



# 中华人民共和国国家标准

GB 12997-200□

代替 GB 12997-1991

---

## 水质 采样方案设计技术规定

Water quality — Technical regulation on the design of  
sampling programmes

(征求意见稿)

200□-□□-□□发布

200□-□□-□□实施

---

国家质量监督检验检疫总局  
环 境 保 护 部

发布

# 目 次

前言.....	II
1 适用范围.....	1
第一篇 采样目标的确定	
2 引言.....	1
3 要求.....	2
4 与可变性有关的特殊考虑.....	3
第二篇 采样点的选择	
5 引言.....	3
6 一般的安全预防措施.....	3
7 采样的专门注意事项.....	4
8 天然水的各种采样情况.....	6
9 工业用水采样.....	9
10 工业废水.....	10
11 污水和污水厂出水.....	10
12 暴雨污水和地面径流.....	11
第三篇 采样频率和采样时间	
13 引言.....	11
14 采样方案的类型.....	12
15 统计研究.....	12
16 异常的变化.....	14
17 采样的持续时间和混合样品.....	14
第四篇 水流的测量及其在水质方面的应用	
18 引言.....	15
19 水质控制中流量测量的必要性.....	16
20 水流测量方法.....	17

## 前 言

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》，保护环境，保障人体健康，加强对水质采样的规范和指导，制定本标准。

本标准规定了各种水体包括废水、底部沉积物和污泥的质量控制、质量表征、采样技术要求、污染物鉴别采样方案的原则。

本标准的技术内容采用 ISO 5667-1-2006《水质 采样 第1部分：采样方案设计指导》中相关内容。

自本标准实施之日起，《水质 采样方案设计技术规定》（GB 12997-91）废止。

本标准为指导性标准。

本标准由环境保护部科技标准司组织制定。

本标准起草单位：中国环境监测总站、辽宁省环境监测中心站。

本标准自 200□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 水质 采样方案设计技术规定

## 1 适用范围

本标准规定了各种水体包括废水、底部沉积物和污泥的质量控制、质量表征、采样技术要求、污染物鉴别采样方案的原则。

本标准适用于各种水体包括废水、底部沉积物和污泥的采样方案设计。

## 第一篇 采样目标的确定

## 2 引言

本篇强调在进行水、底部沉积物和污泥采样方案设计时必须考虑的比较重要的因素。采样和检验的主要目的是测定其有关的物理、化学、生物和放射性参数。

在表征水体、底部沉积物和污泥的质量时，不可能检验其整体，必须采集样品，并且要采取一切措施，预防样品在采集和分析的间隔内发生变化。当采集含悬浮固体或者含难混溶的有机液体的多相样品时，还会遇到特殊的问题。

确定采样地点、采样时机、采样频率、采样持续时间、样品处理和分析的要求时主要取决于采样目标。所以在设计采样方案之前，要首先确定采样目标。在设计采样方案时还要对详尽程度、适宜的精密密度、以及表达形式和提供结果的方式给予考虑，比如浓度或负荷、最大值和最小值、算术平均值、中位数等。确保样品采样设计方案可以评价被统计采样错误和化学分析错误影响的数据错误。此外，还要编制有定义参数的目录和确定相应的分析方法。它们将对采样和输送样品时的保护进行指导。在保证获得所需资料的前提下，要注重效率。采样目标可区分为以下三种(详见第 14 章)：

### a. 质量控制检测

需要进行短期过程的校正时由管理部门决定。

### b. 质量特性检测

用于表明质量，多数情况作为研究项目的组成部分，以达到长期质量控制目的或指出发展趋势。

### c. 污染源的鉴别

采样方案的目标可由质量特性检测变为质量控制检测，比如，当硝酸盐浓度接近限值时需要提高采样频率，这样就可由较长时期的质量表征变为短期的质量控制方案。

### 3 要求

要求可分为以下两类：

#### 3.1 一般要求

在选定的测点（例如水体的表面或里层）确定特定参数的浓度水平的数量级（或负荷）或直观表达底部沉积物的特性。

#### 3.2 特定要求

详细地确定整个或部分水体中所研究的物理或化学参数的浓度水平或者负荷分布及有意义的生物种类。通常把这些参数变化的研究与时间、流量、工厂工艺、气候条件因素等结合起来考虑。

还可以细分为以下更具体的采样情况：

- a. 测定水对某种用途的使用性。如检验井水能否用作冷却、锅炉给水、工艺用水或者饮用水。
- b. 研究排放污染物（包括偶然泄露）对所接纳水体的影响。排放污染物除了增加污染负荷外，还导致其他反应，如化学沉淀或产生气体等。
- c. 评价水、污水、工业废水处理厂的性能和管理。比如，评价进入废水处理厂负荷的波动和长期的变化；测定处理过程各阶段的处理效率，提供净化后水的质量数据，控制使用净水剂的浓度；控制那些可能损害企业构筑物或设备的物质等。
- d. 研究河口淡水径流和海水对河口环境的影响，提供混合类型及因潮汐和淡水流动的变化引起咸淡分层情况的资料。
- e. 测定工业生产过程中产品的损失。这些资料对评定全厂物料衡算、测量废水排放量都是需要的。
- f. 测定锅炉水、蒸汽冷凝水和其他回水的质量。对这些水是否能用于预定目的可行性做出评价。
- g. 调节工业冷却水系统的运行操作，使水得到最佳利用，与此同时，尽量减少锅垢，把腐蚀降低到最低限度。
- h. 研究大气污染物对雨水质量的影响。它为研究空气质量提供有价值的资料。它还可以指出有些问题是否会发生。如暴露的电触点是否会出问题。
- i. 评价地面物质输入对水质的影响。这些影响或来自天然的存在中的物质，或来自化肥、农药，或农业化学品的污染，或两者兼而有之。

- j. 评价底部沉积物的积集和释放对水体中或底部沉积物中水生生物的影响。
- k. 研究导流、河流调节，不同河流间河水的相互转移对天然水道的影响。比如，在河水调节期间各种不同质量水体的比例在不断发生变化，导致河水质量波动。
- l. 评价水质在配水系统中发生的变化。引起这些变化的因素很多，比如：污染、从新水源引水、生物的生长、水垢的沉积或金属的溶解。

在某些情况下环境状况是相当稳定的。可从简单的采样方案中获得需要的数据，然而大多数监测点的质量特性在不断地发生变化。因此，要想得到理想的评价需要进行连续采样。虽然，连续采样不仅代价太高，而且在许多情况下也不现实。一些特殊情况的采样方案详见第 4 章。

#### **4 与可变性有关的特殊考虑**

- 4.1 当待测水质项目的浓度出现大幅度、急剧的变化时所要求的采样方案是复杂的。这些变化可由温度的极端变化、流态、污水厂运行状况所引起。除非有特殊需要，应避免在系统的边界或靠近边界部位采样。
- 4.2 评价一个大的集水面积是很复杂的，即使浓度变化缓慢，而且变化不大显著时，也是这样。
- 4.3 消除或减少由采样过程本身造成待测水质项目浓度的变化，要求在采样至分析期间把变化降低到最低限度。
- 4.4 如果待测水质项目在采样和检验期间稳定，能很好地反映整个周期内平均组成的最好指标。但是混合样对确定瞬时峰值的情况价值不大。

### **第二篇 采样点的选择**

#### **5 引言**

本篇论述采样实践中所遇到的各种情况和它们对选择采样点所产生的影响，鉴于安全防护的重要性和普遍性，在各种情况下都要重视安全。本篇予以专门论述。

#### **6 一般的安全预防措施**

- 6.1 在水体和底部沉积物中进行采样时，会遇到各种危害人体安全和健康的情况。为了保护人体不受伤害，要采取措施避免吸入有毒气体，防止通过口腔和皮肤吸收有毒物质。

负责设计采样方案和负责实施采样操作的人员，必须考虑相应的安全要求。在采样过程中采样人员要了解应采取的必要的防护措施。

- 6.2 为了保证工作人员、仪器的安全，必须考虑气象条件。在大面积水体上采样时，要使用救生圈和救生绳。在冰层覆盖的水体采样之前，要仔细检查薄冰层的位置和范围。当采用水下整装呼吸装置或其他潜水器具时，则应经常检查和维护这些器具的可靠性。
- 6.3 采样船要坚固，在各种水域中采样时都要防止商船和捕捞船只靠近。例如：要正确使用信号旗，以表明正在进行的工作性质。
- 6.4 尽可能避免从不安全的河岸等危险地点采样，如果不能避免，要采取相应的安全措施，并注意不要单人行动。如果河岸条件不是采样研究特殊要求的，应尽量采取在桥上采样来代替河岸边采样。
- 6.5 要选择任何气候条件下都能方便地进行频繁采样的地点，在某些情况下必须考虑到可能的自然危害，如有毒的枝叶、兽类和爬行动物。危险物质应贴上标签。
- 6.6 安装在河岸上的仪器和其他设备，为了防止洪水淹没或破坏行为，需要采取适当的防护措施。
- 6.7 为了防止一些偶然情况的出现，如：一些工业废水可能具有腐蚀性，或者含有有毒或易燃物质，污水中也可能含有危害的气体、微生物、病害或动物，如变形虫或蠕虫。在采样期间，必须采取一些特殊的防护措施。
- 6.8 当采样人员进入有毒气体环境中时，要使用气体防毒面具、呼吸、苏醒器具和其他安全设备。此外，在进入封闭空间之前，要测量氧气的浓度和可能存在的有毒蒸汽和毒气。
- 6.9 在采集蒸汽和热排放物时，需特别谨慎。应使用认可的技术。
- 6.10 处理放射性样品要特别小心，必须采用专门的技术。
- 6.11 在水中或者靠近水使用电动采样设备时有触电的危险。因此，在安排工业步骤、采样点的选定、设备的维护保养时，防止这种危险的发生。

## 7 采样的专门注意事项

### 7.1 采样方案的设计

根据不同的采样目的，采样网络可以是单点也可扩展到整个流域。一个干流网络应包括潮区界以内的各采样点，较大支流的汇入口和主要污水或者工业废水的排放口。

在设计高质量的采样网络时，通常要做好主要水文站的流量测量（见第四篇）。

### 7.2 采样点的定位

只有固定采样点位才能对不同时间所采集的样品进行对比。

大多数河流的采样点可参照河岸地貌特点标定。

确定非封闭海湾以及海岸边的采样点时寻找容易识别的固定目标作参照。在船上采样，使用仪器为采样点定位。可以使用地图或其他一些标准图表定位。

### 7.3 水流的特征

从充分混合的湍流中取样最为理想。只要有可能就要把层流诱发成湍流。但是诱发的湍流会引起某些检测项目浓度的变化，采集测定溶解气体，易挥发物质的样品时，不能把层流诱发成湍流。

### 7.4 水流的特征随时间变化

水流可从层流变成湍流，反之亦然。可能出现从本水系的其他部分流来的逆流水能给采样点带来污染。

### 7.5 流体的组分随时间变化

流体的组分是变化的，随时可能出现不连续的“团状”物，如可溶性污染物、固体物、挥发性物质、或者漂浮的油层膜。

### 7.6 从管道中采样

用适当大小的管子（如：抽取多相液体时，管的最小公称内径为 25mm）从管道中抽取样品。液体在管中的线速度要大，足够保证液体呈湍流的特征，避免液体在管内水平方向流动。

### 7.7 液体的性质

液体可能具有腐蚀性和磨蚀性，因此要考虑使用耐腐蚀和耐磨材料。对于长期采样，可寻找一种容易替换，对样品无显著污染的配件，以代替昂贵的耐化学腐蚀的仪器设备。

### 7.8 采样系统内出现的温度变化

采样系统内长期或者短期内的温度变化可能引起样品性质的变化，这种变化可能影响到采样设备的使用。

### 7.9 测定悬浮固体物的采样

悬浮物可以分散在遍及液体深度的任一部位。如果可能，可借湍流条件使固-液混合均匀；从理论上讲，线速度应足以引起湍流。采样应该在等动力下进行。如果做不到，可在流体的整个断面上取一系列样品。应注意到，在采样期间，悬浮固体物的粒径分布在整个采样过程中可能发生变化。

### 7.10 测定挥发性物质的采样

采样泵的吸入高度要小，管网系统要严密。把最先抽出的样品放掉一部分，以保证所采集的样品具有代表性。

### 7.11 不同密度的混合水

在层流中，水因密度不同而产生分层，比如：在冷水层上面产生一个温水层，盐水上面有淡水层。

### 7.12 有害液体

必须注意有毒液体、有毒烟雾的出现，以及可能发生爆炸气体的积集。

### 7.13 气象环境的影响

有时气象环境的变化给水质带来明显的差异。要注意这些变化，并在整理检测结果时予以修正。

## 8 天然水的各种采样情况

### 8.1 降水

为化学分析而收集降水样品时，所选采样点应位于避免外界物质污染的地方。比如，应避开烟尘、化肥、农药等污染。采样仪器最好放在草坪上。

如果样品被冻或者含有雪或雹之类，最好用电加热器为采样漏斗加热保温。如果现场无法进行加热保温，则可将全套设备移到高于 0℃的低温环境解冻。

### 8.2 河口、沿海岸水体、海洋

#### 8.2.1 范围和深度

要明确被测水面的边界范围和考虑与邻近水面的相互关系。选择采样点采样部位时应考虑到潮汐的流向以及风、海水密度、海底粗糙度、离海岸线的距离对潮汐流向的影响。要考虑航行对水体流向和水质产生的影响。此外，还要研究局部排放对采样所产生的影响。

#### 8.2.2 船只的使用

在适宜的气候条件下，在整个检测期间，应保证采样船能到达所要求的采样位置。

8.2.3 冰覆盖层。在冻层下面和 4℃水体顶部形成 0~3℃的冷水层(约 5mm)。由于温度梯度明显，生物群体也可能分层。

### 8.3 河流和溪流

#### 8.3.1 混合

如果在采样点存在着明显的束流或者分层，为了确定束流或者分层的性质和范围，需要进行横向和纵向系列采样。

#### 8.3.2 选点

要选择能提供有代表性样品的点。采样点应选在水质发生明显变化或者河流有重要用途的地点，例如，采样点设在汇流口、主要排放或吸水处。在溢流堰或只产生局部影响的小排出口通常不布点。

测点最好选在可得到流量数据的地点。水质监测设备可安装在河流水文站。

在汇合点从支流中采样时要特别小心，要避免混入来自主河道的水。当监测排出液对水体产生影响时，就要在排放点的上、下游同时采样。要认真研究排放水和承纳水的混合情况及混合对下游所带来的影响，在下游采样要延伸适当距离，以便评价排放对水体的影响。

### 8.3.3 潮汐河段

涨潮和落潮时采样点的布设不同。

## 8.4 运河

通常，对河流的研究大体上适用于运河，但要特别注意下述因素。

### 8.4.1 流量

水流的方向是可变的。流速可能发生明显的变化。流量的变化取决于航运的频繁情况（船闸起闭次数）和气象条件的变化等，前者的影响大于后者。

### 8.4.2 分层和束流

静止状态时，运河中的分层和束流比河流明显。而当船只驶过的短时间内，水质，特别是悬浮固体的浓度发生明显的变化。

## 8.5 水库和湖泊

除了入口外，还要在所有有用的泄水点和泄水深度采样。水体有热分层，其不同深度可能存在明显的质量差异。生态研究需要更详细的采样方案，而且还需要流量和气象资料。

## 8.6 地下水体

### 8.6.1 被抽出的地下水

尽管从个别采样点所采样品不能代表整个含水层的质量，但在评价水能否适用于某种用途时，样品只能来自个别采样点。

### 8.6.2 含水层水

为了评价蓄水层的水质采样时，只要有可能，要在采样前把取样井或钻孔中的存水抽出。井和钻孔中的水也会分层，为了评价分层情况需要采取附加样品，并要记下地下采样深度。井和钻孔的套衬材料易腐蚀，采样之前要进行彻底抽吸，清除系统中积聚的腐蚀产物。在含水层的各个预定深度采集代表性样品时，对监测井的每一层深度或者那些分散井眼的每一层深度，应使用采样管采样。

## 8.7 河流、河口、海洋、湖泊和水库的底部沉积物

所制定的采样方案应考虑到沉积物组分纵、横方向的变化，必须取得有关底部沉积物的深度和不同深度上沉积物组成的数据。

采水样时的许多重要因素，如船只的使用，也适用于底部沉积物的采样。

底层通常是不均匀的。为了提供有代表性的评价参数，应保证采集足够数量的样品。

## 8.8 饮水

### 8.8.1 供水

在供水中检测消毒剂的残余量时，采样点应选择在全反应完成之后和消毒剂的残余量未发生任何损耗之前。比如，二氧化硫与过量的氯反应后监测余氯。

在供水中，为了常规生物检验需要采样，并遵从适当的预防措施。

通常，从与泵体连接的水龙头上采样。水龙头不应有附件，并能用火焰消毒。采样管的材质可根据试验要求进行选择。如：铜管因导致水中铜离子的增加因而降低了细菌计数。为了保证样品直接进入容器，容器应放在水龙头的下面对准龙头，但不能与之接触。

### 8.8.2 配水池

应在尽可能靠近配水池的水龙头下采样。许多配水池的进水和出水使用同一个管道。因此，只有当配水池管处于出水时才能采样。

### 8.8.3 配水系统

从自来水用户所使用的水龙头上采样是最好的办法。采样前应移去龙头上的防溅湿装置，采样时不能使用带有混合式的龙头。在干线和支线管道采样可利用消防栓和冲洗处。此外，为细菌学检验采集样品时要特别小心。

### 8.8.4 饮水处理过程中所产生的污泥

大多数饮水处理厂所生成的污泥为氢氧化铝或氢氧化铁，但也有一些处理厂产生石灰软化泥或者生物污泥。这些样品可在凝聚槽混凝沉淀池内的不同深度采取，也可在浓缩池内采取。因样品的特殊性在取出后几分钟内就会发生明显变化，因此采样后要尽量少搅动，尽快检验。

## 8.9 浴场

从天然浴场采样，按照水库和湖泊采样方法进行。使用循环水系统的游泳池，应该从进口、出口和水体中分别采样。

## 9 工业用水采样

### 9.1 上水

上水包括饮用水、河水、井水。由于水源不同，水质随时发生变化，但在给定的时间内，通常它们的组成是均质的。这些水通过一个普通的管道系统进入工厂，不存在特殊的采样情况。

当同时存在非饮用工业供水系统时，要用适当的标志加以区分，以避免搞错采样点。为了检查水是否可以饮用，要准备一些采样设备。

如果需要各水体混合物的质量数据，采样之前必须保证水体充分混合。

## 9.2 锅炉系统的水

### 9.2.1 处理厂的水

在处理厂的设计阶段，应仔细考虑采样点的方位、各处理阶段过滤池的进口和出口的采样设备。当存在悬浮固体时，取样之前应将采样管彻底清洗。

当测定水中溶解气体（如氧和二氧化碳）采样时，为了避免逸失必须使用特殊的采样技术。如果使用除气塔洗除二氧化碳，那么在随后的样品处理中就要避免二氧化碳的逸失或补充。采样管应完全浸没于水中，避免吸进气体。

### 9.2.2 锅炉给水和锅炉火

在蒸汽冷凝循环系统的许多采样点上采集的水样只含有痕量待测物质。因此，要特别小心，避免从采样到分析过程中样品受到污染。

通常的采样系统用不锈钢制成，采样系统要有完善的结构，能经受住所承受的运转压力。如果用长采样管采集高温高压锅炉给水，为了安全，最好在靠近采样点的地方冷却采样管中的样品。

当用物理和化学方法除气时，通常需设两个采样点，一个在加化学药品之前，检验物理方法除气效率，在第二个点检验总的除气效率。

所设计的锅炉采样点要保证能采到锅炉水的代表性样品。对于某些分析，如痕量金属，它们可能部分或全部的以颗粒形式存在，在这种情况下应该使用等动力采样探头。

### 9.2.3 蒸汽冷凝水

在工业上控制蒸汽的质量非常重要。通常需要从蒸汽冷凝液的回路上，过热蒸汽或者加压湿蒸汽中采样。所使用的采样探头，附有不锈钢冷却器。要注意防止采样和分析期间样品受到污染。

### 9.2.4 冷却水

主要有三类冷却系统：

#### a. 敞开式蒸发冷却系统；

b. 直流式（单程式）冷却系统；

c. 闭路循环冷却系统。

在敞开式蒸发系统中，进水和循环水通常都要采样，通常在进水口设一个采样点就够了。但是就冷却系统本身而言，为了获得所需要的数据资料，则必须同时在几个点上采样。使用生物杀虫剂处理时，则直接在冷却塔的水池中采样。从理论上讲，最好的采样系统是等动力系统。

直流式冷却系统的采样点设在进水口和出水口处，闭路系统的采样点设在低处。

## 10 工业废水

### 10.1 采样点

工业废水的采样必须考虑废水的性质和每个采样点所处的位置。通常，用管道或者明沟把工业废水排放到远而偏僻、人们很难达到的地方。但在厂区内，排放点容易接近，有时必须采用专门采样工具通过很深的人孔采样。为了安全起见，最好把人孔设计成无需人进入的采样点。从工厂排出的废水中可能含有生活污水，采样时应予以考虑所选采样点要避开这类污水。

如果废水被排放到氧化塘或贮水池，那么情况就类似于湖泊采样。

### 10.2 废水的性质

在一些工业废水中（个别工厂不经稀释就直接排放）某些组分的浓度很难确定，需要专门研究。例如，含石油或润滑油、高悬浮固体含量、强酸废水、易燃液体或气体的废水。当各种不同行业的废水排入同一公共管道时，为了采到符合要求的样品，要进行充分的混合。

### 10.3 工业用水和废水处理的污泥

处理工业用水所产生的化学污泥的范围很广，有些污泥含有毒金属，或放射性物质。废水处理厂产生的生物污泥的采样详见（11.1.2）。采集这类样品时，要采取相应的安全措施。

## 11 污水和污水厂出水

进入污水厂的污水，处理过程各阶段的水以及处理后的出水都需要采样。

### 11.1 采样点的选择

#### 11.1.1 液体

污水的组成随时间发生明显的变化，因此在一个过程的每个阶段选择采样点时，尤其是在原水中采样时需要特别认真。污水可能蓄存在横截面很大的涵洞中，其组成可随深度和沿涵洞直径发生很大变化。不同来源的污水可能混合不均，而且在低流速下污水中的悬浮物可能沉降。为了确认这些变化，在选择采样点之前要实施一个预采样方案，由预采样获得的资

料来决定常规采样点的位置。在许多情况下在不同采样点需要采 2 个或 30 个常规样品，混合这些样品得到一个综合样。当表面有漂浮物质时，如石油或者润滑油，不能按常规办法采样，而要从表层下面采样。原污水常常需要过筛并将大的颗粒粉碎之后才能采样，以避免样品中出现大的颗粒。不过，在使用自动采样器的地方，采样部位可选在预处理的上流断面，为防止堵塞自动采样器，在采样器的入口安装滤网和小破碎机。

在处理厂选择原污水的采样部位时，必须把工厂内部的回流液考虑在内。最好采集两个样品，一个样品包括所有液体，代表工厂的总负荷，另一个样品不包括回流液，用于衡量外源的负荷。如果实际上采集不到所述样品，可以用分别采样的办法计算出污水的组成。

#### 11.1.2 污泥

需要在沉淀池、消化池、氧化塘或者干燥床采集污泥样品。

由于原污泥和消化污泥均匀性差及存在有大颗粒物，所以采样时相当困难。

用导管采样时，为了减少堵塞的可能性，采样管的内径不应小于 50mm。取样时间间隔要短。当从池、氧化塘或者干燥床采样时，要从各种深度和位置采集大量样品。难于接近的采样点采用专用设备。

对于以上各种情况，适宜用统计学方法确定采样频率。

## 12 暴雨污水和地面径流

出现暴雨污水和地面径流排放时，接纳水道的流量很大，有效稀释相当大，暴雨污水的溢流可以控制。由于种种原因，地表径流可能被污染，甚至当水道内水流很大的情况下，溢流对水道内的水质也构成严重威胁。

由于暴雨污水和地面径流的排放具有间歇性质，在排放期内质量变化非常明显。因此给采样带来一些特殊的问题。由于对污水管道或者不渗水表面的冲刷，最初排放出来的污水水质是很坏的。在这种情况下，最好使用自动采样装置。自动采样装置有许多优点，它定时采样，按规定的流量起动，能够采到有代表性的样品。在许多情况下，希望按流量的比例采样。通常暴雨污水中的固体物未达到浸渍化和沉降，性质非常不均匀，给采集有代表性的样品带来困难，同时也增加了阻塞设备的可能性。在选择采样技术和采样设备时对这一点要认真考虑。必须收集整个调查期间的有关降水量和必要的气温资料。

### 第三篇 采样频率和采样时间

## 13 引言

通常需要水质可能发生变化全过程的资料，为此要不时的采样，使所采样品足以反映水质及其变化，但也要考虑到代价要小。相反，按主观想象确定采样频率或者仅从分析和采样的工作量考虑，会导致盲目采样或过于频繁的采样。当非正常状态出现的时候，有必要增加采样的频次，例如：在植物开始生长的过程中，或者在一条河的涨潮期和藻花时期等。为了统计长时间的发展趋势，需要增加采样的频次，这样采集的样品结果才是可以利用的。而且这些样品应该及时称量，以至于密集采样时期可以得到适当的重量。

## 14 采样方案的类型

采样方案有质量控制、质量表征和污染源鉴别三种类型，用于质量控制的检测可用于质量表征，反之亦然。

### 14.1 质量控制方案

质量控制通常就是对一个或几个规定范围的环境要素的浓度进行检查。检查结果决定是否要即时采取措施。所确定的采样频率要比连续测量之间出现的超过控制限的显著偏离允许几率要大。确定采样频率的两个基本因素是：

- a. 在预期条件下，偏离的大小和持续的时间；
- b. 在预期条件下，出现偏离的概率。

通常，对这些因素只能给出近似的定义，但是合理的估价将能获得一个工作值，用以推算采样频率。

### 14.2 质量表征方案

这些方案是针对评价一个和比较多的统计参数。这些参数表明在某一期间的浓度及其变化。例如：平均值或者中值表示结果的总趋势，标准偏差表示变率。这些结果可以作为调查研究的一部分或者表征那些不需要控制，仅有长期控制意义的水质项目。

### 14.3 污染源调查方案

编制这些方案是为了测定不知来源的污染排放物的特征。通常，对本底或污染物性质的了解是编制方案的基础。污染出现的周期与采样频率要一致。

污染源调查采样方案不同于质量控制、质量表征的采样方案，它的采样频率比污染物出现的频率要高的多。

## 15 统计研究

### 15.1 采样方案的确认

在任何采样方案中，只有在做好认真的准备工作之后，才能正确地确定采样时间和频率。为了提供统计技术需要的数据，在准备工作中要提高采样频率。如果水质容易发生变化，无

论是随机的还是有规律的变化，所得到的值对于统计参数值，如平均值、标准偏差、最大值等仅为真实参数的估计值，两者之间有差异。在纯随机变化情况，估计值和真值的差值可用统计学算出。差值随样品个数的增加而降低。在采样频率确定后，数据要定期检查，以便根据需要进行改变。

在以下 15.2 至 15.5 各条中的论述是把一个统计方法应用于一个统计参数、平均值的例子，并假定正态分布是适用的。

### 15.2 置信区间

实际上，n 个结果的平均值的置信区间 L 限定了一个范围，位于这个范围的真实平均值可在给定的置信水平上。

### 15.3 置信水平

置信水平是在计算出来的置信区间 L 范围内，含有真实平均值的概率。由一个样品的 n 次结果计算出来的、浓度的均值为 X 的置信区间，意味着该区包含真实平均值 X 的机会是 100 次中有 95 次。在能有效采取大量系列样品情况下，该区包含 X 的频率接近 95%。

### 15.4 置信区间的测定和样本数

对随机取样，样本数为 n，真实平均值的估计值  $\mu$  和标准偏差  $\sigma$  分别用算术平均值  $\bar{X}$  和 S 来代替，可按式(1)计算：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中：  $X_i$  —— 某一单位。

当 n 足够大时(见 15.1 条)，S 的  $\delta$  的数值差很小，并且由样本数 n 计算得到的 X 的置信区间是  $\bar{X} \pm K / n$ 。其中 K 值由下表给出，K 值取决于所采纳的置信水平。

置信水平，%	99	98	95	90	80	68	50
K	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28	1.00	0.6

在选定的置信水平，为给定的置信区间 L 测定均值 X，需要样品的数量为  $(2K \delta / L)^2$ 。只有当  $\delta$  已知时，此式才能成立。尽管 S 基于相当大的样品数，对 K 值不会有什么差别，但又采用估计值 S 时，需要较多的样品数。严格的说，当样品数小于 30 的时候，“K”应该被 t 值代替（t 值可以从 t 分布函数百分率表得到）。

15.5 水质的随机变化和系统变化 随机变化通常既有正态分布又有对数正态分布,而系统变化可能是趋向性变化,也可能是周期性变化或者两者变化的复合,在同一个水体中不同的环境要素的变化性质是不同的。

如果随机变化占优势,尽管采样次数对质控目标可能是重要的,但对于统计学通常是不重要的。如果出现周期性变化,无论对整个检测周期,还是对要测的最大或最小浓度值,采样次数都是重要的。在整个趋向期间,采样次数应以大致相同的间距分开。对于上述每种情况所需样品的数量主要从统计学上考虑。如果不存在系统变化,或者与随机波动比较时又很小,那么需要采集的样品数量要足够大,才能满足给定条件下环境要素均值的允许误差。比如,如果应用正态分布,根据上述内容,在选定的置信水平下  $n$  个结果均值的置信区间由式(2)给出:

$$L = \frac{2K\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $\sigma$  ——频率分布的标准偏差。

如果要求的置信区间是均值的 10%,所要求的置信水平是 95%,均值的标准偏差是 20%,那么:  $10 = \frac{2 \times 1.96 \times 20}{\sqrt{n}}$

$$\text{于是: } \sqrt{n} = 7.84$$

因此:  $n \approx 61$

这表明,如测定周期为 1 个月,每天采两个样品,如果周期为 1 年,每星期采 1~2 个样品。

## 16 异常的变化

在出现异常情况时,如制造厂的开工,河水的洪峰过程,或者各种藻类疯长时期,必须提高采样频率。在预测长期变化趋向时,只有增加采样频率时,才可运用这些采样结果。

## 17 采样的持续时间和混合样品

在一个周期内,如果仅仅平均质量有意义,只要待测项目是稳定的,那么延长样品的收集时间是有利的,并且采样周期最好与研究的周期相同。这个原则类似于制备混合样品的原则。这两种方法减少了分析工作量,但却损失了对质量变化的了解。

# 第四篇 水流的测量及其在水质方面的应用

## 18 引言

### 18.1 总则

对污水和废水处理的控制及其用数学模型管理天然水体提高了流量测量的重要性。如：不进行流量测量就不能评价污染负荷。本篇提出了在确定采样方案时，必须考虑的流量因素。然而，流量的测量通常不由水质检验专家进行，所以本篇不涉及测量的具体细节。

流量测量包括三个方面：

- a. 流向；
- b. 流速；
- c. 流量；
- d. 流动结构；
- e. 横断面积。

### 18.2 流向

大多数内陆水系，水流是不稳的，但流向是明显的，航道和排泄渠道水流的流向是随时间而变化的。掌握含水层中地下水径流的流向，对于评价含水层被污染的程度以及选择采样的位置都是很重要的。在废水处理过程中，处理池中水流动的模式影响到池中物质的混合和悬浮物质的沉降，要考虑到水流模式以确保所采集的样品具有代表性。

在河口和沿海水体中，经常需要测量水流方向并把它看作采样方案的主要部分。水流的方向和速度受潮流的影响，非常易变。而潮流又受到气象条件及其他因素的影响。

### 18.3 流速

流速是很重要的，可用以：

- a. 计算流量；
- b. 计算平均速度和迁移时间。就水质而言，迁移时间是指某一水团通过一定距离所需要的时间；
- c. 评价湍流影响及由流速导致的水体混合。

### 18.4 流量

流量指单位时间内流过某一点的流体的体积。有关流量的平均值和极限值的资料对废水、污水和水处理厂的设计、运转以及为保护天然水系制定合理的质量极限是不可缺少的。

### 18.5 流动结构

流动结构可以显著影响横向和纵向的混合速率,对于流动是在某个指定的槽或者在几个槽,或者是否存在漩涡的情况,都应该认真评估,样品应该从一个或混合好的槽中采集。例如:在复合槽或者漩涡中的流动结构说明样品可能是没有代表性。

#### 18.6 横断面积

采样横截面可以是近似矩形或在边缘的一个深槽,尺寸的宽窄和深浅也可以选择。这些特性可以影响混合和腐蚀,同时也可以改变成天然河流和人造水槽的时间。

### 19 水质控制中流量测量的必要性

#### 19.1 处理厂的负荷

评价工厂的处理负荷需要流量数据。流量数据可以在进入污水工程系统的排放点以及在污水厂内部测量得到。如果污水的数量或质量随时间变化,那么要确切估量工厂负荷,需要对排放量进行连续流量记录。至于混合样品,根据采样时间记录到的流量将样品按比例混合制成。公共下水道中废水的收费与排放污染物的质量和数量成比例。

#### 19.2 稀释效应

要控制向公共污水管道排放有毒有害的物质,以免工作人员和污水管线及工艺过程受到危害,与此同时要充分利用提供的稀释条件。

在考虑排放对天然水道和水质限值可能产生的影响时,必须计算稀释能力。在上述情况下,以及当系统中的其他污水所产生的稀释很小时,有关排放的数据非常有价值。

#### 19.3 污染物通量的计算

通量的计算广泛地应用于确定允许排放量和评价河流宽窄对水质的影响。通量的计算是模拟整个河流和河口地区质量的基础。计算的依据是具有代表性的排放资料或者平均流量排放资料,而动态模拟技术需要连续流量数据的流量频率的测算。

#### 19.4 污染物质的迁移和转化的速度

如果污染物的排放浓度随时间而变化,那么只有了解污染物从排放点迁移的速度才能正确估计污染物的扩散和降解情况。因此,在确定一河流或河口地区的采样方案时,要力图在沿河道流动的同一水体中采样。当污染物偶然泄漏进入水体时,了解污染物到达下游所需的时间对估价污染影响是极其重要的。

#### 19.5 与流量相关的待测物

发现某些水质待测物的浓度,如暂时硬度和氯化物,在某些情况下,通常在一定限度范围内与流速有关。如果掌握了流速和浓度的相关性,仅仅测量流速就能评价水中待测物。但要经常核查这种相关性是否发生变化。

## 19.6 地下水

在评价地下水源受污染的情况和转化的程度时,要求掌握地下水流动的方向和速度的有关资料。在评价地下污染时可以利用这些资料,从而避免了昂贵的地下水采样。

## 20 水流测量方法

20.1 测量可以是间断式的,如在河口用浮筒测量,在河流中使用直读式流量计;或者采用连续式的,如大多数排放流量计。

20.2 测流向和流速可以使用:

- a. 浮标,
- b. 浮筒和其他漂移物,
- c. 化学示踪剂(包括染料);
- d. 微生物示踪剂;
- e. 放射性示踪剂。

20.3 流速的测量还可采用:

- a. 直读式和自动记录式流量计;
- b. 流速仪;
- c. 超声波技术;
- d. 电磁技术;
- e. 气动技术。

20.4 测定流量时可采用:

20.4.1 流速的测量可按 20.2 条或 20.3 条所述,在一已知横截面积的明渠中进行。

20.4.2 直接机械方式。例如采用翻斗或标准水表。

20.4.3 在水流中的某一构筑物上,进行水位的测量,如在水道堰上测定水位。采用的方法有:

- a. 用规准尺进行目测;
- b. 利用浮标、电阻变化、压力差、照相或声变方法进行自动测定。

20.4.4 下列方法适用封闭管道测量:

- a. 通过文氏管颈部产生压力差;
- b. 通过孔板产生压力差;
- c. 扬水率乘以扬水时间;
- d. 电磁、超声波及其他技术。

20.4.5 稀释测量。用于天然水系流量的现场测量。

---