



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103592142 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 19

(21) 申请号 201310348749. 0

(22) 申请日 2013. 08. 12

(71) 申请人 中国东方电气集团有限公司  
地址 610036 四川省成都市金牛区蜀汉路  
333 号

(72) 发明人 冯玲 吴建东 陈敏 尹林华  
杜鹏 唐磊

(74) 专利代理机构 成都天嘉专利事务所(普通  
合伙) 51211

代理人 张新

(51) Int. Cl.

G01M 99/00(2011. 01)

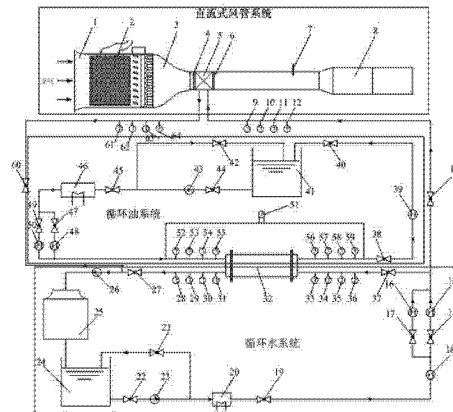
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统

(57) 摘要

本发明涉及适用于大型发电设备换热器传热系数与阻力特性的测试系统,由直流式风管系统、循环水系统和循环油系统构成;直流式风管系统吸入空气,经过加热、混流、整流作用后,进入空气冷却器中;经过空气冷却器测试件的热量交换后,热水由水泵输入到冷却塔中冷却,冷却后的水由空气加热器加热到试验所需水温,进入换热器试验件中,构成可控温的循环水系统;储油箱中的油经过加热,加热后的油进入换热器试验件中,经过换热的油进入储油箱中,构成了循环油系统;循环水系统和循环油系统均为闭式循环,用于换热器的传热系数与阻力特性测试;该测试系统能够对空气冷却器、油冷却器的换热与流动阻力特性进行测试,并且能够循环利用水,大大的节省了资源。



1. 适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:包括以空气为介质的直流式风管系统、以水为介质的循环水系统和以油为介质的循环油系统;所述直流式风管系统包括入口段(1)、加热段、混合整流段、收缩段(3)、空气冷却器测试件(5)、空气流量测试元件(7)和通风机(8),所述入口段(1)连接加热段,加热段连接混合整流段,混合整流段连接收缩段(3),收缩段(3)末端与空气冷却器测试件(5)连接,空气冷却器测试件(5)进出口处均设置有温度测试元件(6),空气冷却器测试件(5)的末端设置有空气流量测试元件(7),空气流量测试元件(7)连接至通风机(8);所述空气冷却器测试件(5)设置有与循环水系统连通的入水管线和出水管线;循环水系统通过油冷却器测试件与循环油系统连接。

2. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述入口段(1)呈气流能从各个方向光滑的进入风管的线型,并且入口段(1)中设置有过滤网。

3. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述混合整流段根据空气的流动方向依次设计有用于从水平、竖直方向调整空气的风向混流板和用于均流空气的整流栅,所述风向混流板包括水平方向混流板和竖直方向混流板的结构,水平方向混流板包括若干平行的水平设置的百叶窗窗片,竖直方向混流板包括若干平行的竖直设置的百叶窗窗片,水平方向混流板的窗片均通过一连动杆连接,竖直方向混流板的窗片也均通过另一连动杆连接,实现各个窗片角度调节的一致性。

4. 根据权利要求3所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述风向混流板设置有转向调节机构,转向调节机构用于调节窗片的角度。

5. 根据权利要求4所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述转向调节机构包括一组齿轮和手轮,手轮设置于风管的外部;通过调节手轮转向,带动齿轮转动,齿轮转动带动所述风向混流板转动,实现角度调节功能。

6. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述整流栅是网格状的栅格。

7. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述收缩段(3)的收缩曲线应使流速沿轴向均匀增加;在收缩段进出口处壁面平行于风管轴线,以保证进入空气冷却器测试件风速的均匀性。

8. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述循环水系统包括冷却塔(25)、储水箱(24)、水温机(20)、循环水泵(23)以及流量测试流量计(14、16、18)、与空气冷却器测试件(5)热连接的热水管线和冷水管线、阀门;与空气冷却器测试件(5)热连接的热水管线与另一水泵(26)连接,所述水泵(26)连接至冷却塔(25),冷却塔(25)与储水箱(24)连接,储水箱(24)通过循环水泵(23)与水温机(20)连接,水温机(20)通过冷水管线与空气冷却器测试件(5)连接,构成闭式循环水系统。

9. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述循环水系统中的管路采用保温材料。

10. 根据权利要求1所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:所述循环油系统包括储油箱(41)、油泵(43)、油加热器(46)以及管路阀门;储油箱(41)与油加热器(46)连接,油加热器(46)与测试油冷却器(32)连接,测试油冷却器

(32) 又连接至储油箱(41), 构成循环油系统。

11. 根据权利要求 1 所述的适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统, 其特征在于工作过程如下: 所述直流式风管系统由通风机(8) 将环境中的空气吸入风管系统中, 经过空气加热器(2) 加热、混流板混流以及整流栅整流作用后, 进入空气冷却器测试件中; 经过空气冷却器测试件(5) 热量交换后的热水由水泵(26) 输入到冷却塔(25) 中冷却, 冷却后的水由空气加热器(2) 加热到试验所需水温, 进入空气冷却器测试件(5) 中, 构成了可控温的循环水系统; 储油箱(41) 中的油经过油泵(43) 泵送至油加热器(46) 中进行加热, 加热后的油进入油冷却器测试件(32) 中, 经过换热的油进入储油箱(41) 中, 构成了循环油系统。

## 适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及大型发电设备用换热系统领域,具体涉及到一种适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统。

### 背景技术

[0002] 换热器是实现热量交换和传递不可缺少的设备,随着社会与经济的发展,高效节能给换热器设计提出了新的目标。换热器的传热和阻力性能是换热器非常重要的指标,是保证将介质冷却到指定温度的前提,因此传热与阻力特性测试台是各换热器生产企业对换热器研究、制造和验证的重要试验设备,其试验结果将直接影响其换热器产品在国内外市场上的竞争力,指导设计开发出新型高效的换热器设备。

[0003] 大型发电设备用空气冷却器水流量范围  $4\sim 90\text{m}^3/\text{h}$ 、油冷却器油流量范围  $6\sim 75\text{ m}^3/\text{h}$ ,为了更好的模拟实际工况,换热器传热与阻力特性测试系统中水流量、油流量应与实际范围一致,且需要对流量、温度和压力等参数测试精度高。传统换热器传热与阻力特性测试系统很难同时实现快速调节、稳定控制冷热源温度以及高测试精度。

### 发明内容

[0004] 本发明为了避免现有技术中所存在的不足,提供了一种适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,能够实现换热器中两种冷热介质进口温度可控、流量可控、测试精度高,且系统稳定快,利于数据采集。

[0005] 本发明的技术方案如下:

适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,其特征在于:包括以空气为介质的直流式风管系统、以水为介质的循环水系统和以油为介质的循环油系统;

所述直流式风管系统包括包括入口段、加热段、混合整流段、收缩段、空气冷却器测试件、空气流量测试元件和通风机,所述入口段连接加热段,加热段连接混合整流段,混合整流段连接收缩段,收缩段末端与空气冷却器测试件连接,空气冷却器测试件的进出口处均设置有温度测试元件;空气冷却器测试件的末端连接有空气流量测试元件,空气流量测试元件连接至风机;所述空气冷却器测试件设置有与循环水系统连通的入水管线和出水管线;循环水系统通过油冷却器测试件与循环油系统连接。

[0006] 所述入口段需要设计为能够使气流能够从各个方向光滑的进入风管的线型。

[0007] 所述入口段中设置有过滤网,过滤网用来防灰防尘,对吸入到风管中的空气起到过滤的作用。

[0008] 所述加热段内设置有空气加热器,空气加热器的加热功率依据风管截面尺寸和所需加热温度来确定,能够将空气加热均匀。

[0009] 所述混合整流段根据空气的流动方向依次设计有风向混流板和整流栅。

[0010] 所述风向混流板用于从水平、竖直方向调整风管中的空气,并使得空气温度分布尽可能均匀。

[0011] 所以进一步地,风向混流板可以设计成包括水平方向混流板和垂直方向混流板的结构,水平方向混流板包括若干平行的水平设置的百叶窗窗片,垂直方向混流板包括若干平行的垂直设置的百叶窗窗片,水平方向混流板的窗片均通过一连动杆连接,垂直方向混流板的窗片也均通过另一连动杆连接,实现各个窗片角度调节的一致性。

[0012] 更进一步地,所述风向混流板设置有转向调节机构,转向调节机构用于调节窗片的角度,用来适应不同的风速实验工况,使得换热器试验件的进入混流装置的空气温度分布尽可能均匀。

[0013] 所述转向调节机构可以是一组标准齿轮和手轮组成或其他机构,调节风管外部手轮转向,带动齿轮,齿轮带动风管内部的风向混流板,实现角度调节功能。

[0014] 所述整流栅是网格状的栅格,通过整流栅能够使气流的速度大小和方向分布均匀且对气流进行过滤。

[0015] 所述收缩段的收缩曲线应使流速沿轴向均匀增加,不产生边界层分离现象;在收缩段进出口处壁面平行于风管轴线尽可能保证进入空气冷却器测试件风速的均匀性。

[0016] 所述循环水系统包括冷却塔、储水箱、水温机、循环水泵以及流量测试流量计、与空气冷却器测试件热连接的热水管线和冷水管线、阀门;与空气冷却器测试件热连接的热水管线与水泵连接,水泵连接至冷却塔,冷却塔与储水箱连接,储水箱通过另一水泵与水温机连接,水温机通过冷水管线与空气冷却器测试件连接,构成闭式循环水系统。具体工作过程是:经过空气冷却器测试件热交换后的循环水温升高后,水泵用于将循环水泵送至冷却塔中进行冷却,冷却后的水流入储水箱中,水泵将储水箱中的水泵入水温机中加热至实验所需的水温,再经过管线流入空气冷却器测试件中,由此构成闭式循环水系统。

[0017] 所述水温机能够实现水温度可控,且控制精度高。

[0018] 循环水系统中所有管路应该采用保温材料进行保温,减小水在流动过程中的热损失。为了准确测量流量,在流量计前应该安装过滤器。为了准确测量进出口水温,可以在换热器进出口分别设置混合室。空气冷却器测试件进出口水温、油冷却器测试件进出口水温的测量均采用三个温度传感器取平均值的方法,提高了测试的可靠性。循环水系统管路中各流量测试元件、冷却塔、水温机、水泵设备的前后分别布置管道阀门,便于切换流路,实现循环水系统正常工作,且便于后期的维护。

[0019] 所述循环油系统包括储油箱、油泵、油加热器以及必要管路阀门等。

[0020] 所述循环油系统包括储油箱、油泵、油加热器以及必要管路阀门等;所述循环油系统包括储油箱、油泵、油加热器以及必要的管路阀门;储油箱与油加热器连接,油加热器与测试油冷却器连接,测试油冷却器又连接至储油箱,构成循环油系统。也就是,储油箱中的油经过油加热器加热后进入测试油冷却器中,而经过热交换后的油流入储油箱中,由此构成循环油系统。油冷却器测试件进出口油温的测量均采用三个温度传感器取平均值的方法,提高了测试的可靠性。循环油系统管路中各流量测试元件、油加热器、油泵设备的前后分别布置管道阀门,便于切换流路,实现循环油系统正常工作,且便于后期的维护。

[0021] 本发明工作过程如下:

直流式风管系统由通风机将环境中的空气吸入风管系统中,经过空气加热器加热、混流板混流以及整流栅整流作用后,进入空气冷却器测试件中;经过空气冷却器测试件热量交换后的热水由水泵输入到冷却塔中冷却,冷却后的水由空气加热器加热到试验所需水

温,进入空气冷却器测试件中,构成了可控温的循环水系统;储油箱中的油经过油泵泵送至油加热器中进行加热,加热后的油进入油冷却器测试件中,经过换热的油进入储油箱中,构成了循环油系统。

[0022] 本发明的有益效果如下:

本发明具有系统调节方便,人为因素少,实验工况与大型发电设备用换热器实际工况能够很好的吻合,且实验工况稳定快,测试数据可靠性高。

[0023] 本发明直流式风管系统能够为空气冷却器测试件提供温度可控的空气,且空气流动速度大小与方向分布均匀;风管系统中设置一组混流板用来调节空气流动的方向,且混流板的角度可调;空气冷却器测试件入口风温测试由N个温度传感器来测试,取其平均值,其中 $N \geq 16$ ,为整数;混流板的角度为可调,使得N个温度传感器温度读数尽可能接近。

[0024] 本发明中循环水系统能够实现换热器入口水温可控、流量可控,且系统稳定时间短,调节方便;经过空气冷却器测试件热量交换后的水,进过冷却塔降温以及水温机加热后,调至所需的温度;

本发明中循环油系统能够实现换热器入口油温可控、流量可控,且系统稳定时间短,调节方便;

本发明适用于大型发电设备用空气冷却器和油冷却器的传热与阻力特性的测试。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的结构示意图;

其中,附图标记为:1入口段、2空气加热器、3收缩段、4试验件进风口温度测试件、5空气冷却器测试件、6温度测试元件、7空气流量测试元件、8通风机、9-11空气冷却器测试件入口水温传感器、12入口水压表、14水流量计、16水流量计、18水流量计、20水温机、23水泵、24储水箱、25冷却塔、26水泵、28油冷却器测试件出口水压表、29-31油冷却器测试件出口水温传感器、32油冷却器测试件、33-35油冷却器测试件进口水温传感器、36油冷却器测试件进口水压表、39油流量计、41储油箱、43油泵、46油加热器、48油流量计、50油流量计、51油冷却器测试件进出口油压力变送器、52油冷却器测试件进口油压表、53-55油冷却器测试件进口油温传感器、56-57油冷却器测试件出口油温传感器、59油冷却器测试件出口油压表、61-63空气冷却器测试件出口水温传感器、64出口水压表,13、15、17、19、21、27、37、38、40、42、44、45、47、49均为各个管道相应的阀门。

## 具体实施方式

[0026] 如图1所示,一种适用于大型发电设备换热器传热与阻力特性的测试系统,包括以空气为介质的直流式风管系统、水为介质的循环水系统和油为介质的循环油系统。

[0027] 所述直流式风管系统包括入口段1、加热混流段、收缩段3、试验件进风口温度测试4、空气冷却器测试件5、试验件出风口温度测试件6、空气流量测试元件7和通风机8。

[0028] 所述入口段1连接加热混流段,加热混流段连接收缩段3,收缩段3末端与空气冷却器测试件5连接,空气冷却器测试件5进出口处均设置有试验件进风口温度测试件4和试验件出风口温度测试件6,空气冷却器测试件末端连接的长直管段中布置空气流量测试元件7,空气流量测试元件7连接至通风机8;

所述换热器测验件 5 设置有与循环水系统连通的入水管线和出水管线；循环水系统通过油冷却器测试件 32 与循环油系统连接。

[0029] 所述入口段 1 需要设计为能够使气流能够从各个方向光滑的进入风管的线型。

[0030] 所述入口段 1 中设置有过滤网,过滤网用来防灰防尘,对吸入到风管中的空气起到过滤的作用。

[0031] 所述加热混流段 2 内设置有空气加热器 2,空气加热器 2 的加热功率依据风管截面尺寸和所需加热温度来确定,能够将空气加热均匀。

[0032] 所述加热混流段根据空气的流动方向依次设计有风向混流板和整流栅。

[0033] 所述风向混流板用于从水平、竖直方向调整风管中的空气,并使得空气温度分布尽可能均匀。

[0034] 所以进一步地,风向混流板可以设计成包括水平方向混流板和竖直方向混流板的结构,水平方向混流板包括若干平行的水平设置的百叶窗窗片,竖直方向混流板包括若干平行的竖直设置的百叶窗窗片,水平方向混流板的窗片均通过一连动杆连接,竖直方向混流板的窗片也均通过另一连动杆连接,实现各个窗片角度调节的一致性。

[0035] 更进一步地,所述风向混流板设置有转向调节机构,转向调节机构用于调节窗片的角度,用来适应不同的风速实验工况,使得换热器试验件的进入混流装置的空气温度分布尽可能均匀。

[0036] 所述转向调节机构可以由一组标准齿轮和手轮或其他机构组成,来实现角度调节功能。

[0037] 所述整流栅是网格状的栅格,通过整流栅能够使气流的速度大小和方向分布均匀且对气流进行过滤。

[0038] 所述收缩段 3 的收缩曲线应使流速沿轴向均匀增加,不产生边界层分离现象;在收缩段进出口处壁面平行于风管轴线尽可能保证进入空气冷却器测试件风速的均匀性。

[0039] 所述循环水系统包括冷却塔 25、储水箱 24、水温机 20、循环水泵 23 以及流量测试流量计 14、16、18、与空气冷却器测试件 5 热连接的热水管线和冷水管线、阀门;与空气冷却器测试件 5 热连接的热水管线与水泵 26 连接,水泵 26 连接至冷却塔 25,冷却塔 25 与储水箱 24 连接,储水箱 24 通过阀门 22 与循环水泵 23 连接,水泵 23 通过带有阀门 21 的管线返回至储水箱 24,同时循环水泵 23 连接至水温机 20,水温机 20 通过冷水管线与空气冷却器测试件 5 连接,构成闭式循环水系统。

[0040] 所述与空气冷却器测试件 5 热连接的热水管线沿水流方向依次设置有出口水压表 64、空气冷却器测试件出口水温传感器 61-63、阀门 60。

[0041] 所述冷水管线沿水流方向依次设置有阀门 19、水流量计 18、并联的水流量计 14 和 16(并联线路上分别设置有阀门 15、17)、阀门 13、入口水压表 12、空气冷却器测试件入口水温传感器 9-11。

[0042] 并联的水流量计 14、16 还设置有连接到油冷却器测试件 32 的进水线路,该线路上依次安装有阀门 37、油冷却器测试件进口水压表 36、油冷却器测试件进口水温传感器 33-35;油冷却器测试件 32 的出水线路连接至水泵 26,该出水线路上依次安装有油冷却器测试件出口水温传感器 29-31、油冷却器测试件出口水压表 28、阀门 27。

[0043] 具体工作过程是:经过空气冷却器测试件 5 热交换后的循环水温升高后,水泵 26

用于将循环水泵送至冷却塔 25 中进行冷却,冷却后的水流入储水箱 24 中,水泵 23 将储水箱 24 中的水入水温机 20 中加热至实验所需的水温,再经过管线流入空气冷却器测试件 5 中,由此构成闭式循环水系统。

[0044] 所述水温机 20 能够实现水温度可控,且控制精度高。

[0045] 循环水系统中所有管路应该采用保温材料进行保温,减小水在流动过程中的热损失。为了准确测量流量,在流量计前应该安装过滤器。为了准确测量进出口水温,可以在换热器进出口分别设置混合室。空气冷却器测试件 5 进出口水温、油冷却器测试件进出口水温的测量均采用三个温度传感器取平均值的方法,提高了测试的可靠性。循环水系统管路中各流量测试元件 14、16、18、冷却塔 25、水温机 20、水泵 23 设备的前后分别布置管道阀门,便于切换流路,实现循环水系统正常工作,且便于后期的维护。

[0046] 所述循环油系统包括储油箱 41、油泵 43、油加热器 46 以及必要管道阀门等;储油箱 41 与油加热器 46 之间的连接管线上依次安装有阀门 44、油泵 43、阀门 45,油泵 43 通过设置有阀门 42 的管线返回到储油箱 41;油加热器 46 与油冷却器测试件 32 连接,油冷却器测试件 32 又连接至储油箱 41,构成循环油系统。也就是,储油箱 41 中的油经过油加热器 46 加热后通过并联设置有阀门 47、49 的油流量计 48、50,再通过油冷却器测试件进口油压表 52、油冷却器测试件进口油温传感器 53-55 然后进入测试油冷却器 32 中,而经过热交换后的油依次经过油冷却器测试件出口油温传感器 56-57、油冷却器测试件出口油压表 59、阀门 38、油流量计 39、阀门 40 最后流入储油箱 41 中,由此构成循环油系统。油冷却器测试件 32 进出口油温的测量均采用三个温度传感器取平均值的方法,提高了测试的可靠性。所述油冷却器测试件进口油压表 52 和油冷却器测试件出口油压表 59 之间连接并安装有油流量计 50;通过循环油系统管路中各流量测试元件 39、48、50、油加热器 46、油泵 43 设备的前后分别布置管道阀门,便于切换流路,实现循环油系统正常工作,且便于后期的维护。

[0047] 本发明的工作过程如下:

直流式风管系统由通风机 8 将环境中的空气吸入直流式风管系统中,经过空气加热器 2 加热、混流板混流以及整流栅整流作用后,进入空气冷却器测试件 5 中;经过空气冷却器测试件 5 热量交换后的热水由水泵 26 输入到冷却塔 25 中冷却,冷却后的水由水温机 20 加热到试验所需水温,进入空气冷却器测试件 5 中,构成了可控温的循环水系统;储油箱 41 中的油经过油泵 43 泵送至油加热器 46 中进行加热,加热后的油进入油冷却器测试件 32 中,经过热量交换的油进入储油箱中,构成了循环油系统。

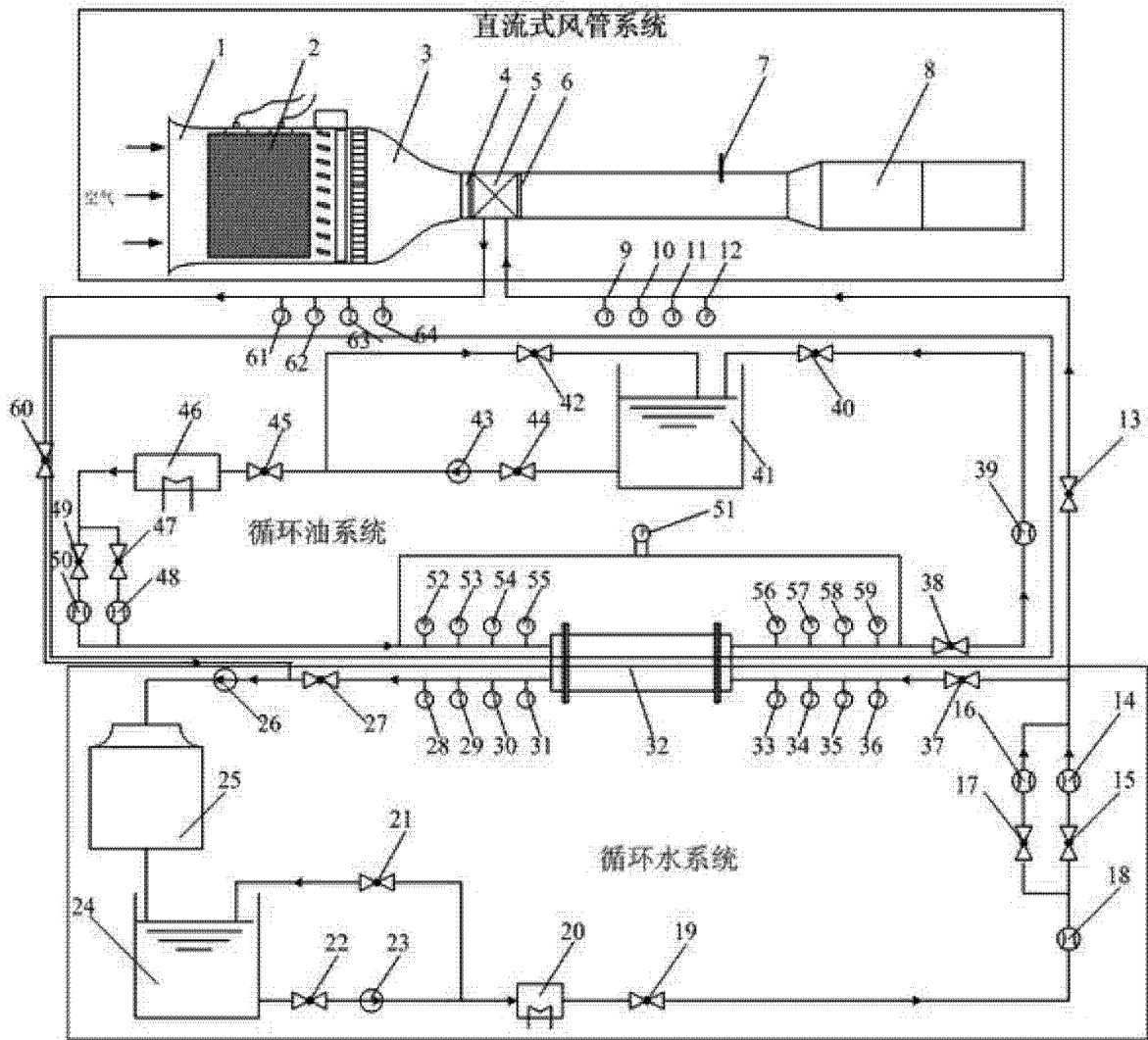


图 1