

文章编号:1004-9045(2008)03-0283-04

省级气象信息综合数据库系统的设计与实现

王宏记, 王海军, 曾又枝, 罗建国

(湖北省气象信息与技术保障中心, 武汉 430074)

摘要:为不断发展和完善现阶段我国现代气象业务体系,针对省级气象信息综合数据库建设面临的诸多问题,结合 2006 年湖北省气象信息与技术保障中心成功开发的湖北省气象信息综合数据库系统(HBMDBS),描述了省级综合气象数据库的设计目标和技术路线,在阐明 HBMDBS 总体结构与功能的基础上,从总体数据流程、数据采集、数据存储、数据库管理界面、质量控制、可扩展性等方面,综合介绍了 HBMDBS 的相关特性。

关键词:气象信息;省级综合数据库;设计内容;实现方式

中图分类号:TP311.52 **文献标识码:**B

1 引言

随着气象事业现代化水平不断提高,特别是现代气象业务体系不断发展和完善,气象业务、科研和管理活动中积累和收集了大量气象信息资料,其存放地点各异,载体形式多样,管理方式不同。以湖北省为例,气象数据的来源主要有 9210 卫星通道、国际互联网、内部业务系统和单位交换等,其中通过 9210 卫星通道接收的气象数据量最大,每日达 700 兆左右。数据管理方面,基本上是以项目或各个业务系统为单位独立实施管理,现有或拟建的数据库系统主要有 9210 实时数据库、农业气象数据库、短期气候数据库、决策服务数据库、气象情报数据库、其它专用数据库等。这使得省级气象业务中各业务系统使用的历史资料和数据库重复建设较多,数据一致性难以保证,业务系统维护工作量增加,因此,建立一套气象业务所需的具有数据采集、质量控制、加工处理及其标准化、备份、恢复、归档、安全管理、共享、基本统计等功能的省级气象信息综合数据库非常必要,且意义重大。

然而,省级气象信息综合数据库建设面临多种问题,主要是数据种类多、数据量巨大、数据来源复杂;数据格式多样,数据存储管理难度大;数据库管理系统种类多,选型较多样,如 SYBASE、ORACLE、SQL-SERVER、INTERBASE 等;布局分散,服务对象单一,各数据库管理系统内容重复;缺乏统一规范的综合数据库管理系统。为了在具体数据库系统的设计和建设解决上述问题,2006 年湖北省气象信息与技术保障中心设计开发了 HBMDBS。为了更好地给省级基本气象业务和今后的建设项目提供数据库支持,结合 2006

年湖北省气象信息与技术保障中心成功开发的 HBMDBS,简述了省级综合气象数据库的设计目标和技术路线以及 HBMDBS 的数据组织方式,在阐明 HBMDBS 总体结构与功能的基础上,着重从总体数据流程、数据采集功能、数据库管理界面、数据质量控制、数据存储、数据库的可扩展等方面介绍了 HBMDBS 的设计内容及其实现方式。

2 设计目标与技术路线

数据库设计通常遵循新奥尔良(New Orleans)方法^[1],它将数据库设计过程分为需求分析(分析用户要求)、概念结构设计(信息分析和定义)、逻辑结构设计(设计实现)和物理结构设计(物理数据库设计)等 4 个阶段。对 HBMDBS 而言,需求分析阶段主要是收集各种气象信息并进行分析与整理,为后续各阶段提供充足的信息;概念结构设计阶段完成对需求分析阶段的结果进行综合、归纳从而形成一个省级气象信息概念模型;逻辑结构设计阶段将概念结构设计阶段的结果转化为某个具体的数据库管理系统(DBMS)支持的数据模型,并对其优化;物理结构设计阶段为逻辑结构设计的结果选取一个最适合应用环境的数据库物理结构。

设计和建立 HBMDBS 的目的,就是要以现有的、相对分散的业务数据库为基础进行整合和开发,形成统一的、规范化的、功能相对完善的数据库平台,为省级业务、科研、服务提供完整的数据库支持,为有步骤地对原来分散的业务应用软件进行移植奠定基础,用新的数据库系统逐步替代原有数据库系统;通过数据类型的取舍以及分级存储等设计,建立一个综合性数

收稿日期:2008-03-14;定稿日期:2008-07-04

作者简介:王宏记,男,1964年生,高级工程师,主要从事信息网络设计与开发研究。E-mail:whjmail2006@sohu.com

据管理和服务平台,为省级基本气象业务和今后的建设项目提供数据库支持,同时依托气象通信宽带网,扩展到为全省各个气象台站提供资料支持,在确定 HBMDBS 的技术路线时应遵循以下三个原则。

(1)有限功能原则。在建立 HBMDBS 的过程中,因技术难度高且开发工作量大,需要进行大量的数据需求和业务需求分析,不可避免会遇到若干技术难题。目前,全国部分省级气象部门正在开展本地综合性的气象数据管理系统的设计与开发,有的地方已经取得了一些成功的、值得借鉴的经验^[2-3]。对 HBMDBS 的设计开发而言,应适当考虑系统功能的完备性,重点在于开发气象业务所必需的功能。

(2)规范设计原则。在确定 HBMDBS 设计的技术路线时,依照的是国家有关信息技术和软件工程设计规范和要求^[4]。首先,做好软件需求分析;其次,在软件设计开发过程中采用面向对象的设计方法,对于系统的各模块按可重用的要求设计和实现;第三,在设计过程中充分考虑气象数据的特点,在实用与高效的基础上减少数据冗余,将数据共享性、数据独立性和数据完整性结合起来。

(3)一体化设计原则。以中国气象局确立的《关于气象业务系统一体化建设的基本思路》为指导,充分考虑设计的完整性和兼容性。同时,以中国气象局制订的《气象软件工程规范》为设计准则,充分考虑系统的可移植性和安全性。对湖北而言,一方面,以武汉区域气象中心新一代综合业务系统总体设计为依据,充分考虑业务系统的发展需求;另一方面,以数据质量控制、系统功能扩充、数据分级存储等关键技术为设计重点,充分考虑系统的先进性和实用性。

3 数据组织方式

从资料性质划分,气象业务所需资料可分为结构化资料和非结构化资料两大类。结构化资料包括气象台站的各类要素资料,如气温、降水量、日照时数、相对湿度等;非结构化资料包括各时次格点场、云图、雷达以及其它图像数据等。对结构化资料,可直接采用 DBMS 存取。对非结构化资料,由于其数据量大(每天达 650 MB 左右),在使用时通常是整个文件整体使用(地面场和高空场的资料抽取部分要素与台站),则抽取其基本描述信息,如存放的物理路径、文件名称等,并利用 DBMS 进行管理,而主体信息以文件方式保存。

4 设计内容与实现方式

4.1 HBMDBS 的总体结构与功能

HBMDBS 可为气象业务、科研、服务、业务管理等

其他系统提供良好的数据库与信息共享平台,同时面向省内(市、州)气象台站使用。其总体结构见图 1。

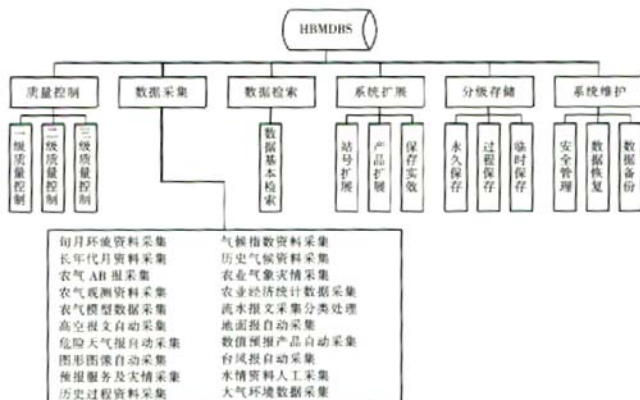


图 1 HBMDBS 的总体结构图

HBMDBS 具有如下功能:完成来自 9210 卫星通道、Internet 互联网、内部业务系统等多个数据源的数据采集;采用集中管理方式,完成大气观测资料、数值预报产品、气象预报服务产品、图形图像数据、农业气象业务资料、短期气候预测业务资料、流域面雨量资料、水文资料、与外部门交换的其它资料等数据的收集、处理和存储;满足业务、科研、服务和业务管理等对数据库的需求;满足短期天气预报、中期天气预报、短期气候预测、短时天气预报、农业气象预报服务、决策气象预报服务、气象数据管理以及今后开发的其他业务系统的数据库需求;完成对数据正确性检查,包括极值检查、时间一致性检查、空间一致性检查、逻辑关系检查,以及提供修改资料的界面并进行三级质量控制;数据库整体备份每月一次,人工完成,数据库增量备份每天一次,系统自动完成;通过制定统一的数据格式标准、业务流程和规范,建立数据共享数据库和数据发布平台;数据共享和数据发布平台的主要功能包括用户认证与安全管理、省际气象数据交换、数据提取、数据加工处理、数据产品制作、数据质量评估、产品发布、系统维护管理。

4.2 总体数据流程设计

HBMDBS 以数据库为核心,采集来自 9210 卫星通道、Internet 国际互联网、内部业务系统等多个方面的数据,再加上历史气候数据,共同组成 HBMDBS 的数据集。这些数据在入库前后要进行预处理、第一级质量控制、第二级质量控制等环节,具体包括资料格式转换、报文翻译、质量检查等处理过程,保证数据的正确性、完整性、统一性,并根据不同的数据类型通过统一入库模块插入数据库或文件库中进行管理。WEB 服务、决策气象服务系统、农业气象服务系统等其他业务系统则通过标准数据接口从数据库或文件库中检索数据。HBMDBS 的总体数据流程见图 2。

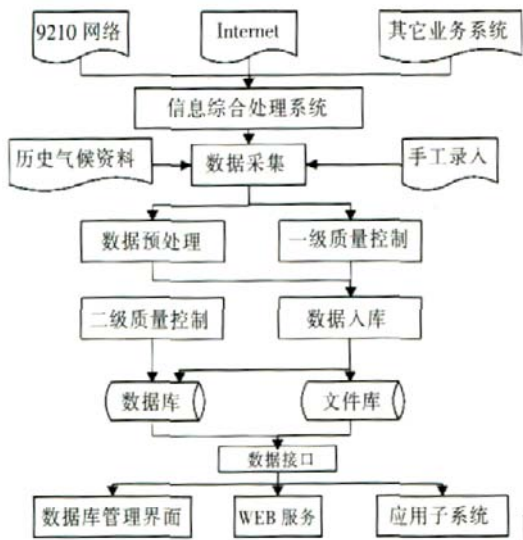


图 2 HBMDBS 的总体数据流程图

4.3 数据采集功能设计

数据采集是 HBMDBS 的基础, 所有气象数据都要通过采集子系统进入数据库进行管理。按照资料来源和种类, 可将数据采集分成若干模块。模块设计的内容, 包括模块类型、运行方式、模块代号、模块功能、数据流程图、数据来源、相关数据库表、模块输入参数、模块输出参数、错误处理、临时文件等部分。数据采集功能由不同模块具体实现。即: 历史气候资料采集模块、高空地面报文采集模块、历史 Micaps 过程资料采集模块等。通过上述模块的设计, 可对 HBMDBS 的数据进行有效收集和管理, 为气象业务、科研、服务、业务管理提供有力的数据支持。

4.4 数据存储设计

HBMDBS 对数据存储的设计分为数据库表和文件两种形式。对结构化数据采用数据库表的形式存储; 对非结构化数据一般采用文件方式存储, 按使用方式进行分级。同时考虑到可能实现的硬软件条件, 同时结合各类气象资料的数量大小, 在入库数据类型上必须有所取舍。其数据采用分级存取: (1) 对日常工作使用频繁且数量相对较小的资料, 采用永久性保存; (2) 对数值预报产品等资料量较大的资料, 采用过程性保存, 以满足业务总结工作的需要, 此类资料的连续性资料可依赖于中国气象局的大型“存储检索系统”; (3) 对于雷达、卫星云图和其它新型探测手段采集的资料, 使用范围相对单一, 且资料量巨大, 考虑到数据库系统的存储能力, 可适当地作选择性临时保存。

4.5 数据库管理界面设计

HBMDBS 可为用户提供参数修改、人工数据采集、数据基本检索、第三级数据质量控制等管理功能。HBMDBS 管理功能结构见图 3。

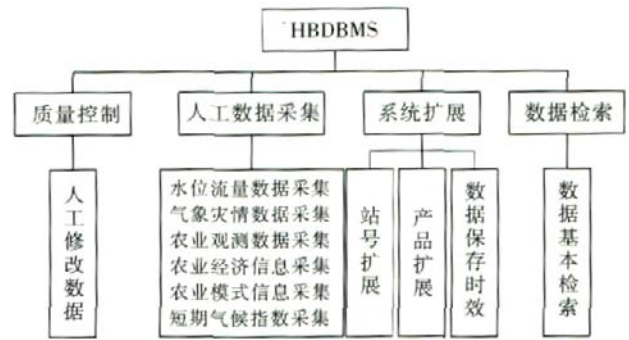


图 3 HBMDBS 管理界面功能结构图

HBMDBS 提供的参数修改功能可实现对气象数据的裁减, 包括数据种类的增加或减少、数据保存时效控制、台站数量的增减等。人工数据采集可实现水文站点水位和流量以及水库水位、入库流量、出库流量等其它非实时数据插入数据库的功能。数据基本检索功能是以数据库表为单位, 提供基本的资料检索功能。第三级数据质量控制可实现人工修改数据的功能, 对高空、地面等气象资料, 当用户修改数据后, 同时还可调用高空、地面报自动采集模块进行处理, 保证数据的一致性。

4.6 数据质量控制设计

数据质量控制是 HBMDBS 的关键。为此, 在其设计中采用了以下质量控制原则: (1) 气象数据入库前进行第一级质量控制, 对其数据的正确性进行检查, 不能正常解读的气象数据不入库, 但在日志文件中进行记录, 以备进一步分析; (2) 每天一次或多次执行独立的质量控制模块, 读取数据库表的资料进行第二级质量控制, 即对一些资料进行极值检查、时间一致性检查、空间一致性检查、逻辑关系检查等, 对有疑误的资料在入库的同时进行详细记录并提出警告; (3) 提供修改资料的界面进行第三级质量控制, 以使用户及时修改, 修改后的资料从该类资料的处理程序入口处输入并进行整体处理, 以保证数据库的一致性。

质量控制主要针对的是温度、降水、面雨量等重要资料, 第一级质量控制在各采集模块中实现, 第二

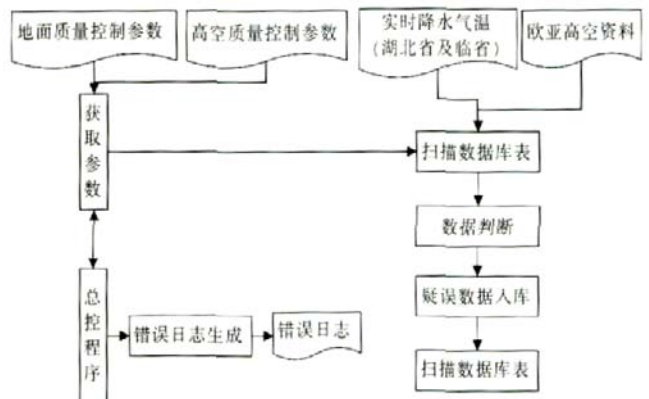


图 4 HBMDBS 质量控制模块数据流程图

级质量控制设计一个独立的模块,由总控模块调用,第三级质量控制提供人工修改界面。HBMDBS 质量控制模块数据流程图见图 4。

4.7 数据库的扩展与维护

HBMDBS 的可扩展性主要表现在数据的可裁减性上,包括数据种类的增加或减少、数据保存时效控制、台站数量增减等。为此设计了高空站选择模块、永久保存预报产品表选择模块、过程性保存预报产品表选择模块、信息保存时限表等。

5 小结

HBMDBS 于 2007 年开始在湖北省气象部门投入业务试运行,一年来的运行效果良好。HBMDBS 具有数据采集、质量控制、加工处理及其标准化、备份、恢复、归档、安全管理、共享及基本统计等功能,可集中管理气象业务、科研、业务管理所涉及的所有历史和实时数据,提供统一的数据调用接口,为气象信息的共享提供了支撑条件。

本文针对气象业务深入分析了各类数据的存储和应用需求,根据数据库发展现状和气象数据的特点,参考数据库设计方法设计了 HBMDBS,利用 Oracle 和其他的客户端开发工具实现了 HBMDBS,该数据库在实际应用过程中有效地满足了气象业务对数据存储和使用的需求,使气象数据的管理和使用能力得到了很大提高。通过对该数据库系统设计思路 and 实现方法的介绍,可望对同行业类似数据库系统建设提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 邱宁,杨坤光.野外地质实践教学资源数据库系统的设计与实现[J].中国地质教育,2007(4):96-100.
- [2] 王胜利.新疆省级气象数据库建设及其管理系统软件设计[J].新疆气象,2003,26(5):41-42.
- [3] 赵满来,张谋草.基于 B/S 结构的农业气象信息服务系统[J].甘肃农业科技,2003,12:47-49.
- [4] 邵银英,杨孝如.SYBASE 数据库系统基础知识[M].北京:中国水利水电出版社,1998:1-31.

The Design and Implementation of Comprehensive Database for Provincial Meteorological Information

WANG Hong-ji, WANG Hai-jun, ZENG You-zhi, LUO Jian-guo

(Meteorological Information and Technology Support Center of Hubei Province, Wuhan 430074)

Abstract: In order to constantly develop and improve the modern meteorological service system of china, aimed at solving many problems in the construction of comprehensive database for provincial meteorological information, the objectives and technical lines for the provincial meteorological information database are pointed out based on Hubei Province Meteorological Database System (HBMDBS) developed by Meteorological Information and Technology Support Center of Hubei Province in 2006. The HBMDBS's structure and functions including the data flow, data collection, data quality control, data storage and the database extension are introduced.

Key words: Meteorological information; Comprehensive database; Design content; Realized way