



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205448747 U

(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201620202491.2

(22)申请日 2016.03.16

(73)专利权人 安徽皖苏电力运检科技有限公司

地址 243000 安徽省马鞍山市经济技术开
发区梅山路399号科创中心内

(72)发明人 张玄 张新燕 李亚子 许超
顾运磊

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 蒋海军

(51)Int.Cl.

F28C 1/02(2006.01)

F28F 25/06(2006.01)

F28F 25/04(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

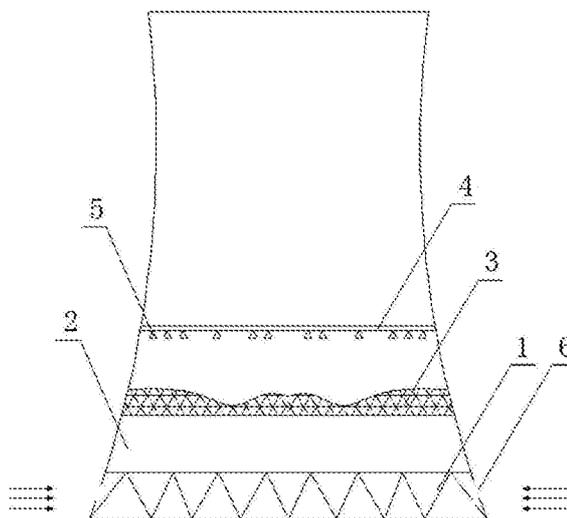
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)实用新型名称

一种火电厂冷水塔换热装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种火电厂冷水塔换热装置,属于冷却塔制造领域。包括塔体,塔体的底部两侧分别设置有进风口,从底部依次向上为进风区、雨区、填料区和配水系统,所述的喷嘴不均匀设置于配水系统下方。一种基于上述的换热装置的三维优化布置方法,(1)采集冷水塔原有的设计参数,包括塔体设计参数和气象参数;(2)采集冷水塔实际运行状况参数;(3)采用Fulent软件平台,输入步骤(1)和步骤(2)的参数,对冷却塔进行热交换动力场建模(4)计算,依据计算结果,确定冷水塔进水不同区域喷嘴口径和填料布置高度。从而进行冷水塔换热装置的三维优化布置,风水匹配得当,大大提高了冷水塔换热效率。



1. 一种火电厂冷水塔换热装置,包括塔体,其特征在于:塔体的底部两侧分别设置有进风口(6),从底部依次向上为进风区(1)、雨区(2)、填料区(3)和配水系统(4),所述的配水系统(4)底部设置有喷口向下的若干喷嘴(5),所述的喷嘴(5)不均匀设置于配水系统(4)下方。

2. 根据权利要求1所述的一种火电厂冷水塔换热装置,其特征在于:所述的配水系统(4)包括集水池、进水管和配水管,配水管不均匀设置,动力场大的部位配水管设置密集,配水管端头与底部的喷嘴(5)连接。

3. 根据权利要求1所述的一种火电厂冷水塔换热装置,其特征在于:所述的喷嘴(5)均匀口径,在动力场大的部位配水管设置密集,动力场小的部位配水管设置稀疏。

4. 根据权利要求1或2所述的一种火电厂冷水塔换热装置,其特征在于:所述的喷嘴(5)口径为20-36mm。

5. 根据权利要求1所述的一种火电厂冷水塔换热装置,其特征在于:所述的填料区(3)包括填料支架和填料,填料设置于填料支架,填料高度不均匀设置,动力场大的部位填料高度高,动力场小的部位填料高度低。

6. 根据权利要求5所述的一种火电厂冷水塔换热装置,其特征在于:所述的填料高度为0.5m-2.0m。

一种火电厂冷水塔换热装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及冷却塔制造领域,更具体地说,涉及一种火电厂冷水塔换热装置。

背景技术

[0002] 火力发电厂的冷端系统包括凝汽器、真空泵、冷却塔、循环水泵及其供水管路。其作用是向凝汽器提供所需温度及流量的循环冷却水用以冷却主系统中做完功的乏汽,吸收乏汽的汽化潜热使其变成凝结水,从而完成循环;另一方面,也对凝汽器真空的形成与保持提供保证。其中,冷却塔工作性能的优劣,决定了进入凝汽器循环水进水温度的高低,它对机组,及至整个电厂安全经济运行有至关重要的影响。

[0003] 随着全球能源形势的日益严峻,节能已成为各国能源政策的一大主题。国家发展和改革委员会在《节能中长期专项规划》中明确提出宏观节能目标是在2003年~2020年年平均节能率为3%,形成的节能能力为14亿吨标准煤。国家能源局、财政部关于开展燃煤电厂综合升级性能优化工作的通知,“十二五”期间,采用成熟可靠,经济适用的先进发电技术,对在役煤电机组进行综合升级性能优化。对已投运火力发电厂来说,在保证机组安全稳定运行的基础上,如何做到节能减排、提高机组运行经济性是火电厂最重要的工作。目前的节能技改工作主要集中在机、炉本体性能优化与转机变频性能优化两方面。很少有从冷端系统方面考虑问题,为响应国家节能减排的号召,降低企业的生产成本,提高企业的竞争力。

[0004] 目前火电厂自然通风逆流湿式冷却塔设计时采用“单区、一维、均风”模型,该模型与实际条件有一定偏差,使得冷却塔工作在设计状态下(即冷却能力达到100%时),理论上仍有近4℃的温降空间。本技术通过冷水塔换热装置三维优化布置系统,对冷却区域的动力场三维建模仿真模拟计算,依据计算结果重新布置冷水塔填料,强化换热性能,在原设计换热能力(100%)的基础上,使冷却塔换热效率提升不低于20%,使出塔水温再降低达到1.5~3℃。

[0005] 中国专利申请,申请号201210319829.9,公开日2013年1月9日,公开了超大型逆流式自然通风冷却塔工艺设计三维仿真计算方法,本发明公开了超大型逆流式自然通风冷却塔工艺设计三维仿真计算方法,包括:根据超大型冷却塔的工艺尺寸,建立所述超大型冷却塔的三维网格模型;计算所述超大型冷却塔的环境空气参数和冷却水参数,将参数导入预设的环境气象程序;在计算流体力学软件中读入所述三维网格模型,编译所述环境气象程序;指定水温标量的计算区域为传热传质区,设定控制参数;对所述计算域进行初始化,进行计算得到仿真计算结果。本发明运用的CFD技术可视化程度高、可扩展性强,提出的三维仿真计算方法可以得到在环境气象条件影响下,超大型逆流式自然通风冷却塔内外部的空气流场以及冷却塔的热力性能参数,评估电厂建筑对超大型自然通风冷却塔热力性能的影响。但本方案并没有针对不同区域的冷水塔换热装置对应不同区域喷水量进行调整,没有进行不均匀的针对性设置,并且没有根据动力场的实际情况将填料设置在不同区域,进行不等高度布置。

发明内容

[0006] 1.要解决的技术问题

[0007] 针对现有火电厂冷水塔换热技术中的一维设计、均匀进风的布置方式,冷却效果差,效率低。本实用新型提供了一种火电厂冷水塔换热装置。它采用的三维优化布置、风水匹配得当,冷却效果好,效率高。

[0008] 2.技术方案

[0009] 本实用新型的目的通过以下技术方案实现。

[0010] 一种火电厂冷水塔换热装置,包括塔体,塔体的底部两侧分别设置有进风口,从底部依次向上为进风区、雨区、填料区和配水系统,所述的配水系统底部设置有喷口向下的若干喷嘴,所述的喷嘴不均匀设置于配水系统下方,配水系统下布置换热效果好的填料层。

[0011] 更进一步的,所述的配水系统包括集水池、进水管和配水管,配水管不均匀设置,动力场大的部位配水管设置密集,配水管端头与底部的喷嘴连接。

[0012] 更进一步的,所述的喷嘴均匀口径,在动力场大的部位配水管设置密集,动力场小的部位配水管设置稀疏。

[0013] 更进一步的,所述的喷嘴口径为20-36mm。

[0014] 更进一步的,所述的填料区包括填料支架和填料,填料设置于填料支架,填料高度不均匀设置,动力场大的部位填料高度高,动力场小的部位填料高度低。

[0015] 更进一步的,所述的填料高度为0.5m-2.0m。

[0016] 一种基于上述的一种火电厂冷水塔换热装置的三维优化布置方法,步骤如下:

[0017] (1)采集冷水塔原有的设计参数,包括塔体设计参数和气象参数;

[0018] (2)采集冷水塔实际运行状况参数;

[0019] (3)采用Fulent软件平台,运用CFD,即计算流体动力学的方法,输入步骤(1)和步骤(2)的参数,对冷却塔进行建模,建模以冷却塔底中心为原点,半径500m、高900m的空间为计算域,网格化后生成1000万-1500万个计算点,通过计算得到塔内湿空气与循环水的速度场、温度场、压力场、湿度场和动力场;

[0020] (4)依据计算结果,计算出循环水出塔水温最优值状态对应的配水与填料布置方案,确定冷水塔进水不同区域喷嘴口径和填料布置高度。

[0021] 更进一步的,所述的步骤(1)中塔体设计参数为塔型、淋水面积、塔总高、进风口高、喉部直径、顶部直径、设计进塔水量、设计循环水进/出水温、全年平均进塔量、年平均出塔量、冷却塔设计温降,气象参数为:当地大气压、空气干球温度、空气相对湿度。

[0022] 更进一步的,步骤(2)中冷水塔实际运行状况参数包括循环水量、进水温度、出水温度、气温。

[0023] 更进一步的,所述的对应湿空气与循环水的动力场大的区域喷嘴口径大和填料布置高度高,湿空气与循环水的动力场小的区域喷嘴口径小、填料布置高度低。

[0024] 3.有益效果

[0025] 相比于现有技术,本实用新型的优点在于:

[0026] (1)本冷却塔采用了具有针对性的布置方式,针对塔内空气动力场的分布,进行喷嘴和填料的优化配置,配置针对性好,成本低,冷却效果好;

- [0027] (2)本冷却塔采用了具有针对性的布置方式,通过不同的动力场设置,针对喷嘴大小进行调整,更大的优化了喷嘴的配置,减少了喷嘴设置的成本;
- [0028] (3)本冷却塔针对不同动力场下的情况,针对配水管进行了有效的分布,可视性好,配置针对喷嘴的密集程度对应,效率高;
- [0029] (4)本设计方案中基于原冷水塔直接进行改造,针对原塔的效率不高之处针对性改造,改造部位少,成本低,速度快;
- [0030] (5)充分利用冷却塔在三个区域即、雨区、填料区和配水区不同的冷却效率,重点针对填料区进行改造,改造成本低,效果好;
- [0031] (6)通过对冷水塔换热装置三维优化布置,使得换热装置内的风与水交换更为匹配,充分发挥了原进塔空气的换热能力,优化效果好,不影响原塔的功效;
- [0032] (7)出塔空气吸热量的上升,使出塔空气密度减小,由此加大了冷却塔内外空气的密度差,并最终使冷却塔的进塔空气量增大,使得冷却效率高;
- [0033] (8)出塔空气的动能使其具有携带能力:其相对湿度可以超过100%,即空气呈过饱和状态;充分利用了空气的动力,冷却效率高好;
- [0034] (9)以600MW机组配套的9000m²冷却塔为例,按常规设计状态进行改造后,换热装置效率可以提高20%以上,可以降低出冷水塔换热水温1.8℃以上;
- [0035] (10)改造后可以影响发电机凝汽器真空0.75kPa,相当于影响机组发电煤耗近2g/kW.h.每年可以节约标煤5280吨,减排CO₂不小于13728吨,由此产生的碳排放交易额为70万元.企业经济效益与社会环保效益都十分显著,投资一般在1年到1.5年可以回收成本。

附图说明

- [0036] 图1为冷水塔内部结构图;
- [0037] 图2为冷却塔实际进风状态;
- [0038] 图3位进口气流矢量;
- [0039] 图4填料上表面空气流速分布;
- [0040] 图5优化前填料顶部空气温度分布;
- [0041] 图6优化后填料顶部空气温度分布。
- [0042] 附图标号:
- [0043] 1、进风区;2、雨区;3、填料区;4、配水系统;5、喷嘴;6、进风口。

具体实施方式

- [0044] 下面结合说明书附图和具体的实施例,对本实用新型作详细描述。
- [0045] 实施例1
- [0046] 目前火电厂自然通风逆流湿式冷却塔设计时采用“单区、一维、均风”模型,该模型与实际条件有一定偏差,使得冷却塔工作在设计状态下(即冷却能力达到100%时),理论上仍有近4℃的温降空间,虽然各科研机构都在探索提高冷水塔换热效率的措施,但是要接近理论利用值仍然有很大差距.本实用新型提供了一种火电厂冷水塔换热装置,以及通过三维优化布置冷水塔的系统,它可以实现接近理论利用值的距离,把冷水塔换热装置效率最大限度的发挥出来。

[0047] 表1冷却塔出塔水温增加1℃对机组经济性的影响

[0048]

机组负荷	125MW	200MW	300MW	350MW
效率降低	0.31%	0.328%	0.242%	0.23%
煤耗增加	1.04g/KWh	1.11g/KWh	0.80g/KWh	0.74g/KWh

[0049] 上表可知,冷却塔出塔水温增加1℃对机组的损耗巨大。

[0050] 本发明是建立于常规的冷水塔换热装置设计时都认为塔内的风是一维、均匀的,

[0051] 常规方法所以对化热装置配水时要求均匀布水,方案如下:

[0052] 一维:在x-y-z直角系或r-θ-z柱坐标系中,各计算参量只考虑“z”方向的变化,而认为“x”、“y”或“r”、“θ”方向无影响。

[0053] 均风:冷却空气从冷却塔的底部(沿半径方向非常均匀地)向塔顶方向吹。

[0054] 冷却塔的配水:正因为设计时认为塔内的风是一维、均匀的,所以在配水时要求均匀布水。这也就是目前看到的冷却塔填料等高布置、均匀布水的原因。

[0055] 双区配水:由于考虑到北方冬季气温太低,单泵运行水量在外区分布太小而造成冷却塔外围填料结冰,从而采用所谓的双区配水——冬季单泵运行时,关闭内区配水门,循环水只在外区进入填料。值得注意的是这种设计虽然是针对北方气候而为,但目前南方地区的冷却塔也无一例外地采用相同结构——相同的设计软件。

[0056] 正因为从设计开始就进行了这样的假设,所以传统冷却塔的设计与强化换热改造均从更均匀地配水方面着手。西安热工研究院、山东电科院、西安交通大学等单位于2001年做过联合课题——研究配水不均对冷却塔性能的影响及其计算方法。

[0057] 课题研究的结论为:

[0058] (1)冷却塔换热性能与水分布的均匀程度有关,而与环境参数及水力负荷基本无关。

[0059] (2)水分布均匀度系数由1(分布均匀)下降至0.75(很不均匀),将影响冷却塔出塔水温达4℃。

[0060] 表2传统方法对冷却塔改造前后热力试验结果汇总表

[0061]

冷水塔编号	冷水塔1	冷水塔2	冷水塔3	冷水塔4	冷水塔5	冷水塔6
淋水面积(m ²)	2000	3500	6500	3500	5000	2500
塔总高度(m)	70	90	125	90	110	75
进风口高(m)	3.97	5.80	9.00	5.80	7.80	5.00
改造前热效率(%)	70	71.6	82	64	53.3	70.4
改造后热效率(%)	106	105	108	103	102	104

[0062] 备注:从上表可清楚看出:传统方法冷却塔改造后的冷却能力提升一般不会超过10%。

[0063] 这也就是目前看到的冷却塔填料等高布置、均匀布水的原因。正因为从设计开始就进行了这样的假设,所以传统冷却塔的一维设计与三维强化换热均从更均匀地配水方面着手设计。许多研究机构就冷水塔配水不均对冷却塔性能的影响进行过计算和研究。发现冷却塔换热性能与水分布的均匀程度有关,而与环境参数及水力负荷基本无关。水分布均

匀度系数由1(分布均匀)下降至0.75(很不均匀),将影响冷却塔出塔水温达4℃。正因为从对冷水塔换热装置一维设计,使得冷水塔在实际换热过程中,换热效率没有充分发挥。本实用新型技术从依据述试验研究结论,从冷水塔换热装置三维优化设计入手,通过三维仿真模拟计算,根据模拟计算出来换热动力场实际情况,重新设计换热装置。

[0064] 如图1所示,本方案的一种火电厂冷水塔换热装置,包括塔体,塔体的底部两侧分别设置有进风口6,从底部依次向上为进风区1、雨区2、填料区3和配水系统4,所述的配水系统4底部设置有喷口向下的若干喷嘴5,所述的喷嘴5不均匀设置于配水系统4下方。所述的配水系统4包括集水池、进水管和配水管,配水管不均匀设置,动力场大的部位配水管设置密集,配水管端头与底部的喷嘴5连接。所述的喷嘴5均匀口径,在动力场大的部位配水管设置密集,动力场小的部位配水管设置稀疏。所述的填料区3包括填料支架和填料,填料设置于填料支架,填料高度不均匀设置,动力场大的部位填料高度高,动力场小的部位填料高度低,填料高度为0.5m-5m。冷却塔的三个传热区的主要传热效果为,配水区10%,填料区70%,雨区20%。

[0065] 如图2-6所示,图2为冷却塔实际进风状态;图3位进口气流矢量;图4填料上表面空气流速分布;图5优化前填料顶部空气温度分布;图6优化后填料顶部空气温度分布,合理布置塔换热配水系统和填料布置。

[0066] 本发明从对冷水塔换热装置三维优化设计入手,通过三维仿真模拟计算,根据模拟计算出来换热动力场实际情况,重新设计换热装置,合理布置塔换热配水和填料布置,使得换热装置内的风与水交换更为匹配,充分发挥了原进塔空气的换热能力;出塔空气吸热量的上升,使出塔空气密度减小,由此加大了冷却塔内外空气的密度差,并最终使冷却塔的进塔空气量增大;出塔空气的动能使其具有携带能力,换热装置效率较一维设计提高20%以上。

[0067] 本发明使用于火力发电厂自然通风冷水塔节能改造所属领域或者其它行业有自然通风冷水塔的直接应用的技术领域。

[0068] 一种所述的一种火电厂冷水塔换热装置的三维优化布置方法,步骤如下:

[0069] (1)采集冷水塔原有的设计参数,包括塔体设计参数和气象参数;塔体设计参数为塔型、塔型为双曲线自然通风逆流式,淋水面积、塔总高、进风口高、喉部直径、顶部直径、设计进塔水量、设计循环水进/出水温、全年平均进塔量、年平均出塔量、冷却塔设计温降,气象参数为:当地大气压、空气干球温度、空气相对湿度。

[0070] (2)采集冷水塔实际运行状况参数;包括循环水量、进水温度、出水温度、气温。

[0071] (3)采用Fulent软件平台,运用CFD计算流体动力学的方法,输入步骤(1)和步骤(2)的参数,对冷却塔进行建模,建模以冷却塔底中心为原点,半径500m、高900m的空间为计算域,网格化后生成1000万-1500万个计算点,通过计算得到塔内湿空气与循环水的速度场、温度场、压力场、湿度场和动力场;

[0072] (4)依据计算结果,冷水塔内对冷却风换热装置与循环水按湿空气冷却能力进行配置,找到循环水出塔水温最优值状态对应的配水与填料布置方案,计算出循环水出塔水温最优值状态对应的配水与填料布置方案,确定冷水塔进水不同区域喷嘴口径和填料布置高度。所述的对应湿空气与循环水的动力场大的区域喷嘴口径大和填料布置高度高,湿空气与循环水的动力场小的区域喷嘴口径小、填料布置高度低。

[0073] 图5和6为三维优化设计布置前后温度分布模拟图,从图可以看出,优化前冷水塔换热装置内部温度分布非常不均匀,冷水塔进水热量不能很好的被带走。优化后优化前冷水塔换热装置内部温度分布相对均匀多了,冷水塔进水热量带走相对多了,换热效率提高了很多。

[0074] 本实施例设置进水温度为36.2℃,改造前的出水温度为27.1℃,改造后为25.2℃,比原先降低1.9℃。

[0075] 三维优化布置方法的特点:

[0076] (1)通过对换热装置三维优化设计计算,重新布置换热装置,充分发挥了原进塔空气的换热能力;

[0077] (2)三维优化布置使得换热装置热交换动力场趋于均匀,出塔空气吸热量的上升,使出塔空气密度减小,由此加大了冷却塔内外空气的密度差,并最终使冷却塔的进塔空气量增大;

[0078] (3)三维优化布置使得出塔空气的动能使其具有携带能力;其相对湿度可以超过100%,即空气呈过饱和状态;

[0079] (4)换热装置三维优化设计技术的性能优化目标为在设计换热能力(100%)的基础上,使冷却塔换热效率提升不低于20%,即达到设计值的120%以上,使出塔水温降低达到1.5~3℃。

[0080] 三维优化布置方法改造冷水塔试验比较

[0081]

冷水塔编号	冷水塔1	冷水塔2	冷水塔3	冷水塔4	冷水塔5	冷水塔6
淋水面积(m ²)	4000	4000	4500	4500	4500	4500
塔总高度(m)	102.2	102.2	105	105	105	105
进风口高(m)	8.024	8.024	7.80	7.80	7.80	7.80
改造前热效率(%)	93.7	96.2	98.6	87.2	95.4	97.9
改造后热效率(%)	127.0	134.0	133.4	130.9	128.3	131.8

[0082] 热效率为设计值的效率,采用以三维优化设计方法的冷却塔改造,其冷却能力的提升均超过20%。与传统“均匀配水”相比有较为明显的提高,冷却塔平均出水温度下降均在2度以上。

[0083] 实施例2

[0084] 实施例2基本与实施例1相同,不同之处在于,所述的喷嘴5口径为不等大小的口径,口径为20-36mm。对喷嘴内部喷管口径进行调整,分布设计为d=25、27、28、30mm等几种口径,动力场大、填料高度高的部位采用大口径喷管,动力场小、填料高度低的部位采用小口径喷管。设置更加具有针对性,效率高、成本低。对应的淋雨密度, ρ 为5000-13000kg/(m²·h),对应 ρ_1 5000kg/(m²·h)使用25mm口径喷嘴,对应 ρ_2 为13000kg/(m²·h)使用相应30mm口径,并且密度为5000k/(m²·h)对应密度的 $(25^2/5000)/(30^2/13000) \approx 1.8$ 倍。

[0085] 实施例3

[0086] 实施例3基本与实施例1相同,对冷水塔填料采用不等高布置,动力场大的部位增加填料高度,动力场小的部位减少填料高度,如60万机组9000m²冷水塔填料布置最高处h=2米,最低处0.5米。塔内的风速s=1.0-4.0m/s,对应的调料高度为对应速度的0.5倍,即h=

s*0.5。

[0087] 实施例4

[0088] 以600MW机组配套的9000m²冷却塔为例,采用本技术对冷水塔换热装置进行三维优化布置系统后,比较常规设计状态进行改造后,可降低出塔水温2℃左右;影响机组真空0.75kPa;相当于影响机组发电煤耗近2g/kW.h。年节约标煤5280吨,减排CO₂不小于13728吨,由此产生的碳排放交易额为70万元,企业经济效益与社会环保效益都十分显著,投资1年到1.5年可以回收本。

[0089] 以上示意性地对本发明创造及其实施方式进行了描述,该描述没有限制性,在不背离本发明的精神或者基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。附图所示的也只是本发明创造的实施方式之一,实际的结构并不局限于此,权利要求中的任何附图标记不应限制所涉及的权利要求。所以,如果本领域的普通技术人员受其启示,在不脱离本创造宗旨的情况下,不经创造性的设计出与该技术方案相似的结构方式及实施例,均应属于本专利的保护范围。此外,“包括”一词不排除其他元件或步骤,在元件前的“一个”一词不排除包括“多个”该元件。产品权利要求中陈述的多个元件也可以由一个元件通过软件或者硬件来实现。第一,第二等词语用来表示名称,而并不表示任何特定的顺序。

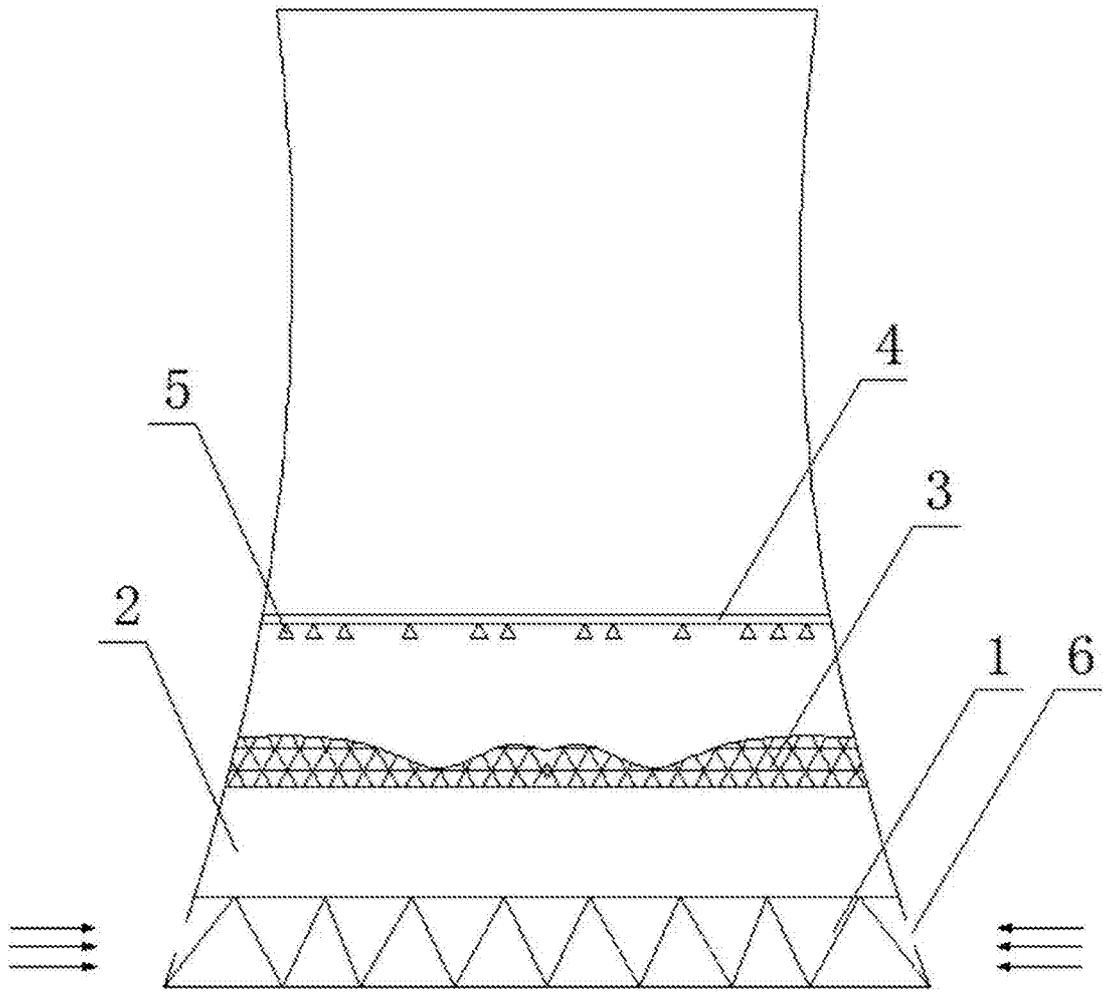


图1

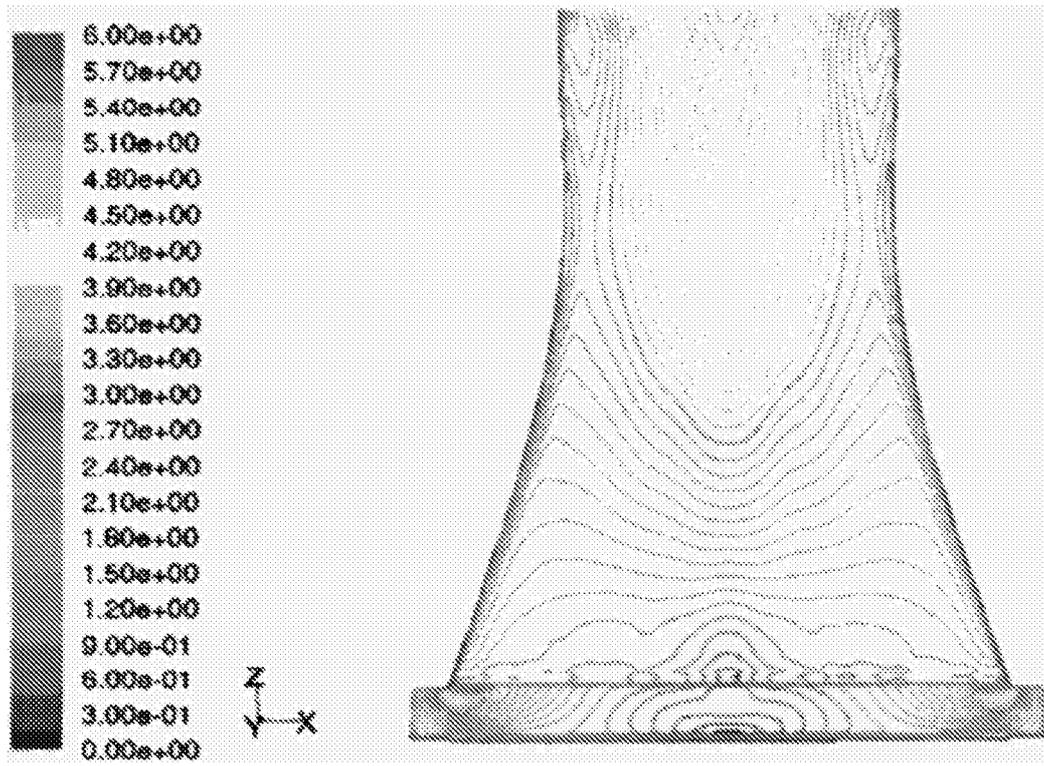


图2

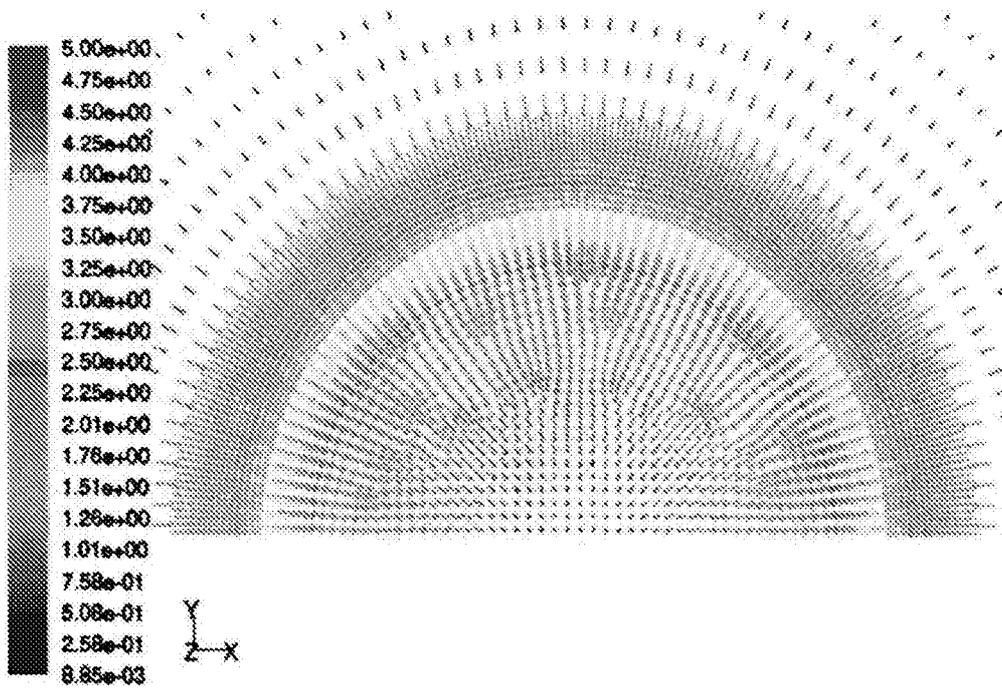


图3

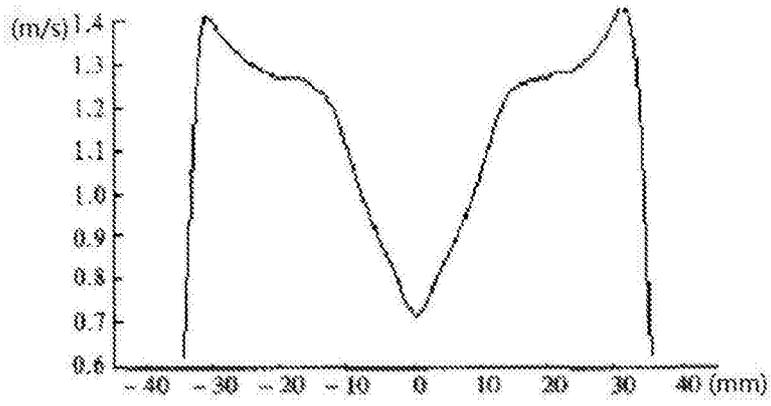


图4

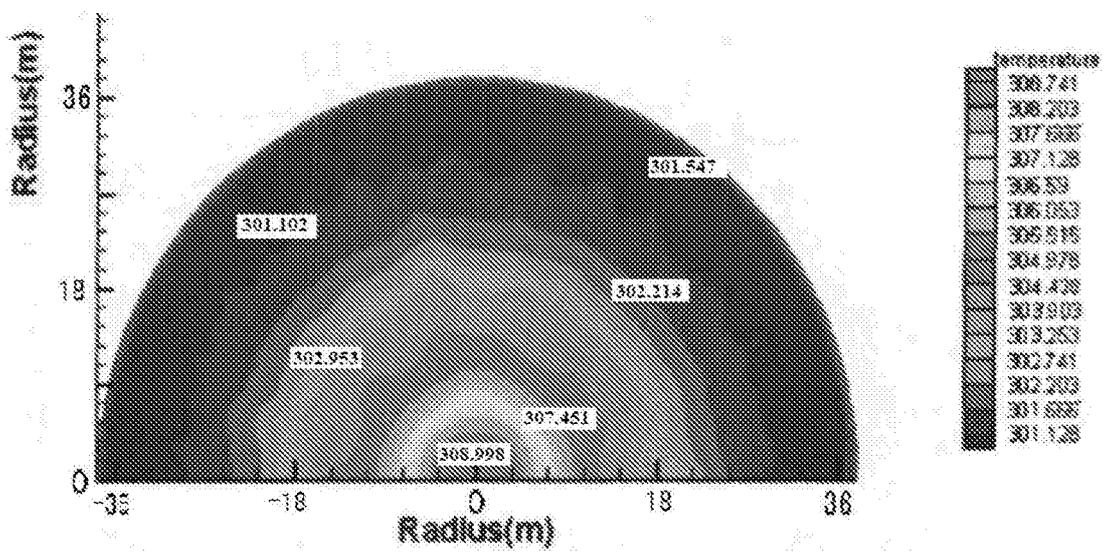


图5

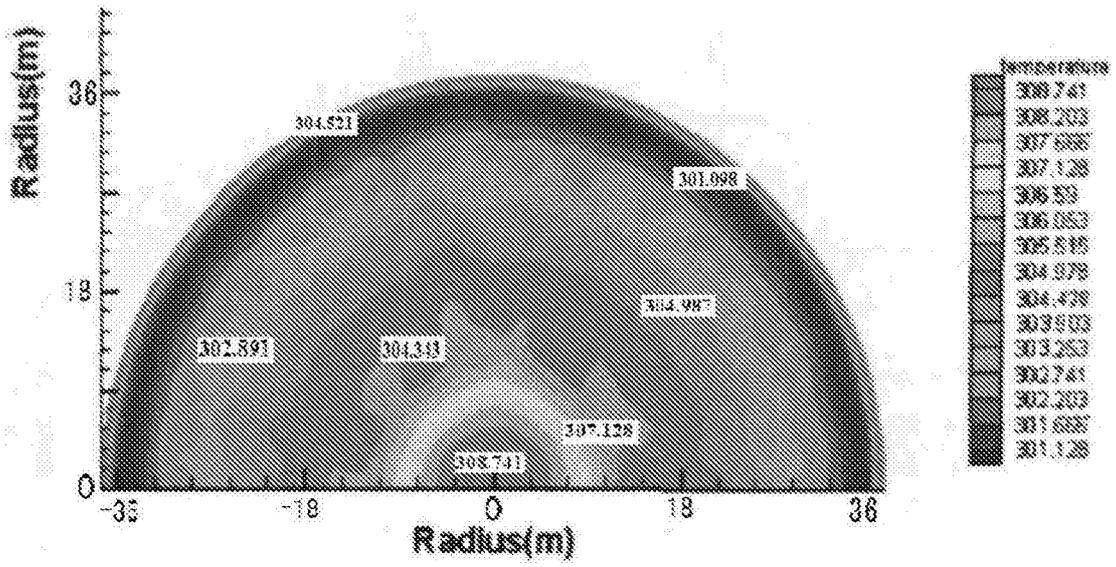


图6