

论水的混凝

[苏] E. Д. 巴宾科夫 著

郭连起 译 汤鸿霄 徐鼎文 校

中国建筑工业出版社

论 水 的 混 凝

[苏] E·Д·巴宾科夫著

郭	连	起	译
汤	鸿	霄	
徐	鼎	文	校

中国建筑工业出版社

本书系叙述天然水和污水混凝处理理论的专著。主要内容包括：对水的混凝的系统研究成果和评论、凝聚理论的基础知识、水中无机和有机杂质的混凝和电混凝的机理、影响混凝过程效率和处理水质的因素、强化混凝作用的方法、去除水中溶解杂质和微量元素的可能性、混凝与其它水处理方法联合使用的问题；同时提供了混凝剂最佳投量的计算依据。

本书可供给排水、环境保护等专业的科研、设计和生产管理人员参考，还可作为大专院校研究生和学生的补充教材。

ОЧИСТКА ВОДЫ НОАГУЛЯНТАМИ

Е. Д. Бабенков

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА» МОСКВА-1977

* * *

论 水 的 混 凝

郭 连 起 译

汤 鸿 霄 校
徐 鼎 文

*

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：11¹/₄，字数：302千字

1982年10月第一版 1982年10月第一次印刷

印数：1—4,900册 定价：1.85元

统一书号：15040·4268

译 者 的 话

本书根据苏联Е.Д.巴宾科夫所著《Очистка воды коагулянтами》即《用混凝剂处理水》一书译出。作者在著此书时，参阅了世界各国的大量论述水处理工艺中有关凝聚理论的文献资料，较系统地归纳和整理一些研究成果，提出分析意见，并加上作者的研究成果。这是一本着重从理论上论述水的混凝著作，故书名译为《论水的混凝》。本书可使读者了解有关凝聚理论的发展简史、凝聚理论基础知识、凝聚机理及影响水混凝效果的各种因素等。特别是作者把从数百篇有关凝聚方面的文献中引用的资料均在书中一一注明，以便读者进一步查阅。

此书在水的混凝理论研究方面给读者预示出今后的发展方向和重大研究课题，以利于研究人员进一步探讨。因此，本书翻译出版将有助于凝聚理论的研究和应用。

本书曾蒙中国科学院环境化学研究所汤鸿霄、清华大学徐鼎文两位同志校阅，提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

由于译者水平所限，不妥之处，请读者指正。

译者 1981.9.

前 言

混凝处理是从水中除去粗分散和胶体污染物的最普遍方法。近年来，混凝方法的应用范围扩大了，据预测，还将继续扩大。因此，必须寻求使这种方法趋于完善的途径，即提高混凝悬浮体的形成及分离为沉渣的速度。

显然，为发展和改善任何一种方法或过程所进行的探索，都应以明确拟定了的理论纲要为基础。当前的混凝实践主要是根据经验结论。在水处理参考书中，混凝的理论观点只作一般的阐述，而自从Л·А·库里斯基等的《水混凝处理的物理化学基础》（1950）和О·И·马丁诺娃的《水处理时的混凝》（1951）等专著问世以来，已经超过了25年。

其实，正是在基础科学方面，特别是在物理化学和胶体化学方面的理论研究成果，促使批判性地重新考虑混凝作用机理的传统观点，使有可能创造出接近于实际的混凝过程模型，拟定提高混凝工艺效果的新途径。

由于物理化学家们的努力工作，建立并发展了新的胶体凝聚理论、凝聚结构形成理论、络合物和高分子化合物的化学。絮凝理论得到发展，改变了对药剂处理水时机械搅拌作用的看法，发现并阐明了聚集和结构形成过程中专属化学反应的重大作用。

有些理论研究结果成功地用于水处理中。它们有助于阐明介质的pH值对凝聚物结构特性的影响，选择较完全地表现出磁场和超声波场强化作用的条件，确定混凝剂最佳投量与水中矿物杂质阳离子交换容量之间、悬浮物电动电位值与悬浮物沉降特性之间的关系，在水处理实践中采用新的絮凝剂，改善混凝的研究技术。

在解决今后大量任务时需要有一本专门著作，书中应能揭示当代问题的现状，归纳最新研究结果并加以论述，把理论原理与实践经验联系起来，提出课题的最主要的展望。目前强化水处理构筑物的工作主要在改善药剂法处理水方面的发展，因此就更加需要一本专著了。

这本书是对国内外大量著作进行整理和批判分析的成果，也包括作者本人的研究成果。书中探讨了天然水和污水混凝处理时所进行的物理化学和胶体化学过程，混凝动力学和混凝效率，某些阶段的最优处理方法，混凝与其它处理方法的合理结合问题。在分析水中杂质混凝过程的某些阶段时，作者得出的结论是，对所观察的许多现象，如果将其视为远距作用分子力的存在结果，就可以找到满意的解释，这种分子力的存在已由凝聚物理理论预告，并在近年内由实验证实。在这一结论的基础上发展了关于混凝剂的最佳投量的概念及投量与被处理水水质参数的关系。

本书在资料的叙述中采用一般的顺序，即从基本过程的实质的讨论到一般规律性的结论，从理论到试验和实践。

在实际上是导论的第一章里，讨论水分散系的最重要性质及在液-固两相分界面上所发生的现象。提供了关于分散颗粒与其周围介质相互作用力性质的基本知识，没有这种知识不可能继续叙述混凝过程的规律。

第二章包括天然水中污染物的特性。对分散杂质的组成和物理化学性质予以特别注意。

在第三章里叙述混凝剂的种类及其水解规律，水解产物的组成，混凝结构的形成和性质。

第四章阐述在电解质存在时和在不同物理因素影响下混凝颗粒相互作用的研究。叙述了疏液溶胶的凝聚理论。

在第五章专讲分散颗粒以电解质和水解混凝剂混凝的动力学，讨论从缓慢凝聚向快速凝聚过渡的条件和颗粒在运动介质中的混凝特性，分析水的搅拌在混凝悬浮物形成过程中的作用。

在第六章里研究混凝剂水解产物与水中杂质的相互作用机

理，并在此基础上研究水处理的主要问题之一：确定混凝剂对不同组成的水的最佳投量。讨论混凝的方法和混凝悬浮物沉降的方法。

在第七章里叙述了无机混凝剂的使用范围，当混凝剂单独使用或与其它药剂联合使用时混凝和电混凝的卫生效果。

第八章详细分析现有的混凝强化方法：药剂的（絮凝除外）和无药剂的方法。需要较详细论述的是用聚合电解质絮凝，单独在第九章里阐述，其中包括关于絮凝剂种类及其作用机理和效果等。

最后的第十章，介绍在某些特殊的水处理过程中，例如去除钙、镁、铁、锰、硅、氟和硫化氢，生活污水和工业废水及沉渣处理时已有成功地使用混凝的实例。

作者的目的在于以一般的观点研究问题，本书未包括进行混凝时所利用的技术设备，悬浮物分离构筑物的计算方法和结构构造等知识。这些知识在著名专家的专门文献中已有论述。由于篇幅所限，书中未包括进行混凝研究的技术和沉渣的再生方法等。但是详细分析了混凝的各种方法和方式的实质，农药、合成去垢剂、磷酸盐这些污染物“新的”种类的水处理特性。因此，对现在还未置于理论领域内的不清楚的因素、奇特的现象，作者不以一言不发来回避，相反，力求在这方面引起读者注意。

有些结论可能带有争议性，需要予以明确，这是自然的，因为本书是对用混凝剂处理水的整个复杂问题进行系统叙述所作的初次尝试。

作者对技术科学博士、E·Φ·库尔加也夫教授支持撰写本书并在看过手稿之后提出许多宝贵意见表示感谢。

苏联科学院通讯院士B·B·杰略金、苏联乌克兰科学院院士Л·А·库里斯基，物理数学科学副博士B·М·穆列尔和化学科学副博士И·Т·哥罗诺夫斯基等，在手稿加工过程中予以特别有益的批评意见，作者表示感谢。

目 录

前言

绪论	1
----	---

第一章 水分散系的现象学	7
--------------	---

I-1 颗粒的分散程度和形状	7
----------------	---

I-2 分子动力学性质	8
-------------	---

I-3 分界面上的吸附	13
-------------	----

I-4 聚集稳定性	20
-----------	----

参考资料	29
------	----

第二章 天然水污染物的特性	31
---------------	----

II-1 水质的物理化学指标	32
----------------	----

II-2 自然成因的杂质	38
--------------	----

II-3 随同污水排入的杂质	53
----------------	----

参考资料	58
------	----

第三章 混凝剂及其水解	67
-------------	----

III-1 混凝剂的种类	67
--------------	----

III-2 混凝剂的水解	71
--------------	----

III-3 凝聚结构及其特性	80
----------------	----

参考资料	94
------	----

第四章 凝聚颗粒的相互作用规律	104
-----------------	-----

IV-1 用电解质凝聚溶胶	104
---------------	-----

IV-2 不投加电解质的溶胶凝聚	114
------------------	-----

参考资料	119
------	-----

第五章 混凝动力学	125
-----------	-----

V-1 关于快速和慢速混凝的概念	126
------------------	-----

V-2 运动介质中的混凝	130
--------------	-----

V-3 考虑到聚集体破坏的水解混凝剂混凝	137
----------------------	-----

参考资料	148
------	-----

第六章 混凝剂的最佳投量	151
VI-1 凝聚悬浮物的形成机理	152
VI-2 混凝剂投量的选择	164
VI-3 混凝悬浮物的性质及其沉渣分离方法	182
参考资料	201
第七章 混凝的卫生效果	212
VII-1 混凝剂的使用范围及其性质	212
VII-2 去除有害杂质的效果	218
VII-3 混凝同其它水处理方法结合的效果	234
VII-4 电混凝	242
参考资料	245
第八章 混凝作用的强化	257
VIII-1 药剂法	257
VIII-2 无药剂法	262
参考资料	279
第九章 絮凝和絮凝剂	288
IX-1 活性硅酸	288
IX-2 有机高分子絮凝剂	295
参考资料	313
第十章 特殊水处理过程中的混凝	324
X-1 真溶杂质的去除	324
X-2 污水处理	332
X-3 沉渣处置	338
参考资料	340
结语	349

绪 论

分散颗粒由于相互作用结合成聚集体而增大的过程叫做混凝。能够引起颗粒混凝的物质在一般的情况下叫做凝聚剂，而在水处理中叫做混凝剂或者水解混凝剂。后者不仅可引起污染颗粒的混凝，而且水解，形成能够结合成大块絮状体的难溶产物。

混凝作用的重要特性在于，若能正确组织生产过程，则除了解决主要工艺任务，从水中除去粗分散及胶体污染物以外，还可用来达到显著地去除某些真溶性杂质。

采用混凝剂处理水的历史大概开始于古埃及，那还是在纪元前十六世纪，采用甜扁桃汁作为混凝剂^[1]。埃及人、罗马人、希腊人已知道^[2]铝钾明矾的混凝性质。在欧洲，只是在十八世纪中叶才开始采用明矾，很长时间认为它有害，杰里维戈在俄国的第一个给水指南中所写的证明了这一点：“不能不指责所有向水的化学组成中加入原未含有的新物质的处理方法。根据这个原因，以及根据明矾的价格，这种处理方法很少用并且只是在小水量时才可以使用”^[3]。

第一次利用硫酸铝的试验是在1827年进行的^[4]。在1884年美国人海亚特取得了滤池处理水以硫酸铝预处理的专利权^[5]。在1865~1872年曾推荐实际应用氧化铁盐^[6]，并在1887年对分离出氢氧化铁沉渣的箱形过滤装置颁发了专利^[7]。在水处理实践中，系统地采用硫酸铝和硫酸铁是在上个世纪八十至九十年代开始的^[8,9]。正是在这一时间内进行了混凝工艺可能性的研究，发表了关于利用混凝剂处理泥炭水和污水的报导^[9,10]。

根据皮斯库诺夫的资料^[11]，在俄罗斯，用混凝剂处理水的优先权属于И.О.普良特斯。在1886年捷姆毕茨基推荐了为制备

饮用水采用氯化铁^[12]，而在上世纪末，布戈进行了这种混凝剂效果的首次研究^[13]。在这一时期，29个城市的自来水全部和部分地用地表水源的水，而其中的7个采用了混凝处理^[14]。

在二十世纪初，用混凝进行工作的快滤池进入给水的实践中。其运转经验表明，混凝剂具有很高消毒能力。1912年开始采用氯化硫酸亚铁作为混凝剂^[15]，1929年开始采用铝酸钠^[4]，本世纪五十年代开始采用羟基氯化铝^[16,17]。

苏联在二十世纪二十年代几乎只采用粗制硫酸铝。采用含铁混凝剂，是在K·Д·潘菲洛夫公用事业研究院的首创之后才开始。该院在第聂伯尔彼得洛夫斯克、古比雪夫、契里亚宾斯克和斯维尔德洛夫斯克，对硫酸亚铁处理水成功地进行了研究。

在1937年，贝利斯建议利用活性硅酸作为絮凝剂，而从本世纪五十年代开始，在水处理实践中稳定地引入有机絮凝剂。近年来，在水处理方面采用混凝剂和絮凝剂正在不断地增加。这是由以下一些原因造成的：

- 1) 主要依靠地表水源的需水量正在增长；
- 2) 这些水源的水质恶化；
- 3) 提高对天然水和污水处理后水质的要求。

在集中供水发展的初期，即在上个世纪五十年代，欧洲国家首都每个居民的用水量为15~50升/日。到上世纪末用水量发展到100~150升/日（伦敦、圣彼得堡、巴黎）^[9,18]。地下水曾是主要的供水水源，但是，随着用水量的增长，利用河水和湖水越来越成为必需。例如，到1910年俄罗斯利用地表水源的自来水数量占总量的55%^[14]。

在苏维埃政权年代里，苏联集中供水城市的数目增至30倍。新的给水事业发展远景规划规定，到1980年居民用水量将增加到10100万吨/日。这表明，仅每个城镇人口生活饮用的平均日用水量，就可增长到360升。在有些大城市（莫斯科、列宁格勒、基辅、伏尔加格勒等）目前已经达到规划的用水量^[19]。

在生活饮用水量中需要再加上工业的，特别是新兴工业部门

急剧增长的用水量。例如，对化学工业中每生产一吨产品的耗水量（吨）为：

人造丝，卡普隆，尼特纶	550~750
卡普隆乳	3500~4500
感光化工产品	6900~9000
化学医药产品	1900~17000

到1980年，苏联工业用水量将增加到4.19亿吨/日。

随着总用水量的增加，在各国采用地表水作水源取水增长到70~95%^[21~23]。

采用地表水源的用水量不断增长，其原因有两个：

（1）地下淡水不足（在苏联，地下淡水的储量大约为地表水储量的1/20）^[24]。

（2）世界上取之不尽的海水实际上仍未被利用。全世界所有运转着的淡化水装置的总和日生产能力为：1968年80万吨，1970年111.4万吨、预计到七十年代末还达不到400万吨^[25,26]。即使海水淡化以较高的速度发展，并使其价格达到相当便宜，由于淡化水需要长距离输送，大部分地区的供水问题还是不会彻底解决。

作为给水水源的河流、湖泊和水库，同时又作为污水排泄处，而污水量与用水量成比例地增长。由于石油和油脂、酚、合成去垢剂，农药以及许多微量元素的存在，导致水体的生物生活及其自净能力的破坏，分析水中这些物质的含量是非常困难的。我们已知，地球上有很多地区，水污染已经达到极其严重的程度。由于水利工程建设，加剧了藻类和浮游生物的繁殖，结果出现了令人厌恶的水嗅和味。

在苏联及其它国家里，实施新的关于水资源利用和保护的法律，严格规定水质排放标准，最大限度地采用循环供水，禁止或限制氧化缓慢物质的生产。争取水体的洁净已经取得了效果。但是，天然水没有在深度物理化学处理中起着主导作用的混凝处理，利用天然水仍是不可能的。

混凝处理采用范围的扩大，与对饮用水水质要求越来越高有

关。如果说到1880年前后,评价饮用水水质是从最普通的物理化学指标出发,稍晚些时候是从生物指标出发^[27],则现在又补充规定了很多微量元素的含量标准。虽然阿姆斯特丹第一次国际会议建议,饮用水中悬浮杂质含量不应大于0.5毫克/升。但有些研究人员认为,这些杂质的极限允许浓度值应当更低,因为已经确定水质和心血管病患者数目之间有直接关系^[28]。

按照现行标准,对饮用水质的某些指标已提出与化学纯试剂同等或甚至更高的要求。在国际^[29]和欧洲^[30]的标准中,提出的一些物质极限允许浓度(毫克/升):合成去垢剂为0.2,铅为0.1,铜、锰、砷、硫化氢、铬和氰化物为0.05,镉和硒为0.01,酚类为0.001。推荐如下的有机磷杀虫剂极限浓度(根据感官特征,以毫克/升计):敌百虫和碳福斯为0.05,硫福斯为0.03,仲福斯为0.02^[31]。苏联从1975年1月1日起开始执行新的饮用水全苏国家标准(ГОСТ2874—73),与以前所执行的标准相比,其中对水浊度和微量元素含量的指标要求提高了。例如,饮用水中硒含量不应超过0.001,而铍含量不应超过0.0002毫克/升^[32]。

在国民经济的许多部门中,对生产用水水质提出特殊的要求。对蒸汽动力装置,这些要求涉及到水的硬度、氧和游离二氧化碳、硅酸和磷酸盐的含量。在一些化工生产以及油田注水的用水中,铁的含量不应超过0.05~0.2毫克/升。

最后指出,近年来工业和生活污水处理及沉渣处置时,显著地扩大了混凝剂的应用。如果从前生活污水几乎只进行机械和生物处理,现在,作为这些方法的补充,特别是为使超负荷处理构筑物正常工作^[33],混凝法得到成功地采用。在新建的装置中,物理化学处理方法其中包括混凝法,已完全取代了生物处理方法^[34]。

如若没有凝聚和絮凝现象的理论,将不可能出现完善的药剂处理水的方式方法,在理论发展中起杰出作用的苏联学者要算H.П.彼斯科夫, H.A.福克斯, П.А.列宾杰尔, Б.В.杰略金等。

在天然水和污水处理过程中,在应用胶体化学和物理化学概

念提高和发展混凝效果方面，曾经和正在成功地进行工作的，在苏联有И.Э.阿彼里岑，Ю.И.维依切尔，С.А.沃兹涅辛斯基，И.Т.哥罗诺夫斯基，И.Ф.叶夫列莫夫，В.А.克略奇科，В.П.克利施图里，Л.А.库里斯基，Е.Ф.库尔加也夫，И.С.拉夫罗夫，Д.М.明茨，В.Т.图尔奇诺纸奇，С.А.舒别尔特，С.В.雅可福列夫等人；在国外有Е.毕茵，А.布莱克，Г.古德尊，С.卡瓦木拉，В.拉默，У.兰格列尔，Е.马契也维奇，С.麦特松，С.马茨克尔，М.诺达，Ч.欧米里亚，Р.帕克哈姆，Т.莱第克，В.斯塔姆等人。

参 考 资 料

- [1] M.N.Baker. The Quest for Pure Water. N.Y. American Water Works Association, 1948.
- [2] M.Frison. Techn. sanit. et municip., 48, 158 (1953).
- [3] Руководство к устройству водопроводов, составленное бароном Дельвигом, полковником корпуса инженеров путей сообщения. М., Типография Ф. Готье, 1856, стр. 6 раздела «Способы очищения воды».
- [4] Manual of British Water Engineering Practice. Cambridge, Heffer and Sons Ltd, 1961.
- [5] A.S.Hyatt. Пат. США 293740 (1884).
- [6] С.А. Вознесенский. Физико-химические процессы очистки воды. М., Гостройиздат, 1934, стр. 8.
- [7] K.E.Oehler. Vom Wasser 1963, Bd. 30. Weinheim/Bergstr., 1964, S. 127.
- [8] J.E.Singley, A.P.Black. J. Amer. Water Works Assoc., 59, 1549 (1967).
- [9] P.T.Austen, F.A.Wilber. Annual Report of the State Geologist of New Jersey, 1884, p. 141.
- [10] G.W.Fuller. Report of the Investigations into the Purification of the Ohio River Water at Louisville. N.Y., D. Van Nostrand, 1898.
- [11] П.И. Пискунов. Водоснабжение фабрик и заводов. М., Гостройиздат, 1951, стр. 44.
- [12] Ф.К. Зембицкий. Очистка воды химическим способом для питья. СПб., 1886.
- [13] Н.Л. Бунге. Обеспечение днепровской воды химическим способом (сообщение на II Русском водопроводном съезде). СПб.,

- изд. Постоянного бюро русских водопроводных съездов, 1895.
- [14] Ф.А. Данилов. Водопроводы русских городов. СПб., изд. Постоянного бюро русских водопроводных съездов, 1911, стр.168.
 - [15] E.V.Bull.Proc. Inst. Water Supply Assoc.N.Y., 1912, P. 119.
 - [16] T.Stones.J.and Proc.Inst.Sewage Purific., N4, 350(1955).
 - [17] Англ.пат.823082(1959).
 - [18] В.Е.Тимонов. Водоснабжение и водостоки, вып.1.СПб., Типография Ю.Н.Эрлих, 1899, стр.128.
 - [19] Л.А. Кульский, В.В. Даль. Проблемы чистой воды. Киев, «Наукова думка», 1974, стр.106.
 - [20] Е.З.Аграноник, Н.Д. Бондарев, В.П.Иванов и др. Водоснабжение и канализация предприятий химической промышленности, Л., Стройиздат, 1967, стр.130.
 - [21] Сб.«V Международный конгресс по водоснабжению». Под ред. Ф.А.Шевелева.М., Изд-во МКХ РСФСР, 1963, стр.154.
 - [22] С.М.Драчев. Водоснабжение и санитарная техника, №9, 40 (1969).
 - [23] В.И.Лялько. Вечно живая вода. Киев, «Наукова думка», 1972, стр.98.
 - [24] В.Р.Лозанский. Сб. «Водоснабжение, канализация, гидротехнические сооружения», вып. 13. Киев, «Будівельник», 1971, стр.58.
 - [25] В.А.Клячко. Водоснабжение и санитарная техника, №8, 35 (1969).
 - [26] C.M.Wong. Proc.Seminary Nucl.Power held in Bombay. Boinhay, 1970, p.29.
 - [27] Н.А.Капкаров. Современные способы очистки воды. Томск, Типолиитография Сибирского товарищества печатного, дела, 1912, стр.37.
 - [28] И.Е.Эльпинер. Природа, №7, 23(1966).
 - [29] Международные стандарты питьевой воды. Женева, изд. Всемирной организации здравоохранения, 1973, стр.37.
 - [30] Европейские стандарты питьевой воды. Женева, изд. Всемирной организации здравоохранения, 1972, стр.35.
 - [31] С.Н.Черкинский, К.И.Акулов, Г.Н.Красовский, Гигиена и санитария, №4, 17(1966).
 - [32] С.Н.Черкинский. Технология очистки питьевой воды и санитарно-гигиенические требования к ее качеству (материалы семинара). Изд. Моск. Дома научно-техн. пропаганды им Ф.Э.Дзержинского, 1974, стр.20.
 - [33] K.Klantsch.Gas-Wasser-Abwasser, 53, 301(1973).
 - [34] Environ. Sci. and Technol., 7, 804(1973).

第一章 水分散系的现象学

I-1 颗粒的分散程度和形状

如果有不连续组分（分散相）分布在基本载体物质（分散介质）之中，它们构成的体系就称为分散系。根据分散相颗粒的尺寸（分散程度），分散系可分为三类^[1(15页)]：

1.粗分散系。颗粒的尺寸（对于球形颗粒为直径，对于立方体颗粒为边长，对于伸长形状的颗粒为当量直径）规定大于0.1微米。悬浮液，乳浊液属于这一体系。

2.胶态体系。颗粒尺寸从0.1微米至1毫微米。颗粒包括从几个到几亿个分子的质量。胶态体系也称溶胶，当分散介质是水时，则称水溶胶。

3.真溶液。颗粒尺寸不超过1毫微米，即相当于单个分子和离子的尺寸。

高分子物质溶液成为特殊的第四类，其中单个的大分子可以结合成“团”，达到胶体颗粒尺寸。

在上述分类中，决定胶态体系分散度的上限（1毫微米）是，物质进一步破碎就会从分子聚集体过渡到单个分子。分散度的下限（0.1微米）是，与颗粒热运动强度的剧烈降低有关，这点将在后面叙述。

分类具有相对性。粗分散系和胶态体系中存在把各相分开的物理界面，它们与真溶液（均相的）体系的区别是多相性，即多相（在最简单的情况下是两相）体系。因此，含有颗粒尺寸为几微米级的悬浮液呈现出与胶态体系相似的性质，并常常把它们合起来通称为微多相系。

随着颗粒分散程度的提高，相间界面积会急剧增加。颗粒的总表面积除以分散相的总容积或重量得到比表面积值，胶态体系的这一数值在分散系当中占有特殊的地位，在真溶液中没有一般含意的分界面，而粗分散系的比表面积不大。因此，与任何其它分散系相比，胶体溶液的性质在更大程度上由表面现象确定。

天然水和污水与大多数分散系一样，含有不同尺寸的颗粒。这些体系与颗粒具有相同尺寸的单分散系不同，叫做多分散系。多分散系的最重要特征是粒径分布函数，它表明每种粒径颗粒数目对体系中颗粒总数的比值。

胶体颗粒和粗分散颗粒的形状，对混凝作用和结构形成具有很大意义，据此可分为对称直径的和不对称直径的两类。第一类颗粒的尺寸在三个量度中近似于相等。圆形和正方形的颗粒属于这一类。不对称直径的颗粒在一个或两个量度上伸长，它们可以是圆盘状、针状和棒状。椭圆形颗粒处于某种中间状态。

I-2 分子动力学性质

热（布朗）运动。分散相颗粒经受着处于不断地和无规则地作热运动的分散介质分子的碰撞，结果导致颗粒在空间移动。移动是所有碰撞作用的均衡结果，其产生的移动速度要比分子运动速度慢得多。这时，细小颗粒在不同的方向上移动。大颗粒（3~5微米）具有大的质量，从不同方向向它碰撞时，相互抵消的概率增加。因此，它们只能完成速度为每秒零点几毫米幅度不大的摆动。直径大于5微米的颗粒，实际上不易受布朗运动的影响。在一定的时间间隔 $\Delta\tau$ 内，颗粒位移的平均值 $\Delta\bar{X}$ 以爱因斯坦方程式确定

$$\Delta\bar{X} = \sqrt{\frac{RT}{N} \cdot \frac{\Delta\tau}{3\pi\eta r}} \quad (I-1)$$

式中 R ——气体常数； T ——绝对温度； N ——阿佛加德罗数， η ——介质的动力学粘度； r ——颗粒半径。