

6.3 μm 附近水汽通道的选择

金 燕 黄意玢 王维和

(卫星气象中心, 北京 100081)

提 要

本文用LOWTRAN 6程序计算了5.7—7.1 μm 和6.5—7.6 μm 两个水汽通道的透过率、射出辐射及权重函数, 并将两者加以比较, 探讨降低水汽通道探测高度的可能性。

关键词: 水汽通道 透过率 射出辐射

引 言

随着卫星气象事业的发展, 卫星资料的应用越来越广泛。利用气象卫星的资料监测暴雨和强对流天气有很大实用价值, 而这两种天气过程的预报需要 500hPa 高度以下的水汽信息。也就是说, 它要求未来的气象卫星上设置的水汽通道尽可能降低其探测高度, 以增加 500hPa 以下的信息。要降低水汽通道的探测高度, 确实存在着一定的难度, 但是, 通过对 5.7—7.1 μm 和6.5—7.6 μm 两个水汽通道的计算, 说明还是可以有所改进。本文在这方面作了初步的探索。

1 水汽含量的遥测问题

本文所说的大气水汽总含量, 即卫星所测高度范围以内单位面积大气柱内的水汽含量。它不但在一定意义上反映着大气的运动状况和天气的变化, 而且对于精确地遥测大气温度的垂直分布也有影响。另外, 从辐射传输的角度来说, 在水汽吸收带波段内, 大气中的水汽不但吸收太阳辐射和地表辐射, 而且也放射辐射。这种放射辐射既依赖于温度也依赖于水汽总含量。所以在气象卫星上设置一个水汽吸收带的红外通道遥测大气辐射量, 就可能推算出水汽总含量。对水汽总

含量的遥测具有重要的实际价值。

2 计算与分析

为监测暴雨和强对流天气, 从气象预报考虑, 水汽探测高度越低越好。所以, 如何降低水汽通道的探测高度, 是当今水汽探测中的一个重要研究课题。要解决这一问题, 面临一系列的困难。例如, 大气中的水汽分布比较复杂, 时空变化也比较大, 这在一定

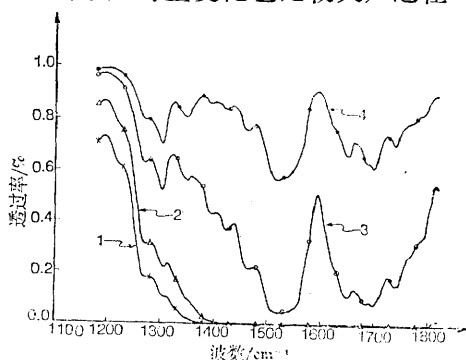


图 1

程度上给水汽探测带来一定的困难。而大气中的水汽大部分集中在对流层的中下层, 并随高度迅速减少, 到平流层水汽已甚少。图1是从4个不同高度上计算的透过率谱。第1、2条线分别是 0km 和 1.5km 到外空的透过率谱; 第3、4条线是从 5.5km 和 9km 到外空的透过率谱。由图看出, 1、2条线波长 5.5

—7.5 μm 的透过率为零。这正是水汽6.3 μm 振转带吸收最强的部分。3、4条线代表对流层上部到外空的情况，这里水汽已很少，吸收也变弱，它反映的是水汽吸收带的全貌。由图1我们可以得到如下的启示：随着高度的增加，大气中的水汽含量迅速减少，因而吸收率急剧下降。要想探测低层水汽，必须选在吸收较弱的带翼区域。如果选在靠近带中心的强吸收区，从卫星上测到的辐射就不能反映低层大气的水汽含量。但是，如果所选通道离开带中心太远，到了接近大气窗的位置，这时，在卫星接收到的辐射信息中，水汽的贡献将不占主导位置，而地面信息或其他吸收成份的贡献会成为很难排除的干扰。当然，除以上所述之外，通道还必须有一定的宽度，以保证足够的射出辐射能量。

为了寻求比较好的通道，我们在4.85—8.5 μm 区间上选择了20几个通道，取不同的通道宽度以保持适当的辐射能量。对这些通道分别用LOWTRAN 6(1)计算了它们的透过率、权重函数、射出辐射亮度等。在计算中都采用标准大气模式。气溶胶也都采用同一模式。地表视为300K的黑体。为了计算权重函数，将通道的响应函数取为矩形函数。

附表

通道/ μm		权 函 数		几个层次的贡献/%				通道亮度 $\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$
位 置	宽 度	峰值位置	半最大值位置	地 面	峰 值	500hPa以下	700hPa以下	
5.7—7.1 (λ_1)	1.4	350hPa (8km)	~480—280hPa ~5.7—10km	0.0	20.1	13.9	0.5	5.838×10^{-4}
6.5—7.6 (λ_2)	1.1	406hPa (7km)	~570—264hPa ~4.6—10km	0.1	15.4	30.6	7.4	5.836×10^{-4}

度比 λ_1 低。更重要的是 λ_2 通道将使低层大气的信息明显增加，即，500hPa以下大气的贡献， λ_1 是13.9%，而 λ_2 是30.6%，增大一倍多；700hPa以下大气的贡献， λ_1 是0.5%

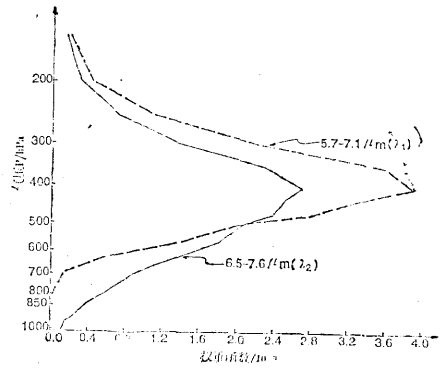


图 2

对以上20几个通道的计算结果表明，有的通道靠近或部分处于大气窗区而不适用于探测水汽，有的通道受到其他吸收气体的干扰。经分析比较，认为6.5—7.6 μm 等通道探测水汽较好。

欧洲静止卫星上设置了5.7—7.1 μm 的通道，就是为了监测水汽。因此，我们将这一通道与6.5—7.6 μm 的一些计算数据和图形进行了比较。

图2是5.7—7.1 μm (λ_1)和6.5—7.6 μm (λ_2)的权重函数图。

附表列出了两个通道的通道宽度、辐射亮度、权重峰值高度及地面、峰值附近的大气500—700hPa和700hPa以下的贡献。

由图2和附表看出： λ_2 的权函数峰值高

而 λ_2 是7.4%，相差14.8倍。很显然，这些差别表明，对监测暴雨和强对流天气来说， λ_2 通道要比 λ_1 通道优越得多。此外， λ_2 通道的宽度略窄而且位置略向长波移动，水汽吸

收较 λ_1 弱,似乎从能量角度考虑是不利因素。实际却并非如此,因为随着通道位置移向吸收较弱的部分,卫星的探测高度也移向较低的大气层。而高度越低,大气的温度越高,在单位波长间隔上放出的热辐射也越强。因此, λ_2 通道与 λ_1 相比,虽然通道宽度变窄且吸收变弱,但两者的射出辐射亮度却相差甚微。

综上所述,利用 $6.3\mu\text{m}$ 水汽吸收带在卫星上监测低层大气的水汽,通道位置选在 $6.5\text{—}7.6\mu\text{m}$ 更为有利。

3 结束语

进行通道选择,需考虑诸多因素,而且各项因素互相制约。为监测暴雨希望能探测

到低层水汽的情况,但又要避免地面信息和其他吸收气体的干扰。为此,通道越窄就越洁净,而通道过窄能量少,这样对探测器要求就会太苛刻。反过来,通道也不能过宽,否则,一方面容易把其他成份的吸收包括进来,另一方面将增大权重函数的宽度。考虑以上诸多因素,在现有的技术条件下,用 $6.3\mu\text{m}$ 水汽强吸收带探测水汽,虽然不能做到大幅度的降低探测高度,但是,从目前已在运行的气象卫星看,尚没有专门探测低层水汽的通道。因此, $6.5\text{—}7.6\mu\text{m}$ 通道探测高度虽降低不多,但仍有其实际价值

参 考 文 献

- 1 F.X.Kueizys et.al. Atmospheric Transmittance/Radance; Computer code LOWTRAN6 AD A 137786.

The Selection of Water Vapor Channel near $6.3\mu\text{m}$

Jin Yan Huang Yibin Wang Weihe

(Satellite Meteorology Centre, Beijing 100981)

Abstract

LOWTRAN 6 has been used in calculating the transmittances, radiances, and weighting-functions of the two channels: $5.7\text{—}7.1\mu\text{m}$ and $6.5\text{—}7.6\mu\text{m}$. With the results from analysis, the possibility for lowering the sounding level of water vapor is discussed.

Key Words: vapor channel transmittance radiance.