

文章编号: 1006-4354 (2011) 06-0018-03

高空观测数据实时质量控制软件的实现及应用

刘芳霞¹, 郭江峰²

(1. 陕西省气象信息中心, 西安 710014; 2. 陕西省气象局, 西安 710014)

摘要: 为了保证探空观测的时效性和数据质量, 消除错误数据对整体记录的影响, 以汉中探空站观测资料为基础, 结合台站预审工作实践, 编写程序实现高空资料实时质量控制。列举使用过程中, 汉中站出现较多的几种异常记录, 对异常记录的判定及处理进行探讨, 说明实时质量控制软件的编程原理与使用方法。

关键词: 高空观测数据; 质量控制软件; 陕西

中图分类号: P412.2

文献标识码: B

GFE (L) 雷达是目前我国各高空台站广泛使用的一种新型 L 波段探空雷达, 具有自动化程度高、数据精度高、采样频次高等优点。L 波段雷达数据采集达秒级。每秒产生压、温、湿、风、仰角、方位、斜距等多个数据。一个观测时段内数据量达 3 万余个, 人工判断工作量极大, 工作强度高, 并容易漏判, 难以在发报有效时段内完成。格式统一的数据文件 (S 文件), 使得利用计算机软件进行实时质量控制成为可能。

汉中是全国第一批使用 L 波段雷达探测系统的探空站, 运行初期, 由于数据错误导致的错情时有发生。结合汉中站实际观测经验, 总结常见错误原因, 开发了 L 波段雷达—电子探空仪探空观测系统质量控制程序。程序自动读取探空观测原始数据并对其分析, 按照观测规范的判定标准, 对可疑的异常数据进行提示, 并可以图形形式显示。值班员根据提示对照图形可快速判断错误数据。软件于 2005 年 2 月与 L 波段雷达探测系统同时投入业务使用, 作为基本业务系统的辅助, 有

效减轻了值班员工作强度, 提高了数据质量。

1 异常数据的判断

L 波段雷达具有自动跟踪、自动数据采集与处理功能。雷达自动接收电子探空仪发回的探空数据, 利用无线电波对气球定位, 并将观测数据传入计算机, 通过计算处理, 形成原始数据文件。理论上, 在放球后所有工作均可以自动完成, 但由于受电磁干扰、仪器性能等多种因素影响, 观测中数据可能出现异常值, 影响数据质量。

高空观测分为测风观测和探空观测两部分。测风数据是雷达对探空气球的方位、仰角、斜距进行定位、测量, 根据每分钟气球位置变化, 计算高空风向风速; 探空观测雷达接收探空仪发回的压、温、湿无线电信号, 通过计算处理得到高空各个层次的压、温、湿数据。对数据异常的判断主要依据《高空观测规范》相关内容。

1.1 测风数据

测风数据异常表现为高空风向风速不规律, 一般是由于气球方位、仰角、斜距数据错误造成。

收稿日期: 2011-05-27

作者简介: 刘芳霞 (1977—), 女, 陕西延安人, 学士, 工程师, 从事气候资料服务及气象档案管理。

质量控制等方面的综合或某一方面的水平, 也是运行监控业务系统建设的前提和基本依据。该方法简便实用, 所需资料容易获取, 随着评价体系的建立和逐步完善, 必将推进管理科学化水平的提高。

参考文献:

- [1] 孟珍, 张世昌, 李成伟. 多参数估计法对自动站运行能力的评估 [J]. 陕西气象, 2011 (3): 37-38.
- [2] 国家气象局气候监测应用管理司. 气象仪器和观测方法指南 [M]. 北京: 气象出版社, 2003.

仰角、距离数据利用对比探空高度和测风高度的方法进行判断;方位角主要看是否有跳变现象。

根据《L波段高空气象探测系统业务操作手册》^[1],第 n 层等压面的探空位势高度 H_t (gpm)的计算方法为:

$$H_t = H + \Delta H_1 + \Delta H_2 \cdots + \Delta H_n,$$

H (gpm)为地面起始层的海拔位势高度, $\Delta H_1, \Delta H_2, \cdots, \Delta H_n$ (gpm)分别为相邻等压面之间的海拔位势高度差。 ΔH_n (gpm)的求算

$$\Delta H_n = T_{va} \cdot R_d / G (\ln P_{n-1} - \ln P_n).$$

其中: P_n, P_{n-1} 分别为相邻两层上的气压, R_d 为干空气比气体常数,取值 $287.05 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$; G 为标准重力加速度,取值 9.80665 m/s^2 。 T_{va} 为层间平均虚温(K)^[1]

测风高度 H_f (m)计算公式为:

$$H_f = L \cdot \sin \alpha + H_0 + H_r,$$

α 为仰角, L 为斜距(m), H_0 (m)为本站海拔高度, H_r (m)为雷达距地高度。为与探空高度进行对比,将其单位(m)转换为gpm。

利用位势高度差 $H_c = H_t - H_f$ 进行测风异常数据的判断。因 H_c 随时间应呈线性变化趋势。当 H_c 有突变情况出现,可判断为异常数据。

气球定位坐标中,方位角用沿顺时针 360° 方位表示,与数学中的极坐标系方向相反。在编程中,需将气球定位坐标转换为数学坐标。某分钟气球投影点坐标 $p(d, \varphi)$ 由观测数据转换而来,

$$d = L \cos \alpha, \varphi = 450\beta,$$

式中 α 为仰角、 β 为方位角、 L 为斜距。

1.2 探空数据

探空数据异常表现为温度、湿度、气压跳变等。大气层中压、温、湿的垂直分布是连续的。在气球接近匀速上升的过程中,探空数据也应连续变化。

在气球上升过程中,气压随时间增加总是降低的。气压变化 $P_c = P_{n-1} - P_n$, P_{n-1}, P_n 为相邻两组气压值。当 $P_c < 0$ 时,认为气压数据异常。

温度变化 $T_c = |T_{n-1} - T_n| / t$, T_{n-1}, T_n 为相邻两组温度值, t 为两组数据的时间差, T_c 为每秒钟温度变化量。当 T_c 大于阈值 T 时数据可能发生错误。在仪器入云、出云时,温湿度变化较为剧

烈,出现 T_c 大于阈值 T 的可能性较大。应结合湿度变化进行判断。

可用同样方法判断湿度的变化。 $U_{n-1} = |U_{n-1} - U_n| / t$,当 U_c 大于阈值 U 时数据可疑。根据湿度传感器的特点,阈值 U 的设定应分时段采用不同的值。

2 软件实现

2.1 软件功能及实现方法

软件利用Delphi语言编写。图形使用Delphi中提供的TPaintBox组件实现。

程序具有数据表格显示、图形显示、数据审核功能。用户打开高空观测数据文件后,表格区提供数据显示和查询;图形区可显示分钟时高曲线、分钟气球轨迹、风向风速、秒时高曲线、秒气球轨迹、压温湿数据等;数据审核区提供数据审核功能,程序根据前面所述的异常数据判断规则,对各种数据进行检查,发现异常数据时进行提示。对于系统提示的异常数据,可人工结合各种图形对数据进行进一步检查。

高空观测过程中,各种观测数据实时写入本地计算机硬盘,数据文件中保存了一次观测的全部信息。通过读取该文件得到基测数据、探空数据、测风数据,对数据进行计算后,用以绘制图形和数据审核。

时高曲线以时间(单位:min)为横坐标,高度为纵坐标。在一张图上同时绘制测风时高曲线和探空时高曲线,可取得对比效果。在以测站为极点的极坐标系中,点绘各分钟或秒气球位置在水平面上的投影点,可形成气球飞行轨迹图。

数据审核时,按照审核规则对每组数据进行比较,不符合规则要求的进行提示,提示包括要素名称、要素时间、疑误原因等信息。

2.2 软件应用

为避免对数据文件造成破坏,质量控制软件无写入功能。根据图形和审核提示,初步筛选出错误,确定错误原因,在“L波段雷达数据处理软件”中,根据实际情况进行取舍与修改。

运行软件,选择“打开文件”,根据提示选择某次数据文件进行检查。

正常情况下,测风和探空两条曲线应该为近似

直线, 接近并基本重合。当有点偏离时高曲线较大时, 对应点球坐标数据可能为异常数据; 当两条曲线发生较大偏离, 或出现线条扭曲、交叉等情况时, 可能出现定位错误。当然, 两条曲线偏离大小与气球距离有关系, 气球距离越远, 雷达精度越低, 曲线偏离越大(投放后期可达 1 km)。

在汉中探空站使用软件的过程中, 常见的曲线异常如图 1。图 1a 记录为定位错误记录, 旁瓣抓球的可能性大, 在缺测允许时间段内要重新搜索气球, 若时间已过应补放或重放球; 图 1b 则是探空数据有错误, 应删除错误数据。

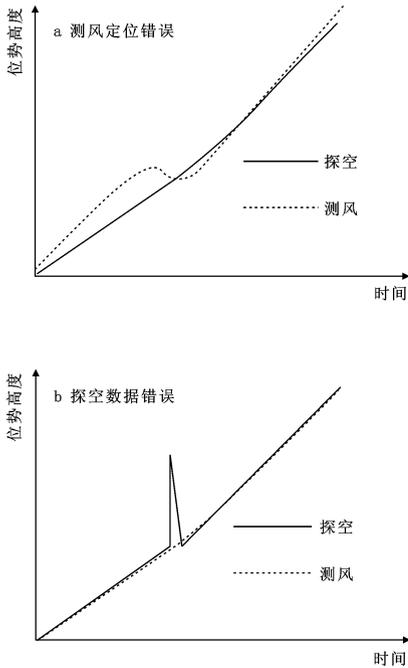


图 1 探空—测风高度曲线对比示意图

通过水平面气球飞行轨迹投影图来判断方位角定位正确与否。在高空中, 风向的变化是连续的, 气球飞行轨迹应为一连续、光滑的曲线。当出现间断点时, 对应点球坐标数据可能异常。以汉中站常见情况(见图 2)说明。图 2a 为正确记录, 图 2b 情况为定位数据错误, 应结合时高曲线、风向曲线以及探空观测结果判断是否有旁瓣抓球、斜距错误或方位角错误。

点击“数据审核”按钮, 程序自动对所有压温湿数据检查, 结果在数据审核区列表显示。对于错误数据, 提示数据的要素名称、时间、数值及错误原因, 以便核查。

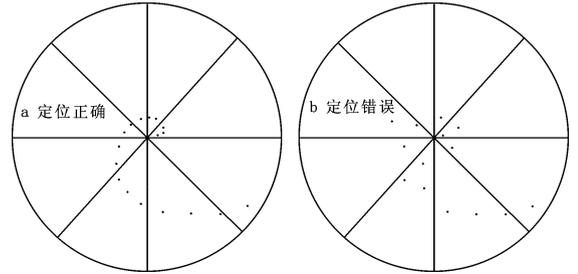


图 2 气球飞行轨迹图示意图

3 结语

自 2005 年起, 此软件在陕西省汉中站及广东、新疆等部分探空站业务中应用, 在应用过程中多次随业务系统升级及时修改, 性能较为稳定, 与业务系统契合性较好。为提高软件的灵活、通用性, V2.0 版本中, 软件提供功能扩展。提供针对探空数据处理的多个函数, 支持用户的二次开发, 用户可根据本站实际情况及需要, 利用程序提供的函数自定义审核脚本; 图形显示使用 Dll 插件方式, 可自行开发插件, 显示用户所需图形。通过二次开发, 软件将实现更为精细的质量控制。

参考文献:

- [1] 中国气象局监测网络司.L 波段高空气象探测系统业务操作手册 [M]. 北京: 气象出版社, 2005.
- [2] 张聪娥, 陈建基, 傅海涛.L 波段与 59—701 探测系统同步资料对比分析 [J]. 陕西气象, 2010 (4): 28—31.
- [3] 曾东, 刘文智, 敦文键. Delphi 入门与提高[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [4] 李建安.L 波段 (1 型) 雷达与 GTC1 型 L 波段探空应急接收机对接技术 [J]. 陕西气象, 2009 (6): 47—48.
- [5] 乔旭霞. 气象科技论文中插图规范化 [J]. 陕西气象, 2006 (6): 40—43.