doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2014.05.018

脱硫石膏淋洗次数对铵态氮迁移特征的影响*

贺　新　苏艳平　杨培岭　任树梅　俞昊良
(中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083)

摘要: 基于室内土柱穿透试验,设置 4 组试验处理:3 组施加脱硫石膏,不同次数淋洗处理;1 组无脱硫石膏无淋洗对照处理。通过分析 NH_4^+、Ca^{2+}、Na^+3 种离子相互关系及土壤水力传导度的变化情况,研究脱硫石膏及不同淋洗次数对碱土养分离子铵态氮迁移转化的影响。结果表明:碱土混合脱硫石膏后未经淋洗的情况下会抑制碱土对 NH_4^+ 的吸附效果,但随着穿透前被淋洗次数的增加,NH_4^+ 在盐碱土中穿透曲线的斜率减小,吸附作用增强。从节水控盐、促进土壤肥力吸收、抑制土壤次生盐碱化的因素来看,根据试验结果推测铵肥不适合与脱硫石膏同时施加到碱土土壤中。建议在施肥前,拌施脱硫石膏的碱土宜采用秋浇与春灌相结合的方式,每次淋洗 662.7 m^3/hm^2 水量,这种淋洗方式在保证改良效果,促进肥料吸收的基础上,还可以适当减少秋浇灌水量,合理分配灌区有限的淡水资源。

关键词: 淋洗次数　脱硫石膏　铵态氮　穿透曲线
中图分类号: S153; S156.4　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1000-1298(2014)05-0113-05

引言

脱硫石膏已经被证实是最适合大规模代替石膏作为改良碱化土壤的改良剂。相关学者对脱硫石膏改良碱化土壤的改良机理和不同施用方式对土壤改良效果的影响、改良后土壤理化性质以及作物响应等已做了一定的研究[1-10]。研究结果表明脱硫石膏改良碱化土壤的技术关键是淋洗,其作用是将土壤溶液中多余 Na 离子排出土体,抑制 Ca-Na 置换反应的逆向进行,淋洗次数与改良效果存在一定的正相关关系。目前脱硫石膏改良碱土的研究主要偏重于脱硫石膏单独施用效用的研究,而脱硫石膏对盐碱地施用氮肥的影响还研究得较少,特别是淋洗次数对盐碱土脱硫石膏改良过程中及改良后铵态氮吸附迁移的研究还未见报道。本文采用室内土柱穿透的方法,就不同淋洗次数及脱硫石膏对重度盐碱土养分离子铵态氮的迁移转化进行研究,以期为盐碱地土壤水肥管理措施以及确定适合灌水量和灌溉方式提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试材料的基本性质

供试土壤取自内蒙古巴彦淖尔市八一乡地区表层 20 cm 碱化土壤,该土壤化学性质为盐化、碱化同时存在,其特点是含盐量高,质量比为 26.38 g/kg,且表聚性很强;pH 值高达 9.8;碱化度高,碱荒地的碱化度为 84.1。自然风干后用 2 mm 筛网过筛,土壤颗粒组成为:砂粒质量分数 78.71%,粉粒质量分数 19.11%,粘粒质量分数 2.18%,该土质为砂质壤土。

供试脱硫副产物(脱硫石膏)取自临河热电厂,pH 值为 7.59。经检测,本次试验使用的脱硫石膏中含 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 达 88.97%,其余含少量 $CaCO_3$ 和固体杂质。本试验脱硫石膏施用量根据经验公式[11]计算,改良 20 cm 土壤所需的脱硫副产物量为 22.95 g。

1.2　试验设备

利用一维垂直穿透试验系统进行试验,整个试验系统包括试验土柱和供水设备。试验土柱用高 30 cm、内径 10 cm 的有机玻璃管制成,土柱上端添加 2 cm 石英砂,加一层纱网,以保证供液时溶液能均匀入渗到土壤表面;下端装 5 cm 石英砂作为反滤层;在距土柱底部 4 cm 处,安装有可控制排水的阀门,用于调控排水过程。在试验前按 1.42 g/cm^3 的容重分层(每层 5 cm 厚)均匀填装土;淋洗过程试验采用马氏瓶向土柱提供去离子水。

收稿日期: 2013-07-23　修回日期: 2013-10-20
*国家自然科学基金资助项目(40971130)和水利部公益性行业科研专项经费资助项目(201301094)
作者简介: 贺新,博士生,主要从事水资源与水环境研究,E-mail: hx_cau0609@126.com
通讯作者: 苏艳平,副教授,主要从事水资源与水环境、灌溉理论与技术研究,E-mail: sypczl@163.com

1.3 试验处理与过程

本试验设置 4 个处理,分别为空白对照(CK):仅装盐碱土,土柱饱和后无淋洗直接测定穿透曲线;FGD－L0 处理:盐碱土掺混脱硫副产物,土柱饱和后无淋洗直接测定穿透曲线;FGD－L1 处理:第一次饱和后 5 d,去离子水淋洗一次(1 个孔隙体积水量)后测定穿透曲线;FGD－L3 处理:第一次饱和后 5、10、15 d 分别淋洗一次(1 个孔隙体积水量)后测定穿透曲线。

首先用去离子水自下而上缓慢饱和土柱,每小时饱和土壤高度为 2 cm,饱和结束后记录马氏瓶刻度,计算孔隙体积水量。同时将马氏瓶中的溶液置换成 0.04 mol/L NH_4Cl 溶液进行穿透试验,示踪元素选择 NH_4^+ 离子。穿透采用常水头连续淋洗方式,直至淋出液中化学元素组成趋于稳定时停止试验。穿透过程中在土柱底部用容器承接出流液,称量计算体积,并用秒表记录时间。2 个孔隙体积(2 PV)前每隔 0.1 PV,2 ~ 5 PV 之间每隔 0.2 PV,5 PV 之后每隔 0.5 PV,测定出流液中 pH 值、电导率、NH_4^+ 浓度、Ca^{2+} 浓度、Na^+ 浓度。试验中 NH_4^+ 采用分光光度计测定,Ca^{2+} 采用 ETDA 滴定法测定,Na^+ 由原子光谱吸收仪测定,pH 值、电导率采用便携式土壤水分三参仪测定。

根据达西定律,常水头条件下土壤饱和水力传导度 k 计算公式[12]为

$$k = \frac{VL}{At\Delta h}$$

式中 V——时段 t 内淋出液的体积,mL

L——试验土柱的高度,cm

A——土柱横断面的面积,cm^2

Δh——渗流流经土柱的水头损失,cm

2 结果与讨论

2.1 无淋洗对铵态氮迁移转化的影响

碱土土柱混合脱硫石膏后对 NH_4^+-N 穿透曲线的影响见图 1。施加脱硫石膏但未经过淋洗的 FGD－L0处理的穿透曲线与 CK 处理的没有明显变化,只是在 3.5 PV 到 6.0 PV 之间的曲线斜率略有增加。这说明仅向碱土中施加脱硫石膏而不进行淋洗,对于 NH_4^+-N 的迁移转化影响不大,只会在一定程度上增加 NH_4^+-N 的淋出速率。由于没有进行淋洗过程,脱硫石膏对于碱土的改良效果并不明显,并且随着脱硫石膏的不断溶解,FGD－L0 处理土壤溶液中含有大量 Ca^{2+},其在土壤颗粒表面的吸附能力大于 NH_4^+ 的吸附能力,从而抑制了 NH_4^+ 的吸附[13],因此 2 种处理下穿透曲线变化不大。另外由于 NH_4^+ 的吸附作用被抑制,NH_4^+ 便以向下迁移为主,从而增加了 NH_4^+-N 的淋出速率,这与 Buss 等和 Wu 等[14－15]研究的结果相似。

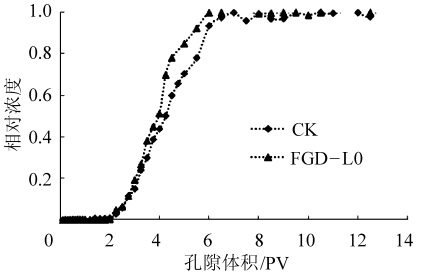

图 1 混合脱硫石膏无淋洗的 NH_4^+ 穿透曲线

Fig. 1 Dynamic soil column breakthrough curves of NH_4^+ with different application amounts of flue gas desulfurization gypsum

同时因为穿透过程中的间接淋洗作用可以促进脱硫石膏的改良过程,使得土壤的水力传导度明显增加,NH_4^+ 与土壤的接触时间便会缩短,这同样也会起到一定的增加流速的作用。

2.2 淋洗次数对铵态氮迁移转化的影响

图 2 为混合脱硫石膏土柱经不同淋洗次数淋洗后 NH_4^+ 穿透曲线的变化规律。从图中可以看出,各处理条件下铵态氮的迁移转化规律受淋洗次数的影响较大,且变化规律不连续,淋洗 1 次(FGD－L1)较不淋洗处理(FGD－L0)相比,NH_4^+ 的穿透曲线出现了明显整体左移的现象,只是在 4 PV 之后曲线斜率略微下降。而淋洗 3 次处理(FGD－L3)则是 NH_4^+ 率先穿出土柱,但 1 PV 之后其穿透曲线的斜率最小,淋出速率最慢,达到穿透的孔隙体积也最大(10.5 PV)。穿透曲线在 3 种处理穿透初期均出现整体左移现象,且淋洗次数越多现象越明显。这主要是因为淋洗过程将土柱中原有 Ca－Na 置换下来的大量 Na^+ 淋出土柱,促进了置换反应的正向进行,提高了脱硫石膏改良碱土的效果,土壤结构得到改善,土壤孔隙度增大,增加了可动区含水率,直接导致穿透过程中溶质运移速度的增加[16]。而穿透曲线中期斜率的减小主要受离子竞争吸附的影响[17],

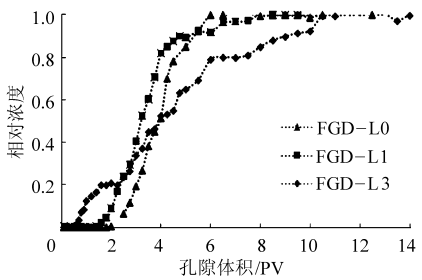

图 2 不同淋洗次数影响下 NH_4^+ 穿透曲线

Fig. 2 Dynamic soil column breakthrough curves of NH_4^+ with different leaching times

淋洗导致土柱中可溶性的 Ca^{2+}、Na^+ 浓度减小，NH_4^+ 在土柱中的相对浓度增加，其在土壤颗粒表面的吸附能力便增强[18]，导致 NH_4^+ 穿透土柱所用的孔隙体积增加，穿透曲线斜率减小。

FGD－L1 和 FGD－L3 处理下 3 种主要离子在土柱中变化情况如图 3 所示。在经过不同次数的淋洗后，2 种处理下土壤溶液中 Ca^{2+} 浓度初始值差异不明显（表 1），且变化也呈现出相同的趋势，均是先迅速增大到峰值再逐渐减小至平衡，但 FGD－L3 处理中 Ca^{2+} 浓度增大幅度、峰值以及平衡时浓度均大于 FGD－L1 处理，相反 Na^+ 浓度的变化曲线图形差异较大。FGD－L1 处理的 Na^+ 质量浓度的初始值高达 2 130 mg/L，随着穿透过程的减小，在 0.6 ~ 1.2 PV之间，递减的幅度减小，说明这一阶段 Na^+ 在土壤溶液中的浓度稍有增加。FGD－L3 处理的 Na^+ 质量浓度则由 194.5 mg/L 逐渐增加，在 0.7 PV 时达到峰值，随后逐渐减小直到 8.5 PV 时达到稳定。两种处理下 Na^+ 的浓度的增加均是由于代换反应导致的，且 FGD－L3 处理的 Na^+ 从土壤颗粒表面代换下来进入土壤溶液的现象更明显，且代换过程时间提前。

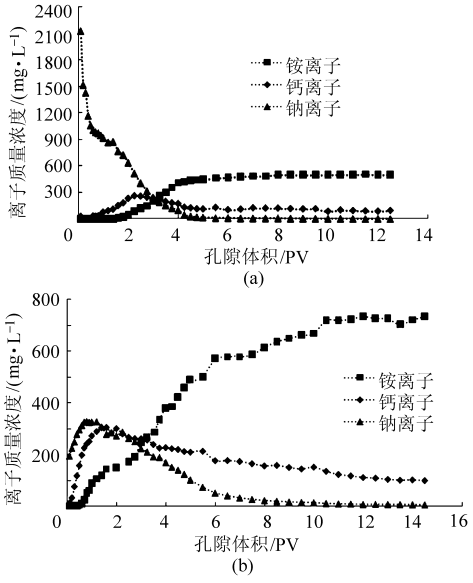

图 3　不同淋洗次数影响下土壤溶液中离子质量浓度变化情况

Fig. 3　Concentration variation of three ions of the soil solute at the different leaching times

(a) FGD－L1　(b) FGD－L3

通过分析两种处理穿透时土壤溶液中初始 Ca^{2+} 和 Na^+ 浓度，可以发现在排水良好的条件下，淋洗 1 次与淋洗 3 次对于改良过程 Ca－Na 置换反应的影响效果区别很小，并不存在明显的正相关关系。

但是对 Na^+ 的淋洗效果差异显著，尤其针对高含盐量的碱化土壤。由于淋洗 1 次后土壤溶液中 Na^+ 浓度仍然很高，使得 NH_4^+、Ca^{2+}、Na^+ 3 种离子在土壤溶液中更容易达到吸附交换平衡，一定程度上抑制 NH_4^+ 的吸附，加速其向下运输。而淋洗 3 次后土壤中各溶质浓度低，尽管 Ca^{2+} 具有更高的吸附能力，但是 NH_4^+ 的相对浓度高，NH_4^+ 容易吸附在土壤颗粒上，将 Ca^{2+} 和 Na^+ 置换下来。淋洗 3 次确实有助于养分离子铵态氮的吸收，增加土壤肥力。但是随着土壤颗粒表面 Ca 饱和度的下降，也增加了土壤恶化、次生盐碱的可能性。因此过度的增大淋洗量并非改良盐碱地的最佳途径。碱土在脱硫石膏改良过程中可以考虑在施肥耕种前进行 2 次灌溉淋洗，即除了每年度的秋浇外，需在第二年增加一次春灌，每次灌水量约为 662.7 m^3/hm^2（按本试验土壤质地与容重计算）。这样既可以达到促进置换加速淋洗的目的，也提高了灌溉水的利用效率、增加养分离子的吸收。同时该灌溉方式能有效减少当地传统秋浇灌水量，分次灌溉，在一定程度上合理分配了灌区有限的淡水资源。

表 1　淋洗次数对土柱 Ca^{2+}、Na^+ 离子初始值的影响

Tab. 1　Effects of leaching times on the initial value of Ca^{2+} and Na^+

土柱名称	电导率 /(μS·cm⁻¹)	Ca^{2+} 质量浓度 /(mg·L⁻¹)	Na^+ 质量浓度 /(mg·L⁻¹)
FGD－L0	18 000^A	808.0^A	2 720^A
FGD－L1	12 200^B	24.8^B	2 130^B
FGD－L3	4 325^C	15.1^B	194.50^C

注：不同字母表示 $\alpha = 0.05$ 水平上差异显著。

2.3　淋洗次数对水力传导度的影响

由于淋洗次数的不同，各处理间的水力传导度差异也会对 NH_4^+ 的迁移转化产生影响。图 4 表示的是各处理水力传导度的变化情况。从图 4 可以看出，CK 处理的水力传导度最小，FGD－L0、FGD－L1、FGD－L3 三种处理的水力传导度均有显著的增加，增幅分别为 1 100%、800%、100%。碱土水力传导度的增加主要是受石膏溶解耦合 Ca－Na 置换反应所导致的电解质溶液浓度增加的影响[19]。因此

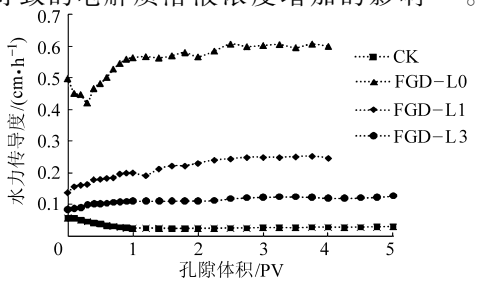

图 4　不同处理条件下土壤水力传导度变化情况

Fig. 4　Soil hydraulic conductivity variation under four treatments

未经过任何淋洗处理的 FGD－L0 穿透时的水力传导度最大,随着淋洗次数的增加,土柱中的可溶性离子被不断淋出,土壤电解质溶液浓度变小,水力传导度也相应减小。另外由于表层土壤在淋洗过程中受到常水头的压力,淋洗次数增加的情况下,受压时间便会增加,导致土壤表层会因水头压力而压实,土柱密度增加[20],团聚体之间的孔隙减小,抑制 NH_4^+ 在其后的穿透过程。同时由于每次淋洗过程的间隔时间段内土柱的排水状况不佳,底层盐碱土处于近饱和状态的时间很长,在底层土壤改良并未彻底的条件下,碱化土壤颗粒遇水后弥散作用会增强,导致土壤孔隙的堵塞,减小土壤的水力传导度,从而影响 NH_4^+ 的向下迁移运输。另外,FGD－L1 处理水力传导度随着穿透过程增加幅度要略大于 FGD－L3 处理,碱土中水力传导度在穿透过程中的增加通常是因为土壤弥散减弱而增大孔隙所导致的[21]。图 4 中 FGD－L3 处理的斜率增幅最小的现象表明淋洗 3 次后,NH_4^+ 在土柱中的运移主要以吸附作用为主,土壤结构改变而导致的对流作用减弱,这说明土壤所处的理化环境适合铵态氮养分的吸收,增加土壤肥力。

3 结论

(1) 脱硫石膏在未经淋洗的情况下会抑制 NH_4^+ 的吸附效果,因此铵肥不适合与脱硫石膏同时施加到碱土土壤中。

(2) 在设计的脱硫石膏施用量下,NH_4^+ 在碱土中的吸附迁移受到淋洗次数的影响显著,淋洗次数越多,越利于 NH_4^+ 的吸附,NH_4^+ 的穿透曲线斜率越小。

(3) 从节水控盐、促进土壤肥力增强、抑制土壤次生盐碱化的因素来看,在施肥耕种之前,盐碱土在脱硫石膏改良过程中可以考虑采用秋浇结合春灌的灌溉淋洗方式,每次灌水约 662.7 m^3/hm^2。这种灌水方式既可以达到改良效果,促进肥料的吸收,又可以适当减少秋浇灌水量,得以合理分配灌区有限的淡水资源。

参 考 文 献

1 石懿,杨培岭,张建国,等. 利用 SAR 和 pH 分析脱硫石膏改良碱(化)土壤的机理[J]. 灌溉排水学报,2005,24(4):5－10.
Shi Yi, Yang Peiling, Zhang Jianguo, et al. The mechanism on sodic soils throwed desulfurized gypsum was analyzed from SAR and pH[J]. Journal of Irrigation and Drainage,2005,24(4):5－10. (in Chinese)

2 王金满,杨培岭,白中科. $CaSO_4$ 改良苏打碱土的离子吸附交换过程分析与数值模拟[J]. 水土保持学报,2008,22(1):43－47.
Wang Jinman, Yang Peiling, Bai Zhongke. Ion adsorption-exchange and numerical simulation in process of reclaiming sodic soils with $CaSO_4$[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2008, 22(1):43－47. (in Chinese)

3 罗成科,肖国举,张峰举,等. 脱硫石膏改良中度苏打盐渍土施用量的研究[J]. 生态与农村环境学报,2009,25(3):44－48.
Luo Chengke, Xiao Guoju, Zhang Fengju, et al. Optimal application rate of desulfurized gypsum in ameliorating soils moderate in sodic salinity[J]. Journal of Ecology and Rural Environment,2009,25(3): 44－48. (in Chinese)

4 邵玉翠,任顺荣,廉晓娟,等. 盐渍化土壤施用有机物-脱硫石膏改良剂效果的研究[J]. 水土保持学报,2009,23(5):175－178.
Shao Yucui, Ren Shunrong, Lian Xiaojuan, et al. Effects of combined applications of organic matter and gypsum soil amendments on salinized soils[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2009,23(5): 175－178. (in Chinese)

5 王金满,杨培岭,任树梅,等. 烟气脱硫副产物改良碱性土壤过程中化学指标变化规律的研究[J]. 土壤学报,2005,42(1): 98－105.
Wang Jinman, Yang Peiling, Ren Shumei, et al. Variation of chemical indices of alkaline soil ameliorated with desulphurization byproducts[J]. Acta Pedologica Sinica, 2005,42(1): 98－105. (in Chinese)

6 张海军,李跃进,陈昌和,等. 脱硫石膏改良碱土过程中特征值变化的研究[J]. 干旱区资源与环境,2007(7):165－168.
Zhang Haijun, Li Yuejin, Chen Changhe, et al. Research on the eigenvalue's change in the process of improving alkaline soil with desulfurized gypsum[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2007(7): 165－168. (in Chinese)

7 Hillel D. Environmental soil physics[M]. London: Academic Press,1998.

8 王金满,杨培岭,张建国,等. 脱硫石膏改良碱化土壤过程中的向日葵苗期盐响应研究[J]. 农业工程学报,2005,21(9):33－37.
Wang Jinman, Yang Peiling, Zhang Jianguo, et al. Salinity effect on sunflower at seedling stage during improving sodic soils reclaimed with by-product from flue gas desulphurization (BFGD)[J]. Transactions of the CSAE, 2005,21(9): 33－37. (in Chinese)

9 李彦,衣怀峰,赵博,等. 燃煤烟气脱硫石膏在新疆盐碱土壤改良中的应用研究[J]. 生态环境学报,2010,19(7):1682－1685.
Li Yan, Yi Huaifeng, Zhao Bo, et al. Study on improving Xinjiang sodic soils amelioration with desulfurized gypsum[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010,19(7): 1682－1685. (in Chinese)

10 肖国举,张萍,郑国琦,等. 脱硫石膏改良碱化土壤种植枸杞的效果研究[J]. 环境工程学报,2010,4(10):2315－2320.
Xiao Guoju, Zhang Ping, Zheng Guoqi, et al. Research on the effect of planting matrimony-vine in alkali soil improved with desulfurized gypsum[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering,2010,4(10): 2315－2320. (in Chinese)

11 邹璐,范秀华,孙兆军,等. 盐碱地施用脱硫石膏对土壤养分及油葵光合特性的影响[J]. 应用与环境生物学报,2012,18(4):575－581.
Zou Lu, Fan Xiuhua, Sun Zhaojun, et al. Effects of desulfurized gypsum addition on saline-alkali soil nutrients and

photosynthetic characteristics of cultivated oil-sunflower[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology,2012,18(4): 575 – 581. (in Chinese)

12 Wang J M, Yang P L. The effect on physical and chemical properties of saline and sodic soils reclaimed with byproduct from flue gas desulphurization[C]// Proceedings of the 7th inter regional conference on environment and water, 2004: 1015 – 1021.

13 Bronswijk J J B, Hamrninga W, Ostindie K O. Field-scale solute transport in a heavy clay soil[J]. Water Resources Research, 1995,31(5): 517 – 526.

14 Buss S R, Herbert A W, Morgan, et al. A review of ammonium attenuation in soil and groundwater[J]. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 2004,37:347 – 359.

15 Wu D, Zhang B, Li C, et al. Simultaneous removal of ammonium and phosphate by zeolite synthesized from fly ash as influenced by salt treatment[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2006,304(2):300 – 306.

16 白军红,欧阳华,邓伟,等. 二百方子沼泽湿地无机氮的垂直运移规律[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(2):68 – 70.
Bai Junhong, Ouyang Hua, Deng Wei, et al. Vertical movement patterns of inorganic nitrogen in the Er Bai Fang Zi Wetland[J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2005,23(2): 68 – 70. (in Chinese)

17 Jellalia S, Diamantopoulosb E, Kallalia H, et al. Dynamic sorption of ammonium by sandy soil in flxed bed columns: evaluation of equilibrium and non-equilibrium transport processes[J]. Journal of Environmental Management, 2010,91(4):897 – 905.

18 李韵珠,李保国. 土壤溶质运移[M]. 北京:科学出版社,1998.

19 Mamoun A, Nabil, Ola F. Leaching and reclamation of calcareous saline-sodic soil by moderately saline and moderate-SAR water using gypsum and calcium chloride[J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2009,172(5):713 – 719.

20 王金满. 脱硫副产物改良碱化土壤的效应机理与数值模拟[D]. 北京:中国农业大学,2006.
Wang Jinman. Sodic soils reclaimed with by-product from flue gas desulfurization: mechanism and numerical simulation[D]. Bejing: China Agricultural University, 2006. (in Chinese)

21 李法虎,黄冠华,丁赘,等. 污灌条件下土壤碱度、石膏施用以及污水过滤处理对水力传导度的影响[J]. 农业工程学报,2006,22(1):48 – 52.
Li Fahu, Huang Guanhua, Ding Yun, et al. Effects of soil sodicity, gypsum application, and filtration disposal on hydraulic conductivity under irrigation[J]. Transactions of the CSAE, 2006,22(1): 48 – 52. (in Chinese)

22 赵智,唐泽军,杨凯,等. PAM 与粉煤灰改良沙土中重金属的迁移和富集规律[J]. 农业机械学报,2013,44(7):83 – 89.
Zhao Zhi,Tang Zejun,Yang Kai, et al. Metal transportation and accumulation in sandy soil amended by fly ash and PAM [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2013,44(7):83 – 89. (in Chinese)

Effects of the Leaching Times and Flue Gas Desulfurization Gypsum on Ammonium Nitrogen Transport in Solonetz

He Xin　Su Yanping　Yang Peiling　Ren Shumei　Yu Haoliang

(*College of Water Resources and Civil Engineering*, *China Agricultural University*, *Beijing* 100083, *China*)

Abstract: Based on the soil column breakthrough experiment in laboratory, four treatments (desulfurization gypsum with none or one or three leaching times; no desulfurization gypsun with none leaching time) were set up. With the analysis of relationship among these three ions: NH_4^+, Ca^{2+}, Na^+ and the hydraulic conductivity (HC), the effects of the leaching times and flue gas desulfurization gypsum on ammonium nitrogen transport in solonetz were investigated. The results showed that the suppression of the adsorption of ammonium was occurred in the solonetz combined with desulfurization gypsum without leaching. But with the leaching times increasing before penetration, the slope of the breakthrough curve reduced and the adsorption enhanced. In the view of controlling water and salt, promoting the adsorption of fertilizer, inhibition of soil secondary salinization, it was inappropriate to put the ammonium fertilizer together with desulfurization gypsum in solonetz at the same time. It suggested that the solonetz mixed with desulfurization gypsum should be leached two times, which are autumn irrigation and spring irrigation, with the leaching amount of 662.7 m^3/hm^2. On the basis of ensuring the reclamation effect, this leaching way can decrease the amount of autumn irrigation and distribute the limited freshwater resources reasonably in the area.

Key words: Leaching times　Desulfurization gypsum　Ammonium nitrogen　Breakthrough curve