

2020年2月29日21时

## 2月29日疫情分析和全国31省市疫情等级

我们基于29日发布的截止到2月28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，和各省市连续14天新增病例为零的时间预测和全部感染病例为零（疫情结束）的预测。

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4、5。

### 主要结果

1. **全国除宁夏所有省市14天 $R_0$ 全部显著低于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. 全国所有省市14天 $R_0$ 全部低于0.8，有22个省市的 $R_0$ 低于0.01，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 $R_0$ 最高的市武汉也只有0.12。
4. 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。**青海省已连续20天无新增病例，连续7天现存病例清零。

**A类（共26省、市、自治区，今天新增广东、山东）：**贵州、辽宁、海南、吉林、山西、内蒙古、福建、甘肃、云南、新疆、宁夏、江西、陕西、湖南、河北、天津、重庆、浙江、广西、安徽、黑龙江、广东、山东、河南、上海和江苏过去7天新增确诊病例数为0-10例。贵州、辽宁、新疆、甘肃、内蒙

古、江苏、海南、云南、陕西及今新增的浙江过去 7 天没有新增病例，将会率先升为 A+。A 类城市连续 14 天无新增病例的时间基本在 3 月中上旬达到，疫情结束时间基本在 4 月中上旬。

B 类（2 省、市）：**四川、北京**过去 7 天确诊新增病例数在 11-20 之间。这 2 个省市的连续 14 天无新增病例的时间将在 4 月上旬达到，疫情结束时间在 4 月下旬达到。

**经济总量排在前 10 名的省和京津沪渝四市**，上海、福建、江苏、湖南、河北、天津、河南、浙江、重庆、广东、山东情况最好为 A 类，四川、北京为 B 类，其中山东从 E 类上升为 A 类，广东从 B 类上升为 A 类。山东监狱疫情造成的影响可以认为基本解除。这 13 个省市过去 7 天新增病例数在 0-20 之间，将会先解除疫情。据预测，上海、河北、福建、天津的疫情将率先在 4 月上旬结束，江苏、湖南、河南、重庆的疫情将在 4 月中旬结束，北京、广东、四川、浙江、山东的疫情将在 4 月下旬结束，而湖北的疫情结束时间约为六月中旬。

我们也给出湖北 15 市评级。A 类有恩施州、襄阳、天门、咸宁和仙桃和今天新增的黄冈、荆门。B 类共 6 个城市为随州、宜昌、黄石、鄂州、荆州、十堰。孝感为 D 类，武汉为 F 类。

**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-E 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 28 日的传染再生系数  $R_0$  及过去 7 天比例变化统计。 $R_0$  计算基于的传染时长为两周 (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	$R_0$ (14 天)	2 月 28 日现存病例	过去 7 天新增确诊病例	过去 7 天新增现存病例	预测连续 14 天无新增病例时间	预测疫情结束时间	评级
1	宁夏	0.8	5(4)	2(1)	-18(-23)	3/10 - 3/18	3/17 - 3/25	A
2	河北	0.35--[14]	35(38)	9(10)	-81(-95)	3/10 - 3/27	4/4 - 4/9	A
3	北京	0.23--[20]	132(146)	12(14)	-85(-77)	4/5 - 4/12	4/22 - 4/25	B
4	上海	0.19--[20]	55(58)	3(3)	-49(-75)	3/12 - 4/4	4/9 - 4/16	A
5	辽宁	0.11--[20]	25(27)	0(0)	-29(-32)	2/29 - 2/29	3/31 - 4/3	A
6	四川	0.1--[20]	185(209)	12(13)	-96(-91)	4/3 - 4/8	4/23 - 4/25	B
7	湖北	0.09--[13]	34715(36829)	2883(3472)	-12932(-11681)	5/21 - 5/22	6/15 - 6/16	F
8	陕西	0.08--[20]	44(47)	0(0)	-60(-80)	3/3 - 3/27	4/6 - 4/10	A
9	海南	0.01--[18]	27(31)	0(0)	-41(-44)	3/3 - 3/23	4/1 - 4/5	A
10	福建	0.01--[22]	54(63)	3(3)	-88(-95)	3/10 - 3/27	4/9 - 4/12	A
11	安徽	0--[18]	142(170)	1(2)	-250(-312)	3/11 - 3/11	4/18 - 4/18	A
12	重庆	0--[21]	148(169)	4(9)	-102(-93)	3/20 - 3/30	4/19 - 4/21	A
13	甘肃	0--[17]	7(7)	0(0)	-6(-11)	3/1 - 3/1	3/19 - 3/24	A
14	广东	0--[20]	369(422)	10(15)	-245(-242)	3/17 - 4/1	4/27 - 4/29	A(B)
15	广西	0--[18]	78(84)	3(6)	-70(-65)	3/8 - 3/8	4/12 - 4/12	A
16	贵州	0--[14]	32(32)	0(0)	-22(-36)	2/29 - 3/24	4/3 - 4/7	A
17	黑龙江	0--[16]	172(187)	1(1)	-106(-139)	3/6 - 3/27	4/20 - 4/21	A
18	河南	0--[19]	89(149)	2(5)	-360(-382)	3/10 - 3/10	4/13 - 4/13	A
19	湖南	0--[20]	173(193)	5(6)	-166(-176)	3/10 - 3/26	4/20 - 4/21	A
20	江苏	0--[17]	112(125)	0(0)	-125(-154)	3/2 - 3/2	4/15 - 4/15	A
21	江西	0--[18]	123(144)	1(1)	-266(-300)	3/11 - 3/11	4/16 - 4/16	A
22	吉林	0--[18]	19(24)	2(2)	-25(-22)	3/7 - 3/15	3/29 - 3/31	A
23	内蒙古	0--[20]	29(32)	0(0)	-24(-27)	3/2 - 3/2	4/2 - 4/3	A
24	山东	0--[4]	339(360)	6(210)	-114(72)	3/9 - 4/3	4/26 - 4/28	A(E)
25	山西	0--[18]	21(26)	1(1)	-33(-30)	3/8 - 3/23	3/30 - 4/4	A
26	天津	0--[14]	28(31)	1(5)	-42(-38)	3/11 - 3/22	4/2 - 4/6	A
27	新疆	0--[1]	21(30)	0(0)	-29(-23)	3/1 - 3/1	3/30 - 3/30	A
28	云南	0--[23]	16(22)	0(0)	-49(-71)	3/4 - 3/4	3/27 - 3/27	A
29	浙江	0--[21]	217(261)	0(2)	-293(-294)	3/5 - 3/5	4/22 - 4/22	A
30	青海	End	0(0)	0(0)	0(-2)	2/18 - 2/18	2/21 - 2/21	A+

表 1-2: 湖北 15 城市截止于 2 月 28 日的传染再生系数  $R_0$  及过去 7 天比例变化统计。 $R_0$  计算基于的传染时长为两周 (14 天)。--代表  $R_0$  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	$R_0$ (14 天)	2 月 28 日现存病例	过去 7 天新增确诊病例	过去 7 天新增现存病例	预测连续 14 天无新增病例时间	预测疫情结束时间	评级
1	武汉	0.12--[12]	28836(30179)	2897(2791)	-7844(-7269)	5/21 - 5/22	6/14 - 6/15	F
2	黄石	0.02--[18]	304(327)	16(21)	-274(-299)	3/27 - 4/7	4/26 - 4/28	B(C)
3	恩施州	0--[15]	67(75)	1(1)	-64(-60)	3/12 - 3/25	4/10 - 4/13	A
4	鄂州	0--[13]	599(661)	15(16)	-351(-298)	3/22 - 4/1	5/2 - 5/3	B
5	黄冈	0--[18]	670(749)	5(21)	-726(-770)	3/6 - 3/6	5/3 - 5/3	A(C)
6	荆门	0--[15]	324(353)	10(12)	-257(-293)	3/16 - 4/1	4/26 - 4/28	A(B)
7	荆州	0--[14]	568(620)	13(19)	-346(-369)	3/26 - 4/6	5/2 - 5/3	B
8	十堰	0--[18]	243(276)	12(15)	-175(-169)	3/25 - 4/3	4/24 - 4/25	B
9	随州	0--[20]	470(529)	11(15)	-354(-349)	3/23 - 4/2	4/30 - 5/1	B
10	天门	0--[9]	121(151)	3(4)	-162(-164)	3/8 - 3/8	4/16 - 4/16	A
11	襄阳	0--[19]	340(390)	2(4)	-405(-414)	3/7 - 3/12	4/26 - 4/27	A
12	咸宁	0--[12]	148(181)	0(2)	-319(-330)	3/5 - 3/17	4/18 - 4/19	A
13	仙桃	0--[17]	148(168)	4(7)	-173(-171)	3/8 - 3/8	4/18 - 4/18	A
14	孝感	0--[18]	1356(1608)	89(90)	-1058(-954)	3/12 - 3/28	5/10 - 5/10	D
15	宜昌	0--[18]	438(471)	17(17)	-174(-165)	3/31 - 4/6	4/30 - 5/1	B

31省市等级地图

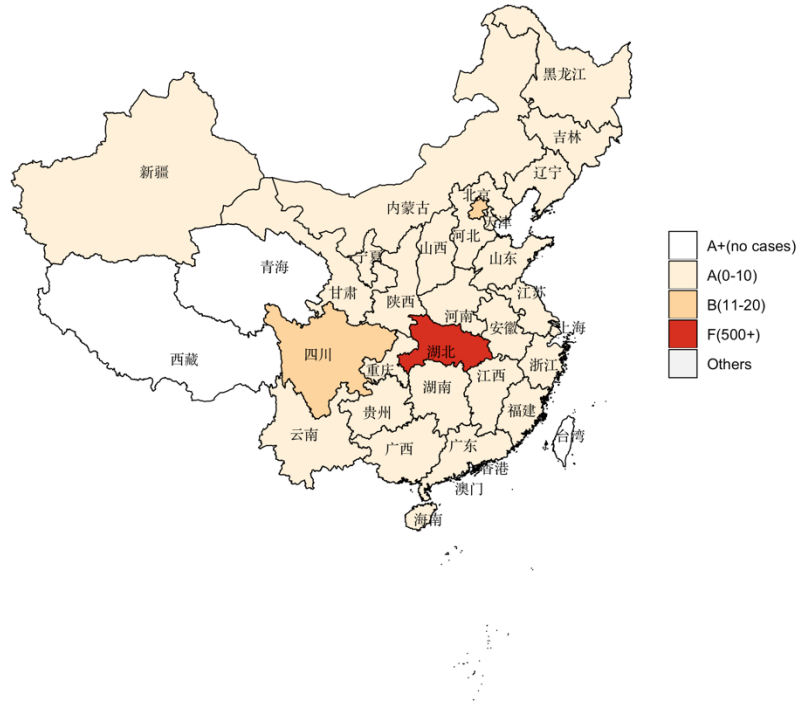


图 1：全国 31 省市疫情风险等级划分地图，A+表示该地区现已无病例，其它分级原则如正文叙述。Others 表示未在讨论范围内。

## 全国30省市疫情预测

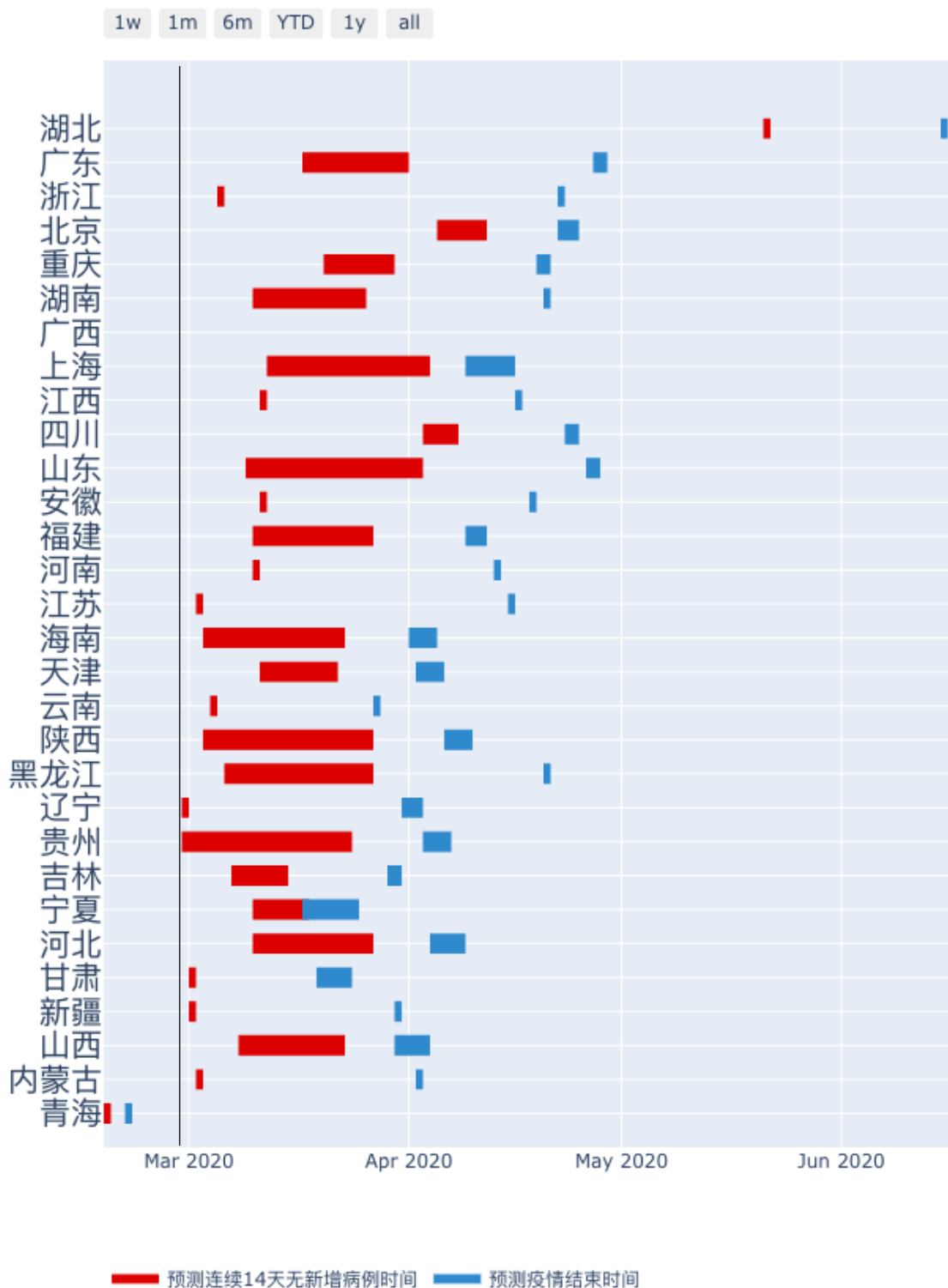


图 2：全国 30 省市 95% 疫情连续 14 天无新增病例预测时间和疫情结束时间预测图

### 湖北15城市疫情预测

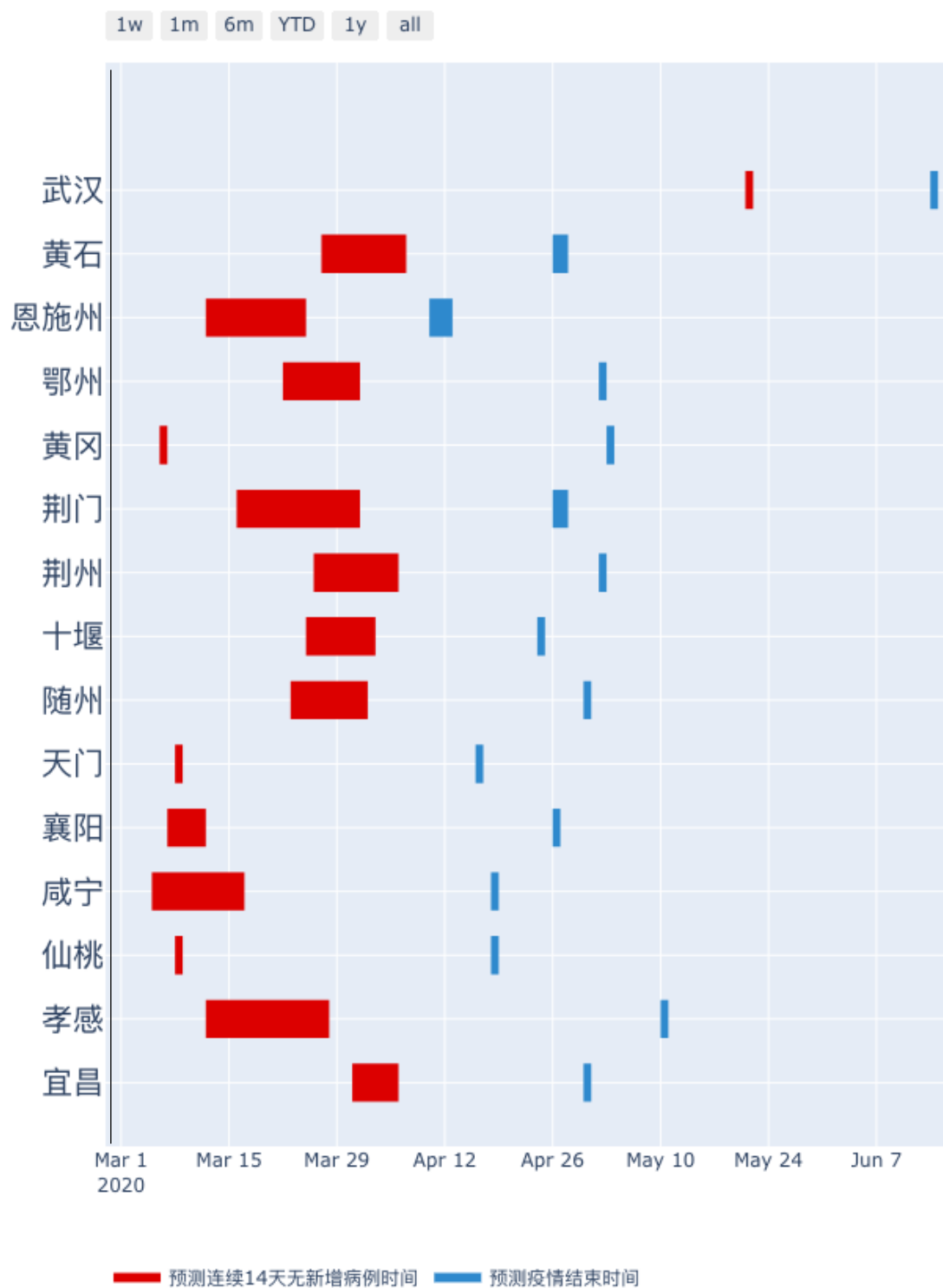


图 3：湖北 15 城市疫情连续 14 天无新增病例时间和疫情结束时间预测图

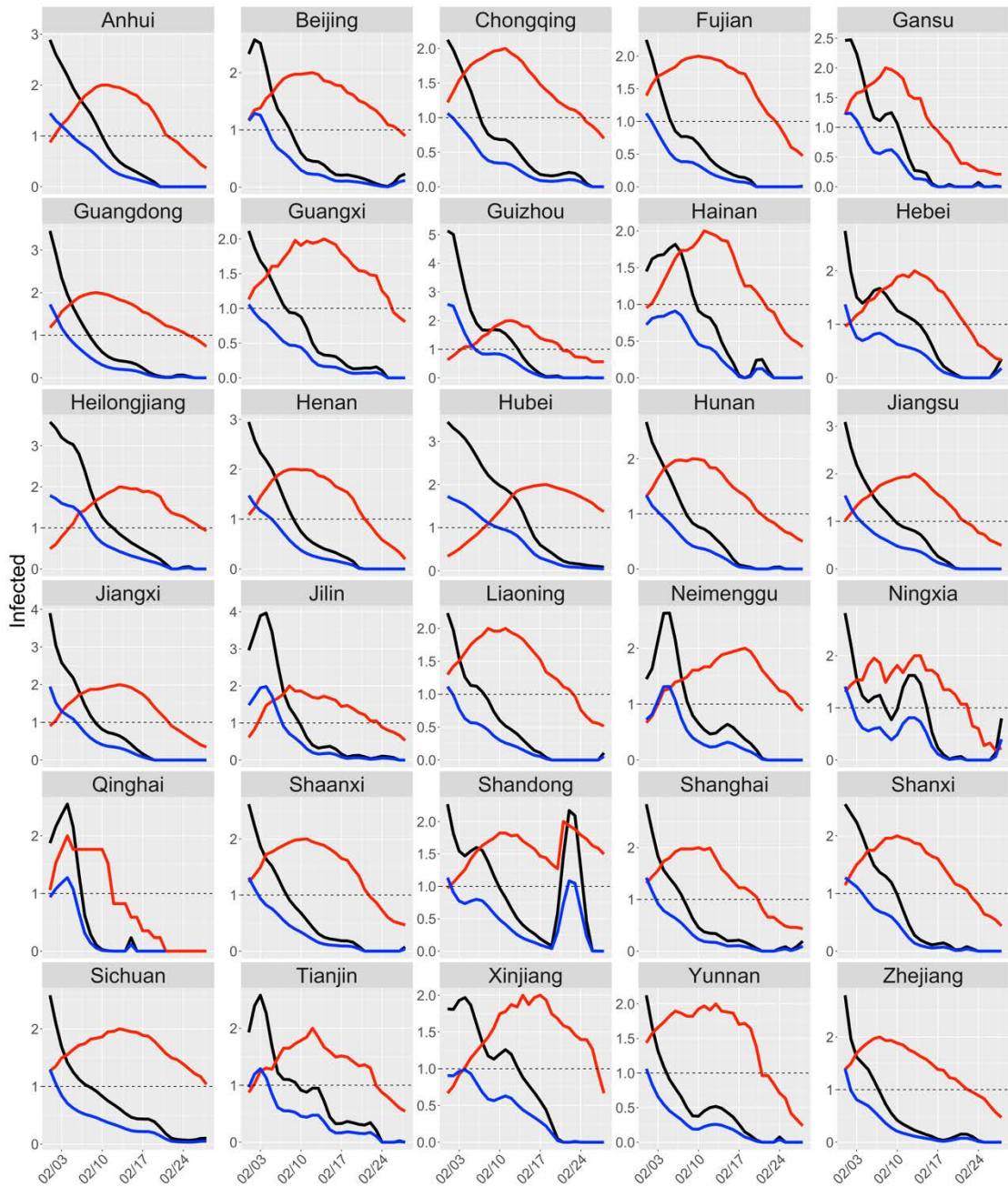


图 4：全国 30 省市 2 月 1 日至 28 日传染再生系数  $R_0$  与现存感染人数图。图明显说明  $R_0$  是现存感染人数的先行指标。蓝线：7 天期  $R_0$ ，黑线：14 天期  $R_0$ ，红线：现存感染人数（标准化在  $[0,2]$  内），虚线为  $R_0=1$ 。



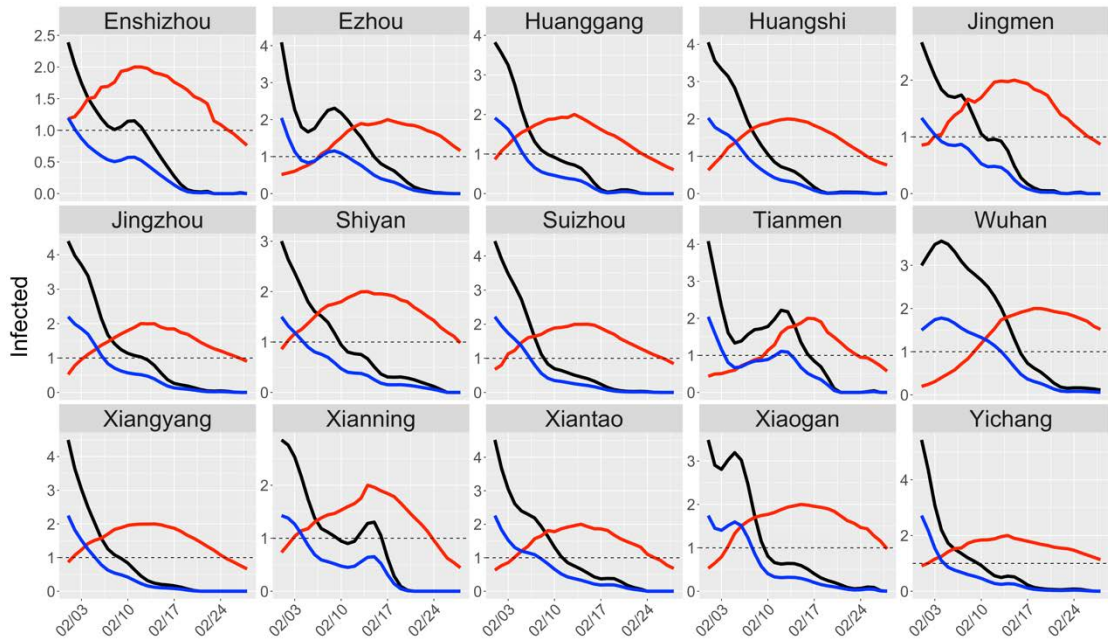


图 5：湖北 15 省市 2 月 1 日至 28 日传染再生系数  $R_0$  与现存感染人数图。图明显说明  $R_0$  是现存感染人数的先行指标。蓝线：7 天期  $R_0$ ，黑线：14 天期  $R_0$ ，红线：现存感染人数（标准化在  $[0,2]$  内），虚线为  $R_0=1$ 。