运行管理

2、生物预处理工艺

(2) 关键技术

生物预处理关键技术是生物滤池的滤料与滤池构造的形式。具体指生物过滤利用填料表面的生物膜，通过微生物的生物絮凝、吸附、氧化、硝化和生物降解等综合作用，使水中的氨氮、有机物逐渐转化和去除。

(3) 适用范围

适用于水中氨氮含量较高，以及有机物含量较高（生物可降解溶解性有机碳含量较高）的微污染水。

第二节 特殊水质处理和运行管理

2、生物预处理工艺

(4) 生物滤池的运行管理

对有机物（以 COD_{Mn} 表示）以及氨氮处理工艺，生物滤池上向流略高于下向流，但差别不是很大；对浊度的去除效果，下向流则优于上向流。

对原水水质而言，上向流滤池要求进水中不能含有颗粒较大的悬浮物，否则会堵塞配水系统小孔，导致出水不均；下向流比上向流要安全得多。

第二节 特殊水质处理和运行管理

3、深度处理

深度处理系指在常规净水工艺后增设活性炭或者臭氧、活性炭联合工艺，以弥补常规净水工艺的不足，使多种多样的污染物，尤其是有机污染物得以去除。

(1) 活性炭处理

1) 活性炭吸附特性

活性炭吸附作用是指污染物质在活性炭表面富集或浓缩的过程。活性炭能去除水中部分有机污染物，如腐植酸、异臭、色度、农药、烃类等石油、合成洗涤剂。但难以吸附有机物的醇类、低分子量酮、酸、醛，极高分子量胶体以及低分子量的脂肪类。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(1) 活性炭处理

2) 工艺流程

工艺流程见图4-19。

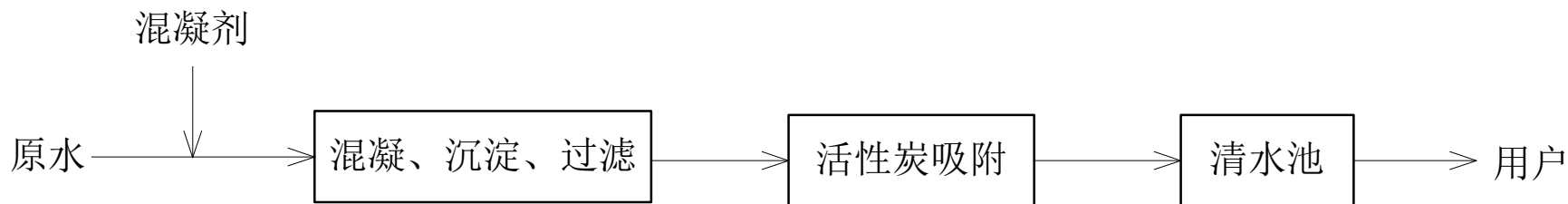


图4-19 活性炭处理的工艺流程

3) 适用于经常规处理工艺后某些有机物、有害物质或色、臭味等感官性状指标不能满足出水水质要求时可后续活性炭滤池，以保证出厂水水质。

4) 活性炭吸附滤池运行管理

活性炭的物理机械性能是由其煤质和生产工艺所决定的，因此实际生产中只能对粒径和粒度分布进行选择。在饮用水深度处理中，对炭后出水浊度应严格控制，即要求在砂滤池出水浊度的基础上不再升高，其操作规程同普通快滤池。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(2) 臭氧、活性炭处理

臭氧、活性炭工艺是臭氧处理和活性炭相结合而组成的工艺。

1) 工艺原理与特点

臭氧的作用是利用臭氧的强氧化作用改变大分子有机物的性质和结构，以利于活性炭微孔的吸附。加上臭氧水中含有剩余和充分的氧，使活性炭处于富氧状态，在活性炭颗粒表面繁殖生长形成生物膜，通过生物吸附和氧化降解作用，显著提高了活性炭去除有机物的能力，延长了活性炭使用寿命。

第二节 特殊水质处理和运行管理

(2) 臭氧、活性炭处理

2) 工艺流程

工艺流程见图4-20。

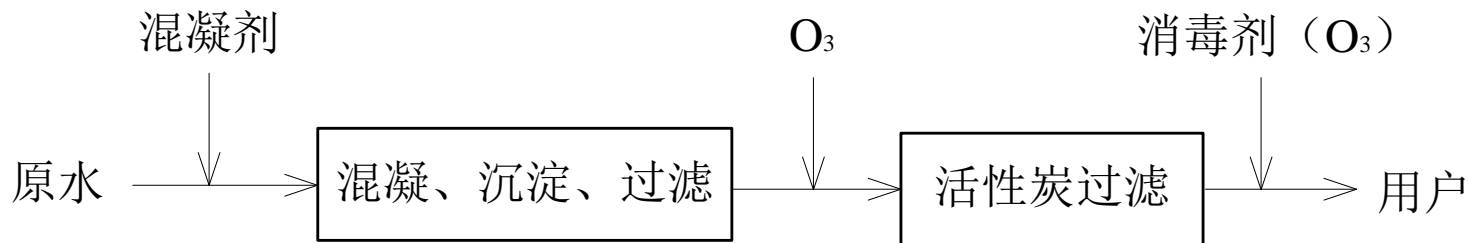


图4-20 臭氧、活性炭组合的水处理工艺

3) 臭氧与活性炭的应用

- ① 能降解溶解性高分子有机物氧化成低分子有机物，易于被活性炭吸附。
- ② 能去除水中可溶解性铁、锰、氰化物、硫化物、亚硝酸盐等。
- ③ 降低色、臭味物和THMs的生成潜能

第二节 特殊水质处理和运行管理

(2) 臭氧、活性炭处理

4) 臭氧投加量

当去除水中臭味为主时，投加量 $1.0\sim 2.0\text{mg/L}$ ；当去除色度为主时，投加量 $2.5\sim 3.0\text{mg/L}$ ；去除有机物为主时，投加量 $1.0\sim 3.0\text{mg/L}$ 。

5) 气水接触时间

一般采用水力停留时间大于 $5\sim 10\text{min}$ ，臭氧吸收率可达 $80\sim 90\%$ 。



第三节 消毒方法

消毒是采用物理、化学或生物方法灭活水中病原体的过程。凡作为生活饮用水必须进行消毒，使供水水质达到国家《生活饮用水卫生标准》（GB5479）。水的消毒必须满足以下两个条件：第一，在水进入配水管网前，必须灭活水中的病原体；第二，从水进入管网起到用水点以前，消毒作用一直保持到最不利点的用水点处，以防止管网在输送过程中病原体或细菌再度繁殖，造成二次污染。



第三节 消毒方法

(一) 使用消毒剂的要点

1、农村水厂消毒剂一般在滤后水入清水池前投加，当原水中有机物或藻类较高时，可在混凝沉淀前和滤后水同时投加。在混凝沉淀前投加以氧化水中有机物和杀灭藻类，去除水中色、嗅、味，经过滤后再次投加，以进行水的消毒。

2、水和消毒剂接触时间应在30min以上，出厂水保持游离性余氯在0.3mg/l以上时，才能对肠道致病菌（如伤寒、疟疾等）、钩端螺旋体、布氏杆菌等有杀灭作用。

采用加氯消毒法，水中主要形成游离性余氯。消毒剂投加点设在清水池的进水管上，无水池时可在泵前或泵后管道中投加，但应有30min的接触时间。



第三节 消毒方法

(一) 使用消毒剂的要点

3、消毒是水净化的最后一道屏障，投加量少或多均不利于饮水安全。消毒剂的设计用量既要保证微生物的灭活也要控制有害消毒副产物在允许范围内。采用滤前氧化和氯消毒时，投加量一般为 $1\sim 2.5\text{mg/L}$ ，滤后水或地下水的氯消毒，投加量一般为 $0.5\sim 1.5\text{mg/L}$ ，出厂水余氯不低于 0.3mg/L ，管网末梢游离性余氯不低于 0.05mg/L 。

4、投加消毒剂的管道、设备及其配件，应采用无毒、耐腐蚀的材料。

第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

我国农村供水中，常用消毒方法有液氯、次氯酸钠、漂粉精、漂白粉、二氧化氯、臭氧、紫外线等。

1、液氯消毒及其运行管理

将液氯气化后通过加氯机投入水中完成氧化和消毒的方法称为液氯消毒法。

(1) 液氯特征

液氯在常温常压条件下，极易气化成氯气，呈黄绿色，在 0°C 和 101.325KPa 时，每 mL 约重 3.2mg ，重量约为空气的 2.5 倍，因此当它在室内泄漏后，就会把空气排挤出去，并在室内累积起来，必须从加氯间低位设排气。氯气有毒，使用时需注意安全，防止漏氯。

因氯具有氧化能力强，消毒效果好，并可去除水中嗅、味和有机物。但也有不足之处，对微污染水进行消毒时，会与水中有机物形成三氯甲烷、卤乙酸等致突变物消毒副产物。

第三节 消毒方法

1、液氯消毒及其运行管理

(2) 消毒原理

液氯极易气化，易溶于水与水生成次氯酸，并进一步离解成次氯酸、次氯酸离子与氯离子。氯消毒主要通过次氯酸（HOCl）起作用，借助氯原子的氧化作用，破坏菌体内的酶，从而灭活细菌。

(3) 加氯量的确定

一般安全投加量为1mg/L。

加氯量可按下列公式计算：

$$Q = 0.001q \cdot Q_1$$

式中：Q — 加氯量（Kg/h）；

q — 最大投氯量（mg/L）；

Q₁— 需消毒的水量（m³/h）；

同样条件下，增加投氯量会提高消毒效果，但余氯也不宜过大，否则不仅浪费氯，而且使水呈明显氯味。



第三节 消毒方法

1、液氯消毒及其运行管理

(4) 液氯消毒注意事项

液氯采用加氯机投加，氯瓶内液氯不能用尽，水倒灌氯钢瓶会引起爆炸。故必须防止水倒灌钢瓶。加氯间应有校核氯量的磅秤。

当氯钢瓶大量漏氯不能制止时，必须及时处理。小的钢瓶可投入水池或河水中，让氯气溶解于水里，但这种方法会杀死水中的生物；另一种方法是把氯气接到碱性溶液中予以中和，

第三节 消毒方法

2、液氯投加系统运行与维护

(1) 液氯投加系统运行管理

1) 液氯钢瓶内液氯不得用光，必须留有1%原装液氯重量，即应调换贮存的满钢瓶，以防空氯瓶返水后引起爆炸。

2) 农村水厂使用的钢瓶大小要与水厂规模相匹配，小水厂不应使用500kg以上的钢瓶，宜采用40~100kg钢瓶。一般一个液氯钢瓶使用时间以不超过2个月为好。

第三节 消毒方法

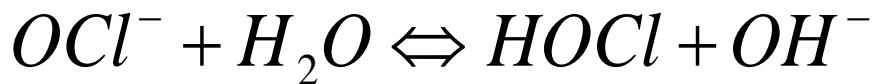
(二) 常用消毒方法及其运行管理

2、次氯酸钠消毒及其运行管理

将液氯气化后通过加氯机投入水中完成氧化和消毒的方法称为液氯消毒法。

(1) 次氯酸钠消毒特点

次氯酸钠 (NaOCl) 是一种强氧化剂, 在溶液中产生次氯酸离子, 通过水解反应生成次氯酸, 具有与液氯相同的消毒作用, 但效果不如液氯。



次氯酸钠所含的有效氯易受日光、温度的影响而分解, 所以一般采用次氯酸钠发生器现场制取, 就地投加。次氯酸钠发生器操作简单, 比投加液氯安全、方便。

第三节 消毒方法

(2) 次氯酸钠发生器

次氯酸钠 (NaOCl) 是一种强氧化剂，在溶液中产生次氯酸离子，通过水解反应生成次氯酸，具有与液氯相同的消毒作用，但效果不如液氯。

1) 次氯酸钠发生器，是利用钛阳极电解食盐水溶液产生次氯酸钠。



2) 次氯酸钠发生器产生的次氯酸钠为淡黄色透明状液体，PH=9.3~10，含有效氯6~11mg/mL。

3) 制取1Kg有效氯，耗食盐3~4.5Kg，耗电量为5~10Kw·h时，其成本较漂白粉低。

4) 电解时的盐水浓度以3%~3.5%为宜，可降低电解槽电压，减少耗电量，并能延长阳极的使用寿命，但是食盐的利用率低，会使费用增加。



第三节 消毒方法

(3) 运行与维护

- 1) 次氯酸钠发生器国内生产厂家很多，型号更多，厂家负责发生器的系统设计，设备安装也应由厂家负责，用户由厂家负责培训，这是选用设备厂家的必须条件。
- 2) 运行中，电解槽内会产生一些杂质（ CaCO_3 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等），一般每周需冲洗电解槽1~2次。
- 3) 根据产品说明书的要求，适时检查、保养、按时检查、更换易损部件，按时对发生器进行大修理。

第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

3、漂白粉消毒与运行管理

漂白粉消毒作用同液氯，市售漂白粉有效氯含量为20%~30%，但由于漂白粉较不稳定，易在光照和空气中发生水解，使有效氯减少。

(1) 漂白粉溶液配制

1) 在装有漂白粉的溶药缸中加入少量水，调制成无块浆糊状，然后加水搅拌成10%~15%的漂白粉溶液，即一包50Kg的漂白粉需用400~500Kg水配制；再加水搅拌配制成1%~2%溶液，沉淀4~24h，其上清液即可使用。

2) 底部残渣还含有有效氯5%~7%，仍可继续加水搅拌制备漂白粉溶液。

3) 漂白粉溶液的每日配制次数不宜大于3次。

第三节 消毒方法

3、漂白粉消毒与运行管理

(2) 漂白粉的投加量

1) 漂白粉投加量是根据出厂水余氯要求及漂白粉有效氯来计量控制。可按下式计算：

$$q = 0.1 \frac{Q \cdot a}{C} \quad (\text{Kg/d})$$

式中 Q — 设计水量 (m³/d) ；

a — 最大加氯量 (mg/L) ；

C — 漂白粉有效氯含量 (%) ， C=20~30。

2) 调制漂白粉时所用水量

$$Q_1 = \frac{100Q}{b \cdot t \cdot n} \quad (\text{L/s})$$

式中 n — 每日调制次数； b — 漂白粉溶液百分浓度 (%)

， b=1~2； t — 每次调制漂白粉放水时间 (s)

第三节 消毒方法

3、漂白粉消毒与运行管理

(3) 运行管理

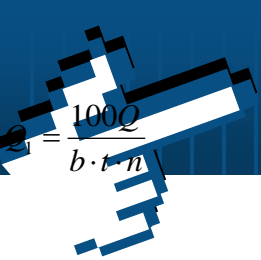
1) 运行人员应该尽快摸索出水厂漂白粉溶液投加量与出厂水合格标准的关系和规律，做到适量投加漂白粉溶液，使出厂水余氯合格。

2) 运行人员要摸索出水厂管网末梢余氯合格（余氯为0.05mg/L）时，水厂出厂水余氯和漂白粉溶液投加量的关系和规律，以确定更适宜的投加漂白粉溶液量。

3) 漂白粉溶液投药箱（缸）应加盖密封，并避免风吹、日晒，以防止有效氯的损耗。

4) 尽量做到溶药箱（缸）中漂白粉不结块，无结垢，排渣及时彻底。如发现管道堵塞或结垢，可用稀盐酸清洗。

第三节 消毒方法



3、漂白粉消毒与运行管理

(4) 维护与保养

- 1) 每次漂白粉溶液配制或使用完，箱（缸）应清理干净。废渣应妥善处置，以免发生 环境污染和次生危害；刷洗液可用于第二次漂白粉溶液的配制。
- 2) 每日检查溶药和投药设备有无破损。检查水位计、搅拌机、阀门是否正常，并擦拭清洁。
- 3) 每月对投药管冲洗，通堵一次。
- 4) 定时对搅拌机进行维护。
- 5) 每年对投药设备做一次解体检查和防腐处理。对设备部件和管道附件进行检查更换或做防腐处理。

第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

4、二氧化氯消毒及其运行管理

将二氧化氯投加水中以完成氧化和消毒的方法，即为二氧化氯消毒法。

(1) 二氧化氯特征

1) 二氧化氯是深绿色的气体，相对密度为2.4，易溶于水，不与水发生化学反应，在水中的溶解度是氯的5倍。二氧化氯很容易爆炸，温度提高，暴露在光线下或与某些有机物接触摩擦，都可能引起爆炸。但溶液浓度低于约10g/L时，就不致产生足够高的蒸汽压力而引起爆炸，一般水处理浓度很少高于4g/L。

2) 二氧化氯在现场边制取边投加，原料的运输较液氯安全，可运往路况较差的农村地区。

3) 二氧化氯为强氧化剂，其有效氯为液氯的2.63倍，能直接氧化水中的腐植酸及三卤甲烷前体物，不产生三卤甲烷等致癌物，并能去除水中产生臭味的有害物。也是一种高效消毒剂，可杀灭水中各种细胞繁殖体，还能灭活病毒原虫和藻类等。但二氧化氯产生的副产物对人体健康不容忽视。

第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

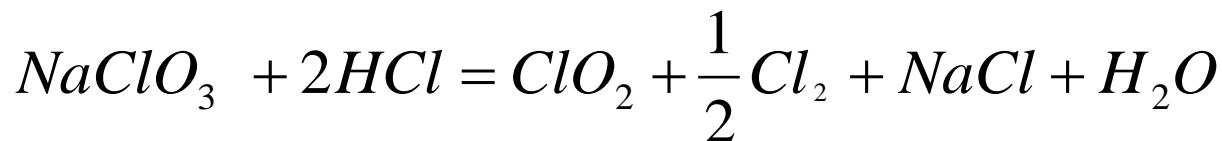
4、二氧化氯消毒及其运行管理

将二氧化氯投加水中以完成氧化和消毒的方法，即为二氧化氯消毒法。

(2) 二氧化氯的制取

目前国产的二氧化氯发生器制取二氧化氯均采用化学法，其原料是氯酸盐或亚氯酸盐，即在酸性介质中，用还原剂还原氯酸盐或亚氯酸盐，还原剂主要是盐酸，盐酸还原氯酸盐产生的二氧化氯为复合型；而盐酸还原亚氯酸盐产生的二氧化氯纯度高达90%以上，但亚氯酸盐价格较贵。反应方程式如下：

氯酸钠/盐酸法



亚氯酸钠/盐酸法



第三节 消毒方法

4、二氧化氯消毒及其运行管理

(3) 二氧化氯的投加量

二氧化氯的投加量与原水水质有关，需通过试验确定：

当仅用作消毒时，一般投加 $0.2\sim 1.0\text{mg/L}$ ；

当兼用作氧化时，一般投加 $0.5\sim 1.5\text{mg/L}$ 。

投加量必须保证管网末端能有 0.05mg/L 的余氯。

第三节 消毒方法

(4) 适用范围

1) 适用于中、小型的农村供水工程。2) 当处理微污染水源时，可作为氧化剂；当处理含藻水时，在常规处理工艺前投加可除藻。

(5) 使用二氧化氯注意事项

- 1) 投加浓度必须控制在防爆浓度以下，二氧化氯水溶液浓度可采用 $6\sim 8\text{mg/L}$ 。
- 2) 必须设置安全防爆措施。空气中二氧化氯含量超过10%，阳光直射，加热至 60°C 以上均有爆炸的危险，应避免有高温、明火在库房内产生。
- 3) 对每种药剂应设置单独的房间，在房间内设置监测和报警装置。
- 4) 在工作间要有通风装置和空气的传感、报警装置。
- 5) 在药液贮藏室的门外应设置防护用具。
- 6) 不允许在工作区内从事维修工作。
- 7) 发生器应选用安全性能好，能自动控制进料、控制投加量，药液用完自动停泵报警。
- 8) 发生器应具有自动/手动控制投加浓度，浓度上下限可人为设定

第三节 消毒方法

(6) 二氧化氯消毒运行和维护

- 1) 运行过程中要经常监测药剂溶液的浓度，现场要有测试设备。
- 2) 在进出水管线上设置流量监测仪，控制进出水流量。
- 3) 避免制成的 ClO_2 溶液与空气接触，以防在空气中达到爆炸浓度。
- 4) 应严格按工艺要求操作，不能片面加快进料，盲目提高温度。
- 5) 运行过程严格控制二氧化氯投加量，当出水中氯酸盐或亚氯酸盐含量超过 0.7mg/L ，应适当采取措施，降低二氧化氯的投加量。
- 6) 要定期的停止运转，并仔细的检查系统中各部件。
- 7) 每天应检查发生器系统部件，接口有无渗漏现象。
- 8) 每年对管道、附件进行一次恢复性修理。

第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

5、臭氧消毒及其运行管理

将臭氧投加水中以完成氧化和消毒的方法。臭氧(O₃)是氧(O₂)的同素异形体，有很强的氧化性和很强的杀菌消毒作用。

(1) 臭氧特征

1) 臭氧分子式为O₃，常温下是一种具有刺激性特殊气味，不稳定的淡蓝色气体。臭氧略溶于水，具有极强的氧化能力，高于氯和二氧化氯，具有广谱杀灭微生物的作用。但臭氧很不稳定，在常温下极易分解还原为氧气，在自来水中的半衰期约是15min (20°C)。

2) 臭氧属于有害气体，接触时间越长，对人体影响越大。空气中臭氧浓度的允许值为0.2mg/m³；当人体接触一定浓度臭氧产生不适的感觉后，换一个无臭氧的环境就会解决。但臭氧消毒基建投资大、耗电量大。臭氧在水中不稳定，半衰期短、易于消失。



第三节 消毒方法

5、臭氧消毒及其运行管理

(2) 臭氧消毒原理

臭氧杀菌机理以氧化作用破坏微生物膜的结构实现杀菌作用。臭氧首先作用于细胞膜，使膜受损伤而导致新陈代谢障碍，臭氧继续渗透膜而破坏膜内脂蛋白和脂多糖，改变细胞的通透性，导致细胞溶解死亡。而臭氧灭后病毒则认为氧化作用直接破坏其核糖核酸RNA或脱氧核糖核酸DNA物质而完成的。



第三节 消毒方法

5、臭氧消毒及其运行管理

(3) 臭氧在生活饮用水处理上的应用

臭氧可以有效降低水中的化学需氧量（COD）和生化需氧量（BOD）的浓度，并可氧化水中的氨、脱色，有利于悬浮物的去除，杀灭水中各种细菌等。用臭氧氧化还可将多种难于或不可生物降解的有机物转化为可生物降解的有机物，并可去除水中色、嗅、味、除藻、除酚，去除硫化物、亚硝酸盐等。



第三节 消毒方法

5、臭氧消毒及其运行管理

(4) 适用范围

臭氧适用于不建清水池的小型农村供水工程，一般输配水管网较短的小型农村水厂。当水在输配水管网中的停留时间短于15min时，如果采用臭氧消毒，可确保管网末梢水的微生物安全性。

第三节 消毒方法

5、臭氧消毒及其运行管理

(5) 臭氧消毒运行管理、维护与保养

- 1) 对投加臭氧化气气量及浓度能自动进行控制，防止投加量不稳定。
- 2) 对系统的机电设备，如泵、尾气量测与处理设备等进行自动控制。
- 3) 空气中和水中臭氧浓度量测必须采用专用量测仪器（空气中臭氧量测浓度为1~50mg/L；水中臭氧量测浓度0.01~1.0mg/L）。
- 4) 臭氧发生器系统严格按产品说明书进行操作管理
- 5) 臭氧发生器运行系统及投加系统管道、阀门、气、水应通畅。
- 6) 每日应检查发生器系统的部件、管道接口有无渗透现象及跑气等。严防跑、冒、滴、漏，建筑物内无臭氧渗漏气味，并保持环境和设备清洁。
- 7) 依据产品说明书的要求，适时检修、保养、按时检查，更换易损部件，按时对发生器进行大修理。
- 8) 每年对臭氧发生器、投加管道和附件进行一次恢复性修理。



第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

6、紫外线消毒及其运行管理

利用紫外线光在水中照射一定时间以完成消毒的方法。

1) 紫外线消毒原理

紫外线是一种物理消毒方法。紫外消毒主要是利用波长为250~280nm的紫外线使一条核酸链上相邻的胸腺嘧啶结合形成二聚体，从而阻碍DNA繁殖复制成功，造成细胞代谢繁殖发生紊乱，而导致生长性细胞死亡和再生性细胞死亡，达到杀菌消毒的目的。



第三节 消毒方法

(二) 常用消毒方法及其运行管理

6、紫外线消毒及其运行管理

2) 消毒特点

紫外线具有很强的杀菌光谱性，对光谱细菌、病毒杀伤力强。并能与水中的化合物作用发生光化学反应而破坏有机物，在紫外线照射下，有机物化学键发生断裂而分解，不产生有害副产物。

利用紫外线进行饮用水消毒，接触时间短，杀菌能力强，处理后水无色、无味、耗电少、设备简单。并能实现自动化，有利于安全生产。但紫外线消毒无持续杀菌能力，不能防止水在管网中再度污染，只能现消毒现饮用，消毒费用稍高些。



第三节 消毒方法

3) 适用范围

适用于农村小型单村供水工程。特别是无清水池的小型工程。即将水从水源井提升经紫外线消毒后直接供农户的供水工程。同时也适用于超纯水的小型工程。

4) 悬浮物对紫外消毒效果的影响

由于悬浮物与胶体颗粒在水中会阻挡、吸收、衰减以及散射紫外线，因此对杀菌效果有很大影响，这是对紫外消毒主要影响因素，也是提高紫外线消毒必须考虑的影响因素。由于水中悬浮颗粒组成千变万化，相同或相似的悬浮物（SS）对紫外线杀菌效率的影响有较大的不同。因此在采用紫外线消毒时，浑浊度必须 $\leq 3\text{NTU}$ 以下，以保证紫外线的消毒效果。

第三节 消毒方法

5) 紫外消毒运行及保养

- ① 为保证杀菌效果，根据紫外线灯管的寿命和光强衰减规律。当使用至紫外线灯管标记的寿命 $3/4$ 时间即应更换灯管。有条件的应定期检测灯管的输出光强。没有条件的可逐日记录使用时间，以便判断是否达到使用期限。超过使用寿命的紫外线灯管即使仍发光，但可能已不能有效杀菌。
- ② 开机应经常观察产品的窥视孔，以确保紫外线灯管处于正常工作状态。
- ③ 勿直视紫外光源，暴露于紫外灯下工作时应穿防护服，戴防护眼镜。紫外消毒器工作的房间应加强通风。
- ④ 未放空水的紫外消毒器再次启用时应先点亮5min后再通水。
- ⑤ 由于光化学作用，长期使用后，紫外线消毒器的石英玻璃套管与水接触部分会结垢，若不及时清洗，会降低紫外线的穿透能力，大大降低杀菌效果。沉淀在石英套管上的水垢主要成分为氧化铁、碳酸钙等。可按厂家说明，小心取出石英套管，用适量的清洗剂（如稀盐酸、柠檬酸）清洗除垢。有的厂家在紫外线消毒器中设计安装了自动清洗除垢系统。在压力室内安装了紫外线光强测定仪，当石英套管结垢后，照射强度下降，当照射强度下降到一定程度，就会自动启动清洗系统，一般一月清洗一次。

第三节 消毒方法

(四) 消毒间的运行管理

1、消毒间一般应设在靠近投加地点和水处理厂的下风口，投加消毒剂应与仓库分隔布置，必须有直接通向外部并向外开的门。

在消毒间的出入口，应设有工具箱、抢修工具箱及防毒面具等。照明和通风设备的开关设在室外。

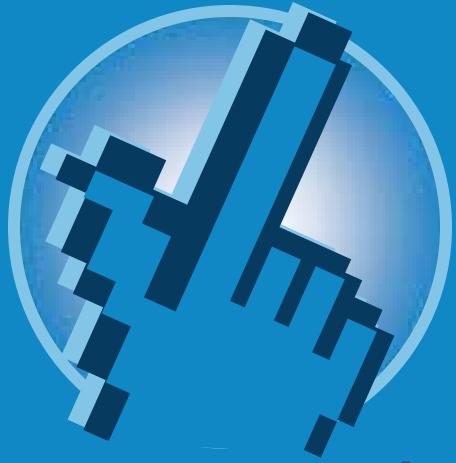
2、消毒间的管线应敷设在管沟内，消毒设备包括管道应保证水处理厂不间断工作。投加消毒剂的压力水应保证有足够的量和压力，尽可能保持压力稳定。

3、消毒间要有良好的通风，氯气、二氧化氯、臭氧比重都大于空气，排风口设在低处。

4、消毒间应设报警器，当消毒剂浓度超过定值时自动报警，有条件应将通风设备与报警器联动。当少量泄漏时，自动打开风扇。

5、消毒剂的储备量不宜大于30d的储存量。

6、每种消毒剂使用安全注意事项不同，应根据制备消毒剂的原料和消毒剂的性质分别控制和运行管理。



| 2014 | 谢谢...