

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2015.01.010

# FMEA方法及8D模式在挤出复合机生产中的应用

吴江波

(江门市辉隆塑料机械有限公司, 广东 江门 529080)

**摘要:** 针对挤出复合机生产过程中电线未压到端口的缺陷实例, 简要介绍了FMFA方法(潜在的失效模式及效应分析)及8D模式原理, 提出了挤出复合机生产企业如何应用FMFA方法及8D模式、建立失效模式及效应分析、有效采取过程控制方法及步骤解决质量问题与缺陷的相关对策和建议。

**关键词:** 8D模式; FMEA方法; 失效模式; 效应分析; 挤出复合机

中图分类号: TB486+.07

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2015)01-0049-05

## The Application of FMEA Method and 8D Model to Extrusion Lamination Machine

Wu Jiangbo

(Huilong Plastics Machinery Co., Ltd., Jiangmen Guangdong 529080, China)

**Abstract:** With the example of defective pressure wire in producing extrusion lamination machine, FMEA method (Failure Mode and Effects Analysis) and 8D model theories were briefly introduced. The relative solutions were proposed concerning the application of FMEA method and 8D model, the failure mode and effect analysis establishment, effective process control and procedures to solve the defectiveness and quality issues.

**Key words:** 8D model; FMEA method; failure mode; effect analysis; extrusion lamination machine

## 0 引言

在ISO9001(质量管理体系)、ISO/TS16949(汽车生产和相关配件质量管理体系)、ISO14001(环境管理体系认证)、OHSAS18001(环境管理体系认证标准)等中, 都涉及了“预防措施”。“预防措施”是指“为消除潜在不合格或其他潜在不期望情况的原因所采取的措施”, 或简言之“采取预防措施是为了防止发生”<sup>[1]</sup>。在企业实际的管理体系运作中, 预见性地发现较全面的潜在问题存在较大难度, 大多数企业只会采取“纠正措施”, 是一种被动的、有成本

的、且后果已经产生的措施, 不具备积极性。因此, 美国三大汽车制造公司(福特、通用、戴姆勒-克莱斯勒)制定了可靠性设计分析方法——潜在的失效模式与影响分析(failure mode and effects analysis, FMEA)方法, 并将其广泛应用于汽车零部件生产行业中。其中, 福特公司针对这一问题, 提出在制造过程发生质量异常问题时, 按照8个准则及相关步骤加以解决, 即进一步提出了治标乃至治本的改善方法——8D模式。

挤出复合机生产过程中, 因电气装配工人的技能熟练度、工作责任心等原因, 常会产生电线未压

收稿日期: 2014-09-26

作者简介: 吴江波(1966-), 男, 湖南岳阳人, 江门市辉隆塑料机械有限公司工程师, 主要研究方向为FMEA方法及8D模式等在企业实践中的应用, E-mail:WLS-aaa@163.com

到端口等质量问题,而其较难在调试过程中被发现,大多数是在客户处通过一定时间(如1周时间)的运行才会被发现。而此问题发生时非常严重:第一,会造成设备电气控制的鲁棒性差,设备运行时好时坏,且一时半会无法查明原因并解决问题;第二,由于设备的稳定性差,造成生产的产品质量时好时差;第三,最严重的是,一旦客户停机待产,会浪费大量时间用于设备维修,影响生产。因此,本文拟针对挤出复合机生产过程中的电线未压到端口缺陷问题,探讨挤出复合机生产过程中的故障或缺陷控制,并通过8D模式,过程失效模式及后果分析(process failure mode and effects analysis, PFMEA)方法应用实例,提出相应的过程质量缺陷控制对策与建议。

## 1 8D模式及FMEA方法原理简介

### 1.1 8D模式

8D是8Disciplines的缩写,由福特公司的Kominars等人最先提出。1987年,福特汽车公司首次用书面记录下8D方法,在其技术手册中将该方法命名为“团队导向的问题解决方法”,视为解决问题、提供分析的唯一准则。8D为解决问题的典型方法,其可在生产实际运作过程中,面对异常问题发生时,按照8个标准步骤(参见表1),提出标本兼治的改善方法,通过团队资料的搜寻与分析,可以很快地找到原因,并可与质量管理工具手法(quality control, QC)相互结合,产生分析图表(如鱼骨图),使问题的根本原因清楚呈现,提供参考指引<sup>[2]</sup>。

表1 8D模式的步骤  
Table 1 The steps of 8D Mode

步骤	内容描述	英文描述
D1	主题选定及团队组建	use team approach/form team
D2	问题描述及范围确定	describe the problem/determine the cope
D3	执行紧急对策/抑制问题	implement and verify short-term corrective actions/contain symptoms
D4	分析并确认问题的真正原因	define and verify root causes
D5	选择、确认与评估长期对策	choice and verification of permanent corrective actions
D6	执行及验证永久对策	implementation and validation of permanent corrective actions
D7	预防问题再次发生及标准化	prevent recurrence
D8	贡献确认、团队激励及经验分享	recognition of team and individual contributions/congratulate the team

无论是研发阶段发现的问题,还是量产阶段或

客诉问题,若企业每年所有工程技术问题依照8D方式来解决,对培养工程人员能力具有重要意义,且成为企业重要的知识资产,这也是很多企业将8D程式化的主要原因。

### 1.2 FMEA方法

作为汽车制造行业广泛运用的FMEA方法,是由故障或缺陷模式分析(failure modes analysis, FMA)和故障或缺陷影响分析(failure effect analysis, FEA)演变而来的。因此FMEA可对各种故障或缺陷的风险进行识别、评价、分析,最终通过现有的技术手段,将这些风险减少到可以接受的水平或直接消除。根据产品故障或缺陷可能产生的环节,如设计、制程、使用、供应及服务,又分为DFMEA(设计FMEA)、PFMEA(过程FMEA)、EFMEA(设备FMEA)、SFMEA(体系FMEA)<sup>[3]</sup>。

FMEA的原理与应用主要体现在美国三大汽车制造公司制定的《潜在失效模式和后果分析》表格中,其内容包括以下方面<sup>[4]</sup>:

- 1) 功能要求。填写被分析过程(或工序)的简要说明和工艺描述。
- 2) 潜在失效模式。记录可能会出现的问题点。
- 3) 潜在失效后果。推测问题点可能会引发的不良影响。
- 4) 严重度(S)。用于评价上述失效后果,并赋予分值(1~10分,不良影响愈严重,分值愈高)。
- 5) 潜在失效起因或机理。即潜在问题点可能出现的原因或产生的机理。
- 6) 发生度(O)。上述潜在失效起因或机理出现的机率(1~10分,出现的机率愈大,分值愈高)。
- 7) 现行控制。列出目前对潜在问题点控制方法。
- 8) 探测度(D)。在采用现行的控制方法实施控制时,潜在问题可被查出的难易程度(1~10分,查出难度愈大,分值愈高)。
- 9) 风险顺序数(RPN)。即严重度、发生度、探测度三者得分之积,其数值愈大,潜在的问题愈严重,愈应及时采取预防措施。
- 10) 建议措施。列出“风险顺序数”较高的潜在问题点,并制定相应预防措施,防止潜在问题发生。
- 11) 责任及目标完成日期。即制定实施计划案。
- 12) 措施结果。对计划案实施状况的确认。

从上述内容不难看出,FMEA原理的核心是对失效模式的严重度、发生度和探测度进行风险评估,通过量化指标确定高风险的失效模式,并通过8个标准步骤来制定预防措施加以控制,从而将风险完全消除或减小到可接受的水平<sup>[5]</sup>。

## 2 生产制程问题解决实例


### 2.1 D1: 主题选定及团队组建

电线未压到端口问题, 是一个电箱连线组或机台接线连线都无法独立解决的问题, 经质量部初定, 通知技术部电气工程师、技术设计员, 客户技术支

持工程师, 质量品保工程师, 电线组两组组长(技师), 以及电气工程顾问, 共8人组成专项问题攻关小组, 由技术部电气工程师担任组长, 质量工程师担任副组长, 并由质量部编制8D报告及跟进, 技术部编制FMEA表及跟进, 具体示例见表2。

表2 8D报告示例

Table 2 8D Report examples

 <b>凝聚科技光辉 成就行业兴隆</b> <b>江门市辉隆塑料机械有限公司</b> Jiangmen Huilong Plastics Machinery Co., Ltd. <b>8D Report</b>	<b>Problem title[问题]:</b> 电线未压到端口	<b>8D No.</b> 2012-20-11
	<b>Type[类型]:</b> EXC1950/80-B-2 (12)	<b>Part name[零件名]:</b> 挤出复合机-电气装配电箱
	<b>Mode[模式]:</b> EXC1950	<b>Part No[零件编号]:</b> D-20-11
<b>Reporter date[记录日期]:</b> 2012-05-17	<b>Customer[客户]:</b> QD 12-05-12	<b>Other[其它]:</b> 20122011
<b>1 Establish team [建立团队]</b> 彭大生 (技术部/电气工程师) 张小刚 (客服部/客户技术支持工程师) 代立红 (质量部/质量工程师) 叶再兴 (制造部/电气接线组组长) Leader[主管]: 彭大生 (技术部/电气工程师)	<b>Department[部门]</b> 刘明 (质量部/品保工程师) 李振强 (技术部/电气技术员) 吴成 (总工办/电气工程顾问) 陈自国 (制造部/电气接线组组长)	<b>2 Problem description[问题描述]:</b> 当日当班电工未检查, 导致部分所压线耳未到端口。
<b>3 Containment action(s)[紧急处理对策] responsible[负责人]</b> ①对正在调试的挤出复合机立即停机, 拍照留存相关档案。(代立红) ②检查该机器所有电箱线耳并将不合格的重压, 阻止再发生。(刘明)		<b>Result[结果] Limit date[期限]</b> ①停机, 拍摄存档执行完成, 2012-05-17 ②检查及重压, 2012-05-20
<b>4 Root cause(s)[直接原因]</b> ①当班人员未按标准压线耳: a)角度不对, 如角度大、角度小, 未能压好; b)接入不实, 虚脱; c)线口不平整 ②质量检查未按规范: a)员工间未能做好互检; b)班长和质检未执行检查。质量部形成原始数据报告。		<b>Verification[确认] Date[日期]</b> ①对照标准检查(刘明), 2012-05-18 ②查对记录(代立红), 2012-05-19
<b>5 Chosen permanent corrective action(s)[改善及纠正措施]</b> ①a)制订限度样板, 角度不对就不能切入端口(即防错法); b)以实验计划法对接触不良原因及对策分析之研究(研究分析); c)安装定时自动检测器。 ②对电工进行培训, 使其真正明白操作要领和违规危害; ③执行质量检验规范: a)完善重订班长和质检检查规程, 将此项检验重点纳入; b)制定傻瓜性检查表格, 让员工互检、班长抽检和质检检验。		<b>Verification[确认] Date[日期]</b> ①制板(张小刚), 2012-05-30 研究分析及实验(彭大生), 2012-06-30 安装自动检测器(刘明), 2012-06-04 ②电工培训(李振强), 2012-06-30 ③完善规程(刘明), 2012-06-15 制表及检验(叶再兴、陈自国) 2012-06-30
<b>6 Implemented corrective actions(s)[执行改善结果]</b> ①a)已制订限度样板, 查验角度合适 b)角度及端口切入之管制界限已决定, 管制图显示制程在管制中 $C_{pk}=1.85$ c)安装定时检测器, 管制图显示制程在管制中 $C_{pk}=2.05$ ②培训电工掌握相关技能并评估合格 ③执行质量检验规范并确认有效		<b>Responsible[负责人] Date[日期]</b> ①刘明, 2012-07-30 ②彭大生, 2012-07-30 ③代立红, 2012-08-10
<b>7 Action(s)to prevent reoccurrence[标准化]</b> ①限度样板及定时自动检测器使用方法(WI-QC-102) ②班长和质检的检查规程(WI-QC-115) ③傻瓜性检查表格(WI-QC-115-01)		<b>Responsible[负责人] Date[日期]</b> ①刘明, 2012-08-15 ②代立红, 2012-08-10 ③代立红, 2012-08-10
<b>8 congratulate[致谢]</b> 感谢所有成员的辛勤工作, 本项目考核及奖金计算另计发(详见2012-09-30〈WI-KJ-02-01〉)。 Team Leader Member[主导者/成员签名]: 彭大生, 刘明, 张小刚, 李振强, 代立红, 吴成, 叶再兴, 陈自国		

### 2.2 D2: 问题描述及范围确定

在挤出复合机EXC型机台调试过程中, 运行设备时开时停, 由客户服务部调机人员报告质量部, 经电气工程师查找后发现, 当日当班电工未检查, 导致部分所压线耳未到端口是造成设备故障的原因。质量部通过FMEA风险顺序指数(RPN)评定: 1)严重性(S)。造成生产线小损坏, 产品经分类后部分

(< 100%)报废, 设备能运作, 但功能下降、成本增加, 需停机维修, 顾客不满意。2)发生性(O)。一般与常发性失效的前制程相似制程联系在一起(初步测算失效率为5%),  $C_{pk}$ 值为0.67。3)探测性(D)。现行控制将检测出失效模式的可能性较低。

因此, 可确定风险顺序指数(RPN)值。按企业内评价规则, 风险顺序指数值 $\geq 32$ 时, 则质量风险

较大，必须采取相应措施；反之，当风险顺序指数值 < 32 时，质量风险较小，可放行或让步放行。同时，质量部要制订好质量计划（FMEA 与质量计划之相关性流程示意图见图 1）。

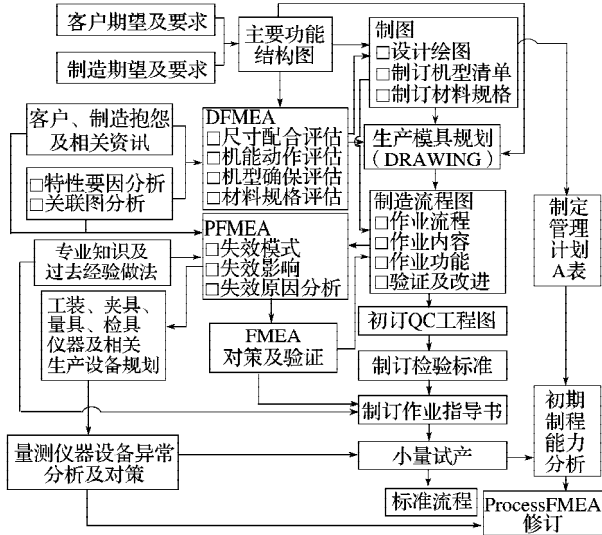


图 1 FMEA 与质量计划的相关性流程示意图

Fig. 1 Process diagram of FMEA and Quality Plan's correlation

2.3 D3: 执行紧急对策 / 抑制问题

发生问题后，经请示，通知客服部人员采取紧急对策，即对正在调试的挤出复合机实施立即停机处理，质量部拍照留存相关档案；同时，质量部检查该机器所有所压线耳未到端口的电箱线耳，并重压，防止再次发生类似情况。

2.4 D4: 分析并确认问题的真正原因

经质量部统计并初步分析，造成“电线未压到端口问题”的主要原因是：

1) 当班人员未按标准压线耳。包括角度不对，如角度大、角度小，未能压好；接入不实，虚脱；线口不平整。

2) 质量检查未按规范。如员工之间未能做好互检、班长和质检未执行检查等。

质量部据此形成原始数据报告。

2.5 D5: 选择、确认与评估长期对策

通过分析，找到造成“电线未压到端口问题”的主要原因后，即可开始拟出对策方法。如：

①首先，制订限度角板，角度不对时不能切入端口（即防错法）；其次，利用实验计划法对接触不良的原因及其对策进行分析；再者，安装定时自动检测器。

②对电工进行培训，使其真正明白操作要领和违规危害。

③执行质量检验规范。完善重订班长和质检规程，将此项检验重点纳入；同时，制定傻瓜性检查表格，让员工互检、班长抽检和质检检验。

2.6 D6: 执行及验证永久对策

经“电线未压到端口的问题”专项团队确认后，首先形成制程 PFMEA 表（见表 3）。针对失效潜在原因采取措施进行检查、验证、追踪和彻底关闭，并确认为永久性对策。

表 3 PFMEA 表（示例）

Table 3 PFMEA Form (examples)

项目：挤出复合机电气装配

制程责任：车间工程 / 组装作业 (2)

编制人：XiaoYuanbin

机型 / 年份：EXC1950/80-B-2 (2012) 设计日期 / 生产日期：2012-03-12/2012-08-16 FMEA 日期：(原始)2012-05-08-17(修订)2012-08-11 — 08-19(2)

核心小组：彭大生，刘明、张小刚，李振强，代立红，吴成，叶再兴，陈自国(8)

制程能力 制程要求	潜在失效模式	失效潜在效果	严重度	失效潜在原因与结构	发生度	现行制程管制	探测度	RPN 值	推荐措施	负责单位 / 人员 / 完成日期	改正后结果										
											采取的措施	严重度	发生度	探测度	RPN 值						
电线压端口 用电工压线钳呈 45° 角，将电线接触口压好，接入端口且保持平整。	电线未能压到端口	电线未能压到端口导致： ●设备控制鲁棒性差，运行不稳定，无法查明原因解决问题 ●电线接触不良，设备稳定性差，客户产品质量时好时差 ●客户停机待产，浪费大量时间维修，形成大量制造成本而最终影响生产	7	当班人员未按标准压线耳： ●角度不对（大、小），未能压好； ●接入不实，虚脱 ●线口不平整 质量检查未按规范： ●员工间未能做好互检 ●班长和质检未执行检查	7	目视检查线口每班中 1 件 / h； ●抽查测量线口角度 ●抽查接入情况 ●抽查线口平整情况 作业开始及休息后，电线端口情况及预防接触实验计划以保证预防性计划制订作业指导书，批量抽样(每班 10 个)检验以涵盖重要区域	5	245	制订限度角板，角度不对不切入端口以实验计划法对接触不良原因及对策分析研究 安装定时自动检测器 培训电工，使其真正明白操作要领和违规危害，执行质量检验规范： ●重订班长和质检规程，将此项检验重点纳入 ●制定傻瓜性检查表格，让员工互检、班长抽检和质检	制造 / 工程 2012-05-30 制造 / 工程 2012-06-30 品保 / 工程 2012-06-04 制造 / 工程 2012-06-30 品保 / 工程 2012-06-15 制造 + 品保 2012-06-30	制订限度角板，查验角度合适角度及端口切入管制界限已定，管制图显示制程管制 Cpk 值为 1.85 安装定时检测器，管制图显示制程在管制中 Cpk 值为 2.05 培训电工相关技能并评估合格 执行质检规范并确认有效	7	2	2	28						
																4	196	7	1	3	21
																3	147	7	1	3	21
																2	98	7	1	2	14
																3	84	7	1	2	14
																2	56	7	1	2	14
																2	56	7	1	2	14
																2	56	7	1	2	14
																2	56	7	1	2	14
																2	56	7	1	2	14

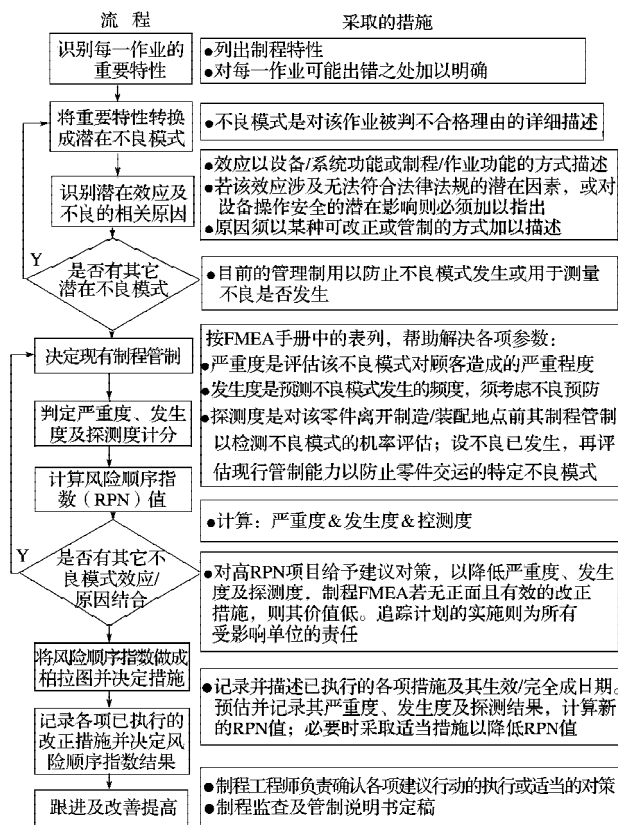


图2 PFMEA 运作流程图

Fig. 2 Operation Diagram of PFMEA

2.7 D7: 预防问题再次发生及标准化

将确认的永久性对策写入作业文件，并张贴在作业现场，培训其他人员，预防事故再发生。同时对电箱连线组的其它类型如EXCA系列及1350, 1450, 1700 和 2300 型等相关制程，采取相同措施进行同步改善，将有关跟进验证结果记录在PFMEA表。在下一产品中进行检验再确认和验证，修正PFMEA表。

2.8 D8: 贡献确认、团队激励及经验分享

对“电线未压到端口的问题”专项进行项目绩效考核与总结，对参与本课题的专项团队全体成员，按贡献大小进行评价并下发项目奖金，将解决此问题过程及经验汇总形成项目总结报告，并将其列入企业知识管理平台进行分享。

3 结语

通过对8D模式及PFMEA方法实例应用，解决了挤出复合机生产过程的电线未压到端口缺陷问题，制订了有关文件加以标准化，为挤出复合机生产过程中的故障或缺陷控制积累了经验。本项目经实验验证，挤出复合机的Cpk值有较大提升，而RPN值有较大幅度下降，设备故障率下降了7.8%，设备电

气控制的鲁棒性大大提高，客户满意度提高了3.5%，同时扩展到对4大类型挤出复合机的32个品种生产进行有效的质量缺陷控制，取得了较好的效果，具体效果对比见表4。

表4 FMEA方法及8D模式应用前后的效果对比

Table 4 Contrast of effects before and after application of FMEA Method and 8D Mode

项目指标	实施前	实施后	效果比较	
Cpk 值	1	0.67	1.85	+1.18 (↑)
	2	0.67	2.05	+1.38 (↑)
	1	245	28	-217 (↓)
	2	196	21	-175 (↓)
	3	147	14	-133 (↓)
	4	98	14	-84 (↓)
RPN 值	5	84	14	-70 (↓)
	6	56	14	-42 (↓)
	设备故障率/%	90.8	98.6	-7.8 (↓)
客户满意度/%	92.2	95.7	+3.5 (↑)	

注：为统一计算口径，设备故障率、客户满意度取基于同一机型的统计数据。

参考文献:

[1] 孙克清. ISO9001 质量管理体系及认证概论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 87.

Sun Keqing. ISO9001 Quality Management System and Certification Generality[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011: 87.

[2] [佚名]. 8D 报告词条解释[EB/OL]. [2014-08-20]. <http://www.baike.com/wiki>.

[Anon]. 8D Report Term Explanation[EB/OL]. [2014-08-20]. <http://www.baike.com/wiki>.

[3] [佚名]. FMEA 词条[EB/OL]. [2014-08-20]. <http://baike.baidu.com>.

[Anon]. FMEA Terms [EB/OL]. [2014-08-20]. <http://baike.baidu.com>.

[4] 张建伟, 于洪涛, 李志颖, 等. FMEA 手册[M]. 中国汽车技术研究中心, 译. 北京: 中国汽车工业出版社, 2011: 40-41.

Zhang Jianwei, Yu Hongtao, Li Zhiying, et al. FMEA Handbook[M]. Chinese Automotive Technology & Research Centre, Translated. Beijing: Chinese Automotive Industry Press, 2011: 40-41.

[5] 葛泉江, 李光伟. 浅谈FMEA在生产实践中的应用[J]. 哈尔滨轴承, 2005, 26(4): 55-57.

Ge Quanjiang, Li Guangwei. Discussing Application of FMEA in Production[J]. Journal of Harbin Bearing, 2005, 26(4): 55-57.

(责任编辑: 廖友媛)