

环境卫生工作手册

(修订版)

徐幼云 主编



人民卫生出版社

前 言

环境卫生学是预防医学的一个组成部分，它主要研究空气、土壤、水等自然环境因素及生活环境(例如住宅、公共建筑物、居民区等)与人群健康的关系，研究和制订环境卫生标准或提出卫生要求，同时研究如何利用有益于人群健康的因素和改善对人群健康不利因素的预防措施。因此，环境卫生工作者应根据上述原则，通过预防性卫生监督与经常性卫生监督工作，为人民创造良好的生活环境，以提高人民健康水平，增强人民体质，保护劳动力，为把我国建设成为一个具有现代化工业、现代化农业、现代化国防和现代化科学技术的社会主义强国服务。

《环境卫生工作手册》第1版于1983年12月出版。近几年来由于环境卫生工作范围不断扩大，任务日趋繁重，并陆续颁布了许多新的环境卫生标准、法规和管理条例，因此有必要对原《环境卫生工作手册》重新进行修订，以供全国环境卫生工作者参考或作为培训教材。

徐幼云

一九九一年五月

目 录

前言

第一篇 环境卫生标准及其制订依据	(1)
第一章 生活饮用水卫生标准	(1)
一、卫生部门在执行标准中的任务	(1)
二、水源选择及水源卫生防护	(1)
三、水质标准中各项指标的卫生学意义及其制订依据	(2)
四、生活饮用水卫生标准	(13)
第二章 工业企业设计卫生标准	(19)
一、卫生部门在执行标准中的任务	(19)
二、地面水的卫生防护	(19)
三、居民区大气卫生防护	(37)
四、工业企业卫生防护距离标准	(44)
第三章 饮用天然矿泉水标准	(49)
一、饮用天然矿泉水的定义	(49)
二、饮用天然矿泉水的界限指标	(49)
三、饮用天然矿泉水的感官要求	(53)
四、饮用天然矿泉水的限量指标	(54)
五、饮用天然矿泉水对污染指标的限制	(56)
六、饮用天然矿泉水的微生物指标	(57)
七、饮用天然矿泉水的水源卫生防护	(58)
八、饮用天然矿泉水标准	(58)
第四章 医院污水排放标准	(64)
一、卫生部门在执行标准中的任务	(64)
二、医院污水排放的卫生要求	(64)
三、设计的卫生要求	(65)
四、管理的卫生要求	(66)
第五章 村镇规划及农村住宅卫生标准	(67)
一、村镇规划的卫生标准内容	(67)
二、村镇规划卫生标准编制说明	(69)
三、农村住宅卫生标准	(73)
第六章 公共场所卫生标准及有关法规	(75)
一、公共场所卫生管理条例	(75)
二、《公共场所卫生管理条例》实施细则	(77)
三、公共场所卫生标准	(84)
第七章 化妆品卫生标准	(97)
一、卫生部门在执行标准中的任务	(98)
二、化妆品卫生标准	(98)
三、化妆品安全性评价程序和方法	(99)

四、化妆品卫生监督条例	(100)
第八章 粪便无害化卫生标准	(119)
第二篇 环境卫生与人体健康	(121)
第一章 水卫生	(121)
一、水与人体健康的关系	(121)
二、水源分类和各类水源的卫生特征	(121)
三、水质不良或水受污染对人体健康的影响	(124)
四、水体污染的间接危害	(131)
第二章 大气卫生	(133)
一、大气的组成及卫生学意义	(133)
二、大气污染的来源	(133)
三、大气污染的危害	(135)
第三章 土壤卫生	(141)
一、土壤的组成及卫生学意义	(142)
二、土壤的污染与自净	(145)
三、土壤污染对居民健康的影响	(147)
第四章 住宅卫生	(151)
一、住宅与居民健康的关系	(151)
二、室内空气污染的来源与危害	(151)
三、住宅建筑与设计卫生	(157)
四、建筑材料和建筑结构及其卫生学评述	(162)
五、采暖卫生	(163)
六、通风卫生	(165)
七、照明卫生	(167)
八、住宅卫生调查	(170)
第五章 城市规划的卫生要求	(173)
一、自然条件对城市规划的卫生意义	(173)
二、城市功能分区的划分	(174)
三、居住区用地卫生要求	(175)
四、住宅街坊的设计卫生	(176)
五、居民区的街道广场	(177)
六、居民区的绿化	(178)
第六章 农村居民点规划卫生	(179)
一、农村居民点的地址选择	(179)
二、新农村的总体布置	(179)
三、住宅的卫生要求	(182)
四、畜圈建设的卫生要求	(186)
五、绿化	(186)
第七章 环境物理因素与健康	(187)
一、环境噪声	(187)
二、微波	(191)
三、激光	(192)

四、紫外线	(193)
第三篇 环境卫生监测	(195)
第一章 地面水源的卫生监督	(195)
一、对地面水源进行卫生监督的目的	(195)
二、污染源调查	(195)
三、水源污染状况调查	(198)
四、水体污染对居民健康影响的调查	(201)
第二章 大气卫生监督	(203)
一、大气卫生监督的目的	(203)
二、城市大气卫生监督	(204)
三、重点工厂污染影响调查	(207)
四、大气污染对居民健康影响的调查	(211)
第三章 土壤卫生监督	(213)
一、土壤卫生监督的目的	(213)
二、土壤污染源调查	(213)
三、土壤污染状况调查	(216)
四、土壤污染对人体健康影响的调查	(221)
第四章 生物监测	(223)
一、生物监测的内容和对象	(224)
二、生物标本的收集和保存	(226)
三、生物标本的前处理方法	(227)
第五章 环境卫生工作中的流行病学调查方法	(231)
一、环境流行病学的研究方法及其原则	(231)
二、几种常用的率与比	(231)
三、疾病调查方法	(234)
四、疾病调查	(236)
第四篇 环境卫生工程技术	(245)
第一章 生活饮用水的净化和消毒	(245)
一、自来水的净化过程	(245)
二、除铁	(262)
三、除锰	(265)
四、除氟	(266)
五、臭和味的去除	(266)
第二章 城市污水处理	(268)
一、城市下水道	(268)
二、城市污水处理的基本方法	(269)
三、城市污水处理的工艺流程	(270)
四、各种污水处理设备和构筑物	(270)
五、地面水稀释能力的估计	(276)
第三章 城市垃圾、粪便的无害化处理	(281)
一、城市垃圾的无害化处理方法	(281)
二、城市粪便的无害化处理方法	(283)

第四章 医院污水处理	(286)
一、医院污水处理的流行病学意义	(286)
二、医院污水的来源和水量	(286)
三、医院污水处理	(287)
第五章 农村自来水建设	(292)
一、规划、设计农村自来水的顺序	(292)
二、基本资料的收集	(292)
三、水源选择	(293)
四、用水量标准	(294)
五、设计供水规模	(297)
六、农村自来水流程	(298)
七、管井	(302)
八、水厂设计	(303)
九、水泵和泵房	(306)
十、输水管	(324)
十一、配水管网	(333)
十二、管材及管件	(336)
十三、调节构筑物	(338)
十四、农村实施《生活饮用水卫生标准》准则	(340)
第五篇 环境质量评价	(343)
第一章 环境卫生工作中常用的数理统计方法	(343)
一、有效数字和数值修约规则	(343)
二、异常值的判断和处理	(345)
三、误差	(348)
四、随机误差的概率分布	(349)
五、平均数	(354)
六、百分位数	(358)
七、标准差	(360)
八、标准误	(363)
九、变异数一致性的测验——F测验	(363)
十、两均数差别的显著性检验——t检验	(364)
十一、U检验	(369)
十二、方差分析	(370)
十三、相关系数	(382)
十四、直线回归方程	(385)
十五、两个回归方程的比较	(388)
十六、 χ^2 检验(即卡方检验)	(392)
第二章 利用水质指数评价水源水质的方法	(395)
第三章 大气质量综合指数	(400)
第四章 总环境质量指数	(401)

第一篇 环境卫生标准及其制订依据

第一章 生活饮用水卫生标准

一、卫生部门在执行标准中的任务

为了保障人民身体健康,使生活饮用水水质符合卫生要求,1959年建筑工程部和卫生部曾共同颁发过《生活饮用水卫生规程》。1973年卫生部根据国家基本建设委员会的要求,组织卫生、设计、生产、科研、教学等有关单位,对《生活饮用水卫生规程》进行了修订。1976年国家基本建设委员会和卫生部共同批准其为全国通用设计标准,并更名为《生活饮用水卫生标准》,自1976年12月1日起试行。1985年卫生部再次组织修订,作为中华人民共和国国家标准(GB5749-85)正式颁布,并自1986年10月1日起实施。

修订后的标准包括总则、水质标准和卫生要求、水源选择、水源卫生防护、水质检验五部分,其中水质标准指标由原来的23项增加到35项,并同时颁发了《生活饮用水标准检验法》(中华人民共和国国家标准GB5749-85)。

《生活饮用水卫生标准》总则中明确规定了卫生部门应承担的任务:

1. 监督和检查标准的执行情况。这个标准对于城乡供生活饮用的集中式给水(包括各单位自备的生活饮用水)和分散式给水都是适用的。
2. 新建、扩建、改建集中式给水时,与供水单位的主管部门共同研究用水规划,确定水源选择、水源防护和工程设计方案,认真审查设计,做好竣工验收,经当地卫生防疫站同意后,方可投入使用。
3. 与公安、规划、环保等部门协同供水单位,按标准规定的防护地带要求,做好水源保护工作,防止污染。

二、水源选择及水源卫生防护

(一) 水源选择

按照《生活饮用水卫生标准》的规定,卫生部门有责任参加集中式给水的水源选择工作,并着重从水源的水量、水质、取水点及附近地区的卫生状况等方面提出意见。

1. 水源水量 水源水量要充足可靠,既能满足目前需要,又能适应发展要求,为此必须搜集水源历年的水文、地质和当地气象资料,认真研究分析,从中加以取舍。对地面水而言,要考虑到它的季节性变化,特别是枯水期能否保证有充足的水量,河流上游和湖泊周围沿岸发电、灌溉等工、农业用水情况。地下水则要考虑单井或井群的影响半径,防止水量补给不足。

2. 水源水质 作为生活饮用水水源的水质,应能满足下列要求:

(1) 水源水的感官性状和化学指标,经过一般常规的净化消毒处理后,能符合生活饮用水水质标准的规定。

(2) 水源水的毒理学指标,应低于生活饮用水水质标准中规定的数值,因为一般自

来水厂的处理工艺不能去除来自工业污染的许多有毒物质。水源水中如含有生活饮用水水质标准中未列入的有害物质时,其含量应符合《工业企业设计卫生标准》“地面水中有害物质最高容许浓度”的要求。

(3) 若只经过加氯消毒即可供作生活饮用水的原水(主要指地下水),大肠菌群平均每升不得超过 1000 个;经过净化处理及加氯消毒后供生活饮用的原水(主要指地面水),大肠菌群平均每升不得超过 10000 个。

(4) 在地方性甲状腺肿地区或高氟地区,应选用含碘、含氟量适宜的水源水,否则应根据需要,采取预防措施(碘含量在 10 微克/升以下时容易发生甲状腺肿,氟化物含量在 1.0 毫克/升以上时容易发生氟中毒)。

(5) 如预计到原水中某些成分,虽然经过必要的净化处理,但仍不能符合生活饮用水水质标准时,能否选用这种水源,应取得当地卫生部门的同意。

(6) 分散式给水水源的水质,应尽量符合生活饮用水水质卫生标准。

3. 便于卫生防护 选择水源时,应慎重研究取水点的环境是否便于设置卫生防护地带,防止水源污染。集中式给水应尽可能从城镇和工矿企业上游取水;如城市顺河流沿岸发展,为了节约输水管道投资而不得不在市区中段取水时,取水点一定要避开排污严重的厂矿,以保证原水经过一般的常规净化处理后,水质能够达到卫生标准。

(二) 水源卫生防护

为了防止外界污染的影响,保护水源清洁卫生,应设置卫生防护地带。国家颁布的《生活饮用水卫生标准》中明确规定,在新建、扩建、改建集中式给水和自备给水时,设计部门应在设计主体工程的同时,提出水源卫生防护地带的具体范围、措施和完成期限,取得卫生部门同意后,由建设单位报请地方政府批准公布,并将防护地带界限和管理制度通知有关部门遵照执行。现在集中式给水水源的卫生防护地带,应由供水单位与当地卫生部门协商,提出水源环境改造规划,经地方政府批准,责成有关单位定期完成。

三、水质标准中各项指标的卫生学意义及其制订依据

生活饮用水水质标准是根据以下三项基本卫生学原则制订的:

- (1) 感官性状良好,即要求水的外观对人体的感官无不良刺激;
- (2) 所含化学成分不会使水的感官性状恶化,也不致直接危害人体健康;
- (3) 保证饮用水在流行病学上的安全性,即要求饮用水中不含各种病原体,以防止介水传染病的传播。

鉴于目前我国尚未建立简易可行的测定水中病毒的方法,因此这次颁布的水质标准中未列入病毒指标。

根据上述原则,结合我国当前生活条件和工农业发展情况,修订后的水质指标共包括 35 项,并分别归纳为感官性状和一般化学指标、毒理学指标、细菌学指标、放射性指标四类。现将各项指标的卫生学意义及其制订依据分述如下。

(一) 感官性状和一般化学指标

感官性状包括色、浊度、臭和味、肉眼可见物四项,都是通过人们的感觉器官可以直接察觉出来的;一般化学指标则包括 pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体等 11 项。但感官性状和一般化学指

标准以明确分开，这些成分在水中含量过高时，可使水的感官性状恶化，有些能直接危害人体健康以及损坏配水系统和设备。

1. 色 色是指水的真色而言，也就是水中所含悬浮物质被除去以后的颜色。清洁的地面水，水浅时无色，深时呈现浅蓝色；地下水一般都是清亮无色的，但遇到地下水含有铁、锰、硫化氢等物质时，经与空气接触后，也会产生颜色，但这种颜色并非地下水的真色。

水的颜色大部分是由超显微镜的悬胶体粒子所形成，有些则由于乳胶体，还有一小部分是由非胶体物质、有机酸及其真溶液中的中性盐类造成。使水产生颜色的胶体物质，不论是悬胶体或乳胶体，均携带一个静电荷，此电荷可正可负，取决于水的性质及其来源，水的颜色通常由阴电荷的胶层粒子所形成。加混凝剂使水脱色的方法，就是利用阴阳电荷中和产生凝聚作用的原理。

印染、制革、制药、造纸、化工、镀铬等工业废水的污染，也是使天然水产生颜色的主要原因。

生活饮用水水质标准中采用的色度单位是“度”，即以每升蒸馏水中含有1毫克铂时所具有的颜色作为色度1度。色度超过20度的水，在一般情况下已呈现较易觉察的微黄色。据调查，色度较高的地面水经净化处理后，色度一般可降至15度以下，因此生活饮用水水质标准中规定色度不得超过15度。另外，天然水由于某些水文、地质原因或受工业废水污染，一些特殊物质使水呈现其它颜色，不能用通常采用的铂钴标准比色法测定水的色度，故同时规定“不得呈现其它异色”。

2. 浑浊度 水的浑浊度是由泥土、粉砂、微细的有机物和无机物、浮游生物和其它微生物一类的悬浮物等所造成。“浑浊度”一词应明确为一种水样的光学性质的表示方法，这种光学性质能使通过水样的光线被散射和吸收，而不是直接穿透。要想找出浑浊度与水中所含悬浮物质的重量关系是不大可能的，因为在光学上，粒状物质的大小、形状、折射指数都很重要，而与悬浮物的比重、浓度的直接关系却很小。

江河水的浑浊度变化很大，不仅每条河流浑浊度不同，即使在同一条河流中，由于采样地点不同，测出的浑浊度也相差悬殊；同时河流浑浊度的季节性变化也很显著。

生活饮用水水质标准中采用的浑浊度单位是“度”，即以每升蒸馏水中含有1毫克硅藻土时对光源透过所发生的阻碍程度作为浑浊度1度。水的浑浊度达到10度时，人们已可感到水质浑浊。据调查，以地面水为水源的集中式给水，即使原水的浑浊度很高，但只要管理得当，经一般净化处理后，出厂水的浑浊度一般均不会超过5度，多数给水尚可达到3度以下。不少分散式给水，如水井和泉眼，如结构良好，若注意保护，水的浑浊度也在5度以下。

水的浑浊度高，能影响消毒效果，增加消毒剂的用量。经净化处理的水，浑浊度的降低意味着水中某些有害物质、细菌和病毒的减少。为提高饮用水的消毒效果和确保给水在微生物学方面的安全性，具备完善技术条件的集中式给水应力求供给浑浊度尽可能低的水，故规定不超过3度，特殊情况下不得超过5度。在执行标准时，要求集中式给水特别是新建水厂，其出厂水的浑浊度应不超过3度。现有集中式给水的浑浊度暂时达不到3度时，最高不应超过5度，并应不断改善净化处理效果，力争达到不超过3度的要求。

3. 臭和味 臭和味是两种不同的感觉,但它们却有着密切的联系。生活饮用水水质标准规定“不得有异臭、异味”,是指绝大多数人在饮用时不应感到水有异臭和异味。

水的臭、味是由以下一些原因所形成:

(1) 微生物特别是藻类的大量繁殖与腐烂。这种现象在地面水中特别是湖水、塘水及蓄水库水最为显著。

(2) 有机物质的腐败分解。

(3) 水中含有硫化氢、氨等带恶臭的溶解气体。

(4) 水源中排入了工业废水,以及对含酚的水施行加氯消毒时所引起的氯酚臭。

(5) 过量加氯消毒所引起的剩余氯臭。

(6) 水中含有铁、氯化钠、氯化镁、硫酸镁等能产生涩、咸、苦味的矿物杂质。

臭、味采用自来水厂的一般净化方法很难除去,故欲求生活饮用水无异臭和异味,必须注意选择良好的水源,并严加保护。

4. 肉眼可见物 肉眼可见物系指浮沫、沉淀物、油膜、水生生物以及一切令人厌恶的物质,这项指标弥补了浑浊度和色两项指标所不能说明的问题。

5. pH 多数天然水的pH值在7~8之间,因为大部分水含有重碳酸盐和碳酸盐,所以都呈微碱性。当水中含有大量的游离二氧化碳或有机酸,或受酸性工业废水、矿坑水的污染时,水的pH值降低。酸性水对金属、混凝土和管道都有腐蚀作用。当水中含有碱性物质(如碳酸盐或氢氧化物)或受碱性工业废水污染时,水的pH值增高。碱性水可引起溶解盐类的析出,改变水的原来性质,并可降低加氯消毒的效果。

水的pH值在6.5~9.5范围内不影响人的生活饮用和健康。据调查,各地自来水厂使用混凝剂净化水质的过程中,水的pH值虽略有升高,但很少超过8.5,因此生活饮用水水质标准中订为6.5~8.5。

6. 总硬度 水的硬度是指溶解于水中的钙、镁等盐类的总量,以前用“度”表示,即每升水中钙和镁的总含量相当于10毫克氧化钙时叫做硬度1度。后来为了与其它指标的计量单位取得一致,又改为用氧化钙表示,按毫克/升计算,即每升水中钙和镁的总含量相当于1毫克氧化钙时,作为1个硬度单位。现在世界各国多以碳酸钙表示,为了与多数国家取得一致,这次修订中又改用碳酸钙表示。

水的硬度是由碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度所组成,两者之和称为总硬度。碳酸盐硬度是由钙和镁的重碳酸盐所形成,当水煮沸时,水中的碳酸平衡被破坏,这时盐类即分解而析出钙及镁的沉淀,从而使水的碳酸盐硬度基本消除,因此碳酸盐硬度也叫暂时硬度。

水的非碳酸盐硬度是由除重碳酸盐以外的其它盐类(硫酸盐、氯化钠、硝酸盐等)所形成。它在大气压力下沸腾体积不变时不会产生沉淀,所以也叫永久硬度。

一般认为硬度高的水对人体健康并无多大影响。人们对水的硬度有一定的适应性,一旦改饮不同硬度的水,可引起胃肠功能的暂时性紊乱,但一般在短期内即能适应。近来国内外报道,改用低硬度的水可能与某些地方性疾病和心血管疾病有关,不过至今尚无定论。

但硬度过高的水对人们的日常生活是有影响的,例如用硬水泡茶可使茶变味;用硬水洗浴可使身体产生不舒适的感觉,对皮肤敏感的人有刺激作用;用硬水洗涤衣物,会

增加肥皂的消耗等。

在生活饮用水水质标准中，总硬度指标是根据人们日常生活使用的要求规定的。根据我国各地调查，地面水的总硬度一般都在 150 毫克/升（以 CaCO_3 计）左右，地下水大多不超过 450 毫克/升，因此，仍按修订前的标准订为总硬度不超过 450 毫克/升。至于个别硬度过高的地区是否需要采取软化措施，可根据当地居民的习惯和要求，由供水单位与卫生部门商定。

7. 铁 铁在天然水中普遍存在，但如含量低于 0.1 毫克/升，一般可以忽略不计。在地下水中很少遇到三价铁，一般均为二价铁盐，且经常呈溶解的、无色的 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 形式存在，但一旦与空气接触后，即慢慢变成黄棕色的氢氧化铁沉淀。

铁是机体合成血红蛋白和氧化酶等所必需的元素，人体代谢每天需要 1~2 毫克的铁，但由于机体对铁的吸收率低，人每天需从食物中摄取 60~110 毫克的铁才能满足一天的需要，因此饮水中含有较多的铁，对人体健康并无害处。但水中含有 0.5 毫克/升的铁时，色度可超过 30 度；达 1 毫克/升时，水带有明显的金属味。为了防止衣服、器皿着色和形成令人反感的沉淀或异味，生活饮用水水质标准规定铁的含量不得超过 0.3 毫克/升。

8. 锰 在地下水中，锰常以 $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ 形式与铁同时存在。有时水源遭受酸性矿坑水污染，则可能发现硫酸亚锰与硫酸亚铁一起存在。

锰在水中不易被氧化，在净化过程中较难除去。水中有微量锰时，呈现灰黑色。锰的氧化物能在水管内壁逐步沉积，在水压波动时可造成“黑水”现象。

锰的毒性较小，由饮水引起中毒的报道罕见，估计人从膳食中每天约摄入 10 毫克锰。为了防止对衣服、食具及白瓷器等产生色斑和满足水质感官性状的要求，生活饮用水水质标准中规定锰不得超过 0.1 毫克/升。

9. 铜 地面水很少含有铜，但流经含铜地层的地下水，则可能含有较多的铜。在利用硫酸铜控制湖泊、水库的藻类繁殖时，也可能有铜残留于水中。铜及其化合物还能随工业废水进入地面水。含有侵蚀性二氧化碳和氧的水能溶解铜管及铜容器而使水中含有微量的铜。

铜是人体必需的元素，在新陈代谢中参与细胞的生长、增殖和某些酶系统的活化过程。成年人每天需铜约 2 毫克，学龄前儿童每天需铜约 1 毫克，主要从日常食物中摄取。婴幼儿缺乏铜可发生营养不良性贫血。

铜的毒性小，但过多则对人体有害。如口服 100 毫克/日，可引起恶心、腹痛，长期摄入能引起肝硬化。水中含铜量达 1.5 毫克/升时有明显的金属味，超过 1.0 毫克/升时可使衣服及白瓷器染上绿色。根据感官性状的要求，生活饮用水水质标准规定铜不得超过 1.0 毫克/升。

10. 锌 天然水中很少含锌，但一般含铁的水中往往也夹杂着少量的锌。当用镀锌管作自来水管时，水中可有微量的锌存在。

锌是人体必需的元素，是体内酶的组成部分，参与新陈代谢。学龄前儿童每天需要锌约 0.3 毫克/公斤，成年人每天摄取量平均为 10~15 毫克。

锌的毒性很小，但过多则能刺激胃肠道而产生恶心，口服 1 克硫酸锌可引起严重中毒。水中含锌 20 毫克/升时呈现浑浊，5 毫克/升有金属涩味。国外调查表明，饮水中含

锌 23.8~40.8 毫克/升和泉水含锌 50 毫克/升均未见明显的有害作用；但另有报道，饮水中含锌 30 毫克/升可引起恶心和晕厥。据调查我国各地水中含锌一般都很低，根据感官性状要求，生活饮用水水质标准规定锌不得超过 1.0 毫克/升。

11. 挥发酚类 石油炼厂、焦化厂、煤气发生站、木材防腐厂和某些化工厂的生产过程中，都产生含酚废水。酚按其能否与水蒸汽一起挥发，又分为挥发酚与不挥发酚，生活饮用水水质标准规定挥发酚不得超过 0.002 毫克/升，包括苯酚、甲苯酚、二甲苯酚等。

酚类化合物毒性较低，据报道：饮水中酚的浓度为 15~1000 毫克/升时，鼠类长期饮用无影响；浓度为 5000 毫克/升时，对消化、吸收或代谢也无影响；浓度高达 7000 毫克/升时，才阻碍生长或引起死胎。

酚本身具有恶臭。饮水中如含有酚，则加氯消毒时能形成臭味更强烈的氯酚，往往引起饮用者的反感，表 1-1-1 列举了几种挥发酚和形成氯酚后的嗅觉阈浓度。

制定此项指标的目，在于防止饮水加氯消毒时产生氯酚臭，因此提出的数值是根据感官性状的要求。

表 1-1-1 挥发酚和氯化合成氯酚时嗅觉阈浓度

名 称	单位嗅觉阈浓度(毫克/升)	与氯化合成氯酚时嗅觉阈浓度 (毫克/升)
苯 酚	18.0	0.005
邻 甲 酚	0.002	0.001
间 甲 酚	0.002	0.001
对 甲 酚	0.005	0.002

12. 阴离子合成洗涤剂 近几年来合成洗涤剂的生产和使用有很大发展，品种也显著增多。按照洗涤剂在水中分解的方式，可分为阴离子型、阳离子型和非离子型三类，目前我国各地生产的合成洗涤剂以阴离子型的烷基苯磺酸盐为主。

水中含有洗涤剂，主要是水源受到城市生活污水和某些使用洗涤剂的工厂排出的生产废水所污染。

阴离子合成洗涤剂化学性质稳定，进入水体后不易被微生物分解破坏，且本身具有降低水的表面张力的作用，在水中的含量超过 0.5 毫克/升时即能使水产生泡沫和异味，并能阻碍净化过程。人体摄入少量洗涤剂时很少出现有害作用。根据味觉阈及形成泡沫的阈限度，规定生活饮用水中不得超过 0.3 毫克/升。

13. 硫酸盐 饮水中硫酸盐浓度过高，易使锅炉和热水器内结垢，并引起不良的水味和具有轻度腹泻作用，故增订该项指标，以便限制其在饮水中的含量。

饮用硫酸盐含量过高的水，新来的人和偶然饮用者通常会出现轻度腹泻，但经短时间后可逐渐适应。一般而言，饮水中硫酸盐浓度大于 750 毫克/升时有轻度腹泻作用，而低于 600 毫克/升则无此作用。

对多数饮用者而言，当饮水中硫酸盐浓度为 300~400 毫克/升时，开始察觉水有味，200~300 毫克/升无明显感觉。

基于硫酸盐对水味的影响和具有轻度腹泻作用，订为饮水中硫酸盐含量（以硫酸

根计) 不应超过 250 毫克/升。

14. 氯化物 饮用水中氯化物浓度过高, 可使水产生令人嫌恶的味, 并对配水系统具有腐蚀作用, 需限定其含量, 为此增订该项指标。

研究表明, 当氯与钠、钾或钙结合时, 其味阈浓度不同, 氯化物 (以氯计) 为 200~300 毫克/升。人摄入氯化物的主要来源为含盐食品, 每天平均摄入量约为 6 克 (氯离子)。

根据味觉考虑, 订为饮用水中氯化物 (以氯计) 含量不应超过 250 毫克/升。

15. 溶解性总固体 水中溶解性总固体主要包括无机物, 其主要成分为钙、镁、钠的重碳酸盐、氯化物和硫酸盐。当其浓度高时, 可使水产生不良的味道, 并能损坏配水管道和设备。它是评价水质矿化程度的重要依据, 故增订该项指标。

据国外报道, 浓度低于 600 毫克/升时一般认为水味尚好, 而高于 1200 毫克/升会影响水味, 但是长期饮用可能适应。美国一些公共给水中溶解性总固体超过 2000 毫克/升, 新来的人和偶尔饮用者几乎不能耐受, 而当地的一些居民却可以适应。还有报道指出, 水中溶解性总固体大于 200 毫克/升时, 浓度每增加 200 毫克/升, 家庭热水器使用寿命缩短一年。

基于对水味的影响, 订为饮用水中溶解性总固体不应超过 1000 毫克/升。

(二) 毒理学指标

毒理学指标是指那些对人的毒性较大, 而对水的感官性状影响较小, 其毒性作用阈浓度低于感官性状影响阈浓度的物质。标准中所列的数值, 都是根据毒性作用的阈下浓度制订的。

毒性学指标共包括氟化物、氰化物、砷、硒、汞、镉、六价铬、铅、银、硝酸盐、氯仿、四氯化碳、苯并 (a) 芘、滴滴涕、六六六等 15 项。

1. 氟化物 氟化物在自然界广泛存在, 又是人体正常组织成分之一。人每日自食物及饮水中摄取一定量的氟。摄入量过多对人体有害, 可致急、慢性中毒 (慢性中毒主要表现为氟斑牙和氟骨症)。据国外的一些报道: 氟摄入量达 10 毫克/公斤左右可发生急性中毒; 每日摄入 15~25 毫克, 持续 11~12 年后可致氟骨症; 每日摄入总量为 20 毫克, 持续 20 年以上时可致残废; 饮水中氟含量达 3~6 毫克/升时会出现氟骨症, 超过 10 毫克/升时会引起残废。此外, 还报道当氟化物为适宜浓度时可降低龋齿患病率。

据国内若干地区的调查资料表明, 在一般情况下, 饮用含氟量 0.5~1.0 毫克/升的水时, 氟斑牙患病率为 10~30%, 多数为轻度斑釉; 1.0~1.5 毫克/升时, 多数地区氟斑牙患病率已高达 45% 以上, 且中、重度患者明显增多; 而水中含氟量 0.5 毫克/升以下的地区, 居民龋齿患病率一般高达 50~60%。水中含氟 0.5~1.0 毫克/升的地区, 则一般仅为 30~40% 左右。

据不完全统计, 地方性氟中毒在我国广泛分布于 28 个省、自治区、直辖市的 574 个县中, 大约涉及 47000 个村庄, 受影响的人群达 4500 万。

综合考虑饮水中氟含量为 1.0 毫克/升时对牙齿的轻度影响和氟的防龋作用, 以及对我国广大的高氟区饮水进行除氟或更换水源所付的经济代价, 订为饮用水中氟含量不得超过 1 毫克/升。原“标准”中规定适宜浓度 0.5~1.0 毫克/升, 根据各地意见, 以不订下限值为宜, 故进行了相应修订。

由于我国幅员辽阔，各地气候很不一致，各地的特殊问题应与当地卫生部门具体商定解决。因氟可以通过水、食物、空气等多种途径进入人体，某些地区的居民如从食物或空气等其他途径摄入的氟较高时，则应尽量考虑选用低氟水源。

2. 氰化物 氰化物主要来自工业废水，有剧毒。作用于某些呼吸酶，引起组织内窒息，首先影响呼吸中枢及血管舒缩中枢。慢性氰中毒时，甲状腺激素生成量减少。

氰化物使水呈杏仁气味，其嗅觉阈浓度为0.1毫克/升。动物实验表明，氰化钾剂量为0.025毫克/公斤时，大鼠的过氧化氢酶增高，条件反射活动有变化；剂量为0.005毫克/公斤时无异常变化，此剂量相当于0.1毫克/升。

考虑到氰化物毒性很强，采用一定的安全系数，订为饮用水中氰化物的含量不得超过0.05毫克/升（以游离氰根计）。

3. 砷 天然水中仅含微量的砷。水中含砷量高，除地质因素外，主要来自工业废水和农药的污染。

国内现场调查表明，某地深井水含砷量为1.0~2.5毫克/升，自1930年至1961年发生慢性中毒病例多起，表现为皮肤出现白斑，后逐步变黑，角化肥厚呈橡皮状，发生龟裂性溃疡。饮用含砷量为0.127~0.178毫克/升的井水的居民，在体检的1939人中未出现慢性中毒或疑似病例。测定328人的发砷，与对照人群（饮水中砷含量为0.003毫克/升）比较有显著差异，表明有砷蓄积。而调查饮用水中含砷量为0.027~0.081毫克/升的居民208人，其发砷含量与对照组无明显差异。国外调查表明，在供水中砷含量为0.05毫克/升的地区，未见任何有害影响。饮用含砷量大于0.12毫克/升的饮用水，相当一部分居民发砷增高，但未见任何中毒表现。一些国家报道，饮水中砷含量过高时，长期饮用可引起皮肤癌发生率增高。

基于上述资料，证明饮用水中砷含量为0.05毫克/升是安全的，故将原标准中规定的饮用水中砷含量不得超过0.04毫克/升改为0.05毫克/升。

4. 硒 硒是人体必需元素之一，但硒的化合物对人和动物均有毒，在体内有明显的蓄积作用，可引起急性和慢性中毒。

水中含硒除地质因素外，主要来源于工业废水污染。

人和动物摄入过量的硒，可发生硒中毒。人的地方性硒中毒临床表现为食欲不振、四肢无力、头皮瘙痒、癞皮、斑齿、毛发和指甲脱落等。牲畜的硒中毒表现为食欲减退、脱毛、脱蹄、黄疸、贫血等，食用含高硒的植物后，可在短期内致死。

地方性硒中毒多半由于土壤中含硒较高，致使当地粮食作物、蔬菜和禽畜体内积蓄硒过多。如国内某硒中毒地区玉米中含硒量为40毫克/公斤以上，蒿子达72.5毫克/公斤。

在一般地区，某些食物中含有一定量的硒，海产和动物性食品含硒较高，如猪肾含硒4.17毫克/公斤，面粉含硒0.53毫克/公斤。根据对某一职工食堂的调查，每人每天从膳食中摄入的硒量平均为0.116毫克。

动物实验资料表明：在68天实验期内，大鼠每周摄入硒（亚硒酸钠-硒）总量为1.5毫克/公斤时，动物的体重、凝血时间、白细胞数、血红蛋白含量、血清谷-丙转氨酶活力等指标与对照组无明显差别，但在肝脏中有硒的蓄积，含量比对照组高。

据某克山病地区资料，2200多居民每周每人人口服1次亚硒酸钠2毫克（相当每人每

天0.13毫克硒), 每年连续口服半年, 共服3年。3年期间白细胞和血清谷-丙转氨酶活力无显著变化。

根据硒的毒性, 并考虑到从食物中可能摄入的硒量, 订为饮用水中硒的含量不得超过0.01毫克/升。

5. 汞 汞为剧毒物, 可致急、慢性中毒。汞及其化合物为原浆毒, 脂溶性, 主要作用于神经系统、心脏、肾脏和胃肠道。汞可在体内蓄积, 长期摄入可引起慢性中毒。

无机汞中以氯化汞和硝酸汞的毒性较高, 小鼠口服氯化汞的最小致死量为0.81~0.88毫克。有机汞的毒性比无机汞大, 小鼠口服氯化乙基汞的最小致死量为0.60~0.65毫克。

水中的汞主要来自工业废水和废渣。地面水中的无机汞在一定条件下可转化为有机汞, 并可通过食物链在水生生物(如鱼、贝类等)体内富集。人食用这些鱼、贝类后, 可引起慢性中毒, 如日本的“水俣病”。

动物实验资料表明: 无机汞剂量为0.05毫克/公斤时, 染毒四个多月后, 大鼠的条件反射有明显改变, 出现后抑制现象, 分化后的反射时延长, 并出现均等相和反常相, 血中网织细胞和胆色素增加; 剂量为0.005毫克/公斤时, 上述变化是轻度的; 而剂量为0.0005毫克/公斤时, 无异常发现。

据报道, 长期每天摄入约0.25毫克甲基汞可导致神经损伤。但是, 饮用水中的汞主要为难以吸收的无机形式, 即使在重污染的水中, 汞浓度一般也不超过0.03毫克/升。国内的调查表明, 饮用水中汞浓度几乎均低于0.001毫克/升。

基于汞的毒性, 订为饮用水中汞的含量不得超过0.001毫克/升。

6. 镉 镉是有毒元素。食用镉污染的食物可能造成慢性中毒, 在日本发生的“痛痛病”就是典型例子。

美国报道, 在公共给水中镉的平均浓度为1.3微克/升, 仅有0.3%的样品超过限量值10微克/升。我国饮用水中镉的平均浓度几乎均低于10微克/升。

动物实验表明, 给五组大鼠分别饮用含镉浓度为0.1~10毫克/升的水, 未发现明显中毒症状。但是, 各组动物的肾和肝中镉含量增加, 并与剂量成比例。

据报道, 某地居民长期饮用含镉0.047毫克/升的水, 未发现任何症状。

1972年世界粮农组织食品添加剂专家委员会确定, 从食物、水和空气中摄入镉的总量不得超过每人每周0.4~0.5毫克。

根据上述资料, 订为饮用水中镉含量不得超过0.01毫克/升。

7. 铬 六价铬的毒性比三价铬大, 所以必须考虑人接触的主要形式。在氯化或曝气的水中, 六价铬为主要形式。

动物实验表明, 大鼠分别饮用含铬浓度为0.45~2.5毫克/升的水一年, 未见毒性反应。但是, 铬浓度高于5毫克/升时, 发现在组织中铬有明显蓄积。

据报道, 一个四口人的家庭饮用含铬0.45毫克/升的水达3年之久, 医学检查未见异常。

基于上述资料, 订为饮用水中铬含量不得超过0.05毫克/升。

8. 铅 铅并非机体所必需的元素, 常随饮水和食物进入人体, 摄入量过高可引起中毒。

世界粮农组织和世界卫生组织专家委员会于 1972 年确定每人每周摄入铅的总耐受量为 3 毫克。

儿童、婴儿、胎儿和妊娠妇女对环境中的铅较成人和一般人群敏感，在确定饮用水中铅的标准值时应将该组人群考虑在内。

研究证实，饮用水中铅含量为 0.1 毫克/升时，可能引起大量儿童血铅浓度超过 30 微克/100 毫升，这是推荐的儿童血铅上限值。因此，饮用水中铅含量为 0.1 毫克/升对儿童来讲是过高的。对成人而言，如果每日从食物中摄入的铅量大于 230 微克，则每周从食物和水中摄入的铅量就会超过总耐受量。

调查资料表明，管网末梢水含铅量一般均低于 0.05 毫克/升。有的国家报道，仅有 4% 的水样含铅量超过 0.05 毫克/升。国内的调查同样表明，饮用水中铅的平均含量几乎均在 0.05 毫克/升以下。

考虑到饮用水中铅含量为 0.1 毫克/升时能引起儿童血铅含量增高，以及我国饮用水中现有的铅浓度水平，故将原“标准”中规定的铅浓度不得超过 0.1 毫克/升改为 0.05 毫克/升。

9. 硝酸盐 硝酸盐在饮用水中常被检出，含量过高可引起人工喂养婴儿的变性血红蛋白血症。虽然较年长人群无此问题，但有人认为某些癌症可能与极高浓度的硝酸盐含量有关，需对饮用水中的硝酸盐浓度加以限定，故增订该项指标。

国外报道，饮用水中硝酸盐氮含量低于 10 毫克/升时，未见发生变性血红蛋白血症的病例；当高于 10 毫克/升时，偶有病例发生。另有报道，浓度达 20 毫克/升时，并未引起婴儿的任何临床症状，而血中变性血红蛋白含量增高。一些国家规定饮用水中硝酸盐氮不超过 10 毫克/升，但有的学者认为 10 毫克/升的限值过于严格，应予放宽。也有的国家订为 100 毫克/升（以硝酸根计）。

在国内，某地对 18 万人口地区中的 52 个托幼机构共 3824 名婴幼儿的调查表明，该地区饮水中硝酸盐氮含量为 14~25.5 毫克/升，二十年来无论过去和现在均未发现高铁血红蛋白血症的病例。对饮用硝酸盐氮含量为 25.5、8.5 和 1.9 毫克/升饮用水的 3~4 岁幼儿 236 人进行了体检，未发现高铁血红蛋白血症的病例。经统计学处理，三组间血液中变性血红蛋白的含量占血红蛋白总量的百分数亦无明显差异。对饮用含硝酸盐氮为 10~30 毫克/升水的 156 名 1 岁以内婴儿的调查表明，血液中变性血红蛋白含量与对照组（饮水中硝酸盐氮含量为 5 毫克/升以下）无明显差异；而饮用含硝酸盐氮大于 30 毫克/升的水，血液中变性血红蛋白含量明显高于对照组。

基于国内的调查资料，并考虑到国外的报道，故订为饮用水中硝酸盐氮含量不得超过 20 毫克/升。

10. 氯仿 已经证实氯仿可对两种实验动物引起癌症，并认为对人具有潜在致癌的危险性。

饮用水中三卤甲烷的形成在很大程度上取决于用作消毒剂的氯与在水源中存在的三卤甲烷的前体（腐殖质等）之间的相互反应。当水源中所含前体浓度低，或经处理将前体去除后再消毒，就不会产生高浓度的三卤甲烷。

在三卤甲烷一类化合物中，仅氯仿有充分资料可以确定限值。美国国家肿瘤研究所的资料证实，氯仿引起大鼠和小鼠的肿瘤发生率明显高于对照组。

在大鼠的实验中,经口给予雄性大鼠的剂量为90和180毫克/公斤,每周5次共78周;雌性大鼠平均剂量为100和200毫克/公斤。实验共观察111周。结果表明,实验组雄性大鼠肾上皮细胞肿瘤发生率明显高于对照组。基于雄性大鼠的资料,世界卫生组织《饮用水水质准则》中推荐氯仿在饮用水中的建议值为30微克/升。美国规定饮用水中氯仿的上限值为100微克/升。

考虑到我国的具体情况,建议在饮用水中氯仿含量的试行标准为不得超过60微克/升。

11. 四氯化碳 四氯化碳在饮用水中常被检出,一般浓度为每升若干微克水平。

研究表明,四氯化碳具有多种毒理学效应,包括致癌性。对该化合物曾进行过广泛的研究,但是仅有一种动物的实验资料可以提供外推癌症危险性所要求的剂量-反应关系。实验证明,B6C3F1小鼠接受经口剂量为1250和2500毫克/公斤的四氯化碳,每周5次共78周。在观察的90~92周中,几乎全部实验组小鼠均发生肝细胞癌,而对照组仅有个别动物发生。选用大鼠和地鼠也获得了定性的补充资料。基于这些资料,参照世界卫生组织《饮用水水质准则》的建议值,建议饮用水中四氯化碳含量试行标准为不得超过3微克/升。

12. 苯并(a)芘 多环芳烃在环境中广泛存在,并可在饮用水中检出。调查表明,水中的多环芳烃主要为6种。世界卫生组织于1971年和1970年分别出版的国际饮用水标准和欧洲饮用水标准曾建议6种代表性多环芳烃化合物(即萤蒽、3,4-苯并萤蒽、11,12-苯并萤蒽、3,4-苯并芘、1,12-苯并芘和茚并芘)的浓度不应超过0.2微克/升。一般而言,在地下水中多环芳烃浓度为0.01~0.05微克/升;在相对非污染河流中为0.05~0.25微克/升。在配水过程中,与一定长度内涂沥青的水管接触,会导致水中多环芳烃含量增加。

根据几个国家的测定结果,多环芳烃(特别是苯并(a)芘)是通过食物、水和空气摄入人体的,估计从饮用水中摄入的量约占0.1~0.3%,通过空气约为0.9%,通过食物约为99%,故饮用水不是摄入多环芳烃的主要来源。但因其有致癌危险性,故需将摄入量减至最少。

国内调查表明,饮用水中苯并(a)芘含量一般低于0.01微克/升。

苯并(a)芘是多环芳烃中唯一具有毒理资料可以确定限值的化合物,根据线性多价外推模式,参考世界卫生组织《饮用水水质准则》的建议,推荐饮用水中苯并(a)芘含量的试行标准为不得超过0.01微克/升。

13. 滴滴涕 滴滴涕是一种久效性农药,在大多数情况下很稳定。

根据文献报道,人从食物中每日摄入量可高达0.286毫克,大部分来源于动物性食品。在不同国家一般人群血中,总滴滴涕浓度波动在0.01~0.07毫克/升;在人乳中为0.01~0.10毫克/升。

滴滴涕主要作用于中枢和外周神经系统以及肝脏。对数种动物种属未见致畸作用。在细菌试验系统未发现致突变作用。长期职业接触滴滴涕未见人类癌症。1969年确定人的条件性日容许量为0.005毫克/公斤。

动物实验表明,大鼠饮用含滴滴涕2毫克/升的水引起肝脏明显病变,0.2毫克/升的水仅仅引起滴滴涕在体内的蓄积。另外的实验表明,在CF-1杂交小鼠饲料中加入工业