

给水排水系统 水力计算手册

[苏] A·M·库尔干诺夫 合著
H·Ф·菲得洛夫
郭连起 译 徐鼎文 校

中国建筑工业出版社

给水排水系统水力计算手册

[苏] A·M·库尔干诺夫 合著
H·Φ·菲得洛夫

郭连起 译
徐鼎文 校

中国建筑工业出版社

本书主要内容为水和污水物理化学性质方面的基本参数、水力学基础理论知识、给水排水系统水力计算所必需的基本公式、有关系数的各种表达式和大量计算用辅助图表等，并注重介绍一些新的研究成果及电子计算机在水力计算中应用技术。还通过大量例题的实际运算，使读者正确运用、加深领会和牢固掌握书所提供的公式、参数、系数及其图表。

本书可供给水排水、环境保护等专业的科技人员以及大专院校师生参考。

А.М.Курганов Н.Ф.Федоров

Справочник по гидравлическим расчетам систем
водоснабжения и канализации

Издание второе, переработанное и дополненное
Ленинград Стройиздат Ленинградское отделение 1978.

给水排水系统水力计算手册

郭连起 译 徐鼎文 校

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：850×1168毫米 1/32 印张：12³/₄。字数：331千字

1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷

印数：1—30,100册 定价：2.00元

统一书号：15040·4508

目 录

第一章 水、污水、药剂及其它水溶液的主要物理性质	1
1-1 水和污水的组成	1
1-2 水、污水、药剂及其它水溶液的密度和比重	8
1-3 压缩性	10
1-4 粘度	11
1-5 空气和气体含量	15
1-6 表面张力	17
第二章 静水压力	19
2-1 绝对压力和表压力	19
2-2 平面形体上的液体压力	21
2-3 曲面上的液体压力	24
2-4 浮体	26
第三章 水力阻力	28
3-1 伯诺里方程式及其使用条件。水头损失的确定	28
3-2 均匀流动时管道中速度分布。液体运动状态	32
3-3 阻力规律参数, 单位阻力, 系数 λ 和 C	38
3-4 管道和管件中的局部阻力	55
3-5 局部阻力系数与雷诺数的关系	83
3-6 局部阻力的相互影响	86
3-7 局部阻力处的气蚀	87
3-8 借聚合添加料降低水头损失	88
3-9 非圆形截面管道内水头损失计算	88
3-10 管道中液体非等温运动的水头损失	89
3-11 管道运转过程中通过能力的变化	89
第四章 压力流动	91
4-1 自流压力管道计算	91

4-2	倒虹管和虹吸管的计算	95
4-3	吸水管计算	97
4-4	穿孔管计算	99
4-5	按管长分配流量的管网中水头损失计算	109
第五章	水锤	113
5-1	水锤计算基本条件	113
5-2	简单管道中的水锤计算	115
5-3	水泵突然关闭时的水锤计算	120
5-4	对采用防止水锤措施时的水锤评价	123
第六章	变态液体和含水混合物的承压流动	133
6-1	含水混合物的流动状态	133
6-2	结构状态液体流动的水力阻力	135
6-3	污泥管道计算	139
第七章	液体通过孔口、管嘴和闸板下出流。流束	142
7-1	通过孔口和管嘴出流的基本知识	142
7-2	孔口和管嘴出流时的压缩系数和流量系数	144
7-3	有旋流漏斗时的孔口出流	149
7-4	闸板下出流	150
7-5	变水头时的出流	156
7-6	自由和非自由淹没流束	158
7-7	非淹没流束	163
7-8	流束在障碍物上的压力	167
第八章	无压均匀流动	169
8-1	基本计算关系式	169
8-2	临界深度和临界坡度	176
8-3	指数关系式	178
8-4	渠道计算	181
8-5	闭合管道和排水干管中无压水流计算	186
8-6	无压水流中局部阻力	187
第九章	堰、雨水排出口和出水口	193
9-1	堰的基本形式和流束形状	193

9-2	标准堰计算	195
9-3	计量堰计算	200
9-4	堰—曝气器	212
9-5	平面为曲线的堰计算	213
9-6	直线侧堰计算	215
9-7	平面为曲线的侧堰计算	222
9-8	压力孔口和底部排出式雨水排出口的计算	225
9-9	排水出水口计算	228
第十章	渠道和排水干管中的无压非均匀流动	241
10-1	非均匀流动的基本方程式	241
10-2	在数字计算机上计算自由表面曲线	242
10-3	用指数关系式计算渠道中非均匀流动	243
10-4	排水干管中非均匀无压运动计算	245
10-5	水跃	252
10-6	水位衔接	258
10-7	消能井计算	263
10-8	管式跌水计算	264
10-9	多级跌水计算	272
10-10	急流槽计算	277
第十一章	无压非稳定流动	279
11-1	一般特性和方程式	279
11-2	降雨山洪的近似计算	281
第十二章	渗透	284
12-1	渗透基本规律	284
12-2	渗透系数和失水系数	287
12-3	矿棉、玻璃和玄武岩纤维制成的材料和制品的 渗透性质	290
12-4	竖井计算	293
12-5	水平渗渠	299
12-6	用渗透澄清水计算基础	302
12-7	水处理用快滤池多孔混凝土排水系统计算	311
12-8	陶瓷土滤池填料的水力特性	313

第十三章 给水管网及排水管渠	315
13-1 在压力下工作并考虑经济因素的管道直径选择	315
13-2 支线(分岔线)管网计算	322
13-3 环形管网水力计算	329
13-4 给水管网在电子数字计算机上的水力计算	338
13-5 给水管网在模拟计算机上的水力计算	342
13-6 给水管网在电子数字计算机上的技术经济计算	345
13-7 水泵和输水干管协同工作	349
13-8 排水管渠在电子数字计算机上的计算	351
13-9 雨水管道计算原则	356
13-10 合流制和半分流制排水管渠计算特点	357
13-11 建筑物中雨水斗水力计算	359
13-12 排水竖管计算	360
13-13 雨水口计算基础	363
第十四章 给水排水系统一些构筑物的水力计算基础	365
14-1 水力粗度	365
14-2 平流式沉砂池和曝气沉砂池计算原则	367
14-3 沉淀池计算原则	368
14-4 处理构筑物配水装置计算原则	372
14-5 在沉淀池中澄清天然水	373
14-6 水力旋流器计算原则	376
14-7 斗槽取水构筑物计算	379
14-8 选择取水	380
主要符号	383
文献目录	385

第一章

水、污水、药剂及其它水溶液 的主要物理性质

1-1 水和污水的组成

水 (H_2O) 是由11.11%氢和88.89%氧 (按重量) 组成的化合物。纯水是无色、无嗅和无味的液体。天然水从来也不是完全纯的。其中可含有溶解性物质和呈悬浮状态的固体颗粒, 即砂、粘土、动植物残渣以及各种微小的有机物。

水的成分按物理、化学和卫生生物学的指标进行评价。

属于物理指标的有: 水温、水中悬浮物含量、色度、嗅和味。

水中存在悬浮物导致水的浊度。悬浮物质的数量用每升水中有多少毫克 (毫克/升) 表示, 并以重量法确定。

水的透明度以水层厚度 (厘米) 表示, 通过该厚度还可以读出标准铅字 (斯涅林透明度) 或者区分十字线。

水的浊度是其透明度的倒数, 用同标准溶液的浊度相比较确定, 或者用浊度计确定, 并以含 SiO_2 的毫克/升表示。

水的透明度不仅与水中的悬浮物含量有关, 而且还与悬浮物的粒度、颗粒的形状和颜色有关。水中悬浮物重量含量与按铅字法或者十字法求得的透明度之间的关系, 可用图表表示每个具体情况。

生活饮用水应满足固定全苏标准2874-73的要求。

供给各种型号锅炉和蒸汽机的水, 按铅字法的透明度不应低于50厘米。

水中存在腐植和丹宁物质, 造成水的色度, 按铂-钴刻度衡

量其度数。一升含2.49毫克氯亚铂酸钠（1毫克Pt）和2毫克氯化钴（ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）溶液的色度作为色度1度。

气味的特性用感官确定。其强度按5级刻度评定。为评价气味的强度，规定将水稀释到气味消失。

全世界海洋的平均温度为 17.54°C （太平洋 $+19.37^\circ\text{C}$ ，印度洋 $+17.27^\circ\text{C}$ ，大西洋 $+16.53^\circ\text{C}$ ，北冰洋 -0.75°C ）。

水的化学组成以如下指标表示：离子组成，硬度，碱度，氧化能力，游离氢离子浓度（pH），干固体和灼烧残渣，总含盐量（阳离子和阴离子的总和），溶解氧含量，游离二氧化碳，硫化氢，有效氯。

水的组成中有近50种以各种化合物形式存在的元素，而其中很多种元素只含有极微量，并不影响水质。

在每公斤水中溶解盐总量有多少（克），以千分比（‰）盐分表示。海水的盐分为35克/升，而陆地上的水低于1~2克/升。海水和河水的盐分组成完全不同。红海和波斯湾水的盐分达到41‰，而卡拉博加兹哥尔湾（Кара-Богаз-Гол）水的盐分达到300‰。

天然水根据固体残渣的数量分成七组：

1. 超淡水	100毫克/升以下
2. 淡水	100~1000毫克/升
3. 微咸水	1000~3000毫克/升
4. 咸水	3000~10000毫克/升
5. 强咸水	10000~50000毫克/升
6. 盐水	50000~300000毫克/升
7. 超盐水	>300000毫克/升

最普遍地存在于水中的有氯化物和硫酸盐。钙和镁盐的含量决定水的硬度，以每升水中的毫克-当量（毫克-当量/升）来计量。水的硬度，用造成硬度的物质的数量（毫克/升）除以其当量重量来确定。硬度可以用度来衡量：硬度1度相当于0.357毫克-当量/升，而1毫克-当量/升相当于硬度2.8度。

伏尔加河水（在古比雪夫城附近）的硬度为 4.5~6 毫克-当量/升，莫斯科河水硬度年变化范围为 2~6 毫克-当量/升，涅瓦河水约 0.7 毫克-当量/升。

水中氯化物（ Cl^- ），硫酸盐（ SO_4^{2-} ）及其它溶解盐的浓度，微生物附生作用，以及水温，是水对金属腐蚀性的指标。随着溶解盐浓度提高到大于 500~1000 毫克/升，其中，氯化物和硫酸盐超过 150 毫克/升，水的碳酸盐硬度降低到 2 毫克-当量/升以下，以及随着水温升高到 70°C，金属的腐蚀速度就会加快。

冷却循环水应当是热稳定的，即当多级加热和冷却到最初的温度时，在热交换设备、冷却塔和管道中，不应析出大于 0.25 克/米²·时或 0.08 毫米/时的碳酸钙（ CaCO_3 ）和其它盐类。

循环水冷却系统中的结垢速度 w ，在很大程度上与水的流动状态有关，它决定离子对热交换表面的扩散

$$w = 0.054 \text{Re}^{0.68} \text{ (克CaCO}_3\text{/米}^2\text{·时)} \quad (a)$$

结垢速度与热传递表面的温度 t （当 $t = 64 \sim 84^\circ\text{C}$ 时）约呈线性关系。

$$w = 0.9t - 12.6 \text{ (克CaCO}_3\text{/米}^2\text{·时)} \quad (b)$$

化学纯的水几乎不导电。18°C 时化学纯的水的单位导电率等于 4.3×10^{-8} 欧姆⁻¹·厘米⁻¹。水的导电率增加，说明它被电解质污染。曝气池之后的污水的电阻率，在深度处理之前为 8000 欧姆·厘米，在深度处理之后为 10000 欧姆·厘米，沉渣的电阻率为 6000 欧姆·厘米。

康涅克齐库特（Коннектикут）河（美国）水的电阻率为 12000 欧姆·厘米，经处理之后则为 110000 欧姆·厘米。

用于生活和生产上，因此有杂质（污染质）进入而改变了起始的化学组成或物理性质的水以及流经居民和工业企业区的大气降水（表 1-1 和表 1-2）或街道洒水，叫做污水。

污水被各种各样的有机和无机杂质所污染，这些杂质在污水中可能以溶液、胶体、悬浮液和乳浊液状态存在；杂质量用单位容积中的杂质数量评价（毫克/升或克/升）叫做浓度。

冰雪水污染物质的平均值

表 1-1

(根据全苏水处理科学研究所)

指 标	指 标 值 (毫克/升)
悬 浮 物	3000~4000
带悬浮物水的ХПК①	500~1500
带悬浮物水的БПК②	200~300
氨 氮	10~15
总 氮	30~40
乙醚溶解物	150~600

① 化学需氧量; ② 生化需氧量。

雨水径流从人口密度约为100人/公顷

的城区冲洗出的杂质量

表 1-2

杂 质	年 冲 出 量 (公斤/公顷)
悬 浮 物	2500
有 机 物:	
按БПК	140
按ХПК	1000
乙醚溶解物	100
氮	6
磷	1.5
无 机 盐	400

属于溶液的分散系, 其中分散物质达到分子碎散程度($<1 \times 10^{-7}$ 厘米)。

颗粒尺寸从 10^{-5} 到 10^{-7} 厘米的分散系叫做胶体或溶胶体系。形成污水胶体系的既有亲水胶体, 又有疏水胶体。

亲水胶体形成凝胶沉淀, 并具有分散颗粒能与分散介质的水分子结合在一起的特性。亲水胶体主要为各种大分子量的有机化合物(高聚物), 如碳水化合物, 纤维素, 淀粉, 蛋白质(白蛋白, 血红素, 酪素和胶), 皂类, 大多数有机颜料, 微生物等等。

疏水胶体呈粉末和绒絮沉淀, 而且具有分散颗粒不能与分散

介质的水分子结合在一起的特点。疏水胶体有粘土、氧化铁和氧化铝的水合物、硅、脱去灰分煤等等。

颗粒尺寸大于 1×10^{-5} 厘米到 1 毫米的分散系称为悬浮液或悬胶体。

乳浊液是由两个互不润湿的（分层次的）液体组成的。

污水是以其特有的、由其中的溶解物质、胶体、悬浮质和乳浊液含量所决定的物理性质区别于水混合物的介质。可以认为污水既是悬浮液，又是乳浊液。

污水中的悬浮物分为可沉降的和不可沉降的两类。在试验室条件下经 2 小时沉降，作为沉渣沉于器皿底部的物质属于可沉降悬浮物。可沉降悬浮物的沉降动力学特性可在李森科容器（容积为 0.5 升或 1 升，后者高度为 28 厘米）或者列宁格勒建筑工程学院容器（2 升或 3 升，高 54 厘米）中求得（表 1-3）。

表面径流长时间沉淀时悬浮物的沉降动力特性 表 1-3

沉淀悬浮颗粒的水力粗度 (毫克/秒)	沉淀效率 (%)	沉淀悬浮颗粒的水力粗度 (毫克/秒)	沉淀效率 (%)
0.0035	88	0.0012	94
0.0028	91	0.0009	95
0.0017	93	0.0007	95.5

已沉降悬浮物在 105°C 下干燥以后并称量以确定沉淀物的含量（以毫克/升计）。风干的沉渣在温度 600°C 下灼烧后，残留灰分的重量与沉渣绝对干物质的总重量之比用百分数表示，为沉渣的灰分率。灼烧损失决定无灰分物质的量。

生活污水中悬浮物的总量取每人每日约 65 克，其中被沉淀的 60~70% 悬浮物有 20~30% 灰分（建筑法规 II-32-74）。

雨水径流的特点是悬浮物含量高。悬浮物的基本部分为细分散颗粒。粒径不超过 0.05 毫米的颗粒约为总量的 80%，其中粒径在 0.005 毫米以下的颗粒组成不少于 15%。细分散颗粒的含量相

对高，附聚能力小，使得此类污水在沉淀时澄清速度慢。雨水澄清时形成的沉渣的特点是灰分高（70~80%），经0.5~2.0小时浓缩后，其含水率介于89~96%之间。排水中固相部分的有机杂质基本含量是：约70%为乙醚提取物以及约占总量的90%为可氧化物。

采用大肠菌值或者大肠菌指数，以及水中所含的细菌总数作为水的卫生生物指标。矿化作用是在微生物作用下进行的，即有机化合物分解成 CO_2 和 H_2O 。所有微生物可分为好气和厌气二类。好气微生物仅在有氧时繁殖，而厌气微生物则在无氧环境中繁殖。在排入水体或补充循环给水系统的水中，大肠菌指数不应超过10000。

水被不沉淀的悬浮物和呈胶体状态的有机物污染的程度，可根据这些物质在一定的时间内好气过程生物化学氧化所需氧量来确定，并可用毫克/升表示生化需氧量（БПК）。一般，БПК以5天的水样确定（БПК₅）。

生化需氧量并不把生化过程中未破坏的稳定有机物和用作细菌繁殖的物质计算在内；为了总体评价污水中有机物的含量，就要决定（除БПК外）化学需氧量（ХПК）。因此，水样与化学纯的浓硫酸混合并加碘酸钾（ KIO_3 ）或加可给出自身氧以供氧化的锰酸盐。氧化在沸腾时进行。需氧量（ХПК）即氧化剂的当量耗量，以每升分析溶液的毫克 O_2 表示。生活污水БПК₂₀的氧化能力为ХПК的86%；乳制品企业污水的БПК_{п.о.лн}达到ХПК的80~84%。

根据ВНИИВО在哈尔科夫的17个集水池所得到表面径流的试验室数据，ХПК与悬浮物含量（B以毫克/升计）有直接关系：

$$\text{ХПК} = 4.8B^{2/3} \text{ (毫克 } \text{O}_2 \text{ / 升)}$$

雨水中每毫克悬浮物的化学需氧量约为0.4毫克，对于草地里的土样，这一指标减少4/5~7/8。

按杂质的生化氧化速度，沉淀后的雨水接近于生活污水。沉淀后雨水的БПК_{п.о.лн}指标大约相当于БПК₂₀。含悬浮物的雨水的

生化氧化过程进行得相当慢。

融化水的有机和无机杂质含量最高[46]。在冬季解冻和春季开始融雪时所形成的排水中，污染物的浓度特别高。在某些情况下，融化水的BPK高于生活污水。

洒洗水，按其组成接近于小雨时的雨水。悬浮物量是：乙醚提取物为3~5克/升和BPK约为100毫克/升。

如果生活污水中含B毫克/升悬浮物，并且其中70~80%为有机物，则当 $50 \leq B \leq 600$ 毫克/升时，胶体量可按H·Φ·菲得洛夫公式确定：

$$K = \frac{B}{4.17 + 0.0022B} \quad (\text{毫克/升}) \quad (1-1)$$

生活污水（生活粪便污水）的浓度与每人每日的用水标准有关，按悬浮物计为150~300毫克/升。

例题1.分析确定，生活污水含悬浮物200毫克/升，其中75%为有机物。求胶体数量。

$$\begin{aligned} K &= \frac{B}{4.17 + 0.0022B} = \frac{200}{4.17 + 0.0022 \times 200} \\ &= 43.7 \text{ 毫克/升} \end{aligned}$$

工业废水主要被各种各样的生产废渣和废料所污染。各种工业废水的性质以工艺过程而定，其数量和组成都有显著区别。

受放射性作用的水，其性质有所改变。例如当温度为250~300°C时，在辐射作用下产生化学反应：水分解为氢和氧，形成氨和硝酸，而硝酸又分解为氢、氮和水。这时，细小的悬浮物和溶解性物质成为放射性物质。放射性可以影响厌气过程。

根据国际标准规定，饮用水放射性极限允许水平为：当 α 照射时为 1×10^{-3} 微居里/升，当 β 照射时为 1×10^{-5} 微居里/升（1微居里 $= 10^{-6}$ 居里 $= 3.7 \times 10^4$ 秒 $^{-1}$ ）。

河水中主要放射性元素是：

元素	K^{40}	U^{238}	Y^{90}
放射性(居里/升)	10^{-12}	$(2-3) \times 10^{-13}$	2.8×10^{-13}

元素	Ra ²²⁶	Th ²³²
放射性(居里/升)	6.6×10^{-14}	2.2×10^{-14}

根据 HPБ-69, 水中某些放射性同位素的年平均极限允许含量(СДК)(居里/升)为:

同位素	C ¹⁴	P ³²	Co ⁶⁰	Sr ⁹⁰
СДК	8.2×10^{-7}	1.9×10^{-8}	3.5×10^{-8}	4×10^{-10}
同位素	I ¹³¹	Cr ⁵¹	Tm ¹⁷⁰	Ir ¹⁹²
СДК	2×10^{-9}	1.5×10^{-8}	4.6×10^{-8}	3.7×10^{-8}
同位素	Po ²¹⁰	Ra ²²⁶	Pu ²³⁹	
СДК	7.3×10^{-10}	1.2×10^{-10}	4.5×10^{-9}	

1-2 水、污水、药剂及其它

水溶液的密度和比重

密度-液体的质量与其所占的容积之比:

$$\rho = M/V = [\text{质量}/\text{容积}] \quad (1-2)$$

在米公斤(力)秒制中(技术的)

$$[\rho] = [\text{公斤(力)} \cdot \text{秒}^2 / \text{米}^3]$$

在国际单位制中

$$[\rho] = [\text{公斤}/\text{米}^3]$$

世界上海水的平均密度为1025公斤/米³。海水的密度自海面(海面处密度为1022公斤/米³)向海底逐渐增加,并且在开始时增加较快(在深度约1500米处达1027公斤/米³),然后增长速度减慢到密度为1028公斤/米³。

淡水在温度为4°C时密度最大。一般当 $t=4^\circ\text{C}$ 时,水的密度为:

$$\rho = 102 \text{ 公斤(力)} \cdot \text{秒}^2 / \text{米}^3 = 1000 \text{ 公斤}/\text{米}^3$$

在咸水区域内,随着溶解盐量的增加,密度最大时的水温降

低。当盐分为24.7%时，密度最大时的水温等于结冰的温度（在该情况下为 -1.3°C ）。当盐分超过24.7%时，结冰温度比密度最大时的温度高；对于含盐为35%的水，结冰温度等于 -1.9°C ，而密度最大时的温度等于 -3.5°C 。

比重是液体的重量与其所占的体积之比：

$$\gamma = G/V = [\text{重量}/\text{体积}] \quad (1-3)$$

$$\gamma = \rho g \quad (1-4)$$

在米公斤（力）秒制中

$$[\gamma] = [\text{公斤}/\text{米}^3]$$

在国际单位制中

$$[\gamma] = [\text{牛顿}/\text{米}^3]$$

当 $t=4^{\circ}\text{C}$ 时，淡水的比重

$$\gamma = 9810 \text{ 牛顿}/\text{米}^3$$

比重（ δ ）是在 4°C 时同容积的液体重量与蒸馏水重量之比的无量纲值。比重与温度和压力有关。

当生活污水中所含悬浮物在 $100 \leq B \leq 1500$ 毫克/升之间和有机物将近75%时，其比重可按H·Φ·菲得洛夫公式确定：

$$\delta = 1.0002 + 7.4 \times 10^{-7} B \quad (1-5)$$

式中 B ——以毫克/升计。

当有机物数量增加时，式（1-5）可以使 δ 值趋向于减低，而当矿物质数量增加时，则相反， δ 值趋向于增高。

水混合物的密度与其固相和液相的成分比值有关，可以用密实物体中固体颗粒的容积与液体混合物容积之比的容积浓度 s 表示

$$\rho_{c.m.} = \rho_0 + s_0(\rho_r - \rho_0) \quad (\text{公斤}/\text{米}^3) \quad (1-5a)$$

或者用固体材料重量与整个水混合物容重之比的重量浓度 s_m 表示

$$\rho_{c.m.} = (1 - s_m + s_m \rho_0 / \rho_r) \rho_r = \rho_0 \quad (\text{公斤}/\text{米}^3) \quad (1-5b)$$

因此，当 $s_m = 0.33$ 时，高岭土（ $\rho_r = 2630$ 公斤/米³）悬浮液的密度 $\rho_{c.m.} = 1580$ 公斤/米³；当 $s_m = 0.7$ 时，硫酸盐母液悬浮液（ $\rho_r = 2670 \sim 1690$ 公斤/米³）的密度 $\rho_{c.m.} = 1880$ 公斤/米³；当 $s_m =$

0.5时，含铀砂混合物（ $\rho_r=2700$ 公斤/米³）的密度 $\rho_{cm}=1400$ 公斤/米³。

含4%固体颗粒和96%水的腐泥煤和污泥， $\rho=1050$ 公斤/米³；而当含12%固体颗粒和88%水时， $\rho=1200$ 公斤/米³。

1-3 压 缩 性

压缩性是液体在各方向的外部压力作用下其容积改变的可逆形态的特性。

压缩性以容积压缩系数表示

$$\beta_p = \Delta\rho / (\rho \Delta p) = -\Delta V / (V \Delta p) \quad (1-6)$$

容积压缩系数的倒数叫做液体的容积弹性模数。

$$E_{*k} = 1/\beta_p = \rho \Delta p / \Delta\rho \quad (1-7)$$

容积弹性模数实际上与溶液中的气体含量有关：

$$E_o/E = 1 + \varphi_o p_a E_o / p^2 = 1 + \varphi_{mac} \gamma R T E_o / p^2 \quad (1-8)$$

式中 φ_o 和 φ_{mac} ——液体中非溶解性气体的容积含量和质量含量； p ——液体中的压力； p_a ——大气压力； E_o ——不含非溶解性气体的纯液体的容积弹性模数。

水与空气的 E_o/E 值列于表1-4。

水与空气的 E_o/E 值 表 1-4

φ_o (%)	压 力 p (毫帕)			
	0.2	0.5	1	2
0.1	6	1.8	1.2	1.05
0.5	26	5	2	1.25
1.0	51	9	3	1.50
1.5	76	13	4	1.75

在常温下，水的容积压缩系数平均值与压力有关：

$$0.1 \sim 50 \text{ 毫帕} \dots\dots\dots 49 \times 10^{-11} \text{ 帕}^{-1}$$