



城市供水系统 应急净水技术指导手册 (试行)

住房和城乡建设部城市建设司组织编写

主编 张悦 张晓健
陈超 王欢 张素霞

中国建筑工业出版社

城市供水系统 应急净水技术指导手册 (试行)

住房和城乡建设部城市建设司组织编写

主编 张悦 张晓健
陈超 王欢 张素霞

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市供水系统应急净水技术指导手册(试行)/住房和城乡建设部城市建设司组织编写.- 北京:中国建筑工程工业出版社,2009

ISBN 978-7-112-11554-9

I. 城… II. 住… III. 城市供水-净水-应急系统-技术手册 IV. TU991.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 204520 号

责任编辑:田启铭

责任设计:郑秋菊

责任校对:陈 波 赵 颖

城市供水系统应急净水技术指导手册
(试行)

住房和城乡建设部城市建设司组织编写

主编 张 悦 张晓健
陈 超 王 欢 张素霞

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京密东印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:25 字数:604 千字

2009 年 12 月第一版 2009 年 12 月第一次印刷

定价:69.00 元

ISBN 978-7-112-11554-9

(18705)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

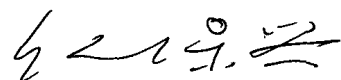
饮用水安全直接关系到广大人民群众的健康，党中央、国务院高度重视饮用水安全问题，多次做出重要指示，要求把保障人民群众的饮水安全作为全面落实科学发展观的重要任务抓实抓好。

近年来，水源污染事故频发，严重影响城市安全供水。目前我国正处在高速城市化发展过程中，尽管水污染治理取得了重要进展，但在相当长的时期，仍然存在突发性水污染事故的威胁和影响。城市水处理是水源污染时保护饮用水安全的最后屏障，城市供水行业必须增强应急处理能力，这也是当前最迫切、最重要的任务之一。为有效应对突发性水源污染事故，确保城市安全供水，变临时被动处置为提前主动准备。在总结 2005 年松花江水污染事件和广东北江镉污染事件中城市供水应急处置工作经验的基础上，2006 年 4 月原建设部组织清华大学、中国城镇供水排水协会、中国城市规划设计研究院和全国多家供水企业开展了“城市供水系统应急技术研究”。经过几年的研究、试验和应急实践，编制了《城市供水系统应急净水技术指导手册》。

《城市供水系统应急净水技术指导手册》结合我国国情和城市供水行业的特点，针对水源水和饮用水相关水质标准中提出的水质项目和限值，以保障安全供水为总体目标，按照安全、便捷的原则，提出了涉及饮用水相关标准中的一百余种有毒有害污染物的应急处理技术、相应技术参数和可以应对的污染物超标倍数，并提供了应急处理试验的标准化的试验方法。

《城市供水系统应急净水技术指导手册》首次提出针对各类污染物的应急处理技术体系，包括：应对可吸附有机物的活性炭吸附技术、应对金属非金属的化学沉淀技术、应对还原性污染物的化学氧化技术、应对微生物污染的强化消毒技术、应对藻类暴发的应急综合处理技术，是在水处理技术领域城市供水应急处理技术方面的重要创新。同时，《城市供水系统应急净水技术指导手册》还汇总了相关技术在近年发生的松花江水污染事件、广东北江镉污染事件、无锡市饮用水危机、秦皇岛自来水臭味事件、贵州都柳江砷污染事件等重大污染事件的应用案例。相信《城市供水系统应急净水技术指导手册》的出版发行，将对今后各地完善应急预案、开展应急设施建设、水厂设施改造和供水行业提高应对突发性水源污染能力，保障供水安全起到重要的技术指导作用。

住房和城乡建设部副部长：



2009 年 10 月 16 日

参加单位和主要研究人员：

住房和城乡建设部城建司：张 悦 王 欢

清华大学：张晓健 陈 超 李 勇 王生辉 张驰前 林朋飞

北京市自来水集团有限责任公司：张素霞 樊康平 顾军农 林爱武

张春雷

上海市供水调度监测中心：陈国光 张立尖

广州市自来水公司：董玉莲 林朝晖 陈 诚

深圳市水务（集团）有限公司：卢益新 林细萍 刘 波

无锡市自来水总公司：周圣东 胡宗长 王海涌

济南市供排水监测中心：贾瑞宝 孙韶华

中国城镇供水排水协会：刘志琪

哈尔滨市供排水集团有限责任公司：王 强 纪 峰

成都市自来水有限责任公司：李 伟 陈宇敏 齐 宇

天津市自来水集团有限公司：何文杰 韩宏大 吴 维

东莞市东江水务有限公司：盛德洋 戴吉胜

建设部城市供水水质监测中心：宋兰合

合作单位：

北京市水务局 上海市水务局 广东省建设厅 江苏省建设厅 山东省建设厅 广州市市政园林管理局 深圳市水务局 无锡市市政公用局

前 言

城市供水是城市的生命线。近年来，我国供水水源突发性污染事故频发，对城市供水安全造成严重威胁。按照国务院关于加强应急体系建设的总体部署，为健全城市供水应急技术体系，科学地指导各地的应急供水工作，住房和城乡建设部组织清华大学、全国多家供水企业、水质监测单位，开展了饮用水应急净水技术研究。这些研究成果汇总形成了《城市供水系统应急净水技术指导手册（试行）》（以下简称《技术指导手册》）。

《技术指导手册》在国内外首次建立了由五类应急净水技术组成的城市供水应急处理技术体系。包括：应对可吸附有机污染物的活性炭吸附技术、应对金属和非金属污染物的化学沉淀技术、应对还原性污染物的化学氧化技术、应对微生物污染的强化消毒技术、应对藻类暴发的综合应急处理技术。该技术体系基本上涵盖了可能威胁饮用水安全的各种污染物种类。

根据目前国内涉及饮用水水质的相关标准，除不需应急处理的综合性指标、非有毒有害物质项目之外，《技术指导手册》对 153 种有毒有害污染物进行了应急处理技术方面的分析，对其中的 112 种污染物提供了应急处理技术的验证性试验结果。其余 41 种属于水环境质量和国标附录中的项目，因供水行业通常不进行检测而没有开展试验。在 112 种试验项目中，获得了 101 种的应急处理技术及其工艺参数，确定了适宜的应急处理技术、工艺参数和最大应对超标倍数。

《技术指导手册》中的相关研究成果在城市供水系统应对无锡市饮用水危机、秦皇岛饮用水臭味事件、贵州都柳江砷污染事件等突发性水源污染事故中得到了应用，并取得了较好的效果。《技术指导手册》的主要技术内容和要求，已经由住房和城乡建设部的文件（建城〔2009〕141 号）印发各地。

《技术指导手册》中提出的应急净水技术是目前研究单位的研究成果，供各地在应对突发性水源污染时参考。各地参考本手册应对突发性水源污染事故时，要因地制宜，选择适用的应急净水技术措施，并进行现场试验，在取得良好试验效果并确保供水安全的前提下予以应用。

《技术指导手册》附录 6-9 中列出的生产厂家，仅用作与相关厂家通讯联络时参考，不作为推荐产品目录

目 录

前言	5
1 概述	1
1.1 水中污染物分类及饮用水相关标准	1
1.2 我国供水系统应急净水存在的主要问题	2
1.3 《技术指导手册》的主要内容	2
2 应对可吸附污染物的应急吸附技术	4
2.1 活性炭对污染物的吸附特性	4
2.1.1 基本特性	4
2.1.2 影响吸附的主要因素	6
2.1.3 吸附速率	6
2.1.4 吸附容量	6
2.1.5 水源水质对吸附性能的影响	9
2.1.6 温度对粉末活性炭吸附性能的影响	11
2.2 粉末活性炭应急吸附工艺	12
2.2.1 粉末活性炭吸附工艺的主要特点	12
2.2.2 取水口投加粉末活性炭	12
2.2.3 水厂内投加粉末活性炭	13
2.2.4 粉末活性炭的选择	14
2.2.5 粉末活性炭投加系统	16
2.2.6 粉末活性炭应急处理的技术经济分析	20
2.3 颗粒活性炭改造炭砂滤池法	20
2.3.1 颗粒活性炭吸附工艺的主要特点	20
2.3.2 颗粒活性炭滤池的应急处理能力	21
2.3.3 颗粒活性炭的应用形式	24
2.3.4 颗粒活性炭应急处理的技术经济分析	24
2.4 粉末活性炭对具体污染物的吸附去除工艺参数	25
2.4.1 芳香族化合物	26
2.4.2 农药	28
2.4.3 氯代烃	30
2.4.4 消毒副产物	31

2.4.5 人工合成有机物及其他污染物	32
3 应对金属和非金属离子污染物的化学沉淀技术	34
3.1 主要金属和非金属污染物的化学沉淀特性	34
3.2 碱性化学沉淀法应急处理技术	36
3.2.1 调节 pH 值	36
3.2.2 混凝剂选择	37
3.2.3 工程实施中应注意的其他问题	37
3.2.4 碱性沉淀法对具体污染物的工艺参数	37
3.3 其他化学沉淀法	38
3.3.1 硫化物沉淀法	38
3.3.2 磷酸盐沉淀法	39
3.3.3 六价铬的化学沉淀处理技术	39
3.3.4 砷的化学沉淀处理技术	40
3.3.5 硒的化学沉淀处理技术	41
3.3.6 钡的化学沉淀处理技术	42
4 应对还原性污染物的化学氧化技术	43
4.1 化学氧化技术概述	43
4.2 氰化物	43
4.2.1 游离氯氧化法	43
4.2.2 臭氧氧化法	44
4.3 硫化物	45
4.3.1 游离氯氧化法	45
4.3.2 臭氧氧化法	46
4.4 硫醇硫醚类污染物	46
4.4.1 甲硫醇	47
4.4.2 乙硫醇	47
4.4.3 甲硫醚	48
4.4.4 二甲二硫醚	48
4.4.5 二甲三硫醚	48
4.5 有机物	49
5 应对微生物污染的强化消毒技术	50
5.1 水中常见病原微生物	50
5.1.1 病原菌	50
5.1.2 病毒	51
5.1.3 病原性原生动物	52
5.2 强化消毒法应急处理技术	52
5.2.1 主要病原微生物的消毒灭活 Ct 值	52

5.2.2	水源水质的影响	53
5.3	病原原生动植物控制技术	54
5.3.1	常规工艺	55
5.3.2	消毒工艺	55
5.4	其他水生生物控制措施	55
5.4.1	水蚤	55
5.4.2	水生真菌	56
6	应对藻类暴发引起水质恶化的综合应急处理技术	57
6.1	藻类和藻毒素处理技术概述	57
6.2	二氧化氯氧化技术	59
6.2.1	除藻效能	59
6.2.2	藻毒素去除效能	60
6.2.3	二氧化氯氧化示范工程研究	62
6.3	高锰酸钾-粉末活性炭	65
6.3.1	实验材料	65
6.3.2	高锰酸钾和粉末活性炭除藻效能	66
6.3.3	粉末活性炭的除藻毒素效能	67
6.3.4	高锰酸钾-粉末活性炭强化常规处理的现场试验研究	67
6.4	气浮-粉末活性炭预处理工艺的现场试验	69
6.4.1	眉村水厂常规工艺运行特征	69
6.4.2	气浮-粉末活性炭预处理技术现场示范运行研究	70
6.4.3	气浮-粉末活性炭强化常规工艺运行效果	71
7	城市供水系统应急处理案例	73
7.1	近年来我国水源污染事故情况	73
7.2	松花江硝基苯污染事故应急净水处理案例	74
7.2.1	事件背景和原水水质情况	74
7.2.2	哈尔滨市城市供水应急处理	74
7.2.3	达连河镇哈尔滨气化厂应急工艺运行效果	75
7.3	广东省北江镉污染事件应急除镉净水案例	77
7.3.1	事件背景和原水水质情况	77
7.3.2	应急技术原理和工艺路线	77
7.3.3	应急技术实施要点	79
7.3.4	应急工艺参数和运行效果	80
7.3.5	应对水源水镉只略为超标的混凝除镉工艺	83
7.4	贵州省都柳江砷污染事件应急处理案例	83
7.4.1	事件背景和原水水质情况	83
7.4.2	应急技术原理和工艺路线	84

7.4.3 应急技术实施要点	85
7.4.4 应急处理进程与运行效果	86
7.5 黑龙江省牡丹江市应急处理水生真菌案例	87
7.6 无锡水危机除臭应急处理案例	88
7.6.1 事件背景和原水水质情况	88
7.6.2 应急技术原理和工艺路线	91
7.6.3 应急技术实施要点	92
7.6.4 应急工艺运行效果	92
7.7 秦皇岛自来水臭味事件应急处理案例	93
7.7.1 事件背景和原水水质情况	93
7.7.2 应急技术原理和工艺路线	94
7.7.3 应急技术实施要点	95
7.7.4 应急处理进程和运行情况	96
7.8 汶川地震灾区城市供水水质安全保障	97
7.8.1 集中式供水震后水质安全风险分析	97
7.8.2 灾区集中式供水针对性应急处理技术	101
7.8.3 震区集中式供水应急处理工艺	103
7.8.4 成都市自来水公司采取的应急处理措施	106
7.8.5 德阳市自来水公司采取的应急处理措施	109
7.8.6 绵阳市水务公司采取的应急处理措施	111
 附录 1 饮用水水质标准的污染物项目和推荐应急处理技术汇总表	 114
附录 2 粉末活性炭对污染物吸附性能测定的试验方案	129
附录 3 化学沉淀法对污染物去除性能研究的试验方案	136
附录 4 组合沉淀法对污染物去除性能研究的试验方案	143
附录 5 氧化法对还原性污染物的处理试验方案	147
附录 6 我国主要活性炭生产厂家	150
附录 7 我国主要粉末活性炭投加系统设备厂家	154
附录 8 我国主要混凝剂生产厂家	155
附录 9 我国主要高锰酸钾生产厂家	158
 城市供水应急处理技术测试数据表	 161
1. 农药类 (以汉语拼音为序, 共 18 种)	163
1.1 阿特拉津 (莠去津, 2-氯-4-乙氨基-6-异丙氨基-1, 3, 5-三嗪, Atrazine)	163
1.2 百菌清 (四氯间苯二腈, Chlorothalonil)	166
1.3 敌百虫 (o, o-二甲基- (2, 2, 2-三氯-1-羟基乙基) 膦酸酯, Trichlorfor)	170
1.4 滴滴涕 (2,2-双(4-氯苯基)-1,1,1-三氯乙烷, DDT)	174
1.5 敌敌畏 (2,2-二氯乙烯基二甲基磷酸酯, Dichlorovos)	177
1.6 毒死蜱 (o, o-二乙基-o- (3, 5, 6-三氯-2-吡啶基) 硫代磷酸酯, Chlorpyrifos)	181

1.7	对硫磷 (o, o'-二乙基-o- (4-硝基苯基) 硫代磷酸酯, Parathion, Folidol)	184
1.8	呋喃丹 (2, 3-二氢-2, 2-二甲基-7-苯并呋喃基-甲基氨基甲酸酯, Furadan, Carbofuran)	187
1.9	甲草胺 (2-氯-2', 6'-二乙基-N- (甲氧甲基) 乙酰苯胺, Alachlor)	190
1.10	甲基对硫磷 (o, o'-二甲基-o- (4-硝基苯基) 硫逐磷酸酯, Parathion-methyl)	193
1.11	林丹 (γ -1, 2, 3, 4, 5, 6-六氯环己烷, Lindane)	196
1.12	六六六 (六氯环己烷, hexachlorocyclohexane, benzenehexachloride)	199
1.13	乐果 (O-二甲基-S- (N-甲基氨基甲酰甲基) 二硫代磷酸酯, Rogor)	202
1.14	马拉硫磷 (o, o'-二甲基-S- {1, 2-双 (乙氧羰基) 乙基} 二硫代磷酸酯, Malathion)	205
1.15	灭草松 (3-异丙基- (1H) -苯并-2, 1, 3-噻二嗪-4-酮-2, 2-二氧化物, Bentozone)	209
1.16	内吸磷 (o, o'-二乙基-O-2-乙基硫代乙基硫逐磷酸酯与 o, o'-二乙基-S-2-乙基硫代乙基硫逐磷酸酯的混合物, Systox)	212
1.17	溴氰菊酯 (敌杀死, Decamethrin, Decis)	216
1.18	2, 4-D (2, 4-二氯苯氧基乙酸, 2, 4-D)	217
2	芳香族化合物 (以汉语拼音为序, 共 24 种)	220
2.1	苯 (Benzene)	220
2.2	苯胺 (Aniline)	223
2.3	苯酚 (Phenol)	226
2.4	苯乙烯 (Styrene)	229
2.5	1, 2-二氯苯 (1, 2-dichlorobenzene, o-dichlorobenzene)	232
2.6	1, 4-二氯苯 (1, 4-dichlorobenzene, p-dichlorobenzene)	235
2.7	二氯酚 (Dichlorophenol)	238
2.8	二硝基苯 (Dinitrobenzene)	242
2.9	2, 4-二硝基甲苯 (2, 4-dinitrotoluene)	245
2.10	二硝基氯苯 (Dinitrochlorobenzene)	248
2.11	甲苯 (Toluene)	251
2.12	间二甲苯 (1, 3-xylene, m-xylene)	254
2.13	联苯胺 (4, 4'-二氨基联苯, Benzidine)	257
2.14	六氯苯 (Hexachlorobenzene)	260
2.15	1, 2, 4-三氯苯 (1, 2, 4-trichlorobenzene)	261
2.16	三氯酚 (Trichlorophenol)	264
2.17	2, 4, 6-三硝基甲苯 (2, 4, 6-Trinitrotoluene, TNT)	268
2.18	四氯苯 (Tetrachlorobenzene)	271
2.19	五氯酚 (Pentachlorophenol)	272
2.20	硝基苯 (Nitrobenzene)	276
2.21	硝基氯苯 (Nitrochlorobenzene)	280
2.22	一氯苯 (Chlorobenzene, Monochlorobenzene)	283
2.23	乙苯 (Ethylbenzene)	286
2.24	异丙苯 (Cymenebenzene)	289
3	氯代烃 (以汉语拼音为序, 共 6 种)	290

3.1	1,1-二氯乙烯 (偏二氯乙烯, 1,1-dichloroethylene, Vinylidenechloride)	290
3.2	1,2-二氯乙烯 (均二氯乙烯, 1,2-dichloroethylene)	293
3.3	1,1,1-三氯乙烷 (甲基氯仿, 1,1,1-trichloroethane, methyl chloroform)	296
3.4	三氯乙烯 (Trichloroethylene, TCE)	299
3.5	四氯乙烯 (Tetrachloroethylene)	302
3.6	四氯化碳 (Carbon tetrachloride, Tetrachloromethane)	305
4.	消毒副产物 (以汉语拼音为序, 共 3 种)	308
4.1	二氯乙酸 (Dichloroaceticacid, DCAA)	308
4.2	三氯甲烷 (氯仿, Trichloromethane, Chloroform)	311
4.3	三氯乙醛 (Trichloroacetaldehyde)	314
5.	人工合成及其他有机物 (以汉语拼音为序, 共 5 种)	317
5.1	环氧氯丙烷 (3-氯-1,2-环氧丙烷, Epichlorohydrin)	317
5.2	六氯丁二烯 (Hexachloro-1,3-butadiene)	320
5.3	邻苯二甲酸二丁酯 (Di-n-butyl phthalate)	323
5.4	邻苯二甲酸二 (2-乙基己基) 酯 (Di-Sec-octylphthalate)	326
5.5	阴离子合成洗涤剂 (Linear Alkylbenzene Sulfonates)	329
6.	碱性化学沉淀法 (以元素符号为序)	332
6.1	银 (Ag)	332
6.2	铍 (Be)	335
6.3	镉 (Cd)	338
6.4	铜 (Cu)	341
6.5	钴 (Co)	344
6.6	汞 (Hg)	347
6.7	锰 (Mn)	350
6.8	钼 (Mo)	353
6.9	镍 (Ni)	355
6.10	铅 (Pb)	358
6.11	锑 (Sb, III)	361
6.12	锑 (Sb, V)	363
6.13	钛 (Ti)	366
6.14	铊 (Tl)	369
6.15	锌 (Zn)	371
7.	硫化物沉淀法 (以元素符号为序)	374
7.1	银 (Ag)	374
7.2	镉 (Cd)	375
7.3	铜 (Cu)	376
7.4	汞 (Hg)	377
7.5	镍 (Ni)	379
7.6	铅 (Pb)	380

7.7 锑 (Sb,III)	381
7.8 锑 (Sb,V)	382
7.9 锌 (Zn)	383
8. 采用其他化学沉淀方法的污染物 (以元素符号为序)	384
8.1 钡 (Ba)	384
8.2 铬 (Cr)	385
8.3 硒 (Se)	386
测试数据表说明	387

1 概 述

1.1 水中污染物分类及饮用水相关标准

水中污染物的项目繁多，类型复杂。按照污染物的性质，水中的污染物指标可以粗略分为感官性状指标、无机污染物、有机污染物、微生物、放射性污染物等五大类。其中影响感官性状指标的污染物来源较为复杂，有时往往难以确定种类。无机污染物又可细分为金属、非金属以及无机综合指标；有机污染物可以细分为有机综合指标、芳香族化合物、农药、氯代烃、消毒副产物、人工合成污染物等。微生物一般指细菌、放线菌、蓝细菌（蓝藻）、病毒、真菌等，广义的微生物还包括微型藻类和微型水生动物。放射性污染物一般来自核材料、放射性同位素的泄漏，以及特殊的地质条件，属于一个比较特殊的类别。

为了保护人民饮水安全，我国颁布了多项与饮用水相关的水质标准。其中涉及出厂水水质的标准包括：国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006、建设部颁布的行业标准《城市供水水质标准》CJ/T 206—2005，此前颁布的国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749—1985 和卫生部颁布的《生活饮用水卫生规范》（2001）已经废止；涉及水源水质的标准包括：国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838—2002、国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848—93。

国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006 是国家关于饮用水安全的强制性标准，于 2006 年 12 月 29 日发布，2007 年 7 月 1 日正式实行。与原有的 GB 5749—1985 相比，水质指标由 35 项增加至 106 项，增加了 71 项，修订了 8 项。其中微生物指标由 2 项增至 6 项，并修订了 1 项；饮用水消毒剂由 1 项增至 4 项；毒理指标中无机化合物由 10 项增至 21 项，并修订了 4 项；毒理指标中有机化合物由 5 项增至 53 项，并修订了 1 项；感官性状和一般化学指标由 15 项增至 20 项，并修订了 1 项，放射性指标修订了 1 项。该水质标准将水质指标分为水质常规指标（共 38 项）、消毒剂常规指标（共 4 项）和水质非常规指标（共 64 项），其中水质常规指标和消毒剂常规指标于 2007 年 7 月 1 日正式实施，水质非常规指标由各省根据情况确定实施期限，全部指标最迟于 2012 年 7 月 1 日实施。此外，该水质标准还包括一个资料性附录“生活饮用水水质参考指标及限值”，该附录涉及污染物 28 种，包括硝基苯、2-甲基异莰醇、土嗅素等，其限值也对饮用水水质安全有指导意义。

国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838—2002 是国家关于水环境质量的强制性标准，于 2002 年 4 月 28 日发布，2002 年 6 月 1 日正式实行。该标准项目共有 109 项，其中地表水环境质量标准基本项目 24 项，集中式生活饮用水地表水水源地补充项目 5 项、集中式生活饮用水地表水源地特定项目 80 项。该标准基本项目依据地表水水域环境功能和

保护目标，按功能高低依次划分为五类，其中 II、III 类水体可以用作集中式生活饮用水地表水源地一级、二级保护区。

国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848—1993 规定了地下水的质 量，于 1993 年 12 月 30 日发布，1994 年 10 月 1 日正式实行。该标准项目共有 39 项，同样按功能高低依次将地下水分为五类，其中好于 III 类的地下水体适用于集中式生活饮用水水源，IV 类地下水在经过适当处理后可作生活饮用水水源。

建设部行业标准 CJ/T 206—2005 是原建设部于 2005 年颁布的行业标准，其水质指标和限值与后来颁布的国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006 十分接近。

《生活饮用水卫生规范》（2001）是卫生部于 2001 年颁布的水质规范，作为原《生活饮用水卫生标准》GB 5749—85 实行 16 年之后第一部与国际水质标准接轨的水质标准，对于我国的饮用水水质标准更新起到了重要作用。该规范包括 34 项常规检验项目，62 项非常规检验项目。该规范首次增加了新的有机物综合指标——耗氧量，对浊度的要求由原先的 3NTU 改为 1NTU，并对镉、铅、四氯化碳作了较严格的规定。

这些饮用水水质标准和供水水源水质标准中规定的水质项目累计有 170 多项，其中大多数是有毒有害和对人体健康有威胁的物质。这些污染物是饮用水处理过程中必须控制的对象。

各种污染物的基本信息、物化特性、环境影响、监测方法等基本特性可以参照相关文献资料，如世界卫生组织颁布的《饮用水水质准则》（第三版）、登陆中国环保网“突发性污染事故中危险品档案库”——www.ep.net.cn/msds 获得。

1.2 我国供水系统应急净水存在的主要问题

目前城市净水工艺普遍不具备应对水源突发性污染的处理能力。现有的水厂常规处理工艺不能应对超过水源水质标准的原水，深度处理工艺也仅能应对部分超标有机污染物，现有水厂处理设施在设计中对水源突发性污染造成的超标污染物一般未留有充足的处理能力余量。

缺乏全面系统的应对突发性水源污染的城市供水应急净化处理技术。饮用水标准涉及的污染物指标有 100 余种，应急技术体系与正常条件下长期采用的水处理技术相比，有其独特的技术特点。目前还缺乏针对各种污染物、与水厂现有工艺与设备相结合、快速反应、便于实施、经济安全的供水应急处理技术和工艺参数。

1.3 《技术指导手册》的主要内容

《技术指导手册》的主要内容是城市供水系统应对水源受到不同类型突发性污染时的应急净水技术，根据污染物特性、应急处理技术要求，将应急处理体系分为以下五类关键技术，并分章节论述。

（1）应对可吸附污染物的活性炭吸附技术，通过采用具有巨大比表面积的粉末活性炭、颗粒活性炭等吸附剂，将水中的污染物转移到吸附剂表面从水中去除，可用于处理大部分有机污染物。

(2) 应对金属和非金属污染物的化学沉淀技术,通过投加药剂(包括酸碱调整 pH 值、硫化物等),在适合条件下使污染物形成化学沉淀,并借助混凝剂形成的矾花加速沉淀,可用于处理大部分金属和部分非金属等无机污染物。

(3) 应对还原性污染物的化学氧化技术,通过投加氯、高锰酸盐、臭氧等氧化剂,将水中的还原性污染物氧化去除,可用于硫化物、氰化物和部分有机污染物。

(4) 应对微生物污染的强化消毒技术,通过增加前置预消毒延长消毒接触时间,加大主消毒的消毒剂量,强化对颗粒物、有机物、氨氮的处理效果,提高出厂水和管网剩余消毒剂等措施,在发生微生物污染和传染病暴发的情况下确保城市供水安全。

(5) 应对藻类暴发引起水质恶化的综合应急处理技术,通过针对不同的藻类代谢产物和腐败产物采取相应的应急处理技术,并强化除藻处理措施,保障以湖泊、水库为水源的水厂在高藻期的供水安全。

放射性污染物的处理需要由辐射防护和处理的专业人员进行。受到污染的水体一般不能继续使用,可采用化学沉淀等方法将污染物富集分离,水体可采用大量供水稀释的方法降低污染风险。在本文中不作专门讨论。

各种污染物的水质标准和推荐的应急处理技术汇总在附录 1 中。表中共列出了 179 种污染物指标(包括藻类、硫醇硫醚等 6 种非标准污染物),其中有 153 种属于有毒有害物质,需应急处理;另外 26 种属于非应急项目,包括感官和综合指标、混凝剂残余指标、消毒剂指标和放射性指标。

153 种应急处理项目中除硼、硝酸盐、总氮、氨氮之外均提出了应急处理技术。112 种应急处理项目进行了研究测试,未研究测试的 41 种多属于地表水环境质量标准,供水行业很少开展,测试方法尚未建立。在测试的项目中,有 101 种污染物可以被有效应急处理,并给出了相关工艺参数;有 11 种污染物的应急处理效果很差,有待进一步研究其他可行的技术,同时也需要严加防范。

2 应对可吸附污染物的应急吸附技术

活性炭是水处理中常用的吸附剂，根据活性炭的形态和使用方法，活性炭又分为粉末活性炭（Powdered Activated Carbon，英文简称 PAC，中文简称粉末炭）和颗粒活性炭（Granular Activated Carbon，英文简称 GAC，中文简称颗粒炭），在应急处理中可采用粉末炭投加法和炭砂滤池改造法两种技术。

对于粉末活性炭投加法，主要的技术参数是投加量和吸附时间，可以通过开展吸附容量试验和吸附速率试验来确定（试验方案可参考附录 2）。同时还必须考虑水源水中其他污染物的竞争吸附、投加设备的操作偏差等因素，在确定实际投加量时要留有充足的安全余量。

对于颗粒活性炭改造炭砂滤池法，主要的技术参数是确定炭层对污染物的最大承受负荷和穿透时间。最大承受负荷可采用炭柱试验，根据不同进水浓度和滤速下的吸附带高度来确定。炭层穿透时间试验所需时间较长，在应急时期的短时期内无法完成，可根据静态吸附容量试验估算，并在事故中进行跟踪测定。

粉末活性炭吸附技术实施方便，对正常生产基本没有影响；而采用颗粒活性炭进行炭砂滤池改造工作量大、时间长、需停水改造，因此在应急实施中通常采用粉末活性炭吸附技术。

2.1 活性炭对污染物的吸附特性

2.1.1 基本特性

活性炭是通过把制炭原材料在几百摄氏度下炭化之后，再进行活化而制成的。炭化是在惰性气体氛围中进行，原材料经过热分解释放出挥发性组分而形成炭化产物，此时炭化产物的比表面积很小，每克炭只有几十平方米。如要制得具有发达孔隙及高比面积的活性炭，需要进一步将炭化产物活化。活化过程中，活性炭微晶间的强烈交联形成的发达微孔结构会被扩大形成许多大小不同的孔隙，这时巨大的表面积和复杂的孔隙结构也逐渐形成。

活化工艺是活性炭生产的关键工艺，主要分为化学品活化法和气体活化法。在化学品活化法中，利用氯化锌活化可以得到较多大孔，磷酸活化可使活性炭具有更细的微孔，氢氧化钾活化可获得非常高的多孔性，比表面积可达 $3000\text{m}^2/\text{g}$ 。在目前的活性炭生产上，气体活化法应用较广泛，以水蒸气、二氧化碳或水蒸气和二氧化碳的混合气为活化剂，在 $800\sim 1000^\circ\text{C}$ 高温下活化，便可制得细孔发达的活性炭，比表面积一般为 $800\sim 1300\text{m}^2/\text{g}$ 。