

美国持续扩散 意大利趋于缓和

——4月3日国际疫情分析简报

数据：止于4月2日20时的24国疫情数据

摘要：简报数据所涉及的24国，疫情态势有增有缓，未来七天新增感染人数可能接近60万。美国疫情持续恶化，呈现指数增长态势。意大利疫情趋于缓和，其余欧洲国家仍处于胶着状态。由于欧美政府的调控能力远不如中国，疫情进一步失控的风险很大。亚洲亦不可松懈，韩国疫情整体好转，日本疫情出现反弹，伊朗形势依然严峻。24国如果不采取果断措施，**最终感染人数的平均95%预测区间为550-1178万人**（其中下界比上期简报减少450万人，但上界没有计入巴西的1.19亿人）。**国际疫情可能持续到年底甚至明年。24国整体感染率由4月2日的0.053%最终会上升至0.38-0.77%**。疫情在巴西等欠发达国家发展的不确定性尤其值得关注。**长时间的境外疫情，无疑将对中国经济和国家安全带来重大影响，需进一步强化应对措施。**

研究方法：本期简报使用更新的变系数SEIR模型计算各个国家的传染再生系数R。同之前方法（见团队medRxiv论文：<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.17.20024257v1>）相比较，新的模型算法更充分反应确诊前的传染。

分析涵盖如下24个国家：(1)亚洲6国：伊朗、韩国、日本、新加坡、马来西亚、泰国；(2)欧洲14国：意大利、西班牙、法国、德国、英国、比利时、瑞典、瑞士、奥地利、丹麦、瑞典、挪威、土耳其（今日新增）、葡萄牙（今日新增）；(3)北美：美国、加拿大；(4)其他：巴西、澳大利亚（今日新增）、

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时疫情才会出现好转。先前我们对中国30个省份新冠疫情的研究表明，R是度量疫情传染力和预测疫情未来走势和拐点的重要指标。

综观结论

(1) 北美：美国 14 天 R 值（以下均指 14 天 R 值）3 月 17 日达到峰值 17.5，后逐渐下降到 3 月 29 日的 6.45 乃至目前的 3.7，但仍然非常之高。我们估算目前未被确诊的潜在病例有 13.3 万人。由于 R 值高居 3.7 且感染基数大，美国疫情仍会呈现指数恶化。根据目前的传染再生力和移除率，预计美国疫情将于 2020 年 11-12 月结束，最终感染人数将在 150 万到 238 万之间，情况仍非常严重。风险评级为 F。

(2) 欧洲：意大利疫情趋于缓和，R 值首次降至 1 以下。欧洲其余各国仍处于指数增长阶段，疫情传染再生模式大多同意大利相似，只是滞后一周。目前 14 国 R 的平均值为 2.32，比 5 天前 12 国的平均值 3.39 有所下降；共有现存病例 37.16 万人。目前土耳其的传染力最高为 5.09（1.51 万现存病例），英国 4.09（2.7 万现存病例），法国 3.3（4.2 万现存病例），瑞典 2.87（0.47 万现存病例）。根据目前的数据，我们推算欧洲 14 国目前有 17.66 万潜在病例尚未经检测，占目前现存病例的 47.5%，预计未来 7 天新增病例达到 30 万人。意大利预计将于 2020 年 9 月率先结束疫情（即感染病例清零），最终感染人数达 20 万人，西班牙预计将于 2020 年 10 月结束疫情，最终确诊病例将达 25 万人左右。而北欧三国（瑞典，挪威，丹麦）很可能由于检测范围收窄导致疫情被低估。

(3) 亚洲：日本 R 值反弹至 2.91，疫情发展形势尚不明朗，若防控不力感染人数最终可增至千万量级，不确定性极大。韩国 R 值已连续 24 天低于 1，疫情拐点已经在 3 月 24 号确认，是 24 国中唯一已经确认拐点的国家。伊朗 R 值由 3.13 下降至 2.06（3.1 万现存），疫情态势依然严峻。新、马、泰疫情依旧胶着，R 值略有下降但仍然大于 1，其中马来西亚病例超 2,000 人、泰国超 1,000 人，均值得中国警惕。

具体疫情态势评估

1. 美国 14 天期 R 值从 3 月 29 日的 6.45 下降至 3.7，累计确诊 21.7 万人，现存病例 20.3 万人，连续第 3 天单日新增超过 2 万人，估计潜在病例逾 13 万人，预计未来 7 天新增病例超过 20 万人，届时累计感染人数达到 40 余万，预计疫情将于 2020 年底结束，累计感染病例将在 150 万到 238 万之间，对比五天前的预测区间 100 万到 256 万，下限明显增长，风险评级为最高级 F。美国疫情持续扩散，纽约州累计确诊病例突破 8 万人，27 个州和海外领地进入重大灾难状

态。加拿大 R 值从 5.21 下降至 3.76，累计确诊超过万人，现存病例超过 8,000 人，单日增长 1,000 余人，疫情处于快速发展阶段，预计未来七天新增病例超过 7,000 人，风险评级为 D。

2.意大利 14 天期 R 值为 0.89，首次降至 1 以下，疫情有所缓和。累计确诊 11.06 万人，现存病例 8.06 万人，死亡率攀升至 16.96%、治愈率为 25.5%，估计潜在病例为 2 万人，预计未来 7 天新增病例为 3 万人左右，预计疫情将于 2020 年 9 月结束，累计感染病例近 20 万人，疫情风险评级仍为最高级 F。意大利 R 值自 2 月底以来由 30 以上快速下降至 4 月 2 日的 0.89，与湖北省 2 月中旬相近。疫情中心集中在北部地区，伦巴第大区现存病例超 2.5 万人，死亡人数超 7,500 人；艾米利亚-罗马涅现存病例超万人，死亡人数超 1,500 人。

3.西班牙疫情恶化速度放缓，R 值从 3.86 降至 2.08，累计确诊超 10 万人，估计仍有潜在病例 4 万余人，预计未来 7 天新增确诊病例约 6 万人，较 5 日前的预测减少约 2 万人。预计疫情将于 2020 年 11 月结束，最终累计确诊病例达到 25 万人，与 5 日前的预测（最终感染达到 50 万以上）相比减半，风险评级仍为最高级 F。西班牙死亡率攀升至 8.86%，治愈率上升为 14.4%。西班牙即将在几日内取代意大利成为欧洲疫情最严重的国家。

4.法国和德国疫情处于胶着状态，14 天期间 R 值分别为 3.3 和 1.92，与湖北 2 月中旬相近，风险评级均为 E。法国 R 值于 3 月 26 日起至 4 月 2 日在 3.5 左右持平，累计确诊超 5 万人，治愈率上升至 18.2%，死亡率升至 6.76%，估计另有潜在病例 2.95 万人，预计未来 7 天新增病例 5.5 万人左右，预计最终感染人数将达到 100 至 300 万人，比上期预测区间收窄。德国 R 值由一周前反弹至 3.5，后又下降至 4 月 2 日的 1.92，现存病例超 6 万人，估计另有潜在病例 2.73 万人，治愈率由大于 14% 下降至 12.59%，死亡率上升至 1.08%。预计未来 7 日新增病例 4.5 万人，预计疫情将于 2020 年 10 月结束，最终累计感染人数 15 万人左右。

5.英国 14 天期 R 值下降至 4.09。截至 4 月 2 日，英国现存确诊病例 2.7 万人，单日新增确诊病例近 3,000 人，估计潜在病例为 1.94 万，预计未来 7 天新增病例 4 万人左右，死亡率为 5.2%。预计疫情将持续至 2020 年 10 月至 11 月结束，最终累计感染人数为 14 万人至 27 万人，也比上期预测收窄。

6.伊朗 14 天期 R 值下降至 2.06，风险评级为 E。现存确诊病例 3.06 万人，累计死亡 3,160 人，估计截至疫情结束累计感染人数为 8 至 10 万人之间，较上次预测大幅回落。

7.韩国 14 天期 R 值为 0.3，已连续 24 天低于 1，疫情已于 3 月 24 日稳定到达拐点。现存确诊人数呈现下降趋势，现存病例为 4,240 人，预计疫情将于 2020 年 7 月至 9 月结束，累计感染人数达 1 万人，疫情风险评级降为 C。

8.日本 14 天期 R 值反弹至 2.91，现存病例 2,051 人，预计未来一周将新增病例 2,911 至 3,310 人，由于日本近期出现较大反弹，疫情发展形势尚不明朗，预计感染人数可能达到 20 万以上，若不及时采取措施，感染人数会更多。疫情风险评级由 C 上调至 D，东京奥运会已确定推迟至 2021 年 7 月举行。

9.马来西亚 14 天期 R 值下降至 1.22，仍显著大于 1，疫情未得到有效控制。新加坡 R 值近日下降到 1.41，总感染病例数已经超过千人，且每日新增病例中境内传染病例比例增大，同时面临着境内聚集性病例传播风险和较高的境外输入风险。泰国的 14 天期 R 值回落到 1.39，风险评级为 C。

10.澳大利亚 R 值为 1.11，现存病例 4,572 人，累计确诊 5,116 人，潜在病例 1,300 人，预计未来 7 天新增病例 2,000 人左右，疫情风险评级为 C。预计疫情将于 2020 年 8 月结束，累计感染近万人。

11.以上分析供参考，我们会按期更新国际疫情情况、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、顾嘉、闫晗、黄雅轩、张馨语、王雨晴、师梦迪、朱玉茹、王艺纯（北京大学），邱宇谋（爱荷华州立大学）。

编辑：胡小路。

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

表 1: 各国截止于 4 月 2 日的传染再生系数 R 及病例变化统计 (以万为单位)。 R 计算基于的传染时长为 14 天。++ (--) 代表 R 在 5% 水平显著大于 (小于) 1, [x] 代表 R 已显著小于 1 的天数。未来 7 天新增病例 (95% 预测区间) 估计是基于现有病例计算的移出率, 最终累计确诊病例 (95% 预测区间) 估计是基于移出率为 1/14。括弧中数值为五天前简报的数值, 但现存病例 () 中为截止于 4 月 1 日的现存病例数。疫情风险等级为基于 R 和病例数变化给出的各地区疫情风险评估, 由轻到重依次为 A-F。

排名	国家	R14	现存病例	潜在病例	过去 7 日新增	未来 7 日新增	疫情结束时间	最终感染人数	风险评级
1	美国	3.7++(6.4)	20.3(17.8)	13.33	14.75	20.78 - 23.56	20/11/20 - 20/12/22	152.72 - 238.35	F
2	西班牙	2.08++(3.8)	7.8(7.8)	4.16	5.41	7.39 - 7.59	20/10/29 - 20/11/16	34.32 - 39.4	F
3	意大利	0.89(1.7)	8.1(7.8)	2.06	3.62	3 - 3.09	20/9/9 - 20/10/7	14.39 - 18.46	F
4	英国	4.09++(6.4)	2.7(2.3)	1.94	1.99	4.33 - 4.73	20/10/2 - 20/11/25	17.35 - 41.51	E
5	法国	3.3++(3.8)	4.2(3.9)	2.95	3.18	6.58 - 6.9	21/5/31 - 21/9/29	130.62 - 385.5	E
6	伊朗	2.06++(3.1)	3.1(2.9)	1.43	2.11	2.56 - 2.69	20/8/31 - 20/9/1	8.19 - 8.43	E
7	德国	1.92++(3)	6.4(5.8)	2.73	3.54	5.53 - 5.72	20/10/2 - 20/10/12	20.99 - 24	E
8	土耳其	5.19++	1.5(1.3)	1.16	1.32	2.1 - 2.44	20/10/26 - 20/11/5	8.4 - 9.88	D
9	巴西	4.95++	0.7(0.6)	0.59	0.44	1.83 - 2.21	20/11/25 - 22/10/28	25.57 - 11919.02	D
10	加拿大	3.76++(5.2)	0.8(0.7)	0.6	0.63	0.72 - 1	20/11/25 - 21/7/16	13.22 - 161.44	D
11	瑞典	2.87++(1.9)	0.5(0.4)	0.31	0.24	0.64 - 0.74	21/1/18 - 21/8/9	105.63 - 711.63	D
12	葡萄牙	2.86	0.8(0.7)	0.46	0.53	0.54 - 0.6	20/8/16 - 20/8/20	1.67 - 1.88	D
13	比利时	2.35(6.2)	1.2(1.1)	0.64	0.91	1.09 - 1.15	20/8/22 - 20/8/24	3.06 - 3.23	D
14	荷兰	2.07++(2.9)	0.95(0.86)	0.45	0.62	0.62 - 0.68	20/10/10 - 20/12/1	3.91 - 5.98	D
15	丹麦	1.81++(1.5)	0.21(0.27)	0.12	0.14	0.26 - 0.29	21/1/10 - 22/6/5	10.64 - 283.76	D
16	奥地利	1.12(4.6)	0.89(0.87)	0.28	0.49	0.19 - 0.29	20/8/10 - 20/9/12	1.35 - 2.19	D
17	瑞士	1.03(1.6)	1.5(1.4)	0.3	0.74	0.47 - 0.52	20/8/21 - 20/9/1	2.57 - 3.06	D
18	挪威	0.85(2.3)	0.48(0.46)	0.1	0.18	0.09 - 0.1	20/7/31 - 20/8/2	0.63 - 0.67	D
19	韩国	0.3--[24](0.2)	0.42(0.43)	0.05	0.07	0.07 - 0.07	20/9/4 - 20/9/24	1.21 - 1.23	D
20	日本	2.91++(1.2)	0.21(0.17)	0.12	0.11	0.29 - 0.33	20/7/27 - 22/11/29	0.48 - 8304.84	D(C)
21	新加坡	1.41++(1.5)	0.08(0.07)	0.03	0.03	0.05 - 0.06	20/7/26 - 20/10/28	0.21 - 0.47	C
22	泰国	1.39++(2.2)	0.14(0.07)	0.06	0.08	0.1 - 0.11	20/8/7 - 20/9/17	0.4 - 0.57	C
23	马来西亚	1.22++(1.6)	0.23(0.22)	0.08	0.11	0.13 - 0.15	20/8/16 - NA	0.65 - 585.89	C
24	澳大利亚	1.11	0.50(0.47)	0.13	0.23	0.15 - 0.22	20/8/2 - 20/8/23	0.72 - 1.08	C

注 1：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。

注 2：瑞典、丹麦、挪威于 3 月上旬开始将检测范围缩小至重症患者和高危人群（医生、老人等），疫情可能被严重低估。

注 3：法国，加拿大，奥地利，丹麦，瑞典和挪威的最终累计确诊病例的 95% 预测区间非常宽的原因是近期 R 值没有下降。

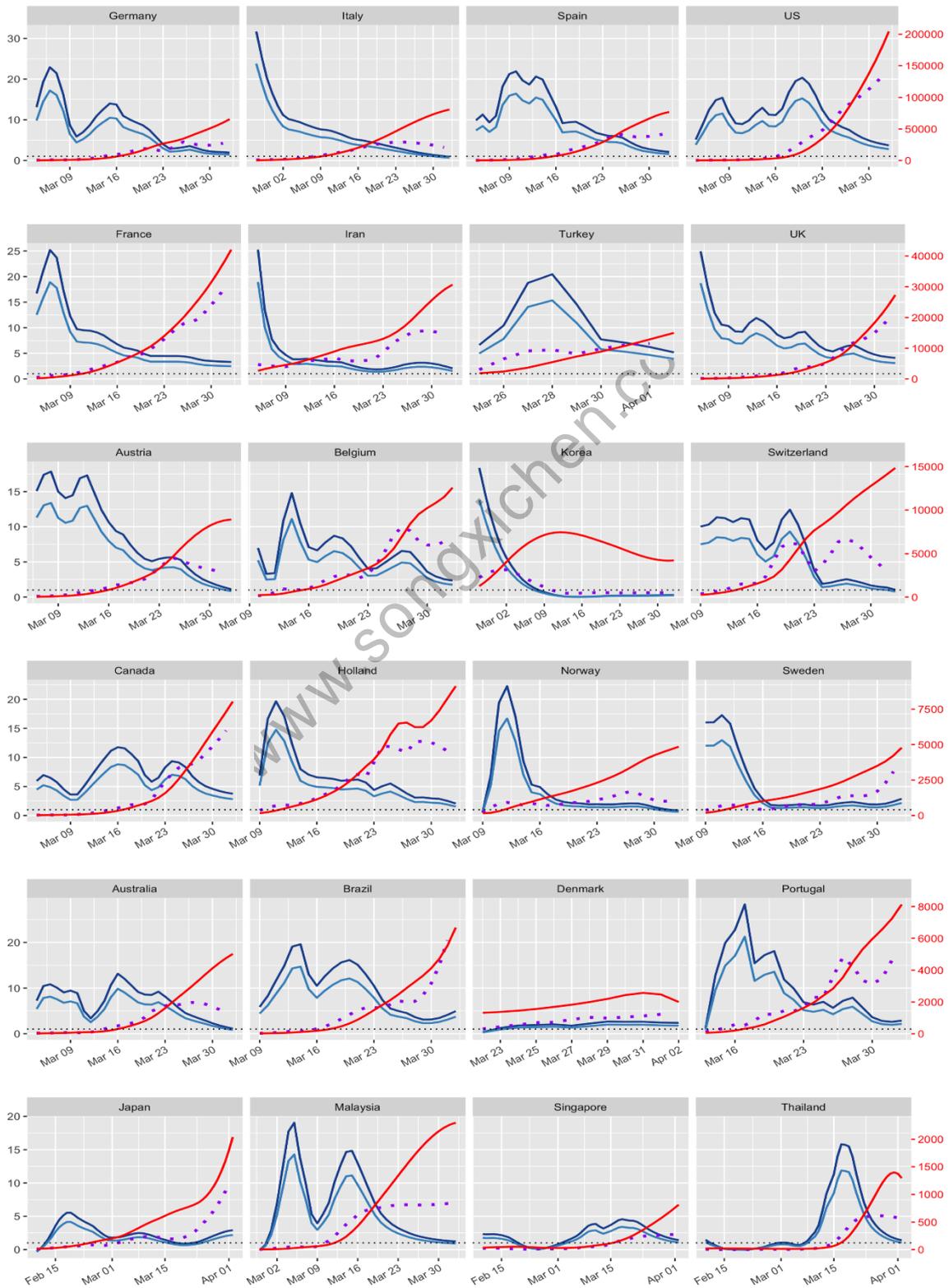


图 1: 各国截止于 4 月 2 日的病例数与 R 变化曲线。浅蓝线: 10.5 天期 R; 深蓝线: 14 天期 R; 红线: 现存感染人数; 紫线: 已感染但未确诊人数的估计; 水平虚线为临界值 R=1。

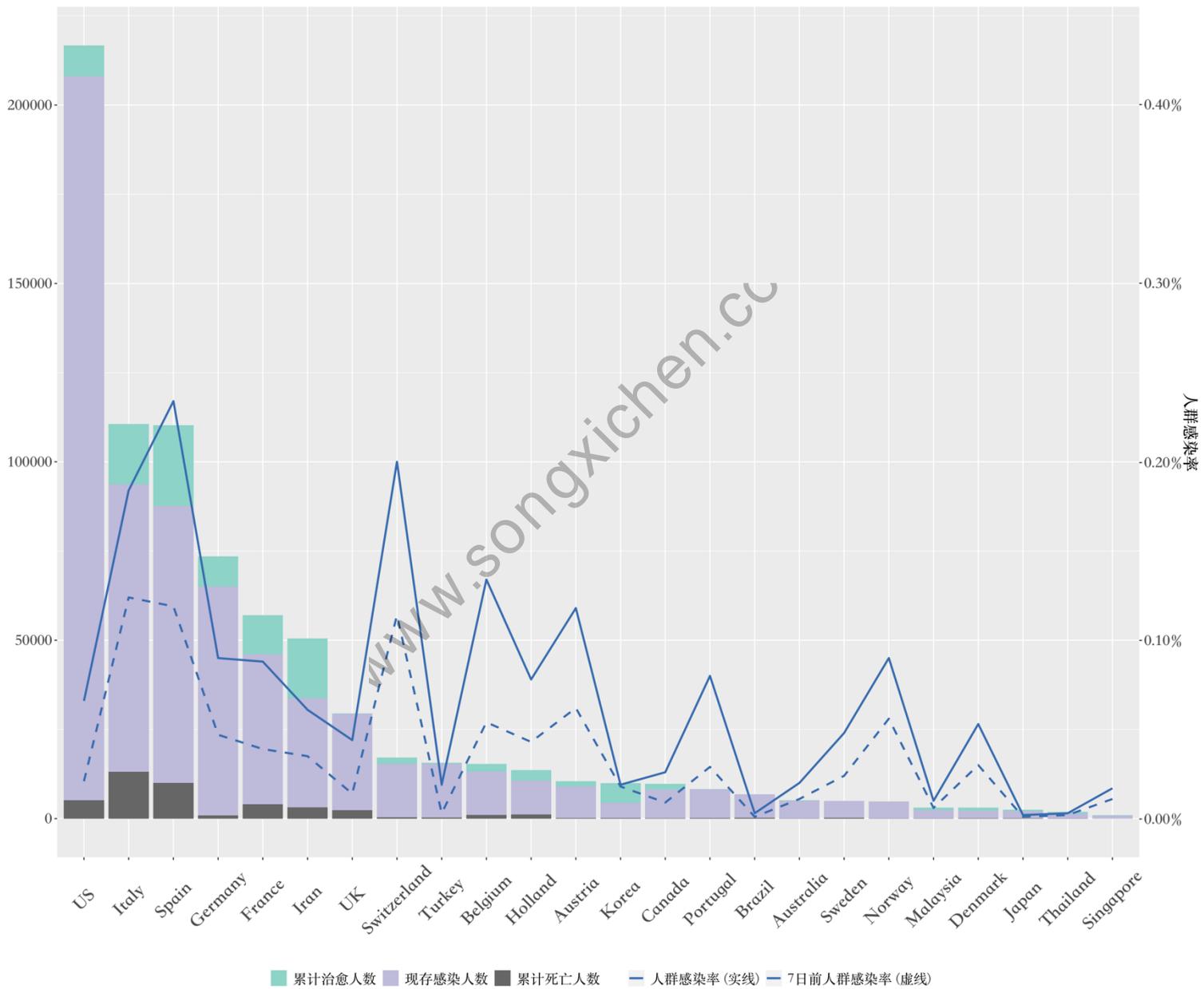


图 2: 各国截止于 4 月 2 日的累计病例数与人群感染率。绿色: 累计治愈人数; 紫色: 现存感染人数; 灰色: 累计死亡人数; 蓝色实线: 人群感染率; 蓝色虚线: 7 日前人群感染率。

北美和亚洲部分国家与中国湖北R变化趋势对比

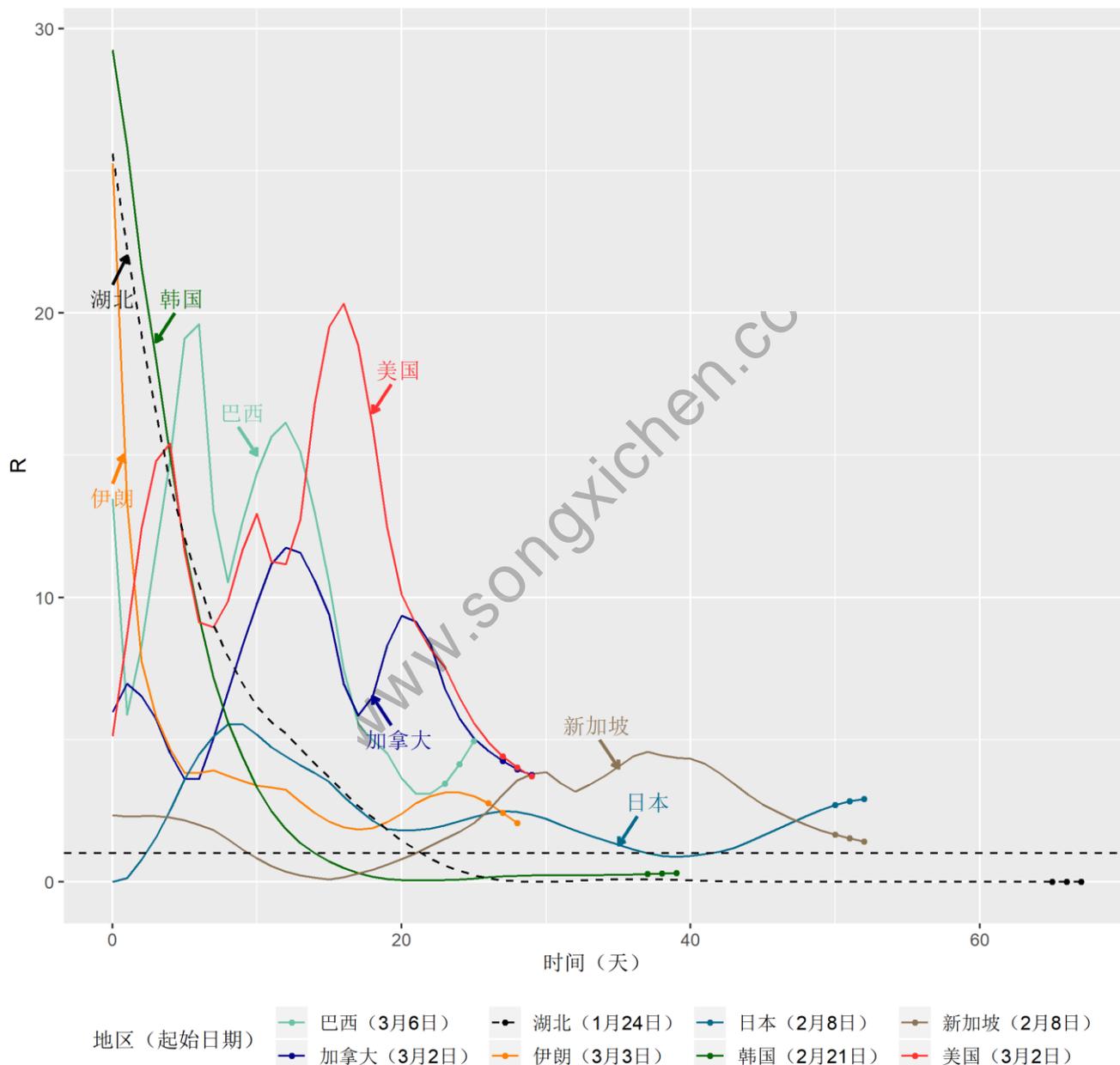


图 3-1: 北美和亚洲部分国家和中国湖北截止于 4 月 2 日基于 14 天传染期计算的传染再生系数 R 变化趋势对比。第 0 天为数据起始日期, 在括号中表明; 曲线末尾的点状标记表示近 3 天 R 值; 水平虚线为临界阈值 $R=1$ 。注: 只有 R 小于 1 时疫情才会出现下降, 并逐步走向终结。

欧洲部分国家与中国湖北R变化趋势对比

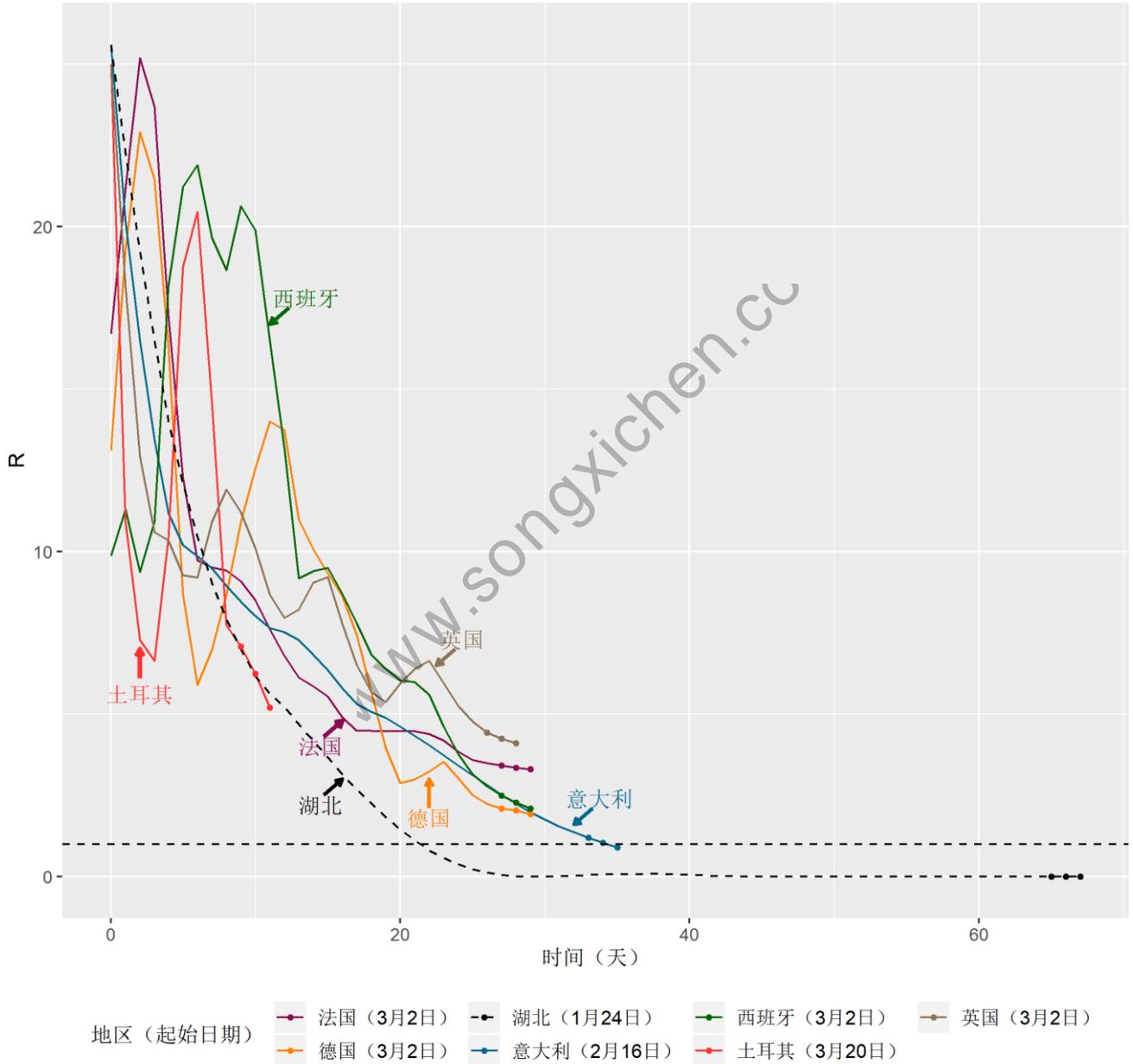


图 3-2: 欧洲部分国家和中国湖北截止于 4 月 2 日基于 14 天传染期计算的传染再生系数 R 变化趋势对比。第 0 天为数据起始日期, 在括号中表明; 曲线末尾的点状标记表示近 3 天 R 值; 水平虚线为临界阈值 $R=1$ 。注: 只有 R 小于 1 时疫情才会出现下降, 并逐步走向终结。