

失效模式与后果分析

*Potential Failure Mode
and Effects Analysis*

FMEA
Third Edition



潜在失效模式及后果分析 (FMEA) 参考手册

本文件等效于 SAE J-1739 技术内容。实施 QS-9000 的供方公司应该采用潜在失效模式及后果分析(FMEA)

第一版 1993 年 2 月出版

第二版 1995 年 2 月出版

第三版 2001 年 7 月出版

©1993, ©1995, ©2001 版权由戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司所有

英文版为正式版本, 中文版为翻译版。购买英文手册, 请联系:

Automotive Industry Action Group

262200 Lahser Road, Suite 200

Southfield, MI 48034 USA

Phone: 1-248-358-3003

Fax : 1-248-358-3253

或

Carwin Continuous

Unit 1, Trade Link

Western Avenue, West Thurrock

Phone: 44-1-708-861-333

Fax : 44-1-708-861-941

QS-9000 及相关手册中文版修订工作小组

方俭	品士公司-台北
任德昌	品士公司-台北
钟樱珍	品士公司-台北
马至聪	品士公司-北京
孙玲玲	品士公司-北京
刘菁	品士公司-北京
俞琼	品士公司-北京
唐詠	品士公司-上海
桂诗海	品士公司-上海
李锦幽	品士公司-重庆
余丽红	品士公司-重庆
胡永红	品士公司-重庆
蒋玉峰	品士公司-重庆

中文繁体版台湾地区总经销

品士股份有限公司

地址：台北市 111 天母北路 87 巷 12 号 1 楼

电话：+886 2 2873 2327，传真：+886 2 2876 3122

Email: plexus@plexus.org.tw

Website: <http://www.plexus.org.tw>

中文简体版大陆地区总经销

北京品士质量管理顾问有限公司

地址：北京市海淀区学院路蓟门饭店 3508 室

电话：+86 10 6203 5170，传真：+86 10 6200 5456

Email: info@plexus.com.cn

Website: <http://www.plexus.com.cn>

AIAG 服务专线：+1 248 358 3003

前言

第一版及第二版

本参考手册及报告格式是由戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司的失效模式及后果分析 (FMEA) 工作组编写的。这项工作是在美国质量控制协会 (ASQC) 汽车部门和汽车工业行动集团 (AIAG) 主持下进行的。

ASQC / AIAG 授权将戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司在其各自的供方质量系统中应用的参考手册、程序、报告格式和技术术语进行标准化处理。因此, 供应商在其设计 / 生产过程中应用 FMEA 技术时, 应该采用经戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司批准和认可的本手册及报告格式。

过去, 戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司各有指南和格式来确保供方 FMEA 的符合性。这些指南和格式的差异导致了对供方资源的额外要求。为了改善这种状况, 戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司同意编写这本手册, 并通过 AIAG 发行。负责手册编写的工作组由福特汽车公司的 George Baumgartner 领导。

本手册提供了准备 FMEA 的总体指南, 并没有给出如何完成每一 FMEA 项目的具体说明, 这些具体工作应由每一 FMEA 小组来完成。本手册也并非综合性的 FMEA 的参考资料或培训材料。

虽然这些指南意在涵盖所有在设计阶段或过程分析中通常发生的情况, 但还是不能避免一些问题的出现。这些问题应直接向顾客的供方质量保证部门 (SQA) 反映。如果不知如何与有关 SQA 部门联系, 则顾客的采购部的采购人员可提供帮助。

特别工作组衷心感谢戴姆勒克莱斯勒汽车公司副总裁 Thomas T. Stallkamp、福特汽车公司副总裁 Norman F. Ehlers 和通用汽车公司副总裁 J. Ignacio Lopez de Arriortua 的领导和参与; 感谢 AIAG 在本手册的开发、出版和发行中所提供的帮助。以及特别工作组负责人 Russ Jacobs (戴姆勒克莱斯勒)、Steve Walsh (福特)、Dan Reid (通用) 的指导; 感谢 ASQC 汽车部门读物组的协助, 该小组由 Tripp Martin (Peterson Spring) 领导, 对本手册的技术内容及准确性进行了审查并在格式和内容方面做出了有价值的贡献。由于本手册的制定是要满足汽车工业的特殊需要, 因此, ASQC 方针和程序中定义的自发性标准过程未在制定中采用。

额外的影印本可由 AIAG 取得, 和 / 或在供方内部使用的许可部分影印本, 可经由 AIAG (248-358-3003) 取得。

前言

第三版

FMEA 第三版 (QS-9000) 是戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司的供方所使用的参考手册,为协助他们在开发设计和过程 FMEA 提供了指导方向。本手册意图澄清有关 FMEA 开发上的技术问题。

本手册符合供方质量要求推动小组 (Supplier Quality Requirements Task Force) 的授权,将戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司在其各自的供方质量系统中应用的参考手册、程序、报告格式和技术术语进行标准化处理。由于 FMEA 第三版手册是用来提供给供方的泛用指导,本手册并不规定要求,它意图在设计阶段或过程分析阶段准备 FMEA 的时候,提供涵盖了一般情况的概括指导。

本手册等同于 SAE J1739 为设计和过程 FMEA 的技术。然而,他并不包含机械装置的 FMEA 应用。对机械装置 FMEA 方面有兴趣,可以参考 SAE J1739 的相关范例。

供方质量要求工作小组感谢下列每个人,和他们的公司,他们贡献时间和努力开发了 FMEA 新版手册或较早的版本。

第三版

Kevin A. Lange – DaimlerChrysler

Steven C. Leggett – General Motors Corporation

Beth Baker – AIAG

较早版本

Howard Riley – DaimlerChrysler

George R. Baumgartner – Ford Motor Company

Lawrence R. McCullen – General Motors

Robert A. May – Goodyear

Tripp Martin – Peterson Spring

Mark T. Wrobbel – DaimlerChrysler

Rebecca French – General Motors

Mary Ann Raymond - Bosch

William Ireland – Kelsey-Hayes

此外,供方质量要求工作小组感谢下列在 SAE J1739 工作小组的个人,他们在这次改版中对技术的变更和改进,有卓越的贡献。

William D. Carlson – DaimlerChrysler

Glen R. Vallance - Ford Motor Company

Carl S. Carlson - General Motors Corporation

戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司拥有本手册的所有著作权。额外的影印本可经由 AIAG, Southfield Michigan (248-358-3003) 取得。戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司的供应链组织可以拥有在本手册中所使用的表格影印许可。

目 录

	页码
概要.....	1
概述.....	1
什么是 FMEA.....	1
手册格式.....	1
FMEA 的实施.....	2
跟踪.....	4
设计 FMEA.....	7
简介.....	9
顾客的定义.....	9
小组努力.....	9
设计 FMEA 的开发.....	10
1) FMEA 编号.....	13
2) 系统、子系统或零部件的名称及编号.....	13
3) 设计责任.....	13
4) 编制者.....	13
5) 车型年度 / 项目.....	13
6) 关键日期.....	13
7) FMEA 日期.....	13
8) 核心小组.....	15
9) 项目 / 功能.....	15
10) 潜在失效模式.....	15
11) 潜在失效后果.....	15
12) 严重度(S).....	17
推荐的 DFMEA 严重度评价准则.....	19
13) 分类.....	19
14) 潜在失效起因 / 机理.....	19
15) 频度(O).....	21
推荐的 DFMEA 频度评价准则.....	23
16) 现行设计控制.....	23
17) 探测度(D).....	25
推荐的 DFMEA 探测度评价准则.....	27
18) 风险顺序数(RPN).....	27
19) 建议措施.....	29
20) 对建议措施的责任.....	29
21) 采取的措施.....	31
22) 实施结果.....	31
跟踪行动.....	31
过程 FMEA.....	33
简介.....	35
顾客的定义.....	35
小组努力.....	35

目 录 - 续

过程 FMEA 的开发	37
1) FMEA 的编号	37
2) 项目	39
3) 过程责任	39
4) 编制者	29
5) 车型年度 / 项目	39
6) 关键日期	39
7) FMEA 日期	39
8) 核心小组	39
9) 过程功能 / 要求	39
10) 潜在失效模式	39
11) 潜在失效后果	41
12) 严重度(S)	41
推荐的 PFMEA 严重度评价准则	43
13) 分类	45
14) 潜在失效起因 / 机理	45
15) 频度(O)	47
推荐的 PFMEA 频度评价准则	49
16) 现行过程控制	49
17) 探测度(D)	51
推荐的 PFMEA 探测度评价准则	53
18) 风险顺序数(RPN)	53
19) 建议措施	55
20) 对建议措施的责任	57
21) 采取的措施	57
22) 实施结果	57
跟踪行动	57

附 录

A 设计 FMEA 质量目标	59
B 过程 FMEA 质量目标	60
C 设计 FMEA 方块示意图示例	61
D 设计 FMEA 标准表格	62
E 设计 FMEA 示例	64
F 系统 FMEA	65
G 过程 FMEA 标准表格	68
H 过程 FMEA 示例	70
I 建议的过程 FMEA 频度评价准则和 Ppk 值	71
词汇	72

概要

概述

本手册介绍了潜在失效模式及后果分析 (FMEA) 的概念, 给出了运用 FMEA 技术的通用指南。

什么是 FMEA

FMEA 可以描述为一组系统化的活动, 其目的是: (a) 发现和评价产品 / 过程中潜在的失效及其失效后果; (b) 找到能够避免或减少这些潜在失效发生的措施; (c) 将上述整个过程文件化。它是对设计过程的更完善化, 以明确必须做什么样的设计和过程才能满足顾客的需要。

所有 FMEA 的重点在于设计, 无论是用在设计产品或过程。

手册格式

为便于使用, 本参考手册将 FMEA 的编制说明分为两个不同的部分: 即设计 FMEA 和过程 FMEA。

本手册应该在供方进行 QS-9000 或等同的质量系统的实施中使用, FMEA 小组可以使用在本手册所列出的指导, 以便于在实际情况中能发挥最大效益。

FMEA 的实施

由于尽可能的持续改进产品和过程是企业普遍的趋势，所以使用 FMEA 作为专门的技术应用，以识别并帮助减少潜在的隐忧一直是非常重要的。对车辆抱怨的研究结果表明，全面实施 FMEA 能够避免许多抱怨事件的发生。

适时性是成功实施 FMEA 的最重要因素之一，它是一个“事发前”的行为，而不是“后见之明”的行动。为达到最佳效益，FMEA 必须在设计或过程失效模式被无意地纳入产品或过程之前进行。事先花时间适当地完成 FMEA 分析，能够更容易、低成本地对产品 / 过程进行修改，从而减轻事后修改的危机。FMEA 能够减少或消除因进行预防 / 纠正而带来更大损失的机会。FMEA 小组应该有充分的沟通和整合。

图 1 描述了一个 FMEA 应该被执行的程序，它并不只是简单的把表格填满的案例，而是进一步理解 FMEA 的程序，以消除风险和计划能确保顾客满意的适当控制。

当 FMEA 被展开，会有三种基本的案例。每个案例都有不同的领域和重点：

案例 1：新设计、新技术或新过程。该 FMEA 的领域是完成设计、技术或过程。

案例 2：修改现有的设计或过程（假设现有的设计或过程已经有一个 FMEA）。该 FMEA 的领域应该在于修改设计或过程，有可能因为某修改和市场上历史反映而有交互影响。

案例 3：在一个新的环境、地点或应用上，利用了现有的设计或过程（假设现有的设计或过程已经有一个 FMEA）。该 FMEA 的领域是对现有的设计或过程在新环境或地点上的影响分析。

虽然在 FMEA 的编制工作中，必须明确的指派每个人的职责，但是 FMEA 的输入还是应该依靠小组努力。小组应该由知识丰富的人员所组成（如：对设计、分析 / 测试、制造、装配、服务、回收再利用、质量及可靠度等方面的工程人员）。FMEA 由相关负责组织中的工程师所组成，其可以是 OEM（如：生产最终产品、供方，或分包方）。

潜在 失效模式及后果分析顺序

子系统 功能要求	潜在失效模式	潜在失效后果	严重度 (S)	分类	潜在失效起因 / 机理	频度 (O)	现行控制		探测度 (D)	风险顺序数 R.P.N.	建议措施	责任和目标 完成日期	措施执行结果				
							预防	探测					采取的措施	严重度 (S)	频度 (O)	探测度 (D)	R.P.N.
		影响是什么?			起因是什么?						可以做什么? - 设计变更 - 过程变更 - 特别的控制 - 标准、程序或指南的更改						
					其发生的几率为何? 这有可能被 预防和探测 吗? 探测它的方法 有多好?												

图 F1. FMEA 过程程序

去比较一个小组的 FMEA 评价和另一个小组的 FMEA 评价是不恰当的，即使该产品 / 过程呈现了相同的情境；由于每个小组的所在环境是独一无二的，因此各自将会有个别的评价（如：评价是主观的）。

建议针对 FMEA 质量目标（见附录 A 和附录 B）采取 FMEA 评审，并包括管理者评审。

跟踪

采取有效的预防 / 纠正措施，以及针对这些行动的跟踪是需要的，但不用过分强求。应该和所有被影响的单位沟通措施行动。一个彻底周详考虑和充分开发的 FMEA 如果没有实际且有效的预防 / 纠正措施，则其价值将有限。

担当责任的工程师负责确保所有的建议措施都已经实施或充分说明。FMEA 是一份动态文件 (living document)，应该始终反映出最终的评估，以及最终的适当措施，包括那些在开始生产之后所发生的措施。

担当责任的工程师有许多方式来确保那些建议措施被实施，他们包括，但不局限于：

- a. 评审设计、过程和图样，以确保建议措施已经被实施，
- b. 确认该项变更编入设计 / 组装 / 制造文件中，以及，
- c. 评审设计 / 过程 FMEA、特别的 FMEA 应用和控制计划。

潜在
设计失效模式及后果分析
(设计 FMEA)

简介

设计 FMEA 主要是由负责设计的工程师 / 小组采用的一种分析技术, 用来保证在可能的范围内已充分地考虑到, 并指明各种潜在的失效模式及其相关的起因 / 机理。应该评估最终的产品以及每个与之相关的系统、子系统和零组件。FMEA 以其最严密的形式总结了设计一个零部件、子系统或系统时, 一个工程师和设计小组的设计思想 (包括: 根据以往的经验教训, 对可能出现问题的项目的分析)。这种系统化的方法体现了一个工程师在任何设计过程中正常经历的思维过程, 并使之规范化、文件化。

设计 FMEA 能够通过以下几方面支持设计过程, 以降低失效风险:

- 有助于对设计要求和设计方案进行客观评价;
- 有助于制造、装配、服务和回收要求的最初设计;
- 提高在设计 / 开发过程中, 考虑潜在失效模式及其对系统和车辆运行影响的可能性;
- 为全面、有效的设计试验和开发项目的策划, 提供更多的信息;
- 根据潜在失效模式对“顾客”的影响, 对其进行分级列表, 进而建立一套设计改进、开发和验证试验的优先控制系统;
- 为建议和跟踪降低风险的措施, 提供一个公开的讨论形式;
- 为将来分析研究售后市场关切情况、评价设计更改及展开更先进的设计提供参考 (如: 学到的经验)。

顾客的定义

设计 FMEA 中“顾客”的定义, 不仅仅是指“最终使用者”, 还包括负责车辆设计或更高一级装配过程设计的工程师 / 小组, 以及在生产过程中负责制造、装配和售后服务的工程师。

小组努力

在最初的设计 FMEA 过程中, 负责设计的工程师被预期能够直接地、主动地联系所有有关部门的代表。这些专家和负责的领域应该包括, 但不限于: 装配、制造、设计、分析 / 试验、可靠性、材料、质量、服务和供方, 以及负责下一个较高阶或低阶的组装、系统、子系统或零组件的设计部门。FMEA 应该成为促进相关部门间充分交换意见的催化剂, 从而提高整个集体的工作水平。

设计 FMEA

除非负责工程师具有 FMEA 和小组协助经验,在活动中拥有一位有经验的 FMEA 专家以协助该小组是有一定帮助的。

设计 FMEA 是一份动态文件,且应该:

- 在一个设计概念最终形成之时或之前开始,
- 在产品开发各阶段中,当设计有变更或获得信息增加时,要及时、不断地修改,以及
- 在最终在产品加工图样完成之前全部结束。

考虑到制造/装配的要求是相互联系的,设计 FMEA 在体现设计意图的同时,还要保证制造/装配能够实现设计意图。对于制造或装配过程中可能发生的潜在失效模式和/或其起因/机理,当过程 FMEA 已包括了它们的识别、后果和控制时,则不需包含在设计 FMEA 中,但也可包含。

设计 FMEA 不是靠过程控制来克服设计中潜在的缺陷,但的确要考虑制造/装配过程中技术的/物质的限制。例如:

- 必要的拔模斜度
- 表面处理的限制
- 装配空间/工具可加工性
- 钢材硬度的限制
- 公差/过程能力/性能

设计 FMEA 也可以考虑到产品维护(服务)和回收利用技术的/物质的限制。例如:

- 工具的可获得性
- 诊断能力
- 材料分类符号(回收利用)

设计 FMEA 的开发

负责设计的工程师拥有许多用于设计 FMEA 准备工作的文件。设计 FMEA 的开始将从列出设计希望做什么?及不希望做什么?如设计意图。顾客要求和需求—可能是通过质量功能开展(QFD)、车辆要求文件、已知的产品要求和/或制造/装配/服务/回收利用要求等来源,应该综合地考虑。期望特性的定义越明确,就越容易识别潜在的失效模式,以采取预防/纠正措施。

设计 FMEA 应该从系统、子系统或零部件的框图开始分析。

设计 FMEA

附录 C 给出了一个框图的示例。这个方框图也可指示出信息、能量、力、流体等的流程。其目的在于明确对于框图的交付内容（输入），框图中过程的执行（功能），以及来自框图的交付内容（输出）。

框图说明了分析中包括的各项目之间的主要关系，并建立了分析的逻辑顺序。用于 FMEA 准备工作的这种框图的文件应该随附于 FMEA。

为了便于将潜在的失效及其后果的分析和流程形成文件化，已设计出专用表格，见附录 D。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____ 系统
 X 子系统
 _____ 零部件: 01.03 车身密封 (2) 设计责任: 车身工程师 (3)
 车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5) 关键日期: 9x, 03, 01 (6)
 核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工) (8)

FMEA 编号: 1234 (1)
 页码: 第 1 页 共 1 页
 编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)
 FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因/机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防 设计控制 (16)	现行探测 设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险 顺序 数 RPN (18)	建议 措施 (19)	责任 和目标 完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员 免受天气、 噪音、 碰撞的影响 • 车门附件， 如后视镜、 门铰链、门 锁、及门窗 升降器等的 固定支撑。 • 提供适当 的表面处理 项目 • 涂装及轻 微的修整	车门内板下 部腐蚀	车门寿命 降低，导致： • 因漆面生 锈，使客 户对外观 不满 • 损害车 门内附件之 功能	7		车门内板之上 方边缘保护蜡 喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速 腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验)， 上方喷涂规格提 高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定 不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速 腐蚀试验 就蜡层厚度进行 设计试验分析	结合试验对 蜡的上方边 缘的验证， A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果(试验号 1481)显示要求的 厚度是合适的，设 计试验分析显示 要求的厚度在 25%范围内变化。 可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验 室试验 — 报告 编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻 止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷 头进行设计辅助 调查	8	280	增加小组评价， 利用正式量产喷 蜡设备和特定的 蜡	车身工程和 装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果，在 受影响的区域增 加 3 个排气孔	7	1	3	21		
			7		车门板之间空 间不够，容不下 喷头作业	4		喷头作业的图样 评定	4	112	利用辅助设计模 型和喷头进行小 组评价	车身工程和 装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入 口合适	7	1	1	7		

范例

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

- 1) FMEA 编号 填入 FMEA 文件编号, 以便查询。
注: 见表 1, 提供了项目 1-22 的范例。
- 2) 系统、子系统或零部件名称及编号 注明适当的分析级别并填入所分析系统、子系统或零部件的名称、编号。FMEA 小组成员必须对这构成的系统、子系统或零组件, 决定其特定的活动。实际的裁决其分界范围为系统、子系统或零部件, 且必须被 FMEA 小组所设定。下列提供了说明, 并在附录 F 提供了一些例子。

系统 FMEA 的范围

一个系统可以被视为由多个子系统所组成, 这些子系统通常由不同小组所设计。有些典型的系统 FMEA 可能涵盖了下列系统: 底盘系统、发动机系统或内饰系统等。然而, 系统 FMEA 的重点是确保所有的接口与互动都涵盖了整个由不同子系统所组成的系统, 以及与其他车辆系统和顾客的互相影响。

子系统 FMEA 的范围

一个子系统 FMEA 一般是一个较大系统的子组。例如, 前悬吊系统是底盘系统的一个子组。然而, 子系统 FMEA 的重点是确保所有的接口与互动都涵盖了整个由不同零组件所组成的子系统。

零组件 FMEA 的范围

一个零组件 FMEA 一般重点是在于一子系统的子组的 FMEA。例如, 支撑架是前悬吊 (其是底盘系统的一个子系统) 的零组件。
- 3) 设计责任 填入整车厂 (OEM)、部门和小组。如果适用, 还要包括供方的名称。
- 4) 编制者 填入负责 FMEA 准备工作的工程师姓名、电话和所在公司的名称。
- 5) 车型年度 / 项目 填入将使用和 / 或将被分析的设计影响的预期车型年度 / 项目 (如果已知的话)。
- 6) 关键日期 填入 FMEA 初次预定完成的日期, 该日期不应该超过计划的量产设计发布的日期。
- 7) FMEA 日期 填入编制 FMEA 原始稿的完成日期及最新修订的日期。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____ 系统

FMEA 编号: 1234 (1)

× 子系统

页码: 第 1 页 共 1 页

_____ 零部件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工厂)

(8)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防设计控制 (16)	现行探测设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 RPN (18)	建议措施 (19)	责任和目标完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员免受天气、噪声、侧碰撞的影响 • 车门附件, 如后视镜、门铰链、门锁、及门窗升降器等的固定支撑。 • 提供适当的表面处理项目 • 涂装及轻微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证, A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的。设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化, 可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 — 报告编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	5		8	280	增加小组评价, 利用正式量产喷蜡设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果, 在受影响的区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21
			7		车门板之间空间不够, 容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4		4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7
范例																			

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

- 8) 核心小组 列出被授权以确定和 / 或执行任务的责任个人和部门名称 (建议所有小组人员的姓名、部门、电话、地址等, 都记录在一张分发表上)。
- 9) 项目 / 功能 填入将被分析项目的名称和其他适当的信息 (如编号、零件等级等)。利用工程图纸上标明的名称并指明设计等级。在最初发布之前 (如在概念形成阶段), 应该使用临时性编号。
- 填入时, 用尽可能简洁的文字来说明被分析项目要满足设计意图的功能, 包括该系统运行的环境相关信息 (如指定温度、压力、湿度范围、设计寿命等)。如果该项目有多种功能, 且有不同的失效模式, 要把所有功能都单独列出。
- 10) 潜在失效模式 所谓潜在失效模式是指系统、子系统或零部件有可能未达到或未完成在项目 / 功能栏中所描述设计意图的种类 (如预期的功能丧失)。这潜在失效模式可能是更高一级子系统或系统的潜在失效模式的起因, 也可能是比它低一级的零部件潜在失效模式的后果。
- 对一个特定项目及其功能, 列出每一个潜在失效模式。前提是这种失效可能发生, 但不是一定发生。建议将以往运行不良 (TGW, things-gone-wrong) 的研究、关注点、问题报告以及小组的“头脑风暴”的评审作为出发点。
- 潜在失效模式可能只发生在特定的运行环境条件下 (如热、冷、干燥、灰尘等), 以及在特定的使用条件下 (如超过平均里程、不平的路段、仅在城市行驶等), 应该都考虑。
- 典型的失效模式可以是, 但不局限于下列情况:
- | | |
|--------------|------------|
| 破碎 | 变形 |
| 松动 | 泄漏 |
| 粘结 | 氧化 |
| 断裂 | 无法传递扭力 |
| 滑动 (无法保持全扭力) | 无法支撑 (构造的) |
| 支撑不足 (构造的) | 粗糙的接合 |
| 脱离过快 | 信号不适当 |
| 间歇信号 | 无信号 |
| EMC/RFI | 漂移 |

注: 应该用“物理的”、专业性的术语来描述潜在失效模式, 而不同于顾客所见的现象。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

系统

× 子系统

零组件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

FMEA 编号: 1234 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

编制者: A. Tate - x6412 - 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender - 汽车产品部、C. Childers - 制造部、J. Ford - 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工厂)

(8)

项目 (9)	功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因/机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防 设计控制 (16)	现行探测 设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险 顺序 数 RPN (18)	建议 措施 (19)	责任 和 目标 完成日 (20)	措施执行结果 (22)					
														采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N	
左前车门 H8HX-000 0-A	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	车门内板上方边缘保护蜡喷涂太低	7			6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate - 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28	
				7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 - 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	A. Tate - 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的, 设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化, 可以接受	7	2	2	28	
				7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 - 报告编号: 1265	2	28	无							
				7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	8	280	增加小组评价, 利用正式量产喷蜡设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果, 在受影响区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21	
				7		车门板之间空间不够, 容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7	
范例																			

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

11) 潜在失效后果

潜在失效的后果就是失效模式对功能的影响，就如顾客感受的一样。

要根据顾客可能发现或经历的情况来描述失效的后果，要记住顾客可能是内部的顾客，也可能是外部最终的顾客。要清楚地说明该失效模式是否会影响到安全性，或与法规不符。该后果应该依据所分析的具体系统、子系统或零部件来说明。还要记住不同级别的系统、子系统和零件之间还存在着系统层次上的关系。比如，一个零件的断裂可能引起总成件的振动，从而导致系统运行的中断。这种系统运行的中断会引起性能下降，最终导致顾客的不满。因此就需要根据小组的知识程度，尽可能预见失效的后果。

典型的失效后果可能是，但不局限于：

噪音	粗糙
运行不稳	无法运作
外观不良	不适的异味
不稳定	运行减损
间歇运行	发热
泄漏	定期的不符合

12) 严重度(S)

严重度是对一个已假定失效模式的最严重影响的评价等级。严重度是在单独 FMEA 范围内的一个比较级别。要减少失效严重度级别数值，只能通过设计变更来实现。严重度应该使用表 2 的指南来评价：

推荐的评价准则

小组应该对评价准则与级别系统有一致的共识，即使是对个别的产品分析而对准则作了修改（见表 2）。

注：对级别数值为 9 和 10，不建议修改其判定准则。当某失效模式的严重度的级别为 1 时，不应该再被分析。

注：高严重度级别有时候通过设计修改来降低，其能抵销或减轻失效产生的严重度。例如，“降低胎压”能减轻突然爆破的严重度，“安全带”可以减轻车辆撞击的严重度。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

系统 _____ FMEA 编号: 1234 (1)
 × 子系统 _____ 页码: 第 1 页 共 1 页
 零组件: 01.03 车身密封 (2) 设计责任: 车身工程师 (3) 编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)
 车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5) 关键日期: 9x, 03, 01 (6) FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)
 核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工 /) (8)

18

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 13	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防设计控制 (16)	现行探测设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 RPN (18)	建议措施 (19)	责任和目标完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员免受天气、噪音、侧碰撞的影响 • 车门附件, 如后视镜、门铰链、门锁、及门窗升降器等的固定支撑。 • 提供适当的表面处理项目 • 涂装及轻微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证, A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的。设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化, 可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 — 报告编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	8	280	增加小组评价, 利用正式量产喷漆设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果, 在受影响的区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21		
			7		车门板之间空间不够, 容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7		
范例																			

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

12) 严重度(S) (续)

表 2. 推荐的 DFMEA 严重度评价准则

后果	判定准则: 后果的严重度	级别
无警告的严重危害	严重级别很高。潜在失效模式影响车辆安全运行和 / 或包含不符合政府法规情形。失效发生时无预警。	10
有警告的严重危害	严重级别很高。潜在失效模式影响车辆安全运行和 / 或包含不符合政府法规情形。失效发生时有预警。	9
很高	车辆 / 系统无法运行 (丧失基本功能)。	8
高	车辆 / 系统能运行, 但性能下降。顾客很不满意。	7
中等	车辆 / 系统能运行, 但舒适性 / 方便性方面失效。顾客不满意。	6
低	车辆 / 系统能运行, 但舒适性 / 方便性方面性能下降。顾客有些不满意。	5
很低	装配和外观 / 尖响声和卡塔响声不符合要求, 多数顾客发现有缺陷 (多于 75%)。	4
轻微	装配和外观 / 尖响声和卡塔响声不符合要求, 50% 的顾客发现有缺陷。	3
很轻微	装配和外观 / 尖响声和卡塔响声不符合要求, 有辨识能力的顾客发现有缺陷 (少于 25%)。	2
无	没有可识别的影响	1

13) 分类

本栏位可用来对需要附加设计或过程控制的零部件、子系统或系统的任何特殊产品特性等级加以分类 (如关键、主要、重要、重点等)。

如果小组发现这是有帮助的或内部管理的需求, 本栏位还可用来为工程评审强调其高优先的失效模式。

特殊产品或过程特殊特性符号及其使用是由特定的公司政策所规定, 在本文中不另做标准化。

14) 潜在失效起因 / 机理

所谓潜在失效起因是指一个设计弱点的迹象, 其结果就是失效模式。

在尽可能发生的范围内, 列出对每个失效模式的所有可以想到的失效起因和 / 或机理。应该尽可能简明扼要、完整地将起因 / 机理列出来, 使得对相应的起因能采取适当的纠正措施。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____ 系统

FMEA 编号: 1234 (1)

× 子系统

页码: 第 1 页 共 1 页

_____ 零部件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x. 03. 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8(, 03, 22 (修订) 8(, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender - 汽车产品部、C. Childers - 制造部、J. Ford - 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工厂)

(8)

项目 (9)	功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防 设计控制 (16)	现行探测 设计控制 (16)	探测 度 (D) (17)	风险 顺序 数 RPN (18)	建议 措施 (19)	责任 和目标 完成日 (20)	措施执行结果 (22)							
														采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N			
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员 免受天气、 噪声、侧 碰撞的影响 • 车门附件， 如后视镜、 门铰链、门 锁、及门窗 升降器等的 固定支撑。 • 提供适当的 表面处理项目 • 涂装及轻 微的修整	车门内板下 部腐蚀	车门寿命 降低，导致： • 因漆面生 锈，使客户 对外观不满 • 损害车门 内附件之 功能	车门内板之 上方边缘保护 蜡喷涂太低	7			6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速 腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481号试验)， 上方喷涂规格提 高 125mm	7	2	2	28			
				7			4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速 腐蚀试验 就蜡层厚度进行 设计试验分析	结合试验对 蜡的上方边 缘的验证。 A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果(试验号 1481)显示要求的 厚度是合适的。设 计试验分析显示 要求的厚度在 25%范围内变化。 可以接受	7	2	2	28			
				7			2		物理和化学试验 室试验 — 报告 编号: 1265	2	28	无									
				7			5		混入的空气阻 止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷 头进行设计辅助 调查	8	280	增加小组评价， 利用正式量产喷 蜡设备和特定的 蜡	车身工程和 装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果，在 受影响的区域增 加 3 个排气孔	7	1	3	21
				7			4		车门板之间空 间不够，容不 下喷头作业	4		喷头作业的图样 评定	4	112	利用辅助设计模 型和喷头进行小 组评价	车身工程和 装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入 口合适	7	1	1	7

范例

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

14) 潜在失效起因 / 机理 (续)

典型的失效起因可包括, 但不局限于下列情况:

规定的材料不正确
设计寿命估计不足
压力过大
润滑能力不足
维修保养说明不适当
演算法不适当
维修保养说明错误
软件规范错误
表面加工规范错误
流程规范错误
规定的磨擦材料不当
过热
规定的公差不当

典型的失效机理可包括, 但不局限于:

屈服
疲劳
材料不稳定
蠕变
磨损
腐蚀
化学性氧化
电位移

15) 频度(O)

频度是指在设计的寿命中某一特定失效起因 / 机理发生的可能性。描述频度级别数是重在其含义, 而不是具体的数值。通过设计更改或设计过程更改 (如设计查检表、设计评审、设计指南) 来预防或控制该失效模式的起因 / 机理是降低频度级别数的唯一途径 (见表 3)。

潜在失效起因 / 机理出现频度的评估分为 1 到 10 级, 在确定这个估计值时, 应该要考虑下列问题:

- 类似零部件、子系统或系统的维修服务历史 / 经验如何?
- 零部件是否为沿用或相似于以前版本的零部件、子系统或系统?
- 相对先前版本的零部件、子系统或系统, 所作的变更有多显著?
- 是否与先前版本的零部件有根本不同?
- 是否是全新的零部件?
- 零部件的用途有无变化?
- 有哪些环境改变?
- 针对该用途, 是否作了工程分析 (如可靠度) 来估计其预期可比较的频度?
- 是否加入了预防控制?

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

系统

× 子系统

零部件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

FMEA 编号: 1234 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8(, 03, 22 (修订) 8(, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装厂)

(8)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防 设计控制 (16)	现行探测 设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险 顺序 数 RPN (18)	建议 措施 (19)	责任 和 目标 完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员 免受天气、 噪音、侧碰 撞的影响 • 车门附件， 如后视镜、 门铰链、门 锁、及门窗 升降器等的 固定支撑。 • 提供适当的 表面处理项 目 • 涂装及轻 微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低，导致： • 因漆面生锈，使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验)，上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证。 A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的。设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化。可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 — 报告编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	5		8	280	增加小组评价，利用正式量产喷漆设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果，在受影响区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21
			7		车门板之间空间不够，容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4		4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7
范例																			

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

15) 频度(O) (续)

一个一致的频度级别系统应该确保其能持续的被使用。频度级别数是在 FMEA 范围中的一个比较的等级,其可能无法反映出真实发生的可能性。

推荐的评价准则

小组应该对一个评价准则和级别系统有一致的共识,即使是对个别的产品分析而对准则作了修改(见表 3)。发生度应该使用表 3 的指南来评价。

注: 级别为 1 的数值是为“极低:失效不太可能发生”所保留。

表 3. 推荐的 DFMEA 频度评价准则

失效发生可能性	可能的失效率	级别
很高: 持续性发生的失效	≥ 100 件 / 每千辆车	10
	50 件 / 每千辆车	9
高: 反复发生的失效	20 件 / 每千辆车	8
	10 件 / 每千辆车	7
中等: 偶尔发生的失效	5 件 / 每千辆车	6
	2 件 / 每千辆车	5
低: 相对很少发生的失效	1 件 / 每千辆车	4
	0.5 件 / 每千辆车	3
极低: 失效不太可能发生	0.1 件 / 每千辆车	2
	≤ 0.010 件 / 每千辆车	1

16) 现行设计 控制

列出预防措施、设计确认 / 验证 (DV) 或其它活动,这些活动的完成或承诺将确保该设计对于所考虑的失效模式和 / 或机理来说是充分的。现行的控制方法(比如设计评审、如减压阀的失效 / 安全设计、数学研究、台架 / 试验室试验、可行性评审、样件试验、道路试验、和使用试验等)指的是那些已经用于或正在用于相同或相似设计中的那些方法。小组应该一再的把重点放在设计控制的改进上:例如,在实验室进行新系统试验、或创建新的系统模型化运算法等。

下列有两种类型的设计控制特性可考虑:

预防: 预防失效起因 / 机理或失效模式的出现,或减少它们的频度,

探测: 在该项目投产之前,以任何解析的或物理的方法,查出失效或失效模式的起因 / 机理。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

系统

FMEA 编号: 1234 (1)

X 子系统

页码: 第 1 页 共 1 页

零部件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

编制者: A. Tate - x6412 - 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 / 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender - 汽车产品部、C. Childers - 制造部、J. Ford - 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工厂) (8)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防设计控制 (16)	现行探测设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 RPN (18)	建议措施 (19)	责任和目标、完成日 (20)	措施执行结果 (22)							
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N			
左前车门 H8HX-000 0-A 上、下车 保护乘员免受天气、噪声、侧碰撞的影响 车门附件，如后视镜、门铰链、门锁、及门窗升降器等的固定支撑。 提供适当的表面处理项目 涂装及轻微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低，导致： • 因漆面生锈，使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate - 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验)，上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28			
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 - 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证， A. Tate - 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的，设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化，可以接受	7	2	2	28			
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 - 报告编号: 1265	2	28	无									
			7		渗入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	8	280	增加小组评价，利用正式蜡产喷蜡设备和特定的蜡	7	280	增加小组评价，利用正式蜡产喷蜡设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果，在受影响区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21
			7		车门板之间空间不够，容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7
范例																				

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

16) 现行设计 控制 (续)

如有可能, 优先运用第 1 种的预防控制方法, 让预防控制方法作为设计意图的一部分, 因为其将影响到最初的频度; 最初的探测度将基于对失效起因 / 机理探测、或对失效模式探测的设计控制。

对设计控制, 在本手册中的设计 FMEA 表中有两个栏位, 其有助于小组对这两种设计控制能有清楚的辨识 (如将预防控制和探测控制区分为两个栏位), 这将是对于两种设计控制已经做了考虑的一种快速的目视确定。这两个栏位格式的使用是更好的方式。

注: 在此所举出的例子, 很清楚的看到小组并未鉴别出任何预防控制, 这可能是由于预防控制没有被用在相同或相似的设计上。

如果一个栏位 (对设计控制) 的格式被使用, 则应该采用下列的方式: 对预防控制, 每一项列出的预防控制前要注明一个 'P'; 对探测控制, 每一项列出的探测控制前要注明一个 'D'。

一旦这设计控制被鉴别, 如果任何频度等级被更改时, 要评审所有的预防控制以供确认。

17) 探测度(D)

探测度是结合了列在设计控制中最佳的探测控制等级。探测度是在单独 FMEA 范围中的一个比较的等级。为了取得较低的探测度数值, 计划的设计控制 (如确认、和 / 或验证等活动) 需要不断地改进。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

系统

× 子系统

零组件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

FMEA 编号: 1234 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

编制者: A. Tate - x6412 - 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 / 4 门/旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender - 汽车产品部、C. Childers - 制造部、J. Ford - 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装厂) (8)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防设计控制 (16)	现行探测设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 RPN (18)	建议措施 (19)	责任和目标完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 1. 下车 • 保护乘员免受天气、噪音、侧碰撞的影响 • 车门附件, 如后视镜、门铰链、门锁、及门窗升降器等的固定支撑。 • 提供适当的表面处理项目 • 涂装及轻微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate - 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 - 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证。 A. Tate - 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的。设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化, 可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 - 报告编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	8	280	增加小组评价, 利用正式量产蜡设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果, 在受影响的区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21		
			7		车门板之间空间不够, 容不下喷头作业	4		喷头作业的困难评定	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7		
范例																			

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

推荐的评价准则

小组应该对一个评价准则和级别系统有一致的共识，即使是对个别的产品分析而对准则作了修改。

适当的在设计开发过程中加入预防控制是最好的，并且愈早愈好。

注： 作成探测度级别之后，小组应该评审频度级别，并确保该频度级别仍是适当的。

频度应该使用表 4 的指南来评价。

注： 级别为 1 的数值是为“几乎肯定”所保留。

表 4. 推荐的 DFMEA 探测度评价准则

探测度	评价准则：被设计控制探测的可能性	级别
绝对 不肯定	设计控制将不能和 / 或不可能找出潜在的起因 / 机理及后续的失效模式；或根本没有设计控制	10
很极少	设计控制只有很极少的机会能找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	9
极少	设计控制只有极少的机会能找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	8
很少	设计控制有很少的机会能够找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	7
少	设计控制有较少的机会能找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	6
中等	设计控制有中等机会能找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	5
中上	设计控制有中上多的机会能找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	4
多	设计控制有较多的机会能找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	3
很多	设计控制有很多机会能够找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	2
几乎肯定	设计控制几乎肯定能够找出潜在起因 / 机理及后续的失效模式	1

18) 风险顺序数(RPN) 风险顺序数是产品严重度(S)、频度(O)和探测度(D)的乘积。

$$(S) \times (O) \times (D) = RPN$$

在单独的 FMEA 范围之内，该值（1 至 1000 之间）可被用来对设计中关注的等级排序。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____系统

× 子系统

_____零组件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x. 03. 01 (6)

核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工厂) (8)

FMEA 编号: 1234 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

项目 (9)	功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因/机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防 设计控制 (16)	现行探测 设计控制 (16)	探 测 度 (D) (17)	风险 顺 序 数 RPN (18)	建议 措施 (19)	责任 和 目标 完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
														采取的措施 (21)	严重度	频度	探 测 度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	7			6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速 腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
				7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速 腐蚀试验 就蜡层厚度进行 设计试验分析	结合试验对 蜡的上方边缘的验证, A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果(试验号 1481)显示要求的 厚度是合适的, 设计 试验分析显示要 求的厚度在 25%范围内变化, 可以接受	7	2	2	28		
				7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验 室试验 — 报告 编号: 1265	2	28	无								
				7		混入的空气阻止蜡进入边角/边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助 调查	8	280	增加小组评价, 利用正式量产喷 蜡设备和特定的 蜡	车身工程和 装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果, 在 受影响的区域增 加 3 个排气孔	7	1	3	21		
				7		车门板之间空间不够, 容不下 喷头作业	4		喷头作业的图样 评定	4	112	利用辅助设计模 型和喷头进行小 组评价	车身工程和 装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入 口合适	7	1	1	7		

范例

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

19) 建议措施

为预防 / 纠正措施的工程评审应该对高严重度、高 RPN 值和其他被指定的项目，视为首要注意方向。任何纠正措施的意图是要减少下列的级别：严重度、频度和探测度。

在一般的实施中，不论 RPN 大小如何，当严重度为 9 或 10，必须要赋予特别注意，以确保通过现存的设计控制或预防 / 纠正措施已经满足了该风险。在所有的状况下，当一个已被鉴别的潜在失效模式的后果可能对最终使用者产生危害的时候，应该考虑预防 / 纠正措施，以排除、减轻或控制该起因来避免失效模式的发生。

在对 9 或 10 等级严重度特别的关切之后，小组继续针对其他的失效模式，满足减少严重度、频度，然后探测度的目的。

措施行动应该考虑，但不局限于下列：

- 修改设计几何尺寸和 / 或公差，
- 修改材料规范，
- 试验设计（特别是在多种或相互作用的起因存在时），或其他解决问题的技巧，以及
- 修改试验计划。

建议措施主要的目的是经由设计改进来增加顾客满意度。

只有设计修改才能使严重度级别减小。要降低频度级别只能通过设计修改来消除或控制一个或多个失效模式的起因 / 机理来实现。增加设计确认 / 验证措施只能减小探测度级别。增加设计确认 / 验证措施是一项不会令人满意的工程措施，因为它不是针对失效模式的严重度或频度。

如果工程评审对某一特定的失效模式 / 起因 / 控制组合没有建议措施，则在此栏内填写“无”。

20) 对建议措施 的责任

把负责对每一项建议措施执行的组织和个人名称，及预计完成的日期填写在本栏中。

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____ 系统

FMEA 编号: 1234 (1)

× 了系统

页码: 第 1 页 共 1 页

_____ 零部件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

编制者: A. Tate — x6412 — 车身工程师 (4)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装厂) (8)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因/机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防设计控制 (16)	现行探测设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 RPN (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员免受天气、噪音、侧碰撞的影响 • 车门附件, 如后视镜、门铰链、门锁、及门窗升降器等的固定支撑。 • 提供适当的表面处理项目 • 涂装及轻微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证, A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的。设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化。可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 — 报告编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	8	280	增加小组评价, 利用正式量产喷蜡设备和特定的蜡	8x, 11, 15	车身工程和装总部门	基于试验结果, 在受影响区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21	
			7		车门板之间空间不够, 容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	8x, 09, 15	车身工程和装总部门	评定评价显示入口合适	7	1	1	7	
范例																			

表格 1. 设计 FMEA

设计 FMEA

- 21) 采取的措施 当实施一项措施后，简要记录具体的措施和生效日期。
- 22) 措施执行后的 RPN 当确定了预防 / 纠正措施后，估算并记录措施执行结果的严重度、频度及探测度数值。计算并记录 RPN 的结果。如没采取什么纠正措施，将相关的等级栏空白即可。
- 所有的更改后的等级都应该被评审。而且如果有必要考虑进一步的措施，重复该分析。重点应该随时放在持续改进上。

跟踪行动

负责设计的工程师负责确保所有的建议措施已被实施或已妥善地落实。FMEA 是一个动态文件，它不仅应该随时体现最新的设计版本，还应该体现最新的有关纠正措施，包括开始量产后发生的事件

负责设计的工程师有几种方式来确保已经鉴别了所顾虑的问题以及建议措施的实施，这些方式包括但不局限于下列情况：

- 确保达到设计要求；
- 评审工程图样和规范；
- 确认与装配 / 制造文件的结合和一致性；
- 评审过程 FMEA 和控制计划。

潜在
制造和装配过程
失效模式及后果分析
(过程 FMEA)

简介

过程 FMEA 主要是由负责制造的工程师 / 小组采用的一种分析技术, 用来保证在可能的范围内已充分地考虑到并指明潜在失效模式及其相关的起因 / 机理。一个 FMEA 以其最严密的形式总结了小组进行过程设计时的设计思想 (包括根据经验和过去的错误, 对一些项目的分析)。这种系统化的方法体现了一个工程师在任何制造策划过程中正常经历的思维过程, 并使之规范化。

过程 FMEA:

- 确定该过程的功能和要求,
- 确定潜在的失效产品和过程相关的失效模式,
- 评审潜在失效对顾客的影响,
- 确定潜在的制造或装配过程失效的起因, 及在为频度减少或失效情况探测而关注的控制过程变量,
- 确定出在重点过程控制上的变量,
- 展开潜在失效模式的等级表, 然后建立一个预防 / 纠正措施的优先系统, 以及
- 将制造或装配过程的结果编制成文件。

顾客的定义

过程 FMEA 中对“顾客”的定义, 一般应该是指“最终使用者”, 但也可以是后续或下游制造或装配作业、服务工作、以及政府法规。

小组努力

在最初的过程 FMEA 开发中, 负责的工程师被预期的能够直接地和主动地联系所有部门的代表。这些部门应该包括但不局限于: 设计、装配、制造、材料、质量、服务、供方以及负责下一道装配的部门。过程 FMEA 应该成为促进不同部门之间充分交换意见的催化剂, 从而提高整个小组的工作水平。

除非负责工程师具有 FMEA 和小组协助经验, 在活动中拥有一位有经验的 FMEA 专家以协助该小组是有一定帮助的。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车(5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制

R. James - 生产部 J. Jones - 维修部

(8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.
为覆盖车门内侧面, 车门下层面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	280	给喷嘴枪加装深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在线上检查喷嘴枪	7	2	5	70
										使喷嘴作业自动化	制造工程 9x, 12, 15	由于同一条线上, 不同的门具复杂程度不同, 因此拒绝该项					
					喷头堵塞 - 精度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定精度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无							
			7		喷嘴时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷嘴范围	7	392	安装喷嘴定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷嘴定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

简介（续）

过程 FMEA 是一份动态文件，应该起始于：

- 在可行性分析阶段或之前开始，
- 在为生产的工装准备之前，
- 要考虑从个别零组件到总成的所有制造作业。

在新车型或零组件项目的制造策划阶段中，及早对新过程或修改的过程进行评审和分析，能够促进预测、解决或监控潜在过程问题。

过程 FMEA 假定所设计的产品会满足设计要求。设计缺陷所产生的潜在失效模式也可能包含在过程 FMEA 中，它们的后果及避免措施由设计 FMEA 来涵盖。。

过程 FMEA 并不是依靠产品设计变更来克服过程缺陷的，但它要考虑与已策划的制造或装配过程有关的产品设计特性，以便最大限度地确保产品能满足顾客的要求和期望。

过程 FMEA 的开发

负责过程的工程师拥有许多用于过程 FMEA 准备工作的文件。过程 FMEA 的开始将从列出过程希望做什么？及不希望做什么？即过程意图。

过程 FMEA 应该从整个过程的流程图开始。流程图应该确定与每个作业有关的产品 / 过程特性。如果可能的话，还应该包括从相应的设计 FMEA 来确定某些产品影响后果。用于 FMEA 准备工作的流程图的复件应该随附于 FMEA。

为了便于分析潜在失效模式及其影响后果，并使之形成为正规的文件，已经开发了标准的过程 FMEA 表格，见附录 G。

1) FMEA 编号

填入 FMEA 文件的编号，以便查询。

注： 见表 5，项目 1—22 的范例。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N.
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧 面, 车门下层表 面涂以最小厚度 的蜡, 以延缓腐 蚀	在指定的表面 涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	280	给喷嘴枪加装深度限位器 使喷嘴作业自动化	制造工程 9x, 10, 15 制造工程 9x, 12, 15	增加限位器, 在线上检查喷嘴枪 由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项	7	2	5	70
					喷头堵塞 - 粘度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定粘度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无							
					喷嘴时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷嘴范围	7	392	安装喷嘴定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷嘴定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭。控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49
范例																	

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

- 2) 项目 填入将要被分析的系统、子系统或零组件的过程名称、编号。
- 3) 过程责任 填入整车厂 (OEM)、部门和小组, 如果知道, 还要包括供方的名称。
- 4) 编制者 填入负责准备 FMEA 的负责工程师的姓名、电话及所在公司名称。
- 5) 车型年型 / 项目 填入将使用和 / 或将被分析的设计影响的预期车型年度 / 项目 (如果已知的的话)。
- 6) 关键日期 填入初次 FMEA 预定完成的日期, 该日期不应该超过计划开始生产的日期。
- 7) FMEA 日期 填入编制 FMEA 原始稿的日期及最后修订的日期。
- 8) 核心小组 列出被授权以鉴定和 / 或执行任务的负责个人和部门的名称 (建议所有参加小组人员的姓名、部门、电话、地址等都要记录在一张分发表上)。
- 9) 过程功能 / 要求 简单描述将被分析的过程或作业 (如车、钻、攻丝、焊接、装配)。建议纪录下该将被分析的步骤的相关过程 / 作业编号。小组应该评审可适用的性能、材料、过程、环境和安全标准。尽可能简单地说明该将被分析的过程或作业的目的, 包括关于系统、子系统或零组件设计的信息。如果过程包括许多具有不同潜在失效模式的作业 (例如装配), 那么可以把这些作业以独立项目来列出。
- 10) 潜在失效模式 所谓潜在失效模式是指过程可能潜在不满足过程要求和 / 或设计意图的种类, 其已描述在过程功能 / 要求栏中。是对某具体作业不符合要求的描述。它可能是引起下一道 (下游) 作业的潜在失效模式的起因, 也可能是上一道 (上游) 作业潜在失效的后果。但是, 在 FMEA 准备中, 要假定提供的零件 / 材料是合格的, 除非这可以被 FMEA 小组由历史的数据指出这缺陷是属于进货零件的质量问题。

根据零组件、子系统、系统或过程特性, 对特定的作业列出每一个潜在失效模式, 前提是假设这种失效可能发生, 但不一定必然发生。过程工程师 / 小组应该要能提出并回答下列

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车(5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)												
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.								
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧内面, 车门下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使乘客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷膜厚度(深度计)和范围	5	280	给喷蜡枪加装深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在线上检查喷蜡枪	7	2	5	70								
																		使喷蜡作业自动化	制造工程 9x, 12, 15	由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项					
											7		喷头堵塞 - 粘度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	每小时进行目测检查, 每班检查一次喷膜厚度(深度计)和范围	5	175	使用设计试验确定粘度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 Cpk=1.85	7	1	5	35
											7		因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	每小时进行目测检查, 每班检查一次喷膜厚度(深度计)和范围	5	70	无						
7		喷蜡时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷蜡范围		7	392	安装喷蜡定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷蜡定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭, 控制图显示过程已受控制。 Cpk=2.05	7	1	7	49										

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

10) 潜在失效模式 (续)

问题:

- 过程 / 零件怎么不能满足要求?
- 若不考虑工程规范, 顾客 (最终使用者、后续作业或服务) 会提出什么建议?

把相似过程的比较和顾客 (最终用户和后续作业) 对类似零组件的投诉情况的研究作为出发点。此外, 对设计目的的了解也很必要。典型的失效模式可能是, 但不局限于下列情况:

弯曲	毛刺	孔位错误
断裂	孔太浅	孔未加工
搬运损坏	脏污	孔太深
表面太粗糙	变形	表面太平滑
开路	短路	未贴标签

注: 应该用物理的、专业性的术语来描述潜在失效模式, 而不同于顾客所见的现象。

11) 潜在失效 后果

潜在失效后果是指失效模式对顾客的影响。

依据顾客可能注意到的或经历的情况来描述失效的后果。在这里, 顾客可以是内部顾客和最终使用者。如果该失效模式可能影响到安全或造成违反法规, 则要清楚陈述。在本文中的顾客可能是下一个作业、后续的作业或地点、销售商和 / 或车主。当评审潜在的失效模式, 每一个都必须考虑。

对最终使用者来说, 失效的后果应该一律用产品或系统的性能来描述, 例如:

噪音	粗糙
作业不正常	过度
费力	不起作用
异味	不稳定
作业减弱	阻力
间歇性作业	外观不良
漏水	车辆控制减弱
返工 / 返修	顾客不满意
废弃	

如果顾客是下一道作业 / 后续作业 / 地点, 该后果应该以过程 / 作业性能来描述。例如:

无法紧固	无法安装
无法钻孔 / 攻丝	无法接合
无法设置	无法配合
无法加工表面	导致工具过度磨损
损坏设备	危害操作者

12) 严重度(S)

严重度是对一个已假定失效模式的最严重影响的评价等级。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧 面, 车门下层表 面涂以最小厚度 的蜡, 以延缓腐 蚀	在指定的表面 涂蜡不足	车门寿命降 低, 导致: • 使用一段 时间后生 锈, 使顾 客对外观 不满意 • 车门内附 件功能损 害	7		人工插入喷 头不够深入	8		每小时进行目 测检查, 每班 检查一次喷膜 厚度(深度计) 和范围	5	280	给喷蜡枪加装 深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在 线上检查喷蜡 枪	7	2	5	70
					喷头堵塞 - 精度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停 机后试验喷 雾形状, 按照 预防维护程 序清洗喷头	5	175	使用设计试验 确定粘度、温 度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压 力限值, 并安 装限值控制器, 控 制图显示过程 已受控制, C _{pk} =1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷 头变形	2	依预防维护 程序维护喷 头	5	70	无							
					喷蜡时间不 足	8		按作业说明书 进行抽样(每 班 10 个门), 检查重要部分 喷蜡范围	7	392	安装喷蜡定时 器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷 蜡定时器, 控制 打开喷头, 定时 器控制关闭, 控 制图显示过程 已受控制, C _{pk} =2.05	7	1	7	49

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

表 6. 推荐的 PFMEA 严重度评价准则

后果	判定准则：后果的严重度 这级别导致当一个潜在失效模式造成了在最终顾客和 / 或制造 / 组装工厂的缺陷。应该随时首先考虑到最终顾客。如果在两者都发生缺陷，则采用较高一级的严重度 (顾客后果)	判定准则：后果的严重度 这级别导致当一个潜在失效模式造成了在最终顾客和 / 或制造 / 组装工厂的缺陷。应该随时首先考虑到最终顾客。如果在两者都发生缺陷，则采用较高一级的严重度 (制造 / 组装后果)	级别
无警告的严重危害	严重级别很高。潜在失效模式影响车辆安全运行和 / 或包含不符合政府法规情形。失效发生时无警告。	或，可能危及作业员（机器或组装）而无警告。	10
有警告的严重危害	严重级别很高。潜在失效模式影响车辆安全运行和 / 或包含不符合政府法规情形。失效发生时有警告。	或，可能危及作业员（机器或组装）但有警告。	9
很高	车辆 / 系统无法运行（丧失基本功能）。	或，产品可能必须要 100% 丢弃，或车辆 / 系统要在修理部门花上多于一小时来加以修理。	8
高	车辆 / 系统能运行，但性能下降。顾客非常不满意。	或，产品可能必须要筛选，且一部份（少于 100%）被丢弃，或车辆 / 系统要在修理部门花上半小时到一小时来加以修理。	7
中等	车辆 / 系统能运行，但舒适性 / 方便性项目失效。顾客不满意。	或，可能有一部份（少于 100%）的产品不经筛选地被丢弃，或车辆 / 系统要在修理部门花上少于半小时来加以修理。	6
低	车辆或系统能运行，但舒适性 / 方便性项目运行性能下降。	或，100% 的产品需要重新加工，或车辆 / 系统要下生产线修理，但不用到修理部门。	5
很低	装配和外观 / 尖响声和卡塔响声等项目令人不舒服。大多数顾客发现有缺陷（大于 75%）。	或，产品可能必须要筛选，没有被丢弃，但一部分（少于 100%）需要重新加工。	4
轻微	装配和外观 / 尖响声和卡塔响声等项目令人不舒服，有 50% 顾客发现有缺陷。	或，一部分（少于 100%）产品必须要在生产线上的工站外重新加工，而没有被丢弃。	3
很轻微	装配和完工 / 尖响声和卡塔响声等项目令人不舒服，很少顾客发现有缺陷（少于 25%）。	或，一部分（少于 100%）产品必须要在生产线的工站上重新加工，而没有被丢弃。	2
无	没有可识别的影响	或，轻微的对作业或作业员不方便，或没影响。	1

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车(5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N.
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧面, 车门下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使乘客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷膜厚度(深度计)和范围	5	280	给喷蜡枪加装深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在线上检查喷蜡枪	7	2	5	70
										使喷蜡作业自动化	制造工程 9x, 12, 15	由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项					
					喷头堵塞 - 粘度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定精度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器。控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无							
			7		喷蜡时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷蜡范围	7	392	安装喷蜡定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷蜡定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭。控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49

范例

表格 5. 过程 FMEA

12) 严重度(S) (续)

严重度是在单独 FMEA 范围内的一个比较级别。要减少严重度级别数值,只能通过对系统、子系统或零组件的设计变更,或对该过程重新设计来实现。

如果受失效模式影响的顾客是制造厂、装配厂或产品使用者,严重度的评价可能超出了本过程工程师/小组的经验或知识范围。在这种情况下,应该与设计 FMEA、设计工程师和/或后续制造厂或装配厂的过程工程师进行协商、讨论。

推荐的评价准则

小组应该对评价准则与级别系统有一致的共识,即使是对个别的产品分析而对准则作了修改(见表 6)。

严重度应该使用表 6 的指南来评价:

注: 对级别数值为 9 和 10, 不建议修改其判定准则。当某失效模式的严重度的级别为 1 时,不应该再被分析。

13) 分类

本栏位可用来对需要附加过程控制的零部件、子系统或系统的一些特殊过程特性(如关键、主要、重要、重点等)进行分类。

本栏位另可用来在工程评审强调其高风险的失效模式。

如果在过程 FMEA 中鉴定了某一分类,要通知负责设计的工程师,因为它可能会影响有关控制项目标识的工程文件。

特殊产品或过程特殊特性符号及其使用是由特定的公司政策所规定,在本文中不另做标准化。

14) 潜在失效 起因 / 机理

潜在失效起因是指失效是怎么发生的? 并依据可以被纠正或被控制的原则来描述。

针对每一个潜在失效模式,在尽可能延伸的范围内,列出每个可以想到的失效起因。如果起因对该失效模式来说是唯一的,也就是说如果纠正该起因是对该失效模式有直接的影响,那么这 FMEA 考虑的一部份过程就完成了。但是在许多情况下,失效的许多起因并不是相互排斥的,要纠正或控制一个起因,需要考虑诸如试验设计之类的方法,来明确哪些来源起因是主要的贡献者? 哪些来源起因容易得到控制。应该描述这些起因,以便针对那些相关的因素采取纠正措施。典型的失效起因包括,但不局限于:

扭矩不正确 — 过大、过小

焊接不正确 — 电流、时间、压力不正确

量具不精确

热处理不正确 — 时间、温度有误

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.
车门内腔人工涂蜡 为覆盖车门内侧表面, 车门下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	280	给喷嘴枪加装深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在线上检查喷嘴枪	7	2	5	70
					喷头堵塞 - 粘度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定精度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器。控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无							
					喷漆时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷漆范围	7	392	安装喷漆定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷漆定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭。控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49
范 例																	

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

14) 潜在失效 起因 / 机理 (续)

浇口 / 通气口不正确
润滑不当或无润滑
零件漏装或错装
定位器磨损
工具磨损
定位器有缺口
破孔
机器设置不正确
不正确的程序设计

列表时应明确记录具体的错误或误操作情况 (例如: 操作者未装密封垫), 而不应该用一些含糊不清的词语 (如, 操作者错误、机器工作不正常)。

15) 频度(O)

频度是指具体的失效起因 / 机理发生的可能性。频度的可能性分级数字重在其相关含义而不是具体的数值。通过设计更改或设计过程更改来预防或控制该失效模式的起因 / 机理是降低频度级别数的唯一途径。

潜在失效起因 / 机理出现频度可能性的评估分为 1 到 10 级。

一个一致的频度级别系统应该确保其能持续的被使用。频度级别数是在 FMEA 范围中的一个比较的等级, 其可能无法反映出真实发生的可能性。

“可能的失效率”是根据在过程实施中预计发生的失效来确定的。如果能从类似的过程中获取统计数据, 那么可以用该数据来确认该频度级别。在所有的情况下, 可以用中表左侧栏位中的文字描述和任何适用于类似过程的历史数据来进行主观评审。

推荐的评价准则

小组应该对一个评价准则和级别系统有一致的共识, 即使是对个别的过程分析而对准则作了修改 (见表 7)。

发生度应该使用表 7 的指南来评价。

注: 级别为 1 的数值是为“极低: 失效不太可能发生”所保留。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.		
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧 面, 车门下层表 面涂以最小厚度 的蜡, 以延缓腐 蚀	在指定的表面 涂蜡不足	车门寿命降 低, 导致: • 使用一段时 间后生锈, 使顾客对外 观不满意 • 车门内附件 功能损害	7		人工插入喷 头不够深入	8		每小时进行目 测检查, 每班 检查一次喷嘴 厚度(深度计) 和范围	5	280	给喷嘴枪加装 深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在 线上检查喷嘴 枪	7	2	5	70		
													使喷嘴作业自 动化	制造工程 9x, 12, 15	由于同一条线 上不同的自复 杂程度不同, 因 此拒绝该项				
													使用设计试验 确定精度、温 度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压 力限值, 并安装 限值控制器, 控 制图显示过程 已受控制。 C _{PK} =1.85	7	1	5	35
													无						
													按作业说明书 进行抽样(每 班 10 个门), 检查重要部分 喷嘴范围	7	392	安装喷嘴定时 器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷 蜡定时器, 控制 打开喷头, 定时 器控制关闭, 控 制图显示过程 已受控制。 C _{PK} =2.05	7

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

表 7. 推荐的 PFMEA 发生度评价准则

可能性	可能的失效率	级别
很高：持续性发生的失效	≥ 100 件 / 每千件	10
	50 件 / 每千件	9
高：反复发生的失效	20 件 / 每千件	8
	10 件 / 每千件	7
中等：偶尔发生的失效	5 件 / 每千件	6
	2 件 / 每千件	5
	1 件 / 每千件	4
低：很少有关的相似失效	0.5 件 / 每千件	3
	0.1 件 / 每千件	2
极低：失效不大可能发生	≤ 0.010 件 / 每千件	1

*与 Ppk 联结的计算和其数值，见附录 I。

16) 现行过程控制

现行的过程控制是对尽可能阻止失效模式或失效原因/机理的发生，或者探测将发生的失效模式或失效原因/机理的控制的描述。这些控制可以是防错、统计过程控制 (SPC) 或也可以是加工后评价的过程控制。该评价可在某目标作业进行，也可在后续作业进行。

有两种类型的过程控制要考虑，即：

预防： 预防失效起因 / 机理或失效模式的出现，或减少它们的出现率，

探测： 探测失效或失效的起因 / 机理，并引导至纠正措施。

如有可能，优先运用第 1 种的预防控制方法，让预防控制方法作为过程意图的一部分，因为其将影响的最初的频度；最初的探测度将基于对失效起因 / 机理探测、或对失效模式探测的过程控制。

对过程控制，在本手册中的过程 FMEA 表中有两个栏位，其有助于小组对这两种过程控制能有清楚的辨识（如将预防控制和探测控制区分为两个栏位），这将是对于两种过程控制已经做了考虑的一种快速的目视确定。这两个栏位格式的使用是更好的方式。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N.		
车门窗部人工涂蜡 为覆盖车门窗内侧 面, 车门窗下层表 面涂以最小厚度的 蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面 涂蜡不足	车门窗寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使乘客对外观不满意 • 车门窗内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷膜厚度(深度计)和范围	5	280	给喷蜡枪加装深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在线上检查喷蜡枪	7	2	5	70		
													使喷蜡作业自动化	制造工程 9x, 12, 15	由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项				
					喷头堵塞 - 精度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定精度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35			
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无									
			7		喷蜡时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷蜡范围	7	392	安装喷蜡定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷蜡定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49		

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

16) 现行过程 控制 (续)

如果一个栏位 (对过程控制) 的格式被使用, 则应该采用下列的方式: 对预防控制, 每一项列出的预防控制前要注明一个 'P'; 对探测控制, 每一项列出的探测控制前要注明一个 'D'。

一旦这过程控制被鉴别, 如果任何频度等级被更改时, 要评审所有的预防控制以供确认。

17) 探测度(D)

探测度是结合了列在过程控制中最佳的探测控制等级。探测度是在单独的 FMEA 范围中的一个比较的等级。为了取得较低的探测度数值, 计划的过程控制需要不断地改进。

假设失效已发生, 然后评审所有“现行过程控制”预防有该失效模式或缺陷的零件交运出去的能力。不要擅自推断: 因为频度低, 探测度也低 (如使用“控制图”时)。一定要评审过程控制以找出不常发生的失效模式的能力或预防它们在过程中进一步蔓延的能力。

随机质量抽查不大可能去探测某一孤立存在的缺陷, 也不应该影响探测度等级。以统计原理为基础的抽样检查是一种有效的探测度控制。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内表面, 车门下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	280	给喷嘴枪加装深度限位器 使喷嘴作业自动化	制造工程 9x, 10, 15 制造工程 9x, 12, 15	增加限位器, 在线上检查喷嘴枪 由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项	7	2	5	70
					喷头堵塞 - 粘度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定粘度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 Cpk=1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无							
					喷漆时间不足	8	按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷漆范围	7	392	安装喷漆定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷漆定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭, 控制图显示过程已受控制。 Cpk=2.05	7	1	7	49	

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

17) 探测度(D) (续)

推荐的评价准则

小组应该对一个评价准则和级别系统有一致的共识,即使是对个别的产品分析而对准则作了修改(见表8)。

适当的在设计开发过程中加入预防控制是最好的,并且愈早愈好。

探测度应该使用表8的指南来评价。

注: 级别为1的数值是为“几乎肯定”所保留。

表8. 推荐的 PFMEA 探测度评价准则

探测度	评价准则	检查类型			推荐的探测度分级方法	级别
		A	B	C		
几乎不可能	确定绝对无法探测			X	无法探测或没有检查	10
很微小	现行控制方法将不可能探测			X	仅能以间接的或随机检查来达到控制	9
微小	现行控制方法只有很小的机会去探测			X	仅能以目视检查来达到控制	8
很小	现行控制方法只有很小的机会去探测			X	仅能以双重的目视检查来达到控制	7
小	现行控制方法可能可以探测		X	X	以图表方法(如 SPC)来达到控制	6
中等	现行控制方法可能可以探测		X		在零件离开工位之后以计量值量具来控制,或在零件离开工位之后执行 100% Go/No Go 测定	5
中上	现行控制方法有好的机会去探测	X	X		在后续的作业中来探测错误,或执行作业前准备和首件的测定检查(仅适用发生于作业前准备)	4
高	现行控制方法有好的机会去探测	X	X		当场锁错,或以多重的接受准则在后续作业中探测错误,如库存、挑选、设置、验证。不接受缺陷零件	3
很高	现行控制方法几乎确定可以探测	X	X		当场探测错误(有自动停止功能的自动化量具)。缺陷零件不能通过	2
几乎肯定	现行控制方法肯定可以探测	X			该项目由过程/产品设计了防错法,不会生产出缺陷零件	1

检查类型: A. 防错

B. 测量

C. 人工检查

18) 风险顺序数(PRN)

风险顺序数是产品严重度(S)、频度(O)和探测度(D)的乘积。

$$(S) \times (O) \times (D) = RPN$$

在单独的 FMEA 范围之中,该值(1至1000之间)可被用来对设计中关切的等级次序。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分级 (13)	潜在失效起因/机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)				
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧面, 车门下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	280	给喷嘴枪加装深度限位器 使喷嘴作业自动化	制造工程 9x, 10, 15 制造工程 9x, 12, 15	增加限位器, 在线检查喷嘴枪 由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项	7	2	5	70
					喷头堵塞 - 精度太高 - 温度太低 - 压力太低	5	在开始和停机后试验喷雾形状, 按照预防维护程序清洗喷头	5	175	使用设计试验确定粘度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35	
					因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	5	70	无							
					喷漆时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷漆范围	7	392	安装喷漆定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷漆定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49
范例																	

19) 建议措施

为预防 / 纠正措施的工程评审应该对高严重度、高 RPN 值和其他被指定的项目，视为首要注意方向。任何纠正措施的意图是要减少下列的级别：严重度、频度和探测度。

在一般的实施中，不论 RPN 大小如何，当严重度为 9 或 10，必须要赋予特别注意，以确保通过现存的设计措施 / 控制或过程控制或预防 / 纠正措施已经满足了该风险。在所有的状况下，当一个已被鉴别的潜在失效模式的后果可能对制造 / 组装人员产生危害的时候，应该采取预防 / 纠正措施，以排除、减轻或控制该起因来避免失效模式的发生，或应该指定适当的作业员保护。

在对 9 或 10 等级严重度特别的关注之后，小组继续针对其他的失效模式，满足减少严重度、频度、以及探测度的目的。

措施行动应该考虑，但不局限于下列：

- 为了减小失效发生的可能性，需要修改过程和 / 或设计。为了持续改进和预防缺陷，可以用统计学方法通过持续的信息回馈到适当的作业过程，来进行以纠正措施为目标的过程分析。
- 只有修改设计和 / 或过程，才能减小严重度数。
- 使用防错方法来减小探测度的级别是最优先的实现方法。用提高探测控制来达到质量的改善，一般来讲不经济且效果较差。增加质量控制检查频次不是一个有效的预防 / 纠正措施，只能作为暂时的对策；而永久性的预防 / 纠正措施是必需的。在有些情况下，为了有助于（失效的）探测，需要对某一个具体部分进行设计变更。为增加这种可能性，可能要改变现行控制系统。必须强调：重点要放在预防缺陷发生（如降低频度）上，胜过去探测它们。采用统计过程控制 (SPC) 和过程改进的方法，而不采用随机质量检查或相关的检查就是这样一个例子。

如果工程评审对某一特定的失效模式 / 起因 / 控制组合没有建议措施，则在此栏内填写“无”。

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - x6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)																							
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N.																			
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧面, 将下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷膜厚度(深度计)和范围	5	280	给喷蜡枪加装深度限位器 使喷蜡作业自动化	制造工程 9x, 10, 15 制造工程 9x, 12, 15	增加限位器, 在线上检查喷蜡枪	7	2	5	70																			
																		7	7	1	5	35														
																							7	7	70	无										
																																7	7	392	7	49

范例

表格 5. 过程 FMEA

过程 FMEA

- 20) 对建议措施的责任
把负责建议措施的个人，以及预计完成的日期填在本栏中。
- 21) 采取的措施
当已经实施一项措施后，简要记录具体的措施和生效日期。
- 22) 措施执行后的 RPN
当确认了预防 / 纠正措施后，估算并记录执行措施后的严重度、频度和探测度级别。计算并记录纠正后的 RPN 结果。如果未采取措施，将措施执行后的 RPN 栏和相关的级别栏位空白即可。
- 所有更改后的级别都应该被评审，而且如果有必要考虑进一步的措施，还要重复分析步骤。重点应该随时放在持续改进上。

跟踪行动

负责过程的工程师负责确保所有的建议措施已被实施或已妥善地落实。FMEA 是一个动态文件，它不仅应该随时体现最新的设计版本，还应该体现最新的有关纠正措施，包括开始生产后发生的事件。

负责过程的工程师有几种方式来确保已经鉴别了所顾虑的问题以及建议措施的实施，这些方式包括但不局限于下列情况：

- 确保达到过程 / 产品要求；
- 评审工程图样、过程 / 产品规范和过程流程图；
- 确认与装配 / 制造文件的结合和一致性；以及
- 评审控制计划和作业指导书。

过程 FMEA

附录 A

设计 FMEA 质量目标

注：特定的项目要求优先

1. 设计改进 FMEA 主要的目标是驱使设计改进。
2. 高风险失效模式 FMEA 针对所有由 FMEA 小组所鉴定的高风险失效模式给予可实行的措施行动。所有其他的失效模式也要被考虑。
3. A/D/V 或 DVP 和 R 计划 在 FMEA 中要考虑到分析 / 开发 / 确认 (A/D/V, Analysis/Development/Validation), 和 / 或设计验证计划和报告 (DVP&R, Design Verification Plan and Report) 的失效模式。
4. 接口 FMEA 范围包括组合与接口两者的方块示意图和分析。
5. 学到的经验 FMEA 要考虑到所有主要的“学到的经验” (如高的索赔、召回等), 其为失效模式的输入。
6. 特殊或关键特性 如由于公司政策, FMEA 鉴别适当的关键特性, 可应用其为关键特性选择过程的输入。
7. 时间 FMEA 在“机会当下 (Window of Opportunity)” 中被完成, 此时这是最有效的影响产品设计。
8. 小组 在整个分析中, 适当的人员参与为 FMEA 小组的一份子, 并适当的接受 FMEA 方法培训。应该适当的采用专家。
9. 文件化 FMEA 文件完全按照本手册填写, 包含“措施行动”和新的 RPN 值。
10. 时间花费 对一个增值的结果而言, FMEA 小组尽可能提早所花费的时间, 是时间最有效和效率的利用。这是假设建议措施已依需求被鉴别, 其措施都已实施。

附录 B

过程 FMEA 质量目标

注：特定的项目要求优先

- 1. 过程改进** FMEA 主要的目标是驱使过程改进, 并强调以防错法解决。
- 2. 高风险失效模式** FMEA 针对所有由 FMEA 小组所鉴定的高风险失效模式, 给予可实行的措施行动。所有其他的失效模式也要被考虑。
- 3. 控制计划** 试生产和生产控制计划需考虑来自过程 FMEA 的失效模式。
- 4. 整合** FMEA 与过程流程图和控制计划相结合并保持一致。如果在分析时要用到设计 FMEA, 则过程 FMEA 就需要考虑设计 FMEA。
- 5. 学到的经验** FMEA 要考虑到所有主要的“学到的经验” (如高的索赔、召回、不符合产品、顾客抱怨等), 其为失效模式的输入。
- 6. 特殊或关键特性** 如由于公司政策, FMEA 识别适当的关键特性, 可将其作为关键特性选择过程的输入。
- 7. 时间** FMEA 在“机会当下 (Window of Opportunity)” 中被完成, 此时这是最有效的影响产品和过程的设计。
- 8. 小组** 在整个分析中, 适当的人员参与为 FMEA 小组的一份子, 并适当的接受 FMEA 方法培训。应该适当的采用专家。
- 9. 文件化** FMEA 文件完全按照本手册填写、包含“措施行动”和新的 RPN 值来。
- 10. 时间花费** 对一个增值的结果而言, FMEA 小组尽可能提早所花费的时间, 是时间最有效和效率的利用。这是假设建议措施已依需求被鉴别, 其措施都已实施。

附录 C

设计 FMEA 方块示意图示例

失效模式及后果分析 (FMEA) 方块示意图 / 环境极限条件

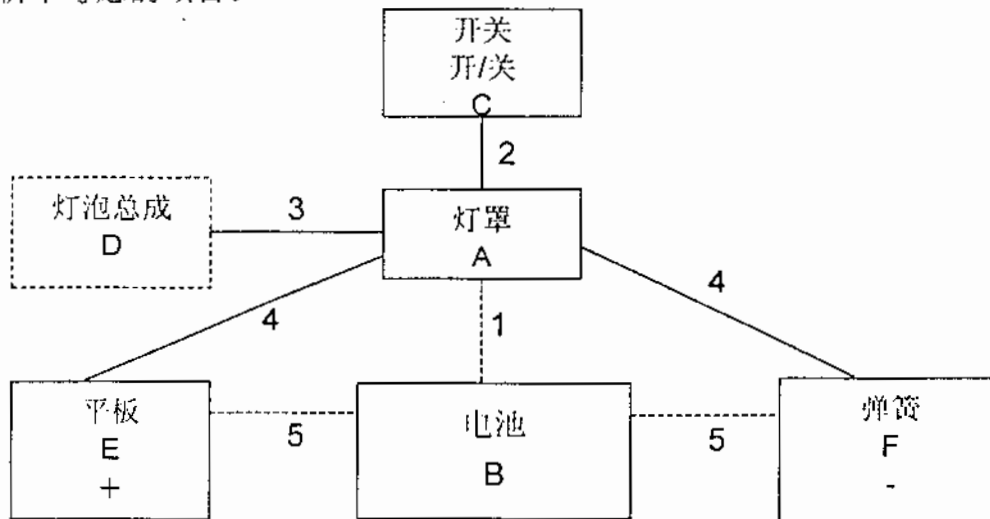
系统名称: 闪光灯
 车型年度: 1994 年 新产品
 FMEA 识别号码: XXXI10D001

工作环境级限条件

温度: -20~160°F 耐腐蚀性: 试验规程 B 振动: 不适用
 冲击: 6 英尺下落 外部材料: 粉尘 湿度: 0 - 100% RH
 可燃性: (靠近热源的零部件是什么?)
 其它:

字母 = 零件 — = 附着的 / 相连的 --- = 接口, 不相连 [] = 不属于此 FMEA
 数字 = 连接方法

下述范例是一个关系的方块示意图, FMEA 小组也可用其它类形的方块示意图阐明他们分析中考虑的项目。



零件	连接方法
A. 灯罩	1. 不连接
B. 电池 (2号直流电池)	2. 铆接
C. 开关	3. 螺纹连接
D. 灯泡总成	4. 卡扣装配
E. 平板	5. 压紧装配
F. 弹簧	

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____系统

_____子系统

_____零组件: _____

车型年度 / 车辆类型: _____

核心小组: _____

设计责任: _____

关键日期: _____

FMEA 编号: _____

页码: 第 _____ 页 共 _____ 页

编制者: _____

FMEA 日期: _____

项目 功能	潜在 失效模式	潜在 失效后果	严重 度 (S)	分 类	潜在失效 起因 / 机理	频 度 (O)	现行 设计控制		探 测 度 (D)	风险 顺 序 数 RPN	建议 措施	责任 和 目 标 完 成 日	措施执行结果						
							— 预防	— 探测					采取的措施	严重 度	频 度	探 测 度	R P N		

附录 D
设计 FMEA 标准表格

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

_____系统

_____子系统

_____零部件: _____

车型年度 / 车辆类型: _____

核心小组: _____

设计责任: _____

关键日期: _____

FMEA 编号: _____

页码: 第 _____ 页 共 _____ 页

编制者: _____

FMEA 日期: _____

项目 功能	潜在 失效模式	潜在 失效后果	严重 度 (S)	分 类	潜在失效 起因 / 机理	频 度 (O)	现行预防 设计控制	现行探测 设计控制	探 测 度 (D)	风险 顺 序 数 RPN	建议 措施	责任 和 目标 完成日	措施执行结果					
													采取的措施	严 重 度	频 度	探 测 度	R P N	

附录 D
设计 FMEA 标准表格

潜在 失效模式及后果分析 (设计 FMEA)

系统

X 子系统

零组件: 01.03 车身密封 (2)

设计责任: 车身工程师 (3)

车型年度 / 车辆类型: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x, 03, 01 (6)

核心小组: T. Fender — 汽车产品部、C. Childers — 制造部、J. Ford — 总装部(Dalton, Fraser, Henley 总装工厂) (8)

FMEA 编号: 1234 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

编制者: A. Tate — X6412 — 车身工程师 (4)

FMEA 日期: (编制) 8x, 03, 22 (修订) 8x, 07, 14 (7)

项目 (9) 功能	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防设计控制 (16)	现行探测设计控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 RPN (18)	建议措施 (19)	责任和目标完成日 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R. P. N		
左前车门 H8HX-000 0-A • 上、下车 • 保护乘员免受天气、噪声、侧碰撞的影响 • 车门附件, 如后视镜、门铰链、门锁、及门窗升降器等的固定支撑。 • 提供适当的表面处理项目 • 涂装及轻微的修整	车门内板下部腐蚀	车门寿命降低, 导致: • 因漆面生锈, 使客户对外观不满 • 损害车门内附件之功能	7		车门内板之上方边缘保护蜡喷涂太低	6		整车耐久性试验 T-118 T-109 T-301	7	294	增加试验室加速腐蚀试验	A. Tate — 车身工程师 8x, 09, 03	根据试验结果 (1481 号试验), 上方喷涂规格提高 125mm	7	2	2	28		
			7		蜡层厚度规定不足	4		整车耐久性试验 — 同上	7	196	增加试验室加速腐蚀试验 就蜡层厚度进行设计试验分析	结合试验对蜡的上方边缘的验证, A. Tate — 车身工程师 9x, 01, 15	试验结果 (试验号 1481) 显示要求的厚度是合适的。设计试验分析显示要求的厚度在 25% 范围内变化。可以接受	7	2	2	28		
			7		蜡的配方不当	2		物理和化学试验室试验 — 报告编号: 1265	2	28	无								
			7		混入的空气阻止蜡进入边角 / 边缘部分	5		用功能不彰的喷头进行设计辅助调查	8	280	增加小组评价, 利用正式量产蜡设备和特定的蜡	车身工程和装总部门 8x, 11, 15	基于试验结果, 在受影响区域增加 3 个排气孔	7	1	3	21		
			7		车门板之间空间不移, 容不下喷头作业	4		喷头作业的图样评定	4	112	利用辅助设计模型和喷头进行小组评价	车身工程和装总部门 8x, 09, 15	评定评价显示入口合适	7	1	1	7		
范例																			

附录 E
设计 FMEA 示例

附录 F 系统 FMEA

为协助说明系统、子系统和零部件 FMEA 的意义，于下列图 F1（接口和互相影响）和图 F2（项目、功能和失效模式）中编制了两个范例。

范例 1：接口和相互作用

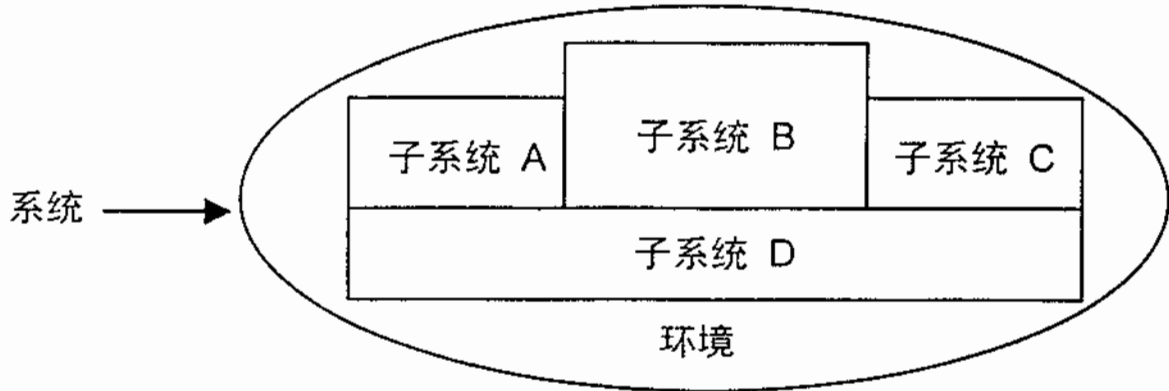


图 F1. 接口和相互作用

FMEA 小组的职责是对这单独的 FMEA 的范围加以详细指明。图 F1 中的范例显示该小组已经指出子系统 A、B、C 和 D 以及在一起的周围环境组成了该系统，这是当完成一个系统 FMEA 必须要考虑的。

接口： 子系统直接经由接口连接。

在图 F1 中，子系统之间的接口显示为：子系统 A 接触（连接）子系统 B，B 接触 C，C 接触 D，A 接触 D 和 B 接触 D。环境并且接触到每一个在图 F1 中列出的子系统，当完成该系统，这将要求考虑到“环境接口”。

注：每个子系统 FMEA 应该拥有它的接口，其包括在它个别的子系统 FMEA。

互相影响： 一个在子系统内的变更可能导致其他子系统的改变。

在图 F1 中，子系统之间的互相影响可能发生在任何的系统接口之间。（如当子系统 A 温度提升，导致在子系统 D 和子系统 B 也经由个别的接口而提高温度；相同的，子系统 A 也散发温度到环境中）。互相影响也有可能经由环境的传导，发生在“未接触”的系统（例如：假使该环境由高湿度所构成，子系统 A 和子系统 C 是不同的材质且被非金属的子系统 B 所隔开，子系统 A 和 C 仍然会因为从环境中的湿气而有电解反应）。因而，在“未接触”的子系统内会相对的难以预期，但这是重要而且应该被考虑的。

范例 2：项目、功能和失效模式

图 F2（见下一页）说明了一个方法以显示在一个“树状布置”中的项目、功能和失效模式，这可以协助小组对系统、子系统和零组件的视觉化。在系统阶层，比对子系统和零组件更有助于普遍的描述（零组件通常将有更详尽的说明）。

该“树状布置”是对下列系统、子系统和零组件的布置：

项目

设计目标（设计目标的陈述通常更有帮助）

— 功能 1

潜在失效模式 A

潜在失效模式 B

其他...

— 功能 2

潜在失效模式 A

潜在失效模式 B

其他...

— 其他...

系统阶层

子系统阶层

零组件阶层

脚踏车

设计目标:

- 1) 设计目标为 10,000 小时的骑乘寿命, 其中最低 3,000 小时的骑乘时不需维修。
- 2) 能提供男性成人满意度达 99.5%。
- 3) ...其他。...

功能:

- 易于使用

潜在失效模式:

- 驾驭困难
- 脚踏不易

功能:

- 提供可靠的运输

潜在失效模式:

- 链条常断裂
- 轮胎需要经常维修

功能:

- 提供舒适的运输

潜在失效模式:

- 座椅位置不舒服

车架

功能:

- 为座椅支撑提供稳定的固定

潜在失效模式:

- 座椅支撑结构失效
- 座椅支撑过度倾斜

功能:

- 提供满意的外观

潜在失效模式:

- 抛光(光亮度)恶化
- 涂装瑕疵

把手横杆组装

前轮组装

后轮组装

扣链齿轮组装

座椅组装

链条组装

上车架

功能:

- 提供支撑结构

潜在失效模式:

- 结构失效
- 过度倾斜

功能:

- 对纠正车架加工提供几何尺寸的控制

潜在失效模式:

- 车架固定点的长度太长
- 车架固定点的长度太短

功能:

- 支撑架组装的生产方法(焊接)

潜在失效模式:

较低的前管

较低的后管

扣链齿轮管

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: _____

页码: 第 _____ 页 共 _____ 页

编制者: _____

FMEA 日期: _____

项目名称: _____

过程责任部门: _____

车型年度 / 车辆: _____

关键日期: _____

核心小组: _____

过程功能 要求	潜在失效模式	潜在失效后果	严重度 (S)	分类	潜在失效起因 / 机理	频度 (O)	现行预防过程控制 — 预防 — 探测	探测度 (D)	风险顺序数 R.P.N.	建议措施	责任和目标完成日期	措施执行结果						
												采取的措施	严重度	频度	探测度	R. P. N.		

附录 G
过程 FMEA 标准表格

潜在
过程失效模式及后果分析
(过程 FMEA)

FMEA 编号: _____

页码: 第 _____ 页 共 _____ 页

编制者: _____

FMEA 日期: _____

项目名称: _____

过程责任部门: _____

车型年度 / 车辆: _____

关键日期: _____

核心小组: _____

过程功能 要求	潜在失效模式	潜在失效后果	严重度 (S)	分类	潜在失效起因 / 机理	频度 (O)	现行预防过程控制	现行探测过程控制	探测度 (D)	风险顺序数 R.P.N.	建议措施	责任和目标完成日期	措施执行结果						
													采取的措施	严重度	频度	探测度	R.P.N.		

附录 G
过程 FMEA 标准表格

潜在 过程失效模式及后果分析 (过程 FMEA)

FMEA 编号: 1450 (1)

页码: 第 1 页 共 1 页

项目名称: 左前门 / H8HX-000-A (2)

过程责任部门: 车身工程部 / 装配部 (3)

编制者: J. Ford - X6512 - 装配部门 (4)

车型年度 / 车辆: 199x / 狮牌 4 门 / 旅行车 (5)

关键日期: 9x 03 01 9x 08 26 工序#1 (6)

FMEA 日期: (编制) 9x, 05, 17 (修订) 9x, 11, 06 (7)

核心小组: A. Tade - 车身工程师 J. Smith - 作业控制 R. James - 生产部 J. Jones - 维修部 (8)

过程功能 要求 (9)	潜在失效模式 (10)	潜在失效后果 (11)	严重度 (S) (12)	分类 (13)	潜在失效起因 / 机理 (14)	频度 (O) (15)	现行预防过程控制 (16)	现行探测过程控制 (16)	探测度 (D) (17)	风险顺序数 R.P.N. (18)	建议措施 (19)	责任和目标 完成日期 (20)	措施执行结果 (22)						
													采取的措施 (21)	严重度	频度	探测度	R.P.N.		
车门内部人工涂蜡 为覆盖车门内侧面, 车门下层表面涂以最小厚度的蜡, 以延缓腐蚀	在指定的表面涂蜡不足	车门寿命降低, 导致: • 使用一段时间后后生锈, 使顾客对外观不满意 • 车门内附件功能损害	7		人工插入喷头不够深入	8		每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	280	给喷嘴枪加装深度限位器	制造工程 9x, 10, 15	增加限位器, 在线上检查喷嘴枪	7	2	5	70		
													使喷嘴作业自动化	制造工程 9x, 12, 15	由于同一条线上不同的门其复杂程度不同, 因此拒绝该项				
													使用设计试验确定粘度、温度和压力	制造工程 9x, 10, 01	确定温度和压力限值, 并安装限值控制器, 控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =1.85	7	1	5	35
													无						
			7		因撞击使喷头变形	2	依预防维护程序维护喷头	每小时进行目测检查, 每班检查一次喷嘴厚度(深度计)和范围	5	70									
			7		喷嘴时间不足	8		按作业说明书进行抽样(每班 10 个门), 检查重要部分喷嘴范围	7	392	安装喷嘴定时器	维修部门 9x, 09, 15	安装了自动喷嘴定时器, 控制打开喷头, 定时器控制关闭。控制图显示过程已受控制。 C _{pk} =2.05	7	1	7	49		

范例

附录 H
过程 FMEA 示例

附录 I

建议的 FMEA 频度评估准则与 Ppk 值

可能性	可能的失效率	Ppk	级别
很高：持续性发生的失效	≥ 100 件 / 每千件	< 0.55	10
	.50 件 / 每千件	≥ 0.55	9
高：反复发生的失效	20 件 / 每千件	≥ 0.78	8
	10 件 / 每千件	≥ 0.86	7
中等：偶尔发生的失效	5 件 / 每千件	≥ 0.94	6
	2 件 / 每千件	≥ 1.00	5
	1 件 / 每千件	≥ 1.10	4
低：很少有关的相似失效	0.5 件 / 每千件	≥ 1.20	3
	0.1 件 / 每千件	≥ 1.30	2
极低：失效不大可能发生	≤ 0.010 件 / 每千件	≥ 1.67	1

实例计算

对每千件有约 5 件失效率的 Ppk 值的确认计算。

$$\text{缺陷率} = \frac{5}{1000} = 0.005$$

$\frac{0.005}{2} = 0.0025$ 除以 2 是为了高于或低于规格值之外
使用“Z”表查到尾部值为 0.0025，相对应的“Z”值为 2.81

$$1. \quad Z = \frac{SL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}}$$

此处： \bar{x} = 平均值

SL = 规格值

$$2. \quad Ppk = \frac{\min(SL_{upper} - \bar{X}, \bar{X} - SL_{lower})}{3\hat{\sigma}}$$

3. 取代 Z 的使用

$$4. \quad Ppk = \frac{Z}{3} = \frac{2.81}{3} = 0.9367 \approx 0.94$$

注：当有效的统计数据是可得的，上述的 Ppk 值是被 FMEA 小组用来有助于确认频度的等级。上述的 Ppk 值使用并无其他的意图。

词汇

控制计划 Control Plans	控制计划对特性的控制提供了过程控制和控制方法。
设计意图 Design Intent	对既定的零组件 / 子系统 / 系统列出希望做什么? 或不希望做什么?
设计寿命 Design Life	设计所预期执行其功能的时间间隔(如周期、时间、里程数)。
设计确认 / 验证 Design Validation / Verification (DV)	确保该设计能满足其要求的一种计划。
试验设计 Design of Experiments (DOE)	用最小的试验 / 实验以确定影响均值和变差因素的一种鉴别方法。
特性 Feature	一种可测量的产品特性(如: 半径、硬度)或一种可量测的过程特性(如: 安装力、温度)。
柏拉图 Pareto	能用来协助解决问题的一种简单工具, 它包括列出所有潜在有问题的领域。
过程 Process	生产一个特定产品或服务的人员、机器和设备、原材料、方法和环境的组合。
过程更改 Process Change	在进行概念上的改变, 是指能够改变过程能力以满足设计要求或产品的耐久性。
质量功能展开 Quality Function Deployment (QFD)	在产品开发和生产的每一阶段, 将顾客要求转化成适当的技术要求的一种结构化的方法。
根本原因 Root Cause	根本原因是不符合项的主要原因, 并且是需要变更以成为永久预防 / 纠正措施的项目。
过程的特殊特性 Special Process Characteristic	过程的特殊特性(如: 关键、主要、重要、重点)是在制造和组装中, 针对过程特性变异的一些目标值所做的必须控制, 以确保该变异在过程或特殊产品特性被维护之下, 达到其目标值。
产品的特殊特性 Special Product Characteristic	产品的特殊特性(如: 关键、主要、重要、重点)是一产品特性, 其合理的预料会对产品的政府标准或法规安全性或符合性产生重大影响, 或可能使顾客对该产品的满意度有重大影响。
车辆召回 Vehicle Campaigns	召回车辆以进行返工或安全检查。