



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101799464 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201010148701. 1

(22) 申请日 2010. 04. 14

(73) 专利权人 三一电气有限责任公司
地址 102206 北京市昌平区沙河镇北清路
三一产业园

(72) 发明人 曾赣生 余铁辉 翁艳 沙友涛
孙启涛

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 逯长明 王宝筠

(51) Int. Cl.
G01N 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件
CN 2058487 U, 1990. 06. 20, 全文.
CN 1260481 A, 2000. 07. 19, 全文.
CN 1650149 A, 2005. 08. 03, 全文.

CN 1769848 A, 2006. 05. 10, 全文.
US 2006037404 A1, 2006. 02. 23, 全文.
罗志勇. 铂电阻在空气密度测量中的应用. 《自动化与仪表》. 2002, (第 1 期), 1-3.
罗志勇. 精密空气密度测量仪的计量特性. 《现代仪器》. 2001, 39-41.

审查员 叶晓燕

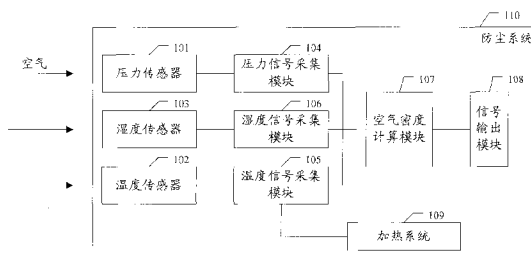
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种空气密度检测装置和空气密度检测方法

(57) 摘要

本发明实施例提供一种空气密度检测装置和方法, 该装置包括: 对压力进行实时监测的压力传感器、对温度进行实时监测的温度传感器、对湿度进行实时监测的湿度传感器, 还包括压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块, 所述压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别用于定期同步从压力传感器、温度传感器和湿度传感器采集压力信号、温度信号和湿度信号, 还包括接收所述压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别采集的压力信号、温度信号和湿度信号, 并根据空气密度与压力、温度和湿度的关系计算空气密度的空气密度计算模块。通过本发明是实施例可以提供空气密度检测的实时性。



1. 一种空气密度检测装置,其特征在于,包括:对压力进行实时监测的压力传感器、对温度进行实时监测的温度传感器、对湿度进行实时监测的湿度传感器,还包括压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块,所述压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别用于定期同步从压力传感器、温度传感器和湿度传感器采集压力信号、温度信号和湿度信号,还包括接收所述压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别采集的压力信号、温度信号和湿度信号,并根据空气密度与压力、温度和湿度的关系计算空气密度的空气密度计算模块;

所述装置还包括与所述温度信号采集模块相连的加热系统,所述加热系统用于当温度信号采集模块采集的温度信号中包含的温度低于预定的阈值时,对所述空气密度检测装置进行加热,并将加热过程的温度变化量发送至所述空气密度计算模块,所述空气密度计算模块还用于将从温度信号采集模块接收的温度信号进行修正,所述修正包括减小所述接收的温度信号中包含的温度值,并且减小量等于所述空气密度计算模块接收的加热系统加热过程的温度变化量。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:信号输出模块,用于将包含所述空气密度计算模块计算的空气密度的信号输出。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述信号输出模块还用于将分别包含用于计算空气密度信号的压力、温度和湿度的信号与包含该空气密度的信号同步输出。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括设置在外部的外部防尘系统。

5. 一种空气密度检测方法,其特征在于,包括:

通过压力传感器对压力进行实时监测,通过温度传感器对温度进行实时监测,通过湿度传感器对湿度进行实时监测;

压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块定期同步分别从压力传感器、温度传感器和湿度传感器采集压力信号、温度信号和湿度信号;

空气密度计算模块接收压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别采集的压力信号、温度信号和湿度信号,并根据空气密度与压力、温度和湿度的关系,计算空气密度;

该方法还包括:当温度采集模块采集的温度信号中包含的温度低于预定的阈值时,通过加热系统对空气密度检测装置进行加热;并将加热过程的温度变化量发送至所述空气密度计算模块;

所述空气密度计算模块在计算空气密度之前,将从温度信号采集模块接收的温度信号进行修正,所述修正包括减小所述接收的温度信号中包含的温度值,并且减小量等于所述空气密度计算模块接收的加热系统加热过程的温度变化量。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,该方法还包括:

通过信号输出模块将包含所述空气密度计算模块计算的空气密度的信号输出。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,该方法还包括:

通过信号输出模块将分别包含用于计算空气密度信号的压力、温度和湿度的信号与包含该空气密度的信号同步输出。

一种空气密度检测装置和空气密度检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于风能设备领域,尤其涉及一种空气密度检测装置和空气密度检测方法。

背景技术

[0002] 风能是一种清洁的可再生资源,作为风能利用的主要形式,风力发电是目前技术最成熟也最具开发条件和商业化发展前景的可再生能源发电方式之一。风电设备在将风能转换为电能的过程中,不仅仅依赖于风速的变化,还紧密依赖于空气密度的变化。因此,在风场中对空气密度进行实时检测,并根据检测到的实时空气密度信号对风能设备的控制系统进行修正就显得尤为重要。

[0003] 目前,空气密度的检测方法最常用的是浮力法和温、湿、压法。其中,浮力法是一种抽空玻璃瓶比较称重的方法,该方法能够较为准确地测量空气的密度,但其测量装置成本较高,测试过程也较为复杂,使其难以应用在常规测试中。而温、湿、压法是利用测量空气的温度、湿度和压力,通过查表或计算得出空气密度的方法,这种方法大都采用温度、湿度和压力参数进行分散测量、人工计算得出空气密度的方式,所以采用该方法的测量过程十分繁琐,而且由于温度、湿度和压力参数进行分散测量,难以满足风场对空气密度实时检测的要求。另外现有的空气密度检测装置难以适应风场恶劣的气候环境条件。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种空气密度检测装置和空气密度检测方法,能够解决现有技术中获得空气密度的实时性不强和无法应用于风场的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明实施例提供一种空气密度检测装置,包括:对压力进行实时监测的压力传感器、对温度进行实时监测的温度传感器、对湿度进行实时监测的湿度传感器,还包括压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块,所述压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别用于定期同步从压力传感器、温度传感器和湿度传感器采集压力信号、温度信号和湿度信号,还包括接收所述压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别采集的压力信号、温度信号和湿度信号,并根据空气密度与压力、温度和湿度的关系计算空气密度的空气密度计算模块。

[0006] 优选地,信号输出模块,用于将包含所述空气密度计算模块计算的空气密度的信号输出。

[0007] 优选地,所述信号输出模块还用于将分别包含用于计算空气密度信号的压力、温度和湿度的信号与包含该空气密度的信号同步输出。

[0008] 优选地,所述装置还包括与所述温度信号采集模块相连的加热系统和空气密度计算模块,所述加热系统用于当温度信号采集模块采集的温度信号中包含的温度低于预定的阈值时,对所述空气密度检测装置进行加热,并将加热过程的温度变化量发送至所述空气密度计算模块,所述空气密度计算模块还用于将从温度信号采集模块接收的温度信号进行

修正,所述修正包括减小所述接收的温度信号中包含的温度值,并且减小量等于所述空气密度计算模块接收的加热系统加热过程的温度变化量。

[0009] 优选地,所述装置还包括设置在外部的外部防尘系统。这样可以使得空气密度检测装置能够适用在风场等风沙较大的地区。

[0010] 另一方面,本发明实施例还提供一种空气密度检测方法,包括:

[0011] 通过压力传感器对压力进行实时监测,通过温度传感器对温度进行实时监测,通过湿度传感器对湿度进行实时监测;

[0012] 压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度传感器定期同步分别从压力传感器、温度传感器和湿度传感器采集压力信号、温度信号和湿度信号;

[0013] 空气密度计算模块接收压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别采集的压力信号、温度信号和湿度信号,并根据空气密度与压力、温度和湿度的关系,计算空气密度。

[0014] 优选地,该方法还包括:通过信号输出模块将包含所述空气密度计算模块计算的空气密度的信号输出。

[0015] 优选地,该方法还包括:将分别包含用于计算空气密度信号的压力、温度和湿度的信号与包含该空气密度的信号同步输出。

[0016] 优选地,该方法还包括:当温度采集模块采集的温度信号中包含的温度低于预定的阈值时,通过加热系统对空气密度检测装置进行加热;并将加热过程的温度变化量发送至所述空气密度计算模块;所述空气密度计算模块在计算空气密度之前,将从温度信号采集模块接收的温度信号进行修正,所述修正包括减小所述接收的温度信号中包含的温度值,并且减小量等于所述空气密度计算模块接收的加热系统加热过程的温度变化量。这样,可以使空气密度检测装置能够进一步适应各种恶劣的温度环境。

[0017] 由于本发明实施例提供的空气密度检测方法和装置在进行空气密度检测的过程中,各个传感器是实时进行监测的,而每个信号采集模块从对应的传感器采集信号也是同步的,这就使得获取的压力信号、温度信号和湿度信号也是同步的,从而使得计算空气密度的实时性也得到了提高。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1是本发明实施例一提供的一种空气密度检测装置的示意图;

[0020] 图2是本发明实施例二提供的一种空气密度检测方法的示意图。

具体实施方式

[0021] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员

在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0022] 实施例一

[0023] 图 1 示出了本发明实施例一提供的一种空气密度检测装置，该检测装置包括三个传感器和对应的信号采集模块，具体地，包括：压力传感器 101、温度传感器 102 和湿度传感器 103，以及分别与三个传感器相连的压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106。

[0024] 压力传感器 101 用于对压力进行实时监测，例如对风场中的压力进行实时的监测，温度传感器 102 用于对温度进行实时监测，例如对风场中的温度进行实时监测，湿度传感器 103 用于对湿度进行实时监测。压力信号采集模块 104 用于从压力传感器 101 定期采集压力信号，温度信号采集模块 105 用于从温度传感器 102 定期采集温度信号，湿度信号采集模块 106 用于从湿度传感器 103 定期采集湿度信号，并且压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 虽然是从各自对应的传感器定期采集信号，但是在每次采集信号时，压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 都是同步的，由于各个传感器是实时进行监测的，而每个信号采集模块从对应的传感器采集信号又是同步的，这就使得获取的压力信号、温度信号和湿度信号也是同步的，为进行空气密度的实时检测提供了数据源上的保证。

[0025] 另外，本发明实施例中空气密度检测装置还包括空气密度计算模块 107。空气密度计算模块 107 与压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 相连，接收压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 同步采集的压力信号、温度信号和湿度信号，根据空气密度与压力、温度和湿度的关系，利用采集到的压力信号、温度信号和湿度信号中分别包含的压力、温度和湿度计算空气密度。例如，空气密度与压力、温度和湿度的关系模型可以采用下式：

$$[0026] \quad \rho = \frac{1.276}{1 + 0.00366T} \times \frac{P - 0.378e}{1000} \quad (\text{式子 1})$$

[0027] 其中，T 是温度，P 是压强，e 是绝对湿度， ρ 是空气密度。此时，空气密度计算模块 107 可以将获得的压强、温度和湿度代入到式子 1 中，即可计算出相应的空气密度。

[0028] 上文已经说明，压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 采集的压力信号、温度信号和湿度信号是同步的，这样空气密度计算模块 107 在计算空气密度时所获取的压力信号、温度信号和湿度信号也是同步的，或者说，用于计算空气密度的压力、温度和湿度是表征同时或近似同时的压力、温度和湿度的，这就使得空气计算模块 107 计算的空气密度是实时的，而不是如现有技术中用于计算一个空气密度值的压力、温度和湿度是在三个相隔较长时间的时刻的。因此本实施例中提供的空气密度检测装置能够提高空气密度检测的实时性。

[0029] 实际中，根据对空气密度值的更新速度的要求，可以对压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 的采集信号频率或者说对相邻两次采集信号的相隔时间做调整，例如可以根据需要调整为每隔 100ms，压力信号采集模块 104、温度信号采集模块 105 和湿度信号采集模块 106 对相应的传感器监测的信号进行一次采集。

[0030] 另外，为了满足信号输出的要求，优选地，在空气密度检测装置中还包括一信号输出模块 108，用于将包含空气密度计算模块 107 计算的空气密度的信号输出，另外还可以与

分别包含用于计算该空气密度的压力、温度和湿度的信号同步输出。在实际中,从空气密度计算模块 107 输出的信号可以用来输入到风电设备控制系统中,为控制系统控制风电设备的运行提供依据。

[0031] 另外,在实际应用空气密度检测装置的环境中,例如在风场中,环境温度在常年变化很大,有时在冬季的最低气温可以达到零下 30℃,而在夏季的最高气温可以达到零上 50℃。发明人发现,目前的空气密度检测装置主要应用在室内检测的场合,由于室内的条件通常都满足空气密度检测装置中的各个部件的正常工作需要的环境条件,所以在目前的空气密度检测装置中并没有采取遇到环境温度可能超过或低于装置的正常工作温度范围时应该采取的必要解决措施。而本申请发明人在考虑到上述问题后,提出一种优选的实施方式,即在空气密度检测装置中设置加热系统 109,该加热系统 109 一端与温度信号采集模块 105 相连,用于获取温度信号采集模块 105 采集的温度信号,并根据温度信号采取相应措施,以使空气密度检测装置的温度控制在正常工作所需的温度范围内,例如,加热系统 109 可以将获取的温度信号与预先设置的阈值相比,当获取的温度信号低于该阈值时,加热系统 109 启动对空气密度检测装置的加热过程,使得空气密度检测装置的温度升高到正常工作所需的温度范围内。但是在加热系统对空气密度检测装置进行加热的过程中,也会造成检测装置附近的环境温度局部变化,温度传感器采集到的温度值也将升高,而实际上从更大的区域范围看,这种局部温度变化是一种干扰,应该去除,因此,空气密度计算模块在计算空气密度之前,首先要对直接从温度信号采集模块采集到的温度进行补偿,即对从温度信号采集模块接收的温度信号进行修正,修正过程可以包括:减小从温度信号采集模块接收的温度信号中包含的温度值,而温度的减小量可以等于加热系统加热过程的温度变化量。这里加热系统加热过程的温度变化量可以由加热系统在加热过程中通知给空气密度计算模块。

[0032] 此外,目前我国的风场主要建立在荒无人烟的地方,多数为戈壁或者荒漠地区,现场气候条件十分恶劣,常年平均风速较大,并且空气中通常还有大量的沙尘颗粒,目前市面上的空气密度检测装置对沙尘颗粒没有采取专门的防护措施,使得现有的空气密度检测装置在应用到风场等很容易受到沙尘冲击的场合时,其内部仪器很容易损坏或者测量精度下降,难以适应风场的特殊要求。在本发明实施例提供的空气密度检测装置中优选地在外部设置外部防尘系统 110,对外部环境的沙尘等颗粒物进行必要的过滤,防止风场中的大颗粒沙尘对空气密度检测装置进行冲击,使得空气密度检测装置能够适用在风场等风沙较大的地区。

[0033] 现有技术中应用在风场的检测技术无法实时检测;而可以实时检测的空气密度检测仪又无法应用在风场。由于采取上述防尘措施和加热措施,使得本实施例提供的检测装置尤其可以适用在风场等环境恶劣的场所,实现对风场的空气密度的实时检测。

[0034] 在实际中,上述空气密度计算模块 107 和信号输出模块 108 可以在微处理机中实现。

[0035] 实施例二

[0036] 本实施例相应提供一种空气密度检测方法,该方法可以利用实施例一中提供的空气密度检测装置中的部分或全部模块。

[0037] 如图 2 所示,本实施例提供的空气密度检测方法包括如下步骤:

[0038] 步骤 S201 :通过压力传感器对压力进行实时监测,通过温度传感器对温度进行实时监测,通过湿度传感器对湿度进行实时监测;

[0039] 步骤 S202 :压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块定期同步从压力传感器、温度传感器和湿度传感器采集压力信号、温度信号和湿度信号。

[0040] 由于各个传感器是实时进行监测的,而每个信号采集模块从对应的传感器采集信号也是同步的,这就使得获取的压力信号、温度信号和湿度信号也是同步的,为进行空气密度的实时检测提供了数据源上的保证。

[0041] 步骤 S203 :空气密度计算模块接收压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块分别采集的压力信号、温度信号和湿度信号,并根据空气密度与压力、温度和湿度的关系,计算空气密度。

[0042] 空气密度计算模块利用的空气密度与压力、温度和湿度的关系仍然可以采用实施例一中的式子 1 所采用的模型。空气密度计算模块依据确定的模型,将采集的压力信号、温度信号和湿度信号中分别包含的压力、温度和湿度代入到该模型中,即可计算出相应的空气密度。

[0043] 上文已经说明,压力信号采集模块、温度信号采集模块和湿度信号采集模块采集的压力信号、温度信号和湿度信号是同步的,这样空气密度计算模块在计算空气密度时所获取的压力信号、温度信号和湿度信号也是同步的,或者说,用于计算空气密度的压力、温度和湿度是表征同时或近似同时的压力、温度和湿度的,这就使得空气计算模块计算的空气密度是实时的,提高空气密度检测的实时性。

[0044] 另外,为了满足信号输出的要求,优选地,还包括以下步骤:

[0045] 步骤 S204 :通过信号输出模块将所述空气密度计算模块计算的空气密度信号输出。在实际中输出的空气密度信号可以作为风电设备控制系统的输入,用于为控制系统控制风电设备的运行提供依据。

[0046] 另外步骤 S204 还可以替换为,通过信号输出模块将分别包含空气计算模块用于计算空气密度信号的压力、温度和湿度的信号与包含该空气密度的信号同步输出。在实际中,输出的空气密度信号以及压力信号、温度信号和湿度信号可以作为风电设备控制系统的输入,相对于步骤 S204 可以为控制系统控制风电设备的运行提供更全面的依据。

[0047] 另外,考虑到风场的温度条件较为恶劣,为了使得检测过程更能适应恶劣的温度环境,本实施例提供的方法优选地还包括:当温度采集模块采集的温度信号中包含的温度低于预定的阈值时,通过加热系统对空气密度检测装置进行加热;并将加热过程的温度变化量发送至所述空气密度计算模块。但是在加热系统对空气密度检测装置进行加热的过程中,也会造成检测装置附近的环境温度局部变化,温度传感器采集到的温度值也将升高,而实际上从更大的区域范围看,这种局部温度变化是一种干扰,应该去除,因此,空气密度计算模块在计算空气密度之前,首先要对直接从温度信号采集模块采集到的温度进行补偿,将从温度信号采集模块接收的温度信号进行修正,所述修正包括减小所述接收的温度信号中包含的温度值,并且减小量等于所述空气密度计算模块接收的加热系统加热过程的温度变化量。这样,在计算空气密度所依据的温度可以消除因加热系统加热导致的局部温度升高的干扰。

[0048] 综上所述,本发明实施例提供的空气密度检测装置和检测方法能够提高空气密度

检测的实时性。

[0049] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

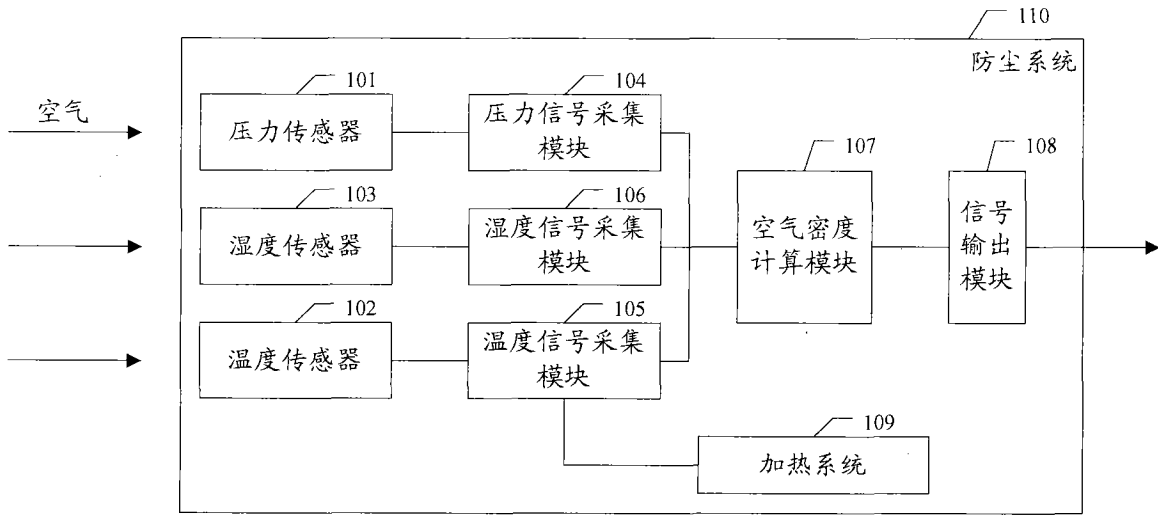


图 1

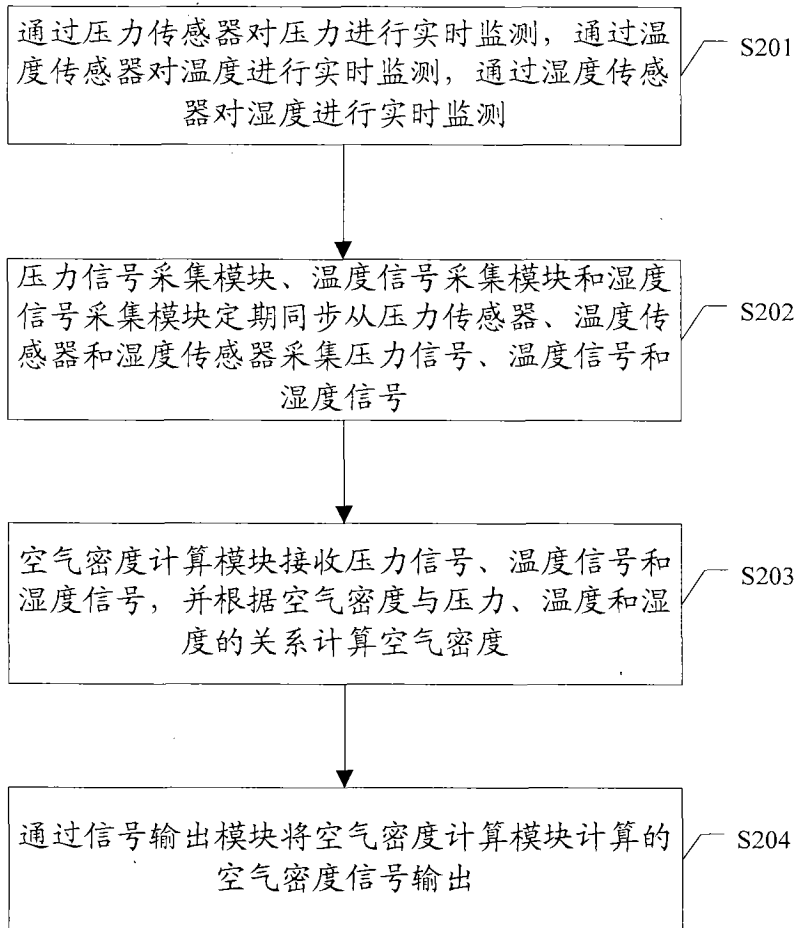


图 2