

我国实际大气与国际标准大气

陆 龙 骅

(气象科学研究院天气气候研究所)

在进行压力高度计校准、飞机和火箭设计、飞机性能计算及弹道制表等工作时，需要了解大气温度、压力、密度等参数随高度的分布情况。为此，国际上曾有过多种能用简单方式近似地表示大气参数垂直分布的大气模式（称为标准大气或参考大气），对于“低空”（对流层、平流层），国际标准化组织所采用的标准大气（ISO2533，1973）是较为成熟的，并得到了国际上的广泛承认。

国际标准大气（取自美国标准大气 U.S.S.A.—1962）是把空气看作各种气体成份的均匀混合物，在给定温度—高度廓线及边界条件后，通过对大气静力方程和气体状态方程的积分，获得压力、密度数据，给出由地面到高空 50 公里的理想化、静态的平均大气结构。

为了了解我国实际大气与标准大气的偏差情况，我们利用分布较为均匀的国内 60 个站（1960—1969 年）的探空资料，把我国 30 公里以下的实测大气与国际标准大气（ISO2533）作了初步比较。

1. 地面初始值

国际标准大气的地面初始值为气温 15°C ，气压 1013.25 毫巴，重力加速度 9.80665 米/秒^2 。这些数值很早就为国际组织所采用，也是近年来各种标准大气所习用的。

在我国，年平均温度 15°C 出现于 $30^{\circ}\text{—}35^{\circ}\text{N}$ ，大

致在江淮流域，而 1013.25 毫巴的年平均海平面气压值则出现在 $20^{\circ}\text{—}25^{\circ}\text{N}$ 。两者出现的位置都较全球平均偏南（表 1）。我国实际大气与全球平均大气的这种差异与海陆分布、洋流及大气环流有关。

表 1 我国各纬度的年平均海平面气压和温度

纬度	20	25	30	35	40	45	平均
气压	1,011.6	1,014.4	1,015.6	1,017.1	1,016.7	1,016.6	1,015.5
温度	24.0	20.8	17.2	13.2	12.2	5.0	14.3

注 据 60 站中海拔高度在 1000 米以下的各站资料订正而得。

2. 我国 45°N 处的情况

既然标准大气相当于全球中纬度的平均状况，我们先来看一下我国 45°N 处的情况。

由图 1 可见，我国 45°N 处的实测温度虽在海平面要比标准大气低 10°C ，但由于近地面层的温度直减率在 850 毫巴以下只有 $0.27^{\circ}\text{C}/100\text{ 米}$ ，700—850 毫巴间也只有 $0.48^{\circ}\text{C}/100\text{ 米}$ ，比标准大气的 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{ 米}$ 小得多，随着高度的增加，实测温度与标准大气的偏差很快减小。同时，在 3 公里以上，两者的温度直减率又相当一致，故在离地面 2—3 公里以上，我国 45°N 附近 30 公里以下的年平均温度状况与标准大

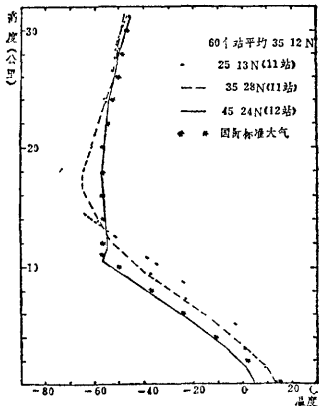


图 1 1960—1969 年平均温度廓线

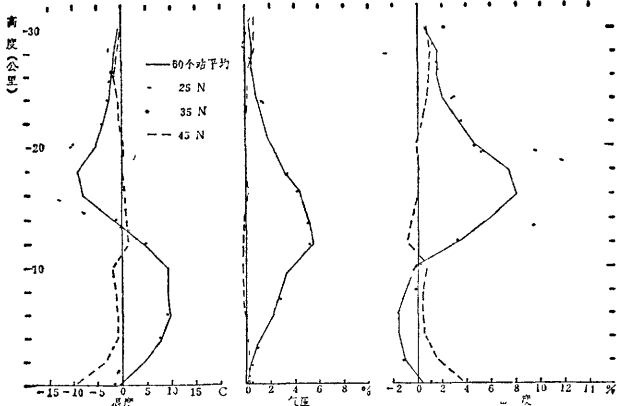


图 2 我国实测大气与标准大气的偏差

气十分接近。各高度温度偏差大多在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内,相应的气压和密度的百分比偏差大多不超过 $\pm 1\%$ (图2)。也就是说,国际标准大气基本上能代表我国30公里以下中纬度(45°N)的大气结构。

3. 纬度影响

在图1和图2中,我们也给出了国内60个站和 25°N 、 35°N 的年平均资料及其偏差。

国内60站的平均温度廓线能代表我国的平均大气结构,它与我国 35°N 附近的情况相近。我国年平均对流层顶高度在16公里附近,比标准大气高大约5公里。在对流层中上部以下,我国的平均温度高于标准大气,在此以上则相反;与标准大气的最大偏差为 $\pm 9^{\circ}\text{C}$ 左右,出现在对流层顶及对流层中部。一般情况下,我国各高度的平均气压都比标准大气高,气压百分比偏差的最大值为5%左右,出现在对流层上部(12公里附近);在10公里以下,我国的密度值略小于标准大气,在此高度以上,则大于标准大气,最大偏差8%出现在16公里附近。

随着纬度降低,30公里以下我国实测大气与标准大气的偏差加大。例如,在 25°N 附近我国年平均温度与标准大气的最大偏差可达 $\pm 18^{\circ}\text{C}$,气压和密度的最大偏差则为9%及14%(图2)。标准大气是作为全球平均大气结构而给出的,按气候情况考虑,世界上其他低纬(或高纬)地区在个别情况下也同样会有这种较大的偏差。

4. 水汽影响

在状态方程中,水汽可用引入虚温订正的办法来加以考虑。由水汽影响而造成的虚温订正值低纬大于高纬,低层大于高层。以水汽影响最大的 25°N 为例,在850毫巴平均虚温订正值可达 1.5°C ,而到200毫巴则只有 0.01°C ,由此而引起的等压面高度的最大偏差仅为26位势米(在200毫巴),30公里以下相应的气压百分比偏差仅为0.3—0.4%。因此,在考虑大气的平均状况时,可以不考虑水汽对大气参数计算的影响。

5. 季节变化

实际大气是有季节变化的。以北京为例,在对流层中上部(14公里)以下,夏季温度高于冬季,与标准大气的最大正偏差出现在7月份8公里左右,最大负偏差出现在12月份近地面处,数值均为7%($+16.9^{\circ}\text{C}$ 和 -19.8°C)左右。在14公里以上,温度的季节变化比低层小。14—22公里间,冬季温度高于夏季,与标准大气的最大偏差是8月份的 -3.5% (-7.6°C)。在22—30公里间,则又是夏季温度高于冬季,与标准大气的最大偏差是7月份的2.4%(5.5°C)。

压力和密度的季节变化要比温度简单。在近地面层以上,气压均是夏季高于冬季,最大偏差值为10%左右,出现在对流层顶附近。在10公里以下,密度是冬季大于夏季,在此高度以上则相反,最大偏差为12%,也出现在对流层顶附近。

我国其他地区的季节变化与北京相似,只是在纬度较低的地方,气象要素的年较差比纬度高的地方小罢了。

6. 极端偏差

我国1960—1969年60站逐日实测资料与标准大气温度的极端偏差是 $+34^{\circ}\text{C}$ 及 -49°C ,出现在700毫巴及近地面,气压的极端偏差为 $\pm 19\%$,出现在对流层顶附近。造成此种偏差的原因不仅有纬度的影响,也有季节变化的影响。

但是,就我国某一地区、某一时间而言,出现这种极端偏差的可能性很小。因为这里的实测极端值在100毫巴是由二十九万多次探测中挑出的,即使在10毫巴(31公里左右),也是在二千余次探测中出现的。

世界气象组织曾将标准大气定义为:能用简单方式来近似地表示垂直方向上的平均状况而选定的习用参考大气。它只要求所假定的大气温度、压力、密度的垂直分布,能粗略地反映出周年中纬度条件的大气特性,并征得国际上的承认。尤其在低层,并不要求标准大气能与大量观测数据的总平均值完全一致。由表2可见,国际标准大气与近年来根据实测资料推算的两半球和全球的年平均温度也是存在差异的。但这并不影响国际标准大气能粗略地代表全球大气的平均状况,并得到国际上广泛的承认。

表2 全球和两半球的平均气温($^{\circ}\text{C}$)

	海平面	850毫巴	500毫巴	100毫巴
全球	14.2	7.9	-15.1	-66.5
北半球	15.0	9.0	-14.2	-66.2
南半球	13.4	6.7	-16.0	-66.8
标准大气	15.0	5.6	-21.0	-56.5

注 引自Van Loon, H., Met. Monogr., 1972, 13(35).

鉴于上述情况,我国国家标准总局已将1976年美国标准大气(系对U.S.S.A-1962的修正,在50公里以下与国际标准大气完全相同)的30公里以下部分选作我国的国家标准(GB1920—80),自1980年5月1日起实施。当然,在考虑具体问题时,仍应注意纬度和季节对实际大气的影