



探空仪机体温度系数的测定及其对 测高精度的影响*

若 夫

(气象科学研究院情报研究所)

我国气象台站现行使用的常规探空仪，其测压元件薄膜空盒的温度系数，是用双金属片进行补偿的。对于探空仪机体的温度系数及其对测高精度的影响，尚未得到广泛的注视。本文介绍以实验的方法测定探空仪机体的温度系数，并以实测和统计的数据估算由机体温度系数而引起探空仪测高误差的量值。

一、试验方案

为了测定探空仪机体的温度系数，我们在青海无线电三厂随意抽样，将6个经温度补偿调节合格的气压部件安装在6台探空仪的机体上，分别在高、低温气压箱内首先进行整机温度系数的测定。

试验工作是按照工艺规定的流程，进行低空气压点(750hPa)和高空气压点(50hPa)的测量。

先进行低温气压测量，将6台探空仪置入低温气压箱内，感应5分钟，抽气交变老化一个周期，消除空盒元件的弹性后效现象，稳定5分钟，开始进行低空气压点和高空气压点的低温测量。抽气降压，当水银压力表的刻度指示分别到达750hPa和50hPa时，利用微调开关减慢抽气速度，使其降压速率约为-1hPa/15s，直到所有探空仪的气压电码均发生变化为止。同时从波纹机的记录纸上可获得相邻两电码过渡点对应的气压值，保留小数点后1位数，即精确到

0.05hPa。

然后，将探空仪置入高温气压箱内感应10分钟，如法操作进行高温气压的测量。并从波纹机的记录纸上查取与低温测量相同电码过渡点对应的气压值。

以高温气压减低温气压之差值，除以温度差，即获探空仪整机的温度系数(hPa/°C)：

$$\text{整机温度系数} = \frac{\text{高温气压} - \text{低温气压}}{\text{高温} - \text{低温}}$$

将探空仪整机的低空和高空温度系数平均值分别减去气压部件的低空和高空温度系数平均值，并将此二差值平均，即获探空仪机体的平均温度系数(见表1)。

表1 探空仪机体的平均温度系数(hPa/°C)

探空仪序号	750hPa		50hPa	
	整机温度系数	部件温度系数	整机温度系数	部件温度系数
1	-0.104	-0.017	-0.081	-0.013
2	-0.077	-0.035	-0.068	-0.024
3	-0.119	-0.030	-0.076	+0.022
4	-0.105	-0.038	-0.097	-0.017
5	-0.079	-0.011	-0.077	-0.019
6	-0.077	-0.019	-0.062	-0.020
平均温度系数	-0.0935	-0.0250	-0.0768	-0.0118
机体温度系数		-0.0685		-0.0650
机体平均温度系数				-0.0668

注：测量温差为100°C。

* 申万隆、魏小梅参加了测试工作。

由表1得知，探空仪机体的平均温度系数为 $-0.0668\text{hPa}/^{\circ}\text{C}$ ，它是由制造探空仪的材质与结构形式而定的带系统性的负温度系数。

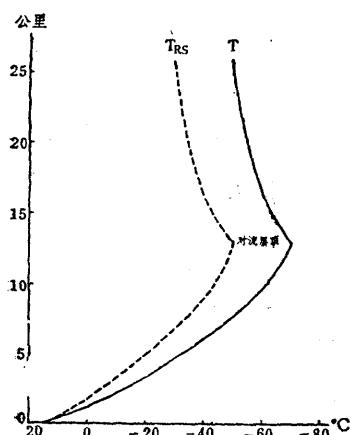
二、数据处理

为了估算探空仪机体温度系数引起探测高度的误差，笔者根据我国不同纬度的哈尔滨、北京、上海和广州地区1月与7月份气温随高度分布的高空气候资料，应用拉普拉斯气压高度方程

$$\Delta H = 18422.7 \left(1 + \frac{t_m}{273}\right) \lg \frac{P_1}{P_2}$$

算得各规定等压面之间的厚度和绝对高度。

同时考虑到探空仪机体受气球暖尾流和太阳直接照射增温的效应，设想自地面层开始至对流层顶，探空仪机体的温度与环境气温的滞差逐渐增大到 20°C ，且过对流层顶以后温差维持不变，来推算探空仪机体的温度。于是，环境气温与探空仪机体温度的差异如附图所示，并可由各规定等压面的等高线上查得对应的探空仪机体的温度值。



附图 温度随高度的分布

T——环境气温曲线

T_{RS} ——探空仪机体温度曲线

根据相邻等压面间的单位气压高度差

($-\frac{\Delta h}{\Delta p}$)、探空仪经过各等压面时的机体

温度与地面气温的变量(ΔT)及机体温度系数(T_c)，则可按下式算出各规定等压面的高度误差($\Delta H'$)：

$$\Delta H' = -\frac{\Delta h}{\Delta p} \times \Delta T \times T_c$$

查算的数据与计算的结果列于表2。

将各规定等压面的高度误差累计，即获探空仪机体温度系数引起自地面层至 20hPa 高空的总测高误差。

三、初步分析

探空仪升空的环境是由常温到低温，这与试验条件由常温到高温的情形是相反的。

负温度系数引起的气压误差($\Delta P'$)亦为负值：

$$\Delta P' = \Delta T \times T_c$$

故由此而造成正的测高误差。在通常情况下，它的量值随着高度的增加而加大。

以上测算累计的测高误差，是单纯由探空仪机体的负温度系数引起的。实际的测高误差还应考虑气压部件的温度系数。当空盒组件的非补偿温度系数为负值，起到误差叠加的作用；当空盒组件的非补偿温度系数为正值，则起到误差抵偿的效果。

综合的探空仪测高误差，还将受到空盒本身的精度以及传动摩擦因素的影响。

四、技术措施

探空仪机体温度系数引起的测高误差是一个不可忽视的量值，应该采取必要的技术措施加以消除。

解决的办法有两种：

其一是，制造厂家和气象检定部门要改

表2 机体温度系数引起的测高误差

规定等压面(hPa)	环境气温(°C)	机体温度(°C)	绝对高度(m)	单位气压高度差 (m/hPa)	测高误差(m)
1013	15	15	0.0	8.0	0.0
1000	13.7	14.1	108.7	8.4	0.5
850	-1.1	2.8	1413.0	8.7	7.1
700	-15.8	-8.5	2912.6	10.0	15.7
500	-35.5	-23.4	5345.3	12.2	31.3
400	-45.5	-30.8	6864.5	15.2	46.5
300	-55.3	-38.4	8741.8	18.8	67.1
250	-60.3	-42.2	9891.8	23.0	87.9
200	-65.1	-46.1	11269.4	27.8	113.5
150	-70.0	-50.0	12999.7	34.6	150.2
100	-62.2	-42.2	15559.1	51.2	195.6
70	-58.1	-38.1	17774.1	73.8	261.8
50	-54.7	-34.7	19912.1	106.9	354.9
30	-51.5	-31.5	23057.1	157.3	488.6
20	-50.0	-30.0	25684.2	262.7	789.7
测高误差累计 2610.4米					

注: 探空仪机体温度系数为 $-0.0668 \text{ hPa}/^{\circ}\text{C}$ 。

革现行补偿测量夹具, 使夹具的材质与探空仪机体的材质相同, 其造型应能模拟仪器的结构形式。

其二是, 按下列补偿调节近似公式对空盒尾杆露出长度进行订正:

$$\Delta X \approx -12.3 \times T_c$$

$$= -12.3 \times (-0.0668)$$

$$= 0.82 \text{ (mm)}$$

即, 将空盒尾杆露出长度在现行装配的基础上再往外拉出 0.82mm。

此亦即使双金属补偿片的开始角增大, 让其加大的正补偿量恰好去补偿机体温度系数引起的负气压误差量。则由此而造成的测高误差亦可以避免。