

多领域产线成熟度与质量系统适配策略

罗艳芝¹ 刘楚宝¹ 汪新宸² 刘佳兴¹ 向 昌¹

1. 株洲时代新材料科技股份有限公司 湖南 株洲 412007

2. 西南交通大学 四川 成都 611756

【摘 要】：当前制造业格局下，企业在多领域多产品线迅速发展模式下，带来的技术路线多样、供应链复杂、客户标准不一等管理难题，以及各产线质量基础参差不齐形成短板效应，制约了集团整体发展步伐，这些矛盾在统一质量信息化系统推行时尤为突出。系统难以适应不同产线实际状况，成熟度高产线感觉被僵化流程束缚，基础薄弱产线难以达到系统基本要求，最终数据质量下降，使得管理效率难以得到有效提升。针对集团化企业多产线质量成熟度不均衡导致系统落地难题，本文提出一套分层适配解决方案，基于成熟度评估，该方案跳脱传统一刀切实施模式，构建的“核心-扩展-定制”三层架构，可实现系统功能与产线实际能力精准匹配。该分层柔性策略可改善系统落地效果，差异化配置缓解推行阻力，实现全流程可追溯，为持续改进奠定基础，为企业构建可持续发展质量体系提供保障。

【关键词】：多领域多产线管理；成熟度模型；分层架构；质量系统；业务适配

DOI:10.12417/3083-5526.25.11.020

1 引言

新材料行业技术迭代快、产品生命周期短，下游客户对材料性能稳定性、批次一致性与长期可靠性的要求却日益严格^[1]。不少企业通过并购、新建基地等方式快速构建产业网络，以扩大市场、加快供应链响应^[2]。但不同产线在人员、技术、管理基础上存在差异，导致质量文化、流程规范等方面发展不均衡，集团内部质量管理体系容易割裂，影响整体运营效率^[3]。许多集团在推行统一质量管理体系后陷入两难。高成熟度产线认为系统功能有限、流程僵化；低成熟度产线则因操作复杂，出现数据失真、使用率低的问题^[4]。简单通过统一系统整合资源，往往演变为“一刀切”，忽视各产线的客观差异，强行推行单一标准，不仅难以满足实际运营需要，反而容易引发流程僵化、数据质量下滑、员工抵触等问题。

在质量管理领域，成熟度模型为企业提供了清晰的进阶路径，如 CMMI 框架^[5]和 EFQM 卓越模式^[6]。质量信息化系统（QMS）与制造执行系统（MES）则成为推动数字化管理的重要工具^[7-9]。但现有研究多集中于单一产线场景，或侧重成熟度评估、系统实施等特定环节^[10]。对于集团化企业多基地运营，特别是各产线质量水平不均衡的情形下，如何设计兼具统一性与灵活性的管理系统，相关探索仍显不足。

为此，本文构建适用于多产线环境的质量成熟度评估体系，在此基础上提出依据产线成熟度匹配系统功能的差异化方案，并规划循序渐进的实施路径。

2 多领域多产线质量成熟度差异分析

2.1 质量成熟度维度设计与等级划分

为系统评估集团内各产线的质量管理水平差异，借鉴 CMMI 模型，本文提炼出四个关键维度：流程维度、技术维度、人员与文化维度、绩效维度。

基于上述维度，参照 CMMI 五级成熟度模型，将每个维度划分为初始级（L1）、可重复级（L2）、已定义级（L3）、已管理级（L4）和优化级（L5），如表 2-1 所示。

2.2 案例产线成熟度测评与分析

根据评估模型计算各产线在各维度的平均得分，计算公式为：

$$\text{维度得分} = \frac{\sum_{i=1}^5 S_i}{5} \quad \text{公式 1}$$

其中 S_i 为根据补充评分表得到的第 i 个要点的得分。

表 2-2 各产线不同维度得分表

维度	产线 1	产线 2	产线 3	产线 4	产线 5	产线 6
流程维度	3.27	3.56	3.56	3.17	3	3.07
技术维度	3.44	3.13	2.37	2.37	2.63	2.3
人员与文化维度	3.5	3.77	3.47	3.33	3.67	3.07
绩效维度	3.03	3.23	3	2.9	2.07	1.73

产线 1 至 4 整体处于 L3 级，表明已建立系统化的流程体系；产线 5、6 处于 L2 级，流程初步规范，但体系完整性与稳定性仍有提升空间。从各维度看，“人员与文化”得分普遍较高，反映集团质量文化建设已初见成效。然而，“技术”维度成为共同短板，尤其是产线 3、4、6，得分均低于 2.5。“绩效”维度呈现明显分化，产线 5、6 得分偏低，是集团整体质量风险的主要来源。

综上，各产线发展不均衡，呈现“人员文化较好、技术较弱、绩效两极分化”的特点。这种差异化现状决定了“一刀切”的信息化策略难以奏效。

3 质量信息化系统与多产线业务的适配性差距分析

3.1 统一质量信息系统核心功能蓝图

为支持集团质量管理数字化转型，需构建覆盖产品全生命周期的质量信息管理系统。该系统以“进厂—制造—出厂”为主线，从严控供应商准入开始，贯穿来料、制程、成品三大检验节点，实现全过程质量数据采集与监控。一旦出现异常，系统自动触发不合格品处理流程，确保问题从发现到闭环全程可追溯、可分析。通过构建人、机、料、法、环全方位追溯体系，逐步打造透明、协同的质量管理平台。

3.2 基于成熟度的业务需求差异性分析

集团推行统一质量信息系统的主要挑战，源于各产线质量基础不均衡所导致的功能需求分化。如表 3-1 所示，不同成熟度等级的产线对系统的核心诉求存在本质区别。

表 3-1 系统功能需求及典型痛点表

成熟度等级	核心需求	对系统功能的关键期望	典型痛点
L1-L2	规范化、可视化	清晰的操作引导、简单的数据录入、基础报表、不合格品流程标准化	手工记录繁琐易错，流程随意，数据无法分析
L3	系统化、闭环化	全流程数据采集、SPC 基础监控、与 MES 集成、有效的 CAPA 流程	数据孤岛，问题闭环慢，分析依赖人工
L4-L5	智能化、集成化	高级数据分析、预测性预警、跨系统深度集成（ERP）、AI 辅助决策	系统功能受限，无法支撑深度分析与战略决策

对于起步阶段的产线，系统应聚焦于实现管理“可视化”与“规范化”，帮助其夯实质量数据基础。而对已建立完善体系的产线，则需更注重系统“智能化”与“协同化”，提供实时监控、智能诊断等高级功能。若忽视这一差异，强行推行统一系统，容易陷入“高的不够用、低的用不好”的困境。

3.3 主要适配性差距识别

在集团推进统一质量信息系统的过程中，系统与各产线实际需求之间容易出现脱节。成熟度较高的产线常感觉系统功能不足，尤其在深度分析与跨系统集成方面；而基础较弱的产线则认为系统过于复杂，许多高阶功能用不上。

与此同时，统一的标准化流程难以适配不同产品领域对质量管控的多元要求，容易造成执行与流程“两张皮”。各产线长期使用不同的数据标准和编码规则，也给集团层面的数据整合带来现实阻碍。此外，在管理水平偏低的产线，员工因习惯改变和技能不足而对新系统产生抵触，无形中增加了落地风险。

4 面向成熟度差异的质量信息化解决方案

4.1 解决方案总体架构：“核心-扩展-定制”三层模型

为解决集团内部质量管理水平参差不齐与系统标准化要求之间的矛盾，本文提出“核心-扩展-定制”三层架构方案。这套方案的核心在于在统一战略与灵活运营之间建立一种动态平衡。

核心标准层是所有产线必须遵守的统一底线，涵盖产品与供应商主数据规范、基础业务流程及关键绩效指标体系，相关数据强制同步至集团数据中心。扩展功能层提供可灵活配置的模块库，各产线可根据自身成熟度自主选择启用相应功能。定制开发层则为高成熟度或有特殊合规要求的产线开放 API 接口，支持其在统一平台上进行个性化应用开发，但所有定制应用需经审核并确保数据回传至统一数据库。这套架构既守住了质量管理的统一底线，又为不同发展阶段的产线提供了个性化空间。

4.2 分阶段实施路径规划

为确保方案平稳落地，规划了循序渐进的四阶段推进路径，第一阶段为试点验证，选取高、中、低三种成熟度的代表性产线，验证架构可行性、收集反馈以完善方案。第二阶段为核心推广，在所有产线强制推行核心功能层，统一基础数据标准和关键业务流程。第三阶段为扩展赋能，依据各产线的成熟度评估结果分批次引导启用扩展功能模块，并建立“质量信息化辅导员”机制。第四阶段为生态优化，通过建立创新激励机制与“最佳实践分享平台”，鼓励先进产线输出特色应用与经验，逐步培育持续改进的质量管理数字生态。

4.3 变革管理与能力提升配套措施

推进质量管理数字化转型，系统搭建只是基础，成败关键在于人员的接受度与能力。

一是构建分层培训体系，针对不同成熟度产线各有侧重。L1-L2 重在基础与操作，L3 侧重流程优化与数据分析，L4-L5 则聚焦系统配置与创新应用。二是建立绩效挂钩机制，将系统使用覆盖率、数据准确率、问题闭环率等纳入考核。三是各产线培育既懂业务又懂系统的内部专家，赋予其辅导职责，通过他们带动周边同事，逐步形成支撑持续改进的中坚力量。

5 预期效益与风险评估

5.1 预期效益分析

这套针对多产线差异化需求的质量管理解决方案，预计将为集团带来可观的价值。

在可量化效益方面，通过流程标准化与缺陷预防，整体质量成本有望降低 10%-20%。成熟度较低的产线，一次合格率可在 1 至 2 年内提升超过 10%。同时，全流程追溯体系与高效的 CAPA 机制，可使客户投诉处理周期缩短约 30%。

在无形效益方面，该方案有助于实现战略协同与灵活运营的平衡。透明化的质量数据看板将推动形成数据驱动的决策文化。可靠的质量数据与完善的追溯能力，也能有效增强客户信任、巩固品牌形象。

5.2 潜在风险与应对策略

推进过程中需重点关注几类风险。一是资源保障风险，可通过详实的投资回报分析，争取高层持续支持。二是产线接受度风险，尤其是低成熟度产线容易将新系统视为额外负担，可通过建立常态化沟通机制、用试点成功案例增强说服力。三是技术平台风险，应优先选择平台化、模块化的质量管理体系，确保其具备良好的开放性与扩展性。

参考文献：

[1] 项奏国,江山昱,卢兴娜,等.基于可靠性的汽车研发体系质量管控研究[J].质量与认证,2025,(S2):9-19.

[2] 郭潇.卓越绩效模式是企业运营的核心抓手[J].中国商人,2025,(22):241-243.

[3] 王俊.数据驱动的复杂装备质量控制研究[D];哈尔滨工业大学,2021.

[4] 施可登吴.,司徒敏.质量管理信息系统(QMS)的开发及应用探讨[J].华东电力,2003,(05):25-27.

[5] 郭波.基于 CMMI 模型的 X 公司软件质量管理改进研究[D];东北财经大学,2024.

[6] 毕鹏翔,刘小军,胡斌,等.EFQM 卓越模型及其发展[J].上海质量,2023,(02):59-65.

[7] 范魁元.质量管理信息化系统（QMS）产品发展趋势研究[J].中国战略新兴产业,2025,(32):29-31.

[8] 罗晶晶,尚保玉,谢福权.数字化转型战略背景下基于 MES+QMS+6σ 的过程质量预防研究与应用[J].建设机械技术与管理,2023,36(05):100-104+113.

[9] 张国伟,蒋鹏磊,李会月.制造执行系统与 ERP 系统集成策略及实践[J].现代信息科技,2025,9(18):143-147.

[10] 马雪.QMS 系统设计及关键性能适应性优化措施[J].中国信息界,2025,(06):176-178.

6 总结与展望

面对多产线质量信息化困境，关键在于承认各产线在质量基础上的客观差异。通过构建多维度成熟度评估模型，将差异量化，为差异化管理提供依据；以“核心-扩展-定制”三层架构为主线，配合“试点-推广-优化”的推进路径，在集团统一管理与产线灵活运营之间找到可行平衡。这一思路推动质量系统从“一刀切”向“因厂施策”转变，也为高端制造、生物医药等行业应对多产线管理挑战提供了可参考的框架。

展望未来，可利用数字孪生技术在系统部署前对各产线流程进行仿真；引入 AI 与机器学习，实现跨产线质量数据的自动分析与风险预警；结合工业互联网平台，构建“云边协同”的数据中台，支持跨企业、跨供应链的质量协同治理。这些探索有望推动集团质量管理从“差异化协同”迈向“智能化生态”。