

关于 PFMEA 与防错技术在汽车行业中的应用

曾鹤龄
(柳州五菱柳机动力有限公司 广西 柳州 545005)

摘要: 在整车制造企业全球范围内采购的大环境背景下,我国汽车零部件销售企业之间的竞争越来越激烈。与此同时,在整车制造企业与零部件企业签订的合同内容中可以发现价格问题没有商量的余地。说明我国汽车零部件销售企业所面临的市场环境是十分残酷和严峻的。因此提高产品质量、降低生产成本、加大技术创新和增大产品附加值已成为我国汽车零部件企业亟待解决的重要问题。

关键词: PFMEA 技术; 防错技术; 汽车行业; 应用

PFMEA 与防错技术在汽车行业中的应用,可以有效消除因人为原因造成的产品质量缺陷,它是零缺陷和技术化相结合的产物,如 PFMEA 与防错技术在汽车减震器和摩擦片组中装配中的应用,PFMEA 与防错技术能预先控制产品的质量实现产品零缺陷,提高产品生产效率,降低生产成本。

1 PFMEA 技术

1.1 PFMEA 技术简介

PFMEA 技术作为汽车行业一种可行性的分析技术,可以促进对产品设计过程、生产制造过程和销售服务过程中深层次的质量改进。PFMEA 技术指的是对以上过程中进行事先分析的一种方法,主要包括以下几个方面的内容:

- (1) 明确汽车产品在设计、生产制造、销售服务中可能发生的潜在的产品质量缺陷;
- (2) 评价每一个产品质量缺陷可能给顾客造成的后果和严重程度;
- (3) 分析产品质量缺陷的原因、发生的条件,在此基础上制定一个可以控制的方法或者措施;
- (4) 采取的措施能降低和减少以上问题的再次发生;
- (5) 通过书面总结形式客观分析上述结果。

由此可见,PFMEA 技术是一项预防技术,是对产品质量的事先控制,而不是事后的处理,是产品进入生产制造之前的最后一个关键性的步骤。在事先花更多的时间和精力做好 PFMEA 技术的铺垫工作,可以低成本地对产品设计和生产制造进行修改,降低事后修改概率,减少因设计和生产制造缺陷给汽车制造企业带来的更大的经济损失,最大限度地保证产品的质量和顾客的行车安全。

1.2 PFMEA 技术的主要参数

严重度、频度、探测度和风险顺序数是 PFMEA 技术在汽车行业应用中所使用到的几个详细的参数,以下进行一一介绍:

- (1) 严重度,用 S 表示。严重度指的是某种产品的质量缺陷发生时,对顾客产生的影响和严重程度的评价性指标分析;
- (2) 频度,用 O 表示。频度指的是某项潜在风险发生的可能性,其发生的概率越高,产品质量的缺陷就会越大;
- (3) 探测度。用 D 表示。探测度指的是当某项潜在风

险发生时,根据现有的控制方法和措施,准确判断出产品质量缺陷所在的部位;

(4) 风险顺序数,用 ERN 表示,它指的是严重度 s、频度 o 和探测度 D 之间的乘积,即: $ERN=S \times O \times D$,取值范围为 1~1000,取值越高,产品质量的风险就会越大。

2 防错技术

防错 (poka-yoke) 是日本著名工程师 Shigeo Shingo 在上世纪 60 年代时提出的一种技术。poka-yoke 是日本语言,汉译为防止错误的产生,防错的根本目的是产品的生产和设计过程中尽早的发现错误,采取针对性的措施以此杜绝和减少产品质量缺陷。防错技术指的是在产品的生产和制造过程中所运用的一种防止错误发生的技术和方法。产品质量缺陷的控制和预防主要体现在产品设计过程、生产制造过程中,以上这些过程都可以运用防错技术实现防错,降低有质量缺陷的产品流入市场。

汽车零部件生产现场环境是十分复杂,有众多的环节,各个环节各个地方都有出错的可能,有可能是工作人员、机械设备的原因,也有可能是环境变化而引起的这些错误,总的来说会造成以下事项的发生:

- (1) 漏加工,比如规定数量的孔漏钻,应磨削的平面未磨削;
- (2) 错加工,外围尺寸与实际设计的尺寸不一致,需要加工的位置未加工或者加工错误;
- (3) 少件缺件,紧固螺丝钉少安装或者未安装,备品配件缺失;
- (4) 错配,不同的零部件配置在了一起,比如前后拉手安装错误。

从以上分析中我们不难看出:大部分的缺陷或者故障都是由于人为原因的疏忽或者失误而导致的,而通过防错技术可以大大地降低产品缺陷概率或者从根本上消除产品质量缺陷。因为,汽车制造的产品质量、性能以及安全性和稳定性在一定程度上取决于标准化和规格化,产品质量在其中发挥着至关重要的作用。

3 PFMEA 与防错技术的结合

严重度指的是某种产品的质量缺陷发生时,对顾客产生的影响和严重程度;频度指的是某项潜在风险发生的可能

性；探测度是根据现有的控制方法和措施，准确判断出产品质量缺陷所在的部位，每一个参数的估分分别用 1~10 表示，但在实际操作中，并非都是 10 分制，也可能是 1、3、5、7、9 也可能是 2、4、6、8、10，但各个参数的评价标准必须要保证一致性。

但是，PFMEA 与防错技术的结合还要不断优化和完善汽车行业的 PFMEA 与防错技术的评判准则，不应当模糊不清，否则评判标准就无法成立，更无法为后期产品的生产带来有益帮助。

4 PFMEA 与防错技术在汽车行业中的应用实例分析

汽车自身总成件的设计和生产过程中存在着很多的质量缺陷，比如零件漏装、零件装返、焊接缺陷和质量缺陷等等，下面就某一品牌汽车自身总成件 -- 前纵梁总成、后拉手手柄零件运用 PFMEA 与防错技术进行分析：

4.1 前纵梁总成

在通过利用机器人焊接前纵梁的内外板中，先运用 PFMEA 和防错技术对前纵梁的功能展开分析，如果发现零件装反、漏焊零件，这些都属于制造性错误，无法实现产品的零缺陷，一般情况下这两项的风险顺序数 >100。相反，在严重程度高、频度和探测度频繁发生的情况下，要想满足产品的质量要求，必须采取针对性的防错技术，作如下举例：

(1) 前保零件装反。防错方案如下：首先，通过防反消用来防止前保定位出错，使用夹具和定位块让前保紧紧地粘贴在前部的纵梁上，以此保证前部纵梁与前保位置的正确；其次在将该处的手动夹具夹紧，并准确插入前保中，这样一来，前保就能安装正确，否则防反消就会将前保顶出，使其不能安装到正确的位置上；最后，夹紧夹具，保证夹具上的定位块和前保端面、下方定位块紧密地贴合在一起。

(2) 外板前轮罩零件漏焊。防漏方案：首先，使用传感器检查前轮罩安装支架是否存在漏焊情况，在将传感器产生的信号串接入焊接机器人中；其次，将前纵梁内板和外板安装在夹具的指定位置上，夹紧，如果前轮罩支架安装正确，传感信号就会自动接入机器人，机器人完成焊接，如果该零件漏焊，机器人就无法完成焊接。

4.2 后拉手手柄零件

根据该品牌汽车外拉手实际装配经验，总结汽车外拉手装配过程中同样存在着很多的缺陷，比如左右零件混装错装零件等等，通过 PFMEA 与防错技术实现降低风险顺序数的目的。在外拉手的装配中，虽然前后门后拉手的结构有所不同，但在备料时依然会出现混装的现象，且从外观上难以发现，对于这一现象，会给顾客产生以下影响：

(1) 严重度：导致装配好的拉手在汽车启动时产生异常响动，需重新返工，并更换新的拉手，由于返工工序复杂，返工时间至少需要 1 个小时及以上，故此严重程度暂定为 9；

(2) 频度：对所有的前后拉手进行 100% 全检，在 1000 件中发现了 6 件，故此频度定为 4；

(3) 探测度：被检测的拉手为 100% 全检，属于双重目测检测，故此探测度定义为 6；

风险顺序数计算： $9 \times 4 \times 6 = 216$ ，根据分先顺序数，制定针对性防错方案，再采用夹具和定为块检测后拉手装配情况，如果发现错装，定为块会发出报警信号。

5 结语

综上所述，利用 PFMEA 与防错技术对各类产品进行评估，对高风险的和顾客反映的产品进行定期评估，在评估过程中使用适当的防错装置，能有效防止由于人为失误造成的汽车产品质量缺陷，从而提高产品的质量，保证设计和生产出来的产品能一次通过检测，降低风险顺序数，提高顾客满意程度。

参考文献：

[1] 陈丽华 .PFMEA 与防错技术在汽车行业中的应用 [J]. 上海交通大学机械工程与动力学院学报 ,2011(09):122-124.
[2] 邓秋燕 .PFMEA 与防错技术在汽车拉手装配中的应用 [J]. 工业技术经济 ,2018(20):8-11.
[3] 奚立锋 . 防错技术在汽车减震器装配中的应用 [J]. 现场经验 ,2013(05):82-83.

作者简介：曾鹤龄（1983.06-），男，汉族，广西柳州人，学士学历，工程师，研究方向：汽车零部件质量管理和改善，汽车行业物流管理及包装设计。

