

# 浅谈卫星云图在气象观测业务中的应用现状

李 梦

民航华北空管局 北京 102600

DOI:10.12238/etd.v4i1.6341

**【摘要】**: 大兴机场气象观测部门在探测云状上, 采用人工目力观测与仪器探测相结合的方式, 其中卫星云图起着至关重要的作用, 它可以为天气预报、气象观测、气象信息、气候分析等相关气象服务和科学研究提供重要的基础与依据。本文对卫星云图细节进行了详细的分析, 展示了卫星云图中的一些现象级特征, 结合本地的天气形势经验, 为地面气象观测人员提供了理论参考。

**【关键字】**: 卫星云图; 极轨卫星; 静止卫星; 云图

中图分类号: P41 文献标识码: A

## Discussion on the Application Status of Satellite Cloud Images in Meteorological Observation Operations

Meng Li

Civil Aviation North China Air Traffic Control Bureau, Beijing 102600

**Abstract:** The meteorological observation department of Daxing Airport adopts a combination of artificial visual observation and instrument detection in detecting cloud patterns, among which satellite cloud images play a crucial role. They can provide important foundation and basis for weather forecasting, meteorological observation, meteorological information, climate analysis and other related meteorological services and scientific research. This article provides a detailed analysis of satellite cloud image details, showcasing some phenomenon level features in satellite cloud images. Combined with local weather situation experience, it provides theoretical reference for ground meteorological observation personnel.

**Keywords:** Satellite cloud image; Polar orbit satellite; Geostationary satellite; Cloud image

### 引言

中国自主研发生产了各种特殊功能的卫星, 包括通讯卫星、导航卫星、资源卫星、气象卫星等。其中跟气象观测有密切关系的卫星是气象卫星, 气象卫星承载了各种气象遥感器, 可以接收并测量地球及其大气层的红外、可见光和微波辐射, 并将所收到的信息转换成电信号传送到地面。地面站收到信息后将电信号复原, 从而绘制出各种地表、云层和海面的图片, 再经过一系列的处理和计算, 得到各种气象资料。气象卫星观测的优点很多, 包括: 观测范围广、观测时效快、观测次数多、观测数据质量高、不受自然条件和地域条件的限制等。气象卫星按轨道倾角分为前进轨道、后退轨道、极地轨道和赤道轨道。

其中最常用的两个卫星为: 极地轨道气象卫星, 是指与太阳同步, 它的轨道平面与太阳始终保持固定的取向, 可以观测全球尤其是极地地区; 静止气象卫星, 是指与地球同步, 它在地球赤道上空静止轨道运行, 与地球处于相对静止状态, 可以监测天气云系的连续变化, 特别是一些生命史段、变化快的中小尺度灾害性天气系统。

中国于1988年9月7日发射了第一颗极地太阳同步轨道气象卫星——“风云一号”。相应的在地面还建立了以接收风

云卫星为主、兼收国外环境卫星的卫星地面接收和应用系统, 在气象减灾防灾、国民经济和国防建设中发挥了显著作用。现在, 我国发射的极轨气象卫星和静止气象卫星已经形成业务化, 在轨运行的卫星分别是风云一号D星基地太阳同步轨道卫星(2002年发射, FY-1D)和风云二号C星静止卫星(2004年发射, FY-2C)。我国同时拥有极轨和静止气象卫星, 在世界上名列前茅, 是世界气象组织对地观测卫星业务监测网的重要成员。

### 1 卫星云图

卫星上的仪器在某一波段遥测的辐射, 经过转换接收后, 以图形的方式显示出来, 即形成卫星云图。卫星云图作为气象卫星最早同时也是最容易进行的观测项目之一, 也是最早在气象观测业务中发挥作用的卫星资料。它可以提供云参数、大气流场和各种大气物理过程等重要的气象信息, 能监测到常规天气图上无法发现的中、小尺度灾害性天气现象等, 同时也可以提供海洋、沙漠地区、人烟稀少的高原地区的气象资料。

卫星云图分为可见光云图、红外云图和水汽云图三个类型。可见光云图是卫星扫描辐射仪在可见光谱段接收来自地面和云区反射的太阳辐射转化得到的图像。在可见光云图上,

物像的色调决定于反射太阳辐射的强度，该强度与物体的反照率和太阳高度角有关。接收的辐射越大，色调越白，接收到的辐射越小，色调越暗。太阳高度角越大，光照条件越好，卫星接收到的反射太阳辐射越大，反之越小。云区越厚，色调越白。红外云图是卫星接受云区和地面本身的红外辐射总量，用图像表示出来。它的色调分布反映的是地面和云面的红外辐射或亮度温度分布。在红外云图上，色调越暗，温度越高，卫星接收到的红外辐射越大；色调越浅，温度越低，辐射越小。根据色调差异可以估计出地面、云面的温度分布。水汽云图是卫星接收以 6.7 微米为中心的水汽强吸收带发出的辐射，用图像表示出来。在水汽云图中，色调越白，表示水汽含量越高；色调越暗，表示水汽含量越低。

## 2 卫星云图的识别

在空间上，气象卫星是自上而下探测地球大气，这与在地面自下而上的观测是不同的。对于云的观测，卫星观测到的是云顶的结构特征，当有几种云同时存在时，卫星首先观测到的是高云，如果高云很薄，则可以透过高云观测到中低云，如果高云很厚则不能看到中低云。地面观测看到的是云底的特征，低层云浓密时，则无法观测到上层云。在卫星云图上，云的识别可以根据以下六个基本特征判别：结构型式、范围大小、边界形状、色调、暗影和纹理。

## 3 卫星云图的应用

目前国际新一代地球静止轨道气象卫星资料来源于：日本（葵花 8 号，2014）、美国（GOES-R，2016）、中国（风云四号，2016）、欧洲（MTG，2018）。

在卫星云图上可以观测到云的不同结构型式，有带状、涡旋状、块状、细胞状和波状。例如图 1 是其气旋和台风云系，可以清楚地看到台风内部云墙的细微结构及对流云团。利用极轨卫星的高分辨率，可以观测到直径 100 公里左右的气旋。图 2 为急流云系，表现为很明显的带状结构，图中还可以看到孤立的豆状或块状云系为对流云系。

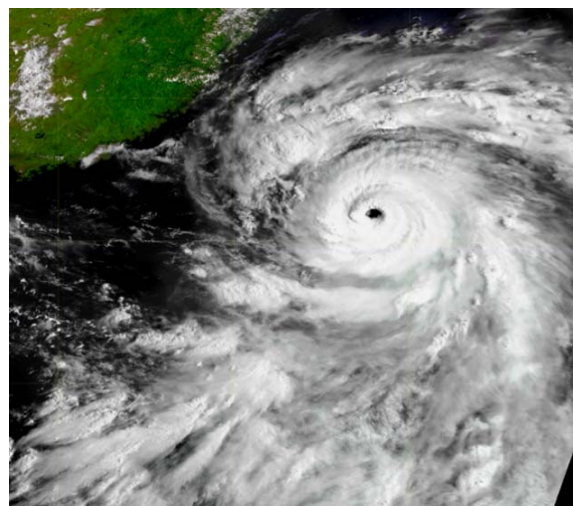


图 1 气旋和台风云系

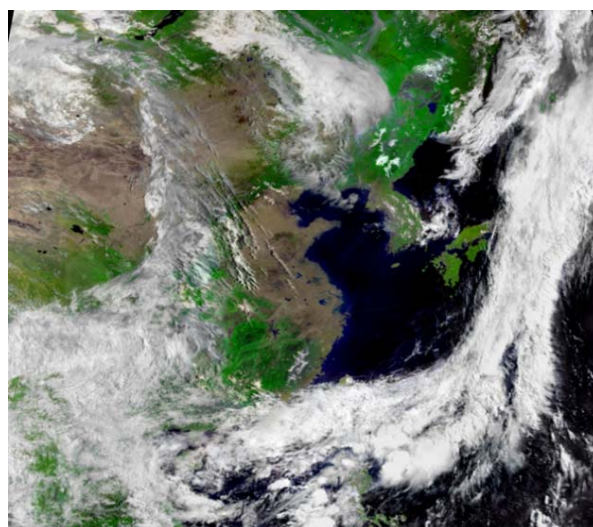


图 2 急流云系

以下图 3 为 5 月 12 日葵花 9 号测得的华北地区分散型雷雨的卫星云图，在云图上可以观测到分散的块状云系，颜色最白，边缘光滑，可以判断有少量积雨云以及存在不同层次的云。此时相对应的地面图 4 上空为 2 个量的 CB 云，高度 1000 米，颜色昏暗，底部悬球状结构特征明显，并伴有雷雨天气存在，以及 3 个量的 AC，高度 3000 米，云块较小。因此，如果云图上出现此类豆状对流云团，预示地面将会有雷雨大风出现，大风可能出现在云团上风方位置。

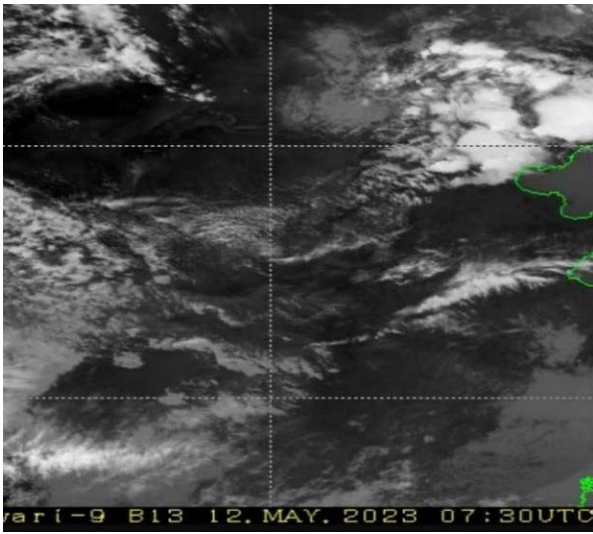


图3 葵花9号云图



图4 地面观测云图

在卫星云图上也可以观测到云系的范围大小，如图1、图2中云系有几千公里，图3对流单体仅仅十几到几十公里，由此可以根据云单体，不同尺度的云系，并结合其结构型式推断云形成的物理过程。根据云系的特点也可以得出伴随的天气现象，大范围的气旋和台风可能带来持续且剧烈的雷雨大风冰雹天气，孤立的积雨云可以带来短时强降雨大风天气。

如图5所示，卫星云图上不同云的边界有不同的特征，有的呈直线形、圆形、扇形；有的呈气旋性弯曲、也有呈反气旋性弯曲；有的边界整齐光滑，有的模糊不清，所以云的边界形状是识别云的重要依据之一。

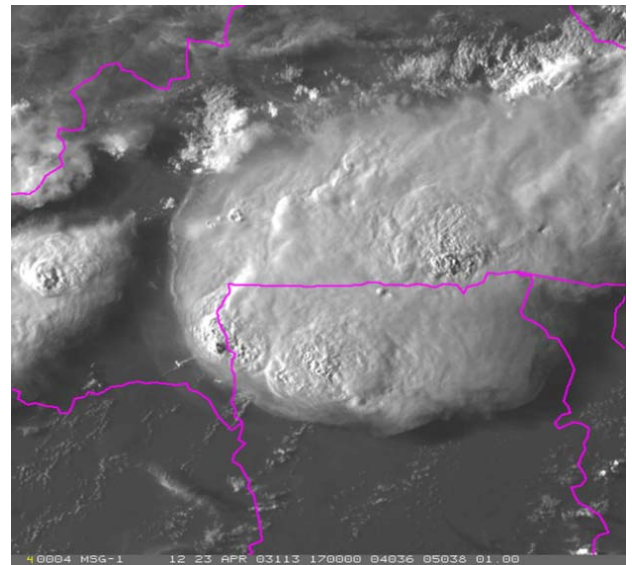


图5 典型的强对流云弧状云边界

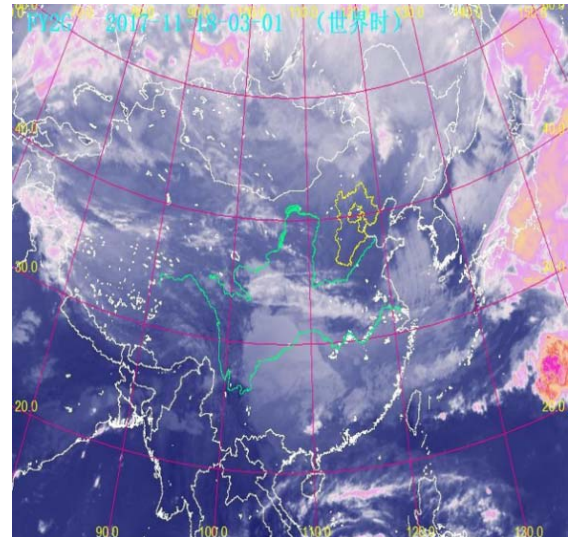


图6 风云2号红外图像

如图5, 6所示，云图上的不同色调代表了物象的明暗程度。图5为可见光云图上的强对流云，云的厚度很厚，反照率大，色调白。而图6红外图上，色调表示辐射面温度的高低。图6中颜色粉黄的说明云层温度较暖，云高度不高，白色的云层温度较冷，为高云。

暗影也是识别云系的重要依据之一，暗影只在可见光图上出现，它是在一定太阳高度角下，高的目标物在低的目标物上的投影。根据暗影可以识别物体的相对高度及云的类别，还可区分低云和雾。云越厚、云顶越高，暗影越宽，在图5中可看到云系上面明暗不同的阴影。

风云二号气象卫星云图2023年05月13日06:25

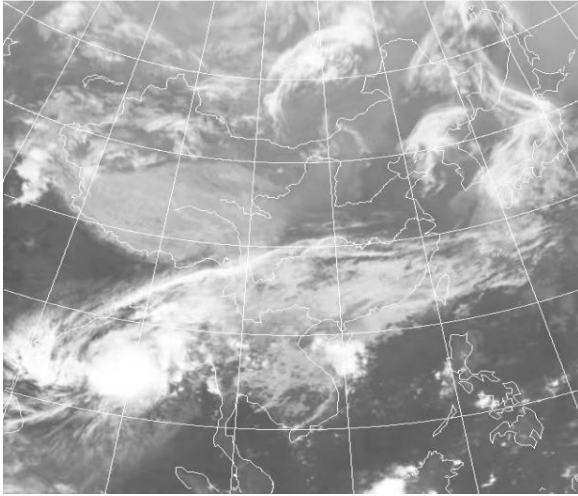


图7 红外云图中的卷云



图8 地面观测到的卷云

如图7所示,云顶表面的光滑程度不同,云的种类和厚度不同,也可以区分出各种型式的云,如果纹理光滑均匀,则表示层云或者雾,纹理较多褶皱,如图5所示,则代表积状云的特征,纤维状则是卷云的特征。

#### 4 典型云的分析

**积雨云:**图5为典型的孤立的积雨云,颜色在各类云图中均为最亮白,形状成豆状或块状,有明确的边界,初生时边界整齐光滑,发展和成熟阶段存在较强的垂直风切变时,下风方出现卷云羽,在红外云图上及水汽图上显示纹理均匀,可见光云图中多褶皱、斑点,在太阳高度角较低时,云顶会在低云投有暗影。

**积云:**在可见光云图上或红外云图上,表现为多斑点、

皱纹,不均匀的纹理结构,边界不整齐也不光滑,海面上常表现为带状、线状、开口细胞状结构,陆地和丘陵山地表现为离散分布型式。

**层积云:**层积云一般范围较广,表现为大片带状云系,在可见光云图上,云体杂乱,云顶不均匀,形如卵石,在红外云图上为均匀的灰色条带,可以看到云团之间的缝隙,云顶温度较高。

**雨层云:**纹理均匀,范围较广,在红外云图上雨层云表现为均匀的灰色到白色,在可见光云图上,雨层云可呈现从白到灰白,当太阳高度角较低时,在雨层云中可以见到纹线,雨层云常常出现在锋面云系中,也可能出现在热带季风云系中。

**中云:**在卫星云图上,中云一般都是和高云或低云同时出现,在云图上为一大片,形状型式为涡旋状、带状、线状和逗点状,色调为灰色。

**卷状云:**如图7所示,卷状云的高度较高,因此温度较低,较厚(薄)的卷云在红外图上通常为白(灰白)色,边界多为纤维状且纹理均匀。卷状云多由冰晶组成,反照率低,具有穿透性;在可见光图中为深灰到浅白色;水汽图上呈白色。

**低云与雾的区别:**层云和雾,纹理均匀,边界清晰,由于接近地面,温度较高,在红外云图中呈现为暗灰色,可见光中为白色。低云在地面可以投下暗影区域,大范围的雾区四周无暗影出现。

#### 5 总结

综上所述,通过地面人工观测与卫星云图、雷达、云高仪以及其他辅助设备的结合使用,对观测和预报雷暴等特殊天气有很大的帮助,其中卫星云图具有观测范围广、观测时效快、观测次数多、观测数据质量高、不受自然条件和地域条件的限制等突出的特点,对雷暴云团、锋面云系等形成的先兆云迹进行跟踪监测,观测员可以根据它的移动轨迹,发生发展规律,上下游特征,形态变化等特点进行评估,从而判断出本场当前或未来的天气状况,有利于提高地面气象观测质量。

#### 参考文献:

- [1]付云鸿.浅谈气象卫星云图在地面气象观测中的运用[J].管理观察,2014,4(36).
- [2]王雪芹.淮河流域典型强对流天气卫星遥感监测分析[D].江苏:南京信息工程大学,2012.
- [3]丁未思.基于卫星云图挖掘技术的降雨预测研究[D].湖南:中南大学,2006.