

基于 DEA-Tobit 模型的烟台养老机构

服务效率及影响因素研

摘要: 烟台作为养老胜地, 养老服务业的发展对中国养老发展有借鉴意义。本文以烟台为研究对象, 选取了四个投入指标和三个产出指标运用数据包络分析测算了 36 家养老机构的技术效率和规模效率, 然后通过单因素分析和 Tobit 模型探讨影响服务效率的因素, 结果显示护理人员是否接受培训和入住率与养老服务效率密切相关。据此提出加强政策扶持、改进公办体制、适度控制规模、健全培训体制和加强监管等政策建议。

关键词: 养老机构; 服务效率; DEA; 单因素分析; Tobit 模型

1 前言

烟台作为胶东半岛的一座沿海城市, 拥有独特的气候及优良的空气条件, 并且在中国最适合养老的城市中排名第二, 由此吸引了广大的养老群体。同时, 烟台常住人口约占山东省总人口的 7%, 但人口增幅为山东省倒数第二, 60 周岁以上的老年人占总人口的 23.5%, 老龄化现象严重。相关报道显示烟台市养老机构数量居山东省前列, 而庞大的老龄人群仍让烟台的养老产业存在巨大缺口(烟台市养老行业基本状况详见附件一), 因此研究烟台市的养老机构服务效率以优化资源配置尤为必要。

由于国外更早进入老龄化社会, 对于养老机构效率问题的研究由来已久。在研究方法上, 塞克斯顿等人最早使用 DEA 模型来分析养老机构服务效率^[1]; 库雷曼在前人研究的基础上增加了 Tobit 模型用于分析效率影响因素^[2]。进入 21 世纪后, DEA 方法在非营利机构的效率及其评价中依然受到青睐: 比约克格伦等人突破了决策单元方面的限制, 发现将病房作为决策单元更加合理, 并证明高效的内部管理可以提高决策单元效率^[3]。在此基础上, 后人进行了影响因素的分析: 莱恩等人沿用前人思路, 发现在芬兰, 护理质量的影响并不显著^[4]; 史姆沙克等人结合 DEA 指标再次对护理质量进行分析并进行了拓展, 这些都为之后的研究奠定了基础^[5]。

国外对养老效率的研究已形成较为完备的理论体系, 但由于国情差异, 使得他们的研究结论对我国机构养老启示有限。目前国内运用 DEA 方法分析养老机构效率的文献多为区域性研究, 不同学者在研究过程中逐步发现新的影响因素。吴敏以济南市 45 家养老机构为研究对象发现养老机构的娱乐实施种类和管理人员数对服务效率产生影响^[6], 而甄琦在保定市的研究也证明了这一点^[7]。任洁通过在厦门的研究, 发现固定资产总值和是否隶属于医院等质量因素会对服务效率产生负向影响^[8]。

烟台作为养老胜地, 养老服务发展迅速, 研究烟台的养老机构效率问题, 对全国机构养老具有借鉴意义, 但国内还没有对烟台养老机构效率的研究。本文以烟台为研究对象, 从养老服务提供方角度切入, 聚焦于养老机构的投入产出, 运用 DEA 分析 36 家养老机构的服务效率, 然后通过单因素分析和 Tobit 回归模型探讨影响服务效率的因素, 并据此提出可行性建议。本文分别用

Max DEA 6, SPSS16.0, 和 Eviews8.0 软件进行统计分析。

2 研究方法与思路

2.1 研究方法

2.1.1 数据包络分析

数据包络分析 (Data Envelopment Analysis), 简称为 DEA 方法, 是一种利用线性规划对具有多个投入、产出指标的变量进行相对效率评价的工具, DEA 中被评价对象称为决策单元。本文采用 CCR 和 BCC 模型, 分别求得纯技术效率和综合技术效率, 两者比值即规模效率, 用综合技术效率表示养老机构服务效率, 指养老机构把资源投入转化为养老机构服务产出的相对效率[6], 当既定投入实现最大产出或者既定产出实现最低投入, 则养老机构服务效率是相对有效的。技术效率值为 1, 决策单元为弱 DEA 有效; 当技术效率值为 1, 且剩余变量值 (s_+) 和松弛变量值 (s_-) 为 0 时, 决策单元为 DEA 有效; 当技术效率值不为 1, 决策单元为 DEA 无效。

2.1.2 单因素分析

单因素分析指分析单个不确定因素与自变量的线性关系。进行单因素检验的方法有很多, 由于涉及到二分变量和数值型变量, 本文选择了秩和检验和 Spearman 等级相关系数检验方法进行分析: 秩和检验是一种用来进行非参数统计分析的常用方法, Spearman 等级相关系数可以描述两个数值型变量的相关程度和相关方向。

2.1.3 Tobit 模型

Tobit 模型研究的是当选择某些行为时, 连续变量会如何变化的问题。主要分两类, 一是约束的选择方程模型, 二是约束条件被满足时的连续方程模型。本文按照 0.05 的标准判断变量是否进入模型。

2.2 研究思路

本文以烟台市为例, 从投入产出角度测评烟台市的养老机构的效率现状, 探寻影响烟台市养老机构服务效率的因素, 据此为烟台市提高养老效率、发展养老机构建言献策。具体思路如下:

- (1) 选取养老机构进行调研以收集有关养老机构服务效率的信息
- (2) 基于收集的信息, 利用 DEA 方法测评烟台市养老机构效率并总结烟台养老业发展现状
- (3) 基于调研和相关文献, 利用单因素分析和 Tobit 模型研究影响因素与养老机构效率之间的相关关系。
- (4) 基于效率测算和因素分析的结论, 提出提高养老机构服务效率的可行性建议。

3 烟台养老机构服务效率分析

3.1 数据来源

本文选取了烟台市 36 家养老机构纳入决策单元进行分析，通过实地调研（调查问卷见附件二）和查阅文献相结合的方式对所选取的 36 家养老机构的基本情况进行了了解。其中，护理人员数、机构业务收支、营业年限、兴办主体和入住老人情况来源于实地调研，床位数、固定资产投资以烟台民政局 2016 年底统计报表为准。

3.2 DEA 指标提取

通过查阅数据包络分析和机构养老的相关文献，结合调研，初步选取了六项投入指标和五项产出指标，利用已选的投入产出指标进行数据包络分析计算出 36 个决策单元的相对效率，经对数变换后与投入产出指标拟合多元线性回归模型，根据相关系数大小和指标在实际中对养老机构服务效率的影响程度，逐步剔除无意义指标。最终选取了涵盖人力和资本的四项投入指标：护理人员数，床位数，固定资产投资和机构业务投入；并选取三项产出指标：入住老人数、半自理和不能自理老人数、机构业务收入。决策单元与指标个数之比大于 2 符合 DEA 有效的经验法则。

3.3 养老机构服务效率整体分析

运用 DEA 测算烟台养老机构的服务效率（即综合技术效率），结果如下表所示（DEA 原始数据表见附件三）。

表 3-1 36 所养老机构数据包络分析结果汇总表

指标	综合技术效率			规模报酬		
	DEA 有效 ($\theta = 1$)	DEA 有效边缘 ($0.8 \leq \theta < 1$)	其余 DEA 无效 ($\theta < 0.8$)	规模报酬递增	规模报酬不变	规模报酬递减
数量	12	9	15	15	8	13

θ : 综合技术效率

综合技术效率平均值为 0.828，表明烟台很多养老机构投入的资源没有得到充分利用；12 家达到 DEA 有效，占 33%，表明能够利用现有的投入获得最优产出；24 家的养老机构 DEA 无效，占 67%，其中 9 家养老机构处于 DEA 有效边缘。规模效率平均值为 0.9098，但 42% 的养老机构处于规模报酬递增阶段，表明大多机构可以在充分利用投入资源基础上扩大规模以实现规模有效；36% 的养老机构为规模报酬不变状态，可维持现有规模并实现内部资源优化；22% 的养老机构处于规模报酬递减阶段，表明投入增加大于产出增加，所以应控制投入。

3.4 养老机构服务效率对比分析

3.4.1 不同兴办主体的养老机构服务效率分析

(1) 不同兴办主体的养老机构综合技术效率分析

烟台市现有的养老机构根据兴办主体可分为公办、公建民营和纯民办三类，本文将公建民营和纯民办合为民办类。对其综合技术效率分析如下表所示。

表 3-2 不同兴办主体的养老机构综合技术效率分析表

兴办主体	决策单元数量	DEA 有效占比	DEA 边缘有效占比	TE 均值	最低 TE 值	标准差
公办	8	37.50%	37.50%	0.871	0.519	0.192
民办	28	32.14%	21.40%	0.816	0.423	0.183

TE: 综合技术效率

从 DEA 有效占比来看，公办养老机构中，政策扶持力度大且受众多，37.5%的养老金机构 DEA 有效，实现了投入产出的相对最佳配置，37.5%的养老机构稍调整投入即达到有效；民办养老机构发展迅速但 DEA 有效占比不及公办类。现在民办养老机构朝着高端和低端两个极端发展，高端养老模式并不适合烟台养老市场，而低端养老机构主要接收不能自理老人，成本高且政府扶持力度弱，投入产出非最佳。从综合技术效率来看，民办养老机构综合技术效率均值（0.816）低于公办类（0.871），原因是很多民办类机构缺乏科学的经营机制，竞争优势不及公办类。从离散程度来看，公办养老 TE 标准差（0.192）大于民办类（0.183），主要在于民办养老机构整体发展水平较低，服务效率也较低，个体之间差异较小。

(2) 不同兴办主体的养老机构规模报酬分析

公办养老机构中有 37.5%规模报酬不变，37.5%规模报酬递减，25%规模报酬递增。政府资金充足，可根据市场需求扩大规模所以大多公办养老机构已达到最优规模，今后应加强内部管理和提高服务水平。民办养老机构中有 35.7%规模报酬不变，17.9%规模报酬递减，46.4%规模报酬递增，民办养老机构不断改造和创新，仍有较大的发展空间，但是在扩张时应注重内在经济从而提高综合技术效率。

3.4.2 不同床位规模的养老机构服务效率分析

(3) 不同床位规模的养老机构综合技术效率分析

通过查阅相关文献，结合烟台养老机构床位规模分布现状和民政局对床位规模的规定，将 36 家养老机构分为下表所示的小中大三类。对其综合技术效率分析如下表所示。

表 3-3 不同床位规模的养老机构综合技术效率分析表

床位规模（张）	决策单元数量	DEA 有效占比	DEA 边缘有效占比	TE 均值	最低 TE 值	标准差
1-80	9	22.22%	22.22%	0.779	0.483	0.201

80-160	12	50%	8%	0.877	0.519	0.163
160 以上	15	26.67%	33.33%	0.819	0.423	0.193

中型养老机构的 DEA 有效占比最大，表明该规模的养老机构投入比较合理；小型和大型养老机构中处于 DEA 边缘有效的比例较大，这些机构有效的降低投入或增加产出可实现效率有效。从综合技术效率来看，中型养老机构综合技术效率最佳，大型养老机构次之，小型养老机构最差。从离散程度来看，大型养老机构的离散程度略低于小型养老机构，中型养老机构离散程度最低，表明中型养老机构发展差距小。

(2) 不同床位规模的养老机构规模报酬分析

小型养老机构 78% 处于规模报酬递增阶段，表明可以通过扩大规模来提高规模效率；中型养老机构规模有效和规模报酬递增均占为 50%，现有的人力和经济投入基本实现了优化产出；大型养老机构规模有效仅占 30%，并且规模报酬递增仅占 40%，所以不应盲目扩大规模，应重视优化内部资源配置和机构建设，提升服务质量。

4 烟台养老机构服务效率的影响因素分析

4.1 单因素分析

分别从医护水平、服务质量 2 个方面选择了 9 个变量^[9]。医护水平方面涉及 3 个变量，是否有医护人员决定了养老机构能否提供医护服务，是否隶属医院影响医疗服务的便捷程度，是否有医疗设备与医护水平密切相关；服务质量方面涉及 6 个因素，护理人员是否有培训会其工作质量，营业年限影响养老院的管理经验，入住率高低反映老人认可度和服务水平，平均收费水平影响老人对养老机构服务质量的预期，健身设施和娱乐设施的投入则直接影响养老机构服务质量。

总体变量个数相对于样本数来说较多，不宜直接进行多变量回归。所以，选取综合技术效率值为因变量，运用单因素分析来考察各变量对养老机构效率的影响。其中，护理人员是否有培训、是否隶属医院、是否有医护人员、是否有医疗设备皆为二分变量，用秩和检验分析；营业年限、入住率、平均收费水平、娱乐健身设施种类为数值型变量，用 Spearman 等级相关检验分析。（各变量检验结果表见附件四）

表 4-4 各指标与养老机构效率的秩和检验

变量	n	秩均值	P 值
是否有医护人员	是	24	23.75
	否	12	8
是否隶属医院	是	6	23.25
	否	30	17.55
是否有医疗设备	是	14	16.25

	否	22	19.93	
护理人员是否有培训	是	18	13.58	0.003
	否	18	23.42	

表 4-5 各指标与养老机构效率的 spearman 等级相关分析

变量	相关系数	P 值
营业年限	0.263	0.121
入住率	0.722	0.000
平均收费水平	0.041	0.814
健身设施种类	-0.058	0.736
娱乐设施种类	-0.041	0.811

4.1.1 医护水平与养老机构服务效率

是否有医护人员与服务效率。由表 4 可知，P 值为 0，表明在 0.05 水平下存在显著统计关系。有医护人员的养老机构效率秩均值（23.75）大于没有医护人员的养老机构效率秩均值（8），说明有医护人员的养老机构效率更高。目前烟台市能提供专业医护服务的养老机构较少，市场供不应求，虽医护人员工资增加了养老机构的人力成本，但有医护人员的养老机构收费更高、利润更多。

其他医护水平因素与服务效率。是否隶属医院与是否有医护设备均未通过秩和检验，说明这两个因素对烟台养老机构服务效率影响较小。隶属医院会造成养老机构低效率的业务拓展，同时烟台养老机构的养老设备水平较低而成本高，拉低效率水平。

4.1.2 服务质量与养老机构服务效率

护理人员是否有培训与服务效率。由表 4 可知，检验 P 值为 0.003，在 0.05 的检验水平下，护理人员的培训会对服务效率产生影响。同时护理人员有培训的养老机构服务效率秩均值（13.58）小于护理人员没有培训的服务效率秩均值（23.42）。由于目前针对养老机构护理人员的培训水平普遍不高，造成高投入低产出。

入住率与服务效率。由表 5 可知，检验 P 值为 0，在 0.05 的检验水平下，入住率和养老效率存在显著统计关系，且相关系数为正，即在一定范围内，入住率越高，服务效率越高。在调研的 36 家养老机构中，平均入住率为 50%，甚至存在入住率为 10% 的情况，大量民办养老院的资源被闲置，拉低了整体养老效率。

其他服务质量因素与服务效率。平均收费水平、健身设施种类、娱乐设施种类和营业年限没

有通过检验且 P 值大，影响养老效率程度不明显。烟台养老行业竞争较大，市场价格较为固定，且普遍缺少对娱乐健身项目的投入，导致这前三个变量对养老效率的影响较小。营业年限在检验中 P 值为 0.121，可认为与效率有一定关联，因此可将此变量纳入 Tobit 模型进一步验证。

4.2 Tobit 回归模型多因素分析

鉴于综合效率的取值均在 0-1 之间，因此选取因变量受限的 Tobit 模型对养老机构服务效率进行回归分析。根据单因素分析结果，现从中选取 $P < 0.05$ 和 $P > 0.05$ 但对服务效率产生重大影响的自变量，最终选取了护理人员是否有培训、入住率、是否有医护人员、营业年限和是否隶属医院 5 个变量作为自变量运用 Eviews8.0 进行 Tobit 模型回归分析。结果如表 6 所示。（Tobit 模型分析结果表见附件五）

表 4-6 Tobit 模型分析结果汇总表

变量	参数估计值	标准误	P 值
护理人员是否有培训	-0.138	0.055	0.012
入住率	0.871	0.160	0.000
是否有医护人员	0.091	0.064	0.151
营业年限	-0.015	0.011	0.177
是否隶属医院	-0.076	0.077	0.325

在 0.05 的显著水平下，护理人员是否有培训和入住率进入模型。

虽然有无培训对养老机构服务效率的影响程度达到 0.138，但两者呈负相关关系。如今养老机构内部的护理人员年龄大、学历低且缺少专业技能，学习能力低且积极性差，培训效果不理想。调研发现高质量培训较少，现多为“以师带徒”的方式^[10]，若盲目进行没有统一护理标准的培训，易造成机构内部护理质量参差不齐，反而不利于养老机构服务效率的提升。另一方面，培训并没有转化成为生产力，也与护理人员的观念意识相关。

入住率高显著影响服务效率，即入住率每增加 1%，养老机构综合效率提高 0.871%。入住率越高，机构内部的资源利用率越高。如今养老行业发展迅速，但由于信息不对称，一床难求和床位空置现象同时发生。总体来看，烟台养老机构平均入住率偏低，易形成投入冗余现象，降低养老机构的服务效率。

5 结论与建议

根据上述研究可得，烟台市公办养老机构综合技术效率高于民办类，中型养老机构综合技术效率最高，小型养老机构综合效率最低但大多处于规模报酬递增阶段。

通过因素分析发现养老机构服务效率与是否有医护人员、入住率成正相关，与护理人员是否有培训成反比。而是否隶属医院、娱乐设施种类和平均收费水平等因素并未对服务效率产生影响。

通过 Tobit 回归模型发现护理人员是否接受培训和入住率与养老服务效率密切相关。

因此，养老机构需要合理权衡各项资源，提高服务效率，据此本文提出以下建议。

5.1 重视对民营养老机构的扶持力度

随着中国养老压力的不断增大，仅靠公办已不能满足庞大的市场需求，但通过测算烟台养老机构的服务效率，发现民办养老机构发展不佳，服务效率亟待提高。在政府失灵和市场失灵的双重影响下，严重的资金短缺制约着民营养老机构的服务效率。首先，政府应科学补贴并保证政策落实到位，很多养老机构反映建设成本过高，对此政府可以提供租金优惠和贷款补贴，或在城镇规划中增加养老用地面积、优先安排养老建设用地，但必须监管到位保证用地真正用于养老服务；后期运营中可以减免税费和给予水电暖优惠，缩小与公办机构的补贴差距以提供公平的竞争市场；政府补贴应有所区别并分期支付，避免人们觊觎补贴而从事养老，对有效切入刚需的养老机构提供更高的前期建设和运营补贴，帮助价低利微的机构健全设施、宣传营销，对经营良好的机构给予一定奖励。其次，鼓励大型企业步入养老行业，建立连锁经营模式实现规模经济。最后，企业和个人的思想观念应逐渐改变，一方面自发地建立基金项目或投资民营养老机构，另一方面消费者要相信民营机构的养老服务。

5.2 推进公办养老机构体制改革

公办养老机构效率高于民办养老机构，但 DEA 有效占比为 37.5%，依然存在普遍效率不高的问题。首先，公办养老效率的提高主要受限于现有的体制弊端，体制内既存在吃“大锅饭”的，又存在怀才不遇的，从而人才外流；其次，与民营养老院相比普遍缺乏感情陪护。为解决此问题，公办养老机构应建立健全人才绩效考核机制和建议征集及试用机制，既激发工作人员积极性，又使人才有用武之地，防止人才外流；其次要求护理人员关注老年人的心理健康。

5.3 适度控制养老机构建设规模

由上文可知烟台大型养老机构的综合效率不高并大多出现规模报酬递减，中型养老机构发展较好，所以盲目扩大规模的做法是不可取的。在规模达到 160 张后，就应着重优化内部资源配置，加强人才队伍建设，提高养老质量，合理利用现有投入资源创造最优产出。

5.4 健全护理人员培训机制

落实培训首先要提高培训质量，聘请专业人士授课，例如开设与“老年医学”“老年心理”等相关课程，并针对不同类型的老人细分不同专业方向，满足更多需求。同时行业协会应发挥作用，增加优质培训机会并鼓励护工参与。其次为提高护理人员参加培训的积极性，可对培训后的护理人员进行考核，并依据考核成绩评级发放工资。

5.5 有效切入刚需以提高入住率

在实践调研中发现，失能失智老人最需要养老机构的专业服务。达到一定条件的养老机构可以专门接收失能老人或建立医养模式，细化对老人身体状况的评级然后科学制定收费标准，充分发挥养老机构的专业护理和托底职能。

5.6 建立健全养老机构监管体系

如今养老行业发展迅速，维护业内秩序刻不容缓。政府在监管体系内部需细化明确监管部门的职责范围，避免出现因工作范围重叠而导致养老机构服务效率下降的情况。出台详细的监管标准，构建严格的养老机构准入门槛，避免出现骗补助现象。加强对养老机构的定期考核，目前很多监管停留在表面，只进行数字方面的核查，因此并不能察觉到机构内部出现的问题，所以政府监管应落实到位。

参考文献：

- [1] Sexton T R, Leiken A M, Sleeper S, et al. The impact of prospective reimbursement on nursing home efficiency[J]. *Medical Care*, 1989: 154-163.
- [2] Kooreman P. Nursing home care in The Netherlands: a nonparametric efficiency analysis[J]. *Journal of health economics*, 1994, 13(3): 301-316.
- [3] Björkgren M A, Häkkinen U, Linna M. Measuring efficiency of long-term care units in Finland[J]. *Health Care Management Science*, 2001, 4(3): 193-200.
- [4] Laine J, Linna M, Noro A, et al. The cost efficiency and clinical quality of institutional long-term care for the elderly[J]. *Health Care Management Science*, 2005, 8(2): 149-156.
- [5] Shimshak D G, Lenard M L, Klimberg R K. Incorporating quality into data envelopment analysis of nursing home performance: a case study[J]. *Omega*, 2009, 37(3): 672-685.
- [6] 吴敏.基于需求与供给视角的机构养老服务发展现状研究[M]. 经济科学出版社, 2011.
- [7] 甄琦.基于数据包络分析的保定市养老机构服务效率研究[D]. 河北大学, 2016.
- [8] 任洁.机构养老服务效率研究——以厦门市为例[J]. *人口与经济*, 2016 (2): 58-68.
- [9] 张浩田.民办养老机构的困境及其发展的支持因素探析[D]. 上海: 华东理工大学, 2014.
- [10] 杨晓文, 李敏.公办养老机构人力资源配置问题及对策——以烟台某公办老年公寓为例[J]. *时代金融*, 2016, 26: 205.
- [11] 王珊珊.日本养老经验对烟台市养老服务产业发展的启示[J]. *新西部: 中旬·理论*, 2016 (12): 186-187.
- [12] 唐钧.中国老年服务的现状,问题和发展前景[J].*国家行政学院学报*,2015(3):75-81
- [13] 赵婷婷.我国城镇养老服务机构的问题研究[D]. 南开大学, 2013.
- [14] 张叶峰.烟台民营养老机构存在的问题及对策研究[J]. *中外企业家*, 2015, 29: 156.
- [15] 段永瑞.数据包络分析——理论和应用[M].上海: 上海科学普及出版社, 2006: 前言 1.
- [16] 尚振坤.中国养老机构的服务与管理[J].*人口与经济*,2008,2(2):50 — 54
- [17] 黎剑锋.民办养老机构服务供给现状及对策研究[D].厦门:厦门大学,2014-05-26:2.
- [18] 李娟.城市养老机构服务质量及影响因素调查研究[J].*社会工作*, 2011,(11):85-87.
- [19] 魏权龄.数据包络分析(DEA)[J].*科学通报*,2000,45(17):1793.
- [20] 胡克蒙.基于 DEA 的我国医疗卫生服务效率研究[D].南昌:江西财经大学,2008:3-5.