Chapter III
第三章

DFMEA
Design Failure Mode and Effects Analysis
DFMEA设计失效模式与影响分析

简 介

设计失效模式与影响分析（DFMEA），能够通过以下方式减少风险，支持设计过程：

- 客观的设计评估，包括功能要求和设计选项
- 评估初始设计是否满足了制造、装配、服务、回收的要求
- 提高将潜在失效模式，以及它对系统和汽车操作的影响考虑进设计/开发过程中的可能性
- 提供额外信息，从而有助于彻底且有效率的设计、开发、验证项目的策划
- 根据对顾客的影响，建立一个潜在失效模式等级排列的清单，并且为设计改进、开发、确认测试/分析建立一个优先系统。
- 提供一个未解决问题的表单，从而推荐、跟踪风险降低的措施。
- 为将来提供参考（例如，教训），以帮助提出市场上可能出现的问题，评估设计变更，开发更高级设计。

DFMEA是一个动态文件，因此应当：

- 在设计概念最终确定之前开始DFMEA。
- 在产品开发过程中，一旦有变更发生，或者获取到额外信息时，及时更新DFMEA。
- 在生产设计发布之前，基本上完成DFMEA。
- 作为一种经验累积，为将来的设计作准备。

定义的顾客

第二章的"顾客"定义适用于DFMEA。正确地识别顾客，对DFMEA的开发，以及设计功能的影响都起着指导作用，因此必须得到重视。

小组方法

DFMEA是由一个多方论证（跨职能）的小组来开发和维护的。小组通常由负责设计的工程师领导，此工程师来自有设计职责的部门（比如：OEM、第一级供应商或第二级供应商，依次类推）。

责任工程师应当积极直接的联系所有受影响领域的代表。这些专业和职责领域可能包括，但不限于，装配、制造、设计、分析/测试、可靠性、材料、质量、服务和供应商，同时也包括更高级或低级的总成或系统、子系统或零部件的设计的责任人员。

可制造性、可装配性与可服务性的考虑

DFMEA应当包括所有在制造或装配过程中可能发生的，且由设计所导致的潜在失效模式和原因。这种失效模式可以通过设计变更来减少（比如：防止零件错误装配的设计特性——防错）。当这些失效模式没有在DFMEA分析中得到减少（该项内容被记录在措施计划里），则这些失效模式的识别、影响和控制应当转交并包括在PFMEA中。

DFMEA并不依靠过程控制来克服潜在的设计不足，但它会把制造和装配过程中的技术、物理限制考虑在内。例如：

- 必要的拔模斜度
- 有限的表面处理能力
- 装配空间（比如：工具可达到）
- 有限的钢的淬硬性
- 公差/过程能力/性能

当产品投入现场使用后，DFMEA还能将产品服务性和可回收性的技术限制和物理限制考虑在内。例如：

- （维修或拆卸）工具的可达性
- 诊断能力
- 材料分类标志（回收用）
- 制造过程中使用到的材料/化学品

设计FMEA的开发

DFMEA关注的是将要发送到最终顾客（使用者）的产品的设计。对一个产品设计有效分析的首要任务是：建立小组，确定范围，建立描述产品功能和要求的框图或者参数图。产品特性的清晰完整的定义，会更加有助于潜在失效模式的识别。DFMEA表格是用来记录分析结果（包括所有的建议措施和职责）。（参见表III.1）

DFMEA过程可以根据顾客或组织的产品开发过程来安排。

前提条件

DFMEA应当开始于信息的建立以理解被分析的系统、子系统或零部件，并定义它们的功能要求和特性。

为了确定DFMEA的范围，小组应当考虑下面适用于零部件、子系统或系统DFMEA的问题：

- 产品与什么过程、配合件或系统接口？
- 产品的功能和特性是否会影响到其它零部件或系统？
- 产品实施预期功能是否需要来自其它零部件或系统的输入？
- 产品的功能是否能够预防/探测与其连接的零部件或系统的潜在失效模式？

以下章节介绍了一些可能适用的用来帮助小组开发DFMEA的工具。

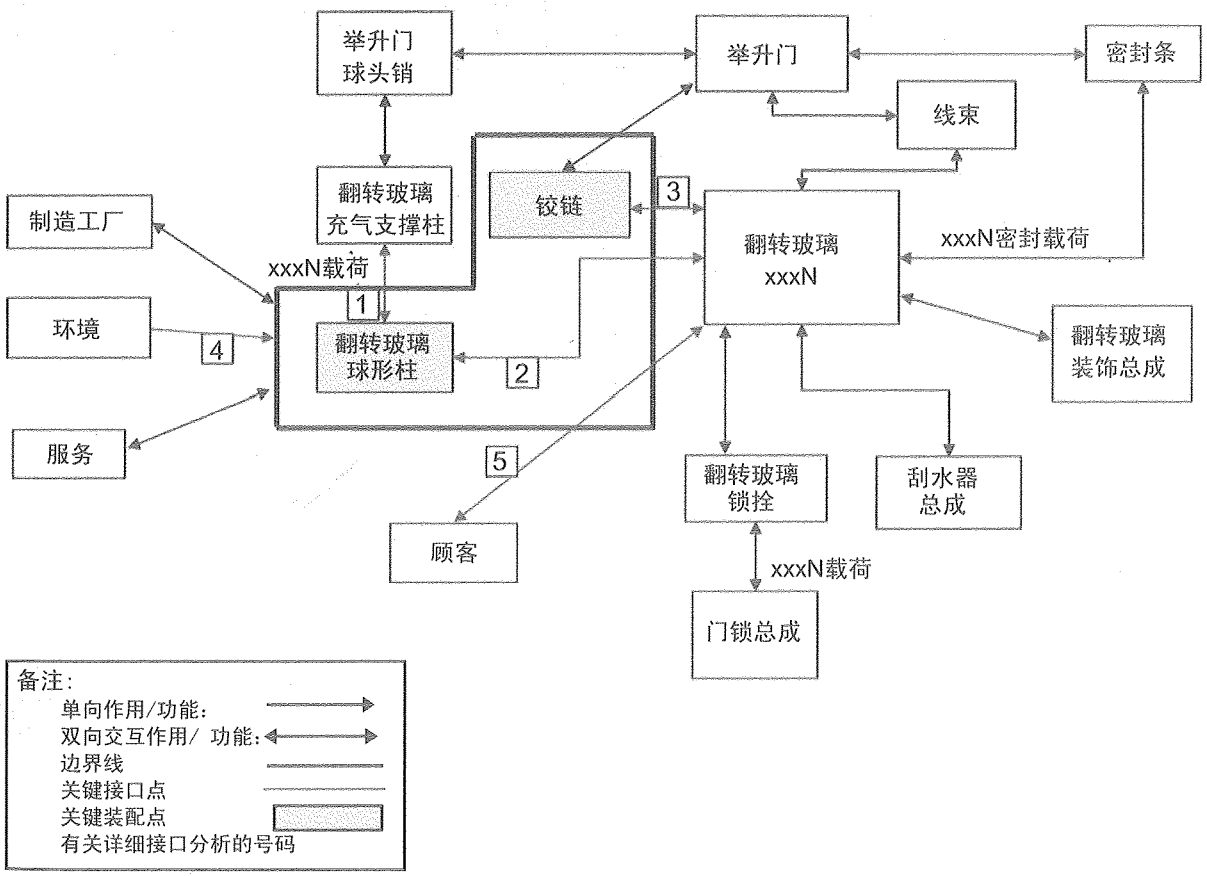
框（边界）图

产品框图显示的是产品零部件之间的物理、逻辑关系。有不同的方式和格式来创建框图。

框图显示了在设计范围内零部件与子系统的相互作用。这个相互作用包括：信息、能量、力或液体的流。框图的目的在于理解对系统的要求或输入、基于输入或所实施的功能产生的活动、以及交付物或输出。

此图是由代表产品的主要零部件的框和连接框的线组成，这些线反映产品零部件间如何关联或接口，组织需要确定框图的最佳方法和格式，图III.1a、1b和c包括了框图的示例。

用于准备DFMEA的框图应伴随DFMEA。



图表III.1 框（边界）图示例

失效模式与影响分析(FMEA)
框图/极限环境条件

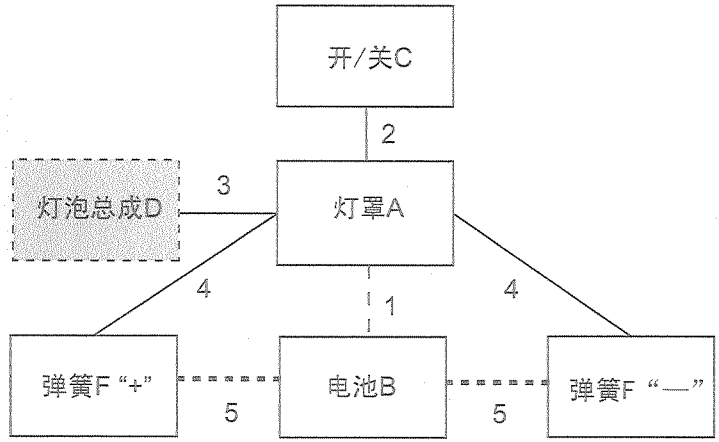
系统名称: 闪光灯
年车载平台: 20XX新品
FMEA I.D.编号: XXXXI10D001

工作环境极限条件

温度: -20~160F　　耐腐蚀性: 试验计划B　　震动: 不适用
冲击: 6 英尺跌落　　外来材料: 灰尘　　温度: 0—100%RH
易燃性: (热源附近有什么零部件?)
其它:

字母 = 零部件 —— = 连结/结合 ..... = 接口，不相连 [ ] = 不包括在此FMEA内　数字 = 连接方式

注意: 下面是相关框图。FMEA小组还可以使用其它类型的框图，示意图，图片等，来阐明分析内容。

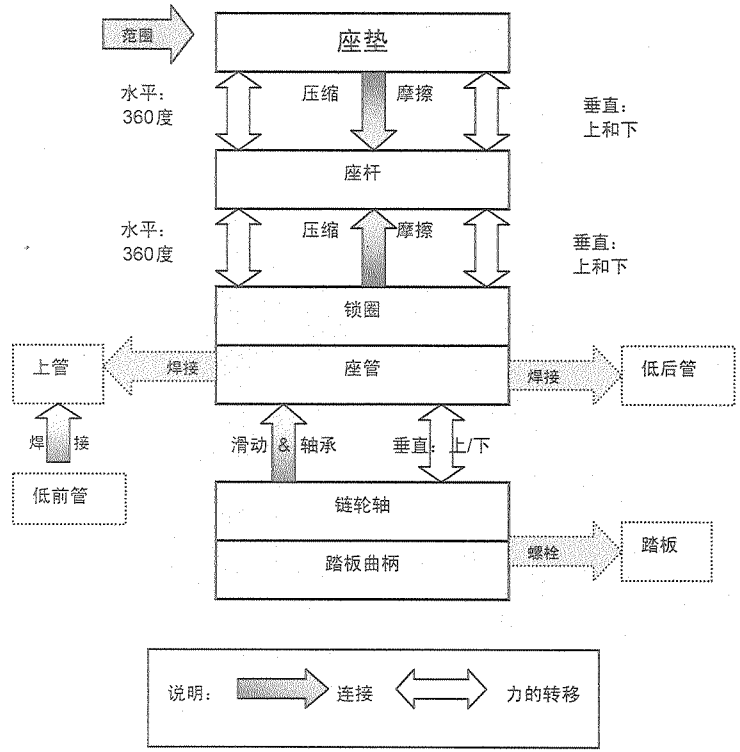


组件
A 灯罩
B 电池
C 开/关
D 灯泡总成
E 电镀
F 弹簧

连接方式
1.滑动配合
2.铆接
3.螺纹连接
4.卡扣装配
5.压紧装配

图表 III.1b,c 框(边界)图示例

自行车座和踏板的关系

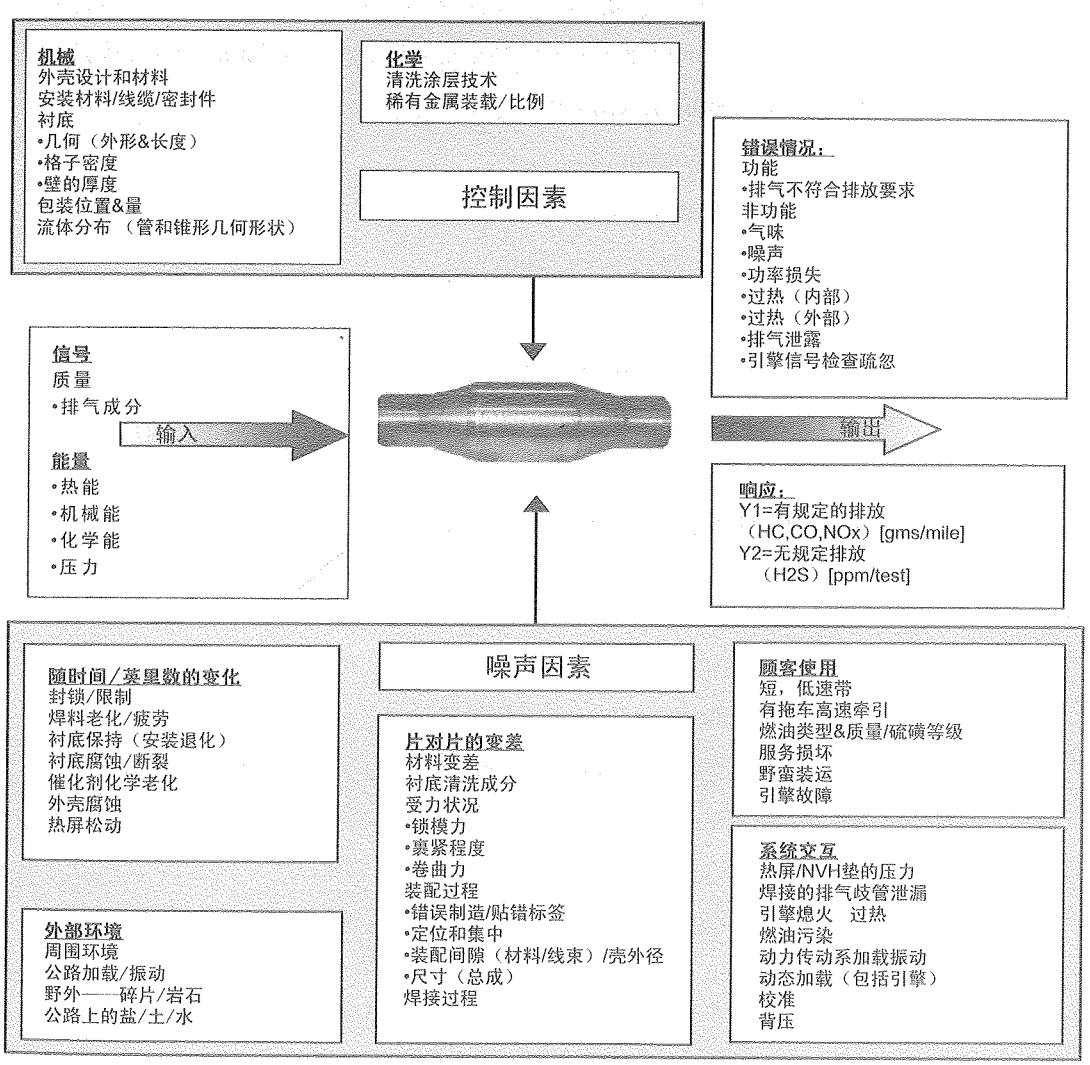


参数（P）图

参数图是帮助小组理解有关设计功能的物理特性的结构工具。小组在分析设计的预期输入（信号）和输出（响应或功能）的同时，也分析那些会影响性能的受控和不受控因素。

产品的输入和输出，即产品预期或非预期功能，对于识别错误情况、噪音因素和控制因素是十分有用的。

错误情况也就是DFMEA里的潜在失效模式。



图表 III.2通用催化转化器的参数图示例

功能要求

DFMEA过程里的另一个步骤就是编辑设计的功能要求和接口要求，它包括下面分类：

- 一般：此类考虑的是产品目的和产品的整体设计目的。
- 安全性
- 政府法规
- 可靠性（功能寿命）
- 装载和工作循环：顾客产品使用表
- 安静操作：噪音、振动、刺耳声（NVH）
- 液体保持
- 人体工程学
- 外观
- 包装和发运
- 服务
- 可装配性的设计
- 可制造性的设计

其它工具和信息资源

其它工具和信息资源可以帮助小组理解并定义设计要求，包括：

- 示意图，图纸等
- 材料清单（BOM）
- 关连矩阵图法
- 接口矩阵
- 质量功能展开（QFD）
- 质量与可靠性历史

这些工具的使用，是受到工程经验和历史数据的支持的。它们可以帮助综合定义要求和功能。

在考虑了这些前提条件后，可以开始填写表格。（表III.1）

此页留白

Example DFMEA

The example used with the sample form deals with a Front Door assembly. The product has several functional requirements:

- Permit ingress to and egress from vehicle
- Provide occupant protection from
  - Weather (comfort)
  - Noise (comfort)
  - Side impact (safety)
- Support anchorage for door hardware including
  - Mirror
  - Hinges
  - Latch
  - Window regulator
- Provide proper surface for appearance items
  - Paint
  - Soft trim
- Maintain integrity of inner door panel

The final DFMEA would include analysis of all these requirements. The example includes part of the analysis of the requirement: "Maintain integrity of inner door panel".

Header of the Design FMEA Form (fields A-H)

The following describes the information to be entered on the form.

The header should clearly identify the focus of the FMEA as well as information related to the document development and control process. This should include an FMEA number, identification of the scope, design responsibility, completion dates, etc. The header should contain the following elements[2]:

[2] The letters at the end of each heading indicate the area referred to on the sample form.

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (DESIGN FMEA)

System _____ FMEA Number _____ A

Subsystem _____ Page _____ of _____

Component: _____ B Design Responsibility _____ C Prepared By: _____ H

Model Year(s)/Program(s) _____ D Key Date _____ E FMEA Date (Orig.) _____ F

Core Team _____ G

Item / Function	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Design: Controls Prevention	Current Design: Occurrence	Current Design: Controls Detection	Current Design: Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results: Actions Taken Completion Date	Action Results: Severity	Action Results: Occurrence	Action Results: Detection	Action Results: RPN
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m				n
SAMPLE																		
Front Door L.H. H8HX-0000-A	Maintain integrity of inner door panel	Integrity breach allows environ. access of inner door panel	Corroded interior lower door panels Deteriorated life of door leading to: •Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time; • Impaired function of interior door hardware	5		Upper edge of protective wax application specified for inner door panels is too low	Design requirements (#31268) and best practice (BP 3455)	3	Vehicle durability test. T-118 (7)	7	105	Laboratory accelerated corrosion test	A. Tate Body Engineer 0X 09 03	Based on test results (test no. 1481) upper edge spec raised 125 0X 09 30	5	2	3	30
						Insufficient wax thickness specified	Design requirements (#31268) and best practice (BP 3455)	3	Vehicle durability test. T-118 (7)	7	105	Laboratory accelerated corrosion test	A. Tate Body Engineer 0X 09 03	Test results (Test No. 1481) show specified thickness is adequate. 0X 09 30	5	2	3	30
												Design of Experiments (DOE) on Wax Thickness	J. Smythe Body Engineer 0X 10 18	DOE shows 25% variation in specified thickness is acceptable 0X 10 25	5	2	3	30
						Inappropriate wax formulation specified	Industry standard MS-1693	2	Physical and Chemical Lab test - Report No. 1265 (5) Vehicle durability test. T-118 (7)	5	50	None						
						Corner design prevents spray equip from reaching all areas		5	Design aid with non-functioning spray head (8) Vehicle durability test. T-118 (7)	7	175	Team evaluation using production spray equipment and specified wax	T. Edwards Body Engineer and Assy Ops 0X 11 15	Based on test: 3 additional vent holes provided in affected areas (error-proofed) 0X 12 15	5	1	1	5
						Insufficient room between panels for spray head access		4	Drawing evaluation of spray head access (4) Vehicle durability test. T-118 (7)	4	80	Team evaluation using design aid buck and spray head	Body Engineer and Assy Ops 0X 11 15	Evaluation showed adequate access 0X 12 15	5	2	4	40

Table III.1 Sample DFMEA Form with Minimal Information Elements & Example Entries

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人： H
FMEA日期（原始） F

项目/功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计 控制预防	发生度	现行设计 控制探测	探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果 采取的措施完成日期	严重度	发生度	探测度	RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号：1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号：1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号：1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
	范例					角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8）汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

DFMEA示例

样表里显示的是车前门总成。产品有下面几个功能要求：

- 可以出入汽车
- 使汽车乘员有和谐安全的环境
  - 温度（舒适）
  - 噪音（舒适）
  - 侧面碰撞（安全）
- 车门硬件的固定，包括：
  - 镜子
  - 铰链
  - 门锁
  - 摇窗器
- 为外观处理提供适合的表面
  - 涂漆
  - 软内饰
- 保持车内门板的完整

最终DFMEA包括对所有这些要求的分析。样本包括了要求分析的一部分："保持车内门板的完整"。

设计FMEA表格的表头（A-H）

下面描述的是填入表格的信息。

表格表头应当清楚说明FMEA的关注点，以及文件开发和过程控制中的相关信息。它包括一个FMEA编号，范围识别，设计职责，完成日期等。表头应当包含下面这些元素[2]：

[2] 每个题头信息后面的字母表示的是表格内的参照区域。

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人：H
FMEA日期（原始）F

项目/功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计：控制预防	现行设计：发生度	现行设计：控制探测	现行设计：探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果：采取的措施完成日期	实施结果：严重度	实施结果：发生度	实施结果：探测度	实施结果：RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号：1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号：1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号：1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
	范例					角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8）汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	---n---			

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

FMEA编号(A)

输入用以识别FMEA文件的字母数字串，用作文件的控制。

系统，子系统，或零部件名称与编号(B)

输入受分析的系统，子系统或零部件的名称与编号。（参见定义范围）

设计职责(C)

输入负责设计的OEM，组织，部门或小组；适用时，输入供应商组织名称。

车型年/项目(D)

输入将使用或者受被分析的设计影响的预期车型年和项目（如果知道的情况下）。

关键日期(E)

输入FMEA最初的预定完成日期，它不能超过计划的生产设计发布日期。

FMEA日期(F)

输入初始FMEA的完成日期，以及最近的修订日期。

核心小组(G)

输入负责开发DFMEA的小组成员。成员的联系方式（比如：姓名、组织、电话、E-mail）可以记录在另一份补充文件内。

编制人(H)

输入编制DFMEA的负责工程师的姓名，联系方式以及工程师的所属组织。

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人：H
FMEA日期（原始）F

项目/功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计 控制预防	发生度	现行设计 控制探测	探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果 采取的措施完成日期	严重度	发生度	探测度	RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号：1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号：1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号：1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
						角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8）汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

范例

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

DFMEA表格内容(a-n)

FMEA表格内容包括潜在失效的风险分析，以及要采取的改进措施[3]。

项目/功能/要求(a)

项目/功能可以被分为两栏(或者更多栏)，也可以合并成一栏。接口（作为分析的“项目”）可以合并，也可以独立分栏。零部件可以列在项目/功能栏里，还可以另加一栏输入该项目的功能和要求。下面是对“项目”，“功能”，“要求”的描述：

项目(a1)

输入已经由小组通过框图、参数图、示意图或其它图识别的项目、接口或零部件。

为了确保可追溯性，使用的术语必须和顾客要求，以及其它设计开发文件和分析相一致。

功能(a1)

输入被分析的项目或接口的功能，要求它必须达到顾客要求或小组讨论的设计意图。如果项目或接口里有多个含有潜在失效模式的功能，则强烈建议将每个功能及其相应的失效模式分开列出。

如果项目和功能分成两栏，功能就变为a2栏。

要求(a2)

可以另外添加“要求”一栏来进一步细分失效模式分析。输入每项功能的要求（根据顾客要求或者小组讨论得出；另外还可参见第二章：前提条件）。如果功能里有多个含有不同的潜在失效模式的要求，则强烈建议将每个要求和功能分开列出。

如果项目和功能分成两栏a1,a2，要求就变为a3。

[3] 每个题头信息后面的字母表示的是表格内的参照区域。

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人：H
FMEA日期（原始）F

项目/功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计 控制预防	发生度	控制探测	探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果 采取的措施 完成日期	严重度	发生度	探测度	RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号：1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号：1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号：1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
						角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8） 汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	---	---	n	---

范例

潜在失效模式(b)

潜在失效模式是指零部件、子系统、系统可能潜在地不能满足或者实现项目栏里描述的预期功能的状态。

识别与功能/要求有关的潜在失效模式。潜在失效模式应当用专业技术术语描述，不必描述成顾客能够注意到的现象。

一个功能可能有多个失效模式。如果一个功能被识别有大量的失效模式，则可能说明要求没有妥善定义。

由于假设失效模式可能发生，但不是一定会发生，因此使用"潜在"一词。

应当予以考虑潜在失效模式可能只在特定的运行条件（比如：热、冷、干燥、灰尘环境等），和特定的使用状态下（超过平均里程，不平的路段，仅在市内行驶等等）发生。

在确定了所有的失效模式后，分析的完整性可以通过对过往运行不良、关注点、问题报告和小组"头脑风暴"的评审来确认。

潜在失效模式也可能是上级子系统或系统的潜在失效模式的原因，或者是一个下级零部件的失效模式导致的影响。

有关不同要求的失效模式的例子，可以参见表III.3。

项目	功能	要求	失效模式
盘式刹车系统	按要求停止汽车（考虑行驶环境条件，比如：潮湿、干燥等等）	在规定距离和重力下，使行驶在干燥沥青路上的汽车停止	汽车不停止
			在超出规定距离的情况下停车
			在重力超过xx的情况下停车
		在没有系统要求的情况下，允许汽车畅通行驶	在没有收到指令的情况下自行启动；汽车行驶部分受阻
			在没有收到指令的情况下自行启动；汽车无法行驶
制动盘	允许力从刹车片向车轴传递	必须向车轴施加规定的阻力矩	施加的阻力矩不足够

表III.3潜在失效模式示例

此页留白

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人：H
FMEA日期（原始）F

项目/功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计 控制预防	发生度	现行设计 控制探测	探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果 采取的措施 完成日期	严重度	发生度	探测度	RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号：1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号：1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号：1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
						角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8）汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----		n	---

范例

潜在失效影响 (c)

潜在失效影响是指由顾客感受到的失效模式对功能的影响。

根据顾客可能察觉和经历到的现象来描述失效影响。这里的顾客可以是内部顾客，也可以是最终使用者。如果失效模式可能会造成安全方面的影响，或者不符合法律条例，则应当清楚的说明这个问题；应当始终根据受分析的特定系统、子系统或零部件来进行说明后果。需要注意的是，在零部件、子系统、系统等级之间存在系统层次上的关系[4]。例如：一个零件的断裂可能会引起总成件的震动，从而导致操作系统的中断。操作系统中断会使性能下降，最后引起顾客的不满。因此，就需要根据专业小组的知识程度，来尽可能的预测潜在的失效影响。

典型的失效影响可以根据产品或系统性能来说明。表III.4给出了表III.3里的失效模式的影响。

项目		失效模式	影响
盘式刹车系统		汽车不停止	汽车控制受损；不符合法规
		在超出规定路程的情况下停车	汽车控制受损；不符合法规
		在重力超过xx的情况下停车	不符合法规
		在没有指令的情况下自行启动； 汽车行驶部分受阻	刹车片寿命缩短；汽车控制程度降低
		在没有指令的情况下自行启动； 汽车无法行驶	顾客无法驾驶汽车

表III.4 潜在影响示例

[4] 参见附录B

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人：H
FMEA日期（原始）F

项目 / 功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计：控制预防	现行设计：发生度	现行设计：控制探测	现行设计：探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果：采取的措施完成日期	实施结果：严重度	实施结果：发生度	实施结果：探测度	实施结果：RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号：1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号：1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号：1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
	范例					角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8）汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----	n	----	

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

严重度 (S) *(d)*

严重度是指对一个特定失效模式的最严重的影响后果的评价等级。严重度是在单个FMEA范围内的一个相对级别。

推荐的评估标准

小组应当同意一个评估标准和评级系统，即使为单个过程分析而更改，也应始终一致地应用此标准。（标准指南可参见下面的Cr1）

> 不建议更改严重度为9和10的评级标准。严重度等级评为1的失效模式不应当再进一步分析。

影响	标准： 对产品的影响严重性 （对顾客的影响）	等级
不符合安全性或者法规要求	潜在失效模式影响了汽车的安全运行；或者包含不符合政府法规的情形，失效发生时无预警。	10
	潜在失效模式影响了汽车的安全运行；或者包含不符合政府法规的情形，失效发生时有预警。	9
基本功能丧失或功能降低	基本功能丧失（汽车无法运行，不影响汽车安全运行）。	8
	基本功能降低（汽车可以运行，但是性能下降）。	7
次要功能丧失或功能降低	次要功能丧失（汽车可以运行，但舒适/便捷功能不可实施）。	6
	次要功能降低（汽车可以运行，但舒适/便捷性能下降）。	5
干扰	有外观、可听噪音、汽车操作项目上的问题，并且被绝大多数顾客（>75%）察觉到。	4
	有外观、可听噪音、汽车操作项目上的问题，并且被许多顾客（50%）察觉到。	3
	有外观、可听噪音、汽车操作项目上的问题，但只被少数识别能力敏锐的顾客（<25%）察觉到。	2
没有影响	没有可识别的影响	1

表Cr1 推荐的DFMEA严重度评估标准

表III.1包含最小信息元素和示例的DFMEA范例表

潜在失效模式与影响分析
（设计FMEA）

_____系统
_____子系统
_____零部件 B
车型年/项目 D
核心小组 G

设计职责 C
关键日期 E

FMEA 编号 A
共 _____ 页，第 _____ 页
编制人：H
FMEA日期（原始）F

项目/功能	要求	潜在失效模式	失效潜在影响	严重度	分类	失效潜在原因	现行设计 控制预防	发生度	现行设计 控制探测	探测度	RPN	建议措施	职责和目标完成日期	实施结果 采取的措施 完成日期	严重度	发生度	探测度	RPN
左前车门 H8HX-0000-A	维持车门内饰板的完整	整体性缺陷使环境侵蚀车门内板	内门板下方受腐蚀 门板寿命缩短导致： •喷漆生锈导致外观不美观 •车门内硬件功能受损	5		车门内板之上方之边缘保护蜡喷涂太低	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	基于试验结果（试验编号:1481），上方喷涂规格提升125。 0X 09 03	5	2	3	30
						蜡层厚度设计指标要求不够	设计要求（#31268）以及最佳实践（BP 3455）	3	汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	105	试验室加速腐蚀试验	A.Tate 车身设计工程师 0X 09 03	试验结果（试验编号:1481）显示规定的厚度足够。 0X 09 03	5	2	3	30
												对蜡层厚度进行试验设计（DOE）	J.Smthye 车身设计工程师 0X 10 18	DOE显示规定厚度内的25%的变化是可接受的。 0X 10 25	5	2	3	30
						蜡的配方不适合	行业标准 MS-1893	2	物理与化学试验-报告编号:1265(5) 汽车耐久性试验T-118 (7)	5	50	无						
						角落设计使得喷涂设备无法覆盖所有需喷涂区域		5	带有无功能的喷头的设计工具（8） 汽车耐久性试验 T-118 (7)	7	175	小组评估，使用生产喷蜡设备以及特定的蜡	T.Edwards 车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	基于试验：为受影响区域提供3个额外的通风孔（防错） 0X 12 15	5	1	1	5
						空间不够，容不下喷头作业		4	喷头作业的图样评定(4) 汽车耐久性试验T-118 (7)	4	80	小组评估，利用辅助设计模型和喷头	车身设计工程师和装配部门 0X 11 15	评估显示充分的可进入空间 0X 12 15	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

范例

分类 *(e)*

这一栏可以用来标出高优先级别的失效模式及其相关原因。

作为分析的结果，小组可以利用此信息来识别特殊特性。

特殊产品或过程特殊特性符号及其使用可依据顾客的特殊要求予以确定。

一个在设计记录中指定的特殊特性，但没有在DFMEA里识别出与这个特性相关的设计失效模式，则被认为是一种设计过程中的不足。

失效模式的潜在原因/机制 *(f)*

这部分信息可以被分为多栏，也可以合并成一个单独栏。

在开发FMEA的过程中，识别失效模式的所有潜在原因对后续的分析步骤是十分重要的。尽管有不同的方法（比如头脑风暴）可以用来确定失效模式的潜在原因，但还是建议小组着重于理解每个失效模式的失效机制。

失效模式的潜在机制 *(f1)*

失效机制是指导致失效模式的物理、化学、电、热或其它过程。需要注意，失效模式是一个"观察到的"或"外部的"影响，不应当把失效模式和失效机制，失效模式背后的实际物理现象，退化过程，或者导致失效模式的连锁事件相混淆。

在最大程度上，应当尽可能将每个失效模式的潜在机制简明、完整的列出。

对于一个系统，失效机制是一个跟随在零部件失效后面的错误的传递过程，从而导致系统失效。

产品或过程可能由于一个共同的失效机制，而有多个相互关联的失效模式。

确保过程影响被作为DFMEA过程中的一部分。