

美国与欧洲新一代静止气象卫星上用的辐射计

内山明博 操野年之

1. 引言

自从 1960 年 4 月 TIROS-1 号卫星发射上天,开始装载光导摄像管摄象机和辐射计进行观测以来,世界上已经发射了许多气象卫星。利用气象卫星观测也和其他观测一样,以获得高精度的定量分析资料为目的。为此,这些年来对于气象卫星上装载的仪器,不仅改进了空间分辨率,采用多通道和高频次观测,并进一步提高了其性能。1970 年以后,在极轨气象卫星探测、成象中开始采用微波技术。在利用微波技术上不仅开发了被动式探测仪器,而且开发了合成孔径雷达(SAR)、微波测高计(Altimeter)、散射计(Scatterometer)等主动式探测仪器。使气象卫星观测由现在的以图象为主的定性方式转变为定量的质量更高的观测已显得更重要了。

目前,美国和欧洲正在对九十年代到下个世纪初的新一代静止气象卫星计划具体化。本文简单介绍这个计划中的辐射计部分。

2. 气象卫星观测研究概述

目前,在极轨气象卫星方面,每 6 小时可以获取全球垂直温度、水汽分布的 $250\text{ km} \times 250\text{ km}$ 格点资料。静止气象卫星以观测中尺度天气系统为目的,美国从 1986 年起,使用 GOES-VAS(VISSR Atmospheric Sounder)进行(如为台风路径预报获取资料)观测。

现在,对气象卫星而言大都选择“大气窗”(不怎么受大气影响的波长域,例如可见

光在 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 附近,红外在 $11\text{ }\mu\text{m}$ 附近)作为图象的波长域。近年来为了获取更多的气象情报,普遍采用多通道图象。在某种意义上可以认为,多通道图象资料的利用是为了提高探测质量。也就是说,在至少 2—3 个通道的组合里,人们可以有目的地提取所需观测要素的资料。在美国极轨气象卫星 TIROS-N/NOAA 系列上装载的 AVHRR 的红外通道内,使用 2—3 个通道能推算出较高精度的海面水温,但当水汽多时或气溶胶急剧增加时,精度会变得很差(Strong 和 McClain, 1984)。

静止气象卫星和极轨气象卫星各有各的特征,它们互相补充地观测地球大气。为利用气象卫星获得全球大气观测至少要维持 2 颗极轨卫星和 4—5 颗静止卫星的体制。目前作为静止气象卫星,除 GMS-3 外,还使用了 GOES-6, METEOSAT-2 和 INSAT-1 B。作为极轨气象卫星,一般使用 TIROS-N/NOAA 系列,其它的还有 Meteor(苏联)。

极轨气象卫星可以在静止气象卫星观测不到的高纬地区进行观测。然而,由于极轨卫星是太阳同步卫星(在相同的地方时通过赤道上空),用一颗卫星对同一地区进行观测至少需间隔 12 小时。而对同一场所能连续进行观测是静止气象卫星的长处。

3. 美国与欧洲计划中的静止气象卫星

这里只简单介绍有关美国和欧洲空间局(ESA)正在设计的下一代静止气象卫星的辐射计部分。美国已公布了其静止气象卫星

GOES 的新一代卫星 GOES-NEXT (I. J. K/L. M)上使用的辐射计的规格(Schwalb, 1985),有关 ESA 的 METEOSAT-NEXT 的情况已在 13 届静止气象卫星协调会议(1984 年 4 月在日内瓦召开)上作了介绍。

3.1 GOES-NEXT(I. J. K/L. M)

将现在的 GOES 与 GOES-NEXT 进行比较,结果列于表 1 (Schwalb, 1985)。GOES-NEXT 的最大特点是采用三轴稳定,且探测用的辐射计与获取图象用的辐射计是独立的。这两种辐射计的安置呈左右对称,除传感器部分外,构造相同。无论是探测用的辐射计还是图象用的辐射计,其光学轴的方向都是根据观测特定星体来确定并校准的。

表 1 GOES 和 GOES-NEXT 的比较

图 象		现 行	下 一 代
通道数		2 (运用)	5 (运用)
		3 (标准型运用)	
观 测 波 长 (μm)	可见光	0.55—0.75	0.55—0.75
	热红外	9.7—12.8	10.2—11.2
	热红外	12.3—13.0	11.5—12.5
	温度窗	3.8—4.0	同 前
	IR 水汽	6.5—7.0	同 前
空 间 分 辨 率 (km)	可见光	1	1
	红 外	8	8
	红 外	8	4
	温度窗	8	4
	IR 水汽	8	8
摄 象 时 间	全 球	20 分	20 分
	3000km × 3000km	5 分	3.1 分
探 测 器			
通道数		12	19
空间分辨率		14 km	8 km
观 测 时 间	50度(纬度)	5 小时	3 小时
	3000km × 3000 km	7.5 小时	40 分
运 用		图 象 获 取 及 分 时	图 象 以 外 的 其 他 探 测 器

3.1.1 图 象 传 感 器

图象传感器的主要构造示于图 2 (Schwalb, 1985)。红外校准用的基准黑体置于辐射计内的光路外侧,可用与观测地球几乎相

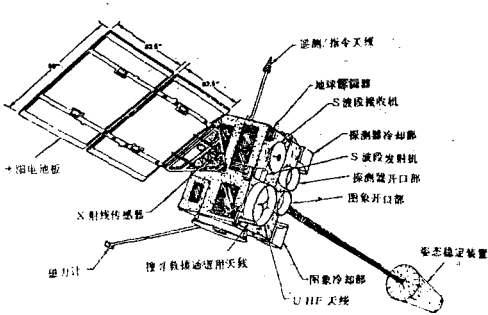


图 1 GOES-NEXT 的外观

同的条件查看基准黑体,并正确地校准红外传感器。由于现行 GMS 和 GOES 上的基准黑体置于辐射计后部光学系统一侧,以及因开口造成的辐射计内光路上温度梯度等的影响,有必要进行这种修正。

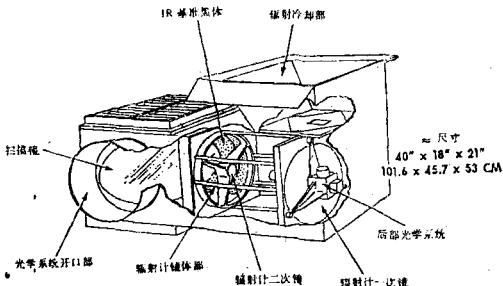


图 2 图 象 辐 射 计 构 造 图

3.1.2 探 测 器

探测器的构造示于图 3 (Schwalb, 1985)。共有 19 个通道 (18 个红外通道,1 个可见光通道),在传感器前面置一圆板状的滤光片,该滤光片以每 75 毫秒一圈的转速获取各通道的资料(参看图 4)。为了辐射计的校准,使其每隔一定时间能看到宇宙空间和基准黑

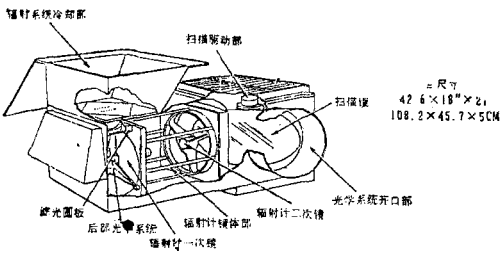


图 3 探 测 用 的 辐 射 计 构 造 图 (Schwalb, 1985)

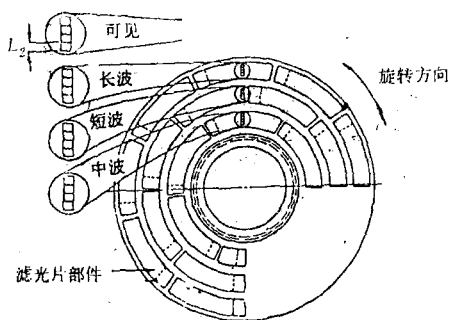


图 4 滤光片的配置

体。

3.1.3 观测方法

三轴稳定卫星不同于现行的旋转稳定式卫星,其观测区域可以任意指定。如图 5 (Schwalb, 1985)所示的一例,在获取正规资料方式(A)的观测中,可以插入任意指定的区域(B)进行特殊观测。其步骤为:1. 中断正常的图象获取方式A;2. 转入专门设定的区域B;3. 逐行重复区域B;4. 最后返回到被中断的正常图象获取方式A;5. 继续正常的图象获取方式A。观测时间,对图象而言,全球为30分钟($3000\text{ km} \times 3000\text{ km}$ 区域是3.1分),对探测而言,对于 $3000\text{ km} \times 3000\text{ km}$ 区域里的中小尺度现象分析需40分钟($1000\text{ km} \times 1000\text{ km}$ 为4.5分钟)。与现行GOES装载的VAS比较,不仅瞬时视野(IFOV)由星下点的14 km变为8 km,通道数由12个增加到19个,使观测性能得到提高,而且观测时间也大大缩短了。

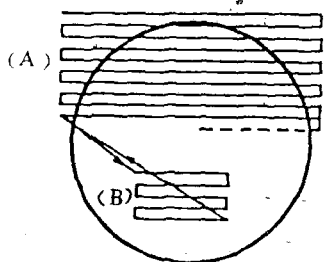


图 5 在专门设定的区域获取数据的方法

3.1.4 小结

GOES-NEXT 的辐射计,对于图象传感器而言是发展了INSAT的VHRR和TIROS/

NOAA 的 AVHRR 的结果。对探测传感器而言则是发展了TIROS-N/NOAA的HIRS/2的结果。图象传感器红外通道瞬时视野的大小,除了比 AVHRR 大外,同静止轨道上现行的 TIROS-N/NOAA 卫星观测具有相同的瞬时视野,甚至可以认为更好一些。

另外正在考虑将来在云多的地方进行探测时,采用被动式的微波辐射计搭载(提出了使用直径为4.4米的天线,瞬时视野为30~40 km 的观测方案)。

3.2 METEOSAT-NEXT

METEOSAT-NEXT 是第13次静止卫星协调会议上商定,预定在1995年后发射的ESA卫星。有关这种卫星搭载装置的开发水平分以下四个阶段概述如下:(a)最小负载(minimum payload), (b)基本负载(baseline payload), (c)额定负载(advanced payload), (d)扩充负载(extended payload)。

对于(a),可见通道的瞬时视野为2.5 km,除部分观测时可以做到1 km左右外,与现行的相同。

对于(b)阶段考虑如下:

- 装载用于大气探测的由15个通道组成的ASR探测用辐射计。

- 把可见/近红外分成两部分($0.4 \sim 0.7\text{ }\mu\text{m}$ / $0.7 \sim 1.1\text{ }\mu\text{m}$)。

- 进行可见/近红外的部分观测时,采用1 km的空间分辨率。

- 把热红外通道分成两部分($10.5 \sim 11.5\text{ }\mu\text{m}$ / $11.5 \sim 12.5\text{ }\mu\text{m}$)。

- 为了判别云和雪,增加 $1.5 \sim 1.7\text{ }\mu\text{m}$ 通道。

- 将红外、水汽, $1.6\text{ }\mu\text{m}$ 通道的空间分辨率做成4 km。

对于(c)阶段,除(b)中各项外还考虑:

- 装载微波探测辐射计。

- 用热红外通道进行部分观测时,其空间分辨率为2 km。

- 增加 $3.7\text{ }\mu\text{m}$ 窗通道。

- 把 ASR 作成 20 个通道。

对于(d)阶段主要考虑装载进行气候或大气成分观测用的测量仪器和利用微波探测器。

不用说,1995 年后的卫星最起码应具有(b)的性能,加进(c)的部分性能的可能性也是很大的。主要的是设计出比现行 GOES-VAS 好的卫星。

4. 结束语

由于近年来大气科学的迅速发展,无论是应用还是科学研究方面都更加需要定量的

资料。象过去那种只是定性了解气象状况的图象分析,是不能满足对大气-地球系统观测要求的。

现在我们正处在能进行全球观测的时代。在可望利用 4—5 颗静止气象卫星维持全球观测的体制中,为使 GMS 的观测域与其它卫星资料保持均一性,有必要就如何进一步协调一致地观测进行探讨。

张程道摘译自(日)《天气》

Vol. 34, No. 2

汤克清校