

装备环境工程管理

距离相关分析法在航空维修人为差错分析中的应用

李强, 朱弘斌

(中国人民解放军 66350 部队, 河北 保定 071000)

摘要: **目的** 为有效预防人为差错, 制定相应可靠的预防机制和措施提供科学依据。**方法** 将距离相关分析法应用到航空维修人为差错综合分析中, 计算出航空维修人为差错相关系数, 对各个影响因素进行数学化表达。结合距离相关分析理论, 对相关系数进行定性分析。**结果** 该方法切实可行, 分析结果易于理解, 影响航空维修人为差错的各个因素之间有着密不可分的联系。因组织管理与因业务技能因素导致的人为差错的相关系数为 0.983。**结论** 制定预防航空维修人为差错的措施时, 应将各个因素进行综合考量。

关键词: 距离相关分析; 航空维修; 人为差错

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2019.09.021

中图分类号: V267 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2019)09-0113-03

Application of Distance Correlation Analysis Method in Analysis of Human Error in Aviation Maintenance

LI Qiang, ZHU Hong-bin
(Unit 66350, PLA, Baoding 071000, China)

ABSTRACT: Objective To provide a scientific basis for finding effective ways to prevent human error and developing appropriate and reliable prevention mechanisms and measures. **Methods** The distance correlation analysis method was applied to the comprehensive analysis of human error in aviation maintenance, and the error correlation coefficient of aviation maintenance personnel was calculated, and each influencing factor was quantified. Based on the theory of distance correlation analysis, the correlation coefficient was qualitatively analyzed. **Results** The method was practical and the analysis results were easy to be understood. There was a close correlation between the various factors that influence the human error in aviation maintenance. The correlation coefficient of human errors caused by organizational management and business skill was 0.983. **Conclusion** Comprehensive consideration should be given to each factor when formulating measures to prevent human error.

KEY WORDS: distance correlation analysis; aviation maintenance; human error

航空维修人为差错是指在装备保障过程中, 由于机务人员的因素而导致的偏差和错误, 使保障工作未能实现既定目标, 并且带来装备损毁, 甚至飞行人员伤亡等严重后果^[1]。机务人员是航空维修系统的核心, 同时也是人为差错的主体。维修质量是保障航空装备安全可靠的最后一道防线, 人为差错是危及飞行

安全的重要因素之一。

预防航空维修人为差错是一个庞大复杂的系统工程, 要求装备保障过程中的所有参与者通力协作。因此需要认真分析人为差错发生的种类、原因和外部环境, 采取行之有效的预防措施。持续不放松地抓好规章制度的刚性落实, 才能彻底解决人为差错发生的

问题, 保证航空装备的维修质量和飞行安全。

传统的航空维修人为差错分析评估方法通常以“人-机-环-管理”体系为基础, 将各个影响因素进行独立分析, 没有充分考虑它们之间的相互作用^[2]。实际上航空维修工作是一个各类要素相互影响的系统工程。通常情况下, 任何一个维修人为差错的发生都不是偶然的, 而是诸多因素在某一时间段共同作用的结果。因此, 将影响维修人为差错的各个因素进行综合关联分析, 为从根本上制定避免人为差错的预防机制和措施提供了科学的指导。

1 距离相关分析法

相关分析是研究现象之间是否存在某种依存关系, 并对具有依存关系的现象探讨其相关方向以及相关程度, 是研究随机变量之间相互关系的一种统计方法。距离分析就是对不同变量之间相似度的一种测量。距离相关分析可用于同一变量内部的各个取值分析, 以考察其相互接近程度, 也可用于变量间, 以考察变量间的拟合度^[3]。

令 $corr(x,y)$ 为项目 x 与 y 的相关度, $corr(x,y) = P(x \cup y) / [P(x)P(y)]$, $P(x)$ 和 $P(y)$ 分别代表项目 x 和 y 发生的概率, $P(x \cup y)$ 代表项目 x 和 y 同时发生的概率。 $corr(x,y)$ 的取值范围是 $[0, \infty)$, 若 $corr(x,y)=1$, 则表示 x 与 y 不相关; 若 $corr(x,y)<1$, 则 x 与 y 负相关, 表明 x 出现越多, y 出现概率越小; 若 $corr(x,y)>1$, 则 x 与 y 正相关, 表明 x 出现越多, y 出现的概率越大。由文献^[4]可建立距离相关分析模型:

$$pivo(x,y) = \begin{cases} corr(x,y)-1, & corr(x,y) < 1 \\ \frac{P(y)}{1-P(y)} [corr(x,y)-1], & corr(x,y) \geq 1 \end{cases} \quad (1)$$

由相关分析的基本概念可知, 当 $corr(x,y)<1$, 即 $-1 \leq corr(x,y) - 1 \leq 0$ 时, 因素 A 与因素 B 之间的负关联性越大, 则 $corr(x,y)$ 越小, $pivo$ 越接近 -1 。当 $pivo = -1$ 时, 负相关的程度最大。同理, 当 $corr(x,y) \geq 1$, 即 $0 < 1 - corr(x,y) < 1$ 时, 因素 A 与因素 B 的正关联性就越大。随着 $corr(x,y)$ 增大, $pivo$ 越趋近于 1 。当 $pivo=1$ 时, 正相关的程度最大。 $pivo=\pm 1$ 时, 因素 A 与 B 为纯线性函数关系, $pivo=0$ 意味着两个变量间不存在线性相关。

2 航空维修影响因素分析

造成人为差错的原因是综合性、多方面的, 但主要与业务技能、维护作风、组织管理、人员思想、身体状况、气候环境等因素有关, 归纳总结有以下几方面原因^[5-10]。

1) 基本知识和操作技能不扎实。航空机务人员缺乏必备的业务知识和操作经验, 对航空装备的结构和各部位之间的内在联系一知半解, 实践中对设备的

了解掌握不够深透, 违反操作程序和技术要求。

2) 机务维护作风差。主要是指机务人员虽然具备相应的能力, 因未尽到相关责任, 维护作风差。在装备保障过程中, 存在不良操作习惯和违规蛮干现象, 不按线路和程序进行检查、操作, 以自我“经验”代替维修规程。

3) 组织管理工作不全面细致。主要是指组织管理混乱, 没有科学高效地协调好装备保障过程中人员、装备、环境各要素之间的相互关系而发生的人为差错。表现在制定工作计划时, 对可能出现的情况和问题预想不够, 维修工作实施中提醒要求不到位, 现场组织不严密, 督促检查不严格。

4) 外部环境因素影响工作质量。恶劣的工作条件也是诱发人为差错的重要因素。在高温高寒和强噪音环境下作业, 机务人员会出现烦躁、不安和疲劳, 会产生防护意识和防护行为, 也会本能地想尽快完成检查操作, 简化工作内容, 降低工作标准。

5) 维修保障人员生理因素。生理因素是指机务人员的身体状况不佳, 不能满足保障工作对身体素质的基本要求, 容易疲劳或者处于生病状态。机务人员超负荷工作时, 人体处于过度活动水平, 会过早地引起疲劳。当机务人员感到疲劳或者身体不适时, 对自己的经验和记忆过于自信, 容易出现人为差错。

3 航空维修人为差错影响因素相关性分析

很多维修差错似乎是由某个因素独立引发的, 实际上, 是诸多因素相互作用的结果。因此, 需要对各个因素之间的相关性进行分析, 进而探究其相互关系。针对某航空维修公司 2015—2017 年机务人员的人为差错数据, 按照前文所述的影响因素分类进行统计, 得到具体数据见表 1。

表 1 航空维修人为差错数据

年份	业务技能	维护作风	组织管理	外部环境	个人因素
2015	16	9	3	18	10
2016	19	4	5	12	7
2017	20	7	8	8	3

通过分析表 1 中每年因素之间的相关性, 并计算出每一年任意两个因素之间的距离相关系数, 带入公式 (1), 取 2015—2017 年的相关性数据的平均值, 得到的结果见表 2。

根据文献^[11], $pivo$ 越接近于 0, 表示两个变量的线性相关越弱。根据 $pivo$ 不同取值, 相关性程度一般可分为三个等级: 小于 0.4 为低度线性相关; 介于 0.4 和 0.7 之间为显著线性相关; 大于 0.7 为高度线性相关。

表 2 各个因素相关系数

	业务技能	维护作风	组织管理	外部环境	个人因素
业务技能	1.000	-0.107	0.983	-0.915	-0.976
维护作风	-0.107	1.000	0.892	0.500	0.321
组织管理	0.983	0.892	1.000	-0.974	0.999
外部环境	-0.915	0.500	-0.974	1.000	0.981
个人因素	-0.976	0.321	0.999	0.981	1.000

由表 2 可知, 部分影响因素之间的关联性很大, 进一步分析如下。

1) 因组织管理导致的人为差错与因业务技能因素导致的人为差错相关系数为 0.983, 很接近 1, 表明单位的组织管理与人员业务技能密切相关。如果装备指挥人员组织混乱, 机务人员调度不合理, 就会造成航空维修人为差错频发, 飞行保障场次良好率较低。如果航空维修单位不组织系统的在职训练和业务培训, 机务人员的业务技能就会停滞不前, 这是显而易见的。因此, 有计划、有方法、高效地组织好业务学习, 使每一个机务人员清楚条例、规程的要求, 熟悉各部件的结构原理和维修方法, 按规程实施操作, 对于避免维修工作中的人为差错是至关重要的。

2) 因组织管理与因维护作风因素导致人为差错的相关系数为 0.892, 很接近 1, 表明组织管理与维护作风相辅相成。严谨细致的维护作风需要管理者狠抓日常习惯的养成和维修规章制度的落实, 让机务人员时刻绷紧安全这根弦, 形成良好的机务文化。

3) 因个人因素与外部环境因素导致人为差错的相关系数为 0.981, 相关系数也很高, 表明机务人员工作的外部环境与个人状态紧密相关。在条件恶劣的工作环境下, 身体心理都会发生很大的变化, 当机务人员感觉疲劳或者身体不适时, 注意力下降, 精力不足, 极易出现人为差错。

4 结语

通过对航空维修人为差错的原因进行深刻剖析, 利用距离相关分析法建立了分析航空维修人为差错影响因素的数学模型。通过实际维修工作中的统计数据, 计算出各个影响因素之间的相关系数, 能够更加准确、深入地分析航空维修人为差错因素进行系统、科学、全面的分析。为在航空维修工作中科学制定规避

人为差错的办法措施提供了理论支撑, 为确保航空装备完好率提供有价值的指导。

参考文献:

- [1] 赵瑞贤, 郭基联, 王卓健, 等. 航空维修差错管理理论与实践[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013.
- [2] WIEGMANN D A, SHAPPELL S A. Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents: Application of the Human Factors Analysis and Classification system (HFACS)[J]. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 2001, 72(11): 1006-1016.
- [3] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [4] 蒋欣, 李伟华, 史豪斌, 等. 基于距离的关联规则相关性分析优化方法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(7): 138-140.
- [5] 李涛, 蒋英杰, 孙志强, 等. 航空维修差错模式及差错成因的灰色关联分析[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(02): 85-89.
- [6] 张冬花. 航空维修差错分析与控制[J]. 装备制造技术, 2015(4): 129-131.
- [7] 李政仪, 孙志强, 宫二玲, 等. 基于相应分析法的航空维修差错模式与差错成因之间的关系研究[J]. 安全与环境工程, 2013, 20(4): 105-108.
- [8] 王永昌, 王伟. 直升机维修差错控制及预防对策[J]. 科技与创新, 2018(3): 148-149.
- [9] 陈芳, 韩适朔, 郭娜. 维修保障策略对持续安全发展影响的研究[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28(4): 85-90.
- [10] 闵桂龙, 端木京顺, 高建国, 等. 基于模糊 DEMATEL 的航空维修安全管理体系研究[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(11): 145-149.
- [11] 胡盛强, 张毕西, 欧江艳. SPSS 相关分析与线性回归分析在我国物流业增加值分析中的应用[J]. 物流科技, 2009, 32(7): 92-95.