

王 静,李向东,冯启言,孙 悦.沁水盆地煤层气产出水对土壤盐度的影响[J].江苏农业科学,2014,42(2):295-298.

沁水盆地煤层气产出水对土壤盐度的影响

王 静,李向东,冯启言,孙 悦

(中国矿业大学环境与测绘学院环境科学系/江苏省资源环境信息工程重点实验室,江苏徐州 221116)

摘要:煤层气产出水处理及资源化已经成为煤层气开发的一个重要环节。研究了沁水盆地柿庄南区块煤层气产出水对土壤钠吸附率(SAR 值)和 pH 值的影响。结果表明,产出水排水口土壤饱和溶液 SAR 值和 pH 值明显高于周围农田,土壤不同程度地出现钠质化现象。但总体上看,受影响的土壤范围较小,主要集中于排水口周边区域。单口产水井的影响范围横向为排水口周边 4 m 左右区域,纵向为 30 cm 土层。

关键词:煤层气产出水;土壤;SAR 值;pH 值

中图分类号: S156.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)02-0295-03

煤层气是指赋存在煤层中以甲烷为主的烃类气体,属非常规天然气,储量约占世界天然气的 30% 以上^[1]。我国浅埋于地下 2 000 m 煤层气储量在 30 万亿 m³ 以上,采用 50% 的折算系数,其可采资源量相当于 153.9 亿 t 原油^[2-4]。作为一种清洁高效的新型能源,煤层气的开发和利用越来越受到重视。

为了实现煤层气的开采,需要采用排水降压的方式抽排大量的煤层气产出水^[5-6]。煤层气产出水经历渗流、气-水作用等多种过程,水质水量变化大,成分复杂。结合不同煤层气开采区的生产阶段和区域水质特点,我国煤层气产出水可分为以下 3 种:水质较好的产出水;含少量重金属或其他有害物质的产出水以及含氟的产出水;高盐、高矿化度的产出水^[7]。煤层气产出水中往往含有高浓度的 Na⁺ 和低浓度的 Ca²⁺、Mg²⁺,从而导致高的钠吸附率(SAR 值)。如沁水盆地南部枣园区块的开发井生产阶段产出水矿化度达到 58 000 mg/L,Na⁺ 浓度达 3 700 mg/L,Ca²⁺、Mg²⁺ 低于 20 mg/L。

目前,我国煤层勘探开发主要位于山西沁水盆地南部和鄂尔多斯盆地东缘,煤层气产出水排出后多以地表自然蒸发的方式处置^[8]。随着煤层气开发规模的扩大和产业化发展,煤层气产出水处理及资源化已经成为煤层气开发的一个重要环节。本研究通过分析煤层气产出水对沁水盆地土壤盐碱化的影响,为我国煤层气产出水的资源化利用以及环境修复提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

柿庄南区块隶属于陕西省晋城市沁水县,地势东高西低,海拔 1 000 m 左右,是我国最早的煤层气开发地之一,也是我国目前煤层气开发投入规模最大、研究程度最高的地区之一^[9]。煤层气探明储量控制区域面积约为 5 km²,煤层气主

开采层为二叠纪山西组 3[#] 煤层,该煤层属于无烟煤早期阶段,厚度大,埋深浅且热力稳定,煤层气资源丰富^[10]。

1.2 样品采集与制备

共设 11 个采样点(图 1)。煤层气产出水水样用 2.5 L 聚乙烯桶直接取于产出水排水口,密封保存,1 周内送检。

平面土样在产出水排水口及周边采集,纵向土样沿 1.5 m 深剖面采集,每个样品取样 1 kg,新鲜土样置于 PVC 密封袋中,低温保存,用于实验室测试。

1.3 分析方法

样品离子含量应用 IC 离子质谱仪检测。土壤 SAR 通过式(1)计算,pH 值采用电位法测定。

$$\text{SAR}(\text{mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}) = [\text{Na}^+]/[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}]^{1/2} \quad (1)$$

通过 Piper 三线图、Excel 和 Sufer 软件分析数据。通过对典型影响因子做空间分布等值线,分析污染物的分布趋势;通过对典型产井周边土壤 SAR 值和 pH 值变化情况产井对周围农田的影响。

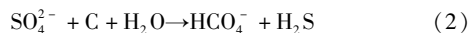
2 结果与分析

2.1 产出水水质特点

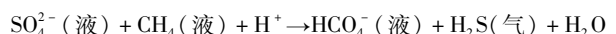
根据水样离子成分,对水中主要离子的摩尔浓度百分数进行比较,将各水样阴阳离子摩尔浓度百分含量投影到菱形图上,绘制 Piper 三线图(图 2)。通过分析,发现 TS-624 井水型为 Na⁺-HCO₃⁻,ZH007-1 为 Na⁺-Cl⁻-HCO₃⁻型,HD-94 为 Na⁺-Cl⁻-HCO₃⁻型,HD-023 为 Na⁺-HCO₃-Cl⁻型,TS-633 为 Na⁺-Cl⁻。总体看来,研究区内煤层气产出水中含有多无机离子,阳离子以 Na⁺ 为主,阴离子以 Cl⁻ 和 HCO₃⁻ 为主。除以上离子外,产出水中还含有 Ca²⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、SO₄²⁻ 等离子及少量 NH₄⁺、F⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻ 离子。

产出水阴离子中 HCO₃⁻ 含量过高而 SO₄²⁻ 浓度不高,造成这种现象的原因主要有 2 个:

(1) 还原条件下,硫酸还原菌发生脱硫化作用还原 SO₄²⁻:



(2) 早期的水溶甲烷还可能与 SO₄²⁻ 发生反应:



收稿日期:2013-10-09

基金项目:国家科技重大专项(编号:2011ZX05060-005)。

作者简介:王 静(1988—),女,硕士研究生,研究方向为水处理与土壤修复。E-mail:1959469791@qq.com。

通信作者:李向东,副教授,硕士生导师。E-mail:xdli@163.com。

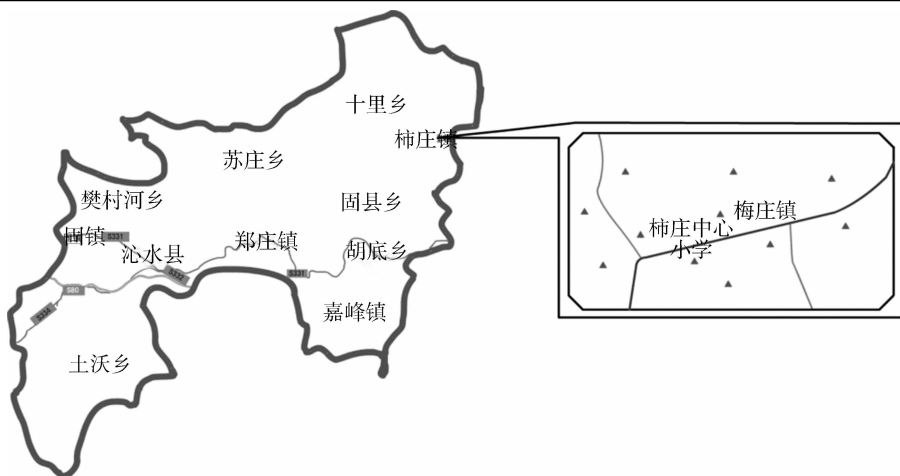


图1 采样点示意图

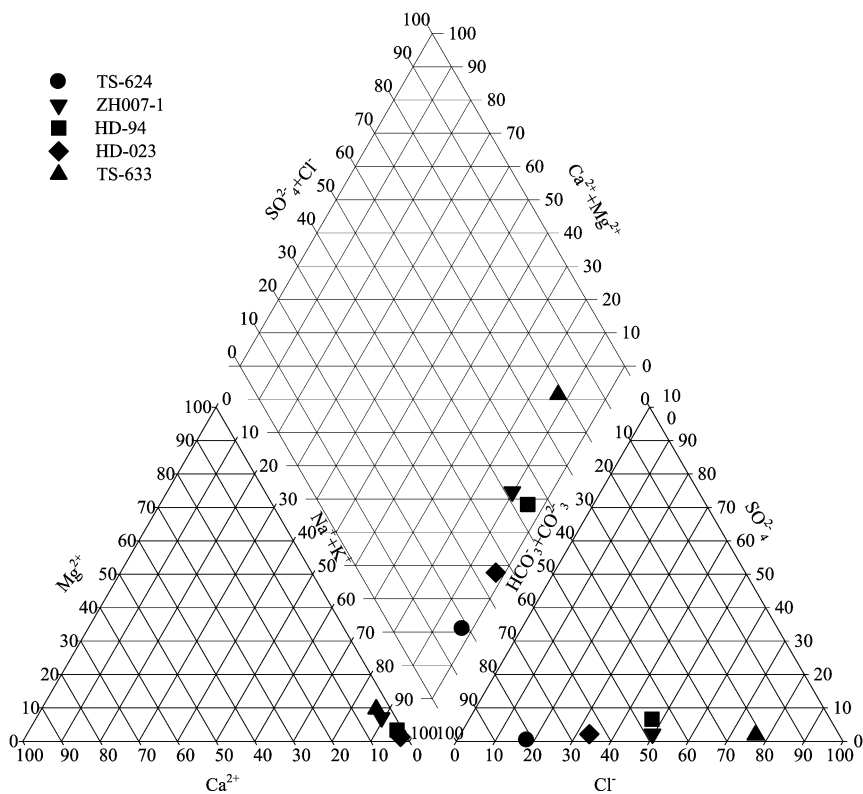


图2 水样的阴阳离子摩尔浓度百分含量(%)投影叠加图

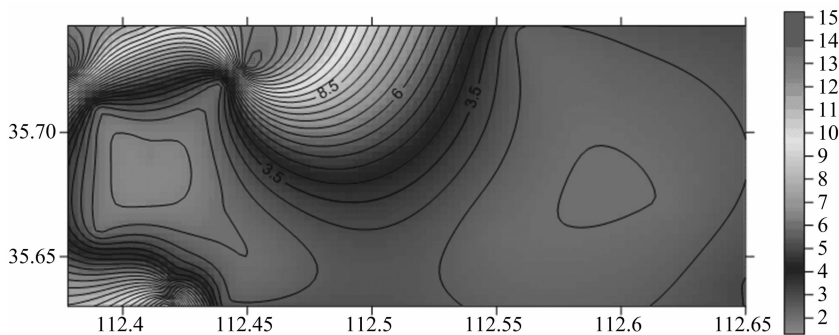
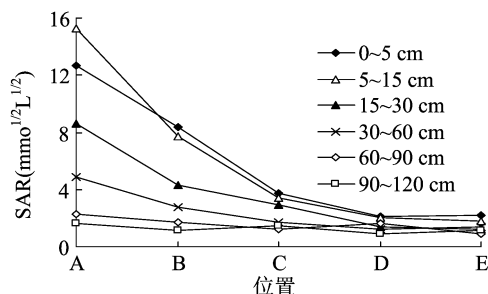
阳离子以 Na^+ 为主而 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量低的原因:在较封闭的还原性环境下发生沉淀反应。 HCO_3^- 的大量存在,使 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 沉淀,从产出水中除去。 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 溶解度与 HCO_3^- 含量有关系,研究发现当 HCO_3^- 浓度高于 600 mg/L 时, Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 浓度基本稳定在 12 mg/L 左右^[11],这和本研究离子含量检测结果一致。

2.2 产出水对土壤 SAR 值的影响

土壤饱和溶液钠吸附率(SAR)常被用来表征土壤钠化的情况。图3表征了采样区土壤 SAR 值的分布趋势,产出水蓄水池附近土壤的 SAR 值偏高,在 $8.5 \text{ mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}$ 以上,个别地区超过 $15.0 \text{ mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}$ 。与排水口距离较远的农田受煤层气产出水影响较小,SAR 值小于 $3.5 \text{ mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}$ 。

以含盐量较高的井 ZH007-1 为研究对象,研究单口产水的影响范围(图4)。研究发现排水口 0~30 cm 土壤层的 SAR 值最高,达到 $15.3 \text{ mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}$,为周围农田土壤的 8.5 倍。一般认为,钠质化土壤中 SAR 值 $\geq 13 \text{ mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}$,井 ZH007-1 排水口周边的土壤 SAR 值已经高于这一标准,表明排水口土壤已经严重钠质化,但目前影响面积不大。纵向深度上,0~60 cm 深度的土壤都不同程度上受到产出水盐度的影响;水平方向上受影响范围为排水口周围 4 m 的土壤。

土壤 SAR 值增高的主要原因是土壤中 Na^+ 的增加和 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 的减少。由于土壤微粒表面带负电荷,会吸附一些 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 。产出水进入土壤后,由于阳离子交换作用,土壤微粒更容易吸附 Na^+ 而释放出 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} (图5)^[12]。

图3 研究区土壤SAR值($\text{mmol}^{1/2}/\text{L}^{1/2}$)分布等势图

A—排水口土壤；B—距离排水口1 m的土壤；C—距离排水口2 m的土壤；D—距离排水口4 m的土壤；E—周围农田土壤

图4 排水口周边土壤SAR值变化情况

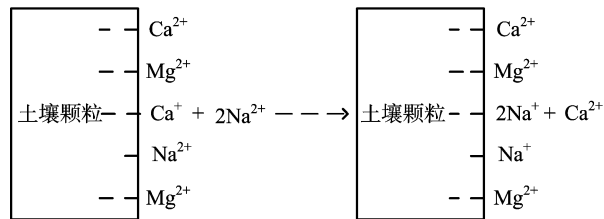


图5 土壤颗粒阳离子交换示意图

Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 沉淀；同时，用一些富含钙的沸石降低煤层气产出水中的 Na^{+} 浓度，以防止土壤钠质化。

2.3 产出水对土壤 pH 值的影响

研究区土壤 pH 值分布趋势如图 6 所示，煤层气生产井排水口周边的 pH 值在 8.8 以上，周围农田土壤 pH 值低于 8.55，表明产出水对土壤 pH 值有一定影响，但影响范围不大。

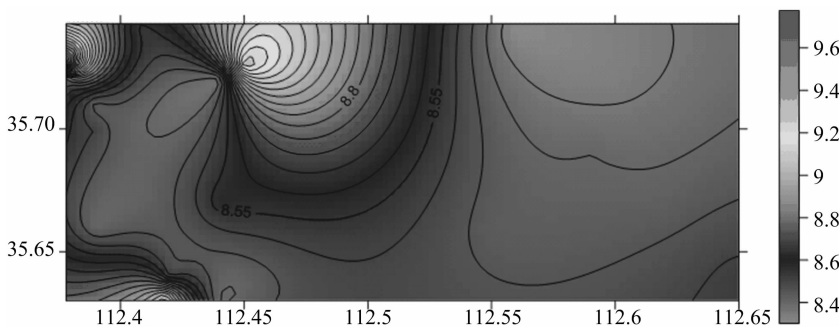


图6 研究区土壤pH值分布等势图

以井 ZH007-1 为例，研究单口产水井的影响（图 7）。研究表明煤层气产出水排水口 0~5 cm 层土壤 pH 值为 9.8，5~15 cm 层为 9.9，与周围农田中土壤 pH 值差异较大。土壤 pH 值受影响范围为排水口周围 1 m 的土壤。纵向上土壤 pH 值波动不大，0~30 cm 土壤层 pH 值受产出水影响较大。

煤层气产出水排入土壤后， NaCl 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 、 MgSO_4 等中性或近中性盐类会在表层及土体中积累，使土壤呈中性或碱性。 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 会使土壤溶液呈高碱度。碱化的土壤在雨季脱盐时，钠离子可以交换土壤胶体中的钙、镁离子，引起黏土颗粒散凝，使土壤物理性质下降；在旱季积盐时，硅酸钠会转化为游离碳酸钠，而增高土壤的碱性，因此适当的排水洗盐可以减缓煤层气产出水对土壤盐碱度的影响。

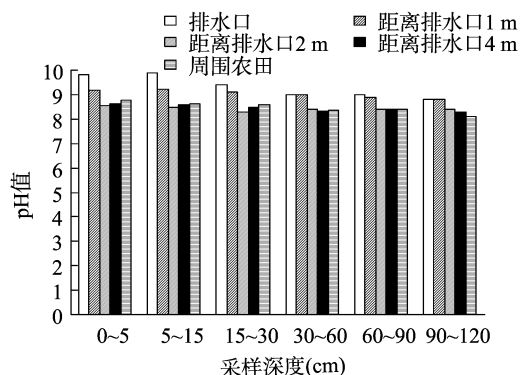


图7 排水口周边土壤pH值变化情况

林贵兵,高娜,徐萍霞,等. 栀子内生真菌的分离与鉴定[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):298-300.

栀子内生真菌的分离与鉴定

林贵兵,高娜,徐萍霞,刘勇,葛菲

(江西中医药大学,江西南昌 330004)

摘要:分离纯化栀子(*Gardenia jasminoides* Ellis.)新鲜果实中的内生真菌,用插片法观察菌种的菌丝、孢子囊以及孢子等特征,探讨栀子内生真菌群落多样性。结果表明,从栀子果实中分离获得了 42 株内生真菌,初步鉴定为 1 目 1 科 9 属,交链孢霉属(*Alternaria* spp.) 1 株,占 2.38%;青霉属(*Penicillium* spp.) 3 株,占 7.14%;曲霉属(*Aspergillus* spp.) 3 株,占 7.14%;轮枝霉属(*Verticillium* spp.) 3 株,占 7.14%;瓶梗青霉属(*Paecilomyces* spp.) 2 株,占 4.76%;穗霉属(*Spicaria* spp.) 2 株,占 4.76%;头孢霉属(*Cephalosporium* spp.) 1 株,占 2.38%;粘帚霉属(*Gliocladium* spp.) 1 株,占 2.38%;双曲孢霉属(*Nakataea* spp.) 26 株,占 61.9%。其中双曲孢霉属为优势菌群。

关键词:栀子;内生真菌;分离;鉴定

中图分类号: S567.1⁺90.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)02-0298-03

栀子为茜草科栀子属植物栀子(*Gardenia jasminoides* Ellis.)干燥成熟的果实,是一种常见的中药,也是江西省道地药材之一,具有泻火除烦、清热利湿、凉血消毒等功效,外敷可治扭伤瘀肿,主要用于治疗黄疸型传染性肝炎、胆囊炎等症。栀子主要生于海拔 1 000 m 以下的低坡红壤土地,不耐寒^[1]。目前关于栀子的研究主要集中在地理环境、气候条件、采收期不同对栀子药材品质的影响方面^[2-6],栀子内生菌群对其品质的影响研究还未见报道。可以采用组织学方法,严格进行

表面消毒的植物组织块分离方法,以及植物组织直接扩增微生物 DNA 方法来证明内生菌的内生性^[7]。内生菌群可以通过产生生长素、增进宿主植物营养元素吸收来促进宿主生长,增强宿主抗旱、抗高温、抗虫害等抗逆性,部分内生真菌能够促进药用植物次生代谢产物的合成,产生与宿主相同或相似的药用活性成分^[8]。本研究分离纯化栀子新鲜果实中的内生真菌,用插片法观察菌种的菌丝、孢子囊以及孢子等特征,探讨栀子内生真菌群落的多样性。

收稿日期:2013-07-18

基金项目:江西省教育厅科技计划(编号:GJJ12537);江西中医药大学博士启动基金;江西中医药大学重点学科青年教师扶持项目。

作者简介:林贵兵(1981—),男,四川自贡人,博士,讲师,主要从事中药资源研究。E-mail:linguibing897@gmail.com。

3 结论

研究了沁水盆地柿庄南煤层产区产出水对土壤盐碱性的影响。通过 SAR 值和 pH 值区域分布等势图可以看出排水口周边土壤 SAR 值和 pH 值有明显的增加趋势,排水口附近 SAR 值超过 8.0 mmol^{1/2}/L^{1/2},pH 值在 8.8 以上。个别区域土壤钠质化严重,SAR 值达 15.3 mmol^{1/2}/L^{1/2},pH 值接近 10。单口产水井影响分析表明,产出水横向影响范围在排水口周围 4 m 左右的地区,纵向影响深度为 30 cm。总体看来,受产出水影响区域不大,集中于排水口周边地区;但如果产水井在农田中,应配合适当的土壤修复措施,以防止土壤钠质化严重。

参考文献:

- [1] Yang Z, Wu T, Li X H. Experimental studies and estimates of the explosion limit of some environment ally friendly refrigerants[J]. Combustion Science and Technology, 2005, 35(3): 613-626.
- [2] 唐晓东,孟英峰. 变压吸附技术在煤层气开发中的应用探讨[J]. 中国煤层气, 1996(1): 46-49.
- [3] 黄盛初,刘文革,赵国泉. 中国煤层气开发利用现状及发展趋势

1 材料与方法

1.1 材料

2012 年 10 月采自江西中医药大学神农园药用植物栀子的新鲜果实,经刘勇副教授鉴定为茜草科栀子属植物栀子。

[J]. 中国煤炭, 2009, 35(1): 5-10.

- [4] 孙茂远. 煤层气资源开发利用的若干问题[J]. 中国煤炭, 2005, 31(3): 5-8, 27.
- [5] Chaudhari K S. Saturated hydraulic conductivity, dispersion, swelling and exchangeable sodium percentage of different textured soils as influenced by water quality[J]. Community of Soil Science and Plant Analysis, 2001, 32(15/16): 2439-2455.
- [6] 宋岩,张新民. 煤层气成藏机制及经济开采理论基础[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [7] 李向东,冯启言,宋均轲,等. 电絮凝处理煤层气产出水[J]. 环境工程学报, 2012, 6(3): 744-748.
- [8] 梁雄兵,程胜高,宋立军. 煤层气勘探开发中的水污染分析及防治对策[J]. 环境科学与技术, 2006, 29(1): 50-51.
- [9] 丰庆泰. 沁水盆地柿庄南区块煤层气藏地质特征[J]. 山西大同大学学报:自然科学版, 2012, 28(3): 72-74, 78.
- [10] 傅雪海,秦勇,韦重韬. 煤层气地质学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社, 2007: 110.
- [11] 江绍静,余华贵,刘春燕. 高矿化度体系碳酸钙结垢动力学研究[J]. 应用化工, 2011, 40(9): 1623-1628.
- [12] Oosterbaan J R. Paper discussing alkaline-sodic and acid-sulfate soils[R]. 2003.