

基于“2-4模型”的校园安全事故致因研究

张海澜

昆明理工大学公共安全与应急管理学院, 云南 昆明

收稿日期: 2024年3月20日; 录用日期: 2024年6月14日; 发布日期: 2024年6月24日

摘要

为研究校园安全事故主要致因, 运用“2-4模型”对500起校园安全事故的直接原因、间接原因、根本原因和根源原因进行分析, 之后建立校园安全事故致因指标评价体系, 运用变异系数法研究致因权重。结果表明, 在运用“2-4模型”分析校园安全事故的过程中, 不仅要分析个人不安全行为的因素, 也不能忽略组织外部因素的影响, 组织层面的安全管理体系占比最大, 安全文化占比最小。因此, 在校园安全管理方面应该重点从组织层面的安全管理体系着手, 同时也应加强安全文化建设, 进而预防校园安全事故的发生。

关键词

“2-4模型”, 校园安全事故, 事故致因, 预防对策

Research on the Causes of Campus Safety Accidents Based on “2-4 Model”

Hailan Zhang

School of Public Safety and Emergency Management, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan

Received: Mar. 20th, 2024; accepted: Jun. 14th, 2024; published: Jun. 24th, 2024

Abstract

In order to study the main causes of campus safety accidents, the direct causes, indirect causes, root causes and root causes of 500 campus safety accidents were analyzed by using the “2-4 model”. After that, the evaluation system of campus safety accident causative indicators was established and the causative weights were studied by using the coefficient of variation method. The results show that in the process of using the “2-4 model” to analyze campus safety accidents, we should not only analyze the factors of personal unsafe behavior, but also ignore the influence of

external factors of the organization. The safety management system at the organizational level accounts for the largest proportion, and the safety culture accounts for the smallest proportion. Therefore, the campus safety management should focus on the organizational level of the safety management system, but also should strengthen the construction of safety culture, so as to prevent the occurrence of campus safety accidents.

Keywords

“2-4 Model”, Campus Safety Accident, Cause of Accident, Prevention Countermeasures

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国社会经济的飞速发展及治理体系的不断完善，校园安全问题在我国公共安全体系建设中所占据的地位愈发凸显。当前形势下，校园安全事件下应急管理体系建设不仅关系着我国校园安全建设的可持续发展，同时在一定程度上影响着社会发展的稳定性，尤其是在当前正值中小校园安全事故的多发期，一旦处理不好容易引发一系列社会不稳定事件。校园安全属于公共安全的重要一环，在一定区域内如果学校内出现较大的安全问题极有可能影响到局部的社会安全，进而对国家安全稳定形势形成挑战。行为安全“2-4”模型一般广泛运用于安全科学与工程领域，在分析校园安全事故里运用较少。而通过“2-4模型”，可以清晰反映和分析校园安全事故的具体原因，为下一步研究提供参考和依据。

赵金慧、赵慧娟指出中小学突发事件应急管理的问题为：对校园突发事件认识不够，校园安全观念缺失、对学校突发事件宣传教育不够，致使面对突发事件时一度出现无序状态、对危机管理缺乏有效手段，综合协调机制缺失，管理混乱等问题[1]。周李娟在研究中认为，我国中小幼儿园校园突发事件应对存在校园应急管理相关立法滞后、校园突发事件应急管理机制和应急预案不完善、师生防灾意识不强、社会协调联动能力弱的问题[2]。吴飞表示，“2-4”模型关注行为安全引发事故的根源，并在调查事故原因时，需要追溯到组织和相关人员的责任，增强了安全管理的有效性[3]。张莹、王浩宇以“2-4”模型为理论基础，从安全行为角度来进行事故统计分析，给建设的安全文化体系以及安全管理体系提供理论依据[4]。总之，国内对校园安全致因的研究主要集中在安全管理、个人意识、安全教育等方面。本文将对近年来全国500个校园安全事故进行分析，运用“2-4模型”理论，对校园安全事故进行致因统计分析，为校园安全事故的预防提供理论依据。

2. 校园安全事故“2-4模型”的构建

2.1. “2-4模型”的内涵

“2-4模型”，是一个系统论事故致因模型，能具体描述原因间的作用关系，特别是个体动作原因的内容[5]。行为安全“2-4”模型从2个层面，4个阶段分析事故，2个层面指个人层面和组织层面。组织层面上的原因分为安全文化、安全管理体系，个人层面上的原因分为习惯性行为和一次性行为与物态[6]。并通过人的不安全行为、物的不安全状态、安全知识、安全意识、安全习惯、安全管理、安全文化来对事故原因进行具体分析，该模型广泛运用于工业安全事故领域，在校园安全事故分析中运用较少。

2.2. 校园安全“2-4模型”构建

根据“2-4”模型理论，统计分析事故的直接原因间接原因、根本原因以及根源原因，并建立校园安全事故 2-4 模型。由图所示，校园安全事故原因包含组织和个人两个层面，其中组织层面分为根源原因(安全文化)、根本原因(管理体系)两个阶段；个人层面分为间接原因(知识、意识、习惯和心理等)、直接原因(人的不安全行为、物的不安全状态)两个阶段，具体架构见图 1。

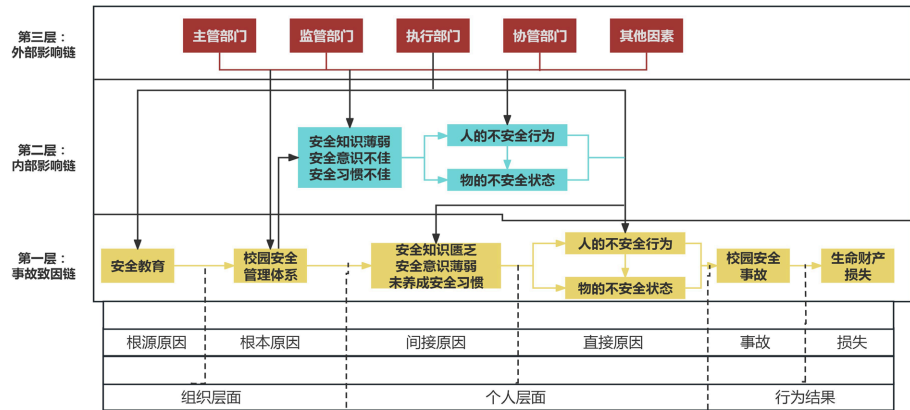


Figure 1. Campus safety “2-4” model
图 1. 校园安全“2-4”模型

以上 4 个阶段构成了校园安全事故致因链。事故的根本原因是组织的安全文化和管理体系缺陷造成，而事故的直接原因由组织内部人员的习惯性行为或一次性行为引起。

Table 1. The cause system of campus safety accidents based on the “2-4” model
表 1. 基于“2-4”模型的校园安全事故致因体系

分类原因	直接原因	间接原因	根本原因	根源原因
事故致因分析	不安全行为： 危险行为 危险交通行为 未远离有隐患的场所 未能注意危险因素 嬉戏打闹 持刀伤人 危险驾驶行为	安全意识： 对危险行为缺乏认识 未观察周边情况 对危险因素未重视 对危险源未防范 过度打闹	安全管理体系： 学生行为危险 校园交通管理缺位 未落实校园周围安全整治 危险品进学校 学校未能规范教师行为 未落实学生心理健康管理 未落实校园食品安全整治 对学生体育运动提示不到位 校园未做人车分流 对危险源认识不足	安全文化建设： 学生安全观念不够深入 学校对学生身心安全重视不够 交通安全意识不高 安全意识未形成 安全物态投入认识不足
	不安全物态： 安全隐患 安全提示不到位 安全提示不到位 车辆在行驶状态 致因物质量 违规危险品进学校 车辆在学生较多的区域行驶 有易伤人物体	违规使用危险品 违反安全规章制度 司机开车未注意 使用危险物品时未注意安全 特殊天气未能警惕	安全组织机构： 对学生安全教育不到位 学校对学生课间管理不到位 校园交通管理缺位 未能管理好校园霸凌问题 未落实校园周边危险因素排查 未落实校园周围安全整治 校园安保不到位 司机交通安全教育不足 体育运动安全监管不到位	对校园及周围危险因素认识不足 缺乏安全观念 安全责任主体落实不到位 司机交通安全观念缺乏

通过“2-4”模型中，将校园安全事故产生的直接原因分为不安全行为和不安全状态，其中不安全行为划分为 7 项因素，不安全物态具体划分为 9 项因素。在间接原因分析中，充分考虑了安全知识、安全意识、安全习惯 3 者共同影响下的 10 项因素。在根本原因中，深入剖析了安全管理体系和安全管理机构对事故产生的影响，其中由安全管理体系导致的事故原因有 10 项，由安全管理机构责任问题导致的根本原因的影响因素 9 项，导致的根本原因的安全文化建设影响因素有 10 项，见表 1。

3. 基于“2-4 模型”的校园安全事故致因分析

作者收集了近五年来的校园安全事故 500 起，收集到的案例覆盖面广，事故情况复杂，不仅有各种类型的校园安全事故，同时也包括有相同场所不同的校园安全事故以及不同外因下结果相似的校园安全事故。基于“2-4 模型”，分析事件的直接原因、间接原因、根本原因、根源原因。

3.1. 个人层面——校园安全事故直接原因

3.1.1. 人的不安全行为

Table 2. Statistical translation of people’s unsafe behaviors in campus security accidents
表 2. 校园安全事故中人的不安全行为统计

序号	人的不安全行为	频数	频率
1	危险行为	207	0.485915493
2	危险交通行为	66	0.154929577
3	未远离有隐患的场所	58	0.136150235
4	未能注意危险因素	52	0.122065728
5	嬉戏打闹	25	0.058685446
6	持刀伤人	16	0.037558685
7	危险驾驶行为	11	0.025821596

表 2 统计表明，在分析校园安全事故中人的不安全行为时，242 起事故有危险行为，66 起事故有危险交通行为，58 起事故源于未远离有隐患的场所，16 起事故源于未能注意危险因素，10 起事故源于嬉戏打闹，8 起事故为持刀伤人，4 起有危险驾驶行为。其中，危险行为、危险交通行为、未远离有隐患的场所等行为占比最高。

3.1.2. 物的不安全状态

Table 3. Unsafe state of objects in campus safety accidents
表 3. 校园安全事故中的物的不安全状态

序号	物的不安全状态	频数	频率
1	安全隐患	138	0.322429907
2	安全提示不到位	78	0.182242991
3	安全提示不到位	63	0.147196262
4	车辆在行驶状态	42	0.098130841
5	致因物质量	42	0.098130841
6	违规危险品进学校	40	0.093457944
7	车辆在学生较多的区域行驶	12	0.028037383
8	有易伤人物体	12	0.028037383

表 3 统计表明，在分析校园安全事故中物的不安全状态时，167 件物品存在安全隐患，64 件物品存在安全提示不到位，60 件是车辆在行驶状态，26 件物品存在致因物质量，22 件物品属于违规危险品进校园，12 件是车辆在学生较多的区域行驶，12 件是易伤人物体。其中，安全隐患、安全提示不到位、车辆在行驶状态等物的不安全状态占比最高。

3.2. 个人层面——校园安全事故间接原因

Table 4. Indirect causes—Safety awareness
表 4. 间接原因——安全意识

序号	安全意识	频数	频率
1	对危险行为缺乏认识	200	0.458715596
2	未观察周边情况	74	0.169724771
3	对危险因素未重视	62	0.142201835
4	对危险源未防范	42	0.096330275
5	过度打闹	38	0.087155963
6	违规使用危险品	16	0.036697248
7	违反安全规章制度	12	0.027522936
8	司机开车未注意	4	0.009174312
9	使用危险物品时未注意安全	4	0.009174312
10	特殊天气未能警惕	4	0.009174312

表 4 统计表明，在校园安全事故中的安全意识时，200 起事故源于对危险行为缺乏认识，74 起事故源于未观察周边情况，62 起事故源于对危险因素未重视，42 起事故源于对危险源未防范，18 起事故源于过度打闹，16 起事故源于违规使用危险品，12 起事故源于违法安全规章制度，4 起事故源于司机开车未注意，4 起事故源于使用危险物品时伟注意安全，4 起事故源于特殊天气未能警惕。其中，对危险行为缺乏认识、未观察周边情况、对危险因素未重视等原因占比最高。

3.3. 组织层面——校园安全事故根本原因

3.3.1. 安全管理体系

Table 5. Security management system
表 5. 安全管理体系

序号	安全管理体系	频数	频率
1	学生行为危险	258	0.57079646
2	校园交通管理缺位	74	0.163716814
3	未落实校园周围安全整治	30	0.066371681
4	危险品进学校	26	0.057522124
5	学校未能规范教师行为	18	0.039823009
6	未落实学生心理健康管理	12	0.026548673

续表

7	未落实校园食品安全整治	10	0.022123894
8	对学生体育运动提示不到位	8	0.017699115
9	校园未做人车分流	8	0.017699115
10	对危险源认识不足	8	0.017699115

表 5 统计表明,在分析校园安全事故中安全管理体系时,258 起事故源于学生行为危险,74 起事故源于校园交通管理缺位,30 起事故源于未落实校园周围安全整治,26 起事故源于危险品进校园,18 起事故源于学校未能规范教师行为,12 起事故源于未落实学生心理健康管理,10 起事故源于未落实校园食品安全整治,8 起事故源于对学生体育运动提示不到位,8 起事故源于校园未作人车分流,8 起事故源于对危险源认识不足。其中,学生行为危险、校园交通管理缺位等原因占比最高。

3.3.2. 安全组织机构

Table 6. Security organization structure
表 6. 安全组织机构

序号	安全组织机构	频数	频率
1	对学生安全教育不到位	148	0.342592593
2	学校对学生课间管理不到位	136	0.314814815
3	校园交通管理缺位	74	0.171296296
4	未能管理好校园霸凌问题	38	0.087962963
5	未落实校园周边危险因素排查	32	0.074074074
6	未落实校园周围安全整治	28	0.064814815
7	校园安保不到位	22	0.050925926
8	司机交通安全教育不足	16	0.037037037
9	体育运动安全监督不到位	10	0.023148148

表 6 统计表明,在分析校园安全事故中安全组织机构原因时,124 起事故源于对学生安全教育不到位,106 起事故源于学校对学生课间管理不到位,74 起事故源于校园交通管理缺位,38 起事故源于未能管理好校园霸凌问题,32 起事故源于未落实校园周边危险因素排查,28 起事故源于未落实校园周围安全整治,22 起事故源于校园安保不到位,16 起事故源于司机交通安全教育不足,10 起事故源于体育运动安全监督不到位。其中,对学生安全教育不到位、学校对学生课间管理不到位、校园交通管理缺位等原因占比最高。

3.4. 组织层面——根源原因

Table 7. Safety culture building
表 7. 安全文化建设

序号	安全文化建设	频数	频率
1	学生安全观念不够深入	180	0.367346939
2	学校对学生身心安全重视不够	74	0.151020408

续表

3	交通安全意识不高	72	0.146938776
4	安全意识未形成	34	0.069387755
5	安全物态投入认识不足	32	0.065306122
6	对校园及周围危险因素认识不足	28	0.057142857
7	缺乏安全观念	28	0.057142857
8	安全责任主体落实不到位	28	0.057142857
9	司机交通安全观念缺乏	14	0.028571429

表 7 统计表明, 在分析校园安全事故中安全文化建设时, 180 起事故源于学生安全观念不够深入, 74 起事故源于学校对学生身心安全重视不够, 72 起事故源于交通安全意识不高, 34 起事故源于安全意识未形成, 32 起事故源于安全物态投入认识不足, 28 起事故源于对校园及周围危险因素认识不足, 28 起事故源于缺乏安全观念, 28 起事故源于安全责任主体落实不到位, 14 起事故源于司机交通安全观念缺乏。其中, 学生安全观念不够深入、学校对学生身心安全重视不够、交通安全意识不高等原因占比最高。

3.5. 基于变异系数法的校园安全风险分析

3.5.1. 变异系数法的内涵

变异系数法是一种根据统计学方法计算得出系统各指标变化程度的方法, 是直接利用各项指标所包含的信息, 通过计算得到指标的权重, 因此是一种客观赋权的方法。这种方法根据各评价指标当前值与目标值的变异程度来对各指标进行赋权。具体来说, 如果某项指标的数值差异较大, 能明确区分开各被评价对象, 说明该指标的分辨信息丰富, 因而应给该指标以较大的权重; 反之, 若各个被评价对象在某项指标上的数值差异较小, 那么这项指标区分各评价对象的能力较弱, 因而应给该指标较小的权重。

变异系数法在事故分析中的应用主要是通过对事故数据的分析和处理, 评估事故发生的可能性和影响程度, 从而为预防和控制事故提供决策依据。具体来说, 变异系数法可以通过对事故数据的变异程度进行分析, 识别出事故发生的潜在规律和影响因素, 确定不同因素对事故发生的影响权重, 从而为制定有效的预防措施提供科学依据。同时, 变异系数法还可以通过对事故数据的统计和分析, 评估不同事故的严重程度和影响范围, 为制定相应的应急预案和处理措施提供决策支持。

变异系数法作为一种客观赋权的方法, 在事故分析中具有重要的应用价值, 能够帮助我们更好地理解 and 预防事故的发生, 提高公共安全水平。

3.5.2. 校园安全事故致因指标体系构建——基于“2-4 模型”

结合以上事故案例分析建立校园安全事故原因指标体系, 将指标体系分为目标层、准则层和指标层。其中一级指标有 4 个, 二级指标有 6 个, 三级指标有 53 个。然后采用文献中的变异系数法对二级评价指标做出权重分析。

3.5.3. 基于变异系数法的校园安全事故致因权重计算

首先, 根据指标体系内各个指标因素的频数, 计算出每个二级指标对应的三级指标频数平均数 X_j 和标准差 S_j

$$X_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}, \quad i=1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_j)^2}, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (2)$$

式中, i 表示第 j 个二级指标中的第 i 个三级指标序号。

然后计算变异系数 V_j :

$$V_j = \frac{S_j}{X_j}, \quad j=1,2,3,\dots,6 \quad (3)$$

最后, 归一化处理得出各指标权重值 W_j :

$$W_j = \frac{V_j}{\sum_{j=1}^6 V_j}, \quad j=1,2,3,\dots,6 \quad (4)$$

Table 8. Campus safety accident cause index system and index weight calculation

表 8. 校园安全事故原因指标体系及其指标权重计算

准则层	指标层	平均值	标准差	变异系数	二级指标权重	一级指标权重
直接原因 (一次性行为)	人的不安全行为	62.143	67.38305566	1.084325034	0.176369297	0.301071789
	物的不安全状态	53.375	40.9213095	0.766675588	0.124702493	
间接原因 (习惯性行为)	安全意识	45.6	59.79817909	1.311363576	0.213297918	0.213297918
	安全管理体系	45.2	50.22222222	1.111111111	0.180726147	
安全管理	安全组织机构	56	52.13444159	0.930972171	0.153425912	0.334152059
	安全文化建设	54.44	51.3690352	0.943589919	0.153478233	

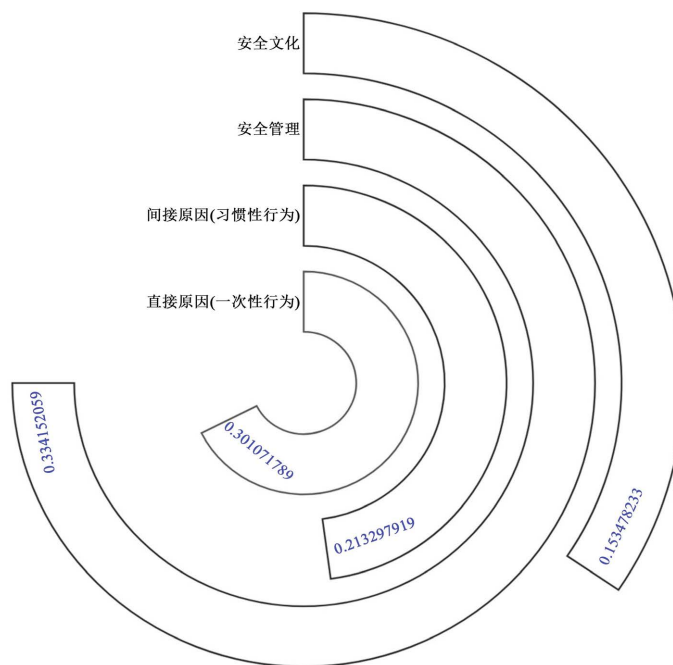


Figure 2. Jade Ring map of campus safety causative weight index

图 2. 校园安全致因权重指标玉块图

表 8 为变异系数法确定校园安全事故原因的具体的权重统计结果。由结果可知，一级指标安全管理体系被赋予的权重最大(0.334)，说明这一条是影响校园安全事故的最重要因素，也是以往学者重点研究的一个因素，而一级指标安全文化建设赋予的权重最小(0.153)，说明安全文化建设因素在研究事故原因时往往被忽视。

校园安全致因的 4 个一级指标权重分析结果可用玉珏图表示出来，见图 2，依据玉珏图可以看出，一次性行为和安全管理体在研究校园安全事故中同为重要的影响因子，安全管理体系是影响最大的一个因子，而安全文化建设是容易被忽视的一个影响因子。

3.6. 结论

1) 调查结果表明，安全管理的权重为 0.334，在四个一级指标里最高，说明安全管理对校园安全事故的影响是最大的，其次为直接原因(一次性行为)，权重为 0.301，表明其对校园安全影响较大，第三是间接原因(习惯性行为)，权重为 0.213，在校园安全事故中影响较小，最后是安全文化，权重为 0.153，说明其在校园安全事故中影响最小。

2) 在考虑校园安全事故致因时，安全管理是最为重要的因素(权重为 0.332)，同时也是在各类研究中被提及较多的因素，但安全文化(权重为 0.153)在校园安全事故中影响较小，很多情况下不受关注。

3) 基于上述研究，校园安全管理是在避免校园安全事故时最重要的一项内容，在具体实施中应注意开展，而校园安全文化属于易被忽视的内容，在下一步研究中可以重点关注。

参考文献

- [1] 周李娟. 中小幼儿园校园突发事件应对研究[J]. 湖南警察学院学报, 2014, 26(6): 45-50.
- [2] 赵金慧, 赵慧娟. 基于项目管理的校园突发事件应急管理研究[J]. 中国管理信息化, 2016, 19(2): 216-217.
- [3] 陈吴飞. 基于“2-4”模型的中毒窒息事故分析与研究[J]. 化工安全与环境, 2024, 37(4): 8-15.
- [4] 张莹, 王浩宇. 基于“2-4”模型的海油行业事故原因统计分析[J]. 中国安全生产, 2023, 18(11): 58-59. <https://doi.org/10.20115/j.cnki.cn11-5404/x.2023.11.026>
- [5] 事故致因模型的研究与“2-4”模型简介[J]. 安全, 2023, 44(3): 9.
- [6] 孙世梅, 孙祖航, 冯子阳, 傅贵. 基于行为安全“2-4”模型理论的建筑施工事故行为原因分析[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(11): 30-37.