

# 基于自来水厂不同处理工艺效果的研究

盐城市大丰区青少年活动中心

探究方向：研究报告

学生代表：侯思宇、陈思翰 辅导老师：李青玲

一、方案实施概述（简述目的、意义， 想要解决的问题， 解决的途径和方法， 实施 成果等。限 500 字以内）：

水是人类赖以生存的资源， 保护水资源就是保护我们自己。唤起公众的节水意 识、加强水资源保护， 是“世界水日”设立的宗旨。2021 年 3 月 22 日是第二十九 届“世界水日”， 3 月 22-28 日是第三十四 届“中国水周”。在此背景下， 以高中学 生的视角和理化知识， 持续跟踪不同处理阶段浑浊度和耗氧量 两个水质特征性控制 指标， 体验水质检验工作的科学性、严谨性， 探索不同工艺的处理效果。通过此阶 段的调查性研究， 足以证明清洁的水是一种非常宝贵的资源， 立志用自己的实际行 动宣传清洁水的宝贵 性， 成为节水护水的倡导者和实践者。

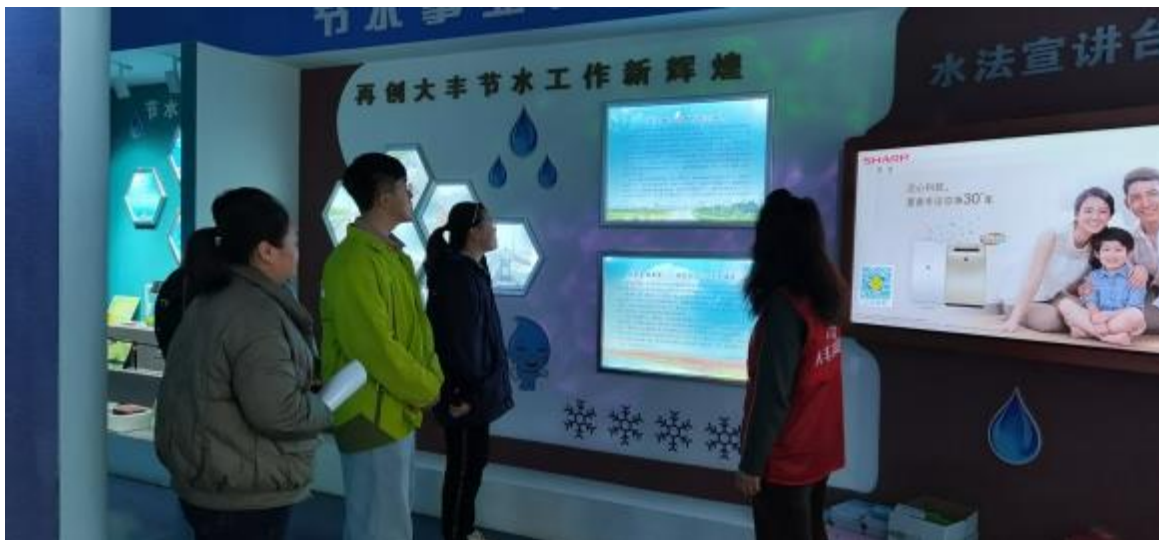
二、详细描述方案实施过程及结论（运用图表、数据、照片和文字相结合的方式表 述）：

1 2021 年 3 月 22-28 日中国水周， 参观盐城市大丰区水利局节水教育基地、区 自来水厂、实验室等， 了解水资源基本信息、清洁水的生产过程、水质检测相关知识。

## 1.1 参观盐城市大丰区水利局节水教育基地

联合国确定 2021 年“世界水日”的宣传主题为“Valuing Water”（珍惜水、爱 护水）， 我国纪念 2021 年“世界水日”和“中国水周”活动的宣传主题为“深入贯 彻新发展理念， 推进水资源集约安全利用”。据水利部统计， 全国有 400 座城市供水不足， 110 座城市严重缺水。在 32 个百万人口以上的特大城市中， 有 30 个城市 长期受缺水困扰。在 46 个重点城市中， 45.6%水质较差， 14 个沿海开放城市中有 9 个严 重缺水。人均水资源量仅为 2220 立方米， 是世界平均水平的 1/4， 列全球第 88 位， 属于“缺水国家”。





### 1.2 参观自来水厂

20 世纪初研发出的“混凝-沉淀-过滤-消毒”净水工艺，称为第一代城市饮用水净化工艺，它使水介烈性细菌性传染病的流行得到有效的控制，很长一段时间以来，

自来水厂均采用该工艺进行水处理，为人类社会的发展做出了重大贡献。近年来，江苏省各地自来水公司在政府和有关部门的指导和支持下，逐渐升级改造，在常规处理工艺基础上，广泛建成投运“臭氧+生物活性炭”深度处理工艺。大丰自来水在此基础上不断进行产学研工作，创新性地深度处理工艺后增加了“超滤+纳滤”双膜法处理工艺，实现多级屏障处理工艺保障，进一步去除微量污染物，提高水源污染抗风险能力，同时进行水处理工艺组合的探索。

生产工艺流程如下图。



水源水根据水质需要，经过必要的预处理(投加高锰酸钾、粉末活性炭、强化预处理工艺)调节，由送水泵房经过管道混合器输送进水厂各处理单元进行生产。



### 1.3 参观实验室

本次实验方案主要探索浑浊度和耗氧量两个水质特征性控制指标。

**浑浊度：** 浑浊度是水体物理性状指标之一。它表征水中悬浮物质等阻碍光线透 过的程度。一般来说， 水中的不溶解物质越多， 浑浊度也越高。浑浊度是由于水中 存在颗粒物如黏土、污泥、胶体颗粒、浮游生物及其他微生物而形成， 用以表示 水的清澈或浑浊程度， 是衡量水质良好程度的重要指标之一。《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）规定生活饮用水浑浊度的限值为 1NTU(水源与净水技术条件限制时 为 3)，采用散射法-福尔马肼标准(GB/T5750.4-2006-2.1)进行测定。

**耗氧量：** 耗氧量也称化学需氧量（锰法）， 以 COD Mn 表示。它指以高锰酸钾为 氧化剂， 在一定条件下氧化水中还原性物质， 将消耗高锰酸钾的量折算为氧表示 (O<sub>2</sub>, mg/L)。水中还原性物质包括无机物和有机物， 主要是有机物， 因此耗氧量能间接 反映水受有机污染的程度， 是评价水体受有机物污染总量的一项综合指标。《生活饮 用水卫生标准》（GB 5749-2006）规定生活饮用水耗氧量的限值为3mg/L(水源限制， 原水耗氧量>6mg/L 时为 5)，采用酸性高锰酸钾滴定(GB/T5750.7-2006-1.1)进行测定。



2 2021 年 4 月-5 月丰水期期间， 利用课余时间， 于自来水厂各处理单元(沉淀 池出水、砂滤池出水、臭氧-生活活性炭池出水、超滤出水、纳滤出水等)采样点进行 采样， 采用散射法-福尔马肼标准 (GB/T5750.4-2006-2.1)测定浑浊度， 采用酸性高锰 酸钾滴定法(GB/T5750.7-2006-1.1)测定耗氧量， 做好数 据记录。



#### 2.1 原料

水厂生产工艺各处理单元出水： 砂滤池出水、臭氧-生物活性炭池出水、超滤出 水、纳滤出水。

#### 2.2 主要设备及试剂

##### 2.1.1 浑浊度

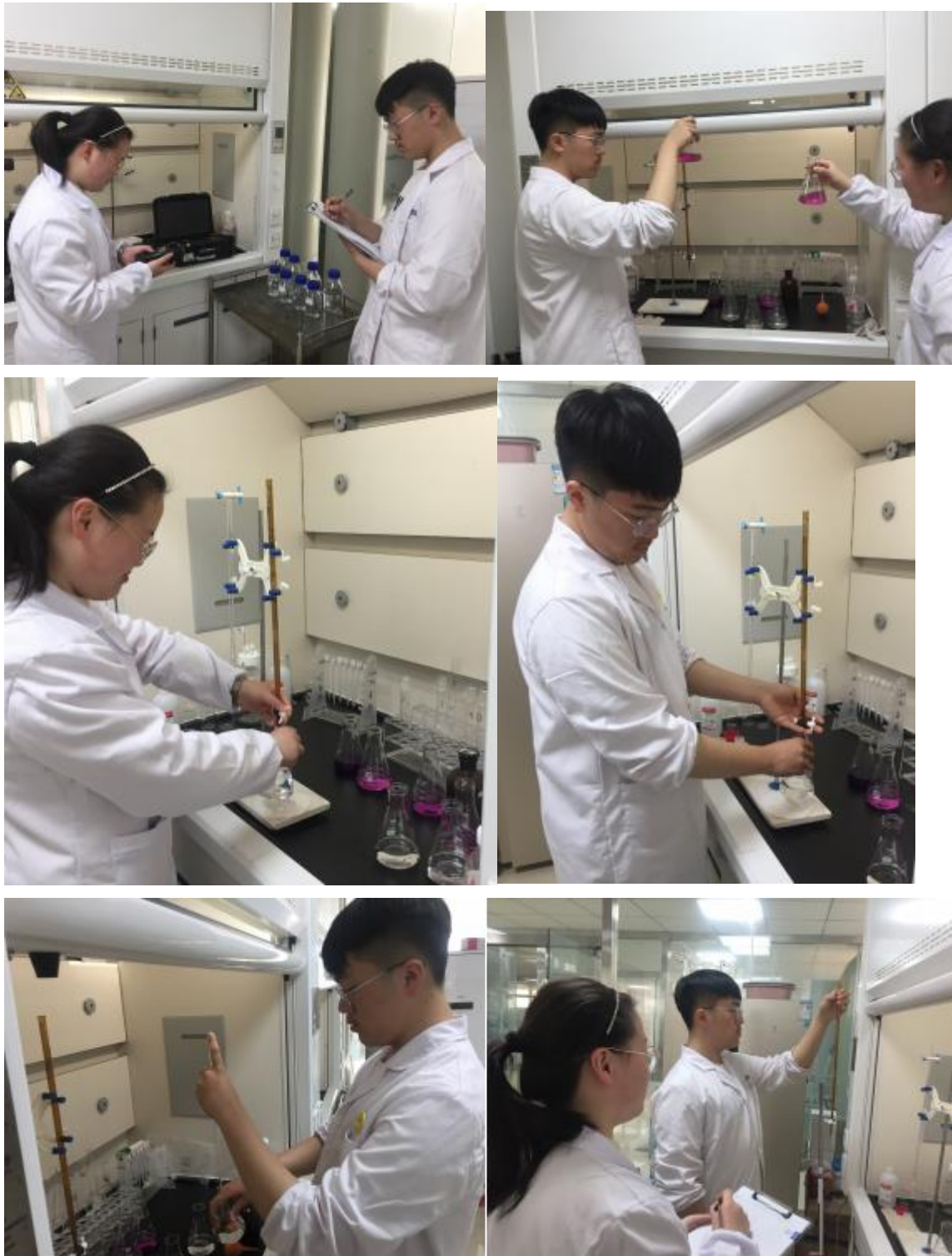
设备： 便携式浊度仪， 美国哈希 2100Q

试剂： 浑浊度校正液

### 2.1.2 耗氧量

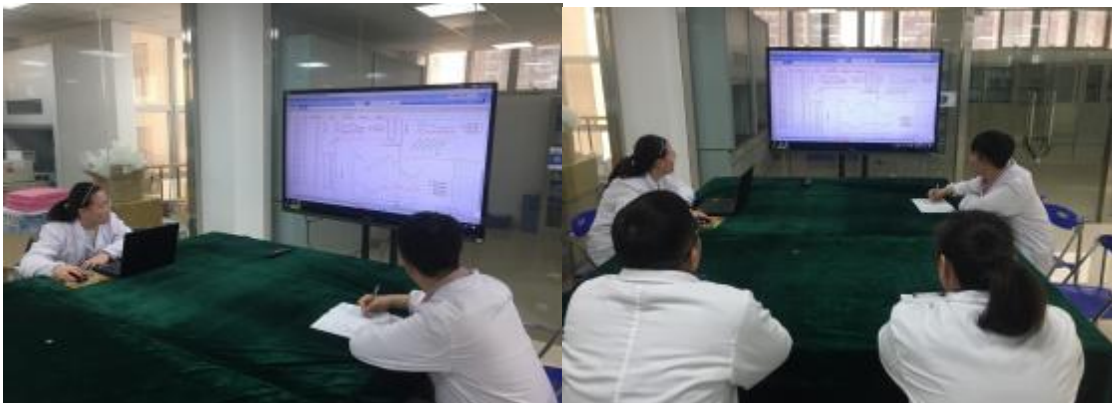
设备： 电热恒温水浴锅(可调至 100℃)、锥形瓶 100mL、滴定管

试剂： 硫酸(1+3)、高锰酸钾溶液(0.01000mol/L)、草酸钠溶液(0.01000mol/L)

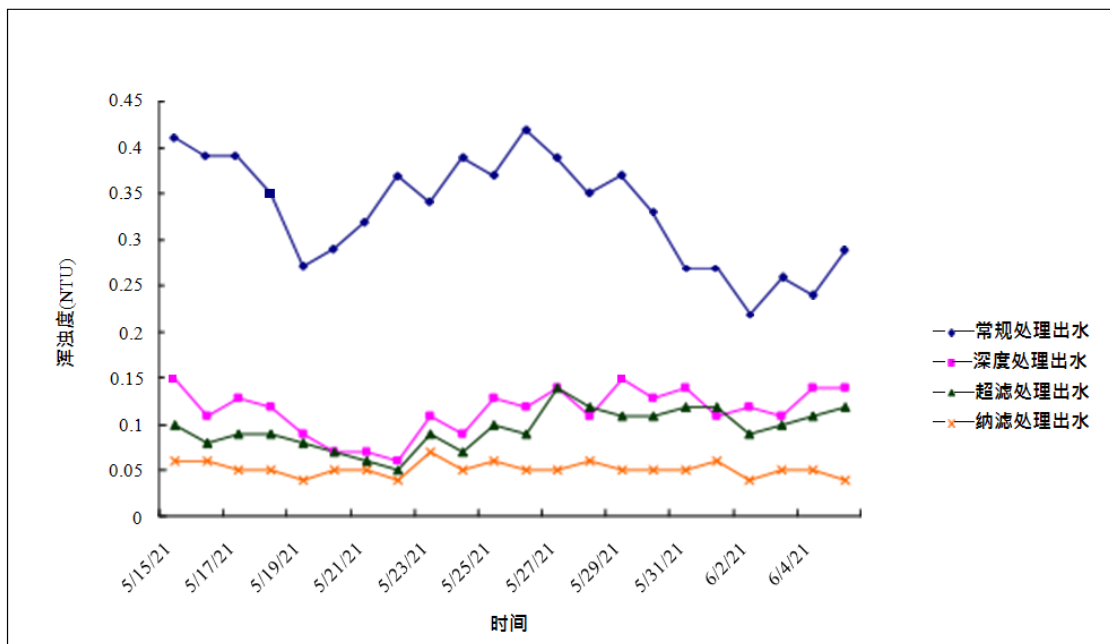


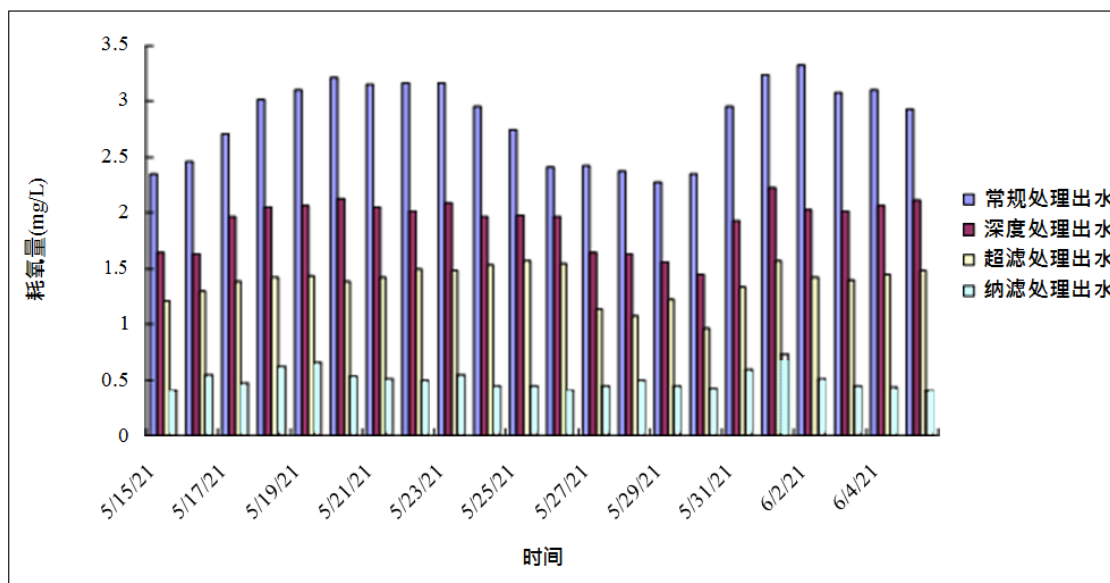
3 2021年6月，对方案中所测数据进行技术分析，邀请相关专家评审把关。

根据实验方案取砂滤池出水、臭氧-生物活性炭池出水、超滤出水、纳滤出水的检测数据分别对应常规处理、深度处理、超滤处理、纳滤处理的检测结果，由此分析对比不同处理工艺的效果。



由检测数据分析可知，深度处理工艺对于常规处理工艺浑浊度平均去除率为64%，耗氧量平均去除率为48%；超滤处理工艺对于深度处理工艺浑浊度平均去除率为16%，耗氧量平均去除率为40%；纳滤处理工艺对于超滤处理工艺浑浊度平均去除率为44%，耗氧量平均去除率为63%。  
浑浊度和耗氧量的检测数据汇总如下两图。





因此，在保证满足国家生活饮用水卫生标准的前提下，从有效去除率和经济运行两方面综合考虑，在水源水质稳定、无突发水质污染情况下，水厂采用常规处理结合深度处理工艺即可产出合格水，满足人民生活需求。超滤处理和纳滤处理工艺在城市生活饮用水处理中仍处理探索阶段，是合格水向优质水提升的发展方向，同时还可以在应急情况下为常规处理、深度处理提供多级保障。

4 2021年7月，完成实施方案，如上述。

### 三、经费及耗材的使用情况：

#### 1、采样及实验耗材：1800元

采样瓶 250mL×6只(4用2备)、采样瓶 500mL×6只(4用2备)；

锥形瓶 250mL×7只(5用2备)、滴定管 25mL×4支(2用2备)、吸管 100mL×4支(2用2备)、刻度管 10mL×4支(2用2备)、吸管 10mL×8支(4用4备)；

固体高锰酸钾 500g×1瓶、固体草酸钠 500g×1瓶、硫酸 500mL×4瓶；擦镜纸 2盒、一次性滴管 1袋、纯净水若干等。

#### 2、实验防护用品：300元

护目镜 2副、丁腈防护手套 1盒、一次性手套 2盒、防酸防护口罩 1盒、活性炭防护口罩 1盒等。

#### 3、交通及其他杂费：400元

### 四、实施方案自我评价（实施效果、不足和改进建议等）：

本方案中测定的浑浊度和耗氧量水质数据仅代表2021年丰水期某一段时间内的水质情况，不能完全详尽地表征当地的实际水质情况和生产处理能力，但通过此阶段的调查性研究，足以证明清洁的水是一种非常宝贵的资源。水源水质的不稳定性及各种不确定因素给清洁水的生产带来极大的考验，清洁的、符合生活饮用的水的生产需要投入大量的人力、物力和财力，以及水务工作者的辛劳。我们要用自己的实际行动宣传清洁水的宝贵性，成为节水护水的倡导者；充分认识节约水资源、保护水环境的重要意义，积极传播节水护水的文明理念，倡导节水护水的良好生产生活方式；成为节水护水的践行者；感染、带动身边的人，珍惜每一滴水，做到一水多用、重复利用、杜绝浪费，凝聚身边节水护水的力量。

### 五、校方点评：

本次活动主题鲜明、方案合理、任务清晰、分工明确、实施过程流畅。两位同学在老师的指导和水厂工作人员的帮助下，学习相关理论知识并独立完成化学实验，通过积累一定量的数据，运用“STEM”知识，

整理数据、分析数据、利用数据并 完成相关研究报告， 在科研方面打下了一定基础， 同时以深刻的体验认识到清洁的 水是一种非常宝贵的资源并立志成为节水护水的践行者。