

饮用水的质量标准

第二版

第1卷
建设性意见

世界卫生组织

人民卫生出版社



饮用水的质量标准

第 二 版

第 1 卷 建设性意见

世界卫生组织 编

宋燕燕 张月清

薛燕萍 甘绍伯 李 爽 译
薛燕萍 黄松如 甘绍伯 校

R123.1
SY
VI
=2



人 民 卫 生 出 版 社

世界卫生组织委托中华人民共和国卫生部
由人民卫生出版社出版本书中文版



©世界卫生组织 1993

根据《世界版权公约》第二条规定,世界卫生组织出版物享有版权保护。要获得世界卫生组织出版物的部分或全部复制或翻译的权利,应向设在瑞士日内瓦的世界卫生组织出版办公室提出申请。世界卫生组织欢迎这样的申请。

本书采用的名称和陈述材料,并不代表世界卫生组织秘书处关于任何国家、领土、城市或地区或它的权限的合法地位、或关于边界或分界线的划定的任何意见。

本书提及某些专业公司或某些制造商号的产品,并不意味着它们与其他未提及的类似公司或产品相比较,已为世界卫生组织所认可或推荐。为避免差讹和遗漏,专利产品第一个字母均用大写字母,以示区别。

饮用水的质量标准

第 二 版

第 1 卷

建设性意见

世界卫生组织 编

人民卫生出版社出版发行
(100050 北京市崇文区天坛西里 10 号)

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店经销

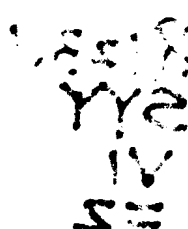
1000×1400 32 开本 5 $\frac{7}{8}$ 印张 190 千字

1997 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

印数:00 001—1 000

ISBN 7-117-02659-6/R · 2660 定价:20.00 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)



前 言

世界卫生组织 (WHO) 曾于 1984 和 1985 年分三卷出版了《饮用水的质量标准》第一版。这些标准的编写是由 WHO 总部和其欧洲地区办事处 (EURO) 联合组织进行的。

1988 年, WHO 决定着手修订这些标准。该项工作再一次由 WHO 总部和 EURO 共同承担。在总部内, 预防环境污染部 (PEP) 和国际劳工组织/联合国环境规划署/世界卫生组织 (ILO/UNEP/WHO) 以及国际化学物品安全规划部 (IPCS) 都参与了此项工作。后者 (IPCS) 为饮用水中危害健康的化学物品的评估付出了巨大努力。

修订后的标准值将分三卷出版。饮用水中各种成分的标准值列于卷一“建设性意见”, 卷中还介绍了有助于理解这些标准值所必需的基本资料。卷二“健康标准和其他辅助资料”, 包括为每种物质或污染物的标准撰写的专题论著, 标准值的确定即以此为依据。卷三“公共设施的监测和控制”, 旨在为不同的目的服务, 介绍了在小型社区, 尤其是在发展中国家为保证安全供水所必需进行的工作, 并推荐了方法和资料。

为准备编写该版《饮用水的质量标准》, 共花费了 4 年的时间, 很多研究机构和来自近 40 个发展中国家和发达国家的 200 多位专家参加了这项工作, 并召开了 18 次各种协调和评审会议。这些研究机构的名称和科学家的姓名列于附录 1 中, 他们的工作对完成这些标准起到了重要作用并受到人们的赏识。

每个起主导作用的国家都曾就各种被考虑到的物质或污染物准备了一份文件草案, 以评价暴露于饮用水中的污染物对人类健康的危害。准备了这类文件的国家有: 加拿大、丹麦、芬兰、德国、意大利、日本、荷兰、挪威、波兰、瑞典、英国及美国。

标准的每一个主要方面由一位协调员负责, 由几所科研机构 and 被选出的专家对上述文件草案进行评议; 由协调员和作者将评议内容汇总, 最后由评审小组提出评估, 然后就对健康危险度评估问题作出决定, 并提

出标准值。

在准备评价文件草案的过程中以及在评审小组的会议上，对下列机构所作的危险度的评估进行了认真的考察，这些机构包括提供“环境卫生标准”专题论著的 IPCS、国际癌症研究机构、杀虫剂残留物 FAO/WHO 合作会议及食品添加剂 FAO/WHO 合作专家委员会，后者对食品添加剂以外的铅和镉等所造成的污染进行了评估。

显然，在制订这些标准前，并非对可能在饮用水中发现的化学物质全部进行过评估。如果有某些化学物质对某些会员国具有重要意义而未被评估，则应提请 WHO 注意，以便能将其列入未来的修订版中。

计划将“饮用水的质量标准”的修订工作作为一项长期的任务，并且每年都要对一定数量的物质和试剂进行评价，还要在适当的时候出版补充材料，其中包括对新物质或者对那些已经过评价而又可获得新科学资料的物质所做的评价。对那些只确定了暂定标准值的物质，当再次评价时将给予优先考虑。

致 谢

在制定本标准的第一、第二卷工作中下列协调员起到了重要作用：

J. K. Fawell, Water Research Centre, England (无机成分)

J. R. Hickman, Department of National Health and Welfare, Canada
(放射性物质)

U. Lund, Water Quality Institute, Denmark (有机成分及杀虫剂)

B. Mintz, Environmental Protection Agency, United States of America
(消毒剂 and 消毒剂副产品)

E. B. Pike, Water Research Centre, England (微生物学)

本标准第三卷的协调员是：J. Bartram, the Robens Institute of Health
and Safety, England.

WHO 的协调员如下：

总部：H. Galal-Gorchev, International Programme on Chemical Safety

R. Helmer, Division of Environmental Health.

欧洲地区办事处：X. Bonnefoy, Environment and Health; O. Espinoza, Environment and Health.

加拿大渥太华的 Marla Sheffer 女士负责本标准的科学编辑工作。

为举办协调员和评审小组会议向 WHO 提供财政资助的是丹麦国家
发展协会 (DANIDA)，还有下述国家：比利时、加拿大、法国、意大利、
荷兰、英国和美国。

此外，为最终的小组工作会议召开提供财政捐助的是：挪威发展合
作会 (NORAD)、英国海外发展管理处 (ODA) 以及英国供水协会、瑞
典国际发展机构 (SIDA) 和日本政府。

谨对所有为“饮用水的质量标准”进行准备工作和提供财政帮助的人
们表示谢意。

本书中所使用的字母首字缩写和缩略语

ADI	每日可接受的摄入量
FAO	联合国粮农组织
IARC	国际癌症研究机构
ICRP	国际辐射防护委员会
ILO	国际劳工组织
IPCS	国际化学物品安全规划部
IQ	智商
ISO	国际标准化组织
JECFA	食品添加剂 FAO/WHO 合作专家委员会
JMPR	杀虫剂残留物 FAO/WHO 合作会议
LOAEL	观察到最低不良反应时化学物质的水平
NOAEL	未见不良反应时化学物质的水平
NTU	浊度测定法的浊度单位
PMTDI	暂定的日耐受摄入量的最大值
PTWI	暂定的周耐受摄入量
TCU	真色单位
TDI	日耐受摄入量
UNEP	联合国环境规划署
WHO	世界卫生组织

目 录

前言	V
致谢	VI
本书中所使用的字母首字缩写和缩略语	IX
1. 引言	1
1.1 总的设想	1
1.2 标准值的实质	4
1.3 选择饮用水中与健康有关的污染物的标准	5
2. 微生物学方面	7
2.1 重要的病原体	7
2.1.1 水传播的感染	7
2.1.2 高度重要的经口传播的感染	7
2.1.3 机会性感染病原体及其他与水有关的病原体	8
2.1.4 蓝藻菌的毒素	10
2.1.5 有害的生物体	10
2.1.6 在水中的存活	11
2.1.7 感染量	11
2.1.8 标准值	12
2.2 水质的微生物学指示物	13
2.2.1 引言	13
2.2.2 一般原则	13
2.2.3 大肠杆菌和大肠杆菌群细菌	14
2.2.4 粪链球菌	16

2.2.5	还原硫的梭状芽胞杆菌	16
2.2.6	大肠杆菌噬菌体及其他可供选择的指示物	17
2.2.7	检测方法	17
2.3	建议	18
2.3.1	一般原则	18
2.3.2	处理程序的选择	19
2.3.3	处理目标	19
2.3.4	标准值	20
2.4	监控	23
2.4.1	方法与策略	23
2.4.2	采样频率	23
2.4.3	采样程序	24
2.4.4	监控规划的必要条件与要求	25
3.	化学方面	27
3.1	所应用的背景资料	27
3.2	饮用水的消耗量与体重	27
3.3	吸入和经皮肤吸收	28
3.4	对健康危害的评估	28
3.4.1	利用每日可耐受摄入量法推算出标准值	28
3.4.2	潜在致癌物标准值的推算	32
3.5	混合物	35
3.6	简述	35
3.6.1	无机成分	35
3.6.2	有机成分	52
3.6.3	杀虫剂	69
3.6.4	消毒剂和消毒剂副产品	86
3.7	监测	98
3.7.1	采样方案的设计	98
3.7.2	样本的采集	102
3.7.3	分析	102
4.	放射学方面	106
4.1	引言	106

4.1.1	在环境中与放射性物质的接触	106
4.1.2	接触放射性物质对健康的潜在影响	107
4.1.3	建议	107
4.2	剂量参考标准的应用	108
4.2.1	分析方法	110
4.2.2	评估饮用水的策略	111
4.2.3	氦	112
5.	可接受性方面	114
5.1	引言	114
5.2	概述	115
5.2.1	物理参数	115
5.2.2	无机成分	116
5.2.3	有机成分	120
5.2.4	消毒剂和消毒剂副产品	121
6.	水质的保护和改进	123
6.1	总的设想	123
6.2	对水源的选择和保护	124
6.3	处理程序	124
6.3.1	预处理	125
6.3.2	凝结、絮凝和沉积	125
6.3.3	快速和慢速沙滤	126
6.3.4	消毒	127
6.3.5	清除氟化物	128
6.4	处理方法的选择	128
6.5	输水网络	129
6.6	对腐蚀的控制	130
6.6.1	引言	130
6.6.2	基本设想	130
6.6.3	水中成分的影响	131
6.6.4	对管道材料的腐蚀	131
6.6.5	微生物对腐蚀的作用	132
6.6.6	腐蚀的指标	133

6.6.7 控制腐蚀的策略	133
6.7 应急措施	134
文献目录	136
附录 1 预备会议参加者名单	142
附录 2 标准值表	168

1. 引言

本卷《饮用水的质量标准》解释了如何使用饮用水中污染物的标准值问题，规定了如何选择报告中所包括的各种化学的、物理的、微生物学的和放射性的污染物的标准，描述了推导标准值所采用的方法，并扼要概述了为何支持所推荐的标准值或解释了目前为何不要求确定符合健康的标准值。

这一版的标准值考虑到了许多第一版中未包括的饮用水中的污染物，还包括了第一版中许多污染物的修订标准值，这些值根据新的科学资料有了改变。这里所给出的标准值取代了 1984 年版中的标准值。

虽然给出推荐标准值的化学污染物的数目已明显多于第一版，但并不是说所有这些化学污染物可见于所有的供水或所有的国家。因此，制订国家标准时应对所选物质认真考虑。应该考虑包括当地区域地理条件和人类活动方式在内的许多因素。举例说，如果在该地区未使用某种杀虫剂，则该物质不会出现在饮用水中。

在其他情况中，如消毒剂的副产品，则不必对每一种设定了标准值的物质都制订标准。如果采用的是加氯消毒法，则以氯仿为主要成分的三卤甲烷是主要的消毒剂副产品，有时会有氯乙酸。大多数时候，控制氯仿水平或必要时控制三氯乙酸的水平也为控制加氯消毒的其他副产品提供了适宜的方法。

在制订国家标准时也必须考虑到应保证不将有限的资源转向用于非必需标准的完善和监测相对不重要的物质。

所推荐的标准值中有几种无机元素被认为是人类营养的基本元素。在此，不要试图在饮用水中规定其必需含有的最低浓度。

1.1 总的设想

《饮用水的质量标准》的主要目的是保护公众的健康。应以这些标准值为基础制订国家标准，假如国家标准能够得以很好地贯彻执行，那

么即可以通过清除水中已知的对人体健康有害的物质及降低其浓度至最小来保证饮用水供应的安全性。必须强调的是,所推荐的标准值并非硬性限定值。为推导出这些限定值,必须将文中的标准值与区域或国家的环境、社会、经济及文化条件综合起来考虑。

之所以不提倡采用国际性的饮用水质量标准主要是因为采用危险度-利益分析方法(质和量)为建立和调控国家标准提供了方便。这种方法可以得出容易被贯彻执行的标准和调控方法。例如,如果采用了过于严格的饮用水标准,那么符合标准的饮用水的供应就会受到限制,而这一问题在缺水的区域尤其值得考虑。不同的国家所要制定的标准会受到国家重点问题 and 经济因素的影响。但决不可因考虑到政策和便利问题而危害公众健康。这些标准和调控方法的贯彻执行要求有合适的装备和专家,同时还要有适宜的法律系统。

安全的判断,也就是在特定环境下可接受的危险度水平,是需要整个社会作为一个整体来完成的工作。最后的判断,即采用本书所给出的任何标准值作为标准所产生的益处是否与花费相适,应由每一个国家决定。需要强调的是,标准值具有某种程度的灵活性,从而可以对符合质量要求的饮用水的提供作出判断。

水是维持生命的基本物质,同时应保证向消费者提供令人满意的供应。应尽全部力量尽力提高饮用水的质量。第一道防线是保护供水不受污染。保护水源一直是保证饮用水安全的最好方法,较好的方法是治理受到污染的供水使之适于饮用。一旦认识到一种潜在的危险情况,即对健康产生了危害,则一定要考虑到提供备选水源并提供适宜的补救方法,以便可以决定是否接受供水。

水源应尽可能远以保证不受到人畜排泄物的污染,因其中可能含有各种细菌、病毒和原虫性病原体 and 寄生蠕虫。如无法提供适当的保护和有效的治理,那么社区群众就会暴露于肠道疾病和其他传染病暴发流行的危险中。患水传播性疾病危险度最高的是婴儿和幼童,体弱者或生活在不卫生环境中的人以及病人和老人。对这些人来说,受染剂量大大低于一般成人。

微生物污染的潜在后果使对其控制总是处于最重要的地位且决不可妥协。

因为流行病学资料不充分、相关因素数目不确定以及这些因素间不断变化的相互关系使得对不同微生物的危险度的评价出现困难和争议。一般来讲,微生物学方面的最严重危害是与饮用被人兽排泄物污染的水

相关的。这方面的危害永远不可能全部清除，因为水传播性疾病亦可通过人人接触、空气和食物传播；从而保留了大批的病人和携带者。在这些情况下，提供安全的饮水供应可以减少通过其他途径传播的机会。尤其要避免水传播性疾病的暴发流行，因其可能造成社区中大部分人的同时感染。

饮用水中的化学性毒物对健康造成的危害与微生物污染物引起的危害不同。除了在供水系统中发生偶然性的严重污染之外，饮水中只有很少几种化学成分可造成急性的健康问题。另外，由经验可知，在这种异常情况下，饮水常会带有令人无法接受的味道、气味和外观从而无法饮用。

化学污染物一般不与急性后果相关的事实使其与微生物学污染物相比处于相对次要的地位，因为微生物学污染物的影响总是急性的和大范围的。事实上，在供水问题中与严重的细菌性污染物相比，饮用水中的化学污染物标准是否应第二位考虑还有争议。

长期暴露于饮用水中的化学成分可对健康造成不利影响，与此相关的问题上升到了主要的地位。尤为引人关注的是具有累积毒性的重金属和致癌物等污染物。

应该注意的是，在水处理中使用化学消毒剂常会生成化学性副产品，其中的一些具有潜在的危险性。但是这些副产品对健康的危害远远小于消毒不恰当所造成的危害，同时十分重要的是，不应为试图控制这些副产品而在消毒问题上有所妥协。

虽然在一般情况下，饮用水中所含有的自然产生的核辐射在暴露于周围环境的核辐射的总量中只占很小的一部分，但仍应考虑与之相关的放射性对健康的危害。本卷中所推荐的标准值对因偶然情况释放到环境中的放射活性物质而造成供水中污染物的急性升高并不适用。

消费者一般是依赖个人的感觉判断饮用水的质量。水中的成分会影响其外观、气味及口感，而消费者将根据这些基本的标准来判定水的质量和是否可以接受。对于高度混浊、颜色很深、或有令人讨厌的气味或口感的水，消费者会认为是不安全的而拒绝饮用。虽然没有任何感官上的不良影响并不能保证水的安全，但保持一定质量且可被消费者接受的水是生命必需的。

各国在制订国家性的饮用水限制和标准时应该认真评价与控制 and 美学品质及影响感官的品质相关的费用和利益。有时对直接与健康相关的污染物制订了严格的标准，但对美学品质和影响感官的品质则只制订了推荐标准。对那些资源极为有限的国家来说，确定重点就更为重要，而

这要考虑到每种物质对健康的影响。这种方法并未评估饮用水的美学品质的重要性。缺乏美学品质的水源可能影响到消费者使用另外的安全供水信心。另外，口感、气味和颜色可能是潜在的危害健康的首要表现。

在评估水质时应考虑到许多参数，比如水源保护、有效的和可依赖的处理方案及输水网络的保护（例如对腐蚀的控制）。在制订国家标准之前应该仔细评价与水质监测和控制相关的花费。读者若想了解有关的指导则应参考另外的更详细的出版物（见 136 页的文献目录）。

1.2 标准值的实质

对水中具潜在危险性的成分制订了标准值并提供了评价饮用水质量的根据。

(a) 标准值代表的是某种成分在消费者的终身消费中不对健康造成显著危害的浓度。

(b) 《饮用水的质量标准》中所规定的饮用水质量适合于人类饮用及个人卫生用，同时也适宜给一般的家畜饮用。另外，更高品质的水被用于一些特殊目的，例如肾透析。

(c) 一旦超出某一标准值，即为采取下列行动的信号：(i) 查明原因并采取补救措施；(ii) 向负责公共卫生的机构咨询并寻求帮助。

(d) 虽然标准值描述了终身消费可接受的水的质量，但建立这些标准值并不意味着饮用水的质量可以被降低到推荐水平。事实上，应尽力使饮用水的质量保持在较高的水平。

(e) 短期超出标准值并不一定意味着该水源不适于饮用。在不影响公众健康的前提下，每一个标准值所允许超出的总量和时间长度取决于相关的每种物质。

本书建议当一个标准值被超过时，应向监测机构（常是负责公共卫生的机构）咨询，同时考虑除了饮用水之外还可能摄入该种物质（尤其是化学物）的其他来源、该种物质的毒性、可能的和必然的任何不利影响、可行的补救方法和类似的因素。

(f) 在根据这些标准值制定饮用水的国家标准时，有必要考虑到一系列的地理、社会经济、饮食习惯及其他可能造成潜在暴露影响的条件，这些有可能导致国家标准与标准值的不同。

(g) 根据剂量参考水平给出了放射性物质中 α 和 β 射线放射强度的初筛值。

十分重要的一点是所推荐的标准值在推行和保护公众健康中应是实用且可执行的。所规定的标准值不低于在现有常规实验条件下可检出的最低值。另外，仅在具备了可将污染物消除或可将其浓度降至所要求的水平之下的控制技术后才可给出推荐的标准值。

在有些情况下，当有证据表明某些成分对健康有潜在危害但仍缺少相关资料时，就要对其设定暂定的标准值。当有些物质的计数标准值为(i) 低于实际数量水平或(ii) 低于实际处理方法所能达到的水平时也要设定暂定的标准值。最后，如果在消毒过程后某些物质仍超出标准值，那么也要为其设定暂定的标准值。

美学品质和影响感官的品质会受到个人爱好以及社会、经济和文化条件的影响。由于这个原因也可以对那些从美学上不可接受的物质定出标准值，但当该物质未表现出对健康具有潜在危害时则不必对这些物质设定标准值。

所推荐的标准值的制订是为了保护人类的健康；它们也许并不适用于保护水中的生物。标准值只适用于人类所饮用的瓶装水和冰块而不适用于天然矿泉水（天然矿泉水通常被看成饮料而不是饮用水）。Codex 营养学会已为这些矿泉水制订了 Codex 标准。

1.3 选择饮用水中与健康有关的污染物的标准

由于认识到被粪便污染的水可造成微生物感染的传播，因此制订了敏感的常规检查方法以保证供人饮用的水是未被粪便污染的。虽然目前已能检出水中存在的许多种致病物，但现有的分离与计数法常常是复杂和费时的。因此，监测饮用水中每一种可能的微生物是无法实现的。更为可靠的方法是检出经常存在于人和其他恒温动物粪便中的生物体并以此作为测定粪便是否污染的指标，还可显示对水的处理和消毒是否有效。为此目的所使用的各种细菌性指标见 2.2 节的描述。出现这些生物体，即表示有粪便物，即可能出现肠道病原体。反之，这些指标不出现可能意味着病原体也未出现。

在世界范围内已在饮用水中发现的有机和无机化学物质数以千计，其中许多浓度极低。需要选出以制订标准值的化学物质包括对人类健康有潜在危害的物质以及经常可在饮用水中检出的物质和可被检出的高浓度物质。

饮用水中一些具潜在危害的化学物质直接来自于水处理中的化学物

质或是供水系统中所使用的建筑材料。通过对所采用的化学物质和材料加以适当的规范就可以很好地控制这些物质。例如：在水处理中已采用多种高分子聚合电介质作为助凝剂，由此产生的未反应单体的残存物则引起关注。多数高分子聚合电介质是以聚丙烯酸和共聚物为聚合单体的，而丙烯酸单体为这两种物质中的痕量杂质。消毒中所使用的氯有时会发现含有四氯化碳。这一类型的饮用水污染物可以通过调控化学试剂的质量而不是调控水的质量来得到控制。同样的，如果国家严加控制输水管道用材的质量也可避免由于塑料管道中的痕量成分所造成的对饮用水的污染。除了控制所用材料的质量，亦可通过在原位加涂各种聚合物来控制饮用水的污染，同时对溶剂及各种涂料制定实用的标准。