

裴翀, 宋连春, 吴可军, 等. 我国综合气象观测运行监控系统的设计与实践[J]. 气象, 2011, 37(2): 213-218.

我国综合气象观测运行监控系统的设计与实践^{* 1}

裴 翀¹ 宋连春² 吴可军¹ 李 雁¹ 李 巍¹ 邵 楠¹

1 中国气象局气象探测中心, 北京 100081

2 国家气候中心, 北京 100081

提 要: 综合气象观测系统是我国气象预报服务的基础, 保障综合气象观测系统的稳定可靠运行是我国气象探测事业发展的关键。文章阐述了我国综合气象观测运行监控系统(ASOM)的结构、系统建设所采用的技术路线和解决的关键技术问题, 介绍了系统功能和特点, 并结合我国气象探测设备监控与保障业务实际, 探讨了系统未来的改进方向。

关键词: 综合气象观测系统, 运行监控, 设计, 实践

The Designing and Application of the Atmospheric Observing System Operations and Monitoring in China

PEI Chong¹ SONG Lianchun² WU Kejun¹ LI Yan¹ LI Wei¹ SHAO Nan¹

1 Meteorological Observation Center, CMA, Beijing 100081

2 National Climate Center, Beijing 100081

Abstract: The integrated meteorological observation system is the foundation of weather forecast service, and guaranteeing the integrated meteorological observation system operation steady and reliable has become the key point of the development of meteorological service in China. This paper expounded the construction structure, the technical route, the key technical methods, the characteristics and the functions of the Atmospheric Observing System Operations and Monitoring (ASOM) in China. Besides, combining with the current situations of China's meteorological equipment monitoring and maintenance, it explored the potential benefits and the future improving direction of the ASOM system.

Key words: integrated meteorological observation system, operational monitoring, designing, application

引 言

气候变化影响的日益加剧以及公共气象服务需求的不断增大对天气、气候过程的精细化预报预测服务提出了更高的要求^[1-2]。综合气象观测系统是支撑气象预测预报服务的主体, 保障综合气象观测系统稳定可靠运行, 发挥其建设效益已成为我国气象事业发展的关键^[3]。

近 10 年来, 随着地面自动观测系统投入业务使用, 中国气象局相继开展了新一代天气雷达的布网

建设、L 波段探空系统的换型、风能资源专业观测网建设并投入业务使用等基础建设性工作, 这些观测系统为我国气候变化和防灾减灾工作提供了关键的数据支撑, 也成为灾害性天气过程发生发展机理研究的重要手段^[4-13]。然而, 由于目前已建的各类气象探测设备分布在全国各地, 在设备的维护保障方面存在种种问题: 设备运行状态和探测数据是否正常难以及时了解, 性能、故障、维护维修情况不易掌握, 备件消耗及设备寿命不便跟踪, 站网布局缺少科学支撑, 监测产品发布实时性不强, 综合保障服务能力难以评价, 基于实时探测数据开发的实时监控产

* 中国气象局气象灾害监测预警与应急工程项目资助

2010 年 5 月 24 日收稿; 2010 年 8 月 15 日收修定稿

第一作者: 裴翀, 主要从事综合气象观测系统运行监控技术研究. Email: bess-2160@263.net

品仍显不足等,这些问题影响了我国综合气象观测系统效益最大化的发挥。为满足上述需求,达到准确探测、有力保障的目标,2003年11月,中国气象局气象探测中心完成了“新一代天气雷达全网监控系统”的试验版本开发,初步实现了对新一代天气雷达状态数据、故障信息的采集、传输、处理和显示^[14];在此基础上,2007年又进行了改进,实验性地建立了以地理信息系统为主要技术特征的国家级运行监控系统,扩大了监控设备的范围,增加了对探空系统和国家级自动气象站的监控保障,并初步尝试了数据质量监控^[15-16];随着我国综合气象观测系统的不断发展,天气、气候预报、预测对保障观测系统稳定可靠运行以及探测数据的准确可靠提出了更高的要求,因此,以保障综合气象观测系统稳定可靠运行、促进综合气象观测网科学布局及充分发挥综合观测系统建设效益为目标,中国气象局气象探测中心对我国综合气象观测系统运行保障体系进行了规划,并于2008年对综合气象观测系统运行监控平台(以下简称“ASOM”—Atmospheric Observing System Operations and Monitoring)进行了科学设计。ASOM包括设备运行监控子系统、站网信息管理子系统、维护维修信息管理子系统、装备供应保障业务信息管理子系统以及监控信息发布、综合分析评估、系统管理及基础平台等功能模块,该系统是我国气象探测技术装备监控与保障的业务应用系统^[17]。ASOM系统的建成将可大幅提高综合气象观测系统的技术保障水平,提高综合气象观测系统的建设效益,为气象预报、气候变化监测提供基础信息支撑,满足我国综合气象观测系统运行监控和技术保障的业务需求。

本文从系统的逻辑和技术架构、系统采用的主要技术路线、系统建设时解决的关键技术问题等方面全面介绍ASOM系统的设计以及实现的功能。

1 系统概述

ASOM是气象探测技术装备监控与保障的业务应用系统^[17]。系统采用一级部署、三级应用的策略,为地市/台站级(以下简称“台站级”)、省级、国家级三级业务及管理人员提供统一的工作平台。系统实现气象探测设备的运行状态监控、探测数据监控、维护维修信息管理、装备供应保障信息管理、站网信息管理及站网运行能力评估、信息发布等功能,覆盖

了气象台站、省级和国家级的各类气象探测设备的运行监控与保障业务。主要用户是台站级、省级和国家级装备技术保障人员及相关的业务管理人员。

台站人员可利用本系统进行气象探测设备运行状态和探测数据的监控、记录、跟踪及相关信息的发布、常规维护和故障维修信息的上报、装备/备件供应信息的记录与跟踪,可以进行台站基本信息、设备信息和人员信息的维护,还可通过本系统获取远程维护维修技术支持等;省级人员可利用本系统及时了解和掌握本省范围内气象探测设备的运行状况、常规维护情况、故障维修情况、装备/备件的供应情况,对气象台站的设备运行能力和维护保障能力等方面进行评估,对气象台站的常规维护和故障维修进行远程指导,对省级装备/备件供应信息进行记录与跟踪,还可以实现省内探测数据的质量监控和极端天气现象监测等;国家级人员可利用本系统及时掌握全国范围内投入业务运行的气象探测设备的运行状况、气象台站的测站基本信息、设备信息、人员信息,可以了解省级业务的开展情况,可以对气象台站的运行维护能力和省级保障部门的保障管理情况等方面进行评估,可以对气象台站的常规维护和故障维修进行远程指导,可以对全国装备/备件供应信息进行跟踪以及可以实现全国范围内气象台站探测数据的质量监控和极端天气现象的监测等工作。

ASOM系统是保障我国各类气象探测设备正常运行、气象观测业务正常开展的业务平台,同时也是我国气象探测业务的管理和决策支持平台。系统的建设可以提高气象探测设备的运行监控和技术保障能力,充分发挥综合气象观测系统建设效益。

2 系统结构

2.1 系统逻辑架构

ASOM系统总体逻辑结构可以概括为“一级部署、三级应用、多方共享”^[8]。“一级部署”指依据国家及中国气象局相关的标准规范统一规划、集约设计,建设一个集中部署的系统平台;“三级应用”是指系统必须分别满足台站级、省级和国家级三级用户不同的应用需求;“多方共享”是指通过规范系统的数据及信息交换接口,使系统的信息资源形成一个逻辑整体,方便为各类用户提供服务,保证信息共享和交换的稳定性与便利性,增加系统的可扩展性。系统总体逻辑结构图如图1所示。

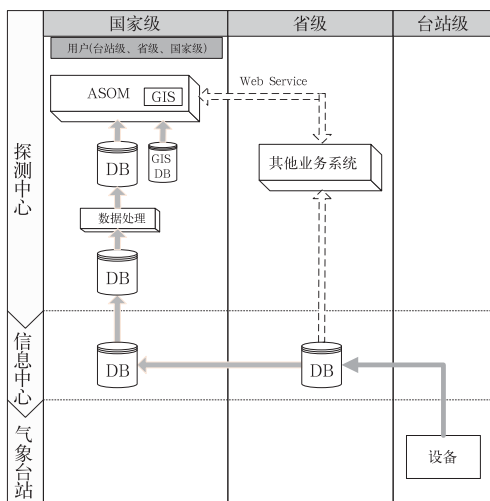


图 1 ASOM 系统总体逻辑结构图

图中 DB 为数据库;GIS 为地理信息系统

Fig.1 The logic structure diagram of ASOM
DB indicates database; GIS is Geography Information System

2.2 系统技术架构

系统采用多层次技术架构实现。从上到下分别由接入层、应用层、支撑层和资源层构成(图 2),此外,各层受统一的标准规范、信息安全体系和运行维护体系限制,以保证系统的稳定性。整个架构集中体现为:以资源层为依托,以应用层和支撑层为核心,通过接入层,全面为各类用户提供服务。这种四层技术架构的划分,使得各个逻辑层次相对独立,降低了系统复杂度,实现了系统的灵活性,为系统的运行、维护和升级打下了良好的基础。

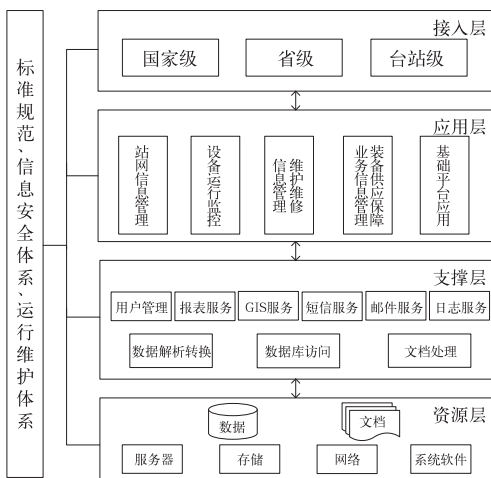


图 2 ASOM 系统总体技术框架图

Fig.2 The technological infrastructure diagram of ASOM

(1) 接入层:各类用户登录网站,系统会根据用户的权限,展现相应的用户界面。用户通过接入层访问所需业务系统,进而确定应用层的访问内容。系统支持多种接入方式,如网站、短信、邮件等。

(2) 应用层:应用层是整个业务系统的核心。该层通过调用支撑层的中间件资源来构建系统的功能模块,以满足用户的实际业务需求。各功能模块均基于 J2EE(Java2 平台企业版)技术设计和开发。

(3) 支撑层:支撑层与应用层共同构成整个业务逻辑结构的核心。支撑层的公共组件构成应用基础系统,是应用层的软件支撑平台。通过支撑层,可以快速创建、组装、部署和管理动态的、健壮的应用逻辑。

(4) 资源层:资源层是应用层、支撑层的支撑环境。其中数据资源包括数据库资源和文档资源等,这些资源可通过开放、标准的 JDBC(Java 数据库连接)接口或专用的 API(应用程序接口)来存取。基础设施包括服务器、存储设备、网络环境和系统软件等,是系统运行的基础。

另外,标准规范和安全、运维体系贯穿整个系统,为逻辑架构中各层提供安全管理等服务功能。

统一、完整的总体业务逻辑结构清晰地划分了系统的逻辑层次,各层次相对独立,从而简化了系统复杂度,保证系统满足功能要求。

2.3 系统主要技术路线

ASOM 采用的技术路线中的核心技术包括 J2EE 技术、中间件技术、报表服务技术、XML(可扩展标记语言)技术和 GIS(地理信息系统)技术等(图 2)。

系统以 J2EE 技术为核心,其各功能点都基于 J2EE 构建,部署在 J2EE 运行环境中运行,并通过 B/S(浏览器/服务器)模式为用户提供服务;此外,ASOM 的基础运行环境和数据访问采用成熟中间件技术,各子系统中的统计分析功能采用统一的报表分析服务;各子系统的地理信息展示和处理采用统一的 GIS 服务实现;ASOM 系统的配置信息和大量的业务信息采用 XML 格式描述,以提高系统的可维护性和可扩展性。

3 系统主要功能

ASOM 系统总体功能包括设备运行监控、维护维修信息管理、装备供应保障业务信息管理、站网信

息管理 4 个子系统以及综合分析评估和信息发布等辅助功能模块。系统总体页面如图 3 所示。



图 3 综合气象观测系统运行
监控平台 (ASOM) 界面

Fig. 3 The page of the atmospheric observing
system operations and monitoring (ASOM)

(1) 设备运行监控: 实现了台站级、省级和国家级的监控人员对新一代天气雷达、探空系统和自动气象站等投入业务运行的气象探测设备运行状态以及探测数据质量状况的监控。探测设备的监控功能主要包括状态监控管理、数据监控管理、业务监控管理等, 并提供值班助手等辅助功能, 方便值班人员使用。同时为监控人员提供了综合信息模块, 包括综合显示、多设备实时状态显示、探测数据产品显示、日志管理等功能。

(2) 维护维修信息管理: 为台站级、省级和国家级的技术保障人员提供了维护维修和远程技术支持模块。维护维修模块提供维护维修工作台、常规维护、故障维修、维护维修知识库和基础数据管理等功能; 远程技术支持模块提供故障相关技术支持、咨询相关技术支持和远程技术支持单查询等功能。

(3) 装备供应保障业务信息管理: 为台站级、省级和国家级的技术保障人员提供了采购计划管理、装备库存管理、在用信息管理、检定测试信息管理、基础数据管理等模块。

(4) 站网信息管理: 为台站级、省级和国家级的技术保障人员提供了地图导航、站网信息管理、综合搜索、综合统计、数据设置和个人信息管理等功能。

(5) 综合分析评估: 该模块为台站级、省级和国家级的技术保障人员提供了运行监控综合分析、维护维修综合分析、装备供应保障综合分析、站网信息综合分析等功能。

(6) 基础平台及信息发布: 基础平台模块为台站级、省级和国家级的技术保障人员提供了系统管

理、个人设置、问题反馈等功能。信息发布模块包括前台浏览和后台管理等功能。

4 系统解决的关键技术

4.1 数据传输

由于 ASOM 系统集中部署在中国气象局 DMZ 区(隔离区), 它与气象局的内部业务系统逻辑隔离, 而运行监控子系统的主要数据来源依赖于观测设备自动生成的参数文件、报警文件、数据文件。因此, 需要通过 FTP(文件传输协议)将这些文件传输到 ASOM 系统位于 DMZ 区的文件服务器, 以供数据处理软件解析、入库。

观测设备自动生成的文件数量众多, 但单个文件较小, 由于 FTP 协议的特性, FTP 在上传大量小文件时, 往往无法充分利用网络带宽, 造成文件传输延迟。而 ASOM 系统实时性要求很高, 为此, 在 DMZ 区外将众多小文件分批打包、压缩, 形成数量较少的大文件后, 再通过 FTP 传输到 DMZ 区内的文件服务器自动解压接收到的打包文件, 供数据处理软件解析、入库。这样, 就充分利用了网络带宽, 缩短了文件传输的时间, 从而满足了实时监控的需要。

4.2 基础设施层部署

ASOM 划分了三个区域: 数据存储区, 应用服务区 and 局域网用户区。其中, 数据存储区和应用服务区部署在中国气象局局域网 DMZ 区中。

数据存储区硬件部署: 3 台 IBM Power 550 小型机作为数据库服务器集群, 2 台 IBM X3650M2 PC 服务器作为集成服务器, 1 台 IBM X3650M2 PC 服务器作为备份服务器, 1 台 12T 的磁盘阵列, 2 台光纤交换机; 为了同时兼顾数据库的性能和可靠性, 数据库服务器使用 AIX 操作系统, 数据库软件使用 Oracle 10g, 并基于 HACMP 和 Oracle RAC 实现数据库的负载均衡; 连接磁盘阵列的光纤交换设备采用双路冗余模式, 提高系统的可靠性。

应用服务区硬件部署: 4 台 IBM Power 520 小型机作为应用服务器集群, 安装 Weblogic Server 10.3, 并部署 ASOM 的业务应用; 2 台 IBM X3650M2 PC 服务器作为 GIS 服务器集群, 安装 ArcGIS 9, 并部署 ASOM 的地理信息服务; 4 台 IBM X3650M2 PC 服务器作为 WEB 服务器集群,

安装 Web Logic Server 10.3, 并部署 ASOM 的 Web 应用。

为了提高系统的性能,在局域网 DMZ 区内,部署 2 台双机热备的负载均衡设备,提供负载均衡服务,提高系统的可靠性。

4.3 Web GIS 技术

监控系统基于 ESRI ArcGIS Server 9.3 平台,运用 WebGIS 技术展现观测网的分布情况、运行状态和观测数据质量状况。WebGIS 技术是由 GIS 技术与 Internet 技术相结合而产生和发展起来的一种新技术,对于大范围分布的多客户端 GIS 应用具有显著优越性。ArcGIS Server 是企业级 GIS 应用程序综合平台,为用户提供创建和配置 GIS 应用程序和服务的框架^[18-20]。它将 GIS 和 Web 结合起来,不仅具备发布地图服务的功能,并能提供编辑和分析功能,并通过分布式组件技术支持大量的并发访问。

使用 ArcGIS Server JAVA ADF 框架开发部署 GIS Server 的 Web 应用程序。ADF(自动方位搜索器)基于 JSF 框架实现,遵循标准的 JSF,提供了预定义的开发框架,并按照 MVC(模型视图控制器)的层次提供了 Core、Resource、Business Logic 三层 Web ADF 依赖库。

为了提高地图的访问速度,利用 ArcGIS Server 服务器缓存机制,对不常变化的图层(如省、市、县等)作为一个地图服务进行缓存处理,将地图数据转换成不同级别的静态图片存储在服务器中,客户端直接从 Cache(缓存)中访问静态图片从而减少动态渲染地图的响应时间。

4.4 数据库设计

由于系统中纳入监控与保障的设备种类较多,日常产生的数据量十分庞大,考虑到系统的响应速度以及业务使用的便捷性,系统中数据库进行了分类别、分表单设计,即将系统中产生的各类数据根据其性质归类为元数据、业务类数据和统计分析类数据,相应建立了逻辑的数据源层、业务数据层和统计分析及数据交换层,各层之间逻辑上隔离。

5 系统主要特点

ASOM 系统在设计 and 实现中具有以下特点:

(1) 标准化:ASOM 系统建设参照了国家和气

象行业标准,并制定了大量的业务标准规范、技术标准规范以及管理规范,为系统的建设和发展打下了坚实的基础。

(2) 可扩展性:由于 ASOM 覆盖业务面广,功能复杂,系统用户众多,并发量大,因此在系统建设时,充分考虑了系统的可扩展性。主要包括应用功能的可扩展、应用支撑平台的可扩展、数据库的可扩展以及系统软硬件的可扩展。

(3) 实用性和易用性:系统贴近实际业务,实用性较强,能够满足实际业务需要,且为了降低系统使用难度,提高工作效率,便于推广应用,在系统设计中特别重视系统的易用性,根据重点需求做重点设计。

(4) 稳定性和高性能:在系统设计和建设中,通过多种手段来保障系统的稳定性和可用性,主要包括:选择稳定成熟的系统软硬件、关键设备双机热备、负载均衡、广泛的功能测试和性能测试、系统试运行等。另外,系统采用科学计算系统软硬件性能参数、采用分布部署、负载均衡模式和采用业界成熟的软硬件技术,以保障其高性能运行。

6 结 语

作为我国综合气象观测系统气象探测技术装备监控与保障的业务应用平台,系统的建成明显提升了综合气象观测网探测设备的运行与保障能力、气象灾害的监测与预警能力和重大社会事件的气象保障服务能力,因此将产生一定的经济效益和社会效益。然而,随着精细化预报服务对探测技术要求的不断提高,ASOM 系统需要加强数据质量监控算法研究,逐渐将系统建成为以设备监控为基础、质量监控为核心的业务应用平台;需要加大系统内标准化和规范化建设力度,加强省级本地化开发,以满足省级不同业务需求;进一步挖掘各类数据、开发更多满足气象服务的产品,为气象预报预测提供实时服务。

参考文献

- [1] 秦大河,孙鸿烈.中国气象事业发展战略研究—现代气象业务卷[M].北京:气象出版社,2004,100-115.
- [2] 秦大河,罗勇,陈振林,等.气候变化科学的最新进展:IPCC第四次评估综合报告解析[J].气候变化研究进展,2007,3(6):311-314.
- [3] 宋连春,李伟.综合气象观测系统的发展[J].气象,2008,3(34):3-9.

- [4] 刘黎平, 葛润生. 中国气象科学研究院雷达气象研究 50 年[J]. 应用气象学报, 2006, 6(17): 682-689.
- [5] 周秀骥. 中尺度气象学研究与中国气象科学研究院[J]. 应用气象学报, 2006, 6(17): 665-671.
- [6] 梁海河, 张沛源, 牛昉, 等. 全国天气雷达数据处理系统[J]. 应用气象学报, 2002, 6(13): 749-754.
- [7] 王红艳, 刘黎平, 王改利, 等. 多普勒天气雷达三维数字组网系统开发及应用[J]. 应用气象学报, 2009, 2(20): 214-224.
- [8] 中国气象局气象探测中心. 综合气象观测系统运行监控平台(ASOM)工作报告 V1.0[R]. 2010: 1-4, 6-8.
- [9] 李雄. 1980 年地面气象观测规范变更对能见度资料连续性影响研究[J]. 气象, 2010; 36(3): 117-122.
- [10] 何志平, 封秀燕, 何利德, 等. 气象观测资料的四方空间一致性检验[J]. 气象, 2010; 36(5): 118-122.
- [11] 刘旭林, 赵文芳. 气象观测数据等值线自动绘制系统[J]. 气象, 2009; 35(4): 102-107.
- [12] 吕文华, 连泽强. 地面气象观测站自动检测系统研究[J]. 气象, 2009; 35(2): 106-110.
- [13] 宋连春, 李伟. 综合气象观测系统的发展[J]. 气象, 2008; 34(3): 3-9.
- [14] 中国气象局大气探测技术中心. 新一代天气雷达全网监控实施方案[R]. 2003: 1-15.
- [15] 中国气象局大气探测技术中心. 气象探测全网运行监控系统功能规格书[R]. 2007: 10-25.
- [16] Liang Haihe, Zhang Chunhui, Meng Zhaolin. Real-time observation monitoring and analysis network. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation. St. Petersburg, Russian, 2008, 1-11.
- [17] 中国气象局气象探测中心. 综合气象观测系统运行监控平台(ASOM)功能规格说明书 V1.0[R]. 2010: 1-20.
- [18] 吴秀芹, 张洪岩, 李瑞改, 等. ArcGIS 9 地理信息系统应用与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007, 25-100.
- [19] 黎华, 王重华, 张勇. 基于 J2EE 和 ArcGIS 平台的 WebGIS 设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2006, 6(27): 966-969.
- [20] 康玲, 付俊锋, 王怀清, 等. 基于 ArcGIS Server 的 WebGIS 应用系统开发[J]. 水电能源科学, 2007, 1(25): 26-29.