(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101907351 B
(45)授权公告日 2013.07.03

(21)申请号 200910072197.9
(22)申请日 2009.06.05
(73)专利权人 杜臣
地址 156100 黑龙江省富锦市铁路机务折返所
(72)发明人 杜臣
(51)Int.Cl.
F24H 1/44(2006.01)
F24H 9/00(2006.01)
F23J 15/00(2006.01)
F23J 11/00(2006.01)
F22B 33/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 201396921 Y,2010.02.03,
JP 58078045 A,1983.05.11,
CN 201680576 U,2010.12.22,
CN 2226247 Y,1996.05.01,
CN 2269558 Y,1997.12.03,
CN 2509515 Y,2002.09.04,

审查员 李玉红

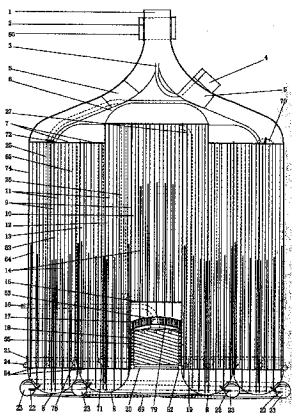
权利要求书4页 说明书13页 附图14页

(54)发明名称

多锅多回程环保速热高效一体化锅炉

(57)摘要

本发明多锅多回程环保速热高效一体化锅炉涉及锅炉技术领域，所述多锅，为多级锅筒相对独立联立集约一体化；所述多回程，为烟气依次在各级锅筒的行程；各级锅筒温度各不相同，较高温度烟气对应较高温度锅水，较低温度烟气对应低温的锅水，有效利用有限温差，能量差级利用，等效串联多级高效省煤器；所述锅炉扬长避短，取长补短综合应用多项现代锅炉技术，推出了涡旋回水集水器、涡旋分水器、热水管涡旋集水器、涡旋除尘器和涡旋排烟装置，所述装置应用涡旋流的速度场、压力场、温度场、能量场和势流叠加效应，用锅水的动能和内能，加速锅水循环；用烟气的内能实现烟尘的分离和烟气排放；使锅炉效率达到较高水平，对环境较少污染。



CN 101907351 B

1. 一种多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，包括燃烧室（55）、活动炉箅（20）、热水管环形集水器（52）、螺旋多头热水管（18）、汇流热水管（79）、燃料喷管（19）、窥视孔（21）、炉门（28）、热水管涡旋集水器（53）、炉拱（17）、出水管（16）、一级锅筒（10）、二级锅筒（12）、三级至末级锅筒、锅筒隔板（9）、外锅板（74）、一级锅筒下管板（15）、烟管（11）、重力式热管（14）、锅筒上管板（7）、上导烟罩（6）、末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管（70）、上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管（25）、下级锅筒上部到上一级锅筒下部过水管、一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管（27）、二级以下锅筒下管板（54）、下导烟罩（8）、涡旋除尘器（23）、末级锅筒进水管（24）、起旋叶片（5）、引风机（4）、引风喷管（3）、烟尘分离器（2）、冲天管（1）、涡旋排烟装置、涡旋回水集水器、涡旋分水器、温控循环水泵（34）、自然循环进水回路（61）、电控止阀（60）、温度继电器、排污管、排污阀、排空管、排空阀、安全阀、锅水净化软化处理设备、流体燃料制备和燃料供给设备、活动炉箅伺服机构，温度、压力、流速、水位传感器，饱和蒸汽管（82），过热管，上导烟罩进、出水管，控制台和锅炉其它附属装置；

所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉是一种立式锅炉，按用途分为多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉和多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉两种基本类型，其特征是：一级锅筒（10）置于燃烧室（55）上面，二级锅筒（12）环绕或半环绕在一级锅筒和燃烧室外面，三级以下各级锅筒环绕或半环绕在上一级锅筒外面；各级锅筒上、下管板间安装各级锅筒烟管（11）、锅筒隔板（9），外锅板（74）安装在末级锅筒上、下管板上；相邻烟管间各级锅筒下管板上丝扣安装重力式热管（14），所述重力式热管在下管板的安装下管板两侧分别用紫铜垫密封；相邻锅筒下级锅筒内设过水管，将下级锅筒上部锅水导入上一级锅筒的下部，末级锅筒上部锅水由末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管（70）导入上导烟罩（6）水套下部；上导烟罩是一个独立的腔体构件，安装在各级锅筒上部；上导烟罩上部锅水经上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管（25）导入次末级锅筒下部，上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管（25）设置在烟道和末级锅筒内；烟道内上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管（25）和末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管（70）分别设有过水管连接法兰盘（72）对接；一级锅筒上部温度较高锅水经一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管（27）切向进入热水管环形集水器（52），热水管环形集水器设置在燃烧室（55）下面，并与螺旋多头热水管（18）切向相接，螺旋多头热水管环绕燃烧室（55）高温区，帖近燃烧室水冷壁盘旋上升，在炉拱（17）下与汇流热水管（79）连接相通，汇流热水管延渐开线切向与设在炉拱中央的热水管涡旋集水器（53）连接相通，热水管涡旋集水器与出水管（16）连接相通；所述出水管与涡旋分水器连接相通，回流的锅水首先进入涡旋回水集水器，再经自然循环进水回路（61）和温控循环水泵（34）动、静叶片间间隙经由末级锅筒进水管（24）进入末级锅筒下部，所述进水管和各级锅筒下部、上导烟罩水套下部和热水管环形集水器进水管均为切向进入，北半球用户使锅水逆时针方向旋转，南半球用户锅水顺时针方向旋转；所述活动炉箅（20）设置在燃烧室下面，炉箅子为方形结构，由伺服机构驱动，并可整体向下翻转；炉拱（17）支撑安装在汇流热水管上，为具有一定厚度圆弧拱形构件，垂直密集设置有孔径较小的过烟孔；燃料喷管（19）轴线与燃烧室内一个定圆相切，燃料随二次空气由燃料喷管喷口定圆的切向进入燃烧室（55），使燃烧室内燃气发生旋转；炉门（28）、窥视孔（21）和燃料喷管（19）喷口对应的燃烧室内，根据炉门、窥视孔和燃料喷管喷口形状设环形热水管（59），

环形热水管与对应的螺旋多头热水管(18)焊接相通;所述燃烧室以二级锅筒为水冷壁;当热水管涡旋集水器出水管(16)锅水温度接近水的沸点时,在温控继电器作用下,温控循环水泵(34)启动,同时电控止阀(60)关闭自然循环进水回路(61),出水管水温下降3至5度,温控继电器作用,温控循环水泵(34)停止运转,同时电控止阀(60)开放自然循环进水回路(61),所述锅炉进入自然循环运转模式;烟气由一级锅筒出来,经上、下导烟罩依次进入二级以下各级锅筒;各级锅筒下导烟罩(8)外侧设有涡旋除尘器(23);烟气由末级锅筒出来,进入起旋叶片(5),经烟尘分离器(2)冲天管排入大气;引风机(4)安装在所述锅炉上部,引风机电机采用变频电机,功率因数可调;引风机(4)出来空气经中空的起旋叶片(5),进入上导烟罩(6)上部,经引风喷管(3)喷入排烟道;热水管涡旋集水器、涡旋排烟装置,燃烧室涡旋燃气流均采用逆时针方向旋转,南半球国家和地区用户则采用顺时针方向旋转;各级锅筒、上导烟罩水套、螺旋多头热水管均为下进水上出水,与较热锅水上升走向一致,各级锅筒间过水管、一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管(27),上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管(25)均在所述下级锅筒经过,与较冷锅水下行走向一致;锅水由末级锅筒到一级锅筒经螺旋多头热水管再到热水管涡旋集水器,温度步步升高,烟气由燃烧室出来到末级锅筒温度一路下降;

所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,采用了如下新技术:

a、推出多锅多回程技术,各级锅筒空间上联立一体,相邻锅筒间由安装在上、下管板间的锅筒隔板(9)空间上隔离,下一级锅筒上部到上一级锅筒下部设过水管连通,各级锅筒锅水温度各不相同,等效串联多级省煤器;烟气由一级锅筒出来,经上、下导烟罩依次进入二级以下各级锅筒,烟气多回程循环,使较高温度烟气对应较高温度的锅水,较低温度的烟气对应低温的锅水,有效利用有限温差,能量差级利用;

b、采用较厚炉拱(17),炉拱上垂直设置较小孔径密集的过烟孔,每个过烟孔都相当于一个高温燃烧室,确保燃料充分燃烧,同时缩短烟气在高温区停留时间,减少NOx的产生;燃烧室旋转的燃气进入垂直设置的炉拱过烟孔时,燃气势流发生切变,绝大部分固体悬浮物回落燃烧室;

c、采用较为高效廉价作用可靠的重力式热管(14),所述热管在下管板上的安装,采用丝扣连接,下管板两侧分别用紫铜垫密封,活动炉箅(20)可以整体向下翻转,下导烟罩和涡旋除尘器采用方便拆卸结构,便于失效热管和炉拱(17)更换;

d、将涡旋流技术应用于锅水循环和烟气循环,流体延渐开线形流体入射通道进入所述锅炉的涡旋回水集水器、涡旋分水器、热水管涡旋集水器、涡旋除尘器和涡旋排烟装置,遵循动量守恒定理,流体速度增加,流体温度下降,流体部分内能转化为流体动能,在所述装置中形成涡旋流场,入射流体与所述装置涡旋流矢量相同或相切,入射流体给涡旋流动量,涡旋流给入射流体低于静压头一个动压头值背压相互促进,流体流线卷积势流叠加,当进入似固体旋转区时,流体的速度下降,流体的部分动能又转化为流体的位能;所述装置在涡旋流的速度场、压力场、温度场和能量场效应和势流叠加效应作用下,用锅水内能加速锅水循环,同时充分利用锅水热动力、地球自转科氏力,实现中、大型热水锅炉以自然循环为主的运行模式;用烟气内能加速烟气的流动,加快烟气循环和排放;涡旋流除尘,多级除尘,有效避免烟管堵塞。

2. 根据权利要求1所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,其特征是:涡旋回水

集水器和涡旋分水器均为环形等速涡壳，所述等速涡壳，是一个半径随旋转角度呈线性变化，旋转一周半径的变化量为流体入口的宽度，其基本形线是渐开线；所述涡旋回水集水器和涡旋分水器进水口内边与涡壳切向外接，外边是涡壳渐开线的延长过渡线；排水口采用叶片形管的排管，均布安装在所述涡旋回水集水器和涡旋分水器环形涡壳上；涡旋回水集水器和涡旋分水器分为立交型和超越型两种基本类型，立交型涡旋回水集水器和涡旋分水器进、排水通道上有一个立体相交段，相交段叶片形管的排管内是排水通道，相交段叶形管的排管外是进水通道；超越型涡旋回水集水器和涡旋分水器进、排水通道不相交；涡旋回水集水器和涡旋分水器区别仅在于：涡旋分水器进水通道由一路变环形，出水通道则由环形变多路，涡旋回水集水器进水通道由多路变环形，出水通道则由环形变一路。

3. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，其特征是：所述烟尘分离器（2）就是在烟道壁上设一定数量和长度的切向立缝，两个方向切向立缝上下配置，即逆烟气流立缝在下，顺烟气流立缝在上，与立缝对应烟道上设有环形的烟尘分离器收集器（80），逆烟气流立缝将烟尘混合物引入收集器，顺烟气流立缝将较为洁净烟气回流到烟气流，烟尘由排尘管排出并收集起来。

4. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，其特征是：涡旋除尘器（23）是一个环形等速涡壳，所述等速涡壳，是一个半径随旋转角度呈线性变化，旋转一周半径的变化量为进气口的宽度，其基本形线是渐开线；所述涡旋除尘器进气口内边与涡壳切向外接，外边是涡壳渐开线的延长过渡线；烟气回流管（22）为叶片形管的排管，将涡旋除尘器中心较为洁净的烟气回流至烟气通道；与所述涡旋除尘器环形涡壳相切设有同为叶片形烟尘收集器集尘管（69）排管。

5. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，其特征是：热水管涡旋集水器（53）是一个圆台旋转体，上端与出水管（16）连接相通，下端圆台切向联通汇流热水管（79），所述汇流热水管与螺旋多头热水管（18）相通，锅水经汇流热水管延渐开线切向进入热水管涡旋集水器（53），在热水管涡旋集水器内形成涡管式涡旋流场，其一端搭在固体壁上，另一端向无限远伸展。

6. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，其特征是：涡旋排烟装置由环形向圆形过渡烟道和多个起旋叶片（5）组成，起旋叶片采用叶片形，烟气在起旋叶片（5）引导下，延渐开线切向进入烟道环形向圆形过渡空间，遵循动量守恒原理，烟气流速加快，烟气部分内能转变为动能，烟气在过渡烟道空间形成涡旋流管，涡旋流管一端搭在固体壁上，另一端向无限远处伸展；烟气给涡旋流动量，涡旋流给烟气流负压诱导，相互促进。

7. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，其特征是：所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为人工焚火锅炉，省却用于流体燃料悬燃时设置的燃料喷管和窥视孔，增设炉门（28）；炉门为双层结构，外炉门设有可调风门（57）、风门调整轮（56）和手柄（68），可手动实时调整二次风量，内外炉门间设集风腔（67）和二次风口（58），切向进入的二次空气使燃烧室燃气发生旋转；炉门侧 2 级至末级锅筒及下导烟罩（8）和涡旋除尘器（23）均上移至炉门以上。

8. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，其特征是：所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为人工焚火锅炉，省却用于流体燃料悬燃时设置的燃料喷管和窥视孔，增设炉门（28）；炉门为双层结构，外炉门设有可调风门（57）、风门调整轮（56）

和手柄(68),可手动实时调整二次风量,内外炉门间设集风腔(67)和二次风口(58),切向进入的二次空气使燃烧室燃气发生旋转;末级锅筒偏心环绕在次末级锅筒和炉门侧一级锅筒(10)、燃烧室(55)外面,其余各级锅筒都在炉门侧与一级锅筒(10)和燃烧室(55)相切,炉门侧水冷壁与末级锅筒相通,对应炉门侧下导烟罩(8)省却。

9. 根据权利要求 1 所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,其特征是:所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为人工焚火锅炉,省却用于流体燃料悬燃时设置的燃料喷管和窥视孔,增设炉门(28);炉门为双层结构,外炉门设有可调风门(57)、风门调整轮(56)和手柄(68),可手动实时调整二次风量,内外炉门间设集风腔(67)和二次风口(58),切向进入的二次空气使燃烧室燃气发生旋转;所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉整体为圆柱缺或椭圆柱缺,柱切面在炉门侧;切面水冷壁(78)与末级锅筒相通;二级以下锅筒半环绕在上一级锅筒外面,对应燃烧室切面水冷壁一定位置设炉门(28),炉门侧对应下导烟罩(8)和涡旋除尘器(23)省却。

10. 根据权利要求 1、3 至 9 其中任一项所述的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,其特征是:所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为蒸汽锅炉,所述多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉不同于多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉的地方在于:1、设置有饱和蒸汽管(82),一级锅筒(10)高出二级以下各级锅筒一定高度,作为蒸发和储存蒸汽空间;2、设有上导烟罩进、出水管,省却了末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管(70)和上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管(25);上导烟罩(6)水套作为一个独立单元用于给水预热,给水泵由控制台根据水位传感器参数控制,将经上导烟罩预热的软化水经进水管(24)注入末级锅筒下部;3、螺旋多头热水管(18)一部分经汇流热水管(79)进入热水管涡旋集水器,热水管涡旋集水器出水管与一级锅筒(10)联通,螺旋多头热水管另一部分延燃烧室水冷壁盘旋进入炉拱(17)上部,在一级锅筒下管板(15)四周切向进入一级锅筒(10);4、燃烧室水冷壁与一级锅筒(10)相通,省却了热水管环形集水器(52)和一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管(27),螺旋多头热水管(18)下端切向与水冷壁相通;5、省却了涡旋回水集水器、涡旋分水器、温控继电器和温控循环水泵(34),增设了过热管和蒸汽止阀,过热管盘旋设置在上导烟罩(6)内,或者设置在一级锅筒(10)烟管内,前者适合蒸汽过热温度要求不高用户,后者适合蒸汽过热温度要求较高用户,对过热蒸汽温度要求特别高的用户,过热管安装在炉拱(17)与一级锅筒下管板(15)间。

多锅多回程环保速热高效一体化锅炉

技术领域

[0001] 本发明涉及锅炉技术领域；特别涉及一种多锅多回程、环保、速热、高效一体化锅炉及锅炉附属装置。

背景技术

[0002] 锅炉经数百年应用与发展，其技术日益完善；目前采用主要技术有热水管技术，水冷壁技术，烟管、热管及省煤器技术，低 NOx 燃烧、除尘减排技术，烟气多回程循环技术，以及先进的控制技术；这些技术的应用，使锅炉效率达到一个较高水平。这些技术各有所长，也各有其短；通用的热水管技术，其优点是热交换面积大，升温快，锅水热动力自然流动快，缺点是钢水比低，有热幅射漏泄；水冷壁钢水比较高，热幅射漏泄少，其缺点是传热面积小，锅水热动力循环无力，水冷壁和热水管都会使燃烧室温度过低，造成燃料不完全燃烧；烟管的优势在于钢水比较高，传热面积大，劣势在于，热惯性较大，维护费用高，烟管易堵塞，烟气含尘量大和用于卧式锅炉时更易发生堵塞；热管技术优点是扩大了传热面积和增强了热传导强度，缺点是使用寿命短，失效热管更换困难，造价高，其中重力式热管造价较低，但必须垂直安装使用；省煤器技术提高锅炉热效率较为有效，但很有限，通用的省煤器多为分体式设计，锅炉造价高，性价比大幅度下降。

[0003] 烟气多回程循环技术近年来得到一定发展，但均为在一个锅筒内往复循环，当同时采用省煤器技术时，不过是在两级锅筒内循环，实现的效率提高极为有限；烟气循环阻力增大则靠加大强制通风来解决。

[0004] 锅炉的内融物热交换介质水、水蒸汽和烟气共性是流体，流体力学也有数百年历史，但流体力学在锅炉技术领域的应用则极为有限；目前应用的锅炉普遍存在高污染低效率、升温慢、运营和维护费用高，综合经济效益低的问题，一些锅炉还存在安全隐患。

发明内容

[0005] 本发明的目的是，扬长避短，取长补短综合应用锅炉的热水管技术，水冷壁技术，烟管、热管及省煤器技术，低 NOx 燃烧、除尘减排技术、烟气多回程循环技术和先进的控制技术，将涡旋流技术应用于锅水循环，排烟除尘，充分利用锅水热动力锅水内能和烟气内能及科氏力，增强热传导，速热环保，提高热效率；推出一种多锅多回程环保速热高效一体化锅炉。

[0006] 为实现上述目的，本发明采用的技术方案是：一种多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，包括燃烧室 55、活动炉箅 20、热水管环形集水器 52、螺旋多头热水管 18、汇流热水管 79、燃料喷管 19、窥视孔 21、炉门 28、热水管涡旋集水器 53、炉拱 17、出水管 16、一级锅筒 10、二级锅筒 12、三级至末级锅筒、锅筒隔板 9、外锅板 74、一级锅筒下管板 15、烟管 11、重力式热管 14、锅筒上管板 7、上导烟罩 6、末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管 70、上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25、下级锅筒上部到上一级锅筒下部过水管、一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27、二级以下锅筒下管板 54、下导烟罩 8、涡旋除尘器 23、末级锅

筒进水管 24、起旋叶片 5、引风机 4、引风喷管 3、烟尘分离器 2、冲天管 1、涡旋排烟装置、涡旋回水集水器、涡旋分水器、温控循环水泵 34、自然循环进水回路 61、电控止阀 60、温度继电器、排污管、排污阀、排空管、排空阀、安全阀、锅水净化软化处理设备、流体燃料制备和燃料供给设备、活动炉箅伺服机构，温度、压力、流速、水位传感器，饱和蒸汽管 82，过热管，上导烟罩进、出水管，控制台和锅炉其它附属装置；

[0007] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉是一种立式锅炉，按用途分为多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉和多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉两种基本类型，其特征是：一级锅筒 10 置于燃烧室 55 上面，二级锅筒 12 环绕或半环绕在一级锅筒和燃烧室外面，三级以下各级锅筒环绕或半环绕在上一级锅筒外面；各级锅筒上、下管板间安装各级锅筒烟管 11、锅筒隔板 9，外锅板 74 安装在末级锅筒上、下管板上；相邻烟管间各级锅筒下管板上丝扣安装重力式热管 14，所述重力式热管在下管板的安装下管板两侧分别用紫铜垫密封；相邻锅筒下级锅筒内设过水管，将下级锅筒上部锅水导入上一级锅筒的下部，末级锅筒上部锅水由末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管 70 导入上导烟罩 6 水套下部；上导烟罩是一个独立的腔体构件，安装在各级锅筒上部；上导烟罩上部锅水经上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25 导入次末级锅筒下部，上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25 设置在烟道和末级锅筒内；烟道内上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25 和末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管 70 分别设有过水管连接法兰盘 72 对接；一级锅筒上部温度较高锅水经一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27 切向进入热水管环形集水器 52，热水管环形集水器设置在燃烧室 55 下面，并与螺旋多头热水管 18 切向相接，螺旋多头热水管环绕燃烧室 55 高温区，帖近燃烧室水冷壁盘旋上升，在炉拱 17 下与汇流热水管 79 连接相通，汇流热水管延渐开线切向与设在炉拱中央的热水管涡旋集水器 53 连接相通，热水管涡旋集水器与出水管 16 连接相通；所述出水管与涡旋分水器连接相通，回流的锅水首先进入涡旋回水集水器，再经自然循环进水回路 61 和温控循环水泵 34 动、静叶片间间隙经由末级锅筒进水管 24 进入末级锅筒下部，所述进水管和各级锅筒下部、上导烟罩水套下部和热水管环形集水器进水管均为切向进入，北半球用户使锅水逆时针方向旋转，南半球用户锅水顺时针方向旋转；所述活动炉箅 20 设置在燃烧室下面，炉箅子为方形结构，由伺服机构驱动，并可整体向下翻转；炉拱 17 支撑安装在汇流热水管上，为具有一定厚度圆弧拱形构件，垂直密集设置有孔径较小的过烟孔；燃料喷管 19 轴线与燃烧室内一个定圆相切，燃料随二次空气由燃料喷管喷口定圆的切向进入燃烧室 55，使燃烧室内燃气发生旋转；炉门 28、窥视孔 21 和燃料喷管 19 喷口对应的燃烧室内，根据炉门、窥视孔和燃料喷管喷口形状设环形热水管 59，环形热水管与对应的螺旋多头热水管 18 焊接相通；所述燃烧室以二级锅筒为水冷壁；当热水管涡旋集水器出水管 16 锅水温度接近水的沸点时，在温控继电器作用下，温控循环水泵 34 启动，同时电控止阀 60 关闭自然循环进水回路 61，出水管水温下降 3 至 5 度，温控继电器作用，温控循环水泵 34 停止运转，同时电控止阀 60 开放自然循环进水回路 61，所述锅炉进入自然循环运转模式；烟气由一级锅筒出来，经上、下导烟罩依次进入二级以下各级锅筒；各级锅筒下导烟罩 8 外侧设有涡旋除尘器 23；烟气由末级锅筒出来，进入起旋叶片 5，经烟尘分离器 2 冲天管排入大气；引风机 4 安装在所述锅炉上部，引风机电机采用变频电机，功率因数可调；引风机 4 出来空气经中空的起旋叶片 5，进入上导烟罩 6 上部，经引风喷管 3 喷入排烟道；热水管涡旋集水器、涡旋排烟装置，燃烧室涡旋燃气

流均采用逆时针方向旋转，南半球国家和地区用户则采用顺时针方向旋转；各级锅筒、上导烟罩水套、螺旋多头热水管均为下进水上出水，与较热锅水上升走向一致，各级锅筒间过水管、一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27，上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25 均在所述下级锅筒经过，与较冷锅水下行走向一致；锅水由末级锅筒到一级锅筒经螺旋多头热水管再到热水管涡旋集水器，温度步步升高，烟气由燃烧室出来到末级锅筒温度一路下降；

[0008] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，采用了如下新技术：

[0009] a、推出多锅多回程技术，各级锅筒空间上联立一体，相邻锅筒间由安装在上、下管板间的锅筒隔板 9 空间上隔离，下一级锅筒上部到上一级锅筒下部设过水管连通，各级锅筒锅水温度各不相同，等效串联多级省煤器；烟气由一级锅筒出来，经上、下导烟罩依次进入二级以下各级锅筒，烟气多回程循环，使较高温度烟气对应较高温度的锅水，较低温度的烟气对应低温的锅水，有效利用有限温差，能量差级利用；

[0010] b、采用较厚炉拱 17，炉拱上垂直设置较小孔径密集的过烟孔，每个过烟孔都相当于一个高温燃烧室，确保燃料充分燃烧，同时缩短烟气在高温区停留时间，减少 NOx 的产生；燃烧室旋转的燃气进入垂直设置的炉拱过烟孔时，燃气势流发生切变，绝大部分固体悬浮物回落燃烧室；

[0011] c、采用较为高效廉价作用可靠的重力式热管 14，所述热管在下管板上的安装，采用丝扣连接，下管板两侧分别用紫铜垫密封，活动炉箅 20 可以整体向下翻转，下导烟罩和涡旋除尘器采用方便拆卸结构，便于失效热管和炉拱 17 更换；

[0012] d、将涡旋流技术应用于锅水循环和烟气循环，流体延渐开线形流体入射通道进入所述锅炉的涡旋回水集水器、涡旋分水器、热水管涡旋集水器、涡旋除尘器和涡旋排烟装置，遵循动量守恒定理，流体速度增加，流体温度下降，流体部分内能转化为流体动能，在所述装置中形成涡旋流场，入射流体与所述装置涡旋流矢量相同或相切，入射流体给涡旋流动量，涡旋流给入射流体低于静压头一个动压头值背压相互促进，流体流线卷积势流叠加，当进入似固体旋转区时，流体的速度下降，流体的部分动能又转化为流体的位能；所述装置在涡旋流的速度场、压力场、温度场和能量场效应和势流叠加效应作用下，用锅水内能加速锅水循环，同时充分利用锅水热动力、地球自转科氏力，实现中、大型热水锅炉以自然循环为主的运行模式；用烟气内能加速烟气的流动，加快烟气循环和排放；涡旋流除尘，多级除尘，有效避免烟管堵塞。

[0013] 所述涡旋回水集水器和涡旋分水器均为环形等速涡壳，所述等速涡壳，是一个半径随旋转角度呈线性变化，旋转一周半径的变化量为流体入口的宽度，其基本形线是渐开线；所述涡旋回水集水器和涡旋分水器进水口内边与涡壳切向外接，外边是涡壳渐开线的延长过渡线；排水口采用叶片形管的排管，均布安装在所述涡旋回水集水器和涡旋分水器环形涡壳上；涡旋回水集水器和涡旋分水器分为立交型和超越型两种基本类型，立交型涡旋回水集水器和涡旋分水器进、排水通道上有一个立体相交段，相交段叶片形管的排管内是排水通道，相交段叶形管的排管外是进水通道；超越型涡旋回水集水器和涡旋分水器进、排水通道不相交；涡旋回水集水器和涡旋分水器区别仅在于：涡旋分水器进水通道由一路变环形，出水通道则由环形变多路，涡旋回水集水器进水通道由多路变环形，出水通道则由环形变一路。

[0014] 所述烟尘分离器 2 就是在烟道壁上设一定数量和长度的切向立缝，两个方向切向立缝上下配置，即逆烟气流立缝在下，顺烟气流立缝在上，与立缝对应烟道上设有环形的烟尘分离器收集器 80，逆烟气流立缝将烟尘混合物引入收集器，顺烟气流立缝将较为洁净烟气回流到烟气流，烟尘由排尘管排出并收集起来。

[0015] 所述涡旋除尘器 23 是一个环形等速涡壳，所述等速涡壳，是一个半径随旋转角度呈线性变化，旋转一周半径的变化量为进气口的宽度，其基本形线是渐开线；所述涡旋除尘器进气口内边与涡壳切向外接，外边是涡壳渐开线的延长过渡线；烟气回流管 22 为叶片形管的排管，将涡旋除尘器中心较为洁净的烟气回流至烟气通道；与所述涡旋除尘器环形涡壳相切设有同为叶片形烟尘收集器集尘管 69 排管。

[0016] 所述热水管涡旋集水器 53 是一个圆台旋转体，上端与出水管 16 连接相通，下端圆台切向联通汇流热水管 79，所述汇流热水管与螺旋多头热水管 18 相通，锅水经汇流热水管延渐开线切向进入热水管涡旋集水器 53，在热水管涡旋集水器内形成涡管式涡旋流场，其一端搭在固体壁上，另一端向无限远伸展。

[0017] 所述涡旋排烟装置由环形向圆形过渡烟道和多个起旋叶片 5 组成，起旋叶片采用叶片形，烟气在起旋叶片 5 引导下，延渐开线切向进入烟道环形向圆形过渡空间，遵循动量守恒原理，烟气流速加快，烟气部分内能转变为动能，烟气在过渡烟道空间形成涡旋流管，涡旋流管一端搭在固体壁上，另一端向无限远处伸展；烟气给涡旋流动量，涡旋流给烟气流负压诱导，相互促进。

[0018] 本发明的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉按用途可分为多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉和多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉两种基本类型，按焚火操作流程分为流体燃料悬燃和人工焚火多锅多回程环保速热高效一体化锅炉两种基本类型，两种类型锅炉结构上略有差异，根据各自用途和焚火作业流程增加和省却了部分设施；本发明根据用户需求可开发多系列多锅多回程环保速热高效一体化锅炉产品，其中：

[0019] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为人工焚火锅炉，省却用于流体燃料悬燃时设置的燃料喷管和窥视孔，增设炉门 28；炉门为双层结构，外炉门设有可调风门 57、风门调整轮 56 和手柄 68，可手动实时调整二次风量，内外炉门间设集风腔 67 和二次风口 58，切向进入的二次空气使燃烧室燃气发生旋转；炉门侧 2 级至末级锅筒及下导烟罩 8 和涡旋除尘器 23 均上移至炉门以上。

[0020] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为人工焚火锅炉，省却用于流体燃料悬燃时设置的燃料喷管和窥视孔，增设炉门 28；炉门为双层结构，外炉门设有可调风门 57、风门调整轮 56 和手柄 68，可手动实时调整二次风量，内外炉门间设集风腔 67 和二次风口 58，切向进入的二次空气使燃烧室燃气发生旋转；末级锅筒偏心环绕在次末级锅筒和炉门侧一级锅筒 10、燃烧室 55 外面，其余各级锅筒都在炉门侧与一级锅筒 10 和燃烧室 55 相切，炉门侧水冷壁与末级锅筒相通，对应炉门侧下导烟罩 8 省却。

[0021] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为人工焚火锅炉，省却用于流体燃料悬燃时设置的燃料喷管和窥视孔，增设炉门 28；炉门为双层结构，外炉门设有可调风门 57、风门调整轮 56 和手柄 68，可手动实时调整二次风量，内外炉门间设集风腔 67 和二次风口 58，切向进入的二次空气使燃烧室燃气发生旋转；所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉整体为圆柱缺或椭圆柱缺，柱切面在炉门侧；切面水冷壁 78 与末级锅筒相通；二级以下锅筒

半环绕在上一级锅筒外面，对应燃烧室切面水冷壁一定位置设炉门 28，炉门侧对应下导烟罩 8 和涡旋除尘器 23 省却。

[0022] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉为蒸汽锅炉，所述多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉不同于多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉的地方在于：1、设置有饱和蒸汽管 82，一级锅筒 10 高出二级以下各级锅筒一定高度，作为蒸发和储存蒸汽空间；2、设有上导烟罩进、出水管，省却了末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管 70 和上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25；上导烟罩 6 水套作为一个独立单元用于给水预热，给水泵由控制台根据水位传感器参数控制，将经上导烟罩预热的软化水经进水管 24 注入末级锅筒下部；3、螺旋多头热水管 18 一部分经汇流热水管 79 进入热水管涡旋集水器，热水管涡旋集水器出水管与一级锅筒 10 联通，螺旋多头热水管另一部分延燃烧室水冷壁盘旋进入炉拱 17 上部，在一级锅筒下管板 15 四周切向进入一级锅筒 10；4、燃烧室水冷壁与一级锅筒 10 相通，省却了热水管环形集水器 52 和一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27，螺旋多头热水管 18 下端切向与水冷壁相通；5、省却了涡旋回水集水器、涡旋分水器、温控继电器和温控循环水泵 34，增设了过热管和蒸汽止阀，过热管盘旋设置在上导烟罩 6 内，或者设置在一级锅筒 10 烟管内，前者适合蒸汽过热温度要求不高用户，后者适合蒸汽过热温度要求较高用户，对过热蒸汽温度要求特别高的用户，过热管安装在炉拱 17 与一级锅筒下管板 15 间。

[0023] 本发明多锅多回程环保速热高效一体化锅炉是一种立式锅炉；进一步说明如下：所述多锅，为多级锅筒相对独立，所述多回程，为烟气依次在所述锅筒的行程；一级锅筒 10 置于燃烧室 55 上面，二级锅筒 12 环绕或半环绕一级锅筒 10 和燃烧室 55 外面，三级锅筒 13 环绕或半环绕二级锅筒外面，依此类推，n 级锅筒环绕或半环绕（n-1）级锅筒外面（n 为整数，且 $n \geqslant 2$）；锅筒级数通常为奇数个；下一级锅筒环绕上一级锅筒时，较适合流体燃料悬燃式锅炉（所述流体燃料是指包括煤粉、水煤浆、稻谷壳等气、固、液或其两相或三相流体燃料），半环绕时较适合手工焚火锅炉；所述一体化，是指相对独立各级锅筒空间上联立一体，相邻锅筒间由安装在上、下管板间的锅筒隔板 9 空间上隔离；所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，整体采用圆柱或类圆柱形设计，使锅炉外表面积最小化；各级锅筒相对独立，各级锅筒温度各不相同，等效串联 n 个省煤器；最外层是温度较低的末级锅筒，其锅水和烟气温度都较低，有效降低锅炉外表面的散热损失。

[0024] 活动炉箅 20 的炉箅子可以是任意形状，本发明优选采用方形，方形炉箅对角线与水平线平行时炉箅子间隙最小，与水平线成 45 度角时炉箅间隙最大，可自动或手动定量调节炉箅的通风面积，方形炉箅转动时不易卡住；热水管环形集水器 52（图 17）切向与一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27 和螺旋多头热水管 18 联通，一级锅筒上部温度较高的锅水，经所述过水管切向进入热水管环形集水器，然后切向进入螺旋多头热水管；螺旋多头热水管环绕燃烧室高温区，管内锅水温度迅速升高，高温锅水在汇流热水管 79 中延渐开线在炉拱中间热水管涡旋集水器 53（图 18）汇聚，在热水管涡旋集水器中形成涡旋流，在涡旋流场作用下，使锅水加速循环，高温锅水经热水管涡旋集水器出水管 16 进入涡旋分水器；涡旋分水器在涡旋流的速度场、压力场、温度场和能量场效应和势流叠加效应作用下，使锅水进一步加速循环。作为流体燃料悬燃多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，燃烧室内设有燃料喷管喷口和窥视口；燃料喷管设置一个以上时，优选均匀分布，燃料喷管轴线与

燃烧室内一个定圆相切(图 8H),燃料随二次空气由燃料喷管喷口进入燃烧室,使燃烧室内燃气发生旋转,形成涡旋流,加速了燃气混合,促进燃料充分燃烧;流体燃料制备设备和燃料供给设备均采用通用技术;炉门 28 同时是二次风入口,炉门关闭时,空气由炉门可调风门 57 进入集风腔 67,经二次风口 58 优选逆时针也可顺时针切向进入燃烧室,使燃烧室燃气发生旋转,加速燃气混合,促进燃料充分燃烧,这种设计,即可有效冷却炉门,又可将热量由二次风带回燃烧室;作为流体燃料悬燃多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,所述燃烧室以二级锅筒为水冷壁,二级锅筒外环绕着二级以下各级锅筒,燃烧室侧面和上部各波段热辐射很少漏泄;作为人工焚火多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,各级锅筒非全对称设计,(图 3、图 8 中 C、D、E、F、G 型),炉门侧切面水冷壁 78 与末级锅筒相通,炉门侧切面可以是任意线形,二级锅筒半环绕在燃烧室和一级锅筒外面,其余锅筒半环绕上一级锅筒外面;或各级锅筒横剖面仍为全对称设计,燃烧室水冷壁与二级锅筒相通,二级以下锅筒炉门侧向上提升至炉门以上位置(附图 2);或者锅炉外形仍为圆柱形或椭圆柱形,二级及二级以下锅筒分别与上一级锅筒在炉门侧相切,半环绕在上一级锅筒外面,末级锅筒则偏心环绕在次末级锅筒(上一级锅筒)外面,炉门侧与燃烧室距离空间,构成燃烧室炉门侧水冷壁,所述水冷壁与温度较低的末级的锅筒锅水相通(图 3)。炉拱 17 为圆弧拱形,这种形状结构强度较大;所述炉拱装置于汇流热水管 79 上面,且具有一定厚度,炉拱上垂直密集设置孔径较小的过烟孔,每个过烟孔相当于一个高温燃烧室,确保燃料充分燃烧,同时缩短燃气在高温区停留时间,有效控制 NOx 的产生,弥补了采用水冷壁和热水管,燃烧室温度低燃料不能充分燃烧的弊病,所述炉拱厚度以燃气经过烟孔燃气基本燃尽为限;为方便更换失效热管和炉拱,所述锅炉炉箅子可以整体向下翻转,下导烟罩和涡旋除尘器采用方便拆卸结构,安装座下设有一定深度灰坑。本发明采用多锅多回程、多级除尘设计,有效延长了烟管长度增加传热面积,避免烟管发生堵塞;为防止安装烟管的管板龟裂,所述锅炉各级锅筒尽可能采用等长烟管和平直的上、下管板,平直的管板易发生弹性变形而不易龟裂;各级锅筒、螺旋多头热水管和上导烟罩 6 水套均为下进水上出水,与热水上行走向一致(较高温度水的比重低而上浮),下一级锅筒上部到上一级锅筒下部过水管由所述下一级锅筒内经过,一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27 由二级锅筒内经过,上导烟罩到次末级锅筒下部过水管 25 由末级锅筒中经过,所述过水管内锅水温度都高于管外锅水温度,管内锅水温度略有下降,使过水管内锅水加速下行(较低温度水的比重大而下沉),最大限度地利用锅水热动力,促进锅水热循环增强热传导,所述过水管在各级锅筒下部入口、末级锅筒进水管 24 入口和上导烟罩水套入口均为切向进入,优选使锅水逆时针方向旋转,热水管环形集水器、热水管涡旋集水器、涡旋排烟装置,燃烧室涡旋燃气流均采用逆时针方向旋转,南半球国家和地区用户则应采用顺时针方向旋转,高效利用涡旋流场效,同时利用地球自转产生的科氏力,加快锅水和烟气循环。

[0025] 所述多锅多回程环保速热高效一体化锅炉,各级锅筒和热水管环形集水器 52 最低处法兰盘对接安装排污管(未示出),排污管上安装排污阀(未示出);各级锅筒、上导烟罩水套和涡旋分水器最高处引出排空管(未示出),排空管上安装排空阀(未示出);各级锅筒、热水管涡旋集水器出口、上导烟罩、末级锅筒进水管、燃烧室、冲天管、涡旋回水集水器和涡旋分水器均设有压力、温度和流速传感器,各级锅筒和上导烟罩水套设有水位传感器,相关参数显示在控制台的显示屏上(未示出);各级锅筒、上导烟罩和涡旋分水器均设有安全阀;

配备锅水净化、软化处理设备(未示出),补水设备(未示出);补水设备、温控循环水泵、自然循环进水回路电控止阀、引风机、燃料供给设备、活动炉箅伺服机构均由控制台按程序自动或手动控制。

[0026] 锅炉传热面上锅水因温度升高密度下降而产生向上动力,所谓热动力,其作用力极为有限,远不能满足热传导对锅水循环的要求;通用大中型热水锅炉均采用强制循环作为运行主模式;多锅多回程烟气循环增加了烟气排放阻力同时降低排烟温度,使烟气循环排放动力明显不足;本发明的涡旋回水集水器、涡旋分水器、热水管涡旋集水器、涡旋除尘器和涡旋排烟装置,应用了涡旋流的速度场、压力场、温度场和能量场效应,应用流体的势流叠加效应,充分利用锅水的动能和内能,加速锅水循环;用烟气的内能实现烟尘的分离和排放;有效提高了本发明的综合经济性。

[0027] 很早以前人们就发现流体的一些特性,流体力学就是从宏观上研究流体特性的一门科学;宏观运动流体不同于静止流体的地方在于:静止流体内任一点处流体的压力(滞止压),在各各方向上都相等,宏观运动流体不仅具有标量场特性,同时具有矢量场特性;宏观运动流体作用于观测点的压力,等于该方向与矢量方向夹角的余弦与动压头的乘积,加上静压头值;即$p=p_1+\frac{\rho w^2}{2}\cos a$;观测点迎着来流方向,$a=0,\cos a=1.p=p_1+\frac{\rho w^2}{2}$,感应的压力是流体的总压头,(等于静压头与动压头之和);垂直于流体矢量线观测点,a=90°,cos=0,p=p_1,感应的压力是流体的静压头值p_1;背向流体来流方向观测点,a=180°,cosa=-1,感应的压力等于流体静压头值加上动压头值的相反数,即$p=p_1-\frac{\rho w^2}{2}$;(ρ 为流体的比重,w 为流体的速度)。

[0028] 涡旋流又有其独特的特性;理想、正压外势有力,涡旋流的基本特性是保持性,半无限伸展涡旋诱导的速度场按式$w=\frac{\Gamma}{4\pi h}$分布(Γ 为涡旋强度,h 为涡旋内任一点 m 到涡心的垂直距离);无限伸展涡旋所诱导的速度场按式$w=\frac{\Gamma}{2\pi h}$分布;涡旋压力场按式$p=P_\infty-\frac{\rho w^2}{2}$,$p_c=p_\infty-\rho w^2$分布($P_\infty$介质压,角 c 为涡心参数);就是说,涡旋内压力降,与线速度的二次方成正比,涡旋中心压力比边界层上压力低两倍的动压头值;无限伸展涡旋所诱导的速度场两倍于半无限涡旋所诱导的速度场;又根据势流叠加定理,“叠加两个或更多流动组成一个新的复合流动,要想得到该复合流动的流函数或势函数,只要把各原始流动的流函数或势函数简单地代数相加起来就可以了”(机械工业出版社,郑洽馀、鲁钟琪主编《流体力学》,233 页),势流叠加定理又可称之为势流叠加效应;实际流体由于存在粘滞性,“随时间的的推移,速度环量将发生变化,也就是说产生或消灭涡旋,当$\frac{d\Gamma}{dt}>0$时,Γ 增加,涡通量是增加的;当$\frac{d\Gamma}{dt}<0$时,Γ 减少,涡通量减少”(1982 年 8 月北京大学出版社出

版，吴望一著《流体力学》上册，第 219 页)；涡旋流还有个特性，就是延涡管长度每一个截面，涡旋强度都相等；就是说涡管截面单位面积涡旋强度会随涡管直径的缩小而增强，较高的涡旋强度对应较高的流体速度，在涡旋流中，由于涡旋的速度场、压力场、温度场和能量场存在，随着流体质点 m 延渐开线(渐近线) 向涡旋中心接近，根据动量守恒定理，流体速度将增加(流体速度的增加能量来源于流体的内能)，如式 $w=\frac{\Gamma}{2\pi h}$ 所示，部分流体内能转化为动能，流体温度将下降，$t=\frac{k-1}{k+1}(\frac{w}{w_0})t_0$ (k 为绝热指数，角 0 为初始参数)，当进入似固体旋转区时，流体的速度下降，在涡心处 w ＝ 0，流体的动能转化为流体的位能 (势能)，流体的滞止压升高；而涡旋流的边界层上作用于入射流体的背压，则为低于静压力一个动压力头值；飓风、龙卷风威力巨大，奥秘就在于这种效应，且称之为涡旋效应，即涡旋流的速度场、压力场、温度场和能量场效应。

[0029] 本发明推出涡旋回水集水器、涡旋分水器、涡旋除尘器均是自行封闭等速涡环；涡环涡管首尾相接，属无限伸展涡旋，是较为理想涡旋；涡旋分水器和涡旋回水集水器的进水管和进水口同为环形并相接连通，排水口环形排列的叶片形管排管与环形的出水管连接相通，进水口内边与涡壳切向外接，外边是涡壳渐开线的延长过渡线；锅水经涡旋分水器和涡旋回水集水器等速涡壳渐开线形进水管通道由进水口进入涡旋分水器和涡旋回水集水器内，遵循动量守恒定理锅水流速增加，锅水温度略有下降，由于涡旋流场存在，入射流体与涡旋流矢量相同(等速涡壳的流体特性)，涡旋流给入射流低于静压头一个动压头值背压负压诱导，入射流给涡旋流动量，势流叠加使涡旋流进一步加速，流体的部分内能转变为流体的动能；随着流体质点延渐开线向涡旋中心接近，在涡旋流似固体旋转区流速下降，在涡旋中心流速降为零，流体的动能转变为流体的位能(势能)；作用于气体产生动态压缩效应，使其滞止压升高，作用于液体，由于其在不是太高压力下近似为不可压缩流体，而保持较高的动能，从而使锅水加速循环；由于离心力作用，烟尘混合物贴近下导烟罩 8 涡壳由涡旋除尘器进气通道经涡旋除尘器进气口进入涡旋除尘器内，在涡旋除尘器内形成涡旋流，涡旋除尘器 23 中心较为洁净烟气由烟气回流管 22 回送至下导烟罩 8 内。涡旋回水集水器和涡旋分水器与涡旋除尘器不同的是，省却了回流管；涡旋回水集水器和涡旋分水器又分为立交型涡旋回水集水器(图 11)和立交型涡旋分水器(图 13)，超越型涡旋回水集水器(图 9)和超越型涡旋分水器(图 15)；其区别仅在于，立交型涡旋回水集水器和涡旋分水器流体入射通道与排出通道上有个立体相交段，立体相交段叶形管排管内为流体排出通道，管外是流体入射通道；超越型涡旋回水集水器和涡旋分水器流体入射通道与排出通道不相交；涡旋回水集水器不同于涡旋分水器的地方在于：涡旋分水器进水通道由一路变环形，出水通道则由环形变多路，涡旋回水集水器进水通道由多路变环形，出水通道则由环形变一路；其作用原理是相同的；涡旋回水集水器和涡旋分水器利用锅水的内能，加速锅水的循环，强化传导换热，使各锅筒温度场较为均匀，有效防止锅筒局部过热和爆管事故发生，降低锅炉的运营费用。所述涡旋回水集水器与温控循环水泵 34 为一体设计，涡旋回水集水器环形出水通道与轴流式温控循环水泵环形入口通道相接，循环水泵外围是自然循环进水回路 61；当采用离心式温控循环水泵时，可在涡旋回水集水器出水管到末级锅筒进水管 24 间管道的任一处所安装，对应位置上设置支管作为自然循环进水回路，支管上安装电控止阀。

[0030] 本发明的有益效果是：1、扬长避短，取长补短综合应用多项现代锅炉技术，推出一炉多锅多回程技术，各级锅筒相对独立联立集约一体化，各级锅筒温度各不相同，等效串联多级省煤器；同时应用烟气多回程循环技术，使较高温度烟气对应较高温度的锅水，较低温度的烟气对应低温的锅水，有效利用有限温差，能量差级利用；使锅炉效率达到一个较高水平。2、发挥热水管升温快，锅水自然循环有力的优点，同时采用较厚炉拱，炉拱上垂直密集设置较小孔径的过烟孔，每个过烟孔都相当于一个高温燃烧室，使燃料充分燃烧，弥补了采用水冷壁和热水管使燃烧室温度降低，燃烧不充分的缺点；同时缩短烟气在高温区停留时间，有效控制 NOx 的产生，燃烧室内旋转的烟气进入所述过烟孔时，势流发生切变，燃气中悬浮的固体颗粒回落燃烧室。3、发挥立式锅炉的优势，采用较为廉价高效作用可靠的重力式热管；热管在下管板上的安装，采用丝扣连接双垫防漏，便于失效热管更换。4、将涡旋流技术应用于锅水循环，推出涡旋回水集水器、涡旋分水器、热水管涡旋集水器，一系列锅炉和锅炉附属装置；各级锅筒、上导烟罩水套和热水管环形集水器进水口切向进入，充分利用锅水热动力和内能及科氏力，加速锅水循环，增强热传导，提高热效率，降低运营成本。5、应用涡旋流的速度场、压力场、温度场和能量场效应，推出涡旋排烟装置和涡旋除尘器，用烟气内能加速烟气的流动，弥补烟气多回程循环烟气流动阻力增大和排烟温度低，烟气排放动力不足问题；涡旋流高效除尘，多级除尘，避免烟管堵塞，对环境较少污染。

附图说明

[0031] 图 1 为流体燃料悬燃三锅三回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图；图 2 为人工焚火 A 型三锅三回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图；图 3 为人工焚火 B 型三锅三回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图；图 4 为流体燃料悬燃五锅五回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图；图 5 为流体燃料悬燃七锅七回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图；图 6 为附图 1A-A 剖面示意图；图 7 为附图 3B-B 剖面示意图；图 8 为 C、D、E、F、G、H 型多锅多回程环保速热高效一体化锅炉剖面简化示意图；图 9 为超越型涡旋回水集水器和温控循环泵结构示意图；图 10 为附图 9C-C 剖面示意图；图 11 为立交型涡旋回水集水器和温控循环泵结构示意图；图 12 为附图 11D-D 剖面示意图；图 13 为立交型涡旋分水器结构示意图；图 14 为附图 13E-E 剖面示意图；图 15 为超越型涡旋分水器结构示意图；图 16 为图 15F-F 剖面示意图；图 17 热水管环形集水器结构示意图；图 18 为热水管涡旋集水器和炉拱结构示意图；图 19 为炉门和环形热水管结构示意图；图 20 为流体燃料悬燃五锅五回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉结构示意图。

[0032] 图中：1. 冲天管，2. 烟尘分离器，3. 引风喷管，4. 引风机，5. 起旋叶片，6. 上导烟罩，7. 锅筒上管板，8. 下导烟罩，9. 锅筒隔板，10. 一级锅筒，11. 烟管，12. 二级锅筒，13. 三级锅筒，14. 重力式热管，15. 一级锅筒下管板，16. 出水管，17. 炉拱，18. 螺旋多头热水管，19. 燃料喷管，20. 活动炉箅，21. 窥视孔，22. 烟气回流管，23. 涡旋除尘器，24. 末级锅筒进水管，25. 上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管，26. 二、一级锅筒过水管，27. 一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管，28. 炉门，29. 超越型涡旋回水集水器进水管，30. 超越型涡旋回水集水器进水口，31. 超越型涡旋回水集水器，32. 超越型涡旋回水集水器出水管，33. 温控循环水泵电机，34. 温控循环水泵，35. 温控循环水泵出水管，36. 立交型涡旋回水集水器，37. 立交型涡旋回水集水器进水口，38. 立交型涡旋回水集水器出水管，39. 立

交型涡旋回水集水器进水管，40. 立交型涡旋分水器，41. 立交型涡旋分水器进水口，42. 立交型涡旋分水器出水管，43. 立交型涡旋分水器分水管止阀，44. 立交型涡旋分水器分水管，45. 立交型涡旋分水器进水管，46. 超越型涡旋分水器，47. 超越型涡旋分水器排水口，48. 超越型涡旋分水器出水管，49. 超越型涡旋分水器分水管止阀，50. 超越型涡旋分水器进水管，51. 超越型涡旋分水器进水口，52. 热水管环形集水器，53. 热水管涡旋集水器，54. 二级以下锅筒下管板，55. 燃烧室，56. 风门调整轮，57. 可调风门，58. 二次风口，59. 环形热水管，60. 电控止阀，61. 自然循环进水回路，62. 四、三级锅筒过水管，63. 四级锅筒，64. 五级锅筒，65. 六级锅筒，66. 七级锅筒，67. 集风腔，68. 手柄，69. 烟尘收集器集尘管，70. 末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管，71. 三、二级锅筒过水管，72. 过水管连接法兰盘，74. 外锅板，75. 四、三级锅筒过水管，76. 五、四级锅筒过水管，77. 六、五级锅筒过水管，78. 切面水冷壁，79. 汇流热水管，80. 烟尘分离器收集器，82. 饱和蒸汽管，83. 上导烟罩出水管，84. 上导烟罩进水管。

具体实施方式

[0033] 下面结合优选实施例对附图作进一步说明。优选实施例一，为流体燃料悬燃多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉，图 1 为流体燃料悬燃三锅三回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图，图 4 为流体燃料悬燃五锅五回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图，图 5 为流体燃料悬燃七锅七回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图，均为流体燃料悬燃多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉的特例，各附图都作了有限简化，如各级锅筒间过水管为一个及以上个，只示出了一个或两个，2 级以下各锅筒烟管只示出 3 排(层)或 2 排，实际应用不限于 2 排 3 排；所述流体燃料悬燃多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉各锅筒为同心圆柱形，也可以是同心椭圆柱形或其它形体；现以图 4 为例作如下说明：所述流体燃料悬燃五锅五回程环保速热高效一体化热水锅炉(图 4)由：燃烧室 55、活动炉箅 20、热水管环形集水器 52、螺旋多头热水管 18、汇流热水管 79、燃料喷管 19、窥视孔 21、热水管涡旋集水器 53，炉拱 17，出水管 16，一级锅筒 10，二级锅筒 12、三级锅筒 13、四级锅筒 63、五级锅筒 64、一级锅筒下管板 15、烟管 11、重力式热管 14、锅筒上管板 7、上导烟罩 6、一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27，二、一级锅筒过水管 26，三、二级锅筒过水管 71，四、三级锅筒过水管 62、上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25、二级以下锅筒下管板 54、下导烟罩 8、涡旋除尘器 23、末级锅筒进水管 24、起旋叶片 5、引风机 4、引风喷管 3、烟尘分离器 2、冲天管 1、外烟筒(未示出)，立交型或超越型涡旋回水集水器和涡旋分水器，温控循环水泵 34、电控止阀 60、温度继电器(未示出)、排污管排污阀(未示出)、排空管排空阀(未示出)，安全阀(未示出)、锅水净化、软化处理设备(未示出)、补水设备、流体燃料制备和燃料供给设备(未示出)、活动炉箅伺服机构(未示出)，温度、压力、流速和水位传感器(未示出)、控制台(未示出)和其它锅炉附属设备构成。

[0034] 燃烧室 55 置于一级锅筒下面，活动炉箅 20 由伺服机构(未示出)驱动，还可以手动调节炉箅状态，调解通风当量截面；炉箅子可以是任意形状，本发明优选采用方形，方形炉箅转动时不易卡住，对角线与水平线平行时炉箅子间隙最小，成 45 度角时间隙最大；热水管环形集水器 52 (图 17)与一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27 和螺旋多头热水管 18 联通，一级锅筒上部温度较高的锅水，经所述过水管切向进入热水管环形集水器，

然后切向进入螺旋多头热水管，螺旋多头热水管环绕燃烧室高温区，管内水温迅速升高，经汇流热水管 79 在炉拱中间热水管涡旋集水器 53 汇聚，形成涡旋流，然后经出水管进入涡旋分水器，涡旋分水器分水管连通各热水用户；所述燃烧室 55 以二级锅筒为水冷壁，二级锅筒外面依次环绕着三级、四级和五级锅筒，燃烧室侧向各波段热辐射极少漏泄；燃烧室内设有燃料喷管喷口及窥视孔，燃料喷管轴线与燃烧室内一个定圆相切，入射燃料和气流以一定旋度绕燃烧室中心旋转，使燃气充分混合，迅速燃烧；流体燃料制备设备和燃料供给设备均采用通用技术；炉拱为圆弧拱形且有一定厚度，炉拱上垂直密集设置孔径较小的过烟孔，每个过烟孔相当于一个高温燃烧室，确保燃料充分燃烧，缩短了燃气在高温区停留时间，有效控制 NOx 的产生；燃烧室内旋转的燃气流进入炉拱垂直过烟孔时，势流产生切变，燃气夹杂的固体悬浮物被分离出来，回落至燃烧室；炉拱 17 支撑于汇流热水管 79 之上，有利热水管快速升温；一级锅筒下管板 15 上安装一级锅筒烟管 11、重力式热管 14；重力式热管造价低，工作可靠，热效高，使用寿命长，缺点是只能垂直安装使用；本优选实施例为立式锅炉，便于采用这种即可靠又经济的热管；重力式热管在锅筒下管板上的安装，采用丝扣连接，燃烧室侧用紫铜垫，锅水侧用耐热橡胶垫或紫铜垫密封，这种设计便于更换失效热管，有效防止泄漏；为方便更换失效热管和炉拱，所述锅炉炉箅子可以整体向下翻转，下导烟罩和涡旋除尘器采用方便拆卸结构，锅炉安装座下设有一定深度灰坑；烟管是一项增加传热面积的成熟技术；但不完全燃烧烟气含尘量较高和应用于卧式锅炉时烟管极易发生堵塞，本优选实施例采用五锅五回程四级除尘设计，有效延长了烟管长度增加传热面积，避免烟管发生堵塞；一级锅筒烟管出来烟气经上导烟罩 6，进入二级锅筒 12 烟管；在偶数级锅筒中，烟气下行，锅水上行，是较理想的换热流程；各级锅筒烟管、隔板、固装在各级锅筒上、下管板上，外锅板 74 安装在五级锅筒上、下管板上；相邻烟管间各级锅筒下管板上安装着各级锅筒重力式热管；烟气由二级锅筒出来，经下导烟罩 8 进入三级锅筒 13；在下导烟罩外侧安装有涡旋除尘器 23，涡旋除尘器是一个环形等速涡壳，涡壳相切环面上设有一定数量的烟尘收集器集尘管 69，涡旋除尘器涡环中央较为洁净的烟气由涡旋除尘器烟气回流管 22 回流到下导烟罩内，烟气中固体颗粒由设在涡旋除尘器涡壳上的烟尘收集器集尘管 69 排出，并由烟尘收集器（未示出）收集起来；一至五级锅筒和螺旋多头热水管及上导烟罩，均为下进水上出水，与热水上升走向一致，各级锅筒间过水管和一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27，上导烟罩上部到四级锅筒下部过水管，与较冷锅水下降走向一致；所述过水管在各级锅筒下部入水口和末级锅筒进水管 24 上导烟罩水套入水口均为切向进入，又由于涡旋回水集水器，热水管涡旋集水器和涡旋分水器涡旋流速度场、压力场、温度场和能量场作用，虽然锅水循环回路较长，但由于充分利用了锅水热动力和锅水内能及科氏力，锅水循环的速度明显加快，确保所述锅炉在自然循环为主模式下正常运转；涡旋回水集水器和涡旋分水器可采用立交型也可采用超越型；三级锅筒出来烟气经上导烟罩进入四级锅筒，四级锅筒出来烟气经下导烟罩进入五级锅筒；各级锅筒空间上为一体，锅水相通（下级锅筒上部由过水管联通上一级锅筒下部，所述过水管由下级锅筒内经过），锅水温度各不相同，随烟气温度降低，从五级到一级锅筒至热水管涡旋集水器骤级升温，有效利用有限传导温差，能量差级利用，使末级（该实施例为五级）锅筒出来烟气温度达到较低水平；五级锅筒出来烟气，进入涡旋排烟装置，先进入起旋叶片 5，在起旋叶片上部环形向圆形过渡空间形成涡旋流场，入射烟气流给涡旋流动量，涡旋流给入射烟气流低于静压头一个动压头值负压诱导，

烟气流速增加，烟气部分内能转变为烟气的动能，弥补了烟气温度较低，烟气多回程循环排烟动力不足的问题；为了在锅炉启动和急需升温，及在清除烟气通道积尘时加快烟气循环速度，所述锅炉设引风机 4 和引风喷管 3；引风机安装在所述锅炉上部，引风机电机采用变频电机，功率因数可调；引风机出来空气经中空的起旋叶片 5，进入上导烟罩 6 上部，经引风喷管喷入排烟道；烟气在排烟道中旋转上升，烟气中残余的固体悬浮物，由于离心力作用汇集烟道壁附近，在烟道适当位置，设有烟尘分离器 2，烟尘分离器就是在烟道壁上设一定数量和长度的切向立缝，两个方向切向立缝优选上下配置，即逆烟气流立缝在下，顺烟气流立缝在上，与立缝对应烟道上（外侧）设有环形的烟尘分离器收集器 80，逆烟气流立缝将烟尘混合物引入收集器，顺烟气流立缝将较为洁净烟气回流到烟气流，烟尘分离器收集器下部引出排尘管（未示出）。在涡旋回水集水器出水通道上，设有温控循环水泵，当所述锅炉出水管 16 水温接近水的沸点时，在温控继电器（未示出）作用下，循环水泵自动启动，同时电控止阀 60 作用，关闭自然循环进水回路 61；当出水管水温下降 3 至 5 度，温控继电器作用，温控循环水泵停止运转，同时开放自然循环进水回路，所述热水锅炉进入自然循环运转模式，也可由控制台计算机根据出水管温度传感器反馈的温度参数实时控制循环水泵和自然循环进水回路状态；所述五锅五回程环保速热高效一体化热水锅炉，各级锅筒和热水管环形集水器 52 最低处法兰盘对接安装排污管（未示出），排污管上装设排污阀（未示出）；涡旋分水器、上导烟罩水套和各级锅筒最高处引出排空管（未示出），排空管上安装排空阀（未示出）；各级锅筒、热水管涡旋集水器出口、上导烟罩、末级锅筒进水管、燃烧室、冲天管、涡旋回水集水器和涡旋分水器均设有压力、温度和流速传感器，各级锅筒和上导烟罩水套设有水位传感器，相关参数显示在控制台的显示屏上（未示出）；各级锅筒、上导烟罩和涡旋分水器均设有安全阀（未示出）；配备锅水净化、软化处理设备（未示出），补水设备（未示出）。补水设备、温控循环水泵、自然循环进水回路电控止阀、引风机、燃料供给设备、活动炉箅伺服机构均由控制台按程序自动或手动控制。

[0035] 优选实施例二，为人工焚火 A 型多锅多回程环保速热高效一体化锅炉；附图 2 为人工焚火 A 型三锅三回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图，是人工焚火 A 型多锅多回程环保速热高效一体化锅炉的特例和有限简化；优选实施例二不同于优选实施例一的地方仅在于，为方便人工焚火，优选实施例二炉门侧二级以下锅筒和下导烟罩 8，及涡旋除尘器 23 移至炉门以上位置，燃烧室水冷壁优选与二级锅筒相通，二级以下各锅筒下管板斜切圆柱形或椭圆柱形锅筒；省却燃料喷管和窥视孔，增设了炉门 28（图 19），炉门也是二次风口，炉门关闭时二次风由外层炉门可调风门 57 进入内外炉门间集风腔 67，经炉门右侧二次风口 58 切向进入燃烧室 55，使所述燃烧室内气流产生逆时针方向旋转；其它装置结构和作用机理与优选实施例一相同。

[0036] 优选实施例三，为人工焚火 B 型多锅多回程环保速热高效一体化锅炉；附图 3 为人工焚火 B 型三锅三回程环保速热高效一体化热水锅炉结构示意图，是人工焚火 B 型多锅多回程环保速热高效一体化锅炉的特例和有限简化；优选实施例三不同于优选实施例一的地方在于，各级锅筒不在是同心圆或同心椭圆，但其外形仍为圆柱形或椭圆柱形，二级和二级以下锅筒分别与上一级锅筒在炉门侧相切，半环绕在上一级锅筒外面，末级锅筒则偏心环绕在次末级锅筒（上一级锅筒）外面，炉门侧与燃烧室距离空间，构成燃烧室炉门侧水冷壁，其间是温度较低的末级锅筒锅水，可减少外锅板散热；省却了燃料喷管、窥视孔和炉门侧下

导烟罩，增设了炉门 28（图 19），炉门也是二次风口，炉门关闭时二次风由外层炉门可调风门 57 进入内外炉门之间集风腔 67，经炉门右侧二次风口 58 进入燃烧室 55，使所述燃烧室内气流产生逆时针方向旋转；排烟道为不对称设计；其它装置结构和作用机理与优选实施例一相同。

[0037] 图 8 示出了 C、D、E、F、G、五种类型较适合人工焚火的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉剖面简化示意图，其构型是同心圆柱和椭圆柱体炉门侧多种线型柱切；切面水冷壁 78 与末级锅筒相通；这种设计即方便人工焚火，又有效减少外锅板散热损失；炉门侧下导烟罩省却，其余与优选实施例一、三相似或相同，所述较适合人工焚火的多锅多回程环保速热高效一体化锅炉，也可用于流体燃料悬燃多锅多回程环保速热高效一体化锅炉；图 8 中各锅筒烟管、热管、过水管、进水管、出水管均未示出。

[0038] 优选实施例四，为多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉，图 20 为流体燃料悬燃五锅五回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉结构示意图，是多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉的特例，附图作了有限简化；下面仅就多锅多回程环保速热高效一体化蒸汽锅炉不同于多锅多回程环保速热高效一体化热水锅炉之处作如下说明：

[0039] 优选实施例四不同于优选实施例一、二和三的地方在于，1、设置有饱和蒸汽管 82，一级锅筒 10 高出二级以下各级锅筒一定高度，作为蒸发和储存蒸汽空间；2、设有上导烟罩进、出水管，省却了末级锅筒上部到上导烟罩下部过水管 70 和上导烟罩上部到次末级锅筒下部过水管 25；上导烟罩 6 水套作为一个独立单元用于给水预热，给水泵由控制台根据水位传感器参数控制，将经上导烟罩预热的软化水经进水管 24 注入末级锅筒下部，使一级锅筒保持一定水位，二级以下各锅筒充满锅水。3、螺旋多头热水管 18 一部分经汇流热水管 79 进入热水管涡旋集水器 53，热水管涡旋集水器出水管与一级锅筒联通，螺旋多头热水管另一部分延燃烧室水冷壁盘旋进入炉拱上部，在一级锅筒下管板 15 四周切向进入一级锅筒；4、燃烧室水冷壁与一级锅筒相通，省却了热水管环形集水器 52 和一级锅筒上部到热水管环形集水器过水管 27，螺旋多头热水管下端切向与水冷壁相通；5、省却了涡旋回水集水器、涡旋分水器、温控继电器和温控循环水泵 34，增设了过热管（未示出）和蒸汽止阀（未示出），过热管盘旋设置在上导烟罩内，或者设置在一级锅筒烟管内，前者适合蒸汽过热温度要求不高用户，后者适合蒸汽过热温度要求较高用户，对过热蒸汽温度要求特别高的用户，过热管安装在炉拱 17 与一级锅筒下管板 15 间。其余与优选实施例一、二、三和图 8 所例各类型多锅多回程环保速热高效一体化锅炉相同。

[0040] 根据本发明和用户需求，可开发多个系列产品。所例举的优选实施例，附图所涉及的锅炉类型，是本发明具体实施的特例。

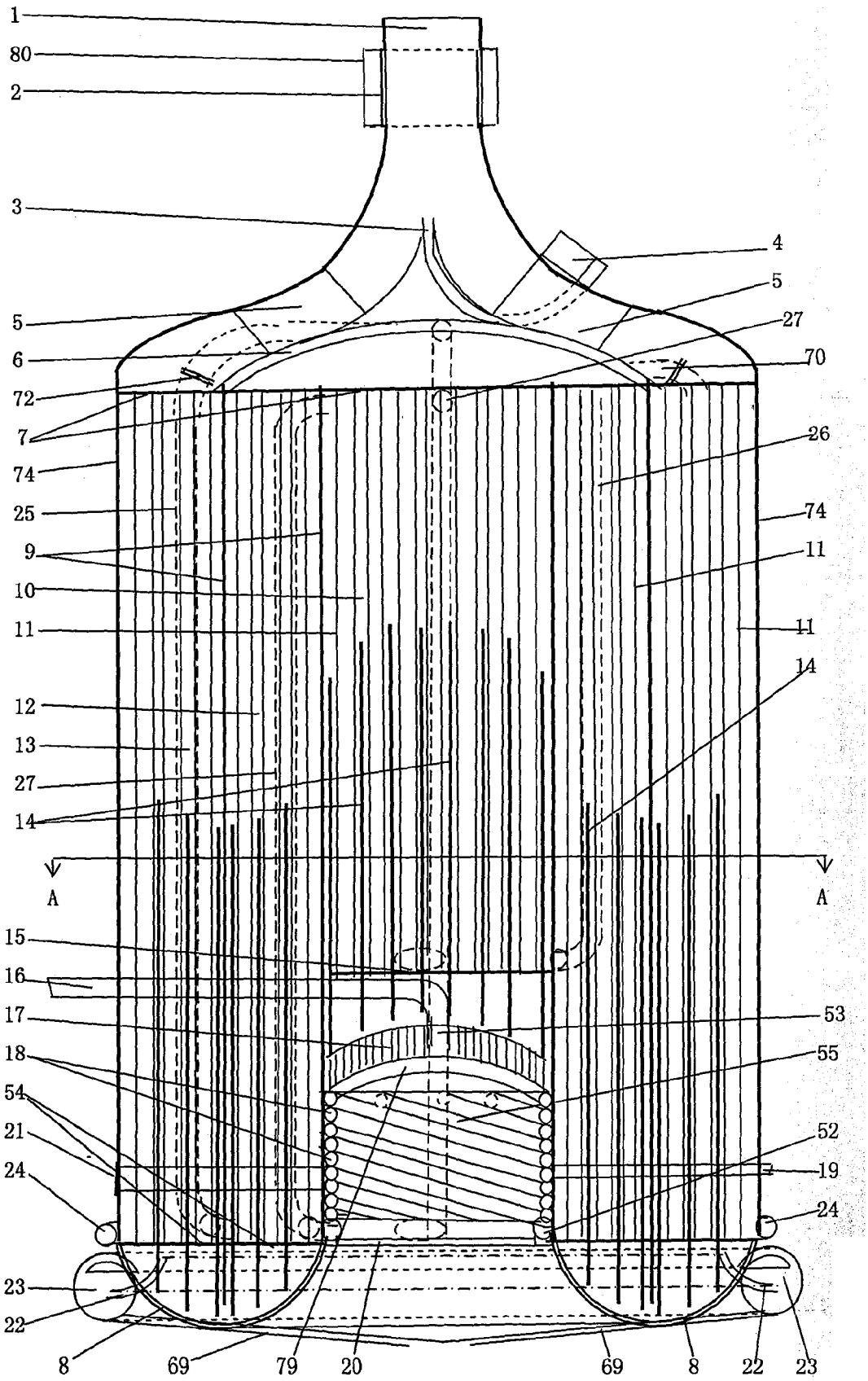

1
80
2
3
4
5
5
27
6
70
72
7
26
74
74
25
9
11
10
11
11
14
12
13
27
14
A
A
15
16
17
53
18
55
54
21
52
24
19
24
23
22
8
69
79
20
69
8
22
23

图 1

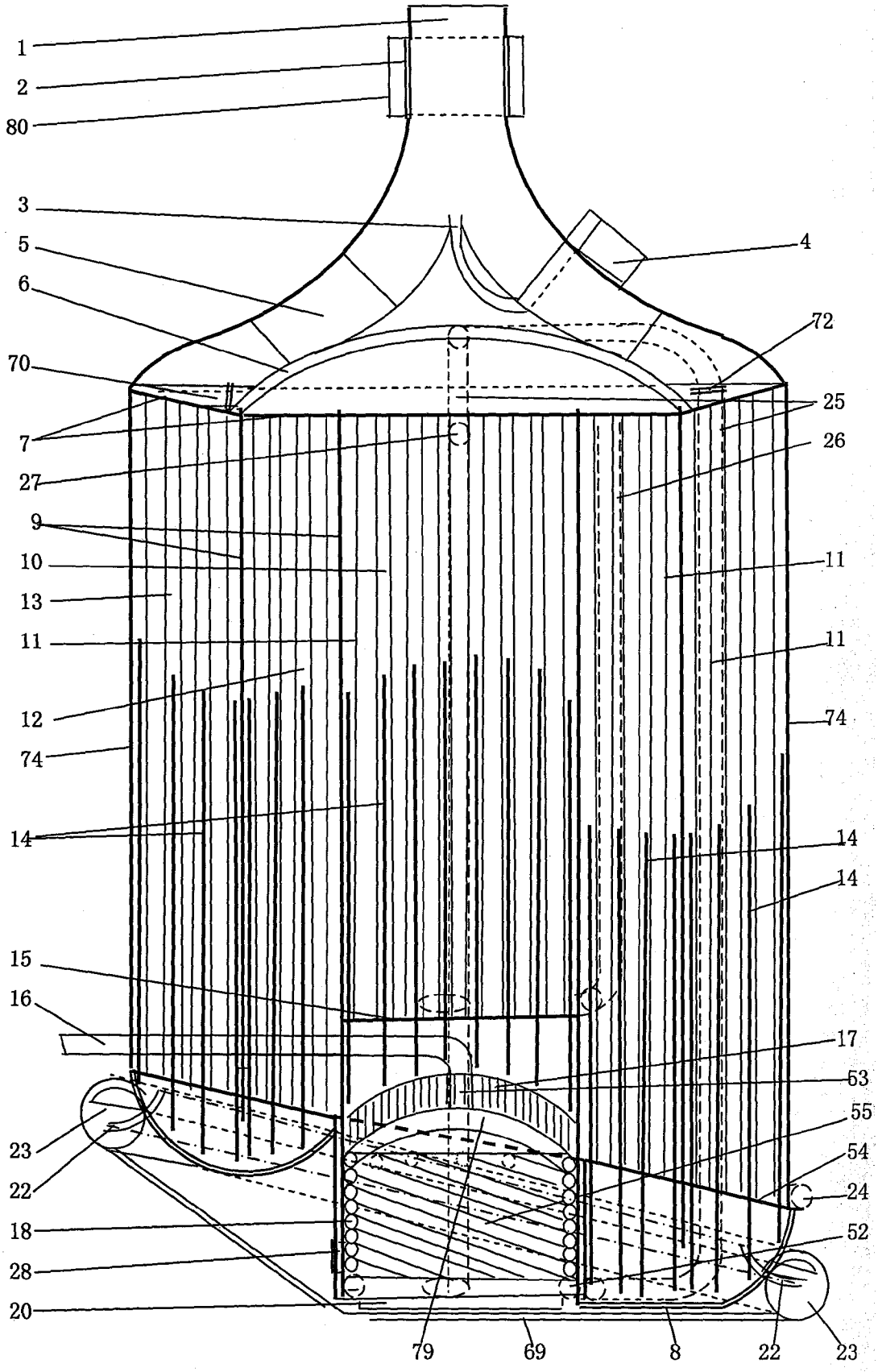

1
2
80
3
5
6
70
7
27
9
10
13
11
12
74
14
15
16
23
22
18
28
20
4
72
25
26
11
11
74
14
14
17
53
55
54
24
52
79
69
8
22
23

图 2

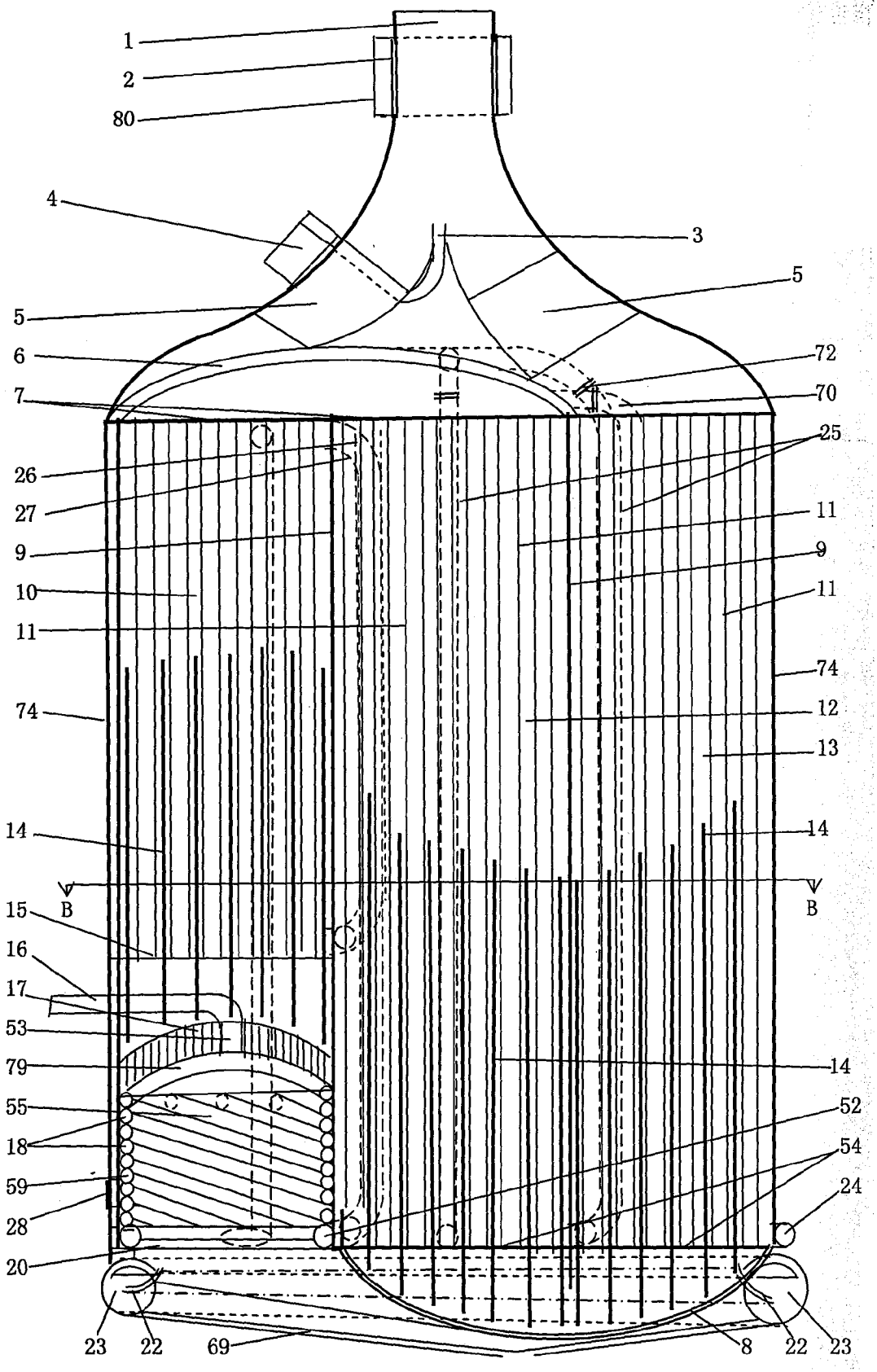

1
2
80
4
3
5
5
6
72
7
70
25
26
27
11
9
9
10
11
11
74
74
12
13
14
14
B
B
15
16
17
53
79
14
55
52
18
54
59
24
28
20
23
22
69
8
22
23

图 3

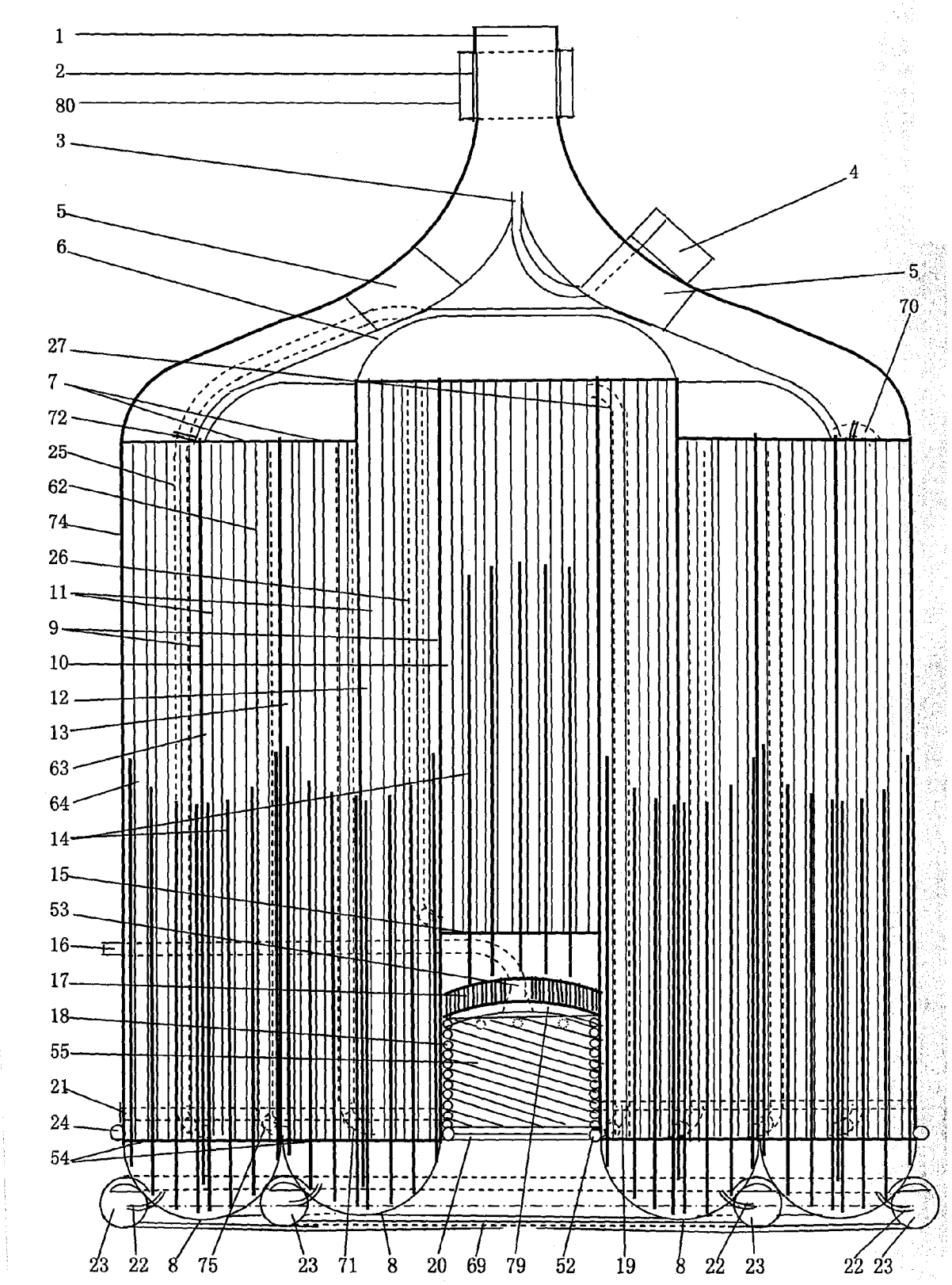

1
2
80
3
4
5
6
5
70
27
7
72
25
62
74
26
11
9
10
12
13
63
64
14
15
53
16
17
18
55
21
24
54
23
22
8
75
23
71
8
20
69
79
52
19
8
22
23
22
23

图 4

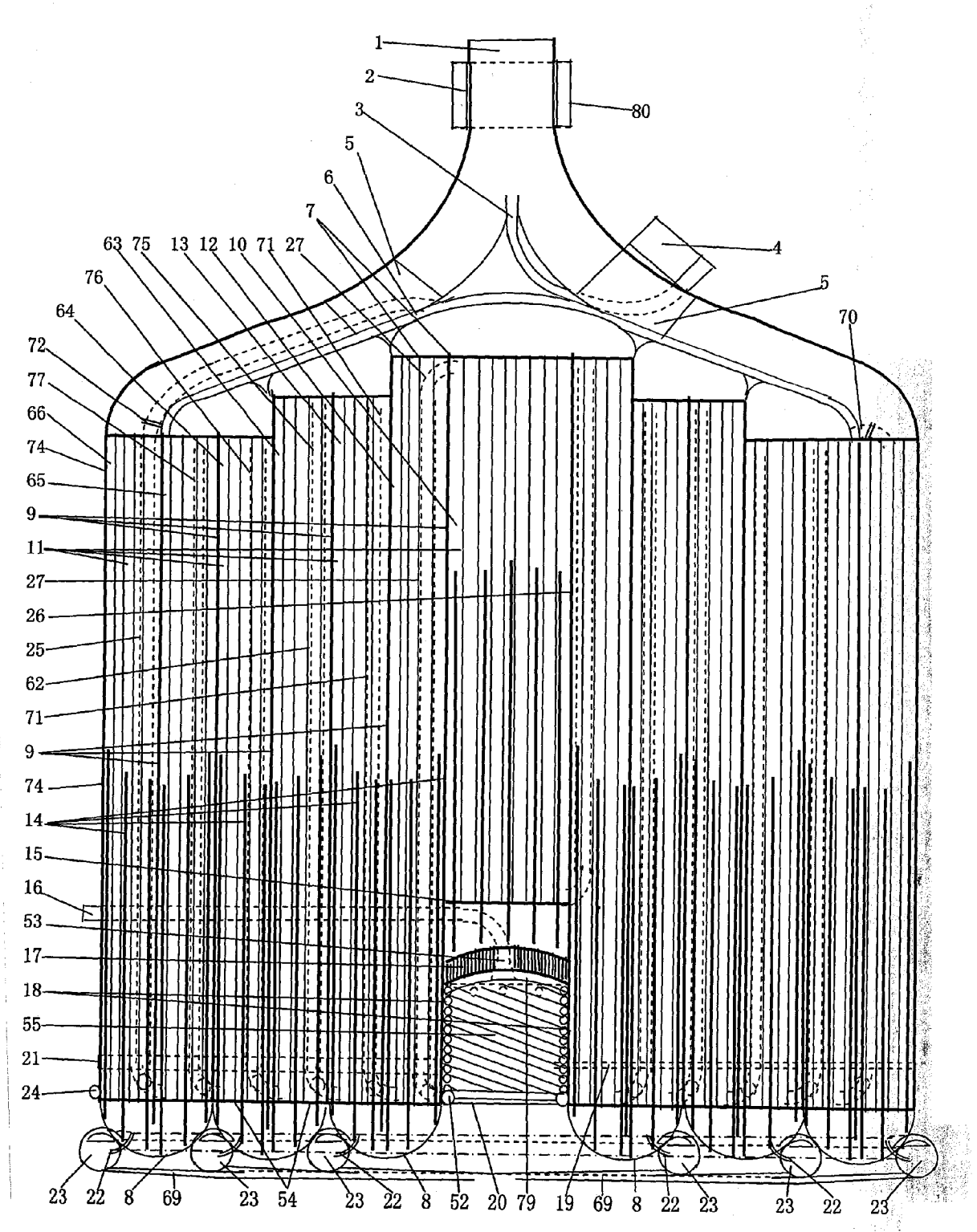

1
2
3
80
5
6
7
4
5
70
63 75 13 12 10 71 27
76
64
72
77
66
74
65
9
11
27
26
25
62
71
9
74
14
15
16
53
17
18
55
21
24
23 22 8 69 23 54 23 22 8 52 20 79 19 69 8 22 23 23 22 23

图 5

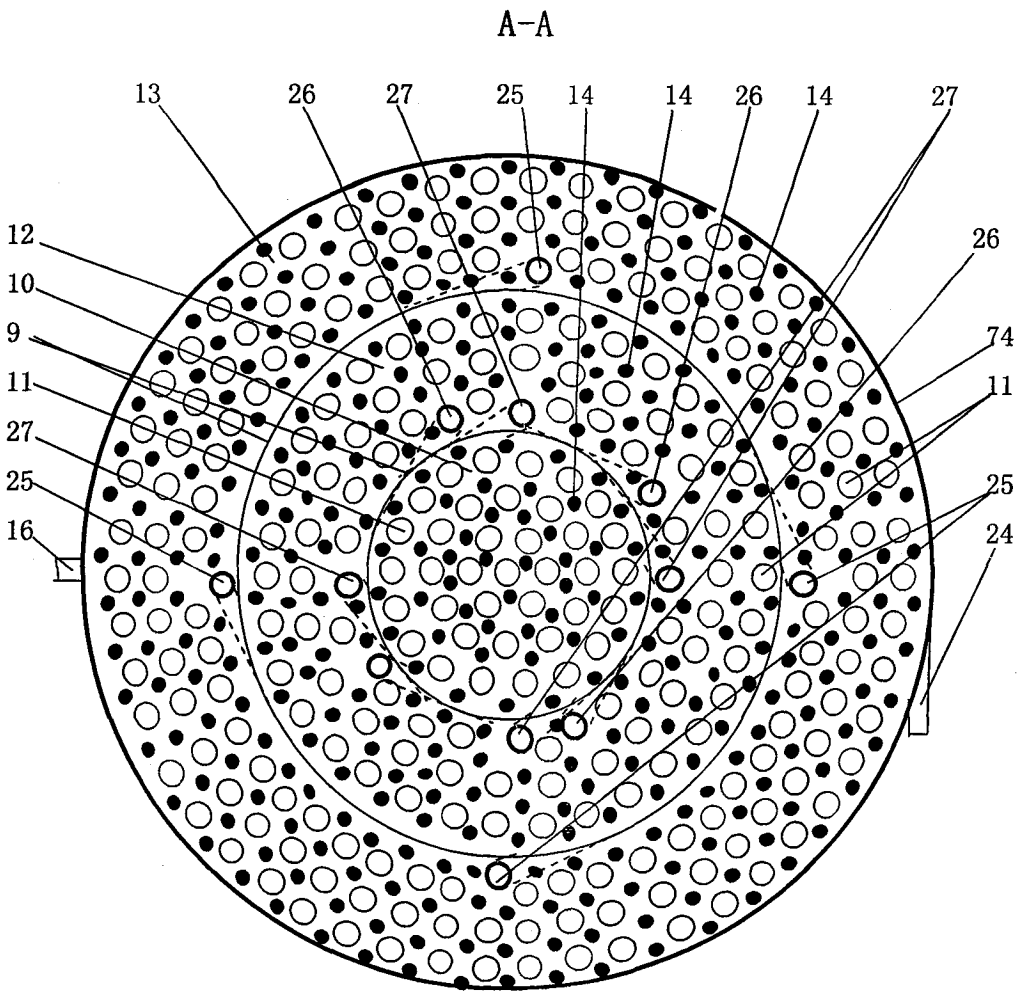


图 6

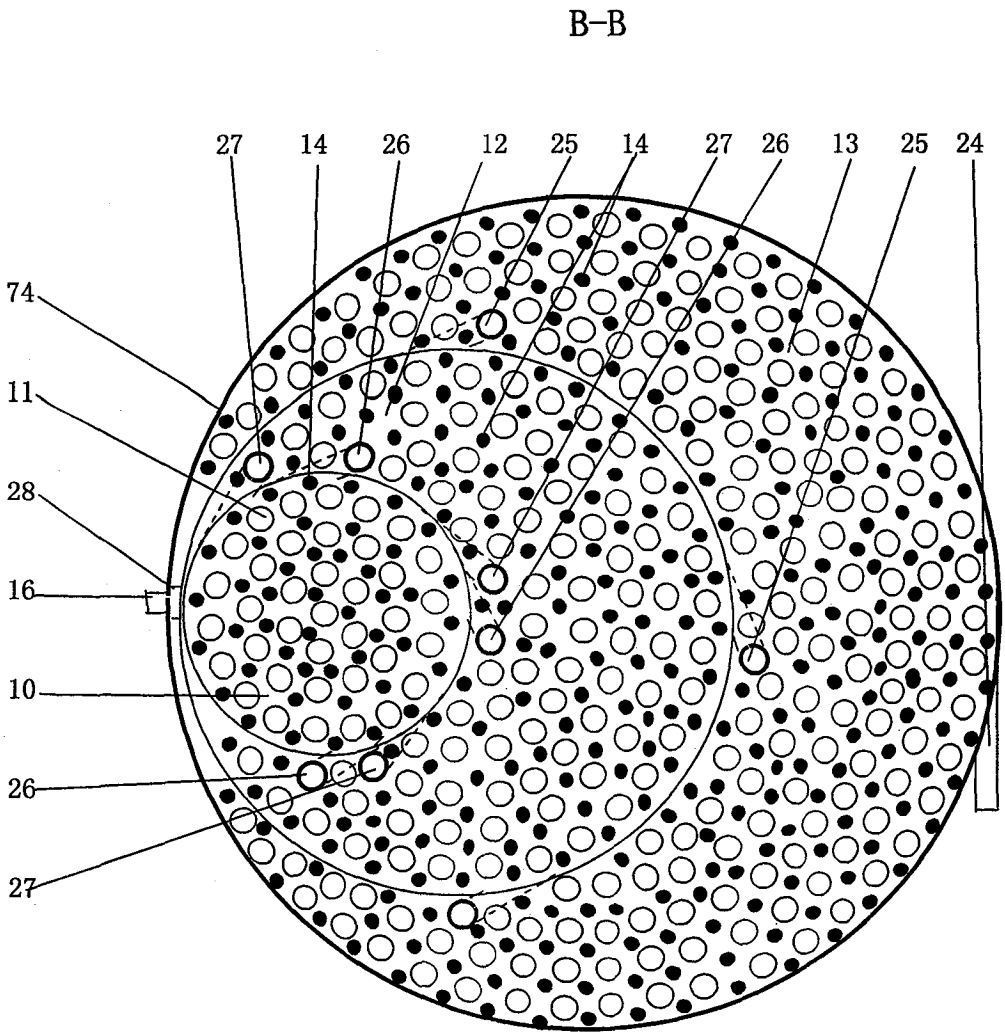
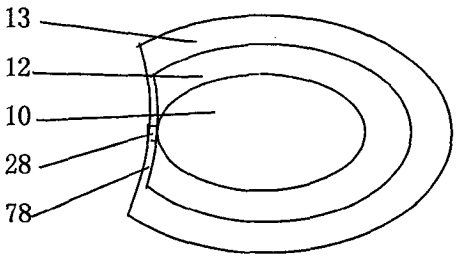
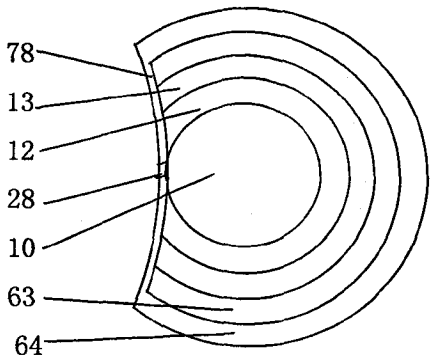


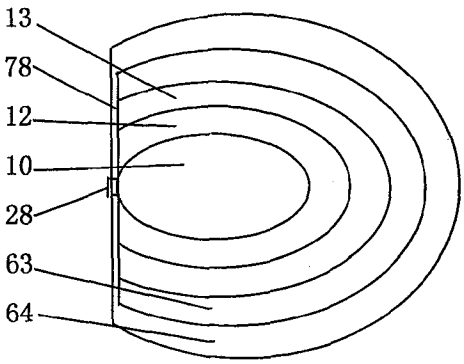
图 7



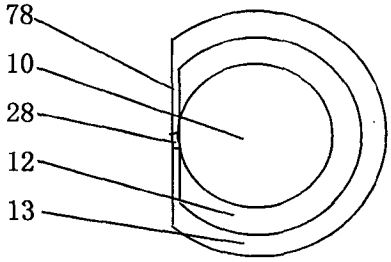
C 型



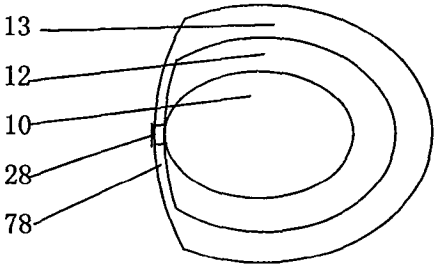
F 型



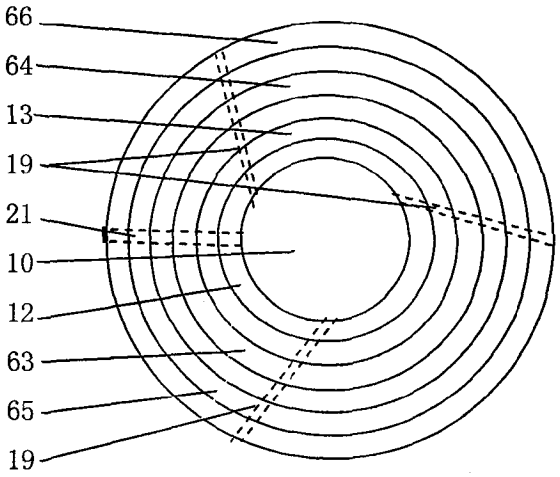
D 型



G 型



E 型



H 型

图 8

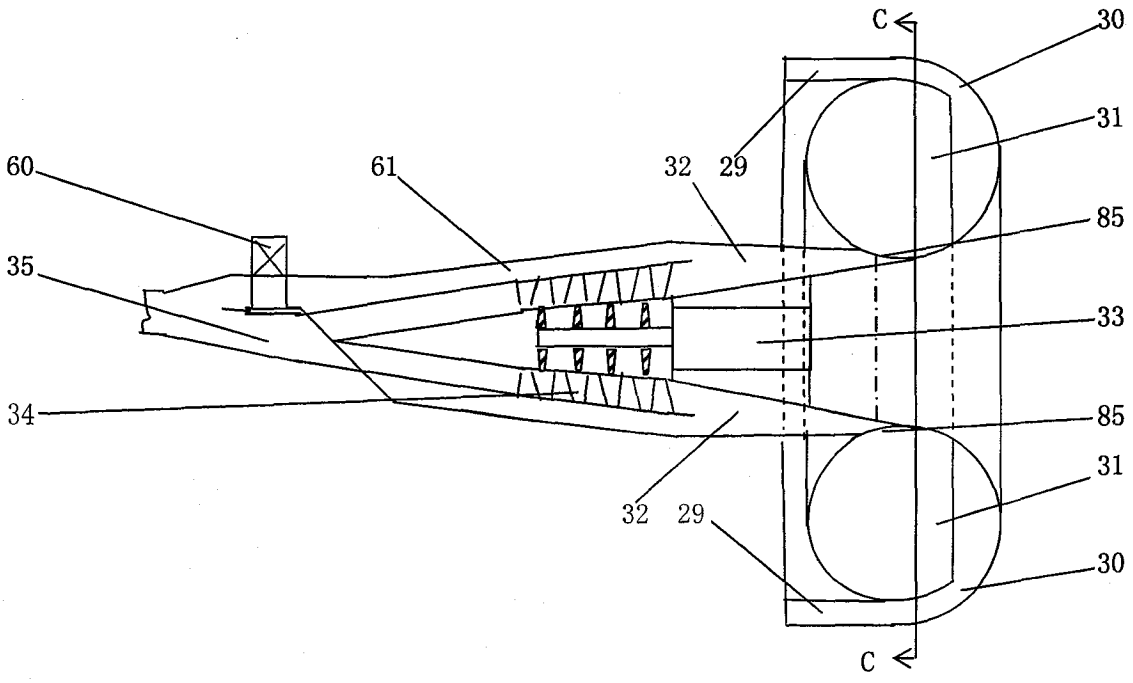


图 9

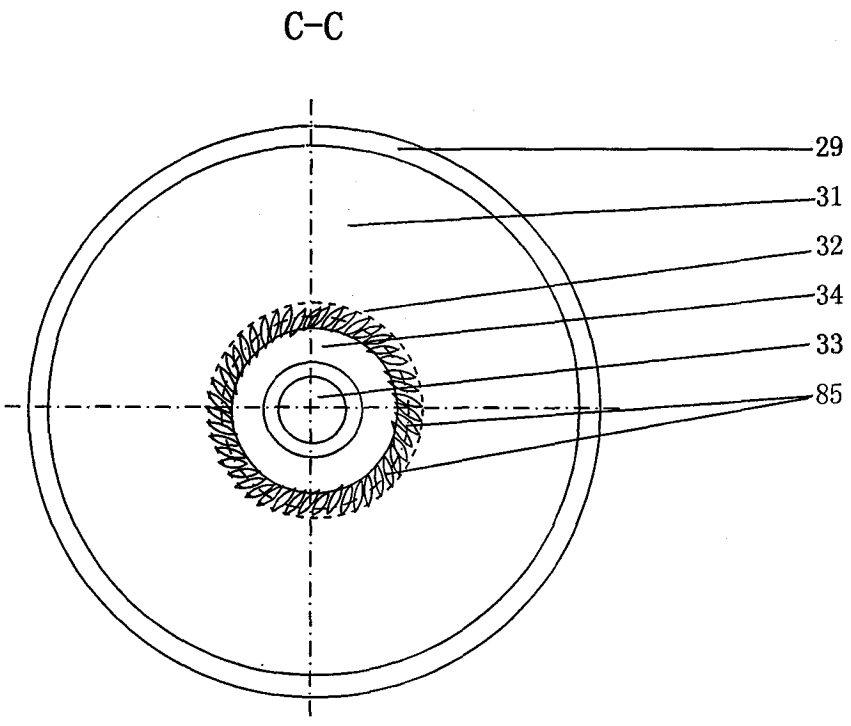


图 10

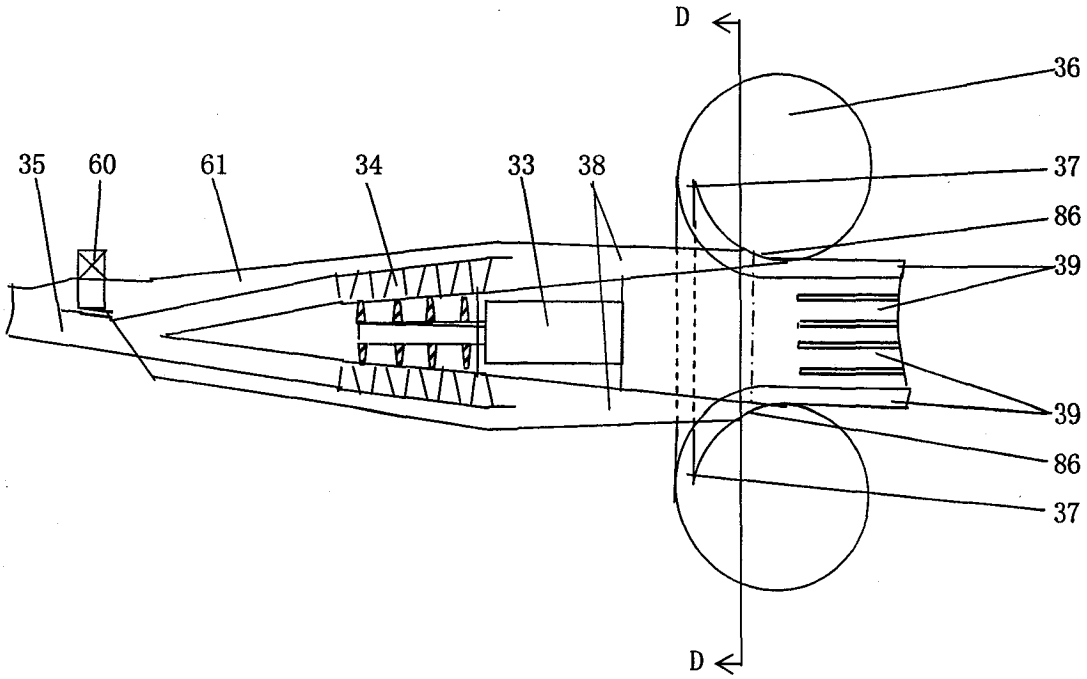


图 11

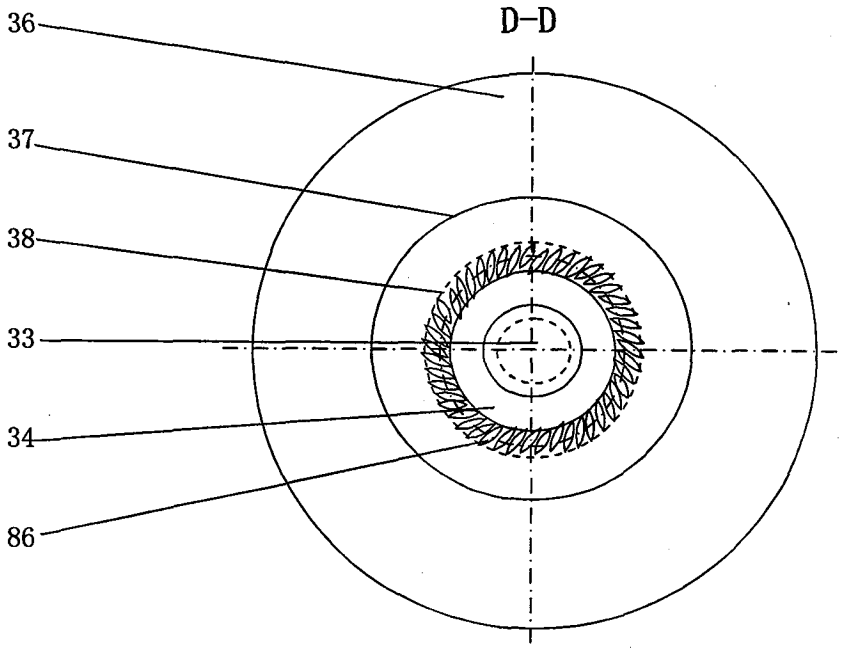


图 12

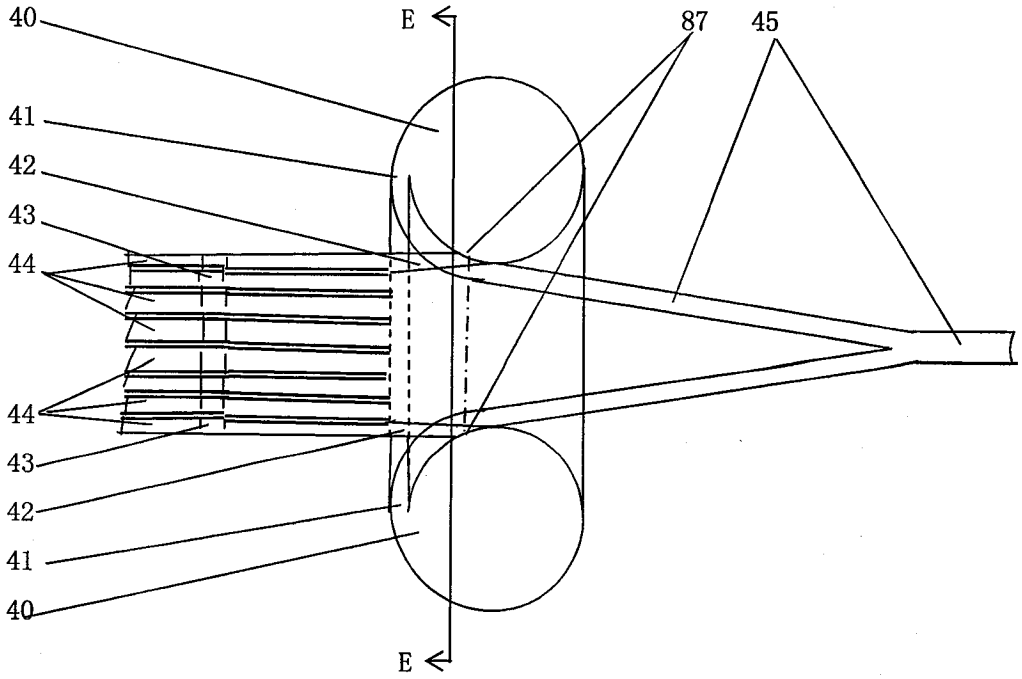


图 13

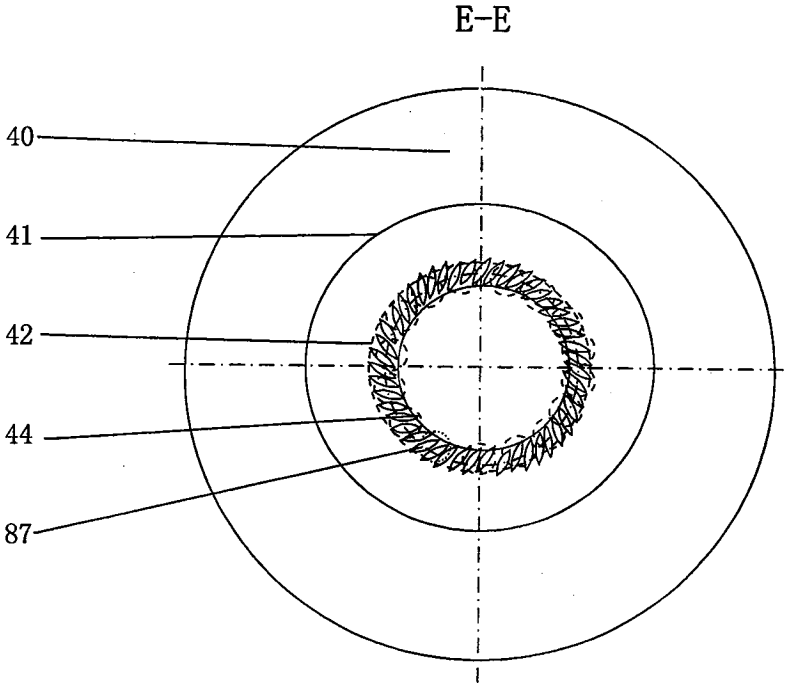


图 14

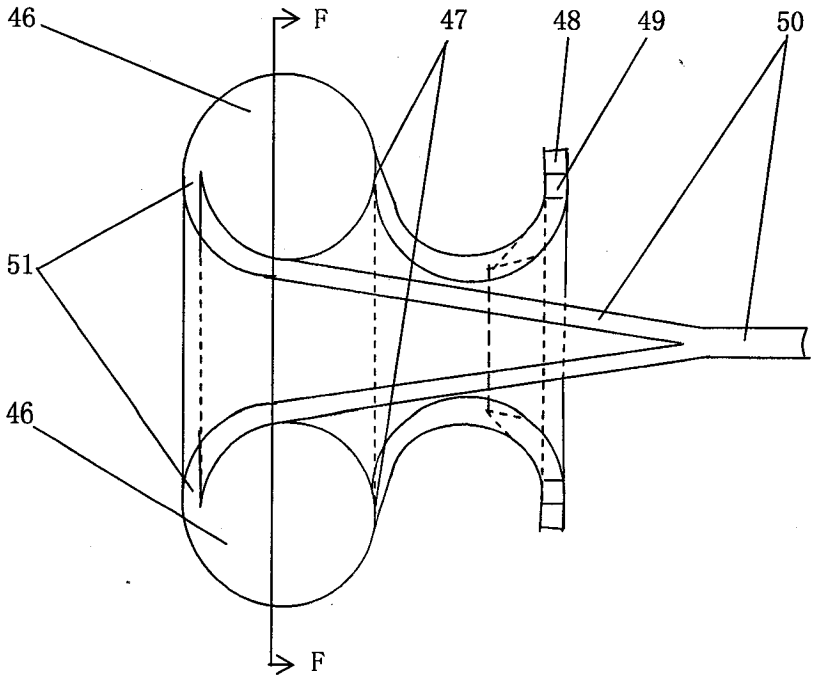


图 15

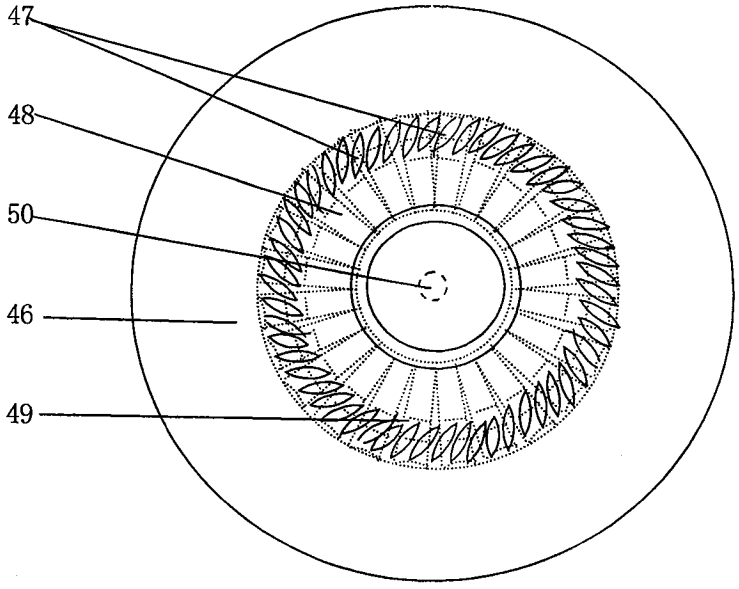


图 16

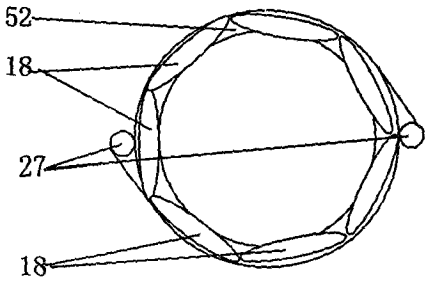


图 17

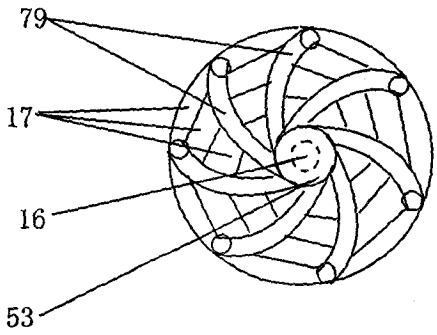


图 18

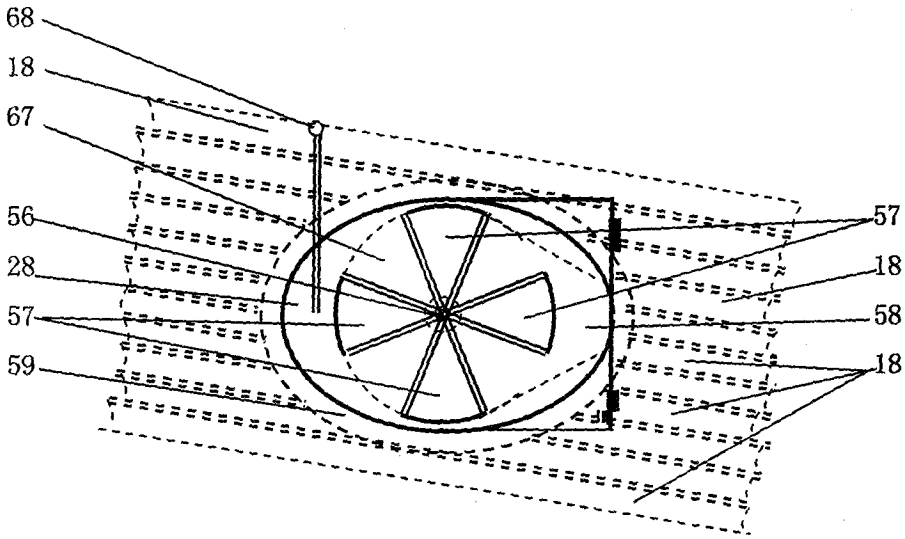


图 19

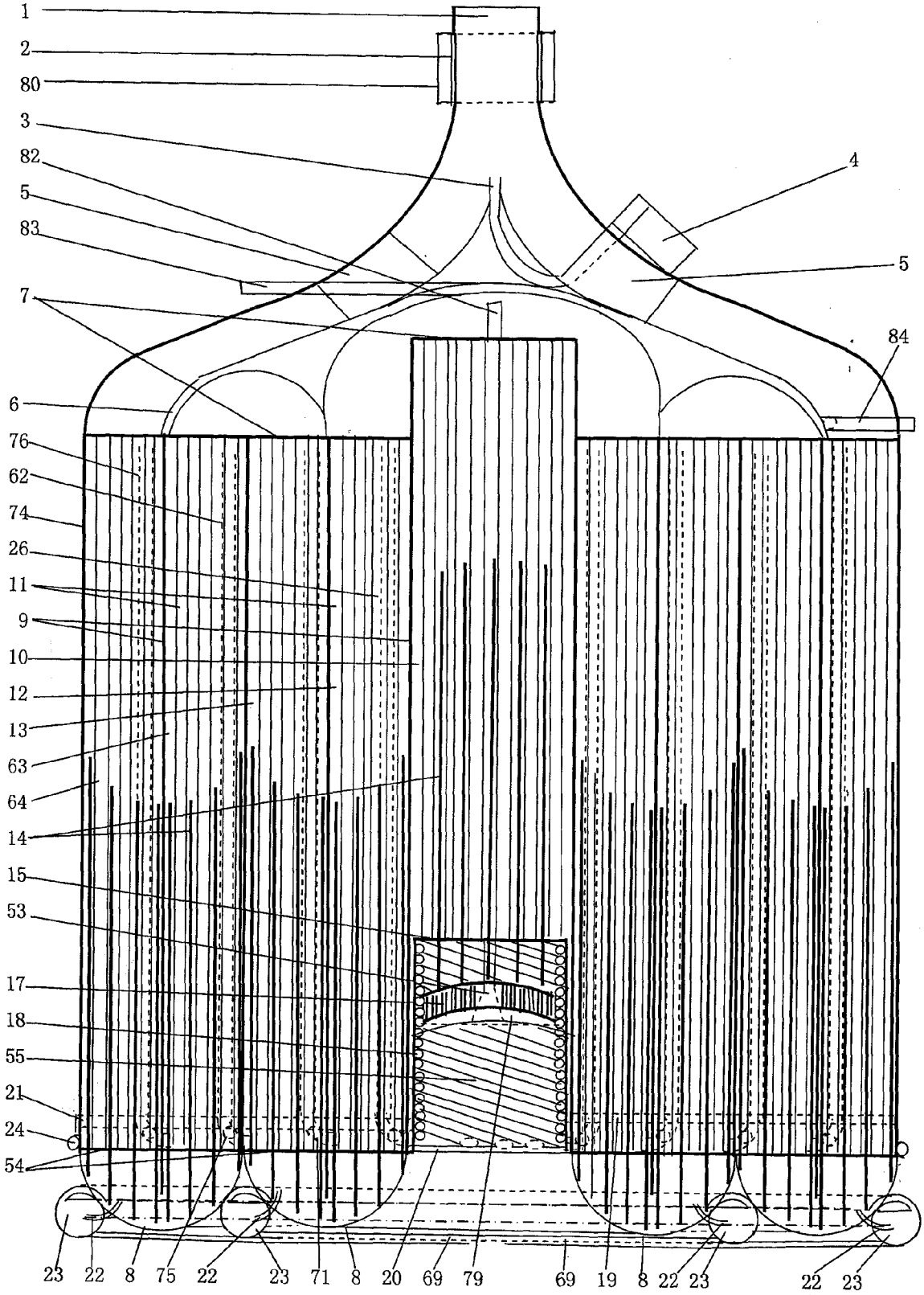

1
2
80
3
82
5
83
7
6
76
62
74
26
11
9
10
12
13
63
64
14
15
53
17
18
55
21
24
54
4
5
84
23
22
8
75
22
23
71
8
20
69
79
69
19
8
22
23
22
23

图 20