

第三节 水质

水质即为水的化学组成。天然水不是化学上的纯水，而是含有许多溶解物质和非溶解性物质所组成的极其复杂的综合体。天然水质的形成早在大气圈中就已经开始。大气中水的形成，不仅要有丰富的水汽含量并达到饱和状态，而且空气中要有凝结核，所谓凝结核，就是在大气中呈悬浮状态的十分微小的固体或液体质点。在完全纯洁的空气中，即使水汽含量达到饱和状态，甚至达到过饱和状态，仍不能发生凝结现象，这是因为表面张力会促使微小水滴破裂而消失，而凝结核就具有减弱水滴表面张力的作用。因此天然水中总含有一些溶解的和悬浮的有机物、矿物质和各种生物。没有受到污染的天然水，如非地质原因，含有某种元素过多或过少外，不会对人体健康产生影响，一般可以作为饮用水。但这种直接可作饮用水的天然水已不多见。由于环境污染，可大大改变天然水的水质，甚至变成完全不适于饮用的污水，严重污染的水即使进行净化消毒处理，仍然不能达到饮用水的要求。

一、生活饮用水卫生标准

(一) 饮用水基本卫生要求

为保护人类身体健康，饮用水应符合三项基本卫生要求。

1. 流行病学安全。即饮水中不能含有病原体，以防止介水传染病的发生和传播。

2. 水中所含化学物质及放射性物质对人体无害。即饮水中所含化学物质不会对人体健康产生影响，不会产生急、慢性中毒，不会影响子孙后代的健康成长。

3. 水的感官性状良好，使人乐于饮用。

(二) 饮用水卫生标准。

我国在 1955 年首次颁发《自来水质暂行标准》，1959 年向全国颁发了《生活饮用水卫生规程》，1976 年对规程进行了修订，颁发了《生活饮用水卫生标准(试行)》(TJ20—76)，至 1985 年又重新修订颁发《生活饮用水卫生标准》(GB5749—85)，自 1986 年 10 月 1 日实行。该标准共分总则、水质标准和卫生要求、水源选择、水源卫生防护、水质检验五章。水质标准分四类 35 项指标，其中五项(氯仿、四氯化碳、苯并(a)芘、滴滴涕、六六六)为试行标准。符合生活饮用水卫生标准的饮用水，终身饮用对人体健康不会产生影响。1994 年再次修订的生活饮用水标准已报批，不日将颁布。生活饮用水卫生标准是供水部门必须遵循的产品质量标准，也是卫生部门开展饮水卫生工作，评价和监督饮用水水质的依据。

现将水质标准部分介绍于下。

1. 感官性状和一般化学指标

(1) 色度：水的颜色是水中悬浮物质和溶解物质对光线作用的结果。由于悬浮物质而形成的颜色经过滤后可消除称为表色，而由于溶解物质呈现的颜色称为真色。

水的颜色可以由于天然的原因或人工污染而引起。水的颜色主要来自植物有机物的分解产物如腐殖质(humic substance)、鞣酸等，能使水呈现黄色或棕色。水中的藻类也可使水呈现各种颜色，如小球藻呈绿色、硅藻呈棕褐色。无机物铁盐、锰盐能使水呈黄褐色，极细粘土颗粒可使水呈乳白色。工业废水则可使水呈各种颜色如印染废水。

一般天然原因形成的颜色对健康没有什么大影响，但由污染原因引起的颜色，则可能带有各种各样的有毒有害物质，必须引起注意。有色的水，即使对人

无害，也往往使人厌恶，不能接受。高色度的水经过净化也难以达到卫生标准，必要时应进行脱色。

色度的测定用铂钴法，即 1L 水中含有 1mg 的铂为 1 度，色度少于 10 度时肉眼难于觉察，一杯水色度大于 15 度时，多数人即可觉察，通常经净化处理的水，色度多在 15 度以下，故标准订为 15 度。天然水由于某些水文地质原因或被工业废水污染使水呈现异色，不能用铂钴比色法测定，故又规定“不得呈现异色”。

(2) 浑浊度：水的浑浊度主要是由水中的泥沙形成的，各种水源浊度不同，地面水最高，浅井水次之、深井、泉水最低。地面水大多数水源水浑浊度在 200 度以下，我军营区所用水源浑浊度大于 100 度的只占 0.5%，即地面水也仅 1.3% 超过 100 度。但在洪水期有的江河浑浊度大升高，可达每升上万毫克。

浑浊度其它形成原因和对人体健康影响基本上与色度相同，浑浊度过高的水一般净化处理也难以达到卫生标准。泥沙和悬浮物还可以吸附或包藏病毒和细菌不利于消毒，随工业废水进入水中的有毒有害物质如苯并(a)芘、多氯联苯也可吸附于悬浮物上，因此，尽可能选择浑浊度低的水源和降低水的浑浊度是有积极卫生意义的。

水的浑浊度用比浊法测定，以 1L 水中含二氧化硅(一般用白陶土)1mg 为 1 度。在野外也可用透明度来表示，即用透明度量筒盛水样由上向下观察，以刚能辨认筒下符号时水柱高度(cm)来表示，通常大于 30cm 为透明，30~20cm 为微浑，20~10cm 为浑浊，小于 10cm 为很混浊。

浑浊度达 10mg/L 时，已使人普遍感到水质浑浊，因此订为不超过 3 度，源水通过完善的净化处理通常是可达到 3 度以下，为使饮用水安全，有利于消毒，应尽可能将浑浊度降到 1mg/L 以下。

(3) 臭和味：清洁的水源水一般没有任何臭味。水臭的产生主要是水中生物的繁殖、死亡和腐败及有机物的腐败或工业污染，如兰绿藻可产生草腥臭、腐殖质可产生霉臭、酚、石油等污染产生的特殊臭味等。水中无机物如铁、锰、硫化氢也可产生臭味，氯化钠多时水有咸味，镁盐多的水有苦味，自来水由于加氯产生过多的余氯或与水中酚结合产生氯酚，都会给水带来臭味。

水有臭味最易引起饮用者厌恶而不易接受，而且往往也是水中含有某些有害杂质或受污染的标志。某些臭味可由地质原因引起，不一定对健康有害，但有臭味的水总是不受欢迎的。

水的臭味可以按强度分成等级或按人们熟悉的嗅味来分。按强度可分为 6 级：0 级，没有气味；1 级，气味极微弱，只有经验者可觉察；2 级，气味弱，饮水者注意时可发觉；3 级，气味明显，易于觉察，能引起厌恶；4 级，气味强，不适于饮用；5 级，气味极强，不能饮用。按嗅味分如青草味、泥土味、鱼腥味、药味等和甜、酸、苦、辣、咸等味。味也可按强度分为 6 级，标准就是饮用水不应有异臭、异味，一般水臭味不应超过 2 级强度。

(4) 肉眼可见物：水中如出现虫类、油膜、泡沫、沉淀物、悬浮物等肉眼可见物时，使人厌恶。故规定不得含有肉眼可见物。

(5) pH 值：各种水源的 pH 值与土壤性质、气候和降水量等因素有关。天然水中经常含有碱土金属，因而多呈微弱碱性，水中如含有大量二氧化碳，有机酸时水可偏酸性，水中含有某些毒剂如氰化钾可使水呈碱性，工业废水的污染可使水偏酸或偏碱，水的净化处理也可以改变水的 pH 值。我国除黑龙江、福建、江西、浙江等有低于 pH6.5 的水源和新疆、西藏、甘肃、陕西有高于 pH8.5 的水源外，

一般水的 pH 值都在 6.5~8.5 之间。

水的 pH 值在 6.5~8.5 的范围内并不影响人的生活饮用和健康。水的 pH 值过低，可腐蚀管道，影响水质，且可使水中大部分金属盐长时间处于溶解状态，使毒性增加，但 pH 值低的水有利于消毒。水的 pH 值过高又可析出溶解性盐类，使水的感官性状恶化，且不利于消毒。根据国内多年供水实际情况，出水 pH 值很少超过 6.5~8.5，故以此作为标准。

(6) 总硬度：水的硬度主要是指溶于水中钙、镁盐类的含量。水中含二氧化碳较多时可促进钙、镁的溶解。水的硬度也可以因工业废水污染而升高。各地和各种水源硬度都不同，一般地面水硬度低，地下水硬度高，但也有相反的情况，如西北有的地面水硬度可高达 2000mg/L 以上，而四川某地 200m 深的地下水却是软水。我国水源水硬度，大致是北方高，南方低，现有约 11.45% 的人口饮用总硬度超标的水。我军营区水源调查总硬度超标水源占 8.6%。

水的硬度可分为暂时硬度和永久硬度。暂时硬度又称碳酸盐硬度，主要由重碳酸钙或重碳酸镁形成，也可能有少量碳酸盐。暂时硬度加热煮沸可将之沉淀去除。永久硬度又称非碳酸硬度，由钙、镁的硫酸盐、硝酸盐或氯化物等形成，经煮沸不能去除，暂时硬度与永久硬度的总和称为总硬度。水的硬度以 CaCO_3 mg/L 表示。一般将硬度分为 4 级，即 $<150\text{mg/L}$ 为软水， $151\sim450\text{mg/L}$ 为中等硬水， $451\sim600\text{mg/L}$ 为硬水， $>600\text{mg/L}$ 为极硬水。一般认为总硬度在 400mg/L 以下时，对人体没有多大影响，偶然饮用高硬度的水可引起胃肠功能暂时紊乱，出现肠鸣腹胀，腹痛和腹泻等症状，但一般在短期内即能适应。如驻四川某团井水硬度 570mg/L ，初饮者多有肠胃不适症状。硬度过高的水，特别是含镁盐多的，对健康不利不宜饮用。硬度与心血管病关系已有很多研究，据美、英、苏、瑞典等国报道，都认为心血管病与水的硬度呈负相关。但国内对 37 个城市调查及一些国外资料结论则相反，还待深入研究，也有报道长期饮用硬水可以诱发泌尿系统结石。

硬度对生活、卫生及工业应用都有不良作用。

(7) 铁：铁在天然水中普遍存在，也可由于污染而来，我国每省都或多或少有超标的点和区域。一般地面水含量很少超过 2mg/L ，但地下水则可高达数十 mg/L ，地下水高铁区集中在东北三省。我军营区水源铁超标的占 10.4%。我国饮用铁超标水的人口占调查总人口 32.17%，

铁是人体必需的元素，但饮用水并不是它的主要来源，饮水中铁稍高对人体并无害处。水中含铁量在 $0.3\sim0.5\text{mg/L}$ 时无任何异味，达 1mg/L 时有明显金属味，在 0.5mg/L 时色度可大于 30 度，铁浓度大于 0.1mg/L 时，可能引起水管中出现沉淀物。为防止衣服、器皿染色，并引起饮料味道不良和形令人反感的沉淀或异味，饮水中铁标准订为 0.3mg/L 。

(8) 锰：水中锰可来自天然或污染，在地下水中常以 $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ 形式与铁同时存在，地面水中超标较少，地下水中仍以东北三省含量较高。由于锰较难氧化，在常规水处理中不能去除。亦是饮用水较常超标指标之一。

水中含有微量锰时，可在管道上沉积形成覆盖层，并能以黑色沉淀脱下来形成黑水。水中锰超过 0.15mg/L 时，能使衣服和管道固定设备染色。较高浓度可使饮料味道不良。曾有报道因饮用被旧电池污染井水，而致锰中毒的例子。为防止锰对衣服、食具、瓷器染色和引起水的感官恶化，饮水中锰订为不应超过 0.1mg/L 。

(9) 铜：天然水中有的可检出微量的铜，水中铜含量升高，多数是由于工业废水污染或控制水中藻类繁殖的铜盐而来。饮水中的铜也可来自黄铜管道或家庭

厨房用具的铜，软水和 pH 值低的水，更易使管道中的铜析出。

铜是人体必需的元素，一般饮用水中的浓度对人体健康无害。摄入 5mg 铜对一般人很少危害。但也有饮用接触过铜容器的碳酸盐饮料而引起中毒的报道。口服 100mg/d 可引起恶心，腹痛，长期摄入可引起肝硬化。

水中含铜 1.5mg/L 时即有明显金属味，大于 5mg/L 有苦味，大于 1.0mg/L 可使衣服、白瓷器染成绿色。根据感官性状要求，饮水中铜不应超过 1mg/L。

(10) 锌：天然水中锌含量很低，主要来源于工矿废水和镀锌金属管道。锌是人体必需的元素。一般人多为摄入锌不足。每日允许摄入量为 10~15mg。因此，水中含稍高的锌对人体是有好处的。锌毒性很低，但摄入过多，可刺激肠胃道产生恶心。水中锌浓度超过 5mg/L 就会有金属涩味并呈乳白色，10mg/L 时呈现浑浊。我国饮水中锌浓度都很低。根据感官要求订为不应超过 1mg/L。

(11) 挥发酚类：一般指苯酚、甲苯酚、苯二酚等在水质检验中能被蒸馏出和检出的酚类化合物，能与氯结合形成氯酚。天然水中也可含有很微量的酚，水中含酚主要来自炼焦、炼油、制造煤气等废水。五氯酚、二硝基邻甲酚等杀虫剂亦是酚污染主要来源。酚是常见超标的水质指标之一。

酚类化合物毒性较低，但污染严重时，也可引起有皮肤瘙痒、恶心、腹泻等症状的急性中毒。各种酚化合物嗅觉阈相差很大，如苯酚为 18mg/L。邻位甲酚为 0.002mg/L。酚有恶臭，加氯消毒时，可产生臭味更强烈的氯酚。因此，饮水卫生标准订为挥发酚类(以苯酚计)不超过 0.002mg/L。

(12) 阴离子合成洗涤剂：天然水中不含有阴离子合成洗涤剂，其来源主要是生活和工业上使用的洗衣粉、洗发膏、洗涤剂等。国产阴离子洗涤剂以阴离子型的烷基苯磺酸为主，其化学性质稳定，不易降解和去除。

阴离子合成洗涤剂毒性极低，一般不表现毒作用，有报道人每日摄入纯烷基苯磺酸盐 100mg 4 个月，未见明显不能耐受现象。

阴离子合成洗涤剂浓度超过 0.5mg/L 时，可引起泡沫和使水具有异味。浓度在 0.7~1.0mg/L 时，可产生永久性泡沫，复盖水面会降低水的复氧，影响自净，洗涤剂还含有多量磷酸盐，是使水富营养化主要原因之一。根据味觉阈及产生泡沫阈浓度，饮水中阴离子合成洗涤剂含量订为不应超过 0.3mg/L。

(13) 硫酸盐：天然水中几乎均含有硫酸盐，但含量相差很大，从几十 mg/L 至数千 mg/L。水中硫酸盐也可自工业废水或生活污水。我军营区水源水超过标准的占 5%，与全国 4.35% 相近。普通水处理方法不能将水中硫酸盐去除。

一般硫酸盐大于 750mg/L 时有轻泻作用，而低于 600mg/L，除敏感者外，无此作用，硫酸盐与镁结合时，作用可加强，新来的人或偶饮硫酸盐高的水者常会出现轻泻，但经短时期可适应。水中硫酸盐高至 1000mg/L 时，还可抑制和减弱胃液分泌，胃液酸度下降，胃蛋白酶活力下降，妨碍消化。

硫酸盐味觉阈视盐类不同而有所不同，如硫酸钙，硫酸镁为 525mg/L，硫酸钠为 350mg/L，一般硫酸盐 300~400mg/L 开始感觉水有味。根据硫酸盐对水味影响和轻泻作用订为不应超过 250mg/L。

(14) 氯化物：天然水中一般均含有氯化物。沿海、西北地区水中氯化物含量较高，有高达数千 mg/L 的，一般地面水含量较低，地下水含量较高。水中氯化物突然升高，应考虑工业废水或生活污水污染的可能。我军营区给水超过标准的占 4.1%，全国超标率为 5.21%。

饮用水中氯化物含量 250~500mg/L 时，对人体正常生理活动没有影响，大于 500mg/L 时，对胃液分泌、水代谢有影响。且对配水系统有腐蚀作用。

氯化物的味阈取决于氯与其结合的阳离子，氯化钠较氯化钙、氯化镁味阈低，氯化钠味阈为 200~300mg/L。从味觉考虑，饮水中氯化物订为不应超过 250mg/L。

(15) 溶解性总固体：溶解性总固体主要为无机物，主要成分为钙、镁、重碳酸盐、氯化物和硫酸盐，天然水中均含有溶解性总固体，降水和地面水含溶解性固体较少为淡水，但有的地区如盐渍地带的地面水则含溶解性总固体较多，地下水溶解性总固体也较多，溶解性总固体增多是由于地质或污染原因所致。

溶解性总固体在 1000mg/L 以下，不论对生理功能或水的感官性状均无影响。大于 2500~3000mg/L 除影响味觉外，对生理功能也可有一定影响。有的学者认为溶解性总固体低于 600mg/L 时，水味是好的，高于 1200mg/L 会影响水味，但如溶解性总固体很低时，水会变得淡而无味。基于对水味影响，饮水中溶解性总固体订为不应超过 1000mg/L。

2. 毒理学指标

(1) 氟化物：氟化物在自然界广泛存在，天然水中均含有氟化物，其含量因地区而异。地面水中氟化物少有超过 1mg/L，深井水含氟量多高于浅井水。由工业污染引起水氟含量增高，只在个别地区，且以地面水为多。

氟化物可引起氟斑牙和氟骨症已见上述。据国内调查，饮用含氟量 0.5~1.0mg/L 的水时，氟斑牙患病率为 10~30%，多为轻度，居民龋齿患病率为 30~40%。当饮水含氟量为 1.0~1.5mg/L 时，多数地区氟斑牙患病率达 45% 以上。综合考虑，饮水氟含量为 1.0mg/L 时对牙齿的轻度影响和氟的防龋作用，以及高氟区饮水除氟或更换水源所付的经济代价，饮水中氟含量订为不得超过 1.0mg/L。

(2) 氰化物：水中氰化物主要来自工业废水特别是炼焦、电镀、金银提炼等废水，氰化物在水中容易分解，不易在水中积累，除非是高浓度持续污染。战时，氰化物可能用作投毒，是战时水质检验必测指标之一。

氰化物有剧毒，作用于某些呼吸酶，使酶失去活性，阻止组织对氧的利用，引起组织内窒息。首先影响呼吸中枢及血管舒缩中枢。慢性氰化物中毒时，甲状腺激素的合成减少，可导致甲状腺组织增生肿大。

氰化物使水呈杏仁味，其嗅觉阈为 0.1mg/L。动物试验，氰化钾剂量为 0.05mg/kg 时，大鼠的过氧化氢酶增高，条件反射有变化，剂量为 0.005mg/kg (\approx 0.1mg/L) 时无异常变化。由于氰化物有剧毒，采用一定的安全系数，订为不得超过 0.05mg/L (CN 计)。

(3) 砷：天然水中含有微量砷，水中含砷量高除地质原因外，工业废水与农药污染亦常见。战时可来自化学毒剂的染毒或投毒。

砷是人体必需的元素，它参与细胞代谢的过程。过量的砷可引起毛细血管、新陈代谢和神经系统的改变。砷可引起急性或慢性中毒和皮肤癌，国内调查饮用含砷量为 0.127~0.178mg/L 井水的居民 1939 人，未发现有砷中毒，但发砷增加，表明有砷蓄积。饮用含砷量为 0.027~0.081mg/L 的水的居民，发砷与对照组无差异。国外调查，饮用含砷 0.05mg/L 的居民，未见任何有害影响，据此，将原标准中水中砷含量不得超过 0.04mg/L 改为 0.05mg/L。

(4) 硒：天然水中硒含量甚微，一般地面水多低于 10 μ g/L，有含硒土壤灌溉水流入的河流，含硒量较高，有高达 2mg/L 的报道。地下水一般硒含量亦不高，但有的泉水，浅井水含硒超过 100 μ g/L，但也有高达 200~300 μ g/L，污水和工业废水污染源，也可使水中硒含量增高。硒是人体必需元素之一，缺乏和过

量都能影响人体健康。硒有明显的蓄积作用，人和动物摄入过量的硒可引起急性和慢性中毒，地方性硒中毒多因土壤中含硒较高，致该地粮食、蔬菜和禽畜体内、饮水中硒过多所引起。硒中毒表现为食欲不振、四肢无力、皮炎、龋齿增多、毛发和指甲脱落，呼气有大蒜臭等症状。

动物实验，大鼠在 68 天内，每周给以硒总量 1.5mg/kg 时，其体重、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，但在肝脏中有硒蓄积较对照组高，另据报道，2200 多居民，每人每周口服亚硒酸钠一次 2mg(相当于口服 0.13mg 硒)，连续半年，共服 3 年，未见白细胞、谷一丙转氨酶活力有变化。根据硒的毒性，考虑到从食物中可能摄入的硒量，饮水标准订为硒含量不得超过 0.01mg/L。

(5) 汞：天然水中汞含量极微，一般低于 $1\mu\text{g/L}$ ，降水中亦可能含有微量汞。水中汞主要来自工业废水或废渣的污染，地面水中无机汞在一定条件下可转化为有机汞，并可为鱼、贝所富集。饮用水中汞主要为难以吸收的无机汞。国内调查，饮水中汞几乎均低于 0.001mg/L。

动物实验给大鼠无机汞 0.05mg/kg 4 个多月后，条件反射有明显改变，血中网织细胞和胆色素增加，而剂量为 0.0005mg/kg 时，则无异常发现。根据汞的毒性，饮水中汞的标准订为不得超过 0.001mg/L。

(6) 镉：天然水中镉含量多低于 $1\mu\text{g/L}$ 。水中镉主要来自工业废水的污染。我国饮水水中镉的含量均低于 $10\mu\text{g/L}$ 。

镉可引起急性和慢性中毒。但多因食用镉污染食物引起如痛痛病。动物试验给大鼠分别饮用含镉浓度为 0.1~10mg/L 的水，未发现明显中毒症状，但肾和肝中镉含量随水中镉浓度上升而增加。有报道，长期饮用含镉 0.047mg/L 的水的居民未发生任何症状。1972 年 FAO/WHO 食品添加剂专家委员会确定成人每周摄入镉总量不得超过 400~500 μg ，即每日 57~71 μg 。根据这些资料，水中镉含量订为不得超过 0.01mg/L。

(7) 六价铬：天然水中含铬很低，一般每升含几 μg 至几十 μg 。饮水中铬多少于 $5\mu\text{g/L}$ 。六价铬在水中很稳定，主要来自工业废水污染。三价铬在中性水中可转化为不溶解的氢氧化物。在氯化物和曝气水中六价铬为主要形式。

铬是人体必需元素之一。三价铬对人体有益，而六价铬却可引起中毒。动物试验大鼠分别饮用含铬浓度为 0.45~25mg/L 的水一年，未见毒性反应，但铬浓度高于 5mg/L 时，组织中铬有明显蓄积。也有报道六价铬 5mg/L 即对鼠、兔有毒性，10mg/kg 剂量六价铬可引起人的肝坏死、肾炎和死亡，低剂量则可引起胃肠刺激。据报道，一四口之家饮用含铬 0.45mg/L 的水三年之久，医学检查未发现异常。据此，饮水中铬含量订为不得超过 0.05mg/L。

(8) 铅：一般地面水中铅浓度约为 $1\sim 10\mu\text{g/L}$ ，地下水铅浓度在 $1\sim 60\mu\text{g/L}$ 。我国 10 省、区农村饮用水调查铅均值为 $1.3\mu\text{g/L}$ 。电池厂、铅锌选矿厂、石油化工废水含有较高浓度的铅。自来水中铅可较原水高。美国调查平均为 $13.1\mu\text{g/L}$ 。如用铅管、铅储水箱以及酸性水都可使自来水中铅含量升高。

铅是一种蓄积性毒物，可引起急性或慢性中毒。许多作者指出长期饮用含铅 0.042~1.0mg/L 的水可使某些人引起慢性中毒。美国公共卫生局提出铅接触每日超过 0.6mg 持续 5 年以上可能导致体内铅蓄积到潜在有害剂量。儿童、婴儿、胎儿、妊娠的妇女对铅较成人敏感，饮水中铅浓度为 0.1mg/L 时，可引起大量儿童血铅浓度超过推荐儿童血铅上限值 $30\mu\text{g/L}$ 。对成人来说，如每日从食物摄入铅 230 μg ，加上从水摄入 200 μg ，就会超过 FAO / WHO 专家委员会确定的每周

摄入铅的总耐受量 3mg。故将原标准 0.1mg/L 改为 0.05mg/L。

(9) 银：天然水中含银极微，少数水源超过 $1\mu\text{g/L}$ ，超过 $10\mu\text{g/L}$ 者少见，使用银容器盛水或用含银滤料的净水器可使水中银含量升高，有的含银净水器出水中银含量高达 0.1mg/L 以上。银的毒性不大，其主要作用表现为皮肤、粘膜及眼着色，一种难看的蓝灰色，影响美容，称为银质沉着病(argyria)。估计体内银蓄积超过 1g 可引起此病。有认为长期每日摄入 $400\mu\text{g}$ 银也可引起此病。如饮水中含银 $50\mu\text{g/L}$ ，50%被蓄积，则 55 年可积累到 1g。但实际上银的吸收率较低，如硝酸银只有 10%，动物试验大鼠饮用含银 0.4mg/L 或以上的的水，可观察到肾、肝出现病理学变化。根据银一旦吸收即长期蓄积于组织之中，考虑到可能影响美容，并参考国外标准，水中银含量订为不得超过 0.05mg/L。

(10) 硝酸盐：天然水中均含有硝酸盐，其量高低不一，地面水硝酸盐含量多在 2mg/L 以下，但高的可到 20mg/L 左右。地下水则多在 10mg/L 以下，但个别浅井高达 100mg/L。许多地方硝酸盐很高的浅层地下水，往往也是氯化物、硫酸盐和总硬度很高的苦咸水。水中硝酸盐主要来自动物性污染物的分解，如人畜排泄物、生活污水。氮肥厂的废水、施肥农田排出水等也是污染来源。硝酸盐可引起婴幼儿的正铁血红蛋白血症(methemoglobinemia)。发病原因是硝酸盐在体内被还原为亚硝酸盐，进入血中的亚硝酸盐可氧化血红蛋白为正铁血红蛋白，后者不能向组织输氧，造成组织缺氧并可导致死亡，一般成人不会患此病。国外报道，饮水中硝酸盐氮含量低于 10mg/L 时，未见有正铁血红蛋白血症发生。但高于 10mg/L 时，偶有病例发生。另有报道，婴儿饮用含硝酸盐氮 20mg/L 的水没有引起任何症状。国内调查 52 个托幼机构 3824 名婴幼儿，饮用含硝酸盐氮 14~25.5mg/L 的水，无论过去与现在均未发生过正铁血红蛋白血症病例。另对 156 名 1 岁以内饮用含硝酸盐氮 10~30mg/L 的水的婴儿调查，其血中正铁血红蛋白含量与饮用 5mg/L 硝酸盐氮的水的婴儿无明显差异。根据动物试验不引起幼龄大白鼠血液中正铁血红蛋白升高的剂量为 1.37mg/kg(相当于 27mg/L)。基于国内这些调查研究资料，考虑到某些水源天然硝酸盐氮含量较高，而去除又困难，参考国外资料订为饮水中硝酸盐氮含量不超过 20mg/L

(11) 氯仿：水中氯仿主要由污染而来。加氯消毒饮水可以产生三卤甲烷包括氯仿，美国 80 个城市自来水中均检出氯仿，平均浓度为 $21\mu\text{g/L}$ (0.1~311 $\mu\text{g/L}$)，我国许多城市如北京、上海、天津、重庆等自来水中也检出氯仿。

氯仿可引起动物和人肝、肾坏死和硬化，并有高度胚胎毒性。已证实氯仿可引起两种实验动物的癌症。美国国家肿瘤研究所试验，氯仿剂量雄鼠 90 和 180mg/kg，雌鼠 100 和 200mg/kg，每周 5 次，共 78 周。结果高剂量组雄鼠肾上皮细胞瘤发生率为 24%，低剂量组为 8%，明显高于对照组。有的流行病学调查发现水中氯仿浓度与直肠癌和膀胱癌呈正相关。因此认为对人具有潜在致癌性。根据雄性大鼠资料，WHO 推荐氯仿在饮水中的建议值为 $30\mu\text{g/L}$ 。考虑到我国情况饮水中氯仿含量试行标准订为 $60\mu\text{g/L}$ 。

(12) 四氯化碳：水中四氯化碳主要由污染而来。美国 80 个城市调查，有 10 家水厂水中检出四氯化碳，浓度为 3ug/L 或更低。美国调查了 83 家水厂，证明四氯化碳并非加氯处理时形成，而发现是消毒用液氯一种偶然污染物。

接触四氯化碳可引起肝或肾损害。现有资料足以证明四氯化碳对动物是致癌的，并曾用作致癌试验的阳性对照物。实验证明， $B_6C_3F_1$ 小鼠，经口四氯化碳剂量为 1250 和 2500mg/kg，每周 5 次共 78 周，在 92~98 周时，几乎全部小鼠均发生肝细胞癌。据此 WHO 四氯化碳建议值为 $3\mu\text{g/L}$ 。我国试行标准水中四氯化

碳含量亦订为 $3\mu\text{g/L}$ 。

(13) 苯并(a)芘:是多环芳烃中的一种。多环芳烃在环境中广泛存在,地面水中的多环芳烃有二十多种,常以苯并(a)芘为代表,浓度约为 $0.001\sim 10\mu\text{g/L}$,地下水约为 $0.001\sim 0.01\mu\text{g/L}$ 。国内调查饮用水中苯并(a)芘含量一般低于 $0.01\mu\text{g/L}$ 。炼焦、炼油、硫酸铵等工业废水是地面水污染主要来源。苯并(a)芘在水中较稳定,氯消毒可去除部分,活性炭过滤可将其大部分去除。已有许多试验说明苯并(a)芘有致癌作用。有报道经口给小鼠 $5\sim 40\text{mg/L}$ 苯并(a)芘八天或每周经口给田鼠 $2\sim 5\text{mg}$ $1\sim 5$ 个月都可产生胃癌。虽然从饮水摄入苯并(a)芘不足总摄入量 1%,但因其致癌作用,参考 WHO 建议值,饮水中苯并(a)芘含量试行标准订为 $0.01\mu\text{g/L}$ 。

(14) 滴滴涕:水中滴滴涕来自农药的使用,日本报道农药 90%的施用量最后进入水中,工业排放有机氯农药也是水污染来源。水中滴滴涕可被水中生物富集至上万倍浓度,亦可为悬浮物吸附沉降于底泥。

滴滴涕主要作用于中枢和外周神经系统以及肝脏。动物试验,大鼠饮用含滴滴涕 2mg/L 的水可引起肝脏明显病变。而 0.2mg/L 的水仅引起滴滴涕在体内蓄积。另在 CF-1 杂交小鼠饲料中加入工业滴滴涕含量 2、10、50 和 250ppm 终生给予持续两代,结果各剂量组雄鼠肝肿瘤发生率明显增加。高剂量组雌鼠肝肿瘤发生率轻度增加。至今长期职业接触滴滴涕未见与人类癌症有关。但接触农药发现人体内脂肪有滴滴涕蓄积。由于滴滴涕具有很强蓄积性,虽然在我国饮水中滴滴涕含量很微,但从严考虑,将水中滴滴涕试行标准订为 $1\mu\text{g/L}$ 。

(15) 六六六:水中六六六由污染而来,污染来源为施用农药与农药厂废水。日本东京附近调查雨水中六六六含量最高,地面水次之,自来水又次之,地下水最低,我国调查地面水中六六六平均浓度低于 $1\mu\text{g/L}$,个别地区饮水调查一般也低于 $1\mu\text{g/L}$ 。水中六六六也可被鱼类富集到很高浓度。

动物试验家兔 30mg/kg 组血液网织红细胞大量增加,糖耐量曲线明显异常。 3mg/kg 组糖耐量曲线也有变化; 0.05mg/kg 组糖耐量曲线、血象及血液中酶活性均无异常变化。小鼠致癌试验,工业品六六六能引起肝肿瘤。考虑到六六六虽已禁用,但以前应用较广仍有残留,以及其蓄积性强,对小鼠有致癌性。将饮水中六六六的试行标准订为 $5\mu\text{g/L}$ 。

新修订标准将氯仿、四氯化碳、苯并(a)芘滴滴涕和六六六五项指标由试用标准改为正式标准。鉴于在饮水处理中大量使用含铝净化剂,可能对饮水造成污染由于铝对人体神经系统可能存在潜在危害,新修订标准,增加铝一项,标准订为 0.2mg/L 。

3. 细菌学指标

(1) 细菌总数:细菌总数是指 1ml 水样在营养琼脂培养基中,于 37°C 经 24h 培养所生长的菌落数。天然水中含有各种各样的细菌,地面水可含无色杆菌、假单胞菌、肠杆菌以及弧菌、微球菌、链球菌、螺旋体等等。地下水细菌比地面水少,主要是革兰氏阴性无芽胞菌,特别是无色杆菌、少数是革兰氏阳性菌、微球菌、诺卡氏菌。水中细菌除固有的外,可来自空气和土壤,水受有机物污染,尤其是粪便、生活污水污染,可使水中细菌数量大大增加,如每g粪便中含细菌 1.5×10^{11} 个,每ml污水含菌 $3\times 10^6\sim 1.6\times 10^7$ 个。水的细菌总数与水的污染情况有一定关系,但不能直接说明是否有致病菌存在。但水中细菌愈多,说明水中有机物亦多,水受污染的可能性愈大,同时也为水中致病菌提供了生存发育的条件,但水中细菌多并不能说明污染来源。

另外细菌总数所规定的培养条件，并不能代表 1ml 检水中全部细菌数。因为在 20℃ 培养生长的细菌比 37℃ 培养多得多，在 20℃ 能生长的细菌不一定能在 37℃ 生长，但一般都不是温血动物的致病菌。

水中细菌总数可作为评价水质清洁程度和考核净化效果的指标。根据清洁天然水细菌总数多不超过 100 个 / ml，以及我国各地水厂出厂水都能达到小于 100 个 / ml 的要求，分散式的井水如管理和保护好，经过消毒亦可达到此要求。故细菌总数标准仍规定为每 ml 不超过 100 个。

(2) 大肠菌群: 大肠菌群是一群需氧的及兼性厌氧的，革兰氏阴性的无芽胞杆菌，在 37℃ 24h 培养能分解产酸产气，包括埃希氏杆菌属、枸橼酸杆菌属、肠杆菌属和克雷伯氏杆菌属。大肠菌群来自人畜粪便，在 1g 粪便中单大肠埃希氏杆菌就达 4 亿个。粪便中还可能含有致病菌，当水受粪便污染时，就会有大肠菌群及可能有致病菌存在。由于水中肠道致病菌检验方法复杂，需时间长，且检验结果为阴性亦不能保证水在卫生上是安全的，因此需要一种能代表致病菌的指示菌。粪便中除大肠菌群外还有粪链球菌和产气荚膜杆菌。后两者数量较大肠菌群少得多，且对外界抵抗力或过大或过小，都不适宜，只有大肠菌群比较适合，因为大肠菌群在粪便中数量最多；检验方法不困难；在外环境生存时间和肠道致病菌相近，而对环境抵抗力则较肠道致病菌强；对消毒剂的抵抗力也较肠道致病菌强。如水中发现较多的大肠菌群，说明水受到粪便污染，其中可能存在肠道致病菌，这种水在卫生上是不安全的，因此世界各国与我国均采用大肠菌群作为水的细菌指标。

水中大肠菌群的多少，也可用来评价水源的卫生情况，判断水源是否受到污染与污染程度，如大肠菌群小于 10 个 / L，水源水质为非常清洁，100 个 / L 为清洁，1000 个 / L 为可疑污染，10000 个 / L 为污染，100000 个 / L 为极度污染。

饮水中大肠菌群标准订为 3 个 / L，原来是根据对水的净化消毒效果和流行病学对比资料提出来的，随后对肠道致病菌和大肠菌群的氯消毒研究证明，当消毒后大肠菌群余下 13 个 / L 时，同时加入的宋氏痢疾杆菌、福氏痢疾杆菌、伤寒杆菌、副伤寒乙型杆菌、布氏杆菌、钩端螺旋体 6 种致病菌均已不能检出，因此大肠菌群标准订为不超过 3 个 / L 是十分安全的，军队分散式给水采用大肠菌群不超过 10 个 / L 也是安全的。但大肠菌群作为细菌指标仍有不足之处，因它不能代表水中抵抗力较大的芽胞病毒和阿米巴囊胞，因此水受污染必需加强净化和消毒。我国目前饮用大肠菌群不合格的水的人数达 76.07%，我军自来水大肠菌群合格率亦仅 51.5%，因此加强水源保护和饮水的净化和消毒是给水卫生中的一个重点问题。

为使我国标准能与国际统一，便于进行比较和评定，新修订标准中，增加了粪大肠菌群，改为 100ml 中不应检出大肠菌群和粪大肠菌群。

(3) 游离余氯: 饮水用氯消毒时，经过一定接触时间后，水中剩余的氯量称为余氯。余氯包括游离余氯和化合余氯两种。我国目前主要采用单纯氯消毒，而且游离余氯消毒效果大于化合余氯，因此以游离余氯作为指标，水中存在一定的游离余氯，说明消毒是可靠的。由于细菌检验比较复杂，在部队特别是团以下单位缺乏检验的设备和能力，以检查游离余氯代替细菌检验来评价氯消毒是否可靠是十分重要的。

游离余氯的嗅觉和味觉阈浓度都是 0.2~0.5mg/L，化合余氯嗅觉阈浓度为 0.6~1.1mg/L，味觉阈浓度为 0.6~1.2mg/L。

关于保证饮水安全,最低游离余氯量早在数十年前 Butterfield 就提出在水温 20~25℃, pH 值 6~8, 接触 10min, 游离性余氯应为 0.2mg/L, 以后改为接触时间 30min。根据试验, 消毒 30min, 游离余氯在 0.3mg/L 以上, 肠道致病菌如伤寒、痢疾等及钩端螺旋体、布氏杆菌均被杀灭。另外, 游离余氯对饮水再度污染还有杀灭作用。我军试验, 在脱氯自来水中每升加入十万个大肠杆菌, 在水温 15℃, pH7.3 条件下, 游离余氯 0.1mg/L, 5min 后大肠杆菌全部杀灭。据此, 饮水标准订为接触 30min, 游离余氯不低于 0.3mg/L, 集中式给水出厂水应符合此要求外, 管网末稍水不应低于 0.05mg/L。

应强调的是标准要求的是游离余氯, 而非化合余氯或总余氯。对病毒、阿米巴囊胞此标准也不适用。

4. 放射性指标

天然水中均含有微痕量的放射性。水中存在着许多天然的放射性核素如钾-40、氡、镭-226、铀、钍、氡、铅-210、镭-228 等。有的天然水源放射性可以很高。人为的污染如核战争、核试验、产生的落下灰、放射性同位素的应用、核工业和核电站排出的废水, 都可使水的放射性升高。我国调查地面水总 α 放射性为 0.001~0.1Bq/L, 总 β 放射性为 0~0.26Bq/L; 地下水总 α 放射性为 0.04~0.4Bq/L, 总 β 放射性为 0.19~1.0Bq/L。

规定总 α 放射性为 0.1Bq/L, 总 β 放射性为 1Bq/L, 是等效采用 WHO 的推荐值, 它是假设每人每天摄入 2L 水时所摄入的放射性物质, 按成年人的生物代谢参数估算出一年内对成年人产生的剂量而确定的。对水中放射性浓度的限制, 不应满足于推荐值, 而应保持在可以合理达到的最低水平。该推荐值只是参考水平而不是标准限值, 超过推荐值时, 应请放射防护专家进行调查分析, 作出卫生评价, 提出合理达到尽可能低的数值, 所以, 超过推荐值并不说明该水质不适于生活饮用。

三、农村实施《生活饮用水卫生标准》准则

为了在保障广大农村居民身体健康的前提下, 使我国农村饮水水质逐步达到国家《生活饮用水卫生标准》, 我国卫生部和爱国卫生运动委员会发布了农村实施“生活饮用水卫生标准”准则, 作为农村饮水水质监测、评价和管理依据《准则》是在充分考虑了我国饮水水质复杂情况和农村经济发展不平衡的情况, 经大量调查研究、征求意见, 并参考发展中国家及 WHO 饮水卫生标准基础上制订的。

《准则》规定农村生活饮用水水质分为三级, 水质指标共 20 项, 规定水质卫生要求, 根据实际情况较《生活饮用水卫生标准》适当降低, 农村给水水质应达到二级以上, 在特殊情况下, 如水源选择和处理条件受限制地区, 容许按三级水质要求处理, 但决不准以二、三级水的要求作为借口, 放松对“三废”的排放要求, 使污染水源、恶化水质的行为得以合法化。我军边远地区部队分散给水也可参照此《准则》实行。

四、水源水质的卫生要求

为保证水源水质可以作为饮用水, 即经净化消毒后能合乎生活饮用水卫生标准, 就需制定水源水质卫生标准, 如水源水不经净化直接取用则必需合乎生活饮用水卫生标准。

有关水源水水质的标准, 我国已制订 1985 年《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85), 1979 年《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79) 及地面水环境质量

标准(GB3838-88)。

(一)生活饮用水水源卫生标准

在标准 3.2 中提出作为生活饮用水水源水质的要求。

1. 若只经过加氯消毒即供作生活饮用的水源水，总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，总大肠菌群不得超过 10000 个。

上述根据是保证源水内总大肠菌群经过消毒或净化消毒后不超过饮用水卫生标准 3 个/L。并假设氯消毒效果为 99.7%，混凝沉淀除菌效果为 50%，过滤除菌效果为 80%计算出来的。由于目前多数地区对生活污水没有处理，使水源水大肠菌群超过上述规定，虽经净化消毒仍可达到卫生标准要求。但为防止介水传染病的流行，在新选水源时应选用合格的水源。对现有不合格水源也应通过不断的改善水源防护工作，使水源水质能达到规定要求。

2. 水源水的感官性状和一般化学指标经净化处理后，应符合饮用水卫生标准。

3. 分散式给水水源的水质，应尽量符合饮用水卫生标准。

4. 水源水的毒理学和放射性指标必须符合饮用水卫生标准。

因目前采用的混凝沉淀、过滤、消毒的净水工艺，对工业废水中许多有毒物质一般缺乏可靠的净化效果，故作此规定。

5. 在高氟区或地方性甲状腺肿地区，应分别选用含碘、含氟量适宜的水，否则应根据需要采取预防措施。

在上述地方病地区，宜选用含碘量高于 10 μg/L 或含氟量低于 1mg/L 的水源，如无合适水源则应采取碘盐或除氟等预防措施。

6. 水源水中如含有饮用水卫生标准未列的有害物质时，按《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)有关要求执行。

在修订的生活饮用水标准中供加氯消毒作生活饮用的水源水，总大肠菌群每 100ml 水样不超过 200 个，经净化处理，氯消毒后，100ml 水样不应超过 2000 个，另外增加地面水作水源时，耗氧量不超过 4mg/L，五日生化需氧量不超过 3mg/L。

(二)《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)

在此标准中，包括“地面水水质卫生要求”和“地面水中有害物质的最高容许浓度”两个部分。生活饮用水卫生标准对水源水质的规定项目较少，在工业企业设计卫生标准中，对地面水水质的卫生要求，共规定了 61 项（其中包括有害物质 53 项），因而需要时可以参考使用。

1. 地面水水质卫生标准：是指工业废水及生活污水排入地面水后，下游最近用水点即集中式给水取水点上游 1000m 处或农村生活饮用水集中式取水点的水质要求。

表 3-15 地面水水质卫生要求

指 标	卫 生 要 求
悬浮物质	含有大量悬浮物的工业废水，不得直接排入地面水
色、臭、味	不得呈现工业废水和生活污水所特有的颜色，异臭或异味。
漂浮物质	水面上不得出现较明显的油膜和浮沫。
pH 值	6.5~8.5
溶解氧	不低于 4mg/L(东北地区渔业水体应不低于 5mg/L)
有害物质	不超过地面水中有害物质的最高容许浓度
病原体	含有病原体的工业废水和医院污水，必须经过处理和严格消毒，

彻底消灭病原体后方准排入地面水。

(1) 悬浮物质废水中过多的悬浮物排入地面水后，可使地面水浑浊度增加，较大悬浮物沉至水底，可使河道变浅，沉积物又可成为二次污染源。但由于我国不少河流本身所含悬浮物量变动较大，如黄河、长江水系的枯水和丰水期的含量可相差几百至几千倍，则规定水中悬浮物质的容许数量无实际意义。因此只规定凡含大量悬浮物质的工业废水，不得直接排入地面水。

(2) 色、臭、味为防止地面水感觉恶化而提出不得呈现工业废水和生活污水所特有的颜色、异臭或异味。异臭和异味指一般人注意时，才能感觉的浓度。不得呈现工业废水和生活污水所特有的颜色，指地面水在等于或大于 10cm 水柱时所见情况。

(3) 漂浮物质主要为保护地面水复氧进行，不影响水的自净及不恶化水的感官性状。(4) pH 值低于 6.5 或大于 8.5 时，可使地面水自净过程和水中鱼类生存受影响。

(5) 生化需氧量标准是根据我国近年对各主要河流清洁断面上生化需氧量测定结果制订的，这对限制有机物的排放，防止地面水传播疾病有一定的意义。

(6) 溶解氧为保证水的自净过程，限制有机物排放，保证鱼类必要的生存条件，根据调查结果而制订的。

(7) 病原体由于检测地面水中的病原体较困难，而一旦地面水被病原体污染杀灭亦困难，故直接对废水和污水排放前提出必须经净化消毒方许排入地面水的要求。

2. 地面水中有害物质最高容许浓度

地面水中有害物质最高容许浓度是根据有害物质在水中的稳定性，对水感官性状影响，对水自净过程的影响和卫生毒理学研究，结合已有环境流行病学资料及参考国内外有关资料制定的。

在 53 项指标中以影响地面水自净过程的有 8 种。主要以该有害物质能明显影响生化耗氧量过程、硝化过程及改变 pH 值为依据。

其中有 28 项指标是以卫生毒理学作为限制的有害物质，一般以动物(大鼠、小鼠、豚

鼠、家兔、狗)作为实验对象。以慢性毒性试验所得最大无作用剂量，推算出该物质在水中最大无作用浓度，作为该物质在地面水最在容许浓度的根据。其它 17 项指标是以影响水的感官为依据而定的。

地面水水质卫生标准是指用水点的水质要求，而不是对地面水任何断面的要求，不能混淆。

在修订的生活饮用水标准中列入了饮用水源中有害物质最高容许浓度，共有 63 个项目，较上表增加 10 项如三氯乙醛、二氯甲烷、甲苯、二甲苯、三乙胺、丙烯酰胺等等。

表 3-16 地面水中有害物质最高容许浓度

编号	有害物质名称	最高容许浓度(mg/L)	限制指标
1	乙腈	5.0	毒理
2	乙醛	0.05	感官

3	二硫化碳	2.0	感官
4	二硝基苯	0.5	感官
5	二硝基氯苯	0.5	自净
6	二氯苯	0.02	毒理
7	丁基黄原酸盐	0.005	毒理
8	三氯苯	0.02	毒理
9	三硝基甲苯	0.5	自净
10	马拉硫磷(4049)	0.25	感官
11	乙内酰胺	按地面水生化需氧量 计算	自净
12	六六六	0.02	感官
13	六氯苯	0.05	毒理
14	内吸磷(E059)	0.03	感官
15	水合肼	0.01	毒理
16	四乙基铅	不得检出	毒理
17	四氯苯	0.02	毒理
18	石油(包括煤油、汽油)	0.3	感官
19	甲基对硫磷(甲基 E605)	0.02	感官
20	甲醛	0.5	毒理
21	丙烯腈	2.0	毒理
22	丙烯醛	0.1	感官
23	对硫磷(E605)	0.003	感官
24	乐戈(乐果)	0.08	感官
25	异丙苯	0.25	感官
26	汞	0.001	毒理
27	吡啶	0.2	毒理
28	钒	0.1	毒理
29	松节油	0.2	感官
30	苯	2.5	毒理
31	苯乙烯	0.3	感官
32	苯胺	0.1	毒理
33	苦味酸	0.5	感官
34	氟化物	1.0	毒理
35	活性氯	不得检出(按地面水需 氯量计算)	自净
36	挥发酚类	0.01	感官
37	砷	0.04	毒理
38	钼	0.5	毒理
39	铅	0.1	毒理
40	钴	1.0	毒理
41	铍	0.0002	毒理
42	硒	0.01	毒理
43	铬: 三价铬	0.5	感官

	六价铬	0.05	毒理
44	铜	0.1	自净
45	锌	1.0	自净
46	硫化物	不得检出(按地面水溶解氧计算)	自净
47	氰化物	0.05	毒理
48	氯苯	0.02	毒理
49	硝基氯苯	0.05	毒理
50	铈	0.05	毒理
51	滴滴涕	0.2	毒理
52	镍	0.5	自净
53	镉	0.01	毒理

表 3.17 地面水环境质量标准(mg/L)

序号	参 数	分 类				
		I	II	III	IV	V
		标 准 值				
	基本要求	所有水体不应有非自然原因所导致的下述物质： a. a. 凡能沉淀而形成令人厌恶的沉积物； b. b. 漂浮物，诸如碎片、浮渣、油类或其他的一些引起感官不快的物质； c. c. 产生令人厌恶的色、臭、味或浑浊度的； d. d. 对人类、动物或植物有损害、毒性或不良生理反应的； e. 易滋生令人厌恶的水生生物的。				
1	水温℃	人为造成的环境水温变化应限制在：夏季周平均最大温升≤1，冬季周平均最大温降≤2				
2	pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6-9
3	硫酸盐①(SO ₄ ⁻² 计)≤	250 以下	250	250	250	250
4	氯化物①(Cl ⁻ 计)≤	250 以下	250	250	250	250
5	溶解性铁①≤	0.3 以下	0.3	0.5	0.5	1.0
6	总锰①≤	0.1 以下	0.1	0.1	0.5	1.0
7	总铜①≤	0.01 以下	1.0(渔 0.01)	1.0(渔 0.01)	1.0	1.0
8	总锌①≤	0.05	1.0(渔 0.1)	1.0(渔 0.1)	2.0	2.0
9	硝酸盐(N 计)≤	10 以下	10	20	20	25
10	亚硝酸盐(N 计)≤	0.06	0.1	0.15	1.0	1.0

11	非离子氨 \leq	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
12	凯氏氮 \leq	0.5	0.5	1	2	3
13	总磷(P计) \leq	0.02	0.1(湖, 库 0.025)	0.1(湖、库 0.5)	0.2	0.2
1 4	高锰酸钾指数 \leq	2	4	6	8	10
15	溶解氧 \leq	饱和率 90%	6	5	3	2
16	化学耗氧量 (COD _{cr}) \leq	15以下	15以下	15	20	25
17	生化需氧量(DOD ₅) \leq	3以下	3	4	6	10
18	氟化物(F计) \leq	1.0以下	1.0	1.0	1.5	1.5
19	硒(四价) \leq	0.01以下	0.01	0.01	0.02	0.02
20	总砷 \leq	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
21	总汞② \leq	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
22	总镉③ \leq	0.001	0.005	0.005	0.01	0.01
23	铬(六价) \leq	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
24	总铅② \leq	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
25	总氰化物 \leq	0.005	0.05(渔 0.005)	0.2(渔 0.005)	0.2	0.2
26	挥发酚② \leq	0.002	0.002	0.05	0.5	1.0
27	石油类②(石油 醚萃取) \leq	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
28	阴离子表面活性 剂 \leq	0.2以下	0.2	0.2	0.3	0.3
29	总大肠菌群③ (个/L) \leq			10000		
30	苯并(a)芘(μ g/L) \leq	0.0025	0.0025	0.0025		

①允许根据地方水域背景特征做适当调整的项目。

②规定分析检测方法的最低检出限，达不到基准要求。

③试行标准

三)《地面水环境质量标准》(GB3838-88)

为贯彻执行《环境保护法》和《水污染防治法》，控制水污染，保护水资源而制定此标准。标准适用于我国江、河、湖泊、水库等具有使用功能的水域，对不同使用功能的水域执行不同的标准值，按地面水域使用目的和保护目标将水域划分为5类：

I类：主要适用于源头水、国家自然保护区。

II类：主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区、珍贵鱼类保护区、鱼虾产卵场等。

III类：主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区，一般鱼类保护区及游泳区。

IV类：主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。

V类：主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

四、水源水质评价

一般可将测定的水源水质数据与《工业企业设计卫生标准》中的地面水水质卫生要求和地面水中有害物质最高容许浓度比较或与地面水环境质量标准比较。但这种比较除了全部合乎标准以外，往往是某一项或几项超标，很难说明水源水质整体情况，亦无法进行水源之间比较。为了更直观的反映水质的质量情况，便于连续观察和分析水源水质量的逐年或逐月(日)的变化趋势，以及能进行不同水源间的相互比较，近年多采用水质指数来综合说明水质质量情况。水质指数就是以国家规定的水质标准或其它参考数值作为依据，通过拟定的计算式，将大量原始监测数据加以综合并换算成无量纲的相对数，用来反映水的质量的数值。国内外使用的水质指数很多，但主要有两种类型，一是参数分级评分叠加型指数如Ross水质指数，二是参数的相对质量叠加型指数如我国的水质评价综合污染指数。下面只介绍一种以水质卫生标准为主要依据进行计算的水质指数，该指数曾用于我国长江、黄河、珠江、太湖水质监测报告。

该水质指数将监测指标分为三类，I¹为一般理化性状，I²为有机污染，I³为有害物质。

表 3-18 类指数包括的指标及相应标准

类指数	指标	标准
I ¹	PH	6.5-8.5
	电导率	1000μΩ/cm
	悬浮性固体	1000mg/L
	总碱度	10mEq/L
	氯化物	250mg/L
I ²	溶解氧	4mg/L
	BOD	4mg/L
	硝酸盐氮+亚硝酸盐氮	10mg/L
	氨氮	0.5mg/L
	氨氮	0.1mg/L
	磷酸盐	1000/100ml
	粪大肠菌	
I ³	汞	0.001mg/L
	铅	0.01mg/L
	镉	0.01mg/L
	DDT	0.2mg/L
	总六六六	0.02mg/L

$I = |C_m - X_i| \setminus C_m - 4$ 式中 C_m —为采样当时水温的溶解氧理论饱和值； X_i —为溶解氧实测值。

1. 按下式计算单项指标的水质指数 I_i

$$I_i = X_i \setminus S_i$$

式中：Xi—测定值；Si—该项指标的卫生标准。

当测定值为“未检出”或低于卫生标准 10 倍时均作 0.1 计算。

2. 用算得的水质指数Ii，计算类指数I_(类)。

$$I_i \equiv \sqrt{\frac{\sum I_i}{n}} \times I_{i\text{最大}} \quad \text{式中 } \frac{\sum I_i}{n} \text{—单项指数平均值}$$

3. 计算综合水质指数 WQI

$$WQI \equiv \sqrt{\frac{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3}{3}} \times I_{\text{类最大}} \quad \text{式中：} I_1 + I_2 + I_3 \setminus 3 \text{—类指数平均值}$$

I_{(类)最大}—类指数中最大者

4. 按水质指数评价水质卫生状况

表 3-19 水质指数分级

WQI	水质卫生状况
<0.5	良好
0.5~1.0	尚好
>1.0-2.0	较差
>2.0	甚差

我军在战区水源卫生调查时曾试用三级分类评价方法。这是考虑到实际情况制订出来的。因调查面广，水源类型多，水量情况复杂，参加人员业务水平不齐，检验器材受限制等原因，需要制订一种简单，易掌握，能综合反映水源水质情况的评价方法。

评价方法是选用感官性状、污染程度、软硬程度、苦咸程度和有毒物质 5 类 21 项水质指标进行评价，感官性状选用色、嗅、味、透明度和肉眼可见物 5 项指标，软硬程度上用总硬度 1 项指标，苦咸程度用离子总量、氯化物、硫酸盐 3 项指标；有害有毒物质为氟化物、氰化物、砷、硒、汞、铬、镉、铅 8 项指标；污染程度用氨氮、亚硝酸盐氮、细菌总数、大肠菌群 4 项指标，污染程度分级如下表。

表 3-20 污染程度的评价及分级

指标	一级	二级	三级
氨氮(mg/L)	<0.02	>0.02-0.5	4 项指标超过污染上限外，有工业废水，医院污水、生活污水直接排入，或有化学毒物或生物致病因素存在，经一般处理，仍不能保证饮用安全。
亚硝酸盐氮(mg/L)	<0.002	>0.002-0.05	
细菌总数(个/ml)	<100	100-10000	
大肠菌群(个/L)	<3	3-10000	
评价	未污染	污染	严重污染

水质综合分析评价与分级按下表。

表 3-21 水质综合评价与分级

指标	一级	二级	三级
感官性状	良好	较差	差
污染程度	未污染	污染	严重污染
苦咸程度	淡水	微苦咸水	苦咸水
软硬程度	良好	硬水	极硬水
有毒有害物质	合乎标准	超过标准, 无中毒症状	超过标准有中毒症状
水质评价	良好	可用	差
水质改善措施	直接饮用或消毒处理	消毒或净化加消毒	除盐、除硬、除毒等特殊处理

根据上述五种指标评定的结果, 凡 5 种均列入一级者为良好; 有一种或几种列入二级者为可用; 有一种或几种列入三级者为差。

该方法在全军战区水源水质调查时, 对近万个水源的水质进行分析评价, 基本上能客观反映各个水源水质情况, 效果较好。

五、水源防护

水源如平时不加强卫生防护, 一旦受到污染后, 消除污染就不容易, 经常受到污染的源水即使通过较完善的净水工艺, 也难以保证经常供给良好水质的水, 因为净化处理的效果是有一定限度的。严重污染时或水感官性状严重恶化或有毒有害物质浓度较高, 则虽经净化处理, 出水也不能达到饮用水卫生标准。所以做好水源卫生防护工作是十分重要的。

1. 水源地的卫生防护:

(1) 地面水。取水点周围半径 100m 的水域内, 严禁捕捞、停靠船只、游泳和从事可能污染水源的任何活动, 并由供水单位设置明显的范围标志和严禁事项的告示牌, 部队规定饮用水源、给水站(点)周围, 应划定一定范围为警戒地带, 在此地带内, 不得有污染源和污染水源活动。给水构筑物(含取水、净水设施)周围半径 10m 内卫生保护要求与上同。

取水点上游 1000m 至下游 100m 的水域内不得排入工业废水和生活污水, 其沿岸范围内不得堆放废渣, 不得设立有害化学物品仓库、堆栈或装卸垃圾、粪便和有毒物品的码头, 不得使用工业废水或生活污水灌溉及施用持久性或剧毒的农药, 不得从事放牧等有可能污染该段水域水质的活动。亦可根据实际需要, 将取水点 1000m 以外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。供生活饮用的水库和湖泊, 应根据不同情况的需要, 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。

分散式给水、江河水采取分段或分时取水。湖、塘可采取分湖、分塘取水。

(2) 地下水。地下水因有土层保护, 一般不易受到污染。防止污染主要是防止土层破坏, 土壤污染及由井口污染。要求在单井或井群影响半径范围内, 不得使用污水灌溉与施用持久性或剧毒性农药, 不得修建污水渗坑, 漏水厕所、堆放

废渣、设垃圾场或铺设污水渠道，并不得从事破坏土层活动。水井 30m 范围内不得有污染源，防止从井口污染，浅井构筑应符合卫生要求。钻孔井井管接头要严密，井口应封闭严密。

2. 加强工业废水排放的管理

为控制污染，防止水质恶化，必须严格执行《工业三废排放试行标准》(GBJ4-73)中有关工业废水最高容许排放浓度的规定。该排放浓度分为两类，第一类为能在环境和动植物体内蓄积，对人体健康产生长远影响的有害物质，含此类有害物质的废水，在车间或车间处理设备排出口，应符合下表规定标准，但不得用稀释方法代替必要的处理。

表 3-22 第一类工业“废水”最高容许排放浓度

序号	有害物质名称	最高容许排放浓度(mg/l)
1	汞及其无机化合物	0.05(按 Hg 计)
2	镉及其无机化合物	0.1(按 Cd 计)
3	六价铬化合物	0.5(按 Cr6+计)
4	砷及其无机化合物	0.5(按 As 计)
5	铅及其无机化合物	1.0(按 Pb 计)

第二类为其长远影响小于第一类有害物质，在工厂排出口的水质应符合下表规定。

表 3-23 第二类工业“废水”最高容许排放浓度

序号	有害物质或项目名称	最高容许排放浓度
1	pH 值	6-9
2	悬浮物(水力排灰、洗煤水、水力冲渣、原矿水)	500mg/L
3	生化需氧量(5 天 20℃)	60mg/l
4	化学耗氧量(重铬酸钾法)	100mg/l
5	硫化物	1mg/l
6	挥发性酚	0.5mg/l
7	氰化物(以游离氰根计)	0.5mg/l
8	有机磷	0.5mg/l
9	石油类	10mg/l
10	铜及其化合物	5mg/l(按 Cu 计)
11	锌及其化合物	5mg/l(按 Zn 计)
12	氟的无机化合物	10mg/l(按 F 计)
13	硝基苯类	5mg/l
14	苯胺类	3mg/l

为保护饮用水源，在城镇集中式生活饮用水水源的卫生防护地带，不得排入工业废水，在城镇、农村、工矿区集中取水点上游排放工业“废水”时，必须保证下游用水点的水质符合《工业企业设计卫生标准》规定的地面水水质要求。如按本标准排放仍不能满足要求时，地方环境保护部门应从严制定排放标准。

此外，国家城乡建设环境保护部门制订有《污水排入城市下水道水质标准》(CJ18-86)和国家环境保护局颁布的《污水综合排放标准》(GB8978-88)对排入下水道及地面水水域的污水污染物的最高容许浓度作了规定，对防止水质污染有重要作用，同样应严格执行。

3. 节约用水，污水回收利用：我国一方面水资源紧张，但另一方面水资源浪费又十分严重。如我国农业用水占总用水量 88%，但因管理不善，灌溉技术落后，大部分水得不到合理利用。农业上普遍采取的漫灌方法，是正常需要量的二倍以上。灌渠渗漏严重，渗漏达引水量 30-40%。工业上同样是管理和生产工艺落后，单位产品的耗水量明显高于国外先进水平，我国炼 1 吨钢或 1 吨油所耗水量比国外先进水平高 10 倍以上，部队用水浪费现象亦不少见，主要是管理教育不够和管道渗漏，有的部队用水量高达每人每日 1 吨。节约用水，降低用水量和减少排污量是防止水源污染的重要对策。

城市污水和工业废水是污染源，但同时又是宝贵资源，生活污水含有丰富的植物营养素如氮、磷、钾等，是宝贵的肥源，采用污水灌溉的方法，既可净化生活污水，又可充分利用水资源，有的缺水城市，开始将城市污水经过处理回用作生活杂用水，如用于厕所冲洗、城市绿化、洗车、消防、打扫卫生等用途。我国建设部还为此于 1989 年颁布了《生活杂用水水质标准》(CJ25.1-89)。工业废水中含有的污染物，可能是本部门或其他部门的原材料，回收利用就可变废为宝。既减少了污染，又增加了经济效益，但不论哪种回收利用方法，都必须加强管理，防止造成二次污染。水源卫生防护，防止水源污染是一项艰巨工作，需要先进技术与经济实力，并实行综合防治，从区域规划、资源利用、能源改造有害物质净化处理，自然净化等各种因素综合考虑，制定最优防治方案。对军队而言主要是做好水源地的卫生防护，但保护水资源人人有责节约用水，执行国家各项防止水污染的措施，也是我们的责任。