

签派放行中人因差错研究

罗凤娥, 李鹏程, 俎振洲, 周广杯

(中国民用航空飞行学院 空中交通管理学院, 四川 广汉 618307)

摘要:对签派员人因差错进行定义并对其进行分类,然后结合签派放行工作中的实际情况并在美国海军提出的 HFACS 理论模型的基础上进行改进,提出针对签派员放行工作的 HFACS 人因差错模型。接着介绍了基于此模型的数据处理方法——灰色关联理论法。将航空公司调研收集到的签派人误不安全事件的相关数据进行灰色关联度分析,得出各影响因素的排序。最后在该模型的基础上结合关联度排序提出减少签派人因差错的措施及对策。

关键词:签派员;人因差错;人为因素分析系统框架(HFACS);灰色关联度分析法

中图分类号:F562.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2020)02-0081-05

签派放行环节是航空公司运行控制的重要环节,签派员工作的主要任务是负责航空器的放行、航班燃油的计算、飞行计划的制作及监控等一系列重要的安全责任^[1]。签派员的工作关乎着航班运行的安全和效益。目前在航空公司的实际运营中对于航空器的签派放行存在一些漏洞与不足,在一些不安全事件中同时也暴露出签派员人为原因的差错。签派员的人因差错会影响航班的正常运行以及公司的效益甚至造成飞行事故,所以研究签派员在签派放行中的人因差错对于飞行安全、航班正点、运行效益的保证是十分重要的^[2]。

1 签派放行中人因差错分类及研究

签派员在放行工作中需要从飞机状态、机组信息、起飞机场、起飞备降、飞行航路、供氧分析、飘降分析、航路备降、目的机场、目的备降、飞行计划、航班业载、航班信息、放行报文、后续资料这 15 个方面依次完成评估和相关报文资料的拍发。

什么是人因差错?不同学者有不同的定义,例如 Reason 认为人误应当是人的意向型行为或计划,在不存在外力影响的基础上,无法获得其所预期的结果或者并没实现其预先设置的目标^[3]。对于签派员的人因差错,笔者结合其他学者对于人因差错的定义综合考虑,认为其概念应当是:签派员各类行为的后果已经和预先设置的目标差生偏差,或已经超过能够接受的界限。其涵盖个人以及组织的问题。其具体表现形态是:没有实现必要目标;实现了无需实现的目

标;对意外出现的事情没有针对性做出反应;没有意识出现危险状况;对繁杂的认知反应形成了并不合理的决定。

所有人因差错的产生都是由内因和外因共同造成的。笔者在阅读大量相关文献并结合一些签派放行中的差错事件分析之后认为签派在放行中的人因差错可以划分成下列几种:忽视飞机性能、忽视重要航空通告、航行路线数据信息获取出现问题、和机组沟通不良、航班油量和载重问题、恶劣气象条件及机场特殊条件等^[4]。

2 改进的针对签派员放行工作的 HFACS 人因差错模型

民航签派员在放行中出现的人因差错模型呈现复杂性和多样性的特点,假如单纯的将人因差错出现问题的原因认定成签派员相关专业知识和综合素养的欠缺和主观能动性的欠缺是不够且片面的。目前在签派员人因差错成因的选择和确定方面还缺乏统一的标准和模型,笔者在阅读大量相关文献后发现,不同的分析方法和数学模型分析人因差错的成因的时候得出的结果差异较大。所以需要确定一个统一的签派员人因差错模型来对其进行分析。

人因分析分类系统 HFACS(Human Factor Analysis and Classification System)是美国海军、FAA 开发的一个实用的人为因素分析系统,该模型建立在 REASON 模型基础上,定义了 Reason 模型中的隐

收稿日期:2019-10-10

基金项目:民航局安全能力建设项目(0241817);中国民用航空局综合司安全能力建设项目(OMSA1805)。

作者简介:罗凤娥(1972—),女,重庆人,中国民用航空飞行学院,教授,硕士生导师,研究方向:航空公司运行控制;通讯作者:李鹏程(1995—),男,山东淄博人,中国民用航空飞行学院,硕士研究生,研究方向:航空运行。

性因素和显性因素^[5]。该系统将差错分为四个层次：组织影响、不安全管理、不安全行为的前提条件、签派员不安全行为，每层中又细分为不同的类别^[4]。HFACS 模型重点应用于民航运行中的现行失效和潜在失效对民航事故人为因素的探讨，该模型认为不安全事件的产生通常是掺杂一系列的因素，环环相扣而导致的^[6]。从组织管理层、监督层、操作者的状态到不安全行为是环环相扣的。但是 HFACS 模型是针对飞行机组原因的人误提出的，要将其应用于签派员在放行中的人因差错还应当要素进行改进。笔者基于 HFACS 模型改进的针对于签派员放行中的 HFACS 模型如下图 1 所示。

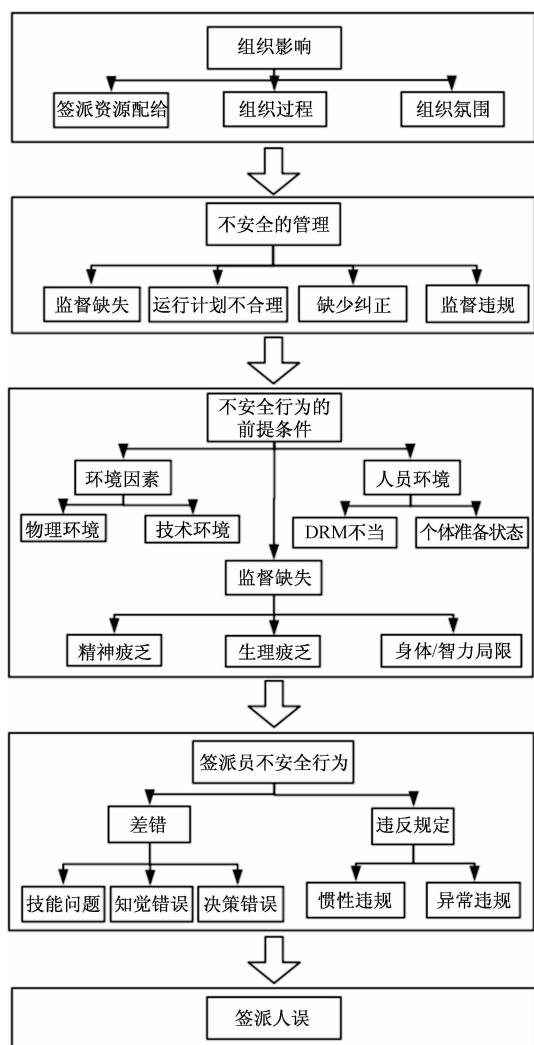


图 1 针对签派员放行工作改进的 HFACS 模型

由图 1 可以看出针对签派员放行中人因差错的改进 HFACS 模型将事故发生的整个过程分解为 4 个环环相扣的层次，其中签派员不安全行为直接导致事故的发生，同时组织作用、不安全管理、不安全行为的前提这三个要素一般能够通过逐步传导给

签派员行为，导致签派员不安全行为的发生，这三个因素作为隐性因素间接导致不安全事件或事故的发生，而签派员不安全行为作为显性因素直接导致事故的发生。

3 基于改进的 HFACS 模型的定量分析灰色相关理论法介绍

签派人因差错的实际影响非常复杂，具体涵盖操作者自身、情景认知、气象要素、组织管理要素等，因而要判定所有影响要素其实存在极大的难度，很多要素外在表现并不清晰，基本无法量化，签派放行中的人因差错事件的发展是个灰色过程，所以可以采用灰色相关理论的方法进行分析^[7]。灰色关联理论着重处理“小样本数据”“贫信息”，其特点是“少数据建模”^[8]。

3.1 基于改进的 HFACS 模型的灰色相关分析方法

灰色关联研究方法的根本是运算相应关联度，其具体理念是^[9]：

1) 确定分析序列。在改进的 HFACS 模型的基础上，确定一个因变量和多个自变量因素。以不安全事件(或事故)数量作为因变量，即设因变量不安全事件(或事故)的数据构成参考序列 X'_0 ；以签派员不安全行为、此类行为出现的前提、不安全管理行为、组织作用等四个要素当做自变量，也就是通过 4 个自变量的相关数据信息构建比较序列 X'_1, X'_2, X'_3, X'_4 ，构成下列矩阵：

$$(X'_0, X'_1 \cdots X'_n) = \begin{bmatrix} x_0^{(1)} & x_1^{(1)} & \cdots & x_n^{(1)} \\ x_0^{(2)} & x_1^{(2)} & \cdots & x_n^{(2)} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_0^{(N)} & x_1^{(N)} & \cdots & x_n^{(N)} \end{bmatrix}_{N \times (n+1)}$$

$$(1) X'_i = (x_i^{(1)}, x_i^{(2)}, \cdots, x_i^{(N)})^T, i=0, 1, 2, \cdots, n$$

式中，在此改进的 HFACS 模型中： $n=4$ ； n 即自变量的数量，此模型的自变量数量为四个。 N 为变量序列的长度，对于此改进的 HFACS 模型来说，即每个自变量下属的子自变量，例如对于自变量签派员不安全行为中的决策差错，是属于第一个自变量的第二个子自变量，即可定义为 $x_1^{(2)}$ 。 N 在此模型中实际代表子自变量的数量。

2) 对变量序列无量纲化处理。通常情况下，变量序列存在不同的量纲或者是数量级，为预防对数量级小的变量的忽视从而保证结果的可靠性，应当具有针对性的对变量序列进行无量纲化处理。目前比较通用的变量序列无量纲化处理方式分别是初值化以及

均值化方式。均值化方式一般通过公式(2)处理,初值化方式则通过公式(3)处理,如下所示。

$$x_i^{(k)} = \frac{x_i^{(k)}}{(1/N) \sum_{k=1}^N x_i^{(k)}} \quad (2)$$

$$x_i^{(k)} = \frac{x_i^{(k)}}{x_i^{(1)}} \quad (3)$$

$i=0,1,2,\dots,n; k=1,2,\dots,N$ 。

经过无量纲化后各因素形成的矩阵为如下所示:

$$(X_0, X_1 \dots X_n) = \begin{bmatrix} x_0^{(1)} & x_1^{(1)} & \dots & x_n^{(1)} \\ x_0^{(2)} & x_1^{(2)} & \dots & x_n^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_0^{(N)} & x_1^{(N)} & \dots & x_n^{(N)} \end{bmatrix}_{N \times (n+1)} \quad (4)$$

3)求差序列、最大差和最小差。通过式(4)里首列(参考序列)和其余所有列(对比序列)之间存在的绝对差值,能够获得绝对差值矩阵,具体为:

$$\begin{bmatrix} \Delta_{01}^{(1)} & \Delta_{02}^{(1)} & \dots & \Delta_{0n}^{(1)} \\ \Delta_{01}^{(2)} & \Delta_{02}^{(2)} & \dots & \Delta_{0n}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta_{01}^{(N)} & \Delta_{02}^{(N)} & \dots & \Delta_{0n}^{(N)} \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中 $\Delta_{0i}^{(k)} = |x_0^{(k)} - x_i^{(k)}|$ $i=0,1,2,\dots,n; k=1,2,\dots,N$ 。

绝对差指针中最大数和最小数机位最大差和最小差:

$$\Delta_{0i}^{(\max)} = \max_i \max_k |x_0^{(k)} - x_i^{(k)}| \quad (7)$$

$$\Delta_{0i}^{(\min)} = \min_i \min_k |x_0^{(k)} - x_i^{(k)}| \quad (8)$$

4)计算关联系数。将绝对差矩阵中的数据做如下变换:

$$\xi_{0i}^{(k)} = \frac{\Delta_{0i}^{(\min)} + \rho \Delta_{0i}^{(\max)}}{\Delta_{0i}^{(k)} + \rho \Delta_{0i}^{(\max)}} \quad (9)$$

可以得到关联系数矩阵为:

$$\begin{bmatrix} \xi_{01}^{(1)} & \xi_{02}^{(1)} & \dots & \xi_{0n}^{(1)} \\ \xi_{01}^{(2)} & \xi_{02}^{(2)} & \dots & \xi_{0n}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \xi_{01}^{(N)} & \xi_{02}^{(N)} & \dots & \xi_{0n}^{(N)} \end{bmatrix}_{N \times n} \quad (10)$$

上式里:分辨系数 ρ 会于(0,1)范畴中选择数值,通常将其定为 0.5。 ρ 数值越低,就愈加可以增加关联系数间存在的相应差别。

5)求关联度^[10]:

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{0i}^{(k)} \quad (11)$$

γ_i 属于序列 x_i 以及序列 x_0 间存在的关联度,数值越高,证明 x_i 和 x_0 关联越紧密。

6)关联程度顺序。把所有的对比序列以及参考序列相应关联度由小至大依照次序排布,关联度越紧

密,证实对比序列和参考序列的变动趋向愈加相近。

假如把参考序列以及对比序列绘制为曲线,明显关联度能够体现两条曲线的一致情况。假如两个序列绘制的曲线形态近似,那么二者间的关联度较高。相反二者关联度越低。

7)签派人误因素灰色关联研究。研究背景和相关资料信息:

签派出现人误对航空企业安全运转与收益存在极大的负面作用,无法大量获取相关数据。所以本论文只选择了 2018 年 1—7 月出现的信息较为详实的签派人误(人因差错)其中 1 月、2 月、3 月、4 月、5 月、6 月、7 月分别出现了 60 起、39 起、34 起、34 起、32 起、36 起、46 起。通过 HFACS 模型对以上人误情况实施研究,甄选和人存在联系的变量,由上文中提及的四个角度实施研究,继而获取人误状况研究的基础。继而对初步选择的所有变量实施研究,具体情况可由表 1 获知。

人误和所有因素间的关联研究以及运算:将首层人误总数(X_0)用作参考序列,将第二层中的主要因素也就是 X_1, X_2, X_3, X_4 作比较序列,各序列经初值经处理得^[11]:

表 1 人误诸因素处置处理值

月份 \ 人误原因	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
人误总数(X_0)	60	39	34	34	32	36	46
签派员不安全行为(X_1)	36	20	12	14	16	19	28
不安全行为前提条件(X_2)	6	6	7	7	5	4	5
不安全的管理(X_3)	9	8	5	7	6	7	8
组织影响(X_4)	6	5	6	6	5	4	5
技能问题(X_{11})	10	6	3	4	5	5	9
决策错误(X_{12})	16	9	6	7	5	7	6
知觉错误(X_{13})	6	3	2	2	3	5	13
违反规定(X_{14})	4	2	1	1	3	2	0
精神疲惫(X_{21})	3	2	2	2	3	0	0
生理疲惫(X_{22})	0	2	2	0	0	2	2
身体/智力局限(X_{23})	3	2	3	2	2	0	3
DRM 不合理(X_{24})	0	0	0	3	0	2	0
个体准备状态(X_{25})	0	0	0	0	0	0	0
监督缺失(X_{31})	3	3	0	2	2	3	3
运行计划不合理(X_{32})	0	0	0	0	0	0	0
缺少纠正(X_{33})	2	2	2	2	1	1	2
监督违规(X_{34})	4	3	3	3	3	3	3
签派资源配给(X_{41})	4	3	4	4	3	2	3
组织过程(X_{42})	0	0	0	0	0	0	2
组织氛围(X_{43})	2	2	2	2	2	2	0

$$x'_0 = x_0 / x_0(1) = (1.0000 \quad 0.6323 \quad 0.3323$$

0.4000 0.3832 0.4500 0.7500)

$$x'_1 = x_1/x_1(1) = (1.0000 \quad 0.5556 \quad 0.2222$$

0.2778 0.3323 0.4167 0.6389)

$$x'_2 = x_2/x_2(1) = (1.0000 \quad 0.8323 \quad 0.5000$$

0.6667 0.5000 0.6676 0.8323)

$$x'_3 = x_3/x_3(1) = (1.0000 \quad 0.7500 \quad 1.0000$$

$$1.0000 \quad 0.7500 \quad 0.5000 \quad 0.7500)$$

$$x'_4 = x_4/x_4(1) = (1.0000 \quad 0.6439 \quad 0.3572$$

$$0.4286 \quad 0.3572 \quad 0.4286 \quad 0.8571)$$

表 2 一级最小差、一级最大差计算结果表

$\Delta_i(K)$	1	2	3	4	5	6	7	$\min_k \Delta_i(k)$	$\max_k \Delta_i(k)$
Δ_1	0.000 0	0.078 7	0.111 2	0.122 2	0.050 0	0.033 3	0.111 1	0.000 0	0.122 2
Δ_2	0.000 0	0.200 0	0.166 7	0.266 7	0.116 7	0.216 7	0.083 3	0.000 0	0.266 7
Δ_3	0.000 0	0.116 7	0.666 7	0.600 0	0.366 7	0.050 0	0.000 0	0.000 0	0.666 7
Δ_4	0.000 0	0.009 5	0.023 8	0.028 6	0.026 2	0.021 4	0.107 1	0.000 0	0.107 1

依照表 1 和相应的关联度运算函数,依照次序运算绝对差 $\Delta_i(k)$ 、一级最小差 $\min \Delta_i(k)$ 、一级最大差 $\max \Delta_i(k)$ (其中 $\Delta_i(k) = |x_1 - x'_{2i}(k)|$, $i=1,2,3,4$), 所求结果列于表 2。

然后取 $\rho=0.5$, 根据关联系数公式, 分别求得:

$$\xi_1 = (1.0000 \quad 0.4389 \quad 0.3559 \quad 0.3324$$

$$0.5500 \quad 0.6483 \quad 0.3559)$$

$$\xi_2 = (1.0000 \quad 0.4000 \quad 0.4444 \quad 0.3333$$

$$0.5323 \quad 0.3819 \quad 0.6165)$$

$$\xi_3 = (1.0000 \quad 0.7507 \quad 0.3333 \quad 0.3581$$

$$0.1915 \quad 0.8696 \quad 1.0000)$$

$$\xi_4 = (1.0000 \quad 0.8495 \quad 0.6934 \quad 0.6529$$

$$0.6716 \quad 0.7146 \quad 0.3334)$$

故由关联度计算公式可得: $\gamma_1 = 0.5257$, $\gamma_2 = 0.5298$, $\gamma_3 = 0.6426$, $\gamma_4 = 0.7029$ 。

关联度顺序为: $\gamma_4 > \gamma_3 > \gamma_2 > \gamma_1$ 。

经过各因素之间的相互比较, 结合上述关联度的排序结果获得的论断是: 对人误存在影响的要素关联度依照重要程度是组织影响、不安全的管理、不安全行为前提条件以及签派员不安全行为。所有影响要素和签派人误的关联度情况参照图 2。

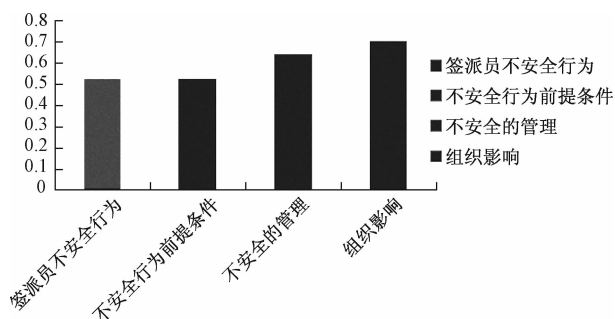


图 2 人误所有影响要素和签派人误事件间存在的关联度

3.2 结果讨论

签派人误出现各类不安全状况的影响要素次序具体是: 组织作用、不安全行为前提、不安全行为。这与 Shappell 等人的研究结论基本相一致^[12]。

签派人误(人因差错)的四个影响因素中, 组织影响具有最高的关联度, 而签派资源分配(包括对员工业务的培训等)与组织氛围(组织安全文化)是组织影响中的主要因素; 在不安全的管理方面, 监督存在问题是最为根本的要素, 其具体应当是监督管理者没有提供完善的 DRM 培训课程、飞行计划中对飞机安全和航线安全关注度不够、未对航班实行持续监控等; 在不安全行为方面, 签派员的技能差错、决策差错与违规是主要的影响因素, 在具体行为上表现为: 提供错误的飞行计划、提供不当的飞行限制、漏发放飞行命令、放行超载航空器、没有依据规定操作流程完成交接班等。

4 国内航空公司签派放行人因差错事故案例: 基于改进的 HFACS 模型定性分析

4.1 案例经过

某天, 签派员依照规定流程放行 xx9115(浦东—北京)航班, 而飞行员在完成准备工作之时发觉签派提供的相应飞行方案里的航路信息存在错误。机组经由甚高频和签派进行沟通, 在签派以及当班情报员查验之后发现, 飞行方案确实具有航路信息问题, 情报员在更改之后签派再度更改飞行计划同时交给机组, 就是由于出现了该情况导致 xx9115 航班最终延误 49 分钟。

4.2 案例原因

签派员发觉数据信息库里不存在浦东—北京的航线信息不能完成飞行方案, 请求当班情报员导入此航路信息, 情报员导入信息之后没有校验、确定是否

精准,第二日签派员制作飞行计划之时也没有审慎的查验航路是否存在问题,最终飞行员发现航路信息错误但已经造成航班延误。

4.3 案例基于改进的 HFACS 模型定性分析

首先从第一层(组织影响)分析来说,组织氛围方面暴露出工作态度涣散,不够仔细严谨,组织程序方面的运行管理缺乏有效监督;然后从第二层(不安全的管理)分析来说,监督不充分方面暴露出缺乏监督检查的情景意识。没有及时纠正问题,对于系统航路数据没有及时修改添加;然后从第三层(不安全行为的前提条件)分析来说,签派员没有检查情报员提供的航路数据说明其对航班的警惕性和情景意识差,暴露出其精神/生理状态差,精力不够集中。最后从第四层(签派员不安全行为)分析来说,未对航路数据进行检查处于技能差错方面的漏掉检查单上的项目、注意力分配不当。

5 预防签派放行中人因差错对策

首先从组织影响层面来说,航空公司应当树立良好的企业文化和安全意识^[13],建立合理的班组制度、奖惩制度,及时更新设备系统,建立踏实认真、仔细严谨的工作文化和工作态度;其次从不安全的管理层面来说,航空公司应当建立合理的排班制度,及时更新维护系统设备,在管理上加强对班组人员的监督机制;最后在不安全行为的前提条件层面,加强对签派员的 DRM 训练^[14],从而提高签派员的抗压能力和心理素质。倡导运动健身,增强员工体魄;针对签派员不安全行为层面,加强专业能力的培训和相关规章手册的学习,建立交叉检查和放行电子检查单机制^[15]。

6 总结

签派放行工作责任重大且涉及部门众多,签派员的人误疏漏较轻会致使返航备降,严重之时会致使出现严重的飞行事故。针对防止签派人误问题的策略一定要由业务能力、综合能力、相关设备、组织管控、

规章制度约束等多方面全面应对,构建多层重叠设置的安全防护网络系统,这样才能达到降低防范签派人因差错,保障航班运行安全的目的。

参考文献

- [1] 张大林. 航空公司运行控制签派放行中的人为差错分析[J]. 现代经济信息, 2015(18): 26—27.
- [2] 曾婧涵, 王玄. 签派放行主要环节的风险控制分析[J]. 科技风, 2017(6): 136, 139.
- [3] PARKER DIANNE, REASON JAMES T, MANSTEAD ANTONY S R, STRADLING STEPHEN G. Driving errors, driving violations and accident involvement[J]. Ergonomics, 1995, 38(5): 1036—1048.
- [4] 邓豪. 签派放行差错的分类研究[J]. 沈阳航空航天大学学报, 2013, 30(4): 91—93.
- [5] 吕春玉, 房春花. 人为因素分析与分类系统(HFACS)及事故个例分析[J]. 中国民航飞行学院学报, 2009, 20(2): 37—40.
- [6] 张序, 冯杨, 杨承翌, 杨世超, 黄宇丰. 基于 HFACS 系统理论的签派人误分析[J]. 管理工程师, 2013(1): 15—19, 44.
- [7] 陈世联, 段万春. 绝对关联度及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998(6): 110—111, 125.
- [8] 邓聚龙. 航空灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990: 24—28.
- [9] 刘正江, 吴兆麟. 船舶碰撞事故中认为事物的灰色识别[J]. 大连海事大学学报, 2005, 6(31): 21—25.
- [10] 李伟. 船舶碰撞事故与违规操作关系的研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2007.
- [11] 罗晓利, 李海燕. 基于灰色关联理论的空管人误分类分析[J]. 中国民航大学学报, 2009, 27(4): 26—29.
- [12] SHAPPELL S A, WIEGMAN D A. A human error and commercial aviation accidents: an analysis using the human factors analysis and classification system[J]. Human Factors, 2007, 49(2): 227—242.
- [13] 李德宇. 航空公司签派人误为差错分析[J]. 创新科技, 2013(5): 39—40.
- [14] 胡宏毅, 张序, 姚果, 冯杨, 李镇. 飞行签派人的因素浅析[J]. 科技创新导报, 2012(25): 237.
- [15] 贺敏辉. 航空公司签派放行电子检查单系统设计研究[J]. 科技风, 2015(2): 4, 6.

Research of Human Error on Dispatch Release

LUO Feng-e, LI Peng-cheng, ZU Zhen-zhou, ZHOU Guang-bei

(Civil Aviation Flight University of China, Guanghan Sichuan 618307, China)

Abstract: Firstly, defines and classifies the dispatcher's human factor error, then combines the actual situation in the dispatcher's release work and improves on the basis of the HFACS theoretical model proposed by the US Navy, and proposes HFACS error model for the release work of the dispatcher. Then introduces the data processing method based on this model——the gray correlation theory method. The gray correlation analysis was carried out on the data related to the unsafe incidents of the dispatchers collected by the airline survey, and the ranking of each influencing factors was obtained. Finally, based on the model, combined with the degree of relevance ranking, the measures and countermeasures to reduce the error of dispatching people are proposed.

Key words: dispatcher; human error; Human Factor Analysis System Framework (HFACS); grey correlation analysis method