

# 饮用水检测与监测

北京市疾病预防控制中心

魏建荣

*weijr2005@126.com*

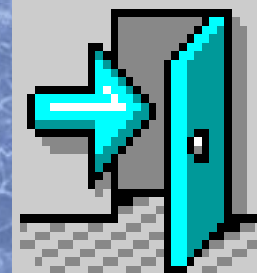
# 饮用水检测与监测

一、饮水与健康

二、饮水标准及相关规定

三、实验室如何保持可持续发展

四、水质检测中一些注意的问题



# 一、饮水与健康

- (一) 介水传染病
- (二) 化学性污染对健康的影响
- (三) 饮用水的其他健康问题

# 介水疾病或水性疾病

**定 义：** 因饮水水质不良而引起的疾病称介水疾病或水性疾病或水传疾病

**包 括：** 由病原体引起的介水传染病；  
生物地球化学性疾病（水性地方病）；  
化学污染物引起的中毒；  
“三致”物质和放射性物质造成的远期危害和放射病。

# （一）介水传染病

**介水传染病**：通过**饮用或接触受病原体污染**的水而传播的疾病，又称水性传染病。

常引起的疾病：霍乱、痢疾、伤寒和副伤寒、肝炎、感染性腹泻、隐孢子虫病和军团病等。

传染病防治法规定

甲类：霍乱

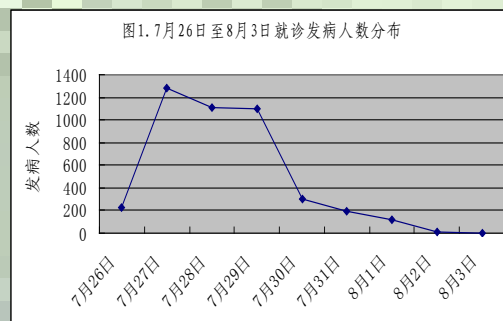
乙类：痢疾、伤寒和副伤寒、肝炎

丙类：除霍乱、细菌性和阿米巴行痢疾、伤寒和副伤寒以外的**感染性腹泻**

# 重大水污染案例



- 1、早起**霍乱**：1854年秋季伦敦宽街爆发霍乱，10天死亡500多人，John Snow医生将死亡病例定位分析，发现与饮水有关，住宅下水道距水井2英尺且高出水井9英尺多，水井受到污水污染。
- 2、**721赤峰重大水污染事件**：2012年7月21日，整个新城5万人。
- 3、**上海肝炎大爆发**：发病状况：1.18为33例、1.19为134例、1.19后成倍增长，近30万发病。江苏启东县病人—水体—食物（毛蚶）—近30万人健康人群发病。
- 4、美国特大隐孢子虫病：1993年Milwatikee水厂，水样便，40万人发病，隐孢子虫的特点（人群普遍易感、常规消毒无效、疫区烧开水）。
- 5、兰州水污染：2014.10兰州市威立雅水务集团检测发现，出厂水苯含量高达200微克/升，超出国家限值的10微克/升。直接原因：该公司3、4号自流沟超期服役出现裂缝，**兰州石化积存的地下含油污水渗入自流沟。**



# 流行特点



- 1、一次污染呈爆发流行；
- 2、病例分布与供水范围一致；
- 3、一旦对污染源控制后，发病率迅速得到控制。

易感人群性：人群作为整体对传染病易感程度，与免疫水平有关。



## 传染病的流行过程——三个

传染源包括：病人、病源携带者（即没有任何临床症状但能排出病原体的人）、受感染的动物（人畜共患病）。

传染源 → 传播途径 → 易感人群

**传播途径**：指病原体从传染源排出后，浸入另一个宿主之前，在外环境中停留和转移所经历的全过程。病原体停留和转移必须依附生物媒介和非生物媒介物，称为传播媒介或传播途径，8中途径：**空气**（飞沫、尘埃）、**水**（肠道或寄生虫，如伤寒、霍乱、痢疾、甲肝、血吸虫病等。饮水：腹泻和隐孢子虫腹泻等，特点；疫水；经皮肤接触疫区水）、**食物**（肠道为主，生产、加工、运输、储存及供应等，特点）、**接触**（直接：性病；间接：病原体→手→物品→人）、**虫媒**（媒介节肢动物，机械性传播：病原体经节肢动物，如苍蝇、蟑螂，传输，不发生生物学上依存，将病原体传给食物或食具等；生物性）、**土、医源性、垂直传播/母婴传播**。





# 污染源和污染途径

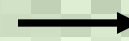
- 生活污水
- 人畜粪便
- 医院污水
- 工业废水  
(屠宰、畜牧、制革及生物制品等)

水

水源

输水系统

配水系统

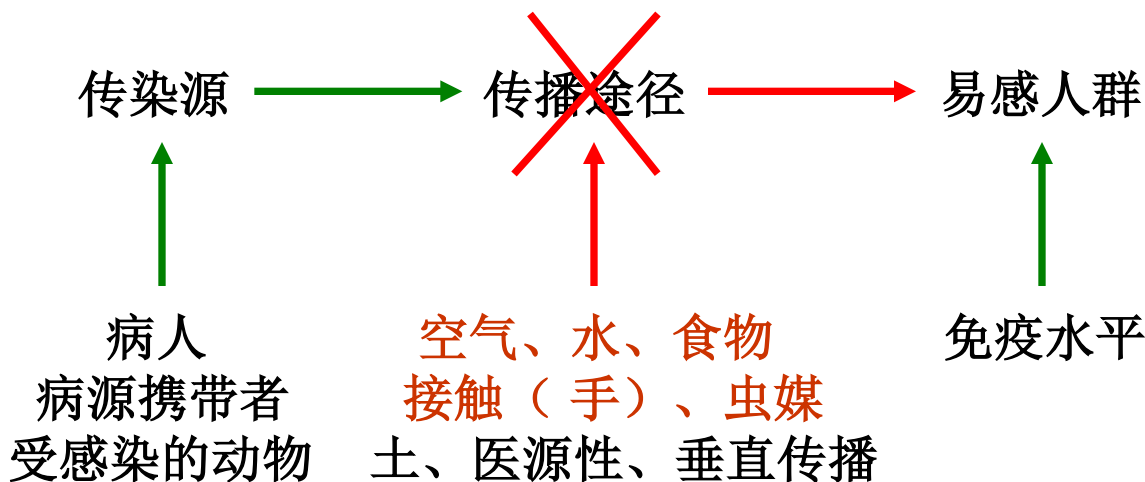


污染源

污染途径



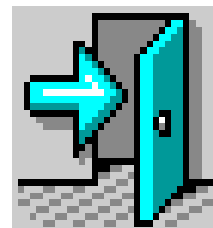
# 传染病预防的重点



消灭传染源

阻断传播途径

提高免疫水平



## (二) 化学性污染对健康的影响

无机物：重金属类、氟化物、砷、硝酸盐、溴酸盐等

有机物：消毒副产物（三氯甲烷、二氯乙酸、三氯乙酸等）、苯及苯系物、农药等

放射性物质：总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 等

# 污染途径

- 1、污水不经处理任意排放
- 2、工业废物不经处理任意堆放
- 3、生产过程中的跑、冒、滴、漏
- 4、生活污水、农药的不合理的排放

# 特点及预防措施

(三) 特点：慢性、危害大、有的无感官特征。

(四) 预防措施：加强水源防护

加强输配水设备行政许可和日常监督

加强健康教育正确使用化肥及农药

# 几种典型的化学污染物——1、砷

(1) 来源：砷化物用于晶体管、激光、半导体的合铸剂，并用于加工玻璃、纺织品、纸、农药等。

(2) 毒性及发病机制：抑制酶的活性，对血管和神经的影响，致癌性和生殖毒性，**三价砷急性毒性>五价砷**。

(3) 临床表现：

- 急性砷中毒（水砷 $>20\text{mg/L}$ ）：剧烈腹痛、腹泻、呕吐，严重时类似霍乱样腹泻。
- 亚急性砷中毒（水砷 $>2\text{mg/L}$ ）：除消化道症状外，伴有末梢神经炎。
- 慢性砷中毒（水砷 $>0.5\text{mg/L}$ ）：主要表现为末梢神经炎（蚁行感）和**致癌性**，

**主要表现为皮肤色素沉着、手掌和脚掌皮肤高度角化以及皮肤癌**。由于砷进入机体后引起四肢（特别是下肢）血管神经紊乱，使肢体血管痉挛，最后完全阻塞，导致皮肤变黑坏死，因此该病又称**黑脚病**



## 2、硝酸盐

(1) 水中来源：有机物在需氧条件下降解、施肥、生活污水和工业废、大气降雨。

(2) 迁移和转归：生物学活性，硝酸盐的反消化（在厌氧情况下，反消化为亚硝酸盐）和有机物的消化作用。

(3) 毒性及机理： $\text{NO}^{3-} \rightarrow \text{NO}^{2-}$

### ① 高铁血红蛋白血症

$\text{NO}^{2-} + \text{血红蛋白} \rightarrow \text{高铁血红蛋白}$ ，阻碍输氧功能。

高铁血红蛋白血症，**<6个月的婴儿尤为敏感**

10% 血红蛋白  $\rightarrow$  高铁血红蛋白：缺氧症状

50% 血红蛋白  $\rightarrow$  高铁血红蛋白：窒息

北美和欧洲有报道，因饮用水硝酸盐含量过高，导致婴儿发生高铁血红蛋白血症约2000例，其中7%-8%死亡。

② 致癌性： $\text{NO}^{2-}$  胃肠道酸性条件  $\rightarrow$  亚硝胺（动物实验致癌物）

(4) 处理办法：离子交换

### 3、挥发性有机物

(1) 特点：易挥发、有特殊气味、难溶于水。

(2) 发病机制

- 进入机体的途径：呼吸道、消化道、皮肤。
- 体内分布：**易在含脂肪高的组织中蓄积，如脑、脊髓、外周神经和骨髓等。**
- 排泄和解毒：吸入的从呼气中排出，其余部分在肝脏解毒。
- 神经毒性：多数属于低毒和中等毒性，对神经系统的毒性主要为麻醉作用，大剂量中毒时可引起先兴奋后抑制，严重时可迅速昏迷、死亡。长期低剂量暴露者可引起神衰。

(3) 临床表现：

- 急性中毒：轻型为中枢神经系统麻醉，如头痛、头晕、无力、酒醉样的感觉；重者有恶心、呕吐、意识模糊、抽搐或昏迷等。
- **慢性中毒：①主要表现为神经衰弱综合症和植物神经功能紊乱等。**  
**②致癌性**



## (三) 饮用水其他健康问题

- 1、水碱
- 2、消毒副产物
- 3、水藻
- 4、黄水事件

# 1、水碱

水中硬度 (hardness) 主要指水中钙、镁离子的含量，常以碳酸钙的量表示，考虑到锅炉结垢将  $<75\text{mg/L}$  的水认为是软水。

- 1、高硬度的不利因素：使茶水变味，洗衣消耗肥皂并影响衣服的柔软性、锅炉结垢、管路结垢。
- 2、污染事故：由低硬度地区居住的居民搬迁到高硬度地区后，出现的胃肠道功能紊乱一些症状。
- 3、全国地区饮用水中硬度分布情况
- 4、硬度与心血管疾病的关系：缺血性心脏病、动脉硬化性心脏病、高血压、冠心病和脑血管病病因指标与硬度关系的调查和危险度分析，结果：（1）负相关、（2）正相关

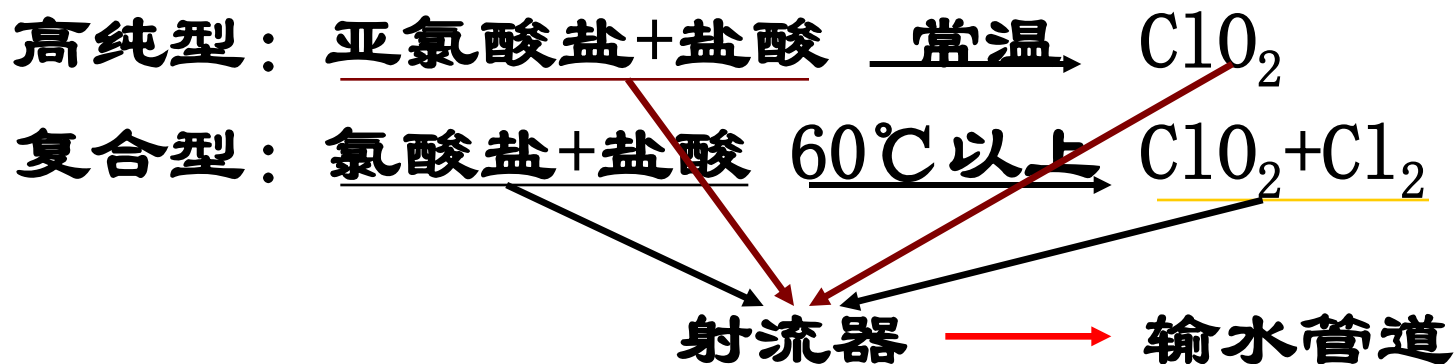
软水中硬度是一种指示屋、软水中一些溶出物质的作用、硬水中的一些离子对心血管疾病具有防止作用。

- 5、除硬度的方法：离子交换、膜技术、加热，防止结垢（硅丽精）

## 2、氯化消毒副产物

- (1) 氯制剂：卤代烃（THM<sub>S</sub>）、卤乙酸（HAA<sub>S</sub>）、卤乙腈（HAN<sub>S</sub>）、卤代酮类（HK<sub>S</sub>）、三卤乙醛（CH）、氯化苦（CP）、氯化腈、氯酚、甲醛、卤酸盐以及MX等等。
- (2) 二氧化氯：氯酸盐、亚氯酸盐等
- (3) 臭氧：溴酸盐、甲醛等。
- (4) 消毒方式的选择：臭氧对水源要，电解法对连续供水要求，复核二氧化氯对工艺的要求。

# 二氧化氯工艺产生的消毒副产物



水中亚氯酸盐和氯酸盐

消毒副产物 (消毒剂分解)

未反应的原料 (计量、温度)

# 3、藻类及其代谢物

## (1) 藻类产生

水+N、P（生活垃圾）→水中富营养化→藻类繁殖（水华）

(2) 藻类种类：蓝藻、绿藻、硅藻、双鞭毛藻等。

(3) 毒性：产生藻毒素

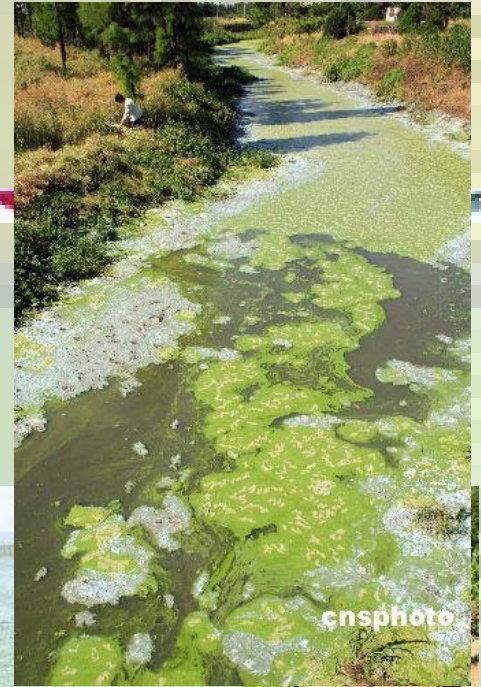
- 藻类在代谢或藻体破裂后向水体排放藻毒素。
- 蓝藻：是主要的产毒门类，目前已知产毒种属约40多种，  
如铜绿微囊藻、水华鱼腥藻、泡沫节球藻、颤藻等

铜绿微囊藻 → 微囊藻毒素 (MC)

泡沫节球藻 → 节球藻毒素

微囊藻毒素和节球藻毒素水体含量最多，危害最大。

- 按产毒素作用：肝毒素、神经毒素和其他。



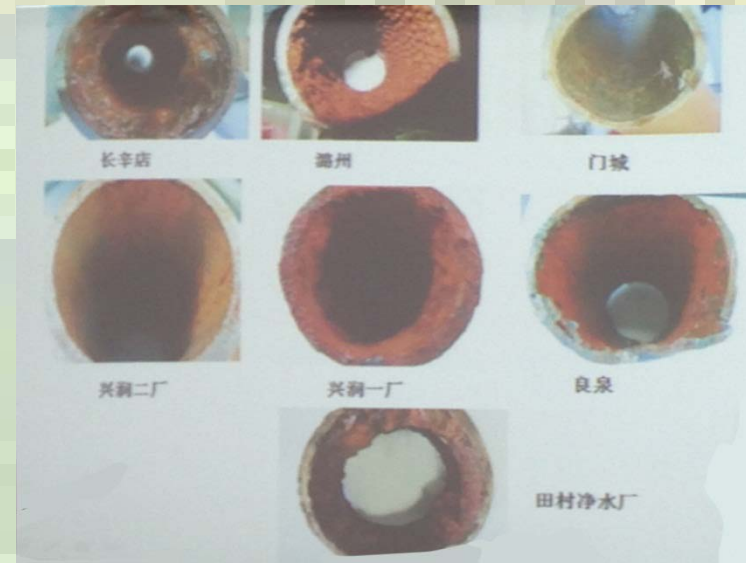
# 4、其他问题

## (1) 黄水事件

——水源改变引起管网“水土不服”

拉森指数  $LR = \frac{2\{SO_4^{2-}\} + \{Cl^{-}\}}{\{HCO_3^{-}\}}$

超标指标：浑浊度、铁



## (2) 塑料管材问题

有机物污染——经装修管道引起

水体有机物污染

硫化氢污染



# 水污染爆发原因、危害及其影响

- 1、流行原因：水源受污染后未经处理既供人们饮用；饮用水在配制或输送过程中受到污染（消毒过程、管网污染、蓄水池污染）
- 2、危害：水源、管网水易受到污染；病原体在水中的耐受力强；一些病原体不能被常规消毒方法杀死；饮同一水源的人数多。
- 3、影响：健康影响、政治影响

## 二、饮水标准及相关规定

- (一) 生活饮用水卫生标准
- (二) 生活饮用水标准检验方法
- (三) 检验检测机构资质认定管理办法
- (四) 生活饮用水卫生监督管理办法



# (一) 生活饮用水卫生标准 (GB5749—2006)

ICS 13.060  
C 51



中华人民共和国国家标准

GB 5749—2006  
代替 GB 5749—1985

生活饮用水卫生标准

Standards for drinking water quality

2006-12-29 发布

2007-07-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布  
中国国家标准化管理委员会

# 1、生活饮用水卫生标准的意义和地位

## 意义

为保护人群健康和生活质量,以法律形式作的量值规定,及实现量值要作的行为规范。是经国家有关部门批准以一形式发布的法规标准。

**量值规定:** 为保证饮水和相关产品不影响人们的健康和生活质量,规定的法定量的限值。如水质标准、产品标准。

**行为规范:** 为保证饮水和产品各项指标达到法定量的限值,对供水单位、生产单位(材料、工艺、人员等卫生要求)的法定规范,以及法定的检验和评价方法。

# 生活饮用水卫生标准的意义和地位

## 重要性：

- 从法律上保证饮水安全，保障人群健康和生活质量；
- 为供水单位和生产单位提供依据；
- 行政部门监管的依据；
- 是各级水质检测机构的评价依据。

## 法律效力

中华人民共和国标准化法； 中华人民共和国刑法；  
中华人民共和国传染病法； 生活饮用水卫生监督管理办法。

## 2、制定标准的原则和方法

### (1) 制定原则

水中余氯味道。检测值在规定的限制内，非异味结果。

- 1) 水质在流行病学上安全，防止水传染病的传播；
- 2) 所含的化学物质及放射性物质对人体健康无害，保证居民不发生急、慢性中毒或潜在远期危害；
- 3) 确保水的感官性状良好，无异臭、异味、异色和不良的刺激；
- 4) 选择的指标和确定的标准限值必须要考虑本国经济技术上的可行性。

# 2、制定标准的原则和方法

## (2) 制定方法

### 1) 指标的选择

- 首先选择那些存在较普遍、危害较大的指标；
- 采用一些综合性指标和指示性指标；色、臭、味、余氯、细总等；
- 所列指标的检测方法易于实现和推广。

### 2) 制定方法

- 毒理学研究方法
- 环境流行病学调查方法。
- 有害物质对感官性状影响的研究方法：确保受试者安全前提下直接对志愿者进行试验，确定某物质在水中的刺激作用阈、嗅阈、味觉阈或色觉浓度。
- 数学模型法。
- 直接引用WHO或有关国家的标准。

# 3、生活饮用水卫生标准

标准提出单位：

卫生部 建设部 水利部

国土资源部 国家环保总局

归口单位： 卫生部

标准负责起草单位： 中国疾病预防控制中心环境所

卫生部和国标委联合发布

发布：2006-12-29

实施：2007-07-01

# 本标准依据

- 国外标准
  - 世界卫生组织的《饮用水水质准则》（2004）及补充本（2006）
  - 欧盟饮水标准（1998）
  - 美国饮用水水质国家标准（2004）
  - 俄罗斯国家饮用水卫生标准（2002）
  - 日本饮用水水质基准（2004）
- 国内基础资料：毒理学资料、流行病学结果等

# 标准概要

标准本文分：

前言

十个章节

一个附录

参考文献



# 生活饮用水卫生标准

## 前言

### 1 范围

### 2 规范性引用文件

### 3 术语和定义 (3.1-3.4)

### 4 生活饮用水水质卫生要求 (4.1)

表1 水质常规指标及限值

表2 饮用水中消毒剂常规指标及要求

表3 水质非常规指标及限值

### 5 生活饮用水水源水卫生要求

### 6 集中式供水单位卫生要求

### 7 二次供水卫生要求

### 8 涉及生活饮用水卫生安全产品卫生要求 (8.1-8.2)

### 9 水质监测 (9.1-9.2)

### 10 水质检验方法

• 附录A (资料性附录) 表A.1 生活饮用水水质参考指标及限值

• 参考文献

**本标准的全部技术内容为强制性**  
**本标准的附录A为资料性附录**  
**此外前言规定了全部指标最迟于**  
**2012年7月1日实施。**

**作用：**《中华人民共和国标准化法》第十四条规定：强制标准，必须执行。第四章规定：违反标准的法律责任。

**饮水安全的评判标准！**

强制性

# 1 适用范围

本标准适用于**城乡各类集中式供水的生活饮水**，也适用于**分散式供水的生活饮用水**。

1、地域：城市和农村

2、供水方式：集中式和分散式

3、规模：大到小

# 1 适用范围

## 对不同水类的要求

- 生活饮用水水源水质
- 对集中式供水单位的卫生要求
- 二次供水的卫生要求
- 涉及饮用水卫生安全产品的卫生要求
- 水质监测和水质检验方法

# 适用范围说明

- 本标准对水质的要求，是指人在饮用时的水质要求，既居民在取水点取到的水的要求。
- 本标准指的水是指：人日常生活的饮水和用水。
- 适用于用于生活饮水的桶装水和瓶装水，但不包括饮料和矿泉水。
- 本标准指各类集中式供应的生活饮用水，包括市政集中式、自建式、供水站、为公共场所和居民社区提供的分质供水等

## 2 引用文件

- GB 5750 生活饮用水标准检验法
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB 17051 二次供水设施卫生规范
- GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准
- GB/T 17218 饮用水化学处理剂卫生安全性评价标准
- CJ/T 206 城市供水水质标准
- SL 308 村镇供水单位资质标准
- 卫监发[2001]161号文 生活饮用水集中式供水单位卫生规范

## 3 术语和定义

3.1 生活饮用水：饮水和用水

3.2.1 **集中式供水**：自水源集中取水，通过输配水管网送到用户或者公共取水点的供水方式。

包括自建设施供水。为用户提供日常饮用水的供水站和为公共场所、居民社区提供的分质供水也属于集中式供水。

### 3 术语

本标准所指小型集中式供水：是指农村并在一定规模的范围内的集中式供水。城镇除外。

3.2.2 **二次供水**：集中式供水入户之前经再度储存、加压和消毒或深度处理，通过管道或容器输送给用户的供水方式

3.2.3 **小型集中式供水**：农村日供水在 $1000\text{m}^3$ 以下（或供水人口在1万人以下）的集中式供水

3.2.4 **分散式供水**：直接从水源取水，无任何设施或仅有简易设施的供水方式。

# 3 术语和定义

## 常规指标和非常规指标建立的含义

本标准为了能包含全国的饮用水水质主要问题，指标数就会很多。但对某一个具体地方而言，就不大可能会遇到所有指标都存在问题。

**3.3 常规指标：**指能反映生活饮用水水质基本状况的水质指标。

**3.4 非常规指标：**根据当时、当地的具体情况来确定的指标。

**注意：**常规指标与非常规指标地位一样，均为强制性指标。不要认为常规指标是必测指标；非常规指标是不重要的。



总 $\alpha$ ，总 $\beta$ 都是筛查性指标。总 $\alpha$ ，总 $\beta$ 超标并不能意味即刻就会危及健康，要进一步分析核素才能确定能否饮用。

## 4.1 饮用水安全

- 4.1.1 水中不得含有病原微生物。
- 4.1.2 化学物质不得危害人体健康。
- 4.1.3 放射性物质不得危害人体健康。
- 4.1.4 感官性状良好。
- 4.1.5 应经消毒处理。

规定“生活饮用水应经消毒处理”，这是一条总的要求。

即使在有喝开水习惯的地区，集中式生活饮用水供水消毒仍然是必要的。

# 4 水质卫生要求

4.1.6 水质应符合表1和表3 的要求。集中式供水出厂水消毒剂限值、出厂水和管网末梢水中消毒剂余量应符合表2要求——**共计106项指标，分4类指标。**

**表1：水质常规指标及限值**

**表3：水质非常规指标及限值**

**表2：饮用水中消毒剂常规指标及要求**

**表2中：出厂水限值、出厂水余量、  
末梢水余量**

4

注意：本条款是指部分检测指标按表4的限值进行评价。但不是说仅检测这14项指标。也就是说对这类水只能放宽这14项指标，其他不能放宽。

4.1.7 小型集中式供水和分散式供水因条件限制，水质**部分指标可暂按照表4执行**，其余指标仍按表1、表2和表3执行。

**表4：小型集中式供水和分散式供水部分水质指标及限值包括：菌落总数，毒理学的砷、氟和硝酸，感官指标中10项。共计14项。**

**主要考虑我国有部分农村地区，受经济和技术条件的限制，要执行除表4外的全部指标在短期内是有困难的。**

**本标准没有规定“暂时”的过渡期有多长，各地政府可按当地实际情况确定。**

## 4 水质卫生要求

4.1.8 规定，*当发生影响水质的突发性公共事件时，经市级以上人民政府批准，生活饮用水水质标准中的感官性状和一般化学指标可适当放宽。*

•这是在本标准修订期间，一些沿海地区城市发生海水倒灌现象，使生活饮用水略带咸味。这种现象可能经常发生，而目前尚难改变现状。

4.1.9 当水中含有附录A表A.1指标时，可参考进行评价。

## 4 水质卫生要求---表1常规指标

指标	项目数	备 注	
微生物指标	4	当检出总大肠时，再检测耐热或埃希，否则不必检测	-2
毒理学项目	15	其中有机物3项，其余为金属和非金属。 消毒副产物5项，其余为非金属类、金属和有机物。三氯甲烷、溴酸盐、亚氯酸盐、氯酸盐和甲醛	-4
感官和理化	17	其中有机3项（COD、酚、ABS）	
放射性	2		
总计	38	若为氯消毒同时大肠阴性：33项（表1中32+表2中余氯）	

## 4 水质卫生要求---表2消毒剂常规指标

消毒剂名称	与水接触时间	出厂水中限值	出厂水中余量	管网末梢水中余量
氯气及游离氯制剂（游离氯）	$\geq 30\text{min}$	4	$\geq 0.3$	$\geq 0.05$
一氯胺（总氯）	$\geq 120\text{min}$	3	$\geq 0.5$	$\geq 0.05$
臭氧（ $\text{O}_3$ ）	$\geq 12\text{min}$	0.3	—	$\geq 0.02$ 如加氯， 总氯 $\geq 0.05$
二氧化氯（ $\text{ClO}_2$ ）	$\geq 30\text{min}$	0.8	$\geq 0.1$	$\geq 0.02$

## 4 水质卫生要求---表3非常规指标

指标	项目数	备注	
微生物指标	2	贾第鞭毛虫、隐孢子虫	
毒理学项目	59	50项均为有机物类（农药、挥发和不挥发有机物、消毒副产物）	
感官和理化	3		
总计	64		

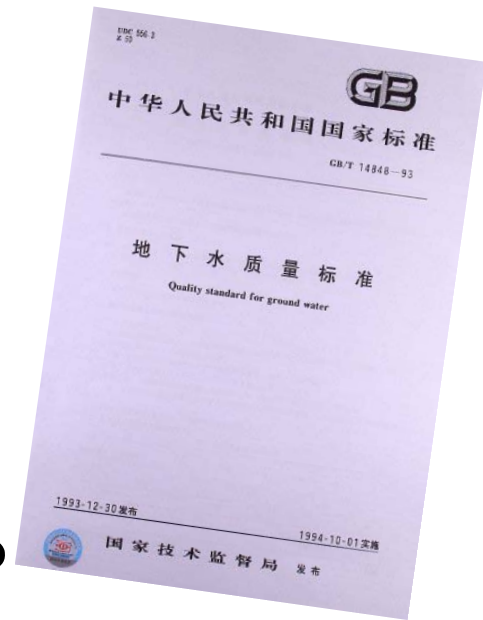
# 对其他水的要求

5 水源水：地表水GB3838；  
地下水GB/T14848。

6 集中式供水单位：卫生规范

7 二次供水：GB17051

8 涉水产品：GB/T17218，GB/T





# 9 水质监测

## 9.1 供水单位水质检测

- 城市集中式供水单位水质检测的采样点选择、检验项目和频率、合格率计算按照CJ/T 206执行。
- 村镇集中式供水单位水质检测的采样点选择、检验项目和频率、合格率计算按照SL 308执行。
- 水质非常规指标及限值所规定指标的实施项目和日期由省级人民政府根据当地实际情况确定。

# 9 水质监测

## 9.2 卫生监督的水质监测

各级卫生行政部门对各类供水单位供应的出厂水、末梢水(含二次供水)定期进行卫生监督和监测。范围、项目、频率由当地卫生部门确定。

# 生活饮用水卫生标准的特点

- 1、加强了对水质 **有机物、微生物和水质消毒**等方面的要求。有机物指标50多项，微生物增加6项，消毒剂标4项。
- 2、实现饮用水标准与国际接轨。在修订过程中充分参考了WHO、欧盟、美国、俄罗斯和日本等国的饮水标准，即考虑国情同时又考虑与国际接轨。
- 3、统筹考虑城乡饮水卫生问题。该标准适用于城乡各类供水，但从实际出发考虑城乡差距，提出部分放宽指标。
- 4、与其他标准协调一致。本标准引用了9个与本内容相关的技术文件，使其内容与现有要求协调一致。

# 水质标准——各类水质标准

- 净水卫生标准
  - 饮用净水水质标准(CJ94-2005)  
建设部
  - 瓶装饮用纯净水卫生标准(GB17324-2008)
  - 生活饮用水水质处理器卫生安全与功能评价规范-一般净水器  
卫生部
  - 生活饮用水水质处理器卫生安全与功能评价规范-反渗透处理装置  
卫生部
- 饮用矿泉水标准
  - **饮用天然矿泉水(GB8538)**
- 国外相关的水质卫生标准/规范
  - WHO饮用水质量准则（1993/1998）
  - 第美国饮用水水质标准（1999/2001）
  - 欧盟饮用水水质标准（98/83/EC）

# 对水质检测人员的要求

- 必须熟悉GB5749-2006标准

1. 熟悉各项指标的分类：毒理学指标和一般化学性指标（硬度、硝酸盐）。
2. 熟悉检测要求：消毒副产物检测要求，粪大肠和大肠埃希氏菌的要求。
3. 熟悉常用指标的限值要求。
4. 熟悉对水源水的要求。
5. 会应用此标准进行水质结果评价。

## (二) 生活饮用水标准检验方法

**GB/T5750.1~5750.13-2006**



# 标准梗概

- 《生活饮用水标准检验方法 总则》 GB/T5750.1-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 水样采集与保存》 GB/T5750.2-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 水质分析质量控制》 GB/T5750.3-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物质指标》 GB/T5750.4-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》 GB/T5750.5-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 金属指标》 GB/T5750.6-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标》 GB/T5750.7-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 有机物指标》 GB/T5750.8-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 农药指标》 GB/T5750.9-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 消毒副产物指标》 GB/T5750.10-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 消毒剂指标》 GB/T5750.11-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》 GB/T5750.12-2006
- 《生活饮用水标准检验方法 放射性指标》 GB/T5750.13-2006

# 总则（GB/T5750.1-2006）

- 1、范围，
- 2、规范性引用文件，
- 3、术语和定义，
- 4、检验方法的选择，
- 5、试剂及浓度表示，
- 6、实验纯水，
- 7、玻璃仪器与洗涤，
- 8、检测仪器、设备的计量检定与维护
- 9、实验室安全。

(1) 本标准适用于生活饮用水水质检测，也适用于水源水和经过处理、储存和输送的饮用水检测。 矿泉水使用吗？

(2) 同一个项目如果有两种以上的检验方法，可以根据设备及技术条件选择，但以第一法为仲裁法。

(3) 关注实验纯水要求。

(4) 各种洗液的配制（铬酸、洗涤剂、硝酸洗液等）。



# 水样采集与保存（GB/T5750.2-2006）

## 1、采样容器的选择

- (1) 化学性稳定，不应于水中组分发生反应，不应吸附待测组分；
- (2) 容器应适应环境温度变化，抗震性能强；
- (3) 容器体积符合检测项目要求，严密封口，易清洗；
- (4) 无机、金属和放射性指标应选择塑料容器，有机物和微生物应

选择玻璃材质，光敏性指标应选用棕色容器等。

2、采样容器的洗涤：六价铬检测不能使用铬酸洗液，阴离子合成洗涤剂不能使用洗涤灵，专用洗涤桶（汞砷），微生物采样器应洗涤、灭菌。

3、水样采集要求：见第7部分。

4、水样保存要求：保存剂的选择，采样后水样的保存条件（冷藏、避光等），见第10部分。

# 质量控制（GB/T5750.3-2006）

## 1、质控要求

（1）将分析工作中的误差减小到最小，获得准确可靠数据。

（2）发现和控制分析过程中产生误差的来源。

（3）通过样品的重复性测定评价分析工作的精密度，通过有证参考物质评价结果结果的准确度。

2、方法确认：参见第6部分（分析方法的适用性检验）。

3、质控方法：参见第7部分（分析质量控制方法与要求）。

4、检测数据处理：有效数据修约。

5、分析数据综合分析：参见第10部分（水质分析数据的正确性判断）

# 检测方法（GB/T5750.4~5750.13-2006）

每个项目检测方法的构架：

- 1、范围（含最低检测浓度及干扰物质）
- 2、测定原理
- 3、试剂：作用？
- 4、仪器
- 5、分析步骤
- 6、计算公式
- 7、精密度和准确度

例如：总硬度测定

原理：水中钙镁离子与铬黑T指示剂形成紫红色螯合物，这些螯合物不稳定，当pH=10时，EDTA先于钙离子，再与镁离子形成螯合物，滴定至终点时，溶液呈现出铬黑T指示剂的蓝色。

要点：水中的pH值，指示剂的颜色，干扰物质（有机物、金属导致终点延长）

### (三) 检验检测机构资质认定管理办法

- 国家质量监督检验检疫总局第163号令。
- 2015年4月9日发布，2006年2月21日废止。
- 2015年8月1日起施行。

# 以下行为应取得资质认定

- (一) 为 **司法机关作出的裁决** 出具具有证明作用的数据、结果的；
- (二) 为 **行政机关作出的行政决定** 出具具有证明作用的数据、结果的；
- (三) 为 **仲裁机构** 作出的仲裁决定出具具有证明作用的数据、结果的；
- (四) 为 **社会经济、公益活动** 出具具有证明作用的数据、结果的；
- (五) 其他法律法规规定应当取得资质认定的。

# 检验检测机构准入条件

## （一）依法设立的法人和其他组织

依法取得工商行政机关颁发的《营业执照》的企业法人分支机构、特殊普通合伙企业、民政部门登记的民办非企业单位（法人）等符合法律法规规定的机构。

## （二）内设机构

检验检测机构是机关或者事业单位的**内设机构**，**不具备法人资格，可由其法人授权，申请检验检测机构资质认定**。但法人应承担法律责任。

（三）**生产企业内部的检验检测机构不在检验检测机构资质认定范围之内**。生产企业出资设立的具有法人资格的检验检测机构可以申请。

（四）取消“**在华设立外资**检验检测机构的外方投资者，需要具有3年以上检验检测从业经历”的准入规定。

# 申请资质认定具体的条件

- (一) 依法成立并能够承担相应法律责任的**法人或者其他组织**；
- (二) 具有与其从事检验检测活动相适应的检验检测**技术人员和管理人员**；
- (三) 具有固定的**工作场所**，工作环境满足检验检测要求；
- (四) 具备从事检验检测活动所必需的检验检测**设备设施**；
- (五) 具有并有效运行保证其检验检测活动独立、公正、科学、诚信的**管理体系**；
- (六) 符合有关法律法规或者标准、技术规范规定的**特殊要求**。

# 分级实施资质认定

- (一) **国家认监委负责国务院有关部门以及相关行业主管部门依法设立的检验检测机构**，包括：①国家事业单位；②经国家工商总局登记注册或者核准名称的企业法人；③国务院有关部门及相关行业主管部门直属管辖的机构；④国务院有关部门、行业主管部门、相关行业协会。
- (二) 省级资质认定部门负责本行政区域内依法设立的检验检测机构。
- (三) 异地依法设立的分支机构（含分公司、子公司等），应当向分支机构所在地省级资质认定部门申请检验检测机构资质认定。纳入国家认监委资质认定管理范围的检验检测机构，与总部实行统一管理体系的，可以向国家认监委申请检验检测机构资质认定。



# 资质认定程序

**(一) 提交申请:** 检验检测机构应当向国家认监委或者省级资质认定部门提交书面申请和相关材料;

**(二) 受理:** 资质认定部门对提交的申请初审, 5个工作日内出受理决定;

**(三) 技术评审:** 自受理申请之日起45个工作日内, 依据评审准则进行技术评审。

**(四) 行政决定:** 20个工作日内, 作出是否准予许可的书面决定。准予许可的, 自作出决定之日起10个工作日内, 向申请人颁发资质认定证书。

- 第十一条 资质认定证书有效期为6年。
- 延续的, 应当在其有效期届满3个月前提出申请。

# 资质认定标志

检验检测机构资质认定标志，由China Inspection Body and Laboratory Mandatory Approval的英文缩写CMA形成的图案和资质 **认定证书编号**组成。式样如下：



# 检验检测机构从业规范

- 应当遵守相关法律法规，对其出具的结果承担相应法律责任。
- 检测活动不受任何可能干扰的影响。
- 应当定期审查和完善管理体系，并确保管理体系有效运行。
- 应当在资质认定证书规定的检验检测能力范围内出具检测报告。
- 检测人员不得同时在两个以上检验检测机构从业。
- 授权签字人应当符合相应规定，非授权签字人不得签发检验检测报告。
- 向社会出具报告时应加盖检验检测专用章和注资质认定标志。
- 对原始记录和报告归档留存，保存期限不少于6年。
- 检测人员应对检测活动中涉及国家秘密、商业秘密和技术秘密负有保密义务。

# 授权签字人要求

**应当具有中级及以上技术职称或者同等能力**

**同等能力：**博士研究生毕业，从事相关专业检验检测工作1年及以上；硕士研究生毕业，从事相关专业检验检测工作3年及以上；大学本科毕业，从事相关专业检验检测工作5年及以上；大学专科毕业，从事相关专业检验检测工作8年及以上”可视为具有同等能力。

# 参加能力验证的规定

检验检测机构参加资质认定部门组织开展的能力验证或者比对活动。

能力验证结果不满意，及时进行整改，整改后仍不满足要求的，资质认定部门要对其资质能力范围进行调整。

# 监督管理

- (一) 国家认监委组织实施国家级资质认定的监督，采取三种方式：一是委托行业评审组；二是委托直属出入境检验检疫局；三是直接监督检查。
- (二) 省级资质认定部门负责对辖区内进行监督检查。
- (三) 地（市）、县级质量技术监督部门（市场监督管理部门）根据省级资质认定部门的安排，组织对所辖区域内的监督检查。

## **(四) 生活饮用水卫生监督管理办法**

**——行业法规：卫生部、建设部起草**

**1996年7月9日以两部委部长第53号发布**

**1997年1月1日起施行**

**共五章 三十一条**

**目的：了解卫生部门对饮用水的一些要求。**

# 第一章 总 则

不包括分散式供水。集中式供水单位包括：建设部门集中式水厂、城市自来水供水企业和自建对外供水企业。农村饮水管理？

## 总则1-5条

- 1、本法适用范围 **供水、二次供水单位和涉水产品的卫生管理。**
- 2、执法主体
  - 卫生部主管 **全国饮用水卫生监督（监测）工作。**
  - 建设部主管 **全国城市饮用水卫生管理工作。**
- 3、**国家对供水单位和涉水产品实行卫生许可制度。**



## 第二、三章 卫生管理与卫生监督

6-15, 16-24条。

主要概括以下内容：

- 1、规定了县级以上卫生行政部门**监督监测工作权限**(第16条)
  - 供水单位的供水范围在本区域的，由当地部门负责；
  - 供水单位的供水范围超出本区域的，由供水单位所在区域的上一级部门负责；
  - 供水单位的供水范围超出本其所在省、自治区、直辖的，由该单位所在省、自治区、直辖部门负责。
  - 铁道、交通、民航设立的卫生监督机构，行使卫生部会同国务院有关部门规定的饮用水卫生监督职责。

## 第二、三章 卫生管理与卫生监督

### 2、行政许可内容及发证权限

1) **集中式供水单位**：取得**卫生许可证**，**发证机关**为县级以上卫生行政部门；**有效期4年**，**每年复核1次**，**期满前6个月提出换证申请**。

城市供水企业和自建单位同时获建设部门《城市供水企业资质证书》。

2) **涉水产品**：取得卫生许可批件

有效期4年，4年后换证，具体管理办法详见有关规定。

3) **二次供水设施清洗消毒单位**：取得卫生许可证，发证机关为当地卫生行政部门。人员要经过培训和体检。

#### **涉水产品包括：**

1. 输配水设备：管材、管件、蓄水容器、供水设备；
2. 防护材料：涂料、内衬；
3. 化学处理剂：混凝剂、消毒剂、除垢剂等；
4. 净水器：一般净水器和纯净水净水器。

#### **管理办法：行政许可。**

**国产产品**：省级卫生许可批件包括输配水设备和化学处理剂；**部级卫生许可批件**包括防护材料、净水器和所有进口产品

## 第二、三章 卫生管理与卫生监督

### 3、新、改、扩建项目的管理

- 1) 新、改、扩建供水工程，应符合卫生要求，选址和设计审查、竣工验收必须有建设、卫生行政主管部门参加——**预防性审查**。
- 2) 卫生行政部门做好预防性卫生监督工作，并负责本域内水源水质监测和评价。

### 4、二次供水设施管理

设施不得使水质受到污染，并有利于清洗和消毒。各类蓄水设施要加强卫生防护，定期清洗和消毒。具体管理办法由省、自治区、直辖市根据本地区情况另行规定。  
清洗消毒单位持证上岗。

直接从事供、管水的人员：是指从事净水、取样、化验、二次供水卫生管理及水池、水箱清洗人员。

## 管理与卫生监督

### 5、对供水单位卫生要求

- 1) 饮用水必须符合国家标准《生活饮用水卫生标准》。
- 2) 管理工作：建卫生管理制度，配备专或兼职人员负责。
- 3) 生产要求：①必须有水质净化消毒设施及②必要的水质检验仪器设备和人员，③开展经常性检验，④并向卫生和建设行政部门报送检测资料。
- 4) 人员要求：直接从事供、管水的人员必须体检合格、卫生知识培训合格；每年体检一次。凡患有痢疾、伤寒、病毒性肝炎、活动性肺结核、化脓性或渗出性皮肤病及其他有碍饮用水卫生的疾病和病原携带者，不得直接从事供、管水工作。
- 5) 水源要求：必须设置保护区。保护区内严禁修建任何可能危害水源水质卫生的设施及一切有碍水源水质卫生的行为。

# 地表水卫生防护

- 1、取水点周围半径100m内严禁捕捞、停靠船只、游泳和从事可能污染水源的任何活动，并由供水单位设置醒目警示牌。
- 2、取水点上游1000m至下游100m内，不得排放工业废水和生活污水；其沿岸防护范围内不得堆放废渣；不得设立有害化学品仓库及堆栈或装卸垃圾、粪便、油类等；不得排放有毒气体、放射性物质；不得从事放牧等有可能污染该段水域或水质的活动。
- 3、**河流为给水水源：**集中式给水可把**取水点上游1000m以外**的一定范围河段划为水源保护区，严格控制上游污染物排放量。排放污水时应符合TJ36—79《工业企业设计卫生标准》和GB3838《地面水环境质量标准》要求，以保证取水点的水质符合饮用水水源水质要求。
- 4、受潮汐影响的河流水源保护区应该适当扩大。
- 5、**水库、湖泊作为水源：**应根据需要，**将取水点周围部分水域或整个水域及其沿岸划为卫生防护地带**，并按（1）和（2）规定要求执行。
- 6、**输水明渠、暗渠为水源：**重点保护。

# 地下水卫生防护

- 1、水源保护区、构筑物的防护范围及影响半径的范围，应根据水源地所处的地理位置、水文地质条件、供水数量、开采方式和污染源的分布，由供水单位、会同卫生、环保及规划设计、水文地质部门研究确定。
- 2、单井或群井的影响半径范围内：不得使用工业废水或生活污水灌溉和施用持久性或剧毒性的农药；不得修建渗水厕所、渗水坑、不得堆放垃圾、粪便、废渣或铺设污水渠道；不得从事破坏深层土层的活动。
- 3、工业废水和生活污水严禁排入深坑或渗井。
- 4、人工回灌的水质应符合饮用水水质要求。

## 第二、三章 卫生管理与卫生监督

### 6、水污染事故

- 1) 当饮用水被污染，可能危及人体健康时，有关单位或责任人应立即采取措施，消除污染，并向当地卫生行政部门和建设行政主管部门报告。
- 2) 医疗单位发现介水传染病或化学中毒病例时，应及时向当地人民政府卫生行政部门和卫生防疫机构报告。
- 3) 县级以上卫生行政部门负责本行政区域内水污染事故调查。
- 4) 停水要求：发现危及人体健康，须停止使用时。

**发布停水权限：**县级以上卫生行政部门可以责令二次供水单位停水；集中式供水单位县级以上卫生行政部门应当会同城市建设行政主管部门报同级**人民政府批准**后停止供水。

## 第二、三章 卫生管理与卫生监督

### 7、日常性卫生监督包括

- 1) 对行政许可证件的监督。
- 2) 对饮用水卫生监督：县级以上卫生行政部门设水卫生监督员（证书）
- 3) 乡、镇饮用水卫生检查：可聘卫生检查员（证书）

铁道、交通、民航饮用水管理监督有特殊规定。



# 第四章 罚 则

卫生行政部门处罚内容包括：

- 1、供水单位人员不符合要求的；
- 2、水源不符合要求的；
- 3、新、改、扩建项目未经卫生行政部门审查和验收擅自供水的；
- 4、未取得卫生许可证擅自供水的；
- 5、饮用水不符合国家规定的；
- 6、未取得卫生许可从事二次供水设施清洗消毒的；
- 7、生产或者销售无卫生许可批准文件涉水产品的；

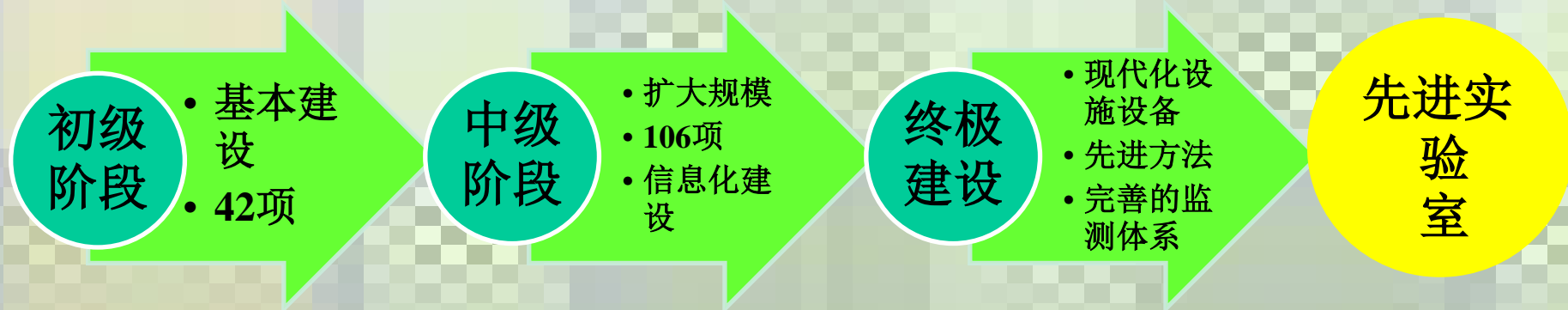
建设部门处罚：城市自来水供水企业和自建设施对外供水的企业，内容略。

## 三、县级实验室如何保持可持续发展

### (一) 硬件建设

### (二) 软件建设

# 硬件建设



1. 实验场所：现代化通风系统、温湿控制系统、气路控制系统、数据采集系统等。

2. 先进的检测设备：ICP/MS、GC/MS、LC/MS、高端的IC设备、流动注射、先进的前处理系统。

3. 完善的监测体系：实时监测体系 + 监测结果网报系统 + 统计展示平台。

4. 完善的应急体系。

# 软件建设

软件建设

管理体系

人员能力

## 人员能力建设

### 1、检测中心层面

(1) 上岗证制度：通过培训、考试。

(2) 继续教育：提高和巩固技能、扩增检测技能。

2、顶层设计：制定相应管理办法，组织培训，组织考核。

3、各级：制定相应的规定、开展培训及考核。

4、培训：理论和实操，实操比例应增加，培训后必须进行严苛的考核。德州经验（理论+实操+基础考试+项目考核+发放上岗证）

5、考核形式：能力验证、技能竞赛、专家现场考核、专项考核。

6、效果评估

## 四、水质检测中一些注意的问题

(一) 水质监测指标的选择

(二) 实验室管理（资质认定）

(三) 实验室质量控制

# (一) 水质监测指标的选择

**宗旨：全面反映当地生产的饮用水水质质量。**

- 水中不得含有病原微生物 ← 饮水消毒
- 化学物质不得危害人体健康 ← 水源防护
- 放射性物质不得危害人体健康 ← 水源防护
- 感官性状良好 ← 水处理工艺及质量

## 指标选择

- 反映日常问题指标：感官指标、pH等；
- 反映微生物指标：消毒剂余量、菌落总数、大肠菌群等；
- 综合性指标：电导率（无机物）、耗氧量（有机物）；
- 当地关键性指标。

# 监测指标选择的依据

- **选择依据：**

《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）

《地下水质量标准》（GB/T14848-93）

- **出厂水指标**

常规指标：42项反映饮水水质基本状态的指标

非常规指标：64项筛查指标（根据当地实际情况确定）

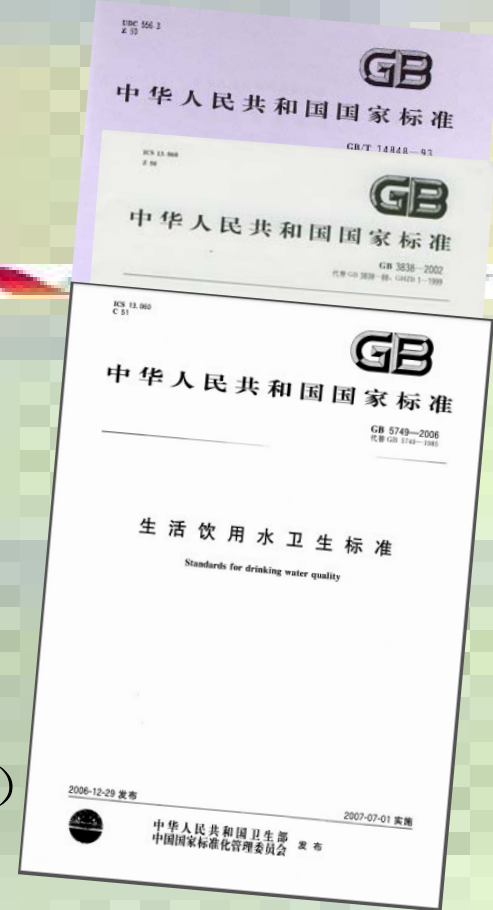
- **当地水质检测指标的确定**

水利部规定的42项常规指标+当地检测发现问题指标。

**小型实验室检测指标确定：**日检指标，通常9项指标（细菌总数、大肠菌群、感官4项、pH、消毒剂指标之一以及电导率），以及重点筛查的其他指标）

- **千人或万吨水厂化验室以及县级检测中心：**40或42项指标及水源检测指标。

- **106项全分析要求：**不提倡经常检测，指标筛查及动态监测。



## (二) 实验室管理

- 1、 管理体系
- 2、 检测方法
- 3、 人员
- 4、 环境和设施
- 5、 设备和标准溶液



# 1、管理体系

- 应当按照行业有关规定建立与其所开展的检验活动相适应的管理体系。
- 完善管理体系文件：包括政策、计划、程序文件、作业指导书、应急检验预案、档案管理制度、安全规章制度、检验责任追究制度等。
- 采用内部审核、质量监督、能力验证等有效措施完善管理体系，确保管理体系服务于检测工作。
- 应当规范工作流程，强化对采样、检验、结果报告等关键环节质控，加强原始记录和检验报告管理，确保检验结果准确、完整、可溯源。
- 实行检验人负责制。对出具的检验报告负责。

# 水质检测实验室管理制度

管理制度至少包括：

- 1、**实验室安全**管理制度；
- 2、实验人员和实验**环境安全**管理规定
- 3、实验室**电气设备安全**管理规定
- 4、实验室**废弃物安全**管理规定
- 5、实验室**压缩气体和液化气体安全**管理规定
- 6、实验用**试剂存放安全**管理规定
- 7、实验室仪器设备管理规定
- 8、实验室人员管理制度
- 9、卫生管理制度

## 2、检测方法

检验机构应当在首次使用标准检验方法时对其进行验证。

1、方法确认：对首次使用的方法进行确认。

2、确认内容：人、机（设备）、料（试剂）、法（方法）、环（环境）。

人员：培训并持证；

设备：检定或校准并建立设备档案；

试剂：验收；

方法：确认；

环境：符合检测要求。

3、方法内容：线性、精密度、准确度、灵敏度等

4、提交材料：确认报告和典型检测报告。

# 水质检测方法

## 检测方法选择

- 选择依据：《生活饮用水标准检验方法》（GB/T 5750.1-2006～GB/T 5750.12-2006）、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《地下水质量标准》（GB/T14848-93）
- 遵循原则
  - ①检测方法操作简便、容易掌握、检测成本低。
  - ②检测方法中尽量少用剧毒药剂或尽量不产生剧毒物质。
  - ③优先选择快捷、准确的仪器分析方法，其仪器价格便宜，性能稳定，并能同时完成多个指标的检测。
  - ④实验设施和能够满足检测方法要求。

# 3、人员

- 检验机构应指定的检验人独立开展工作。检验人应依照有关法律、法规，保证出具的数据客观、公正，不得出具虚假检验数据和报告。
- 检验机构应当具备充足的技术人员，其数量、专业技术背景、工作经历、检验能力等应当与所开展的检验活动相匹配，并符合以下要求：
  - 熟悉相关法律法规以及有关标准和检验方法的原理，掌握检验操作技能、质量控制、实验室安全与防护知识、计量和数据处理知识等。
  - 技术负责人应当熟悉业务，具有相关专业技术能力。
  - 从事国家规定的特定检验活动的人员应当取得相关法律法规所规定的资格。

## 4、环境和设施

- 检验机构应当具备开展检验活动固定的工作场所。
- 工作环境和基本设施应当满足检验方法、仪器设备正常运转、技术档案贮存、样品制备和贮存、废弃物贮存和处理、信息传输与数据处理、保障人身安全和环境保护等要求。
- 实验区应当与非实验区分离，互相有影响的相邻区域应当实施有效隔离，防止交叉污染及干扰，明确需要控制的区域范围和有关危害的明显警示。
- 配备便于使用的安全防护装备及设施，开展挥发性物质、消化等实验时，应当配备换气及排污系统。
- 微生物实验室面积应当满足检验工作的需求，总体布局应当减少潜在的污染和避免生物危害，并防止交叉污染。

## 5、设备和标准物质

- 检验机构应当配备开展检验活动所必需的仪器设备、样品前处理装置以及标准物质或标准菌（毒）种等。
- 检验仪器设备及其软件、标准物质或标准菌（毒）种等应当由专人管理，仪器设备通常核查以满足使用要求。
- 建立和保存对检验结果有影响的仪器设备的档案，包括操作规程、量值溯源的计划和证明、使用和维护维修记录等。

# 水质检测设备

## 检测设备配置

- 必须满足现有检测项目的要求。
- 根据经费和人员配置所需仪器。
- 优先选择国产检测设备，同时考虑检测设备的技术性能和耐受性能。

## 水质检测设备类型

- 小型检测设备。
- 大型检测设备。
- 现场检测设备。



## **(三) 质量控制**

### **1、分析质量保证**

**(1) 分析数据质量保证**

**(2) 分析方法质量参数**

**(3) 分析质量保证**

### **2、分析质量控制**

**(1) 实验室内部质量控制**

**(2) 实验室间质量控制**

# 1、分析质量保证

## (1) 分析数据质量保证

确保检测数据的准确，它应具有四性

一是代表性

二是可靠性

三是可比性

四是完整性

## 1、代表性

检测样品的代表性取决于调查或**取样**的方案；采样**人员**的资质和技能；以及**样品采集、保存与运输的技术和措施**。因而样品的质量受到时间与空间的影响与诸多因素的制约，而这一点在实际工作中往往容易被忽视。

如果样品不具代表性，检测的结果越明确，造成的危害将越大，因为不具代表性的样品不论怎样检测或谁检测也只是获得样品的检测结果，最终有可能会误导我们对结果的判断。

## 2、可靠性

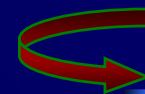
数据的可靠性取决于分析技术，它由数据的**精密度**和**准确度**组成。

## 3、可比性

可比性是指在不同时间和不同实验室的检测结果的符合程度。可比性的获得唯一的方法依赖于量值溯源。

## 4、完整性

完整性强调检测工作总体规划的完成。即样品采集——数据检测——检测报告编制——结果发出和归档，无缺漏地获得这些信息。

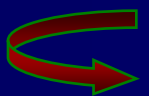


## (2) 分析方法质量参数

① 精密度

② 准确度

③ 灵敏度



# ①精密度 (Precision)

**定义：**精密度是使用特定的分析程序在受控条件下重复分析均一样品所得测定值之间的一致程度。 [链7](#)

**意义：**它反映了分析方法或测量系统存在的随机误差的大小。测定结果的随机误差越小，测试的精密度越高。精密度常用分析结果的标准偏差S表示：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

式中：S——标准差； $\bar{x}$ ——n次重复测定结果的算术平均值；  
n——重复测定次数； $x_i$ ——n次测定中第i个测定值。

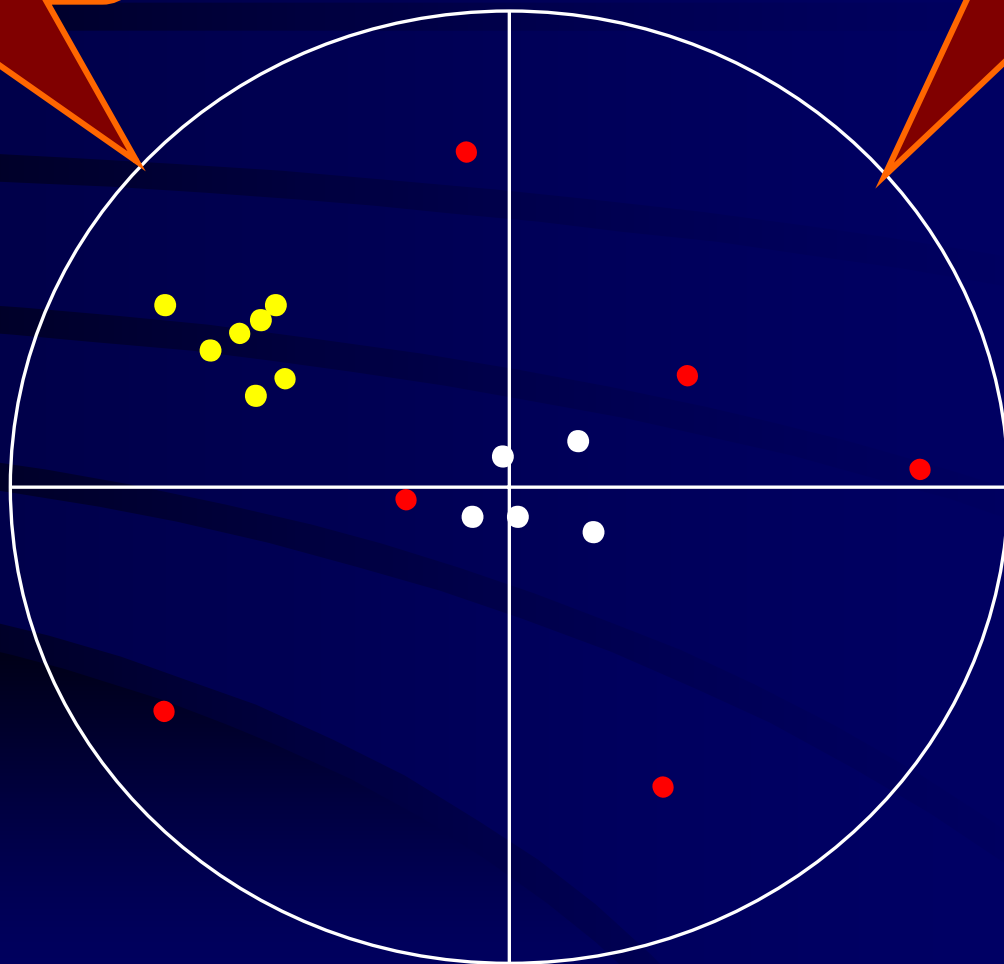
- 由于精密度与被测物的浓度有关，因此常用相对标准偏差 (RSD) 表示：

$$RSD(\%) = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

问题：哪个准确度好？

# 精密度图示

问题：哪个精密度好？



a •

b •

c •

相对偏差值R，即

$$R = \frac{|x_1 - x_2|}{\frac{x_1 + x_2}{2}}$$

$$RSD(\%) = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

### 日常工作中的用法:

- ① 标准差和RSD测定通常用于分析方法制定、新方法的确认以及考核样的考核工作等。
- ② 相对偏差用于日常的检测工作。



# 精密度

## 精密度的测定方法

- 对日常样品多次分析
  - 反复分析稳定的标准物
  - 重复分析加标样品
- 实验室室内精密度即**平行性和重复性**的总和；而实验室室间精密度即**再现性**。

**平行性精密度**：系指在同一实验室中，当**分析人员、设备和分析时间**都相同时，用**同一方法**对**同一样品**进行双份或多份平行样测定结果之间的符合程度。

**重复性精密度**：系指在同一实验室中，当**分析人员、设备和分析时间中的任一项不相同**时，用同一方法对同一样品进行双份或多份平行样测定结果之间的符合程度。

**再现性精密度**：系指在**不同实验室**（分析人员、分析设备和分析时间都不相同），用**同一分析**对**同一样品**进行的多次测定结果之间的符合程度。

# 精密度

**注意事项:** 在测定精密度时，应注意到以下问题。

- ① 分析结果的精密度与样品中待测物质的浓度有关，因此，必要时应取两个或两个以上**不同浓度水平**的样品进行分析方法精密度的检查。
- ② 精密度会受**试验条件**改变的影响而变动。通常由一整批分析结果中得到的精密度，往往高于分散在一段时间内结果的精密度。如有可能，最好将组成固定的样品分为若干批次，在相当长的时期内进行分析。
- ③ 标准偏差的可靠程度受**测量次数**的影响。因此，确定某方法的精密度，对标准偏差作较好的估计时，需要足够多的测量次数。
- ④ 通常以分析标准溶液的方法了解方法的精密度，但这与分析实际样品的精密度可能存在一定的差异，如**基质**的联合作用或结抗作用。
- ⑤ 准确度良好的数据必须具有良好的精密度，需要注意的是单纯的精密度差的数据则难以判断其准确度。

## ②准确度(Accuracy)

**定义：**准确度常用以度量一个特定分析程度所获得的**分析结果**（单次测定值或重复测定值的均值）与假定的或公认的约定**真值**之间的符合程度。[链](#)  
[7](#)

**意义：**反映该方法或该测量系统存在的**系统误差**或**随机误差**的综合指标，它决定这个分析结果的可靠性。

准确度用绝对误差或相对误差表示。

绝对误差：测定值与约定真值之差。

即：绝对误差  $(E) = x - A$

相对误差：绝对误差与真值的比值。

即：相对误差  $(\%) = \frac{x - A}{A} \times 100\%$

# 准确

注意参考标准中给出不确定的实际意义?

准确度的测定方法：常用实验的进行准确度实验。

实

- ① **标准样品的分析**：通过分析标准参考样品，由所得结果与给出的结果范围进行比较。
- ② **回收率测定**：在样品中加入一定量的标准物质测定其回收率。按下式计算回收率（P）：

$$P(\%) = \frac{x_1 - x_0}{m} \times 100$$

- 式中：P —— 加入的标准物质的回收率；
- m —— 加入标准物质的量；
- x1 —— 加标样品的测定值；
- x0 —— 检测样品的本底值。

**提醒**：从多次回收实验的结果中还可以发现方法的系统误差。收集不同浓度被测物的回收率，可作为常规分析中数据可靠性的控制依据。

# 准确度(Accuracy)

③ **不同方法的比较**: 不同原理的分析方法具有相同的不准确性的可能性极小, 当对同一样品用不同原理的分析方法测定并获得一致的测定结果时, 可将其作为真值的最佳估计。

- **提醒**: 当用不同的分析方法对同一样品进行重复测定时若测定结果一致, 或经统计检验表明其差异不显著时, 则可认为这些方法都具有较好的准确度, 若所得结果呈现显著性差异, 则应以被公认的可靠方法为准。

# 准确度(Accuracy)

## 需要注意的问题

- ① 样品中待测物质的浓度和加入标准物质的浓度与回收率有关，通常标准物质的加入量以与待测物质浓度水平相等或接近为宜。若待测物质浓度较高，则加标后的总浓度不宜超过方法线性范围上限的90%；若其浓度小于检测限，可按测定下限量加标。在其他任何情况下，加标量不得大于样品中待测物含量的三倍。
- ② 加入的标准物质与样品中的待测物质的形态未必一致，即使形态一致其与样品中其他组分间的关系也未必相同。因而用回收率评价准确度并非全部可靠。选用与待测样品同品种的标准参考物是质控分析的首选。
- ③ 样品中某些干扰物质的存在会对待测物质产生正干扰或负干扰，有时不能为回收率试验所发现。

### (3) 分析质量保证

分析质量保证运用了统计学和计量学的原理。其目的是发现分析中的误差，消除和控制误差在可接受的限度，以达到分析测试结果的可靠性和可比性。

分析质量保证包括：

量值溯源和测量不确定度  
实验室检测工作的质量保证

# ① 量值溯源

量值溯源解释：它是测量结果的一种特性，其测量值能通过连续的可比较链将测量结果与有关的基准（通常是国际基准和国家基准）联系起来。

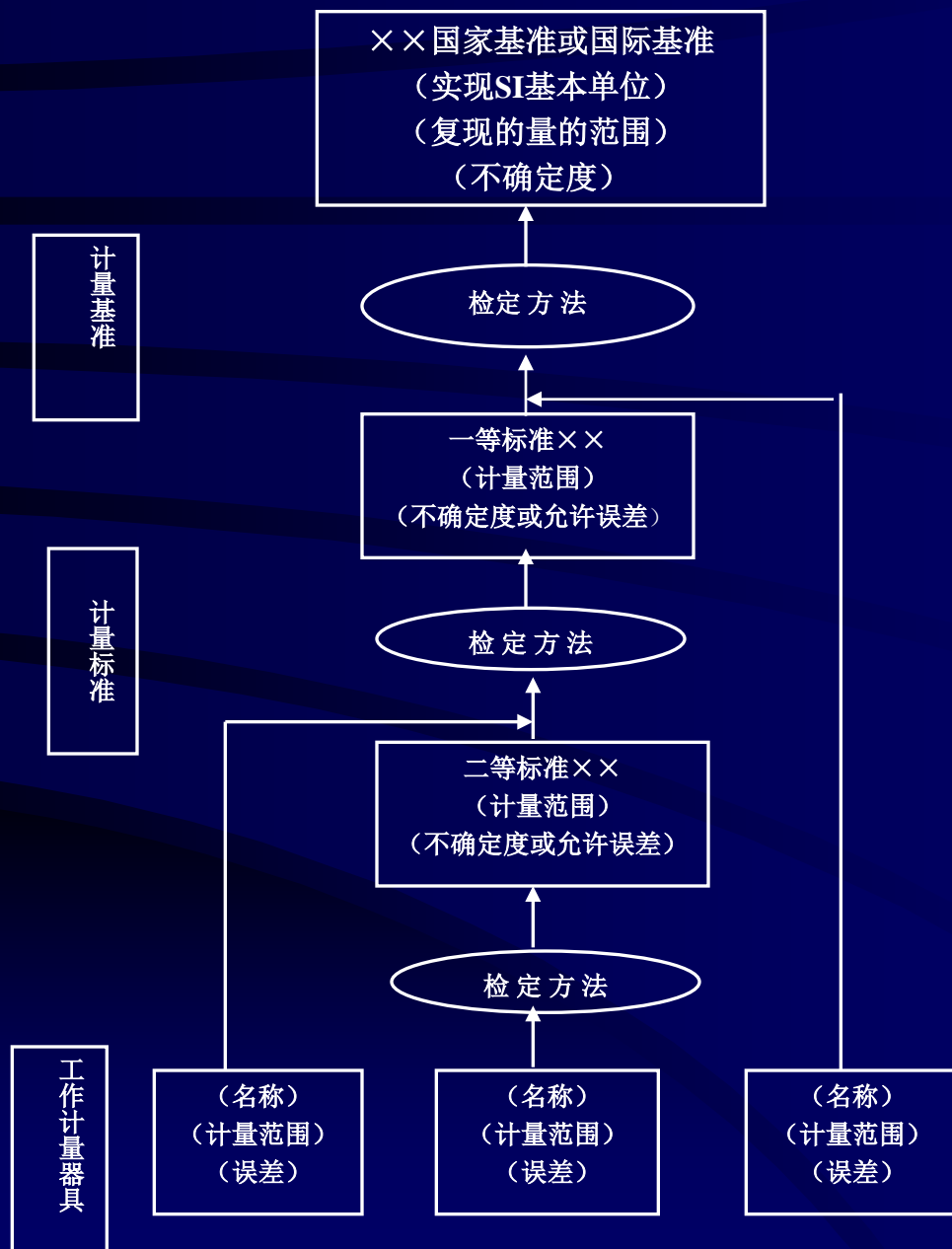
量值溯源是量值准确一致的前提。要获得此特性，就要求用具有适当准确度的计量标准检定的计量器具，该计量标准又经过上一等级计量标准的检定，逐级向上追溯，直至国家计量基准或国际计量基准。

溯源性的概念是量值传递概念的逆过程。量值传递是指将国际基准所复现的计量单位量值，通过检定（或其他传递方式）传递给下一等级的计量标准，并依次逐级传递到工作计量器具，以保证被计量的对象的量值准确一致的过程。

相对于工作计量器具使用机构来说，逐级向上为溯源，可直至实现SI基本测量单位的国家或国际计量基准。对于国家或国际计量基准（SI基本测量单位）来说，逐级往下为传递。



# 我国计量检定系统量值溯源示意图





# 水质检测的溯源

- 水质检验过程比较复杂，通常的化学测试为三个步骤：

(a) 取样(称量或吸量)

(b) 样品的处理

(c) 最终的测定(包括校准曲线的绘制和样品测量)

步骤 (a) 中如果分析天平、定量吸管经过**检定**，溯源链不致发生问题；

步骤中 (b) 若样品要经过浓缩、消化、分离、萃取、掩蔽等复杂操作，此时溯源链的建立就必须依靠掌握分解消化是否完全和有否污染的可能；被测物形态有否改变；萃取是否完全，同时还必须了解样品基体对被测物的影响。

步骤 (c) 大部分检测通过标物来链接，因此，标物购置、存放、使用等很重要。以上等因素都可能造成化学测试中溯源链的断裂。

购置：有资质-----供应商评价；

存放：实施、环境应用相应的要求-----专用，温度计的检定；

使用：曲线的制备-----复现。

## ②实验室检测工作的质量保证

**检测工作的质量保证内容包括：**

**健全的组织机构：**明确的岗位职责；对检测工作计划的制定；条件保证和运输的实施。

**样品采集：**应按统一要求布设监测点，保证所采集样品具有代表性和真实性，既要满足时空要求，又要保证样品在分析前不发生物理化学变化。采样方法、采样器、保存和运输以及有关记录表格均要做到规范化的操作。

**标准方法确认：**对易产生歧义的方法应编制实施细则，使用前应经验证。对分析方法的误差进行预测与控制，以保证即使没有很多经验的检验分析技术人员也能做出可以接受的分析结果。

**检测人员的培训和考核：**由于样品的复杂性和多样性，所检测的指标涉及多种技术，检验人员的技术熟练程度和知识面都会影响分析结果的不确定性。为此，对检验分析技术人员的检测知识、技能、特种仪器设备的能力进行定期的培训和考核，并实行持证上岗制度。

# 实验室检测工作的质量保证

**检测仪器设备的检定与维护：**对分析仪器以及与检测数据直接有关的设备，必需建立定期的检定和经常维护，并有详细的运行记录，以确保仪器设备在分析过程中的状态运行正常。

**标准溶液的管理：**基准物质和标准溶液是保证分析结果能通过连续的比较链溯源到国家计量标准的依据，基准物质的使用与管理应视同于检测仪器的管理，标准溶液的配制应严格按照国家标准(GB602)进行标化和复核并有编号和记录。

**分析过程中质量控制：**实验室分析质量控制的主要内容是通过对分析的精密度和回收率的预测与控制；误差的估测与校正；方法检测限以及结果不确定度的评定，以保证分析结果的可靠性和可比性。

**检测报告书的质量控制与管理：**检测报告书是检测机构的产品，报告书的质量由其外观格式和数据结论两方面组成，它反映检测机构的全面科学管理和技能水平。因此，对原始记录的规范；合理的数据修约与统计；法定计量单位的正确使用；严格的报告书编制、审核、签发、归档制度以及对报告质疑的规定，这也是检测机构质量体系有效运行的体现。

## 2、分析质量控制

(1) 实验室 **内部** 质量控制

(2) **实验室间** 质量控制

# (1) 实验室内部质量控制

①常用的方法：精密度试验和加标回收试验。

内容：空白试验

样品平行试验

校准曲线控制试验：取接近方法检测上限和下限浓度  
(如方法中校准曲线的最高浓度点为C，则分别取  
0.9C和0.1C的浓度)

样品加标试验

参考标样试验

# 实验室内部质量控制

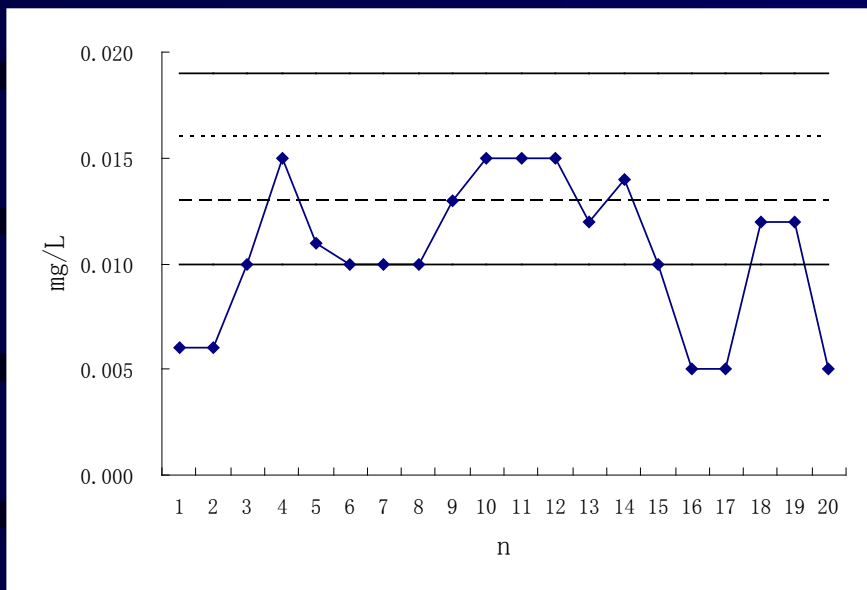
## ②质量控制图

质量控制图的概念：控制图的基本理论由W.A.Shewhart建立，并于30年代初发表了专著。控制图的基本假设是认为每个分析方法过程都存在随机误差和系统误差。将实验室内对某一指标的分析数据以正态分布的假设为基础进行统计。

质量控制图（简称质控图）是绘有控制限和警告限的统计图。其基本组成有中心线、上下辅助线、上下警告限和上下控制限。中心线可视为方法的预期值，位于上下警告限区域内可视为目标值，上下控制限区域内则为受控制区域，也就是测定值的可接受范围。



# 质控图

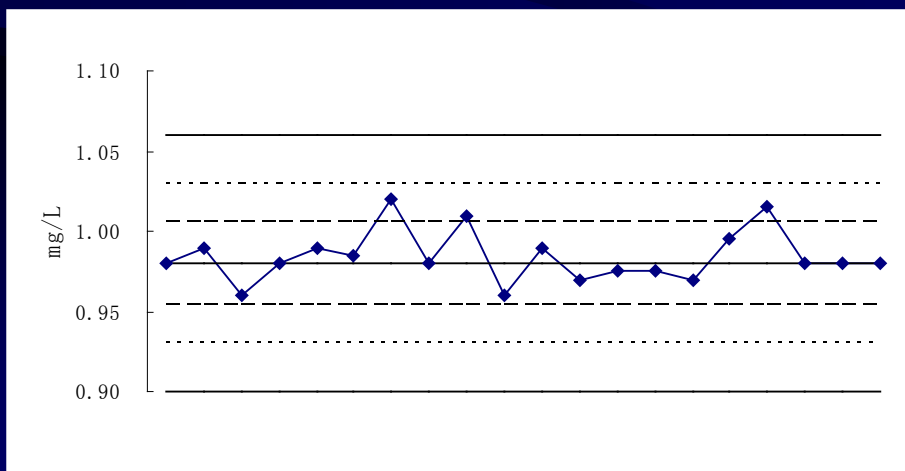


控制限

警告限

预期值

DDC-Ag盐法测砷  
空白试验值控制图



镉  
均值控制图

# 实验室内部质量控制

## 质控图的作用

- ① 为指控结果的评价提供依据；
- ② 进行平行样品和回收率的评价工作；
- ③ 时时监测分析过程中的问题（浊度测定、电导率测定、pH测定等）。

# 实验室内部质量控制

## 质控图的类型及制作

(1) 均值控制图 ( $\bar{x}$ 图) -----回收率、空白值控制及评价

### ① 组成内容

- 均值控制图是以均值（已知标物或经多次分析的样品、空白）为控制图的中心线、计算上、下警告限和控制限

上、下控制限UCL/LCL =  $\bar{x} \pm 3S$

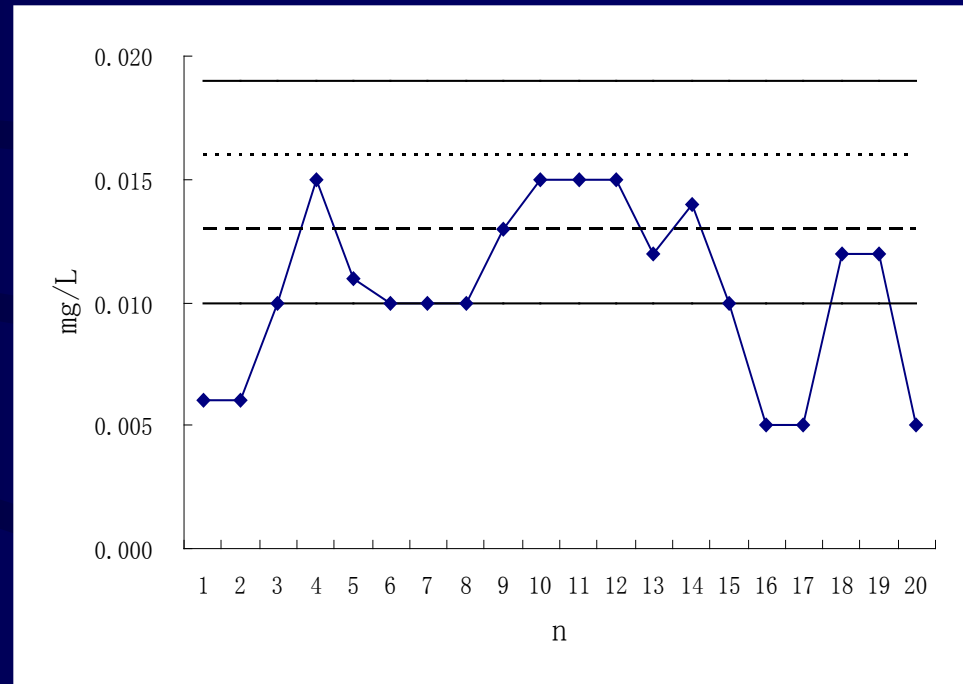
上、下警告限UWL/LWL =  $\bar{x} \pm 2S$

式中： $\bar{x}$  —标准值或多次分析结果的算术平均值  
 $S$ —标准差

# 实验室内部质量控制

## 空白试验控制图应用实例：

- 空白试验的质量控制除包括实验用水、试剂外，还应包括采样时所加入的保存剂等。
- 空白值控制图中没有下控制限和下警告限，因为空白值愈小愈好。但在图中仍应留有标示小于空白值空间。当实测的空白试验值低于控制基线且逐渐稳步下降时，说明实验水平有所提高，可酌情分次以较小的空白试验值取代较大的空白试验值，重新计算和绘图



# 空白试验值控制图

DDC-Ag盐法测砷的空白值 (单位: mg/L)

与质控图有关的统计量: 总均数

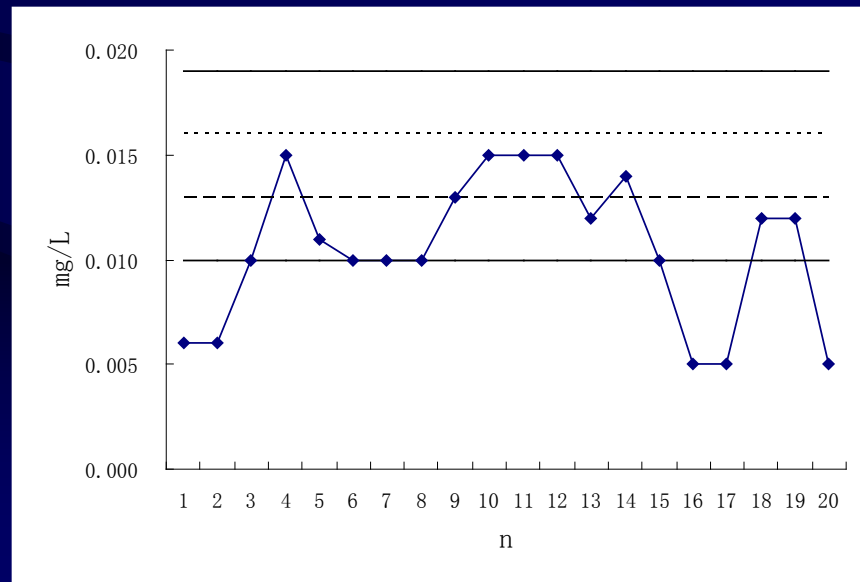
$\bar{x}=0.01$ , 标准差 $S=0.03$ , 上控

制限  $\bar{x}+3S=0.019$ ; 上警告

限  $\bar{x}+2S=0.016$ ; 上辅助限

$\bar{x}+S=0.013$ 。(因空白值愈小愈好, 故空白试验质控图中没有下控制限和下警告限)。

$n$	$\bar{x}_b$	$n$	$\bar{x}_b$	$n$	$\bar{x}_b$	$n$	$\bar{x}_b$
1	0.006	6	0.010	11	0.015	16	0.005
2	0.006	7	0.010	12	0.015	17	0.005
3	0.010	8	0.010	13	0.012	18	0.012
4	0.015	9	0.013	14	0.014	19	0.012
5	0.011	10	0.015	15	0.010	20	0.005



UCL(0.019)

UWL(0.016)

UAL(0.013)

$\bar{x}$

# 加标回收率控制图

计算与质控图有关的统计量:

平均加标回收率  $\bar{P} = 100.0\%$

加标回收率标准偏差  $S_p = 3.34\%$

上控制限  $\bar{P} + 3S_p = 110.1\%$

下控制限  $\bar{P} - 3S_p = 90.1\%$

上警告限  $\bar{P} + 2S_p = 106.8\%$

下警告限  $\bar{P} - 2S_p = 93.4\%$

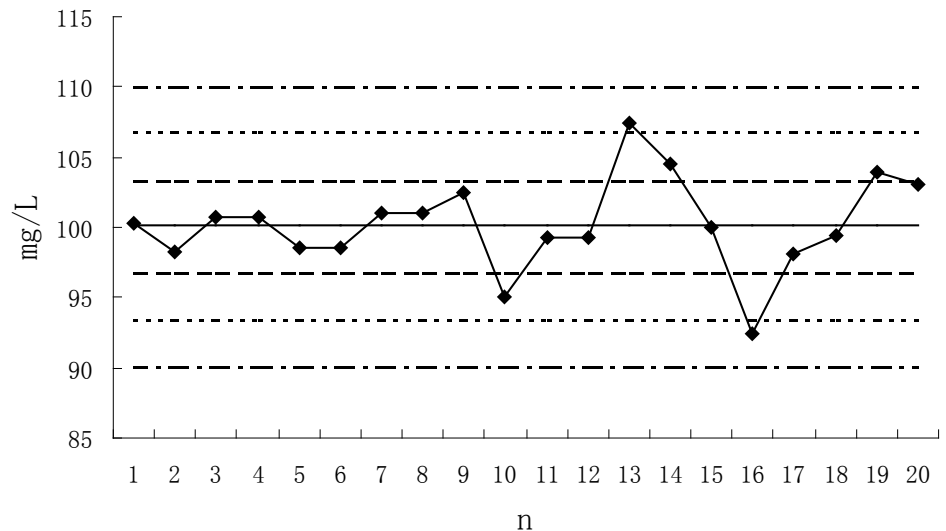
上辅助限  $\bar{P} + S_p = 103.4\%$

下辅助限  $\bar{P} - S_p = 96.8\%$

图绘时将各数据点入图中以检查是否全部落在控制限内，并检查点的分布是否合适，在图4—5中，所有的点都在控制限内；落在范围内的点为15个，占总数20个点的75%，分布合适，故此图可靠。

## 双硫脲法测汞的加标回收

$n$	回收率 $P\%$	$n$	回收率 $P\%$	$n$	回收率 $P\%$	$n$	回收率 $P\%$
1	100.3	6	97.5	11	99.2	16	92.5
2	98.2	7	101.0	12	99.2	17	98.1
3	100.8	8	101.0	13	107.4	18	99.4
4	100.8	9	102.5	14	104.5	19	104.0
5	97.5	10	95.0	15	100.0	20	103.0



# 制作加标回收率控制图需注意的几个问题

- 加标量，在一般情况下，加标量应尽量与样品的含量相等或相近。
- 单一加标回收率控制图的适用性常因样品浓度相差过大而受到限制。在中、高浓度时，加标回收受样品浓度波动的影响非常小，但低浓度样品的浓度波动对回收率的影响就比较大。
- 必须考虑样品的基体、干扰组分等因素对准确度的影响，一般加标试验进行20次以上的测定，均值作为中心线，再于距中心线上下各1个标准差处绘制辅助线，分别计算警告线和控制线。将获得值点在图上，并对图的可行性进行评价。

# 实验室内部质量控制

## 均值减差控制图 ( $\bar{x}-R$ 图)

- $\bar{x}-R$ 图由均数控制图和极差控制图两部分组成，它能同时观察到均数和极差的变化情况和趋势。

### ① 组成内容

- a、均数控制图的组成为：中心线为总均值，上下辅助限为  $\bar{x} \pm (1/3)A_2R$ ，上下警告限为  $\bar{x} \pm (2/3)A_2R$ ，上下控制限为  $\bar{x} \pm A_2R$ 。
- b、极差控制图的组成为：中心线为  $R$ ，L辅助限为  $R + (1/3)(D_4R - R)$ ，上警告限为  $R + (2/3)(D_4R - R)$ ，上控制限为  $D_4R$ ，下控制限为  $D_3R$ 。计算控制图的系数  $A_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$ 等可从表查出。

### ② $\bar{x}-R$ 图的绘制

- $\bar{x}-R$ 图的绘制，要求收集20批标准样的平行测定结果。 $\bar{x}-R$ 图分成
- $\bar{x}$ 图和  $R$ 图两部分， $\bar{x}$ 图的精密度由平行样的减差值  $R$ 来估计。
- 在绘制图时，要求每批样品进行两次以上的重复测定，表示批与批之间的变异是每批测定结果的平均值的标准差。



## 镉试剂法测定镉含量（单位：mg/L）

计算统计量：

总均数：**0.98**

标准偏差 $S=0.031$

平均减差：**0.042**

均数图：

上控制限：**1.06**

下控制限：**0.90**

上警告限：**1.03**

下警告限：**0.93**

上辅助线：**1.006**

下辅助线：**0.954**

极差图：

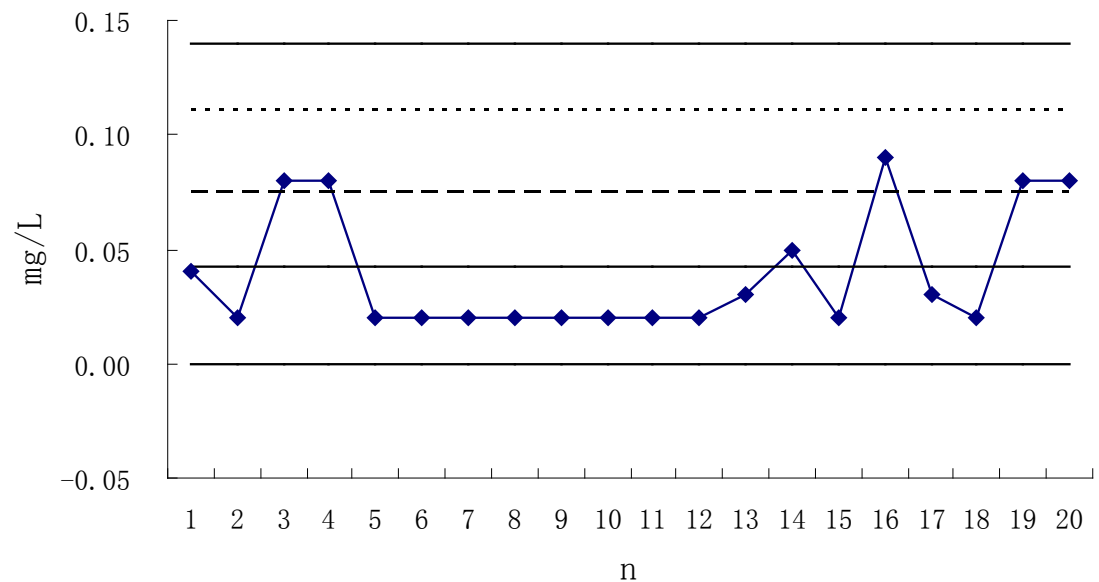
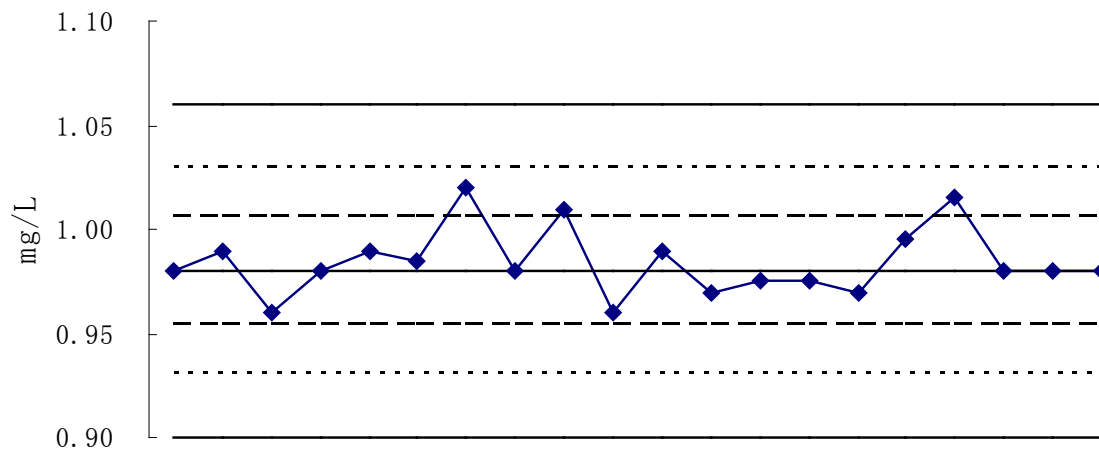
上控制限：**0.14**

上警告限：**0.11**

上辅助线：**0.075**

下控制限：**0**

n	$x_i$	$x'_i$	$\bar{x}$	$R_i$
1	1.00	0.96	0.98	0.04
2	0.98	1.00	0.99	0.02
3	0.92	1.00	0.96	0.08
4	0.94	1.02	0.98	0.08
5	0.98	1.00	0.99	0.02
6	0.97	1.00	0.985	0.02
7	0.99	1.05	1.02	0.02
8	0.97	0.99	0.98	0.02
9	1.02	1.00	1.01	0.02
10	0.97	0.95	0.96	0.02
11	1.00	0.98	0.99	0.02
12	0.98	0.96	0.97	0.02
13	0.99	0.96	0.975	0.03
14	1.00	0.95	0.975	0.05
15	0.98	0.96	0.97	0.02
16	1.04	0.95	0.995	0.09
17	1.03	1.00	1.015	0.03
18	0.97	0.99	0.98	0.02
19	1.02	0.94	0.98	0.08
20	1.02	0.94	0.98	0.08



均数极差控制图

# 实验室内部质量控制

## 减差的临界限值 ( $R_c$ ) 控制精密度

- 由于实际样品的浓度并不是固定不变的，重复测定单一浓度质控样所得的R值就有一定的局限性，如绘制一系列不同浓度水平的R图又太繁琐。在使用R图时最关心的是R值是否超出上控制限，一种简便的方法是对每个监测项目绘制一系列各种浓度范围的上控制限表格，并把高浓度范围内的上控制限按照“数字修约规则”处理到最接近的整数单位，把低浓度范围内的上控制限也同样处理到最接近的整数单位，这一系列的值称为“临界限” ( $R_c$ )，可用它作为不同浓度水平的极差控制。

$$R = \frac{|x_1 - x_2|}{\frac{x_1 + x_2}{2}}$$

- 减差的临界值控制方法是收集日常分析中不同浓度样品的重复样减差值，以相对减差值R表示，即

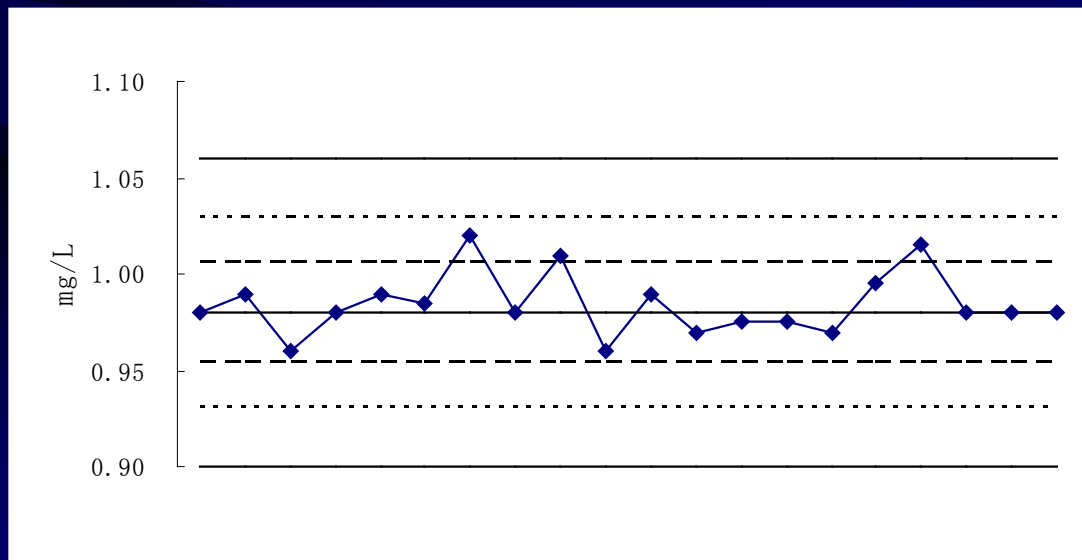
## 测定水样中铬的临界限值 ( $R_c$ ) (Cr6+ $\mu\text{g/L}$ )

项目	浓度范围	样品组数	均值	相对减差均值 $\bar{R}$	$\bar{R}$ 的加权均数	$R_c$ ( $D_4\bar{R}$ )
Cr	5~<10	32	6.15	0.0612	0.0612	0.200
	10~<25	15	16.7	0.0340		
	25~<50	16	36.2	0.0310	0.034	0.109
	50~<150	15	85.1	0.0446		
	150~<500	8	240	0.0218		
	>500	5	3171	0.0240		

# 实验室内部质量控制

## 质控图的使用

- ① 结果位于中心线附近或上下警告限内，表明测定过程处于受控制状态；
- ② 结果在上下控制限之间的区域内，则提示分析质量开始下降，有失控倾向，应进行初步检查并采取相应的纠正措施；
- ③ 如果结果落在上下控制限之外，则表明测定过程已失去控制，应立即停止分析，检查原因，予以纠正，并重新测定该批样品；
- ④ 即使测定处于控制状态，也可根据相邻几次测定值的分布趋势，对分析质量可能发生什么问题进行初步判断。比如，趋向性变化很可能由系统误差所致，分散度变大则多因实验参数变化失控或其它人为因素所致。



## (2) 实验室间质量控制

### 实验室间质量控制的目的是和意义

- 实验室间质量控制的目的是，在于使协同工作的实验室间能在保证基础数据质量的前提下，提供准确可靠并一致**可比**的测试结果，增加社会的认可度。
- 应以实验室内质量控制为基础，需要有足够的实验室参加，使所得数据的数量能满足数理统计处理的要求。
- 可共同分析一个统一样品，也可以用现场评价方式进行。
- 通常，由有经验的实验室或质控协调实验室或人员负责主持，首先由他们按照工作目的和要求规划设计实施方案，提出具体工作细则。
- 再由主持人员对各参加实验室所报结果进行数据处理，并对其做出相应的评价或判断。
- 此活动可以协助实验室发现室内不易核对的问题，提高分析结果的总体可信度，使这些数据具有较高的一致性。

# 实验室间质量控制

## 实验室间质量控制程序

- 必须有一个负责组织协调工作的机构贯彻执行这项计划。组织协调工作的机构一般由上级单位的实验室或专门组织的专家技术组负责主持这项工作的方案设计、组织协调。
- 主持机构应根据目的和要求，制定计划方案。规定实施的各项要求和各种统一报表；检查各参加实验室的内部质量控制工作的具体情况；负责实施和督促检查计划方案的执行情况；分发已知标准以校核各参加实验室的标准溶液；制备或分发统一的考核样品；处理上报的测试结果并作出质量评价；对各参加实验室给予技术指导，特别是对测定结果质量不理想的实验室，应协助他们查找原因，提高其测试质量。必要时，这个机构还应负责技术培训、技术咨询和技术经验交流等工作。
- 实验室应按要求参加外部质控工作。为保证计划方案的顺利实施，首先要完成实验室的内部质量控制的各项内容。然后在负责机构的领导和指导下，按照计划方案的程序，做好每一步工作。

# 实验室间质量控制

## 计划方案

- 计划方案的设计因工作内容而定。如实验室间比对试验，其方案设计包括用已知样核校各实验室的基准，用考核样品的测量结果评价各实验室所报数据的质量状况。
- 浓度水平应与常规检测样品的浓度水平相近或相当。
- 考核项目应以常规检测项目为主。一般按常规检测要求上报考核样品测定结果的数据量，有条件的可报出空白实验值、 $n$ 次平行测试结果的相对标准偏差等。考核样品一般用标准样，即不含基质或仅含简单基质的人工合成样，为保证测定是在等精度的条件下进行，测定时应按说明书的要求稀释到与实际样品相当的浓度。
- 发放的考核样品应为性能稳定，均匀，且有使用说明书。数量上应能满足规定上报结果的测定用量，而不宜过多，保证各参加试验室都能在大致相同的时间内接到考核样。
- 按规定时间完成报送。
- 发放考核样的同时，应一并寄出各种报表及填报要求和说明。



# 实验室间质量控制

## 外部质控方法：实验室间比对、能力验证

### 实验室间比对

按照预先规定的条件，由两个实验室或多个实验室对相同或类似检测物品进行检测的组织、实施和评价。

#### 实验室间比对解决的问题：

- 识别可能与实验室相关的问题，如人员的检测能力和仪器校准；
- 确定新方法的有效性和可比性，监控老方法的有效性和可比性；
- 鉴别实验室间的差异。

### 能力验证

参加单位，对测试组织部门所发放盲样，按照统一要求和项目进行分析测试，通过分析测定数据，对各实验室的水平进行评估。这是一种外部质量评估，是对实验室技术能力的独立考核。

# 能力验证评价方法

## Z评估法

- 国际标准化组织（ISO）下属国际理论化学和应用化学联合会（IUPAC）于1992年1月向有关成员国和组织下发的“实验室能力验证的协调方案”。

(1) 单一Z值：在实验室的检测值剔除离群值之后按下式计算各实验室的Z值。

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{S}$$

式中： $x$  —— 某实验室的检测值； $\bar{x}$  —— 不同实验室检测值的平均值； $S$  —— 各实验室检测值的标准差。

- 评估的原理实际上是正态分布的显著性检验。在正常情况下，各实验室的检测值大致呈正态分布。Z值即是把一般正态分布转化为标准正态分布的标准化随机变量，变换后一般正态分布就变成了 $\mu=0$ ， $\sigma=1$ 的标准正态分布，根据各实验室检测值与均值的差值落的位置进行评价，一般分为：
  - $|Z| \leq 1$  优秀；
  - $|Z| \leq 2$  满意；
  - $2 < |Z| < 3$  有问题，尚可接受；
  - $|Z| \geq 3$  不满意，不可接受；
- 由此可以看出， $|Z|$  值越小的实验室，该项的检测水平越高，这种单一的项目评估，亦称为单一Z值评估。



**THANKS**  
*Thanks for visiting!*

