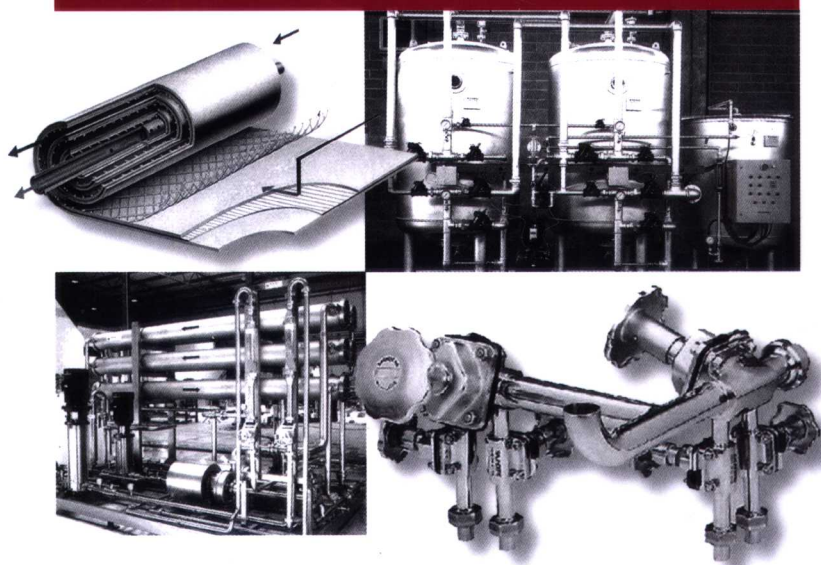


钱应璞 编著

邓海根 主审

食品工业工艺 用水系统



Chemical Industry Press



化学工业出版社

食品工业工艺用水系统

钱应璞 编著

邓海根 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

食品工业工艺用水系统/钱应璞编著. —北京:
化学工业出版社, 2004.8
ISBN 7-5025-6112-9

I. 食… II. 钱… III. 食品工业-给水设备
IV. TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 090892 号

食品工业工艺用水系统

钱应璞 编著

邓海根 主审

责任编辑: 孙小芳 孟 嘉

文字编辑: 咎景岩

责任校对: 顾淑云 宋 玮

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 18½ 字数 289 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6112-9/TS·200

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在 2000 年召开的世界卫生组织 (WHO) 第 53 届大会上, 食品安全成为 WHO 的优先关注领域之一, 大会一致通过了有关食品安全的决议。

食品的卫生安全问题直接涉及人的健康, 影响着经济、贸易以至政治等多方面。食品安全是涉及国民健康的公共卫生问题, 作为主管食品安全的部门, 既要了解国民的健康状况, 又要掌握科学的技术和手段。

近年来, 食物中毒和食源性疾病在全球范围内呈上升趋势。无论是发展中国家, 还是发达国家 (如美国、英国、德国和日本等), 都曾发生过食物中毒和食源性疾病大规模暴发事件。越来越多的国家认识到, 随着经济全球化进程的加快和国际食品贸易的增加, 一个国家或地区的食品安全保障也越来越容易受到其他国家和地区的影响, 食品安全已成为全球关注并需共同解决的重大问题。

据 WHO 统计, 全球每年腹泻病例达 15 亿, 造成 300 万儿童死亡, 其中 70% 是由于各种致病性微生物污染的食品和饮水所致。特别是接连发生的二噁英污染、O157 感染、疯牛病、口蹄疫等国际性和地区性事件, 使消费者感到恐惧并对食品的安全性失去信心。

食品安全存在的问题, 引起了人们对现行许多国家管理体制和保障能力的思考, 一些国际性组织已着手进行食品安全保障体系的评价和研究。进入 20 世纪 90 年代, 食品、药品生产管理领域的全面质量管理 (TQM)、食品生产良好操作规范 (GMP)、药品生产质量管理规范 (GMP)、ISO 9000 系列以及危害分析关键控制点 (HACCP) 等生产过程质量控制系统分别得到了蓬勃发展, 并形成了一个食品、药品质量管理系统的发挥发展和贯彻的体制, 在世界范围内得到广泛重视并在逐步推广应用。

食品生产中大量使用饮用水、去离子水和纯化水。水质的优劣直接影响食品质量和食品安全。食品质量和食品安全的要求使人们越来越清楚地

认识到，工艺用水技术是食品工业生产中工艺技术的重要组成及必需的技术支撑。

本书针对近年来国内食品工业生产中工艺用水的现状 & 当今世界工艺用水系统的先进技术、新理论，结合笔者本人的一些研究、设计与生产实践尝试，按照《食品生产良好操作规范》（GMP）对食品工业工艺用水的要求，参考有关资料，并根据工艺用水系统的设计及运行实践编写而成。笔者力图从食品工业用水系统合理设计的高度上，阐述管好、用好工艺用水系统的理念。

全书共分十章。前四章分别阐述水质标准、现代食品工业常用工艺用水的制备方法、分配系统和污染的控制，阐述了工艺用水系统设备选型的依据和要求，对工艺用水系统中采用的设备，例如纯化水处理水泵、蒸馏水机、贮罐、泵、热交换器，以及纯化水系统的设计和食品工业工艺用水系统中常见的问题进行了详细的技术性讨论，为理解水质标准和水处理概念、有效控制工艺用水系统的污染提供了理论基础。它们是整个食品工业工艺用水系统的基础。第五章和第六章介绍了食品工业用水系统的设计实际和水处理设备的选择。第七章介绍工艺用水贮存与分配系统从管道材料到安装方法所需的特殊要求；对工艺用水管道可能选用的材料作了比较详细的介绍，希望从工艺用水系统选择的材料的组分层面上，解决食品工业工艺用水管道系统材料的理性化选择；并用较大篇幅介绍材料的连接技术（TIG 轨迹焊接、卫生连接等）、表面处理技术（抛光、钝化等）、材料表面处理结果与工艺用水质量之间的有机联系以及与微生物控制的关系等。第八章从生产工艺的角度介绍了食品工业工艺用水系统的运行管理。第九章阐述食品工业工艺用水系统的验证，对工艺用水系统验证技术的介绍主要从适用和可操作角度来阐述水系统的验证问题，重点放在验证方案的编写、水系统验证的特点描述和验证过程的运作上。第十章着重介绍了工艺用水系统中微生物的检测与鉴别，力求全面完整地阐述工艺用水系统与工艺用水水质控制的有机联系。

本书采用了大量的图片和实际的工程设计实例图，力求真实形象地介绍食品工业工艺用水领域内的一些新的理念和发展。希望本书既能够帮助与食品工业工艺用水的使用有关的技术人员对水的知识性了解，又能够满足从事工艺用水系统工程设计、安装和管理的人员对用水系统更深入了解的要求，以达到笔者追求的本书具有知识性、技能性与可操作性的目的。

本书是适应我国社会经济发展和食品卫生工作的需要，为探索和阐明食品工业化过程中工艺用水与食品安全的关系而编写出版的。编写此书的指导思想是突出科学性、先进性、实用性和系统性相结合的原则，通过介绍食品工业工艺用水系统建立的思维、理论、技术和方法，为我国食品卫生质量控制体系的发展提供参考和借鉴，并力求使之成为我国食品工业技术和管理方面的一部业务指导和工具书籍。本书可供从事食品生产技术人员、食品卫生监督人员和食品卫生管理人员阅读参考。

本书汇集了近年来国际、国内食品和医药企业对工艺用水及其系统的有关研究成果，为此，由衷地感谢他们给予的支持，其中代表性的内容是：

瑞典阿法拉伐（Alfa Laval）公司流体设备部门食品医药工艺用流体设备、不锈钢管道与阀门材料及连接方式技术资料；

乔治·费歇尔管路系统有限公司非金属管道与阀门材料及连接方式的有关资料；

上海宝矩流体设备工程有限公司工艺用水管道系统的安装与系统验证的有关内容。

华瑞制药有限公司的陆晓珍女士，为本书的整理提出了宝贵的建议。

在这里，特别要感谢我的挚友邓海根先生，他为本书的结构策划、内容安排和文章的修改等方面提出了大量珍贵建议，并耗费大量宝贵的时间对本书进行审校。

由于编写时间紧，书中可能存在的不足之处，敬请广大读者提出意见，以便在修订时得以改正。

钱应璞

2004年8月

目 录

第一章 水质概述	1
第一节 概述	1
一、天然水	2
二、工艺用水中需要清除的杂质	5
第二节 食品工艺用水标准及其选用	7
一、饮用水	8
二、纯化水	16
第二章 工艺用水的制备	19
第一节 食品工艺用水及制水方法的选择	19
一、食品工艺用水的选择	19
二、工艺用水制备方法选定原则	19
第二节 饮用水处理与纯化水制备常用的水处理技术	20
一、饮用水处理的方法	20
二、纯化水处理系统工艺选择原则	33
三、纯化水系统预处理的必要性及常用手段	34
四、纯化水系统预处理方法	37
五、纯化水系统精处理方法	43
第三章 工艺用水系统的污染及控制	76
第一节 工艺用水系统的污染	76
一、工艺用水系统的外源性污染	76
二、工艺用水系统的内源性污染	78
第二节 工艺用水系统污染的警戒和纠偏	82
一、警戒水平和纠偏限度	82
二、系统运行内控标准	84
第三节 工艺用水系统的消毒和灭菌	85

一、源水的消毒和臭味的去除	85
二、纯化水的消毒和灭菌	88
第四章 工艺用水贮存、分配系统及设计	105
第一节 工艺用水的贮存	105
一、贮罐选用以及管道配件	106
二、贮罐设计中应注意的问题	110
三、贮罐设置的位置	111
四、贮罐的材料及制造要求	111
第二节 工艺用水的分配系统	112
一、工艺用水分配输送系统	112
二、纯化水的分配输送系统	113
第三节 工艺用水系统设计的一般原则	113
一、工艺用水贮存分配系统设计的选择	114
二、工艺用水的贮存分配方式	115
第四节 配水管道参数的计算	116
一、生产工艺用水点情况和用水量标准	116
二、系统设计流量的确定	117
三、管道内部的设计流速	117
四、工艺用水系统管道的阻力计算	121
第五章 工艺用水系统实例	124
第一节 饮用水的处理	124
一、常用处理流程	124
二、特殊源水的水处理工艺流程	125
第二节 纯化水的处理	127
一、一级反渗透 (RO)+电法去离子 (EDI) 的纯化水系统	127
二、二级反渗透 (RO) 纯化水系统	131
第六章 工艺用水系统设备选型	135
一、工艺用水系统设备的特殊要求	135
二、工艺用水系统中公用设备的选用	136
第七章 工艺用水系统的安装及处理	155
第一节 管道材料及安装	156
一、工艺用水管道的适用性	156

二、工艺用水系统结构材料的比较	167
三、工艺水管道的连接方式	168
四、不锈钢管道及阀件的连接	169
五、不锈钢管道的内表面处理	178
六、不锈钢管道的卫生连接	183
七、非金属材料的安装连接	184
八、管道安装的文件支持	191
第二节 工艺用水系统阀门管件及其安装	191
一、工艺用水系统阀门的选用及安装	191
二、设备、管道、阀门管件内表面抛光处理对系统的影响	200
三、压力表与温度计	201
四、清洗用喷淋装置	201
第八章 工艺用水系统的运行管理	203
第一节 系统的预防性维护保养	203
一、水系统的操作规程	203
二、关键的质量属性和操作条件监控计划	203
三、定期消毒计划	204
四、预防性的设备维护	204
五、机械系统和操作条件的变化控制	204
第二节 预防性维护保养的标准操作规程参考实例	204
一、水泵的维护	204
二、离子交换装置的维护	205
三、反渗透系统的维护	209
四、反渗透膜的污染特征	214
五、反渗透膜的污染及清洗处理	214
第三节 工艺用水系统日常监测与管道维护	221
一、工艺用水系统日常在线监控、间隙监控及取样分析	221
二、工艺用水系统日常监测取样点布置	222
三、工艺用水系统管道的维护	222
第九章 工艺用水系统验证	224
第一节 验证的目的与基本思路	224
一、工艺用水的属性	225

二、验证的重要性.....	225
三、验证的基本思路.....	225
第二节 验证的准备.....	226
一、文件清单.....	226
二、工厂测试程序.....	227
三、焊接文件.....	227
四、测定文件.....	227
五、标准操作规程 (SOP)	227
六、工艺用水系统手册.....	227
第三节 工艺用水系统验证程序概述.....	228
一、工艺用水系统的验证程序.....	228
二、水处理系统待验证项目分析.....	229
第四节 验证方案的编写.....	237
一、工艺用水系统的全面检查项目.....	238
二、典型的验证方案包括的内容.....	238
第五节 验证的实施过程.....	239
一、预验证.....	239
二、工艺用水系统的工艺验证.....	240
第六节 验证确认后的监控和变更控制.....	243
一、定期抽样和测试.....	243
二、变更的控制.....	245
三、工艺用水系统的维护.....	246
第七节 工艺用水系统的再验证.....	246
第八节 工艺用水系统验证文件参考实例.....	247
一、验证方案批准.....	247
二、验证小组人员名单.....	248
三、验证方案介绍.....	248
四、纯化水系统的安装确认.....	249
五、运行确认.....	253
六、性能确认.....	253
第九节 工艺用水系统验证项目的检验.....	255
第十章 工艺用水系统中微生物的检测与鉴别.....	256

第一节 微生物的基础知识	256
一、分类和特征	256
二、致病微生物及其研究	260
第二节 常用的微生物检测方法	262
一、微生物计数法	263
二、生长量测定法	264
三、生理指标法	265
第三节 工艺用水中微生物的检测	266
一、检测方法选定原则	268
二、取样	268
三、微生物的培养	269
四、微生物的鉴别	270
五、商业化的微生物检测方法和系统	271
参考文献	281

第一章

水质概述

第一节 概 述

水是一切有机化合物和生命物质的源泉，是人类赖以生存的宝贵资源。水也是食品生产不可缺少的重要原、辅材料。食品工业中所用的水，特别是用于保健食品及普通饮用制品的水（饮用水和纯化水）的质量，直接影响食品的质量，因此它必须同食品生产的其他原、辅材料一样，达到食品安全规定的质量指标。

同样，水也是一切有机化合物和生命物质的氢的来源。自然界中，组成所有有机化合物的碳、氢、氧等元素，主要来自水和空气中的二氧化碳。植物通过光合作用把二氧化碳和水转化为各种有机物的生命物质。一切生命都和水的各种特性密切相关。

自然界中，随着全球工业化的进程，人类的工业活动给水资源造成极大的污染。水源受到严重污染的原因有：酸雨（大气污染），生态环境的破坏，工业废水排放，农药、化肥污染，城市废气、废水污染，生物污染，核泄漏、核试验，管道腐蚀，自来水厂加氯、加沉淀剂。有效地减少对水资源的污染，控制处理水源污染，切实保证水源质量，对食品安全越来越重要。

水的分子式为 H_2O ，相对分子质量为 18.015。水分子中，氢占 11.19%，氧占 88.81%，常温下，水无色、无臭、无味，呈液态，高纯度的水几乎不导电。

水具有三种物理状态，即液态、固态和气态。其熔点为 0°C ，沸点为 100°C 。水在常温条件下以液体状态存在。自然界中，水始终处于固、液、气三相间的变化之中。工业生产中，经常利用水的三相点的变化特性，进行能量的转换。

水在 4°C 的体积最小，密度最大 ($1\text{g}/\text{cm}^3$)。当低于或超过这个温度时，水的密度都会减少。此时，与通常物质热胀冷缩的变化情况不一样，

水的体积会膨胀。天然条件下的水变成冰, 体积变大且密度变小。冰的密度 ($0.917\text{g}/\text{cm}^3$) 比水小, 漂浮在水的表面, 这样冰不仅隔绝了严寒下的低温, 而且保护了水面下的水生生物的生存条件。

水的比热容大于其他的液态物质和固态物质, 因而当升高或降低水的温度 1°C 时, 释放和吸收的热量远高于其他的物质。1g 水降低或升高 1°C 所释放和吸收的热量约 $4.2\text{J}(1\text{cal})$ 。液态水具有最大的比蒸发热, 在 100°C 时, 水的比蒸发热达到 $2256.7\text{J}/\text{g}(539\text{cal}/\text{g})$ 。一般的固体熔化时, 其比热容变化微小, 而当冰融化成为水时, 热容量要增加两倍以上。水沸腾时, 水温仍然保持为 100°C (大气压条件下)。当固态的冰融化成为液态的水时, 冰和水的混合液的温度仍保持在 0°C 。

水在常温条件下具有较大的表面张力, 在 20°C , 水的表面张力可达到 $72.75 \times 10^{-3} \text{N}/\text{m}(72.75\text{dyn}/\text{cm})$, 其他液态物质的表面张力只有 $(2.0 \sim 5.0) \times 10^{-2} \text{N}/\text{m}(20 \sim 50\text{dyn}/\text{cm})$ 。因此, 水具有明显的毛细管现象, 而且具有润湿作用, 对有机体的生命活动和各种物理化学作用意义重大。

另外, 水是具有强溶解能力的溶剂, 水对大多数物质具有较大的溶解度。水对各种溶质的电离能力很强, 各种物质溶解在水中可有效地进行各种化学反应。

正是由于水的这些特殊的性质, 使水对人类生活与自然界均产生巨大的作用和影响。

一、天然水

食品工业中大量使用的工艺用水, 其源水来自自然界。天然条件下的水在自然界的循环过程中, 通过不断与空气、地表、地层接触, 对岩石与土壤的溶解等作用, 而被污染, 含有各种杂质。各国食品生产要求食品工业的工艺用水应以符合饮用水标准的水为源水, 但不同国家的饮用水标准并不完全相同。有些企业因受地理条件的限制, 以地下水或其他形式的地表水作为源水。因此, 在食品工艺用水系统的设计及管理, 必须考虑天然条件下的源水, 尤其是地表水与地下水的水质, 以及源水中常见污染物的特点及其对食品工艺用水质量的影响。

天然水可按表 1-1 进行分类。

表 1-1 天然水的分类

类	碳酸盐 [C]HOC ₃ ⁻			硫酸盐 [S]SO ₄ ²⁻			氯化物[Cl]Cl ⁻		
组	钙 Ca	镁 Mg	钠 Na	钙 Ca	镁 Mg	钠 Na	钙 Ca	镁 Mg	钠 Na
型	I II III	I II III	I II III	I II IV	I II IV	I II III	I II IV	I II IV	I II III

注：1. 表中钠（Na）代表钠加钾（Na+K）。
2. I 型： $\text{HOC}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ；II 型： $\text{HOC}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HOC}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ ；III 型： $\text{HOC}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ；IV 型： $\text{HOC}_3^- = 0$ 。

天然水可分为几种不同的类型，用符号表示。例如，[C] Ca I 型代表碳酸钙组 I 型水。即阴离子中 HOC_3^- 最多，阳离子中钙最少，且 $\text{HOC}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 。

[C] Ca II 长江水

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺
HOC ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻

[C] Na II 黄河水

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺
HOC ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻

[C] Na III 海水

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺
HOC ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻

（一）地表水与地下水

江河、湖泊、海洋和雨雪的水，统称为地表水。其特点与它们的形成过程有关。

例如：O₂、CO₂、N₂、烟尘等工业和城市废气，污染降落过程中的雨雪，影响雨雪形成的地表水的水质。这一部分地表水的杂质，总的来说较少，且含盐量和硬度较低，大约平均含盐量在 40mg/L 左右，平均硬度也只有 0.025mmol/L(0.05mmol[H⁺]/L)，属于软水。

江河中的水是经过地面溪流汇集成的。水在地面流动的过程中，接触了岩石及其风化物、土壤等，水溶解了一些盐类，因此含盐量比雨雪高，大约为 166mg/L。江河中的水由于其对地面和岩石的冲刷作用，卷带有

大量的泥沙、黏土等悬浮物，使水的浊度高。

湖水表面积宽阔，水流缓慢，蒸发量较大，当流入和流出湖泊的水量较大时，湖水的蒸发量较小。因此，湖水可以保持较低的含盐量，成为淡水。否则，由于流入的水量大量蒸发，湖水浓缩，含盐量增加，变成咸水湖。湖泊由于光照面积大，有利于微生物的生长和繁殖，水中的微生物量较多。

地下水是雨水经过土壤及地层的渗透流动而成的水，在其漫长的流动和广泛的接触中，溶入的盐类较多。另外，由于地层的层层过滤，悬浮物大大减少，水质透明清澈，浊度较低。

（二）各种天然水的特性

1. 水库与湖泊水源

① 水库与湖泊中的水流动性较小，由于其长期处于自然沉淀的状态，水中悬浮物比较少。

② 其水质由于蒸发浓缩，含盐量较高。

③ 由于水的流动性小，十分有利于藻类和浮游微生物的生长，因而水库与湖泊水中的腐殖质含量比较高。

2. 江河水源

① 悬浮物和胶体含量较高，并受地理环境和气候条件的影响差异很大，而且随季节波动。

② 水中含盐量和硬度较低，受水文、气象条件的影响较大，水质容易变化，且不稳定。

③ 江河水源容易受到工农业废水、城市生活污水的污染。

3. 深井地下水

① 由于深井地下水在流经地层时，地层土壤起了过滤作用，悬浮物和胶体含量较少，水质清澈透明。

② 水质和水温都较稳定，受外界影响较小。

③ 由于水流经岩层时溶解岩层中的可溶性矿物质，因而深井地下水的硬度、盐量、铁等矿物质的含量通常比地表水高得多。

（三）天然水中的杂质及危害

在自然界中，雨水本来是比较干净的，但在下降和在地面或地面以下的流动过程中，接触了空气、树木、泥土、岩石等自然界物质，被废气、废水等人为污染，很多溶解性的杂质进入到水里。通常，在水源体内，占

杂质总量比例较大的有 6 种离子, 即 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 3 种阳离子, HCO_3^{-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{-} 3 种阴离子, 另外有两种离子 (Fe^{2+} 和 SiO_3^{2-} , 其在水里的含量都小于 10mg/L) 和两种气体 (CO_2 和 O_2), 共 10 种成分是常见的。

天然水中的杂质通常可以分为三类。第一类是悬浮物, 指颗粒粒径在 10^{-4}mm 以上的杂质, 其主要成分是泥沙、黏土、动植物残骸、微生物、有机物等。第二类是胶体, 颗粒直径在 $10^{-5}\sim 10^{-4}\text{mm}$ 范围内的杂质, 胶体颗粒是许多分子或离子的集合体, 这种细小颗粒具有较大的比表面积, 从而使它具有特殊的吸附能力, 而被吸附的物质往往是水中的离子, 因此胶体微粒带有一定的电荷。第三类是溶解物, 溶解物直径在 10^{-6}mm 以下, 以分子或离子状态存在。溶解物又可分为以下 3 种。

1. 盐类

盐类又称矿物质, 盐类物质均以电离状态存在于水中, 其主要的阳离子是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 等, 主要的阴离子是 HCO_3^{-} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^{-} 、 HSiO_3^{-} 、 PO_4^{3-} 等。

Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量的总和叫做水的总硬度, Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量分别叫做钙硬度和镁硬度, 水中 HCO_3^{-} 的含量叫做重碳酸根碱度, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 HCO_3^{-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{-} 等阴阳离子的总含量叫做含盐量。

2. 气体

气体为氧气和二氧化碳。天然水中的溶解氧来自于空气中的氧气, 其含量与水温、气压及水中有机物含量有关。天然水中氧的含量一般在 $5\sim 10\text{mg/L}$, 污染严重的水含氧量较低, 地下水含氧量比地表水低, 深层地下水含氧量几乎为零。通常, 二氧化碳在地下水中含量较高, 在地表水中含量较低。

3. 有机物

天然水溶解的有机物主要为腐殖酸和富维酸。

当水源受到工农业废水污染时, 水中溶解物的组成极为复杂, 而且具有不确定性。

二、工艺用水中需要清除的杂质

1. 水中的悬浮物

(1) 藻类与原生动物 藻类与原生动物使天然水具有臭味, 呈浑浊状

态和产生污泥，并使水体具有色度。

(2) 泥沙和黏土 泥沙和黏土使水体产生黏糊状的污泥，水呈浑浊状态。

(3) 细菌 水中的细菌可以产生黏糊状的污泥，对材料产生腐蚀，对水体产生污染，使人、畜致病。

(4) 不溶性物质 其在水体中产生沉淀。

2. 溶解状物质

(1) 盐类物质 主要是钠盐、钙镁盐和铁锰盐。

① 钠盐。水中的酸式碳酸钠、碳酸盐、硫酸盐、氯化物和氟化物同属于钠盐类。其中酸式碳酸钠和碳酸盐会在水体中产生碱度，硫酸盐会产生含盐量，氯化物会产生盐类和气味，而氟化物过量则会使人、畜致病。

② 钙镁盐。天然水体中含有的钙镁盐主要包括酸式碳酸盐、碳酸盐、硫酸盐、氯化物。钙镁盐主要会在水体中产生硬度和碱度，硫酸盐产生硬度，而氯化物既产生硬度，又对金属材料产生腐蚀，还产生气味。

③ 铁锰盐。铁锰盐在水体中会产生硬度并对金属材料产生腐蚀，而且还产生气味。

(2) 气体 水体中的气体主要有二氧化碳、硫化物和有机物分解气体等。其中，二氧化碳在水中会产生酸，并且对金属材料产生腐蚀。硫化物在水中会产生酸和臭味，也对金属材料产生腐蚀。有机物分解气体会严重污染水体。

3. 胶体物质

胶体物质包括溶胶体和高分子化合物。溶胶体，例如硅胶可以使系统结垢。高分子化合物，如腐殖酸胶体可以使水体浑浊、吸附和沉淀。

在给排水领域中，水通常分为硬水和软水，硬水中水的硬度由钙盐和镁盐成分决定。钙离子 (Ca^{2+})、镁离子 (Mg^{2+}) 等金属阳离子和阴离子如碳酸根离子 (CO_3^{2-})、碳酸氢根离子 (HCO_3^-)、氯离子 (Cl^-)、硝酸根离子 (NO_3^-) 等结合在一起，以盐的形式存在于水中。硬水有两个明显的特征：第一，当这种水加热时，盐分通过蒸发浓缩迅速地从水中析出，在设备和管道的内表面沉淀，形成水垢，或在其他物品上形成沉积物；第二，当含有这些盐分的水与洗涤剂及某些清洁剂混合在一起时，盐分与清洁剂中的化合物化合，沉淀在物品的表面和内部，所产生的混合物称为铬状皂，它是一种黏滑物质，难以从物品中去除，影响清洁效果。