

中文引用格式:佟瑞鹏,和杰花,梁梵洁,等. 风险动物园(IX):大白兔隐喻对可接受风险转化的机制阐释[J]. 中国安全科学学报, 2025, 35(11): 16-23.

英文引用格式:TONG Ruipeng, HE Jiehua, LIANG Fanjie, et al. Risk zoo (IX): white rabbit metaphor for mechanism interpretation of acceptable risk transformation [J]. China Safety Science Journal, 2025, 35(11): 16-23.

风险动物园(IX):大白兔隐喻对可接受风险转化的机制阐释*

佟瑞鹏 教授, 和杰花, 梁梵洁, 李慕晨

(中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院, 北京 100083)

中图分类号:X913

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.11.0097

基金项目:国家自然科学基金资助(52074302);北京市自然科学基金资助(8212015)。

【摘要】 为提升对低概率、低后果风险事件的识别和防控能力,基于可接受风险理论,采用问卷调查与重复测量方差分析方法,研究动物隐喻在可接受风险表征中的适用性和科学性。调查设计涵盖威胁性、稳定性、可控性、文化情感联想等维度,邀请60名具有风险管理背景的参与者对4种动物进行量化评价。结果表明:大白兔在可接受性评分中显著高于猫、狗和狼,风险等级最低,且文化联想积极性最高,适合作为可接受风险的隐喻代表。大白兔风险具有低概率、低后果、累积性等特征,并在多重因素作用下可能发生转化,进入不可接受风险区。遵循合理可行的最低风险水平(ALARP)原则、结合个体与群体风险感知差异、用大概率思维应对小概率事件,并构建涵盖“消除—替代—控制—隔离”的多层次防控体系,能够实现对大白兔风险的全链条防控。

【关键词】 可接受风险; 大白兔风险; 风险隐喻; 风险管理; 合理可行的最低风险水平(ALARP)原则; 累积效应

Risk zoo (IX): white rabbit metaphor for mechanism interpretation of acceptable risk transformation

TONG Ruipeng, HE Jiehua, LIANG Fanjie, LI Muchen

(School of Emergency Management and Safety Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 10083, China)

Abstract: In order to enhance the identification and control of low-probability, low-consequence risk events, this study draws on the theory of acceptable risk and employs questionnaire surveys combined with repeated-measures analysis of variance to examine the applicability and scientific validity of animal metaphors in representing acceptable risks. The questionnaire was designed to assess four animals across dimensions such as perceived threat, stability, controllability, and cultural-emotional associations. Sixty participants with a background in risk management were invited to provide quantitative evaluations. The results indicate that the white rabbit received significantly higher acceptability ratings than the cat, dog, and wolf, with the lowest risk level and the most positive cultural associations, indicating its suitability as a metaphorical representation of acceptable risk. Rabbit risks are characterized by low probability, mild consequences, and cumulative effects, and may transform into unacceptable risks under the influence of multiple factors. Based on this, three prevention principles are proposed: adhering to ALARP principle, incorporating differences in individual and group risk perception, and applying high-probability thinking to

low-probability events. A multi-level prevention system comprising elimination, substitution, control, and isolation is constructed to achieve comprehensive risk governance for white rabbit risks.

Keywords: acceptable risk; white rabbit risk; risk metaphor; risk management; as low as reasonably practicable (ALARP) principle; cumulative effects

0 引言

风险管理是现代社会应对不确定性和复杂性的重要任务。随着科技进步与全球化进程的加速,风险事件的数量与类型日益增多,结构更加复杂,传统风险管理面临前所未有的挑战。以往风险管理实践主要聚焦于高概率、高后果的风险类型,侧重对“黑天鹅”“灰犀牛”等重大风险事件的识别与评估。为提升管理者对不同类型风险的认知与沟通效率,前期研究提出了“风险动物园”概念^[1],通过将具有不同特征的风险事件类比为特定动物,构建出一套具象化、易于理解的风险隐喻图谱体系。在该图谱中,“大白兔”象征具有低概率、低后果特征的风险事件。然而,这类风险事件由于初期危害性较低,常被管理者所忽视,但若长期积累或在特定条件下,其发生频率或后果可能呈显著上升趋势,最终演化为“黑天鹅”事件或“金丝猴”事件,进而对系统安全与社会稳定构成潜在威胁。

可接受风险理论的分类体系及其核心要素为低概率、低后果风险事件的防控提供科学的逻辑结构,使管理者能够在成本、收益和安全之间实现风险最小化的权衡^[2]。该理论作为风险权衡思想的延展,是一种以风险可接受范围为基础,集风险考量、评估、衡量和管控于一体的综合性分析框架。因此,在可接受风险框架下开展对低概率、低后果风险的防控研究,不仅能够拓展风险管理的研究视域,还能推动风险管控理论的创新发展,从而助力实现安全生产治理体系和治理能力的现代化。

鉴于此,拟以可接受风险理论为视角,结合“可接受性”的核心概念,分析风险隐喻图谱中低概率、低后果风险事件的动物表征,重点提升对这类风险的理解。在此基础上,厘清风险动物园中“大白兔”与“黑天鹅”“灰犀牛”“金丝猴”等风险的关系及其转化逻辑,并结合风险控制理论,探讨大白兔风险的转化机制与防控体系。通过推进风险管理理论的学术研究与科普化传播,使风险管理者充分认识到大白兔风险的重要性,从而为其提供科学的资源分配依据,避免因忽视大白兔风险而导致潜在损失,实现风险控制与资源优化的平衡。

1 可接受风险理论与风险隐喻类型

1.1 可接受风险概念及演化

1) 可接受风险的概念与定义。在现代风险管理理论中,随着工业化和现代化进程的推进,风险已成为不可忽视的重要问题。尽管各种风险管理策略层出不穷,然而任何一种策略都无法做到彻底消除风险。风险管理的目标是通过科学合理的控制措施,将风险降低至社会和经济可接受的水平。具体而言,可接受风险指的是在个体或集体的经济承受能力和心理承受范围内,社会成员对于某一潜在风险所能接受的最大损失程度。其核心问题是如何在社会成员对于成本、收益和安全的权衡中,设定合理的风险界限。

现代风险管理的重要指导原则之一是合理可行的最低风险水平(As Low As Reasonably Practicable, ALARP),即风险应在可接受的范围内降至最低。根据英国健康与安全执行局(Health and Safety Executive, HSE)的定义^[3],可接受风险是指能够被社会广泛容忍的风险水平,且这一风险水平是在一定的技术、经济和社会约束条件下可实现的最优控制水平。在此框架下,风险管理不仅是对事故和灾害的防范,更是对潜在损失和社会成本的综合评估和控制。

2) 风险容忍度框架。HSE 针对可接受风险这一概念,提出风险容忍度框架,将风险划分为“可接受区”“可容忍区”和“不可接受区”,旨在帮助管理者进行合理的风险控制,其框架如图 1 所示。

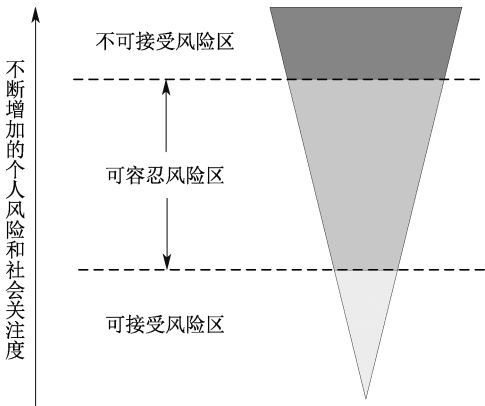


图 1 HSE 的风险容忍度框架

Fig. 1 HSE risk tolerance framework

可接受区是指风险水平较低且不需要额外风险控制措施的区域。此类风险通常被认为对个体或社会的影响微乎其微,因此,无需采取进一步的管理干预。对于可接受区的风险,其存在往往是正常社会活动的一部分,甚至不可避免,但其发生概率和后果均处于公众普遍接受的范围之内。

可容忍区的风险处于可接受与不可接受之间,这意味着其风险水平虽未达到不可接受的程度,但仍需进行有效管理和优化。在可容忍区,风险控制的重点在于权衡措施的合理性与成本效益,以确保在降低风险的同时,资源得到最优分配。具体而言,管理者应根据具体情境和技术条件,评估是否可以通过合理的措施进一步降低风险水平。

不可接受区是指风险水平较高且超出社会普遍可接受范围的区域。此类风险通常具有高概率和高后果的特性,其发生可能造成严重的人员伤亡、环境破坏或经济损失,因此无论其潜在利益如何,都必须采取严格的控制措施,甚至停止相关活动。不可接受区的风险管理要求以“生命安全至上”为原则,通过彻底改变活动或操作流程来降低风险水平。

3) 可接受风险界定与管理的发展阶段。从理论的演变来看,可接受风险的界定和管理经历了从单纯依赖技术手段的分析阶段,到引入社会学视角的多维参与阶段,再到如今强调社会—政治维度的动态调整阶段^[4]。最初,风险的界定主要依赖于量化的技术指标,尤其是通过历史数据和工程分析来确定风险的严重性和发生概率。STARR^[5]提出的“显示偏好法”便是一种基于历史数据的风险排序方法,能够在一定程度上帮助管理者确定风险的可接受程度。然而,这一方法的局限性在于,它忽视公众心理、文化认知等非技术因素。

随着决策科学的发展,风险管理逐渐进入了多维度的参与阶段。此时,专家与公众的参与成为关键因素。公众通过心理测量、问卷调查等形式参与到风险评估过程中,而专家则通过数学模型和启发式方法为决策提供支持。专家与公众之间的沟通和协作,能够有效提升风险决策的社会认同感。

进入社会—政治阶段后,风险管理的核心不再仅仅局限于技术分析,而是更注重社会、政治与经济因素的综合影响。DOUGLAS 等^[6]提出,群体对风险的认知通常与其文化背景密切相关,不同群体基于其独特的社会和文化背景,往往对同一风险有不同的理解和接受度。因此,现代风险管理要求结合社会公平、信任及文化差异等因素,制定更为灵活和

多元的风险接受标准。

综上所述,可接受风险的研究与管理已由最初的技术导向转向社会多元化的动态调整过程。在当今复杂的社会背景下,风险管理不仅要依赖技术手段,更要结合公众认知和社会环境,综合考量各种因素,以实现技术安全与社会需求之间的平衡。

1.2 动物风险隐喻特征分析

在现代风险管理领域,理解不同类型的风险事件及其特征对于有效的决策至关重要。为增强对风险的认知和理解,学者们借助认知语言学和风险管理科学相结合的风险隐喻图谱,借助动物意象隐喻,形象化表征多种风险类型^[6]。通过这种方式,抽象的风险概念得以具象化,使得公众更易于接受并理解,从而提高风险沟通效率和风险管理效果。

在风险动物园中,“黑天鹅”“灰犀牛”和“金丝猴”是备受关注的主要风险类型。然而,这些类型更多聚焦于高概率高后果、突发性强且冲击力大的风险,使得低概率低后果的风险常被忽视。笔者基于可接受风险理论框架,对各类风险类型展开对比分析,致力于更全面地认知和管理风险。

“黑天鹅”象征低概率、高后果的风险类型。此类事件发生概率极低,一旦发生,带来的往往是毁灭性的后果。其难以预测的特性,常常超出人们的常规预期,对系统造成巨大破坏。与之相比,“大白兔”虽同样具备低概率的特点,但后果相对轻微,且具有累积性。大白兔风险多表现为低后果、低频次的小型事件,单次发生时影响并不显著,因而极易被忽视。但随着时间推移,这些小规模风险事件会产生累积效应,逐渐演变成系统性问题,甚至引发连锁反应。在可接受风险框架下,大白兔风险起初处于“可接受风险区”,由于单次后果不严重,社会和个人对其关注度较低。然而,随着发生频次增加和累积效应的显现,它可能会向“不可接受区”转移,在特定情境下与黑天鹅风险产生关联。

“灰犀牛”代表高概率、高后果的风险类型。这类风险有明显的预警信号,尽管发生概率高、后果严重,人们却常因风险发展的渐进性而选择忽视或回避,最终可能导致灾难性后果。与灰犀牛风险相比,大白兔风险具有显著差异。大白兔风险后果较小且不易察觉,初期难以引起人们重视;其发生频率通常较低,而灰犀牛风险发生频次高。不过,大白兔风险通过长期累积,可能与灰犀牛风险产生联系。在某些情况下,多个小规模风险事件的积累可能引发灰犀牛事件的爆发,即大白兔风险的低后果和低概率

特征,在管理不善、疏漏或环境变化时,可能通过长时间积累演变为高后果风险,进而引发系统性问题。

“金丝猴”属于一种高概率、低后果的风险类型。这类风险在日常运营中较为常见,如不安全行为、系统小故障等情境。虽然单次风险事件后果不严重,但频繁发生会持续干扰系统正常运作。相比之下,大白兔风险在初始阶段多为低频次小型事件,后果不显著,更易被忽视。然而,在管理不善或环境变化时,大白兔风险的发生频率可能逐渐增加,从低频低后果事件转变为高频低后果事件,最终转化为金丝猴风险,成为系统的持续干扰因素。

综上所述,大白兔风险作为低概率、低后果的风险类型,与其他风险类型共同构成风险隐喻图谱,丰富了风险管理领域对不同风险的认知,为后续深入研究和有效管控提供了重要基础。

2 大白兔风险的隐喻创建与表征

大白兔风险隐喻的创建,有助于促进对低概率、低后果风险事件的理解。结合可接受理论框架对大白兔风险的定位,基于风险隐喻图谱,进一步证实采纳大白兔作为低概率、低后果风险事件隐喻的科学性及可行性。

2.1 隐喻的构建过程

基于可接受风险理论框架,建立大白兔风险的表征,隐喻创建与表征关系如图 2 所示。结合风险隐喻图谱,提出猫、大白兔、狗和狼 4 种候选动物表征,并设计包含基本信息、特征评估、风险感知、文化与情感联想等内容的问卷,邀请 60 名受访者打分以筛选最符合低概率、低后果事件特征的动物。参与者性别分布较均衡(男 53.33%,女 46.67%),年龄 18~55 岁,平均 37.17 岁,56.67%有安全管理或风险评估培训背景,具备一定风险感知与管理能力。

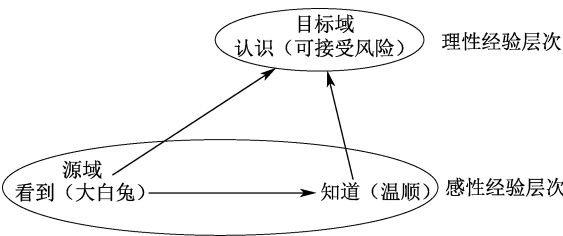


图 2 隐喻创建与表征

Fig. 2 Metaphor creation and representation

1) 动物特征关联性评估。参与者被要求以从 1~7 的等级评分来评估 3 种特征(低威胁性、稳定

性、可控性)描述猫、大白兔、狗和狼的接近程度(1=完全不符,7=极度相符),通过对这 3 个项目的回答取平均值以形成可接受水平。然后,以上述 4 只动物为自变量,可接受水平为因变量,进行重复测量方差分析。结果显示,动物因素对可接受水平具有显著影响(显著性概率值 $p=0.012$)。与猫(平均值 $M=5.18$,标准差 $SD=0.83$, $p<0.05$)、狗($M=4.56$, $SD=1.17$, $p<0.05$)和狼($M=2.11$, $SD=0.74$)相比,大白兔($M=5.72$, $SD=0.64$)的可接受水平更高,具体评估结果见表 1。因此,大白兔的形象被用来代表可接受风险的动物隐喻。

表 1 动物特征关联性评估结果

Table 1 Assessment results of animal trait associations

动物	特征 ($M\pm SD$)			可接受水平 ($M\pm SD$)
	低威胁性	稳定性	可控性	
猫	4.77±1.48	5.55±1.40	5.23±1.60	5.18±1.49
大白兔	5.68±0.91	5.60±1.14	5.88±1.20	5.72±1.08
狗	4.45±1.75	4.72±1.79	4.50±1.81	4.56±1.78
狼	2.10±1.41	2.27±1.38	1.95±1.05	2.11±1.28

2) 风险等级评分。通过计算候选动物表征的风险等级平均值,可以发现:猫的平均风险等级为 3.68,大白兔为 2.98,狗为 3.02,狼为 5.68。狼的风险等级评分最高,说明其被认为是最高风险的动物隐喻,而大白兔的风险等级评分最低,说明其被认为是风险最低的动物隐喻。

3) 词语联想分析。通过分析问卷结果,大白兔表征具有以下特点:在所有选项中,温顺(61.67%)、友好(58.33%)和无害(55.00%)的选择频率最高,而好斗(3.33%)、危险(3.33%)和不可预测(3.33%)的选择频率最低。这说明文化与情感联想测试中大多数参与者将大白兔与积极的特点联系在一起。

4) 风险代表动物选择分析。通过分析问卷结果,可以发现大白兔被选为代表低风险和易管理风险的动物,占比最高(66.67%),而狼被选为代表高风险和不可预测风险的动物,占比最高(76.67%)。此外,在 4 种动物表征中,大白兔被选为代表可接受风险的动物,占比最高(68.33%)。

5) 隐喻理解效果分析。针对隐喻表征能否加强对“可接受风险”的概念理解这一问题,大白兔的平均评分为 4.83,说明大多数参与者认为“大白兔”隐喻有助于他们更清晰地理解“可接受风险”。

上述大白兔在低威胁性、稳定性和可控性特征上的高匹配度评分,以及在风险等级上的低评分,结

合对隐喻理解的效果分析,说明“大白兔风险”能够有效隐喻“可接受风险”。

2.2 大白兔风险特征

大白兔风险是一种典型的低概率、低后果风险,其特征对于理解可接受风险框架下的风险评估与管控具有重要意义。通过深入剖析大白兔风险的主要特性,为进一步制定科学的风险管理策略提供坚实基础。以下从发生概率、后果影响、累积效应3个维度进行分析。

1) 低发生概率。大白兔风险具有极低的发生概率,这一特性使其常常被忽略。由于事件的触发条件苛刻,且外部环境通常较为稳定,大白兔风险很难在常规风险评估中被检测到。这类风险在日常生活和系统运行中通常没有明显的预警信号,难以通过传统的风险识别手段发现。且单次事件的发生往往是偶然的,其隐蔽性使得管理者容易将其视为低风险,从而在风险分配和资源管理中未给予足够重视。

2) 低后果影响。大白兔风险的另1个显著特征是其单次事件的后果较小,对系统或个体的直接影响有限。这种有限性使得大白兔风险在初期通常不会引发显著的关注。事件的影响通常局限于个别环节或局部区域,不会对系统整体的运行或稳定性造成立即威胁。低后果的特性使得管理者更倾向于将资源优先分配给高后果、高优先级的风险,从而忽略对大白兔风险的监测。

3) 累积效应。累积效应是大白兔风险的重要特征之一,说明单次事件虽然后果较小,但多次重复或长期积累可能导致系统性隐患。累积效应的具体表现为:①隐蔽性。单一事件的影响微乎其微,难以引起足够重视,但当频繁发生的小规模事件叠加时,可能逐渐形成系统性风险。②系统性危害。在高度互动的复杂系统中,个别低后果事件可能通过系统间的关联性放大其影响,最终导致系统崩溃或严重危机。

3 可接受风险的转化与防控机制

风险分析中常存“风险越小越好”的误区,忽视了减小风险需投入的资金、技术与劳务。风险管控的核心在于通过科学措施,将风险控制在合理可接受范围内。风险管理追求的是投资与收益的平衡,而非零风险,目标是将风险控制在经济、技术和社会可承受的水平,保障可持续发展。

3.1 可接受风险转化机制明晰

在可接受风险理论框架下,大白兔风险的转化是动态过程,受多种因素驱动。为清晰呈现大白兔风险的演化路径,从事件的发生频率与后果严重性2个维度,构建的可接受风险转化矩阵如图3所示。

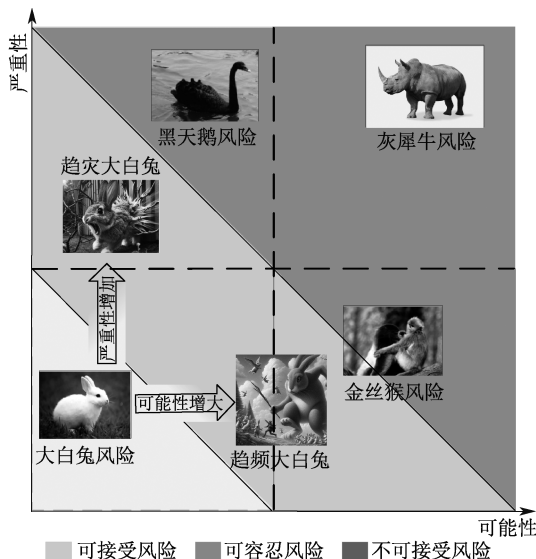


图3 可接受风险转化矩阵

Fig. 3 Acceptable risk transformation matrix

由图3可知:大白兔风险转化的3种主要路径为:①趋频转化。随着发生频率增加,可接受风险可能演变为“趋频大白兔”,进而影响系统稳定性。②趋灾转化。在环境变化、累积效应作用下,单个可接受风险事件可能升级为高后果事件,成为“趋灾大白兔”。③风险类型迁移。逐步演变为“金丝猴”风险,触发连锁反应,与其他风险耦合,演变为“灰犀牛”或“黑天鹅”风险。

大白兔风险的转化并非单一因素所致,而是多种内外部力量共同作用的结果。为揭示这些转化过程的内在机制,有必要从驱动因素的角度进行系统分析,关键驱动因素及其机制可归纳为以下4类。

1) 风险感知与接受度的动态变化。根据TVERSKY等^[7]的前景理论,个体对风险的感知不仅仅依赖于客观数据,还受到情感和心理因素的影响。在初始阶段,人们常倾向于低估或忽视风险,尤其是在信息不充分或者直接后果不可见时,风险往往被认为是可接受的。随着时间的推移,当风险的负面后果逐渐显现或危机事件发生时,公众对风险的感知会发生重大转变。ZUCKERMAN^[8]指出,个体和群体在面对潜在威胁时,会经历从未意识到风险到高度重视风险的过程,导致某些原本可接受的

风险逐渐变得不可接受。

2) 认知偏差与风险评估的误区。风险的可接受性往往受到决策者的认知偏差影响,常见的认知偏差包括过度自信、可得性偏见和锚定效应等。SCHWARZ 等^[9]指出,在面对复杂决策时,个体往往会依赖于有限的信息做出判断,这种“简化决策”的策略可能导致对风险的低估。然而,当风险事件的发生打破这一认知框架时,决策者会重新评估风险,从而将风险从可接受转为不可接受。

3) 社会文化因素与风险容忍度的演变。社会文化对风险感知的影响至关重要。不同的文化背景和社会环境会导致不同的风险容忍度。GIDDENS^[10]强调,随着社会对环境、健康等问题的关注日益增加,许多以前被认为可接受的风险在新的社会价值观和规范下变得不可接受。例如,随着全球气候变化问题的加剧,许多国家和地区对温室气体排放的容忍度大幅下降,导致之前对某些工业活动的风险容忍度从高到低的转变。

4) 外部环境变化的影响。环境因素的变化,如政策与法律框架的调整、技术进步等,是促使可接受风险转变为不可接受风险的因素。随着社会对特定风险认知的不断加深,政策和法律框架通常会随之进行调整。在公共安全和环境保护领域,随着社会对环境问题的重视日益增加,相关法律法规逐步趋于严格,从而使得曾经被认为可接受的风险(如污染排放、工业生产中的安全风险等)被重新评估为不可接受。LUHMANN^[11]指出,政策法规的改变不仅影响风险管理策略,也影响公众对风险的接受程度。此外,技术进步虽然在提升生产效率和解决风险管理问题方面具有重要作用,但也伴随着新型风险的出现。这些新技术的潜在危害,在其初期应用阶段未能得到足够关注,随着技术的推广和广泛应用,风险逐渐显现,并最终被认定为不可接受。

3.2 可接受风险防控原则确定

为确保对可接受风险转化的防控符合科学性与实践性的要求,从多角度确定可接受风险防控原则。这些原则在实际应用中能够有效指导如何平衡风险管理中的成本、效益与社会接受度。

1) 遵循 ALARP 原则。ALARP 原则是用于界定可接受风险区域的一项核心管理策略,其核心理念是通过合理的成本效益分析,在确保风险得到有效控制的前提下,适度投入资源以降低风险至“尽可能低且合理可行”的水平^[12]。该原则强调在实施风险管控的过程中,需综合考虑防控措施的成本与

其可能带来的效益,通过经济学分析方法进行权衡,以确保风险管理的科学性与可操作性。在企业管理中,运用成本效益分析评估是否需要增加安全设施的投资,以降低风险事故发生的概率和潜在后果,从而实现资源配置的最优化。

2) 考虑个体与群体的风险认知。在实施 ALARP 原则时,需充分考虑个体与群体在特定情境下的风险认知与可接受程度对其主观意识的影响^[13]。具体而言,应借助主观意识判定理论及平等原则,分析各类社会群体和个体在面对风险时,文化背景、教育水平、社会环境以及个人经验等多重因素对其风险认知和可接受度的作用。此外,确保在所有情况下风险管控措施应遵循“生命高于一切”的原则,避免任何人暴露于过高风险的环境中。此类管控标准应当结合个人与集体的心理预期与社会伦理,建立更加精准的可接受风险边界。

3) 用大概率思维应对小概率事件^[14]。小概率事件发生概率低,但并非零概率。只要存在一定的潜在因素与条件,任何小概率事件都可能在未来某个时刻发生,并可能带来较大影响。小概率事件的随机性决定其一旦发生可能引发连锁反应,影响不止局限于特定时间或地点,甚至可能对社会发展产生长远而深刻的影响。因此,在风险管理过程中,不应因小概率事件的低发生率而忽视其监测、预警及防范。应当结合大概率思维与统计学方法,深入分析事件发生的偶然性与必然性,识别潜在的风险因素并提前制定应对策略。大概率思维要求从整体系统的角度出发,综合考虑最坏情景,并采取有效的应急预案,以防患于未然。在此基础上,才能够在小概率事件刚刚显现时迅速响应,从而减少对社会经济体系的负面影响,化解潜在的风险威胁。

3.3 多层次风险防控体系构建

为防止原本处于可控范围内的风险逐步转化为不可接受的高危风险,构建科学的多层次风险防控体系至关重要。该体系应涵盖“消除—替代—控制—隔离”4 个环节^[15],形成如图 4 所示,由源头到末端的全链条综合防控网络。通过多层次的协同作用,不仅能确保风险始终维持在可接受范围内,还能有效增强系统的适应性和抗风险能力。

1) 消除风险。作为多层次防控体系的基础性措施,其核心在于通过识别、评估和排除风险源,从根本上切断风险链条,确保潜在风险不再存在。这一过程涉及对系统中的风险因素进行全面分析,并采取针对性的技术或管理手段予以根除。如在化工

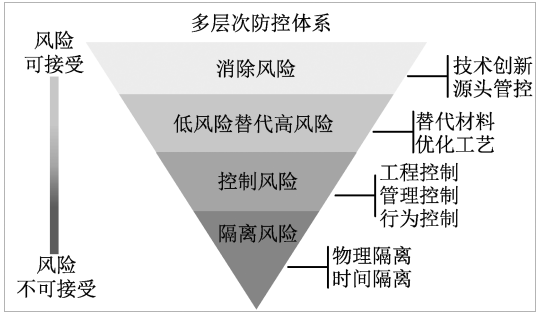


图4 多层次风险防控体系

Fig. 4 Multi-level risk prevention and control system

行业中,通过淘汰高危物质或采用更安全的替代材料,可以从源头上消除对人员和环境的潜在威胁。虽然消除风险能够显著降低系统整体的风险水平,但在技术和经济条件的限制下,部分风险可能无法完全消除,需要进一步采取其他措施加以管控。

2) 低风险替代高风险。当完全消除风险不可行时,通过技术创新和流程优化,将高风险活动或高危物质替换为相对低风险的选项。这一策略不仅可以显著降低系统的总体风险水平,还能在资源优化配置的前提下提高管理的效率。例如,在生产流程中,通过使用低毒性化学品替代传统的高危原料,能够同时实现安全性和可持续性。低风险替代要求对替代方案进行充分的科学评估,以确保其在降低风险的同时,不引发新的隐患,并与整体系统运行的经济性和实用性相协调。

3) 控制风险。目标是通过多维度的管理措施,将风险的发生概率和后果影响降至最低。这包括工程控制、管理控制和行为控制3类手段,其中工程控

制通过技术手段对风险源进行直接干预,安装自动化监控系统或配置事故隔离设备;管理控制则通过制度化的流程管理、标准化操作规程和强化培训等手段,规范人员行为并提升系统的安全性;行为控制则关注于提升个体的安全意识和操作技能,通过奖惩机制减少人为失误的发生。在风险无法被完全消除或替代的情况下,控制风险是确保其维持在可接受或可容忍范围内的重要途径。

4) 隔离风险。通过物理、空间或时间上的分离手段,将高风险源与低风险区域或个体隔离,防止扩散并降低影响。如设置防爆墙、运输专用通道,或调整高危作业时间以避免与常规活动重叠。作为防控体系末端措施,隔离有助于应对残余不可接受风险及突发事件,提升系统的稳定性与韧性。

4 结 论

1) 风险动物园中,大白兔在低威胁性、稳定性和可控性维度的评分显著优于其他候选动物(猫、狗、狼),其风险等级最低($M=2.98$)且文化联想积极性最高(温顺、友好等特征占比超55%),能有效表征可接受风险的核心特征。

2) 大白兔风险具有低发生概率、低后果影响和累积效应等属性;可接受风险的动态转化机制有“趋频转化”“趋灾转化”与“风险迁移”3种典型路径。

3) 大白兔风险防控应遵循ALARP原则,考虑个体与群体感知差异、以大概率思维应对小概率事件等3项原则;大白兔风险防控体系涵盖“消除—替代—控制—隔离”4个环节。

参 考 文 献

[1] 佟瑞鹏, 胡向阳, 和杰花, 等. 风险动物园(I): 基于隐喻理论的风险图谱构成与表征[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(6): 27-34.
TONG Ruipeng, HU Xiangyang, HE Jiehua, et al. Risk zoo(I): composition and characterization of risk mapping based on metaphor theory[J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(6): 27-34.

[2] 董海波, 王西召, 顾学康, 等. 长江典型船舶社会风险可接受衡准研究[J]. 中国安全科学学报, 2024, 34(4): 33-41.
DONG Haibo, WANG Xizhao, GU Xuekang, et al. Study on societal risk acceptance criteria of typical ship in Yangtze River[J]. China Safety Science Journal, 2024, 34(4): 33-41.

[3] UK Health and Safety Executive (HSE). Reducing risks, protecting people: HSE's decision-making process[M]. Norwich: HSE Books, 2001: 15-25.

- [4] 岑慧贤, 房怀阳, 吴群河. 可接受风险的界定方法探讨[J]. 重庆环境科学, 2000, 22(3): 18–19, 51.
CEN Huixian, FANG Huaiyang, WU Quanhe. Concept of acceptable risk[J]. Chongqing Environmental Science, 2000, 22(3): 18–19, 51.
- [5] STARR C. Social benefit versus technological risk[J]. Science, 1969, 165(3899): 1232–1238.
- [6] DOUGLAS M, WILDAVSKY A. Risk and culture: an essay on the selection of technical and environmental dangers[M]. Oakland: University of California Press, 1982: 45–50.
- [7] TVERSKY A, KAHNEMAN D. Judgment under uncertainty: heuristics and biases[J]. Science, 1974, 185(4157): 1124–1131.
- [8] ZUCKERMAN M. Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 80–85.
- [9] SCHWARZ N, BLESS H, STRACK F, et al. Ease of retrieval as information: another look at the availability heuristic[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1991, 61(2): 195–202.
- [10] GIDDENS A. Risk and responsibility[J]. Modern law review, 1999, 62(1): 1–10.
- [11] LUHMANN N. The reality of the mass media[M]. Stanford: Stanford University Press, 2000: 60–65.
- [12] LANGDALEN H, ABRAHAMSEN E B, SELVIK J T. On the importance of systems thinking when using the ALARP principle for risk management[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2020: DOI: 10.1016/j.res.2020.107222.
- [13] FRENCH S, BEDFORD T, ATHERTON E. Supporting ALARP decision making by cost benefit analysis and multi-attribute utility theory[J]. Journal of Risk Research, 2005, 8(3): 207–223.
- [14] 蓝汉林. 人民日报思想纵横: 用大概率思维应对小概率事件[N]. 人民日报, 2020-07-27(9).
- [15] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Hierarchy of controls [EB/OL]. (2022-04-28). <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>.

作者简介: 佟瑞鹏 (1977—), 男, 黑龙江穆棱人, 博士, 教授, 主要从事行为安全管理、职业心理健康、环境风险评估等方面的研究。E-mail: tongrp@cumtb.edu.cn。