

一种汽车发动机测试台架进气流量计修正解决方案

一、项目背景介绍

汽车发动机进气流量测量是发动机台架测试的重要项目，其测量结果直接影响排放的结果。一般利用气体质量流量计进行测量。在日常运行中，由于使用频繁，质量流量计的计量性能有可能产生偏离，因而须对流量计进行定期或不定期的检查，特别是在进行发动机台架测试实验之前，以确保流量计的误差在法规规定的最大允许误差之内。一般的做法是将流量计外送第三方计量机构，在气体流量标准装置上进行标定。当标定结果出现超差时，须对流量计的误差进行修正。

目前行业内最常用的，用来测量发动机进气流量的流量计为 ABB 气体质量流量计，该流量计价格比较昂贵，目前国内还无法进行维保。当流量计出现误差偏大，不能满足测试要求时，用户只能将流量计送国外进行维保，将流量计的误差修正到要求的范围之内，不但维保成高，而且维护周期比较长。特别是最近两年由于疫情影响，各种不确定因素增加，比如物流中断，外国工厂停工，导致维保价格暴涨，或者无法进行有效维保。

为了解决厂家的流量计维保困难，效率低，且维保价格昂贵的问题，我们设计了一套针对发动机测试台架进气流量计的修正解决方案，该方案可以对流量计进行方便快捷有效的修正，大大延长流量计的使用寿命，降低运行成本，提高运行效率。

二、修正方案

发动机测试台架（如图 2-2）上用于发动机进气流量测量的 ABB 质量流量计（如图 2-3）由传感器和显示器组成，流量信号通过显示器上的输出端输出到测试台架。由于经常使用，传感器内部探头会沾染灰尘或其它污染物，导致传感器误差变大。一般的做法是把流量计送国外清洗维保，重新标定修正。本修正方案的方式为：第一步将流量计在气体流量标准装置（如图 2-1）进行标定，得到流量计原始误差数据。第二步将原始标定数据输入专门设计的修正模块（如图 2-4）内进行数据修正。第三步将修正模块与流量计显示器的输出端连接，在气体流量

标准装置上再标定一次，以验证流量计精度满足相关法规的要求。第四步将修正模块与流量计串联使用，修正模块从流量计显示器的输出端采集流量计的原始流量信号，另外将经过处理的信号由修正模块的输出端输出到台架上。



图 2-1 音速喷嘴气体流量标准装置



图 2-2 发动机测试台架



图 2-3 ABB 气体质量流量计



图 2-4 流量计修正模块

三、修正模块介绍

1、硬件配置介绍

本产品基于 ARM32 位处理器设计，专门用于 ABB 热式气体质量流量计的数据修正，配置专用触摸屏进行流量标定操作，屏幕采用 400M SOC 处理器，运行速度快。校准点数可以在 1-20 之间任意设置。

2、使用环境条件

工作温度：-20~+70℃

存储温度：-30~+80℃

环境：无尘埃、腐蚀性气体、可燃性气体、油雾、水蒸气等

电源输入：交流电 220V

3、模块操作方法介绍

该流量计修正模块主要由模块主体和控制器两部分构成。流量计进行校准操作前将模块主体、控制器以及 ABB 热式气体质量流量计按接线要求进行接线。

流量计校准过程中，模块操作主要步骤如下：

①在上电后进入登录界面，在登录界面上选择所需的输入信号和输入模式，如图 3-1 所示。



图 3-1 登录界面

②模式选择完后点击 **▶** 跳转至首页界面，如图 3-2 所示。



图 3-1 首页界面

③点击 **校准** 进入校准设置界面，如图 3-3 所示。校准设置界面下需先进行参数设置，在总量程处输入量程，然后上下滑动选择框选择需要的校准点数和读数时间。

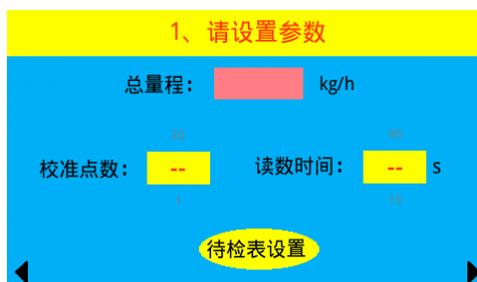


图 3-2 校准设置界面

④点击待检表设置按钮出现如下界面，如图 3-4：

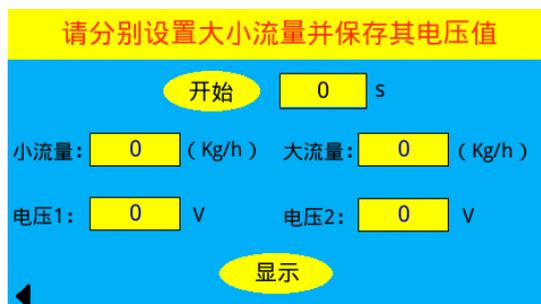


图 3-4 待检表设置界面

此处需要分别给流量计通入大小流量，获取其对应的电压值，从而在校准操作中显示更准确的待检表数据。大小流量自由选取（建议分别取总量程的 5%和 95%）。

首先手动点击小流量输入框输入小流量的数值，并让设备通入小流量，待流量稳定后，点击“开始”按钮，开始倒计时（倒计时时间与图 3-5 校准设置界面设置的读数时间一致），可以看到电压 1 处显示小流量输入时的电压值，倒计时结束后会显示读数时间内的平均电压值。然后手动点击大流量输入框输入大流量的数值，并通入大流量，待流量稳定后，点击“开始”按钮，获取其电压值。完成上述操作后点击显示按钮可以看到待检表的参数（确认是否设置好）。确认设置好后点击  返回至校准设置界面。

⑤点击  跳转至校准界面，如图 3-5 所示，正式开始校准，选择当前校准点数，从 1 开始至之前设置的总校准点数为止（如需要增多校准点数，点  返回上一页更改校准点数即可），如选择当前校准点数为 1，此时按下开始键便会开始倒计时并将待检表的流量显示在对应框内，倒计时结束后，会显示倒计时内的所有数据平均值（注意开始倒计时后不要切换画面，否则会影响此时该校准点数据的准确性，如因操作失误导致当前点数数据异常，只需再调回该校准点数，重新点开始倒计时即可），标准表流量的数据由用户手动输入。

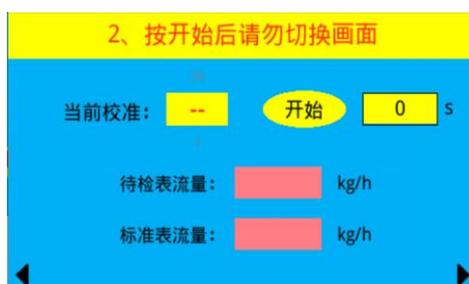


图 3-5 校准界面

⑥待所有校准点按此步骤校准完毕后点 ，跳转至校准点显示界面，如图 3-6 所示，红色框代表待检表数据，绿色框代表标准表数据，可以通过“上一页”/“下一页”分页查看，仔细观察全部数据后，无异常后点击保存按钮并等待 3s，此时校准操作全部完成，可点击首页返回至首页界面，此时的瞬时流量值即为校准后的显示流量。



3-6 校准点显示界面

*注：详细校准步骤可参考操作演示视频。

四、应用实例介绍

以无锡市检验检测认证研究院的音速喷嘴气体流量标准装置(如图 2-1 所示)为标准器,对一台 DN80 口径的 ABB 热式气体质量流量计进行校准,如图 4-1 所示为流量计修正前原始检测数据,图 4-2 为使用修正模块修正后的检测数据。可以看出,通过修正模块的修正,流量计的误差明显减小。另外我们选取了原始校准点之外的流量点进行了检测,从误差数据可以看出,修正效果仍然很好。上述实验验证了流量计修正模块修正算法的有效性。

2022.05.06		204333	14241-7962635	0-720kg/h	修正前数据	
流量点(%)	申压值(V)	显示(kg/h)	标准(kg/h)	人工读数 误差(%)	电压换算 (kg/h)	软件误差 (%)
10	0.985	71.1	72.31	-1.67	70.92	-1.92
20	1.954	141.0	144.18	-2.21	140.69	-2.42
30	2.940	212.2	217.58	-2.47	211.68	-2.71
40	3.904	281.7	288.53	-2.37	281.09	-2.58
50	4.870	351.4	360.16	-2.43	350.64	-2.64
60	5.784	417.3	429.45	-2.83	416.45	-3.03
70	6.814	491.6	504.19	-2.50	490.61	-2.69
80	7.802	562.9	575.51	-2.19	561.74	-2.39
90	8.836	637.5	647.85	-1.60	636.19	-1.80
100	9.781	705.7	716.09	-1.45	704.23	-1.66

图 4-1 修正前数据

2022.05.06		204333	14241-7962635	0-720kg/h	修正后数据	
流量点(%)	申压值(V)	显示(kg/h)	标准(kg/h)	误差(%)		
5	0.532	38.3	38.21	0.24		
10	1.006	72.4	72.28	0.17		
15	1.471	105.9	106.05	-0.14		
20	1.997	143.8	144.09	-0.20		
25	2.488	179.1	179.64	-0.30		
30	3.015	217.1	217.51	-0.19		
35	3.476	250.3	250.87	-0.23		
40	4.000	288.0	288.37	-0.13		
45	4.481	322.6	322.90	-0.09		
50	4.999	359.9	360.02	-0.03		
55	5.449	392.3	392.66	-0.09		
60	5.953	428.6	429.29	-0.16		
65	6.496	467.7	468.01	-0.07		
70	6.999	503.9	504.16	-0.05		
75	7.493	539.5	540.10	-0.11		
80	7.983	574.8	575.48	-0.12		
85	8.451	608.5	608.83	-0.05		
90	8.994	647.6	647.89	-0.04		
95	9.476	682.3	682.38	-0.01		
100	9.951	716.5	716.02	0.07		

图 4-2 修正后数据

附件

1、专利

证书号第 3728397 号



发明专利证书

发明名称：流量计校准系统和校准方法

发明人：毛君峰;王益飞

专利号：ZL 2018 1 0148424.0

专利申请日：2018 年 02 月 13 日

专利权人：无锡市计量测试院;南京航空航天大学无锡研究院

地址：214000 江苏省无锡市锡山区东亭春新东路 8 号

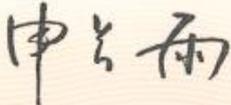
授权公告日：2020 年 03 月 24 日 授权公告号：CN 108195447 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记，专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨



第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见背面

证书号第 3728397 号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 02 月 13 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

无锡慧联流体技术有限公司；南京航空航天大学无锡研究院；无锡市计量测试院

发明人：

毛君峰；王益飞