

## 北京市疫苗接种效率及其影响因素研究

接种疫苗是预防和控制传染疾病最经济、最有效的手段。为了推进全民疫苗接种进程，世界很多国家都在公共卫生和预防接种领域投入了大量人力和财力等资源。那么，这些财政卫生资源投入的利用效率究竟如何？有哪些因素会影响到这一效率？本文试图回答这两个研究问题。

### 一、研究方法

借助公式(1)所示的传统生产函数可以构建出门诊接种服务的投入产出分析框架：

$$Y = F(L, T, K) \quad (1)$$

其中, Y 代表产出；L 代表劳动投入；T 代表技术投入；K 代表资本投入。

根据门诊数据的可获得性，选择工作人员数量、儿童开放天数、成人开放天数、周末是否开放作为劳动投入指标，以本科以上学历工作人员占比、是否具有信息化管理标识作为技术投入指标，以门诊级别作为资本投入指标，以疫苗接种接种量作为产出指标体系。公式(2)展示了 DEA 模型的构建过程。

$$\begin{cases} \min[\theta - \varepsilon(\sum_{k=1}^K s^- + \sum_{l=1}^L s^+)] \\ s.t. \sum_{m=1}^M x_{mk} \lambda_m + s^- = \theta x_k^m, k = 1 \dots K \\ \sum_{m=1}^M y_{ml} \lambda_m - s^+ = y_l^m, l = 1 \dots L \\ \lambda_m \geq 0, m = 1 \dots M \end{cases} \quad (2)$$

同时，为找出对效率影响较大因素，利用选择的投入、产出指标的不同组合方案来进行情景模拟，进而测算各个指标对效率的影响程度。根据既有研究，选择剔除了一个指标后的组合方案进行情景模拟分析，进而计算每个指标对效率的影响程度，如公式(3)所示。

$$S_i = \frac{V(D) - V(D_i)}{V(D_i)} \times 100\% \quad (3)$$

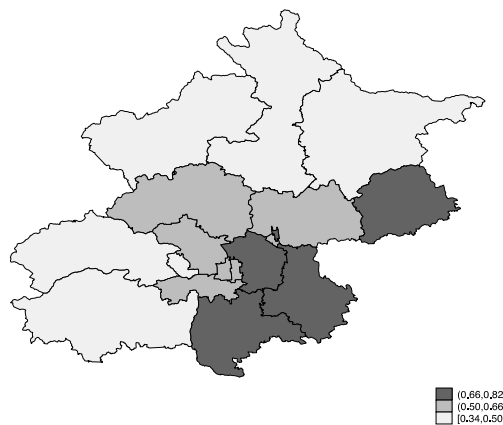
本文进一步构建了 Tobit 模型探究社会环境因素对效率的影响。从三个维度构建了门诊服务效率的影响因素：经济发展指标(GDP)、环境指标(PM2.5)、人口学指标(门诊服务人口数量)。数据来源于北京市疾病预防控制中心(CDC)和

《北京市 2021 年区域统计年鉴》。

### 二、主要发现

#### (一) 北京市疫苗接种效率存在地区差异

北京市疫苗接种服务效率在市内不同区之间存在很大差异(图 1)，全市效率均值为 0.6，各个门诊疫苗接种效率取值范围为 0.017-1 之间。



#### (二) 不同投入产出要素对效率的影响

表 1 展示了不同投入产出要素对效率的影响程度。在资本要素投入方面，门诊等级越高则综合技术效率越高。这可能是由于门诊等级越高，则意味着更多的资本投入，那么门诊就会有更多的资金来扩大门诊规模，进而购买先进的信息化设备、雇用更多高学历的才人，由此提高效率。

其次，在劳动要素投入方面，工作人员数量、疫苗接种工作天数、周末是否开放等要素都对综合技术效率起到正向的促进作用，并且工作人员数量对综合技术效率的提升程度更多。可能的解释是，无论疫苗接种每周开放多少天，每个门诊每天可同时使用的工作人员数量都是固定有限的，而可同时使用的最大工作人员数量决定了一个门诊的最大工作负荷，因此疫苗接种的效率可能会对工作人员数量更敏感。

第三，在技术要素投入方面，医院工作人员高学历人员占比越多，则综合技术效率越高。这可能是由于高学历的人技术水平更佳精湛，对于

疫苗接种业务更加熟练，因而提升了工作效率。此外，具备信息化管理标识也会对技术效率有正向的促进作用，这可能是由于现代化信息技术的应用使得门诊具备了线上接种预约、病人电子信息档案管理等便捷的功能，进而提升了效率。

最后，在产出要素方面，自费接种量对效率的影响程度比免费接种量大，成人接种量对效率的影响程度比儿童接种量大。这可能是由于在中国可以免费接种的免疫规划疫苗主要是儿童疫苗，近些年免疫规划疫苗已经基本实现 90% 以上的覆盖率，即免费疫苗、儿童疫苗已经达到了较高的接种量；相比之下，成人疫苗、自费疫苗接种量较低，所以提升成人疫苗、自费疫苗的接种量会对效率提升有更大的影响。

表 1 投入产出指标对效率的影响程度

编号	指标	情景模拟结果 $\theta$	指标对 $\theta$ 的影响程度
(1)	门诊级别	0.5837	2.790%
(2)	工作人员数量	0.5289	13.450%
(3)	儿童开放天数	0.5570	7.710%
(4)	成人开放天数	0.5805	3.360%
(5)	周末是否开放	0.5996	0.070%
(6)	本科以上学历人员占比	0.5698	5.300%
(7)	信息化管理标识	0.5489	9.320%
(8)	儿童自费接种量	0.5660	6.000%
(9)	儿童免费接种量	0.5780	3.800%
(10)	成人自费接种量	0.5004	19.920%
(11)	成人免费接种量	0.5784	3.730%

### (三) 社会环境因素对效率的影响

表 2 展示了社会环境因素对效率的影响结果。首先，地区 GDP 与疫苗接种效率成正相关。生活水平越高的居民对医疗服务的需求越高，进而给当地政府施加更大的压力，以满足他们所需要的有效率的公共服务的需求水平，最终促使政府提高其支出效率来提高卫生服务水平满足居民对健康的需求。其次，服务人口数量与疫苗这种效率呈现正相关。随着疫苗接种门诊服务人口数量的增多，门诊的疫苗接种服务效率也会增大。可能解释是规模经济以及门诊的疫苗接种服务中存在的规模收益递增现象。最后，环境指标 PM2.5 年度均值与疫苗接种效率的相关性虽然较低，但是负相关。一个可能的解释是，环境污染强化了人们的环境疾病的健康意识，而弱化了人们的接种疫苗的健康意识，由此增大了呼吸道疾病、

皮肤病等环境污染带来的疾病的医疗服务利用，而减少了疫苗接种，形成了疾病治疗对疾病疫苗的挤出效应，进而导致了疫苗接种量降低、疫苗接种效率降低。

表 2 疫苗接种的社会环境影响因素分析

	Tobit	OLS
GDP	0.121*** (0.023)	0.096*** (0.019)
Population Served	0.073*** (0.011)	0.061*** (0.010)
PM2.5	-0.018* (0.009)	-0.013 (0.008)
_con	-1.514*** (0.321)	-1.20 (0.276)
R <sup>2</sup>	0.2497	0.1753

Note: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

### 三、结论与建议

本文研究表明，劳动、资本、技术、产出等要素对于疫苗接种服务效率提升具有正向的影响，外部社会环境中的 GDP、门诊服务人口数量也会对疫苗接种服务效率存在影响。

为此，提出如下政策建议：在分配公共卫生资源投入时，在不同投入要素间进行合理分配。此外，还要考虑社会环境要素。具体对北京市而言，可以通过增加员工的培训次数、引进专家、更新最新设备等措施，提高整体效率；对于朝阳区、海淀区等 DEA 较为有效的区域要发挥其带头作用，在进一步优化自身区域预防接种效率的同时带动怀柔区、密云区等低区域提升效率，缩小区域效率差异，实现协同发展；在分配公共卫生应急管理资源投入时，在不同投入要素间进行合理分配，加大对信息化建设、工作人员数量等对效率影响程度较大的要素投入，适当减少对效率提高影响较小或无影响的要素投入；最后，考虑社会环境要素，对经济较低、环境差、人口多的地区增加资源投入，实现资源合理配置。

(胡明政，何平)

《卫生发展瞭望》是北京大学中国卫生发展研究中心根据研究成果、系统综述、会议讨论、国际交流等获得的信息，每期针对一个卫生发展领域热点问题，发表研究发现、观点和政策讨论。