



# Evaluation of the Use of an Airline's Voluntary Reporting System Based on RFV Model

Junjie Liu<sup>1</sup>, Liying Dong<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> College of Safety Science and Engineering, Civil Aviation University of China

\*Corresponding author. Email: [918572711@qq.com](mailto:918572711@qq.com)

## ABSTRACT

Voluntary report information analysis is one of the key work in the field of civil aviation security. Voluntary report information is characterized by large quantity, miscellaneous content and unstandardized expression. In order to solve the problem that it is difficult for airlines to evaluate the voluntary report of various departments, this paper takes the voluntary report information of an airline in the first half of 2020 as the research sample and establishes the RFV model on the basis of the RFM model. With analysis the three dimensions of voluntary reporting (recency, frequency, value), map RFV coordinates, partition by RFV, voluntary reporting will eventually departments are divided into eight categories, according to the results of classification, and the sample information corresponding to the appropriate category, then analysis the airline departments voluntary reporting, and improvement measures are put forward.

**Keywords:** voluntary reporting, civil aviation safety, Information analysis, RFV model.

## 基于 RFV 模型的某航空公司自愿报告系统使用情况评估

刘俊杰<sup>1</sup>, 董立映<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 中国民航大学 安全科学与工程学院

\* 通讯作者. 电子邮箱: [918572711@qq.com](mailto:918572711@qq.com)

## 摘要

自愿报告信息分析是民航安全领域的重点工作之一。自愿报告信息特点是数量多、内容杂、无规范化表述等。为解决航空公司针对各部门自愿报告情况的评估难度较大的问题,本文以某航空公司 2020 年上半年自愿报告信息为研究样本,在 RFM 模型的基础上建立 RFV 模型,通过对各部门自愿报告情况的近度、频度、值度的分析,绘制 RFV 坐标图,依据 RFV 分区,最终将各部门自愿报告情况划分为 8 个类别,依据分类结果分析该航空公司各部门自愿报告情况,并提出改进措施。

**关键字:** 自愿报告, 民航安全, 信息分析, RFV 模型。

## 1. 引言

近年来,各国对民航自愿报告信息的收集与分析情况越来越重视。作为对强制报告系统的重要补

充,自愿报告系统所获取的大量的潜在隐患信息是民航安全信息的重要组成部分。现阶段学者对自愿报告的分析大多停留字面分析,如:孙瑞山<sup>[1]</sup>认为,随着自愿报告体系的推广,将形成良好的安全文化

氛围,使人们自觉和自发地将自己的差错等主动报告,及时堵塞民航系统的安全漏洞,由此形成良性循环,是大幅提升民航安全的必要条件。

2003年,Z. Nazeri<sup>[2]</sup>描述了MITRE公司的航空安全数据挖掘工作台在美国航空公司航空安全行动计划(ASAP)数据中的应用,展示数据和文本挖掘工具在航空安全数据分析中的实用性,并评估这些工具在加强航空安全分析方面的能力。

宋程成<sup>[3]</sup>等在SHEL模型、REASON模型、HFACS模型、ECCAIRS模型的基础上,构建了自愿报告信息分析模型,并运用该模型对我国航空安全自愿报告信息进行分析 and 对比。

刘俊杰<sup>[4]</sup>等采用对数的词频-逆文本频率进行特征提取以及K-means方法,建立该样本信息的自动聚类模型,基于多维缩放降维输出可视化结果。

冯霞<sup>[5]</sup>等针对航空安全自愿报告的特点,将Apriori算法应用于航空安全报告,通过对ASRS数据库中部分数据进行分析,得到:航行器出现的严重问题,大都是由机务维修人员不合理的维修或者是没有遵守航空维修条例造成的;空中发生冲突,并出现了没有满足法定间距的异常事件,大都是空管人员指挥失误造成的;出现的高度异常事件,大都是飞行员没有遵守航空飞行条例造成的。

张丽娟<sup>[6]</sup>运用语义网络分析法,研究报告中飞行员疲劳发生的时间、所处飞行阶段、可能的原因、引发的后果,利用Bow-Tie模型对飞行疲劳语义网络内容进行针对原因的预防控制措施及针对后果的缓解措施补充分析。

刘俊杰<sup>[7]</sup>等通过大量收集各国自愿报告信息,以美、英、韩及我国自愿报告系统反馈信息为样本,运用内容分析法(CAM)分析自愿报告来源、涉及飞行阶段、发生原因及涉及隐患等信息,运用SPSS软件分析各样本的相关性。发现各样本报告主要来源于飞行人员,涉及事件以“人”和“管理”原因为主,所涉及的安全隐患具有一定集中度,主要体现在飞行安全、飞行指导、设备故障或缺陷、安全管理、交流沟通等方面。结果表明:自愿报告信息主要关注人为因素、管理因素、设备故障或缺陷等隐患,安全文化对自愿报告的提交有潜在影响。

Gao Yi<sup>[8]</sup>等运用ARDL边界检验和基于Toda和Yamamoto的特殊向量自回归(VAR)模型,针对美国

不同行业的学者在对RFM模型进行研究、应用时会先对传统模型进行改善,使其与该行业现状更加贴合。比如,徐翔斌<sup>[11]</sup>等在传统零售行业客户细

第121部分航空公司,探讨自愿安全报告与商业航空事故发生的时间关系。而对自愿报告信息的深度分析包括对自愿报告情况的评价等方面还存在不足。

田继存<sup>[9]</sup>提出了一种基于局部文档频率的文本分类方法TCBLDF,在对民航安全自愿报告进行分类这一实际应用中具有明显的优势。

许保光<sup>[10]</sup>等基于民航安全检查贝叶斯网络模型分析,得出个体原因、设施不完善、信息沟通因素最易导致工作流程管理中发现问题的;管理流程、知识技能不足最易导致人员管理中发现问题的;个体原因、培训、设备故障最易导致设备管理中发现问题的。

通过阅读文献发现,现阶段学者对于自愿报告信息的分析大多停留在对报告信息本身直接原因的探索,而对组织部门报告情况的探索仍有研究空间。

RFM模型是客户关系管理领域中的一种定量分析模型,一度被广泛应用于评价客户价值。传统的RFM模型用近度指标(Recency)、频度指标(Frequency)以及值度指标(Monetary)这三个指标评估客户价值。其中,R代表客户最近一次消费时间和评估时间点相差的天数,F代表客户在某一个具体评估时间范围内对服务或者产品的消费次数,M则代表客户在某一个具体评估时间范围内消费总额。它主要用于传统零售行业,在反应客户购买偏好方面具有良好的表征性,研究发现R越小(或F越大或M值越大),客户越有可能与企业达成新的交易,常用于数据挖掘客户细分。用户分类规则如表1所示。

表1 用户分类规则表

用户分类	R值的价值	F值的价值	M值的价值
重要价值用户	高	高	高
重要发展用户	高	低	高
重要保持用户	低	高	高
重要挽留用户	低	低	高
一般价值用户	高	高	低
一般发展用户	高	低	低
一般保持用户	低	高	低
一般挽留用户	低	低	低

分的RFM模型上,引入总利润属性,创建RFP模型,使用数据挖掘K-Means算法对某电子商务企业客户进行聚类分析。林盛<sup>[12]</sup>等提出电信企业客户消费的

RFM 模型, 通过 AHP 法得到电信行业 RFM 指标的权重并应用 K-均值聚类法对客户进行分类。帅斌<sup>[13]</sup>等提出铁路快捷货运客户市场细分的 RFM 模型, 通过 AHP 法得到铁路快货行业 RFM 指标的权重, 应用 K-均值聚类法对客户进行分类, 并分析各类客户的客户等级, 结合指标权重对各类客户进行顾客终身价值比较分析。陈倩舒<sup>[14]</sup>等利用物流企业的客户历史消费数据, 在 RFM 模型基础上, 利用层次分析法确定指标权重, K-Means 聚类算法进行客户细分对物流客户进行价值研究, 并将物流客户细分为: 一般价值客户、一般发展客户与重要保持客户。刘晓庆<sup>[15]</sup>引入舱位等级信息对 RFM 模型中的值度指标加以修正, 提出了 RFMC 模型 (R 为乘机日期近度系数, 反映旅客再次乘机的概率; F 为乘机频率, 反映旅客忠诚度; MC 为结合了舱位等级后相对乘机总金额)。刘斯敏<sup>[16]</sup>等以广西东兴市河洲街大参林连锁药店为研究对象, 适用 RFM 模型和 K-means 聚类方法分析客户门店的消费记录, 衡量客户价值, 将客户分为一般价值客户、高价值客户、重点发展客户、重点保持客户和流失客户五大类。在现有文献的基础上, 对用户特征进行提取研究, 并对传统指标进行改进和建模。Jun Wu<sup>[17]</sup>等基于 2018 年 9 - 12 月的真实购买数据, 提出了一种基于改进 RFM 模型的客户价值分析方法。包括平均订单交易时间间隔、一定时间段内的客户交易次数、一定时间段内的客户总消费金额、客户关系持续时间、5 个回购指标, 采用正向和反向标准化方法对指标进行标准化, 并采用信息论熵值法的目标分配法计算 5 个指标的权重。利用轮廓系数的概念确定最佳 K 值, 采用 K-mean++ 聚类算法对加权指标进行聚类; 最后, 将顾客划分为不同的价值顾客群体。翁小雄<sup>[18]</sup>等基于客户细分理论提出 RFMS 模型将高速公路使用者划分为异质性客户群, 并分析其商业价值。考虑高速公路收费数据的结构特点, 对传统 k-means 算法在初始类簇中心选取和大数据聚类下出现的小聚类现象进行改进, 构建 Adaboost 与 k-means++ 相结合的混合算法, 并对聚类效果进行对比分析。熊兰<sup>[19]</sup>等首次提出对于零售企业的基于 RFM 模型的客户终身价值的评价应该对企业的产品进行分类, 创建基于 RFM 的多层级客户价值模型, 并利用 SQL server 2000 中的 Northwind 数据库对这个模型进行实证研究。刘朝华<sup>[20]</sup>等利用自组织神经网络研究客户分类问题, 以 RFM 为分析变量建立客户分类模型; 比较输出层构造分别为“2×2”、“3×3”和“4×4”的自组织神经网络模型

分类结果, 确定最佳的自组织神经网络模型; 利用层次分析法对“4×4”型自组织神经网络模型划分的 16 类客户进行价值分析、价值排序, 得到每类客户具体的相对价值。

本文拟在传统 RFM 模型的基础上, 基于民航自愿报告信息, 建立适用于评价某航空公司各部门自愿报告情况的 RFV 模型。通过对该航空公司各部门自愿报告情况的评价, 可为该航空公司提供基于自愿报告情况的安全管理支持。通过对该模型的建立, 预期实现对该航空公司各部门的自愿报告情况进行评价。

## 2. 建立模型

本文选取某航空公司 2020 年上半年自愿报告信息作为研究样本, 从样本总表中整理出报告时间、报告部门、报告内容等信息, 进行分析、计算, 最终对各部门自愿报告情况进行评价。具体分析流程如图 1 所示。

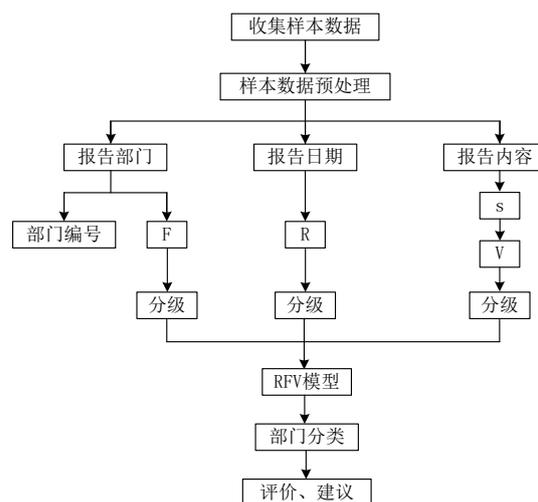


图 1 样本分析流程图

本文拟在传统 RFM 模型的基础上, 结合民航自愿报告信息情况, 建立 RFV 模型 (R—Recency、F—Frequency、V—Value), 其中, R 代表近度, F 代表频度, V 代表每个部门自愿报告内容的总价值。修改过程中三个维度本质含义不变均代表频度、近度、值度, 只是 RFM 模型的值度为金额, 而 RFV 模型的值度是信息价值。RFM 与 RFV 模型的具体对比情况如表 2。

表 2 RFM 模型与 RFV 模型对比表

	RFM 模型	RFV 模型
研究对象	客户价值	某航空公司各部门自愿报告情况
近度	客户最近一次消费时间和评估时间点相差的天数	各部门最近一次自愿报告时间和评估时间点相差的天数
频度	客户在某一个具体评估时间范围内对服务或者产品的消费次数	各部门在某一个具体评估时间范围内自愿报告的次数
值度	客户在某一个具体评估时间范围内的消费总额	在某一个具体评估时间范围内每个部门自愿报告内容的总价值

本文拟将评估时间范围选为 2020.1.1-2020.6.30 (含 2020.1.1), 共 182 天, 其中 2020.6.30 作为评估时间点。另外, 为方便统计, 本文将对该航空公司各部门进行编号处理。

本文拟通过对该航空公司各部门提交的自愿报告信息进行统计分析, 实现对各部门自愿报告情况进行评价, 从自愿报告层面为该航空公司提供安全评价支持。

### 3. 各维度等级划分

基于 Arthur Hughes 顾客五等分法, 本文原计划采用五等分法按部门数将 R、F、V 三个维度均平均分成五个等级, 但由于数据的随机性强, 并非平均

表 3 R 分级表

R 等级	部门数	部门编号
1	6	18、23、28、51、53、54
2	10	12、14、16、27、42、49、52、55、57、58
3	16	2、4、10、13、15、17、21、24、25、33、40、44、47、48、56、60
4	15	1、3、6、7、8、9、20、22、30、31、36、38、39、43、59
5	13	5、11、19、26、29、32、34、35、37、41、45、46、50

### 3.2. F 维度分级

经统计, 2020.1.1 至 2020.6.30 该航空公司各部门自愿报告次数最低为 1, 最高为 1773。将报告次数

分配, 等分法在这里并不适用。通过与专家讨论, 决定采用五分法, 按照部门数逐级递减的总体规律将相差天数分为五级。

#### 3.1. R 维度分级

样本共包含 60 个部门, 经统计, 各部门最近一次自愿报告时间与 2020 年 6 月 30 日相差的天数最小为 0, 最大为 166。因 R 与自愿报告情况存在负相关关系, 故分级规则为: 与评估时间点相差 0 天为 5 级, 10 天内 (含 10 天) 为 4 级, 30 天内 (含 30 天) 为 3 级, 90 天内 (含 90 天) 为 2 级, 90 天外为 1 级。

按照以上规则, 分级结果如表 3 所示。

分为 5 级, 具体分级规则为: 报告 10 次以下 (含 10 次) 为 1 级, 10-100 次 (含 100 次) 为 2 级, 100-500 次 (含 500 次) 为 3 级, 500-1000 次 (含 1000 次) 为 4 级, 1000 次以上为 5 级。

按照以上规则, 分级结果如表 4 所示。

表 4 F 分级表

F 等级	部门数	部门编号
1	32	1、2、12、13、14、15、16、17、18、19、21、23、26、27、28、30、31、40、42、44、47、48、49、51、52、53、54、55、56、57、58、60
2	18	3、4、7、8、9、10、11、20、22、24、25、29、33、34、36、39、43、59
3	5	5、6、38、45、50
4	2	37、41
5	3	32、35、46

### 3.3. V 维度分级

对每条信息反映出不安全事件的严重程度 (s) 进行评分, 通过对各部门报告信息的严重程度求平均值, 实现对 V 的分级。

严重度 (s) 评分规则为: 对安全基本无影响为 1 分, 对安全影响较小为 2 分, 对安全影响一般为 3 分, 对安全影响较大为 4 分, 对安全影响大为 5 分。

对各部门 s 求平均值, 作为各部门的 V 值。经计算, 各部门 V 最小值为 1, 最大值为 4, 将 V 分为五级。1-2 (含 1) 为 1 级, 2-2.5 (含 2) 为 2 级, 2.5-3 (含 2.5) 为 3 级, 3-4 (含 3) 为 4 级, 4 以上 (含 4) 为 5 级。划分结果如表 5 所示。

表 5 V 分级表

V 等级	部门数	部门编号
1	14	7、9、13、14、19、20、28、31、50、51、54、55、58、60
2	26	3、5、6、8、11、15、16、18、21、23、24、25、29、30、32、34、37、39、43、45、46、47、48、52、56、59
3	14	1、4、10、12、17、22、26、33、35、36、38、41、42、44
4	4	2、27、49、53
5	2	40、57

## 4. RFV 模型应用

### 4.1. 部门自愿报告状况分类

R 等级越高, 部门最新自愿报告时间距离评估时间点越近; F 等级越高, 部门自愿报告次数越多; V 等级越高, 部门自愿报告内容与航空安全相关性越大, 即信息价值越高。由于公司部门自愿报告情况与 RFM 模型中客户价值不同, RFM 模型中客户价值总体较低的属于无价值客户, 而航空公司的自愿报

告情况中不存在可以被放弃的部门, 需要根据不同的 R、F、V 情况针对各部门分类并制定改善措施, 且越是 R、F、V 等级越低, 越需要对该部门加强督促。据此, 结合传统 RFM 模型客户分类原则, 建立部门自愿报告情况分类表, 如表 6 所示。

表 6 部门分类规则表

部门分类	R值的等级	F值的等级	V值的等级
激励、培训部门	1、2、3	1、2、3	1、2、3
挽留、培训部门	1、2、3	4、5	1、2、3
发展、培训部门	4、5	1、2、3	1、2、3
培训部门	4、5	4、5	1、2、3
激励部门	1、2、3	1、2、3	4、5
挽留部门	1、2、3	4、5	4、5
发展部门	4、5	1、2、3	4、5
维持部门	4、5	4、5	4、5

如表 6，V 等级为 1、2、3 级的部门为培训部门，即自愿报告信息价值偏低，需要对其进行培训；R、F 均为 1、2、3 级的部门为激励部门，即对自愿报告响应程度较低，需要重点激励；R 为 1、2、3 级，F 为 4、5 级的部门为挽留部门，即在评估时间范围内自愿报告次数较多，但近期未提交自愿报告，需要了解原因并进行针对性挽留；F 为 1、2、3 级，R 为 4、5 级的部门为发展部门，即近期提交过自愿报告，但评估时间范围内自愿报告次数较少，需要促进自愿报告在该部门的发展情况；R、F、V 均为 4、5 级的部门是维持部门，即自愿报告数量多，近期也进行过报告且报告信息价值高，可通过适当奖励进行维持。其中，“挽留”、“激励”、“发展”、“培训”相互独立。RFV 模型示意图如图 2 所示。

在处理数据的过程中发现，V 值等级在 1、2、3 级的部门反映出的问题是对应该进行自愿报告的信息内容不了解，容易把自愿报告系统当作投诉系统，但其实不然。Doc 9859<sup>[21]</sup>中有明确表示：每个组织需要确定必须收集哪些安全数据和安全信息来支持安全绩效管理过程并做出安全决策；在自愿报告中使用的语言有时可能是带有情绪化的，或旨在实现个人的目的，这未必符合整个组织的最佳利益，在这些情况下，应该明智地使用这些信息。建立自愿报告信息系统旨在收集强制性安全报告系统收集不到的安全数据和安全信息，首先航空公司需要明确本公司期望收集到怎样的自愿报告信息，并定期对 V 值等级为 1、2、3 的部门展开培训，以提高自愿报告信息总体质量。

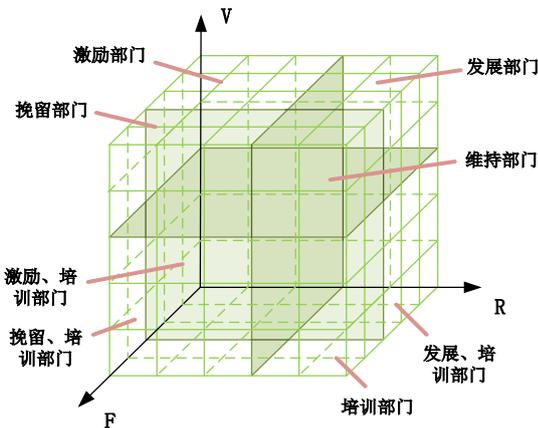


图 2 RFV 模型示意图

当某部门 R 与 F 值分级均在 1、2、3 级时，说明其进行自愿报告时间距离评估时间点远，且报告频次低。说明该部门对于公司此项目的推进响应不积极，也从侧面反映出该部门可能对于大组织（航空公司）中飞行安全部分感触不深，组织融入感较差。对于此类部门，需要对其进行激励，更需要定期组织跨部门活动、文化交流等，激发其在组织中飞行安全方面的存在感与使命感。

R 值等级在 1、2、3 级，而 F 值等级在 4、5 级时，说明该部门曾经报告的次数很多，但最后一次报告的时间距离评估时间点远，造成这种现象的原因有很多，比如该部门后期忙于其它工作或认为自愿报告项目奖励措施不合理导致与该项目脱节等。需要查明具体原因，有针对性地制定挽留措施。

R 值等级在 4、5 级，而 F 值等级在 1、2、3 级时，说明该部门近期才开始推行自愿报告项目或近期才开始重视推行。有很大的发展空间，公司管理

表 7 某航空公司各部门分类情况表

部门分类	部门数	部门编号
激励、培训部门	26	4、10、12、13、14、15、16、17、18、21、23、24、25、28、33、42、44、47、48、51、52、54、55、56、58、60
发展、培训部门	23	1、3、5、6、7、8、9、11、19、20、22、26、29、30、31、34、36、38、39、43、45、50、59
培训部门	5	32、35、37、41、46
激励部门	6	2、27、40、49、53、57

## 4.2. 小结

从各部门分类情况来看，该航空公司自愿报告系统发展并不完善，有待重点培训的部门占总部门数的 90%。首先该航空公司应明确想收集的自愿报告信息内容，即决策层必须要明确目标，而后针对需要培训的部门，组织其进行重点培训，让员工将抱怨、投诉与自愿报告区分开。R、F、V 等级均在 1、2、3 级的部门占总部门数的 43.33%，说明该航空公司自愿报告数量、时间、信息价值均较差，自愿报告系统在公司内部的推广力度不够，推广效果较差，若不方便实施惩罚措施，建议加大奖励措施，另外加大自愿报告文化宣传，让员工由接受到喜欢、习惯自愿报告。有 38.33% 的部门近期提交过自愿报告，可以加大对这些部门的跟进力度。有 10% 的部门提供的自愿报告信息价值较高，但报告近度和频度都较低，针对这类能够提供有价值信息的部门，可适当采取相应激励手段，在保持信息内容质量的前提下增加报告次数。另有 8.33% 的部门自愿报告的近度及频度都很高，但报告信息价值较低。针对此类部门，公司在给与一定奖励的同时，也要对其进行贯宣培训，使其更加了解自愿报告的意义，提高自愿报告信息的质量。

## 5. 结论

通过 RFV 模型对这些信息进行分类，可以提高航空公司信息分析效率，有助于航空公司充分掌握各部门的自愿报告情况。RFM 模型在营销学中被广泛应用于评估客户价值，针对各行业特点对其进行修改，可用于对其它价值进行评价。本文在 RFM 模

型的基础上，建立 RFV 模型，旨在对航空公司各部门的自愿报告情况进行分类研究。将自愿报告情况的近度、频度、值度各划分五个等级，最终汇总为 8 个类别。通过划分出的 8 个评价类别，结合现有数据，对该公司自愿报告现状进行分析，使其自愿报告现状更清晰，进而提出科学的改进意见。

者可以暂时不采取激励手段，继续对该部门接下来的自愿报告情况进行跟进。该航空公司各部门分类情况如表 7 所示。

型的的基础上，建立 RFV 模型，旨在对航空公司各部门的自愿报告情况进行分类研究。将自愿报告情况的近度、频度、值度各划分五个等级，最终汇总为 8 个类别。通过划分出的 8 个评价类别，结合现有数据，对该公司自愿报告现状进行分析，使其自愿报告现状更清晰，进而提出科学的改进意见。

由于研究数据有限，RFV 模型的 8 个类别未进行改善，后续随着自愿报告系统的完善，可针对部门类别进行改进。本文大多采用打分方式，主观性较强，后续可结合模糊理论等进行优化。另外在处理自愿报告信息这类信息量大的数据时，可借用 python 等编程工具实现快速处理，本文用于处理数据的代码有待完善。

## 参考文献

- [1] 孙瑞山.航空安全自愿报告系统经验分享[J].中国医院, 2005(12):19-21.
- [2] Z. Nazeri. Application of Aviation Safety Data Mining Workbench at American Airlines[C]. 2003
- [3] 宋程成, 孙瑞山, 刘俊杰.自愿报告信息分析模型(CRIAM)研究[J].中国安全生产科学技术, 2013, 9(09):43-48.
- [4] 刘俊杰, 杜尹岚, 闫慧娟.Python 环境下的航空安全报告信息分析方法[J].科学技术与工程, 2021, 21(10):4278-4283.
- [5] 冯霞,李娟娟,闫冠男.关联规则挖掘在航空安全报告分析中的应用[J].计算机工程与设计

- 计,2011,32(01):218-220+346.
- [6] 张丽娟. 基于语义网络的航空安全主动报告信息分析方法研究[D].中国民航大学, 2017.
- [7] 刘俊杰,李华明,梁文娟,崔振新.基于内容分析法的航空安全自愿报告信息分析[J].中国安全科学学报,2012,22(04):90-96.
- [8] Yi Gao, Yang Hao, Sen Wang, Hao Wu, The dynamics between voluntary safety reporting and commercial aviation accidents, *Safety Science*, Volume 141, 2021, 105351, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105351>.
- [9] 田继存. 文本分类及其在民航安全自愿报告分析中的应用研究[D].中国民航大学, 2010.
- [10] 许保光, 王蓓蓓, 池宏, 邵雪焱, 高敏刚.基于贝叶斯网络的航空安全中不安全信息分析[J].中国管理科学, 2020, 28(12):118-129.
- [11] 徐翔斌,王佳强,涂欢,穆明.基于改进 RFM 模型的电子商务客户细分 [J]. 计算机应用,2012,32(05):1439-1442.
- [12] 林盛,肖旭.基于 RFM 的电信客户市场细分方法 [J].哈尔滨工业大学学报,2006(05):758-760.
- [13] 帅斌,邓绍蔚,黄丽霞.基于改进 RFM 模型的铁路快捷货运客户市场细分方法[J].铁道科学与工程学报, 2014,11(01):112-117. DOI:10.19713/j.cnki.43-1423/u.2014.01.018.
- [14] 陈倩舒,方晓平.基于 RFM 模型的物流客户价值研究 [J]. 物流科技, 2019,42(07):19-22.DOI:10.13714/j.cnki.1002-3100.2019.07.005.
- [15] 刘晓庆. 基于社交网络的民航旅客价值和出行预测模型研究[D].中国民航大学,2018
- [16] 刘斯敏,皮渺.RFM 模型在连锁药店顾客价值分析中的应用研究 [J]. 中国管理信息化,2021,24(03):85-87.
- [17] Wu, Jun et al. "User Value Identification Based on Improved RFM Model and K -Means++ Algorithm for Complex Data Analysis." *Wirel. Commun. Mob. Comput.* 2021 (2021): 9982484:1-9982484:8.
- [18] 翁小雄,谢志鹏.基于 RFMS 的高速公路客户商业价值挖掘 [J].重庆交通大学学报(自然科学版),2021,40(04):62-69.
- [19] 熊兰,高炳.基于 RFM 多层次客户价值模型的客户细分研究[J].商业经济研究,2017(05):55-57.
- [20] 刘朝华,梅强,蔡淑琴.基于 RFM 的客户分类及价值评价模型[J].技术经济与管理研究,2012(05):33-36.
- [21] Doc 9859 AN/460, International Civil Aviation Organization [ICAO](2009). *Safety Management Manual*[S].

**Open Access** This chapter is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits any noncommercial use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this chapter are included in the chapter's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

