·流行病与统计方法·

1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病疾病负担的年龄－时期－队列模型分析

张婧，李冬梅，章燕
辽宁省疾病预防控制中心，辽宁 沈阳 110172

摘要：目的　了解 1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的疾病负担及年龄、时期、队列影响。**方法**　通过 2021 全球疾病负担(Global Burden of Disease Study，GBD 2021)收集整理 1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的死亡率、伤残调整寿命年(disability-adjusted life year，DALY)率数据，采用 joinpoint 回归模型分析数据随时间的趋势，计算平均年度变化百分比(average annual percentage change，AAPC)。采用 Stata MP 17(64-bit)软件进行贝叶斯年龄－时期－队列模型，分析年龄、时期、队列对 1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的影响。**结果**　1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病死亡率、标化死亡率、DALY 率、标化 DALY 率呈现逐年下降趋势(AAPC=-10.69%、-10.92%、-11.48%、-10.74%，$P<0.001$)。男性和女性也呈现逐年下降趋势。年龄－时期－队列模型结果显示，年龄效应显示 5 岁以下和 65 岁以上人群因不安全的水导致腹泻病死亡风险较高(*RR* 值均＞1)；时期效应显示 1990—2021 年因不安全的水导致腹泻病的死亡、DALY 风险在下降；队列效应显示，越早出生的人群，因不安全的水导致腹泻病的死亡、DALY 风险越高。**结论**　1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的死亡和 DALY 风险在下降，但是儿童和老年人因不安全的水导致腹泻病依然存在高风险，应积极提供安全的饮用水，减少由不安全的水引发的腹泻病传播和影响，保护公共健康。

关键词：GBD；环境危险；腹泻；疾病负担；年龄－时期－队列模型
中图分类号：R123.1；R516.1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1003-8507(2025)23-4250-07
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202506337

Age-period-cohort model analysis of the burden of diarrhea caused by unsafe water in China from 1990 to 2021

ZHANG Jing, LI Dong-mei, ZHANG Yan
Liaoning Provincial Center for Disease Control and Prevention, Shenyang, Liaoning 110172, China

Abstract: Objective To understand the disease burden, age, period, and cohort impact of diarrhea caused by unsafe water in China from 1990 to 2021. **Methods** The mortality and disability-adjusted life year (DALY) rates of diarrhea caused by unsafe water in China from 1990 to 2021 were collected and organized through the 2021 Global Burden of Disease Study (GBD 2021). Joinpoint regression was used to analyze temporal trends and calculate the average annual percentage change (AAPC). Using Stata MP 17 (64-bit) software, a Bayesian age-period-cohort model was used to analyze the impact of age, period, and cohort on diarrhea caused by unsafe water in China from 1990 to 2021. **Results** The mortality rate, standardized mortality rate, DALY rate, and standardized DALY rate of diarrhea caused by unsafe water in China showed a decreasing trend year by year from 1990 to 2021 (AAPC=-10.69%, -10.92%, -11.48%, -10.74%, $P<0.001$). Similar decreasing trends were observed in both males and females. The age effect in the APC model indicated that people under 5 years old and those over 65 years old had a higher risk of mortality from diarrhea caused by unsafe water (*RR* values were all>1). The period effect showed that the mortality and DALY risk of diarrhea caused by unsafe water decreased from 1990 to 2021. The cohort effect showed that the earlier the population was born, the higher the risk of death and DALY from diarrhea caused by unsafe water. **Conclusion** From 1990 to 2021, the mortality and DALY risk of diarrhea caused by unsafe water in China have decreased. However, children and the elderly still have a high risk of diarrhea caused by unsafe water. It is necessary to actively provide safe drinking water, reduce the spread and impact of diarrhea caused by unsafe water sources, and protect public health.

Keywords: GBD; Environmental hazards; Diarrhea; Disease burden; Age-period-cohort model

---

基金项目：2024 年辽宁省地方标准立项计划项目(2024266，2024267)；2024 年辽宁省地方标准立项《沐浴场所卫生自查规范》《游泳场所卫生自查规范》

作者简介：张婧(1987—)，女，本科，副主任技师，研究方向：生活饮用水研究
通信作者：章燕，E-mai：zhangy7379@163.com

腹泻病是世界公共卫生的主要问题之一，可引发脱水和电解质紊乱、营养不良和生长发育迟缓、传播疾病、甚至死亡，是全球儿童死亡的重要原因之一[1]，我国也是全球腹泻病高负担国家之一[2]。安全用水与人们的日常生活密切相关，在促进人类健康方面发挥着重要作用。研究显示[3]，因不安全的水卫生是腹泻疾病负担的主要来源。不安全的水通常含有各种病原体，是导致腹泻病的重要原因，解决水源污染问题是减少腹泻病负担的关键之一[4]。据估计[5]，通过普及安全的水、环境等公共卫生措施，中国能够预防 140 万人死亡和 7 400 万伤残调整寿命年(disability-adjusted life-years, DALY)，尤其是预防腹泻的比例为 69%。年龄－时期－队列(age-period-cohor)模型可以同时解释影响疾病时间变化趋势的年龄效应、时期效应、队列效应三大效应，克服传统非参数性方法固有的局限性[6-7]。本研究通过 2021 全球疾病负担收集整理 1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的疾病负担数据，并且采用 年龄－时期－队列模型分析死亡趋势，旨在了解中国因不安全的水导致腹泻病死亡的年龄、时期、队列影响，为针对不安全用水造成的腹泻病制定有针对性的预防措施。

1　资料与方法

1.1　资料来源　资料来源于全球疾病负担(Global Burden of Disease Study，GBD)研究 2021 数据库，通过 IHME （https://ghdx.healthdata.org/）的官方网站使用 GBD 结果工具完成的。该数据库对全球 204 个国家或地区的 369 种疾病和伤害及危险因素所导致的负担进行全面估算和综合评价。

1.2　危险因素　本研究主要探讨因不安全的水导致腹泻病的疾病负担。GBD 2021 基于比较风险评估(comparative risk assessment,CRA)理论框架，通过反事实分析法，假设其他危险因素的暴露水平不变的情况下，以比较某种危险因素在给定人群中的暴露分布和理论最小风险暴露分布 (theoretical minimum risk exposure distribution,TMRED),计算得到人群归因分值(population attributable fraction, PAF)，即给定人群中此危险因素归因的疾病负担占疾病总负担的百分比。

在 GBD 数据库中选择风险因素分析，选择风险因素为不安全的水的数据。本研究中暴露于不安全的水的定义基于：(1) 家庭使用的报告主要水源；(2) 在饮用前使用家庭水处理 （HWT） 来提高饮用水质量。水源是根据世界卫生组织 / 儿童基金会供水、环境卫生和个人卫生联合监测方案确定的[3]。将不安全的水的 PAF 乘以腹泻的疾病死亡例数、早死损失寿命年(year of life lost, YLL)、伤残损失寿命年(year lived with disability, YLD),可得到不安全用水归因的疾病死亡例数、YLL 与 YLD,将 YLL 和 YLD 合计，进而计算得到 DALY。由不安全用水引起的腹泻病的疾病负担按死亡、DALY 来衡量。

1.3　研究方法　收集 1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的疾病负担资料，计算不同性别、年龄、疾病、死亡率、DALY 率、标化死亡率、标化 DALY 率、年度变化百分比(annual percentage change，APC)、平均年度变化百分比 （average annual percentage change, AAPC)。采用 Joinpoint Regression Program (version 5.2.0.0)软件进行 joinpoint 回归模型分析数据随时间的趋势，计算 AAPC。本研究采用 Stata MP 17 (64-bit) 软件进行贝叶斯年龄－时期－队列模型，分析年龄、时期、队列对 1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的影响。死亡率和 DALY 数据按 1991—2021 年连续五年的时间间隔和年龄间隔排列，采用相对风险 （relative risk，*RR*） 值评价死亡、DALY 风险效果。数据整理并核对最终结果，整理后的结果通过 GraphPadPrism 9 软件绘图。检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结　果

2.1　1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病死亡率变化趋势

2.1.1　总体死亡率趋势　中国因不安全的水导致腹泻病死亡率从 1990 年的 5.58/10 万到 2021 年的 0.17/10 万，1990—2021 年呈现逐年下降趋势（AAPC=-10.69%，$P<0.001$）。中国因不安全的水导致腹泻病标化死亡率从 1990 年的 6.71/10 万到 2021 年的 0.19/10 万，1990—2021 年呈现逐年下降趋势（AAPC=-10.92%，$P<0.001$）。不同时间点的死亡趋势也呈下降趋势（APC 均<0）。见图 1、2。

2.1.2　不同性别死亡率变化趋势　因不安全的水导致男性腹泻病死亡率从 1990 年的 5.64/10 万到 2021 年的 0.17/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=-10.69%，$P<0.001$）。因不安全的水导致男性腹泻病标化死亡率从 1990 年的 6.88/10 万到 2021 年的 0.21/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=-10.68%，$P<0.001$）。

因不安全的水导致女性腹泻病死亡率从 1990 年的 5.52/10 万到 2021 年的 0.16/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=-10.85%，$P<0.001$）。因不安全的水导致女性腹泻病标化死亡率从 1990 年的 6.65/10 万到 2021 年的 0.17/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=-11.1%，$P<0.001$）。

不同时间点的死亡趋势也呈下降趋势（APC 均<0）。见图 1、2。

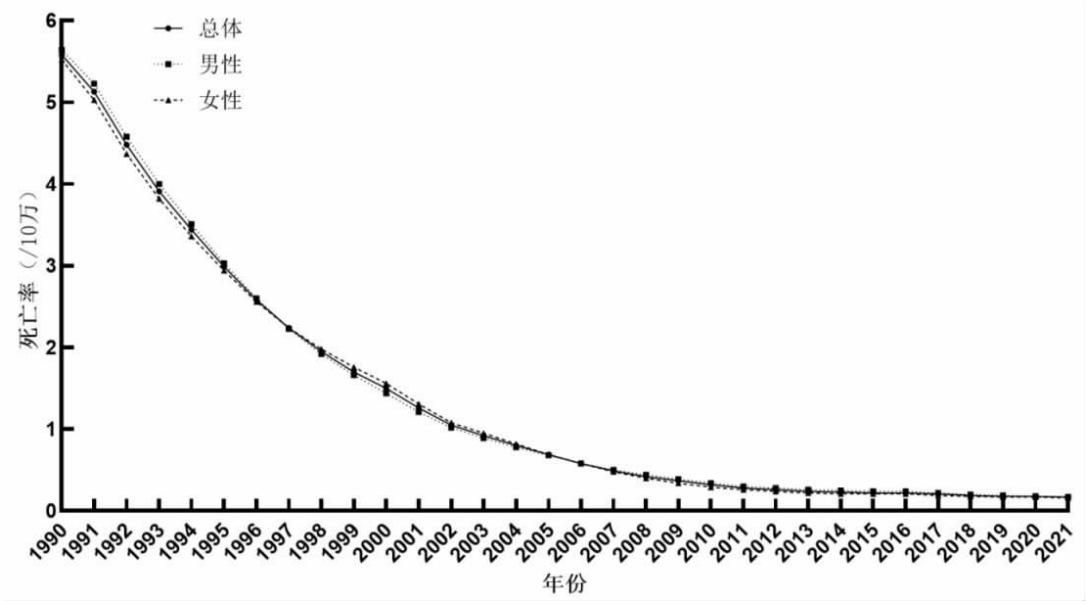


图 1　中国因不安全的水导致腹泻病的死亡率趋势

Figure 1　The trend of mortality rate of diarrhea caused by unsafe water in China

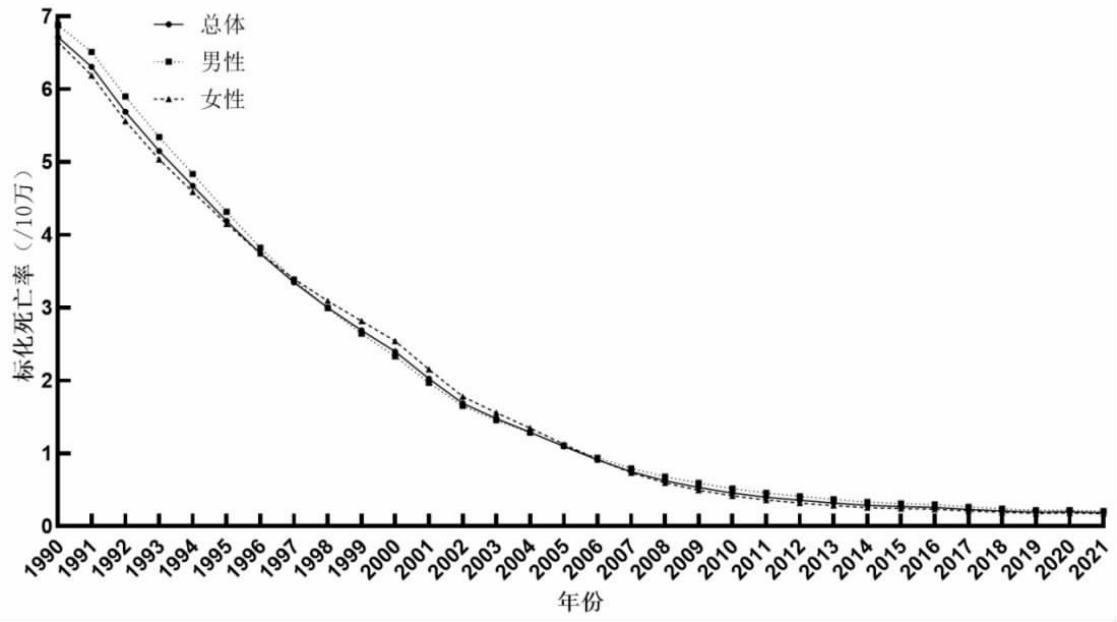


图 2　中国因不安全的水导致腹泻病的标化死亡率趋势

Figure 2　The trend of standardized mortality rate of diarrhea caused by unsafe water in China

2.2　1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的 DALY 变化趋势

2.2.1　总体 DALY 率趋势　中国因不安全的水导致腹泻病 DALY 率从 1990 年的 470.56/10 万到 2021 年的 10.73/10 万，1990—2021 年呈现逐年下降趋势（AAPC=−11.48%，$P<0.001$）。中国因不安全的水导致腹泻病标化 DALY 率从 1990 年的 507.19/10 万到 2021 年的 14.81/10 万，1990—2021 年呈现逐年下降趋势（AAPC=−10.74%，$P<0.001$）。不同时间点的 DALY 趋势也呈下降趋势（APC 均<0）。见图 3、4。

2.2.2　不同性别 DALY 率变化趋势　因不安全的水导致男性腹泻病 DALY 率从 1990 年的 477.80/10 万到 2021 年的 11.57/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=−11.33%，$P<0.001$）。因不安全的水导致男性腹泻病标化 DALY 率从 1990 年的 503.5/10 万到 2021 年的 24.63/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=−10.60%，$P<0.001$）。因不安全的水导致女性腹泻病 DALY 率从 1990 年的 462.85/10 万到 2021 年的 9.84/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=−11.75%，$P<0.001$）。因不安全的水导致女性腹泻病标化 DALY 率从 1990 年的 512.6/10 万到 2021 年的 14.17/10 万，呈现逐年下降趋势（AAPC=−10.91%，$P<0.001$）。不同时间点的 DALY 趋势也呈下降趋势（APC 均<0）。见图 3、4。

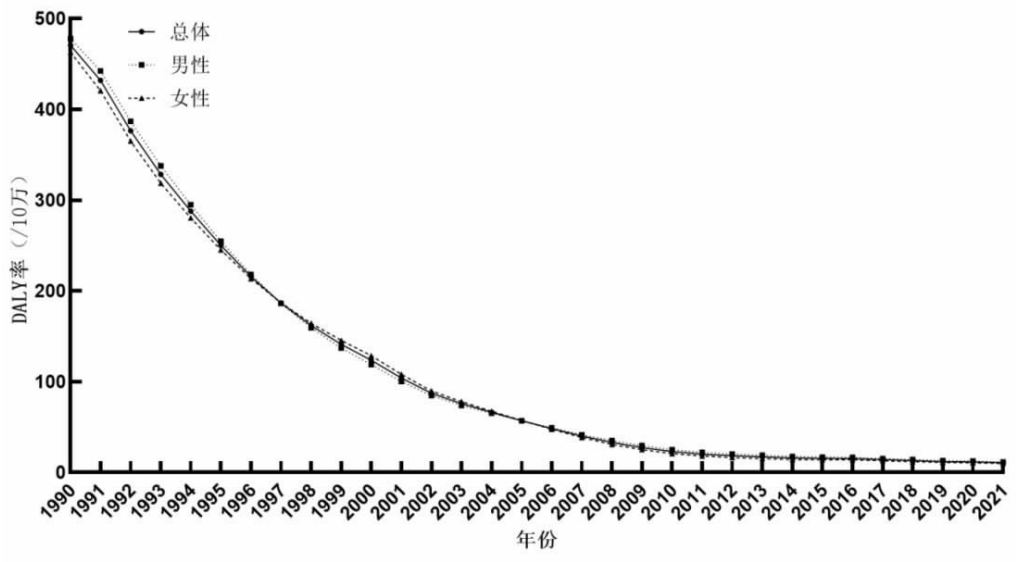


图 3　中国因不安全的水导致腹泻病的 DALY 率趋势

Figure 3　The trend of DALY rate of diarrhea caused by unsafe water in China

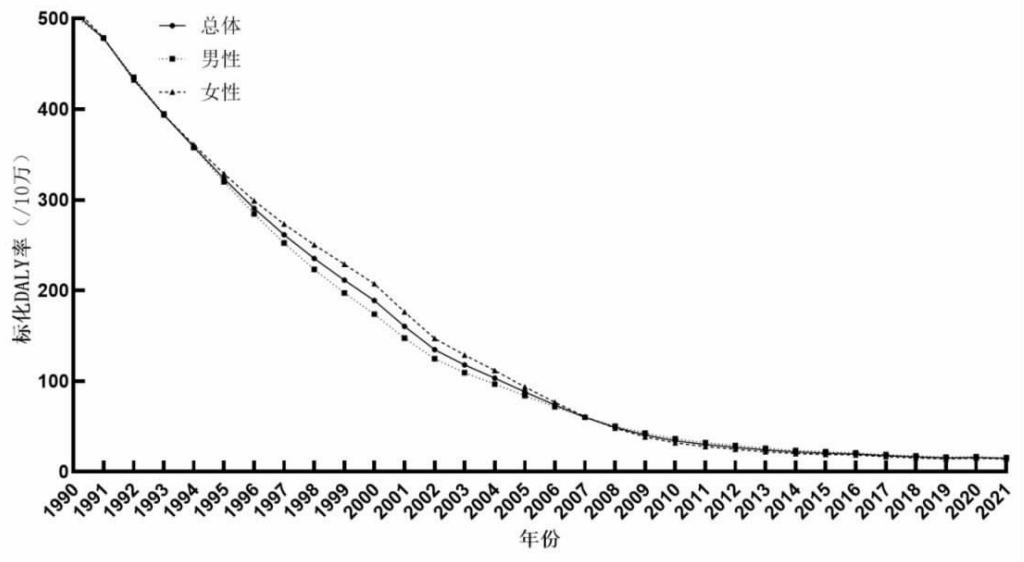


图 4　中国因不安全的水导致腹泻病的标化 DALY 率趋势

Figure 4　The trend of standardized DALY rate of diarrhea caused by unsafe water in China

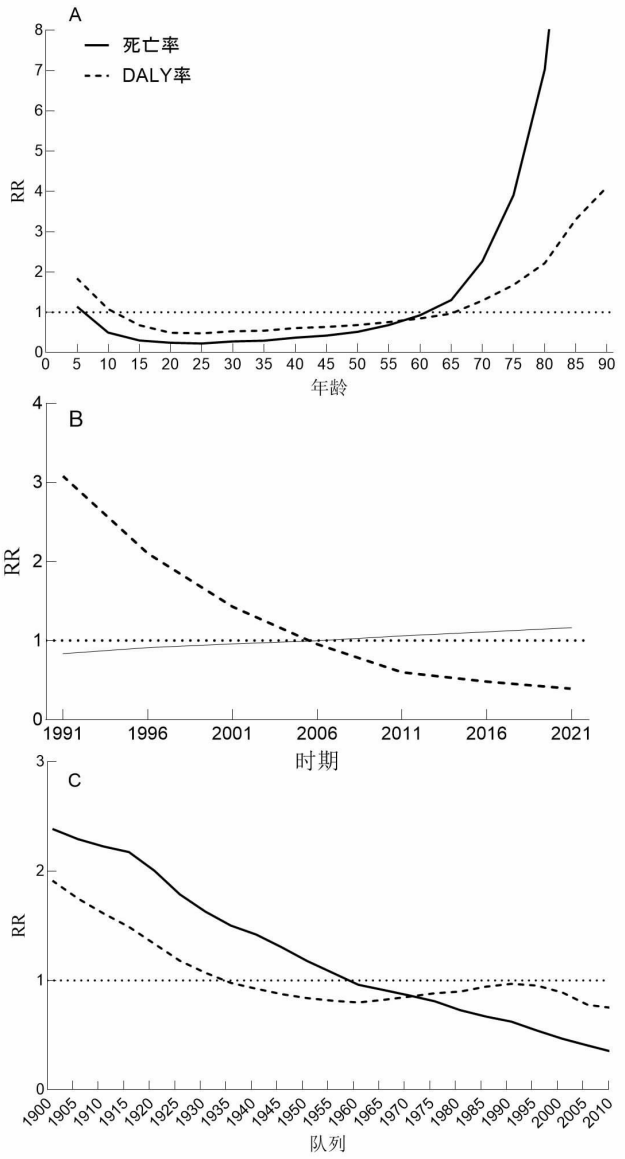
2.3　年龄－时期－队列

2.3.1　年龄效应　中国因不安全的水导致腹泻病死亡风险的年龄效应如图 5 所示，年龄效应显示 5 岁以下和 65 岁以上人群因不安全的水导致腹泻病死亡风险较高（*RR* 值均＞1），5 岁以下儿童死亡风险 *RR* 值为 1.14，65 岁以上随着年龄增长逐渐上升，在 90 岁组 *RR* 值最高，为 21.42。

因不安全的水导致腹泻病在 10 岁以下儿童和 70 岁以上老年人 DALY 风险较高（*RR* 值均＞1），5 岁以下儿童死亡风险 *RR* 值为 1.84，5～10 岁儿童死亡风险 *RR* 值为 1.08，在 70 岁以上随着年龄增长逐渐上升，在 90 岁组 *RR* 值最高，为 4.11。

2.3.2　时期效应　中国因不安全的水导致腹泻病死亡风险的时期效应如图 5 所示。时期效应结果显示，1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病死亡风险、DALY 风险在下降，1990 年因不安全的水导致腹泻病死亡风险 *RR* 值为 3.62，下降到 2021 年因不安全的水导致腹泻病死亡风险 *RR* 值为 0.36。1990 年因不安全的水导致腹泻病 DALY 风险 *RR* 值为 3.08，下降到 2021 年因不安全的水导致腹泻病 DALY 风险 *RR* 值为 0.39。

2.3.3　出生队列　中国因不安全的水导致腹泻病死亡风险的队列效应如图 5 所示。队列效应结果显示，越早出生的人群，因不安全的水导致腹泻病的死亡、DALY 风险越高。1961 年以前因不安全的水导致腹泻病死亡风险较高（*RR* 值均＞1），1936 年以前因不安全的水导致腹泻病 DALY 风险较高（*RR* 值均＞1）。



注：A 为死亡、DALY 风险的年龄变化；B 为死亡、DALY 风险的时期变化；C 为死亡、DALY 风险的队列变化。

图 5　死亡、DALY 风险的年龄 – 时期 – 队列

Figure 5　Age–period–cohort of mortality and DALY risk

3　讨　论

1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病死亡率和 DALY 率以及经过年龄调整后的总体均呈下降趋势。时期效应也显示，1990—2021 年因不安全的水导致腹泻病死亡和 DALY 风险在下降。自 20 世纪 90 年代以来，我国工农业的迅猛发展带来了地下水污染问题的加剧。化肥、农药的农业使用，城市垃圾填埋和工业污水排放等典型污染源，严重威胁着地下水质[8]。鉴于我国多数地区依赖地下水作为饮用水源，其安全性直接关系到公共健康。根据国家环境保护局及建设部在 1991—1992 年的调查，近 98%的城市地下水遭受了不同程度的污染[9]。在所有污染物中，有机物污染因工农业发展而成为首要问题。近年来，中国在水源地保护、水质监测和治理方面投入了大量资源[10-12]，对地下水污染问题给予了高度重视。《“十四五”土壤、地下水和农村生态环境保护规划》明确提出了加强地下水污染防治的目标和任务[13]，显著提升了水安全保障的成效。水安全保障进展成效显著。提高地下水中污染物检测的标准和技术，设置地下水监测井不断完善饮用水水质标准，严格执行饮用水水质监测和检测制度，确保饮用水的安全性。水厂建设、管网系统的优化和老旧水管的更换，极大地改善了城市和乡村的饮水安全性，从而降低腹泻病疾病负担。此外，随着医疗条件的改善，公共卫生机构对腹泻病监测和疫情处置能力提升[14]，健康教育的普及，也有效减少了通过不安全的水导致的腹泻病的死亡风险。因此，随着中国在水源保护、卫生设施建设和疾病预防方面的不断投入，因不安全的水导致腹泻病的死亡率和 DALY 率得到了显著降低。

不同性别趋势分析显示，男性和女性因不安全的水导致腹泻病均在下降，但是男性下降趋势略低于女性，可能男性和女性在卫生行为存在差异，可能影响腹泻病的性别差异，男性可能在野外活动或工作时更容易接触到不安全的水，尤其是在农村，这可能增加了他们暴露于污染水源的风险[15]。女性通常承担家庭中的饮水和食物准备工作，可能更注重水源安全和卫生方面，采取措施避免腹泻等传染性疾病的发生。

年龄效应显示，5 岁以下儿童是腹泻的高危人群，由于免疫系统尚未完全发育，儿童对水源污染中的病原体更为敏感，容易发生严重的脱水和电解质失衡，从而导致死亡。研究显示[16]，腹泻病是 5 岁以下儿童第二大死因，每年造成约 525 万名儿童死亡，这与不安全的水密切相关，我国一些地区也对 5 岁以下儿童开展监测研究[17-18]。此外，老年人因不安全的水导致腹泻病的死亡风险也较高，可能随着年龄的增长，老年人的免疫系统逐渐衰退，抗病能力下降，不安全的水通常意味着水中可能含有细菌、病毒和寄生虫，老年人在面对腹泻病原感染后[19]，往往更容易出现严重症状，甚至发展为危及生命的情况。因此，应积极保障儿童和老年人的饮水安全，做好重点人群疾病监测，对于降低儿童和老年人因不安全的水导致腹泻病死亡风险至关重要。

队列效应显示，从 1901—2016 年因不安全的水导致腹泻病死亡和 DALY 风险在下降，我国随着城市化进程的加快，城市的污水处理、垃圾处理和公共卫生设施建设普遍较好，大部分人群迁移到城市后能够更容易获得清洁的水源和完善的卫生设施，减少了水源性疾病的发生[20]。而且随着经济持续增长，国家对农村饮水安全的关注和投入增加，我国修建了大量农村饮水工程，农村地区的水源得到有效保护和净

化，大大降低了腹泻病的发生[21]。自 20 世纪中期以来，中国大力投资建设供水系统，尤其是在城市和乡村地区的自来水管网和饮用水处理设施的普及，积极分类推进水源保护区或保护范围划定工作，我国饮用水水源保护工作取得进展，城乡居民饮用水安全保障水平持续提升[22]。这些改变有效地减少了因饮用水不洁而引发的腹泻和其他水源性疾病。

综上所述，1990—2021 年中国因不安全的水导致腹泻病的死亡和 DALY 风险在下降，但是儿童和老年人因不安全的水导致腹泻病依然存在风险，应积极改善水安全，提供安全的饮用水、改善卫生设施、加强公共卫生教育，减少由不安全的水引发的腹泻病传播和影响，保护公共健康。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Chen L, Jiao JH, Liu SM, et al. Mapping the global, regional, and National burden of diarrheal diseases attributable to unsafe water[J]. Front Public Health, 2023, 11: 1302748.

[2] 王昱政，胡樱. 1990–2017 中国及世界银行不同经济水平国家腹泻疾病负担[J]. 现代商贸工业，2020，41(10)：80–84.
Wang YZ, Hu Y. The burden of diarrhea diseases in China and countries at different economic levels of the World Bank from 1990 to 2017[J]. Modern Business Trade Industry, 2020, 41(10): 80–84.(In Chinese)

[3] Zeng H, Gan H, Liu YR, et al. The global disease burden attributable to unsafe water, sanitation, and handwashing with unqualified facilities from 1990 to 2019 [J]. Journal of Global Health, 2024, 14: 04162.

[4] 吴云杰，杜海荣，汪东篱，等. 一起水污染感染性腹泻暴发疫情调查[J]. 应用预防医学，2023，29(6)：426–430, 434.
Wu YJ, Du HR, Wang DL, et al. Investigation of an infectious diarrhea outbreak caused by water pollution [J]. Applied Preventive Medicine, 2023, 29(6): 426–430, 434.(In Chinese)

[5] Wolf J, Johnston RB, Ambelu A, et al. Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: a global analysis for selected adverse health outcomes [J]. Lancet, 2023, 401(10393): 2060–2071.

[6] 朱广涵，刘雪薇，韦丹梅，等. 1990–2019 年中国结直肠癌发病与死亡趋势的 APC 模型分析[J]. 中国卫生统计，2024，41(2)：218–222.
Zhu GH, Liu XW, Wei DM, et al. APC model analysis of trends in incidence and mortality of colorectal cancer in China,1990–2019[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2024, 41 (2): 218–222. (In Chinese)

[7] 熊甜，王雷，魏晟，等. 2004–2016 年湖北省 0～10 岁人群乙肝发病变化的年龄－时期－队列(APC)模型[J]. 中国卫生统计，2018，35(3)：388–390.
Xiong T, Wang L, Wei S, et al. Age–period–cohort (APC) model analysis of hepatitis B incidence changes in the 0–9 year old population in Hubei Province from 2004 to 2016[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2018, 35(3): 388–390.(In Chinese)

[8] 李海明. 浅层地下水有机污染研究—以某城市近郊为例[D]. 北京：中国地质大学，2002.
Li HM. Study on organic pollution of shallow groundwater—A case of suburban areas in a certain city [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2002.(In Chinese)

[9] 陈强. 地下水中主要污染物治理的常见方法概述[J]. 浙江水利科技，2019，47(2)：32–34.
Chen Q. An overview of common methods for treating major pollutants in groundwater [J]. Zhejiang Water Conservancy Science and Technology, 2019, 47(2): 32–34.(In Chinese)

[10] 黄小晶. 中华人民共和国水污染防治法解读[M]. 北京：中国法制出版社，2017.
Huang XJ. Interpretation of the Law on Water Pollution Prevention and Control of the People's Republic of China [M]. Beijing: China Legal Publishing House, 2017.(In Chinese)

[11] 郭佳静，郭佳进. 关于如何加强城市饮用水安全保障的措施探讨[C]// 河海大学. 2023(第二届)城市水利与洪涝防治学术研讨会论文集. 黄委河南水文水资源局，2023：151–156.
Guo JJ, Guo JJ. Discussion on how to strengthen urban drinking water safety [C]//Hehai University. Proceedings of the 2nd Urban Water Conservancy and Flood Control Conference. Yellow River Conservancy Commission Henan Bureau of Hydrology and Water Resources, 2023: 151–156.(In Chinese)

[12] 张瑞美，王亚杰. 新时代水经济发展的思路与对策[J]. 水利发展研究，2025，25(8)：93–98.
Zhang RM, Wang YJ. Ideas and measures for the development of water economy in the new era [J]. Water Resources Development Research, 2025, 25(8): 93–98.(In Chinese)

[13] 汪思颖，韩绮，张立秋，等. 中国地下水污染防治技术研究进展与展望[J]. 环境污染与防治，2024，46(12)：1834–1840.
Wang SY, Han Q, Zhang LQ, et al. Progress and prospects of groundwater pollution control technology in China[J]. Environmental Pollution and Prevention, 2024, 46(12): 1834–1840.(In Chinese)

[14] 丁俊飞，赵玉状，廖家胜，等. 症状监测系统在某县基层学校传染病防控中的应用及效果评价 [J]. 安徽预防医学杂志，2024，30(5)：375–378.
Ding JF, Zhao YQ, Liao JS, et al. Application and effectiveness evaluation of symptom monitoring system in prevention and control of infectious diseases in grassroots schools of a certain county[J]. Anhui Journal of Preventive Medicine, 2024, 30(5): 375–378.(In Chinese)

[15] 刘传胜. 试分析野外饮用水的净化和消毒要点[J]. 环境与生活，2014，(14)：115, 117.
Liu CS. Analysis of purification and disinfection methods for outdoor drinking water [J]. Environment and Life, 2014, (14): 115, 117.(In Chinese)

[16] UNICEE. Diarrhoea–UNICEFDATAIEB/OL1 [EB/OL]. [2025–10–20]. https://data.unicefora/topic/child–health/diarrhos al–disease/.

[17] 邬倩，张宇耕，云瑞涛. 2020–2022 年呼和浩特市某哨点监测医院 5 岁以下儿童腹泻监测报告 [J]. 中华医院感染学杂志，2024，34(10)：1558–1562.
Wu Q, Zhang YG, Yun RT. Monitoring of prevalence of diarrhea among children aged less than 5 years old in a sentinel monitoring hospital of Hohhot from 2020 to 2022 [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(10): 1558–1562.(In Chinese)

[18] 吉彦莉，王永全，崔海洋，等. 2015–2018 年北京市西城区 5 岁

以下儿童病毒性腹泻流行病学特征[J]. 公共卫生与预防医学，2020，31(3)：104-107.
Ji YL, Wang YQ, Cui HY, et al. Investigation on the epidemiological characteristics of viral diarrhea among children under 5 years in Beijing Xicheng District,2015-2018[J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2020, 31(3): 104-107.(In Chinese)

[19] 耿夏雨，马玉柱，袁艳玲，等. 老年腹泻患者监测结果分析[J]. 老年医学与保健，2023，29(3)：585-589.
Geng XY, Ma YZ, Yuan YL, et al. Analysis of monitoring results of elderly patients with diarrhea[J]. Geriatrics & Health Care, 2023, 29(3): 585-589.(In Chinese)

[20] 王磊. 城市生活饮用水安全卫生监测技术的研究[J]. 皮革制作与环保科技，2024，5(10)：65-67.
Wang L. Research on the safety and health monitoring technology of urban living and drinking water [J]. Leather Manufacture and Environmental Technology, 2024, 5(10): 65-67.(In Chinese)

[21] 付青，昌盛，杨光. 农村集中式饮用水水源地环境保护现状与“十四五”保护策略[J]. 中国水利，2022，(3)：15-17，4.
Fu Q, Chang S, Yang G. Current status of environmental protection of rural centralized drinking water source areas and protection strategies during the 14th Five-Year Plan [J]. China Water Resources, 2022, (3): 15-17, 4.(In Chinese)

[22] 李广贺. 水资源利用与保护[M]. 4 版. 北京：中国建筑工业出版社，2002.
Li GH. Water resources utilization and protection (4th edition)[M]. 4th ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2002. (In Chinese)

收稿日期：2025-06-20

（上接第 4229 页）

Medicine, 2023, 21(1): 622.

[9] Thomas VE, Metlock FE, Hines AL, et al. Community-Based interventions to address disparities in cardiometabolic diseases among minoritized racial and ethnic groups [J]. Current Atherosclerosis Reports, 2023, 25(8): 467-477.

[10] Wang Z, Huang B, Ding Y, et al. Association between Life's essential 8 and metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease among US adults[J]. Archives of Public Health, 2024, 82(1): 101.

[11] Feng C, Yang B, Wang Z, et al. Relationship of long-term exposure to air pollutant mixture with metabolic-associated fatty liver disease and subtypes: A retrospective cohort study of the employed population of Southwest China [J]. Environment International, 2024, 188: 108734.

[12] 薛芮，范建高. 代谢相关脂肪性肝病新定义的国际专家共识简介[J]. 实用肝脏病杂志，2020，23(3)：1-4.
Xue R, Fan JG. Brief introduction of an international expert consensus statement: a new definition of metabolic associated fatty liver disease[J]. Journal of Practical Hepatology, 2020, 23(3): 1-4.(In Chinese)

[13] Zhang D, Zhang L, Chen S, et al. Prevalence and risk factors of Metabolic-Associated fatty liver disease among hospital staff [J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity : Targets and Therapy, 2023, 16: 1221-1234.

[14] Wu SL, Wu ZJ, Yu DM, et al. Life's essential 8 and risk of stroke: a prospective Community-Based study [J]. Stroke, 2023, 54 (9): 2369-2379.

[15] Liu Y, Qin XY, Jiang JG, et al. Life's essential 8 trajectories and risk of stroke: a prospective cohort study [J]. Stroke, 2024, 55 (11): 2611-2621.

[16] Wang YJ, Mi F, Zhang Q, et al. Effect of Life's essential 8 and exposure to solid fuels for cooking on cardiovascular disease risk[J]. Canadian Journal of Cardiology, 2025, 11: 529.

[17] Deng K, Gupta DK, Shu XO, et al. Metabolite signature of Life's essential 8 and risk of coronary heart disease among Low-Income black and white Americans[J]. Circ Genom Precis Med, 2023, 16(6): e004230.

[18] Kaikkonen JE, Würtz P, Suomela E, et al. Metabolic profiling of fatty liver in young and middle-aged adults: Cross-sectional and prospective analyses of the Young Finns Study[J]. Hepatology, 2017, 65(2): 491-500.

[19] Croci I, Coombes JS, Bucher Sandbakk S, et al. Non-alcoholic fatty liver disease: Prevalence and all-cause mortality according to sedentary behaviour and cardiorespiratory fitness. The HUNT Study [J]. Progress in Cardiovascular Diseases, 2019, 62(2): 127-134.

[20] Chung GE, Yu SJ, Yoo JJ, et al. Lean or diabetic subtypes predict increased all-cause and disease-specific mortality in metabolic-associated fatty liver disease[J]. BMC Medicine, 2023, 21(1): 4.

[21] Li Y, Dai CY, Ruan YH, et al. Metabolic dysfunction-associated fatty liver disease and nonalcoholic fatty liver disease from clinical to pathological characteristics: a multi-center cross-sectional study in real world [J]. Postgraduate Medical Journal, 2024, 100 (1183): 319-326.

[22] Meroni M, Longo M, Fracanzani AL, et al.MBOAT7 down-regulation by genetic and environmental factors predisposes to MAFLD [J]. EBioMedicine, 2020, 57: 102866.

[23] Keating SE, Sabag A, Hallsworth K,et al.Exercise in the management of Metabolic-Associated fatty liver disease (MAFLD) in adults: a position statement from exercise and sport science Australia [J]. Sports Medicine, 2023, 53(12): 2347-2371.

收稿日期：2025-07-08