《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：个人主义文化价值观对疫情控制效果的影响及其计算心理机制
作者：黄丽芹; 孙寅; 罗思阳

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：本文引用格式错误较多，建议反复自查。

回应：感谢审稿专家的意见，在本次修改稿中，我们已经对全文所有参考文献处做了检查并且改正。

意见 2：本文所关注的是“文化影响疫情控制进而影响疫情状况”的模型，但文中没有任何一个研究将上述模型作为一个整体进行考虑，或者说缺少必要的中介分析，因此该模型并未得到验证。

回应：感谢审稿专家的意见，这里我们需要指出本文是通过不同层次的数据和研究来逐步进行验证变量之间的关系。其中，文化和疫情发展情况均为（或可以总结为）群体水平变量，而文化对疫情控制的情况我们探讨的是在不同文化背景下的个体行为（如违反防疫规定的流动行为），因而不适宜将这三类变量直接进行中介分析。为了更好地说明这些变量和研究之间的关系，我们已经在正文中 p7 第二段增加描述了本文四个研究的逻辑关系，研究一和二研究的是个人主义文化对自然（疫情控制）的影响，是分别从国家水平和中国各省水平的数据进行分析； 研究三验证的是疫情下的流动行为对疫情控制（自然）的影响，通过 ABM 演化博弈模型在个体水平进行了模拟，揭示了因果关系；研究四通过层次回归对个体水平数据进行了探究，验证了个人主义文化和疫情流动倾向行为之间的关系。

我们对 P7 第二段进行了修改：

本文即以 COVID-19 疫情为切入口来阐明文化如何通过改变人类行为影响疫情控制速度最终影响环境中的病原体流行率，通过 4 个研究，结合了调查问卷的偏相关分析、分层线性模型(Hierarchical Linear Model，简称 HLM 分析)、表征相似性分析(Representational Similarity Analysis，简称 RSA)等方法以及基于主体的建模技术(Agent Based Model)来验证我们的 NBC 模型。研究一中我们在世界范围内探究了个人主义文化和疫情死亡指标的关系；

研究二中基于问卷调查获得的个体水平数据我们探究了自我建构和疫情控制速度的关系；研究三基于演化博弈模型验证了疫情下的流动行为对疫情控制速度的影响，揭示了因果关系；研究四中采用分层线性模型验证了个人主义倾向对疫情有关行为——违反政府规范的流动行为的影响，在此基础上探究其内在心理机制。

意见 3：引言部分中，“文化形成的生态视角”（p4-5）占据了相当大的篇幅，但这部分内容与后续研究没有直接关系，可以仅在讨论中提及。应当重点强调文化对自然的影响而不是自然对文化的影响。

回应：感谢审稿专家的意见，根据审稿专家的建议，我们将自然对文化形成的影响放到了讨论部分，同时在引言部分对有关于文化对于疫情的影响的研究综述进行了扩展，强调了文化对于疫情环境影响，具体修改内容如下：。

引言部分第一段：

“Hofstede 将文化比喻为人的“心理程序”(mental programming)，即人的思维、情感和潜在的行为模式，是区分不同群体成员集体思想的反映，并且提出了文化五维度理论，其中个人/集体主义在描述跨文化差异时运用最广泛(Oyserman, Coon, & Kemmelmeier, 2002)。Karkus 等人认为欧洲、北美是典型的个人主义文化，强调个人独特性，提倡自我引导和表达，个体通过关注自我来维持其独立性，形成独立自我—包含明显的品质特征，与情境分离；东亚大部分国家是集体主义文化，提倡彼此和谐，形成互依自我—关注自我与他人的关系(Cohen, Wu, & Miller, 2016)。独立/互依自我和个人主义/集体主义是文化在个体和群体层面的相似性表达，是解释跨文化差异的最重要的概念之一(Markus & Kitayama, 2010)。文化的产生和发展不仅受到人文环境的影响（例如宗教制度、社会政治结构等），还会受到地域环境的影响。文化地理学认为不同文化起源于特定自然环境相联系的生态系统，是人和自然交互的产物 Anderson, 2020)。研究者发现了众多影响文化的新因素，有几个理论非常具有代表性：病原体流行理论（Fincher, Thornhill, & Schaller, 2008; Schaller & Murray, 2010）、气候一经济理论（Fischer & Vliert, 2011; Vliert & Postmes, 2012）、农耕畜牧理论（Uskul, Kitayama, & Nisbett, 2008; Uskul et al., 2008）以及稻米理论（Talhelm et al., 2014；Talhelm & Oishi, 2018），从生态的角度为不同文化的成因提供了新思路。”

引言部分第五段：

“Cao 等人对 54 个国家的个人主义程度与封锁政策在疫情防控上的实施效果之间的关系进行探讨(Cao et al., 2020)，其中封锁政策实施效果以每个国家在实施封锁政策后第 16 天至

第 45 天期间(共 30 日)每百万人新增确诊病例数、新增死亡数以及致死率作为衡量指标。结果发现，国家的个人主义程度与新增确诊病例数、新增死亡数和致死率均成显著正相关，且在对政府严格度(Government Stringency)、人口密度和年龄中位数进行控制后仍可正向预测新增确诊病例数与新增死亡数。此外关于文化的其他研究表明权力距离越高，疫情的增长速度越慢。低权力距离文化中的个体似乎不太愿意盲目接受政府关于如何改变其社会行为的指导，相反他们更喜欢对影响他们生活方式的决定有发言权；一个国家寻求放纵而不是持久的约束的享乐主义价值观，会破坏人们应对疫情的社会规范遵守，与疾病暴发呈正相关(Messner, 2020)。基于谷歌新冠疫情社群流动报告(Google community mobility reports)数据，一项最新的研究考察了 2020 年 2 月 16 日至 3 月 29 日期间 58 个国家在公共场所的人群聚集情况(Huynh, 2020) ，结果发现不确定性规避指数与公共场所人群聚集程度呈现显著负相关，即在不确定性规避程度高的文化中，疫情严峻时期，民众前往公共场所的可能性更低。Gelfand 等人提出文化和制度因素可以结合起来预测各国在面对传染病时的反应(Gelfand et al., 2021)，在面对传染病时紧密文化对应着更少的确诊数量和死亡数量，并且通过一个正式的演化博弈理论模型表明，紧密的群体在威胁下的协作要快得多、生存率要高于宽松群体，表明在疾病威胁时期，疫情应对的跨文化差异是群体在高威胁条件下遵守合作规范的程度不同所引起的，严格的社会规范可能会赋予进化优势。个人主义和紧密性文化差异的相互作用对 COVID-19 疫情防控具有影响，在宽松和个人主义的文化下对应着快速增长的患病率和粗略死亡率以及更高的病死率(Cao et al., 2020)。”

讨论部分第七段：

“在过往有许多研究生态视角探讨文化形成的机制，提出了许多关于自然环境如何塑造文化的理论。例如，病原体流行理论认为人们在面对高病原体疾病威胁时形成团体以保持更紧密的联系，对外群体成员保持高警惕性，加强了种族主义和群际冲突，表现为偏好内群体成员和排斥外群体成员；人们会表现出从众倾向以维护社会规范，这些规范共识有减少疾病感染的社会屏障作用，排斥不循规蹈矩有潜在传染风险的“异类”，这是人们间接地对病原体威胁做出的反应，促进了集体主义文化的形成(Schaller & Murray, 2010)。另一方面，气候-经济理论将气候看作人生存环境中的需求，而经济可以满足这种需求(Fischer & Vliert, 2011)。恶劣的气候对于低收入居民是威胁性的，他们通过内部合作获取资源从而满足需求来制定和实现目标，团结合作导致更高的内部承诺和偏袒，对风险表现出厌恶因此采取更保守的态度和行为，这些促进了集体主义文化；高收入居民认为恶劣的气候具有挑战性并通过经济资源弥补了气候需求，依靠自己制定和实现目标，对风险表现出偏好并希望通过个人探

索寻求更好的结果，减少了人际交往，促进了个人主义文化(Vliert & Postmes, 2012)。农耕/畜牧理论认为，环境对文化的影响不仅表现在应对环境威胁的方式上，还表现在适应环境过程中形成的生存方式。农耕/畜牧理论探究了不同生产方式对于文化的影响 (Uskul, Kitayama, & Nisbett, 2008)。农民与其耕种的土地密切相关，这些资本流动性弱、不好转移，农业需要团体协作，社会成员形成联系紧密、相依存的社会体系，促进整体性思维方式，个体注意广泛的社会线索。牧民流动性较强、更多依靠个人决策和自主权，社会成员形成联系松散、自主的个人网络，受社会角色约束较少，培养了分析性思维，个体专注于对象而不过多关注情境背景（Uskul et al., 2008)。稻米理论则提出水稻种植需要农民合作建设灌溉系统、协调各人用水与耕作日程，因此稻农倾向于建立基于互惠的紧密联系与规范，水稻种植区域发展出相互依赖以及紧密的文化。而小麦的种植基本不需精细灌溉，麦农能自给自足，与他人合作较少，会发展出更独立以及松散的文化(Talhelm et al., 2014；Talhelm & Oishi, 2018)。”

参考文献：

Her, M. (2020). How is COVID-19 affecting South Korea? What is our current strategy? Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 14(5), 684–686.

Wong, J. E. L., Leo, Y. S., & Tan, C. C. (2020). COVID-19 in Singapore-current experience: Critical global issues that require attention and action. JAMA, 323(13), 1243–1244.

意见 4：研究 1 中，每百万累计死亡人数和死亡率之间的差别是什么？正文中没有提及，补充材料中也只是说因为这些变量与死亡相关所以都进行了相应计算。然而在进行计算之前，研究者自身首先需要理解这些指标的含义，并应在撰写文章时向读者清晰地说明数据的内容，而不是仅仅提供数据的来源。

回应：感谢审稿专家的意见，根据您的意见我们在本稿中研究一的方法部分做了部分修改，我们增加了对于不同死亡指标的计算获取方式以及含义的解读。修改内容如下：

“COVID-19 的数据来源于世界卫生组织官网，(https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports)。记录了从 2020 年 1 月 24 日开始截止到 6 月 19 日第一波疫情，发生 COVID-19 的 73 个国家每天的累计死亡人数和确诊人数。为了排除国家人口因素的影响，我们使用死亡数除以每个国家的百万人口数获取每百万死亡数指标，这个指标反映了疫情在该国蔓延和危害的范围及群体层面的严重程度；用累计死亡人数除以累计确诊总数获得死亡率指标，反映受治病人死亡的概率，死亡率可以作为反映在疫情实时背景下严重程度和当前医疗条件下个体风险的指标。

意见 5：虽然表征相似性分析在社会心理学中是一个相对新颖的方法，但在引入这种方法时，需要用通俗易懂的语言说明该方法相对于传统的分析方法有哪些优势，并且在解释结果时，不能将使用该方法得出的结果与使用传统方法得出的结果混为一谈。

回应：感谢审稿专家的意见，根据您的意见我们在本稿中研究一的方法部分做了补充，增加了对于 RSA 方法的说明介绍以及 RSA 与传统线性相关的区别所在，修改内容如下："为了给跨文化研究带来新的视角，本研究引入了系统神经科学的定量方法，即表征相似性分析（RSA）来检验文化在疫情中的作用。RSA 是一种使用单元的成对比较来揭示它们在高阶空间中的表征的计算方法（Haxby, Connolly, & Guntupalli, 2014；Kriegeskorte, Mur, & Bandettini, 2008）。尽管 RSA 已有十多年的历史，但这种方法在跨文化心理学研究中却很少被采用。传统的线性相关性侧重于二维值之间的相关性。相比之下，RSA 分析可以进一步反映特定维度上每对数据点之间的关联和所有数据点的总体模式特征，从而揭示关于每个单元所构建的全局模式以及两个单元之间的关系的更多信息，而不仅仅是单一维度上的线性投射，这种模式特征所反映的内容不一定与相关分析的结果相一致，因而可为变量之间的关系提供更完整的信息和证据（详见补充材料）。此外，在文化心理学的研究中使用 RSA 方法可以很容易的进行跨数据级别的比较，只要在研究中具有相同的任务，任何模式（具有不同的空间和时间尺度）的数据都可以进行相互比较（Haroon, Yin, & Olson , 2020)。在跨文化的研究中运用 RSA 的分析方法能够揭示更多的信息，例如 RSA 可以用来对行为进行预测，通过表征相似性预测特定文化和文化一致的行为，也可以比较不同文化群体之间的表征有何不同，以及如何比较这些表征来验证文化心理学理论。"

参考文献：

Haroon, P. , Yin, W. , & Olson, I. R. . (2020). A guide to representational similarity analysis for social neuroscience. Social Cognitive and Affective Neuroence(11), 11.

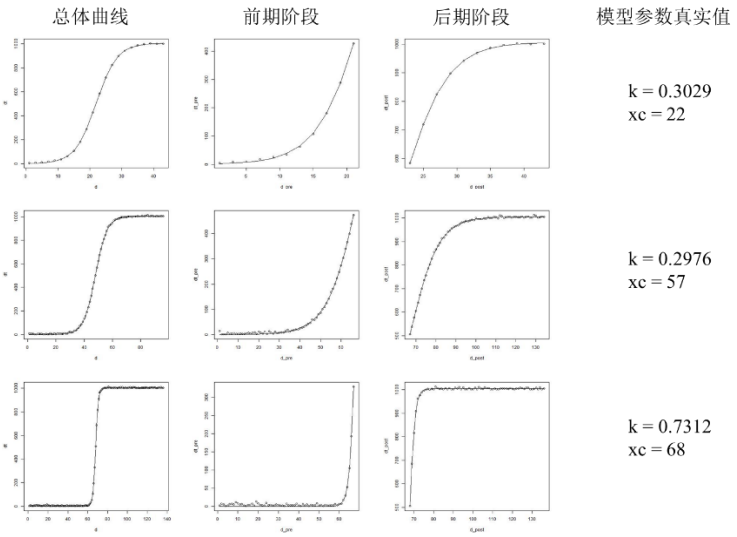
意见 6：研究 2（包括研究 3）在分析方法上存在一个很大的问题。根据 logistic 模型的拟合结果将疫情划分为前后两个阶段，这一步可取，但是在这两个阶段内部分别使用 logistic 模型重新进行拟合是不合适的，因为疫情的前期和后期均不能构成完整的发展过程。可以采用其他函数进行拟合。

回应：感谢审稿专家的意见。我们和审稿专家对于区分疫情发展阶段分析的意见是一致的，我们认为把疫情发展曲线按照 logistics 模型拟合的结果（即累计确诊病例增速最快的时间

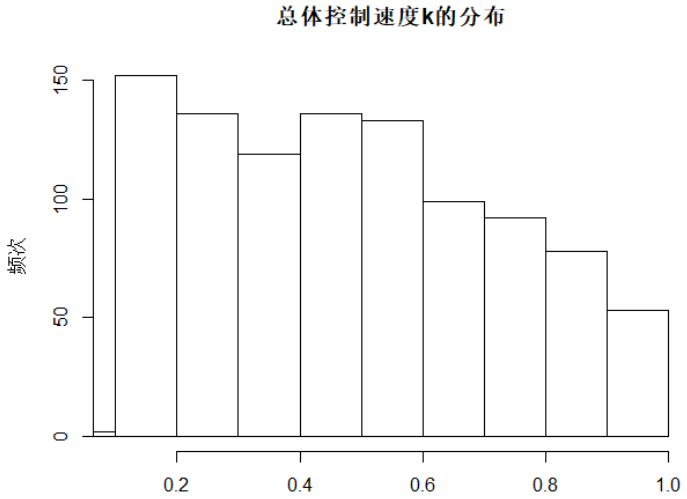
点）分为前期和后期两个阶段有重要意义。这是因为在疫情发展初期，社会和医学界对疾病还没有充分的了解，同时还未发展出有效的治疗和免疫手段，因而在初期阶段疾病的传播会出现快速增长的特点。而据研究表明，初期阶段对疫情的控制更大程度依赖于政府管控的效率（Wilder-Smith & Freedman, 2020），因而不同文化对政府管控效率的影响在疫情发展初期就更为凸显。

对于 logistic 模型拟合前提，并不需要完整的发展曲线，仅有局部的数据也能对模型进行有效拟合，这也是使用计算模型方法的优势之一。在本文中，在对疫情发展阶段按照 logistics 模型拟合结果分阶段后，我们分别对这两个阶段采用 logistics 模型进行了拟合，对于 logistics 曲线前期增速阶段采用 logistics 方程拟合这种分析方法在相关的文献中亦有应用（Chen, 2014）。

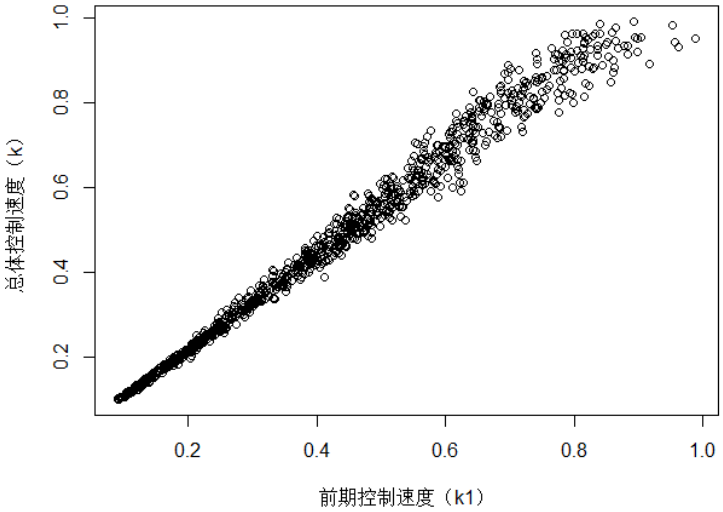
为了进一步验证在前期和后期分别使用 logistics 模型拟合的合理性，我们模拟生成了 1000 个样本数据并对其进行分阶段的 logistics 拟合分析，具体步骤如下：1）根据 logistics 方程（y = a/(1 + exp(-k*(x-xc)))）生成模拟的日累计确诊病例数据，每次模拟参数 k 和 xc 分别从范围为[0.1, 1]和[10, 100]的均匀分布中随机抽取，为了模拟真实数据，在 logistics 方程后添加误差项（ε ~ Normal (0, 5)，取整数），同时对上述曲线采用不同的采样率（1 和 0.5），最终生成日累计确诊病例数的模拟数据集（如图 1 样例所示）；2）使用 logistics 方程（y = a/(1 + exp(-k*(x-xc)))）拟合 1）中生成的模拟数据，获得总体控制速度 k 和增速最高点（xc），随后将 logistics 曲线按正文所述分为前期和后期两个阶段再分别用 logistics 函数拟合，获得前期控制速度（k1）和后期控制速度（k2）。一共进行 1000 次模拟，获得 1000 个模拟样本的参数（k, k1 和 k2）；3）我们计算模拟样本的前期控制速度（k1）和总体控制速度（k）的相关系数为 r=0.992, p<2.2*10^{-16}，后期控制速度（k2）和总体控制速度（k）的相关系数为 r=0.999, p<2.2*10^{-16}。上述模拟结果说明，使用 logistics 曲线分别拟合疫情前后阶段的累计确诊病例数所获得的模型参数依然可以有效反映疫情发展的特征（和完整疫情发展曲线 k 值相关系数大于 0.99），该分析方法并不会受前期阶段疫情曲线不完整所影响。



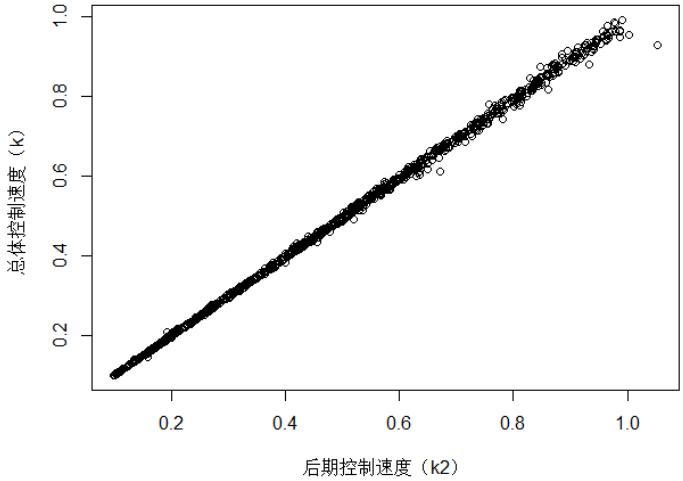
图（1）模拟日累计确诊病例数据示例（图例中横坐标为日期，纵坐标为模拟的累计确诊病例数）



图（2）1000 次模拟样本中总体控制速度 k 的分布



图（3）模拟样本中前期控制速度 k1 和总体速度 k 的关系



图（4）模拟样本中后期控制速度 k2 和总体速度 k 的关系

参考文献:

Chen, Y. (2014). An allometric scaling relation based on logistic growth of cities. Chaos, Solitons & Fractals, 65, 65-77.

意见 7：研究 3 仿真研究中设计的模型太过简单，过于突出个人主义文化在疫情防控中的弊端（人口流动性高、政府响应速度慢），而没有考虑集体主义的劣势和个体主义的优势。因此，该研究给人一种尚未进行模拟便已经知道结果的感觉，其意义并不明朗。

回应：非常感谢审稿专家的给我们提出的宝贵意见。我们这里需要澄清的是从理论推导的过程来看，本研究中的仿真实验是为了通过模拟人工社会的互动来得到现实生活中现有结果的可能原因。在我们的研究中，我们发现了在现实社会中个人主义越高，对应社会的疫情控制速度越慢，因此我们只有模拟个人主义的弊端才能得到对应的结果，从而进一步研究个人主义对疫情发展可能的影响途径。关于应用仿真模型探讨现象背后的机制在之前的文献中也有充分的讨论（Jackson et al., 2017）。另外需要指出的是个人主义和集体主义是两个独立的构念，在以往的研究发现这两个维度分别和不同的个体行为相关，并不一定是对立的（Markus & Kitayama, 1991; Oyserman, 1993; Singelis, 1994; Triandis, 1994）。在本研究中关于疫情控制效率我们也只是发现个人主义文化的效应，而没有发现集体主义文化的作用。因此在本仿真模型中，我们不考虑集体主义，而是核心关注个人主义的结果。 另一方面，从模型仿真结果来看，在我们的模型中个人主义在前期会影响人们的运动范围（个人主义越高，运动范围越广），同时影响政府干预的实施时间（个人主义越高，政府开始干预时间越晚）；在政府开始进行干预后，个人主义又进一步开始影响运动的人数，并且个人主义的这种影响会随着政府干预时间的推移而逐渐减弱最后消失。我们在本文的该模型中模拟得到了现实生活一致的结果，同样我们尝试了其他十余种模型来进行拟合，我们无法得到与现实生活相一致的结果，说明了仿真规则的特异性，进一步揭示个人主义文化对疫情控制效率影响可能的作用路径和机制。我们在补充材料中补充列举了部分与现实结果不匹配的模型。

例如补充模型： 当政府干预不再影响个人主义效应的模型（主体运动规则 1-5 参照已有模型，仅仅对文化在模型中的表征规则 6-7 进行了修改）

规则 6：个人主义文化

规则六是模拟个人主义文化在疫情中对模型主体运动情况影响的过程，我们认为高个人主义的社会下人们出行更加自由，限制性更弱，加大携带病原体的个体的流动性。在本研究中，模型中的个人主义的强度体现在主体运动距离范围 r 上。

在刚开始的时候整个屏幕中的个体都在进行运动。个体运动的范围 r 服从正态分布，其均值和标准差均为个人主义 individualism 的函数（个人主义 individualism 越大，个体运动范围半径 r 越广并且运动范围变异性越大）。个体运动的距离服从均值为 $(5 + 0.2 \times individualism)$、标准差为$(0.1 \times individualism)$的正态分布：

$$r(forward):\ N(5+0.2\times individualism, 0.1\times individuallism)$$

个人主义不会影响政府规范 gnorm 实施的时间，在该模型中政府开始控制时间恒定不

变：

$$t1=400$$

规则 7：政府调控

规则七是模拟政府在疫情出现后对模型主体运动情况影响的过程，我们认为高强度政府干预的社会具备严格的政府规范措施，对于人员出行有着更强的限制性。在本研究中，模型中的政府调控的程度体现在主体运动距离范围 r 以及运动点数百分比 p%上，并且政府规范会影响个人主义（individualism）对于主体的效应。在固定的时间节点 t1=400 政府开始进行干预，人们运动距离 r 的范围开始受到限制，并且运动的总人数 p % 也受到了限制（然而更高的个人主义 individualism 会打破人们对于政府规则的遵守程度，引起政府规范 gnorm 的力量减弱）。

此时运动半径范围 r 会受到个人主义 individualism 和政府干预 gnorm 的影响，运动范围 r 仍然服从正态分布（个人主义 individualism 越大个体运动范围半径 r 越广并且运动范围变异性越大；反之，政府规范 gnorm 越强，个体运动的范围半径 r 越小，并且运动范围的变异性越小）。个体运动距离 r 服从均值为$(5 + 0.2 \times individualism) \times (1 - gnorm)$、标准差为$((0.1 \times individualism) \times (1 - gnorm))$的正态分布：

$$r(forward): N\left[(5+0.2\times individualism)\times(1-gnorm),(0.1\times individualism)\times(1-gnorm)\right]$$

而运动的总人数 p % 是个人主义 individualism 和政府规范 gnorm 的函数（p % 会随着个人主义 individualism 的增加而增加，随着政府规范 gnorm 的增加而减少）。

$$P\,\% = 0.01i * [(1-gn)/(1+gn)]$$

我们基于所建立的模型在个人主义 2 种水平（高个人主义为 70 ；低个人主义为 30）、政府规范 2 种水平（高个政府规范为 0.8 ；低政府规范为 0.2）一共 4 个条件下各自模拟 100 次数据，分别获得每次模拟下的 COVID-19 累计感染数进行 logistics 模型拟合（拟合过程以及公式同研究 2）疫情总的疫情控制速度以及前期和后期控制速度，不同条件下进行 95%置信区间估计的结果如下：

(1) 疫情总控制速度

当政府规范为 0.2 时，高个人主义下的总控制速度显著显著小于低个人主义（95%*CI* = [0.0157, 0.0161] vs. [0.0179, 0.0182] ）；然而在政府规范取值是 0.8 时，高个人主义下的疫情的总控制速度均显著大于低个人主义 (95%*CI*= [0.0190, 0.0194] vs. [0.0185, 0.0189])。

(2) 疫情前期控制速度

高低个人主义下前期控制速度没有显著差异（政府规范=0.2: 95%*CI* = [0.0143, 0.0149]

vs. [0.0145, 0.0151]；政府规范=0.8: 95%*CI*= [0.0150, 0.0155] vs. [0.0146, 0.0153])。

(3) 疫情后期控制速度

当政府规范为 0.2 时，高个人主义下的后期控制速度显著显著小于低个人主义（95%*CI* = [0.0163, 0.0170] vs. [0.0234, 0.0239])；然而在政府规范是 0.8 时，高低个人主义下后期控制速度没有显著差异(95%*CI*= [0.0273, 0.0282] vs. [0.0275, 0.0288])。

由此我们发现模型拟合结果与现实不一致，故该模型无法真实反应真实情景。

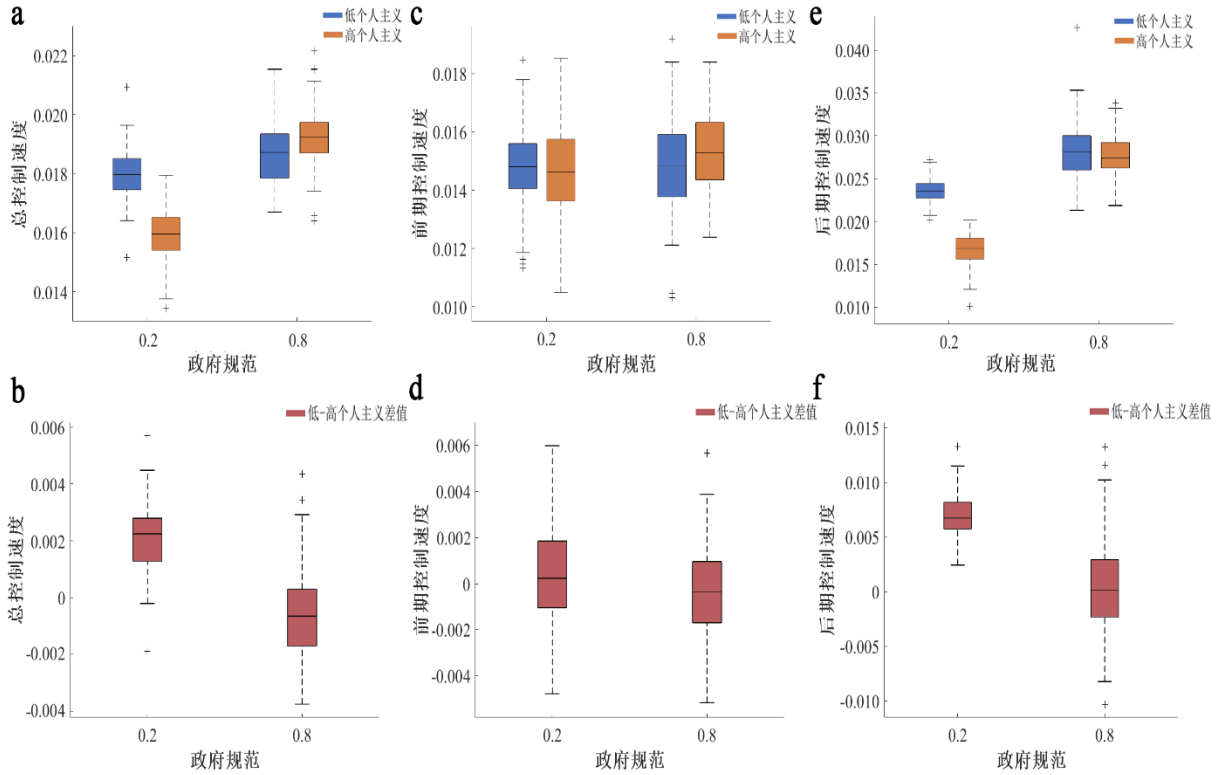


图 R2 不同政府规范水平下高低个人主义在总体、前期、后期控制速度的差异

表 R1 各阶段控制速度在高、低政府规范下的均值、标准差、95%置信区间

个人主义	政府规范	变量	均值	标准差	95%置信区间下限	95%置信区间上限
低（30）	0.2	总速度	0.0180	0.0008	0.0179	0.0182
		前期速度	0.0148	0.0015	0.0145	0.0151
		后期速度	0.0236	0.0013	0.0234	0.0239
	0.8	总速度	0.0187	0.0011	0.0185	0.0189
		前期速度	0.0149	0.0017	0.0146	0.0153
		后期速度	0.0282	0.0033	0.0275	0.0288
高（70）	0.2	总速度	0.0159	0.0010	0.0157	0.0161
		前期速度	0.0146	0.0015	0.0143	0.0149
		后期速度	0.0167	0.0018	0.0163	0.0170
	0.8	总速度	0.0192	0.0010	0.0190	0.0194
		前期速度	0.0153	0.0013	0.0150	0.0155
		后期速度	0.0277	0.0022	0.0273	0.0282

参考文献：

Jackson, J. C., Rand, D., Lewis, K., Norton, M. I., & Gray, K. (2017). Agent-based modeling. Social Psychological and Personality Science, 8(4), 387–395.Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. Psychological Review, 98, 224-253.

Oyserman, D. (1993). The lens of personhood: Viewing the self and others in a multicultural society. Journal of Personality and Social Psychology, 65, 993-1009.

Singelis, T. M. (1994). The measurement of independent and interdependent self-construals. Personality and Social Psychology Bulletin, 20, 580-591.

Triandis, H. C. (1994). INDCOL (Unpublished research scale on individualism and collectivism). Champaign: University of Illinois

……

审稿人 2 意见：

这篇文章研究了一个很重要的问题，切入的角度也挺好。不过我对文章在技术层面有些问题。

意见 1：我不是流行病学专家， 但就科学常识来说，这一类研究似乎需要进行相当全面的控制，不仅仅是人口密度等，至少需要包括一些和疾病传播、医疗水平相关的指标，比如国民生产总值、社区医疗水平、ICU 人均占有量、年龄结构、基础疾病水平、人口流动率、气候、以及周边地区疾病传播情况等等一系列因素。否则，难以排除某第三因素同时影响个人主义和死亡率的可能性。

回应：非常感谢审稿专家的意见，根据专家的建议，我们重新补充分析了数据。在这里我们需要指出的是国民生产总值 (Inglehart & Baker, 2000)、气候(Vliert et al., 2013)、以及周边地区疾病传播情况(Fincher et al., 2000)等变量本身就会影响文化的形成，为了避免错误的估计文化的效应，我们将不再考虑这些因素的影响。我们原有分析已经考虑了人口总数和漏报指数的影响，在此基础上我们将老年人口比率、人口密度、政府规范水平以及医疗质量和可及性指数（HAQ）纳入偏相关中作为控制变量进行分析后发现：个人主义得分与 COVID-19 死亡总数呈显著正相关（r=0. 338, p=0.005），与每百万累计死亡人数呈显著正相关（r=0.324, p=0.007），并且与死亡率也呈显著正相关（r=0.281, p=0.02），剔除极端值后再次进行分析我们得到了同样的结果（剔除版的结果在计算个人主义与总死亡数、死亡率和每百万人死亡数的偏相关时，分别剔除了美国、法国和比利时的数据）。我们在正文中也增加了该部分的补

充分析结果。

表 R2 个人主义与 COVID-19 死亡指标的偏相关

		总死亡数	百万死亡数	死亡率
N=73	*r*	0.338**	0.324**	0.281*
	p	0.005	0.007	0.02
N=72（剔除极端值）	*r*	0.248*	0.309*	0.268*
	p	0.043	0.011	0.028

参考文献：

Inglehart, R., & Baker, W. E. (2000). Modernization, cultural change, and the persistence of traditional values. *American Sociological Review, 65*(1), 19–51.

Vliert, van de E., Yang, H., Wang, Y., & Ren, X. (2013). Climato-economic imprints on Chinese collectivism. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 44*(4), 589–605.

Fincher, C. L., Thornhill, R., Murray, D. R., & Schaller, M. (2008). Pathogen prevalence predicts human cross-cultural variability in individualism/collectivism. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences, 275*(1640), 1279–1285.

意见 2：此外，RSA 分析是比线性回归分析更加宽泛的分析，线性关系是 RSA 所包含的众多可能性之一。因此，我有点奇怪为什么 RSA 的系数比线性相关的系数低了一半，这是为什么？

回应：非常感谢审稿专家的意见，关于 RSA 系数和线性相关系数之间的关系， RSA 分析是反映特定维度上每对数据点之间的关联和所有数据点的总体模式特征，不仅仅是单一维度上的线性投射。RSA 和线性关系是两种不同的分析方法，没有包含与被包含的关系，结果不一定是一致的， 因而可为变量之间的关系提供更完整的信息和证据。我们在补充材料中详细地补充说明了这一点：“如图 S1，（A）中变量 X 和 Y 之间有较高的线性相关关系（*r*=0.707），但其表征相似性分析结果则是变量 Y 和 X 的表征相似性矩阵之间的相似性为 0；（B）中变量 X 和 Y 之间的线性相关关系很低（*r*=0），但其表征相似性分析结果则是变量 Y 和 X 的表征相似性矩阵之间有中等的相似性（*r*=0.284）。”

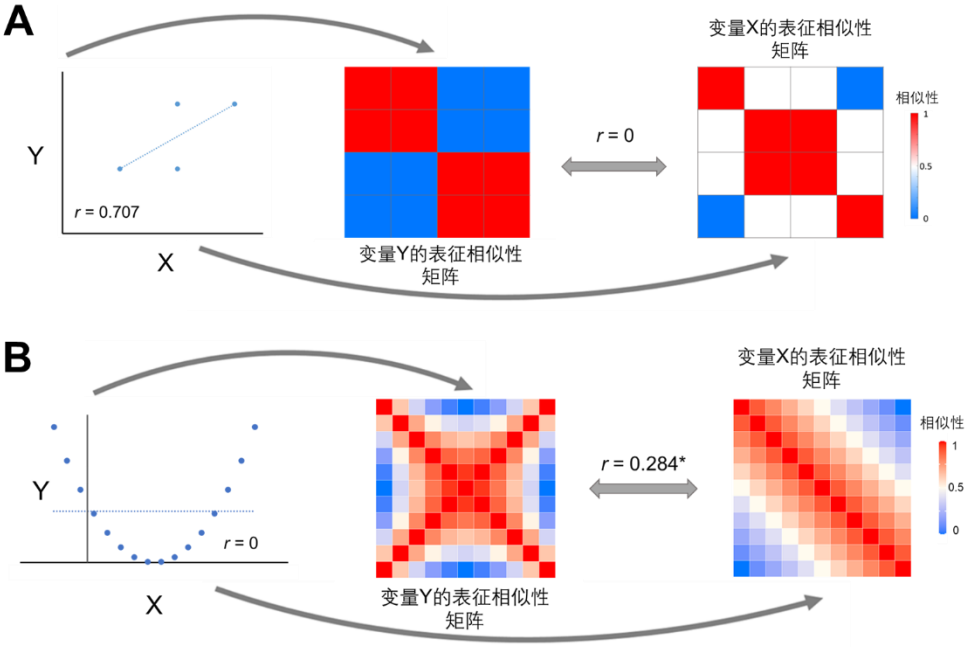


图 S1: 线性回归与表征相似性分析结果不一致的情况举例

意见 3：关于自我构建，文章讲的不清楚，我猜是不是文章先对每个省的量表得分进行平均，然后再来进行省际间的分析。如果是这样，省内分数分布的差异性是多少？看起来，省平均分最高最低的范围仅是 4.8— 5.1，这么小的差别有意义吗？还是省内的差异性可能就大大高于了省间的差异性，如何证明这 0.3 的差别不是 artifact? 另外，和上面第一点类似，疾病控制速度受到众多因素影响，完全忽略掉其他经济、医疗和疾病传播本身涉及的各种因素，仅考虑心理学因素，似乎有些不妥，特别是当不知道这些心理量表是否和经济医疗等水平有关。

回应：非常感谢审稿专家的意见，关于您说的自我建构的得分，在研究 2 中是用的每个省的量表的得分进行平均来进行省间的分析，虽然省间的平均分的最低最高范围是 4.8-5.1，但是我们对所有样本补充进行了方差分析后发现独立型（$F(30,20917)=54.487$, $p<0.001$）和互依型自我建构（$F(30,20917)=3.084$, $p<0.001$）在各个省之间的差异是显著的。

表 R3 研究 2 中自我建构在不同省份均值的差异检验

		平方和	*df*	均方	*F*	*Sig.*
独立型自我建构	组间	965.234	30	32.174	54.487	＜0.001
	组内	12351.48	20917	0.59		
	总数	13316.714	20947			
互依型自我建构	组间	50.736	30	1.691	3.084	＜0.001
	组内	11472.304	20917	0.548		
	总数	11523.04	20947			

关于控制变量，我们根据审稿专家的意见在研究二的偏相关分析中补充了：医疗水平（各区域医疗卫生机构数量）和经济发展水平（人均国民生产总值）的指标作为控制变量，分析结果显示：在同时控制医疗卫生机构数量和人均地区生产总值后，独立性自我建构与疫情前期控制速度的相关依然显著（r=-0.397, p=0.045），而互依型自我建构与疫情控制前期控制速度之间依然没有显著相关关系（ps>0.308），与原结果一致。我们在正文中也补充了该部分的分析结果。

意见 4：此外， 在演化模型部分，我不理解为什么政府干预会减低个体主义。如果真的和前文 propose 的那样，个体主义这类文化是长期在自然社会中演化的结果，那么应该是一个相对稳定的性状，似乎不应该在政府干预下迅速下降？更合理的假设似乎应该是短暂的干预仅仅改变当下的行为模式，而不会影响文化模式。

回应：在演化模型部分，政府干预是没有降低个体主义（I）的，正如评审专家 2 所述，个体主义文化是长期在自然社会中演化的结果，是一个相对稳定的性状，不会在政府干预下迅速下降。但是本研究三的仿真模型中，政府干预影响的不是个人主义的高低，而是个人主义对疫情行为产生的效应的大小（I->B）（在疫情下的行为模式）——例如，个人主义文化会影响人们的流动倾向以及公共场所人群聚集情况(Huynh, 2020)，在政府开始干预以后，限制了人们的出行流动以及疫情下的公共场所聚集行为，使得个人主义原有的效应无法 100%表现出来，即个人主义文化对行为影响的效应减弱了，干预仅仅改变当下的行为模式，而整个社会的个人主义文化倾向并没有发生变化。

参考文献：

Huynh, T. L. D. (2020). Does culture matter social distancing under the COVID-19 pandemic? *Safety Science, 130*(130), 104872.

意见 5：最后一部分中介分析所用到的量表数据是疫情期间收集的还是其他时间收集的？收集时间点对本数据可说明的问题非常重要。这部分数据分析的其他问题和上面的一些点重合。

回应：谢谢专家的提问，在该文章中最后一部分研究 4 中的中介分析所用到的量表数据是在疫情期间公开收集的（日期：2020 年 4 月-6 月）。

意见 6：最后，文章里面有些 claim 可能有些太强，证据支撑不起来，建议弱化。

回应：感谢评审专家的意见，根据评审专家的建议我们对文中过于强烈的表述进行了相应的弱化和阐释，具体修改如下：

摘要部分：

"COVID-19 疫情是一场重大的全球健康危机，一些国家在控制 COVID-19 感染和死亡率上存在明显困难。我们提出，个人主义的文化价值观不利于对疫情的控制。"

"演化博弈模型和跨文化实验进一步提示，个人主义文化通过增强个体在疫情背景下的死亡恐惧，增加个体违反疫情管控的流动性倾向，从而降低了整体疫情控制的效率。"

讨论部分：

第一段："个人主义对 COVID-19 的不利影响可以从个人主义文化下人们的行为特征来解释。个人主义优先强调个人需求与自由，人们对社交隔离等规范遵守程度较弱，而非药物干预措施在遏制 COVID-19 传播方面是有效的，严格的社交隔离策略限制人与人的接触从而减少继发感染的数量，例如在 COVID-19 疫情中新加坡和韩国通过民众自我居家隔离和公共卫生防范诊所网络成功控制了疫情的传播(Her, 2020; Wong, Leo, & Tan, 2020)。"

第三段："尽管严格的社交距离策略被证明是有效的，该措施在许多国家实施得较慢，即使面对病例迅速增长很多政府都不愿采取社会距离政策，政府反应的差异可能根源于根本的文化差异，Alesina 等人认为个人主义文化较高的社会倾向于进行低水平的政府干预。此外政府措施的有效性取决于公众的遵从性 (Perc et al., 2020)，这种遵从性在不同文化国家存在显著差异(Karra et al., 2020)。"

结论部分：

"实验结果表明独立型社会取向文化会对第一波 COVID-19 疫情产生不利的影响，具体

表现为：（1）个人主义文化和更高的 COVID-19 死亡率相关，并且对应较慢的疫情前期控制速度，但是在疫情后期这种影响不明显。”

第二轮

审稿人 1 意见：

意见 1： 研究 3 在使用 ABM 模拟时，政府规范在高中低三个水平上对传播速度的前期与后期的影响模式存在调节效应。考虑到 ABM 中对 p%函数部分的定义，该效应是否直接来自于随着时间推移 b 值趋向 0 的变化，进而放大了 gnorm 的影响效力所产生的后期显著结果？作者应对这部分予以更详细的说明。

回应： 感谢审稿专家的意见。在本研究的 ABM 模型中，系数 b 模拟的是在政府干预后，个人主义文化对群体中运动总人数 p%的增加效应随时间的减弱。根据模拟结果，如果政府规范对疫情后期控制速度的效应直接来源于 b 系数的定义，由于系数 b 代表对个人主义文化增加移动人数的减弱效应，那么，相比于在个人主义文化较低（30）的群体里， 政府规范的效应在个人主义文化比较高（70）的群体中应该更明显（因为 b 系数的减弱对高个人主义文化群体的影响更大）。但实际的模拟结果并非如此（图 S5f）。为进一步验证这个关系，我们在高和低个人主义文化的条件下对系数 b 和确诊病例增长率作图（如图 1a 和 b），发现增长率随 b 系数的降低在不同的政府规范水平下无明显差异。因此我们认为政府规范对后期疫情控制速度的效应并非直接来源于系数 b 的定义， 而是复杂系统中各项规则相互作用的结果。根据审稿专家的意见，我们在正文相应的结果部分也补充了相应的说明。

修改如下：

“在不同政府规范水平下，个人主义对于疫情控制总速度（kt）和后期控制速度（K2）的影响存在差异，政府规范调节了个人主义对疫情总控制速度和后期控制速度的影响。为进一步考察政府规范对疫情后期控制速度的调节作用是否直接由个人主义文化对运动人数比例 p%影响的系数 b 随着时间衰减，导致疫情后期政府规范效应放大所带来的，我们在高和低个人主义文化的条件下对系数 b 和确诊病例增长率作图（使用长度为 3 的滑动时间窗平滑后，如图 S1a 和 b），发现增长率随 b 系数的降低在不同的政府规范水平下无明显差异。因此，政府规范对后期疫情控制速度的效应并非直接来源于系数 b 的定义， 而是复杂系统中各项规则相互作用的结果。”

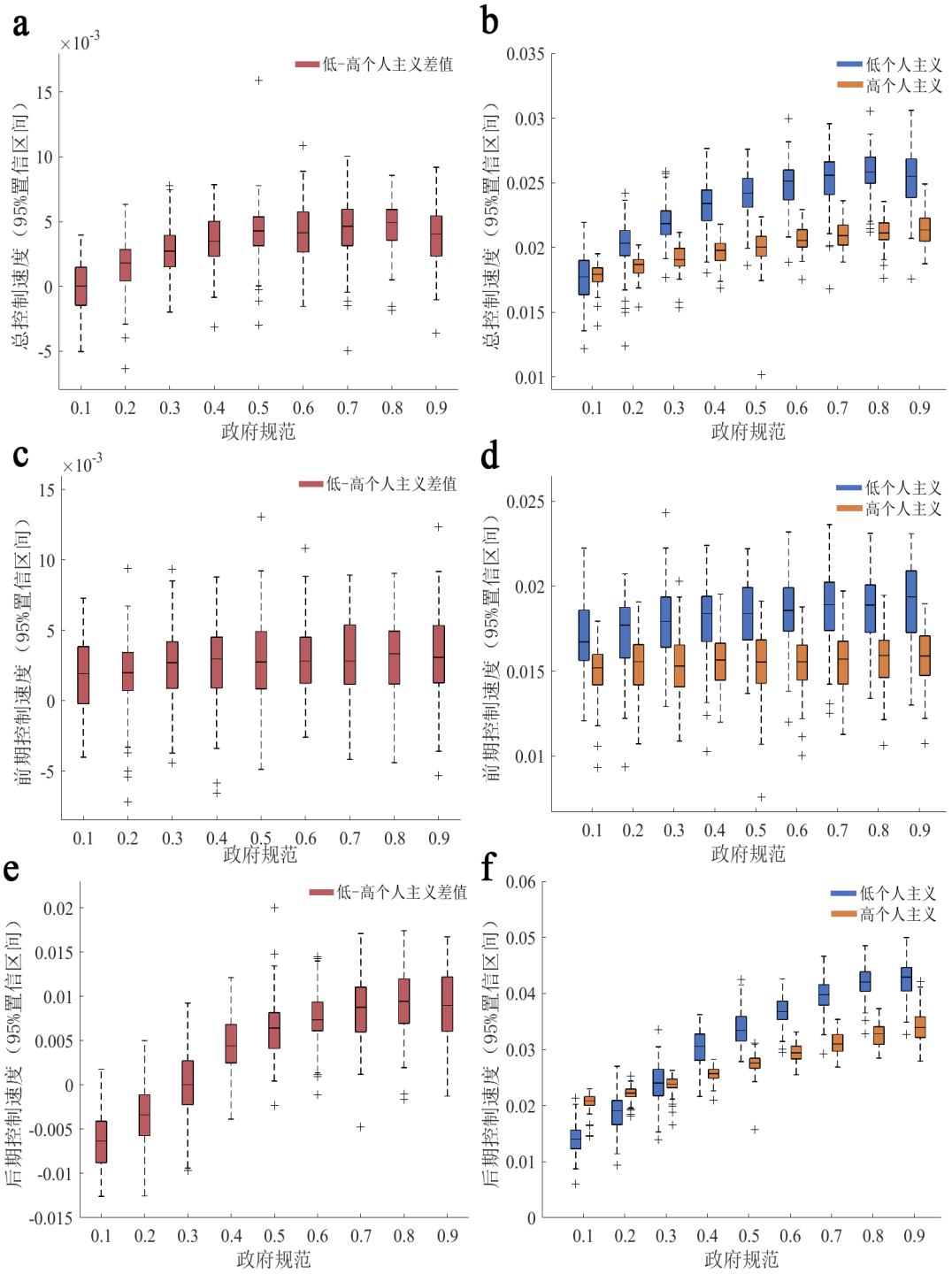


图 S5 不同政府规范水平下高、低个人主义在总、前期、后期控制速度的差异图

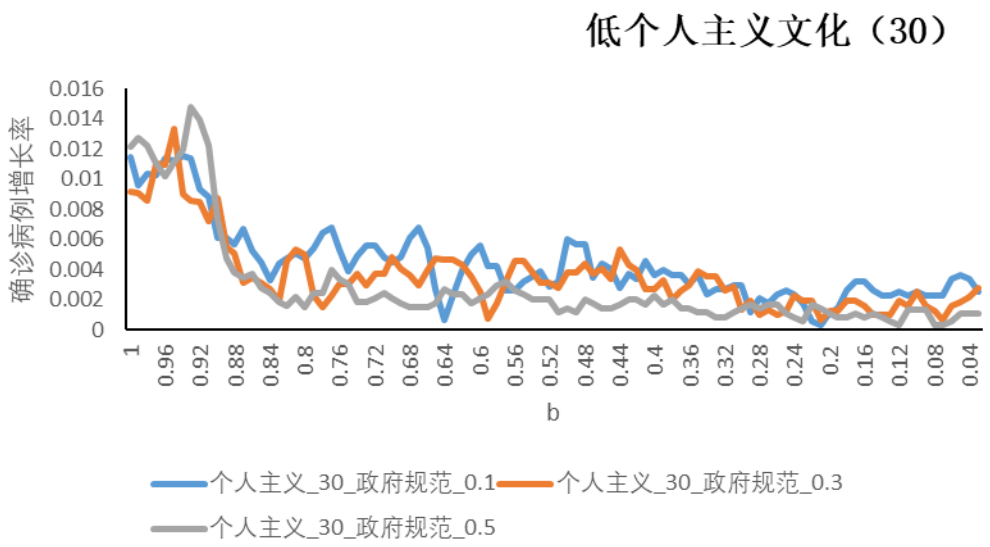


图 1a：低个人主义文化条件下系数 b 衰减对疫情增长速率的影响（一次模拟）

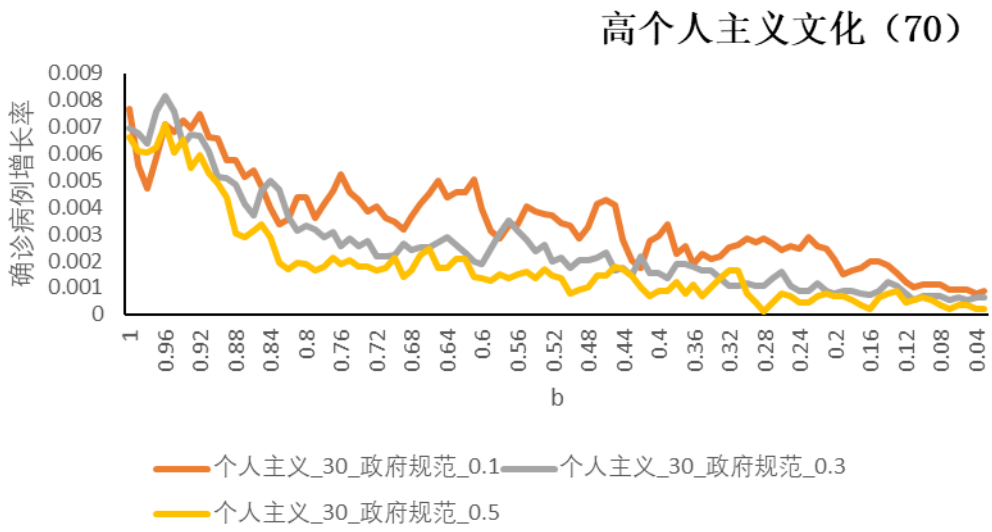


图 1b：高个人主义文化条件下随系数 b 衰减对疫情增长速率的影响（一次模拟）

意见 2： 研究 3 讨论部分提出，ABM 结果为个体主义影响疫情传播提供了因果论证。然而，在函数的定义过程中，个体主义对流动性、规范服从行为等函数就预先予以了确定。ABM 或更应作为一种结果推演而非支持性证据。

回应： 感谢评审专家的意见。根据审稿专家的意见，我们在与研究三有关的讨论中删掉了提供“因果论证”的表述，具体修改如下：

引言第六段：

“研究一中我们在世界范围内探究了个人主义和疫情死亡指标的关系；研究二中采用个体水平数据我们探究了自我建构和疫情控制速度的关系；研究三基于演化博弈模型进一步研

究疫情下的流动行为对疫情控制速度的影响，探讨了个人主义文化影响疫情控制效率可能的作用路径；研究四中采用分层线性模型验证了个人主义文化对疫情有关行为——违反政府规范的流动行为的影响，在此基础上探究其内在心理机制。”

讨论 6.3：

“6.3　基于演化博弈模型实现机制探究的有效性

Gelfand 等人通过演化博弈模型对 COVID-19 进行模拟，发现合作规范会对 COVID-19 的死亡产生影响。最近关于 ABM 的文献综述表明该模型已被用于广泛的科学领域，包括各种流行病的研究，在 COVID-19 背景下同样适用 (Cuevas, 2020)。我们在既有研究的基础上通过操纵演化博弈模型的参数来探究社会因素对疫情的影响，对文化和社会规范进行量化行为表征，这对于前面已有的传统研究方法起到了补充作用，为我们通过跨学科方法创造性的解决问题带来了新的启示。

动态交互的演化博弈模型从因果动力学角度为病原体控制的内在机制做出了更具体的解释。虽然目前仍然存在一定的争议，例如简单模型真的能反映真实世界的现状吗，是否有其他影响病毒传播的因素被忽略了？演化博弈模型生成与真实世界一致的结果，但不能说明有关机制的准确性与唯一性，但至少为我们探讨文化对疫情发展的影响提供了新的思路以及有力证据(Jackson, 2017)。”

结论：

“本研究从多角度出发，对于理解文化差异对于疫情环境的影响具有重要的理论意义，文化能够预测人们面对 COVID-19 时的结果，为各国在未来应对全球公共卫生危机提供了重要的预测指标，在进行公共卫生项目实施时将文化的重要作用考虑在内可以提高人群需求的满足能力(Kreuter & Mcclure, 2004)，这些发现可能有助于通过政府引入和管理有益的规范、协调社会行动来有效应对 COVID-19 的影响。”

意见 3： 在研究 4 中，测量违规流动所用题目假设违规流动的目的在于寻求治疗机会以提高存活率。该求生情境能否有效概括现实中个体进行违规流动的一般动机？

回应： 感谢评审专家的意见。在本研究中测量违规流动所用的题目描述的情境在疫情初期有充分的体现：传播面广，隐性传播链多，缺乏有效的治疗方案，现有医疗资源不足以应对突然爆发的疫情的需求，部分地区出现医疗资源挤兑的现象（邓玮，董丽云, 2021）。在这个时期如果个人发生感染，则很可能面临无法接受治疗的情况，因此本题目所描述的情境在本次疫情中具有真实性。当然也会存在其他不以治疗为目的的动机影响人们在疫情中的违规

倾向，例如文化价值取向的差异，来自集体主义文化的个体相比于个人主义文化更容易接纳在公众场合佩戴口罩（Lu et al., 2020）；相比于紧致文化，松散文化的个体更倾向于不遵守防疫期间的规定（Kleitman et al., 2021）。这些研究结果都说明了文化对人们违反（遵守）疫情管控规定有着重要的影响。我们也在正文的讨论部分对这一部分内容进行了补充。

意见 4： 在研究 4 中，部分国家或地区在独立/互依程度上出现了显著的分离。如何解释这种现象，以及澄清该现象在面对一个国家特定的违规流动倾向时，分离的独立/互依得分产生的整体计算影响？

回应： 感谢审稿专家的意见。自我建构测量的独立和互依维度是两个独立的维度，这两个维度之间不一定是相反或者相似的关系，它们各自反映个体理解自我和他人关系的不同方面（Singelis, 1994）。其中独立维度测量的是个体强调和表达自我的倾向，包括：1）个人的内部能力，思维和感受；2）独特性和表达自我；3）实现个人内部需求和目标；4）直接沟通。而互依维度测量的是个体强调自我和他人关系的倾向，包括：1）外部的、公共的特征，社会角色和社会关系；2）归属感，融入群体；3）关注自己行动是否符合情境；4）在沟通的时候采用非直接沟通，时刻关注他人的感受和想法（Singelis, 1994）。早年的研究表明，欧美个人主义文化较高的地区人们的独立维度得分较高，互依维度得分较低; 而在东亚集体主义文化较高的地区人们的互依维度得分较高，独立维度得分较低。例如研究发现相比于亚裔华人，欧美裔在独立维度上的得分更高，在互依维度上的得分更低。然而，在其他国家和地区，如印度，则可以表现为双高或双低的倾向（Peter et al., 2017; Singelis et al., 1995; Singelis, 1994）。在本研究中我们也观察到和前人一致的结果。为了阐释这两个维度的得分及其差异对违规流动倾向的影响，除了正文的分析以外， 我们还补充了以这两个维度得分的差值（独立-互依），和该差值的绝对值为指标的相关分析。其中差值代表个体相对于互依倾向，独立倾向的程度（有方向性，差值越大说明个体相对于互依，独立倾向越高），而差值绝对值代表个体在这两个维度上的差异（没有方向性）。分层回归分析和主要结果一致，在控制政府规范，GDP，总人口，人口密度和老年人比率后，差值显著预测违规流动倾向（表 1）。而差值的绝对值则没有与违规流动倾向有显著相关（表 2）。说明对违规流动的预测主要来自于独立型自我建构倾向。

表 1 违规流动倾向的分层线性模型

	违规流动倾向					
	模型 1		模型 2		模型 3	
	B	*SE*	*B*	*SE*	*B*	*SE*
常数	4.709**	0.093	4.774**	0.4508	6.252**	0.532
独立-互依	0.012	0.006	0.012*	0.006	0.01*	0.006
政府规范			-0.001	0.009	-0.018*	0.008
GDP					-0.000	0.000
总人口					0.000	0.000
人口密度					-0.0004	0.0003
老年比率					-3.213**	1.398

注：*表示 $p<0.05$, **表示 $p<0.01$，***表示 $p<0.001$，分层线性模型的因变量为违规流动倾向。

表 2 违规流动倾向的分层线性模型

	违规流动倾向					
	模型 1		模型 2		模型 3	
	B	*SE*	*B*	*SE*	*B*	*SE*
常数	4.757**	0.08	4.625**	0.493	6.266**	0.579
独立-互依绝对值	-0.005	0.008	-0.004	0.008	-0.007	0.008
政府规范			0.002	0.008	-0.017*	0.009
GDP					-0.000	0.000
总人口					0.000	0.000
人口密度					-0.0005	0.0003
老年比率					-3.121*	1.521

注：*表示 $p<0.05$, **表示 $p<0.01$，***表示 $p<0.001$，分层线性模型的因变量为违规流动倾向。

参考文献：

Jonason, P. K., Foster, J., Oshio, A., Sitnikova, M., Birkas, B., & Gouveia, V. (2017). Self-construals and the Dark Triad traits in six countries. Personality and Individual Differences, 113, 120-124.

Singelis, T. M. (1994). The measurement of independent and interdependent self-construals. Personality and social psychology bulletin, 20(5), 580-591.

Singelis, T. M., & Sharkey, W. F. (1995). Culture, self-construal, and embarrassability. Journal of cross-cultural psychology, 26(6), 622-644.

意见 5： 对于研究 4 的中介模型，其中有关独立型自我建构—死亡恐惧的路径缺乏更多文献支持。单就 Becvar 有关癌症恐惧的 Commentary 而言并未提供足够证据支持。

回应： 感谢审稿专家的意见。我们根据审稿专家的建议在这里补充了独立型自我建构和死亡恐惧路径的推断论述和文献支持，具体修改如下：

“对死亡的恐惧是人类的特征，前人已有研究表明在个人主义的背景下，对抗死亡植根于对个人命运的控制(Seymour, French, & Richardson, 2010)，个人主义的人认为自我具有极大的价值，人们普遍害怕死(Becvar, 2005)。个人主义文化价值观影响下的个体倾向于控制自己的死亡（Kearl & Harris, 1982; Kemmelmeier et al., 2002），而在疫情这种突然性全球卫生事件下，个人的死亡变得不可控，因而个人主义倾向（独立型自我建构取向）高的个体在疫情背景下可能会对死亡产生更大的恐惧。”

参考文献：

Kearl, M. C., & Harris, R. (1982). Individualism and the emerging “modern” ideology of death. *OMEGA-Journal of Death and Dying*, 12(3), 269-280.

Kemmelmeier, M., Wieczorkowska, G., Erb, H. P., & Burnstein, E. (2002). Individualism, Authoritarianism, and Attitudes Toward Assisted Death: Cross-Cultural, Cross-Regional, and Experimental Evidence 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(1), 60-85.

……

审稿人 2 意见：

意见 1：“Response: 非常感谢审稿专家的意见,根据专家的建议,我们重新补充分析了数据。在 这里我们需要指出的是国民生产总值 (Inglehart & Baker, 2000)、气候(Vliert et al., 2013)、以及周边地区疾病传播情况(Fincher et al., 2000)等变量本身就会影响文化的形成,为了避免错误的估计文化的效应,我们将不再考虑这些因素的影响。”

如果 GDP 等变量和文化以及疾病传播严重高相关，是不是就可以直接说我们不去考虑这些变量？ 我对此看法不同， 我觉得，最少最少， 作为一个严肃的研究，作者应该 report 这些变量之间的相关系数，比较他们相比于文化对于疫情效果的解释能力的大小区别，并在讨论部分对文章方法结论等的局限性进行充分地讨论。 而不是一句话，这些变量就是混淆的， 所以我们不去管了。

回应：非常感谢审稿专家的宝贵意见，我们很认可评审专家的意见，因此除了现正文中的老年人口比率、人口密度、政府规范水平、医疗质量和可及性指数（HAQ）以外，增加了 2020 年各个国家人均国民生产总值（GDP per capita, ）和各个地区病原体历史流行率（Murray & Schaller, 2010）作为控制变量进行分析。偏相关分析结果发现，主要的结果大部分与原来一致，个人主义得分与 COVID-19 死亡总数呈显著正相关（r=0.335, p=0.006），与每百万累计

死亡人数相关边缘显著（r=0.214, p=0.082），与死亡率呈显著正相关（r=0.271, p=0.027）。我们将补充了 GDP 和病原体历史流行率的分析结果也补充到了正文中。

参考文献：

Murray, D. R., & Schaller, M. (2010). Historical prevalence of disease within 230 geopolitical regions: A tool for investigating origins of culture. Journal of Cross-Cultural Psychology, 41, 99-108.

意见 2：似乎并没有完全回答我的问题？ 省内的差异性是不是就大大高于了省间的差异性？省间 2 种类型评分有差别能说明哪些问题？以及为什么在这里作者原意对人均地区生产总值进行控制而在其他地方不愿意？ 请补充所有混淆变量的相关系数矩阵。

回应： 非常感谢审稿专家的意见。本研究 2 中省内独立型自我建构得分标准差的均值为 0.75，省间独立型自我建构得分均值的标准差为 0.063。由于每个省的分数是取省内个体分数的均值，省均值间的差异相当于标准误（样本均值的标准差），省内个体得分的差异为标准差，我们不能拿标准差与标准误进行大小比较而得出省内差异性远大于省间差异性的结论。为了探讨本研究数据中省内差异性和省间差异性与随机情况下的省内差异性和省间差异性大小关系，我们根据研究 2 中各个省份的被试人数，对每个省、每个模拟被试随机生成 24 道题目的得分（1-7 点得分），用相同的方法求得省内差异（即各个省内模拟得分的标准差的均值）为 0.54，省间差异（各个省均值的标准差）为 0.017。真实数据所获得的省间差异与模拟数据的比值为 0.063/0.017=3.7，真实数据省内差异与模拟数据的比值为 0.75/0.54=1.4。真实数据的省内差异和省间差异均高于模拟数据，且观察到的省间差异与随机模型省间差异比值更大，说明我们的测量有效地捕捉到了省间差异，不能由随机因素完全解释。

根据评审专家的建议，我们补充了研究 1 和研究 2 个人主义/集体主义（或独立型/互依型自我建构）得分和所有混淆变量的相关系数矩阵，如下：

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
个人主义		-0.30*	-0.1	0.58***	0.56***	0.61***	-0.65***
政府规范			-0.21	-0.53***	-0.61***	-0.31**	0.48***
人口密度				-0.05	0.04	-0.1	0.03
HAQ					0.73***	0.70***	-0.68***
老年人比率						0.44***	-0.53***
人均国民生产总值							-0.60***
病原体历史流行率							

研究 1：72 个国家个人主义文化及其他控制变量的相关矩阵

（委内瑞纳人均国民生产总值数据缺失）

	1	2	3	4	5	6
自我建构-独立		0.62***	-0.45*	0	-0.26	-0.60***
自我建构-互依			-0.70***	0.26	-0.61***	-0.81***
人口密度				-0.24	0.37	0.73***
医疗卫生机构数量(2019)					-0.26	-0.27
每千人口卫生技术人员(2019)						0.68***
人均地区生产总值(2019)						

研究 2：29 个省份自我建构得分（独立\互依）及其他控制变量的相关矩阵

我们也将以上两个相关系数矩阵放到补充材料中。

意见 3：如果是在疫情之间收集的， 这个数据可以用来做中介分析么？数据本身可能和行为数据一起都收到疫情的影响，似乎不是合理的统计分析方式。

回应：感谢评审专家的意见。针对审稿专家的这个问题，我们从以下几个角度做出解释和回应：首先，本研究的主要目的就是探讨在疫情背景下，个人主义文化价值观对疫情发展的影响，及其相关的计算和心理机制。在研究 1 和研究 2 中，我们通过世界各国和中国各省大数据的分析，一致稳定地发现个人主义倾向和疫情发展之间的关系，在研究 4 中，我们的目的是研究在疫情背景下，个人主义文化价值观对个体违规流动倾向的作用，从而揭示个人主义文化影响疫情发展在个体心理层面上的可能路径和因素，因而我们采用的是疫情背景下测量的个体独立（互依）型自我建构的得分。为了更好地说明这点，我们在正文中也做了对应的调整，使得表述更加准确。具体修改如下：

研究 4 第一段：

“在研究 4 中我们验证疫情情况下，独立型社会取向的文化对人们违背政府规范的流动倾向的影响，我们假设：疫情情况下，独立型自我建构会正向影响人们违规流动倾向。

H4a：疫情情况下，独立型自我建构取向和违规流动倾向之间显著正相关”

“因此我们猜想，在文化差异与对政府出行限制的违背行为之间是否存在着某种机制—受到对死亡恐惧的中介作用。我们假设：在疫情情况下，自我建构和违规流动倾向之间的关系被死亡恐惧中介，具体如下：

H4b：在疫情情况下，独立型自我建构取向和违规流动倾向之间的关系被死亡恐惧所中介。”

其次，由于本研究中的数据是自然收集的观察性数据，没有随机分组和实验操纵，为了验证数据是否由于在疫情阶段的同时测量可能导致共同方法偏差的问题，我们对问卷题目

（自我建构量表，用于计算死亡控制得分的题目，测量违规流动倾向的题目）进行共同方法偏差分析（周浩，龙立荣，2004），结果发现第一公因子（成分）的方差解释百分比为 21.36%，远低于一般认为的 40%的阈值，说明在本批数据中不存在严重的共同方法偏差问题。关于观察性数据的中介分析也有许多已发表的研究成果（Throuvala et al., 2019; Telef, 2020; Elhai, 2021），在本研究中，我们发现在疫情背景下个体的独立型自我建构取向越高，其违规流动倾向就越高，且这个关系受到死亡恐惧的中介。我们的研究结果也与前人发现一致，例如前人研究表明，在个人主义观念盛行的地区人们对疫情管控措施（例如封锁街区，保持社会距离，佩戴口罩）的服从程度都比较低（Chen et al., 2020; Liu 2021），一定程度上印证了本研究结果的合理性。当然还有更好的研究方法，例如基于疫情纵向追踪的实验设计和数据采集（Petherick et al., 2021），这样可以更好地考察因果关系，我们未来的研究可以考虑设计纵向追踪实验，进一步验证实验的发现和结论。根据评审专家建议，我们也将本部分对于统计分析方法的局限性放到了正文的讨论中。

参考文献：

周浩，龙立荣. (2004). 共同方法偏差的统计检验与控制方法. *心理科学进展*, 12(6), 942-942.

Chen, C., Frey, C. B., & Presidente, G. (2021). Culture and contagion: Individualism and compliance with COVID-19 policy. *Journal of economic behavior & organization*, 190, 191-200.

Elhai, J. D., McKay, D., Yang, H., Minaya, C., Montag, C., & Asmundson, G. J. (2021). Health anxiety related to problematic smartphone use and gaming disorder severity during COVID-19: Fear of missing out as a mediator. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(1), 137-146.

Liu, J. H. (2021). Majority world successes and European and American failure to contain COVID-19: Cultural collectivism and global leadership. *Asian Journal of Social Psychology*, 24(1), 23-29.

Petherick, A., Goldszmidt, R., Andrade, E. B., Furst, R., Hale, T., Pott, A., & Wood, A. (2021). A worldwide assessment of changes in adherence to COVID-19 protective behaviours and hypothesized pandemic fatigue. *Nature Human Behaviour*, 5(9), 1145-1160.

Telef, B. B. (2020). Hope and life satisfaction in elementary school students: Mediation role of affective experiences. *Journal of Positive School Psychology*, 4(2), 176-186.

Throuvala, M. A., Janikian, M., Griffiths, M. D., Rennoldson, M., & Kuss, D. J. (2019). The role of family and personality traits in Internet gaming disorder: A mediation model combining cognitive and attachment perspectives. *Journal of behavioral addictions*, 8(1), 48-62.

意见 4：结论部分更该加强的是对于本文分析方法局限性的讨论。 这一类研究由于样本的天然限制，不能像实验室试验那样完美控制混淆变量，另一方面，作为一个疫情自然试验，如果能收集到有疫情和无疫情两种情况下的数据，可能可以一定程度去除混淆因素。因为讨论应该从数据、统计方法、结果解读等等方面分析研究的局限性，避免对结果的过分解读。

回应：感谢评审专家的意见。根据审稿专家的建议，我们在正文的讨论部分增加了对本研究研究方法局限性相应的讨论，具体修改如下：

讨论部分最后一段：

“然而，由于本研究中所采集的数据是自然观察性数据，没有进行随机分组和实验操纵，无法完美控制混淆因素的影响。为了验证数据是否由于在疫情阶段的同时测量可能导致共同方法偏差的问题，我们对问卷题目（自我建构量表，用于计算死亡控制得分的题目，测量违规流动倾向的题目）进行共同方法偏差分析（周浩，龙立荣，2004），结果发现第一公因子（成分）的方差解释百分比为 21.36%，表明在本批数据中不存在严重的共同方法偏差问题。在本研究中，我们发现在疫情背景下个体的独立型自我建构的取向越高，其违规流动倾向就越高，且这个关系受到死亡恐惧的中介。我们的研究结果也与前人发现一致，例如前人研究表明，在个人主义观念盛行的地区人们对疫情管控措施（例如封锁街区，保持社会距离，佩戴口罩）的服从程度都比较低（Chen et al., 2020; Liu 2021），一定程度上印证了本研究结果的合理性。当然， 探讨文化价值观对疫情发展的影响还有更好的研究方法，例如基于疫情发展纵向追踪的实验设计和数据采集（Petherick et al., 2021），通过这样的方式我们可以更好地考察因果关系。未来的研究可以考虑设计纵向追踪实验，以进一步验证实验的发现和结论。”

第三轮

编委意见：经 2 轮修改，作者满意地答复了 2 位专家的敏锐且富有建设性的问题。该研究当是该领域值得效仿的研究，建议优先发表。

主编意见：本研究探究问题较有意义、研究方法新颖多样，但在文献综述和讨论的结果解释上不够完整，文章结构清晰度有待进一步提升，需要进一步修改：

意见 1：作者在介绍“自然−行为−文化的共演化模型”时用大量篇幅介绍文化对气候需求和生产方式的影响，这些似乎与本研究关系不大，反而使得重点不够突出，简要介绍这两种，以主要篇幅来论述文化与疾病威胁的关系或许可使文章脉络更清晰。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。根据审稿专家的建议，我们对引言部分关于文化对气候需求和生产方式的影响部分内容进行了精简，包括社会制度对应对气候变化行为的影响，生产方式和生态系统对人与自然互动的作用，重点突出文化与疾病威胁的关系。具体修改后如下：

“然而， 环境对于文化的影响并不是一个简单的单向心理过程，不同文化会导致人们认知 、动机及情绪等方面的差异，能影响广泛的心理和行为倾向(Nisbett et al., 2011)，这些行为倾向又可以改变所依存的环境。自然和文化呈现共同演变的趋势，特定环境下人们的适应性行为塑造文化差异，特定文化背景的行为倾向又改变自然，因此我们提出：自然-行为-文化的共演化模型(NBC coevolution model，图 1)。人类学认为气候变化受到环境和社会因素互相影响，强调气候变化的文化因素(Prorokova, 2019)。集体主义地区通常伴随频繁的人类活动，加速不稳定的大气环境状态(Hulme, 2014)，影响生态系统的服务功能。个人主义在面对发展和环保的取舍时将自我利益放首位，开展大规模工业活动影响气候变化(例如全球变暖)。文化已成为“我们自身适应以及永久生存下去的方式”。

在应对疾病威胁方面，集体主义文化中个体团结起来应对疾病威胁，重视制度，在这种文化下人们会积极响应政府政策，例如保持社会距离、佩戴口罩等以减少与病原体的接触，发挥出有效的保护作用 (Williams et al., 2015)。个人主义文化中人们更注重个人自由和权益，社会规范力量较弱，个体不太愿意接受政府对其行为的指导，无法和群体保持一致规范的态度与行为，而规范和群体共识有减少疾病感染的社会屏障作用(Roos et al., 2015)，因此个人主义无法有效发挥抗病原体的作用。Cao 等人对 54 个国家的个人主义程度与封锁政策在疫情防控上的实施效果之间的关系进行探讨(Cao et al., 2020)，其中封锁政策实施效果以每个国家在实施封锁政策后第 16 天至第 45 天期间(共 30 日)每百万人新增确诊病例数、新增死亡数以及致死率作为衡量指标。结果发现，国家的个人主义程度与新增确诊病例数、新增死亡数和致死率均成显著正相关，且在对政府严格度(Government Stringency)、人口密度和年龄中位数进行控制后仍可正向预测新增确诊病例数与新增死亡数。此外关于文化的其他研究表明权力距离越高，疫情的增长速度越慢。低权力距离文化中的个体似乎不太愿意盲目接受政府关于如何改变其社会行为的指导，相反他们更喜欢对影响他们生活方式的决定有发言权；一个国家寻求放纵而不是持久的约束的享乐主义价值观，会破坏人们应对疫情的社会规范遵守，与疾病暴发呈正相关(Messner, 2020)。基于谷歌新冠疫情社群流动报告(Google

community mobility reports)数据，一项最新的研究考察了 2020 年 2 月 16 日至 3 月 29 日期间 58 个国家在公共场所的人群聚集情况(Huynh, 2020) ，结果发现不确定性规避指数与公共场所人群聚集程度呈现显著负相关，即在不确定性规避程度高的文化中，疫情严峻时期，民众前往公共场所的可能性更低。Gelfand 等人提出文化和制度因素可以结合起来预测各国在面对传染病时的反应(Gelfand et al., 2021)，在面对传染病时紧密文化对应着更少的确诊数量和死亡数量，并且通过一个正式的演化博弈理论模型表明，紧密的群体在威胁下的协作要快得多、生存率要高于宽松群体，表明在疾病威胁时期，疫情应对的跨文化差异是群体在高威胁条件下遵守合作规范的程度不同所引起的，严格的社会规范可能会赋予进化优势。个人主义和紧密性文化差异的相互作用对 COVID-19 疫情防控具有影响，在宽松和个人主义的文化下对应着快速增长的患病率和粗略死亡率以及更高的病死率(Cao et al., 2020)。

本文即以 COVID-19 疫情为切入口来阐明文化如何通过改变人类行为影响疫情控制速度最终影响环境中的病原体流行率，通过 4 个研究，结合了调查问卷的偏相关分析、分层线性模型(Hierarchical Linear Model，简称 HLM 分析)、表征相似性分析(Representational Similarity Analysis，简称 RSA)等方法以及基于主体的建模技术(Agent Based Model)来验证文化对个体行为的影响，最终塑造自然环境的作用。研究一中我们在世界范围内探究了个人主义和疫情死亡指标的关系；研究二中采用个体水平数据我们探究了自我建构和疫情控制速度的关系；研究三基于演化博弈模型进一步研究疫情下的流动行为对疫情控制速度的影响，探讨了个人主义文化影响疫情控制效率可能的作用路径；研究四中采用分层线性模型验证了个人主义文化对疫情有关行为——违反政府规范的流动行为的影响，在此基础上探究其内在心理机制。”

意见 2：政府规范的调节作用是作者研究的重要内容之一，但在引言中却没有进行有关政府规范的论述。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的建议，我们在引言中补充了有关政府规范对疫情发展的相关研究和论述。具体修改如下：

“1.3 政府规范的影响

在大流行的早期阶段，有效的治疗和预防手段缺乏，人类社会主要通过非药物的干预措施实现病毒传播途径的切断。因此，在有效治疗手段出现以前，病毒传播结果不同的解释来自于不同群体采取的不同非药物干预措施。然而各国出台的措施以及施行程度得差别很大，在这个过程中政府的行动本身受到文化差异的影响，反映了集体的意志(Alesina &Angeletos,

2005; Benabou & Tirole, 2006)。

在 COVID-19 大流行中，政府规范对于应对病毒传播有显著的意义(Dehning et al., 2020)。在个人主义文化较高的地区，政府前期对于疫情不够重视(Cheeyandira, 2020)，各州在施行管控上缺乏协调合作，这些都没能有效的阻断或者抑制疫情扩散。相比之下个人主义较低的国家，例如中、韩等国家则成功控制了 COVID-19 的传播，核心干预措施是政府机构的力量—采取政府规范进行非药物干预，人们积极响应政府政策(例如交通、接触限制等)(Lai et al., 2020)，降低了 COVID-19 的发病和死亡水平，成功阻断了 COVID-19 的社区持续传播(Li et al., 2020)。Gelfand 等人也发现文化(文化松紧度)和制度因素(政府)可以结合起来预测各国在面对传染病时的反应，在面对传染病时紧密文化对应着更少的确诊数量和死亡数量。因此我们认为政府干预在 COVID-19 防控的过程中起到了一定的调节作用。”

意见 3：本研究 4 探究了死亡恐惧的中介作用，但在引言中并没有进行论述，将研究 4 中对于死亡恐惧中介的论述提到引言部分或更为妥当。此外，在中介论述时，作者遗漏了死亡恐惧与违规流动倾向这条关系的论述，而且只提及了独立型自我建构作为预测变量的论述及假设，没有提到互依型自我建构的论述及假设（然而作者却对互依型自我建构的中介模型进行了分析）。

回应：感谢审稿专家的意见。对于本条意见的具体回复如下：

1. 关于死亡恐惧道违规流动倾向的路径在正文中是有论述的，我们修改了此部分的论述使其更清晰一些，具体修改为：“死亡影响对于不道德或违规行为判断的作用，从心理学角度可以从道德推脱和利己辩护等机制理解，在这种背景下个体免除了因违背道德标准而带来的心理冲突或压力，从而促使违规流动倾向的增加(伍麟，白仲琪，2019)。”
2. 根据审稿专家建议，我们把研究 4 中的论述提到了引言中。具体修改如下：

“**1.4 死亡恐惧的中介效应**

对死亡的恐惧是人类的特征，前人已有研究表明在个人主义的背景下，对抗死亡植根于对个人命运的控制(Seymour et al., 2010)，个人主义的人认为自我具有极大的价值，人们普遍害怕死(Becvar, 2005)。个人主义文化价值观影响下的个体倾向于控制自己的死亡(Kearl & Harris, 1982; Kemmelmeier et al., 2002)，而在疫情这种突然性全球卫生事件下，个人的死亡变得不可控，因而个人主义倾向(独立型自我建构取向)高的个体在疫情背景下可能会对死亡产生更大的恐惧。恐惧管理理论(TMT)也指出死亡会带来人们的恐惧以及焦虑，为此人们会从文化价值观的角度展开防御机制。死亡影响对于不道德或违规行为判断的作用，从心理学

角度可以从道德推脱和利己辩护等机制理解，在这种背景下个体免除了因违背道德标准而带来的心理冲突或压力，促使违规流动倾向的增加(伍麟，白仲琪，2019)。因此我们猜想，个人主义倾向与违背政府疫情管控倾向之间的关系可能受到对死亡恐惧的中介作用。”

3. 关于互依型自我建构作为预测变量的中介模型，我们补充了相应的理论推断、假设和讨论。由于前三个研究的结果主要发现的是个人主义文化对疫情发展的影响，为突出本研究的主要结果，参考此前审稿人的意见，我们将此部分与互依型自我建构有关的中介模型的假设、分析和结果放到了补充材料之中。具体修改如下：“

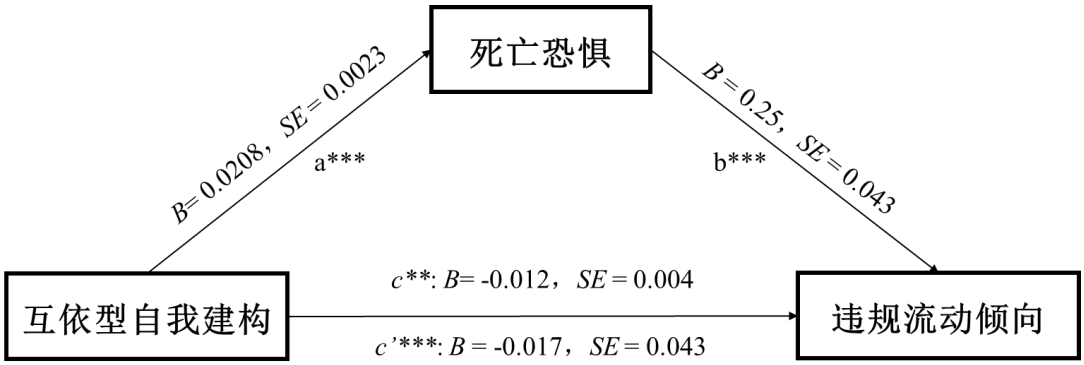
研究四

互依型自我建构对违规流动的预测

互依型自我建构对违规流动倾向可能有两个方向的预测效应：第一，互依型自我建构高的个体重视集体，更愿意为集体和他人牺牲自己的利益(van-Dellen & Baker, 2011)。Tu 等(2021)发现，互依型自我建构可以正向预测疫情时期人们自愿居家，减少外出的态度。在这样的理论推导下，我们预测个体的互依型倾向越高，当违规流动会给他人带来风险的时候，其违规流动的倾向就越低；另外一方面，互依型自我建构倾向于将他人纳入自我概念中，对他人的感知更为亲近(Agnew et al., 2004; Ashmore et al., 2004)。前人研究发现,互依型自我建构特质，或互依型自我建构启动操纵都会增加个体在观看(亲近)他人疼痛时的神经活动(Wang et al., 2015)。在疫情背景下当个体生命受到威胁时，互依型自我建构高的个体对他人生命的受害感知更为强烈，死亡凸显性增加，反而促进违规流动行为。从这个角度，我们预测互依型自我建构会增加个体的死亡恐惧，从而增加违规流动倾向。

结果

中介分析结果显示，在加入了死亡恐惧后，互依型自我建构对死亡恐惧的路径显著 B= 0.0208，SE = 0.0023, t = 8.97，p<0.0001，95% CI = [.0163,0.0254]，死亡恐惧对违规流动倾向的路径显著 B = 0.251，SE = 0.043, t =5.83，p＜0.001，95% CI = [.1664,.3351]。互依型自我建构影响违规流动倾向的直接路径显著 B=-0.017，SE = 0.0043, t = -3.97，p = 0.0001，95% CI = [-0.0254，-0.0086]。Bootstrap 分析后得到的间接效应的 95%置信区间为 95% CI = [0.0032，0.0076]，死亡恐惧在互依自我建构和违规流动倾向关系间的中介效应显著。



互依型自我建构影响违规流动倾向的中介路线图

(注：*表示 p<0.05, **表示 p<0.01，***表示 p<0.001)

讨论

结果发现，死亡恐惧部分中介互依型自我建构与违规流动之间的关系，并且是一个遮掩效应(温忠麟，叶宝娟，2014)。这可能是因为互依型自我建构对疫情下违规流动的作用更为复杂，存在两个或更多作用相反的机制(例如前面提到的重视集体利益而减少违规流动)，这些效应相互抵消，因而没有观察到互依型自我建构对违规流动的直接效应。我们的研究只分离出了其中一个正向的效应，即互依型自我建构会增加个体在疫情背景下的死亡恐惧，从而促进违规流动倾向的上升。未来的研究可以进一步探讨其中的影响因素，分离这些效应。”

意见 4：具体研究 (1)研究 3 数据分析时政府规范取值范围设置为 0.1-0.9，但结果分析部分，为何政府规范取值只选取 0.1、0.3 和 0.5，这些值均小于等于中位数。请说明一下为何这样选择。

回应：感谢审稿专家的意见。政府规范完整取值 0.1-0.9 对疫情发展情况(总感染数、总死亡数)和疫情控制效率(总控制速度、前期控制速度和后期控制速度)影响的结果我们之前放在了补充材料之中(图 S4-S5)，从结果上看，当政府规范的取值从 0.1 到 0.9 变化时，其在高低个人主义文化下的效应总体上都是单调递增的，在政府规范力度比较小的时候效应的变化比较大，在政府规范力度比较大时可能由于某些疫情指标达到天花板效应，效应的变化相对减弱。政府规范力度的取值在这里是模型的参数，具体的数值可以任意设定，取值范围也可以调整，其数值没有明确对应的量化现实意义，因而没有中位数的概念。为了简洁呈现主要结果，因而我们在正文中报告了 0.1、0.3 和 0.5 这些更能体现参数在模型中作用的结果。根据审稿专

家的意见，我们在正文中也补充了对该部分完整结果的索引，具体修改如下：

“无论政府规范取值是 0.1、0.3 还是 0.5 时，高个人主义下总的确诊数和死亡数均显著大于低个人主义。(政府规范=0.1，高个人主义(70)：总确诊数 95%*CI*=[3736.44, 3955.56]、死亡数 95%*CI* =[148.10, 157.90]、低个人主义(30)：95%*CI*=[1526.39, 1701.61]，死亡数 95%*CI* =[60.28, 67.72]；政府规范=0.3，高个人主义：95%*CI*=[3305.54, 3554.46]、死亡数 95%*CI* =[131.07, 140.93]、低个人主义：总确诊数 95%*CI*=[1273.68, 1418.32]，死亡数 95%*CI* =[50.67, 57.33] ；政府规范=0.5，高个人主义：确诊数 95%*CI*=[2975.13, 3242.87]、死亡数 95%*CI* =[119.73, 132.27]、低个人主义：确诊数 95%*CI*=[1120.38, 1255.62]，死亡数 95%*CI* =[44.86, 51.14]，其他政府规范取值对疫情情况和控制速度的影响效应一致，详见补充材料：图 S5-S6)。”

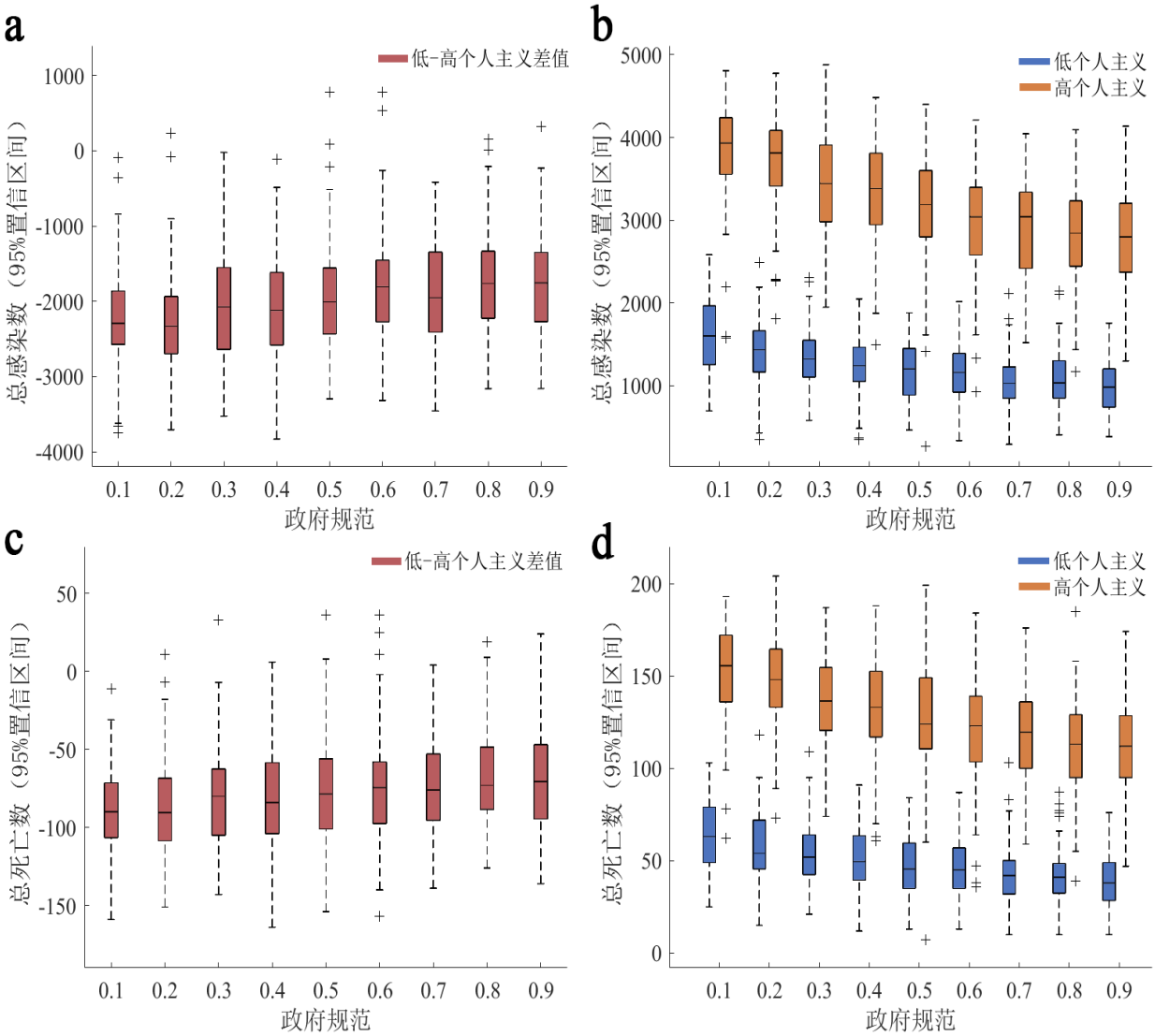


图 S5　不同政府规范水平下高低个人主义在确诊数、死亡数的差异图

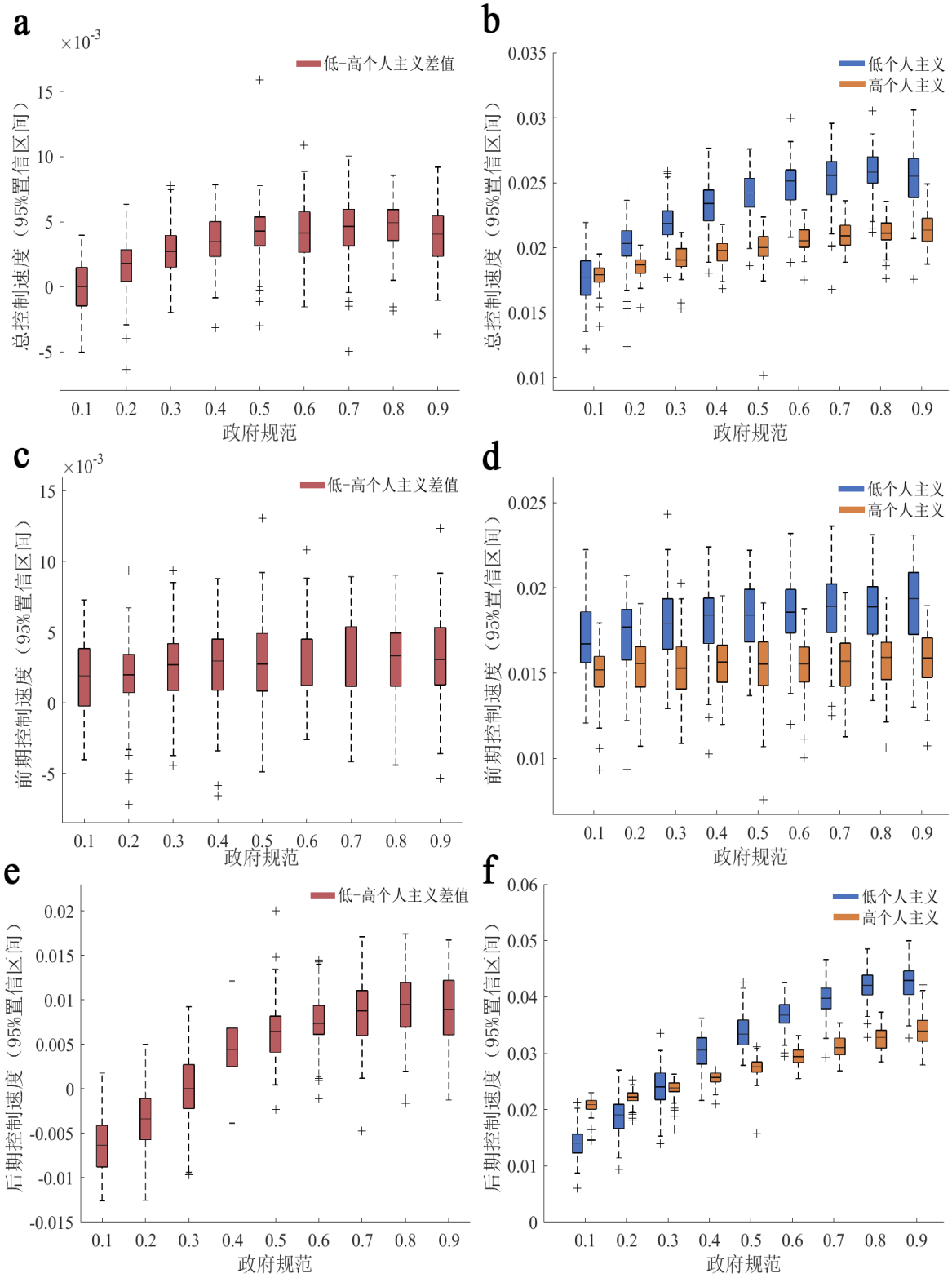


图 S6 不同政府规范水平下高、低个人主义在总、前期、后期控制速度的差异图

意见 5：研究 4 中 5.2.3 中介检验只呈现了独立型自我建构的中介路径图(图 12)，未呈现互依型自我建构的中介路径图，建议统一。 (3)在 5.2.3 互依型自我建构下死亡恐惧的中介效

应检验中，互依型对死亡恐惧、死亡恐惧对违规流动的路径系数均为正，互依型对违规流动的直接路径系数为负，为遮掩效应，请解释说明这一现象。

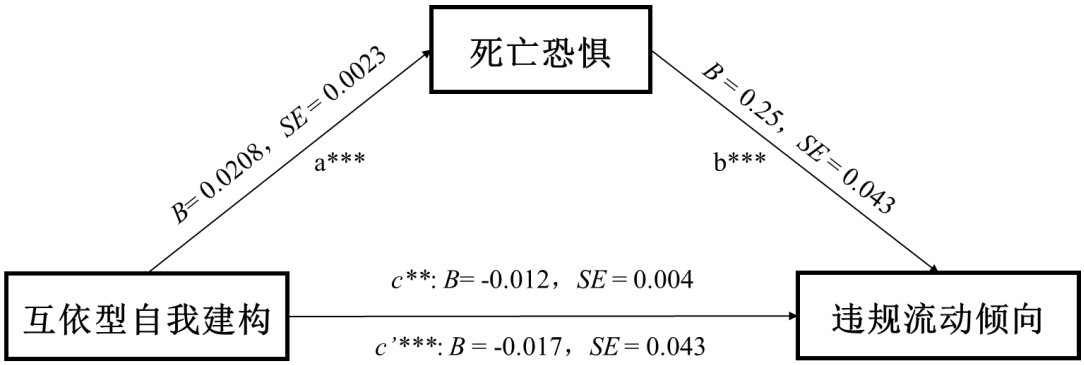
回应：感谢审稿专家的意见。我们已根据审稿专家的意见，补充了互依型自我建构的中介路径图。由于前三个研究的结果主要发现的是个人主义文化对疫情发展的影响，为突出本研究的主要结果，参考审稿人的意见，我们将此部分与互依型自我建构有关的中介模型的结果放到补充材料中。对于互依型自我建构下死亡恐惧的中介效应检验结果我们也补充了相应的假设和解释。具体如下：

“互依型自我建构对违规流动的预测

互依型自我建构对违规流动倾向可能有两个方向的预测效应：第一，互依型自我建构高的个体重视集体，更愿意为集体和他人牺牲自己的利益(van-Dellen & Baker, 2011)。Tu 等(2021)发现，互依型自我建构可以正向预测疫情时期人们自愿居家，减少外出的态度。在这样的理论推导下，我们预测个体的互依型倾向越高，当违规流动会给他人带来风险的时候，其违规流动的倾向就越低；另外一方面，互依型自我建构倾向于将他人纳入自我概念中，对他人的感知更为亲近(Agnew et al., 2004; Ashmore et al., 2004)。前人研究发现,互依型自我建构特质，或互依型自我建构启动操纵都会增加个体在观看(亲近)他人疼痛时的神经活动(Wang et al., 2015)。在疫情背景下当个体生命受到威胁时，互依型自我建构高的个体对他人生命的受害感知更为强烈，死亡凸显性增加，反而促进违规流动行为。从这个角度，我们预测互依型自我建构会增加个体的死亡恐惧，从而增加违规流动倾向。

结果

中介分析结果显示，在加入了死亡恐惧后，互依型自我建构对死亡恐惧的路径显著 B= 0.0208，SE = 0.0023, t = 8.97，p<0.0001，95% CI = [.0163,0.0254]，死亡恐惧对违规流动倾向的路径显著 B = 0.251，SE = 0.043, t =5.83，p＜0.001，95% CI = [.1664,.3351]。互依型自我建构影响违规流动倾向的直接路径显著 B=-0.017，SE = 0.0043, t = -3.97，p = 0.0001，95% CI = [-0.0254，-0.0086]。Bootstrap 分析后得到的间接效应的 95%置信区间为 95% CI = [0.0032，0.0076]，死亡恐惧在互依自我建构和违规流动倾向关系间的中介效应显著。



互依型自我建构影响违规流动倾向的中介路线图

(注：*表示 $p<0.05$, **表示 $p<0.01$，***表示 $p<0.001$)

讨论

结果发现，死亡恐惧部分中介互依型自我建构与违规流动之间的关系，并且是一个遮掩效应(温忠麟，叶宝娟，2014)。这可能是因为互依型自我建构对疫情下违规流动的作用更为复杂，存在两个或更多的作用相反的机制(例如前面提到的重视集体利益而减少违规流动)，这些效应相互抵消，因而没有观察到互依型自我建构对违规流动的直接效应。我们的研究只分离出了其中一个正向的效应，即互依型自我建构会增加个体在疫情背景下的死亡恐惧，从而促进违规流动倾向的上升。未来的研究可以进一步探讨其中的影响因素，分离这些效应。”

意见 6：讨论 (1)正文讨论部分 6.2 政府规范的调节作用，作者没有针对不同政府规范取值下，不同文化价值观在疫情前、后期研究结果的差异进行细致的解释，这些结果其实也是很有意思的。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的建议，我们在正文讨论部分补充了政府规范对疫情发展和控制效率的调节作用的论述。具体修改如下：

“6.2　政府规范的调节作用

尽管严格的社交距离策略被证明是有效的，该措施在许多国家实施得较慢，即使面对病例迅速增长很多政府都不愿采取社会距离政策，政府反应的差异可能根源于根本的文化差异，Alesina 等人认为个人主义文化较高的社会倾向于进行低水平的政府干预。本研究通过仿真模拟实验发现，政府规范对不同文化下疫情控制效率差异的调节作用主要发生在疫情发展的后期阶段，这可能是由于模型中政府在疫情初期阶段还未介入，处于自然状态，群体间

疫情发展情况的差异主要是社会文化的作用；在疫情发展后期政府介入，高个人主义文化下个体重视个人利益，对政府防控措施(隔离，保持社交距离等)遵守程度较低，政府干预的有效性受到文化的影响。先前研究发现，政府管控措施的有效性也取决于公众的遵从性 (Perc et al., 2020)，这种遵从性在不同文化国家存在显著差异(Karra et al., 2020)。据 Civitarese(2020)报道在意大利和巴西政府采取了居家政策后，街头和海滩上的游客数量显著增加；尽管美国公共卫生局建议社会隔离，但仍有 52%的美国成年人外出(Canning et al., 2010)。与我们模型模拟的结果相符。同时，作为对公众意愿的一种反应，个人主义社会政府在采取强制性措施时会更犹豫不决，从而导致必要的反应延迟，即使政府采取了措施，个人主义下公民也更有可能违反这种措施。”

意见 7：讨论 6.3 部分更像是研究意义，作为单独一部分放在解释结果的中间与前后内容相比衔接生硬。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家建议，我们对此部分讨论的顺序进行了调整，放在了解释结果的讨论内容之后。具体请见正文修改。

意见 8：本研究是基于作者提到的 NBC 共演化模型，而讨论 6.4 部分又出现了大脑、基因的论述，这些论述与本研究有何关联呢？作者的研究没有体现脑和基因，但讨论中又提出了一个“自然、文化、行为、大脑、基因协同演化图”是想说明什么呢？

回应：感谢审稿专家的意见。本研究提出 NBC 共演化模型，在此框架下以疫情为例，探讨自然环境、人类行为和文化之间的相互作用和共同演化。但本研究不是 NBC 模型下的全部内容，未来的研究还需要全面理解人类行为、社会文化与地球生态环境的关系，还需涉及其他方面的内容，其中就包括基因和大脑(内表型)层面的影响。在以往的研究中，这五个方面(自然、文化、行为、大脑和基因)分别散落与不同的理论模型之中，例如：“文化-行为-大脑”循环模型(Culture–Cehavior–Brain loop model, CCB)(Han & Ma, 2015)，文化与大脑的交互(Chiao et al., 2010)，文化-基因协同进化模型(Gene-Culture coevolution model)(Ross & Richerson, 2014)。因此，在本文中我们将 NBC 模型和此前的其他模型结合起来，在未来的研究里，应尽可能同时考虑这五个层次因素之间的关系和相互作用，以更全面地去理解自然、行为和人类社会之间的相互作用和动态联系。因此，我们在讨论部分提出这五个层面共同演化的研究框架。为了更清晰地突出此层主旨，根据审稿专家的意见，我们在正文讨论部分补充了此部分的相关论述，具体修改如下：

“因此自然、文化、行为、大脑、基因处于一个复杂的动态交互网络中，其中基因是基础的基因型 genotype、大脑是内表型 Endophenotype、文化、自然、行为则是我们可以直接观察到的表型 phenotype，彼此之间相互影响形成复杂的动态交互网络。在以往的研究中，这五个方面(自然、文化、行为、大脑和基因)分别散落与不同的理论模型之中，在本文中我们将 NBC 模型和此前的其他模型结合起来，未来的研究应尽可能同时考虑这五个层次因素之间的关系和相互作用，以更全面地去理解自然、行为和人类社会之间的相互作用和动态联系。我们可以解释人类自身发展的过程，同样可以从不同的角度阐述人类文化的历程以及生态在历史中的变化，对于解释社会现实和人类行为具有重要的意义。”

意见 9：讨论 6.4 中，作者用大量的篇幅去介绍了病原体流行理论、气候-经济理论、农耕/畜牧理论和稻米理论，放在讨论部分似乎没有体现解释作者研究结果的作用，作者在此论述这些的理由是什么，请做出说明。引言中也有提到这几个理论，似乎可以作为环境塑造文化的例证在引言中呈现。

回应：感谢审稿专家的意见。对于本条意见的具体回复如下：

1. 此部分的病原体流行理论、气候-经济理论、农耕/畜牧理论和稻米理论是当前关于环境如何塑造文化的几个主要理论，在讨论部分提出和论述这些理论目的是为了综述当前对“自然-文化-行为”框架的主要理论和研究成果。但目前研究中还缺乏对文化反向影响环境的论述，我们的贡献是进一步在这基础上，以疫情为例，在病原体流行理论框架下讨论文化对环境的反向影响。为了更清晰呈现这个意图，我们对讨论此部分内容进行了修改，具体如下：

   “在过往有许多研究从生态视角探讨文化形成的机制，提出了许多关于自然环境如何塑造文化的理论。例如，病原体流行理论认为人们在面对高病原体疾病威胁时形成团体以保持更紧密的联系，对外群体成员保持高警惕性，加强了种族主义和群际冲突，表现为偏好内群体成员和排斥外群体成员；人们会表现出从众倾向以维护社会规范，这些规范共识有减少疾病感染的社会屏障作用，排斥不循规蹈矩有潜在传染风险的“异类”，这是人们间接地对病原体威胁做出的反应，促进了集体主义文化的形成(Schaller & Murray, 2010)。另一方面，气候-经济理论将气候看作人生存环境中的需求，而经济可以满足这种需求(Fischer & Vliert, 2011)。恶劣的气候对于低收入居民是威胁性的，他们通过内部合作获取资源从而满足需求来制定和实现目标，团结合作导致更高的内部承诺和偏袒，对风险表现出厌恶因此采取更保守的态度和行为，这些促进了集体主义文化；高收入居

民认为恶劣的气候具有挑战性并通过经济资源弥补了气候需求，依靠自己制定和实现目标，对风险表现出偏好并希望通过个人探索寻求更好的结果，减少了人际交往，促进了个人主义文化(Vliert & Postmes, 2012)。农耕/畜牧理论认为，环境对文化的影响不仅表现在应对环境威胁的方式上，还表现在适应环境过程中形成的生存方式。农耕/畜牧理论探究了不同生产方式对于文化的影响(Uskul et al., 2008)。农民与其耕种的土地密切相关，这些资本流动性弱、不好转移，农业需要团体协作，社会成员形成联系紧密、相依存的社会体系，促进整体性思维方式，个体注意广泛的社会线索。牧民流动性较强、更多依靠个人决策和自主权，社会成员形成联系松散、自主的个人网络，受社会角色约束较少，培养了分析性思维，个体专注于对象而不过多关注情境背景(Uskul et al., 2008)。稻米理论则提出水稻种植需要农民合作建设灌溉系统、协调各人用水与耕作日程，因此稻农倾向于建立基于互惠的紧密联系与规范，水稻种植区域发展出相互依赖以及紧密的文化。而小麦的种植基本不需精细灌溉，麦农能自给自足，与他人合作较少，会发展出更独立以及松散的文化(Talhelm et al., 2014；Talhelm & Oishi, 2018)。在本研究中，我们扩展了以往关于疫情发展的研究，通过多学科多方法交叉来验证了文化对疫情控制的影响。本研究以疫情为例，在病原体流行理论框架下讨论文化对环境的反向影响。病原体(自然)能够通过行为促进特定文化的形成，反过来特定文化同样也能够影响疫情发展，在面对生态环境的变化时文化作为一种调节机制，生物可以调节自身行为来适应并改变环境，支持了 NBC 循环模型，扩展了关于自然、行为和文化的研究。”

2. 关于这几个理论的论述在前面版本的手稿是放在引言中，有评审专家建议放在讨论部分更为合适，因而我们将此部分内容调整到讨论部分。

意见 10：讨论 6.4 中，作者提及的共同方法偏差更适合放到研究的方法结果部分。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的建议，我们已把相关的结果调整到研究的方法结果部分，具体修改详见正文。

意见 11：讨论 6.4 对研究结果 4 的讨论只提到了独立型自我建构对违规流动倾向的关系的解释，没有对死亡恐惧的中介作用进行解释。此外，作者也没有对互依型自我建构作为预测变量时的结果进行解释，这对研究而言是不全面的。

回应：感谢审稿专家的意见。对本条意见的回复如下：

1. 根据审稿专家的意见，我们在本处增加了对死亡恐惧中介作用的解释，具体修改如下：

“在本研究中，我们发现在疫情背景下个体的独立型自我建构取向越高，其违规流动倾向就越高，且这个关系受到死亡恐惧的中介。由于疫情这类突发事件导致个体死亡的不确定性增加，个人主义文化促进了个体对死亡的恐惧，在此背景下，死亡恐惧可能通过道德推脱和利己辩解的机制，使得个体免除了因违背道德标准而带来的心理冲突或压力(伍麟, 白仲琪, 2019)，从导致了违规流动倾向的增加。我们的研究结果与前人发现一致，例如前人研究表明，在个人主义观念盛行的地区人们对疫情管控措施(例如封锁街区，保持社会距离等)的服从程度都比较低(Chen et al., 2020; Liu 2021)，一定程度上印证了本研究结果的合理性。”

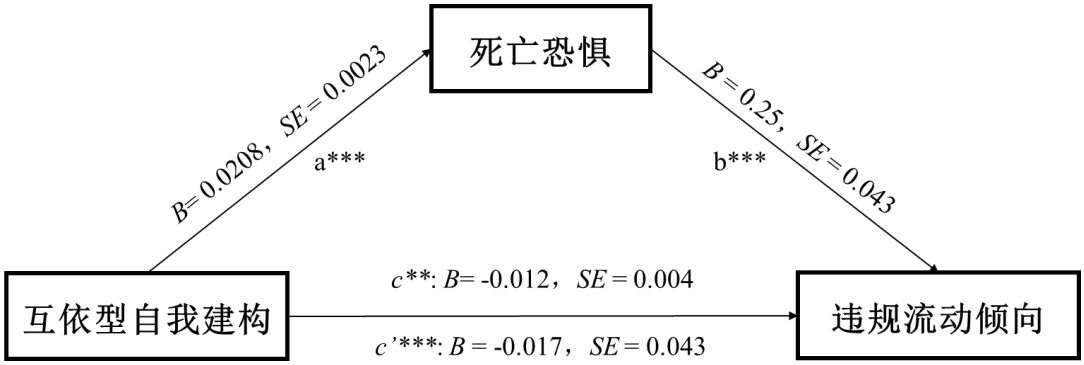
2. 对互依型自我建构作为预测变量时的结果，由于前三个研究的结果主要发现的是个人主义文化对疫情发展的影响，为突出本研究的主要结果，参考审稿人的意见，我们将此部分与互依型自我建构有关的中介模型的假设，结果和讨论放到了补充材料中。具体如下：

“互依型自我建构对违规流动的预测

互依型自我建构对违规流动倾向可能有两个方向的预测效应：第一，互依型自我建构高的个体重视集体，更愿意为集体和他人牺牲自己的利益(van-Dellen & Baker, 2011)。Tu 等(2021)发现，互依型自我建构可以正向预测疫情时期人们自愿居家，减少外出的态度。在这样的理论推导下，我们预测个体的互依型倾向越高，当违规流动会给他人带来风险的时候，其违规流动的倾向就越低；另外一方面，互依型自我建构倾向于将他人纳入自我概念中，对他人的感知更为亲近(Agnew et al., 2004; Ashmore et al., 2004)。前人研究发现,互依型自我建构特质，或互依型自我建构启动操纵都会增加个体在观看(亲近)他人疼痛时的神经活动(Wang et al., 2015)。在疫情背景下当个体生命受到威胁时，互依型自我建构高的个体对他人生命的受害感知更为强烈，死亡凸显性增加，反而促进违规流动行为。从这个角度，我们预测互依型自我建构会增加个体的死亡恐惧，从而增加违规流动倾向。

结果

中介分析结果显示，在加入了死亡恐惧后，互依型自我建构对死亡恐惧的路径显著 B= 0.0208，SE = 0.0023, t = 8.97，p<0.0001，95% CI = [.0163,0.0254]，死亡恐惧对违规流动倾向的路径显著 B = 0.251，SE = 0.043, t =5.83，p＜0.001，95% CI = [.1664,.3351]。互依型自我建构影响违规流动倾向的直接路径显著 B=-0.017，SE = 0.0043, t = -3.97，p = 0.0001，95% CI = [-0.0254，-0.0086]。Bootstrap 分析后得到的间接效应的 95%置信区间为 95% CI = [0.0032，0.0076]，死亡恐惧在互依自我建构和违规流动倾向关系间的中介效应显著。



互依型自我建构影响违规流动倾向的中介路线图

(注：*表示 $p<0.05$, **表示 $p<0.01$，***表示 $p<0.001$)

讨论

结果发现，死亡恐惧部分中介互依型自我建构与违规流动之间的关系，并且是一个遮掩效应(温忠麟，叶宝娟，2014)。这可能是因为互依型自我建构对疫情下违规流动的作用更为复杂，存在两个或更多的作用相反的机制(例如前面提到的重视集体利益而减少违规流动)，这些效应相互抵消，因而没有观察到互依型自我建构对违规流动的直接效应。我们的研究只分离出了其中一个正向的效应，即互依型自我建构会增加个体在疫情背景下的死亡恐惧，从而促进违规流动倾向的上升。未来的研究可以进一步探讨其中的影响因素，分离这些效应。”

意见 12：.结论 作者在结论部分又提到了研究意义，且在讨论部分多处提到了研究不足和未来研究改进，这样会使得文本思路不够清晰，建议直接单设一部分论述研究意义、不足与展望。

回应：感谢审稿专家的意见。根据审稿专家的意见，我们对讨论部分的内容做了调整，单独设立关于研究意义、不足与展望的论述，具体修改如下：

“7 研究意义、不足与展望

实验结果表明独立型社会取向文化会对第一波 COVID-19 疫情产生不利的影响，具体表现为：(1)个人主义文化和更高的 COVID-19 死亡率相关，并且对应较慢的疫情前期控制速度，但是在疫情后期这种影响不明显。(2)政府规范能够在文化和疫情的控制过程中起到缓冲作用，通过影响人们的行为规范来促进疫情的控制过程。(3)疫情情况下，文化价值观通

过影响个体面对疫情的死亡恐惧，从而影响个体违规流动，最终影响整体疫情管控效率。本研究从多角度出发，对于理解文化差异对于疫情环境的影响具有重要的理论意义，文化能够预测人们面对 COVID-19 时的结果，为各国在未来应对全球公共卫生危机提供了重要的预测指标，在进行公共卫生项目实施时将文化的重要作用考虑在内可以提高人群需求的满足能力(Kreuter & Mcclure, 2004)，这些发现可能有助于通过政府引入和管理有益的规范、协调社会行动来有效应对 COVID-19 的影响。

虽然我们的研究是基于 COVID-19 背景，但这些结论也仍然适用于其他传染病。由于我们对病毒本身及其传播方式的知识仍非常有限，我们只考虑了一些可能对病毒传播产生影响的基本环境和社会因素，决定病毒传播的个人和集体公共行为在不同的亚群间存在差异还受到政策规范之外的许多因素的影响(Lunn et al., 2020)。这些均表明我们需要政府采取干预来加强与行为相关的规范，例如社交隔离和戴口罩(特别是在松散文化中)，通过政府规范的力量来更好的控制疫情，这对于帮助不同文化背景群体在未来应对 COVID-19 威胁至关重要，为后续的疫情发展提供了启示性意义。

动态交互的演化博弈模型从因果动力学角度为病原体控制的内在机制做出了更具体的解释。虽然目前仍然存在一定的争议，例如简单模型是否能反映真实世界的现状，是否忽略了其他影响病毒传播的因素。演化博弈模型生成与真实世界一致的结果，但不能说明有关机制的准确性与唯一性，但至少为我们探讨文化的疫情发展的影响提供了新的思路以及有力证据(Jackson, 2017)。

研究四中我们所采集的数据是自然观察性数据，没有进行随机分组和实验操纵，无法完美控制混淆因素的影响，探讨文化价值观对疫情发展的影响还有更好的研究方法。例如基于疫情发展纵向追踪的实验设计和数据采集(Petherick et al., 2021)，通过这样的方式我们可以更好地考察因果关系。未来的研究可以考虑设计纵向追踪实验，以进一步验证实验的发现和结论。”

意见 13：格式和细节问题 文本格式有些混乱，作者需通读全文进行细致的润色。例如 (1)去掉引言部分每段开头的序号；(2)补充材料中，研究 2 缺少序号(1)；(3)研究 3“模型建立及方法”部分，正文中对于“仿真系统的过程模拟”标题编号为③，而补充材料里标题编号为⑤，请修改； (4)研究 3 的 4.2.1 标题未能在文本和附加材料里找到； (5)正文 3.2 结果部分倒数第 3 行“独立性自我建构”还是“独立型自我建构”需要统一起来。

回应：（1）我们已经根据审稿专家的建议对文章的格式问题进行通篇检查和修正，感谢审

稿专家的宝贵意见。（2）已经根据审稿专家的建议删除引言段落前的序号。（3）已经根据审稿专家的建议在补充材料相应位置添加序号：(1)，详见补充材料。（4）已经根据审稿专家的建议对补充材料中的序号进行了修改，详见补充材料。（5）已经根据审稿专家的建议对正文中相应位置的序号进行了修改，详见正文内容。

（6）已经根据审稿专家的建议将“独立性自我建构”修改为“独立型自我建构”，具体修改如下：“29 个省份用于模型拟合点数均在 30 个以上，调整后的方差解释率均大于 0.96(结果见补充材料)，拟合状态良好，累计确诊数随时间变化曲线的模型拟合结果图见补充材料图 S1。在控制人口流动性后，独立型自我建构与疫情前期控制速度呈显著负相关(r=-0.381, p=0.046，图 5)。即独立型自我越高的地区，疫情前期控制得越慢；独立型自我建构越低的地区，疫情前期控制得越快；而互依型自我建构与疫情前期控制速度之间没有显著相关(ps＞0.05，补充材料图 S2)。在同时控制医疗卫生机构数量和人均地区生产总值后，独立型自我建构与疫情前期控制速度的相关依然显著(r=-0.397, p=0.045)，而互依型自我建构与疫情控制前期控制速度之间依然没有显著相关关系(ps>0.308)。”