

基于灰色关联法的自然环境对西藏桥梁病害的研究

张娅婷, 梁锦浩, 侯升起

(西藏大学工学院, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 应用灰色关联分析模型对西藏地区 22 个公路养护段中自然环境与桥梁病害相关性进行分析。结果表明: 桥梁上部结构的病害主要由冻土、日照长、太阳辐射、高温差 4 种自然环境造成的; 桥梁下部结构的病害主要由空气湿度、高温差、降雨量 3 种自然环境造成的; 桥梁附属构造物部位的病害主要由高温差、日照时长、冻土、太阳辐射 4 种自然环境造成的。这些研究结果为今后西藏地区桥梁养护和管理提供依据。

关键词: 西藏地区; 桥梁病害; 自然环境; 灰色关联

中图分类号: U24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 12—0157—03

1 引言

桥梁是公路基础设施的重要组成部分, 桥梁的生命周期中, 不仅仅要承受车辆行人等荷载, 还要受到自然环境的严酷考验^[1], 对人们的出行安全构成威胁。科学的分析自然环境对西藏桥梁病害部位的影响, 对今后西藏地区桥梁养护和管理具有重要的指导意义。

目前, 已有不少国内外学者就自然环境对桥梁病害问题做了深入研究。宋春霞等人提出水中桩基础病害的预防应从设计、施工以及养护等方面出发防治病害^[2]。解玉侠等人应用了多元分析的方法, 分析自然环境对桥梁病害的影响^[3]。张鹏等人通过对盐碱地区的桥梁进行调查, 提出改造、重建桥梁从荷载标准、结构选型、耐久性设计这三方面出发的建议^[4]。吕娜娜对 141 座在役桥梁病害数据进行分析与整理, 总结出主要的病害类型^[5]。刘宏伟等人分析桥涵病害与不同气候、地形、地质之间的关系, 总结出青海省常见的桥梁病害类型^[6]。

本文利用灰色关联分析模型, 通过对西藏地区 22 个公路养护段桥梁病害和自然环境的相关性进行分析, 为今后西藏地区桥梁养护和管理提供依据。

2 灰色关联分析法

灰色系统理论是我国著名学者邓聚龙教授于 1982 年提出的^[7], 该理论所需数据量小, 在众多科学领域广泛应用^[8]。在西藏桥梁病害的分析中, 以桥梁病害部位为原始序列, 桥梁病害的各个影响因素为比较序列, 进行灰色关联分析。

2.1 确定参考序列与比较序列

(1) 选取桥梁组成部分指标

桥梁是道路的重要组成部分, 是使车辆行人能够通行的构筑物。选择桥梁上部结构、下部结构、附属构造物病害部位作为桥梁的指标。设为

$$X_0(k) = (x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n))$$

(2) 选取自然环境因素指标

西藏地区特殊的自然环境对桥梁结构的安全性、耐久性以及承载力有很大的影响。根据文献调研法以及西藏地区实际的情况, 本文选取 8 个自然环境^[3]具有典型意义的指标, 分别为高寒、高温差、太阳辐射、日照长、降雨量、空气湿度、冻土以及大风。设为

$$X_i(k) = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n))$$

2.2 数据的无量纲化处理

由于各个因素之间计量单位和数量级的不同, 无法对各个因素直接计算。采用无量纲化处理数据的方法, 常用的无量纲化的处理方法有均值法、极值法、归一化^[9]。本文采用均值化的无量纲化方法, 应用公式(1)(2)对参考序列和比较序列进行无量纲化处理^[10]:

$$Z_i = \frac{X_i(k)}{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m X_i(k)}$$

(1) 式中, Z_i 是比较序列的均值化数列;

$i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m$ 。 $X_i(k)$ 是比较序列。

$$Z_0 = \frac{X_0(k)}{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m X_0(k)}$$

(2) 式中, Z_0 是参考序列的均值化数列。

$X_0(k)$ 是参考序列。

2.3 灰色关联系数计算

$$\xi_{0i}(k) = \frac{\min_k \min_i |Z_0(k) - Z_i(k)| + \varepsilon \max_k \max_i |Z_0(k) - Z_i(k)|}{|Z_0(k) - Z_i(k)| + \varepsilon \max_k \max_i |Z_0(k) - Z_i(k)|}$$

(3) 式中, $\xi_{0i}(k)$ 是原始序列 Z_0 和比较序列 Z_i 的灰色关联系数。 $|Z_0(k) - Z_i(k)|$ 为绝对差值。 ε 为分辨系数, 当 $\varepsilon \leq 0.5463$ 时, 分辨力最好, 本文分辨系数 ε 取 0.5。

2.4 关联度计算

$$r_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \xi_{0i}(k)$$

(4) 式中 $\xi_{0i}(k)$ 是原始序列与比较序列的关联度; r_i 是关联度值, r_i 的值越接近 1, 则因素之间的相关性越大。

3 自然环境对桥梁不同部位病害的灰色关联分析

3.1 确定参考序列与比较序列

西藏地区自然环境因素较多, 基于文献调研法与实地考情察况, 结合数据的代表性与合理性。收集了西藏地区 22 个公路^{[3][10]}的自然环境作为比较序列, 桥梁病害部位数目作为初始序列。

3.2 数据的无量纲化处理

利用公式(1)(2)使用均值法对自然环境和病害部位的指标进行无量纲化处理, 因篇幅有限, 得到主要数据的无量纲化表表 1。

表 1 数据无量纲化处理表

公路级	自然环境状况								病害部位数目		
	高寒	高温差	太阳辐射	日照长	降雨量	空气湿度	冻土厚度	大风天数	桥梁上部结构	桥梁下部结构	附属构造物部位
江孜	1.680	0.990	1.145	1.224	0.751	0.704	0.935	1.748	0.237	0.232	0.126
扎朗	0.995	1.061	1.196	1.070	0.809	0.603	0.759	0.109	0.631	0.463	1.011
米林	0.311	0.778	0.801	0.742	1.376	1.508	0.759	0.096	0.552	0.232	0.885
盖黎	1.369	0.849	0.952	0.892	1.503	0.965	1.207	1.475	0.315	0.695	0.000
比如	1.369	0.920	0.958	1.068	0.816	0.985	1.246	1.366	0.394	0.347	0.885

3.3 灰色关联系数计算

利用公式(4)计算得到桥梁的各个病害部位与自然环境的灰色关联系数表, 对关联系数取均值进行排序, 排序结果如表 2 所示。

表 2 桥梁各个病害部位结构与自然因素的灰色关联度表

上部结构	自然因素	冻土厚度	日照长	太阳辐射	高温差	高寒	空气湿度	降雨量	大风天数
	关联度	0.828	0.825	0.823	0.82	0.819	0.815	0.809	0.797
关联序	1	2	3	4	5	6	7	8	
下部结构	自然因素	空气湿度	高温差	降雨量	日照长	太阳辐射	冻土厚度	大风天数	高寒
	关联度	0.723	0.716	0.708	0.689	0.689	0.686	0.682	0.677
关联序	1	2	3	4	5	6	7	8	
其他附属设施	自然因素	高温差	日照长	冻土厚度	太阳辐射	降雨量	空气湿度	高寒	大风天数
	关联度	0.845	0.838	0.836	0.836	0.832	0.832	0.816	0.789
关联序	1	2	3	4	5	6	7	8	

4 桥梁不同部位病害与自然环境关系的结果分析

通过对桥梁不同部位病害与自然环境的灰色相关性分析, 桥梁不同部位的病害与自然环境之间的关系主要从下列三个方面分析。

(1) 桥梁上部结构的病害是影响桥梁结构安全性与稳定性的重要指标。通过灰色关联度分析, 得出上部结构的病害主要由冻土、日照长、太阳辐射、高温差 4 种自然环境造成的, 降雨量、大风对上部结构的病害影响较小。西藏高原高寒、日照时间长、昼夜温差大, 桥梁将会受到反复的冻融循环的侵蚀。因此相关性的分析真实地反映了自然环境对桥梁上部结构的影响。

(2) 桥梁下部结构承载上部结构所产生的作用, 桥台、桥墩、基础是影响桥梁承载力和耐久性的重要部分。通过灰色关联分析, 得出桥梁下部结构的病害主要由空气湿度、高温差、降雨量 3 种自然环境造成的, 高寒、大风对下部结构的病害较小。在桥梁结构耐久性和承载力设计和施工时, 考虑对混凝土材料的基本要求以及各种耐久性能, 从设计、施工、养护方面提高混凝土桥梁的耐久性和承载力。

(3) 桥梁的附属构造物主要包括防撞墩、栏杆、伸缩缝、灯光照明。通过对自然环境和桥梁不同部位病害关联性分析, 得出桥梁附属构造物部位的病害主要由高温差、日照时长、冻土、太阳辐射 4 种自然环境造成的, 大风对桥梁附属构造物部位的病害较小。通过对西藏地区实地情况的考察以及文献调研^[11], 发现桥梁伸缩缝受气温变化影响较大, 出现收缩或者膨胀的现象, 与高温差、日照、冻土、太阳辐射等因素相关性较大, 验证了灰色关联分析模型的可行性与合理性。

5 结语

通过分析, 得出西藏自然环境与当地桥梁病害的有很大的相关性, 这也于当地的实际情况相符合, 验证了该方法的可行性与实用性。对提高桥梁承载力和耐久性的设计和施工, 不仅要考虑混凝土材料的使用, 还要考虑当地自然环境与人为环境等因素的影响。本文可以为今后分析西藏地区桥梁病害作为参考。

参考文献:

- [1] 赵雄章. 提高青海高寒地区桥梁结构耐久性的措施 [J]. 交通世界, 2018,(23):109-110.
- [2] 宋春霞, 马晔, 杨宇, 等. 桥梁水中桩基病害分析及

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。

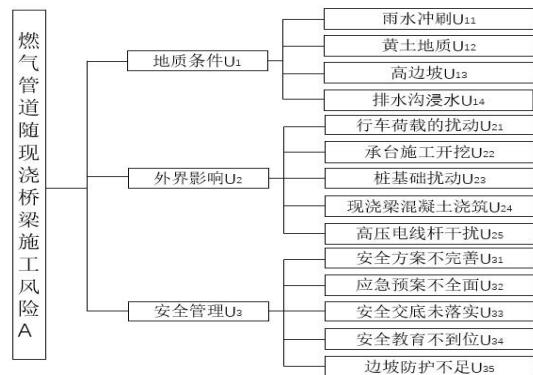


图 1 燃气管道随现浇桥梁施工的风险指标体系

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.