

## 基于 AHP 法建立房屋建筑工程安全隐患分级管理机制

陶丽霞<sup>1</sup>, 张超<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中电建生态环境集团有限公司 广东深圳

<sup>2</sup>成都环境工程建设有限公司 四川成都

**【摘要】**针对目前建筑施工项目安全隐患分析方法单一, 分析结果实用性、可行性低等问题, 基于 AHP 法(层次分析法)及安全隐患排查数据, 从安全隐患危害程度、治理投入、治理周期、隐患分类占比等四个指标建立安全隐患评价模型, 确定安全隐患分级管控标准, 实现企业对安全隐患的分级管控, 提升隐患排查治理成效。

**【关键词】**安全隐患; 层次分析法; 评价模型; 分级管理标准

**【收稿日期】**2022 年 11 月 12 日 **【出刊日期】**2022 年 12 月 19 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.20220111

### Establishment of A Hierarchical Management and Control Mechanism for Building Construction Engineering Potential Safety Hazard Based On the AHP Method

Lixia Tao<sup>1</sup>, Chao Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PowerChina Eco-Environmental Group Co.,Ltd.,Shenzhen

<sup>2</sup>Chengdu Environmental Engineering Construction Co.,Ltd., Chengdu

**【Abstract】** At present, the analysis method of safety hazards in housing construction projects is single, and the practicability and feasibility of the analysis results are low, In view of this situation, Based on the AHP method (Analytic Hierarchy Process) and the safety hazards investigation data, this paper establishes a safety hazard evaluation model from four indicators, such as the degree of safety hazards, governance investment, governance cycle, and the proportion of hidden hazards. In this way, the classification management and control standards for safety hazards can be determined, so as to realize the classification management and control of safety hazards by enterprises, and improve the effectiveness of investigation and management of hidden dangers.

**【Keywords】** Potential Safety Hazard; Analytic Hierarchy Process; Evaluation model; Hierarchical management standards

目前, 建筑工程已建立有完善的安全隐患排查机制。项目建设过程中涉及的脚手架、模板及支撑体系、起重吊装、基坑开挖支护及降水等均有完善的隐患排查手册。针对某一类工程(如脚手架、模板等<sup>[1-2]</sup>), 诸多学者开展了安全隐患分析及对策研究, 基本实现了隐患的全面排查。同时, 针对隐患产生的原因, 诸多学者<sup>[3-7]</sup>也利用“2-4”模型、鱼骨刺、熵权法等方法进行了原因分析。但是在隐患治理前, 缺少对安全隐患的合理评估, 大多依据安全隐患可能导致的后果进行分析和评估, 方法单一, 评价结

果片面<sup>[8]</sup>。通过工作实践和调查问卷, 安全隐患严重性、安全隐患治理投入、治理周期、隐患分类占比等因素是进行安全隐患分析的关键因素。

本文基于影响安全隐患分析评估的四个关键因素, 采用 AHP 法, 基于某在建房屋建筑工程安全隐患排查数据, 进行多维度、深层次分析, 建立科学、量化的安全隐患分析评估模型, 实现安全隐患分级管控。

#### 1 模型指标

依托重庆市江津区一在建房屋建筑工程隐患排查

作者简介: 陶丽霞(1989-)女, 汉, 河北邯郸, 硕士, 中级工程师(市政工程、园林绿化工程师)。研究方向: 建设项目安全管理、生态环境管理、工程管理和工程咨询等。

查治理实际情况, 经过调查和分析, 选定安全隐患严重性、安全隐患治理投入、治理周期、隐患分类占比四个因素建立安全隐患分析评估模型。主要指标解释如下:

(1) 安全隐患严重性: 根据安全风险识别与评价, 普遍将安全风险分为低风险、一般风险、较大风险和重大风险四级。对应的, 将安全隐患严重性分为低危害、一般危害、较大危害和重大危害四级。

(2) 安全隐患治理投入: 结合房屋建筑工程隐患治理投入情况, 将治理隐患的资金投入分为无需投入、0-0.2 万元、0.2-0.5 万元、0.5 万元以上四个等级, 即无投入、低投入、中等投入和高投入。不同建设项目类型依据项目实际具体划分。

(3) 安全隐患治理周期: 结合屋建筑工程隐患治理周期情况, 将隐患治理周期分为立即整改、5 天内限期整改、14 天内整改、15 天以上四个等级, 即立即整改、短期整改、中期整改和长期整改。不同建设项目类型依据项目实际具体划分。

(4) 隐患分类占比: 反应某一类隐患占总隐患的百分比, 占比过高, 则需将该类隐患作为重点来管理。结合屋建筑工程隐患分类情况, 将隐患分类占比分为 5% 以下、5%-15%、15%-25%、25% 以上四个等级。

## 2 建立模型及权重确定

### 2.1 模型

根据指标选取, 建立安全隐患严重性 (Z)、治理投入 (I)、治理周期 (C)、隐患分类占比 (R) 四个因素相关的安全隐患分析评估模型, 并通过制定评分标准, 对安全隐患进行评分。模型公式如下:

$$Y = m_1 Z + m_2 I + m_3 C + m_4 R$$

其中: Y 表示安全隐患分析评估结果;

$m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ 、 $m_4$  分别表示安全隐患严重性 (Z)、治理投入 (I)、治理周期 (C)、隐患分类占比 (R) 等四个因素的占比,  $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 1$ 。

### 2.2 权重确定

从现有评价指标体系研究来看, 权重确定的方法较多, 国内外主要运用的方法有: 专家调查法、层次分析法、经验法、熵权法等<sup>[9-10]</sup>。本文选取能够体现出各指标间关联的层次分析法 (AHP 法) 来确定各指标权重。AHP 法也被称作网络分析法, 塔式将复杂的问题分解成若干单元, 根据各单元因素性

质的不同, 将各因素分组形成梯阶层次结构, 通过定性分析和定量分析相结合, 计算出相关指标权重大小及重要性排序<sup>[11]</sup>。

用 AHP 确定各指标的权重, 步骤如下:

(1) 构造模型;

(2) 构造利用 9 级标度法构造两两比较判断矩阵 A。9 级标度法见表 1。判断矩阵如下:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

(3) 计算权重向量。依据  $AW = \lambda_{\max} W$ , 其中:  $\lambda_{\max}$  为判断矩阵的最大特征值; W 为权重向量, 归一化处理得到各指标权重。

(4) 一致性检验,  $CR = CI / RI$ , 当  $CR < 0.1$  时, 满足一致性检验。其中:  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ , 为一致性指标, RI 平均一致性指标, 通过查表可得。通过建立四阶矩阵, 通过专家打分, 并经一致性分析得出判断矩阵、权重及 CR 值如表 2 所示。

根据 AHP 法计算结果可知, 指标重要性排序为安全隐患严重性 > 治理周期 > 治理投入 > 隐患分类占比, 权重分别为 0.62、0.21/0.12 和 0.05, 安全隐患评价模型具体如下:

$$Y = 0.62Z + 0.12I + 0.21C + 0.05R$$

## 3 隐患分级管控

### 3.1 指标评分标准

通过建立的安全隐患评价模型, 将安全隐患严重性、治理投入、治理周期、分类占比等 4 个指标的评分标准分为 25 分、50 分、75 分、100 分四个层次。具体如表 3。

### 3.2 分级管控

(1) 管控层级

根据安全风险分级管控要求, 本文将隐患分级管控分为企业级、总承包部、项目部、项目部部门级、队伍级五级。

(2) 分级管控划分

根据安全隐患评价模型、指标评分标准和管控层级划分, 通过采用排列组合计算及统计分析, 将统计结果 75 分以上的隐患列入企业级监督治理范围, 将 60 分以上的隐患列入总承包部监督治理范围, 将 50 分以上的隐患纳入项目部监督治理范围, 将 40 分以上的隐患纳入项目部部门级监督治理范围, 40

分以下的其它纳入队伍级监督治理范围。

表 1 9 级标度法

标度	维度含义
1	因素 i 和 j 对比, 两因素具有基本相同的重要性
3	因素 i 和 j 对比, 因素 i 比因素 j 体现的略微重要
5	因素 i 和 j 对比, 因素 i 比因素 j 表现出明显的重要
7	因素 i 和 j 对比, 因素 i 比因素 j 表现出强烈的重要
9	因素 i 和 j 对比, 因素 i 比因素 j 表现出极端的重要
2、4、6、8	四个程度分别表示上述相邻程度之间的班别系数
倒数	如果说因素 i 与 j 对的重要程度对比值为 $a_{ij}$ , 那么因素 j 与 i 对的重要程度对比值为 $1/a_{ij}$

表 2 判断矩阵、权重及 CR 值统计表

指标	Z	I	C	R	权重值
Z	1	6	5	9	0.62
I	1/6	1	1/3	4	0.12
C	1/5	3	1	5	0.21
R	1/9	1/4	1/5	1	0.05
一致性检验	$\lambda_{\max}=4.237, CI=0.079, RI=0.8, CR=0.098 < 0.1$ , 满足一致性检验要求				

表 3 各指标评分标准

指标	评分	
安全隐患严重性	低危害	25
	一般危害	50
	较大危害	75
	重大危害	100
隐患治理投入	无投入	25
	低投入	50
	中等投入	75
隐患治理周期	高投入	100
	立即整改	25
	短期整改	50
隐患分类占比	中期整改	75
	长期整改	100
	5%以下	25
	5%-15%	50
	15%-25%	75
	25%以上	100

## 4 工程应用

### 4.1 案例

#### (1) 项目简介

以重庆市江津区一在建房屋建筑工程—自建网

内标准厂房和保税仓库（一期）（以下简称“标准厂房和保税仓库工程”）为例进行数据分析，该项目房屋建筑面积 10 万 m<sup>2</sup>，建设内容包括 1#楼（办公楼）、2#楼（倒班楼）、3#楼（食堂）、标准厂房 4~6#楼、1#停车库等，房屋建筑结构均为框架结构。项目自 2021 年 12 月开工。

(2) 隐患分类

选取标准厂房和保税仓库工程近 3 个月共计 66 条安全隐患进行数据分析。本阶段主要完成了基础施工、地下室施工，目前正在进行首层施工。根据施工内容，将项目建设过程中的隐患类别分为：管理类、脚手架、基坑支护、模板工程、临时用电、安全防护、起重吊装、消防安全、风险告知、文明施工共计 10 类。

(3) 数据分析

按照安全隐患严重性、治理投入、治理周期、分类占比等 4 个指标的评分标准对 66 条安全隐患进行了逐条打分，各指标打分标准下的隐患数量见下表。

(5) 评估结果

按照上述评价模型对各条隐患进行打分，评价结果分数分布见下表。

根据评分结果，60 分以上安全隐患占比 4.5%，纳入总承包部监督治理范围；50 分以上累计占比 31.8%，纳入项目部监督治理范围；40 分以上累计占比 59.1%，纳入项目部职能部门监督治理范围；25 分-40 分占比 40.9%，纳入班组监督治理范围。经判断，66 条安全隐患中无重大隐患，无纳入企业监督管理范围安全隐患。该结果，符合该项目安全隐患治理实际需要。

4.2 应用意义

(1) 安全隐患分级管理定量化

经过建立模型，确定安全隐患分级管控标准，任意一条隐患可根据各指标得分，计算得出安全隐患综合评分，进而对应相关的分级管理，制定明确的安全隐患治理措施。通过该模型，可结合项目实际，建立符合项目实际管理需求的评分模型和评分标准，实现安全隐患分级管控定量化，减少以往安全隐患分级方法主观性大等问题，统一标准，真正意义上实现安全隐患的分级管控。

(2) 隐患数据分析科学化

建筑施工企业大量的隐患排查治理数据对制定

治理方案具有较强的参考意义。通过建立隐患危害性、治理投入、治理周期、隐患分类占比等 4 个指标的评价模型，实现隐患数据最大化、科学化利用，成熟可行的隐患数据分析模型可为企业后续隐患排查治理奠定良好的基础。

表 4 各指标评分标准下的隐患数量统计表

类型	评分标准	安全隐患数量（个）
严重性	100	0
	75	3
	50	26
	25	37
治理投入	100	0
	75	5
	50	23
	25	38
治理周期	100	0
	75	5
	50	33
	25	28
分类占比	100	0
	75	3
	50	48
	25	15

表 5 安全隐患评分结果一览表

分值	数量	累积占比（%）	分级管控
75 分以上	0	0.0	企业级
60 分以上	1	4.5	总承包部级
50 分以上	18	31.8	项目部级
40 分以上	18	59.1	项目部部门级
25 分以上	27	100	队伍级

(3) 隐患排查治理方案精准化

通过该模型，可统计分析一定阶段隐患危害性、治理投入、周期和隐患分类占比等四个方面的精准分析数据，可有效辅助职能管控部门明确隐患管控重点、治理难点，实现有的放矢的制定精准隐患治理措施和方案，大大提高隐患治理水平和安全风险管控能力。

5 结语

通过 AHP 法建立与隐患危害程度、隐患治理投入、隐患治理周期、隐患分类占比等 4 个维度紧密相关的安全隐患评估模型，结合项目实际，确定评

分和分级管控层级,有效弥补了当前隐患排查数据利用率低、分析方式单一等问题,将隐患分级量化、标准化,提高了安全隐患治理成效和隐患排查治理水平。

### 参考文献

- [1] 黄云演.附着式升降脚手架常见安全隐患分级及对策建议[J].建筑安全.2021(4):4-7.
- [2] 建筑工程模板支架安全隐患分级及对策[J].四川水泥.2021(12):62-63.
- [3] 张子龙.成都地铁 5 号线人员安全管理体系研究[D].兰州大学硕士论文. 2021.
- [4] 张洪财.安全隐患管理分析方法讨论与研究[J].现代矿业. 2020(2):148-150.
- [5] 李晓光.负反馈控制原理在安全隐患排查治理中的应用[J].安全科技: 54-55.
- [6] 宋旭浩.济青高速铁路施工安全管理研究[D].北京交通大

学.2020.

- [7] 李建,李娜,于政强,等.城市水环境治理项目全面安全管理实践[J].深圳大学学报理工版, 2019,36(5): 592-598.
- [8] 李栋,顾天雄,余志豪.基于“熵权法”的六维度安全隐患数据分析[J].电力安全技术,2021(4): 42-45,49.
- [9] 陈培源.基于 AHP 的绿色施工评价方法的研究[J].工程建设与设计, 2017(10):184-185.
- [10] 樊明玉.国内外城市水环境评价指标体系比较与技术模型研究[D].重庆大学.2011.
- [11] 王路飞.工程项目施工绿色风险评价研究[D].南京工业大学.2014.

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



**OPEN ACCESS**