

钢渣应用于酸性轻中度重金属污染土壤治理研究进展

朱李俊, 吴永津, 金强, 杨刚, 韩甲兴, 刘国威
(中冶宝钢技术服务有限公司冶金渣研究中心, 上海 200941)

摘要:改良剂原位治理已成为酸性重金属污染土壤治理最主要的手段, 其中选择经济有效的药剂成为该技术的核心。本研究系统阐述了国内外主要采用的药剂, 基于钢渣的理化性质, 系统地分析了钢渣中的成分对土壤 pH 值、重金属活性和土壤养分的作用, 指出了钢渣应用于酸性轻中度重金属污染土壤治理的潜力, 以期为其实际应用提供参考依据。

关键词: 钢渣; 重金属; 酸性; 修复; 土壤治理

doi: 10.3969/j.issn.1000-6532.2014.05.002

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2014)05-0005-06

近年来, 中国经济的快速发展给环境造成了巨大的压力, 目前土壤的主要问题是酸化、盐渍化、重金属和有机物污染、固体废弃物堆放等^[1]。特别在中国南方, 酸雨沉降不断增加、铵态氮肥大量使用等导致土壤酸化加剧, 化工、电镀、电子和制革等工业产生的三废的排放, 矿山的开采和冶炼, 城市生活垃圾的排放, 污水灌溉和污泥农用等, 使得土壤中的 Ca、Mg、P 等营养元素大量淋失, 土壤中的 Al、As、Cd、Cr、Cu、Mn、Pb、Zn 等重金属元素大量溶出, 酸性土壤重金属毒害成为抑制作物生长和导致作物减产以及危害人类健康的主要原因^[2]。土壤酸化和重金属污染问题已成为制约中国农业可持续发展的重要问题, 由于污染, 土壤的营养功能, 净化功能, 缓冲功能和有机体的支持功能正在丧失, 针对于此, 开展酸性重金属污染土壤的治理研究, 对维护人类健康和维持可持续发展具有重要意义。

1 酸性重金属污染土壤修复技术

针对酸性重金属土壤污染问题, 国内外目前常

用的解决办法是进行土壤改良与修复^[3]。在轻中度重金属污染土壤修复问题上, 通常施用改良剂改善土壤结构, 增加土壤环境容量, 增强土壤净化能力, 加速有机物的分解, 使重金属原位固定在土壤中, 降低重金属在土壤及土壤植物体的迁移能力, 使其转化成为难溶的化合物, 减少农作物的吸收, 以减轻土壤中重金属的毒害^[4]。如 Huang^[5] 和 Zheng^[6] 等利用骨炭、赤泥等固定稳定化农田中 As、Cr、Cu、Pb 等重金属离子, 减少农作物对重金属的吸收。对于重污染性重金属土壤, 利用物理(机械)、物理化学原理治理污染土壤是一种最为彻底、稳定、治本的措施, 主要有隔离法、清洗法、热处理法、电化学法、氧化还原法以及一些植物和微生物修复技术等^[7]。Pociecha 和 Lestan^[8] 采用电凝固法从 EDTA 淋洗污染土壤的淋洗液中回收重金属, 发现该方法可以去除污染土壤中 53% 的 Pb、26% 的 Zn 和 52% 的 Cd。Navarro 等^[9] 研究发现可以采用天然太阳能来热解吸污染土壤中的 Hg 和 As, 这样可以解决能源消耗的问题。

收稿日期: 2014-03-05

作者简介: 朱李俊(1987-), 男, 助理工程师, 冶金废渣的处理及应用研究。

通过改良剂的使用改变土壤 pH 等理化性质, 改变重金属在土壤中的存在状态, 降低其在环境中的迁移性和生物可利用性, 以成本低廉、易于实施等特点, 在酸性重金属污染土壤治理中得到广泛应用。

改良剂对土壤重金属的固定过程一般可以概括为(1)吸附和离子交换。如沸石、膨润土等改良剂, 因其具有较大的表面积和较强的吸附能力, 可与土壤中的重金属离子发生交换和吸附作用, 固定其中的重金属, 防止迁移^[10]。如有研究者指出添加 1% 的沸石后, 土壤有效 Cd 含量下降了 80%, 植物中的 Cd 浓度下降达 85% 以上。通过分析植物根际和土壤中重金属的形态, 研究者认为这是由于沸石与土壤中的 Cd 发生了显著的吸附和交换^[11]。同时一些腐殖酸类也可以和重金属离子生成一种稳定的金属离子络合物, 相关研究也证明其吸附能力甚至高于沸石、海泡石等天然物质。Van 等^[12]研究发现利用堆肥来修复重金属污染土壤时, 其中的有机酸极有可能与重金属形成分子量较大的络合物, 钝化重金属活性。(2)沉淀作用。与重金属通过溶解-沉淀作用生成溶解度很低的无机盐类, 如石灰、碱渣等碱性改良剂, 随着土壤的 pH 的提高, 能够促使土壤中各种重金属离子和改良剂水解产生的 OH⁻ 结合成氢氧化物沉淀或共沉淀^[13]。Garau 等^[14]发现, 施用的石灰和赤泥, 土壤中显著地降低了 Cd、Pb、Zn 的有效提取态含量, 并分析其作用机制主要是通过提高土壤 pH 实现; 氧化-还原作用, 土壤中的氧化还原电位对重金属元素价态及活性变化起重要作用, 如石灰和碳酸钙, 其固定重金属的机制主要是通过提高土壤 pH, 促进低溶解度的重金属碳酸盐和氢氧化物的生成^[15]。目前来说, 由于土壤中重金属污染情况的复杂性, 药剂对于重金属的固化过程也呈现差异。为了方便人们了解和研究重金属土壤的改良剂, 一般学者倾向于根据其原料来源主要分为天然改良剂、人工合成改良剂、天然-合成共聚物改良剂和生物改良剂等。根据国内外目前主要使用的改良剂原料种类, 可以把其分为天然矿物类、固体废弃物

类、人工提取或合成的高分子类(见表 1)^[16-19]。

表 1 改良剂分类

Table 1 Category of Improvers

| 分类 | 改良剂 |
|--------------|---|
| 天然矿物类 | 泥炭、褐煤、风化煤、石灰石、石膏、硫磺、蛭石、膨润土(蒙脱石)、沸石、磷矿粉、钾长石、白云石、麦饭石(硅酸盐)、硅酸盐、珍珠岩等粉煤灰、磷石膏、高炉渣、碱渣、乳化石青、城市污泥、垃圾、作物秸秆、木屑、禽畜粪便、酒糟、纸浆废液、脱硫废弃物、味精厂发酵物、鱼产品下脚料等 |
| 固体废弃物类 | 壳聚糖、腐植酸、聚合氨基酸、树脂胶、腐植酸-聚丙烯酰胺、纤维素-丙烯酰胺、淀粉-丙烯酰胺/丙烯 |
| 人工提取或合成的高分子类 | 晴、乙酸乙烯酯和顺丁烯二酸共聚物(VAMA)、水解聚丙烯腈(HPAN)、聚丙烯酰胺(PAM)、聚乙烯醇(PVA)、聚乙二醇(PEG)和脲醛树脂(UF)等 |

2 钢渣的理化性质分析

钢渣主要由 Si、Ca、P、Mg、S 等化学元素构成, 特别是含有高含量的硅和钙元素, 其主要表现形式为活性矿物 C₃S 和 C₂S, 此外还含有一定量的游离氧化钙^[20]。典型钢渣主要化学成分见表 2。

由于炼钢和炼铁过程的复杂性, 出炉的钢渣成分略有差别, 但基本相差不大。

(1) 氧化钙(CaO): 含量为 40% ~ 50%, 是钢渣的主要成分之一。通常 CaO 与 SiO₂ 结合以 C₃S 和 C₂S 的形式存在, 所以 CaO 含量越高, 钢渣具有的潜在胶凝性越强。

(2) 游离氧化钙(f-CaO): 含量为 0% ~ 11%, 是钢渣中不稳定因素的主要原因, 进入环境中易发生水解作用, 提供大量的 OH⁻ 离子。

(3) 氧化硅(SiO₂): 含量为 8% ~ 15%, 它的含量决定了钢渣中 C₃S 和 C₂S 的数量。因而 SiO₂ 的含

量直接影响钢渣的活性,从而影响钢渣胶凝性。

(4) 氧化铝(Al_2O_3):含量为 1% ~ 10%,也是决定钢渣活性的成分。在钢渣中一般形成铝酸钙或硅铝酸钙玻璃体,对钢渣活性有利。

(5) 氧化镁(MgO):含量为 1% ~ 10%,钢渣中

的氧化镁存在形式主要有三种:即化合态(钙镁橄榄石、镁蔷薇辉石等)、固溶体(二价金属氧化物 MgO 、 FeO 、 MnO 的无限固溶体,即 RO 相)、及游离态(方镁石晶体)。

表 2 钢渣的主要化学成分/%

Table 2 Main chemical composition of the steel slags

| 序号 | 试样名称 | SiO_2 | Fe_2O_3 | Al_2O_3 | CaO | MgO | FeO | MFe | S | f-CaO | P |
|----|------|---------|-----------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1 | 转炉渣 | 8.86 | 11.65 | 1.92 | 41.34 | 9.56 | 14.24 | 5.66 | 0.042 | 10.48 | 0.56 |
| 2 | 滚筒渣 | 8.62 | 15.05 | 1.48 | 40.81 | 7.59 | 17.78 | 1.48 | 0.058 | 3.74 | 0.72 |
| 3 | 铁水尾渣 | 14.50 | 5.04 | 9.20 | 41.73 | 3.98 | 13.20 | 26.82 | 0.626 | 4.48 | 0.29 |
| 4 | 铸余渣 | 14.60 | 1.90 | 8.56 | 50.46 | 1.37 | 10.04 | 1.28 | 0.286 | 0.00 | 0.14 |

* 除了上述主要成分之外,钢渣中还含有 P_2O_5 、 FeO 、 Fe_2O_3 以及硫化物等。

3 钢渣用于酸性轻中度重金属污染土壤治理

改良剂原位固定技术是酸性重金属污染土壤治理的重要措施,其中选择经济有效的改良剂是该技术的关键。大量研究表明,石灰、磷灰石、沸石、铁锰氧化物、硅酸盐、海泡石、赤泥、骨炭、堆肥、钢渣、蒙脱石、凹凸棒石和蛭石等可以有效地固化/稳定化土壤中的重金属,降低重金属的生物有效性^[21-22]。其中钢渣是炼钢过程中产生的固体废物,其主要化学成分有:CaO、f-CaO、 SiO_2 、 FeO 、 Al_2O_3 、MgO 等,组成基本稳定。

3.1 钢渣对酸性重金属污染土壤 pH 的作用分析

重金属进入土壤后,通过溶解、沉淀、凝聚、络合、吸附等反应,在土壤中形成不同的赋存形态,迁移转化和污染危害程度随着赋存形态的不同而不同。其中,土壤 pH 是影响重金属吸附与解吸,决定其迁移和有效态的重要因子。农业部自 2005 年开展测土配方施肥工作以来,全面开展取土化验,其调查结果显示上世纪 80 年代以来我国主要农田土壤出现显著酸化的现象,并且发现氮肥过量施用是导致农田土壤酸化的最主要原因。农田酸化问题导致土壤 pH 值不断的下降,当 pH 值较低时就会激活土壤中重金属的活性,加重农田重金属污染。钢渣中的游离态氧化钙能够在土壤中水解产生大量的

OH^- ,其含量越高,碱度越大,而且 C_3S 和 C_2S 水解也能够产生大量的 $Ca(OH)_2$ 。研究表明钢渣在 pH < 9 的情况下,对酸性的中和能力比较快。刘鸣达^[23]和张玉龙^[24]等人都应用盆栽实验研究施用钢渣对水稻土 pH 值的影响,其研究结果表明施用钢渣后,各处理土壤在 40 天内 pH 均有不同程度的升高,随钢渣用量增加或系数变细,土壤 pH 值升高的幅度越大。这是由于钢渣中含有氧化钙和氧化酶等碱性氧化物,水解后提高了土壤中 OH^- 的浓度,中和了土壤中的致酸离子。此外,硅酸钙还能与土壤中的 Al^{3+} 等反应形成稳定的非晶型羟基铝钙酸盐,也能提高土壤的 pH。

3.2 钢渣对酸性重金属污染土壤重金属活性的作用分析

有毒重金属在土壤污染过程中具有隐蔽性、长期性、不可降解和不可逆转性的特点,它们不仅导致土壤肥力与作物产量、品质下降,还易引发地下水污染,并通过食物链途径在植物、动物和人体内累积重金属污染对人体健康的危害。以重金属镉为例,长期接触一定剂量的镉会造成肾脏损害,进而导致骨质疏松和软化。钢渣是炼钢过程中产生的副产品,作为一种碱性富硅物质,钢渣是一种潜在的重金属污染土壤改良剂,但有关这方面的报道仍然很少。Chen 等^[25]的实验表明,钢渣的施用可以降低糙米中镉的浓度,但钢渣施加对污染土壤性质的影响以

及在抑制植物吸收重金属的作用机制方面,仍然缺少较为全面而深入的研究。邓腾灏博^[26]研究了钢渣施用对多金属复合污染土壤的改良效果及水稻吸收重金属的影响,研究表明土壤有效态重金属含量出现显著下降。水稻地上部重金属浓度在施加钢渣后均显著降低,并且远低于地下部浓度,大部分钢渣施加处理对降低地下部重金属浓度也有显著效果。经过钢渣改良处理后的水稻稻米重金属浓度出现了大幅下降,其中镉和铅的浓度分别降低了 63.8% 和 73.1%,达到了 GB 2762-2005 所规定的污染物限量标准,施用钢渣可有效改良多金属复合污染土壤的性质,抑制水稻对重金属的吸收和转运,降低水稻特别是其地上部的重金属浓度。M L Allan^[27]将含 0~80% 高炉矿渣的水泥作为固定稳定化剂处理 Cr 污染的土壤,结果表明:Cr 浓度超过 1000mg/kg 的土壤经固化后,可浸提出的 Cr 浓度低于 5.0 mg/kg,而且随着矿渣比例的提高,浸提液中 Cr 浓度进一步降低。钢渣能够降低重金属活性的主要原因可能主要是通过影响金属化合物在土壤中的溶解度来影响重金属行为,随着土壤 pH 升高,土壤中粘土矿物、水合氧化物和有机质表面的负电荷增加,对重金属离子的吸附力增强,重金属在土壤粘土矿物、铁锰氧化物等固相上的吸附量和吸收能力逐渐增强,大部分微量元素通常会发生吸附作用或形成络合物,土壤对重金属的吸附量增加,重金属的生物活性下降。大部分微量元素通常会发生吸附作用或形成络合物,土壤对重金属的吸附量增加,重金属的生物活性下降。但是,由于钢渣的成分较为复杂,其固定稳定化重金属离子的机理一直没有得到系统的证明。

3.3 钢渣对酸性重金属污染土壤养分状况的作用分析

土壤是一个不断的进行生物、化学和物理转化作用的复杂系统,其养分作为一个重要的理化性质,决定了土壤能够提供的植物生长所必需的营养元素。因此,在进行重金属污染土壤修复的同时,应更

加注重营养元素的补充,从而为修复后土壤可持续利用提供基础。钢渣主要以含 CaO、SiO₂ 为主,同时含 Fe、Mg、Zn、B、P 等元素,这些成分除个别元素外,均有利于农作物的生长,可作为渣肥施于酸性土壤,其各组分容易被植物吸收,有利于改善土壤中的养分状况^[28]。钢渣内含有的有害重金属杂质及放射性元素含量均符合中国相关农业应用标准的要求,因而适于农业生产。关于钢渣做农业生产中土壤肥料或者改良剂的研究,大部分研究者认为其适合作为硅肥、缓释肥以及钢渣磷肥使用,其中的营养元素供给效果较好。硅作为重要的植物营养元素,在提高植物抗病虫害能力和增强植物抗逆性上有着重要作用,但土壤中被植物利用的有效硅主要是单硅酸及易转化为单硅酸的盐类,其含量只有 50~250 mg/kg。水稻对硅的吸收量大于氮磷钾三要素的总和^[29]。每生产 100 kg 水稻籽粒需硅含量 22kg,是氮磷钾总和的 4.4 倍。每年农作物从土壤中带走大量硅素,靠土壤硅的自然风化已难以维持平衡,再加上硅的淋溶渗漏损失,很有可能导致土壤有效硅供给不足,影响喜硅作物的生长。水稻、小麦、玉米这 3 种喜硅作物占中国粮食总产量的 86% 以上,因此利用钢渣改善土壤硅素营养有利于促进中国的粮食生产^[30-31]。而磷作为植物生长又一必要元素,是植物体内细胞原生质的组分,对细胞的生长和增殖起重要作用,磷还参与植物生命过程的光合作用、糖和淀粉的利用和能量的传递过程。植物幼苗吸收磷很快,适时施用磷肥能促进植物苗期根系的生长,保证植物生长健壮。南方水土流失严重,导致土壤中的磷元素不断被冲刷,钢渣作为土壤磷素另一个补充来源,可以较长时间地改善作物生长的环境和提高土壤的现实肥力,特别是法国、德国等含磷铁矿比较丰富的国家,钢渣磷肥所占比重一直很大,占磷肥总量的 13%~16%^[32]。因此,将钢渣作为酸性重金属污染土壤治理的原材料,在改善土壤酸性环境,降低重金属活性的同时还能够改善土壤养分状况,有较大的应用潜力。

4 结 论

当前土壤酸化问题和重金属污染问题越来越严重,且土壤酸化的同时更能激发重金属的活性,加重土壤的重金属污染。因此关于酸性重金属污染土壤的治理研究也越来越受到研究人员的关注。通过改良剂的使用固定稳定化土壤中的重金属以及改善土壤的 pH、养分等理化性质已成为酸性重金属污染土壤治理最重要的措施。通过钢渣对土壤的 pH、重金属的活性以及土壤养分的作用分析,笔者认为具有一定碱性且含有多种植物生长有益元素的炼钢副产物钢渣将成为酸性重金属污染土壤治理适合的改良剂。其在酸性重金属污染土壤治理实践中具有重要的潜在应用价值。

参考文献:

- [1] 刘春早,黄益宗,雷鸣,等. 湘江流域土壤重金属污染及其生态环境风险评价[J]. 环境科学,2012,33(1):263-268.
- [2] 梁彦秋,潘伟,刘婷婷,等. 沈阳张士污灌区土壤重金属元素形态分析[J]. 环境科学与管理,2006,31:43-45.
- [3] 张红振,骆永明,章海波,等. 中国主要土壤环境问题及对策. 南京:河海大学出版社,2008. 30-35.
- [4] Kumpiene J, Lagerkvist A, Maurice C. Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendments: A review[J]. Waste Management,2008,28(1):215-225.
- [5] Huang Y Z, Hao X W. Effect of red mud addition on the fractionation and bio-accessibility of Pb, Zn and As in combined contaminated soil[J]. Chemistry and Ecology,2012,28(1):37-48.
- [6] Zheng R L, Cai C, Liang J H, et al. The effects of biochars from rice residue on the formation of iron plaque and the accumulation of Cd, Zn, Pb, As in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings[J]. Chemosphere,2012,89(7):856-862.
- [7] Pocięcha M, Lestan D. Using electrocoagulation for metal and chelant separation from washing solution after EDTA leaching of Pb, Zn and Cd contaminated soil[J]. J Hazard Mater,2010,174(1-3):670-678.
- [8] Navarro A, Canadas I, Martinez D, et al. Application of solar thermal desorption to remediation of mercury-contaminated soils[J]. Soil Energy,2009,83(8):1405-1414.
- [9] 中国科学院南京土壤研究所. 重金属污染土壤修复技术[C]. 长沙:重金属污染综合防治技术研讨会,2010.
- [10] Castaldi L S, Pietro M. Heavy metal immobilization by chemical amendments in a polluted soil and influence on white lupin growth[J]. Chemosphere,2005,60:365-371.
- [11] 郝汉舟,陈同斌,靳孟贵,等. 重金属污染土壤稳定/固化修复技术研究进展[J]. 应用生态学报,2011,22(3):816-824.
- [12] Van Herwijnen R, Hutchings T R, Al T A, et al. Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts[J]. Environmental Pollution,2007,150:347-354.
- [13] Geebelen W, Sappin D V, Ruttens A, et al. Evaluation of cyclonic ash, commercial Na-silicates, lime and phosphoric acid for metal immobilisation purposes in contaminated soils in Flanders (Belgium) [J]. Environmental Pollution,2006,144(1):32-39.
- [14] Garau G, Paola C, Laura S, et al. Influence of red mud, zeolite and lime on heavy metal immobilization, culturable heterotrophic microbial populations and enzyme activities in a contaminated soil[J]. Geoderma,2007,142:47-57.
- [15] Madejón P, Pérez-de-Mora A, Burgos P, et al. Do amended, polluted soils require re-treatment for sustainable risk reduction? Evidence from field experiments[J]. Geoderma,2010,159:174-181.
- [16] Navarro M C, Perez S C, Martinez S M J, et al. Abandoned mine sites as a source of contamination by heavy metals: A case study in a semi-arid zone[J]. Journal of Geochemical Exploration,2008,96(2-3):183-193.
- [17] 张溪,周爱国,甘义群,等. 金属矿山土壤重金属污染生物修复研究进展[J]. 环境科学与技术,2010,33(3):106-112.
- [18] Mamata M, Rajani K, Sahu S K, et al. Growth, yield and elements content of wheat (*Triticum aestivum*) grown in composted municipal solid wastes amended soil[J]. Environment, Development and Sustainability,2009(11):115-126.
- [19] Fernandez J M, Cesar P, Juan C, et al. Biochemical properties and barley yield in a semiarid Mediterranean soil a-

mended with two kinds of sewage sludge[J]. *Applied Soil Ecology*, 2009(42):18-24.

[20] 舒型武. 钢渣特性及其综合利用技术[J]. *有色冶金设计与研究*, 2007(5):31-34.

[21] Yunusa I M, Braun M, Lawrie R. Amendment of soil with coal fly ash modified the burrowing habits of two earthworm species[J]. *Applied Soil Ecology*, 2009(42):63-68.

[22] 顾国平, 章明奎. 重金属污染农地土壤治理的改良剂选择[J]. *现代农业技术*, 2008(17):193-198.

[23] 刘鸣达, 张玉龙, 李军, 等. 施用钢渣对水稻土硅素肥力的影响[J]. *土壤与环境*, 2001(3):220-223.

[24] 张玉龙, 刘鸣达, 王耀晶, 等. 施用钢渣对土壤和水稻植株中硅、铁、锰的影响[J]. *土壤通报*, 2003(4):308-311.

[25] Chen HM, Zheng CR, Tu C, et al. Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals[J]. *Chemosphere*, 2000, 41(1-2):229-234.

[26] 邓腾灏博, 谷海红, 仇荣亮. 钢渣施用对多金属复合污染土壤的改良效果及水稻吸收重金属的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2011, 30(3):455-460

[27] Allan M L, Kukacka L E. Blast furnaceslag modified grouts for in situ stabilization of chromium contaminated soil[J]. *WasteManag*, 1995, 15:193.

[28] Gu H H, Zhan S S, Wang S Z, et al. Silicon-mediated amelioration of zinc toxicity in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings[J]. *Plant and Soil*, 2012, 350:193-204.

[29] da Cunha K, do Nascimento C. Silicon effects on metal tolerance and structural changes in maize (*Zea mays* L.) grown on a cadmium and zinc enriched soil[J]. *Water, Air&Soil Pollution*, 2009, 197(1):323-330.

[30] 杨丹, 张玉龙, 刘鸣达, 等. 施用废渣后土壤硅素释放特性及其影响因子的研究 II 土壤硅素释放特性及其与 pH 的关系[J]. *土壤通报*, 2008(4):726-729.

[31] 吴志宏, 邹宗树, 王承智. 转炉钢渣在农业生产中的再利用[J]. *矿产综合利用*, 2005(6):25-28.

[32] 金恒阁, 于立波, 俎晓彤, 等. 钢铁废渣与磷肥[J]. *中国物资再生*, 1999(03):20-24.

Advancement in Research on Application of Steel Slag in Treatment of Mild to Moderate Heavy Metal Contaminated Acidic Soil

Zhu Lijun, Wu Yongjin, Jin Qiang, Yang Gang, Han Jiaying, Liu Guowei
(MCC Baosteel Technology Services Co., Ltd., Baoshan, Shanghai, China)

Abstract: In situ treatment with amendment has become the most important method for remediation of acidic heavy metal contaminated soil, and the selection of cost-effective amendments is the key of this measure. This study describes the major domestic and foreign fixed-stabilizing amendments used, and systematically analyses the role of the composition of the slag on adjusting soil pH value, heavy metal activity and soil nutrients based on the physicochemical properties of slag, pointing out the potential of steel slag applied in remediation of heavy metal contaminated soil to provide theoretical reference for remediation of heavy metal contaminated soil.

Keywords: Steel slag; Heavy metal; Acidic; Remediation; Soil treatment

