

手选边洞卡在长期天气预报中的应用

张先恭 林复旦 张家诚

(中央气象局气象科学研究所)

提 要

本文探讨了手选洞卡技术之一的边洞卡技术在长期天气预报中的几种用法,说明手选边洞卡技术可以作为天气预报方法中的一种简单而有效的统计分析工具。文中提出了一种台站月预报的制卡格式,并设计了各项长期预报统计的操作技术。

一

近几十年来,手选洞卡技术有了很大的发展,并广泛应用于各个科学部门。近年来,在天气预报中也开始应用手选洞卡技术作为预报的统计分析工具^[1,2]。

作者针对我国长期天气预报业务中常用的统计学问题,除了试用国外已有的格式和方法外,并建立了一套适合于我国长期天气预报的手选边洞卡设备,通过这些设备,探讨了各种应用的方法。

二

洞卡(Punched cards)的使用是从1880年H. 霍尔勒里斯(Hollerith)开始的,所以一般又把洞卡称为“霍尔勒里斯卡”。洞卡分机选和手选两种。近代发展的手选洞卡技术又有两种,一种是透光卡,另一种是边洞卡^[3]。

透光卡就是在一张卡片上,用孔来记录信息的卡片。每张透光卡在使用前都是未穿孔的,当记录某一信息时,则可根据该信息量的要求,在卡片预定位置上穿以洞孔。操作时,是用透光的方法,即将两张或两张以上的透光卡重迭在一起,当每张卡片上所给定信息量相同时,则每张卡片上穿孔的位置也应相同,这时,如将卡片对准光线,就会有光从孔中透过来。根据这个原理,就可以进行各种操作。德国曾用透光卡打制了欧洲一些台站的温度距平和降水距平,用来作为长期天气预报的统计分析工具^[2]。作者也曾利用国产80栏机选卡片,用键式穿孔机打制了冬季太阳黑子、北半球环流型以及我国各主要地区夏半年降水等资料,进行过试验(图1为所打制的1901—1963年长江中下游五站5—8月降水总量的一张透光卡,详细情况,本文从略)。发现透光卡虽有一定使用价值,但在卡片质量上和制孔的精确度上技术要求都较高,特别是没有打孔设备时,制孔比较困难。因此,在目前条件下,透光卡在使用上还有一定限制,难以普遍推广。

边洞卡的技术要求较低,任何一种机选卡片均可用来制作边洞卡。边洞卡就是在卡片的四周边缘,有着系统排列的一排或两排圆孔。每一个孔均可以表示一种信息量,如温度距平、降水距平、环流型日数以及各种其他数据等。如要表示某一信息量时,则可用特制的钳子(或普通的剪刀)沿着卡片的边,将代表该信息量的孔剪个缺口即可表示。如果

编号	项目	日期	地点	参数	平均值	++数		+数		0数		-数		--数		
					617毫米 (1881-1960)	≥ +200 毫米	≥ +100 毫米	+99— -99毫米	≤ -100 毫米	≤ -200 毫米						
	降水	5-8月	长江中下游五站													
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
190																190
191																191
192																192
193																193
194																194
195																195
196																196
197																197
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
		++数	+数	0数	-数	--数										

图 1

我们要从一迭卡片中挑选某一信息量(如温度正距平)时,可用一个选针插入表示该信息量的孔,然后用选针慢慢地将这迭卡片举起并不断摇晃,这时,凡是在选针所插入的孔上剪有缺口的卡片,都会毫无阻碍地掉下来,从而也就将所挑选的含有该信息量的卡片从一大迭卡片中分离出来。用卡片上的洞孔表示信息的方法叫制码。制码的格式很多,在单排孔的制码格式中,具有代表性的和最常用的有两种,即直接码和数字码两种。直接码最简单,卡片上的每一个洞孔只代表一个信息量,例如,正、负温度距平只有两种量,则可用两个洞分别表示之。当表示温度为正距平时,则可以把表示温度为正距平的那一个孔剪开,当表示温度为负距平时,则可以把表示温度为负的那一个孔剪开。直接制码的缺点在于表示一个信息量,就需占用一个孔,如果信息量过多,则占用的孔也多,但挑选时却极为方便。数字码可以克服占孔多的缺点,这种码利用一个或几个洞孔的组合来表示一个简单的数、文字等。通常用四个孔组成一个制码单元,依次表示7,4,2,1四个数字。利用单元中这四个孔的组合,就可以组成从0(全部不剪)到14(四个孔全剪)中的任何一个数。如果要表示一个相当大的十进位数时,则这个十进位数的个位、十位、百位……,可分别用这种格式的制码单元来表示。图2是用数字码表示的“649”这个数。

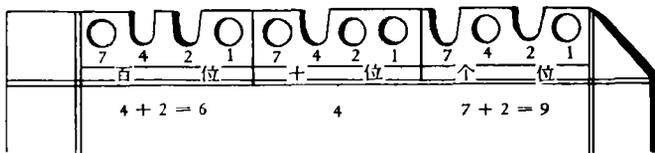


图2 四孔数字码
(图中给出三个单元剪开缺口的数为“649”)

如用双排孔来制码,则在所给定的空间内增加制码的容量。双排码可以用浅槽、内槽、深槽三种不同的形状区分三种不同的信息量(如降水或温度的正、负、正常三种距平,或W, C, E三种环流型等),如图3所示。

三种状态的滤选程序如下:

1. 深槽孔的滤选: 将选针插入给定单元的第二排孔,一次操作即可选出。

2. 内槽孔的滤选：将选针插入给定单元的第一排孔，一次操作即完成。

3. 浅槽孔的滤选：将选针先插入给定单元的第一排孔，经一次操作后，再将选针插入所有下落卡片给定单元（即同一单元）的第二排孔，最后留在选针上的即为浅槽孔的卡片。

由于这种制码格式中的一个单元只需占用一个洞孔的位置，所以这种制码格式对于某些只具有三种状态的信息量来说，是颇为经济的。在实际制码时，可根据上述制码原理，按需要设计。



图 3 双排码中，每一个制码单元的三种制码状态

英国曾利用边洞卡技术，作为天气预报中找相似的主要工具。在长期天气预报中，每年每月各打制一张卡片，每张卡片上打制从落基山向东至西伯利亚中部范围内 30 个站的温度距平，每个站用两个孔均用直接码表示。在卡片的反面有十万万分之一地图，上面画有该月温度距平的分布。卡片上还打上表示年、月的孔，以使用完后归档，这卡片就是找相似的主要工具^[1]。

三

我们用国产 80 栏计算卡片，自制了一种边洞卡，卡片的两个长边为双排孔，两个短边为单排孔。每个孔的直径为 3 毫米(参看图 4—6)，一张卡片上共打了 29 个单排孔，68 个双排孔。用自制的卡片，除仿效英国的格式打制了一套外，还设计了一套新格式的边洞卡。

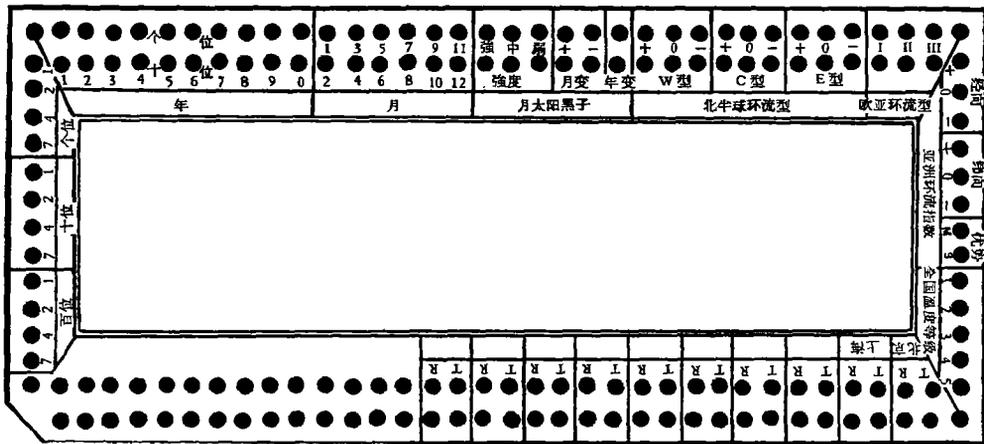


图 4 第一套边洞卡模式

图 4 是第一套边洞卡的模式，这一套洞卡是仿效英国的，以月为单位，每月打制一张。

由于这套卡片只具有一般的档案性能和便于分析一个月的各种特征，而难于胜任月际比较统计分析工作。为此，我们针对中央气象台日常长期天气预报中常碰到的一些统计分析问题，自己设计了一套洞卡。图 5 是这套边洞卡的第一种模式。

这套卡片以年为单位，每年打一张。用卡片的两个长边打制该年太阳黑子强度和其变化，我国各主要地区 5—8 月降水总量以及 1—12 月内各月的北半球优势环流型、我国

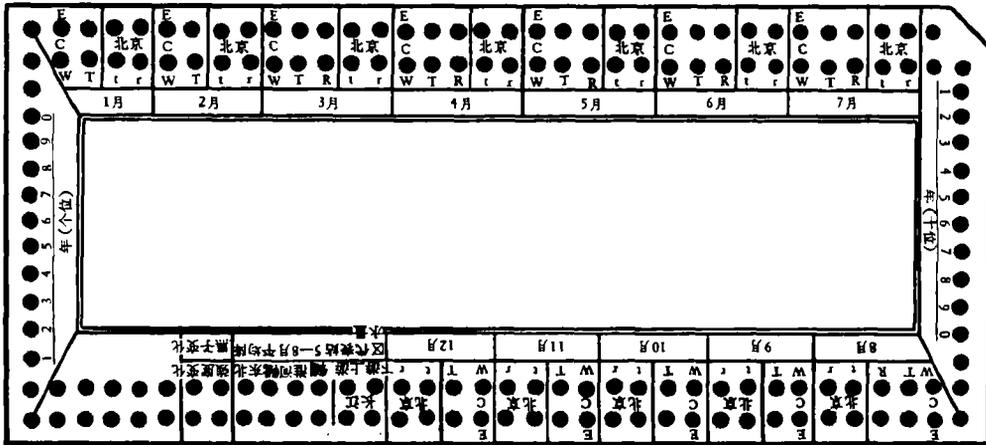


图 5 第二套边洞卡的第一种模式

大范围温度、北京单站的温度和降水，在 3—8 月内还打上各月长江中下游五站降水总量。所有因子都分三级即：正、负距平和零距平，分别用双排码的浅槽、深槽和内槽表示。年份打制在卡片两个短边上，一个短边打年份的十位数，另一个短边打年份的个位数，用直接码表示。

为了弥补在年际间各月情况不便分析，还制一种跨年的卡片作为补充。为区别于前一种洞卡，在这套卡片打制年份十位数的短边上，剪开一个规定的孔作为区别孔，如图 6 所示。

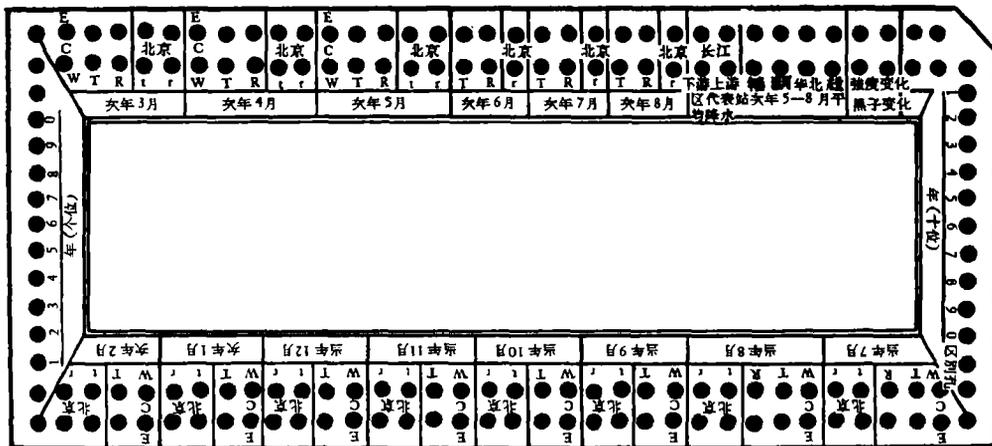


图 6 第二套边洞卡的第二种模式

这套手选边洞卡的一般用法举例说明如下：

第一种用法——选相似

在长期天气预报业务中，经常要从历史档案中选取一些相似个例。选相似有两种，一种是同月多因子相似，另一种是不同月份的演变过程相似。前者用第一套洞卡极为方便，后者用第二套洞卡比较方便。

例如，根据 1962 年 8 月到 1963 年 2 月北京降水实况，即 1962 年 8—12 月连续偏少

和 1963 年 1—2 月正常的特点, 在历史上寻找相似年份, 作为估计北京 1963 年夏季降水趋势的参考。

由于给出选相似的条件是跨年度的, 所以可用第二套的第二种边洞卡进行操作。操作前, 先取出 1962 年的洞卡放在这一套洞卡的最上面, 以便于根据这张洞卡上 8 月到次年 2 月逐月北京降水实况进行操作。先从 1962 年 8 月北京降水为负距平开始, 根据双排孔的筛选方法, 按月逐次轮选, 即可选出所需要的洞卡。结果如表 1 所示。

表 1

相 似 条 件		各 次 选 剔 结 果	
日 期	实 况 级 别		
1962 年 8 月	“—” 级	8	15 张
9 月	“—” 级	8+9	8
10 月	“—” 级	8+9+10	3
11 月	“—” 级	8+9+10+11	1
12 月	“—” 级	8+9+10+11+12	1
1963 年 1 月	“0” 级	8+9+10+11+12+1	1
2 月	“0” 级	8+9+10+11+12+1+2	1 (1921 年)

从上表可知, 1921 年 8 月到 1922 年 2 月为 1962 年 8 月到 1963 年 2 月的最优相似, 查阅 1922 年 6—8 月北京降水均为正距平 (+65%), 据此可以估计北京 1963 年夏季降水可能偏多。事后检查, 这个估计是正确的, 北京 1963 年 6—8 月降水比常年多 41%。

第二种用法——求条件概率¹⁾

例一, 求 1 月份北半球环流型 E 为正距平、W 型为负距平时, 我国大范围温度的分布概率。

在第一套洞卡 1 月份的一选中, 首先用选针将 E 型为正距平的洞卡选出, 计有 19 张。然后在这 19 张 E 型为正距平的洞卡中, 再用选针将 W 型为负距平的洞卡选出, 计有 13 张。这 13 张就是满足 1 月份北半球环流型 E 为正距平、W 型为负距平条件的洞卡。最后再在这 13 张洞卡中, 依次将全国温度各等级进行筛选, 结果出现 1—5 级的张数分别为 2, 1, 3, 1, 6 等张。以出现偏冷级的张数最多 (级别愈高愈冷)。4, 5 级合起来的概率为 $7/13 = 0.54$ 。

例二, 求北京 2—3 月温度的变化与我国华北和华南 5—8 月降水总量的相关。

表 2

	北京 2—3 月温度 变 化		华 南			华 北		
			+	0	-	+	0	-
A	+	+	9	7	1	4	10	3
B	+	-	4	1	4	5	3	1
C	-	-	3	3	7	2	4	7
D	-	+	0	5	2	2	3	2

此例用第二套洞卡的两种形式均可, 操作步骤如下。

1) 这里所指的概率, 均用频率来表示。

1. 用选针在 2 月份温度制码单元中, 将温度为正距平的和负距平的两类洞卡分别选出。

2. 在步骤 1 选出的温度为正距平的一选洞卡中, 将 3 月份温度亦为正距平的洞卡选出, 计 17 张; 在步骤 1 选出的温度为负距平的一选洞卡中, 将 3 月份温度亦为负距平的洞卡选出, 计 13 张。

3. 在 17 张 2—3 月份温度持续为正距平的洞卡中, 依次将华南和华北各降水级洞卡出现的张数填在表 2 的 A 行上。

4. 在 13 张 2—3 月份温度持续为负距平的洞卡中, 依次将华南和华北各降水级洞卡出现的张数填在表 2 的 C 行上。

5. 在步骤 1 选出的温度为正距平的一选洞卡中, 将 3 月份温度为负距平的洞卡选出, 计 9 张; 在步骤 1 选出的温度为负距平的一选洞卡中, 将 3 月份温度为正距平的洞卡选出, 计 7 张。

6. 在 9 张 2 月份温度为正距平、3 月温度为负距平的洞卡中, 依次将华南和华北各级降水洞卡出现的张数填在表 2 的 B 行上。

7. 在 7 张 2 月份温度为负距平、3 月温度为正距平的洞卡中, 依次将华南和华北各级降水洞卡出现的张数填在表 2 的 D 行上。

至此, 对提问中的操作已全部完成, 最后可根据表 2 上的数据算出概率, 即可进行分析。

关于求各种一般条件概率的操作步骤均大致相仿, 此类例子不胜枚举, 以上二例已可略见一般。

四

在统计学的长期天气预报方法中, 经常要处理气象要素的时间序列, 以寻求其间的相关、周期或“韵律”关系。手选边洞卡技术作为一种工具, 也可以担负这类问题的统计操作。现将几项初步试验介绍如下。

自相关定性分析

在气象要素的时间序列中, 讨论变量前后之间的关系, 一般均用自相关分析。通常用

表

月份	符 号	总 数	后 延													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12月	+	21	9	9	8	10	11	10	9	6	7	9	7	6	3	5
	-	29	19	16	14	12	18	15	20	16	17	12	15	14	12/28	13
1月	+	21	10	11	10	8	8	6	9	10	11	10	6	4	5	9
	-	27	16	15	10	15	11	13	15	18	14	14	11	9/26	8	11
2月	+	20	13	11	8	9	7	7	6	10	8	6	9	9	11	8
	-	28	17	13	16	15	19	16	16	13	13	14	15/27	14	14	10
P_L			0.15	0.03	-0.10	-0.05	0.01	-0.08	0.03	0	-0.04	-0.11	-0.13	-0.22	-0.26	-0.22

自相关函数 R_L 来表示^[4]。由于洞卡上要素的测值都是用等级来表示的,无法求数值之间的关系,所以,用洞卡进行这类问题的操作时,只能用洞卡上要素值等级,定性地计算其相关程度。因此,可以把自相关函数式化为求自相关概率 P_L 的定性表达式:

$$P_L = \frac{m_+ - m_-}{N - L}$$

式中 N 为总数, L 为后延, m_+ 为等级相同的次数, m_- 为等级不相同的次数。自相关定性分析的操作方法如下例。

以选北京冬季 12—2 月温度(分正负两级)为例,设最大后延为 30 个月。操作前可先根据自相关概率公式要求列一表(表 3),然后按表中的规定,在第二套边洞卡上,逐月份符号逐步地进行操作。例如,可先从 1 月份温度的负级开始,将所有 1 月份温度为负的洞卡选出,记下其张数,填在表中总数栏内。然后在选出的洞卡上,再选后延为 1(在本例中即 2 月份)、温度为负级的洞卡,并将其张数填在表 3 中后延为 1 的相应位置上。依次再选后延为 2(在本例中即 3 月份)、温度为负级的洞卡,并将其张数填在表 3 中后延为 2 的相应位置上,……一直选到后延为 11(在本例中即 12 月份)、温度为负级的洞卡张数。至此,所有 1 月份温度为负级的洞卡已用毕。后延 12 以后的各月份,应在各该洞卡所在年份的次一年洞卡上,因此必须将这次一年的各张洞卡选出,才可求得后延 12—23 的温

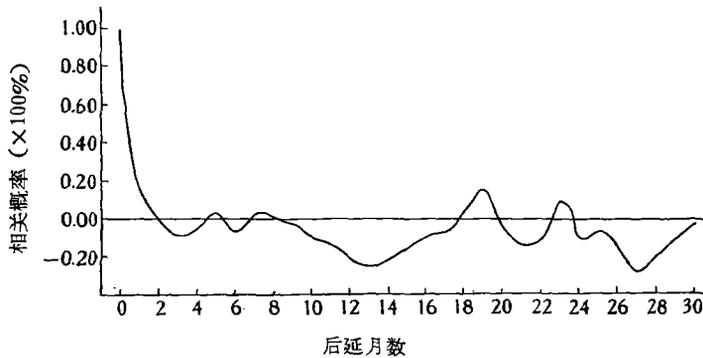


图 7 用手选边洞卡技术求得的北京冬季(12—2月)温度的自相关概率曲线

3

的		月															数	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
8	12	8	11	8	6	6	8	7	7	10/20	5	6	6	7	7			
12	12	14	15	19	17	16	13	14	16	13/27	14	10	9	11	10			
12	9	9	7	9	4	10	8	10	8	8	10	9	6	8	8			
10	12	13	17	19	14	12	16	18	13/25	15	10	8	11	12	17			
7	7	5	8	7	9	6	4	10	5	9	10	5	9	6	8			
11	13	15	16	19	17	13	14	17/26	13	9	10	11	12	16	17			
-0.16	-0.09	-0.10	0.03	0.13	-0.06	-0.12	-0.12	0.07	-0.12	-0.08	-0.15	-0.29	-0.24	-0.14	-0.04			

度为负级洞卡张数。后延 24—30 的各洞卡张数必须再重复一次类似的步骤,直至选出最大后延(本例为 30 个月)为止。

仿上述步骤,可将 1 月份温度为正级的以及 2 月份和 12 月份的各个后延依次求出,经过整理,即可求得所要的结果。图 7 即为本例中所求得的、北京冬季(12—2 月)温度后延 1—30 个月的自相关概率曲线。

“韵律”统计操作

目前长期预报中,常借助于“韵律”统计方法,寻找各种要素的统计规律,以便根据所找到的规律进行预报。所谓“韵律”统计方法,和经典的大气活动的韵律概念不同^[5],即在某一给定的开端条件下,在其前后经过一定的时间间隔(前后的时间间隔可以相等,也可以不相等,相等的称为对称韵律,不相等的称为非对称韵律)后,出现各种组合的概率分布。现以冬季(12—2 月)各月全国温度前后间隔五个月的对称韵律统计。

在操作前,可根据韵律统计的原理列一表(如表 4),然后根据表 4,用第二套洞卡,按下列步骤逐月进行。

1. 将 12 月温度分为正、负两组洞卡。

2. 将正的一组洞卡前五个月(即 7 月份)的温度再分为正、负两部分洞卡。

3. 在步骤 2 的正、负两部分洞卡中,分别选取 12 月份后五个月(即下一年 5 月份)温度正、负两级出现的概率,即表 4 中的第 1 行、第 2 行的两个 $4/10$ 和第 3 行的 $3/7$, 第 4 行的 $4/7$ 四个结果。

4. 重复类似 2—3 的步骤,即可求得开端为负的结果(即表 4 中的第 5—8 行)。

重复 1—4 的步骤,即可求得 1 月和 2 月的各种韵律统计结果。最后,对表 4 加以整理,即可挑出所需结果。

上述操作方法,不限于五个月的对称韵律,对于不同时间长度的对称或非对称韵律的统计,都可以按上述技术原理进行操作。

复相关步选分析

在近代统计计算的条件下,发展了一种新的统计技术,即所谓“筛选”的方法(Screening)或“步选”回归的方法(Stepwise)^[6]。这种方法就是给出一定的显著性水平,通过大量复回归方程的计算。在众多的因子中,逐次地选换因子,使最后确定出的方程达到所给出的水平。此时,方程中的各个因子,即为所找到的最优复相关指标组。但这个方法,只有在大容量高速电子计算机上才能圆满实现。作者根据这种思路,认为利用手选边洞卡技术是可以实现“步选”分析目的。例如,寻找某地降水正距平(R)出现概率最高的一组前期指标。为简便起见,设共有 A, B, C 三个因子,而在指标组内只要求有两个因子,且要求概率在 70% 以上(此处暂不考虑显著性检验问题)。操作时,可先选出 A 因子洞卡,在 A 因子的所有洞卡上再选 B 因子洞卡,这就是 AB 两因子的组合(设有 n 张),再在 AB 两因子所组合的洞卡上,筛选预报因子 R 的洞卡(设有 m 张选中),则可得其概率 $(P = \frac{m}{n})$ 。类似

这样的操作重复若干次,直至把 ABC 三种因子的所有组合,都与预报因子 R 的概率求出为止。最后选出概率达到要求概率的一组或几组,作为预报该地降水正距平的最优复相关指标组。

表 4

向前月	开端月	向后月	12月		1 月		2 月		总 计
			7 月	5 月	8 月	6 月	9 月	7 月	
+	+	+	4/10		5/14		5/12		14/36
		-	4/10		6/14		3/12		13/36
-	+	+	3/7		3/6		3/11		9/24
		-	4/7		3/6		7/11		14/24
+	-	+	2/4		3/7		4/7		9/18
		-	2/4		4/7		1/7		7/18
-	-	+	2/8		4/11		3/8		9/27
		-	5/8		6/11		3/8		14/27

上面的例子是用边洞卡选复相关指标组的一般原理。在实际工作中，能用到的因子远三个以上，而且每个因子一般都分为两级、三级或更多的级别。因此，组合次数也相应增多。如果每个因子分两级，则该因子参与组合的数应作为 2，但是在同一个因子中的各个级却不能放在一起组合，因此，有效的组合数 (C_A)，可用下面的一般式来表达：

$$C_A = (C_G^f)^K \cdot C_f^K,$$

式中 G 为每一个因子所分的级数， f 为因子的个数， K 为每次所取的个数。如有 5 个因子，每个因子均分成三级，如每次取三个数来组合，则其有效组合数 $C_A = (C_3^3)^5 \cdot C_3^3 = 270$ 组。为了在步选分析中，保证所有组合都毫无遗漏地操作完，作者设计了一种步选组合表。根据该表的指示依次操作下去，就能达到分析目的。表 5 为每个因子分两级，最多为 6 个因子每次都取 2 的步选组合表。凡因子数小于最多因子数的，都可按表中说明，分别选用表中的部分组合；如果因子数大于最多因子数的，则可按排表规律外推。表中数字为每个因子的每一级的编号，表中数码上的横线表示 10 的意思，如 $\bar{0}$ 即为 10， $\bar{1}$ 为 11，……，依此类推。具体用法举例如下：

表 5 分两级，6 因子取 2 的步选组合表

	1	2								
A	3	13	23							
	4	14	24							
B	5	15	25	35	45					
	6	16	26	36	46	5	6			
C	7	17	27	37	47	57	67			
	8	18	28	38	48	58	68	7	8	
D	9	19	29	39	49	59	69	79	89	
	$\bar{0}$	$\bar{10}$	$\bar{20}$	$\bar{30}$	$\bar{40}$	$\bar{50}$	$\bar{60}$	$\bar{70}$	$\bar{80}$	9 $\bar{0}$
E	$\bar{1}$	$\bar{11}$	$\bar{21}$	$\bar{31}$	$\bar{41}$	$\bar{51}$	$\bar{61}$	$\bar{71}$	$\bar{81}$	$\bar{91}$ $\bar{01}$
	$\bar{2}$	$\bar{12}$	$\bar{22}$	$\bar{32}$	$\bar{42}$	$\bar{52}$	$\bar{62}$	$\bar{72}$	$\bar{82}$	$\bar{92}$ $\bar{02}$
说 明	A A + B A + B + C A + B + C + D			两因子的有效组合部分 三因子的有效组合部分 四因子的有效组合部分 五因子的有效组合部分						

设以北京 3—5 月各月温度为指标因子, 求其与华北 5—8 月降水出现正常级的两因子复相关指标组(令组合概率为 70%)。操作前先将因子编号, 由于温度只有正、负两级, 因此 3—5 月的温度共可编 6 个号; 即 3 月温度正距平为 1、负距平为 2; 4 月温度正距平为 3、负距平为 4, 依此类推, 5 月温度负距平为 6。然后根据表 5 上三因子的有效组合部分, 依次操作, 结果如表 6 所示。从表中可以看出, 有两个组合概率较高, 即“14”和“16”。但达到概率标准的只有“16”组合。根据编号反查, 知“16”组合为北京 3 月温度正距平和 5 月温度为负距平的组合。可见在北京 3 月温度为正距平、5 月温度为负距平时, 华北 5—8 月降水多为正常级, 其概率为 78%。“16”组合即为预报华北 5—8 月降水为正常级, 在 70% 的概率要求下的最优两因子复相关指标组。

表 6

	1	2		
3	9/16=56%	2/6=33%		
4	4/6=67%	5/16=31%		
5	6/14=43%	5/12=42%	3	4
6	7/9=78%	1/9=11%	4/7=56%	5/12=42%

以上就是用手选边洞卡这一工具, 对目前长期天气预报中常用的几种统计分析方法作的初步试验, 可作的问题很多。如何发挥手选边洞卡的性能, 进一步简化操作步骤, 尚需继续研究。

五

手选边洞卡技术不仅可以应用于长期天气预报, 也可以应用于中期或短期天气预报。如果我们在洞卡上打制每日、每候或每旬的各种相应的气象要素, 就可以为相应的预报服务。成都中心气象台的中期天气预报方法中, 曾使用了天气形势档案卡片, 在卡片上记录了每天的环流和天气的编码, 利用卡片上的编码选取相似的天气过程, 作为天气预报的依据之一。这种天气形势档案卡片, 完全可以应用手选边洞卡的原理加以改进, 可以肯定经过改进的天气形势档案卡片将会发挥更大的使用效率。

手选边洞卡又可作为一种简单的统计工具。这种工具特别适用于那些日常需要大量查找的工作。如在气象业务部门中, 建立天气档案, 查阅历史天气实况, 选取天气相似以及应付各种“门市”分析等, 应用手选边洞卡技术就极为方便。

将手选洞卡技术用在天气预报问题上, 我们只做了最初步的试尝, 问题还很多。进一步发挥手选洞卡的分类技术在天气预报中的应用, 是大有潜力的。例如: 根据天气预报业务或研究的要求, 设计一些新的、通用的编程序, 使洞卡既可作为一种“贮存库”将各种记录保存下来, 又便于进行各种统计操作; 也可以根据各种预报方法的特点, 设计一些专用的洞卡设备。在天气预报业务上常用的, 统计学上的一些专用表格和统计检验的方法等, 都可以制成各种专用洞卡。甚至利用手选洞卡技术的原理, 可望设计出一种简单的, 适合统计天气预报的专用机器设备—概率机, 来代替目前的手工操作。如果这些试验都能成功, 则目前这种“手工操作”就可跃进到“工具操作”, 进而发展到“机械化操作”。

致谢: 作者谨向中央气象局观象台仪器室金工车间, 在本项试验中所给与的帮助; 杨鉴初先生阅读了初稿, 并提出了宝贵意见, 均致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] Craddock, J. M., Meteorological office discussion—Reserch in the meteorological office concerned with long-range forecasting, *Met. Mag.*, London, **87**, p. 239, 1958.
- [2] Hofmann, A. und Teich, M., Die Sichtlochkarte als technisches hilfsmittel in der Meteorologischen Statistik, *Meteorologische Rundschau*, 15 Jg. Heft 5, 1962.
- [3] Casey, R. S., Perry, J. W., kent, A. and Berry, M., Punched cards—their application to science and indstry, Reinhold publishing corparation, New York, 1958.
- [4] Panofsky, H. A. and Brier, G. W., Some application of statistics to meteorology, 1958.
- [5] 杨鉴初, 苏联模尔塔诺夫斯基学派长期天气预告, *气象学报*, **24** (1953), 第 4 期。
- [6] 史久恩等, 统计学长期天气预报方法的若干研究(一)——逐步回归技术的应用, *气象学报*, **34**(1964), 第 4 期。

(本文于 1963 年 3 月 10 日收到)