

改进的 AHP 在燃气管道随现浇桥梁施工的应用

许冬东, 沈振强, 张秀峰, 杨凯博

(贵州大学土木工程学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 传统的层次分析方法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 进行燃气管道随现浇桥梁施工风险评价时, 因为其主观性偏高所以容易产生误差, 不能准确计算出结果。为了克服这一问题, 本文采用改进的 AHP 算法, 根据燃气管道随现浇桥梁施工特点建立 3 层指标, 其中包含 3 个一级指标和 14 个二级指标, 并结合模糊综合评价法得出燃气管道随现浇桥梁施工风险评价等级为较高风险, 与相关文献结果对比, 验证该模型的准确性。最后根据计算结果提出相关建议措施。

关键词: 改进的 AHP; 燃气管道; 现浇桥梁; 模糊综合评价

中图分类号: U24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 12—0159—02

1 引言

城市燃气管道是城市居民获取能源的主要渠道, 也是城市基础设施的重要组成部分。随着我国的基础建设发展, 在市政工程项目中常常会遇到一些燃气管道跨越障碍物的问题, 在架设燃气管道中由于经济、技术、实用等因素下必不可免的要将燃气管道穿越河流、桥梁、建筑物。对于跨燃气现浇桥梁施工过程中, 由于燃气属于高危险化学品和现浇桥梁施工过程中存在各种施工安全问题, 这些问题的出现将导致相关负责部门的经济损失以及各种事故甚至灾难的出现, 所以对于跨燃气管道现浇梁施工进行风险评价是具有较大实际意义。

2 建立数学模型

2.1 构建桥梁施工风险评价体系

本文根据文献^[1]建立了如图 1 跨燃气管道随现浇梁施工的风险评价指标体系, 并选取了距离燃气管道最近的现浇梁 23 号左幅桥墩进行数学模型验算。

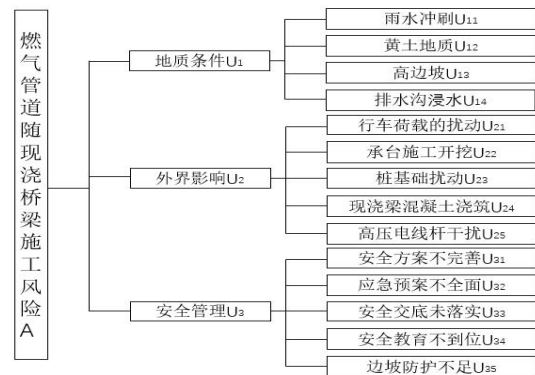


图 1 燃气管道随现浇桥梁施工的风险指标体系

2.2 燃气管道随现浇桥梁施工因素权重计算

2.2.1 改进层次分析法简介

改进的层次分析法并非采用九标度法构造判断矩阵而是采用三标度法并且不需要进行一致性检验, 这样可以大大地降低计算难度, 此外也有效地避免了主观猜想而产生的偏差^[2]。

2.2.2 权重计算主要步骤

改进的 AHP 计算权重步骤如图 2 所示, 详细计算

[1] 防治 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2012, 8(7): 41-43.

[3] 解玉侠, 周建庭, 杨建喜, 等. 基于典型相关系数法的西藏自然环境与桥梁病害相关性分析 [J]. 公路, 2013, (5): 5-9.

[4] 张鹏, 尹亮. 浅谈盐碱地区域内桥梁病害成因及设计要点 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2014, 10(11): 109-111.

[5] 吕娜娜. 西北干旱地区在役桥梁安全风险评估及应用研究 [D]. 兰州: 兰州交通大学, 2015.

[6] 刘宏伟, 方诗圣. 青海桥涵病害与自然环境因果关系 [J]. 安徽建筑, 2016, 23(3): 200-202.

[7] 邓聚龙. 灰色系统理论简介 [J]. 内蒙古电力,

1993, (3): 51-52.

[8] 邓聚龙. 灰色预测控制器 [J]. 大自然探索, 1986, (4): 59-68.

[9] 凤四海, 李枣, 贺元骅. 基于灰色关联法的飞机火灾事故统计分析启示 [J]. 安全与环境工程, 2017, 24(3): 138-143+149.

[10] 何明星, 解玉侠, 韩记明. 基于灰关联分析的西藏桥梁病害与自然因素相关性研究 [J]. 北方交通, 2021, (9): 11-13+17.

[11] 于嘉懿. 桥梁伸缩缝及其附属设施养护维修可行性研究 [J]. 绿色环保建材, 2017, (1): 56.

公式参考文献^[3],根据图二计算步骤计算可得各指标权重如图1。

表1 各指标权重

目标层	一级	权重	二级	权重
燃气管道随现浇桥梁施工风险A	地质条件U1	0.258	雨水冲刷U11	0.564
			黄土地质U12	0.263
			高边坡U13	0.118
			排水沟浸水U14	0.055
	外界影响U2	0.637	行车荷载的扰动U21	0.034
			承台施工开挖U22	0.264
			桩基础扰动U23	0.510
			现浇梁混凝土浇筑U24	0.129
			高压电线杆干扰U25	0.064
	安全管理U3	0.105	安全方案不完善U31	0.034
			应急预案不全面U32	0.264
			安全交底未落实U33	0.510
			安全教育不到位U34	0.129
			边坡防护不足U35	0.064

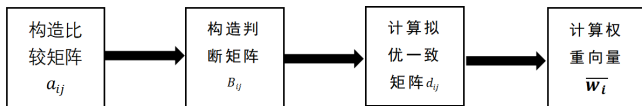


图2 改进的AHP确定权重流程

3.1 建立因素集

本文根据燃气管道随现浇桥梁施工的风险指标体系A的传递模型确定评价对象的一级评价因素集表示 $U_A = (U_1, U_2, U_3)$, 二级因素集表示为 $U_1 = (U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}), U_2 = (U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}, U_{25}), U_3 = (U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, U_{35})$ 。

3.2 建立评价集

本文对燃气管道随现浇桥梁施工风险进行分析,假设分为五个等级,以模糊语言可以表示为 $V = (\text{较低风险}, \text{低风险}, \text{中风险}, \text{较高风险}, \text{高风险})$ 。

3.3 确定隶属度矩阵

本文选取的隶属度函数为直线型梯形分布函数^[4],求得隶属度如表2。

3.4 多级模糊综合评价集

单一因素的评价为 B_i , 即

$$B_i = W_i \circ R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{in}) \quad (1)$$

“ \circ ”为模糊算子

3.5 一级模糊综合评价集

$$\tilde{R} = (B_1, B_2, \dots, B_n) \quad (2)$$

根据公式1和公式2进行多级模糊综合运算,可得评价模糊运算结果如下。

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.011 & 0.044 & 0.680 & 0.265 & 0.000 \\ 0.034 & 0.000 & 0.000 & 0.470 & 0.496 \\ 0.263 & 0.099 & 0.510 & 0.127 & 0.000 \end{bmatrix} \quad B = W \circ \tilde{R} \quad (3)$$

综合各因素的影响,根据公式2公式3可得燃气管

道随现浇桥梁施工的二级模糊综合评价集为

$$B = W \circ \tilde{R} (0.024 \quad 0.011 \quad 0.176 \quad 0.368 \quad 0.316)$$

根据最大隶属度法,可知燃气管道随现浇桥梁施工的风险等级为较高风险。

表2 二级指标隶属矩阵

二级评价指标	模糊评语				
	较低风险	低风险	中风险	较高风险	高风险
U_{11}	0	0	0.8	0.2	0
U_{12}	0	0	0.6	0.4	0
U_{13}	0	0	0.6	0.6	0
U_{14}	0.2	0.8	0	0	0
U_{21}	1	0	0	0	0
U_{22}	0	0	0	0.5	0.5
U_{23}	0	0	0	0.4	0.6
U_{24}	0	0	0	0.6	0.4
U_{25}	0	0	0	0.9	0.1
U_{31}	0	1	0	0	0
U_{32}	0	0	0.6	0.4	0
U_{33}	0	0	0.8	0.2	0
U_{34}	1	0	0	0	0
U_{35}	0	0.5	0.5	0	0

4 结语

本文从地质条件、外界影响、安全管理三个一级指标和14个二级指标建立了燃气管道随现浇桥梁施工的风险指标体系,并根据改进的层次分析法计算得出各指标的权重,又根据模糊综合评价数学模型进行了运算,最后得出燃气管道随现浇桥梁施工的风险等级为较高风险。此次运算结果与文献^[1]运算结果一致,证明改进的AHP法与AHP-熵权法一样,具有减少主观性影响的作用。

根据改进AHP法计算得出3项一级指标的权重,其排列顺序为外界影响 $U_2 >$ 地质条件 $U_1 >$ 安全管理 U_3 。因此,我们在燃气管道随现浇桥梁施工过程中应加强对外界因素的管理,提高管理效率,制定有效地对外界影响的控制措施。

参考文献:

- [1] 张天宝,王雪颖.基于AHP-熵权法的跨燃气管道现浇梁施工风险评价[J].工业安全与环保,2021,47(02):65-69.
- [2] 刘平.谈层次分析法及其改进[J].科协论坛(下半月),2008(04):35.
- [3] 郭静波,吴玉珍,马放,张兰河,王伟卓.改进层次分析法在污水处理工艺选择中的应用[J].化学通报,2018,81(06):555-561.
- [4] 谢季坚,刘承平.模糊数学方法及其应用[M].武汉:华中科技大学出版社,2005.