中国东北地区夏季低温的大气环流和 OLR 异常特征*

孙力　安刚　沈柏竹　唐晓玲　丁立

（吉林省气象科学研究所，长春，130062）

摘　要

利用东北地区 69 个测站 37 年（1961～1997）夏季月平均气温资料，以及 NCEP/NCAR 1958～1997 年月平均再分析资料和 1974～1997 年全球 OLR 月平均资料等，对中国东北地区夏季气温变化的大气环流和 OLR 异常特征进行了诊断分析。结果表明，东北地区高低温年夏季，中高纬和极区大气环流特征、异常长波槽脊的分布和活跃程度、极涡、南亚高压和西太平洋副热带高压的位置和强度等均有十分显著的差别，高空西风急流的位置和强度对此也有重要影响。不仅如此，东北地区夏季气温还与低纬和热带地区大气环流的变化有关，西太平洋和印度 ITCZ 的位置和强度变化、热带地区 OLR 异常特征以及菲律宾及其以东洋面上行星尺度的高层辐散和低层辐合环流等在东北地区高低温年也有着截然相反的分布，并且东北地区气温变化与东北夏季风之间也存在着一定联系。

关键词：中国东北地区夏季低温，大气环流异常，OLR 特征。

1　引　言

东北地区是中国重要的商品粮基地，年粮食总产量约占全国粮食总产量的 15%。但由于其地处中高纬度，无霜期较短，因此气温变化对粮食产量有着十分重要的影响。在夏季低温冷害发生年份，由于热量条件不足，一般可使粮食减产一至三成，给农业生产造成严重损失，所以对东北地区夏季气温的研究一直受到人们的关注。在以往的研究工作中，对东北夏季低温的群发性和周期性特征、东北夏季低温与中国乃至北半球气温变化的联系及与 ENSO 的关系等方面都做了很多有意义的工作[1～5]，为以后开展的工作奠定了良好的基础。但相比之下从全区域角度出发对东北夏季气温异常的成因及其出现的大尺度环流背景和 OLR 特征做全面和系统探讨的工作并不是很多。本文利用东北地区均匀分布的 69 个测站 37 年（1961～1997）夏季月平均气温资料以及 NCEP/NCAR 1958～1997 年月平均再分析资料和 OLR 1974～1997 年全球月平均资料，对东北地区夏季低温出现的大气环流和 OLR 异常特征进行了合成对比诊断分析，这对进一步认识该区域夏季气温异常的机理，进而研究有物理意义的预测方法都是有益的。

* 资助课题：国家自然科学基金项目　(49875022)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

2 资料和方法

利用东北地区 69 个测站 37 年（1961～1997 年）夏季月平均气温资料，以区域月平均气温距平为标准，挑选了 10 个典型的低温月和 10 个典型的高温月（表 1），其中，低温月区域平均气温距平为-1.37 ℃，高温月区域平均气温距平为 1.46 ℃。以 NCEP/NCAR 1958～1997年月平均再分析资料（格距 2.5×2.5 经纬度,垂直方向 17 层）为基础，分别制作出高低温年夏季(6～8 月）大气环流场的合成平均图和合成距平图以及距平差值图（低温年值减高温年值)。在分析高低温年夏季 OLR特征时，由于 OLR 资料年代相对较短（从 1974年开始），因此所挑选的个例与上述有所不同，所选低温年个例为 1976、1983、1993、1986和 1987年，高温年个例为 1978、1982、1988、1994 和 1997年，其中低温年区域夏季平均气温距平为-0.66 ℃,高温年为 1.14 ℃。以上述资料为基础用合成对比分析方法探讨了东北地区夏季高低温年出现的大气环流和 OLR异常的基本特征及其差异。

表 1 所选低温月和高温月个例 （单位：℃）

年 份	1974	1976	1983	1992	1964	1983	1972	1976	1981	1986	低温月
低温月	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	平均
气温距平	-1.7	-1.3	-1.4	-1.3	-1.0	-1.0	-1.9	-1.7	-1.3	-1.1	-1.37
年 份	1978	1982	1994	1973	1981	1994	1982	1991	1994	1988	高温月
高温月	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	平均
气温距平	1.4	1.2	2.1	1.3	1.2	1.9	1.6	1.5	1.3	1.1	1.46

3 结果分析

3.1 东北地区夏季低温的大气环流异常特征

图 1 分别给出了典型的冷热夏年 500 hPa 高度距平的平均图，可以看出它们的差异是明显的。冷夏年 70°N 以北的极区为负距平，即极涡较强，极区以外 50°N 以北的高纬地区以正距平占优势，而 50°N 以南的中纬到副热带为大范围的负距平区，表明低温年夏季北半球盛行经向环流，常有暖空气向北输送，在高纬地区建立暖高压脊或阻塞高压，同时冷空气也比较活跃，经常可以扩散到 50°N 以南的中低纬一带；高温年的情况相反，50°N 以北的高纬度地区为大范围的负距平区，25°～50°N 的中纬度出现了几乎是环绕整个北半球的正距平带，这表明高温年夏季北半球盛行纬向环流，暖空气势力较强，而东亚的冷空气龟缩在极地和高纬，不易向南扩散。从超长波槽脊的位置来看，低温年在新地岛到乌拉尔山附近为一个非常明显的正距平区，而中国北方地区大部由负距平所控制，负距平中心位于东北地区。这表明东北地区冷夏时，乌拉尔山到新地岛的超长波高压脊比较活跃，而东北地区则盛行超长波低压槽；高温年时的情况相反，乌拉尔山及其东侧是明显的负距平分布，而中国北方地区是较强的正距平分布，正距平中心也位于东北地区，即这一带经常有超长波暖脊停留或经过。

高低温年 100 hPa 平均高度场分布的最明显特点是（图略），冷夏年极涡强度要比暖夏年增强，极区中心值平均可以低 5 dagpm 但在冷夏年南亚副热带高压却比暖夏年明显减弱，暖夏年南亚高压主体 1680 dagpm 等值线所包围的面积要比冷夏年大得多，中心值甚至可以超过 1685 dagpm。从高低温年 100 hPa 高度距平场来看，在冷夏年，北半球大部分地区为负距平分布，特别是中国东北地区为最显著的负距平中心，并且该负距平区直接与位于极区附近的较强负距平区相联系，这当然有利于极区冷空气直接南下影响东北地区。另一个较强的负距平区出现在南亚（青藏高原和伊朗高原）。在暖夏年，北半球大部分地区为正距平分

布，负距平区仅限于高纬和极区，东北地区是由最显著的正距平所控制，即这一带超长波脊异常活跃，同时，青藏高原和伊朗高原也是明显的正距平分布，这表明在强大的南亚高压影响下，亚洲大陆东岸暖空气势力强盛，冷空气不易向南扩散，因而东北出现高温。

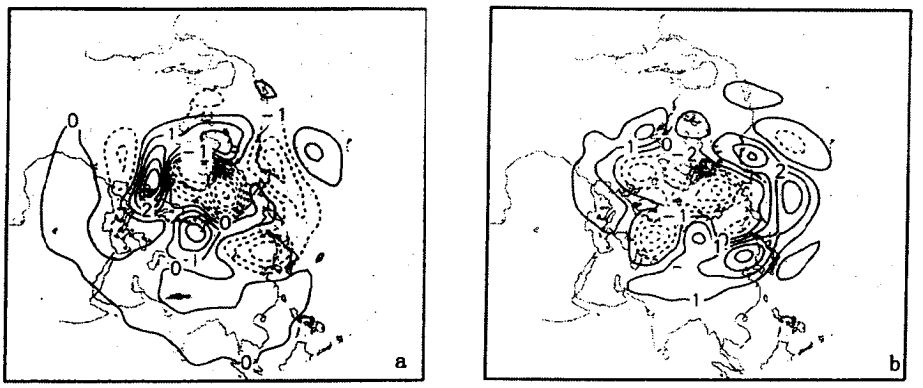


图 1　东北地区高低温年夏季 500 hPa 高度距平分布

（a. 低温年，b. 高温年）

高低温年 100 hPa 平均高度场分布（图略）的最明显特点是：冷夏年极涡强度要比暖夏年增强，极区中心值平均约低 5 dagpm，但在冷夏年南亚副热带高压却比暖夏年明显减弱，暖夏年南亚高压主体 1680 dagpm 等值线所包围的面积要比冷夏年大得多，中心值甚至可以超过 1685 dagpm。从高低温年 100 hPa 高度距平场来看（图 2），在冷夏年，北半球大部分地区为负距平分布，特别是中国东北地区为最显著的负距平中心，并且该负距平区直接与位于极区附近的较强负距平区相联系，有利于极区冷空气直接南下影响东北地区。另一个较强的负距平区出现在南亚（青藏高原和伊朗高原）；在暖夏年，北半球大部分地区为正距平分布，负距平区仅限于高纬和极区，东北地区是由最显著的正距平所控制，即这一带超长波脊异常活跃，同时，青藏高原和伊朗高原也是明显的正距平分布，这表明在强大的南亚高压影响下，亚洲大陆东岸暖空气势力强盛，冷空气不易向南扩散，因而东北出现高温。

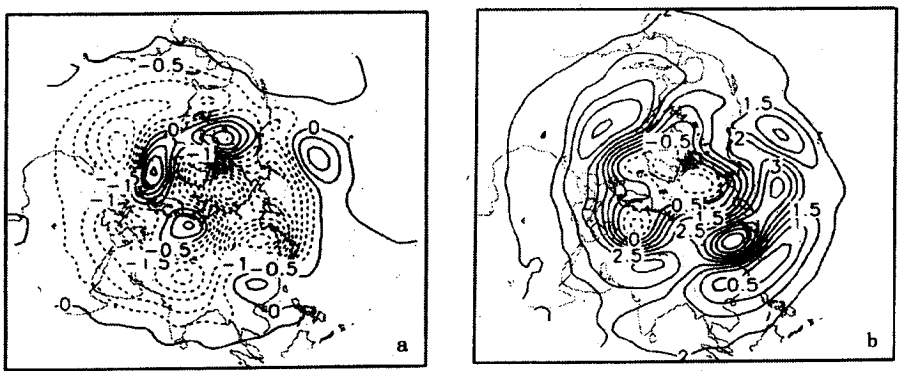


图 2　东北地区高低温年夏季 100 hPa 高度距平分布

（a.低温年，b.高温年）

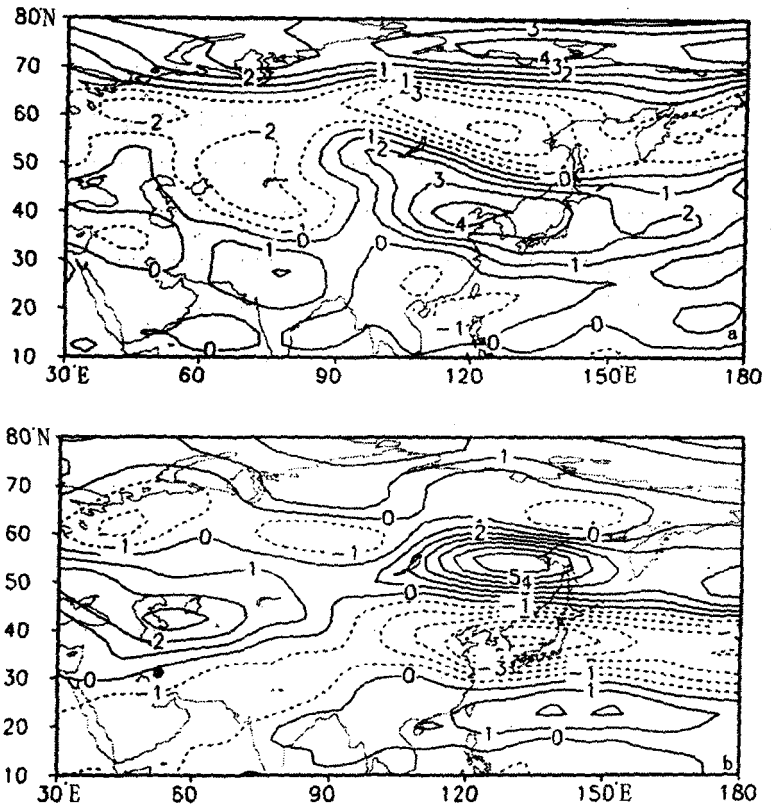


图 3　东北地区高低温年夏季 300 hPa 纬向风距平分布

（a. 低温年，b. 高温年；单位：m/s）

图 3 表示的是东北地区高低温年夏季 300 hPa 平均纬向风距平分布。我们可以看到，在东北地区低温年，东亚地区高空纬向风距平从北到南形成了正—负、正—负的东西向带状分布，而高温年是负—正、负—正的反向分布。具体说，当冷夏出现时，东亚西风急流有明显的分支现象，其中原来位于中纬的西风急流位置偏南， 40°N 附近的纬向西风明显加强，渤海和朝鲜半岛附近是较强的正距平中心，雅库茨克以南是明显的负距平中心。暖夏年东亚高空西风急流位置偏北，位于 55°N 左右是最显著的正距平区，东亚 30°～40°N 附近的纬向西风明显减弱，最大负距平中心位于朝鲜半岛。这说明东亚高空西风急流的位置和强度变化对东北地区气温异常也有重要影响。

高低温年 500 hPa 流场距平（图略）特征是：低温年夏季东北地区、青藏高原和西太平洋是明显的气旋式距平分布，这表明东北冷涡比较活跃，而西太平洋副高和南亚高压势力较弱；乌拉尔山是较强的反气旋式距平环流，即那里的高压脊经常能够得到维持。在高温年时，中国东北地区、华北大部和日本及其附近海域由较强的反气旋式距平环流所控制， 30°N 以南的西太平洋则分布着气旋式距平环流，这意味着中国北方地区盛行大陆高压，西太平洋副高也不容易在其正常的位置上得到维持，而偏向 30°N 以北，甚至与北方大陆高压合并成一体。

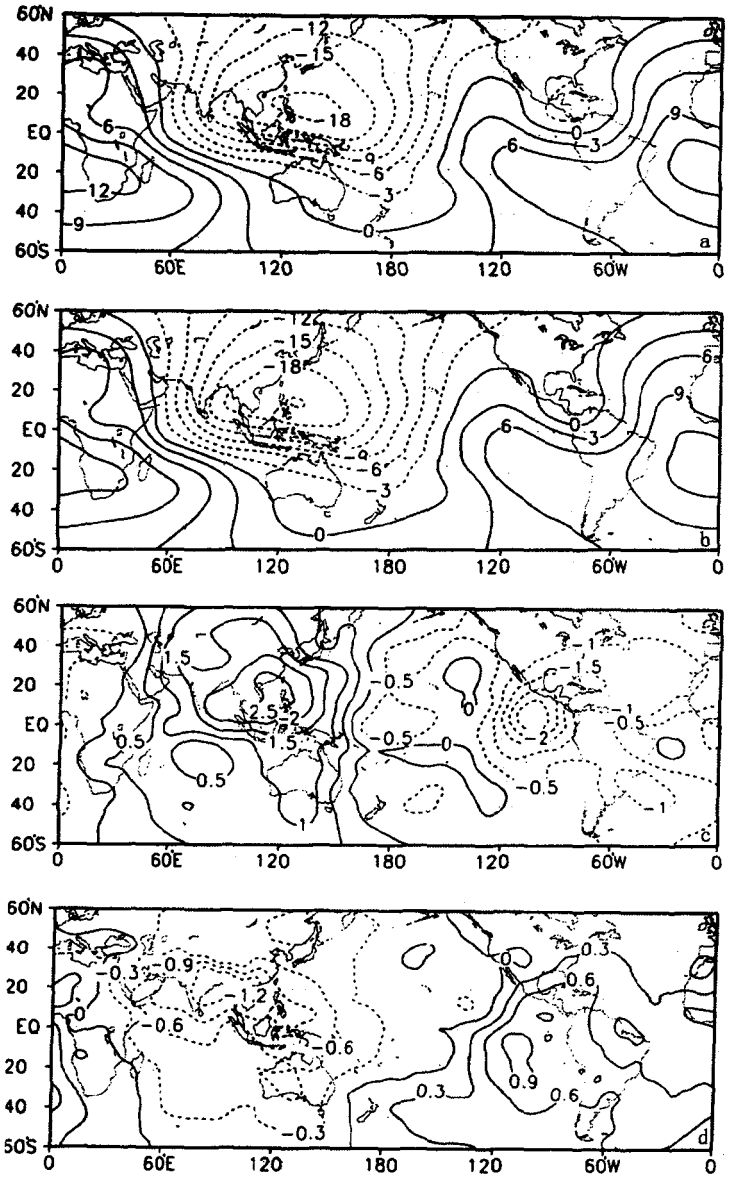


图4　东北地区高低温年夏季平均速度势及速度势距平差值分布

（a. 低温年 200 hPa 速度势，b.高温年 200 hPa速度势，c.200 hPa 速度势距平差值，d.850 hPa速度势距平差值：单位：10^6 m²/s）

图 4 给出的是东北地区高低温年 200 hPa 速度势及速度势距平差值分布。明显特征是，高温年时位于菲律宾及其以东洋面上的高层辐散和低层辐合环流强度要明显强于低温年（850 hPa 速度势图略），并且，在 200 hPa 上，160°E 以西速度势是负距平分布，160°E 以东是正距平分布，正距平大值区位于南海、菲律宾、中南半岛和孟加拉湾一带；而在 850 hPa 上，160°E 以西速度势是正距平分布，以东是负距平分布，正距平大值区与 200 hPa 负距平大值区较为一致，即在高温年时热带高低层辐散辐合环流加强的区域比较接近亚洲季风区，这可

需要全本请访问 www.ertongbook.com

能意味着这时的夏季风较为活跃。在东北地区低温时，高低层速度势距平分布与高温年时刚好相反，即这时的夏季风不算太强。事实上，东北地区夏季气温与季风之间确有一定关系，经计算我们得到东北地区夏季气温（69个测站气温之和）与东亚夏季风指数（取自文献[6]）之间的相关系数为-0.37，可以通过了0.05的信度检验，即东亚夏季风强时，东北地区气温高，而东亚夏季风弱时，东北地区气温低，尤其是东北地区南部区域甚至通过0.01的信度检验。

3.2 东北地区夏季低温的OLR特征

由于OLR所表征的热力强迫作用主要是由潜热释放引起的，因此它常被用于研究热带和热带以外地区天气气候的内在联系，正如前文分析，东北地区夏季气温变化不仅是中高纬大

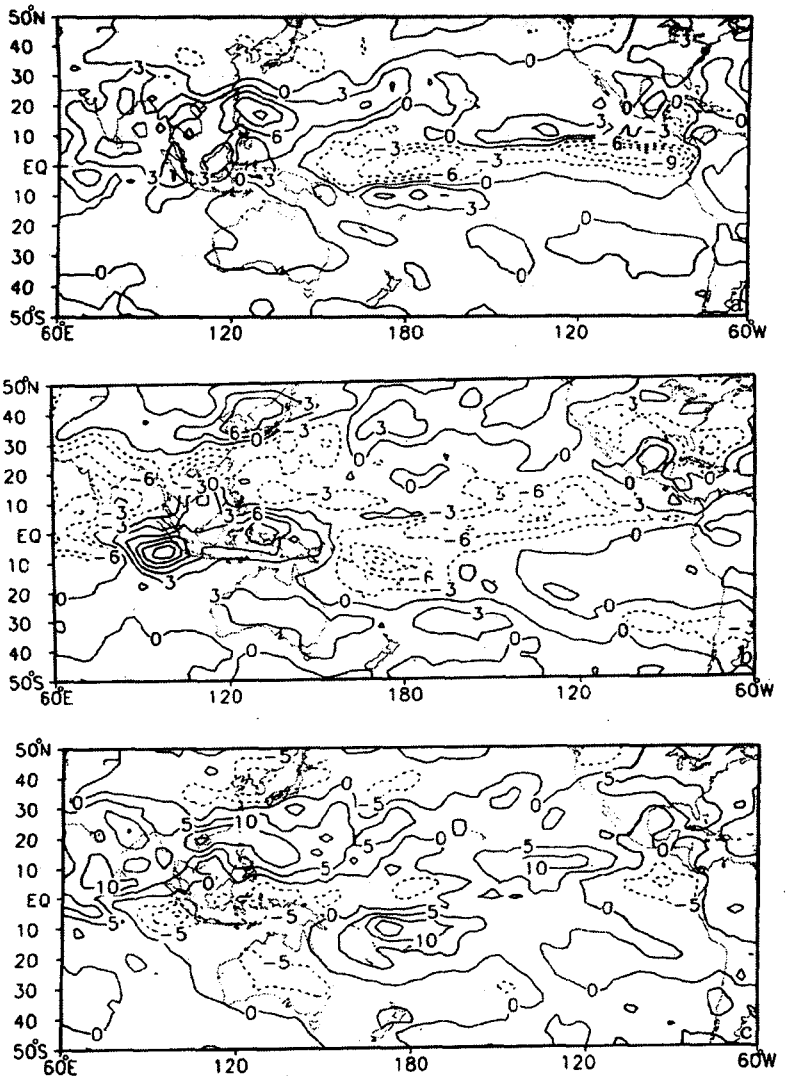


图5 东北地区高低温年夏季平均OLR距平及其差值图

（a. 低温年，b. 高温年，c. 差值分布；单位：W/m²）

气环异常的产物，同时也受到热带和副热带地区天气系统的影响。本文利用 1974～1997 年全球月平均 OLR 资料，对东北地区高低温年夏季 OLR 的同期和前期特征也进行了探讨。

从同期冷夏和暖夏 OLR距平及其差值分布（图 5）可以看出，低温时西太平洋赤道辐合带平均位置及其周围均由显著的 OLR 正距平所控制，正距平中心轴线在 17°N 左右，另外，在孟加拉湾和印度东北部（印度 ITCZ 的位置）以及中南半岛附近还存在着两个明显的正距平区，而在 25°N 以北的西太平洋和东北亚地区存在着大片的负距平分布。负距平中心轴线在 35°N 左右。以上说明东北地区冷夏年，西太平洋 ITCZ 强度偏弱，位置偏南，印度 ITCZ 强度偏弱，西太平洋副高位置偏南，强度偏弱；高温年夏季 OLR距平分布与低温年恰好相反，菲律宾以东洋面、印度和孟加拉湾以及中国南部沿海是负距平分布， 30°N 以北的西太平洋以及朝鲜半岛、日本和中国东北地区是显著的正距平分布。这意味着东北高温年时，西太平洋和印度 ITCZ 比较活跃，西太平洋副高位置异常偏北，且强度增强。高低温年 OLR距平的差别从图 5c 中看得更加清楚。另外我们还注意到 10°S 附近的中太平洋和印度尼西亚西侧的印度洋上还分别存在着一个明显的正距平和一个负距平（图 5c），它们也是影响东北夏季气温变化的关键区。

从东北地区高低温年前冬（12～1 月）OLR 合成距平（图略）及其差值分布（图 6a）中可见，冷年前冬赤道东太平洋（150°～110°W）存在着一个明显的负距平区，赤道中西太平洋（中心 160°E）以及东北太平洋（中心位于 20°N，150°W）和东南太平洋（中心位于 25°S，165°W）上则存在着 3 个明显的正距平区，而在高温年前冬 OLR 距平与上述分布刚好相反。

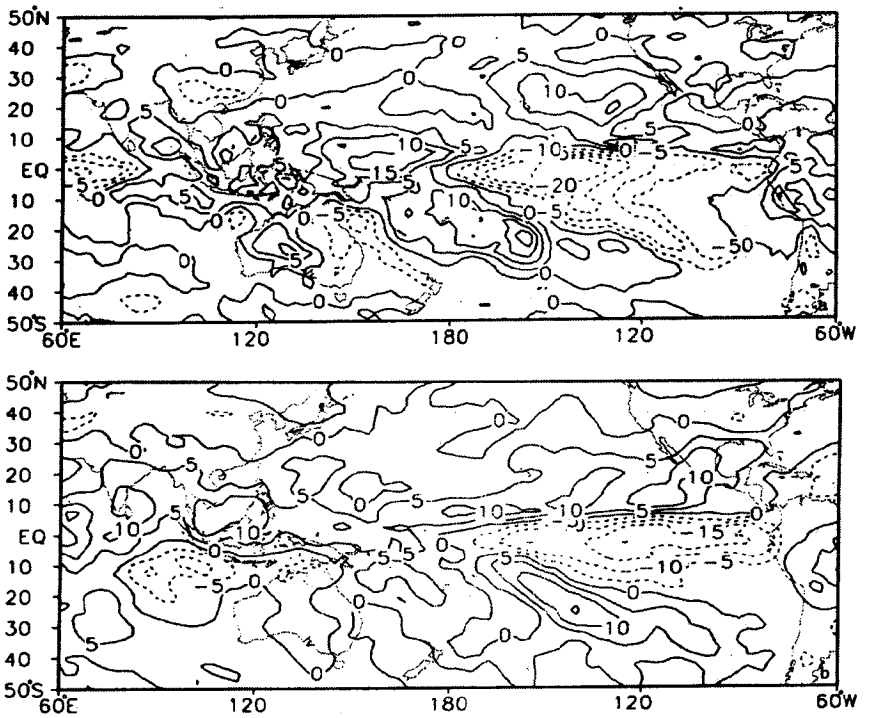


图 6　东北地区高低温年夏季前冬（12～1 月）和前春（3～5 月）OLR 距平差值分布

（a. 前冬 12～1 月，b. 前春 3～5 月；单位： W/m²）

就强度而言，以赤道东太平洋上的低指数区以及赤道中西太平洋和东南太平洋上的高指数区为最强，差值图上中心值可分别达-28 W/m^{2}和 22 W/m^2，24 W/m^2，因此前冬上述 3个关键区域上的 OLR分布特征可被用来推测东北地区夏季气温变化的趋势。

高低温年前春（3～5 月）OLR 距平的分布特征是，在冷年，赤道东太平洋仍由明显的负距平所控制，东南太平洋（中心位于 25°S，140°W）和东北太平洋（中心 18°N，150°W）也是明显的正距平分布，暖年 OLR 距平特征与此相反。这说明东北地区高低温年前冬和前春在上述 3个区域内的 OLR 分布存在着比较好的一致性和持续性。另外，在低温年前春，南亚和东南亚地区均是正距平分布，而在高温年则是负距平分布，这一点与高低温年夏季同期 OLR距平特征有一定类似，只是距平大值区较同期偏南一些。

4 结 论

本文对东北地区夏季气温变化的大气环流和 OLR 异常特征进行了分析，初步得到如下一些结论：

（1）东北地区低温年，北半球盛行经向环流，常有暖空气向北输送，在高纬地区建立暖脊或阻高，同时冷空气也比较活跃，经常可以扩散到 50°N 以南的中低纬一带；从超长波槽脊的位置来看，东北地区盛行超长波低压槽，而乌拉尔山附近的超长波高压脊则比较活跃。高温年时，情况与上述相反。

（2）东北地区低温年时，极涡强度偏强，而南亚高压强度偏弱。100 hPa 高度距平上，东北地区由最显著的负距平所控制，并且该负距平区直接与极区附近的较强负距平相联系，从而有利于极区冷空气南下影响东北地区；高温年时，北半球大部为正距平分布，东亚冷空气龟缩在极区，不易向南扩散。

（3）东北地区低温年夏季，高空西风急流位置偏南，而高温年西风急流位置偏北。

（4）东北地区低温年夏季，位于菲律宾及其以东洋面的高层辐散和低层辐合环流要明显弱于高温年，特别是亚洲季风区的高层辐散和低层辐合环流都是减弱的趋势，而高温年正好相反。东北夏季气温与夏季风之间也有一定关系，东亚夏季风弱时，东北易出现低温，反之，易出现高温。

（5）东北地区低温年夏季，西太平洋副高强度偏弱，位置偏南，西太平洋 ITCZ 强度偏弱，位置偏南，印度 ITCZ 强度偏弱。东北地区高温年时，西太平洋副高位置异常偏北，西太平洋 ITCZ和印度 ITCZ也比较活跃。

（6）东北地区冷夏年前冬和前春，赤道东太平洋由明显的 OLR 负距平所控制，而东南太平洋和东北太平洋以及赤道中西太平洋一般为 OLR 正距平分布，并且上述区域 OLR 分布存在着比较好的一致性和连续性，因此是影响东北地区夏季气温变化的关键区。

参考文献

1 丁士晟．东北地区夏季低温的气候分析及其对农业生产的影响．气象学报，1980，38(3)：234～241

2 章少卿．中国东北低温与厄尔尼诺的关系．见 国家科学技术委员会，中国科学技术蓝皮书，第 5号，气候．北京：科学技术文献出版社，1990．311～316

3 章名立等．七十年代全国地面气温的初步研究(三)，中国东北冷、暖夏季全球气温场的分布．大气科学，1982，7(1)：23～31

4 廉毅，安刚，. 东亚季风 El Nino与中国松辽平原夏季低温关系初探，. 气象学报，1998，56(6)：724～735
5 安刚，廉毅，. 近九十年吉林省松辽平原作物生成季气温变化的小波分析. 气象学报，1998，56(4)：458～466
6 施能，朱乾根，吴彬贵，. 近40年东亚夏季季风及中国夏季大尺度天气气候异常. 大气科学，1996，20(5)：575～583

THE UNUSUAL CHARACTERISTICS OF GENERAL CIRCULATION AND OLR IN LOW TEMPERATURE YEARS OF NORTHEAST CHINA

SUN Li AN Gang SHEN Baizhu TANG Xiaoling DING Li

(Institute of Meteorological Science of Jilin Province, Changchun 130062)

Abstract

In this paper, by using NCEP/NCAR reanalysis monthly mean data from 1958 to 1997, global OLR (outgoing longwave radiation) monthly mean data from 1974 to 1997 and summer temperature data from 69 observation stations of Northeast China, the general circulation and OLR anomaly characteristics in low and high temperature years of this area have been studied. The results show that the features of general circulation in the middle-high latitude and pole area, the location and the intensity of subtropical high of the western Pacific, polar vortex, South Asia high and the unusual longwave ridge and trough are quite different between low and high temperature years. The activities of Asia summer monsoon, the variations of planetary scale convergence and divergence circulation in tropical zone, and the OLR anomaly patterns in the ITCZ, equatorial east, southeast and northeast Pacific Ocean have the important impacts to the summer temperature anomaly in Northeast China.

Key words: Low temperature in Northeast China, General circulation anomaly, OLR features.

作者简介

孙力 男 39岁 毕业于南京大学 硕士 研究员 从事天气气候研究

中国东北地区夏季旱涝的大气环流异常特征*

孙力　安刚　廉毅　高枞亭　唐晓玲

（吉林省气象科学研究所，长春，130062）

摘　要

利用东北地区均匀分布的69个测站35年(1961～1995)夏季月平均降水资料和NCEP/NCAR 1958～1997年月平均再分析资料，对中国东北地区夏季旱涝发生的大气环流异常特征及其差异进行了诊断分析研究。结果表明，东北地区旱涝年夏季，高纬和极区大气环流特征、东北亚异常长波槽脊的分布和活跃程度、东亚大槽和西太平洋副热带高压的位置和强度等均有十分明显的差别。不仅如此，该区域夏季降水异常还显著地受到亚洲季风诸系统的影响，包括南亚季风、南海季风和副热带季风，并且高空西风急流的位置和强度也有明显不同。涡度、散度、垂直速度和水汽含量等物理量特征在旱涝年不仅有截然相反的分布，而且还表现出与低纬地区存在着不同的联系方式。位于菲律宾以东洋面上行星尺度的高层辐散和低层辐合也有一定不同，并且受热带地区大气加热强度变化的影响，东北地区所在经度上的经圈环流在旱涝年也发生了明显变化，从而对该区域降水异常产生影响。

关键词：中国东北地区旱涝，大气环流异常，中低纬系统和中高纬系统相互作用。

1　引　言

东北地区位于中高纬度，几十年的资料表明，夏季集中暴雨洪涝和持续性干旱等气候灾害异常活跃，特别是近些年来旱涝发生的频率还有增加的迹象。如果以全区域69个测站夏季降水小于或大于1.0σ（标准差）为标准，那么，在进入20世纪80年代以来的19年当中（1980～1998），就出现了5个典型的旱年和5个典型的涝年，旱涝发生频率超过了50%，远大于60～70年代（1961～1979年，也是19年）旱涝发生的频率。这些气候灾害的发生对当地国民经济尤其是对农业发展产生了很大影响，以近两年为例，1997年发生的历史罕见的持续性干旱，仅在吉林省就造成了超过50×10^8 kg粮食的减产，1998年松嫩流域发生的特大洪涝更是造成了达千亿元人民币的直接经济损失。虽然过去人们从不同的角度对东北地区的旱涝问题进行过一些研究，但多数集中在夏季降水异常的时空分布规律[1～2]、旱涝形成的OLR特征[3]和暴雨发生的气候学分析及其影响系统[4]等几个方面，相比之下，从全区域角度出发对旱涝成因及其出现的大尺度环流背景做全面和系统探讨的工作却不是很多。本文利用东北地区69个测站35年（1961～1995）夏季月平均降水资料以及NCEP/NCAR 1958～

* 资助课题：国家自然科学基金项目（49875022）

1997 年月平均再分析资料，对东北地区旱涝发生的大气环流异常特征进行了合成对比诊断分析，这对进一步认识该区域夏季降水异常的机理，进而研制有物理意义的预测方法都是有意义的。

2 资料和方法

利用东北地区均匀分布的 69 个测站35 年（1961～1995）夏季月平均降水量资料，以区域月平均降水距平百分率为标准，挑选了 10 个典型的涝月和 10个典型的旱月（表 1），7 月和 8 月各占一半，其中，涝月平均降水距平百分率为 46.8%，旱月平均降水距平百分率为 -42.3% 同时，以 NCEP/NCAR 1958～1997 年全球月平均再分析资料（格距 2.5×2.5 经纬度,垂直方向 17 层）为基础，分别制作涝年和旱年夏季(7～8 月)大气环流和各物理量场的合成平均图和合成距平图以及旱涝距平差值图（涝年夏季值减旱年夏季值），用合成对比分析方法探讨东北地区夏季旱涝大气环流异常的基本特征及其差异。

表 1 所选旱涝月个例

涝年	1962	1963	1985	1991	1994	1964	1969	1985	1987	1994	涝月
涝月	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	平均
距平百分率	36.2%	55.5%	27.5%	50.0%	25.5%	57.0%	46.0%	79.1%	50.6%	40.3%	46.8%
旱年	1968	1972	1974	1976	1982	1975	1979	1989	1991	1992	旱月
旱月	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	平均
距平百分率	-33.0%	-40.1%	-35.6%	-31.2%	-40.1%	-41.2%	-43.2%	-63.1%	-52.9%	-41.7%	-42.3%

3 结果分析

图 1 表示的是涝年夏季和旱年夏季 500 hPa高度距平的合成图及其差值图。可以看出，它们之间的差异是明显的，对于东北地区多雨年，500 hPa 高纬和极区主要由正距平所控制，位势高度较常年高；而对应东北地区少雨年，500 hPa 高纬和极区主要由负距平所控制，位势高度较常年低，这种差异说明高纬和极区大气环流异常对东北地区夏季降水是有一定影响的。并且，涝年 500 hPa 中高纬度主要距平槽脊为三波型，贝加尔湖及其以北的新西伯利亚为较强的正距平，说明该地区经常有长波脊停留和经过，堪察加半岛及其周围是明显的负距平分布，而阿留申群岛附近则是明显的正距平分布，这表明东北地区涝年，东亚大槽容易在较为偏西的位置上加深，而阿留申低压则有所减弱；东亚至太平洋地区，从东北中西部一直到华北和西北北部以及蒙古地区负距平显著，中心位于蒙古东南部和内蒙东北部，即这一带常有异常低槽发展；而 25°N 以北的西北太平洋和日本及其周围地区的较强正距平分布则意味着，在涝年夏季西太平洋副热带高压不仅位置偏北偏西强度偏强，而且经常能与位于日本地区的西风带高压脊“打通”而形成东阻形势。上述大尺度环流背景对导致东北地区持续性降水是非常有利的。旱年 500 hPa 高度距平分布与上述差别较大，尤其是东亚和太平洋地区更为明显。首先，东北及其西部是正距平中心，此正距平区向东还包括了俄罗斯远东地区和日本北部，向西可一直伸展至巴尔喀什湖附近，表明这一广阔的纬向带状分布的区域内夏季异常高压脊比较活跃。而在 20°N至 40°N之间的东亚沿岸和西太平洋地区则是非常明显的负距平分布，负距平中心位于日本南部海面，即在东北地区旱年，西太平洋副高位置容易偏南偏东，且强度偏弱。同时，以阿留申群岛及其以东地区为中心的另一个明显的负距平区可能还意味着这时的阿留申低压较为活跃，东亚大槽位置偏东。以上构成东北地区夏季旱涝的大

需要全本请访问 www.ertongbook.com

气环流异常形势不仅与长江流域[5]和西北地区[6]降水异常有明显的不同，其与华北地区旱涝也有很大差别[7]，因此，对中国北方地区雨带的确定是值得进一步细划的。

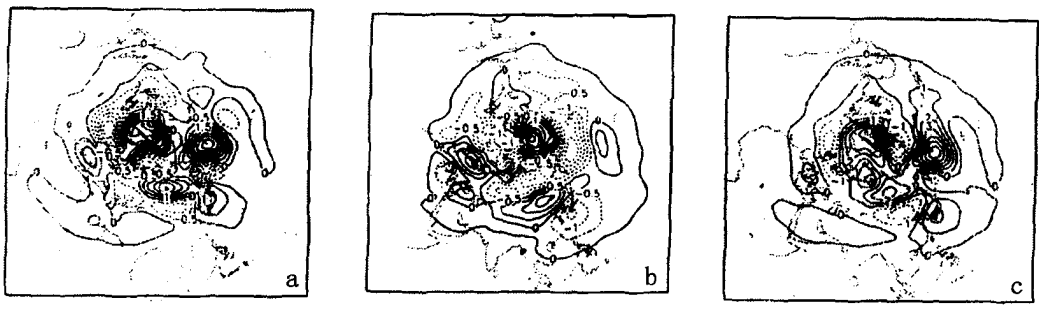


图 1　东北地区旱涝年夏季 500 hPa 高度距平合成图及其差值分布

（a.涝年，b.旱年，c.差值）

东北地区旱涝年对流层中下层流场特征及其差别也是十分明显的，图 2 给出的是 850 hPa 流场距平合成图及其差值分布。我们可以看到，在降水偏多年，位于贝加尔湖以北俄罗斯新西伯利亚地区和位于日本及其周围的两个反气旋式距平环流都是非常明显的，更值得注意的是，有 4 支不同的南风距平气流在中国东部地区汇集并加强后向北伸展，从而对东北地区持续性降水产生影响。一支源自孟加拉湾，东传后折向北：一支是源自南海直接北上的南风距平气流；一支源自副热带高压南侧，西传后北上；还有一支源自青藏高原东侧，途经西南地区后向北推进，这 4 支北上的南风距平气流与西风带距平气流在东北地区结合，形成了一个十分明显的气旋式距平环流。这说明东北地区夏季降水不仅与中高纬度天气系统有直接关系，而且与热带和副热带地区大气环流异常的联系可能更为密切，因为那里的气流更具有高温和高湿的性质。可见东北旱涝还明显地受到亚洲季风诸系统的影响，包括南亚季风、南海季风和副热带季风，不仅是中高纬，也是中低纬天气系统相互作用的产物。旱年夏季，其流场特征与上述恰好相反，东北地区和华北北部由明显的反气旋式距平环流所控制，中国东部地区是一致的北风或东北风距平，即这时亚洲季风诸系统对东北地区的影响大大减弱，110°～160°E、15°～40°N 之间的中国东部和西太平洋广大地区分布着一个庞大的气旋式距平环流，中心位于日本南部海域。旱涝年之间的差别在图 2c 中看得更为清楚。

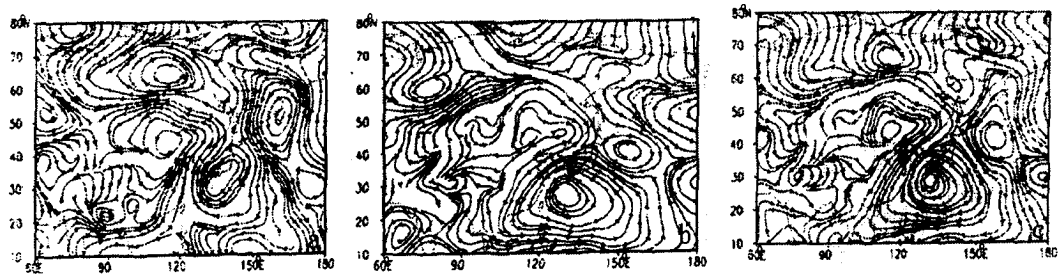


图 2　东北地区旱涝年夏季 850 hPa 流场距平合成图及其差值分布

(a.涝年，b.旱年，c.差值)

东亚高空西风急流是影响中国天气气候变化的重要系统，其位置的南北移动及其强度

变化与东亚大气环流的季节性转换和中国大部分地区雨季的开始和结束都具有十分密切的联系。为分析东亚高空西风急流异常对东北地区夏季降水的影响，我们给出了该区域旱涝年夏季高空（300 hPa）纬向风距平特征及其差值分布（图 3）。图中最明显特点是，当降水偏多时，以贝加尔湖南端为中心纬向带状分布的负距平十分明显，而在其南北两侧的西风则得到加强，特别是中国西北地区东部和河套附近维持着一个正距平中心。东亚沿岸地区，以库页岛以东洋面为中心呈带状分布的正距平非常明显，东北地区位于该正距平区的右后方，而在其南侧的西太平洋地区和其北侧的堪察加半岛周围则由明显的负距平所控制。东北地区旱年夏季，东亚沿岸地区高空西风急流有明显的分支现象，其中原来位于中纬度的高空锋区明显减弱，以东北地区为中心纬向分布的广大区域内由负距平所控制，而在其南北两侧的中国江南和西太平洋地区以及俄罗斯远东地区纬向西风得到加强。可见高空西风急流异常对东北地区旱涝也是至关重要的。

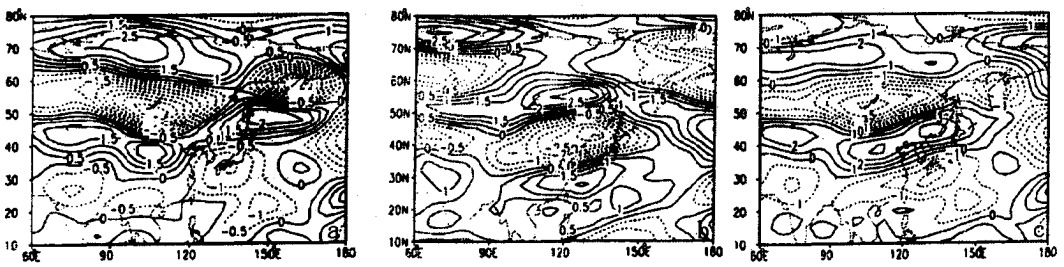


图 3 东北地区旱涝年夏季 300 hPa 纬向风距平合成图及其差值分布

（a.涝年；b.旱年；c.差值：单位： m/s）

旱涝年夏季平均的涡度、散度、垂直速度和湿度等物理量分布特征及其差异也是非常明显的(为节省篇幅,文中只给出了涝年距平减旱年距平的差值分布,图 4）在涝年，500 hPa 涡度距平的分布特点是，东北地区、华北北部、蒙古和俄罗斯远东地区为最显著的正距平分布，中心位于东北中东部和蒙古东部，而在旱年正好相反。多雨年夏季在对流层中低层（850 hPa）中国东北地区、华北东部、江淮至长江中下游地区是一个呈东北-西南向分布的散度负距平区，负距平中心位于东北中部和江淮附近，而在对流层高层（200 hPa），东北地区则是最显著的正距平区，最大正距平轴线也呈东北-西南向，其南端可伸至中国东部的副热带地区，这表明涝年夏季中国东北地区低层辐合和高层辐散不仅同时都得到加强，而且这种加强还与低纬或副热带地区的天气系统相联系。500 hPa 垂直速度的距平分布也有与上述相类似的特点，东北地区是最为明显的负距平分布，表明该区域上升运动将得到加强，东北-西南向的最大负距平轴线向南也可以到达低纬或副热带地区，即东北地区 ω的负距平分布并不是孤立的，它与低纬或副热带地区也存在着密切联系。涝年东亚地区最大增湿距平也是出现在东北地区，并且从这里向西南可一直延伸到热带或副热带地区，向西北可到达贝加尔湖以东附近。在东北地区旱年夏季，上述物理量距平会出现与涝年相反的分布，这里不再赘述。

200 hPa 和 850 hPa 速度势通常用来反映大尺度辐散和辐合环流的变化情况，图 5 给出了东北地区涝年和旱年 200 hPa 平均速度势及其距平的差值分布（850 hPa速度势图略）。我们可以看到最明显的差别是太平洋上高低层辐散辐合中心的强度，在旱年，位于 20°N 附近菲律宾东侧（120°～150°E）的高层辐散中心和低层辐合中心都较涝年要强，中心位置较涝年稍偏东。从旱涝年高低层平均速度势距平（图略）及其差值分布（图 5c,d）来看，可以发

现，涝年大约在 120°E 以东 850 hPa和 200 hPa速度势距平分别为负值和正值分布，以西分别为正值和负值分布，距平中心在热带印度洋，旱年刚好相反。这说明与中国天气气候联系紧密的南亚地区在东北地区涝年高低层行星尺度的辐散辐合环流将有一定程度的加强，也说明东北地区涝年上述地区夏季风可能比旱年更活跃一些。

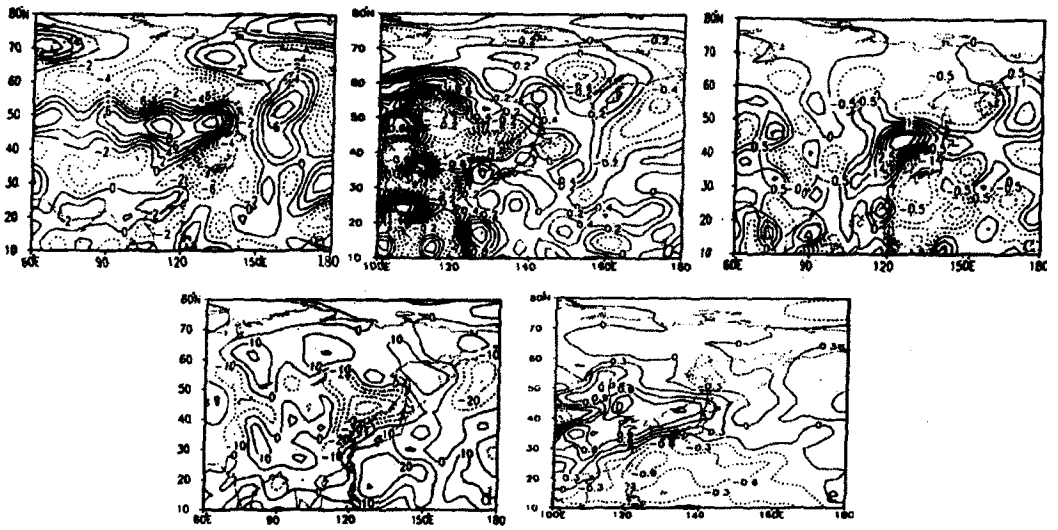


图 4 东北地区旱涝年夏季各物理量距平差值分布

(a.500 hPa 涡度，单位：$10^{-6}s^{-1}$；b.850 hPa散度，单位：$10^{-6}s^{-1}$；c.200 hPa 散度，单位：$10^{-6}s^{-1}$；d.500 hPa垂直速度，单位：10^{-3}Pa/s；e.850 hPa比湿，单位：g/kg)

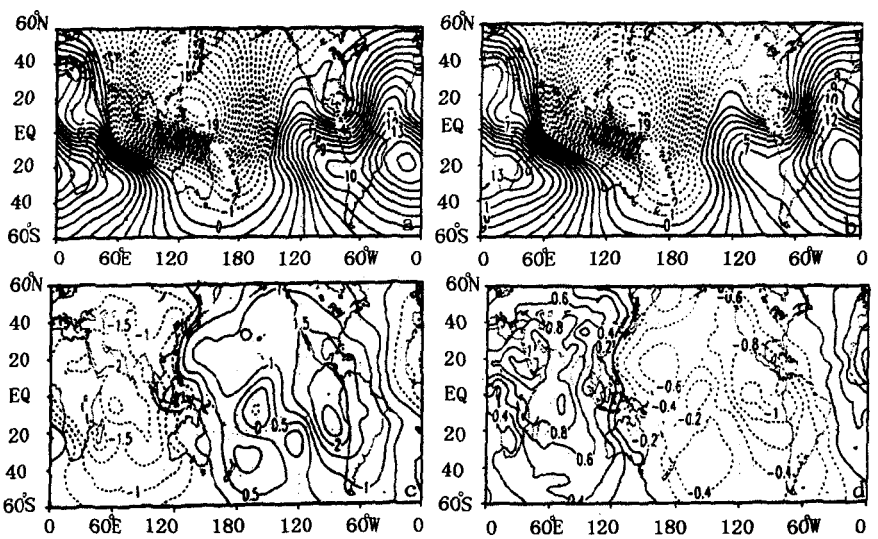


图 5 东北地区旱涝年夏季平均的速度势及速度势距平差值分布

(a.涝年平均 200 hPa 速度势，b.旱年平均 200 hPa 速度势，c.200 hPa 速度势距平差值，d.850 hPa速度势距平差值 单位：10^6 m^2/s)

热带地区大尺度辐合辐散环流的分布和变化实际上是对局地加热不平衡的动力调整，

它反映了大气冷热源的分布和变化，在多降水区这种分布和变化还将对垂直环流有所影响[7]。图 6 给出了东北地区旱涝年沿 120°～135°E （东北地区所在经度）平均的经圈环流距平及其差值分布。明显特征是，在涝年 20°N 附近是下沉运动距平，即这里的上升运动将有所减弱，这与该区域大气加热强度的减弱可能有关，这一下沉运动距平使得 20°N 以南在低层出现北风距平，在中高层出现上升运动距平。而在 20°N 以北的副热带地区(20°～38°N）中低层出现明显的南风距平，即使这一带空气的向北输送得到加强，这对西太平洋副高的偏北偏西和偏强是有利的。在中纬地区（38°～52°N），则出现了很明显的上升运动距平，距平中心在 45°N 左右，这当然十分有利于东北地区出现多雨。东北地区旱年，与上述情况正好相反，20°N 附近是上升运动距平，这与该区域加热增强可能有关，20°N 以南到赤道附近为正环流距平分布，而 20°N 以北的副热带到中纬地区为反环流距平分布，特别在中纬度（38°～52°N 是明显的下沉运动距平，距平中心也位于 45°N 附近，这对维持东北地区少雨当然是有利的。以上说明可能由于热带地区热源强度或位置变化引起的经圈环流距平可以在东北地区导致上升或下沉运动异常，从而对该区域旱涝产生影响。

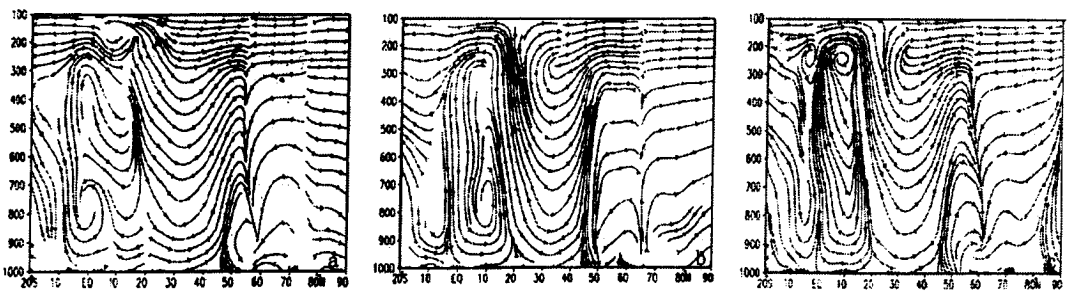


图 6 东北地区旱涝年夏季沿 120°～135°E 平均的经圈环流距平及其差值分布

(a. 涝年分布，b. 旱年分布，c. 差值环流分布)

4 结 论

(1)东北地区涝年夏季，500 hPa 高度场高纬和极区主要由正距平所控制，特别是贝加尔湖以北的新西伯利亚地区长波脊较为活跃，而东北地区中西部、华北北部和蒙古东部一带有异常长波低槽发展，西太平洋副高不仅位置偏北偏西强度偏强，而且常能与位于日本地区的西风带高压脊“打通”而形成“东阻”形势，东亚大槽容易在较为偏西的位置上加深，阿留申低压减弱。旱年与上述相反，高纬和极区主要由负距平所控制，以东北地区为中心东西两侧呈带状分布的区域内常有异常高压发展，西太平洋副高位置偏南偏东强度偏弱，东亚大槽偏东，阿留申低压增强。

(2) 东北地区旱涝年夏季对流层中低层流场特征及其差异也十分显著，特别是当降水偏多时，在低层(850 hPa）有 4 支北上的南风距平气流与西风带距平气流在东北地区形成了一个十分明显的气旋式距平环流，这 4 支北上的南风距平分别源自孟加拉湾、南海、副热带高压西南侧和青藏高原东侧。这说明东北地区夏季旱涝不仅与中高纬大气环流异常有直接关系，而且还明显地受到亚洲季风诸系统的影响，包括南亚季风，也包括南海季风和副热带季风。而在旱年，东北地区由明显的反气旋式距平环流所控制，中国东部地区是一致的北风或东北风距平分布。

(3) 东北地区旱涝年夏季各物理量的分布特征及其差异是：在涝年，东北地区由最显著

的涡度正距平、垂直速度负距平和增湿区所控制，同时该区域对流层高层和低层的辐散和辐合也得到明显加强。并且上述物理量距平一般主要呈东北-西南向的经向分布，大值距平区轴线向南可一直伸展至低纬或副热带，即出现在东北地区的上述物理量距平分布不是孤立的，它们与热带或副热带地区的天气系统有密切联系。而在旱年，一般会出现与涝年截然相反的分布。

(4)位于 20°N 附近菲律宾以东洋面上（120°～150°E）行星尺度的高层辐散和低层辐合中心在东北地区旱年要比涝年有所增强，位置也稍偏东，但涝年在 120°E 以西，特别是在南亚地区速度势会在高层出现负距平，而在低层出现正距平，120°E 以东是反向分布，旱年则刚好与上述相反。

(5)沿 120°～135°E （东北地区所在经度）平均经圈环流剖面上，东北地区涝年时，20°N 附近是下沉运动距平，20°N 以北的副热带地区中低层由于南风距平的存在，使得空气向北的输送得到加强，在中纬度地区则会出现明显的上升运动距平，中心位于 45°N 左右。东北地区旱年时，20°N 附近是上升运动距平，20°N 以南到赤道附近为正环流距平，20°N 以北的副热带到中纬地区为反环流距平，明显的下沉运动距平主要出现在中纬度，中心也是在 45°N 左右。上述经圈环流异常的出现可能与 20°N 附近大气加热在东北地区旱涝年的强度变化有关。

参考文献

1 孙力等．中国东北地区夏季降水异常的气候学分析．气象学报，即将发表

2 周琳等．东北气候．北京：气象出版社，1991．366pp

3 孙力等．东北地区旱涝的 OLR 特征分析．应用气象学报，即将发表

4 郑秀雅等．东北暴雨．北京：气象出版社，1992．219pp

5 张庆云，陶诗言．亚洲中高纬度环流对东亚夏季降水的影响．气象学报，1998，56(2)：199～211

6 李栋梁，姚辉中国西北夏季降水量与 500 hPa 纬偏场的特征分析．气象，1991，21(11)：22～26

7 李崇银．华北地区汛期降水的一个分析研究．气象学报，1992，50(1)：40～49

8 丁一汇等．北半球夏季全球热带和副热带 200 hPa 平均辐散环流的研究．气象学报，1987，45 (1)：120～127

THE UNUSUAL CHARACTERISTICS OF GENERAL CIRCULATION IN DROUGHT AND WATERLOGGING YEARS OF NORTHEAST CHINA

SUN Li AN Gang LIAN Yi GAO Zongting TANG Xiaoling

(Institute of meteorological science of Jilin Province, Changchun 130062)

Abstract

In the paper, by using NCEP/NCAR reanalysis monthly mean data from 1958 to 1997 and summer precipitation from 69 observation stations of Northeast China, the general circulation anomaly characteristics in drought and waterlogging years of this area have been studied. The results show that the features of general circulation in the high-latitude and pole area, the location and the intensity of subtropical high of the western Pacific and the unusual long wave ridge and trough in northeast Asia are quite different between drought and waterlogging years. The activities of Asia summer monsoon (including South Asia summer monsoon and East Asia summer monsoon) and the variations of planetary scale convergence and divergence circulation in tropical zone have the important impacts to the summer precipitation anomaly in Northeast China.

Key words: Drought and waterlogging in Northeast China, General circulation anomaly, Interaction between middle-low latitude and middle-high latitude.

吉林省气研所承担的课题被列入国家重点基础研究发展规划项目

最近，国家重点基础研究发展规划项目《我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究》经国家自然科学基金会推荐，由国家科学技术部批准立项，并开始实施。吉林省气象科学研究所作为其中主要承担单位参加该项目第四部分“人类活动的生态效应及其对干旱化影响的研究”的课题研究。该课题重点解决土地利用和水资源与水利用的变化历史及其驱动力的综合分析；土地利用和水利用对区域干旱化的影响及其机理；人类活动对生态系统格局过程和动态的影响等科学问题。省气研所廉毅研究员被推选为该项目 49 名专家组成员之一。

（吉林省气象科学研究所　闫永凯）

需要全本请访问 www.ertongbook.com