

梁献超, 曾以华. 灾区建筑施工噪音污染控制模型设计[J]. 灾害学, 2020, 35(3): 46–50. [LIANG Xianchao and ZENG Yihua. Design of Noise Pollution Control Model for Building Construction in Disaster Area [J]. Journal of Catastrophology, 2020, 35(3): 46–50. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.03.010.]

灾区建筑施工噪音污染控制模型设计*

梁献超¹, 曾以华²

(1. 金陵科技学院, 江苏 南京 211169; 2. 东南大学 土木工程学院, 江苏 南京 211189)

摘要: 针对灾区建筑施工噪声, 常规的噪声污染控制方法设置的约束指标收敛速度过慢, 导致污染范围的控制效果不佳, 因此设计灾区建筑施工噪音污染控制模型, 实现对灾区建筑施工噪音污染的有效控制。首先根据噪声状态函数, 设置施工过程中的噪声污染控制博弈规则; 然后分析噪声传播状态, 确定噪音污染空间分布特征; 最后分解建筑施工场地的空间结构, 通过收敛程度数值, 实现对灾区建筑施工噪音污染的有效控制。实验研究表明: 与引言提到的三种传统控制手段相比, 所设计的噪音污染控制模型, 将建筑施工噪音控制在一个最小范围内, 减轻噪声污染对周边环境的影响。

关键词: 灾区建筑; 施工噪音; 噪音污染; 控制模型

中图分类号: TU71; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2020)03-0046-05
doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.03.010

对发生过自然灾害的灾区, 需要建设新的房屋、道路等建筑, 为城镇居民提供可居住、出行的生活环境, 同时需要提升社会公共基础设施建设的施工速度, 确保城市与乡镇可以快速稳定, 保障社会安定。而在此过程中, 由于灾区所需重建的区域面积大, 因而建筑施工场地的噪音污染较为严重, 因此需要控制建筑施工的噪声污染。曾思文^[1]提出, 通过设计有源振动噪声主动抑制系统, 实现对施工过程中, 施工设备的噪音污染控制; 韩雪^[2]则在原材料的使用方面提出一个想法, 通过使用吸声能力强的建筑材料, 将施工噪声近距离吸收; 而刘人豪^[3]利用一个纳米模型, 将其应用于施工工程设计步骤中, 根据噪声变换矩阵设计器件端口, 实现了对复杂噪声的控制。经过实践表明, 文献^[1-3]所提到的建筑施工噪音污染控制方法, 未能从根本上解决噪音的控制问题, 导致最终的控制效果并不理想。因此设计一个污染控制模型, 通过完善现有控制方法的不足之处, 实现全方位的灾区建筑施工噪音污染控制。在社会环境层面, 该模型的提出, 保证了灾区建筑施工的工作环境, 降低噪声对施工工人的侵害, 同时也为附近已经建立完成、或者无需建立的住宅区、企事业工厂区的居住与使用群众, 提供良好的生活、生产空间。在控制技术层面, 该模型不仅为建筑施工噪音污染提供科学的控制手段, 同时也为其他地区的建筑施工噪音问题, 提供更加完整的污染控制设计思路。

1 灾区建筑施工噪音污染控制模型设计

灾区建筑施工区域中, 噪声污染较大, 噪声向四周传递的范围广, 因此设计的噪音污染控制模型, 在考虑硬件基础设施自身噪声问题、操作导致的噪声问题、以及建筑材料本身吸音性能问题的基础上, 设计的噪音污染控制模型, 通过设置规则列阵、特征列阵、控制权重列阵, 实现对该模型的设计。该模型的设计框架, 如图1所示。根据图1可知, 需要设计的控制模型需要考虑上述影响指标, 通过降低建筑局部噪声程度, 减轻建筑施工的总体噪声污染, 实现对噪声传播范围的有效控制。

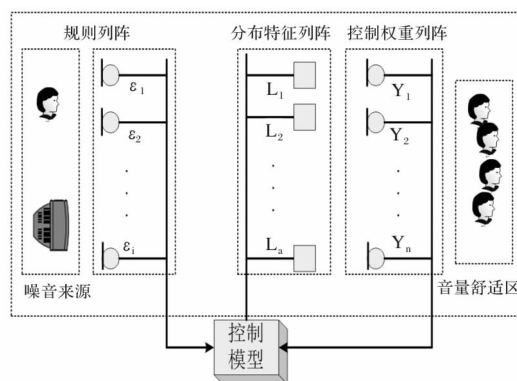


图1 控制模型设计框架

* 收稿日期: 2019-12-06

修回日期: 2020-03-15

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(51838004); 江苏省教育厅江苏高校哲学社会科学研究重大项目(2019SJDZDA132)

第一作者简介: 梁献超(1972-), 男, 汉族, 安徽安庆人, 高级工程师, 研究方向为建筑设计及建筑技术研究。

E-mail: lxc@jit.edu.cn

1.1 设置噪声污染控制博弈规则

按照控制模型设计的框架, 设置控制博弈规则, 在不确定的施工时间范围(t_i, t_j)内, 可以通过该模型设置 n 个噪声污染控制节点。假设可通过该模型设置的控制节点数量为 n , 其中的每一个数字, 代表一个控制节点, 存在集合 $N = \{1, 2, \dots, n\}$ 。当施工队开始施工后, 该建筑施工在第 t_i 时刻的噪声污染传播系数为 $A_u(t)$; $Q(t)$ 表示一次施工所用时间 t_u 下的噪声污染总量; s 表示此次施工的建筑区域范围^[4]。则此时的噪声污染状态, 可表示为:

$$f(q) = \frac{\sum_{u \in i} A_u(t) - \gamma Q(t)}{s_n} \quad (1)$$

式中: $f(q)$ 表示噪声污染量为 q 的噪声状态函数; s_n 表示共同施工项目中, 施工进度不一、施工位置不同的施工场地相对面积; γ 表示状态分离指标, 且指标 $\gamma > 0$ 。假设施工导致的噪声污染排放率, 与建筑工程项目之间成正比, 即建筑施工进度是噪声污染传播的函数^[5]。设 $D_u(A_u)'$ 为 n 个控制节点的约束函数, 该函数满足噪声的散射性和递增性特征, 则约束函数存在 $D_u(A_u)' = \log(A_u)$ 。设 $F_m(s_n)$ 为若干施工区域下, 建筑施工硬件给施工环境带来的噪声增量, 该增量与噪音污染总量之间成正比, 即噪声污染量为 q 时, 施工场地内的噪音污染总量, 与施工场地外的污染关系为 $F_m(s_n) = \beta q$, 其中 $\beta > 0$, 表示单位建筑面积内的噪音强度指标^[6]。根据上述参数, 结合建筑施工过程中的物理量, 得出一个控制函数:

$$C_{s_n} = \int_0^\infty [\log(A_u) - \beta q] e^{-\rho t} \quad (2)$$

式中: C_{s_n} 表示对 s_n 建筑施工区域内, 对噪声污染的控制函数; e 表示离散指数; ρ 表示在建筑施工过程中, 空气的密度变化值; t 表示一次施工起始的噪声传播时间^[7]。根据公式(1)和公式(2), 定义了关于建筑噪音的线性状态微分博弈, 因此联合上述两式, 设置灾区建筑施工的噪声污染控制博弈规则为:

$$\varepsilon_i(v, s_n, 0) = \frac{v \int_0^t \tau \omega^b f(q)}{x' \int_0^t \tau \phi_g C_{s_n}} \quad (3)$$

式中: 数值 0 表示对该模型控制程度的约束规则; v 表示噪声污染传播速率; τ 表示一致性优化离散值; ω^b 表示在常量 b 作用下, 对噪声传播轨迹追踪结果; x' 表示博弈规则变化指标; ϕ_g 表示博弈向量为 g 时的迭代数值^[8]。设置上述公式求得的噪声污染控制博弈规则, 设置控制模型的约束条件, 实现对建筑施工场地噪声污染所设定控制值的极限约束。

1.2 噪音污染的空间分布特征

分析建筑施工过程中的噪声传播规律, 确定噪声污染传播的空间分布特征^[9]。已知当前灾区的建筑施工工程, 为了加快工期, 让受灾群众快速恢复日常工作和生活, 在 24 h 内, 均可能展开交替性的建筑施工操作, 而此时的噪声传播状态如图 2 所示。

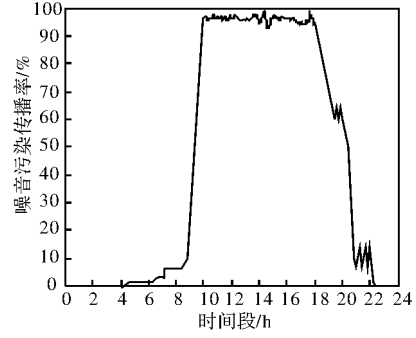


图2 建筑施工噪声传播示意图

根据图 2 中的曲线走势可知, 灾区建筑施工时间一般在凌晨 4 时至晚上 22 时之间, 施工队在此时间段内, 分成不同项目的施工分队, 展开施工项目, 因此可知噪音污染在此时间段内的污染范围不断变化^[10]。假设共有 m 个施工分队, 施工分队的预计作业时间用 t_m 表示, 每个分队的作业时长为 t_1, t_2, \dots, t_m 。假定施工起始时间为 t_0 , 结束时间为 t_{end} , end 表示作业结束, 则有时长公式为 $t_m = t_{end} - t_0$, 同理 t_1, t_2, \dots, t_{m-1} 的计算结果均可利用上式求取^[11]。根据施工作业起止时间, 确定存在时间重叠的施工区域面积, 根据叠加噪音强度, 使用空间分布函数, 确定灾区建筑施工空间中噪音的演化特征:

$$L_a(x) = \sum_{a=1}^{t_m} \left(\frac{a}{l} \right) \frac{t_m(-x)^f}{p l!} \quad (4)$$

式中: x 表示监测系统监测下, 得到的噪音污染纯粒子, 该粒子为自变量; l 表示演化参数; p 表示建筑施工场地中, 选用的施工材料的吸音系数; $l!$ 表示该参数的阶乘; a 表示噪音粒子的变化次数; $L_a(x)$ 表示噪音污染的演化特征; f 表示控制自变量变化的施工程度叠加值^[12]。使用上式确定噪音污染的空间分布特征, 根据该特征变量掌握控制模型的变化规律。

1.3 建立噪音污染控制模型

根据求出的规则参数和分布特征参数, 引入空间坐标概念, 通过分析噪声污染的扩散空间, 设置该模型的距离调整参量, 实现对不同施工位置的污染控制。利用三角函数法则, 将空间范围划分成若干个形状不一的三角形(图 3)。

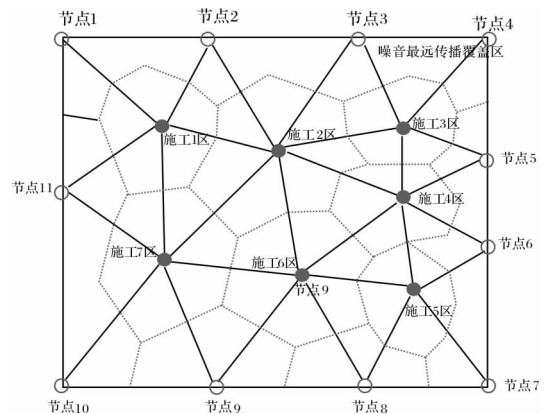


图3 分解后的空间结构

图 3 中的每一个三角形, 代表一种博弈规则, 每种规则下可能涉及多个噪音污染源^[13]。该空

间结构中,实心圆点表示施工污染源;空心圆圈表示噪声污染的最外围边界。虚线所框住的区域为可能受噪声污染的区域;黑色直线则表示噪声污染的扩散方向。使用梯度收敛算法,计算该模型的收敛程度:

$$B(h+1)=B(h)-\frac{\partial}{b}\nabla(H)。(5)$$

式中: h 表示最佳权重值; $b(h+1)$ 表示下次迭代下的收敛函数; $B(h)$ 表示当前阶段权重指标控制下的收敛函数; b 表示一个固定常数; ∂ 表示该模型的调整参数; $\nabla(h)$ 表示最佳权重的算子^[14]。结合上述公式(3) - (5),为灾害建筑施工场地,设计的噪声污染控制模型为:

$$Y=\sum_{j=1}^kX_j^T(n)+\frac{B(h+1)}{\sqrt{\varepsilon_i}\cdot L_{\alpha}(x)}。(6)$$

式中: T 表示控制等级; j 表示设置的节点位置; n 表示建筑施工总次数; $X_j^T(n)$ 表示噪声信号的传递函数; k 表示传递延时数值^[15]。根据该控制模型设置吸音围墙位置,实现对灾区建筑施工的噪声污染控制。

2 模型仿真实验

随机选择一个发生过地质灾害的地区作为对实验对象,重新模拟该地区的受灾状态,将设计的施工噪音污染控制模型,应用到该仿真实验环境中,检测该模型对建筑施工噪音的控制程度。为了令实验测试结果更具有合理性和说服力,将引言中所提到的三种方法,同样应用仿真实验测试中,比较四种控制方法的控制效果。

2.1 实验准备过程

建立仿真测试环境,选择的实验对象位于 X 省,模拟灾害发生的区域用字母 W 表示。该区域中需要建立的高层建筑 3D 模型(图 4)。图 4 中模拟的施工项目,是对受灾害影响较大的一个综合商业区,进行建筑施工,该建筑概况如表 1 所示。



图 4 建筑施工效果模拟

表 1 建筑概况

参量名称	数值	参量名称	数值
总用地面积/m ²	36283	建筑密度/%	28.33
总建筑面积/m ²	27435	容积率/%	3.95
地下建筑面积/m ²	66246	绿地面积/m ²	10741
地上建筑面积/m ²	17963	绿化程度/%	35
建筑基底面积/m ²	10204	停车位/辆	1500
A 区建筑面积/m ²	15287	B 区建筑面积/m ²	12148
A 区建筑高度/m ²	255.5	B 区建筑高度/m	255.5

建立实验检测所需的 BP 神经网络,按照误差逆传播算法检测实验结果,该检测页面如图 5 所示。图 5 中页面 1 表示数据运行空间页面;页面 2 表示检测历史命令页面;页面 3 表示处理运行窗口。运行测试系统,分别将四种控制方法或模型投入实验检测,得出并分析实验结果。

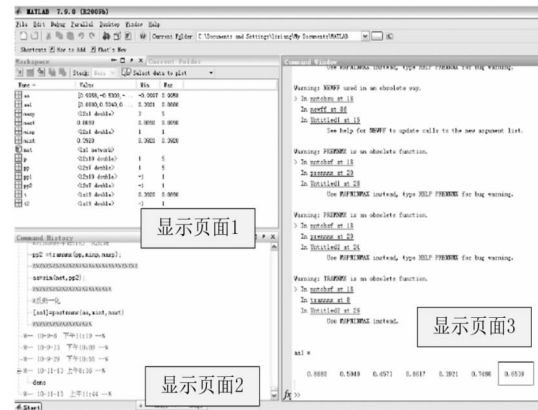


图 5 实验测试结果检测页面

2.2 检测结果与分析

此次测试将设计模型应用下的测试数据,记录为实验 A 组;将文献提到的噪音污染控制方法测试结果,分别记录为实验 B 组、实验 C 组以及实验 D 组。实验测试结果如图 6 所示。图 6 中, P 点表示灾区建筑施工场地,该场地表示中心测试节点;空心圆圈表示噪声传播范围;虚线圆圈表示标准控制范围;四个颜色区域表示四个控制手段,对建筑施工噪音污染的控制效果。根据封闭的几何图形可知, A 组在所设计模型的控制下,建筑施工噪声污染的控制范围,在标准控制范围内;而 B 组、C 组的控制结果,均表明噪声在局部方向向更远的区域传出; D 组则表明噪音污染传播,在各个方向上均超出了标准范围。

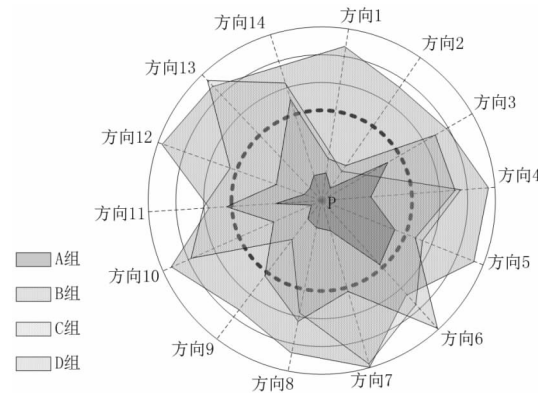


图 6 实验测试对比结果

2.3 实验结果验证

为验证所得实验结果的准确性,使用所设置的 BP 神经网络检验实验结果误差,该验证过程为:

$$V=\frac{F_0}{F_1}\times\frac{P}{P_0}。(7)$$

式中: V 表示建筑施工噪音的传递频率; F_0 表示基础施工噪音; F_1 表示投入高等设备后的合计噪

音; P 表示建筑半成品传递到空气中的噪音; P_0 表示设备基本运行时, 传递到空气中的噪音。根据上式中的结果, 计算建筑施工的噪音衰减变化量为:

$$\Delta z = \lambda \lg\left(\frac{1}{V}\right) \quad (8)$$

式中: ΔZ 表示建筑施工噪音的衰减变化量; λ 表示一个固定常量。结合上述两式, 利用 BP 神经网络检测算法, 检测到的实验测试结果:

$$E = \frac{1 - \Delta Z}{V} \times \sqrt{\left(\frac{\mu_1 \ln k^e}{\sigma} + \frac{\mu_2 \ln k^e}{\sigma}\right)^e} \quad (9)$$

式中: μ_1 表示阻隔声音的建筑物墙体面积; μ_2 表示阻隔噪音的外部围墙墙体面积; e 表示材料吸声强度指标; k 表示待检测数据值; σ 表示噪音标准值; ε 表示检测控制条件。已知误差值 E 的取值范围若在 $(-0.1, 0.1)$ 之间, 则说明该实验测试结果可靠。将四个检测结果按照组别设置为 a 、 b 、 c 、 d , 带入到上述公式中, 用该数值替换字母 k , 对四组测试结果进行 5 轮检测, 得到的误差取值范围如下表 2 所示。

表 2 实验测试结果误差取值结果

次数	实验 A 组	实验 B 组	实验 C 组	实验 D 组
第一次	-0.02	0.08	0.05	0.02
第二次	-0.05	0.05	-0.03	-0.01
第三次	0.03	-0.01	0.04	-0.05
第四次	0.01	-0.02	0.01	0.03
第五次	0.01	0.01	-0.02	-0.01

经统计可知, 误差值 E 的取值包含在 $(-0.1, 0.1)$ 范围内, 可以验证此次实验检测结果真实有效。由此可见, 所设计的噪声污染控制模型, 可以有效控制噪音的传播扩散范围。

3 结束语

此次设计的噪声污染控制模型, 以引言提到的控制手段为参考依据, 根据规则参数、特征参数等物理量, 实现对灾区建筑施工地区的噪声污染控制。通过实验检测, 证明了所设计的控制模型, 对噪声污染的控制效果更好, 将噪声污染抑

制在一个标准控制范围内。设计的控制模型, 解决了受灾地区建筑噪音传播范围过大这一问题, 给身心疲惫的灾区人民, 提供良好的休息环境, 缓解地质灾害带来的精神压力。但此次设计的控制模型, 并没有详细说明该模型的可调性, 今后可以对模型可调节特性展开说明, 将该模型的设计思路, 投放到与之相关的噪声污染控制中。

参考文献:

- [1] 曾思文. 建筑施工有源振动噪声主动抑制系统设计[J]. 现代电子技术, 2019, 42(16): 18-21.
- [2] 韩雪. 聚丙烯基吸声建筑材料的制备[J]. 塑料工业, 2019, 47(5): 24-27.
- [3] 刘人豪, 王军. 纳米 MOSFET 毫米波噪声的简洁模型[J]. 强激光与粒子束, 2019, 31(8): 65-69.
- [4] 郭琼琼, 文远高, 夏雨琳, 等. 基于 DPM 模型的建筑小区内颗粒物扩散研究[J]. 工业安全与环保, 2019, 45(8): 74-79, 103.
- [5] 赵安军, 周梦, 于军琪, 等. 室内环境品质模型预测控制与优化研究[J]. 控制工程, 2019, 26(3): 570-577.
- [6] 亢银柱, 张超, 刘国强, 等. 声子晶体材料与有源控制相结合的宽频噪声抑制方法[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(17): 188-193.
- [7] 李晓华, 雷轶, 刘成健. 基于 dSPACE 的永磁同步电机低振动噪声控制策略[J]. 电机与控制应用, 2017, 44(12): 47-53.
- [8] 庄杰榕, 许志红. 电磁接触器多变量反馈吸持控制策略的研究[J]. 中国电机工程学报, 2019, 39(5): 1516-1526.
- [9] 杜海龙, 秦大燕, 罗小斌, 等. 超大跨径拱桥施工控制[J]. 公路, 2019, 64(6): 120-125.
- [10] 党耀国, 尚中举, 王俊杰, 等. 基于面板数据的灰色指标关联模型构建及其应用[J]. 控制与决策, 2019, 34(5): 1077-1084.
- [11] 王麟煜, 郑恩明, 陈新华, 等. 干扰阻塞算法衰减区间分析及改善方法研究[J]. 振动与冲击, 2018, 37(14): 108-114, 148.
- [12] 马文妹. 重大自然灾害中基于 BIM 模型的道路重建造价成本控制算法[J]. 灾害学, 2019, 12(2): 67-71.
- [13] 祝志文, 邓燕华. 超高层建筑气动噪声场的大涡模拟[J]. 西南交通大学学报, 2019, 54(4): 748-756.
- [14] 冀占江. 度量 G-空间中强一致收敛条件下混合性的研究[J]. 数学的实践与认识, 2018, 48(11): 237-240.
- [15] 刘硕, 张磊, 李健, 等. 基于历史基线长度减小动态基线向量噪声的方法[J]. 北京理工大学学报, 2017, 37(11): 1205-1210.

Design of Noise Pollution Control Model for Building Construction in Disaster Area

LIANG Xianchao¹ and ZENG Yihua²

(1. Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China; 2. School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: In view of the construction noise in the disaster area, the convergence speed of the constraint index set by the conventional noise pollution control method is too slow, which results in the poor control effect of the pollution range. Therefore, the construction noise pollution control model in the disaster area is designed to achieve

the effective control of the construction noise pollution in the disaster area. First, according to the noise state function, set up the noise pollution control game rules in the construction process; then analyze the noise propagation state to determine the spatial distribution characteristics of noise pollution; finally, decompose the spatial structure of the construction site, and realize the effective control of the construction noise pollution in the disaster area through the convergence degree value. The experimental results show that: compared with the three traditional control methods mentioned in the introduction, the designed noise pollution control model can control the construction noise in a minimum range and reduce the impact of noise pollution on the surrounding environment. It can be seen that the designed control model is more suitable for the noise pollution control in the reconstruction process of the disaster area.

Key words: buildings in the disaster area; construction noise; noise pollution; control model

(上接第 37 页)

- [13] 黄纯玺, 孙晓磊, 侯天宇, 等. 滨海新区 2014-06-22 强对流天气过程分析[J]. 气象与环境科学, 2016, 39(3): 75-81.
- [14] 翁小雄, 吕攀龙. 基于 GBDT 算法的地铁 IC 卡通勤人群识别[J], 重庆交通大学学报, 2019, 38(5): 8-12.
- [15] 韩启迪, 张小桐, 申维. 基于梯度提升决策树(GBDT)算法的岩性识别技术[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2018, 37(6): 1173-1180.
- [16] 怀浩, 刘学, 张龙波, 等. 基于梯度提升决策树的肽碎片离子强度建模[J]. 山东理工大学学报, 2017, 31(2): 64-68.
- [17] 杨威, 张建林, 徐智勇等. 一种改进的 Focal Loss 在语义分割上的应用[J]. 半导体光电, 2019, 40(4): 555-559.
- [18] TahaHoucineKerbaa, Amar Mezache, HoucineOudira. Model Selection of Sea Clutter Using Cross Validation Method[J]. Procedia Computer Science, 2019, 158: 394-400.

Tianjin Strong Convection Disaster Forecast Based on Improved GBDT Model of Focal Loss

LU Zhiying¹, WANG Yongqing¹, SUN Xiaolei² and JIA Huizhen³

(1. School of Electrical Automation and Electronic Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. Tianjin Ocean Center Meteorological Observatory, Tianjin 300074, China; 3. Tianjin Meteorological Observatory, Tianjin 300074, China)

Abstract: Severe convection disasters are the focus of meteorological research. When the weather forecast for severe convection disasters isn't accurate, we will suffer huge loss both from our safety and socio-economic. To solve the problem, we use the surface physics data of Tianjin's surface meteorological observation stations. The data is from 2006 to 2018. In order to research the severe convection problem, we should select the severe convection disasters data and focus on these records. In this paper, first, we reduce the dimension of ground sites data. The dimension reduction method is principal component analysis. Then we use the improved GBDT model based on Focal Loss. Finally, we train the model and test the result by cross-validation. The result shows the model has good performance. This model is better than other models in percent of doom, false alarm rate and critical success index. It can provide us an effective basis for the forecast of strong convective weather in Tianjin.

Key words: severe convection disaster; principal component analysis; focal loss; GBDT model; cross-validation