

汽车新产品开发中DFMEA在质量风险识别中的应用分析

杨 燕 武 迈 金 丹

陕西重型汽车有限公司 陕西 西安 710200

摘 要：DFMEA（设计失效模式及影响分析）在汽车新产品开发中是质量风险识别的关键工具。本文分析其应用价值，包括提升产品质量、降低成本、缩短周期及增强企业竞争力。阐述其在系统识别失效模式、评估影响与严重程度、分析原因与频度、考量控制措施与探测度、计算RPN并排序、制定改进措施及跟踪更新等环节的具体应用。同时指出应用中存在团队协作不畅、信息收集不全、评估主观性强、措施落实不到位等问题，并提出加强团队建设、完善信息系统、规范评估标准、强化跟踪监督等对策，为汽车新产品开发的质量风险管控提供参考。

关键词：汽车新产品；开发中；DFMEA；质量风险；识别应用

引言：随着汽车行业竞争加剧及消费者对产品质量要求提升，新产品开发中的质量风险管控成为企业核心任务。DFMEA作为一种前瞻性的风险分析方法，通过在设计阶段系统梳理潜在失效模式及其影响，为提前规避质量隐患提供科学依据。在汽车新产品开发中，其不仅能有效识别从零部件到系统层面的潜在风险，还能通过量化评估推动针对性改进，减少后期返工成本与时间损耗。本文围绕DFMEA在汽车新产品开发质量风险识别中的应用展开，探讨其重要性、具体实施环节、现存问题及解决对策，旨在为优化开发流程、提升产品可靠性提供实践指导，助力企业在激烈市场竞争中占据优势。

1 DFMEA在汽车新产品开发中的重要性

1.1 提高产品质量

在汽车座椅研发中，运用DFMEA识别潜在失效模式。例如，座椅骨架焊接点不牢，可能导致座椅强度不足，在车辆碰撞时危及乘客安全。通过DFMEA，工程师在设计阶段对焊接工艺进行优化，增加焊点数量与强度测试环节，确保骨架稳固。对于座椅面料，考虑到长期使用易磨损，选用高耐磨材料，并对其进行模拟老化试验。经DFMEA全面分析与改进，座椅质量显著提升，降低了售后因质量问题的投诉率，为消费者提供安全、耐用的产品，保障了整车的高质量交付。

1.2 降低开发成本

某汽车品牌开发新车型的制动系统时，借助DFMEA分析。传统制动管路设计易出现泄漏，若在量产后面临大量召回维修，成本巨大。利用DFMEA，提前发现该问题，重新设计管路走向与连接方式，选用优质密封材料，虽然在设计阶段投入了一定成本，但避免了后期

大规模召回、维修以及因品牌形象受损导致的销量下滑损失。据统计，通过DFMEA优化制动系统，节省了约30%的潜在质量成本，有效降低了产品全生命周期的总成本，提升了企业经济效益。

1.3 缩短开发周期

在新能源汽车电池管理系统开发中，DFMEA发挥了关键作用。开发团队运用DFMEA识别出电池温度传感器布局不合理这一潜在失效模式，可能导致电池过热却无法及时察觉，影响电池寿命与车辆安全。基于此，迅速调整传感器布局方案，在设计阶段就解决问题，避免了后期因传感器问题导致的设计变更、重新测试等环节。原本预计因传感器问题需额外花费2个月进行整改，通过DFMEA提前优化，开发周期得以缩短，使产品能更快推向市场，抢占先机。

1.4 增强企业竞争力

某知名车企在新款SUV车型开发中全面应用DFMEA。在悬挂系统设计上，识别出减震器阻尼调节失效这一潜在失效模式，会影响车辆行驶舒适性与操控稳定性。通过DFMEA，改进减震器设计，增加冗余保护机制。该车型上市后，凭借卓越的行驶质感，收获大量消费者好评，销量远超同级别竞品。相比未充分运用DFMEA的车企，该企业产品质量更可靠、性能更优越，在市场中脱颖而出，提升了品牌形象与市场份额，增强了综合竞争力^[1]。

2 DFMEA在汽车新产品开发质量风险识别中的应用

2.1 系统识别潜在失效模式

在汽车新产品开发中，系统识别潜在失效模式是DFMEA应用的首要环节，需覆盖从零部件到整车系统的

全链条。开发团队需基于产品设计图纸、技术规范及功能要求,结合类似车型的历史失效数据、行业常见问题及用户反馈,梳理各环节可能出现的失效形式。例如,在动力系统设计中,需识别发动机异响、变速箱换挡顿挫等具体失效;在电子控制系统中,需关注传感器信号延迟、软件程序漏洞等潜在问题。识别过程需采用结构化方法,按“系统—子系统—零部件”的层级逐级拆解,确保无遗漏。可借助 FMEA 手册中的失效模式清单、故障树分析(FTA)等工具辅助分析,同时组织设计、制造、售后等多部门人员开展头脑风暴,从不同视角补充潜在风险。

2.2 评估失效影响及严重度

在汽车新产品开发中,系统识别潜在失效模式是 DFMEA 应用的首要环节,需覆盖从零部件到整车系统的全链条。开发团队需基于产品设计图纸、技术规范及功能要求,结合类似车型的历史失效数据、行业常见问题及用户反馈,梳理各环节可能出现的失效形式。例如,在动力系统设计中,需识别发动机异响、变速箱换挡顿挫等具体失效;在电子控制系统中,需关注传感器信号延迟、软件程序漏洞等潜在问题。识别过程需采用结构化方法,按“系统—子系统—零部件”的层级逐级拆解,确保无遗漏。可借助 FMEA 手册中的失效模式清单、故障树分析(FTA)等工具辅助分析,同时组织设计、制造、售后等多部门人员开展头脑风暴,从不同视角补充潜在风险。

2.3 分析失效原因及发生频度

在汽车新产品开发中,系统识别潜在失效模式是 DFMEA 应用的首要环节,需覆盖从零部件到整车系统的全链条。开发团队需基于产品设计图纸、技术规范及功能要求,结合类似车型的历史失效数据、行业常见问题及用户反馈,梳理各环节可能出现的失效形式。例如,在动力系统设计中,需识别发动机异响、变速箱换挡顿挫等具体失效;在电子控制系统中,需关注传感器信号延迟、软件程序漏洞等潜在问题。识别过程需采用结构化方法,按“系统—子系统—零部件”的层级逐级拆解,确保无遗漏。可借助 FMEA 手册中的失效模式清单、故障树分析(FTA)等工具辅助分析,同时组织设计、制造、售后等多部门人员开展头脑风暴,从不同视角补充潜在风险。

2.4 评估现有控制措施及探测度

在汽车新产品开发的 DFMEA 应用中,评估现有控制措施及探测度是关键环节。需针对已识别的潜在失效模式,梳理当前设计阶段已采取的预防与探测手段,如仿

真测试、原型试验、设计验证计划等,分析其能否有效规避或发现失效。同时,按统一标准评估探测度,即现有措施发现失效的能力。例如,通过计算机仿真提前识别结构应力集中问题,其探测度相对较高;而仅依赖人工目测检查装配误差,探测度则较低。需将探测度量化为 1-10 分(分值越高,探测能力越弱),为后续风险优先数计算提供依据,确保对控制措施的评估科学且可量化。

2.5 计算风险优先数(RPN)并排序

风险优先数(RPN)是 DFMEA 中用于综合衡量潜在失效模式风险水平的关键指标,其通过整合失效模式的严重程度、出现概率以及被现有措施发现的难易程度得出,能直观反映不同失效模式的风险差异。得到 RPN 后,需对所有潜在失效模式按其风险水平进行排序。排序时,通常将风险水平高的失效模式放在优先位置,以便团队集中精力处理。不过,排序并非仅依据单一的量化结果,还需结合实际情况调整,比如对于可能危及安全的失效模式,即便其综合风险水平略低,也会被优先关注。通过这样的排序,可确保有限的资源被用于解决最关键的风险问题,提升质量风险管控的针对性和效率。

2.6 制定并实施改进措施

基于风险优先数排序结果,针对高风险的潜在失效模式制定针对性改进措施。这些措施需聚焦于降低失效的严重程度、减少发生概率或提升探测能力,例如优化零部件设计以增强结构稳定性、改进生产工艺以减少误差,或升级检测设备以提高隐患识别效率。在实施过程中,需明确责任主体、时间节点和资源支持,确保措施落地。同时,加强跨部门协作,设计部门、生产部门及质量管控部门需同步联动,及时沟通实施中的问题并调整方案。通过精准施策,推动高风险项的风险水平下降,从设计源头减少质量隐患,为产品可靠性提供保障。

2.7 跟踪改进效果并更新DFMEA

在改进措施实施后,需持续跟踪其对风险的改善效果。通过对比措施实施前后潜在失效模式的相关情况,判断风险是否得到有效降低。可借助设计验证、试验检测等方式收集数据,验证改进措施的实际作用,确保其达到预期目标。同时,根据跟踪结果及时更新 DFMEA 文件。将已解决的风险项标注状态,对未达预期的项目重新分析原因并调整措施,新增在跟踪过程中发现的潜在失效模式及应对方案。这一动态更新过程能保证 DFMEA 始终与产品开发进度同步,为后续阶段的质量风险识别提供准确、及时的依据,形成闭环管理^[2]。

3 DFMEA 应用过程中存在的问题及对策

3.1 存在的问题

3.1.1 团队协作不够顺畅

DFMEA 需设计、工程、制造等多部门协同,但各团队往往专注于自身领域,缺乏跨部门沟通机制。例如,设计团队可能忽视制造环节的可行性,而生产部门也未及时反馈工艺限制。此外,团队成员职责划分模糊,易出现推诿现象,导致分析进度滞后,难以形成全面的风险识别视角,影响 DFMEA 的系统性与准确性。

3.1.2 信息收集不全面

信息来源局限于内部历史数据,缺乏对行业案例、竞品失效模式及供应链信息的整合。例如,对新型电子零部件的潜在风险,因缺乏供应商提供的可靠性数据,难以全面评估。同时,对市场反馈的用户使用场景信息收集不足,导致部分实际使用中可能出现的失效模式被遗漏,影响风险识别的完整性。

3.1.3 风险评估主观性强

风险评估依赖团队成员经验判断,缺乏统一量化标准。不同成员对同一失效模式的严重度、发生频度评分差异较大,例如,设计工程师可能低估某项失效对用户体验的影响,而市场人员则可能高估。这种主观性导致风险优先数(RPN)计算偏差,使高风险项被忽视,低风险项被过度关注,影响评估结果的客观性。

3.1.4 措施落实不到位

虽制定了改进措施,但缺乏明确的责任主体与时间节点。例如,针对某零部件强度不足的问题,仅笼统要求“优化设计”,未指定具体负责人及完成期限。同时,后续缺乏跟踪机制,无法确认措施是否执行及效果如何,导致部分高风险项的改进停留在纸面上,未能真正消除潜在隐患。

3.2 解决对策

3.2.1 加强团队建设

针对团队协作不畅的问题,需建立跨部门协作机制。明确设计、工艺、质量、采购等部门在 DFMEA 中的职责,通过定期联合会议同步进展,避免信息孤岛。同时,开展 DFMEA 专项培训,提升成员对协作重要性的认知,培养“全局思维”。例如,组建由多部门骨干组成的核心分析小组,赋予其统筹协调权,确保各环节衔接顺畅,减少推诿现象,提升团队协作效率与 DFMEA 分析的全面性。

3.2.2 完善信息管理系统

为解决信息收集不全面的问题,需构建一体化信息管理平台。整合企业内部历史失效数据、测试报告,同时对接行业数据库、供应商信息系统及市场反馈渠道,实现信息实时共享。例如,通过系统自动抓取竞品召回案例、用户投诉中的失效模式,为 DFMEA 分析提供外部参考;要求供应商按标准提交零部件可靠性数据,确保新型部件风险评估有依据,提升信息收集的完整性与时效性。

3.2.3 规范风险评估标准

针对风险评估主观性强的问题,需制定量化评估准则。明确严重度、发生频度、探测度的分级标准及评分依据,例如将“严重度”分为 1-10 级,对应“无影响”到“危及生命安全”的具体场景,并附实例说明。引入交叉评估机制,同一失效模式由至少两名不同部门成员独立评分,若差异过大则启动复核,结合历史数据校准结果,减少人为主观偏差,提升风险评估的客观性与一致性。

3.2.4 加强措施跟踪和监督

为避免措施落实不到位,需建立全流程跟踪机制。对每项改进措施明确责任部门、负责人及完成时限,录入管理系统并设置节点提醒。定期召开措施落地评审会,核查进度,对滞后项分析原因并督促整改。例如,采用“措施完成率”“风险降低幅度”等指标考核成效,将结果与部门绩效挂钩;DFMEA 文件需随措施实施动态更新,确保改进效果可追溯,真正实现风险闭环管理^[3]。

结束语

综上所述,DFMEA 在汽车新产品开发的质量风险识别中发挥着不可替代的作用。它通过系统梳理潜在风险、推动针对性改进,为产品质量筑牢防线,同时助力企业降本增效、提升竞争力。尽管应用中存在团队协作、信息管理等问题,但通过科学对策可逐步优化。随着汽车技术不断迭代,DFMEA 需持续适配新场景,强化动态管理与跨领域融合。

参考文献

- [1]陈云亮.浅谈如何提高汽车新产品开发阶段的质量[J].时代汽车.2020(02): 90-93.
- [2]李卫东.汽车零部件联合新产品开发的质量管理探究[J].企业技术开发.2021(23): 134-136.
- [3]陈云亮. 浅谈如何提高汽车新产品开发阶段的质量[J]. 时代汽车, 2020, No.326(02):15-16.