

## 第10章 可接受性

饮用水中最不应含有的是那些对公众健康有直接不良影响的成分。许多这些成分在本准则的其他章节中加以论述。

尽管消费者自己在很大程度上无法去判断他们饮用水的安全性，但他们凭自己的感受来判断水质，并影响他们对供水和供水部门的态度。当水显得肮脏，有颜色，或者有令人不愉快的嗅和味的时候，消费者自然会心存疑虑，即使这些性状并没有直接影响到健康。

所供应的饮用水不仅要安全，还要特别关注可接受的外观、嗅和味。水在感官性状方面如果不能被接受，将会丧失消费者的信任，导致投诉，重要的是这可能导致使用更不安全的水。

饮用水的外观、嗅和味应为消费者所接受。

应考虑现有的或拟采用的水处理和输配水系统会不会影响到饮用水的可接受性。例如，改变消毒方式可能会产生有气味的化合物，如处理后水中含有的三氯胺。另一些影响可能是间接的，例如，输配水系统的变化或不同来源的水混合时，会搅动管道内的沉积物和生物膜。

用户对饮用水的可接受程度是主观的，它可以受许多不同因素影响。在何种浓度可使用户对一些成分产生厌恶感，可因各人和当地因素而异，包括当地社区已适应的水质以及社会、环境和文化方面的差异。对影响水质但对健康没有直接不良影响的成分并未制订准则值。

本章和第12章的总结中提出可能会引起消费者投诉的浓度标准作为参考。这些不是精确的值，在高于或低于这一水平时都有可能发生问题，这取决于个体差异和当地的情况。

饮用水中有些物质在可接受性方面被拒绝接受的浓度远低于对健康有影响的浓度，而从健康角度对这些物质做出直接的规定或加以监测并不一定合适，所以还不如阐述大多数消费者能够接受的总体要求。对这些物质，采用惯用的方法将基于健康的简要陈述和准则值推导出来列于本准则中。在简要陈述中也说明了可接受性的资料信息。在准则值表中（见第8章和附件4），这类基于健康的准则值标注为“C”，有脚注说明当该物质对健康有影响，其浓度比基于健康的准则值低得多时一般会被消费者所摒弃。应对这些物质应进行监测以应答消费者的投诉。

还有一些其他水中成分，它们在正常情况下在水中的浓度对健康没有直接影响，不过，仍可能因为各种原因被消费者厌恶。

## 10.1 味、嗅和外观

味和嗅可能源自天然无机和有机化学污染物，以及生物因素或其活动过程（如水生微生物），也可能来自合成化学物质的污染，或因为腐蚀或水处理的结果（如氯化消毒）。味和嗅也可能因水的储存和配送过程中的微生物活动而产生。

饮用水中味和嗅可以表明存在某种形式的污染或者在水处理和输配过程中的问题，因此还能表明存在潜在的有害物质。应当对产生的原因进行调查并咨询有关卫生行政部门，特别是发生突然或重大改变时更应如此。

水有颜色，不清澈、有颗粒物和可见生物也会引起消费者注意，并由此而产生对供水水质和可接受性的担心。

### 10.1.1 生物性污染物

尽管许多不同生物可能对公众健康并没有意义，但其产生的味和嗅会令人厌恶而影响饮用水的可接受性，且表明水处理和/或输配水系统的维修状况不佳或存在缺陷。

#### 放线菌和真菌

地表水水源，包括水库，含有大量放线菌和真菌，它们也能在输配水系统中不适宜的材料上生长，如橡胶。它们会增加土臭素（二甲基萘烷醇）、2-甲基异茨醇和其他物质，结果使饮用水产生令人厌恶的味和嗅。

#### 动物活体<sup>1</sup>

无脊椎动物自然存在于许多饮用水水源中，常常在浅的大口井中大量滋生。少量无脊椎动物可能会穿过那些阻挡颗粒物不完全有效的水处理设备，然后定居在输配水系统中。其运动性使它们及其幼虫穿透水处理厂的滤器和通过通风口进入储水池中。

要达到控制的目的就需要关注无脊椎动物的种类。它们可分为两组：第1组是在水中或在水面上自由游动的生物，诸如甲壳纲的蚤状钩虾（*Gammarus pulex*，属淡水虾）、片脚类动物（*Crangonyx pseudogracilis*）、剑水蚤（*Cyclops spp.*）和圆形盘肠蚤（*Chydorus sphaericus*）。第2组是其他种动物，它们既可以沿水面活动，也可以定居其中，如水虱的栉水虱（*Asellus aquaticus*）、螺类、斑马贻贝（*Dreissena polymorpha*，属淡水蚌）、其他双壳类软体动物和苔藓动物羽苔虫，或者栖居在粘泥中，如仙女虫属、线虫和摇蚊幼虫）。在暖和的天气里，慢砂滤池有时能除去水中昆虫的幼虫（摇蚊属和库蚊属）。

许多这类动物可以水中或从管道及储水罐表面的淤泥中的细菌、藻类以及原虫作为食物而得以生存，很少有输配水系统完全不存在动物。这些动物群体的密度和种群组成差别很大，既有使消费者感到厌恶、大量出现的肉眼可见的种属，也包括散在发生的微小种属。

<sup>1</sup> 大部分引自Evins(2004)

温带地区的集中式供水者认为这些动物的存在,在很大程度上造成了水的可接受性方面的问题,包括直接的或通过使水着色引起的问题。而另一方面,在热带和亚热带国家,水生动物种群又是寄生虫的二级宿主。例如,小甲壳类动物剑水蚤是麦地那龙线虫 (*Dracunculus medinensis*) 的中间宿主(见7.1.1节和11.4节)。然而,尚不能证明麦地那龙线虫是否可通过管道供水传播。在饮用水中存在的动物,尤其是肉眼可见的动物,会引起消费者对供水水质的担心,应该加以控制。这些动物之所以能突破水处理设备和主管道,问题很可能是因为抽取了水质很差的原水和应用了快滤工艺。预加氯有助于将动物杀死而后被滤掉,生产高质量的水、输配水系统中保持余氯以及定期冲洗或擦洗主管道等方法常可控制这些动物的侵袭。

对管道配水系统中无脊椎动物侵袭的处理方法详见支持性文件《安全管道配水》(见1.3节)的第六章。

### 蓝绿藻(蓝细菌)和其他藻类

水库水和河水中蓝绿藻和其他藻类的水华可能会妨碍絮凝和过滤,使滤后的水有颜色和浑浊。它们也会使水中二甲基萘烷醇和2-甲基异茨醇和其他化学物质的浓度增加,它们在饮用水中的味阈值每升水只有几个纳克。某些蓝绿藻的产物(藻毒素)对健康也有直接影响(见8.5.6节)。

### 铁细菌

水中含有亚铁和亚锰盐类的时候,会被铁细菌氧化(或暴露在空气中)形成铁锈色沉积物,沉积在蓄水池、管道和沟槽的壁上,沉积物也会被带入水中。

## 10.1.2 化学性污染物

### 铝

自然界的铝和用作饮用水处理絮凝剂的铝盐是饮用水中铝的最常见来源。当铝的浓度超过0.1~0.2mg/L时,在输配水系统中会生成氢氧化铝絮状沉积物,在铁存在时会加重水的颜色,导致消费者的抱怨。为了减少供水中残留的铝含量,重要的步骤是优化处理工艺。在运行良好条件下的很多时候是可以使铝的浓度低于0.1mg/L的。现有资料并不支持确定饮用水中铝的基于健康的准则值(见8.5.4节和12.5节)。

### 氨

氨在水pH呈硷性情况下的嗅阈浓度大约为1.5mg/L;建议铵阳离子的味阈浓度为35mg/L。在这样浓度下氨与健康没有直接影响,所以没有提出基于健康的准则值(见8.5.3节和12.6节)。

### 氯化物

高浓度氯化物使水和饮料带有咸味。氯化物的味阈值与它结合的阳离子有关，钠、钾和钙的氯化物的味阈浓度在200~300mg/L之间。浓度超过250mg/L，可能会增加味的检出，但有些消费者可能习惯于低浓度氯化物的味道，所以没有制订饮用水中基于健康的氯化物准则值（见8.5.4节和12.22节）。

## 氯

大多数人能尝出或闻出饮用水中远低于5mg/L的氯，有些人可低到0.3mg/L。残留的游离氯浓度在0.6到1.0mg/L时，可能会增加某些消费者厌恶这种味道的可能性。氯的味阈值低于基于健康的准则值（见8.5.4节和12.23节）。

## 氯酚类

通常氯酚类的味阈和嗅阈值非常低。饮用水中2-氯酚、2,4-二氯酚和2,4,6-三氯酚的味阈值分别为0.1、0.3和2 $\mu$ g/L；嗅阈值分别为10、40和300 $\mu$ g/L。如果水中含有的2,4,6-三氯酚没有尝出味道，那就不可能对健康造成明显危害（见12.26节）。输配水系统中微生物有时会使氯酚类化合物甲基化，生成氯代苯甲醚，其嗅阈值要低得多。

## 色

饮用水按理应该没有可觉察的颜色。饮用水的颜色常因土壤腐殖质成分的存在有关（主要是腐殖酸和富里酸）。当存在铁和其他金属时，不论是天然存在的杂质还是腐蚀产物的结果，都会明显影响水的颜色。颜色也可能是水源受到工业废水污染造成的，还可能是有害物质存在的预兆，应该对饮用水中颜色来源进行调查，特别是当有明显改变时。

将水放在玻璃杯中，大多数人能够觉察大于15真色单位（TCU）的颜色。低于15 TCU的水通常可为消费者所接受，尽管可接受性会有差异。高色度也可能表示消毒过程有产生高浓度副产物的倾向。没有制订饮用水颜色的基于健康的准则值。

## 铜

饮用水中的铜常来自水对铜管的侵蚀作用，水与铜水管接触的时间不同使水中铜的浓度有很大差别，例如，首先放出来的水比经过完全冲洗后水样中铜的浓度要高些。高浓度铜会影响家庭用水。饮用水中的铜可能会增加镀锌铁和钢制管件的腐蚀。当铜浓度大于1mg/L时衣服和卫生洁具会着色。当大于5mg/L时，铜也会显色并使水带有令人厌恶的苦味。虽然铜会使味道改变，但仍应以基于健康的准则值来决定能否饮用（见8.5.4节和12.31节）。

## 二氯苯类

据报道，1,2-二氯苯和1,4-二氯苯的嗅阈值分别是2~10和0.3~30 $\mu$ g/L，味阈值

分别是1和6 $\mu\text{g/L}$ 。其基于健康的准则值（见8.5.4节和12.42节）远高于这些化合物报道的最低味阈值和嗅阈值。

### 溶解氧

水中溶解氧含量取决于水源、原水水温、水处理以及在配水系统中的化学和生物学过程。供水中溶解氧减少可促使微生物将硝酸盐还原为亚硝酸盐，将硫酸盐还原为硫化物，也会使亚铁浓度增加，当水与空气接触，水龙头中放出来的水带色。没有推荐基于健康的准则值。

### 乙苯

乙苯具芳香气味，报告的水中嗅阈值从2到130 $\mu\text{g/L}$ 。已报告的最低嗅阈值低于基于健康准则值（见8.5.4节和12.60节）100倍。味阈值范围为72~200 $\mu\text{g/L}$ 。

### 硬度

硬度是钙和镁形成的，通常可用肥皂泡沫沉淀以及为清洗所需过量肥皂的用量来指示水的硬度。公众对水硬度的可接受程度在不同地区可能有很大差别，这取决于当地条件，特别是用户可能注意到的硬度变化。

根据钙离子结合的阴离子不同，其味阈值为100~300 $\text{mg/L}$ ；镁的味阈值可能低于钙。某些情况下，用户可耐受的水硬度超过了500 $\text{mg/L}$ 。

受其他因素相互作用的影响，如pH和碱度，水的硬度超过200 $\text{mg/L}$ 左右时可能使建筑物内的处理装置、输配水系统、管网和储水罐结垢。也是消耗过量肥皂和随后形成“浮垢”的原因。加热时，硬水会生成碳酸钙沉积。另一方面，低于100 $\text{mg/L}$ 的软水因为缓冲容量低，所以对管道的腐蚀性更大。

没有提出饮用水中硬度的基于健康的准则值。

### 硫化氢

水中硫化氢的味阈和嗅阈估计在0.05和0.1 $\text{mg/L}$ 之间。在一些地下水和滞留在输配水系统中的饮用水的硫化氢“臭鸡蛋”气味很明显，这是因为氧被消耗，细菌活动还原硫酸盐的结果。

井水经曝气或氯化可将硫化氢迅速氧化为硫酸盐，经过氧化的供水在通常情况下硫化氢的浓度很低。在饮用水中如果有硫化氢存在是很容易被用户觉察并要求立即采取纠正行动。一个人不可能使用硫化氢达到对健康有害剂量的饮用水，因而，对这种化合物没有制订基于健康的准则值（见8.5.1节和12.71节）。

### 铁

当井水直接用水泵泵出时，厌氧状态的地下水可能含有高达每升水几个毫克的亚铁而并不带颜色，也不浑浊。当接触空气以后，亚铁氧化成为高铁，使水呈现令人厌恶的棕红色。

铁也会促使“铁细菌”的生长，他们从亚铁氧化成高铁时获得能量，在这个过程中在水管上沉积一层泥浆状的附着层。当铁的浓度超过0.3mg/L，可使洗涤的衣物以及管道设备染上颜色。铁浓度低于0.3mg/L时通常没有可察觉的味道，但可能会产生浑浊和颜色。没有提出铁的基于健康的准则值（见8.5.4节和12.74节）。

## 锰

供水中锰超过0.1mg/L时，会使饮用水带有不好的味道，并使卫生洁具和衣物染色。和铁一样，饮用水中有锰存在会导致配水系统沉积物积累。浓度低于0.1mg/L时通常可被用户接受。但是浓度在0.2mg/L时，锰常会在水管上形成一层附着物，它们可成为黑色沉淀物脱落。锰的基于健康的准则值比可接受性阈值0.1mg/L高出4倍（见8.5.1节和12.79节）。

## 一氯胺

大多数人能尝出或闻出由氯气和氨反应生成的一氯胺，它在饮用水中浓度远低于5mg/L，有的浓度低到0.3mg/L。一氯胺的味阈值低于基于健康的准则值（见8.5.4节和12.89节）。

## 一氯苯

据报道，一氯苯味阈值和嗅阈值为10-20μg/L，也有报道其嗅阈值范围为40~120μg/L。没有制订一氯苯的基于健康的准则值（见8.5.4节和12.91节）。虽然可以得到基于健康的阈值，但它们比报告的水中最低味阈值和嗅阈值要高得多。

## 石油

饮用水中石油会增高许多低分子量碳氢化合物浓度，这些化合物在水中的嗅阈值很低。虽然没有正式数据，但经验指出，当有几种这类化合物混合存在时，嗅阈值可能更低。苯、甲苯、乙苯和二甲苯在本节中分别加以考虑，已为这些化合物推导了基于健康的准则值。然而，许多其他碳氢化合物，特别是烷基苯，如三甲基苯，当浓度在每升水中有几个微克时，就会产生令人厌恶的“柴油样”气味。

## pH和腐蚀性

虽然pH通常对消费者没有直接影响，但它是水处理运行上最重要的水质参数之一。在水处理的所有阶段都必需谨慎控制pH，以保证水的澄清和消毒取得满意结果（见1.3节支持性文件《安全管道配水》）。为有效进行加氯消毒，pH最好低于8，然而，较低pH的水很可能有腐蚀性。进入输配水系统水的pH必须加以控制，使其对主管道和室内水管的腐蚀性最小。碱度和钙处理可以使水的稳定性提高以控制水对管道和设备的侵蚀。如果不能将腐蚀作用降至最低，就会使饮

用水受到污染，并对水的味道和外观有不良影响。不同的供水系统由于水的成分和用于配水系统的材料性质不同，所以需要优化pH值，通常的pH范围是6.5~8。异常高或低的pH可能是由于意外的泄漏、水处理故障以及管道的水泥砂浆内衬养护不够，或当水的碱度很低时应用了水泥砂浆内衬。没有提出pH的基于健康的准则值。

### 钠

水中钠的味阈浓度取决于与其结合的阴离子和水温。在室温时，钠的平均味阈浓度约为200mg/L。没有制订基于健康的准则值（见8.5.1节和12.108节）

### 苯乙烯

苯乙烯带有甜的气味，报告的水中苯乙烯嗅阈值为4~2600 $\mu\text{g/L}$ ，取决于温度。所以，在水中能检出的浓度可能低于基于健康的准则值（见8.5.2节和12.109节）。

### 硫酸盐

水中存在的硫酸盐可以产生引人注意的味道，当浓度非常高时，对敏感的消费者有致泻作用。使水的味道异常的程度随所结合的阳离子的性质而不同；味阈范围从硫酸钠的250mg/L到硫酸钙的1000mg/L。一般认为浓度在250mg/L以下时，对水味的影响不大。没有制订硫酸盐的基于健康的准则值（见8.5.1节和12.110节）

### 合成洗涤剂

在许多国家里，持久不易分解的阴离子洗涤剂已经被较容易生物降解的其他产品所替代，在水源中检出的浓度已经大大下降。饮用水中洗涤剂浓度不允许达到会产生泡沫或有味道的水平，任何洗涤剂的存在都标志水源的卫生污染。

### 甲苯

甲苯带有甜而有刺激性并类似苯的气味。报道的味阈范围从40 $\mu\text{g/L}$ 到120 $\mu\text{g/L}$ ，嗅阈从24 $\mu\text{g/L}$ 到170 $\mu\text{g/L}$ 。所以水中甲苯的可接受浓度低于基于健康的准则值（见8.5.2节和12.114节）。

### 溶解性总固体（TDS）

一般认为TDS低于600mg/L的水的口感好或是适当的。当TDS水平大于约1000 mg/L时，饮用水的口感发生明显变化并越来越不好。高水平TDS也会在水管、热水器、锅炉和家庭用具上结出很多水垢而使消费者感到厌恶。没有制订TDS的基于健康的准则值（见8.5.1节和12.115节）。

### 三氯苯类

据报道, 1,2,3-三氯苯、1,2,4-三氯苯和1,3,5-三氯苯的嗅阈值分别为10、5~30和50 $\mu\text{g/L}$ 。另一报告提出1,2,4-三氯苯的味阈和嗅阈浓度为30 $\mu\text{g/L}$ 。没有制订三氯苯类的基于健康的准则值。不过, 可以得到的三氯苯类基于健康的准则值(见8.5.2节和12.117节)超过报道的水中最低嗅阈5 $\mu\text{g/L}$ 。

## 浑浊度

饮用水浑浊度可能是由水源水中颗粒物未经充分过滤而造成, 或者是输配水系统中沉积物重新悬浮起来而形成的。也可能来自某些地下水中的无机颗粒物或是输配水系统中生物膜的脱落。浑浊度小于5 NTU的水外观通常可为消费者所接受, 但也随各地环境条件而异。

颗粒物可庇护微生物使其免于受到饮用水消毒处理的影响, 并促进细菌的生长。在所有情况下, 水在消毒时, 浑浊度必须是低的, 这样才能有效消毒。浑浊度对消毒效果的影响在4.1节中有更详细的讨论。

浑浊度还是工艺控制中的一个重要的运行操作参数, 它能提示水处理工艺, 特别是絮凝/沉淀和过滤工艺中存在的问题。

没有制订浑浊度的基于健康的准则值, 然而理想状态下有效消毒的浑浊度的中位数应低于0.1 NTU。浑浊度的变化是一个重要的运行控制参数。

## 二甲苯类

二甲苯浓度在300 $\mu\text{g/L}$ 左右会产生可察觉的味和臭。据报道, 水中二甲苯异构体的嗅阈值为20 $\mu\text{g/L}$ 至1800 $\mu\text{g/L}$ 。最低嗅阈值远低于此化合物的基于健康的准则值(见8.5.2节和12.124节)。

## 锌

水中锌会带来令人不快的涩味, 味阈浓度约为4 $\text{mg/L}$ (以硫酸锌计)。水中锌的浓度超过3~5 $\text{mg/L}$ 时会呈现乳白色, 煮沸时会形成油膜。虽然饮用水中锌的浓度很少会超过0.1 $\text{mg/L}$ , 但因为锌用作老式镀锌水管的材料, 从水龙头中放出的自来水中锌浓度相当高。没有制订饮用水中锌的基于健康的准则值(见8.5.4节和12.125节)。

### 10.1.3 味、嗅和外观问题的处理

下列水处理技术一般能有效除去因有机化学物质造成的味和嗅:

- 曝气(见8.4.6节)
- 活性炭(颗粒活性炭或粉末活性炭)(见8.4.8节)
- 臭氧消毒(见8.4.3节)

由消毒剂和消毒副产物形成的味和嗅最好是通过在消毒过程中小心操作来加以控制, 原则上这些味和嗅可用活性炭去除。

锰可先加氯而后过滤去除。除去硫化氢的技术包括曝气，颗粒活性炭，过滤和氧化。氨可通过生物硝化方法去除。沉淀软化或阳离子交换可以降低硬度。这些处理方法对其他生成味和嗅的无机化合物（如氯化物和硫酸盐）通常是无效的（见1.3节支持性文件《饮用水化学安全性》）。

## 10.2 温度

一般而言，冷水比热水更可口些，在水的可接受性方面，许多使水染味的其他无机成分和化学污染物会受到温度影响，水温高会促进微生物的生长，并因此而增加味道、气味、颜色和腐蚀方面的问题。