



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103712472 B

(45)授权公告日 2017.07.04

(21)申请号 201210375357.9

US 4403649 A,1983.09.13,

(22)申请日 2012.10.08

EP 0414746 B1,1993.11.03,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 101614486 A,2009.12.30,

申请公布号 CN 103712472 A

审查员 袁雪

(43)申请公布日 2014.04.09

(73)专利权人 李宁

地址 610066 四川省成都市静宁路9号(蓝谷地2栋2单元701号)

(72)发明人 李宁

(51)Int.Cl.

F28B 1/06(2006.01)

F28B 9/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 2929622 Y,2007.08.01,

CN 102052857 A,2011.05.11,

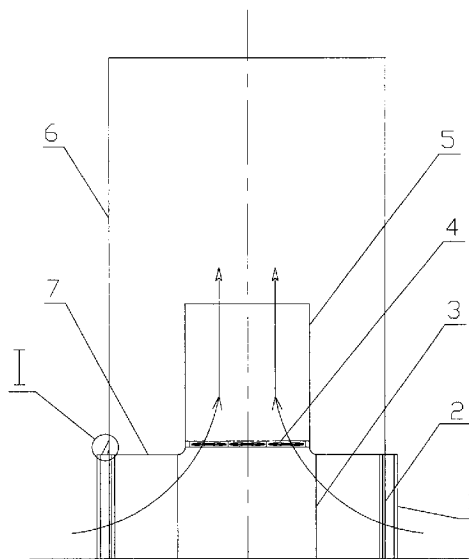
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

加力空冷塔

(57)摘要

加力空冷塔,本发明属于热交换领域,特别涉及空冷式发电的空冷塔的结构与空气驱动方式。由于气温在冬夏的巨大差别和大风的双重作用,使单纯的自然通风空冷塔难以满足现今的冷却要求,本发明采用在自然通风筒内布置了电动发电两用电机的轴流风机、可开闭的隔幕、暖风通道等结构。使本发明在大幅提高空冷塔夏季冷却能力的同时,大幅削弱大风的危害,并可利用冬季空冷塔内的过剩抽力,通过轴流风机回收其能量,开启暖风通道融解意外冻结的换热器。本发明可配套于各种规模的直接空冷和间接空冷机组。



1. 加力空冷塔,由风筒、散热器组成,其特征在于,在空冷塔内设置轴流风机(4)、机力风筒(5)、环形分隔幕(3)、散热器(2)、上下分隔幕(7)、径向分隔幕(10)、暖风通道(8)、暖风门(9);轴流风机(4)的送风量,为自然通风筒(6)内总抽风量的30~70%;环形分隔幕(3)由6~36幅可以上下开闭的门帘围成,布置于水平布置的轴流风机(4)下方;上下分隔幕(7)由6~36幅可以开闭的幕布构成;径向分隔幕(10)由6~36幅立面布置的幕布构成,其高度由塔内地面至机力风筒(5)上沿,各径向分隔幕(10)之间的夹角差小于 $3^{\circ}$ ;机力风筒(5)内的通风截面积与自然通风筒(6)内通风截面积之比为0.4~0.7;自然通风筒(6)与机力风筒(5)的高度之比为1~6;上下分隔幕(7)的高度在散热器(2)的上沿至其上10米;散热器(2)内介质为汽轮机乏汽、或热水、或其它热介质。

2. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,驱动轴流风机(4)的电机为电动发电两用电机;在百叶窗(1)与散热器(2)之间的上方设有暖风通道(8)、暖风门(9)。

3. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,将环形分隔幕(3)和上下分隔幕(7)开启,轴流风机(4)零耗电运行,空冷塔自然通风运行;将环形分隔幕(3)和上下分隔幕(7)开启,轴流风机(4)耗电运行,空冷塔机力通风运行;将环形分隔幕(3)开启,上下分隔幕(7)关闭,轴流风机(4)冬季发电运行,或轴流风机(4)夏季耗电运行。

4. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,气温大于 $0^{\circ}\text{C}$ 吹风时,主要通过关小、或关闭环形分隔幕(3)迎风方向对应的若干幅分隔幕,以减小夏季环境风对空冷性能的干扰;气温小于 $0^{\circ}\text{C}$ 吹风时,主要通过关小、或关闭迎风方向的百叶窗(1)来减小环境风对空冷性能的干扰。

5. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,通过关闭相应的百叶窗(1),开启相应的控制暖风通道(8)的暖风门(9),使空冷岛内上下分隔幕(7)下方的热空气,穿过散热器(2)经开启的暖风门(9)和暖风通道(8)进入自然通风筒(6)内,利用空冷塔内热空气融化散热器(2)管内的结冰。

6. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,环形分隔幕(3)、上下分隔幕(7)、径向分隔幕(10)的材质为纤维织物。

7. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,轴流风机(4)在机力风筒(5)下方环形立式布置,机力风筒(5)的通风截面积与自然通风筒(6)的自然通风面积之比为0.5~1.0。

8. 根据权利要求1所述的加力空冷塔,其特征在于,轴流风机(4)在自然通风筒(6)内环形水平布置。

## 加力空冷塔

### 技术领域

[0001] 本发明属于热交换领域,特别涉及以空气为冷却介质的空冷式发电的自然通风空气驱动方式。

### 背景技术

[0002] 由于水资源的日益短缺,利用空气通过金属表面直接或间接冷凝汽轮机乏汽,能大幅降低火力电站和核能电站用水量的空冷式发电,在我国装机已达上亿千瓦。

[0003] 然而由于我国北方冬天寒冷夏天酷热,加上中国北地区正好处于北半球西风带内,一年累计吹风时间,有的地区长达3~4千小时。

[0004] 在夏季高温时段,无论机力通风还是自然通风,其冷却能力均出现大幅降低,通常的办法是采用喷水增湿降温,利用水在散热器上的蒸发提高冷却效果,其汽机满负荷背压也在20~30kPa之间,但这不仅带来水资源的消耗,还由于空气中的尘土、杂质在散热器翅片上的结垢难以清除,反而还要降低不喷水时的空冷效果,进而降低发电量。

[0005] 吹风时段,自然通风空冷塔使水平流动的自然风,在空冷塔外形成严重的非均匀压力场,仅能通过关小正对来风方向的百叶窗,以部份减小其在塔外进风压力场的非均匀程度,但由于这种源自湿式凉水塔的塔内简单结构,仍然不能改变夏季自然风使空冷塔圆周进风总量大幅减少的结果,最终导致明显降低空冷效果和机组发电量。

[0006] 冬季时段,气温常在-10~-30℃之间,有的地区甚至达到-40℃以下,虽然通过百叶窗可以大幅减小冷空气流量,由于冬季空气密度,比夏季酷热时段大20~30%,在散热器中温升又高达50~70℃,达夏季高温时段的2~4倍,使自然通风塔产生出300~400Pa的过剩抽风能力,风力风向即使小幅度的随机变化,很容易造成局部过量进风而冻坏散热翅片管,为防止此事件发生,通常采取关闭部份百叶窗的同时停运部份散热器,人为提高汽机背压,减少发电量,来实现冬季防冻目标。

[0007] 由于上述原因,空冷式发电机组的汽机平均背压,通常比湿式水冷发电机组高1~3倍以上,致使空冷式发电的kwh煤耗比湿式水冷发电高5%以上。

[0008] 实用新型ZL201020667597.2,变抽力自然通风塔专利,通过采用增加可动风筒和塔筒直径来提高夏季自然通风塔的抽风能力,但在风力太大的地区,出于大风安全考虑,是不可能大幅增加可动风筒高度的。

[0009] 实用新型ZL201020500302.2,驭风空冷塔专利,通过在塔内构造径向分隔幕和在塔壁上部设置出气门,来克服自然风对自然通风空冷塔冷却效果的破坏,对于已建成的自然通风塔,显然不可能再去设置出气门。

[0010] 发明专利200910083854.X和200910089523.7,采用空冷塔底外圆周布置轴流风机、独立通风通道、导流板等来辅助自然通风,克服环境风和夏季高温对空冷效果的恶化,但由于换热后的空气必须全部经过风机,又带来了风机数量多、投资高、空冷系统占地多、风机叶片增大自然通风时阻力等问题。

## 发明内容

[0011] 鉴于现行自然通风塔结构的原因,致使空冷式发电机组夏季、吹风时段、冬季汽机背压高,kwh热耗、成本高,已有专利改进方案的不足。本发明向社会公开一种,能克服现行单纯的自然通风和机力辅助通风空冷塔在夏季、吹风时段、冬季汽机背压高的缺点的加力空冷塔。

[0012] 1. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,在空冷塔内设置轴流风机(4)、机力风筒(5)、环形分隔幕(3)、上下分隔幕(7)、径向分隔幕(10);轴流风机(4)的送风量,为自然通风筒(6)内总抽风量的30~70%;环形分隔幕(3)由6~36幅可以上下开闭的帘幕围成,布置于水平布置的轴流风机(4)下方;上下分隔幕(7)由6~36幅可以开闭的幕布构成;径向分隔幕(10)由6~36幅立面布置的幕布构成,其高度由塔内地面至机力风筒(5)上沿,各径向分隔幕(10)之间的夹角差小于 $3^{\circ}$ ;机力风筒(5)内的通风截面积与自然通风筒(6)内自然通风面积之比为0.4~0.7;自然通风筒(6)与机力风筒(5)的高度之比为1~6;上下分隔幕(7)的高度在散热器高度上沿至其上~10米,散热器(2)内介质为蒸汽、或热水、或其它热介质。

[0013] 2. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,驱动轴流风机(4)的电机为发电两用电机;在百叶窗(1)与散热器(2)之间的上方设有暖风通道(8)、暖风门(9)。

[0014] 3. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,将环形分隔幕(3)和上下分隔幕(7)开启,轴流风机(4)零耗电运行,空冷塔自然通风运行;将环形分隔幕(3)和上下分隔幕(7)开启,轴流风机(4)耗电运行,空冷塔加力通风运行;将环形分隔幕(3)开启,上下分隔幕(7)关闭,轴流风机(4)发电运行,空冷塔发电通风运行。

[0015] 4. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,气温大于 $0^{\circ}\text{C}$ 吹风时,主要通过关小、或关闭环形分隔幕(3)迎风方向对应的若干幅分隔幕,以减小夏季环境风对空冷性能的干扰;气温小于 $0^{\circ}\text{C}$ 吹风时,主要通过关小、或关闭迎风方向的百叶窗(1)来减小环境风对空冷性能的干扰。

[0016] 5. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,通过关闭相应的百叶窗(1),开启相应的控制暖风通道(8)的暖风门(9),使空冷岛内上下分隔幕(7)下方的热空气,穿过散热器(2)经开启的暖风门(9)和暖风通道(8)进入自然通风筒(6)内,利用空冷塔内热空气融化散热器(2)管内的结冰。

[0017] 6. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,自然通风筒(6)外形为圆柱形、或双曲线形、或椭圆形。

[0018] 7. 环形分隔幕(3)、上下分隔幕(7)、径向分隔幕(10)的材质为纤维织物。

[0019] 8. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,轴流风机(4)如说明书附图9、10所示的环形立式布置在塔内,其送风量为为自然通风筒(6)内总抽风量的50~100%;机力风筒(5)内的通风截面积与自然通风筒(6)内自然通风面积之比为0.5~1.0。

[0020] 9. 加力空冷塔,由风筒、散热器等组成,其特征在于,轴流风机(4)如说明书附图11、12所示的环形水平布置在塔内。

[0021] 采用本发明的空冷岛具有以下积极效果:

[0022] 由于在自然通风筒内中央区域设计了轴流风机(4),可使冷却风量在自然通风的

基础上增加50%左右,从而使原来以自然通风的散热器(2)在夏季的冷却能力大幅提高,使夏季的汽机背压降低40%;由于风筒(6)的抽风作用,使轴流风机的单位送风量的电耗减少50%以上。经计算,无论散热器(2)中是蒸汽还是热水介质,即本案所述的加力空冷塔既可用于间接空冷也可用于直接空冷,均可获得轴流风机(4)每耗1kwh电,汽机多发10kwh以上的电的经济效益。

[0023] 由于驱动轴流风机(4)的电机为电动发电两用电机,冬季由于风量小,温升大,空气在散热器(2)中的流动阻力小,自然通风筒(6)产生的抽力大,关闭上下分隔幕(7),使换热后的热空气只能经过轴流风机(4)进入机力风筒(5),从而通过轴流风机(4)将热空气在轴流风机(4)前后的压差势能转变为电能。

[0024] 由于轴流风机(4)集中水平布置在自然通风筒(6)内的中央区域,每一台轴流风机都可共用,任一台轴流风机停运或检修,散热器(2)均可100%投运,这对确保夏季满发提供了重要保障;空冷塔每一个方位的风量,主要通过百叶窗(1)、环形分隔幕(3)的开闭幅度、风机运行数量共同调节,而不需要采用昂贵的电源变频系统控制风机转速进行调节,省掉了风机电源变频系统投资;即使在最热的时段,换热后的冷却风量不需全部经过风机,减少了风机数量和功率。

[0025] 风机出风向上,没有局部转弯阻力损失,夏季主要仅增加热空气上行速度动能,风机叶片前后压差小,功率消耗低,机件磨损小。

[0026] 径向分隔幕(10),将环形分隔幕(3)和机力风筒(5)与自然通风筒(6)之间的环形区域,分为6~36个独立空间,有效阻断了自然风在塔外形成的非均匀压力场,通过塔内空间自由传递途径,大幅削弱自然风的危害;再通过环形分隔幕(3)的对应幅的开闭控制轴流风机(4)的抽风量,将大大增加本案所述的加力空冷塔侧风面的进风量,从而保证了夏季吹风时段的空冷效果。

[0027] 该加力空冷塔配置不同的散热器,即可用于10MW~1500MW冷却负荷的间接空冷或直接空冷系统,根据气象条件,设计机力通风和自然通风的比例,既可用于气候温和的地区又可用于冬严寒、夏酷热、风力大的地区,以获得最佳的经济效益。

[0028] 冬季,轴流风机(4)处于发电运行,风机前的压力高于风后的压力,当散热器(2)的某一部份出现意外冻结时,通过关闭相应的百叶窗(1),开启相应的控制暖风通道(8)进口的暖风门(9),使空冷岛内上下分隔幕(7)下方压力较高的热空气,穿过散热器(2),经开启的暖风门(9)和暖风通道(8)进入压力较低的自然通风筒(6)内,利用空冷塔内热空气融化散热器(2)管内的结冰。

[0029] 当采用附图9、10所示的将轴流风机(4)环形立式布置在塔内,或附图11、12所示的轴流风机(4)环形水平布置在塔内,在夏季部份热空气可以不经轴流风机,而直接由自然通风筒(6)、或机力风筒(5)抽上出口,克服了发明专利200910083854.X和200910089523.7,空气必须全部经过轴流风机,风机数量多、电耗高、投资高、空冷系统占地多、风机叶片增大自然通风时阻力等问题。

## 附图说明

[0030] 附图1,设有可动风筒的自然通风塔。

[0031] 附图2,设有径向分隔幕和中心风筒的驭风空冷塔俯视图。

- [0032] 附图3,运行在夏季或高温时段的加力空冷塔,电力驱动轴流风机增加风量。
- [0033] 附图4,运行在春秋季节或气温 $-5\sim 5^{\circ}\text{C}$ ,采用自然通风的加力空冷塔,停运轴流风机。
- [0034] 附图5,运行在冬季或气温在 $-5^{\circ}\text{C}$ 以下的加力空冷塔,轴流风机处于发电运行。
- [0035] 附图6,加力空冷塔俯视图。
- [0036] 附图7,暖风门(9)处于开启状态的加力空冷塔,对冻结的翅片管加热解冻。
- [0037] 附图8,暖风门(9)处于关闭状态的加力空冷塔。
- [0038] 附图9,轴流风机(4)采用环形立式布置在塔内的加力空冷塔主视图。
- [0039] 附图10,轴流风机(4)采用环形立式布置在塔内的加力空冷塔俯视图。
- [0040] 附图11,轴流风机(4)采用环形水平布置在塔内的加力空冷塔主视图。
- [0041] 附图12,轴流风机(4)采用环形水平布置在塔内的加力空冷塔俯视图。
- [0042] 图中:
- [0043] 1.百叶窗。
- [0044] 2.散热器。
- [0045] 3.环形分隔幕。
- [0046] 4.轴流风机。
- [0047] 5.机力风筒。
- [0048] 6.自然通风筒。
- [0049] 7.上下分隔幕。
- [0050] 8.暖风通道。
- [0051] 9.开启状态的暖风门。
- [0052] 10.径向分隔幕。
- [0053] 1.设置暖风通道的位置。

### 具体实施方式

[0054] 轴流风机(4)如附图3、4、5、6所示,在自然通风筒(6)中央水平布置:600MW机组,自然通风筒(6)高度150米,自然通风筒(6)出口直径96米,塔底散热器外径140米,机力风筒(5)直径68米,高度80米,径向分隔幕(10)、上下分隔幕(7)、环形分隔幕(3)数量本实施例各为12幅,轴流风机总装机功率2500kw,风机全压60Pa,抽风量 $28000\text{m}^3/\text{s}$ ,加上自然通风 $14000\text{m}^3/\text{s}$ ,合计 $42000\text{m}^3/\text{s}$ 。在夏季或高温时段,电力驱动轴流风机增加风量,实际功率消耗2000kw,汽机背压降低40%;气温 $-5\sim 5^{\circ}\text{C}$ ,采用自然通风,停运轴流风机,风机零电耗,汽机背压 $4\sim 5\text{kPa}$ ;气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ ,轴流风机的电机加上发电励磁,轴流风机处于发电运行,发电量为2000kw,汽机背压 $3\sim 4\text{kPa}$ 。

[0055] 轴流风机(4)如附图9、10所示,在机力风筒(5)下部环形立式布置:600MW机组,自然通风筒(6)高度150米,自然通风筒(6)出口直径96米,塔底散热器外径140米,机力风筒(5)直径68米,高度80米,径向分隔幕(10)、上下分隔幕(7)数量本实施例各为12幅,轴流风机总装机功率2500kw,风机全压60Pa,抽风量 $28000\text{m}^3/\text{s}$ ,加上自然通风 $14000\text{m}^3/\text{s}$ ,合计 $42000\text{m}^3/\text{s}$ 。在夏季或高温时段,电力驱动轴流风机增加风量,实际功率消耗2000kw,汽机背压降低40%;气温 $-5\sim 5^{\circ}\text{C}$ ,采用自然通风,停运轴流风机,风机零电耗,汽机背压 $4\sim 5\text{kPa}$ ;

气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ ，轴流风机的电机加上发电励磁，轴流风机处于发电运行，发电量为2000kw，汽机背压3~4kPa。

[0056] 轴流风机(4)如附图11、12所示，在自然通风筒(6)环形水平布置布置：600MW机组，自然通风筒(6)高度150米，自然通风筒(6)出口直径96米，塔底散热器外径140米，机力风筒(5)直径68米，高度80米，径向分隔幕(10)、环形隔幕(3)数量本实施例各为12幅，轴流风机总装机功率2500kw，风机全压60Pa，抽风量 $28000\text{m}^3/\text{s}$ ，加上自然通风 $14000\text{m}^3/\text{s}$ ，合计 $42000\text{m}^3/\text{s}$ 。在夏季或高温时段，电力驱动轴流风机增加风量，实际功率消耗2000kw，汽机背压降低40%；气温 $-5\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，采用自然通风，停运轴流风机，风机零电耗，汽机背压4~5kPa；气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ ，轴流风机的电机加上发电励磁，轴流风机处于发电运行，发电量为2000kw，汽机背压3~4kPa。

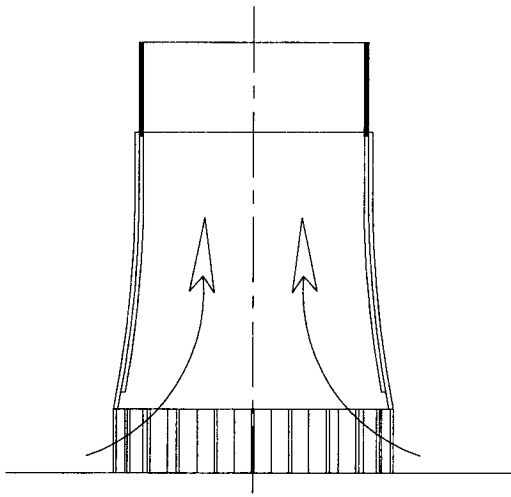


图1

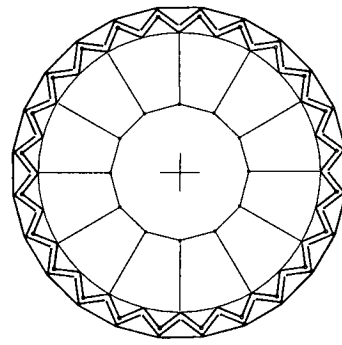


图2

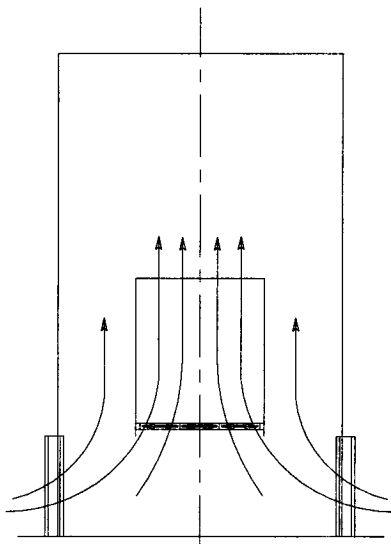


图3

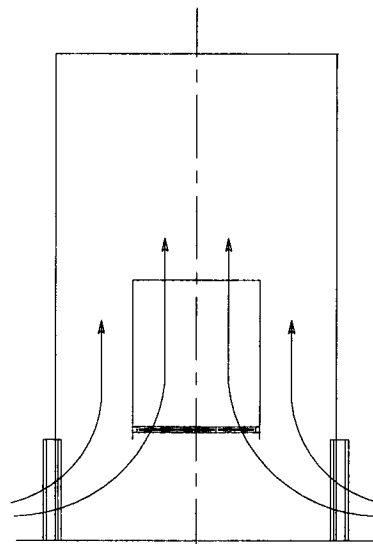


图4

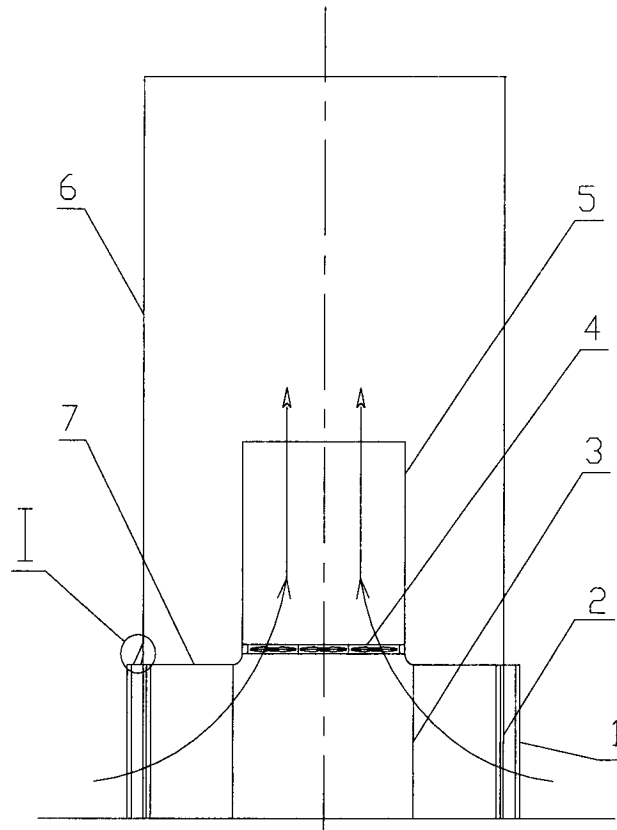


图5

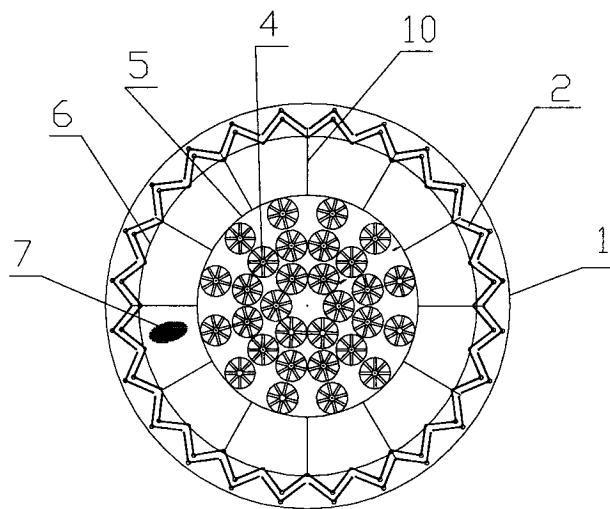


图6

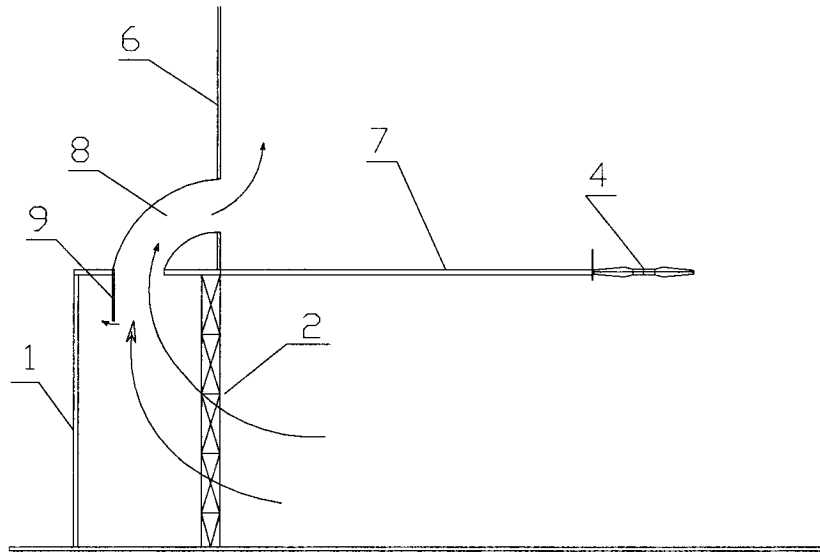


图7

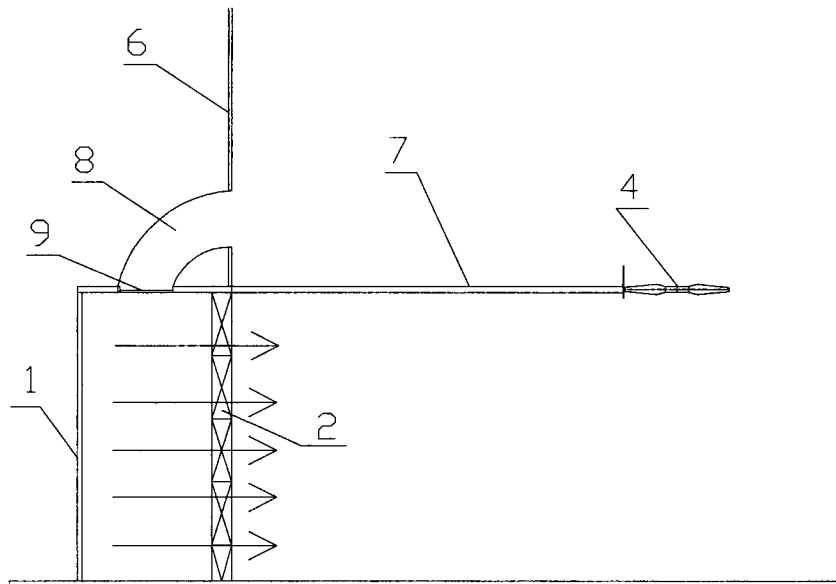


图8

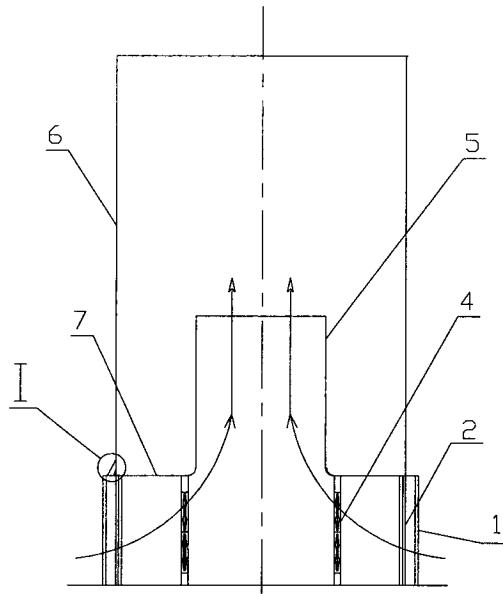


图9

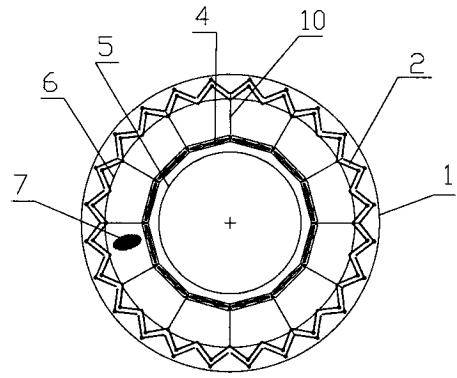


图10

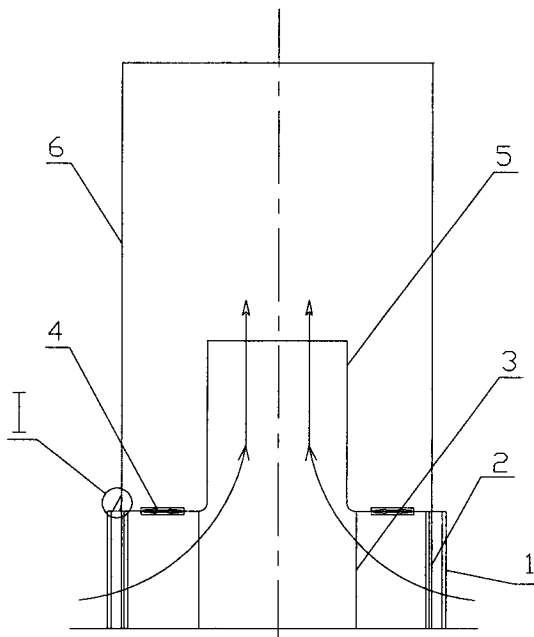


图11

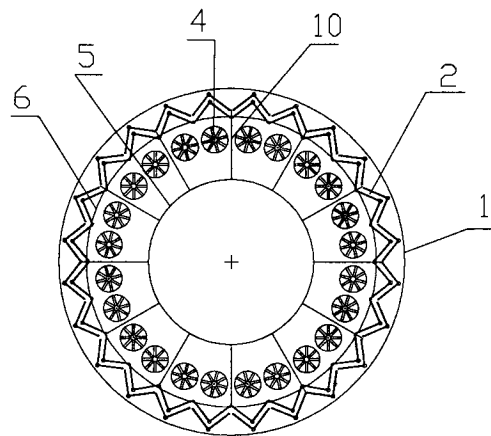


图12