

# 发射场气象网络化训练系统的设计与应用

江晓华, 杨仁伦, 党建涛, 汪正林, 杨道勇

(西昌卫星发射中心, 四川 西昌 615000)

**【摘要】** 利用西昌发射场气象网络系统作为平台, 采用通用网络技术和专用气象技术, 改善气象软、硬件环境, 充分收集各类历史和实时气象信息, 设计了基础训练、历史信息、场区实时信息、数值产品等不同模块, 以天气预报专业的保障演练为切入点, 以天气预报、常规气象情报、雷电监测预警等专业的网上训练为主要内容, 建立气象网络化训练系统, 开展了气象系统的网络化训练工作, 在卫星发射气象训练和保障中取得良好效果。

**【关键词】** 发射场; 气象; 网络; 训练; 系统

**【中图分类号】** TP399: P41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-1891(2006)01-0089-04

针对西昌发射场山区地形、气候复杂、天气预报难度大的特点, 结合航天器发射试验任务对雷电、高空风、强降水等定时、定点、定量预报的特殊保障要求, 为切实组织好气象系统的业务训练和任务保障工作, 发射中心气象系统以不断发展的信息技术为依托, 对各类业务资源进行整合, 突出了气象预报专业的训练中心地位, 因地制宜地开展了气象网络化训练系统的建设, 加快了发射场气象系统信息化建设步伐。

## 1 总体设计

立足发射场气象网络平台及软、硬件环境, 扩充气象信息源, 开发气象专用软件, 总结过去网络化训练的经验教训, 研制出一套涵盖气象预报、气象情报、雷电监测等专业的的气象业务网络化训练系统。

### 1.1 硬件组成

场区气象网络化训练系统建立在发射场气象专网基础之上, 由网络中心、数十个用户终端以及通信链路等组成。

### 1.2 软件组成

网络服务器采用的是通用的服务器操作系统, 客户端采用的是 Windows2000 以上版本的操作系统, 并及时升级换代。气象专用软件包括卫星电视

气象信息广播系统专用软件、中国气象局 Micaps 气象专用软件、卫星云图接收处理软件、天气雷达专用软件和闪电定位软件等, 场区气象系统自行开发了气象历史资料查询、相似天气查询、场区信息处理、网上天气预报制作、成绩评定、气象试题库、气象数据库、气象信息综合集成显示处理等软件, 以满足网络化条件下的气象训练需要。

### 1.3 基本功能

实现了气象信息的综合集成显示和分析; 历史资料的查询; 对实时天气图和数值产品的分析处理; 场区观探测资料的实时传输和处理; 场区多种天气预报方法和科研成果的应用; 网上天气预报的制作与发布; 天气预报网上考核与评定; 专家诊断分析及查询; 气象预报、气象情报、雷电监测专业的网上试题库的考核; 气象情报专业的网上教学等功能。

### 1.4 气象网络训练流程

通过气象网络人工或自动收集到各类历史和实时气象信息, 汇集网络服务器中, 预报人员通过各自的用户终端独立地分析相关信息, 利用不同预报模式, 结合个人预报经验, 制作个人不同时效的天气预报。遇有重大天气过程或根据任务需要还可进行天气会商, 最终制作发布集体天气预报结论。并由计算机根据评分准则自动评判, 预报人员可根据评分结果, 查找出薄弱环节, 并可进行重复训练。另外, 各专业技术人员还可以利用不同层次(初级、中级和高

收稿日期: 2005-06-15

作者简介: 江晓华(1965-), 男, 西昌卫星发射中心试验技术部高级工程师。

级)的试题库进行网上考核训练,提高理论和技能水平。

## 2 系统模块设计及功能

训练系统设计由四大模块组成,即基础训练、历史资料、场区信息、数值预报模块。每个模块又有若干个子模块组成。主要针对不同训练目的,整合不同气象信息源,进行相应的训练。下面简要介绍主要模块功能。

### 2.1 基础训练模块

基础训练模块包括气象情报专业基础训练、气象预报专业网上考核、气象预报专业网上评分以及气象情报、气象预报、雷电监测三大专业试题库训练等模块。

气象情报资料是进行天气预报和气候分析的基础,随着科学技术的发展,大气探测手段也日趋完善,供预报人员分析的气象情报信息越来越丰富。气象情报专业基础训练子模块包括气象情报系统介绍、卫星电视气象数据广播接收应用系统电子课件、电子教学和网上考核四个子模块组成。

气象情报、雷电监测、天气预报专业网上试题库分初级、中级和高级三个层次,试题库定期补充更新,采用数据库技术和自动评判技术,训练相关专业的基础知识、操作技能和发射试验任务保障专用知识,并提供有正确答案。

气象预报专业网上演练考核子模块主要指预报员在规定的时间内;独立地综合分析场区实况、卫星云图、雷达回波、探空测风、高空和地面天气图、雷电监测数据、物理量诊断分析、不同模式的数值预报产品等气象信息,结合预报经验,制作出个人预报。训练考核包括短期、中期和长期三种时效的预报。为了保证真实性,设立有预报员个人账号和密码,考核成绩独立建库,并为集体预报成绩评分库的建立和分析打下了基础。

气象预报网上考核评分子模块指在预报员独立进行不同时效考核训练的基础上,系统进行了预报评分子模块的设计,以便及时评判训练效果。预报评分子模块包括日预报成绩评分、个人成绩统计、集体成绩库等。预报网上考核训练重点突出了航天气象保障的雷暴、强降水和大风等要素的训练,按照国家气象规范进行评判,预报员经过一段时期的训练后,可查找薄弱环节,改进训练模式,提

高训练效果。

### 2.2 历史资料训练模块

历史资料模块主要包括历史天气实况、天气图、云图、相似天气查找和闪电定位五部分资料。

历史天气实况主要显示、分析场区历史地面观测资料,包括云状、云量、云高、风向、风速、能见度、气温、露点、相对湿度、水汽压、本站气压、天气现象等内容。

历史天气图主要显示、分析历史上 08、20 时的 500、850hPa 高空图和地面图。翻阅方式包括常规方法、均匀分割、锁定特征法、区域分割法四种方式。显示天气图的同时还显示场区当天的云量和天气现象,以便于对比分析。

历史卫星云图主要是查找并显示历史卫星云图资料。训练时先选择训练日期,再选择图次即可显示相应云图。

历史天气图相似天气查找子模块指查找、显示、分析历史上相似的天气图,有自动和人工两种方式。人工查找方式包括最短距离法、区域相关法、纬向扫描法、高分辨系数法四种查找方法。训练时可以当天天气图为准,进行历史天气图的相似查找,也可以选择历史上某一天作为训练日期,再进行历史天气图相似查找。

历史闪电资料分析需要先选择训练日期,再选择闪电数据进行回放(前提是历史上某天有闪电,如果该天无闪电,则无闪电数据),即可分析闪电分布图及具体的闪电数据。闪电数据库包含场区组建闪电定位系统以来的闪电数据。

### 2.3 场区信息模块

场区信息训练模块主要包括场区内部信息、卫星电视气象广播信息、国家气象中心 micaps 气象信息等。

场区内部信息子模块主要包括场区实时的地面实况、高空探空测风、雷达回波、卫星云图(发射中心自接收的)、定位闪电、地面电场、空中电场等信息。

场区地面实况主要包括云状、云量、云高、风向、风速、能见度、天气现象、气温、露点、相对湿度、水汽压、本站气压、降水量、降雪深度、日最高气温、日最低气温、以及详细记载降水、雷电活动时段、方向等信息的天气纪要。

探空信息主要分析场区各类的探空信息。主要分析从近地层到 200hPa 高度的标准等压面和标准高度层的温度和温度露点差,以此计算近地层和

500hPa 的假相当位温  $\theta_{se}$  以及各类表征高空层结稳定度的指数如 K 指数、A 指数等,并分析温度对数压力图。探空资料为雷电活动的预报提供大气层结稳定度等数据。

高空测风信息包括风廓线图(含纵风和横风;最大风的高度、风向、风速)、高空最大风、高空风演变(整层)、高空风玫瑰图等,主要用于分析和预报场区高空最大风、高空风切变、高空气流演变以及雷暴风场等,任务期间还为火箭飞行弹道的修正提供高空风及  $Q_{\alpha}$  值参数。

雷达回波主要分析气象雷达站 714 多普勒天气雷达探测信息,并以 712 测雨雷达和机动天气雷达资料作为补充。雷达回波资料在分析、预报场区中小尺度的降水和对流云团短时演变中具有重要的指示意义。

卫星云图主要分析发射场自接收的极轨和静止气象卫星信息,包括全球和以场区为中心的中国区域云图信息。系统设计有显示和动画两种功能,并可区域放大。对云层分析还可进行衰减显示,以突出主要云系的分析。

地面电场和空中电场主要分析场区多种型号的地面电场仪和空中电场探测系统所探测的大气电场监测数据。

闪电信息主要分析场区的云地闪电信息,包括闪电的时间、方位、距离(相对场区)、放电强度、回击数等,用于分析闪电的中心位置、移动趋势以及进入场区 40km 和 8km 两个警戒圈(航天气象保障专用)的情况。闪电探测数据主要来源于已加入了国家闪电监测网的场区 ADTD 高精度雷电定位系统。另外,场区 SAFIR3000 闪电监测系统还提供场区周围云中闪、云间闪等监测信息。

卫星电视气象广播信息是总参气象中心利用 CCTV 卫星电视搭载广播的气象信息,是场区重要的气象信息源之一。主要包括不同时次的天气图、卫星云图、总参气象中心的 T106 模式和欧洲中期数值中心的各类诊断分析和预报产品。

为适应气象训练和保障的需要,发射场近年来开通了与国家气象中心的卫星通信联系,直接接收国家气象中心的部分 Micaps 信息。Micaps 信息量十分庞大,功能较完善,主要包括四大部分:各类天气图、卫星云图、以国家气象中心 T213 模式和欧洲中期数值中心模式的产品为主的物理量诊断分析和数值预报产品。拥有不同模式、不同层次、不同时效的

Micaps 气象信息为预报员训练和实际保障提供了重要的参考依据。预报员可根据训练和实际保障的需要,结合个人经验,针对不同季节和任务特点,分析不同产品,突出预报重点,即雨季突出降水和雷暴预报,干季突出高空大风预报。

## 2.4 数值预报训练模块

数值预报训练模块包括三个部分:一部分是发射中心利用不同模式独立进行的数值预报,由于计算机配置问题,尚处于试验阶段;另一部分则是利用卫星电视气象广播系统和中国气象局 Micaps 信息系统提供的中国气象局的 T213 模式、欧洲中期数值中心的全球模式等数值产品;还有一部分则是国际互联网上气象专业网站上提供的美国全球模式、日本全球谱模式、印度区域降水模式等数值预报产品。

数值预报产品主要包括不同等压面上的高度场、温度场、湿度场、风场、变高场、变压场、降水量等要素场的数值预报。预报时效一般因产品不同而不同,常规的时效有 3、6、12、24、48、72、96、120、144 小时等。数值预报产品在降水、高空最大风、逐时气温、湿度等要素的预报中提供了重要参考。

## 3 技术特色和应用

### 3.1 技术特色

气象网络化训练系统是网络技术与气象业务相结合的信息化建设的产物,充分应用了场区气象系统现有的各类科研成果和资源,进行了相关系统的二次开发,具有自动化程度高、预报制作快捷、训练效率高、训练考核和气象保障一体化等特点,该系统既是一套训练系统,又是一套实战保障系统。

系统模块性、可扩展性及其独立性较好。系统由相互独立的模块构成,通过数据流把它们相互关联起来。系统设计时还充分考虑了安全性,如预报人员考核的账户和密码管理,预报时间和时效的限制,预报结论修改的有效性,预报成绩的评定等方面都进行了安全性设计。另外,系统建立在气象专网基础上,与场区其它网络实施了物理隔离,安全性能也得到较好的保障。

### 3.2 应用

系统自设计应用以来,在实践中逐步完善,在“风云二号 C”和“亚太六号”等近十发国内外卫星发射任务的气象训练和保障中得到大量的应用,取得了良好效果。其效果主要表现在以下几个方面:

1、扩充了气象信息源,研制了气象信息综合集成平台,提高了气象训练和保障的可信度。

2、改变了人工训练的陈旧模式,提高了训练自动化水平,缩短了训练周期,降低了训练成本,明显提高了训练效率。优化了气象训练和气象保障流程。

3、整合了场区气象系统的科研及技术资源,对相关的气象信息系统进行了二次开发,明显提高了气象训练和保障的信息化水平。

4、加大了训练和气象保障深度,实现了气象保障与训练考核一体化,显著提高了气象保障总体能力。

发射场气象网络化训练系统充分利用了不断发展的发射场气象网络的技术条件,继承和运用了气象系统现有的各类科研成果和技术手段,进行了相关系统的二次开发,是网络技术与气象业务高度结合的产物。该系统既是一套训练系统,又是一套实战保障系统。系统有效提高了气象部门综合训练和气象保障能力。在日常训练和“风云二号 C 星”和“亚太六号”等国内外卫星发射任务保障中获得了良好的应用效果。今后需要充实完善气象数据库,扩充气象信息源,研制高性能的网络平台,开展集成数值预报研究,开发更多的应用系统,构建气象系统其它专业的网络训练体系,摸索更多更好的组训方式,不断完善发射场气象网络化训练系统。

## 4 结束语

### 参考文献:

- [1] 苗春生,陈桢华. 现代天气分析预报网络教学系统的设计与开发. 南京气象学院学报,2002(2)
- [2] 胡文运,王克强等. 地县级新一代天气预报业务系统. 北京:气象网络通信技术与 Internet 开发应用会议论文集,2003
- [3] 王遂疆,吉慧敏,孙林花. 基于 MICAPS 系统的数字化天气图及常规气象资料检索分析系统. 气象科技,2004(4)

## Design and Application of the Meteorological Network – Training System in the Launching Site

JIANG Xiao – hua, YANG Ren – lun , DANG Jian – tao, WANG Zheng – lin, YANG Dao – yong  
( Xichang Satellite Launching Center , Xichang 615000, Sichuan )

**Abstract:** Using the meteorological net system of Xichang launch site as a platform, combined the current net technology and the special meteorological means, we had improved the hardware and software condition, collected many kinds historical and real – time meteorological information adequately, designed several of modules such as based – training, historical and real – time information, numerical forecast products and so on. Use the guarantee training of the forecasters as a cut – in point. This system makes the weather forecast, normal meteorological information collection, flash and thunder detection as the mainly content in the networking – training. Through the hard work, the meteorological network – training system has been established; it has been used in the meteorological training and weather support from then on and gotten very satisfied purpose in the process of satellite launch.

**Key words:** Launch site; Meteorological; Network; Training; System