

预测本轮疫情造成全国社会消费品零售总额-基于 ARIMA 模型

摘 要

自 2020 第一波新冠疫情后，我国遭受重创的经济在过去一年逐渐复苏，并稳中向好发展。但今年二月起，吉林与上海相继陷入长时间封锁，对我国经济再度造成打击。而社会消费品零售总额是衡量人们消费水平的重要指标，也是国民经济体系中的一个重要指标。通过对历年月度的社会消费品零售总额的分析，选择用 ARIMA 时间序列模型预测未来数月的无疫情影响下的总额。在预测在疫情影响下的总额，通过二者的对比，预测出由于本轮疫情造成的总额的损失。并通过 R 语言进行建模和计算以及绘图。

关键词: 社会消费品零售总额, ARIMA, 时间序列分析

目 录

一、数据分析	1
1.1 数据来源	1
1.2 季节性分解	2
二、数据检验	3
2.1 时序平稳性检验	3
2.2 数据随机性检验	4
三、模型建立	5
3.1 无季节性的 ARIMA 模型建立	5
3.2 季节性的 ARIMA 模型	6
3.3 参数估计	6
3.4 残差检验	8
3.5 预测	10
四、干预分析模型的建立	11

一、 数据分析

1.1 数据来源

tess 本次建模采用的数据为 2012 年 1 月起至 2022 年 3 月的月度数据，来自国家统计局。由于在 1-2 月只有总和的数据，在此简单假设两月每天的零售总额相同，则一月份总额在 1-2 月总和的占比在闰年和平年的占比分别为 51.7% , 52.5% ，得到表格如下：

表 1-1: 社会商品零售总额月度数据 (单位: 亿元)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	17171.0	19866.4	21563.2	25216.7	26984.3	30453.8	31151.7	34712.0	27390.6	36641.8	37957.3
2	16497.6	17943.4	20717.5	22775.8	25926.0	27505.9	29930.1	31352.0	24739.2	33095.0	36468.7
3	15650.2	17641.2	19800.6	22722.8	25114.1	27863.7	29193.6	31725.7	26449.9	35484.1	34233.1
4	15603.1	17600.3	19701.2	22386.7	24645.8	27278.5	28541.9	30586.1	28177.8	33152.6	
5	16714.8	18886.3	21249.8	24194.8	26610.7	29459.2	30359.1	32955.7	31972.8	35945.1	
6	16584.9	18826.7	21166.4	24280.3	26857.4	29807.6	30841.6	33878.1	33525.9	37585.8	
7	16314.9	18513.2	20775.8	24338.8	26827.4	29609.8	30733.7	33073.3	32202.5	34925.1	
8	16658.9	18886.2	21133.9	24893.4	27539.6	30329.7	31542.3	33896.3	33570.6	34394.9	
9	18226.6	20653.3	23042.4	25270.6	27976.4	30870.3	32005.4	34494.9	35294.7	36833.0	
10	18933.8	21491.3	23967.2	28278.9	31119.2	34240.9	35534.4	38104.3	38576.5	40453.9	
11	18476.7	21011.9	23474.7	27937.3	30958.5	34108.2	35259.7	38093.8	39514.2	41043.2	
12	20334.2	23059.7	25801.3	28634.6	31757.0	34734.1	35893.5	38776.7	40566.0	41268.9	

根据表格中所给数据，选择 2022 年 1, 2, 3 月作为测试集，剩余数据作为训练集，以时间为横轴，绘出折线图如下：

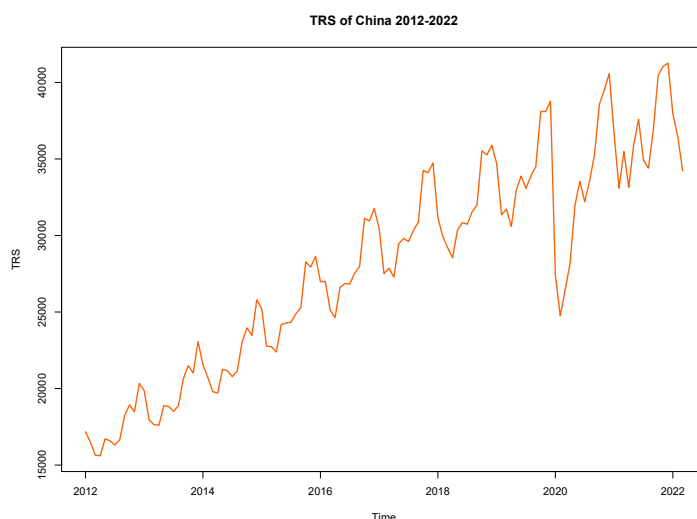


图 1-1: 社会消费品零售总额 2012-2022

1.2 季节性分解

可以看出社会消费品零售总额的变化呈明显的季节波动，并且呈现逐年上升趋势，所以考虑通过 STL 算法用 Loess 平滑化后将时间序列数据分解为趋势因子 (trend components)，季节因子 (season components)，和随机误差因子 (remainder components)^[1]：

$$Y_t = T_t + S_t + R_t \quad (1)$$

得到分解图如下：

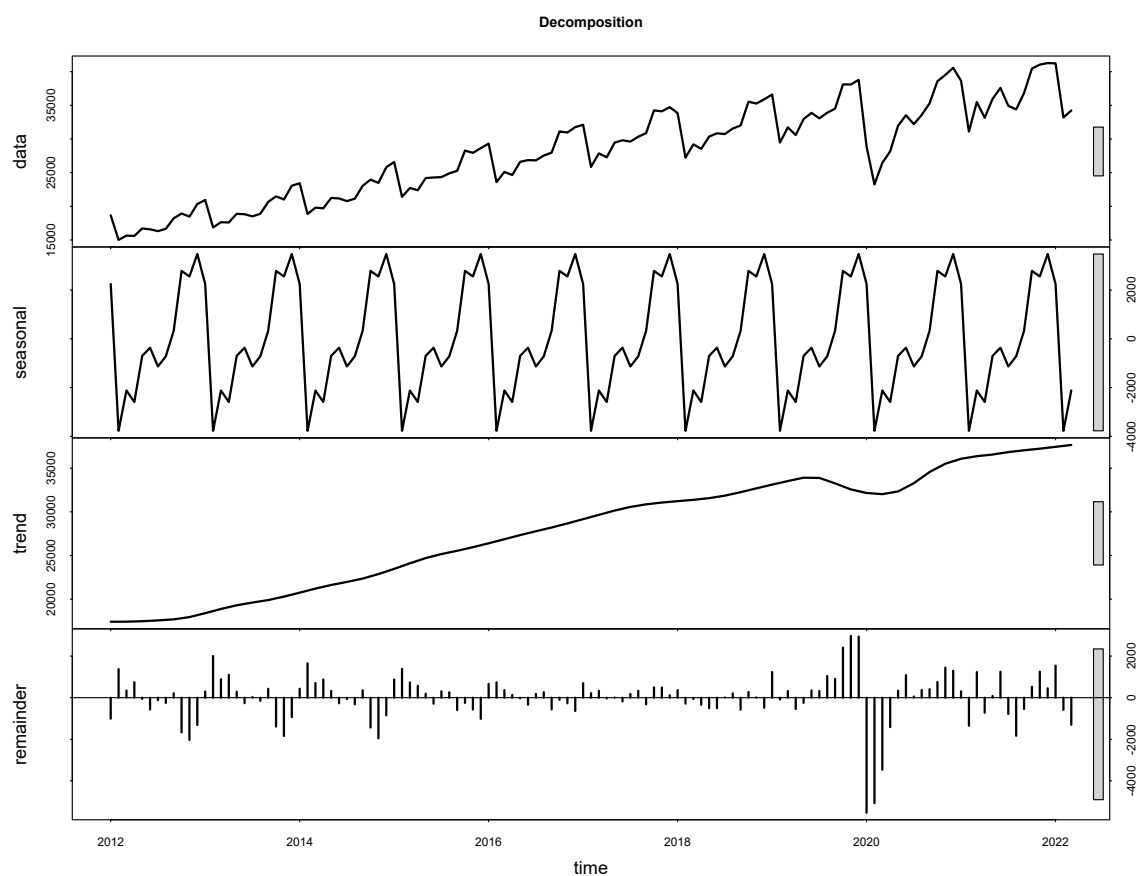


图 1-2: 按加法模型分解后

从趋势因子来看，总体趋势稳步提升直至 2020 疫情爆发前，到 2020 年末基本恢复正常发展水平，持续稳步发展到 2022 年 2 月。

从季节因子来看，在春节前，即年末 12 月份，消费达到顶峰，之后逐步下降至四月份到达最低点，之后开始逐步攀升直至 12 月份。

二、数据检验

2.1 时序平稳性检验

若时间序列 X_t 满足如下条件：

- (1) 均值 $E(X_t) = \mu$, 均值 μ 是与时间 t 无关的常数
- (2) 方差 $Var(X_t) = \sigma^2$, 方差 σ 是与时间 t 无关的常数
- (3) 协方差 $Cov(X_t, X_{t+k}) = \gamma^2$, 协方差只与间隔 t 有关

则称时间序列 X_t 是平稳的。

由表1-1中可明显看出均值随时间 t 增长，可以猜测原序列应是非平稳序列。采用 ADF 检验原序列的平稳性， ADF 检验通过一下三个模型检验：

$$\begin{aligned}\Delta X_t &= \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \epsilon_t \\ \Delta X_t &= \alpha + \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \epsilon_t \\ \Delta X_t &= \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \epsilon_t\end{aligned}\tag{2}$$

三个模型原假设都是 $H_0 : \delta = 0$ 若拒绝 H_0 则为平稳序列，否则为非平稳序列。通过 ADF 临界值表判断是否接受 H_0

为验证猜想对原序列做 ADF 检验, 得到结果如下：

表 2-2: Add caption

Augmented Dickey-Fuller Test	
Lag Order:	1
Dickey-Fuller:	0.3394
P Value	0.7218

由于 $p - value > 0.05$ 所以无法拒绝原假设, 因此原序列是非平稳的。为了将原序列转化为平稳序列处理，因为从图1-1看出原序列应该有随时间线性增加的趋势，考虑对原序列做一阶差分^[2]，得到新序列 \hat{X}_t 如下图：

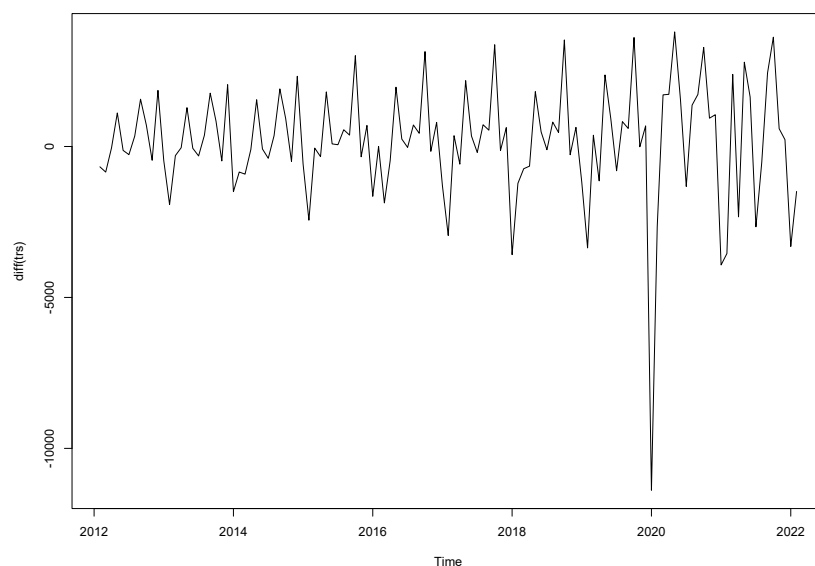


图 2-3: 对原序列做一阶差分后

在对差分后的序列做 ADF 检验:

表 2-3: ADF 检验

Augmented Dickey-Fuller Test	
Lag Order:	1
Dickey-Fuller:	-7.5267
P Value	0.01

由于 $p < 0.05$ 所以拒绝原假设, 差分后的序列是平稳的, 即通过一阶差分去掉了原序列线性的趋势因子。

2.2 数据随机性检验

尽管 \hat{x}_t 为平稳序列, 但是如白噪声等纯随机序列也是平稳序列, 若 \hat{X}_t 是纯随机序列, 则没有建模研究价值, 于是采用 $Ljung - Box$ 检验随机性

假设 $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_n = 0$ 则对所有的 $k > 0$, 样本的自相关系数服从:

$$\hat{\rho}_k \approx N(0, \frac{1}{n}) \quad (3)$$

其中 n 为样本量, 通过检验统计量:

$$Q_{LB}(m) = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \chi^2(m) \quad (4)$$

得到的 *Ljung – Box* 检验结果为：

表 2-4: *Ljung – Box* 检验

Ljung-Box test	
X-squared	494.39
df	6
p-value	< 2.2e-16

由于 $p < 0.05$ 所以拒绝原假设，则 \hat{X}_t 为非随机序列，可进行下一步建模。

三、 模型建立

3.1 无季节性的 ARIMA 模型建立

给定一个差分 d 阶的时间序列 y_t ， $ARIMA(p, d, q)$ 模型如下：

$$y'_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

其中 ε_t 是白噪声序列， p 是自回归的阶数， q 是移动平均的阶数。

平稳序列的自相关函数 ACF 与时间间隔 k 有关，并通过 ACF 相关系数决定 q ：

$$\rho_h = \rho(y_t, y_{t+k}) = \frac{Cov(y_t, y_{t+k})}{\sigma_t \sigma_{t+k}} \quad (6)$$

ACF 图显示了 y_t 与 y_{t-k} 之间相关性，但是滞后阶数 $1, 2, \dots, k-1$ 之间存在依赖关系，例如若 y_t 与 y_{t-1} 自相关，那么 y_t 与 y_{t-2} 一定自相关，因为他们都通过与 y_{t-1} 直接相关，而间接自相关，为了分离 $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k+1}$ 的干扰，直接得到 y_t 与 y_{t-k} 之间的相关性， y_{t-k} 之间的向通过 $PACF$ 估计 P 值，由于历史白噪声 ε_{t-k} 通过影响历史观测值来间接影响当前 y_t 所以用 ACF 估计 q 值，绘出一阶差分后 \hat{X}_t 的 ACF 和 $PACF$ 图（临界值 $\pm \frac{1.96}{T}$ 以用虚线标出）：

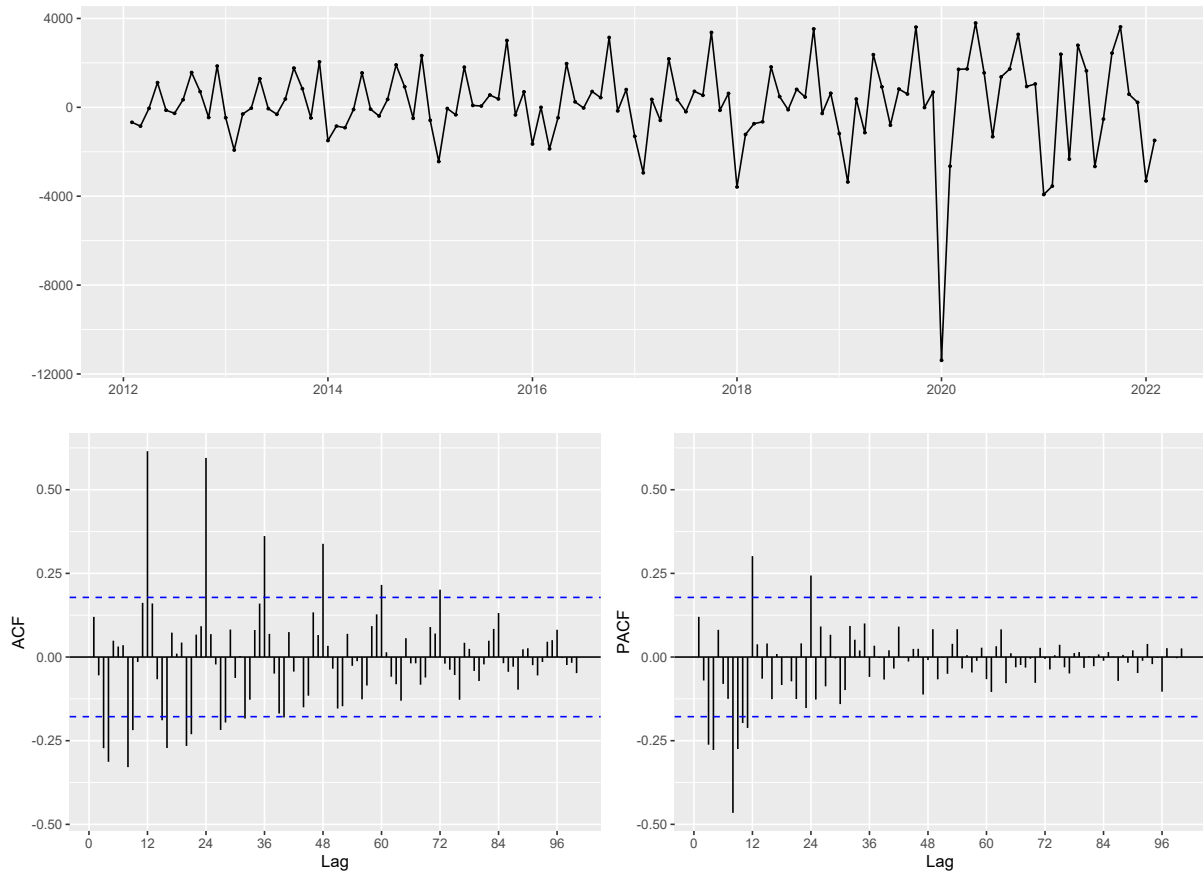


图 3-4: ACF 和 PACF

3.2 季节性的 ARIMA 模型

通过图3-4发现在滞后阶数 lag 值很高时才出现拖尾，会导致参数过多发生过拟合现象，而且通过图1-2得到消费总额应该是呈现明显季节波动所以考虑将一阶差分序列 \hat{X}_t 分解为季节部分和剩下的非季节部分：

$$ARIMA(p, d, q) (P, D, Q)_m$$

其中 $m = 12$ 为观测周期，可以将模型写成季节部分与非季节部分的乘积，例如对于 $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 1)_m$ 模型：

$$(1 - \phi_1 B) (1 - \Phi_1 B^{12}) (1 - B) (1 - B^4) y_t = (1 + \theta_1 B) (1 + \Theta_1 B^4) \varepsilon_t \quad (7)$$

3.3 参数估计

为先消除季节性波动，对一阶差分后 \hat{X}_t 做季节性差分，得到 $X'_t = \hat{X}_t - \hat{X}_{t-12}$ ，绘出相关图像：

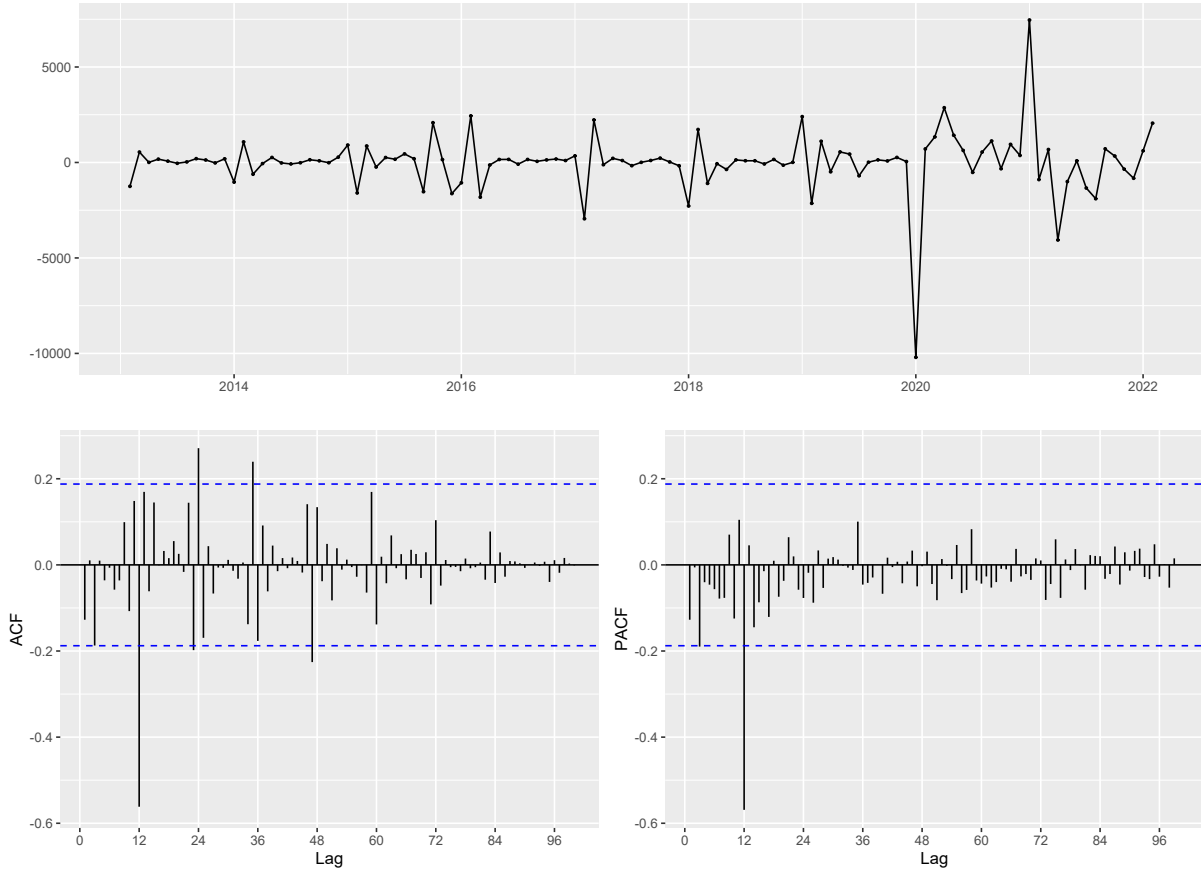


图 3-5: 季节差分后 ACF 和 PACF

模型的选择

从相关系数图看出相比于图3-4, 相关系数的衰减速度加快很多, 对于季节部分的 ACF 和 PACF 图 (即 $Lag = 12n$, 二者都认为在滞后系数 $Lag = 12$ 后产生拖尾。可确定3.2中的相应系数 $P = 1, Q = 1$

但对于非季节部分的 ACF 和 PACF 图较难判断在何种滞后系数后产生拖尾, 因此利用 AIC, AICc, BIC 准则定量的确定在何种系数下的模型最优:

$$AIC = -2\log(L) + 2(p + q + k + 1)$$

其中 L 是似然数据的似然函数, 最后一项为参数个数 (包含了余项的方差) $k = 0$ 若 $c = 0, k = 1$ 若 $c \neq 0$ 对于 ARIMA 模型而言, 修正过的 AIC 值可以被表示为:

$$AICc = AIC + \frac{2(p + q + k + 1)(p + q + k + 2)}{T - p - q - k - 2}$$

并且贝叶斯信息准则 (BIC) 如下:

$$BIC = AIC + [\log(T) - 2](p + q + k + 1)$$

通过枚举 p, q 的值得到相应模型 AIC, AICc, BIC 如下:

表 3-5: 不同系数对应检测值

相应的 ARIMA 模型	AIC	AICc	BIC
(0,1,0)(1,1,1)[12]	1858.76	1858.99	1866.81
(0,1,1)(1,1,1)[12]	1860.45	1860.84	1871.18
(0,1,2)(1,1,1)[12]	1859.87	1860.46	1873.28
(0,1,3)(1,1,1)[12]	1857.89	1858.72	1873.98
(1,1,0)(1,1,1)[12]	1860.53	1860.92	1871.26
(1,1,1)(1,1,1)[12]	1853.79	1854.38	1867.2
(1,1,2)(1,1,1)[12]	1855.14	1855.98	1871.24
(1,1,3)(1,1,1)[12]	1857.04	1858.16	1875.81
(1,1,4)(1,1,1)[12]	1859.01	1861.57	1883.87
(2,1,1)(1,1,1)[12]	1855.09	1855.92	1871.19
(2,1,2)(1,1,1)[12]	1856.44	1857.56	1875.21
(2,1,3)(1,1,1)[12]	1858.1	1858.18	1875.83
(3,1,1)(1,1,1)[12]	1857.06	1858.18	1875.83

从表3-5中看出, $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$ 是最优的 ARIMA 模型。

3.4 残差检验

为说明残差纯随机变量, 对残差做 Ljung-Box test 检验:

表 3-6: 残差 Ljung - Box 检验结果

Ljung-Box test	
df	20
p-value	0.97

$p > 0.05$ 无法拒绝原假设, 所得残差为白噪声序列, 残差之间不存在自相关性。并且得到的残差图3-6, 残差基本符合正态分布要求:

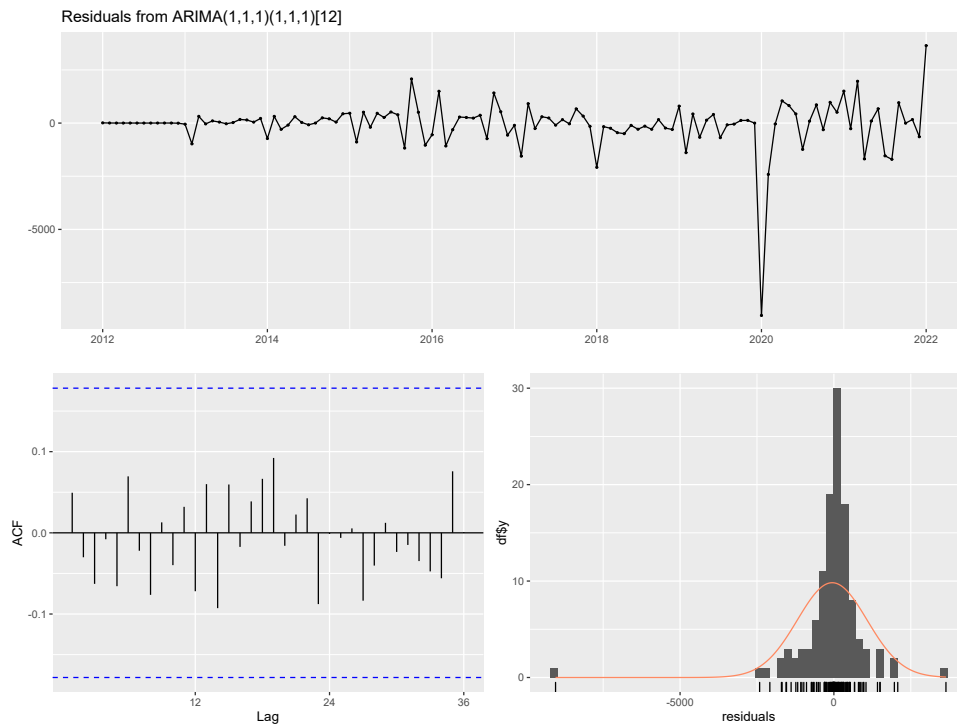


图 3-6: $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$ 的残差图

为进一步说明，绘出正态 Q-Q 图3-7, 所以残差符合正态分布要求:

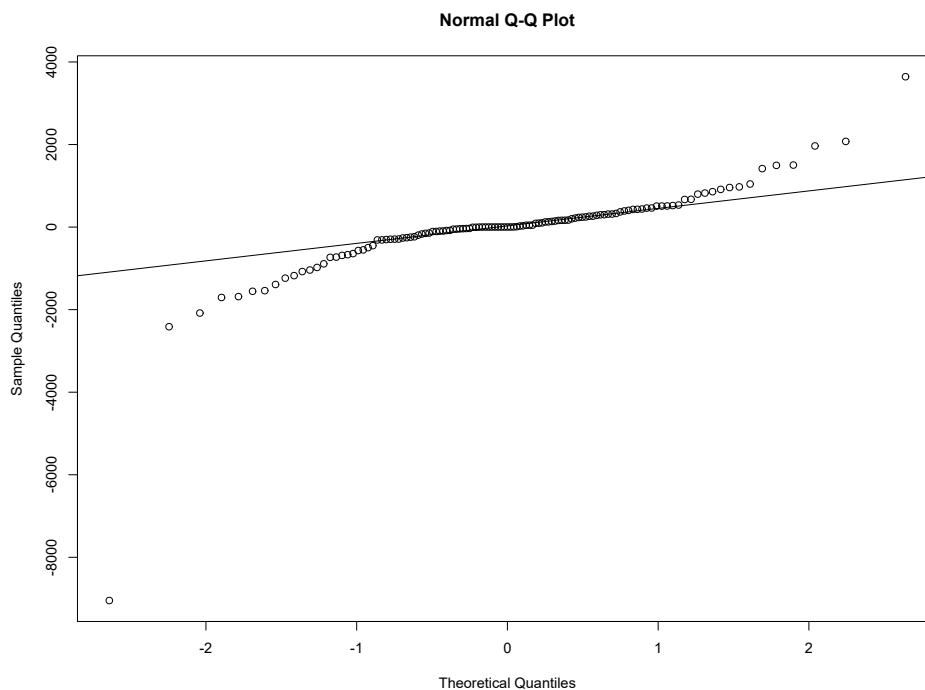


图 3-7: $ARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$ 的残差 Q-Q 图

3.5 预测

选取的训练集为表1-1中 2022 年 2 月以前 (包括二月). 用得到的 ARIMA 模型对训练集进行拟合, 以 12 个月划分序列。通过所有之前的数据拟合当前年份的数据 (起始两年除外), 拟合得到的 12 步拟合结果图3-8:

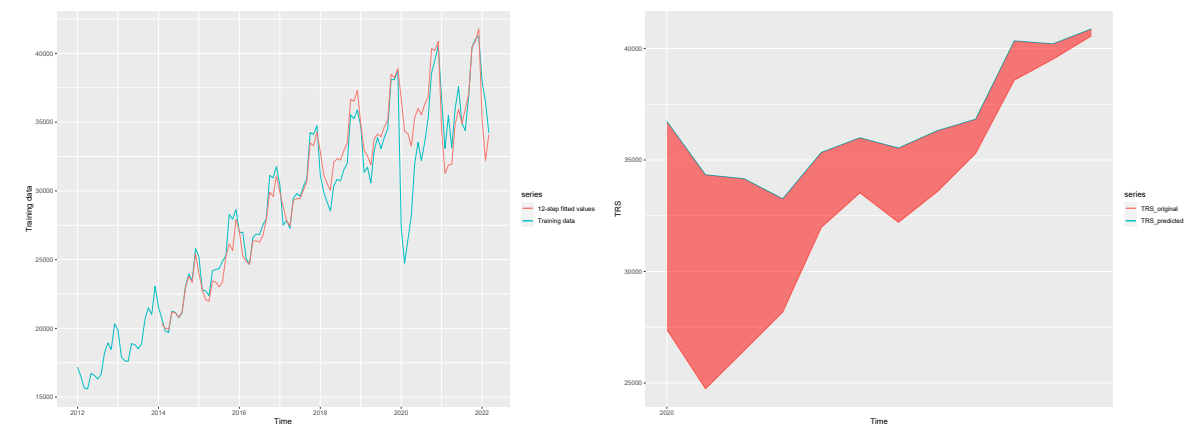


图 3-8: ARIMA 模型得到的 12 步拟合值

图 3-9: 2020 年社会消费品零售总额的损失

从图像上看, 出去 2020 年初有所偏差外, 其余部分都能较好拟合。由此也能从图中得出 2020 年疫情带来的社会消费品零售总额的损失为 47934.05 (亿元), 为图3-9中阴影部分。最终用此模型预测自 2022 年 3 月起 6 个月的预测结果如下, 并给出 80%和95% 的置信区间。

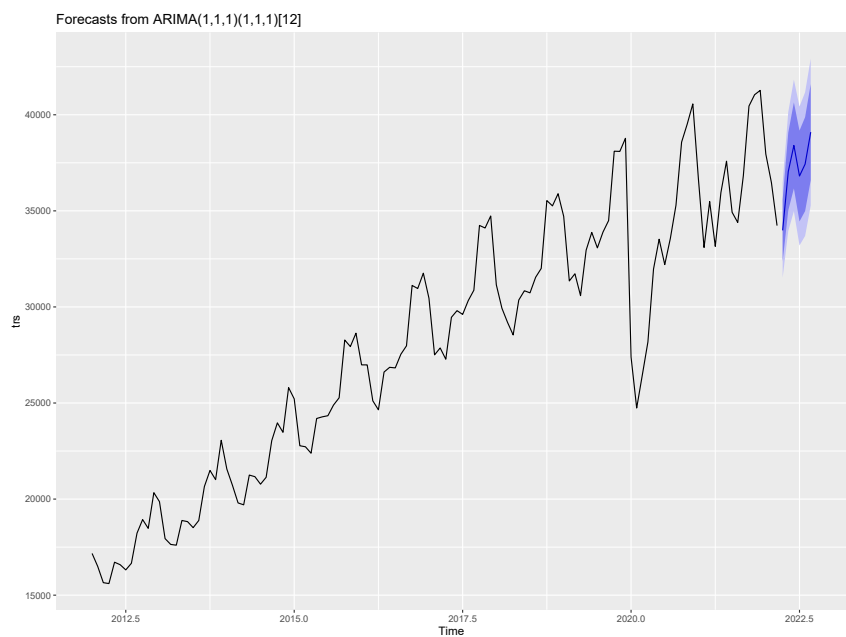


图 3-10: $ARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ 模型对从 3 月起 6 个月的预测

四、 干预分析模型的建立

□2020 假设疫情对经济的影响是突然开始，并且持续的，对持续性干预变量

$$S_t^T = \begin{cases} 0 & \text{疫情发生前 } t < T \\ 1 & \text{疫情发生后 } t \geq T \end{cases}$$

设 ω 为干预未知的干预系数， Y_t 为疫情干预后的时间序列， B 为滞后算子，通过一阶差分获得平稳序列，则干预后的模型可写为

$$Y_t = \frac{\omega S_t^T}{\delta Y_{t-1}} \quad 0 < \delta < 1 \quad (8)$$

经过变换，实际上为 1 阶自回归模型

$$Y_t = \delta Y_{t-1} + \omega$$

通过 2020 年的损失的社会消费品零售总额的数据3-9，用最小二乘法的到参数的估计值， $\delta = 0.8191$, $\omega = -134.2268$ 绘出拟合图像和残差图如下：

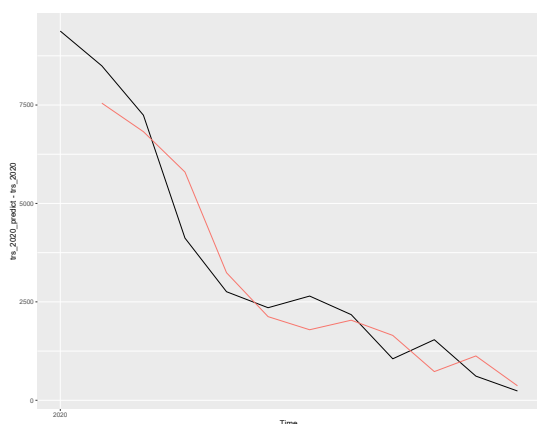


图 4-11: 2020 年社会消费品零售总额的损失图 (红色为回归结果)

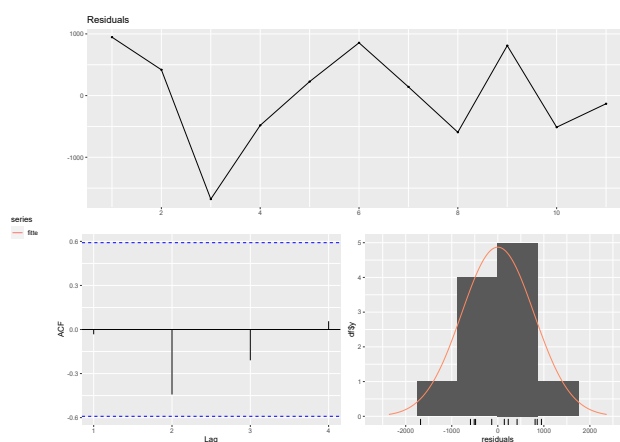


图 4-12: 回归结果的残差图

需重新起页，不得与论文正文内容在同一页上

参考文献

- [1] CLEVELAND R B, CLEVELAND W S, MCRAE J E, et al. Stl: A seasonal-trend decomposition[J]. J. Off. Stat, 1990, 6(1): 3-73.
- [2] HYNDMAN R J, ATHANASOPOULOS G. For further information on stationarity and differencing see[M]. [S.l.: s.n.].

附 录

程序一：MATLAB 算道路车辆通行能力：

```

x=[ 37 2 1 3 0.5 1.72 1112 47 3 2.5 3.5 0.6 2.41 1835 48 3 2.5 3.25 1.2
    2.475 2034 442 2.5 3.25 1 2.26 1477 46 3 2.5 3 1.2 2.27 1648 53 2 2.5
    3.5 1.2 2.498 195 254 3 3.5 3.5 2 2.5 22 49 59 3 3.5 3.5 0.7 2.634 18
    93 59 3 3.5 3.25 0.2 2.642 22 45 48 3 2.5 3.25 0.3 2.46 20 35 50 3 4.5
    3.5 0.3 2.52 2318 56 3 3.5 3.25 0.9 2.617 2203 57 2 2.5 3.5 0.8 2.625
    2034 58 2 2.5 3 0.6 2.641 2178 68 4 3.5 3.25 0.9 3.05 2468 59 3 4.5
    ];
for i=1:100
    if x(i,2)==1
        a1=1;
    end
    if x(i,2)==2
        a1=1.87;
    end
    if x(i,2)==3
        a1=2.6;
    end
    if x(i,2)==4
        a1=3.2;
    end
    if x(i,4)<3
        a2=0.52;
    else if x(i,4)<3.25
        a2=0.56;
    else if x(i,4)<3.5
        a2=0.84;
    else if x(i,4)<3.75&&x(i,3)<1.5
        a2=1;
    if x(i,4)<3.75&&x(i,4)>3.5&&x(i,3)<2.5&&x(i,3)>1.5
        a2=1.16;
    if x(i,4)<3.75&&x(i,4)>3.5&&x(i,3)<3.5&&x(i,3)>2.5
        a2=1.32 ;
    if x(i,4)<3.75&&x(i,4)>3.5&&x(i,3)>4.5
        a2=1.45 ;
    end
    end
    end
    end
end
end

```

```

        end
    end
    if x(:,1)<=80
        if x(i,7)<1400
            a3=2;
        else if x(i,7)<2800
            a3=3.5;
            if x(i,7)>=2800
                a3=3;
            end
        end
    end
    end
    if x(i,1)<=60
        if x(i,7)<1200
            a3=3;
        else if x(i,7)<2400
            a3=5;
            if x(i,7)>=2400
                a3=4;
            end
        end
    end
    end
    end
    a3=8;
    if x(i,7)>=2000
        a3=7;
    end
    end
    end
    end
    A(i)=(1000*x(i,1)*a1*a2*a3*0.95)./(5+x(i,1).*x(i,6)+x(i,1).*x(i,5));
    end

```

程序 2 MATLAB 求解路

$m=2$;% 为影响范围内主要路段的个数，一般应包括干和次为影响范围内主要路段的个数，一般应包括干和次以及较重要的支路。

$f=1$;% 为影响范围内交叉口的个数

$a=0$;

$KS=0$;

$b=0$;

$KC=0$;

$I1=[2875,2875]$;

$I2=[1589,1589]$;

$I3=[7642,7642]$;


```

I4=[6356,6356];
BS=[4909,4909];
BC=[19636,19636];
    for i=1:m
        a=a+I2(i)/BS(i);
    end
    for j=1:m
        KS=KS+((I2(j)/BS(j))/a)*((I1(j)-I2(j))/BS(j))
    end
    for i=1:f
        b=b+I4(i)/BC(i);
    end
    for j=1:f
        KC=KC+((I4(j)/BC(j))/b)*((I3(j)-I4(j))/BC(j))
    end
n=0.29207;
K=KS*(n/(1+n))+KC*(1/(1+n))

```

程序二：C++ 求解路网正体影响度：

```

//=====
// Name      : Sudoku.cpp
// Author     : wzlf11
// Version    : a.0
// Copyright  : Your copyright notice
// Description : Sudoku in C++.
//=====

#include "graphics.h"
#define LEFT 0
#define TOP 0
#define RIGHT 639
#define BOTTOM 479
#define LINES 400
#define MAXCOLOR 15
main()
{
    int driver,mode,error;
    int x1,y1;
    int x2,y2;
    int dx1,dy1,dx2,dy2,i=1;
    int count=0;
    int color=0;

```

```

    driver=VGA;
    mode=VGAHI;
    initgraph(&driver,&mode,"");
    x1=x2=y1=y2=10;
    dx1=dy1=2;
    dx2=dy2=3;
    while(!kbhit())
    {
        line(x1,y1,x2,y2);
        x1+=dx1;y1+=dy1;
        x2+=dx2;y2+=dy2;
        if(x1<=LEFT||x1>=RIGHT)
            dx1=-dx1;
        if(y1<=TOP||y1>=BOTTOM)
            dy1=-dy1;
        if(x2<=LEFT||x2>=RIGHT)
            dx2=-dx2;
        if(y2<=TOP||y2>=BOTTOM)
            dy2=-dy2;
        if(++count>LINES)
        {
            setcolor(color);
            color=(color>=MAXCOLOR)?0:++color;
        }
    }
    closegraph();
}

main()
{
    int i,j,k,x0,y0,x,y,driver,mode;
    float a;
    driver=CGA;mode=CGAC0;
    initgraph(&driver,&mode,"");
    setcolor(3);
    setbkcolor(GREEN);
    x0=150;y0=100;
    circle(x0,y0,10);
    circle(x0,y0,20);
    circle(x0,y0,50);
    for(i=0;i<16;i++)
    {
        a=(2*PAI/16)*i;
        x=ceil(x0+48*cos(a));
        y=ceil(y0+48*sin(a)*B);
    }
}

```

```
        setcolor(2); line(x0,y0,x,y);
    }
    setcolor(3); circle(x0,y0,60);
    /* Make 0 time normal size letters */
    settxtstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,0);
    outtextxy(10,170,"press a key");
    getch();
    setfillstyle(HATCH_FILL,YELLOW);
    floodfill(202,100,WHITE);
    getch();
    for(k=0;k<=500;k++)
    {
        setcolor(3);
        for(i=0;i<=16;i++)
        {
            a=(2*PAI/16)*i+(2*PAI/180)*k;
            x=ceil(x0+48*cos(a));
            y=ceil(y0+48*sin(a)*B);
            setcolor(2); line(x0,y0,x,y);
        }
        for(j=1;j<=50;j++)
        {
            a=(2*PAI/16)*i+(2*PAI/180)*k-1;
            x=ceil(x0+48*cos(a));
            y=ceil(y0+48*sin(a)*B);
            line(x0,y0,x,y);
        }
    }
    restorecrtmode();
```

数据表格

表格数据:

表 A-1: 附表 1 数据

样本编号	车速	车道数	侧向净宽	车道宽	司机反应时间	车辆南止耗时	交通量
1	37	2	1	3	0.5	1.72	1112
2	47	3	2.5	3.5	0.6	2.41	1835
3	48	3	2.5	3.25	1.2	2.475	2034
4	44	2	2.5	3.25	1	2.26	1477
5	46	3	2.5	3	1.2	2.27	1648
6	53	2	2.5	3.5	1.2	2.498	1952
7	54	3	3.5	3.5	2	2.5	2249
8	59	3	3.5	3.5	0.7	2.634	1893
9	59	3	3.5	3.25	0.2	2.642	2245
10	48	3	2.5	3.25	0.3	2.46	2035
11	50	3	4.5	3.5	0.3	2.52	2318
12	56	3	3.5	3.25	0.9	2.617	2203
13	57	2	2.5	3.5	0.8	2.625	2034
14	58	2	2.5	3	0.6	2.641	2178
15	68	4	3.5	3.25	0.9	3.05	2468
16	59	3	4.5	3.75	0.6	2.975	2406
17	75	4	4.5	3.75	0.7	3.15	2648
18	22	1	1	3	1.1	1.45	800
19	27	4	0.5	3	0.6	1.5	903
20	75	1	2.5	3.5	0.6	1.46	1010
21	76	1	3.5	3.5	0.2	1.63	1069
22	46	2	1.5	3.25	1.9	2.3	1682
23	46	2	2.5	3.25	1	2.32	1734
24	46	2	2.5	3.75	0.2	2.4	1826
25	47	3	2.5	3.25	1.2	2.37	1625
26	77	3	4.5	3.5	0.2	2.475	2148
27	48	3	4.5	3.25	0.3	2.47	2278
28	80	3	2.5	3.5	0.5	2.58	2177
29	66	2	3.5	3.5	1	2.72	2249
30	67	4	3.5	3.75	0.9	2.975	2484
31	25	3	1.5	3.5	0.6	1.3	846
32	34	2	4.5	3.5	0.8	1.52	1152
33	47	3	2.5	3.25	0.3	2.42	1753
34	48	4	2.5	3.75	0.3	2.34	1924
35	79	3	2.5	3.25	1.1	2.53	2159
36	55	3	0.5	3.5	0.9	2.62	1568
37	78	2	1	3.5	0.9	2.618	2148
38	59	3	1	3.5 ¹⁹	1	2.64	2272
39	19	1	0	3	1.2	1.4	513
40	19	2	2.5	3.25	1	1.35	810

表 A-2: 小区开放前 VISSIM 正常行驶仿真数据记录表 1

样本编号	车速	车道数	侧向净宽	车道宽	司机反应时间	车辆南止耗时	交通量
47	67	1	0.5	3.75	0.2	2.83	2249
48	67	4	3.5	3.25	0.6	2.815	2463
49	75	2	3.5	3.5	0.6	3.21	2748
50	34	2	1.5	3	1	1.48	957
51	39	2	2.5	3.5	0.8	1.97	1364
52	40	3	2.5	3.25	0.5	2	1359
53	50	3	2.5	3.5	1	2.51	2264
54	55	2	3.5	3.25	1.2	2.6	1978
55	55	3	3.5	3.5	0.6	2.61	2218
56	59	3	0.5	3	0.2	2.638	1974
57	63	4	2.5	3.5	1.1	2.78	2384
58	67	3	2.5	3.75	0.8	2.83	2384
59	75	3	4.5	3.5	0.3	3.2	2801
60	77	2	4.5	3.5	0.2	3.18	2845
61	23	1	0	3	0.5	1.44	458
62	75	2	1	3	0.2	1.625	1065
63	46	2	2.5	3.5	1	2.43	1752
64	61	2	0.5	3	1.2	2.71	1890
65	36	3	2.5	3.5	1	1.67	1233
66	38	2	3.5	3	1.7	1.9	1246
67	55	1	0.5	3.5	0.3	2.615	1763
68	74	2	1.5	3.75	0.7	3.05	2349
69	79	4	2.5	3.75	0.4	3.17	2694
70	38	2	3.5	3	1.1	1.86	1343
71	61	3	1.5	3.25	0.3	2.68	2006
72	79	3	3.5	3.5	2.1	3.48	2948
73	27	2	1	3.75	0.8	1.48	928
74	28	1	1	3	0.9	1.47	947
75	34	2	1	3	0.3	1.49	998
76	44	3	2.5	3.25	0.3	2.24	1520
77	78	3	4.5	3.5	0.7	3.09	2648
78	73	3	3.5	3.5	1.2	3.19	2741
80	37	4	1	3	1.7	1.87	1265
81	37	2	3.5	3.5	1.5	1.84	1325
82	38	2	2.5	3	1.2	1.95	1233
83	38	2	1	3	2.1	1.97	1249
84	40	2	1.5	3	0.4	2.12	1366
85	42	3	4.5	3.75 ²⁰	0.4	2.16	1638
86	40	3	1.5	3.25	0.8	2.43	1384
87	41	3	1.5	3.5	1.1	2.05	1434

表 A-3: 小区开放前 VISSIM 正常行驶仿真数据记录表 2

样本编号	车速	车道数	侧向净宽	车道宽	司机反应时间	车辆南止耗时	交通量
47	67	1	0.5	3.75	0.2	2.83	2249
48	67	4	3.5	3.25	0.6	2.815	2463
49	75	2	3.5	3.5	0.6	3.21	2748
50	34	2	1.5	3	1	1.48	957
51	39	2	2.5	3.5	0.8	1.97	1364
52	40	3	2.5	3.25	0.5	2	1359
53	50	3	2.5	3.5	1	2.51	2264
54	55	2	3.5	3.25	1.2	2.6	1978
55	55	3	3.5	3.5	0.6	2.61	2218
56	59	3	0.5	3	0.2	2.638	1974
57	63	4	2.5	3.5	1.1	2.78	2384
58	67	3	2.5	3.75	0.8	2.83	2384
59	75	3	4.5	3.5	0.3	3.2	2801
60	77	2	4.5	3.5	0.2	3.18	2845
61	23	1	0	3	0.5	1.44	458
62	75	2	1	3	0.2	1.625	1065
63	46	2	2.5	3.5	1	2.43	1752
64	61	2	0.5	3	1.2	2.71	1890
65	36	3	2.5	3.5	1	1.67	1233
66	38	2	3.5	3	1.7	1.9	1246
67	55	1	0.5	3.5	0.3	2.615	1763
68	74	2	1.5	3.75	0.7	3.05	2349
69	79	4	2.5	3.75	0.4	3.17	2694
70	38	2	3.5	3	1.1	1.86	1343
71	61	3	1.5	3.25	0.3	2.68	2006
72	79	3	3.5	3.5	2.1	3.48	2948
73	27	2	1	3.75	0.8	1.48	928
74	28	1	1	3	0.9	1.47	947
75	34	2	1	3	0.3	1.49	998
76	44	3	2.5	3.25	0.3	2.24	1520
77	78	3	4.5	3.5	0.7	3.09	2648
78	73	3	3.5	3.5	1.2	3.19	2741
80	37	4	1	3	1.7	1.87	1265
81	37	2	3.5	3.5	1.5	1.84	1325
82	38	2	2.5	3	1.2	1.95	1233
83	38	2	1	3	2.1	1.97	1249
84	40	2	1.5	3	0.4	2.12	1366
85	42	3	4.5	3.75 ²¹	0.4	2.16	1638
86	40	3	1.5	3.25	0.8	2.43	1384
87	41	3	1.5	3.5	1.1	2.05	1434

表 A-4: 小区开放前 VISSIM 正常行驶仿真数据记录表 3

数据 P.C.	时间 (进入)	时间 (离开)	车辆编号	速度 (m/s)	车辆长度 (m)
1	9.34	-1	4	14.7	4.76
1	-1	9.67	4	14.7	4.76
7	19.34	-1	3	14.7	4.76
7	-1	19.66	3	14.8	4.76
6	20.35	-1	4	14	4.76
6	-1	20.69	4	14	4.76
1	21.49	-1	11	14.8	4.61
2	21.43	-1	5	15.9	4.55
1	-1	21.8	11	14.9	4.61
2	-1	21.72	5	15.9	4.55
5	22.36	-1	6	15.4	4.61
5	-1	22.66	6	15.4	4.61
2	25.81	-1	7	13.8	4.11
2	-1	26.11	7	13.8	4.11
2	27.19	-1	8	14.1	10.21
2	-1	27.92	8	14.2	10.21
7	29.24	-1	10	15.1	4.76
7	-1	29.55	10	15.1	4.76
6	32.23	-1	11	14.5	4.61
6	-1	32.55	11	14.6	4.61
5	35.38	-1	12	14.8	4.55
5	-1	35.68	12	14.9	4.55
7	36.42	-1	13	14.5	4.55
7	-1	36.73	13	14.5	4.55
1	38.87	-1	16	15.4	4.61
1	-1	39.16	16	15.4	4.61
6	49.09	-1	16	15.1	4.61
6	-1	49.4	16	15.1	4.61
1	49.91	-1	24	15.1	4.55
1	-1	50.21	24	15.2	4.55
5	50.59	-1	17	15.3	4.55
5	-1	50.89	17	15.3	4.55
3	56.27	-1	14	15.8	4.76
3	-1	56.57	14	15.9	4.76
7	57.12	-1	23	15.9	4.76
7	-1	57.42	23	15.8	4.76
6	60.56	-1	24	14.6	4.55
6	-1	60.87	24	14.7	4.55
3	63.02	-1	18	15.1	4.11
3	-1	63.29	18	15.1	4.11

表 A-5: 小区开放前 VISSIM 正常行驶仿真数据记录表 1

数据 P.C.	时间 (进入)	时间 (离开)	车辆编号	速度 (m/s)	车辆长度 (m)
5	-1	80.44	35	15	4.55
7	84.64	-1	37	14.5	10.21
7	-1	85.35	37	14.4	10.21
3	89.77	-1	31	14.7	4.76
3	-1	90.09	31	14.8	4.76
2	90.42	-1	32	15.2	4.11
2	-1	90.69	32	15.2	4.11
1	90.84	-1	40	1.7	11.54
3	93.85	-1	34	13.9	4.76
3	-1	94.19	34	14	4.76
1	-1	98.34	40	1.8	11.54
1	101.18	-1	44	3.5	4.4
2	101.41	-1	29	14.6	4.61
2	-1	101.73	29	14.5	4.61
1	-1	101.8	44	4.3	4.4
3	103.39	-1	36	14.5	4.76
3	-1	103.72	36	1.5	4.76
2	109.33	-1	39	15.7	4.76
2	-1	109.63	39	15.7	4.76
1	113.78	-1	52	3.3	4.11
1	-1	114.75	52	5.6	4.11
6	116.66	-1	46	15	4.4
6	-1	116.96	46	15	4.4
4	117.67	-1	1	2	0.44
4	-1	117.89	1	2	0.44
6	119.37	-1	44	14.2	4.4
6	-1	119.68	44	14.1	4.4
1	127.94	-1	56	1.2	0.34
1	-1	128.22	56	1.2	0.34
3	128.54	-1	45	12.7	4.34
3	-1	128.87	45	13	4.34
4	128.86	-1	38	3.4	1.45
4	-1	129.28	38	3.5	1.45
6	132.61	-1	52	14.2	4.11
1	132.94	-1	60	1.6	4.4
1	101.18	-1	44	3.5	4.4
2	101.41	-1	29	14.6	4.61
2	-1	101.73	29	14.5	4.61
1	-1	101.8	44	4.3	4.4
3	103.39	-1	36	14.5	4.76

表 A-6: 小区开放前 VISSIM 正常行驶仿真数据记录表 2

数据 P.C.	时间 (进入)	时间 (离开)	车辆编号	速度 (m/s)	车辆长度 (m)
1	127.94	-1	56	1.2	0.34
1	-1	128.22	56	1.2	0.34
3	128.54	-1	45	12.7	4.34
3	-1	128.87	45	13	4.34
4	128.86	-1	38	3.4	1.45
4	-1	129.28	38	3.5	1.45
2	-1	90.69	32	15.2	4.11
1	90.84	-1	40	1.7	11.54
3	93.85	-1	34	13.9	4.76
3	-1	94.19	34	14	4.76
1	-1	98.34	40	1.8	11.54
1	101.18	-1	44	3.5	4.4
2	101.41	-1	29	14.6	4.61
2	-1	101.73	29	14.5	4.61
1	-1	101.8	44	4.3	4.4
3	103.39	-1	36	14.5	4.76
3	-1	103.72	36	1.5	4.76
2	109.33	-1	39	15.7	4.76
2	-1	109.63	39	15.7	4.76
1	113.78	-1	52	3.3	4.11
1	-1	114.75	52	5.6	4.11
6	116.66	-1	46	15	4.4
6	-1	116.96	46	15	4.4
4	117.67	-1	1	2	0.44
4	-1	117.89	1	2	0.44
6	119.37	-1	44	14.2	4.4
6	-1	119.68	44	14.1	4.4
1	127.94	-1	56	1.2	0.34
1	-1	128.22	56	1.2	0.34
3	128.54	-1	45	12.7	4.34
3	-1	128.87	45	13	4.34
4	128.86	-1	38	3.4	1.45
4	-1	129.28	38	3.5	1.45
6	132.61	-1	52	14.2	4.11
1	132.94	-1	60	1.6	4.4
1	101.18	-1	44	3.5	4.4
2	101.41	-1	29	14.6	4.61
2	-1	101.73	29	14.5	4.61
1	-1	101.8	44	4.3	4.4
3	103.39	-1	36	14.5	4.76