

浅议采煤塌陷区复垦技术研究

高晓云, 陈萍

(安徽理工大学地球与环境学院, 淮南 232001)

摘要: 本文主要阐述了充填复垦的方法及复垦过程中土壤的性质变化, 目前充填复垦根据充填材料的不同分为粉煤灰、煤矸石、河湖淤泥及垃圾充填, 复垦土壤性质的变化主要集中在土壤的容重、孔隙度、水分、养分、生物活性、土壤生产力、污染物质及其修复的研究上。

关键词: 塌陷区; 充填复垦; 土壤质量; 污染评价

中图分类号: X53

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2013)01-0014-03

RESEARCH PROGRESS OF RECLAIMED IN MINING SUBSIDENCE ARE

GAO Xiao-yun, CHEN Ping

(AnHui University of Science and Technology School of Earth &
Environmental Sciences Huainan 232001)

Abstract: This paper mainly elaborated that the method of filling reclamation and the property variety of the soil in the process of filling. Currently, fly ash, coal stone, river mud and garbage were used to fill subsidence area. The Changes of the reclaimed soil was mainly concentrated in the soil bulk density, porosity, moisture, nutrients, biological activity, soil productivity, pollution substances and its repair.

Keywords: Subsided land; Filling reclamation; Soil quality; The evaluation of contamination

我国是世界最大的煤炭生产国和消费国, 煤炭作为最主要的能源, 约占一次性能源消费量的70%, 仅2011年我国煤炭产量就达到35亿吨左右。煤炭开采造成大面积地面塌陷, 目前因采煤而造成的地面塌陷总量超过400万 hm^2 , 并且仍以每年约5万 hm^2 的速度增加。然而我国人均耕地较少, 因此土地复垦任务相当艰巨。

目前在塌陷区的充填复垦过程中往往只关心如何通过土地开发整理来增加耕地的数量, 而对复垦土壤质量状况重视不足。一些学者已经开始关注复垦土壤的质量问题, 开展了相关研究, 但研

究深度不足, 尚存在许多问题。本文的目的是在总结以往研究的基础上, 寻找研究的不足, 提出今后研究的重点和方向。

1 充填复垦的方法

1.1 粉煤灰充填

粉煤灰是火力发电的主要副产品, 我国每年产生的粉煤灰有数亿吨之多, 其存放占用大量土地, 并且严重污染周围环境。目前对其比较好的处理方式就是充填塌陷地, 可以做到一举两得。具体做法为: 粉煤灰掺土70%后直接充填到塌陷区, 在其上覆80cm左右的土壤直接用于农业生产, 也可以直接充压实用于建筑用地。

1.2 煤矸石充填

收稿日期: 2012-11-16

作者简介: 高晓云(1982-)女, 安徽巢湖人, 在读研究生, 从事矿山生态环境治理方面研究。

煤矸石是煤炭生产的主要副产品,是矿区最主要的环境危害之一。煤矸石的堆放占用大量土地,同时可能引起土壤污染和大气污染等危害。目前其主要利用方式是充填塌陷地,充填后可以用于建筑用地,也可以覆土后用于农业生产。

1.3 河湖淤泥充填

如果塌陷区靠近河流湖泊,可以利用淤泥充填,其方法简单,但受到条件限制较大,另外淤泥一般比较重,复垦土壤的质地较细,容重较大,对农业生产有较大的限制。

1.4 垃圾充填

上述3种充填方式往往受到充填材料来源的限制,其局限性较大。垃圾量大而广,可以解决上述问题,因此垃圾是充填塌陷区较为理想材料。在充填前需要对垃圾进行相应的处理。

2 复垦土壤质量变化

2.1 复垦土壤物理性质变化

上述各种复垦方法都对土壤进行了不同程度的扰动,因此复垦土壤的物理化学性质必然会发生大的变化。

2.1.1 复垦土壤容重的变化

在复垦的过程中由于施加了各种工程措施,土壤容重发生了较大的变化。在复垦过程中对土壤碾压,使土壤压实,孔隙减少,容重增加。自然土壤的容重一般在 $1.35\sim 1.53\text{ g/cm}^3$,而复垦土壤大多在 $1.5\sim 1.8\text{ g/cm}^3$ 。

2.1.2 土壤孔隙度及透水率的变化

在土壤复垦过程中,由于机械的碾压等原因,使复垦土壤比较紧实,土壤孔隙度较小,入渗率小于农业土壤,土壤含水率大于农业土壤。

在泥浆泵复垦过程中,大量水分进入土壤,而排水系统尚未健全,因此土壤中水分含率过大,大概是一般农田的2倍,而入渗率大大下降。推土机复垦土壤在复垦过程中有明显的压实现象,土壤强度偏大,孔隙度减小,入渗率偏低。

2.1.3 土壤的水分变化

由于在土壤重建过程中对土壤的扰动,原土壤的剖而层次发生了严重的变化。王辉^[1]等对充填复垦土壤水分垂直运动进行了模拟研究,研究表明:充填复垦中充填物料对覆上层水分的影响主要源于充填物颗粒级配与上壤颗粒级配的对比关系,煤矸石和粉煤灰充填复垦区农田水分条件差,

不仅仅是水分渗漏造成的,可能还由于煤矸石和粉煤灰对水分的吸持力不够,阻碍了水分的上升运动,加上田间水分蒸发蒸腾作用强,覆土层土壤水分损失较快,从而造成缺水问题。

2.2 复垦土壤化学性质变化

2.2.1 复垦土壤养分的变化

目前矿区土壤复垦往往采取煤矸石、粉煤灰充填,然后覆土80cm左右用作农用地,王云平^[2]等对煤矿塌陷区不同复垦方法及年土壤肥力变化进行了详细的研究,于君宝^[3]等对矿山复垦土壤营养元素时空变化进行研究。结果表明:由于煤矸石、粉煤灰养分含量较低,因此复垦土壤的有机质、全氮、速效磷含量普遍较低,而全钾含量和速效钾含量充足,同时pH值大于8,碱性过强。随着复垦年限的增加,由于人们向土壤中投入的肥料和秸秆的部分还田等原因,土壤养分适当提高,特别是有效N、P、K增加明显,土壤pH值逐渐趋于中性。说明随着时间的增加复垦土壤不断熟化生产力逐渐提高,逐渐向有利于作物生长的方向发展。

2.2.2 复垦土壤的污染及修复

煤矸石、粉煤灰中含有部分污染元素,主要包括Cu、Zn、Cr、Pb、Cd、Mn等,在它们的堆放、运输、处理过程中一方面烟尘回落到土壤中污染土壤,另一方面通过降雨淋洗污染土壤和地下水。利用煤矸石、粉煤灰充填复垦土壤的污染性研究不够重视,以往的研究往往注重复垦的方法、增加耕地面积的多少等,对复垦土壤的污染性研究不足。近年来部分学者开始了这方面的初步研究。董雾红^[4]等对煤矸石、粉煤灰复垦土壤重金属分布规律及主要农作物污染进行了分析与评价,胡振琪^[5]等对不同复垦时间的粉煤灰充填复垦土壤重金属污染进行了评价,研究发现:煤矸石、粉煤灰中Hg、Cu、Cd、Pb对土壤污染较为严重,其中Cd元素污染最重,Hg、Cr、Pb影响较小。

土壤重金属污染的植物修复技术是治理土壤污染的重要手段之一,已经成为世界各国学者竞相研究的热点,特别是对重金属的超富集植物筛选受到国内外科学家广泛关注。

2.3 复垦土壤生物活性

由于复垦土壤特有的土壤环境条件,其生物活性与原始土壤有着较大的差异,而土壤的生物活性反过来又会影响土壤化学物质的运移。复垦

土壤中各类微生物菌群、数量以及生物活性强度、放线菌和真菌的优势种属低于原始土壤,且以覆土种植区大于不覆土区,豆科种植区大于禾本科种植区。泥浆泵复垦中由于土壤含水率的增加,微生物活性也大大降低。

2.4 复垦土壤生产力变化

目前在复垦土壤质量变化方面研究较少,个别研究仅对复垦后土壤质量进行了评价。胡振琪对复垦土壤耕作效果进行了评价,运用模糊集理论开发了一个定量评价土壤生产力的数学模型—模糊 PI 模型,采用耕作效果指数评价复垦土壤耕作效果。卞正富^[6]分析了影响复垦土地生产力的要素,提出了复垦土壤生产力指数的修正模型。陈龙乾等采用土壤生产力和土壤环境质量两种指标对徐州矿区复垦后土壤质量进行评价,以土壤质量评价指数来表示复垦土壤质量的高低。秦俊梅^[]采用单项和综合污染指数对山西平朔露天矿复垦土壤的环境质量进行了研究,结果表明复垦土壤虽然有一定的污染性,不同复垦方法对土壤质量有较大影响,复垦后土壤生产力逐年提高。粉煤灰充填和煤矸石充填复垦的土地,土壤有机质含量高于当地土壤,其他养分含量低于当地土壤,土壤质量较低。

3 存在的问题及研究方向

3.1 加强复垦土壤的综合质量研究

目前虽然对复垦土壤的物理、化学、生物活性各方面进行了研究,但大多集中在某个和某些特性的研究上,对复垦土壤的综合质量研究不足,特别是土壤质量的动态变化,目前的研究大多集中在复垦后一个时间点上的土壤质量状况,其动态变化基本没有研究。这方面的研究应重点解决:复垦土壤质量的评价指标体系的构建、评价方法和动态监测等。

3.2 研究复垦土壤肥力的维持与提高的方法

在采煤塌陷区土地复垦的研究中,目前研究集中在如何复垦土壤、如何修复破坏的环境等,虽然对复垦后土壤的某些特性进行了研究,但对其肥力的提高研究较少,国内这方面的报道甚少。如果土地复垦仅仅停留在整平土地上而置复垦土壤肥力于不顾,土地复垦就失去了真正的意义。今后应加强这方面的研究,这也是土地复垦成功与否的关键所在,研究重点:如何构建合理的土壤层次

结构?如何解决复垦土壤的压实机理及孔隙度控制问题?如何提高复垦土壤的肥力?复垦土壤中微生物的变化及在土壤质量恢复中的作用?

3.3 充分利用现代先进技术,对复垦土壤质量进行动态管理

目前对复垦土壤特性的研究主要采用传统的方法,耗工、费时且不及时,应该充分利用现代技术快速准确地获取相关数据,及时掌握其质量的变化。利用 RS 获取复垦土壤上的植被变化数据,进而反演土壤特征的变化情况,间接建立 RS 影像特征与土壤特性之间的关系,解译土壤特性的变化;利用探地雷达(GPR)直接观测复垦土壤的质地、层次、有机质、含水率、盐分含量等主要土壤特性的变化,直接监测土壤质量;利用 GIS 强大的空间分析功能实现土壤质量的快速评价,进而监测土壤质量的变化^[7,8]。研究重点应放在:复垦土壤植被变化与土壤特性的关系及土壤特性的 RS 解译特征的建立。

4 结语

据统计,我国仅煤炭资源与耕地资源分布的复合区域面积就占我国耕地总面积的 42.7%。我国煤炭开采所造成的塌陷区面积巨大,因此充填复垦技术将会得到更加广泛的应用。土地复垦事业已经开展了近 20 年研究,形成了一些比较成熟的方法和技术,但在复垦土壤质量研究方面比较缺乏,有的只是个案研究,并且主要是对复垦土壤的某些特性进行了对比分析,而复垦土壤质量的评价指标体系、评价标准、评价方法研究较少,同时缺乏复垦土壤质量的改良措施。利用 RS、GPR 进行复垦土壤特征的无损探测和识别技术方面的研究处于起步阶段,机理和方法有待于完善。复垦土壤质量特征的无损探测和识别技术、土壤质量的评价和修复、改良方法将是今后土地复垦的主要研究方向。

参考文献

- [1]王辉,韩宝平,卞正富.充填复垦土壤水分垂直运动模拟研究[J].中国矿业大学学报,2007,9(5):690-694.
- [2]王云平,师学义,金志南,等.煤矿塌陷区不同复垦方法及土壤肥力变化研究[J].山西农业科学,1999,(2):64-67.
- [3]于君宝,王金达,刘景双,等.矿山复垦土壤营养元素时空变化研究[J].土壤学报,2002,39(5):750-753.

(下转第 24 页)

(5)样品中的重金属元素经过 8d 的淋滤,溶出强度都基本达到稳定,而且其浓度均低于检测线。

5 环境效应评价

煤矸石通过降雨对环境的影响主要集中在溶出液的 pH 值和淋滤中重金属元素的最大释放浓度上。动态淋滤实验中 pH 值的变化示于图 3

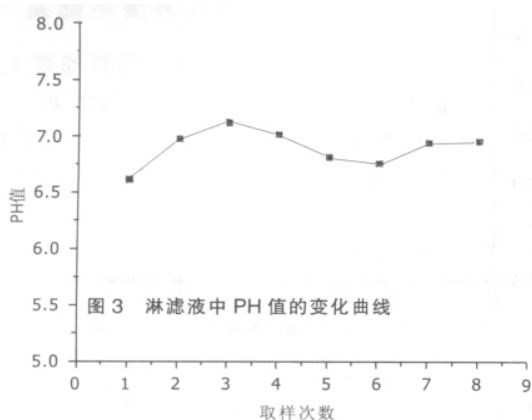


图 3 淋滤液中 pH 值的变化曲线

由图 3 可以看出动态淋滤液的 pH 值经历一个先升高后降低,再回升的过程,最后基本稳定在 6.000~7.000 之间,溶液呈弱酸性,符合地表水的环境质量标准要求(Ⅲ类)。

参照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类水质指标,将溶出液中各重金属元素的最大浓度与标准相比较列于表 3 中。

表 3 动态淋滤实验中重金属元素的环境效应评价指标

重金属名称	类水质标准(mg/L)	动态淋滤液中重金属的最大浓度(mg/L)
Cu	0.005	0.027
Cd	0.05	0.009
Fe	0.3	0.24
Pb	0.05	0.040

由表 3 可以看出:(1)在动态淋滤实验中,除 Cu 的浓度超过了国家地表水环境质量标准中的Ⅲ类水质标准外,其余重金属元素的浓度均低于标准。(2)根据重金属元素的淋滤特性,淋滤后期阶段,随着淋滤时间的增加,各个重金属元素的淋

滤液浓度在波动中趋于稳定。因此,重金属元素的淋滤液不会对环境产生太大的影响。

6 结论

(1)在动态淋滤实验中,煤矸石中重金属元素的背景值影响溶出液中重金属浓度,背景值越高,则析出的浓度越高。

(2)淋滤前期阶段,重金属元素的溶出液浓度较大,随着淋滤时间的增加,浓度在波动中趋于稳定。因此可以看出重金属元素对环境的影响主要发生在淋滤前期。

(3)在动态淋滤实验中,溶出液的 pH 值稳定在 6.000~7.000 之间,溶液呈弱酸性,但都符合地表水环境质量标准(Ⅲ类)。

(4)动态淋滤实验中,除 Cu 外,其余重金属元素的溶出液浓度均低于国家地表水环境质量标准中的Ⅲ类水质标准。根据重金属元素的淋滤特性,重金属溶出液不会对环境产生太大的影响。

参考文献:

[1]史永红,等.安徽淮南矿区煤矸石中环境意义微量元素研究[J].矿业科学,2004,(1):34-39.

[2]国家环保总局.水和废水监测分析方法.北京:中国环境科学出版社,1989.

[3]GB/T1484821993,《中华人民共和国国家标准,地下水质量标准》,1993.

[4]许光泉.粉煤灰中污染离子淋释试验及其运移模型.煤田地质与勘探,1999,(1):48-49.

[5]GB/T879821996,《中华人民共和国国家标准,污水综合排放标准》,1996.

[6]刘桂建,杨萍,彭子成等.煤矸石中潜在有害微量元素淋溶析出研究.高校地质学报,2001,(4):449-457.

[7]常前发.矿山固体废物的处理与处置.矿山保护与利用,2003,(5):38.

[8]葛振华.我国矿产资源综合利用中存在的问题及对策.中国矿业,2003,12(7):1-3.

[9]赵明鹏.阜新地区矿山地质灾害及其防治对策[J].中国地质灾害与防治报,2000,11(4):64-68.

[10]王晖,郝启勇,尹儿琴.煤矸石的淋溶和浸泡对水环境的污染研究—以齐济腾矿区塌陷区充填的煤矸石为例[J].中国煤田地质,2006,18(2):43-45.

(上接第 16 页)

[4]董雾红,卞正富,于敏,狄春雷.矿区充填复垦土壤重金属分布特征研究[J].中国矿业大学学报,2010,(3):335-340

[5]胡振琪,戚家忠,司继涛.不同复垦时间的粉煤灰充填复垦土壤重金属污染与评价[J].农业工程学报,2003,19(2):214-218.

[6]卞正富,张国良.矿山土地复垦利用试验[J].中国环境科学,1999,19(1):81-84.

[7]杨奇勇,杨劲松等.基于 GIS 和改进灰色关联模型的土壤肥力评价[J].农业工程学报,2010,26(4):100-105

[8]Bojorquez-Tapia L A, Diaz-Mondragon S, Ezcurra E.GIS based approach for participatory decision making and land suitability assessment [J].International Journal of Geographical Information Science,2001(40):477-492