

医院生产函数与需求函数的估计

——兼论我国医院等级评审制度的影响

董展育 申广军 黄英伟 栾梦娜

目录

附录 I 我国医院等级评审制度.....	2
附录 II 数据描述.....	3
附录 III 医院生产函数估计结果及稳健性检验.....	7
(一) 医院生产函数的估计结果.....	7
(二) 医院生产函数估计的稳健性检验.....	10
附录 IV 医院需求函数估计结果及稳健性检验.....	14
(一) 医院需求函数的估计结果.....	14
(二) 医院需求函数估计的稳健性检验.....	16
参考文献.....	18

附录 I 我国医院等级评审制度

我国医院等级评审制度从床位、人员、房屋、设备、质量、规章等多个方面规定了各级医院必须达到的基本要求，并对其中部分指标提供了硬性的量化标准。在医院评级制度中，病床数量、人员配置和建筑规模是最硬性的指标，更高等级的医院需要满足更高的指标要求。表I1对这三个指标进行了描述。比如，一级医院的病床数门槛为 20 张，二级医院为 100 张，而三级医院则要达到 500 张；每床配备的卫生技术人员，一级医院要求不低于 0.7，二级医院 0.88，而三级医院则为 1.03。如果医院满足升级的一系列标准，可以提出升级申请，由政府的卫生主管部门进行一系列严格的审查和评定。卫生主管部门也会对各级别的医院进行定期或不定期的再评定，如果医院没有达到门槛标准或发生重大卫生安全事故，则会遭受降级。

表 I 1 医院分级基本标准

	一级医院	二级医院	三级医院
床位			
床位	20-99	100-499	≥ 500
卫生技术人员-病床比例	≥ 0.7	≥ 0.88	≥ 1.03
人员			
护士-病床比例	总共至少 5 名护士	≥ 0.4	≥ 0.4
医师	至少有 3 名医师；至少有 1 名具有主治医师以上职称的医师。	至少有 3 名具有主治医师以上职称的医师；各专业科室至少有 1 名具有主治医师以上职称的医师。	各专业科室的主任应具有副主任医师以上职称。
其他	-	-	临床营养师不少于 2 人；工程技术人员（技师、助理工程师及以上人员）占卫生技术人员总数的比例不低于 1%
房屋			
每床建筑面积（平方米）	≥ 45	≥ 45	≥ 60
每床净使用面积（平方米）	-	≥ 5	≥ 6
日平均每诊人次占门诊建筑面积（平方米）	-	≥ 3	≥ 4

注：根据原卫生部卫医发（1994）第 30 号文件《医疗机构基本标准（试行）》整理。该文件还规定了科室设置、医疗设备、规章制度和注册资本等方面的要求。

附录 II 数据描述

本文所用的数据为我国某省会城市 2007-2018 年所有综合性医院的信息。该数据来自地方卫健委收集并审核的卫统 1 表,覆盖了 410 家医院共 2999 个观测值,其中三级医院占 7.1%,二级医院占 21.7%,一级医院占 71.1%。数据不仅包括医院的基本信息(比如医院等级、位置、所有制)和运营信息(比如医护人员数量、床位数等),还包括医院的收入和支出、诊疗人次等财务和绩效的信息。

表 III 报告了样本期间各级综合医院数量的动态变化,呈现出两点特征:首先,医院数量稳步增长,从 2007 年的 151 家增长到 2018 年的 324 家,反映出我国医疗卫生服务的供给在迅速增长,这与我国医疗卫生投入的增长趋势一致。大部分新增医院为一级医院,样本期间一级医院增加了 144 家;但是如果按相对比例来看,三级医院增加幅度最大,从 2007 年的 7 家到 2018 年的 31 家,增长超过三倍。其次,医院等级变化主要以升级为主,从一级医院升级为二级医院 33 例,从二级医院升级为三级医院 22 例;医院降级只有从二级医院降为一级医院 11 例^①。

表 II 1 各级医院数量的动态变动: 2007-2018

年份	医院数量				升级数量			降级数量		
	总量	一级医院	二级医院	三级医院	一级升到二级	一级升到三级	二级升到三级	二级降到一级	三级降到一级	三级降到二级
2007	151	90	54	7	0	0	0	0	0	0
2008	155	95	53	7	0	0	0	2	0	0
2009	167	107	52	8	1	0	1	1	0	0
2010	186	128	49	9	5	0	1	5	0	0
2011	227	164	50	13	1	0	4	0	0	0
2012	247	177	52	18	7	0	5	0	0	0
2013	273	198	55	20	3	0	1	0	0	0
2014	296	220	53	23	2	0	3	2	0	0
2015	310	233	54	23	2	0	0	0	0	0
2016	327	242	58	27	5	0	3	0	0	0
2017	336	247	62	27	4	0	0	1	0	0
2018	324	234	59	31	3	0	4	0	0	0
总量	2,999	2135	651	213	33	0	22	11	0	0

说明:有些医院没有评级(主要是新设立医院和民营医院),但是与一级医院规模、医疗条件和服务性质相似。为研究的便利,在本文中一级医院也包括了未评级医院。

^① 全国层面的医院定级以后一般并没有降级的机制。在国家层面的医院等级评审停顿时期,本文样本所在地区一直进行省级的评审工作,具体评审的细节与全国层面存在一些差异,其中包括该省采用“医院复核和抽查复核相结合”的方式对医院进行复查,复查一般根据国家和省卫健委的标准综合打分,分数低于要求则被要求限期整改,整改仍不达标的面临降级处理。此外,不同级别医院的市场定位相差较大,医疗机构间的竞争,更多是同一级别内的竞争。一些医院在现有级别的竞争中处于劣势,在评估自身和下级别市场的情况后,主动选择“被降级”(例如不再维持现有级别所要求的最低床位数),从而获得新的发展空间。但这两类降级的情况都很少见。

表II2 比较了样本医院关键指标的分级差异。总体来看,更高等级的医院投入和产出都更多,并且生产效率更高。具体而言,首先,三级医院卫生人员平均人数为 1388.17,二级医院为 292.82,而一级医院仅为 50.53,相当于三级医院的 3.6%或者二级医院的 17.3%。其次,资本投入在三个等级的医院间也相差甚远,三级医院平均总资产达到 107855 万元,约为二级医院的 8.4 倍(12866 万元)或者一级医院的 80.2 倍(1346 万元)。第三,就投入比例而言,医院等级越高,要素投入比例就更加合理。比如,医护人员-病床比例、护士-病床比例和床均建筑面积都是三级医院最高,而一级医院最低。第四,高等级医院的诊疗人次更多,总收入更高,说明医院等级越高则需求和产出越大。第五,越高等级的医院,病床使用率越高,具体而言,一级医院的病床利用率为 58.07%,二级医院为 92.53%,三级医院则高达 106.47%。这说明基层医院的生产要素尚未被充分利用,而高等级医院的生产要素不仅已经被充分利用,甚至出现超负荷运行^①。最后,越高等级医院的实际和名义的劳动生产率越高,这反映了高等级医院拥有更高的生产效率。总之,上述种种差异表明医院等级确实取决于医疗投入和质量等多维度指标,并反映在医院需求、生产效率、要素利用率等方面;也说明我国医院评级体系有效地区分了不同类型的医院,有助于医院通过其等级发出关于医院质量的信号。

^① 三级医院出现超负荷运行的主要原因,是因为医院一般无法拒诊病人,尤其是对于危、重、急的病患,医院往往要予以收治。

表 II 2 医院的分级差异

	一级医院		二级医院		三级医院	
劳动投入						
医护卫生人员数量	50.534	[60.073]	292.824	[171.828]	1388.169	[1372.098]
医师数量	18.141	[21.672]	107.897	[63.914]	504.220	[481.311]
护士数量	25.430	[35.640]	151.476	[94.921]	748.821	[759.172]
药剂师数量	3.533	[2.759]	16.966	[9.439]	61.671	[57.031]
技术人员数量	3.454	[3.103]	16.485	[10.218]	73.455	[86.550]
工资支出(百万元)	7.535	[19.353]	52.511	[42.898]	434.267	[650.201]
资本投入						
总资产(百万元)	13.455	[40.648]	128.657	[171.127]	1078.552	[1796.199]
固定资产(百万元)	5.297	[19.687]	48.881	[65.699]	358.431	[554.915]
流动资产(百万元)	4.914	[16.818]	57.199	[105.009]	515.900	[984.179]
病床数量	70.402	[78.248]	300.408	[161.177]	1238.187	[1053.256]
面积(m ²)	4486.247	[6312.690]	18459.708	[14834.699]	86835.773	[105231.804]
大型医疗设备价值(百万元)	2.563	[7.654]	22.398	[22.479]	217.882	[347.012]
大型医疗设备数量	0.027	[0.058]	0.223	[0.204]	1.780	[2.720]
中间投入						
药品等支出(百万元)	3.356	[10.060]	26.586	[20.658]	231.688	[343.802]
投入比例						
医护人员-病床比例	0.823	[0.522]	0.982	[0.274]	1.105	[0.211]
护士-病床比例	0.387	[0.275]	0.498	[0.140]	0.587	[0.114]
床均建筑面积(m ²)	33.435	[83.812]	53.675	[31.663]	56.527	[27.672]
使用率						
病床使用率(%)	58.070	[59.338]	92.529	[21.768]	106.466	[12.132]
产出/需求						
诊疗人次(万)	13.901	[43.459]	102.318	[75.902]	957.020	[1436.645]
住院人次(万)	8.650	[33.897]	64.136	[50.444]	605.081	[841.084]
门诊人次(万)	5.207	[12.583]	37.172	[30.808]	344.228	[629.012]
医院总收入(百万元)	2.221	[3.937]	18.584	[16.555]	102.286	[108.559]
住院收入(百万元)	0.157	[0.225]	1.040	[0.746]	4.464	[4.035]
门诊收入(百万元)	1.980	[3.322]	16.193	[14.375]	90.487	[103.456]
劳动生产率						
实际劳动生产率	497.038	[827.688]	559.406	[311.222]	617.884	[198.623]
名义劳动生产率	148.434	[114.927]	235.544	[81.380]	405.670	[131.813]
其它						
诊疗平均支出(元)	929.195	[1534.099]	736.302	[590.500]	867.666	[381.177]
公立医院样本数量占比(%)	0.110	[0.313]	0.737	[0.440]	0.976	[0.151]

注：技术人员包括临床检验技术人员和医学成像技术人员。建筑面积包括租赁使用的建筑面积。大型设备是指市场价值超过 100 万的医疗设备。病床使用率指医院实际占用的病床日数除以其医院可供的病床日数。实际劳动生产率是指诊疗人次除以卫生人员数量；名义劳动生产率是指医院总收入除以卫生人员数量；诊疗平均支出为医院总收入除以诊疗人次。方括号内为标准差。

对于变量的构造, 本文使用诊疗总人次衡量医院的实际产出, 使用总收入衡量医院的名义产出。我们将医院总收入除以诊疗总人次, 得到了每次诊疗的平均支出, 并用本文的方法构建“病情调整因子”对实际产出和价格指数做出调整。借鉴 Lee *et al.* (2013), 资本投入由医院的总资产 (即固定资产和流动资产之和) 来衡量; 劳动投入由医务人员的工资支出来衡量^①; 中间品则主要为药品的支出, 也包括其它医用物资 (如针头、纱布、病服等) 的支出; 而要素利用率则由病床使用率以及医护人员-病床之比通过非参函数来衡量。表II3 报告了核心变量的描述性统计量。

表 II 3 变量的描述性统计

变量定义	变量	观测值	均值	标准差
产出/需求				
诊疗人次 (万, 对数)	<i>q</i>	2,997	9.596	1.821
医院总收入 (万元, 对数)	<i>r</i>	2,998	10.172	1.713
调整病情严重程度的诊疗人次 (万, 对数)	<i>qcm</i>	2,526	10.296	1.735
生产投入端变量				
资本投入: 总资产 (百万元, 对数)	<i>k</i>	2,564	9.508	1.870
劳动投入: 工资支出 (百万元, 对数)	<i>l</i>	2,993	8.975	1.764
中间投入: 药品等支出 (百万元, 对数)	<i>m</i>	2,959	8.120	1.940
病床使用率 (对数)	<i>bedor</i>	2,926	-0.682	1.259
医护人员-病床比例	<i>staff2bed</i>	2,965	0.878	0.470
医院等级				
一级医院 (1 为一级医院, 0 为其它等级)	<i>G1</i>	2,999	0.711	0.452
二级医院 (1 为二级医院, 0 为其它等级)	<i>G2</i>	2,999	0.217	0.412
三级医院 (1 为三级医院, 0 为其它等级)	<i>G3</i>	2,999	0.071	0.256
医院升级 (1 为当期医院升级, 0 为其它)	<i>upgrade</i>	2,999	0.032	0.176
医院降级 (1 为当期医院降级, 0 为其它)	<i>downgrade</i>	2,999	0.012	0.108
其它医院层面变量				
所有制 (1 为公立, 0 为民营)	<i>public</i>	2,999	0.307	0.461
医院年龄 (取对数)	<i>age</i>	2,948	27.839	21.681
城镇职工和居民医保收入占医院总收入比例	<i>urbanins</i>	2,948	2.806	6.651
新农合收入占医院总收入比例	<i>ruralins</i>	2,560	0.288	3.027
需求端变量				
县区总人口 (人, 取对数)	<i>pop</i>	2,999	13.445	0.327
县区社会消费品零售总额 (万元, 取对数)	<i>retail</i>	2,999	14.313	1.060
是否上榜复旦大学医院区域排行榜 (1 为是, 0 为否)	<i>fudanrank</i>	2,999	0.008	0.089
医院数量			410	
总观测值			2,999	

① 使用工资支出衡量劳动要素的投入, 隐含的假设是每个人按照自己的生产率获得了相应的回报, 工资总额相当于用生产率 (工资率) 对不同人的劳动投入进行了加权求和。本文也使用医护卫生人员数量来衡量劳动投入, 从而对生产函数估计结果进行稳健性检验。

附录III 医院生产函数估计结果及稳健性检验

(一) 医院生产函数的估计结果

我们估计了医院的生产函数，表III1 汇报了使用经过病情调整的实际产出进行估计的基准结果。作为对比，表III1 前两列报告了柯布-道格拉斯 (Cobb-Douglas, 以下简称 CD) 生产函数的估计结果，后两列报告了超越对数 (transcendental logarithmic, 以下简称 translog) 生产函数的估计结果，由于 translog 生产函数的产出弹性需要根据参数重新计算获得^①，我们借鉴 De Loecker *et al.* (2016)，在表III2 中直接汇报了经计算得到的 translog 生产函数的产出弹性、规模报酬和生产效率。

我们首先关注各要素的产出弹性。以 CD 生产函数的估计结果为例，由表III1 的第 (2) 列可见，中间投入的弹性最大 (0.401)，其次为劳动投入 (0.339)，而资本投入的产出弹性最低 (0.089)。translog 生产函数的估计也显示了极为一致的结果。这一方面反映了药物治疗是医院最主要的治疗方式，医药是我国医院经济体系的重要部分；另一方面显示了医疗服务是专业性很强的行业，医师、护士等专业人员在医疗服务中发挥着不可替代的作用。由于 translog 生产函数可以得到各医院的产出弹性，如表III2 第 (2) 列所示：比较三个等级的医院，医院等级越高，资本和中间产出弹性越高，而劳动产出弹性更低，这与医院的等级特征有关。比如，三级医院劳动投入的产出弹性较低，因为高等级医院的医护人员-病床比例和护士-病床比例都明显高于低等级医院。三种生产要素的弹性之和都低于 1，说明了医院提供医疗服务具有规模报酬递减的特征。

我们再来比较不同等级医院的生产率差异。各列的回归结果都显示，二级医院和三级医院虚拟变量的系数都在 1% 的水平上显著为正，说明不同等级的医院确实存在生产效率的差异。以第 (2) 列 CD 生产函数的结果为例，二级医院比一级医院生产率高 13.8%，而三级医院比一级医院生产率高 33.0%；第 (4) 列 translog 生产函数的估计结果也显示较为一致的结果，即高等级的医院拥有更高的生产效率。其背后的影响机制有很多：例如，“干中学”机制：由于医院的级别实际上起到了质量披露的作用，级别越高意味着医疗服务的质量越好，所以可以吸引更多的患者；更多的患者使得医生和护士可以从中积累经验，从而提高效率 (Gaynor *et al.*, 2005; Avdic *et al.*, 2019)。又如，资源优化配置的机制：不同的等级对医院的投入配置有不同的要求，这可能优化了医院的资源配置，从而提高了医院的生产率。

^① 本文 translog 生产函数为 $q = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_j + \sum_j \beta_{jj} x_j^2 + \sum_{j,j' \neq j} \beta_{jj'} x_j x_{j'} + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 + X\gamma + \varepsilon$ ，其中 $x_j (j = 1, 2, 3)$ 为三种生产要素。因此，要素 j 的产出弹性为 $\beta_j + 2\beta_{jj} x_j + \sum_{j' \neq j} \beta_{jj'} x_{j'} + \beta_{123} x_{j'} x_{j''}$ 。

表 III 1 生产函数估计的基准结果

	CD 生产函数		translog 生产函数	
	不引入 要素利用率	引入 要素利用率	不引入 要素利用率	引入 要素利用率
	(1)	(2)	(3)	(4)
生产函数				
资本投入	0.069 (0.048)	0.089*** (0.010)	-0.101*** (0.005)	-0.224*** (0.006)
劳动投入	0.572*** (0.110)	0.339*** (0.020)	0.408*** (0.009)	0.152*** (0.009)
中间投入	0.233** (0.106)	0.401*** (0.011)	0.313*** (0.001)	0.124*** (0.006)
资本投入平方项			-0.060*** (0.001)	-0.059*** (0.000)
劳动投入平方项			-0.019*** (0.002)	0.004*** (0.001)
中间投入平方项			-0.017*** (0.001)	0.027*** (0.000)
资本投入×劳动投入			0.067*** (0.001)	0.095*** (0.000)
资本投入×中间投入			-0.041*** (0.001)	-0.086*** (0.001)
劳动投入×中间投入			0.084*** (0.001)	0.076*** (0.000)
资本投入×劳动投入 ×中间投入			-0.000 (0.000)	-0.001*** (0.000)
公立医院	0.101 (0.297)	0.067*** (0.006)	0.072*** (0.004)	0.054*** (0.011)
二级医院	0.195 (0.246)	0.138*** (0.009)	0.168*** (0.030)	0.132*** (0.010)
三级医院	0.402 (0.338)	0.330*** (0.028)	0.189*** (0.019)	0.137*** (0.018)
动态方程				
滞后一期 ω	0.469*** (0.177)	-5.261*** (0.317)	5.191*** (0.929)	-8.154*** (0.765)
滞后一期 ω 平方项	0.274*** (0.072)	1.960*** (0.102)	-0.841*** (0.196)	1.329*** (0.112)
滞后一期 ω 立方项	-0.057*** (0.010)	-0.211*** (0.011)	0.044*** (0.013)	-0.067*** (0.005)
医院升级	0.009 (0.023)	0.017 (0.019)	0.018* (0.011)	0.032* (0.018)
医院降级	0.044 (0.065)	0.041 (0.055)	-0.010 (0.031)	0.004 (0.051)
常数项	0.497*** (0.150)	6.850*** (0.333)	-6.220*** (1.411)	21.748*** (1.717)
观测值	2,118	2,069	2,118	2,069

说明：括号内为聚类到医院层面的标准误；*、**和***分别表示系数在 10%、5%和 1%的水平上显著。下表同。

一个随之而来的问题是，高等级医院的高生产率完全是因为要素投入端的因素所致么？比较未引入和引入要素利用率的结果可以给予否定的回答。较之于表 III1 第 (1) 列未引入要素利用的 CD 生产函数估计结果，第 (2) 列引入要素利用率的结果显示：一级医院同二级医院的生产效率差距缩小至 13.8%，和三级医院的生产率差距均缩小至 33.0%。比较第 (3) 列和第 (4) 列的 translog 生产函数结果也可以得到一致性的结论，即：引入要素利用率之后，低等级医院同高等级医院的生产效率差距缩小。这说明了，由于要素的使用率反映了需求关系，所以低等级医院的生产效率低并不完全是因为其资源配置不佳或技术水平较低所致，而是因为其需求不足，进而引起要素利用率不高所致。这可由图 III1 得到进一步验证。图 III1 比较了引入和不引入要素利用率所估计的全要素生产率（对数）的分布（即比较表 III1 第 (1) 列和第 (2) 列所估计的全要素生产率的分布）。两个分布在形状上并未呈现重大的差异，这是因为医院的生产要素利用率是由外生的需求冲击传导至生产过程而决定的，而生产率则由生产端的生产要素及其配置决定的，因此生产要素利用率和生产率有本质的区别，而且是可分开的。两个分布的差异主要体现在：较之于未引入生产要素利用率的全要素生产率之分布，引入生产要素利用率的全要素生产率在低分位上的分布发生明显的右移。结合表 III1 的估计可以知，越高等级的医院的生产率也越高，所以低分位生产率上主要分布着低等级的医院，而这些医院的需求不足，生产要素利用率也较低，因此调整了生产要素利用率之后，它们的生产率能够获得大幅提高；而高分位生产率上则主要分布着高等级的医院，它们需要应付庞大的患者需求，供不应求，生产要素基本上获得了充分利用，因此即使调整了生产要素利用率，它们的生产率并未有大幅改变。

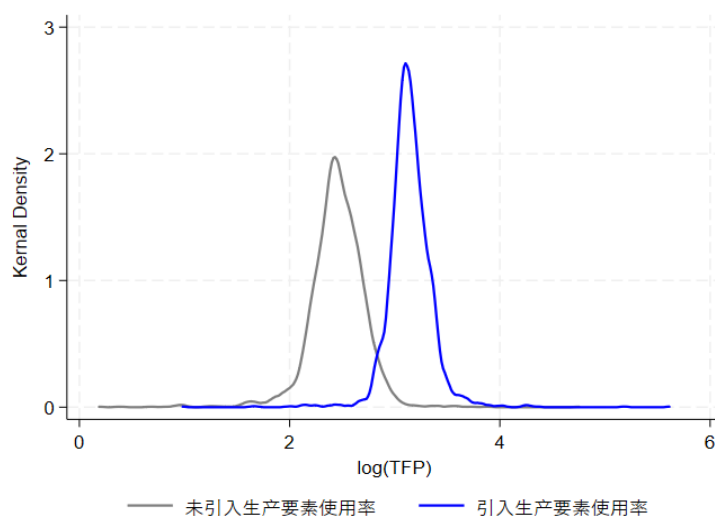


图 III1 医院生产率分布：比较两种情况

我们最后考察医院等级变化对生产率的动态影响。以表 III1 第 (2) 列结果为例，医院升级和降级的系数分别为 0.017 和 0.041，但是统计上并不显著，说明医院等级变化对生产率的动态影响并不显著。这可能是由于医院升降级导致了运营和管理等方面的一系列变化，这些混淆性因素对冲了生产效率的影响。如果不考虑显著性，由于生产函数估计时已经控

制了医院等级,所以上述系数表示医院升级或降级之后,其生产率与同级别医院的差异。因此,平均而言,医院想要升级,生产率达到上一级医院的生产率下限是不够的,而是需要比上一级医院平均生产率高 1.7%。

(二) 医院生产函数估计的稳健性检验

对于医院生产函数的估计,我们使用不同的产出变量、投入变量、控制变量和随机过程设定,对估计结果进行稳健性检验。表III2和表III3分别汇报了translog生产函数和CD生产函数估计的稳健性检验结果。第一,以医院的名义产出和实际产出作为医院的产出(表III2的第(3)和第(4)列以及表III3的第(1)列和第(2)列)。基准分析使用经过病情调整的实际产出作为产出变量,这里我们分别使用名义产出(医院总收入)和未经病情调整的实际产出(诊疗人次)进行稳健性检验。第二,以数量衡量劳动投入(表III2的第(5)列和表III3的第(3)列)。基准分析使用工资支出来衡量劳动投入,这是因为我们假设工资能够反映劳动投入的质量。但是由于用工资来衡量可能会涉及到“价格偏误”(De Loecker *et al.*, 2016),作为检验,我们用医护人员数量衡量劳动投入。但这就忽略了劳动投入的质量,如果高等级医院中的医护人员质量越高,那么以数量构造的劳动投入对于越高等级医院造成的估计偏误就会越大。第三,控制科室特征(表III2的第(6)列和表III3的第(4)列)。医院有不同的科室设置,科室差异对于生产率估计的准确性非常重要。Grieco and Mcdevitt (2016)只估计透析站的生产函数,在很大程度上避免了科室差异的问题。本文受限于数据特征,无法限制在特定科室进行研究,而是在估计生产函数时加入了科室层面的特征。具体而言,我们使用30个科室分类,对每个科室计算其重要性指数 $dept_{ikt} = \frac{bed_{ikt}}{bed_{it}}$,其中 bed_{it} 表示医院*i*在*t*年床位数量, bed_{ikt} 表示当年该医院的科室*k*的床位数量。当科室*k*没有床位或者该医院没有科室*k*时,取值为0。加入这一特征后,我们重新了估计生产函数。第四,控制医疗质量(表III2的第(7)列和表III3的第(5)列)。在估计医院生产函数时,除了需要纠正产出价格因素的影响,还需要考虑医疗服务质量的差异。本文实证分析使用卫统1表的数据,无法像Grieco and Mcdevitt (2016)用感染率这样简单直接的医疗质量指标,而是选用医院死亡率作为医疗质量的代理变量。该指标在不同等级的医院之间或许会有较大的测量误差,但是,考虑到本文在估计生产函数时已经加入了医院等级,因此死亡率主要是在同一等级的医院内部进行比较,这样医院死亡率就能较好地测度医疗质量。我们使用医院死亡率作为医疗质量的代理变量重新估计了生产函数。我们的结果发现医疗质量与产出显著负相关,这也验证了医院生产中存在“质量-数量权衡”的现象(Grieco and Mcdevitt, 2016)。第五,改变生产率随机过程假设(表III2的第(8)列和表III3的第(6)列)。基准分析假定生产率服从一阶随机过程,并使用三次函数来拟合当期生产率与上期生产率的函数关系。稳健性检验中,我们也更严格地假定生产率服从AR(1)过程,即认为生产率是上期生产率的线性一次函数,我们在这一设定下重新估计了生产函数。上述稳健性检验的结果基本不改变前文关于生产函数估计的基本结论。

表 III 2 translog 生产函数估计的医院要素投入产出弹性和规模报酬：基准结果与稳健性检验

	基准结果		稳健性检验					
	不引入要素利用率	引入要素利用率	以名义产出作为医院产出	以实际产出作为医院产出	以数量衡量劳动投入	控制科室特征	控制医疗质量	改变生产率随机过程假设
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
资本投入								
一级医院	0.040 [0.126]	0.034 [0.125]	0.031 [0.061]	0.095 [0.046]	0.048 [0.047]	0.043 [0.144]	0.039 [0.128]	0.039 [0.124]
二级医院	0.103 [0.073]	0.099 [0.073]	0.042 [0.035]	0.060 [0.038]	0.042 [0.028]	0.120 [0.088]	0.105 [0.076]	0.104 [0.073]
三级医院	0.142 [0.051]	0.131 [0.048]	0.055 [0.019]	0.017 [0.029]	-0.014 [0.042]	0.171 [0.059]	0.14 [0.049]	0.137 [0.047]
总和	0.063 [0.117]	0.057 [0.116]	0.035 [0.054]	0.081 [0.049]	0.041 [0.046]	0.071 [0.135]	0.063 [0.119]	0.062 [0.115]
劳动投入								
一级医院	0.358 [0.067]	0.325 [0.101]	0.467 [0.127]	0.135 [0.123]	0.311 [0.189]	0.311 [0.133]	0.330 [0.106]	0.323 [0.102]
二级医院	0.331 [0.040]	0.313 [0.057]	0.359 [0.087]	0.396 [0.097]	0.703 [0.136]	0.246 [0.071]	0.313 [0.059]	0.310 [0.057]
三级医院	0.313 [0.027]	0.302 [0.039]	0.291 [0.041]	0.589 [0.087]	0.949 [0.102]	0.207 [0.050]	0.300 [0.041]	0.298 [0.039]
总和	0.348 [0.062]	0.320 [0.090]	0.428 [0.129]	0.232 [0.190]	0.452 [0.279]	0.288 [0.122]	0.324 [0.094]	0.318 [0.090]
中间投入								
一级医院	0.443 [0.070]	0.386 [0.079]	0.468 [0.098]	0.284 [0.026]	0.450 [0.053]	0.397 [0.101]	0.380 [0.081]	0.384 [0.079]

二级医院	0.472 [0.051]	0.465 [0.062]	0.569 [0.077]	0.270 [0.019]	0.384 [0.041]	0.497 [0.077]	0.461 [0.063]	0.462 [0.061]
三级医院	0.500 [0.034]	0.515 [0.031]	0.655 [0.048]	0.243 [0.021]	0.283 [0.062]	0.571 [0.043]	0.511 [0.031]	0.511 [0.030]
总和	0.454 [0.067]	0.415 [0.085]	0.507 [0.109]	0.277 [0.027]	0.422 [0.071]	0.434 [0.109]	0.409 [0.087]	0.412 [0.085]
规模报酬								
一级医院	0.841 [0.031]	0.745 [0.061]	0.967 [0.028]	0.514 [0.118]	0.809 [0.155]	0.751 [0.051]	0.750 [0.060]	0.746 [0.061]
二级医院	0.906 [0.029]	0.877 [0.042]	0.970 [0.017]	0.726 [0.071]	1.129 [0.083]	0.863 [0.046]	0.879 [0.042]	0.876 [0.042]
三级医院	0.955 [0.023]	0.948 [0.023]	1.001 [0.023]	0.849 [0.046]	1.219 [0.036]	0.950 [0.039]	0.951 [0.024]	0.946 [0.023]
总和	0.865 [0.048]	0.792 [0.090]	0.970 [0.027]	0.590 [0.157]	0.915 [0.210]	0.793 [0.082]	0.796 [0.089]	0.792 [0.089]
生产率								
一级医院	3.761 [0.151]	6.322 [0.192]	0.312 [0.127]	9.920 [0.294]	8.140 [0.225]	5.393 [3.950]	6.193 [0.196]	6.302 [0.191]
二级医院	3.856 [0.079]	6.406 [0.102]	0.327 [0.091]	10.233 [0.238]	8.157 [0.070]	5.510 [1.607]	6.270 [0.102]	6.391 [0.102]
三级医院	3.927 [0.084]	6.429 [0.063]	0.357 [0.046]	10.476 [0.153]	8.094 [0.063]	6.242 [1.752]	6.291 [0.065]	6.418 [0.062]
总和	3.796 [0.144]	6.351 [0.173]	0.319 [0.115]	10.039 [0.329]	8.141 [0.191]	5.499 [3.341]	6.219 [0.175]	6.333 [0.173]

说明：方括号内为系数的标准差。

表 III 3 CD 生产函数估计的稳健性检验结果

	以名义产出作为医院产出	以实际产出作为医院产出	以数量衡量劳动投入	控制科室特征	控制医疗质量	改变生产率随机过程假设
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
生产函数						
资本投入	0.047*** (0.004)	0.103*** (0.010)	0.071*** (0.009)	0.060*** (0.016)	0.094*** (0.012)	0.090*** (0.005)
劳动投入	0.442*** (0.012)	0.263*** (0.012)	0.457*** (0.012)	0.329*** (0.011)	0.357*** (0.025)	0.339*** (0.005)
中间投入	0.471*** (0.009)	0.284*** (0.013)	0.443*** (0.007)	0.425*** (0.005)	0.397*** (0.013)	0.401*** (0.006)
公立医院	-0.038*** (0.013)	0.301*** (0.008)	0.034** (0.015)	0.067*** (0.002)	0.058*** (0.007)	0.059*** (0.004)
二级医院	0.011*** (0.003)	0.491*** (0.010)	0.053*** (0.007)	0.000 (0.001)	0.128*** (0.008)	0.137*** (0.005)
三级医院	0.106*** (0.005)	0.881*** (0.033)	0.200*** (0.025)	0.159*** (0.000)	0.326*** (0.028)	0.316*** (0.022)
医疗质量					-0.381*** (0.031)	
动态方程						
滞后一期 ω	0.478*** (0.153)	-2.282*** (0.337)	-1.376*** (0.097)	0.999*** (0.001)	-4.225*** (0.289)	0.597*** (0.016)
滞后一期 ω 平方项	0.167 (0.114)	0.878*** (0.084)	0.743*** (0.042)	-0.000 (0.000)	1.695*** (0.098)	
滞后一期 ω 立方项	-0.064** (0.027)	-0.077*** (0.007)	-0.080*** (0.005)	-0.000 (0.000)	-0.191*** (0.011)	
医院升级	-0.003 (0.014)	0.060* (0.032)	0.021 (0.022)	0.003 (0.022)	0.009 (0.020)	0.020 (0.020)
医院降级	-0.008 (0.041)	0.071 (0.091)	-0.017 (0.063)	0.041 (0.062)	0.034 (0.055)	0.011 (0.058)
常数项	0.614*** (0.071)	4.063*** (0.449)	2.773*** (0.115)	-0.001 (0.004)	5.574*** (0.286)	1.271*** (0.052)
观测值	2,069	2,069	2,070	1,923	2,009	2,069

附录IV 医院需求函数估计结果及稳健性检验

(一) 医院需求函数的估计结果

我们估计了医院的需求函数，并将结果汇报于表IV1中。我们利用估计得到的医院供给侧的实际生产率 \widehat{TFP}_{it} 作为医院级别的IV，解决估计医院需求函数时医院等级的内生性问题。表IV1的Panel A报告了工具变量估计的一阶段回归结果，可以发现，医院生产率是医院等级的重要影响因素。Panel B分别使用OLS方法和IV方法估计医院的需求函数。第(1)列OLS回归的结果显示，医院的需求函数受到医院等级的影响，二级医院面临的需求约是一级医院的2.14倍，而三级医院的需求则为一级医院的3.50倍，差距均在1%的水平上显著。医疗需求的价格弹性为-0.62，即价格提高1%，需求降低0.62%，说明对医疗服务的需求是缺乏弹性的，这与文献中结论一致。第(2)列是使用IV方法估计需求函数的第二阶段结果。与OLS回归相比，IV估计修正了医院等级的内生性问题，各级医院的需求差距依然稳健。需求函数的估计结果说明，患者对于医院的等级有充分的反应，这与一系列医院质量披露文献的发现相一致（如Pope, 2009; Werner *et al.*, 2012; Zhao, 2016等）。此外，我们发现公立医院的需求比民营医院高59.7%，上榜复旦大学医院区域排行榜的医院的需求是未上榜医院的2.09倍，人口因素对医疗服务的需求并不显著，但存在显著的财富效应，即社会消费品零售总额与医疗需求高度正相关。

表IV1 需求函数估计结果

Panel A: IV的第一阶段回归	二级医院	三级医院
	(1)	(2)
二级医院的实际 \widehat{TFP}	0.156*** (0.000)	0.000 (0.000)
三级医院的实际 \widehat{TFP}	-0.000 (0.000)	0.155*** (0.000)
病情调整的价格指数	-0.001 (0.002)	0.000 (0.000)
公立医院	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)
是否上榜复旦大学医院区域排行榜	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.000)
县区社会消费品零售总额	0.006 (0.005)	0.002 (0.001)
县区总人口	0.000 (0.001)	0.020*** (0.004)
Panel B: OLS和IV的回归结果	OLS回归	IV回归
	(1)	(2)
二级医院	2.143*** (0.133)	2.156*** (0.131)
三级医院	3.497*** (0.183)	3.503*** (0.181)
病情调整的价格指数	-0.623*** (0.195)	-0.629*** (0.193)
公立医院	0.597*** (0.151)	0.593*** (0.149)
是否上榜复旦大学医院区域排行榜	2.094*** (0.197)	2.093*** (0.196)
县区社会消费品零售总额	0.499* (0.267)	0.505* (0.264)
县区总人口	0.365 (0.623)	0.348 (0.618)
年份固定效应	是	是
县区固定效应	是	是
观测值	2,498	2,498

说明：括号内为聚类到医院层面的标准误；*、**和***分别表示系数在 10%、5%和 1%的水平上显著。

(二) 医院需求函数估计的稳健性检验

在估计医院的需求函数时,除了价格之外,我们重点考虑了可能导致需求曲线移动的需求侧因素,主要包括人口总量和支付能力(社会消费品零售总额)。考虑到医院有着一定的辐射范围,比如绝大多数患者都是本县区的,因此我们在估计医院需求函数时除了控制县区层面的变量,还使用县区固定效应排除县区层面不随时间变化的社会经济特征对需求的影响。但是这样的设置可能依然会忽略部分需求侧的因素,为此我们进行了以下稳健性检验:第一,控制医院固定效应。医院的需求也有专门性,不同医院有不同的优势科室或者声誉,因而可能存在特定的患者群体,此时控制医院固定效应就更为合适。因此,我们也控制医院固定效应重新估计了需求函数。结果显示高等级医院的需求仍显著高于低等级医院,但由于大多数医院的等级不随时间变化,不同等级医院的需求差距大幅缩小。第二,控制不同的医院需求覆盖范围。高等级医院的需求辐射范围可能不仅局限于本县区,而是覆盖全市甚至全省。虽然我们已经在“是否上榜复旦大学医院区域排行榜”来控制由医院声誉所带来的更广范围的需求,我们进一步控制医院所在地级市和省份的人口总量和支付能力来考察部分医院更广的需求覆盖范围^①。表IV2汇报了需求函数估计的稳健性检验结果,我们发现估计结果与基准分析的结果基本一致。

表IV2 需求函数估计的稳健性检验结果

	控制医院固定效应		控制需求覆盖范围	
	二级医院 (1)	三级医院 (2)	二级医院 (3)	三级医院 (4)
Panel A: IV的第一阶段回归				
二级医院的实际TFP	0.157*** (0.001)	-0.000* (0.000)	0.311*** (0.001)	0.000 (0.000)
三级医院的实际TFP	0.002** (0.001)	0.155*** (0.000)	0.000 (0.001)	0.296 (0.000)
病情调整的价格指数	-0.001 (0.003)	0.000 (0.000)	0.003 (0.004)	0.000 (0.000)
公立医院	0.007*** (0.003)	0.000 (0.000)	-0.003 (0.003)	-0.000 (0.000)
是否上榜复旦大学医院区域排行榜			0.001 (0.002)	-0.054 (0.000)
县区社会消费品零售总额	0.008 (0.005)	-0.001* (0.001)	-0.004 (0.003)	-0.001 (0.000)
县区总人口	-0.012 (0.009)	0.002 (0.002)	0.030*** (0.012)	-0.003 (0.000)
地级市社会消费品零售总额			0.011 (0.012)	-0.007 (0.000)
地级市总人口			-0.007 (0.010)	0.009 (0.000)
省社会消费品零售总额			-0.012 (0.013)	0.008 (0.000)
省总人口			0.095 (0.069)	-0.054 (0.000)

^① 由于本研究的医院数据是某地级市的医院样本,那么控制了市级层面和省级层面的经济变量就会和年份固定效应相共线,所以在该检验中我们省去了年份固定效应。

Panel B: OLS和IV回归结果	OLS回归	IV回归	OLS回归	IV回归
	(1)	(2)	(3)	(4)
二级医院	0.241** (0.105)	0.245** (0.096)	2.142*** (0.133)	2.154*** (0.131)
三级医院	0.315** (0.131)	0.320*** (0.120)	3.496*** (0.182)	3.502*** (0.181)
病情调整的价格指数	-0.374*** (0.143)	-0.374*** (0.131)	-0.603*** (0.180)	-0.607*** (0.178)
公立医院	-0.090 (0.186)	-0.091 (0.171)	0.598*** (0.150)	0.594*** (0.149)
是否上榜复旦大学医院区域排行榜	4.426*** (0.195)	4.426*** (0.179)	2.096*** (0.197)	2.096*** (0.196)
县区社会消费品零售总额	-0.227* (0.136)	-0.226* (0.125)	0.569** (0.248)	0.579** (0.246)
县区总人口	0.192 (0.274)	0.191 (0.252)	0.353 (0.615)	0.336 (0.610)
地级市社会消费品零售总额			-0.168 (0.582)	-0.197 (0.576)
地级市总人口			-0.052 (0.495)	-0.044 (0.492)
省社会消费品零售总额			-0.102 (0.618)	-0.073 (0.610)
省总人口			-0.421 (3.747)	-0.658 (3.709)
年份固定效应	是	是	否	否
县区固定效应	否	否	是	是
医院固定效应	是	是	否	否
观测值	2,498	2,498	2,524	2,524

参考文献

- [1] Avdic, D., Moscelli, G., Pilny, A., and I. Sriubaite, "Subjective and Objective Quality and Choice of Hospital: Evidence from Maternal Care Services in Germany", *Journal of Health Economics*, 2019, 68, 102229.
- [2] De Loecker, J., P. K. Goldberg, A. K. Khandelwal, and N. Pavcnik, "Prices, Markups, and Trade Reform", *Econometrica*, 2016, 84(2), 445-510.
- [3] Gaynor, M., H. Seider, and W. B. Vogt, "The Volume - Outcome Effect, Scale Economies, and Learning-by-Doing", *American Economic Review*, 2005, 95(2), 243-247.
- [4] Grieco, P. L., and R. C. McDevitt, "Productivity and Quality in Health Care: Evidence from the Dialysis Industry", *Review of Economic Studies*, 2016, 84(3), 1071-1105.
- [5] Lee, J., J. McCullough, and R. Town, "The Impact of Health Information Technology on Hospital Productivity", *RAND Journal of Economics*, 2013, 44(3), 545-568.
- [6] Pope, D., "Reacting to Rankings: Evidence from 'America's Best Hospitals'", *Journal of Health Economics*, 2009, 28(6), 1154-1165.
- [7] Werner, R., E. Norton, R. Konetzka, and D. Polsky, "Do Consumers Respond to Publicly Reported Quality Information? Evidence from Nursing Homes", *Journal of Health Economics*, 2012, 31(1), 50-61.
- [8] Zhao, X., "Competition, Information, and Quality: Evidence from Nursing Homes", *Journal of Health Economics*, 2016, 49, 136-152.

注：该附录是期刊所发表论文的组成部分，同样视为作者公开发表的内容。如研究中使用该附录中的内容，请务必在研究成果上注明附录下载出处。