

国家“九五”重中之重科技项目云南专题

“云南短期气候预测系统的研究”专著之三

云南短期气候预测业务系统

李 敏 周兴林 朱天禄 秦 剑 余美兰
张 杰 杨 飞 苏康宁 余凌翔 范立张 编著

气象出版社

序 言

近年来,全球气候出现了世界范围的异常现象,各种灾害性天气和异常气候频繁发生,已日益引起各国政府的高度重视。许多灾害性气候如干旱、洪涝、低温冷害等都与气候的异常密切相关。气候异常造成的灾害常常给社会、经济和人民生命财产造成巨大的影响和损失。

短期气候变化是指月、季和年际时间尺度的气候变化和气候异常,短期气候预测与社会、经济发展特别是农业的发展关系最为密切。短期气候预测问题目前已成为各国政府关注的焦点,加强短期气候预测研究已成为国际大气科学界的共识,发展相应的短期气候预测业务系统是各国气象现代化发展的重点。开展短期气候预测业务系统的研究,对增强防灾减灾能力,趋利避害,促进国民经济的快速发展和社会效益的全面提高等都具有重大的意义。

云南地处低纬高原,地形复杂,立体气候特征明显,气候类型多种多样。由于受季风的影响,各地的气候变率很大,是气象灾害多发地区之一。干旱、洪涝、低温冷害、连阴雨、霜冻、冰雹、大风、雪灾等气象灾害频繁发生,并呈现加剧的趋势,给全省的国民经济建设造成了巨大的损失。云南省是一个农业省,云南的农业是气候型农业,基本上是靠天吃饭,农业的丰歉直接受天气、气候条件的制约。因此,做好短期气候预测,对于促进云南国民经济持续、快速、健康发展,特别是实现云南农业稳定增产作用很大。农业是云南经济建设重中之重,为农业生产服务,为各级政府指挥生产提供决策依据是云南气象工作的重中之重,这就需要我们加快短期气候预测研究和预测业务系统的建设,为防灾减灾和农业增产保驾护航。

云南气候具有其独特的条件和特征,根据全国大范围的预报结果,很难完全满足云南的特殊需要。因而必须研制适合云南低纬高原季风气候区特点的短期气候预测系统。这个工作做好了,也将是对我国短期气候预测系统的建立与完善是一个贡献。

短期气候预测与国计民生关系极大,目前短期气候预测远不能满足云南国民经济建设和社会发展的需要。为了提高云南短期气候预测水平,更好地为云南经济社会发展服务,云南省气象局于1996年上半年提出在“九五”期间开展《云南短期气候预测系统的研究》攻关项目,经中国气象局科教司于1996年6月20日批准,此项目被列入国家“九五”重中之重科技攻关项目(96-908)中的05课题“区域中心短期气候预测业务系统的建立与产品应用研究”,称为云南专题,编号为96-908-05-08。

开展《云南短期气候预测系统的研究》目的在于:适应云南经济、社会可持续发展战略的需要,特别是农业、水资源、能源和交通等国民经济重要领域发展以及重大工程建设的迫切需求,建立符合云南特点的现代化短期气候预测业务系统及气候异常对国民经济影响的评估咨询服务系统,有效地提高预测准确率和评估水平,以便定期制作、发布月、季、年际气候趋势和气候异常的业务预测和服务产品,更好地为党和政府制订国民经济发展计划和防灾减灾决策提供科学依据,为促进云南社会、经济的持续、快速、健康发展提供优质的气象服务。

《云南省短期气候预测系统的研究》总体目标是:在对云南气候和气候异常规律及预测信号研究的基础上,研制一套有物理依据的短期气候监测、预测系统以及气候异常对国民经济影响的评估、咨询、服务系统。重点研究经验的、统计的和动力相结合的综合短期气候预测新技

术,并据此建立比较先进的、投入业务使用的、新一代短期气候预测业务系统,为各级政府以及国民经济有关部门提供较准确的月、季、年际降水、气温等气候预测及其对社会经济影响评估的产品以及旱涝、低温冷害等重大气候灾害的预测意见,为有关部门尤其是农业和水利部门在作出月、季度、年度与跨年度的国民经济发展计划和重大项目的决策以及制定防灾和抗灾措施提供科学的依据和信息,为云南国民经济建设,特别是农业的发展提供直接的优质服务。项目完成后,其预测准确率将在“八五”的基础上提高5%~10%。

为了完成以上研究目标,云南专题下设4个子专题和15个次子专题,4个子专题为:1.云南气候异常物理过程及预测信号的研究;2.云南短期气候预测技术及预测业务系统的研究;3.气候分析预测资料库及灾情监测、预测产品服务系统的研究;4.短期气候预测检验、评估及气候灾害评估咨询、对策、服务系统的研究。本课题主持单位为云南省气象局,参加单位为云南大学;云南省气象局局长、高级工程师刘建华同志任课题组组长,参加课题研究的有高、中、初级科技人员近百人。

在中国气象局和云南省科技厅的大力支持下,云南省气象局领导高度重视,经过课题组全体科技人员的团结协作、共同努力,已全面完成了各项研究任务。4年多来,课题组在国家自然科学核心刊物和有关刊物上发表了100多篇论文,研制了6个业务化应用子系统:①气候资料咨询服务自动化子系统;②短期气候预测专用资料库子系统;③短期气候灾情实时动态监测预警子系统;④短期气候预测业务子系统;⑤短期气候预测产品服务子系统;⑥气候灾害评估咨询服务子系统,并开始将上述业务应用子系统总装成“云南短期气候预测业务系统和服务系统”。这些业务应用系统已投入业务应用和业务试运行,在业务、服务、科研工作中发挥了重要的作用。通过攻关研究和技术开发,云南短期气候预测水平和服务水平上了一个新的台阶,预测准确率明显提高,1999年和2000年连续两年报准对云南工农业生产有重要影响的雨季开始期,得到政府和社会各界的好评,同时培养和锻炼了一批年轻科技人员,提高了云南气象科技工作者的科研能力和业务水平。

本课题得到了云南省副省长黄炳生、中国气象局副局长颜宏、原副局长马鹤年以及云南省科技厅林文兰厅长、国家气象中心李泽椿院士、国家气候中心主任丁一汇教授、原中国气象局科教司萧永生司长等悉心指导和帮助,也得到了中国气象局科教司、国家气象中心、国家气候中心以及云南省科技厅、云南省财政厅等有关部门及许多同志的大力支持,谨致诚挚的感谢。

按预定研究计划,本课题研究成果将汇编出版4本专著:1.《云南气候异常物理过程及预测信号的研究》;2.《云南短期气候预测方法与模型》;3.《云南短期气候预测业务系统》;4.《云南气象灾害史料及评估咨询系统》。这4本专著由各个子专题组织编写,总课题统一制定编写大纲,并对书稿进行审改。

短期气候预测是当今气象科学的前沿课题,影响因子复杂,技术难度大。通过“九五”攻关研究,我们已经取得了较大的成绩,但要做好短期气候预测工作,仍需进一步努力。今后还要继续加强这方面的研究,为云南短期气候预测水平进一步提高,为云南经济建设和社会发展做出更大的贡献而不懈追求。

云南专题课题组

2000年11月

前 言

经过五年的辛勤劳动,以“九五”攻关课题组全体科技工作者卓越的工作,开发成就了《云南短期气候预测业务系统》。这是国家“九五”重中之重科技项目云南专题(96-908-05-08)研究以业务化和业务效益为目标之初衷。本研究项目从影响并形成云南天气气候的大气、海洋、太阳和地球物理因素入手,在进一步深入掌握气候异常变化规律及其相互关系的基础上,给出了预测云南短期气候的确定数学方法和模型。本系统是通过攻关研究,最终体现攻关成果之业务、服务和社会效益的关键部分。

系统核心设计是以物理统计和动力统计方法为主,综合运用其它各种预测方法,有较强的实用性和预测能力。系统突出自动化、标准化、规范化和客观化的特点,具有先进性、稳定性、系统性、可扩充性、模块性,具有较好的业务运行能力,输出丰富的预报和服务产品。具体技术实现方式上,系统遵循分布式客户/服务器(Client/Server)应用体系结构,以 Microsoft SQL Server 为数据库服务器,在 Windows NT 网络环境下,使用 Microsoft Visual Basic 企业版,开发基于 Microsoft Windows 平台的分布式应用程序,共同构建了一个完整的短期气候预测综合业务系统。系统完全继承 Windows 98 面向对象、具有良好的人机交互界面的先进操作体系,并在解决多种语言平台编写的大量预报模型在 Windows 98 环境下的无障碍运行,使系统的开发能够最大限度地综合各方面取得的成果,追求达到最优和有机的结合,并延伸其兼容性和可扩展性,以便逐步地改进和完善。

我们经历了几代天气预报员的创造和发展,沿袭了几十年的短期气候预报业务流程,将会因现代大气探测技术(卫星、雷达、自动站等)、通讯技术、计算机处理技术的飞速发展和对大气活动及其影响因素的深入了解而得以上升到一个更高的境界,形成全新的预报思路和预报模式,因此建立起新一代的短期气候预测业务流程已成为可能,特别是经过“云南短期气候预测业务系统的研究”系统的、专门的和具有针对性的研究,为我们下一步建立新一代的短期气候预测业务流程奠定了坚实的基础。而新的短期气候预测业务流程的建立必将影响并促成省

地县三级短期气候预测业务结构的重大调整和改变,其直接的效益不仅是大大提高气象部门的短期气候预测业务能力、现代化水平和工作效率,而更重要的是将整体提高我省地县三级为地方经济建设、防灾减灾和人民生活服务的能力和水平,效益将更为显著。

系统建立的过程中,得到了总课题组长刘建华高级工程师、攻关办和技术组的大力支持,以及各子专题的大力配合,特别是“九五”攻关中期检查时得到了李泽椿院士等专家的亲切指导,在此一并表示诚挚的感谢。

李 敏

2002年4月

目 录

序言

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 系统设计思想	(1)
第二节 系统总体结构	(2)
一、系统的层次结构	(2)
二、系统的功能结构	(4)
三、组成系统的各子系统概述	(4)
四、系统运行环境	(5)
第三节 预报业务流程	(6)
第二章 短期气候预测综合数据库	(7)
第一节 数据库设计	(7)
一、数据库需求分析	(7)
二、数据库设计思想	(7)
三、数据库内容	(8)
四、数据库主要结构	(9)
五、数据库要素编码	(10)
六、主要数据表	(14)
第二节 数据库客户端设计	(17)
一、数据库管理	(18)
二、数据库编辑及区域定义	(18)
三、数据库查询分析	(22)
四、W 文件入库	(23)
第三节 数据库运行环境	(24)
一、服务器端	(24)
二、客户端	(25)
第三章 云南气候资料咨询服务自动化系统	(26)
第一节 系统的设计与研制	(26)
一、研制内容	(26)
二、方案设计	(27)
三、系统功能	(30)
四、系统特点	(32)
第二节 系统安装	(33)
一、基本配置	(33)
二、软件安装	(33)

第三节	系统功能	(34)
一、	系统功能	(34)
二、	辅助功能	(37)
第四节	系统操作	(37)
一、	系统进入与退出	(37)
二、	系统的常规操作	(37)
三、	系统操作详解	(39)
第五节	系统主要文件及用途	(52)
一、	VFP 源程序文件	(52)
二、	VFP 表单文件	(52)
三、	VFP 帮助文件	(53)
四、	DOS 下的执行文件	(53)
五、	系统环境程序	(53)
六、	各级菜单	(53)
七、	位图文件	(53)
八、	图标文件	(54)
第六节	资料追加方法	(55)
一、	最快捷的方法	(55)
二、	手工追加方法	(55)
三、	自动追加	(55)
第四章	云南短期气候预测业务系统	(56)
第一节	系统总体结构	(56)
一、	系统运行环境	(56)
二、	系统构成	(56)
三、	标准及可扩展性	(57)
第二节	系统输入数据格式说明	(58)
第三节	系统输出数据格式说明	(66)
一、	年度预测模型预测云南短期气候输出数据格式	(66)
二、	年度预测模型预测西南短期气候输出数据格式	(69)
三、	多尺度相空间投影滚动预测云南月季气候	(69)
四、	多尺度多时间序列滚动预测模型预测云南月季气候	(69)
五、	EOF 多尺度海温滚动预测模型预测云南月季气候	(69)
六、	EOF 多尺度海温和环流特征滚动预测模型预测云南月季气候	(69)
七、	多尺度滚动预测模型预测西南区域短期气候	(69)
八、	年度预测模型预测西南区域短期气候输出数据格式	(70)
九、	EOF 多尺度海温滚动预测模型西南区域短期气候预测	(70)
十、	EOF 多尺度海温和环流特征滚动预测模型西南区域短期气候预测	(70)
十一、	云南八月低温冷害天气的年度预测模型	(70)
十二、	云南八月低温冷害天气的滚动预测模型	(70)
十三、	云南倒春寒低温冷害天气的年度预测模型	(70)

十四、云南倒春寒低温冷害天气的滚动预测模型	(71)
十五、均生函数正交化方案月雨量预测	(71)
十六、均生函数主成分方案月雨量预测	(71)
十七、均生函数正交化方案月气温预测	(71)
十八、均生函数主成分方案月气温预测	(71)
十九、旱涝低温冷害预测结果	(71)
第四节 短期气候预测方法和模型	(71)
一、短期气候的年度预测模型	(71)
二、多尺度相空间投影和多尺度多时间序列滚动预测模型	(72)
三、基于 EOF 迭代的短期气候预测方法	(72)
四、均生函数模型	(72)
第五节 基于历史气候出现频率的集成预报方法	(73)
一、原理和计算方法	(73)
二、八月低温和倒春寒预测的集成	(74)
第六节 系统的功能及使用方法	(75)
一、系统主界面中的功能及使用	(75)
二、数据分析应用	(76)
三、系统功能模块的使用方法	(77)
第五章 云南短期气候预测产品的制作与服务	(83)
第一节 系统设计及功能	(83)
一、研究内容	(83)
二、方案设计	(83)
三、系统结构及功能	(84)
四、系统的特点	(88)
第二节 系统操作	(89)
一、系统安装	(89)
二、系统的进入与退出	(91)
三、系统各功能使用介绍	(92)
四、气候服务	(98)
五、帮助	(100)
六、系统使用文件类型说明	(101)
第六章 云南气候灾情实时动态监测预警	(104)
第一节 原理	(104)
第二节 各种气象灾害的判定指标	(105)
一、云南旱涝时段细分及指标的界定	(105)
二、干旱时段细分及判定指标	(105)
第三节 结构与流程	(106)
一、结构	(106)
二、流程图	(107)
第四节 功能	(107)

一、资料处理	(107)
二、监测预警	(108)
三、资料管理	(108)
四、云图处理	(108)
五、灾情报告	(108)
六、窗口管理	(109)
七、帮助	(109)
第五节 特点及主要解决的问题	(109)
一、特点	(109)
二、软件开发和研制	(109)
三、旱涝灾害时段细分及等级标准确定	(110)
四、静止卫星云图资料反演降水	(110)
第六节 安装	(111)
一、基本配置	(111)
二、软件安装	(111)
第七节 运行操作	(112)
一、进入与退出	(112)
二、常规操作	(113)
三、操作详解	(113)
第七章 云南气象灾害评估咨询服务系统	(126)
第一节 系统设计	(126)
第二节 系统的客户/服务器结构	(127)
第三节 客户端应用程序	(128)
一、建立 ODBC 数据源	(129)
二、YNCDAASS.EXE 的使用	(131)

第一章 绪 论

建立一套基于对云南复杂天气气候深入研究、掌握其异常规律和物理依据充分的基础上,业务能力较强、先进实用的新一代“云南短期气候预测业务系统”,是国家“九五”重中之重科技项目云南专题(96-908-05-08)研究的最终目标。“云南短期气候预测业务系统”(以下简称系统)以业务化应用为目的,建立了一个集短期气候预测信息采集、加工处理、综合分析、产品制作、决策服务、业务管理于一体的、自动化程度较高的、分析功能较强的、可扩展性较好的、界面简洁友好的、操作直观方便的综合性业务服务系统,为云南短期气候预测业务和气象决策服务提供先进的、实用的业务应用平台,使云南短期气候预测业务和气象决策服务规范化、标准化、自动化、客观化而上升到一个新的现代化水平。同时也将提高我们为云南社会、经济和人民生活的服务能力,为各级人民政府制定国民经济计划和趋利避害、防灾减灾、气象灾害评估提供更科学的依据。

第一节 系统设计思想

近年来,气象部门通过“气象卫星综合业务通信网(9210)”工程的建设,拥有了覆盖全国的、先进的计算机通信网络。如何利用现有的网络资源和最新的信息技术,创建一个基于网络平台的应用系统框架,将强大的个人计算机和丰富的网络资源集成起来建设新一代的气象业务服务系统,是开发研制云南短期气候预测综合业务系统必须考虑的问题。因此,云南短期气候预测综合业务系统必须适应这一变化,由个人计算机平台转向网络应用平台。经过对短期气候预测业务需求的仔细分析,并结合云南省气象业务工作的具体情况,我们提出采用客户/服务器(Client/Server)结构模型来建立云南短期气候预测综合业务系统,客户/服务器结构具有高可靠性、高可扩展性、高易用性和高可维护性,能够适应大量多变的客户化定制应用,可以有效地保障业务运行的稳定性和连续性。

系统核心设计是以物理统计和动力统计方法为主,综合运用其它各种预测方法,有较强的实用性和预测能力。系统突出自动化、标准化、规范化和客观化的特点,具有先进性、稳定性、系统性、可扩充性、模块性,具有较好的业务运行能力,输出丰富的预报和服务产品,并能根据业务要求和技术的发展,不断完善和优化;此外,系统还能够与区域中心、国家气候中心业务发展相协调,能充分利用上级部门业务指导产品和各种信息,提高云南短期气候预测水平和服务水平。具体技术实现方式上,系统遵循分布式客户/服务器(Client/Server)应用体系结构,以 Microsoft SQL Server 为数据库服务器,在 Windows NT 网络环境下,使用 Microsoft Visual Basic 企业版,开发基于 Microsoft Windows 平台的分布式应用程序,共同构建了一个完整的短期气候预测综合业务系统。

系统采用基于部件的三层客户/服务器开发模型。三层客户/服务器开发模型的关键概念,作为一种先进的协同应用程序开发模型,将客户/服务器系统中各种各样的部件划分为三“层”服务,它们共同组成一个应用程序:用户服务、业务服务和其它的“中间层”服务和数据服务。首

先我们按业务系统各功能需求,逻辑划分为三个服务层,即用户服务层、业务服务层、数据服务层,它们之间的层次关系是非常结构化的,如图 1.1 所示。数据流程必须从用户层到业务层,再从业务层到数据服务,反之亦然。

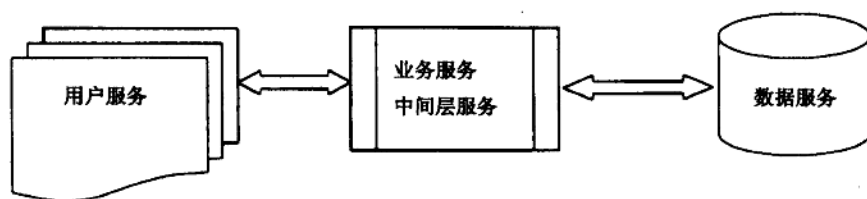


图 1.1 基于部件的应用程序的三层模型

用户服务层提供一个可视化的用户接口,收集数据和显示信息,保持用户界面的一致性和完整性,使用户与应用程序紧密结合,以人机交互方式处理某项特定业务。业务服务层是按应用程序需求定义的一种操作,实现业务规则;它与系统行为控制规则或业务逻辑控制有关,是联系用户服务层和数据服务层的“桥梁”,响应用户(或其它业务服务)发来的请求,执行某项业务任务。数据服务层包括数据的定义、添加、编辑、更新、访问和维护,以及管理并响应业务服务层的数据请求。面向用户服务、面向业务服务和面向数据服务以及在服务之间协作的业务逻辑都可以设计为自包含的彼此独立又互相关联的部件对象(COM, Component)。部件具有可共享、可重用的优点,从物理部署上来说,可以将部件分布在网络上的任何节点。通过这样的方式,我们建立的系统将是灵活的、可扩展的,能够满足不断发展的短期气候预测业务需求。

第二节 系统总体结构

一、系统的层次结构

云南短期气候预测综合业务系统总体结构设计采用三层分布式客户/服务器结构,在逻辑上划分为数据服务层、业务服务层和用户服务层,见图 1.2。数据服务层采用 Microsoft SQL Server 数据库管理系统为数据库服务器,我们使用 SQL Server Manage 建立了短期气候预测综合业务数据库的数据库设备、数据库表、视图、触发器、存贮进程、自定义数据类型等数据库对象。在业务服务层,我们使用 Microsoft Visual Basic 开发数据访问通用部件、数据编辑部件、数据查询分析部件等,用于实现与数据库通信和多变的业务逻辑。在用户服务层,我们使用 Microsoft Visual Basic 开发客户端应用程序,如短期气候预测分析模块、预测产品服务模块、实时灾情监测模块、历史灾情评估模块、数据库管理模块、数据库编辑模块、数据库分析模块、W 文件入库模块等。

1. 数据服务层

在系统开发中,我们所建立短期气候预测数据库是系统建设的最重要环节。它作为系统的最底层部分,主要提供数据服务,如对短期气候预测数据进行定义、维护、更新及管理,并响应业务服务层的数据请求。数据库的价值在于数据结构,设计一个有效的短期气候预测数据库结构,才能够包容短期气候预测所需要的基本数据,满足短期气候预测业务不断发展的需求。经过反复设计、讨论和修改,我们试提出“针对短期气候预测和气象业务服务工作的需要,建设与

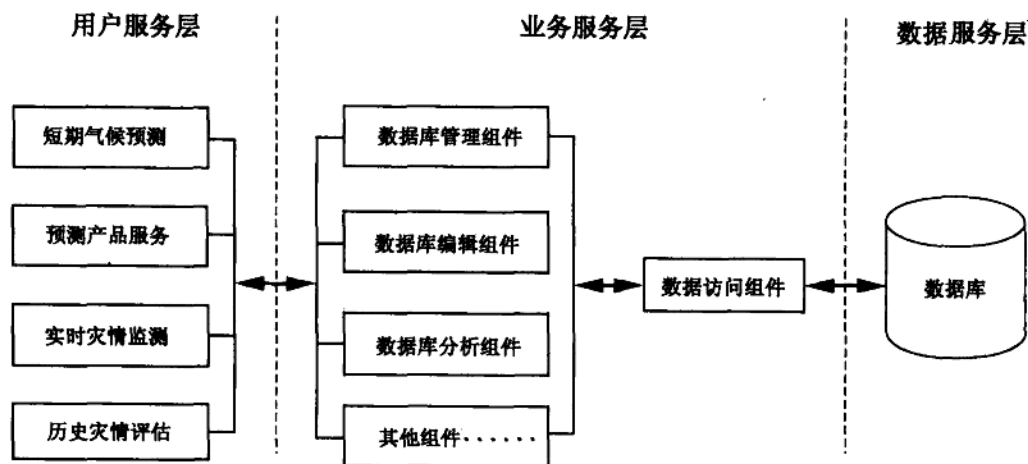


图 1.2 云南短期气候预测综合业务系统三层客户/服务器结构图

气象要素无关、与区域无关、记录与量纲无关的短期气候预测综合业务数据库”的设计指导思想。气象要素无关性,保证了气象数据库所定义的结构可以适应于任何气象要素资料的保存,用户一旦加入所关心的气象要素,则数据库成为适应于加入要素分析的气象数据库,满足气候分析诊断、气象业务服务工作对气象要素的多样性需求。区域无关性,保证了气象数据库定义的结构可在任意地区使用,使用户一旦加入所关心的区站号,则数据库成为适应于这些区站号的气象数据库。区域无关性的另一层含义是,在统计/查询/曲线/二维图形分析中,用户需要在关心区域中进行,而这些区域是难以预料的,因此区域无关的气象数据库的结构,可以保证在统计/查询/曲线/二维图形分析的顺利进行。记录量纲一致,保证了气象数据库定义的结构,在二维关系数据库中,主要数据记录的量纲一致性,为任意曲线、图形分析打下基础,为与气象要素无关统计分析打下基础,也为表、曲线、图形的集成表示作好准备。短期气候预测数据库为云南短期气候预测综合业务系统的开发和应用提供了统一的数据源,发挥出了巨大的作用,随着短期气候预测业务开展的深入,将会产生出明显的业务效益。

2. 业务服务层

业务服务层是三层客户/服务器结构的中间层,是联系用户服务和数据服务的“桥梁”。它能响应用户(或其他的业务服务)发来的请求,执行某项业务化处理,并返回处理结果。为了完成所规定任务,在 Windows 应用开发中,通常使用 COM/DCOM(Component Object Model/Distributed Component Object Model)组件来开发业务对象,实现在业务服务层中封装业务逻辑,为业务的运作提供功能组合。为了处理业务服务种类繁多的复杂情况,必要时也可将特定业务对象所需的全部功能组合包装在一起,部署到某个网络节点上。在云南短期气候预测综合业务系统中,我们开发了数据访问通用部件、数据编辑部件、数据查询分析部件、数据管理部件、短期气候预测部件、灾情评估部件等,来实现相应的业务功能。

3. 用户服务层

用户服务层一般表现为用户界面,而且通常位于最终用户工作站上的一个可执行程序中(即客户端应用程序),一般遵循用户的业务需求而呈现出多样性和复杂性,不同的最终用户,其业务需求也是不同的。因此,把所有的业务需求都包括在一个客户端应用程序中并不是最好的方式,而应按照业务需求的不同划分为相应的模块,分步骤开发,最后再进行组装集成。在云

南短期气候预测综合业务系统中,用户服务层主要由短期气候预测分析、预测产品服务、实时灾情监测、历史灾情评估、数据库管理、数据库编辑、数据库分析、W 文件入库共 8 个部分组成,提供与用户交互的图形化界面,利用这些界面,来实现用户与系统的互操作。用户服务层的一般工作流程是:用户在前端的图形界面中,接收用户操作,形成一个待处理的请求,提交给中间服务层,由中间服务层进行数据访问接口的初始化,建立与数据库的网络联接,把已经接受的用户的 SQL 语句,再发向服务端的数据库服务器进行查询处理;查询到的数据返回中间服务层,按照一定的业务规则进行处理后,以文字、表格、图形方式在客户端显示或输出。在云南短期气候预测综合业务系统中,我们采用 Microsoft Visual Basic 6.0 企业版分别开发在 Windows 平台下运行的标准的 32 位应用程序:短期气候预测分析、预测产品服务、实时灾情监测、历史灾情评估、数据库管理、数据库编辑、数据库分析、W 文件入库等 8 个执行程序。

二、系统的功能结构

云南短期气候预测综合业务系统从功能上划分为:数据库模块、短期气候预测模块、预测产品服务模块、实时灾情监测模块、历史灾情评估模块。这 5 类功能模块构成了云南短期气候预测综合业务系统的基本内容。其中每个功能模块又是由若干应用程序及其相关的数据组成,具有以下几个特点:一是自动化与人机交互相结合;二是各类数据构成统一格式;三是用户可灵活方便地扩充和删减。系统总体结构框图见图 1.3。

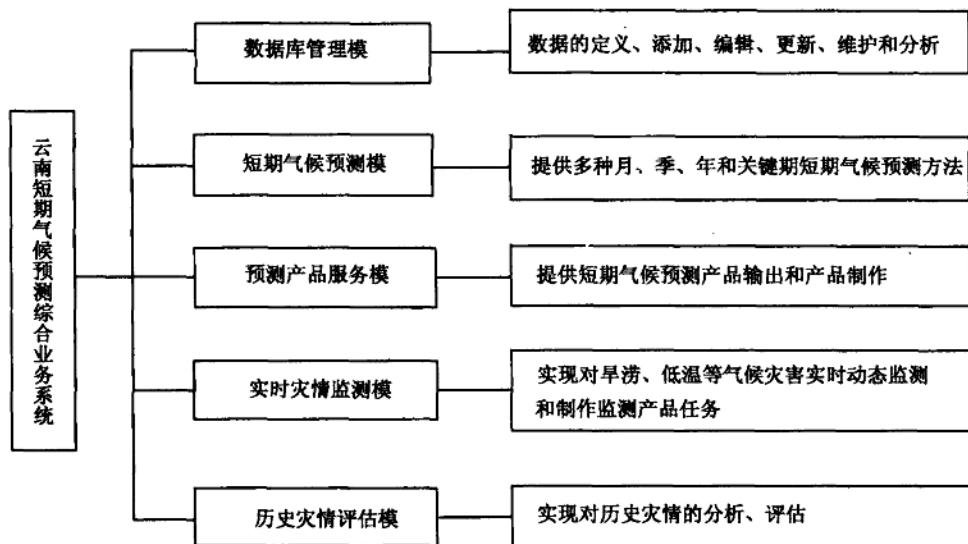


图 1.3 云南短期气候预测综合业务系统结构图

三、组成系统的各子系统概述

系统按功能可分为数据库子系统、短期气候预测子系统、预测产品服务子系统、实时灾情监测子系统、历史灾情评估子系统五个部分。

1. 数据库子系统

数据库子系统是整个系统的基础。其包含了大量的地面气象数据、高空环流数据、海洋冰雪数据、气象灾情数据和其它各类数据,并且这些数据还在不断地增多。

本子系统为短期气候预测子系统、预测产品服务子系统、实时灾情监测子系统、历史灾情评估子系统提供所需要的各类数据,是一个将数据库管理、查询、统计、绘图和输出等各种功能集于一体的管理系统,具备数据采集、维护和输出功能,具备较强大灵活的数据检索和统计功能,以保证不同用户和服务的需求。本子系统还提供了与其它子系统的数据接口。

2. 短期气候预测子系统

该子系统较完整地集成了“九五”攻关课题全面研究的基础上所取得的对气候异常物理过程的认识,以及根据这些认识所提取出来的预测信号,针对云南月季年和低温旱涝研究的二十多种预报模型,这些模型包括了应用小波理论、相空间理论、EOF 迭代方法、多尺度时间序列、均生函数主成分分析、正交化方案、最大熵谱主周期、典型场相似、低频振荡传播以及其它常用的物理和动力等十余种统计方法;筛选和使用两种最佳的预报集成方案,采用了新颖的积木式图标菜单,建成一套全新的交互式短期气候预测业务系统。

3. 预测产品服务子系统

本子系统是在其它 4 个子系统提供原始产品的基础上,根据服务的需要制作最终的服务产品,主要由服务产品制作、服务产品发布、服务项目管理等部分构成。其在计算机上实现了以文字、图、表、曲线等简洁直观方式为省内各部门提供:年、关键期、月等不同时段,内容丰富的短期气候预测信息、后期实况、专题气候分析及展望等服务产品,同时可产生众多的相关预测辅助产品,如云南主要气候灾害、气候资源、气候类型,不同时段的气温、降水累年值、极值、全球气候异常信息、单站气候要素时间序列演变等。实现服务形式的多样化和现代化。

4. 实时灾情监测子系统

该子系统通过计算机网络收集的实时气象灾害资料,利用气候灾害监测指标和诊断评估指标进行判定,实现对低温旱涝等云南主要气候灾害的动态监测、评估和预警。子系统由动态监测、云图处理、诊断评估、监测公报和系统管理等部分组成,并以直观形象的方式输出丰富的图形图象产品。可提供旱涝及低温冷害、特殊灾情的实时监测服务产品、灾情统计及受灾面积估算。

5. 历史灾情评估子系统

该子系统使用业务现行的灾情评估指标对历史灾情数据及其相关数据进行分析评估,主要由灾情实时处理、灾情资料分析、灾情资料编辑、受灾面积分析、受灾面积编辑、气象数据分析、产量数据分析、产量数据编辑、评估指标体系、现行业务标准、自然灾害度评估、界限温度计算、极差法评定旱涝和冷暖等级、月降水量和月气温等级划分、粮食损失量评估、灾害风险评估、灾害对主要农作物影响评估、降水量对水库蓄水量影响评估等功能子模块组成。

四、系统运行环境

服务系统依托于省气象局综合业务网络,采用分布式客户/服务器网络体系结构。系统运行在 Microsoft Windows NT 网络环境下,服务端可采用 Microsoft Windows NT Server 或 Windows 2000 Server 为网络应用服务器,Microsoft SQL Server 大型关系式数据库管理系统为数据库服务器;客户端可选择使用 Microsoft Windows 9x、Microsoft Windows NT Workstaion 或 Microsoft Windows 2000 Professor 操作系统。服务端硬件环境:服务器为 PC Server、Alpha Server 系列机或高档微机,VGA 或 SVGA 及其兼容彩色显示器,内存容量 64M 及以上,硬盘 2G 以上,100M 快速以太网卡或 10M 以太网卡。客户端为 IBM PC586 及以上兼容机,VGA 或 SVGA 及其兼容高分辨率彩色显示器,支持 256 色以上的显示卡,内存容

量 16M 及以上,100M 快速以太网卡或 10M 以太网卡。数据环境:支持 Microsoft SQL Server 的 ODBC 驱动程序。

第三节 预报业务流程

云南短期气候预测综合业务系统作为云南短期气候预测业务和气象决策服务的一个工作平台,预报人员避免了过去繁杂的人工计算以及大量资料的查阅分析,能够方便直观地检索、分析各种资料,并运用计算机高效自动计算,人机交互分析决策判断,得出预测结果,并进行快捷多样的气候信息服务,整个系统流程见图 1.4。

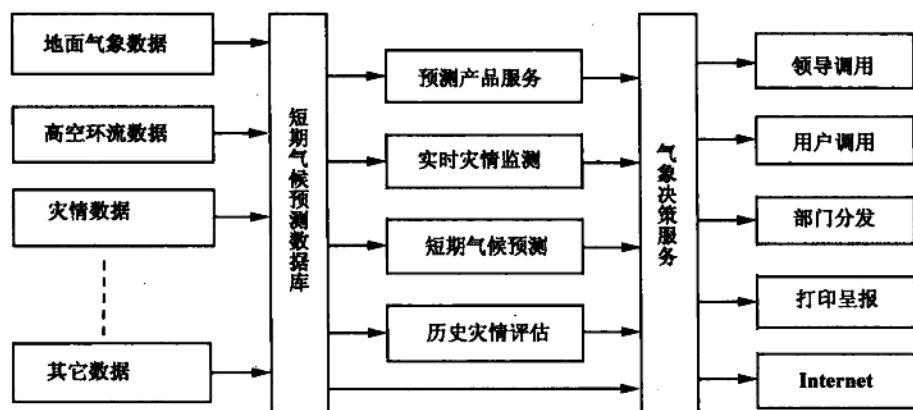


图 1.4 云南短期气候预测综合业务系统流程图

第二章 短期气候预测综合数据库

短期气候预测综合业务数据库+采用当今流行的客户/服务器(Client/Server)结构,以大型关系数据库管理系统 Microsoft SQL Server 7.05 为数据库平台,建立后端数据服务器。短期气候预测综合业务数据库将包括地面气象数据、大气环流、海洋、太阳、冰雪、地温、水文、灾情、农业生产等诸多方面的数据,基本上能满足“云南短期气候预测系统的研究”的数据需求,为各个子专题的业务服务系统开发提供统一的、标准的数据源。

第一节 数据库设计

21 世纪,实施气象现代化是气象事业发展的生命线。为了适应气象现代化建设的需要,中国气象局对未来气象事业的发展作出了全面规划,行业范围内建设以 SYBASE 数据库为基础的气象数据库系统就是其中的一项重要举措。建立短期气候预测综合业务数据库是建设行业气象数据库的基础部分,同时也是国家“九五”重中之重科技项目云南专题“云南短期气候预测系统的研究”(96-908-05-08)的重要组成部分,其主要目的是结合短期气候预测业务服务和气象数据资源共享的需要,建立满足短期气候预测业务服务的数据管理系统。

一、数据库需求分析

短期气候预测综合业务数据库,是短期气候预测和气象业务服务工作的基础。从用户角度出发,我们面临的工作和希望研究的内容是:

- 短期气候预测综合业务数据库中需要长期保存那些要素?
- 怎样的数据库结构才能既能够包容短期气候预测业务服务所需要的基本数据?
- 怎样的数据库结构能够满足县、地区、省/市不同层次的数据需要?
- 设计一个怎样的数据库才能基本满足气象业务服务工作的数据需要?

从技术角度出发,我们面临的工作和希望研究的内容是:

- 建立短期气候预测综合业务数据库的规模。
- 数据库服务器端的硬件平台和软件环境。
- 客户端的硬件平台和软件环境。
- 连接服务器端和客户端的网络协议。
- 数据库的完整一致性保证、表之间的关系描述和完整一致性。
- 气象常规数据分析加工处理、异常数据的加工处理。
- 气象数据的常规报表制作。
- 气象数据的统计曲线图分析。
- 气象数据的二维空间场的客观分析。

二、数据库设计思想

为较好解决上述各个问题,我们试提出“针对短期气候预测和气象业务服务工作的需要,

建设记录量纲一致、要素无关、区域无关的短期气候预测综合业务数据库”的设计指导思想。根据这样的指导思想,将为短期气候预测综合业务数据库的可扩充性、适应性、图形分析的普遍性、曲线分析的普遍性、统计分析的普遍性奠定基础。

要素无关性保证了短期气候预测综合业务数据库所定义的结构可以适应于任何气象要素和非气象数据的保存,用户一旦加入所关心的要素,则数据库成为适应于加入要素分析的气象数据库,满足气候分析诊断、气象业务服务工作对气象要素的多样性需求。

区域无关性保证了气象数据库定义的结构可在任意地区使用,使用户一旦加入所关心的区站号,则数据库成为适应于这些区站号的气象数据库。区域无关性的另一层含义是,在统计/查询/曲线/二维图形分析中,用户需要在关心区域中进行,而这些区域是难以预料的,因此区域无关的气象数据库的结构,可以保证在统计/查询/曲线/二维图形分析的顺利进行。

记录量纲一致保证了气象数据库定义的结构,在二维关系数据库中,主要数据记录的量纲一致性,为任意曲线、图形分析打下基础,为与气象要素无关统计分析打下基础,也为表、曲线、图形的集成表示作好准备。

三、数据库内容

短期气候预测综合业务数据库将包含如下内容:

- (1)测站数据字典表;
- (2)分析区域定义表;
- (3)要素编码字典表;
- (4)要素、区域无关、量纲一致的日气象要素表;
- (5)要素、区域无关、量纲一致的旬气象要素自动生成表;
- (6)要素、区域无关、量纲一致的月气象要素自动生成表;
- (7)要素、区域无关、量纲一致的年气象要素自动生成表;
- (8)北半球格点场要素无关、量纲一致的日格点场表;
- (9)北半球格点场要素无关、量纲一致的旬格点场自动生成表;
- (10)北半球格点场要素无关、量纲一致的月格点场自动生成表;
- (11)北半球海平面气压场要素无关、量纲一致的月格点场表;
- (12)74项环流特征量要素无关、量纲一致的月要素表;
- (13)全球 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 海温要素无关、量纲一致的月要素表;
- (14)北半球 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 海温要素无关、量纲一致的月要素表;
- (15)太平洋和印度洋关键海区海温、量纲一致的月要素表;
- (16)全国0.8m、1.6m、3.2m的深层地温要素无关、量纲一致的月要素表;
- (17)太阳黑子月相对数要素无关、量纲一致的月要素表;
- (18)全球OLR资料要素无关、量纲一致的月要素表;
- (19)全省1950年以来气象灾情数据表;
- (20)全省主要作物播种面积、总产、单产数据表;
- (21)全省主要水库、湖泊年蓄水量数据表;
- (22)全省主要站点旱涝等级、冷暖等级数据表;
- (23)全省主要站点等级雨季开始期、结束期数据表;
- (24)全省主要站点倒春寒发生情况数据表;