

机载粒子测量系统及资料处理

魏强 高建春 钱越英

(北京应用气象研究所, 北京 100029)

提 要

该文介绍了PMS机载粒子测量系统及仪器的探测原理,描述了自行开发的数据处理软件的运行环境、流程图和特点,举例给出部分处理结果形式。

关键词: PMS机载粒子测量系统 探测原理 数据处理软件 处理结果形式

引 言

飞机探测是获取云中宏、微观参数的重要手段之一。PMS机载探测仪器是当今最先进的自动化粒子测量仪器。由于厂家所提供的数据处理软件只能以模拟量形式给出云的微观参数,不能满足气象研究的需要,为此我们在中小型计算机系统上开发出一套机载粒子云采集系统数据处理软件。通过几年的研制开发和逐步应用与完善,该软件现已投入了业务使用。

1 系统简介

从美国引进的PMS机载粒子测量系统是国际上较为先进的探测设备,目前在大气微物理结构探测中经常使用此产品。该系统由数据采集设备(PDS-500)、数据处理设备(GPS-500)和若干种探测仪器组成。PDS-500主机是这套仪器的控制部分,带有一台8mm内嵌式盒式磁带机,用于采集原始探测资料, GPS-500是一台同样带有8mm内嵌式盒式磁带机的386微机,用于处理采集到的原始探测资料。探测仪器包括:6个主探头及温度计、露点计、液水含量仪、高度空速转换盒等辅助探头,其性能参数见表1^[1-6]。

2 探测原理

系统的6个主探头从探测原理上可分为:散射探头、一维光阵探头和二维光阵探头。

2.1 散射探头

散射探头包括PCASP和FSSP探头,其

探测原理^[1,2]是据Mie散射理论,依散射光强的大小,推算粒子尺寸。PCASP和FSSP的区别在于:PCASP汇集所有方向的散射光来测量粒子的尺寸,具有1个量程;而FSSP只使用前向散射光来推算粒子的大小,具有分辨率及量程不同的4个档,见表2。

表1 PMS机载粒子测量系统探测仪器

名称	简称	探头量程/ μm
气溶胶粒子探头	PCASP	0.1—3.0
前向散射滴谱探头	FSSP	1.0—95.0
一维光阵云粒子探头	260X	30.0—1860.0
一维光阵雨粒子探头	260Y	150.0—9300.0
二维灰度云粒子探头	GA2	30.0—1860.0
二维灰度雨粒子探头	GB2	150.0—9300.0
露点计	G. E. -1011B	-75.0—+50.0°C
高度空速转换盒	542K2-2	75.0—350.0knot, -1000.0—+40000.0ft
液水含量仪	KLWC-5	0.0—5.0g·m ⁻³
温度计		-100.0—+100.0°C

表2 FSSP各档量程和分辨率

档	量程/ μm	分辨率/ μm
#0	5.0—95.0	6.0
#1	2.0—47.0	3.0
#2	2.0—32.0	2.0
#3	1.0—16.0	1.0

2.2 一维光阵云雨粒子探头(260X、260Y)

一维光阵云雨粒子探头包括260X和260Y,它们的测量原理是:依靠探头内部的一个由64个光电元件组成的光阵,当粒子穿过激光束时,其阴影遮挡住光学元件,探头累加挡光元件的个数后乘以探头的分辨率即换

算为粒子的尺寸。

2.3 二维灰度云雨粒子图像探头(GA2、GB2)

二维灰度云雨粒子图像探头不仅可以测量粒子的尺寸,还可以记录粒子的图像。二维灰度图像探头的探测原理是:依靠内部的一个由64个光阵元件组成的光阵,当粒子进入激光束时,其阴影遮挡住光电元件,使光强减弱,而每个光电元件的后部带有一个前置放大器,输出到PMS266D双灰度探头放大器上,PMS266D有两位输出,其输出编码代表粒子的挡光程度,在粒子图像的实时显示时用不同颜色显示(见表3)。

表3 二维灰度图像挡光程度、探头编码和相应颜色

挡光程度	编码	显示颜色
不挡光(挡光强度<25%)	00	黑色
最小挡光(25%≤挡光强度<50%)	01	黄色
中等挡光(50%≤挡光强度<75%)	10	红色
最大挡光(挡光强度≥75%)	11	蓝色

3 数据处理软件运行环境

我们自行研制开发的机载粒子云采集系统数据处理软件,是在中小型计算机系统MIPS RC6260和MicroVAX 3400环境下运行的。由于这两个系统之间及与微机之间已经实现联网,进行资料交换与数据传输十分方便,因而将它们联合使用,可充分发挥各自运算速度快、图形处理功能强、使用方便灵活等优势,提高数据处理速度和质量,使得部分数据处理结果可直接在微机上显示,以满足实际工作需要。

4 数据处理软件的流程图

该数据处理软件主要用FORTRAN和C语言编写,共由5个部分组成,包括:①飞机探测数据的转换软件;②主要处理软件;③光散射探头(PCASP、FSSP)粒子谱的进一步分析软件;④光阵探头(260X、260Y、GA2、GB2)粒子谱的进一步分析软件;⑤二维灰度云雨粒子图像及其参数的反演软件等。用上述5个软件进行数据处理的流程见图1。

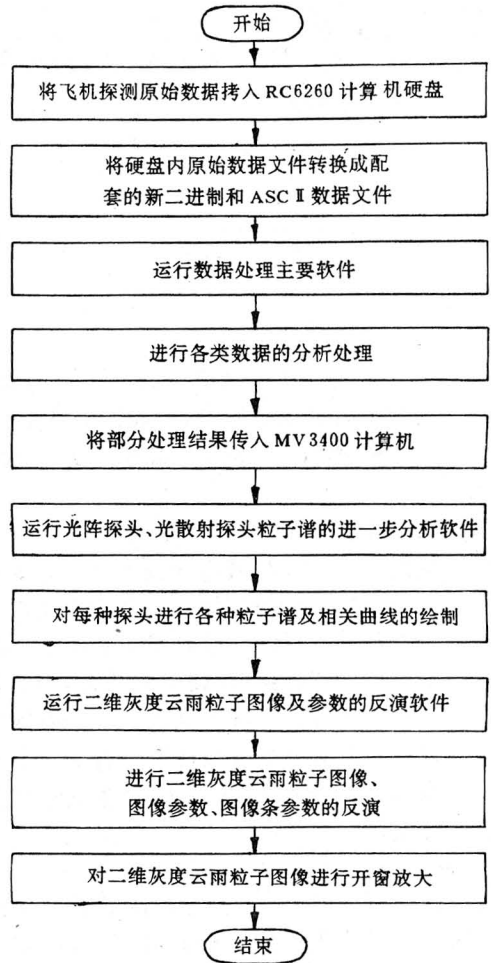


图1 数据处理软件流程

5 数据处理软件的特点

5.1 该数据处理软件在MV3400和RC6260计算机系统上运行,兼顾两种系统的内外存空间大、速度快、图像处理功能强、外设配置齐全、工作环境好等多种优点,考虑到今后要将飞机探测资料、雷达资料、卫星资料、常规气象资料等进行综合分析,这种选型具有良好的开发应用前景。

5.2 由于一次飞行探测往往可以获得几十甚至几百兆的原始数据,而计算机系统的内外存容量有限,为了节省空间,我们对飞机探测所获取的大量资料采用边读数据、边分析、边存盘的方法进行处理,形成的各种结果可

提供进一步分析使用。

5.3 该软件具有很强的灵活性。如：可简便地通过人机对话方式，只处理所关心的某个资料段，从而达到对资料的分选，在使用软件进行资料处理之前，可由用户自行确定计算粒子谱的时间间隔，在进行粒子谱的进一步分析及对二维粒子图像进行反演时，可按时间自行选择资料，等等。这样就可使资料的处理更能适应实际工作的需要。

5.4 在数据处理过程中，我们将二维粒子的图像数据、粒子参数及粒子图像条参数分别存入不同的结果文件，在进行二维数据分析的同时，还可进行其它一维资料的计算。通过MV3400上的IVAS图像系统，用户可从监视器上有选择地直接察看观测到的二维灰度云雨粒子图像，并能通过鼠标器，对屏幕上的粒子进行删除、放大、缩小等操作，同时还可对粒子图像进行照像和硬拷贝。这就更便于用户集中寻找自己所关心的数据，同时又能节省磁盘空间、节约纸张、便于资料的保存和进一步研究应用。

5.5 此软件考虑到用户对数据处理结果使用上的特点，将飞机探测采集到的全部数据分为几类，建立了许多结果文件，如：宏观参数探头数据反演结果文件、各探头粒子谱结果文件、各探头粒子谱参数结果文件、二维灰度云雨粒子图像结果文件、二维灰度云雨粒子图像参数及图像条参数结果文件等，这样既便于用户针对自己的需要进行数据挑选，也可为用户提供更直接、更具有针对性的飞机探测预处理结果。实现了将预加工后的资料产品连同对应的时空坐标，按一定的数据格式存储，再根据需要将某时段的谱分布数据重新读出进行再加工的预想。

5.6 为了更好地提供飞机探测资料产品，便于推广使用，我们利用RC6260及MV3400计算机与各微机间的网络系统，将宏观参数探头数据反演结果文件、各探头粒子谱结果文件、各探头粒子谱参数结果文件、二维灰度云雨粒子图像结果文件、二维灰度云雨粒子图像参数及图像条参数结果文件等传入微机，并在微机上进行谱结果及二维灰度粒子

图像的彩色显示，最终以软盘形式提供各种结果。

6 数据处理的几种结果形式

飞机探测的原始资料按一定流程经数据处理软件处理后，通过网络传入微机，用软盘存储处理结果。其中几种主要结果包括：各探头某给定时段粒子谱结果，各探头垂直场各高度层粒子谱结果，宏观探头某时段数据反演平均结果，二维灰度粒子图像及其参数的反演结果等。FSSP探头探测某时段粒子谱结果包括各物理量单位、粒子尺寸分布、粒子的个数谱、归一化粒子浓度谱、归一化粒子体积浓度谱和利用粒子谱计算的总浓度及含水量。FSSP探头某高度层粒子谱结果包括各物理量的单位、粒子尺寸分布、粒子的个数谱、归一化粒子浓度谱、归一化粒子体积浓度谱和利用粒子谱计算的总浓度及含水量。宏观探头数据反演平均结果(每分钟)，各列数据依次为：起始时间 Btime(yy/mm/dd hh:mm:ss)、结束时间 Etime(yy/mm/dd hh:mm:ss)、温度 T/°C、露点 Td/°C、海拔高度 H/m、空速 TAS/m·s⁻¹和液水含量 Klwc/g·m⁻³。图2给出二维灰度粒子图像及其参数的反演结果，其中BTIME为探测到该图像条第一个粒子的时间、ETIME为探测到该图像条最后一个粒子的时间、N为该图像条总粒子数、NA为云粒子数、NB为雨粒子数、NCA为擦边云粒子数、NCB为擦边雨粒子数，紧挨图像条下的4条数据依次为：>25%（蓝、红、黄三色）挡光条件下粒子的面积点数、>75%（蓝色）挡光条件下粒子的面积点数、50%—75%（红色）挡光条件下粒子的面积点数、25%—50%（黄色）挡光条件下粒子的面积点数。

7 结束语

通过对多年的飞机探测资料进行分析，将各种计算结果与常规资料、历史资料、手记资料等进行大量对比，表明这些处理结果合理、可信。PMS机载自动化仪器的使用、数据处理软件的开发和应用，可为人工影响天气、飞机积冰、大气污染等大气科学研究提供合理的云中宏、微观资料。

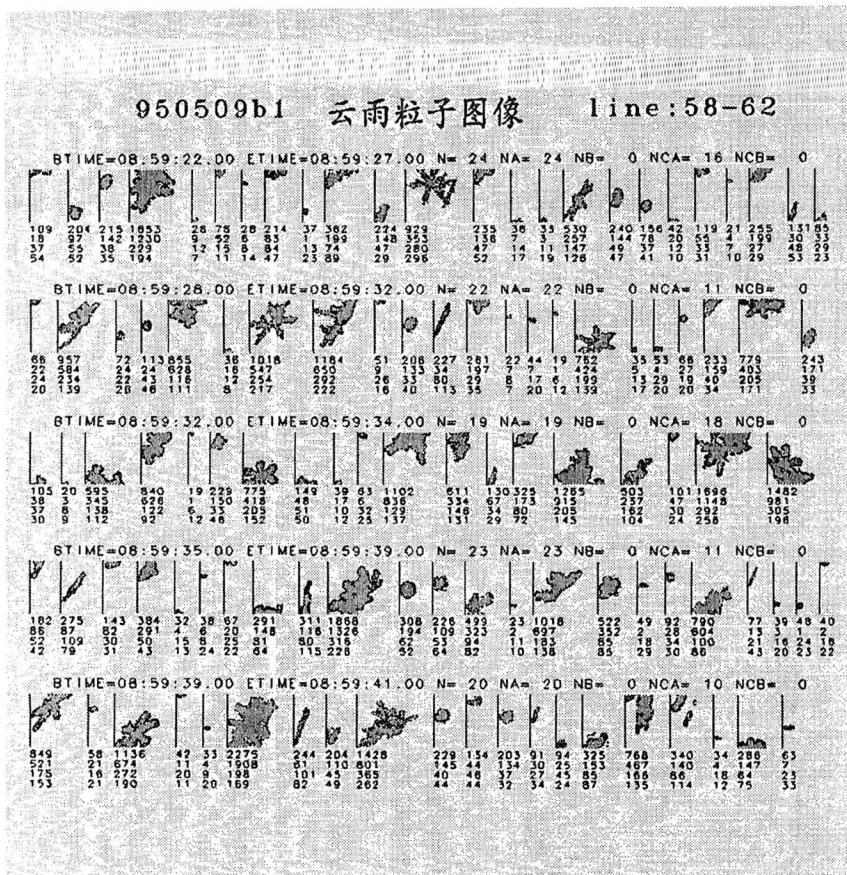


图2 二维灰度粒子图像及其参数的反演结果

参考文献

- 1 Partial Measuring Systems Inc., Pavity Aerosol Spectrometer Probe (Airborne) PMS model PCASP-100X Operating Manual.
- 2 Partial Measuring Systems Inc., Forward Scattering Spectrometer Probe PMS Model FSSP-100 Operating Manual.
- 3 Partial Measuring Systems Inc., Optical Array Spectrometer Probe PMS Model OAP-260X Operating Manual.
- 4 Partial Measuring Systems Inc., Optical Array Spectrometer Probe PMS Model OAP-260Y Operating Manual.
- 5 Partial Measuring Systems Inc., Optical Array Spectrometer Probe PMS Model OAP-2D-GA2 Operating Manual.
- 6 Partial Measuring Systems Inc., Optical Array Spectrometer Probe PMS Model OAP-2D-GB2 Operating Manual.

Airborne Partial Measuring System and Data Processing

Wei Qiang Gao Jianchun Qian Yueying

(Beijing Institute of Applied Meteorology, Beijing 100029)

Abstract

The PMS Airborne Particle Measuring System and its measuring principles and the software for processing and developing data are described. The software operation enviroment, the flow chart and the features are discussed. The formation of some results is also given.

Key Words: PMS Airborne Partial Measuring System measuring principles software for processing and developing data