

## 青藏高原模式大气(暂用)

魏 丽                  钟 强

(中国科学院兰州高原大气物理研究所)

### 提 要

本文根据青藏高原地区高空温、压、湿的气候资料并参考中纬度与热带模式大气初步建立了青藏高原不同季节的模式大气,以供该地区辐射传输研究的需要。

关键词    模式大气    辐射传输

### 1. 引 言

为了确定大气的光学性质,研究辐射在大气中的传输过程,McClatchey等(1972)<sup>[1]</sup>建立了不同纬度带的几种模式大气(温度、气压和吸收气体含量的垂直分布)。这几种模式大气概括了全球主要的气候区带,但对于我们所关心的青藏高原地区,由于它在地形、天气气候方面存在较明显的区域性特征,其大气状态与上述模式大气也存在较大的差异,为此,本文打算建立相应的青藏高原地区不同季节的模式大气,以便于该地区辐射传输过程的研究。

根据青藏高原地区的气候资料,我们在文献[2]的附录中曾给出了垂直分层为六层(850—100hPa)的高原冬、夏季模式大气。为了增加垂直分辨率,在上述工作的基础上,参考其它文献<sup>[1,3-5]</sup>,我们初步给出了垂直分层为32层(1.5—100km)的青藏高原四个季节的模式大气。

### 2. 确定模式大气的基本原则

我们取地面起始高度为1.5km,从2—25km垂直间隔取1km,25km以上随高度的增加分别取间隔为5、20和30km,直至最高高度100km(见表2)。模式大气要给出的是各高度上的温度、气压、水汽密度及臭氧密度。由于该地区测站条件及观测手段的限制,无法取得该地区合适的臭氧资料及平流层中部以上的探空资料,为此,在确定青藏高原模式大气时,我们不得不参考有关的一些文献与资料。资料来源与取舍和利用参考资料的基本原则是:

1. 对流层16km(100hPa)以下以文献[2]的附录中给出的六层模式大气为基础\*,16

1987年9月1日收到,12月7日收到修改稿。

\*原夏季600hPa与500hPa的水汽密度( $\text{g/m}^3$ )3.492与2.819应分别改正为4.191与2.349。

—25km或30km主要参考资料[3]；30km以上参考文献[1]和[4]。

2. 模式大气的确定应符合大气状态和大气动力学的基本规律并考虑它们之间的相互制约关系：温度、气压、高度之间满足静力平衡；水汽密度随高度指数衰减。

3. 确定的模式大气应反映高原及其邻近地区大气状态的平均特征。

### 3. 方法与步骤

根据确定模式大气的基本原则和资料来源，我们分三层分别处理。

#### 3.1. 16km以下

文献[2]给出了850—100hPa六层等压面上的高度、温度及水汽密度值。它的垂直分层与本文要讨论的模式大气分层的关系如图1所示。取地面起始高度为1.5km，以上各层高度

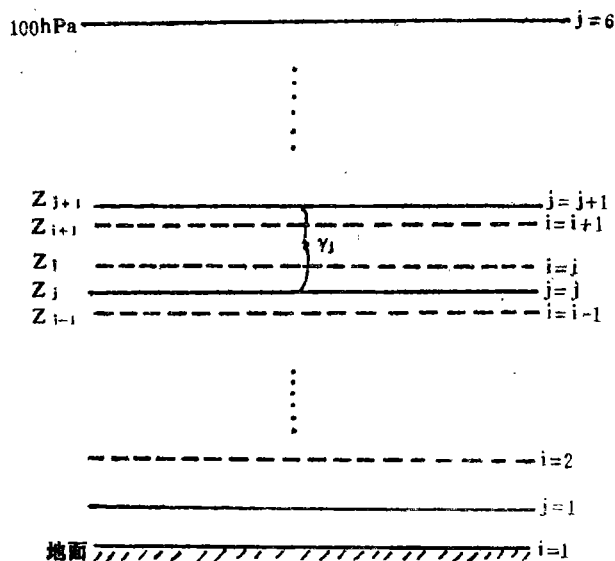


图1 垂直分层示意图

$i$ 是待插值层序号( $i=1, 16$ ),

$j$ 是被插值层序号( $j=1, 6$ )

Fig. 1 Sketch of vertical levels.

$i$  is index of interpolating level.

$j$  is index of interpolated level.

同文献[1]，即2km, 3km, …，直至100hPa附近的16km。从1.5至16km的各层次的温度、气压、水汽密度采用对六层的模式大气插值的方法求取。

##### 3.1.1. 温度

假定温度随高度线性分布（美国标准大气[4]认为86km以下，温度分布符合线性关系），此时，由已知六层模式的资料[2]可求出 $j$ 和 $j+1$ 高度层之间的温度梯度。

$$\gamma_j = \frac{T_{j+1} - T_j}{Z_{j+1} - Z_j} \quad j = 1, 5 \quad (1)$$

对上式积分

$$\int_{Z_i}^{Z_{i+1}} \gamma_i dZ = \gamma_i^* (Z_{i+1} - Z_i) \quad (2)$$

最后得到

$$T_{i+1} = T_i + \gamma_i^* (Z_{i+1} - Z_i) \quad (3)$$

其中  $\gamma_i^*$  分两种情况:

如果  $Z_i$ 、 $Z_{i+1}$  位于  $Z_j$ 、 $Z_{j+1}$  之间, 则

$$\gamma_i^* = \gamma_j \quad (4a)$$

如果  $Z_i$ 、 $Z_{i+1}$  分别位于  $Z_j$  层上、下, 则由

$$\begin{aligned} \int_{Z_i}^{Z_{i+1}} \gamma_i dZ &= \int_{Z_i}^{Z_j} \gamma_{j-1} dZ + \int_{Z_j}^{Z_{i+1}} \gamma_j dZ \\ &= \gamma_{j-1} (Z_j - Z_i) + \gamma_j (Z_{i+1} - Z_j) \\ &= \gamma_i^* (Z_{i+1} - Z_i) \end{aligned}$$

得

$$\gamma_i^* = \frac{\gamma_{j-1} (Z_j - Z_i) + \gamma_j (Z_{i+1} - Z_j)}{Z_{i+1} - Z_i} \quad (4b)$$

具体做法是, 首先由下边界层  $Z_{j-1}$  (850 hPa) 的  $T_{j-1}$  推算出  $Z_{j-1} = 2$  km 的  $T_{j-1}$ 。对于 1.5 km 高度的温度  $T_{j-1}$ , 则根据 850 hPa 的高度小于或大于 1.5 km 用下式内插或外推求得。

$$T_{j-1} = T_{j-1} + \gamma_j (Z_{j-1} - Z_{j-1}) \quad (5)$$

然后用 (3) 式可由起始层  $Z_{j-1}$  开始向上直到 16 km 递推求出每一层 ( $i = 2, 16$ ) 的温度。

### 3.1.2. 气压

假定大气满足静力平衡条件, 即

$$\frac{\partial \ln P}{\partial Z} = -\frac{g}{RT} \quad (6)$$

在区间  $(Z_i, Z_{i+1})$ , 对上式积分得

$$\ln(P_{Z_{i+1}}/P_{Z_i}) = -\frac{g}{R} \int_{Z_i}^{Z_{i+1}} \frac{dZ}{T} \quad (7)$$

当  $\gamma_i^* \neq 0$  时, 根据 (3) 式可得

$$\ln(P_{Z_{i+1}}/P_{Z_i}) = \ln\left(\frac{T_i}{T_i + \gamma_i^* (Z_{i+1} - Z_i)}\right)^{g/R\gamma_i^*} \quad (8)$$

整理后得

$$P_{i+1} = P_i \left(\frac{T_i}{T_i + \gamma_i^* (Z_{i+1} - Z_i)}\right)^{g/R\gamma_i^*} \quad (9a)$$

当  $\gamma_i^* = 0$  时, 积分结果为

$$P_{i+1} = P_i e^{-\frac{g}{RT_i} (Z_{i+1} - Z_i)} \quad (9b)$$

已知温度分布后, 利用 (9) 式可求出各层次的气压。

### 3.1.3. 水汽密度

假定水汽密度随高度指数分布, 即

$$W = W_0 e^{kz} \quad (10)$$

由 $Z_j$ 层的已知资料可知

$$k = \frac{\ln(W_{j+1}/W_j)}{Z_{j+1} - Z_j} = \alpha_j \quad (11)$$

所以当 $Z_i, Z_{i+1}$ 位于 $Z_j, Z_{j+1}$ 之间, 那么

$$W_{i+1} = W_i e^{\alpha_j(Z_{i+1} - Z_i)} \quad (12)$$

当 $Z_i, Z_{i+1}$ 层分别位于 $Z_j$ 层上、下时, 可仿温度的处理方法求出

$$\alpha_j^* = \frac{\alpha_{j-1}(Z_j - Z_i) + \alpha_j(Z_{i+1} - Z_j)}{Z_{i+1} - Z_i} \quad (13)$$

用 $\alpha_j^*$ 代替 $\alpha_j$ 即可。

对于100hPa (16km) 以下各层, 由于有实测资料作基础, 我们在一些合理的假设条件下, 用垂直插值方法, 就能够得到模式大气所需层次上的温度、气压和水汽密度值。

### 3.2. 16km至50km

青藏高原主体位于 $27.5^\circ - 40.0^\circ \text{N}$ 之间, 正处在中纬度与热带气候的过渡地区, 因此, 它的温度垂直分布与典型的中纬度模式大气或热带模式大气都有一定的差异。但在17km以上的高度, 实测资料比较缺乏, 我们只好参考中纬度与热带模式大气, 并尽可能利用有限的实测气候值, 综合考虑确定该高度层各相应层次的值。

首先我们需要确定的是17—50km各对应高度上的温度值。对于17—25km, 我们取青藏高原11个站(站名及地理位置见表1)等压面气候平均资料<sup>[8]</sup>, 用11个站的平均值作为模式大气17—25km左右的温度值。

25—50km的温度, 不同季节确定方法有所不同。对于冬季模式大气, 将17—25km的温

表1 青藏高原各站的地理位置\*

Table 1 Geographical location of observation stations on Tibetan Plateau.

站 名	北纬(度 分)	东经(度 分)	海拔高度(米)
那曲	31°29'	92°03'	4507.0
昌都	31°11'	96°59'	3240.7
拉萨	29°43'	91°08'	3658.0
定日	28°35'	86°37'	4300.0
格 尔 木	36°18'	94°38'	3306.1
玉树	33°06'	96°45'	3702.6
西宁	36°45'	101°38'	2296.2
贡嘎	33°48'	99°48'	3967.8
甘孜	31°38'	99°59'	3393.5
兰州	36°08'	103°53'	1517.2
西昌	27°53'	102°18'	1590.7

\*取自1960/1969年中国高空气候资料。

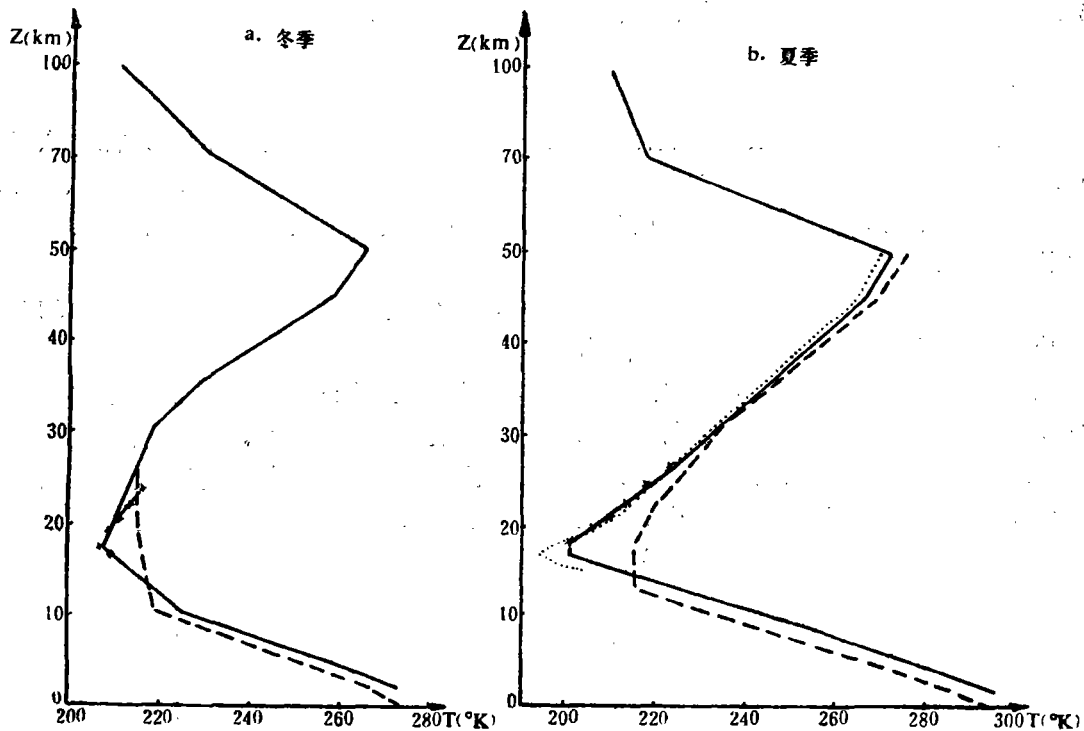


图2 青藏高原地区大气温度廓线

——高原模式大气, ×—×高原上11个站的平均,  
 ---中纬度模式大气, .....热带模式大气。

Fig.2 Air temperature profiles over Tibetan Plateau.

a. Winter, b. Summer.

—— is Plateau model atmosphere.

×—× is 11 stations average.

--- is middle latitude model atmosphere.

..... is Tropical model atmosphere.

度值与中纬度冬季模式大气25km以上的温度曲线人为地拟合起来,如图2a所示。对于夏季,考虑到青藏高原所处地理位置,对比分析了15—50km高度上中纬度夏季与热带模式大气以及青藏高原15—25km温度廓线。我们认为30km至50km的温度可以用中纬度夏季和热带模式大气的平均值代替,将该值与30km以下的值拟合成一条曲线,再由该曲线判读出所需高度的温度值,如图2b。对于青藏高原春、秋两季,则由中纬度冬、夏两季25—50km的平均值与高原17—25km的气候平均值拟合得到(图略)。

确定了17—50km的温度值后,采用对流层求取气压的方法,逐层由低向高得到相应层次上的气压值。

在这一高度层上水汽密度比低层要小4—5个量级。如同文献[1],不同的模式大气都取相同的值。

### 3.3.50km至100km

该层次,青藏高原地区由于缺乏实测资料,我们近似地以中纬度冬、夏季值代替同季节

高原地区的值, 用冬、夏季平均值代替春、秋季模式大气值。

### 3.4. 臭氧分布

在青藏高原地区没有进行过臭氧含量的探测, 我们将根据他人研究得到的臭氧水平、垂直分布的一般规律, 以邻近纬度的平均分布代表青藏高原地区。文献[5]曾给出过春、秋两季不同纬度上平均的臭氧垂直分布(图3)。在此图上臭氧含量用臭氧分压  $P_3$  表示。 $P_3$  与臭氧密度  $\rho_3$  的关系为

$$P_3 = 1.7322 \times 10^{-3} T \rho_3 \quad (14)$$

其中  $T$  是臭氧气体的绝对温度,  $\rho_3$  是以  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  表示的臭氧密度。

根据图3判读出中纬度 ( $35^\circ\text{N}$  与  $47^\circ\text{N}$  的平均) 地面至  $30\text{km}$  的  $P_3$ , 再由上式换算成  $\rho_3$ , 这样就可以得到  $30\text{km}$  以下各层臭氧含量, 并以此作为青藏高原地区春、秋季臭氧分布。

对于冬、夏两季, 仍取中纬度模式大气的值, 不过此值已用高原地区模式大气温度作了订正。即假定高原地区臭氧在大气中的分压与中纬度相同, 分压、温度和密度之间满足(14)式, 把分压与高原各层温度代入(14)式, 可得到相应的臭氧密度的值。

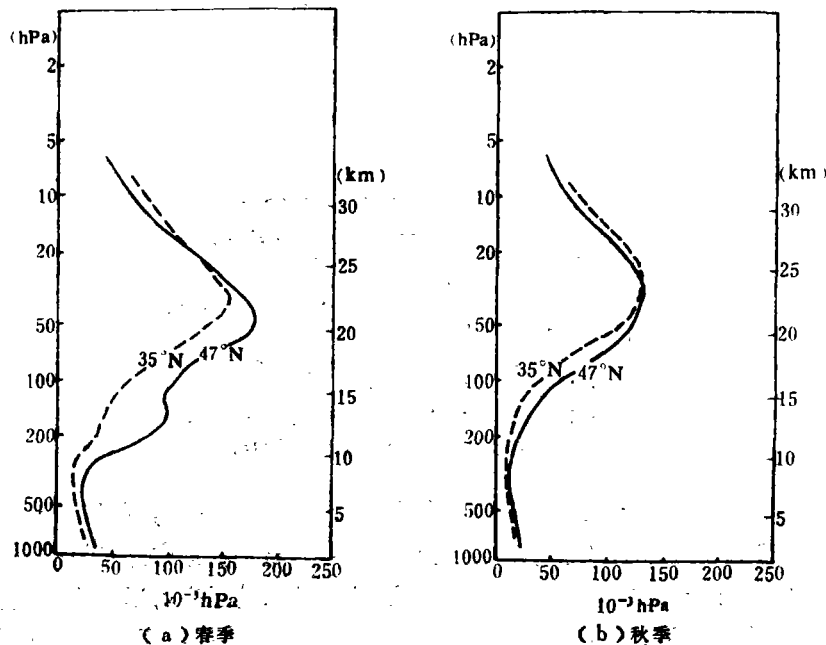


图3  $35^\circ\text{N}$  和  $47^\circ\text{N}$  平均的臭氧垂直分布 (转引自文献[5])

Fig.3 Mean vertical distribution of ozone on  $35^\circ\text{N}$  and  $47^\circ\text{N}$   
(quoted from reference [5]).

a. Spring, b. Autumn.

### 4. 结果与讨论

按照第二节中所述的基本原则和三节所述的具体方法, 我们综合分析各种资料, 确定了青藏高原四个季节的模式大气, 结果见表2。与中纬度模式大气相比, 青藏高原地区有如下特点:

1. 青藏高原模式大气取起始高度为  $1.5\text{km}$ , 而不是海平面。由于青藏高原海拔高度变化大

表 2 a

## 青藏高原模式大气 ( 冬季 )

Table 2 a

Model Atmosphere for Tibetan Plateau (Winter).

No.	Ht. (km)	Pressure (hPa)	Temp. (°K)	Water Vapour (g/m <sup>3</sup> )	Ozone (g/m <sup>3</sup> )
1	1.5	8.521E+02	2.748E+02	3.0E+00	5.3E-05
2	2.0	8.006E+02	2.728E+02	2.4E+00	4.8E-05
3	3.0	7.057E+02	2.688E+02	1.5E+00	4.8E-05
4	4.0	6.208E+02	2.636E+02	8.6E-01	4.8E-05
5	5.0	5.446E+02	2.581E+02	5.1E-01	5.6E-05
6	6.0	4.764E+02	2.520E+02	2.8E-01	6.2E-05
7	7.0	4.152E+02	2.449E+02	1.3E-01	7.5E-05
8	8.0	3.604E+02	2.377E+02	6.1E-02	8.8E-05
9	9.0	3.115E+02	2.306E+02	2.8E-02	1.2E-04
10	10.0	2.682E+02	2.264E+02	1.6E-02	1.6E-04
11	11.0	2.304E+02	2.232E+02	9.3E-03	2.1E-04
12	12.0	1.975E+02	2.201E+02	5.5E-03	2.6E-04
13	13.0	1.690E+02	2.175E+02	3.3E-03	3.0E-04
14	14.0	1.443E+02	2.149E+02	1.9E-03	3.2E-04
15	15.0	1.230E+02	2.123E+02	1.2E-03	3.5E-04
16	16.0	1.046E+02	2.097E+02	6.4E-04	3.7E-04
17	17.0	8.884E+01	2.080E+02	5.6E-04	4.1E-04
18	18.0	7.539E+01	2.080E+02	5.0E-04	4.3E-04
19	19.0	6.400E+01	2.090E+02	4.9E-04	4.4E-04
20	20.0	5.436E+01	2.095E+02	4.5E-04	4.6E-04
21	21.0	4.620E+01	2.104E+02	5.1E-04	4.4E-04
22	22.0	3.930E+01	2.114E+02	5.1E-04	4.4E-04
23	23.0	3.344E+01	2.120E+02	5.4E-04	4.0E-04
24	24.0	2.848E+01	2.130E+02	6.0E-04	3.6E-04
25	25.0	2.427E+01	2.136E+02	6.7E-04	3.4E-04
26	30.0	1.099E+01	2.174E+02	3.6E-04	1.9E-04
27	35.0	5.103E+00	2.278E+02	1.1E-04	9.2E-05
28	40.0	2.472E+00	2.432E+02	4.3E-05	4.1E-05
29	45.0	1.251E+00	2.585E+02	1.9E-05	1.3E-05
30	50.0	6.523E-01	2.657E+02	6.3E-06	4.3E-06
31	70.0	4.164E-02	2.307E+02	1.4E-07	8.6E-08
32	100.0	3.000E-04	2.102E+02	1.0E-09	4.3E-11

表 2 b

## 青藏高原模式大气 (春季)

Table 2b

Model Atmosphere for Tibetan Plateau (Spring).

No.	Ht. (km)	Pressure (hPa)	Temp. (°K)	Water Vapour (g/m <sup>3</sup> )	Ozone (g/m <sup>3</sup> )
1	1.5	8.480E+02	2.885E+02	5.8E+00	6.4E-05
2	2.0	7.990E+02	2.854E+02	4.7E+00	6.2E-05
3	3.0	7.080E+02	2.793E+02	3.2E+00	5.8E-05
4	4.0	6.256E+02	2.731E+02	2.0E+00	5.4E-05
5	5.0	5.513E+02	2.666E+02	1.2E+00	5.0E-05
6	6.0	4.842E+02	2.598E+02	6.8E-01	4.5E-05
7	7.0	4.238E+02	2.524E+02	3.1E-01	4.6E-05
8	8.0	3.694E+02	2.449E+02	1.4E-01	5.2E-05
9	9.0	3.206E+02	2.375E+02	6.5E-02	5.8E-05
10	10.0	2.772E+02	2.318E+02	3.3E-02	1.0E-04
11	11.0	2.389E+02	2.278E+02	1.8E-02	1.6E-04
12	12.0	2.054E+02	2.237E+02	9.5E-03	2.2E-04
13	13.0	1.761E+02	2.201E+02	5.1E-03	2.4E-04
14	14.0	1.506E+02	2.166E+02	2.8E-03	2.4E-04
15	15.0	1.285E+02	2.131E+02	1.5E-03	2.5E-04
16	16.0	1.093E+02	2.097E+02	6.4E-04	2.8E-04
17	17.0	9.276E+01	2.065E+02	5.6E-04	3.2E-04
18	18.0	7.859E+01	2.055E+02	5.0E-04	3.6E-04
19	19.0	6.660E+01	2.068E+02	4.9E-04	4.3E-04
20	20.0	5.649E+01	2.080E+02	4.5E-04	4.7E-04
21	21.0	4.796E+01	2.095E+02	5.1E-04	4.8E-04
22	22.0	4.078E+01	2.112E+02	5.1E-04	4.7E-04
23	23.0	3.471E+01	2.128E+02	5.4E-04	4.5E-04
24	24.0	2.959E+01	2.148E+02	6.0E-04	4.2E-04
25	25.0	2.526E+01	2.175E+02	6.7E-04	3.6E-04
26	30.0	1.169E+01	2.257E+02	3.6E-04	2.1E-04
27	35.0	5.534E+00	2.364E+02	1.1E-04	9.2E-05
28	40.0	2.770E+00	2.506E+02	4.3E-05	4.1E-05
29	45.0	1.427E+00	2.643E+02	1.9E-05	1.3E-05
30	50.0	7.540E-01	2.709E+02	6.3E-06	4.3E-06
31	70.0	4.783E-02	2.244E+02	1.4E-07	8.6E-08
32	100.0	3.009E-04	2.102E+02	1.0E-09	4.3E-11



表 2 c

## 青藏高原模式大气 ( 夏季 )

Table 2 c

Model Atmosphere for Tibetan Plateau (Summer).

No.	Ht. (km)	Pressure (hPa)	Temp. (°K)	Water Vapour (g/m <sup>3</sup> )	Ozone (g/m <sup>3</sup> )
1	1.5	8.422E+02	2.962E+02	1.3E+01	5.9E-05
2	2.0	7.948E+02	2.936E+02	1.1E+01	5.8E-05
3	3.0	7.038E+02	2.883E+02	7.7E+00	6.0E-05
4	4.0	6.271E+02	2.824E+02	4.9E+00	6.2E-05
5	5.0	5.549E+02	2.763E+02	3.3E+00	6.4E-05
6	6.0	4.898E+02	2.702E+02	2.6E+00	6.7E-05
7	7.0	4.310E+02	2.643E+02	1.4E+00	7.2E-05
8	8.0	3.782E+02	2.584E+02	7.2E-01	7.6E-05
9	9.0	3.309E+02	2.526E+02	3.8E-01	8.3E-05
10	10.0	2.886E+02	2.464E+02	1.9E-01	8.6E-05
11	11.0	2.507E+02	2.394E+02	8.3E-02	1.1E-04
12	12.0	2.169E+02	2.323E+02	3.6E-02	1.1E-04
13	13.0	1.869E+02	2.257E+02	1.6E-02	1.4E-04
14	14.0	1.603E+02	2.196E+02	6.9E-03	1.8E-04
15	15.0	1.369E+02	2.136E+02	3.0E-03	1.9E-04
16	16.0	1.164E+02	2.075E+02	6.4E-04	2.2E-04
17	17.0	9.850E+01	2.010E+02	5.6E-04	2.6E-04
18	18.0	8.311E+01	2.010E+02	5.0E-04	3.0E-04
19	19.0	7.021E+01	2.040E+02	4.9E-04	3.4E-04
20	20.0	5.946E+01	2.070E+02	4.5E-04	3.6E-04
21	21.0	5.049E+01	2.105E+02	5.1E-04	3.7E-04
22	22.0	4.297E+01	2.130E+02	5.1E-04	3.7E-04
23	23.0	3.663E+01	2.148E+02	5.4E-04	3.5E-04
24	24.0	3.127E+01	2.170E+02	6.0E-04	3.3E-04
25	25.0	2.674E+01	2.194E+02	6.7E-04	3.1E-04
26	30.0	1.257E+01	2.330E+02	9.6E-04	2.0E-04
27	35.0	6.145E+00	2.440E+02	1.1E-04	9.2E-05
28	40.0	3.104E+00	2.560E+02	4.3E-05	4.1E-05
29	45.0	1.616E+00	2.670E+02	1.9E-05	1.3E-05
30	50.0	8.585E-01	2.730E+02	6.3E-06	4.3E-06
31	70.0	5.317E-02	2.180E+02	1.4E-07	8.6E-08
32	100.0	3.000E-04	2.100E+02	1.0E-09	4.3E-11

表 2 d

## 青藏高原模式大气 (秋季)

Table 2 d

Model Atmosphere for Tibetan Plateau (Autumn).

No.	Ht. (km)	Pressure (hPa)	Temp. (°K)	Water Vapour (g/m <sup>3</sup> )	Ozone (g/m <sup>3</sup> )
1	1.5	8.520E+02	2.881E+02	6.8E+00	4.0E-05
2	2.0	8.027E+02	2.851E+02	5.5E+00	4.4E-05
3	3.0	7.112E+02	2.789E+02	3.7E+00	4.2E-05
4	4.0	6.285E+02	2.734E+02	2.3E+00	4.2E-05
5	5.0	5.539E+02	2.675E+02	1.4E+00	3.9E-05
6	6.0	4.868E+02	2.612E+02	7.9E-01	3.5E-05
7	7.0	4.264E+02	2.543E+02	3.8E-01	3.2E-05
8	8.0	3.721E+02	2.473E+02	1.8E-01	2.4E-05
9	9.0	3.235E+02	2.403E+02	8.7E-02	2.4E-05
10	10.0	2.801E+02	2.342E+02	4.3E-02	3.5E-05
11	11.0	2.417E+02	2.292E+02	2.3E-02	4.5E-05
12	12.0	2.079E+02	2.242E+02	1.2E-02	5.6E-05
13	13.0	1.783E+02	2.198E+02	6.2E-03	7.6E-05
14	14.0	1.524E+02	2.156E+02	3.2E-03	9.6E-05
15	15.0	1.299E+02	2.114E+02	1.7E-03	1.2E-04
16	16.0	1.103E+02	2.072E+02	6.4E-04	1.6E-04
17	17.0	9.347E+01	2.042E+02	5.6E-04	2.1E-04
18	18.0	7.912E+01	2.055E+02	5.0E-04	2.6E-04
19	19.0	6.707E+01	2.080E+02	4.9E-04	3.0E-04
20	20.0	5.697E+01	2.104E+02	4.5E-04	3.2E-04
21	21.0	4.847E+01	2.120E+02	5.1E-04	3.4E-04
22	22.0	4.130E+01	2.148E+02	5.1E-04	3.6E-04
23	23.0	3.525E+01	2.162E+02	5.4E-04	3.6E-04
24	24.0	3.012E+01	2.182E+02	6.0E-04	3.5E-04
25	25.0	2.577E+01	2.200E+02	6.7E-04	3.3E-04
26	30.0	1.198E+01	2.257E+02	3.6E-04	1.9E-04
27	35.0	5.722E+00	2.364E+02	1.1E-04	9.2E-05
28	40.0	2.838E+00	2.506E+02	4.3E-05	4.1E-05
29	45.0	1.462E+00	2.643E+02	1.9E-05	1.3E-05
30	50.0	7.726E-01	2.709E+02	6.3E-06	4.3E-06
31	70.0	4.901E-02	2.244E+02	1.4E-07	8.6E-08
32	100.0	3.000E-04	2.100E+02	1.0E-09	4.3E-11

表 3. 那曲、甘孜、玉树三个站探空气候值相对于高原模式大气的偏差

Table 8 The pressure, temperature and humidity deviations of Nagqu, Garze and Yushu stations compared to the Plateau Model Atmosphere.

a. Winter, b. Summer.

## a 冬季

高 度 (km)	那 曲			甘 孜			玉 树		
	$\Delta P(hPa)$	$\Delta T(K)$	$\Delta W(g/m^3)$	$\Delta P(hPa)$	$\Delta T(K)$	$\Delta W(g/m^3)$	$\Delta P(hPa)$	$\Delta T(K)$	$\Delta W(g/m^3)$
4				-0.1	2.3	0.28	0.7	0.5	0.12
5	2.7	-0.4	0.015	0.6	2.6	0.20	0.8	0.8	0.11
6	2.6	2.0	0.075	1.1	1.5	0.11	0.7	-0.0	0.059
7	2.7	1.6	0.043	1.2	1.1	0.07	0.6	-0.7	0.031
8	2.6	1.3	0.023	1.3	1.0	0.04	0.3	-1.3	0.016
9	2.5	0.9	0.013	1.3	0.7	0.02	-0.1	-2.0	0.008
10	2.3	0.2	0.009	1.2	0.1	0.01	-0.4	-2.2	0.007
11	1.9	-0.4	0.007	1.0	-0.5	0.01	-0.6	-2.2	0.007
12	1.6	-1.0		0.8	-1.1		-0.9	-2.2	
13	1.2	-0.9		0.5	-1.2		-1.0	-1.7	
14	0.9	-0.7		0.3	-1.4		-1.0	-1.2	
15	0.7	-0.5		0.1	-1.6		-1.0	-0.8	
16	0.6	-0.3		-0.0	-1.8		-0.9	-0.1	
17	0.5	0.3		-0.2	-1.5		-0.7	1.1	
18	0.4	0.0		-0.2	-1.7		-0.5	1.4	
19	0.3	-0.9		-0.3	-2.1		-0.4	1.0	
20	0.3	-1.1		-0.3	-1.4		-0.3	1.2	

## b 夏季

高 度 (km)	那 曲			甘 孜			玉 树		
	$\Delta P(hPa)$	$\Delta T(K)$	$\Delta W(g/m^3)$	$\Delta P(hPa)$	$\Delta T(K)$	$\Delta W(g/m^3)$	$\Delta P(hPa)$	$\Delta T(K)$	$\Delta W(g/m^3)$
4				-0.6	0.8	1.90	-0.1	1.0	1.60
5	-0.0	2.6	1.70	-0.3	0.8	1.30	0.1	0.5	0.97
6	0.5	2.7	0.54	-0.1	1.0	0.54	0.1	0.4	0.24
7	1.0	2.5	0.51	0.1	0.9	0.48	0.2	0.3	0.30
8	1.3	2.2	0.44	0.3	0.8	0.41	0.3	0.1	0.29
9	1.5	1.8	0.32	0.4	0.6	0.29	0.2	-0.1	0.22
10	1.5	1.5	0.21	0.4	0.5	0.19	0.1	-0.2	0.15
11	1.6	1.1	0.10	0.4	-0.1	0.09	0.1	-0.5	0.07
12	1.5	0.7	0.05	0.3	-0.5	0.04	0.0	-0.6	0.03
13	1.3	0.2		0.1	-0.9		-0.1	-0.9	
14	1.1	-0.4		0.0	-1.3		-0.2	-1.1	
15	0.9	-1.0		-0.1	-1.7		-0.3	-1.4	
16	0.7	-1.6		-0.3	-2.0		-0.4	-1.6	
17	0.4	-1.2		-0.4	-1.0		-0.4	-0.6	
18	0.3	-2.1		-0.4	-0.7		-0.4	-0.2	
19	0.1	-2.3		-0.4	-0.9		-0.3	-0.4	
20	0.0	-2.9		-0.4	-0.7		-0.3	-0.2	

(平均高度约4 km), 当应用高原模式大气于实际计算时, 起始高度应根据实际海拔高度作相应改变。

2. 在对流层内, 不论夏季或冬季, 高原模式大气的气温比同高度上的中纬度模式大气的值要高。对流层顶至平流层低层, 两者温度垂直分布的差异更为明显, 高原地区温度曲线呈<型, 而中纬度则呈C型(缓慢递减或等温), 并且在该高度上, 高原地区大气温度比中纬度大气低许多(图2)。

3. 青藏高原地区水汽密度比中纬度模式大气同高度上的值要大, 特别是夏季。

上述比较表明, 建立青藏高原模式大气以区别于中纬度模式大气或别的模式大气是十分必要的。

为了比较代表高原及其邻近地区平均状态的高原模式大气与高原上个别站的实际大气, 我们利用气候资料<sup>[3]</sup>计算了表1所给的高原上各站的温、压、湿廓线相对于高原模式大气的偏差。总的来看, 夏季的偏差比冬季小, 高原主体(海拔3 km以上)各站的偏差比边缘站小。表3给出了那曲、甘孜和玉树三个站的偏差。比较表3a和b, 可以看出, 除那曲站的温度外, 三个站的气压和温度偏差, 冬季大于夏季, 这是由于冬季高原上气象要素南北梯度大, 各站距平均情况的差别也相应偏大。从三个站温度偏差的垂直分布来看, 低层正偏差, 高层负偏差。这表明高原主体对流层温度垂直递减率比高原模式大气所代表的平均状态还要大一些。此外, 表3所示水汽密度的正偏差表明高原中部与东部对流层的湿度比高原模式大气所代表的平均状态也要大一些。

最后需要说明的是, 由于缺乏平流层中部以上的探空资料, 另外臭氧与气溶胶亦无合适资料, 本文给出的青藏高原模式大气只能作为暂用的模式大气。更为符合实际的高原模式大气的建立有待探测手段的改进与资料来源的增加。

### 参 考 文 献

- [1] McClatchey R A. et al. Optical properties of the atmosphere. 1972, AFCRL-72-0497.
- [2] 钟强、吴士杰. 利用AVHRR资料推算青藏高原地区地表反射率的方法. 高原气象, 1985, Vol.4, No.3, P. 193-203.
- [3] 中央气象局. 1960-1969年中国高空气候资料(压、温、湿). 气象出版社, 1972年.
- [4] 美国国家海洋和大气局、国家航宇局和美国空军部著. 标准大气(美国, 1976). 科学出版社, 1982.
- [5] 王贵勤等编译. 大气臭氧研究. 科学出版社, 1985.

## (TENTATIVE) MODEL ATMOSPHERES FOR TIBETAN PLATEAU

Wei Li Zhong Qiang

(Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics,  
Academia Sinica)

**Key words:** Model atmospheres; Radiative transfer

### Abstract

Based on the climatic data on Tibetan Plateau area and referring to the midlatitude and tropical model atmospheres, we have tentatively defined the plateau model atmospheres in the four seasons intended to meet the need for radiative transfer research on the plateau area.

### 气象系统首创，自编、自费出版 《计算机（器）在气象上应用专题目录集》

为加速计算机（器）在气象系统的开发应用，推进气象现代化建设，使计算机（器）在气象系统扩大应用范围，提高软、硬件开发技术水平，浙江省气象科学研究所情报室工程师裘建强同志，在气象情报部门多年工作经验的基础上，将自编、自费出版《计算机（器）在气象上应用专题目录集》。

本集为气象情报检索工作方面的出版物，广泛收集了全国各省（区）气象局、气科所及有关研究所、院校的期刊、文集、汇编、目录集等八十余种、有中文约 1700 条、外文约 800 条（含美、日、英、俄等国原文论文），共约 12 万字，能广泛检索微机应用条目。

本集取自 1982—1987 年的资料，检索简单、好看易懂，16 开本，横条铅印。包括一般理论、一般方法、气象观测、仪器设备、气象资料、天气预报、气象通讯、农业气象、专业气象服务、管理自动化等涉及面广的内容。各省级气象情报室均能查到本集中文条目所指的书刊，国家气象局情报所均能查到本集外文所指的书刊。

本集已由浙江省新闻出版局批准（浙出书临（88）第 5 号），不久将与广大气象科技工作者见面。

浙江省气象科学研究所情报室 宁翔