

我国3条高速公路隧道污染状况调查^{*}

王明年 翁汉民 关宝树

(西南交通大学地下工程系, 成都 610031)

摘要 为了控制高速公路隧道内的空气和噪声污染, 对中梁山、梧桐山和七道梁隧道进行了现场调查. 结果表明, 机械通风可以有效地控制隧道内的空气污染. 隧道内的主要噪声源是交通流, 其所产生的噪声远超过规范值, 因此, 应积极开展隧道减噪技术研究.

关键词 高速公路隧道, 空气污染, 噪声污染, 机械通风.

高速公路隧道内的污染主要包括汽车排放的有害气体、烟尘和噪声3种^[1, 2]. 目前, 关于高速公路隧道内的污染情况已有一些报道^[3], 如 J. P. Marsault 等对公路隧道内污染分布情况进行量的测. 国内对黄埔江隧道进行的透过率和有害气体浓度测定等, 都为高速公路隧道的污染控制提供了宝贵的资料. 但对较长的山岭高速公路隧道, 特别是对不同通风方式下高速公路隧道的污染情况还没有人做过调查^[4, 5],

为此进行了本研究.

1 现场实测概况

1.1 实测隧道概况

在全国选择了有代表性的较长的成渝高速公路上的中梁山隧道、深圳罗-沙公路上的梧桐山隧道和甘肃川-甘公路上的七道梁隧道进行研究, 其基本情况见表1.

1.2 实测内容

表1 3座隧道基本情况

隧道名称	线别	长度/m	坡度/%	营运条件	通风方式
中梁山隧道	左线	3165	+ 1.30	单向行驶	竖井吸出+ 射流风机
	右线	3103	- 1.27	单向行驶	全射流风机纵向式
七道梁隧道		1560	+ 2.0%, - 0.5%	双向行驶	全射流风机纵向式
梧桐山隧道		2314	+ 1.497%	双向行驶	半横向通风方式

(1) 洞内有害气体浓度测试 主要测试了CO 浓度, 用德国产 AUER TOX-PEN CO 检测仪, 量程 0—1250mg/m³ (可调), 精度 1.25mg/m³, 测试地点选在CO 浓度最大处, 按《公路隧道设计规范》规定: 正常状态允许值为小于 187.5mg/m³, 阻塞状态允许值为小于 312.5mg/m³ (15min 以内).

(2) 洞内烟尘浓度测试 公路隧道的烟尘浓度用光透过率来表示, 光透过率是光线在污染空气中的透过量与在洁净空气的透过量之比.

式中, E 、 E_0 分别为同一光源通过污染空气和洁净空气后的照度.

透过率的量测选用 SH-1 型光透过率仪, 量程 5%—100%, 精度: 满量程为 5%, 测定光路长度为 100m, 测试地点选在烟尘浓度最大处. 光透过率与舒适度的关系见表2.

《公路隧道设计规范》规定: 正常状态光透过率允许值大于 60%, 阻塞状态光透过率允许值大于 40% (15min 以内).

$$\tau = E/E_0 \quad (1)$$

^{*} 国家“八五”重点科技攻关项目(编号: 85-403-24)
收稿日期: 1996-11-20

表2 光透过率与舒适度

光透过率 τ / %	舒适度
60	空气洁净
50	稍有烟尘
40	舒适度下降
30	不愉快的环境

(3) 洞内噪声测试 选用 SH5633 型数字声级计, 其性能符合国际电工委员会标准 IEC651(1979) 规定, 在隧道内距路面 1.8m 左右高度的噪声敏感区设置测点, 按《环境监测技术规范》的测试方法, 每隔 5s 连续取 200 个瞬时 A 声级数据, 测量时间分昼间和夜间 2 部分, 为确保量测的准确可靠, 测量前用 ND9 型声级校准器进行校准, 测量完毕后再进行复校, 复校结果小于 2dB(A)。

(4) 其它相关内容测试 高速公路隧道内污染受很多因素影响, 主要有车流量、车流组

表3 中梁山隧道空气、噪声污染影响因素调查和透过率、CO 浓度测定结果

项目	左线						右线			
	双向交通		单向交通		交通阻塞		单向交通		交通阻塞	
	实测值	设计值	实测值	设计值	实测值	设计值	实测值	设计值	实测值	设计值
小时交通量/ 辆·h ⁻¹	589	579	500	500	500	500	1001	1001	1001	1001
行车速度/ km·h ⁻¹	40~60	40	40	40	10	10	40	40	10	10
汽油车比例/ %	62.56	83	65.05	83	65.05	83	73.17	83	73.17	83
柴油车比例/ %	37.44	17	34.95	17	34.95	17	26.83	17	26.83	17
大型车比例/ %	49.50	18	37.50	18	37.50	18	33.33	18	33.33	18
小型车比例/ %	50.50	82	62.50	82	62.50	82	66.67	82	66.67	82
满载车比例/ %							45.08	75	45.08	75
空载车比例/ %							54.92	25	54.92	25
自然风速/ m·s ⁻¹	1.22	~ 2.5	1.23	~ 2.5	1.37	~ 2.5	1.50	~ 2.5	1.53	~ 2.5
隧道内风速/ m·s ⁻¹	3.31	4.11	4.08	5.28	3.48	3.96	5.34	5.88	4.43	4.41
透过率 τ / %	62.7	48	80	48	45.6	40	70	48	60	40
CO 浓度/ mg·m ⁻³	85	187.5	52.5	187.5	242.5	312.5	67.5	187.5	212.5	312.5

由表3可以看出, 中梁山隧道, 在各种运营工况下, 烟尘浓度和 CO 浓度都达到了《公路隧道设计规范》(JT J026-90) 的要求, 说明, 长度在 3km 左右的公路隧道采用纵向式通风是可靠的和有效的, 这为公路隧道控制污染提供了成功的经验。

表3说明, 烟尘浓度和 CO 浓度的实测值与设计值差距很大, 这主要是由于车流组成和自

成、风量、风速、气象参数、自然风参数、通风设备等, 为此, 在进行有害气体浓度、烟尘浓度、噪声测试外, 同时还进行了这些项目的量测。

2 高速公路隧道内烟尘浓度和有害气体浓度实测结果分析

2.1 中梁山隧道烟尘浓度和有害气体浓度实测结果分析

中梁山隧道为我国目前最长的公路隧道, 其左线为上坡隧道, 右线为下坡隧道, 通风方式见表1, 隧道正常情况下为单向交通, 特殊情况下可临时改为双向交通, 为了对中梁山隧道污染情况有一个全面了解, 实测中考虑了3种工况, 即正常营运、交通阻塞、双向交通, 实测结果列于表3。

然风速等基本参数实测值与设计值相差较大造成的, 为此, 应积极开展车流组成和自然风速等基本参数的调查研究, 使设计值逼近真实值, 从而使高速公路隧道通风设计可靠、安全、经济。

2.2 七道梁隧道烟尘浓度和有害气体浓度实测结果分析

七道梁隧道为双向交通隧道, 通风方式采用纵向式, 实测结果列于表4。

由表4可以看出,当风机全部打开后,烟尘浓度和CO浓度都达到了《公路隧道设计规范》(JTJ026-90)的要求,并且有一定的安全储备。

表4 七道梁隧道透过率(τ)和CO浓度实测结果

测序	交通量 / 辆 · h ⁻¹	透过率τ/ %	CO浓度/ mg · m ⁻³
1	203	76.5	42.13
2	188	78.0	38.00
3	166	76.2	37.63
4	117	70.1	36.00
5	88	89.2	41.63
6	78	87.3	10.00
7	128	77.5	13.25
平均	138	79.3	31.25

2.3 梧桐山隧道烟尘浓度和有害气体浓度实测结果分析

梧桐山隧道,为双向交通隧道,是我国目前运营中最长的采用半横向通风方式的公路隧道,实测结果列于表5。

表5 梧桐山隧道透过率(τ)和CO浓度实测结果

测序	交通量 / 辆 · h ⁻¹	透过率τ/ %	CO浓度/ mg · m ⁻³
1	1242	80.5	44.63
2	1226	70.43	47.71
3	1312	70.70	41.50
平均	1260	73.88	44.61

由表5可以看出,当风机全部打开后,烟尘浓度和CO浓度都达到了《公路隧道设计规范》(JTJ026-90)的要求。因此是安全可靠的。

表6 隧道内各种情况噪声测试结果/ dB(A)

测项	射流风机开启			射流风机关闭	
	无交通流 风机噪声	昼间交通与 风机混合噪声	夜间交通与 风机混合噪声	昼间交通 噪声	夜间交通 噪声
实测值	75.3- 81.6	88.7- 90.0	84.6- 85.8	88.9- 89.9	84.2- 84.6
最大值	81.6	90.0	85.8	89.9	84.6
最小值	75.3	88.7	84.6	88.9	84.2
计权平均值	79.5	89.4	85.2	89.4	84.4

表7 洞外噪声测试结果

距洞 口距 离/ m	昼间		夜间	
	交通噪声 / dB(A)	交通量 / 辆 · h ⁻¹	交通噪声 / dB(A)	交通量 / 辆 · h ⁻¹
0	83.0		79.9	
15	77.9	300	72.3	50
30	75.4		69.5	

3 高速公路隧道内噪声实测结果分析

高速公路隧道内噪声测试方法是:按能量平均求出每个测点的平均声功率级,计算方法如式(2)。

$$L_w = 10 \lg(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i}) \tag{2}$$

式中, n 为取样总数; L_i 为第 i 次读取的 A 声级。

为了解噪声产生的原因,分别测试了单独射流风机的噪声、射流风机和交通流共同产生的混合噪声,同时测试了高速公路隧道洞口外噪声对附近居民点的影响,其结果列于表6。

《城市区域环境噪声标准》(GB3096-93)规定:道路交通干线两侧区域环境噪声标准值为昼间70dB(A),夜间55dB(A),由表6可以看出,高速公路隧道内的噪声远超过了这一标准。

由表6还可以看出,交通流产生的噪声是主要的,风机产生的噪声是次要的,由于夜间交通流小,昼间交通流大,因此,夜间噪声小,昼间噪声大。对于附近有居民点的高速公路隧道,其噪声将对居民生活产生影响,为此,进行了洞外噪声测试,结果列于表7。

由表7可以看出,洞口外30m 噪声仍超过《城市区域环境噪声标准》(GB3096-93)规定,但与洞内相比,已有显著减小。

在隧道内,噪声对司乘人员影响不大,一是车辆通过隧道时间短,二是车辆通过隧道时可将车窗关闭,可使车内噪声降低。但对维修养护人员影响较大,因此要对高速公路隧道噪声污

染进行深入研究,使其噪声达到《城市区域环境噪声标准》(GB3096-93)的规定值。

4 结 论

(1) 所测3个隧道的空气质量都达到了设计要求。

(2) 长大公路隧道空气污染控制技术主要是采用机械通风,从所实测的隧道看,纵向射流通风技术不但投资少、耗能低,而且控制隧道内空气污染效果也好,因此应大力推广。

(3) 高速公路隧道内烟尘浓度和CO浓度的实测值与设计值差距很大,这主要是由于车流组成和自然风速等基本参数实测值与设计值相差较大造成的,为此,应积极开展车流组成和自然风速等基本参数的调查研究,使设计值接近真实值,从而使高速公路隧道通风设计可靠、

安全、经济。

(4) 长大公路隧道噪声污染严重,噪声污染源主要是交通流,因此应积极开展高速公路隧道减噪技术研究。

(5) 高速公路隧道的噪声将对附近居民生活产生影响,因此应在高速公路隧道附近设置隔音墙等。

参 考 文 献

- 1 《公路隧道设计规范》(JTJ026-90)
- 2 日本道路公团道路トンネル技術基準(通风篇). 1993: 7
- 3 AERODYNAMICI AND VENTILATION OF VEHICEL TUNNELS, The 7th International Symposium on Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels. Brighton, UK: 1991: 27- 29
- 4 山田真久. 长大道路トンネルの换气计划. 空气调和. 卫生工学, 1989, 6(7): 71- 93
- 5 定正行. 长大道路トンネルの换气. 自动车技, 1988, 4(10): 33- 42

欢迎购阅《环境影响评价专辑》

由国家环保局环境工程评估中心组编的《环境影响评价专辑》已经以《环境科学》1996年增刊出版,该专辑共128页20万字,内容包括可持续发展的战略性环评、环评有效性探讨、区域环评、建设项目环评、生态环评、风险评估、费用效益分析以及完善环评制度的科学探讨和国内外经验介绍等。本专辑从即日起在评估中心和《环境科学》编辑部同时发售,欢迎环保界同仁和对环境影响评价感兴趣的读者购阅本专辑,并欢迎提出您宝贵的意见以利于改进工作。

购书办法: 邮购或上门购买
定价: 15元/ 册(包括邮费)
购书地址与联系人: (1) 北京市2871信箱,《环境科学》编辑部 万维纲
邮政编码: 100085
电 话: 62925511—2138
(2) 北京市安外大羊坊8号国家环保局环境工程评估中心 路振山
邮政编码: 100012
电 话: 64232255—268或278

Viaduct. Chen Ziming (Department of physics, Ocean University of Qingdao), Liu Weiming et al. (Environmental Monitoring Centre, Qingdao): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (3), 1997, pp. 41_44

The popular response to the traffic noise of elevated highway or viaduct in the Qingdao City was investigated using simultaneous doing method of questionnaires and noise measurements. The variations of subjective annoyance value and sleep interference rate with the effective noise level was analysed. The difference in the subjective annoyance values and sleep interference rates of population of different groups was pointed out and the difference in their subjective response before and after the construction of an elevated highway or viaduct.

Key words: traffic noise, elevated highway or viaduct, subjective response, subjective annoyance value, sleep interference.

Reformed Methane Conversion of Carbon Dioxide over Co/Al₂O₃ Catalyst. Fei Jinhua, Lu Haihua et al. (Institute of Catalysis, Hangzhou University, Hangzhou 310028): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(3), 1997, pp. 45_46

In this paper, the effect of Co content, pre-treatment conditions, space velocity and reaction temperature on the performance of methane reformed to synthesis gas by carbon dioxide over Co/Al₂O₃ catalysts has been investigated. It was found that Co/Al₂O₃ catalyst with Co content of 13% (wt) (i. e. 13% wtCo/Al₂O₃) showed the best reform activity, decreasing space velocity and increasing reaction temperature improved the conversion of methane and carbon dioxide. Catalysts also showed the best activity at reduced temperature at 400 °C. The CO/H₂ ratio of yields increased with the space velocity increasing, decreased with reduced temperature and reaction temperature increasing. When enough Co content is loaded on Al₂O₃ (eg. 13% wtCo/Al₂O₃), catalysts will appear longer life and stability of activity.

Key words: methane, carbon dioxide, synthesis gas, catalyst, reform, Co/Al₂O₃.

Basic Study on Neural Active Noise Barrier of Distributed & Coordinated Multi-Channels.

Chengxiang Tan and Songling Zhao (The Institute of Acoustics, Tongji University, Shanghai 200092): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (3), 1997, pp. 47_49

The height, material, architecture, weight of the noise barrier are constrained by the landscape requirement and load-bearing frame, which deepens the deficiency of the conventional noise barrier in low frequency wide band noise diffraction and transmission. To im-

prove the performance of the conventional noise barrier, neural active noise barrier of distributed and intelligently coordinated multi-channels is presented. The adaptive nonlinear control vector in time and space domains is self-organized by the proposed compound neural network to drive the distributed secondary sources array optimized. Multiobjectives optimization is adopted. Through training, at first, the neural network optimizes the geometrical distribution of the sensors and secondary sources, in order to synthesize the suitable noise reducing space distribution and reduce the hardware cost; secondly, the structure of the neural controller is simplified. At last, the reserved connection weights get precisely optimized. The scheme is demonstrated to be applicable especially for wide-band and large area noise barrier.

Key words: noise control, noise barrier, neural network.

Chinese Expressway Tunnel Pollution and Control. Wany Mingnian, Wong Hanmin, Guan Baoshu (Dept. of Underground Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(3), 1997, pp. 50—53

In order to control air pollution and noise pollution in expressway Tunnel, i. e. Zhong Liangshan Tunnel, Wu Tongshan Tunnel and Qi Daoliang Tunnel were studied, the site test result showed that machinery ventilate control effectively air pollution in tunnel, source of noise is traffic flow, their noise go beyond the values of standard, so it is important to study on technique reduced noise pollution.

Key words: expressway tunnel, air pollution, noise pollution, machinery ventilate.

Experiments on Long Term Stability of Road Tile Made from Chromium-Bearing Slag. Wang Yongzeng et al (China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(3), 1997, pp. 54_56

By adding 20% chromium-bearing slag into base materials of making brick, the brick sample was sintered in the required geometric shape under the given temperature. The size of sintered base sample was measured and the associated Cr water solubility test made before and after sintering. The sample was tested in leaching liquid under variable conditions. Based on the experiment results data, the leaching rate is 0.8×10^{-7} cm/d and the accumulative leaching fraction is 1×10^{-4} cm/d, the stability of Cr in base sample was determined and therefore such method of treating chromium slag was considered feasible and practicable.

Key words: chromium-bearing slag, road tile,