

中外饮料配方三百例

zhōng wài yǐn liào pèi fāng sān bǎi lì

及生产工艺管理

jí shēng chǎn gōng yì guǎn lǐ

主编 杜方

学苑出版社

中外饮料配方三百例 及生产工艺管理

主 编 杜 方

学 苑 出 版 社

内 容 提 要

近年来我国人民饮食消费结构发生了较大的变化, 饮料制品已成为人民生活中不可缺少的重要组成部份。估计到 1990 年全国人均消费饮料可达 3 公斤; 城市人均消费量可达 15 公斤以上。

鉴于我国饮料工业起步较晚, 工艺水准、产品种类、生产能力与日益增长的市场需求不相适应。出版本书旨在为现有的国营、集体、乡镇企业及个体饮料厂和即将投产、或准备筹建的饮料厂提供有关生产、工艺、管理的基本知识; 提供中外饮料配方 300 余例做为开发产品的参考。(配方中有液体、固体、含醇、无醇) 内容广泛、丰富。生产单位可以根据本地自然资源, 因地制宜, 有的放矢地生产具有地方特色的产品, 以满足广大消费者的需求。

为了方便家庭生活及饭店、冷饮店营业的需要, 也选择了边做边食用的冷饮配方。

在饮料生产工艺、检验、管理程序方面本书进行了定性和定量分析; 对包装容器和设备的选用也有详细的介绍。因此, 适合企业管理人员、技术人员、卫生检验人员及各级卫生防疫部门参考使用。

为了适应发展外向型企业的需要, 书后专门节选了: 美国、联邦德国、日本、罗马尼亚, 四个国家的食品卫生法规作为参考, “知己知彼” 使产品走向国际市场。

中外饮料配方 300 例 及生产工艺管理 杜 方 编

学 苑 出 版 社 出 版

(北京西四柳荫胡同 4 号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 25.5 字数 653 千字

1989 年 1 月第一版

1989 年 1 月第一次印刷

印数: 00001—10000

ISBN7-80160-106-4/TS·2

定价: 9.85 元

目 录

国外 饮料生产与消费概况.....	(1)
我国饮料 生产与消费概况.....	(1)
饮料用水及水处理:	
一、天然水的分类及其特点.....	(3)
二、天然水中的杂质.....	(3)
三、饮料用水的水质要求.....	(5)
混凝与过滤:	
一、混凝.....	(7)
二、水的过滤.....	(8)
三、砂滤棒过滤器.....	(11)
石灰软化法:	
一、石灰软化.....	(11)
二、石灰——纯碱软化处理.....	(13)
电渗析法、反渗透法处理水.....	(14)
离子交换软化法.....	(18)
水的消毒.....	(22)
原辅材料:	
甜味料(剂).....	(25)
酸味剂.....	(29)
香料和香精.....	(31)
色素.....	(43)
防腐剂.....	(47)
抗氧化剂.....	(48)
酶制剂.....	(49)
二氧化碳.....	(52)
√碳酸饮料糖浆的制备和配合	
√原糖浆的制备.....	(55)
√果味糖浆的原料和配合	
√一、果味糖浆的原料.....	(58)
√二、糖浆的配合.....	(60)
三、配方.....	(62)
四、其它配方举例.....	(64)
五、常见质量问题及原因.....	(66)
碳酸化	
影响碳酸化作用的因素.....	(71)

✓碳酶酸化的方式与设备	(75)
调和系统与调合器	
调和方式	(78)
糖浆加料机与调和器	(79)
装瓶生产线	
洗瓶	(80)
灌装封盖	(82)
其它设备	(85)
其它饮料	
混合果实饮料	
原料果汁的特性	(88)
混合天然果汁	(89)
混合果汁饮料和混合果肉饮料	(91)
乳性饮料	
乳性饮料的分类和种类	(94)
咖啡乳饮料	(95)
一、原料	(95)
二、调配顺序	(97)
三、配方	(97)
四、装填和杀菌	(98)
其它乳饮料:	
一、水果乳饮料	(99)
二、加果汁的乳菌饮料	(100)
三、巧克力乳饮料和蛋乳饮料	(102)
四、乳饮料用的稳定剂	(102)
酸乳制品	(103)
杀菌乳酸菌饮料制造工艺	(112)
豆奶饮料	
大豆的化学成分	(118)
豆奶的营养和分类	(119)
大豆酶类和抗营养因子	(120)
提高豆奶的质量与蛋白质回收问题	(121)
豆奶生产的基本工序	(122)
国外豆奶生产范例	(126)
固体饮料	
固体饮料概述	(128)
果汁型固体饮料	(129)
一、果汁型固体饮料质量要求	(129)
二、果汁型固体饮料的主要原料	(130)

三、果汁型固体饮料的主要设备·····	(131)
四、果汁型固体饮料生产工艺·····	(131)
蛋奶型固体饮料 ·····	(132)
一、蛋奶型固体饮料质量要求·····	(133)
二、蛋奶型固体饮料的主要原料·····	(134)
三、蛋奶型固体饮料主要生产设备·····	(135)
四、蛋奶型固体饮料工艺操作·····	(135)
其它类型固体饮料 ·····	(137)
一、不起泡型固体饮料 ·····	(139)
(一) 主要原料的制备	
(二) 块状固体饮料	
(三) 粉状固体饮料	
(四) 粒状固体饮料	
二、起泡型固体饮料 ·····	(142)
三、猕猴桃晶 ·····	(142)
四、麦乳糖 ·····	(143)
(一) 主要原料的质量要求	
(二) 配方	
(三) 操作方法	
(四) 产品标准	
矿 泉 水	
矿泉水的定义·····	(146)
矿泉水的分类·····	(147)
矿泉水化学成分的形成·····	(148)
矿泉水分布的一般规律·····	(149)
饮料矿泉水评价·····	(150)
✓天然矿泉水生产工艺·····	(151)
一、矿泉水装瓶	
二、矿泉水的杀菌	
✓人工矿泉水生产工艺·····	(152)
一、直接溶化法	
二、二氧化碳浸蚀法	
管 理、检 验 及 设 备	
品质管理	
一、品质管理的概念·····	(154)
二、品质管理的组织·····	(154)
三、品质管理的内容·····	(155)
四、碳酸饮料的品质管理·····	(156)
五、果汁饮料的品质管理·····	(159)

软饮料和微生物

- 一、从微生物管理的角度对软饮料分类..... (163)
- 二、软饮料中污染的微生物..... (164)
- 三、制造过程中的微生物控制..... (166)
- 四、贮藏中的微生物控制..... (167)
- 五、微生物引起的果汁变化..... (168)

果汁的保存性..... (169)

- 一、温州蜜桔榨汁方法和果汁品质稳定性的关系..... (170)
- 二、果汁中维生素C的稳定性和呋喃醛的生成..... (170)
- 三、容器和果汁的品质关系..... (171)
- 四、果汁色调的保持..... (171)
- 五、不同类型果汁饮料的保存性..... (172)

感官品质检验..... (173)

饮料的分析与检查

原辅料的理化检验

- 一、水分析..... (177)
- 二、漂白粉中有效氯的测定(碘量法)..... (187)
- 三、白砂糖..... (188)
- 四、二氧化碳..... (190)
- 五、柠檬酸..... (191)

成品的理化检验

- 一、糖度测定(斐林氏液滴定法)..... (192)
- 二、酸度测定..... (193)
- 三、挥发酸的测定..... (193)
- 四、酒精含量的测定..... (194)
- 五、二氧化碳含量的测定..... (194)

微生物学检验

- 一、细菌总数的测定..... (195)
- 二、大肠菌群的测定..... (197)

饮料生产设备

汽水、汽酒生产设备..... (200)

- 一、水处理设备
- 二、碳酸化设备
- 三、设备举例

果汁、果酒生产设备..... (204)

- 一、水果洗涤设备
- 二、破碎机
- 三、压榨机
- 四、饮料过滤机

清凉饮料制作配方.....	(208)
疗效饮料制作配方.....	(221)
保健饮料制作配方.....	(227)
营养饮料制作配方.....	(236)
可乐型饮料的开发.....	(246)
一、沙棘.....	(247)
二、玫瑰茄.....	(248)
三、甜凉茶.....	(248)
四、人参.....	(249)
可乐型饮料配方十例.....	(250)
运动员饮料.....	(254)
一、运动员饮料中的营养物质.....	(254)
二、运动员饮料配方十八例.....	(256)
冷饮类制作配方.....	(261)
果酒、汽酒、露酒的生产.....	(300)
一、果酒的生产.....	(302)
二、露酒的生产.....	(332)
三、蒸馏果酒.....	(334)
四、果酒的病害及败坏.....	(335)
五、汽酒的生产.....	(340)
六、格瓦斯.....	(352)
包装容器和材料.....	(358)
一、玻璃瓶概述	
二、饮料玻璃瓶的生产	
三、饮料瓶常见缺陷及检验	
四、饮料瓶的发展趋向	
五、饮料瓶皇冠盖	
金属材料及金属罐.....	(363)
一、金属材料的分类	
二、常用材料	
三、金属罐	
塑料及复合包装材料.....	(368)
一、高聚物的基本知识	
二、塑料包装材料的性能	
三、复合包装材料的性能、种类	
四、用于饮料包装的主要塑料、复合材料	
国外食品卫生法规选编.....	(373)

一、美国联邦食品、药品、化妆品法（节选）.....	（373）
二、德意志联邦共和国食品、日用品法（节选）.....	（383）
三、日本国食品卫生法（节选）.....	（389）
四、罗马尼亚食品卫生法（节选）.....	（397）

国外饮料生产与消费概况

根据生理学计算,在一般情况下,每人每日通过出汗、排泄约损失2.5升水分,其中一半要靠饮水或其它饮料补充。随着人类社会的发展,生活水平的不断提高,特别是在发达国家,白水的饮用量逐年下降,而各种饮料的消费量逐年增加,这就成为饮料工业发展的客观原动力。

从1955到1975的二十年间,国外的饮食习惯和食品构成发生了较大改变,方便食品、快餐食品迅速发展,与之相适应的无醇或低醇饮料,特别是汽水和啤酒已成为饮料工业的两大支柱。在西欧,由于城市用水被污染,使矿泉水销量大增。同时由于饮料的税率随含醇率而递增,所以欧洲饮料工业一方面发展多种低酒度啤酒和利口酒,另一方面发展无醇啤酒,亦很受欢迎。现将日、美、英及联邦德国的饮料生产和消费情况概述于下。

1.日本 1979年日本的饮料产量为50.62亿升(比1978年增长5400万升),其中碳酸饮料33.62亿升(约26.8亿美元,占66.4%);水果饮料(包括100%天然果汁)17亿升(约20.1亿美元,占33.6%)。1979年碳酸饮料和水果饮料(包括100%天然果汁)的人均年消费量为45.551升,其中碳酸饮料占首位(28.95升),占总消费量的63.56%;其次是水果饮料(16.6升),占总消费量的36.44%。可乐型饮料的人均年消费量(10.98升),占碳酸饮料的36.79%,为饮料单项之首位。

2.联邦德国 1955~1975的二十年间,联邦德国的饮料(软饮料、咖啡与茶,水果与蔬菜汁)的人均年消费量增长29%,其中增长最快的为软饮料,增长到3.86倍,但这期间也有因原料涨价而影响产量的,例如咖啡饮料。

1979年联邦德国果汁和软饮料的产量为76.74亿升,比1977年增长9.24%,其中软饮料(66.73亿升)占86.96%,而柠檬水(配制汽水、可乐型饮料等)的产量占软饮料产量的55.57%。1979年联邦德国饮料的人均年消费量以咖啡饮料(187.8升)、啤酒(145.1升)及柠檬水等配制饮料(108.6升)为最高,其中啤酒的消费量为世界第一位。1980年啤酒总消费量为93亿升。

3.美国 1955~1975的20年间,美国的饮料(软饮料、咖啡与茶,水果和蔬菜汁等)的人均年消费量增长了25%,其中软饮料增长最快,增长了一倍以上。

从美国的饮料市场来看,啤酒和软饮料的产量1980年为1180亿罐,其中软饮料673亿罐,1984年为1370亿罐,其中软饮料为790亿罐。软饮料增长稍快。

1980年,美国软饮料的人均年消费量为107.5公斤,啤酒为81公斤(这数字不包括进出口量,故与实际数字有出入)。

4.英国 七十年代英国的软饮料,特别是罐头饮料(啤酒和饮料)增长很快。1972年为141.2万吨,其中啤酒65.7万吨,软饮料75.5万吨,到1979年总产量约300万吨,其中啤酒约160万吨,软饮料约140万吨。

1979年软饮料的人均年消费量为80.4升。英国是欧洲共同体中第二位的啤酒消费国,预计到1990年啤酒消费量将再上升18%。

我国饮料生产与消费概况

我国饮料工业产品主要品种有碳酸饮料、果汁、菜汁饮料,各种固体饮料等,也包括起

源于我国并有悠久历史的茶，多为供人们消暑解渴、补充必需水分并增加营养、增进健康的非酒精饮料。

我国的饮料工业起步较晚，但发展较快。1983年我国饮料总产量已达50万吨，近几年年递增率在10%以上。但是，由于人民生活水平的迅速提高，夏天旺季，一些大城市饮料产量仍然只能满足市场需要的三分之一到二分之一，供需矛盾相当突出。

我国饮料工业历年产量

单位：万吨

年份 种类	1980年			1981年			1982年			1983年		
	产量	占总产量 %	增长比例 %	产量	占总产量 %	增长比例 %	产量	占总产量 %	增长比例 %	产量	占总产量 %	增长比例 %
碳酸饮料	23.2	80.5	36	30.7	78	32	32	72.7		38.66	77.32	21
果蔬汁饮料	4.1	14	71	5.7	14	39	4.8	11	16	4.42	8.8	8
固体饮料	0.6	2.5	50	1.78	4	197	3	6.8	69	2.9	5.8	3
其他饮料	0.81	3	305	2	4	147	4.8	9.5	110	4.02	8.0	4
总 产 量	28.8	100	44	40	100	39	44	100	10	50	100	14

注1. 上述数字不包括家庭手工业作坊及部分工矿、企业自制的清凉饮料；

2. 所列增长比例，是与前一年产量比较计算。1980年增长比例，是与1978年产量比较得出的。

我国饮料人均消费水平

年 份	按城镇人口计		按全国人口计	
	公 斤 数	金 额 (元)	公 斤 数	金 额 (元)
1950年	0.08251	0.041	0.001	0.005
1978年	1	0.583	0.2	0.117
1980年	1.5	0.906	0.3	0.181
1981年	2.0	1.29	0.4	0.258
1982年	2.2	1.43	0.44	0.286
1983年	2.5	1.57	0.5	0.313
(预计)1990年	15		3	

在产量增长的同时，饮料品种迅速增加，质量不断提高。除了遍销全国的橙桔汽水之外，一批有地方特色的“可乐”型饮料也逐步投入市场。此外，各种果汁饮料及猕猴桃晶、菊花晶等固体饮料和方便饮料销路日增。矿泉水、运动员饮料及蛋白饮料等新品种也正在不断开发。1983年我国颁布了《食品卫生法》，还规定了《汽水质量标准及检验方法》，并相继评选出一批名优产品。

为了适应饮料产量和品种的不断增长，饮料成品的包装也日益新颖多样。虽然目前仍以玻璃瓶包装为主，但金属罐、复合软包装饮料已大量投放市场，易拉盖、两片罐及软包装果汁生产线也陆续建成投产，同时还进口了皇冠盖生产线，使饮料包装向专业化配套方向前进

了一步。此外,不少地区正积极推广以塑代木汽水周转箱,以适应机械化生产需要。

从1981年起,我国开始逐步对老厂进行技术改造和设备更新,引进了一批先进设备。如从联邦德国、日本等国进口的汽水罐装生产线;从瑞典、日本引进的浓缩果汁生产设备等正陆续安装投产。为了提高我国饮料罐装设备的制造能力,也正积极进行这方面工作。随着设备的引进和国内生产能力的提高,饮料工业技术装备水平将会逐步上升。为了解决饮料工业技术力量缺乏的问题,目前我国正利用多种渠道,采取多种形式加快培养专业人才。

饮料用水及水处理

饮料用水的水质要求

水是饮料生产中的重要原料之一,水质的好坏,直接影响成品的质量,因此,全面了解水的各种性质,对于饮料用水的处理工作具有重要意义。

一、天然水的分类及其特点

(一) 地表水

地表水包括河水、江水、湖水和水库水等。由于地表水是在地面流过,溶解的矿物质较少,这类水的硬度约为1.0~8.0毫克当量/升。但常含有粘土、砂、水草、腐植质、钙镁盐类、其它盐类及细菌等。其中含杂质的情况由于所处的自然条件不同及受外界因素影响不同而有很大差别。特别是我国幅员广大,河流纵横,不同河流其所含杂质是很不相同的。即使是同一条河流,其所含杂质也常因上游和下游、夏季和冬季、阴雨和晴天而不同。

应当指出,河水不一定是地表水,也有的是地下水穿过土层而流入大河。所以河水除有泥砂、有机物外,还有多种的可溶性盐类,我国江河水的含盐量通常为70~990mg/l。

近年来,由于工业的发展,大量含有有害成分的废水排入江河,引起地表水污染,也增加了工业用水的困难。

(二) 地下水

地下水主要是指井水、泉水和自流井等。由于经过地层的渗透和过滤而溶入了各种可溶性矿物质,如钙、镁、铁的碳酸氢盐等,其含量多少取决于其流经的地质层中的矿物质含量。地下水一般含盐量为100~500mg/L。硬度约为2~10毫克当量/升,有的高达10~25毫克当量/升。但由于水透过地质层时,形成了一个自然过滤过程,所以它很少含有泥沙、悬浮物和细菌,水质比较澄清。

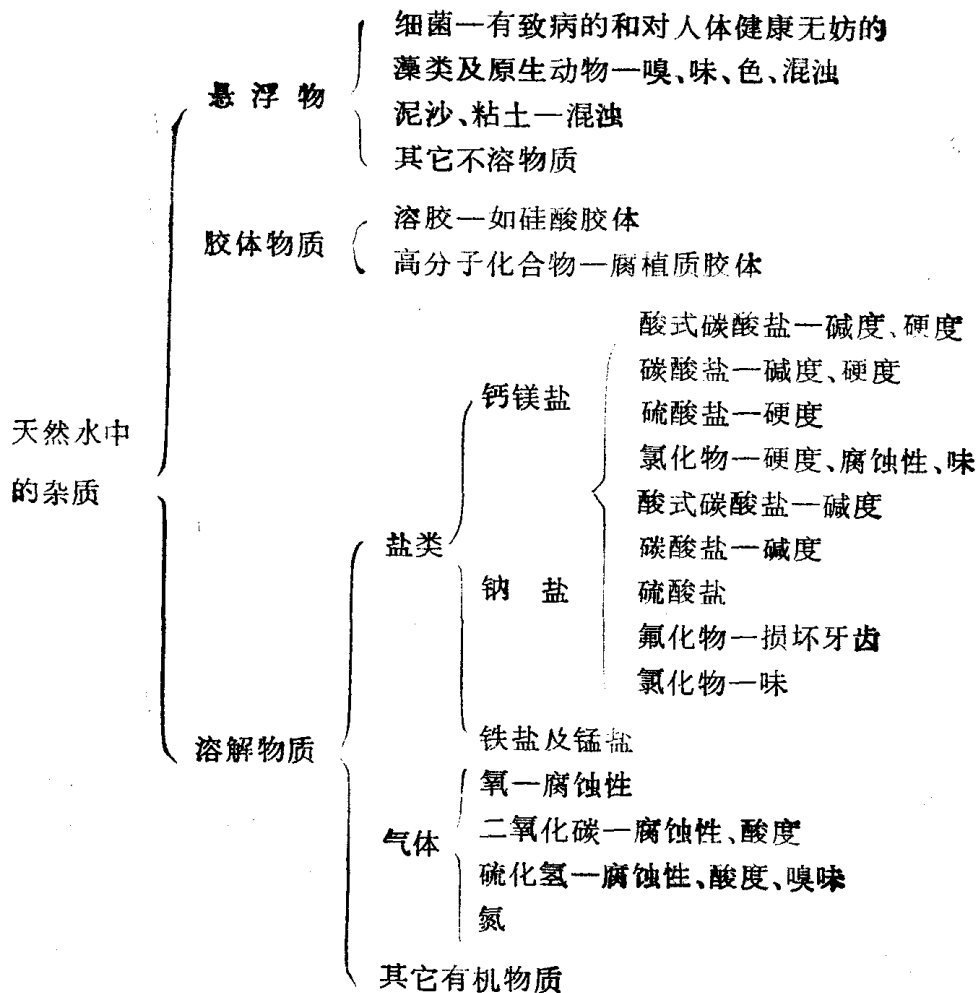
二、天然水中的杂质

天然水在自然界循环过程中,不断地和外界接触,使空气中、陆地上和地下岩层中各种物质溶解或混入。因此,在自然界里没有绝对纯洁的水,它们都受到不同程度的污染。

(一) 天然水源中杂质分类

天然水源中的杂质,按其微粒分散的程度,大致可分为三类:悬浮物、胶体、溶解物质,它们对水质的影响见表。

天然水中所含杂质及其影响



(二) 天然水源中杂质的特征

1. 悬浮物质

天然水中凡是粒度大于 $0.2\mu\text{m}$ 的杂质统称为悬浮物。这类杂物使水质呈混浊状态，在静置时会自行沉降。悬浮杂质主要是泥土、砂粒之类的无机物质，也有浮游生物（如蓝藻类、绿藻类、硅藻类）及微生物。

悬浮物质在成品饮料中能沉淀出来，生成瓶底积垢或絮状沉淀的蓬松性微粒。有害的微生物不仅影响产品风味，而且还会导致产品变质。

2. 胶体物质

胶体物质的大小大致为 $0.001\sim 0.2\mu\text{m}$ 。具有两个很重要的特性，

(1) 光线照射上去，被散射而呈混浊的丁达尔现象。

(2) 因吸附水中大量离子而带有电荷，使颗粒之间产生电性斥力而不能相互粘结，颗粒始终稳定在微粒状态而不能自行下沉，即具有胶体稳定性。

胶体物质多数是粘土性无机胶体，它造成水质混浊。高分子有机胶体是分子量很大的物质，一般是动植物残骸经过腐蚀分解的腐植酸、腐植质等，是造成水质带色的原因。

3. 溶解物质

这类杂质的微粒在 $0.001\mu\text{m}$ 以下，以分子或离子状态存在于水中。溶解物主要溶解气体、溶解盐类和其它有机物。

(1) 溶解气体: 天然水源中的溶解气体主要是氧气和二氧化碳, 此外是硫化氢和氯气等。这些气体的存在会影响碳酸气饮料中 CO_2 的溶解量及产生异味。

(2) 溶解盐类: 所含溶解盐的种类和数量, 因地区不同差别很大。这些无机盐构成了水的硬度和碱度。

①水的硬度: 硬度是指水中离子沉淀肥皂的能力。

硬脂酸钠 + 钙或镁离子 $\rightarrow$ 硬脂酸钙或镁 $\downarrow$

(肥皂)

(沉淀物)

所以, 水的硬度决定于水中钙、镁盐类的总含量。即水的硬度大小, 通常指的是水中钙离子和镁离子盐类的含量。

硬度分为总硬度、碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度。

碳酸盐硬度(又称暂时硬度), 主要化学成分是钙、镁的重碳酸盐, 其次是钙、镁的碳酸盐。由于这些盐类一经加热煮沸就分解成为溶解度很小的碳酸盐, 硬度大部可除去, 故又称暂时硬度。

非碳酸盐硬度(又称永久硬度)表示水中钙、镁的氯化物、硫酸盐、硝酸盐等盐类的含量。这些盐类经加热煮沸不会发生沉淀, 硬度不变化, 故又称永久硬度。

总硬度是暂时硬度和永久硬度之和。

$$\text{总硬度} = \frac{[\text{Ca}^{++}]}{20.04} + \frac{[\text{Mg}^{++}]}{12.15} \quad (\text{毫克当量/升})$$

式中 $[\text{Ca}^{++}]$ ——表示水中钙离子含量(mg/l)

$[\text{Mg}^{++}]$ ——表示水中镁离子含量(mg/l)

根据水质分析结果, 可算出总硬度。

硬度通用单位为毫克当量/升。也可用德国度表示, 即1l水中含有10mg CaO 为硬度1度。其换算关系为:

$$1 \text{ 毫克当量/升} = 2.804 \text{ 度} = 50.045 \text{ mg/l (以 } \text{CaCO}_3 \text{ 表示)}$$

饮料用水的水质, 要求硬度小于8.5度。硬度高会产生碳酸钙沉淀和有机酸钙盐沉淀, 影响产品口味及质量。

②碱度: 水中碱度取决于天然水中能与 H^+ 结合的 OH^- 、 CO_3^{--} 和 HCO_3^- 的含量, 以毫克当量/升表示。其中 OH^- 的含量称氢氧化物碱度, CO_3^{--} 的含量称碳酸盐碱度, HCO_3^- 的含量称为重碳酸盐碱度。水中 OH^- 、 CO_3^{--} 、 HCO_3^- 的总含量为水的总碱度。

天然水中通常不含 OH^- , 又由于钙、镁碳酸盐的溶解度很小, 所以当水中无钠、钾存在时, CO_3^{--} 的含量也很小。因此, 天然水中仅有 HCO_3^- 存在。只有在含 Na_2CO_3 或 K_2CO_3 的碱性水中, 才存在有 CO_3^{--} 离子。

三、饮料用水的水质要求

选择饮料用水, 基本上要求符合我国“生活饮用水卫生标准(TJ20—76)”。根据汽水工艺用水的特殊要求而强调下列指标。

轻工业部部颁汽水工艺用水水质要求

项 目	标 准	项 目	标 准
总硬度以CaO计	低于85mg/l	浊度	低于1.6度
总固形物	500mg/l以下	细菌总数	每ml水样不超过100个
游离氯	低于0.2mg/l	大肠菌群	每1水样中大肠菌群不超过3个
色 度	无色透明	致病菌	不得检出

生活饮用水水质的部分标准

项 目	要 求	说 明	项 目	要 求	说 明
色	色度不超过15度并不得呈现其他异色	这些指标过高后,不但给人有嫌恶的感觉,也有可能是水中含有有害物质和某些病毒的标志	阴离子合成洗涤剂(以烷基苯磺酸钠计)	不超过0.3mg/l	过量会使水产生异臭,异味和泡沫,并阻碍净水处理过程
嗅和味	在原水中或者煮沸后饮用时,保证无异臭和异味		氧化物	不超过200mg/l	过量会产生咸味影响成品口味
混浊度	不超过5度		硫酸盐	不超过250mg/l	过量会引起腹泻
肉眼可见物	无肉眼可见物		总硬度	不超过25度	
总铁	不超过0.3mg/l	人体必要的元素,过量时会使成品带有铁锈味,并影响成品色泽	pH值	6.8~8.5	
锰	不超过0.1mg/l		细菌总数(37℃培养24小时)	1ml水中不超过100个	保证水质卫生安全
铜	不超过0.1mg/l		大肠杆菌	1l水中不超过3个	
锌	不超过0.1mg/l		游离性余氯(Cl ₂)	出厂水0.5~1.0mg/l管网末梢0.05~0.1mg/l	余氯量过高、产生氯臭,影响产品风味
挥发酚类(以苯酚计)	不超过0.002mg/l	过量时会产生氯酚臭			

混凝与过滤

取一杯混浊的水进行观察。首先,发现一些粗大的泥沙颗粒迅速沉到杯底,水逐渐澄清,杯底的下沉物渐渐增多。但在一定时间以后,水就不容易进一步澄清。甚至放置很久时间,也达不到透亮程度,有时还带色度和臭味。这种混浊、颜色和臭味,是细小悬浮物和胶体物所致。

要去除水中细小悬浮物和胶体物质,要进行水处理。在水处理过程中有两种途径。一种是在水中加入混凝剂,使水中细小悬浮物及胶体物质互相吸附结合成较大的颗粒,从水中沉淀出来,此过程称混凝(凝聚)。另一种方法是使细小悬浮物和胶体物质直接吸附在一些相对巨大颗粒表面而除去,这就是过滤。若两种途径并用时,则过滤过程在混凝过程之后。

一、混 凝

胶体物质在水中能保持悬浮分散不易沉降的稳定性。其原因是同一种胶体的颗粒带有相同电性的电荷，彼此间存在着电性斥力，使颗粒之间相互排斥。这样，它们就不可能互相接近并结合成大的团粒，因而也就不易沉降下来。添加混凝剂后，胶体颗粒表面电荷被中和，破坏了胶体稳定性，促使小颗粒变成大颗粒而下降，从而得到澄清的水。

(一) 混凝剂

水处理中大量使用的混凝剂可分为铝盐和铁盐两类。铝盐混凝剂有明矾、硫酸铝、碱式氯化铝等。铁盐包括硫酸亚铁、硫酸铁及三氯化铁三种。

1. 明矾

明矾是硫酸钾铝，是一种复盐。在水中发生水解作用生成氢氧化铝：

氢氧化铝是溶解度很小的化合物，它经聚合，以胶体状态从水中析出。在近乎中性的天然水中，氢氧化铝带正电荷，而天然水中的自然胶体，大都带有负电荷，它们中间可起电性中和作用。同时氢氧化铝胶体又可吸附水中的自然胶体和悬浮物。在这种中和作用和吸附作用下，水中的胶体微粒渐渐凝聚成粗大的絮状物而下沉，在沉降的过程中，可将悬浮物裹入而同时沉降下来。

明矾的用量一般是0.001~0.02%。

2. 硫酸铝

硫酸铝 $Al_2(SO_4)_3$ 水溶液pH值约为4.0~5.0，加入水中的反应原理与明矾相同。

因 $Al_2(SO_4)_3$ 是强酸弱碱所成的盐，它水解时会使水的酸度增加。而水解产物 $Al(OH)_3$ ，是两性化合物，水中pH值太高或过低都会促使其溶解，结果使水中残留的铝含量增加。当pH值在5.5以下时，氢氧化铝有明显的碱的作用。

当pH值在7.5以上时，又有酸的作用，开始有偏铝酸根 AlO_2^- 生成。

当pH值>9时，水中就不再有 $Al(OH)_3$ 存在。当水的pH值为5.5~7.5时生成的 $Al(OH)_3$ 量最大，所以在使用硫酸铝为混凝剂时，往往要用石灰、氢氧化钠或酸调节原水的pH值近中性，一般取6.5~7.5。

由于混凝过程不是单纯的化学反应，所需的药量不能根据计算来确定，应根据实验确定加药量。采用 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ 时的有效剂量为20~100mg/l，每投1mg/l $Al_2(SO_4)_3$ 需加0.5mg/l石灰(CaO)。

3. 碱式氯化铝

碱式氯化铝又称羟基氯化铝或聚合氯化铝，精制品为白色或黄色固体，也有无色或黄褐色的透明液体。

碱式氯化铝是一种新型的混凝剂。在水中由于羟基的架桥作用而和铝离子生成多核络合物，并带有大量正电荷，能有效地吸附水中带有负电荷的胶粒，电荷彼此被中和，因而与吸附的污物在一起形成大的凝聚体而沉淀除去。另外它还有较强的架桥吸附性能，不仅能除去水中悬浮物，还能使微生物吸附沉淀。

碱式氯化铝的一般用量0.005~0.01%，pH值范围为5~9，温度适宜性较大，反应迅速，沉淀较快，在相同的效果下，其用量仅为硫酸铝的 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ ，从目前发展情况来看，有代替前述明矾和硫酸铝而成为主要的无机凝聚剂的趋势。

4. 铁盐

常用的是硫酸亚铁，另外也用氯化铁和硫酸铁。国内用于水处理的是前两种。铁盐在水中发生水解产生了 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的混凝作用及过程与铝盐相似。

由于 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 氧化产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的反应在 pH 值 >8.0 时才能完成，因此在水处理时需要加石灰去除水中的 CO_2 。每投加 1mg/l FeSO_4 ，需要加 0.37mg/l 的 CaO 。用 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 时的有效剂量一般为 $0.1 \sim 0.5$ 毫克当量/升，相当于 $14 \sim 70\text{mg/l}$ 。

当 pH 值 >6 时，铁离子与水中的腐植酸能生成不沉淀的有色化合物，所以对于含有机物较多的水质进行处理时，铁盐是不适合的。

(二) 助凝剂

为促进形成较大的絮体，加速沉淀，就必须加入过量的混凝剂。但在某些水中，即使投加较高剂量的混凝剂也不能形成令人满意的絮体，并且所使用的混凝剂在起作用的同时，往往会改变溶液的 pH 值，使混凝作用不够完全，这就需要辅加一种试剂，以使混凝剂达到最佳效果，这种辅加试剂称为助凝剂。助凝剂本身不起凝聚作用，仅帮助凝絮的形成，如用来调节 pH 值的碱、酸、石灰等。有时水中混浊度不足，为了加速完成这一过程，还可以投入粘土。通常使用的助凝剂有：海藻酸钠、活性硅酸钠、羧甲基纤维素钠、碱淀粉等。近来发展了有机混凝剂，多为丙烯酸的化合物，有带正电荷和带负电荷的两种。

使用助凝剂还可保证在较大的 pH 值范围内获得良好的混凝效果，另外还有助于消除沉淀池出水中携带的针状絮体，或有助于提高现有澄清设备的处理能力。在冷却石灰软化澄清过程中，已证明使用助凝剂对于提高沉降速度，降低澄清水的浊度是非常成功的。在凝聚时，还使用 pH 调整剂如消石灰、碳酸钠等。如用硫酸铝处理水，应由碳酸钠来调节水的 pH 值，使之在 $5 \sim 7$ 之间，而硫酸亚铁可用在 pH 值为 $8 \sim 11$ 的水中。铁盐比硫酸铝有凝集速度较快的优点。

投加混凝剂的次序，对于不同的水质和不同的水处理系统各不相同，一般按下列次序投配。

1. 加氯；2. 投加膨润土；3. 加无机混凝剂和聚合物混凝剂；4. 投加 pH 值调节剂；5. 投加助凝剂。

由于氯能够破坏水中具有分散性质的有机物，因此，它可促进凝聚作用。处理某些有机物含量较高的水时，应增大混凝剂的用量。使用无机混凝剂时，向水中投加混凝剂之前，应投加 pH 调节剂，为混凝剂创造适宜的凝聚条件。一般凝聚反应的条件由下述因素决定：原料水的水质、凝聚剂的种类、凝聚剂的添加量、凝聚时的 pH 、搅拌时间、搅拌强度、水温。具体处理条件由小试决定。

(三) 加速凝聚

适当的搅拌，可以加速凝聚和沉淀的过程。

(四) 电凝聚

用铝电极在适宜 pH 值的水中产生铝离子，从而形成胶体而凝聚的一种方法。

二、水的过滤

(一) 过滤原理及工艺过程

1. 过滤原理