

红外长窗区的大气透过率

黄意玢 金 燕 王维和

(卫星气象中心)

提 要

本文介绍用LOWTRAN 6 计算红外长窗区的大气透过率,并与观测结果进行对比,符合情况良好。

一、引 言

红外长窗区是气象卫星的重要探测波段。处理这一类型的探测资料时,重要的一项工作就是进行大气削弱订正。订正的方法有多种,其中一种方法是,预先估算好大气透过率,然后利用这些数据将大气的影响从卫星测值中扣除掉。

基于以上考虑,我们计算了整个长窗区(10.3—12.5 μm)和两个分裂窗(10.3—11.3 μm 和10.5—12.5 μm)的大气透过率。为了验证计算结果,与张广顺等观测的整层大气透过率^[1]进行了对比,两者符合情况良好。

二、计算与结果

为适应卫星气象研究的需要,我们用LOWTRAN6^[2]开展了大气透过率的理论

计算工作。计算结果的真实性是用卫星气象中心的太阳光谱观测数据进行检验的。为进行对比,计算了1989年9月28日、10月20日和11月18日3天的红外长窗区大气透过率。计算中需要的大气廓线数据取自北京市气象台的常规资料。地面的温、湿、压数据采用当天的实验室测值。常规资料中缺少的数据以及气溶胶模式,采用程序中贮存的廓线。然后将这些数据做成输入文件,计算出不同天顶角下整层大气的透过率。

由于计算和观测所用的光谱分辨率不同,本文只对比了各个波段的平均透过率。表1和表2列出部分结果。其中 τ_c 和 τ_o 分别代表计算和观测的透过率值。两者的相对误差 δ 为

$$\delta = 100 \cdot \frac{|\tau_c - \tau_o|}{\tau_c}$$

各个波段上3天的平均误差列于表3。图1表

表 1 1989年9月28日红外长窗区大气透过率

天顶角	$\lambda_1(10.3-12.5\mu\text{m})$			$\lambda_2(10.3-11.3\mu\text{m})$			$\lambda_3(11.5-12.5\mu\text{m})$		
	τ_c	τ_o	$\delta(\%)$	τ_c	τ_o	$\delta(\%)$	τ_c	τ_o	$\delta(\%)$
0°	0.7969	0.813	2.1	0.8167	0.833	2.0	0.7668	0.788	2.8
10°	0.7935	0.810	2.1	0.8144	0.831	2.1	0.7640	0.785	2.7
20°	0.7860	0.802	2.0	0.8037	0.824	2.1	0.7558	0.776	2.7
30°	0.7714	0.787	2.1	0.7936	0.810	2.0	0.7400	0.759	2.6
40°	0.7482	0.763	2.0	0.7717	0.789	2.2	0.7152	0.732	2.3
50°	0.7118	0.724	1.7	0.7371	0.753	2.2	0.6762	0.690	2.0
60°	0.6524	0.661	1.0	0.6804	0.695	2.2	0.6135	0.621	1.0
70°	0.5479	0.547	0.2	0.5789	0.589	1.7	0.5050	0.499	1.0
80°	0.3285	0.310	4.9	0.3606	0.353	0.8	0.2852	0.260	3.8

表 2 10月20日和11月18日 λ_3 的大气透过率

天顶角	10月20日			11月18日		
	τ_c	τ_o	$\delta(\%)$	τ_c	τ_o	$\delta(\%)$
0°	0.7785	0.838	7.6	0.8639	0.919	6.4
10°	0.7759	0.836	7.7	0.8622	0.918	6.5
20°	0.7682	0.829	7.9	0.8571	0.915	6.8
30°	0.7532	0.816	8.3	0.8472	0.908	7.2
40°	0.7299	0.794	8.8	0.8317	0.896	7.7
50°	0.6926	0.760	9.7	0.8059	0.870	8.9
60°	0.6317	0.708	12.0	0.7637	0.842	11.0
70°	0.5272	0.598	13.0	0.6863	0.783	14.0
80°	0.3104	0.369	19.0	0.5029	0.622	23.7

示9月28日10.3—11.3 μm 的平均透过率随天顶角的变化,图2所示为10.3—11.3 μm 波段上,相对误差的平均值随天顶角的变化。

表 3 1989年9月28日、10月20日和11月18日大气透过率的平均误差

天顶角	λ_1	λ_2	λ_3	天顶角	λ_1	λ_2	λ_3
0°	4.5	4.0	5.6	50°	5.7	5.3	6.9
10°	4.5	4.0	5.6	60°	6.4	6.3	8.0
20°	4.6	4.1	5.8	70°	7.7	7.7	9.3
30°	4.9	4.3	6.0	80°	14.0	12.0	17.0
40°	5.2	4.7	6.3				

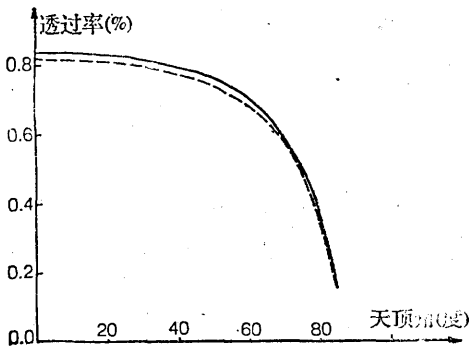


图 1 1989年9月28日10.3—11.3 μm 的平均大气透过率随天顶角的变化
实线为观测值;虚线为计算值

三、初步分析

从以上结果可以看出,3天之中各个通道的平均透过率均以11月18日最大,9月28日最小。在同一天的3个通道中,10.3—11.3

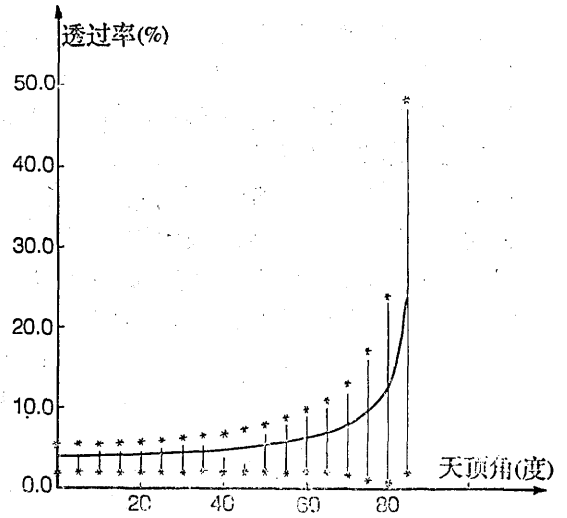


图 2 10.3—11.3 μm 通道透过率的平均误差
垂直短线代表所处天顶角的误差幅度

μm 的透过率最大,11.5—12.5 μm 的最小。这些规律都与观测结果一致。对于不同的大气厚度,在天顶角小于65°的范围内,计算值与观测值间的相对误差大都在10%以内。由此我们认为LOWTRAN 6运行正常,计算结果与观测结果相符,误差在所预计的范围之内(3)。

在大气的红外长窗区,主要的吸收成份有水汽的带吸收和连续吸收、气溶胶消光、10 μm 附近二氧化碳的弱带吸收以及臭氧9.6

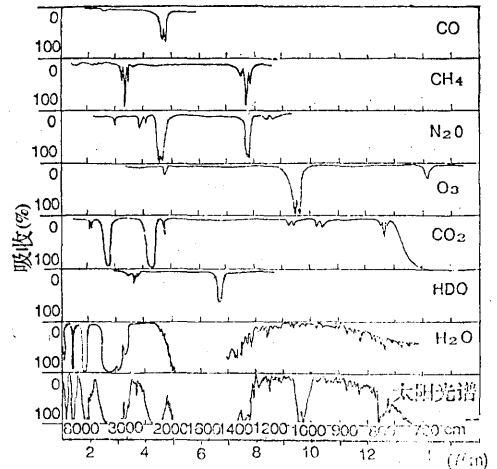


图 3 1.0—15.0 μm 的低分辨率太阳光谱和大气中主要吸收气体吸收带的位置

μm 强带的带翼吸收等等(见图3(4))。从计算结果可知,在整个窗区水汽吸收的贡献最大,其次是气溶胶,其他成份的贡献很小。水汽吸收的总趋势是随波长增大而加强,这由图3也可看出。而气溶胶的消光随波长的变化则较缓慢。以上是大气吸收谱本身的情况。另外,我们选取的3个样本的情况是:9月28日的能见度为27.5 km、10月20日8 km、11月18日16km。9月28日还处在夏末秋初,而11月18日已是干冷的冬季。以上两方面因素共同作用的结果可得出如下结论:首先,3天之中,9月28日地面能见度最高,近地面层大气比较清洁,气溶胶消光应该比其他两天小,但是大气比干冷的11月份要潮湿,水汽吸收比其他两天强,因此9月28日的透过率仍明显低于11月18日;其次,在同一天,即天气条件相同的情况下,各个波段上透过率的大小则表现为与水汽透过率的正

相关关系。短波部分透过率大,长波部分小,整个波段居中。

计算结果与观测数据间的误差反映了程序所采用的模式与实际个例间的差别。另外,在计算以上3天的透过率时,我们都是采用程序中贮存的中纬度秋冬季节的大气模式作补充,这也会带来误差,尚待今后深入开展工作。

参 考 文 献

- (1) 张广顺等, 红外长窗区大气透过率的测量, 气象, 第15卷11期, 1989年。
- (2) 黄意玲, 金燕, LOWTRAN 6简介, 气象, 第17卷第2期, 1991年。
- (3) F. X. Keizys et al., Atmospheric transmittance and radiance: the LOWTRAN 5 code, proc. of SPIE Vol. 277 1981.
- (4) W. L. Wolfe, G. J. Zissis 编, The infrared handbook.

The atmospheric transmittance of infrared long window band

Huang Yibin Jin Yan Wang Weihe

(Satellite Meteorological Center)

Abstract

In this paper, the atmospheric transmittance of infrared long window band was computed by LOWTRAN 6 and compared with observation. They are agreeable to each other.