

水系统的磁处理

[苏] В. И. 克拉辛 著

王鲁 译 杨敬时 校

宇航出版社

TQ 086

K45

(2)

331766

水系统的磁处理

〔苏〕 B.И.克拉辛 著

王 鲁 译

杨敬时 校

中 国 出 版 社

ДК44/Б4
内 容 提 要

本书对水系统——天然水和技术用水、溶液和悬浮液磁处理的研究和广泛实际应用的结果进行了总结和分析。事实表明，只需要不大的花费，就可能改善混凝土和以其他粘结剂为基础的构件的生产，减少各种垢物（锅炉垢物等）的形成，也可以改善有益矿物的浮选，加速浓缩和过滤过程，并可使各种工业部门的许多工艺过程得到强化。

本书可供国民经济中使用水系统的所有部门的范围广泛的研究人员和技术人员参考。

ОМАГНИЧИВАНИЕ

ВОДНЫХ СИСТЕМ

В.И.КЛАССЕН

ИЗДАНИЕ 2-е,

ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Москва, «ХИМИЯ», 1982

水系统的磁处理

〔苏〕В.И.克拉森著

王克谦译

杨敏时校

责任编辑：林茂燕

宇航出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

707所印刷厂印刷

★ ★

开本：787×1092 1/32 印张：10.125 字数：227千字

1988年9月第1版第1次印刷 印数：1—2000册

ISBN 7-80034-124-0/ТВ·031 定价：3.00元

译者序

水系统指的是水（天然水和技术用水）以及各种物质的水溶液和悬浮液等。使水系统通过磁场，可使其一系列性能发生异常的变化。尽管对这些变化的理论方面尚未搞清楚，但在实际应用方面，它们却可给国民经济带来巨大的效益，即或者可以明显提高产品（如混凝土构件、砖瓦、陶瓷制品）的强度，或者可以节省大量能源（如减少锅炉垢物的形成），或者可以缩短工艺过程周期（如沉淀、过滤等），或者可以提高产品质量（如纸张、织物染色等），或者可以提高成品收得率（如选矿、石油等），或者可以增加产量（如农作物、家畜、家禽产品等），或者可以治疗某些疾病，或者可以大量节约用水。因为磁处理设备比较简单，所需投资比例甚小，不长时间即可全部收回设备成本，所以，这是一种投资小、收效快、效果显著的方法，它在国民经济各部门中的应用推广，必将创造巨大的经济效益和社会效益。

这一方法已出现多年，我国也早已开始在某些方面进行应用，但应用范围远不及国外广泛；近年来在我国各部门中应用得越来越广，应用结果散见于各种报刊杂志中，也有专著问世。苏联B.И.克拉辛多年来从事水系统磁处理的研究与应用，其《水系统的磁处理》一书，第一版曾于几年前在我国翻

译出版过。作者于1982年又对该书第一版进行了修改和补充。从中可以看出近年来这一方法在苏联和其他国家的研究和应用都有了进一步的发展。国内外的研究应用情况都说明了这种方法的强大生命力。现将该书第二版译出，旨在将该书中提出的理论、设备及这种方法在国民经济各部门的可能应用范围提供给我国研究所、工厂、工程项目、乡镇企业、大专院校的研究人员、专业技术人员和管理人员等，在研究和实际应用中参考，使这一方法在我国不断向前发展，在我国国民经济各部门中创造更大的效益，也希望在理论方面提出新的见解，有新的突破。

限于译者的水平，译文中一定有许多错误和缺点，敬祈国内同事不吝指教，以便在再版时改正。

译者识

1987年1月

于中国长城工业公司，北京

目 录

前言

绪论

第 I 章 水和溶液的结构与性质	(6)
1. 纯水的结构	(6)
2. 杂质的影响	(10)
3. 对物理作用的记忆力	(16)
4. 磁化率	(19)
5. 现实水的性质与其结构的关系	(21)
第 II 章 磁处理后水系统性质的变化	(23)
1. 单相(“微观多相”)系统	(24)
光学性质。法拉第磁光效应。离子之水合作用。红外吸收光谱。磁化率。电导率。介电常数。粘度。化学反应	
2. 多相系统	(53)
表面张力和吸附。溶解。结晶。聚合。润湿。凝聚。蒸发——凝固。电化学效应。离子交换和吸附剂的清洗	
3. 生物系统	(95)
4. 试验的再现性	(108)
第 III 章 水系统磁化理论现状	(114)
1. 概况	(114)
2. 电磁场影响水系统的可能机制	(125)
纯水性质的变化。由离子作用造成的水溶液结构的变化。溶于水 中气体的作用。磁场对水溶液中离子的作用。磁场对胶体铁 磁颗粒和其他颗粒的作用。对现有假说的讨论	
第 IV 章 水系统电磁处理设备	(151)
1. 永磁设备	(152)

2. 电磁设备.....	(161)
3. 设备及其操作方法的比较.....	(167)
4. 设备使用效应的表征.....	(171)
V 章 水系统磁处理的实际应用.....	(177)
1. 混凝土、水泥和其他粘合剂制品的生产.....	(178)
水泥板块的固化。石膏及其他粘合剂的固化。混凝土的生产。	
使用其他粘合剂构件的生产。经济效益	
2. 减少锅垢和其他垢物的形成锅垢。石油工业设备中的结垢。	
其他沉积物。经济效益.....	(195)
3. 有益矿物的浮选.....	(215)
水和矿浆的磁处理。浮选药剂水溶液的磁处理	
4. 悬浮液的浓缩和过滤.....	(230)
5. 水的净化.....	(237)
6. 湿法除尘.....	(243)
7. 陶瓷、砖和铸造模型的生产.....	(249)
陶瓷的生产。砖的生产。铸造模型的生产	
8. 磁处理在其他工业领域中的应用.....	(257)
纸张的生产。球团的生产。烧结矿。合成纤维和橡胶的生产。	
织物染色。蓄电池。催化剂。润滑—冷却液。钢的淬火。石油	
工业。磷酸的生产。照相工业。碱的生产。氯的生产。从矿石	
中浸析金属。水力建设。同腐蚀作斗争。地下矿泉水的除铁和	
稳定化。食品工业	
9. 在农业中的应用.....	(283)
农作物的喷灌。浸种。土壤脱盐。家禽、家畜饲养。国民经济	
效益	
10. 在医学中的应用.....	(300)
结束语.....	(306)
参考文献.....	(307)

“正是水，这一最古老的自然力，
使物理学家和化学家们一筹莫展”。

Дж. 伯纳尔 (Дж. Бернал)

前 言

近年来，水系统——天然水和技术用水（各种溶液和悬浮液）——的磁化即磁处理，被广泛应用于改进多种工艺和生物过程。这是因为水系统在人类生活的各个领域，起着无可比拟的作用。

最近十年，通过试验的方法发现，各种物理作用——磁、声、电、热、除气等等，可使水系统显著活化。公正地说，这应当看作是特别重要的发现。这一发现在科学发展中是非同寻常的，因为它会导致难以估量的实际结果。

本书将要介绍给读者的是研究应用最为广泛的水系统的磁处理，它可以为国民经济带来巨大的效益，有助于解决燃料-能源和生态学方面的问题，提高物质资源的利用率，改善产品的质量。

尽管对化合液体特别是含有各种杂质的化合液体磁处理的理论基础研究得还很不够，但是这种水系统的磁处理仍在迅速发展。从其出现之时起，其发展途径一直是纯试验式的。这样就造成了许多巨大的困难，特别是心理方面的困难。不得不重新考虑并认真纠正业已确定的某些概念，因为正如А.格林 (А. Грин) 所说：“在渺无人烟的海滩上，我们发现了奇异的足迹……”

本书第一版问世五年以来，水系统的磁处理已经得到了非常广泛的应用。考虑到这一情况，以及80所应用专业研究机构所取得的许多新的试验研究结果，对本书必须进行重大修改，对其各章节必须进行大量的补充。具体地说，提供了经过磁处理后水系统变化的一些资料，而且对其解释的理论观点与以前有所不同。列举了这一方法在各个工业部门、农业和医学中实际应用的许多新资料。修改本书时利用了最近几年出版的材料（出版物的数量已超过两千多种）。

必须指出，本书中所研究的问题与许多新问题紧密交织在一起，首先是人造磁场与天然磁场对基本上是由水所构成的生物系统的影响。

作者希望，本书将会促进水系统磁化研究的进一步发展并能引起科研机构、工业企业和农业技术工作者的兴趣。

绪 论

在地球的形成和人类的生活中，水系统（天然水，各种溶液）起着独特的作用。В.И.维尔纳德斯基(В.И.Вернадский) 强调指出，对于基本的、最宏大的地质过程进展的影响而言，没有任何物质可以与水相比^[1, 第16页]。尽管如此，水并未成为物理学家的主要研究对象。公认的是，液体物理学，特别是化合液体物理学，是理论物理学研究中较为薄弱的环节。而水则对这种忽视进行“报复”，给我们带来各种各样的意外事件。人们越来越多地发现，受到各种外界影响之后，水的性质会发生不寻常的变化。例如，业已确定，经过在热压器中加热-冷却，以及除气、声、辐照及其他作用之后，水的性质就会发生变化^[2, 3等]。

应当注意到，水和水系统是最难研究的对象。它们属于所谓的开放系统，不仅与外部介质交换能量，而且也交换物质。同时，水系统又是杂乱的系统，其性质并非单一地和累积地取决于许多尚未完全揭示的因素。

下文将要指出，在水中，特别是在天然水和技术水中，总是存在着超细的固体颗粒和气泡。这是一种微观多相（胶质）系统。水的微观多相现象对水的某些性质可能不会产生影响，但是在许多情况下不能不考虑相间界面的大量存在。

М. 法拉第(М.Фарадей) 曾经指出，磁性是所有物质的固有属性，并与物质的化学成分和结构密切相关。据此在我们的时代中产生了磁化学这一专门学科。磁化学现在正

按两个方向发展——磁静力学和磁共振学。因此，磁化学既可用以研究物质，又可用以加速各种化学反应。

А.Л.布察琴科(А.Л.Бучаченко)、Р.З.萨格捷也夫(Р.З.Сагдеев)、Е.Л.富兰凯维奇(Е.Л.Франкевич)和其他研究者指出，当向系统中输入小于热运动所需的能量时，在特定的化学反应中原则上可能发生动力学的变化，而原先这被认为是绝对不可能的。磁化学的基本法则是：如果反应产物的千摩尔磁化率的总和大于反应物质千摩尔磁化率的总和，则磁场会使反应加速，反之则使反应减缓。这一法则由巴特纳哈拉提出，并得到公认。

按照经典磁化学的概念，对于具有足够高的磁化率的系统，施以相当强的磁场（数千奥斯特），且反应是在磁场中进行时，就可以使工艺过程得到强化。但是对水系统进行磁处理时，不具备这样的条件。强度不高的磁场作用于水系统的时间为几分之一秒，而水系统的磁化率往往又是微不足道的。物理-化学反应过程是在磁处理之后进行的。下面将要指出，在对水系统进行磁处理时，巴特纳哈尔(Батнахар)法则几乎总是得不到遵循。

水系统磁处理的上述特点，极大地扩展了其实际应用的可能性。如果水系统的磁处理得到充足的发展，它就可以在工业、医学、农业中起重要作用。但是，要离开经典的磁化学，就必须建立新的理论概念，而这在当前情况下又具有很大的困难。

我们曾不止一次地强调过，更确切地说，所研究的作用应称作电磁处理，而不是磁处理。这不单是术语问题。众所周知，电场和磁场是物质特种形式的两个方面，称作电磁

场。由马克斯威尔 (Максвелл) 方程式可以推出, 在电荷移动时, 以及在电流强度随时间发生变化时, 都会发生磁场。而且, 磁场强度随时间的变化会引起电场发生。在对水系统进行磁化时, 通常就有发生电场的条件: 导电的水系统在磁场中移动, 而在某些情况下, 磁场也随时间发生变化。

因此, 水系统经受的是综合性的电磁作用。它的起主导作用的组成部分是电场还是磁场, 这要根据具体情况而定。

正是用电磁场对水系统进行处理的方法得到了最大的发展, 但这只是个别的情况。各种类型的带有电磁性质的辐射作用也受到了人们的注意。电磁波谱具有最宽的频率范围: 从 $3 \cdot 10^{24}$ 至 $3 \cdot 10^{-2}$ Hz。频率小于 $3 \cdot 10^2$ Hz 的磁场被假定认为是电磁场。在水系统的磁处理中, 暂时使用的是低频磁场。

水系统磁处理的历史简述如下。磁场对水的性质的影响首先是在医学上发现的。在十三世纪, 物理学家德·格尔休 (ДеГерею) 指出了“磁化”水的医疗作用; 二十世纪初, Г. 德维尔 (G. Durville) 的著作问世, 其中举出了用磁化水成功地治愈伤口和溃疡的例子。该书于1913年被译成俄文。本世纪三十年代, Дж. 皮卡迪 (G. Piccardi) 发现了太阳的活化作用对水中悬浮的羟基氯化铋颗粒的凝聚会发生影响, 并认为这种影响与地球磁场的变化有关。最后, 在1945年, 比利时人 T. 韦梅伦 (T. Vermeiren) 获得了用磁化水减少锅垢形成的专利。这一发现虽然很快就应用于实际, 但却未引起学者们应有的重视。苏联的研究工作者提出, 磁处理对锅垢沉积的影响与水系统物理-化学性质的变化有关, 因而这种影响可在许多其他情况下出现。只是在此以后, 才为这一问题的研究和应用开辟了广阔的途径。

第 I 章 水和溶液的结构与性质

1. 纯水的结构

单个水分子的结构业已极准确地确定了（图 1）。在水分子中有 10 个电子（5 对），一对电子（内部的）位于氧核附近，其余的 4 对电子（外部的）中，有两对位于氧核及其每一质子之间，为公用电子，而另外两对电子为孤对电子，指向四面体中与质子方向相反的顶端。正是这两对孤对电子对分子间氢键的产生起着巨大的作用（图 2）。

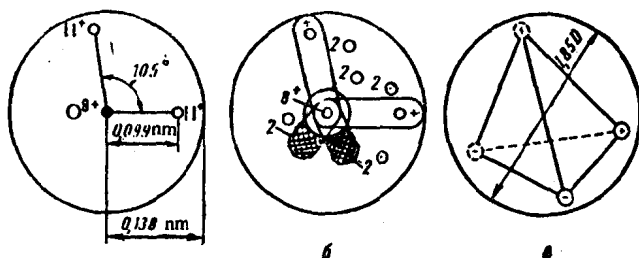


图 1 水分子的模型

a——平面模型；b——空间模型（质量与正电荷的分布及电子排列方式）；c——空间模型（两个正电荷和两个负电荷在四面体中的位置及合成偶极矩）。

距离因素起着重要的作用：在感应区，电场的减小与距辐射源距离的平方成正比，而磁场的减小则与其立方成正比。

氢键取决于离子力，并由负电性原子所形成。氢键的基础是，一个水分子中的氢与另一个水分子中的氧相互吸引，也就是电子云向其他质子的位移，同时也就把自己的质子推向相邻原子的电子云。键的强度随两个键原子负电性的增加而加强。根据负电性的等级可以预料，氟、氧、氮具有这一特点（按递减次序）。静电组分和共价组分各自的贡献取决于原子间的距离。水中的长氢键（0.28nm）主要具有静电性质，其价键的贡献只占百分之几。因此，长氢键是较弱的键，其能量为14.2kJ/mol（Дж.皮门塔尔(Дж.Пимментал)）或20.9kJ/mol（鲍令(Полинг)(L.Pauling)）。氢键具有饱和特性——在足够近的条件下，每一个键中必定有两个定向的分子参加。

同相邻的分子建立成氢键之后，这个氢键便很容易与其他氢键相结合。水是一个交错系统，其中存在有氢键的链状构造。对水施加的任何作用，都会接力式地传播到几千个原子距离之远。

氢键的存在赋予水以独特而易变的结构。在这一方面，伯纳尔和法乌勒（Фаулер）的奠基性工作^[4]已获得了进一

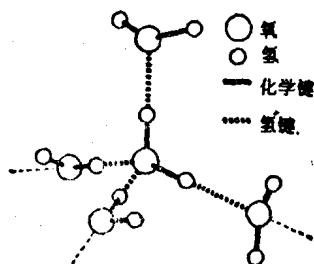


图2 水分子中的氢键图解

步的广阔发展。

许多专论对这些研究工作进行了详尽的概括和分析（例如文献[5-8]）。萨莫依洛夫（Самойлов）、鲍令（Полинг）、富兰克-涅麦特（Франк-Немети）、沙拉格（Шарага）、波普尔（Попл）等人提出了重要的水结构模型，来解释水的异常性质。阿任诺（Ажено）根据量子力学的原理，论证了水分子仅可能有两种键存在，以及形成环状或直线链结构的可能性。

在评价有关水结构的许多假说时，不能不同意Р.霍恩（Р.Хорн）的意见。他认为，任何一种理论都不是完全令人满意的，而任何一种理论又不是毫无道理的^[8, 第33页]。

在对许多试验数据进行解释时，最常使用的是所谓双结构模型，即认为水中同时存在着冰状结构和紧密堆垒结构。现象学双结构模型以简化的形式表明了近程有序化结构的多型性。此时不考虑组分的分子结构，仅仅假设：无序化结构与冰状结构不同，其中的分子堆积得更为密集，而且不是由氢键联结在一起的^[9]。按照这种模型，在外场或杂质的作用下，水结构变化的特征仅仅是结构平衡向这一边或那一边的位移。

除了双结构模型以外，还有一种所谓连续模型。根据这种模型，所有的水分子都是等价的。在这种情况下，水的结构被描述为氢键按能量的连续分布。

近年来，用分子动力学法和蒙特-卡洛法所进行的机械试验结果表明，水中并不存在“冰山”、“集群”，即失去键的空穴分子，存在的只是被拉长的、弯曲的和部分断开的氢键所联结的四面体分子和三维网格分子。

应该指出的是，利用不同的模型可以同样满意地解释水的热动力学的基本性质。大多数模型的主要缺点是由于采用刚性的、外形不变的水分子构型而造成的过分的、根据不足的几何设想。这样就会造成对分子间相互作用引起扭曲的可能性估计不足。最新发表的著作指出，水分子中单个原子振动的振幅是很大的^[7]。

为了实际应用的目的，可以利用水结构的一般概念：水结构的特性是分子间的距离和取向具有统计学规律性，粒子是近程有序化的，不是远程有序化的（当一点的有序化决不影响另一点的有序化时）。水中氢键的特性决定着具有冰状结构的长存微观区域出现和消失的可能性，这种微观区域称为“闪动簇团”，溶化和分解时不会引起能量的显著变化。

必须估计（即使是近似地）水结构发生变化所需的能量。很难找出提出这一论断的最初原因，但通常认为，氢键的断裂是水结构变化的必要前提。就是说，这种变化需要消耗的能量为16.7—25.1 kJ/mol。但是还有各种各样的有份量的论点，首先是在H.波普尔的著作中^[10]，他论证了氢键的断裂并非必需。在温度、压力或磁场等各种外界作用下水结构发生的变化，也与键的或大或小的弯曲有关（这种弯曲是指联结两个相邻水分子中心的直线与这些分子中一个O-H键方向之间夹角的变化）。氢键弯曲所需的能量以无法测量的程度小于氢键断裂所需的能量。而分子键同时发生角度和长度的变形与仅发生角度变形或仅发生长度变形相比，在能量方面更加节省^[7]。

因此，在能量消耗大大小于氢键能量的情况下，水的结构就可能发生变化。

2. 杂质的影响

水中总是含有溶解的和微观多相的杂质。即使是细心保存的极纯的水，也会由于溶解看来是不可溶的容器壁而很快得到杂质。连蒸馏水都会被污染，更不用说天然水或技术用水了。

水中的杂质对水的结构从而也对其物理-化学性质产生强烈的和各式各样的影响。水中的杂质分为三大类：以离子形式存在于水中的电解质、呈分子形式的非电解质、悬浮的固体微粒和气泡。

离子对水结构的影响与其水合作用有关。有两种水合作用：一种是近程水合，即离子与最靠近的水分子相互作用，另一种是远程水合，就是使较远的水分子极化。O.Я.萨莫依洛夫发展了关于离子水合作用的分子动力学概念，从而对离子水合理论做出了基础性的贡献^[6]。水合作用的特性是：水分子在最靠近的离子周围存在的时间，同与未激活的水结构中其他水分子处于平衡状态的时间之间，有一定的比例关系。根据盐类溶解度和离子水合热的数据确定，水分子同阳离子联结时，根据电荷的数量（+1、+2或+3），水合热分别为42、126或420 kJ/mol。在上述最后一种情况下，水合阳离子与化学化合物相似。在一价离子附近，水分子的停留时间约为 10^{-8} s。

从水合作用中熵的变化可以看出，当水中出现离子时，系统中的熵不会减少，相反，由于水结构的畸变还会增加，这是因为水合离子未被列入水结构—氢键网格之中。