

# 青藏高原及邻近地区中低空温湿度分布的一些气候特点

安顺清 吴其勋 焦仪珍\*

## 一、资料处理

我们利用拉萨、成都、兰州、塔城四站1965—1974年1、4、7、10月逐日07时探空资料（标准层和特性层）把6000米（相对高度）以下的气层分为22层（见表1），并计算了各层的气温和相对湿度。其作法是首先将特性层气压（毫巴）值换算成以米为单位的高度值，然后将各层的温度进行线性内插，求出各层的温度值，并进一步求出温度直减率。

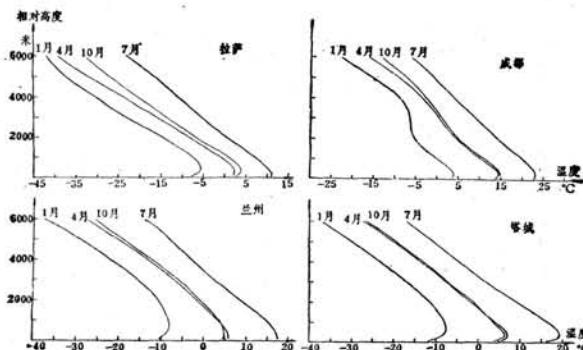
相对湿度的计算是先求出各高度的露点温度，再用各高度上的温度和露点温度计算出相对湿度值。

计算结果已列入《中国十一城市中、低空气温相对湿度资料》\*\*。

## 二、温 度

### 1. 平均气温

(1) 由附图可见，拉萨、成都、兰州、塔城四站各层的07时平均气温均以7月份最高，1月份最低，4、10月份居中。但成都和拉萨各层秋温（10月）均高于春温（4月），趋于“海洋性气候”，而兰州、塔城在1000米以下春温高于秋温，趋于“大陆性气候”。



附图 各站1、4、7、10月07时的平均气温垂直分布

(2) 如果把7月与1月平均气温差作为气温年较差的话，则由表1可见，塔城、兰州的年较差比较大。这也反映出兰州、塔城有大陆性气候特点，而拉萨、成都有海洋性气候特点。拉萨、成都气温年较差最大值不是出现在地面，而分别出现在4500—5000米、1400—1600米上空，兰州、塔城则出现在地面。各站气温年较差并非由地面一直向上减小，而是以某一高度为界，在界线以下随高度递减，以上递增。兰州和塔城的分界线分别为3000米和4000米左右。拉萨和成都则各有两个，前者为1400、5000米，后者为

表1 各站各层平均气温年较差(°C)

高 度 (米)	拉 萨	成 都	兰 州	塔 城	高 度 (米)	拉 萨	成 都	兰 州	塔 城
0	19.4	19.3	28.3	29.9	1600	14.6	20.4	20.9	22.3
100	18.2	19.0	27.3	28.6	1800	14.8	20.1	20.3	21.7
200	17.0	18.9	26.6	28.2	2000	15.0	19.9	19.8	21.1
300	16.3	19.1	26.0	27.8	2500	16.2	18.3	18.7	19.8
400	15.7	19.4	25.5	27.3	3000	17.3	16.1	18.1	19.1
500	15.3	19.6	25.0	26.7	3500	18.5	13.9	18.6	18.8
600	15.0	19.8	24.4	26.3	4000	19.3	13.2	19.3	18.8
800	14.6	20.0	23.5	25.5	4500	20.0	13.4	20.1	19.2
1000	14.5	20.2	22.8	24.7	5000	20.0	14.5	21.0	19.7
1200	14.4	20.3	22.0	23.9	5500	19.6	15.7	22.0	20.1
1400	14.2	20.4	21.3	23.1	6000	18.7	16.7	22.8	20.3

200、4000米左右。

(3) 由附图可知：07时各站平均气温垂直分布的共同特点是最高温度不出现在地面，而在地面以上的某一高度（兰州7月份除外）。最暖高度以下平均气温随高度递增，以上则递减。这是由于07时各站盛行接地辐射逆温所致。最暖高度随地区和季节而异，冬季兰州最高、成都最低，其它月份差异不甚明显，多为200—300米（见表2）。

(4) 平均气温直减率的垂直分布如下：将气温直减率分为 $r \leq 0.0^{\circ}\text{C}$ 、 $0.0 < r \leq 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $r > 0.5^{\circ}\text{C}$ 三个等级，则各站近地层直减率均为负值，以上为正值。但各站也不尽相同。如拉萨各季约在600米以上直减率较大，多为 $0.7\text{--}0.8^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ ，层结不稳定，因此上空常常出现对流云系。这可能与高原地面全年均以不同形式的热量向大气输送有关[1][2]。成都约在1400—

表2 各站07时平均气温最暖高度

高 度 (米) 月 份	站 名	拉 萨	成 都	兰 州	塔 城
1 月		400	200	800	600
4 月		300	200	200	300
7 月		100	300	0	300
10 月		300	200	400	300

\* 参加这项工作的还有陆业传、杨麟美、彭开秀、姚华栋、王茂新。

\*\* 该书即将由气象出版社出版。

4000(5000)米层中直减率小于 $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ , 层结稳定, 这与其上空盛行逆温有关。

## 2. 逆温

本文中逆温指的是气层上部温度高于或等于下部

的温度[3]。逆温强度是每升高100米的升温值, 逆温频率是各层出现的逆温次数占总日数的百分比。据统计, 各站逆温垂直分布特点是低层强而多, 上层弱而少。低层随高度变化大, 上层小, 但也因地因时而异。

表3 1月份各站各层逆温频率(%)和强度( $^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ )

高度(米)	拉萨		成都		兰州		塔城	
	频率	强度	频率	强度	频率	强度	频率	强度
0—100	87	1.5	57	1.3	80	1.7	90	3.6
100—200	81	1.3	50	1.0	62	0.9	87	2.1
200—300	72	0.8	26	0.8	60	0.8	75	1.1
300—400	61	0.5	11	0.7	57	0.9	70	0.8
400—500	48	0.4	5	0.6	53	0.7	64	0.6
500—600	34	0.3	2	0.6	55	0.7	55	0.4
600—800	13	0.1	1	0.8	53	0.4	44	0.2
800—1000	5	0.1	2	0.3	44	0.3	35	0.2
1000—1200	4	0.2	1	0.3	33	0.3	31	0.2
1200—1400	2	0.1	2	0.3	23	0.3	23	0.2
1400—1600	1	0.1	8	0.6	22	0.5	13	0.1
1600—1800	0	0	10	1.0	38	0.7	8	0.1
1800—2000	0	0	13	1.0	28	0.4	8	0.2
2000—2500	0	0	22	0.8	11	0.3	2	0.2
2500—3000	0	0	31	0.7	21	0.6	2	0.2
3000—3500	0	0	36	0.6	9	0.2	0	0.1
3500—4000	<0.5	0.2	22	0.6	0	0	1	0.4
4000—4500	1	0.1	13	0.5	19	0.9	1	0.3
4500—5000	2	0.4	1	0.6	7	0.3	0	0
5000—5500	5	0.2	1	0.9	0	0	0	0
5500—6000	5	0.3	<0.5	0.2	24	0.9	0	0

1月份: 由表3可见, 低层0—500米塔城逆温最多最强, 成都最少且弱。600—2000米层中兰州最多、稍强。2000—4500米以成都最多最强。1600—4000米拉萨基本无逆温。各站逆温频率垂直分布可分为三种类型。第一是拉萨的“间断型”, 即逆温频率由地面向上递减, 在1600—4000米层中基本无逆温, 4000米以上复又出现。第二是成都的“双峰型”, 即地面最多并向减少, 1000—3500米复又增加, 出现一个次多层, 3500米以上又渐形减少。第三是兰州、塔城的“递减型”, 即逆温频率随高度升高逐渐减少, 当然其中也有小的曲折。上述三种类型与各站的位置及环流特点有关。拉萨位于青藏高原中部偏南的河谷中, 海拔3658米, 冬季为冷高压所控制, 多晴天, 1月份02、08时总云量分别仅有1.4、0.8, 多辐射逆温。而上空气团较单一, 各种逆温不易出现。冬季高原对流层顶较低, 拉萨1月份极地类对流层顶平均高度为10,243米, 最低为7210米。因此4000米以上的逆温层可能属于对流层顶逆温。成都位于高原东侧的四川盆地之中, 冷空气进入较难, 其地面温度比同纬度东部地区高。即使冷空气进入, 也因不易排出而滞留时间较长, 多阴天, 02、08时总云量分别为8.1、8.4, 低云量为5.0左右, 不利于地面辐射逆温的形成和加强。其上空因

盛行西南气流, 多锋面逆温、动力逆温及下沉逆温等[4][5], 因此在1000—3500米层中出现了一个次多层。

4月份: 4月份各站逆温强度和频率的垂直分布趋势与1月份大体相似(表略)。除成都外, 各站低层逆温强度和频率均比1月份弱、少。拉萨基本无逆温层更加扩展, 由1月份的1600—4000米扩展为800—5500米。成都4月份低层逆温频率多于1月份, 在2500—3500米上空仍为一个次多层, 其频率略高于1月份。

7月份: 高原是热源, 地面为热低压, 云雨较盛, 02、08时低云量平均高达7.8、7.9, 雨日为20.4天, 拉萨低层逆温明显减少变弱, 兰州也少。而成都7月份02、08时总云量和低云量均较其它月份少, 故逆温频率与1月相当, 仅强度弱于1月。塔城也与1月相似。逆温频率的垂直分布是成都上空的逆温次多层消失, 拉萨基本无逆温层扩至600米到6000米, 塔城在1000米以上也基本无逆温(表略)。

10月份: 成都此时适逢秋雨连绵季节, 02、08时的总云量和低云量均大于9和5, 是一年中云量最多的月份, 故低层的逆温最少。塔城亦少。而拉萨比7月份明显增加。逆温频率的垂直分布与1月大致相似。拉萨在800米以上基本无逆温, 而成都和兰州分别在3000—4000米、3000—3500米出现一个次多层, 塔城

则明显随高度递减(表略)。

接地带逆温是气温从地面开始向上递增。其影响因子很多，其中有些因子随地区、季节而变，因此接地带逆温也因地因季而异。由表4可见：兰州、塔城、拉萨均以1月份最多、最强、最厚。拉萨、兰州7月份最少、最弱、最薄。塔城7月份与1月份的接地带逆温频率基本相等，仅强度和厚度不及1月，4、10月逆

温少。成都接地带逆温季节变化较为特殊，4月份最多，10月份最少，1、4月较强，7、10月最弱，7月最厚，1月最薄。这种特殊规律与当地所处的地理环境及天气气候特点密切相关。另外，塔城一年四季的接地带逆温频率和强度均明显偏多、偏强，原因是塔城纬度较高，并处于盆地中，常形成冷气湖，冬季积雪多，所以辐射逆温多，强度也强(详见表4)。

表4 各站各月接地带逆温频率、温差及厚度

项 目	频 率 (%)				逆温层顶与底温差(℃)				厚 度 (米)				
	月	份	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7
拉 萨	87	63	37	84	4.1	2.2	1.6	2.8	500	350	270	300	
成 都	57	65	57	46	2.6	2.6	1.6	1.6	250	260	350	260	
兰 州	80	56	36	68	4.8	2.1	1.2	2.9	750	410	340	520	
塔 城	90	76	90	77	8.0	4.1	4.6	5.6	610	340	340	380	

## 二、相对湿度

1月份：4000米以下，相对湿度以成都最大，拉萨最小。其垂直分布各站均为低层大，高层小，但1000米以下直减率大。成都、拉萨、兰州均有直减率≤0的层次，即相对湿度随高度升高而增加。这个层次成都为1200—2000米，兰州为3500—6000米，拉萨为2000—3500米。塔城则由地面向上一直递减。

4月份：相对湿度仍以成都为最大，1600米以下拉萨最小，1600米以上塔城最小。其垂直分布趋势与1月份大致相近，拉萨在1000—2500米、成都在1000—1800米、兰州在1800—3000米，其直减率为正值，塔城仍为递减型。

7月份：各站相对湿度的垂直分布与1月份差异颇大。此时由于西南季风可把印度洋的水汽直送到高原，夜雨多，加之温度也低，故在1500—4500米处拉萨相对湿度最大。而1500米以下、4500米以上仍以成都为最大，拉萨次之。塔城因受夏季风影响小，所以相对湿度最小。拉萨和塔城分别在600—2500米、1000—3000米处相对湿度递增，成都和兰州则一直递减。

10月份：北方冷空气开始南侵，西南地区湿中心范围缩小，印度半岛北部出现明显的干舌，青藏高原水汽显著减少，因此拉萨的相对湿度比7月份显著减小。成都因多秋雨，相对湿度最高，0—4500米以下塔城最低，4500—6000米以拉萨最低。其垂直分布是成都约在3000—3500米处，拉萨在1000—2000米处相对湿度直减率为正值，兰州、塔城则一直为递减。拉萨相对湿度冬夏差异悬殊，因此夏季多阴雨天气，7月份雨日达20.4天，而1月份仅0.5天。成都在2000米以下四季相对湿度差异很小，但2000米以上差异则较大，其中7、10月份最大，因此夏、秋雨多，7、10月份平均雨日分别为17.2天和16.1天，而1、4月份则较少，分别为5.4天、14.0天。兰州相对湿度的季节变化趋势与成都相似。塔城相对湿度以1月份最大，2000米以上7月份也较大，因此夏、冬降水较多。

## 四、小 结

综上所述，高原及邻近地区6000米以下温、湿度

分布特点如下：

1. 根据07时气温的年较差和春秋温比较，高原北侧兰州和塔城趋于大陆性气候，高原上的拉萨和东侧的成都趋于海洋性气候。

2. 07时平均气温的垂直分布，各季均在地面以上某一高度处最高。这一最暖高度，高原北侧高于东侧及高原主体，冬季高于夏季。

3. 07时平均气温年较差的垂直分布是高原北侧年较差最大值出现在地面，高原主体及东侧则分别出现在4500—5000米、1400—1600米的上空。

4. 07时气温直减率低层为正值，上层为负值，成都1、4、10月在2000—4000米平均直减率小于湿绝热率，层结稳定，而拉萨各季大约在600—4000(6000)米处大于湿绝热率，其递减率为0.7—0.8°C/100米。7月份稍小，为0.6°C/100米，层结不稳定。

5. 07时接地带逆温各季均较多，但冬季最多、最厚、最强。塔城、兰州厚于拉萨和成都，成都接地带逆温的季节变化较为特殊。

6. 冬季逆温频率垂直分布大致可分为三种类型：高原上的拉萨为“间断型”，东侧的成都为“双峰型”，北侧的塔城、兰州为“递减型”。

7. 四季相对湿度基本以成都最大，但夏季拉萨在1500—4500米层中最大，春、夏、秋季以塔城最小，冬季以拉萨最小。拉萨冬夏差异最显著。

8. 拉萨、成都各季上空均有一个相对湿度递增层，而兰州和塔城则多为递减。

最后需要说明的是高原及周围地区地形复杂、气候差异显著，本文中仅用了四个点07时的资料，所以上述气候特点只能代表有限的地区和时段，特别在低层更是如此。另外，文中所列的高度均为距地的相对高度。

## 参考资料

- [1] 叶笃正、高由禧等，青藏高原气象学，科学出版社，1980年。
- [2] 陆龙壁、戴加洗，科学通报，25(1980)，9:403—405。
- [3] 船津康二等，研究时报，1975，1。
- [4] 中央气象局，中国高空气象资料(1960—1969年)。
- [5] 喻世华，气象学报Vol.35, No.1, 63—70。