

防治技术

火电项目噪声协同防治理论及实践研究

葛光荣 郭毅定 李炳宏

(中煤科工集团西安研究院,陕西西安,710054)

摘要:火电行业清洁生产涵盖节能、降耗、减污等措施,是煤炭消费端资源高效利用的有效手段,也是促进煤炭清洁利用的重要途径。在减污方面,噪声问题往往容易被忽视。然而,老矿区因城镇扩张等导致的声环境容量不足往往成为制约项目的最大阻力——迫使企业面临高额治理费用、甚至引发环境搬迁。因此,噪声污染的协同防治已不容小觑。本文以店塔电厂改扩建工程的噪声防治工程为例,探讨相关技术问题,以为类似项目提供借鉴。

关键词:火电厂 噪声 协同防治

中图分类号:X953

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2017)06-0047-05

THEORY AND PRACTICE RESEARCH FOR NOISE COLLABORATIVE PREVENTION AND CONTROL IN COAL-FIRED POWER PLANTS

GE Guang-rong, GUO Yi-ding, LI Bing-hong

(Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering co., LTD., Xi'an, Shaanxi Province, 710054, China)

Abstract: Covering energy saving, clean production, decreasing the consumption, reducing the pollution, Coal-fired power generation is an effective method for efficient utilization of coal, it is also an important way to promote clean utilization. In terms of reducing pollutions, noise problems tend to be ignored. However, in old mining area, caused by urban expansion and so on, sound environmental capacity shortage is becoming the most restriction for designed projects —forcing companies face with high overhead expenses, and even environmental relocation. Therefore, noise pollution collaborative prevention and control has to be reckoned with. This paper will take Dianta power plant as an example, discussing related technical problems, for the purpose of to provide reference for similar projects.

Key words: Coal-fired power plants, Noise pollution control, Collaborative prevention and control.

我国的电煤^[1]消费占比从 1990 年的 25.8 % 逐年攀升至 2013 年的 46.0 %, 尽管 2014 年后出现小幅回落(至 44.8 %)^[2], 但仍然占据煤炭消费市场的半壁江山, 并伴随我国特殊的能源格局^[3]而长期存在。因此, 研究煤炭的清洁高效开发利用,

不仅应着眼于“开发”, 还应重视发电环节的清洁“利用”。电厂噪音污染因具有即时性和局部性^[4]而较为特殊, 特别对改扩建项目而言, 除项目自身对外环境的影响外, 还经常受到外部超标噪声的影响, 导致企业噪声治理难度增大, 甚至面临搬迁。煤炭消费端噪声问题频现, 迫使我们不得不重新审视其预防和控制问题。本文以矿区典型电厂改扩建工程为例, 从现状监测、影响预测、协同治理

收稿日期:2017-05-22

第一作者简介:葛光荣(1980-),男,陕西省永寿县人,高级工程师,主要从事环境工程治理和环评影响评价相关科研工作。

[5] 三个角度深入探讨破解该类问题的技术方法和思路,希望能为类似工程提供借鉴。

1 区域噪声协同防治理论

近年来,协同治理理论已被广泛应用于区域大气污染控制(如PM2.5防治)和水污染控制领域[6-9],但在噪声污染控制方面却并不多见。本文结合工程应用实例,提出将该理论应用于区域噪声污染控制,取得了较好的工程实施效果。区域噪声协同防治总体思路见图1。

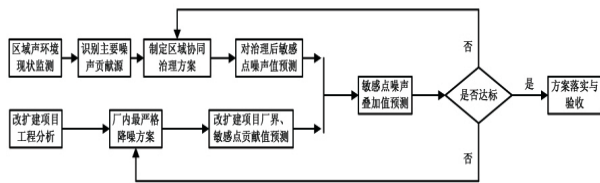


图1 区域噪声协同防治总体思路

通过详细的现状监测,掌握厂界声环境质量现状的同时,分析识别出引起区域噪声超标的主要贡献源,依据达标排放和“谁污染谁治理”的原则确定协同治理方案,并严控拟建项目自身噪声排放水平。区域协同治理后需确保各污染源厂界噪声排放值达标和敏感点噪声叠加值满足对应功能区标准,从而有效解决项目所处区域声环境容量不足的问题。

2 典型案例

2.1 项目概况

店塔电厂改扩建工程(2×660 MW)位于窟野河东岸,东靠神府公路,西临神延铁路,属改扩建性质。拟建项目主生产区西厂界过神延铁路以外为窟野河、东厂界外70 m为山蛮梁村、170 m处为店塔初级中学、东南200 m处为草垛山村。项目四邻关系见图2、主要噪声源分布见图3。项目涉及的声环境保护目标为山蛮梁村、店塔初级中学和草垛山村,详见表1。



图2 厂址四邻关系

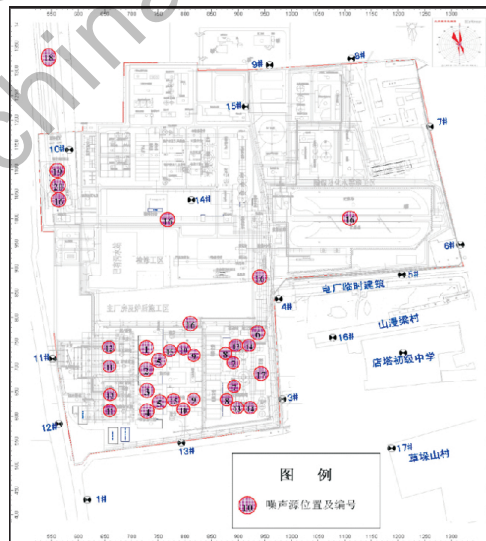


图3 主要噪声源分布

表1 项目声环境保护目标

声环境保护目标	人数(人)	户数(户)	相对方位	距离	执行标准
山蛮梁村	150	45	S	东厂界外 70 m	《声环境质量标准》2类标准: 昼间 60,夜间 50
草垛山村	400	110	SE	东南厂界外 200 m	
店塔初级中学	159	/	E	东厂界外 170 m	

由图1可见,拟建项目南侧为电石厂,北侧紧邻本企业现有神华阳光 2×135MW 机组,再往北

一路之隔为国华电厂,西侧为铁路专用线。由表1可见,项目的东、南侧紧邻村庄和学校,所处声功

能区为工业、居住、文教混杂区。受社会快速发展和城镇扩张等多因素影响，混杂区噪声问题往往具有环境责任不清、管理混乱、噪声现状超标的特点，在我国现阶段具有一定代表性，且在短期内由企业较难自行解决。

监测部门出具的现状监测数据表明：由于区域工业、交通及社会生活噪声叠加影响，厂外敏感点噪声现状值均有超标，表明厂外声环境受到了外源性污染^[10]。根据我国现行法规^[11]，改扩建项目必须确保实施后敏感点达标，否则将无法通过审批。因此项目除自身采取严格降噪措施外，还必须对厂外超标噪声源进行削减，即进行区域噪声协同治理。

店塔电厂改扩建工程面临的主要问题在于：
 ①引起敏感点处噪声超标的主要贡献源不清、环境责任^[12]不明；
 ②学校、村庄的搬迁成本过高，而改扩建项目又较难重新选址；
 ③如何通过协同治理对厂外现有噪声源进行有效削减；
 ④厂外协同治理如何组织实施，相关经费怎样筹措；
 ⑤现有技术条件下，项目噪声控制的工程技术难度大、费用高、实施困难。

2.2 噪声源识别与协同治理

2.2.1 噪声源识别

2.2.1.1 厂外声环境质量现状监测

第一步，对拟建项目厂界及影响范围内的声环境现状值进行监测，摸清项目所在区环境噪声背景值。监测时间为 2014 年 3 月 26、27 日，4 月 8、9 日，区域环境背景监测方案见图 4。

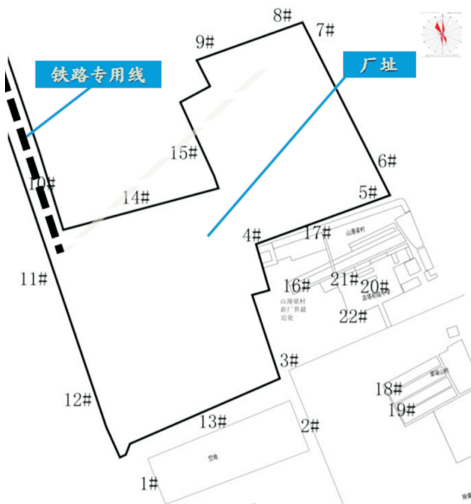


图 4 厂界噪声背景值监测布点



图 5 区域污染源调查监测布点

第二步，对所在区域可能引起敏感点噪声超标的主要贡献源^[13]神华阳光 2×135MW、神东电力店塔电厂、电石厂等噪声影响区域进行连续 24h 监测，摸清评价区主要噪声贡献源。监测时间为 2015 年 6 月 9 日~6 月 10 日。测试人员将整个噪声影响区域分为 115 个等大的正方形网格 (50×50 m)，每个网点中心距地面 1.2 m 处布设一个监测点，区域污染源调查监测方案见图 5。

2.2.1.2 监测结果统计及主要贡献源识别

采用 Matlab 软件对监测数据拟合分析，最终得到的厂外噪声昼夜监测结果见图 6 和图 7。

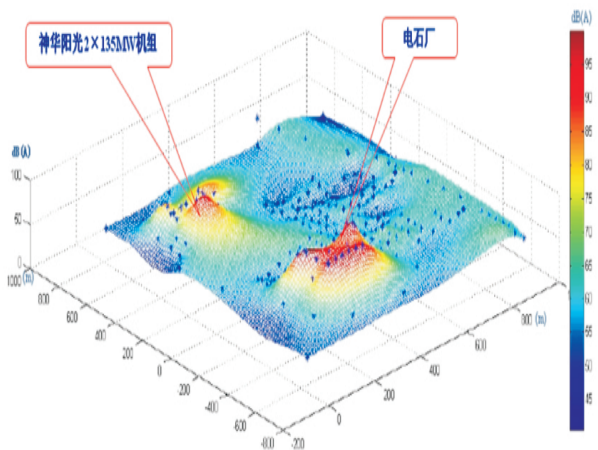


图 6 昼间区域噪声三维等值视图

山蛮梁村,店塔初级中学,草垛山村三处噪声敏感点噪声现状值均超出《声环境质量标准》(GB3096-2008)中规定的2类声功能区噪声标准要求,即昼间 ≤ 60 dB(A),夜间 ≤ 50 dB(A);

神华阳光2×135MW机组噪声对区域环境噪声贡献值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定的2类声环境标准,即昼间 ≤ 60 dB(A),夜间 ≤ 50 dB(A);

115处监测点的统计结果显示引起敏感点夜间噪声超标的主要贡献源是电石厂,其噪声辐射通过自然衰减向北侧依次递减,噪声影响整体分布为南侧较大、北侧较小;

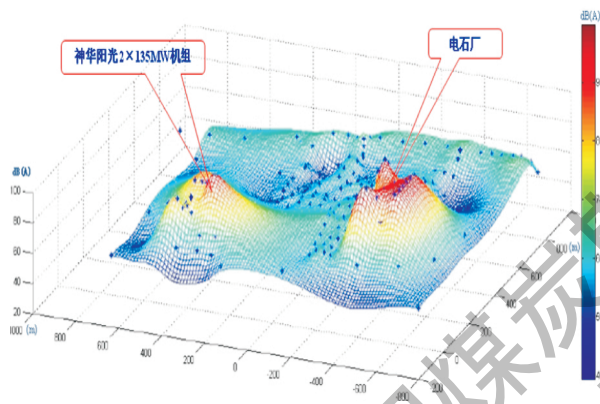


图7 夜间区域噪声三维等值视图

电石厂声源主要特点为中低频噪声,声能较大、传播距离远、衰减较慢。对山蛮梁村、店塔初级中学及草垛山村影响较大,对店塔初级中学道路区域噪声贡献值最小为2.5dB(A);

电石厂低频噪声传播特点为空间上整体垂直方向分布,声波能量在无障碍物情况下按距离衰减较慢,影响范围较为广泛。如遇反射面,其声波能量会在发射面叠加增强,造成二次声源继续传播;反射面处噪声值增大,影响较为严重。

2.2.2 协同治理方案

2.2.2.1 厂外主要污染源治理方案

引起敏感点夜间超标的主要贡献源是电石厂噪声。为实施区域污染源消减,需要对电石厂等主要噪声贡献源进行有效控制(表2),同时对其余噪声源采取必要的协同治理。

根据表2可知,电石厂主要噪声源通过采取隔声、吸声等治理措施后,源强普遍降低了10~25dB(A),上述措施技术上可行,可显著降低电石

厂对区域环境的噪声污染。

对厂外主要污染源协同治理后预测敏感点处的噪声背景值见表4。

表2 电石厂主要噪声源削减方案

所在区域	设备名称	现状声压级 dB(A)	削减方案的降噪措施	治理后声压级 dB(A)
电石炉区域	电石炉	≥ 90	设置墙面吸声结构、安装隔声门窗、设置通风消声器、墙面孔洞密封	≤ 65
	鼓风机	≥ 95	可拆卸式隔声罩	≤ 70
	引风机	≥ 95	可拆卸式隔声罩	≤ 70
余热锅炉及附属设备区域	锅炉本体	≥ 90	更换设备	≤ 75
	引风机	≥ 85	可拆卸式隔声罩、管道隔声包裹	≤ 75
	排气放空	≥ 110	安装专用消声器	≤ 100
焦炭烘干区域	烘干机	≥ 90	安装隔声门窗、设置通风消声器墙面孔洞密封	≤ 75
	热风炉	≥ 85	设置墙面吸声结构、安装隔声门窗、设置通风消声器、墙面孔洞密封	≤ 75
煤炭输送区域	鼓风机	≥ 90	采供隔声板围护结构	≤ 75
	引风机	≥ 80		≤ 75
	输送栈桥	≥ 85		≤ 70
筛分室区域	转运站	≥ 80	设置墙面吸声结构、安装隔声门窗、设置通风消声器、墙面孔洞密封	≤ 70
	筛分室	≥ 90		≤ 80
除尘风机区域	除尘风机	≥ 95	安装可拆卸式隔声罩	≤ 80
	各种水泵电机	≥ 90	安装可拆卸式隔声罩	≤ 80

备注:主要噪声源位置见图2,图中编号与表中“序号”对应。

2.2.2.2 厂内噪声治理方案

考虑到项目所处区域为工业、居住文教混杂区,且厂外敏感点现状噪声超标,为实现项目实施后厂界达标排放和厂外敏感点较改扩建前不增加,在原设计所提噪声防治措施的基础上,需委托专业机构制定噪声专项治理方案,具体见表3。

根据表3可知,拟建工程从设备选型、声源治理及围护结构阻隔等方面均进行了系统优化,采取了非常严格的降噪措施,从而有效降低了项目自身对外环境的噪声污染。采用CadnaA软件预测拟建项目的噪声影响结果见图8和表4。预测结果表明,拟建项目除西厂界略有超标外,其余厂界和敏感点均实现达标排放。西厂界临近空冷岛,进



图8 店塔电厂改扩建工程噪声等直线分布

表 3 店塔电厂改扩建工程噪声治理措施统计

序号	噪声源及其高度	运行台数(台)	噪声特性	设备降噪措施及降噪后声压级 dB(A)	噪声源围护结构及高度(m)	治理后维护结构外 1m 声压级 dB(A)
1	汽轮机	2	中低频	基础减振,隔声降噪后 80	汽机房采取吸声、隔声等建筑措施(33.6)	≤65
2	发电机	2	中低频			
3	真空泵	6	中低频	基础减振 85	煤仓间封闭,采取吸声、隔声等建筑措施(85)	≤70
4	给水泵	6	中高频	基础减振 85		
5	磨煤机	12	中低频	基础减振 85	碎煤机室装隔声门窗,采取吸声、隔声等建筑措施(43)	≤65
6	碎煤机	2	中低频	基础减振、加装隔声罩壳,厂房内墙体吸声及吊顶吸声 85		
7	空压机	7	中低频	消声器、基础减振 85	空压机装隔声罩,厂房装隔声门窗(3.5)	≤60
8	引风机	4	中低频	基础减振,安装消声器和隔声包敷层后 85	引风机室装隔声门窗(13.5)	≤60
9	送风机	4	中低频			
10	一次风机	4	中低频		小间封闭(4.5)	≤65
11	主变压器	2	中低频	/		≤70
12	空冷岛	2×56	中高频	采用大直径低噪音叶片风机,增加风机叶片数量、宽度,降低风机转速等(72)	空冷平台采用维护压型钢板(平台高 45~59.33),对应厂界声屏障:长 380m×高 8m;	≤72
13	浆液循环泵	8	中低频	基础减振 85	泵房封闭(9.71)	≤60
14	氧化风机	6	中低频	加装消声器、隔声罩,基础减振 85	氧化风机房装隔声门窗,进排风消声器(3.5)	≤60
15	锅炉排汽口	2 个	中高频	消声器厂家自带 105	(85.5)	≤105
16	输煤栈桥	6 段	中低频	基础减振 82	廊道密闭,采用隔声窗	≤65
17	脱硫石灰石球磨机	2	中低频	基础减振,筒体阻尼减振隔声,内壁与衬板之间铺设弹性缓冲器,筒体外壳上作浮筑卡箍式隔声套 85	安装隔声门窗,东厂界设隔声屏障:长 200m×高 8m	≤60
18	铁路专用线	开行 3.3 对/日	中低频	无缝轨道,Ⅰ型混凝土轨枕,碎石道床;	/	轨道中心线 30m 处 ≤67 dB(A)
19	翻车机	1	中低频	选择低噪声设备减振	隔声、消声	≤70
20	牵车台	1	中低频	/	隔声、消声	≤65

一步治理难度较大。考虑到超标区无声环境敏感点,由企业申请当地规划和环境保护主管部门同意在此区域划定了噪声防护距离。

2.2.3 实施效果

综合考虑厂内外协同治理,预测敏感点叠加值见表 4。预测点布置在厂外代表性区域(同时作为竣工验收监测点),位于建筑物围墙外 1m、距地面 1.2 m 处。

表 4 区域噪声协同防治后敏感点噪声预测值 单位:dB(A)

预测点位		治理后背景值		拟建项目贡献值		叠加值		增加值[Δ]	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
山蛮梁村	最近处	48.4	48.3	44.5	49.9	49.8	1.5	1.5	
	北边界	46.9	45.4	40.9	47.9	46.7	1.0	1.3	
草垛山村	西北角	48.3	48.1	42.2	49.3	49.1	1.0	1.0	
	西南角	48.4	48.2	42.0	49.3	49.1	0.9	0.9	
店塔初级中学	教学楼 1 层	43.0	42.5	40.7	45.0	44.7	2.0	2.2	
	教学楼 2 层	43.2	42.7	40.8	45.2	44.9	2.0	2.2	
	西北角	45.6	45.6	39.0	46.5	46.5	0.9	0.9	
	西南角	46.5	46.3	41.6	47.7	47.6	1.2	1.3	

注:敏感点执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准:昼间 60 dB(A),夜间 50 dB(A)。

由表 4 可见,通过区域噪声协同治理,各敏感点昼夜噪声叠加值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准要求,确保了拟建项目的顺利实施。

3 结论

外源性噪声污染往往导致改扩建项目自身治理难度增大,且因涉及内外部协同治理而较难操作实施。案例通过监测数据分析识别厂外主要贡献源,依据标准确定协同治理方案,在此基础上严控项目自身排放水平,用噪声协同防治理论成功

(下转第 46 页)

过前两级次氯酸钙的氧化,仍有约 3 000 mg/m³ 的 NO₂ 进入第三级吸收塔,此部分约有 87 % 的 NO₂ 被尿素吸收;当初始浓度继续增大到 10 000 mg/m³ 时,约有 6 000 mg/m³ 的 NO₂ 进入三级吸收塔,只有接近 50 % 的 NO₂ 被尿素吸收。由图 12 可知,在初始氮氧化物浓度为 1 000 mg/m³ 时,系统的脱硝效率接近 100 %;而当初始氮氧化物浓度增大到 5 000 mg/m³ 及 10 000 mg/m³ 时,系统的脱硝效率分别下降为 88.5 % 和 62.2 %。

4 结论

本试验以一套四级串联填料塔为主体反应器,采用前置次氯酸钙氧化、后置尿素吸收的方式,进行了工业锅炉高浓度氮氧化物的湿法脱除研究,得到了以下几点结论:

(1) 随着气流速度的增大,NO 氧化效率和 NO₂ 吸收效率均减小,气流速度在整个氧化吸收过程中起到了决定性作用。

(2) 随着液气比、次氯酸钙浓度和尿素浓度的增大,NO 氧化效率和 NO₂ 吸收效率均有不同程度的提高,液气比对氧化、吸收效率的提升效果更为显著。

(3) 酸性条件下,NO 的氧化效率随 pH 的增大而减小;碱性条件下,NO₂ 的吸收效率随 pH 的增大而增大。pH 对 NO 氧化过程的影响大于 NO₂ 吸收过程。

(4) 在 NO_x 浓度约为 5 000 mg/m³,其中 NO₂/NO_x 为 60 %,气体流速为 0.1 m/s,液气比为 25 L/m³,次氯酸钙浓度为 1 mol/L,尿素浓度为 15 wt%,氧化塔 pH 为 2,吸收塔 pH 为 12 的条件下,取得的最佳脱硝效率为 88.5 %。

参考文献

- [1] 郝吉明,马广大,王书肖. 大气污染控制工程[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [2] 郝润龙. 燃煤烟气中 SO₂、NO 和 Hg₀ 一体化控制实验研究[D]. 华北电力大学(河北),2015.
- [3] 张艳,王硕,王博. 燃煤工业锅炉氮氧化物的排放控制技术[J]. 中国环保产业,2011(3):40-43.
- [4] 锅炉大气污染物排放标准 (GB13271-2014)[S]. 环境保护部,2014.
- [5] 王惠挺,郭瑞堂,高翔,等. 利用 NaClO₂/CaCO₃ 浆液同时脱硫脱硝的试验研究[J]. 热力发电,2013,42(1):41-44.
- [6] 王莉,吴忠标. 湿法脱硝技术在燃煤烟气净化中的应用与研究进展[J]. 安全与环境学报,2010,10(3):73-77.
- [7] 尹凤交. 尿素/Ca(ClO)₂ 湿法同时脱硫脱硝技术的试验研究[D]. 山东大学,2010.
- [8] 杨一理. 尿素与氧化剂复合吸收液同时脱硫脱硝试验研究[D]. 浙江工业大学,2013.
- [9] 刘畅,崔向丽,邓徐顿,胡文胜. 湿法烟气脱硫液气比的影响因素及参数确定[J]. 电力科技与环保,2010(3):22-23.
- [10] 肖灵,程斌,吴忠标,等. 次氯酸钠湿法烟气脱硝及同时脱硫脱硝技术研究[J]. 环境科学学报,2011,31(6):1175-1180.
- [11] 韩少强. 不同添加剂对提高尿素同时脱硫脱硝效率的研究[D]. 天津大学,2015.

(上接第 51 页)

解决了所处区域声环境容量不足的问题,避免了大规模的环境搬迁。

实践证明,区域噪声协同防治理论值得进一步研究和推广。

参考文献

- [1] 李巍巍. 不确定条件下电煤供应链协调的机制设计及评价方法研究[D]. 哈尔滨工业大学,2016.
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴-2016 [M]. 中国统计出版社,2016.
- [3] 王建民,杨文培,杨力. 双赢目标约束下中国能源结构调整测算[J]. 中国人口资源与环境,2016,26(3):27-36.
- [4] 田文超. 燃煤电厂环境保护现状及对策探析 [J]. 经营管理者,2014(28):394.
- [5] 王诗宗. 治理理论及其中国适用性[M]. 浙江:浙江大学出版社,2009:201.

- [6] 李胜. 跨行政区流域污染协同治理的实现路径分析[J]. 中国农村水利水电,2016,(01):89-93.
- [7] 魏娜,赵成根. 跨区域大气污染协同治理研究——以京津冀地区为例[J]. 河北学刊,2016,36(01):144-149.
- [8] 梁亮,陈益凤. 水污染协同治理机制研究:以甬江水污染治理为例[J]. 宁波广播电视大学学报,2015,13(01):55-58.
- [9] 唐兵,杨旗. 协同视角下的湖泊水污染治理 [J]. 理论探索,2014(05):86-89.
- [10] 李一平,逢勇,吕俊,梁梅. 外源性污染对太湖梅梁湾水质影响的定量化[J]. 城市环境与城市生态,2004,17(01):5-8.
- [11] HJ/T2.4-1995, 中华人民共和国环境保护行业标准,环境影响评价技术导则声环境[S].
- [12] 聂伟. 环境认知、环境责任感与城乡居民的低碳减排行为[J]. 科技管理研究,2016(15):252-256.
- [13] 徐猛,张俊红,李基芳,何伟举,翟乃斌. 基于单一源求逆法的排气噪声对车内噪声贡献量分析 [J]. 噪声与振动控制,2013,33(5):64-66,76.