

# 卫生防疫参考资料

(水质理化检验)

四川省卫生防疫站

1973年12月

# 前 言

在毛主席革命卫生路线指引下，在各级党委领导下，各地在保证饮水质量，保护水源卫生工作方面做了大量工作，取得了显著成绩。随着我国工农业建设的飞跃发展，毛主席和党中央又对消除“三废”化害为利，综合利用，保护水源等问题作过多次重要指示，各地都在认真贯彻落实。

为了贯彻毛主席无产阶级革命卫生路线，适应新形势的发展和需要，我们将以往在工作中经常使用的水质检验方法和学习全国兄弟单位的先进经验，编印成册，作为工作中参改。

由于水平所限，编写仓促，缺点和错误在所难免，希望批评指正。

# 目 录

<b>第一节</b>	水样的采集.....	1
一、	样瓶.....	1
二、	采水量.....	1
三、	采样方法.....	1
四、	水样说明书.....	2
<b>第二节</b>	水样运送与保存时间.....	3
<b>第三节</b>	检验项目的确定.....	4
<b>第四节</b>	检验项目测定步骤.....	5
<b>第五节</b>	检验方法.....	6
一、	水温.....	6
二、	色度.....	7
	(一) 铂钴比色法.....	7
	(二) 铬钴比色法.....	8
三、	臭.....	9
四、	味道.....	9
五、	浑浊度.....	10
	(一) 目视比浊法.....	10
	(二) 光电比浊法.....	12
六、	透明度.....	12
	(一) 铅字法.....	12
	(二) 十字法.....	13
七、	总固体.....	15
八、	溶解性固体.....	16
九、	悬浮性固体.....	16
十、	总固体、溶解性固体、悬浮性固体的灼烧减重及固定残渣.....	18
十一、	pH 值.....	19
	(一) 标准缓冲溶液比色法.....	19
	(二) 电位法.....	22
十二、	重碳酸盐二氧化碳及重碳酸盐.....	23
十三、	游离二氧化碳.....	24

十四、侵蚀性二氧化碳	26
(一) 容量法	26
(二) 计算法	27
十五、酸度	31
十六、总碱度	32
十七、总硬度	33
(一) 乙二胺四乙酸二钠容量法	33
(二) 苏打试剂法	35
十八、碳酸盐硬度(暂时硬度)	36
十九、非碳酸盐硬度(永久硬度)	37
二十、钙	37
(一) 乙二胺四乙酸二钠容量法	37
(二) 高锰酸钾容量法	38
二十一、镁	39
(一) 乙二胺四乙酸二钠容量法	39
(二) 磷酸铵镁容量法	39
二十二、铁	40
(一) 硫氰酸钾比色法	41
(二) 联吡啶比色法	42
(三) 邻菲绕啉比色法	43
二十三、铝	44
(一) 铝试剂比色法	44
(二) 8-羟基喹啉比色法	45
(三) 容量法	46
二十四、锰	47
过锰酸盐法	47
二十五、铜	48
二乙基二硫代氨基甲酸法	48
二十六、铅	49
(一) 双硫脲单色法	49
(二) 双硫脲混色法	51
(三) 硫化铅比色法	52
二十七、锌	53
(一) 比浊法	53
(二) 双硫脲比色法	54
二十八、砷	55
(一) 古蔡氏斑痕比色法	55
(二) 二乙基二硫代氨基甲酸银比色法	57

二十九、汞	59
(一) 双硫脲比色法	59
(二) 蒸馏法	61
三十、总铬	63
二苯碳酰二肼比色法	63
三十一、镉	64
双硫脲比色法	64
三十二、硒	66
盐酸二氨基联苯胺比色法	66
三十三、镍	68
丁二酮肟比色法	68
三十四、钴	69
亚硝基R 盐比色法	69
三十五、钡	70
硫酸钡比浊法	70
三十六、铍	71
(一) 桑色素荧光法	71
(二) 铍试剂比色法	73
三十七、铜	74
(一) 硫氰酸盐法	74
(二) 结晶紫硫氰酸盐法	76
三十八、钒	77
催化法	77
三十九、铋	78
孔雀绿比色法	78
四十、银	80
(一) 双硫脲比色法	80
(二) 试银灵比色法	81
四十一、钠	82
(一) 重量法	82
(二) 火焰光度计测定法	83
四十二、钾	83
(一) 亚硝酸钴钠比色法	84
(二) 亚硝酸钴钠比浊法	85
(三) 火焰光度计测定法	86
四十三、氨	86
(一) 蒸馏法	86
(二) 直接比色法	88

四十四、亚硝酸盐	89
重氮化法	89
四十五、硝酸盐	91
(一)二磺酸酚法	91
(二)还原法	93
四十六、硫酸盐	94
(一)重量法	94
(二)比浊法	95
(三)铬酸钡容量法	96
四十七、磷酸盐	97
(一)磷钼酸铵比色法	97
(二)钒酸铵比色法	98
四十八、二氧化硅	99
钼酸盐比色法	99
四十九、氯化物	100
(一)硝酸银容量法	101
(二)硫氰酸盐容量法	102
(三)氯化银比浊法	103
五十、氟化物	104
(一)锆-茜素比色法	104
(二)锆-铬青黑R比色法	105
(三)蒸馏法	106
五十一、碘化物	107
(一)碘量比色法	107
(二)接触法	109
五十二、耗氧量	110
(一)酸性高锰酸钾法	110
(二)碱性高锰酸钾法	112
(三)重铬酸钾法	112
五十三、溶解氧	113
(一)碘量法	115
(二)高锰酸钾碘量法	116
五十四、生物化学需氧量	117
五十五、油	120
(一)重量法	120
(二)比浊法	121
五十六、合成洗涤剂(烷基苯磺酸钠)	122
亚甲兰比色法	122

五十七、总硫化物	124
(一)醋酸铅定性法	124
(二)二甲氨基苯胺硫酸盐比色法	125
五十八、氰化物	126
(一)吡啶联苯胺比色法	126
(二)硝酸银容量法	128
五十九、五氯酚或五氯酚钠	129
(一)藏红T比色法	129
(二)亚甲兰比色法	130
六 十、酚类	131
(一)4-氨基安替比林比色甲法	131
(二)4-氨基安替比林比色乙法	133
六十一、苯	134
丁酮比色法	134
六十二、氯苯	136
吡啶-碱比色法	136
六十三、苯胺	137
H酸比色法	137
六十四、吡啶碱	138
六十五、甲醛	139
变色酸比色法	139
六十六、1059	140
酶化学法	141
六十七、1605	143
(一)酶化学法	143
(二)N-(1-萘基)乙烯二胺比色法	144
六十八、二二三	145
硝化比色法	146
六十九、漂白粉或漂粉精中的有效氯含量	147
碘量法	147
七 十、余氯	148
(一)联邻甲苯胺比色法	148
(二)碘量法	150
(三)甲基橙滴定法	151
(四)二乙基对苯二胺比色法	152
七十一、需氧量	153
联邻甲苯胺比色法	153

## 附 录

一、常用当量标准溶液及克分子标准溶液的配制及标定.....	155
二、原子量表(1969年).....	163
三、常用酸碱浓度表.....	164
四、滤光板的选择.....	164
五、试剂规格.....	164
六、生活饮用水卫生规程.....	165
七、工业企业设计卫生标准(摘录).....	167
八、1973年生活饮用水卫生规程(送审稿).....	170



# 第一节：水样的采集

合理的采集和保存水样，是水质分析结果能否符合所要了解水体的实际情况的重要因素，如果所采集的水样不能代表它的真实与全面性，或在保存时引起污染变质，就会使分析结果和实际情况不一致。所以采集水样的方式方法在水质分析中是极为重要的。

**一、样瓶：**采集或贮存水样的瓶，可用容量为2.5—10升、无色、具磨口玻璃塞的硬质细口瓶。供长期贮存水样的瓶，可使用优质塑料瓶。

采样前应将样瓶用铬硫酸清洁液清洗，也可用肥皂水先充分洗涤，再用普通水（或自来水）洗净，然后用蒸馏水冲洗三次，倒立使干。

**二、采水量：**采取水样的量，应根据分析要求和项目而定，一般供理化分析的水样约需2升，全项目分析时约需5—10升，特殊项目分析，按具体情况而定。

**三、采样方法：**水样采集前应用水样水冲洗样瓶3—5次，再将水样采集于样瓶中，瓶内水的体积距离瓶塞应不少于2厘米（特殊项目例外），采集各类水样的方法如下：

（一）采集自来水或具有抽水设备的井水时，应先放水数分钟，使积留于水管内的杂质流出，然后再将水样收集于采样瓶内。

（二）采集没有抽水机设备的井水，可用水桶汲取井水。但应注意先将水桶冲洗干净，然后取出水样，装入样瓶中，或直接用水样采集瓶（如图1所示）采集。



图1 水样采集瓶

（三）采集江、河、湖泊的表面水样时，应将采水瓶浸入水面下20—50厘米，使水进入瓶中，如水面较宽，应在不同地点分别采集。

（四）采集河、湖等较深处水样时，应用水样采集瓶浸入需要深度进行采集。

（五）采集测定溶解氧的水样，则按下述方法进行，并最好使用容量为250或300毫升特制的溶解氧瓶，如果没有这种瓶，可用普通250毫升磨口紧密的玻璃塞试剂瓶。采集水样时应注意不要使空气进入水样。

1. 若采集自来水水样时，要用橡皮管接在水龙头上，并把橡皮管的另一端插到瓶底部，待瓶中水样装满并向外溢出数分钟，然后取出橡皮管，迅速盖好玻璃塞。

2. 对于塘水、井水、蓄水池的水样，采集时如图2，装置一套简单设备。先将样瓶（250毫升或300毫升），与一

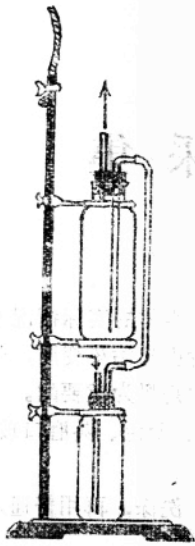


图2 测定水中气体的水样采取装置

个大瓶(1000毫升),按图装好,并将二瓶固定使便于下沉,在粗绳上标明深度米数,采集水样时将此设备投入水中,使之迅速下沉至需要深度时,水样进入样瓶并赶出空气,继即进入大瓶。又赶出大瓶的空气,直至大瓶不再存有空气时为止,提出水面后,将样瓶取下,迅速用玻璃塞盖紧。

3. 若送来的水样如果装在大瓶中,应该用虹吸方法把水样移入样瓶中。

(六)如采集测定某些特殊项目的水样,可以根据特别要求加入保存剂,如作硫化氢的水样,应在样瓶中加入醋酸铜(或醋酸锌)溶液并且水样应采满瓶,不可留有气泡,用以测定酚类的水样应加入氢氧化钠(或硫酸铜)保存等。

(七)水样采集后,应用石蜡固封瓶口,并用纱布将瓶塞与瓶包起来用麻绳扎紧,贴上水样说明书,迅速送检。

#### 四、水样说明书

水样说明书	
编号_____	共有_____瓶
采集地点_____	水源种类_____
采集日期_____年_____月_____日_____午_____时	
采集时水的温度_____°C	大气温度_____°C
采集单位_____	
送检目的_____	
分析项目_____	水样采集者_____



## 第二节：水样运送与保存时间

水样采集后，应迅速送至化验室进行分析，因为水中所含某些成份，如放置太久，容易发生变化，如溶解性气体容易散失或增加，pH值会随二氧化碳等因素的改变而改变，铁、锰由于氧化还原作用而改变它在水中的溶解度，硝酸盐氮和亚硝酸盐氮、酚类等，由于微生物作用而易起变化，其它如浑浊度等也可能有改变。此外，许多离子如钠、硼、二氧化硅，可能为玻璃水样瓶所吸附，溶解作用而改变，虽然这些因素对测定的结果的影响不一定很大，但也应该注意。所以采样和化验之间的间隔时间，事实上不可能作明确的规定，这是取决于水样的性质和欲进行的分析项目和水样的贮存条件。在一般情况下，对物理和化学分析用的水样允许存放时间大致如下：

各种水样的允许存放时间

水的种类	允许存放时间
清洁的水	72小时
稍受污染的水	48小时
受污染的水	12小时

采样和分析的间隔时间，应在化验报告中加以注明，采水时曾经加入杀菌剂或采用其它方法保存水样，亦应在报告中注明。

### 第三节：检验项目的确定

水的种类很多，一种水样应该进行哪些项目的分析，必须根据实际情况与目的来决定。下面是不同类型的水样进行分析时可供参考的项目。

一、对农村分散式给水，例如井水或长久以来均为当地农民作为生活饮用的池塘水或山溪水等，由于这些水容易受到污染，因此，分析时应着重考虑色、臭、味、浑浊度（或透明度）、pH值、溶解氧、耗氧量、氯化物、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮及硫酸盐等项目。如果发现水质有异常现象，应根据具体情况，增加分析项目。

二、对城市或厂矿所用的自来水，必须根据国家规定“生活饮用水卫生规程”的要求，为保证水质的安全卫生，来决定分析项目。

三、为选择水源而作的各种类型水源水分析时，除应按国家规定“生活饮用水卫生规程”项目进行分析外，还要根据具体情况增加特殊项目分析。

四、查清“三废”对水源的污染调查时，除一般卫生项目外各地区则可根据具体情况，增加本地区观测项目如酚、氰化物、汞、砷、铬等。

五、游泳池水的分析，除细菌检验外，一般只需测定浑浊度或透明度、pH值、余氯，必要时要做氨氮、蛋白性氮等。

## 第四节：检验项目测定步骤

水质分析中，有些项目的分析，很容易受到贮存时间和温度变化等的影响，例如 pH 值、溶解性气体、酚、氰化物及亚铁等，因此水质分析中各项的测定程序，应该有合理的安排，才能得到准确的结果，各项的测定程序我们通常拟定如下，供参考。

一、水温、气温、PH值、游离二氧化碳应在现场测定。溶解氧、硫化氢、亚铁、酚、氰化物及侵蚀性二氧化碳等项目应该在现场处理（在处理侵蚀性二氧化碳时，应同时测定水样中重碳酸盐）。因受条件限制，有些项目不能在现场测定完毕时，应于水样送达化验室时，立即测定。

二、臭、味、浑浊度、总固形物、悬浮物、氨氮、亚硝酸盐氮、耗氧量、余氯等项目，应于水样送达化验室时迅速进行分析，其余项目亦尽快分析完毕，具体进程及分析项目次序，视实验室当时人力及设备而定。

## 第五节：检验方法

### 一、水 温

天然水的温度，随水源的不同而有较大的差异，水的温度有时也可反映水的卫生状况，地面水温度往往受地面气象条件及周围环境的影响而有转变，地下水的温度则比较稳定，改变很小，如果在暖和的季节，地下水的温度增高，可证明有地面水侵入。水的温度高，往往有利于微生物的生长，从卫生学的要求来说饮用水的温度以 12—20°C 为最适宜，工业上，水温对于水的处理如凝聚，沉淀，消毒，离子交换，提取及生物处理等都有重要关系。

地下水按温度的不同，可分为如下六类：

水的种类	温 度 °C	水的种类	温 度 °C
极冷水	0—4	热 水	37—42
冷 水	4—20	极热水	42—100
温 水	20—37	沸 水	100以上

水温对矿泉水有特别意义，按温度的不同，矿泉水可分为如下四类：

矿泉分类	温 度 °C	矿泉分类	温 度 °C
冷矿泉	20以下	热矿泉	37—42
温矿泉	20—37	高热矿泉	42以上

〔操作步骤〕：

水的温度，应在采集水样时就地测定，测定地面水的温度时，可将温度计直接插入水中，3分钟后读取温度。

如果必须将水样取出测定时，则水样体积不得少于 1 升，在一般情况下，温度记录应准确至  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，要求计算水中溶解氧时，要求准确至  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

测定地下水的温度，应该使用深水温度计（如图3），此种温度计系用一支刻度准确至



图 3  
深水温度计

0.1°C 的水银温度计垂直装在一个特制的金属外套中而成，测定时，将深水温度计浸入水中至需要深度，至少等 3 分钟以后，取出水面迅速读取其温度，准确至 ±0.1°C，记录结果。

## 二、色 度

纯洁的水在水层浅的时候为无色，深时为浅兰绿色；水中如含有杂质，则使水呈现不同颜色，如水中腐植质多时，即呈黑色；有微小砂粒时呈乳白色；含低铁化合物时，呈淡绿兰色；高铁使呈黄色；清洁的天然水的色度一般在 15—25 度之间，我国规定自来水水质标准中色度不超过 20 度，颜色太深的水，不适于饮用。

测定水样的色度，应该是除去悬浮物后的色度，这种色度称为“真色”，未除去悬浮物的色度，称为“表色”，水的一般色度测定都是测“真色”，只有在悬浮物无法除去时，才测“表色”。但在清洁或浑浊度很低的水样中，水的“表色”与“真色”几乎完全相符。

测定天然水色度的方法通常是使用铂钴或铬钴比色法，两种方法都只适用于具有黄色色调的天然水。

### (一) 铂钴比色法

〔提要〕：

用氯铂酸钾与氯化钴配成与天然水黄色色调相同的标准比色列，用于水样目视比色测定，规定 1 毫克/升铂所具有的颜色称为 1 度，作为色度单位。

〔试剂〕：

铂钴标准溶液：精确称取 1.246 克氯铂酸钾 ( $K_2PtCl_6$ ) (内含铂 0.5 克) 及 1.000 克氯化钴 ( $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ) (内含钴 0.2480 克)，溶于少量蒸馏水中，加入 100 毫升浓盐酸，然后倾入 1 升容量瓶内，再用蒸馏水稀释至刻度，混匀，此时所配成的铂钴标准溶液的色度为 500 度。按照下表，可配成各种不同色度的标准溶液。

色 度	度	0	5	10	15	20	25	30	35	40
标准溶液	毫升	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
蒸馏水	毫升	100	99	98	97	96	95	94	93	92

将如上法配好之铂钴标准溶液装入纳氏比色管中，加塞保存，贮于阴暗处，可长期保存。

〔操作步骤〕：

取水样 100 毫升 (或适量，加蒸馏水稀释至 100 毫升)，盛于纳氏比色管中，与如上表配

制成之铂钴标准溶液进行比色，记录水样管与标准管最相近之色度度数。

〔计算〕：

$$\text{色度(度)} = \frac{V \times 500}{\text{水样体积(毫升)}}$$

V：铂钴标准溶液用量(毫升)。

〔注〕：

1. 如水样浑浊，应施行离心，如不用离心机而用滤纸过滤时，会除去部分真色而使结果偏低，报告时须加以注明。但过滤时应弃去最先滤出的数十毫升水样后才能应用。

2. 水样色度大于70度时，应将水样先行稀释，然后测定。

3. 水样色度亦可用杜波氏(Duboscq)比色计进行比色，但应注意样品与标准溶液之色度不可相差过多(要求相差不超过25%)否则容易发生误差，因此，测定时选用标准溶液之色度，必须与样品的色度相近。

## (二) 铬钴比色法

〔提要〕：

用重铬酸钾和硫酸钴，配成与天然水黄色色调相近的标准比色列，然后用于目视比色测定。

〔试剂〕：

1. 铬钴标准溶液：溶解0.0875克分析纯重铬酸钾( $K_2Cr_2O_7$ )及2.000克分析纯硫酸钴( $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ )于少量蒸馏水中，加入1.0毫升浓硫酸，然后倾入1升容量瓶中，再用蒸馏水稀释至刻度，此溶液之色度为500度。

2. 稀硫酸溶液：将1.0毫升浓硫酸(比重1.84)，缓缓滴入少量蒸馏水中，混合均匀，用蒸馏水稀释至1升。

按照下表所列用量，可配成各种色度标准比色液。

色 度	度	0	5	10	15	20	25	30	35	40
标准溶液	毫升	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
稀硫酸	毫升	100	99	98	97	96	95	94	93	92

〔操作步骤〕：

同铂钴比色法。

〔计算〕：

同铂钴比色法。

〔注〕：

铂钴比色法及铬钴比色法均为测定水样色度经常使用的方法，但由于前法中使用试剂之



氯铂酸钾价格较贵，故一般实验室均使用铬钴比色法。

### 三、臭

清洁的水应不具任何臭气，被污染的水，往往产生一些不正常的臭气，天然水中含有绿色藻类、原生动物类等均会发生腥气，其它如受生活污水或工业废水的污染时，也会产生各种不同的臭气。

〔提要〕：

人的嗅觉对某些物质有十分灵敏的反映，所以用嗅觉来检查低浓度物质也是一种灵敏的方法，但可惜这种方法受许多心理因素等的影响，很难有严格的分类标准，也难用物理量来表示，一般常用水样在室温或煮沸时的嗅气作定性描述：例如正常、泥土臭、鱼腥臭、霉烂臭、污水臭等，另一种是将水样的臭气分成6种不同的强度，检查时按水样不同的气味定出它的级别，臭的强度级别如下表：

强度等级	程 度	说 明
0	无臭气	不发生任何臭气。
1	极微弱	一般饮用者很难感觉有臭。
2	弱	饮用者不易感觉，但指出后即可发觉。
3	显著	易于发觉，不加处理不能饮用。
4	强	嗅后有不愉快感觉，不适于饮用。
5	极强	污染严重或池塘水，不能饮用。

我国自来水水质标准，水质在原水或煮沸后饮用时都须保证无异臭。

〔操作步骤〕：

1. 室温臭气：取水样100毫升，置于250毫升有塞三角瓶中，密塞，在室温中振荡数分钟后，立即取塞从瓶口嗅出臭气，根据上表所述臭气性质及强度，记录结果。

2. 煮沸臭气：将上述三角瓶口用表面皿盖住，放在石棉铁丝网上徐徐加热，至刚沸时立即取下表面皿，从瓶口嗅其所发生气味，根据上表所述臭气强度，记录结果。

〔注〕：

臭的强度测定中，另一种是嗅阈法，方法是将水样用无臭水稀释至恰能辨认出臭气的最低浓度，并用稀释倍数表示之，详细方法可参考1972年中国医学科学院卫生研究所编著之《水质分析法》。

### 四、味 道

纯净的水是无味的，天然水中溶解有杂质时，便可使水具有味道，各种不同的化合物引