

塔里木盆地一次浮尘天气的卫星云图特征

王 旭 陈洪武 马 禹

(新疆维吾尔自治区气象局环境气象中心, 乌鲁木齐 830002)

摘要 根据常规气象观测资料、GMS-5 静止气象卫星的红外云图和可见光图像, 分析了 1999 年 4 月 25 至 5 月 4 日塔里木盆地浮尘天气。分析结果表明, 红外云图和可见光图像能够监测盆地浮尘的变化, 浮尘呈灰色, 纹理均匀, 边界清晰。浮尘区的 T_{BB} 在 $0 \sim -15^{\circ}\text{C}$ 之间变化, 与地面能见度有着较好的对应关系, 大范围浮尘区的反射率在 $30\% \sim 36\%$ 之间, 浮尘区反射率等值线稀疏, 云区反射率等值线密集。

关键词 勺型浮尘区 红外云图 可见光图像

引言

浮尘、扬沙和沙尘暴统称为沙尘天气, 是西北地区主要灾害天气之一。中国西北大部分地区属于中纬度干旱和半干旱地区, 地面多为沙地、稀疏草地和旱作耕地, 植被稀少, 特别是春季地面回暖解冻, 地表裸露, 多细沙土, 狂风起时, 沙尘弥漫, 在本地及狂风经过地带形成沙尘天气^[1]。塔里木盆地地处欧亚大陆腹地, 远离海洋, 四周又为高原和山脉阻隔, 形成闭塞的内陆盆地, 下垫面中央主体部分是广袤无垠的塔克拉玛干沙漠, 它是世界四大沙源之一, 沙尘天气在这里极其普遍。

近年来随着新疆经济的发展, 尤其是塔里木盆地及周边地区已成为重要的石油天然气基地和棉花生产基地, 预防沙尘天气灾害对其环境和生产建设的影响显得尤为重要。以往对塔里木盆地沙尘天气的研究多为天气个例分析及气候场的分析^[2~3], 卫星资料的应用局限于 NOAA 卫星图像, 时间跨度大, 连续性差, 对沙尘天气特征的表述不完整^[4~5]。本文应用 GMS-5 静止气象卫星每小时一次的数字资料, 连续跟踪浮尘天气的演变过程, 详细给出浮尘天气的红外云图和可见光图像特征。

1 资料和方法

本文选取了 1999 年 4 月 17 日至 5 月 5 日常规

气象观测资料和日本静止气象卫星 GMS-5 所提供的逐日每小时一次 $10.5 \sim 11.5 \mu\text{m}$ 红外 1 通道和 $0.55 \sim 0.9 \mu\text{m}$ 可见光通道数字资料, 给出塔里木盆地一次强沙尘天气过后大面积浮尘天气的数字图像特征。

GMS-5 卫星有较高的时间分辨率和空间分辨率, 卫星的空间位置固定, 在高原和沙漠等无观测站的地区同样可获得资料, 能够完整地监测天气系统, 弥补观测资料的不足。GMS-5 红外云图、可见光图像采用了麦卡托投影, 中心经纬度 38°N , 90°E , 水平分辨率 $7.5\text{km} \times 7.5\text{km}$, 资料大小 512×512 字节。同时制作了红外图像和冷云盖黑体温度 (T_{BB} , the black body temperature) 等值线的合成彩色图像, 可见光原始 BMP 图像和反射率等值线分析的 BMP 图像。文中均采用北京时。

2 塔里木盆地沙尘天气的卫星云图特征

1999 年 4 月 22 日, 500hPa 上由于乌拉尔山阻塞高压在冷平流作用下崩溃南落, 地面冷高压东移加强, 寒潮天气爆发, 大规模强冷空气开始入侵新疆。23 日冷空气以翻越帕米尔高原、翻越天山中段和从南疆东部东灌三种方式进入塔里木盆地, 以东灌最为明显, 造成盆地大范围的沙尘暴、扬沙和浮尘天气。

“高等学校重点实验室访问学者基金”和“卫星云图资料在新疆天气预报中的应用研究”联合资助

收稿日期: 2002 年 11 月 15 日; 定稿日期: 2003 年 1 月 24 日

作者简介: 王旭, 男, 1964 年生, 硕士, 高级工程师, 从事城市环境气象预报工作, E-mail: wangxu2323@vip.163.com

2.1 地面观测事实

塔里木盆地在 4 月 23 ~ 24 日出现沙尘暴,盆地的东部、中部和西北部沙尘暴持续时间较长。盆地的西部和南部在 23 ~ 24 日维持能见度 0.1 ~ 2.0 km 的强沙尘天气。25 日至 5 月 4 日塔里木盆地维持浮尘天气。分析 4 月 23 日至 5 月 4 日每日间隔 3 h 的地面能见度及风场实时观测资料(图 1)发现,23 日 02 时,冷空气翻越帕米尔高原进入南疆西部地区,塔里木盆地西南部开始出现沙尘暴天气,随着冷空气加强,沙尘暴自西沿盆地南缘向东移动,范围变大。08 时乌鲁木齐到七角井一带出现偏北大风,引发吐鲁托盆地的沙尘暴天气,14 时南疆大部地区风速

$u \geq 4 \text{ m/s}$,沙尘天气范围继续扩大。20 时南疆东部出现偏东大风,东灌进入盆地,同时冷空气从天山中段的库车(风速 $u \geq 6 \text{ m/s}$)翻山进入盆地北部,在西北、东三股冷空气的作用下,强沙尘天气覆盖整个盆地,持续到 24 日。25 日由于进入盆地的冷空气势力明显减弱,盆地沙尘天气也减弱,以浮尘天气为主。浮尘区随东灌冷空气逐渐南压至昆仑山北麓,于 25 日 20 时盆地浮尘区呈勺形,勺把向东至甘肃—青海省界,勺底位于南疆沿昆仑山—帕米尔高原,勺顶在天山南缘,勺口向东北。勺形浮尘区维持到 27 日 20 时,之后勺把消失,盆地大面积浮尘又维持了 7 天。

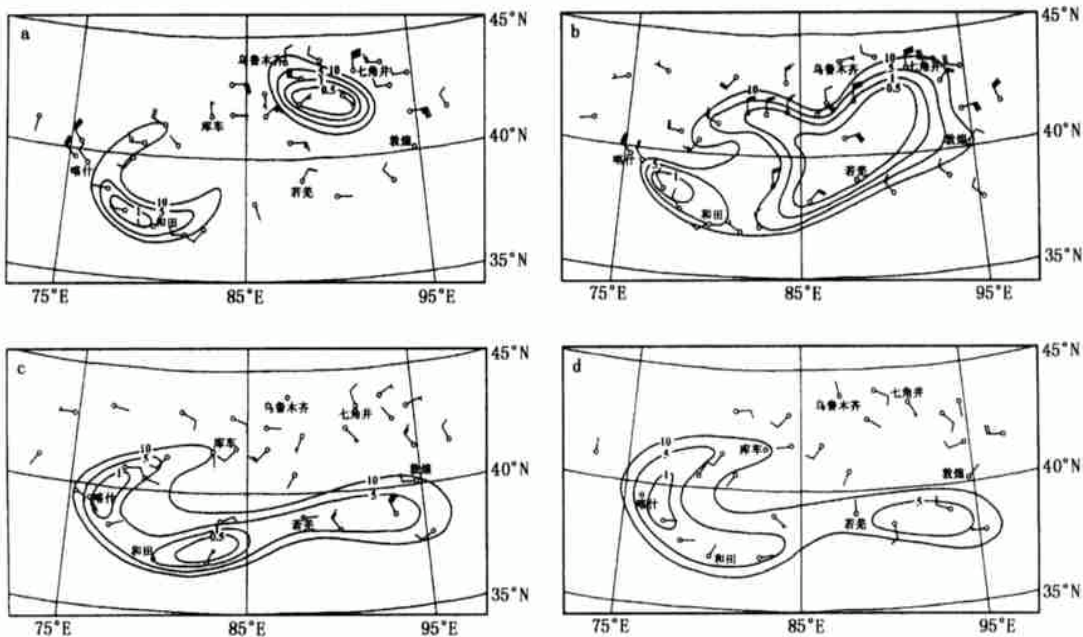


图 1 地面能见度和风分布

(能见度 $V < 10 \text{ km}$ 区为沙尘, $V < 1.0 \text{ km}$ 为沙尘暴;a,b,c,d 分别为 23 日 08、20 时,25 日 20 时,26 日 11 时)

2.2 红外云图和 T_{BB} 等值线分析

由于密云遮蔽,4 月 23 ~ 25 日 17 时在红外云图上看不到地面具体情况。25 日 18 时云系东移出塔里木盆地,红外云图上盆地呈浅灰色。而同年 4 月,晴空无云的塔里木盆地白天在红外云图上应为黑灰色(图 2a,见封 3),腹地沙漠地区为黑色。25 日 20 时(图 1c)地面实测能见度表明盆地出现大范围浮尘,因而红外云图上覆盖盆地的浅灰色区域为浮尘区。26 日 08 时(图 2b,见封 3),整个塔里木盆地为浅灰色浮尘覆盖,到 11 时(图 2c,见封 3)地面

浮尘区清晰可见,呈勺形分布,勺把沿 40°N 东伸至 97°E ,勺底沿昆仑山—帕米尔高原走向,勺口位于沙漠中部朝向东北,与图 1d 的形状非常相似。在 26 日和 27 日逐时红外云图上,浮尘区白天(11 ~ 18 时)勺形明显,夜间(19 ~ 10 时)浮尘区色调变浅,与周边地面的分界线模糊,勺形不明显。4 月 28 日 ~ 5 月 4 日虽有云系移过盆地,地面浮尘区在红外云图上依然可见,只是范围缩小。浮尘与云在红外云图上有明显的区别,浮尘纹理均匀、稳定少动、边界清晰、色调较阴暗。

从图 2 见封 3 叠加的 T_{BB} 等值线可更清楚地看出,浮尘区 $T_{BB} \leq 0^\circ\text{C}$, $T_{BB} \leq -15^\circ\text{C}$ 的区域始终位于塔里木盆地西部。对照图 1d 和图 2c 发现,能见度小于 10 km 的区域与 $T_{BB} \leq -5^\circ\text{C}$ 范围对应,小于 5 km 的区域与 $T_{BB} \leq -10^\circ\text{C}$ 范围基本一致,小于 1 km 的区域对应 $T_{BB} \leq -15^\circ\text{C}$ 范围。通过浮尘区 T_{BB} 等值线的分析,大致可推算出地面能见度的分布状况,这一工作尚待进一步研究。

浮尘区的 T_{BB} 值昼夜变化较大,白天浮尘区 T_{BB} 值在 $0 \sim -15^\circ\text{C}$ 之间(图 2d),夜间在 $-5 \sim -20^\circ\text{C}$ 之间(图 2b),日变化幅度为 5°C 。26 日盆地地面实测温度的日变化为 5°C ,说明浮尘区 T_{BB} 的日变化与地面温度一致。

根据探空资料利用温度对数压力图,制作出压高曲线,再根据浮尘云顶温度(T_{BB})反算出高度的方法,得出塔里木盆地浮尘的伸展高度在 2300 ~ 4000 m 之间,盆地浮尘西厚东薄。

2.3 可见光图像和反射率等值线分析

可见光图像上,在无云的地面上空同样可观测到沙尘暴、浮尘的分布情况。在 23 日 12 时可见光图上只能看到出现在盆地西南部的沙尘天气,盆地其余部分被云系掩盖,情况不明。25 日 18 时已明显看到盆地大面积灰色浮尘区。浮尘区的勺形分布形成于 26 日 11 时(图 3a,见封 3),勺形浮尘区层次清晰,勺把区色调最浅、勺底次之、勺口区色调最深。可见光图像有较好的层次,能分辨浮尘区不同部位的强度。在可见光图像上浮尘与云系有明显的区别:浮尘呈灰色、纹理均匀、边界分明,云系色调浅、纹理分明、边界模糊。

分析反射率等值线发现,浮尘区反射率高于 28%,小于 40%,大范围浮尘区反射率在 30% ~ 36% 之间(图 3b 见封 3),与周围云的反射率

相近,说明南疆浮尘伸展的高度高,浮尘较厚。浮尘区反射率等值线稀疏,而云区反射率等值线密集,梯度远远大于浮尘区。

2 结语

塔里木盆地在 1999 年 4 月 25 ~ 27 日出现了大面积浮尘天气,浮尘区在盆地呈勺形,勺把向东至甘肃—青海省界,勺底位于南疆沿昆仑山—帕米尔高原,勺顶在天山南缘,勺口向东北。

利用 GMS-5 静止气象卫星红外云图和可见光图像能够很好地监测塔里木盆地的浮尘天气。浮尘在红外云图上为浅灰色,纹理均匀、稳定少动、边界清晰,勺形浮尘区白天清楚,夜间模糊。浮尘的 T_{BB} 值与地面能见度有着较好的对应关系,昼夜变化较大,白天浮尘区 T_{BB} 值在 $0 \sim -15^\circ\text{C}$ 之间,夜间在 $-5 \sim -20^\circ\text{C}$ 之间,日变化幅度为 5°C 。在可见光图像上浮尘区呈灰色,纹理均匀、边界分明。浮尘区反射率高于 28%,小于 40%,大范围浮尘区反射率在 30% ~ 36% 之间,浮尘区反射率等值线稀疏,而云区反射率等值线密集,梯度远远大于浮尘区。

参考文献

- 1 叶笃正,丑纪范,刘纪远,等.关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策.地理学报,2000,55(5):513-521
- 2 陈勇航,向鸣,吕新生,等.塔克拉玛干沙漠腹地盛夏十场沙尘暴综合分析 with 预报探讨.新疆气象,1999,22(1):9-12
- 3 Qing He, Jingfeng Zhao and Hideki Nagashima. The distribution of sandstorms in Taklimakan Desert. Journal of Arid Land Studies, 1996, 5(1):185-193
- 4 郑新江,徐建芬,罗敬宁,等.利用风云-1C 气象卫星监测南疆沙尘暴研究.中国沙漠,2000,20(3):286-288
- 5 徐希慧.塔里木盆地沙尘暴的卫星云图分析与研究.方宗义,朱福康,江吉喜等编.中国沙尘暴研究.北京:气象出版社,1997.88-91

THE CHARACTERISTICS OF THE SATELLITE IMAGES OF DUST WEATHER IN TARI M BASIN

Wang Xu Chen Hongwu Ma Yu

(Xinjiang Center of Environmental Meteorology , Urumqi 830002 , China)

Abstract : By using conventional meteorological data and the infrared and visible images of GMS - 5 satellite , the floating dust weather from April 25 to May 4 in 1999 in Tarim Basin is analyzed . The results Show that the floating dust in Tarim Basin is monitored in the infrared and visible images , floating dust in it is gray with even grain and distinct verge . The T_{BB} of floating dust area changes between $0 \sim -15^{\circ}\text{C}$ and relates to ground visibility . In the reflectivity isogram chart the reflectivity of large area of floating dust is between 30 % - 36 % . The reflectivity isogram of floating dust region is sparse , but in cloud field it is tight .

Key words : the spoon - shape region of floating dust ,infrared images ,visible images

《塔里木盆地一次浮尘天气的卫星云图特征》附图

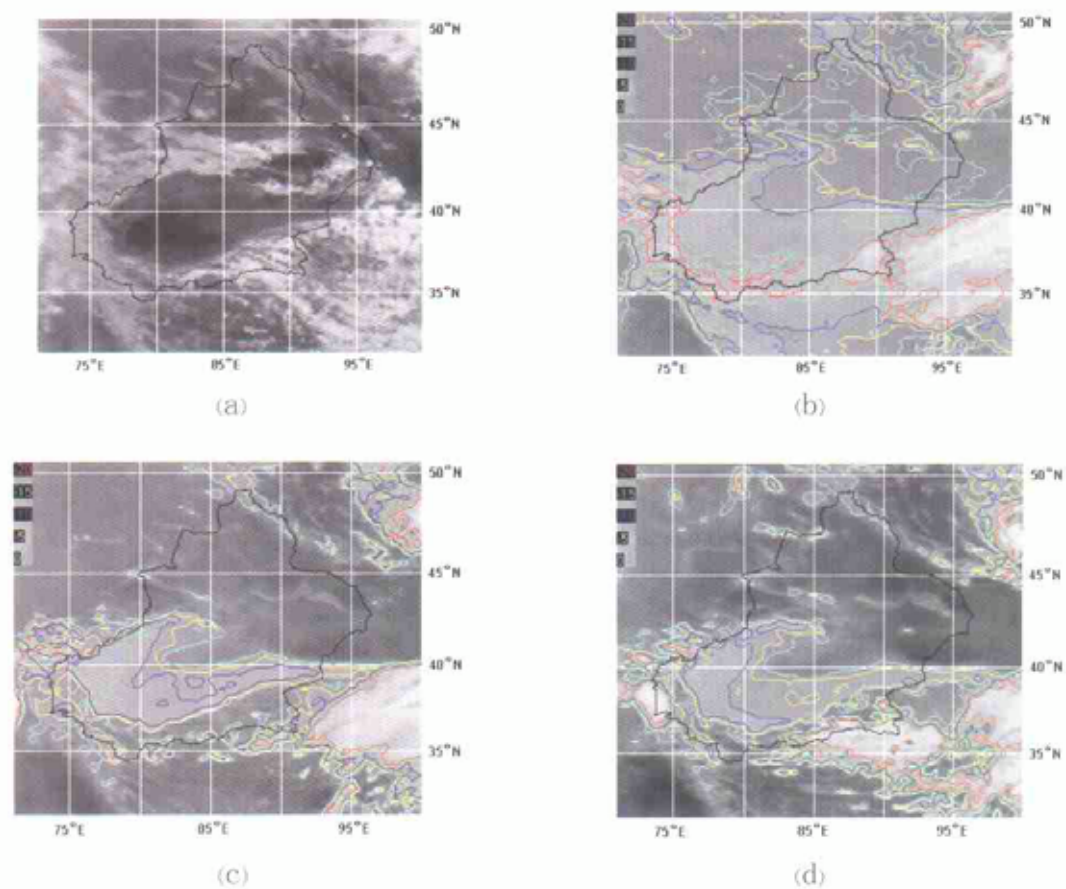


图 2 红外云图和 T_m 等值线叠加图 (T_m 等值线从 0℃ 开始到 -20℃, 间隔 5℃。)

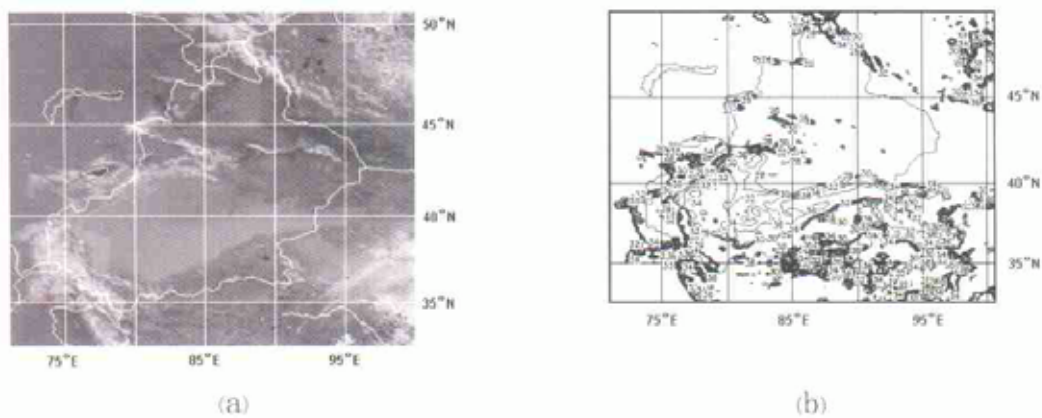


图 3 可见光图和反射率等值线图