


两城市的气候规律统计分析

摘要



本文所研究的是两城市气候变化规律一系列问题,研究气候变化规律对我国农业发展,人们日常出行安全等有着密切联系和重大意义。

针对问题一  要分析两城市的降水周期和气温周期,需要分别作出两地降水量和月平均气温的时间序列图,从图中分析降水量和月平均气温的变化规律,从而得出降水周期及气温周期存在与否,若存在,周期为多少可以从图中反映出来,从而可以得出周期是多少。

针对问题二,根据两城的旱涝规律,寻找二者之间在降水量及气温方面存在客观的关系,根据所给数据,利用相关计算公式可以算出降水量及气温的相关系数,进而根据两城的旱涝规律得到二者之间的相关性。

针对问题三,对 2013-2015 年的旱涝进行预测,并与现实情况做对比,得出其产生差异的原因。

关键词



气候变化 降水周期 气温周期 时间序列图 旱涝规律

一 问题重述

气候变化与我们的生活息息相关，寻找出气候变化规律对我们日常生活有着重大影响，对农业经济发展也起着十分重要的作用。请根据所给数据（F 题附件），分别分析两城市的气候规律，并回答以下问题：

1. 两城的降水周期和气温周期；
2. 两城的旱涝规律，二者之间有什么相关性；
3. 对 2013-2015 年的旱涝进行预测，并与现实情况做对比，分析其产生差异的原因。

二 问题分析

2.1 问题一的分析

用 EViews 软件分别作出两地降水量和月平均气温的时间序列图，列出两地降水量和月平均气温的自相关系数图，作出两地降水量和月平均气温的偏相关与自相关函数图，从图中分析两地降水量和月平均气温的变化规律，从而得出降水周期及气温周期存在与否，存在的话，可求出周期的值。

2.2 问题二的分析


根据所给数据，利用直线相关分析计算公式可得到相应的相关系数，利用 MATLAB 做出郑州和开封降水量对比图、郑州与开封平均相对湿度对比图、郑州与开封降水量 $>= 0.1\text{mm}$ 日数对比图、郑州与开封最大日降水量对比图。从而得出二者是否具有相关性。

2.3 问题三的分析


先分别计算出郑州市 1951-2012 年各个月份的总降雨量占总降雨量的百分比。然后，由 2012 年的降雨量来估计 2013 年各个月份的降雨量；同理，对开封市进行分析。由于降雨量是有周期性的，因此郑州市和开封市 2014 和 2015 年的降雨量的预测值和 2013 年的预测值相同。

三 模型的假设

根据题目我们做出以下假设：

1.  降雨量以一年为周期，月平均气温以一年为周期。
2. 假设是两地的气候有一定的相关性
3. 假设题目所给数据真实可靠

四 符号说明

 郑州第 i 月降水量 \bar{x} : 开封平均月降水量
 x_i : 开封第 i 月降水量 \bar{y} : 郑州平均月降水量
 r : 相关系数
文中若遇到其它符号会另行说明。

五 模型的建立与求解

5.1 问题一

模型一的建立与求解

根据题目所给数据，建立两城市降水量与气温的时间序列模型，用 EViews 软件分别作出两地降水量和月平均气温的时间序列图，两地降水量和月平均气温的自相关系数图，以及作出两地降水量和月平均气温的偏相关与自相关函数图，从图中可以分析出两地降水量和月平均气温的变化规律；

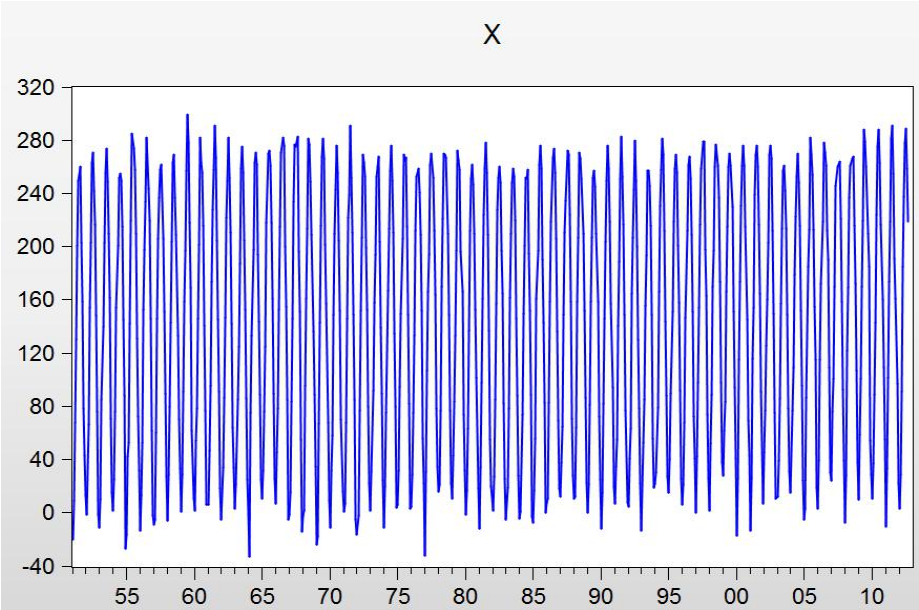


图 1 郑州平均温度时间序列图

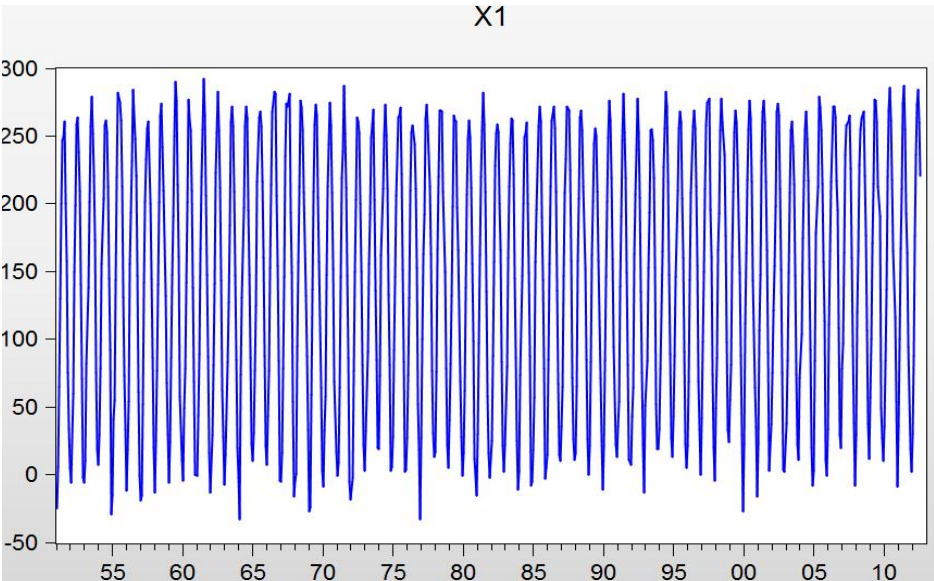


图 2 开封平均温度时间序列图

以上是郑州，开封两地的月平均气温的时间序列图，从该图可以看出：郑州和开封的气温在每年的一月份左右，温度达到最低；之后开始逐渐上升，到七月份左右温度达到最高，之后开始逐渐下降，到次年一月份温度又达到最低。因此可以猜想开封和郑州的气温也是有周期性的，且周期均为一年。接下来，分别作郑州和开封的月平均气温的自相关系数图，来做进一步验证；

	A	C	P	C		A	C	P	C
1	0.851		0.851		2 6	0.469		-0.018	
2	0.489		-0.855		2 7	-0.003		0.046	
3	0		-0.582		2 8	-0.47		0.086	
4	-0.484		-0.413		2 9	-0.809		0.025	
5	-0.835		-0.261		3 0	-0.931		0.005	
6	-0.962		-0.183		3 1	-0.804		0.004	
7	-0.831		-0.042		3 2	-0.462		0	
8	-0.479		-0.012		3 3	0.003		-0.011	
9	0.001		0.13		3 4	0.47		0.049	
1 0	0.486		0.295		3 5	0.81		0.009	
1 1	0.839		0.173		3 6	0.933		0.021	
1 2	0.967		0.145		3 7	0.804		-0.039	
1 3	0.835		0.016		3 8	0.46		-0.009	
1 4	0.478		-0.028		3 9	-0.004		-0.022	
1 5	-0.003		-0.002		4 0	-0.463		0.068	
1 6	-0.479		0.103		4 1	-0.795		0.007	
1 7	-0.822		0.094		4 2	-0.915		0	
1 8	-0.946		0.028		4 3	-0.789		0.016	
1 9	-0.817		-0.024		4 4	-0.454		-0.039	
2 0	-0.47		-0.028		4 5	0.004		0.019	
2 1	0.004		0.006		4 6	0.463		0.059	
2 2	0.479		0.09		4 7	0.798		0.041	
2 3	0.826		0.081		4 8	0.918		0.013	
2 4	0.95		0.02		4 9	0.791		0.003	
2 5	0.82		0.021		5 0	0.453		-0.007	

表 1 郑州市平均温度的偏相关与自相关函数表

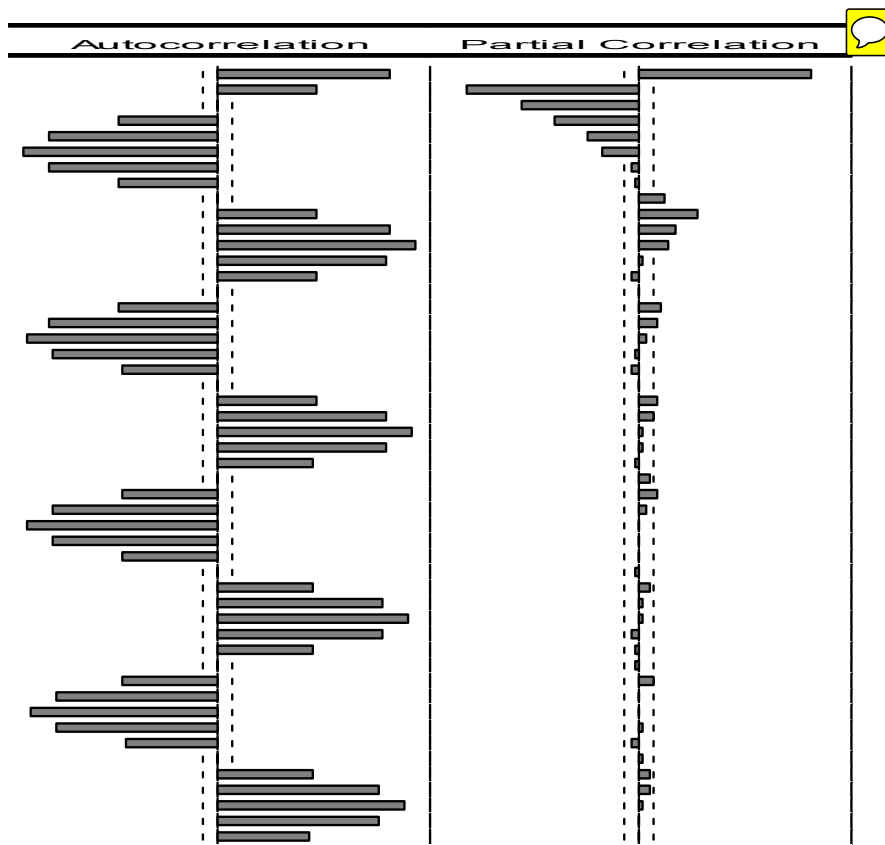


图 3 郑州平均温度的偏相关与自相关系数图

	A	C	P	C		A	C	P	C
1	0.851	0.851	2	6	0.453	-0.026			
2	0.487	-0.859	2	7	-0.02	0.03			
3	-0.002	-0.571	2	8	-0.483	0.084			
4	-0.486	-0.407	2	9	-0.815	0.017			
5	-0.837	-0.269	3	0	-0.927	0.006			
6	-0.962	-0.181	3	1	-0.792	-0.005			
7	-0.829	-0.052	3	2	-0.444	0.011			
8	-0.476	-0.023	3	3	0.022	-0.016			
9	0.005	0.122	3	4	0.485	0.051			
1 0	0.489	0.28	3	5	0.816	-0.008			
1 1	0.84	0.159	3	6	0.927	0.008			
1 2	0.965	0.125	3	7	0.786	-0.045			
1 3	0.829	-0.014	3	8	0.436	-0.012			
1 4	0.47	-0.051	3	9	-0.03	0.001			
1 5	-0.013	-0.004	4	0	-0.482	0.036			
1 6	-0.486	0.117	4	1	-0.803	0.03			
1 7	-0.826	0.086	4	2	-0.908	-0.003			
1 8	-0.944	0.02	4	3	-0.77	0.011			
1 9	-0.81	-0.04	4	4	-0.427	-0.042			
2 0	-0.459	-0.026	4	5	0.032	0.038			

2	1	0.015	0.005	4	6	0.484	0.053
2	2	0.487	0.1	4	7	0.806	0.064
2	3	0.829	0.083	4	8	0.91	0.007
2	4	0.947	0.01	4	9	0.768	0.012
2	5	0.809	0.007	5	0	0.42	0

表 2 开封市平均温度的偏相关与自相关函数表

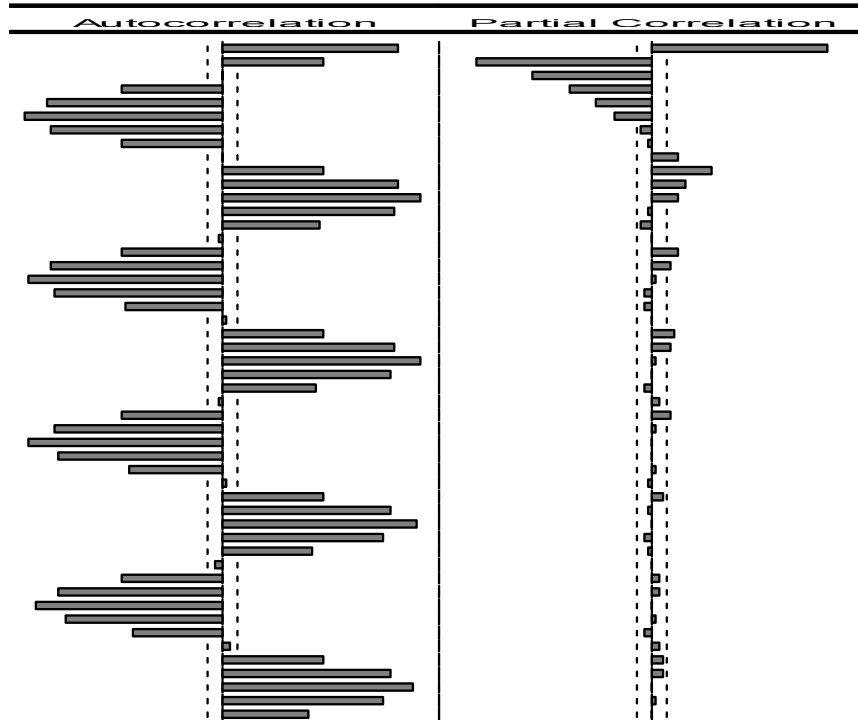


图 4 开封平均温度的偏相关与自相关系数图

从上图可以看出，郑州和开封的月平均气温有明显的季节性，且第 12, 24, 36, 48 的自相关系数都比较大，因此，我们的猜想是正确的，开封和郑州的月平均气温是有周期的，且周期为 12 个月，即一年。

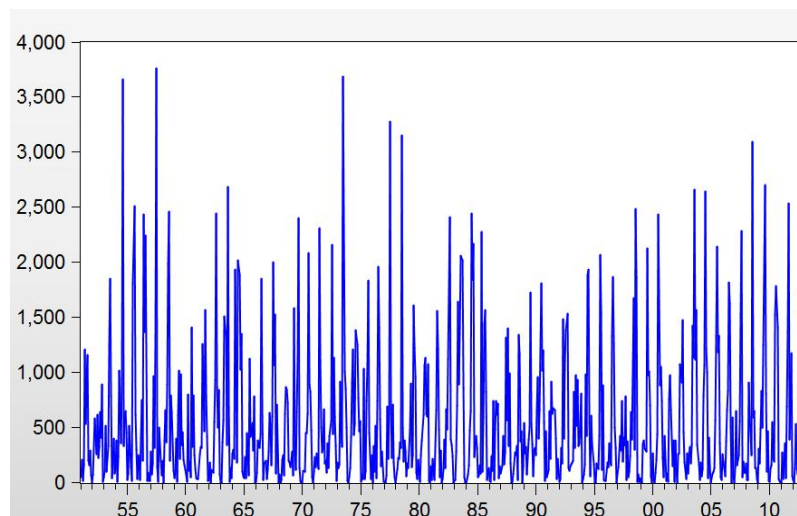


图 5 郑州降雨量时间序列图

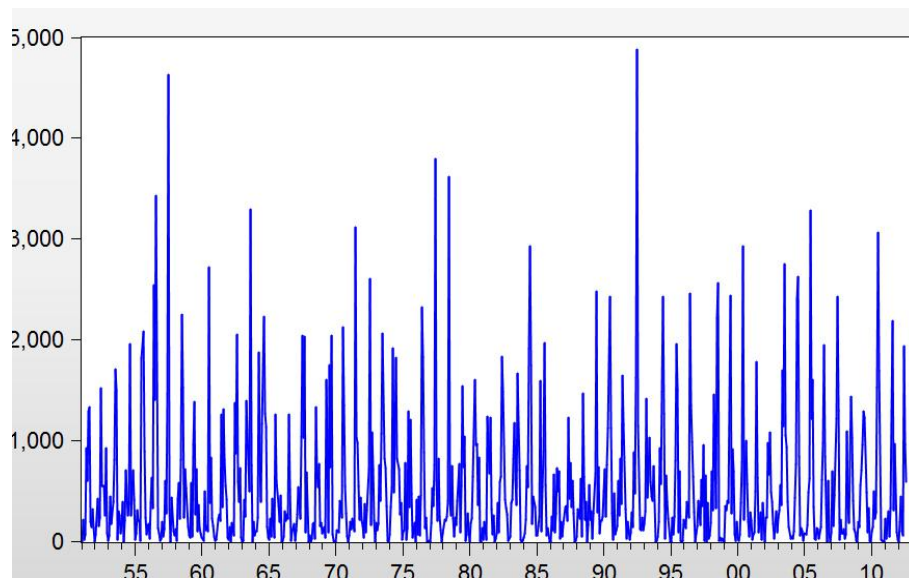


图 6 开封降雨量时间序列图

以上是郑州，开封两地的降雨量的时间序列图，从该图可以看出：开封郑州两地每年的六月份到八月份的降水量都比其他月份的多，因此可以猜测郑州和开封的降水量是有周期性的，且周期为一年。接下来，分别作郑州和开封的月降水量的自相关系数图，来做进一步验证；

	A	C	P	C		A	C	P	C
1	0.331	0.331	2	5	0.326	-0.002			
2	0.112	0.003	2	6	0.157	0.005			
3	-0.029	-0.076	2	7	-0.043	-0.044			
4	-0.193	-0.182	2	8	-0.214	-0.1			
5	-0.305	-0.211	2	9	-0.285	-0.041			
6	-0.357	-0.225	3	0	-0.337	-0.046			
7	-0.331	-0.209	3	1	-0.297	-0.035			
8	-0.196	-0.124	3	2	-0.198	-0.061			
9	-0.045	-0.082	3	3	-0.056	-0.051			
1 0	0.094	-0.047	3	4	0.13	-0.009			
1 1	0.33	0.159	3	5	0.329	0.05			
1 2	0.541	0.351	3	6	0.417	0.076			
1 3	0.383	0.148	3	7	0.305	-0.009			
1 4	0.135	-0.023	3	8	0.151	-0.022			
1 5	-0.037	-0.049	3	9	-0.035	-0.035			
1 6	-0.168	-0.025	4	0	-0.221	-0.069			
1 7	-0.286	-0.04	4	1	-0.267	0.02			
1 8	-0.339	-0.033	4	2	-0.36	-0.085			
1 9	-0.304	-0.015	4	3	-0.292	-0.015			
2 0	-0.181	0.005	4	4	-0.222	-0.074			

2	1	-0.042	-0.002	4	5	-0.055	-0.016
2	2	0.115	0.015	4	6	0.116	-0.041
2	3	0.322	0.078	4	7	0.277	-0.061
2	4	0.423	0.055	4	8	0.44	0.102

表 3 郑州降雨量的偏相关与自相关函数表

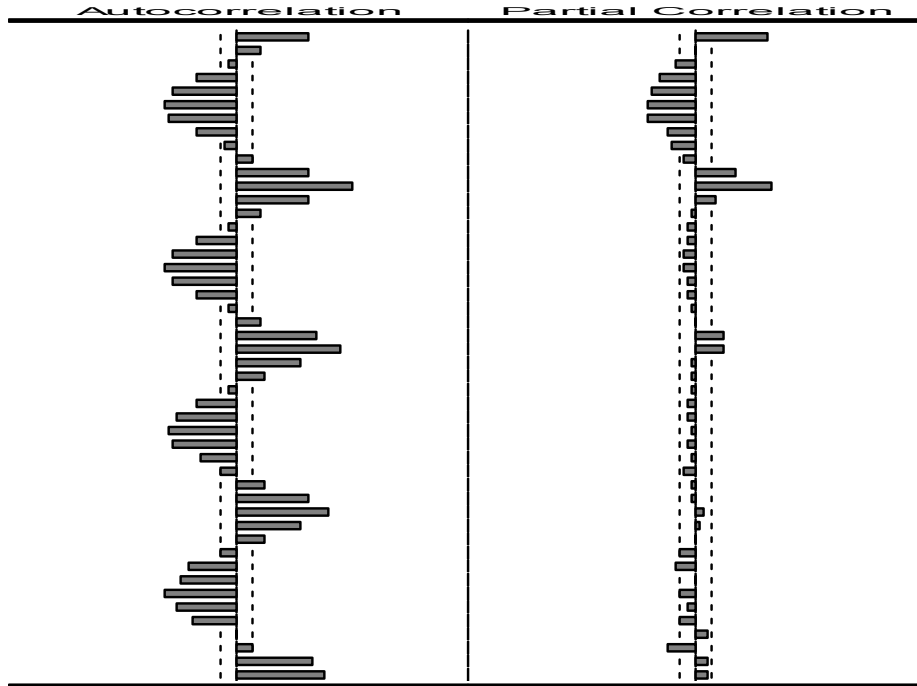


图 7 郑州降雨量的偏相关与自相关函数图

	A	C	P	C		A	C	P	C
1	0.316	0.316	2	5	0.282	-0.019			
2	0.1	0	2	6	0.116	-0.011			
3	-0.049	-0.089	2	7	-0.039	-0.014			
4	-0.186	-0.163	2	8	-0.188	-0.043			
5	-0.29	-0.204	2	9	-0.278	-0.025			
6	-0.335	-0.216	3	0	-0.315	-0.016			
7	-0.31	-0.205	3	1	-0.282	-0.029			
8	-0.175	-0.118	3	2	-0.164	-0.01			
9	-0.055	-0.11	3	3	-0.07	-0.055			
1 0	0.078	-0.062	3	4	0.116	-0.015			
1 1	0.335	0.179	3	5	0.317	-0.01			
1 2	0.527	0.341	3	6	0.405	0.032			
1 3	0.333	0.095	3	7	0.289	0.02			
1 4	0.111	-0.025	3	8	0.124	-0.002			
1 5	-0.046	-0.035	3	9	-0.07	-0.074			
1 6	-0.179	-0.043	4	0	-0.221	-0.097			
1 7	-0.285	-0.06	4	1	-0.258	0.001			

1 8	-0.327	-0.05	4 2	-0.33	-0.072
1 9	-0.289	-0.044	4 3	-0.265	-0.028
2 0	-0.176	-0.038	4 4	-0.19	-0.072
2 1	-0.047	-0.023	4 5	-0.007	0.041
2 2	0.107	-0.001	4 6	0.068	-0.134
2 3	0.362	0.124	4 7	0.337	0.051
2 4	0.463	0.13	4 8	0.4	0.051

表 4 开封降雨量的偏相关与自相关函数表

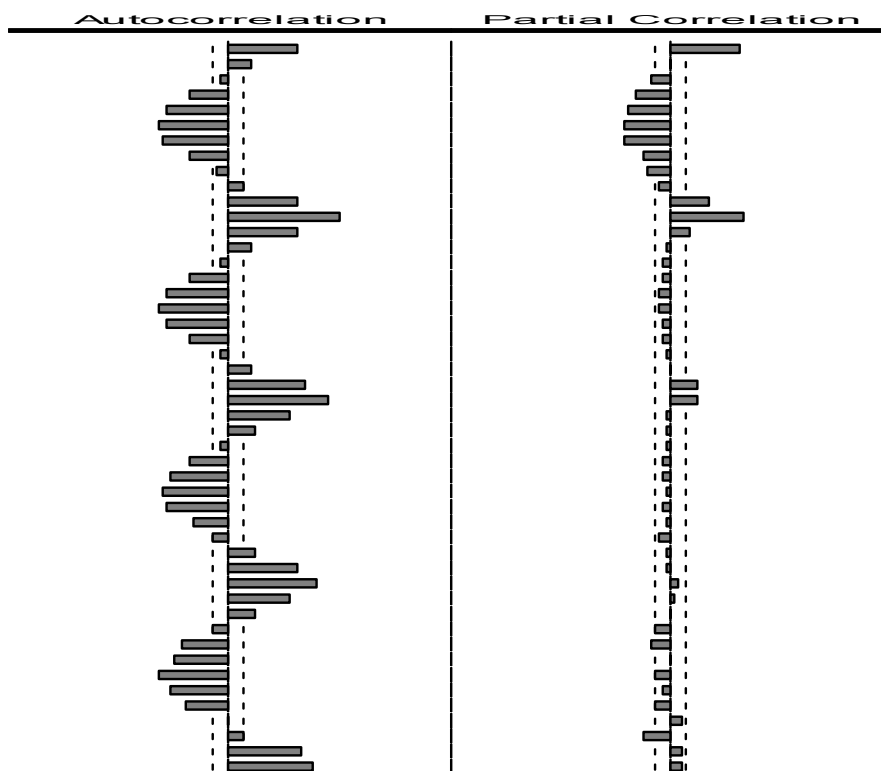


图 8 开封降雨量的偏相关与自相关系数图

从上图可以看出，开封和郑州的降水量有明显的季节性，且第 12, 24, 36, 48 的自相关系数都比较大，因此，我们的猜想是正确的，开封和郑州的降水量是有周期的，且周期为 12 个月，即一年。

5.2 问题二

模型二的建立与求解

根据直线相关分析计算出相关系数 R 根据所给数据，利用 MATLAB 可以做出郑州和开封降水量对比图、郑州与开封平均相对湿度对比图、郑州与开封降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数对比图、郑州与开封最大日降水量对比图。从而得出二者是否具有相关性；

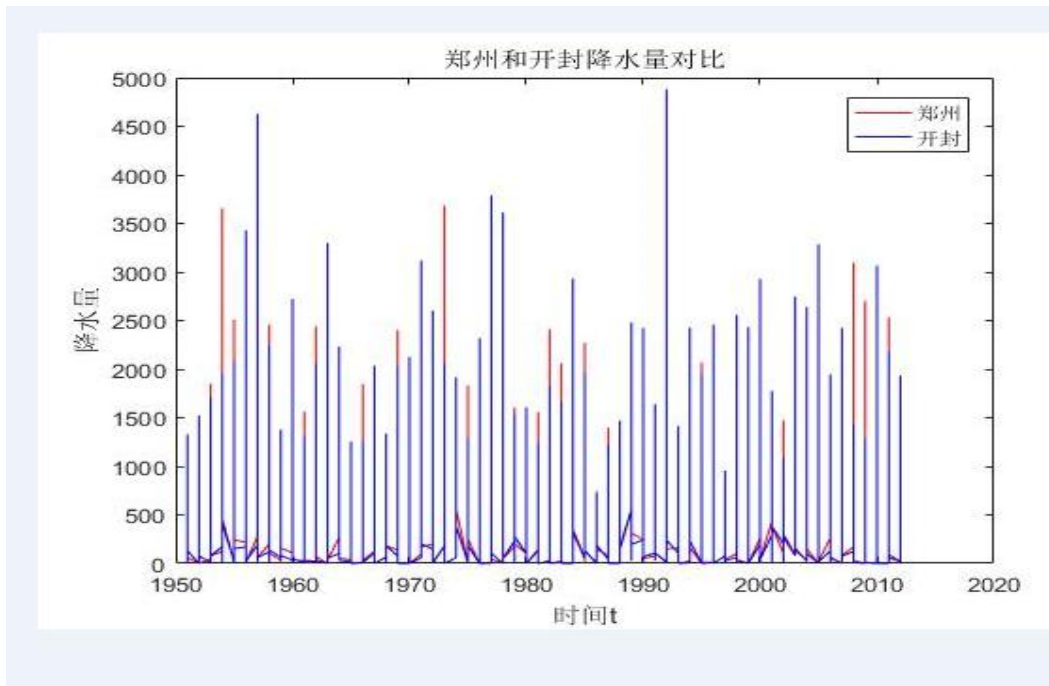


图 9 郑州和开封降水量对比图

A	B	C	D	E	F	G	H	I
年	月	郑州yi	开封xi	yi-y	xi-x	(yi-y) ²	(xi-x) ²	(yi-y)(xi-x)
1951	1	48	0	-487.287	-528.431	237448.1	279239.4	257497.3
1951	2	203	213	-332.287	-315.431	110414.3	99496.78	104813.5
1951	3	10	12	-525.287	-516.431	275925.9	266701.1	271274.3
1951	4	155	65	-380.287	-463.431	144617.8	214768.4	176236.6
1951	5	1208	922	672.7135	393.5689	452543.5	154896.5	264759.1
1951	6	530	601	-5.2865	72.5689	27.94708	5266.245	-383.635
1951	7	932	1290	396.7135	761.5689	157381.6	579987.2	302124.7
1951	8	1159	1329	623.7135	800.5689	389018.6	640910.6	499325.6
1951	9	196	191	-389.287	-337.431	151115.3	113859.7	114485.8
1951	10	153	137	-382.287	-391.431	146143	153218.3	149638.8
1951	11	289	315	-246.287	-213.431	60657.04	45552.83	52565.2
1951	12	60	131	-475.287	-397.431	225897.3	157951.5	188893.6
1952	1	0	0	-525.287	-528.431	285531.6	279239.4	282862
1952	2	69	69	-466.287	-459.431	217423.1	211076.9	214226.5
1952	3	579	422	43.7135	-106.431	1910.87	11327.58	-4652.48
1952	4	402	153	-183.287	-375.431	17705.29	140948.0	50039.9
1952	5	255	236	-280.287	-292.431	78560.52	85515.95	81964.49
1952	6	617	1521	81.7135	992.5689	6677.096	985193	81106.28
1952	7	218	546	-317.287	17.5689	100670.7	308.6662	-5574.37
1952	8	319	551	-216.287	22.5689	46779.85	509.3552	-4881.35
1952	9	635	550	99.7135	21.5689	9942.782	465.2174	2150.711
1952	10	409	258	-126.287	-270.431	15948.28	73132.98	34151.8
1952	11	886	923	350.7135	394.5689	123000	155684.6	138380.6
1952	12	3	76	-522.287	-452.431	283328.9	204693.9	240823
1953	1	50	5	-485.287	-523.431	235503	273980.1	254014
1953	2	104	53	-431.287	-475.431	186008	226034.7	205047
1953	3	517	447	-18.2865	-81.4311	334.3961	6631.024	1489.09
1953	4	92	176	-443.287	-352.431	196502.9	124207.7	156227.9
1953	5	330	394	-205.287	-134.431	42142.55	18071.72	27596.89
1953	6	1256	809	720.7135	280.5689	519427.9	78718.91	202209.6
1953	7	1850	1707	1314.714	1178.568	1728472	1389025	1549480
1953	8	779	1497	243.7135	968.5689	59396.27	938125.7	236053.3
1953	9	35	14	-500.287	-514.431	250286.6	264639.4	257362.9
1953	10	159	300	-378.287	-228.431	141591.5	52180.77	85955.54
1953	11	397	252	-138.287	-276.431	19123.16	76414.15	38226.69
1953	12	77	81	-458.287	-447.431	210026.5	200194.6	205051.6
1954	1	123	171	-412.287	-357.431	169980.2	127757	147364
1954	2	384	392	-151.287	-136.431	22887.61	18613.45	20640.18
1954	3	8	0	-527.287	-528.431	278031.1	279239.4	278634.6
1954	4	232	200	-303.287	-328.431	91982.7	107867	99608.72
1954	5	1012	701	476.7135	172.5689	227255.8	29780.03	82265.92
1954	6	359	259	-176.287	-269.431	31076.93	72593.12	47497.07

表 5 郑州和开封降水量相关系数计算表

设开封月平均降水量为 x_i ，降水量平均值为 \bar{x} ，郑州月平均降水量为 y_i ，降水量平均值为 \bar{y} ；
相关系数：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

根据数据可以得出：

$$r = 0.87$$

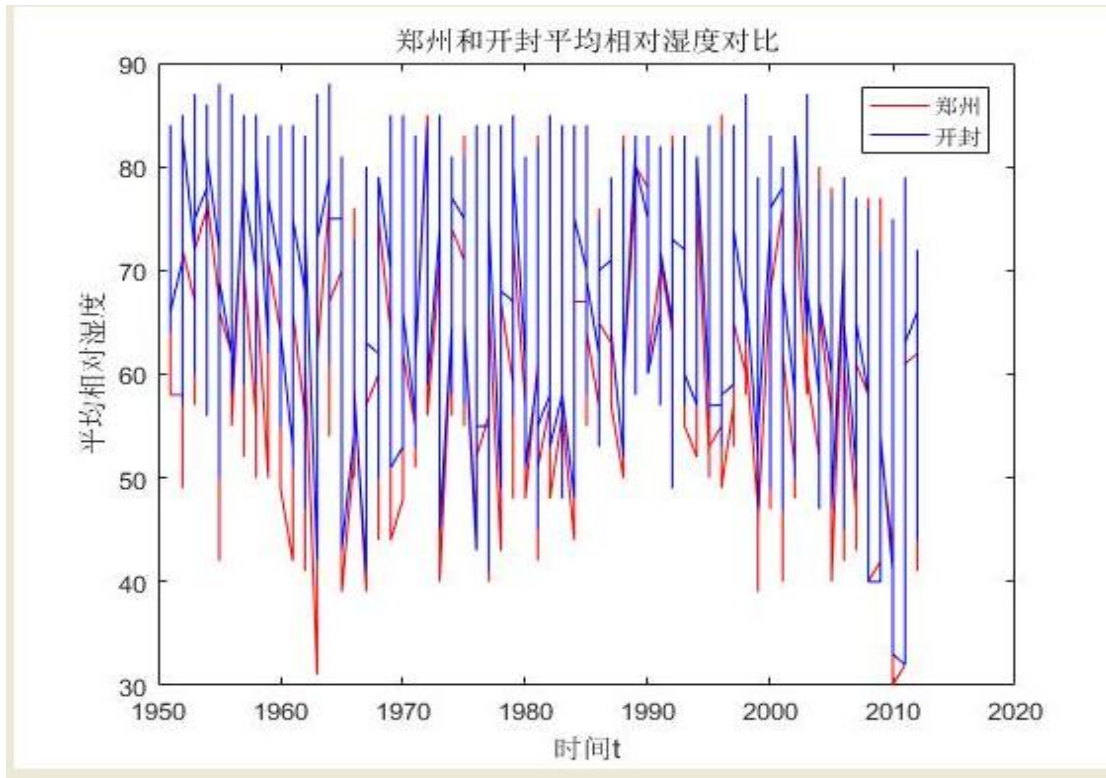


图 10 郑州与开封平均相对湿度对比图

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
年	月	郑州yi	开封xi	yi-y	xi-x	(yi-y) ²	(xi-x) ²	(yi-y)(xi-x)	
1	1951	1	4	0	-3	-4	9	16	12
2	1951	2	10	11	3	7	9	49	21
3	1951	3	3	2	-4	-2	16	4	8
4	1951	4	7	6	0	2	0	4	0
5	1951	5	10	9	3	5	9	25	15
6	1951	6	6	8	-1	4	1	16	-4
7	1951	7	10	10	3	6	9	36	18
8	1951	8	10	10	3	6	9	36	18
9	1951	9	4	4	-3	0	9	0	0
10	1951	10	5	3	-2	-1	4	1	2
11	1951	11	6	6	-1	2	1	4	-2
12	1951	12	2	3	-5	-1	25	1	5
13	1952	1	0	0	-7	-4	49	16	28
14	1952	2	5	5	-2	1	4	1	-2
15	1952	3	9	9	2	5	4	25	10
16	1952	4	5	6	-2	2	4	4	-4
17	1952	5	9	8	2	4	4	16	8
18	1952	6	5	6	-2	2	4	4	-4
19	1952	7	13	11	6	7	36	49	42
20	1952	8	10	8	3	4	9	16	12
21	1952	9	10	10	3	6	9	36	18
22	1952	10	4	4	-3	0	9	0	0
23	1952	11	14	14	7	10	49	100	70
24	1952	12	1	3	-6	-1	36	1	6
25	1953	1	1	1	-6	-3	36	9	18
26	1953	2	4	4	-3	0	9	0	0
27	1953	3	6	5	-1	1	1	1	-1
28	1953	4	4	4	-3	0	9	0	0
29	1953	5	5	6	-2	2	4	4	-4
30	1953	6	5	6	-2	2	4	4	-4
31	1953	7	10	12	3	8	9	64	24
32	1953	8	11	13	4	9	16	81	36
33	1953	9	3	2	-4	-2	16	4	8
34	1953	10	7	8	0	4	0	16	0
35	1953	11	11	6	4	2	16	4	8
36	1953	12	4	3	-3	-1	9	1	3
37	1954	1	6	9	-1	5	1	25	-5
38	1954	2	6	6	-1	2	1	4	-2
39	1954	3	1	0	-6	-4	36	16	24
40	1954	4	5	5	-2	1	4	1	-2
41	1954	5	10	9	3	5	9	25	15
42	1954	6	7	6	0	2	0	4	0

表 6 郑州与开封平均相对湿度相关系数计算表

设开封月平均相对湿度为 x_i ，相对湿度平均值为 \bar{x} ，郑州月平均相对湿度为 y_i ，相对湿度平均值为 \bar{y} ；
相关系数：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

根据数据可以得出：

$$r=0.93$$

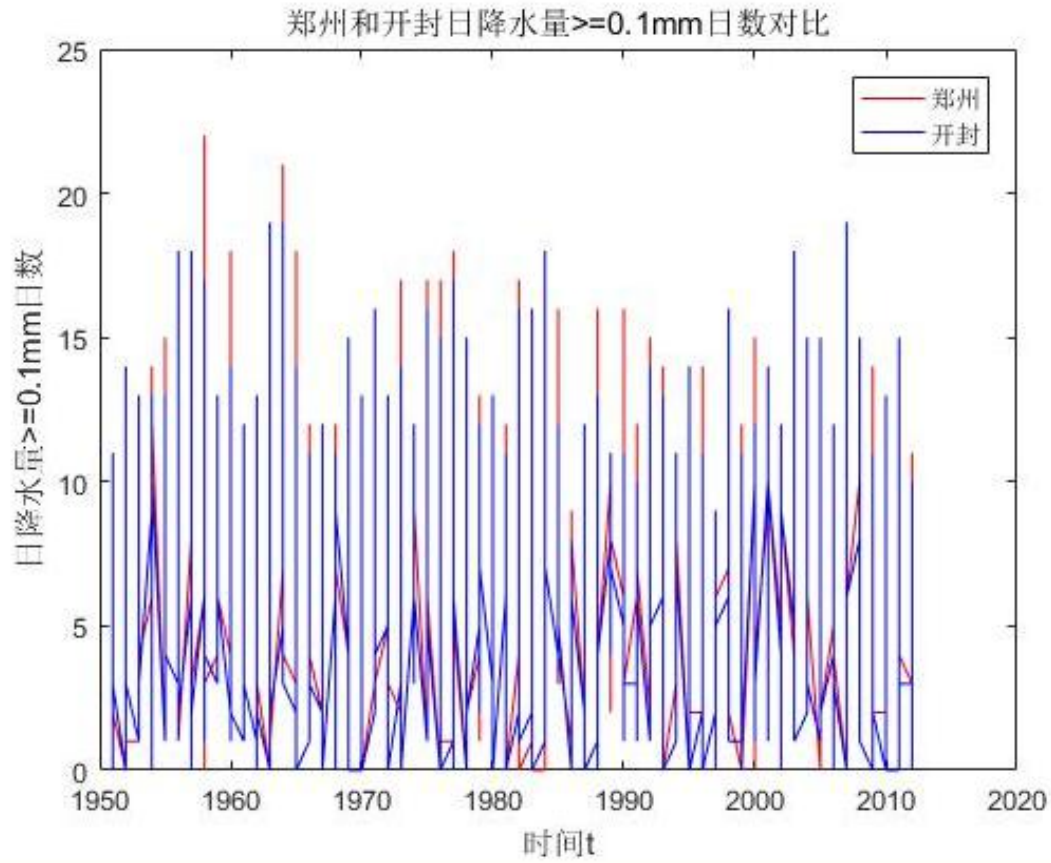


图 11 郑州与开封降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数对比图

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	年	月	郑州yi	开封xi	yi-y	xi-x	(yi-y)^2	(xi-x)^2	(yi-y)(xi-x)	
2	1951	1	4	0	-3	-4	9	16	12	
3	1951	2	10	11	3	7	9	49	21	
4	1951	3	3	2	-4	-2	16	4	8	
5	1951	4	7	6	0	2	0	4	0	
6	1951	5	10	9	3	5	9	25	15	
7	1951	6	6	8	-1	4	1	16	-4	
8	1951	7	10	10	3	6	9	36	18	
9	1951	8	10	10	3	6	9	36	18	
10	1951	9	4	4	-3	0	9	0	0	
11	1951	10	5	3	-2	-1	4	1	2	
12	1951	11	6	6	-1	2	1	4	-2	
13	1951	12	2	3	-5	-1	25	1	5	
14	1952	1	0	0	-7	-4	49	16	28	
15	1952	2	5	5	-2	1	4	1	-2	
16	1952	3	9	9	2	5	4	25	10	
17	1952	4	5	6	-2	2	4	4	-4	
18	1952	5	9	8	2	4	4	16	8	
19	1952	6	5	6	-2	2	4	4	-4	
20	1952	7	13	11	6	7	36	49	42	
21	1952	8	10	8	3	4	9	16	12	
22	1952	9	10	10	3	6	9	36	18	
23	1952	10	4	4	-3	0	9	0	0	
24	1952	11	14	14	7	10	49	100	70	
25	1952	12	1	3	-6	-1	36	1	6	
26	1953	1	1	1	-6	-3	36	9	18	
27	1953	2	4	4	-3	0	9	0	0	
28	1953	3	6	5	-1	1	1	1	-1	
29	1953	4	4	4	-3	0	9	0	0	
30	1953	5	5	6	-2	2	4	4	-4	
31	1953	6	5	6	-2	2	4	4	-4	
32	1953	7	10	12	3	8	9	64	24	
33	1953	8	11	13	4	9	16	81	36	
34	1953	9	3	2	-4	-2	16	4	8	
35	1953	10	7	8	0	4	0	16	0	
36	1953	11	11	6	4	2	16	4	8	
37	1953	12	4	3	-3	-1	9	1	3	
38	1954	1	6	9	-1	5	1	25	-5	
39	1954	2	6	6	-1	2	1	4	-2	
40	1954	3	1	0	-6	-4	36	16	24	
41	1954	4	5	5	-2	1	4	1	-2	
42	1954	5	10	9	3	5	9	25	15	
43	1954	6	7	6	0	2	0	4	0	

表 7 郑州与开封降水量 ≥ 0.1mm 日数相关系数计算表

设开封月降水量 ≥ 0.1mm 日数为 x_i ，降水量 ≥ 0.1mm 日数平均值为 \bar{x} ，郑州月降水量 ≥ 0.1mm 日数为 y_i ，降水量 ≥ 0.1mm 日数平均值为 \bar{y} ；

相关系数：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

根据数据可以得出：

$$r = 0.75$$

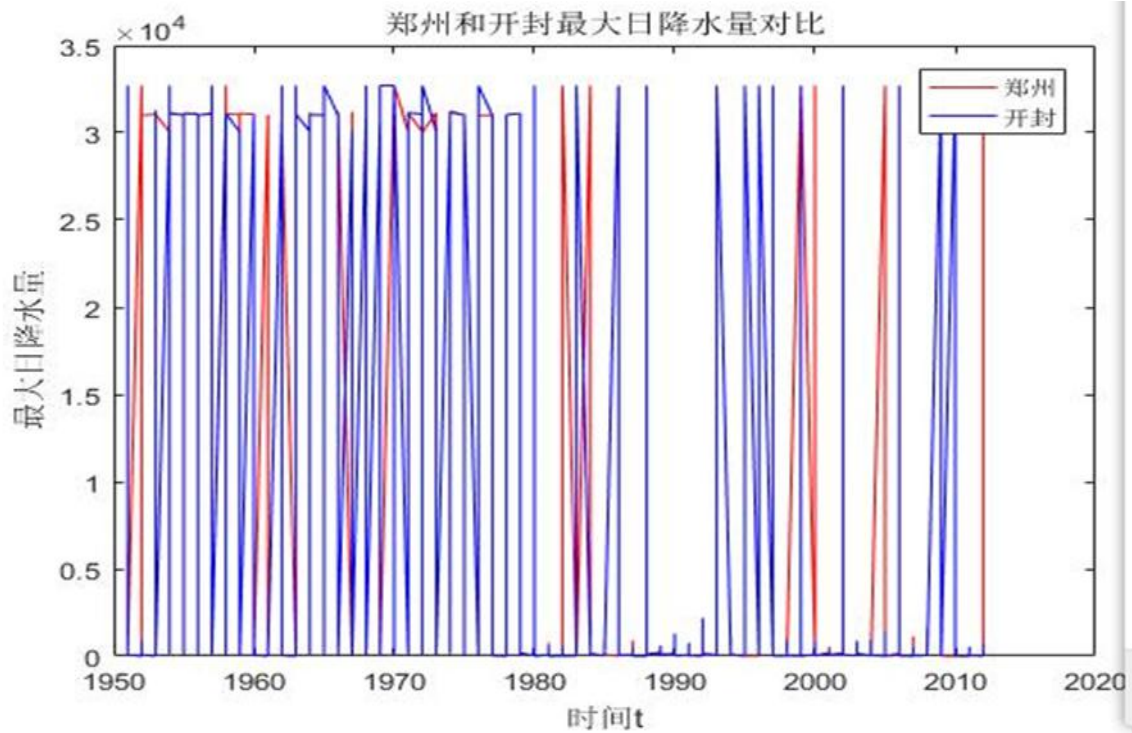


图 12 郑州与开封最大日降水量对比图

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	年	月	郑州yi	开封xi	yi-y	xi-x	(yi-y) ²	(xi-x) ²	(yi-y)(xi-x)	
2	1951	1	31019	32700	26494.85	28659.7	7.02E+08	8.21E+08	7.59E+08	
3	1951	2	30059	31044	25534.85	27003.7	6.52E+08	7.29E+08	6.9E+08	
4	1951	3	5	10	-4519.15	-4030.3	20422744	16243286	18213524	
5	1951	4	75	49	-4449.15	-3991.3	19794962	15930444	17757887	
6	1951	5	656	454	-3868.15	-3586.3	14962608	12861519	13872342	
7	1951	6	296	210	-4228.15	-3830.3	17877278	14671167	16195078	
8	1951	7	507	414	-4017.15	-3626.3	16137518	13150023	14567386	
9	1951	8	812	1165	-3712.15	-2875.3	13780080	8267327	10673539	
10	1951	9	105	118	-4419.15	-3922.3	19528913	15384406	17333226	
11	1951	10	86	115	-4438.15	-3925.3	19697202	15407949	17421064	
12	1951	11	119	195	-4405.15	-3845.3	19405373	14786301	16939117	
13	1951	12	42	71	-4482.15	-3969.3	20089696	15755311	17790992	
14	1952	1	32700	0	28175.85	-4040.3	7.94E+08	16323992	-1.1E+08	
15	1952	2	31039	34	26514.85	-4006.3	7.03E+08	16050408	-1.1E+08	
16	1952	3	276	214	-4248.15	-3826.3	18046804	14640541	16254691	
17	1952	4	216	68	-4308.15	-3972.3	18560182	15779136	17113259	
18	1952	5	61	95	-4463.15	-3945.3	19919735	15565361	17608460	
19	1952	6	310	923	-4214.15	-3117.3	17759086	9717534	13136762	
20	1952	7	79	335	-4445.15	-3705.3	19759385	13729218	16470608	
21	1952	8	229	227	-4295.15	-3813.3	18448339	14541226	16378690	
22	1952	9	174	186	-4350.15	-3854.3	18923831	14855598	16766777	
23	1952	10	217	172	-4307.15	-3868.3	18551567	14963714	16661343	
24	1952	11	174	248	-4350.15	-3792.3	18923831	14381509	16497068	
25	1952	12	31003	71	26478.85	-3969.3	7.01E+08	15755311	-1.1E+08	
26	1953	1	31050	5	26525.85	-4035.3	7.04E+08	16283614	-1.1E+08	
27	1953	2	31042	21	26517.85	-4019.3	7.03E+08	16154740	-1.1E+08	
28	1953	3	31295	31230	26770.85	27189.7	7.17E+08	7.39E+08	7.28E+08	
29	1953	4	52	102	-4472.15	-3938.3	20000152	15510175	17612662	
30	1953	5	197	258	-4327.15	-3782.3	18724253	14305763	16366573	
31	1953	6	1002	618	-3522.15	-3422.3	12405562	11712110	12053850	
32	1953	7	428	492	-4096.15	-3548.3	16778469	12590405	14534363	
33	1953	8	215	656	-4309.15	-3384.3	18568800	11453459	14583449	
34	1953	9	20	11	-4504.15	-4029.3	20287394	16235226	18148566	
35	1953	10	85	135	-4439.15	-3905.3	19706079	15251337	17336206	
36	1953	11	30177	30138	25652.85	26097.7	6.58E+08	6.81E+08	6.69E+08	
37	1953	12	31038	41	26513.85	-3999.3	7.03E+08	15994368	-1.1E+08	
38	1954	1	30029	31051	25504.85	27010.7	6.5E+08	7.3E+08	6.89E+08	
39	1954	2	31132	166	26607.85	-3874.3	7.08E+08	15010169	-1E+08	
40	1954	3	8	32700	-4516.15	28659.7	20395638	8.21E+08	-1.3E+08	
41	1954	4	106	107	-4418.15	-3933.3	19520076	15470817	17377904	
42	1954	5	490	229	-4034.15	-3811.3	16274390	14525977	15375351	
43	1954	6	126	109	-4398.15	-3931.3	19343750	15455088	17290441	

表 8 郑州与开封最大日降水量相关系数计算表

设开封月最大日降水量为 x_i ，最大日降水量平均值为 \bar{x} ，郑州月最大日降水量为 y_i ，最大日降水量平均值为 \bar{y} ；

相关系数：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

根据数据可以得出：

$$r = 0.74$$

分析郑州和开封降水量对比图、郑州与开封平均相对湿度对比图、郑州与开封降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数对比图、郑州与开封最大日降水量对比图；根据所给数据得出的相关系数 r 均大于 0.74，降水量相关系数达到 0.87，月平均相对湿度相关系数甚至达到了 0.93。从而得出郑州与开封旱涝规律是具有相关性的。

问题三

模型三的建立与求解

郑州市 1951-2011 年各月份降水量总和，及其占总降雨量的百分比：

月份	各月降雨量总和	占总降雨量百分比
1	3760	0.014
2	5296	0.02
3	12308	0.046
4	18598	0.069
5	22716	0.085
6	27864	0.104
7	60302	0.225
8	51823	0.193
9	32050	0.120
10	17859	0.067
11	11370	0.042
12	4235	0.016
总和	268181	1

表 9 郑州各月份降水量统计表

通过观察降雨量的时间序列图，我们可以发现不同月份的降雨量也不相同。且由时间序列模型的相关知识，我们知道 2013 年的降雨量与 2012 年的降雨量的相关性比其他年份的要大。因此，本题我们先分别计算出郑州市 1951-2012 年各个月份的总降雨量占总降雨量的百分比。然后，由 2012 年的降雨量来估计 2013 年各个月份的降雨量。

又因为 2012 年的降雨量只有前九个月分的，但我们可以根据前面的讨论计算出 2012 年降雨量的估计值，为 $1052 \div 0.12 \approx 8767$ 。则 2013 年各个月份的降雨量分别 $8767 * 0.014 = 122.738$ ， $8767 * 0.02 = 175.37$ ， $8767 * 0.046 = 403.282$ ， $8767 * 0.069 = 604.923$ ，

$8767 \times 0.085 = 745.195$, $8767 \times 0.104 = 911.768$, $8767 \times 0.225 = 1972.575$,
 $8767 \times 0.193 = 1692.031$, $8767 \times 0.12 = 1052.04$, $8767 \times 0.067 = 587.389$,
 $8767 \times 0.042 = 368.214$, $8767 \times 0.016 = 140.271$ 。

开封市 1951-2012 年各月份降水量总和，及其占总降雨量的百分比：

月份	各月降雨量总和	占总降雨量百分比
1	4412	0.011
2	6632	0.017
3	15273	0.039
4	22858	0.059
5	30529	0.079
6	44859	0.116
7	100743	0.260
8	76966	0.199
9	42093	0.109
10	21737	0.056
11	14928	0.039
12	5720	0.015
总和	386750	1

表 10 开封各月份降水量统计表

根据上述方法，我们可以得到开封市 2012 年降雨量的预测值为： $587 \div 0.109 \approx 5385$ ，则开封市 2013 年各月份的降雨量分别 $5385 \times 0.011 = 59.235$ ， $5385 \times 0.017 = 91.545$ ， $5385 \times 0.039 = 210.015$ ， $5385 \times 0.059 = 317.715$ ， $5385 \times 0.079 = 425.415$ ， $5385 \times 0.116 = 624.66$ ， $5385 \times 0.260 = 1400.1$ ， $5385 \times 0.199 = 1071.615$ ， $5385 \times 0.109 = 586.965$ ， $5385 \times 0.056 = 301.56$ ， $5385 \times 0.039 = 210.015$ ， $5385 \times 0.015 = 80$ 。

由于降雨量是有周期性的，因此郑州市和开封市 2014 和 2015 年的降雨量的预测值和 2013 年的预测值相同。

六 模型的优缺点分析



6.1 模型优点

6.11 模型一：

时间序列模型是一种精度较高的时间序列短期预测方法，不考虑其他解释变量的作用，而是依据变量自身的变化规律，利用外推机制描述时间序列的变化。

6.12 模型二：

当相互联系的变量取一定数值时，与之对应的另一变量虽然不确定，但它仍按照某种规律在一定的范围内变化。

6.13 模型三：

根据郑州、开封市各月份降水量总和，及其占总降雨量的百分比，并观察他们的时间序列图，后期预测较好。

6.14 总评：

文字与图表相结合，使结果一目了然，更具有说服力！

6.2 模型缺点

6.21 模型一：

时间序列的数值由于受周期变动和不规则变动的影 响，起伏较大，不易显示出发展趋势时，实际问题中，常会遇到季节性和趋势性同时存在的情况，这时必须事先剔除序列趋势性再用上述方法识别序列的季节性，否则季节性会被强趋势性所掩盖，以至判断错误，如果数据之间没有相关性，就不能用这个模型。

6.22 模型二：

现象之间客观存在的不严格，不确定的数量依存关系。变量之间不能用函数关系精确表达。

6.23 模型三：

此模型预测早期的效果较不好。

6.24 总评：

在处理数据和求解过程中，不可避免会出现误差，在一定程度上也会影响到模型求解的准确性。

七 模型的推广

本文所用的时间序列分析法和直线相关分析法，和可以推广至生活中各类统计学中周期性相关性分析的应用中。

随着科技的发展，社会的进步，我们进入大数据时代，人们的研究成果与科技产品层出不穷，而且各大领域都相互联系，形成了千丝万缕的关系，所以在这个社会不得不借助时间序列分析和直线相关分析等数学方法来观察事物的发展和运行规律。

八 参考文献

[1]姜启源、谢金星、叶俊编著，《数学建模》（第三版），北京：高等教育出版社，2003年8月；

[2]何正风编著，《MATLAB在数学方面的应用》，北京：清华大学出版社，2012年1月；

九 附录

附录一：

```

1 %郑州和开封降水量对比
2 x1=B1(1:741,1);
3 y1=B1(1:741,6);
4 x2=B2(1:741,1);
5 y2=B2(1:741,6);
6 plot(x1,y1,'r',x2,y2,'b');
7 title('郑州和开封降水量对比');
8 legend('郑州','开封');
9 xlabel('时间t'),ylabel('降水量');
10
11 %郑州和开封最大日降水量对比
12 x1=B1(1:741,1);
13 y1=B1(1:741,17);
14 x2=B2(1:741,1);
15 y2=B2(1:741,17);
16 plot(x1,y1,'r',x2,y2,'b');
17 title('郑州和开封最大日降水量对比');
18 legend('郑州','开封');
19 xlabel('时间t'),ylabel('最大日降水量');
20
21 %郑州和开封平均相对湿度对比
22 x1=B1(1:741,1);
23 y1=B1(1:741,11);
24 x2=B2(1:741,1);
25 y2=B2(1:741,11);
26 plot(x1,y1,'r',x2,y2,'b');
27 title('郑州和开封平均相对湿度对比');
28 legend('郑州','开封');
29 xlabel('时间t'),ylabel('平均相对湿度');
30
31 %郑州和开封日降水量>=0.1mm日数对比
32 x1=B1(1:741,1);
33 y1=B1(1:741,14);
34 x2=B2(1:741,1);
35 y2=B2(1:741,14);
36 plot(x1,y1,'r',x2,y2,'b');
37 title('郑州和开封日降水量>=0.1mm日数对比');
38 legend('郑州','开封');
39 xlabel('时间t'),ylabel('日降水量>=0.1mm日数');

```