

我们从上证 A 股中随机选取某只股票，通过拟合、检验、解释和使用 CAPM 方程。

1. 实验样本选择

2) 获取数据

选取一家在上海证券交易所上市的 A 股公司，分析它们在 2010 年 1 月 4 日到 2015 年 2 月 10 日之间的收益与 CAPM 模型的关系。本实验选取了伊利股份（600887）为例。

打开【股票市场系列】，选取【CSMAR 中国股票市场交易数据库】中的【个股交易查询】，查询伊利股份从 2010 年 1 月 4 日到 2015 年 2 月 10 日之间的收益。

如图 1，其数据查询结果包括了该证券的交易日期、考虑现金红利的日收益率数据。然后对查询数据使用 EXCEL 格式进行导出，保存为 stock_600887。



图 1. 个股交易数据

Trdddt	Dretwd
2010-01-04	0.004909
2010-01-05	0.046223
2010-01-06	-0.01509
2010-01-07	-0.03319
2010-01-08	0.00679
2010-01-11	0.049831
2010-01-12	0.036046
2010-01-13	0.030313
2010-01-14	0.032096
2010-01-15	-0.01685
2010-01-18	0.050082
2010-01-19	-0.00031
2010-01-20	-0.02888
2010-01-21	-0.00032
2010-01-22	-0.01617
2010-01-25	-0.01315
2010-01-26	-0.03996
2010-01-27	0.002081
2010-01-28	0.027691
2010-01-29	0.017851
2010-02-01	0.008934
2010-02-02	-0.02066
2010-02-03	-0.03784
2010-02-04	0.020188
2010-02-05	-0.01569
2010-02-08	0.005893
2010-02-09	0.001034
2010-02-10	0.013769

图 2. 导出的个股交易数据

为了对这一实验有一感性认识，我们使用 MATLAB 软件描绘出了股票的日收益率示意图。

下面为 MATLAB 编制股票日收益率的代码。

```
%%编制股票日收益率
[a1,b1,c1]=xlsread('stock_600887.xls');
plot(a1);
axis([0 length(a1) -0.2 0.2]);
set(gca,'XTick',[1 214 428 642 856 1066]);
set(gca,'XTickLabel',{'2010-01-04' '2010-11-25' '2011-10-24' '2012-09-07' '2013-08-08' '2014-06-23'});
ylabel('日收益率');
xlabel('日期');
title('日收益率走势图');|
```

运行上述代码，日收益率如下图所示。

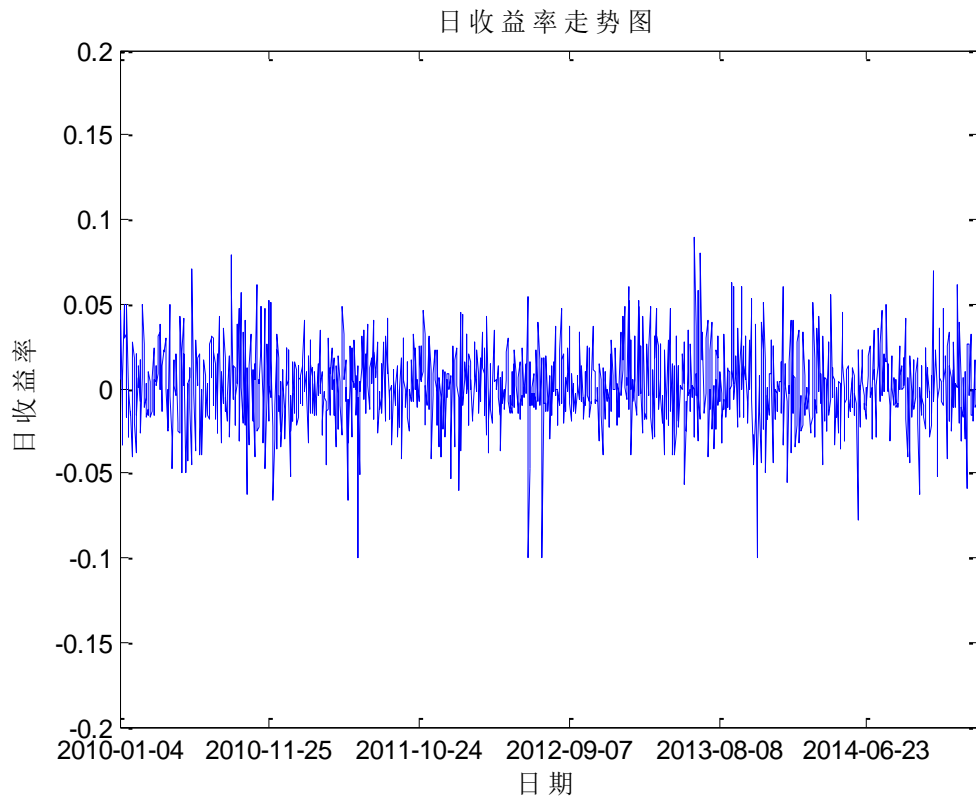


图 3. 股票日收益率示意图

2) 确定无风险收益

对于我国证券市场，由于目前尚不存在完全市场化的利率，因而应用超额收益形式的 CAPM 方程时有以下两种方法。

方法一，不用无风险收益。

将 CAPM 时间序列方程改写为：

$$R_{it} = \theta_i + \beta_i R_{Mt} + \varepsilon_{it}, t = 1, 2, \dots, T。$$

$$\theta_i = \alpha_i - \beta$$

$$R_{ft}$$

$$R_{it} = \theta_i + \beta_i R_{Mt} + \varepsilon_{it}, t = 1, 2, \dots, T。$$

式中： θ_i 为待估计参数。这种方法的优点是简化了问题，但缺陷在于不方便分析结果。

方法二，寻找无风险收益 R_f 的代理变量。

中国债券市场目前尚不发达，交易投资不活跃，债券品种的期限结构也不尽合理，因此比较可行的方法是选择银行一年期存款利率作为无风险收益率。此外，还可以选择银行间同业拆借利率或银行间回购利率作为无风险利率。依次进入 CSMAR 【货币市场系列】、【中国银行间交易研究数据库】，以【回购交易】或【拆借交易】中银行间同业拆借利率或银行间回购利率作为无风险利率。鉴于回购分为买断式与质押式两种，不同的回购形式会影响回购利率，为了实验方便的需要，我们选取同业拆借加权平均利率替代无风险利率。查询并导出数据保存为 riskfree。

为使读者清晰看出利率变化趋势，我们用 MATLAB 展示了数年来“同业拆借加权平均利率”走势图。

```
%%编制同业拆借利率
[a2,b2,c2]=xlsread('riskfree.xls');
plot(a2);
axis([0 length(a2) 0 12]);
set(gca,'XTick',[1 214 428 642 856 1066]);
set(gca,'XTickLabel',{'2010-01-04' '2010-11-17' '2011-09-26' '2012-08-07' '2013-06-20' '2014-04-23'});
ylabel('同业拆借利率');
xlabel('日期');
title('同业拆借利率走势图');
```

运行上述代码，平均利率走势如下图。

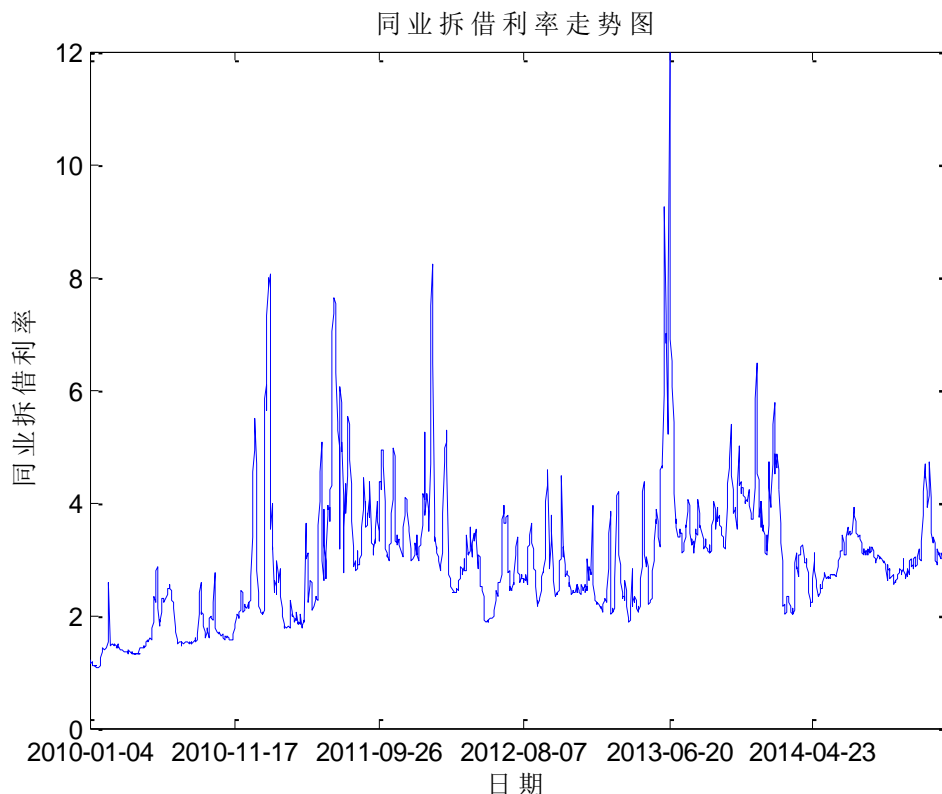


图 4. 同业拆借加权平均利率走势图

3) 选择股票指数数据

进入【股票市场系列】，点击【CSMAR 中国股票市场交易数据库】中的【指数信息】。选择【交易日期】和【指数回报率】字段，选择所需时间内的上证综合指数回报率作为市场

回报率。导出文件 market。使用 MATLAB 绘出收益率走势图。

```
%%编制指数日收益率
[a3,b3,c3]=xlsread('market.xls');
plot(a3);
axis([0 length(a3) -0.1 0.1]);
set(gca,'XTick',[1 214 428 642 856 1066]);
set(gca,'XTickLabel',{'2010-01-04' '2010-11-23' '2011-10-11' '2012-08-23' '2013-07-18' '2014-05-30'});
ylabel('日收益率');
xlabel('日期');
title('上证指数收益率走势图');
```

运行上述代码，走势图如下图所示。

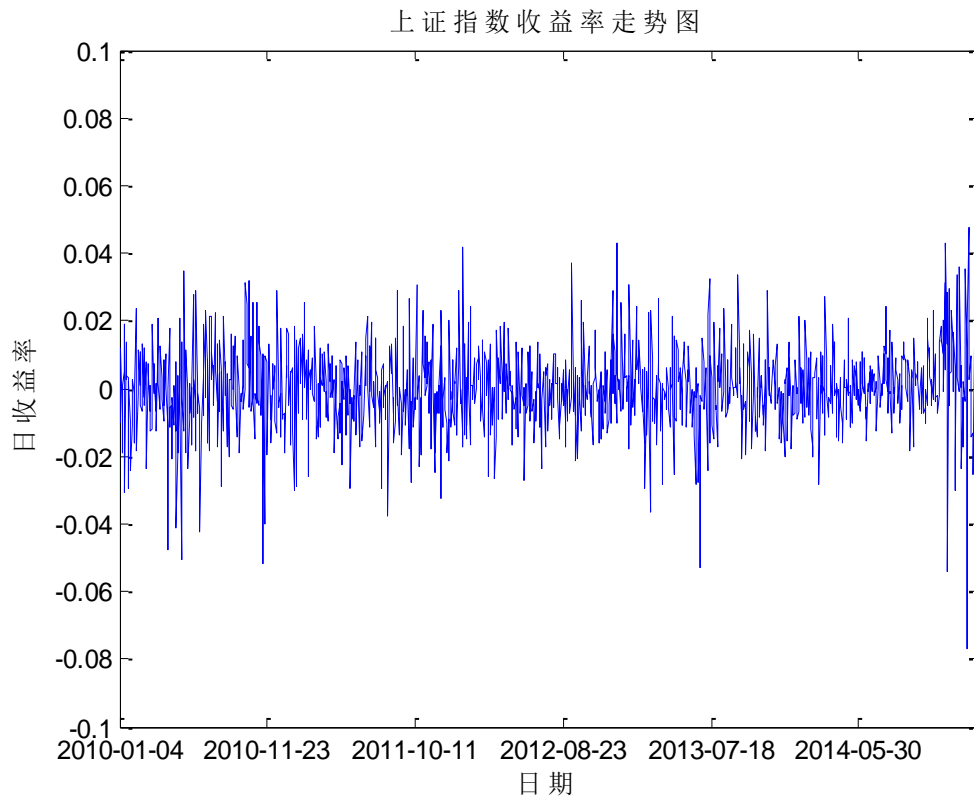


图 5. 上证指数日收益率走势图

4) 合并数据集

将上证指数日收益率数据集 market.xls、股票收益率数据集 stock_600887.xls，无风险利率数据集 riskfree.xls 合并起来，生成进一步分析所需数据集 excess。由于股票收益率数据在某些日期会有缺失，所以在合并过程中，以股票收益率数据为基准，将多余数据予以删除。

```

%%%合并数据
excess=a1;
excess(:,2:3)=0;
for i=2:length(c1)
    for j=2:length(c2)
        if strcmp(c1(i,1),c2(j,1));
            excess(i-1,2)=a2(j-1,1);
        end
    end
end
for k=2:length(c3)
    if strcmp(c1(i,1),c3(k,1));
        excess(i-1,3)=a3(k-1,1);
    end
end
end
for i=1:size(excess)
    for j=1:size(excess')
        if excess(i,j)==0
            excess(i,j)=mean(excess(:,j));
        end
    end
end
end

```

5)绘制日超额收益率散点图

%%%%%%%%%绘制股票超额收益对市场超额收益散点图

```

exceed_s=excess(:,1)-excess(:,2).*0.01;
exceed_m=excess(:,3)-excess(:,2).*0.01;
scatter(exceed_s,exceed_m,'.');
ylabel('股票超额收益率');
xlabel('指数超额收益率');

```

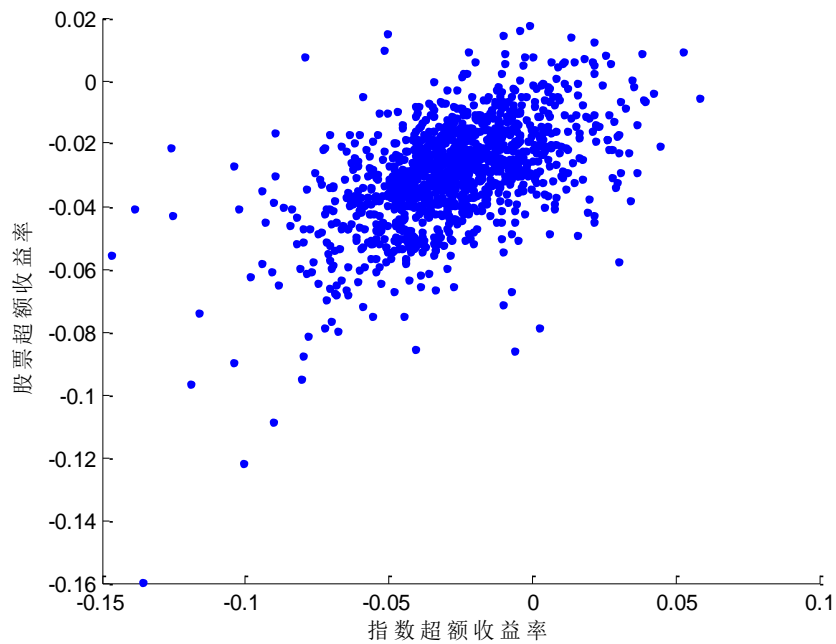


图 6. 市场超额收益散点图

2. CAPM 拟合与检验

1) 导入 MATLAB 计量经济学包

在 <http://www.spatial-econometrics.com/> 上下载 MATLAB 计量经济学包并解压后，将其文件及其子文件夹导入 MATLAB 工作环境。在 MATLAB “File” 下拉菜单中选择【Set Path】，进行如下操作。

点击【Add with Subfolders】，如下图所示。

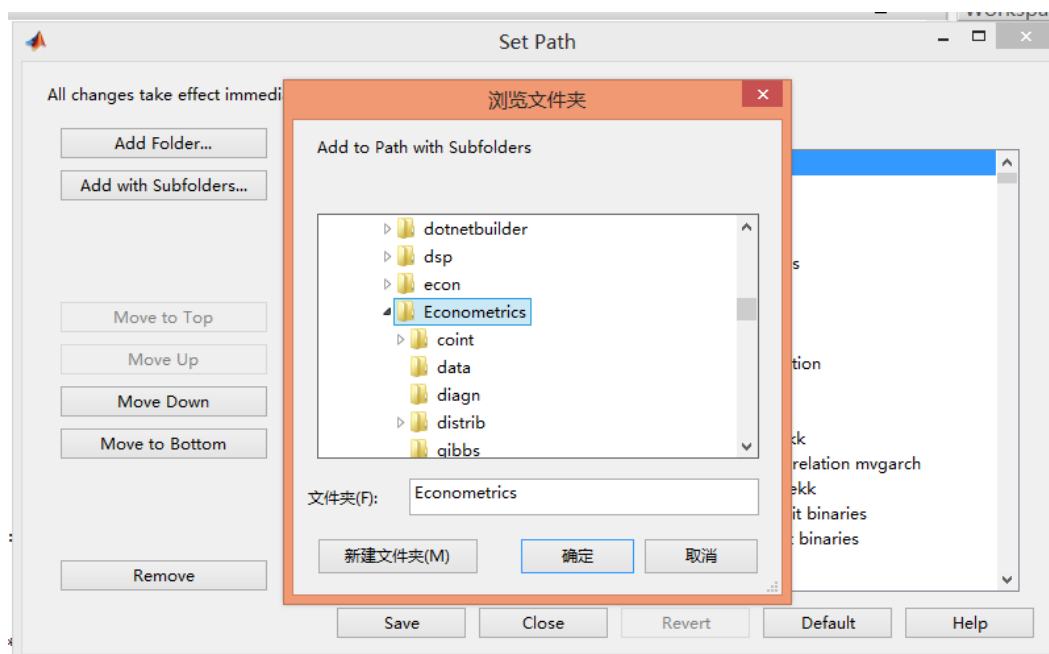


图 7. 导入计量经济学包

在对话框中选择解压文件路径，完成工具包的导入。

2) CAPM 拟合程序句法解释

使用 MATLAB 的 `ols` 函数拟合并检验 CAPM 的回归

对数据集 `excess` 中的变量 `exceed_m` 和 `exceed_s` 作如下分析：

- 拟合伊利股份的 CAPM
- 对参数进行 t 检验
- 利用 D-W 统计量进行残差自相关性检验
- 进行异方差性检验

CAPM 拟合程序代码如下：

```
%%%%%%CAPM回归  
s=size(excess);  
pa=[ones(s(1),1),exceed_m];  
res=ols(exceed_s,pa);  
prt(res);
```

3) 参数估计与检验结果解释

```

Ordinary Least-squares Estimates
R-squared      =    0.3031
Rbar-squared   =    0.3025
sigma^2        =    0.0004
Durbin-Watson  =    1.8348
Nobs, Nvars    =   1224,    2
*****
Variable       Coefficient      t-statistic    t-probability
variable 1     -0.003607       -2.929645     0.003457
variable 2      0.837212       23.053426     0.000000

```

对伊利股份拟合的 CAPM 回归结果为,

$$exceed_s = -0.003607 + 0.837212exceed_m$$

关于参数估计与检验结果解释如下:

(1) 模型的 R^2 值为 0.3031, 修正的 R^2 值为 0.3025。

R^2 表示模型引起的方差占因变量方差的比例。 R^2 值为 0.3031, 说明伊利股份的超额收益的方差中游 30.31%是由模型引起的。

对于 CAPM 回归, R^2 为市场引起的超额收益变化占股票总的超额收益变化的比例。 R^2 衡量了股票超额收益的系统(不可多样化)风险。对于伊利股份, R^2 为 30.31%表明该股票系统性风险占总分线的比例大约为 30%, 而 70%的风险是非系统性风险。非系统性风险可通过投资其他股票的大奥补偿。

(2) 截距 α 的估计值是 -0.003607, 理论上 α 的期望值为 0。

大于 0 的 α 值表明对于任意水平的市场收益, 该股票的系统收益要比期望高。小于 0 的 α 值则表明情况正好相反。参数 β 的估计值为 0.837212, 即市场收益上升 1 个百分点, 股票的超额收益将上升 0.037212 个百分点。所以该股票的超额收益要比市场超额收益的变化更稳定。

(3) 参数 β 等于 0 的 t 检验统计量为 23.05, P 值小于 0.00001, β 为 0 的概率很小, 所以可得出 β 不为 0 的结论。

4) 残差自相关与异方差检验解释

(1) 检验异方差性的 White 检验

```

%%%%%%检验异方差的White检验
pal=[pa, exceed_m.^2];
rese=ols(res.resid.^2,pal);
ci_squar=s(1)*rese.rsqr;

```

得到的卡方统计量为 2.7072, 查表可知在 0.05 的显著水平下, 样本不存在异方差性。并且 White 异方差一致估计量为:

```

%%%White异方差一致统计量
reshw=hwhite(exceed_s,pa);
prt(reshw);

```

输出结果如下:

White Heteroscedastic Consistent Estimates

R-squared = 0.3031
Rbar-squared = 0.3025
sigma^2 = 0.0004
Durbin-Watson = 1.8348
Nobs, Nvars = 1224, 2

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
variable 1	-0.003607	-2.750337	0.006041
variable 2	0.837212	20.705213	0.000000

(2) D-W 统计量的值为 1.8348。

D-W 统计量反映的是序列自相关问题，它的值位于[0,4]之间。在通常情况下，D-W 越接近 2，越能说明不存在自相关问题。

5) 预测值和实际值图

在前面，我们得到如下回归样本

$$exceed_s = -0.003607 + 0.837212exceed_m$$

在此基础上，我们还可以进一步分析预测值和实际值之间的关系，代码如下：

```
%%%真实值与预测值  
t=-0.1:0.001:0.1;  
plot(t, res.beta(1)+res.beta(2)*t, 'k');  
hold on  
scatter(exceed_s, exceed_m, '.');  
axis([-0.1 0.1 -0.1 0.1]);
```

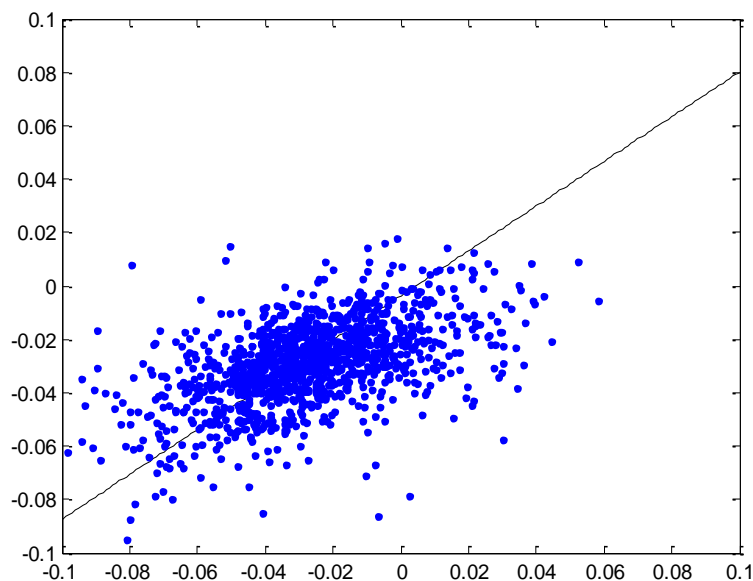


图 8. 实际值和预测值

3. 残差自相关性与异方差性的直观检验

1) 绘制残差对时间的散点图

我们还可以绘制残差对时间的散点图，观察残差随时间变化的趋势。从 CAPM 的角度来讲，残差代表的是股票收益的随机成分与市场运动无关的那部分收益。编制的 MATLAB 代码如下：

```
%%%%%%%%残差对时间的散点图
residual=exceed_s-res.beta(2).*exceed_m-res.beta(1);
scatter(1:length(residual),residual,'.');
axis([0 length(residual) -0.1 0.1]);
set(gca,'XTick',[1 214 428 642 856 1066]);
set(gca,'XTickLabel',{'2010-01-04' '2010-11-25' '2011-10-24' '2012-09-07' '2013-08-08' '2014-06-23'});
```

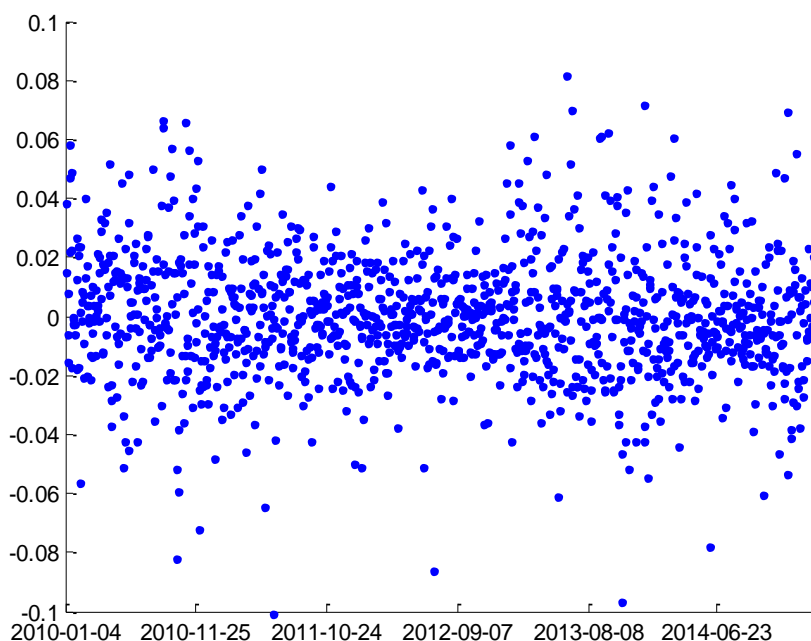


图 9. 残差检验结果

2) 残差异方差性的直观检验

观察残差对自变量散点图可以从直观上检验残差不存在异方差性，代码如下：

```
%%%%%%%%残差异方差性的直观检验
scatter(exceed_m,residual,'.');
axis([-0.1 0.1 -0.1 0.1]);
```

从下图看，残差分布没有呈现异方差特征，这进一步验证了上述结论。

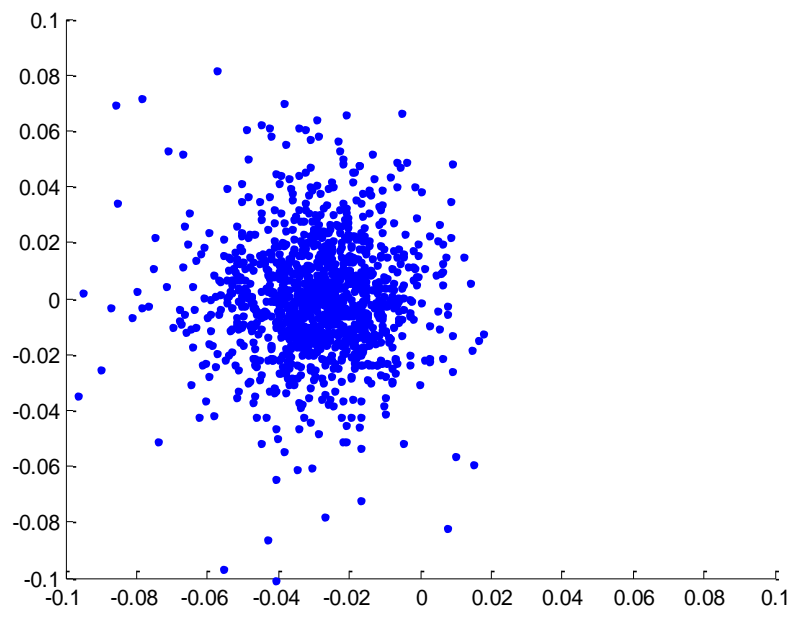


图 10. 残差异方差性检验结果