



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103438440 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310408298. 5

EP 0438169 A2, 1991. 07. 24,

(22) 申请日 2013. 09. 10

US 2012227405 A1, 2012. 09. 13,

(73) 专利权人 章礼道

CN 202253611 U, 2012. 05. 30,

地址 253024 山东省德州市德城区华兴路
10号华能德州发电厂生活区3号楼101
室

WO 2012103790 A1, 2012. 08. 09,

审查员 邹鸿

(72) 发明人 章礼道

(51) Int. Cl.

F23C 10/00(2006. 01)

F23C 10/20(2006. 01)

F23C 10/28(2006. 01)

F22B 31/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202281212 U, 2012. 06. 20,

CN 102364244 A, 2012. 02. 29,

CN 202002081 U, 2011. 10. 05,

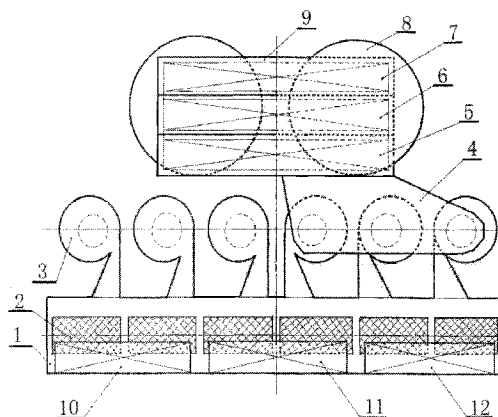
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

超临界二次再热循环流化床锅炉

(57) 摘要

本发明超临界二次再热循环流化床锅炉涉及一种火电站使用的具有超临界参数的可燃用无烟煤、低挥发份贫煤、贫煤、烟煤、褐煤的配套二次再热汽轮发电机的循环流化床锅炉。采用大宽深比的由膜式水冷壁构成的炉膛、一字排列沿炉宽均匀分布的6块布风板、6个一次风风箱、6台调速热一次风机、6个旋风分离器、6台调速流化风机、6台称重式给煤机；在炉膛前墙内侧左、中、右部位分别布置有低压高温再热器、高温过热器、高压高温再热器；尾部前、中、后烟道分别布置有低压低温再热器、高压低温再热器、低温过热器。本发明提供了一种环保性能优异，适应煤种广泛，主汽、高再、低再温度调节手段充裕，低再系统压损特低的超临界二次再热锅炉。



1. 一种超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征在於:包括大宽深比的由膜式水冷壁构成的炉膛、一字排列的6块布风板、6个一次风风箱、6台调速热一次风机、6个旋风分离器、6台调速流化风机、6台称重式给煤机、水平连接烟道、尾部烟道、布置在炉膛前墙内侧中部的高温过热器、布置在炉膛前墙内侧右边的高压高温再热器、布置在炉膛前墙内侧左边的低压高温再热器、布置在尾部前烟道内的低压低温再热器、布置在尾部中烟道内的高压低温再热器、布置在尾部后烟道内的低温过热器、布置在尾部烟道内的省煤器、二分仓回转式空气预热器、热二次风大风箱、送风机、送风机出口关断挡板、送风管道联络挡板、空气预热器热二次风关断挡板、热一次风机入口关断挡板、热一次风机出口关断挡板、热一次风机分组联络挡板;6块布风板沿炉宽均匀分布,每块布风板与相对应节段的调速热一次风机、旋风分离器、调速流化风机、称重式给煤机、膜式水冷壁、炉内附加受热面组成一个可控的热负荷单元;控制右边2台调速热一次风机、2台调速流化风机和2台称重式给煤机可以调节高压再热蒸汽温度;控制左边2台调速热一次风机、2台调速流化风机和2台称重式给煤机可以调节低压再热蒸汽温度;控制中部2台调速热一次风机、2台调速流化风机和2台称重式给煤机可以调节过热蒸汽温度;机组DCS控制各组调速热一次风机、调速流化风机和称重式给煤机和尾部烟道中的烟气挡板,使锅炉出口过热蒸汽温度、高压再热蒸汽温度、低压再热蒸汽温度均达到目标值;二分仓回转式空气预热器的空气侧流过的空气量为全部一次风量与全部二次风量之和使排烟温度下降到比煤粉炉更低;各调速热一次风机经热一次风机入口关断挡板吸入回转式空气预热器空气侧出口的热风,增压后,经热一次风机出口关断挡板,送入相应的一次风室,改变调速热一次风机的转速可精确调节相应的一次风室的风压;在机组DCS控制下,既可将各一次风室的风压调到高度一致配风均匀,也可单独改变某个/某组一次风室的风压以适应该单元/该单元组流化床床压和炉料循环的需要。

2. 根据权利要求1所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的膜式水冷壁采用内螺纹管,水冷壁下联箱分段,前墙和后墙各分为6个循环回路,两侧墙各分为3个循环回路,中间设1个较大回路,前、后角隅管各设1个较小回路。

3. 根据权利要求1所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的布风板在BMCR工况下,设计风阻3kPa,风冷,配无帽头的圆柱形风帽。

4. 根据权利要求1所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的调速热一次风机为特殊设计的低比转速、单级、单吸、变频调速、高效离心风机,设计工作温度350℃,BMCR工况下全压升12kPa,配有进口导叶调节器,所配异步电机允许打20℃空气时工频直接启动。

5. 根据权利要求1所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的尾部烟道内设置有三烟气挡板,可用于调节高压再热汽温和低压再热汽温。

6. 根据权利要求1所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的布置在炉膛前墙内侧中部的高温过热器、布置在炉膛前墙内侧右边的高压高温再热器、布置在炉膛前墙内侧左边的低压高温再热器均为蒸汽一次向下流动的半辐射式受热面;高温过热器出口联箱、高压高温再热器出口联箱、低压高温再热器出口联箱均低位布置。

7. 根据权利要求1所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的二分仓回转式空气预热器配有智能化可调柔性密封系统,长期漏风率可低于4%,低温段采用大波纹不锈钢传热元件,BMCR工况下设计进口温度350℃,排烟温度120℃。

8. 根据权利要求 1 所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的调速流化风机为变频调速的罗茨风机,经滤网吸入空气,每台旋风分离器配 1 台调速流化风机,每 2 台调速流化风机之间设置联络门,互为事故备用。

9. 根据权利要求 1 所述的超临界二次再热循环流化床锅炉,其特征是所述的热一次风机分组联络挡板使每组的 2 台调速热一次风机互为备用。

超临界二次再热循环流化床锅炉

(一) 技术领域：

[0001] 本发明超临界二次再热循环流化床锅炉涉及一种火电站使用的具有超临界参数的可燃用无烟煤、低挥发份贫煤、贫煤、烟煤、褐煤的配套二次再热汽轮发电机的循环流化床锅炉。

(二) 背景技术：

[0002] 超临界二次再热技术可以显著提高火电站热力循环效率,降低火电机组发电热耗。

[0003] 现有技术火电站使用的二次再热电站锅炉用于向二次再热的汽轮发电机组供汽,典型的锅炉侧主汽温度/一次再热汽温度/二次再热汽温度的设计值为 605℃/623℃/623℃。

[0004] 典型的二次再热的汽轮发电机组配有四级高压加热器和分离的蒸汽冷却器,锅炉给水温度高达 330℃;一次再热器的进口温度和二次再热器的进口温度一般在 420~440℃。

[0005] 现有技术的火电站使用的二次再热电站锅炉全部采用煤粉悬浮燃烧方式,其主蒸汽调温方式:煤水比+喷水减温,可确保过热蒸汽出口温度在 30%~100% BMCR 工况下均能达到设计值;再热蒸汽调温方式:烟气挡板+摆动燃烧器+喷水减温,可确保高压再热蒸汽出口温度在 50%~100% BMCR 工况下能达到设计值;但低压再热蒸汽出口温度只能在 65%~100% BMCR 工况下能达到设计值。

[0006] 为了使二次再热蒸汽出口温度能在 50%~65% BMCR 工况下也能达到设计值,现有技术煤粉炉采用炉烟再循环,增加中、低负荷下的烟气容积流量,增加二次再热器的对流换热热量来达成。炉烟再循环风机的入口可以接在省煤器的出口也可以接在除尘器的出口,炉烟再循环风机的出口接炉膛冷灰斗下部。炉烟再循环风机的入口接在省煤器的出口时,高粉尘、较高工作温度、较低的烟气重度、较高转数使炉烟再循环风机的可靠性降低;炉烟再循环风机的入口接在除尘器的出口时空气预热器烟侧流量增加 10%到 20%,会引起锅炉排烟温度显著升高,锅炉效率下降。

[0007] 现有技术 双Π形二次再热煤粉炉则难以解决低压再热系统压损过大和高压再热汽温、低压再热汽温调节手段缺乏的问题。

[0008] 现有技术 一种新型二次再热电站锅炉的炉烟再循环调温系统是一种较好的解决方案,还有待工程实践的实证。

[0009] 循环流化床锅炉与煤粉锅炉是两类最常用的不同燃烧方式的电站锅炉。

[0010] 循环流化床锅炉炉膛燃烧温度通常为 850℃到 950℃,远低于煤粉炉炉膛燃烧温度,循环流化床锅炉的 NO_x 排放浓度远低于煤粉炉,多数情况无需 SCR 即可达标;循环流化床锅炉炉膛燃烧温度也是炉内石灰石脱硫的最佳温度区间,如控制 Ca/S 摩尔比适当,炉内脱硫率可大于 90%;循环流化床燃烧方式是有前景的清洁煤燃烧方式。

[0011] 煤粉锅炉,特别是燃用烟煤、贫煤的煤粉炉的大型化问题,已经成功解决,国内已

有数十台 1000MW 等级的超临界一次再热煤粉锅炉投入商业运行 ;1000MW 等级的超临界二次再热煤粉锅炉已有 4 台作为示范性工程再建设中。

[0012] 循环流化床锅炉的大型化过程仍在进行中,目前,全世界已投产最大的循环流化床电站锅炉为 600MW 等级 ;全世界还没有 1000MW 等级的循环流化床锅炉,特别是没有 1000MW 等级的超临界二次再热循环流化床锅炉。

[0013] 循环流化床锅炉大型化遇到的第一个问题是流化床布风板的大型化,现有技术的技术路线是单布风板→双布风板→环形布风板。

[0014] 循环流化床锅炉大型化推广遇到的第二个问题是一次风功耗居高难下,循环流化床锅炉无需磨煤机,但循环流化床锅炉的厂用电率通常高于煤粉炉,一次风功耗过高是其主因。进一步分析现有技术循环流化床锅炉一次风功耗高的原因主要有 3 个 :1、一次风率高达总风量的 40%到 60%;2、额定一次风压高,可达 32kPa 或更高,风压调节机构上能量损耗大 ;3、虽然已经采用了 4 分仓回转式空气预热器,一次风漏风率仍然高达 20%。

[0015] 现有技术的循环流化床锅炉采用冷一次风机 2 台,冷一次风经回转式空气预热器加热成为热一次风,经热一次风道、一次风室、布风板送入炉膛。

(三) 发明内容 :

[0016] 所要解决的技术问题 :

[0017] 寻找适合超临界二次再热循环流化床锅炉的总体布置方案、流化床布风板的布置方式 ;寻找适合超临界二次再热循环流化床锅炉的一次风风机布置方式、一次风风机调节方式、回转式空气预热器形式、一次风系统,以显著降低一次风功耗 ;寻找适合超临界二次再热循环流化床锅炉的高压高温再热器、低压高温再热器的布置方案及调节、控制手段。

[0018] 解决其技术问题采用的技术方案 :

[0019] 本发明超临界二次再热循环流化床锅炉采取与现有技术完全不同的技术路线,提供一种火电站使用的具有超临界参数的可燃用无烟煤、低挥发份贫煤、贫煤、烟煤、褐煤的配套二次再热汽轮发电机的循环流化床锅炉。

[0020] 本发明超临界二次再热循环流化床锅炉包括大宽深比的由膜式水冷壁构成的炉膛、一字排列的 6 块布风板、6 个一次风风箱、6 台调速热一次风机、6 个旋风分离器、6 台调速流化风机、6 台称重式给煤机、水平连接烟道、尾部烟道、布置在炉膛前墙内侧中部的高温过热器、布置在炉膛前墙内侧右边的高压高温再热器、布置在炉膛前墙内侧左边的低压高温再热器、布置在尾部前烟道内的低压低温再热器、布置在尾部中烟道内的高压低温再热器、布置在尾部后烟道内的低温过热器、布置在尾部烟道内的省煤器、二分仓回转式空气预热器、热二次风大风箱、送风机、送风机出口关断挡板、送风管道联络挡板、空气预热器热二次风关断挡板、热一次风机入口关断挡板、热一次风机出口关断挡板、热一次风机分组联络挡板 ;6 块布风板沿炉宽均匀分布,每块布风板与相对应节段的调速热一次风机、旋风分离器、调速流化风机、称重式给煤机、膜式水冷壁、炉内附加受热面组成一个可控的热负荷单元 ;控制右边 2 台调速热一次风机、2 台调速流化风机和 2 台称重式给煤机可以调节高压再热蒸汽温度 ;控制左边 2 台调速热一次风机、2 台调速流化风机和 2 台称重式给煤机可以调节低压再热蒸汽温度 ;控制中部 2 台调速热一次风机、2 台调速流化风机和 2 台称重式给煤机可以调节过热蒸汽温度 ;机组 DCS 控制各组调速热一次风机、调速流化风机和称重式给

煤机和尾部烟道中的烟气挡板,使锅炉出口过热蒸汽温度、高压再热蒸汽温度、低压再热蒸汽温度均达到目标值;二分仓回转式空气预热器的空气侧流过的空气量为全部一次风量与全部二次风量之和使排烟温度下降到比煤粉炉更低;各调速热一次风机经热一次风机入口关断挡板吸入回转式空气预热器空气侧出口的热风,增压后,经热一次风机出口关断挡板,送入相应的一次风室,改变调速热一次风机的转速可精确调节相应的一次风室的风压;在机组 DCS 控制下,既可将各一次风室的风压调到高度一致配风均匀,也可单独改变某个/某组一次风室的风压以适应该单元/该单元组流化床床压和炉料循环的需要。

[0021] 发明的有益效果:

[0022] ● 6 块布风板沿炉宽均匀分布,每块布风板与相对应节段的调速热一次风机、旋风分离器、调速流化风机、称重式给煤机、膜式水冷壁、炉内附加受热面组成一个可控的热负荷单元;

[0023] ● 每一块布风板面积显著下降,布风板需要的设计一次风压降减小;

[0024] ● 一次风漏入烟气的量为 0,一次风漏入二次风的量也为 0;

[0025] ● 每一块布风板需要的一次风压由相对应的调速一次风机供给,全炉的平均一次风率下降,平均一次风压下降,高效低功耗;

[0026] ● 简化了回转式空气预热器的结构,由 4 分仓变为 2 分仓,回转式空气预热器的漏风系数可以做到 4% 或者更低;

[0027] ● 方便前墙布置半辐射式高温过热器、高压高温再热器、低压高温再热器受热面,无需设置外置式换热器,中、低负荷下维持高压再热器出口汽温、低压再热器出口汽温的能力、手段显著优于煤粉锅炉,无需烟气再循环即可达成;

[0028] ● 半辐射式的高温过热器、高温再热器受热面设计成一次下降的全疏水式受热面,可以在锅炉大修时用 EDTA 清洗受热面内侧可能产生的氧化皮;

[0029] ● 可以将高温过热器出口联箱、高温再热器出口联箱低位布置,显著缩短主蒸汽管、高压再热蒸汽热段管道长度和低压再热蒸汽热段管道长度,显著降低基建投资;

[0030] ● 显著降低低压再热系统压力损失,提高机组热力循环效率,降低机组热耗;

[0031] ● 与环形布风板循环流化床方案相比,不仅结构简化造价下降,还显著降低低压再热系统压力损失,降低机组热耗;

[0032] ● 与煤粉锅炉,特别是与燃用无烟煤的煤粉炉和燃用褐煤的煤粉炉相比,环保性能优越,调峰性能优胜,能够在更大负荷区间维持主汽、高再、低再在额定汽温,最低不投油稳燃负荷可达 30% BMCR 或更低;

[0033] ● 模块化结构,易于大型化,煤种适应性强,可用于设计、制造 1000MW 等级的可燃用无烟煤、低挥发份贫煤、贫煤、烟煤、褐煤的超临界二次再热循环流化床锅炉。

(四) 附图说明:

[0034] 图 1 为超临界二次再热循环流化床锅炉布置图。

[0035] 图 2 为调速热一次风风机系统图。

[0036] 在图 1 和图 2 中:

[0037] 1 炉膛、

2 布风板、

[0038] 3 旋风分离器、

4 水平连接烟道、

- | | | | | |
|--------|----|----------------|----|--------------|
| [0039] | 5 | 低压低温再热器、 | 6 | 高压低温再热器、 |
| [0040] | 7 | 低温过热器、 | 8 | 二分仓回转式空气预热器、 |
| [0041] | 9 | 尾部烟道、 | 10 | 低压高温再热器、 |
| [0042] | 11 | 高温过热器、 | 12 | 高压高温再热器、 |
| [0043] | 13 | 空气预热器热二次风关断挡板、 | 14 | 热一次风机入口关断挡板、 |
| [0044] | 15 | 调速热一次风机、 | 16 | 热一次风机出口关断挡板、 |
| [0045] | 17 | 一次风风箱、 | 18 | 热二次风大风箱、 |
| [0046] | 19 | 热一次风机分组联络挡板、 | 20 | 送风机、 |
| [0047] | 21 | 送风机出口关断挡板、 | 22 | 送风管道联络挡板、 |
| [0048] | 23 | 送风机大气吸入口。 | | |

(五) 具体实施方式：

[0049] 实施例：

[0050] 现结合图 1 以一台 1000MW 等级，主汽温度 / 一次再热汽温度 / 二次再热汽温度的设计值为 605℃ / 623℃ / 623℃ 的二次再热超临界循环流化床锅炉为例说明实现发明的优选方式。

[0051] 本发明超临界二次再热循环流化床锅炉包括大宽深比的由膜式水冷壁构成的炉膛、一字排列的 6 块布风板、6 个一次风风箱、6 台调速热一次风机、6 个旋风分离器、6 台调速流化风机、6 台称重式给煤机、水平连接烟道、尾部烟道、布置在炉膛前墙内侧中部的高温过热器、布置在炉膛前墙内侧右边的高压高温再热器、布置在炉膛前墙内侧左边的低压高温再热器、布置在尾部前烟道内的低压低温再热器、布置在尾部中烟道内的高压低温再热器、布置在尾部后烟道内的低温过热器、布置在尾部烟道内的省煤器、二分仓回转式空气预热器、热二次风大风箱、送风机、送风机出口关断挡板、送风管道联络挡板、空气预热器热二次风关断挡板、热一次风机入口关断挡板、热一次风机出口关断挡板、热一次风机分组联络挡板；6 块布风板沿炉宽均匀分布，每块布风板与相对应节段的调速热一次风机、旋风分离器、调速流化风机、称重式给煤机、膜式水冷壁、炉内附加受热面组成一个可控的热负荷单元；控制右边 2 台调速热一次风机、2 台调速流化风机和 2 台称重式给煤机可以调节高压再热蒸汽温度；控制左边 2 台调速热一次风机、2 台调速流化风机和 2 台称重式给煤机可以调节低压再热蒸汽温度；控制中部 2 台调速热一次风机、2 台调速流化风机和 2 台称重式给煤机可以调节过热蒸汽温度；机组 DCS 控制各组调速热一次风机、调速流化风机和称重式给煤机和尾部烟道中的烟气挡板，使锅炉出口过热蒸汽温度、高压再热蒸汽温度、低压再热蒸汽温度均达到目标值；二分仓回转式空气预热器的空气侧流过的空气量为全部一次风量与全部二次风量之和使排烟温度下降到比煤粉炉更低；各调速热一次风机经热一次风机入口关断挡板吸入回转式空气预热器空气侧出口的热风，增压后，经热一次风机出口关断挡板，送入相应的一次风室，改变调速热一次风机的转速可精确调节相应的一次风室的风压；在机组 DCS 控制下，既可将各一次风室的风压调到高度一致配风均匀，也可单独改变某个 / 某组一次风室的风压以适应该单元 / 该单元组流化床床压和炉料循环的需要。

[0052] 膜式水冷壁采用内螺纹管，水冷壁下联箱分段，前墙和后墙各分为 6 个循环回路，两侧墙各分为 3 个循环回路，中间设 1 个较大回路，前、后角隅管各设 1 个较小回路。

[0053] 布风板在 BMCR 工况下,设计风阻 3kPa,风冷,配无帽头的圆柱形风帽。

[0054] 调速热一次风机为特殊设计的低比转速、单级、单吸、变频调速、高效离心风机,设计工作温度 350℃,BMCR 工况下全压升 12kPa,配有进口导叶调节器,所配异步电机允许打 20℃空气时工频直接启动。

[0055] 热一次风机分组联络挡板使每组的 2 台调速热一次风机互为备用。

[0056] 尾部烟道内设置有三烟气挡板,可用于调节高压再热汽温和低压再热汽温。

[0057] 布置在炉膛前墙内侧中部的高温过热器、布置在炉膛前墙内侧右边的高压高温再热器、布置在炉膛前墙内侧左边的低压高温再热器均为蒸汽一次向下流动的半辐射式受热面;高温过热器出口联箱、高压高温再热器出口联箱、低压高温再热器出口联箱均低位布置。

[0058] 二分仓回转式空气预热器配有智能化可调柔性密封系统,长期漏风率可低于 4%,低温段采用大波纹不锈钢传热元件,BMCR 工况下设计进口温度 350℃,排烟温度 120℃。

[0059] 调速流化风机为变频调速的罗茨风机,经滤网吸入空气,每台旋风分离器配 1 台调速流化风机,每 2 台调速流化风机之间设置联络门,互为事故备用。

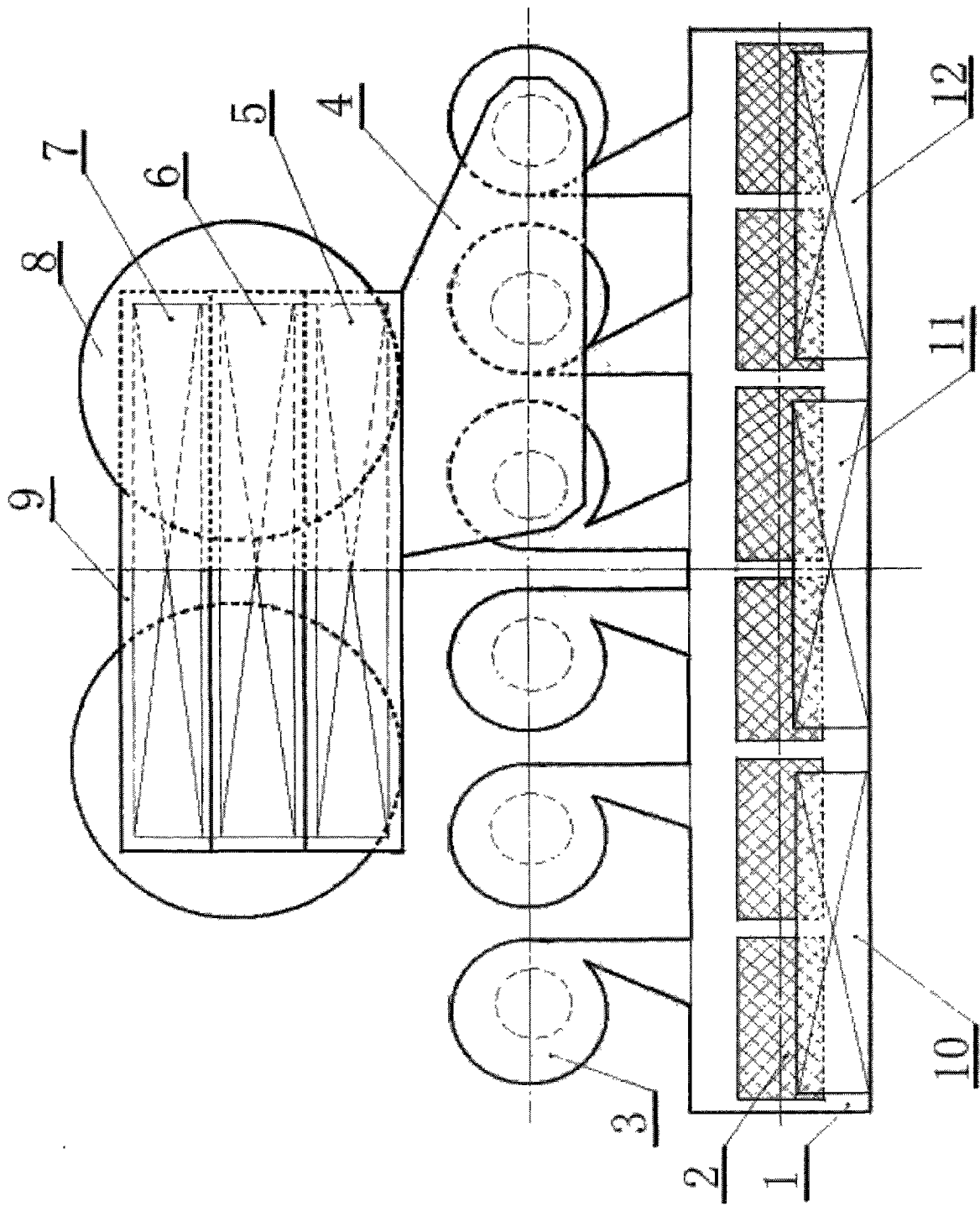


图 1

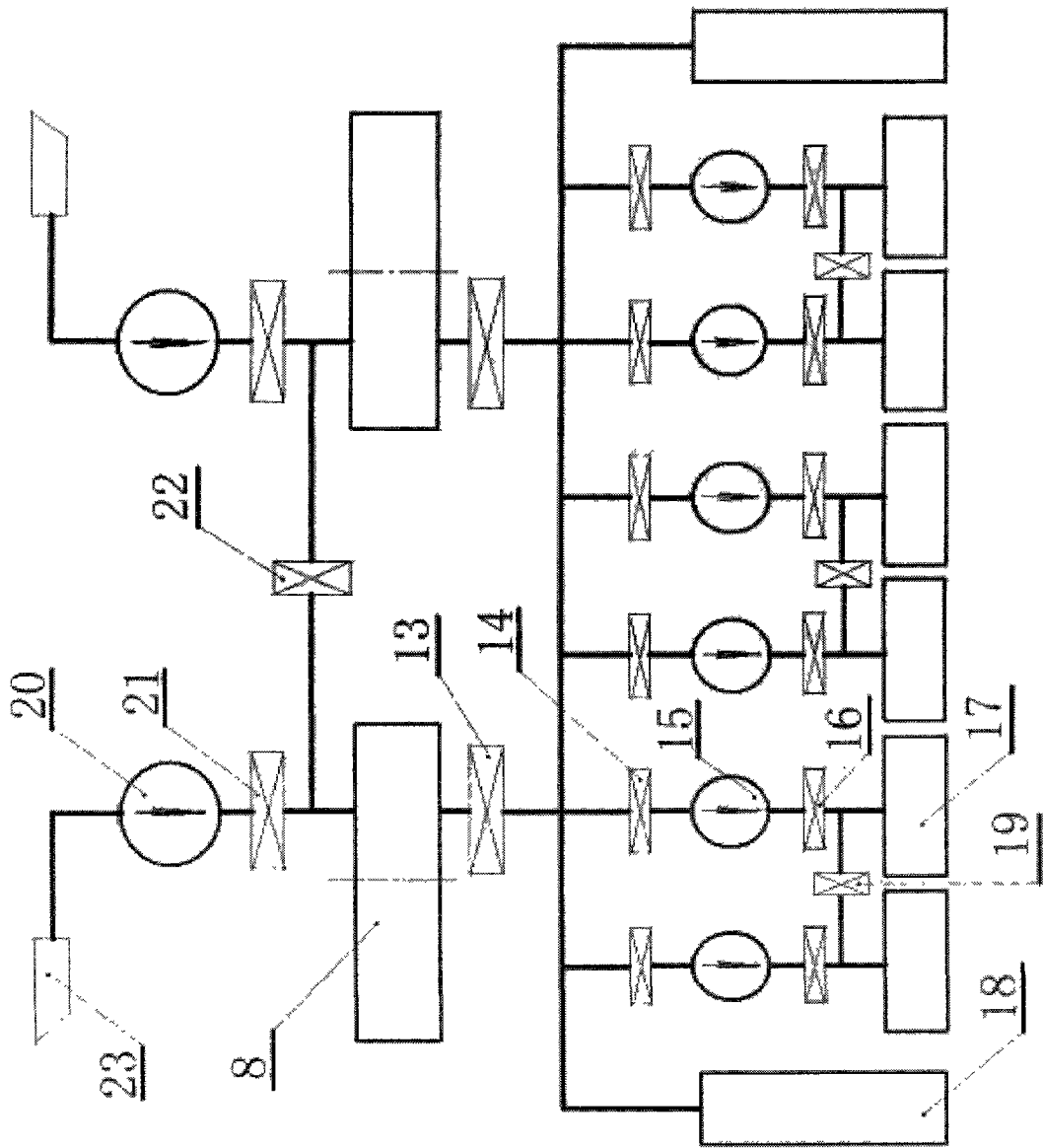


图 2