

基于切比雪夫多项式拟合函数的新冠疫情新增数据分析

——以英国、印度和埃塞俄比亚为例

魏景琪, 石悦琳, 周雨薇, 阎虎勤

厦门国家会计学院, 福建 厦门

Email: wjqjllin@163.com

收稿日期: 2021年4月12日; 录用日期: 2021年5月19日; 发布日期: 2021年5月27日

摘要

2020年新冠疫情肺炎的全球大流行影响了世界格局, 本文以英国、印度、埃塞俄比亚这3个有代表性的欧洲资本主义发达国家、南亚和非洲发展中国家为例, 分析其抗疫方法和目前形势, 使用Python中的切比雪夫函数对新冠肺炎的新增确诊人数和新增死亡人数的数据进行了拟合以及预测, 分析了疫情对英国和对以印度和埃塞俄比亚为例的发展中国家的影响, 并提出了一些建议。

关键词

新冠病毒, 疫情防控, 英国, 发展中国家

Analysis of New Coronary Epidemic Data Based on Chebyshev Polynomial Fitting Function

—Taking the UK, India and Ethiopia as Examples

Jingqi Wei, Yuelin Shi, Yuwei Zhou, Huqin Yan

Xiamen National Accounting Institute, Xiamen Fujian

Email: wjqjllin@163.com

Received: Apr. 12th, 2021; accepted: May 19th, 2021; published: May 27th, 2021

Abstract

The global pandemic of the new crown pneumonia in 2020 has affected the world structure. This article takes the three representative countries, the United Kingdom, India, and Ethiopia to represent European capitalist developed countries, South Asian and African developing countries, as examples to analyze their anti-epidemic methods and current situation. According to the situation, the Chebyshev function in Python was used to fit and predict the data of the new cases and new deaths of new coronary pneumonia, and analyzed the impact of the epidemic on the United Kingdom and the developing countries taking India and Ethiopia as examples. Then corresponding suggestions were put forward.

Keywords

New Coronavirus, Epidemic Prevention and Control, The UK, Developing Countries

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

毫无疑问，2020 年是影响世界格局的一年，突如其来的新冠疫情打破了世界的进程。截止 2021 年 4 月 10 日，全球新冠疫情累计确诊人数 13355 万人，累计死亡人数 289 万人，每个国家都处于疫情的不同阶段，世界经济受到了巨大但暂时的负面影响，2020 年全球 GDP 下降了 3.5%。本文选取了三个具有代表性国家：英国、印度和埃塞俄比亚，分析新冠肺炎疫情在不同地区和国家未来一段时间的蔓延趋势，通过对比不同国家间采取的不同防范措施，提出相关的防范建议。

2. 数据来源及模型构建

本文采用了 2020 年 1 月 3 日~2021 年 4 月 8 日世界卫生组织官网公布的新冠状病毒疫情相关数据，基于时间变化对英国、印度及埃塞俄比亚的疫情发展情况进行基础的非线性关系研究，并作出预测。借助切比雪夫函数，参考厦门国家会计学院 Python 教学讲义，对这三个国家每日新增病例数、新增死亡数，进行了数据分析，并对未来两个月的相关数据进行了预测，绘制了关系曲线，以便能更直观地分析和预测其新冠疫情的发展趋势。

切比雪夫多项式的一般形式为：

$$T_{n+1}(X) = 2XT_n(X) - T_{n-1}(X), n \geq 1 \quad (1)$$

切比雪夫多项式拟合函数：

$$f(X) = a_0 + a_1T_1(X) + \dots + a_nT_n(X) \quad (2)$$

如果要把一个普通函数转化为一个切比雪夫多项式，那么，一定要注意定义域的相互转化。假设一个时间函数的定义域为 $t \in [t_a, t_b]$ ，而且切比雪夫多项式的定义域为 $x \in [-1, 1]$ ，那么二者之间的转换关系为：

$$x = \frac{2(t-t_a)}{t_b-t_a} - 1 \text{ or } t = \frac{1}{2}(x+1)(t_b-t_a) + t_a \quad (3)$$

3. 各国新冠病毒感染情况拟合结果分析及预测

3.1. 英国

由英国各变量多项式方程拟合结果(表 1)个变量的 R² 值都相当趋近于 1, 由此判断各变量拟合结果比较理想。利用 Python 语言绘制图片, 分别得到每日新增确诊人数和每日新增死亡人数曲线图(分别为图 1、图 2), 同时得出未来 60 天的预测值。

Table 1. Fitting results of polynomial equations of variables in the UK
表 1. 英国各变量多项式方程拟合结果

	R ²	R	AdjR ²	MSE	RMSE	MSR	RMSR
Newcases	0.8087	0.8993	0.7306	34868387.4720	5904.9460	147412746.3718	252353.5346
Newdeaths	0.7829	0.8848	0.6670	29485.9460	171.7147	106326.5591	6777.3943

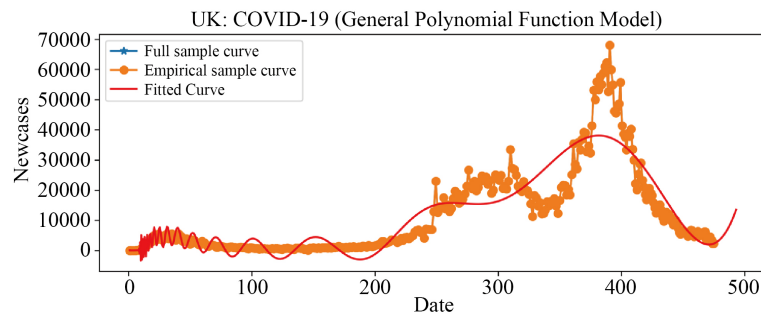


Figure 1. Fitting curve between the number of new cases and the number of virus diffusion days in the UK

图 1. 英国每日新增病例数与病毒扩散天数的拟合曲线

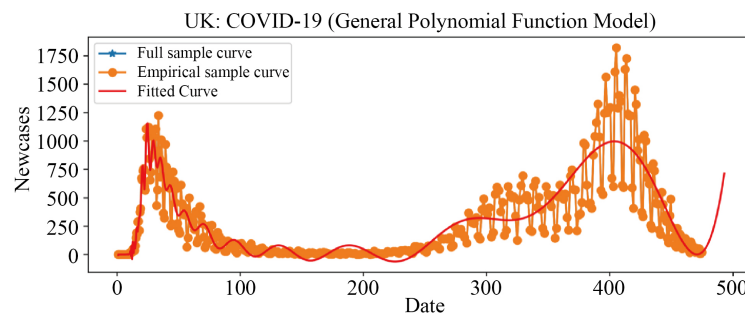


Figure 2. Fitting curve between the number of new deaths and the number of virus diffusion days in the UK

图 2. 英国每日新增死亡人数与病毒扩散天数的拟合曲线

从预测曲线(图 1、图 2)来看, 在 2020 年 5 月, 英国新增确诊人数爆炸式增长, 这主要是因为英国前期采用了群体免疫, 而不是居家隔离, 加之疫情的前期几乎没有英国人佩戴口罩, 直到首相患上肺炎, 英国才重视起来。但后来防疫又出现松懈, 疫情再次反弹, 在 2020 年 12 月份出现失控, 且发现了具有更强感染性的新冠病毒变种。截止到 2021 年 4 月 10 日, 英国人口数量为 6679.68 万, 英国确诊人数为

437 万, 确诊人数位于全球第六, 日增确诊 3025 例, 新增确诊人数有稍稍抬头趋势, 累计死亡人数为 12.7 万, 日增死亡 53 例[1]。尽管英国死亡病例的绝对值远比美国少, 但由于人口规模小, 其死亡率就显得十分突出。目前, 新冠肺炎取代阿尔茨海默病和心脏病, 成为英国 2020 年最具杀伤力的疾病。

拟合曲线显示, 英国疫情已经度过第二次高峰, 目前每日新增确诊人数和新增死亡人数都处于低值, 这得益于英国政府采取的多阶段、严格的封锁措施。英国推行了一个新冠身份认证系统, 这个系统将显示是否接种疫苗、最近的阴性检测时间等基本信息, 并可以根据过去六个月的阳性检测结果而确定自然免疫力。该系统即我们所俗称的疫苗护照, 其目的是证明程序使用人无传播风险。此外, 英格兰地区的每个人每周可获得两次免费的新冠病毒快速检测。居民可前往检测点、药店等地进行检测, 并在 30 分钟内获得结果。英国从去年 12 月开始封锁以来, 英国人的出国旅行一直受到限制。但目前, 英国正在逐步解封, 当地时间 2021 年 3 月 8 日, 英格兰地区学校线下复课。随着人际交往的恢复, 且由于不是每个人都已经接种疫苗, 而且疫苗不具有 100% 的保护效力, 病毒感染者将不可避免地在今年晚些时候再次激增, 因此未来英国每日新增确诊人数和新增死亡人数可能会再次上升。因此, 英国政府应该放慢“解封”的步伐, 严格遵守逐步解封的步骤; 促进全民接种疫苗; 英国民众要继续严格遵守防疫规则, 并继续待在家里。

3.2. 印度

由印度各变量多项式方程拟合结果(表 2)可以看出, 新增确诊人数及新增死亡人数这两个变量的 R^2 都趋近于 1, 拟合结果比较理想。利用 Python 语言绘制图片, 分别得到每日新增确诊人数和每日新增死亡人数曲线图(分别为图 3、图 4), 同时得出未来 60 天的预测值。

截止到 2019 年印度人口普查数据显示, 印度总人口数已达到了 13.66 亿人次[2], 人口总数排名世界第二, 占到世界总人口数的 17.5%。巨大的人口基数使得新冠病毒在印度迅速传播。根据世界卫生组织(WTO)公布的最新数据显示, 截止到 2021 年 4 月 8 日上午 10 点, 印度现有新冠肺炎死亡病例 166862 例, 累计确诊病例 12928574 例, 康复 11851393 例, 较 4 月 7 日 18 时印度累计确诊病例增加 126789 例, 死亡病例增加 685 例。目前印度确诊新冠病例居全球第三位[1]。

Table 2. Fitting results of polynomial equations of variables in India

表 2. 印度各变量多项式方程拟合结果

	R^2	R	Adj R^2	MSE	RMSE	MSR	RMSR
Newcases	0.969339	098455	0.954261	23888339	4887.57	755150805.3	525004.8
Newdeaths	0.921651	0.960026	0.883118	9721.889	98.59964	114360.395	6460.77

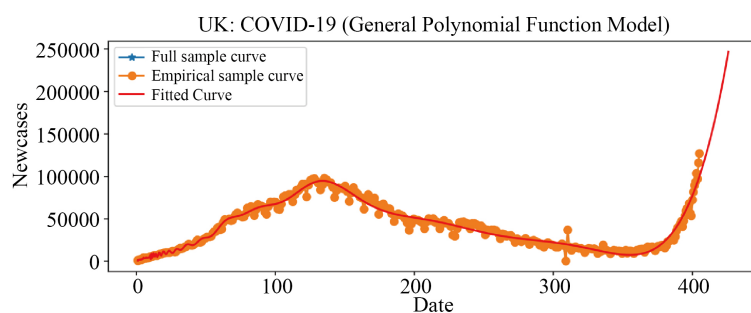


Figure 3. Fitting curve between the number of new cases and the number of virus diffusion days in India

图 3. 印度每日新增病例数与病毒扩散天数的拟合曲线

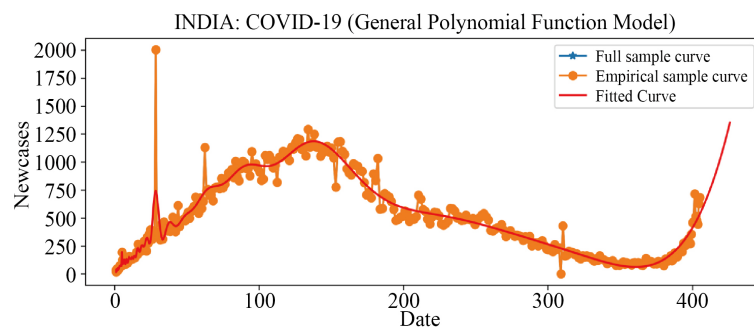


Figure 4. Fitting curve between the number of new deaths and the number of virus diffusion days in India

图 4. 印度每日新增死亡人数与病毒扩散天数的拟合曲线

在新冠疫情初期，印度政府防疫政策严格，2020年1月公布了官方预防新冠病毒的指南，3月以来不断升级疫情防控力度，包括停发签证、停止国际航班进出港等，并要求全国“封国”21天，赋予警局等机关动用强制手段惩戒外出民众的权力。但所争取到的时间却并没有转化为国家公共医疗水平的提高，封锁时限多次延长但是全印感染人数却仍在不断攀升。另外，政府对于隔离期间贫困人口补贴的不充分、对于病毒在夏天传播能力的严重低估、部分政府官员大肆传播的医学谣言，都使得疫情在印度愈演愈烈。内耗的政府、低效的政策，使得疫情在印度一路狂奔。从“解封”之后，印度的累计新冠感染病例数已经超过180万[3]。

而到了2021年，如图3、图4所示，原本在2月份，印度的单日新增感染人数已在逐渐较少，然而从3月开始至今，印度的新冠疫情再次呈喷射状爆发，感染人数日渐增多。这是因为2月份新增感染人数的减少使得印度官方认为新冠疫情已经得到了初步控制，为了安抚民众以及恢复经济发展，印度政府随即松懈了对疫情的管控。使得印度民众认为疫情已经不再影响他们的正常生活。而这样的情况导致了印度的感染人数触底反弹，迅速上升，印度的单日新冠肺炎感染人数也第一次突破了10万大关。尽管数据已经明确告诉印度民众，新冠病毒仍在迅速传播，但是印度民众似乎没有意识到该问题的严重性，在印度政客举行大规模选举集会时，他们依旧选择不戴口罩参与选举集会，而这一举动更是加速了新冠病毒的传播，印度仍然处于新增确诊人数大量上升阶段。再考虑到印度人口密度高、国民卫生系统承载能力不足、医疗水平低和贫民窟数量多且卫生条件极差的基本国情，使得每日新增死亡人数也跟着一路上涨，预计在未来每日死亡人数将会上升至千人。

3.3. 埃塞俄比亚

由上表可知，埃塞俄比亚各变量多项式方程拟合结果(表3)中 R^2 都还算令人满意，且在新增确诊人数这一项中达到了0.82，较为接近于1，由此可得各变量的拟合结果较为理想。利用Python语言绘制图片，分别得到每日新增确诊人数和每日新增死亡人数曲线图(分别为图5、图6)，同时得出未来60天的预测值。

Table 3. Fitting results of polynomial equations of variables in Ethiopia

表 3. 埃塞俄比亚各变量多项式方程拟合结果

	R^2	R	Adj R^2	MSE	RMSE	MSR	RMSR
Newcases	0.8153	0.9029	0.7747	54635.7140	233.7428	241140.1608	9697.6627
Newdeaths	0.6202	0.7875	0.5369	22.6966	4.7641	37.0623	120.2260

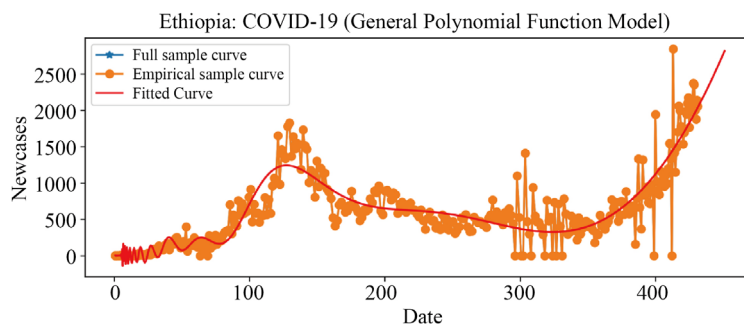


Figure 5. Fitting curve between the number of new cases and the number of virus diffusion days in Ethiopia

图 5. 埃塞俄比亚每日新增病例数与病毒扩散天数的拟合曲线

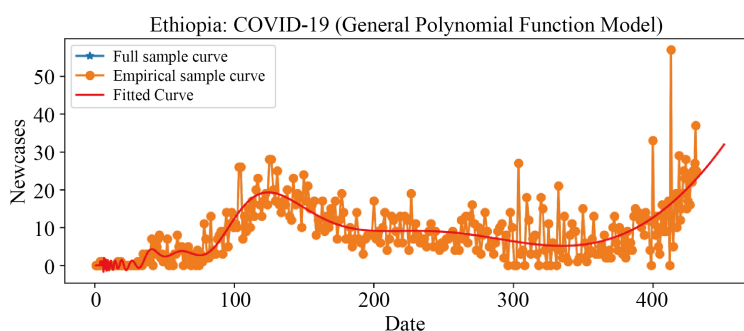


Figure 6. Fitting curve between the number of new deaths and the number of virus diffusion days in Ethiopia

图 6. 埃塞俄比亚每日新增死亡人数与病毒扩散天数的拟合曲线

埃塞俄比亚是一个面积大国、人口大国，但却称不上经济大国，其经济以农牧业为主，工业基础薄弱，其人均 GDP 在全球排名中处于倒数第二十名，为世界上最不发达的国家之一。

随着疫情的全球蔓延，埃塞俄比亚于 2020 年 4 月 8 日宣布进入国家紧急状态，许多出行的管制措施相继出台。2020 年 4 月 11 日，埃塞俄比亚联邦总检察长阿达内克·阿比比详细介绍了应对新冠肺炎疫情的国家紧急状态细则。主要包括：禁止社交聚会，保持社交距离；禁止驱逐租户或提高房租；禁止解雇工人；禁止体育赛事、游乐聚会；建立集中通信系统，禁止散布虚假信息和未知来源信息；鼓励个人举报可疑的新冠肺炎病例；公共场所必须佩戴口罩等。

另外应埃塞俄比亚政府邀请，中国也派出医疗专家组赴埃协助开展疫情防控工作。专家组成员涵盖重症医学、医院感染管理护理、呼吸与危重症医学、麻醉等学科，专家组随行还携带了中国政府捐赠的医疗救治物资等，支援该国共同抗击新冠肺炎疫情。

由图 5、图 6 可知，埃塞俄比亚在宣布进入国家紧急状态之后曲线出现了拐点，说明疫情得到了一定的控制，但由于常态化抗疫的准备不足，再加上社会动荡等因素，埃塞俄比亚的疫情近来又出现了上升的趋势，2020 年 9 月 11 日是埃塞俄比亚的传统新年，然而这段时间，很多人在农贸市场或者聚会中都没有戴口罩，因此新年的到来也使得埃塞俄比亚的新冠疫情防控压力进一步加大。另外由于紧急状态的实施，原定于 2020 年 8 月的大选被决定推迟，但埃塞俄比亚政府却在疫情并未得到有效控制、甚至有继续扩散的趋势的情况下决定在 2021 年 6 月举行全国大选，埃塞俄比亚本就种族冲突严重、恐怖主义猖獗，疫情下大选的来临更加重了其国内的紧张局势，经常发生严重的暴力冲突和重大恐怖袭击，更加重了疫情的蔓延。根据埃塞俄比亚官方最新数据显示，截止当地时间 4 月 10 日上午 10 点，埃塞俄比亚现

有确诊病例 54460 例，累计确诊 225516 万例，累计治愈 167945 例，累计死亡 3111 例，前一日新增 2121 例[4]。

由预测情况我们也可以看出，在埃塞俄比亚大选将至的最近几个月，疫情仍将持续恶化，该国抗疫情况不容乐观。

4. 疫情对各国的影响

4.1. 对英国的影响

近日，英国纽卡斯尔大学发表研究称，如果不紧急修订公共政策，英国社会将在 10 年或更长时间内继续受到新冠肺炎的影响。比如对国家政府的信任度低、地域不平等现象日益加剧等。这些问题都会加剧现有的社会经济不平等，阻碍英国迈向繁荣的进程。

疫情的不确定性也会增强经济社会的不确定性，导致英国经济社会风险大幅上升。在防输入阶段，英国作为开放型经济体也会受到影响，这些影响主要是表现在全球供应链的中断和进出口商[5]。疫情也会对中期的产出和劳动生产率产生持续的影响，预计英国 2020 年的失业率最高将达到 11.4%，失业率受到的影响仍将持续[6]。2020 年新冠疫情和英国脱欧对英国经济产生的影响主要是在劳动力短缺方面，这直接影响了企业的产出，增加了其成本。由此可见，英国前期采用的“群体免疫”抗疫理念是不可行的，应迫使政府推出社会应急政策，以政策法规形式支持雇员、雇主和自雇者渡过难关[7]。

根据英国国家统计局 2021 年 2 月 12 日公布的初步统计数据显示，2020 年英国国内生产总值(GDP)萎缩 9.9%，为有记录以来最大年度跌幅。

4.2. 以印度、埃塞俄比亚为例看新冠疫情对发展中国家的影响

非洲的埃塞俄比亚和南亚的印度都是发展中国家，在中国率先控制住疫情的同时，非洲、南亚和拉丁美洲的疫情都在不断扩散，而相对于发达国家，发展中国家更容易受到疫情的重创。

从埃塞俄比亚和印度的案例中我们也能看出不少新冠肺炎疫情对发展中国家影响的共性，接下来将从三个方面进行分析。

4.2.1. 疫情直接危及发展中国家人民生命健康

2020 年 6 月以来，新冠肺炎疫情在发展中国家中不断蔓延，感染人数和死亡人数不断攀升，印度单日新增确诊病例数一直居高不下且疫情蔓延持续加快，非洲的疫情状况也不容乐观，且呈现向农村蔓延的趋势。

这些国家生活条件恶劣、医疗卫生和基础设施条件差、预防救治能力弱、防疫政策有缺陷，导致抗疫不力，患者病死数飙升。

4.2.2. 疫情导致发展中国家经济严重衰退

由于各国财年起止时间存在区别，我们暂无法获取所有国家 2020 年的 GDP 数据。

当地时间 4 月 6 日，国际货币基金组织发布报告指出，新兴市场经济体和低收入发展中国家受到的冲击较发达国家更大，在中期内将承受更为严重的损失。

印度统计局(NSO)也做出了预测，在截至 2021 年 3 月份的 2021 财年 GDP 预计 2.6 万亿，GDP 将收缩 7.7%。

亚洲开发银行预测，亚洲发展中国家 2020 年出现 60 年来第一次负增长，0.8 亿~1.6 亿人返贫，且拐点难以预期。2020 年撒哈拉以南非洲地区经济萎缩 2.1%~5.1%，是 25 年来的首次衰退。疫情对发展中国家经济的影响主要表现在：资金短缺，2020 年发展中国家的融资额预计减少 7000 亿美元，经济复苏

的资金缺口巨大[8]；债务危机突出，如非洲经济增长率将从预期的 3.2% 下降到 1.8%，财政危机、金融危机和贸易赤字多发[9]；对外贸易受到全球市场冲击，尤其是外贸依存度高的国家。例如，埃塞俄比亚的咖啡业就受到了冲击，由于新冠病毒疫情的影响，欧美国家开始采取社会隔离措施，大量采购合同被取消和推迟，出口商面临滞销风险；劳动就业形势严峻。由于发展中国家存在大量的非正式就业人口，“禁足令”、“封城”等防疫举措严重冲击了周薪制、日薪制的劳动阶层，上亿岗位面临威胁，正规就业人口也将减至 7.4 亿[10]。大批劳动力因染病、隔离或失业退出产业大军，冲抵了发展中国家的“人口红利”。

4.2.3. 疫情导致发展中国家社会倒退

疫情不只是病毒大流行，也带来失业和人道主义危机大流行[11]。一方面，保守落后思想、极端主义和种族主义抬头。中东、非洲内部冲突加剧，塔利班等势力伺机回潮。非洲近期恐怖活动频发，极端暴力事件激增。

另一方面，疫情导致劳工、治安问题激化，暴力现象激增。印度为加快经济复苏，取消或暂停了一系列劳动保障法规，劳动时间延长至每日 12 小时、每周 72 小时。为了活下去，劳工也不得不接受日益恶劣的劳动条件。非洲的疟疾、艾滋病、埃博拉等防治工作被疫情搁置，7600 万人的生命受到威胁，4920 万人陷入赤贫。

5. 结论及建议

由前文分析可知，英国疫情似乎开始好转，每日新增死亡人数及每日新增病例数都降到了历史低值，但最新的新闻报道显示，目前英国针对疫情开始采取逐步解封的政策，因此我们合理预计未来英国疫情可能会加重；而印度和埃塞俄比亚目前抗疫形势再次严峻，每日新增确诊人数和死亡人数呈上升趋势。我们根据各国现有的防疫措施和情况，提出以下建议：

首先应当有序开展医疗救治工作。按照集中患者、集中专家、集中资源、集中救治“四集中”原则，实行分级诊疗机制，减少因额外搭建新冠肺炎疫情专用的分诊平台所需投入的时间与资金，将重症病例集中到综合力量强的定点医疗机构进行救治，及时收治所有确诊病人，全力以赴救治患者，努力“提高收治率和治愈率”“降低感染率和死亡率”。

其次，对外要防止输入型病例，落实入境人员信息，同时加强对进口冷链食品的源头管控，严格口岸检验检疫，保障进口冷链食品安全。对内要防止疫情反弹和继续扩散。做好常态化新冠肺炎监测与预警，尤其是要以医疗机构发热门诊及重点区域、相关从业人员及场所环境等为重点，监测人员感染情况及环境场所新冠病毒污染情况；若发现有疫情征兆要在第一时间做好疫情应急调查处置；提高公众新冠防护意识。通过宣传和健康教育，提高每个公民是自己健康的第一责任人的认识，养成良好卫生习惯，提高出现相关症状及时报告及时就诊的意识。

再次，要加强新型冠状病毒疫苗的接种和普及，坚定社会接种疫苗的信心。这场疫情让各国都懂得了预防的重要性，各国要加大在疫苗、药品上的公共投入，提高疫苗接种率和病人收治率。目前，全球新冠疫苗接种进程还处于“雨势已缓和，但太阳还没出来”的阶段，千万不可放松疫情防控意识，继续积极接种疫苗。对整个社会来说，只有进一步提升接种率，才有可能建立人群免疫屏障，最终阻断病毒传播，这是关系我们每个人切身利益的公共卫生责任。

最后，应对新冠肺炎疫情需要国际各国同舟共济，加强合作。各国应当积极分享抗疫经验，加强全球疫情变化分析预测，完善应对输入性风险的防控策略和政策举措，加强同有关国家在疫情防控上的交流。而世界卫生组织也应当在新冠肺炎疫情的治理中发挥关键作用，利用自己的专业优势，与世界各地

的专家合作,收集、分析和综合最好的科学证据,并将它们转化为对各国的指导意见,与各国合作,将这种指导意见化为行动,协调国家防范和应对计划并加以实施,以加强监测,并就感染预防、患者治疗、风险通报、实验室能力、数据管理等提供建议。

基金项目

本论文得到了厦门国家会计学院“云顶课题:Python 财务数据分析”项目和大米(厦门)科技股份有限公司的支持。

参考文献

- [1] 世界卫生组织[EB/OL]. <https://covid19.who.int/region/euro/country/gb>, 2021-04-10.
- [2] 世界银行经济发展论坛[EB/OL]. <https://data.worldbank.org/country/india?view=chart>
- [3] 张晟,龙兴春. 印度:防疫失败与经济困境加深执政危机[J]. 世界知识, 2020(19): 32-33.
- [4] 贺文萍. 非洲抗疫的挑战与应对[J]. 人民论坛, 2020(22): 42-44.
- [5] 李欣. 新冠疫情冲击下英国财政政策的调整及启示[J]. 财经问题研究, 2020(12): 125-133.
- [6] Office for Budget Responsibility. Fiscal Sustainability Report-July 2020. <https://obr.uk/fsr/fiscal-sustainability-report-july-2020/>, 2020-07-14.
- [7] 田德文. 修正新自由主义:英国政府新战略研究[J]. 欧洲研究, 2020(6): 110-134.
- [8] Mark Waller “Covid 19 in South Africa: Success and Threats”. <https://www.cpusa.org/article/covid-19-in-south-africa-success-and-neoliberal-threats/>, 2020-08-22.
- [9] 吕强. 非洲全力降低疫情对经济影响[N]. 人民日报, 2020-03-30.
- [10] 姚桂梅,许蔓. 新冠肺炎疫情下的非洲发展困境与前景[J]. 当代世界, 2020(9): 64-71.
- [11] 王建刚. 古特雷斯呼吁国际社会减轻发展中国家债务负担[EB/OL]. http://www.xinhuanet.com/fortune/2020-04/18/c_1125874096.htm, 2020-04-18.