“方框-端须图”及其应用示例

杨贵名　宗志平　马学款

（中央气象台，北京　100081）

近年国外刊出的一些天气气候类文献中，常常利用所谓“方框-端须图”表示天气气候资料统计结果。这种图是什么样子？怎样制作出来的？它有哪些优点？现根据检索、查阅到与之有关文献提供的材料以及我们自己试用的体会，对其介绍如下。

1　“方框-端须图”及其在国外的应用示例

1998 年 Rasmussen 和 Blanchard（下称 RB98）[1,2] 用 1992 年美国 6000 多次 0000UTC 探空资料中对流有效位能（CAPE）[3] 大于零的资料，分析研究了通常用于超级单体（以下简称超单）雷暴研究和预报的各种参数，并将这些参数与超单关系的统计结果作成“方框-端须图”。

Johns 与 Doswell（下称 JD92）认为[4]，原强局地风暴室（SELS）采用的预报过程是：风暴参数估计、风暴天气型识别和风暴气候（学）特征。随着把一些研究成果引入改进局地强天气诊断、预报和特定参数的气候学，关于对强局地风暴气候（学）特征的认识可能会更加完善。从原强局地风暴室采用的预报过程看，RB98 的研究结果跟强风暴预报有着密切关系。

RB98[1] 在进行统计之前，首先从上述 6000 多次探空资料中挑选出与对流活动有关的资料，并将其分为 3 类（表 1）。TOR 表示已确认为与 F2 及以上级别的龙卷超单对应的探空资料；SUP 表示与产生大冰雹但没有明显龙卷的超单风暴对应的探空资料；ORD 代表不包括超单、不包括与雷暴大风、大冰雹或龙卷对应的探空，只包括与中等数量的云地闪电（CG）对应的探空资料。

经 t 检验以及其他检验，3 类样本的平均值都具有统计学显著性差异（检验结果参见文献[1]）。

表 1　探空分类标准和探空次数[1]

类别名称	探空次数	相应的标准
TOR	51	有 F 分级为 F2 或以上的一次或多次龙卷。
SUP	119	虽有直径>5.07cm 的冰雹报告，但没有 F 分级为 F1 以上的龙卷。
ORD	2767	虽有频次为每分钟 10 次以上的 CG，但没有直径>5.07cm 的冰雹报告和任何 F 级的龙卷，也没有雷暴大风风灾

下面举风暴相对螺旋度（SRH）为例（详见文献[1]），说明“方框-端须图”的制作方法。

Davies-Jones 等（1990）定义 SRH[5] 为：

$$SRH = -\int_0^h \boldsymbol{k} \cdot \left[(\boldsymbol{V} - \boldsymbol{C}) \wedge \frac{\partial \boldsymbol{V}}{\partial Z} \right] \mathrm{d}z$$

其中 $\boldsymbol{V}$ 是水平风速，$\boldsymbol{C}$ 是风暴运动速度矢量，h 是积分厚度（这里是 3km）。

图 1 为“方框-端须图”的一张示例。这张图的横坐标为 ORD、SUP 与 TOR（代表意义见前），纵坐标为 SRH 数值（单位为 $m^2 \cdot s^{-2}$）。在图 1 中并列着 3 张“方框-端须图”。为了行文方便，人们假定 SRH 数值呈（准）正态分布。在每个长方框的上下底，分别表示（准）正态分布两端占样本总数 25% 个例的 SRH 数值（平均，下同）；方框中的黑线（请注意，该线不一定位于长方框正中间）表示占样本总数 50% 个例的 SRH 数值；从长方框上下边延伸出之粗黑线的端点，分别表示占样本总数 10% 个例的 SRH 数值。

下面用图 1 为例说明“方框-端须图”的用法。由图 1 看出：SRH 在区别 TOR、SUP

与ORT 3类探空方面的效果较好些。大多数TOR的*SRH*数值较大，半数TOR探空的*SRH*数值在100～279 $m^2 \cdot s^{-2}$之间；SUP的*SRH*数值居中，半数SUP探空的*SRH*数值在64～208$m^2 \cdot s^{-2}$范围；ORD的*SRH*数值较小，半数ORD探空的*SRH*数值在17～100$m^2 \cdot s^{-2}$范围。

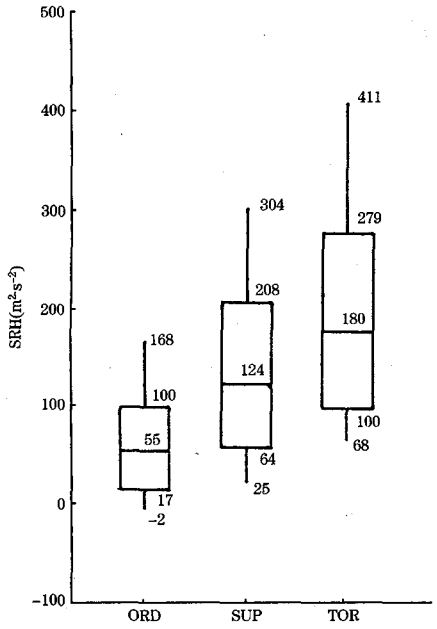


图1 由探空资料算出之对应显著龙卷超单(右)、无显著龙卷超单(中)和非超单雷暴(左)SRH制作的"方框-端须图"[1,2]

TOR探空与ORD探空的差别很大，两类中值附近50%探空的*SRH*值没有重叠。TOR探空的平均*SRH*值约为200$m^2 \cdot s^{-2}$。

但是，从图1看出，*SRH*值较大并不意味着这种探空就对应着明显龙卷，因为ORD探空中就有25%的*SRH*值≥100$m^2 \cdot s^{-2}$。这就是说，大约有692次个例(超过了TOR和SUR两类探空的总数)的*SRH*≥100$m^2 \cdot s^{-2}$。RB98[1]一再指出，在所有参数中均存在这种"虚假警报"问题。

3 "方框-端须图"在华北降雹开始时间月际变化中的应用

图2是我们根据1991～2000年华北地区基本站降雹开始时间资料的统计结果制作出的一张"方框-端须图"。该图的横坐标为月份，纵坐标为时间(北京时，下同)。图中并列的7个"方框-端须图"依次代表4,5,…,9,10七个月份的降雹开始时间情况。

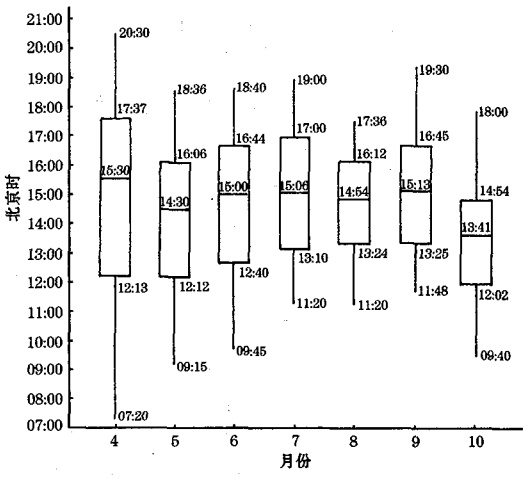


图2 由1991～2000年华北地区降雹开始时间统计、制作出的降雹开始时间"方框-端须图"

本文中的华北地区，是指32～45°N、110～124°E。其北部为阴山山脉与燕山山脉组成的内蒙古高原，西部为由太行山山脉构成的山西高原，东南部是华北平原和辽河平原。

对于来源于国家气象中心资料室提供的全国673个基本站自建站起至2000年的降雹开始时间，本文作了如下处理：把降雹开始时间发生于某时00分至59分开始的降雹样本均归到该时内。例如：所有14:00～14:59(本文的时间均以这种方式表示，亦即：前2位数字表示时序，后2位数字表示分钟，下同)时段内开始的降雹，都归入14时开始的降雹。

如同图1一样，我们假设图2中的降雹开始时间在日变化上呈(准)正态分布。图中方框的下底和上底分别代表占当月样本总数

25%降雹开始的时间,两条端须(延伸出的粗竖线)的端点分别代表占当月样本总数10%降雹开始的时间,也就是说长方框所占据的时间跨度代表50%降雹开始的时间跨度,上下端须顶端所占据的时间分别表示正态分布两侧降雹开始的时间,整个"方框-端须图"反映了80%的样本降雹开始时间的时间跨度。

下面利用图2说明(由图2看出的)华北地区降雹开始时间月际变化的几个特点。

(1)虽然降雹总数的50%发生在12:00到18:00的6个小时内,但4~7月占据的时间跨度较长,8~10月占据的时间跨度较短。一个更显著的特点是,8月份50%降雹出现的时段极为集中,约在13:20到16:15间的近3小时内。

(2)在4,5,6,10四个月中,占据月样本总数的10%,降雹开始时间在09:45以前;而7,8,9三个月则推迟到了11:30前后。

(3)端须(黑粗竖线)显示出:在4月份,80%的降雹出现在07:00至20:30时间跨度内;随着月份的变化,时间跨度逐渐收缩;到8月份缩为11:20至17:36的近6个小时内。

(4)占样本总数50%的降雹开始的平均时间较稳定,除10月份外,基本维持在15:00前后。

4 小 结

下面让我们回答本文开头提出的3个问题。

(1)"方框-端须图"是什么样子,怎样制作出来的

由图1和图2可见,这种图的中部是一个长方框。长方框的上下底分别位于样本总数25%个例对应欲统计量的数值。另外,以上述长方框的上下底为起点,分别往上端与往下端延伸出一条黑线,终止于位于样本总数10%个例对应之欲统计量的数值。至于长方框的宽度,并没有太严格的规定。

(2)"方框-端须图"有哪些优点

图形和数据并存(不仅有图,还有数据)。有图形,则直观性强,使要反映的统计量的许多特征一目了然;有数据,则给人们提供了进一步制作定量分析的条件。

在同一张直角坐标图上,可以同时给出欲对比的多种情况。以分析降雹出现时间的月际变化为例,我们可以采取另外一种方式进行:在直角坐标系中,令横坐标代表降雹开始时间,纵坐标代表占样本总数的百分率,对图中点绘出的曲线进行分析。可以想见,在一张图上仅仅点绘一条曲线尚可一目了然,若将4,5,…,9,10月七条曲线点绘在同一张图上,能达到图2同样的效果吗?

最后想说明的是,对于"方框-端须图",我们刚刚试用不久,以上体会还非常肤浅,有待进一步深入。

参考文献

1 Rasmussen, E. N., and D. O. Blanchard. A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 1998, 13: 1148—1164.

2 赵秀英,周小刚,夏福华等.探空资料导出之参数的一些气候学特征.国外强对流天气的应用研究,北京:气象出版社,2001,261~271.

3 李耀东,刘健文,刘玉玲等.埃玛图微机制作及对流有效位能的计算.气象,1998,23(5):21~25.

4 Johns, R. H. and C. A. Doswell, Ⅲ, Severe local storms forecasting. Wea. Forecasting, 1992, 7: 588—612.

5 Davies-Jones R. P., D. W. Burgess, and M. P. Foster, Test of helicity as a tornado forecast parameter: Preprints, 16th conf. on Severe Local Storms, Kananaskis Park, AB, Canada, Amer. Meteor. Soc., 1990, 588—592.