

地面自动气象站数据质量检查系统

高杰¹ 张海娜¹ 王庸² (1. 辽宁省气象台 沈阳 110016; 2. 辽宁省气象局 沈阳 110001)

摘要 简述应用 C++ 语言开发研制地面自动气象站数据质量检查系统的设计原理, 系统结构、功能及操作方法。

关键词 数据质量检查系统 结构原理 操作功能 自动气象站

辽宁省自 1999 年开始建设地面自动气象站, 至 2003 年 1 月已有 60 个自动气象站投入业务运行, 实现了压、温、湿、风、地温和降水等气象要素的自动采集。为保证观测资料的连续性、准确性, 需对转换期间的观测结果进行跟踪评估, 对自动气象站观测数据进行质量控制。为此, 我们开发了自动气象站数据质量检查系统。系统实现了自动气象站观测结果统计评估工作的自动化, 改变了单纯数字化质量控制模式; 根据气象要素的变化趋势, 采用曲线预测模型自动完成对数据异常变化趋势审核, 对采集的大量自动气象站数据中出现的异常和缺测数据可快速准确查找; 根据系统提供的缺测统计信息对相关的数据库文件进行编辑、修改, 提高了工作效率和数据质量。

1 系统结构

为了满足不同用户的需求, 系统采用单用户体系结构, 操作系统选用 Windows 系列。数据库系统采用适用的 Microsoft Access 桌面型数据库。数据处理系统采用 C++ 语言研制, 充分利用 C++ 语言的 OOP 特性, 合理概括各气象要素的内在特征, 使各气象要素成为既存在差别又具有很多共性的数学模型单元。系统结构如图 1。

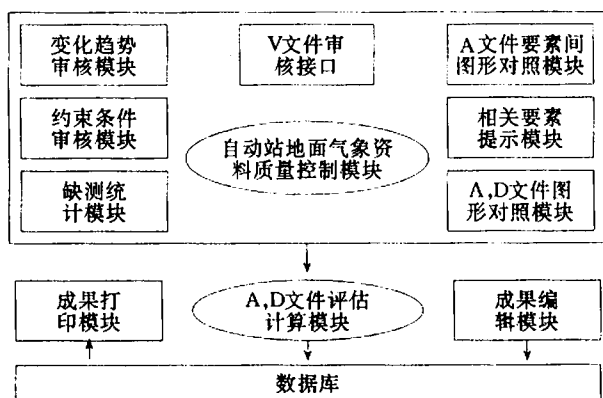


图 1 自动气象站数据质量检查系统结构

2 系统主要功能

2.1 自动气象站资料质量控制子系统

2.1.1 气象要素的变化趋势审核 气象要素的变化具有明显的周期性, 对个别疑误数据无法采用常规的误差分析方法来判断。例如有的要素值短时间内突然发生变化, 但其值仍然介于当日(月)的最大值和最小值之间(或接近), 此时就很难根据误差来判断。系统采用曲线预测模型可自动完成数据

异常变化趋势的审核。

2.1.2 气象要素约束条件的审核 各气象要素均有其自身的约束条件, 如最大值约束、最小值约束。各要素在各时次的观测值均须大于(或小于)其日最小值(或最大值)约束。约束公式:

$$E(i, j, k) \leq E_{\max}(i, j)$$

$$i = 1, 2, \dots, M \quad j = 1, 2, \dots, 31, k = 1, 2, \dots, N$$

$$E(i, j, k) \geq E_{\min}(i, j)$$

$$i = 1, 2, \dots, M \quad j = 1, 2, \dots, 31, k = 1, 2, \dots, N$$

式中: M 为气象要素数, N 为第 i 要素的观测次数; $E(i, j, k)$ 为第 i 要素第 j 日第 k 次的观测值; $E_{\max}(i, j)$, $E_{\min}(i, j)$ 分别为第 i 要素第 j 日的最大值和最小值。

2.1.3 气象要素数据逻辑和格式的检查 包括数据格式、方式位格式以及数据逻辑的自动检查。审核人员可以采用系统提供的其他审核功能对系统提示的疑误数据做进一步分析判断, 方便更改审核结果。

2.1.3.1 D 文件图形对照显示功能 在人工气象站与自动气象站平行观测期间, 人工气象站数据(D 文件)是自动气象站数据(A 文件)审核中的主要参照。系统将标准数据文件中自动采集到的全部数据(除降水外)以图形曲线形式自动显示, 并将人工气象站数据与自动气象站数据对照(图 2),

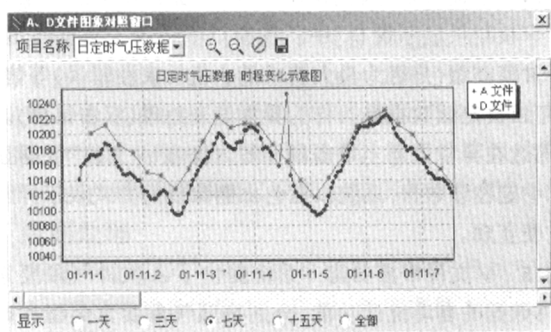


图 2 A 和 D 文件图形对照显示窗口

供审核人员决策。在图形上可以方便查询每一点的气象要素信息。对于图像上显示的每一点(自动气象站数据)均可通过鼠标插入到异常记录窗口中。

2.1.3.2 A 文件要素间图形对照显示功能 气象要素的变化是互相联系的, 可以通过气象要素间的变化规律对资料进行审核。根据自动气象站每日 24 h 采集数据的特点, 系统应

用图形曲线描述气象要素的变化,且系统具有 A 文件要素间图形对照显示功能,可对 10 种气象要素的 30 类数据进行任意组合的对照显示(图 3),供审核人员处理数据时参考。

2.1.3.3 相关气象要素自动提示功能 每一种气象要素的变化,都应伴有天气现象的变化。系统提供了 1 个“天气现象显示窗口”,可以显示任 1 d(或 1 h)的天气现象、能见度、降水量、日照、云状等信息(图 4),审核人员可以在“A、D 文件图形

供了自动平行观测评估功能。系统针对审核后的气象要素



图 3 单站气象要素图形对照显示窗口

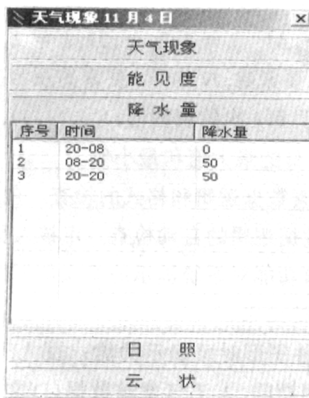


图 4 天气现象显示窗口

对照显示窗口”“A 文件单站气象要素图形对照窗口”及“A 文件数据显示窗口”中查询该时段的相关天气现象信息。

2.1.3.4 审核结果的显示功能 审核后的异常信息系统在“审核结果显示窗口”中。在窗口中记录了数据类型、时间、异常值类型(是否为最大值或最小值约束性错误)等信息,用户可以决定该数据是否作为异常值来处理(双击鼠标)。用户可通过在异常信息上单击鼠标的方法在 A 文件“数据显示窗口”中定位该数据,系统以蓝色加删除线的方式表示异常信息,方便直观。

2.1.3.5 V 文件审核功能 系统提供了 A 文件气象要素缺测项目数据的自动统计功能,分别按照气象要素类型和时间进行缺测统计,并与 V 文件的缺测记录(BB 项)对照显示(图 5)。审核人员可以根据系统提供的缺测统计信息对 V 文件(BB 项)进行修改,也可以通过系统提供的接口调用 V 文件审核程序对 V 文件进行审核。辽宁省气象台对原来的 V 文件格式审核系统进行了升级,使之可以适合于自动气象站的 V 文件审核要求。通过系统接口也可以调用其他的 V 文件审核程序。

2.2 自动气象站平行观测资料评估子系统

为更好地对自动气象站数据进行平行观测评估,系统提



图 5 缺测数据统计窗口

(包括气压、气温、湿度、风速、地温、降水量)进行评估计算,并将结果保存到数据库中。计算项目包括月平均、月极值误差、日极值实有天数及相符率等。系统对平行观测结果可以自动产生月、年报表,并提供预览打印功能,同时可以打印月、年报表。

系统还提供了订正功能,对需要进行系统订正的项目能自动进行订正,如在评估前首先进行了气压高度差订正。

2.3 数据库管理系统

该系统提供了台站信息维护功能和成果编辑查询功能。通过台站信息维护功能可以增加或减少系统管理的气象站。通过成果编辑查询功能,使用人员可以编辑、查询任意月份的评估子系统资料,并根据需要对资料进行编辑修改或打印输出。

3 系统特点

3.1 功能齐全

系统首次将自动气象站地面气象数据和封面、封底数据文件质量控制以及自动气象站气象资料评估集成在一起,使审核人员从繁琐的人工计算工作中解脱出来。系统采用 OOP 技术,封装了 A 文件中常用的所有气象要素,并对每种气象要素的各种观测方式(最多为 19 种方式位)提供支持。使庞大复杂的 A 文件数据审核及评估计算工作一次完成。

3.2 安装维护方便

系统由 4 个文件组成,安装方便,只需将所有文件拷贝到计算机上就可以运行。系统对计算机的要求较低,计算机内安装有 ACCESS 数据库驱动即可。卸载时只需要删除系统的 4 个文件。

3.3 操作简便

系统运行于 Windows 平台,全部采用常用的 Windows 标准组件,用户界面友好、直观。系统提供了用户操作向导,用户只需要按照系统提示点击“下一步”就可以完成 A 文件审核和评估计算工作。同时系统帮助文件向用户提供了全面的在线帮助,包括系统概述、安装运行、界面、每一项子功能的使用等。用户可以在短时间内掌握系统,充分利用系统提供的各项功能。