

2020年2月24日 21时

2月24日疫情分析和全国31省市疫情等级

我们基于24日发布的截止到2月23日的疫情数据，使用研发的动态流行病模型，给出30省级行政区的传染再生系数 R_0 。我们结合 R_0 和过去7天的新增病例数，给出各省市目前疫情状况的评级，并给出可以适当放松疫情管控程度的建议。

传染再生系数 R_0 代表疫情传播的再生力，即每个患者在传染期内平均传染他人的数量。只有 R_0 小于1时疫情才会出现下降，疫情会最终结束。

疫情下降拐点的判定。由于疫情数据的随机波动和统计误差，我们认为只有一个省市的 R_0 显著小于1的时间达到从染病到确诊的平均时间（可以用7天）后，才能确认拐点的到来；即如果14天 R_0 连续7天显著低于1，就可以确定其拐点的到来。具体结果见表1和图1。

主要结果

1. 全国14天期 R_0 已经连续13天显著低于1，**全国疫情的拐点在2月11号出现，2月18号得到确立。**2月11号后全国疫情迅速改善。
2. 除山东外，目前14天 R_0 最高的天津只有0.22，有20个省市的 R_0 低于0.05，疫情传染几乎失去了动力。目前疫情已经进入结束倒计时阶段。
3. **湖北省疫情的拐点在2月15号出现，22日得到确立。**过去7天的现存病例数，湖北15市都呈下降趋势，也验证了拐点的到来。湖北 R_0 最高的市十堰也只有0.16。武汉过去7天新增病例首次显著下降，达到了710人。
4. 中国疫情的迅速改善是由于从1月23号开始的大规模人口自我隔离和对人口流动控制的结果，中国的管控措施的效果非常显著。对目前其它国家的疫情很有借鉴。
5. 针对下一步的疫情管理，我们将全国31省市划分为七类。**湖北为F类，疫情风险等级最高，疫情最严重。**青海、西藏疫情已结束为A+类，疫情风险等级最低。见图1。**红色省市为经济总量前10名的省加京、津、沪、渝。**

A+类： 西藏，青海：过去7天无新增病例，并无现存病例。

A类（共15省、市、自治区，今天新增江苏）：贵州省、辽宁省、海南省、吉林省、山西省、内蒙古、福建省、甘肃省、云南省、新疆、宁夏、江西省、陕西省、上海市和江苏省过去7天新增确诊病例数为0-10例。贵州省、辽宁省过去7天没有新增病例，将会率先升为A+。

B类（6省、市、自治区）北京市、湖南、天津、河北、安徽、广西过去7天确诊新增病例数在11-20之间。

C类（4省、市）今天新增1个：广东、重庆、河南、黑龙江过去7天确诊新增病例数在21-30之间。

D类（2省）：浙江、四川；这两个省过去7天新增病例多于31，其中浙江34，四川32。

E类（1省）：山东，山东省过去7天新增确诊病例为214。为疫情注入不确定性。

经济总量排在前10名的省和京津沪渝四市，上海、福建、江苏情况最好为A类；湖南、河北、北京、天津为B类。这7个省市过去7天新增病例数在3-20之间，将会先解除疫情。之后是广东、重庆、河南，这3个省市过去7天新增病例在21-30之间，其中河南省从D类上升到C类，过去7天新增病例数从40显著下降到25。再之后是浙江、四川，过去7天新增病例在31-45之间，改善趋势明显。不过由于广东、浙江、河南三省的感染基数较大，疫情结束需要更多时间。

我们也对湖北15市给出评级。

建议： 在严控湖北人群外溢和各省市人群继续采取个人防护的前提下，

- (1) 可以提高A和A+类省市的复工程度。
- (2) 预计今后几天B类省市将升为A类，这些省市可以为复工做准备。
- (3) B-C-D类省市仍需要继续保持现有的疫情控制水平。

以上结果供参考，我们会每日更新五类省市的名单、及时报告。

陈松蹊

北京大学光华管理学院, 统计科学中心。

表 1-1: 全国 30 省市地区截止于 2 月 23 日的传染再生系数 R_0 及过去 7 天比例变化统计。 R_0 计算基于两个传染时长: 一周半 (10.5 天) 和两周 (14 天)。- 代表 R_0 在 5% 水平显著小于 1, [x] 代表已显著小于 1 天数。评级 A 类表示 14 天 R_0 连续 7 天显著低于 1, 并且过去 7 天确诊病例数为 0-10 之间; B 类表示 14 天 R_0 连续 7 天显著低于 1 且过去 7 天确诊病例数在 11-20 之间; 其余为 C, D, E, F 类。(x) 代表昨日病例数或昨日评级。

排名	省市	R_0 (10.5 天)	R_0 (14 天)	2 月 23 日现存病例	过去 7 天新增确诊病例	过去 7 天现存病例变化	评级
1	山东	1.55++	2.06++	426(439)	214(217)	69(68)	E
2	天津	0.17--[10]	0.22--[9]	51(67)	10(13)	-26(-15)	B
3	重庆	0.14--[17]	0.19--[16]	234(239)	24(29)	-102(-116)	C
4	湖北	0.11--[9]	0.15--[8]	45054(46439)	6105(7835)	-4790(-2591)	F
5	广西	0.1--[18]	0.14--[13]	142(143)	13(12)	-43(-46)	B
6	浙江	0.08--[17]	0.11--[16]	439(465)	34(38)	-245(-261)	D
7	吉林	0.06--[13]	0.08--[13]	38(38)	4(2)	-20(-22)	A
8	四川	0.05--[18]	0.07--[15]	261(267)	32(45)	-85(-81)	D
9	广东	0.05--[16]	0.06--[15]	567(596)	23(26)	-265(-274)	C
10	北京	0.04--[17]	0.05--[15]	197(206)	18(19)	-66(-65)	B
11	湖南	0.03--[16]	0.04--[15]	291(308)	10(12)	-221(-244)	B
12	甘肃	0.03--[13]	0.03--[12]	11(13)	1(1)	-23(-26)	A
13	山西	0.02--[15]	0.03--[13]	44(51)	3(4)	-35(-31)	A
14	新疆	0.01--[11]	0.01--[9]	46(49)	1(5)	-16(-10)	A
15	安徽	0--[14]	0--[13]	335(363)	16(27)	-354(-344)	B(C)
16	福建	0--[19]	0--[17]	118(127)	3(6)	-88(-83)	A
17	贵州	0--[10]	0--[9]	42(53)	0(2)	-47(-49)	A
18	海南	0--[14]	0--[13]	57(60)	5(6)	-50(-59)	A
19	河北	0--[11]	0--[9]	84(101)	10(11)	-103(-95)	B
20	黑龙江	0--[13]	0--[11]	244(253)	23(35)	-117(-108)	C(D)
21	河南	0--[15]	0--[14]	322(391)	25(40)	-421(-406)	C(D)
22	江苏	0--[16]	0--[12]	204(220)	5(14)	-174(-190)	A(B)
23	江西	0--[15]	0--[13]	288(322)	4(9)	-366(-363)	A
24	辽宁	0--[19]	0--[15]	47(52)	0(1)	-32(-32)	A
25	内蒙古	0--[16]	0--[15]	45(49)	3(5)	-19(-14)	A
26	宁夏	0--[8]	0--[8]	14(23)	1(1)	-23(-14)	A
27	陕西	0--[16]	0--[15]	82(91)	5(9)	-83(-81)	A
28	上海	0--[17]	0--[15]	83(83)	3(7)	-87(-104)	A
29	云南	0--[20]	0--[18]	57(65)	3(5)	-69(-62)	A
30	青海	0	0	0(0)	0(0)	-5(-5)	A+

表 1-2: 湖北 15 城市截止于 2 月 23 日的传染再生系数 R_0 及过去 7 天比例变化统计。 R_0 计算基于两个传染时长: 一周半 (10.5 天) 和两周 (14 天)。--代表 R_0 显著小于 1, [x] 代表已显著小于 1 天数。

排名	省市	$R_0(10.5 \text{ 天})$	$R_0(14 \text{ 天})$	2 月 23 日现存病例	过去 7 天新增确诊病例	过去 7 天现存病例变化	评级
1	十堰	0.12--[14]	0.16--[13]	374(398)	57(65)	-110(-86)	D
2	武汉	0.1--[8]	0.14--[7]	35674(36174)	5455(6739)	-710(860)	F
3	鄂州	0.05--[9]	0.07--[8]	878(922)	109(149)	-117(-52)	E
4	仙桃	0.05--[13]	0.06--[12]	286(304)	42(48)	-119(-115)	D
5	宜昌	0.04--[16]	0.06--[13]	591(599)	29(22)	-124(-135)	C
6	孝感	0.04--[14]	0.05--[13]	2180(2263)	186(242)	-580(-520)	E
7	黄石	0.03--[14]	0.04--[13]	485(530)	24(20)	-275(-245)	C
8	荆州	0.03--[14]	0.04--[9]	798(852)	73(84)	-361(-339)	D
9	随州	0.02--[15]	0.03--[15]	719(772)	36(46)	-384(-347)	D
10	黄冈	0.01--[16]	0.02--[13]	1142(1266)	76(84)	-770(-763)	D
11	天门	0--[8]	0--[4]	223(249)	23(61)	-199(-147)	D
12	恩施州	0--[18]	0--[10]	101(125)	3(5)	-62(-41)	A
13	荆门	0--[14]	0--[10]	494(520)	20(24)	-241(-227)	C
14	襄阳	0--[16]	0--[14]	624(682)	19(29)	-360(-329)	B
15	咸宁	0--[7]	0--[7]	380(427)	11(20)	-254(-229)	B

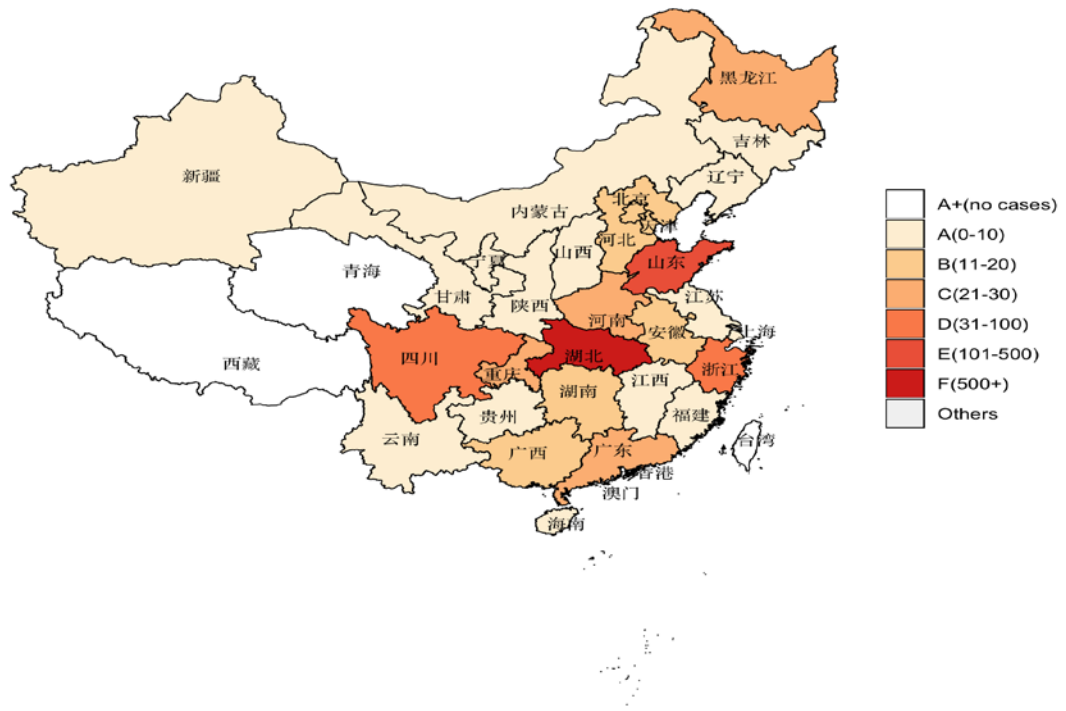


图 1: 全国 31 省市疫情风险等级划分地图, A+表示该地区现已无病例, 其它分级原则如正文叙述。Others 表示未在讨论范围内。

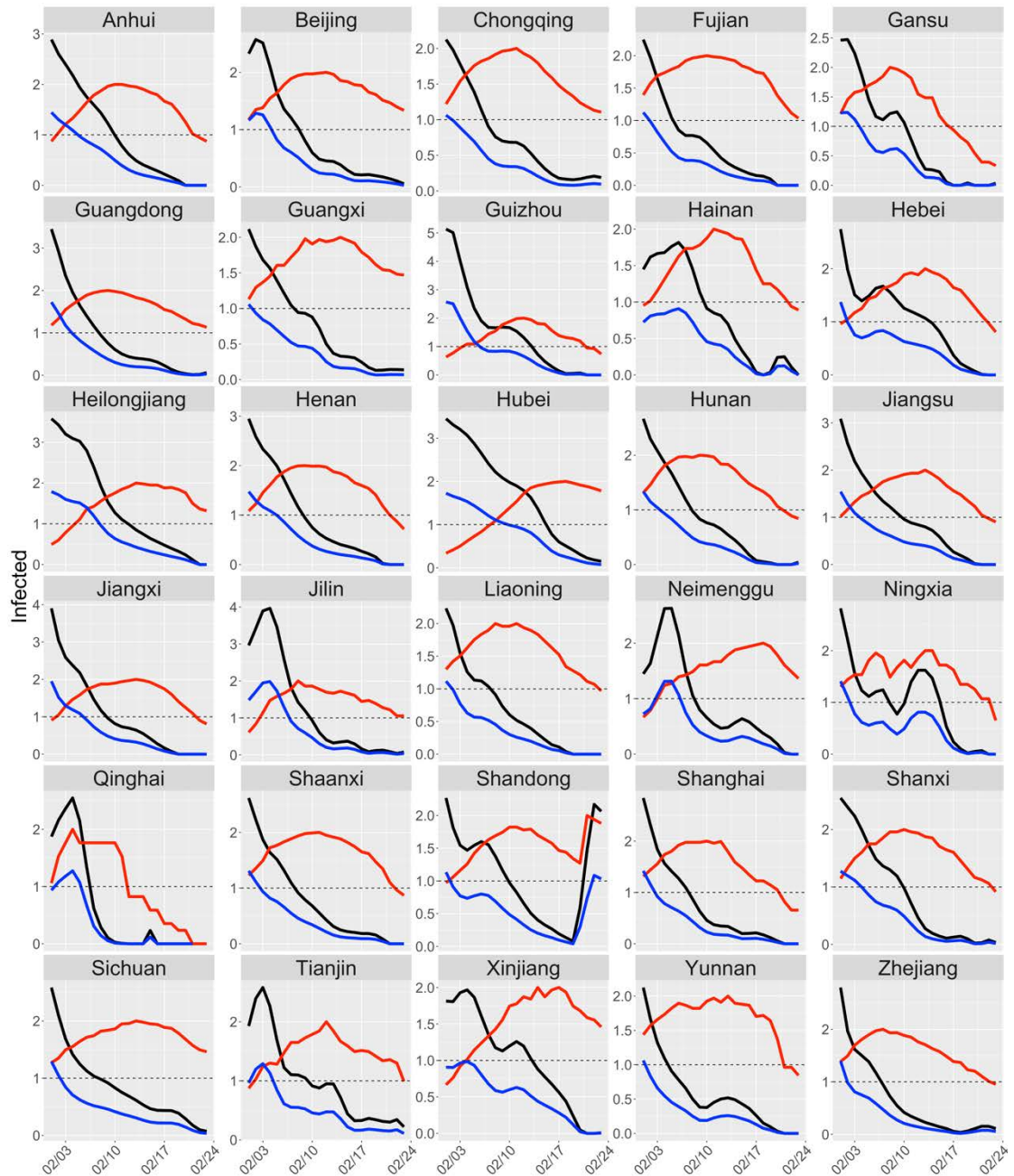


图 2：全国 30 省市 2 月 1 日至 23 日传染再生系数 R_0 与现存感染人数图。图明显说明 R_0 是现存感染人数的先行指标。蓝线：7 天期 R_0 ，黑线：14 天期 R_0 ，红线：现存感染人数（限制在 $[0,2]$ 内），虚线为 $R_0=1$ 。

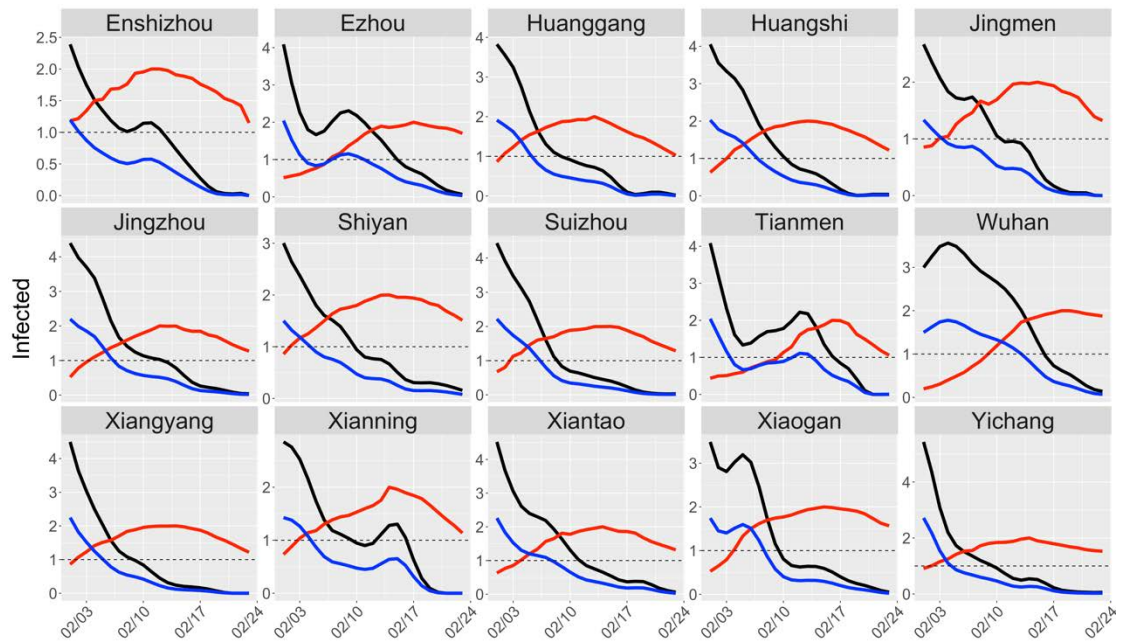


图 3：湖北 15 省市 2 月 1 日至 23 日传染再生系数 R_0 与现存感染人数图。图明显说明 R_0 是现存感染人数的先行指标。蓝线：7 天期 R_0 ，黑线：14 天期 R_0 ，红线：现存感染人数（限制在 $[0,2]$ 内），虚线为 $R_0=1$ 。