
南京土壤所建立测定金属离子在土壤胶体双电层中分布的新方法

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4110.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

南京土壤所建立测定金属离子在土壤胶体双电层中分布的新方法。离子与土壤尤其是与土壤黏粒(包括带电的和具有较高比表面积矿物和有机质等)之间的相互作用是影响土壤溶液中离子活性的关键因素。经典双电层理论揭示了离子与土壤黏粒之间的相互作用，对准确预测离子在土壤中的迁移能力及生物有效性具有重要意义。因此，定量分析离子在土壤黏粒双电层中的比例对于土壤肥力管理和环境污染治理都具有重要意义。

土壤悬液Wien效应是指在外加电场作用下，吸附在土壤黏粒表面的离子尤其是通过静电引力吸附的离子可以被剥离下来进入溶液增加土壤悬液电导率的现象，Wien效应的产生机理如图1所示。在国家自然科学基金项目(40401030、40871114、41422105)长期资助下，中国科学院南京土壤研究所研究员王玉军课题组深入开展了土壤胶体悬液Wien效应研究，结合土壤胶体电解质理论和悬液Wien效应，推导并建立了重金属离子与土壤胶粒间的平均结合自由能和平均吸附自由能的计算公式，获得多种重金属离子在不同土壤胶体表面的平均吸附自由能和平均结合自由能(Soil Sci Soc Am J, 2008, 72: 56-62; Adv Agron 2013, 122: 127-178; J Soil Sediment 2015, 15(11): 2276-2284)，揭示了负Wien效应产生的机制(Soil Sci Soc Am J, 2009, 73:569-578)，探讨了有机质等对金属阳离子与土壤黏粒之间的结合能和吸附能的影响(Soil Sci Soc Am J, 2013,77: 442-449; Soil Sci Soc Am J, 2015, 79: 794 – 802; Environ Sci Technol 2016, 50: 2931-2937)。

1947年Grahame提出将stern层分为内外Helmholtz层的理论，内Helmholtz层(IHP)主要是化学吸附为主，而外Helmholtz层(OHP)是以静电吸附为主，但目前同样没有测定金属离子在内外Helmholtz层中的方法。同步辐射技术为分析重金属离子在土壤中的物理吸附与化学吸附提供了新的手段，但由于金属离子在黏土矿物层间通常是以水合态离子为主，利用同步辐射分析重金属在土壤中形态容易高估扩散层中金属离子含量。离子与胶核之间的相互作用与离子与胶核之间的距离呈显著负相关，在外加强电场的作用下，扩散层中首先解吸下来的金属离子，其实是外Helmholts层中的金属离子，内Helmholts是以化学吸附的形式吸附在胶体表面，这部分离子很难解吸下来。王玉军课题组基于悬液Wien效应分析了双电层中金属离子解吸速度的变化，建立了测定金属离子在内外Helmholtz层中分布的方法(图2)。

利用该方法测定了 Zn^{2+} 在土壤黏粒双电层中的分布(图3)，发现84%的 Zn^{2+} 通过化学吸附固定在内Helmholtz层;其他的 Zn^{2+} 则主要通过静电吸附分布在外Helmholtz层和Gouy-Chapman扩散层。其中分配在外Helmholtz层的离子占总静电吸附的2-22%，分配在Gouy-Chapman扩散层的离子占总静电吸附的78-98%。该方法克服了利用同步辐射高估Zn离子在扩散层中分布的缺点，从实验角度测量了双电层中金属离子的分布，推进和深化了人们对土壤胶体化学中双电层理论的认识。

论文近期发表在《美国土壤学会志》(Soil Sci Soc Am J, 2019, 83:97-106)上。

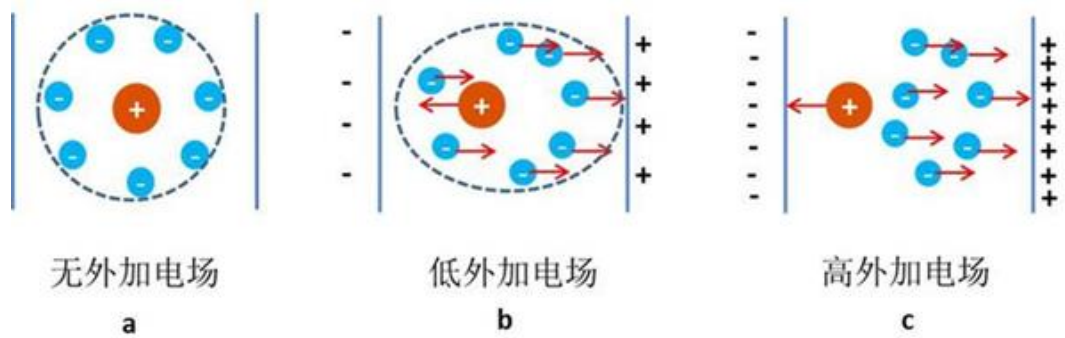


图1Wien效应机理示意图

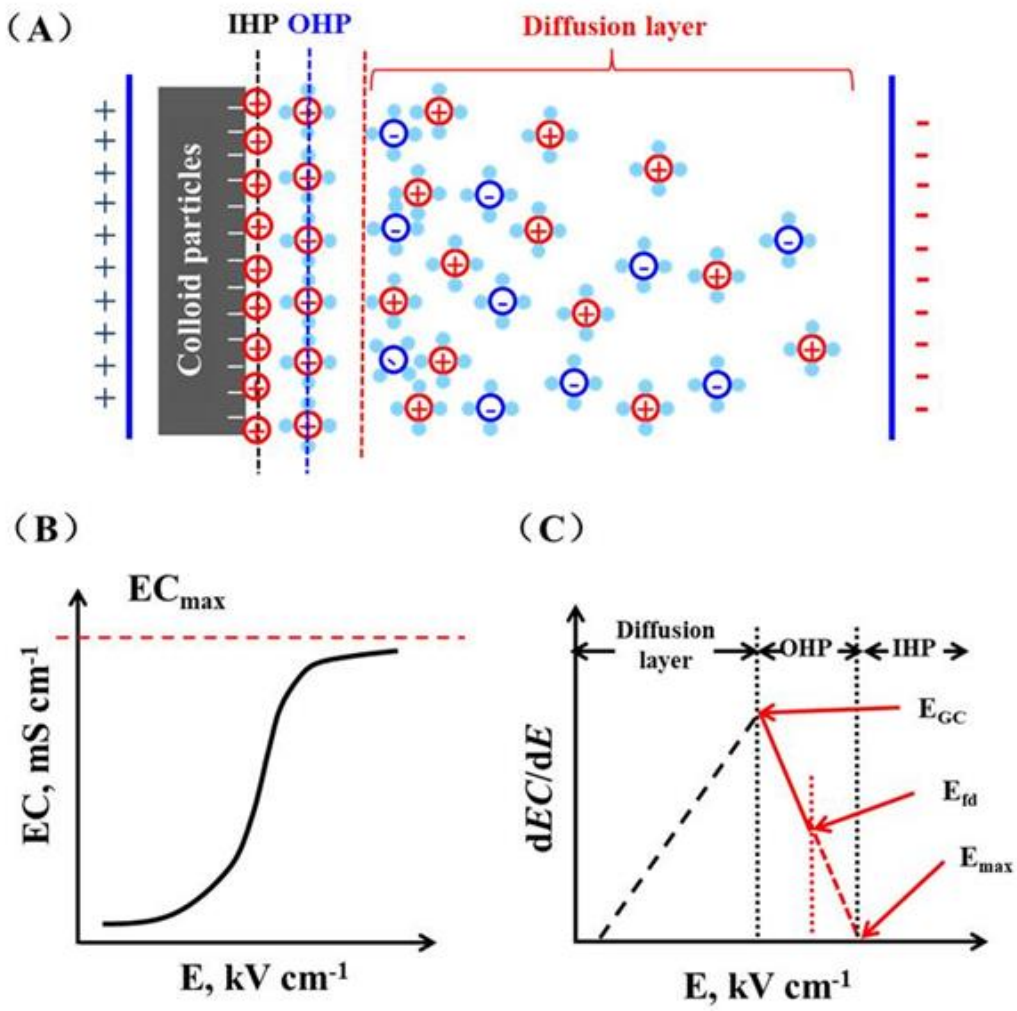


图2悬液Wien效应外推法理论概念图

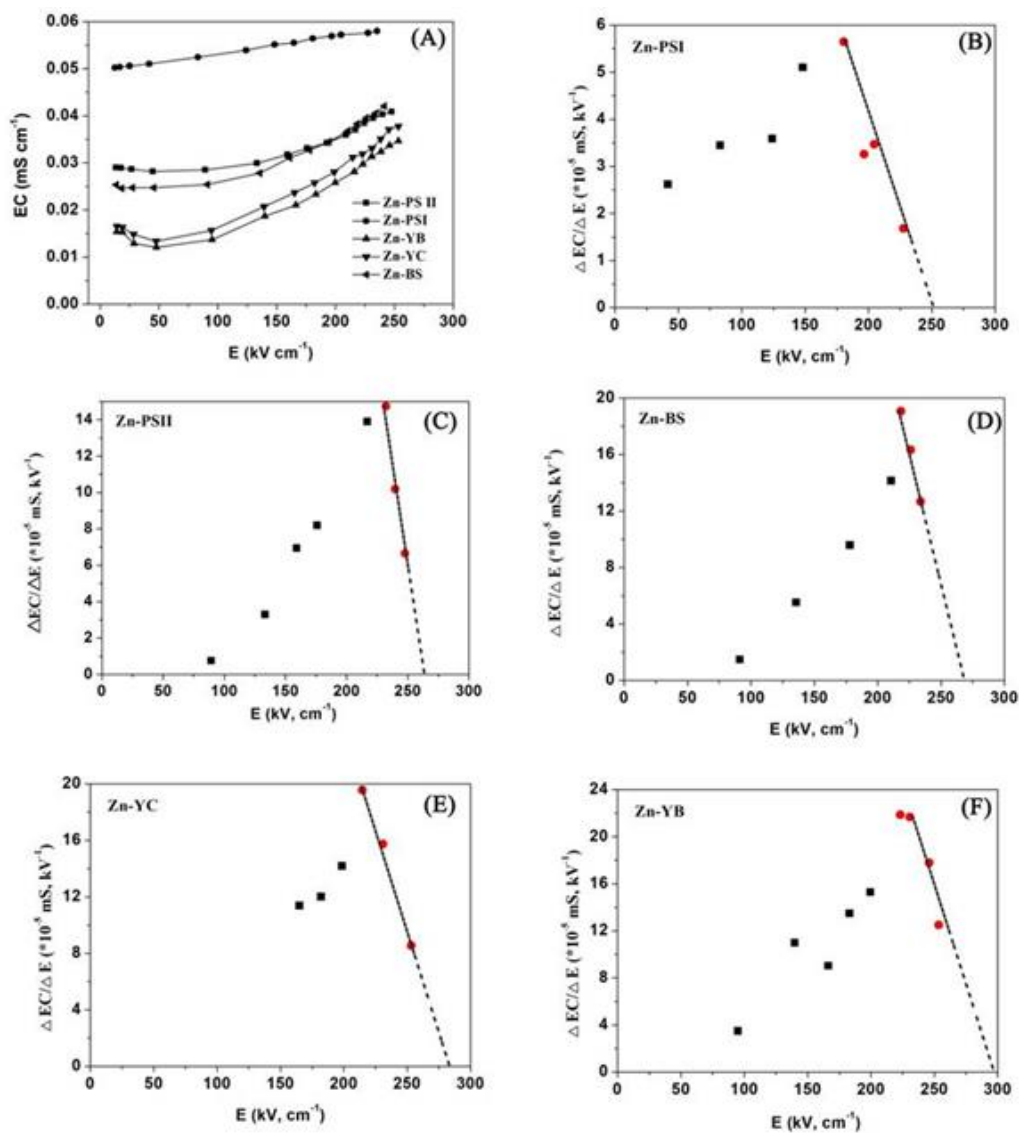


图3基于悬液Wien效应外推法计算Zn不同土壤黏粒上的双电层分布

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发