

高校资助育人关键风险分析的模型改进

尤筱玥¹, 陈慧怡²

(1. 同济大学 中德工程学院, 上海 201804; 2. 国网上海市电力公司, 上海 200122)

摘要: 以高校资助的“育人”环节为研究对象, 对传统失效模式与后果分析(FMEA)模型加以改进, 通过结合三角模糊数、风险指标赋权、专家客观赋权、德尔菲法和调研访谈等方式, 提出模糊FMEA模型用以分析“育人”环节的失效模式和关键风险。研究发现, 改进模型能够更客观反映风险指标重要性和专家话语权的差异, 具有较高的精确性和可靠性, 同时针对高风险失效模式提出了相应建议。

关键词: 失效模式与后果分析; 模糊集; 高校资助育人; 高等教育

中图分类号: C93; G64

文献标志码: A

Model Improvement on Key Risk Analysis of College Funded Education

YOU Xiaoyue¹, CHEN Huiyi²

(1. Sino-German College of Applied Sciences, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. State Grid Shanghai Municipal Electric Power Company, Shanghai 200122, China)

Abstract: Taking the “education” process funded by college as the research object, this paper tries to improve the traditional failure mode and effects analysis (FMEA). It proposes a fuzzy FMEA model to analyze the failure modes and key risks of the “education” process by combining triangular fuzzy numbers, weights of risk indices, object weights of experts, the Delphi method, and interviews. It is found that the model proposed objectively reflects the importance of risk indices and difference among experts’ discourse power, which means that the model proposed has a higher accuracy and reliability. Suggestions for high-risk failure modes are proposed.

Keywords: failure mode and effects analysis; fuzzy set; college funded education; higher education

资助育人工作是对高校人才培养能力的重要检验^[1]。据2021年教育部网站消息, 国家财政性教育经费占国内生产总值的比例连续9年保持在4%以上, 教育经费投入有了坚实的保障。面对建设高质量教育体系的新主题、新目标, 以及人民群众对更公平、更优质教育的迫切需求, 为强化资助育人的理念, 必须要构建资助育人质量体系, 把立德树人根本任务融入学生资助工作全过程。目前, 我国的资助育人工作已经形成了以“奖、助、贷、勤、补、减”等方式帮助家庭经济困难学生学习生活的体系^[2], 基本满足了学生基本学习生活的需要。2017年, 中共中央、国务院印发了《关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》, 指出要在加强和改进高校思想政治工作中坚持“三全育人”。而资助育人作为“十大”育人体系之一, 也需要在各方各面贯彻“三全育人”理念。必须认识到, 资助育人工作并非仅包含“资助”这一行为的短期工作, 而是需要贯穿受助学生从拿到通知书到完成学业毕业以及毕业后发展的长期工作; 并非静态的、仅根据已有资料开展的工作, 而是要实时、动态地更新工作所需数据, 如学生的家庭经济条件、学习状况以及毕业后的发展和社会贡献等。应当在经济资助的基础上以“立德树人”为导向, 从学生的学习生活、人际交往、思维方式和综合素质等多角度开展发展性资助工作, 真正引导学生健康全面成长。

然而, 当前高校资助育人实施过程仍存在许多问题和不足: ①重资助轻教育, 把提供经济资助作为资助育人的主要手段, 却忽视了育人的主要目的^[3]; ②资助育人工作缺乏有效的反馈机制; ③参与资助育人工作的主体较为单一; ④资助育人工作的公平性有待进一步提升等。这些短板问题需要进一步通

收稿日期: 2022-06-27

基金项目: 上海市青年科技英才扬帆计划(21YF1449500); “科技创新行动计划”软科学项目(22692198500)

第一作者: 尤筱玥, 助理教授, 硕士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为供应商管理, 教育管理。

E-mail: yxyrachel@sina.com

通信作者: 陈慧怡, 班员, 管理学硕士, 主要研究方向为管理理论与方法、高等教育。

E-mail: huiyichen@tongji.edu.cn



论文
拓展
介绍

过科学有效的定性、定量方法来辅助分析其产生原因及后果、关键点以及改进措施,进而从根本上解决问题并完善资助育人工作。而失效模式与后果分析(failure mode and effects analysis, FMEA)模型是契合这一问题研究的理想方法。一方面, FMEA是成熟的质量和风险评价工具,能够为高校资助育人研究提供可靠的问题分析逻辑和清晰的关键判断方式;另一方面, FMEA在教育领域尚未得到广泛应用,具有较大研究潜力。然而,传统FMEA在评价语言处理、指标权重等方面考虑欠缺,需要结合其他方法加以改进^[4-5]。

此外,教育部在《高校思想政治工作质量提升工程实施纲要》中提出要以“解困—育人—成才—回馈”良性循环为基础提升工作质量。应对一部分学生、分管资助工作的辅导员、资助管理部门工作人员进行关于资助育人工作流程的专项访谈。从资助育人工作的时间维度进行划分,认为“解困”阶段对应经济困难学生定位和适当帮扶过程;“育人”阶段对应贯穿德智体美劳等素质教育的学生培养;“成才—回馈”阶段对应受助学生步入社会及其后续。通过对资助学生及相关工作教师进行访谈,依次对各个工作环节的重要性、实施难度等进行分析,确定当下我国资助育人工作中的关键环节为“育人”环节^[6]。因此,本文将围绕“育人”环节进行失效分析,并通过改进传统FMEA的多个环节来提高分析过程的精确性:①引入模糊集理论量化评价语言;②引入专家评价判断FMEA风险指标权重;③基于专家个体的评价与所有专家评价均值的偏离程度来设定专家客观权重。通过上述改进,构建模糊FMEA模型以分析“育人”环节中导致资助育人体系失效的潜在、关键风险点。

1 “育人”环节的模糊FMEA模型构建

1.1 模糊FMEA的流程构建

针对传统FMEA模型的若干缺陷分别进行改进:①结合模糊集理论(fuzzy set theory)对专家评价语言进行处理和量化,提供更精确的描述^[7];②增加专家对FMEA风险指标严重度(S)、发生度(O)和检测度(D)的权重评价,体现不同的重要性程度;③计算每位专家评价矩阵与平均评价矩阵的差值以反映偏离程度,削弱由于专家角色、主观判断和个人经验对专家权重赋值的影响。最终,构建用于评估资助育人体系“育人”环节风险的模糊FMEA模型,如图

1所示。

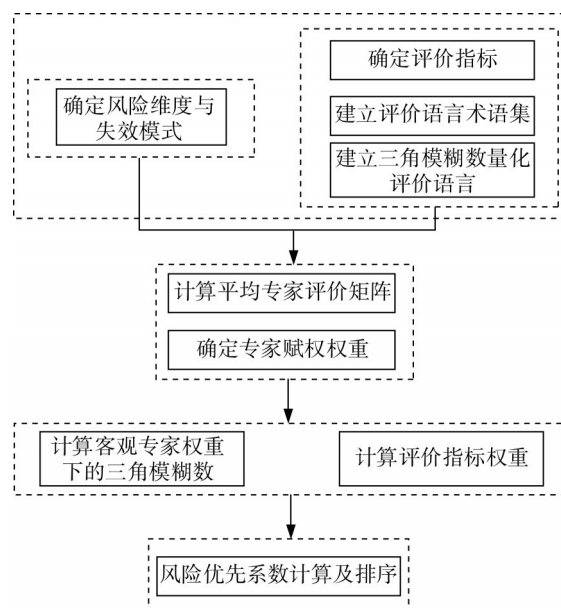


图1 模糊FMEA模型构建

Fig.1 Process construction of fuzzy FMEA

确定失效模式时,基于文献研究以及对专家、教师和专家的深入访谈,发现“育人”环节中可能导致资助育人体系失效的主要有人员、社会环境、高校政策和组织架构4个维度^[6]。在此基础上具体分析,结合访谈结果和专家的工作经验,可最终确定失效模式清单以备后续分析。假设共有 m 个潜在的失效模式,记第 j 个失效模式为 $F_j(j=1, 2, \dots, m)$ 。

1.2 评价语言术语集和初始三角模糊数建立

1.2.1 评价语言术语集

专家评价以主观判断为主,并且给出的信息较多是模糊和不准确的,因此采用模糊语言评价方式可以更有效地表达偏好信息,对处理专家评估过程犹豫有很好的效果^[8]。本文依据李克特量表对3个风险指标建立五粒度评价语言术语集(表1),并给出对应判断标准(表2)。

在邀请专家对各个失效模式的3个风险指标进行评价时,以德尔菲法为基础并就交叉学科研究进行适当调整,具体包括:①在专家提供调查问卷的反馈之前增加访谈环节。一方面,对专家的专业性做出初步评估;另一方面,可就研究背景和问卷中的特定名词进行解释说明,降低理解偏差的风险。②改变匿名特征,全部采用面对面方式直接收集信息。③以询问方式代替专家填写问卷的形式,提高信息获取的直接性和真实性,并降低专家工作量。

表1 评价语言术语集及其含义

Tab.1 Evaluation language terms and descriptions

风险指标	语言术语含义				
	极低(VL)	低(L)	中等(M)	高(H)	极高(VH)
S	几乎不会影响资助育人“育人”工作环节	对资助育人“育人”工作环节有一定影响,但可以克服	导致资助育人“育人”工作环节开展困难,影响资助育人体系正常运转	严重影响资助育人“育人”工作环节,资助育人体系严重失常	导致资助育人工作体系失败
O	发生概率极低	发生概率低	发生概率中等	发生概率高	发生概率极高
D	基本可确定被检测出	被检测出的概率高	被检测出的概率中等	很难被检测出	几乎不会被检测出

表2 评价语言术语集标准

Tab.2 Standards of evaluation language terms

风险指标	语言术语标准				
	VL	L	M	H	VH
S	1,2	3,4	5,6	7,8	9,10
O	$\leq 1:10\ 000$	$(1:10\ 000, 1:1\ 000]$	$(1:1\ 000, 1:100]$	$(1:100, 1:10]$	$> 1:10$
D	$\leq 1:10\ 000$	$(1:10\ 000, 1:1\ 000]$	$(1:1\ 000, 1:100]$	$(1:100, 1:10]$	$> 1:10$

1.2.2 评价语言的初始三角模糊数

三角模糊数量化模糊语言如表3所示。

表3 评价语言三角模糊数

Tab.3 Triangular fuzzy number of evaluation language terms

量化方法	VL	L	M	H	VH
三角模糊数	(0,1,2)	(2,3,4)	(4,5,6)	(6,7,8)	(8,9,10)
去模糊化	1	3	5	7	9

为增加评价结果的可靠性,先对每个专家赋予相同权重,即假设有 n 个专家,需要满足公式 $\sum_{i=1}^n \omega'_i = 1$, 且 $\omega'_i = \frac{1}{n} (i=1, 2, \dots, n)$, 其中 ω'_i 表示第 i 个专家的假定赋权权重。

设第 k 个评价语言为 $X_k = (a_k, b_k, c_k)$, 其隶属函数见式(1)。

$$u_X(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-a}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (1)$$

随后,将 n 个专家对某个风险指标的评价对应的三角模糊数,依据相同的专家权重对各专家的三角模糊数分别加权汇总,得到该指标的平均三角模糊数并记为 $X'_k = (a'_k, b'_k, c'_k)$ 。

$$a'_k = \sum_{i=1}^n \omega'_i a_{ik}, \quad b'_k = \sum_{i=1}^n \omega'_i b_{ik}, \quad c'_k = \sum_{i=1}^n \omega'_i c_{ik} \quad (2)$$

式中: a_{ik}, b_{ik}, c_{ik} 分别为第 i 个专家对第 k 个评价语言三角模糊数 a_k, b_k, c_k 的评价值。

最后,采用均值面积法去模糊化^[9],即

$$x'_k = \frac{a'_k + 2b'_k + c'_k}{4} \quad (3)$$

1.3 专家客观权重和最终三角模糊数计算

1.3.1 专家评价平均矩阵及专家客观权重

根据每位专家评价和所有专家评价均值的偏离程度,为专家客观赋权^[10]。

假设有 n 个专家,记第 i 个专家的语言术语评价矩阵为 Y_i^0 ,有

$$Y_i^0 = \begin{pmatrix} e_{i1S} & e_{i1O} & e_{i1D} \\ e_{i2S} & e_{i2O} & e_{i2D} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ e_{imS} & e_{imO} & e_{imD} \end{pmatrix} \quad (4)$$

式中: e_{ijl} 为第 i 个专家对第 j 个失效模式的第 l 个 ($l=S, O, D$) 风险指标的语言术语评价。

通过模糊集理论量化专家的语言术语评价矩阵 Y_i^0 ,记处理后第 i 个专家的评价矩阵为 Y'_i ,即

$$Y'_i = \begin{pmatrix} x'_{i1S} & x'_{i1O} & x'_{i1D} \\ x'_{i2S} & x'_{i2O} & x'_{i2D} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x'_{imS} & x'_{imO} & x'_{imD} \end{pmatrix} \quad (5)$$

式中: x'_{ijl} 为第 i 个专家对第 j 个失效模式第 l 个风险指标的语言术语评价所对应的模糊数值。此时采用的三角模糊数值是依据相同的专家权重 (即 $\omega'_i = \frac{1}{n}$) 计算而得。

随后,计算平均专家评价矩阵并记为 \bar{Y}^l :

$$\bar{Y}^l = \frac{1}{n} (Y'_1 + Y'_2 + \dots + Y'_n) \quad (6)$$

计算第 i 个专家的评价矩阵 Y'_i 和平均专家评价矩阵 \bar{Y}^l 的偏离程度 D_i 。参考方差计算并简化度量

指标被总体例数相除的步骤,得到下式:

$$D_i = \sum_{j=1}^m (x'_{ijs} - \bar{x}'_{js})^2 + \sum_{j=1}^m (x'_{ijO} - \bar{x}'_{jO})^2 + \sum_{j=1}^m (x'_{ijD} - \bar{x}'_{jD})^2 \quad (7)$$

式中: \bar{x}'_{js} 、 \bar{x}'_{jO} 和 \bar{x}'_{jD} 分别为5位专家对第j个失效模式3个风险指标的语言术语评价所对应的模糊数值的平均值。将偏离程度 D_i 由小到大排序,由此确定各位专家的客观权重 ω_i , $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ 。

此处需对专家的客观权重数值做如下附加规定:

(1) D_i 排名在中位数的专家,其客观权重 $\omega_i = \frac{1}{n}$ 。

(2) 若专家人数大于10位(即 $n > 10$),则 D_i 排名比中位数大一位的专家,其客观权重 $\omega_i = \frac{1}{n} \times 0.9$;同时, D_i 排名比中位数小一位的专家,其客观权重 $\omega_i = \frac{1}{n} \times 1.1$;依此类推。

(3) 若专家人数小于等于10位(即 $n \leq 10$),则 D_i 排名比中位数大一位的专家,其客观赋权权重 $\omega_i = \frac{1}{n} \times 0.8$;同时, D_i 排名比中位数小一位的专家,其客观赋权权重 $\omega_i = \frac{1}{n} \times 1.2$;依此类推。

特别规定,当 n 为偶数时, D_i 排名居中的两位均看作中位数。

以专家人数10位作为分割线,对专家客观权重做出分段函数式的规定,意在保持专家客观赋权权重的均衡,防止某位专家的权重过高或过低。

1.3.2 专家客观权重下的三角模糊数

将 n 个专家对某个风险指标(S 、 O 、 D)的评价对应的三角模糊数,依据专家客观权重加权汇总,得到该指标的最终三角模糊数 $X_k = (a_k, b_k, c_k)$ 。

$$a_k = \sum_{i=1}^n \omega_i a_{ik}, b_k = \sum_{i=1}^n \omega_i b_{ik}, c_k = \sum_{i=1}^n \omega_i c_{ik} \quad (8)$$

式中: a_{ik} 、 b_{ik} 、 c_{ik} 分别为第 i 个专家对第 k 个评价语言三角模糊数 a_k 、 b_k 、 c_k 的评价值。

然后,采用均值面积法去模糊化,即

$$x_k = \frac{a_k + 2b_k + c_k}{4} \quad (9)$$

再次对语言术语评价矩阵 Y_i^0 进行模糊量化处理并得到 Y_i ,即

$$Y_i = \begin{pmatrix} x_{i1S} & x_{i1O} & x_{i1D} \\ x_{i2S} & x_{i2O} & x_{i2D} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{imS} & x_{imO} & x_{imD} \end{pmatrix} \quad (10)$$

式中: x_{ijl} 为第 i 个专家对第 j 个失效模式第 l 个($l = S, O, D$)风险指标的语言术语评价所对应的模糊数值。

1.4 风险指标权重和风险优先系数计算

由于风险指标的重要性存在差异,可采用德尔菲法对其权重进行判断。计算风险指标 S 、 O 、 D 的最终权重 ω_S 、 ω_O 、 ω_D 如下:

$$\omega_S = \sum_{i=1}^n \omega_i z_{iS}, \omega_O = \sum_{i=1}^n \omega_i z_{iO}, \omega_D = \sum_{i=1}^n \omega_i z_{iD} \quad (11)$$

式中: ω_i 为第 i 个专家的客观权重; z_{iS} 、 z_{iO} 、 z_{iD} 分别为第 i 个专家对 S 、 O 、 D 权重的打分。满足 $z_{iS} + z_{iO} + z_{iD} = 1$,且 $\omega_S + \omega_O + \omega_D = 1$ 。

此外,对传统FMEA的风险优先系数(risk priority number, RPN)的计算方式进行改进。

记第 i 个专家对第 j 个失效模式 F_j 等3个风险指标的RPN值为 r_{ij} ,则

$$r_{ij} = \sum_{l=S,O,D} \omega_l x_{ijl} \quad (12)$$

式中: ω_S 、 ω_O 、 ω_D 分别为风险指标的最终权重; x_{ijS} 、 x_{ijO} 、 x_{ijD} 分别为第 i 个专家对第 j 个失效模式3个风险指标的语言术语评价所对应的模糊数值。

记 F_j 的风险优先系数为 R_j ,则

$$R_j = \sum_{i=1}^n \omega_i r_{ij} \quad (13)$$

由此可以计算出第 m 个失效模式各自对应的RPN值。RPN值越大表示对应失效模式的风险越大。通过对RPN降序排序,可判断最为严重的风险故障并进一步深入分析。

2 基于模糊FMEA的“育人”环节分析

2.1 失效模式确定

高校资助育人工作的关键环节为“育人”环节。在风险维度(人员、社会环境、高校政策、组织架构)的基础上,通过构建的模糊FMEA模型,识别影响资助育人质量的失效模式,并通过专家评价、风险指标赋权、专家客观赋权等方式,更精确地分析关键的失效模式及其原因、后果和措施等。由风险维度拓展的失效模式及其原因如表4所示,记第 j 个失效模式为 F_j ($j = 1, 2, \dots, 10$)。

表4 资助育人工作中“育人”环节的失效模式及原因

Tab.4 Failure modes with causes in “education” process of funded education

风险维度	风险编号	失效模式及原因
人员	F_1	受助学生拒绝参与后续的励志教育,认为接受资助理所应当
	F_2	校领导不重视,缺乏沟通与宣传,导致教职工对全员育人不理解或不认可
	F_3	工作人员只关注自身绩效,不对育人成果负责,导致实际育人效果差
社会环境	F_4	社会各界(除政府和高校外)不重视资助育人,认为是国家和高校的工作
	F_5	家庭教育缺位,家长一味把育人工作寄托给学校
高校政策	F_6	校内缺少针对经济困难学生的心理辅导,导致有需要的学生求助无门
	F_7	关注智育,忽视德育,只对个人能力和素质开展育人工作
	F_8	信息系统封闭落后,无法及时跟进学生的心理思想健康状况
组织架构	F_9	各部门关于育人工作分工不明确,导致沟通不畅,各部门间相互推诿
	F_{10}	不同学院间差异较大,导致同一高校中资助育人工作开展情况良莠不齐

2.2 失效模式评价及平均三角模糊数

基于德尔菲法,邀请5位专家分别就10个失效模式的3个风险指标进行语言评价,评价依据见表1和表2。其中,专家1和2为高校行政管理人员,专家3和4为高校学生工作者,专家5为学术专家。失效

模式的语言评价结果如表5所示。由此可得到5位专家的语言术语评价矩阵 $Y_i^0 (i=1, 2, \dots, 5)$ 。同时,邀请专家就五粒度评价语言术语的三角模糊数做出评价,结果见表6。

表5 资助育人工作中“育人”环节的失效模式及原因

Tab.5 Failure modes with causes in “education” process of funded education

专家	F_1			F_2			F_3			F_4			F_5		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D
1	VH	M	VL	VH	L	VH	VH	M	VH	VH	L	VL	VH	L	VL
2	VH	VH	VL	H	L	VH	M	M	M	M	H	H	VH	VH	L
3	VH	M	VL	VH	VL	L	H	L	H	VL	VH	VL	VL	L	H
4	H	M	VL	H	L	VL	H	L	M	M	L	M	VH	H	H
5	M	L	VH	VH	VH	M	H	H	H	VL	H	VL	VH	VH	VL

专家	F_6			F_7			F_8			F_9			F_{10}		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D
1	VH	VL	L	VH	L	H	VH	VH	M	VH	H	L	VH	VH	VL
2	H	L	VL	M	M	M	H	H	L	VH	VH	H	H	VH	VL
3	M	VL	M	VH	L	VH	L	M	VL	L	H	L	VL	VH	VL
4	M	L	L	M	M	M	M	H	L	M	H	H	M	H	H
5	H	H	L	VH	H	M	VH	VH	L	VH	H	VL	L	L	VL

表6 评价语言三角模糊数专家评价结果

Tab.6 Evaluation of triangular fuzzy number of experts

专家	VL	L	M	H	VH
1	(0,2.5,3.0)	(2.6,3.8,5.0)	(3.9,4.8,6.0)	(4.9,6.7,8.0)	(6.8,8,10)
2	(0,1.0,2.0)	(1.5,2.4,3.5)	(3.5,5,6.5.0)	(6.0,7.8,8.5)	(8,8.6,10)
3	(0,0.5,1.0)	(0.5,2.0,3.0)	(3.0,5.0,7.0)	(5.5,7.5,8.5)	(8,9,10)
4	(0,1.0,2.0)	(2.0,3.0,4.0)	(4.0,5.0,6.0)	(6.0,7.0,8.0)	(8,9,10)
5	(0,1.0,2.0)	(1.0,2.0,3.0)	(5.0,6.0,7.0)	(7.0,8.0,9.0)	(9,9.5,10)

在对专家进行客观赋权时,首先赋予每个专家相同权重。已知有 $n=5$ 个专家,需要满足 $\sum_{i=1}^n \omega'_i = 1$, 则每位专家的权重 $\omega'_i = 0.2$ 。

将三角模糊数根据 $\omega'_i = 0.2$ 分类加权汇总,由式(2)计算得到平均三角模糊数 $X'_k = (a'_k, b'_k, c'_k)$; 并由式(3)去模糊化,得到评价语言平均三角模糊数,见表7。基于三角模糊数将表7中的定性评价语

言转化为三角模糊数,得到5位专家的语言术语定量评价矩阵 Y'_i 。

2.3 专家客观权重和最终三角模糊数

由式(6)计算得到平均专家评价矩阵 \bar{Y}' , 见表8。其中, x'_{ijl} 为第 i 个专家对第 j 个失效模式第 l 个 ($l=S, O, D$) 风险指标的评价所对应模糊数值的平均值。由式(7)计算得到专家的评价矩阵 Y'_i 和 \bar{Y}' 的偏离程度 D_i , 见表9。

表7 评价语言平均三角模糊数

Tab.7 Average triangular fuzzy number of evaluate language terms

量化方法	VL	L	M	H	VH
(a'_k, b'_k, c'_k)	(0,1.20,2.00)	(1.52,2.64,3.70)	(3.88,5.16,6.50)	(5.88,7.40,8.40)	(7.96,8.82,10.00)
去模糊化	1.10	2.63	5.18	7.27	8.90

表8 平均专家评价矩阵 \bar{Y}' 的转置

Tab.8 Transpose of the average expert evaluation matrix \bar{Y}' of experts

风险指标	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}
S	7.80	8.25	7.18	4.29	7.34	6.76	7.41	6.57	6.90	5.01
O	5.41	5.47	4.57	5.74	6.06	2.94	4.57	7.50	7.60	7.32
D	2.66	3.05	6.76	3.15	3.87	2.83	6.34	2.83	4.18	2.33

表9 专家评价矩阵 Y'_i 的偏离程度 D_i

Tab.9 Deviation degree D_i of expert evaluation matrix Y'_i of experts

专家	D_i	排序
1	160.48	3
2	129.60	2
3	196.05	5
4	97.09	1
5	187.08	4

基于专家客观权重的制定规则,得到专家的客观权重 $\omega_i=(0.20, 0.24, 0.12, 0.28, 0.16)$ 。

由式(8)计算得到评价的最终三角模糊数,记为 $X_k=(a_k, b_k, c_k)$;并由式(9)去模糊化,结果如表10所示。

基于表10得到语言术语定量评价矩阵 Y_i ,量化后的最终专家语言评价见表11。

表10 评价语言最终三角模糊数

Tab.10 Final triangular fuzzy number of evaluate language terms

量化方法	VL	L	M	H	VH
最终三角模糊数	(0,1.24,2.08)	(1.66,2.74,3.80)	(3.90,5.12,6.40)	(5.88,7.35,8.34)	(7.92,8.78,10.00)
去模糊化	1.14	2.73	5.14	7.23	8.87

表11 最终专家语言量化评价结果

Tab.11 Final quantitative evaluation of experts

专家	F_1			F_2			F_3			F_4			F_5		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D
1	8.87	5.14	1.14	8.87	2.73	8.87	8.87	5.14	8.87	8.87	2.73	1.14	8.87	2.73	1.14
2	8.87	8.87	1.14	7.23	2.73	8.87	5.14	5.14	5.14	5.14	7.23	7.23	8.87	8.87	2.73
3	8.87	5.14	1.14	8.87	1.14	2.73	7.23	2.73	7.23	1.14	8.87	1.14	1.14	2.73	7.23
4	7.23	5.14	1.14	7.23	2.73	1.14	7.23	2.73	5.14	5.14	2.73	5.14	8.87	7.23	7.23
5	5.14	2.73	8.87	8.87	8.87	5.14	7.23	7.23	7.23	1.14	7.23	1.14	8.87	8.87	1.14
专家	F_6			F_7			F_8			F_9			F_{10}		
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D
1	8.87	1.14	2.73	8.87	2.73	7.23	8.87	8.87	5.14	8.87	7.23	2.73	8.87	8.87	1.14
2	7.23	2.73	1.14	5.14	5.14	5.14	7.23	7.23	2.73	8.87	8.87	7.23	7.23	8.87	1.14
3	5.14	1.14	5.14	8.87	2.73	8.87	2.73	5.14	1.14	2.73	7.23	2.73	1.14	8.87	1.14
4	5.14	2.73	2.73	5.14	5.14	5.14	5.14	7.23	2.73	5.14	7.23	7.23	5.14	7.23	7.23
5	7.23	7.23	2.73	8.87	7.23	5.14	8.87	8.87	2.73	8.87	7.23	1.14	2.73	2.73	1.14

2.4 评价指标权重和RPN计算

2.4.1 计算评价指标权重和RPN排序

采用德尔菲法,邀请5位专家就3个风险指标的重要性进行评价并给出权重(表12)。

根据专家客观权重 $\omega_i=(0.20, 0.24, 0.12, 0.28, 0.16)$,由式(11)计算得到风险指标的权重 $(\omega_s, \omega_o, \omega_D)=(0.37, 0.39, 0.24)$ 。

表12 风险指标权重评价

Tab.12 Evaluation of risk index of experts

专家	S	O	D
1	0.50	0.30	0.20
2	0.40	0.40	0.20
3	0.10	0.60	0.30
4	0.35	0.35	0.30
5	0.40	0.40	0.20

由式(12)计算第*i*个专家对第*j*个失效模式 F_j 的风险指标。由式(13)计算得到 F_j 的RPN并记为 R_j (表13)。根据结果,排在前3位的 R_j 值为 F_9 、 F_5 和 F_8 ,表示这3个潜在失效模式产生的风险较大,是资助育人体系“育人”环节工作中需要优先防范的风险。

表13 风险优先级数及排序

Tab.13 RPN and ranking of failure modes

失效模式	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}
风险优先级数	5.66	5.63	5.92	4.71	6.40	4.27	5.84	6.15	6.75	5.62
排序	6	7	4	9	2	10	5	3	1	8

2.4.2 比较分析

将模糊FMEA模型的计算结果与传统FMEA模型进行比较。将传统FMEA模型下各失效模式的RPN记为 R_j^0 ,则

$$R_j^0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ijs}^0 x_{ijO}^0 x_{ijD}^0), j=1, 2, \dots, 10 \quad (14)$$

式中: x_{ijs}^0 、 x_{ijO}^0 、 x_{ijD}^0 分别为第*i*个专家对第*j*个失效模式的风险指标S、O、D的评价所对应的传统模糊数值。

两种模型对应的RPN及其排序结果如表14所示。从表14中可以发现,模糊FMEA和传统FMEA两个模型的RPN排序中仅 F_6 和 F_9 相同,其他均有差别。由于模糊FMEA方法对风险指标、专家权重进行了有效赋权,能够明确解决传统FMEA模型难以体现各类指标重要性差异的问题。

表14 模糊FMEA模型和传统FMEA模型RPN排序比较
Tab.14 Comparison of ranking of RPN between fuzzy FMEA and traditional FMEA

失效模式	传统FMEA R_j^0 值	传统FMEA R_j^0 排序	模糊FMEA R_j 排序
F_1	68	9	6
F_2	177	5	7
F_3	225	2	4
F_4	73	8	9
F_5	163	6	2
F_6	53	10	10
F_7	199	3	5
F_8	183	4	3
F_9	225	1	1
F_{10}	81	7	8

例如, F_1 在传统FMEA模型中的RPN排序为9,而在模糊FMEA模型中的排序为6。造成此差异的部分原因在于,“受助学生拒绝参与后续的励志教育,认为接受资助理所应当”这一失效模式的严重度(S)指标占有较大权重,即资助育人体系中的“育人”工作收效甚微,学生并未从教育工作中收获有效的培养。这一情况可视为育人工作的失败,属于较为严重的情况,因而风险更高,与实际情况相符。

此外, F_5 在传统FMEA和模糊FMEA两个模型中的RPN排序分别为2和6,为差距最大的失效模式。造成此差异的部分原因在于,不同专家对“家庭教育缺位,家长一味把育人工作交给学校,而不注重家风家教”这一失效模式的评价相去甚远,而在模糊FMEA方法中认为该失效模式风险较高的专家均拥有较高客观权重(如专家1、2、4),因此其总体风险较高,排序靠前。通过个体值与均值的偏差距离判断专家权重,有效体现了专家之间的差异并缓解了赋权过程的主观影响,为风险分析提供更精确的RPN排序和判断依据。

3 结语

资助育人是高校思想政治教育工作的重要内容,也是实现教育公平的重要途径。作为高校立德树人工作的重要环节,资助是手段,育人才是最终目的。如何切实有效地发挥资助工作的育人功效,赋予育人对象该有的主体性以及道德浸润、精神鼓励,促进其德育发展,仍是许多高校正在研究的课题。为更好地识别和分析高校资助育人实施过程存在的短板问题,采用并改进FMEA进行风险评价是有效途径,能够为教育学相关领域提供科学、可靠的定性定量结合分析方法。

针对传统FMEA的缺陷,本文提出采用模糊FMEA研究高校资助育人的关键环节“育人”的风险,具体做了如下改进:①引入模糊集理论以量化评价语言,提供专家评价三角模糊数;②基于专家评价制定FMEA风险指标S、O、D的权重,体现指标重要性差异;③基于专家个体评价与集体评价均值的偏离程度制定专家客观权重,体现专家话语权差异;④数据采集结合德尔菲法与调研访谈形式,提高专家反馈的真实性、完整性和一致性。

根据RPN结果,发现高风险失效模式为 $F_9 > F_5 > F_8 > F_3$,针对上述关键失效模式分别提出以下4点建议:①针对分工不明确和沟通不畅(F_9),要明

确高校资助育人的本质,校内各部门、各岗位的育人职能,同时明确部门之间的职责和配合义务,制定清晰的责任分配和工作指引,并结合信息系统建设提升沟通的时效性和充分性;②针对家庭教育的缺位(F_5),要促进社会中家风家教的培养,强调家庭教育的重要性和参与度,辅助推动高校育人的成效,避免出现家长推卸责任、不管不顾的情况;③针对信息系统的落后(F_8),要加强校内信息系统建设,培养数字化能力,尤其因不可抗力导致高校必须采取线上教学时,要设法更全面、实时地了解学生情况,避免因信息的传递不畅和时效问题与学生实际情况脱节,无法跟进其心理、思想、健康状况,导致更为严重的后果;④针对员工过于关注自身绩效(F_3),要让员工明确该项工作是以培养学生为目的,要重视学生的长期培养和后续产出,如有必要可将绩效考核和育人成果挂钩,避免以资助的有限时间段作为育人考核的标准。

作者贡献声明:

尤筱玥:学术指导,论文结构和修改。

陈慧怡:数据分析,论文初稿撰写。

参考文献:

- [1] 杨振斌. 做好新形势下高校资助育人工作的实践与思考[J]. 中国高等教育, 2018(5): 17.
YANG Zhenbin. Practice and thinking of doing a good job in college funding and education work under the new situation [J]. China Higher Education, 2018(5): 17.
- [2] 陈慧怡, 李慧. 资助育人: 基于 CiteSpace 的评述[J]. 上海管理科学, 2021, 43(5): 110.
CHEN Huiyi, LI Hui. Funding education: literature review based on the software CiteSpace [J]. Shanghai Management Science, 2021, 43(5): 110.
- [3] 黄建美, 邹树梁. 高校资助育人创新视角: 构建多维资助模式的路径探析[J]. 中国高教研究, 2012(4): 81.
HUANG Jianmei, ZOU Shuliang. Innovation in educating people view college funding: funding of the path of building a multi-dimensional analysis [J]. China Higher Education Research, 2012(4): 81.
- [4] LIU H, WANG L, YOU X, *et al.* Failure mode and effect analysis with extended grey relational analysis method in cloud setting [J]. Total Quality Management & Business Excellence, 2019, 30(7/8): 745.
- [5] HU Y, YOU X, WANG L, *et al.* An integrated approach for failure mode and effect analysis based on uncertain linguistic GRA-TOPSIS method [J]. Soft Computing, 2019, 23(18): 8801.
- [6] 陈慧怡. 基于 FMEA 的高校资助育人工作改进研究 [D]. 上海: 同济大学, 2022.
CHEN Huiyi. Research on the improvement of university fund education based on FMEA [D]. Shanghai: Tongji University, 2022.
- [7] LIU H, YOU J, YOU X, *et al.* A novel approach for failure mode and effects analysis using combination weighting and fuzzy VIKOR method [J]. Applied Soft Computing, 2015, 28: 579.
- [8] 余伟, 李严锋, 李梦, 等. 基于组合权重的模糊 TOPSIS 法在工程项目评估中的应用[J]. 工程管理学报, 2015, 29(4): 113.
YU Wei, LI Yanfeng, LI Meng, *et al.* Group decision making based on novel intuitionistic fuzzy TOPSIS method and combination weights [J]. Journal of Engineering Management, 2015, 29(4): 113.
- [9] 尤建新, 邓晴文. 基于改进失效模式与后果分析的制造执行系统风险分析模型[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2020, 48(1): 132.
YOU Jianxin, DENG Qingwen. Manufacturing execution system risk analysis based on an improved failure mode and effects analysis method [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2020, 48(1): 132.
- [10] 官华萍, 尤建新. 基于改进 FMEA 的 E-learning 系统质量失效模式风险排序[J]. 科技管理研究, 2020, 40(9): 176.
GONG Huaping, YOU Jianxin. Risk ranking of quality failure mode of E-learning system based on improved FMEA [J]. Science and Technology Management Research, 2020, 40(9): 176.