

黑河试验中心区的气候特征

刘树华 张霭琛 陈家宜

(北京大学地球物理系)

提 要

本文统计分析了临泽1967—1981年的月平均气候资料,并与北京1959—1980年的统计资料进行了比较。结果表明:临泽日照时间长,全年日照时间是北京的1.19倍;太阳辐射强,全年太阳总辐射是北京的1.16倍;并且临泽昼夜温差大,地表温度高;降雨量少而分布不均,全年降水量不足北京的 $\frac{1}{5}$;因此,气候干燥,蒸发量大,年蒸发量为北京的1.2倍。本文利用空气动力学方法,分别计算了临泽和北京的月平均动量通量、感热通量、潜热通量,并作了比较。得到1月至11月感热通量、潜热通量临泽均大于北京,而动量通量4月中旬后及11月上旬前临泽大于北京,而1月至4月中旬前,及11月上旬后北京大于临泽。

一、引 言

黑河地区地—气相互作用观测试验研究实验区,位于河西走廊中部的张掖、临泽、高台境内。而临泽县又处于实验的中心区,地理位置为东经 $99^{\circ}51'$ 至 $100^{\circ}30'$,北纬 $38^{\circ}57'$ 至 $39^{\circ}42'$,实验区域见图1。临泽境内有绿洲63.8万亩,沙漠37.5万亩,戈壁125.4万亩,农耕地33万亩,林木23.06万亩,草场107.1万亩,戈壁、石山和沙漠约占总面积的80%以上。属于典型大陆性荒漠草原气候。

为了给有关的边界层研究提供必要气候背景参数,我们将目前搜集到的有关资料,对黑河实验中心区临泽的日照、温、湿、风、降雨、蒸发、动量通量、感热通量、潜热通量的月平均特征进行了初步分析,并与北京(1959—1980年)21年的相应气候资料进行了比较。

二、气候资料月平均特征

1. 日照

临泽县全年日照时数3045.2小时,日照百分率为69%,全年每天平均日照时数8.3

本文1990年9月26日收到,10月24日收到修改稿。

* 本文属国家自然科学基金委资助课题。

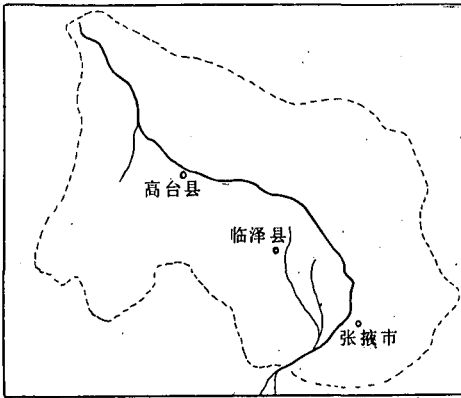


图1 黑河实验区域图(虚线内为黑河实验区)

小时。北京全年日照时数为2554.8小时,日照百分率为58%,全年每天平均日照时数7小时,临泽全年日照时数为北京的1.2倍。临泽5月日照时数最长为291.6小时,日照百分率为66%,2月日照时数最短为217.6小时,日照百分率为72%。7—9月雨量多,阴天日数也多,日照时数百分率相应减少,日照百分率为65%。夏季作物生长期(4—7月)总日照时数为1118.6小时,占全年日照时数的37%,每天平均日照时数为9.2小时。秋季作物生长期(5—9月)日照时数为1386.5小时,占全年日照时数的46%,每天平均日照时数为9.1小时。临泽、北京每月日照时数见表1。

表1 临泽、北京各月日照时数(小时)和日照百分率(%)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	
日照时数	临泽	220.0	217.6	246.5	258.0	291.6	290.3	278.7	271.7	254.2	264.6	231.3	220.7	3045.2
	北京	187.4	184.7	225.5	225.9	275.0	260.7	200.6	205.4	228.5	211.7	175.2	174.3	2554.8
日照百分率	临泽	73	72	67	65	66	65	62	64	68	77	77	76	69
	北京	63	61	61	57	62	58	44	49	62	62	59	60	58

2. 太阳辐射量

临泽年总辐射量146.02千卡/厘米²,6月最多为16.98千卡/厘米²,12月最少为7.23千卡/厘米²。临泽太阳辐射资源较丰富,年总辐射量只比全国辐射量最高的拉萨(203.3千卡/厘米²)、敦煌(155.3千卡/厘米²)少,但比同纬度的北京(134.54千卡/厘米²)要多16%。

表2 临泽(1967—1981)、北京(1957—1976)年各月总辐射、生理辐射(单位:千卡/厘米²)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	
总辐射(Q)	临泽	7.57	9.07	12.60	14.56	16.87	16.98	16.25	14.31	11.68	10.78	8.15	7.23	146.02
	北京	6.80	8.15	11.94	13.71	16.77	16.07	14.02	13.09	11.81	9.58	6.71	5.91	134.54
生理辐射(0.49Q)	临泽	3.71	4.43	6.18	7.13	8.27	8.32	7.96	7.01	5.72	5.28	3.99	3.54	71.55
	北京	3.33	3.99	5.85	6.72	8.22	7.87	6.87	6.41	5.79	4.69	3.29	2.9	65.93
占全年总量(%)	临泽	5.2	6.2	8.6	10.0	11.6	11.6	11.1	9.80	8.0	7.4	5.6	4.9	100
	北京	5.1	6.1	8.9	10.2	12.5	11.9	10.4	9.7	8.8	7.1	5.0	4.4	100

太阳辐射能的99%集中在0.3~0.4微米的光谱区,而叶绿素只能吸收到0.38~0.71微米光谱区间的可见光,一般把这个光谱区间的太阳辐射称为生理辐射或光合有效辐射,

约占总辐射的49%。临泽生理辐射年总量为71.55千卡/厘米²，而北京为65.93千卡/厘米²。临泽、北京各月总辐射和生理辐射及占全年总辐射量的百分比见表2。

总辐射量与云量密切相关，下面给出临泽、北京月平均总云量，低云量(见表3)，供后面各项分析时参考。

表3 临泽(1967—1981)、北京(1959—1980)月平均总云量、低云量

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
总云量	临泽	3.4	4.3	5.8	6.0	6.0	5.7	5.9	5.1	4.9	3.5	3.1	3.1	56.8
	北京	2.9	3.7	4.5	5.4	5.4	6.0	7.0	6.2	4.7	4.0	3.6	3.0	56.4
低云量	临泽	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	0.8	0.6	0.2	0.1	0.0	4.4
	北京	0.4	1.0	0.9	1.4	1.4	2.4	3.8	3.3	1.7	1.4	1.2	0.6	19.5

3. 气温

临泽年平均气温为7.6℃，最高年平均气温为8.4℃(1978年)，最低年平均气温为

表4 临泽(1967—1981)北京(1959—1980)各月气温、极端最高、最低气温(单位:℃)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
气温	临泽	-9.2	-5.7	2.1	10.1	16.4	20.3	21.9	20.9	15.2	7.7	-0.8	-7.7	7.6
	北京	-4.6	-2.1	4.7	13.2	19.8	23.9	25.8	24.5	19.5	12.5	4.0	-2.7	11.6
极值	临泽	17.3	16.7	26.0	33.2	34.1	35.4	36.8	39.1	33.3	24.8	22.1	15.4	39.1
	北京	13.1	18.9	23.8	30.7	37.5	41.6	38.6	36.2	32.1	30.0	20.8	13.4	41.6
日期	临泽	9	12	25	5	25	30	20	8	13	2	9	3,14	8月8日
	北京	25	28	31	27	30	10	4/16,17	8	14	8	1	23	6月10日
年份	临泽	1971	1963	1969	1978	1978	1980	1972	1972	1978	1968	1979	1972	1972
	北京	1979	1976	1977	1961	1962	1961	1962	1967	1962	1979	1971	1963	1961
极值	临泽	-27.3	-24.5	-17.4	-9.3	-4.4	4.5	7.8	7.0	-0.8	-8.5	-25.5	-25.7	-27.3
	北京	-18.6	-21.2	-13.9	-3.3	2.7	9.9	15.5	10.9	4.4	-2.8	-12.2	-16.0	-21.2
日期	临泽	3	4	5	11	2	1	1	31	28	21	30	15	3
	北京	27	23	5	3	4	4	1	31	23	29	30	25	23
年份	临泽	1967	1980	1967	1979	1981	1980	1979	1979	1968	1972	1967	1975	1967
	北京	1960	1966	1969	1962	1976	1961	1969	1972	1980	1961	1966	1963	1966

6.6℃(1967年)。年际最大差值为1.8℃。月平均气温的变化情况是:7月最高,为21.9℃,1月最低,为-9.2℃,年较差为31.1℃。极端最高气温为39.1℃(1972年8月8日),极端最低气温为-27.3℃(1967年1月3日)。北京的年平均气温为11.6℃,月平均最高气温出现在7月,为25.8℃,最低出现在1月为-4.6℃。极端最高气温为41.6℃(1961年6月10日),极端最低气温为-21.2℃(1966年2月23日)。详细情况见表4。

4. 地温

临泽地表面温度平均为 10.4°C ,比气温年平均高 2.8°C 。7月地表面平均温度最高为 28.2°C ,1月地表面平均温度最低为 -9.5°C 。北京地表面平均温度最高出现在6月为 30.3°C ,最低出现在1月为 -5.1°C 。极端地表最高温度为 69.5°C (1974年7月9日),最低地表温度出现在1980年2月4日,为 -31.0°C 。北京极端最高地面温度为 67.5°C (1972年6月28日),最低地表温度出现在1966年2月22日,为 -29.3°C 。从5—20厘米深处的地温变化趋势看,临泽、北京的冬半年(9—2月)地温是随深度而增加,夏半年(3—8月),地温是随着深度而递减的,12月—2月各深度地温在 0°C 以下,其它月都在 0°C 以上,并与气温变化趋势相似。临泽、北京0—20厘米各月地温平均值,极端最高和极端最低地温见表5。

表5 临泽(1967—1981)、北京(1959—1980)各月地温平均值、极端最高、最低值(单位: $^{\circ}\text{C}$)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	
0cm	临泽	-9.5	-5.1	3.8	13.5	22.6	27.6	28.2	25.8	18.4	9.0	-1.0	-8.7	10.4	
	北京	-5.1	-1.7	5.9	16.5	25.7	30.3	30.0	26.7	21.8	13.3	3.8	-3.4	13.7	
5cm	临泽	-7.5	-4.3	3.5	12.3	19.9	24.5	25.4	24.1	18.1	9.9	0.7	-5.0	10.1	
	北京	-3.3	-1.6	4.3	13.4	21.2	26.0	27.7	26.1	20.3	12.7	4.2	-1.6	12.3	
10cm	临泽	-6.7	-4.0	3.1	11.5	18.6	23.1	24.6	23.7	18.2	10.5	1.7	-4.9	10.1	
	北京	-2.6	-1.5	3.8	12.9	20.4	25.1	27.0	25.6	20.3	13.1	5.0	-0.8	12.2	
15cm	临泽	-5.7	-3.4	3.0	11.3	18.1	22.5	24.1	23.5	18.6	11.3	2.9	-3.4	10.2	
	北京	-2.1	-1.3	3.4	12.5	19.8	24.5	26.5	25.4	20.4	13.5	5.7	-0.1	12.2	
20cm	临泽	-4.8	-3.0	2.8	10.8	17.5	21.7	23.4	23.1	18.6	11.0	3.7	-2.4	10.2	
	北京	-1.9	-1.2	3.0	12.1	19.3	24.0	26.1	25.3	20.5	13.8	6.1	0.3	12.2	
极端最高	极值	临泽	23.2	33.8	46.8	56.0	64.5	67.0	69.5	65.6	60.0	45.8	34.2	20.7	69.5
	极值	北京	22.0	32.5	40.0	52.3	61.9	67.5	66.0	59.0	57.3	46.0	28.3	19.8	67.5
日期	临泽	24	25	30	30	30	13	9	16	6/2	1	1	2	7月9日	
	北京	31	28	25	25	30	28	2	9	2	1	5	8	6月28日	
年	临泽	1969	1976	1981	1967	1969	1974	1974	1975	1975/1976	1977	1980	1972	1974	
	北京	1976	1963	1963	1963	1962	1972	1968	1962	1962	1963	1979	1962	1972	
极端最低	极值	临泽	-30.8	-31.0	-19.6	-15.3	-8.4	-11.0	4.7	3.7	-6.0	-14.3	-30.5	-30.5	-31.0
	极值	北京	-20.7	-29.3	-22.5	-10.0	-1.2	6.9	15.3	9.0	1.6	-6.6	-12.8	-18.7	-29.3
日期	临泽	4	4	3	1	2	8	11	25	27/29	21	30	28	2月4日	
	北京	30	22	3	7	4	5	16	27	9	29	28	29	2月22日	
年	临泽	1973	1980	1970	1979	1981	1971	1974	1969	1968/1968	1972	1967	1972	1980	
	北京	1977	1966	1971	1961	1976	1962	1978	1979	1971	1961	1962	1967	1966	

5. 降水、蒸发、相对湿度

根据1951—1981年的统计资料(表6),临泽县降水量年平均为 117.1mm ,多雨年份降

水量为210.5mm(1979年),少雨年份降水量为71.9mm(1980年)。一年之中,各季度降水量占全年降水量的比例差异悬殊,冬季(12月—2月)占2.5%,春季(3—5月)占14.6%,夏季(6—8月)占61%,秋季(9—11月)占21.5%。

临泽县陆地蒸发量年平均为2337.6mm,约为降水量的20倍。蒸发量的多少与风速、气温、降水和气压有关。5月份风大,湿度小,所以5月份蒸发量为一年之最,其值为344.8mm。12月份风小,湿度大,故蒸发量最小,其值为46.5mm。另外,根据双泉水库水面漂浮蒸发观测资料,水库水面蒸发量为陆地蒸发量的1.35倍。

本文在表6中还列出了水汽压,饱和水汽压和相对湿度。临泽县气候干燥,历年累计年平均相对湿度为47%,3—5月最小为35—37%,9—12月最大为54%。

表6 临泽(1951—1981)北京(1959—1980)月平均降水、蒸发、水汽压、饱和水汽压、相对湿度

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量(mm)	临泽	0.9	1.0	3.3	4.3	9.5	16.6	31.6	23.7	18.5	4.3	2.4	1.0	117.1
	北京	2.7	6.3	8.6	19.9	25.1	69.0	210.2	193.5	54.9	25.2	5.4	2.4	623.1
蒸发量(mm)	临泽	47.5	70.7	163.6	275.7	344.8	332.6	322.1	293.4	208.7	155.7	76.3	46.5	2337.6
	北京	65.3	78.2	151.9	255.8	311.8	284.5	203.6	164.6	162.7	130.3	85.8	62.1	1956.8
水汽压(hPa)	临泽	1.53	1.80	2.67	4.20	6.40	9.87	12.80	11.80	8.10	4.67	2.93	1.90	
	北京	1.90	2.60	4.40	7.20	11.80	18.00	25.50	24.30	15.70	9.50	5.10	2.50	
饱和水汽压(hPa)	临泽	3.05	4.00	7.10	12.35	18.64	23.81	26.28	24.71	17.26	10.50	5.76	3.43	
	北京	4.34	5.24	8.54	15.16	23.08	29.65	33.21	30.74	22.66	14.49	8.13	5.01	
相对湿度(%)	临泽	50	42	37	35	36	44	52	53	54	50	53	54	
	北京	43	49	52	49	53	63	78	80	70	66	61	50	

6. 风向风速

表7 临泽(1967—1981)、北京(1959—1980)月平均风速、最多风向频率

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均风速 (ms ⁻¹)	临泽	2.8	2.9	3.1	3.4	3.4	3.3	3.2	2.8	2.5	2.4	2.7	2.5	2.9
	北京	3.4	3.2	3.3	3.6	3.1	2.5	2.0	1.7	2.1	2.3	2.6	3.0	2.7
最多风向	临泽	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
	北京	NW	C/NW	NW	NW	C/SSW	C/S	C/SSE	C/N	C/NW	C/NW	C/NW	C/NW	C/NW
频率(%)	临泽	23	27	29	30	30	24	28	26	30	26	24	24	24
	北京	18	16/14	13	11	13/11	15/9	23/8	26/10	24/9	25/11	23/16	21/17	19/11

临泽县地势由东南向西北倾斜,风向日变化较明显,夜间多刮东南风,白天多刮西北风。夜间大气层结稳定,清晨风速较小,午后因地表温度升高,近地层对流加强,风速一般加大,故白天风速较夜间大。由表7可见,年平均风速为2.9ms⁻¹,一年中春季风速最大,秋

季风速最小。一年中都以西北风出现频率最多。在临泽1971年4月5日出现过极大风速 36ms^{-1} 的西北大风,1990年8月19日夜间也出现过极大风速 25ms^{-1} 的西北阵风。临泽县有记载以来,出现过十级以上大风6次。

三、临泽、北京近地面层通量交换特征

近年来,世界范围内气候异常,很多地区持续干旱,促使人们从气象条件及能量转换机制方面研究干旱区气候的形成及演变规律,作为寻求改造和利用干旱区气候方法的物理基础^[1,2]。本文着重计算并分析了临泽地区地—气之间动量通量、感热通量和潜热通量的年变化特征,并与北京1959—1981年统计资料的计算结果进行了比较。

由空气动力学方法可以得到近地面层动量、感热和潜热通量的表达式为:

$$\tau = \rho c_D u^2 \quad (1)$$

$$H = \rho c_p c_D (T_s - T_a) u \quad (2)$$

$$LE = \rho L c_D \frac{0.622}{\bar{P}} (e_s - e_a) u \quad (3)$$

式中, \bar{P} 为临泽、北京海拔高度的平均大气压(临泽 $\bar{P} = 867.6\text{hPa}$; 北京 $\bar{P} = 1009.1\text{hPa}$); 其它均为常用符号。 τ, H, LE 分别为动量通量、感热通量和潜热通量 ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}, \text{Wm}^{-2}, \text{Wm}^{-2}$)。(1)(2)(3)式表明动量决定于曳力系数和风速,感热通量输送的方向取决于地—气温差 ($T_s - T_a$) 的正负,感热通量的大小取决于地—气温差、风速及曳力系数。潜热通量则取决于水汽压、风速、大气压力和曳力系数。而曳力系数的大小与低层大气的稳定度、风切变及地表粗糙度有关^[3]。它的变化直接影响着近地层动量、热量和水汽的输送。因此, c_D 取为常数,对动量通量、感热通量和潜热通量计算值的分析会有一些影响,有待进一步改善。但其计算结果对了解北京及临泽地—气之间动量、热量和水汽的交换特征是有意义的。

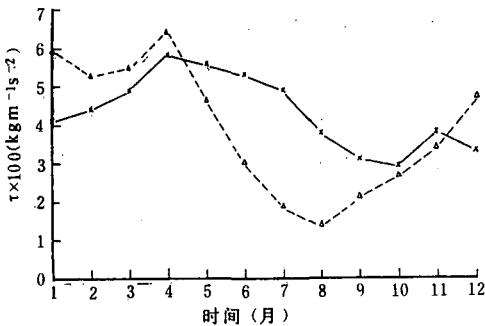


图2 临泽、北京月平均动量通量比较
(实线为临泽,虚线为北京)

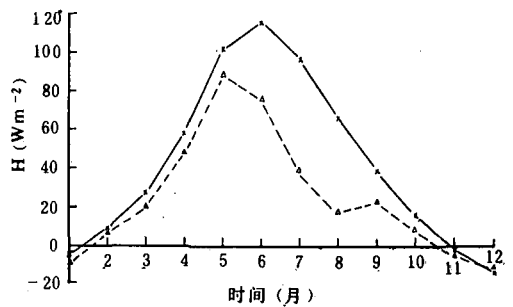


图3 临泽、北京月平均感热通量比较
(说明同图2)

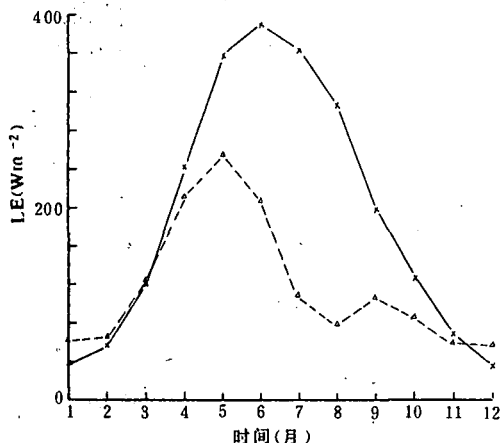


图4 临泽、北京月平均潜热通量比较
(说明同图2)

出现在5月份,次峰出现在9月份。图4为临泽、北京月平均潜热通量的比较,其年变化形式与感热通量形式相同,只是两地月平均潜热通量年变化均为正值,并且从4月上旬开始至10月初临泽地区潜热通量比北京约大50%~200%,具体计算结果见表8。

表8 临泽(1967—1981)、北京(1959—1980)各月平均动量(kgm⁻¹s⁻²×100)、感热和潜热通量(Wm⁻²)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
动量通量	临泽	4.1	4.4	4.9	5.8	5.6	5.3	4.9	3.8	3.1	2.9	3.8	3.3
	北京	6.0	5.3	5.5	6.4	4.6	3.0	1.9	1.4	2.1	2.6	3.4	4.7
感热通量	临泽	-4.45	9.13	27.00	57.77	103.26	116.53	97.02	66.24	39.34	15.71	-2.79	-13.19
	北京	-8.89	6.64	20.12	58.79	88.62	76.50	39.91	17.85	23.43	9.13	-2.65	-10.92
潜热通量	临泽	39.60	58.66	123.72	243.38	358.20	390.95	364.61	306.54	197.91	123.84	69.4	35.38
	北京	65.28	65.78	104.30	213.27	254.75	209.31	110.13	78.49	106.51	85.48	60.28	58.78

四、结 论

综上所述,黑河试验中心区临泽地区气候及通量有如下几个特点:

- (1)日照时间长,是北京地区的1.19倍,太阳辐射强,为北京的1.16倍;
- (2)昼夜温差大,地表温度高;

(3)年降雨量少而不均(117.1mm/y),约为北京年降水量(623.1mm/y)的 $\frac{1}{5}$,气候干燥,蒸发量大,约为北京年蒸发量的1.2倍。

(4)临泽全年感热通量、潜热通量均大于北京,临泽动量通量从4月中旬至11月上旬也大于北京。临泽感热通量、潜热通量均呈单峰形式,6月份最大分别为116.53Wm⁻²和

图2为临泽、北京月平均动量的比较。从图中可见,从11月上旬至次年4月中旬前,北京近地面层的动量通量大于临泽,这主要是由于冬春大风的原因。而北京4月中旬以后风速减小,动量通量也随之减小,直到8月减至最小。而临泽从4月中旬至11月上旬动量通量均大于北京。平均来说,临泽地区动量通量大于北京。图3为临泽、北京平均感热通量比较。由图可见,一年中临泽的感热通量均大于北京,两地几乎都是从10月下旬到次年1月中旬,感热通量为负值,即地面从大气中吸收热量。临泽感热通量年变化为单峰形式,最大值出现在6月份,而北京为双峰形式,最大值

390.95Wm^{-2} 。北京则为双峰形式,分别在5月和9月,感热通量和潜热通量分别为 88.62Wm^{-2} 、 23.43Wm^{-2} 和 254.75Wm^{-2} 、 106.51Wm^{-2} 。

参 考 文 献

- [1] Otterman, J., Satellite and field studies of man's impact on the surface in arid regions, *Tellus*, **33**, 68—77, 1981.
- [2] Charney, J., et al., A comparative study of the effects of albedo change on drought in semiarid regions, *J. Atmos. Sci.*, **34**, 1366—1385, 1977.
- [3] Dickinson, R. E., Land surface processes and climate—surface albedos and energy balance, *Advances in Geophysics*, **25**, 336—337, 1983.

THE CLIMATIC CHARACTERISTICS OVER THE HEI HE RIVER EXPERIMENTAL CENTRAL AREA

Liu Shuhua Zhang Aichen Chen Jiayi

(Department of Geophysics, Beijing University)

Abstract

In this paper, according to the monthly mean climatic data over Linze of Gansu Province during the period of 1967—1981, and their comparison results with Beijing data during the period of 1959—1980, the results show whether annual insolation duration or total solar radiant heat in Linze is larger by 0.19 and 0.16 time, respectively, than that in Beijing, annual rainfall of Linze is one-fifth less than in Beijing and annual evaporation in Linze is 1.2 times as large as that in Beijing. Subsequently, we also obtain the following results, the sensible and the latent heat flux in Linze is larger than that in Beijing, during the January to November, however, the momentum flux in Beijing is larger than that in Linze from middle ten-day of November to first ten-day of April of next year. In generally, the momentum flux of Linze is larger than that of Beijing.