

民航安全生产责任制“权责利”协同失衡的博弈分析及制度优化路径——基于演化博弈视角

张灵

中国南方航空股份有限公司工程技术分公司, 中国·广东 深圳 518000

摘要: 民航安全生产是国家安全生产体系的关键领域, 安全生产责任制“权责利”协同是保障民航运行安全的核心逻辑。当前民航领域部分企业存在责任层层加码、权力边界模糊、利益激励缺位等“权责利”协同失衡问题, 易引发安全管理形式化、基层执行消极等风险。本文基于演化博弈理论, 构建民航监管部门与航空公司的双主体演化博弈模型, 通过复制动态方程分析双方策略选择的演化稳定均衡, 揭示“权责利”协同失衡的内在机理。研究发现, 监管成本过高、责任追究弹性不足、利益激励机制缺失是导致失衡的核心因素。据此, 从权责清单重构、利益激励机制设计、监管体系优化三个维度提出制度优化路径, 为完善民航安全生产责任制提供理论支撑与实践参考。

关键词: 民航安全生产责任制; 权责利协同; 演化博弈

Game analysis and institutional optimization path of the coordinated imbalance of "rights, responsibilities, and interests" in the civil aviation safety production responsibility system: based on the perspective of evolutionary game theory

Zhang Ling

Engineering Technology Branch of China Southern Airlines Co., Ltd., China Guangdong Shenzhen 518000

Abstract: Civil aviation safety production is a key area of the national safety production system, and the coordination of "rights, responsibilities, and interests" in the safety production responsibility system is the core logic to ensure the safety of civil aviation operations. At present, some enterprises in the civil aviation industry have problems such as increasing responsibility layers, blurred power boundaries, and lack of incentives for interests, which can easily lead to risks such as formalized safety management and passive grassroots execution. This article is based on evolutionary game theory to construct a dual subject evolutionary game model between civil aviation regulatory authorities and airlines. By replicating dynamic equations to analyze the evolutionary stable equilibrium of both parties' strategic choices, the internal mechanism of the imbalance of "rights, responsibilities, and interests" coordination is revealed. Research has found that high regulatory costs, insufficient flexibility in accountability, and a lack of incentive mechanisms for benefits are the core factors leading to imbalances. Based on this, institutional optimization paths are proposed from three dimensions: restructuring the list of rights and responsibilities, designing incentive mechanisms for interests, and optimizing the regulatory system, providing theoretical support and practical reference for improving the civil aviation safety production responsibility system.

Keywords: Civil aviation safety production responsibility system; Synergy of rights, responsibilities and benefits; Evolutionary game theory

0 引言

民航业作为技术密集、风险集中的战略性产业, 其安全生产直接关系人民群众生命财产安全与国家经济社会稳定。2021 年《中华人民共和国民用航空法》修订版明确提出“建立健全民航安全生产责任制, 实现权责利相统一”,

将“权责利”协同纳入法律层面的硬性要求。然而, 实践中“权责利”协同失衡问题仍较为突出: 一方面, 部分航空公司将安全责任“层层下压”至基层岗位, 却未同步赋予相应的安全管理决策权与资源调配权, 导致“有责无权”的执行困境; 另一方面, 安全管理成效与利益激励脱钩, 基层员

工因“干多干少一个样、干好干坏一个样”产生消极怠工情绪，而监管部门在“零事故”考核压力下，易采取“一刀切”式监管，进一步加剧企业与监管部门的博弈对抗。

1 民航安全生产责任制“权责利”协同失衡的表现与成因

1.1 “权责利”协同失衡的核心表现

责任与权力错配：航空公司将“安全生产零事故”责任细化至飞行、维修、地勤等基层岗位，但基层员工缺乏对安全流程优化、设备故障处置的决策权。例如，维修人员发现航空器潜在故障时，需层层上报至管理层审批，延误最佳处置时机，形成“有责无权”的执行困境。

利益与责任脱节：多数航空公司的安全激励机制以“无事故”为唯一标准，且激励力度与责任强度不匹配。基层员工承担高额安全责任，却仅能获得微薄的安全奖金，甚至因“非个人原因”的安全事件被追责，导致“责任重、利益轻”的逆向激励。

监管与企业博弈加剧：民航监管部门为降低安全风险，常采取“运动式监管”“罚款式追责”等策略，而航空公司为规避监管处罚，可能采取“虚假整改”“数据造假”等应对手段。例如，部分航空公司在监管检查前临时强化安全流程，检查后恢复原状，形成“监管—应付—再监管”的恶性循环。

1.2 “权责利”协同失衡的成因分析

从制度经济学视角看，“权责利”协同失衡本质是制度设计中“委托—代理”关系的扭曲。民航监管部门作为“委托人”，追求公共安全利益最大化；航空公司作为“代理人”，需平衡安全成本与经营收益，二者目标函数存在差异。具体而言，成因可归结为三点：

信息不对称：航空公司掌握航空器运行、员工操作等一手安全信息，而监管部门仅能通过抽查、报告等方式获取信息，导致监管部门难以准确判断航空公司的安全投入真实情况。

成本收益失衡：航空公司增加安全投入（如更新设备、培训员工）需承担高额成本，而安全收益具有“公共产品属性”（如减少事故对行业的负面影响），个体企业缺乏主动投入的动力；监管部门严格监管需消耗大量人力、物力成本，若监管收益（如降低事故率）未被纳入考核体系，易导致监管“宽松化”。

制度弹性不足：当前民航安全生产责任追究制度以“结果导向”为主，即发生安全事故后才追溯责任，对“未发生事故但存在重大安全隐患”的情况处罚力度不足；同

时，责任划分缺乏差异化，未考虑不同岗位、不同层级的责任边界，导致“责任泛化”与“责任真空”并存。

2 民航监管部门与航空公司的演化博弈模型构建

2.1 模型假设

基于演化博弈理论的核心逻辑，结合民航安全生产责任制的实际场景，提出以下假设：

博弈主体：参与博弈的双方为有限理性主体，分别为民航监管部门（简称“监管方”）和航空公司（简称“企业方”）。

策略空间：监管方的策略集为 { 严格监管, 宽松监管 }，其中“严格监管”指监管方通过现场检查、数据核查等方式全面监督企业安全责任落实，对违规行为严肃追责；“宽松监管”指监管方仅进行常规抽查，对轻微违规行为不予追责。企业方的策略集为 { 合规落实, 违规应付 }，其中“合规落实”指企业按要求完善安全管理体系，实现“权责利”协同；“违规应付”指企业表面落实安全责任，实际减少安全投入、规避安全管理义务。

参数设定：

监管方严格监管的成本为 C_1 ，宽松监管的成本为 C_2 ($C_1 > C_2$)；若企业违规应付时监管方严格监管，可获得上级部门的考核奖励 R ，并对企业处以罚款 F ；若企业违规应付时监管方宽松监管，监管方需承担安全事故后的问责损失 L 。

企业方合规落实的安全投入成本为 I ，可获得安全激励收益 S （如政府补贴、品牌溢价）；违规应付可节省安全投入成本 I ，但若被严格监管查处，需缴纳罚款 F ，且承担安全事故后的声誉损失 M 。

设监管方选择“严格监管”的概率为 x ($0 \leq x \leq 1$)，选择“宽松监管”的概率为 $1-x$ ；企业方选择“合规落实”的概率为 y ($0 \leq y \leq 1$)，选择“违规应付”的概率为 $1-y$ 。

2.1.1 监管方的复制动态方程

监管方选择“严格监管”的期望支付 U_{11} 、选择“宽松监管”的期望支付 U_{12} ，以及群体平均期望支付 U_1 分别为：

$$U_{11} = y(-C_1) + (1-y)(R+F-C_1) = (1-y)(R+F) - C_1$$

$$U_{12} = y(-C_2) + (1-y)(-L-C_2) = -(1-y)L - C_2$$

$$U_1 = xU_{11} + (1-x)U_{12}$$

监管方选择“严格监管”策略的复制动态方程为：

$$\frac{dx}{dt} = x(U_{11} - U_1) = x(1-x)[(1-y)(R+F+L) + (C_2 - C_1)]$$

2.1.2 企业方的复制动态方程

企业方选择“合规落实”的期望支付 U_{21} 、选择“违规应付”的期望支付 U_{22} ，以及群体平均期望支付 U_2 分别为：

$$U_{21} = x(S-I) + (1-x)(S-II) = S-II$$

$$U_{22} = x(-IF-IM) + (1-x)0 = -Ix(F+M)$$

$$U_2 = yU_{21} + (1-y)U_{22}$$

企业方选择“合规落实”策略的复制动态方程为：

$$dtdx = y(U_{21}-IU_2) = y(1-y)[S-I+x(F+M)]$$

2.2 演化稳定策略分析

演化稳定策略 (ESS) 是指群体在演化过程中形成的抗干扰策略，即当某一策略成为 ESS 时，少量个体的策略偏离不会改变群体的策略选择。通过令复制动态方程等于 0，求解博弈的平衡点，并通过雅可比矩阵判断平衡点的稳定性。

2.2.1 求解平衡点

令 $dt dx = 0$ 和 $dt dy = 0$ ，可得博弈的 5 个平衡点： $E_1(0,0)$ 、 $E_2(0,1)$ 、 $E_3(1,0)$ 、 $E_4(1,1)$ 、 $E_5(x_0,y_0)$ ，其中 $x_0 = F+MI-S$ ， $y_0 = 1-R+F+LC_1-C_2$ （仅当 $0 < x_0 < 1$ 、 $0 < y_0 < 1$ 时， E_5 为内点平衡点）。

2.2.2 稳定性判断

通过计算雅可比矩阵在各平衡点的特征值，判断平衡点的稳定性（特征值均为负数时，平衡点为 ESS）。分析结果如下：

$E_2(0,1)$ （监管方宽松监管，企业方合规落实）：当 $S-I > 0$ （企业合规收益大于成本）且 $C_1-C_2 > R+F+L$ （严格监管成本过高）时， E_2 为 ESS。此场景下，企业主动合规，监管方无需严格监管，实现“权责利”协同的理想状态。

$E_3(1,0)$ （监管方严格监管，企业方违规应付）：当 $S-I < 0$ （企业合规收益小于成本）且 $C_1-C_2 < R+F+L$ （严格监管收益大于成本）时， E_3 为 ESS。此场景下，企业因合规无利可图而选择违规，监管方因严格监管收益更高而选择严管，形成“监管—违规”的恶性循环，即“权责利”协同失衡状态。

$E_5(x_0,y_0)$ （内点平衡点）：该平衡点为不稳定点，意味着博弈系统不会长期停留在“部分监管、部分合规”的状态，最终会向 E_2 或 E_3 演化，具体方向取决于参数取值（如合规收益、监管成本、处罚力度等）。

3 民航安全生产责任制“权责利”协同的制度优化路径

基于演化博弈分析结果，“权责利”协同失衡的核心症

结在于企业合规收益不足、监管成本过高、激励机制缺失。因此，需从权责配置、利益激励、监管体系三个维度优化制度设计，推动博弈系统向 E_2 （宽松监管、合规落实）演化。

3.1 重构权责清单：实现“权责对等”的制度基础

层级化权责划分：依据“谁决策、谁负责”原则，将民航安全生产责任按管理层级细化：

高层管理层：承担安全战略决策责任，赋予安全资源调配权（如安全预算审批、设备更新决策权）；

中层管理层：承担安全流程优化责任，赋予安全制度修订权（如岗位操作规范调整权）；

基层员工：承担安全操作执行责任，赋予现场处置权（如航空器小故障应急处置权）。同时，通过《民航安全生产权责划分指南》明确各层级的责任边界，避免“责任泛化”。

动态化权责调整：建立权责清单动态更新机制，根据技术变革（如无人机应用、AI 安检）、政策变化（如新版《民用航空安全管理规定》）及时调整权责内容。例如，针对无人机物流新业态，新增无人机操作人员的安全操作责任与空域申请协助权，确保权责始终匹配。

3.2 设计利益激励机制：破解“利益与责任脱节”的关键

多元化安全激励：改变单一“无事故”激励标准，构建“过程+结果”双维度激励体系：

过程激励：对基层员工的安全建议、隐患排查行为给予即时奖励（如安全积分兑换现金、培训机会）；

结果激励：对航空公司的年度安全绩效（如事故率、隐患整改率）进行评级，给予高级别企业税收减免、航线审批优先等政策优惠，提升企业合规收益（S）。

差异化责任追究：建立“责任与过错匹配”的追责机制，避免“一刀切”式处罚：

对因“故意违规”（如隐瞒故障、违规操作）导致的安全事件，加重处罚力度（提高 F、M）；

对因“客观因素”（如突发天气、设备老化）导致的安全事件，减轻或免于追责，同时给予企业技术支持（如设备更新补贴），降低合规成本（I）。

3.3 优化监管体系：降低“监管成本”的有效手段

数字化监管转型：构建“民航安全大数据平台”，整合航空器运行数据、员工操作记录、隐患排查信息，实现监管信息实时共享。监管方通过数据预警（如航空器故障趋势分析）精准识别高风险企业，减少盲目抽查，降低严

格监管成本 (C1)。

协同化监管模式：引入第三方机构（如安全评估公司、行业协会）参与监管，形成“监管部门 + 第三方 + 企业”的协同监管体系：

第三方机构负责日常安全评估，降低监管部门人力成本；

监管部门聚焦重大安全隐患查处，提高监管效率；

企业通过第三方评估获取安全改进建议，减少违规风险。

4 结语

本文基于演化博弈理论，分析民航监管部门与航空公司的策略选择演化规律，揭示“权责利”协同失衡的内在机理。研究发现，企业合规收益、监管成本、处罚力度是影响博弈均衡的关键因素，当企业合规收益小于成本、监管严格收益大于成本时，系统会陷入“监管 — 违规”的失衡状态。据此提出的“权责清单重构、利益激励设计、监

管体系优化”三维优化路径，可为完善民航安全生产责任制提供实践参考。

未来研究可进一步拓展博弈主体，将基层员工纳入博弈模型，分析“监管方 — 企业方 — 基层员工”的三方演化博弈机制；同时，结合具体案例（如某航空公司安全事故整改过程）进行实证分析，验证制度优化路径的有效性，为民航安全生产“权责利”协同提供更精准的理论支撑。

参考文献：

[1] 霍志勤. 提升民航安全生产中的执行力[J]. 中国民用航空, 2007(12):3.

[2] 李晓光. 航空公司安全管理薄弱环节分析及对策[J]. 中国民用航空, 2004(5):4.

[3] 周兴. 民航机务工作安全运行的思考和建议[J]. 黑龙江科技信息, 2019.

作者简介：张灵（1990.10.9），男，汉族，江西省宜春市，工程师，研究方向：民航客机维修与管理工