

水务行业技术工种培训教材

安全用氯

深圳市水务（集团）有限公司 编著



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

水务行业技术工种培训教材、

安 全 用 氯

深圳市水务（集团）有限公司 编著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全用氯/深圳市水务 (集团) 有限公司编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2005
水务行业技术工种培训教材
ISBN 7-112-07339-1

I. 安... II. 深... III. 氯-应用-饮用水-
水消毒-技术培训-教材 IV. TU991.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 056892 号

责任编辑: 田启铭

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 关 健 张 虹

水务行业技术工种培训教材

安 全 用 氯

深圳市水务 (集团) 有限公司 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光排版厂制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 6 $\frac{3}{4}$ 字数: 158 千字

2006 年 1 月第一版 2006 年 1 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 12.00 元

ISBN 7-112-07339-1

(13293)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

水务行业技术工种培训教材

组织编写单位：深圳市水务（集团）有限公司

编写委员会：

主	编：	黄传奇				
主	审：	梁相钦				
成	员：	韩德宏	刘振深	郑庆章	闫振武	杜红
		姚文或	李庆华	陆坤明	张金松	钟坚
		廖强	李德宏	吴小怡		
编写组长：	柴培英					
编写人员：	徐辅萍	姚青	柴培英	王垦宇	杨旭良	
	曾瑞恒	李锋	曾旭	张宏	王春光	
	钟雯					

出版说明

为贯彻《建设部关于〈中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定〉的意见》，落实建设部、劳动和社会保障部《关于建设行业生产操作人员实行资格证书制度的有关问题的通知》（建人教〔2002〕73号）精神，加快提高城市水务行业生产操作人员素质，培养高素质的水务技能人才，深圳市水务（集团）有限公司组织编写了“水务行业技术工种培训教材”。

本套教材共13本，包括：安全用氯、供水管道检漏工、机泵运行工、供水调度工、供水营销员、供水仪表工、水表装修工、水质检验工、净水工、水务电工、供水管道工、污水处理工、下水道工。

本套教材注重结合水务行业的工作实际，充分体现水务行业的工作特点，重点突出技能训练要求，注重实效，既体现了现代供水企业的技术操作要求，又兼顾了国内的实际发展水平，对我国供水事业的发展，具有很强的指导意义。

本套培训教材由中国建筑工业出版社出版发行。

前 言

液氯是目前在水厂生产过程中广泛使用的消毒剂,属于Ⅱ级(高度危害)物质。为了增强企业领导和操作人员的安全生产意识,防止由于缺乏安全教育和必要的安全知识、技能而引起伤亡事故,推动安全生产工作,我集团组织编写了这本《安全用氯》教材。

本书根据编者从事水厂生产管理工作和工人职业技能培训的经验,并结合供水行业消毒技术、设备及应用情况编写而成。全书按内容分为四部分:第一部分系统地介绍了氯消毒理论、氯消毒投加设备及漏氯事故处理,其中许多实际操作要领和故障分析处理,凝结了编者多年来的实践心得。第二部分安全教育,我们选编了20多宗液氯事故的典型案例,强调操作人员应严格按照安全规程进行操作,把安全放在第一位。第三部分介绍了我国有关的安全管理条例、法规、制度等。第四部分是为巩固安全技术知识和操作技能而编写的题库。

本书由钟雯编写,陆坤明审稿。

本书在写作过程中得到了戴少艾、李德宏、魏艾、刘小东、孟华等同志的大力帮助,王秋生、李三中、全继萍、朱卫方、曾旭等同志为本书提出了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

因时间仓促、编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请指正。

编者

目 录

第一部分 消毒技术

第一章 氯消毒	1
第一节 氯的性质	1
第二节 氯消毒	2
第三节 加氯量和剩余氯	6
第四节 过量氯消毒的处理	8
第二章 氯瓶	10
第一节 氯瓶的构造	10
第二节 氯瓶的使用	13
第三节 氯瓶使用中常见故障及排除	16
第三章 加氯机	21
第一节 ZJ 型转子加氯机	21
第二节 负压式真空加氯机	23
第三节 其他型式的加氯机	27
第四章 常用防护设施和急救药品	30
第一节 泄氯自动回收装置	30
第二节 氯气捕消器	32
第三节 活性炭滤毒罐防毒面具	33
第四节 正压式空气呼吸器	34
第五节 液氯的消防器具	36
第六节 常备防护用品及急救药品	38
第五章 其他消毒法	40
第一节 氯胺消毒	40
第二节 二氧化氯消毒	42
第三节 臭氧消毒	44
第四节 其他常用消毒剂	46
第六章 事故处理	48
第一节 漏氯事故应对措施	48
第二节 氯气中毒的急救	49
第三节 漏氯事故调查处理	51

第二部分 安全教育

第一章 安全教育和安全检查	57
第二章 典型液氯事故案例	60

第三部分 安全管理有关规定

一、化学危险物品安全管理条例及实施细则	63
二、氯气安全规程 (GB 11984—89)	73
三、城镇供水厂运行、维护及安全技术规程 (CJJ 58—94) (节选)	78
四、剧毒物品品名表选编	79
五、某省关于加强液氯安全管理的通知	81

第四部分 加氯岗位安全知识题库

一、氯消毒技术题库	84
二、安全管理制度题库	93

第一部分 消毒技术

第一章 氯 消毒

第一节 氯 的 性 质

氯 (Cl_2) 是一种黄绿色并具有强烈刺激性气味的窒息性气体, 有剧毒。原子量 35.45, 分子式 Cl_2 , 分子量 70.9, 密度为 2.486kg/m^3 (空气的密度约为 1.2kg/m^3)。在 1 个大气压下, 温度为 0°C 时, 每升氯气质量为 3.22g, 约为空气质量的 2.5 倍。

氯气是一种易液化的气体, 在常压下降温至零下 33.6°C 或常温下加压至 6~8 个大气压, 氯即转化成液体, 习惯上称为“液氯”, 液氯为黄色透明液体。每升液氯的质量为 1468.4g, 约为水的 1.5 倍。同样质量的液氯体积比氯气小 456 倍, 因此, 为便于储存和运输, 自来水厂消毒时使用的氯气都要在工厂中加压成液氯。

氯在水中的溶解度与温度成反比。见表 1-1。

表 1-1

温度 ($^\circ\text{C}$)	0	10	20	30
溶解度 (g/L)	14.6	9.97	7.29	4.59

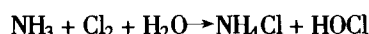
10°C 以下时, 在氯的饱和溶液中会析出氯的水化结晶物 ($\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), 呈黄色, 称为“氯冰”。这种现象会造成加氯管阻塞, 因此, 加氯设备在冬季时必须防寒。

液氯在挥发成气体时, 每公斤需吸收 281kJ 热量, 当液氯钢瓶周围空气中热量不能满足液氯气化时, 钢瓶外壳上会产生露水, 继而结霜, 影响液氯挥发。为解决这个问题, 生产上常以自来水浇洒氯瓶外壳的方法供给液氯气化所需的热量, 防止结霜。

氯是一种很活泼的元素, 在自然界中并不存在, 但在许多化合物中却分布很广泛。在常温下, 干燥氯气不与铁、铜、镍、铂、银和金等金属发生化学反应, 但可与铝、砷、汞、硒、碲、锡和钛等金属直接反应。当温度高于 65°C 时, 氯气能与铁等起反应。湿氯因为水解形成盐酸和次氯酸, 因此对一般金属有极强的腐蚀性, 仅金、铂、银和钽能抵抗。因此, 液氯钢瓶内不能受潮或进水。贮于钢瓶中的液氯须预先经过干燥处理, 使含水量控制在 0.06% 以下。

氯虽不能自燃, 但能助燃。粉状、海绵状或丝状的铋、砷、铋、硼、铜、铁、磷和它们的某些合金, 在氯气中可以自燃。氯与氢、氧、乙炔、甲烷等气体以及许多有机物溶剂、油脂类等有机物迅速反应, 并放出大量热, 因此运输、贮存过程中必须特别防止接近这类物质, 以避免引起火灾。

氯与氨在空气中很快地化合生成氯化铵，产生白色“烟雾”，反应方程式如下：



白色“烟雾”是氯化铵微粒所组成。自来水厂常用浓氨水熏找漏氯点，即是利用氯的这一特性。

氯气是具有强烈刺激的窒息性有毒气体，对人的生理组织有害，特别是对呼吸系统伤害很大，能引起气管痉挛或产生肺水肿而导致窒息死亡，因此，在使用氯气时，应特别重视安全问题。

氯气对人体的毒害情况见表 1-2。

表 1-2

空气中氯的浓度		毒 性
mg/m ³	ppm	
30000	10000	一般过滤性防毒面具失去保护作用
3000	1000	深吸入少许可能危及生命
300	100	可能造成致命性损害
120 ~ 180	40 ~ 60	接触 30 ~ 60min 可能引起严重损害
90	30	引起剧咳
18	6	刺激咽喉
3 ~ 9	1 ~ 3	有明显气味，刺激眼、鼻
0.6 ~ 1.5	0.2 ~ 0.5	略有气味，无长期有害作用
0.06	0.02	嗅觉浓度

第二节 氯 消 毒

一、消毒的意义

城镇供水所用的水源，一般为地表水或地下水。任何地表水或多或少都受到过生活污水和工业废水的污染，就是已经通过混凝沉淀、过滤等净化处理，仍不能把有害的细菌、病原菌及其他微生物完全去除。地下水水质比地表水好，外观清洁透明，无需混凝、沉淀、过滤处理，但浅层地下水如大口井、渗渠等因离地表面近，容易受到周围环境、特别是生活污水的影响和污染，这些有害的细菌，成为对人体有害物质的传播介质。

在世界自来水发展史上曾发生过多起通过饮用水传播伤寒、霍乱、肝炎等介水传染病事件，造成了十分严重的社会问题。2002 年世界卫生组织列出威胁人类健康的 10 大“杀手”之一就有“饮用不卫生水”。报告中指出，“全世界每年有 170 万人因饮用不洁净的水而死亡。不卫生饮用水会导致人们腹泻和其他疾病，最终死亡。饮用前对水消毒是最廉价并有效的办法”。

每个从事供水事业的企业和员工都肩负着供应合格的自来水的责任，掌握好净水工艺中的每一个环节，提高技术水平，保障饮用水的卫生安全是非常重要的。

二、消毒的目的

为了保障人民的身体健康，防止介水传染病的传播，生活饮用水中不应含有致病微生物——其中主要是细菌性病原微生物和病毒性微生物。

在给水处理中，消毒工艺的目的在于杀灭水中病原菌、病毒和其他致病微生物。水中的细菌大多数粘附在悬浮颗粒上，水经过混凝、沉淀和过滤等工艺可去除大多数细菌和病

毒，而消毒是保证水质的最后一关。

我国《生活饮用水卫生标准》规定，在 37℃ 培养 24h 的水样中，细菌总数不超过 100 个/mL，大肠菌群不超过 3 个/L，游离性余氯在接触 30min 后不低于 0.3mg/L，管网末梢水不低于 0.05mg/L。

在对“消毒”一词的含义的理解上，有两点需强调：

1. 消毒是针对病原微生物和其他有害微生物的，并不要求清除或杀灭所有微生物。
2. 消毒是相对的而不是绝对的，它只要求将有害微生物的数量减少到无害的程度，而并不要求把所有有害微生物全部杀灭。

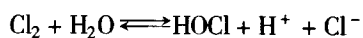
三、消毒的方法

消毒方法有物理法和化学法两类：物理方法包括加热、紫外线消毒和超声波消毒等。化学方法则采用投加药剂，有三种类型：(1) 氧化剂，如用氯、次氯酸钠或其他卤素化合物和臭氧等；(2) 重金属阳离子如银盐；(3) 气体消毒剂，广泛采用的有甲醛、环氧乙烷、乙丙酸丙酯，一般是用于医院和船舶上的定期消毒。在给水消毒上对第(2)类型只限使用于科研或有特殊要求的单位。目前，在给水处理中应用最广的是氯消毒。

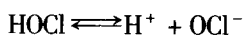
四、氯消毒原理

1. 水中无氨氮存在时

氯气加入水中后，产生一系列化学变化。氯很快的产生水解，生成次氯酸 (HOCl)，其反应式如下：



次氯酸是一种弱电解质，它按下式分解成 H^+ 和 OCl^- ：



对于消毒机理，近代认为，次氯酸 (HOCl) 起了主要消毒作用。

次氯酸根离子 (OCl^-) 带负电荷，而细菌表面同样带负电荷，由于电斥力作用，它很难靠近细菌表面，因而消毒效果很差。次氯酸 (HOCl) 是分子量很小的中性分子，不带电荷，能很快地扩散到细菌表面，并透过细胞壁与细胞内部的酶起作用，破坏酶的功能。“酶”是一种蛋白质成分的催化剂，它存在于所有细胞中，数量虽然很少，但对于吸收葡萄糖，促进新陈代谢作用，维持细胞生存，起了极其重要的作用。次氯酸 (HOCl) 破坏酶从而达到杀菌的作用。生产实践表明，pH 值越低，消毒作用越强，充分证明次氯酸 (HOCl) 是消毒的主要因素。

水中次氯酸和次氯酸根的相对数量与 pH 值有关，由图 1-1 可知，pH 值保持在 6.0 ~ 7.0 之间，次氯酸 (HOCl) 在水中的含量很高，消毒效果是比较理想的。当 pH 在 7 以下时，次氯酸 (HOCl) 占压倒优势；pH = 7.4 时 (20℃) 次氯酸 (HOCl) 与次氯酸根离子

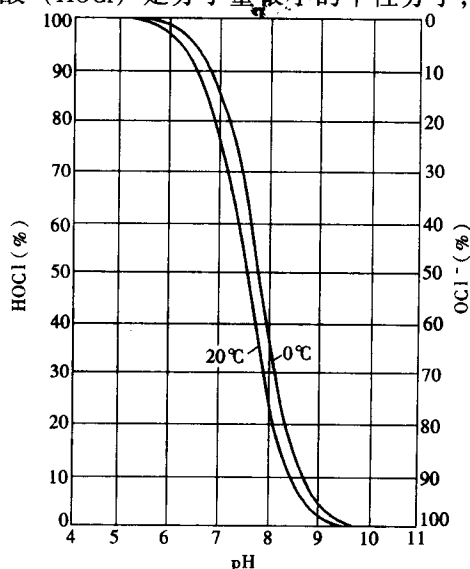


图 1-1 不同 pH 和水温时水中 HOCl 与 OCl^- 的比例

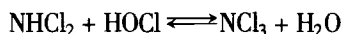
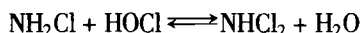
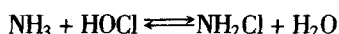
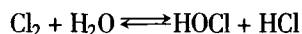
(OCl^-) 含量相等; pH 在 7.5 以上, 次氯酸根离子 (OCl^-) 占主要地位; 当 $\text{pH} > 9.5$ 时, 则几乎全是次氯酸根离子 (OCl^-)。综上所述, 为保证良好的消毒效果, 应使水中次氯酸的含量保证在较高水平, 因此加氯消毒时控制好水的 pH 值是很重要的。

当水中无氨氮存在时, 加氯消毒后, 水中存在的氯气 (Cl_2)、次氯酸 (HOCl) 和次氯酸根 (OCl^-) 的总和称为“游离性余氯”。此时向水中加入邻甲苯胺 (O.T) 后, 能迅速显色 (溶液显黄色), 因此, 净水工称之为“快水”。

游离性余氯消毒能力较强, 但维持时间不长, 遇水中有酚存在时, 易产生“氯酚臭味” (强烈厌恶气味, 类似苯的味道)。

2. 当水中存在氨氮时

以上讨论是基于水中没有氨氮成分。实际上, 很多地表水源中, 由于有机污染而含有一定的氨氮。氯加入这种水中, 产生如下的反应:



从上述反应可见: 水中存在次氯酸 HOCl 、一氯胺 NH_2Cl 、二氯胺 NHCl_2 、三氯胺 NCl_3 , 它们在平衡状态下的含量比例决定于氨、氯的相对浓度、pH 值和温度。一般来讲, 当 pH 值大于 9 时, 一氯胺 NH_2Cl 占优势; 当 pH 值为 7.0 时, 一氯胺 NH_2Cl 和二氯胺 NHCl_2 同时存在, 近似等量; 当 pH 值小于 6.5 时, 主要为二氯胺 NHCl_2 ; 而三氯胺 NCl_3 只有在 pH 值低于 4.5 时才存在。

一氯胺 NH_2Cl 及二氯胺 NHCl_2 的杀菌能力强, 而二氯胺 NHCl_2 又优于一氯胺 NH_2Cl , 三氯胺 NCl_3 则不起消毒作用, 且具有恶臭味 (水中三氯胺的含量达到 0.05mg/L 时, 已使人不能忍受)。一般自来水中不太可能产生三氯胺, 而且它在水中溶解度很低, 不稳定且易气化, 所以三氯胺的恶臭味并不引起严重问题。

当水中有氨氮存在时, 加氯消毒后, 水中存在的一氯胺 NH_2Cl 、二氯胺 NHCl_2 、三氯胺 NCl_3 的总和称为“化合性余氯”。此时向水中加入邻甲苯胺后需 5 ~ 10min 才能显色 (水温低于 10°C 时, 显色时间需 15min 或更长), 因此, 净水工称之为“慢水”。

氯胺消毒时, 因氯胺与有机物不起作用, 故不产生异味, 遇水中有酚类物质存在时, 也不会产生“氯酚臭味”。

氯胺的杀菌速度比游离性余氯慢, 故净水消毒时, 需要较长的接触时间, 才能达到预期的效果 (一般地, 氯胺消毒时要求氯与水的接触时间不少于 2h)。

水中存在的游离性余氯 (或称自由性余氯) 和化合性余氯 (或称结合性余氯) 的总和称为总余氯。

五、影响加氯效果的因素

氯消毒效果好坏取决于许多因素, 主要有以下几个方面:

1. pH 值

水的 pH 值对消毒效果有很大的影响。因为加氯消毒效果的好坏主要看加氯后水中生成次氯酸的多少 (在氯消毒原理中我们已经讨论过)。因此, 为了提高消毒效果, 控制水

中 pH 值不大于 7.4 是很重要的。

2. 水温

水温对杀菌效果的影响不仅仅体现在余氯损耗上,更体现在对消毒效果本身的影响上。一般夏季水温高,余氯消耗大,往往需要提高清水池的余氯量。

3. 接触时间

接触时间长,有利于充分杀菌。一般要求氯与水的接触时间不少于 30min (氯胺消毒要求不少于 2h),但过长的接触时间会使余氯消失。

4. 加氯量

同样条件下,增加加氯量会提高消毒效果。但余氯不宜过大,否则不但浪费氯气,而且使水呈明显氯味,容易使用户反感。

5. 浑浊度

水浑浊说明水中杂质多,更多的病菌、病毒及其他有害物质往往依附在产生浑浊度的杂质之中,遇到这种情况则要增加加氯量。

六、加氯点选择

加氯点选择要根据原水水质情况,净水设备情况,因地制宜,合理选择。一般有以下几种。

1. 滤后加氯

(1) 加氯点选在过滤后流入清水池前的管道中间或清水池入口处。

(2) 滤后加氯适应于一般水质的水源。由于水中大量杂质已被沉淀和过滤所去除,加氯只是为了杀灭残存的细菌和大肠杆菌。

(3) 滤后加氯,水在清水池中最少停留半小时以上,但不宜过长,以免剩余氯自行消失。

2. 滤前加氯

(1) 加氯点可以在滤池前的任何位置。

(2) 滤前加氯适应于水中有机物较多,色度较高、有藻类滋生的水源。采用滤前加氯既可以充分杀菌,还可以提高混凝、沉淀效果,防止沉淀池底部污泥腐烂发臭或滤池与沉淀池池壁滋生青苔。

(3) 此种方法加氯量较大。

3. 滤前滤后同时加氯

在生产中可根据实际情况,同时选用滤前滤后加氯方式。

4. 管网中途补充加氯

当城市管网延伸很长、管网末端的剩余氯难以保证时,需要在管网中途补充加氯。这样既能保证管网末梢的余氯,又不致使水厂附近管网中的余氯过高。

管网中途加氯的位置一般都设在加压泵站。

当水中存在有机物时,氯的投加量越高,投加点越在前面(尤其是沉淀前加氯),产生的卤代烃也越多,副作用也越大。因此加氯的基本原则应是在管网余氯达到规定标准,并使细菌、大肠菌数值达到目标的前提下,加氯量尽量减少,加氯点尽量往后道工序挪移,以减少消毒副产物的形成。

第三节 加氯量和剩余氯

对于生活饮用水处理来说,控制加氯量是一个很重要的问题,加氯量过多不仅是浪费,而且会使水产生氯臭,给人一种不愉快的感觉;加氯量不足,则达不到消毒杀菌的效果。水中加氯,不但能杀死细菌,而且氯还和水中的有机物起作用,使水的色度、浊度、臭味得到进一步改善。加氯量的多少,除了要满足对水的消毒以及氧化有机物外,还应考虑维持一定的余氯,用以抑制水中残存细菌的再度繁殖、防止水在管网中再度受到污染。

一、需氯量

加氯工最重要的任务是控制加氯量和水中的剩余氯量,正确的做到这一点需要进行需氯量试验来完成。掌握需氯量试验的方法,对于维护、管理水厂水处理工艺的运行及应对水质突发事件有着十分重要的意义。

需氯量是指加氯消毒时,用于杀死细菌、氧化有机物和还原性物质等所消耗的氯量,单位为毫克/升 (mg/L)。

下面就简单介绍一下需氯量的测定方法:

1. 取 4 个 500mL 具塞玻璃瓶,分别注入 400mL 水样。
2. 吸取标准氯水,分别按有效氯 1mg/L、1.5mg/L、2.0mg/L、2.5mg/L 加入上述四个玻璃瓶中,摇匀,加盖。
3. 静置 30min,测定各瓶余氯量。
4. 计算:需氯量 (mg/L) = 投加氯量 - 余氯量。

最后鉴定:投加氯量最小,还有剩余氯时,则取该数计算水样的需氯量。最好同时以细菌检验配合,所得需氯量更为确切。

投加到水中的氯,在生产过程中可能损耗一部分,其损耗量与季节、水温有关。故在生产实践中,分季节测定“氯损耗量”,再结合本厂生产要求所需的出厂水余氯量要求范围(取其高值),即得出我们所要求的“加氯量”。计算公式如下:

$$\text{加氯量 (mg/L)} = \text{需氯量} + \text{氯损耗量} + \text{余氯要求量}$$

根据加氯量,按每小时处理水量即可得出生产所需的投氯量。即:

$$\text{投氯量 (kg/h)} = [\text{处理水量 (m}^3/\text{h)} \times \text{需氯量 (mg/L)}] \div 1000$$

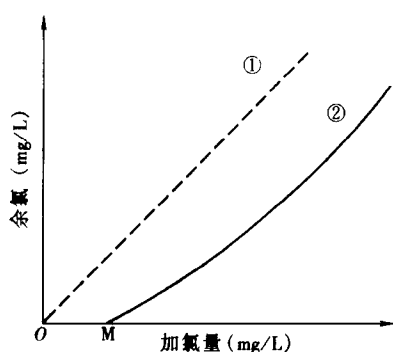


图 1-2 加氯量与余氯的关系

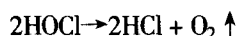
二、加氯量与剩余氯的关系

1. 如水中无细菌、有机物和还原性物质等,则需氯量为零,加氯量等于剩余氯量。如图 1-2 中所示的虚线①,该线与坐标成 45°交角。

2. 事实上天然水特别是地表水源会受到有机物的污染,氧化这些有机物要消耗一定的氯(即需氯量)。加氯量必须超过需氯量,才能保证水中剩余一定的氯。当水中有机物较少,而且主要不是游离氨和含氮化合物时,需氯量 OM 满足以后水中才会出现余氯。如图 1-2 中所示的实线②,这条曲线与横坐标交角小于 45°,其原因是:

(1) 水中有机物与氯作用的速度有快慢，在测定余氯时，有一部分有机物尚在继续与氯作用中。

(2) 水中余氯有一部分会自行分解，如次氯酸由于受水中某些杂质或光线的作用，产生如下的催化分解：



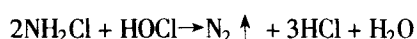
3. 当水中的有害物质主要是氨和含氮化合物时，消毒情况则比较复杂。如图 1-3，当起始的需氯量 OA 满足以后，加氯量增加，剩余氯也增加（折线 AH 段），但后者增长得慢一些。到某一加氯量后，虽然加氯量增加，余氯量反而下降，如 HB 段， H 点称为峰点。此后随着加氯量的增加，剩余氯也增加，如 BC 段， B 点称为折点。

右图中，折线 $AHBC$ 与斜虚线间的纵坐标值 b 表示需氯量；折线 $AHBC$ 的纵坐标值 a 表示余氯量。折线可分为四个区，分述如下：

在第一区即 OA 段，这表示水中杂质把氯消耗，余氯量为零，需氯量为 b_1 。这时虽然也能杀死一些细菌，但消毒效果不可靠。

在第二区即折线 AH 段。加氯后，氯与氨发生反应，有余氯存在，所以有一定消毒效果，但余氯为化合性余氯，其主要成分是一氯胺。

在第三区即折线 HB 段，仍然产生化合性余氯，但由于加氯量增加了，将发生下列化学反应：



反应结果使氯胺被氧化分解成一些不起消毒作用的化合物，余氯反而逐渐减少了，直到最低的折点 B 点。

超过折点 B 点以后，进入第四区，即折线 BC 段。此后已经没有消耗氯的杂质了，此时出现自由性余氯，该区消毒效果最好。

从整个折线看，到达峰点 H 时，余氯最高，且全部是化合性余氯。到达折点 B 时，余氯最低。如继续加氯，余氯增加，所增加的全部是自由性余氯。

加氯量达到折点需要量时称为折点氯化。

当原水受到严重污染，采用普通的混凝沉淀、过滤及一般加氯量的消毒方法都不能解决时，折点加氯法的效果却很显著。

折点加氯法具有以下优点：

- (1) 使水的色度大大降低；
- (2) 能去除水中的恶臭；
- (3) 去除水中酚、铁、锰等杂质效果明显；
- (4) 能降低水中有机污染总含量；

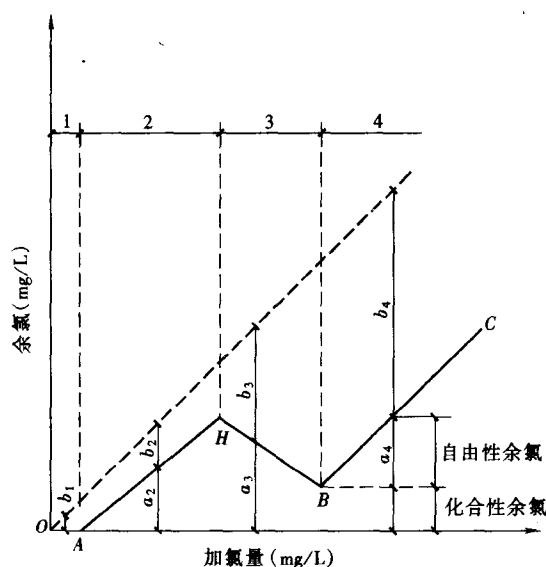


图 1-3 折点加氯

(5) 能促进混凝，减少混凝剂用量；

(6) 折点氯化能控制藻类滋生。

此外，由于折点加氯的加氯量很大（可达 20~30mg/L 或更高），将在水中产生大量的氢离子（ H^+ ），大大降低水的 pH 值。为了防止出厂水 pH 值过低，腐蚀管网及影响用户使用，必须加碱以调整 pH 值。

经折点氯化的水中，余氯往往含有三氯胺 NCI_3 （除非 pH 稍高），这些成分会使水具有讨厌的氯臭。为了控制这些成分所引起的不良影响，必须对经折点氯化的水，采取部分脱氯或完全脱氯措施。

三、加氯量自动控制

一般的，加氯量有两种控制方法：

1. 用水流量控制加氯量（比例法）：由安装在给水管道上的流量计的信号，按水量和加氯量的比例实现加氯量的投加控制。

2. 在用水流量控制的同时，通过连续剩余氯检测仪的信号反馈来进行加氯量的调节。加氯机上有伺服电动机与自动控制系统相连，进行自动操纵调节。

一般的，用比例法控制滤前加氯量，滤后加氯量在比例法控制的同时，增加出水余氯值来调节，加氯控制见图 1-4：

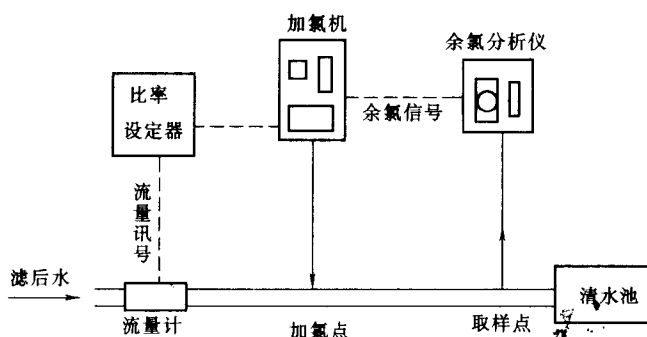


图 1-4 加氯控制图

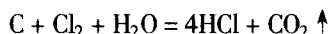
实施加氯自动化要选用质量可靠的余氯仪、药剂加注设备和计算机，以保证工作可靠性。

第四节 过量氯消毒的处理

当加氯消毒后，若水中留有过量的氯，将影响饮用和工业生产，须在出厂前设法去除，使其达到允许的浓度范围。脱氯的方法很多，下面介绍主要的几种。

一、活性炭法

活性炭可用无烟煤、木炭或果壳等材料制成，因其具有无数孔隙和巨大的表面积，因而有强烈的吸附作用。氯与无机炭反应大体上与有机炭相同，反应快，反应式如下：



在国外水处理工艺中，为了提供高品质自来水，应用活性炭去嗅、去色十分广泛；相

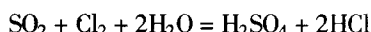
比之下，国内自来水厂水处理中应用较少，但家庭用活性炭净水器的却日益广泛，它不仅用于除臭、去色，还可去除重金属、微量有机污染等有害物质。

在自来水厂应用活性炭时，可采用两种方法：一是可设立活性炭滤池。滤料铺设厚度约为 2.5m，活性炭粒径 1.5 ~ 2.5mm。含过量氯的水以 20 ~ 30m/h 的滤速通过活性炭滤层，即可达到脱氯的目的。二是采用投加粉末活性炭的方式。一般地，粉末活性炭可投加在反应池前，投加方式与混凝剂的投加相同。

自来水厂在选择活性炭时应通过实验比较，选用适宜的活性炭。因为用无烟煤、木炭或果壳等不同原料制得的活性炭，其吸附效果差别很大，价格也比较悬殊。

二、二氧化硫法

水厂中一般使用液体二氧化硫罐装钢瓶，与加氯一样经气化后计量投加。二氧化硫气体呈无色，具强烈刺激味，当人吸入二氧化硫时，将剧烈地刺激上呼吸道黏膜。二氧化硫易溶于水，与氯作用迅速，反应如下：



反应产物为硫酸和盐酸。

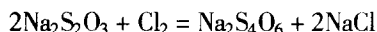
用二氧化硫去氯的优点是投加、调节剂量方便。掌握投氯技术的操作者经过训练后即能容易地掌握好二氧化硫的投加方法。罐装液体二氧化硫纯度高，无杂质。

采用二氧化硫去氯工艺时应考虑投氯、去氯后对水的 pH 值影响，必要时要调节水的 pH 值，防止低 pH 值的水对金属管道的腐蚀。

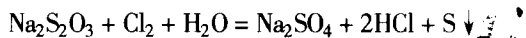
三、硫代硫酸钠法

硫代硫酸钠是无色易溶于水的晶体，在水中硫代硫酸钠与氯反应迅速。

当硫代硫酸钠过量时，反应如下：



当硫代硫酸钠不足时，则发生：



反应后有硫析出，这是不希望发生的事。故投加硫代硫酸钠去氯时要控制好比例，最好进行试验，以求出科学合理的投加量。