



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116067691 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 05

(21) 申请号 202310231322.6

G01F 1/667 (2022.01)

(22) 申请日 2023.03.06

G01F 15/063 (2022.01)

(71) 申请人 江苏华复保利环保科技有限公司

G01D 21/02 (2006.01)

地址 210002 江苏省南京市秦淮区光华路
162号南京白下高新技术产业园综合
研发楼501室

G01D 11/24 (2006.01)

G01R 1/04 (2006.01)

(72) 发明人 柏艳辉 陈彬 权位 唐灵骥
谢振东

(74) 专利代理机构 南京常青藤知识产权代理有
限公司 32286

专利代理师 徐婧

(51) Int. Cl.

G01M 99/00 (2011.01)

G01R 15/18 (2006.01)

G01R 22/06 (2006.01)

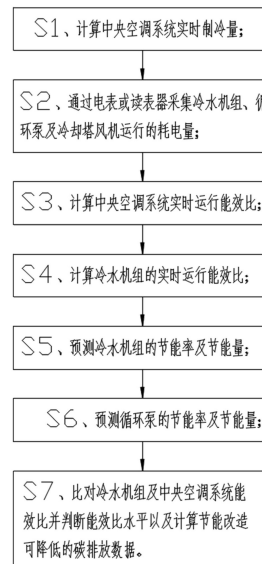
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

一种便携式能效在线检测装置及在线检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种便携式能效在线检测装置及在线检测方法,应用于中央空调检测技术领域,包括卡接于保护箱内部的上位机,保护箱的内部还设置有互感器、读表器、超声波流量计和温湿度传感器、电表;上位机包括壳体,壳体上安装有操作台和盖板,盖板上嵌入安装有显示屏,盖板的侧壁设有把手;壳体的内部安装设置有上位机电脑主板、定制控制器、冷却散热单元、无线通讯模块、硬盘存储单元和电源转换模块一,壳体上还镶嵌安装有用于设备连接的接口板;定制控制器包括单片机、电源转换模块二、通讯转换模块一、通讯转换模块二。能够实现针对不同中央空调系统的实时运行能效检测功能,且通过集成化设计,即装即用,具有方便安装、携带的优点。



1. 一种便携式能效在线检测装置,其特征在於,包括上位机(3),所述上位机(3)卡接于保护箱(1)的内部,所述保护箱(1)的内部还设置有用于采集冷水机组、循环泵、冷却塔风机用电量的互感器、用于读取电表数据的读表器、用于采集冷冻水循环量的超声波流量计和温湿度传感器、电表;

所述上位机(3)包括壳体(301),所述壳体(301)上安装有操作台(305),所述壳体(301)的一侧连接有盖板(302),所述盖板(302)上嵌入安装有与操作台(305)相互配合的显示屏(304),所述盖板(302)的侧壁设有把手(303);

所述壳体(301)的内部安装设置有上位机电脑主板、定制控制器、冷却散热单元、无线通讯模块、硬盘存储单元和电源转换模块一,所述壳体(301)上还镶嵌安装有用于设备连接的接口板;

所述定制控制器包括用于主控的单片机、用于调节电压的电源转换模块二、用于通讯传输的通讯转换模块一、通讯转换模块二;

所述定制控制器用于计算中央空调系统实时制冷量 $Q_{冷}$ 、采集冷水机组、循环泵及冷却塔风机运行的耗电量 $P_{总}$ 、计算中央空调系统实时运行能效比 $COP_{系实}$ 、计算冷水机组的实时运行能效比 $COP_{机实}$ 、预测冷水机组的节能率 $r_{机}$ 及节能量 $W_{机}$ 、预测循环泵的节能率 $r_{泵}$ 及节能量 $W_{泵}$ 、比对冷水机组及中央空调系统能效比并判断能效比水平以及计算节能改造可降低的碳排放数据。

2. 根据权利要求1所述的便携式能效在线检测装置,其特征在於,所述保护箱(1)上安装有箱盖(5),所述箱盖(5)上安装有用于保护上位机(3)的保护垫(6),所述保护箱(1)和箱盖(5)上分别安装有相互配合的锁扣(2)。

3. 根据权利要求1所述的便携式能效在线检测装置,其特征在於,所述保护箱(1)的内壁安装有用于卡接上位机(3)的定位件(4),所述定位件(4)的内壁边侧安装有用于承接上位机(3)的承接条(7),所述定位件(4)的内部还设有分隔条(8),所述分隔条(8)将定位件(4)的内部空间分隔成用于存放互感器、读表器、超声波流量计、温湿度传感器和电表的收纳室。

4. 根据权利要求1所述的便携式能效在线检测装置,其特征在於,所述互感器为开口式电流互感器、读表器为无线读表器、电表为无线智能电表、超声波流量计为无线外夹式超声波流量计,所述超声波流量计包括上游传感器探头和下游传感器探头。

5. 根据权利要求1所述的便携式能效在线检测装置,其特征在於,所述接口板上设置有电源端口(306)、RS485端口(307)、RJ45端口(308)和无线天线接口(309)。

6. 根据权利要求1所述的便携式能效在线检测装置,其特征在於,所述无线通讯模块分别与定制控制器、读表器、电表和超声波流量计通讯连接。

7. 一种在线检测方法,其特征在於,使用如权利要求1至6中任一项所述的便携式能效在线检测装置进行在线检测,所述检测方法包括如下步骤:

S1、计算中央空调系统实时制冷量 $Q_{冷}$;具体包括如下步骤:采集、计算中央空调系统循环水实时温度并计算进出水的温差,采集循环水的流量 M ,再通过热力学公式 $Q_{冷}=C \times M \times (T_{进}-T_{出})$ 计算出该中央空调实时运行的制冷量数值 $Q_{冷}$;所述中央空调系统循环水实时温度的采集、计算过程如下:通过温湿度传感器从冷水机组处采集蒸发器侧进出水的温度来表征冷冻水供回水总管水温,从而计算进出水的温差;

S2、通过电表或读表器采集冷水机组、循环泵及冷却塔风机运行的耗电量 $P_{总}$ ；

S3、计算中央空调系统实时运行能效比 $COP_{系实}$ ，其中， $COP_{系实} = Q_{冷} \div P_{总}$ ；

S4、计算冷水机组的实时运行能效比 $COP_{机实}$ ，其中， $COP_{机实} = Q_{冷} \div P_{机}$ ， $P_{机}$ 为冷水机组运行的耗电量；

S5、预测冷水机组的节能率 $r_{机}$ 及节能量 $W_{机}$ ；

S6、预测循环泵的节能率 $r_{泵}$ 及节能量 $W_{泵}$ ；

S7、比对冷水机组及中央空调系统能效比并判断能效比水平以及计算节能改造可降低的碳排放数据。

8. 根据权利要求7所述的在线检测方法，其特征在于，所述循环水的流量 M 的采集过程如下：若循环泵没有安装变频器，冷冻水的循环量由超声波流量计测得；若循环泵已经安装了变频器，则根据水泵相似定律自动计算出循环水的流量 M 。

9. 根据权利要求7所述的在线检测方法，其特征在于，所述冷水机组的节能率 $r_{机} \approx \{1 - (COP_{机实} \div COP_{机额})\} \times 100\%$ ，其中， $COP_{机实} = Q_{冷实} \div P_{机实}$ ， $COP_{机额} = Q_{冷额} \div P_{机额}$ ， $Q_{冷实}$ 为部分负荷状态下冷水机组的实际制冷量、 $P_{机实}$ 为部分负荷状态下冷水机组的实际耗电量、 $Q_{冷额}$ 为额定工况下冷水机组的额定制冷量、 $P_{机额}$ 为额定工况下冷水机组的额定耗电量；

所述冷水机组的节能量 $W_{机}$ 的计算公式为： $\sum_{i=1}^n W_{机} = W_{机1} \cdot r_{机1} + W_{机2} \cdot r_{机2} + \dots + W_{机n} \cdot r_{机n}$ ，其中， $W_{机n}$ 为某时刻第 n 组冷水机组的耗电量、 $r_{机n}$ 为某时刻第 n 组冷水机组的节能率；

所述计算循环泵的节能率 $r_{泵}$ 的过程如下：根据中央空调实时运行的制冷量数值 $Q_{冷}$ 确定冷水机组的实时制冷量，并将进出水温差调整成额定工况温差 $\Delta T1$ ，则预测循环水流量 $M_1 = \frac{Q_{冷}}{C \times \Delta T1}$ ，再根据循环泵的相似定律流量、功率与转速的关系计算循环泵的节能率 $r_{泵}$ ，循

环泵的节能率 $r_{泵}$ 的计算公式为： $r_{泵} = \left(1 - \frac{P_1}{P}\right) \times 100\%$ ，其中，

$$\frac{M}{M_1} = \frac{n}{n_1}; \frac{P}{P_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3$$

M_1 为调整温差之后的预测循环水流量，且 $M_1 = \frac{Q_{冷}}{C \times \Delta T1}$ 、 n 为循环泵的额定转速、 n_1 为循环泵调整流量之后对应的转速、 P 为循环泵的额定功率、 P_1 为调整温差之后的预测功率；

所述循环泵的节能量 $W_{泵}$ 的计算公式为： $\sum_{i=1}^n W_{泵} = W_{泵1} \cdot r_{泵1} + W_{泵2} \cdot r_{泵2} + \dots + W_{泵n} \cdot r_{泵n}$ ，其中， $W_{泵n}$ 为某时刻第 n 组循环泵的耗电量、 $r_{泵n}$ 为某时刻第 n 组循环泵的节能率。

一种便携式能效在线检测装置及在线检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于中央空调检测技术领域,具体涉及一种便携式能效在线检测装置及在线检测方法。

背景技术

[0002] 中央空调系统由一个或多个冷热源系统和多个空气调节系统组成,该系统不同于传统冷剂式空调(如单体机,VRV),集中处理空气以达到舒适要求。中央空调采用液体气化制冷的原理为空气调节系统提供所需冷量,用以抵消室内环境的热负荷;制热系统为空气调节系统提供所需热量,用以抵消室内环境冷负荷。

[0003] 在当今能源问题与环境问题日益突出的背景下,双碳目标被确定为重点任务之一。暖通空调无论是在民用建筑还是工业类建筑的能源消耗中都扮演了重要角色,要实现暖通空调系统的能效提升、节能运行,就需要在针对性获取暖通系统的运行参数之后,对暖通系统的实际运行效率及节能空间做出准确的计算和预测,以指导后续的节能技改实施。

[0004] 目前对中央空调运行能效的检测,大多采用在中央空调冷热源机房安装一套楼宇自动控制系统或节能控制产品,然而上述楼宇自动控制系统、节能控制产品基本属于孤岛系统,软硬件均为定制产品,且不可拆卸、不可移动,不适用于其他中央空调设备的检测。

[0005] 而且,现有楼宇自动控制系统或节能控制产品在计算中央空调运行能效比时,需要在管道上开孔安装各传感器以采集相关参数,中央空调系统需要停机、排水方可进行管道开孔及焊接作业,对于某些不能停机的场合具有一定的局限性。

[0006] 因此,需要设计一种安装方便、使用方便、携带方便,能够适用多种项目情况的暖通空调系统能效检测的设备。

发明内容

[0007] 鉴于现有技术中存在上述问题,本发明的目的是提供一种便携式能效在线检测装置,能够实现针对不同中央空调系统的实时运行能效检测功能,且通过集成化设计,即装即用,具有方便安装、携带的优点。

[0008] 一种便携式能效在线检测装置,包括上位机,所述上位机卡接于保护箱的内部,所述保护箱的内部还设置有用于采集冷水机组、循环泵、冷却塔风机用电量的互感器、用于读取电表数据的读表器、用于采集冷冻水循环量的超声波流量计和温湿度传感器、电表;

[0009] 所述上位机包括壳体,所述壳体上安装有操作台,所述壳体的一侧连接有盖板,所述盖板上嵌入安装有与操作台相互配合的显示屏,所述盖板的侧壁设有把手;

[0010] 所述壳体的内部安装设置有上位机电脑主板、定制控制器、冷却散热单元、无线通讯模块、硬盘存储单元和电源转换模块一,所述壳体上还镶嵌安装有用于设备连接的接口板;

[0011] 所述定制控制器包括用于主控的单片机、用于调节电压的电源转换模块二、用于通讯传输的通讯转换模块一、通讯转换模块二;所述定制控制器用于计算中央空调系统实

时制冷量 $Q_{冷}$ 、采集冷水机组、循环泵及冷却塔风机运行的耗电量 $P_{总}$ 、计算中央空调系统实时运行能效比 $COP_{系实}$ 、计算冷水机组的实时运行能效比 $COP_{机实}$ 、预测冷水机组的节能率 $r_{机}$ 及节能量 $W_{机}$ 、预测循环泵的节能率 $r_{泵}$ 及节能量 $W_{泵}$ 、比对冷水机组及中央空调系统能效比并判断能效比水平以及计算节能改造可降低的碳排放数据。

[0012] 为了保护上位机不受外力损坏,所述保护箱上安装有箱盖,所述箱盖上安装有用于保护上位机的保护垫,所述保护箱和箱盖上分别安装有相互配合的锁扣。

[0013] 为了合理分配保护箱内部的存储空间,所述保护箱的内壁安装有用于卡接上位机的定位件,所述定位件的内壁边侧安装有用于承接上位机的承接条,所述定位件的内部还设有分隔条,所述分隔条将定位件的内部空间分隔成用于存放互感器、读表器、超声波流量计、温湿度传感器和电表的收纳室。

[0014] 为了提高采集设备的使用便捷性,所述互感器为开口式电流互感器、读表器为无线读表器、电表为无线智能电表、超声波流量计为无线外夹式超声波流量计,所述超声波流量计包括上游传感器探头和下游传感器探头。

[0015] 为了便于设备连接,所述接口板上设置有电源端口、RS485端口、RJ45端口和无线天线接口。

[0016] 为了实现无线传输,所述无线通讯模块分别与定制控制器、读表器、电表和超声波流量计通讯连接。

[0017] 本发明的第二方面,还提出一种在线检测方法,使用上述便携式能效在线检测装置进行在线检测,所述检测方法包括如下步骤:

[0018] S1、计算中央空调系统实时制冷量 $Q_{冷}$;具体包括如下步骤:采集、计算中央空调系统循环水实时温度并计算进出水的温差,采集循环水的流量 M ,再通过热力学公式 $Q_{冷}=C \times M \times (T_{进}-T_{出})$ 计算出该中央空调实时运行的制冷量数值 $Q_{冷}$;所述中央空调系统循环水实时温度的采集、计算过程如下:通过温湿度传感器从冷水机组处采集蒸发器侧进出水的温度来表征冷冻水供回水总管水温,从而计算进出水的温差;

[0019] S2、通过电表或读表器采集冷水机组、循环泵及冷却塔风机运行的耗电量 $P_{总}$;

[0020] S3、计算中央空调系统实时运行能效比 $COP_{系实}$,其中, $COP_{系实}=Q_{冷} \div P_{总}$;

[0021] S4、计算冷水机组的实时运行能效比 $COP_{机实}$,其中, $COP_{机实}=Q_{冷} \div P_{机}$, $P_{机}$ 为冷水机组运行的耗电量;

[0022] S5、预测冷水机组的节能率 $r_{机}$ 及节能量 $W_{机}$;

[0023] S6、预测循环泵的节能率 $r_{泵}$ 及节能量 $W_{泵}$;

[0024] S7、比对冷水机组及中央空调系统能效比并判断能效比水平以及计算节能改造可降低的碳排放数据。

[0025] 所述循环水的流量 M 的采集过程如下:若循环泵没有安装变频器,冷冻水的循环量由超声波流量计测得;若循环泵已经安装了变频器,则根据水泵相似定律自动计算出循环水的流量 M 。

[0026] 所述冷水机组的节能率 $r_{机} \approx \{1 - (COP_{机实} \div COP_{机额})\} \times 100\%$,其中, $COP_{机实}=Q_{冷实} \div P_{机实}$, $COP_{机额}=Q_{冷额} \div P_{机额}$, $Q_{冷实}$ 为部分负荷状态下冷水机组的实际制冷量、 $P_{机实}$ 为部分负荷状态下冷水机组的实际耗电量、 $Q_{冷额}$ 为额定工况下冷水机组的额定制冷量、 $P_{机额}$ 为额定工况下冷水机组的额定耗电量;

[0027] 所述冷水机组的节能量 $W_{机}$ 的计算公式为： $\sum_{i=1}^n W_{机} = W_{机1} \cdot r_{机1} + W_{机2} \cdot r_{机2} + \dots + W_{机n} \cdot r_{机n}$ ，其中， $W_{机n}$ 为某时刻第 n 组冷水机组的耗电量、 $r_{机n}$ 为某时刻第 n 组冷水机组的节能率；

[0028] 所述计算循环泵的节能率 $r_{泵}$ 的过程如下：根据中央空调实时运行的制冷量数值 $Q_{冷}$ 确定冷水机组的实时制冷量，并将进出水温差调整成额定工况温差 $\Delta T1$ ，则预测循环水流量 $M_1 = \frac{Q_{冷}}{C \times \Delta T1}$ ，再根据循环泵的相似定律流量、功率与转速的关系计算循环泵的节能率 $r_{泵}$ ，

循环泵的节能率 $r_{泵}$ 的计算公式为： $r_{泵} = \left(1 - \frac{P_1}{P}\right) \times 100\%$ ，其中，

$$[0029] \quad \frac{M}{M_1} = \frac{n}{n_1}; \quad \frac{P}{P_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3$$

[0030] M_1 为调整温差之后的预测循环水流量，且 $M_1 = \frac{Q_{冷}}{C \times \Delta T1}$ 、 n 为循环泵的额定转速、 n_1 为循环泵调整流量之后对应的转速、 P 为循环泵的额定功率、 P_1 为调整温差之后的预测功率；

[0031] 所述循环泵的节能量 $W_{泵}$ 的计算公式为： $\sum_{i=1}^n W_{泵} = W_{泵1} \cdot r_{泵1} + W_{泵2} \cdot r_{泵2} + \dots + W_{泵n} \cdot r_{泵n}$ ，其中， $W_{泵n}$ 为某时刻第 n 组循环泵的耗电量、 $r_{泵n}$ 为某时刻第 n 组循环泵的节能率。

[0032] 本发明的有益效果是：该便携式能效在线检测装置及在线检测方法，将上位机电脑主板和定制控制器安装于可移动的壳体内，通过箱体结构构建上位机，通过无线通讯模块和接口板上的连接端口实现信息交互，实现在线检测功能，采用集成化结构，将各采集设备集成于保护箱中，便于携带，使该检测装置能够适用于不同场景的中央空调系统的实时运行能效检测，即装即用，能够有效避免楼宇自控系统存在的弊端。

[0033] 通过互感器、读表器、超声波流量计、温湿度传感器和电表实时采集中央空调系统中相应的数据信息，依靠无线通讯模块的信息传输，使定制控制器接收数据后，能够对数据进行过滤、统计和计算，并对计算结果进行分析和推理，实现对中央空调系统运行状态的实时监测，且能够预测冷水机组、循环泵等设备的节能率和节能量。

[0034] 通过采集冷水机组蒸发器侧回水温度来表征冷冻水供回水总管水温，采用无线外夹式超声波流量计对冷却水循环量进行采集，无需破管、排水安装，只需要安装于管道外壁即可，能够快速便捷的采集到所需数据。

[0035] 采用开口式电流互感器对冷水机组、循环泵、冷却塔风机等设备进行用电量采集，摒弃以往穿孔式电流互感器的安装方式，该开口式电流互感器无需断电，安装过程简单便捷，可实现在线安装，能够不影响被采集设备的正常运行。

附图说明

[0036] 附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：

[0037] 图1是本发明上位机内部模块的示意图；

[0038] 图2是本发明定制控制器内部模块的示意图；

- [0039] 图3是本发明保护箱的结构示意图；
- [0040] 图4是本发明保护箱内部的结构示意图；
- [0041] 图5是本发明上位机的结构示意图；
- [0042] 图6是本发明接口板的结构示意图；
- [0043] 图7是本发明在线检测方法的流程图。
- [0044] 图中标记为：1、保护箱；2、锁扣；3、上位机；301、壳体；302、盖板；303、把手；304、显示屏；305、操作台；306、电源端口；307、RS485端口；308、RJ45端口；309、无线天线接口；4、定位件；5、箱盖；6、保护垫；7、承接条；8、分隔条。

具体实施方式

[0045] 实施例一

[0046] 如图1所示，一种便携式能效在线检测装置，包括上位机3，所述上位机3卡接于保护箱1的内部，所述保护箱1上安装有箱盖5，所述箱盖5上安装有用于保护上位机3的保护垫6，保护垫6可为泡沫、橡胶等材料，所述保护箱1和箱盖5上分别安装有相互配合的锁扣2。

[0047] 保护箱1的内部还设置有用于采集冷水机组、循环泵、冷却塔风机用电量的互感器、用于读取电表数据的读表器、用于采集冷冻水循环量的超声波流量计和温湿度传感器、电表。

[0048] 其中，互感器为开口式电流互感器、读表器为无线读表器、电表为无线智能电表、超声波流量计为无线外夹式超声波流量计。

[0049] 传统的电流互感器安装时需要将配电控制柜的主电源断开，安装时影响设备的正常运行，而开口式电流互感器安装时无需断电，可带电操作，不影响设备的正常运行，具有安装便捷的优点。

[0050] 无线智能电表无需连接通讯线，采用无线传输的方式与定制控制器进行数据通讯，节省了铺设通讯线的经济成本，也降低了施工难度。对于已经安装了电表的项目，可采用无线读表器对电表读数进行摄像抓取，该方式为现有技术，在此不做赘述。

[0051] 该检测装置可采集冷冻水供回水总管温度，传统检测装置通过破管安装浸入式水管温度传感器进行水温检测，而该检测装置采用与冷水机组进行通讯的方式，解析冷水机组蒸发器侧进出水的温度来获取冷冻水供回水总管温度。

[0052] 其中，由于冷冻水供回水总管温度中，供水总管温度为冷水机组出水温度，回水总管因是混合温度，并联冷水主机的蒸发器回水温度为同一回水总管处回水，因此冷水机组的蒸发器侧回水温度也是冷冻水回水总管温度，因此，通过温湿度传感器从冷水机组处获取的蒸发器侧进出水的温度即可表征冷冻水供回水总管水温，获取方式简单便捷，容易操作。

[0053] 此外，通过无需破管排水即可安装在管道外壁的无线外夹式超声波流量计对冷冻水循环量进行采集，其中，无线外夹式超声波流量计包括上游传感器探头和下游传感器探头，上游传感器探头和下游传感器探头分别安装于冷冻水回水管道水流方向上游、下游的位置处。

[0054] 如图2所示，保护箱1的内壁安装有用于卡接上位机3的定位件4，定位件4上设有与上位机3外形相同的卡槽，用于上位机3的定位与保护，避免上位机3移位而产生碰撞，所述

定位件4的内壁边侧安装有用于承接上位机3的承接条7,承接条7用于为上位机3提供支撑力,同时能够将定位件4的内部空间分为上下两层,便于下层空间的使用,所述定位件4的内部还设有分隔条8,所述分隔条8将定位件4的内部空间分隔成用于存放互感器、读表器、超声波流量计、温湿度传感器和电表的收纳室,分隔条8的位置可根据使用需求进行设计,用于合理分配存放空间,分隔条8、定位件4可采用泡沫、橡胶等材料,用于保护器件。

[0055] 如图3所示,上位机3包括壳体301,所述壳体301上安装有操作台305,所述壳体301的一侧连接有盖板302,所述盖板302上嵌入安装有与操作台305相互配合的显示屏304,盖板302和壳体301构形成如笔记本电脑的结构,盖板302和壳体301之间还可安装相互配合的卡块,提高盖板302和壳体301之间的连接紧密性,所述盖板302的侧壁设有把手303。

[0056] 如图4所示,壳体301的内部安装设置有上位机电脑主板、定制控制器、冷却散热单元、无线通讯模块、硬盘存储单元和电源转换模块一,无线通讯模块分别与定制控制器、读表器、电表和超声波流量计通讯连接。所述壳体301上还镶嵌安装有用于设备连接的接口板,所述接口板上设置有电源端口306、RS485端口307、RJ45端口308和无线天线接口309,接口板能够将上位机3的内部设备与外部设备连接,实现数据传输,不同的接线端口可满足不同设备的接线需求。

[0057] 如图5所示,定制控制器包括用于主控的单片机、用于调节电压的电源转换模块二、用于通讯传输的通讯转换模块一、通讯转换模块二,两个通讯传输转换模块用于分担通讯转换的工作压力。

[0058] 定制控制器用于解析冷水机组通讯协议、解析变频器通讯协议、解析无线智能电表通讯协议、解析超声波流量计协议;定制控制器通过无线通讯模块收集各传感器设备采集到的数据信息,并将数据信息进行过滤、统计和计算,实现对中央空调系统运行状态的实时监测,并通过计算结果与国际规范指标进行对比,预测中央空调系统节能率及节能量、降低碳排放量等数据,有利于检测人员了解被检测的中央空调系统的性能。

[0059] 该便携式能效在线检测装置使用时,需要进行如下步骤:

[0060] 1、部署该便携式能效在线检测装置:

[0061] 将该检测装置放置于适宜位置处(远离空调设备、水管的干燥阴凉处),通过电源端口306连接工作电源,然后打开保护箱1,根据现场实际情况取出上位机3、开口式电流互感器、无线读表器和无线外夹式超声波流量计等设备,然后通过上位机3设置电表通讯地址、流量计通讯地址、冷水机组通讯地址等参数。

[0062] 2、安装无线读表器或开口式电流互感器:

[0063] (1)若待检测的设备已经安装有电表,则通过无线读表器读取现有电表的信息。

[0064] (2)若待检测的设备未安装电表,为了保障不影响设备的正常运行,通过开口式电流互感器,在不断电的情况下进行安装接线,接线完成后设置相应参数,如互感器变比、三相均衡负载、通讯地址等。

[0065] 3、安装无线外夹式超声波流量计或连接变频器通讯线:

[0066] (1)若遇到冷冻水循环泵配电控制柜未安装变频器的情况,则需要在冷冻水回水总管上安装无线外夹式超声波流量计,安装时要符合无线外夹式超声波流量计的厂家安装要求。

[0067] 安装位置确定之后,将原冷冻水回水总管的管道保温材料拆除,再设定好流量计

的相关参数,参数包括:安装方法、管径、壁厚、流体介质、流速等,将安装点处的管道刷漆部分用砂纸去除,直至露出金属部分,将上游传感器探头、下游传感器探头粘连固定在管道外壁,并用金属抱箍再次固定,防止管道震动导致探头移位,安装完成后,将流量计的通讯地址设定好即可。

[0068] (2)若遇到冷冻水循环泵配电控制柜已经安装有变频器的情况,则连接变频器通讯线,利用水泵的相似定律计算变频工况下冷冻水的实际循环量,此方法需将循环泵置于额定工况及额定扬程下。

[0069] 具体的连接方式为:打开循环泵配电控制柜,找到变频器的RS485通讯口或RJ45通讯口;在配电控制柜内的变频器上将通讯接线端口用临时通讯线RVSP2X1.0或网线连接至定制控制器对应的接线端口上即可。

[0070] 4、连接冷水机组通讯线:

[0071] 打开冷水机组自带的控制箱,找到通讯接线端口,在控制箱内将冷水机组通讯接线端口用临时通讯线RVSP2X1.0连接至定制控制器对应的RS485端口上。

[0072] 5、设置测试对象的相关参数:

[0073] 通过上位机3将测试对象的相关参数信息输入定制控制器的检测系统中,输入完成之后即可进行在线检测。其中,测试对象的相关参数包括:中央空调系统类型、运行模式、冷水机组数量、冷水机组单台额定制冷量、冷水机组单台额定输入功率、冷冻水循环泵数量、冷冻水循环泵单台额定流量、冷冻水循环泵单台额定扬程、冷却水循环泵数量、冷却水循环泵单台额定流量、冷却水循环泵单台额定扬程、冷却塔风机数量、单台冷却塔风机额定功率、耗电量读取方式、流量采集方式。

[0074] 实施例二

[0075] 如图7所示,本发明的第二方面,还提出一种在线检测方法,使用上述便携式能效在线检测装置进行在线检测,所述检测方法包括如下步骤:

[0076] S1、计算中央空调系统实时制冷量 $Q_{冷}$;具体包括如下步骤:采集、计算中央空调系统循环水实时温度并计算进出水的温差,采集循环水的流量 M ,再通过热力学公式 $Q_{冷}=C \times M \times (T_{进}-T_{出})$ 计算出该中央空调实时运行的制冷量数值 $Q_{冷}$;所述中央空调系统循环水实时温度的采集、计算过程如下:通过温湿度传感器从冷水机组处采集蒸发器侧进出水的温度来表征冷冻水供回水总管水温,从而计算进出水的温差;

[0077] S2、通过电表或读表器采集冷水机组、循环泵及冷却塔风机运行的耗电量 $P_{总}$;

[0078] S3、计算中央空调系统实时运行能效比 $COP_{系实}$,其中, $COP_{系实}=Q_{冷} \div P_{总}$;

[0079] S4、计算冷水机组的实时运行能效比 $COP_{机实}$,其中, $COP_{机实}=Q_{冷} \div P_{机}$, $P_{机}$ 为冷水机组运行的耗电量;

[0080] S5、预测冷水机组的节能率 $r_{机}$ 及节能量 $W_{机}$;

[0081] S6、预测循环泵的节能率 $r_{泵}$ 及节能量 $W_{泵}$;

[0082] S7、比对冷水机组及中央空调系统能效比并判断能效比水平以及计算节能改造可降低的碳排放数据。

[0083] 所述循环水的流量 M 的采集过程如下:若循环泵没有安装变频器,冷冻水的循环量由超声波流量计测得;若循环泵已经安装了变频器,则根据水泵相似定律自动计算出循环水的流量 M 。

[0084] 所述冷水机组的节能率 $r_{机} \approx \{1 - (COP_{机实} \div COP_{机额})\} \times 100\%$, 其中, $COP_{机实} = Q_{冷实} \div P_{机实}$, $COP_{机额} = Q_{冷额} \div P_{机额}$, $Q_{冷实}$ 为部分负荷状态下冷水机组的实际制冷量、 $P_{机实}$ 为部分负荷状态下冷水机组的实际耗电量、 $Q_{冷额}$ 为额定工况下冷水机组的额定制冷量、 $P_{机额}$ 为额定工况下冷水机组的额定耗电量;

[0085] 所述冷水机组的节能量 $W_{机}$ 的计算公式为: $\sum_{i=1}^n W_{机} = W_{机1} \cdot r_{机1} + W_{机2} \cdot r_{机2} + \dots + W_{机n} \cdot r_{机n}$, 其中, $W_{机n}$ 为某时刻第n组冷水机组的耗电量、 $r_{机n}$ 为某时刻第n组冷水机组的节能率;

[0086] 所述计算循环泵的节能率 $r_{泵}$ 的过程如下: 根据中央空调实时运行的制冷量数值 $Q_{冷}$ 确定冷水机组的实时制冷量, 并将进出水温差调整成额定工况温差 $\Delta T1$, 则预测循环水流量 $M_1 = \frac{Q_{冷}}{C \times \Delta T1}$, 再根据循环泵的相似定律流量、功率与转速的关系计算循环泵的节能率 $r_{泵}$, 循环泵的节能率 $r_{泵}$ 的计算公式为: $r_{泵} = \left(1 - \frac{P_1}{P}\right) \times 100\%$, 其中,

$$[0087] \quad \frac{M}{M_1} = \frac{n}{n_1}; \quad \frac{P}{P_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3$$

[0088] M_1 为调整温差之后的预测循环水流量, 且 $M_1 = \frac{Q_{冷}}{C \times \Delta T1}$ 、 n 为循环泵的额定转速、 n_1 为循环泵调整流量之后对应的转速、 P 为循环泵的额定功率、 P_1 为调整温差之后的预测功率;

[0089] 所述循环泵的节能量 $W_{泵}$ 的计算公式为: $\sum_{i=1}^n W_{泵} = W_{泵1} \cdot r_{泵1} + W_{泵2} \cdot r_{泵2} + \dots + W_{泵n} \cdot r_{泵n}$, 其中, $W_{泵n}$ 为某时刻第n组循环泵的耗电量、 $r_{泵n}$ 为某时刻第n组循环泵的节能率。

[0090] 具体的, 定制控制器用于比对冷水机组及中央空调系统能效比并判断能效比水平, 过程如下: 根据上述计算, 可得出冷水机组的实时运行效率和中央空调系统的实时运行能效比, 将计算结果与国家相关标准进行对比, 得出该项目冷水机组的能效比水平以及中央空调系统能效比水平所处的能效等级, 供中央空调管理方更加清晰明了的掌握该项目中央空调系统的运行状况, 也为后期的节能改造提供数据支撑。国标判断冷水机组及系统能效比数值参照表如下:

[0091] 表1-1冷水机组性能系数及能效等级对照表

[0092]

类型		额定制冷量(CC) kW	性能系数 (COP) (W/W)	冷水机组能效等级			
				1	2	3	4
水冷	活塞式/涡旋式	<528	3.40	≥3.40	3.40>X≥3.20	3.20>X≥3.00	3.00>X≥2.80
		528~1163	3.60	≥3.60	3.60>X≥3.40	3.40>X≥3.20	3.20>X≥3.00
		>1163	3.80	≥3.80	3.80>X≥3.60	3.60>X≥3.40	3.20>X≥3.00
	螺杆式	<528	3.80	≥3.80	3.80>X≥3.60	3.60>X≥3.40	3.40>X≥3.20
		528~1163	4.00	≥4.00	4.00>X≥3.80	3.80>X≥3.60	3.60>X≥3.40
		>1163	4.20	≥4.20	4.20>X≥4.00	4.00>X≥3.80	3.80>X≥3.60
	离心式	<528	3.80	≥3.80	3.80>X≥3.60	3.60>X≥3.40	3.40>X≥3.20
		528~1163	4.00	≥4.00	4.00>X≥3.80	3.80>X≥3.60	3.60>X≥3.40
		>1163	4.20	≥4.20	4.20>X≥4.00	4.00>X≥3.80	3.80>X≥3.60
风冷或蒸发冷却	活塞式/涡旋式	≤50	2.20	≥2.20	2.20>X≥2.00	2.00>X≥1.80	1.80>X≥1.60
		>50	2.40	≥2.40	2.40>X≥2.20	2.20>X≥2.00	2.00>X≥1.80
蒸发冷却	螺杆式	≤50	2.40	≥2.40	2.40>X≥2.20	2.20>X≥2.00	2.00>X≥1.80
		>50	2.60	≥2.60	2.60>X≥2.40	2.40>X≥2.20	2.20>X≥2.00

[0093] 表1-2冷源系统能效比等级对照表

[0094]

类型	单台额定制冷量 kW	冷源系统能效系数 (W/W)	冷源系统能效比等级			
			1	2	3	4

[0095]

水冷冷水机组	<528	1.8	≥1.80	1.80>X≥1.60	1.60>X≥1.40	1.40>X≥1.20
	528~1163	2.1	≥2.10	2.10>X≥1.90	1.90>X≥1.70	1.70>X≥1.50
	>1163	2.5	≥2.50	2.50>X≥2.30	2.30>X≥2.10	2.10>X≥1.90
风冷或蒸发冷却	≤50	1.4	≥1.40	1.40>X≥1.20	1.20>X≥1.00	1.00>X≥0.80
	>50	1.6	≥1.60	1.60>X≥1.40	1.40>X≥1.20	1.20>X≥1.00

[0096] 具体的,定制控制器用于计算节能改造可降低的碳排放数据:过程如下:根据“预测冷水机组的节能率及节能量”及“预测循环泵的节能率及节能量”中预测计算出的中央空调系统总节能量和国标节约1度电降低的碳排放数值,计算经过节能改造之后可实现的降低碳排放数值,即冷水机组节能量与循环泵节能量之和乘以国标节约1度电降低的碳排放数值,具体的,节约1kWh电可降低碳排放0.785Kg。

[0097] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精

神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

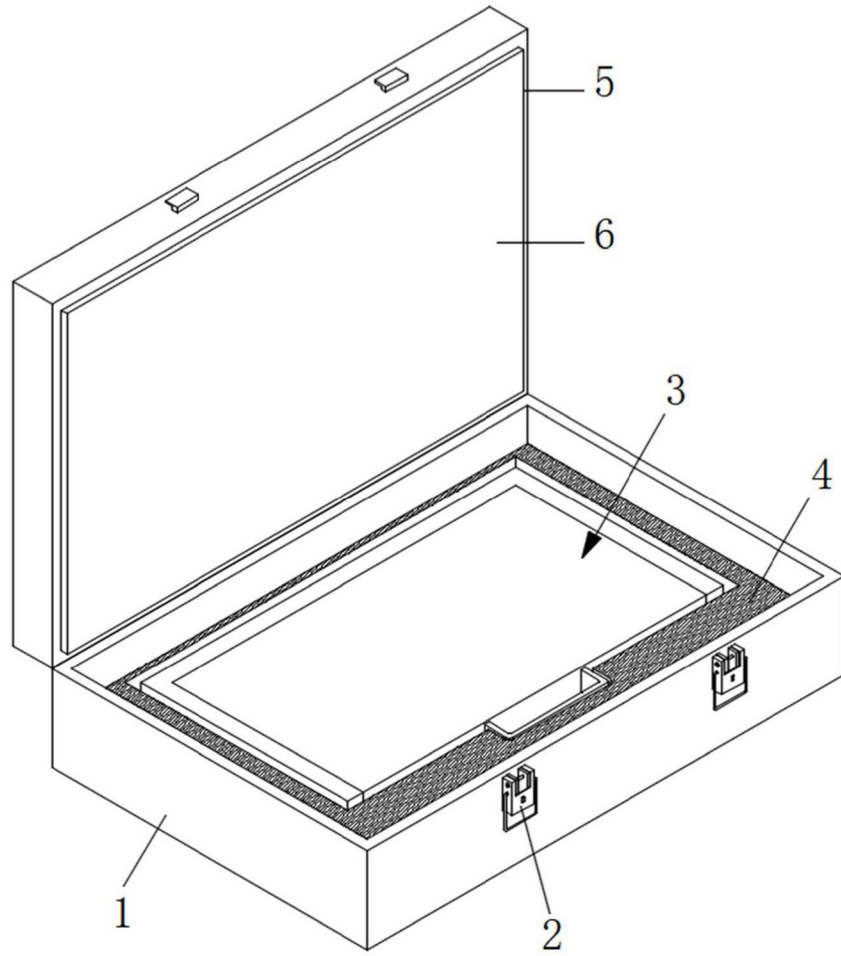


图1

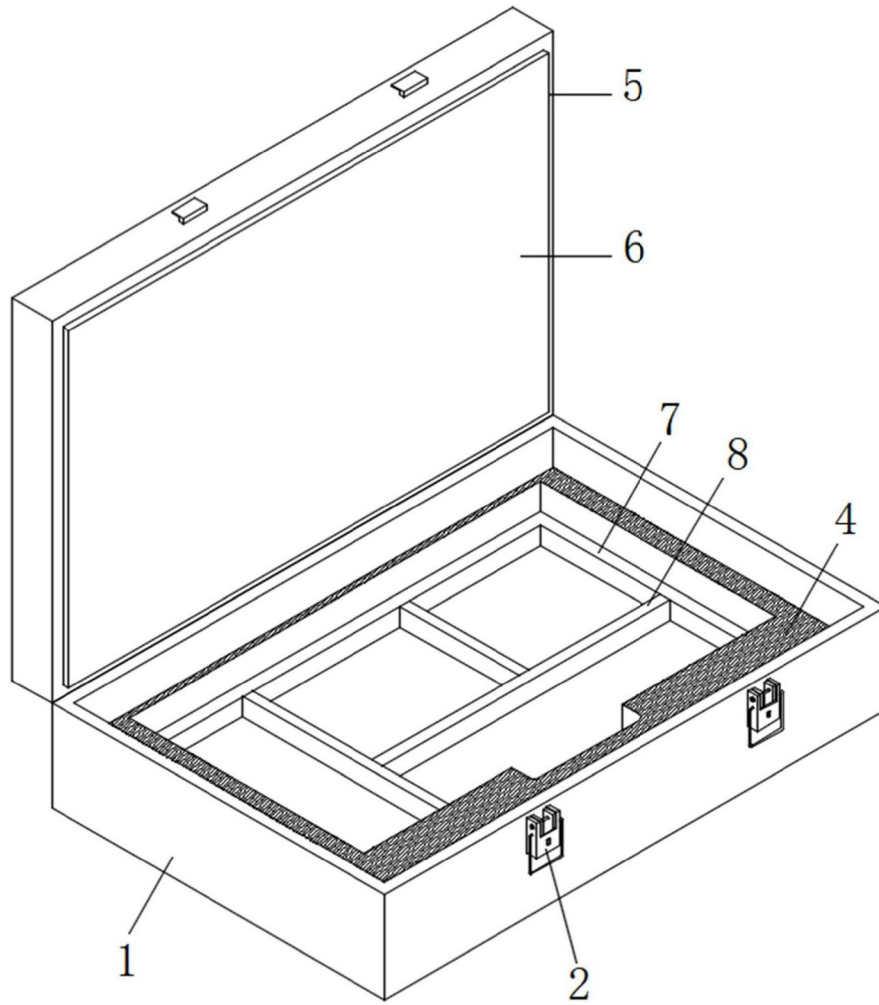


图2

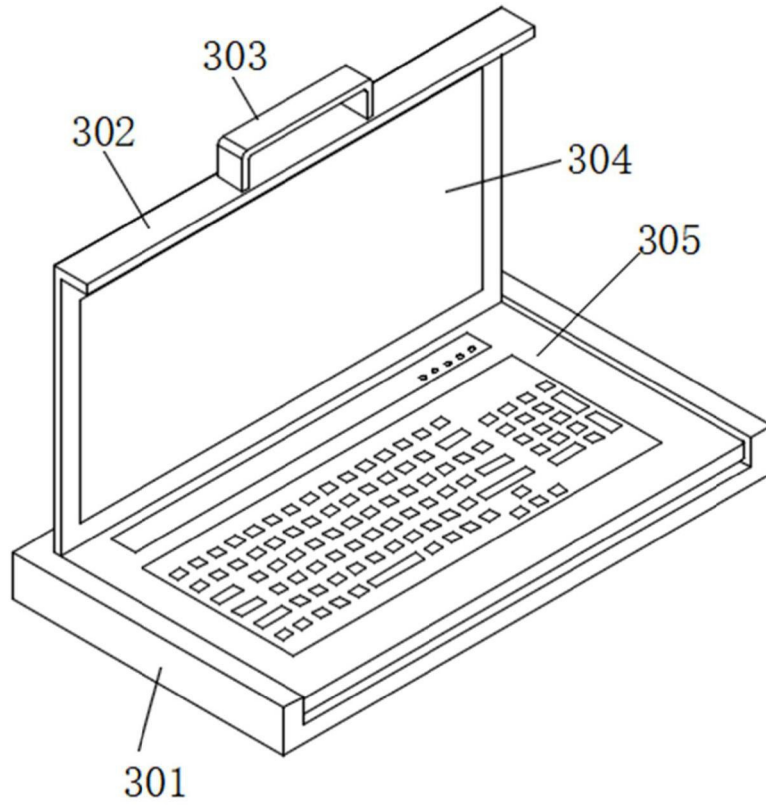


图3



图4



图5

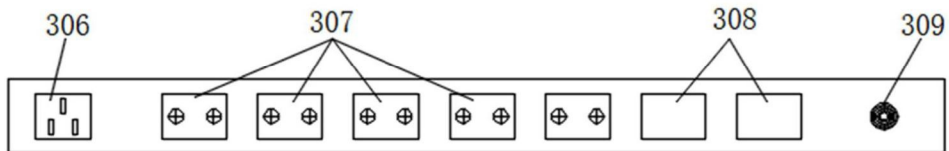


图6

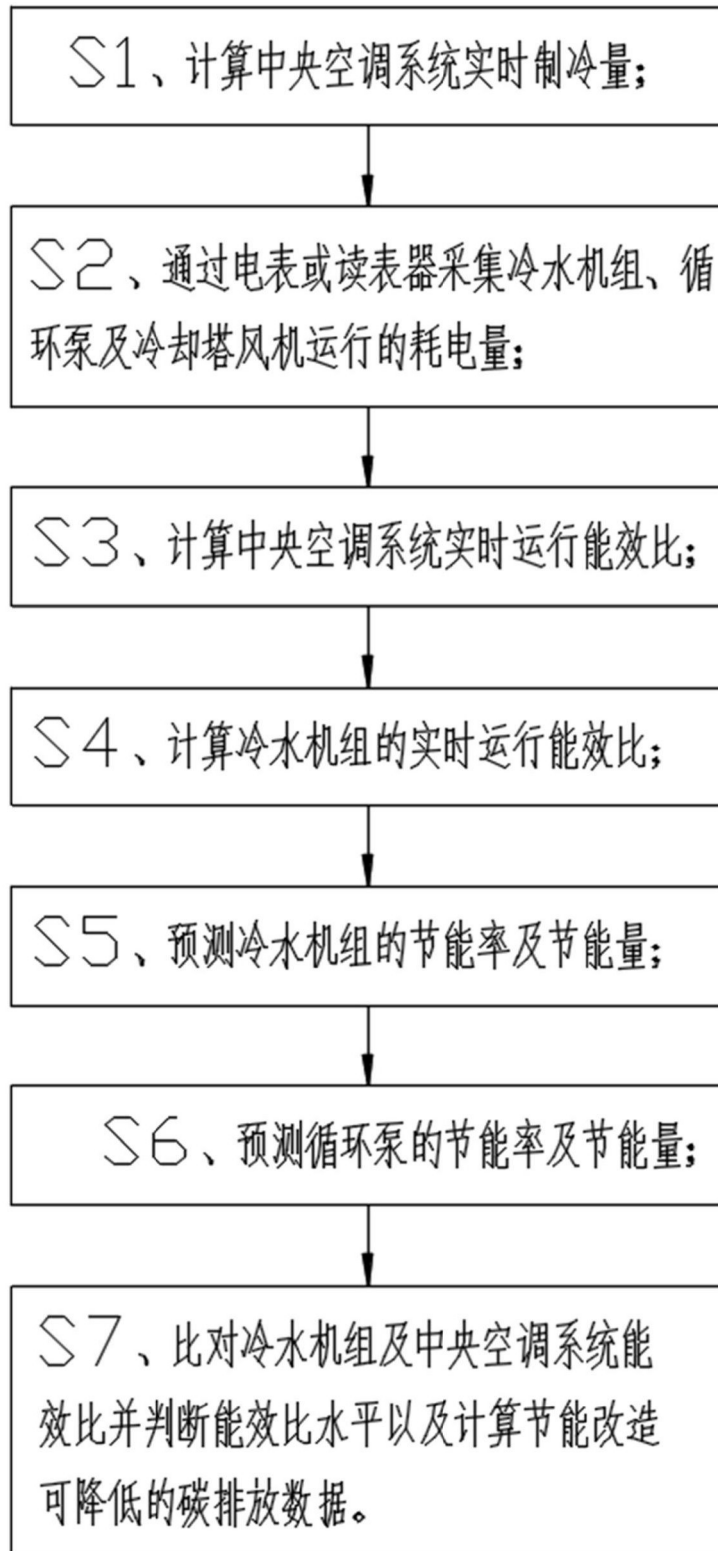


图7