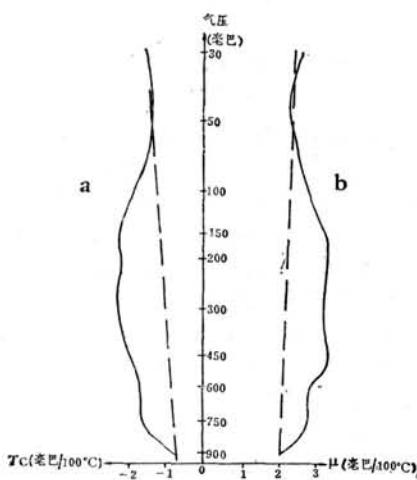


# 五九型探空仪的气压温度系数

杨维林 姚萍

五九型探空仪是我国目前广泛用以探测高空气象要素的仪器。它的气压感应元件是一组磷青铜膜盒，具有较大的温度系数。尽管采用了膜盒内残留定量气体的气体补偿法和双金属补偿器进行温度补偿，但在大批量生产的条件下，要在气压的测量范围内（1050—10毫巴）做到“全补偿”，几乎是不可能的。所以，产品技术条件规定，经温度补偿后，气压感应器的温度系数为： $>500$ 毫巴（以下简称“低空”） $\leq 0.075$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ （或：7.5毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ ）， $<500$ 毫巴（以下简称“高空”） $\leq 0.05$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ （或5.0毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ ）。工厂现行的检定工艺规定，在温差 $\geq 85^{\circ}\text{C}$ 的高低温气压箱中，检定气压感应器的低空点为960—950毫巴或900毫巴，高空气点为50—40毫巴。如其温度系数合格，即认为该感应器的温度系数在高、低空均达到了技术条件的要求。很显然，这样作的好处是便于生产。但检定两个点能否代表温度系数随气压变化的实际状况呢？为了搞清这个问题，最近我们从生产厂随机抽取了相当数量的气压感应器，按工厂的工艺规定，先作两点检定，用合格的气压感应器作了温度系数随气压变化的静态特性试验。试验点从通常的2点扩大为10个点，分别为：900、750、600、450、300、200、150、100、50、30毫巴。把试验数据整理计算后所得各气压检定点的温度系数算术平均值（ $\bar{\tau}$ ）和均方根平均值（ $\mu$ ）做成附图。



附图 温度系数随气压分布图  
图中实线为静态特性曲线，虚线为理想直线

从附图a中可以看出，平均温度系数（ $\bar{\tau}$ ）在气压为900毫巴至50毫巴之间的静态特性曲线与理想直线（又称为基准直线，即900毫巴与50毫巴两检定点 $\bar{\tau}$ 的连线）之间，存在着比较明显的非线性误差，显然，曲线的两端点（900毫巴和50毫巴）无法确切地描述这段曲线的特性。在这条曲线上，至少得取4个点（即900、450、150、50毫巴），才能基本上反映出温度系数随气压变化的实际状况。从附图b中还可以看出，450和150毫巴点正好是900至50毫巴之间最大的均方根平均值（3.3毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ ）。控制和减小这两点的温度系数，可以减小整段曲线的非线性误差，从而提高中空（5公里至15公里左右）的测压精度。450毫巴的位势高度约为6—7公里，1毫巴的测压误差相当于位势高度误差20米左右；150毫巴的位势高度约为1.4万米，正是对流层顶附近的高度，1毫巴的测压误差相当于位势高度误差约40米。所以在450毫巴点和150毫巴点 $\mu$ 值相同的前提下，控制和减小150毫巴点的温度系数显得更为重要。综上所述，为了尽量减小900至50毫巴之间的温度系数，确保其达到技术要求，同时又能照顾到大批量生产中为了提高生产效率而需要尽量减少检定点的要求，建议将目前的两点检定改为三点检定，即低空检定一点（960或900毫巴），高空检定两点（150和50毫巴）。

试验数据还说明，当50毫巴点的温度系数 $\leq 3.0$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 时，高空各检定点的温度系数均 $\leq 5.0$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ ，没有出现超差的现象，只有两只气压感应器在200毫巴点达到临界值（5.0毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ ），出现的机率仅为3%。因此可以认为，当50毫巴点温度系数 $\leq 3.0$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 时，在高空的测量范围内，温度系数值都能达到技术条件的要求。当50毫巴点的温度系数为3.1—5.0毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 时，它本身虽然没有超差，但在高空测量范围内的不同气压检定点上，出现超差的机率高达80%，超差点集中出现在450和150毫巴点上，出现机率分别为40%和47%，最大温度系数可达 $-8.2$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ （详见表1）。可见，为了保证气压感应器的高空温度系数达到技术要求，50毫巴点的温度系数值应控制在 $\leq 3.0$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 的范围内为宜。

当900毫巴点温度系数 $\geq 3.5$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 而在3.7—5.8毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 之间时，低空均未出现超差的情况。由于这次900毫巴点检定值 $\geq 4.5$ 毫巴/ $100^{\circ}\text{C}$ 的数据较少，故有待进一步验证。但可以认为，只要

表1 高空各点的检定值(毫巴/100°C)

仪器号	检 定 点 (毫巴)					
	450	200	150	100	50	30
3228	-7.7	-4.6	-5.8	-5.1	-3.7	-4.8
3283	-8.2	-3.1	-5.0	-4.6	-4.0	-4.3
3220	-6.7	-4.2	-3.1	-3.2	-4.0	-2.5
3311	-5.3	-5.9	-6.0	—	-3.9	-4.2
1646	-6.4	-3.5	-5.4	-4.8	-4.4	-5.0
2067	-5.0	-4.6	-5.5	-4.2	-4.0	-4.3
2341	-0.6	—	-5.5	-4.5	-4.2	-5.5
1645	-2.5	-6.2	-4.7	-5.3	-4.2	-5.0
2518	-3.2	—	-6.7	-7.0	-4.4	-8.0
1718	3.2	-1.0	3.0	2.6	4.0	3.7
3416	-5.6	-7.5	-3.4	-3.1	-3.3	-3.5
2845	-5.0	-4.8	-5.1	-4.0	-3.3	-4.1
3436	-3.5	-3.8	-2.6	-2.3	-3.3	-1.7
3060	-3.2	-5.2	-4.2	-5.4	-3.4	-4.4
3234	-3.5	-3.7	-2.2	-2.4	-3.5	-1.4
超差数	6	4	7	4	0	2
百分比	40%	27%	47%	27%	0%	13%

900毫巴点的温度系数 $\leq 4.5$ 毫巴/100°C, 低空测量范围内的温度系数都能达到技术条件的要求, 详见表2。

表2 低空各点的检定值(毫巴/100°C)

仪 器 号	3236	3311	3108	1646	3228	2471	2502
检 定 (毫 巴)	900	-4.0	-3.7	-4.0	-4.3	-4.5	4.0
点	750	-5.0	-7.0	-1.0	-6.5	-3.5	3.5
	600	-5.5	-4.2	-3.9	-6.0	-5.0	2.5

由于设备条件的限制, 这次试验未能测试气压在30毫巴以下时的温度系数。根据30毫巴点的温度系数一般均大于50毫巴点和附图a、b的曲线趋势推断: 气压在30毫巴以下的温度系数的绝对值将有所增大。目前, 我国高空台站的平均施放高度已达2.5万米, 部份台站的施放高度已达3万米左右。随着气球质量的提高, 施放高度还将不断提高。因此, 为了保证五九型探空仪在更高高度上的测压精度, 建议改进现有测试设备, 对气压在30—5毫巴的温度系数进行试验, 根据试验结果再考虑应该采取的措施。

最后, 应该指出的是, 本文所讨论的只是气压感温器的温度系数; 实际上仪器整机, 特别是机体对气压温度系数是有影响的。这方面的问题, 今后还需要进一步讨论和研究。