

# 横断山脉中段云岭白茫雪山的大气混浊度

陈沈斌 白延铎

中国科学院  
国家计委 (自然资源综合考察委员会) 员

## 提 要

本文根据 1983 和 1984 年横断山脉中段云岭白茫雪山东坡三个不同海拔高度 (4292m、3760m 和 2025m) 上测量的太阳直接辐射资料, 计算并分析了云岭白茫雪山林克大气混浊因子  $T_p$ 。 $T_p$  随海拔高度的升高而减小, 不同海拔高度上  $T_p$  的年变化趋势基本一致, 最大值出现在 7、8 月份, 最小值在 11 月份。若将  $T_p$  分成气溶胶混浊因子  $T_R$  和水汽混浊因子  $T_w$  ( $T_p = 1 + T_R + T_w$ ), 水汽混浊因子  $T_w$  的年变化趋势与降水分布相吻合, 气溶胶混浊因子  $T_R$  呈相反的变化趋势。地处干热河谷的奔子拦, 由于局地气候的影响, 其混浊度较大, 接近海拔 50m 的北京, 年平均值为 3.09。

世界气象组织 (WMO) 建议在全球范围内建立大气混浊度监测网, 以便对全球本底污染趋势作出估计<sup>[1]</sup>。可见, 大气混浊度状况已引起全世界有关科学工作者高度重视。大气混浊程度与空气中悬浮微粒物质 (如工业微尘, 火山喷发等) 和水汽的含量有关, 了解某一地区大气混浊度及其各因素的源, 对研究这个地区大气污染状况和气候特征都有重要意义。

全国范围内大气混浊度的计算与分布, 王炳忠等<sup>[2]</sup>曾作过研究。横断山地区处于青藏高原东部边缘地带, 地势起伏大, 海拔高差悬殊。区内测站极少, 且绝大部分位于河谷底部, 有辐射观测的更是少见, 大气混浊度的研究非常困难。为此, 中国科学院青藏高原综合科学考察队在横断山脉中段云岭白茫雪山东坡不同海拔高度上进行了有史以来第一次太阳直接辐射观测, 历时两年 (1983—1984 年)。表 1 是各测站的地理位置和海拔高度。本文根据这些观测资料, 计算和分析了云岭白茫雪山的林克 (Linke) 混浊因子的空间分布和年变化趋势。可以看出,

除水汽的影响外, 主要是自然气溶胶的作用。

表 1 各测站地理位置与海拔高度

地点	北 纬	东 经	海拔 (m)
白茫雪山垭口	28°23'	99°01'	4292
122道班	28°19'	99°08'	3760
奔子拦	28°14'	99°19'	2025

## 一、林克混浊因子的定义和计算

林克<sup>[3]</sup>提出的大气混浊因子  $T$ , 是实际太阳直接辐射消光系数与当地理想大气消光系数之比。地面上实际接收到的太阳直接辐射度, 可以写为:

$$E = \frac{E_0}{F_0} \exp[-T \cdot \bar{a}(m) \cdot m] \quad (1)$$

其中  $E_0 = \int_0^\infty E_0(\lambda) d\lambda$  为大气上界太阳辐射度, 即通常所说的太阳常数;  $F_0$  是日地平均距离的订正因子;  $\bar{a}(m)$  是理想大气消光系数的平均值;  $m$  是大气光学质量;  $T$  为林克混浊因子。

由 (1) 式可得林克混浊因子的计算公

式:

$$T = [m \cdot \bar{a}(m) \cdot \log e]^{-1} \log \frac{E_0}{E \cdot F_0}$$

$$= p(m) (\log E_0 - \log E - \log F_0) \quad (2)$$

式中  $p(m) = [m \cdot \bar{a}(m) \cdot \log e]^{-1}$  称为林克混浊因子系数。

为了使不同海拔高度上的  $T$  值可以进行比较, 国际地球物理年年刊<sup>[4]</sup>给出了气压为  $p$  地方大气混浊因子的订正公式:

$$T_p = 1 + (T - 1) \cdot \frac{P(m)}{P(M)} \quad (3)$$

至此可以看出林克大气混浊度表明了这

样一种物理概念, 对实际含有尘埃和水汽的大气来说, 它对大气外界太阳辐照度的消光相当于几倍理想大气的消光, 因此  $T_p$  不能小于 1,  $T_p$  越大表明大气越混浊。

本文根据 (2) 和 (3) 式, 应用 D. V. Hoyt 给出的  $p(m)$  值和相应的  $E_0$ <sup>[5]</sup>, 计算了横断山脉中段云岭白茫雪山各站同时观测时的林克大气混浊因子  $T_p$ , 然后按各定时观测时间加权平均得出月平均的  $T_p$ 。

### 二、林克混浊因子的时空分布

表 2 给出了白茫雪山垭口、122 道班和奔子栏 1983 和 1984 年林克混浊因子  $T_p$  的

表 2 各测站林克混浊因子  $T_p$  月平均值

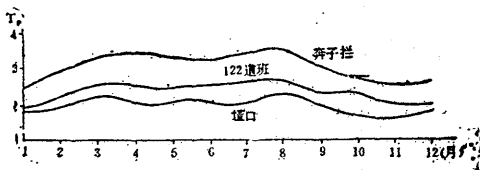
站名 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
白茫雪山垭口	1.87	2.03	2.29	2.17	2.14	2.15	2.07	2.30	1.97	1.84	1.70	1.86	2.03
122道班	1.98	2.25	2.61	2.60	2.52	2.56	2.62	2.76	2.35	2.32	2.01	2.06	2.39
奔子栏	2.57	3.00	3.41	3.40	3.34	3.21	3.46	3.51	3.04	2.75	2.51	2.69	3.09
北京 <sup>[7]</sup>	2.84	2.97	3.18	3.47	3.57	3.65	3.76	3.59	3.18	2.95	2.86	2.91	3.25

月平均值, 为了进行比较, 同时列出了北京的林克混浊因子<sup>[6]</sup>。表 3 是旱季 (11—4 月) 和雨季 (5—10 月) 林克混浊因子的平均值。

表 3 各站旱、雨季林克混浊因子  $T_p$  平均值

站名 \ 季节	旱季 (11—4月)	雨季 (5—10月)	年平均
白茫雪山垭口	1.99	2.08	2.03
122道班	2.25	2.53	2.39
奔子栏	2.98	3.22	3.09

附图给出了三个站月平均混浊因子年变化曲线。



附图 各站林克混浊因子  $T_p$  年变化

由表 2 和附图可以明显地看出, 随着海拔高度的增加, 林克混浊因子随之减小, 各

站的年变化趋势基本一致。混浊因子最大值均出现在 8 月份, 最小值除 122 道班外均在 11 月份, 122 道班 11 月份的混浊因子也接近最小, 仅差 0.03。以 8 月和 11 月为准, 各站混浊因子最大值分别比年平均值大 13%、15% 和 14%, 最小值分别比年平均值小 16%、16% 和 18%。各站年平均值均比北京小, 但奔子栏已接近北京, 这是由于局部环境的影响。由表 3 可以看出雨季混浊因子各站均大于旱季, 且分别比年平均值大 2%、5% 和 6%。旱季恰好相反, 分别比年平均值小 2%、6% 和 4%。

### 三、白茫雪山林克混浊因子的分析

按照林克大气混浊因子的定义, 影响该地区大气混浊度的因素, 主要是空气中水汽的含量和悬浮微粒物质的变化。该地区近地面层旱季在西风急流的控制下, 经过北非, 西亚沙漠上空的干燥气流, 随风带来较多的微粒物质, 使大气混浊度受到较大影响。雨季南支槽从孟加拉湾带来大量水汽, 增加降

水,有时还把孟加拉湾风暴引向高原,造成大雨或暴雨。于是这个时期空气中水汽含量较大,水汽对大气的混浊度具有决定性作用。

如果把林克大气混浊因子  $T_p$  分成两部分,一部分为水汽混浊因子  $T_w$ ,另一部份为气溶胶混浊因子  $T_R$ ,则林克混浊因子  $T_p$  应为:

$$T_p = 1 + T_w + T_R \quad (4)$$

由多量测量结果知道,  $T_w$  近似为 (Сивков, 1968):

$$T_w = e^{0.43} \text{ 或 } T_w = be^{(7)} \quad (5)$$

其中  $e$  为地面水汽压,单位 mmHg,  $b$  为经验常数,约等于 0.11—0.12。则  $T_R$  为:

$$T_R = T_p - T_w - 1 \quad (6)$$

根据 (5) 式 ( $b = 0.11$ ) 和 (6) 式分别计算了白茫雪山各测点的水汽混浊因子  $T_w$  和气溶胶混浊因子  $T_R$ ,列于表 4。

表 4 各站水汽混浊因子和气溶胶混浊因子

项目	测站	月份												雨季 (5—10月)	旱季 (11—4月)	年平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
水汽混浊因子 $T_w$	白茫雪山垭口	0.14	0.17	0.27	0.35	0.48	0.67	0.78	0.69	0.62	0.46	0.21	0.16	0.62	0.22	0.42
	122道班	0.18	0.21	0.31	0.42	0.55	0.78	0.92	0.85	0.76	0.58	0.27	0.20	0.74	0.26	0.50
	奔子拦	0.29	0.31	0.45	0.64	0.78	1.04	1.31	1.35	1.12	0.85	0.44	0.32	1.08	0.41	0.74
气溶胶混浊因子 $T_R$	白茫雪山垭口	0.73	0.86	1.02	0.82	0.66	0.48	0.28	0.61	0.35	0.38	0.49	0.70	0.46	0.77	0.61
	122道班	0.80	1.04	1.30	1.18	0.97	0.78	0.70	0.91	0.59	0.74	0.74	0.86	0.78	0.99	0.89
	奔子拦	1.28	1.69	1.96	1.82	1.56	1.17	1.15	1.16	0.92	0.90	1.07	1.37	1.14	1.53	1.34

由表 4 可以看出,水汽混浊因子最大值出现在 7 月份,气溶胶混浊因子最大值出现在 3 月份。按季节来看,雨季水汽混浊因子大于旱季,旱季气溶胶混浊因子大于雨季,恰好与上面的分析吻合。

总的来说白茫雪山不同海拔高度上的林克混浊因子雨季大于旱季,旱季开始的 11 月份,混浊因子最低,然后开始逐渐增大,同

时气溶胶混浊因子逐渐升高。但雨季林克混浊因子有个低值,这与各站降水的月变化完全一致,请看表 5 各站的降水量分布。

由表 2 和附图可以看出,林克混浊因子随着海拔高度的升高而减小。白茫雪山东坡每上升 100m,林克混浊因子平均减小 0.04。估计横断山地区林克混浊因子的空间分布与白茫雪山差不多。

表 5 各测站月降水量 (1983 和 1984 两年平均)

站名	月份												年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
白茫雪山垭口	23.9	21.2	36.1	104.8	39.3	105.0	132.5	193.9	96.5	69.5	18.8	30.0	871.1
122道班	68.4	43.0	61.0	132.7	23.1	90.1	129.1	184.2	92.3	89.3	15.6	77.3	1010.7
奔子拦	2.8	1.7	9.9	32.2	3.3	28.3	83.3	118.2	27.3	22.5	6.3	2.9	338.5

奔子拦位于金沙江河谷底部,地面干燥,植被稀少,风沙较大,两岸有堆积的沙丘,加上奔子拦气温较高 (年平均气温 16.7°C),江面蒸发较烈。加之该地区全年盛行气流与山脉正交,河谷底部多为下沉运动<sup>[8]</sup>,故低空的悬浮微粒物质不易向高空扩散。尽管该地区根本没有工业可言,其混浊程度仍

接近工业比较集中、春季风沙较大的北京,可见奔子拦地区的大气是比较混浊的。雪山垭口和 122 道班位于山脉的中上部,空气流通,植被较好,是其混浊因子较小的原因之一。

总之,该地区的大气混浊度,雨季受水汽的影响,旱季主要决定于大气中气溶胶微粒

的变化。在西风带中据 GEMS 监测网观测, 伊朗德黑兰, 印度加尔各答悬浮微粒物质的浓度不完全是由于工业污染, 天然尘埃也起很大作用〔9〕。

#### 四、结论

通过对白茫雪山垭口, 122 道班和奔子拦三点林克混浊因子的计算与分析, 有以下几点认识:

1. 横断山地区林克混浊因子, 由东向西随海拔高度变化, 海拔越高林克混浊因子越小。

2. 横断山地区类似于奔子拦的干热河谷, 尽管没有什么工业污染, 其混浊度仍然较大。

3. 不同海拔高度上的林克混浊因子年变化趋势基本一致, 最大值出现在雨水最多, 湿度最大的 7、8 月份, 说明水汽对混浊因子有较大贡献。最小值出现在 11 月份, 恰值

雨季末旱季初, 是一年中大气透明度最好的时期。

#### 参 考 文 献

- 〔1〕 WMO operations manual for sampling and analysis techniques for chemical constituents in air and precipitation, WMO, 1971, No. 239.
- 〔2〕 王炳忠等, 我国大气混浊度因子的计算及其分布, 气象, 1982, 1.
- 〔3〕 康德拉捷夫, 太阳辐射能, 科学出版社, 1962.
- 〔4〕 Annual of the international geophysical year. Vol. V. Part. VI, 1958.
- 〔5〕 D. V. Hoyt, New calculations of the linke turbidity coefficient, Q. J. Roy. Meteo. Soci. Vol, 101, No. 428, 1975.
- 〔6〕 谢贤群, 北京的大气混浊度, 地理科学, 第 4 卷, 第 4 期, 1984.
- 〔7〕 内嶋善兵卫等, 关东地方南部の日射气候, 农业技术研究所报告, A, 第 27 号, 昭和 56 年 3 月.
- 〔8〕 西藏气候, 科学出版社, 1984, p112.
- 〔9〕 World Resources, 1986, p164.

## The atmosphere turbidity coefficient of Yunling Baimang Snow Mountain in the central part of the Hengduan Mountain Range

Chen Shenbin Bai Yanduo

(Commission for Integrated survey of Natural Resources,  
Chinese Academy of Sciences)

#### Abstract

According to the data of solar direct radiation observation at the Yunling Baimang Snow Mountain in the central part of the Hengduan Mountain Range in 1983 and 1984, the Linke atmosphere turbidity coefficient  $T_p$  was calculated and analysed. It's found that  $T_p$  decreases with the increase of altitude. The annual variations of  $T_p$  show similar trend at different altitude.  $T_p$  is maximum in July and August, and  $T_p$  is Minimum in November.  $T_p$  may be divided into the aerosol turbidity coefficient  $T_R$  and the vapour turbidity coefficient  $T_w$ , The annual variation of  $T_w$  is in accordance with the annual distribution of the precipitation, and  $T_R$  shows the opposite variation tendency.