知识介绍

风暴强度指数 SSI

赵秀英　吴宝俊

（中国气象科学研究院，北京　100081）

近年刊出的强对流天气分析预报文献（例如文献[1]、[2]）中，常常用到风暴强度指数（storms severity index，缩写为 SSI）。现根据检索到的部分文献中之解释，对其介绍如下。

在 20 世纪 70 年代初，Miller 认为[3]：在强热力学不稳定和强动力学因子都出现时，才有强雷暴发展（称“经典的 Miller 个例”）。然而，后续的研究发现，这些典型条件不能包含发生的全部强天气。Maddox 等[4]、Vigneux 等[5]以及 Turcotte 等[6]指出：在强热力学条件和弱的动力学条件下以及弱热力学条件和强动力学条件下也可出现强天气。

与文献[4、5、6]的思路类似，Rasmussen 等[7]采用制作出的浮力能-风切变图区分各种类型的强天气，Turcotte 与 Vigneux（下简称 TV）[8]采用浮力能-风切变图区分强雷暴与非强雷暴，并进而得出了风暴强度指数（SSI）。

Turcotte 与 Vigneux[8]制作点聚图时，采用的个例是在加拿大魁北克地区及其附近发生的，除 1984、1985、1986 年所有被证实了的强天气个例外，还利用 1983 年的几次特强个例扩展了最强个例数目。每次个例都以与大风、冰雹、龙卷有关的事件作为典型事件，达到下述标准之一即可定性为强天气事件：

a）风速 $V>25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的阵风；

b）雹块直径 $D\geqslant 1.5\text{cm}$ 的降雹；

c）龙卷和/或漏斗云。

TV 给出的计算浮力能的步骤是[8]：a）选择出代表气团（雷暴在其中发展）的探空资料；b）对其低层进行修正，即将低层 T、T_d 用对流即将爆发时低层的 T、T_d 代之；c）令气块上升：按干绝热过程上升到抬升凝结高度后，再按湿绝热过程上升，一直上升到平衡高度。至此，就能计算出浮力能（图 1）。1996 年，加拿大气象中心（CMC）在将 SSI 列入夏季强天气软件包时[2]，规定采用另一种方法计算（见后）。

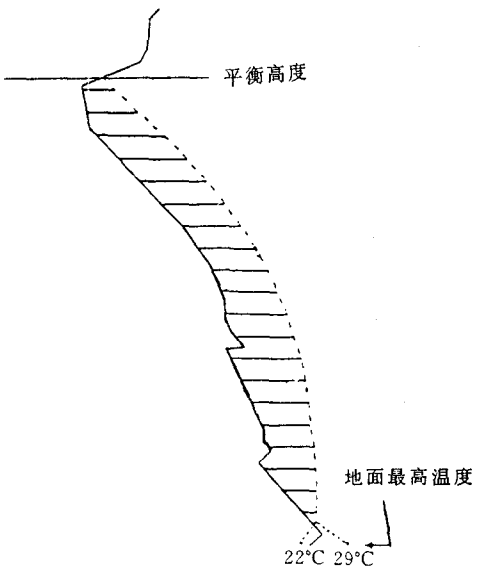


图 1　TV 借用温熵图给出的气块浮力能 Eh（划线面积）求法[8]

对于垂直风切变（Shr），文献[9]附录给出了如下公式：

$$Shr=\left[\int_0^H \rho(z)|\boldsymbol{V}(z)|\mathrm{d}z\Big/\int_0^H \rho(z)\mathrm{d}z\right]-0.5(|\boldsymbol{V}(0)-\boldsymbol{V}(0.5\text{km})|) \quad (1)$$

其中 Shr 称谓 0-H 气层内密度加权平均垂直风切变；H 为离地高度；余为惯用符号。

利用计算出的浮力能(Eh)与平均垂直风切变(Shr),可以构造出一个由 Eh 与 Shr 组合的函数,将强雷暴与非强雷暴区分开。

基于上述思路提出的风暴强度指数(SSI),其表达式为:

$$SSI = 100 * [2 + (0.276 * \ln(Shr)) + (2.011 * 10^{-4} * Eh)] \quad (2)$$

下面举个计算实例。

已知:0～3660m 平均风切变为 $4.5 * 10^{-3}s^{-1}$,气块浮力能为 $2805J \cdot kg^{-1}$,则风暴强度指数:

$$SSI \simeq 100 * (2 + (-1.49) + 0.5641) \simeq 107 \quad (3)$$

正如文献[11]指出的,浮力能 Eh 的数值受气块上升起始高度影响较大。为了免除该影响,加拿大气象中心(CMC)在将 SSI 列入夏季强天气程序包时,规定浮力能的计算方法是:在最底层 200hPa 层次内,找出 θ_w 最高值处,将该处气块抬升而算出[2]。实际上,这就是文献[12]讲的最佳对流有效位能 BCAPE 的计算方法。

TV 指出[8],关于强天气事件"强度"与 SSI 数值的关系,虽然没有专门立题研究,但最剧烈的几次事件却都具有非常大的 SSI 数值。

参考文献

1 Mills, G. A., and J. R. Colquhoun. Objective prediction of severe thunderstorm environments: preliminary results linking a decision tree with an operational regional NWP model. Wea. Forecasting, 1998,13:1079～1092.

2 Desautels, G., and R. Verret. Canadian Meteorological Centre summer severe weather package. Preprints, 18th Conf. on Severe Local Storms, 1996:689～692.

3 Miller, R. C., Notes on analysis and severe weather forecasting procedures of the Air Force Global Weather Central. Air Weather Service, Technical Report 200 (Rev). 1972.

4 Maddox, R. A., and C. A. Doswell. An examination of jet stream configurations, 500mb vorticity advection and low-level thermal advection patterns during extended periods of intense convection. Mon. Wea. Rev., 1985,110:184～197.

5 Vigneux, D., and S. Sick. Effets d'une circulation directe sur le declenchement d'orages violents. Note Technique de la Region du Ouebec, 1985, No. 85N～001. 引自[3].

6 Turcotte, V., S. Siok, and G. Deaudelin. Study of the relationship between wind shear and hydrostatic energy in summer severe weather. Ouebec Region Technical Note 1985, No. 85N～002.

7 Rasmussen, E. N., and R. B. Wilhelmson. Relationship between storm characteristics and 1200GMS hodographs, low-level shear and stability. Preprints, 13th Conf. on Severe Local Storms, Amer. Met. Soc., Tulsa. 1983.

8 Turcotte, V., and D. Vigneux. Severe thunderstorms and hail forecasting using derived parameters from standard RAOBs data. Preprints, Second Workshop on Operational Meteorology. Halifax, NS. Canada. Atmospheric Environment Service/Canadian Meteor. and Oceanogr. Soc., 1987:142～153.

9 Wehry, W., L. Lesch, and C. Gerecht. Nowcasting of extreme weather events like large amount of convective rain or hail in Central Europe. Preprints, 16th Conf. on WAF. (AMS), 1998:323～325.

10 Huntrieser, H., H. H. Schiesser, W. Schmid, and A. Waldvogel,. Comparision of traditional and newly developed thunderstorm indices for Switzerland. Wea. Forecasting, 1997,12:108～125.

11 Smith, R. K. Thermodynamics of moist and cloudy air. R. K. Smith (ed). The physics and parameterization of moist atmospheric convection. Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands, 1997:29～58.

12 Tanya, M., C. Cook, and M. A. Shirey. Verification and analysis of the 48km Eta model best CAPE and best LI forecast. Preprints, 16th Conf. on WAF (AMS), 1998:173～175.