

# 地面实时资料整编系统

马有哲 花灿华

(中国气象局国家气象中心, 北京 100081)

摘要 文章介绍地面实时资料的存储格式、质量控制技术和整编方法。

关键词 实时资料 质量控制 整编统计

## 引言

国家气象中心自 1980 年成立以来, 每月可收集到资料的地面站点约 5760 个。天气报告约为 40 万份。18 年来共有存储磁带百余盘。对于这份宝贵的气候资源, 尽快开发和利用它是科技人员的当务之急。

地面实时资料是对近地面层和大气中某些现象进行观测而积累起来的一种气象资料。近地面层是一切生命活动的主要场所, 与人类生活各个方面有着密切的关系。随着现代化建设的加快, 各行各业对地面气象资料的需求更加迫切, 因此地面实时资料的处理整编工作具有重要的意义。

### 1 系统的逻辑结构

该系统可分为三大模块: 格式确认和解码模块、质量控制模块和整编统计模块。其流程图见图 1。

### 2 模块功能及说明

#### 2.1 格式确认和解码模块

其主要功能是把收集到的不同形式的天气电报翻译成气象要素实际值。地面实时资料来源于各个台站依国际上的规定每日拍发的天气报告<sup>[1]</sup>。这些报告经过格式化处理和月分类之后以不定长的形式存储在磁带上。

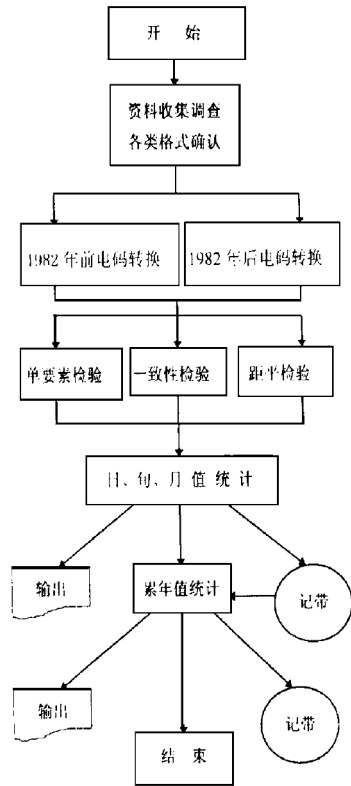


图 1 地面实时资料整编统计系统流程图

报告中的各要素是以电码的形式编发的, 不同时期使用不同的电码规定, 必须依国际气象电码的规定把电码翻译过来才可以使用。自 1972 年以来, 地面实时资料使用了两种不

同的编码格式。

1) 1982 年 1 月 1 日开始执行的电码格式

0 段	YYGG <sub>i<sub>w</sub></sub>				
1 段	IIiii	i <sub>R</sub> i <sub>x</sub> hVV	Nddff	1S <sub>n</sub> TTT	2S <sub>n</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub>
	3P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	4PPPP	5appp	6RRRt <sub>R</sub>	7wwW <sub>1</sub> W <sub>2</sub>
	8N <sub>h</sub> C <sub>L</sub> C <sub>M</sub> C <sub>H</sub>	9hh//			
3 段	333	(1S <sub>n</sub> T <sub>x</sub> T <sub>x</sub> T <sub>x</sub> )	(2S <sub>n</sub> T <sub>n</sub> T <sub>n</sub> T <sub>n</sub> )		
	(3Ejjj)	(2E' sss)	(5j <sub>1</sub> j <sub>2</sub> j <sub>3</sub> j <sub>4</sub> )		
	(6RRRt <sub>R</sub> )	(7. . . .)	(8N <sub>s</sub> Ch <sub>s</sub> h <sub>s</sub> )		
	(9S <sub>p</sub> S <sub>p</sub> S <sub>p</sub> S <sub>p</sub> )				
4 段	444 N'C'H'H'C <sub>i</sub>				
5 段	555 各国规定编报的资料				

2) 1972~1981 年使用的电码格式(FM11-D)

SYNOP

IIiii Nddff VV<sub>ww</sub>W PPPTT N<sub>h</sub>C<sub>L</sub>hC<sub>M</sub>C<sub>H</sub> T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>J<sub>a</sub>J<sub>p</sub>J<sub>p</sub>  
 (6P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>) (7RRjj) (8N<sub>s</sub>Ch<sub>s</sub>h<sub>s</sub>) (9S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>)

3) 编报内容及规定(简要)

YYGG: 日期、时间 ;

IIiii: 区号和国际站号;

i<sub>w</sub>: 风的指示码;

i<sub>g</sub>: 降水资料编报与否的指示码;

i<sub>x</sub>: 测站类别与天气编报与否的指示码;

h: 最低云的云底高度;

VV: 能见度;

Nddff: 总云量、风向、风速;

1S<sub>n</sub>TTT: 气温组, 以 0.1℃ 编报, S<sub>n</sub> 为正负号;

2S<sub>n</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>: 露点温度组, 编报方式同气温;

3P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>: 本站气压组, 以 0.1 hPa 为单位编报;

4PPPP: 海平面气压组, 以 0.1 hPa 为单位编报, 千位数省略不报;

5appp: 气压倾向和气压变量组, 气压变量以 0.1 hPa 为单位编报;

6RRRt<sub>R</sub>: 降水量和降水时段组, 降水量以 mm 为单位, 降水时段以 6 h 为单位;

7wwW<sub>1</sub>W<sub>2</sub>: 现在天气和过去天气组;

8N<sub>h</sub>C<sub>L</sub>C<sub>M</sub>C<sub>H</sub>: 低云量(无低云时为中云量), 低、中、高云状组; N 为 0 或 9 时本组不编报;

9hh//: 最低云的云底高度组;

1S<sub>n</sub>T<sub>x</sub>T<sub>x</sub>T<sub>x</sub>: 最高气温, 由区域规定;

2S<sub>n</sub>T<sub>n</sub>T<sub>n</sub>T<sub>n</sub>: 最低气温, 由区域规定;

3Ejjj: 无积雪(冰)时的地面状况;

2E' sss: 积雪(冰)时的地面状况;

5j<sub>1</sub>j<sub>2</sub>j<sub>3</sub>j<sub>4</sub>: 风、温度、气压和云的补充资料组;

7. . . .: 执行各区域规定;

8N<sub>s</sub>Ch<sub>s</sub>h<sub>s</sub>: 实测云组, 可重复编报;

9S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>: 特殊天气组, 可重复编报;

N'C'H'H'C<sub>i</sub>: 云底低于测站的云的资料;

SYNOP: 报告报头, 表示来自陆地测站的地面天气报告;

VV<sub>ww</sub>W: 能见度, 现在天气和过去天气;

PPPTT: 气压和气温;

T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>J<sub>a</sub>J<sub>p</sub>J<sub>p</sub>: 露点温度, 气压倾向和变量;

7RRjj: 降水量和各区域需要编入要素; 括号内的组是选择项目。

2.2 质量控制模块

由于观测、编码、发报和传输中的诸多因素, 资料存在各种各样的错情, 这些错情直接影响资料的使用价值, 所以在资料处理过程中必须对有关资料进行质量控制<sup>[2]</sup>。

2.2.1 要素编报允许值和气候界限值的检查

地面天气报告有其自己的编报规定, 要素值超过其允许范围则为错。如温度符号

表 1 要素编报允许值和气候学界限值

要素	编报允许值	气候学界限值	要素	编报允许值	气候学界限值
YY	1~31		T <sub>n</sub> T <sub>n</sub> T <sub>n</sub>		-90~60℃
GG	00~23,30~53,60~83		PPPP	百位仅允许 0, 8, 9	880~1080 hPa
i <sub>w</sub>	0, 1, 3, 4		0~8		
dd	00~36,51~86,99		PPP		-40~40 hPa
ff	00~99	<70 m/s	VV	00~50, 56~89	
TTT		-90~60℃	h <sub>s</sub> h <sub>s</sub>	00~50, 56~99	
T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub>		-90~60℃	I <sub>s</sub>	1~5	
T <sub>x</sub> T <sub>x</sub> T <sub>x</sub>		-90~60℃	R <sub>s</sub>	0~4	

(I<sub>s</sub>: 结冰状况, R<sub>s</sub>: 结冰率, 其他符号同前)

的编报,只能是 0 或 1,如果出现其他符号则为错。考虑到该项检查是以电码的规定为依据,所以发现的错情多数舍去,少数以不明处理。

气候学界限是指要素气候学变化的可能极端限度。例如,水温在-2~40℃之间变化,超过这个范围则为错。气候学界限的检查是比较粗糙的,发现可疑的记录可由人工分析检查,也可以由计算机进行自动控制,但不宜太复杂。能保证一个可以接受的数据质量水平就行了<sup>[3]</sup>。要素编报的允许值和气候学界限值如表 1 所示。

### 2.2.2 一致性检查

天气报告中的各要素之间存在着或多或少的联系,利用这种关系进行的相互配合检查,就是一致性检查。例如,吹雪往往伴有强风,降雪往往伴有低温,强风往往伴有大浪等等。一般说来,发现矛盾不是太困难,解决矛盾则是困难的。例如,当 N=0 而 N<sub>h</sub>=3 时,显然不合理,仅仅根据 N 和 N<sub>h</sub> 难以做出处理。如果再检查以下其他要素也许能得以解决。当 C<sub>L</sub>=C<sub>M</sub>=C<sub>H</sub>=0 时,便可以判定 N<sub>h</sub>=3 是错误的,可修改为 N<sub>h</sub>=0; 当 C<sub>L</sub>≠0 而 C<sub>M</sub>=C<sub>H</sub>=0 时,便可判定 N=0 是错误的,可修改为 N=3。一致性检查发现的矛盾现象,除非有充分的根据可以作出修改外,大多数予以保留,根据错误程度给出该要素的质量控制标识。例如,空白表示未质检,1 表示正确,2 表示可疑,3 表示错误等等。原始数据不予更正<sup>[4]</sup>。

各要素的一致性检查详见表 2。

### 2.2.3 距平检查

首先求出数列中各个变数与算术平均数的差值。然后取这个差值的绝对值,再根据这个绝对值的大小,来检查资料的可信度。

例如,检查某网格点某月的气温序列。

- 求气温平均值:  $\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$

- 求序列中每个气温与平均值的差值的绝对值:  $|d_i| = |T_i - \bar{T}|$

- 选择合适的温度指标,如:当  $|d_i| < 25^\circ\text{C}$  时,为允许值,可信度为 1; 当  $15^\circ\text{C} \leq |d_i| \leq 25^\circ\text{C}$  时,为可疑值,可信度为 2; 当  $|d_i| > 25^\circ\text{C}$  时,为错误值,可信度为 3。

根据数据的可信度,就可以知道该数据的使用价值。需要强调一点,指标的确认,并非一次成功,可根据经验和原始资料的处理情况进行修改,最终选择一个合适的指标。这种检查方法,适用于时空变化具有一定连续性的要素,如气温、露点温度、水温、气压等。

### 2.3 整编统计模块

整编统计模块的主要功能是进行日、旬、月、年和累年值统计,并以多种格式输出。统计方法如下<sup>[5]</sup>:

- 1) 若某站没有海平面气压值,则取本站气压值,在记录前标上“\*”以示区别。

- 2) 日平均为该日 4 次定时观测记录之和除以 4,缺一次或一次以上时次者不作统计。除相对湿度取整数外,其他平均值均取小数 1 位。

表 2 一致性检查错情表

要素	非一致性状况	错误程度
风向、风速	dd=空白, ff=空白	2
	dd≠空白, ff=空白	2
	dd=00, ff≠00	3
	dd≠00, ff=00	3
	dd=99, ff>6 m/s	3
	dd=99, ff>3 m/s	2
	ff=≥70 m/s	3
气温、露点、极端气温	TT<-90℃或 TT>60℃	3
	TT<-90℃或 T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> >60℃	3
	T <sub>x</sub> T <sub>x</sub> <-90℃或 T <sub>x</sub> T <sub>x</sub> >60℃	3
	T <sub>n</sub> T <sub>n</sub> <-90℃或 T <sub>n</sub> T <sub>n</sub> >60℃	3
	TT<T <sub>d</sub> T <sub>d</sub>	2
	TT-T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> >30℃	2
	TT>T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> +1℃, 42≤WW≤49	2
TT>6℃, 68≤WW≤79, 83≤WW≤88	2	
TT<-2℃, 50≤WW≤55, 58≤WW≤65, 80≤WW≤82	2	
气压	PPPP<880 hPa 或 PPPP>1080 hPa	3
气压倾向变量	a=4, PP≠0	2
	PP=0, a≠0,4,5	2
	PP<-40 hPa 或 PP>40 hPa	3
能见度	VV≥94 (1 km), WW=41-49	2
	VV≥95 (2 km), WW=74-75	2
现在天气现象	WW=0, N≠0	2
	WW=43, 45, 47, 49; N≠9 或 N <sub>h</sub> ≠9	2
	WW=07, 30~39; F<6 m/s	2
	WW=24, 48, 49, 56, 57, 66~79, 83~88, TT≥7℃	2
	WW=03, 14~17, 50~75, 77~79, N=0	2
总云量	N=0, N≠0 或 N <sub>h</sub> ≠0 或 h<9 (2500 m) 或 C <sub>L</sub> ≠0 或 C <sub>M</sub> ≠0 或 C <sub>H</sub> ≠0	2
	N≠0, C <sub>L</sub> =C <sub>M</sub> =C <sub>H</sub> =0	2
	N=9, C <sub>L</sub> ≠/ 或 C <sub>M</sub> ≠/ 或 C <sub>H</sub> ≠/ 或 h≠/ 或 N <sub>h</sub> ≠9	2
	或 VV≥94 (1km) 或 WW≤29 或 WW=40, 42, 44, 46, 48	2
	N≠9, N <sub>h</sub> =9 或 h=/ 或 WW=43, 45, 47, 48	2
N<N <sub>h</sub>	3	
低云量	N <sub>h</sub> =0, C <sub>L</sub> ≠0 或 h<9 (2500 m)	2
	N <sub>h</sub> ≠0, C <sub>L</sub> =C <sub>m</sub> =0	2
	N <sub>h</sub> =9, C <sub>L</sub> ≠/ 或 C <sub>M</sub> ≠/ 或 C <sub>H</sub> ≠/ 或 h≠/ 或 N <sub>h</sub> ≠9	2
	N <sub>h</sub> ≠0, C <sub>L</sub> =/	2
	N <sub>h</sub> =8, C <sub>H</sub> ≠/	2
N <sub>h</sub> =8 且 C <sub>L</sub> =1~9 而 C <sub>M</sub> ≠/	2	
云高	h=/, N≠9 或 N <sub>h</sub> ≠9	2
	h<2 (100 m), VV>97 (10km)	2
	h=9, C <sub>L</sub> ≠0	2
	h=1~8, C <sub>L</sub> =C <sub>M</sub> =0	2
低云状	C <sub>L</sub> =C <sub>H</sub> =0, N≠N <sub>h</sub>	2
	C <sub>L</sub> =/, C <sub>M</sub> ≠/	2
中云状	C <sub>M</sub> =/, C <sub>H</sub> ≠/	2
	C <sub>M</sub> =C <sub>H</sub> =0, N≠N <sub>h</sub>	2
高云状	C <sub>H</sub> =7, N≠8	2
	C <sub>H</sub> ≠/, N <sub>h</sub> =8	2

(2——要素可疑, 3——要素错误)

3)极值除月极端最高(低)气温外,其他要素及定时最高(低)气温的极值均从定时记录中挑取。

4)频率举例说明:

某月某风向频率=

$$\frac{\text{该月该风向出现次数之和}}{\text{该月风向记录总次数}} \times 100\%$$

频率取整数,频率栏空白表示未出现。

5)风向方位根据风向电码00~36,划分为静稳与16个方位,对涉及到两个风向的电

码则按比例分配给相邻两侧风向。使每个风向方位均为22.5°。

最大风速及方位计算原则:

- 仅有一个最大风速时连同方位记下;
- 最大风速有两个不同方位时风向并记;
- 最大风速有3个或3个以上不同方位时记方位个数。

风向电码的划分方法如表3所示。

表3 风向电码的划分方法

电码	风向	电码	风向	电码	风向	电码	风向	电码	风向	电码	风向	电码	风向	电码	风向
00	C 静稳	05	NE	10	5/8 E 3/8 ESE	15	1/8 SE 7/8 SSE	20	SSW	25	WSW	30	7/8 WNW 1/8 NW	35	3/8 NNW 5/8 N
01	5/8 N 3/8 NNE	06	1/8 NE 7/8 ENE	11	ESE	16	SSE	21	7/8 SSW 1/8 W	26	3/8 WSW 5/8 W	31	NW	36	N
02	NNE	07	ENE	42	7/8 ESE 1/8 SE	17	3/8 SSE 5/8 S	22	SW	27	W	32	NW		
03	7/8 NNE 1/8 NE	08	3/8 ENE 5/8 E	13	SE	18	S	23	SW	28	5/8 W 3/8 WNW	33	1/8 NW 7/8 NNW		
04	NE	09	E	14	SE	19	5/8 S 3/8 SSW	24	1/8 SW 7/8 WSW	29	WNW	34	NNW		

6)关于能见度级别与电码的对照如表4。

表4 能见度级别与电码对照表

级别	<1 km	1~<4 km	4~<10 km	≥10 km
电码	00~99,90~93	10~39,94~95	40~50,56~59,96	60~80,97~99

7)相对湿度按下式计算而得:

$$U = \left( \frac{1009 - 0.9TT + 9T_d T_d}{1009 - 8TT} \right)^8 \times 100\%$$

TT为气温,  $T_d T_d$ 为露点温度。U为相对湿度。

8)关于降水量的统计方法与规定:

• 降水记录日数的确定:当电码  $i_R = 1, 2, 3$  时,记一次降水次数。一般每天有4次观测,只要有一次降水记录,就算该日有降水。日降水量的界限确定为00时~00时(世界时)或08时~08时(北京时)。

• 6h降水量  $\geq 600$  mm 时为错,当日与前日无任何降水现象时降水量值为错

9)天气现象日数由现在天气(WW)和过去天气( $W_1 W_2$ )电码统计而得。

• 天气现象记录日数的确定:当电码  $I_x = 1, 2, 3, 4, 5$  时记一次天气现象次数。一般每天有4次观测。只要有一次记录,就算该日有记录。当  $I_x = 2, 5$  时,表示有观测,但无任何现象,故月报统计中补  $WWW_1 W_2 = 0000$ 。

• 天气现象与电码的对照如表5所示。

### 3 结论与展望

利用计算机对地面实时资料进行30年标准气候值的统计在我国尚属首次。以台湾省的14个站为试点,完成了资料的处理、质量检验、方案设计和整编统计等各项工作,其结果已用于国际交换并刊登在《中国地面气候资料》上。

表 5 天气现象与电码对照表

名称	代码	现在天气电码 WW	过去天气电码
烟	04	04	
霾	05	05	
浮尘	06	06	
轻雾	10	10	
闪电	13	13	
雷暴	17	17, 29, 91~99	9
炮	18	18	
龙卷	19	19	
沙尘暴	31	09, 30~35, 98	当 $W_1W_2=3, WW=06\sim09, 30\sim35, 98$ 时
低吹雪	36	36, 37	
高吹雪	38	38, 39	当 $W_1W_2=3, WW=15, 16, 21, 23\sim26, 28, 38, 39, 50\sim75, 77\sim86, 91\sim95, 97$ 时
雾	42	28, 42~49	4
雨	60	21, 23~25, 50~69, 80~84, 91, 92 当 $WW=95, 97; TT\geq 4^\circ\text{C}$ 时	5, 6 当 $W_1W_2=8, TT\geq 4^\circ\text{C}$ 时
雪	70	22, 23, 26, 68~75, 77~79, 83~88, 93, 94 当 $WW=95, 97; TT< 4^\circ\text{C}$ 时	7 当 $W_1W_2=8, TT< 4^\circ\text{C}$ 时
冰雹	89	27, 89, 90, 96, 99	

与先进工业化国家相比,我国在资料的收集、处理、整编统计以及科研服务诸方面存在着明显的差异。利用我国现有的实时资料资源和计算机设备,尽快建立长年代实时资料数据库和相应的资料加工处理系统,也许是缩小这个差距的有效办法。

### 参考文献

- 1 WMO. 国际气象电码. 中国气象局编译. 1970
- 2 英国气象局. 气象观测资料的质量控制. 袁国庆, 陶士伟译. 1993
- 3 王伯民, 花灿华. 气象资料的整编和统计方法. 北京: 气象出版社, 1982
- 4 NCDC. Marine Data Users Reference. 1989
- 5 宋朝晖. 全国地面气候资料统计方法. 北京: 气象出版社, 1989