

水质监测中颜色测定的新方法

奚旦立 陈季华

(中国纺织大学环境工程教研室)

地面水、生活用水和排放废水等颜色的测定,是水环境指标中的重要项目。目前在国内外虽有多种测定水体颜色的方法,但均有较大的局限性,缺乏一个科学的、统一的又便于推广的测定方法和标准。本文以分析颜色的物理性质为基础,对现有测定方法进行评述,进而提出一个新的测定水体颜色的方法和标准。

一、现有测定方法及其局限性

在环境监测中,水体颜色测定方法有以下几种:

1. 文字描述法 以测定人员的肉眼观察水样,用文字红、黄、蓝、深、浅等加以描述。此法无量值概念,且受主观因素影响,所以只是定性的描述,无法制订有客观量值的标准。

2. 铂钴比色法 用氯铂酸钾和氯化钴配制成标准黄色色列,并规定以 1 mg/l 氯铂酸离子形式存在的铂所产生的颜色为 1 度,目视比色测定。此法仅适用于饮用水和轻度污染的天然水,对于具有其他色调的严重污染水及工业废水不能应用。

3. 稀释倍数法 将试样用无色水稀释至用肉眼观察与无色水不能分辨的最低倍数,称为该水样的稀释倍数。此法具有量值概念,且简单易行,适用于污染严重的水和工业废水的测定。该法已有国家标准,但在实际执行中,因各种色调在稀释过程中视觉上的变化差异(如红色和黄色)和人的主观因素(特别是在低色度时更甚),常引起争议,缺乏

客观判据。

4. 面积法 将有色溶液,在 400—700nm 范围内作吸收曲线(A—λ 曲线)。这种曲线较直观地描述颜色的性质,可适用于脱色效率的比较,但颜色性质描述不完整,且有量值表达上的问题。

5. 分光光度法 颜色可分为非彩色和彩色两大类。彩色有三种属性:色调——通常以主波长表示;饱和度——以纯度表示;亮度——以明度表示。非彩色只有亮度的区别。

为了科学地表示色泽,国际照明委员会(CIE)推荐 XYZ 标准色度系统,其中 X、Y、Z 为三刺激值。采用色品坐标 x、y 和刺激值 Y 表示颜色。测定方法是按规定测定 90 个(或 30 个)波长的透光率,计算三刺激值 X、Y、Z,再按下列公式计算色品系数:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (1)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (2)$$

以色品系数 x、y 的数值,在色品图上找出色调(如红、黄、绿等),并以主波长(nm)表示。饱和度以纯度百分比表示。三刺激值中 Y 即为明度值(%)。

本法描述颜色较科学、完整,广泛应用于彩色玻璃、电视、照相、染料等行业。但用于环境监测却有很大困难。因颜色这一项参数必须用三个概念不同的数值表示,因此难以直观地定量比较,也难以制订环境标准。

6. ADMI 三刺激滤光法 本法是分光

光度法的扩展，它是根据 Adams-Nickerson 色值公式来计算单数色差值，即均匀色差。如两种颜色 A 和 B，用目视判断从无色至相同程度的差别，而它们的 ADMI (美国染料制造学会)颜色值将相同。本法是 1973 年提出的，但其测定和计算相当繁琐，且尚无环境标准值。

二、色阈值(CH)的根据及测定方法

综上所述，在环境监测中有必要提出一种新的测定方法，要求科学、简便，具有单一代表值，适用于所有水样，且易于制定环境标准。

颜色是一种感官性状指标，作为环境标准，关键是无色与色感觉之间的关系，因此可把色调、纯度和明度按多数人实验结果予以“加权回归”成单一数值，这样就可以从根本上解决各类水(饮用水、地表水、工业有色废水等)的统一测定问题。

颜色的三属性可用一个三维空间枣形立体图(图 1)表示。垂直轴代表白黑系列的明度变化，顶端是白色，底端是黑色，中间是各种灰色过渡。色调由水平面的圆周表示，圆周上各点代表光谱上各种不同的色调(红、橙、黄、绿、蓝、紫等)。圆形的中心是中灰色，整个圆平面上色调、纯度可变化，但明度是一致的，从圆周向圆心过渡，颜色的纯度降低。

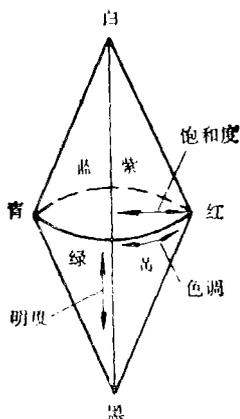


图 1 颜色立体图

新方法称为“色阈值”(CH)法其实质是在颜色立体图上截取上面部份体积，作为质量标准或允许排放范围(图 2)。但此图是理想化的，实际平面是倾斜的。因此，截面根据国际照明学会色品度(图 3)中点位置(0.3101, 0.3163)为基础。色品系数 x 、 y 与 0.3101, 0.3163 之间的绝对值，表示与中性色关系。而明度值 (Y) 倒数表示截面位置。各常数则考虑到稀释倍数法、铂钴比色法按经验得出。测定三刺激值后，以下式计算色阈值：

$$CH = (|X - 0.3101| + |y - 0.3163|) \times 1500 + \frac{35}{Y} - 35 \quad (3)$$

需要指出的是，由于颜色与 pH 值有密

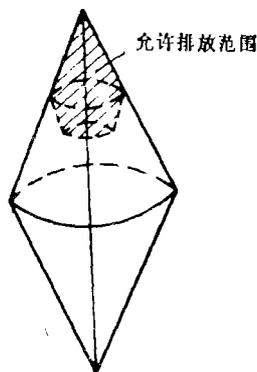


图 2 色阈值(CH)示意图

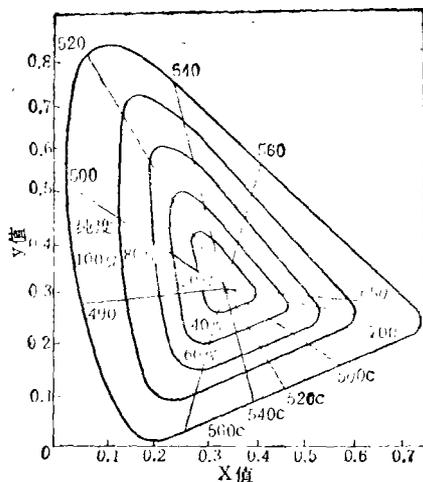


图 3 色品度

切关系,所以每次测定时需指明水溶液的 pH 值,并将溶液调整至 $\text{pH} = 7.6$ 再测定一次。

测定仪器: 分光光度计(带 1 cm 比色皿)。

无色水: 蒸馏水再经活性炭脱色。

过滤装置如图 4 所示。

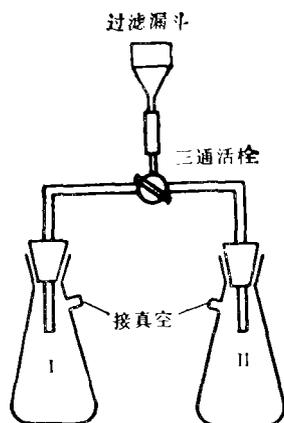


图 4 测色用的过滤系统

测定时具体操作程序是:

1. 取水样两份各 100 ml, 放置到室温, 一份不调节 pH 值, 另一份用硫酸或氢氧化钠调至 $\text{pH} = 7.6$ 。若测真色(去除悬浮物的溶液颜色), 用中速定量滤纸作为滤料, 取一份水样进行过滤, 前 70 ml 水样过滤于 I 号瓶(弃去), 然后旋转三通活栓, 使后 30 ml 过滤于 II 号瓶待测。

2. 将测定液置于 1 cm 比色皿中, 用无色

表 1 测定三刺激值时所选用的波长(nm)

序号	X	Y	Z
1	435.5	489.5	422.2
2	461.2	515.2	432.0
3	544.3	529.8	438.6
4	564.1	541.4	444.4
5	577.4	551.8	450.1
6	588.7	561.9	455.9
7	599.6	572.5	462.0
8	610.9	584.8	468.7
9	624.2	600.8	477.7
10	645.9	627.3	495.2
系数	0.09806	0.10000	0.11814

水作参比, 按表 1 所示 X、Y 和 Z 行波长相应的透光率列成一表, 把每行透光率加在一起得总值, 将每项总值乘以相应系数, 就得到三刺激值 X、Y、Z, 按式 (1)、(2) 计算色品系数 x 和 y 。按式 (3) 计算色阈值 CH。

3. 当色阈值大于 200 时, 水样应进行稀释, 使 $\text{CH} < 200$ 再进行测定, 所得 CH 值应乘上相应稀释倍数。

三、结果与讨论

通过对染料配制的水样、工业废水、铂钴标准色列等大量测定研究发现: (1) 色阈值与铂钴比色法以及稀释倍数法的结果比较, 其相关系数 (r) 均在 0.995 以上, 因此可用本法测定各种水样; (2) 各种色调稀释倍数相近, 其色阈值亦相近, 但稍有差别, 这决定于人的视觉特性; (3) 经分析者对不同色调的测定结果表明, 当稀释倍数为 100 倍时色阈值在 55—65 之间; (4) 若测表色(未去除悬浮物后溶液颜色), 则悬浮物种类及粒径将影响色阈值; (5) 研究还发现亮绿色溶液有异常现象, 即当稀释倍数为 100 时, 色阈值只有 40 左右。

四、结 论

色阈值法实质上是分光光度法的延伸, 仅是将颜色的三属性以一个数值表示, 适用于制订环境标准, 可统一目前各种测定方法。此法科学、快速并易于推广, 所测数值也可按 ISO 标准和我国国家标准表示。

参 考 文 献

- [1] 污染源统一监测分析方法编写组, 污染源统一监测分析方法(废水部分), 25 页, 技术标准出版社, 1983 年。
- [2] 荆其诚, 焦书兰等编, 色度学, 科学出版社, 1979 年。
- [3] APHA-AWWA-WPCF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 15th Edition, American Public Health Association, 1980.
- [4] GB3977-83 颜色的表示方法, 1983 年。
- [5] ISO-7887, (1985).