

925hPa 标准等压面资料在强对流天气预报中的应用

杨红梅

陶祖钰

(中国气象科学研究院,北京 100081) (北京大学地球物理系,北京 100871)

提 要

从1991年第四季度开始,高空报(TTAA)中增加了925hPa标准等压面资料。京津冀中尺度气象试验基地1992年夏季的试用结果表明,925hPa等压面资料为预报强对流天气提供了非常有用的信息。

关键词: 925hPa 强对流 风场 稳定度

引 言

按照世界气象组织的规定,从1991年10月开始,标准等压面探空报(TTAA报)中增加了一个新的标准等压面,即925hPa。这个新的925hPa标准等压面的资料,弥补了原来探空报中缺少行星边界层中的风、高度、温度与湿度的实测资料。80年代初,在对北方暴雨的研究中曾发现,在暴雨和强对流天气过程中,行星边界层600—1000m高度上往往存在一支急流^[1]。暴雨和冰雹的落区与行星边界层急流前方的辐合区之间,有非常好的配置关系^[2,3]。由于当时没有925hPa标准等压面的资料,行星边界层风场只能用测风报(PPAA报)的资料来进行分析,同时也无法分析行星边界层中的温度场和湿度场。

1 风场分析

1992年夏季,气科院京津冀中尺度气象试验基地增加了每日两次925hPa标准等压面的分析。经过一个夏季的试用,我们发现925hPa等压面分析所提供的行星边界层风场的信息,对预报某些强对流天气过程是非常重要的。例如1992年6月29日,京津冀地区出现了一次较大范围的雷雨大风过程(图略),佛爷顶、八达岭、延庆、昌平、海淀出现了

冰雹天气。从图1a所给的700hPa等压面图可见,北京已处于槽后的西北气流中。在850hPa等压面图(图1b)上,北京位于槽前,同时在北京的西南方有一条由西南风和东南风所构成的暖切变,暖切变两侧的风速都只有 $2-4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,说明此暖切变附近的辐合不太强。但是,在925hPa等压面上(见图1c),位于暖切变南侧的济南和邢台的风速为 $10-12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,表明行星边界层中存在一偏南风的低空急流。同时,北京为 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的东北偏北风,它与暖切变南侧的西南偏南风正好相对而吹,构成很强的辐合流场,构成有利于产生雷雨大风、冰雹强对流天气的典型形势。上述实例表明,925hPa等压面分析为预报这次冰雹天气过程提供了很重要的信息。如果没有925hPa等压面图,要报出这次过程是有困难的。

2 静力稳定度分析

大气层结存在静力不稳定能量,是产生对流性天气的必要条件。长期以来,大气层结稳定度分析中,存在如何合理地选取过程曲线的起点高度问题。理论上应该用地面作为过程曲线的起点,但是由于地面气温有明显的日变化,日落后地面气温明显下降,因此用

早晨08时或晚上20时地面气块绝热上升的过程曲线,求出的不稳定能量通常小于午后实际可能存在的不稳定能量。为避免不稳定能量的分析受地面气温日变化的影响,可以用低层湿静力总温度 $T\sigma$ 最高处(以下简称逆温层顶)来求不稳定能量。但是,此逆温层顶的高度是不固定的,这就给用不稳定能量来预报对流天气带来许多不便。为此,通常采用离地面最近的标准等压面850hPa的气块来计算不稳定能量。以1992年7月25日20时北京的探空曲线为例(见图2a),由于近地面层存

在逆温,地面气块绝热上升过程中的自由对流高度 P_f 相当高(650hPa),潜在稳定度指标 $\Delta T = T\sigma_{500}^* - T\sigma_0$ (其中 $T\sigma_{500}^*$ 为500hPa的饱和湿静力温度, $T\sigma_0$ 为气块的起始湿静力温度)也较小,只有 -4°C 。由于 P_f 较高, ΔT 较小,使得由此分析出来的不稳定能量很小。而用850hPa作为起始高度,则 P_f 下降到740hPa,同时 ΔT 变为 -7°C ,这就使得同850hPa作为起始高度分析出来的不稳定能量比用地面作为起始高度要大一些(图中阴影区的面积)。

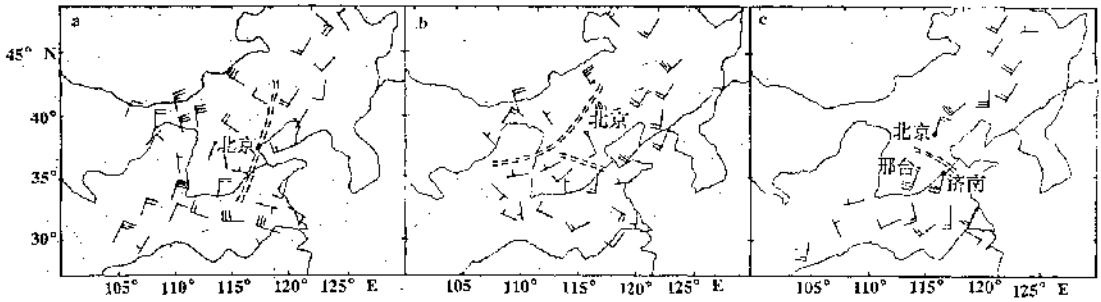


图1 1992年6月29日20时等压面风场

(a)700hPa (b)850hPa (c)925hPa 图中双虚线为槽线,单虚线为暖切变

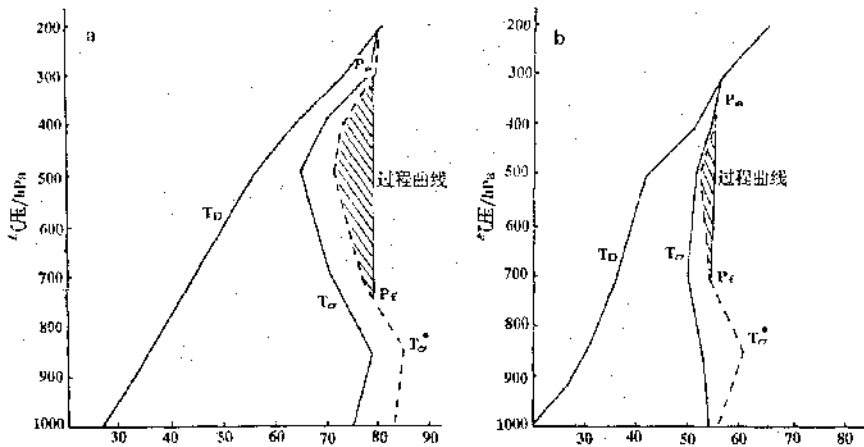


图2 无925hPa资料的静力稳定度分析

(a)1992年7月25日20时 (b)1992年6月29日过程

图中 T_D 为干静力温度, T_σ 为湿静力温度, T_σ^* 为饱和静力温度,单位均为 $^\circ\text{C}$

显然,如果大气低层不存在逆温层,则用850hPa作为起始高度所得到的不稳定能量反而会偏小。为此有人曾建议用地面和850hPa内插得到的925hPa作为气块的起始

高度^[4]。如1992年6月29日20时,用850hPa得到 P_f 为600hPa, ΔT 为 -1°C ,不稳定能量非常小,无法解释当日所发生的大范围的冰雹和雷雨大风天气。如果用内插的925hPa资

料, 则 P_f 下降到 660hPa, ΔT 为 -1.5°C , 但由此分析出来的不稳定能量仍不是很大(见图 2b), 不足以解释该日会发生强对流天气。

由于 925hPa 等压面位于行星边界层顶附近, 其温度受日变化的影响已相当小, 这就使得我们有可能用 925hPa 的实测资料来计算不稳定能量。这比用地面和 850hPa 作为起始高度, 所得到的不稳定能量更能代表大气层结的真实状况。图 3 给出了上述两个例子用 925hPa 实测资料所得到的分析结果。图 3a 表明, 1992 年 7 月 25 日 20 时逆温层顶实际上位于 850hPa 以下。由于 925hPa 的 $T\sigma$ 高于 850hPa 的 $T\sigma$, 因此用 925hPa 作为起始高度求出的

自由对流高度更低(770hPa), ΔT 也更大(达 -9°C)。这就使得用 925hPa 资料分析出来的不稳定能量非常大。它有力地说明该日北京地区普降暴雨的原因。

925hPa 实测资料对 1992 年 6 月 29 日 20 时的静力稳定度分析结果的改善更为显著。从图 3b 可见, 由于 925hPa 的总温度明显高于 850hPa 和地面, 使得用 925hPa 作为起始高度, 其自由对流高度为 810hPa, 它比用 850hPa 所得的结果降低了 210hPa, 同时 ΔT 也增大到 -7°C , 图 3b 中大片的阴影区表明大气层结是非常不稳定的, 它很好地说明了该日发生强对流天气的原因。

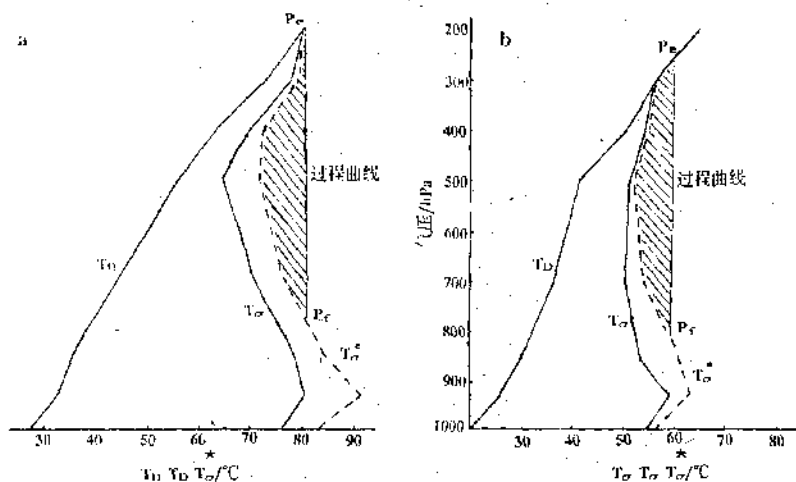


图 3 用 925hPa 资料的静力稳定度分析

图中说明与图 2 相同, 并以 925hPa 作为过程曲线的起始高度

图 2 和图 3 中还给出了能量平衡高度 P_e 。根据文献[4], 可以用能量平衡高度 P_e 的大小来判断未来将要发生的对流强度。当 P_e 在 490hPa 到 400hPa 之间时将发生弱的对流, 当 P_e 小于 300hPa 时将发生强对流。从图 2b 可见, 用 850hPa 作为起始高度的能量平衡高度为 470hPa, 属于弱对流型。而用 925hPa 作为起始高度, 则能量平衡高度为 270hPa, 属于强对流型。由此可见, 925hPa 资料对于预报该日的冰雹和雷雨大风是至关重要的。

3 结 语

根据京津冀中尺度气象试验基地 1992 年夏季试用 925hPa 等压面资料进行的风场分析和稳定度分析的结果表明, 新增加的 925hPa 标准等压面资料是一组很有价值的资料, 它有助于改善强对流天气的预报, 特别是在夏半年应该将它列入日常天气分析中的一个重要项目。当然, 由于我国地形复杂, 我国西北广大地区的海拔都在 1000m 左右或更高, 因此从图 1c 可见, 925hPa 等压面图中存在大片的资料空白区, 这将限制 925hPa 资料的应用范围。当然对于人口密集、经济发展水平较高的我国东部和南部地区, 还是应该

将925hPa等压面分析作为常规分析中不可缺少的分析项目之一。

还需指出,由于大气低层的层结是多种多样的,因此不能认为925hPa一定是过程曲线起始高度的最佳选择,但是在850hPa以下存在逆温层的情况下,用925hPa作为起始高度会明显改善静力稳定度分析是确定无疑的。为了便于比较不同的起始高度的过程曲线,我们建议在静力稳定度分析中采用雷雨顺曾提出的单站能量廓线代替 $T-\ln P$ 图分

析。用上述的铅直能量廓线分析不同起始高度的过程曲线都是与气压坐标平行的竖线。

参考文献

- 1 游景炎. 副高北侧暖区暴雨分析. 北方暴雨文集(1). 北京大学出版社, 1981: 24-32.
- 2 陶祖钰, 成秋影. 行星边界层流场和暴雨预报. 北方暴雨文集(1). 北京大学出版社, 1981: 33-45.
- 3 方文举. 行星边界层流场与暴雨落区的关系. 北方暴雨文集(2). 北京大学出版社, 1982: 27-30.
- 4 雷雨顺. 能量天气学. 北京: 气象出版社, 1986: 65-87.

Application of Data at 925hPa Standard Pressure Level to Severe Convective Weather Forecasting

Yang Hongmei

(Institute of Mesoscale meteorology, Academy of Meteorological, Beijing 100081)

Tao Zuyu

(Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract

Data at 925hPa standard pressure level is included in TTAA synoptic code since October, 1991. According to the summer experiment in 1992 at the Beijing-Tianjin-Hebei Disastrous Weather Experiment Base Centre, it was indicated that the data at 925hPa standard pressure level is very useful for severe convective weather forecasting.

Key Words: 925hPa severe convection wind field stability