

温度对气压传感器性能的影响研究

汪洋,陈珊,韩啸,李晖,韩伟,汤学群,李建宇

(湖南省气象技术装备中心,湖南长沙 410007)

摘要:根据湖南省气候特点,本文把气压传感器放入恒温恒湿箱中,通过调节恒温恒湿箱中的温度,并对气压传感器进行全量程检定,得到不同环境温度下气压传感器的误差值,通过分析发现,温度对气压传感器有一定的影响,但总体在允许误差范围之内。

关键词:气压传感器;温度;影响;自动气象站

中图分类号:P414.6

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)47-0082-03

0 引言

气压是气象观测的重要基础数据,对预报预测、气象服务意义重大。气象部门普遍使用维萨拉公司生产的PTB系列气压传感器,该传感器采用BAROCAP硅电容式绝对压力传感器测量大气压力。气压传感器受环境温度的影响很大,在气压传感器内部也增加了专门的温度补偿电路,但是并不能完全消除温度的影响。而气压传感器安装在室外的主采集器机箱中,在湖南地区室外环境温度一般为 $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$,对气压传感器测量精度必然会产生一定的影响。为保证气压传感器的数据准确,每年需要进行一次实验室检定,实验室检定的环境温度通常为 20°C ,所以给出的订正值也是 20°C 环境下的订正值,那么在其他温度环境下气压传感器的误差有多大并不得而知。

气压传感器的性能受温度的影响较大,国内许多同行对于气压传感器的温度影响进行了一些研究,如胡帆、金锐等^[1-2]研究过不同环境温度条件下对气压传感器进行校准产生的影响,吴非洋、张天华等^[3-4]研究过温度与风速对气压传感器现场校准的影响,李文博等^[5]在不同温湿度条件下对气压传感器的性能进行了测试。本文在以前的研究基础上对根据我省特点对国家站使用的气压传感器进行了实验,探索温度对气压传感器的影响。

1 气压传感器工作原理

湖南省气象部门使用的气压传感器一般为PTB220和PTB330型,如图1所示。为VAISALA公司的产品,现用的主流型号为PTB330型,属于硅电容式气压传感器。硅电容式气压传感器由压力敏感元件、压力转化元件和信号处理元件三部分组成^[6]。PTB330型气压传感器具有动态范围广、无迟滞和可重复性特性。传感器自身不发热,具有很好的耐温变和长期稳定性。

PTB330型硅电容气压传感器的核心元件由单晶



图1 气压传感器结构

硅的薄层构成,单晶硅的薄层焊接在涂有金属导电膜的玻璃板上,形成中间真空的硅膜盒。通过蚀刻使靠近玻璃板的单晶硅晶片上形成硅膜,并在硅膜上喷金使其导电,进而让导电玻璃板和硅膜构成平行板电容器。当大气压力发生变化时,单晶硅膜盒会出现弹性形变,从而使硅膜盒的电容发生变化。通过RC振荡电路,测量硅电容器的电容值,通过压力线性修正和温度补偿,获得随气压输入信号变化的模拟电信号,通过采集电路测量出当前的大气压力值。

2 实验方法

本文使用六个维萨拉公司的PTB330气压传感器进行实验,根据湖南省的温度特点,利用恒温恒湿箱制造不同的温度环境($-10\sim 40^{\circ}\text{C}$),把气压传感器放置于不同的温度环境中,通过便携式压力校验仪产生气压值,通过对比常温下(20°C)的气压标准器示值和不同温度环境下的气压传感器示值,获得气压传感器在不同温度条件下的测量误差,通过分析不同温度条件下的测量误差实现气压传感器的温度订正。

为方便实验,将六台传感器自行编号为001、002、003、004、005、006。根据气压传感器在我省大部分地域使用时的环境温度,选取 -10°C 、 0°C 、 $+10^{\circ}\text{C}$ 、 $+20^{\circ}\text{C}$ 、 $+30^{\circ}\text{C}$ 、 $+40^{\circ}\text{C}$,共6个温度测试点。控制气压从 $500\text{hPa}\sim 1100\text{hPa}$,选取 500hPa 、 600hPa 、 700hPa 、 800hPa 、 900hPa 、

1000hPa 和 1100hPa 共 7 个气压测试点。按照气压传感器检定规程规定的检定方法在每个温度点进行两次正行程检定实验,得到各气压检定点上传感器的误差平均值。

3 实验数据分析

当温度从-10℃升高至+40℃,气压分别从 500hPa 升高至 1100hPa 时,气压传感器 001、002、003、004、005、006 的平均误差如表 1 至表 6 所示。

表 1 气压传感器 001 各温度点平均误差 单位:hPa

温度/℃	气压检定点/hPa						
	500	600	700	800	900	1000	1100
-10	0.08	0.04	0.01	-0.03	-0.05	-0.07	-0.11
0	0.03	0.01	0.01	-0.05	-0.05	-0.08	-0.11
10	-0.13	-0.10	-0.09	-0.11	-0.10	-0.09	-0.12
20	-0.13	-0.10	-0.09	-0.11	-0.10	-0.09	-0.12
30	-0.15	-0.12	-0.15	-0.12	-0.13	-0.14	-0.17
40	-0.15	-0.12	-0.15	-0.12	-0.13	-0.14	-0.17

表 2 气压传感器 002 各温度点平均误差 单位:hPa

温度/℃	气压检定点/hPa						
	500	600	700	800	900	1000	1100
-10	0.05	0.00	-0.03	-0.05	-0.08	-0.11	-0.14
0	0.06	0.04	0.01	-0.03	-0.05	-0.09	-0.15
10	0.07	0.09	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04
20	0.14	0.16	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16
30	0.19	0.19	0.17	0.17	0.17	0.19	0.17
40	0.21	0.20	0.18	0.18	0.17	0.21	0.20

表 3 气压传感器 003 各温度点平均误差 单位:hPa

温度/℃	气压检定点/hPa						
	500	600	700	800	900	1000	1100
-10	0.14	0.13	0.11	0.12	0.11	0.13	0.10
0	0.15	0.15	0.12	0.13	0.13	0.13	0.11
10	0.14	0.13	0.13	0.11	0.14	0.14	0.12
20	0.13	0.12	0.10	0.10	0.09	0.12	0.11
30	0.13	0.12	0.10	0.10	0.09	0.12	0.11
40	0.13	0.14	0.13	0.14	0.15	0.15	0.17

表 4 气压传感器 004 各温度点平均误差 单位:hPa

温度/℃	气压检定点/hPa						
	500	600	700	800	900	1000	1100
-10	0.06	0.04	0.01	-0.05	-0.05	-0.07	-0.16
0	0.02	0.01	-0.02	-0.06	-0.07	-0.10	-0.12
10	-0.12	-0.11	-0.11	-0.11	-0.09	-0.08	-0.09
20	-0.12	-0.11	-0.11	-0.11	-0.09	-0.08	-0.09
30	-0.15	-0.15	-0.14	-0.14	-0.13	-0.13	-0.13
40	-0.15	-0.15	-0.14	-0.14	-0.13	-0.13	-0.13

从表中可以看出,编号 001 传感器平均误差在 500hPa 低压点全程最大相差 0.23hPa,在 1100hPa 高压点全程最大相差 0.06hPa;编号 002 传感器平均误差在

表 5 气压传感器 005 各温度点平均误差 单位:hPa

温度/℃	气压检定点/hPa						
	500	600	700	800	900	1000	1100
-10	0.06	0.01	-0.04	-0.05	-0.04	-0.15	-0.15
0	0.03	-0.04	-0.07	-0.08	-0.10	-0.12	-0.14
10	0.08	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05
20	0.16	0.13	0.13	0.13	0.15	0.16	0.15
30	0.19	0.18	0.17	0.16	0.17	0.19	0.17
40	0.20	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19

表 6 气压传感器 006 各温度点平均误差 单位:hPa

温度/℃	气压检定点/hPa						
	500	600	700	800	900	1000	1100
-10	0.15	0.14	0.10	0.12	0.15	0.12	0.15
0	0.14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.13	0.10
10	0.15	0.12	0.10	0.10	0.12	0.12	0.11
20	0.13	0.13	0.12	0.10	0.11	0.12	0.11
30	0.13	0.13	0.12	0.10	0.11	0.12	0.11
40	0.17	0.17	0.15	0.18	0.17	0.18	0.17

500hPa 低压点全程最大相差 0.16hPa,在 1100hPa 高压点全程最大相差 0.35hPa;编号 003 传感器平均误差在 500hPa 低压点全程最大相差 0.02hPa,在 1100hPa 高压点全程最大相差 0.07hPa。编号 004 传感器平均误差在 500hPa 低压点全程最大相差 0.21hPa,在 1100hPa 高压点全程最大相差 0.07hPa;编号 005 传感器平均误差在 500hPa 低压点全程最大相差 0.17hPa,在 1100hPa 高压点全程最大相差 0.34hPa;编号 006 传感器平均误差在 500hPa 低压点全程最大相差 0.04hPa,在 1100hPa 高压点全程最大相差 0.07hPa。六台气压传感器在各温度点和各气压点的误差变化没有明显的规律,平均误差改变的大小也不同。

编号 001 传感器平均误差在-10℃点全程最大相差 0.19hPa,在+40℃点全程最大相差 0.05hPa;编号 002 传感器平均误差在-10℃点全程最大相差 0.19hPa,在+40℃点全程最大相差 0.04hPa;编号 003 传感器平均误差在-10℃点全程最大相差 0.04hPa,在+40℃点全程最大相差 0.04hPa;编号 004 传感器平均误差在-10℃点全程最大相差 0.22hPa,在+40℃点全程最大相差 0.02hPa;编号 005 传感器平均误差在-10℃点全程最大相差 0.21hPa,在+40℃点全程最大相差 0.02hPa;编号 006 传感器平均误差在-10℃点全程最大相差 0.05hPa,在+40℃点全程最大相差 0.03hPa。

为此,把各检定点误差画成曲线图进行比较。绘制的曲线图如图 2 至图 7 所示。从图中可以看出,传感器 001、002、004、005 在低温时各检定点的误差差异明显增大,至 10℃时基本趋于一致。传感器 003、006 全程误差曲线变化不明显。

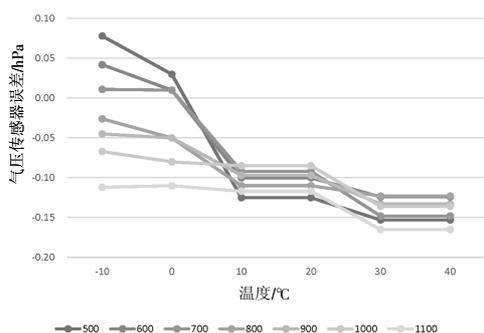


图2 传感器001各检定点误差随温度变化曲线

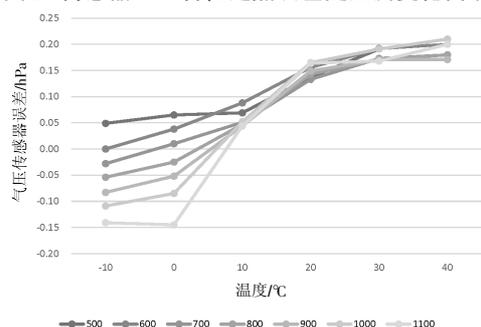


图3 传感器002各检定点误差随温度变化曲线

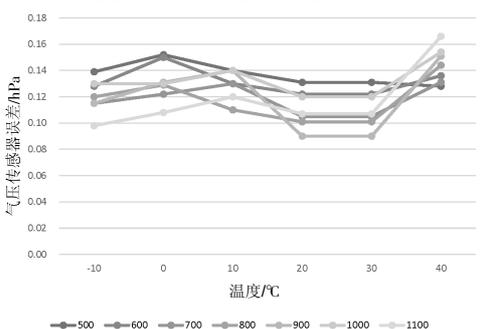


图4 传感器003各检定点误差随温度变化曲线

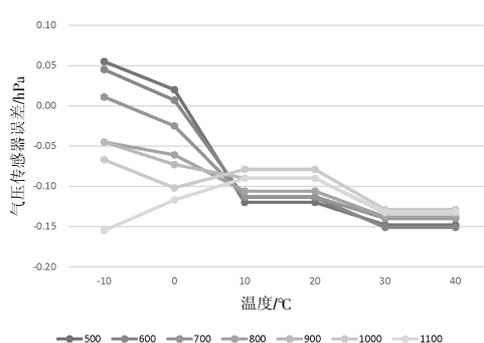


图5 传感器004各检定点误差随温度变化曲线

4 结语

气压传感器因为安装在气象观测场内, 周围环境变化对传感器均有一定的影响, 实际工作中有必要考虑环境温度变化对气压传感器产生的误差。通过本实验分析, 得到以下结论。

(1) 气压传感器均增加了温度补偿订正的功能, 温度对传感器的实际影响并不是很大(本次测量的最大值为 0.23hPa), 均能保证传感器误差在气象规范的允

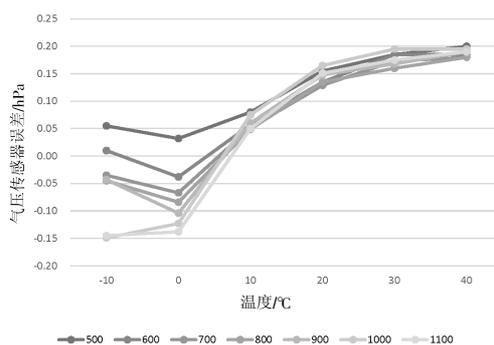


图6 传感器005各检定点误差随温度变化曲线

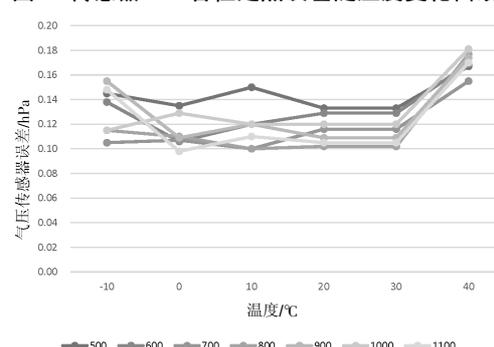


图7 传感器006各检定点误差随温度变化曲线

许范围之内。

(2) 温度对于各传感器的影响并没有规律, 如果要通过计量检定并加以修正, 必须对每一台气压传感器进行高低温实验。

(3) 一般来说, 低温对传感器的影响更大, 因此在低温环境下检测气压传感器的性能具有一定的实际意义。

参考文献

- [1] 胡帆, 王冰梅, 杨恒祥, 等. 不同环境温度对气压传感器的影响[J]. 气象水文海洋仪器, 2021, 38(2): 38-40.
- [2] 金锐. 温度对气压传感器现场校准数据影响[J]. 气象水文海洋仪器, 2021, 38(3): 76-78.
- [3] 吴非洋, 胡春泉, 张天华. 温度与风速对气压传感器现场校准影响的分析探讨[C]//中国仪器仪表学会. 中国仪器仪表学会2014年度气象水文海洋仪器分会学术交流会议论文集. 北京: 中国仪器仪表学会2014年度气象水文海洋仪器分会学术交流会, 2014: 1-3.
- [4] 张天华, 吴非洋, 胡春泉, 等. 气温与风速对气压传感器现场校准的影响[J]. 气象与环境科学, 2016, 39(4): 104-108.
- [5] 李文博, 颜平江. 气压传感器在不同温湿度条件下的性能测试[J]. 国外电子测量技术, 2018, 37(12): 106-109.
- [6] 罗淇, 朱乐坤, 高林, 等. 自动气象站气压传感器现场校准方法[J]. 气象科技, 2008, 36(4): 499-501.

作者简介: 汪洋(1979—), 男, 汉族, 湖南长沙人, 本科, 工程师, 主要从事气象装备保障和计量检定工作。