

中文引用格式:李华,弥芯怡,吴立舟.大型体育赛事组织信息传递特性分析:以甘肃白银“5·22”越野赛事故为例[J].中国安全科学学报,2024,34(10):183-189.

英文引用格式:LI Hua, MI Xinyi, WU Lizhou. Analysis of information transmission characteristics of large-scale sports event organizations: taking "5·22" cross-country race accident in Gansu Baiyin as an example[J]. China Safety Science Journal, 2024, 34(10): 183-189.

# 大型体育赛事组织信息传递特性分析: 以甘肃白银“5·22”越野赛事故为例\*

李华 副教授, 弥芯怡\*\*, 吴立舟

(西安建筑科技大学 资源工程学院, 陕西 西安 710055)

中图分类号: X928.02

文献标志码: A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2024.10.0299

资助项目: 陕西省社科界重大理论与现实问题研究联合项目(2023HZ1473)。

**【摘要】** 为深入分析大型体育赛事组织信息传递特性,以“5·22”甘肃白银越野赛事故为例,剖析各组织在信息传递过程中的影响。首先,基于系统论的事故过程致因(STAMP)模型,构建赛事组织信息传递模型,并将传递过程划分为赛前准备、事故发生、应急救援和善后处置4个阶段,分别从个人、企业和政府3个层级进行分析;然后,利用复杂网络(CN)理论,建立组织信息传递网络结构,识别重要信息节点和路径;最后,采用熵权法构建信息量边载权重计算模型。结果表明:重要信息节点主要集中于个人层和政府层,尤其在赛前准备阶段的传递路径信息量较高,而企业层在此阶段的责任履行不足,特别是在天气信息的获取与传递上存在缺失,导致关键时刻的决策和行动受阻。

**【关键词】** 大型体育赛事; 组织信息传递; 系统论事故过程致因(STAMP)模型; 复杂网络(CN)理论; 熵权法

## Analysis of information transmission characteristics of large-scale sports event organizations: taking "5·22" cross-country race accident in Gansu Baiyin as an example

LI Hua, MI Xinyi, WU Lizhou

(School of Resources Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an Shaanxi 710055, China)

**Abstract:** To deeply analyze the information transmission characteristics of large-scale sports events organizations, the effects of various organizations during the information transmission process were analyzed taking "5·22" cross-country race accident in Gansu Baiyin as an example. Firstly, an event organization information transmission model was proposed based on STAMP model. Moreover, the transmission process was divided into four stages: preparation, incident occurrence, emergency response, and post-incident handling, and analyzed from three levels: individual, enterprise, and government. Then, CN theory was used to develop an organizational information transmission network structure and identify key information

\* 文章编号:1003-3033(2024)10-0183-07; 收稿日期:2024-04-14; 修稿日期:2024-07-18

\*\* 通信作者:弥芯怡(2001—),女,陕西西安人,硕士研究生,主要研究方向为城市公共安全与应急管理、大型活动风险评估与安全管理。  
E-mail: mixinyi@xauat.edu.cn.

nodes and paths. Finally, the entropy weight method was used to propose the information edge weight calculation model. The results indicated that the key information nodes were mainly concentrated at the individual and government levels, especially in the preparation stage when the information load of transmission paths was relatively high. However, enterprises showed insufficient responsibility at this stage, particularly in the acquisition and transmission of weather information, leading to impaired decision-making and actions at critical moments.

**Keywords:** large-scale sporting events; organizational information transfer; system theoretic accident modeling and processes (STAMP) model; complex network (CN) theory; entropy weight method

## 0 引言

随着人类对休闲活动和亲近自然的追求不断加深,体育赛事在我国呈现蓬勃发展态势<sup>[1]</sup>。然而,参赛人数与规模扩大为赛事带来复杂性和不可预测性。2021年甘肃白银景泰百公里越野赛发生严重伤亡事故,对公共安全构成巨大威胁。信息传递与处理是赛事安全管理工作核心<sup>[2]</sup>。研究赛事信息传递机制,剖析其要素间影响关系,是贯彻国家政策的必要措施,对推动赛事安全发展具有重要意义。

目前,国内外有关信息传递研究主要包括信息传递机制、信息传递途径和信息接收与处理等方面。如席永涛等<sup>[3]</sup>应用空间故障网络(Space Fault Network, SFN)理论和决策试验与评估实验室方法,构建北极冰区船舶航行风险信息传递网络模型;ZHANG Yuexia等<sup>[4]</sup>基于改进传染病模型和复杂网络(Complex Network, CN)理论研究了社交信息传递;杨琳等<sup>[5]</sup>通过调查风险因素之间关系建立风险信息网络,将NetMiner工具用于可视化分析节点信息接收与处理。上述研究侧重于利用CN理论和SFN等方法进行社交、风险和灾害等领域的信息传递建模分析,在体育赛事领域研究方面较为缺乏,未充分考虑信息传递过程中的关键因素,如信息接收与处理、传递路径和信息量的影响。

鉴于此,笔者拟以大型体育赛事为研究对象,分析其组织信息传递中各因素协同高效性问题。基于系统论事故过程致因(System Theoretic Accident Modeling and Processes, STAMP)模型思想,构建大型体育赛事组织信息传递模型,同时结合CN理论和熵权法进行综合分析,辨识影响组织信息传递效率的关键部门以及需要重点控制的传递路径,以为提升赛事安全性和有效管理提供理论支持。

## 1 大型体育赛事内涵与理论方法

### 1.1 大型体育赛事内涵界定

依据《中华人民共和国体育法》和《大型群众性活动安全管理条例》等法律条例可知:大型体育赛事筹办周期长,规模大,公共财政参与度高,对城市的经济、社会、文化及环境产生深远影响。

### 1.2 STAMP模型与CN理论

1) STAMP是一种系统理论事故因果过程模型<sup>[6]</sup>,其框架如图1所示。该模型提供3种主要控制缺陷分析复杂系统安全性,包括控制指令不足、控制行为执行不充分、反馈信息不足<sup>[7]</sup>。

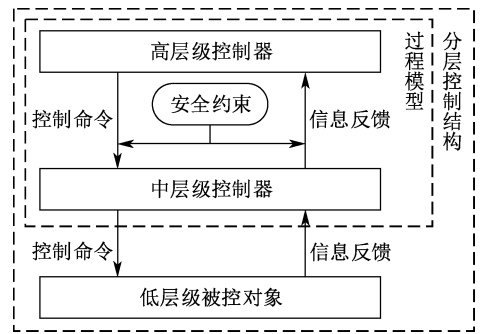


图1 STAMP模型框架

Fig. 1 STAMP model framework

2) CN理论<sup>[8]</sup>适用于研究复杂系统,主要分析网络中节点和边之间相互作用和演化,具有整体特性和个体特性。

$a_{ij}$ 为节点*i*入度,即其他节点指向节点*i*连接线数量; $a_{ji}$ 为节点*i*出度,即节点*i*指向其他节点连接线数量。

边介数*B*(*e*)表示网络中所有最短路径中经过某条边的数量比例。反映网络中信息传播路径中某条边的重要性。计算方法如下式:

$$B(e) = \sum_{i \neq j} \frac{g_{ij}(e)}{g_{ij}} \quad (1)$$

式中: $g_{ij}(e)$ 为最短路径中经过边  $e$  数量; $g_{ij}$  为节点  $i$  到节点  $j$  的最短路径总数量。

### 1.3 熵权法

熵权法<sup>[9]</sup>依据各指标包含信息量多少来确定指标权重大小,通过计算各因素信息熵,为多属性决策提供客观、综合的权重分配。具体步骤如下:

构建指标评估矩阵  $U = (u_{ij})_{n \times m} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ , 其中,  $n$  为专家人数,  $m$  为指标数量,  $u_{ij}$  为第  $i$  位专家对第  $j$  条指标评分, 并对其进行归一化处理, 计算方法如下式:

$$G_{ij} = \frac{u_{ij} - \min(U(*, j))}{\max(U(*, j)) - \min(U(*, j))} \quad (2)$$

式中:  $\min(U(*, j))$  为第  $j$  列中所有元素的最小值,  $\max(U(*, j))$  为第  $j$  列中所有元素的值。

获得标准化评估矩阵  $G = (g_{ij})_{n \times m}$  后, 利用下式计算信息熵  $H_i$ , 进而得到信息熵计算结果  $H = [h_1, h_2, \dots, h_n]$ 。

$$\begin{cases} H_i = -\frac{1}{\ln n} \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \\ p_{ij} = \frac{G_{ij}}{\sum_{i=1}^n G_{ij}} \end{cases} \quad (3)$$

通过下式计算每个专家对应权重  $R_i$ , 得到专家权重  $R = [r_1, r_2, \dots, r_n]$ 。结合评估矩阵  $U$  和专家权重  $R$  计算, 最终获得每条指标权重  $W = R \times U$ 。

$$R_i = \frac{1 - h_i}{m - \sum_{j=1}^m h_j} \quad (4)$$

## 2 赛事组织信息传递 STAMP 模型

### 2.1 “5·22”赛事事故概况

甘肃白银景泰“5·22”黄河石林百公里越野赛因其规模宏大、参与者众多, 对当地经济、文化、旅游等方面具有重要影响, 被相关体育部门界定为大型体育赛事。“5·22”事故时间线整理如下:

- 1) 赛事开始。2021 年 5 月 22 日 9:00, 黄河石林百公里越野赛暨乡村振兴健康跑正常开赛。
- 2) 天气突变。上午 10:30, 赛事区域开始降水, 参赛人员体感温度下降到  $-5 \sim -3$  °C。
- 3) 应急救援。14:10 左右, 相关部门实施救援。直至次日 12:00, 应急救援行动结束。

4) 事故结果。事故造成 21 人遇难, 8 人受伤。

### 2.2 大型体育赛事组织信息传递 STAMP 模型

基于 STAMP 模型建立大型体育赛事组织信息传递模型, 如图 2 所示。各阶段组织约束及失效行为分析如图 3 所示。图 3 中, 通过分析事故各阶段触发机制, 如赛前准备阶段—赛前筹备、事故发生阶段—赛程开始、应急救援阶段—应急响应通知、善后处置阶段—救援行动结束, 将时间线融入 STAMP 模型框架中。融入时间线的 STAMP 模型有助于分析事故各阶段对系统信息传递影响以及各组织在不同阶段信息传递影响等, 可提出更有效的安全管理策略。

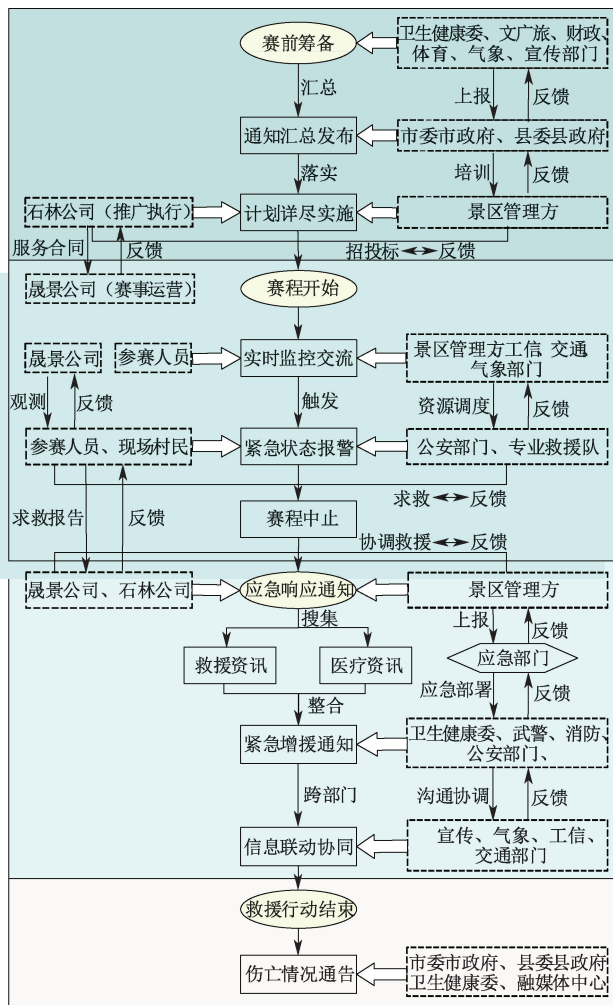


图 2 “5·22”事故组织信息传递 STAMP 模型  
Fig. 2 "5·22" accident organizational information transfer STAMP Model

### 2.3 大型体育赛事组织信息网络构建

STAMP 模型层级结构可映射到 CN 拓扑结构中<sup>[10]</sup>。大型体育赛事组织信息传递系统演变过程实际上是一个由个人、企业机构和政府部门组合的组织网络系统。将上述信息传递到 STAMP 模型中



图3 各阶段组织约束及失效行为分析

Fig. 3 Analysis of organizational constraints and failure behaviors at each stage

所有层级,将体育赛事信息系统演变过程抽象为一个由 21 个节点 ( $V_1, V_2, \dots, V_{21}$ ) 和代表节点关联关系的连接边所形成的组织网络,对应节点编号见表 1。

表 1 节点编号

Table 1 Node numbers

节点编号	节点名称	节点编号	节点名称
$V_1$	市委、市政府	$V_{12}$	应急部门
$V_2$	县委、县政府	$V_{13}$	公安部门
$V_3$	景区管理方	$V_{14}$	工信部门
$V_4$	融媒体中心	$V_{15}$	武警部门
$V_5$	文广旅中心	$V_{16}$	消防部门
$V_6$	体育部门	$V_{17}$	专业救援队
$V_7$	气象部门	$V_{18}$	石林公司
$V_8$	财政部门	$V_{19}$	晟景公司
$V_9$	宣传部门	$V_{20}$	参赛人员
$V_{10}$	交通部门	$V_{21}$	现场村民
$V_{11}$	卫生健康委		

用邻接矩阵将 STAMP 模型信息传递路径转化为 CN 结构连接边的过程,计算公式为:

$$e_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{ 与 } j \text{ 存在信息传递路径} \\ 0, & i \text{ 与 } j \text{ 不存在信息传递路径} \end{cases} \quad (5)$$

将邻接矩阵关系转为逗号分隔(CSV)文件导入 Ucinet6 软件,利用软件网络可视化工具将网络结构进行可视化,生成网络结构如图 4 所示。

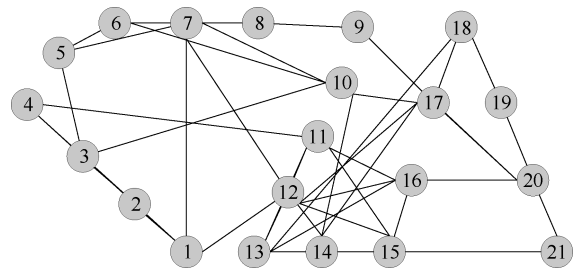


图4 “5·22”事故组织信息网络结构

Fig. 4 "5·22" accident organization information network structure

STAMP 模型提供系统全局视角,揭示信息传递全貌,通过量化 CN 结构,分析信息传递路径和节点影响程度。这种定性结合定量的方法提升了研究全面性和深度。

### 3 赛事组织信息传递特性分析

在信息论观点中,信源、信宿、信道和信息量是信息网络中的关键因素,形成一个相互交织的复杂系统<sup>[11]</sup>。通过结合这些因素与网络特征值,深入分析大型体育赛事组织信息传递复杂特性。

#### 3.1 信息接收者和传递者特性分析

在大型体育赛事组织信息网络中,接收者和传递者可视其中节点  $V$ 。在网络结构中,衡量节点

接收和传递作用影响,其重要度通常由节点出度值与入度值特征衡量。计算结果如图 5 所示。

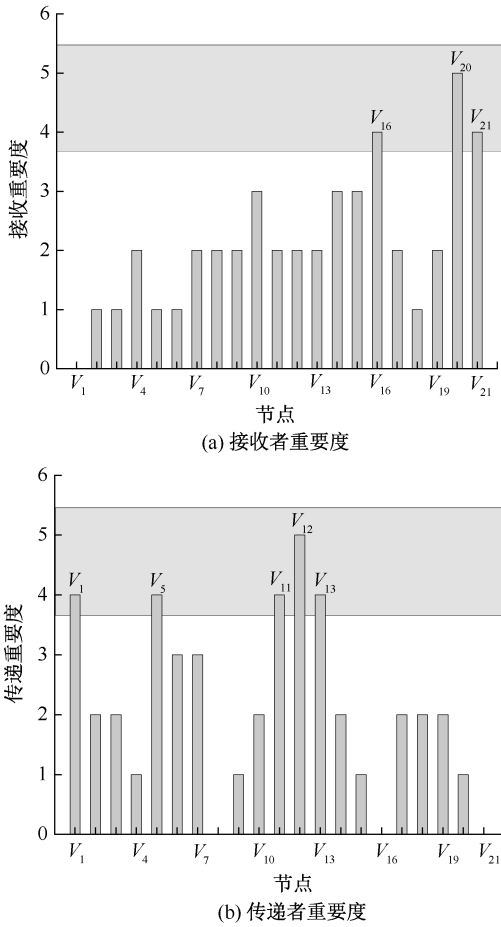


图 5 接收者与传递者重要度

Fig. 5 Receiver and transmitter importance

由图 5 可知:重要信息接收者主要集中在个人层级。参赛人员是赛事组织信息的关键接收者,重要度为 5,表明其对赛事信息的理解和响应至关重要。消防部门和现场村民的信息接收重要度为 4,消防部门需及时接收紧急情况信息并展开救援,现场村民作为直接目击者是首要响应者。

重要信息传递者集中在政府层级。应急部门作为关键传递者,重要度为 5,负责将紧急情况信息传递给相关方,确保应急响应系统有效运作。市委市政府作为地方政府核心,协调相关部门采取保障措施。文广旅中心向公众传递赛事重要信息,卫生健康委及时传递医疗信息给相关部门和个人,确保医疗应对。公安部门通过信息共享,迅速响应潜在安全威胁。

### 3.2 信息传递路径特性分析

在大型体育赛事组织信息网络中,传递路径视为连接 2 节点的边。在网络结构中,边介数通常用

来衡量信息传递路径重要性,介数越高表示这条边在信息传递过程中影响作用越重要。计算方法见式(1),计算结果见表 2。

表 2 传递路径重要度计算

Table 2 Transfer path importance calculations

路径	重要度	路径	重要度	路径	重要度
$V_1—V_2$	0.05	$V_6—V_{10}$	0.05	$V_{12}—V_{17}$	0.06
$V_1—V_4$	0.02	$V_7—V_{10}$	0.03	$V_{13}—V_{15}$	0.02
$V_1—V_9$	0.09	$V_7—V_{12}$	0.09	$V_{13}—V_{16}$	0.02
$V_1—V_{11}$	0.09	$V_7—V_{14}$	0.05	$V_{13}—V_{20}$	0.05
$V_2—V_3$	0.07	$V_9—V_{18}$	0.09	$V_{13}—V_{21}$	0.06
$V_2—V_4$	0.04	$V_{10}—V_{14}$	0.06	$V_{14}—V_{20}$	0.5
$V_3—V_5$	0.05	$V_{10}—V_{17}$	0.07	$V_{14}—V_{21}$	0.05
$V_3—V_{10}$	0.08	$V_{11}—V_{12}$	0.05	$V_{15}—V_{16}$	0.01
$V_4—V_{11}$	0.07	$V_{11}—V_{13}$	0.05	$V_{17}—V_{19}$	0.05
$V_5—V_6$	0.03	$V_{11}—V_{15}$	0.03	$V_{17}—V_{20}$	0.02
$V_5—V_7$	0.08	$V_{11}—V_{16}$	0.03	$V_{18}—V_{19}$	0.07
$V_5—V_8$	0.06	$V_{12}—V_{13}$	0.04	$V_{18}—V_{21}$	0.08
$V_5—V_9$	0.09	$V_{12}—V_{14}$	0.05	$V_{19}—V_{20}$	0.06
$V_6—V_7$	0.05	$V_{12}—V_{15}$	0.04	$V_{19}—V_{21}$	0.03
$V_6—V_8$	0.04	$V_{12}—V_{16}$	0.04	$V_{20}—V_{21}$	0.02

由表 2 可知:重要信息传递路径主要集中在赛前准备阶段,路径  $V_1—V_9$ 、 $V_1—V_{11}$ 、 $V_5—V_9$  和  $V_9—V_{18}$  重要度均为 0.09。其中,市委市政府通过与宣传部门、卫生健康委等紧密合作,确保赛事信息及时传达和医疗保障。文广旅中心与宣传部门的协作在维持信息一致性和透明度方面至关重要。宣传部门与石林公司之间信息传递能够及时协调赛事安排和应对突发情况。路径  $V_7—V_{12}$  属于应急救援阶段,气象部门与应急部门的信息传递主要关注天气对赛事的影响,对制定应急措施起关键作用。

### 3.3 信息量特性分析

在信息传递过程中,不同传递路径传递的信息量不同,继而对体育赛事发展产生不同影响。基于信息熵理论,计算大型体育赛事组织信息网络中每条边所传递信息量重要度。

首先,收集 5 位专家对网络中 45 条边所传递信息量重要性评分结果(参照十标度打分法),得到评估矩阵如下式,根据式(2)归一化处理评估矩阵  $U$ ,得到矩阵  $G$ 。

$$U = \begin{bmatrix} 4 & 4 & \cdots & 8 & 7 \\ 5 & 5 & \cdots & 6 & 6 \\ 4 & 4 & \cdots & 8 & 8 \\ 4 & 4 & \cdots & 8 & 8 \\ 4 & 3 & \cdots & 9 & 7 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$G = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & \cdots & 0.75 & 0.63 \\ 0.38 & 0.38 & \cdots & 0.50 & 0.50 \\ 0.25 & 0.25 & \cdots & 0.75 & 0.75 \\ 0.25 & 0.25 & \cdots & 0.75 & 0.75 \\ 0.25 & 0.25 & \cdots & 0.88 & 0.63 \end{bmatrix} \quad (7)$$

由式(3)计算出信息熵  $H = [19.18, 19.52, 18.78, 17.93, 16.54]$ , 通过式(4)计算每个专家对应权重  $R = [0.21, 0.21, 0.20, 0.20, 0.18]$ 。计算每条边传递信息量重要度  $W = U \times R$ , 结果见表3。

表3 信息量重要度计算

Table 3 Information importance calculation

信息	重要度	信息	重要度	信息	重要度
$V_1-V_2$	4.21	$V_6-V_{10}$	7.36	$V_{12}-V_{17}$	4.80
$V_1-V_4$	4.03	$V_7-V_{10}$	8.37	$V_{13}-V_{15}$	4.19
$V_1-V_9$	3.62	$V_7-V_{12}$	7.18	$V_{13}-V_{16}$	4.18
$V_1-V_{11}$	3.62	$V_7-V_{14}$	8.01	$V_{13}-V_{20}$	7.99
$V_2-V_3$	4.63	$V_9-V_{18}$	8.19	$V_{13}-V_{21}$	8.19
$V_2-V_4$	5.02	$V_{10}-V_{14}$	6.99	$V_{14}-V_{20}$	7.56
$V_3-V_5$	8.23	$V_{10}-V_{17}$	4.40	$V_{14}-V_{21}$	7.38
$V_3-V_{10}$	6.60	$V_{11}-V_{12}$	4.61	$V_{15}-V_{16}$	4.56
$V_4-V_{11}$	4.81	$V_{11}-V_{13}$	3.40	$V_{17}-V_{19}$	4.96
$V_5-V_6$	7.98	$V_{11}-V_{15}$	3.40	$V_{17}-V_{20}$	4.96
$V_5-V_7$	8.62	$V_{11}-V_{16}$	3.61	$V_{18}-V_{19}$	7.21
$V_5-V_8$	4.42	$V_{12}-V_{13}$	4.24	$V_{18}-V_{21}$	7.39
$V_5-V_9$	7.15	$V_{12}-V_{14}$	6.23	$V_{19}-V_{20}$	8.99
$V_6-V_7$	6.97	$V_{12}-V_{15}$	5.40	$V_{19}-V_{21}$	7.76
$V_6-V_8$	4.23	$V_{12}-V_{16}$	5.19	$V_{20}-V_{21}$	7.19

由表3可知:重要信息主要集中在赛前准备和事故发生阶段。其中,路径  $V_{19}-V_{20}$  信息量重要度最高,为8.99,表明晟景公司与参赛人员的联系最为紧密,传递的赛事规程、补给和预警信息尤为关

键。此外,气象部门与文广旅中心、交通部门、工信部门之间的信息传递也很重要,重要度分别为8.62、8.37和8.01,表明天气变化信息在赛事中的关键作用。景区管理方与文广旅中心、宣传部门与石林公司、公安部门与现场村民之间的信息传递同样至关重要。景区管理方与文广旅中心的紧密合作确保现场信息准确传达,宣传部门与石林公司的信息传递影响赛事宣传效果,公安部门与现场村民的沟通关系到安全和应急响应。

## 4 结 论

1) 基于STAMP模型与CN理论构建的大型体育赛事组织信息传递模型和网络结构,将传递过程划分为赛前准备、事故发生、应急救援和善后处置4个阶段,从个人层、企业层、政府层3个系统层面进行分析,全面涵盖信息传递的关键阶段和层级。

2) 结合信息论与熵权法,分别构建信息接收者与信息传递者、信息路径与信息量边载权重计算模型。模型展示了信息传递网络中的重要节点、路径和权重,优化了信息传递机制。重要节点集中于个人层和政府层,如参赛人员和应急部门;重要路径集中于赛前准备阶段,如广旅中心与宣传部门。赛前准备和事故发生阶段的信息量权重较高,特别是晟景公司与参赛人员之间的信息量最为显著。

3) 深入分析“5·22”事故信息传递特性发现,企业层在信息传递中责任不足,尤其在赛前准备阶段,未能充分履行职责,导致关键时刻信息难以快速传达,揭示了传递中的薄弱环节。此外,天气变化信息在多条关键路径中起重要作用,但企业未能充分考虑,影响了关键时刻的决策和行动。

## 参 考 文 献

[1] 晏鸿,杨明,李佳琪,等. 我国越野跑赛事发展的回顾反思与展望:兼论甘肃白银黄河石林越野赛事件的赛事组织[J]. 南京体育学院学报, 2021, 20(7): 61-70.  
YAN Hong, YANG Ming, LI Jiaqi, et al. Review, reflection and prospect of cross country race development in China: on the event organization of Gansu Baiyin Huanghe Shilin cross country event [J]. Press of NanJing Sport Institute, 2021, 20(7): 61-70.

[2] EMERY P. Past, present, future major sport event management practice: the practitioner perspective [J]. Sport Management Review, 2010, 13(2): 158-170.

[3] 席永涛,张靓,付姗姗,等. 基于SFN-SD的北极冰区船舶航行风险传递路径研究[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(4): 52-60.

- XI Yongtao, ZHANG Liang, FU Shanshan, et al. Research on risk transfer path of ship navigation in Arctic waters based on SFN and SD [J]. *China Safety Science Journal*, 2023, 33(4): 52-60.
- [4] ZHANG Yuexia, PAN Daiwei. Layered SIRS model of information spread in complex networks[J]. *Applied Mathematics and Computation*, 2021, 411: DOI:10.1016/j.amc.2021.126524.
- [5] 杨琳,周炬诺. 复杂工程项目风险传递机理[J]. *科技管理研究*, 2021, 41(16): 209-217.  
YANG Lin, ZHOU Junuo. Risk transfer mechanism of complex engineering projects [J]. *Science and Technology Management Research*, 2021, 41(16): 209-217.
- [6] LEVESON N G. Applying systems thinking to analyze and learn from events[J]. *Safety Science*, 2011, 49(1): 55-64.
- [7] 吴海涛,黎双喜. 高铁应急调度 STAMP/STPA 安全性分析[J]. *中国安全科学学报*, 2021, 31(6): 113-120.  
WU Haitao, LI Shuangxi. High-speed railway emergency dispatching safety analysis based on STAMP/STPA [J]. *China Safety Science Journal*, 2021, 31(6): 113-120.
- [8] LI Chunguang, LIAO Xiaofeng, WU Zhongfu, et al. Complex functional networks[J]. *Mathematics and Computers in Simulation*, 2001, 57(6): 355-365.
- [9] 曾小康,冯阳,赖文庆,等. 基于 AHP-熵权法的城市燃气管道风险评价[J]. *中国安全生产科学技术*, 2021, 17(5): 130-135.  
ZENG Xiaokang, FENG Yang, LAI Wenqing, et al. Risk assessment of urban gas pipeline based on AHP and entropy weight method[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2021, 17(5): 130-135.
- [10] 李华,郭皓杰,谢辉,等. 基于信息熵的森林火灾应急指挥信息传递分析[J]. *中国安全科学学报*, 2023, 33(1): 80-87.  
LI Hua, GUO Haojie, XIE Hui, et al. Information transmission analysis of forest fire emergency command based on information entropy[J]. *China Safety Science Journal*, 2023, 33(1): 80-87.
- [11] 徐曼,鲁富荣,马国帅,等. 基于信息传播影响因素的边重要性度量方法[J]. *计算机工程与科学*, 2020, 42(1): 55-63.  
XU Man, LU Furong, MA Guoshuai, et al. An edge importance measurement method based on information dissemination characteristics [J]. *Computer Engineering and Science*, 2020, 42(1): 55-63.

作者简介: 李华 (1979—),女,陕西西安人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事企业风险评估与安全管理、建筑安全监测与监控、公共安全与应急管理等方面的研究。E-mail: lihua@xauat.edu.cn。