



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109806975 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201910092695.3

B03C 3/49(2006.01)

(22)申请日 2019.01.30

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38号

(72)发明人 高翔 郑成航 张涌新 张昊  
刘少俊 宋思慧 翁卫国 吴卫红  
徐甸 曲瑞阳 苏秋风 张悠

(74)专利代理机构 杭州君度专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 33240

代理人 郑芳 王桂名

(51)Int.Cl.

B03C 3/41(2006.01)

B03C 3/16(2006.01)

B03C 3/66(2006.01)

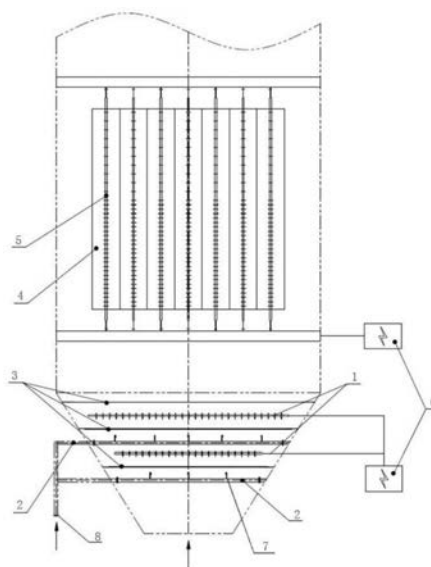
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种强化均匀放电装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种强化均匀放电装置及方法，所述装置包括脉冲电源增强荷电机构、多级静电强化雾化喷射机构、异型复杂电极极线强化放电机构和阳极管强化捕集机构，烟气进入脉冲电源增强荷电机构，布置于前端的多级静电强化雾化喷射机构可促进颗粒团聚，提高颗粒荷电能力；烟气流经多孔分布板，放电极线使颗粒荷电后，异型复杂电极极线放电，颗粒被再次荷电，最终在电场作用下被捕集到阳极板上。本发明可增加颗粒荷电量，加强颗粒在电场内的迁移运动，削弱电晕封闭。



1. 一种强化均匀放电装置,其特征在于:所述装置包括脉冲电源增强荷电机构、多级静电强化雾化喷射机构、异型复杂电极极线强化放电机构和阳极管强化捕集机构,

脉冲电源增强荷电机构,采用脉冲电源增强荷电,强化颗粒、液滴荷电;

多级静电强化雾化喷射机构,采用多级静电强化雾化喷射,促进颗粒长大,提高荷电能力;

异型复杂电极极线强化放电机构,采用异型复杂电极极线,对荷电后的烟气进行再荷电;

阳极管强化捕集机构,带电颗粒在电场作用下被捕集到阳极管上。

2. 根据权利要求1所述强化均匀放电装置,其特征在于:所述脉冲电源增强荷电机构采用多级框架结构,包括多孔分布板和放电极线,所述多孔分布板多级布置且同时作为电场阳极板,沿烟气方向气孔孔径减小;所述放电极线采用多边刺型极线,沿烟气气流方向多边刺的数量及角度均不变,迎风面多边刺略长于背风面多边刺,多边刺段间隔50mm~300mm,刺尖方向垂直于多孔分布板,框架整体固定后连接供电装置。

3. 根据权利要求2所述强化均匀放电装置,其特征在于:所述多级静电强化雾化喷射机构布置在脉冲电源增强荷电机构前端,包括多级喷淋管以及设置在喷淋管上的喷嘴,所述喷嘴等距布置,沿烟气方向,喷淋管上喷嘴数量增大,所述喷淋管与进水口相连通。

4. 根据权利要求3所述强化均匀放电装置,其特征在于:所述放电极线同喷嘴错落分布。

5. 根据权利要求4所述强化均匀放电装置,其特征在于:所述异型复杂电极极线强化放电机构包括异型复杂电极极线,所述异型复杂电极极线为针刺渐变型电极极线,所述电极极线根据烟气流量多级布置,沿烟气方向,极线上多边刺的数量增加,极线利用阴极架整体固定,并连接供电装置。

6. 根据权利要求5所述强化均匀放电装置,其特征在于:针刺渐变型电极极线的多边刺采用双刺或三刺设置,双刺夹角为 $180^{\circ}$ ,三刺夹角为 $120^{\circ}$ ;沿烟气气流方向,整根电极极线的异极距增大,刺数减少,角度按一定角度渐变,呈螺旋旋转;长度渐变,但最大长度变化不超过3mm;电场后段的极线相对于前段,多边刺数量较少,多边刺较短,布置间距也较大。

7. 根据权利要求5所述强化均匀放电装置,其特征在于:所述供电装置为高压脉冲电源,脉冲电源上升沿,脉冲频率可调节。

8. 根据权利要求1所述强化均匀放电装置,其特征在于:所述阳极管采用耐腐蚀材质的多边六角型管,内切圆直径为250~300mm,管中六面均设置高度5~10mm的扰流构件,构件倾斜布置,倾斜角 $20^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ ,沿烟气流动方向布置间距减小,倾斜角减小。

9. 一种强化均匀放电工艺,其特征在于:采用权利要求1~7任一种强化均匀放电装置,烟气进入脉冲电源增强荷电机构,布置于前端的多级静电强化雾化喷射机构可促进颗粒团聚,提高颗粒荷电能力;烟气流经多孔分布板,放电极线使颗粒荷电后,异型复杂电极极线放电,颗粒被再次荷电,最终在电场作用下被捕集到阳极板上。

10. 根据权利要求8所述强化均匀放电工艺,其特征在于:烟气的温度为 $30^{\circ}\text{C}$ ~ $80^{\circ}\text{C}$ ,烟气流速为1.2~6.0m/s。

## 一种强化均匀放电装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于节能环保技术领域,具体地说是涉及一种强化均匀放电装置及方法。

### 背景技术

[0002] 随着人类活动的急剧增加,工业生产引起的细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)和可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)的污染现象愈发严重,尤其是能引发雾霾的PM<sub>2.5</sub>,越来越受到重视。因此,有效控制大气PM<sub>2.5</sub>的排放是实现国家可持续发展及生态文明建设的关键。

[0003] 当前,我国大气环境的污染主要源自于能源生产消费,能源利用过程中产生的大气污染物是大气污染的元凶,而我国以燃煤为主的能源消费结构在短期内无法改变,在燃煤产生的多种污染物中,SO<sub>3</sub>不仅是形成酸雨的罪魁祸首,而且易与水结合形成亚微米级的硫酸气溶胶颗粒,是大气环境中PM<sub>2.5</sub>的重要来源之一。

[0004] 国内外已针对烟气中的SO<sub>3</sub>脱除问题进行了相关研究,当下采用的主流控制方法之一为利用湿式静电除尘器脱除SO<sub>3</sub>。湿式静电除尘是一种可实现多种燃煤污染物深度脱除的重要技术,可有效控制PM<sub>2.5</sub>、硫酸气溶胶颗粒、汞等重金属以及二噁英的排放。但是,在湿法脱硫塔中形成的硫酸气溶胶颗粒随烟气进入湿式静电除尘器后,将严重影响湿式电除尘器的放电特性。因此,开展SO<sub>3</sub>对电除尘器电晕放电影响机制的研究,可为后续的湿式电除尘器强化脱除SO<sub>3</sub>提供改进思路与理论基础。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种强化均匀放电装置及方法,可增加颗粒荷电量,加强颗粒在电场内的迁移运动,削弱电晕封闭。

[0006] 为实现上述功能,本发明采用的技术方案是:

[0007] 一种强化均匀放电装置,所述装置包括脉冲电源增强荷电机构(强化荷电机构)、多级静电强化雾化喷射机构(荷电喷雾机构)、异型复杂电极极线强化放电机构和阳极管强化捕集机构,

[0008] 脉冲电源增强荷电机构,采用脉冲电源增强荷电,强化颗粒、液滴荷电;

[0009] 多级静电强化雾化喷射机构,采用多级静电强化雾化喷射,促进颗粒长大,提高荷电能力;

[0010] 异型复杂电极极线强化放电机构,采用异型复杂电极极线,对荷电后的烟气进行再荷电;

[0011] 阳极管强化捕集机构,带电颗粒在电场作用下被捕集到阳极管上。

[0012] 作为优选,所述脉冲电源增强荷电机构采用多级框架结构,包括多孔分布板和放电极线,所述多孔分布板多级布置且同时作为电场阳极板,沿烟气方向气孔孔径减小;所述放电极线采用多边刺型极线,沿烟气气流方向多边刺的数量及角度均不变,迎风面多边刺略长于背风面多边刺,多边刺段间隔50mm~300mm,刺尖方向垂直于多孔分布板,框架整体固定后连接供电装置。

[0013] 作为优选,所述多级静电强化雾化喷射机构布置在脉冲电源增强荷电机构前端,包括多级喷淋管以及设置在喷淋管上的喷嘴,喷嘴可选用实心锥喷嘴,所述喷嘴等距布置,沿烟气方向,喷淋管上喷嘴数量增大,保证了雾化覆盖率及均匀性,可强化颗粒荷电、团聚;所述喷淋管与进水口相连通。

[0014] 作为优选,所述放电极线同喷嘴错落分布。

[0015] 作为优选,所述异型复杂电极极线强化放电机构包括异型复杂电极极线,所述异型复杂电极极线为针刺渐变型电极极线,所述电极极线根据烟气流量多级布置,沿烟气方向,极线上多边刺的数量增加,极线利用阴极架整体固定,并连接供电装置。

[0016] 作为优选,多边刺采用双刺或三刺设置,双刺夹角为 $180^{\circ}$ ,三刺夹角为 $120^{\circ}$ ;沿烟气流方向,整根电极极线的异极距增大,刺数减少,角度按一定角度渐变,呈螺旋旋转;长度渐变,但最大长度变化不超过3mm;电场后段的极线相对于前段,多边刺数量较少,多边刺较短,布置间距也较大。电场前段极线刺数多、刺形长、间距小,可强化高浓度颗粒的空间荷电和极管的捕集效率。

[0017] 作为优选,所述供电装置为高压脉冲电源,脉冲电源上升沿,脉冲频率可调节。

[0018] 作为优选,所述阳极管采用耐腐蚀材质的多边六角型管,内切圆直径为250~300mm,管中六面均设置高度5~10mm的扰流构件,构件倾斜布置,倾斜角 $20^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ ,沿烟气流方向布置间距减小,倾斜角减小。提高烟气流动性和均匀性,强化捕集。采用内切圆直径为250~300mm的多边六角型阳极管,管内六面均设置扰流构件,有利于颗粒在电场内快速迁移,使颗粒空间电荷更快被阳极管吸收,削弱电晕封闭。

[0019] 一种强化均匀放电工艺,采用上述所述任一种强化均匀放电装置,烟气进入强化荷电机构,布置于前端的多级静电强化雾化喷射(多级细水雾喷射)机构可促进颗粒团聚,提高颗粒荷电能力;烟气流经多孔分布板,放电极线使颗粒荷电后,异型复杂电极极线放电,颗粒被再次荷电,最终在电场作用下被捕集到阳极板上。

[0020] 作为优选,烟气的温度为 $30\sim 80^{\circ}\text{C}$ ,烟气流速为 $1.2\sim 6.0\text{m/s}$ 。

[0021] 本发明具有如下优点:

[0022] 1、本发明采用脉冲电源增强颗粒荷电,可增加颗粒荷电量,同时沿烟气流向,在强化荷电装置前端设置多级细水雾喷射,促进颗粒碰撞、团聚,形成更大的颗粒,进一步增加颗粒荷电量;

[0023] 2、本发明采用异型复杂电极极线,放电强度高,且分布均匀;

[0024] 3、本发明可增加颗粒荷电量,加强颗粒在电场内的迁移运动,削弱电晕封闭。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的结构示意图;

[0026] 图2是本发明强化荷电机构及荷电喷雾机构的结构示意图(进气方向);

[0027] 图3是本发明放电极线的结构示意图;

[0028] 图4是本发明电极极线的结构示意图;

[0029] 图5是本发明双针针刺线螺旋排布的结构示意图;

[0030] 图6是本发明三针针刺线螺旋排布的结构示意图;

[0031] 图7是本发明阳极管的结构示意图。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,但本发明所要保护的范围并不限于此。

### [0033] 实施例1

[0034] 参照图1~7,一种强化均匀放电装置,包括脉冲电源增强荷电机构(强化荷电机构)、多级静电强化雾化喷射机构(荷电喷雾机构)、异型复杂电极极线强化放电机构和多边六角型阳极管强化捕集机构。

[0035] 脉冲电源增强荷电机构,采用脉冲电源增强荷电,强化颗粒、液滴荷电;

[0036] 多级静电强化雾化喷射机构,采用多级静电强化雾化喷射,促进颗粒长大,提高荷电能力;

[0037] 异型复杂电极极线强化放电机构,采用异型复杂电极极线,对荷电后的烟气进行再荷电;

[0038] 阳极管强化捕集机构,带电颗粒在电场作用下被捕集到阳极管上。

[0039] 所述脉冲电源增强荷电机构采用多级框架结构,包括多孔分布板3和放电极线1,所述多孔分布板三级布置且同时作为电场阳极板,沿烟气方向气孔孔径趋于减小(略有减小);所述放电极线1采用多边刺型极线,沿烟气气流方向多边刺的数量及角度均不变,迎风面多边刺略长于背风面多边刺,多边刺段间隔50mm~300mm,刺尖方向垂直于多孔分布板3,框架整体固定后连接供电装置6。所述供电装置为高压脉冲电源,脉冲电源上升沿,脉冲频率可调节。采用脉冲电源增强颗粒荷电,可增加颗粒荷电量。

[0040] 所述多级静电强化雾化喷射机构布置在脉冲电源增强荷电机构前端,包括多级喷淋管2以及设置在喷淋管上的喷嘴7,喷嘴选用实心锥喷嘴,所述喷嘴等距布置,沿烟气方向,喷淋管2上喷嘴数量增大,保证了雾化覆盖率及均匀性,可强化颗粒荷电、团聚;所述喷淋管2与进水口8相连通,进水口设置在装置左侧。所述放电极线1同喷嘴7错落分布。

[0041] 所述异型复杂电极极线强化放电机构包括异型复杂电极极线5,所述异型复杂电极极线5为针刺渐变型电极极线,采用耐腐蚀材质,所述电极极线5根据烟气流量多级布置,沿烟气方向,极线上多边刺的数量增加,极线利用阴极架9整体固定,并连接供电装置6。

[0042] 针刺渐变型电极极线的多边刺采用双刺(双针针刺线螺旋排布)或三刺(三针针刺线螺旋排布)设置,双刺夹角为 $180^{\circ}$ ,三刺夹角为 $120^{\circ}$ ;沿烟气气流方向,整根电极极线的异极距增大,刺数减少,角度按一定角度渐变,呈螺旋旋转;长度渐变,但最大长度变化不超过3mm;电场前段极线刺数多、刺形长、间距小,可强化高浓度颗粒的空间荷电和极管的捕集效率;电场后段的极线相对于前段,多边刺数量较少,多边刺较短,布置间距也较大。

[0043] 所述阳极管强化捕集机构包括阳极管4,阳极管4采用耐腐蚀材质的多边六角型管,内切圆直径为250~300mm,管中六面均设置高度5~10mm的扰流构件,构件倾斜布置,倾斜角 $20^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ ,沿烟气流动方向布置间距减小,倾斜角减小。提高烟气流动性和均匀性,强化捕集。

[0044] 烟气进入脉冲电源增强荷电机构,布置于前端的多级静电强化雾化喷射机构第一级实心锥喷嘴可促进颗粒团聚,提高颗粒荷电能力;烟气流经第一级多孔分布板,第一级放电极线使颗粒荷电后,烟气继续流经下一级多孔分布板进入第二级喷嘴喷射区域,该级喷嘴数量增加,且沿烟气方向每级喷嘴数量均增加,喷嘴喷射促使颗粒进一步团聚长大,由第

二级放电极线继续荷电,并进入下一级继续进行团聚、荷电;烟气通道截面积沿烟气流动方向增大,流速降低,颗粒荷电更均匀。在多级团聚荷电过程中烟气中部分颗粒被捕集到多孔分布板上;烟气继续流动,进入多级电场,减少了单级电场颗粒数目,提高脱除效率。烟气在扰流构件作用下形成扰动,颗粒分布更均匀,沿烟气流动方向扰流构件布置间距及倾斜角减小,减少多边六角型管后段烟气回流,提高空间荷电效率;异型复杂电极极线放电,双刺或三刺的形式使颗粒荷电均匀,且随着烟气流动,极线后段多边刺数量、长度、布置间距均减少,未被捕集的颗粒充分荷电,最终在电场作用下被捕集到多边六角型管阳极板上。

[0045] 实施例2

[0046] 烟气温度为50℃,烟气流速为3.6m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为300mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了7%。

[0047] 实施例3

[0048] 烟气温度为50℃,烟气流速为2.0m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为300mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了11%。

[0049] 实施例4

[0050] 烟气温度为50℃,烟气流速为2.0m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为250mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了13%。

[0051] 实施例5

[0052] 烟气温度为50℃,烟气流速为3.6m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为250mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了9%。

[0053] 实施例6

[0054] 烟气温度为30℃,烟气流速为3.6m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为300mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了10%。

[0055] 实施例7

[0056] 烟气温度为30℃,烟气流速为3.6m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为250mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了14%。

[0057] 实施例8

[0058] 烟气温度为30℃,烟气流速为2.0m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为250mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图6,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了18%。

[0059] 实施例9

[0060] 烟气温度为30℃,烟气流速为2.0m/s的条件下进行SO<sub>3</sub>脱除,湿式电除尘器阳极管形式参见图7,采用内切圆直径为250mm的不锈钢多边六角型管,电极极线形式参见图5,采用不锈钢刺形线,经测试,SO<sub>3</sub>脱除效率在原有基础上提高了13%。

[0061] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。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。

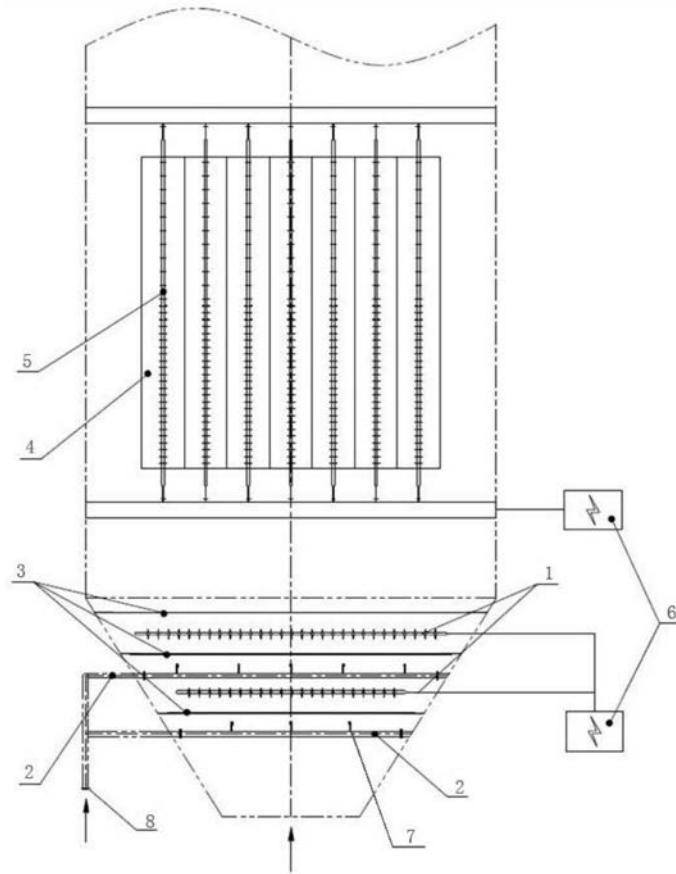


图1



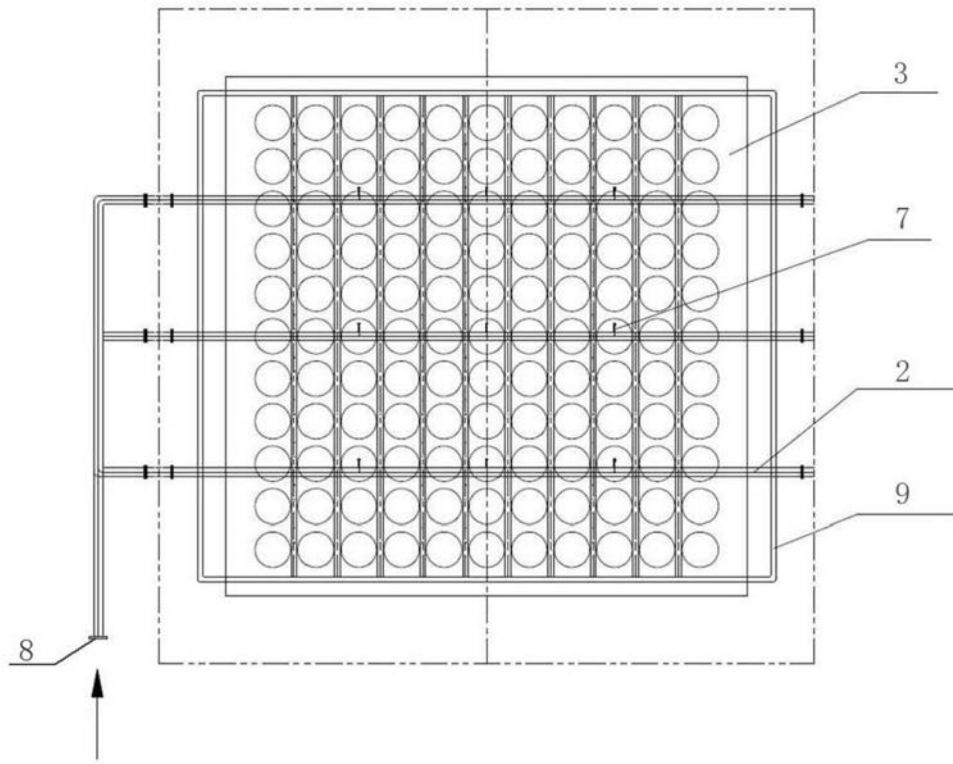


图2



图3



图4

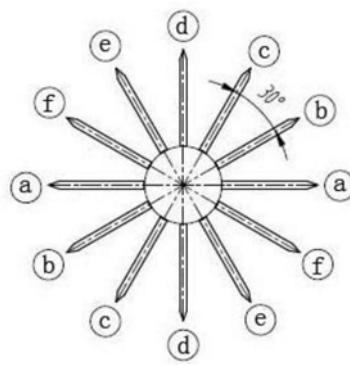


图5

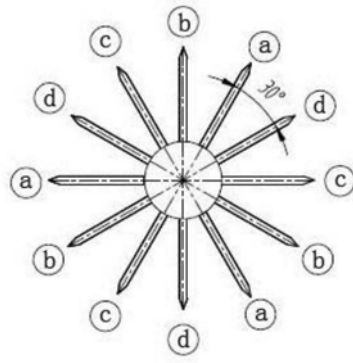


图6

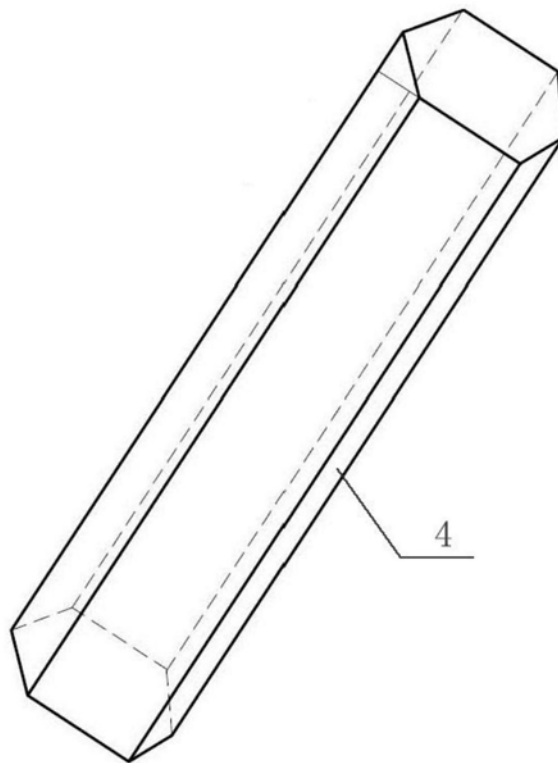


图7