(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110531811 A
(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910830713.3

(22)申请日 2019.09.04

(71)申请人 上海乐研电气有限公司
地址 200082 上海市嘉定区南翔镇蕴北公路1755弄35号-1一层A区、三层

(72)发明人 廖海明 王乐乐 常敏 夏铁新 曾伟

(74)专利代理机构 上海微策知识产权代理事务所(普通合伙) 31333
代理人 汤俊明

(51)Int.Cl.
G05D 27/02(2006.01)

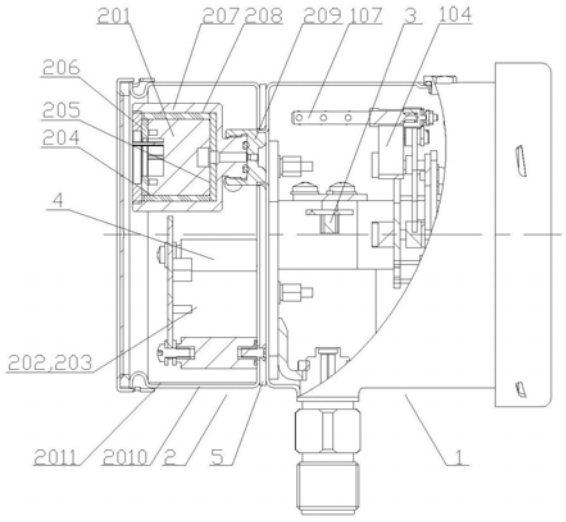
权利要求书6页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

一种基于边缘计算的电气设备气体补气管控器

(57)摘要

本发明涉及电力设备。本发明一种基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，包括：智能微处理器、压力传感器、温度传感器、通讯模块、存储器。所述压力传感器与补气管控器的气路相连通。所述智能微处理器分别与温度传感器、压力传感器、通讯模块相连接。智能微处理器依据设定的采样频率通过压力传感器采集压力信号、温度传感器采集温度信号，根据气体压力-温度特性，经过智能微处理器运算处理得到相应的密度值P_{20}。所述智能微处理器包括边缘计算单元，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有对所监测的电气设备的气体补气具有管控功能，提高效率，降低成本，保障电网安全。



CN 110531811 A

1.一种基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，包括：智能微处理器、压力传感器、温度传感器、通讯模块、存储；所述压力传感器与补气管控器的气路相连通；所述智能微处理器分别与温度传感器、压力传感器、通讯模块相连接；智能微处理器依据设定的采样频率通过压力传感器采集压力信号、温度传感器采集温度信号，根据气体压力-温度特性，经过智能微处理器运算处理得到相应的密度值P_{20}；其特征在于，所述智能微处理器包括边缘计算单元，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有对所监测的电气设备的气体补气管控功能：根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，当所监测的密度值P_{20}等于或小于密度值$P_{20补气}$时，管控器发出补气报警信号、报警信号接点、补气告示信息，或上传补气告示信息；或者，

所述智能微处理器的边缘计算单元把得到的相应密度值P_{20}进行深度计算处理，得到准确的密度值$P_{20准确}$；根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，当所监测的密度值$P_{20准确}$等于或小于密度值$P_{20补气}$时，管控器发出补气报警信号、补气报警信号接点、或补气告示信息；或上传补气告示信息。

2.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有对所监测的电气设备的气体补气时间告示信息；根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，所监测的密度值$P_{20准确}$，以及漏气率L，补气时间$T_{补气时间}=(P_{20准确}-P_{20补气})/L$，管控器及时更新发出补气时间告示信息；并及时更新上传补气时间信息。

3.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元对所监测的电气设备的气体补气质量告示信息：根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，电气设备的气室体积V，边缘计算单元经过计算得到气体补气质量$Q_{补气}$，管控器发出气体补气质量$Q_{补气}$信息；或上传气体补气质量$Q_{补气}$信息。

4.根据权利要求3所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元对气体补气质量$Q_{补气}$的计算方法为：根据需要补气的密度值$P_{20需要}$，根据补气的密度值$P_{20需要}$及其气体特性得到质量密度$\rho_{需要}$，可以知道电气设备气室总需要气体质量$Q_{总}=\rho_{需要}*V$；以及目前检测的密度值P_{20}，根据目前检测的密度值P_{20}及其气体特性得到质量密度$\rho_{目前}$，可以知道电气设备气室目前的气体质量Q目前$=\rho_{目前}*V$；这样就可以得到$Q_{补气}=Q_{总}-Q$目前。管控器及时更新发出气体补气质量$Q_{补气}$告示信息；或及时更新上传气体补气质量$Q_{补气}$信息。

5.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的深度计算处理为：所述智能微处理器的边缘计算单元对所检测的气体密度值采用平均值法计算处理得到气体密度值P20的平均值$P_{20平均}$，该平均值$P_{20平均}$就是准确的密度值$P_{20准确}$。

6.根据权利要求5所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述平均值法为：采用在设定的时间间隔里、设定采集频率，把全部采集得到的不同时间点的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，从而得到准确的密度值$P_{20准确}$；或者，

采用在设定的时间间隔里、设定温度间隔步长，把全部温度范围内采集得到的不同温度值的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，从而得到准确的密度值$P_{20准确}$；或者，

采用在设定的时间间隔里、设定压力间隔步长，把全部压力变化范围内采集得到的不同压力值的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，从而得

到准确的密度值$P_{20准确}$。

7.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的深度计算处理为：所述的智能微处理器的边缘计算单元对一定间隔时间的气体密度值P_{20}进行傅里叶变换，转换成对应的频谱，把周期性成份滤掉，然后计算得到准确的密度值$P_{20准确}$。

8.根据权利要求7所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的深度计算处理为：所述的智能微处理器的边缘计算单元按照时间序列对成份分解为趋势性、周期性和随机成份，按照趋势性成份判断气体泄漏状况。

9.根据权利要求8所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，根据设定的趋势性成份值，当检测到趋势性成份值等于或大于所设定的趋势性成份值；所述的智能微处理器的边缘计算单元判断气体发生泄漏了，智能微处理器发出报警信号或报警信息；所述报警信号通过信号线上传到目标设备；或通过通讯模块上传到目标设备或目标平台。

10.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的准确的密度值$P_{20准确}$、或/和补气时间信息、或/和补气质量$Q_{补气}$信息通过通讯模块上传到目标设备或目标平台，进而实现准确在线监测电气设备的气体密度值或/和补气信息；或者，

所述的准确的密度值$P_{20准确}$、对应的压力值、对应温度值、或/和补气时间信息、或/和补气质量$Q_{补气}$信息通过通讯模块上传到目标设备或目标平台，进而全面实现准确在线监测电气设备的气体密度值。

11.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元完成对数据的分析、判定及数据存储，依据设定的告警策略给出相应的告警信号。

12.根据权利要求11所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有：在设定的时间间隔，当所监测的电气设备的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20}$低于或高于所设定的趋势变化值$\triangle P_{20设定}$时，管控器发出报警信号；或发出报警信号接点；或发出报警信息；或上传告示信息。

13.根据权利要求12所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述趋势变化值$\triangle P_{20}$为：采用在设定的时间间隔里、设定采集频率，把全部采集得到的不同时间点的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，然后设定趋势计算周期$T_{周期}$，得到趋势变化值$\triangle P_{20}=P_{20平均(前一个T周期值)}-P_{20平均(T周期)}$，即平均值$P_{20平均}$前后周期$T_{周期}$的差值；或者，

在设定的时间间隔$T_{间隔}$，当所监测的电气设备的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20}=P_{20(前一个T间隔)}-P_{20(T间隔)}$，即密度值$P_{20}$前后时间间隔$T_{间隔}$的差值；或者，

在设定的时间间隔$T_{间隔}$，设定的时间长度$T_{长度}$。采用在设定的时间间隔$T_{间隔}$、设定采集频率，把全部采集得到的不同时间点的N个密度值P_{20}进行累计计算得到累计值ΣP_{20}，得到趋势变化值$\triangle P_{20}=\Sigma P_{20(前一个T长度)}-\Sigma P_{20(当下T长度)}$，即前后时间长度$T_{长度}$累计值$\Sigma P_{20}$之间的差值。

14.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元计算所监测电气设备的漏气率L，所述漏气率$L=\triangle P_{20t}/$

$t=(P_{20准确t前}-P_{20准确t。})/t$，式中：t为设定的时间间隔，$\triangle P_{20t}$为时间间隔t内的密度值变化量，$P_{20准确t前}$为时间间隔t前一时刻的密度值，$P_{20准确t}$为过了时间间隔t时刻的密度值；管控器及时更新发出漏气率L告示信息；或及时更新上传漏气率L告示信息。

15.根据权利要求14所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元对所监测的电气设备的漏气告示信息：根据设定的漏气报警密度值$P_{20漏气报警}$，当所监测的密度值$P_{20准确}$等于或小于漏气报警密度值$P_{20漏气报警}$时，管控器发出漏气报警信号、漏气报警信号接点、漏气告示信息，或上传漏气告示信息；或者，

根据设定的趋势性成份值，当所监测的趋势性成份值等于或大于所设定的趋势性成份值时，管控器发出漏气报警信号；或发出漏气报警信号接点；或发出漏气告示信息；或上传漏气告示信息；或者，

根据在设定的时间间隔$T_{间隔}$，当所监测的电气设备的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20}$等于或大于所设定的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20设定}$时，管控器发出漏气报警信号、或漏气报警信号接点、或漏气告示信息；或上传漏气告示信息；或者，

根据所设定的漏气率$L_{设定}$，当所监测到的漏气率L等于或大于所设定的漏气率$L_{设定}$时，管控器发出漏气报警信号、或漏气报警信号接点、或漏气告示信息并上传漏气告示信息。

16.根据权利要求14所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元能修正漏气率L所设定的时间间隔值t。

17.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，它还包括电子告示信号接点，当所监测的电气设备的气体压力值或温度值低于或高于所设定的压力值$P_{设定}$或温度值$T_{设定}$时，管控器输出告示信号接点；或者，

包括告示信号接点，在温度值达到所设定的温度阈值$T_{设定阈值}$时，当所监测的电气设备的气体压力值低于或高于所设定的压力值$P_{设定}$时，管控器输出告示信号接点。

18.根据权利要求17所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述电子信号接点选自包括、但不限于电磁继电器、固态继电器、时间继电器、功率继电器、可控硅、电子开关、电接点、光耦、DI、MOS场效应管、三极管、二极管、MOS FET继电器中的一种或几种。

19.根据权利要求8所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的设定值可以在线修改和存储。

20.根据权利要求11所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的管控器能够输入补气、或/和放气测试等事件，并根据对应的补气、或/和放气测试等事件进行气体密度值P_{20}新的计算或调整。

21.根据权利要求11所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述的智能微处理器的边缘计算单元在一定的短时间内，监测到气体密度值P_{20}逐渐明显增大，就可以判断为补气事件，并根据当时监测到的最大气体密度值P_{20}时，就判断为补气事件结束，并进行气体密度值P_{20}准确新的计算或调整。

22.根据权利要求11所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述智能微处理器的边缘计算单元在一定的短时间内，监测到气体密度值P_{20}逐渐微小下降，就可以判断为放气测试或微水及分解物事件，并根据当时监测到的最小气体密度值P_{20}时，就判断为放气测试事件结束，并进行气体密度值$P_{20准确}$新的计算或调整。

23.根据权利要求21或22所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述管控器的智能微处理器的边缘计算单元能够记录补气、或/和放气测试事件，包括但不限于时间、或/和次数、或/和气体质量。

24.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，它还包括显示器件，具有示值显示。

25.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，它还包括机械控制部分，所述机械部分包括：压力检测器、温度补偿元件、若干信号发生器、信号调节机构。

26.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，它还包括机芯、指针、刻度盘，具有密度等示值显示。

27.根据权利要求25所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，当密度值P_{20}小于或等于设定值$P_{20设定}$时，智能微处理器以通过密度继电器的报警接点信号线上传异常信号，使运检人员知道异常信息；

或者，当密度值P_{20}小于或等于设定值$P_{20设定}$时，智能微处理器通过通讯模块上传异常信号，使运检人员知道异常信息。

28.根据权利要求5所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，当密度值P_{20}的趋势是变小的，当其变小趋势值大于或等于设定值$\triangle P_{20设定}$时，智能微处理器通过密度继电器的报警接点信号线上传异常信号，或者，通过通讯模块上传异常信号，使运检人员知道异常信息。

29.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，它还包括微水传感器，能够在线监测气体微水值，当微水值超过设定值时，发出微水超标告示信息；或上传微水超标告示信息。

30.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述管控器还包括分解物传感器，能够在线监测气体分解物，当分解物含量超过设定值时，管控器发出分解物含量超标告示信息；或上传分解物含量超标告示信息。

31.根据权利要求8所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，它将监测的数据及其信息可以通过输出的电子信号接点，并联或串联到信号发生器或专用线、或其它线上，且经过有规律的编码进行上传；具体可以涉及：监测的密度值、压力值、温度值、包括但不限于的电气设备的密度值过低漏气现象、压力过高、温度过高、管控器的压力、温度传感器的异常信息，管空器自身诊断结果。

32.根据权利要求25所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述温度传感器设置在管控器的温度补偿元件附近。

33.根据权利要求25所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述信号发生器包括：微动开关或磁助式电接点；所述压力检测器包括：巴登管或波纹管；所述温度补偿元件包括：双金属片构成的补偿元件或者充有补偿气体的补偿元件。

34.根据权利要求8所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所述智能微处理器基于微处理器的嵌入式系统内嵌算法及控制程序，自动控制整个管控器的监测过程，包含所有外设、逻辑及输入输出。

35.根据权利要求2所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，其特征在于，所

述智能微处理器基于包括、但不限于通用计算机、工控机、ARM芯片、AI芯片、CPU、MCU、FPGA、PLC等、工控主板、嵌入式主控板中的一种;其内嵌算法及控制程序,自动控制整个过程,包含所有外设、逻辑及输入输出。

36.根据权利要求25所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述管控器输出告示信号接点并联或串联到若干信号发生器上;或者,所述告示信号接点并联或串联到管控器的接点信号上;或所述告示信号接点并联或串联到管控器的接点信号所对应的控制回路上。

37.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述管控器的智能微处理器具有接口:可以完成测试数据存储;和/或测试数据导出;和/或测试数据可打印;和/或可与上位机进行数据通讯;和/或可输入模拟量、数字量信息。

38.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述管控器的电气接口为防误接接口或抗电磁干扰接口。

39.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述智能微处理器还通过通讯模块实现远距离传输测试数据和/或状态监测结果信息。

40.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,管控器的边缘计算单元还含有专家管理分析系统,对气体密度监测、设备漏气、管控器性能、监测元件进行检测分析,判定。

41.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述压力传感器、温度传感器为一体化结构;或者,所述智能微处理器、通讯模块、存储器为一体化设计;或者所述智能微处理器、存储器为一体化设计。

42.根据权利要求1所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,它还包括电、磁场屏蔽件,所述电、磁场屏蔽件设置在压力传感器和/或电子部分外面。

43.根据权利要求8所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,智能微处理器的控制通过现场、或后台,或两者相互互动完成控制。

44.根据权利要求1或25所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,它还包括若干绝缘件,通过若干绝缘件实现所述压力传感器与其壳体、机械部分壳体和设备连接接头是绝缘的;或者所述压力传感器的外壳和管控器的壳体是绝缘的。

45.根据权利要求5所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述的深度计算处理为:具有多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$计算。

46.根据权利要求45所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,其特征在于,所述的多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$通过通讯模块上传到目标设备或目标平台,进而实现更加准确在线监测电气设备的气体密度值。

47.一种具有基于边缘计算的电气设备气体补气管控器组成的监测系统,其特征在于,包括:若干基于边缘计算的电气设备气体补气管控器均依次通过集线器、协议转换器与远程后台检测系统连接;其中,即基于边缘计算的电气设备气体补气管控器分别设置在对应的绝缘气室的电气设备上。

48.据权利要求47所述的一种具有基于边缘计算的电气设备气体补气管控器组成的监测系统,其特征在于,所述的协议转换器为IEC61850或IEC104协议转换器上。

49.据权利要求48所述的一种具有基于边缘计算的电气设备气体补气管控器组成的监

测系统，其特征在于，其中集线器采用RS485集线器，并且IEC61850协议转换器或IEC104协议转换器还分别与网络服务打印机和网络数据路由器连接。

一种基于边缘计算的电气设备气体补气管控器

技术领域

[0001] 本发明涉及电力技术领域，具体涉及一种应用在高压、中压电气设备上，基于边缘计算的电气设备气体补气管控器、方法和系统。

背景技术

[0002] 目前，SF_6(六氟化硫)电气设备已广泛应用在电力部门、工矿企业，促进了电力行业的快速发展。近年来，随着经济高速发展，我国电力系统容量急剧扩大，SF_6电气设备用量越来越多。SF_6气体在高压电气设备中的作用是灭弧和绝缘，高压电气设备内SF_6气体的密度降低将严重影响SF_6高压电气设备的安全运行：SF_6气体密度降低至一定程度将导致绝缘和灭弧性能的丧失。

[0003] 随着无人值守变电站向网络化、数字化方向发展以及对遥控、遥测的要求不断加强，所以对SF_6电气设备的气体密度和微水含量状态的在线监测具有重要的现实意义。随着中国智能电网和泛在电力物联网的不断大力发展，智能高压电气设备作为智能变电站的重要组成部分和关键节点，对智能电网的安全起着举足轻重的作用。高压电气设备目前大多为SF6气体绝缘设备，如果气体密度降低(如泄漏等引起)将严重影响设备的电气性能，对安全运行造成严重隐患。目前在线监测SF6高压电气设备中的气体密度值已经非常普遍了，特别是国网提出建设泛在电力物联网，为此气体密度监测系统(气体密度继电器)应用将蓬勃发展。而目前的气体密度监测系统(气体密度继电器)基本上是：1)应用远传式SF_6气体密度继电器实现密度、压力和温度的采集，上传，实现气体密度在线监测。2)应用气体密度变送器实现密度、压力和温度的采集，上传，实现气体密度在线监测。SF_6气体密度继电器是核心和关键部件。但是，由于高压变电站现场运行的环境恶劣，环境温度变化大，现有的远传密度继电器存在测量不准问题，难以适合户外恶劣环境工作，难以满足精准测量，精准管控，以及特别是现有远传密度继电器的抗电磁干扰能力差，以及特别是现有远传密度继电器功能单一，难以满足泛在电力物联网建设要求，而提出研制一种基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，以便推进泛在电力物联网建设。对电力物联网而言，边缘计算技术取得突破，意味着许多控制将通过本地设备实现而无需交由云端，处理过程将在本地边缘计算层完成。这无疑将大大提升处理效率，减轻云端的负荷。

发明内容

[0004] 本发明提供一种高压电气设备用的，基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，用于解决对于气体绝缘或灭弧的电气设备气体密度进行准确的监测，以及补气管控，提高工作效率，降低运行维护成本，保障电网安全运行。

[0005] 本法发明一种基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，包括：智能微处理器、压力传感器、温度传感器、通讯模块、存储；所述压力传感器与补气管控器的气路相连通；所述智能微处理器分别与温度传感器、压力传感器、通讯模块相连接；智能微处理器依据设定的采样频率通过压力传感器采集压力信号、温度传感器采集温度信号，根据气体压力-温度特

性，经过智能微处理器运算处理得到相应的密度值P_{20}；所述智能微处理器包括边缘计算单元，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有对所监测的电气设备的气体补气管控功能：根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，当所监测的密度值P_{20}等于或小于密度值$P_{20补气}$时，管控器发出补气报警信号、或补气报警信号接点、或补气告示信息，或上传补气告示信息；或者，

[0006] 所述智能微处理器的边缘计算单元把得到的相应密度值P_{20}进行深度计算处理，得到准确的密度值$P_{20准确}$；根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，当所监测的密度值$P_{20准确}$等于或小于密度值$P_{20补气}$时，管控器发出补气报警信号、或补气报警信号接点、或补气告示信息；或上传补气告示信息。

[0007] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有对所监测的电气设备的气体补气时间告示信息；根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，所监测的密度值$P_{20准确}$，以及漏气率L，补气时间$T_{补气时间}=(P_{20准确}-P_{20补气})/L$，管控器及时更新发出补气时间告示信息；并及时更新上传补气时间信息。

[0008] 所述的智能微处理器的边缘计算单元对所监测的电气设备的气体补气质量告示信息：根据设定需要补气的密度值$P_{20补气}$，电气设备的气室体积V，边缘计算单元经过计算得到气体补气质量$Q_{补气}$，管控器发出气体补气质量$Q_{补气}$信息；或上传气体补气质量$Q_{补气}$信息。

[0009] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的智能微处理器的边缘计算单元对气体补气质量$Q_{补气}$的计算方法为：根据需要补气的密度值$P_{20需要}$，根据补气的密度值$P_{20需要}$及其气体特性得到质量密度$\rho_{需要}$，可以知道电气设备气室总需要气体质量$Q_{总}=\rho_{需要}*V$；以及目前检测的密度值P_{20}，根据目前检测的密度值P_{20}及其气体特性得到质量密度$\rho_{目前}$，可以知道电气设备气室目前的气体质量$Q_{目前}=\rho_{目前}*V$；这样就可以得到$Q_{补气}=Q_{总}-Q_{目前}$。管控器及时更新发出气体补气质量$Q_{补气}$告示信息；或及时更新上传气体补气质量$Q_{补气}$信息。

[0010] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的深度计算处理为：所述智能微处理器的边缘计算单元对所检测的气体密度值采用平均值法计算处理得到气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，该平均值$P_{20平均}$就是准确的密度值$P_{20准确}$。

[0011] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述平均值法为：采用在设定的时间间隔里、设定采集频率，把全部采集得到的不同时间点的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，从而得到准确的密度值$P_{20准确}$；或者，

[0012] 采用在设定的时间间隔里、设定温度间隔步长，把全部温度范围内采集得到的不同温度值的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，从而得到准确的密度值$P_{20准确}$；或者，

[0013] 采用在设定的时间间隔里、设定压力间隔步长，把全部压力变化范围内采集得到的不同压力值的密度值(N个)进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，从而得到准确的密度值$P_{20准确}$。

[0014] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的深度计算处理为：所述的智能微处理器的边缘计算单元对一定间隔时间的气体密度值P_{20}进行傅里叶变换，转换成对应的频谱，把周期性成份滤掉，然后计算得到准确的密度值$P_{20准确}$。

[0015] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的深度计算处理为：所述的智能微处理器的边缘计算单元按照时间序列对成份分解为趋势性、周期性和随机成份，按照趋势性成份判断气体泄漏状况。

[0016] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，根据设定的趋势性成份值，当检测到趋势性成份值等于或大于所设定的趋势性成份值；所述的智能微处理器的边缘计算单元判断气体发生泄漏了，智能微处理器发出报警信号或报警信息。所述报警信号可以通过信号线上传到目标设备；或所述报警信息通过通讯模块上传到目标设备或目标平台。

[0017] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的准确的密度值$P_{20准确}$、或/和补气时间信息、或/和补气质量$Q_{补气}$信息通过通讯模块上传到目标设备或目标平台，进而实现准确在线监测电气设备的气体密度值或/和补气信息；或者，

[0018] 所述的准确的密度值$P_{20准确}$、对应的压力值、对应温度值、或/和补气时间信息、或/和补气质量$Q_{补气}$信息通过通讯模块上传到目标设备或目标平台，进而全面实现准确在线监测电气设备的气体密度值。

[0019] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的智能微处理器的边缘计算单元完成对数据的分析、判定及数据存储，依据设定的告警策略给出相应的告警信号。

[0020] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的智能微处理器的边缘计算单元具有：在设定的时间间隔，当所监测的电气设备的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20}$低于或高于所设定的趋势变化值$\triangle P_{20设定}$时，管控器发出报警信号；或发出报警信号接点；或发出报警信息；或上传告示信息。

[0021] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述趋势变化值$\triangle P_{20}$为：采用在设定的时间间隔里、设定采集频率，把全部采集得到的不同时间点的N个密度值进行平均值计算处理，得到其气体密度值P_{20}的平均值$P_{20平均}$，然后设定趋势计算周期$T_{周期}$，得到趋势变化值$\triangle P_{20}=P_{20平均(前一个T周期值)}-P_{20平均(T周期)}$，即平均值$P_{20平均}$前后周期$T_{周期}$的差值；或者，

[0022] 在设定的时间间隔$T_{间隔}$，当所监测的电气设备的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20}=P_{20(前一个T间隔)}-P_{20(T间隔)}$，即密度值$P_{20}$前后时间间隔$T_{间隔}$的差值；或者，

[0023] 在设定的时间间隔$T_{间隔}$，设定的时间长度$T_{长度}$。采用在设定的时间间隔$T_{间隔}$、设定采集频率，把全部采集得到的不同时间点的N个密度值P_{20}进行累计计算得到累计值Σ_{P20}，得到趋势变化值$\triangle P_{20}=\Sigma_{P20(前一个T长度)}-\Sigma_{P20(当下T长度)}$，即前后时间长度$T_{长度}$累计值$\Sigma_{P20}$之间的差值。

[0024] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的智能微处理器的边缘计算单元计算所监测电气设备的漏气率L，所述漏气率$L=\triangle P_{20t}/t=(P_{20准确t前}-P_{20准确t})/t$，式中：t为设定的时间间隔，$\triangle P_{20t}$为时间间隔t内的密度值变化量，$P_{20准确t前}$为时间间隔t前一时刻的密度值，$P_{20准确t}$为过了时间间隔t时刻的密度值；管控器及时更新发出漏气率L告示信息；或及时更新上传漏气率L告示信息。

[0025] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的智能微处理器的边缘计算单元对所监测的电气设备的漏气告示信息：根据设定的漏气报警密度值$P_{20漏气报警}$，当所监测的密度值$P_{20准确}$等于或小于漏气报警密度值$P_{20漏气报警}$时，管控器发出漏气报警信号、漏气报警信号接点、漏气告示信息，或上传漏气告示信息；或者，

[0026] 根据设定的趋势性成份值，当所监测的趋势性成份值等于或大于所设定的趋势性成份值时，管控器发出漏气报警信号；或发出漏气报警信号接点；或发出漏气告示信息；或上传漏气告示信息；或者，

[0027] 根据在设定的时间间隔$T_{间隔}$，当所监测的电气设备的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20}$等于或大于所设定的气体密度值P_{20}的趋势变化值$\triangle P_{20设定}$时，管控器发出漏气报警信

号、漏气报警信号接点、漏气告示信息;或上传漏气告示信息;或者,

[0028] 根据所设定的漏气率$L_{设定}$,当所监测到的漏气率L等于或大于所设定的漏气率$L_{设定}$时,管控器发出漏气报警信号、漏气报警信号接、出漏气告示信息并上传漏气告示信息。

[0029] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述的智能微处理器的边缘计算单元能修正漏气率L所设定的时间间隔值t。

[0030] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,它还包括电子告示信号接点,当所监测的电气设备的气体压力值或温度值低于或高于所设定的压力值$P_{设定}$或温度值$T_{设定}$时,管控器输出告示信号接点;或者,

[0031] 包括告示信号接点,在温度值达到所设定的温度阈值$T_{设定阈值}$时,当所监测的电气设备的气体压力值低于或高于所设定的压力值$P_{设定}$时,管控器输出告示信号接点。

[0032] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述电子信号接点选自包括、但不限于电磁继电器、固态继电器、时间继电器、功率继电器、可控硅、电子开关、电接点、光耦、DI、MOS场效应管、三极管、二极管、MOS FET继电器中的一种或几种。

[0033] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述的设定值可以在线修改和存储。

[0034] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述的管控器能够输入补气、或/和放气测试等事件,并根据对应的补气、或/和放气测试等事件进行气体密度值P_{20}新的计算或调整。

[0035] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述的智能微处理器的边缘计算单元在一定的短时间内,监测到气体密度值P_{20}逐渐明显增大,就可以判断为补气事件,并根据当时监测到的最大气体密度值P_{20}时,就判断为补气事件结束,并进行气体密度值$P_{20准确}$新的计算或调整。

[0036] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述智能微处理器的边缘计算单元在一定的短时间内,监测到气体密度值P_{20}逐渐微小下降,就可以判断为放气测试或微水及分解物事件,并根据当时监测到的最小气体密度值P_{20}时,就判断为放气测试事件结束,并进行气体密度值P_{20}准确新的计算或调整。

[0037] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,所述管控器的智能微处理器的边缘计算单元能够记录补气、或/和放气测试事件,包括、但不限于时间、或/和次数、或/和气体质量。

[0038] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,它还包括显示器件,具有示值显示。

[0039] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,它还包括机械控制部分,所述机械部分包括:压力检测器、温度补偿元件、若干信号发生器、信号调节机构。

[0040] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,它还包括机芯、指针、刻度盘,具有密度等示值显示。

[0041] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器,当密度值P_{20}小于或等于设定值$P_{20设定}$时,智能微处理器以通过密度继电器的报警接点信号线上传异常信号,使运检人员知道异常信息;

[0042] 或者,当密度值P_{20}小于或等于设定值$P_{20设定}$时,智能微处理器通过通讯模块上传异

常信号，使运检人员知道异常信息。

[0043] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，当密度值P_{20}的趋势是变小的，当其变小趋势值大于或等于设定值$\triangle P_{20设定}$时，智能微处理器通过密度继电器的报警接点信号线上传异常信号，或者，通过通讯模块上传异常信号，使运检人员知道异常信息。

[0044] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，它还包括微水传感器，能够在线监测气体微水值，当微水值超过设定值时，发出微水超标告示信息；或上传微水超标告示信息。

[0045] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述管控器还包括分解物传感器，能够在线监测气体分解物，当分解物含量超过设定值时，管控器发出分解物含量超标告示信息；或上传分解物含量超标告示信息。

[0046] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，它将监测的数据及其信息可以通过输出的电子信号接点，并联或串联到信号发生器或专用线、或其它线上，且经过有规律的编码进行上传；具体可以涉及：监测的密度值、压力值、温度值、包括但不限于的电气设备的密度值过低漏气现象、压力过高、温度过高、管控器的压力、温度传感器的异常信息，管空器自身诊断结果。

[0047] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述温度传感器设置在管控器的温度补偿元件附近。

[0048] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述信号发生器包括：微动开关或磁助式电接点；所述压力检测器包括：巴登管或波纹管；所述温度补偿元件包括：双金属片构成的补偿元件或者充有补偿气体的补偿元件。

[0049] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述智能微处理器基于微处理器的嵌入式系统内嵌算法及控制程序，自动控制整个管控器的监测过程，包含所有外设、逻辑及输入输出。

[0050] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述智能微处理器基于包括、但不限于通用计算机、工控机、ARM芯片、AI芯片、CPU、MCU、FPGA、PLC等、工控主板、嵌入式主控板中的一种；其内嵌算法及控制程序，自动控制整个过程，包含所有外设、逻辑及输入输出。

[0051] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述管控器输出告示信号接点并联或串联到若干信号发生器上；或者，所述告示信号接点并联或串联到管控器的接点信号上；或所述告示信号接点并联或串联到管控器的接点信号所对应的控制回路上。

[0052] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述管控器的智能微处理器具有接口：可以完成测试数据存储；和/或测试数据导出；和/或测试数据可打印；和/或可与上位机进行数据通讯；和/或可输入模拟量、数字量信息。

[0053] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述管控器的电气接口为防误接接口或抗电磁干扰接口。

[0054] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述智能微处理器还通过通讯模块实现远距离传输测试数据和/或状态监测结果信息。

[0055] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，管控器的边缘计算单元还含有专家管理分析系统，对气体密度监测、设备漏气、管控器性能、监测元件进行检测分析，判

定。

[0056] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述压力传感器、温度传感器为一体化结构；或者，所述智能微处理器、通讯模块、存储器为一体化设计；或者所述智能微处理器、存储器为一体化设计。

[0057] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，它还包括电、磁场屏蔽件，所述电、磁场屏蔽件设置在压力传感器和/或电子部分外面。

[0058] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，智能微处理器的控制通过现场、或后台，或两者相互互动完成控制。

[0059] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，它还包括若干绝缘件，通过若干绝缘件实现所述压力传感器与其壳体、机械部分壳体和设备连接接头是绝缘的；或者所述压力传感器的外壳和管控器的壳体是绝缘的。

[0060] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的深度计算处理为：具有多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$计算。

[0061] 所述的基于边缘计算的电气设备气体补气管控器，所述的多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$通过通讯模块上传到目标设备或目标平台，进而实现更加准确在线监测电气设备的气体密度值。

[0062] 一种具有基于边缘计算的电气设备气体补气管控器组成的监测系统，包括：若干基于边缘计算的电气设备气体补气管控器均依次通过集线器、协议转换器与远程后台检测系统连接；其中，即基于边缘计算的电气设备气体补气管控器分别设置在对应的绝缘气室的电气设备上。

[0063] 所述的一种具有基于边缘计算的电气设备气体补气管控器组成的监测系统，所述的协议转换器为IEC61850或IEC104协议转换器上。

[0064] 所述的一种具有基于边缘计算的电气设备气体补气管控器组成的监测系统，其中集线器采用RS485集线器，并且IEC61850协议转换器或IEC104协议转换器还分别与网络服务打印机和网络数据路由器连接。

[0065] 本发明提供一种高压电气设备用的高性能的远传气体密度继电器、方法和系统，通过温度传感器和温度补偿元件设置在一起；或温度传感器直接设置在温度补偿元件上；或温度传感器设置在温度补偿元件附件。使得远传密度继电器的机械检测和远传电子检测的温度一致，使得远传密度继电器测量非常准确，大大提高它的测试精度。

[0066] 所述电气设备包括SF_6气体电气设备、SF_6混合气体电气设备、环保型气体电气设备、或其它绝缘气体电气设备。电气设备包括GIS、GIL、PASS、断路器、电流互感器、电压互感器、变压器、充气柜、环网柜等等。所述气体密度继电器包括：双金属片补偿的气体密度继电器、气体补偿的气体密度继电器、或者双金属片和气体补偿混合型的气体密度继电器；完全机械的气体密度继电器、数字型气体密度继电器、机械和数字结合型的气体密度继电器；带指针显示的气体密度继电器、数显型气体密度继电器、不带显示或指示的气体密度开关；SF_6气体密度继电器、SF_6混合气体密度继电器、N_2气体密度继电器、其它气体密度继电器等等。

[0067] 所述屏蔽件可以对电场，或磁场起到屏蔽作用，就是利用屏蔽件材料的反射和/或吸收作用，以减少EMI辐射。屏蔽材料的有效添置可减少或清除不必要的缝隙，抑制电磁耦

合辐射，降低电磁泄漏和干扰。可采用较高导电、导磁性能的材料作为电磁屏蔽材料(如铁)，一般要求屏蔽性能达40～60dB。具体就是把电子部分密封在一个带有屏蔽材料制成的壳体内。良好的密封，很好的克服由于缝隙的导电不连续性，产生电磁泄漏而引起的干扰问题。

附图说明

[0068] 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一简单地介绍，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性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图；

[0069] 图1为本发明实施例一的侧面结构示意图；

[0070] 图2为本发明实施例一的正面结构示意图；

[0071] 图3为本发明实施例一的电路示意图。

[0072] 图4为本发明实施例二的系统架构示意图；

[0073] 图5为本发明实施例三的系统架构示意图。

具体实施方式：

[0074] 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。

[0075] 图1和图2为本发明实施例一高压电气设备用的，高性能的远传气体密度继电器的结构示意图，如图1和图2所示，本发明实施例一提供的高压电气设备用的，高性能的远传气体密度继电器，主要由机械部分1和与机械部分相对独立的电子部分2组成。其中包括：通讯模块4、压力传感器201、压力传感器固定座209；所述机械部分1包括：机械部分壳体101，以及设于所述机械部分壳体内的基座102、压力检测器103、温度补偿元件104、机芯105、指针106、刻度盘1012、端座108、信号调节机构107、若干信号发生器109、设备连接接头1010、以及温度传感器3。所述电子部分2包括电子部分壳体2010，以及设于所述电子部分2壳体内的智能处理器202、电源(电源模块)203。所述压力传感器201固定在压力传感器固定座209上，所述压力传感器201在气路上与压力检测器103相连通。所述机械部分壳体101和电子部分壳体2010是相互独立或隔开的，所述智能处理器202分别与温度传感器3、压力传感器201、通讯模块4相连接。压力传感器201通过绝缘件204、205、206密封固定在传感器外壳207上，然后通过再安装固定在压力传感器固定座209上。在传感器外壳207内部设置有屏蔽件208，提高远传密度继电器的抗干扰能力。同时在再壳体2010的内侧(或外部)设置有屏蔽件2011，进一步提高远传密度继电器的抗干扰能力。其中，压力检测器103的一端和温度补偿元件104的一端均固定于端座108上，压力检测器103的另一端密封连接在基座102上，温度补偿元件104的另一端通过显示连杆与机芯105连接或者温度补偿元件104的另一端直接与机芯105连接，指针106安装于机芯105上且设于刻度盘1012之前。所述信号发生器109可以采用微动开关或磁助式电接点，通过信号发生器109输出密度继电器的接点信号。所述压力

检测器103可以采用巴登管或波纹管。温度补偿元件104可以采用补偿片或壳体内封闭的气体。本发明的气体密度继电器还可以包括:充油型密度继电器、无油型密度继电器、气体密度表、气体密度开关或者气体压力表。在本发明实施例一的远传气体密度继电器内,基于压力检测器103并利用温度补偿元件104对变化的压力和温度进行修正,以反映(六氟化硫)气体密度的变化。即在被测介质(六氟化硫)气体的压力作用下,由于有了温度补偿元件104的作用,(六氟化硫)气体密度值变化时,(六氟化硫)气体的压力值也相应的变化,迫使压力检测器103的末端产生相应的弹性变形位移,借助于温度补偿元件104,传递给机芯105,机芯105又传递给指针106,遂将被测的六氟化硫气体密度值在刻度盘1012上指示出来。信号发生器109作为输出报警闭锁接点信号。这样气体密度继电器就能把(六氟化硫)气体密度值显示出来了。如果漏气了,六氟化硫气体密度值下降了,压力检测器103产生相应的反向位移,通过温度补偿元件104,传递给机芯105,机芯105又传递给指针106,指针106就往示值小的方向走,在刻度盘1012上具体显示漏气程度,并且通过信号发生器109输出(报警闭锁)接点信号,通过机械原理监视和控制电气开关等设备中的六氟化硫气体密度,使电气设备安全工作。

[0076] 所述智能微处理器的深度计算为:能够具有多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$,具体举例说,多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$分别对应一个年度时间间隔的准确的密度值$P_{20准确年}$,分别对应一个季度时间间隔的准确的密度值$P_{20准确季}$,分别对应一个月度时间间隔的准确的密度值$P_{20准确月}$,分别对应一个星期时间间隔的准确的密度值$P_{20准确周}$,分别对应一个一天时间间隔的准确的密度值$P_{20准确天}$。所述的多个不同时间间隔的准确的密度值$P_{20准确}$通过通讯模块上传到目标设备或目标平台,进而实现更加准确在线监测电气设备的气体密度值。一般来说,密度值$P_{20准确年}$和密度值$P_{20准确季}$适合于微漏的电气设备的判断;而密度值$P_{20准确月}$和密度值$P_{20准确周}$适合于中型漏气的电气设备的判断;而密度值$P_{20准确天}$和密度值P_{20}(实时)适合于重大漏气的电气设备的判断。通过多级计算,多层监控,即保证安全,又提高精准行能。同时也创新性的解决了业内难题:密度继电器与电气设备间的温差问题。

[0077] 图3为本发明实施例一高压电气设备用的,高性能的远传气体密度继电器的的一种电路原理图,如图3所示,智能处理器202(可以是:通用计算机、工控机、CPU、单片机、ARM芯片、AI芯片、量子芯片、光子芯片、MCU、FPGA、PLC等、工控主板、嵌入式主控板等),电源203可以是:开关电源、交流220V、直流电源、LDO、可编程电源、太阳能、蓄电池、充电电池、电池等。智能处理器202通过压力传感器201采集压力信号P、温度传感器3采集温度信号T,利用SF_6气体压力和温度之间关系的数学模型,采用软测量的方法,经过智能处理器202处理得到相应的密度值P_{20}(即20℃的的压力值P_{20}),且通过通讯模块4能够远传密度值P_{20},或密度值P_{20}、压力值P、温度值T,或压力值P、温度值T,进而实现在线监测电气设备的气体密度值P_{20},或密度值P_{20}、压力值P、温度值T,或压力值P、温度值T。例如远传密度继电器通过RS-485等数据通讯方式接入到变电站综合自动化在线监测系统中,并远传至无人值班站中心监控站,在变电站当地和远方的中心监控站进行实时监测,实现了SF_6电气设备中SF_6气体密度的在线监测。

[0078] 本发明技术产品,由于所述温度传感器3和温度补偿元件104设置在一起;或所述温度传感器3直接设置在温度补偿元件104上;或所述温度传感器3设置在温度补偿元件104附件。经过这样新的设计处理,其性能大大提高。

[0079] 另外所述远传气体密度继电器还包括隔热件5，所述隔热件5设置在机械部分壳体101和电子部分壳体2010之间；或所述隔热件设置在电源(电源模块)处。所述电源(电源模块)203在位置上远离温度传感器3和温度补偿元件104。

[0080] 所述密度继电器的电子部分还包括屏蔽件2011，所述屏蔽件2011能够对电场，或磁场，或电场和磁场，起到屏蔽作用。所述屏蔽件2011设置在电子部分壳体内部或外部。所述压力传感器设有屏蔽件208。所述智能处理器或通讯模块设有屏蔽件；或所述智能处理器和通讯模块均设有屏蔽件。所述远传气体密度继电器还包括绝缘件204、205、206，所述压力传感器通过绝缘件204、205、206与压力传感器外壳207以及传感器固定座209相连接；或者所述压力传感器通过若干绝缘件204、205、206密封固定在压力传感器固定座209上。

[0081] 所述远传气体密度继电器还包括若干绝缘件，通过若干绝缘件实现所述压力传感器的与电子部分壳体、机械部分壳体和设备连接接头是绝缘的；或者所述压力传感器的外壳和远传气体密度继电器的壳体是绝缘的。经过这样的创新设计和处理，其性能大大提高。具体经过对比测试，从表1可以看出，采用本专利技术的远传密度继电器的精度、抗干扰能力比现有技术的远传密度继电器具有更好的性能，具有突出的实质性特点和显著的进步，可以大幅度的提高远传密度继电器的精度和抗干扰能力，保障电网可靠安全运行。

[0082] 从表1可以知道，采用本专利技术的密度继电器的精度、抗干扰能力和稳定性非常好，达到高精度要求，可以提高密度继电器环境适应能力。同时，关键是它的抗干扰能力强、稳定性非常好，大大提高智能电网的可靠性、准确性。

[0083] 表1本专利技术的远传密度继电器和现有技术的远传密度继电器的接点性能对比表

[0084]

序号	试验项目	本专利技术的远传密度继电器	现有技术的远传密度继电器
1	-40∽60℃范围温度试验	最大误差+0.85℃	最大误差+4.29℃
2	-40∽60℃范围，密度检测试验（at 0.6MPa）	最大误差 0.005MPa	最大误差 0.019MPa
3	-40∽60℃范围，机械和电子密度相差试验	最大相差值 0.009MPa	最大相差值 0.026MPa
4	静电放电抗扰度	接触放电达到:30kV	接触放电:8kV

[0085]

		空气放电达到:60kV	空气放电:15kV
5	浪涌（冲击）抗扰度	电源线:6kV(线对线) 重复时间:1 脉冲/min	电源线:2kV(线对线) 重复时间:1 脉冲/min
6	射频场感应的传导骚扰抗扰度	电压等级：30V 频率：0.15MHz~80MHz	电压等级：10V 频率：0.15MHz~80MHz

。

[0086] 另外本远传密度继电器的所述机械部分壳体内充有防震液，机械部分壳体内还设置有引出线密封件，所述温度传感器3的连接线通过引出线密封件与智能处理器相连接。所述气体密度继电器还包括设备连接接头1010，所述设备连接接头设置在机械部分或电子部分上。密度继电器通过信号发生器109输出接点信号。所述通讯模块4设置在电子部分壳体处或机械部分壳体处，或者所述通讯模块和智能处理器一体化设计在一起。所述压力传感

器设置在电子部分壳体内，或机械部分壳体内。所述智能处理器基于微处理器的嵌入式系统内嵌算法及控制程序，自动控制整个监测过程，包含所有外设、逻辑及输入输出。所述智能处理器基于包括、但不限于通用计算机、工控机、ARM芯片、AI芯片、CPU、MCU、FPGA、PLC等、工控主板、嵌入式主控板等内嵌算法及控制程序，自动控制整个监测过程，包含所有外设、逻辑及输入输出。所述密度继电器还包括机芯、指针、刻度盘，具有示值显示，或数码显示器件，具有示值显示。

[0087] 所述智能处理器采集压力传感器、温度传感器的压力信号、温度信号，依据气体特性换算成20℃的的压力值P_{20}(即密度值P_{20})。所述气体密度继电器能够将测得压力值和温度值按照气体特性换算成为对应20℃时的压力值P_{20}，即气体密度继电器具有压力、温度测量及软件换算功能。所述智能处理器可测量相对压力及绝对压力类型的密度继电器。所述气体密度继电器具有人机交互功能：具有数据显示界面，可实时刷新当前数据值；具有数据输入功能，可以输入参数设定值。所述智能处理器具有接口，可以完成测试数据存储；和/或测试数据导出；和/或测试数据可打印；和/或可与上位机进行数据通讯；和/或可输入模拟量、数字量信息。所述密度继电器的电气接口带有保护功能，误接不会造成接口损坏；或/和不会受到电磁场的干扰。所述智能处理器还通过通讯模块实现远距离传输测试数据和/或结果等信息。通讯模块可以设置在电子壳体上，或机械壳体上。所述的通讯模块的通讯方式可以是有线或无线方式。气体密度继电器还包括多通接头，所述气体密度继电器的电子部分设置在多通接头上。所述气体密度继电器还包括多通接头、自封阀，所述的电子部分、自封阀安装在多通接头上。所述的压力检测器、压力传感器通过连接管连接在一起。所述电子部分设置在气体密度继电器机械部分壳体的后面或壳体上，或设备连接接头上。还包括时钟，时钟设置在智能处理器上，可以记录测试时间。所述电源(电源模块)还包括供电电源电路，或者电池，或者可循环充电电池，或太阳能，或互感器取电得到的电源，或感应电源等。智能处理器的控制可以通过现场控制，也可以通过后台控制，或两者相互互动完成控制。气体密度继电器具有实时在线密度值、压力值、温度值等数据显示、变化趋势分析、历史数据查询、实时告警等功能。所述智能处理器的电路上包括保护元器件，特别是抗干扰元器件。所述气体密度继电器还包括微水传感器，能够在线监测气体微水值。所述气体密度继电器还包括分解物传感器，能够在线监测气体分解物。所述气体密度继电器具有自诊断功能，能够对异常及时告示。例如断线、短路报警、传感器损坏等告示。气体密度继电器的密度在线监测到气体压力有升高趋势时，应该及时提出异常告示。气体密度继电器还包括摄像头，对气体密度继电器自身进行监控。气体密度继电器含有对电子元器件环境温度的保护，防止过低温度或过高温度工作，使其工作在允许的温度范围内。可以设置加热器和/或散热器(风扇)，在低温时开启加热器，在高温时开启散热器(风扇)，保证压力传感器和/或集成电路等电子元件可以在低温或高温环境下可靠工作。气体密度继电器具有数据分析、数据处理功能，能够对电气设备、密度继电器自身进行相应的故障诊断和预测。所述压力检测器为巴登管或波纹管；所述温度补偿元件为双金属片或密封有补偿气体的密封气室；所述若干信号发生器为微动开关或磁助式电接点。

[0088] 图4为发明一种由高性能的远传气体密度继电器组成的气体密度监测系统，如图4所示，包括：若干设有六氟化硫气室的高压电气设备、若干高性能的远传气体密度继电器均依次通过集线器、协议转换器与远程后台检测系统连接；其中，高性能的远传气体密度继电

器分别设置在对应的六氟化硫气室的高压电气设备上。

[0089] 由高性能的远传气体密度继电器组成的气体密度监测系统，包括：若干设有六氟化硫气室的高压电气设备、若干高性能的远传气体密度继电器均依次通过集线器、IEC61850协议转换器与远程后台检测系统连接；其中，高性能的远传气体密度继电器分别设置在对应的六氟化硫气室的高压电气设备上。

[0090] 见图4和5所示，PC为在线监测后台主机及系统，Gateway为网络交换机，Server为综合应用服务器，ProC为规约转换器/在线监测智能单元，HUB为集线器，而Z为高性能的远传气体密度继电器。在线监测系统架构：详列简单架构(图4)、常规架构(图5)、复杂架构等系统图。系统架构图及简单说明：1、后台软件平台：基于Windows、Linux及其他等，或VxWorks、Android、Unix、UCos、FreeRTOS、RTX、embOS、MacOS。2、后台软件关键业务模块、基本功能：例如权限管理、设备管理、数据存储于查询等；以及用户管理、报警管理、实时数据、历史数据、实时曲线、历史曲线、配置管理、数据采集、数据解析、记录条件、异常处理。3、界面组态：例如Form界面、Web界面、组态界面等。监测系统也可以为无线传输方式的架构系统图，由无线模块和高性能的远传气体密度继电器可以做成一体或者分体，具体方案可以灵活。

[0091] 本监测系统可以实时监测断路器、GIS等电气设备内部SF6气体的温度、压力、密度、微水等物理量及其变化趋势，并具有通讯接口，将数据上传到后台系统，实现断路器、GIS等电气设备SF6气体密度、微水等物理量的在线监测功能，并且可灵活设定报警界限，就地查询历史数据，准确分析判断设备漏气趋势及漏气率，提前发现设备出现异常情况，从而保障电气设备和变电站整套系统的安全运行。真正实现变电站、尤其是无人值班站的电气设备的在线监测。对提高电网系统的安全运行和运行管理水平，开展预期诊断和趋势分析，减少无计划停电检修起到重要作用。

[0092] 由高性能的远传气体密度继电器组成的气体密度监测系统，所述若干高性能的远传气体密度继电器的通信方式为有线或无线。有线的通讯方式为RS232、RS485、CAN-BUS等工业总线、光纤以太网、4-20mA、Hart、IIC、SPI、Wire、同轴电缆、PLC电力载波等；无线通讯方式为传感器内置5G/NB-IOT通讯模块(如5G、NB-IOT)、2G/3G/4G/5G等、WIFI、蓝牙、Lora、Lorawan、Zigbee、红外、超声波、声波、卫星、光波、量子通信、声呐等，将各种传感器数据上传到物联网云平台。其中集线器采用RS485集线器，并且IEC61850协议转换器或104协议转换器还分别与网络服务打印机和网络数据路由器连接。

[0093] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

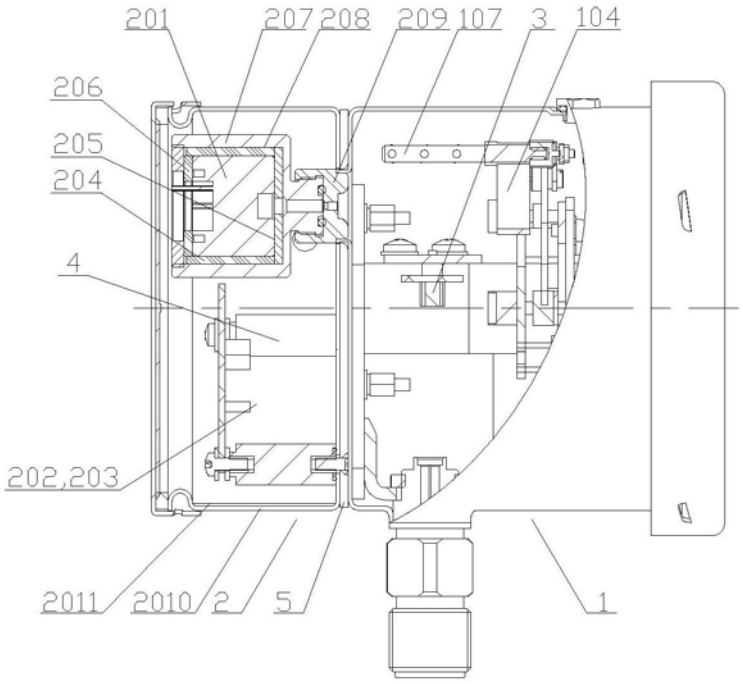

201
207
208
209
107
3
104
206
205
204
4
202,203
2011
2010
2
5
1

图1

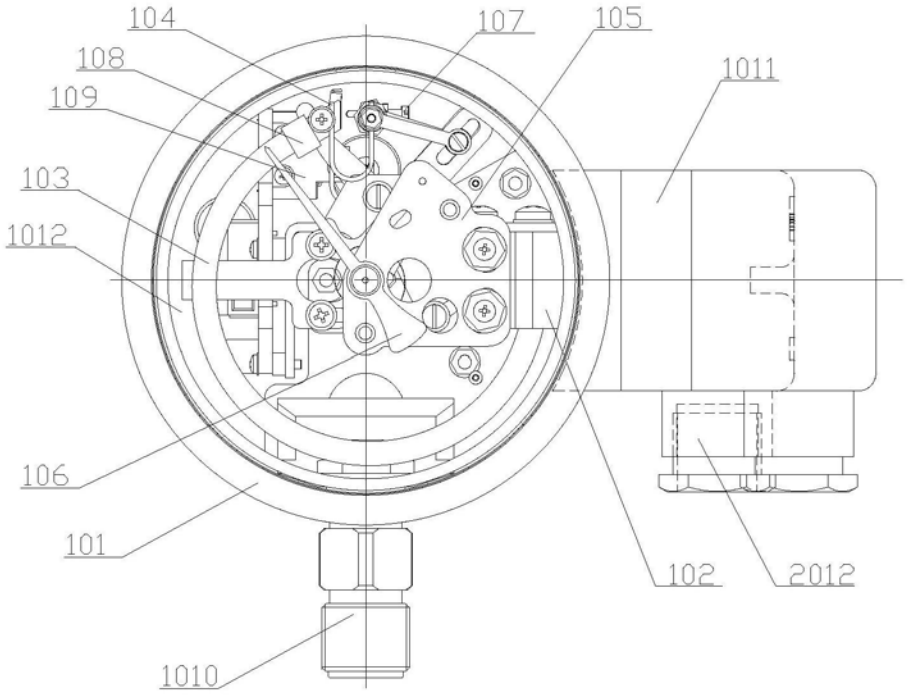

104
107
105
108
1011
109
103
1012
106
101
102
2012
1010

图2

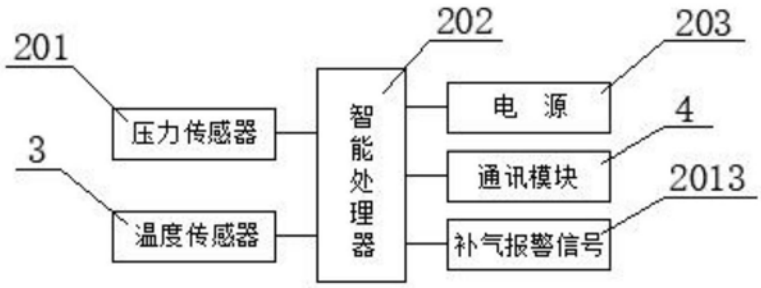

201
202
203
压力传感器
智能处理器
电 源
4
3
通讯模块
2013
温度传感器
补气报警信号

图3

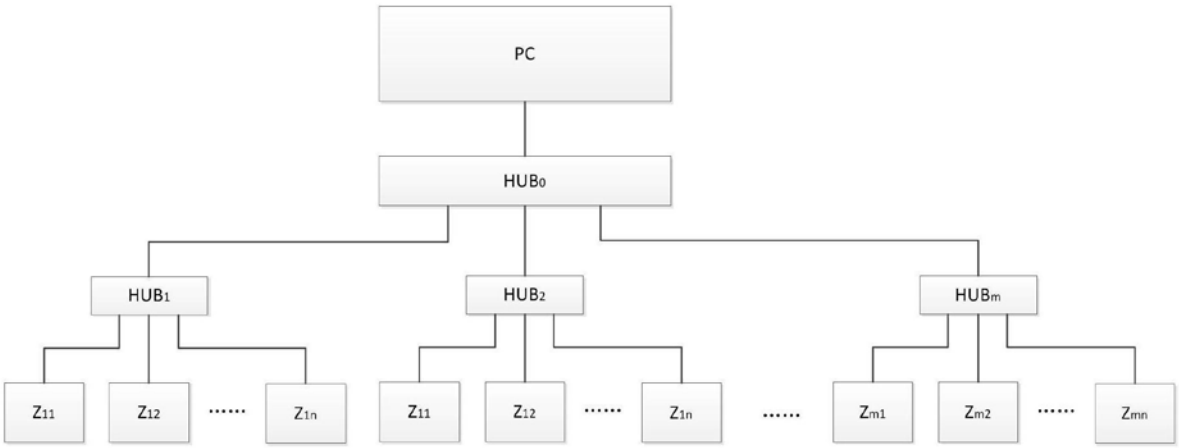

PC
HUB0
HUB1
HUB2
HUBm
Z11
Z12
Z1n
Z11
Z12
Z1n
Zm1
Zm2
Zmn

图4

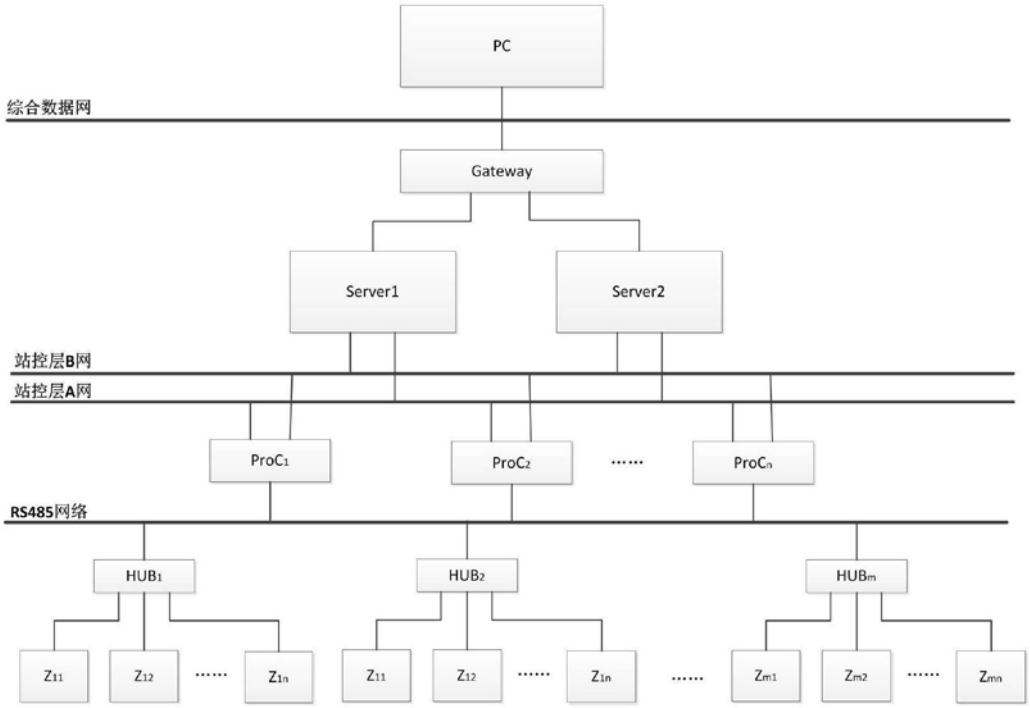

PC
综合数据网
Gateway
Server1
Server2
站控层B网
站控层A网
ProC1
ProC2
……
ProCn
RS485网络
HUB1
HUB2
HUBm
Z11
Z12
……
Z1n
Z11
Z12
……
Z1n
……
Zm1
Zm2
……
Zmn

图5