· 论著 ·

献血优待证对广州献血行为的影响
——中断时间序列分析

黄敏欣　张　旸　周立桥　欧阳剑　苏　玮　黄漫玉　罗伟峰
(广州血液中心 广州市血液安全重点实验室,广东 广州 510095)

摘要:目的　评估广州市无偿献血优待证政策对献血行为的因果效应及群体异质性,为优化血液管理政策提供实证依据。**方法**　采用中断时间序列(interrupted time series, ITS)设计,基于广州血液中心 2018 年 7 月—2025 年 12 月共 30 个季度的采供血数据,以 2021 年第三季度为干预节点,构建含水平效应与趋势效应的普通最小二乘法(ordinary least squares, OLS)回归模型,并按性别、年龄段、既往献血次数及单次献血量分层分析。**结果**　阶梯式激励政策呈现显著异质性效应。成分血献血人次持续增长,其中 2 U 成分血趋势效应显著(β=304.58,P<0.001);高频献血群体(11 次以上)成分血献血人次呈持续增长趋势。全血献血方面,既往献血 1~2 次(β=4 537.55,P<0.001)和 3~10 次(β=2 159.69,P<0.05)群体即时效应显著;高频群体(11~30 次)呈现持续增长趋势(P<0.01)。按单次献血量分层,400 mL 全血即时效应显著(β=4 391.01,P<0.1),200 mL 全血趋势显著下降(β=−893.24,P<0.01)。**结论**　阶梯式优待证政策在维持利他动机的同时有效提升了献血参与度。成分血献血以中青年群体为增长主力;政策对全血低频献血者发挥即时激励作用,对高频献血者形成长期留存效果。单次献血量呈"向上迁移"趋势,优化了血液采集结构。建议实施差异化"引流—转化—留存"策略,以进一步提升血液供应安全。

关键词:无偿献血;无偿献血优待证;中断时间序列;献血激励;政策评估;广州
中图分类号:R457.1　R193.3　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1004-549X(2026)6-0768-08
DOI:10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2026.06.010

The impact of the Guangzhou voluntary blood donation privilege certificate on blood donation behavior: an interrupted time series analysis

HUANG Minxin, ZHANG Yang, ZHOU Liqiao, OU-YANG Jian, SU Wei, HUANG Manyu, LUO Weifeng.
Guangzhou Blood Center, The Key Medical Disciplines and Specialties Program of Guangzhou, Guangzhou 510095, *China.*
Corresponding author: LUO Weifeng, Email: 58492879@qq.com

Abstract: Objective　To evaluate the causal effects and population heterogeneity of Guangzhou's Voluntary Blood Donation Privilege Certificate Policy on blood donation behavior, and to provide empirical evidence for optimizing blood management policies. **Methods**　Using an interrupted time series (ITS) design, we analyzed 30 quarters of blood collection data from Guangzhou Blood Center (from July 2018 to December 2025). Taking the third quarter of 2021 as the intervention node, we constructed ordinary least squares (OLS) regression models incorporating level and trend effects, and conducted stratified analyses by gender, age group, previous donation frequency, and per-donation volume. **Results**　The tiered incentive policy demonstrated significant heterogeneous effects. Apheresis donations showed sustained growth, with 2 units of component blood exhibiting a significant trend effect (β=304.58, P<0.001); high-frequency donors (11+ times) demonstrated sustained growth trends in apheresis donations. For whole blood, immediate effects were significant for donors with 1-2 previous donations (β=4 537.55, P<0.001) and 3-10 previous donations (β=2 159.69, P<0.05); high-frequency donors (11-30 times) showed sustained growth trends (P<0.01). Stratified by per-donation volume, 400 mL whole blood demonstrated a significant immediate effect (β=4 391.01, P<0.1), while 200 mL whole blood showed a significant declining trend (β=−893.24, P<0.01). **Conclusion**　The tiered incentive policy effectively enhanced blood donation participation while maintaining the donors' altruistic motivations. Young and middle-aged adults primarily drove apheresis donations. The policy demonstrated immediate incentive effects on low-frequency whole blood donors and long-term retention effects on high-frequency donors. Per-donation volume showed an "upward migration" trend, optimizing the blood collection

基金项目:广州市科技计划项目(2025A03J3373);广州市科技计划项目(2025A03J3312);广州市医学重点学科(2025-2027 年)项目
第一作者简介:黄敏欣(1986-),女,助理研究员,Email:rayehmx@qq.com;**通信作者:**罗伟峰,Email:58492879@qq.com

structure. Differentiated outreach, conversion and retention strategies are recommended to further strengthen blood supply security.

Key words: voluntary blood donation; voluntary blood donation privilege certificate; interrupted time series; blood donation incentives; policy evaluation; Guangzhou

血液安全是公共卫生体系的重要组成部分,而充足、安全的血液供应是临床救治的基础。近年来,随着医疗服务能力的不断提升和人口老龄化的加速推进,临床用血需求持续增长,血液供应面临较大压力。血液短缺不仅直接制约急危重症救治能力,更可能引发血液安全隐患[1]。研究表明,供血紧张时期可能出现筛查流程的资源妥协以及输血指征的调整[2-3],进而增加输血传播感染和不良反应风险。为鼓励公众积极参与无偿献血,提升血液采集效率,各地陆续出台了一系列献血激励政策[4-5]。广东省广州市作为改革开放的前沿城市,根据 2021 年最新修订的《广州市献血管理规定》[6],自 2021 年 5 月 1 日起实施无偿献血优待证政策(以下简称“优待证政策”),在原有无偿献血表彰奖励的基础上,引入了“阶梯式”奖励机制,对累计献血次数达到一定标准的献血者及献血服务志愿者给予交通、游乐、医疗等领域的优待服务。奖励设置可概括为:累计献全血达 10 次以上或献血次数达到 20 次以上可申领“广州市无偿献血优待证(C 证)”,享受免费游览部分景区等待遇;累计献全血达 20 次以上或献血次数达到 30 次以上可申领“B 证”;累计献全血达 30 次以上或献血次数达 40 次以上可申领“A 证”,优待范围进一步扩大至免费搭乘市内公共交通工具等。该政策的核心设计理念是通过建立“多献多享”的激励机制,一方面引导献血者形成稳定的献血习惯,提高献血频次,增强潜在献血者的参与动机;另一方面借助优待证的“身份标识”功能,增强献血者的社会荣誉感。

评估献血激励政策的实施效果,对于完善公共卫生政策设计、优化资源配置具有重要的实践价值。然而,传统的“前后对比”方法难以有效控制多重混杂因素(如季节性波动、献血服务可及性变化等)的影响,也难以捕捉政策效果的滞后性与长期性,且“平均效应”容易掩盖群体间的异质性[7]。因此,本研究采用中断时间序列(interrupted time series, ITS)回归模型。ITS 作为评估政策干预纵向效果最强的准实验研究设计[8-9],能够分别描述干预对指标值带来的水平变化及趋势变化,从而更准确地识别阶梯式激励政策的净效应。

不同于传统统一标准的激励模式(如达到固定献血次数即享受同等“三免”待遇[4,9]或一次性经济补贴[5,10]),优待证政策的三级差异化门槛与对应福利包,天然要求检验异质性效应:不同阶梯门槛对“临界群体”的激励强度是否呈现边际递增?各个档次的奖励是否有效吸引、转化或留存对应频次的献血者?若仅进行总体分析,将掩盖阶梯式政策的核心机制——通过差异化福利精准匹配不同献血基础群体的需求弹性,进而无法识别政策设计中的最优阶梯阈值设置。因此,本研究直接按既往献血次数、年龄段、单次献血量进行分层 ITS 分析,旨在精准评估优待证政策阶梯式激励对献血行为的因果效应,识别群体异质性,优化政策设计

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究数据来源于广州血液中心采供血信息管理系统,涵盖 2018 年 7 月—2025 年 12 月献血行为汇总数据。数据内容包括全血和成分血两种献血类型的献血量(mL)、献血人数及献血人次,并按献血者的人口学特征(性别、年龄段)和行为特征(既往献血次数、单次献血量)进行分层统计。数据时间跨度为 7.5 年,共计 30 个季度观测周期,为中断时间序列分析提供了充足的干预前后观测点。

1.2 分析与统计学方法

本研究采用中断时间序列分析方法,以 2018 年第三季度至 2025 年第四季度共 30 个季度观测点为分析窗口,以 2021 年第三季度(2021 年 7 月)为政策干预节点,估计广州市无偿献血优待证激励政策的即时效应(政策实施后即时的水平变化,β_水平)和长期趋势效应(政策实施后每季度的斜率变化,β_趋势)。2021 年第二季度(含 5~6 月)为政策实施过渡期,归入干预前。《广州市献血管理规定》虽于 2021 年 5 月 1 日起实施,但其配套规范性文件《广州市无偿献血激励优待办法》当时尚处于征求意见阶段,献血者需待办法正式出台后方可办理优待证申领手续[11]。因此,2021 年第二季度

处于政策“名义生效但未实质运行的过渡状态”，第三季度更能反映政策激励机制实际传导至献血行为的时间节点。统计分析采用带截距的普通最小二乘法（Ordinary Least Squares，OLS）回归模型，以 Newey-West 异方差自相关一致（HAC）估计量计算稳健标准误，滞后阶数设置为 3 阶。模型方程表示为：

$$Yt = \beta 0 + \beta 1 \cdot Timet + \beta 2 \cdot Interventiont + \beta 3 \cdot TimeAftert + \varepsilon t$$

其中，Yt 为 t 时刻的观测值，$Timet$ 为连续时间变量，$Interventiont$ 为政策干预指示变量（干预前 = 0，干预后 = 1），$TimeAftert$ 为干预后的时间趋势变量。

本研究设定双侧检验水准 $\alpha = 0.05$，即当 $P < 0.05$ 时认为差异具有统计学意义。为充分报告效应的边际显著性，同时呈现 $P < 0.1$（†）、$P < 0.05$（*）、$P < 0.01$（**）及 $P < 0.001$（***）四个层次的显著性标记，以辅助读者判断政策效应的稳健性。

为识别政策效应在不同人群及献血行为特征间的异质性，本研究按以下分层维度进行 ITS 分析，包括：1）人口学特征：性别（男、女）和年龄段（18～25 岁、26～35 岁、36～45 岁、46～55 岁、56～60 岁）；2）行为特征：既往献血次数（0 次、1～2 次、3～10 次、11～20 次、21～30 次、30 次以上）和单次献血量（全血：200 mL、300 mL、400 mL；成分血：1 U、2 U）。选择上述分层变量旨在检验优待证“阶梯式”奖励机制对不同献血基础（既往次数）和不同需求特征（性别、年龄）群体的差异化激励效果。

因变量为各亚组的献血人次，并纳入新冠疫情哑变量（2020 年第一季度至 2022 年第四季度赋值为 1，其余为 0）作为控制变量，稳健性检验因变量为献血人数和献血量。

本研究数据处理与统计分析均使用 Python 3.12.3 完成。数据清洗与整理使用 pandas 库（版本 3.0.1）实现；中断时间序列（ITS）回归分析采用 statsmodels 库（版本 0.14.6）中的 OLS 模型，并调用 HAC 协方差估计器（cov_type = 'HAC'，maxlags = 3）计算 Newey-West 异方差自相关一致稳健标准误；模型诊断中的 Durbin-Watson 检验同样通过 statsmodels 库实现。

1.3　模型诊断

本研究已采用 Newey-West HAC 估计量对标准误进行修正，可有效处理时间序列中的自相关与异方差问题，D-W 检验结果仅作参考。全血模型部分组别 D-W 值偏高（>2.5）（见表 1），提示存在一定程度负自相关，HAC 修正已覆盖此问题。成分血模型 D-W 值整体处于合理范围。

表 1　各分组模型 D-W 检验结果（模型诊断）

Table 1　Durbin-Watson test results for subgroup models (model diagnostics)

	组别	D-W 值（成分血）	自相关判断	D-W 值（全血）	自相关判断
性别	女	1.659	无显著自相关	2.703	可能存在负自相关
	男	1.552	无显著自相关	2.598	可能存在负自相关
年龄（岁）	18～25	1.922	无显著自相关	3.074	可能存在负自相关
	26～35	1.9	无显著自相关	3.608	可能存在负自相关
	36～45	1.42	可能存在正自相关	3.455	可能存在负自相关
	46～55	1.583	无显著自相关	3.47	可能存在负自相关
	56～60	1.248	可能存在正自相关	3.277	可能存在负自相关
既往献血次数（*n*）	0	2.268	无显著自相关	2.663	可能存在负自相关
	1～2	1.308	可能存在正自相关	2.838	可能存在负自相关
	3～10	1.644	无显著自相关	3.452	可能存在负自相关
	11～20	0.984	可能存在正自相关	3.674	可能存在负自相关
	21～30	1.011	可能存在正自相关	2.585	可能存在负自相关
	>30	1.198	可能存在正自相关	2.145	无显著自相关

注：D-W 值 1.5～2.5 区间通常认为无显著自相关；本研究已采用 Newey-West HAC 估计量处理潜在自相关。

2　结果

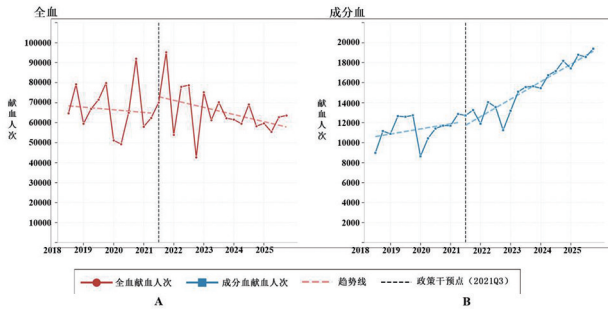
2.1　献血人次时间序列特征

优待证政策干预前（2018 年第三季度至 2021 年第二季度），广州市全血献血人次呈轻微下降趋势（斜率 = −328 人次/季度）（图 1A），季度均值为 66 578 人次；2021 年第三季度政策实施后，全血献血人次从干预前的 62 331 跃升至 70 052，呈现出明显的即时水平效应，但长期趋势转为更陡峭的下降（斜率 = −891 人次/季度）。图 1B 展示了成分血献血人次的季度变化趋势，与全血不同，成分血在干预前已呈增长态势（斜率 = 128 人次/季度），季度均值为 11 304 人次；政策实施后增长趋势明显加速（斜率 = 436 人次/季度），季度均值上升至

15 434 人次,增幅达 36.5%。成分血与全血的差异化趋势模式,提示阶梯式优待证政策对两种献血类型的作用机制可能存在差异。

2.2 按性别分层的政策效应

成分血方面,女性献血人次呈现显著持续增长趋势(β_趋势=98.07,P<0.001)(表 2),表明政策对女性成分血献血具有持续促进效果。男性同样呈现显著正向趋势效应(β_趋势=218.62,P<0.01)。全血方面,女性的即时效应边际显著(β_水平=5 006.29,P=0.088),但随后趋势下滑(β_趋势=−855.2,P<0.01),呈先升后降模式。



注:“政策干预点 2021Q3”即 2021 年第三季度,横坐标年份刻度对应该年度的第一季度数据。

图 1 广州市献血人次变化趋势(2018.07—2025.12)

Figure 1 Trends in blood person-times in Guangzhou (Jul 2018 – Dec 2025)

表 2 按性别分层的献血人次 ITS 分析结果

Table 2 ITS analysis results of blood donation person-times stratified by gender

性别	成分血				全血			
	水平效应(β)	SE	趋势效应(β)	SE	水平效应(β)	SE	趋势效应(β)	SE
女	−136.53	121.18	98.07***	8.13	5 006.29†	2 878.45	−855.2**	248.93
男	−645.35	510.67	218.62**	78.14	3 027.59	3 185.37	441.47	295.27

注:***P<0.001,**P<0.01,*P<0.05,†P<0.1。

2.3 按年龄段分层的政策效应分析

政策对中青年成分血献血的长期促进效应尤为突出:26~35 岁(β_趋势=213.73,P<0.001)(表 3)、36~45 岁(β_趋势=89.19,P<0.001)、46~55 岁(β_趋势=29.89,P<0.001)组均呈现显著正向趋势效应,与优待证阶梯式奖励机制对中高频献血者激励增强的政策预期相符。56~60 岁群体全血献血趋势同样显著增长(β_趋势=10.35,P<0.05)。

表 3 按年龄段分层的献血人次 ITS 分析结果

Table 3 ITS analysis results of blood donation person-times stratified by age group

年龄段(岁)	成分血				全血			
	水平效应(β)	SE	趋势效应(β)	SE	水平效应(β)	SE	趋势效应(β)	SE
18~25	308.74	474.54	−1.52	65.88	7 527.72	6 387.35	−1 381.77*	598.32
26~35	−644.19***	166.01	213.73***	18.94	1 155.49	1 396.57	256.89	155.20
36~45	−272.73†	139.27	89.19***	9.95	−1 006.59	1 097.73	449.53***	107.77
46~55	−196.39**	65.45	29.89***	4.26	181.22	614.28	296.94***	48.35
56~60	−20.38	18.49	−5.56**	1.74	−31.33	49.85	10.35*	4.12

注:***P<0.001,**P<0.01,*P<0.05,†P<0.1。

2.4 按既往献血次数分层的政策效应分析

此分层结果与政策设计逻辑最为吻合。3~10 次献血者全血即时效应显著(β_水平=2 159.69,P<0.05)(表 4),1~2 次组即时效应最强(β_水平=4 537.55,P<0.001)。高频献血群体全血献血趋势效应持续显著(11~20 次、30 次以上 P<0.001;21~30 次,P<0.01),反映优待证阶梯奖励对重复献血者的长期激励效果。

成分血献血呈现显著的“J 型”轨迹特征(图 2)。30 次以上组在干预初期出现显著负向水平效应(β_水平=−567.89,P<0.01)(表 4),实际献血人次低于反事实预测值,形成 J 型底部;尽管长期趋势效应未达显著水平(β_趋势=29.56,P>0.05),但观测数据显示其逐步回升并向干预前趋势回归。11~20 次组呈现更典型的 J 型复苏(β_水平=−352.35,P<0.05;β_趋势=86.57,P<0.01),即初期显著低于预期后,呈现显著正向趋势增长。与此相对,中频献血者(3~10 次)成分血献血人次水平与趋势均显著为正(β_水平=384.24,P<0.05;β_趋势=112.35,P<0.001),提示该群体向成分血转化的政策促进效应显著,未出现高频群体的初期观望特征。

2.5 按单次献血量分层的政策效应分析

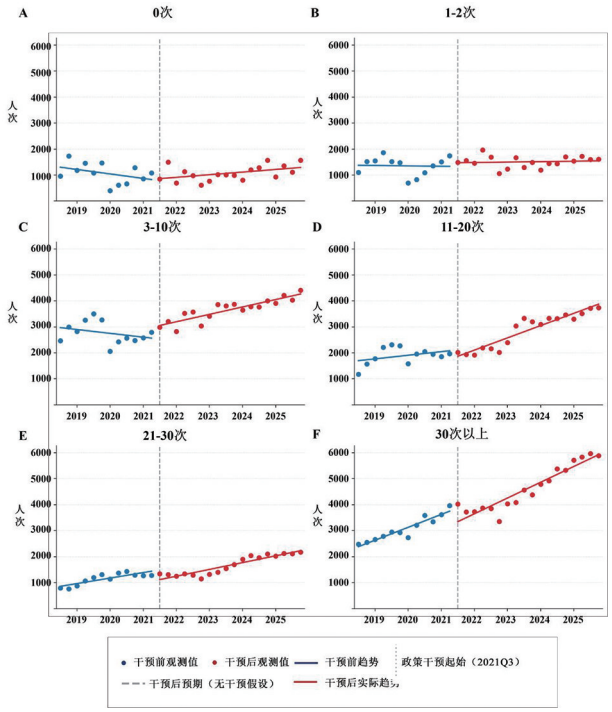
400 mL 全血组出现显著即时效应(β_水平=4 391.01,P<0.1)(表 5),200 mL 组呈现显著负趋势(β_趋势=−893.24,P<0.01),表明政策促使更多献血者选择较大献血量。成分血 2 U 组趋势效应显著(β_趋势=304.58,P<0.001),提示高剂量成分献血持续增长。

表 4　按既往献血次数分层的献血人次 ITS 分析结果

Table 4　ITS analysis results of blood donation person-times stratified by previous donation frequency

既往献血次数(n)	成分血				全血			
	水平效应(β)	SE	趋势效应(β)	SE	水平效应(β)	SE	趋势效应(β)	SE
0	−3. 38	202. 63	69. 79 **	24. 50	1 592. 6	5572. 89	−225. 12	509. 00
1~2	114. 59	210. 87	10. 81	31. 36	4 537. 55 ***	917. 56	−522. 49 ***	86. 57
3~10	384. 24 *	144. 14	112. 35 ***	15. 01	2 159. 69 *	817. 16	218. 04†	120. 38
11~20	−352. 35 *	157. 62	86. 57 **	29. 12	37. 64	103. 12	64. 65 ***	12. 56
21~30	−401. 61 **	137. 00	14. 18	12. 26	−21. 69	28. 04	9. 64 **	2. 80
>30	−567. 89 **	197. 40	29. 56	26. 56	−10. 02†	5. 57	7. 46 ***	0. 75

注：* * * P<0. 001，* * P<0. 01，* P<0. 05，†P<0. 1。



注：A-F 分别对应既往献血 0 次、1~2 次、3~10 次、11~20 次、21~30 次及 30 次以上献血者。纵向灰色虚线表示政策干预时点(2021Q3，即 2021 年第三季度)；横向灰色虚线表示基于干预前趋势外推的反事实预测(无政策情景)；蓝色、红色实线分别表示干预前和干预后的线性趋势。干预后实线与灰色虚线的垂直距离反映政策的水平效应，干预前后趋势线斜率的差异反映政策的趋势效应。

图 2　优待证政策对成分血献血人次的中断时间序列分析(按既往献血次数分层)

Figure 2　Interrupted time series analysis of apheresis donation person-times under the Privilege Certificate Policy (stratified by previous donation frequency)

表 5　按单次献血量分层的献血人次 ITS 分析结果

Table 5　ITS analysis results of blood donation person-times stratified by per-donation volume

单次献血量	血液类型	水平效应(β) *	SE	趋势效应(β) *	SE
400 mL	全血	4 391. 01†	2 258. 98	378. 54	314. 75
300 mL	全血	548. 89	1 756. 78	91. 01	170. 8
200 mL	全血	3 179. 74	3 773. 19	−893. 24 **	320. 99
2 U	成分血	−755. 11	455. 85	304. 58 ***	82. 73
1 U	成分血	3. 81	248. 47	10. 3	34. 7

注：* * * P<0. 001，* * P<0. 01，* P<0. 05，†P<0. 1。

2. 6　稳健性检验

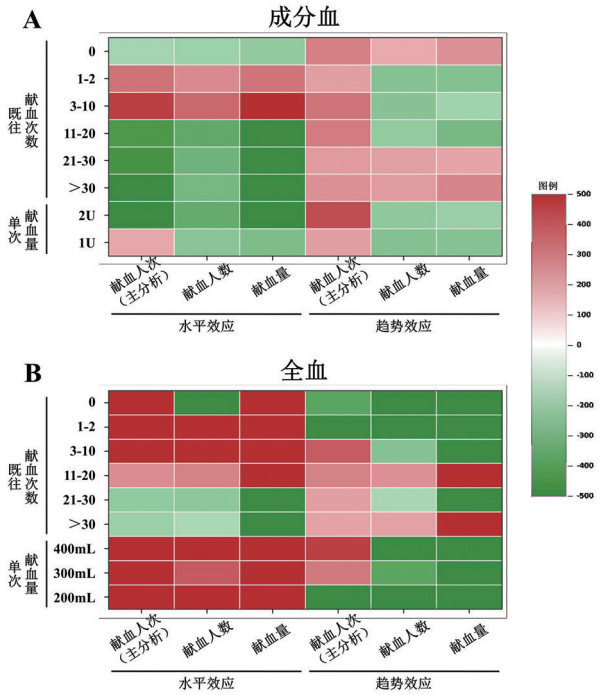
为验证主分析(以献血人次为因变量)结果的可靠性，以献血人数和献血量作为因变量进行稳健性检验。通过三种因变量分析结果的对比评估主分析结论的稳健性。

成分血方面(图 3A)，献血人次(主分析)、献血人数和献血量在既往献血次数和单次献血量的 ITS 结果具有高度的一致性，表明 2. 4 中成分血献血呈现显著“J 型”轨迹特征的结论稳健可靠。然而，主分析中成分血 2 U 组具有显著的趋势效应(β_趋势 = 304. 58)，但稳健性分析的趋势不显著，(献血人数：β_趋势 = 24. 73；献血量 β_趋势 = 10. 17)，反映出优待证政策的频次驱动特征，提示 2 U 成分血人次的增长可能主要源于现有献血者献血频次的提升，而非新献血者的加入。全血的稳健性分析亦表现出较好的一致性，但部分指标在不同因变量分析结果之间差异较大(图 3B)。例如，政策对于初次献血者(既往献血次数为 0)的献血人次和献血量具有显著的正向即时效应(β = 1 592. 6)，但其献血人数则表现出负向即时效应；政策对 11~20 次献血者献血量的即时效应和趋势效应(β_水平 = 4 069. 06，β_趋势 = 1 1281. 49)均显著高于对献血人次和献血人数(献血人次：β_水平 = 37. 64，β_趋势 = 64. 65；献血人数：β_水平 = 63. 05，β_趋势 = 30. 16)。总之，稳健性分析结果表明本研究对献血人次的分析结论稳健可靠，部分不一致的结果反映政策的实际作用机制，对于后续政策的优化调整具有重要参考意义。

3　讨论

本研究基于广州市无偿献血优待证政策实施前后的季度汇总数据，采用中断时间序列(ITS)方法，系统评估了阶梯式激励政策对无偿献血行为的因果效应。结果表明，阶梯式优待证政策对献血行为的影响在全血与成分血之间、不同特征人群中存

在显著的分化与异质性。



注:红色表示正向效应,绿色表示负向效应,颜色深浅反映效应绝对值的大小。水平效应反映政策即时水平变化,趋势效应反映政策后每季度斜率变化。因变量从左至右依次为献血人次(主分析)、献血人数(稳健性检验 1)、献血量(稳健性检验 2)。

图 3 ITS 效应热力图(按既往献血次数及单次献血量分层)

Figure 3 Heat map of ITS effect estimates (stratified by previous donation frequency and per-donation volume)

第一,成分血献血呈现显著的“J 型”轨迹:26~35 岁(β=213.73,P<0.001)、36~45 岁(β=89.19,P<0.001)及 46~55 岁(β=29.89,P<0.001)群体均呈现显著正向趋势效应,表明中青年是成分血增长的核心力量。郭心雨[10]的研究表明,中年群体较青年群体对优待政策中的医疗保健和公共交通等福利感知更强,政策作用于前者的影响效果较后者显著,与本研究发现的中青年成分血趋势效应高度吻合。政策实施路径的分步特征解释了“J 型”曲线的形成:广州市于 2021 年 5 月率先向符合条件者发放 A 证,次年 7 月起逐步推行 B 证和 C 证[12]。成分血献血者多为高频群体,构成首批 A 证申领主力,该群体在获得最高等级优待证后短期内放缓献血节奏,导致干预初期水平下降;随着 B 证、C 证全面推行及新阶梯目标重塑,低频群体受初级激励正向驱动,长期趋势回归显著正向增长。第二,政策对不同献血基础群体呈现精准差异化激励,形成“引流-留存”双轨机制。既往献血 1~2 次群体全血献血人次即时效应最强(β=4537.55,P<0.001),3-10 次群体即时效应显著(β=2159.69,P<0.05),表明初级优待证(C 证)对潜在及初级献血者具有显著的“引流”作用;而高频群体(11~30 次)虽未出现即时水平跃升,但呈现持续增长趋势(11~20 次、21~30 次、30 次以上组 P<0.01 或 P<0.001),印证了阶梯式奖励对固定献血者忠诚度的长期“留存”效果。郭心雨[10]的研究指出,三免政策能够通过目标动机和成就动机显著提升重复献血者的献血量,且对接近目标门槛的献血者激励最强。基于双因素理论和目标设置理论[10,13],阶梯式政策既提供了保健因素(福利保障),又提供了激励因素(成就感与目标感),两者协同作用,精准实现了对不同类型献血者的差异化激励。第三,献血量“向上迁移”与血液安全结构优化。单次献血量呈现显著的“向上迁移”趋势,这表明阶梯式政策不仅提升了献血频次,更促使献血者主动选择更大单次献血量以更快达到阶梯奖励标准。从血液安全与质量管理视角,单次献血量的“向上迁移”具有双重积极意义:其一,400 mL 全血采集可提升采血资源利用效率,降低单位血液采集、检测和储存成本;其二,400 mL 血液可分离制备为更多治疗单位,有利于满足单一患者多次输血需求,减少多供者血液输注带来的免疫反应和感染风险[14]。成分血献血人次的持续增长有助于提升血小板等短效期血液成分的供应稳定性,缓解临床血小板紧缺的结构性矛盾。

本研究证实了阶梯式激励政策的有效性,这与部分认为经济激励会“挤出”利他动机的观点有所不同[15]。巫彩霞等[5]指出,部分学者认为经济补偿可能挫伤利他动机。然而,广州市无偿献血优待证政策通过“经济/服务优待”(外部激励)与“身份荣誉标识”(内部激励)的协同作用,未出现明显的“动机挤出”效应[16],反而推动了献血行为的持续升级,丰富了“激励-动机”理论在公共卫生领域的应用。

此外,疫情控制变量系数显著为负,印证了突发公共卫生事件对献血活动的强烈冲击,这与 KUMAR[17]系统综述的结论一致,即新冠病毒大流行导致全球献血量总体下降 25%,部分地区降幅高达 71%。然而,本研究仍存在以下局限:一是使用汇总数据无法分析个体行为轨迹,未能控制个体层面的收入、职业等微观协变量;二是 ITS 模型假设政策干预是瞬时的,未能完全排除其他同期血液管理政策的叠加效应;三是全血模型部分存在负自相

关,虽经 Newey-West HAC 修正,仍可能影响估计精度。四是 Newey-West HAC 估计量的滞后阶数固定为 3 阶,未系统比较不同阶数下的估计结果差异。尽管该设定符合 T^(1/3)经验法则与领域通行做法,但仍可能对个别亚组的标准误估计产生轻微影响。

基于上述结论,提出以下政策建议:一是实施“引流—转化—留存”差异化策略。针对初次及低频献血者强化 C 证的荣誉属性以“引流”;针对中频献血者重点宣传成分血捐献的“升阶”优势以推动“转化”;针对高频献血者确保 A 证核心福利落实以“留存”。二是优化阶梯门槛设置。探索设置更微观的“微阶梯”(如累计 800 mL、1 600 mL 小奖),缓解低频献血者面对高门槛时的畏难情绪。三是加强政策初期宣传。针对政策落地前 1~2 个月进行高强度精准推送,明确告知累计规则与过渡方案,避免因信息滞后出现献血人次瞬时下降。

综上所述,本研究基于广州市无偿献血优待证政策的准自然实验,运用中断时间序列分析证实了阶梯式激励政策的因果效应。研究发现,该政策通过“多献多享”的阶梯设计,成功实现了对不同类型献血者的精准激励:对潜在及初级献血者发挥“引流”作用,对中频献血者产生“转化”效应,对高频献血者形成“留存”机制。成分血献血的 J 型曲线特征揭示了政策实施初期的结构性调整,而单次献血量的“向上迁移”则表明激励政策不仅提升了献血频次,更优化了血液采集结构。科学的阶梯式激励政策是保障血液供应安全、维护公众健康权益的有效管理工具,对构建血液安全防线具有重要的实践价值。本研究为优化血液管理政策提供了实证依据,也为其他城市设计献血激励方案提供了可复制的分析框架。

利益冲突说明/Conflict of Interests

所有作者均声明不存在利益冲突。

伦理批准及知情同意/Ethics Approval and Patient Consent

本研究已通过广州血液中心伦理委员会评审(编号:广州血液中心伦[2024]第 020 号)。本文不涉及知情同意。

作者贡献/Authors' Contribution

黄敏欣:研究设计、论文撰写;张旸:研究设计;周立桥:数据收集;欧阳剑、苏玮:数据分析;黄漫玉:论文校对;罗伟峰:论文审核。

[参考文献]

[1] 欧阳剑, 何军, 黄晓莹, 等. 互助无偿献血政策取消对广州市无偿献血情势的影响[J]. 中国输血杂志, 2021, 34(10):1121-1125.
OU-YANG J, HE J, HUANG X Y, et al. The impact of ceasing mutual blood donation on voluntary blood donation in Guangzhou[J]. Chin J Blood Transfusion, 2021, 34(10):1121-1125.

[2] PASQUIER P, BAUDOIN Y, BARBIER O, et al. Blood Transfusion in Resource-limited Settings[J]. Anesthesiology, 2016, 125(4):813-814.

[3] COHN C S, PAGANO M B, ALLEN E S, et al. How do I manage long-term blood component shortages in a hospital transfusion service? [J]. Transfusion, 2020, 60(9):1897-1904.

[4] 鲍淳茂, 罗建根, 宁玉梅, 等. 浙江省实行无偿献血"三免政策"的思考[J]. 中国输血杂志, 2014, 27(11):1188-1190.
BAO C M, LUO J G, NING Y M, et al. Reflections on the implementation of the "Three Exemptions Policy" for voluntary blood donation in Zhejiang Province[J]. Chin J Blood Transfusion, 2014, 27(11):1188-1190.

[5] 巫彩霞, 李玲, 江宇, 等. 无偿献血激励措施及其研究现状[J]. 中国输血杂志, 2021, 34(7):797-800.
WU C X, LI L, JIANG Y, et al. Advances in incentives of voluntary blood donation[J]. Chin J Blood Transfusion, 2021, 34(7):797-800.

[6] 广州市人民政府. 广州市献血管理规定[EB/OL]. (2021-02-23)[2026-04-12]. https://www.gz.gov.cn/zwgk/fggw/wyzzc/content/post_8300628.html.
Guangzhou Municipal People's Government. Regulations on the Administration of Blood Donation in Guangzhou[EB/OL]. (2021-02-23)[2026-04-12]. https://www.gz.gov.cn/zwgk/fggw/wyzzc/content/post_8300628.html.

[7] 罗伟峰, 林永桔, 郑晓晓, 等. 回归滑动平均混合模型预测广州地区悬浮红细胞出库量的研究[J]. 中国输血杂志, 2020, 33(5):472-475.
LUO W F, LIN Y J, ZHENG X X, et al. The analysis and prediction of the amounts of RBC issue in Guangzhou area based on ARIMA model[J]. Chin J Blood Transfusion, 2020, 33(5):472-475.

[8] WAGNER A K, SOUMERAI S B, ZHANG F, et al. Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research[J]. Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics, 2002, 27(4):299-309.

[9] 朱星月, 林腾飞, 米源, 等. 间断时间序列模型及其在卫生政策干预效果评价中的应用[J]. 中国药事, 2018, 32(11):1531-1540.
ZHU X Y, LIN T F, MI Y, et al. Interrupted time series

model and its application in effect evaluation of health policy intervention[J]. Chin Pharm Aff, 2018, 32(11):1531-1540.

[10] 郭心雨. 无偿献血宣传招募和激励措施对献血行为的影响研究[D]. 成都:电子科技大学, 2023.
GUO X Y. Research on the influence of promotion and incentive policies on blood donation behavior [D]. Chengdu:University of Electronic Science and Technology of China, 2023.

[11] 广州血液中心. 央媒:值得推广![EB/OL]. (2021-05-08)[2026-05-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/HXaMrF2io6EiqPgSbo_kKg?scene=334.
Guangzhou Blood Center. Worth promoting! Central media coverage[EB/OL]. (2021-05-08)[2026-05-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/HXaMrF2io6EiqPgSbo_kKg?scene=334.

[12] 广州市卫生健康委员会. 广州市卫生健康委关于印发广州市无偿献血激励与优待办法的通知[EB/OL]. (2022-07-13)[2026-04-12]. https://wjw.gz.gov.cn/gkmlpt/content/8/8396/post_8396433.html.
Guangzhou Municipal Health Commission. Notice on issuing the Measures for Incentives and Privilege Treatment of Voluntary Blood Donation in Guangzhou[EB/OL]. (2022-07-13)[2026-04-12]. https://wjw.gz.gov.cn/gkmlpt/content/8/8396/post_8396433.html.

[13] 赵冬雁, 纪方, 何孟靖, 等. 双因素理论应用于献血者再次献血激励机制的探讨[J]. 中国输血杂志, 2014,27(9):969-972.
ZHAO D Y, JI F, HE M J, et al. The application of two-factor theory in the incentive mechanism of repeat blood donors[J]. Chin J Blood Transfusion, 2014,27(9):969-972.

[14] 马莹. 无偿献血者献血不良反应与献血量的关系分析[J]. 中国医药指南, 2019, 11(7):33-34.
MA Y. Analysis of the relationship between adverse reactions and blood donation volume in voluntary blood donors[J]. Guide of China Medicine, 2019, 11(7):33-34.

[15] 王玉. 山东省献血者无偿献血激励偏好研究:基于离散选择实验[D]. 济南:山东大学 2023.
WANG Y. Incentive Preferences of Blood Donors in Shandong province:a discrete choice experiment[D]. Jinan:Shandong University, 2023.

[16] CHELL K, DAVISON T E, MASSER B, et al. A systematic review of incentives in blood donation[J]. Transfusion, 2018, 58(1):242-254.

[17] KUMAR A, KUMARI S, SAROJ U, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on blood donation patterns:a systematic review and meta-analysis[J]. Cureus, 2023,15(8):e43384.

(2026-04-15 收稿,05-16 修回,05-28 接收)

本文编辑:李宜博