



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117486438 B

(45) 授权公告日 2024.04.02

(21) 申请号 202410004809.5

(22) 申请日 2024.01.03

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117486438 A

(43) 申请公布日 2024.02.02

(73) 专利权人 北京哈泰克工程技术有限公司

地址 101500 北京市密云区滨河路178号院  
1号楼5层522(9)

(72) 发明人 王信 曾辉 王吉特 龚宇洋

边鑫

(74) 专利代理机构 北京维正专利代理有限公司

11508

专利代理师 陈方

(51) Int. Cl.

C02F 9/00 (2023.01)

B01J 20/20 (2006.01)

B01J 20/24 (2006.01)

B01J 20/30 (2006.01)

C02F 103/18 (2006.01)

C02F 1/66 (2023.01)

C02F 1/28 (2023.01)

C02F 1/42 (2023.01)

C02F 1/52 (2023.01)

C02F 1/56 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 105854811 A, 2016.08.17

CN 106861654 A, 2017.06.20

CN 110773118 A, 2020.02.11

JP 2001347104 A, 2001.12.18

CN 113979607 A, 2022.01.28

CN 116459795 A, 2023.07.21

CN 108970589 A, 2018.12.11

CN 110860278 A, 2020.03.06

WO 2017026379 A1, 2017.02.16

审查员 江梅灵

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种电厂脱硫废水的处理方法

(57) 摘要

本申请涉及废水处理领域,更具体地说,它涉及一种电厂脱硫废水的处理方法。一种电厂脱硫废水的处理方法,包括以下步骤:步骤1):脱硫废水进入到调节池内,静置;步骤2):对脱硫废水进行中和处理,使废水中的酸性物质与碱性物质反应生成无害的盐类;步骤3):往脱硫废水中加入处理剂进行处理;步骤4):往脱硫废水中加入絮凝剂、助凝剂进行处理;步骤5):过滤分离、浓缩处理,得到污泥和符合排放标准的排放水;其中,按照质量份数,处理剂至少包括以下原料:80-100份甘蔗废渣、25-40份粉煤灰、5-15份水滑石、1-10份海藻酸钠。本申请脱硫废水有良好的处理效果,尤其可以显著、有效降低氯离子的浓度。

1. 一种电厂脱硫废水的处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1): 脱硫废水进入到调节池内,静置;

步骤2): 对脱硫废水进行中和处理;

步骤3): 往脱硫废水中加入处理剂进行处理;

步骤4): 往脱硫废水中加入絮凝剂、助凝剂进行处理;

步骤5): 过滤分离、浓缩处理,得到污泥和符合排放标准的排放水;

其中,按照质量份数,处理剂至少包括以下原料:85-95份甘蔗废渣、30-35份粉煤灰、10-15份水滑石、3-6份海藻酸钠;

所述处理剂的制备方法包括以下步骤:

步骤01): 将粉煤灰与酸溶液混合,反应60-180min后过滤,将固体与碳酸钙、氧化钙混合研磨;然后再加入过氧化氢搅拌,得到粉煤灰混合物,待用;

步骤02): 将甘蔗废渣与碱溶液混合浸泡,固液分离,将碱处理后的甘蔗废渣完全浸没在活化剂溶液中,超声混合,静置;固液分离后得到待处理甘蔗废渣;

步骤03): 将待处理甘蔗废渣与粉煤灰混合物混合搅拌,得到混合物;

步骤04): 将混合物在850-900°C的条件下煅烧30-120min,得到半成品;

步骤05): 将半成品与水滑石、水混合,然后再加入海藻酸钠混合;干燥后得到处理剂。

2. 根据权利要求1所述的电厂脱硫废水的处理方法,其特征在于:所述处理剂在脱硫废水中的使用量为10-30g/L。

3. 根据权利要求1所述的电厂脱硫废水的处理方法,其特征在于:所述步骤03)中,待处理甘蔗废渣与粉煤灰混合物在1000-1200r/min的条件下混合搅拌10-20min。

4. 根据权利要求1所述的电厂脱硫废水的处理方法,其特征在于:所述步骤05)中,水的使用量为半成品质量的1-3倍。

5. 根据权利要求1所述的电厂脱硫废水的处理方法,其特征在于:所述步骤01)中,粉煤灰与碳酸钙、氧化钙的质量比为1:(0.5-0.8):(0.1-0.15)。

## 一种电厂脱硫废水的处理方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及废水处理领域,更具体地说,它涉及一种电厂脱硫废水的处理方法。

### 背景技术

[0002] 我国能源工业的迅速发展,兴建许多大型燃煤电厂。这些大型燃煤电厂每天都要使用大量的燃料,导致SO<sub>2</sub>的排放量越来越多。因此,出于绿色环保的理念,脱硫措施迫在眉睫。现有技术对SO<sub>2</sub>的控制途径包括有:燃烧前脱硫、燃烧中脱硫和燃烧后脱硫。目前烟气脱硫被认为是控制SO<sub>2</sub>排放量最行之有效的途径。湿法脱硫是烟气脱硫中被最广泛应用的其中一种脱硫工艺。湿法烟气脱硫工艺所产生的脱硫废水含有大量的悬浮物,如石膏颗粒、SiO<sub>2</sub>、Al和Fe的氢氧化物;氟化物;微量的重金属,如As、Cd、Cr、Hg、Ni等。若将脱硫废水直接排放,将对环境造成严重危害。尤其脱硫废水中的氯离子浓度很高,会侵蚀设备及产生管道孔腐蚀、缝隙腐蚀等问题。因而必须对其加以治理。

### 发明内容

[0003] 为了处理脱硫废水,尤其是降低氯离子的浓度,本申请提供一种电厂脱硫废水的处理方法。

[0004] 本申请提供的一种电厂脱硫废水的处理方法采用如下的技术方案:

[0005] 一种电厂脱硫废水的处理方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1):脱硫废水进入到调节池内,静置;

[0007] 步骤2):对脱硫废水进行中和处理,使废水中的酸性物质与碱性物质反应生成无害的盐类;

[0008] 步骤3):往脱硫废水中加入处理剂进行处理;

[0009] 步骤4):往脱硫废水中加入絮凝剂、助凝剂进行处理;

[0010] 步骤5):过滤分离、浓缩处理,得到污泥和符合排放标准的排放水;

[0011] 其中,按照质量份数,处理剂至少包括以下原料:80-100份甘蔗废渣、25-40份粉煤灰、5-15份水滑石、1-10份海藻酸钠。

[0012] 通过采用上述技术方案,无需改变常用处理方法的步骤、装置,使用特定的处理剂对脱硫废水进行处理,利用甘蔗废渣与粉煤灰的混合形成新的载体结构,然后负载水滑石、海藻酸钠,形成新的、具有特殊结构的处理剂。

[0013] 具体的,本申请的处理剂采用甘蔗废渣与粉煤灰作为载体,在经过焙烧工序处理之后,甘蔗废渣仍能够保留纤维网络结构和纤维的韧性,使得粉煤灰能够嵌入到纤维网络结构中,形成载体。

[0014] 水滑石负载在载体结构表面或内部,在溶液环境中带有负电荷的海藻酸钠会被带正电荷的水滑石快速、牢固吸引,结构更加稳定。甘蔗废渣、粉煤灰、水滑石、海藻酸钠之间起到了良好的相辅相成作用,使各物质的作用放大到极致,从而进一步提升效果。载体结构主要负责吸附大量脱硫废水内的悬浮物、少量的重金属、少量氯离子,水滑石则主要负责与

氯离子、氟离子等进行离子交换来将其固定,海藻酸钠主要负责吸收钙离子和提高处理剂形成凝胶的能力,使处理剂更加容易悬浮、均匀在脱硫废水内,从而充分、快速对脱硫废水进行处理。

[0015] 本申请所提供的电厂脱硫废水处理方法,可以有效地去除废水中的有害物质,尤其是对氯离子的去除,提升了经济效益同时也降低了对环境的污染。

[0016] 优选的,按照质量份数,所述处理剂至少包括以下原料:85-95份甘蔗废渣、30-35份粉煤灰、10-15份水滑石、3-6份海藻酸钠。

[0017] 通过采用上述技术方案,进一步限定甘蔗废渣、粉煤灰、水滑石、海藻酸钠之间的用量,有助于甘蔗废渣、粉煤灰之间混合形成更多负载位点的载体结构,水滑石与海藻酸钠之间也能有更加适中的吸引、配合关系,从而进一步增强处理剂在脱硫废水中的处理效果。

[0018] 优选的,所述处理剂在脱硫废水中的使用量为10-30g/L。

[0019] 特殊制备的处理剂对脱硫废水中的各种物质具有显著的处理效果。因此,处理剂的用量仅控制在10-30g/L即可对实现较佳的处理效果,减少了处理的用量,也就降低了不必要的浪费及污染风险。

[0020] 优选的,所述处理剂的制备方法包括以下步骤:

[0021] 步骤01):将粉煤灰与酸溶液混合,反应60-180min后过滤,将固体与碳酸钙、氧化钙混合研磨;然后再加入过氧化氢搅拌,得到粉煤灰混合物,待用;

[0022] 步骤02):将甘蔗废渣与活化剂溶液浸泡,超声混合,静置;固液分离后得到待处理甘蔗废渣;

[0023] 步骤03):将待处理甘蔗废渣与粉煤灰混合物混合搅拌,得到混合物;

[0024] 步骤04):将混合物在850-900℃的条件下处理30-120min,得到半成品;

[0025] 步骤05):将半成品与水滑石、水混合,然后再加入海藻酸钠混合;干燥后得到处理剂。

[0026] 通过采用上述技术方案,首先分别对粉煤灰、甘蔗废渣进行处理,然后混合后在特定温度下进行处理,使得粉煤灰与甘蔗废渣成为一体,形成具有较多孔洞和吸附位点的载体结构。水滑石首先与载体结构混合,吸附在载体结构表面;然后海藻酸钠再在溶液环境下,被水滑石快速吸引,从而形成更加稳定的特殊新结构。

[0027] 特殊处理的粉煤灰除了与甘蔗废渣有更好的配合效果外,还发现能够吸附一部分的氯离子,进一步提高处理剂对氯离子的处理能力。

[0028] 优选的,所述步骤03)中,待处理甘蔗废渣与粉煤灰混合物在1000-1200r/min的条件下混合搅拌10-20min。

[0029] 通过采用上述技术方案,在特定的搅拌条件下将甘蔗废渣、粉煤灰混合,使得两者有更充分、均匀的混合效果,不容易松散,在后续能够形成结构更加稳定、负载位点更多、负载位点更均匀的特殊结构,从而有助于提高处理剂的处理效果。

[0030] 优选的,所述步骤05)中,水的使用量为半成品质量的1-3倍。

[0031] 通过采用上述技术方案,进一步限定水的用量,为甘蔗废渣、粉煤灰、水滑石、海藻酸钠提供适宜的反应体系。

[0032] 优选的,所述甘蔗废渣与碱溶液混合浸泡,固液分离后所得到的甘蔗废渣再浸泡于活化剂溶液。

[0033] 通过采用上述技术方案,提前使用碱溶液对甘蔗废渣进行浸泡,可以有效除去多余杂质,并去除一部分木质素,降低了不必要因素对半成品结构的影响。

[0034] 优选的,所述步骤01)中,粉煤灰与碳酸钙、氧化钙的质量比为1:(0.5-0.8):(0.1-0.15)。

[0035] 通过采用上述技术方案,进一步限定对粉煤灰处理时各原料的用量,从而可以增强粉煤灰表面的正电荷效果。正电荷效果增强,一方面可以更充分与氯离子发生反应;另一方面,可以使部分海藻酸钠进入到载体结构内,充分使处理剂能在水中形成凝胶结构,更充分对脱硫废水进行处理。

[0036] 综上所述,本申请具有以下有益效果:

[0037] 1、本申请无需改变常用处理方法的步骤、装置,使用特定的处理剂对脱硫废水进行处理,可以有效地去除废水中的有害物质,尤其是对氯离子的去除,提升了经济效益同时也降低了对环境的污染。

[0038] 2、甘蔗废渣与粉煤灰混合形成载体结构,负载水滑石、海藻酸钠,形成新的、具有特殊结构的处理剂,能够快速吸附大量脱硫废水内的悬浮物、少量的重金属、少量氯离子,固定氯离子、氟离子等,起到均匀稳定的处理效果。

[0039] 3、本申请对粉煤灰进行处理后再与甘蔗废渣进行配合,对粉煤灰的处理赋予粉煤灰良好的正电荷效果,能够进一步提高海藻酸钠促进处理剂形成胶凝的能力;也可以进一步与氯离子结合,提高对脱硫废水的处理效果。

### 具体实施方式

[0040] 以下结合实施例对本申请作进一步详细说明。

[0041] 以下实施例及对比例中所用的原料均为市售产品。

[0042] 具体的:

[0043] 甘蔗废渣,市售,采购自广西秋名山农业发展有限公司。

[0044] 粉煤灰,市售,购自长沙达诺建材有限公司。

[0045] 水滑石,市售购得后,还需将其置于450℃条件下焙烧180min。市售水滑石购自安徽稳定嘉新材料科技有限公司,型号为HM-2001。

[0046] 海藻酸钠,市售,购自广东欧斯曼生物科技有限公司。

[0047] 处理剂包括甘蔗废渣、粉煤灰、水滑石、海藻酸钠。

[0048] 在处理剂中,按照质量份数,甘蔗废渣可以为80份、82份、85份、87份、90份、93份、95份、97份、100份等中的任一值;粉煤灰可以为25份、28份、30份、33份、36份、40份等中的任一值;水滑石可以为5份、8份、12份、15份等中的任一值;海藻酸钠可以为1份、3份、5份、7份、10份等中的任一值。

[0049] 处理剂在脱硫废水中的使用量可以为10g/L、12g/L、15g/L、17g/L、20g/L、22g/L、24g/L、27g/L、30g/L等中的任一值。

[0050] 处理剂的制备方法中:

[0051] 步骤01)粉煤灰与酸溶液混合的反应时间可以为60min、68min、75min、83min、88min、94min、100min、108min、115min、122min、130min、137min、145min、153min、161min、168min、175min、180min等中的任一值。

[0052] 步骤03)的搅拌转速可以为1000r/min、1050r/min、1100r/min、1150r/min、1200r/min等中的任一值;搅拌时间可以为10min、12min、15min、18min、20min等中的任一值。

[0053] 步骤04)的温度可以为850℃、860℃、870℃、880℃、890℃、900℃等中的任一值;处理时间可以为30min、37min、45min、53min、60min、68min、75min、83min、88min、94min、100min、108min、115min、120min等中的任一值。

### 实施例1

[0054] 一种电厂脱硫废水的处理方法,包括以下步骤:

[0055] 步骤1):脱硫废水进入到调节池内,静置。

[0056] 步骤2):脱硫废水进入到中和箱内,加入氢氧化钠进行酸碱调节,将pH调整至8。使废水中的酸性物质与碱性物质反应生成无害的盐类。

[0057] 步骤3):脱硫废水进入到沉淀池内,往沉淀池内加入处理剂,处理剂的用量为15g/L,处理时间为45min。

[0058] 处理时间可以根据实际情况适当调整。

[0059] 步骤4):脱硫废水进入到絮凝箱内,加入絮凝剂、助凝剂进行处理。絮凝剂为PAC,用量为15g/L;助凝剂为聚丙烯酰胺,用量为5g/L。处理时间为40min。

[0060] 处理时间可以根据实际情况适当调整。

[0061] 步骤5):过滤分离,固体主要为污泥。对固体进行浓缩处理,固体经浓缩处理后,成为泥饼;对液体部分进行检测,符合排放标准后即为排放水。若不符合排放标准,回流,再次进行处理。

[0062] 处理剂包括以下原料:900g甘蔗废渣、300g粉煤灰、120g水滑石、50g海藻酸钠。

[0063] 处理剂的制备方法包括以下步骤:

[0064] 步骤01):粉煤灰的处理:

[0065] 步骤01a):将粉煤灰与酸溶液混合,反应120min。酸溶液选用浓度为2mol/L的稀硝酸,稀硝酸与粉煤灰的质量比为1:1。

[0066] 步骤01b):固液分离,在105℃条件下烘干固体。然后将固体与碳酸钙、氧化钙于研钵中混合,研磨。按照粉煤灰与碳酸钙、氧化钙的质量比为1:0.6:0.12的比例称取各原料。

[0067] 即粉煤灰为300g,碳酸钙为180g,氧化钙为36g。

[0068] 步骤01c):研磨15min后,再加入过氧化氢进行搅拌,得到粉煤灰混合物,待用。过氧化氢与固体的质量比为1:2。

[0069] 步骤02):甘蔗废渣的处理:

[0070] 步骤02a):将甘蔗废渣与碱溶液混合浸泡。固液分离,在105℃条件下烘干。

[0071] 碱溶液选用浓度为2mol/L的氢氧化钠溶液,甘蔗废渣与碱溶液的质量比为1:3。

[0072] 步骤02b):将碱处理后的甘蔗废渣完全浸在活化剂溶液中,在200W、10Hz的条件下超声混合10min,静置。固液分离,在105℃条件下烘干后得到待处理甘蔗废渣。

[0073] 活化剂溶液为0.5mol/L的氯化锌溶液,甘蔗废渣与氯化锌溶液的质量比为1:1。

[0074] 步骤03):将待处理甘蔗废渣与粉煤灰混合物在1000r/min的条件下混合搅拌20min,得到混合物。

[0075] 步骤04):将混合物在900℃的条件下煅烧60min,自然冷却后得到半成品。

[0076] 步骤05):将半成品与水滑石、水混合浸泡,静置15min。水的使用量为半成品质量的2倍。

[0077] 然后再加入海藻酸钠混合、静置反应30min。

[0078] 固液分离,在105℃条件下烘干,得到处理剂。

### 实施例2

[0079] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,处理剂包括850g甘蔗废渣、320g粉煤灰、100g水滑石、30g海藻酸钠。

[0080] 处理剂的制备方法的步骤01b)中,按照粉煤灰与碳酸钙、氧化钙的质量比为1:0.8:0.15的比例称取各原料。

[0081] 即粉煤灰为320g,碳酸钙为256g,氧化钙为48g。

### 实施例3

[0082] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,处理剂包括950g甘蔗废渣、350g粉煤灰、150g水滑石、60g海藻酸钠。

[0083] 处理剂的制备方法的步骤01b)中,按照粉煤灰与碳酸钙、氧化钙的质量比为1:0.5:0.1的比例称取各原料。

[0084] 即粉煤灰为350g,碳酸钙为175g,氧化钙为35g。

### 实施例4

[0085] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,步骤03)中,待处理甘蔗废渣与粉煤灰混合物在600r/min的条件下混合搅拌15min。

### 实施例5

[0086] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,省略步骤02a)。

### 实施例6

[0087] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,步骤01)中,粉煤灰与碳酸钙、氧化钙的质量比为1:0.12:0.6,即粉煤灰为300g,碳酸钙为36g,氧化钙为180g。

[0088] 对比例1

[0089] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,处理剂中,将甘蔗废渣替换为小麦秸秆。小麦秸秆为市售,购自正阳县新天地草业有限公司。

[0090] 对比例2

[0091] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,处理剂中,将粉煤灰替换为二氧化硅。

[0092] 对比例3

[0093] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,处理剂中,将水滑石替换为水镁石。

[0094] 对比例4

[0095] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,处理剂中,将海藻酸钠替换为卡拉胶。

[0096] 对比例5

[0097] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,步骤04)在450℃的条件下进行。

[0098] 对比例6

[0099] 一种电厂脱硫废水的处理方法,与实施例1的不同之处在于,步骤05)为:

[0100] 将半成品与海藻酸钠、水混合浸泡,静置30min。水的使用量为半成品质量的2倍。

[0101] 然后再加入水滑石混合、静置反应15min。

[0102] 固液分离,在105℃条件下烘干,得到处理剂。

[0103] 性能检测试验

[0104] 按照实施例1-6、对比例1-6的处理方法对电厂脱硫废水进行处理。

[0105] 参照DL/T 997-2006,首先对步骤1)在调节池中静置的脱硫废水上清液部分进行检测,记录初始的总镉、COD、氟化物和氯离子的质量浓度。然后再于步骤3)完成处理后,取上清液,再次检测处理后总镉、COD、氟化物和氯离子的质量浓度。

[0106] 按照下列公示计算去除率,记录于表1。

$$[0107] \quad \text{去除率} = \frac{\text{初始质量浓度} - \text{处理后质量浓度}}{\text{初始质量浓度}} \times 100\%$$

[0108] 表1

类目	去除率 (%)			
	总镉	COD	氟化物	氯离子
实施例1	88	73	84	58
实施例2	85	68	77	53
实施例3	89	72	78	55
实施例4	83	65	80	56
实施例5	84	71	82	57
实施例6	86	65	81	52
对比例1	52	36	39	26
对比例2	47	32	36	23
对比例3	58	47	40	21
对比例4	61	41	43	25
对比例5	54	38	42	20
对比例6	56	40	45	24

[0109] 根据表1中实施例1-6与对比例1-6的检测结果对比可知,按照本申请的处理方法对脱硫废水进行处理,在去除重金属、氟化物、氯离子等方面都表现出良好的效果。并且,本申请的处理方法简单易操作,所需投入的成本低,适合在本领域推广使用。

[0111] 具体的,对比例1在实施例1的基础上,将甘蔗废渣变为小麦秸秆;对比例2是在实施例1的基础上,将粉煤灰变为二氧化硅;对比例5是在实施例1的基础上改变了煅烧的条件。对于对比例1-2、5与实施例1之间的差异,发明人猜测,是因为无法生成特定的载体结构,同时水滑石、海藻酸钠无法牢固负载在载体结构上,从而对脱硫废水的去除效果不佳。



[0112] 据信,小麦秸秆纤维的脆性高、韧性不足,在焙烧后,小麦秸秆纤维基本上为粉末状,无法保留纤维网络结构,所以粉煤灰混合物无法与小麦秸秆配合、嵌入到纤维网络结构内以形成特殊的负载结构,从而影响处理剂在脱硫废水中的处理效果。

[0113] 对比例3是在实施例1的基础上,将水滑石替换为水镁石。虽然水镁石与水滑石在结构上有相似性,但是替换之后所制得的处理剂,对脱硫废水的处理效果不佳。发明人猜测,是因为甘蔗废渣、粉煤灰、水滑石、海藻酸钠之间存在某些特殊配合,所以替换成相似结构的物质也无法复刻效果。

[0114] 对比例4是在实施例1的基础上,将海藻酸钠替换为卡拉胶。同样的,虽然卡拉胶具有胶凝效果,但是与水滑石等原料之间的配合效果较弱,导致所生成的结构整体不稳定,所以处理效果不佳。

[0115] 对比例6是在实施例1的基础上,改变了处理剂制备过程中,水滑石、海藻酸钠的投入顺序,影响了特殊结构的生成,使得处理效果有较明显的下降。

[0116] 综上,需要严格限定处理方法中的处理剂的原料、制备方法等条件,否则无法对脱硫废水有理想处理效果。

[0117] 根据表1可知,实施例4-5的检测数据较实施例1有略微下降,说明进一步限定甘蔗废渣、粉煤灰的混合条件和对甘蔗废渣的碱泡处理可以使甘蔗废渣、粉煤灰在体系中更充分发挥配合作用。

[0118] 根据表1中实施例1与实施例6的检测数据对比可知,破坏粉煤灰与碳酸钙、氧化钙之间特定的质量比,使得粉煤灰表面的正电荷效果得不到有效提高,与氯离子的反应效果和与海藻酸钠的配合效果都受到影响。为了保证粉煤灰能够充分发挥自身作用和与体系其余原料的配合效果,需要进一步限定粉煤灰与碳酸钙、氧化钙之间保持特定的质量比。

[0119] 本具体实施例仅仅是对本申请的解释,其并不是对本申请的限制,本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对本实施例做出没有创造性贡献的修改,但只要在本申请的权利要求范围内都受到专利法的保护。