



两种路径与影响因素：信息化技术如何作用于疫情管理？

陈媛先¹²

1. 中央财经大学，金融学院
2. 蒂尔堡大学(荷兰)

摘要：本文研究信息技术水平和疫情防控的关系。通过理论分析，本文提出信息技术通过两种路径作用于疫情防控：路径一，通过协助疫情溯源和筛查，提高确诊数；路径二，通过协助降低交叉感染，降低确诊数。实证发现，在疫情控制早期，信息技术主要通过路径一起到关键作用，在疫情中后期，两种作用互相作用。本文还探讨了卫生技术、行政效率是否和信息技术一起作用于疫情控制。结果显示，卫生技术和行政审批经验两者和信息技术没有共同对疫情控制起到显著影响。行政审批开立的窗口数量和信息技术水平在早期一起降低了确诊数，即合力通过路径二起作用。本文最后通过 Lasso 回归和因子分析的方法进行了稳健性检验。

关键词：新冠肺炎，疫情控制，信息化技术，行政效率

1 新冠肺炎疫情防控中信息化技术起到的作用

新冠肺炎疫情(COVID-19)防控过程中，技术参与到很多环节的工作中，起到极大的作用。比如，信息化技术在本次疫情管控工作中体现的作用有：

基于地理位置技术(LBS)，政府和相关机构为民众提供了多种途径的本地疫情预警和发病社区查询。民众可以通过手机 app 或者小程序等快速查找周边的发病人数和具体小区位置，帮助民众在外出采购必要物资的时候有针对性地避开疫情严重区域，减少被感染的危险。同乘查询的服务指民众可以通过 app 或者小程序等网上服务快速查询是否有病人和自己曾经搭乘过同样的交通工具，如果发现自己有和病人同程的经历，可以快速进行求助或者自我隔离，避免在潜伏状态下将病毒传染给家人或者其他人的风险。

2789-8962© Shuangqing Academic Publishing House Limited All rights reserved.

Article history: Received September 1, 2022 Accepted November 6, 2022 Available online December 1, 2022

To cite this paper: 陈媛先(2022). 两种路径与影响因素: 信息化技术如何作用于疫情管理?. 第2卷, 第1期, 24-58.

Doi: <https://doi.org/10.55375/jmrd.2022.2.4>

前沿的技术也发挥了极大的作用。比如，机器人技术在本次疫情防空表现出色。在医院、隔离区，机器人实现了远程测温、智能物资配送等，大大减少了人与人之间的接触，降低了高感染区的感染风险¹。机器人还在其他领域发挥了巨大作用，比如无人飞机等低空扫码的应用等。再次，在医疗技术方面，本次疫情控制中也有很多新的技术和应用出现。其中，互联网“云问诊”的方式²，能有效减少人均聚集导致的交叉感染，而阿里巴巴达摩院提供的AI诊断技术，则将临床的CT分析时间大大缩短³，是对卫生技术力量的极大补充。

我们认为，在本次疫情控制早期，信息化技术在疫情溯源、快速求助、防疫知识传播、基本物资保障等方面提供了积极的作用。其中，同程查询等应用非常有效地将可能的被感染对象及时锁定，一方面民众自发查询自己的同程是否有感染，如果发现有，会遵照相关的流程自发向社区汇报，而同程的机制一方面也可以帮助防控人员快速发现重点对象。此外，在多个城市使用的签到(预约返程)APP、返城网络问卷调查等方式，都协助防疫部门快速了解人员流向，为疾病防控决策和疫情溯源提供了很大帮助。基于信息技术的这些应用，在疫情防控过程非常重要。

关于信息技术与疫情控制的研究有不少的方向，包括重点地区发现、疾病溯源、传播链条分析等的作用。然而到目前为止，据我们所知，在这些研究信息技术与疾病控制的文章中并没有一篇文章采用量化的方式去研究信息技术与动态疫情防控效果的关系，这是一个学术空白。在本文中，我们将通过实证的方式，对信息技术在本次新冠肺炎疫情控制中的动态作用进行量化分析，弥补这个学术空白。我们发现，除湖北外的省份市区自治区，在疫情发展早期，当地动态确诊倍数(按日确诊数据与输入人口预测发病数的比)和各地的信息化水平存在显著正相关关系。我们认为，实证的结果表明，在疫情防控早期，较高的信息化技术可以帮助当地更快地进行疾病溯源，更早地对感染病例进行溯源和确诊。

在本文第二部分，我们将对影响疫情防控的因素进行文献综述，在第三部分，我们针对除湖北外的以的其他省份疾病数据进行分析，并介绍我们的实证模型和数据来源，第四部分为实证结果，第五部分我们讨论实证的不足和相关政策建议。

2 文献综述

2.1 信息化技术与传染病疫情防控

传染病具有短时间内感染更多人，导致大量发病和死亡的特征(徐建国，2006)。部分传染病在潜伏期可能就具有传染能力，比如，本次新冠病毒引起的肺炎，疾控专家认为病人在潜伏期就能感染其他人⁴，如何能快速找到病人对疫情的扩散具有关键作用。

信息对疫情控制和应急管理起到积极作用，能有效支持决策(周晓农，& 胡晓抒，2003)。信息化技术对于传染病疫情的及早发现有帮助(康敏，& 张玉润，2010)，比如，可以帮助进行传染病流行病学调查、分析和预测(龚利强，2017)。通过互联网可以检测到来自非官方的

¹ 来源: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1658794867488674866&wfr=spider&for=pc>, 获取时间 2020-2-22

² 来源: <http://liaoning.nen.com.cn/system/2020/01/26/020965567.shtml>, 获取时间: 2020-2-22

³ 来源: <http://finance.sina.com.cn/roll/2020-02-21/doc-iimxxstf3360013.shtml>, 获取时间 2020-2-22

⁴ 来源: <http://www.chinanews.com/gn/2020/02-22/9100652.shtml>, 获取于 2020-2-23.

疫情线索和信息(涂文校, 熊玮仪, 倪大新, & 王子军, 2010)。网络信息挖掘技术可以用于发现和跟踪舆情, 而通过基本地理位置的疫情地图等, 可以帮助进行疫情预警等(刘丰, 韩辉, 周蕾, 齐峻瑶, & 徐宝梁, 2012); 基于汽车、手机等 GPS 信息的签到行为可以帮助了解人群迁徙特征, 为疾病扩散控制的管理和疫情预测提供重要价值(周涛, 2015)。

信息技术结合疾病控制的其他技术, 可以在溯源和流行控制方面提供帮助。空间流行病学利用空间信息技术分析发病区域与分布特征, 量化流行病的传染危险因素(刘昆, 李新楼, & 邵中军, 2018), 结合潜伏期分析理论与地理信息技术, 可以辅助分析疾病溯源、探测重点地理位置任宏(袁政安, 顾卓然, 胡家瑜, 王晔, & 李燕婷, 2013)。

信息化技术还延伸到健康领域各个环节, 包括知识共享、生态研究等。将信息化技术应用到健康领域, 将会对知识共享提供帮助(王志波, & 卢靖, 2017)。医院应用信息化技术后, 在病情汇报速速、准确率方面都有显著提升(周凤梅, 2017)。结合遥感等空间信息技术, 可以对鼠疫发生地的生态环境因素进行深入研究(高孟绪, 曹春香, 张颢, & 李群, 2010)。应用系统动力学建立模型, 可以模拟出 SARS 疫情的传播过程, 包括就诊、社区隔离等传播链条在自然人群和医院内传播的过程(曾哲淳, 赵冬, 李岩, 郭强, 石鹏, & 李哲, et al, 2005)。

2.2 其他影响传染病控制的因素

医疗资源和医疗技术是防疫的核心支撑, 其中, 卫生技术人员包括执业医师、执业助理医师和注册护士, 卫生技术人员代表了医疗系统的核心能力。对于传染病来说, 防和治同等重要, 要实现有效的防治同效, 公共卫生技术人员对传染性疾病的预防很关键。因为在防控过程中, 基层卫生工作人员是否具有执业资格, 能否掌握传染病的诊断标准, 了解传染病的知识, 以及有效填报病历和进行报送都涉及到专业能力(王轶, 李颖琰, & 程磊, 2008)。当前公共卫生技术人员存在参差不齐的情况, 因为待遇或者职业发展等因素, 高素质技术人员人员流失严重(A 漆光紫, 黄高明, 王盛, 郭宇莎, & 韦英婷, 2009; 吴甬, 刘晓君, 姜小庆, 黄情, & 袁兆康, 2017; 王磊, 陈健伟, & 丁宏, 2011)。即使在非典疫情过后, 作为特大城市代表的北京市, 海淀区 CDC 卫生技术人员仍然呈现短缺状态, 特别是对于扩散、隔离等紧密相关的防治、现场流行病学调查等相关的技术人员更为短缺(蒲永兰, 孙培源, & 李艳丽, 2005)。

医院综合水平, 医院的疫情报告质量与管理水平和传染病的流行强度存在相关性(潘淼, & 冉萍, 2003)。呼吸病疫情控制对医院具有很高的要求, 需要医院在管理工作重新组织、整合医疗技术、医疗方案快速制定等(田献氢, 林朋, 石效平, 高英, 李静, & 王淑云 (2005)。如果在收治、诊断等方面不能快速形成支撑, 就会造成漏诊或者无法就诊, 导致病人在社会上流动, 造成更多感染。在疫情早期, 医院对疫情的控制和判断, 也会影响到社会人群的防护决策。

类似传染病等公共卫生突发事件出现时, 政府的协调管理会对事情的发展具有影响, 比如, 本次新型冠状病毒肺炎的救治费用采用国家兜底的方式。政府的社会管理和公共服务职能能否发挥有效作用也是疫情防控能否有效的重要因素(中国行政管理学会课题组, 2005)。而

从上世纪 90 年代开始,我国各地方政府部门逐渐开展“一站式”服务模式,提高服务和审批的效率(志杰., 2005)。行政审批中心具有信息与咨询、审批与收费、管理与协调、投诉与监督等功能,是规范办公的一种方式(王洋, 2017)。中国行政审批中心的设立对经济发展具有正向影响,实证发现,行政审批中心率在宏观上提高了经济效率(张天华, 刘子亮, 陈思琪, & 魏楚钿, 2019)。

公共财政框架体系的设计需要考虑公共卫生的需求(孙开, 2003)。财政投入增加,并不意味着科学性、合理性,更不保证能完全解决公共卫生问题(王峦, 2009)。中国上一次大规模扩散的传染病为 2003 年爆发的非典疫情(SARS),非典是对各级政府对公共突发时间的应对和财政能力的考验(祁京梅)。公共卫生支出具有公益性质,但是对社会的稳定和发展具有关键作用(范志华, 2010),公共卫生作为福利产品,每个公民均具有类似的权力(方小燕, 2016)。因此,国家整体经济实力(GDP)、中央整体的卫生健康预算和地方人均健康投入对疫情的控制具有影响。在投入方面,公共卫生人力的投入非常重要,黄俊芳, 何能清, 廖小兵, & 王庆川 (2011)测算,对应 1 万服务对象,公共卫生需要投入服务人力为 1.36,要达到理想工作状态,人力的投入要 4.18 人。

3 假设、模型与数据来源

3.1 新冠肺炎传播分析与假设

众多的研究报告揭示,早在武汉发现疫情之前,世界其他国家已经出现了相关案例⁵。在中国,早期的新冠肺炎确诊案例于在 2019 年末 2020 年初在武汉最先被报道出来。考虑到国内其他省市地区和湖北在疫情阶段的差异性,在本文中,我们只考虑不包含湖北省在内的其他中国大陆省份和地区。

疫情主要是通过人员流动,由病人或者潜伏期病人携带进入造成。本次疫情爬坡阶段刚好和中国传统春节叠加,各省份自治区流动人口返乡和在湖北就学的学生寒假返家成为主要的病情输入来源。病人或者潜伏期人群输入本地后,如没有及时发现和隔离,就会在本地造成二代感染、三代感染等,造成疫情进一步扩散。

疫情的管控过程是对政府、卫生部门的一个综合考验,包括基层动员、社区服务、疫情控制等管理水平的考验,也是对技术利用、医疗资源等使用的考验,具体如下图 1。

⁵ 来源:意学者发现去年 12 月初新冠阳性样本 专家:有力证明国外或更早 (baidu.com) 获取时间:2021.10.9

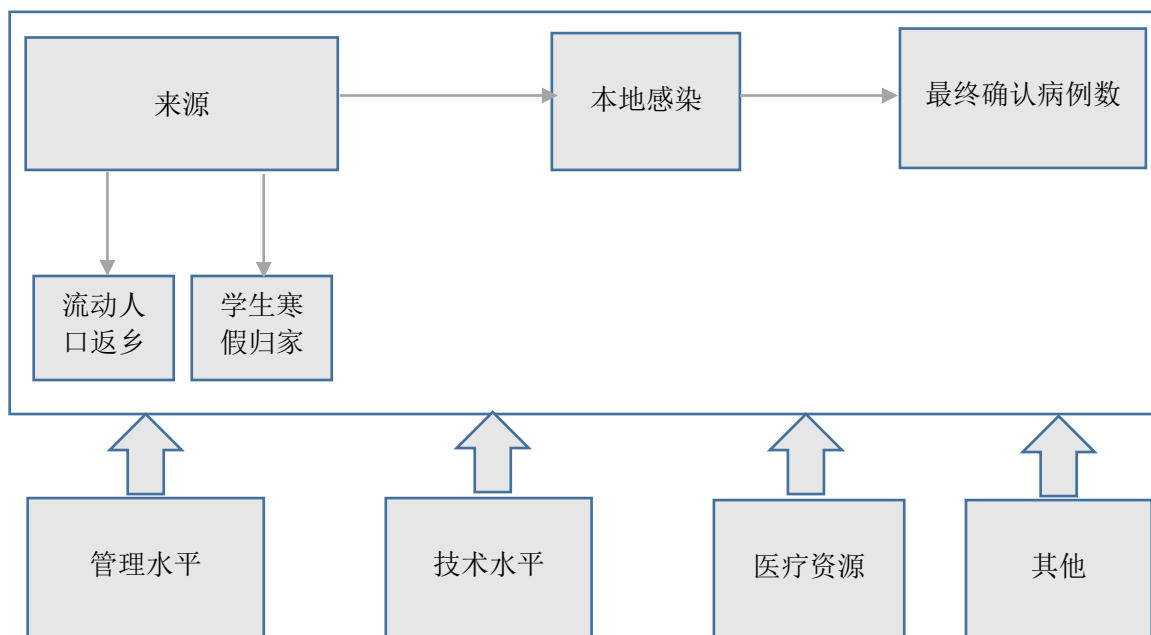


图 1：疫情管控示意图

我们认为，信息技术作用于疫情控制具有两种路径。路径一，通过协助疫情溯源和筛查，提高确诊数；路径二，通过协助降低交叉感染，降低确诊数。在早期，普通民众对疫情存在不了解，因此，潜在的病人可能即使发现有发病的症状也会担心就医感染，从而选择隐瞒。网络技术通过宣传等，可以帮助病人克服心理恐惧，更积极就医。此外，对于可能尚在潜伏期的病人，技术手段可以通过大数据方式快速定位，锁定潜在感染者，帮助找出潜在病人，如图 2 所示。考虑到信息技术，特别是结合网络大数据、LBS 等技术的技术应用在早期可能会对溯源和确诊的具有正向影响，我们提出第一个假设：

假设一：在疫情发展早期，信息技术与确诊数具有显著正相关关系。

输入型疫情早期的核心工作见下图 2。

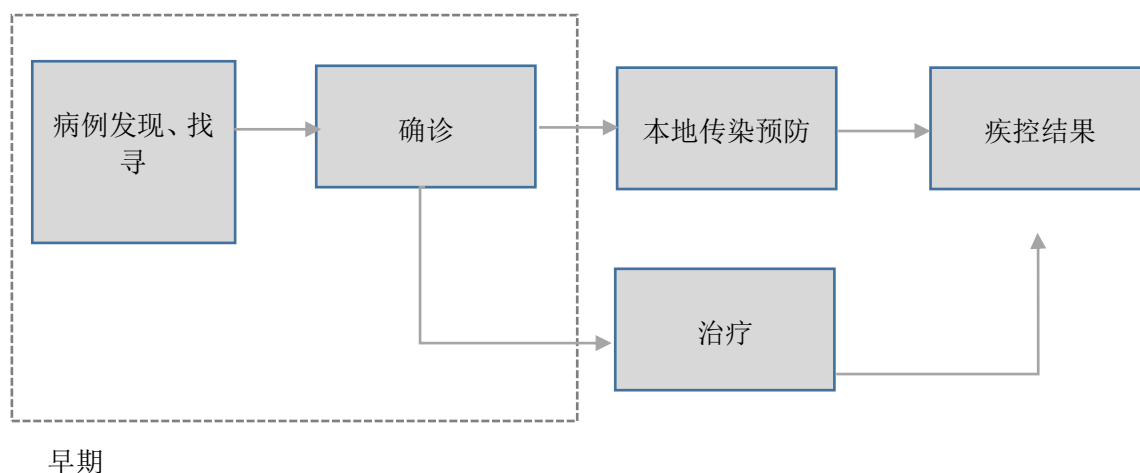


图 2：疫情防控早期的核心工作

在疫情防控中后期，民众对传染病本身具有了一定的了解(感染途径、潜伏症状、就医途径等)，因此，信息技术在周边疫情查询、就医求助、物资保障等方面起到积极作用。考虑到信息化程度越高，越有可能使用信息手段对人群进行预警，协助减少人群密集等，技术越高，也可能更快地减少二次感染发病率，按日的感染确诊的数量可能会更快下降。考虑到中后期两种路径的共同作用，信息技术和确诊人数的关系会逐渐趋向不相关或者负相关。因此，我们提出假设二：

假设二：在疫情发展中后期，信息技术与确诊数的关系存在不确定性。

3.2 基本模型、变量与数据来源

我们的数据采样从1月22到2月18。从百度迁徙数据(图3)看，湖北向外流动在1.27日开始跌至最低点，持续到2月下旬。因此，各省病例均为1月27日之前的回流型。但是，1月27到2月18之间有一个重要的区分点，2月10号。1月27到2月10之间，湖北与各省自治区的流动几乎趋向0，而各省之间的流动也趋于低点，原因在于大部分省份主要地市鼓励或者强制要求2月10号之前不允许私自复工。这就大致保证了在1月27到2月10号之间各省自治区之间的输入型病例可以大致忽略。同时，1月27到2月10号，刚好14天间隔，即，从湖北回流各省自治区的人员如果带病的已经发病。所以，我们采用2月10号的各省自治区数据来进行分析，就比较容易将确诊数锁定在湖北省回流的病例以及对应病例的后代感染上。

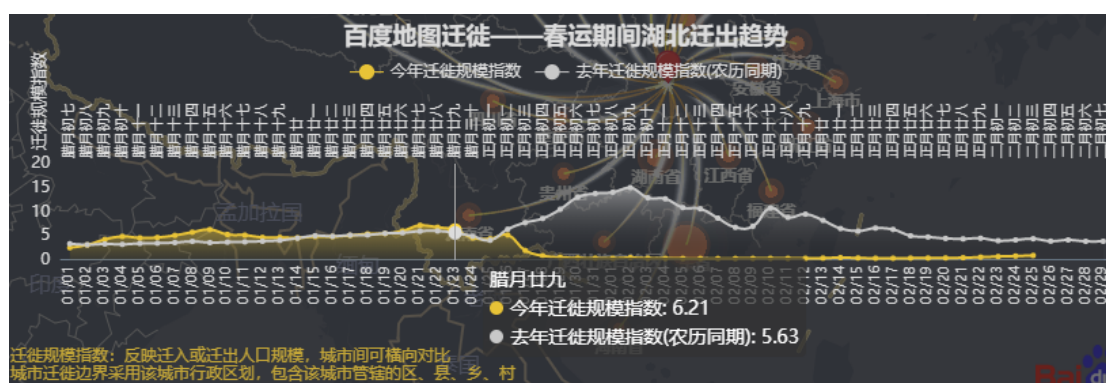


图3：百度迁徙指数(迁出湖北)

各省自治区2月10号的累计确诊数据包括两类人群，一类是湖北回流的早期(我们将他们定义为一代)发病病人，一类是一代病例感染的二代或者多代病例。

假设2月10号之前湖北回流的人数为 I_{210_all} , 平均发病率为 k , 则一代病例数为 $I_{210_all} * k$ 。

2月10号累计确诊病例为 $Confirm_210$, 则 $Confirm_210$ 和 $I_{210_all} * k$ 之间的差即为二代或者多代感染病例。在各省自治区严防严控情况下，我们可以认为1月27号之前输入的病例中，已经发病的案例均已被确诊(1月23到2月10号已经超过14天)。

基于以上分析，我们可以设立如下模型：

模型一：最终效果模型

$$P_i = (\text{Confirm_210}_i - I210_all_i * K) / I210_all_i = \text{Confirm_210}_i / I210_all_i - K$$

I 代表各自治区。

P_i : 各自治区防疫控制最终效果

我们默认湖北回流的一代病例发病率为恒定的，则 k 为常数(K 大于 0)。则在一定的 I 下， K 为常数。

所以， $\text{Confirm_210}_i / I210_all_i - K$ 与 $\text{Confirm_210}_i / I210_all_i$ 的趋势相同

可以看到， $\text{Confirm_210}_i / I210_all_i$ 越大，代表控制效果越差，而 $\text{Confirm_210}_i / I210_all_i$ 越小，代表控制效果越好。

Confirm_210_i : 2 月 10 号各自治区的累计确诊数

$I210_all_i$: 2 月 10 号之前各自治区从湖北回流的人数。因此 1 月 27 到 2 月 10 号之间几乎没有人员流动，我们只需要考虑 1 月 27 号之前的数据。在百度迁徙数据中，首先计算 1 月 27 号之前湖北迁徙到各自治区的指数之和。因为各自治区开始确认普遍有输入病例最早在 1 月 21 日，因此的确诊数据从 1 月 21 开始采集，对应的回流人数数据从 1 月 9 日开始采集。1 月 9 号到 27 号湖北各省迁徙到各省的百度迁徙指数加总后(Sum)，可以作为湖北输入人数的一个代理变量。然后，每日湖北到各省的指数为当天湖北迁徙(迁出)总指数乘以当天迁往各省的比例得到。各自治区从湖北回流的总指数为各日指数数据累加得到。

我们将模型假设为线性模型，如下：

模型一：最终效果模型

$$P_i = \alpha_i + \beta_{1i} \text{Digital_top10}_i + \beta_{2i} X_{2i} + \mu_i \quad (一)$$

P_i : 各自治区防疫控制最终效果, 为 $\text{Confirm_210}_i / I210_all_i$ 。我们将 P_i 用于指代最终的确诊与输入发病率倍数，即最终确诊一代发病指数倍数，简称最终倍数。基于 P_i 代表的是全过程的一个疫情结果，而信息技术水平在早期重点是发现传染源，而在中后期，可以通过信息辅助，帮助减少传染，基于假设二，我们认为 P_i 和信息技术水平的关系在整个过程中不呈现显著相关性。

Digital_top10_i : 各自治区信息化发展程度是否为排名前 10，如果是为 1，否则为 0，代表信息技术。

X_n : 为控制变量向量, 包括: 各自治区三甲医院总数(hospital_tech)、各自治区 2018 年卫生技术人员数(万人)(Health_technician)、各省或自治区的床位数(Beds)、医护人员数(Health_staff)、一站式审批开办到 2020 年年数(ALC_length)、进驻的窗口数(ALC_win)、GDP 总量等。

如果按天, 假设 $Comfirm_t_i$ 为各自治区每天的累计确诊数, 而确诊数量包括一代病人和一代病人到当天为止感染别人而导致的子代病人。假设一代病人到当天为止每人平均接触 M 人, i 代表各自治区, t 代表具体日期。

但是, 技术早期的防控过程中, 是否是动态变化的呢?

某 i 省自治区第 t 天的累计病例数($Comfirm_t_i$)包括到当天为止累计输入人口一代发病率($N_{it'}$)和一代带来的子次感染病例数。

一代病例数计算如下:

$$N_{it'} = (\sum Inbound_t_i * T_i) * K * (1/14)$$

$Inbound_t_i$: 各自治区每日从湖北进入人数

T_i : 各自治区输入人数统计日到当天的天数

K : 平均发病率

$1/14$: 按照隔离周期 14 天算, 假设每天发病概率为 $1/14$ 。

因此, t 日确诊病例中,

$Comfirm_t_i / (\sum Inbound_t_i * T_i * k * 1/14)$ 的值代表一代病例指数, 该指数越大, 代表某日确诊病例主要为一代病例为主, 反之, 该指数越小, 代表主要为二代病例发病。

因为 $k/14$ 为常数并且大于等于 0, 所以, $Comfirm_t_i / (\sum Inbound_t_i * T_i * k * 1/14)$ 和 $Comfirm_t_i / (\sum Inbound_t_i * T_i)$ 的趋势一致, 我们直接使用 $Comfirm_t_i / (\sum Inbound_t_i * T_i)$ 进行分析。

假设为线性模型, 模型如下:

模型二: 动态控制效果模型

基础模型:

$$M_{it} = \alpha_i + \beta_i \cdot Digital_top10_i + \beta_n * X_n + \mu \quad (二)$$

检验合并项的三个模型:

$$M_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} Digital_top10_i + \beta_{2i} Digitaltop10_Healthtechnician_i + \beta_{ni} * X_{ni} + \mu$$

(三)

$$M_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \text{Digital_top10}_i + \beta_{2i} \text{hospitaltech_Digitaltop10}_i + \beta_{ni} X_{ni} + \mu$$

(四)

$$M_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \text{Digital_top10}_i + \beta_{2i} \text{Digitaltop10_ALClength}_i + \beta_{ni} X_{ni} + \mu$$

(五)

$$M_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \text{Digital_top10}_i + \beta_{2i} \text{Digitaltop10_ALCwin}_i + \beta_{ni} X_{ni} + \mu$$

(六)

M_{it} : 替代 $\text{Comfirm_t}_i / (\sum \text{Inbound_t}_i * T)$ 。 Inbound_t_i 为到 t 日为止，各自治区每日从湖北进入人数。 I_t_i 为省份或者自治区 i 到 t 日为止的累计从湖北进入人数。 T 为从 1 月 9 号到 t 日的天数。 Comfirm_t_i 为各自治区在 t 日的确诊数。我们简称 M_{it} 为一代发病指数的确诊倍数，简称动态倍数。子代及子代下感染越高，动态倍数越高；感染被确诊越快，动态倍数也会越高。考虑到疫情早期，信息技术水平发展程度主要和发现传染源、提高确诊有关，基于假设一，预测在疫情早期， M_{it} 和信息发展水平成正相关关系。

$\text{Digitaltop10_Healthtechnician}$ 代表该省自治区的数字化水平与该省 2018 年卫生技术人员数(万人)的交叉项； $\text{hospitaltech_Digitaltop10}$ 代表各自治区信息化水平与各自治区三甲医院数量(万人/家)的交叉项； $\text{Digitaltop10_ALClength}$ 代表该省行政审批中心设立迄今(2020)年数与信息化水平的交叉项； $\text{Digitaltop10_ALCwin}$ 代表该省行政审批中心设立窗口数与信息化水平的交叉项。

其他变量含义同模型一

我们采用 Digital_top10 变量来度量各省及自治区的信息技术发展水平。 Digital_top10 为 0-1 变量，即，该省份是否属于信息化发展程度最高的省份或者地区。该指标数据我们采用国家互联网信息办公室发布的《数字中国建设发展报告（2018 年）》。在指标的排序上，综合考虑了当地信息服务应用、信息技术产业、产业数字化、信息基础设施、网络安全和发展环境等多项权重要素共同决定⁶。我们将得分排名最高的前 10 个省份或者自治区标注为 1，其他省份或者自治区标注为 0。我们采用各自治区的卫生技术人员数(万人)来度量卫生技术，即各省执业和注册的专业卫生技术人员，包括医师和护士。数据来源国际统计局，我们采用 2018 年的数据作为统计基础。

在控制变量方面，包括 GDP、人口数、医护资源、行政效率、输入型人口数等。

首先，我们控制了各自治区 2018 年的 GDP。其次，我们控制了各自治区的医护资源变量，包括床位数、医生数、防控中心、医院数等，均按照人均或者万人口径进行了统计，因此，我们没有额外再控制人口总量。

⁶ 数据来源：http://www.sohu.com/a/312357200_162522，获取时间：2020-2-22

在行政效率方面，我们参考毕青苗、陈希路、徐现祥、李书娟(2018)思路，采用中国地级行政审批的数据中成立年数和服务窗口数作为代理变量。在省行政审批中心设立时间定义上，我们采用该省第一个地级市行政审批成立的年度作为标识该省行政审批设立年度。因为该数据提供到 2015 年 12 月，一共提供了 333 个地级行政审批中心相关数据，因此，我们采用 2015 年汇总计算得到的各省份行政审批数据作为分析变量。因为该数据缺乏北京、上海、天津和重庆的数据，因此，这四个城市的数据为作者通过互联网搜索整理得到，进驻窗口数量以该市审批支持事项数量为代表。

本文我们只考虑不包含湖北省在内的其他中国大陆省份和地区。

模型中使用到的变量解释如下表 1：

表 1：变量

变量名	含义	数据来源
P	最终确诊倍数	手动计算
M	动态确诊倍数	手动计算
Digital_top10	该省的信息化发展程度是否排名前十，如果是，为 1，否则为 0	《数字化中国建设发展报告(2017 年)》
hospital_tech	各自治区三甲医院数量(万人/家)，代表各省市自治区的综合医疗水平	依据网络数据整理
Hospitaltech_Digital_top10	各自治区信息水平与各自治区三甲医院数量(万人/家)的交叉项	作者计算得到
Health_technician	该省 2018 年卫生技术人员数(万人)，代表该省自治区卫生人员技术水平	国家统计局
Digitaltop10_Healthtechnician	该自治区的数字化水平与该省 2018 年卫生技术人员数(万人)的交叉项	计算得到
ALC_length	该省自治区行政审批中心设立迄今(2020)年数，代表该省自治区行政效率	手动计算
Digitaltop10_ALClength	该省行政审批中心设立迄今(2020)年数与信息化水平的交叉项	手动计算
Digitaltop10_ALCwin	该省行政审批中心进驻窗口数量与信息化水平的交叉项	手动计算
ALC_win	进驻窗口数量	

GDP	各省份自治区 2019 年 GDP	国家统计局
Beds	该省 2018 年每万人医疗机构床位数(张)	国家统计局
Health_staff	该省 2018 年卫生人员数(万人)	国家统计局

4 实证结果

4.1 最终防疫控制效果

首先，我们验证模型一，结果如表 2。表 2 显示，Digital_top10 与 P 的关系并不显著，假设一成立。

表 2：最终确诊倍数与信息技术水平关系

	1	2	3	4	5
VARIABLES	P	P	P	P	P
Digital_top10	6.311	-103	14.33	-53.32	-37.5
	-86.31	-486.2	-83.79	-111.1	-126.6
hospital_tech	-0.0915	-0.092	-0.0368	-0.113	-0.112
	-0.168	-0.173	-0.167	-0.171	-0.177
ALC_length	-17.9	-18.88	-20.82	-17.92	-17.4
	-12.47	-13.47	-12.23	-12.55	-12.76
ALC_win	0.0041	0.00387	0.0123	0.00358	0.00337
	-0.0127	-0.013	-0.0134	-0.0128	-0.013
GDP	-0.00236	-0.00238	0.00344	-0.00371	-0.00214
	-0.00542	-0.00556	-0.0065	-0.00568	-0.00555
Beds	1.177	1.395	4.189	1.222	0.757
	-3.557	-3.768	-3.976	-3.58	-3.731
Health_staff	-20.32	-18.5	-12.35	-14.07	-20.37
	-17.96	-20.05	-18.18	-19.48	-18.32
Health_technician	29.23	26.66	13.53	21	28.79
	-27.28	-30.12	-28.38	-29.07	-27.83
Digitaltop10_ALClength		6.193			
		-27.1			
Digitaltop10_ALCwin			-0.0413		
			-0.0272		
Digitaltop10_Healthtechnician				2.907	
				-3.374	
Digitaltop10_hospitaltech					0.214
					-0.444

Constant	408.4 -251.7	418.4 -261.6	279.6 -258.2	439.8 -255.9	439.8 -264.9
Observations	29	29	29	29	29
R-squared	0.158	0.16	0.249	0.19	0.168

注：Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

4.2 动态的确诊率倍数与信息技术水平关系

表 3、表 4、表 5 显示动态确诊倍数与信息技术水平回归结果。

表 3 显示，从 1 月 24 日到 1 月 30 日(除了 1 月 22, 1 月 27 和 1 月 29 号)，动态确诊倍数与信息技术水平(Digital_top10)关系呈现显著正相关关系，因此，支撑我们假设二，即，信息技术越高，越对疾病溯源有帮助，提高潜在病例的确诊数。

ALC_length 和动态确诊倍数呈现显著负相关关系。这个原因可能在于，一方面通过减少二次感染率而降低动态确诊倍数，另一方面，也体现出在疫情早期可能专业化的行政审批中心经验在快速决策方面的某些不足，即，分工过细，导致在病情溯源等工作种存在某种反应过慢的可能性。

在 GDP 高的区域，可能综合经济条件更高，民众对疾病的认知更高，因此，相对更注重防护，体现在感染上，数字更低，因此，GDP 在早期和动态确诊率呈现显著负相关关系。

Health_technician 的系数在早期也呈现显著正相关，我们认为在卫生技术人员越高(万人)的省份，在基层的疾病溯源方面效率更高、疾病诊断和汇报效率也更高，因此，和动态确诊倍数率正相关。原因可能在于，卫生技术水平高的省份医疗体系的不同层级能更快掌握疾病的确诊标准；同时，流行病调查等技术人员充足的地区，对密集接触人员的锁定也会更加快速，便于尽快隔离。而技术更完善的省份地区在病历上传等工作上也会更为高效。

Health_staff 作为整体的医护资源，代表的医护和隔离支撑力量，医护资源越充分，疾病扩散的风险就越低，因此，在早期也体现出来显著的负相关关系。。

我们可以看到，代表综合医疗技术的三甲医院(hospital_tech)数量和动态确诊倍数从始到中没有体现出显著相关性。我们认为，这个和我们的分析目标有关系，即，我们分析的是输入性省份和自治区的控制，实际上，到 1 月 21 日为止，该疾病的基本症状、可以人传人已经全国通晓，因此，综合医疗技术可能影响的是治疗效果而不是发现和确诊效率。作为输入性省份，因为病人数在可控范围，湖北意外省份和自治区并没有出现医疗资源挤兑，因此，床位(Beds)和动态确诊倍数没有显著相关性。行政审批开放窗口(ALC_win)也没有呈现显著相关性。

表 3:动态确诊率与信息技术水平关系，不考虑交并项

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VARIABLES	M121	M122	M123	M124	M125	M126	M127	M128	M129	M130	M131	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
Digital_to p10	3. 803***	2. 504	6. 421* *	10. 10* *	12. 18* *	15. 45*	16. 77	27. 60*	28. 79	41. 60*	44. 67	51. 4 4	53. 6 7	57. 0 2	57. 6 6	59. 5 6	66. 0 4	69. 6 5	74. 2 8
	-1. 159	-2. 978	-2. 909	-3. 802	-4. 652	-8. 155	-11. 0 9	-13. 94	-16. 9	-22. 82	-28. 5 5	-33. 34	-39. 92	-49. 23	-57. 95	-67. 94	-81. 68	-88. 14	-93. 68
hospital_t ech	-0. 00159	0. 0004 9	-0. 005 48	-0. 010 8	-0. 011 9	-0. 022 4	-0. 02 32	-0. 014 6	-0. 01 13	-0. 019 9	-0. 03 39	-0. 0 42	-0. 0 517	-0. 0 724	-0. 0 928	-0. 1 1	-0. 1 31	-0. 1 41	-0. 1 53
	-0. 00225	-0. 005 77	-0. 005 64	-0. 007 37	-0. 009 02	-0. 015 8	-0. 02 15	-0. 027	-0. 03 28	-0. 044 2	-0. 05 53	-0. 0 646	-0. 0 774	-0. 0 954	-0. 1 12	-0. 1 32	-0. 1 58	-0. 1 71	-0. 1 82
ALC_len gth	0. 0853	-1. 038 **	-1. 524 ***	-2. 062 ***	-2. 394 ***	-1. 585	-1. 63 2	-2. 516	-2. 67	-3. 225	-3. 77 3	-4. 0 7	-4. 4 57	-4. 7 74	-5. 8 07	-6. 9 97	-8. 4 44	-9. 1 2	-9. 4 36
	-0. 153	-0. 392	-0. 383	-0. 5	-0. 612	-1. 073	-1. 45 9	-1. 835	-2. 22 4	-3. 004	-3. 75 8	-4. 3 89	-5. 2 54	-6. 4 8	-7. 6 27	-8. 9 43	-10. 75	-11. 6	-12. 33
ALC_win	-0. 00012 5	3. 56E- 05	0. 0003 15	0. 0005 36	0. 0004 17	0. 0010 4	0. 001 82	0. 0023 3	0. 003 54	0. 0041 2	0. 005 35	0. 00 532	0. 00 513	0. 00 45	0. 00 297	0. 00 444	0. 00 434	0. 00 438	0. 00 334
	-0. 00017 1	-0. 000 44	-0. 000 43	-0. 000 562	-0. 000 688	-0. 001 21	-0. 00 164	-0. 002 06	-0. 00 25	-0. 003 37	-0. 00 422	-0. 0 0493	-0. 0 059	-0. 0 0728	-0. 0 0857	-0. 0 1	-0. 0 121	-0. 0 13	-0. 0 138
GDP	-6. 07E-0 5	-1. 39E -05	-0. 000 306	-0. 000 533**	-0. 000 654**	-0. 000 835	-0. 00 101	-0. 001 70*	-0. 00 208*	-0. 002 33	-0. 00 264	-0. 0 0272	-0. 0 0263	-0. 0 0262	-0. 0 0239	-0. 0 0277	-0. 0 0292	-0. 0 0291	-0. 0 0265
	-7. 28E-0 5	-0. 000 187	-0. 000 183	-0. 000 239	-0. 000 292	-0. 000 512	-0. 00 0696	-0. 000 875	-0. 00 106	-0. 001 43	-0. 00 179	-0. 0 0209	-0. 0 025	-0. 0 0309	-0. 0 0364	-0. 0 0426	-0. 0 0513	-0. 0 0553	-0. 0 0588
Beds	-0. 0597	-0. 147	-0. 099 4	-0. 085 6	-0. 022	0. 0202	-0. 02 54	-0. 023 2	-0. 15 9	0. 077	0. 236	0. 29 6	0. 62 1	0. 79 9	1. 36 6	1. 56 1. 56	1. 94 9	2. 07 3	2. 33 6
	-0. 0486	-0. 125	-0. 122	-0. 159	-0. 195	-0. 342	-0. 46 5	-0. 585	-0. 70 9	-0. 957	-1. 19 7	-1. 3 98	-1. 6 74	-2. 0 64	-2. 4 3	-2. 8 49	-3. 4 25	-3. 6 96	-3. 9 28

Health_technician	0.272	0.312	2.200*	3.276*	4.281*	4.721*	5.344	9.528*	12.77	14.78*	17.60	18.6	19.6	20.9	21.7	24.7	26.8	27.4	26.6
			*	*	**			*	**		*	2*	5	9	9	5	5	7	4
	-0.372	-0.954	-0.932	-1.218	-1.491	-2.614	-3.553	-4.469	-5.416	-7.315	-9.15	-10.69	-12.79	-15.78	-18.57	-21.77	-26.18	-28.25	-30.02
Health_staff	-0.178	-0.249	-1.446	-2.082	-2.752	-3.022	-3.44	-6.012	-8.21	-9.614	-11.5	-12.	-13.	-14.	-15.	-17.	-18.	-19.	-18.
			**	**	**	*	4	*	5**	*	4*	30*	26	38	16	12	63	1	71
	-0.245	-0.63	-0.615	-0.804	-0.984	-1.724	-2.344	-2.948	-3.573	-4.826	-6.036	-7.05	-8.44	-10.41	-12.25	-14.37	-17.27	-18.64	-19.81
Constant	2.971	31.02*	38.23*	50.00*	55.81*	47.10*	58.64	68.56*	85.15	90.51	101.3	113.5	118	135	137.5	159.5	178.3	193	196.5
		**	**	**	**	*	*		*										
	-3.098	-7.956	-7.772	-10.16	-12.43	-21.79	-29.62	-37.25	-45.15	-60.98	-76.27	-89.08	-106.6	-131.5	-154.8	-181.5	-218.2	-235.5	-250.3
Observations	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-squared	0.57	0.545	0.644	0.642	0.605	0.349	0.295	0.291	0.296	0.292	0.272	0.261	0.238	0.211	0.191	0.175	0.16	0.156	0.157

注：Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.

信息化技术在医疗体系的应用，核心人员是各级卫生技术人员。从当前情况看，我国各级卫生技术人员的现状和管理存在一些不足。首先，整体上看，卫生技术人员团队学历层次不高，教育水平上的欠缺会成为信息化应用的瓶颈。因为大量的信息化手段和应用终端可能会需要一定的知识作为基础。在韦译婷，闵晓阳，朱平华，& 陈丹丹(2019)的研究显示，我国乡镇卫生技术人员中，高学历占比较低，研究生人员比例仅为 0.1%、占比最高的是中专学历，为 44.5%。医院的卫生技术人员的学历稍高，占比最高的是本科，为 32.2%。即使是医疗体系中和信息技术关联比较大的技术人员，也呈现出信息化应用方面的不足。李岳峰等(2014)发现，一项针对卫生信息化技术人员知识结构调查研究中，结果显示，关于卫生安全管理与应急处理知晓情况的项目中，灾难事故的急救原则与工作流程了解的只占 35%(35/101)，而卫生信息项目执行与督察了解的只占到 55%(55/100)。

学历和经验的不足可以通过后续的继续教育来完善。卫生技术人员的素质需要持续提高，其中继续教育是一个重要的手段。研究发现，岗位技能培训和理论培训对于提高卫生技术人员水平帮助是最大，但是，当前，针对卫生人员提供的继续教育形式主要为学术会议(陈丽，杜治琴，刘振华，刘振洪，吴亚军，& 徐强等. 2019)。这反应了当前卫生技术人员提升的困境。

为了研究在卫生技术人员占比更高的省份自治区，在本次疫情早期管控制中是否更好的利用了信息化技术，我们将信息技术与卫生技术人员数量相乘，形成了交叉项，然后将交叉项纳入回归分析，结果显示在表 4。控制变量已控制(包括 hospital_tech、ALC_length、ALC_win、GDP、beds 和 Health_staff)。

表 4 显示，交叉项(Digitaltop10_Healthtechnician)和动态确诊倍数没有呈现显著相关性，说明在疫情控制过程中，卫生技术人员和信息技术水平并没有共同作用到疫情管控。原因可能两个：1、信息技术没有结合到各级卫生技术人员工作中。2、卫生技术人员不能熟悉地应用信息技术并发挥作用。我们建议，在卫生技术人员体系建设中，需要加强信息技术使用和培训。

表 4：考虑信息技术与卫生技术人员的交叉项

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VARIABLES	M121	M122	M123	M124	M125	M126	M127	M128	M129	M130	M131	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
Digital_top10	5.319** *	2.46	5.304	9.461*	10.29*	11.4 3	10.7 9	21.3 7	22.5 1	40.0 4	44.3 5	56.4 4	58.94	64.48	66.1 5	65.0 6	76.1 3	83.2 1	93.57
	-1.372	-3.811	-3.7	-4.86	-5.913	-10. 33	-14. 01	-17. 7	-21. 5	-29. 21	-36. 54	-42. 64	-51.0 5	-62.9 5	-74. 1	-86. 93	-104 .5	-112 .7	-119. 7
Health_technician	0.48	0.306	2.046*	3.188* *	4.021* *	4.16 8	4.52 1	8.67 0*	11.9 0*	14.5 6*	17.5 6*	19.3 1	20.37	22.02	22.9 6	25.5 1	28.2 4	29.3 3	29.3
	-0.37	-1.027	-0.997	-1.31	-1.594	-2.7 84	-3.7 77	-4.7 7	-5.7 95	-7.8 73	-9.8 49	-11. 49	-13.7 6	-16.9 7	-19. 97	-23. 43	-28. 16	-30. 38	-32.2 6
Digitaltop10_Healthtechnician	-0.0780 *	0.00229	0.0575	0.0327	0.0973	0.20 7	0.30 8	0.32 1	0.32 3	0.08 04	0.01 67	-0.2 58	-0.27 1	-0.38 4	-0.4 37	-0.2 83	-0.5 2	-0.6 98	-0.99 3
	-0.0423	-0.118	-0.114	-0.15	-0.182	-0.3 19	-0.4 32	-0.5 46	-0.6 63	-0.9 01	-1.1 27	-1.3 15	-1.57 5	-1.94 2	-2.2 86	-2.6 82	-3.2 23	-3.4 77	-3.69 2
控制变量是否控制	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	2.71	31.03** *	38.42** *	50.11* **	56.13* **	47.7 9**	59.6 7*	69.6 3*	86.2 4*	90.7 8	101. 3	112. 6	117.1	133.7	136	158. 6	176. 5	190. 7	193.2
	-2.938	-8.162	-7.923	-10.41	-12.66	-22. 12	-30. 01	-37. 89	-46. 04	-62. 55	-78. 25	-91. 3	-109. 3	-134. 8	-158 .7	-186 .2	-223 .7	-241 .3	-256. 3
Observations	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-squared	0.632	0.545	0.649	0.642	0.611	0.36 2	0.31 2	0.30 3	0.30 4	0.29 3	0.27 2	0.26 2	0.239	0.212	0.19 3	0.17 5	0.16 1	0.15 8	0.16

注：Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

当前,我国大多数医院的信息化管理水平趋于完善,在就医一卡通、缴费、档案等方面使用非常普及(谷立州, 2019), 基于互联网信息技术的在线的就诊服务等应用也广泛应用。更高的综合医疗技术水平也意味着,可能会更有效地利用信息技术帮助进行疫情控制。我们将省份自治区的医疗综合技术水平和该省份自治区的信息化水平做一个交叉项,然后将该变量放入到变量列表中,参与回归,回归结果如表 5。控制变量已控制(包括 Health_technician、ALC_length、ALC_win、GDP、beds 和 Health_staff)。

表 5 显示,交叉项(Digitaltop10_hospitaltech)和动态确诊倍数除了在 1 月 21 号的回归结果中呈现显著负相关关系外,在其他日期的回归结果中没有呈现显著相关关系。这意味着,不管是综合医疗水平高的省份自治区还是综合医疗水平一般的地区,在利用信息技术进行疫情控制方面没有显著差异。

原因可能有二。原因一,本次疫情发展突然和迅速,在疫情控制早期,不管综合医疗水平位于哪个层次,医疗系统都没有有效地将该疫情和医疗系统的传统信息化应用结合起来。信息技术结合医院技术体系的应用开发需要时间,使用也需要经过系统的训练。我们建议,在当前国家各级医疗技术体系的建设中,需要兼容突发疫情的信息化模块,并且能够在平时的时候经常操练,只有这样,才能在疫情发现早期快速启用相关的信息应用。

原因二,可能在于我国当前医疗信息系统建设侧重的是日常、常规的业务管理和效率提升,对于类似此次新冠疫情的信息化建设不足或者应用不足。尽管相关研究显示,最近几年医疗系统使用信息化技术进行传染病管理方面得效果较为显著,比如,景莉等(2014)的研究显示,某院开发的传染病信息化管理系统应用前后,报告的效率、报告的完整性和准确性等具有显著提高。但是,从本文的实证结果看,信息化技术在不同综合医疗水平的省份和地区并没有呈现显著差异。

表 5：考虑信息技术与医疗综合技术的交叉项

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VARIABLES	M121	M122	M123	M124	M125	M126	M127	M128	M129	M130	M131	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
Digital_top10	7.350***	5.629	9.067**	13.05**	13.72*	14.27	13.09	26.38	26.74	46.85	54.18	66.66	70.2	76.68	78.15	77.58	89.26	96.12	104.9
	-1.293	-4.262	-4.191	-5.506	-6.814	-11.97	-16.24	-20.47	-24.8	-33.47	-41.81	-48.73	-58.38	-72.03	-84.85	-99.6	-119.7	-129.2	-137.2
hospital_tech	0.000283	0.00214	-0.00408	-0.0092	-0.0111	-0.0231	-0.0252	-0.0153	-0.0124	-0.0171	-0.0289	-0.034	-0.043	-0.062	-0.082	-0.1	-0.118	-0.127	-0.137
	-0.00182	-0.00599	-0.00589	-0.00773	-0.00957	-0.0168	-0.0228	-0.0287	-0.0348	-0.047	-0.0587	-0.0684	-0.082	-0.101	-0.119	-0.148	-0.168	-0.181	-0.193
Digitaltop10_hospitaltech	-0.0176**	-0.0155	-0.0131	-0.0147	-0.00769	0.00589	0.0183	0.00607	0.0102	-0.0261	-0.0472	-0.057	-0.0821	-0.0977	-0.102	-0.0895	-0.115	-0.132	-0.152
	-0.0046	-0.0152	-0.0149	-0.0196	-0.0243	-0.0426	-0.0578	-0.0729	-0.0883	-0.119	-0.149	-0.173	-0.208	-0.256	-0.302	-0.355	-0.426	-0.46	-0.488
控制变量是否控制	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	0.848	29.15**	36.64**	48.24**	54.88**	47.81*	60.84*	69.29*	86.38*	87.36	95.56	104.4	108.1	123.3	125.2	148.7	164.4	177.2	178.1
	-2.474	-8.154	-8.017	-10.53	-13.04	-22.9	-31.07	-39.16	-47.45	-64.04	-79.99	-93.22	-111.7	-137.8	-162.3	-190.5	-229	-247.1	-262.5
Observations	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-squared	0.752	0.568	0.658	0.651	0.607	0.349	0.298	0.291	0.296	0.294	0.276	0.268	0.244	0.216	0.196	0.177	0.163	0.159	0.161

注：Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

在疫情控制过程中，行政效率预计和防控效果是紧密相关的。在研究行政效率和信息化技术是否共同作用于疫情管控方面，我们选择了行政审批中心作为行政的一个代表。行政审批中心是特定的行政服务机构，目标是为个人或者企业提供便利的一站式服务，减少部门重复工作和老百姓办件事跑断腿的情况。从上个世纪末开始，我国各省份自治区就相继建立起省市县对应的行政审批中心，迄今，大部分省市自治区的行政审批中心运营经验已超过 10 年。

采用行政审批中心的方式进行社会服务，可能会对行政管理部门产生两个影响：影响一，对每个部门的工作更细分，同时，能明确每个部门的界限和衔接点，从专业化层度来说更高，在日常的管理中效率更高；影响二，专业化层度更高往往也意味着对其他部门的业务可能接触较少，在需要进行跨部门和快速应变的时候可能不足。有研究显示，行政审批中心对提高行政审批效率起到积极作用，一站式、电子政务的方式提供了一种新的社会管理的方法，有利于转变政府职能和思路吴迪 (2010)。也有研究显示部分行政审批中心存在不足，仅仅是实现了“物理”的一站式，但是，在资源整合应用方面存在问题(李启迪，2011)。

我们选择行政审批中心开立年数和服务窗口数作为两个考虑变量，因为开立年数代表了这种行政模式的运营经验长短，而服务窗口代表了这种服务模式的广度，行政审批窗口数越多，意味着服务更专业化、更细化。我们将年数和窗口数分别和信息化技术一起构建交叉变量(Digitaltop10_ALClength 和 Digitaltop10_ALCwin)。行政审批中心开立年数越长，以为着采纳这种社会服务模式的思路的时间更长，熟悉这种细化、更专业的服务模式更长。我们将这两个交叉变量分别加入到变量列表，然后和动态确诊倍数进行回归，回归结果分别见表 6 和表 7。控制变量已控制。

表 6 结果显示，Digitaltop10_ALClength 和动态确诊倍数并没有呈现显著相关关系，除了 1 月 21 号，即经验越丰富，并没有更好地利用信息化技术作用于抗疫。表 7 结果显示，Digitaltop10_ALCwin 和动态确诊倍数呈现显著负相关关系。结果显示，更细化提供社会服务的省份自治区在应用信息化技术进行抗议方面，主要是通过路径二起到作用，即通过信息技术减少交叉感染，从而降低确诊倍数。

表 6: 考虑信息技术与行政审批中心设立年数的交叉项

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VARIABLES	M121	M122	M123	M124	M125	M126	M127	M128	M129	M130	M131	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
Digital_top10	14.50**	-4.771	1.019	3.77	12.11	-7.869	0.689	38.36	78.43	142.2	158.2	212.3	226	272.2	291.5	299.2	348.3	384.5	434.4
	-5.532	-14.91	-14.31	-20.03	-24.75	-37.15	-52.92	-66	-84.15	-115.1	-146	-169.8	-205.2	-254	-300.6	-354.8	-427.8	-461.5	-489.7
ALC_length	0.141	-1.062**	-1.534***	-2.093***	-2.387***	-2.490*	-2.483*	-3.023*	-3.201	-3.525	-4.019	-4.096	-4.437	-4.556	-5.506	-6.674	-7.925	-8.454	-8.571
	-0.142	-0.382	-0.367	-0.514	-0.635	-0.953	-1.357	-1.692	-2.158	-2.951	-3.743	-4.355	-5.262	-6.514	-7.709	-9.097	-10.97	-11.83	-12.56
Digitaltop10_ALClengt h	-0.600*	0.431	0.324	0.354	-0.00284	1.203	0.788	-1.031	-2.99	-5.915	-6.657	-9.375	-10.03	-12.5	-13.58	-13.91	-16.36	-18.24	-20.83
	-0.312	-0.84	-0.806	-1.128	-1.394	-2.092	-2.98	-3.716	-4.739	-6.481	-8.221	-9.564	-11.55	-14.3	-16.93	-19.98	-24.09	-25.99	-27.57
控制变量是否控制	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	-4.462	23.25***	29.98***	43.61***	49.74***	57.67**	69.46**	72.94**	95.18**	100.1	110.9	122.7	127.5	144.6	147.4	170	189.1	204.3	207.9
	-2.832	-7.635	-7.324	-10.25	-12.67	-19.02	-27.09	-33.79	-43.08	-58.92	-74.73	-86.94	-105	-130	-153.9	-181.6	-219	-236.3	-250.7
Observations	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-squared	0.658	0.547	0.661	0.646	0.609	0.487	0.395	0.344	0.348	0.341	0.308	0.305	0.275	0.246	0.222	0.198	0.181	0.178	0.182

注: Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

7: 考虑信息技术水平与行政审批中心窗口数的关系

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VARIABLE	M121	M122	M123	M124	M125	M126	M127	M128	M129	M130	M131	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
S																			
Digital_top10	3.894 ***	2.798	6.952 **	10.78 ***	13.14* **	16.91 **	18.85 *	29.96 **	32.06 **	45.86 **	49.81 *	57.00 *	59.83	63.9 3	64.9 7	67.9	75.1 6	79.1 5	83.9 7
	-1.16 2	-2.93 9	-2.56	-3.36 7	-3.875	-7.22 2	-9.64 6	-12.5 8	-14.5 4	-19.9	-25.2 6	-30.2	-36.9 1	-46. 44	-55. 63	-65. 47	-79. 64	-86. 27	-92. 05
ALC_win	-4.60 E-05	0.000 289	0.000 774*	0.001 13*	0.0012 5*	0.002 31*	0.003 62**	0.004 37**	0.006 37**	0.007 81**	0.009 79**	0.010 1*	0.010 5*	0.01 05	0.00 929	0.01 17	0.01 22	0.01 26	0.01 17
	-0.00 0188	-0.00 0475	-0.00 0414	-0.00 0544	-0.000 627	-0.00 117	-0.00 156	-0.00 203	-0.00 235	-0.00 322	-0.00 408	-0.00 488	-0.00 597	-0.0 0751	-0.0 0899	-0.0 106	-0.0 129	-0.0 139	-0.0 149
Digitaltop10	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.004	-0.00	-0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
_ALCwin	0391	126	228**	292**	13***	626**	894**	01**	40***	83**	20**	39**	64**	296*	313	358	391	407	415
	-0.00 0383	-0.00 0968	-0.00 0843	-0.00 111	-0.001 28	-0.00 238	-0.00 318	-0.00 414	-0.00 479	-0.00 656	-0.00 832	-0.00 995	-0.01 22	-0.0 153	-0.0 183	-0.0 216	-0.0 262	-0.0 284	-0.0 303
控制变量是否控制	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	1.647	26.77 ***	30.52 ***	40.12 ***	41.84* **	25.89	28.38	34.31	37.76	28.6	26.78	32.7	28.66	34.8	31.4 6	38.4 2	45.8 7	55.1 6	55.8 3
	-3.35 5	-8.48 8	-7.39 2	-9.72 4	-11.19	-20.8 6	-27.8 5	-36.3 2	-41.9 8	-57.4 8	-72.9 3	-87.2	-106. 6	-134 .1	-160 .6	-189 .1	-230	-249 .1	-265 .8

Observations	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-squared	0.591	0.58	0.739	0.734	0.741	0.516	0.495	0.454	0.506	0.49	0.461	0.426	0.383	0.33	0.29	0.27	0.24	0.23	0.22
														5	4	5	4	5	9

注: Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

4.2 稳健性检验

4.2.1 Lasso 回归

考虑到只有 30 个样本(内地除湖北省外的其他省份和自治区)，样本量可能带来共线、过拟合等负面影响，我们首先采用 Lasso 进行稳健性检验。Lasso 通过设置对系数的惩罚机制，避免了因为样本较小带来的共线和过拟合。我们主要检验模型 2。

Lasso 基本模型如下：

$$\hat{\beta}^{lasso} = \operatorname{argmin} \{ (\sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^P x_{ij} \beta_j)^2 + \lambda \sum_{j=1}^P |\beta_j| \} \text{公式}$$

我们进行 Lasso 估计，观察 M121 到 M28 对应的系数变化过程。其中，对 M123 的 Lasso 估计结果显示在表格 8。可以看到，随着 Lambda 不断变小，R-sq 在逐渐变大。在 Action 列可以看到每一个系数加入的动态信息。

表格 8：系数变化

Knot	ID	Lambda	s	L1-Norm	EBIC	R-sq	Action
1	1	218.873	1	0	112.613	0	Added _cons.
2	2	199.428	2	0.107	115.648	0.063	Added ALC_length.
3	8	114.12	4	1.003	117.132	0.293	Added Digital_top10 Beds.
4	16	54.216	5	3.163	112.688	0.483	Added Digitaltop10_ALClength.
5	17	49.4	6	2.503	116.741	0.499	Added hospital_tech.
6	18	45.011	7	1.787	119.706	0.531	Added Digitaltop10_ALCwin.
7	19	41.013	6	1.319	113.44	0.551	Removed Digital_top10.
8	22	31.025	7	1.443	115.621	0.591	Added Health_staff.
9	24	25.757	6	1.514	109.123	0.611	Removed Beds.
10	25	23.469	7	1.547	112.767	0.628	Added ALC_win.
11	27	19.484	8	1.6	116.174	0.647	Added Digitaltop10_Healthtechnician.
12	28	17.753	9	1.632	120.134	0.659	Added Digitaltop10_hospitaltech.
13	34	10.159	10	1.818	120.391	0.708	Added Beds.
14	61	0.824	11	2.582	122.034	0.739	Added Health_technician.
15	68	0.43	12	3.445	137.761	0.626	Added Digital_top10.
16	69	0.391	13	3.704	128.384	0.768	Added GDP.

图 4 显示解释变量为 M123 时候，不同变量回归系数的变化过程。在图左侧，Lambda=0 时，此时不存在惩罚项，Lasso 等价于 OLS，可以看到 Digital_top10 加入系数列表(Knot 3)，然后被移除(knot 7)，但是后又加入(knot 15)。而当 λ 逐渐增大时(向右侧移动)，惩罚力度增大，几乎所有变量系数均向 O 轴靠近，Digital_top10 也快速下降。当 Lambda 移动到中间和偏右时候，所有系数逐渐为 0，即，过大的惩罚系数，导致变量系数为 0。

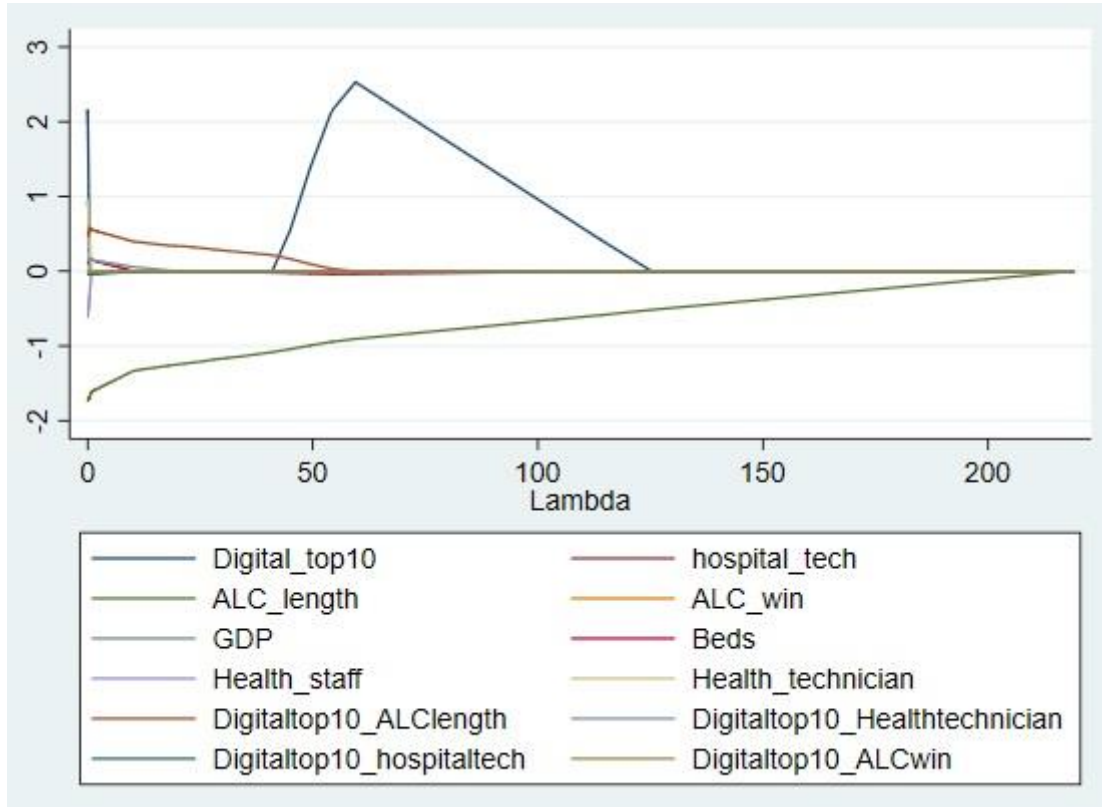


图 4：M123 回归系数变化图示过程

按照同样的方法，完成对 M121 到 M28 进行 lasso 估计。

在次基础上，针对 M121 到 M28 的结果，我们使用 K 折交叉验证来选择最佳的调整参数。默认 K 等于 10，即将样本平均分为 10 等份，其中第 1 份作为验证集，另外 2-9 份作为训练集，用于进行模型估计。再以模型结果用于预测第一份子样本，得到第一份子样本的均方预测误差值 $MSPE_1$ 。然后分别以第 2 到第 10 份作为验证集，采用同样的方法进行模型估计和预测，得到 $MSPE_2$ 到 $MSPE_{10}$ 。将 $MSPE_1$ 到 $MSPE_{10}$ 进行加总，得到样本全集的 MSPE。通过调整参数，获得最小的 MSPE，即得到最佳的模型估计值。

交叉验证结果显示在表 9(系数为 0 的变量省略)。第 1 列为动态确诊倍数，第 2 列中，“Lasso”代表 Lasso 估计的结果，而“Post Lasso”估计量的结果为即仅使用 Lasso 进行变量筛选，然后扔掉 Lasso 的回归系数，再对筛选出来的变量进行 OLS 回归结果。列 3~列 9 为变量估计系数，列 10 为常数项估计系数。在表 9 中，我们省略了所有系数为 0 的变量。列 11 和列 13 分别显示每个 Lasso 估计的 lambda 值、MSPE 和标准差值，这些值都是在 10 折交叉验证过程中对应 MSPE 最小时的取值。从 M126 到 M28，变量的系数均为 0，省略。

从列 3 看，在疫情早期(M121-M125，除了 M124)，Lasso 的估计结果显示，信息技术发展水平 Digital_top10 与动态确诊倍数正相关的，和我们通过 OLS 回归得到的结果一致。

表 9: Lasso 估计结果

	Selecte d	Digital_top1 0	Beds	Digitaltop10 _ALClength	Digitaltop10 _ALCwin	ALC_length	ALC_wi n	hospital_tech	Lambda	MSPE	st. dev.
M121	Lasso	5. 6264708	-0. 000217 4	-0. 0109697	-0. 0002861				6. 408198 1	2. 823109 2	0. 9125595 3
	Post-est	7. 1155202	0. 0084432	-0. 0158592	-0. 0004226						
M122	Lasso	1. 0670787	-0. 125462 5	0. 0105505		-0. 9027421			32. 74722 5	26. 10365 4	11. 917198
	Post-est	-3. 2581258	-0. 130731 4	0. 3122168		-1. 1754946					
M123	Lasso	2. 5290748	-0. 038012			-0. 9058353			59. 50242	29. 16361 8	7. 069541
	Post-est	4. 8324653	-0. 078013 7			-1. 2530635					
M124	Lasso		0. 0033469	0. 4984031	-0. 0019423	-1. 6236129	0. 000561 3	-0. 0053677	16. 67135 4	43. 82747 9	6. 1698433
	Post-est		0. 135918	0. 675081	-0. 0029913	-1. 906052	0. 001003 5	-0. 006554			
M125	Lasso	3. 5157026				-1. 0949047			103. 3117 5	65. 71071 9	17. 838196
	Post-est	7. 8018938				-1. 7704484					

4.2.2 因子分析

我们进一步采用因子分析方法进行稳健性检验。因子分析通过提炼共性因子，对数据进行降维，起到减少共线性的作用。

执行因子分析，然后进行因子旋转，因子旋转后的结果显示在表 10 和表 11。从表 10 可以看到，前三个因子(Factor1, Factor2 和 Factor3)的累计解释能力为 87%，而且每个变量特征值大于 1(分别为 3.786, 3.405 和 1.249)，因此，我们只考虑前 3 个因子即可。

表 10: 因子累积方差

Factor	Variance	Difference	Proportion	Cumulative
Factor1	3.786	0.382	0.390	0.390
Factor2	3.405	2.156	0.351	0.741
Factor3	1.249	0.479	0.129	0.870
Factor4	0.770	0.384	0.079	0.949
Factor5	0.386	0.251	0.040	0.989
Factor6	0.135	0.011	0.014	1.003
Factor7	0.125	.	0.013	1.016

LR test: independent vs. saturated: $\chi^2(66) = 545.35$ Prob> $\chi^2 = 0.0000$

从表 11 可以看到，在因子 1 里面，主要的变量为 Digital_top10 和 Digitaltop10_ALClength，值分别为 0.960 和 0.955。我们将因子 1，因子 2 和因子 3 中，每一列值超过 0.6 的变量提取出来，放到表格 12。

表 11: 旋转因子载荷(矩阵)

Variable	Factor1	Factor2	Factor3
Digital_top10	0.960	0.131	0.154
hospital_tech	-0.119	0.258	-0.009
ALC_length	0.113	0.570	-0.018
ALC_win	0.180	-0.006	0.678
GDP	0.473	0.831	0.237
Beds	-0.281	0.084	0.132
Health_staff	0.172	0.977	0.010
Health_technician	0.209	0.974	0.019
Digitaltop10_ALClength	0.955	0.215	0.144
Digitaltop10_Healthtechnician	0.790	0.488	0.168
Digitaltop10_hospitaltech	0.830	0.295	0.147
Digitaltop10_ALCwin	0.453	0.164	0.787

从表格 12 可以看到，因子 1 最重要的 4 个变量均和技术相。我们将因子 1 定义为技术

因子。因子 2 的变量主要和资源相关，我们将因子 2 定义为资源因子。因子 3 的两个变量主要是和行政审批窗口相关，我们将因子 3 定义为服务因子。

表 12: 因子来源

因子	最重要变量	因子特征
因子 1	Digital_top10 Digitaltop10_ALClength Digitaltop10_hospitaltech Healthtechnician	技术因子
因子 2	Health_staff Health_technician GDP	资源因子
因子 3	Digitaltop10_ALCwin ALC_win	服务因子

最后，我们预测三个因子得分，结果显示在表 13。在表 13 第 2 列可以看到，在因子 1 中，Digital_top10 得分为 0.354，为重要的变量之一。

表 13: 评分系数(方法=回归；基于 varimax 旋转因子)

Variable	Factor1	Factor2	Factor3
Digital_top10	0.354	-0.185	-0.295
hospital_tech	-0.010	-0.010	0.117
ALC_length	-0.012	-0.052	0.066
ALC_win	-0.013	0.019	0.151
GDP	-0.692	0.442	2.320
Beds	0.044	-0.008	0.103
Health_staff	0.004	-0.156	1.835
Health_technician	0.209	0.996	-3.641
Digitaltop10_ALClengt h	0.665	0.053	-0.338
Digitaltop10_Healthtech nician	0.375	-0.228	-0.647
Digitaltop10_hospitaltec h	0.052	-0.048	0.298
Digitaltop10_ALCwin	-0.054	-0.088	0.537

将三个因子得分值(f1, f2 和 f3)与 M121 到 M28 进行 OLS 回归, 结果显示在表格 14 中。

结果显示, 技术因子 f1 在早期对动态确诊倍数起到显著正相关关系, 证明了针对假设一的实证结论的稳健性。

结果显示, 资源因子 f2 在早期对动态确诊倍数起到显著负相关关系, 我们认为这主要是通过减少交叉感染、降低二次感染起的作用。比如, 医护资源越充分、地方经济实力越雄厚, 那么在前期的疫情控制中, 就能更快调动和下拨资源, 从而社区防控、医院防控等各个层面的疫情防控力量都会加强, 起到减少二次交叉感染, 从而降低动态确诊倍数的作用。

结果显示, 服务因子 f3 在疫情管控过程中并没有起到显著作用。实证结果或者意味着, 基于行政审批的窗口服务效率的提升自身, 并不会在面对突发疫情时候起到显著的优势。

表 14: 因子回归结果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VARIA	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M13	M13	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
BLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1								
f1	1.40	1.21	2.24	2.93	3.51	4.35	4.29	6.90	7.61	12.0	13.3	15.8	17.1	18.8	19.7	20.2	22.2	23.8	25.8
	1***	3	4**	6**	0**	3*	3	2*	3	1*	3*	5*	3	8	5	8		7	8
	-0.3	-0.9	-1.0	-1.3	-1.5	-2.1	-2.9	-3.6	-4.5	-6.1	-7.7	-8.9	-10.	-12.	-15.	-17.	-21.	-22.	-24.
	3	76	13	18	26	77	04	95	99	47	33	46	61	95	19	77	28	93	36
f2	-0.0	-2.1	-2.2	-2.7	-2.8	-3.6	-5.5	-3.3	-3.1	-4.4	-5.0	-6.1	-9.0	-11.	-13.	-14.	-17.	-18.	-19.
	691	34**	05**	52**	99*	05	57*	04	5	15	73	53	46	72	13	94	46	35	63
	-0.3	-0.9	-1.0	-1.3	-1.5	-2.1	-2.8	-3.6	-4.5	-6.1	-7.7	-8.9	-10.	-12.	-15.	-17.	-21.	-22.	-24.
	29	73	09	13	2	69	93	81	82	24	05	12	57	9	13	71	2	85	27
f3	-0.4	-0.3	-1.2	-1.7	-2.6	-2.8	-3.0	-5.0	-5.4	-5.1	-4.7	-4.6	-4.2	-5.1	-5.7	-5.5	-5.7	-5.1	-4.7
	49	59		79	03	5	44	75	73	54	31	25	55	75	96	91	64	74	01
	-0.3	-1.0	-1.0	-1.4	-1.6	-2.3	-3.0	-3.9	-4.8	-6.5	-8.2	-9.5	-11.	-13.	-16.	-18.	-22.	-24.	-25.
	51	39	77	02	24	17	9	31	93	41	29	19	29	77	16	91	64	4	92
Constan	1.09	3.38	6.51	10.5	14.9	20.5	27.1	32.6	42.0	52.6	63.4	72.6	83.8	98.4	109.	122.	134.	143.	152.
t	6***	8***	3***	1***	5***	5***	2***	1***	2***	2***	7***	9***	9***	0***	9***	1***	8***	7***	4***
	-0.3	-0.9	-0.9	-1.2	-1.4	-2.1	-2.8	-3.6	-4.5	-6.0	-7.5	-8.7	-10.	-12.	-14.	-17.	-20.	-22.	-23.
	23	56	91	9	94	32	43	17	02	18	71	58	39	67	87	4	83	45	85
Observations	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

R-squa	0.42	0.19	0.29	0.29	0.30	0.23	0.20	0.18	0.14	0.15	0.12	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
red	9	8	3	4	4	9	7	4	5	8	4	8	7	5	9	4	5	3	5

5 本文不足与政策建议

本文分析了信息技术影响疫情防控的两种途径，并通过实证的方式进行了检验。实证表明，信息化技术在疫情发展早期，对溯源和提高确诊有显著的正向作用。基于此，我们建议政府部门升级信息化技术，提升在应对突发事件、危机管理的能力。

此外，我们研究卫生技术和行政效率是否和信息技术共同起作用。实证表明，卫生技(包括卫生技术人员数量和综合医疗技术)并没有和信息技术共同作用于疫情控制。我们认为这反应了医疗技术体系中应用信息化技术应对突发疫情的不足。建议结合疫情管理的信息化新技术需要真正落地到卫生系统，同时，提高卫生技术人员信息化水平。

同时，实证表明，在行政审批中心成立较早的省份和自治区，并没有显示在结合信息化技术进行抗疫方面呈现显著优势。但是，行政审批窗口数量更多的省份和自治区，在利用信息化技术进行疫情扩散管控方面具有显著优势，显著降低感染、减少确诊。我们认为，专业化行政服务覆盖广度越大，越有助于提高行政效率，应对突发疫情。

本文不足在于，本文仅对除湖北外的省份和自治区的情况进行了分析，并不能完全反应疫情的全面情况。此外，正如我们前面所提到的，相关研究显示，国际上其他国家早于中国确诊病例之前，就已出现感染的可能，因此，疫情何时传入国内，早期在其他省份自治区是否就有被感染的人群，这些因素都可能影响到对数据结果的科学性。

参考文献

- [1] 毕青苗, 陈希路, 徐现祥, 等. 行政审批改革与企业进入[J]. 经济研究, 2018, v. 53;No. 605(02):142-157.
- [2] 孙开. SARS 疫情的财政思考[J]. 财经问题研究, 2003, 000(012):43-46.
- [3] 刘丰, 韩辉, 周蕾, 等. 网络信息技术在传染病舆情监测中的应用[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2012, 035(004):273-276, 281.
- [4] 徐建国. 传染病突发公共卫生事件的技术管理[J]. 继续医学教育, 2007, 021(030):30-34.
- [5] 祁京梅. 财政收支考验重重实现预算问题不大[J]. 中国经济信息, 2003, 000(019):21-23.
- [6] 范志华. 天津市财政公共卫生支出实证分析[D]. 天津大学, 2010.
- [7] 方小燕. 我国各地区政府卫生支出的差异性研究[D]. 2016.
- [8] 中国行政管理学会课题组. 强化政府社会管理职能提高政府社会治理能力[J]. 中国行政管理, 2005, 000(003):79-83.
- [9] 志杰. 一站式互联网窗口助力政府网上审批[J]. 数码世界, 2005(09):29.
- [10] 黄俊芳, 何能清, 廖小兵, 等. 基于社区卫生服务适宜技术的公共卫生服务人力成本测算研究[J]. 中国全科医学, 2011(10):24-27.
- [11] 漆光紫, 黄高明, 王盛, 等. 乡镇卫生院卫生技术人员流动特征分析[J]. 中国公共卫生, 2009, 025(007):891-892.
- [12] 吴晔, 刘晓君, 姜小庆, 等. 江西省乡镇卫生院卫生技术人员流动性[J]. 中国公共卫生, 2017, 033(007):1048-1050.
- [13] 王磊, 陈健伟, 丁宏. 安徽省乡镇卫生院卫生技术人员流动现况调查[J]. 中华疾病控制杂志, 2011, 015(006):516-518.
- [14] 王轶, 李颖琰, 程磊. 影响村卫生室医务人员报告法定传染病因素分析[J]. 河南预防医学杂志, 2008, 019(002):84-86.
- [15] 蒲永兰, 孙培源, 李艳丽. 海淀区疾病预防控制中心卫生专业技术人员人力资源状况分析[J]. 中国初级卫生保健, 2005, 19(8):11-12.
- [16] 康敏, 张玉润. 互联网信息辅助传染病监测的研究[J]. 华南预防医学, 2010(05):34-36.
- [17] 涂文校, 熊玮仪, 倪大新, 等. 中国互联网信息辅助公共卫生监测体系建立[J]. 中国公共卫生, 2010, 026(008):1073-1075.
- [18] 王峦. 上海市社区卫生服务中心政府公共卫生服务经费投入研究[D]. 复旦大学, 2009.
- [19] 周凤梅. 信息化在医院传染病监控管理中的作用[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017,

004(047):9283-9284.

[20] 王志波, 卢靖. 信息化技术在高校健康管理领域的探讨与应用[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017(60):56-57.

[21] 龚利强. 重点人群传染病、食源性疾病监测预警系统的设计与实现[D]. 苏州大学, 2017.

[22] 刘昆, 李新楼, 邵中军. 空间流行病学在疾病预防控制工作中发挥着重要作用[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 039(009):1143-1145.

[23] 周晓农, 胡晓抒. 信息技术与卫生信息系统的发展[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2003(1):6-8.

[24] 任宏, 袁政安, 顾卓然, 等. 呼吸道传染病潜伏期传播轨迹分析技术的研发与应用[J]. 中华预防医学杂志, 2013, 47(1):63-66.

[25] 周涛. 评《签到行为的可预测性及影响因素分析》[J]. 电子科技大学学报, 2015, 000(002):161-161.

[26] 高孟绪, 曹春香, 张颢, 等. 空间信息技术在鼠疫研究中的应用[J]. 中华地方病学杂志, 2010, 029(006):706-708.

[27] 曾哲淳, 赵冬, 李岩, 等. 应用系统动力学模型对 SARS 疫情传播及主要防控措施效果的计算机模拟仿真研究[J]. 中华流行病学杂志, 2005, 26(3):159-163.

[28] 张天华, 刘子亮, 陈思琪, 等. 行政审批中心的资源配置效率研究——基于中国工业企业数据的分析[J]. 财经研究, 2019(9).

[29] 王洋. 基于服务流程绩效的行政审批中心组织建模研究. 祖国;2017(22).

[30] 潘淼, 冉萍. 综合医院疫情报告管理工作的思考[J]. 公共卫生与预防医学, 2003, 014(001):59-59.

[31] 田献氢, 林朋, 石效平, et al. SARS 期间医院管理工作的体会[J]. 中日友好医院学报(03):184-185.

[32] 谷立州. 信息技术在医院卫生经济管理中的作用[J]. 智慧健康, 2019(26):26-27.

[33] 景莉, 李莉莉, 韩雪玲, 等. 信息化在医院传染病疫情监控管理中的应用[J]. 当代护士:学术版(中旬刊), 2014(7期):185-186.

[34] 陈丽, 杜治琴, 刘振华, 等. 全国卫生专业技术人员参加继续医学教育形式及其学习效果影响因素分析[J]. 中华医学教育杂志, 2019, 39(12):958-961.

[35] 李岳峰, 周光华, 辛英, 等. 卫生信息化技术人员知识结构调查研究[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2014, 000(003):233-238.

[36] 韦译婷, 闵晓阳, 朱平华, 等. 我国城乡医疗卫生资源配置问题的探讨及对策[J]. 卫生软科学, 2019, 33(04):55-58+62.

[37] 李启迪. HZ 市行政审批中心审批业务的再造[D]. 山东大学, 2011.

[38] 吴迪. 行政审批中心在电子政务平台下的思维创新和工作转变[J]. 商业文化月刊, 2010, 000(006):266.

Two Paths and Influencing Factors: How Does Information Technology Affect Pandemic Management?

CHEN *Yuanxian*¹²

1. School of Finance, Central University of Finance and Economics. 100081, China.
2. Tilburg University, The Netherlands.

Abstract : This paper explores the relationship between information technology level and epidemic prevention and control. We point out that information technology acts on pandemic prevention and control in two ways: one is to improve the number of confirmed cases by assisting in epidemic tracing and screening; the other is to reduce confirmed cases number by helping to reduce cross-infection. The empirical results show that information technology plays a vital role through the path in the early stage of pandemic control. The two functions interact in the middle and late stages of the epidemic. This paper also discusses whether health technology, administrative efficiency, and information technology work together in epidemic control. The results showed that health technology, supervisory approval experience, and information technology had no significant impact on epidemic control. The number of windows opened for regulatory approval and the level of information technology reduce the number of confirmed cases in the early stage; that is, joint efforts play a role through the second path. In the end, the paper conducted robustness checks via lasso regression and factor analysis.

Keywords : *Covid-19, Pandemic, Information Technology, Administrative Efficiency*