

# 探空资料质量控制及可视化处理系统(HBTK)的研究与应用<sup>①</sup>

张 峻

(武汉中心气象台, 武汉 430074)

## 提 要

介绍了“探空资料质量控制及可视化处理系统(HBTK)”的基本功能、设计技术和应用效果,实践证明该系统不受测站个体差异的影响,具有很好的实用性。

**关键词:** 质量控制 探空资料数据库 可视化处理

## 引 言

随着探空业务的微机化以及信息资料的不断积累,为确保探空资料的客观真实性,减轻资料审核的劳动强度,扩大探空资料的服务领域,研制探空资料质量控制及可视化处理系统已势在必行。

湖北省于1996年开始该系统的研制,1998年该项目被列为省局重点课题,目前正投入业务运行。

### 1 系统主要功能

系统包括“系统初始”、“格式转换”、“数据追加”、“人机交互审核”、“质量检查”、“资料服务”、“记录修改”、“用户注册”八大模块,附加“基础数据管理”、“可视化报表制作”、“台站信息预览”和“系统帮助”等功能。

#### 1.1 系统初始

包括两方面的内容:(1)系统运行时首先从数据库中读入台站名和对应的区站号以及用户口令(文件名为pa.ini);(2)用户根据需要(如首次使用该系统时)可重新进行“系统参数设置”,将该地区的台站信息资料文件(wmo.ini),质检人员名单文件(person.ini),规定层基础数据文件(gdc-base.ini),规定风

基础数据文件(gdf-base.ini)的资料加入数据库。

#### 1.2 格式转换

系统首先研制了探空资料存放格式,按规定层、特性层、规定风三种类型将探空资料转换为格式统一且文件名规范的月资料文件。“格式转换”模块就是将规范的月资料文件转换成直接追加到数据库所需的标准的文本文件。

#### 1.3 数据追加

按规定层(高度、温度、露点三要素)、特性层(气压、温度、露点三要素)、规定风(风向、风速两要素)共八项要素建立八个基本数据库表(分别为gdc-ph、gdc-tt、gdc-td、txc-pp、txc-tt、txc-td、gdf-fx、gdf-fs),所有的探空资料包括0℃层、一、二对流层、一、二最大风层各项要素都追加到这8个表中。

#### 1.4 人机交互审核

将审核员看报表的审核方式搬上屏幕,实现报表审核的无纸化,按探空报表(压温湿规定层、压温湿特性层、高空风)的结构,以选择日记录的方式进行审核,并且可随意选取上一天,下一天的记录进行对比判断,确保发

<sup>①</sup> 由湖北省气象局1998年度重点课题“Z9803”资助

挥人的主观能动性。

### 1.5 质量检查

按规定层、特性层、规定风三种资料类型,每次检查一个月的资料,运用系统研制的九种质量控制方法进行资料质检,并将疑误记录以四种错情类型予以提示。

### 1.6 资料服务

按规定层、特性层、规定风三种类型提供任意年月起止时段,任意台站,任意项目层次资料的检索,输出结果由动态数据窗口实现,最大的特点是台站、记录时段和项目可随机选取,以满足用户多方面的检索需求。

### 1.7 记录修改

对“人机交互审核”和“质量检查”中发现的错误记录,对相应的错误要素进行修改。该模块还可以进行删除或插入操作,可一次删除或插入一天的记录。

### 1.8 用户注册

用于注册和修改用户口令,控制对“数据追加”和“记录修改”的使用权限,以保证数据库的安全和资料的可靠。

### 1.9 基础数据管理

对系统中各项基础数据参数、台站信息资料、质检登记等进行管理,可分别进行修改、删除、插入等操作。

### 1.10 可视化报表制作

按高表-1(高空风)、高表-2(规定层、特性层)的方式制作、预览并打印输出资料月报表,全部过程采用可视化界面。

### 1.11 台站信息预览和系统帮助

台站信息预览是全国探空台站参数字典,系统帮助则是关于本系统设计原理、技术方法、操作步骤的说明书。

## 2 技术方法

### 2.1 规范的月资料和格式转换

形成规范的月资料文件和研制格式转换软件是系统开发的基础。根据探空资料的特殊性和使用习惯研制探空资料的文件格式系

统,转换接开软件用C++开发(DOS版),可转换现有的三种类型的资料格式,该文件格式系统有利于探空资料的规范化保存,其C++转换软件在台站和资料处理部门均可使用;同时系统在资料入库前将规范的月文件按八个要素类型转换成八个标准文件,分别为gdc-ph.txt、gdc-tt.txt、gdc-td.txt、txc-pp.txt、txc-tt.txt、txc-td.txt、gdf-fx.txt、gdf-fs.txt,这一转换为探空资料加入数据库奠定了基础。

### 2.2 建立基础数据参数文件

基础数据参数文件包括规定层基础数据文件、规定风基础数据文件和台站气候极值数据文件,是质量控制中对规定层资料和规定风资料进行时间一致性控制的参数文件,也是该系统不受台站个体差异的影响,易于推广的标准文件。其中,规定层包括地面层、1000hPa、…、5hPa、0℃层、一、二对流层共25层的时间一致性参数;规定风包括地面风、300m、600m、…、38.0km、一、二最大风层共34层的时间一致性参数,台站气候极值数据文件是台站相关要素的最大值和最小值,参数文件通过对历史资料的统计分析而获得。

### 2.3 要素错情分类

按要素错情的出现形式和可疑程度,探空要素的疑误可以分为显性错情、隐性错情、要素可疑和超极值<sup>[1]</sup>。

### 2.4 质量控制方法

质量控制方法包括参数范围界定、内部关联性规律、气候极值判定、时间一致性检验、横向质量控制、纵向质量控制、综合静力学质量控制(CHQC)<sup>[2,3]</sup>、特殊情况检查和人工经验审核等。

### 2.5 规定层质量控制

采用参数范围界定、内部关联性规律、气候极值判定和时间一致性检验方法。质检结果提示有“超极值”、“显性错误”、“可疑”。

### 2.6 0℃层质量控制

采用内部关联性规律、时间一致性检验和特殊情况检查方法。质检结果提示有“显性错误”、“隐性错误”和“可疑”。

亦可采用 CHQC 控制方法,设台站海拔

$$H_{01} = Ha + 18410.0(1 + T_d/2/273.15)Lg(P_d/P_0) \quad (1)$$

统计验证,正常情况下,  $\Delta H = |H_{01} - H_0| \leq 50$ 。满足质量控制要求的精度。将  $\Delta H$  值适当扩大,作为实时资料的控制范围,如超过控制范围则系统提示“可疑”。

### 2.7 对流层顶质量控制

采用内部关联性规律、时间一致性检验和特殊情况检查方法。质检结果提示有“显性

$$H_{d1} = H_0 + 18410.0[1 + (T_0 + T_1)/2/273.15]Lg(P_0/P_1) \quad (2)$$

统计验证,正常情况下,  $\Delta H = |H_{d1} - H_1| \leq 110$ 。满足质量控制要求的精度。将  $\Delta H$  值适当扩大,作为实时资料的控制范围,如超过控制范围则系统提示“可疑”。

### 2.8 特性层质量控制

采用内部关联性规律和特殊情况检查方法。质检结果提示有“显性错误”、“隐性错误”。当特性层与规定层重合时,其质量控制方法与规定层相同。

$$\Delta f_{x_j} = f_{x_i} - f_{x_{i-1}} \quad (i = 2, 3, \dots, 31; j = i - 1) \quad (3)$$

$$\Delta f_{s_j} = f_{s_i} - f_{s_{i-1}} \quad (i = 2, 3, \dots, 31; j = i - 1) \quad (4)$$

当  $\Delta f_{x_j} > \Delta F_{x_j}$  或  $\Delta f_{s_j} > \Delta F_{s_j}$  时系统提示规定高度第  $i$  层风向或风速“可疑”。其中  $\Delta F_{x_i}$  和  $\Delta F_{s_i}$  分别为规定风纵向质量控制的参数值。

### 2.10 数据窗口的输出

数据窗口资料有打印和存盘两种输出选择,打印方式包括普通表格和定制报表两种,其中定制报表由数据窗口嵌套报表技术实现;存盘格式为:(1)CSV 格式;(2)dBASE-2 格式;(3)dBASE-3 格式;(4)DIF 格式;(5)Microsoft Excel 格式;(6)Excel5 格式;(7)HTML Table;(8)Powersoft Report 格式;(9)SQL 语句格式;(10)SYLK 格式;(11)

高度为  $Ha$ ,本次观测地面气压为  $P_d$ ,温度为  $T_d$ , $0^\circ\text{C}$  层气压为  $P_0$ ,高度为  $H_0$ ,采用压高公式计算  $0^\circ\text{C}$  层理论高度值  $H_{01}$ :

错误”、“隐性错误”和“可疑”。

亦可采用 CHQC 控制方法,根据对流层顶气压值的大小,选择最邻近的一个规定层,设该规定层  $P_0$  的高度为  $H_0$ ,温度为  $T_0$ ,本次观测对流层顶的气压为  $P_1$ 、温度为  $T_1$ 、高度为  $H_1$ ,采用压高公式计算一、二对流层顶的理论高度值  $H_{d1}$  则:

### 2.9 规定风和最大风质量控制

采用参数范围界定、内部关联性规律、气候极值判定和时间一致性检验方法。质检结果提示有“显性错误”、“超极值”和“可疑”。

亦可采用纵向质量控制方法,即判定相邻两规定高度风向、风速差值。设规定高度序号为  $i(i = 1, 2, 3, \dots, 31)$ ,其对应风向、风速分别为  $f_{x_i}$ 、 $f_{s_i}$ ,与其相邻层的风向、风速差值分别为  $\Delta f_{x_j}$ 、 $\Delta f_{s_j}$ , 则:

Text(缺省);(12)WKS(Lotus 1-2-3)格式;(13)WK1 格式;(14)Windows Metafile 格式。

## 3 应用情况

以数据管理、资料检索、质量控制和报表制作四项功能为例,说明系统的试用运行情况。

### 3.1 数据管理

系统共有 6 个参数配置文件,包括(1)系统管理员口令文件(文件名为 pa.ini);(2)本地区台站信息资料文件(文件名为 wmo.ini);(3)质检人员名单文件(文件名为 person.ini);(4)规定层基础数据文件(文件

名为 gdc-base.ini);(5)规定风基础数据文件(文件名为 gdf-base.ini);(6)全国探空站信息资料文件(文件名为 wmo-ch.ini)。

系统启动并与数据库连接后,便在数据库中读取台站参数和在 pa.ini 文件中获取系统管理员口令,打开主窗口时,便可在“人机交互审核”、“质量检查”、“资料服务”等标签页的相应控件中看到台站要素,表明系统初始设置成功。如数据库中没有台站参数,则系统提示用户在主窗口的“系统初始”(首页)标签中点击“台站参数设置”,按提示操作即可实现系统初始化。这时在主菜单或工具栏中打开“规定层基础数据管理”、“规定风基础

数据管理”、“台站极值数据管理”、“质量检查记录”和“全国探空站信息资料预览”等菜单项,即可见相应的资料数据。

### 3.2 资料服务

选择资料类型,任意(多个)台站,起止年月日和任意(多个)层次,即可输出相应资料,其特点是随机性强,检索速度快,并且可以表格形式打印和以 14 种存盘格式输出。

### 3.3 质量控制

对湖北省三个探空站(武汉、宜昌、恩施)1992~1998 年度的探空信息资料进行质量检查,其检验结果见表 1。

表 1 湖北三站 1992~1998 年探空资料质量检验

错情类型	探空错情	测风错情	备注
可疑	78	67	超过参数文件规定的范围
超极值	12	7	地面气压、气温、风速台站已知的极值
隐性错情	18	0	0℃层、对流层和特性层之间
显性错情	12	0	特性层气压、气温读数错
确认错情	23	4	隐性错情(16)显性错情(9)可疑(2)

试用表明,可疑提示的多少与参数值的大小有关,当参数值大时,可疑提示减少,反之增加,有少数可疑值经查证后属错情;一般情况下超极值与地面天气突变有关,不属错情;而隐性错情和显性错情虽然数量较少却属真正的错情,检查结果可以表格形式打印和以 14 种存盘格式输出。

### 3.4 报表制作

选择台站,年、月、时次和项目类型即可分别输出规定层、特性层和规定风月报表,其中规定层报表的统计项目由系统的统计函数在数据窗口中生成,打印输出后报表表线清晰,与原报表格式基本相同,通常按 A4 纸横向输出。

## 4 系统特色

系统采用 Sybase Sql Anywhere 数据库和开发工具 PowerBuilder 6.0/6.5 相结合,可以很方便地将数据库改建在网络数据库

Sybase 10/11 中,以实现 Client/Server 应用方式,系统运行平台为 Windows 95/98/NT。数据和源代码结构的模块化能保证对象之间的相对独立性,最大限度地减少全局变量的使用,使系统的扩展和数据库的充实变得非常容易。主体界面采用标签控件,通过八个标签页实现八大模块功能,附加功能通过工具栏或主菜单调用,全部操作采用可视化界面,即使是非探空业务人员,稍加说明,也可学会使用。

系统既是一个气象资料处理和质量控制系统,又是一个基于数据库技术的应用程序系统,包含了目前应用程序开发的一些可视化技巧,主要有:(1)弹出式菜单:在数据输出对象上通过右击鼠标实现;(2)弹出式子窗口:指示某一事务、事件、函数或消息的运行状态;(3)任务进展条:按百分比方式显示某一事务、事件、函数或消息的运行过程;(4)工

(下转第 50 页)

具条(栏):通过形象化的按钮实现功能项的快速选择<sup>[3,4]</sup>,系统的可视化技巧也为美化应用程序外观起到了一定的作用。

系统通过用户口令的输入、确认、设置、修改等来控制数据库资料的追加、删除和修改等影响数据安全的工作,确保数据库中资料的正确性;同时系统设有保护功能,使用户在离开系统超过设定的空闲时间后,实现系统的自我保护,防止误操作。

设计并转换不同的资料格式,突破了测站业务环境的个体差异;使用规定层和规定风时间一致性参数值、台站气候极值数据以及理论与实践相结合和质量控制方法,辅助探空资料审核的专家经验,使该系统具有较好的通用性,推广时只须更改台站信息资料文件(wmo.ini)和质检人员名单文件

(person.ini)即可,并且用户可在使用中结合本地区的台站情况适当修改规定层和规定风时间一致性参数值。

## 5 存在的问题及开发前景

系统具有进一步优化和开发的必要,主要有:(1)特性层温度、湿度要素的质量控制还没有合适的方法,高空风、规定层湿度质量控制功能较弱;(2)规定层报表中的部分特殊情况没做,这一技术可以通过开发使用“存储过程”来实现。

## 参考文献

- 1 张峻.探空记录中的隐性错情及其审核处理方法.湖北气象.1997,(4).
- 2 杨贤为.气候应用专用数据库气象资料的质量检验.气象.1998,(12).
- 3 翟盘茂.中国历史探空资料中的一些过失误差及偏差问题.气象学报.1997,(5).

# Development and Application of Quality Control and Visual Processing System for Sounding Data

Zhang Jun

(Wuhan Center Meteorological Observatory, Hubei Province 430074)

## Abstract

The design technology, basic function and application effect of quality control and visual processing system for sounding data were described. This system is not affected by different observatories, and is of good utility.

**Key Words:** quality control sounding database visual processing