

孙林花,冯建英,李仲龙,等. 全国气象干旱监测预警业务试验平台设计与实现[J]. 干旱气象,2014,32(1):142-146, [SUN Linhua, FENG Jianying, LI Zhunlong, et al. Design and Implementation of Test Platform on the Meteorological Drought Monitoring and Early Warning Service in China[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(1):142-146], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0142

全国气象干旱监测预警业务试验平台设计与实现

孙林花¹,冯建英²,李仲龙¹,徐娟¹,张明¹

(1. 甘肃省气象信息与技术装备保障中心,甘肃 兰州 730020;2. 中国气象局兰州干旱气象研究所,甘肃 兰州 730020)

摘要:针对干旱监测预警业务及科研需求,在 WINDOWS 系列操作系统平台下,采用 SQL SERVER 2005 数据库,建立了全国 720 个国家级站点自建站以来日最高最低气温、日降水量、日照时数、日蒸发量等要素历史和实时资料数据库,实现了实时、历史资料的对接,为干旱监测预警业务试验提供了资料保障。在此基础上,采用 C#等开发工具,设计开发了全国气象干旱监测预警业务试验平台,该平台整合了 K 、 SPI 、 CI 等干旱指数算法,实现了气象要素的多条件灵活查询、统计计算及指数计算等功能,提供了色斑图、折线图、EXCEL 表等形式多样的产品表达方式。

关键词:气象干旱;监测预警;试验平台;设计与实现

文章编号:1006-7639(2014)-01-0142-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0142

中图分类号:S423

文献标识码:A

引言

长期以来,气象工作者对气象干旱成因、致灾机理、监测技术与指标以及干旱影响评估方法等进行了大量的研究,取得了丰硕的成果^[1-6],先后成功地研制或移植了降水距平百分率、标准化降水指数等干旱监测指标与方法^[7-10]。为了解各地由于气候、各种干旱监测指数适应范围要求等差异所引起的误差,实现时空可比性,气象专家们编制了《气象干旱等级》国家标准^[11]。在此基础上,各级从事干旱监测预警业务或研究的人员,结合区域气候特点,选用适用的干旱监测指数和方法,开展区域或全国干旱监测预警业务和研究工作^[12],相继开发了本地化的干旱监测预警业务系统^[13-17],在干旱监测预警实际业务中发挥了一定的作用。然而,这些业务系统仅仅能够满足现有的部分干旱指数的计算,对新的干旱监测预警方法和指数的计算,没有一定的数据输出接口,缺乏一个多方法多指数应用的整合平台,不便于新技术的试验和研究。因此,本文试图开发一个集多种方法、多种指数应用的气象干旱监测预警业务新技术试验平台,实现气温、降水、日照等主要气

象要素日资料基于数据库长时间序列的自动化存储和温度距平、降水距平百分率、 K 指数、 SPI 等干旱指数的自动化计算,并将计算结果以图、表、曲线等多种方式进行展示,以期为全国气象干旱监测预警业务新技术试验提供一个统一的平台和资料查询输出接口。

1 平台体系结构与总体概况

采用 Client/Server 框架结构,应用 C#、C++ BUILDER 等计算机语言及 SQL SERVER 2005 数据库,开发完成整体平台设计。其中,服务端负责数据库服务的管理、资料的收集、解析入库及中间处理等工作;应用端完成用户资料查询、统计计算、产品展示等工作。

1.1 建设目标

本平台建设的目标是建立干旱监测预警综合数据库,实现全国 720 个国家级站点或更多站点自建站以来主要气象要素数据库存储管理,实现全国自动气象观测站 8 次定时观测形成的 TAC 格式的地面报文实时资料收集和入库,通过一定的技术,实现实时资料和历史资料对接,在此基础上,提供温度距平、降水距平百分率以及常用干旱指数等统计计算。

收稿日期:2013-07-28;改回日期:2013-09-23

基金项目:甘肃省气象局气象科研项目(2013-01)资助

作者简介:孙林花(1974-),女,甘肃天水人,高级工程师,主要从事气象信息网络系统维护与开发。Email:shletter@163.com

另外,实现丰富的数据查询,并以 SURFER 分布图、时间序列图、表等多种方式表达查询结果;实现常用干旱指数(K 、 SPI 等)产品的输出,并为今后新指数或指标以 SURFER、MICAPS、TXT 文本等方式提供数据输出接口。该平台改进了各种算法计算前资料的预处理工作,大大节约了时间,并且将各种算法整合在一起,实现了各种算法的输入、输出参数自动化,减少了科研人员的工作量,提高了工作效率。

考虑到平台中涉及的数据量大、时间序列长和数据库便于维护等多方面的因素,选用 SQL SERVER 2005 数据库管理平台,采用客户端、服务层和数据层 3 层结构体系来实现平台设计,从而提高运行效率、加强数据的安全性,保证系统的可伸缩性。平台总体结构体系如图 1 所示。

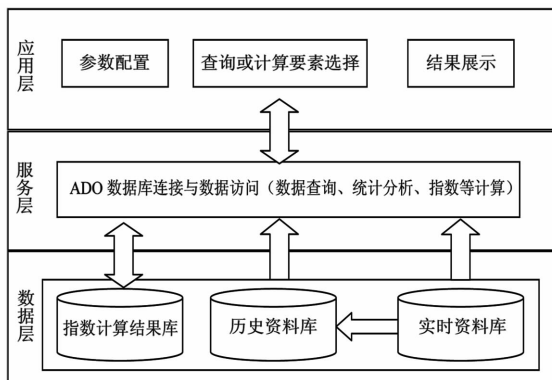


图 1 平台总体结构

Fig. 1 The structure of system platform

(1)数据层:包括用于存储全国自动站整点观测资料、日照资料、自动站日资料、8 次定时观测形成的 TAC 格式的地面报文等实时资料数据库,用于存储国家级站点自建站以来日最高气温、日最低气温、日降水量、日日照时数、日蒸发量等要素的历史资料库,用于存储 K 、 SPI 指数及温度距平、降水距平百分率等计算结果的中间结果数据库。其中,历史库中 2007 年以前的资料从中国气象局申请获得,2007 年以后的资料通过实时资料自动统计计算获得。

(2)服务层:利用 ADO 数据访问组件,实现各种用户需求。如,数据查询、温度距平、降水距平百分率、各种统计计算及 SPI 等指数计算功能,功能的实现完全对用户透明。

(3)应用层:用户可在客户端进行数据库链接,GRIDS 绘图图标颜色设置,准备 SURFER 绘图所需的全国各省 .bln 文件及查询和计算结果的图形展示等。

1.2 运行流程

(1)根据中国气象局提供的全国 720 个国家级站点气温、降水、蒸发、日照等日资料,建立干旱监测预警业务试验平台所需要的历史数据库。

(2)建立自动站观测数据、日照等实时资料数据库。

(3)通过 DVB-S 或 CMACAST 卫星广播系统实时收集全国自动站整点观测资料、日照资料、自动站日资料及 8 次定时观测形成的 TAC 格式的地面报文,并进行解析实时入库。

(4)定时调取日最高气温、日最低气温、日降水量等统计计算的数据库存储过程,并将结果存入到历史资料库,实现历史资料和实时资料对接。即:根据地面历史资料的数据库结构,完成从地面实时资料向历史资料数据库资料的统计计算和入库等工作。

(5)建立历史资料库、实时资料库中各类数据字段名称、类型、编码单位等元数据信息。

(6)通过全国干旱监测预警业务试验平台,调出资料元数据信息,用户根据需求选择要素,查询或调取相关指数算法进行计算,并将结果通过二维曲线、SURFER 等图、表输出。

(7)评估和服务。

2 平台实现的关键技术

2.1 历史资料和实时资料对接技术

由于干旱监测预警业务各指数所需资料的时间序列长,部分算法(如 CI 指数)对资料的缺测有一定的要求,一旦缺测值达到一定数量,便无法计算。因此,为了保证干旱监测预警业务研究所需资料的完整性、连续性,本平台开发了自动气象站、8 次定时观测形成的 TAC 格式的地面报文、日照等实时资料收集与解析系统,并建立了实时资料数据库系统,实现实时资料的存储与管理。在此基础上,应用 SQL SERVER 2005 数据库和 C# 等高级编程语言,编写了日最高气温、日最低气温、日降水量、日日照时数、日蒸发量等统计计算算法模块,定时从实时数据库中统计计算干旱监测预警所需的日统计资料,导入历史数据库,实现历史资料和实时资料的对接。

2.2 多种干旱指数算法的整合

据了解,以往所用的各类干旱监测预警系统的开发平台、开发语言大多不统一。其中, K 指数是在 WINDOWS 平台下采用 VB 语言开发的, CI 指数是在 WINDOWS 平台下采用 FORTRAN 语言开发的,而 SPI 指数是在 LINUX 平台下采用 C 语言开发的。

上述各类指数所需资料都是文件存储,而不是基于数据库存储,业务人员需要处理大量原始资料(历史和实时)才能形成某类指数所需格式的输入文件;另外,大部分指数的数据输入参数(如原始数据的路径、文件名等)写死在程序中。业务人员如若进行干旱指数计算,需要修改原程序中输入、输出参数的有关代码,并重新进行编译,这往往增加了业务人员的工作量。

本系统实现不同干旱指数在 WINDOWS 平台下的自动计算,极大增强了业务实用性。采取以下方法:①用 C#高级编程语言,对 K 指数进行重新开发;②为避免使用者修改原程序,重新进行编译,在 FORTRAN 语言基础上,优化 CI 指数的计算流程,实现 CI 指数输入输出参数的自动化配置及资料处理的自动化,实现资料接入和计算结果输出参数化,提高 CI 指数计算效率;③在 WINDOWS 平台下建立 LINUX 虚拟环境,将 SPI 在 LINUX 平台下使用的动态链接库文件拷贝到 WINDOWS 虚拟环境,优化 LINUX 平台 SPI 程序的计算流程,实现资料接入和结果输出参数化;④开发了基于数据库的干旱资料查询,各类指数调用及结果展示程序模块,从而实现了不同平台、不同开发语言所开发的干旱指数算法在 WINDOWS 系统平台下的整合,为干旱监测预警业务及科研提供更方便的干旱资料查询、指数计算的平台。

2.3 元数据的建立

为了让用户了解数据库中存储的资料类型、编码单位、时间尺度等信息,本系统还设计了气象资料元数据信息表,用于存储资料库中各要素字段的说

明、数据类型、存储单位、编码长度等描述信息,从而为基于元数据信息的资料导航查询提供基础,且不影响数据查询效率。即:平台运行后,首先调入平台所有观测资料的元数据描述信息,用户可根据需要选择要素,然后实现数据的查询、导出、产品生成或指数计算等。

2.4 大容量信息的分表存储

干旱指数的计算,所需的资料往往时间序列长、要素多、量大。因此,本平台不仅要实现历史资料和实时资料的存储,还要实现实时与历史资料对接。为此,本系统应用 SQL SERVER 2005 分区存储技术,按年分表进行存储,从而实现干旱监测、预警业务长时间序列资料的高效存储。其中,分表的时间尺度为 1 a;分区按照时间字段进行分区,其周期为 1 个月。

3 平台主要功能

本平台主要包括数据查询与输出、统计计算、产品生成、指数计算及系统配置 5 个功能模块(图 2)。

3.1 数据查询和输出

为适应实际业务工作中灵活多样的信息查询需求,系统根据用户选择的查询条件(地理范围、时间、要素等),自动形成查询所需的 SQL 语句,通过 ADO 控件从数据库中读取或计算所需要的数据,然后以表格方式进行前台显示,并提供数据输出工具,查询结果可保存为 .txt、.xls 2 种格式。另外,系统还提供观测数据元数据信息的查询,为用户提供资料说明和帮助。

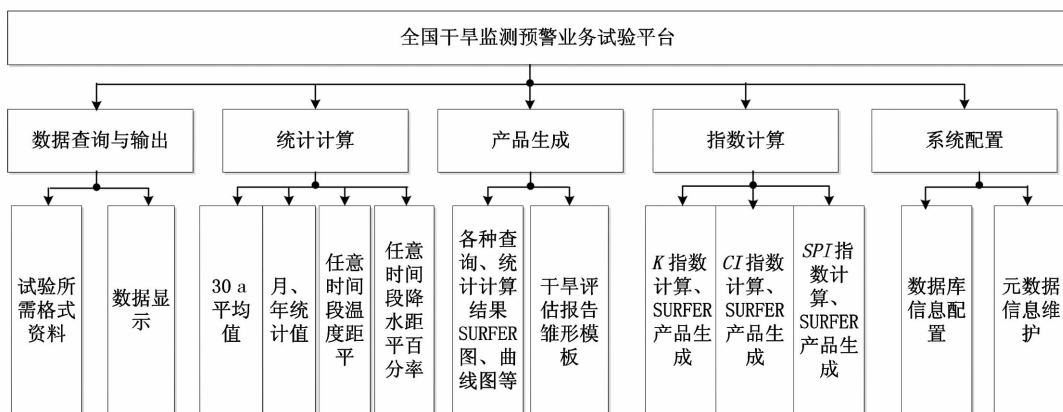


图 2 系统功能模块

Fig. 2 The function modules of the system

3.2 统计计算

统计计算主要实现以下结果:(1)30 a 平均值的计算;(2)月、年值的计算;(3)任意时段日气温距平、降水距平百分率的计算;(4)任意时段月气温距平、降水距平百分率的计算;(5)任意时段年气温距平、降水距平百分率的计算。

3.3 产品生成

根据查询或计算结果,可提供 TXT、EXCEL、MI-CAPS、SURFER 等格式的文件产品,供干旱监测预警业务人员或科研人员使用。图 3 为 2000 年 11 月 K 指数计算结果的 SURFER 产品图。

3.4 指数计算

考虑到干旱监测预警业务或科研需求,该平台提供 K 指数、SPI 指数、CI 指数、日降水距平百分率、月降水距平百分率、年降水距平百分率等几种指数计算功能,并提供相应的 SURFER 产品图。图 4 是通过 SPI 和 K 指数计算 2007 年 11 月全国干旱情况的分布图。

3.5 干旱评估报告雏形模板

在完成干旱监测预警资料分析、指数计算、产品生成的基础上,为方便干旱监测预警科研、业务人员

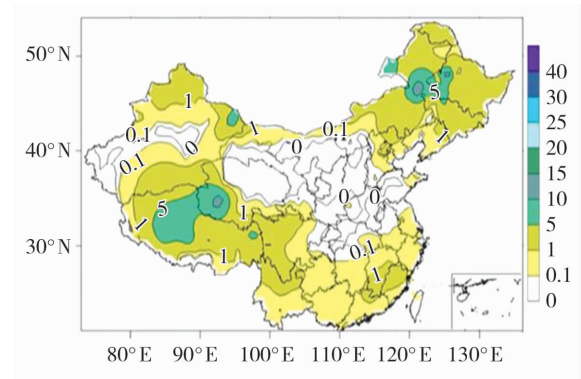


图 3 2000 年 11 月 K 指数的 Surfer 产品图
Fig. 3 The Surfer product graph of K index in November of 2000

撰写干旱评估报告,本系统还提供了干旱评估报告雏形生成功能。

3.6 系统配置

主要包括数据库信息和元数据信息的配置,其中:数据库信息主要包括数据库服务器 IP 地址、用户名、密码;元数据信息的配置主要包括干旱监测预警数据库中数据表字段的描述,如:字段名、字段长度、编码长度等。

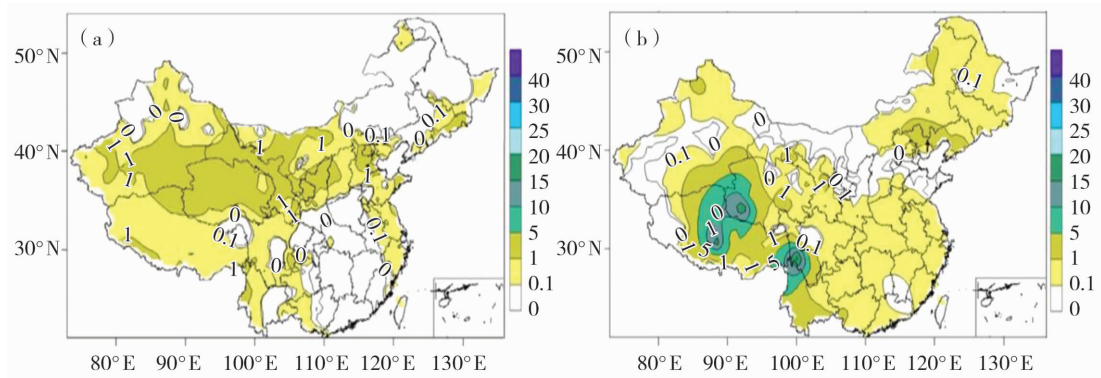


图 4 SPI(a)和 K(b)指数计算的 2007 年 11 月全国干旱状况分布

Fig. 4 Distribution of drought conditions monitored by SPI (a) and K (b) index in November of 2007 in China

4 结 论

(1)针对干旱监测预警业务及科研需求,本系统建立了长时间序列资料的存储与管理,为干旱监测、预警、评估等业务和科研提供了数据及数据库服务。

(2)考虑资料的实时性和完整性,本系统实现了历史和实时资料的对接,不仅可满足历史资料的查询与应用,而且还可满足干旱监测预警及气候预测等业务的实时应用需求。

(3)该系统将不同环境下多种指数整合在统一

平台下,并实现了不同指数的数据输入、结果输出及产品生成等自动化功能,大大减轻了工作量,提高了分析和计算的效率。

(4)本系统通过元数据的应用,方便了业务和科研人员进行资料的导航查询。

参考文献:

[1] 段海霞,王素萍,冯建英. 2012 年全国干旱状况及其影响与成因[J]. 干旱气象,2013,31(1):220-229.

[2] 杨小利,王丽娜. 4 种干旱指标在甘肃平凉地区的业务适应性分析[J]. 干旱气象,2013,31(2):419-424.

- [3] 张龙,赵福年,李国昌,等. 2种标准化干旱指标在甘肃武威干旱监测中的对比[J]. 干旱气象,2013,31(2):412-418.
- [4] 王建兵,安华银,汪治桂,等. 甘南高原秋季连阴雨的气候特征及主要环流形势[J]. 干旱气象,2013,31(1):70-77.
- [5] 许何也,李小雁,孙永亮,等. 近47a来青海湖流域气候变化分析[J]. 干旱气象,2007,25(2):50-54.
- [6] 张强,张存杰,白虎志,等. 西北地区气候变化新动态及对干旱环境的影响[J]. 干旱气象,2010,28(1):1-7.
- [7] 赵庆云,李栋梁,李耀辉. 西北区降水异常的时空特征分析[J]. 兰州大学学报(自然科学版),1999,35(4):512-516.
- [8] 王遂缠,李栋梁,王谦谦. 青藏高原东北侧夏季降水的气候特征分析[J]. 干旱气象,2005,23(2):13-18.
- [9] 徐先海,方小敏,傅开道. 甘肃临夏盆地8~6MaBP的构造变化[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2006,42(6):1-5.
- [10] 李耀辉,李栋梁. 中国西北地区秋季降水异常的特征分析[J]. 高原气象,2001,20(2):158-164.
- [11] 国家气候中心,中国气象科学研究院,国家气象中心,等. GB/T20481—2006 气象干旱等级[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [12] 王谦. 中国干旱半干旱地区的分布及其主要气候特征[J]. 干旱地区农业研究,1983(1):11-24.
- [13] 方锋,梁东升,张存杰. 西北干旱监测预警评估业务系统开发与应用[J]. 水土保持通报,2010,30(3):140-143.
- [14] 黄永学,刘安国,杨靖,等. 基于WebGIS的湖北省干旱监测系统的设计与应用[J]. 中国农业气象,2010(s1):112-116.
- [15] 刘治国,王遂缠,林纾,等. 西北干旱监测预测业务服务综合系统的开发与应用[J]. 气象科技,2006,34(4):485-489.
- [16] 杨太明,陈金华,李龙澍. 安徽省干旱灾害监测及预警服务系统研究[J]. 气象,2006,32(3):113-117.
- [17] 刘建栋,王馥棠,于强,等. 华北地区农业干旱预测模型及其应用研究[J]. 应用气象学报,2003,14(5):593-604.

Design and Implementation of Test Platform on the Meteorological Drought Monitoring and Early Warning Service in China

SUN Linhua¹, FENG Jianying², LI Zhunlong¹, XU Juan¹, ZHANG Ming¹

(1. Gansu Meteorological Information and Technic Support and Equipment Center, Lanzhou 730020, China;
2. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract: To meet the business and scientific research requirement on drought monitoring and early warning, a database, which contains historical and real-time time series data of meteorological elements including daily maximum temperature, daily minimum temperature, daily precipitation, daily sunshine hours and daily evaporation at 720 meteorological stations throughout China since their establishment, was established on Windows platform by using SQL SERVER 2005 database. The database not only realized the joint of real-time and historical data, and importantly it provides data storage services for the drought monitoring and early warning service. On this basis, the test platform of meteorological drought monitoring and early warning service was developed by C# and other languages. The platform integrated the algorithm of K , SPI and CI drought index, which realized the flexible query by multi-condition and statistic of meteorological elements, and the drought index calculation, etc. In addition, it provides various formats product, such as stain chart, line chart, and EXCEL table.

Key words: meteorological drought; monitoring and early warning; test platform; design and Implementation