

浮选调整剂



冶金工业出版社

TD923

8

3

浮选调整剂

〔苏〕M.A.爱格列斯 著

张文彬 李长根 孙传尧 译

冶金工业出版社

A921432

浮 选 调 整 剂

〔苏〕M.A.爱格列斯 著

张文彬 李长根 孙传尧 译

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 7 字数 181 千字

1982年 8 月第一版 1982年 8 月第一次印刷

印数00,001~2,050册

统一书号: 15062·3804 定价0.90元

译 者 的 话

本书是根据苏联“НЕДРА”出版社一九七七年出版的《РЕАГЕНТЫ-РЕГУЛЯТОРЫ ВО ФЛОТАЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ》一书译出的。

作者在本书前半部分中全面地叙述了浮选体系的物理和物理化学性质，介绍了各类浮选调整剂的作用机理，尤其注重从复杂的浮选体系的整体出发来探讨调整剂同矿浆中各种组分的相互作用。除了总结过去提出的有关调整剂作用的假说和理论以外，作者还介绍了一些最新的研究成果，提出了一些新的见解。

在本书后半部分中，作者全面地介绍了各种调整剂在黑色、有色和稀有金属矿石以及非金属矿石浮选中的应用实践。

本书对于选矿试验研究工作者、选矿厂技术人员以及大专院校选矿专业师生均有一定参考价值。

全书共分十章。绪论、第一章、第二章以及第三章的第一、二节由张文彬翻译；第三章第三节、第四章、第五章以及第八~十章由李长根翻译；第六章和第七章由孙传尧翻译。全书译稿由张文彬和李长根共同加工整理。

在翻译过程中对书中出现的、大家熟悉的一些其他国家选矿厂、药剂名称等我们尽量改注了原文。

本书译稿蒙冶金部矿冶研究总院吕永信副总工程师及幸伟中和罗义昌工程师校阅，在此一并致谢。

由于译者水平有限，译本中缺点和错误在所难免，敬希广大读者批评指正。

译 者

一九八〇年十一月

目 录

绪 论	1
第一章 加药前矿物同矿浆液相的相互作用	5
第一节 浮选矿浆中的固相	5
第二节 矿浆中的液相	7
第三节 矿粒同水和水溶液的相互作用	10
第二章 调整剂对矿物表面和对矿浆中反应的作用	20
第一节 调整剂的分类	20
第二节 调整剂对液相的作用	22
第三节 在水介质中调整剂及其反应产物 同固相相互作用的原理	28
第四节 离子、分子和胶体粒子在固相颗粒表面上 吸附的、化学的和粘附的固着	31
第五节 作用于固相颗粒表面的其他过程	55
第三章 调整剂对气泡和泡沫层的作用	59
第一节 调整剂对气泡的分散性和起泡强度的影响	59
第二节 矿浆中反应的胶体和细分散产物 对气泡表面的作用	60
第三节 调整颗粒(矿浆中反应产物)在气泡上 附着的方法和活化气泡的途径	71
第四章 调整剂对浮选基本行为及其动力学的影响	74
第一节 浮选基本行为中的调整剂	74
第二节 基本行为的定量评价方法	76
第三节 浮选药剂对矿粒向气泡粘着时间的影响	79
第五章 无机调整剂及其对浮选矿浆组分的作用	83
第一节 酸碱调整剂	83
第二节 弱酸盐、中等酸盐和强酸盐	90
第三节 络合调整剂和胶体调整剂	98
第四节 无机调整剂作用小结	105

第六章 有机调整剂及其对浮选矿浆组分的作用.....	107
第一节 低分子和非离子型高分子有机调整剂	107
第二节 离子型有机聚合物	111
第三节 作为浮选调整剂的离子交换剂	113
第四节 有机分散剂	115
第五节 矿石悬浮液的絮凝	116
第七章 调整剂的作用机理	117
第一节 调整剂作用的基本方式	117
第二节 抑制和活化的机理	122
第八章 有色和贵金属矿石浮选中调整剂的应用实践	127
第一节 硫化矿和非硫化矿工业浮选时调整剂应用的 基本特点	127
第二节 硫化铜矿石的浮选	128
第三节 铜-锌矿石的浮选	133
第四节 铅-锌矿石和铅-铜-锌矿石的浮选	138
第五节 铜-钼矿石和钼矿石的浮选	147
第六节 锑、汞、镍和其它矿石的浮选	151
第七节 有色金属氧化矿和混合矿的浮选	156
第九章 非极性矿物和极性非硫化矿物优先浮选中 调整剂的应用实践	159
第一节 非极性非硫化矿物矿石的浮选	159
第二节 盐类非硫化矿物矿石的浮选	163
第三节 氧化物和硅酸盐的浮选	177
第四节 可溶性盐类矿物的浮选	188
第十章 当前的研究课题	192
附录 主要的浮选调整剂	197
参考文献	205

绪 论 ·

有用矿物的综合利用和有效回收，是建立高度发达的先进工业的条件之一。要解决矿物的综合利用和有效利用问题，发展优先浮选具有极为重要的意义。浮选是一种物理过程，是在介质的复杂流体动力学和空气流体动力学条件下，以矿浆中及固-液、液-气相界面上各种化学、物理化学过程的综合为基础的。优先浮选之所以成为可能，主要是因为应用了品种越来越多的浮选药剂，其中包括调整剂。调整剂的作用随着有用矿物综合利用程度的提高，以及为了减轻和防止环境污染所必需的尾矿净化而日益增大。

调整剂能改变水介质的pH值和组成，起抑制剂、活化剂、稳定剂、凝聚剂和絮凝剂的作用。调整剂对气泡表面的作用也已经得到证实。调整剂还改变沉淀物和气泡的分散性，改变气泡的上升速度。属于调整剂的是那些特地加入矿浆中的酸、碱、氧化剂、还原剂、可溶性盐、各种类型和结构的有机化合物——低分子或高分子的聚合物、表面活性剂和表面惰性物质。

试验研究表明，矿石复合体中的矿物组分和矿物中的杂质以及空气，都能以不同的速度缓慢地溶解于矿浆的液相中。由此形成的“难免离子”^①和分子，按其各自的化学特性，或者与水发生反应，或者互相之间发生反应，或者与加入的浮选药剂发生作用，从而不仅形成复杂的离子和分子，有时还会生成胶体或粗分散的悬浮物和沉淀。这些离子、分子和胶体化合物（如同水的分子和离子一样）同固体颗粒和气泡相互作用，就改变和决定了它们的物理化学和物理性质，并且首先改变它们的表面层的组成和性质。此外，“难免离子”和加进矿浆中的药剂相互作用，使这

①其意义在本书第一章第三节中有说明。——译者注

些药剂的离子-分子形态发生变化，并和这些药剂形成新的化合物，从而大大地扩充了作用于固体颗粒和气泡表面上的化合物的数量和种类。这些反应的方向和速度取决于各反应物的浓度和液相介质的温度，并在很大程度上受介质流体动力学条件的制约。在生产条件下，循环产品的成分和给入速度，循环产品中胶体和粗分散悬浮物的存在，也起很大的作用。

选矿厂的工作人员都非常清楚，浮选用水成分的季节性或周期性变化、矿物组成、杂质及造岩矿物分散度的变化，都会给选矿指标带来多么大的影响。这些变化给生产者们提出了许多新的课题。要解决这些课题，就要求人们具有熟练的技巧和正确的理论方法。如果说浮选药剂制度的选择基本上决定于实验室研究的话，那么解决难免离子所引起的问题，多半要在连续试验条件下完成。调整剂对污水成分的影响也值得重视。调整剂是选矿厂排放的污水中残余药剂的主要部分，从对周围环境污染的观点来看，也应该对调整剂进行研究。工业化的发展和随之出现的数量极大的废弃物，向人们提出了一项极为重要的任务——保障人类健康，维持地球上生命发展的综合条件。

调整剂及其在矿浆中反应产物的物理和物理化学作用是多种多样的。它们改变着：加入的浮选剂的离子、分子和胶体形态之间的比例；它们的水合程度；悬浮液液相的氧化-还原电位和矿物表面的氧化过程；矿粒和气泡表面的物质组成；双电层的结构；表面电荷的大小和符号；固相和气相长距离吸引力和排斥力的大小；水分子的吸引力和表面润湿性；矿物悬浮液的稳定性；悬浮物的凝聚和絮凝强度；矿浆中反应生成的胶体分散产物的长大速度；泡沫层中气泡上的水膜的泄水和破裂速度以及泡沫层的稳定性，等等。

近年来，人们作了种种尝试，希望通过物理作用来扩大矿物性质的差异：用放射性射线或别的射线以及超声波来处理矿物，以改变矿物的吸附性能，除去已发生变化的表面层，增大或造成晶格的电子缺陷。

浮选理论也同所有应用科学的理论一样，进入了这样一个时期，即分析实验资料时，除了需要深入地利用经典化学和物理学原理以外，还需要应用新的边缘学科——固体理论、化学物理、量子力学、量子化学和表面力理论。因为在浮选理论中，尤其是在关于药剂作用的理论中，必须研究原子、离子和电子的作用，因此不考虑量子力学原理是不行的。这已成为不可避免的了，因为只有应用现代物理和化学来分析电子和原子的相互作用才具有足够的可靠性〔68, 143, 177, 211, 212〕。

浮选体系中发生的多种多样的化学、物理化学和物理过程的理论，分散气相形成的理论，浮选基本行为(элементарный акт)和浮选全过程的理论都已经建立起来。新的研究方法——从化学分析到所形成化合物的红外光谱及这些化合物的电子顺磁共振和核磁共振，已被广泛采用〔184〕。

尽管在建立浮选理论方面已经取得了某些进展，但是它仍然落后于生产实践所取得的成就。浮选理论的许多方面（特别是药剂、介质同矿物和气泡相互作用的理论）还远没有得到充分的研究。对于在连续生产过程中的浮选过程理论尤其研究不足，因为要在实验室内再现连续生产过程中的条件是极为困难的。

浮选领域中的现代理论研究工作的基本任务之一，是建立一个把决定浮选指标的所有子过程都综合在内的统一的浮选理论，并在此基础上把定性的、原则性的概念以及统计学的解释，变为定量的函数关系的分析。对某些类型的有用矿物来说，已面临不发展浮选理论就不能进一步提高工艺指标的程度。

所以，应该着手查明支配着磨矿和浮选装置中的各过程的那些规律性，为在工业上经济可行地实现这些过程，为掌握这些过程的合理方向，为这些过程的强化和自动化，取得必要的数

据。有时候人们并没有充分估计到：大多数浮选药剂在水溶液中都

都将形成一个由离子、分子、胶粒和胶体组成的复杂的综合体系，它们具有各不相同的物理和物理化学性质，常常以各不相同的方式同固体颗粒和气泡相作用。

在本书中，作者力图将有关调整剂作用的研究成果以及浮选实践中使用调整剂的情况加以系统地整理和概括，因为这些问题并非任何时候都受到了人们足够的重视。作者特别注重对调整剂（包括加进矿浆中去的调整剂、矿浆中的难免离子和气体）的作用给予全面的分析。这种分析的特点是尽可能地顾及到调整剂所构成的整个离子-分子-胶粒综合体系作用的多样性。

在编写本书时，作者广泛利用了许多生产人员、研究人员和理论工作者所发表的有关调整剂问题的资料。作者认为，尽管对于调整剂在浮选中的作用的研究还有许多不完善的地方，但是评述、分析和总结大量的实验资料，仍不失为一件有益的工作。作者希望书中所叙述的材料能有益于工业生产人员和研究人员。

作者特别感谢技术科学副博士М.Л.沃洛娃(Волова)、И.Т.列维乌什(Левуш)、И.В.胡基(Фуки)、В.П.库兹涅佐夫(Кузнецов)、Е.П.萨哈洛娃(Сахарова)和技术科学博士Л.А.格列库洛娃(Грекулова)。因为他们和作者的协同工作，促进了作者关于调整剂作用的某些概念的形成。

第一章 加药前矿物同矿浆液相的相互作用

第一节 浮选矿浆中的固相

浮选体系中的固相，大部分是磨细了的不同粒度的矿粒，少部分是在水介质中的反应所产生的不溶性沉淀物的粒子。

被细磨的矿石通常由数十种矿物组成。矿物是在自然条件下形成的晶体，并且在其埋藏于地壳的漫长的时期中经历过多种变化。每一种矿物的组成通常都是用分子式来近似地描述的。分子式只写出它的主要成分。除这些主要成分以外，在矿物晶格中还以微细分散包裹体和类质同像取代物的方式存在多种元素的化合物。类质同像现象的发生，主要地是由于带同名电荷的离子在大小和价数上的近似性所决定的^[53]。还经常看到一种离子团被另一种由价数不同的离子组成的离子团所取代的现象，但是总价数必须相同。实际的晶体通常为两种类型的固溶体：一种是个别离子或者离子团被别种离子所取代而形成的固溶体；另一种是外来离子分布在大直径离子之间形成的固溶体。

矿物的化学组成和结构的相互关系决定着它的性质。化学组成相同的矿物，当其结构不同时，其物理和物理化学性质也就不同。矿物的结构，亦即构成矿物的各原子之间的相互排列关系，取决于原子之间的键。矿物晶格的特征是具有许多缺陷的。这些缺陷是由于晶格中原子（离子）排列的顺序受到破坏而形成的并会引起矿物性质的变异（出现非均质性）。这里只是非常简略地谈到了晶格中离子的排布及其理论的一般情形，在许多专著中对这些问题有详细的讨论。

矿物的组成、结构和晶格缺陷对于它的浮选特性来说，具有重要的意义，因为它们决定着矿物的表面性质。

矿物中的键力对于表面性质的评定来说，出现在相界面上和

被磨细的矿物表面上的不饱和状态的键力具有很重要的意义。

现代的理论建立起下列的几种基本键力。

离子键（电价键）是在相互作用的离子的电负性差别很大的情况下形成的。它决定于不同元素的原子失去和获得电子而形成带正电荷和带负电荷的离子的能力。离子键在相反电荷离子间静电吸引时显现出来。这就决定了离子晶体表面的很高的活性。大多数矿物属于离子晶体。

共价键（原子键或配价键）出现在彼此靠近的并具有若干个电子的原子之间。它与离子键的不同之处在于有一个或几个电子对同属于被结合的原子所共有。这种键的特征是它的饱和性（不与别的原子作用）和定形分布（形成电子云）。

在不同元素的原子之间形成共价键时，在绝大多数情况下，电子对都将偏向电负性较大的原子（电子极性键）。键的极性，在数量上用偶极矩来表示。偶极矩等于电荷 e 和正负电荷中心距 l 的乘积（ $\mu = el$ ）。原子的电负性差别越大，偶极矩就越大。非极性共价键（分子键）分子，偶极矩等于零。极性共价键分子，偶极矩可达 4。离子键分子的偶极矩可达 9~12。

按照现代的概念^[53,122]，强化学键（离子键和极性共价键）是实际存在的键的极限情况，大多数分子处于两者之间，它们具有过渡形态的键。按照泡利（Полинг）公式，根据原子电负性的大小，就可以计算离子键在化合物中的比率。计算结果表明，下列化合物中离子键的比率分别为：SiO₂ 22%，NaCl 82%，KCl 84%，SnO₂ 48%，MnO₂ 44%，ZnS 22.1%，PbS 19.7%，FeS 14.8%，CuS 6.8%。矿物中离子键的比率越大，它同水的作用就越活泼。

金属键在矿物中很少见（金是一例）。在磨矿时被磨剥下来的铁颗粒，就显现出金属键的特征。

氢键将在第二节中讨论。

范德华键可以定义为存在于所有物体的原子、离子和分子之间的一种弱物理键。它可以通过三种效应显现出来：许多分子所

具有的恒定偶极的相互作用（取向效应）；分子或原子在邻近分子电场的作用下所产生的偶极的相互作用（诱导效应）；在原子中产生的并由量子力学原理所阐明的瞬时偶极的相互作用（色散效应）。相互作用的特点是，在极小的距离内，当分子的电子云开始重叠时就出现排斥力。在距离稍大一些时，则出现吸引力，但是引力作用的范围不超过3~5埃。范德华引力的总值是不大的，其能量一般等于每克分子几百卡，最大不超过2千卡/克分子。而离子引力的特点是它的能量可达20~200千卡/克分子。范德华力的各个效应在数值上也是各不相同的。例如，对于水分子来说，取向效应、诱导效应和色散效应的比值等于190:10:47〔53〕。

第二节 矿浆中的液相

浮选用水的化学组成，无论在量的方面还是在质的方面，波动范围都很大。溶解于水中的可溶性盐类的浓度可以从50毫克/升变化到500毫克/升或更高；被溶解的物质可包括钙、镁、钠、铁、氯、碳酸氢盐、硫酸盐等等。通常采用测定总硬度的方法来评价水的成分。硬度用溶解于一升水中的CaO和MgO的毫克当量数来表示。也可以表示为德国硬度。（德国硬度1度相当于10毫克/升CaO，并且把MgO换算成等当量的CaO）。1毫克当量硬度等于德国硬度2.8度。供给克里沃罗格中央采选公司用的水是最硬的工业用水的例子，它的氧化钙和氧化镁的含量达550毫克/升。浮选各种矿石很少采用含有多种盐类的海水。但是，保加利亚人民共和国罗生（Росен）选矿厂用钙盐和镁盐含量超过3.3克/升的海水选别铜-钼矿石。

水中悬浮的胶体粒子和较粗的分散颗粒的数量和分散度也是各不相同的。碳酸氢钙比别的化合物更常出现在水中。水中一般还存在数量不多的含二氧化硅的化合物、有机质物和气体（例如，氧——10毫克/升；氮，二氧化碳——0.8毫克/升）。必须指出，水是地球生物层的组成部分，含有数量可观的生物——细菌、浮

游植物和浮游动物。这些有机体既可以使许多产物生成，也可以使许多产物遭到破坏（腐烂）。不过这些有机体对浮选的影响尚没有研究过。

浮选厂生产用水的水质在一年中各个时期内可能发生明显的变化（变化幅度可达30~40%），这一点对浮选实践具有重要意义。

水的复杂性不仅表现在它的成分方面，也表现在水分子的结构方面。在水的分子（半径为1.38埃）中存在着四个荷电极（两个正电荷 H^+ 和两个负电荷——两个电子电荷 O^{2-} ），形成一个近似于四面体形状分布的电场。在氧原子核中，质子正电荷的屏蔽作用使得有效电荷值的确定复杂化^[143]。电荷中心的偏移决定了水分子具有很大的偶极矩（等于1.84德拜）。因此水是一种极性液体。由于水的很高的电介常数削弱了溶解于水中的物质的原子之间的电相互作用，因而大大地增强了水的离解能力。

水的结构是由水分子之间的氢键所决定的^[122]。在水中，氢成为连结不同分子中的两个带负电的氧原子的桥梁，有时甚至可以连结一个氧原子和一个氯原子。氢键的键能比范德华键要大得多，对水的氢键而言，等于4.5千卡/克分子。这些问题在 Я.И. 弗林克立（Френкель）、О.Я. 萨莫依洛夫（Самойлов）、别尔纳尔（Бернал）以及法乌勒尔（Фаулер）等人的著作中有详细的论述^[44,143]。

水的结构还取决于水分子的热运动。这种热运动包括：由自扩散所引起的在某些瞬时平衡位置附近的振动和跳跃式移动（平移跳跃）。在水中，只有在10埃左右的距离内粒子的排布才存在着近似的规则性。水分子在每一瞬间都构成晶格的一个短暂的组成部分（在25°C时，约能存在 10^{-8} 秒的时间）。

水的物理和物理化学性质对于浮选中的相互作用具有最重要的意义。水部分离解就分离出氢离子 H^+ 和氢氧根离子 OH^- 。水的离子积

$$K = a_{H^+} a_{OH^-}$$

随温度的上升而增大。在 10°C 时等于 0.36×10^{-14} ，20°C 时等于 0.85×10^{-14} ，50°C 时等于 5.65×10^{-14} 。质子吸引一个水分子就形成一个水合氢离子 H_3O^+ 。这种离子相当稳定。它们也能像别的离子一样被水化。实际上在水中氢离子 H^+ 总是以水合氢离子状态存在。

pH 值是水的特有的属性。与空气 (0.04% CO_2) 处于平衡状态下的蒸馏水的 pH 值等于 5.58。空气中 CO_2 浓度越低，纯水的 pH 值就越高。

溶解于水中的二氧化碳 CO_2 气体，同别的弱酸及其酸酐一样，能改变水介质的 pH 值。碳酸的水溶液成分如表 1 所示。

在不同的 pH 值下碳酸水溶液中各种组分比例 表 1

组 分	pH			
	5	7	9	11
CO_2	96.62	22.22	0.27	—
HCO_3^-	3.38	74.74	94.62	15.46
CO_3^{2-}	—	0.04	5.11	84.54

粘度对于固体颗粒在水中的运动有很大的影响。粘度即是一水层对另一水层移动时所产生的阻力，用泊 (克·厘米⁻¹·秒⁻¹) 或厘泊 (0.01 泊) 作单位来度量。水的粘度随压力增大而增大，随温度上升而减小：

温 度，°C	0	10	20	50	100
1 大气压下的粘度，厘泊	1.792	1.307	1.005	0.549	0.283

在 В.И. 克拉辛 (Класен) 的著作中，提出了关于磁场对水和水溶液的性质有重大影响的想法^[71]。

为了提高浮选指标，通常要对天然水进行净化处理。最常用的方法是水的软化，亦即降低水中硬性盐类的含量。软化水的最有效的方法是在吸附柱中进行阳离子交换。在进行钠阳离子软化

的时候，即用 Na^+ （一般用 NaCl ）交换水里的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 时，可以获得硬度不高于1毫克/升（按 CaO 计）的水。

水的化学软化法很有意义，因为相应的化合物（苏打，苏打加水玻璃、磷酸盐）是作为调整剂来使用的，同时也应考虑到它们对水的软化作用。在用化学软化法时，软化剂的作用时间很重要。苏打对于具有暂时硬度的水的软化作用很弱，而对于具有永久硬度的水的软化作用则要强得多。

当苏打消耗量为化学当量的1.05倍，并添加水玻璃时，水的硬度同作用时间有如下关系：

时间，分	0	5	10	15	30	60
用苏打时的硬度	20	20	20	10	3.1	3.2
用苏打加水玻璃时的硬度	20	20	7.2	4.2	2.7	2.0

聚磷酸盐（六聚偏磷酸盐、三聚磷酸盐等）对水的软化作用更强。同时，它们的作用还具有一系列的特点。

水的电化学净化法——电凝聚、电氧化、电还原和电渗析，在浮选中还没有采用。

第三节 矿粒同水和水溶液的相互作用

出现在界面上的三维表面力与下列因素有关：界面的本性、邻接相的状态和相对运动以及电泳作用、热电泳作用、扩散电泳作用（粘着力、排斥力和摩擦力）。

对于浮选而言，在矿物表面同水的相互作用中，最重要的有：

由范德华力所决定的水中溶解物质的物理吸附，以及离子吸附和粘着作用；

矿物表面层与水介质间的离子交换；

以被吸附物同矿物表面的元素之间形成强化学键为特征的化学吸附；

矿物表面上的多相化学反应。

物理吸附是高速进行的。它的特征是被吸附物的分子同矿物表面之间的键很弱。被吸附的化合物既可沿矿物晶体表面移动，也可向水相中转移（可逆吸附）。吸附热低（4~8千卡/克分子）并能形成多分子层。Я.И.弗林克立提出了一个公式，把分子在表面上停留的时间和吸附热联系起来：

$$t = t_0 e^{Q/RT}$$

式中 t_0 ——吸附体表面的分子或原子的振动周期，它取决于分子量的平方；

Q ——吸附热；

T ——绝对温度。

根据吉-布尔（Дe-Бур）的计算，当吸附热为3.5~4千卡/克分子时，被吸附的分子的停留时间等于 $4 \cdot 10^{-11} \sim 1 \cdot 10^{-10}$ 秒。具有决定意义的不是取向力和诱导力，就是色散力。

离子交换发生在矿物的表面层和水介质之间。其特点是溶液中的离子以化学当量取代双电层中的离子：一次离子交换，即取代双电层内层的离子；二次离子交换，即取代外层的离子。按照阳离子进入扩散层的能力的大小，可以将阳离子近似地排列成下面的顺序： $\text{Fe}^{3+} > \text{H}^+ > \text{Al}^{3+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$ 。在我们所研讨的矿物中，硅酸盐（鲕绿泥石、蒙脱石等）具有最大的阳离子交换值。吸收阳离子的总交换容量在一定的范围内波动，钠长石（粒度为-0.15毫米）的交换容量达10~20克当量/克。某些矿物（高岭石、膨润土等）起阴离子交换剂的作用，以自己的 OH^- 离子交换溶液中的阴离子。离子吸附和离子交换能使矿物表面的电性和电位发生变化。

化学吸附是以可以测知的速度进行的。其特点是形成一种强化学键。这时表面电位可能依所形成的化合物中的键的本性而有所改变。根据化学吸附的量子力学分析，这一吸附过程与离矿物原子比较近的吸附质的电子波函数最大值的变化有关。化学吸附可能仅形成单分子层或部分单分子层，同时在这种化学吸附的单