

Time Series Analysis

基于 VAR 模型 的实证分析

易芊然

2022-11-29

一、引言

关于 CPI 的影响因素，学术界近年来的研究主要集中在价格传导机制，而采用有效的方法对未来 CPI 走势进行预测的文献却很少见。本文拟从影响 CPI 的各因素入手，采用 VAR 模型分析 CPI 的影响因素，并预测为来三年内的 CPI 走势。

通常，CPI 涨幅的适度调整是社会经济发展、产业结构调整和资源有效配置的必然结果。而 CPI 的大幅波动和过度上涨，则反映出经济供需之间的矛盾。需及时调整，使其稳定在一定的变化幅度范围内。

二、基于 VAR 模型的实证分析

（一）数据指标

VAR 向量自回归模型常用于经济系统的动态性研究，属于时间序列分析的范畴。因此使用此模型需要较长的时间序列数据，由此进行的样本外预测才更加准确。

1. 原料、燃料和动力购进价格指数（MPI）表示产业链上游指标，原料及能源价格上涨将会增加中间产品的成本，从而增加最终消费产品的成本，导致物价指数上升，由这一原因所引起的通胀，称为成本推动型通货膨胀。因此，原料、燃料和动力价格的变化与最终居民消费价格间具有一定的因果关系。
2. 工业品出厂价格指数（PPI）是反映全部工业产品出厂价格总水平的变动趋势和程度的相对数，其中除包括工业企业售给商业、外贸、物资部门的产品外，还包括售给工业和其他部门的生产资料以及直接售给居民的生活消费品。因此产业链条上，PPI 反映中间产品价格的变动，也是 CPI 的直接上游。故 PPI 的上涨与 CPI 的变化之间也存在一定因果关系。
3. 居民消费价格指数（Consumer Price Index, 简称为 CPI）是反映一定时期内居民消费价格变动趋势和变动程度的相对数，是用来反映居民价格变动幅度的国民经济核算统计指标，也是反映通货膨胀的重要指标。

（二）数据来源与处理

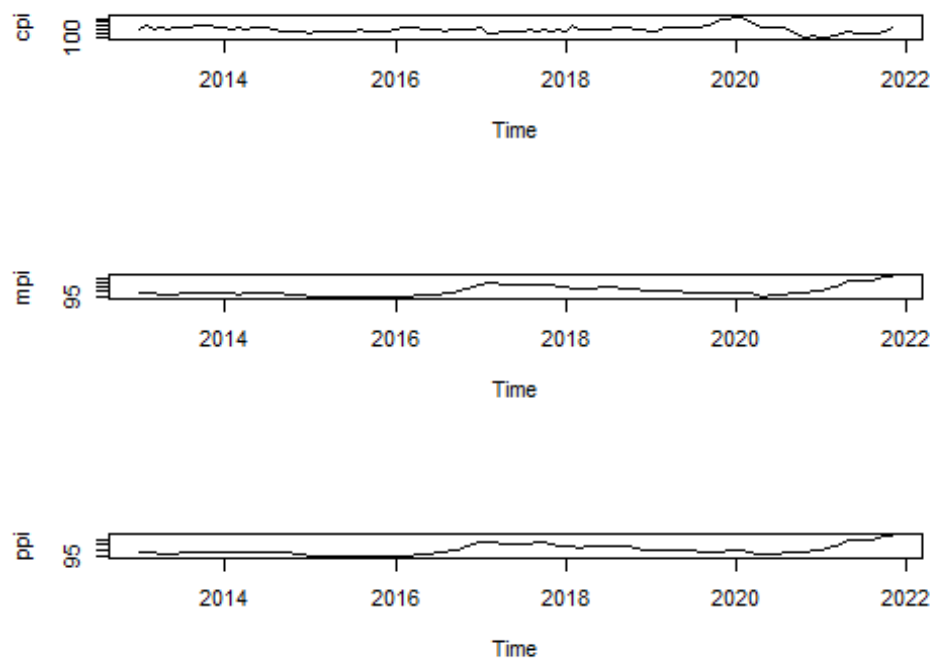
采用全国 2013 年 1 月至 2021 年 11 月的月度数据资料（共 107 组），选取居民消费价格指数（CPI）代表居民消费价格变动幅度，原材料、燃料和动力购进价格指数（MPI）代表原料价格的变动幅度，工业品出厂价格指数（PPI）代表工业品价格变动幅度。这三个指标都是以上年同月为基期的增长比率，所有数据均来自 EPS 数据平台（因篇幅有限，原始数据单独用 excel 文件呈现）。

```
rm(list = ls())  
library(vars)
```

```

library(urca)
opar=par(no.readonly=TRUE)
mydata <- read.csv("D:/Users/HUAWEI/Desktop/cpi+mpi+ppi.csv",header=
T)
par(mfrow=c(3,1))
cpi <-ts(mydata$cpi,start=c(2013,1),end=c(2021,11),freq=12)
plot(cpi)
mpi <-ts(mydata$mpi,start=c(2013,1),end=c(2021,11),freq=12)
plot(mpi)
ppi <-ts(mydata$ppi,start=c(2013,1),end=c(2021,11),freq=12)
plot(ppi)

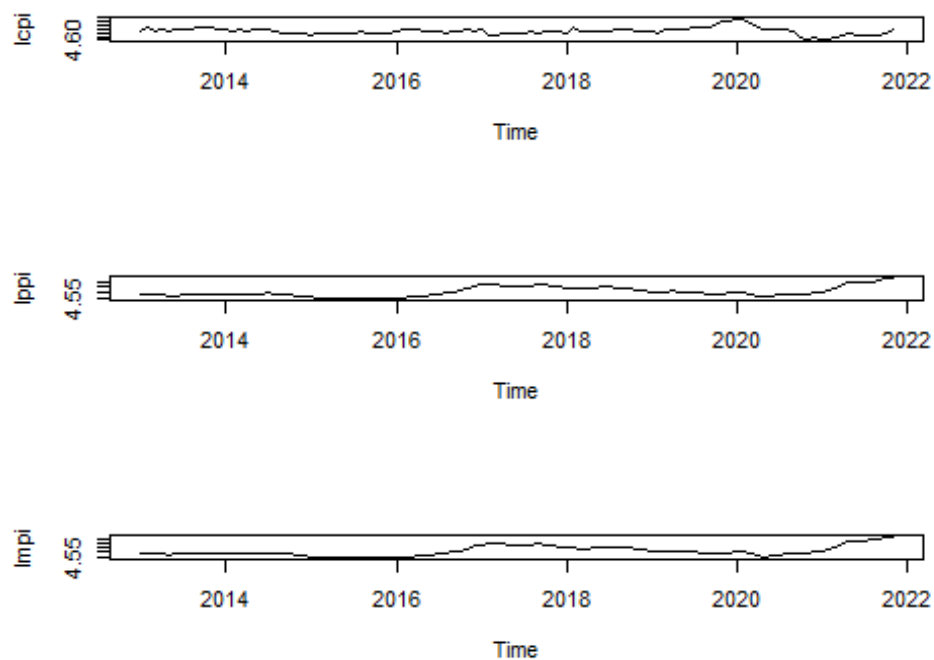
```



```

#数据预处理
lcpi <- log(cpi)
lmpi <- log(mpi)
lppi <- log(ppi)
par(mfrow = c(3,1))
plot(lcpi)
plot(lppi)
plot(lmpi)

```



```
llmpi <- lmpi-decompose(lmpi)$seasonal
llppi <- lppi-decompose(lppi)$seasonal
llcpi <- lcpi-decompose(lcpi)$seasonal
```

(三) ADF 单位根检验和平稳化处理

#adf 检验和平稳化处理

```
library(tseries)
```

```
adf.test(llmpi)
```

```
## data: llmpi
```

```
## Dickey-Fuller = -2.3906, Lag order = 4, p-value = 0.4147
```

```
## alternative hypothesis: stationary
```

```
adf.test(llppi)
```

```
## data: llppi
```

```
## Dickey-Fuller = -2.1198, Lag order = 4, p-value = 0.527
```

```
## alternative hypothesis: stationary
```

```
adf.test(llcpi)
```

```
## data: llcpi
## Dickey-Fuller = -2.6599, Lag order = 4, p-value = 0.303
## alternative hypothesis: stationary
```

#可以简单知道都不是平稳的

```
1. summary(ur.df(llmpi,lags = 5,type = "trend"))
2. #llmpi 不具有趋势项, 也没有漂移项, 一阶差分滞后项的系数最为显著
3. summary(ur.df(llmpi,lags = 5,type = "none"))
4. #可知该过程依旧不是平稳过程, 且一阶差分之后的系数最为显著, 故对数据要进行一次差分处理
5. summary(ur.df(diff(llmpi),lags = 1,type = "none"))
6. #由上可知, tau1=-5.2544<-1.95, 所以在做完一阶差分后, 该过程是一个平稳过程, lag=1。
```

value of test-statistic is: -5.2544

critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.58	-1.95	-1.62

```
1. summary(ur.df(llcpi,lags = 10,type = "trend"))
2. #phi2 phi3 表明: 有漂移项和趋势项。滞后阶数再取小
3. summary(ur.df(llcpi,lags = 1,type = "trend"))
4. #没有趋势项, 也没有漂移项
5. summary(ur.df(diff(llcpi),lags = 1,type = "none"))
6. #差分之后, tau1=-5.9852<-2.58, 非常显著。说明做完一阶差分后, 该序列是一个平稳序列。lag=1。
```

value of test-statistic is: -5.9852

critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.58	-1.95	-1.62

```
1. summary(ur.df(llppi,lags = 5,type = "trend"))
2. #llppi 没有趋势项也没有漂移项, 一阶差分滞后项最显著
3. summary(ur.df(llppi,lags = 5,type = "none")) #仍然不是平稳过程, 对数据进行差分处理
4. summary(ur.df(diff(llppi),lags = 1,type = "none"))
```

5. #tau1 显示是显著的

value of test-statistic is: -5.3245

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.58	-1.95	-1.62

(四) VAR 模型的建立和分析

1. 格兰杰因果检验

代码展示如下:

```
1. grangertest(llmpi, llcpi, order = 3)
2. grangertest(llcpi, llmpi, order = 3)
3. grangertest(llppi, llcpi, order = 3)
4. grangertest(llcpi, llppi, order = 3)
5. grangertest(llmpi, llppi, order = 3)
6. grangertest(llppi, llmpi, order = 3)
```

由于篇幅限制, 只展示第一个结果:

```
> grangertest(llmpi, llcpi, order = 3)
Granger causality test
```

```
Model 1: llcpi ~ Lags(llcpi, 1:3) + Lags(llmpi, 1:3)
```

```
Model 2: llcpi ~ Lags(llcpi, 1:3)
```

	Res.Df	Df	F	Pr(>F)
1	97			
2	100	-3	6.4206	0.0005172 ***

Signif. codes:

0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

所有的结果列表如下:

格兰杰因果检验结果

原假设	F 值	P 值	是否拒绝原假设
MPI 不是 CPI 的格兰杰原因	6.4206	0.0005172	是

CPI 不是 MPI 的格兰杰原因	3.2091	0.02643 *	是
PPI 不是 CPI 的格兰杰原因	3.5592	0.01709 *	是
CPI 不是 PPI 的格兰杰原因	2.817	0.04312 *	是
MPI 不是 PPI 的格兰杰原因	1.1724	0.3243	否
PPI 不是 MPI 的格兰杰原因	4.8796	0.003338 **	是

格兰杰因果检验能够检验 CPI、PPI、MPI 三者是否具有经济学意义上的因果关系。根据上表可以得出结论：在 90% 的置信水平下，可以说明 MPI 是 CPI 的格兰杰原因，CPI 也会影响 MPI 的变动，二者互为格兰杰因果关系；同理 PPI 和 CPI 也互为格兰杰因果关系；PPI 和 MPI 只存在单方面的格兰杰因果关系，即 PPI 是 MPI 的格兰杰因果关系，MPI 和 PPI 不存在格兰杰因果关系。

2. VAR 模型以及 VAR 方程的确定

1. 滞后阶数的确定

代码展示：

```
1. diff_llcpi<- diff(llcpi)
2. diff_llmpi<- diff(llmpi)
3. diff_llppi<- diff(llppi)
4. diff_data <- cbind(diff_llmpi, diff_llppi, diff_llcpi)
5. VARselect(diff_data, lag.max = 5, type = "none")
```

结果展示：

```
$selection
AIC(n)  HQ(n)  SC(n)  FPE(n)
      2      1      1      2

$criteria
              1              2              3
AIC(n) -3.352596e+01 -3.354110e+01 -3.352769e+01
HQ(n)  -3.343162e+01 -3.335242e+01 -3.324467e+01
SC(n)  -3.329293e+01 -3.307504e+01 -3.282859e+01
FPE(n)  2.753490e-15  2.713114e-15  2.752506e-15
              4              5
AIC(n) -3.351796e+01 -3.345498e+01
HQ(n)  -3.314061e+01 -3.298330e+01
SC(n)  -3.258584e+01 -3.228983e+01
FPE(n)  2.784856e-15  2.975560e-15
```

由上可知，两项指标选择滞后阶数 2，两项指标选择滞后阶数 1，之前的 ADF 检验中发现，1 阶滞后系数显著，2 阶滞后系数并不够显著，且根据经验判断，最优滞后阶数应该选的比 AIC 信息准则选择出来的少一阶，故本文滞后阶数选择 1。

2. VAR 模型以及 VAR 方程的确定

```
1. varmodel <- VAR(diff_data,p = 1,type = "none")
2. roots(varmodel)
3. summary(varmodel,equation="diff_llcpi")
```

Estimation results for equation diff_llcpi:

=====

diff_llcpi = diff_llmpi.l1 + diff_llppi.l1 + diff_llcpi.l1

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
diff_llmpi.l1	-0.37753	0.16703	-2.260	0.02593	*
diff_llppi.l1	0.56634	0.20405	2.775	0.00656	**
diff_llcpi.l1	-0.07950	0.09624	-0.826	0.41074	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

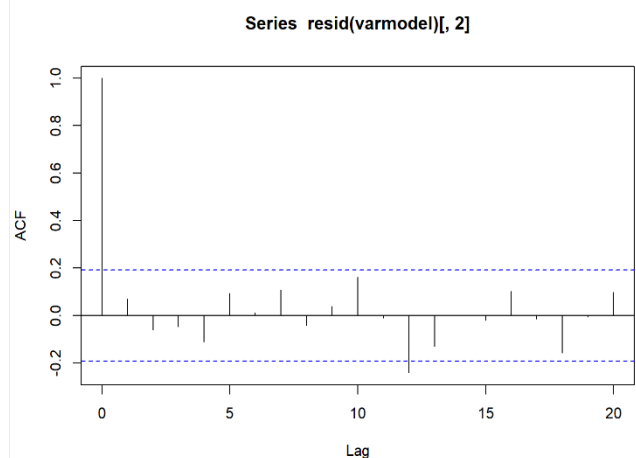
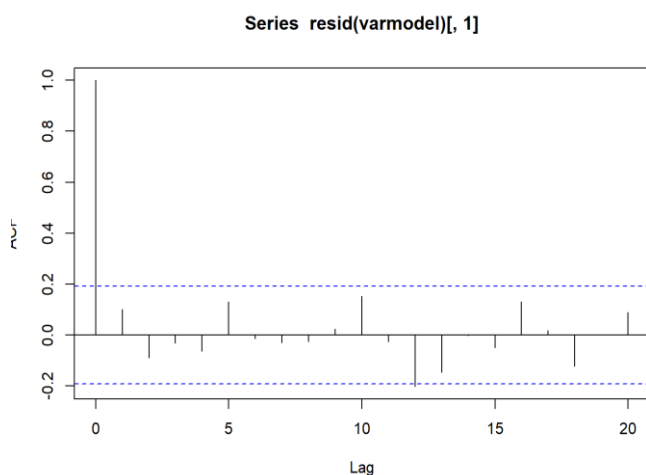
Residual standard error: 0.004621 on 102 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.08922, Adjusted R-squared: 0.06243
F-statistic: 3.331 on 3 and 102 DF, p-value: 0.02251

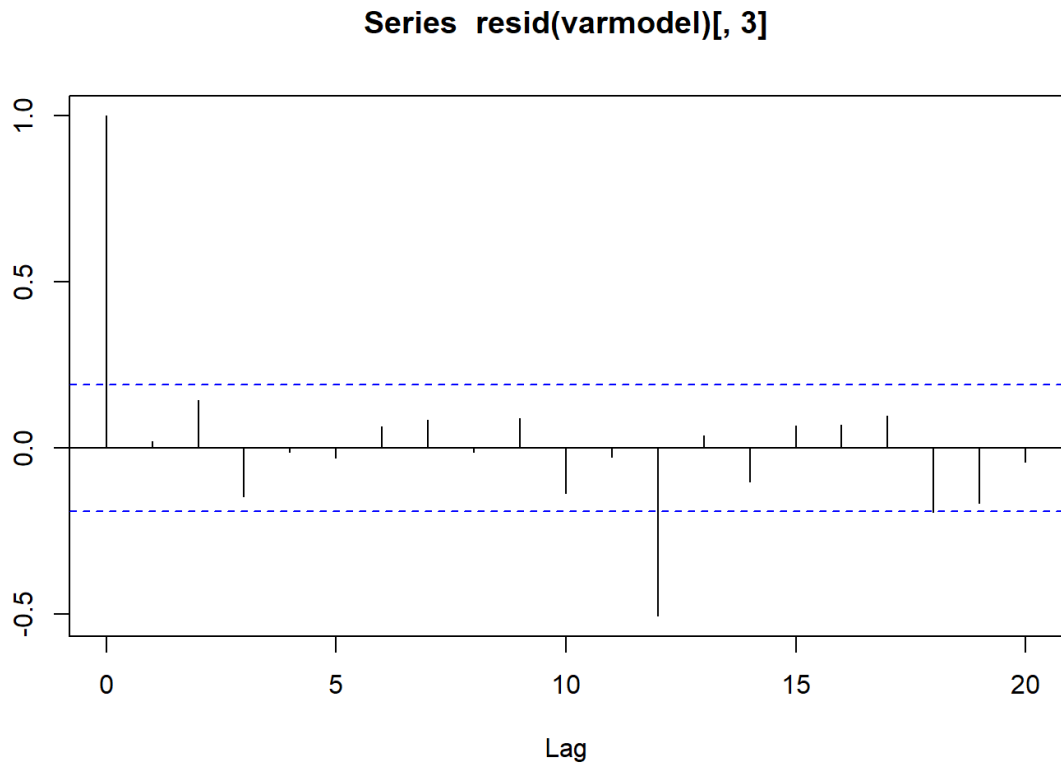
根据以上参数估计结果，可以估计出 VAR 模型为：

$$\log CPI_t = -0.07950 \log CPI_{t-1} - 0.37753 \log MPI_{t-1} + 0.56634 \log PPI_{t-1}$$

3. 残差的自相关性检验

```
1. acf(resid(varmodel)[,1])
2. acf(resid(varmodel)[,2])
3. acf(resid(varmodel)[,3])
```

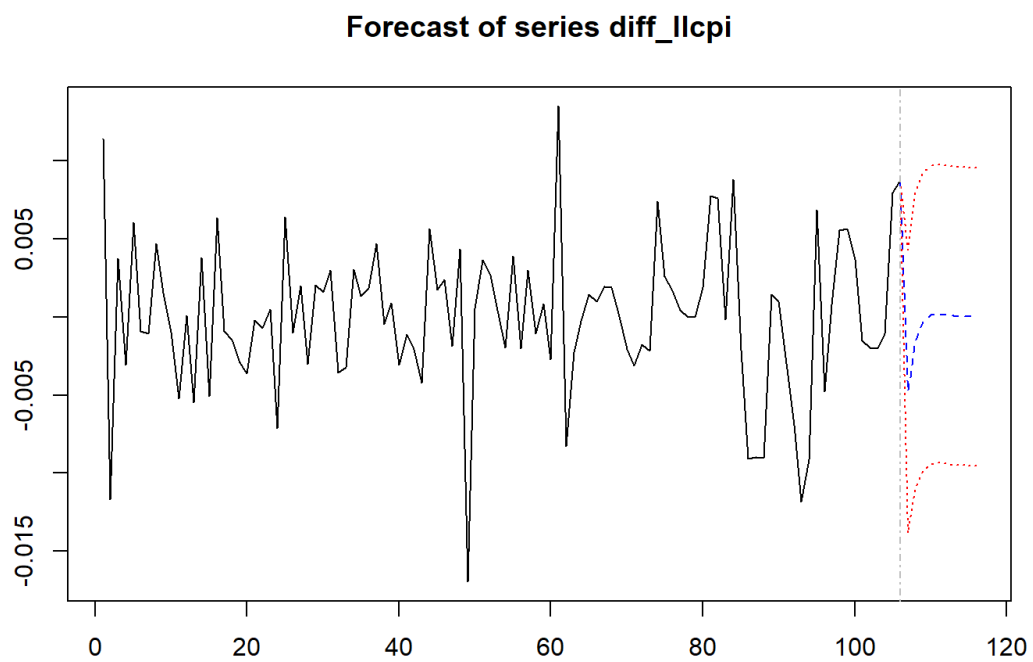




由上面的残差自相关图分析得出残差不具有自相关性，说明滞后阶数选择合理。

4. 模型的预测

```
1. prediction<-predict(varmodel,n.head=36,ci=0.95)
2. plot(prediction,names="diff_llcpi")
```

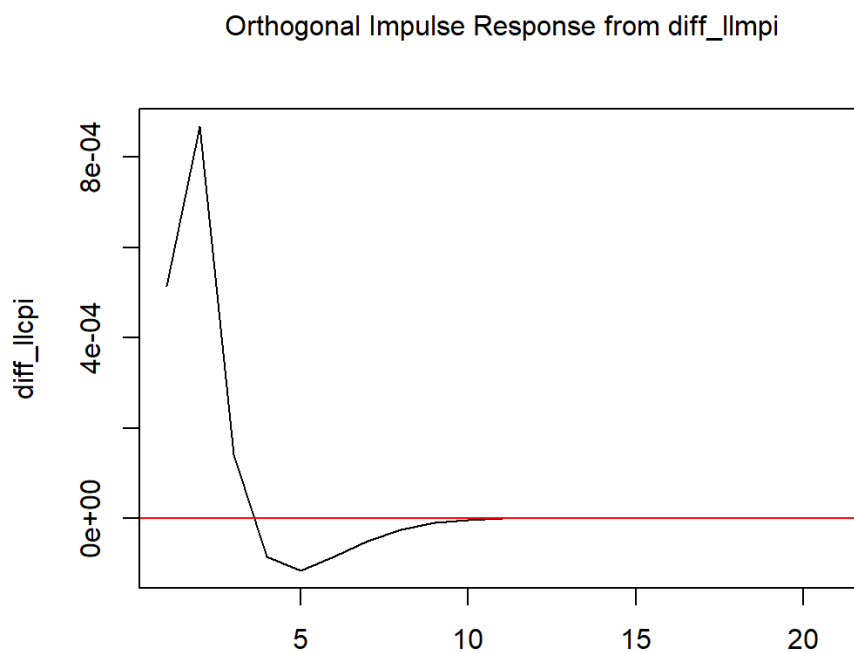


预测了 2021 年 11 月之后两年的 CPI 指数变化，置信区间为 95%。

3. 脉冲响应分析

1. MPI 对 CPI 的正交脉冲响应函数分析

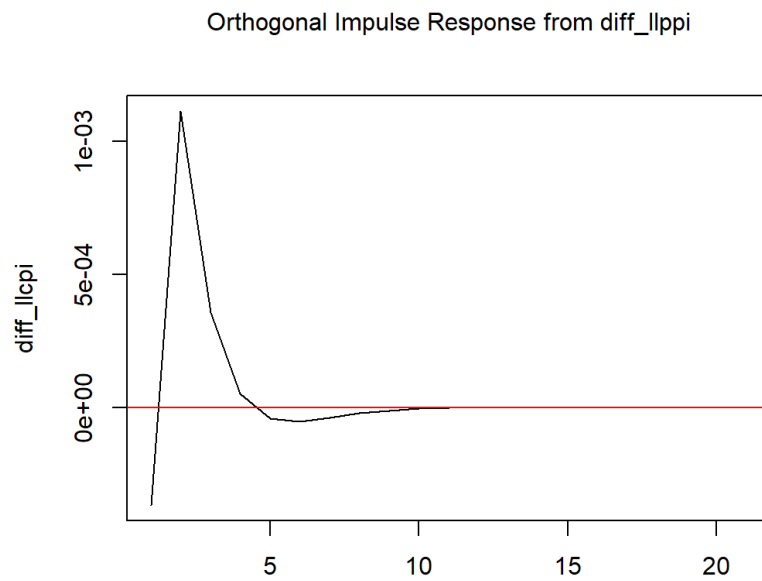
```
1. irf1 <- irf(varmodel, impulse = "diff_llmpi", response = "diff_ll  
  cpi", n.ahead = 20, boot = FALSE, seed = 1256)  
2. plot(irf1)
```



如上图所示，MPI 对于 CPI 的正向冲击在第 2 期上升到最大值，在第四期有一个负向冲击，从第九期开始逐渐稳定，总体而言是一个正向的影响，这表明 MPI 的短期调整对 CPI 有巨大影响但长期失效。

2. PPI 对 CPI 的正交脉冲响应函数分析

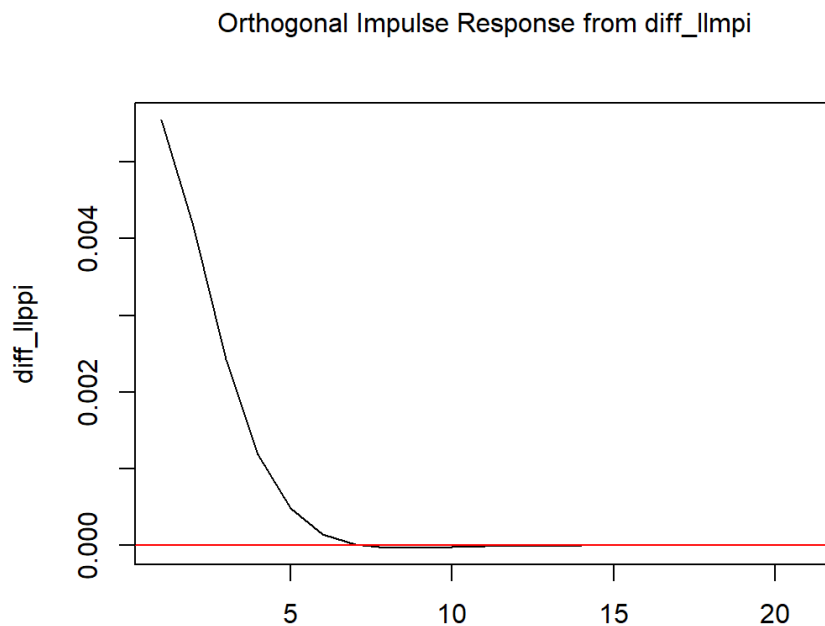
```
1. irf2 <- irf(varmodel, impulse = "diff_llppi", response = "diff_ll  
  cpi", n.ahead = 20, boot = FALSE, seed = 1256)  
2. plot(irf2)
```



如上图所示，PPI 对于 CPI 的正向冲击在第 2 期上升到最大值，在第五期有一个负向冲击，从第十期开始逐渐稳定，总体而言是一个正向的影响，这表明 MPI 的短期调整对 CPI 有巨大影响但长期失效，影响跟 MPI 十分相似。

3. MPI 对 PPI 的正交脉冲响应函数分析

```
1. irf3 <- irf(varmodel, impulse = "diff_llmpi", response = "diff_llppi", n.ahead = 20, boot = FALSE, seed = 1256)
2. plot(irf3)
```



如上图所示，MPI 对于 PPI 的正向冲击呈现一直下降的趋势，从第 6 期开始逐渐稳定。

总体而言是一个正向的影响，这表明 MPI 的短期调整对 CPI 有巨大影响但长期失效

4. 方差分解分析

代码展示如下：

```
1. fevd.cpi<-fevd(varmodel,n.ahead=20)$diff_llcpi
2. fevd.cpi
```

```
> fevd.cpi
      diff_llmpi  diff_llppi  diff_llcpi
[1,] 0.01237732  0.006276786  0.9813459
[2,] 0.04332416  0.058520145  0.8981557
[3,] 0.04388440  0.063515136  0.8926005
[4,] 0.04417230  0.063601227  0.8922265
[5,] 0.04470221  0.063635938  0.8916618
[6,] 0.04498600  0.063723804  0.8912902
[7,] 0.04508083  0.063772778  0.8911464
[8,] 0.04510329  0.063789448  0.8911073
[9,] 0.04510697  0.063793449  0.8910996
[10,] 0.04510729  0.063794111  0.8910986
[11,] 0.04510729  0.063794171  0.8910985
[12,] 0.04510730  0.063794170  0.8910985
[13,] 0.04510731  0.063794172  0.8910985
[14,] 0.04510732  0.063794174  0.8910985
[15,] 0.04510732  0.063794175  0.8910985
[16,] 0.04510732  0.063794175  0.8910985
[17,] 0.04510732  0.063794175  0.8910985
[18,] 0.04510732  0.063794175  0.8910985
[19,] 0.04510732  0.063794175  0.8910985
[20,] 0.04510732  0.063794175  0.8910985
```

```
3. fevd.mpi<-fevd(varmodel,n.ahead=20)$diff_llmpi
4. fevd.mpi
```

	diff_llmpi	diff_llppi	diff_llcpi
[1,]	1.00000000	0.00000000	0.0000000000
[2,]	0.9007352	0.09565605	0.003608769
[3,]	0.8508217	0.14217780	0.007000543
[4,]	0.8320584	0.15944039	0.008501231
[5,]	0.8264371	0.16456660	0.008996287
[6,]	0.8251700	0.16571210	0.009117930
[7,]	0.8249764	0.16588483	0.009138793
[8,]	0.8249634	0.16589587	0.009140701
[9,]	0.8249647	0.16589468	0.009140635
[10,]	0.8249643	0.16589508	0.009140641
[11,]	0.8249636	0.16589567	0.009140686
[12,]	0.8249633	0.16589595	0.009140711
[13,]	0.8249632	0.16589604	0.009140719
[14,]	0.8249632	0.16589606	0.009140721
[15,]	0.8249632	0.16589606	0.009140722
[16,]	0.8249632	0.16589606	0.009140722
[17,]	0.8249632	0.16589606	0.009140722
[18,]	0.8249632	0.16589606	0.009140722
[19,]	0.8249632	0.16589606	0.009140722
[20,]	0.8249632	0.16589606	0.009140722

```
5. fevd.ppi<-fevd(varmodel,n.ahead=20)$diff_llppi
6. fevd.ppi
```

(五) 实证结论

根据以上分析及预测 可以得到如下主要结论：

第一 居民消费价格指数对自身的冲击是非常敏感的。这种冲击效应会在第二个月开始一直呈现稳定的正向影响。因此，一旦出现居民消费价格指数升高，应该快速进行宏观调控 对通胀进行抑制 这样会很大程度减小未来大规模通胀的可能。

第二 原料、燃料和动力购进价格指数和工业品出厂价格指数对居民消费价格指数的影响较显著 但远低于居民消费价格指数对自身的影响。这表明我国当前仍然处于内部需求不足产品供过于求的状态，上游原材料的价格上涨只能小部分影响最终消费品的价格。在我国 政府对价格的作用力较大 许多原料和能源价格都在政府的有效控制之下，受市场机制和国际环境影响较小。因此我国目前尚不存在成本推动型的通货膨胀，而主要以需求拉升型通货膨胀

胀为主。而工业品出厂价格的变动对下游价格的传导约有 3 个月的时滞，相比较原料燃料价格对下游的传导要灵敏一些。