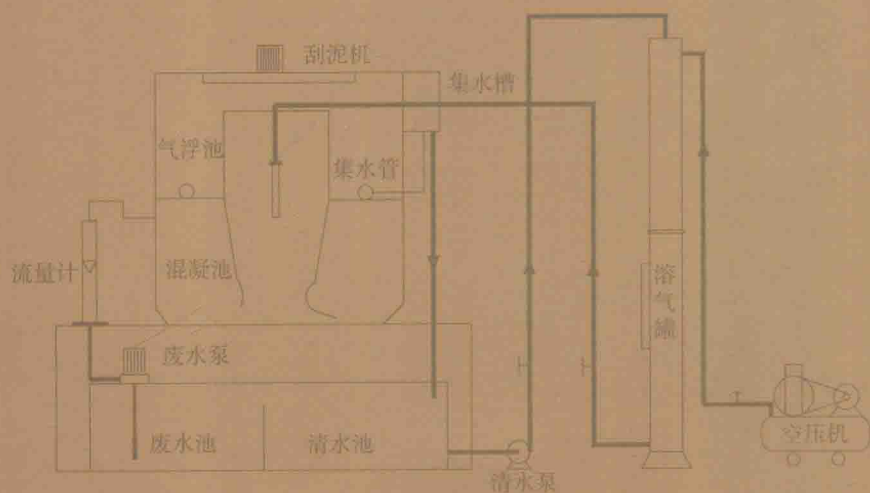


水污染控制 实验教程

主 编 王方园
副主编 叶群峰 林红军



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

浙江师范大学环境

水污染控制 实验教程

主 编 王方园
副主编 叶群峰 林红军



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水污染控制实验教程/王方园主编. —武汉:武汉大学出版社,2015.3
ISBN 978-7-307-14137-7

I. 水… II. 王… III. 水污染—污染控制—实验—教材
IV. X520.6—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 193911 号

责任编辑:谢文涛 责任校对:汪欣怡 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北金海印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:7.75 字数:181千字 插页:1

版次:2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

ISBN 978-7-307-14137-7 定价:24.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

水污染控制实验是环境类专业的一门实践性专业选修课，是专业教学的重要环节之一。其主要任务是：通过实验使学生初步掌握相关水污染控制与处理技术的基本实验与实践方法和操作技能，巩固和加深学生对所学理论知识的理解与掌握，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，并树立实事求是的科学态度和严肃认真的工作作风。

本书内容主要涉及环境样品中水、大气、土壤等类型，涵盖了环境监测的各种方法，样品分析既有化学法，又有现代仪器分析方法。实验类型按模块进行设计，分为基础验证性实验、综合实验和研究设计型实验，分阶段对学生进行各种技能与动手能力的训练。通过对本课程学习与掌握，使学生对环境监测的过程，如现场监测与调查、监测计划设计、优化布点、样品采集、运送保存、分析测试、数据处理、综合评价等有全方位的了解和掌握，并具备独立从事环境监测工作的基本能力。其中基础实验为验证性实验，侧重于基础实验技能的训练；综合实验是建立在验证性实验的基础上，设计了水和大气监测的综合实验，让学生全面掌握区域环境监测的全过程；研究设计型实验的一部分内容是科研成果转化为学生的实验项目，一部分是目前国内外正在发生或亟待解决的环境问题，让学生接触环境监测领域的研究前沿与正在发生的环境问题，提高学生的研究动手能力，为学生今后研究工作以及科学研究奠定基础。

本书内容实用性强，内容的选取既符合环境专业教学大纲要求，又与国家环境保护标准分析方法相适应，既有环境监测经典项目也有创新性和研究设计型综合项目，可操作性强，以培养学生的动手能力，满足高等院校实验教学的要求。其中选择了环境监测基础及典型实验项目，还增加了综合型、创新型与研究设计型研究内容，力求体现实验科学的知识性、先进性、实用性以及全面应用技能。本书的附录部分还提供了相关环境标准与监测技术规范等内容，更有利于学生对环境监测的规范化全过程的掌握与运用。

实验的基本要求是：掌握实验的基本原理和操作方法；能独立进行实验的全过程；实验过程中，实事求是，严肃认真，观察细致，操作正确，爱护仪器设备；初步掌握水处理与其测试技术以及试验数据的分析处理技术，能独立完成实验报告及相关实验中的思考。

本实验教程由浙江师范大学地理与环境科学学院多年从事教学、科研及实验指导的教师王方园主编，由叶群峰、林红军负责编写、绘图等，周小玲负责校对。由于编者水平有限，加之时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2014年1月

目 录

第一章 水样的采集与保存	1
第一节 水样的采集	1
第二节 水样的保存	2
第三节 水样的管理与运输	5
第二章 微污染水污染控制实验	6
实验一 化学混凝沉淀实验	6
实验二 过滤反冲洗实验	12
实验三 臭氧氧化实验	15
第三章 污水处理实验	17
实验一 水静置沉淀实验	17
实验二 曝气充氧实验	22
实验三 活性污泥吸附性能测定	25
实验四 污泥沉降比和污泥指数评价指标测定实验	27
实验五 厌氧消化或厌氧生物处理实验	30
实验六 活性炭吸附实验	32
实验七 加压溶气气浮实验	38
实验八 SBR 反应器活性污泥培养与驯化实验	40
实验九 污泥比阻的测定实验	47
实验十 废水综合处理设计实验	52

附 录

第一部分 几种常用分析方法与实验仪器的说明	59
附录 1 水中悬浮物测定方法（重量法）	59
附录 2 臭氧浓度的测定	62
附录 3 重铬酸钾法测定 COD 方法及 pH5-3 型酸度计测定 pH 值	63
附录 4 溶解氧的测定	67
附录 5 UV7504 分光光度计使用说明	70
附录 6 多参数 COD 快速分析仪 ET99722 操作方法	72

附录 7 六联混凝搅拌器使用说明 74

第二部分 常用国家与地方、行业标准 75

附录 8 地表水环境质量标准（GB 3838—2002） 75

附录 9 地下水环境质量标准（GB/T 14848—93） 83

附录 10 污水综合排放标准（GB 8978—1996） 87

附录 11 生活饮用水卫生标准（GB 5749—2006） 103

附录 12 溶解氧与水温的关系 113

附录 13 相关水质或行业废水排放标准名录 115

附录 14 纯水制备 116

附录 15 实验报告要求 118

参考文献..... 119

第一章 水样的采集与保存

从水样取出后，到分析结束之前，应尽量避免水中原有成分发生明显变化。避免外来污染，这是工作中十分重要的一环。如果所取水样没有代表性，或者成分已经发生了变化，后面的工作做得再好，也得不到正确的结果，有问题也不易查出来，因此必须注意水样的采集与保存。

第一节 水样的采集

采水样时一般用采水器采水，采水器分为单层采水器、直立式采水器等。采水器多为无色硬质玻璃或聚乙烯塑料瓶，要测水中含有微量金属离子时以使用塑料瓶为宜；水样含有多量油类或其他有机物时，便使用玻璃瓶为宜。采集水样的瓶子使用前也必须洗干净，必要时用 10% 的盐酸溶液浸泡，再用自来水和蒸馏水洗净。采样前用所取水样反复冲洗采水瓶 2~3 次。对于自来水的采集应先放水数分钟，当积留在水管中的杂质及陈旧的水排除后，再取样。工业废水和生活污水由于生产品种的变动，不同时间浓度变化幅度较大。因此，采样前需先进行污染源调查，然后再决定采样方法。（注：在采集水样时还要测量水体水位、流量、流速等一些水文参数，便于计算水体污染负荷是否超过环境容量等一些相关数据）

容器的要求：

选择容器的材质必须注意以下几点：

- （1）容器不能引起新的沾污。一般的玻璃在贮存水样时可溶出钠、钙、镁、硅、硼等元素，在测定这些项目时应避免使用玻璃容器，以防止新的污染。
- （2）容器器壁不应吸收或吸附某些待测组分。一般的玻璃容器吸附金属，聚乙烯等塑料吸附有机物质、磷酸盐和油类。在选择容器材质时应予以考虑。
- （3）容器不应与某些待测组分发生反应。如测氟时，水样不能贮于玻璃瓶中，因为玻璃与氟化物发生反应。
- （4）深色玻璃能降低光敏作用。
- （5）容器的清洗规则。
- （6）根据水样测定项目的要求来确定清洗容器的方法。

用于进行一般化学分析的样品：分析地面水或废水中微量化学组分时，通常要使用彻底清洗过的容器，以减少再次污染的可能性。清洗的一般程序是，先用水和洗涤剂洗，再用铅酸-硫酸洗液，然后用自来水蒸馏水冲洗干净即可，所用的洗涤剂类型和选用的容器材质要随待测组分来确定。测磷酸盐则不能使用含磷洗涤剂；测硫酸盐或铬则不能用铬酸

-硫酸洗液。测重金属的玻璃容器及聚乙烯容器通常用盐酸或硝酸 ($c = 1\text{mol/L}$) 洗净并浸泡 1~2d 然后用蒸馏水或去离子水冲洗。

用于微生物分析的样品：容器及塞子、盖子应经灭菌温度并且在此温度下不释放或产生任何能抑制生物活性、灭活或促进生物生长的化学物质。玻璃容器：按一般清洗原则洗涤用硝酸浸泡再用蒸馏水冲洗以除去重金属或铬酸盐残留物。在灭菌前可在容器里加入硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 以除去余氯对细菌的抑制作用。(以每 125mL 容器加入 0.1mL 的 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 计量)

第二节 水样的保存

一、水样保存

各种水质的水样，从采集到分析这段时间里，由于物理、化学、生物的作用会发生不同程度的变化，这些变化使得进行分析时的样品已不再是采样时的样品，为了使这种变化降低到最小的程度，必须在采样时对样品加以保护。

水样的保存方法分别为冷藏法和化学法。冷藏法在 $2 \sim 5^\circ\text{C}$ 的冰箱里，能够抑制微生物的活动，减缓物理作用和化学作用的速度。水样的运输时间通常以 24h 为最大允许时间，最长贮存时间为清洁水样 72h、轻污染水样 48h、严重污染水样 24h。一般清洁水样保存时间以不超过 72h，轻度污染水样不超过 48h，严重污染水样不超过 12h 为宜。为了保持水质，最好在保存时间内给予适当的处理，常用的处理方法：冷藏 (4°C)、控制 pH 值和加化学保存剂（生物抑制剂、氧化剂或还原剂）等。

1. 水样的保存措施

(1) 应根据测定指标选择适宜的保存方法，主要有冷藏、加入保存剂等。

(2) 冷藏：水样在 4°C 冷藏保存，贮存于暗处。水样冷藏时的温度应低于采样时水样的温度，水样采集后立即放在冰箱或冰-水浴中，置暗处保存，一般于 $2 \sim 5^\circ\text{C}$ 冷藏，冷藏并不适用长期保存，对废水的保存时间则更短。

(3) 冷冻 (-20°C)。

一般能延长贮存期，但需要掌握熔融和冻结的技术，以使样品在融解时能迅速地、均匀地恢复原始状态。水样结冰时，体积膨胀，一般都选用塑料容器。

(4) 将水样充满容器至溢流并密封。

为避免样品在运输途中的振荡，以及空气中的氧气、二氧化碳对容器内样品组分和待测项目的干扰，会对酸碱度、BOD、DO 等产生影响，应使水样充满容器至溢流并密封保存。但对准备冷冻保存的样品不能充满容器，否则水结冰之后，因体积膨胀致使容器破裂。

(5) 加入保护剂（固定剂或保存剂）。

投加一些化学试剂可固定水样中某些待测组分，保护剂应事先加入空瓶中，有些亦可在采样后立即加入水样中。经常使用的保护剂有各种酸、碱及生物抑制剂，加入量因需要

而异。所加入的保护剂不能干扰待测成分的测定，如有疑问应先做必要的实验。所加入的保护剂，因其体积影响待测组分的初始浓度，在计算结果时应予以考虑；但如果加入足够浓的保护剂，因加入体积很小而可以忽略其稀释影响。所加入的保护剂有可能改变水中组分的化学或物理性质，因此选用保护剂时一定要考虑到对测定项目的影响。如因酸化会引起胶体组分和悬浮在颗粒物上固态的溶解，如待测项目是溶解态物质，则必须在过滤后酸化保存。对于测定某些项目所加的固定剂必须要做空白试验，如测微量元素时就必须确定固定剂可引入的待测元素的量。（如酸类会引入不可忽视量的砷、铅、汞）

必须注意：某些保护剂是有毒有害的，如氯化汞（HgCl₂）、三氯甲烷及酸等，在使用及保管时一定要重视安全防护。

2. 常用样品保存条件与技术

因此每个分析工作者都应结合具体工作验证这些要求是否适用，在制定分析方法标准时也应明确指出样品采集和保存的方法。

此外，如果要采用的分析方法和使用的保护剂及容器材质间有不相容的情况，则常需从同一水体中取数个样品，按几种保存措施分别进行分析以求出最适宜的保护方法和容器。

（1）水样的保存期限主要取决于待测物的浓度、化学组成和物理化学性质。

（2）水样保存没有通用的原则。表 1-1 提供了常用的保存方法。由于水样的组分、浓度和性质不同，同样的保存条件不能保证适用于所有类型的样品，在采样前应根据样品的性质、组成和环境条件来选择适宜的保存方法和保存剂。表中列出的是有关水样保存技术的要求、样品的保存时间、容器材质的选择以及保存措施的应用都要取决于样品中的组分及样品的性质。

注：水样采集后应尽快测定。水温、pH 值、游离余氯等指标应在现场测定，其余项目的测定也应在规定时间内完成。

表 1-1 采样容器和水样的保存方法

项目	采样容器	保存方法	保存时间
浊度 ^a	G, P	冷藏	12h
色度 ^a	G, P	冷藏	12h
pH 值 ^a	G, P	冷藏	12h
电导 ^a	G, P		12h
碱度 ^b	G, P		12h
酸度 ^b	G, P		30d
COD	G	每升水加入 0.8mL 浓硫酸冷藏	24h
DO ^a	溶解氧瓶	加入硫酸锰，碱性碘化钾-叠氮化钠溶液，现场固定	24h
BOD ₅ ^b	溶解氧瓶		12h

续表

项目	采样容器	保存方法	保存时间
TOC	G	加硫酸，pH≤2	7d
F ^b	P		14d
Cl ^b	G，P		28d
Br ^b	G，P		14h
I ^{-b}	G	氢氧化钠，pH=12	14h
SO ₄ ^{2-b}	G，P		28d
PO ₄ ³⁻	G，P	氢氧化钠，硫酸调 pH=7，三氯甲烷 0.5%	7d
氨氮 ^b	G，P	每升水样加入 0.8mL 浓硫酸	24h
NO ₂ ⁻ - N ^b	G，P	冷藏	尽快测定
NO ₃ ⁻ - N ^b	G，P	每升水样加入 0.8mL 浓硫酸	24h
硫化物	G	每 100mL 水样加入 4 滴乙酸锌溶液（220g/L）和 1mL 氢氧化钠溶液（40g/L），暗处放置	7d
氰化物，挥发酚类 ^b	G	氢氧化钠，pH≥12，如有游离余氯，加亚砷酸钠除去	24h
B	P		14d
一般金属	P	硝酸，pH≤2	14d
Cr ⁶⁺	G，P（内壁无磨损）	氢氧化钠（pH=7~9）	尽快测定
As	G，P	硫酸，至 pH≤2	7d
Ag	G，P（棕色）	硝酸，至 pH≤2	14d
Hg	G，P	硝酸（1+9，含重铬酸钾 50g/L），至 pH≤2	30d
卤代烃类	G	现场处理后，冷藏	4h
苯并（a）芘 ^b	G		尽快测定
油类	G（广口瓶）	加入盐酸，至 pH≤2	7d
农药类 ^b	G（衬聚四氟乙烯盖）	加入抗坏血酸 0.01~0.02g 除去残留余氯	24h
除草剂类	G	加入抗坏血酸 0.01~0.02g 除去残留余氯	24h
邻苯二甲酸酯类	G	加入抗坏血酸 0.01~0.02g 除去残留余氯	24h
挥发性有机物	G	用盐酸（1+10）调至 pH≤2，加入抗坏血酸 0.01~0.02g 除去残留余氯	12h
甲醛，乙醛，丙烯醛	G	每升水样加入 1mL 浓硫酸	24h
放射性物质	P		5d

续表

项目	采样容器	保存方法	保存时间
微生物 ^b	G (灭菌)	每 125mL 水样加入 0.1mg 硫代硫酸钠 除去残留余氯	4h
生物 ^b	G, P	当不能现场测定时用甲醛固定	12h

注：a 表示现场测定。
b 表示应低温（0~4℃）避光保存。
G 为硬质玻璃瓶；P 为聚乙烯瓶（桶）。

第三节 水样的管理与运输

装有水样的容器必须加以妥善的保护和密封，并装在包装箱内固定，以防在运输途中破损，包括材料和运输水样的条件都应严格要求。除了防震、避免日光照射和低温运输外，还要防止新的污染物进入容器和沾污瓶口使水样变质。

1. 样品管理

- (1) 除用于现场测定的样品外，大部分水样都需要运回实验室进行分析。在水样的运输和实验室管理过程中应保证其性质稳定、完整、不受沾污、损坏和丢失。
- (2) 现场测试样品：应严格记录现场检测结果并妥善保管。
- (3) 实验室测试样品：应认真填写采样记录或标签，并粘贴在采样容器上，注明水样编号、采样者、日期、时间及地点等相关信息。在采样时还应记录所有野外调查及采样情况，包括采样目的、采样地点、样品种类、编号、数量、样品保存方法及采样时的气候条件等。

2. 样品运输

- (1) 水样采集后应立即送回实验室，根据采样点的地理位置和各项的最长可保存时间选用适当的运输方式，在现场采样工作开始之前就应安排好运输工作，以防延误。
- (2) 样品装运前应逐一与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后分类装箱。
- (3) 塑料容器要塞进内塞，拧紧外盖，贴好密封带，玻璃瓶要塞紧磨口塞，并用细绳将瓶塞与瓶颈拴紧，或用封口胶、石蜡封口。待测油类的水样不能用石蜡封口。
- (4) 需要冷藏的样品，应配备专门的隔热容器，并放入制冷剂。
- (5) 冬季应采取保温措施，以防样品瓶冻裂。
- (6) 为防止样品在运输过程中因震动、碰撞而导致损失或沾污，最好将样品装箱运输。装运用的箱和盖都需要用泡沫塑料或瓦楞纸板作衬里或隔板，并使箱盖适度压住样品瓶。
- (7) 样品箱应有“切勿倒置”和“易碎物品”的明显标示。

第二章 微污染水污染控制实验

实验一 化学混凝沉淀实验

一、实验目的

分散在水中的胶体颗粒带有电荷，同时在布朗运动及其表面水化作用下，长期处于稳定分散状态，不能用自然沉淀方法去除。向这种水中投加混凝剂后，可以使分散颗粒相互结合聚集增大，从水中分离出来。

由于各种废水差别很大，混凝效果不尽相同。混凝剂的混凝效果不仅取决于混凝剂种类、投加量，同时还取决于水的 pH 值、水温、浊度、水流速度梯度等影响。

- (1) 加深对混凝沉淀原理的理解；
- (2) 掌握化学混凝工艺最佳混凝剂的筛选方法；
- (3) 掌握化学混凝工艺最佳工艺条件的确定方法。

二、实验原理

化学混凝的处理对象主要是废水中的微小悬浮物和胶体物质。根据胶体的特性，在废水处理过程中通常采用投加电解质、相反电荷的胶体或高分子物质等方法破坏胶体的稳定性，使胶体颗粒凝聚在一起形成大颗粒，然后通过沉淀分离，达到废水净化效果的目的。关于化学混凝的机理主要有以下四种解释。

1. 压缩双电层机理

当两个胶粒相互接近至双电层发生重叠时，就会产生静电斥力。加入的反离子与扩散层原有反离子之间的静电斥力将部分反离子挤压到吸附层中，从而使扩散层厚度减小。由于扩散层变薄，颗粒相撞时的距离减少，相互间的吸引力变大。颗粒间排斥力与吸引力的合力由斥力为主变为以引力为主，颗粒就能相互凝聚。

2. 吸附电中和机理

异号胶粒间相互吸引达到电中和而凝聚；大胶粒吸附许多小胶粒或异号离子， ξ 电位降低，吸引力使同号胶粒相互靠近发生凝聚。

3. 吸附架桥机理

吸附架桥作用是指链状高分子聚合物在静电引力、范德华力和氢键力等作用下，通过活性部位与胶粒和细微悬浮物等发生吸附桥连的现象。

4. 沉淀物网捕机理

当采用铝盐或铁盐等高价金属盐类作凝聚剂时，当投加量很大形成大量的金属氢氧化物沉淀时，可以网捕、卷扫水中的胶粒，水中的胶粒以这些沉淀为核心产生沉淀。这基本上是一种机械作用。

在混凝过程中，上述现象常不是单独存在的，往往同时存在，只是在一定情况下以某种现象为主。

三、实验材料及装置

1. 主要实验装置及设备

(1) 化学混凝实验装置采用六联搅拌器，其结构如图 2-1 所示。

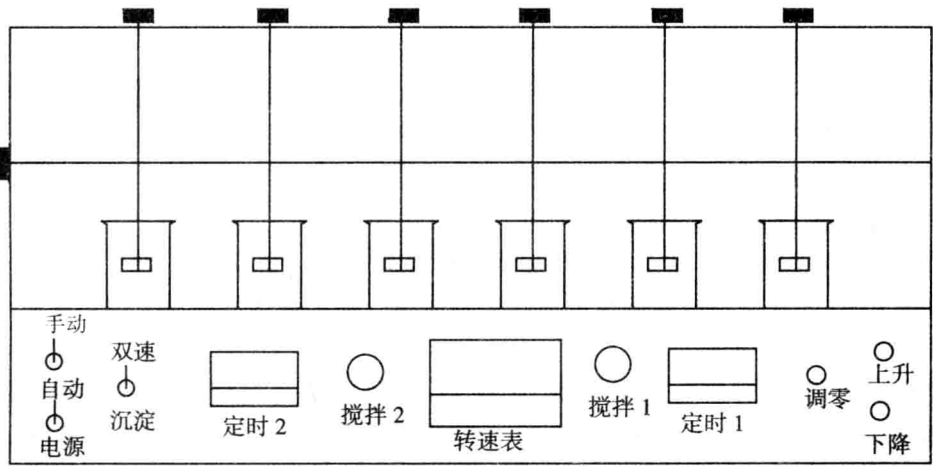


图 2-1 化学混凝实验装置

- (2) pH-3 型精密酸度计。
- (3) COD 测定装置。
- (4) 干燥箱。
- (5) 分析天平。
- (6) 其他配套设施与仪器。

1000mL 烧杯；200mL 烧杯；100mL 注射器，移取沉淀水上清液；洗耳球、移液管（1、5、10mL）、温度计、1000mL 量筒、浊度仪等。

2. 实验用水

生活污水、造纸废水、印染废水等。

3. 实验药品

(1) 混凝剂：聚合硫酸铁 (PFS)、聚合氯化铝 (PAC)、聚合硫酸铁铝 (PAFS)、聚丙烯酰胺 (PAM) 等；

(2) COD 测试相关药品。

四、实验内容

1. 实验方法

取 300mL 废水于 500mL 烧杯中，加酸或碱调整 pH 值后，按一定的比例投加混凝剂，在六联搅拌器上先快速搅拌（转速 200r/min）2min，再慢速搅拌（80r/min）10min，然后静置，观察并记录实验过程中絮体形成的时间、大小及密实程度、沉淀快慢、废水颜色变化等现象。静置沉淀 30min 后，于表面 2~3cm 深处取上清液测定其 pH 值和 COD。

2. 实验步骤

(1) 最佳混凝剂的筛选。

根据所选废水的水质特点，利用聚合硫酸铁 (PFS)、聚合氯化铝 (PAC)、聚合硫酸铁铝 (PAFS)、聚丙烯酰胺 (PAM) 等常规混凝剂进行初步实验，根据实验现象和检测结果，筛选出适宜处理该废水的最佳混凝剂。

(2) 混凝剂最佳投加量的确定。

利用筛选出的混凝剂，取不同的投加量进行混凝实验，实验结果记入表 2-1。根据实验结果绘制 COD 去除率与混凝剂投加量的关系曲线，确定最佳的混凝剂投加量。

(3) 最佳 pH 值的确定。

调整废水的 pH 值分别为 6.0、6.5、7.0、7.5、8.0 进行混凝实验，实验结果记入表 2-2。根据实验结果绘制 COD 去除率与 pH 值的关系曲线，确定最佳的 pH 值条件。

(4) 考察搅拌强度和搅拌时间对混凝效果的影响。

在混合阶段要求混凝剂与废水迅速均匀混合，以便形成众多的小矾花；在反应阶段既要创造足够的碰撞机会和良好的吸附条件让小矾花长大，又要防止生成的絮体被打碎。根据本实验装置——六联搅拌器的特点，通过烧杯混凝搅拌实验，确定最佳的搅拌强度和搅拌时间。

3. 实验结果记录与分析——方法 1

搅拌形成矾花中，注意观察并记录，记入表 2-1、表 2-2 中。

表 2-1 最佳投药量实验记录

第_____组 姓名_____ 实验日期_____

原水温度_____℃ 色度_____ pH 值_____ COD _____ mg/L

使用混凝剂的种类及浓度_____

水样编号		1	2	3	4	5	6
混凝剂投加量（mg/L）							
矾花形成时间（min）							
絮体沉降快慢							
絮体密实							
处理水水质	色度						
	pH 值						
	COD（mg/L）						
搅拌条件	快速	搅拌时间（min）		转速（r/min）			
	中速						
	慢速						
沉降时间（min）							

表 2-2 最佳 pH 值实验记录

第_____组 姓名_____ 实验日期_____

原水温度_____℃ 色度_____ pH 值_____ COD _____ mg/L

使用混凝剂的种类及浓度_____

水样编号		1	2	3	4	5	6
HCL 投加量 (mg/L)							
NaOH 投加量 (mL)							
絮体沉降快慢							
混凝剂的投加量 (mg/L)							
实验水样 pH 值							
处理水水质	色度 (或浊度)						
	pH 值						
	COD (mg/L)						
搅拌条件	快速	搅拌时间 (min)			转速 (r/min)		
	中速						
	慢速						
沉降时间 (min)							

4. 实验结果记录与分析——方法 2

搅拌过程中，注意观察并记录矾花形成的过程、矾花外观、大小、密实程度等，并记入表 2-3、表 2-4 中。

表 2-3 实 验 记 录

实验组号	观察记录		小结
	水样编号	矾花形成及水样过程的描述	
I	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
II	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		

注意事项：

- (1) 搅拌过程完成后，停机，将水样取出，置一旁静沉 15min，并观察记录矾花沉淀的过程。与此同时，再将第二组 6 个水样置于搅拌器下。
- (2) 第一组 6 个水样，静沉 15min 后，用注射器每次汲取水样杯中上清液约 130mL（够浊度仪、酸度计（测 pH 值）用量即可），置于 6 个洗净的 200mL 烧杯中，测浊度及 pH 值并记入表 2-4 中。
- (3) 比较第一组实验结果。根据 6 个水样所分别测得的剩余浊度，以及水样混凝沉淀时所观察到的现象，对最佳投药量的所在区间，做出判断。缩小实验范围（加药量范围）重新设定第 M 组实验的最大和最小投药量值 a 和 b ，重复上述实验。

表 2-4 数据记录表

实验组号	混凝剂名称		原水浑浊度		原水温度℃		原水 pH 值	
I	水样编号		1	2	3	4	5	6
	投药量							
	剩余浊度							
	沉淀后 pH 值							

续表

实验组号	混凝剂名称		原水浑浊度		原水温度℃		原水 pH 值	
II	水样编号		1	2	3	4	5	6
	投药量							
	剩余浊度							
	沉淀后 pH 值							

- 注意事项：**
- (1) 一电源电压应稳定，如有条件，电源上宜设一台稳压装置（如 614 系列电子交流稳压器）。
 - (2) 取水样时，所取水样要搅拌均匀，要一次量取以尽量减少所取水样浓度上的差别。
 - (3) 移取烧杯中沉淀水上清液时，要在相同条件下取上清液，不要把沉下去的矾花搅起来。

5. 结果整理

以投药量为横坐标，以剩余浊度为纵坐标，绘制投药量-剩余浊度曲线，从曲线上可求得不大于某一剩余浊度的最佳投药量值。

五、实验结果与讨论

- 1. 不同混凝剂对 COD 去除率的影响。
- 2. 混凝剂的投加量对 COD 去除率的影响。
- 3. pH 值对 COD 去除率的影响。
- 4. 搅拌速度和搅拌时间对 COD 去除率的影响。
- 5. 混凝最佳工艺条件的确定。
- 6. 简述影响混凝效果的几个主要因素。
- 7. 为什么投药量大时，混凝效果不一定好？

六、思考题

- 1. 根据实验结果以及实验中所观察到的现象，简述影响混凝的几个主要因素。
 - 2. 为什么最大投药量时，混凝效果不一定好。
 - 3. 测量搅拌机搅拌叶片尺寸，计算中速、慢速搅拌时的 G 值及 GT 值。计算整个反应器的平均 G 值。
 - 4. 参考本实验步骤，编写出测定最佳沉淀后 pH 值实验过程。
- 当无六联搅拌器时，试说明如何用 0.618 法安排实验求最佳投药量