

# 某铁路隧道空气细菌污染调查

杨秀竹, 雷金山, 王星华, 黄迎华

(中南大学铁道校区土木建筑学院岩土及地下工程研究中心, 湖南 长沙 410075)

**摘要:**通过对某双线电气化铁路隧道内空气细菌污染状况的调查, 结果表明, 隧道内空气不同程度地受到细菌污染, 其细菌数与隧道深度有较强的正相关性, 与湿度也有一定的正相关性, 与温度(23 ℃~ 36 ℃)有一定的负相关性。指出, 隧道内无阳光照射, 气温变化小, 空气流动性差, 阴暗潮湿的环境有利于微生物生长繁殖, 并可能影响隧道内作业人员、列车司乘人员和旅客的身体健康。

**关键词:** 铁路隧道; 细菌污染; 调查

中图分类号: X520 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2004)03-0021-02

## Bacterium Pollution's Review in Air of A Railway Tunnel

YANG Xiuzhu, LEI Jirshan, WANG Xinghua, HUANG Yinghua

(Rock and Underground Engineer Research Center, Civil Construction School, Center-south University (Railway Park), Changsha, Hunan 410075, China)

**Abstract:** Bacterium pollution in air of a railway tunnel was reviewed. The result indicated that air was polluted by bacterium, and the amount of bacterium had great positive correlation with the depth of tunnel, and had a certain positive correlation with the humidity, and had negative correlation with temperature (23 ℃ ~ 36 ℃). In tunnel, there had no sunshine, temperature change was small, and the mobile air was little. So the environment was suitable for the growth of bacterium. It was bad for human's health.

**Key words:** Railway tunnel; Bacterium pollution; Review

目前, 我国已建成通车的铁路隧道 5 000 余座, 总延长 2 500 km, 隧道内无阳光照射, 气温变化小, 空气流动性差, 阴暗潮湿的环境有利于微生物生长繁殖。因此, 调查隧道内空气细菌污染状况, 分析其影响因素, 有利于促进隧道内卫生条件的改善, 防止疾病传播, 保障隧道养护工人、列车司乘人员及旅客的身体健康。

### 1 调查方法

#### 1.1 监测点位

此次调查的是某双线电气化铁路隧道, 长约 700 m, 高约 8 m, 日通过列车流量 116 对。设采样点 5 个, 其中洞内采样点 4 个, 分别为: 距离南洞口 100 m 处, 距离南洞口 200 m 处, 距离南洞口 350 m 处, 距离北洞口 100 m 处; 在北洞口外 100 m 处另设 1 个采样点。每个采样点均采集 5~ 6 个

样品。

#### 1.2 分析方法

为检验隧道内空气细菌中有无致病菌或条件致病菌, 所采集的样品中有 4 个样品的培养基为血液琼脂培养基, 而其他 1~ 2 个样品的培养基为普通琼脂。

采用沉降平板法采集样品<sup>[1, 2]</sup>。将采样平皿放置在采样点, 打开皿盖, 接菌 15 min, 盖皿盖, 并记录当时温度、湿度及通车情况。将接菌后的细菌平皿放入培养箱, 37 ℃ 培养 24 h, 计算生长菌落数。选择代表菌落移接斜面培养供镜检, 选择可能是致病菌或条件致病菌的菌落作进一步生化鉴定。空气中细菌数根据奥梅梁斯基公式进行计算:

收稿日期: 2003-08-21; 修订日期: 2004-02-02

作者简介: 杨秀竹(1972—), 女, 山东莱州人, 工程师, 博士研究生, 从事隧道与地下工程的研究工作。

$$n = 1\,000 / (A / 100 \times t \times 10 / 5) \times N$$

式中:  $n$  ——空气中细菌数,  $m^{-3}$ ;

$A$  ——所用平板面积,  $cm^2$ ;

$t$  ——平板暴露于空气中的时间,  $min$ ;

$N$  ——培养后平板上的细菌菌落数, 个。

### 1.3 评价标准

根据空气卫生标准<sup>[3]</sup>, 清洁空气: 细菌数低于  $4\,500\ m^{-3}$ ; 正常空气: 细菌数为  $4\,500\ m^{-3} \sim 7\,000\ m^{-3}$ ; 污秽空气: 细菌数高于  $7\,000\ m^{-3}$ 。

## 2 调查结果

隧道内空气细菌总数及污染状况见表 1。

表 1 隧道内空气细菌总数及污染状况

采样地点	样品数	细菌数范围 / $m^{-3}$	平均数 / $m^{-3}$	温度 $t / ^\circ C$	相对湿度 / %	污染程度
北洞口外 100 m	6	2 716~ 7 847	5 244	36.0	25	正常
距离北洞口 100 m	5	5 734~ 9 582	7 545	23.3	87	轻度污染
距离南洞口 350 m	6	21 503~ 52 438	37 888	23.6	86	严重污染
距离南洞口 200 m	5	9 054~ 17 504	13 143	24.8	74	中度污染
距离南洞口 100 m	6	10 638~ 27 313	14 952	26.1	74	中度污染

由表 1 可见, 隧道内空气细菌平均数均  $> 7\,000\ m^{-3}$ , 其中优势菌为革兰氏阴性菌, 未发现致病菌和条件致病菌。距离洞口越远, 细菌数量越多, 隧道中点处的细菌数量最多, 平均数量为  $37\,888\ m^{-3}$ 。隧道内从北到南, 温度逐渐上升, 相对湿度减小。隧道内外温差大, 相对湿度差别也大。

### 3 细菌总数与隧道深度、温度、湿度的相关性分析<sup>[4]</sup>

对监测数据统计分析, 得到隧道内空气细菌总数与各影响因素之间的相关性。隧道内空气细菌总数与各影响因素的相关性见表 2。

表 2 隧道内空气细菌总数与各影响因素的相关性

影响因素	深度	细菌总数	温度	湿度
深度	( $r$ <sup>①</sup> ) 1.0	0.919 87	- 0.683 33	0.674 69
	( $p$ <sup>②</sup> ) 0.0	0.023 6	2.035	0.211 5
细菌总数	( $r$ ) 1.0	- 0.485 05	0.509 31	
	( $p$ ) 0.0	0.407 6	0.380 8	
温度	( $r$ ) 1.0	- 0.994 6		
	( $p$ ) 0.0	0.000 5		
湿度	( $r$ ) 1.0			
	( $p$ ) 0.0			

①  $r$  为相关系数; ②  $p$  为相关性为零时的概率。

由表 2 可见, 隧道深度与细菌总数的相关系数为 0.919 87, 说明两者具有较强的线性正相关性; 细菌总数与湿度的相关系数为 0.509 31, 说明两者也具有一定的线性正相关性; 细菌总数与温度 ( $23\ ^\circ C \sim 36\ ^\circ C$ ) 的相关系数为 - 0.485 05, 说明两者具有一定的线性负相关性。

## 4 结论

隧道内空气不同程度地受到细菌污染, 其细菌总数与隧道深度具有较强的正相关性, 与湿度也有一定的正相关性, 与温度 ( $23\ ^\circ C \sim 36\ ^\circ C$ ) 有一定的负相关性。隧道内无阳光照射, 气温变化小, 空气流动性差, 阴暗潮湿的环境有利于微生物生长繁殖, 并可能影响隧道内作业工人、列车司乘人员和旅客的身体健康。

### [参考文献]

[1] 黄民主, 关 岚. 某大学学生宿舍空气中细菌污染情况调查 [J]. 环境与健康杂志, 1994, 11(6): 256 - 258.  
 [2] 姚志麒. 环境卫生学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1995.  
 [3] 奚旦立, 蒋展鹏. 环境监测 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998, 740 - 741.  
 [4] 盛 骤. 概率论与数理统计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.

本栏目责任编辑 李文峻