



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102997967 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201210371347. 8

(22) 申请日 2012. 09. 28

(71) 申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路 2 号

(72) 发明人 段泉圣 马佳伟 杨国田 赵庆

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 史二元

(51) Int. Cl.

G01F 1/34 (2006. 01)

G01M 9/06 (2006. 01)

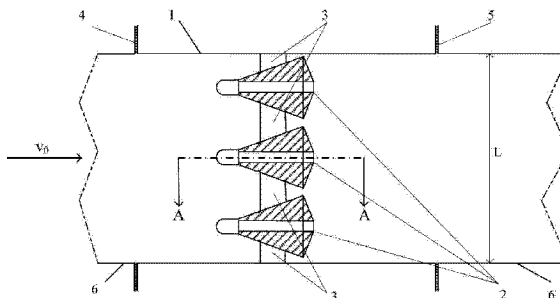
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于矩形截面管道送风流量实时测量装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了属于过程参数检测领域的涉及一种用于矩形截面管道送风流量实时测量装置及方法。该实时测量装置由测量管段、传感器组件、微差压变送器、I/V 转换器、A/D 转换器、温度变送器、压力变送器、可编程控制采样开关以及微机信号处理系统构成，测量管段通过上下游侧法兰实现与送风管道之间的密封连接；本发明采用在测量管段的矩形截面管道的横截面上布置 m 只结构尺寸完全相同的内锥，等分测量管道的横截面组成的传感器组件，设计出了多点内锥法的流速一面积流量测量方案，克服了内锥法通常适用于圆形截面管道的不足，充分发挥内锥法的优点。经过可行实践，为发电锅炉送风流量提供了一种高有效性、高鲁棒性的解决方案。



1. 一种矩形截面管道送风流量实时测量装置,其特征在于,该矩形截面管道送风流量实时测量装置是一种基于多点内锥法的锅炉送风流量实时测量装置;该实时测量装置由测量管段、传感器组件、微差压变送器、I/V 转换器、A/D 转换器、温度变送器、压力变送器、可编程控制采样开关及微机信号处理系统构成,其特征在于:送风流量测量管段(1)通过上游侧法兰(4)和下游侧法兰(5)与送风管道(6)密封连接,在测量管段(1)内,测量管段(1)横截面上正对来流的方向上布置 m 只结构尺寸完全相同的内锥(2), m 只内锥(2)构成传感器组件;相邻两只内锥(2)以及内锥(2)与测量管段(1)壁面之间用固定连接肋片(3)连接,固定在测量管段(1)内;各内锥的引压管(7)穿过被测管道,分别接入与之匹配的微差压变送器正负压室,每只内锥配备一个微差压变送器, m 只内锥共配 m 只微差压变送器,微差压变送器再与 I/V 转换器、A/D 转换器、可编程控制采样开关以及微机信号处理系统串联。

2. 根据权利要求 1 所述矩形截面管道送风流量实时测量装置,其特征在于:所述 m 为大于等于 3 的正整数。

3. 根据权利要求 1 所述矩形截面管道送风流量实时测量装置,其特征在于:所述 m 只内锥的每只内锥的迎流入口面都在测量管段的同一横截面上, m 只内锥将测量截面 m 等分。

4. 根据权利要求 1 所述矩形截面管道送风流量实时测量装置,其特征在于:所述传感器组件两端的两只内锥紧贴测量管道的短边壁面安装。

5. 根据权利要求 1 所述矩形截面管道送风流量实时测量装置,其特征在于,所述测量管段(1)横截面的两个长边的壁面(8)内侧壁表面(9)与文丘里喷嘴延轴向纵剖面形状相同。

6. 一种采用矩形截面管道送风流量实时测量装置的及送风流量测量方法,其特征在于,该送风流量测量方法采用速度—面积法,在测量管道内共布置 m 只内锥,其 $m \geq 3$;将矩形管道横截面无形地分成 m 个子截面,测量截面上 $m \geq 3$ 个测点的流速 v_i 的算术平均值作为该截面上的平均流速 \bar{v} ,则在压力为 p ,温度为 t 的运行工况下,送风管道送风体积流量 q_v 为:

$$q_{vi} = v_i s_i \quad (1)$$

$$q_v = \sum_{i=1}^m q_{vi} = \frac{1}{m} (v_1 + v_2 + \dots + v_m) s = \bar{v} s \quad (2)$$

s 为送风管道测量截面的等效面积。

第 i 个内锥输出差压 Δp_i 与所在点风速 v_i 之间关系

$$v_i = \frac{\beta_i^2}{\sqrt{1 - \beta_i^4}} C_i \varepsilon \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_i} \quad (3)$$

(3) 式中 β_i 为第 i 个内锥节流比系数, C_i 为流出系数, ε 为可膨胀系数, ρ 为运行工况下被测流体密度, β_i 、 C_i 、 ε 、 ρ 均为常数,与第 i 个内锥相配套的差压变送器将 Δp_i 转化为 $4 \sim 20$ mA DC 电流,经 I/V、A/D、可编程控制采样开关输送至单片机系统,由(2)式计算得到运行工况,即温度 t ,压力 P 时体积流量 q_v 。

矩形截面管道送风流量测量系统构成原理如图 3 所示,测量管道中的温度变送器及压

力变送器分别将流体温度 t 和压力 p 测出,输出的电流信号经 I/V 转换器成为 1-5V DC 电压信号,再经过 A/D 转换器转换为响应的数字信号,经过可编程控制采样开关送到计算机系统,计算机系统根据气态方程将送风流量 q 转化成为标准状况下的送风体积流量 Q_v :

$$Q_v = \frac{(p + P_a) T_0}{(t + 273.15) P_0} q \quad (4), P_a \text{ 为标准大气压力,一般取 } P_a = 101325 P_a。$$

(4)式中, q 表示压力为 p (相对压力,即表压力)、工作温度为 t ($^{\circ}\text{C}$)时的送风流量; Q_v 表示标准状况下即 $P_0=0.1\text{MPa}$ (绝对压力)、 $T_0=293.15\text{K}$ 时锅炉送风标准体积流量。

用于矩形截面管道送风流量实时测量装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于过程参数检测技术领域,特别涉及一种用于矩形截面管道送风流量实时测量装置及方法。

技术背景

[0002] 在火力发电厂中要使锅炉安全运行在最佳工况下,其风烟系统调节、制粉系统调节、燃烧系统调节均需要可靠性高及有效性高的送风流量信号。由于大型发电锅炉一次、二次送风管道都为当量直径大于 2000mm 的矩形管道,且允许的压力损失较小,所以在工程中无法采用无需单独进行标定同时又具有较高测量准确度的标准性节流装置,而不得不采用基于动压法的均速管风速传感器(包括威力巴(Verabar)、威尔巴(Wellbar)、德尔塔巴(Deltaflow)、阿纽巴(Annubar)、托巴(Torbar)等),测量送风流量将流体的全压与静压之差测出,即以所谓“动压”表征风速,进而由速度面积法获得送风流量。由于流通截面大,流速分布不均匀,工程实践表明,目前广泛使用的翼型动压管法测量送风流量的有效性无法得到保证,因此采用基于动压平均法的矩形截面管道送风流量测量方法包括翼型动压管仍有局限性。

发明内容

[0003] 本发明的目的是针对将现有技术应用于电厂锅炉送风流量测量中鲁棒性低及有效性差的现状,提出一种用于矩形截面管道送风流量实时测量装置及方法,其特征在于,所述矩形截面管道送风流量实时测量装置是一种基于多点内锥法的锅炉送风流量实时测量装置;该装置由测量管段、温度变送器、压力变送器、传感器组件、微差压变送器、A/D 转换器、I/V 转换器、可编程控制采样开关和微机信号处理系统组成;送风流量测量管段 1 通过上游侧法兰 4,下游侧法兰 5 与送风管道 6 密封相连,在送风流量测量管段 1 内测量管段的横截面上正对来流布置 m 只结构和尺寸完全相同的内锥 2, m 只内锥被固定在同一管道横截面的不同位置构成传感器组件;相邻的两只内锥 2 以及内锥和测量管段 1 的壁面之间用固定连接肋片 3 连接;各内锥的引压信号管路 7 穿过被测管道 1,分别接入与各内锥相匹配的微差压变送器的正负压室,其中 m 只内锥配 m 只微差压变送器,每只微差压变送器的 4~20mA 电流输出信号再经 I/V 转换器、A/D 转换器、可编程控制采样开关输送至微机信号处理系统;在被测管道内还分别设有取压口与压力变送器相接、温度传感器与温度变送器相接,压力变送器和温度变送器的 4~20mA DC 输出信号经 I/V 转换器、A/D 转换器、可编程控制采样开关输送至微机信号处理系统。

[0004] 所述 m 为大于等于 3 的正整数,

[0005] 所述 m 只内锥的每只内锥的迎流入口面都在测量管段的截面上, m 只内锥将测量截面 m 等分。

[0006] 所述测量管段 1 横截面的两个长边的壁面 8 内侧壁表面 9 与文丘里喷嘴延轴向纵剖面形状相同。

[0007] 一种采用矩形截面管道送风流量实时测量装置的及送风流量测量方法,其特征在于,该送风流量测量方法采用速度一面积法,在测量管道内共布置 m ($m \geq 3$) 只内锥,将矩形管道横截面无形地分成 m 个子截面,测量截面上 m ($m \geq 3$) 个测点的流速 v_i 的算术平均值作为该截面上的平均流速 \bar{v} ,则在运行工况(压力 p , 温度 t)下,送风管道送风体积流量 q_v 为:

$$[0008] \quad q_{vi} = v_i s_i \quad (1)$$

$$[0009] \quad q_v = \sum_{i=1}^m q_{vi} = \frac{1}{m} (v_1 + v_2 + \dots + v_m) s = \bar{v} s \quad (2)$$

[0010] s 为送风管道测量截面的等效面积。

[0011] 第 i 个内锥输出差压 Δp_i 与所在点风速 v_i 之间关系

$$[0012] \quad v_i = \frac{\beta_i^2}{\sqrt{1-\beta_i^4}} C_i \varepsilon \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_i} \quad (3)$$

[0013] (3) 式中 β_i 为第 i 个内锥节流比系数, C_i 为流出系数, ε 为可膨胀系数, ρ 为运行工况下被测流体密度, β_i 、 C_i 、 ε 、 ρ 均为常数,与第 i 个内锥相配套的差压变送器将 Δp_i 转化为 4~20mA DC 电流,经 I/V、A/D、可编程控制采样开关输送至单片机系统,由(2)式计算得到运行工况,即温度 t , 压力 P 时体积流量 q_v 。

[0014] 矩形截面管道送风流量测量系统构成原理如图 3 所示,测量管道中的温度变送器及压力变送器分别将流体温度 t 和压力 p 测出,输出的电流信号经 I/V 转换器成为 1-5V DC 电压信号,再经过 A/D 转换器转换为响应的数字信号,经过可编程控制采样开关送到计算机系统,计算机系统根据气态方程将送风流量 q 转化成为标准状况下的送风体积流量 Q_v :

$$[0015] \quad Q_v = \frac{(p+P_d)T_0}{(t+273.15)P_0} q \quad (4), P_d \text{ 为标准大气压力,一般取 } P_d=101325P_a。$$

[0016] (4) 式中, q 表示压力为 p (相对压力,即表压力)、工作温度为 t ($^{\circ}\text{C}$) 时的送风流量; Q_0 表示标准状况下即 $P_0=0.1\text{MPa}$ (绝对压力)、 $T_0=293.15\text{K}$ 时锅炉送风标准体积流量。

[0017] 本发明的有益效果是:

[0018] 1. 采用内锥,使测量灵敏度大幅度提高;

[0019] 2. 每只内锥均配有与它配套的、一一对应的微差压变送器,将各子截面流速测出,使流量测量的有效性和鲁棒性相比传统送风流量测量方法有明显提高。

[0020] 3. 测量管段的两平行壁面采用文丘里喷嘴纵剖面轮廓形收缩柱面,产生节流作用,在压力损失很小的前提下,使测量截面上流体的雷诺数增加,有效消除低流速引起的流速分布不均匀导致流量测量的误差,提高测量灵敏度;

[0021] 4. 使相同流速下对应的风速传感器差压输出远远高于翼形动压管法,且使测量结果的有效性显著提高。

附图说明

[0022] 图 1 为送风流量测量装置测量管段纵剖(与矩形截面长边 L 平行)面(剖面与风速平行)示意图(B—B 剖面)。

[0023] 图 2 为送风流量测量装置测量管段横剖(与矩形截面短边 W 平行)面(剖面与风速平行)示意图(A—A 剖面)。

[0024] 图 3 为送风流量测量系统构成原理图。

具体实施方式

[0025] 本发明提供一种用于矩形截面管道送风流量实时测量装置及方法。与现有技术相比,即使在低流速时该装置也具有较高的灵敏度及较大的输出差压信号,且流量测量的有效性明显提高,下面结合附图及最佳实施案例对本发明作进一步说明。

[0026] 设矩形送风管道横截面长边长为 L,短边长为 W。

[0027] 在图 1、2 中,送风流量测量管段 1 通过上游侧法兰 4,下游侧法兰 5 实现与送风管道 6 密封连接,在测量管段 1 内的横截面上正对来流 v_0 方向上布置 m 只结构尺寸完全相同的内锥 2, m 为大于等于 3 的正整数, m 只内锥等分测量管道的横截面,组成传感器组件;相邻两只内锥 2 以及内锥 2 与测量管段 1 的壁面之间用固定连接肋片 3 连接,所述传感器组件两端的两只内锥紧贴测量管道的短边壁面安装;测量管段 1 横截面的两个长边的壁面 8 内侧壁表面 9 与文丘里喷嘴延轴向纵剖面形状相同。所述内锥的引压管 7 穿过被测管道,分别接入 i 为 1~d 的各个微差压变送器的正负压室,其中 d 为 1、2、3... 的正整数(如图 3 所示);微差压变送器的输出 4~20mA DC 电流信号经 I/V 转换器、A/D 转换器、可编程控制采样开关输送至微机信号处理系统;被测流体的温度、压力分别由温度变送器、压力变送器转换成 4~20mA DC 电流信号,再由各自的 I/V 转换器、A/D 转换器、可编程控制采样开关输送至微机信号处理系统。

[0028] 所述采用矩形截面管道送风流量实时测量装置的送风流量测量方法,该送风流量测量方法采用速度—面积法,在测量管道内共布置 m ($m \geq 3$) 只内锥,将矩形管道横截面无形地分成 m 个子截面,测量截面上 m ($m \geq 3$) 个测点的流速 v_i 的算术平均值作为该截面上的平均流速 \bar{v} ,则在运行工况(压力 p, 温度 t) 下,送风管道送风体积流量 q_v 为:

$$[0029] \quad q_{vi} = v_i s_i \quad (1)$$

$$[0030] \quad q_v = \sum_{i=1}^m q_{vi} = \frac{1}{m} (v_1 + v_2 + \dots + v_m) s = \bar{v} s \quad (2)$$

[0031] s 为送风管道测量截面的等效面积。

[0032] 第 i 个内锥输出差压 Δp_i 与所在点风速 v_i 之间关系

$$[0033] \quad v_i = \frac{\beta_i^2}{\sqrt{1-\beta_i^4}} C_i \varepsilon \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_i} \quad (3)$$

[0034] (3) 式中 β_i 第 i 个内锥节流比系数, C_i 为流出系数, ε 为可膨胀系数, ρ 为运行工况下被测流体密度, β_i 、 C_i 、 ε 、 ρ 均为常数,与第 i 个内锥相配套的差压变送器将 Δp_i 转化为 4~20mA DC 电流,经 I/V、A/D、可编程控制采样开关输送至单片机系统,由(2)式计算

得到运行工况,即温度 t , 压力 P 时体积流量 q_v 。

[0035] 矩形截面管道送风流量测量系统构成原理如图 3 所示,测量管道中的温度变送器及压力变送器分别将流体温度 t 和压力 p 测出,输出的电流信号经 I/V 转换器成为 1-5V DC 电压信号,再经过 A/D 转换器转换为响应的数字信号,经过可编程控制采样开关送到计算机系统,计算机系统根据气态方程将送风流量 q 转化成为标准状况下的送风体积流量 Q_0 :

$$[0036] \quad Q_0 = \frac{(p+P_d)T_0}{(t+273.15)P_0} q \quad (4), P_d \text{ 为标准大气压力,一般取 } P_d=101325P_a。$$

[0037] (4) 式中, q 表示压力为 p (相对压力,即表压力)、工作温度为 t ($^{\circ}\text{C}$) 时的送风流量; Q_0 表示标准状况下即 $P_0=0.1\text{MPa}$ (绝对压力)、 $T_0=293.15\text{K}$ 时锅炉送风标准体积流量。

[0038] 本发明采用在测量管段的矩形截面管道的横截面上,正对来流 v_0 方向上布置 m 只结构尺寸完全相同的内锥, m 只内锥等分测量管道的横截面,组成传感器组件,设计出了多点内锥法的流速—面积流量测量方案,将内锥前后差压表征的风速当作点流速使用,克服了内锥法通常适用于圆形截面管道的不足,充分发挥内锥法的优点。

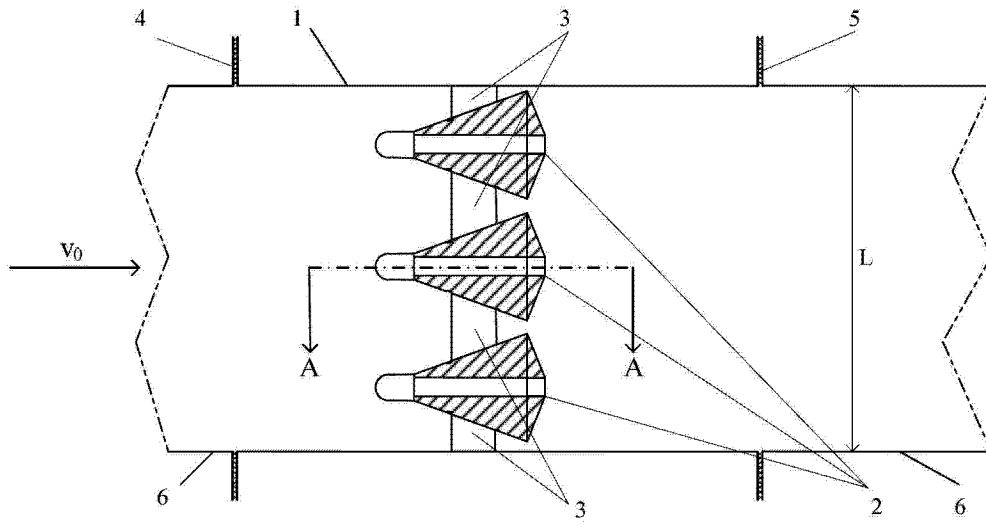


图 1

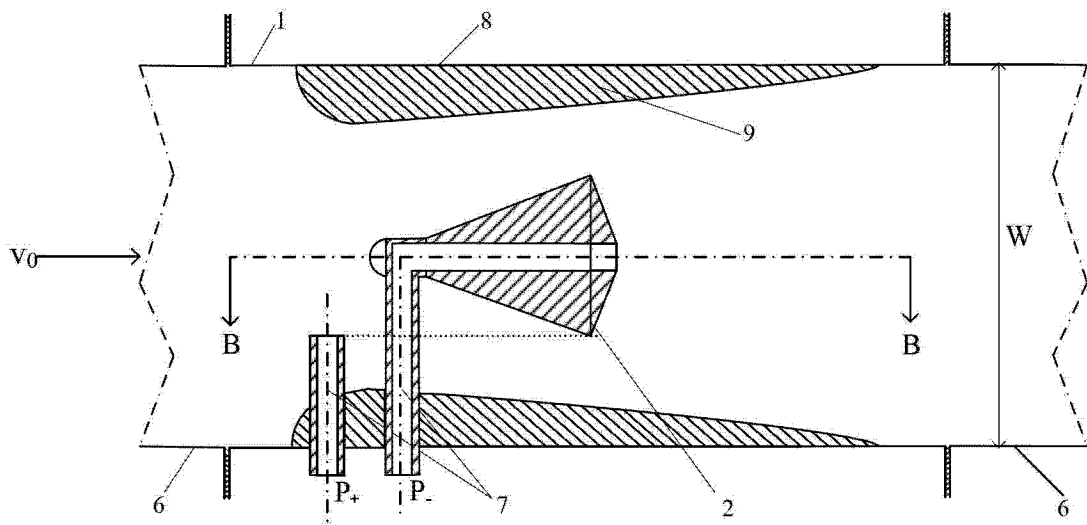


图 2

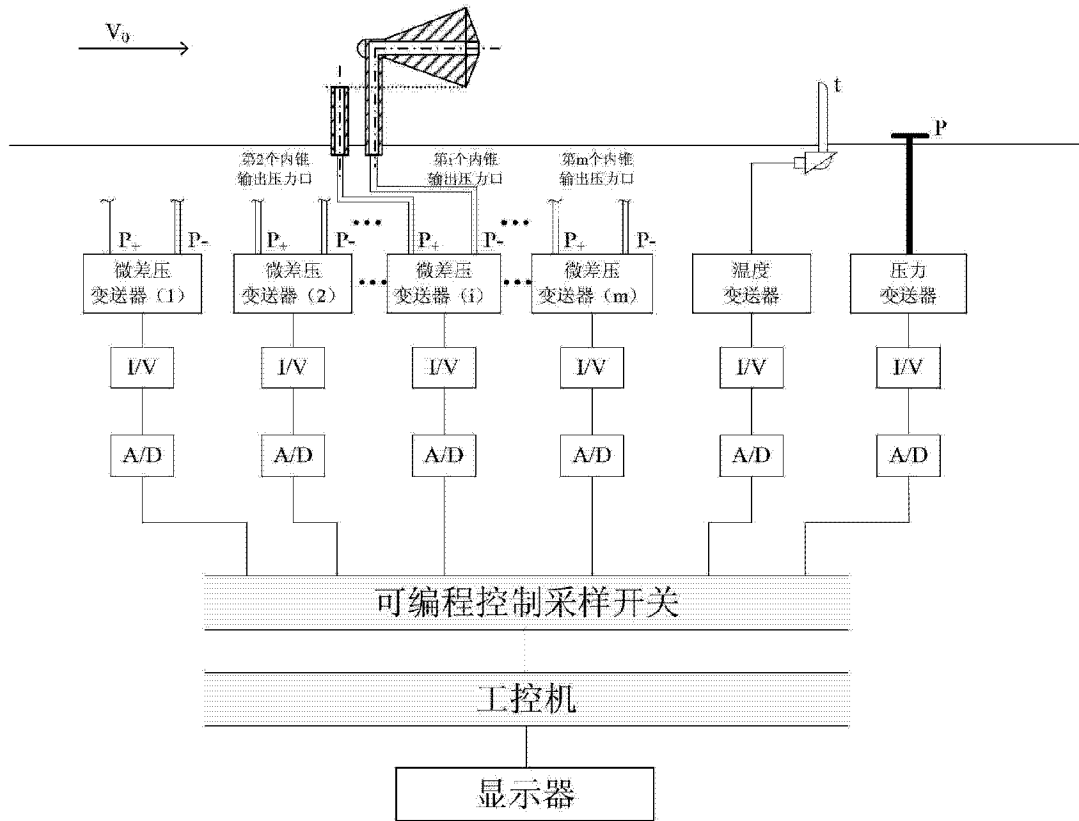


图 3