

北京的气候振动¹

冯 丽 文

(中国科学院地理研究所)

近年来,利用历史记载恢复我国历史时期气候取得了可喜成果。然而使用单站长序列气象资料,进行气候变化的研究却不多。早在60年代初,王绍武撰写了上海的气候振动^[1]。毫无疑问,由于气象记录的连续,精确等特点,使气候变化研究更加细致、可靠。因此单站长序列气象记录的分析,是气候变化研究中不可忽视的一个方面。

北京故宫“晴雨录”,记录了北京1724—1903年,长达180年之久的逐日天气现象,是世界上难能可贵的气象资料之一。本文根据笔者文献^[2],对所缺资料作了插补,并使其与现代气象记录相衔接,建立了1724—1980年降水日数序列。北京气象仪器观测资料,也是我国最长的气象记录之一,降水资料已有140年(1841—1980年)记录,其中所缺资料,由北京250年降水资料^[1]插补,北京气温资料也有112年(1869—1980年^[2])记录。如此长的连续资料,为北京气候振动研究,提供了有利条件。

一、温度的多年振动

1. 年平均气温的多年振动 本世纪以来,我国各地气温前期增暖,40年代以后变冷,尤以夏秋明显^[3]。图1a给出了北京1869—1980年逐年年平均气温曲线。从曲线的振动状况看出,北京112年年平均气温的振动大致经历了三个不同阶段:

(1) 1877—1918年,北京处于明显偏冷期,其中除1900年前后气温偏暖显著外,全段负距平占优势,且振幅较大。这一事实从1871—1980年每10年平均气温距平,看得更加清楚。1871—1920年的50年,均为负距平。19世纪末的10年年平均气温仅有 11.5°C ,较多年平均气温偏低约 0.3°C 。

(2) 1919年北京年平均气温开始进入偏暖期,该阶段最高年平均气温(12.8°C)出现在1921年及1935年,距平为 $+1.0$ 。本世纪20年代至40年代的增温,是北京增温最高的时期。

此外,1947年年温仅为 10.5°C (距平为 -1.3)是最低的年份之一,其后几年年平均气温虽然为正距平,但振幅明显减弱,而后进入了偏冷期。因此1947年可视为北京本

* 本文承王绍武老师支持与鼓励,特此致谢。

1) 中央气象局研究所,1975年。

2) 抄自北京市气象台,特此致谢。

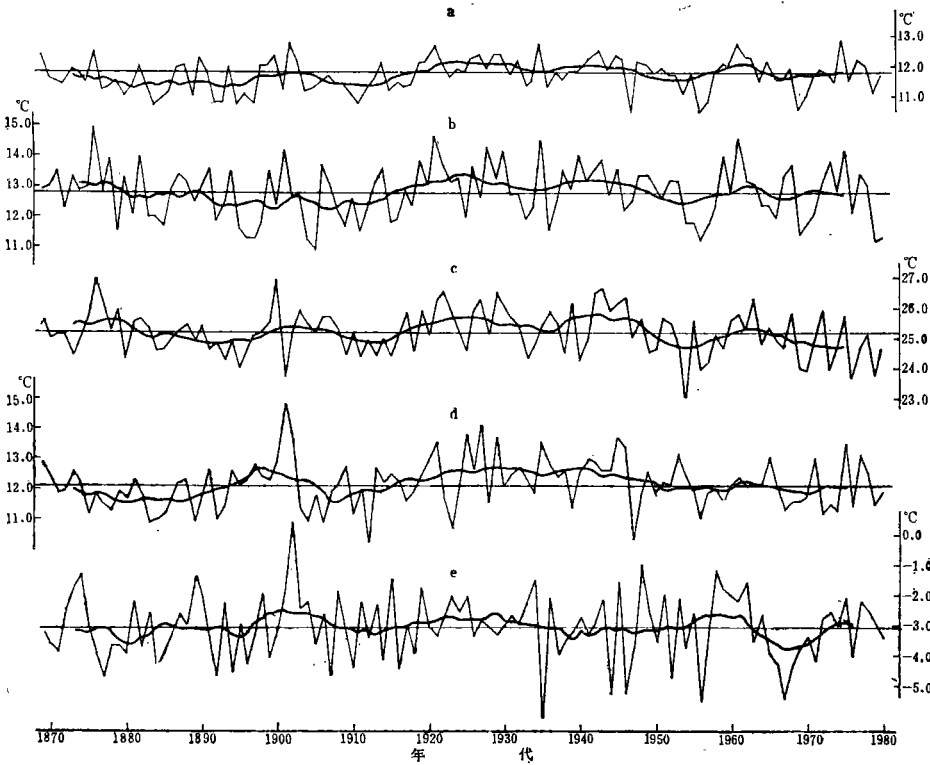


图 1 北京1869—1980年平均气温及十年滑动曲线

Fig. 1 Mean temperature from 1869 to 1980 and the running curve of ten years

世纪增温的转折点。

(3) 北京近30年(1951—1980以下皆同)处于偏冷期,并且冷、暖振幅变化大,在短短的30年中,先后于1956、1969年出现了百余年来最低温(10.5°C),而于1975年出现了百余年的最高温(12.9°C)。与本世纪前半半个世纪相比,近30年小波动明显增强,先后出现了两个明显的偏冷振动(1951—1957年及1966—1974)年,及两个明显偏暖振动(1958—1965年及1975—1980)年。平均冷暖持续期大约仅为7年。

对112年年平均气温序列作功率谱分析,取最大落后为37年(以下春、夏、秋、冬平均气温功率谱分析,其序列长度、最大落后皆同上)。结果,较明显的周期为3.2年和14.9年,但均未达到90%置信界限(表1)。

2. 北京各季节气温的振动 为了了解各个季节气温的振动,图1(b、c、d、e)给出了北京1869—1980年春(3—5月)夏(6—8月),秋(9—11月),冬(12—2月),平均气温的逐年变化。

春:北京春季气温多年振动(图1b)状况为:1879—1918年,偏冷;1919—1953年,偏暖;1954—1980年,偏冷。

19世纪末的10年春季气温最低。平均温度为 12.4°C (距平 -0.4)。本世纪20年代、40年代春季增温最高。近30年,50年代中期出现了百余年来春季低温的最长持续期。此外,1969—1971年及70年代末,春季气温亦偏低,尤其是1979、1980年低温(距平 -1.6

表 1 功率谱分析结果
Table 1 The results of power spectrum analysis

年 数	置信界限超过90%的周期年数				
	春	夏	秋	冬	年
气 温	11.5—13.6 10.0—11.5 6.5—7.1 2.3—2.4 2.2—2.3	16.6—21.3* 3.2—3.3*	2.0	2.2 2.1—2.2	
降水量	14.4—17.0 6.4—6.9 6.0—6.4	37.4—62.3 * 26.7—37.4 * 3.5—3.7 * 3.4—3.5 * 2.5—2.6 * 2.4—2.5 *	4.2—4.3	9.8—11.0 2.8—2.9* 2.7—2.8*	37.4—62.3 * 3.7—3.8 * 3.5—3.7 * 3.4—3.5 * 2.5—2.6 *
降水日数	114.3—342.8 * 68.6—114.3 * 49.0—68.6 * 2.1 * 2.0—2.1 *	≥342.8 * 114.3—342.8 * 68.6—114.3 * 49.0—68.6 * 3.4—3.5 * 2.5 * 2.4—2.5 * 2.4	114.3—342.8 * 68.6—114.3 * 49.0—68.6 * 2.4—2.5 * 2.4 *	5.3—5.4* 5.1—5.3*	≥342.8 * 114.3—342.8 * 68.6—114.3 * 49.0—68.6 * 2.6 *

* 超过95%置信界限

和-1.5) 仅次于1904、1905年，是北京近75年来春季低温最严重的两年。50年代以来的春季低温给北京的农业生产带来了一定影响。

功率谱分析表明，北京春季气温存在11、12年，2年及7年准周期振动（表1）。

夏：北京夏季气温的多年振动（图1c）与春季气温振动大体相似。1885—1916年，偏冷；1917—1948年，偏暖；1949—1980年，偏冷。

20年代及40年代增温最高，1949—1980年夏季气温明显偏低，并且除了60年代前半期气温偏暖外，偏冷年份占绝对优势，其中气温下降1.0℃（或以上）的冷夏有八年（1954、1956、1957、1969、1970、1973、1976、1979年）1954年气温偏低-2.3℃，是北京最显著的冷夏。目前10年是北京夏季气温最低的10年（平均气温为24.7℃，距平-0.5）。

功率谱分析表明，北京夏季气温存在准3年、准19年周期振动（表1）。

秋：秋季气温多年振动（见图1d），可分为如下几个冷暖期：1869—1893年，偏冷；1894—1902年，偏暖；1903—1912年，偏冷；1913—1946年，偏暖；1947—1980年，偏冷。

秋季最明显的冷期出现在上世纪70年代至80年代，其平均气温分别为11.8℃（距平-0.32）和11.6℃（距平-0.55）。秋季增温最高的时期亦为本世纪20年代至40年代。近30年秋季气温处于偏冷期，但与前两个偏冷期相比，该冷期气温下降幅度明显减弱。比较偏冷的年份出现在1967—1974年（距平-0.4）。近10年气温仍偏低。

北京秋季气温周期振动并不十分明显，功率谱分析表明存在 2 年周期振动(表 1)。

冬：(图 1e) 为北京冬季气温的多年振动，与春、夏气温多年振动状况相比较，有很大差异：1881—1920 年，除 19 世纪末的 10 年外，气温均偏高，本世纪初的 10 年是百余年冬季气温最高的 10 年，其次，本世纪 40 年代春、夏、秋气温明显增高，而冬季气温却偏低(距平 - 0.1)。近 30 年春、夏、秋气温均偏低，唯独冬季气温除 60 年代外，均偏高。而且，冬季气温多年振动，存在着明显的准 2 年周期振动(表 1)，但 50 年代后半期至 70 年代末，冷暖振动周期明显增长，振幅明显增大；1957—1962 年连续 6 年暖冬(平均气温 - 1.97℃，距平 + 1.13)，1965—1971 年连续 7 年严冬(平均气温 - 4.2℃，距平 - 1.10)，是北京百余年冬季气温变化最激烈的时期。

二、降水的多年振动

1. 年降水量和降水日数的多年变化 我国降水、根据本世纪前 60 年大范围多雨月的统计，多雨期出现在 10 和 50 年代，少雨期出现在 40 年代⁴¹，图 2a 为北京 1941—1980 年年降水量的多年振动曲线，从其变化特点看，上世纪 70 年代至 90 年代中期及本世纪 50 年代降水量明显偏多，19 世纪 50—60 年代及 20 世纪初至 40 年代降水量偏少。最多年雨量 1406 毫米(1959 年)最少年雨量 256 毫米(1921 年)。

近 30 年，50 年代异常多雨，其中 1954 年 1955、1956、1959 年降水距平百分比皆高于 + 40%。60 年代少雨，1965、1962 年为近 30 年来降雨最少的两年(距平 - 48%，- 42%)。近 10 年少雨，但在程度上远小于上世纪 60 年代及本世纪的 30、40 年代。

对 140 年降水量作功率谱分析，取最大落后为 47 年(以下作春、夏、秋、冬降水量功率谱时，序列长、最大落后皆同上)。结果，存在准 47 年，3.7—3.5 年，2.5 年周期(表 1)。

北京 1724—1980 年降水日数的多年振动为：1724—1774 年，少雨日；1775—1824 年，多雨日；1825—1939 年，少雨日；1940—1980 年，多雨日。

近 30 年平均降水日数异常多(113 天)，比常年多 19 天，其中 1953、1954、1964 年年降水日 ≥ 140 天，1964 年为 148 天，是 257 年来降水日数最多的一年。年降水日数最少为 60 天(1747、1763 年)。此外，对 257 年年降水日数作功率谱分析，最大落后取 86 年(以下春、夏、秋、冬降水日数功率谱分析，序列长，取最大落后皆同上)。结果年降水日数存在 171、86、57、2.6 年准周期振动(表 1)，并且有明显的趋势项(相对方差 0.074)。

2. 北京各季节降水量、降水日数的多年振动

春：从北京春季降水量(图 2d)，降水日数多年振动状况：

年代	降水量特征	年代	降水日数特征
1841—1850	多雨	1731—1790	偏少
1851—1930	少雨	1791—1820	偏多
1931—1970	多雨	1821—1940	偏少
1971—1980	少雨	1941—1980	偏多

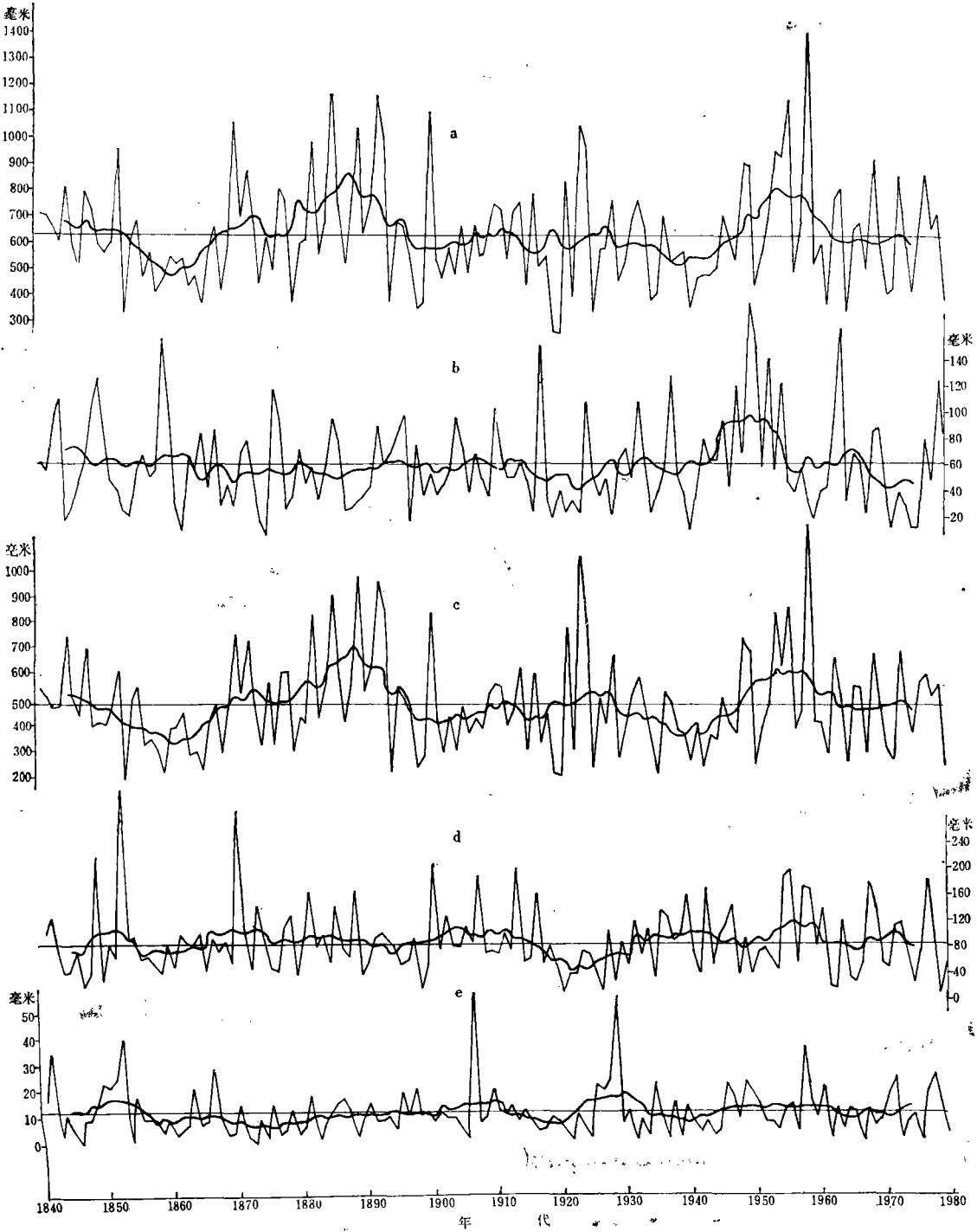


图 2 北京1841—1980年降水量逐年变化
Fig. 2 Yearly variation of precipitation in Beijing (1841—1980)

本世纪20年代春季降水量最少, 平均降水量仅45毫米(距平-25%), 相应平均降水日数为18天(距平-14%), 1948—1955年降水量最多, 平均降水量为108毫米(距平+80%), 相应降水日数27天(距平+27%)。最近10年春季降水量偏少, 并且仅次于20年代。其中1972、1975、1976年春季降水量只有十几毫米, 严重的春旱给农业生产带来不利影响。

功率谱分析, 北京春季降水量存在15.6年和准6年周期; 降水日数存在171、86、57及2年准周期(表1)。

夏: 北京夏季降水的多年振动(图2c)反映如下:

年代	降水量特征	年代	降水日数特征
1841—1870	少雨	1724—1769	少雨日
1871—1897	多雨	1770—1824	多雨日
1898—1948	少雨	1825—1948	少雨日
1949—1980	多雨	1949—1980	多雨日

上世纪50—60年降水量最少, 降水日数也少, 并且1857—1869年出现了连续13年的夏旱。上世纪80年代降水量最多(距平为+27%), 但降水日数不多(距平-7%), 这可能与该时期多暴雨有关。

近30年, 50年代的多雨仅次于上世纪80年代, 1959年夏季降水量是北京夏季降水最多的一年(距平145%)。60—70年代降水量偏少, 但降水日数不少(距平+7%和+11%)。1980年降水量仅为242毫米, 是近35年来夏旱最严重的一年, 其7月份降水仅为30.6毫米(距平-87%), 是百年来最少的一年。

功率谱分析, 北京夏季降水量存在准47年, 准31年, 3.5—3.6年, 2.5年周期; 降水日数存在171、86、57、3、2年准周期振动(表1)。

秋: 北京秋季降水波动性大, 持续性较差(图2d)其多年振动大致如下:

年代	降水量特征	年代	降水日数特征
1841—1870	少雨	1731—1770	少雨日
1871—1920	多雨	1771—1830	多雨日
1921—1950	少雨	1831—1870	少雨日
1951—1980	多雨、正常	1871—1920	多雨日
		1921—1940	少雨日
		1941—1980	多雨日

本世纪50年代降水量、降水日数最多, 距平百分比为+33%、+37%, 本世纪20年代降水量, 降水日数最少距平为-38%、-21%。近30年, 除50年代多秋雨外, 60年代以来秋雨偏少(降水日数不少), 1963、1962年的秋雨是1927年以来最低量, 1979年秋雨仅为9毫米, 是北京秋季降水量最少的一年。

北京秋季降水量有4.3年周期振动; 降水日数有171、86、57年及2.4年准周期振动(表1)。

冬: 北京冬季降水的多年振动(图2e)如下:

年代	降水量特征	年代	降水日数特征
1841—1855	偏多	1731—1780	偏少
1856—1895	偏少	1781—1810	偏多
1896—1929	偏多	1811—1940	偏少、正常
1930—1945	偏少	1941—1980	偏多
1946—1980	偏多		

北京冬季降水，以本世纪20年代降水量最多（距平+33%），但降水日数少（距平-20%）。上世纪70年代降水量最少（距平-42%），但降水日数不少。冬季降水量最多为58毫米（1907年）；最少为0毫米（1846、1854、1873年）。降水日数最多为26天（1729年），降水日数最少为1天（1731、1800、1855年）。

近30年，50年代后期降水偏多，1958年冬季降水量为37毫米，是近50年来降水量最多的一个冬季，60年代降水日数偏多，但降水量偏少，其中1962、1967、1973、1976年冬季降水仅有1—2毫米。冬季干旱及接连而至的春旱常给农业生产造成严重威胁。

北京冬季降水量存在10.4年，2.8年周期振动；降水日数存在5.2—5.4周期振动（表1）。

三、北京气候振动与太阳活动及大气环流的关系

1. 北京旱涝与太阳活动 众所周知，太阳是空气，陆地和海洋加热的主要能源，也是大气运动和洋流的原动力。因此，太阳活动强弱的变化，必然要引起气候变化。利用太阳黑子11年周期排表法，寻求北京旱涝¹⁾与太阳活动的关系，年代取1755—1980年，其中1级为涝，2级为偏涝，3级正常，4级偏旱、5级旱。统计结果（表2）表明：太阳黑子处于M年，M+1年，m年，m+1北京降水量出现涝、偏涝。太阳黑子处于M-1年，M-2年，m-1年，m-2北京易出现旱、偏旱。

表 2 北京旱涝与太阳活动（1755—1980年）
Table 2 Drought and flood in Beijing and solar activity from 1755 to 1980

	m	+ 1	+ 2	- 2	- 1	M	+ 1	+ 2	+ 3	- 3	- 2	- 1	m
1 级	1	5	1	2	0	2	5	1	2	3	1	1	1
2 级	9	4	1	2	1	8	4	3	3	3	2	6	9
3 级	5	6	4	7	9	6	4	8	5	7	9	5	5
4 级	5	5	6	6	11	3	5	5	2	3	5	6	5
5 级	1	2	0	2	0	2	2	2	1	2	3	2	1
合	21	22	12	19	21	21	20	19	13	18	20	20	20
涝、偏涝	√	√				√	√						√
旱、偏旱				√	√						√	√	

2. 北京气候振动与大气环流的关系 引起气候发生变化的原因很复杂，它是由多种自然因素通过极其复杂的物理过程共同作用产生的。关于这个问题，至今人们还没能作出满意的回答，但是，某种程度上可以说，气候异常的一个最直接的原因，就是大气

1) 资料取自：中央气象局研究所，华北、东北、十省（市区）气象局，北京大学地球物理系，全国近500年旱、涝分布图集，1975年。

环流异常。下面着重讨论北京夏、冬季气温、降水与大气中心活动的关系。

(1) 夏季降水、气温与7月大气活动中心的关系。将1871—1980年7月大气活动中心的各个特征量与夏季降水、气温作相关分析(表3)表明,北太平洋高压中心纬度位置对夏季降水影响较大,相关系数-0.540,信度1%。其次,是北太平洋高压中心

表 3 夏季降水、气温与7月大气活动中心关系

Table 3 Relationships between summer precipitation (or tempreture) and centers of atmospheric activity in July

相 关 系 数	印 度 低 压			北 太 平 洋 高 压			40°N 170°W气压
	中心强度	纬 度	经 度	中心强度	纬 度	经 度	
夏季降水	-0.028	-0.045	-0.006	-0.218	-0.540	0.044	-0.307
夏季气温	-0.018	0.211	0.163	-0.110	0.147	0.027	-0.171

强度,相关系数-0.218,信度5%。印度低压的强弱,位置对夏季降水影响较小,而对夏季气温有一定影响;印度低压纬度与夏季气温期关系数为0.211,信度5%。

(2) 冬季气温、降水与1月大气活动中心的关系。同样,将1871—1980年1月大气活动中心的各个特征量与冬季气温、降水作相关分析(表4)表明,冰岛低压对北京冬

表 4 冬季气温、降水与1月大气活动中心关系

Table 4 Relationships between winter temperature (or precipitation) and centers of atmospheric activity in January

相 关 系 数	西 伯 利 亚			阿 留 伸 低 压			冰 岛 低 压			50°N 170°W	20°N 60°W
	强 度	经 度	纬 度	强 度	经 度	纬 度	强 度	经 度	纬 度	气 压	
冬季气温	-0.072	-0.083	-0.289	-0.026	-0.157	-0.044	-0.279	-0.403	0.244	-0.183	-0.135
冬季降水	-0.028	-0.399	-0.722	-0.184	-0.093	-0.280	-0.211	-0.147	0.077	-0.219	-0.322

季气温影响较大,其强度、经度、纬度与冬季气温相关系数分别为-0.279、-0.403、0.244。信度均达到1%。对北京冬季降水影响较大的是西伯利亚高压经纬位置,相关系数分别为-0.399和-0.722,信度达1%。其次阿留伸低压纬度,冰岛低压中心强度对北京冬季降水也有一定影响。

此外,还分析了1938—1981年经、纬向环流指数与北京气温的关系(表5)。其中

表 5 北京气温与经、纬向环流指数的关系

Table 5 Relationships between temperature in Beijing and circulation indexes of longitude (or latitude)

相 关 系 数	年 温	1 月	7 月
经向环流指数	-0.318	0.405	-0.466
纬向环流指数	0.209	0.702	0.345

除年平均气温与纬向环流指数相关系数未达到信度标准外,其余各项关系分别达到了5%及1%信度。以纬向环流指数与1月气温关系密切,相关系数达0.702,信度1%。

四、气候展望

通过上述分析，北京气候变化大致可概括为表 6，北京未来的气候会是怎样呢？依据气候变化的持续性及周期性，预计北京未来二、三十年内，气温仍然处于偏冷期，如

表 6 北京气候的多年振动
Table 6 Perennial variation of climate in Beijing

年 代	1871 1880	1881 1890	1891 1900	1901 1910	1911 1920	1921 — 1930	1931 1940	1941 1950	1951 1960	1961 1970	1971 1980
气 温	冷	冷	冷	冷	冷	暖	暖	暖	冷	冷	暖
降 水	湿	湿	湿	干	干	干	干	干	湿	干	干

果未来北京年平均气温依然存在 14 年准周期振动，那么，1985—1992 年前后，将会出现短时期的回暖。

北京年降水量是有 47 年周期振动。目前，北京降水处于第三个周期末，因此预计未来 50 年北京降水将进入第四个振动周期，大致变化是：偏多、偏少、偏多。

参 考 文 献

- [1] 王绍武，气象学报，32 卷，4 期，1962 年。
- [2] 冯丽文，气象学报，38 卷，4 期，1980 年。
- [3] 张先恭、李小泉，气象学报，40 卷，2 期，1982 年。
- [4] 张先恭、孔翼、徐群，气象学报，33 卷，1 期，1963 年。

CLIMATIC FLUCTUATIONS IN BEIJING

Feng Liwen

(Institute of Geography, Academia Sinica)

ABSTRACT

In this paper, the climatic fluctuations in Beijing during the past 100 years were analyzed. The climate is coldest between the end of 19th century and beginning of 20th century, 1920's and 1940's are warmer, the last 30 years and colder than normal. The variation of precipitation is also analysed. The precipitation is more than normal from 1870's to 1890's. Since the begining of this century, the precipitation has been less than normal except 1950's, but the summer rainfall is decrease obviously. The cyclic changes of the temperature and the precipitation were analyzed too in the paper.

The relationships between climatic fluctuation of Beijing and solar activity, and the atmospheric circulation are discussed and the future climate of Beijing is inferred.