

各地天气 和气候

北京的一次类龙卷天气过程

葛润生

一、前言

1972年8月7日下午，在北京出现的一次强对流天气过程中，天气雷达观测到一次涡状回波的活动。涡状回波最早出现在雷达测站的西北方，随后向东南偏东方向移动，在其发展演变过程中于17时前后通过测站。我们根据观测到的涡状回波图象，和同时刻的地面上气象要素变化，对这次涡状回波天气过程作一浅析。

涡状回波过测站时，地面气象要素的变化反映出与龙卷相类似的特征，但又未观测到龙卷，所以我们称为“类龙卷”。

类似于8月7日的涡状结构回波，北京地区的天气雷达还曾观测过几次。同样，出现这种结构的回波时，地面报告并没有龙卷，但出现较强的旋转性大风，造成一些灾害。华北地区其他地方的一些天气雷达站也曾观测到类似的回波。

二、天气背景和雷达回波演变

1972年8月7日，08时500mb高空图上，锡林浩特、温都尔庙到二连之间有一横槽，槽后冷平流较明显，北京地区处在槽前不稳定气团中。14时，张家口一带出现雷暴天气，雷暴区向东南方移动。17时地面图上，在承德到蔚县一线可以分析出一条飑线，向东南方向移动，20时移过天津，后减弱消失。在这次过程影响下，京、津、唐地区先后出现了雷雨大风，北京的房山、门头沟一带出现短暂的降雹，雹粒直径大如杏核，测站出现22m/s的大风，天津出现24m/s的大风，据群众反映，坝县还出现了龙卷。

早在上午9时，北京的天气雷达就观测到西北部山区出现一些对流性的降水回波，回波零散，强度弱，移动缓慢。12时后，随着近地层增温，对流加强，

回波有所发展，逐渐形成回波带，开始明显的向东南偏东方向移动，移速约为20km/hr。14时21分，回波带移至延庆附近（图1），回波强度加强，移动加快，速度约为40km/hr，其中回波带中段的速度还要快一些。16时02分，回波带的中段在移到平原地区后，移速更快，14时21分到16时02分之间的平均移速达到70km/hr，带上两端的回波移动速度较慢，仍为40km/hr左右，在回波带快速移下山区时，15时左右在门头沟一带出现短时的降雹。16时02分的雷达观测还发现，在这条回波带中段的后侧相距约50km的地方，出现一个涡旋状结构的回波。16时47分，回波带继续向东南偏东方向移动，刚移过测站，移动速度减慢，回波强度减弱，雷达对回波带上云体进行垂直剖面探测时，可以看到云体回波中出现明显的零度层亮带结构（图略）。这时带后的涡状回波进一步发展、扩大，在向东南偏东方向的移动中，速度比回波带要快，已接近回波带，开始和它弥合。17时48

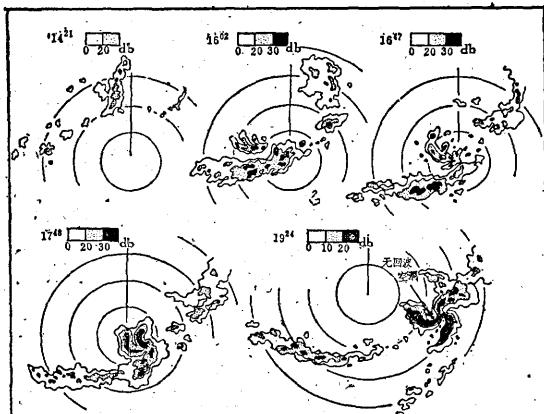


图1 1972年8月7日回波演变图 距离每圈50km

分，涡状回波已移过测站，测站位于涡旋中心后侧的一条螺旋雨带上，前面的带状回波基本和涡状回波合并，本来已经逐渐减弱的带状回波，再一次增强、发展。18时后，涡状回波后侧出现强烈旋转的大风，吹坏了雷达的输电线路，迫使雷达停止工作。19时24分，输电线路修复后，雷达继续观测，回波已移至唐山、天津一线，涡状回波已和带状回波联成一体，同时在带状回波的前面新生一条回波带，带的北端和涡状回波中的一条螺旋带相接。涡状回波呈现出和台风降水回波很相象的结构，在涡状回波的中心附近有一个无回波的空洞，雷达对准中心的无回波空洞进行垂直剖面探测，可以看到无回波区一直延伸到5km高。20时后，回波移到渤海海上，随后很快减弱消散。

三、地面气象要素的变化

涡状回波在东移过程中经过雷达测站，地面自记气象仪器记录了气象要素的变化（图2），和雷达探测到的回波资料配合较好。

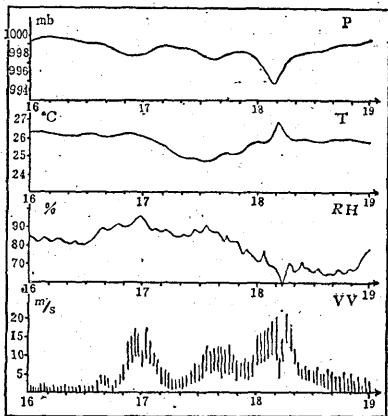


图2 地面气象要素演变图

在涡状回波通过测站的一个多小时内，地面气压出现了三次波动，与此相应，风向、风速出现了三次急骤的变化。温度、湿度也表现了相应的变化。第一次气压波动出现在16时50分前后，正值涡状回波的中心通过测站，气压下降了2mb，地面风向出现气旋性的旋转，风速急增，最大风速达到16m/s，温度变化不明显，湿度增加。第二次气压波动出现在17时35分左右，涡状回波后侧的一条螺旋辐合雨带通过测站，气压下降了2mb，同时由于地面降水增大，温度下降了1.5°C，风速又一次增大，风向出现转向，但风向、风速的变化在时间上落后于气压的变化。第三次气压波动出现在18时09分，气压在5分钟内下降了6mb，后又回升，呈现出明显的漏斗状；气压下降的同时，气温出现脉冲形的升降（升降均1°C左右），湿度下降，后又略升；地面风又一次出现强烈的气旋

性旋转，风速最大达到22m/s，比较有意思的是，在地面气压降到最低值时，地面风出现了类似于台风眼中出现的静风现象，但时间非常短暂。18时09分，地面降水已经停止，测站处在涡状回波的后边缘，目测天空，低空中的碎云现出迅速的气旋性旋转，旋转中心位于测站天顶附近略偏东的地方，旋转中心附近的云层很薄，透过云层依然可以看到一点蓝天。整个云层很快的向东南方向移动，20分钟后，云层已移出测站的上空，重新现出蓝天。

四、几点认识

1. 出现类龙卷的这种涡状回波是介于台风和龙卷之间的一种旋转较强的中尺度涡旋。它的回波结构形式和台风非常相似，但其尺度要小，垂直发展比较强，回波顶高也较高，具有局地强对流的特征，降水也很少。涡状回波过测站时地面气象要素的反应与龙卷气旋很相似，但回波尺度要大得多，而强度并不太强。另外，这类涡状回波与大片降水区中常出现的涡状回波相比，虽然尺度大小相似，但降水回波的特征不相同。后者回波表现出混合型降水的特征，而这类回波主要由对流回波所组成。看来，这种涡状回波是出现在强对流天气背景条件下的一种涡旋活动。

2. 龙卷常与冰雹、暴雨相伴随出现，表明它所具有的巨大动能除了由周围环境强切变风场提供外，水汽潜热的释放和转换也是一个重要的条件。从8月7日回波演变的过程来看，当天低空水汽输送的条件不好，回波带移到平原后，回波强度减弱，移到测站附近时，带上的回波出现了消散的特征，带后出现的涡状回波，其强度也不很强。整个过程地面的降水量很小，只是在移到天津附近才得到加强。类龙卷可能就是在这种风场结构有利于涡旋的强烈发展，而低空的水汽供应不充裕，地面也比较干燥的情况下生成的。涡旋生成后，要维持它巨大的动能，则需要相当大面积上水汽供应，所以回波的尺度较大，而回波强度并不很强，能量也不能高度的集中，所造成的天气现象也不如龙卷剧烈。地面比较干燥，水汽供应不充裕，可能是北京地区很少出现龙卷的原因之一。

3. 龙卷的形成和近地层的条件有很大的关系，这次涡状回波的形成和类龙卷的出现和北京地区的地形有关。北京西北部山区的地形往往妨碍了回波的移动，使得回波的移速减慢，当回波移到平原后，移动速度加快，这种现象在过去的观测中早已发现。8月7日的这次过程中，带状回波的中段首先下到平原地区，移动速度骤然增加，而带的两端仍滞留在山区，受山地的阻碍，移动缓慢，使得回波带呈现为弧状。在这样情况下，带中段的后方就可能出现新的气流辐合，再次形成不稳定，出现对流天气。涡状回波就是在这样情形下形成的。