

基于数据包络分析的北京市医疗资源配置效率研究

崔成森^{1,2*} 柳伟^{1,2,3} 路凤⁴ 何平²

1. 北京大学公共卫生学院 北京 100191
2. 北京大学中国卫生发展研究中心 北京 100191
3. 北京市卫生健康委员会发展规划处 北京 101160
4. 北京市卫生健康大数据与政策研究中心 北京 101160

【摘要】目的:分析北京市医疗资源配置效率,为北京市开展医疗资源规划提供科学依据。方法:采用数据包络分析法与 Malmquist 模型对北京市不同级别医院效率进行分析。结果:静态效率分析显示,一、二级医院的资源投入有待增加,三级医院资源配置效率相对较好。投影值结果显示,当前郊区的一级医院和三级医院资源产出需进一步增加,而城区应进一步增加二级医院产出并减少三级医院的诊疗负担。动态效率分析显示,2011—2020 年各级别医院全要素生产率处于波动状态,但在 2019—2020 年显著下降。结论:2010—2020 年北京市医疗资源配置总量不断提高,投入产出效率不断优化。未来应进一步协调中心城区与远郊区县医疗资源配置的关系,重点优化医疗资源疏解承载地区配置效率。

【关键词】医疗资源配置;效率;数据包络分析;北京

中图分类号:R197 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1674-2982.2024.07.008

A study on the allocation efficiency of medical resources in Beijing based on Data Envelopment Analysis

CUI Cheng-sen^{1,2}, LIU Wei^{1,2,3}, LU Feng⁴, HE Ping²

1. School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China
2. China Center for Health Development Studies, Peking University, Beijing 100191, China
3. Beijing Municipal Health Commission Development Planning Division, Beijing 101160, China
4. Beijing Municipal Health Big Data and Policy Research Center, Beijing 101160, China

【Abstract】 Objective: This study aims to analyze the efficiency of medical resource allocation in Beijing, providing scientific evidence for medical resource planning. Methods: Data Envelopment Analysis (DEA) and the Malmquist index model were used to analyze different levels of hospital efficiency in Beijing. Results: The results of static efficiency analysis show that the resource input of primary and secondary hospitals in Beijing needs to be increased, and the resource allocation efficiency of tertiary hospitals is better. The results of the projection value analysis show that the output of resources of primary and tertiary hospitals in suburban areas should be further increased, while the output of secondary hospitals in urban areas should be further increased and reduce the burden of treatment of tertiary hospitals. The dynamic efficiency analysis shows that the total factor productivity of hospitals at all levels fluctuated from 2011 to 2020 but dropped significantly from 2019 to 2020. Conclusions: From 2010 to 2020, the total medical resource allocation in Beijing continued to increase, and the input-output efficiency continued to be optimized. However, it is essential to coordinate the relationship between medical resource allocation in central

* 基金项目:北京市卫健委医疗卫生资源优化配置监测评估项目

作者简介:崔成森(1994 年—),男,博士后,主要研究方向为卫生政策评估、卫生体系研究。E-mail: cuichengsen1230@hsc.pku.edu.cn

通讯作者:何平。E-mail: phe@pku.edu.cn

urban areas and suburban counties, focusing on improving the allocation efficiency of “relieving nonessential functions for the capital” destination in the future.

【Key words】 Medical resource allocation; Efficiency; Data Envelopment Analysis; Beijing

近年来,北京市医疗资源总量与医疗服务能力稳步提升。截至 2022 年底,全市共有医疗机构 1.2 万余家,其中三级医院 132 家。每千人实有床位、医师数和护士数分别为 6.87 张、5.67 人和 6.47 人,高于全国平均水平。^[1]尽管北京市医疗资源总量丰富,但是优质医疗资源区域间配置不均衡问题仍然突出。优质医疗资源主要集中在首都功能核心区,三甲医院数量占全市 40.6%。

为进一步发挥首都优质资源的辐射作用,2015 年提出了“疏解非首都功能”的重大战略部署,北京市先后出台一系列政策,有效落实医疗资源疏解。《北京城市总体规划(2016 年—2035 年)》要求加强优质医疗卫生资源在薄弱地区和重点领域的配置,做到各区都有三级甲等医院。《北京市医疗卫生设施专项规划(2020 年—2035 年)》提出促进区域医疗卫生资源均衡布局,有序推进医疗卫生机构由中心城区向市域内资源薄弱地区疏解。但是“疏解非首都功能”实施近十年来,北京市医疗资源配置现状如何?医疗资源疏解是否提高了不同区域的医疗资源配置效率?目前尚未有研究针对北京市的医疗资源配置效率进行整体评价。本研究对北京市医疗卫生资源配置进行评价并比较各区之间的差异,有利于进一步促进和优化医疗资源的分配,满足居民就医需求,提高居民健康水平,为更好落实“疏解非首都功能”战略部署并进一步指导未来北京市医疗资源规划提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究对北京市 16 个区医疗资源配置的投入产出效率进行分析。由于数据包络分析更适用于同类别决策单元的分析,因此本研究进一步将北京市医院按照级别不同进行分类,对同一级别的医院效率开展研究。研究对象的纳入标准为:2010—2020 年开诊经营的一、二、三级医院。排除标准为:2010—2020 年未提供诊疗服务(总诊疗人次数或出院人数为 0)的医院。数据来源于 2010—2020 年北

京市卫生健康委员会工作统计资料汇编,包含医院基本信息、人员情况信息、床位、设备配置情况以及医疗服务提供情况等。

1.2 研究方法

1.2.1 数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)

(1) 模型设置

本研究使用基于规模报酬可变(VRS)的 BCC-DEA 模型对北京市医疗资源配置的静态效率(综合技术效率、纯技术效率、规模效率)进行分析和评价。综合技术效率为 1 表示该决策单元 DEA 有效,其他效率较低的决策单元则根据它们到达有效边界的距离给出从 0 到 1(不包括 1)的分数。为了解决达到效率边界(即 DEA 效率得分为 1)的决策单元之间的比较问题,本研究引入非径向超效率 DEA 模型,使得 DEA 有效的决策单元的效率得分可以大于 1 以便进行比较,从而得到更为准确的结论。同时为进一步了解医疗资源配置效率的变化趋势,本研究采用 Malmquist 指数模型计算各年度动态变化的全要素生产率,模型基于全局参比计算相邻年份的生产效率变动。如全要素生产率大于 1,则说明与上一年度相比生产效率提升,等于 1 说明效率无变化,小于 1 说明效率下降。^[2]

对非 DEA 有效单元的投入/产出的投影值进行分析,能够明确量化非有效决策单元投入/产出指标冗余/不足程度。其中改进值是指每个非 DEA 有效决策单元经过改进后达到有效所需要的改进量。目标值是指将非 DEA 有效单元冗余/不足消除后,该决策单元达到 DEA 有效所对应的投入或产出量。

(2) 指标选择

基于既往文献基础,本研究以北京市不同级别医院的执业(助理)医师、注册护士、实有床位、万元以上设备数以及医院个数作为投入指标,使用总诊疗人次数和出院人数作为产出指标,指标选取符合“拇指原则”(即决策单元的数量至少为投入和产出指标数总和的两倍以上)。^[3]

1.2.2 描述性分析

本研究以北京市 16 个区为分析决策单元 (DMU), 并对其静态效率与动态效率按照首都功能分区进行分类描述^①。使用复合增长率 (CAGR) 计算北京市 2010—2020 年医疗资源配置的增长情况, 计算公式为:

$$\text{复合增长率 (CAGR)} = \left(\sqrt[n]{\frac{\text{最终年份值}}{\text{初始年份值}}} - 1 \right) \times 100\%$$

2 结果

2.1 基本情况

2010—2020 年北京市医院的资源配置总量持续增长, 其中万元以上设备数增长较快, 复合增长率达到 8.48%。医疗服务提供量方面, 出院人数与总诊疗人次数的年均复合增长率分别为 3.69% 和 1.62%, 医疗资源增长率普遍高于医疗服务提供量增长率 (表 1)。

表 1 2010—2020 年北京市医疗资源与医疗服务提供情况

指标	2010 年	2020 年	CAGR (%)
执业(助理)医师数(人)	47 768	75 868	6.63
实有床位(张)	84 516	118 323	3.64
注册护士(人)	55 265	93 766	5.66
万元以上设备数(台)	135 546	369 473	8.48
医院数量(个)	689	884	2.83
出院人数(万人次)	179.92	253.62	3.69
总诊疗人次数(万人次)	11 657.79	13 927.30	1.62

由于 2020 年新冠疫情可能对各医院效率造成较大影响, 因此本研究以北京市 2019 年各级别医院为研究对象进行静态效率分析 (表 2)。2019 年北京市共有 621 家一级医院、176 家二级医院和 99 家三级医院; 在投入产出指标方面, 三级医院的实有床位、执业(助理)医师数、注册护士、万元以上设备数、总诊疗人次数、出院人数均高于一、二级医院; 一、二级医院在投入指标方面差距不大, 但一级医院的总诊疗人次数高于二级医院, 二级医院的出院人次数高于一级医院。

表 2 2019 年各级别医院投入产出指标

指标	一级医院	二级医院	三级医院
投入指标			
医院数量(个)	621	176	99
实有床位(张)	17 009	29 939	71 133
执业(助理)医师数(人)	15 339	16 641	42 384
注册护士(人)	11 759	20 997	59 349
万元以上设备数(台)	34 594	58 178	241 775
产出指标			
总诊疗人次数(万人次)	4 623.52	3 949.01	10 635.98
出院人数(万人次)	16.91	64.79	298.44

注: 表中各类指标数值为按各级别医院统计的合计值。

2.2 北京市各级别医院资源配置静态效率分析

在一级医院的静态效率方面, 生态涵养发展区达到 DEA 强有效的数量最多, 但从平均综合技术效率看尚未有区域完全达到 DEA 强有效。从超效率值看, 生态涵养发展区的超效率值最高, 城市发展新区的超效率值最低。从规模报酬系数看, 生态涵养发展区的规模报酬系数小于 1, 表示应进一步增加一级医院的资源投入, 进而达到效率最优状态。

在二级医院的静态效率方面, 城市发展新区达到 DEA 强有效的数量最多, 但从平均综合技术效率看同样没有区域完全达到 DEA 强有效。从超效率值看, 生态涵养发展区的超效率值最高, 城市功能拓展区的超效率值最低。从规模报酬系数看, 城市发展新区和城市功能拓展区的规模报酬系数小于 1, 代表应进一步增加二级医院的资源投入, 进而达到效率最优状态。

在三级医院的静态效率方面, 首都功能核心区达到 DEA 强有效, 其他区域的平均综合技术效率也较高。从超效率值看, 首都功能核心区的超效率值最高, 城市发展新区的超效率值最低。从规模报酬系数看, 生态涵养发展区的规模报酬系数小于 1, 代表应进一步增加三级医院的资源投入, 进而达到效率最优状态。

总体而言, 当前北京市一、二级医院的资源投入有待进一步增加, 但三级医院资源配置效率相对较好。从不同区域看, 生态涵养发展区作为距离北京主城区最远的地区, 该区域各级别医院的规模报酬系数均小于 1, 亟需加强医疗资源配置 (表 3)。

本研究通过对 DEA 相对无效的决策单元的投影值进一步分析发现, 在当前一级医院医疗资源投入

① 2012 年北京市政府发布《北京市人民政府关于印发北京市主体功能区规划的通知》进一步优化北京市主体功能区发展。其中东城区、西城区为“首都功能核心区”, 朝阳区、海淀区、丰台区、石景山区为“城市功能拓展区”, 通州区、顺义区、大兴区、昌平区、房山区为“城市发展新区”, 门头沟区、平谷区、怀柔区、密云区、延庆区为“生态涵养发展区”。

不变的情况下,各区域一级医院总诊疗人次数均处于相对过剩的状态,即当前的医疗资源配置承担了过多的门诊服务,其中城市功能拓展区的医疗资源

诊疗压力较大。在出院人数方面,按照当前的资源配置,首都功能核心区与城市发展新区的产出相对不足,其他地区的出院人数处于相对过剩状态。

表 3 2019 年北京市各级别医院投入产出静态效率分析

区域划分	纯技术效率	规模效率	综合技术效率	超效率值	规模报酬系数	DEA 强有效的区域数量及占比(%)
一级医院						
首都功能核心区	0.90	1.00	0.90	1.30	1.05	1(50.00)
城市功能拓展区	1.00	0.87	0.87	1.29	2.18	1(25.00)
城市发展新区	0.92	0.98	0.91	0.78	1.09	2(40.00)
生态涵养发展区	1.00	0.93	0.93	1.37	0.81	3(60.00)
二级医院						
首都功能核心区	1.00	0.90	0.90	1.06	1.38	1(50.00)
城市功能拓展区	0.80	0.88	0.68	0.91	1.52	0(0.00)
城市发展新区	0.90	0.98	0.89	1.03	0.86	3(60.00)
生态涵养发展区	0.98	0.96	0.94	1.18	0.89	2(40.00)
三级医院						
首都功能核心区	1.00	1.00	1.00	1.17	1.00	2(100.00)
城市功能拓展区	0.98	1.00	0.98	1.02	1.10	3(75.00)
城市发展新区	0.96	0.97	0.93	0.97	1.86	3(60.00)
生态涵养发展区	0.98	1.00	0.98	1.02	0.92	1(50.00)

注:生态涵养发展区中有 3 个区在 2019 年无三级医院。表中静态效率值为按照不同区域类别划分对 16 个行政区(DMU)计算的均值。

在当前二级医院医疗资源投入不变的情况下,除城市发展新区外各区域二级医院总诊疗人次数均处于相对过剩的状态,其中首都功能核心区的诊疗压力相对较大。在出院人数方面,按照当前的资源配置首都功能核心区刚好达到相对有效状态,无需增加二级医疗资源,而城市功能拓展区需进一步增加产出。

在当前三级医院医疗资源投入不变的情况下,生态涵养发展区需进一步增加门诊服务产出,该结果表明该区域的三级医疗资源吸引力不足,无法吸引患者就医。除此之外,首都功能核心区的三级医院产出过剩,诊疗压力较大。在出院人数方面,城市发展新区的产出相对不足,其他地区的出院人数处于相对过剩状态(表 4)。

2.3 北京市医疗资源配置动态效率分析

如图 1 所示,2011—2020 年,全市各级别医院医疗资源的全要素生产率处于波动状态,其中一级医院波动较大,二级医院波动较小。从不同年份看,2016—2019 年,一、二级医院的全要素生产率均大于 1,表明在此期间一、二级医院的医疗资源利用效率不断优化,医疗资源配置与产出的匹配程度得到提高。与 2019 年相比,2020 年各级别医院医疗资源的全要素生产率均显著下降,医疗资源投入并未产出同等程度的医疗服务。

表 4 2019 年北京市各级别医院产出投影值分析

区域划分	总诊疗人次数(万人次)		出院人数(万人次)	
	改进值	目标值	改进值	目标值
一级医院				
首都功能核心区	-19.82	161.14	0.04	0.88
城市功能拓展区	-87.02	258.47	-0.90	1.67
城市发展新区	-63.83	376.40	0.42	1.28
生态涵养发展区	-28.39	130.49	-0.04	0.17
二级医院				
首都功能核心区	-39.41	336.00	0.00	3.50
城市功能拓展区	-6.00	329.97	1.39	7.15
城市发展新区	0.65	187.44	-0.32	3.92
生态涵养发展区	-37.52	187.69	-0.26	3.03
三级医院				
首都功能核心区	-334.67	1606.64	-6.14	47.32
城市功能拓展区	-76.87	1072.24	-4.85	29.98
城市发展新区	-1.13	374.59	0.81	9.71
生态涵养发展区	1.88	188.23	-0.25	5.00

注:生态涵养发展区中有 3 个在 2019 年无三级医院。表中改进值与目标值为按照不同区域类别划分对 16 个行政区(DMU)计算的均值。

进一步对 2019—2020 年不同区域的动态效率进行分析(图 1),探究在此期间不同区域全要素生产率的异质性。结果显示,北京市不同级别医院在各区域的全要素生产率均有所下降,表明 2020 年北京市各区医疗资源配置效率出现不同程度的衰退。具体而言,首都功能核心区各级别医院医疗资源全要素生产率均为最低(表 5),表明首都功能核心区的投入产出效率受到疫情影响最大。

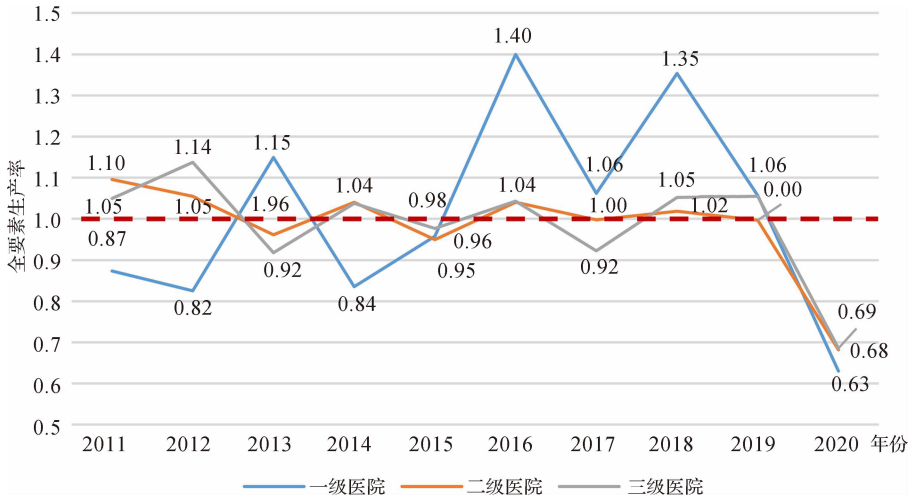


图 1 北京市各级别医院 2011—2020 年全要素生产率 (TFP) 变化

表 5 2019—2020 年北京市各级别医院全要素生产率变化指数 (TFP)

区域划分	一级医院	二级医院	三级医院
首都功能核心区	0.51	0.49	0.62
城市功能拓展区	0.62	0.75	0.64
城市发展新区	0.65	0.67	0.68
生态涵养发展区	0.67	0.71	0.87

注:表中全要素生产率变化指数 (TFP) 为按照不同区域类别划分对 16 个行政区 (DMU) 计算的均值。

3 讨论与建议

3.1 北京市医疗资源总量持续增长,未来应着力提高医疗资源同质化水平

2010—2020 年北京市医疗资源始终保持增长趋势,表明北京市通过加强队伍建设及医疗领域投入,实现了医疗卫生事业的高质量发展。与医疗资源配置的持续增长相比,北京市各级别医院的医疗服务提供量同样显著增加,表明政府在扩大医疗资源供给,尤其是优质医疗资源扩容方面取得了较大成效。虽然近年来卫生行政主管部门通过医院托管与医疗资源整合等一系列措施加强基层医疗服务能力,但是研究发现北京市不同区域医疗资源的同质化水平仍然需要进一步提高。生态涵养发展区由于距离中心城区较远,当前的优质医疗资源配置仍然相对不足。同时对投影值分析显示该区域的医疗资源尤其是三级医院并未得到有效利用,表明远郊区县区的医疗资源总量以及吸引力有待进一步提高。因此在今后医联体建设过程中,应着力加强位于郊区的合作医院与核心医院的交流互动,丰富并拓展同质化手段,逐步实现同质化诊断、同质化治疗、同

质化护理、同质化管理。积极协调医联体内资源共享,通过设置医学影像、检查检验、病理诊断和消毒供应中心等方式提高不同区域医疗服务能力。^[4]

3.2 北京市各区域资源配置效率存在差异,“医疗资源疏解”效果初步显现

通过对北京市医疗资源投入和产出的效率分析发现,郊区(包括城市发展新区和生态涵养发展区)作为“医疗资源疏解”的主要承载地区,2019 年各级别的医院医疗资源综合技术效率均达到 0.89 以上,其中一、二级医院的综合技术效率均高于城区,实现了更优的医疗资源配置效率。表明当前资源配置已能够基本满足郊区居民常见病、多发病的就医需求。但对于三级医疗资源而言,当前郊区尚未做到各区都有三级甲等医院的资源配置目标。在“十四五”后期,北京市医疗资源配置应坚持“优质”与“兜底”双线发展策略,对于未达到 DEA 强有效的地区应着力缩小医疗资源差距,重点支持城市发展新区和生态涵养发展区医疗卫生机构建设,提高偏远郊区的基层医疗服务能力。^[5]而对于中心城区居民而言,由于人口居住密度和老年人口占比较高,优质医疗资源的疏解容易造成中心城区的基本医疗服务缺口,因此应进一步补强中心城区的基层医疗卫生机构服务能力。

3.3 着力提高医疗机构内部资源配置效率,避免资源闲置浪费

《北京市医疗卫生设施专项规划(2020 年—2035 年)》规定首都功能核心区不再批准新设床位,五环内城区也禁止新设三级医院,医疗机构无法再通过增加医疗资源投入提高规模效率。^[6]医疗机构管理

者应关注并提高院内资源配置效率,制定有效的发展策略来提高医院的服务能力和工作效率。对于目前医疗服务供给量难以满足患者需求的医院,在合理增加卫生资源的同时,重点应通过优化就医流程,减少等待时间,利用医联体等资源合理分流患者,提高床位使用率等方法来提高医院运行效率。对于医疗服务供大于求,病源不足的医院,应通过提高医疗服务能力和水平,积极了解患者就医需求,提供高质量服务等,吸引就医患者,使卫生资源得到充分利用,避免资源闲置和浪费。各级别医院也需结合自身的实际发展状况因地制宜完善优化发展策略。规模收益递减的三级医院不可继续盲目扩张,应当在充分利用现有资源的条件下提高供给效率。

3.4 坚持“疏解”与“布局”的双线思维,提高医疗资源配置效率

从医疗资源配置的动态效率看,2010—2020年各区域的全要素生产率始终处于波动状态。但大多数年份的全要素生产率大于1,表明2011—2020年北京市医疗资源利用效率基本处于不断优化的状态。在“疏解非首都功能”提出后,2016—2019年低级别医院的医疗资源效率不断优化(全要素生产率始终大于1)。但从2019—2020年的效率变化看,可能受到新冠疫情的影响,全市各级别医院全要素生产率下降,该结果与张文天^[7]、杨雅楠^[8]等人的研究结果相一致。相关研究发现,新冠疫情对医疗资源承载力提出了较高的要求,同时对医疗资源配置效率的影响也较为明显。^[9]由于呼吸及重症专科医疗资源不足,导致其它专科的医疗资源被挤占,居民的常规就医需求无法得到及时满足,并进一步导致北京市医疗资源配置效率降低。因此,医疗机构管理者应坚持“预防为主,平战结合”的原则,构建重大突发公共卫生事件下的医疗资源的供给与配置体系。卫生行政主管部门应坚持医疗资源“疏解”与“布局”的双线思维,其中“疏解”的着眼点在于将首都功能核心区过剩的医疗资源迁移至医疗资源不足的地

区,而“布局”则是通过多种举措加强对现有医疗资源的专科能力建设,集中力量提高医疗服务水平。^[10]

作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 北京市统计局. 北京统计年鉴 2023[M]. 北京: 中国统计出版社, 2023.
- [2] Liu F H F, Wang P. DEA Malmquist productivity measure: Taiwanese semiconductor companies [J]. International Journal of Production Economics, 2008, 112(1): 367-379.
- [3] 董四平, 左玉玲, 陶红兵, 等. 中国医院效率 DEA 研究分类与投入产出指标分析[J]. 中国卫生政策研究, 2014, 7(10): 40-45.
- [4] 杨琰, 周典, 田帝, 等. 公立医院一院多区“同质—差异—协同”发展模式研究[J]. 中国医院管理, 2022, 42(6): 1-4, 12.
- [5] 孙新月, 王雨, 冯星淼, 等. 北京市医疗市场竞争现状及空间相关性分析[J]. 中国医院管理, 2024, 44(1): 19-22.
- [6] 王书平, 黄二丹. 基于泰尔指数和聚集度的北京市功能区域医疗卫生资源配置研究[J]. 中国卫生经济, 2020, 39(4): 44-48.
- [7] 张文天, 李慧, 孔凡悦, 等. 基于 DEA-Malmquist 指数模型的黄河流域医院运营效率研究[J]. 中国医院管理, 2022, 42(11): 14-17.
- [8] 杨雅楠. 基于 SE-EBM-DEA 及 Malmquist 模型的医院效率评价[D]. 郑州: 郑州大学, 2022.
- [9] 罗力, 贾韵, 王干, 等. 重大突发公共卫生事件下医疗系统承载力: 概念、影响因素与提升策略[J]. 中国公共卫生管理, 2024, 40(1): 1-4, 8.
- [10] 王玮玉, 蒋艳, 满晓玮, 等. 基于资本形成账户的北京市医疗卫生功能疏解分析[J]. 中国卫生政策研究, 2017, 10(1): 21-26.

[收稿日期:2024-03-07 修回日期:2024-04-17]

(编辑 赵晓娟)