(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 202903461 U
(45)授权公告日 2013.04.24

(21)申请号 201220493592.1

(22)申请日 2012.09.26

(73)专利权人 南京市锅炉压力容器检验研究院
地址 210002 江苏省南京市洪武路340号
专利权人 东南大学

(72)发明人 业成 章彬斌 周杏鹏 梁华
陈辰 沈正军

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.
G01M 13/00(2006.01)
G01M 3/08(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

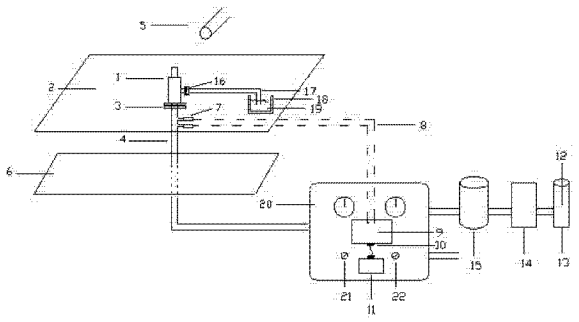
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

一种低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种安全阀智能化校验装置，该装置是对现有传统校验装置的改进和升级，本装置采用电气自动化技术，核心是在被校验安全阀进口处的校验管道直管段对称两端配接两个相同规格的压力变送器，由现场电脑对这两个相同规格的压力变送器连续自动进行数据采集、存储，通过归一化处理和两者误差判别，保证采集的安全阀试验压力值准确可信，达到了低冗余度、高可靠性。同时，在平板电脑软件中插入了根据安全阀动作特性制定的开启评价准则，相比目前广泛采用的由人工听到安全阀开启声后目视读出指针式压力表示值的传统校验方法，其检测结果准确可靠，可显著提高安全阀的校验准确率和效率。



CN 202903461 U

1. 一种低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置，包括安全阀（1）、校验平台（2）、进口侧法兰（3）、高压管（4）、视频监控设备（5）、安全防护墙（6）、气源（12）、气瓶（13）、压缩机（14）、蓄能器（15）、出口侧法兰（16）、出口管（17）、水槽（18）、纯净水（19）和控制台（20）上的升压阀（21）和泄压阀（22），其特征在与该装置还包括两个相同规格的压力变送器（7）、输出信号线（8）、数据采集板（9）、串口数据线（10）、平板电脑及软件（11）、其中安全阀（1）竖立在校验平台（2）上，安全阀（1）底部的进口法兰朝下，进口侧法兰（3）与安全阀（1）底部的进口法兰相连接，出口侧法兰（16）与安全阀（1）的出口法兰相连接，出口管（17）的一端与出口侧法兰（16）相连接，另一端连接到水槽（18）的纯净水（19）中，第一高压管（4）的一端与进口侧法兰（3）连接，中部开 2 孔与两个相同规格的压力变送器（7）连接，另一端穿过安全防护墙（6）与控制台（20）相连接，输出信号线（8）一端与压力变送器（7）连接，另一端与数据采集板（9）连接，数据采集板（9）通过串口数据线（10）连接平板电脑（11），在控制台（20）的下部分别安装升压阀（21）和泄压阀（22），蓄能器（15）的一侧通过第二高压管（4）与控制台（20）连接，另一侧通过第三高压管（4）与压缩机（14）相连接，压缩机（14）一侧通过第四高压管（4）与气瓶（13）连接，气瓶（13）内装有检验用气源（12），在水槽（18）上方安装－视频监控设备（5）。

一种低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置

[0001] 一、技术领域

[0002] 本实用新型涉及一种低冗余度高可靠性安全阀的智能化校验装置，属于承压特种设备检测技术领域，具体地说是涉及开启压力范围在 0.1Mpa ~42Mpa，介质为空气、水蒸气、水和其他化学物质的压力容器、压力管道和机械设备上的安全阀校验装置。

[0003] 二、背景技术

[0004] 近年来，随着国民经济的快速发展，对石油、化工原料的需求量大幅度增加，石油化工产业得到迅猛发展，生产装置规模越来越大，加工深度不断加深。石油化工产业在国民经济中发挥着重要的作用，是我国经济发展的重要支柱行业之一。安全阀，是一种智能化阀门，不借助任何外力而利用系统介质本身的力来排出一额定数量的流体，以防止压力超过额定的安全值。当压力恢复正常后，阀门再行关闭并阻止介质继续流出。安全阀，作为特种设备的安全附件，是确保石化企业压力容器和压力管道安全，防止重大事故的最后手段。石油化工装置安全阀通常运行在高温、高压设备上，介质多为有毒、有害、易燃、易爆介质，在操作压力、温度、介质洁净度以及环境介质腐蚀等物理、化学因素作用下，安全阀性能特别是开启压力和密封性能会发生改变，将导致安全阀不能按规定压力开启或回座，造成生产安全隐患和环境污染。

[0005] 根据 TSG ZF001-2006《安全阀安全技术监察规程》B6.3.1 条的规定“安全阀定期校验，一般每年至少一次”。安全阀的定期校验包括开启压力和密封压力试验。安全阀开启压力是指安全阀在运行条件下开始开启的预定压力，在该压力下，在规定的运行条件下由介质压力产生的使阀门开启的力同使阀瓣保持在阀座上的力相互平衡，通常也称为开启压力或整定压力。安全阀分为全启式和微启式两种，微启式是指阀瓣的开启高度为阀座喉径的 1/40~1/20，全启式是指阀瓣的开启高度为阀座喉径的 1/4，由此安全阀的动作特性有很大区别，全启式安全阀的动作特性属于两段作用式，微启式安全阀为圆弧式，只有合格的开启动作特性才能保证安全阀的排量，进而防止被保护设备超压破坏。密封压力是指进行密封试验时安全阀进口的静压力，在该压力下测量通过关闭件密封面的泄漏率。

[0006] 当前的安全阀离线校验采用的方式主要是校验台校验，目前大多数校验台安装的都是模拟仪表。这样的校验方式存在的主要问题是：

[0007] 1）模拟仪表的精度普遍较低，目前安全阀校验采用的模拟仪表精度为 0.4 级，无法做到高精度测量；

[0008] 2）采用单一的模拟仪表无法进行对比测量，当仪表出现故障时，得不到正确的测量数据；

[0009] 3）采用模拟仪表需要操作人员读数，要求操作人员在压力值达到整定压力附近时，根据安全阀开启时的声音，读取压力值回档前的最高压力，而这一压力值出现和保持的时间很短，操作人员很难捕捉和精准读取；

[0010] 4）使用模拟仪表无法记录安全阀校验过程中的整个压力值变化曲线，校验过程中的相关数据、表格都需要操作人员手工填写。

[0011] 随着石油化工产业的壮大，每年送检安全阀数量也越来越多，被检安全阀的检验

技术文档均由人工填写，如何防止常规离线校验台的模拟压力表出现异常误差，提高校验开启压力精度，避免安全阀校验中人工读数和判定合格开启压力可能发生的差错，进而提高安全阀的校验准确率和效率是各管理机构、检验机构和使用单位所共同关心的问题，安全阀智能化校验装置的研究意义重大。

[0012] 三、实用新型内容

[0013] 1、实用新型目的：本实用新型的目的在于提供一种低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置和校验方法，打破传统校验装置由人工读数、判断、记录及检测精度比较低的现状，同时提出使用两个相同规格的高精度压力变送器，利用电脑做出各自的压力变化曲线，进行相互比对，进一步提高其测量的可靠性，实现了安全阀离线检测的低冗余度、高可靠性以及智能化，能提高安全阀的校验准确率和效率，保障安全阀的安全运行，节约经济成本。

[0014] 2、本实用新型的目的是通过以下的技术方案来实现的：

[0015] 一种低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置，包括安全阀（1）、校验平台（2）、进口侧法兰（3）、高压管（4）、视频监控设备（5）、安全防护墙（6）、气源（12）、气瓶（13）、压缩机（14）、蓄能器（15）、出口侧法兰（16）、出口管（17）、水槽（18）、纯净水（19）和控制台（20）上的升压阀（21）和泄压阀（22），其特征在与该装置还包括两个相同规格的压力变送器（7）、输出信号线（8）、数据采集板（9）、串口数据线（10）、平板电脑及软件（11）、其中安全阀（1）竖立在校验平台（2）上，安全阀（1）底部的进口法兰朝下，进口侧法兰（3）与安全阀（1）底部的进口法兰相连接，出口侧法兰（16）与安全阀（1）的出口法兰相连接，出口管（17）的一端与出口侧法兰（16）相连接，另一端连接到水槽（18）的纯净水（19）中，第一高压管（4）的一端与进口侧法兰（3）连接，中部开 2 孔与两个相同规格的压力变送器（7）连接，另一端穿过安全防护墙（6）与控制台（20）相连接，输出信号线（8）一端与压力变送器（7）连接，另一端与数据采集板（9）连接，数据采集板（9）通过串口数据线（10）连接平板电脑（11），在控制台（20）的下部分别安装升压阀（21）和泄压阀（22），蓄能器（15）的一侧通过第二高压管（4）与控制台（20）连接，另一侧通过第三高压管（4）与压缩机（14）相连接，压缩机（14）一侧通过第四高压管（4）与气瓶（13）连接，气瓶（13）内装有检验用气源（12），在水槽（18）上方安装－视频监控设备（5）。

[0016] 上述的低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置中的进口侧法兰 3 与校验平台 2 采用液压夹紧装置夹紧连接，液压夹紧装置夹紧力可调节，中间加高压垫片，确保密封；高压管 4 与进口侧法兰 3、出口侧法兰 16、压力变送器 7、蓄能器 15、压缩机 14 和气瓶 13 均采用螺纹连接；视频监控设备 5，安装在安全阀 1 的出口侧密封试验水槽 18 的上方，能够清楚观察密封性试验时水槽 18 中的气泡数；校验用气源 12 由气瓶 13 提供，经压缩机 14 压缩后储存于蓄能器 15 中，系统所需压力高低由控制台 20 上的升压阀 21 和泄压阀 22 来控制；安全防护墙 6 是用钢筋混凝土制成，墙高 2100mm，厚 300mm。

[0017] 上述的低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置，其特征在与所述平板电脑（11）中包含压力采集系统模块和开启值分析控制程序模块。

[0018] 使用上述低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置进行校验的方法，其校验步骤如下：

[0019] a、将待校验的安全阀（1）的进出口在连接之前用清洗剂进行清洗、去污；

[0020] b、宏观检查安全阀（1），检查其零部件是否完好，有无裂纹、锈蚀和机械损伤；

[0021] c、通过安全防护墙(6),制定完善的安全制度,将校验设备区域与人工操作区域隔离开,操作人员在安全防护墙(6)外操作,通过视频监控设备(5)的观察屏来观察;

[0022] d、由气瓶(13)提供的气源(12)经第四高压管(4)到压缩机(14)压缩后,通过第三高压管(4)向蓄能器(15)内充装气源(12)蓄压;

[0023] e、确认安全防护墙(6)后无人后,准备开始试验操作;

[0024] f、打开控制台(20)上的升压阀(21),使蓄能器(15)的气源(12)通过第一高压管(4)进入安全阀(1);

[0025] g、缓慢升高安全阀(1)的进口压力,升高到开启压力的90%以后,升压速度应当不高于每秒1%的开启压力;

[0026] h、观察平板电脑及软件(11)中的安全阀(1)进口压力曲线变化,根据开启准则,当测到压力曲线曲率变化到设定值,且压力值负增长,自动记录负增值前点压力为此刻压力,并报操作人员确认,操作人员听到开启声音正常,确认此刻压力为安全阀(1)的开启压力;

[0027] j、校验完毕后,通过控制台(20)上的泄压阀(22)将安全阀(1)的压力平稳泄压至零位后,拆卸连接的进口侧法兰(3)和出口侧法兰(16)。

[0028] k、对校验好的安全阀(1)挂合格牌、铅封、出具校验记录和校验报告。

[0029] 上述步骤h中的压力曲线是通过下述方法对两只相同规格的压力变送器(7)的数据进行误差识别和归一化处理,并判断被校验安全阀的开启压力,其方法步骤如下:

[0030] 1)两只相同规格的压力变送器(7)将电流信号分别传输给数据采集板(9),平板电脑及软件(11)接收数据采集板(9)两只压力变送器(7)模数转换结果,自动逐点比较两条压力变化曲线上每个采样时刻对应的两个点的数据,如果各采样时刻获得的两个压力数据相对误差小于等于0.4%的组数超占总组数85%以上,则认为安全阀智能校验装置整个系统正常、可靠,此次试验测量数据真实、有效,去掉可能因瞬时电磁干扰而造成的两个压力数据相对误差大于0.4%的组数后,再把每个采样时刻的压力值取为该时刻两个点的数据的平均值,形成新的曲线:即为本次压力试验和校验曲线;

[0031] 2)如果各采样时刻获得的两个压力数据相对误差小于等于0.4%的组数小于总组数40%,则需要检查安全阀智能校验装置整个系统是否正常,尤其需要检查加压管路是否有漏气,两只压力变送器与管路的连接密闭是否可靠,检查完毕再进行测量;

[0032] 3)校验前在平板电脑及软件(11)中设定安全阀(1)类型及开启准则,安全阀开启准则如下:当校验的安全阀(1)类型为全启式时,当压力曲线曲率值小于-1,且压力值负增长,自动记录负增值前点压力为此刻压力,并报操作人员确认,操作人员听到开启声音正常,确认此刻压力为合格开启压力,当校验的安全阀(1)类型为微启式时,压力曲线曲率值转向为负值,且压力值负增长,自动记录负增值前点压力为此刻压力,并报操作人员确认,操作人员听到开启声音正常,确认此刻压力为合格开启压力。

[0033] 上述低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置进行校验的原理如下:

[0034] 压力曲线由两只连接于高压管4中相同规格压力变送器7将电流信号分别传输给数据数据采集板9,平板电脑及软件11接收数据采集板9两只压力变送器7的模数转换结果并进行误差识别和归一化处理后转换成相对应的压力值构成,升压前在平板电脑及软件11中选择安全阀1类型,当校验的安全阀1类型为全启式时,曲率偏转到设定值,且压力值

负增长，自动记录负增值前点压力为此刻压力，并报操作人员确认，操作人员听到开启声音正常，确认此刻压力为合格开启压力，当校验的安全阀（1）类型为微启式时，曲率偏转到设定值，且压力值负增长，自动记录负增值前点压力为此刻压力，并报操作人员确认，操作人员听到开启声音正常，确认此刻压力为合格开启压力。

[0035] 3、有益效果

[0036] a. 本实用新型的低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置采用了电气自动化技术，用高精度压力变送器（精度级 0.075%）替代传统高精度模拟压力表（精度级 0.4%），使得整个装置精度级达到 0.175%。

[0037] 其校验方法建立在数学模拟的基础上，核心是在安全阀进口处的校验管道直管段中连接 2 个相同规格的压力变送器，保证压力降为最小，对 2 个相同规格的压力变送器的数据结果进行误差识别和归一化处理后转换成相对应的压力值，进而绘制成压力曲线，保证采集的压力值准确可信，具有精确的自检能力。

[0038] c. 软件中插入了根据低冗余度高可靠性安全阀的不同动作特性制定的开启评价准则，检测结果可靠，打破了传统校验方法，提高安全阀的校验准确率和效率。

[0039] 四、附图说明

[0040] 图 1 ：低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置的结构示意图 ；

[0041] 附图标记 ：1- 安全阀、2- 校验平台、3- 进口侧法兰、4- 高压管、5- 视频监控设备、6- 安全防护墙、7- 压力变送器、8- 输出信号线、9- 数据采集板、10 串口数据线、11- 平板电脑及软件、12- 气源、13- 气瓶、14- 压缩机、15- 蓄能器、16- 出口侧法兰、17- 出口管、18- 水槽、19- 纯净水、20- 控制台、21- 升压阀、22- 泄压阀。

[0042] 图 2 ：压力采集系统硬件构成图 ；

[0043] 图 3 ：压力采集系统软件模块。

[0044] 图 4 ：开启值分析控制程序软件模块。

[0045] 五、具体实施方式

[0046] 实施例 1，低冗余度高可靠性安全阀智能化校验装置构成和连接如下 ：

[0047] 图 1 为本实用新型的装置的结构示意图，根据图 1 所示，安全阀 1 竖立与校验平台 2 上，进口法兰朝下，进口侧法兰 3 与安全阀 1 底部的进口法兰采用液压夹紧连接，中间加高压垫片，第一高压管 4 的一端与进口侧法兰 3 螺纹连接，在第一高压管 4 上开两个 1/2NPT 的气路接口，接 2 个规格为罗斯蒙特 2051T 的压力变送器 7，另一端穿过安全防护墙 6 的圆孔与控制台 20 螺纹连接，控制台 20 上装有升压阀 21 和泄压阀 22，输出信号线 8 一端与压力变送器 7 连接，另一端与数据采集板 9 连接，数据采集板 9 通过串口数据线 10 连接平板电脑及软件 11，平板电脑及软件 11 安装与万利达 T3 平板电脑中，蓄能器 15 的一侧通过第二高压管 4 与控制台 20 连接，另一侧通过第三高压管 4 与压缩机 14 相连接，压缩机 14 一侧通过第四高压管 4 与气瓶 13 连接，另一侧通过高压管 4 与蓄能器 15 相连接，在安全阀 1 的出口侧法兰 16 连接安装出口管 17，将出口管 17 放置于水槽 18，并保证纯净水 19 完全淹没出口管 17，高压管 4 与气瓶 13、压缩机 14、蓄能器 15 和控制台 20 都是螺纹连接，出口侧法兰 16 与出口管 17 采用螺纹连接，气瓶 13 内装有检验用气源 12，在安全阀 1 出口法兰上方为视频监控设备 5。其它具体规格型号有 ：

[0048] 1、安全阀 1 为开启压力范围在 0.1Mpa ~42Mpa，介质为空气、水蒸气、水和其他化

学物质的压力容器、压力管道和机械设备上的低冗余度高可靠性安全阀。

[0049] 2、校验平台 2 材料为不锈钢 304、长宽高为 1500×800×800mm。

[0050] 3、高压管 4 和出口管 17 为 316ss，外径为 15mm，壁厚为 1.8mm。

[0051] 4、视频监控 5 安装在水槽 18 上方 2m 处，型号为 CA-KS30NE。

[0052] 5、气源 12 为 99.9% 纯度的氮气，气瓶 13 为容积 40L，公称压力 15Mpa 的普通氮气瓶。

[0053] 6、压缩机 14 型号为普瑞格斯 PGN42-0.35。

[0054] 7、蓄能器 15 容积 500L，材料为 16MnR，最高工作压力 50MPa。

[0055] 8、控制台 20 型号为上海科锋 SAT-Q。

[0056] 9、升压阀 21 和泄压阀 22 为 SUPERTEK 型号 30-11HF9。

[0057] 10、水槽 18 为长 400mm，宽 300mm，高 300mm，板厚为 2mm 的不锈钢水槽。

[0058] 11、液压夹紧装置，型号为 KHXT-20，夹紧力 300-150000N，行程 30-100mm。

[0059] 12、高压垫片为聚四氟乙烯垫片，根据压力不同选择不同厚度。

[0060] 13、输出信号线 8 为 KVVP2 屏蔽电缆。

[0061] 14、数据采集板 9 、串口数据线 10 由如图 2 所示构成。

[0062] 15、平板电脑及软件 11 由图 3 压力采集系统软件模块、图 4 开启值分析控制程序软件模块构成。

[0063] 如图 2 所示，压力变送器 7 输出的 4-20mA 电流信号经过由 100R 的高精度电阻组成的采样电阻网络，接入型号为 CD4051 的模拟开关的 X0、X1 端，模拟开关通过 X 端输出到 AD 的 AIN1 端，并通过 MUX2A、MUX2B、MUX2C 端口与单片机进行交互，AD 型号为 AD7705，单片机型号为 MSP430，AD 与单片机通过端口 ADDOUT 和 ADDIN 进行交互，单片机将 AD 转换的结果通过 TXD 和 RXD 连接串口 232 通信与触控输入和显示交互，触控输入和显示处于万利达 T3 平板电脑中。

[0064] 压力采集系统软件模块如图 3 所示，启动步骤 a 开始采集压力数据，接着进行步骤 b，如误差不符合 0.15% 的要求，则进行步骤 c 报错结束，如误差符合要求则进行步骤 d，然后进行步骤 e，如达到开启压力的 50%，进行步骤 f，没达到继续步骤 e 判断，当压力达到步骤 g 要求开启压力的 90%，进行步骤 h，否则继续步骤 g，最后由操作人员进行步骤 i 结束采集。

[0065] 开启值分析控制程序软件模块如图 4 所示， 首先进行步骤 a 选择低冗余度高可靠性安全阀，接着进行步骤 b 采集压力数据，根据步骤 b 数据进行步骤 c 计算，接着进行步骤 d 根据低冗余度高可靠性安全阀的开启准则判断合格的开启压力段，接着进行步骤 e，在合格的开启压力段中查询压力负增值，得到首个负增值点，以步骤 f 得到开启压力值，进行步骤 g 提示用户保存数据。开启数据发至出具报告系统，出具报告系统不在本次实用新型内容。

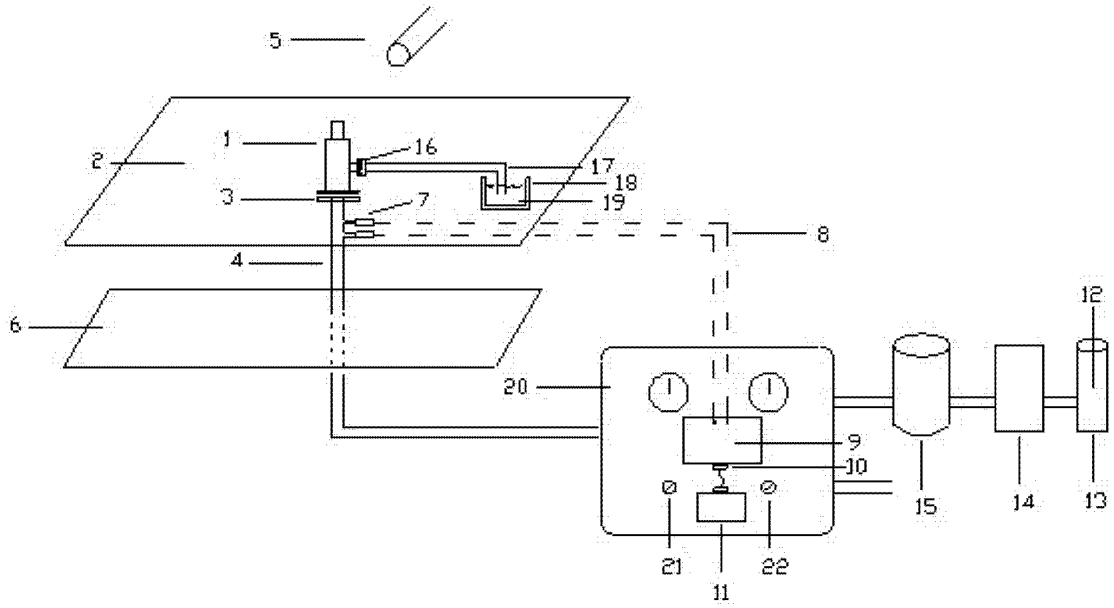

5
1
2
3
4
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

图 1

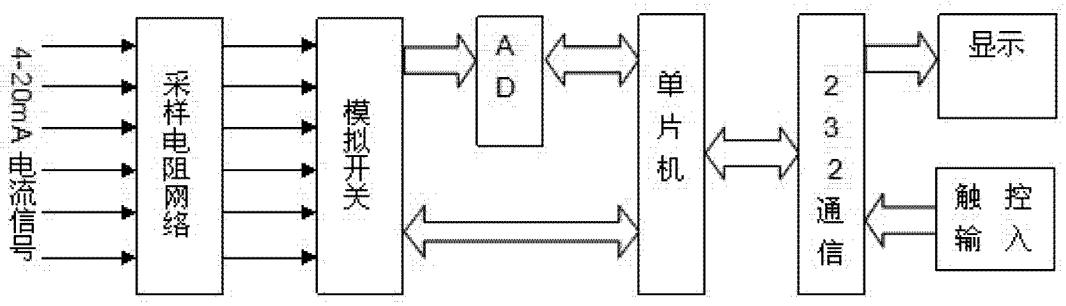

4-20mA 电流信号
采样电阻网络
模拟开关
A
D
单片机
2
3
2
通信
显示
触 控
输 入

图 2

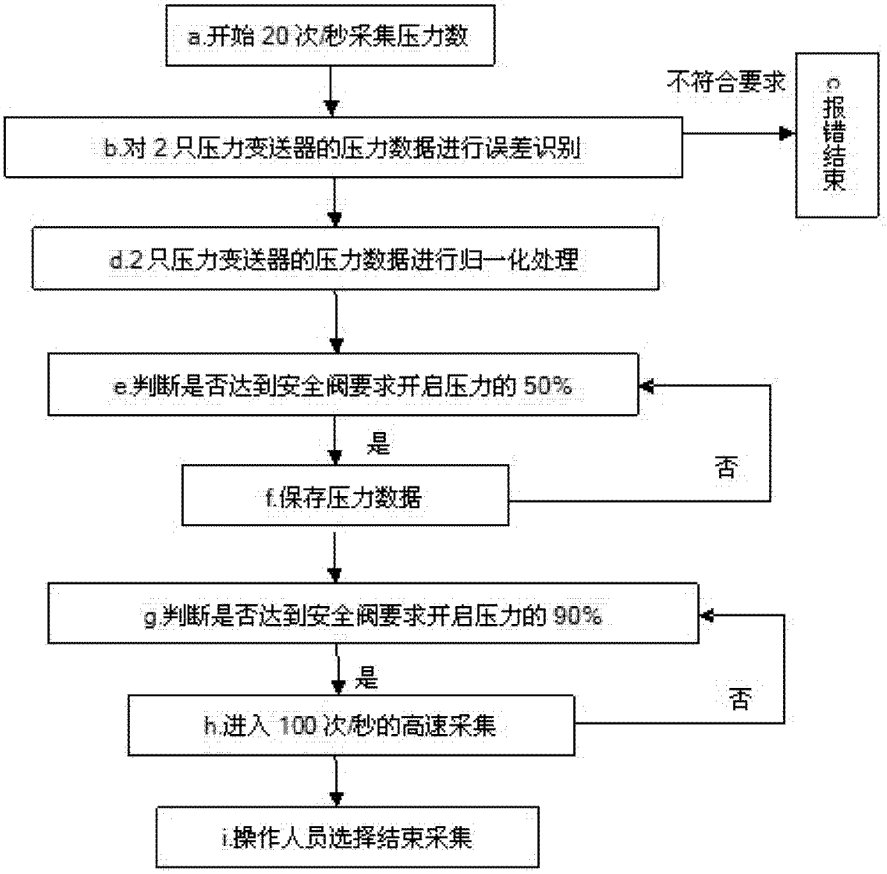

a.开始 20 次/秒采集压力数
b.对 2 只压力变送器的压力数据进行误差识别
不符合要求
c.报错结束
d.2 只压力变送器的压力数据进行归一化处理
e.判断是否达到安全阀要求开启压力的 50%
是
否
f.保存压力数据
g.判断是否达到安全阀要求开启压力的 90%
是
否
h.进入 100 次/秒的高速采集
i.操作人员选择结束采集

图 3

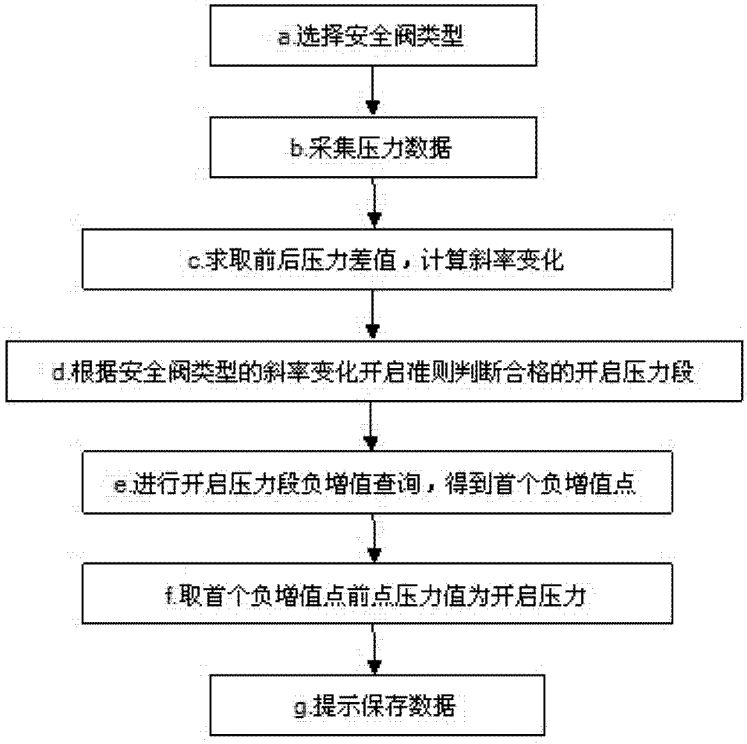

a.选择安全阀类型
b.采集压力数据
c.求取前后压力差值，计算斜率变化
d.根据安全阀类型的斜率变化开启准则判断合格的开启压力段
e.进行开启压力段负增值查询，得到首个负增值点
f.取首个负增值点前点压力值为开启压力
g.提示保存数据

图 4