

# 水站运维服务项目人员培训

## 目 录

第一节 人员培训概述.....	1
一、培训目标.....	1
二、培训形式.....	5
三、培训内容设计依据.....	7
四、培训管理.....	8
五、培训资源.....	9
六、培训协议与服务期约定.....	11
第二节 培训安排.....	12
一、概述.....	12
二、培训地点及任课教师.....	12
三、培训时间及要求.....	12
四、签到记录表.....	13
第三节 具体培训内容.....	13
一、水质自动监测系统.....	13
二、水质指标与水质标准.....	18
三、误差与数据处理.....	36
四、系统维护具体要求.....	55
五、化学试剂配置.....	74

## 第一节 人员培训概述

### 一、培训目标

#### （一）目的

##### 1. 提高员工的工作能力

（1）员工培训的直接目的就是要发展员工的职业能力，使其更好地胜任现在的日常工作及未来的工作任务。

（2）在能力培训方面，传统上的培训重点一般放在基本技能与高级技能两个层次上，但是未来的工作需要员工更广阔的知识，培训员工学会知识共享，创造性地运用知识来调整产品或服务的能力。

（3）同时，培训使员工的工作能力提高，为取得良好的工作绩效提供了可能，也为员工提供更多晋升和较高收入的机会。

##### 2. 企业获得竞争优势

（1）面对激烈的国际竞争：一方面，企业需要越来越多的复合型经营人才，为进军世界市场打好人才基础。另一方面，员工培训可提高企业新产品研究开发能力，员工培训就是要不断培训与开发高素质的人才，以获得竞争优势，这已是不争的事实。

（2）尤其是人类社会步入以知识经济资源和信息资源为重要依托的新时代，智力资本已成为获取生产力、竞争力

和经济成就的关键因素。

(3) 企业的竞争不再依靠自然资源、廉价的劳动力、精良的机器和雄厚的财力，而主要依靠知识密集型的人力资本。员工培训是创造智力资本的途径。

(4) 智力资本包括基本技能（完成本职工作的技术）、高级技能（如怎样运用科技与其他员工共享信息、对我公司和生产系统了解）以及自我激发创造力。因此，这要求建立一种新的适合未来发展与竞争的培训观念，提高企业员工的整体素质。

### 3. 改善企业的工作质量

(1) 工作质量包括供货过程质量、产品质量与我公司服务质量等。毫无疑问，培训使员工素质、职业能力提高并增强，将直接提高和改善企业工作质量。

1) 培训能改进员工的工作表现，降低成本。

2) 培训可增加员工的安全操作知识。

3) 提高员工的劳动技能水平。

4) 增强员工的岗位意识，增加员工的责任感，规范安全规程。

5) 增强安全管理意识，提高管理者的管理水平。

(2) 因此，企业应加强对员工敬业精神、安全意识和知识的培训。

### 4. 高效工作绩效系统的构建

(1) 科学技术的发展导致员工技能和工作角色的变化，企业需要对组织结构进行重新设置（如工作团队的建立）。

(2) 今天的员工已不是简单接受工作任务，提供辅助性工作，而是参与提高产品与服务的团队活动。在团队工作系统中，员工扮演许多管理性质的工作角色。

(3) 他们不仅具备运用新技术获得提高我公司服务与产品质量的信息、与其他员工共享信息的能力。还具备人际交往技能和解决问题的能力、集体活动能力、沟通协调能力等。

(4) 尤其是培训员工学习使用互联网、全球网及其他用于交流和收集信息工具的能力，可使企业工作绩效系统高效运转。

#### 5. 满足员工实现自我价值的需要

在现代企业中，员工的工作目的更重要的是为了“高级”需求—自我价值实现。培训不断教给员工新的知识与技能，使其能适应或能接受具有挑战性的工作与任务，实现自我成长和自我价值，这不仅使员工在物质上得到满足，而且使员工得到精神上的成就感。

#### (二) 适用范围

本办法适用于公司全体员工。

#### (三) 责任部门

1. 公司人力行政部负责编制、修订培训管理制度。负责组织实施公司员工的培训工作。负责提供外部培训课程资源。负责公司培训费用预算。负责公司员工入职培训及入职引导培训、转正培训的效果跟踪，建立员工培训档案。

2. 各部门、项目部经理负责安排专业人员对新进员工进行入职引导、基本技能培训以及根据工作需要安排其他内部培训。

#### （四）培训纪律要求

1. 所有参加培训人员必须按培训计划安排准时到要求地点参加培训，不得无故缺席，如有特殊情况，需提前知会培训组织者。

2. 培训开始前所有参与培训人员进行签到，不得代签。

3. 为保证培训工作的正常进行，在培训开始前所有参与培训的人员必须将手机及其他电子设备调至静音或关机。

4. 培训过程中严禁喧哗或提前离场，如有特殊情况，需征得培训组织者同意后方可离开，在培训过程中，如有疑问，需举手在得到培训讲师的同意后方可提问。

5. 培训过程中，参与培训人员须做好笔记，不可在培训中睡觉、吃东西及做其他与培训无关事项。

6. 培训结束后，需对培训内容进行消化，并与实际工作相结合。

7. 参与培训人员需配合公司进行的培训结果调查及培训评估，并填写真实有效的信息，不得弄虚作假。

8. 培训组织者在培训前需要有合理有效的培训计划，培训需要有针对性，培训结束后需进行培训结果调查及评估，编写培训总结及改进措施或经验总结。

9. 培训组织者需做好每次培训的记录及所有资料并进行归档，以备查验

10. 其他培训纪律事项参照公司《会议及重大活动纪律要求》执行。

## 二、培训形式

培训形式分为公司内部培训、外派培训和员工自我培训。

### （一）内部培训

#### 1. 入职培训。

根据新员工入职情况，人力行政部不定期地组织新员工进行入职培训。培训内容主要包括：公司企业文化、组织架构、主要办事程序和有关的规章制度、流程，并告知新员工在试用阶段寻求帮助的途径。

#### 2. 入职引导培训。

新员工到用人部门报到后，由部门负责人对新员工进行部门内同事介绍、业务介绍。由部门负责人指定入职引导人指导新员工快速熟悉业务，进行必要的岗位技能培训，入职引导人在新员工试用期转正时提出考评意见作为员工试用期评定的重要参考。

#### 3. 转岗培训。

根据工作需要，公司原有从业人员调换工作岗位时，由新岗位的部门负责人或直接上级按新岗位要求进行的岗位技能培训。

#### 4. 技能培训。

公司为提高员工所必需的知识与技能，增强员工解决工作中问题的方法和技巧，使员工最大程度发挥其潜在能力，由人力行政部统一安排的有针对性的内部培训。技能培训是内部培训的主要内容。

#### 5. 外聘教师培训。

为提高中高层管理人员的管理技能和管理水平，了解社会经济总体形势，增强对公司经营方向和发展前景的整体把控能力，转变观念，拓宽视野，提高员工的执行力、战斗力、自我学习能力和职业道德。专门邀请专家教授或专业培训师根据公司整体需求而进行的专业培训。外聘教师培训是内部培训的重要组成部分。

### （二）外派培训

外派培训是指培训地点在公司以外的培训，包括公司组织的各种培训、资格证书培训及继续教育培训等。具体内容见《员工培训协议》。

1. 人力行政部负责联系培训服务机构，并对培训服务机构的服务质量、课程有效性进行了解和评估。各部门、各员工根据培训信息申请外部公开课培训，经相关领导同意，并签订培训协议，培训费用由公司承担。

2. 对口专业继续教育。根据国家文件规定，对于获取相关从业资格证书的人员必需的定期后续教育。

## 三、培训内容设计依据

### （一）设计原则

根据岗位职能不同设计个性化、具有针对性的培训内容。

（二）内容组成

导入篇+通用知识技能+系统专业知识+核心知识技能。



### （三）备注

1. 按项目进度、人员配置制定相应的时间安排。
2. 根据招聘程度及岗位不同确定适合的培训内容。
3. 根据公司资金情况，结合我公司实际，综合考虑性价比确定培训实施单位。

## 四、培训管理

### （一）过程控制

1. 所有新员工必须参加入职培训、入职引导培训并经考试、考核合格，方能被公司正式录用。

2. 在内部培训开始前，参加培训的每一位员工必须亲笔签到，人力行政部培训负责人对参训人员严格考勤，对迟到、早退或中途无故离开者登记，并按公司《考勤管理制度》进行处罚。

3. 外派培训由员工本人提出申请，部门经理根据岗位要求签署意见后经报分管领导审核，由人力行政总监批准后执行。

4. 对获取国家相关部门颁发的职业资格证书的公司员工，且在公司仍从事该专业，按照国家文件要求必须进行继续教育的，经本人申请，部门经理同意，分管领导审核，人力行政总监批准后，所占用的工作时间按正常出勤处理。

5. 费用报销。员工申请培训费用报销时，需经人力行政部审核，送相关领导核准，核准手续参照《财务报销制度》。

### （二）检查和考核

所有培训在结束后都应进行培训考核，由培训者负责考核题目的拟定，交人力行政部组织考核。成绩记入个人培训记录档案，作为员工在公司服务期内转岗、调薪、晋级的依据。同等条件下，培训指导考核、培训考试较好的优先给予转岗、调薪、晋级。

### （三）培训档案

1. 人力行政部负责建立培训工作档案，包括《培训签到表》《课程评估表》、获得的各类培训资料目录、内部考试试卷、培训教材等。

2. 人力行政部负责建立员工培训档案，填写《员工培训档案表》，将员工接受培训的具体情况和培训结果详细记录备案，并设定达标学分数或达标百分比，对于没有达成学分标准额度/比例的人员，给予取消当年评优、晋升或加薪等参与资格的处罚。

3. 各部门组织内部培训时，填写《员工培训档案表》，将员工接受培训的具体情况和培训结果详细记录备案，并送人力行政部备案。

## 五、培训资源

培训资源包括培训讲师、培训教材、工具使用、培训经费等。

### （一）培训讲师

1. 培训讲师分为内部讲师和外部讲师。

2. 内部讲师由公司各级管理者和业务骨干构成，各级管理者负有培训员工的义务和责任。

3. 外部讲师是通过公司聘请的授课讲师，其课酬根据实际情况和培训预算确定，通过培训效果的评估决定是否继续聘请该讲师。

## （二）培训教材

1. 培训教材包括内部教材和外部教材，教材的载体可以是纸质文档、电子文档、录音、录像等形式，教材由人力资源部统一管理。

2. 内部培训教材通过以下渠道建立：

（1）工作过程中的经验分享与教训总结。

（2）企业本年度重大事件（成功或失败）的案例。

（3）培训师组织开发。

## （三）外部培训教材引入

1. 公司聘请外部机构进行培训的，外部机构应提供教材，教材由人力资源部统一归档管理。

2. 公司员工参加外派公开课程的，应在培训结束 1 周内将教材的原件或复印件交人力资源部存档。

## （四）培训设施

培训设施设备的建设、购置、维护和管理依照“资源共享、充分利用”的原则由人力资源部统筹。

## （五）培训经费

1. 公司每年投入一定的经费用于培训，经费专款专用，主要用于培训、讲师培养等，由人力资源部制定年度培训规

划时统筹计划并报领导批准。

2. 培训费用的报销范围包括学费、报名费、资料教材费用等。

(六) 人力行政部于每年末对培训成效进行总结，并通过年(季)度培训计划的实施加以修正。

公司鼓励员工利用业余时间积极参加各种提高自身素质和业务能力的培训。

## 六、培训协议与服务期约定

外派培训人员与公司签订《员工培训协议》，公司与本人各持一份：

1. 凡由公司出资培训、考试后获取相应资格证、上岗证的，从获证之日起，持证人员需至少为公司服务两年。

2. 若员工在培训协议约定的服务期内辞职，则按《员工培训协议》要求退还公司承担的培训费用。若员工参加由公司承担费用的培训后，未取得毕业(结业)证书或合格证书的，培训费由员工个人承担，公司不予报销。

3. 由公司出资培训、考试后获得的证书归公司所有，如持证人员在规定的服务期内离职时要带走相应证书，则必须向公司偿还培训、考试等发生的全部费用。

4. 外派培训人员学完归来后，应将学习资料、书籍、教材及资格证件等有关资料送人力行政部归档保管。同时有责任、义务担任内部培训讲师，将所学知识传授给公司其他有关人员。

5. 员工根据自己的职业生涯规划进行的自我培训，公司不承担费用报销，培训时间在半月之内，则不享受当月浮动工资，培训时间超出半月不到一个月，则享受基本工资的 80%，培训时间一月以上则按事假处理。

## 第二节 培训安排

### 一、概述

根据国家《职业技能标准》《职业技能鉴定规范》，培训具有社会觉悟、良好职业道德的从业人员。通过专业理论教学和技能训练，初步掌握本工种初级工的操作技能，达到基本独立上岗从业水平。

### 二、培训地点及任课教师

1. 地点：XX。
2. 任课教师：XX。

### 三、培训时间及要求

#### （一）时间：

总课时数：XX 课时。

#### （二）培训要求

##### 1. 理论知识要求

- （1）掌握水站运维作业的理论知识。
- （2）掌握水站运维作业事故预防。

(3) 了解水站运维作业的职业特殊性。

## 2. 技能要求

- (1) 学员能熟练水站各系统设备的运行维护。
- (2) 熟练掌握水站运维作业安全技术。
- (3) 学员能熟练掌握自救与急救训练。

## 四、签到记录表

应到人	部门	签名	时间

## 第三节 具体培训内容



## 一、水质自动监测系统

目前水质自动站分为两类：一类称为常规站，另一类称为超级站。

常规站：即配备常规五参数，氨氮、高锰酸盐指数等常见理化参数的水质监测站，主要满足一般性的自动监测需要。

超级站：即根据实际需要在常规站的基础上配备更多参数的仪器，包括有机物、生物类监测，进行各种有针对性的监测并开展各种研究性监测工作，适合精细化、研究性的监测需要。

常规站和超级站相互配合，相得益彰，共同组建功能强大的自动监测网络。

### （一）水质自动监测系统的组成

水质在线自动监测系统是一个把多项监测指标的分析仪表集成在一起，从采样，分析到记录、整理数据（包括远程数据），中心遥控组成的系统，结合相应的监控及分析软件，实现实时在线自动监测，满足运行可靠稳定、维护量少的要求，并可实现无人值守。一个完整的水质自动监测系统至少包括 7 个组成部分：

1. 站房：选址应能采集有代表性的水样，并且具备供水、供电、交通方便等条件。

2. 采样单元（即取水单元）：通常有潜水泵式、离心泵式两种，应根据站址的水文等情况选用不同的采样方式。采样单元具有防堵塞、自动反冲洗、安装维护方便等基本条件。

- 3.

水样预处理及配水单元：负责完成水样的一级、二级预处理，将水样导入相应的管路，以达到水样输送和清洗的目的。应根据水质自动分析仪的要求选择合适的水样预处理方式。预处理单元具备过滤、定期反冲洗、压力和流量指示等基本功能。

4. 分析监测单元：由选择的各类在线水质自动分析仪和水文等测量仪器组成，通常可选择的水质在线自动分析项目包括常规五参数（水温、pH、溶解氧、电导率和浊度）、化学需氧量、高锰酸盐指数、总有机碳（TOC）、氨氮、总氮、总磷、叶绿素等。水文测量仪器主要包括流向/流速计、流量计和水位计等。

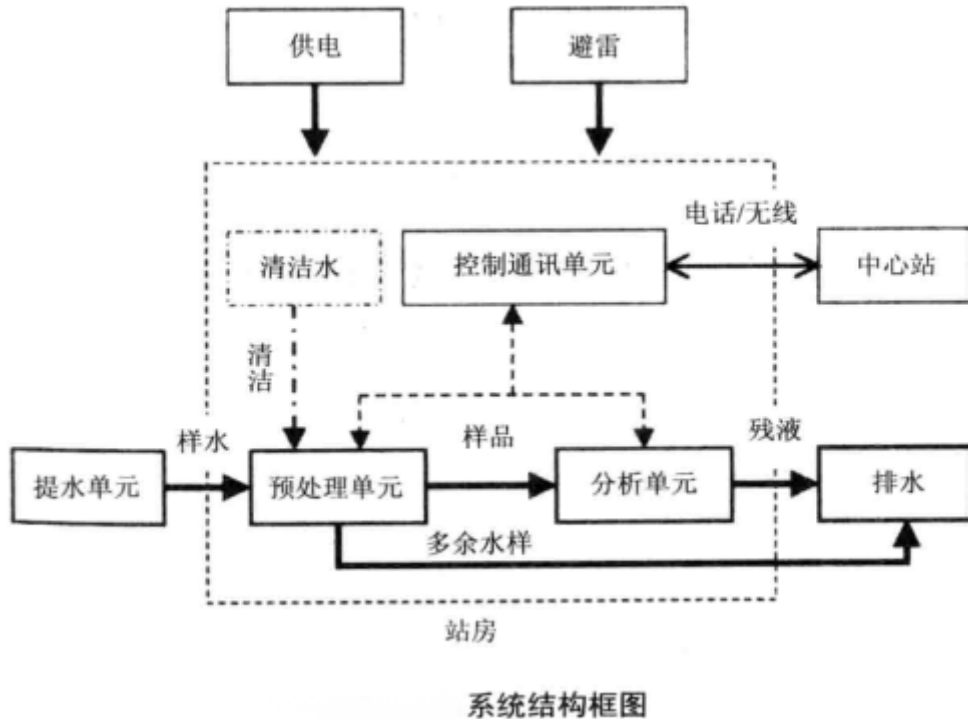
5. 控制单元：主要采用 PLC（ProcessLogicControl）对系统实施可靠的控制。具有对分析仪器设备的安全保护、自动开/关机、自动清洗、断电保护和来电恢复等基本功能。

6. 数据采集及通信单元：负责完成监测数据从各水质自动监测站到监测中心的通信传输工作。

7. 辅助单元：是保证水质自动监测系统连续、安全、可靠运行的必不可少的条件。主要包括空气压缩设备、防雷设备、UPS 电源、自来水净化设备、纯水制备设备、废水收集处理设备以及视频监控设施等。

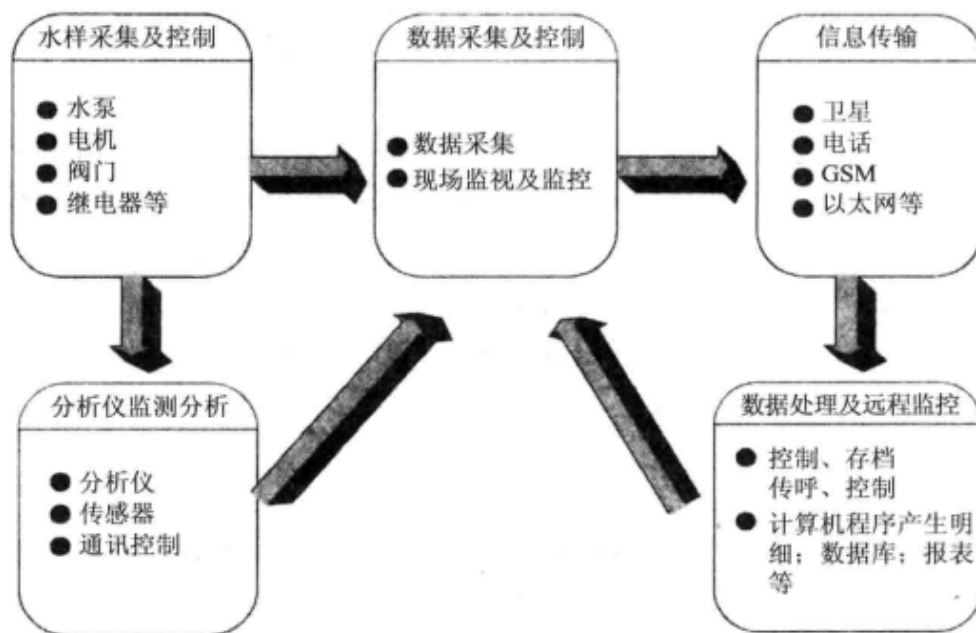
## （二）水质自动监测系统说明

水质自动监测系统整体结构布局如图所示，系统各单元之间的关系如图所示。



### 1. 系统说明：

- (1) 中心控制模块完成整个系统的采水、配水、分析仪动作等功能的控制。
- (2) 通信模块完成与现场工控机、中心站的通讯。
- (3) 数据模块完成对各分析仪分析数据及系统工作状态等参数的采集与传输。
- (4) 现场工控机只对系统工作进行控制。
- (5) 中心站 PC 实现远程系统控制。
- (6) 采用 GSM/GPRS 无线连接，传送实时监测结果和自动监测站仪器工作情况。



系统各单元之间的关系图

## 2. 系统说明:

(1) 水样采集的相应管路、阀门及辅助继电器等构成水样采集及控制单元，实现监测分析的水样采集及相应的预处理。

(2) 在线监测仪器、传感器及标准通信控制等构成监测分析单元。

(3) 现场级的数据终端、水样预处理系统、PLC 控制系统、UPS 电源系统、通信系统（包括电话线、无线电台、卫星通信、手机报警通信并预留有以太网接口）等组成数据采集控制及信息传输单元。

(4) 计算机监控应用软件可现场或远程对系统的运行进行监控。

辅助系统包括取水/配水系统、过滤系统、清洗单元、超标水样自动收集系统、空气压缩机单元、配电单元等辅助设备。

## 二、水质指标与水质标准

水质是指水及其中杂质共同表现的综合特性，水质指标表示水中杂质的种类和数量，是衡量水质好坏的标准和尺度。同时针对水中存在的具体杂质或污染物，提出了相应的最低数量或浓度的限制和要求，即水质的质量标准。这些水质指标和水质标准是着重于保障人体健康用水要求、保护鱼类和其他水生生物资源及其针对工、农业用水要求而提出的。

### （一）水质指标

#### 1. 物理指标

##### （1）水温

水的物理、化学性质与水温有密切关系。水中溶解性气体（如  $O_2$ 、 $CO_2$  等）的溶解度、水中生物和微生物活动、盐度、pH 值以及碳酸钙饱和度等都受水温变化的影响。水温用水温计测定，是现场观测的水质指标之一。

##### （2）臭味和臭阈值

纯净的水无味无臭，含有杂质的水通常有味，如天然水中含有绿色藻类和原生动物时会发生腥味，水中含有分解的有机体或铁、硫等矿物质的化合物时均会产生各种不同的气味。无臭无味的水虽不能保证是安全的，但有利于饮水者对水质的起码信任。臭是检验原水和处理水质必测项目之一，根据臭的测定结果，可以推测水的污染性质和程度。检验水中臭味可用文字描述法和臭阈值法，文字描述法采用臭强度报告，臭强度可用无、微弱、弱、明显、强和很强 6 个等级描述。而臭阈值是水样用无臭水稀释到闻出最低可辨别的臭气浓度的稀释倍数。饮用水要求不得有异臭异味。其臭阈值不得大于 2。臭阈值是评价处理效果和追查污染源的一种手段，有

$$\text{臭阈值} = \frac{A+B}{A}$$

式中 A——水样体积，mL；

B——无臭水体积，mL。

### (3) 颜色和色度

纯净的水无色透明，混有杂质的水一般有色不透明。例如，天然水中含有黄腐酸（又称富里酸）呈黄褐色，含有藻类呈绿色或褐色，含有泥沙呈黄色，含有铁的氧化物呈黄褐色，含有硫化氢的水，硫化氢氧化后析出的硫则会使水呈浅蓝色。工业废水由于受到不同物质的污染，颜色各异。

有颜色的水可用表色和真色来描述。

1) 表色。水中呈色的杂质可处于悬浮、胶体或溶解 3 种状态，包括悬浮杂质在内所构成的水色为“表色”。测定

的是未经静置沉淀或离心的原始水样的颜色，只用定性文字描述，如废水和污水的颜色呈淡黄色、黄色、棕色、绿色、紫色等。当然，对含有泥土或其他分散很细的悬浮物水样，虽经适当预处理仍不透明时，也只测表色。

2) 真色。除去悬浮杂质后的水，由胶体及溶解杂质所造成的颜色称为真色。水质分析中一般只对天然水的真色进行定量测定，并以色度作为一项水质指标，是水样的光学性质的反映。

①颜色的测定：测定较清洁水样，如天然水和饮用水的色度，可用铂钴标准比色法和铬钴比色法。如水样较浑浊，可事先静置澄清或离心分离除去浑浊物质后进行测定，但不得用滤纸过滤。水的颜色往往随 pH 值的改变而不同，因此测定时必须注明 pH 值。

②铂钴标准比色法：以氯铂酸钾和氯化钴配成标准比色系列，然后将水样与此标准色列进行目视比色，记录与水样色度相同的铂钴标准色列的色度。规定铂的浓度为 1mg/L 和钴的浓度为 0.5mg/L 时产生的颜色为 1 度。铂钴标准比色法色度稳定，易长期使用，但氯铂酸钾价格较贵。

③铬钴比色法：以重铬酸钾和硫酸钴配制标准比色系列，采用目视比色法测定水样的色度。该法所用重铬酸钾便宜易得，但标准色列不易长久保存。

测定受工业污染的地面水和工业废水的颜色，除用文字描述法外，还可采用稀释倍数法和分光光度法测定。

多数清洁的天然水的色度一般为 15~25 度，湖泊沼泽水的色度可达 60 度以上，饮用水的色度按规定要求一般不得超过 15 度。作为某些特殊工业用水，如造纸、纺织、染色等，对水的色度都有严格的要求，使用前后需要对水进行脱色处理。



#### (4) 浊度

由于水中含有悬浮及胶体状态的杂质而引起水产生浑浊的程度称为浊度。浊度是天然水和饮用水的一项重要水质指标，是水可能受到污染的重要标志之一，当浊度较高时，将引起水中生物生态发生变化。地面水常含有泥沙、黏土、有机质、微生物、浮游生物及无机物等悬浮物质而呈浑浊状态，如黄河、长江、海河等主要大河水都比较浑浊，其中黄河是典型的高浊度水河流。地下水比较清澈透明，浊度很小，往往水中  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化后生成  $\text{Fe}^{3+}$ ，使水呈黄色浑浊状态。生活污水和工业废水中含有各种有机物、无机物杂质，尤其悬浮状态污染物含量较多，因而大多数是相当浑浊，一般只做不可滤残渣测定而不做浊度测定。

浊度对水的透明度有影响，但不等同于色度，某些颜色很深的水透明度却很高。浊度也不能等同于悬浮物质含量（不可滤残渣），虽然水的浑浊在相当程度上由悬浮物造成，但是悬浮物质含量是水中可以用滤纸截留的物质重量，是一种直接数量，而浊度则是一种光学效应，表现出的是光线透过水层时受到阻碍的程度。水中悬浮物质对光线透过时所发生的阻碍程度，也是水样的光学性质的反映，与该物质在水中的含量以及颗粒大小、形状和表面反射性能有关，因此浊度与以  $\text{mg/L}$  表示的不可滤残渣（悬浮物质）的含量难免有相关关系。

一般标准浊度单位规定，1mg 漂白土/L 所产生的浊度为 1 度。近年来，多采用甲臆聚合物（硫酸脒与 6 次甲基四胺形成的白色高分子聚合物）标准溶液，并规定 1.25mg 硫酸磷/L 和 12.5mg6 次甲基四胺/L 水中形成的甲臆聚合物所产生的浊度为 1 度，称为甲臆浊度单位。浊度可以用浊度仪进行测定，用甲臆聚合物标准溶液校准散射光浊度仪测定浊度，所得浊度计量单位则用散射浊度单位 NTU 表示。我国城市供水水质标准规定浊度不超过 1NTU，某些工业用水，如造纸、纺织、染色、半导体集成电路等用水，对浊度有一定的要求，视具体行业而定。

#### （5）残渣

残渣分为总残渣（也称总固体）、总可滤残渣（又称溶解性总固体）和总不可滤残渣（又称悬浮物）3 种。残渣在许多方面对水质有不利影响：残渣含量高的水，很可能是被污染或者含有过多的矿物质，一般不适于饮用，因可能引起不适的生理反应；高度矿化的水对许多工业用水也不适用。

##### 1) 总残渣。

将水样混合均匀后，在已称至恒重的蒸发皿中于水浴或蒸汽浴上蒸干，然后在 103~105℃烘箱中烘至恒重，增加的重量为总残渣，有：

$$\text{总残渣} = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1000}{V} \quad \text{mg/L}$$

式中 A——水样总残渣及蒸发皿重，g；

B——蒸发皿净重，g；

V——水样体积，mL。

通过总残渣测定，可初步推测出水质的状况，判断是否适用于城镇生活用水或工业方面的应用。

2) 总可滤残渣。

总可滤残渣又称可溶性固体或可溶性蒸发残渣，分为 103~105P 烘干和 180℃烘干的总可滤残渣两种。将混合均匀的水样，通过标准玻璃纤维滤膜的滤液，于蒸发皿中蒸发并在 103~105℃或 180℃烘干后称至恒重的物质称为总可滤残渣，有

$$\text{总可滤残渣} = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1000}{V} \text{ mg/L}$$

式中 A——烘干残渣加蒸发皿重，g；

B——蒸发皿重，g；

V——水样体积，mL，

3) 总不可滤残渣。

总不可滤残渣又称悬浮物，不可滤残渣含量一般表示废水污染的程度。

将充分混均水样过滤后，截留在标准玻璃纤维滤膜上的物质，在 103~105℃烘干至恒重。如果悬浮物堵塞滤膜并难以过滤，总不可滤残渣可由总残渣与总可滤残渣之差计算，有

$$\text{总不可滤残渣} = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1000}{V} \text{ mg/L}$$

式中 A——滤膜加残渣重，g；

B——滤膜重，g；

V——水样体积，mL。

或

总不可滤残渣=总残渣-总可滤残渣

4) 可沉降物。

可沉降物又称为可沉降固体，用体积法或重量法测定。用于地面水、咸水以及生活污水和工业废水中的测定。可沉降物浓度为沉降处理法和沉淀设备等提供设计依据。

①体积法：水样在特质锥形筒（英霍夫锥形管）内静置 1h 后所沉下的总污物数量，以 mL/L 表示。

②重量法：由总不可滤残渣与上层液中不可沉降物浓度之差求得，以 mg/L 表示。其中上层液中不可沉降物浓度测定：将已充分混匀水样倒入玻璃容器中，静置 1h 后，虹吸沉降面与液面一半处上层液，按 103~105℃烘干的总不可滤残渣程序求得。

$$\text{可沉降物} = G_1 - G_2 \text{ mg/L}$$

式中  $G_1$ ——总不可滤残渣，mg/L；

$G_2$ ——不可沉降物浓度，mg/L。

水中残渣还可根据挥发性能分为挥发性残渣和固定性残渣。

挥发性残渣又称总残渣灼烧减重。该指标可粗略地代表水中有机物含量和弦盐及碳酸盐等部分含量。测定方法：水样测定总残渣后，于 600℃下灼烧 30min，冷却后由 2mL 蒸馏水湿润残渣，在 103~105℃烘箱内烘干至恒重，所减少的重量即为挥发性残渣，有挥发性残渣，有

$$\text{挥发性残渣} = \frac{(W_1 - W_2) \times 1000 \times 1000}{V} \text{ mg/L}$$

式中  $W_1$ ——总残渣重，g；

$W_2$ ——总残渣灼烧后重，g；

$V$ ——水样体积，mL。

固定性残渣可由总残渣与挥发性残渣之差求得。可粗略代表水中无机盐类的含量。

## 2. 电导率

电导率又称电导率。电导率表示水溶液传导电流的能力，它可间接表示水中可滤残渣（即溶解性固体）的相对含量。通常用于检验蒸馏水、去离子水或高纯水的纯度、监测水质受污染情况以及用于锅炉水和纯水制备中的自动控制等。电导率的标准单位是（S/m），多数水样的电导率很低，所以，一般实际使用单位为毫西门子/米（mS/m），1mS/m相当于 $10\ \mu\ \Omega/\text{cm}$ （微欧姆/厘米），单位间的互换关系是： $1\text{mS/m}=0.01\text{mS/cm}=10\ \mu\ \Omega/\text{cm}=10\ \mu\ \text{S/cm}$ 。电导率用电导率仪测定。

## 3. 紫外吸光度值

由于生活污水、工业废水，尤其是石油废水的排放，天然水中含有许多有机污染物，这些污染物，尤其含有芳香烃和双键或援基的共轭体系，在紫外光区都有强烈吸收。对特定水系来说，其所含物质组成一般变化不大，所以，利用紫外吸光度（UVA）作为新的评价水质有机物污染综合指标将有普遍意义。

## 4. 氧化还原电位

氧化还原电位（ORP）是水体中多种氧化物质与还原物质进行氧化还原反应的综合指标之一，其单位用毫伏（mV）表示。在水处理尤其废水生物处理中越来越受到重视。已经证明 ORP 是厌氧消化过程中一个较为理想的过程控制参数。20 世纪 80 年代之后，人们发现 ORP 在脱氮（N）除磷（P）过程中起到重要的指示作用。近年来，在好氧活性污泥法降解含碳有机物过程中，已有用 ORP 的数值或变化率作为反应时间的计算机控制参数的研究。例如，在间歇式活性泥法（SBR）处理石油废水过程中，以 ORP 的数值或变化率作为反应时间控制参数的应用研究已取得一定进展。

#### 5. 微生物指标

未经处理的生活污水、医院废水排入水体，将某些病原菌引入水体，致使水中原有的微生物分布发生变化而造成水体污染。因此，常以水中微生物的种类和数量作为判断生物性污染程度的指标。这类指标在水样采集后需要立即进行分析，以免水中生存的微生物使水中所含成分产生生物化学反应。

水中微生物指标主要有细菌总数、大肠菌群等。

**细菌总数：**指 1mL 水样在营养琼脂培养基中，于 37℃ 培养 24h 后，所生长细菌菌落的总数。水中细菌总数是用来判断饮用水、水源水、地面水等污染程度的标志。我国饮用水中规定菌落总数不大于 100CFU/mL [CFU (Colony-Forming Units) 指菌落形成单位]。

**大肠菌群：**大肠菌群可采用多管发酵法、滤膜法和延迟



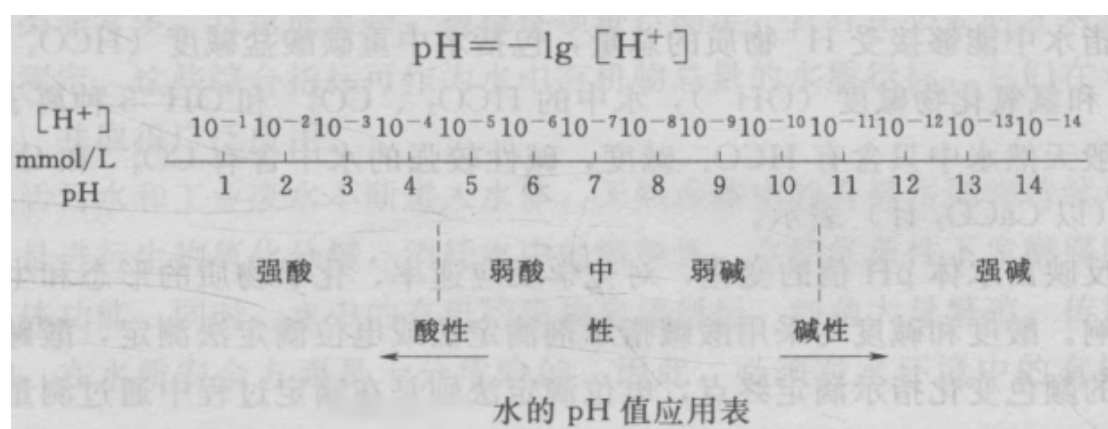
培养法测定。我国饮用水中规定大肠菌群不多于 3 个/L。

## 6. 化学指标

天然水和一般清洁水中最主要的离子成分有阳离子（ $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$ ）和阴离子八大基本离子，再加上量少、但起重要作用的，可以反映出水中离子的基本概况。而污染较严重的天然水、生活污水、工业废水可看作在此基础上又增加了杂质成分。表示水中杂质及污染物的化学成分和特性的综合性指标，主要有 pH 值、酸度、碱度、硬度、酸根、总含盐量、高锰酸盐指数、UVA、TOC、COD、DO、TOD 等。

### (1) pH 值

水的 pH 值是溶液中氢离子浓度或活度的负对数，由于水的  $\text{H}^{+}$  浓度很小，在应用上很不方便，故用 pH 值来反映水溶液的酸碱度，pH 值是常用的水质指标之一。



PH=7 时，水中 $[H^+]=[OH^-]$ ，此时水溶液为中性；PH<7 水呈酸性；PH>7 水呈碱性。由于水中大都含有碳酸盐和重碳酸盐，所以天然水的 pH 值一般都在 7~8 之间。当水中含有大量的游离二氧化碳，或受酸性工业废水等污染时，水的 pH 值会降低；某些山区、林区或沼泽地带流出的水，由于含有大量的腐殖酸，水的 pH 值也会较低。酸性水对混凝土、金属管道等具有腐蚀作用。当水中含有碱性物质（如碳酸盐或氢氧化物）时，水的 pH 值会增高，碱性水可能引起某些溶解性盐类的析出，改变水的原有特性。水的 pH 值在 6.5-9.5 之间不影响人的正常饮用，也不会对设备和管道产生不良作用。

pH 值用比色法或玻璃电极法测定。

1) 比色法。根据酸碱指示剂在特定 pH 值范围的水溶液中产生不同颜色来测定 pH 值。比较方便、快捷的方法是利用 pH 试纸测定水的 pH 值，常用的 pH 试纸有两种：一种是广泛的 pH 试纸，pH 范围为 1~14；另一种是精密 pH 试纸，可以比较精确地测定一定范围的 pH 值。使用时，用玻璃棒蘸取待测水样到试纸上，然后根据试纸的颜色变化对照比色卡，确定水样的 pH 值。还有一种比色法是化学分析法，即向已知 pH 值的一系列缓冲溶液中加入适当的指示剂制成标准比色管，测定时取与缓冲溶液同量的水样，加入同一种指示剂，与标准比色管目测比较，以确定水样的 pH 值。酸碱滴定分析时，常用指示剂的颜色变化来判断滴定终点。比色法适用于色度和浊度都很低的天然水、饮用水等，但对于 pH

值大于 10 或小于 3 的水样测定误差较大，且不适用于有色、浑浊或含较高游离氯、氧化剂、还原剂的水样。

2) 玻璃电极法。这是测定 pH 值的国家规定方法，具体可见《水质 pH 值的测定玻璃电极法》。该方法是以 pH 玻璃电极为指示电极，饱和甘汞电极为参比电极，将二者与被测溶液组成原电池，此电池产生的电位差与被测溶液的 pH 值之间的关系符合电极电位的能斯特方程。在 25℃ 时，溶液中每变化 1 个 pH 单位，电位差改变为 59.16mV，据此用仪器可以直接读出 pH 值。pH 计的种类虽多，操作方法也不尽相同，但都是依据上述原理测定溶液 pH 值的。为简化操作、使用方便和适于现场使用，已广泛使用复合 pH 值电极制成多种袖珍式和笔式 pH 计。玻璃电极测定法准确、快速，受水体色度、浊度、胶体物质、氧化剂、还原剂及盐度等因素的干扰程度小。

## (2) 酸度和碱度

酸度是指水中所含能给出  $H^+$  物质的总量，包括强无机酸（如  $HNO_3$ 、 $HCl$ 、 $H_2SO_4$  等）、弱酸（如碳酸、醋酸、单宁酸等）和水解盐（如硫酸亚铁和硫酸铝等），这些物质能够放出  $H^+$  或经过水解能产生  $H^+$ 。酸度用  $mg/L$ （以  $CaCO_3$  计）表示。

碱度是指水中能够接受  $H^+$  物质的总量，包括水中重碳酸盐碱度（ $HCO_3^-$ ）、碳酸盐碱度（ $CO_3^{2-}$ ）和氢氧化物碱度（ $OH^-$ ），水中的离子的总量称为总碱度。一般天然水中只含有  $HCO_3^-$  碱度，碱性较强的水中含有碱度。碱度用  $mg/L$ （以  $CaCO_3$  计）表示。

酸碱度反映出水体 pH 值的变化，对化学反应速率、化

学物质的形态和生物化学过程均会产生影响。酸度和碱度均采用酸碱指示剂滴定法或电位滴定法测定，酸碱滴定法利用酸碱指示剂的颜色变化指示滴定终点，电位滴定法则是在滴定过程中通过测量电位变化以确定滴定终点。

### (3) 硬度

水的硬度一般定义为  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  离子的总量，包括总硬度、碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度。由  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  和  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  及  $\text{MgCO}_3$  形成的硬度为碳酸盐硬度，又称暂时硬度，因这些盐类煮沸后就分解形成沉淀。由  $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{MgSO}_4$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  和  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  等形成的硬度为非碳酸盐硬度，又称永久硬度，在常压下沸腾水样体积不变时，它们不生成沉淀，只有在水分不断蒸发，使它们的含量超过了饱和浓度极限时才会生成沉淀，生成的沉淀即为水垢，水垢对锅炉会产生不利的作用，因影响热量的传导，严重时会引起锅炉爆炸。

硬度的单位除以  $\text{mg/L}$ （以  $\text{CaCO}_3$  计）表示外，还常用  $\text{mmol/L}$ 、德国硬度、法国硬度表示。它们之间的关系是：

$1 \text{ mmol/L 硬度} = 100.1 \text{ CaCO}_3/\text{L} = 5.61 \text{ 德国度} = 10 \text{ 法国度}$

$1 \text{ 德国度} = 10 \text{ mgCaO/L}$

$1 \text{ 法国度} = 10 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$

我国和世界其他许多国家习惯上采用的是德国度（简称“度”）。硬度可采用络合滴定法进行测定。

#### （4）总含盐量

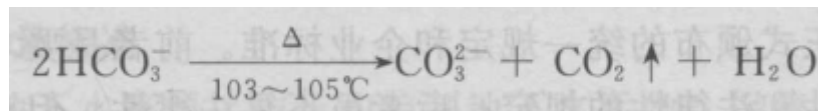
总含盐量又称全盐量，也称矿化度。表示水中各种盐类的总和，也就是水中全部阳离子和阴离子的总量。总含盐量与总可滤残渣在数值上的关系是

$$\text{总含盐量} = \text{总可滤残渣} + \frac{1}{2} \text{HCO}_3^-$$

这是因为总可滤残渣测定时将水样在  $103 \sim 105^\circ\text{C}$  下蒸发烘干，此时水中的  $\text{HCO}_3^-$  将变成  $\text{CO}_3^{2-}$ ，伴有  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$

的遗失。这部分遗失的量约等于原水中  $\text{HCO}_3^-$  含量的一半，  
即





总含盐量过高会造成管道和构筑物的腐蚀，使污水下渗进而污染地下水；用于农业灌溉时，会导致土壤盐碱化，使农作物低产或不能生长。

#### (5) 有机污染物综合指标

有机污染物综合指标主要有溶解氧（DO）、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、生物化学需氧量（BOD<sub>5</sub>）、总有机碳（TOC）和活性炭氯仿萃取物（CCE）等。由于有机污染物的种类非常多，且组成复杂，很难逐项进行测定，只有在必要时才对某种有机物进行单项分析测定。这些综合指标可作为水中有机物总量的水质指标，它们在水质分析中有着重要意义，并取得广泛应用。

由于生活污水和工业废水不断进入水体，天然水体中的有机污染物持续增加，这些污染物的特点是进行生物氧化分解，消耗水中的溶解氧，在缺氧条件下发酵腐败，使水质恶化，破坏水体功能。同时，水中的有机污染物含量超标，细菌大量繁殖，传播疾病的可能性大大增加，在水质安全方面是十分危险的，因此，必须对水环境中的有机污染物进行监测。

#### (6) 放射性指标

水中放射性物质主要来源于天然和人工核素两方面。这些物质不时地产生  $\alpha$ 、 $\beta$  及  $\gamma$  放射性。随着放射性物质在核科学及其动力发展中以及在工业、农业、医学等方面的广泛使用，给环境也带来了一些放射性污染，必须注意防护，并引起高度警戒。放射性物质除引起外照射（如  $\gamma$  射线）外，还会通过饮水、呼吸和皮肤接触进入人体内，引起内照射（如  $\alpha$ 、 $\beta$  射线），导致放射性损伤、病变甚至死亡。因此，对天然水体规定了放射性物质的容许浓度，限制放射性物质不得超过容许浓度值。

测定水中  $\alpha$  和  $\beta$  放射性强度用  $\alpha$ 、 $\beta$  测量仪测定。

#### （7）有毒物质

有毒物质分为无机物和有机物两大类，主要来源于工业废水。无机有毒物质主要是重金属（如铅、铜、锌、铬、镉、汞等）和一些非金属（如砷、硒）及割化物。有机有毒物质主要是带有苯环的芳香族化合物，往往具有难以生物降解的特性，甚至具有致癌性。

含有有毒物质的工业废水，一旦排入水体或者用于农业灌溉，将会影响鱼类、水生生物的生存和农作物的生长。在高浓度时，会杀死水中生物和农作物；在低浓度时，则可在生物体内富集，并通过食物链逐级浓缩，最后影响到人体。因此，虽然这类有毒物质的含量不会太大，但作为水环境污染和保护的主要控制对象，必须进行严格的监测和控制，作为单项水质指标进行专门测定。

## (二) 水质标准

水质标准是表示生活饮用水、工农业用水等各种用途的水中污染物质的最高容许浓度或限量阈值的具体限制和要求。因此，水质标准实际是水的物理、化学和生物学的质量标准。这些水质标准都是为保障人群健康的最基本的卫生条件和按各种用水及其水源的要求而提出的。

水质标准分为国家正式颁布的统一规定和企业标准。前者是要求各个部门、企业单位都必须遵守的具有指令性和法律性的规定；后者虽不具法律性，但对水质提出的限制和要求，在控制水质、保证产品质量方面有积极的参考价值。

不同用途的水其水质要求有不同的质量标准，比如有地表水环境质量标准、地下水环境质量标准、饮用水水质标准、农用灌溉水水质标准和污水综合排放标准等。

### 1. 地表水环境质量标准

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，防治水污染，保护地表水水质，保障人体健康，维护良好的生态系统，国家环境保护总局 2002 年正式将《地表水环境质量标准》列为国家环境质量标准，并与国家市场监督管理总局联合发布《地表水环境质量标准》（GB3838—2002），自 2002 年 6 月 1 日开始实施。《地面水环境质量标准》（GB3838—88）和《地表水环境质量标准》（GHZB1—1999）同时废止。

《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）将标准项目分为地表水环境质量标准基本项目、集中式生活饮用水地表水源地补充项目和集中式生活饮用水地表水源地特定项目，

共计 109 项，其中地表水环境质量标准基本项目 24 项，集中式生活饮用水地表水源地补充项目 5 项，集中式生活饮用水地表水源地特定项目 80 项。

地表水环境质量标准基本项目适用于全国江河、湖泊、运河、渠道、水库等具有使用功能的地表水水域；集中式生活饮用水地表水源地补充项目和特定项目适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区和二级保护区。集中式生活饮用水地表水源地特定项目由县级以上人民政府环境保护行政主管部门根据本地区地表水水质特点和环境管理的需要进行选择，集中式生活饮用水地表水源地补充项目和选择确定的特定项目作为基本项目的补充指标。具有特定功能的水域，执行相应的专业用水水质标准。

《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）依据地表水水域环境功能和保护目标，按功能高低依次划分为5类：

I类主要适用于源头水、国家自然保护区。

II类主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等。

III类主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区。

IV类主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。

V类主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

对应地表水上述 5 类水域功能，将地表水环境质量标准基本项目标准值也分为 5 类，不同功能类别分别执行相应类别的标准值。水域功能类别高的标准值严于水域功能类别低的标准值。同一水域兼有多类使用功能的，执行最高功能类别对应的标准值。一般以Ⅲ类水质污染标准界限，若监测数据超过其上限，即为超标，对这样的参数应进行统计说明。

## 2. 地下水环境质量标准

为保护和合理开发地下水资源，防止和控制地下水污染，保障人民身体健康，促进经济建设，国家技术监督局《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）本标准适用于一般地下水，不适用于地下热水、矿水、盐卤水。

《地下水质量标准》依据我国地下水水质现状、人体健康基准值及地下水质量保护目标，并参照生活饮用水以及工业、农业用水水质要求，将地下水质量划分为 5 类：

I 类主要反映地下水化学组成的天然低背景含量。适用于各种用途。

II 类主要反映地下水化学组分的天然背景含量。适用于各种用途。

III 类以人体健康基准值为依据，主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水。

IV 类以农业和工业用水要求为依据，除适用于农业和部分工业用水外，适当处理后可作为生活饮用水。

V 类不宜饮用，其他用水可根据使用目的选用。

以地下水为水源的各类专门用水，在地下水质量分类管

理基础上，可按有关专门用水标准进行管理。

### 3. 污水综合排放标准



为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国海洋环境保护法》，控制水污染，保护江河、湖泊、运河、渠道、水库和海洋等地面水以及地下水水质的良好状态，保障人体健康，维护生态平衡，促进国民经济和城乡建设的发展。

《污水综合排放标准》本标准按照污水排放去向，分3级标准执行；分年限规定了69种水污染物最高允许排放浓度及部分行业最高允许排水量。适用于现有单位水污染物的排放管理，以及建设项目的环境影响评价、建设项目环境保护设施设计、竣工验收及其投产后的排放管理。

按照国家综合排放标准与国家行业排放标准不交叉执行的原则，造纸、船舶、船舶工业、海洋石油开发、纺织染整、肉类加工、合成氨、钢铁、航天推进剂使用、兵器、磷肥、烧碱、聚氯乙烯工业执行行业排放标准，其他水污染物排放均执行本标准。新增加国家行业水污染物排放标准的行业，按其适用范围执行相应的国家水污染物行业标准，不再执行本标准。

### 三、误差与数据处理

#### （一）误差概念及定义

在实际监测分析工作中，由于受到分析方法、测量仪器、采用试剂、人们认识能力的不足和科学技术水平的限制，测量值和它的真值并不完全一致，这种矛盾在数值上的表现即为误差。误差是客观存在的。为此，分析工作者应该了解分析检测过程中产生误差的原因及误差出现的规律，并采取相应的措施减小误差，使检测结果尽可能地接近真实值。

### 1. 误差分类及校正方法

误差按其性质和产生的原因，可以分为系统误差、随机误差和过失误差。

#### (1) 系统误差

系统误差又称为恒定误差或可测误差，它是指测量值的总体均值与真值之间的差别，是由测量过程中某些恒定因素造成的。在一定的测量条件下系统误差会重复地表现出来，即误差的大小和方向在多次重复测量中几乎相同。因此，增加测量次数不能减少系统误差。在分析测定中，系统误差产生的原因有下列几个方面：

1) 方法误差。它是指分析方法不够完善造成的误差。例如，滴定分析中反应进行不完全，指示剂的终点与化学计量点不符合以及滴定副反应等，都会引起化验结果偏高或偏低。

2) 仪器误差。它是指由于使用的仪器本身不够精密度所造成的误差。例如，使用的容量仪器刻度不准又未经校正；天平不等臂；砝码数值不准确；分光光度法波长不准等引起的误差。

3) 试剂误差。它是指由于试剂不纯或蒸馏水不纯，含有被测物或干扰物而引起的误差。

4) 恒定的个人误差。这是由测量者感觉器官的差异、反应的敏捷程度和固有习惯所致，如个人对终点颜色的敏感性不同，判断偏深或偏浅；对仪器标尺取读数时的始终偏右或偏左等。

5) 恒定的环境误差。这是由测量时环境因素的显著改变所引起的误差，如溶液中某组分挥发造成溶液浓度的改变等。

系统误差校正方法：定期进行仪器鉴定或校验，并对测定结果进行修正，消除仪器误差；采用标准方法与标准样品进行对照试验，消除方法误差；进行空白试验，用空白试验

结果修正测定结果，消除试剂误差；严格训练以提高操作人员的技术业务水平，减少操作误差；进行必要的回收试验，在实际样品中加入已知量的标准物质，在相同条件下进行测量，观察所得结果能否定量回收，并以回收率做校正因子等。

## (2) 随机误差

随机误差又称偶然误差或不可预测误差，这是由测定过程中多种随机因素波动造成的。例如，测定过程中某一次由于环境温度发生变化，电源电压的微小波动，仪器噪声的变动，分析人员判断能力和操作技术的微小差异及前后不一致等引起分析数值的波动。

随机误差遵从正态分布规律，它具有以下 4 大特点：

有界性。在一定条件下的有限测量值中，其误差的绝对值不会超过一定界限。

单峰性。绝对值小的误差出现的次数比绝对值大的误差出现的次数多。

对称性。在测量次数足够多时，绝对值相等的正负误差与负误差出现的次数大致抵偿性。在一定条件下，对同一量进行测量，随机误差的算术平均值随着测量次数的无限增加而趋于零，即误差平均值极限为零。

减少随机误差的办法，除必须严格控制试验条件、按照分析操作规程正确进行各项操作外，还可以利用随机误差的抵偿性，用增加测量次数的办法减少随机误差。

应该指出，系统误差与随机误差的划分并非绝对的，有时很难区别。但这两类误差又有明显的异同点。相同点都是误差，都是测得值对真值的歪曲，都有确定的界限。不同点主要有以下 4 个方面：

1) 产生的原因不同。产生系统误差的因素是固定的或是有较明显规律的，通常是在分析测量之前就已经存在的。而产生随机误差的原因是由许多暂未被掌握规律的或一时不便于控制的微小因素所造成的，对于一次具体分析测定，每一个因素出现与否，以及这些因素所形成的误差大小与正负事先无法知道。

2) 性质不同。系统误差具有确定性，即误差的大小符号一定或具有明确的规律。随机误差具有随机性，尽管在相同条件下进行多次测定，其误差的大小符号各不相同并且不可预先确定。随机误差服从统计规律。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/436000154010010111>