

基于 DEA 的理工医交叉项目科研绩效评价研究

陈 尹, 王 琰, 陆 华, 许梦姗

(中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)科研处, 合肥 230001)

摘要: 分析某高校附属医院 2018—2020 年理工医交叉项目科研绩效情况, 为优化理工医交叉项目管理提供参考。以投入产出数据为基础构建评价指标体系, 运用数据包络分析法(DEA)BCC 模型测度其综合效率、纯技术效率、规模效率。2018—2020 年项目综合效率均值都超过 0.5, DEA 有效占比在 25% 上下浮动。2018 年、2019 年和 2020 年培育项目 DEA 有效占比分别为 15.6%、22.97% 和 31.91%, 创新团队项目 2018 年 DEA 有效占比为 100%, 2019 年和 2020 年为 0, 重要方向项目三年 DEA 有效占比分别为 66.67%、28.57% 和 37.5%。1 项(25%)创新团队项目和 5 项(23.81%)重要方向项目科研经费投入冗余, 3 项(75%)创新团队项目、12 项(57.14%)重要方向项目、125 项(75.3%)培育项目产出不足。理工医交叉项目总体科技效率呈上升趋势, 可通过动态调整项目部署, 注重青年人才培养, 搭建多学科交叉平台与机制, 优化考核评价体系, 关注成果转化应用等举措优化理工医交叉项目的全过程管理。

关键词: 数据包络分析; 理工医交叉项目; 科研绩效; 绩效评价

中图分类号: R197 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)02-0015-05

以新医科建设统领医学教育创新是新时代面向人民生命健康实施“健康中国”战略的新任务。学科交叉已成为科技创新的主要源泉, 是当今科学时代不可替代的研究范式^[1], 积极优化学科专业结构, 促进医工、医理、医文交叉融合是加快医学专业改革, 发展新医科建设的重要途径。学科交叉研究是实现颠覆性创新、培养创新人才的重要途径^[2]。2020 年国家自然科学基金委员会成立交叉科学部并设立生命科学与健康处, 旨在立足理学、工学、医学等领域的交叉研究, 应对人类健康与疾病防治中的重大挑战。作为理工学科门类较为齐全的综合性的附属医院, 拥有理工医交叉融合的独特优势, 设立校院联动的“理工医”交叉科研项目, 是有效推进校院理工医多学科交叉融合发展的创新举措。

现有的科技绩效评价多是以省市、高校、研究所的应用基础研究项目为研究对象^[3-4], 涉及交叉学科项目科技效率的研究较少, 上海交通大学等多所综合性大学的相继部署了“医+X”交叉项目, 而此类项目的科研绩效的研究鲜见报道。本文以某综合性大学附属医院 2018—2020 年立项的理工医交叉联合基金

项目为研究对象, 构建绩效评价指标体系, 采用数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)测度基金的综合效率、规模效率和纯技术效率, 分析投入产出绩效, 对优化交叉资源配置, 提高理工医交叉项目绩效水平, 完善理工医交叉项目部署和全过程管理具有重要的理论意义和实践参考价值。

1 对象与方法

1.1 对象及方法

安徽省立医院于 2017 年 12 月正式成为中国科学技术大学附属第一医院, 并提出“科大新医学”发展理念, 以“理工医交叉融合、医教研协同创新, 生命科学与医学一体化发展”为建设目标, 近年来紧抓校院融合发展新机遇, 科研实力实现了跨越式发展。为助推校院融合, 理工医交叉协同创新, 医院于 2018 年设立科大新医学联合基金项目, 立足临床部署理工医交叉的基础研究和应用基础研究, 设有培育项目、重要方向项目和创新团队项目 3 类。培育项目用于资助具备一定科研能力的青年研究人员; 重要方向项目重点支持以培育“科大新医学”特色方向为主要目标且体现附一院学科优势的联合

收稿日期: 2024-08-17

基金项目: 2023 年安徽省科技创新战略与软科学研究专项(202306f01050018); 2024 年中国科学技术大学中央高校基本科研业务专项资金资助项目(WK9100000085)

作者简介: 陈尹(1984—), 女, 安徽芜湖人, 博士, 副研究员, 研究方向为科研管理、循证评价; 通信作者王琰(1991—), 女, 安徽宿州人, 硕士, 馆员, 研究方向为信息计量与科学评价; 陆华(1986—), 男, 安徽怀远人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为科研管理、科研诚信; 许梦姗(1988—), 女, 安徽合肥人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为科研管理、科研评价。

科研项目;创新团队项目主要用于资助具有明确交叉方向及良好合作基础的联合研究团队。

本文基于医院 2018—2020 年三年累计立项 200 项、结题 191 项的项目数据,分别将 2018 年 52 个、2019 年 82 个、2020 年 57 个结题项目作为决策单元,纳入分析,运用 DEA 分析软件 dearun,采用投入导向规模报酬可变的 BCC 模型评价其投入产出效率。

数据包络分析法(DEA)是美国运筹学家 CHARNES 和 COOPER 于 1978 年创建的适用于多种投入、多种产出系统的模型,该方法不需要固定的投入产出生产函数形式、无需设定权重和统一计量单位,从而在一定程度上避免了主观因素的影响^[5]。将研究对象联合基金项目作为决策单元(decision making units, DMU)。根据输入输出数据计算该模型的最优生产前沿面,再通过测算各 DMU 与最优生产前沿面的距离评价每个 DMU 的相对效率和有效性。根据规模报酬变化情况, DEA 模型可分为规模报酬可变的 BCC (Banker-Charnes-Cooper) 模型与规模报酬不变的 CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) 模型。规模报酬不变意味着产出的增加与投入的增加成比例,而 BCC 模型假设在投入增加时,产出不一定会增加,更符合联合基金的绩效评价。分析结果包括综合效率、纯技术效率、规模效率及规模报酬。综合效率值=纯技术效率×规模效率。综合效率表示投入相对于产出的有效率利用程度。综合效率值为 1,表示该项目 DEA 有效,说明决策单元的投入得到充分有效的利用,资源配置合理。纯技术效率代表决策单元的生产技术利用情况,纯技术效率值为 1,表示该决策单元纯技术效率有效,说明其能够有效利用生产技术。规模效率表明决策单元的投入产出情况是否达到最佳的比例,规模效率为 1,表示该决策单元规模有效,投入产出达到最佳规模^[6]。

假设有 k 个 DMU,每个 DMU 有 m 项投入、 n 项产出,第 j 个 DMU 的投入和产出变量将分别记为 $X_j=(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})$ 、 $Y_j=(Y_{1j},Y_{2j},\cdots,Y_{nj})$,经等价转换和对偶处理后所得模型为

$$\begin{cases} \min z_0 = \theta - \epsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\ \text{s. t. } \theta x_{i0} = \sum_{j=1}^k x_{ij} \lambda_j + s_i^-, \quad i = 1, 2, \cdots, m \\ y_{r0} = \sum_{j=1}^k y_{rj} \lambda_j - s_r^+, \quad r = 1, 2, \cdots, s \\ \sum_{j=1}^k \lambda_j = 1, \quad s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中: θ 为第 j 个联合基金的科研效率, $0 \leq \theta \leq 1$; ϵ 为阿基米德无穷小; θ 为元素 1 的向量,当 $\theta=1$ 时,表示 DMU 技术有效,否则表示 DMU 处于技术无效状态; λ_j 为 k 个联合基金的组合权重; s^- 与 s^+ 分别为投入冗余与产出不足。

1.2 评价指标体系的建立

基于文献调研^[7-10]和专家咨询,考虑到在科技绩效评价中,人、财、物是三大主要投入指标,其中物力指标在本研究中可视为医院科技投入的公共资源部分如科研平台及图书资源等,对本项目而言,该物力成本差异较小,故未将其纳入投入指标。最终选取 2 个投入指标、7 个产出指标,符合数据包络分析方法评价单元的个数至少是投入与产出指标总和的两倍要求^[11]。具体如表 1 所示。

表 1 科大新医学联合基金项目绩效评价指标体系

类别	一级指标	二级指标	释义
投入指标	科研人员	项目参与人员数	包括硕博生/个
	科研经费	项目实际使用经费	实际使用经费/万元
产出指标	论文	科学引文索引 (science citation index, SCI)、《中文核心期刊要目总览》(北大核心期刊)	中英文/篇
	专著	出版专著	参编专著/部
	专利	发明专利授权数	发明专利授权数/个
	标准和指南	行业标准、指南	行业标准、指南/个
	学术奖励	省部级及以上成果奖励	获得省部级及以上成果奖励情况/个
	人才培养	培养硕士研究生、博士研究生、博士后	包括硕博士生及博士后/个
	后期资助	获得国家、省级科研项目	获得国家、省级科研项目/个

2 结果

2.1 总体科技效率情况

191 项联合基金项目绩效总体评价结果如表 2 所示。

从综合效率来看,2018 年和 2019 年联合基金的综合效率平均值超过 0.5,说明超过一半的投入要素获得相应的产出成果。2020 年综合效率平均值增长至 0.76。

从 DEA 有效占比(DEA 有效项目数量/项目总数)来看,三年间联合基金 DEA 有效占比在 25% 上下浮动,且呈现逐年递增的良好态势,2020 年有三分之一的项目资源配置达到最优状态。

从纯技术效率来看,2018—2020 年联合基金效率均值维持在 0.75 左右,虽然均未全部达到纯技术效率有效,但较为稳定。

表 2 总体评价结果

年份	项目数/ 项	综合效 率均值	纯技术效 率均值	规模效 率均值	DEA 有 效项目 数/项	DEA 有效 占比/%
2018	52	0.549	0.802	0.647	12	23
2019	82	0.540	0.700	0.702	19	23.1
2020	57	0.765	0.772	0.992	18	31.5

从规模效率来看,2018—2020 年效率值逐年提高,越来越多的项目投入与产出呈现同比例增减。2020 年效率值达到 0.992,提示当年 57 个项目基本全部达到最优生产规模的状态。

2.2 不同类型项目科技效率情况

从综合效率来看,重要方向项目的综合效率值最高,其次是创新团队项目,培育项目位列最后。DEA 有效占比方面,2018 年培育项目为 15.6%,2019 年为 22.97%,2020 年提升至 31.91%。创新团队仅在 2018 年取得 100%,随后两年都呈 DEA 无效。重要方向项目表现较为不稳定,DEA 有效占比从 2018 年的 66.67%下降至 30%左右(表 3)。

从纯技术效率来看,重要方向项目的纯技术效率值最高,培育项目次之,最后为创新团队项目。

在规模效率方面,效率值最高的项目类型为重要方向项目,其次是创新团队项目,培育项目排最后(表 4)。

2.3 不同项目类型投入冗余及产出不足

对于不同类型项目的投入冗余分析结果显示(表 5),1 项(25%)创新团队项目和 5 项(23.81%)

表 3 2018—2020 不同类型项目每年的 DEA 有效占比

年份	创新团队项目	重要方向项目	培育项目
2018	100	66.67	15.56
2019	0	28.57	22.97
2020	0	37.5	31.91

表 4 2018—2020 年不同类型项目效率值

项目类型	项目数/ 项	综合效 率均值	纯技术效 率均值	规模效 率均值	DEA 有 效项目 数/项	DEA 有 效占比 /%
创新团队	4	0.640	0.681	0.928	1	25
重要方向	21	0.773	0.787	0.982	9	42.86
培育项目	166	0.588	0.746	0.743	39	23.49

表 5 不同类型项目产出不足均值

项目类型	发表论文 数量/篇	专著/部	发明专利授权 数量/个	标准和指 南/个	学术奖励/个	人才培养/个	后期获资助 项目/个
创新团队项目	1.059	0.131	0.262	0.398	0.560	1.820	1.039
重要方向项目	0.319	0.054	0.094	0.449	0.192	2.551	1.045
培育项目	0.367	0.032	0.02	0.158	1.167	0.635	0.199

重要方向项目出现科研经费投入冗余的情况,其中创新团队项目经费投入平均冗余值约为 10.05 万元,重要方向项目经费投入平均冗余为 5.1 万元。培育项目有 1 项科研人员冗余、6 项经费投入冗余,其科研人员平均冗余为 0.017,经费投入平均冗余为 0.17 万元。

产出不足分析结果显示,3 项(75%)创新团队项目、12 项(57.14%)重要方向项目、125 项(75.3%)培育项目呈现产出不足的状态。发表论文数量、学术奖励、人才培养及后期获资助项目的产出较低。

3 讨论

3.1 科大新医学联合基金总体资源配置及科技效率情况

2018—2020 年期间,总体科研效率呈上升趋势,主要以规模效率提升为主,纯技术效率较为稳定,说明医院在科研管理、制度优化、资源配置等方面提供了有效支撑。三年实施期,整体 DEA 有效占比维持在 25%左右,提示项目资源配置水平参差不齐,DEA 有效的项目数量还需提高。DEA 有效的项目中,合作学院包括生命科学学院(26 个)、信息学院/化学与材料科学学院(4 个)、物理学院/工程科学学院(1 个)。从项目参与人上看,有博士后参与的项目累计 19 项,其中 DEA 有效项目 8 项,提示专职科研人员的加入有利于科技效率的发挥。带来科技效率提升的有效举措包括:①在项目设置初期,制定多种类型立项要求,有针对性地设置创新团队项目、重要方向项目及培育项目,为各类型项目分配较为合理的经费,为后续项目实施奠定良好基础;②医院提供公共科研平台、校院理工医团队学术沙龙,搭建了一系列交流合作平台;③联合学校及附院科研、财务和人事管理部门成立联合基金管理办公室,保障项目顺利高效实施。

3.2 不同类型项目科技效率比较

重要方向项目是综合效率最高的一类项目,DEA 有效占比达 42.86%,创新团队项目次之,培育项目排最后。重要方向项目重点支持的是附一院优势学科,申报人为来自优势学科的学术带头人,

该类项目能够充分发挥校院基础研究和临床实践相融合的优势,研究结果表明,重要方向项目实施成效显著。通过分析三类项目不同年度的表现,发现创新团队项目在2019年、2020年均均为DEA无效,基于此,基金管理部门对下一阶段的项目类型部署进行了调整,取消创新团队项目。培育项目综合效率相对较低,可能与其规模效率相对较低有关,约60%的项目需提高成果产出。从DEA有效占比视角看,培育项目成效呈逐年上升的良好态势,值得长期关注和部署。医院层面设置多层次的交叉项目类型,为不同发展阶段的研究人员提供学科交叉平台,这是项目充分发挥成效的关键举措。相关研究表明,科研人员在职业生涯发展过程中,遇到的首要压力是课题申请,博士毕业7年以内的压力更为突出^[12]。培育项目的设置,给予青年人员科研启动经费的支持。同时,鼓励基于临床问题和临床需求开展理工医交叉的联合攻关,有助于培育具备理工医交叉研究基础和背景的青年人员,为后续研究的深入开展奠定人才基础。

3.3 投入冗余及产出不足分析

从投入冗余来看,经费冗余方面,创新团队项目经费冗余数额最高,重要方向项目次之,培育项目经费冗余较低。人员冗余方面,仅有培育项目出现人员冗余的情况,且冗余量较低,说明各项目主体能够合理设置其项目参与人员分布。

从产出不足情况来看,发表论文数量、学术奖励、人才培养及后期获资助项目是项目承担人及科管部门需要关注的指标。同时,每类项目都有其相对薄弱的产出,如培育项目产出最弱的是学术奖励,其次是人才培养、论文发表。这主要是由于培育项目的负责人限定为青年研究人员。以科学技术进步奖为例,推荐条件之一为“项目整体技术已实施应用三年以上,产生了经济效益和社会效益,实现了技术创新的市场价值或者社会价值……”培育项目负责人大多入职年限较短,而学术奖励的申报需要相对长期的临床积累。同时,研究发现超过50%的培育项目发表论文数量在0~1篇,且影响因子10分以上的SCI数量少于重要方向和创新团队项目,提示培育项目负责人在论文发表数量及质量上的要求有待提高。重要方向项目的发表论文数量及学术奖励表现优异,在人才培养方面表现较弱,这可能与2020年在研究生招生政策方面有所调整、原有生源学校的研究生名额减少、而校本部的研究生招生工作尚未启动有关。

4 结论与建议

对2018—2020三年期间191项理工医交叉联合基金项目进行分析,得到如下结论。

(1)总体科研效率呈逐年上升趋势,主要以规模效率提升为主,纯技术效率较为稳定。

(2)重要方向项目是综合效率最高的一类项目,创新团队项目和培育项目次之。充分发挥学校理工学科优势和附院临床基础,重点关注重要方向项目。培育项目综合效率相对较低,可能与其规模效率不高有关。

(3)创新团队项目、重要方向项目及培育项目在产出指标上各有侧重,优势和短板并存。如重要方向项目在学术奖励和论文发表方面表现较优异,这也与此类项目的部署方向基本一致。

综上,从项目部署、全过程管理方面提出以下建议。

(1)兼顾目标引导与自由探索,科学制定项目申报指南。鼓励培育项目自由选题,开展理工医交叉自由探索。同时,以重大临床问题和临床需求为导向,通过指南选题征集、专家委员会论证研讨,凝练指南,探寻新的学科生长点和突破点。

(2)优化资助体系,注重青年人才培养。设立校院联动的管理协调部门,统筹资源配置和优化资助机制。分类设置项目类型,关注青年人才培养,释放创新活力,培养理工医交叉研究的后备军。同时,做好项目全过程管理,注重团队的交叉深度和合作基础,并根据项目成效动态调整项目类型设置,不断优化项目部署,不断提升交叉项目的资助效能。

(3)客观分析项目绩效,持续完善评价机制。评价是保障高质量学科交叉融合研究成果的关键^[13],充分考虑不同类型项目特征,结合不同类型项目的研究目标和应用导向,构建符合理工医交叉研究规律的评价机制;同时注重科研成果服务临床指导以创新价值、能力、贡献为导向的评价机制,推进医理工交叉研究成果的转化与应用。

(4)营造多学科交叉氛围,厚植协同攻关沃土。通过常态化、系统化搭建形式多样的理工医交叉融合交流平台,探索深度融合的交叉方式,涵养理工医交叉研究创新生态,为理工医交叉研究的高质量发展提供重要支撑和保障。

本文尚存在一定局限性,数据来源为医院2018—2020年三年立项的理工医交叉项目,样本量尚有限。目前,医院已经启动实施第二阶段的联合

基金项目部署,后续将扩大样本量进行进一步分析与探讨。

参考文献

- [1] 陈天凯,李媛,刘晓,等. 学科交叉人才培养的实践探索与改革路径——以天津大学为例[J]. 学位与研究生教育, 2023(4): 27-33.
- [2] 索传军,肖玥. 学科交叉研究的现存问题与未来展望[J]. 图书情报工作, 2023, 67(1): 144-152.
- [3] 章培军,陈恒. 基于数据包络分析的我国科技创新资源配置效率研究[J]. 科技促进发展, 2020, 16(11): 1317-1324.
- [4] 齐天,臧学峰,边伟帅,等. 基于数据包络法的 S 高校附属医院重症医学专业科研效率评估——以“十三五”期间为例[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(3): 294-300.
- [5] 何彬,罗洪群,王渝,等. 基于 DEA 的科技计划项目绩效评价研究——以四川省应用基础研究项目为例[J]. 软科学, 2020, 34(4): 70-76.
- [6] 于玲玲,苗苗,张鹏俊. 基于数据包络分析的某三级医院学科研效率评估研究——至前沿最远距离模型的应用分析[J]. 中华医学科研管理杂志, 2021, 34(1): 63-68.
- [7] 赵洋,侯铭,段思雨,等. 基于数据包络分析的新疆三甲医院科研效率评价研究[J]. 中华医学科研管理杂志, 2023, 36(5): 389-394.
- [8] 于玲玲,张会方,张鹏俊. 基于 DEA 和 Malmquist 指数模型的某三级医院学科研效率评估研究[J]. 中华医学科研管理杂志, 2021, 34(6): 433-437.
- [9] 胥美美,单连慧,钟华,等. 基于 Bootstrap DEA-OLS 模型的百所三级医院科研效率及影响因素分析[J]. 中华医院管理杂志, 2019, 35(2): 141-145.
- [10] 郑茜,李研. 中国省级自然科学基金管理效率评价与分析——基于 DEA-Malmquist 模型[J]. 科技管理研究, 2021, 41(15): 81-87.
- [11] 侯启娉. 基于 DEA 的研究型高校科研绩效评价应用研究[J]. 研究与发展管理, 2005, 17(1): 118-124.
- [12] 周建中,赵璐. 我国基础领域科研人员职业发展状况研究[J]. 科学学研究, 2019, 37(3): 476-483.
- [13] 樊秀娣,石雪怡. 英国高校跨学科研究成果评价: 困境、对策及启示[J]. 中国高校科技, 2020(6): 54-59.

Scientific Research on the Performance Evaluation of Interdisciplinary Project of Science, Engineering and Medicine Based on Data Envelopment Analysis

CHEN Yin, WANG Yan, LU Hua, XU Mengshan

(Department of Scientific Research, The First Affiliated Hospital of USTC, Division of Life Sciences and Medicine, University of Science and Technology of China, Hefei 230001, China)

Abstract: To analyze the scientific research performance of science, engineering and medicine interdisciplinary projects in a hospital from 2018 to 2020, and to provide reference for optimizing the management of these projects, the evaluation index system was constructed based on the input-output data, and the data envelopment analysis (DEA) BCC model was used to measure its comprehensive efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency. From 2018 to 2020, the average comprehensive efficiency of New Medicine Joint Fund exceeds 0.5, and the effective proportion of DEA fluctuates around 25%. In 2018, 2019 and 2020, the effective proportion of DEA for cultivation projects is 15.6%, 22.97%, and 31.91% respectively. The effective proportion of DEA for innovation team projects is 100% in 2018, and 0 in 2019 and 2020. The effective proportion of DEA for important direction projects is 66.67%, 28.57%, and 37.5% respectively. 1 (25%) innovation team project and 5 (23.81%) important direction projects have redundant research funding. 3 (75%) innovation team projects, 12 (57.14%) important direction projects and 125 (75.3%) cultivation project have insufficient output. The overall scientific research efficiency of the Fund is on the rise, and the whole process management can be optimized by dynamically adjusting the project deployment, focusing on the cultivation of young talents, building the multidisciplinary cross-project platforms and mechanisms, optimizing the appraisal and evaluation system, and focusing on the transformation and application of the achievements, and other initiatives.

Keywords: data envelopment analysis; interdisciplinary projects of science; scientific research performance; performance evaluation