



2020年3月6日21时

国际疫情波动加大 美英态势首入分析

——3月6日国际疫情分析简报

数据：止于3月5日的疫情数据

分析涵盖15个国家：伊朗、意大利、西班牙、法国、德国、韩国、日本、美国、英国、新加坡、马来西亚、泰国和越南。钻石公主号另行单独分析。

研究方法：我们使用自身研发的动态流行病模型计算出各个国家或地区的传染再生系数 R 。我们将 $vSIR$ 模型应用于中国各省份的分析方法详见 medRxiv 论文：<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.17.20024257v1>

名词解释：传染再生系数 (R) 是每个患者在传染期内平均传染他人的数量。只有 R 小于 1 时疫情才会出现下降，并逐步走向终结。 R 是疫情内生动态最关键的决定因素。先前我们基于 $vSIR$ 模型对中国 30 省份新冠疫情的研究表明， R 是疫情变化的超前指标，也是预测疫情未来走势的有力指标。

结果形式：(1) 基于 10.5 天和 14 天传染期计算的传染再生系数 R (如图 1 所示)、过去 7 天感染病例数据和疫情风险评级 (如表 1 所示)。

(2) 韩国、日本、美国、伊朗、意大利与中国四省 14 天期 R 时间序列对比分析图。以中国为参照，为提供各国疫情发展阶段的判断依据 (如图 2 所示)。

(3) 日韩两国感染人数与疫情结束时间预测 (如图 3 所示)。

重要结论：日本 14 天期 R 反弹至 1.33，两天前曾降到 1 以下，这是由于东京、神奈川等地新增确诊病例数有所增加。在 95% 置信区间内，我们预测日本疫情将在 5 月至 9 月初结束，比两天前的预测结果推后了两个月，也将对奥运会的举行产生影响，说明日本疫情发展的不确性。这几天韩国传染再生系数有大幅下降，目前模型预测韩国疫情结束时间将提前至 6 月上旬。在境外输入病例得到有效控制的前提下，我们预测中国除湖北外各省将在 4 月底之前疫情结束，中国大陆现存病例或将于 6 月底前清零。

其他疫情态势评估及预测

1. 伊朗 14 天期再生传染系数 R 仍高达 6.34，现存确诊 3,710 例，仍处于指数快速增长阶段，疫情风险评级最高为 F。伊朗 2 月 24 至 29 日 14 天期 R 保持在 9 之上，此后 R 逐步下降，其传染再生系数走势与湖北 1 月下旬相近。伊朗过去 7 天新增确诊 4,502 例，但治愈人数明显增多，累计治愈病例数由 2 月 28 日 49 人上升至 3 月 5 日 913 人，7 天新增现存病例 3,540 人。
2. 意大利 14 天期 R 为 3.11，现存确诊 3,475 例，评级为 E、较伊朗低一级。意大利 14 天期 R 曾在 2 月 22 日至 24 日突破 10，此后开始快速下降并于 2 月 28 日降至 5；之后 14 天期 R 下降速度趋缓，至 3 月 5 日下降至 3.11，其传染再生系数走势与湖北 2 月初较为相近。意大利最近 7 天新增确诊病例 3,205 人，累计治愈人数由 2 月 28 日 46 人上升至 276 人。
3. 韩国的传染再生系数下降至 1.35，现存确诊病例多达 6,201 例，评级为 E。韩国 14 天 R 自 2 月 21 日突破 9 之后逐渐回落，2 月 26 日至 3 月 1 日持平在 3.5 左右，此后开始稳步下降至 1.35；3 月 5 日相较一周前其传染再生系数下降了 64.9%，走势与浙江 2 月期相近。可见此前“新天地教会”集中传染力已经释放，疫情得到进一步控制。基于目前趋势，在“移除”（包括治愈和死亡）率为 0.1 的条件下，韩国的现存病例数预计将于近几日达到峰值，并于 6 月 3 日至 6 月 10 日之间清零（图 3-1）。
4. 日本的 14 天期 R 为 1.33，疫情态势于 2 月底短暂好转之后出现反复，风险评级为 C。2 月 25 日至 3 月 2 日一周内，日本平均每日新增确诊病例为 16 例，其 14 天期 R 数值于 3 月 2 日首次降至 1 以下，疫情发展一度趋于缓和。然而 3 月 3 日至 5 日东京和爱知县等多地累计新增 86 例，疫情出现反复，致使 R 数值回升至 1.33。在 95% 置信区间内，我们对日本疫情结束的时间由 6 月底延迟至 5 月 9 日至 9 月 6 日之间，奥运会将受到影响；预计日本现存病例数近几日内即将达到峰值，至疫情结束累计感染人数预计将为 481 至 1,352 之间（如图 3-2 所示）。截至 3 月 5 日，日本共计进行 7,476 例核酸检测，随着今后检测范围进一步扩大，疫情走势仍有待进一步观察。
5. 美国 14 天期 R 高达 3.77，现存确诊病例 215 例，其再生传染系数走势与日本 2 月中旬十分相似。截至 3 月 5 日，美国共计 19 个州报告确诊案例，其中华盛顿州、加州和纽约州三地确诊病例数突破 20 人，成为疫情中心区域。美国中部各州暂未报告确诊病例。

6. 英国、法国、德国、西班牙的再生传染系数均显著大于 1，处于指数增长阶段，评级为 D。英国 14 天期 R 高达 5.18，现存病例数首次突破 100，疫情走势尚不明朗。法国、德国和西班牙 14 天期 R 分别为 4.39、3.62 和 3.04，正处于稳步下降阶段，现存病例数分别为 404、335 和 226。由于这些国家处于疫情发展早期阶段，且主要以意大利输入病例为主，其再生传染系数可能被高估。
7. 马来西亚 14 天期上升至 4.56，疫情出现反复，风险评级由 C 上调至 D。马来西亚 2 月 15 日至 26 日未出现新增病例，2 月 28 日至 3 月 6 日新增确诊病例 28 例，R 由小于 1 持续攀升至 4.56，风险评级上调至 D；新加坡的 14 天期 R 也大于 1 但在统计 5% 的水平上并不显著大于 1，且现存病例数为 33 例，整体疫情较轻，评级为 C。
8. 泰国和钻石公主号风险评级为 B，其中钻石公主号 R 走势与北京 1 月下旬较为类似，全部人员已于 3 月 2 日全部下船，现存病例数为 700 人。越南自 2 月 25 日至 3 月 5 日，现存病例清 0，评级为 A。

小结：2 月 29 日至 3 月 6 日我国已经累计出现 40 例来自意大利、伊朗、英国、西班牙的境外输入病例，其中甘肃 12 例、浙江 10 例、宁夏 4 例、北京 7 例、深圳 2 例、上海 1 例，另有 4 例地区不明。国际疫情波动渐大，中国应密切关注，防范“倒灌”风险。

以上分析供参考，我们会更新国际疫情情况、及时报告。

陈松蹊研究团队

北京大学光华管理学院, 统计科学中心

团队成员：孙浩轩、闫晗、黄雅轩、张馨语、张子恒、王雨晴、
顾嘉、亓颢博、郑翔宇、朱玉茹、陈力（北京大学），
邱宇谋（爱荷华州立大学），徐政（莱特州立大学），
杨姗（默克集团），王莹（奥克兰大学）

更多团队 COVID-19 的研究请参见 www.songxichen.com

表 1：各国截止于 3 月 5 日的传染再生系数 R 及病例变化统计。 R 计算基于的传染时长为一周半（10.5 天）和两周（14 天）。++ 代表 R 在 5% 水平显著大于 1，-- 代表 R 在 5% 水平显著小于 1，[x] 代表 R 已显著小于 1 的天数。（）中为截止至前一天的病例数据或评级。疫情风险等级为基于 R 和新增病例数给出的各地区疫情风险评估，由轻到重依次为 A-F。

排名	地区	R (10.5 天)	R (14 天)	3 月 5 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	风险 评级
1	伊朗	4.76++	6.34++	3710(2278)	4502(2783)	3540(2207)	F
2	意大利	2.33++	3.11++	3475(2706)	3205(2619)	2884(2251)	E
3	韩国	1.01++	1.35++	6201(5689)	4262(4171)	4214(4128)	E
4	英国	3.88++	5.18++	107(77)	101	100	D
5	法国	3.29++	4.39++	404(241)	385	379	D
6	美国	2.82++	3.77++	215(139)	172	158	D
7	德国	2.72++	3.62++	335(226)	301	301	D
8	西班牙	2.28++	3.04++	226(162)	216	215	D
9	马来西亚	3.42++	4.56++	28(28)	27(28)	23(24)	D(C)
10	日本	1	1.33++	308(279)	146(142)	120(115)	C
11	新加坡	0.91	1.21	33(33)	19(19)	2(2)	C
12	泰国	0.64	0.85	15(11)	7(3)	-3(-7)	B
13	钻石公主号	0--[13]	0--[13]	690(700)	-9(1)	-10(-1)	B
14	越南	End	End	0(0)	0(0)	0(0)	A

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，我们认为只有一个地区的 R 显著小于 1 的天数达到从染病到确诊的平均时间（基于中国疫情研究经验，我们建议使用 7 天）后，才能确认拐点的到来；即如果基于 14 天传染期计算的 R 连续 7 天显著低于 1，就可以确定其拐点的到来。

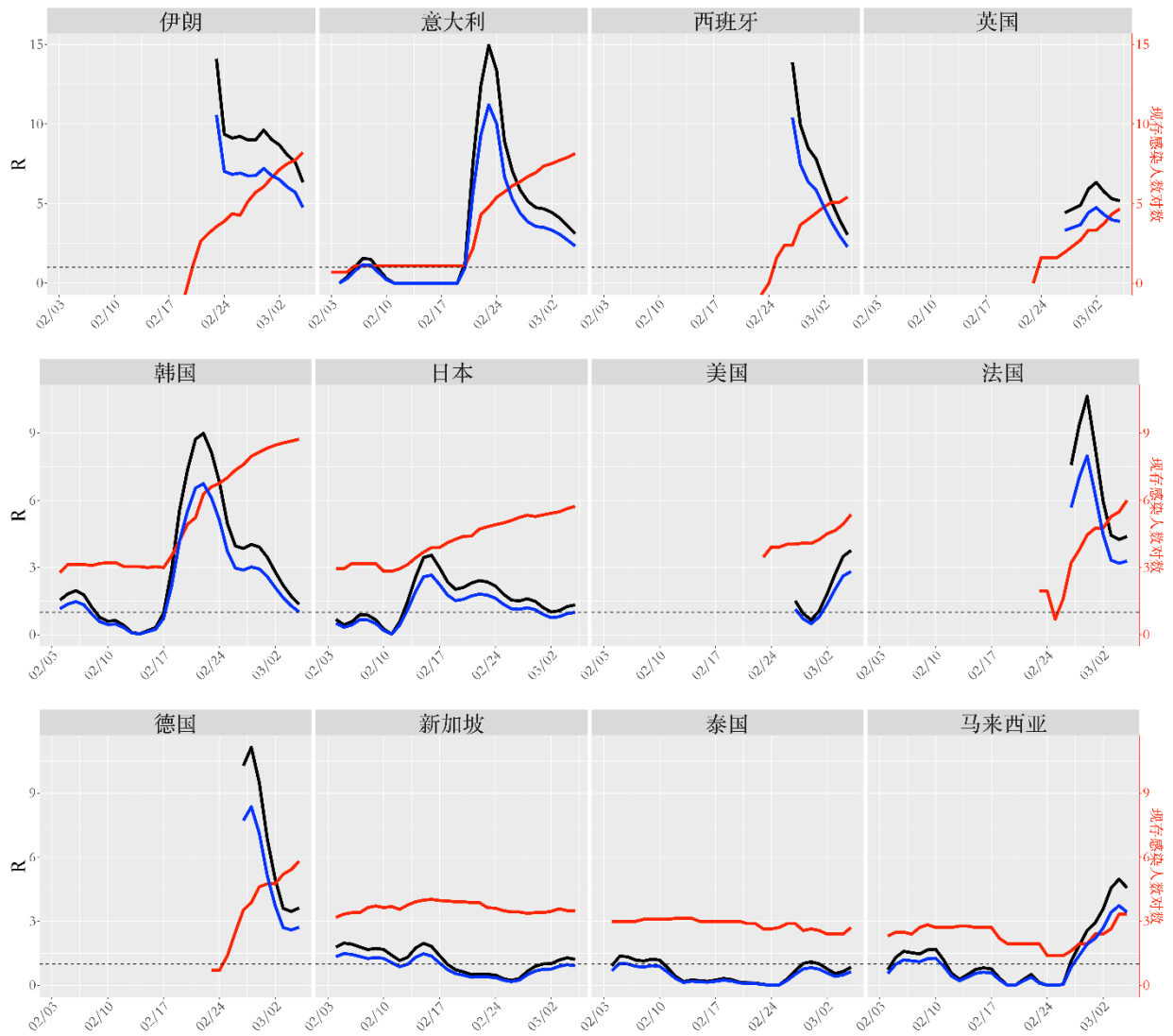


图 1: 各国截止于 3 月 5 日的现存病例数与 R 变化曲线。蓝线: 10.5 天期 R; 黑线: 14 天期 R; 红线: 现存感染人数的对数值; 水平虚线为临界阈值 R=1。

伊朗、意大利、美国、韩国、日本与中国部分省市R变化趋势对比

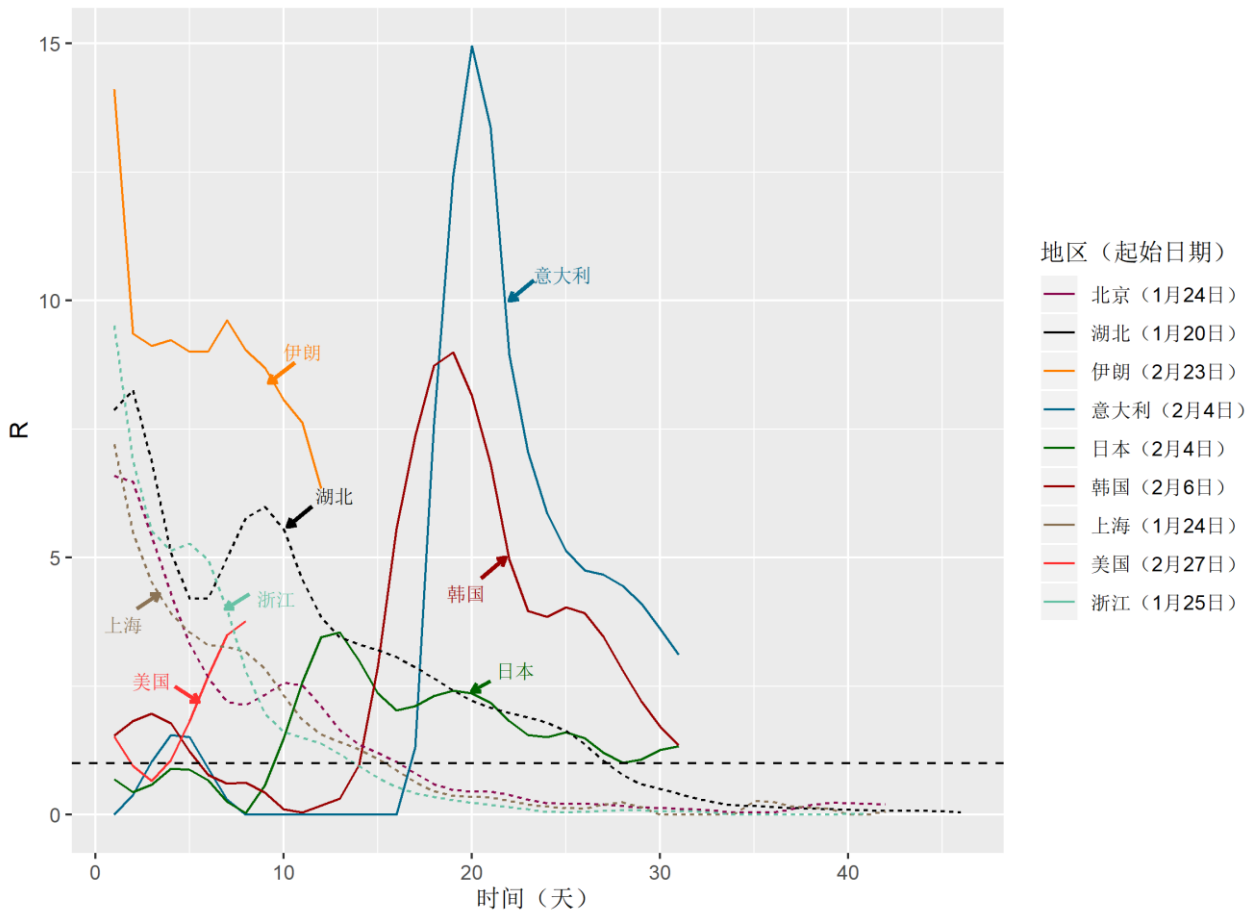


图 2: 伊朗、意大利、韩国、日本和中国部分省市截止于 3 月 5 日基于 14 天传染期计算的传染再生系数 R 变化趋势对比。第 0 天为疫情在该地区开始的第 5 天; 虚线表示中国各省、实线表示个国家, 水平虚线为临界阈值 $R=1$ 。注: 只有 R 小于 1 时疫情才会出现下降, 并逐步走向终结。

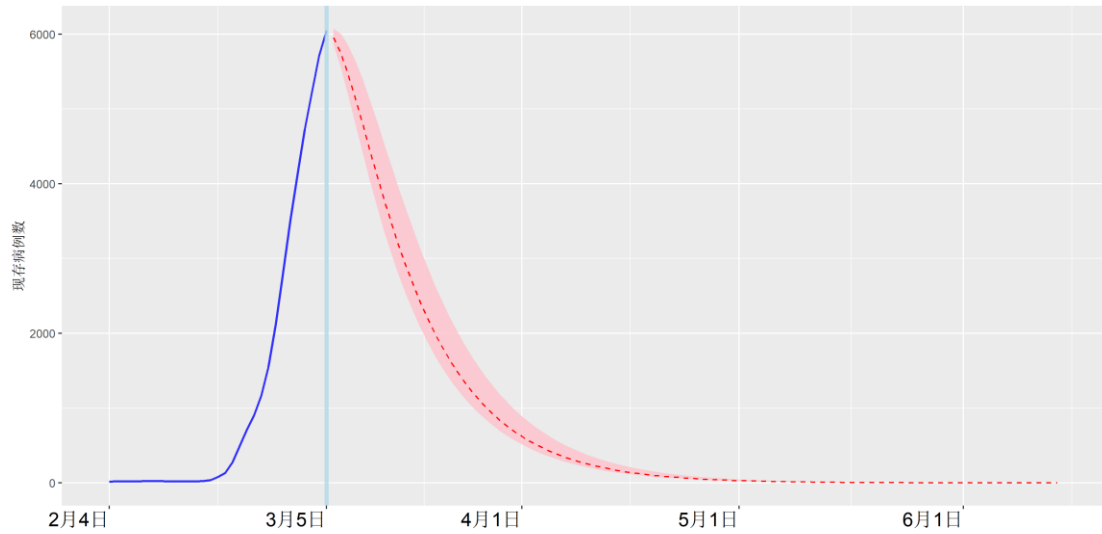


图 3-1：韩国现存确诊病例数走势预测。左侧蓝线：实际现存感染人数；右侧虚线：预测感染人数；粉色区域：95%置信区间；垂直线条：最新已获得数据对应日期（3月5日）。在移除率（ γ ）为0.1的条件下，韩国的现存病例数预计在6月3日至6月10日之间清零，累计感染人数将为7325至9860人。

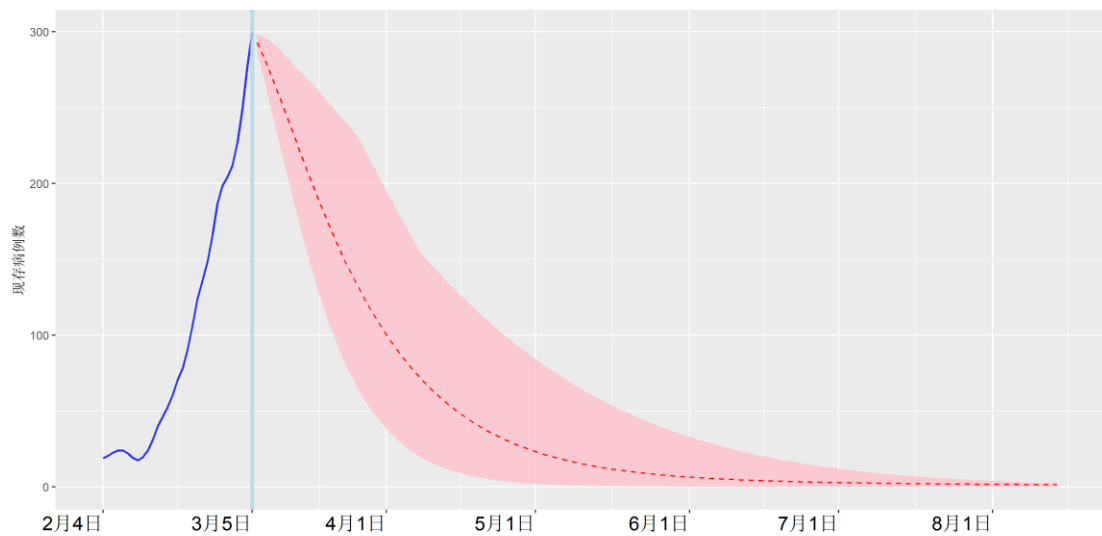


图 3-2：日本现存确诊病例数走势预测。左侧蓝线：实际现存感染人数；右侧虚线：预测感染人数；粉色区域：95%置信区间；垂直蓝线条：最新已获得数据对应日期（3月5日）。在移除率（ γ ）为0.1的条件下，日本的现存病数预计将于5月9日至9月6日之间清零，累计感染人数预计将为481至1352之间。