



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102601106 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201210059303. 1

(22) 申请日 2012. 03. 08

(73) 专利权人 中国科学院过程工程研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村北二条 1 号

(72) 发明人 林晓 高明 曹宏斌

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 王雪梅

(51) Int. Cl.

B09C 1/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101708501 A, 2010. 05. 19, 说明书第 0005 段至第 0032 段.

CN 101708501 A, 2010. 05. 19, 说明书第 0005 段至第 0032 段.

CN 101972773 A, 2011. 02. 16, 说明书第

0007 段至第 0024 段, 图 1-2.

CN 1544517 A, 2004. 11. 10, 全文.

JP 特許第 3671346 号 B2, 2005. 07. 13, 全文.

EP 1852149 A2, 2007. 11. 07, 全文.

WO 2009/132464 A1, 2009. 11. 05, 全文.

CN 101850360 A, 2010. 10. 06, 全文.

CN 101954374 A, 2011. 01. 26, 全文.

CN 102247980 A, 2011. 11. 23, 全文.

审查员 孙成钰

权利要求书3页 说明书7页 附图3页

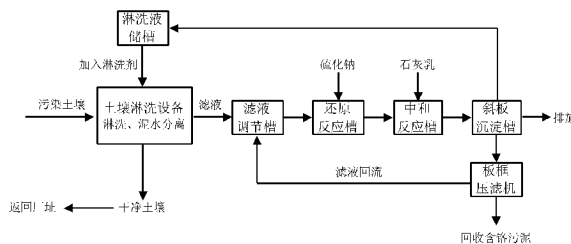
(54) 发明名称

铬渣污染土壤异位淋洗修复设备及修复方法

(57) 摘要

本发明涉及一种铬渣污染土壤异位淋洗修复设备及修复方法。所述设备的土壤淋洗和脱水系统为一体式, 主要包括进料系统、土壤淋洗-脱水系统、废气处理系统、淋洗液收集处理系统和自动控制系统。铬渣污染土壤首先通过进料系统进入反应筒淋洗段, 将土壤中的含铬成分转移至淋洗剂所在的液相, 随螺旋搅拌推进器转动, 泥水混合物被输送到反应筒脱水段, 滤液通过具有透水过滤功能的筒壁排出, 而截留下的土壤随螺旋搅拌推进器的转动被输送到排泥装置, 最终将淋洗、脱水后的土壤排出。本发明采用一个动力源实现了土壤淋洗与泥水分离, 能耗较低、结构简单、使用方便、处理效率高, 经其处理的被污染土壤净化程度可达 85% 以上。

CN 102601106 B



1. 一种铬渣污染土壤异位淋洗修复设备,其特征在于,所述设备的土壤淋洗和脱水系统为一体式;所述设备包括土壤淋洗-脱水系统;所述土壤淋洗-脱水系统由反应筒、反应筒内的螺旋搅拌推进器、反应筒末端的调速电机和支架构成,调速电机与螺旋搅拌推进器的主轴连接;

所述反应筒由采用不透水材料的淋洗段和采用透水材料的脱水段通过法兰连接组成;所述脱水段螺旋轴直径沿物料输送方向逐渐增大,螺旋轴叶片的螺距沿物料输送方向逐步变小;

反应筒两端分别设有土壤进料口和排泥装置;淋洗段末端设有淋洗剂入口,靠近土壤进料口一端设有淋洗液溢出口。

2. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,所述反应筒淋洗段外壁上固定设置有加热仓,加热仓和反应筒之间形成空心夹层,空心夹层内设置有电阻丝及耐火保温纤维层。

3. 如权利要求2所述的设备,其特征在于,所述淋洗段螺旋轴两叶片之间安装有垂直于螺旋轴的搅拌桨。

4. 如权利要求3所述的设备,其特征在于,脱水段螺旋轴叶片外圆周面设置有橡胶制成的弹性刮片。

5. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,所述脱水段是由至少三层粗细不同的筛网叠加组合而成,由内向外筛网孔径逐渐增大。

6. 如权利要求5所述的设备,其特征在于,内层筛网孔径为0.25-0.6mm。

7. 如权利要求6所述的设备,其特征在于,内层筛网孔径为0.3-0.5mm。

8. 如权利要求7所述的设备,其特征在于,内层筛网孔径为0.38mm。

9. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,所述排泥装置由主轴上的挡泥板构成,挡泥板和反应筒脱水段末端之间留有可调空隙。

10. 如权利要求9所述的设备,其特征在于,所述淋洗剂溢出口设有污泥过滤装置,溢出高度可调。

11. 如权利要求10所述的设备,其特征在于,所述支架可通过倾角调节装置改变倾斜角度。

12. 如权利要求11所述的设备,其特征在于,所述倾角调节装置为丝杆。

13. 如权利要求12所述的设备,其特征在于,支架倾角为 2.5° - 7.5° 。

14. 如权利要求13所述的设备,其特征在于,支架倾角为 4° - 6° 。

15. 如权利要求14所述的设备,其特征在于,支架倾角为 5° 。

16. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,还包括与土壤进料口相连的进料系统、废气处理系统、淋洗液收集处理系统和自动控制系统。

17. 如权利要求16所述的设备,其特征在于,进料系统包括土壤进料装置和淋洗剂加入装置;土壤进料装置由进料斗、进料斗底部连接的输送管、输送管内的输送搅轴及输送管外端的电机构成;淋洗剂加入装置由依次连接的淋洗剂储槽、水泵、阀门、液体流量计、雾化喷头构成。

18. 如权利要求16所述的设备,其特征在于,废气处理系统由反应筒脱水段上方的集气罩和集气罩上方的酸气吸收剂构成。

19. 如权利要求16所述的设备,其特征在于,淋洗液收集处理系统由滤液回收斗、含铬

废水处理装置构成,滤液回收斗设置在反应筒脱水段下方,滤液回收斗下部开口并由导管连接至含铬废水处理装置,淋洗液溢出口与含铬废水处理装置由软管连接。

20. 如权利要求 19 所述的设备,其特征在于,含铬废水处理装置依次包括滤液调节槽、还原反应槽、中和反应槽、斜板沉淀槽、板框压滤机。

21. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,自动控制系统由热电偶、控温仪、调速器构成,热电偶设置在加热仓内,控温仪、调速器设置在加热仓外壁电器护罩内。

22. 一种通过如权利要求 1-21 之一所述设备进行铬渣污染土壤异位淋洗修复方法,其特征在于,铬渣污染土壤首先通过提升机、进料系统进入反应筒淋洗段,将土壤中的含铬成分转移至淋洗剂所在的液相,随螺旋搅拌推进器转动,泥水混合物被输送到反应筒脱水段,泥水混合物被挤压,滤液通过具有透水过滤功能的筒壁排出,而截留下的土壤随螺旋搅拌推进器的转动被输送到排泥装置,最终将淋洗、脱水后的土壤排出。

23. 如权利要求 22 所述的方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 污染土壤首先通过提升机进入进料斗,通过输送搅轴从土壤进料口进入反应筒淋洗段,与存留在土壤进料口端的淋洗液进行充分的混合接触;

2) 随螺旋搅拌推进器转动,与淋洗液充分混合后的污染土壤向高端的出料口移动,与从反应筒淋洗段末端加入的淋洗剂形成逆向流动,实现对土壤的二次淋洗;

3) 当泥水混合物被输送到反应筒脱水段,由于螺旋轴直径增大及叶片螺距减小使脱水段容积减小,泥水混合物被挤压,滤液通过具有透水过滤功能的筒壁排出,而截留下的土壤随螺旋搅拌推进器的转动被输送到排泥装置,最终通过该装置将淋洗、脱水后的土壤排出;

4) 从滤液回收斗和淋洗剂溢出口流入到含铬废水处理装置中的淋洗液含有高浓度的六价铬,在还原剂的作用下,淋洗液中的六价铬在还原反应槽中被还原为三价铬,然后在中和反应槽中加碱使三价铬完全形成氢氧化铬沉淀,利用斜板沉淀槽对沉淀进行分离,并向上清液补加有效成分对淋洗液进行回用,含铬污泥采用板框压滤机进行脱水处理。

24. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,铬渣污染土壤与淋洗剂的质量比为 1:4-10。

25. 如权利要求 24 所述的方法,其特征在于,铬渣污染土壤与淋洗剂的质量比为 1:5.5-8。

26. 如权利要求 25 所述的方法,其特征在于,铬渣污染土壤与淋洗剂的质量比为 1:6。

27. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,所述的淋洗剂为柠檬酸溶液。

28. 如权利要求 27 所述的方法,其特征在于,所述柠檬酸溶液的浓度为 0.05-0.3mol/L。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其特征在于,所述柠檬酸溶液的浓度为 0.1-0.25mol/L。

30. 如权利要求 29 所述的方法,其特征在于,所述柠檬酸溶液的浓度为 0.1mol/L。

31. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,铬渣污染土壤与淋洗剂进行搅拌淋洗时的温度控制在 40-80℃。

32. 如权利要求 31 所述的方法,其特征在于,铬渣污染土壤与淋洗剂进行搅拌淋洗时的温度控制在 50-60℃。

33. 如权利要求 32 所述的方法,其特征在于,铬渣污染土壤与淋洗剂进行搅拌淋洗时的温度控制在 55°C。

34. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,螺旋搅拌推进器的转速为 0.5-5rpm。

35. 如权利要求 34 所述的方法,其特征在于,螺旋搅拌推进器的转速为 1-4rpm。

36. 如权利要求 35 所述的方法,其特征在于,螺旋搅拌推进器的转速为 2.8rpm。

37. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,脱水后的土壤中的含水率为 60-85%。

38. 如权利要求 37 所述的方法,其特征在于,脱水后的土壤中的含水率为 75%-80%。

39. 如权利要求 38 所述的方法,其特征在于,脱水后的土壤中的含水率为 78%。

40. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,所述用于还原处理的药剂为硫化钠水溶液。

41. 如权利要求 23 所述的方法,其特征在于,所述用于沉淀处理的药剂为石灰乳。

铬渣污染土壤异位淋洗修复设备及修复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铬渣污染土壤的异位淋洗修复设备及修复方法,特别是采用淋洗技术修复铬渣污染土壤的修复工艺中所用到可连续运行的集淋洗,固液分离于一体的修复设备。

背景技术

[0002] 铬及其化合物是冶金、金属加工、电镀、制革、颜料等行业常用的基本原料,这些行业产生大量的铬废渣,截至 2010 年年底,国内铬渣累积规模约达 950-1000 多万吨,铬渣中因含有 1-2% 的铬酸钙和 0.15-1% 水溶性铬(VI) 而成为有毒废物,铬渣的简单堆放和铬盐企业的长年生产已经对周边土壤和地下水造成了严重污染,某些场地表层土壤中 Cr^{6+} 含量高达 6000mg/kg,地下水中 Cr^{6+} 浓度达到 400mg/L,远远超过地下水环境质量(GB/T 14848-93) III 类水质标准要求的 0.05mg/L,对人民群众的生命健康产生了严重的威胁。近几年来,铬污染事件不断曝光,制约着企业的可持续发展和社会的稳定。

[0003] 2011 年 6 月云南曲靖“非法倾倒铬渣”事件曝光,此次事件共有 5200 多吨铬渣被倾倒,使得堆放过铬渣的地方土壤变色,寸草不生,树木枯死,水库污染,并致使附近农村 77 头牲畜死亡,约 4000 吨泥土及 4 万立方米水受剧毒污染,部分受污染地区地表水中六价铬含量已远远超过地表水环境质量(GB 3838-2002) V 类水质标准要求的 0.1mg/L 100 倍以上。因此对铬污染土壤和地下水进行修复治理,彻底消除环境隐患则显得刻不容缓。

[0004] 目前铬及其他重金属污染土壤修复技术主要有化学淋洗法、生物修复法、电动力学修复法、热解吸法、固定化/稳定化法等。但这些方法都具有各自的局限性:如固定化/稳定化法成本较高,也不能从根本上去除铬,固化体的处置去向和固化体长期环境安全性也是需要重点考虑的重点。热解吸修复方法的能耗和处理成本较高,较适用于已存在热处理设备的地区。电动修复法对土壤条件要求苛刻、修复成本昂贵,适用小面积污染,而且现场不易操作。生物修复包括植物修复和微生物修复法,该技术主要表现在处置时间长,难以满足快速修复污染土壤的需求,对于植物修复法还存在植物的处理问题。化学淋洗法包括原位淋洗和异位淋洗法,原位淋洗技术是根据重金属污染物分布的深度,让淋洗液在重力或外力的作用下流过污染土壤,使污染物从土壤中迁移出来,并利用抽提井或采用挖沟的办法收集淋洗液,淋洗液中的污染物经合理处置后,可以进行回用或达标排放,处理后的土壤可以再安全利用。原位土壤淋洗修复技术适用于水力传导系数大于 $10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 的多孔隙、易渗透的土壤,在操作过程中应注意对地下水流场和污染物迁移的控制。异位淋洗技术则是将受污染土壤挖掘至容器中,用淋洗液清洗,使土壤中的重金属污染物转移至淋洗剂所在的液相中,再对混合物进行泥水分离,淋洗液中的污染物经处置后,可再次用于淋洗步骤中,淋洗后的土壤如符合控制标准,则可以进行回填或安全利用。该方法可将六价铬从土壤中彻底的分离去除,尤其适用于土壤渗透性差、处置周期短的情况。

[0005] CN 101708501A 公开了一种铬污染土壤两级逆流洗涤加药剂稳定化组合修复方法:1) 将污染土壤进入一级洗涤设备,在液固比 10 : 1 下搅拌洗涤后进行固液分离,分离

出的废水进入水处理系统,脱水土壤进入二级洗涤设备;2)经水处理系统处理达标的清水作为二级洗涤设备的用水,脱水土壤在液固比 10 : 1 下搅拌洗涤后进行固液分离,分离出的洗涤液送至一级洗涤设备进行再利用;3)经过二级洗涤后的土壤中加入 FeSO_4 稳定化处理, FeSO_4 的加入量为土壤重量的 1-5%,以进一步降低土壤中 Cr^{6+} 含量,同时降低 pH;4)稳定化后的土壤直接回填。该发明采用两次洗涤方式,使土壤中的六价铬基本转移到水体中,实现六价铬去除的目的。

[0006] 但是针对铬渣污染土壤异位淋洗设备的技术文献报道较少。CN 201848424U 公开了一种污染土壤的淋洗修复设备,属于土壤修复技术领域,组成包括依次相连的土壤破碎筛分设备、淋洗搅拌设备、振动筛、沉淀池、泥水储槽、泥水分离设备、淋洗液回收槽、淋洗液过滤设备、淋洗液净化设备、淋洗液储槽。该设备存在不能连续运行,设备自动化程度低的缺陷。如果发生如报道中的突发性铬污染事件,一种集土壤淋洗,脱水,洗脱液处理于一体的机动快速的土壤修复设备将是很好的选择。

发明内容

[0007] 针对上述存在的问题,本发明的目的是在于提供一种能作为工程应用规模的经济、可行的异位土壤淋洗修复设备和操作方法,其可针对铬渣污染土壤实现土壤淋洗与脱水的一体化、自动化处理,解决洗脱液处理问题,并且实现连续操作。

[0008] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 一种铬渣污染土壤异位淋洗修复设备,所述设备的土壤淋洗和脱水系统为一体式。本发明将土壤淋洗和脱水操作设计为一体式处理,提高了设备的自动化程度,能够实现连续操作。以下为一体式结构的优选形式,本领域技术人员能够获知或根据经验实现的其他一体式土壤淋洗-脱水系统皆可用于实施本发明。

[0010] 一种铬渣污染土壤异位淋洗修复设备,主要包括进料系统、土壤淋洗-脱水系统、废气处理系统、淋洗液收集处理系统和自动控制系统。

[0011] 土壤淋洗-脱水系统由反应筒、反应筒内的螺旋搅拌推进器、反应筒末端的调速电机和支架构成,调速电机与螺旋搅拌推进器的主轴连接。

[0012] 进一步地,所述反应筒由采用不透水材料的淋洗段和采用透水材料的脱水段通过法兰连接组成。所述脱水段螺旋轴直径沿物料输送方向逐渐增大,螺旋轴叶片的螺距沿物料输送方向逐步变小。反应筒两端分别设有土壤进料口和排泥装置。淋洗段末端设有淋洗剂入口,靠近土壤进料口一端设有淋洗液溢出口。反应筒淋洗段外壁上固定设置有加热仓,加热仓和反应筒之间形成空心夹层,空心夹层内设置有电阻丝及耐火保温纤维层。采用加热仓对反应筒淋洗段进行加热以促进污染土壤中铬的溶出,使污染物的去除更为彻底。

[0013] 进一步地,淋洗段螺旋轴两叶片之间安装有垂直于螺旋轴的搅拌桨,当电机带动螺旋轴转动时,搅拌桨的搅动可以增加土壤和淋洗剂的混合接触效果。脱水段螺旋轴叶片外圆周面设置有橡胶制成的弹性刮片,刮片同筛网内表面实现压力滑动接触,沉积在筛网内表面上的渣层被刮掉,从而更新复原了过滤表面,防止了筛网堵塞,因此可以连续稳定的对混合物进行脱水。

[0014] 进一步地,所述的反应筒淋洗段内壁为不锈钢材质。所述脱水段是由至少三层粗细不同的不锈钢筛网叠加组合而成,由内向外筛网孔径逐渐增大。内层筛网孔径为

0.25-0.6mm,例如0.28mm,0.32mm,0.4mm,0.45mm,0.53mm,0.58mm等,优选为0.3-0.5mm,进一步优选0.38mm。

[0015] 进一步地,所述排泥装置由主轴上的挡泥板构成,挡泥板和反应筒脱水段末端之间留有可调空隙,间隙大小可调,可以对排出土壤的含水量进行控制。所述淋洗剂溢出口设有污泥过滤装置,溢出高度可调,便于对其液位进行控制,通过调整反应筒中淋洗剂的存留量,使淋洗效果达到最佳。所述支架可通过倾角调节装置改变倾斜角度,如丝杆,支架倾角在 2.5° - 7.5° ,例如可选择 3° , 4.3° , 5° , 5.6° , 6.2° , 6.9° , 7.4° 等均可用于实施本发明,优选 4° - 6° ,进一步优选 5° ,本领域技术人员可根据实际情况进行选择。支架倾斜角度可调,使反应筒进料口一端较低便于存留一定量淋洗液与进入的土壤充分混合,提高淋洗效果。

[0016] 进一步地,进料系统包括土壤进料装置和淋洗剂加入装置。土壤进料装置由进料斗、进料斗底部连接的输送管、输送管内的输送搅轴及输送管外端的电机构成;淋洗剂加入装置由依次连接的淋洗剂储槽、水泵、阀门、液体流量计、雾化喷头构成。

[0017] 进一步地,废气处理系统由反应筒脱水段上方的集气罩和集气罩上方的酸气吸收剂构成。因受热挥发的淋洗剂含有酸性成分,通过集气罩在脱水段将酸气进行收集,并利用疏松多孔的吸收剂对酸气进行中和,可以减少由于酸气挥发造成的大气污染。

[0018] 进一步地,淋洗液收集处理系统由滤液回收斗、含铬废水处理装置构成。滤液回收斗设置在反应筒脱水段下方,滤液回收斗下部开口并由导管连接至含铬废水处理装置,淋洗液溢出口与含铬废水处理装置由软管连接。含铬废水处理装置依次包括滤液调节槽、还原反应槽、中和反应槽、斜板沉淀槽、板框压滤机;

[0019] 进一步地,自动控制系统由热电偶、控温仪、调速器构成,热电偶设置在加热仓内,控温仪、调速器设置在加热仓外壁电器护罩内。

[0020] 进一步地,所述的淋洗剂加入装置中管道与雾化喷头,集气罩,滤液回收斗以及进料斗、输送管、输送搅轴中与土壤接触部分为不锈钢材质。

[0021] 一种铬渣污染土壤异位淋洗修复方法,铬渣污染土壤首先通过提升机、进料系统进入反应筒淋洗段,将土壤中的含铬成分转移至淋洗剂所在的液相,随螺旋搅拌推进器转动,泥水混合物被输送到反应筒脱水段,泥水混合物被挤压,滤液通过具有透水过滤功能的筒壁排出,而截留下的土壤随螺旋搅拌推进器的转动被输送到排泥装置,最终将淋洗、脱水后的土壤排出;从滤液回收斗和淋洗剂溢出口流入到含铬废水处理装置中的淋洗液经还原、中和、沉淀处理后回用至淋洗剂储槽。

[0022] 上述修复过程中,铬渣污染土壤与淋洗剂的质量比为1:4-10,例如可选择1:4.2,1:5,1:6.8,1:8,1:8.3,1:9,1:9.8等,优选1:5.5-8,进一步优选1:6。

[0023] 进一步地,所述的淋洗剂为柠檬酸溶液,其浓度优选为0.05-0.3mol/L,例如0.08mol/L,0.13mol/L,0.18mol/L,0.25mol/L,0.29mol/L等,进一步优选0.1-0.25mol/L,最优选0.1mol/L。

[0024] 进一步地,铬渣污染土壤与淋洗剂进行搅拌淋洗时的温度控制在40-80 $^{\circ}$ C,例如45 $^{\circ}$ C,53 $^{\circ}$ C,62 $^{\circ}$ C,70 $^{\circ}$ C,75 $^{\circ}$ C,78 $^{\circ}$ C等,优选50-60 $^{\circ}$ C,进一步优选55 $^{\circ}$ C。本发明通过合理选择淋洗温度,增强淋洗剂的淋洗效果。

[0025] 进一步地,螺旋搅拌推进器的转速为 0.5-5rpm,例如 0.8rpm,1.5rpm,2.6rpm,3rpm,3.7rpm,4.3rpm,4.9rpm 等均可用于实施本发明,优选 1-4rpm,进一步优选 2.8rpm。

[0026] 进一步地,脱水后土壤中的含水率为 60-85%,例如可达到 62%,68%,76%,81.5%,84.8%等,优选 75%-80%,进一步优选 78%;

[0027] 一种铬渣污染土壤异位淋洗修复方法,具体包括以下步骤:

[0028] 1) 污染土壤首先通过提升机进入进料斗,通过输送搅轴从土壤进料口进入反应筒淋洗段,与存留在土壤进料口端的淋洗液进行充分的混合接触,初步实现将土壤中的含铬成分转移至淋洗剂所在的液相;

[0029] 2) 随螺旋搅拌推进器转动,与淋洗剂充分混合后的污染土壤向高端的出料口移动,在这一过程中与从淋洗段末端的淋洗剂形成逆向流动,实现对土壤的二次淋洗,进一步降低土壤中的含铬成分。

[0030] 3) 当泥水混合物被输送到反应筒脱水段,由于螺旋轴直径增大及叶片螺距减小使脱水段容积减小,泥水混合物被挤压,滤液通过具有透水过滤功能的筒壁排出,而截留下的土壤随螺旋搅拌推进器的转动被输送到排泥装置,最终通过该装置将淋洗、脱水后的土壤排出。

[0031] 4) 从滤液回收斗和淋洗剂溢出口流入到含铬废水处理装置中的淋洗液含有高浓度的六价铬,在还原剂的作用下,淋洗液中的六价铬在还原反应槽中被还原为三价铬,然后在中和反应槽中加碱使三价铬完全形成氢氧化铬沉淀,利用斜板沉淀槽对沉淀进行分离,并向上清液补加有效成分对淋洗液进行回用,含铬污泥采用板框压滤机进行脱水处理。

[0032] 本发明所述用于还原处理的药剂优选为硫化钠水溶液。所述用于沉淀处理的药剂优选为石灰乳。本领域技术人员能够获知的其他可用于六价铬还原药剂或用于三价铬沉淀的药剂均可用于本发明。

[0033] 本发明的铬渣污染土壤异位淋洗修复设备及修复方法,具有如下技术特点和优点:

[0034] 1、本发明将土壤淋洗与泥水分离两个步骤合并为一个操作单元,只用一个动力源,实现了土壤异位淋洗的连续操作。

[0035] 2、设备集成化程度高,便于搬运,能实现对突发性土壤污染事件的紧急处理。

[0036] 3、本发明的装置结构合理,操作简单,处理过程自动化程度高,减少了人工投入,提高了工作效率。

[0037] 4、本发明中淋洗时间、淋洗温度、淋洗液用量、淋洗液种类等参数均可调整,有利于对淋洗工艺的调整,可适用于其他重金属污染的土壤淋洗处理,为科研人员研究土壤淋洗提供了高效便捷的实验手段。

[0038] 5、本发明处理成本低,处理效率高,经其处理的被污染土壤净化程度可达 85%以上,同时解决了淋洗液的再生及循环利用难题。

附图说明

[0039] 图 1:本发明中铬渣污染土壤异位淋洗修复流程示意图;

[0040] 图 2:本发明中铬渣污染土壤异位淋洗修复设备结构示意图;

[0041] 图 3:图 2 中设备反应筒的淋洗段横断面示意图;

[0042] 图 4:本发明中螺旋搅拌推进器结构示意图。

[0043] 图中:1-提升机;2-进料斗;3-输送管;31-输送搅轴;4-电机;5-淋洗剂储槽;6-水泵;7-阀门;8-液体流量计;9-雾化喷头;10-淋洗剂入口;11-土壤进料口;12-反应筒;13-加热仓;14-螺旋搅拌推进器;141-叶片;142-搅拌桨;143-主轴;15-调速电机;16-支架;17-电阻丝;171-电器护罩;172-热电偶;18-法兰;19-排泥装置;191-挡泥板;20-淋洗液溢出口;21-集气罩;22-酸气吸收剂;23-滤液回收斗;24-丝杆;25-滤液调节槽;26-还原反应槽;27-中和反应槽;28-斜板沉淀槽;29-板框压滤机。

[0044] 下面对本发明进一步详细说明。但下述的实例仅仅是本发明的简易例子,并不代表或限制本发明的权利保护范围,本发明的权利范围以权利要求书为准。

具体实施方式

[0045] 为更好地说明本发明,便于理解本发明的技术方案,本发明的典型但非限制性的实施例如下:

[0046] 实施例 1

[0047] 铬渣污染土壤异位淋洗修复设备由进料系统、土壤淋洗-脱水系统、废气处理系统、淋洗液收集处理系统和自动控制系统组成。进料系统包括土壤进料装置和淋洗剂加入装置,其中土壤进料装置由进料斗 2、输送管 3、输送搅轴 31 及电机 4 构成,进料斗 2 底部与输送管 3 相连,输送搅轴 31 设置在输送管 3 内,电机 4 设置在输送管 3 外端,驱动输送搅轴 31 将受污染土壤均匀地输送至反应筒 12 进行淋洗;淋洗剂加入装置由淋洗剂储槽 5、水泵 6、雾化喷头 9 构成,淋洗剂储槽 5 通过管道连接至土壤淋洗-脱水系统,管道上依次设置水泵 6、阀门 7、液体流量计 8、雾化喷头 9。土壤淋洗-脱水系统由反应筒 12、加热仓 13、螺旋搅拌推进器 14、驱动该螺旋轴转动的调速电机 15 和支架 16 构成,支架可通过丝杆 24 改变倾斜角度。反应筒 12 由两段组成,靠近进料口一侧的淋洗段采用不透水材料,出料口一侧的脱水段采用透水材质,两部分采用法兰 18 连接。反应筒 12 淋洗段外壁上固定设置有加热仓 13,加热仓 13 和反应筒 12 之间形成空心夹层,空心夹层内设置有电阻丝 17 和耐火保温纤维层,淋洗段螺旋轴两叶片之间安装有垂直于螺旋轴的搅拌桨 142,脱水段螺旋轴叶片外圆周面设置有橡胶制成的弹性刮片,螺旋搅拌推进器 14 设置在反应筒 12 内,调速电机 15 设置在反应筒 12 末端靠近出料口一侧,调速电机 15 与螺旋搅拌推进器 14 的主轴 143 连接,筒体两端分别设有土壤进料口 11 和排泥装置 19,淋洗段末端设有淋洗剂入口 10,靠近土壤进料口 11 一端设有淋洗液溢出口 20。废气处理系统由集气罩 21 和酸气吸收剂 22 构成,集气罩 21 设置在反应筒 12 脱水段上方。淋洗液收集处理系统由滤液回收斗 23、含铬废水处理装置构成,滤液回收斗 23 设置在反应筒 12 脱水段下方,滤液回收斗 23 下部开口并由导管连接至含铬废水处理装置,淋洗液溢出口 20 与含铬废水处理装置由软管连接。自动控制系统由热电偶 172、控温仪、调速器构成,热电偶 172 设置在加热仓 13 内,控温仪、调速器设置在加热仓外壁电器护罩 171 内。

[0048] 实施例 2

[0049] 污染土壤首先通过提升机 1 进入进料斗 2,再由输送搅轴 31 将土壤从反应筒 12 上的土壤进料口 11 均匀地加入至反应筒淋洗段,在搅拌桨 142 的搅拌作用下与存留在土壤进料口 11 一端的淋洗液进行充分的混合接触,并利用加热仓 13 提高淋洗反应温度,增强淋

洗效果,初步实现将土壤中的含铬成分转移至淋洗剂所在的液相。随螺旋搅拌推进器 14 转动,与淋洗剂充分混合后的污染土壤向高端的出料口移动,在这一过程中与从淋洗段末端加入的淋洗剂形成逆向流动,实现对土壤的二次淋洗,进一步降低土壤中的含铬成分。当泥水混合物被输送到反应筒脱水段,由于螺旋轴直径增大及叶片 141 螺距减小使脱水段容积减小,污泥受到挤压,滤液通过具有透水过滤功能的筒壁排出,而截留下的土壤随螺旋搅拌推进器 14 的转动被输送到反应筒出泥端,通过调节挡泥板 191 与反应筒出泥端的缝隙控制土壤的含水量,并将淋洗、脱水后的土壤排出。因受热挥发的淋洗剂含有酸性成分,通过集气罩 21 在脱水段将酸气进行收集,并利用疏松多孔的酸气吸收剂 22 对酸气进行中和,可以减少由于酸气挥发造成的大气污染。从滤液回收斗 23 和淋洗剂溢出口 20 流入到滤液调节槽 25 中的淋洗液含有高浓度的六价铬,淋洗液中的六价铬在还原反应槽 26 中先被还原为三价铬,然后在中和反应槽 27 中加碱使三价铬完全形成氢氧化铬沉淀,利用斜板沉淀槽 28 对沉淀进行分离,对上清液补加有效成分并对淋洗剂进行回用,含铬污泥采用板框压滤机 29 进行脱水处理。脱水后的含铬污泥可回收利用。

[0050] 实施例 3

[0051] 取河南三门峡某化工厂铬渣堆放场周边污染土壤为例,样品中的六价铬含量为 8.73mg/g。将土壤加入到进料斗中,开启水泵,将 0.1mol/L 柠檬酸水溶液作为淋洗剂加入到反应筒中,调整设备倾斜角度在 5° ,脱水段内层筛网孔径为 0.5mm,使反应筒进料端存有一定量淋洗剂后,开启加料系统中的螺旋搅轴,设定搅轴转速,将土壤均匀的加入到反应筒中,同时调整淋洗剂流量按土水比为 1 : 4 的比例加入,同时开启控制螺旋搅拌推进器的电机,设定螺旋搅拌推进器的旋转速度为 4rpm,通过控温仪控制淋洗温度保持在 50°C ,从污泥排出口对淋洗后的土壤进行取样,测定其中六价铬含量,去除率达到 85%,土壤的含水率为 78%。

[0052] 实施例 4

[0053] 具体实施方式与实施例 3 相同,区别是淋洗剂选择 0.05mol/L,支架倾角调节为 2.5° ,脱水段内层筛网孔径为 0.25mm,淋洗过程中控制土水比为 1 : 10,螺旋搅拌推进器的旋转速度为 1rpm,淋洗温度保持在 60°C ,淋洗后的土壤中六价铬的去除率达到 92%,土壤含水率为 60%。从结果来看,相比实施例 3,实施例 4 将淋洗时的固液比从 1 : 4 增加到 1 : 10,淋洗温度也从 50°C 提高到 60°C ,降低螺旋搅拌推进器的转速意味着延长了土壤淋洗的反应时间,得到的结果是土壤中六价铬的去除率从 85% 提高到 92%,可以发现固液比,淋洗温度,淋洗时间是影响土壤中的六价铬去除率三个主要因素,在一定范围内提高这些因素水平对提高土壤淋洗效果有促进作用。但随着液固比的增大,后续处理过程中的水处理量也随之增大,能耗也会急剧增多,过高的淋洗温度也带来能耗增加的问题,螺旋搅拌推进器较低的转速能保证较长的淋洗时间和较好的淋洗效果,但是整个设备的处理效率也随之下降,因此选择合适的液固比,淋洗温度和螺旋搅拌推进器的旋转速度非常重要。

[0054] 实施例 5

[0055] 具体实施方式与实施例 3 相同,区别是淋洗剂选择 0.3mol/L,支架倾角调节为 7.5° ,脱水段内层筛网孔径为 0.6mm,淋洗过程中控制土水比为 1 : 6,螺旋搅拌推进器的旋转速度为 0.5rpm,淋洗温度保持在 40°C ,淋洗后的土壤中六价铬的去除率达到 87%,土壤的含水率为 85%。

[0056] 实施例 6

[0057] 具体实施方式与实施例 3 相同,区别是淋洗剂选择 0.1mol/L,支架倾角调节为 6°,脱水段内层筛网孔径为 0.38mm,淋洗过程中控制土水比为 1:8,螺旋搅拌推进器的旋转速度为 5rpm,淋洗温度保持在 80℃,淋洗后的土壤中六价铬的去除率达到 90%,土壤的含水率为 80%。

[0058] 以上实施例结果表明,采用铬渣污染土壤异位淋洗修复设备对铬渣堆放场周边污染土壤进行异位淋洗能明显降低土壤中的六价铬含量,土壤中六价铬的去除率高达 85%以上,该设备可以高效连续的处理铬渣污染土壤。

[0059] 申请人声明,本发明通过上述实施例来说明本发明的详细结构特征以及修复方法,但本发明并不局限于上述详细结构特征以及修复方法,即不意味着本发明必须依赖上述详细结构特征以及修复方法才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了,对本发明的任何改进,对本发明所选用部件的等效替换以及辅助部件的增加、具体方式的选择等,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

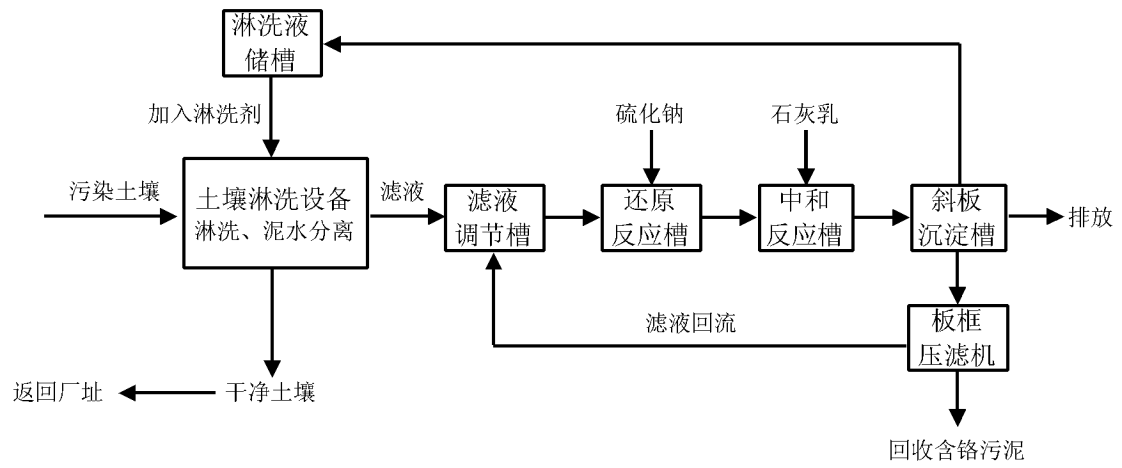


图 1

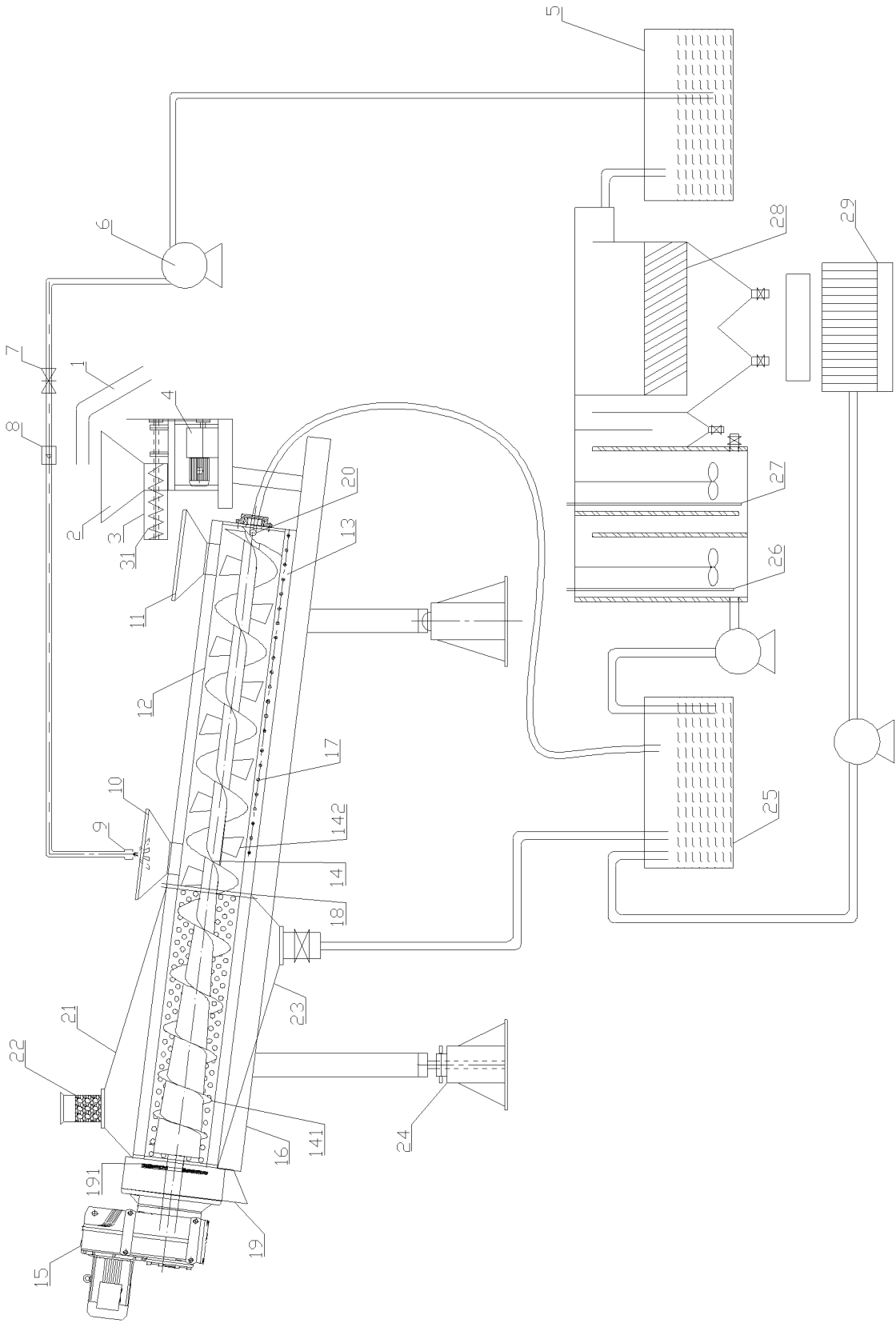


图 2

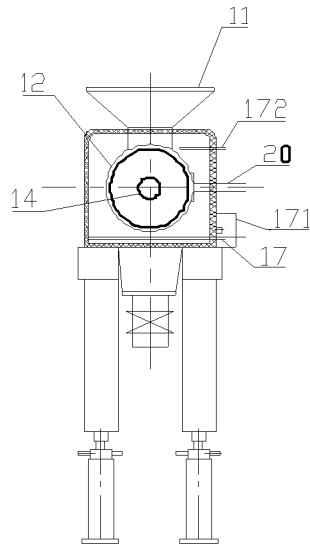


图 3

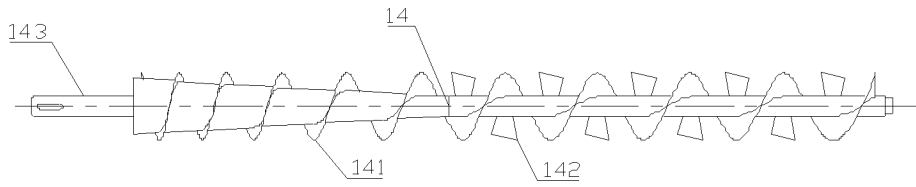


图 4