

逆向PFMEA在低层次质量问题中的应用

刘天元

中国航发哈尔滨市东安发动机有限公司 黑龙江哈尔滨 214000

摘要: 质量的核心在于:质量是制造出来的,不是检验出来的。所以低层次质量问题改善的核心不应该放在人员意识与检验标准提升上。逆向PFMEA能够找到影响产品失效的最根本原因,并根据失效分析情况进行优化改进。

关键词: PFMEA; 磕打碰伤; 全流程改进

一、低层次质量问题的隐蔽性与危害性

(一) 低层次质量问题的定义

低层次质量问题定义为当前技术条件下可以认知、检测、控制,但由于质量意识不高、工作责任心不强导致的各类质量问题。由于低层次质量问题分类较为明显,公司将低层次质量问题分为:多余物、磕打碰伤、违规操作、软件填写这四类。

(二) 低层次质量问题的处理方式

往往对低层次质量问题的处理工作思路是通过戴明环进行改善,即进行PDCA改善的流程。通过PDCA循环确实可以进行质量管理改善。最终低层次质量问题的改进方向永远是:提高人员意识、强化制度考核、制定检验标准三个大方向。在质量改进的角度看来,这种改进方向能达到预期的效果,取得良好的改善成绩(低层次质量指标下降)。

事实上通过数据表现,低层次质量问题的指标下降仅仅是纸面上报的指标下降了,在2020年军工产品质量问题分析上,只占有市场5%份额的航空企业,却拥有19%的问题总量。这些问题其中有50%以上的问题都是低层次质量问题。实际上公司的低层次质量问题并没有得到改善。

(三) 质量改进的思考

质量的核心在于:质量是制造出来的,不是检验出来的。所以低层次质量问题改善的核心不应该放在人员意识与检验标准提升上。质量的核心应放在规范人员操作,也就是通过工艺手段及行之有效的考核手段控制制造过程。那么从工艺与考核手段上解决低层次质量问题

这个顽固性问题应使用什么样的质量工具,应成为所有航空公司考虑的重点因素。

石川图、戴明环、5W1H、8D都是解决质量问题的先进质量工具,但是在低层次质量问题这种多发性、重复性问题的面前,这类改进型质量工具能发挥的作用有限、时间有效。我司新采用了逆向PFMEA来解决这一类低层次质量问题。

二、PFMEA的定义及如何使用逆向PFMEA

PFMEA是FMEA的一种表现形式与过程,PFMEA是一种控制工具、风险性分析工具、管理工具,通过对所有可能发生失效的方式来检测工艺,对于每一种潜在的失效,根据问题发生的严重度、频度及探测度等因素排列失效模式的优先顺序,以此来评价和管理风险,以确定避免或降低潜在失效影响的控制方法,对降低失效发生的可能性或减小失效的影响所采取的措施进行审核,确保在产品研制过程前,使问题被分析清楚并得以解决。

PFMEA的正向步骤共分成七步:1.策划与准备、2.结构分析、3.功能分析、4.失效分析、5.风险分析、6.优化、7.结果文件化。

但是逆向PFMEA并不是简单的反向进行就能保证产品质量,逆向PFMEA的步骤见下表所示:

即在整体分析步骤中,最主要的区别在于步骤2-6中的分析阶段,逆向PFMEA能够找到影响产品失效的最根本原因。并根据失效分析情况进行优化改进。

三、典型低层次质量问题的逆向PFMEA分析

以典型低层次质量问题中的磕碰伤为例进行逆向PFMEA分析,逆向PFMEA与正向PFMEA的第一步是一致的,首先进行PFMEA的团队建设,核心团队人员准备FMEA系统分析(步骤1.策划与准备、2.结构分析、3.功能分析)并参加FMEA会议。扩展团队成员根据需要参与。

低层次质量问题都是属于已经发生的质量问题,而

作者简介: 刘天元,男,汉族,出生于1990年4月3日,在读硕士研究生,就职于中国航发哈尔滨市东安发动机有限公司,担任工艺员,中级工程师,研究方向:齿轮制造加工/工艺质量提升,邮箱:liutianyuan_gz@126.com。

正向PFMEA与逆向PFMEA分析对比表

正向PFMEA分析	步骤一 规划和准备	步骤二 结构分析	步骤三 功能分析	步骤四 失效分析	步骤五 风险分析	步骤六 优化	步骤七 结果文件化	
逆向PFMEA分析	步骤一 规划和准备	步骤二 风险分析	步骤三 失效分析	步骤四 结构分析	步骤五 功能分析	步骤六 失效分析	步骤七 优化	步骤八 结果文件化

常规的PFMEA是在于处理问题发生前的情况。在PFMEA中有三个重要的计算维度：严重度、频度、探测度。

所以低层次质量问题的风险等级（RPN）高，RPN可以将工作重点放在有利于取得最大改进的因素上。通过已经发生的问题，将工作重点放在问题发生的步骤上。

失效分析首先要建立失效链，如下图所示：

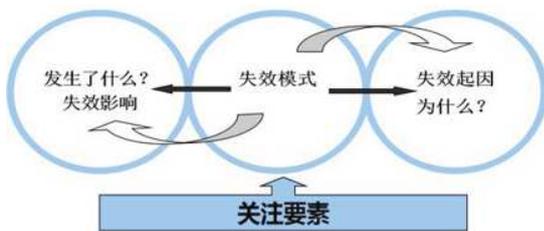


图1 理论失效链模型

失效影响：产品在飞行过程中对客户端操作人员带来安全风险

失效模式：在产品表面存在磕打碰伤

失效起因：产品转运过程中精密零件碰撞

再根据PFMEA进行第2步结构分析与第3步功能分析，在机构分析中进行关于零件的运输过程使用4M类型找出对正在分析中的操作或工位产生影响的不同的管理方法。

4M类型：人员、设备、材料（非直接）、环境。

在分析整个操作者进行零件运转的过程中，要将零件分解到最细微的工步，形成过程工作要素的功能和过程特性。当所有工步信息都列出时，再进行影响因素的分析。

零件转运工步分析

工步	操作内容	影响因素
步骤1	零件从加工工位上取下	1.零件与原加工工位产生碰撞 2.零件相互之间产生碰撞
步骤2	零件放置在零件箱中	1.零件箱内无缓冲，造成零件磕伤 2.两个零件放在一起，造成磕伤
步骤3	零件箱放置到转运车上	零件箱与转运车无缓冲，造成零件磕伤
步骤4	转运车推送到下一工位	转运过程中零件相互产生碰撞，造成磕伤
步骤5	将零件取出放置到下一个工位上	零件与加工工位产生碰撞

逆向PFMEA的分析特点在这里得到了体现，以往发生磕打碰伤后，关注的是零件箱与零件车没有防护，也就是步骤2中的零件箱改进与步骤3中的转运车改进。公司的改进步骤是大量增加行迹棉产品防护零件箱，改进周转零件车，根据家族化制定产品防护的指导书等操作。在这些改进中，有的改进内容确实得到了改进，但是步骤1.5中加工工位的改进却被很多公司忽视，更不用说步骤1中零件相互之间产生的碰撞。在原有的质量分析情况下进行质量改进，势必要造成缺失的质量隐患。造成低层次质量问题的重复发生。

逆向PFMEA分析找到了转运过程中更多的磕打碰伤造成的质量隐患，为了消除这些隐患，我们进行逆向PFMEA步骤七的优化操作。针对每一影响因素进行质量点改进，并进行步骤八的结果文件化操作，将改善结果呈现出来。

四、逆向PFMEA分析后的改善方法实施改进过程

本次关于运转过程中的磕打碰伤问题，我司订制了全流程的产品防护方案，从热处理后到进检后的防护进行飞发附类产品与花键轴类产品的全流程产品防护。热处理后返回车间零件转回车间后，车间采用专用零件防护行迹进行产品防护，车间转运过程中使用根据零件尺寸相配合的行迹工装进行转运。行迹工装已涵盖车间所有零件类型。

在零件进行机加过程中，使用零件车进行统一零件防护。工序流转过程中，零件车上的零件不取下，仅在工位之间进行零件车流转，减少了零件取用过程中造成磕打碰撞的隐患。

精加工完成后，在交付过程中，采用专门的防护零件箱，通过专用零件箱增加的限位结构保障了特殊结构零件运转过程中不发生任何相对碰撞。

产品测量时的转工使用硅胶防护套保护精轴颈，转运零件箱中放置防护开口棉。零件单独存放，零件箱内隔板高于零件，箱内放置开口棉对零件进行缓冲防护。全流程防护彻底避免了零件磕打碰伤的低层次质量问题。

使用逆向PFMEA减少了低层次质量问题的发生，那么如何确保操作人员按要求进行防护就是步骤八结果文件化的重点内容。正如质量大师克劳士比在《质量免

费》一书中所说,质量改善的核心四要素是:领导支撑、专业的质量团队、一流的技术标准、奖惩机制。其中奖惩机制必不可少,如果没有行之有效的制度支撑,再好的改进都是摆设。

车间针对现场班组制定质量打分卡,车间每名员工初始质量积分卡有12分,将积分卡粘贴在工位上,按照车间质量管理制度对员工进行考核扣分,并及时更新,质量积分卡积分为0时,员工要进行质量培训,重新考核,考核通过后准许上岗和恢复初始积分,通过此管理方法提高操作者对质量的敬畏意识、责任意识、规则意识。

同时强制要求每当操作者违反质量程序,班组长也扣除等额分数,这样就保证了班组长的角色转换,从一个制度的参与者变成了一个制度的维护者。

五、效果改进及思考

使用逆向PFMEA分析后,能确保管理者发现低层次质量问题发生的根本原因,从源头上遏止低层次质量问题的发生,以文中所列举的低层次质量问题磕打碰伤

为例,通过2021年年初来使用全流程产品防护对磕打碰伤问题的改进与提升,整体质量指标较2020年有明显进步。2020年同期时间1月-6月试点车间发生低层次质量问题的数量较2021年下降90%。

低层次质量问题的改进是一个长期的过程,不但需要注意对问题的跟踪,更需要注重问题发生的根本原因,逆向PFMEA分析就是找到根本原因的一个重要质量工具。通过对问题的深入研究,细化工步,建立长效的管理手段,使得问题整顿取得根本性的成果。

参考文献:

[1]徐云云,孙宗弟.过程潜在失效模式及后果分析(PFMEA)在汽车制造业中的应用分析[J].企业科技与发展,2015(3).

[2]蒋涛,汪龙.潜在失效模式及后果分析[M].天津:天津新出版社,2000.

[3]苏巧龙.国内外智能制造的发展及对我国商用航空发动机发展的启示;中国航发上海商用航空发动机制造有限责任公司,上海航空制造技术,2017年第18期.