新冠病例分析揭示女性的护理角色和高易感性

廖敬仪[1,2]，杨子曦[1]，周　涛[2,3*]

(1. 清华大学深圳国际研究生院　广东 深圳　518055；2. 成都新经济发展研究院　成都　610094；
3. 电子科技大学复杂性科学实验室　成都　611731)

【摘要】以深圳市家庭聚集性新冠确诊病例为例，按照出现症状的时间早晚划分确定一二代病例，通过对比理论数值模型和家庭结构网络计算出的家庭聚集性病例中二代病例理论值和实际观测值，发现女性在家庭聚集性病例中的二代病例比例显著高于男性。该文定量化支持了“女性在家庭环境中承担更多护理角色”的假设，统计上显示了在以居家隔离为主的防控措施要求下，其感染新冠肺炎的可能性将高于男性。最后给出了可降低女性感染风险的若干建议。

关　键　词　新冠肺炎；　流行病传播；　性别视角；　护理角色
中图分类号　TP391; C913　　**文献标志码**　A　　doi:10.12178/1001-0548.2020201

Nursing Role Results in Higher Susceptibility of Women: Analyzing Family Clusters during COVID-19 Outbreaks

LIAO Jing-yi[1,2], YANG Zi-xi[1], and ZHOU Tao[2,3*]

(1. Shenzhen International Graduate School, Tsinghua University　Shenzhen Guangdong　518055; 2. Institution of New Economic Development of Chengdu Chengdu　610094; 3. Complex Lab, University of Electronic Science and Technology of China　Chengdu　611731)

Abstract　This article collected the information on family cluster confirmed cases of COVID-19 from Shenzhen Municipal Health Commission as an example. The first and second generations cases were identified according to the time of symptoms onset. Comparing the theoretical value of the second-generation cases calculated by the numerical model and the family structural network model with the actual value, the article found that the proportion of the second-generation cases in family cluster cases of females were significantly higher than that of males. The quantitative results support the hypothesis that women play the major part of the nursing role at home, and statically suggest that women were in higher susceptibility than men while implementing home quarantine as the main epidemic control measurement. Based on the current situation, the article listed out some advices to reduce the infection risk of women at the end.

Key words　COVID-19;　epidemic transmission;　gender perspective;　nursing role

在流行病分析中强调性别的视角具有显而易见的必要性，因为不同性别的人对疾病的易感性可能不同，患病后病程发展节奏和严重程度可能不同，易被感染的场所和途径可能不同，对应的防控手段也可能不同[1]。性别视角并不是简单的以性别维度为指标进行分析，它强调关注基于性别规范、性别角色与性别关系，引发的不同性别间从易感性、病原接触方式，到治疗方案的差异，同时考虑相关政策措施的执行可能会在不同性别群体间产生的影响。强调流行病分析中的性别视角可以避免因为简单假设男性和女性在疫情期间具有相同的需求而忽视了针对某性别特别易感的场所和途径的保护[2]。

1　疫情防控中的性别视角

流行病研究中长期缺少性别视角，以至于公开的疫情数据中罕有包含性别信息的。以 2014 年初在西非爆发的埃博拉疫情为例，官方公布的死亡率一直未按照性别划分，但据联合国妇女署引用的华盛顿邮报数据显示，相关专家估计女性死亡率在塞拉利昂和利比里亚分别为 59% 和 75%，显著高于男性[3]。尽管埃博拉疫情在 2014 年初就被定性为“国际突发公共卫生事件”，世界卫生组织直到

收稿日期：2020－04－14；修回日期：2020－04－27；网络首发日期：2020－05－12
基金项目：国家自然科学基金 (61673085，61433014，11975071)
作者简介：廖敬仪 (1996－)，女，主要从事计算社会经济学方面的研究.
通信作者：周涛，E-mail：zhutouster@gmail.com

2014 年 12 月才首次对确诊病例按照性别进行分类统计[4]。在 2014 年 1 月至 2015 年 2 月期间通过 RefWorks 文献数据库检索出 2 311 篇与埃博拉相关的论文中，筛除其中临床医学、生物医疗等领域的论文后，有 61 篇从社会科学角度分析流行病传播及相关防控应对措施的效果，其中与性别相关的仅有 2 篇，且都局限于探讨母婴健康问题[5]。

2019 年 12 月，新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 感染患者出现。2020 年 1 月中下旬，武汉爆发疫情，随后由于春运造成大规模人员迁移，造成疫情在全国蔓延[6]。截至目前，应对新冠疫情爆发的相关政策及公共卫生领域的有关行动都没有充分考虑到疫情爆发产生的性别差异化影响[7]。从世界卫生组织到各国卫生部门公布的疫情统计数据，大多以整体形式报告展现 (仅公布确诊病例、疑似病例、死亡病例等)，缺少直观的性别指标数据。同时，在现有疫情相关的专业分析中，和性别相关的文章主要局限于简单统计分析、临床症状的性别差异和母婴问题[8-9]，缺乏具有深度性别视角化的研究。

中国大陆的数据显示，在 COVID-19 疫情爆发的早期，男性确诊病例数远高于女性[10]，但随着疫情的发展，女性确诊人数逐渐接近男性。根据文献 [11] 采集的数据，截至 2020 年 2 月 17 日，中国除湖北外各省份卫生健康委员会公布的病例个案详情数据，共计 8 579 例确诊病例，其中有 4 375 例 (51.0%) 的确诊病例为男性。尽管这个差异看起来不大，但在统计上是较显著的 (p=0.038 2<0.05)。截至 2020 年 2 月 11 日，中国疾病预防控制中心统计了中国内地上报的 44 672 例新冠确诊病例，其中男性为22 981 例 (51.4%)[12]，统计差异非常显著 ($p<10^{-4}$)。尽管整体上男性感染者数量高于女性，但在家庭聚集性病例中被家人感染的患者多为女性。如果进一步的统计分析支持这一结论，则说明女性在家庭中更易被感染，暗示女性更多承担家庭护理的角色。对该问题的定量了解，有助于更加关注女性在家庭中的易感性并探索更有针对性的保护女性的措施。

受生理特性和社会性别规范影响，女性承担的包括生育、家务劳动和护理等家庭责任更重[13-14]。在中国、印度、日本和美国，女性投入到家务、照料家人的时间分别为男性的 2.3、8.6、4.8 和 1.5 倍[15]。女性承担了绝大部分家庭护理的工作，可能会增加她们感染病毒的风险[7]。为了针对该问题给出坚实、量化的分析，本文采集了深圳的数据，该城市公布了每一位确诊病例的性别，并集中分析了深圳的家庭聚集性病例。本文使用了截至 2020 年 3 月 24 日深圳市卫健委公布的 441 例确诊病例数据 (后面仅有境外输入病例和零星散发病例)。如图 1 所示，早期男性确诊人数多于女性，后期少于女性，其中男性和女性累积确诊病例数分别为 215 人和 226 人。从图 1 所示的数据整体上看，两性确诊人数差异不大，事实上“两性被感染概率有差异”这一假设将被拒绝。图 1 中，男性 (蓝色虚线) 和女性 (红色实线) 累积确诊病例数随时间的增长，其中黑色点划线代表对应时间男女确诊病例差异是否显著的 p-value。计算 p-value 的时候，男女人口比例被近似认为相同，这是参考了 2019 年统计年鉴公布的深圳市 2018 年末常住人口数据，其中户籍男性为 228.6 万人，户籍女性为 226.1 万人。

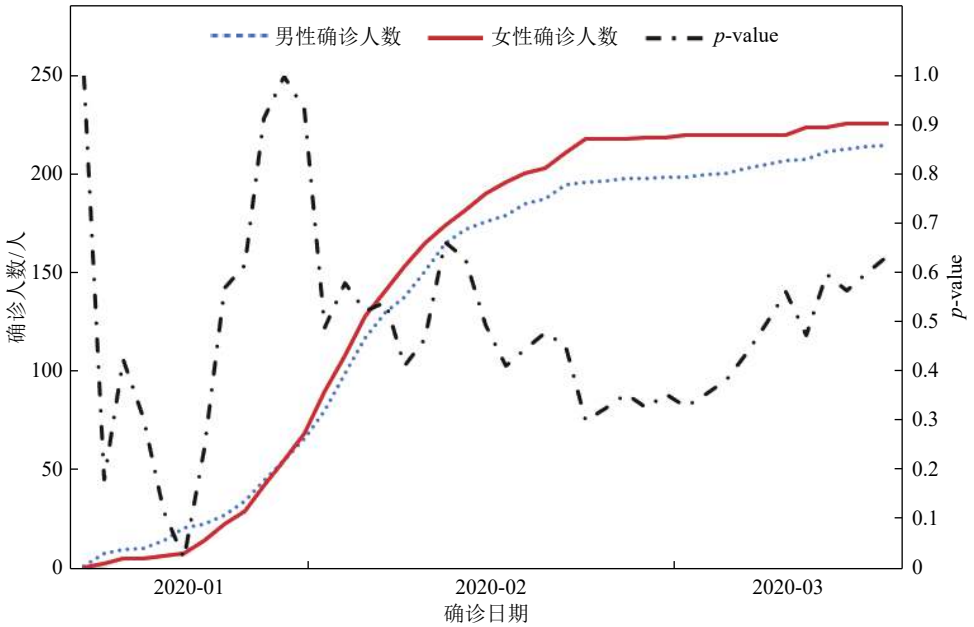


图 1 深圳的家庭聚集性病例

2　数据与方法

2.1　数据描述

本文关注深圳所有确诊病例中的家庭聚集性病例。家庭聚集性病例是指，在确诊病例中的关联关系，若存在明确的亲属关系(家人)、家政工、男女朋友等亲密关系者。如图 2 所示，当前数据共有 86 个家庭聚集性病例，包括 229 例确诊病例，其确诊时间主要集中在 2020 年 1 月 19 日至 2020 年 2 月 16 日，占同期确诊病例的 55.18%。

本文按照出现症状日期对家庭聚集性病例中的一代和二代病人进行分离，暂不考虑家庭聚集性三代病例的可能性。出现症状日期最早的家庭成员被认为是一代病人。少量案例中有两位家庭成员同时出现症状，他们都被认为是第 1 代病人，在后面的感染网络分析中权重各自为 0.5。例如某家庭有 A、B 两位一代病人和一位二代病人 C，则本文认为对于 C 的感染，A 和 B 的贡献各为 0.5。原数据中有 4 个家庭存在一位或多位成员缺少症状出现日期，故本文最终分析的数据包括 82 个家庭的 212 例确诊病例，其中男性和女性患病者的数量分别位 97 人和 115 人，性别差异不存在统计显著性(p-value = 0.245 6)。本文使用的数据和数据说明在 https://www.dcjingsai.com/common/share/79.html 永久免费共享。

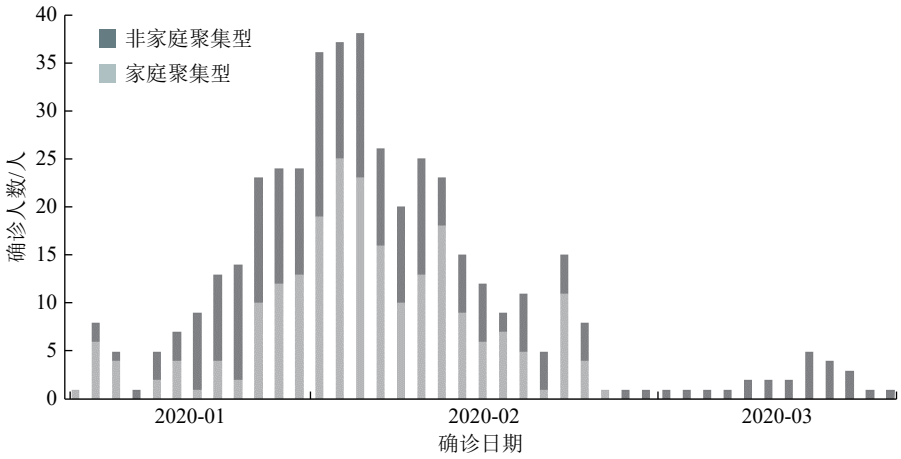


图 2　深圳市家庭聚集型病例随确诊时间分布

2.2　零模型与真实数据的对比分析

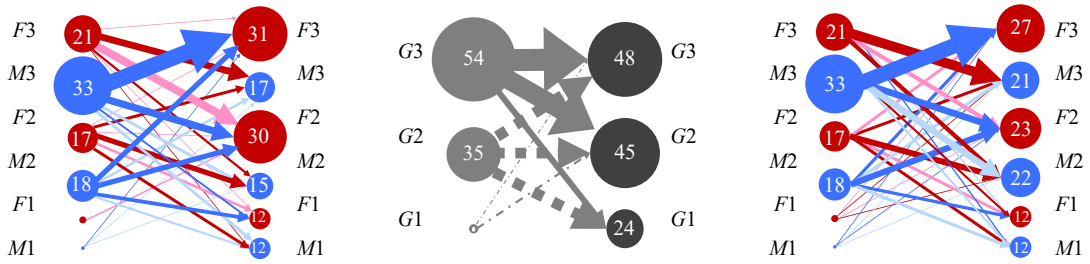
在所有 212 例确诊病例中，一代病人共有 95 例，其中男性 53 例，女性 42 例，二代病人共有 117 例，其中男性 44 例，女性 73 例。虽然看起来一代病人男性和女性占比差别较大，但是因为总样本数 95 较小，出现这种差异在统计上并不显著(p-value = 0.309 1)。在分析二代病人性别差异是否显著的时候，不能简单认为二代病人中男女易感人数比例相同，因为一个家庭中如果一代病人是男性，那么这个家庭剩余的易感人口中女性比例会比较高。根据深圳市 2018 年末常住人口数据，依然假设同一居所内一家人中男性和女性的比例相同。假设二代病人中男性和女性易感性是没有差异的，如果按照同一居所内人口数为 S(只考虑 S>1)，且第 1 代病人只有一位，那么二代病例中男性和女性患病人数比值应为：

$$\frac{\frac{53}{95}\times\left(\frac{S}{2}-1\right)+\frac{42}{95}\times\frac{S}{2}}{\frac{53}{95}\times\frac{S}{2}+\frac{42}{95}\times\left(\frac{S}{2}-1\right)}=\frac{95S-106}{95S-84}<1$$

这是通常的情况，如果有多位第 1 代病人，后文统计显著性的结果不会发生变化。也就是说，如果家庭中男性和女性易感性相同，理论上在家庭聚集的二代病例中，男性患病人数就应该小于女性患病人数，这是因为一代病例中男性感染较多，使得家庭易感人口中女性占比较大。根据 2019 年深圳统计年鉴，深圳常住人口中户均人口数为 3.96，所以设定 S=3.96。其实，根据 2010 年全国第 6 次人口普查的入户调查，除去独居，深圳实际户均居住人口数为 2.77 人，这个数字明显小于 3.96，这是因为很多户籍上同户的人实际上分开居住，例如父母和成年子女。但本文选择 2019 年的户籍人口数，是因为两个原因：1) 深圳家庭聚集病例主要来源于湖北输入病例的过年返乡行为，因此同户居住人口要超过常态；2) 相当部分早期感染出现在家庭亲属聚餐中，其人数明显大于户居人数。作者也验证过，在合理户均居住人口范围内，二代感染者的性别差异都是显著的。由此得到，在两性易感性都没有差异

的情况，家庭聚集的二代病例中男性和女性的占比应为 48.04% 和 51.96%。根据实际感染人数 (男性 44 例，女性 73 例)，两性差异非常显著，易感性相当的假设被拒绝 (p-value=0.008 5)，说明女性在家庭中比男性更容易感染新冠肺炎。

因为深圳数据中包含了所有确诊者的年龄，所以可以进一步分析家庭结构的影响。本文中一代感染者和二代感染者指的是按照症状发生时间划分的感染者，所有二代感染者都是被一代感染者感染的。对于根据感染者年龄进行的划分，本文都称为代际。根据年龄，将家庭成员朴素地分为 3 个代际：第 1 代际 0～24岁；第 2 代际 25～49 岁；第 3 代际 50 岁以上 (含)。记 $F3$、$M3$、$F2$、$M2$、$F1$、$M1$ 分别为第 3 代际女性、第 3 代际男性、第 2 代际女性、第 2 代际男性、第 1 代际女性、第 1 代际男性的集合，如图 3a 所示，可以得到一个表征感染情况的有向含权二部分网络，其中左边的 6 个节点表示第 1 代感染者，右边的 6 个节点表示第 2 代感染者，节点内部的数字表示对应集合的规模，它也和节点的大小成正比。从左边某节点指向右边某节点的连边，代表对应的感染关系，例如边 $M3$->$F3$ 表示 50 岁以上的第 1 代男性感染者导致 50 岁以上的女性被感染的情况，其中边的权重表示这种感染发生的次数，它与边的粗细成正比。发生在不同性别和年龄段之间的家庭聚集型感染事件示意图。图 3a是真实数据中的感染事件分布，其中蓝色和红色分别表示男性和女性，节点的大小和对应集合大小成正比，边的粗细和对应感染事件数成正比。边的 4 种颜色，深蓝色、浅蓝色、深红色和浅红色，分别表示男性感染女性、男性感染男性、女性感染男性和女性感染女性。图 3b 是去掉性别因素后，不同代际之间的感染事件分布，其中 $G3$、$G2$ 和 $G1$ 分别代表第 3 代际 (50 岁以上)、第 2 代际 (25～49 岁)和第 1 代际 (0～24 岁)，连边粗细和权重成正比。图 3c 是假设“女性和男性在家庭中易感程度相当”，利用零模型所得到的表征感染情况的有向含权二部分网络，其含义和图 3a 相同。发生在不同性别和年龄段之间的家庭聚集型感染事件示意图。图 3 是真实数据中的感染事件分布，其中蓝色和红色分别表示男性和女性，节点的大小和对应集合大小成正比，边的粗细和对应感染事件数成正比。边的 4 种颜色，深蓝色、浅蓝色、深红色和浅红色，分别表示男性感染女性、男性感染男性、女性感染男性和女性感染女性。图 3b 是去掉性别因素后，不同代际之间的感染事件分布，其中 $G3$、$G2$ 和 $G1$ 分别代表第 3 代际 (50 岁以上)、第 2 代际 (25～49 岁) 和第 1 代际 (0～24 岁)，连边粗细和权重成正比。图 3c 是假设“女性和男性在家庭中易感程度相当”，利用零模型所得到的表征感染情况的有向含权二部分网络，其含义和图 3a 相同。



a. 真实数据中的感染情况　b. 真实数据未考虑性别分类的感染情况　c. 零模型的感染情况理论值

图 3　发生在不同性别和年龄段之间的家庭聚集型感染事件示意图

如果不考虑性别因素，只看不同代际间的感染情况，则 117 个感染事件中有 46 次发生在相同代际之间，61 次发生在相邻代际之间，10 次发生在相隔代际之间，具体代际间感染事件分布图如图 3b 所示。为了在考虑家庭代际结构的情况下观察性别差异，本文建立了一个剔除了性别的零模型[16]，其规则如下：1) 男性和女性的感染能力相同；2) 一个一代感染者平均感染的人数和这些人在 3 个代际间的分布只取决于该感染者自身的代际，依真实数据即图 3b 决定；3) 一个一代感染者只能感染同代际中的异性。在所有 117 次感染事件中，仅有两次是发生在同代际同性别之间，感染者与被感染者均为姐妹关系，一次是姐姐感染妹妹，一次是妹妹感染姐姐。该规则下得到的表征感染情况的有向含权二部分网络如图 3c 所示。可以看到，这个零模型得到的网络和真实观察情况有显著差异，例如

第 3 代际中真实二代感染者性别差异数为 14，而在零模型中只有 6，第 2 代际中真实二代感染者性别差异数为 15，而在零模型中只有 1。可见，即便考虑了家庭代际结构，如果男性和女性在家庭中易感性相同，真实第 1 代感染者性别和代际上的差异，并不足以导致真实观察到的显著差异。

综上所述，通过细致分析包含性别标签的深圳市新冠肺炎确诊者数据，发现在整个爆发阶段，男性和女性感染人数统计上没有显著差异，但是如果聚焦于家庭聚集病例，则第 2 代感染者中女性人数显著多于男性。即便考虑了第 1 代感染者中的性别差异可能对第 2 代感染者性别差异产生影响，以及家庭结构中不同代际的影响，女性在家庭聚集病例中依然表现出显著高于男性的易感性。本文认为，这种高易感性来源于女性在家庭中承担了更多护理和照顾的工作，因此更易被感染。

3　结 束 语

总体上说，本文认为家庭护理的自我保护意识和规范性的防护措施还相当缺乏，应该出具更具可操作性和指导性的针对家庭护理及接触者管理的手册。该手册不仅适宜于 COVID-19，还应具有更广泛的适用性，以期降低未来其他传染病通过家庭护理进行传播的风险。考虑到目前现实的情况是女性承担更多家庭护理和照顾的工作[13-15]，应该加强培训，提高女性在护理传染病或疑似传染病患者时保护自己的能力。与此同时，应当关注“女性承担过多家庭护理和照顾工作”本身对于女性而言是不公平的，要动员男性参与到家庭护理和照顾工作中并开展有针对性的培训。特别地，对于某些生物学层面性别易感性差异显著的传染病，可以鼓励易感性较低的性别多承担家庭护理工作，而不是不管什么情况，都主要由女性承担护理工作。

本文只是在流行病分析中强调性别视角的一个切入点，这方面需要开展的工作还很多。例如现在公开数据中包含性别维度的数据特别少，应该宣传和鼓励在各类数据中添加性别标签，从而推动涉及性别视角的研究。又如根据国标 GB19082-2009《医用一次性防护服技术要求》的规定，医用防护服最小号对应身长为 165 cm，相对于我国 156 cm 的平均女性身高而言，这个最小尺码对很多女性来说都太大了，应该提前考虑到身材娇小女性长时间连续穿着医用防护服的需求。再如医护工作者具有明确性别指向的需求，如经期使用的安心裤，也应该纳入防疫基本物资保障计划中。这样的例子还很多，希望本文以及其他相关研究工作，能够唤醒更多管理者、研究人员和实际工作人员的性别意识，提高他们应用性别视角更全面分析问题的能力。

参　考　文　献

[1] VAN LUNZEN J, ALTFELD M. Sex differences in infectious diseases–common but neglected[J]. The Journal of infectious diseases, 2014, 209(3): S79-S80.

[2] SMITH J. Overcoming the ‘tyranny of the urgent’: Integrating gender into disease outbreak preparedness and response[J]. Gender & Development, 2019, 27(2): 355-369.

[3] United Nation Women. Inter-agency standing committee: ‘humanitarian crisis in west africa (Ebola) gender alert [R/OL]. (2014-09-05). https://www.unwomen.org/en/news/stories/2014/9/gender-alert-ebola-west-africa.

[4] World Health Organization. Situation Reports: 17th December 2014 [R/OL]. (2014-12-08). https://www.who.int/csr/disease/ebola/situation-reports/archive/en/.

[5] HARMAN S. Ebola, gender and conspicuously invisible women in global health governance[J]. Third World Quarterly, 2016, 37(3): 524-541.

[6] 栾荣生, 王新, 孙鑫, 等. 新型冠状病毒肺炎的流行病学、临床治疗与疫情防控[J]. 四川大学学报 (医学版), 2020, 51(2): 131-138.
LUAN Rong-sheng, WANG Xin, SUN Xin, et al. Epidemiology, treatment, and epidemic prevention and control of the coronavirus disease 2019: A review[J]. Journal of Sichuan University (Medical Science Edition), 2020, 51(2): 131-138.

[7] WENHAM C, SMITH J, MORGAN R. COVID-19: The gendered impacts of the outbreak[J]. The Lancet, 2020, 395(10227): 846-848.

[8] CHEN H, GUO J, WANG C, et al. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records[J]. The Lancet, 2020, 395(10226): 809-815.

[9] ZHAO S, CAO P, CHONG M K C, et al. COVID-19 and gender-specific difference: Analysis of public surveillance data in Hong Kong and Shenzhen, China, from January 10 to February 15, 2020 [J]. Infection Control & Hospital Epidemiology, 2020, DOI: https://doi.org/10.1017/ice.2020.123

[10] LI Q, GUAN X, WU P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus –infected pneumonia[J]. The New England Journal of Medicine, 2020, 382: 727-733.

[11] ZHANG J, LITVINOVA M, WANG W et al. Evolving epidemiology of novel coronavirus diseases 2019 and possible interruption of local transmission outside Hubei Province in China: A descriptive and modeling study[J]. medRxiv, 2020, DOI: https://doi.org/10.1101/2020.02.21.20026328.

[12] 中国疾病预防控制中心新型冠状病毒肺炎应急响应机

制流行病学组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(2): 145-151.
Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2020, 41(2): 145-151.

[13] 於嘉. 性别观念, 现代化与女性的家务劳动时间[J]. 社会, 2014, 34(2): 166-192.
YU Jia. Gender ideology, modernization, and women's housework time in China[J]. Chinese Journal of Sociology, 2014, 34(2): 166-192.

[14] 廖敬仪, 周涛. 女性职业发展中的生育惩罚[J]. 电子科技大学学报, 2020, 49(1): 139-154.
LIAO Jing-yi, ZHOU Tao. Motherhood penalty in career development[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2020, 49(1): 139-154.

[15] DONG X, AN X. Gender patterns and value of unpaid care work: Findings from China's first large‐scale time use survey[J]. Review of Income and Wealth, 2015, 61(3): 540-560.

[16] 尚可可, 许小可. 基于置乱算法的复杂网络零模型构造及其应用[J]. 电子科技大学学报, 2014, 43(1): 7-20.
SHANG Ke-ke, XU Xiao-ke. Construction and application for null models of complex networks based on randomized algorithms[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2014, 43(1): 7-20.

编 辑 刘飞阳