

常规气象资料质量的综合控制

方炳兴

(空军气象中心, 北京 100843)

提 要

立足于同一时次资料,对常规资料的质量控制方法作了较为全面的讨论,提出了一个由点到面、由表及里的检查方案,并提出在计算机上实现该方案的几点处理技巧,强调了极值点资料检查是常规资料质量控制的关键。

关键词: 常规资料 质量控制 计算机

引 言

随着计算机技术的发展,天气预报和气象保障的方法与手段发生了深刻的变化。例如,物理量场的诊断、天气图的自动分析等都得到了空前的发展和普及。然而,气象资料的错情直接影响到这些成果在日常业务工作中的使用效果。在自动化处理过程中,预报员不可能在计算机上对错情进行逐一判别并加以剔除,因此,对于原始气象记录,必须采取适当的方法在计算机上实现自动检误和修正。通常预报员在分析天气图时,要对每个记录进行检查,看其是否符合天气学基本规律,主要方法有:看同一测站不同要素的配合,在同一层次上同周围测站比较,与该站不同层次的记录比较,与上一时次的记录比较等等。其实质就是要求:资料的值有可能出现,资料在时间和空间上是连续的、在动力和热力上是协调的。如何在广大基层台站普遍拥有的计算机上实现上述要求,做到快速有效地剔除错误记录,而不影响到正确记录,这是在客观分析中尤其是在天气图自动分析中是一个不可回避的问题。本文所介绍的质量控制方法,采用由点到面、逐步深化的方案,在配有浮点协处理器的 286 微机上,检查欧亚范围内一个时次的所有资料,所需机时不到 2 分钟。本方案经过上千个时次资料的检验,资料质量

稳定可靠,达到了客观分析使用的水准。

1 气象资料质量控制方法

仿照人工检误的经验,在计算机上可以进行以下各种检查:从单要素到同一测站各要素之间的配合,进而到同一等压面各测站资料之间的协调性检查,具体步骤如下:

1.1 单站检查

1.1.1 单要素极值检查

对于某一气象要素来说,它的值是在一定范围内波动的,根据各气象要素历史上可能出现的值,事先给出它们的极值,如条件许可,还按地区给定极值。根据天气系统的活动规律,可以按纬度和测站的区站号进行分类,分别给出它们的极值,不超过极值允许范围就可认为合理,否则为不合理。

1.1.2 海拔高度检查

在山区和高原地区的一些测站,其海拔高度就在 850hPa 或 700hPa 高度之上,而报文中仍有这些标准层的记录,显然,它们是订正来的,而向下订正的距离越远其准确性就越差。设某站的海拔高度为 H ,该站资料中某等压面的位势高度为 H_p 。

若 $H - H_p > D_h$,则可认为 H_p 为无效值。

若 $D_h > H - H_p > 0$,则可通过插值比较法,进行有选择的使用。

D_h 为高度订正的临界值, 如对于 850hPa 可设为 200m。

1.1.3 风向、风速的垂直切变检查

设上下邻近两个标准等压面上风速分别为 FF_{i+1} 、 FF_i , 若其风速切变值^[1]:

$|FF_i - FF_{i+1}| > 16.5 + 0.22(FF_{i+1} + FF_i)$ ($m \cdot s^{-1}$), 则风速有错。

若 $|FF_i + FF_{i+1}| > 0.8\Delta V_{\max}$ ($m \cdot s^{-1}$), 则风速切变有错误。

式中 $\Delta V_{\max}$ 为相邻等压面允许全风速切变的最大值, 反映了相邻等压面之间风向夹角差与风速差之间的制约关系。可参考表 1 中的数据:

表 1 $\Delta V_{\max}/m \cdot s^{-1}$ 取值*

夹角差	$<30^\circ$	$\geq 30^\circ$	$\geq 40^\circ$	$\geq 50^\circ$	$\geq 60^\circ$	$\geq 70^\circ$	$\geq 80^\circ$	$\geq 90^\circ$
1000—850	72	61	57	53	49	46	41	
850—700	72	61	57	53	49	46	41	
700—500	110	84	77	70	63	52	50	
500—400	110	84	77	70	63	52	50	
400—300	110	84	77	70	63	52	50	
300—200	110	84	77	70	63	52	50	
200—150	110	84	77	70	63	52	50	
150—100	72	61	57	53	49	46	41	
<100	72	61	57	53	49	46	41	

* 参照欧洲中期预报中心检误表。

该检查如一律自下而上进行, 若只有紧邻的两个厚度层连续满足上式, 则中间层一般有错, 例如若 FF_{i-1} 到 FF_i 和 FF_i 到 FF_{i+1} 层满足上式, 而其它层次不满足, 则可定为 i 层记录有错误。修正方法: 把需要修正的标准等压面邻近的上下层内资料分解成 u, v , 然后内插出该等压面上的 u, v 分量, 进行合成:

$$\text{全风速 } V = \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$\text{风向 } D = \text{tg}^{-1} \frac{u}{v}$$

1.1.4 气温垂直检查

1.1.4.1 绝热检查 气温随高度的递减率不应超过干绝热线, 由绝热方程可得:

$$T'_{i+1} = T_i(P_{i+1}/P_i)^{\gamma/C_p}$$

其中 P_i, T_i 为下层的气压和气温, P_{i+1}, T_{i+1} 为上层的气压、气温, 即所要检查的气温,

T'_{i+1} 为根据干绝热方程计算的上层温度。

若: $T_{i+1} \geq T'_{i+1}$, 不是超绝热, T_{i+1} 可视为正确。

若: $T_{i+1} < T'_{i+1}$, 则为超绝热, T_{i+1} 和 T_i 至少有一个是错误的。

1.1.4.2 逆温检查 大气中各个高度都可能出现逆温层, 逆温层的强度与其所在的高度有关, 在对流层中各标准等压面之间的逆温普遍较小, 但在高纬度的冬季, 低层辐射逆温较强, 有时能影响到 700hPa, 温差可达 15—20℃, 因此, 可根据需要检查资料的地理分布和资料的高度, 制定出一个合理的界限, 若超出可判为错。通过以上两个检查, 可以把气温的垂直变化控制在一定的范围内。

1.1.5 静力检查

准静力平衡是大气中气温与位势厚度之间的一个基本约束。静力检查就是考虑大气内部规律的一个重要检查。基本原理是, 由静力学方程导出等压面之间的厚度和平均温度的关系, 由已知平均温度求出两等压面之间的厚度, 再与下层等压面的高度相加, 将资料报告中的高度值与之相比较, 根据一定阈值, 判断其正确与否。

根据静力学方程可以导出: 从 i 层到 $i+1$ 层的厚度可表示为 h_i^{i+1} , 计算公式为:

$$h_i^{i+1} = h_{i+1} - h_i = \frac{R}{g} T \ln(P_i/P_{i+1})$$

其中: $T = (T_i + T_{i+1})/2 = 273 + (t_i + t_{i+1})/2$

设资料报告中的高度值为: $h_i^{(0)}, h_{i+1}^{(0)}$

$$\delta h_i^{i+1} = h_{i+1}^{(0)} - h_i^{(0)} - h_i^{i+1}$$

如 $|\delta h_i^{i+1}| \leq \max |\delta h_i^{i+1}|$, 则通过; 否则, 在这 4 个物理量中至少有一个量是错误的, $\max |\delta h_i^{i+1}|$ 一般可用表中数据^[2]。

厚度出错有两个可能: 一是高度有错, 一是温度有错。如果检查自下向上进行, 则在两个紧邻的有一定厚度的气层内, 如 δh_i^{i+1} 均超过允许值且符号相反, 则中间等压面高度可能有错, 如它们符号相同, 则中间等压面的温度可能有错。如只有一个气层 δh_i^{i+1} 超过允许

值,则可能是其他原因造成的,需用其它方法检查与此有关的两个层次的高度与气温。

表2 $\max |\delta h_i^{t+1}|/\text{gpm}$

P_i	1000	850	700	500	400	300	200	150
P_{i+1}	850	700	500	400	300	200	150	100
$\max \delta h_i^{t+1} $	30	30	40	30	40	80	60	60

1.2 水平方向检查

1.2.1 水平梯度检查

前面所述的检查还只局限于单站,在实际工作中,预报员常用某站四周的记录与之相比较,看其是否合理,在计算机上可以针对某个要素计算该站与周围测站的梯度,以判断其合理性。计算公式如下:

$$\Delta k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i} (A_i - A_k)$$

如 $|\Delta k| < \Delta_{\max}$ 即可认为 A_k 为合理;

如 $|\Delta k| > \Delta_{\max}$, 即认为不合理。

上式中: N 是以 k 站为中心(不包括 K 站)的周围站点总数, d_i 是 k 站至 i 站的距离, A 为某气象要素的值, $\Delta_{\max}$ 为事先给定的检查标准。

N 的值一般可用两种方法来定:一是固定搜索半径,如半径为 800km 范围内的所有测站数;二是固定站数,按照其它站至 k 站的距离,由近到远选出最近的 N 个站,一般取 $6 \leq N \leq 10$, 就能达到四周包围 k 站。

1.2.2 插值比较检查

用内插值和测站的记录比较。即:

$$D_k = C_n A_n - A_k$$

其中 C_n 是插值权重系数,可用许多方法确定,简单地,可取与距离的平方成反比等来确定权重系数。

当 D_k 大于某一阈值的时候,可认为该记录有误。

1.2.3 高度场(气压场)中奇异点的风环流检查

在天气图分析中,要判断某个记录的对与错,有一条极其重要的规则就是看其高度场(气压场)是否与其风场相匹配,在计算机

上可以通过计算某站风的方向和高度(气压)梯度的方向,根据风压定律来判断它们是否协调。

设 i 站是 k 站周围的一个点, i 站与 k 站的高度分别为 H_i, H_k , V_i 为 i 站的风速,设 i 站风速与 i 站至 k 站连线的夹角为 α_i , 若: $(H_i - H_k) V_i \cos \alpha_i \geq 0$, 则 i 站的风向对 k 站是正确的,若在 k 站周围的 N 个站点的风向对 k 站都是正确的,则可认为 k 站的高度场是正确的, N 值的确定同前。由于实测风与地转风之间有夹角,在计算过程中应考虑这个夹角的正确范围。

1.3 其它检查

如资料允许可用前 6 小时、12 小时的资料与被检查资料比较其连续性;同一层次的记录中露点温度不能高于温度,等等。

2 几种处理技巧

2.1 阈值的分级处理

如温度梯度阈值可确定两个参数 A, B , 且 $A > B$, 对某站求得值,若大于 A 则必定为错,在 A, B 之间还需用别的方法来确定,小于 B 则为正确;在调试程序确定参数时,一个高效率的办法就是待定参数独立于运行程序,设置在另一文本文件中,随季节变化还可调整相应的参数值。

2.2 极值点重点检查

客观分析的主要依据,是气象要素场的水平分布状态。在天气图上查看某一要素的水平分布时,可以发现,错误记录往往表现为一定范围内的极值点,所以极值点搜索成为水平方向捕捉错情的主要途径,而通常天气系统中心的正确记录也表现为一定范围内的极值点,它们都可形成较强的水平梯度,如果仅从单要素的水平梯度上进行控制,很容易滤掉正确的强系统中心,同时水平梯度略小的错误记录不易剔除。极值点检查是质量控制的难点,极值点资料正确与否,直接影响到客观分析的结果,它是衡量质量控制成败的最明显的标志。既要保留强系统中心,又要剔

除错误记录,因此需要对每个极值点进行仔细检查,不仅要查看单站垂直方向上的协调,更要看水平方向同周围测站其它要素是否与其相匹配,以便分辨出系统中心和错误记录。实践表明,对极值点资料检查的成功与否,是常规气象资料质量控制的关键,所有的水平检查都可以只对极值点来进行展开,当所有的极值点都为正确时,水平检查即可结束。由于时效的关系需事先做好测站组网文件,从中查取周围站由近至远的序列,缩短搜索时间。

2.3 错误资料推迟剔除

在执行过程中,有些检查不能立即得到对或错的结论,可对这些检查的结果先作出不同的标志,在检查结束后,由综合判别模块进行最后判别,决定取舍,以防止正确的资料被误判。在程序调试过程中,对于漏判、错判的情况,可以根据特定的选站表,不断的调整参数,捕捉错情,并在判别模块中加以确认,力争做到正确资料从宽放过,错误资料从严掌握。

2.4 个别站点的特殊处理

在查看天气图时我们不难发现,有些站点经常性的偏高或偏低,有的偏差量较小,不易捕捉到,而在计算机处理时则会对计算结果产生不良的影响。对于这些为数不多的站点视情况进行单独编程、特殊处理,给予经验性的订正,以达到使用的要求。

2.5 热带气旋的处理

台风和热带风暴是强烈发展的热带气旋,它的存在和移动会引起周围气象要素的

异常和突变,并对其所在区域的海平面气压、等压面位势高度等的极值和梯度阈值影响甚大,如果把热带气旋和一般天气系统等同处理,会给以上各种检查的效果带来严重的影响。为此要对热带气旋进行特殊处理。

热带气旋一般在夏季特定的区域内出现,数量少,并不每天都有,鉴于此,一个简单有效的办法就是:在前面的检查都做完后,对已被判为错误的记录再作处理,看其是否在热带气旋的影响范围内,只要其中一个在热带风暴的影响范围内,就需对其作进一步处理,看其是否满足单站检查标准;比较原记录值与热带气旋中心数值,若超过中心值则为错;计算该点与热带气旋中心的气压梯度,若超出允许范围仍判为错,等等,否则,可认为该记录是合理的,不应剔除。对于空高资料,需把热带气旋的海平面中心气压值换算为待检查层次的位势高度后,再进行上述相应的检查。

3 结 语

常规气象资料的质量控制是一项繁琐的基础性工作,每一种检查都不可能尽善尽美,只有通过处理好各种检查的关系,遵循大气状态的基本规律,多方面检查各要素之间的相互关系,才能不漏掉错误记录,不错判正确记录,从而提高对气象资料的加工处理能力。

参考文献:

- 1 郑良杰. 中尺度天气系统的诊断分析和数值模拟. 北京:气象出版社,1989.
- 2 廖洞贤,王两铭. 数值天气预报原理及其应用. 北京:气象出版社,1988.

The Comprehensive Control of the Conventional Data Quality

Fang Bingxing

(Meteorological Center of the Air Force, P. L. A., Beijing, 100843)

Abstract

Based on data of the same time level, methods of quality control of the conventional data are discussed and a checking scheme is designed which could test all the data according to that of a particular point and could proceed from the surface to the inner essence. Some skills are also shown for how to perform the scheme on a computer. It is emphasized that extremum check is the key to the quality control of the conventional data.

Key Words: Conventional data Quality control Computer