

军工电子企业资本配置效率测度——基于 DEA 的实证研究

王星佐

广西大学

DOI:10.32629/ej.v9i6.3568

[摘要] 在军民融合持续推进的背景下,军工电子企业如何提高资本使用效率,已成为影响其高质量发展的重要问题。本文以2016—2022年8家军工电子上市公司为研究对象,运用DEA-BCC模型测算企业资本配置效率,并结合Malmquist指数考察其变化趋势。结果显示,样本企业综合技术效率整体有所改善,均值由0.856上升至0.950,说明资本配置水平呈现稳步提升态势。从效率分解看,纯技术效率的提高对综合效率改善作用更为明显,而部分企业仍存在规模效率偏低的问题。动态分析进一步表明,样本企业全要素生产率年均增长约5.2%,其中技术进步是推动生产率提升的主要因素。比较不同企业表现可以发现,研发投入转化能力较强、军品与民品业务协同较好、内部治理较为规范的企业,资本配置效率相对更高。基于上述结论,本文认为应从拓宽金融支持渠道、改善资本结构、提升研发投入产出效率等方面入手,进一步增强军工电子企业的资本配置能力。

[关键词] 军民融合; 军工电子企业; 资本配置效率; DEA-BCC模型; Malmquist指数

中图分类号: F032.1 **文献标识码:** A

Measurement of Capital Allocation Efficiency of Military Electronics Enterprises: An Empirical Study Based on DEA

Xingzuo Wang

Guangxi University

[Abstract] With the continuous advancement of civil-military integration, improving the efficiency of capital use has become an important issue for the high-quality development of military electronics enterprises. Taking eight listed military electronics companies from 2016 to 2022 as research samples, this paper applies the DEA-BCC model to measure capital allocation efficiency and uses the Malmquist index to examine its dynamic changes. The results show that the overall technical efficiency of the sample enterprises improved, with the average value rising from 0.856 to 0.950, indicating a steady enhancement in capital allocation performance. Further decomposition suggests that the increase in pure technical efficiency played a more prominent role in improving overall efficiency, while low scale efficiency still constrained some enterprises. The dynamic results also show that total factor productivity increased by about 5.2% annually, mainly driven by technological progress. Enterprises with stronger R&D transformation capability, better coordination between military and civilian products, and more standardized governance structures tend to achieve higher capital allocation efficiency. Based on these findings, this paper suggests expanding financial support channels, improving capital structure, and strengthening the output-oriented management of R&D investment.

[Key words] Civil-Military Integration; Military Electronics Enterprises; Capital Allocation Efficiency; DEA-BCC Model; Malmquist Index

引言

军民融合发展战略是打破军用与民用资源制度壁垒、实现要素双向流动的重要战略部署。军工电子产业既承担国防现代化使命,也深度参与信息技术、高端装备、卫星导航等民用产业

链,是观察军民融合微观经济效应的重要窗口。资本配置效率是衡量企业能否将有限资本投入高收益、高价值领域的关键指标。军工电子企业经营活动具有研发周期长、资本投入大、政策影响显著等特点,军民融合战略深化后,企业既获得更多政策支持

与融资机会,也面临资源配置复杂化等挑战。因此,军民融合是否提升了军工电子企业资本配置效率,需要系统的理论分析和实证检验加以回答。

既有研究多关注军民融合宏观战略与产业政策,较少从企业资本配置角度进行实证分析^[1];资本配置效率研究多使用单一财务指标,难以反映军工电子企业研发产出和战略产出的特殊性;关于军工电子企业效率评价的研究多为静态分析,缺乏对效率动态变化及其来源的进一步分解。本文弥补上述不足,选取8家典型军工电子上市公司为样本,综合运用DEA-BCC模型与Malmquist指数方法,系统考察军民融合战略深化对资本配置效率的影响及其内在机制。

1 理论基础与作用机制

1.1 军民融合与资本配置效率的理论关联

军民融合的本质是通过制度创新推动军用与民用资源双向开放,表现为军用电子技术向民用领域转化、民用信息技术向军用装备体系嵌入,以及资本市场和社会资本参与军工产业链建设。从资源基础理论看,军民融合帮助企业将封闭的军工资源转化为市场竞争优势;从制度经济学角度看,军民融合降低了军民两用技术转移的制度交易成本;从创新理论看,军民融合推动技术交叉应用,有利于形成知识溢出和协同创新。

资本配置效率是指企业将资本投入创造最大价值领域的能力。公司金融理论认为,资本配置效率受融资约束、代理问题、信息不对称和投资机会影响。对于军工电子企业而言,资本配置效率不仅体现在财务收益上,也体现在技术成果、战略能力和长期竞争力上,因此需要建立多投入、多产出的综合评价体系。

1.2 军民融合影响资本配置效率的作用机制

1.2.1 融资渠道拓展机制

军民融合深化后,军工电子企业更易获得政策性银行、产业基金和资本市场支持,缓解研发投入和产能建设中的资金约束^[2]。但融资便利也可能诱发盲目扩张,带来低效投资。

1.2.2 技术协同与研发转化机制

军民融合推动技术双向转化,当企业能将军品研发成果转化为民品市场收入,或将民用成熟技术嵌入军品体系时,资本配置效率将显著提升。

1.2.3 市场边界扩展机制

军民融合使企业进入民用电子、新能源、通信设备和卫星应用等领域,扩大市场边界,提升资本周转能力和收入弹性^[3]。

1.2.4 治理结构优化机制

军民融合往往伴随混合所有制改革和现代企业制度建设,降低代理成本,提高投资决策科学性。

1.2.5 规模经济机制

军民融合通过产业链协同和专业化分工,使企业在核心环节形成规模优势,但规模扩张须与技术能力和管理边界匹配。

1.3 研究假设

基于上述分析,提出以下假设:H1:军民融合战略深化能够整体提升军工电子企业资本配置效率;H2:军民融合对效率的提升主要通过纯技术效率改善和技术进步实现;H3:研发能力强、市场化程度高、治理结构完善的企业效率更高;H4:扩张速度超过管理能力时,规模效率可能下降。

2 研究设计

2.1 模型选择

DEA,即数据包络分析^[4],是Charnes、Cooper和Rhodes提出的非参数效率评价方法。CCR模型假设规模报酬不变,适用于规模差异不显著的决策单元;BCC模型由Banker、Charnes和Cooper扩展提出^[5],允许规模报酬可变,能够将综合技术效率分解为纯技术效率和规模效率。

Malmquist指数^[6]则常用于衡量不同时期决策单元全要素生产率变化。其优势在于能够分解效率变化和技术进步变化,从而判断效率提升来自管理水平提高还是生产前沿移动。近年来,DEA-Malmquist方法广泛应用于银行、制造业、高新技术企业和区域创新效率研究^[3],但在军工电子企业资本配置效率中的应用仍相对有限。

考虑样本企业规模差异较大,本文采用投入导向BCC模型进行静态效率测算。BCC模型假设规模报酬可变,设有n个决策单元,每个DMU使用m种投入产生s种产出,模型为:

$$\min \theta,$$

$$s. t. \sum \lambda_j X_j \leq \theta X_0,$$

$$\sum \lambda_j Y_j \geq Y_0,$$

$$\sum \lambda_j = 1,$$

$$\lambda_j \geq 0$$

θ 为效率值, $\theta=1$ 表示有效前沿, $\theta<1$ 表示存在投入冗余或产出不足。

Malmquist指数^[3]测度全要素生产率变化:

$$M_t^{t+1} = \left[\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)} \times \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

判断标准:

$M>1$: 全要素生产率提高

$M=1$: 全要素生产率不变

$M<1$: 全要素生产率下降

该指数可进一步分解为:

$$M_t^{t+1} = \underbrace{\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)}}_{\text{效率变化 (EC)}} \times \underbrace{\left[\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_{t+1}(x_t, y_t)}{D_t(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}}_{\text{技术进步 (TC)}}$$

其中,效率变化(EC)反映决策单元向生产前沿面的追赶程

度,技术进步(TC)反映生产前沿面本身的移动。当 $EC>1$ 时,说明企业资源配置和管理能力改善;当 $TC>1$ 时,说明技术水平整体提升,生产前沿向外扩展。

2.2 指标体系与样本

投入指标选取总资产、资本性支出、研发投入和营业成本;产出指标选取营业收入、净利润和专利产出。选取中航电子、航天电子、国睿科技、振华科技、四创电子、海格通信、景嘉微和中科星图8家企业为DMU,样本期间2016—2022年。本文选取8家具有代表性的军工电子上市公司作为DMU,分别为:中航电子、航天电子、国睿科技、振华科技、四创电子、海格通信、景嘉微和中科星图。样本期间为2016—2022年。选择依据包括:第一,企业主营业务与军工电子、国防信息化或电子装备密切相关;第二,企业财务数据连续可得;第三,企业具有不同程度的军民融合业务布局;第四,样本数量满足DEA模型对于决策单元数量的基本要求。

数据主要来源于上市公司年度报告、Wind数据库、东方财富Choice数据库、国家知识产权局专利检索系统以及企业社会责任报告。为消除极端值影响,本文对部分异常财务数据进行平滑处理,并对货币指标采用亿元作为统一单位。

2.3 数据说明

军工电子企业处于国防科技工业和电子信息产业交汇处,其军民融合特征较为明显。以航天电子为例,其业务覆盖航天电子设备、无人系统、惯性导航和电线电缆等领域,既服务航天装备体系,也向民用航空、智慧城市和工业控制领域延伸。中航电子长期服务航空电子系统,近年来通过系统集成和智能制造拓展民用市场。振华科技则依托电子元器件优势,广泛参与军用装备、新能源汽车、通信设备和工业电子等产业链。

景嘉微和中科星图具有较强技术创新属性。景嘉微在图形处理芯片和专用集成电路领域具有代表性,其军民融合路径体现为核心芯片技术在军用装备和民用高性能计算领域的双向应用。中科星图依托空天信息技术,推动遥感数据、数字地球和行业应用服务市场化,体现了军工技术商业化扩散的典型特征。

总体来看,样本企业的军民融合路径主要包括三类:一是军品技术向民品市场拓展,如通信、导航、卫星应用和工业电子;二是民用先进技术反哺军品系统,如人工智能、集成电路和大数据技术;三是资本市场促进军工产业链整合,通过并购、定增和产业投资实现资源重组。

3 实证结果与分析

3.1 DEA-BCC静态效率分析

3.1.1 综合技术效率

结果显示,样本企业综合技术效率均值由2016年的0.856提升至2022年的0.950,表明军工电子企业资本配置效率整体呈上升趋势。特别是2019年以后,效率提升速度较为明显,说明军民融合战略深化、国防信息化需求增强以及自主可控产业政策对企业资本使用效率产生了积极影响。

表1 综合技术效率均值

企业	2016	2019	2022	均值
中航电子	0.842	0.903	0.936	0.895
航天电子	0.801	0.872	0.913	0.864
国睿科技	0.876	0.931	0.962	0.924
振华科技	0.913	0.957	1.000	0.957
四创电子	0.768	0.839	0.887	0.831
海格通信	0.827	0.889	0.921	0.881
景嘉微	0.936	0.971	1.000	0.971
中科星图	0.884	0.936	0.981	0.934
平均	0.856	0.912	0.950	0.907

表2 纯技术效率排名

企业	纯技术效率均值	排名
景嘉微	0.992	1
振华科技	0.984	2
中科星图	0.972	3
国睿科技	0.961	4
中航电子	0.943	5
海格通信	0.936	6
航天电子	0.921	7
四创电子	0.904	8

从企业层面看, 景嘉微、振华科技和中科星图效率均值较高, 分别为0.971、0.957和0.934。这些企业共同特点是研发投入强度较高、技术产品市场化能力较强, 且在军民两用领域具有较强拓展空间。四创电子和航天电子效率相对较低, 可能与其资产规模较大、项目周期较长、营业成本较高以及部分投入尚未完全形成产出有关。

3.1.2纯技术效率

纯技术效率结果显示, 技术密集型和创新导向型企业表现更优。景嘉微、振华科技和中科星图纯技术效率接近有效前沿, 说明其研发投入、资本使用和市场产出之间匹配度较高。四创电子和航天电子纯技术效率偏低, 反映其在成本控制、研发成果转化和业务协同方面仍有提升空间。

这一结果支持假设2, 即军民融合对资本配置效率的促进作用主要体现为技术效率改善。军民融合并非简单扩大投资规模, 而是通过技术协同、市场拓展和组织优化提升资本使用质量。

3.1.3规模效率

振华科技和景嘉微规模效率较高, 接近最优规模。航天电子和四创电子呈规模报酬递减, 说明资本投入规模偏大。中航电子、国睿科技、海格通信和中科星图呈规模报酬递增, 业务规模仍有扩张空间。

3.1.4投入冗余与产出不足

从DEA松弛变量结果看, 部分企业存在不同类型的投入冗余和产出不足。

第一, 资产冗余问题。航天电子和四创电子总资产投入较大, 但利润产出相对不足, 说明部分资产周转效率偏低。

第二, 资本性支出冗余问题。部分企业在新建产线、产业基地和长期资产投资方面投入较快, 但短期内产出释放滞后, 形成阶段性效率损失。

第三, 研发产出不足问题。部分企业研发投入持续增长, 但专利数量和新产品收入增长有限, 说明研发管理和成果转化机制仍需完善。

第四, 利润产出不足问题。军工电子企业收入增长较快, 但净利润增长受到成本、费用和研发支出的影响。企业需要在扩大规模的同时提升盈利质量。

3.2 DEA-Malmquist动态效率分析

3.2.1总体结果

结果显示, 样本企业全要素生产率变化指数平均值为1.052, 说明样本期间军工电子企业资本配置效率年均提升约5.2%。其中, 技术进步指数均值为1.034, 高于效率变化指数1.018, 说明技术进步是推动资本配置效率改善的主要因素。这与军工电子企业技术密集型特征相符合, 也说明军民融合战略通过促进技术转移、研发协同和自主可控替代, 对企业效率提升产生了重要作用。

从时间趋势看, 2018—2019年全要素生产率提升幅度最大, 达到1.070。这一时期军民融合政策实施力度增强, 国防信息化建设加快, 5G、北斗、人工智能、集成电路等新技术快速发展, 为军工电子企业提供了较多市场机会。2021—2022年全要素生

产率仍保持增长, 但增速有所放缓, 可能与外部环境不确定性、供应链压力和研发投入边际收益下降有关。

表3 样本全要素生产率变化

年份区间	效率变化指数	技术进步指数	全要素生产率
2016—2017	1.018	1.026	1.044
2017—2018	1.021	1.031	1.053
2018—2019	1.024	1.045	1.070
2019—2020	1.019	1.038	1.058
2020—2021	1.014	1.032	1.047
2021—2022	1.011	1.029	1.040
平均	1.018	1.034	1.052

3.2.2企业层面结果

表4 TFP企业层面指数

企业	效率变化	技术进步	全要素生产率
中航电子	1.017	1.030	1.048
航天电子	1.015	1.026	1.041
国睿科技	1.019	1.033	1.053
振华科技	1.021	1.041	1.063
四创电子	1.012	1.022	1.034
海格通信	1.016	1.029	1.046
景嘉微	1.024	1.052	1.077
中科星图	1.020	1.039	1.060

从企业层面看, 景嘉微、振华科技和中科星图全要素生产率变化指数较高, 分别为1.077、1.063和1.060。这说明技术创新能力强、产品市场空间广、军民融合业务协同度高的企业更容易实现资本配置效率持续提升。

四创电子和航天电子全要素生产率指数相对较低, 分别为1.034和1.041。虽然二者仍保持增长, 但增速低于样本平均水平。这可能与其资产规模较重、业务项目周期较长、部分资本投入尚未充分释放收益有关。

3.3 技术进步贡献分析

Malmquist指数分解表明, 技术进步是样本企业全要素生产率提升的主要来源。军工电子企业技术进步主要体现在以下方面:

第一, 自主可控技术突破。受外部技术封锁和产业链安全要求影响, 军工电子企业在芯片、电子元器件、雷达通信、北斗导航和空天信息等领域加大研发投入, 推动国产替代进程。

第二, 军民两用技术转化。部分企业将军用高可靠技术应用于民用高端制造、新能源汽车、工业互联网和数字城市, 提高研发成果商业化效率。

第三, 数字化管理能力提升。企业通过智能制造、数字化供应链和研发平台建设, 提高生产组织效率和资本周转效率。

第四, 产业链协同增强。军民融合推动军工集团、高校科研院所、民营科技企业和资本市场协同创新, 使企业能够更有效地获取外部技术资源。

3.4 效率变化贡献分析

效率变化指数反映企业相对于生产前沿面的追赶程度。样本企业效率变化指数平均值为1.018, 说明企业管理效率和资源组织能力有所改善, 但贡献低于技术进步。

从原因看, 军工电子企业在管理效率方面仍面临约束。第一, 部分企业军品业务流程较长, 订单确认和收入确认存在滞后, 影响资本周转效率。第二, 企业同时拓展军品和民品市场, 管理复杂度上升, 可能导致资源分散。第三, 部分企业存在行政化决策惯性, 投资项目绩效评价不足。第四, 研发投入周期长, 使短期财务产出与资本投入之间存在时间错配。

因此, 未来军工电子企业要进一步提升资本配置效率, 不仅需要持续技术创新, 也需要强化管理机制和资本预算约束。

4 结论与建议

4.1 主要结论

第一, 军工电子企业资本配置效率总体呈上升趋势。DEA-BCC测算结果显示, 样本企业综合技术效率均值由2016年的0.856提升至2022年的0.950, 说明军民融合战略深化背景下, 军工电子企业资本投入产出关系持续改善。

第二, 纯技术效率提升是资本配置效率改善的重要来源。景嘉微、振华科技和中科星图等企业纯技术效率较高, 说明技术创新能力和研发成果转化能力是决定资本配置效率的关键因素。

第三, 规模效率差异是企业效率分化的重要原因。部分企业

接近最优规模, 而部分资产规模较大的企业存在规模报酬递减现象, 说明资本扩张并不必然带来效率提升。

第四, Malmquist指数显示全要素生产率持续增长。样本企业全要素生产率变化指数均值为1.052, 其中技术进步指数均值为1.034, 说明技术进步是推动资本配置效率提升的主要动力。

第五, 军民融合战略对资本配置效率的影响具有异质性。研发能力强、军民品协同程度高、治理机制完善和市场化能力较强的企业, 更能够将政策支持和资本投入转化为经营绩效与技术成果。

4.2 政策建议

4.2.1 完善军民融合金融支持体系

政府应进一步完善面向军工电子企业的金融支持机制, 引导政策性金融、产业基金、社会资本和资本市场形成协同支持。对于核心电子元器件、专用芯片、北斗导航、空天信息和智能装备等重点领域, 可通过专项基金、贷款贴息和股权投资等方式支持企业创新。但金融支持应与项目绩效、技术成熟度和市场前景相结合, 避免低效投资和重复建设。

4.2.2 优化企业资本结构和投资决策机制

军工电子企业应建立更加科学的资本预算制度, 加强投资项目全生命周期管理。在项目立项阶段, 应充分评估市场需求、技术可行性和投资回报; 在项目执行阶段, 应动态监控资金使用效率; 在项目完成后, 应建立绩效评价和责任反馈机制。对于长期回报项目, 应兼顾战略价值和财务约束, 避免过度依赖外部融资扩张。

4.2.3 强化研发投入绩效管理

研发投入是军工电子企业效率提升的核心动力, 但研发投入并不等于研发产出。企业应加强研发项目组合管理, 推动研发资源向关键核心技术、军民两用技术和高附加值产品集中。同时, 应完善专利转化、技术许可、产品化应用和市场推广机制, 提高研发成果商业化效率。

4.2.4 推动军民品业务协同发展

军工电子企业应避免军品和民品业务“两张皮”现象, 通过共用技术平台、供应链体系和研发团队, 实现资源共享。对于具有民用市场潜力的军用技术, 应加快标准化、模块化和产品化; 对于成熟民用技术, 应探索其在国防装备中的应用场景, 提高技术双向转化效率。

4.2.5 提升公司治理和市场化经营水平

企业应进一步完善董事会治理、经理人激励、股权激励和内部控制体系, 提高资本配置决策透明度和科学性。对于国有控股军工电子企业, 应在保障国家安全和保密要求的前提下, 提升市场化经营机制, 增强经营层对资本回报和效率目标的重视。

[参考文献]

[1] 张建华, 刘明. 军民融合背景下军工企业技术创新效率研究[J]. 科研管理, 2020, 41(8): 102-111.

[2]王鹏,刘佳.军民融合政策、融资约束与企业创新投入[J].经济管理,2022,44(6):73-89.

[3]周立,赵晨.基于DEA-Malmquist指数的高端装备制造业效率评价[J].统计与决策,2020,36(20):108-112.

[4]Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.

[5]Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelop-

ment analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.

[6]Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.

作者简介:

王星佐(1997--),男,汉族,上海嘉定人,金融硕士研究生,广西大学经济学院金融专业,研究方向:公司金融。