

线性回归模型实验报告

2019/11/17

一、时间选取

在线性回归模型的实验中，与之前相同，根据我国经济特性将时间分为 2004-2009，2009-2016，2016-2019 三个阶段。

二、月度数据

对于每日更新的数据将其合并，对于每个季度更新的数据将其处理为月度。

三、本次实验采用的变量

04-09：（从 2004.03(含)到 2009.09(含)）

美元兑人民币：平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯指数
1 年期美国国债利率	美国联邦基金利率	进口金额:累计同比
出口金额:累计同比	固定资产投资累计同比	房地产开发投资累计同比
社会消费品零售总额同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长
PPI 同比增长	社会融资规模存量同比增速	m1 同比增长
m2 同比增长	DR007	

09-16：（从 2009.12(含)到 2015.12(含)）

美元兑人民币：平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯指数
1 年期美国国债利率	美国联邦基金利率	进口金额:累计同比
出口金额:累计同比	固定资产投资累计同比	房地产开发投资累计同比

社会消费品零售总额同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长
PPI 同比增长	社会融资规模存量同比增速	m1 同比增长
m2 同比增长	DR007	摩根大通 pmi 指数

比 09-16 时间段增加了摩根大通 pmi 指数

16-19: (从 2016.01(含)到 2019.09(含))

美元兑人民币: 平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯指数
1 年期美国国债利率	美国联邦基金利率	进口金额: 累计同比
出口金额: 累计同比	固定资产投资累计同比	房地产开发投资累计同比
社会消费品零售总额同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长
PPI 同比增长	社会融资规模存量同比增速	m1 同比增长
m2 同比增长	DR007	摩根大通 pmi 指数

比 09-16 时间段增加了摩根大通 pmi 指数

4. 输入输出

我们将上述变量作为**解释变量**，将中债国债到期收益率（1 年期品种）月度数据作为**被解释变量**（y），进行建模。我们注意到，部分数据是实时发布的，另有部分数据存在发布的滞后性，我们将这种情况考虑了进去。下面列出每个变量的滞后情况。

变量名称	滞后时间	备注
------	------	----

离岸人民币汇率 7 天	无滞后	汇率更新频率为日，月数据为无滞后时间数据
Libor7 天	无滞后	利率更新频率为日，月数据为无滞后时间数据
美国道琼斯指数	无滞后	根据万的可知，美国道琼斯指数为无滞后时间数据
1 年期美国国债利率（建议增加 1 年期和 10 年期）	无滞后	收益率更新频率为日，月数据为无滞后时间数据
美国联邦基金利率	无滞后	利率更新频率为日，月数据为无滞后时间数据
摩根大通 pmi 指数	无滞后	根据万得数据库可查，PMI 为月末更新，无滞后时间
进口金额累计同比	1 月	数据来源海关统计，进口总额值一般滞后一月在下月 23 日报告
出口金额累计同比	1 月	数据来源海关统计，出口总额值一般滞后一月在下月 23 日报告
固定资产投资累计同比	1 月	根据 2019 年国家统计局主要统计信息发布日程表,注释本表公布的发布内容为固定资产投资上月,可知固定资产投资累计同比为滞后一个月数据。2 月份不发布 1 月份固定资产投资、房地产开发投资和销售、社会消费品零售总额
房地产开发投资累计同比	1 月	根据 2019 年国家统计局主要统计信息发布日程表，注释本表公布的发布内容为房地产开发投资上月数据，可知房地产开发投资累计同比为滞后一个月数据
社会消费品零售总额同比增长	1 月	根据 2019 年国家统计局主要统计信息发布日程表，注释本表公布的发布内容为社会消费品零售总额上月数据，可知社会消费品零售总额同比增长为滞后一个月数据
规模以上工业增加值同比	1 月	根据 2019 年国家统计局主要统计信息发布日程表，注释本表公布的发布内容为规模以上工业增加值上月数据，可知规模以上工业增加值同比为滞后一个月数据

CPI 同比增长	1 月	根据 2019 年国家统计局主要统计信息发布日程表，注释本表公布的发布内容为居民消费价格指数上月数据，可知居民消费价格指数为滞后一个月数据
PPI 同比增长	1 月	根据 2019 年国家统计局主要统计信息发布日程表，注释本表公布的发布内容为生产价格指数上月，可知生产价格指数为滞后一个月数据
社会融资规模存量同比增速	1 月	根据中国人民银行网站，得到社会融资规模统计表在月后 15 日公布。
m1 同比增长	1 月	M1 是中国银行月后 15 日左右发布的
m2 同比增长	1 月	M2 是中国银行月后 15 日左右发布的
dr007(可按月取平均)	无滞后	更新频率为 15 分钟，无滞后
中债国债到期收益率:1 年:月	无滞后	收益率更新频率为日，月数据为无滞后时间数据

5. 实验步骤

04-09 阶段

读入 04-09 阶段的数据：（这里仅列出前几行）

##	美元兑人民币.平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯指数	X1 年期美国国债利率
## 2004.03	8.2771	1.08	1.03	1.19
## 2004.04	8.2769	1.08	1.04	1.43
## 2004.05	8.2770	1.08	1.01	1.78
## 2004.06	8.2766	1.14	1.04	2.12
## 2004.07	8.2767	1.33	1.02	2.10
## 2004.08	8.2768	1.54	1.00	2.02
##	美国联邦基金利率	进口金额.累计同比	出口金额.累计同比	
## 2004.03	1.00	42.0	28.9	
## 2004.04	1.00	42.3	34.1	
## 2004.05	1.00	42.4	33.5	
## 2004.06	1.03	41.0	33.4	
## 2004.07	1.26	42.6	35.7	
## 2004.08	1.43	41.3	35.5	
##	固定资产投资累计同比	房地产开发投资累计同比		
## 2004.03	53.0	57.1		

##	2004.04	47.8	41.1
##	2004.05	42.8	34.6
##	2004.06	34.8	32.0
##	2004.07	31.0	28.7
##	2004.08	31.1	28.6

##	社会消费品零售总额同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长	PPI 同比增长	
##	2004.03	9.2	23.2	2.1	3.5
##	2004.04	11.1	19.4	3.0	4.0
##	2004.05	13.2	19.1	3.8	5.0
##	2004.06	17.8	17.5	4.4	5.7
##	2004.07	13.9	16.2	5.0	6.4
##	2004.08	13.2	15.5	5.3	6.4

##	社会融资规模存量 同比增速	m1 同比增长	m2 同比增长	DR007	y	
##	2004.03	21.14859	19.8	19.4	1.91	2.49
##	2004.04	22.20896	20.1	19.1	2.11	2.66
##	2004.05	21.91184	20.0	19.1	2.18	2.84
##	2004.06	21.18529	18.6	17.5	2.42	2.96
##	2004.07	18.89480	16.2	16.2	2.34	3.07
##	2004.08	18.30000	15.0	15.3	2.28	3.26

以下是进行归一化处理的代码过程：

```
i1<-1:18
j1<-1:67
for(i in i1){
  meani<-mean(data0409[j1,i])
  maxi<-max(data0409[j1,i])
  mini<-min(data0409[j1,i])
  for(j in j1){
    data0409[j,i]<-2*(data0409[j,i]-mini)/(maxi-mini)-1
  }
}
```

进行归一化处理后的结果：（仅列出前几行）

```
head(data0409)
```

##	美元兑人民币. 平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯 指数	X1 年期美国 国债利率	
##	2004.03	1.0000000	-0.6800000	-0.07462687	-0.6721992
##	2004.04	0.9997246	-0.6800000	-0.04477612	-0.5726141
##	2004.05	0.9998623	-0.6800000	-0.13432836	-0.4273859
##	2004.06	0.9993116	-0.6571429	-0.04477612	-0.2863071
##	2004.07	0.9994493	-0.5847619	-0.10447761	-0.2946058
##	2004.08	0.9995869	-0.5047619	-0.16417910	-0.3278008
##	美国联邦基金利率	进口金额. 累计同比	出口金额. 累计同比		

##	2004.03	-0.6673190	0.9859977	0.5894884
##	2004.04	-0.6673190	0.9929988	0.7512051
##	2004.05	-0.6673190	0.9953326	0.7325455
##	2004.06	-0.6555773	0.9626604	0.7294355
##	2004.07	-0.5655577	1.0000000	0.8009641
##	2004.08	-0.4990215	0.9696616	0.7947442
##		固定资产投资累计同比	房地产开发投资累计同比	
##	2004.03	1.0000000	1.0000000	
##	2004.04	0.6486486	0.4295902	
##	2004.05	0.3108108	0.19786096	
##	2004.06	-0.2297297	0.10516934	
##	2004.07	-0.4864865	-0.01247772	
##	2004.08	-0.4797297	-0.01604278	
##		社会消费品零售总额		
		同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长 PPI 同比增长
##	2004.03	-1.0000000	0.8907381	-0.25714286 0.2814896
##	2004.04	-0.7304965	0.6157742	-0.08571429 0.3362541
##	2004.05	-0.4326241	0.5940666	0.06666667 0.4457831
##	2004.06	0.2198582	0.4782923	0.18095238 0.5224535
##	2004.07	-0.3333333	0.3842258	0.29523810 0.5991238
##	2004.08	-0.4326241	0.3335745	0.35238095 0.5991238
##		社会融资规模存量	m1	m2
		同比增速	同比增长	同比增长 DR007
##	2004.03	-0.15494697	0.24714829	-0.2108753 -0.4138973
##	2004.04	-0.03459895	0.27566540	-0.2506631 -0.2930514
##	2004.05	-0.06832107	0.26615970	-0.2506631 -0.2507553
##	2004.06	-0.15078233	0.13307985	-0.4628647 -0.1057402
##	2004.07	-0.41074386	-0.09505703	-0.6352785 -0.1540785
##	2004.08	-0.47825180	-0.20912548	-0.7546419 -0.1903323
##		y		
##	2004.03	0.1304348		
##	2004.04	0.2536232		
##	2004.05	0.3840580		
##	2004.06	0.4710145		
##	2004.07	0.5507246		
##	2004.08	0.6884058		

划分训练集和测试集，这里用 2009 年 02 月到 2009 年 09 月的数据当作测试集，其余月份的数据做训练集。

```
train1<-data0409[1:59,]
test1<-data0409[60:67,]
lm.fit1<-lm(data0409$y~.,data=data0409)
summary(lm.fit1)

##
## Call:
## lm(formula = data0409$y ~ ., data = data0409)
##
## Residuals:
```

```
##      Min      1Q   Median      3Q      Max
## -0.39426 -0.08838  0.00782  0.10191  0.33429
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.11294    0.11232   1.006  0.319559
## 美元兑人民币.平均汇率  0.46372    0.12711   3.648  0.000639 ***
## Libor7 天      0.23213    0.26057   0.891  0.377363
## 美国道琼斯指数    0.07765    0.25396   0.306  0.761068
## X1 年期美国国债利率 -0.20425    0.26321  -0.776  0.441485
## 美国联邦基金利率  -0.10919    0.34395  -0.317  0.752236
## 进口金额.累计同比  -0.27181    0.15377  -1.768  0.083344 .
## 出口金额.累计同比  -0.16569    0.25250  -0.656  0.514778
## 固定资产投资累计同比 -0.27939    0.18946  -1.475  0.146706
## 房地产开发投资累计同比  0.28297    0.30567   0.926  0.359120
## 社会消费品零售总额同比增长  0.13803    0.18165   0.760  0.450988
## 工业增加值同比      0.11854    0.18061   0.656  0.514683
## CPI 同比增长        0.37150    0.14216   2.613  0.011877 *
## PPI 同比增长        0.50945    0.19755   2.579  0.012965 *
## 社会融资规模存量同比增速  0.70967    0.28830   2.462  0.017402 *
## m1 同比增长        0.11227    0.20456   0.549  0.585619
## m2 同比增长       -0.27435    0.18159  -1.511  0.137248
## DR007            0.21534    0.11353   1.897  0.063752 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.1668 on 49 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9361, Adjusted R-squared:  0.914
## F-statistic: 42.26 on 17 and 49 DF, p-value: < 2.2e-16
```

以下是预测结果:

```
predict<-predict(lm.fit1,newdata=test1)
predict

##      2009.02      2009.03      2009.04      2009.05      2009.06      2009.07
## -0.8758480 -1.0786943 -0.9198877 -1.0981429 -0.9355551 -0.6672391
##      2009.08      2009.09
## -0.6242753 -0.4574413
```

画出拟合图:

下面展示线性模型拟合图，**红色线**代表真实数据，**黑色线**为模型在训练集中的表现，**蓝色线**为模型测试结果。

图 1 为 04-09 年第一阶段的拟合图。我们运用训练数据进行建立线性模型，然后运用测试数据进行预测。我们使用前 t 个自变量去预测第 $t+1$ 个因变量，以这

种方法来预测每一时间阶段的最后 8 个样本点，可从图中看出，测试数据的预测值和真实值偏差很大，第一阶段预测效果不太好。

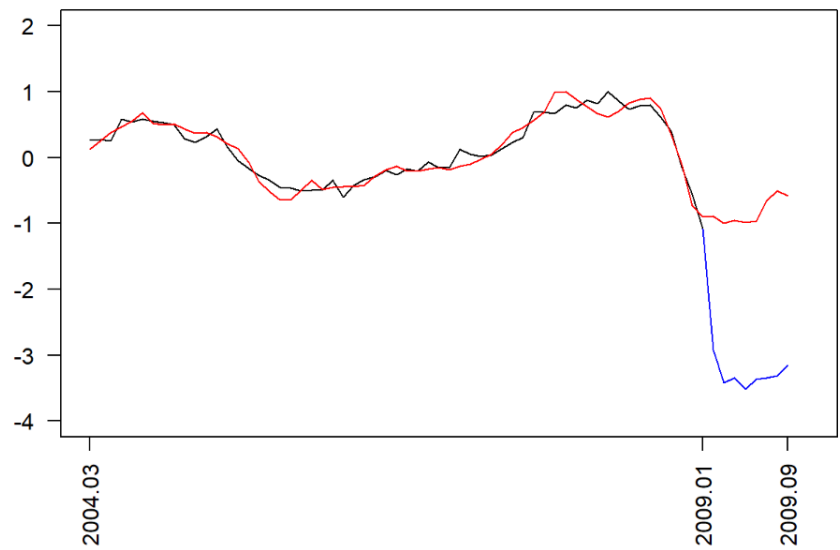


图 1. 04-09 年多元线性回归拟合效果图

09-16 阶段

读入 09-16 阶段的数据：（这里仅列出前几行）

##	美元兑人民币. 平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯 指数	X1 年期美国 国债利率
## 2009.12	6.8279	0.21	1.04	0.37
## 2010.01	6.8273	0.21	1.05	0.35
## 2010.02	6.8270	0.21	1.02	0.35
## 2010.03	6.8264	0.22	1.07	0.40
## 2010.04	6.8262	0.25	1.11	0.45
## 2010.05	6.8274	0.32	1.05	0.37
##	美国联邦基金利率	摩根大通 pmi 指数	进口金额. 累计同比	
## 2009.12	0.12	53.1	-15.74	
## 2010.01	0.11	53.2	-11.18	
## 2010.02	0.13	53.8	85.96	
## 2010.03	0.16	56.7	63.92	
## 2010.04	0.20	57.7	64.84	
## 2010.05	0.20	57.0	60.36	
##	出口金额.	固定资产投资	房地产开发投资	

	累计同比	累计同比	累计同比		
## 2009.12	-18.85	32.1	17.8		
## 2010.01	-16.01	30.4	16.1		
## 2010.02	21.00	26.6	31.1		
## 2010.03	31.29	26.6	31.1		
## 2010.04	28.69	26.4	35.1		
## 2010.05	29.15	26.1	36.2		
##	社会消费品零售总额				
	同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长	PPI 同比增长	
## 2009.12	15.8	19.2	0.6	-2.08	
## 2010.01	17.5	18.5	1.9	1.70	
## 2010.02	14.0	29.2	1.5	4.32	
## 2010.03	22.1	12.8	2.7	5.39	
## 2010.04	18.0	18.1	2.4	5.91	
## 2010.05	18.5	17.8	2.8	6.81	
##	社会融资规模存量				
	同比增速	m1 同比增长	m2 同比增长	DR007	y
## 2009.12	34.36212	34.63	29.74	1.47	1.49
## 2010.01	33.66766	32.35	27.68	1.46	1.58
## 2010.02	34.10073	38.96	25.98	1.86	1.66
## 2010.03	33.17674	34.99	25.52	1.64	1.53
## 2010.04	29.81297	29.94	22.50	1.65	1.62
## 2010.05	31.49660	31.25	21.48	1.87	1.74

以下为归一化过程使用的代码：

```
i1<-1:19
j1<-1:73
for(i in i1){
  meani<-mean(data2[j1,i])
  maxi<-max(data2[j1,i])
  mini<-min(data2[j1,i])
  for(j in j1){
    data2[j,i]<-2*(data2[j,i]-mini)/(maxi-mini)-1
  }
}
```

进行归一化处理后的结果：（这里仅列出前几行）

head(data2)					
##	美元兑人民币. 平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯 指数		
## 2009.12	1.0000000	-0.14285714	-0.9493671		
## 2010.01	0.9983416	-0.14285714	-0.9240506		
## 2010.02	0.9975124	-0.14285714	-1.0000000		
## 2010.03	0.9958541	-0.04761905	-0.8734177		
## 2010.04	0.9953013	0.23809524	-0.7721519		
## 2010.05	0.9986180	0.90476190	-0.9240506		
##	x1 年期美国国债利率	美国联邦基金利率	摩根大通 pmi 指数		

##	2009.12	-0.01818182	-0.41176471	-0.3707865
##	2010.01	-0.09090909	-0.52941176	-0.3483146
##	2010.02	-0.09090909	-0.29411765	-0.2134831
##	2010.03	0.09090909	0.05882353	0.4382022
##	2010.04	0.27272727	0.52941176	0.6629213
##	2010.05	-0.01818182	0.52941176	0.5056180
##	进口金额.累计同比 出口金额.累计同比 固定资产投资累计同比			
##	2009.12	-0.9181441	-1.0000000	1.0000000
##	2010.01	-0.8321388	-0.8994512	0.8447489
##	2010.02	1.0000000	0.4108692	0.4977169
##	2010.03	0.5843078	0.7751814	0.4977169
##	2010.04	0.6016598	0.6831298	0.4794521
##	2010.05	0.5171633	0.6994158	0.4520548
##	房地产开发投资累计同比 社会消费品零售总额同比增长 工业增加值同比			
##	2009.12	-0.1056911	-0.04132231	0.2592593
##	2010.01	-0.1978320	0.23966942	0.2074074
##	2010.02	0.6151762	-0.33884298	1.0000000
##	2010.03	0.6151762	1.0000000	-0.2148148
##	2010.04	0.8319783	0.32231405	0.1777778
##	2010.05	0.8915989	0.40495868	0.1555556
##	CPI PPI 社会融资规模存量 m1			
	同比增长	同比增长	同比增速	同比增长
##	2009.12	-1.0000000	-0.4262417	1.0000000
##	2010.01	-0.5555556	0.1341735	0.9387642
##	2010.02	-0.6923077	0.5226093	0.9769508
##	2010.03	-0.2820513	0.6812454	0.8954766
##	2010.04	-0.3846154	0.7583395	0.5988693
##	2010.05	-0.2478632	0.8917717	0.7473269
##	m2 同比增长 DR007 y			
##	2009.12	1.0000000	-0.9963370	-1.0000000
##	2010.01	0.7902240	-1.0000000	-0.9305019
##	2010.02	0.6171079	-0.8534799	-0.8687259
##	2010.03	0.5702648	-0.9340659	-0.9691120
##	2010.04	0.2627291	-0.9304029	-0.8996139
##	2010.05	0.1588595	-0.8498168	-0.8069498

划分训练集和测试集，这里用 2015 年 05 月到 2015 年 12 月的数据当作测试集，其余月份的数据做训练集。

```
train1<-data2[1:65,]
test1<-data2[66:73,]
lm.fit1<-lm(data2$y~.,data=data2)
summary(lm.fit1)

##
## Call:
## lm(formula = data2$y ~ ., data = data2)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
```

```
## -0.61701 -0.11732 0.01605 0.14508 0.41706
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.366918   0.159072   2.307 0.024941 *
## 美元兑人民币.平均汇率 0.060554   0.291598   0.208 0.836274
## Libor7 天      0.001902   0.186850   0.010 0.991917
## 美国道琼斯指数 0.812923   0.256043   3.175 0.002476 **
## X1 年期美国国债利率 -0.614594   0.197502  -3.112 0.002970 **
## 美国联邦基金利率 0.255399   0.138976   1.838 0.071607 .
## 摩根大通pmi 指数 0.157978   0.103501   1.526 0.132762
## 进口金额.累计同比 0.504130   0.238445   2.114 0.039128 *
## 出口金额.累计同比 -0.412704   0.188251  -2.192 0.032687 *
## 固定资产投资累计同比 0.714762   0.421577   1.695 0.095750 .
## 房地产开发投资累计同比 -0.294388   0.257933  -1.141 0.258766
## 社会消费品零售总额同比增长 -0.067151   0.142981  -0.470 0.640497
## 工业增加值同比 0.014903   0.174864   0.085 0.932398
## CPI 同比增长 0.675020   0.190581   3.542 0.000828 ***
## PPI 同比增长 -0.084835   0.223663  -0.379 0.705953
## 社会融资规模存量同比增速 -0.097085   0.461688  -0.210 0.834238
## m1 同比增长 0.212591   0.305373   0.696 0.489308
## m2 同比增长 -0.210227   0.470745  -0.447 0.656961
## DR007         0.452194   0.111826   4.044 0.000168 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.22 on 54 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8595, Adjusted R-squared:  0.8126
## F-statistic: 18.35 on 18 and 54 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

下面是预测结果:

```
predict<-predict(lm.fit1,newdata=test1)
predict

##      2015.05      2015.06      2015.07      2015.08      2015.09      201
5.1
## -0.02727493 -0.16677776 -0.16041369 -0.34596273 -0.41718371 -0.12209
329
##      2015.11      2015.12
## -0.54868694 -0.52085631
```

画出拟合图:

图 2 为 09-16 年第二阶段的拟合图。我们使用前 t 个自变量去预测第 $t+1$ 个因变量，以这种方法来预测每一时间阶段的最后 8 个样本点，可从图中看出，第二阶段预测效果较好。

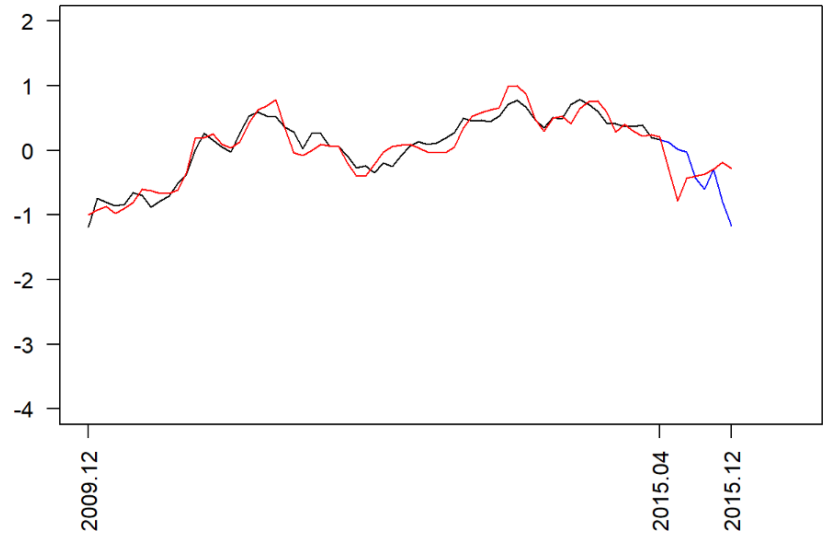


图 2.09-16 年多元线性回归拟合效果图

16-19 阶段

读入 16-19 阶段的数据：（这里仅列出前几行）

##	美元兑人民币. 平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯 指数	x1 年期美国 国债利率
## 2016.01	6.5527	0.39	1.63	0.54
## 2016.02	6.5311	0.39	1.63	0.53
## 2016.03	6.5064	0.40	1.73	0.66
## 2016.04	6.4762	0.40	1.78	0.56
## 2016.05	6.5315	0.41	1.77	0.59
## 2016.06	6.5874	0.42	1.78	0.55
##	美国联邦基金利率	摩根大通 pmi 指数	进口金额. 累计同比	
## 2016.01	0.34	52.6	-14.27	
## 2016.02	0.38	50.8	-19.93	
## 2016.03	0.36	51.5	-17.24	
## 2016.04	0.37	51.6	-13.94	
## 2016.05	0.37	51.1	-13.19	
## 2016.06	0.38	51.2	-10.69	
##	出口金额. 累计同比	固定资产投资 累计同比	房地产开发投资 累计同比	
## 2016.01	-2.94	10.0	1.0	

##	2016.02	-15.25	10.2	3.0	
##	2016.03	-21.07	10.2	3.0	
##	2016.04	-13.03	10.7	6.2	
##	2016.05	-11.04	10.5	7.2	
##	2016.06	-10.16	9.6	7.0	
##	社会消费品零售总额				
		同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长	PPI 同比增长
##	2016.01	11.1	5.90	1.60	-5.9
##	2016.02	10.2	5.87	1.80	-5.3
##	2016.03	10.2	4.91	2.30	-4.9
##	2016.04	10.5	6.80	2.30	-4.3
##	2016.05	10.1	6.00	2.33	-3.4
##	2016.06	10.0	6.00	2.04	-2.8
##	社会融资规模存量				
		同比增速	m1 同比增长	m2 同比增长	DR007 y
##	2016.01	11.70963	15.2	13.3	2.49 2.32
##	2016.02	12.59570	18.6	14.0	2.42 2.29
##	2016.03	12.07628	17.4	13.3	2.46 2.13
##	2016.04	12.81011	22.1	13.4	2.49 2.22
##	2016.05	12.50938	22.9	12.8	2.43 2.31
##	2016.06	11.99121	23.7	11.8	2.46 2.40

以下是归一化过程使用的代码：

```
i1<-1:19
j1<-1:45
for(i in i1){
  meani<-mean(data3[j1,i])
  maxi<-max(data3[j1,i])
  mini<-min(data3[j1,i])
  for(j in j1){
    data3[j,i]<-2*(data3[j,i]-mini)/(maxi-mini)-1
  }
}
```

进行归一化处理后的结果：（这里仅列出前几行）

```
head(data3)
```

##	美元兑人民币. 平均汇率	Libor7 天	美国道琼斯 指数	X1 年期美国 国债利率
##	2016.01	-0.3464789	-1.0000000	-0.9726027
##	2016.02	-0.4017926	-1.0000000	-0.9817352
##	2016.03	-0.4650448	-0.9901478	-0.8630137
##	2016.04	-0.5423816	-0.9901478	-0.9543379
##	2016.05	-0.4007682	-0.9802956	-0.9269406
##	2016.06	-0.2576184	-0.9704433	-0.9634703
##	美国联邦基金利率	摩根大通 pmi 指数	进口金额. 累计同比	

##	2016.01	-1.0000000	-0.10	-0.8034381
##	2016.02	-0.9615385	-1.00	-1.0000000
##	2016.03	-0.9807692	-0.65	-0.9065810
##	2016.04	-0.9711538	-0.60	-0.7919778
##	2016.05	-0.9711538	-0.85	-0.7659316
##	2016.06	-0.9615385	-0.80	-0.6791110
##		出口金额.	固定资产投资	房地产开发投资
##		累计同比	累计同比	累计同比
##	2016.01	-0.1900826	0.7407407	-1.0000000
##	2016.02	-0.7400045	0.8148148	-0.63302752
##	2016.03	-1.0000000	0.8148148	-0.63302752
##	2016.04	-0.6408309	1.0000000	-0.04587156
##	2016.05	-0.5519321	0.9259259	0.13761468
##	2016.06	-0.5126201	0.5925926	0.10091743
##		社会消费品零售总额		
##		同比增长	工业增加值同比	CPI 同比增长
##				PPI 同比增长
##	2016.01	1.0000000	-0.08603989	-0.23809524
##	2016.02	0.5384615	-0.08945869	-0.04761905
##	2016.03	0.5384615	-0.19886040	0.42857143
##	2016.04	0.6923077	0.01652422	0.42857143
##	2016.05	0.4871795	-0.07464387	0.45714286
##	2016.06	0.4358974	-0.07464387	0.18095238
##		社会融资规模存量		
##		同比增速	m1 同比增长	m2 同比增长
##				DR007
##	2016.01	0.4648615	0.184	0.7666667
##	2016.02	0.8957359	0.456	1.0000000
##	2016.03	0.6431552	0.360	0.7666667
##	2016.04	1.0000000	0.736	0.8000000
##	2016.05	0.8537595	0.800	0.6000000
##	2016.06	0.6017861	0.864	0.2666667
##		y		
##	2016.01	-0.7668712		
##	2016.02	-0.8036810		
##	2016.03	-1.0000000		
##	2016.04	-0.8895706		
##	2016.05	-0.7791411		
##	2016.06	-0.6687117		

划分训练集和测试集，这里用 2019 年 02 月到 2019 年 09 月的数据当作测试集，其余月份的数据做训练集。

```
train1<-data3[1:37,]
test1<-data3[38:45,]
lm.fit1<-lm(data3$y~.,data=data3)
summary(lm.fit1)

##
## Call:
## lm(formula = data3$y ~ ., data = data3)
```

```
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.31026 -0.07405 -0.01086  0.09396  0.37836
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    -0.50558     0.17159   -2.946  0.006699 **
## 美元兑人民币.平均汇率    0.11908     0.12793    0.931  0.360511
## Libor7 天       3.20167     2.01755    1.587  0.124623
## 美国道琼斯指数    0.52218     0.25270    2.066  0.048883 *
## X1 年期美国国债利率   -0.04245     0.29715   -0.143  0.887510
## 美国联邦基金利率   -2.99023     2.00477   -1.492  0.147850
## 摩根大通 pmi 指数   -0.16605     0.16121   -1.030  0.312495
## 进口金额.累计同比    0.33035     0.28717    1.150  0.260463
## 出口金额.累计同比   -0.01651     0.25336   -0.065  0.948536
## 固定资产投资累计同比  0.19474     0.26780    0.727  0.473618
## 房地产开发投资累计同比 -0.22523     0.21474   -1.049  0.303900
## 社会消费品零售总额同比增长 0.20999     0.13287    1.580  0.126090
## 工业增加值同比      0.03173     0.20499    0.155  0.878198
## CPI 同比增长       -0.03398     0.10205   -0.333  0.741805
## PPI 同比增长       -0.01862     0.28093   -0.066  0.947668
## 社会融资规模存量同比增速 0.90500     0.23029    3.930  0.000561 ***
## m1 同比增长        -0.28895     0.27662   -1.045  0.305822
## m2 同比增长        -0.45284     0.26414   -1.714  0.098347 .
## DR007             0.06053     0.12091    0.501  0.620852
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.1842 on 26 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9426, Adjusted R-squared:  0.9028
## F-statistic: 23.7 on 18 and 26 DF, p-value: 9.742e-12
```

下面是预测结果:

```
predict<-predict(lm.fit1,newdata=test1)
predict

##      2019.02      2019.03      2019.04      2019.05      2019.06      2019.07
## -0.4647107 -0.6183463 -0.4247276 -0.6310641 -0.4062577 -0.2401233
##      2019.08      2019.09
## -0.3959280 -0.5107626
```

画出拟合图:

图 3 为 16-19 年第三阶段的拟合图。我们使用前 t 个自变量去预测第 $t+1$ 个因变量，以这种方法来预测每一时间阶段的最后 8 个样本点，可从图中看出，第三阶段预测效果较好。

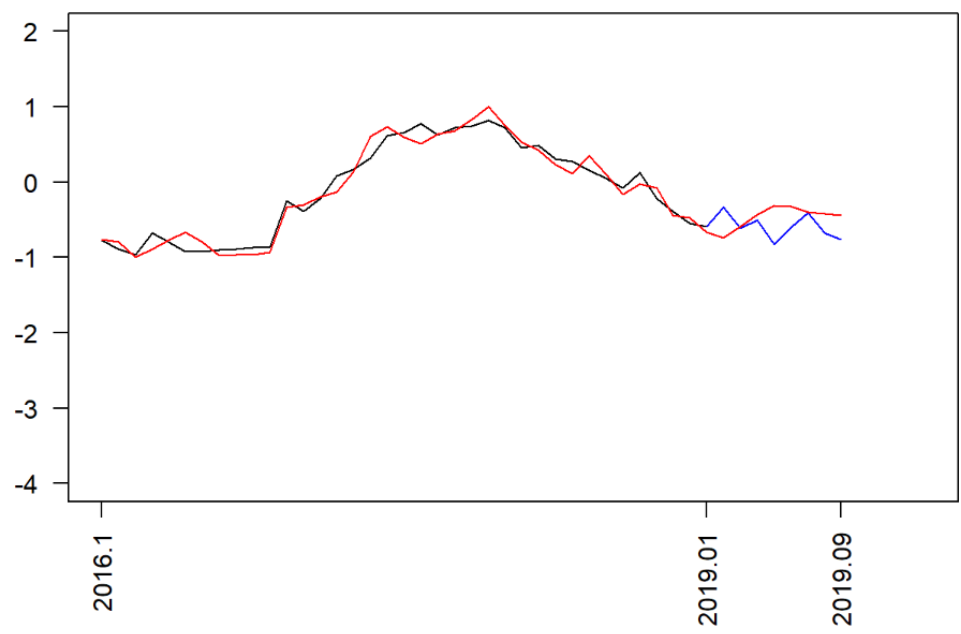


图 3.16-19 年多元线性回归拟合效果图