

极地高压的结构及其环流特征

徐夏图 郭肖容

(中央气象台)

1977年1月,北半球出现大范围异常天气,东亚和北美持续严寒。我国大部地区连续降温,东部和南部广大地区1月的月平均气温比常年同期偏低 $3-4^{\circ}\text{C}$,不少地区的极端最低气温创建国以来的历史记录。在美国,1月分曾遭受了几十年来少有的强寒潮袭击,不少城市出现了有气象记录以来气温的最低值^[1]。相反,阿拉斯加和东西伯利亚地区以及冻岛和格陵兰南部地区却温暖异常。这种半球性的大范围异常天气是由北半球大型环流异常所决定。最突出的现象是在极圈内对流层各高度上建立了强盛稳定的极地高压,它从1月9日建立至2月13日消失,维持35天。在北半球极地对流层一般是由一个极地气旋性涡旋控制,有时候北极可以出现反气旋,但不能持久。这次极地高压(简称

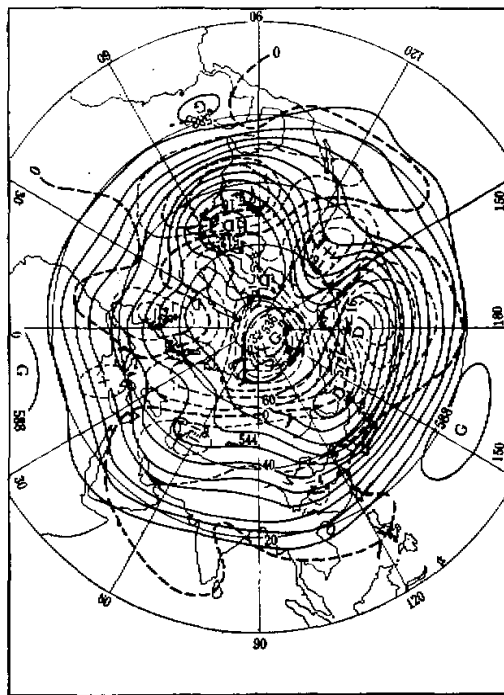


图1 1977年1月北半球500毫巴平均图

1977年11月26日收到修改稿。

极高)强度很强,而且稳定维持时间很久,这是历史上罕见的。

本文分析这次强盛极高稳定期间的环流特征,极高的形成和消亡过程,并着重分析极高维持时期的北半球流场和温度场的结构特征。

一、极高活动和环流特征

图 1 是 1977 年 1 月 500 毫巴平均图,在北极出现一个强大的极高。在极高维持期间,中高纬度的环流型很稳定。在 1 月分,极圈内 28 天为闭合高压或高压脊覆盖,中纬度东亚和美洲的长波槽及东太平洋高压脊也具有同样的稳定性。图 1 中最明显的特点是:由于极高的稳定存在,正距平区占据了 60°N 以北的大部地区,中心达 32 位势什米以上;在 50°N — 55°N 之间有两个强大的气旋性涡旋分别位于美洲大陆和东亚至太平洋北部洋面,该地区负距平中心达 16 位势什米以上。东太平洋强盛的高压脊北端伸向阿拉斯加。东亚和北美等地的严寒与这两个稳定的气旋性涡旋活动有关。由于极地出现稳定的暖性反气旋,使得原先位于北极的冷涡断裂,偏离极地南移,致使北美和亚洲的冷气团源地和锋区位置比常年偏南。相反,在这两个强大气旋性涡旋(简称偏极涡)下游,暖空气输送至极地,造成了阿拉斯加、东西伯利亚及冰岛、格陵兰等地区的温暖,特别是东太平洋长波脊的猛烈发展,使阿拉斯加和东西伯利亚地区偏暖更甚。

图 2 是 1 月 7 日至 2 月 12 日,每隔三天的北半球高纬度地区 (60° — 80°N) 500 毫巴高度场。从图 2 可看出极高的形成、加强和消失过程。

1 月 4 日有一次较强冷空气爆发影响我国。东亚大槽的加深、东移引起了东太平洋长波脊的强烈发展,高脊南北伸展达 50° — 60° 纬度。7 日脊的北端已伸向阿拉斯加以北的北极地区,9 日与发展东移的东亚高脊打通,在 80°N 、 160°E 附近形

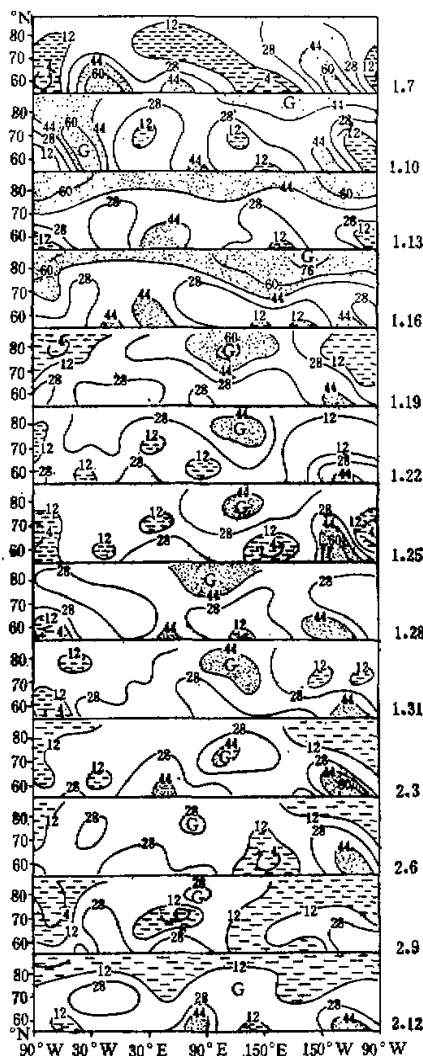


图 2 北半球高纬度地区 (60° — 80°N) 500 毫巴高度场

成一个闭合高压,中心强度为 544 位势什米。

8 日大西洋长波脊相继猛烈发展,在格陵兰以南地区形成阻塞高压。阻高后部的强盛暖平流把中纬度地区的暖空气输向极地,使极地增暖,对流层各层等压面以及平流层低层的等压面高度不断升高。11 日大西洋阻高与极高在 85°N 、 70°W 附近合并,成为一个覆盖极地的强大暖性高气压,中心强度达 566 位势什米。并在 16 日中心强度加强到 576 位势什米,达到最高峰。

17 日以后,北半球中高纬度环流的径向度明显减小,极高被周围东西向带状分布的气旋性环流所包围,整个半球盛行平直西风。极高有规律地明显减弱缩小,至 23 日中心强度已减弱到 548 位势什米。

25 日和 30 日东太平洋长波脊的发展,并再次伸向极地使极高继续维持,从而延续了极高的生命。2 月以后,环绕极高的几个气旋性涡旋向北扩展,最后在北极建立一个强大的极地气旋性涡旋。这样,维持了一个多月的极高于 13 日崩溃消失。

由上述过程可见,在中高纬度地区,位于东西半球的长波脊强烈发展,同时伸向极地并合并,这是极高加强和形成的一种主要方式。在发展极深的长波槽前,强盛的偏南气流不断将中低纬度的暖空气输向极地,为极高形成和加强提供重要条件。

二、极高周围的流场和温度场结构

极高的维持使北半球中高纬度地区的流场和温度场的结构发生了异常,尤其在铅直结构方面,与平均情况差异甚大。

图 3 是 1977 年 1 月北半球 500 毫巴平均地转西风风速图。它基本上反映了极高持续期间的水平环流特征。图 3 表明:中高纬度地区盛行的以极为中心的纬向西风^[2]遭到破坏,高纬地区在极高外围建立了围绕极心的东风带,东风的分布并不均匀,存在两支强东风带。北面一支绕极一周,它与图 1 中的极高环流相对应;南面一支位于美洲北部及东亚至太平洋一带北部,即在二个偏极涡的北侧,它们在纬圈方向上是不连续的。

此外,由于东太平洋长波脊的强烈发展,使环绕整个北半球的强西风带在太平洋东部断裂,并出现分支。

在极高的加强时期,我们以 1 月 14 日 20 时(北京时)为代表,作剖面图(图 4)。它沿 90°W 穿过极高中心,并通向 120°E 附近的东亚地区,纵切了美洲及东亚的两个偏极涡。另外在 1 月 23 日 20 时(北京时)极高维持时期,作沿 100°E 附近通过极高中心(78°N , 120°E)并折向东太平洋(50°N , 145°W)的剖面图(图 5)。这个剖面通过极高中心,并切割了东亚浅脊及东太平洋长波脊的北端。这两张图表明:环绕极心的偏东气流极为深厚,自地面一直伸展到 100 毫巴以上的高空。在 70° — 80°N 之间极高的南侧有一支东风急流,急流中心的高度在 300—400 毫巴之间。它与图 3 中围绕极地的强东风带相对应,我们称它为“极高东风急流”,简称“极高急流”。图 4 中极高急流比图 5 中的强,18 日极高极盛时期这支急流的最大风速曾达 55 米/秒(图略)。极高急流的强弱与极高强弱一致。

从图 4 中我们还可看到,极高急流的南侧(60°N 附近),还存在着另一支东风急流。

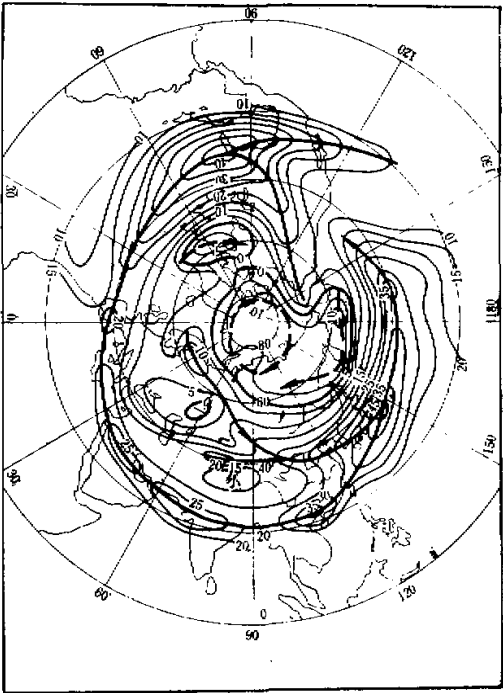


图 3 1977 年 1 月北半球 500 毫巴平均地转西风风速图

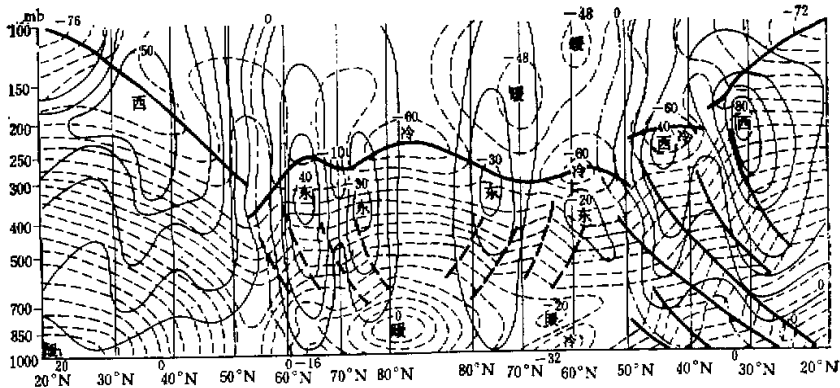


图 4 1977 年 1 月 14 日 20 时沿 90°W 通过极高中心和 120°E 的剖面。

它的高度也在 300—400 毫巴之间。它与图 3 中两个偏极涡北侧的强东风带相对应,我们称它为“偏极涡东风急流”,简称“偏极涡急流”。这支急流在高压脊的北侧(图 5 中)就不存在了。

极高是一个极其深厚的暖性高压。从地面直到1 00 毫巴的各层标准等压面上,极高

的闭合环境都十分完整地存在。因此,可以肯定它至少可伸展到平流层的低层。在图4和图5上极高的暖性结构十分清楚,它相当深厚,自地面一直延伸到250毫巴以上。极高持续期间,在北极对流层异常地温暖,特别在极高的强盛阶段,例如在14日(图4)对流层的温度几乎可与 30°N 附近的副热带气团相比拟,位于850毫巴附近的暖温度中心达 0°C 以上。比较图4和图5可发现,极高中心温度的升高或下降与极高的加强或减弱是一致的。

在一般情况下,对流层顶的平均高度在赤道最高,极地最低。1月分极地对流层顶的平均高度在300毫巴附近^[3]。但由于极高这个大型暖空气堆的存在,使极地对流层顶抬升至200—250毫巴之间,与 40°N 附近的对流层顶高度相当。在 50° — 55°N 的偏极涡上空对流层顶的高度最低,在这里对流层顶并出现断裂。

在对流层内,一般温度是自南而北递减的,温度梯度最大的地区集中在中纬度的极锋锋区上。但极高的存在使高纬度温度分布南冷北暖,它的外围存在着明显的由北向南的温度梯度。温度梯度的不连续带随高度向南倾斜。显然,它的结构与极锋锋区和副热带锋区不同,这是一种“倒锋区”。倒锋区的位置与极高急流相对应,我们称它为“极高峰区”。在地面上也有一个相应的锋带,由于逆温层的存在地面锋区没有高空清楚。

比较图4和图5还可以明显地看到,在23日极高周围也存在一个温度梯度的不连续带,但锋区结构没有14日清楚。这可能是由于极高强度减弱,中心温度降低的缘故。

此外,在偏极涡急流相应的位置上,也有一支与之相对应的锋区,我们称它为“偏极涡锋区”。它的结构与极高峰区相类似。

冬季极高的活动对整个北半球的环流和天气产生很大影响。强盛极高的持久维持使长波稳定,东亚和北美遭受几次强冷空气袭击。东亚的较强冷空气过程是出现在极高建立、加强和崩溃前后。对于这种冬季异常少见的环流形势,是值得进一步研究的。

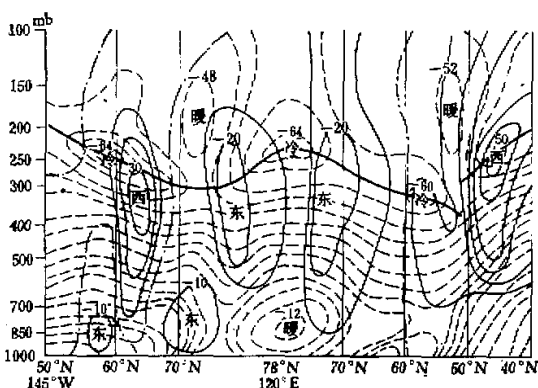


图5 1977年1月23日20时沿 100°E 通过极高中心并折向 50°N 、 145°W 的剖面。

参 考 资 料

- [1] A. Jamea Wagner, Weather and circulation of January 1977, *Mon. Wea. Rev.* 1977, 105, 553—560.
- [2] 陶诗言, 北半球500毫巴平均图, 北京中央气象科学研究所出版, 1957.
- [3] A. Kocharnski, Cross sections of the mean zonal flow and temperature along 80°W , *J. Met.* 1955, 12, 95—106.