

全国新型冠状病毒肺炎的趋势分析

王 洁

一、数据来源

截止 2020 年 1 月 29 日 24 时，国家卫生健康委员会网站公布的数据如下：

全国新型冠状病毒肺炎 (单位：人)										
时间(日)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
确诊病例	291	440	571	830	1287	1975	2744	4515	5974	7711
疑似病例	54	136	393	1072	1965	2684	5794	6973	9239	12176
死亡病例	6	9	17	25	41	56	80	106	132	170
治愈病例	/	/	/	34	38	49	51	60	103	124

二、趋势分析

利用 Bernstein 多项式为基函数，构造曲线为

$$\hat{X}(t) = \sum_{j=0}^m b_j B_{jm}(t), 0 \leq t \leq 1, m < n \tag{3}$$

对新型冠状病毒确诊人数，疑似人数，死亡人数，治愈人数的发展规律进行拟合。

1、新型冠状病毒肺炎确诊人数

针对模型（3），我们取 $m=4$ ，得到控制点为：

[b0=268.27972027972]

[b1=1017.06774475524]

[b2=-408.863636363636]

[b3=3737.52666083916]

[b4=7729.52447552448]

那么，Bernstein 基函数按拟合结果得到的新型冠状病毒肺炎确诊人数趋势如下：

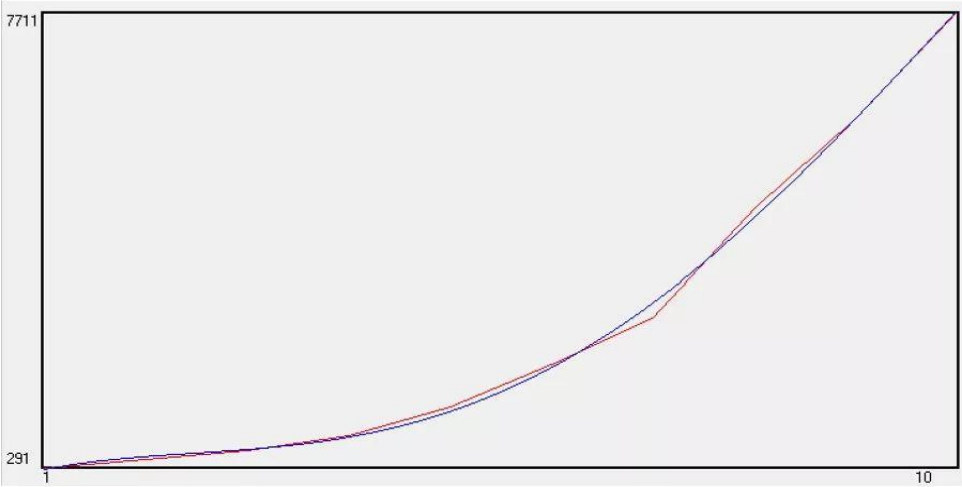


图 1-1 新型冠状病毒肺炎确诊人数趋势

注：红颜色折线表示实际趋势；蓝颜色曲线表示拟合趋势

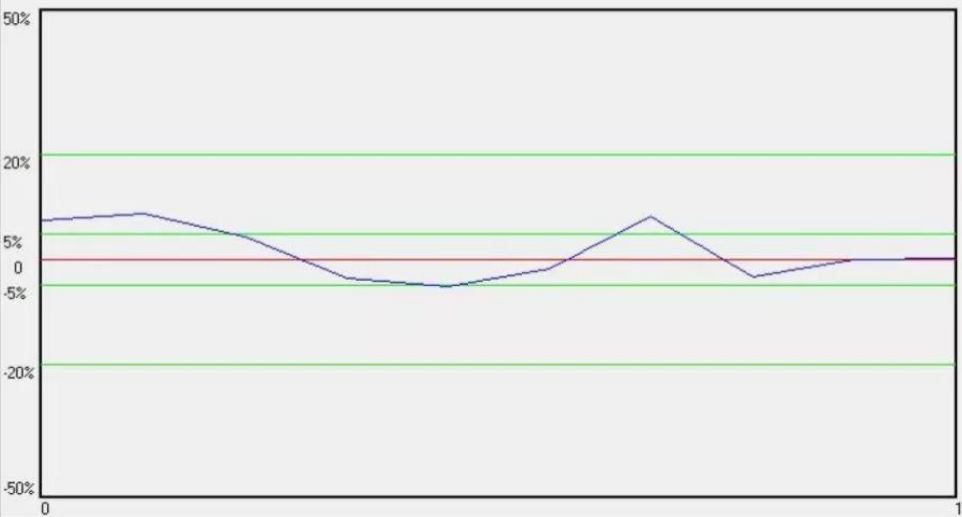


图 1-2 拟合趋势的残差结果

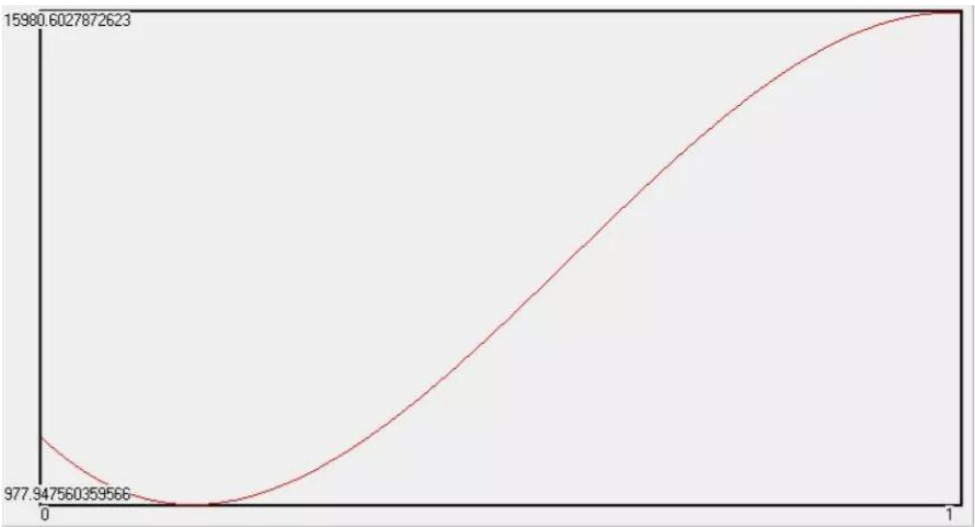


图 1-3 新型冠状病毒肺炎确诊人数的一阶导数（发展速度）变化情形



图 1-4 新型冠状病毒肺炎确诊人数的二阶导数（发展加速度）变化情形

从拟合曲线的一阶导数（速度）和二阶导数（加速度）的变化显示，从 22 日开始确诊人数快速增加；从 26 日确诊人数增加的速度快速开始缓和，到 28 日和 29 日，增加的速度趋于平稳，并显现出增加速度缓慢的趋势。

2、新型冠状病毒肺炎疑似人数

针对模型（3），我们取 $m=5$ ，得到控制点为：

[b0= 14.3594405594405]

[b1= 1037.8926013986]

[b2= -2050.52554895105]

[b3= 5463.14582867133]

[b4= 6186.33467132867]

[b5= 12136.8013986014]

那么，Bernstein 基函数按拟合结果得到的新型冠状病毒肺炎疑似人数趋势如下：

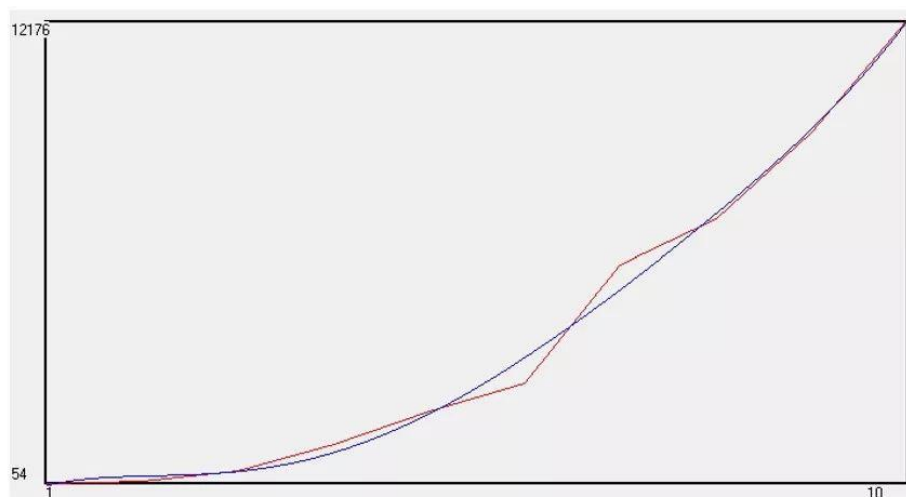


图 2-1 新型冠状病毒肺炎疑似人数趋势

注：红颜色折线表示实际趋势；蓝颜色曲线表示拟合趋势

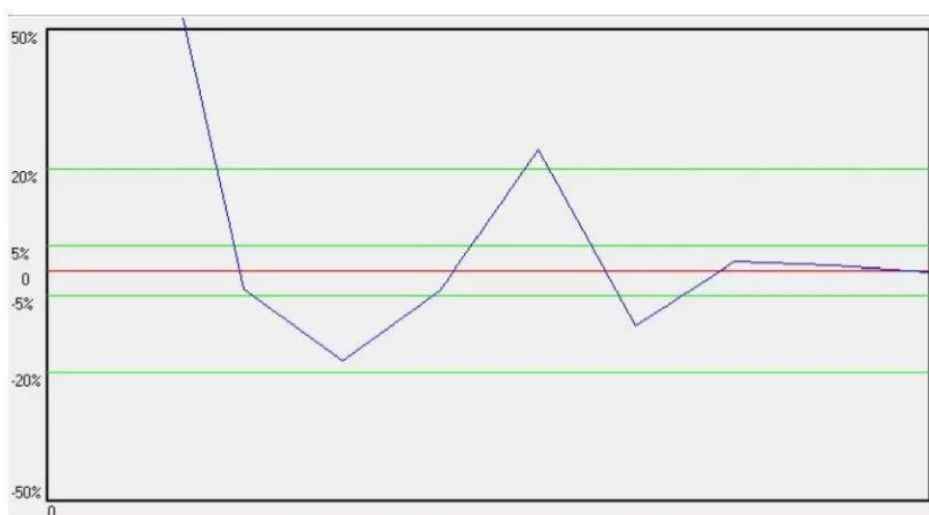


图 2-2 拟合趋势的残差结果

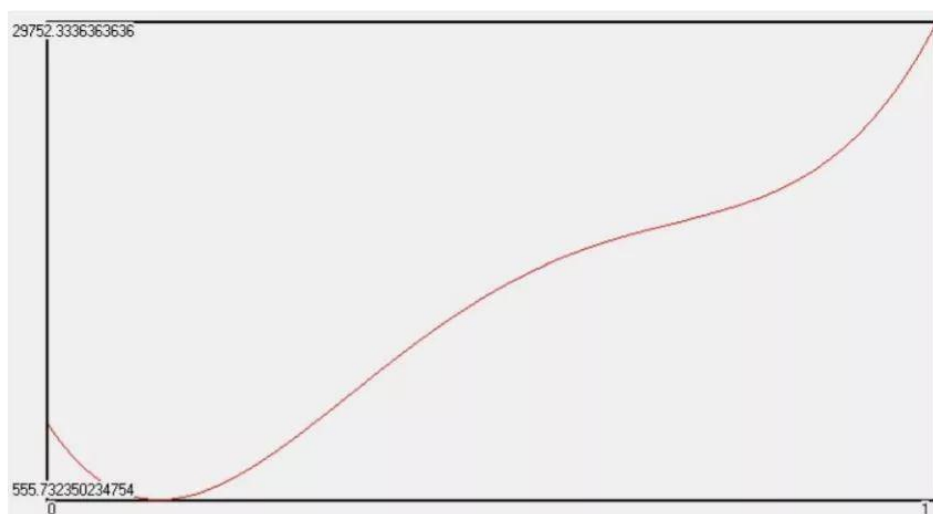


图 2-3 新型冠状病毒肺炎疑似人数的一阶导数（发展速度）变化情形

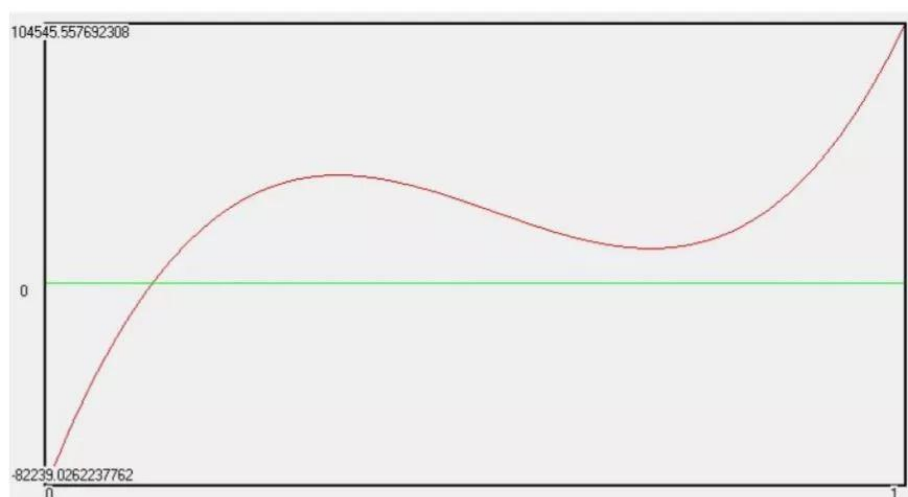


图 2-4 新型冠状病毒肺炎疑似人数的二阶导数（发展加速度）变化情形

从疑似人数的拟合曲线一阶导数（速度）和二阶导数（加速度）变化显示，从 20 日开始疑似人数猛速增加；从 23 日疑似人数增加的速度略微缓和，到 27 日开始疑似病例人数增加的速度又开始快速增加，这可能是受疫情潜伏期影响所致。

3、新型冠状病毒肺炎死亡人数

针对模型（3），我们取 $m=5$ ，得到控制点为：

[b0= 5.75104895104895]

[b1= 14.0691048951049]

[b2= 11.9907447552448]

[b3= 70.9375769230769]

[b4= 95.0945314685315]

[b5= 169.647552447552]

那么，Bernstein 基函数按拟合结果得到的新型冠状病毒肺炎死亡人数趋势如下：

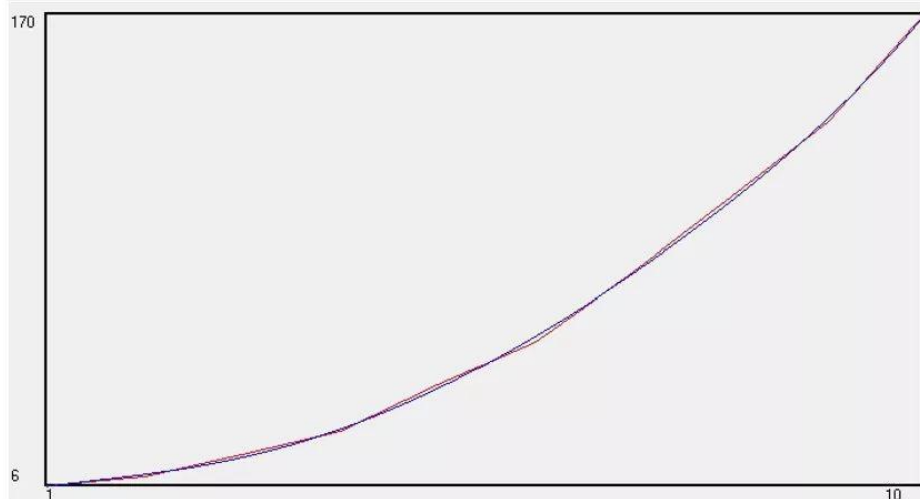


图 3-1 新型冠状病毒肺炎死亡人数趋势
注：红颜色折线表示实际趋势；蓝颜色曲线表示拟合趋势

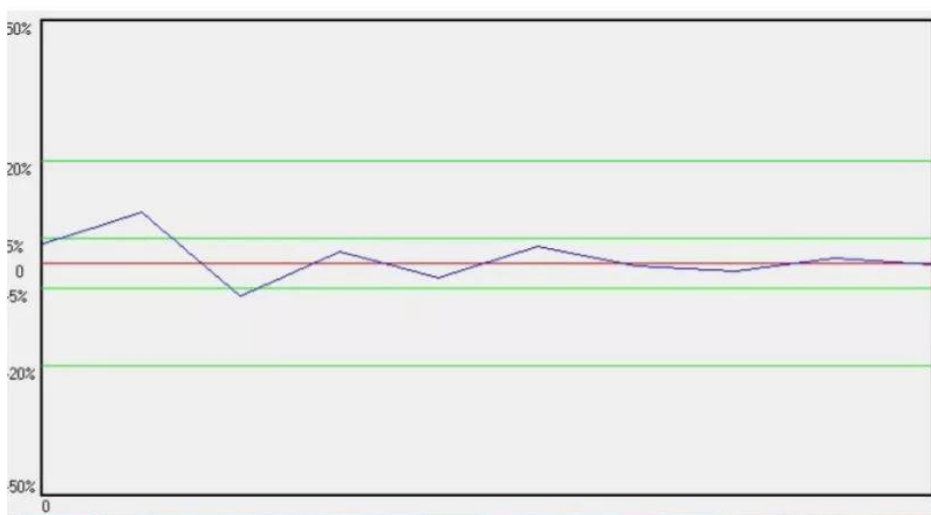


图 3-2 拟合趋势的残差结果

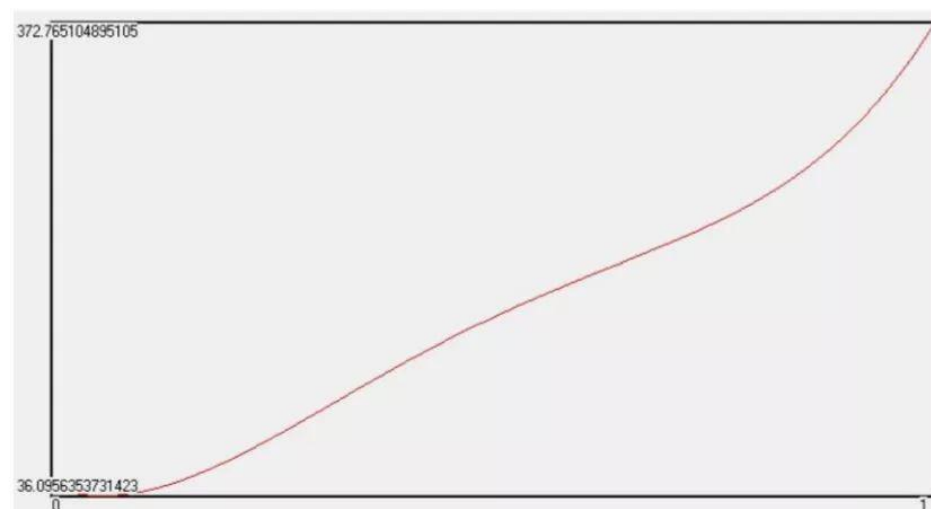


图 3-3 新型冠状病毒肺炎死亡人数的一阶导数（发展速度）变化情形



图 3-4 新型冠状病毒肺炎死亡人数的二阶导数（发展加速度）变化情形

从死亡人数的拟合曲线一阶导数（速度）和二阶导数（加速度）变化显示，从 20 日开始死亡人数短期快速增加；从 23 日死亡人数增加的速度平稳下滑，到 27 日开始死亡病例人数增加的速度又开始快速提升，这可能与确诊病例的人数总量有直接的关系。

4、新型冠状病毒肺炎治愈人数

针对模型（3），我们取 $m=4$ ，得到控制点为：

$[b_0=32.7099567099567]$

$[b_1=66.8035714285714]$

$[b_2=-0.557359307359307]$

$[b_3=92.172619047619]$

$[b_4=125.448051948052]$

那么，Bernstein 基函数按拟合结果得到的新型冠状病毒肺炎治愈人数趋势如下：

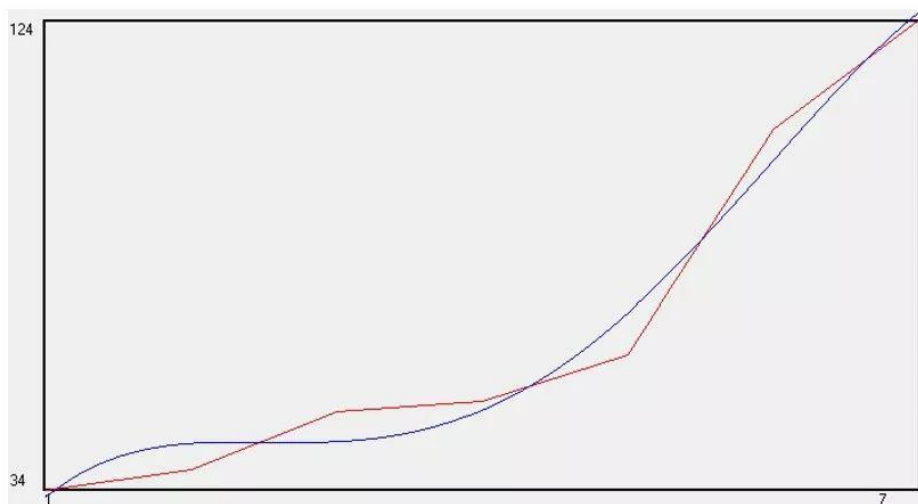


图 4-1 新型冠状病毒肺炎治愈人数趋势

注：红颜色折线表示实际趋势；蓝颜色曲线表示拟合趋势

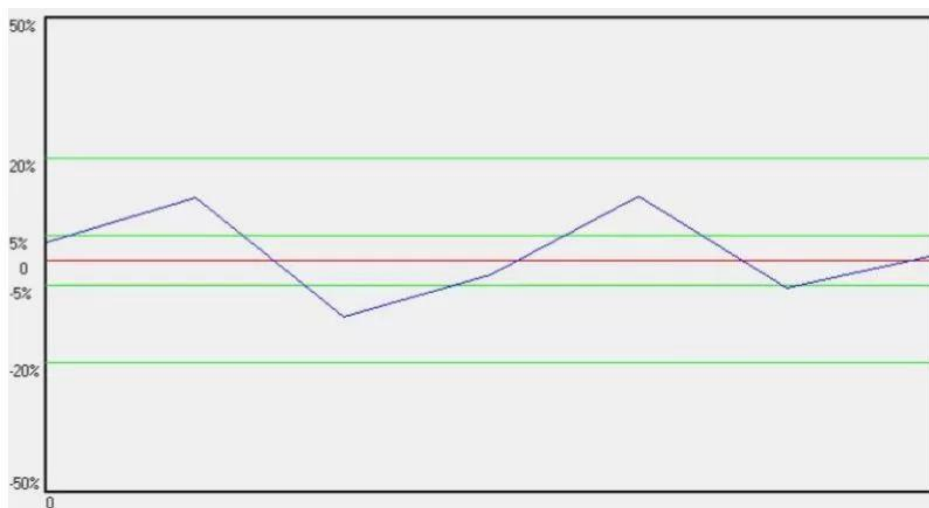


图 4-2 拟合趋势的残差结果



图 4-3 新型冠状病毒肺炎治愈数的一阶导数（发展速度）变化情形

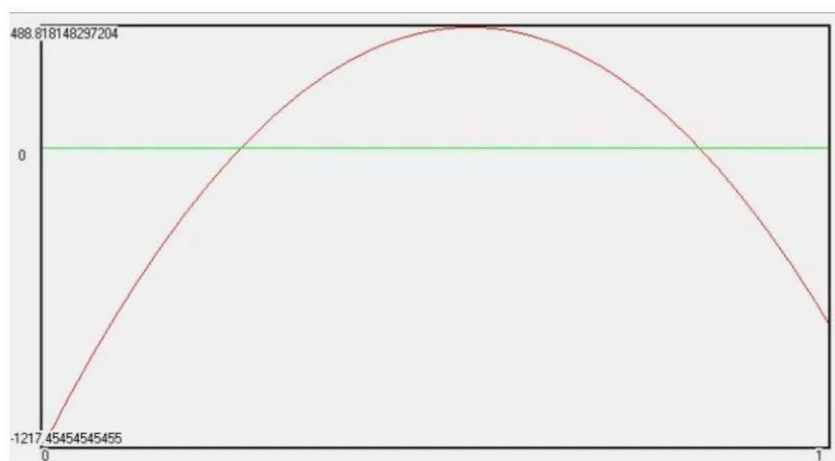


图 4-4 新型冠状病毒肺炎治愈人数的二阶导数（发展加速度）变化情形

从治愈人数的拟合曲线一阶导数（速度）和二阶导数（加速度）变化显示，从 23 日开始治愈人数一直以高速增加，特别是 25 日增长速度较快；到 26 日出现了拐点，增长速度开始缓慢，28 日虽然出现了治愈人数的发展速度下滑，但是出现治愈病例的省市区增加了。

参数方程 Bernstein 基构建函数数据 Matlab 代码

```
%=====参数方程 Bernstein 基构建函数数据(二元)=====
%

%see also

clear

X=load('IO.txt');

hold on

plot(X(:,1),X(:,2),'b');

plot(X(:,1),X(:,3),'r');

%figure;

%plot(X(:,2),X(:,3));

hold off

%===看图形确定 Bernsein 基的次数=====

m=input('请输入第一个方程 Bernsein 基的次数 m(即 m+1 阶):');

n=input('请输入第二个方程 Bernsein 基的次数 n(即 n+1 阶):');

%m=5;n=4;

%数据参数化,将 X(:,1),即时间变换为[0,1]间数据,

minX=min(X(:,1));

maxX=max(X(:,1));

t=0;

for i=1:length(X)
```

本帖隐藏的内容

```
t(i)=(X(i,1)-minX)/(maxX-minX);end
```

```
%得到 Bernstein 基矩阵.
```

```
HA=0;
```

```
for i=1:length(t)
```

```
for j=0:m
```

```
HA(i,j+1)=nchoosek(m,j)*(1-t(i))^(m-j)*t(i)^j;
```

```
end
```

```
end
```

```
HB=0;
```

```
for i=1:length(t)
```

```
for j=0:n
```

```
HB(i,j+1)=nchoosek(n,j)*(1-t(i))^(n-j)*t(i)^j;
```

```
end
```

```
end
```

```
%最小二乘法得到控制点
```

```
BA=inv(HA'*HA)*HA'*X(:,2);
```

```
BB=inv(HB'*HB)*HB'*X(:,3);
```

```
%画出原数据图形和拟合后的图形
```

```
figure;
```

```
hold on;
```

```
%plot(X(:,2),X(:,3),'--');
```

```

x=(0:0.002:1);

first=0;second=0;

for i=1:length(x)

first(i)=0;

for j=0:m

first(i)=first(i)+BA(j+1)*nchoosek(m,j)*(1-x(i))^(m-j)*

x(i)^j;

end

second(i)=0;

for j=0:n

second(i)=second(i)+BB(j+1)*nchoosek(n,j)*(1-x(i))^(n-j)*x(i)^j;

end

end

plot(first,second,'r');

plot(X(:,2),X(:,3),'--');

hold off;

figure;

hold on

plot(t,X(:,2),'--');

plot(x,first,'r');

hold off

figure;

```

```

hold on

plot(t,X(:,3),'--');

plot(x,second,'r');

hold off

%计算残差

resid=0;

for i=1:length(t)

first=0;

for j=0:m

first=first+BA(j+1)*nchoosek(m,j)*(1-t(i))^(m-j)*t(i)^j;

end

second=0;

for j=0:n

second=second+BB(j+1)*nchoosek(n,j)*(1-t(i))^(n-j)*t(i)^j;

end

resid(i)=sqrt((first-X(i,2))^2+(second-X(i,3))^2);

end

%画出残差

figure;

plot(t,resid,'.');

title('残差');

```

%画出残差比

figure;

hold on

residrate=0;

for i=1:length(resid)

residrate(i)=resid(i)/X(i,3); end

plot([0,1],[0.05,0.05],'r-.');

plot([0,1],[0.02,0.02],'m--');

plot(t,residrate,'.');

title('残差比');

hold off

参数方程 Bernstein 基 构建函数数据 Matlab 代码_文档下载
<https://www.wendangxiazai.com/b-3ff7c513580102020740be1e650e52ea5518ce37-3.html>