



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107743747 A

(43)申请公布日 2018.03.02

(21)申请号 201711233423.8

B09C 1/08(2006.01)

(22)申请日 2017.11.30

B09C 1/10(2006.01)

G06F 17/30(2006.01)

(71)申请人 山西省农业科学院农业环境与资源
研究所

地址 030031 山西省忻州市静乐县龙城大
街81号

(72)发明人 张强 郇春花 张能虎 霍成祥
耿侃

(74)专利代理机构 太原华弈知识产权代理事务
所 14108

代理人 李毅

(51)Int. Cl.

A01B 79/02(2006.01)

C05G 1/00(2006.01)

B09C 1/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

废弃煤矸石堆放场地的复垦改良方法

(57)摘要

一种废弃煤矸石堆放场地的复垦改良方法，是对地表整理后的废弃煤矸石堆放场地进行勘察测量，绘制场地地形图，划分成网格进行网格式取样，根据测试结果绘制表层土壤pH值分布图，根据pH分布分级分区域施用石灰调节土壤pH值至中性，施用碱性肥料并喷施微生物复合菌剂后，播种绿肥作物，翻根还田后轮作经济作物且作物秸秆还田。本发明方法为我国资源型地区煤矸石废弃场地，特别是含硫较高的废弃煤矸石堆放场地的复垦、修复和改良提供了一条有效的解决途径。

1. 一种废弃煤矸石堆放场地的复垦改良方法,所述方法包括:

1)、对废弃煤矸石堆放场地进行地表整理,清运留在地表的煤矸石,清理杂物并初步平整;

2)、对煤矸石堆放场进行勘察和测量,绘制场地大比例尺地形图,并制作电子图;

3)、将整理后的场地划分成网格进行网格式取样,每个网格内按照对角线方法采集地表土壤样品,并在测量图上标出采样位置,测试土壤样品各种指标;

4)、根据地表土壤分析测定结果,利用ArcGIS软件和克里格插入法绘制出场地表层土壤pH值电子分布图;

5)、根据土壤pH值分布图对废弃煤矸石堆放场地分级分区域施用石灰,pH<4.5的区域每亩施用石灰80~100公斤,pH4.5~5.5的区域每亩施用石灰50~80公斤,pH5.5~6.5的区域每亩施用石灰30~50公斤,调节土壤的pH值至中性;

6)、在上述施用石灰的土壤上,每亩继续施用腐熟鸡粪500~2000公斤、硫酸30~80公斤、磷矿粉50~150公斤、钙镁磷肥50~150公斤、草木灰100~300公斤、窑灰钾肥50~200公斤,然后旋耕、整平;

7)、在旋耕后的土壤上继续喷施稀释后的微生物复合菌剂,适量灌溉,使微生物复合菌剂与土壤充分反应;

8)、适时播种,种植绿肥先锋植物田菁或毛叶苕子,翻根还田后轮作经济作物且作物秸秆还田。

2. 根据权利要求1所述的复垦改良方法,其特征是将整理后的场地划分成5m×5m~30m×30m的网格。

3. 根据权利要求1所述的复垦改良方法,其特征是分别采集深度为0~10cm和10~20cm的土壤样品。

4. 根据权利要求1所述的复垦改良方法,其特征是所述微生物复合菌剂是由枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌、胶冻样芽孢杆菌和褐球固氮菌混合培养得到的复合微生物菌剂。

5. 根据权利要求4所述的复垦改良方法,其特征是所述微生物复合菌剂的有效活菌数 $\geq 10 \times 10^9$ cfu/ml。

6. 根据权利要求1所述的复垦改良方法,其特征是所述经济作物轮作制度为饲草高粱/甜高粱秸秆还田—饲草玉米/玉米秸秆还田。

废弃煤矸石堆放场地的复垦改良方法

技术领域

[0001] 本发明属于土地复垦与生态恢复技术领域,涉及一种对废弃的煤矸石堆放场地进行复垦的方法,特别是针对含硫较高的废弃煤矸石堆放场地的复垦与改良方法。

背景技术

[0002] 煤矸石是煤炭生产和精选过程中产生的固体废弃物,其主要成分是 SiO_2 和 Al_2O_3 ,另外还含有数量不等的 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 、 SO_3 以及Fe、Mn、Cu、Zn等微量元素,同时含有一定量的腐植酸。

[0003] 煤矸石的排放量相当于煤炭产量的15~20%,我国每年排放近1.5~2亿吨煤矸石,目前已累计堆存70多亿吨,占地约7万公顷,是我国排放量最大的工业固体废弃物。煤矸石的大量堆放,不仅压占土地,而且有可能污染土壤和地下水,产生严重的环境问题,亟待治理。

[0004] 同时,在煤矸石的堆放过程中,由于风化、淋溶、渗透等作用,导致堆放场地土壤酸化,pH值下降,重金属元素被释放进入土壤,同时土壤空隙被堵塞,土壤容重增加,透水透气性变差,土壤的理化性状发生了极大的变化。煤矸石堆放场地被废弃后,在土地的复垦过程中,上述问题都迫切需要解决。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种废弃煤矸石堆放场地的复垦改良方法,以解决煤矸石堆放带来的土壤污染,将废弃土地变为耕地。

[0006] 本发明所述的废弃煤矸石堆放场地复垦改良方法是采用下述技术方案实现的:

1)、对废弃煤矸石堆放场地进行地表整理,清运留在地表的煤矸石,清理杂物并初步平整;

2)、对煤矸石堆放场进行勘察和测量,绘制场地大比例尺地形图,并制作电子图;

3)、将整理后的场地划分成网格进行网格格式取样,每个网格内按照对角线方法采集地表土壤样品,并在测量图上标出采样位置,测试土壤样品各种指标;

4)、根据地表土壤分析测定结果,利用ArcGIS软件和克里格插入法绘制出场地表层土壤pH值电子分布图;

5)、根据土壤pH值分布图对废弃煤矸石堆放场地分级分区域施用石灰,pH<4.5的区域每亩施用石灰80~100公斤,pH4.5~5.5的区域每亩施用石灰50~80公斤,pH5.5~6.5的区域每亩施用石灰30~50公斤,调节土壤的pH值至中性;

6)、在上述施用石灰的土壤上,每亩继续施用腐熟鸡粪500~2000公斤、硫酸铵30~80公斤、磷矿粉50~150公斤、钙镁磷肥50~150公斤、草木灰100~300公斤、窑灰钾肥50~200公斤,然后旋耕、整平;

7)、在旋耕后的土壤上继续喷施稀释后的微生物复合菌剂,适量灌溉,使微生物复合菌剂与土壤充分反应;

8)、适时播种,种植绿肥先锋植物田菁或毛叶苕子,翻根还田后轮作经济作物且作物秸秆还田。

[0007] 具体的,本发明上述复垦改良方法中,是将整理后的场地划分成 $5\text{m}\times 5\text{m}\sim 30\text{m}\times 30\text{m}$ 的网格后进行网格法取样,网格大小根据场地实际大小和污染情况确定。

[0008] 进而,所述取样采集的地表土壤样品是分别采集深度为 $0\sim 10\text{cm}$ 和 $10\sim 20\text{cm}$ 的土壤样品。

[0009] 本发明测试的地表土壤样品指标包括:现场采集土壤样品的容重、孔隙度指标;风干土壤样品的pH值、电导率、有机碳、全氮、有效磷、速效钾,以及重金属含量指标。更具体地,所述重金属含量包括砷、汞、铅、镉、铬、镍等。

[0010] 进一步地,本发明上述复垦改良方法中,所使用的微生物复合菌剂是由枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、地衣芽孢杆菌(*Bacillus licheniformis*)、巨大芽孢杆菌(*Bacillus megaterium*)、胶冻样芽孢杆菌(*Bacillus mucilaginosus*)和褐球固氮菌(*Azotobacter chroococcum*)混合培养得到的复合微生物菌剂。

[0011] 更进一步地,本发明使用的微生物复合菌剂的有效活菌数 $\geq 10\times 10^9\text{cfu/ml}$,每亩地按 $1\sim 2$ 升使用,稀释 $20\sim 50$ 倍喷洒。

[0012] 本发明上述复垦改良方法中,所述的经济作物轮作具体可以是按照饲草高粱/甜高粱秸秆还田—饲草玉米/玉米秸秆还田的耕作制度进行轮作。

[0013] 本发明针对我国煤炭主产区煤矸石贮量大、占地面积大、环境污染严重等问题,利用生物、化学、农艺等措施,提供了一种废弃煤矸石堆放场地的修复与改良方法,解决了煤矸石堆放带来的土壤污染,将废弃土地变为耕地,实现了资源高效、环境友好的可持续发展目标。

[0014] 本发明方法利用网格法进行采样,制作电子图,形成土壤pH值、重金属、养分等重要指标的空间分布图,根据土壤酸化和危害程度,分别施用不同剂量的修复材料,实现了精准修复,修复目标更加明确、针对性更强,同时也降低了修复成本。

[0015] 本发明针对煤矸石酸性较强的特征,在复垦修复土壤中加入磷矿粉、钙镁磷肥、草木灰、窑灰钾肥等碱性肥料,既中和了土壤中的游离酸,同时通过化学沉淀反应钝化了土壤中的重金属,降低了土壤中的毒性。

[0016] 本发明喷施的微生物复合菌剂为耐高温、解磷、解钾、固氮促生菌种,可以加速煤矸石中营养元素的活化,提高养分利用效率,促进作物生长。

[0017] 本发明在修复后土壤上种植绿肥先锋植物田菁或毛叶苕子,可以吸收和固定土壤中的有毒元素,然后种植生物量大的高粱/饲草高粱和玉米/饲草玉米,通过生物净化作用,可以快速改良土壤理化性状,达到修复和改良的目的。

[0018] 本发明废弃煤矸石堆放场地复垦改良方法设计合理,为我国资源型地区煤矸石废弃场地,特别是含硫较高的废弃煤矸石堆放场地的复垦、修复和改良提供了一条有效的解决途径,具有较高的应用价值,市场前景广阔。

具体实施方式

[0019] 下述实施例仅为本发明的优选技术方案,并不用于对本发明进行任何限制。对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作

的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0020] 实施例1

试验地点选择在山西省古交市某煤矿矸石堆放场。由于采煤过程中排出的矸石需要临时堆放,矿方于2007年建成该堆放场,2012年废弃,废弃后没有进行复垦与利用。堆放场在一个相对平整的沟地内,呈不规则的长方形,总占地面积为6745m²。当地为黄土高原丘陵区,年均降雨量440mm左右,无灌溉条件。

[0021] 具体实施步骤如下:

(1) 场地平整:对废弃的煤矸石堆放场地进行地表清理,留在地表的煤矸石清运后处理,然后清理杂草、碎石等杂物并达到初步平整。

[0022] (2) 场地测量:利用南方测绘集团生产的全站仪(NTS-391R10)对废弃场地进行测量,绘制1:5000地形图,并制作电子图。

[0023] (3) 土壤采样与化验:使用10×10m的网格法采集土壤样品,共采集布置68个样点。每个网格内按照对角线方法采集样品,并使用高精度GPS在测量图上标出采样位置。土壤取样深度为0~10cm、10~20cm,用环刀法现场测定土壤容重、孔隙度等指标。土壤样品风干后,送实验室进行分析测定。测定项目包括酸碱度(pH值)、电导率(EC)、有机碳、全氮、有效磷、速效钾、全硫,以及重金属砷、汞、铅、镉、铬、镍等元素含量。

表 1-1 废弃场地土壤基本理化性状 (n=68)

采样深度(cm)	pH	EC(ms/cm)	全硫(mg/kg)	容重(g/cm ³)	孔隙度(%)
0~10	4.2~6.1	0.21~1.05	253.5~456.7	1.39~1.56	41.5~49.6
10~20	4.8~6.5	0.19~0.92	142.1~215.2	1.45~1.62	42.3~51.2

表 1-2 废弃场地土壤基本理化性状 (n=68)

采样深度(cm)	有机碳(g/kg)	全氮(g/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
0~10	4.5~9.9	3.5~6.7	3.9~8.9	45.2~101.2
10~20	2.1~8.9	2.4~5.2	2.5~6.8	32.5~71.5

表 2 废弃场地土壤重金属含量 (n=68)

采样深度(cm)	As(mg/kg)	Hg(mg/kg)	Pb(mg/kg)	Cd(mg/kg)	Cr(g/cm ³)	Ni(mg/kg)
0~10	10.2~45.5	0.14~0.52	63.9~128.2	0.28~0.62	121.5~235.2	45.5~89.4
10~20	6.2~28.9	0.11~0.29	42.5~106.3	0.15~0.33	85.3~132.4	41.3~61.3

[0024] (4) 绘制土壤pH分布电子图:根据土壤分析测定结果和土壤样品点位分布图,利用ArGIS软件和克里格插入法绘制0~10cm土壤pH分布电子图。

[0025] (5) 按照土壤pH分布图,将0~10cm土壤pH划分为3个区域:一区(4.2~4.5)、二区(4.6~5.5)、三区(5.6~6.1)。一区每亩施用石灰80公斤,二区每亩施用石灰60公斤,三区每亩施用石灰40公斤。将石灰按照不同区域的用量撒施在区域土壤表面,然后翻入土壤内,旋耕,整平。

[0026] (6) 根据土壤养分状况和重金属含量情况,在施用石灰的土壤上,每亩撒施腐熟鸡粪1000公斤、硫铵50公斤、磷矿粉100公斤、钙镁磷肥100公斤、草木灰200公斤、窑灰钾肥100公斤,然后旋耕、整平。

[0027] (7) 菌种制备:将实验室筛选出的菌种枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*)、地衣芽孢杆菌 (*Bacillus licheniformis*)、巨大芽孢杆菌 (*Bacillus megaterium*)、胶冻样芽孢杆菌 (*Bacillus mucilaginosus*) 和褐球固氮菌 (*Azotobacter chroococcum*) 在适宜的培养基下,经活化、斜面培养、液体摇瓶、发酵罐培养、菌液复配等程序,形成复合微生物菌剂。复合菌剂有效活菌数 $\geq 10 \times 10^9$ cfu/ml,每亩地按2升使用,稀释25倍喷洒。

[0028] (8) 施用复合菌剂:将配好的复合菌剂稀释后喷施在旋耕后的土壤内,使其与土壤充分反应。

[0029] (9) 绿肥压青:5月中旬播种田菁种子,用根瘤菌剂拌种,接种量100g/kg种子。田菁长到8月中旬生物量最大的盛花期时,将其机械粉碎后,翻耕直接还田。

[0030] (10) 轮作作物:下一年开始轮作作物,实行饲草高粱/饲草玉米/饲草高粱的轮作模式,将玉米或高粱收获籽粒后,秸秆继续粉碎还田。

[0031] 实施例2

试验地点选择在山西省大同市某煤矿矸石堆放场。由于采煤过程中排出的矸石需要临时堆放,矿方于2012年建成该堆放场,2015年因环保问题废弃,废弃后没有进行复垦与利用。堆放场在一个相对平整的沟地内,呈不规则的长方形,总占地面积为2070m² (45m×46m)。当地为土石山区,年均降雨量400mm左右,无灌溉条件。

[0032] 具体实施步骤如下:

(1) 场地平整:对废弃的煤矸石堆放场地进行地表清理,留在地表的煤矸石清运后处理,然后清理杂草、碎石等杂物并达到初步平整。

[0033] (2) 场地测量:利用南方测绘集团生产的全站仪 (NTS-391R10) 对废弃场地进行测量,绘制1:2000地形图,并制作电子图。

[0034] (3) 土壤采样与化验:使用5×5m的网格法采集土壤样品,共采集布置82个样点。每个网格内按照对角线方法采集样品,并使用高精度GPS在测量图上标出采样位置。土壤取样深度为0~10cm、10~20cm,用环刀法现场测定土壤容重、孔隙度等指标。土壤样品风干后,送实验室进行分析测定。测定项目包括酸碱度 (pH值)、电导率 (EC)、有机碳、全氮、有效磷、速效钾、全硫,以及重金属砷、汞、铅、镉、铬、镍等元素含量。

表 3-1 废弃场地土壤基本理化性状 (n=82)

采样深度(cm)	pH	EC(ms/cm)	全硫(mg/kg)	容重(g/cm ³)	孔隙度(%)
0~10	4.6~6.8	0.16~0.56	158.2~286.9	1.42~1.61	45.8~51.2
10~20	5.6~7.5	0.11~0.42	72.5~105.4	1.45~1.59	48.3~49.6

表 3-2 废弃场地土壤基本理化性状 (n=82)

采样深度(cm)	有机碳(g/kg)	全氮(g/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
0~10	2.5~5.7	1.5~3.7	4.6~7.6	66.8~91.8
10~20	1.5~4.7	0.94~2.2	3.5~6.8	42.7~78.9

表 4 废弃场地土壤重金属含量 (n=82)

采样深度(cm)	As(mg/kg)	Hg(mg/kg)	Pb(mg/kg)	Cd(mg/kg)	Cr(g/cm ³)	Ni(mg/kg)
0~10	11.2~35.7	0.16~0.45	83.2~156.5	0.22~0.69	111.5~124.2	65.5~98.7
10~20	8.9~18.7	0.12~0.31	62.3~96.7	0.11~0.32	78.3~142.1	31.2~67.5

[0035] (4) 绘制土壤pH分布电子图:根据土壤分析测定结果和土壤样品点位分布图,利用ArGIS软件和克里格插入法绘制0~10cm土壤pH分布电子图。

[0036] (5) 按照土壤pH分布图,将0~10cm土壤pH划分为2个区域:一区(4.6~5.5)、二区(5.6~6.6)。一区每亩施用石灰60公斤,二区每亩施用石灰40公斤。将石灰按照不同区域的用量撒施在区域土壤表面,然后翻入土壤内,旋耕,整平。

[0037] (6) 根据土壤养分状况和重金属含量情况,在施用石灰的土壤上,每亩撒施腐熟鸡粪800公斤、硫酸40公斤、磷矿粉80公斤、钙镁磷肥80公斤、草木灰150公斤、窑灰钾肥100公斤,然后旋耕、整平。

[0038] (7) 菌种制备:将实验室筛选出的菌种枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、地衣芽孢杆菌(*Bacillus licheniformis*)、巨大芽孢杆菌(*Bacillus megaterium*)、胶冻样芽孢杆菌(*Bacillus mucilaginosus*)和褐球固氮菌(*Azotobacter chroococcum*)在适宜的培养基下,经活化、斜面培养、液体摇瓶、发酵罐培养、菌液复配等程序,形成复合微生物菌剂。复合菌剂有效活菌数 $\geq 10 \times 10^9$ cfu/ml,每亩地按2升使用,稀释25倍喷洒。

[0039] (8) 施用复合菌剂:将配好的复合菌剂稀释后喷施在旋耕后的土壤内,使其与土壤充分反应。

[0040] (9) 绿肥压青:5月中旬播种毛苕子种子,用根瘤菌剂拌种,接种量100g/kg种子。毛苕子长到8月中旬生物量最大的盛花期时,将其机械粉碎后,翻耕直接还田。

[0041] (10) 轮作作物:下一年开始轮作作物,实行甜高粱/玉米/甜高粱的轮作模式,将玉米或高粱收获籽粒后,秸秆继续粉碎还田。