

地极移动对气候变化的影响及其在气候预测中的应用

中国科学院地理研究所气候室 彭公炳

地极移动与地球自转、地球重力都属于地球物理因素，亦称地学因素。这一类因素产生于地球，并受地球的构造及其运动的特点所制约。

地极坐标是在不断变化的，围绕某一“平均极”描述螺旋状的复杂曲线。地极移动主要

包括长期移动、14个月周期的自由振动和12个月周期的强迫振动。综合的地极移动振幅周期为6—7年，有“极潮”之称。这些周期现象在天气气候上也有明显的反映。

地极移动对天气气候变化的影响机制，目前的研究还不够成熟。一种理解是，当地极发生变化时，引起了地球离心力的变化，其积分值是相当大的，因而造成了地球上大气环流和空气质量输送的变化，于是天气气候也产生相应的变化。也有人进一步从地极移动引起地球变形力的角度考察它对大气运动的影响。总之，可以把地极移动看作大气环流变化的外在动力因子之一，它与热力因子和其它动力因子共同作用于大气，并使之变化。

根据马克西莫夫等人的研究，由地极移动造成的变形力位势 W_p ，可近似地以下式表示：

$$W_p = -\frac{1}{2}\omega^2\gamma^2(X\cos\lambda + Y\sin\lambda)\sin 2\varphi$$

式中 ω 为地球自转角速度， γ 为地球半径， X ， Y 为地球转动极的座标， λ 为地点经度， φ 为地点纬度。

由上式可知，当地极座标发生变化时，不同纬度和不同经度作用力的方向和量级是不同的，因而各地区气候变化的特点也不同。

地极座标一般以百分之一弧秒来表示，我们采用的不是地极移动的座标值，而是其振幅值，这样其变化特点显示得更清楚。

找到了上述地球物理因素对天气气候变化的影响后，在预计这些因素本身变化的基础上，通过综合方程式（最好其中还包括潮汐力等宇宙因素的作用）就可以计算出未来天气气候某特征值的变化，这是现代天气气候预告的途径之一。从单一的地球物理因子的变化也可以进行未来天气气候的推测，但其准确率会降低。

苏联、美国和日本都在这方面作了一些研究工作，马克西莫夫的工作较为系统，但主要涉及中高纬地区。

下面我们就长江流域中下游降水及其有关环流因子与地极移动振幅的初步对比分析，提供一些事实和不成熟的想法。

一、我国某些气候特征变化周期与地极移动周期的关系。

我们用方差分析法分别计算了地极移动振幅、长江中下游降水、华北降水、欧亚大陆中纬地区7月经向环流指数以及7月太平洋副高西界的周期。其结果是，地极移动振幅主要周期为7年，次要周期为6年；长江中下游5—8月降水有8年周期，史久恩等同志过去计算出该地区降水有7—8年周期；华北北京等五站7—8月降水有5年和7年周期， $45^\circ-65^\circ\text{N}$ ， $0^\circ-150^\circ\text{E}$ 地区7月经向环流指数和7月太平洋副高西界都有6年和7年周期。即上述我国大面积地区降水以及影响我国气候变化的上述环流因素都有6—7年或接近6—7年的周期，与地极移动振幅的6—7年周期基本一致。因此我们设想，上述我国及其周围地区气候特征的这种6—7年周期变化是受地极移动振幅6—7年周期影响的结果。

马克西莫夫指出过欧洲气候变化有5—6年周期，冰岛低压和亚速尔高压的运动都有14个月周期，而且将这些周期变化与地极移动的周期相联系。叶哥洛瓦提出过欧洲上空经向环流发展具有7年周期性，而且经向环流发展时出现强反气旋，其出现和消失也具有7年周期，所以欧洲气候也有7年周期，它们都受地极移动7年周期的影响。鲁宾施晋的计算表明，北半球的许多站，尤其是中高纬地区，气温变化有6—8年周期。施密楚等人研究过日本地区

气候变化与地极移动的关系，指出日本某些地区的气温和气压有14个月周期，而且气温、台风路径、冷空气爆发流动的方向都有6—7年周期。可见地极移动的周期性变化在世界许多地区都有明显的天气气候效应。

二、地极移动对欧亚大陆中纬地区经向环流指数的影响。

我们将1939—1971年 45° — 65° N, 0° — 150° E 经向环流指数的资料，按地极移动各周期内振幅大小的年代次序排列成表(表1)。发现地极移动振幅各周期的高值年经向环流指数一般也高，地极移动振幅各低值年，多数经向环流指数也低。而且地极移动振幅各周期内最高振幅年及其前后一年经向环流指数之总和显著大于最低振幅年及其前后一年该指数之总和。无论以经向环流的年总值或7月值同极移的年振幅对比，都存在上述特点。

表1 经向环流指数 (45° — 65° N, 0° — 150° E) 与地极移动振幅的关系之一
(经向环流指数单位: 位势什米/经距)

地极移动最小振幅前一年经向环流年总值		地极移动最小振幅年经向环流7月值		地极移动最大振幅年经向环流年总值		地极移动最大振幅年经向环流7月值	
1941	6.30	1942	0.36	1945	6.69	1945	0.38
1947	6.71	1948	0.33	1952	7.47	1952	0.46
1954	7.07	1955	0.57	1957	7.22	1957	0.55
1960	6.31	1961	0.37	1964	7.00	1964	0.49
1966	6.95	1967	0.33	1970	7.10	1970	0.54
5 年 和	33.34	5 月 和	1.76	5 年 和	35.48	5 月 和	2.42
地极移动最小振幅及其前后共15年之和	103.56	地极移动最小振幅及其前后共15月之和	6.25	地极移动最大振幅及其前后共15年之和	105.83	地极移动最大振幅及其前后共15月之和	6.58

此外，我们按巴依达尔的高低值极移周期的年代划分法，将各高值振幅周期与各低振幅周期的经向环流指数作了比较，见(表2)。就整个周期而言，极移大的周期平均经向环流指数也高，极移小的周期平均经向环流指数也低；平均年总值和平均7月值均如此。历年最高年总值(7.51)、次高年总值(7.47)以及最高7月值(0.62)和次高7月值(0.55)全都出现在1952—1957年这个最大的极移周期内。最小年总值(6.06)则出现在巴依达尔划分的1934—1940年这个最小极移周期内。这个特点进一步说明了地极移动振幅的变化对该地区经向环流指数产生明显的影响。联系到前述周期分析中得出的经向环流指数与极移振幅周期相同的结果，就不难理解这个影响的存在。

表2 经向环流指数与地极移动振幅的关系之二
(极移振幅单位: 百分之一弧秒)

年 代	极移振幅年平均值	经向环流平均年总值	经向环流平均7月值
1952—1957年	$0^{\circ}.0284$	7.31	0.47
1960—1966年	$0^{\circ}.162$	6.91	0.43
1939—1940年	$0^{\circ}.121$	6.21	0.35

三、我国长江中下游降水与地极移动振幅的联系。

对比分析1900—1972年上海、南京、芜湖、九江、汉口平均5—8月降水量与地极移动

的资料后(表3),发现地极移动振幅各周期的高值年多雨次数增加;反之,各周期的低值年少雨次数增加(多年5—8月平均值为603mm,取其±25%为多雨、少雨界限,大于750mm为多雨,小于450mm为少雨,两者之间为基本正常)。我们用秩和检验法对比了每个周期中最大振幅各年与最小振幅各年的两组降水值,其结果为,两组值之间有明显的差异(检验水平为5%),前者显著大于后者。尤其值得注意的是,所有各周期内地极移动振幅最大年没有出现过一次少雨,而所有振幅最小年没有出现过一次多雨。

表3 长江中下游上海等5站平均5—8月降水与地极移动振幅的关系之一

(小于450mm为-,大于750mm为+,两者之间为0)

最小振幅前二年	最小振幅前一年	最小振幅年			最小振幅后一年	最大振幅前一年	最大振幅年			最大振幅后一年	最大振幅后二年								
		1900年	-	370mm			1901年	+	1902年			0	1903年	0	726mm	1904年	-		
1925	0	1905	0	1908	0	748	1907	0	1908	0	1909	+	1910	+	781	1911	+		
		1912	0	1913	-	445	1914	-			1915	+	1916	+	782	1917	0		
		1918	0	1919	0	694	1920	0			1921	0	1922	0	476	1923	0	1924	0
		1926	0	1927	0	632	1928	-	1929	0	1930	0	1931	+	827	1932	0	1933	0
		1934	-	1935	0	520	1936	0			1937	0	1938	+	795	1939	+	1940	0
		1941	0	1942	0	705	1943	0			1944	0	1945	0	514	1946	0		
		1947	0	1948	0	665	1949	0	1950	0	1951	0	1952	0	519	1953	0		
		1954	+	1955	0	580			1956	+			1957	0	738	1958	0	1959	0
		1960	0	1961	0	463	1962	+			1963	0	1964	0	575	1965	0		
		1966	-	1967	-	429	1968	-			1969	+	1970	0	659	1971	0	1972	0

在所有振幅最小年及其前后各一年(共32年)出现过8次少雨,3次多雨;在所有振幅最大年及其前后各一年(也是32年)出现过9次多雨,1次少雨,这进一步说明了地极移动高振幅年与低振幅年降水的差异。

此外,我们仍按巴依达尔的高低值极移振幅周期的年代划分法,对各周期5—8月降水量作了比较,结果表明,就整个极移周期而言,高值极移周期内,平均降水量也大,低值极移周期内,平均降水量也小,前者均多于多年平均值,后者均少于多年平均值(表4)。极移最大的1952—1957年,平均每年5—8月降水量比极移最小的1934—1940年多206mm,这个数量是很可观的。而且按上述标准1952—1957年期间没有一次少雨,1954年、1956年这两个最大(次大)的多雨年正好出现在该最大极移周期内,1911年这个第三位多雨年也出现在1910—1916年这个次大极移周期内;与此相应,1934年这个雨量最少年又正好出现在1934—1940年这个最小极移周期内。这些事实进一步说明了上述各极移高值年多雨次数增加,而低值年少雨次数增加的现象,并显示了大水大旱年与极移振幅值的联系,同时考虑到前述该地区降水与极移周期基本一致的情况,就可以设想,极移变化确实对该地区降水产生影响,因而也提供了根据极移本身的预报来预计该地区降水的可能性。

表4 长江中下游上海等5站平均5—8月降水与地极移动振幅的关系之二

年代	1952—1957年	1910—1916年	1960—1966年	1934—1940年
极移振幅年平均值	0°.284	0°.231	0°.162	0°.105
平均5—8月降水	743mm	681mm	543mm	537mm

预报时我们要考虑各极移振幅周期的高值年以基本正常和多雨为主，估计最大振幅年不会少雨，反之亦然。如果推测将要出现极移很大的周期，就要考虑该周期内出现大水年的可能性，反之则考虑出现大早年的可能性。

关键问题之一，是如何报准地极移动振幅。它比超长期天气预报好报一些，但也不能保证无错。从地极移动周期性演变的规律出发，依据我们目前掌握的极移资料，估计1974年可能出现下一个振幅最低点，1977年可能为下一个振幅最高点，1980年又可能出现新周期的最低点。据此，我们对今后几年该地区5—8月降水趋势作出某些推测，估计1974年不会多雨，1977年不会少雨，1980年又不会多雨；1974年、1975年以基本正常或少雨年为主，1976—1978年以基本正常和多雨年为主，1979—1981年以基本正常和少雨年为主。此外，考虑到从1910—1916年这个次大极移周期到1952—1957年这个最大极移周期及其相应的大水年相距40余年，估计下一次很大的极移周期不会出现在1981年以前，因此1977年左右可能出现大水年，其降水量也不会超过1954年。

由于资料年代不够长，分析也很粗略，而且是从单因子考虑问题，上述预计难免有错。今后必须扩充资料，深入分析，综合考虑降水诸因子的影响，对上述极移预报和降水预报进行订正。

以上是初步探索，下一步还要从项目上和观测系列上补充新的资料，进一步揭露诸地球物理因素对天气气候的影响，同时研究这种影响的理论依据。