

饮用水水质标准的提高及其对处理工艺的新要求

张晓健
 清华大学环境科学与工程系

一、美国饮用水水质标准及其发展

1.美国饮用水水质标准

根据安全饮水法(Safe Drinking Water Act)，由 USEPA 制定
 国家饮用水第一类污染物标准(强制性)共 92 项，
 其中 浊度 1 项；无机物 19 项；
 微生物 8 项； 有机物 60 项；
 放射性 4 项
 国家饮用水第二类污染物标准(非强制性)共 15 项，包括色度、氯化物、铁、锰、总溶解固体等
 要求至少每六年修订一次

2.美国 BPA 关于加强饮用水处理的新规定

2.1 第一阶段消毒剂/消毒副产物规定
 Disinfectant/Disinfection By-Products Rule(D / DBP Rule)
 第一阶段 D / DBP Rule 于 1998 年 12 月颁布

- 降低 TOC

水源水 TOC mg/L	原水碱度		
	0-60mg/L (以 CaCO3 计)	>60-120mg/L (以 CaCO3)计	>120mg/L (以 CaCO3 计)
	要求的去除百分比		
>2.0-4.0	35	25	15
>4.0-8.0	45	35	25
>8.0	50	40	30

- 建立消毒副产物标准

水毒副产物	目标 MCLG (mg/L)	标准 MCL (mg/L)
总三卤甲烷 (TTHM)	N/A	0.080
氯仿	0	
一溴二氯甲烷	0	
二溴一氯甲烷	0.06	
溴仿	0	
卤乙酸 (HAAS)	N/A	0.060
二氯乙酸	0	
三氯乙酸	0.3	
亚氯酸盐	0.80	1.0

溴酸盐	0	0.010
-----	---	-------

- 建立剩余消毒剂最高允许浓度

剩余消毒剂	目标 MRDLG (mg/L)	标准 MRDL (mg/L)
氯	4	4.0
氯胺	4	4.0
二氧化氯	0.8	0.8

适用于：社区供水系统，非移动—非社区供水系统(如学校)，使用二氧化氯的移动非社区供水系统；

改造年限：

大地表水厂和地表水直接渗滤补给的地下水厂：3 年改进期；

小地表水厂和所有的地下水厂：5 年改进期。

为满足新规定，60％的地表水厂需要改进(主要改进方法：氯消毒方式和加强混凝)；15％的地下水厂需要改进(改进方法：消毒)

实施所需年度费用 7.02 亿美元(含运行、折旧、监测费用)

2.2 加强地表水处理暂行规定

Interim Enhanced SurfaCe Water Treatment Rule(IESWTR)

适用于服务人口 1 万人以上的地表水厂，1998 年 12 月颁布

- 控制水致病微生物

特别是隐孢子虫(Cryptosporidium)，要求过滤 2-log 以上去除；

- 提高浊度要求，要求过滤出水

月 95％ 0.3NTU(原 0.5NTU)

任何时刻 1NTU(原 5NTU)

- 对单独滤池的运行特性进行测定，以确定运行不好的滤池，以便采取改进措施

- 建立消毒曲线(测定贾第虫 *Giardia lamblia* 灭活效果、消毒剂，每日测，连续 12 个月以上)，确定消

毒基本剂量关系

改造年限：

浊度 3 年准备期； 消毒剂剂量关系 2 年准备期。

第一阶段消毒剂/消毒副产物规定、加强地表水处理暂行规定

1992 开始制定，1994 发表建议稿，1998 年 12 月正式颁布

第二阶段消毒剂 / 消毒副产物规定、加强地表水处理长期规定

1998 开始制定，预期 2000 年 11 月发表建议稿，预计 2002 年 5 月正式颁布

二、我国新的《生活饮用水卫生规范》的特点

《生活饮用水卫生规范》由卫生部颁布，代替原国标 GB 5749-85，将是饮用水处理的指导性文件，将大大推进国内饮用水处理技术水平。

- 1.以规范形式出现，比单纯水质标准更全面，包含水质标准、水源选择及水源水质要求(64 项)、水源卫生防护、水质监测整个环节的内容；
- 2.项目大为增加，共 96 项，反映科技进步，对更多水质污染物的关注；
- 3.分为常规项目(34 项)和非常规项目(62 项)，充分考虑了检测技术的难易、所需测定的频率、不同地方

的特殊要求(重点污染物)和地区经济技术水平的差异;

4.提高浊度要求,出水浊度反映了工艺水平与运行优劣,符合国内常规处理技术的发展;

	1985 年前	1986—2000 年	2001 年后
浊度 (NTU)	≤5	≤3	≤1

5.常规项目中增加了耗氧量(高锰酸盐指数),反映了水源被污染,对有机物综合指标进行控制的要求。

	OC (mg/L)
地表水环境质量标准Ⅱ类水体 (集中式水源地一级保护区)	4
饮用水新标准	3(特殊情况≤5)

耗氧量本身无毒理学意义,却是反映有机污染的综合指标。清洁水源水和安全饮用水中有机物应很低,一些水厂受到严重污染,但水厂出水常规四项(浊度、余氯、大肠菌、细菌)均可达标,但含污染物 高,有怪味,用户反映强烈。饮用水耗氧量标准的确定,必将推动我国受污染水源水饮用水处理技术的发展。

6.在无机物、有机物项目上,既借鉴国外标准(WHO、EC、USEPA),又考虑中国国情。

多用 WHO 标准,较宽松;

农药品种选择国内市场常见品种。

7.重视消毒副产物的危害。

12 种消毒副产物,包括:

TTHM、4 种 THM、2 种 HAA、亚氯酸盐(二氧化氯消毒)、溴酸盐(臭氧消毒)、一氯胺、氯化氰等

8、《生活饮用水卫生规范》是考虑全国情况的最低要求。以此为基础,建设将制定颁布自来水行业标准。

例如 1991 年建设部制定的《城市供水行业 2000 年进步发展规划》:

自来水公司分类	项目	参考
第一类	89 项	EC、USEPA
第二类	51 项	WHO
第三类	国标 35 项	
第四类	国际 35 项	

三、提高饮用水水质的处理技术

- 1、生物预处理
- 2、加混凝
- 3、化学氧化与混凝相结合
- 4、生物活性滤池
- 5、改进消毒
- 6、活性炭吸附
- 7、膜技术

表 1 生活饮用水水质常规检验项目及限值（34 项）

项目	限值
感官性和一般化学指标（17 项）	
色	色度不超过 15 度，并不得呈现其他异色
浑浊	不超过 1 度（NTU），特殊情况下不超过 5 度
臭和味	不得优异臭、异味
肉眼可见物	不得含有
PH	6.5-8.5(mg/L)
总硬度（以 CaCO3 计）	450(mg/L)
铝	0.2(mg/L)
铁	0.3(mg/L)
锰	0.1(mg/L)
铜	1.0(mg/L)
锌	1.0(mg/L)
挥发酚类（以苯酚计）	0.002(mg/L)
阴离子合成洗涤剂	0.3(mg/L)
硫酸盐	250(mg/L)
氯化物	250(mg/L)
溶解性总固体	1000(mg/L)
耗氧量	3(mg/L),特殊情况下不超过 5(mg/L)
毒理学指标（11 项）	
砷	0.05(mg/L)
镉	0.005(mg/L)
铬（六价）	0.05(mg/L)
氰化物	0.05(mg/L)
氟化物	1.0(mg/L)
铅	0.01(mg/L)
汞	0.001(mg/L)
硝酸盐（以 N 计）	20(mg/L)
硒	0.01(mg/L)
四氯化碳	0.002(mg/L)
氯仿	0.06 (mg/L)
细菌学指标（4 项）	
细菌总数	100 （CFU/mL）
总大肠菌群	每 100mL 水样中不得检出
粪大肠菌群	每 100mL 水样中不得检出
游离余氯	在与水接触 30 分钟后应不低于 0.3mg/L

	管网末梢水不应低于 0.05mgL (适用于加氯消毒)
放射学指标 ⁽⁴⁾ (两项)	
总 α 放射性	0.5(Bq/L)
总 β 放射性	1(Bq/L)
注：（1）表中 NTU 为散浊度单位。（2）特殊情殊情况包括水源限值等情况。（3）CFU 为菌落形成单位。（4）放射学指标规定数值不是限值，而是参考水平。放射学指标超过表 1 中所规定的数值时，必须进行核素分析和评价，以决定是否饮用。	

表 2 生活饮用水水质非常规检验项目及限值（62 项）

项目	限值
感官性状和一般化学指标(2 项)	
硫化物	0.02(mg/L)
钠	200 (mg/L)
毒理学指标	
无机物：(8 项)	
锑	0.005(mg/L)
钡	0.7(mg/L)
铍	0.002(mg/L)
硼	0.5(mg/L)
铂	0.07 (mg/L)
镍	0.02 (mg/L)
银	0.05 (mg/L)
铈	0.0001(mg/L)
有机物：(21 项)	
1.氯代烷烃	
二氯甲烷	0.02(mg/L)
1， 2-二氯乙烷	0.03 (mg/L)
1， 1， 1—三氯乙烷	2 (mg/L)
2.氯代乙烯	
氯乙烯	0.005(mg/L)
1， 1-二氯乙烯	0.03 (mg/L)
1， 2—二氯乙烯	0.05 (mg/L)
三氯乙烯	0.07 (mg/L)
四氯乙烯	0.04(mg/L)
3.芳烃	
苯	0.01(mg/L)
甲苯	0.7(mg/L)



二甲苯	0.5 (mg/L)
乙苯	0.3 (mg/L)
苯乙烯	0.02 (mg/L)
苯并(a)芘	0.00001(mg/L)
4.氯代苯	
氯苯	0.3(mg/L)
1, 2—二氯苯 1 (mg/L)	
1, 4—二氯苯 0.3 (mg/L)	
三氯苯(总量) 0.2 (mg/L)	
5.其他有机物	
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	0.008 (mg/L)
丙烯酰胺	0.0005(mg/L)
六氯丁二烯	0.0006(mg/L)
藻毒素(1 项)	
微囊藻毒素—LR	0.001 (mg/L)
农药(18 项)	
甲草胺	0.02(mg/L)
灭草松	0.3(mg/L)
叶枯唑	0.5(mg/L)
百菌清	0.1 (mg/L)
滴滴清	0.001(mg/L)
溴氰菊酯	0.02(mg/L)
内吸磷	0.03(mg/L)(感官限值)
乐果	0.08(mg/L) (感官限值)
2,4-菊	0.03(mg/L)
七氯	0.00014(mg/L)
七氯环氧化物	0.00012(mg/L)
六氯	0.001(mg/L)
六六	0.005(mg/L)
林丹	0.002(mg/L)
马拉硫磷	0.25(mg/L)(感官限值)
对硫磷	0.003(mg/L) (感官限值)
甲基 硫磷	0.02(mg/L) (感官限值)
五氯酚	0.009(mg/L) (感官限值)
消毒剂及其副产物 (12 项)	
亚氯酸盐	0.2(mg/L)(仅用于二氧化氯消毒)



一氯胺	3(mg/L)
2, 4, 6 三氯酚	0.2(mg/L)
甲醛	0.9(mg/L)
三卤三烷 ⁽¹⁾	该类化合物中每种化合物的实测浓度与其各自限值的比值之和不得超过1
溴仿	0.1(mg/L)
二溴一氯甲烷	0.1(mg/L)
一溴二氯甲烷	0.06(mg/L)
二氯乙酸	0.05(mg/L)
三氯乙酸	0.1(mg/L)
三氯乙醛（水合氯醛）	0.01(mg/L)
氯化氰（以 CN 计）	0.07(mg/L)