

琿乌高速公路沿线降噪景观参数化设计

赵彦博¹ 孙明阳^{1,2}

1 吉林建筑大学 艺术设计学院 2 中国科学院东北地理与农业生态研究所

DOI:10.12238/ems.v4i1.4789

[摘要] 高速公路降噪措施研究的热点正逐步由人工降噪设施的景观化转向景观本身的降噪功能研究。以降噪为主要目标的景观称为“降噪景观”。在对琿乌高速公路噪声测量的基础上,提出降噪目标,并通过合理组织受声点与路基形式、沿线地形及林带宽度,计量各类景观要素的噪声衰减,提出了降噪景观设计方案及相关设计参数,为类似的道路降噪景观工程提供参考。

[关键词] 降噪景观; 参数化设计; 高速公路

中图分类号: TB476 **文献标识码:** A

Parametric Design of Noise-reducing landscape along Hunchun-Ulanhaote Expressway

Yanbo Zhao¹ Mingyang Sun^{1,2}

1 College of Art and Design, Jilin Jianzhu University

2 Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences

[Abstract] The hot spot of highway noise reduction measures research is gradually shifting from the landscaping of artificial noise reduction facilities to the research of noise reduction function of the landscape itself. The landscape with noise reduction as the main goal is called "noise reduction landscape". Based on the noise measurement of Hunchun-Ulanhaote Expressway, the noise reduction target is proposed, and the noise attenuation values of various landscape elements are measured by reasonably organizing the sound-receiving points and the form of roadbed, the topography and the width of forest belt along the route, and the noise reduction landscape design scheme and related design parameters are proposed to provide reference for similar road noise reduction landscape projects.

[Key words] noise reduction landscape; Parametric Design; highway

前言

随着“环境友好”型交通理念的不断深入和人们审美意识的逐步提高,高速公路的降噪措施也在悄然发生着变化。传统墙式声屏障的降噪效果无疑是最佳的,但其紧邻路侧的平行式排列,极易给司机造成压抑感,在噪声污染并不严重的城郊段显然并不适用;公路的路基形式也能起到一定的降噪效果,应该给予充分的考虑,如高填方所形成的路堤,由于路肩的阻挡,使得边坡脚外形成了一定面积的声影区,而挖方所形成的路堑,其本身就具有声屏障的作用;公路沿线绿化林带的降噪功能也受到学者的重视,其降噪功能的计量研究越来越科学、细致了。总之,高速公路降噪措施的研究热点正在由人工降噪设施的景观化转向景观本身的

表1 受声点情况及测量点数

样地编号	受声点	与公路垂直距离(m)	与公路的方位	监测长度(km)	测量点(对)
1	小五队村	53	路南侧	0.4	5
2	黑林子村	60	路北侧	0.5	6
3	郭家屯	28	路南侧	0.6	7
4	东湖镇	40	路南侧	1.5	16
5	大兴村	20	路北侧	0.8	9
6	大八道沟村	60	路南侧	1.0	11
7	下嘎村	10	路南侧	1.0	11
8	八二村	20	路北偏东	0.8	9

降噪功能研究^[1-3]。

本文将这种以景观为主体组合而成的,以降噪为目标的景观称为“降噪景观”,并探索性地思考如何重新组织这些景观要素,使其以尽可能少的工程建设发挥出尽可能多的降噪功能。当前,公路沿线降噪景观的组织还缺乏明确的理论

支撑与计量方法。本文在对琿乌高速公路噪声测量的基础上,提出降噪目标,并通过合理组织受声点与路基形式、沿线地形及林带宽度,计量各类景观要素的噪声衰减,提出了降噪景观设计方案与相关设计参数,实现了降噪目标,为类似的降噪景观工程提供参考。

1 研究区概况

珲乌高速公路(珲春-长春段)由东到西依次经过图们、延吉、安图、敦化、蛟河、吉林,全长460多公里(图1)。全线地处吉林省东部的长白山区与西部平原地区的过渡地带,海拔高度137-400m,植被类型丰富^[4]。区域属于大陆季风气候,四季分明,年平均气温5.1℃,年均降水量655mm,年平均风速4.5m/s^[5]。

公路设计行车速度120km/h,车道宽度2×2×3.75m,路基宽度25.5m^[6]。经调查,公路穿越村屯的段落长度总计35km,占线路总长度的7.6%,沿线有一部分村屯距离公路过近,成为感受噪声污染的主要受声点(见表1)。

2 研究方法

2.1 受声点的确定与噪声测量方法

公路噪声测量集中在2019年5、9、11月份和2020年2月份进行,具体时间为工作日的上下班高峰期,避开交通不规律的节假日,且无雷电雨雪天气,风速在4.5m/s以下。沿高速公路采用分层取样法进行测量,即先人为选取目标段落,再在各段落中定距取样。自长春东互通立交(125.4671°E, 43.8985°N)至高速公路珲春收费站(130.2801°E, 42.8583°N),选取远离主城区且距离公路较近的村屯作为目标段落。全线共设段落8个,如图1所示。

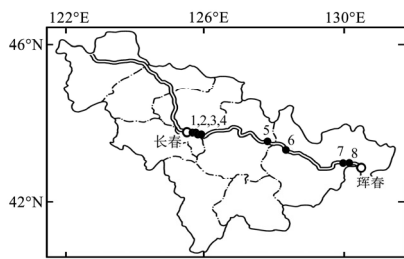


图1 噪声污染监测位置(受声点)图

各段落内,每间隔0.1km选择一对测量点,分别位于道路两侧的路肩处。每个样地的位置及测量点数详见表1。噪声测量仪器为HS6288B型噪声频谱分析仪,测量前使用HS6020型声校准器校正,测量时声级计距地面的垂直距离为1.2m,每次测量时间为1min,时间计权特性设为F(快反应)。

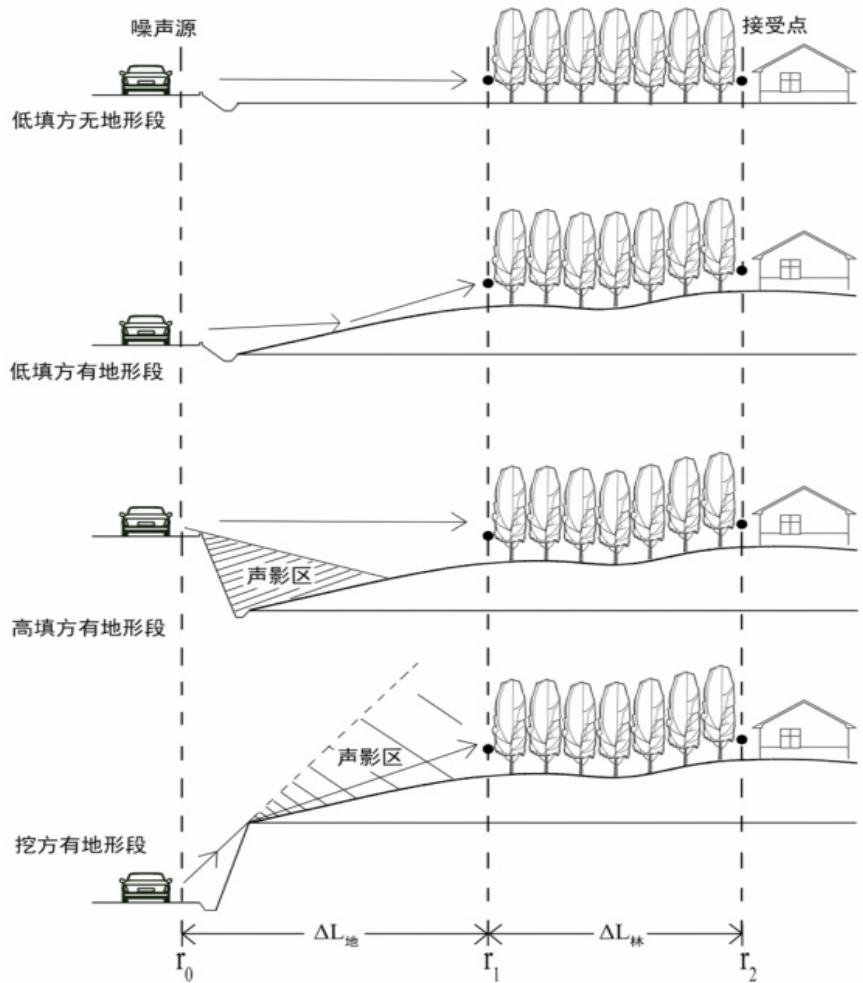


图2 珲乌高速公路沿线降噪景观基本模式图

表2 珲乌高速公路沿线降噪景观基本数学模型

段落类型	景观模式数学模型
低填方无地形段	$\Delta L_{景} = \Delta L_{距} + \Delta L_{林}$
低填方有地形段	当 $\Delta L_{距} + \Delta L_{地} < L_{路} - L_{限}$ 时 $\Delta L_{景} = \Delta L_{距} + \Delta L_{地} + \Delta L_{林}$
高填方有地形段	当 $r_{影} > r_2$ 时, $\Delta L_{景} = \Delta L_{影} + \Delta L_{距} + \Delta L_{地} + \Delta L_{林}$ 当 $r_{影} < r_2$ 时, $\Delta L_{景} = \Delta L_{距} + \Delta L_{林}$
挖方有地形段	当 $\Delta L_{影} + \Delta L_{距} + \Delta L_{地} < L_{路} - L_{限}$ 时, $\Delta L_{景} = \Delta L_{影} + \Delta L_{距} + \Delta L_{地} + \Delta L_{林}$

表3 珲乌高速公路村屯区段噪音监测数据(dB)

样地编号	1	2	3	4	5	6	7	8
噪声强度	72.44	74.21	73.43	72.41	71.56	69.32	70.46	68.43

表4 低填方无地形段与高填方有地形段的降噪景观横断面宽度(m)

接受点距离(r_2)	≥95	90	85	80	75	70	65	60	55	≤51
林带宽度(r_2-r_1)	无需设计	4	9	14	19	25	31	37	44	满载

2.2 降噪设计目标值的确定

运用差值法进行景观声衰减量($\Delta L_{景}$)的计算。依据《声环境质量标准》(GB3096

-2008),居民住宅属于1类声环境功能区,对其昼间的环境噪声限值为55dB($L_{限}$)。因此,景观的降噪目标值是由测量所得

的公路噪声值($L_{路}$)减去环境噪声限值($L_{限}$),即:

$$\Delta L_{景} \geq L_{路} - L_{限} \quad (1)$$

当然,在噪声污染并不严重的区段要充分考虑到距离的声衰减。当距离声衰减($\Delta L_{距}$)没有达到设计目标时,才会考虑降噪景观的设计。即,使公式①成立的前提条件为:

$$\Delta L_{距} < L_{路} - L_{限} \quad (2)$$

2.3 路基类型与降噪景观基本模式

根据高速公路路基类型及沿线景观特征,在公路与声敏感点之间由景观所产生的声衰减量,通常由距离声衰减($\Delta L_{距}$)、路基障碍声衰减($\Delta L_{影}$)、地形声衰减($\Delta L_{地}$)、林带声衰减($\Delta L_{林}$)所组成,即:

$$\Delta L_{景} = \Delta L_{距} + \Delta L_{影} + \Delta L_{地} + \Delta L_{林} \quad (3)$$

在降噪景观的各元素中,林带无论是靠近声源还是接受点,都能很好的衰减噪声。但从视觉景观效果上看,远离公路的且与地形、村屯相互交织的林带景观更加自然、和谐,因此在本案中将在林带靠近噪声接受点。结合珲乌高速公路路基与沿线景观的具体情况,降噪景观的基本模式图与数学模型见图2和表2。

2.4 降噪景观要素的声衰减量计算

声音既是一种时间现象,也是一种空间现象,总是在特定的时间上发生在特定的空间环境之中^[7]。有景观必然存在空间,因此空间中声音的距离衰减也是景观的功能之一。依据珲乌高速公路的交通量及评价规范^[8],距离声衰减 $\Delta L_{距}$ 的计算公式为:

$$\Delta L_{距} = 15 \lg \frac{r_2}{r_0} \quad (4)$$

式中, r_2 为等效行车道中心线至接受点的距离(m); r_0 为等效行车道中心线至参照点的距离, $r_0=7.5m$

珲乌高速公路沿线多为低山丘陵,噪声声波越过草地等疏松地面传播,因此本案选可用下式计算地面吸收声衰减量^[8]:

$$\Delta L_{地} = 4.8 - \frac{2h_m}{d} \left(17 + \frac{300}{d} \right) \quad (5)$$

式中, d 为声源到接受点的距离(m); h_m 为传播路径的平均离地高度(m), $h_m = \text{面积}F/d$ (图3)。

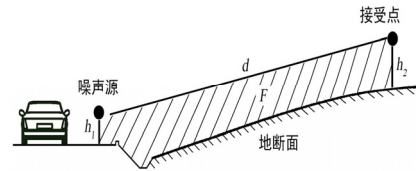
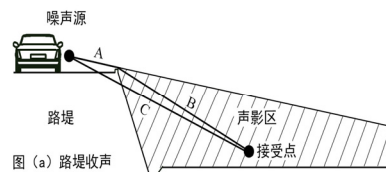
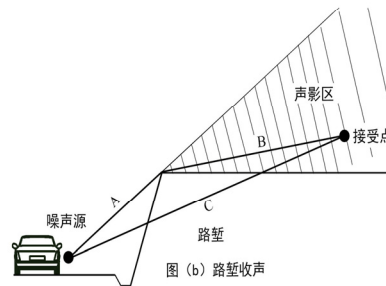


图3 地形吸收声衰减示意图



图(a) 路堤收声



图(b) 路堑收声

图4 路基障碍吸收声衰减示意图

路基障碍声衰减($\Delta L_{影}$)即为受声点在路堤或路堑两侧声影区引起的绕射声衰减量,其计算公式如下^[9]:

$$\Delta L_{影} = \begin{cases} 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{1-t^2}}{4 \arctan \frac{1-t}{1+t}} \right], & \text{当 } t = \frac{40\delta}{3c} \leq 1 \text{ 时} \\ 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{t^2-1}}{21\pi + \sqrt{t^2-1}} \right], & \text{当 } t = \frac{40\delta}{3c} > 1 \text{ 时} \end{cases} \quad (6)$$

式中, f 为声波频率(Hz),本文采用500Hz; δ 为声程差(m),由图4可知, $\delta = A+B-C$; c 为声速(m/s)。

林带声衰减($\Delta L_{林}$)按下式计算^[10]:

$$\Delta L_{林} = 0.01f^{1/3} (r_2 - r_1) \quad (7)$$

式中, f 为声波频率(Hz); r_2 为受声点到声源的距离(m); r_1 为声源到最近林带边缘的距离(m)。

3 结果与分析

3.1 公路噪声监测结果及降噪设计目标值

各村屯样地的监测数据取算数平均值(见表3)。珲乌高速公路村屯区段噪声平均强度为71.53dB,介于68.43-74.21dB之间;以平均强度为例,带入公式①计算出降噪目标值为16.53dB;把公式④中的 $\Delta L_{距}$ 带入公式②,得到需要降噪景观设计的前提条件为受声点到声源的距离(r_2)要小于95m。

3.2 降噪景观横断面宽度

把现场的测量尺寸带入公式⑥,如图4(a)所示,得到高填方的声影区 $r_{影} \leq 48m$ 。在大于48m的范围内,高填方有地形段与低填方无地形段的降噪景观类型基本相同,故把二者合并到一起考虑。由相应的降噪景观数学模型(表2)计算出低填方无地形段与高填方有地形段的降噪景观横断面宽度见表4。

同理,由相应的降噪景观数学模型得出,在低填方有地形段当 $53 < r_2 < 95$ 时,有微地形即可满足降噪目标,其横断面宽度如下:

接受点距离(r_2)	≥ 53	50	45	40	≤ 37
林带宽度(r_2-r_1)	无需设计	5	16	28	满载

把现场的测量尺寸带入公式⑥,如图4(b)所示,在挖方段的声影区范围内,若需要采取降噪措施,受声点到声源的距离必须在17m以内。而珲乌高速公路全线挖方段落两侧均没有如此近距离的村屯建筑,故在本案中不用考虑挖方段落的降噪设计。

3.3 降噪景观的高度

降噪景观要素中,可调控高度的要素有地形和林带。在工程实践中,地形一般维持原貌,本案中地形的平均坡度为 15° ;林带的高度在一定范围内影响其顶部绕射声衰减量,可参照声屏障计算公式来确定。据此,珲乌高速公路两侧林带高度不应低于路面7m^[11]。这一高度,在实际工程中很容易实现。

3.4 降噪景观的长度

降噪景观要素中,林带的长度最容易调控。从平面布置上看,为避免噪声绕射,林带应在受声点与道路之间多延伸出一定的长度。一般认为,林带长于受声点60 m时能提供最大的衰减^[1]。

4 结论与讨论

本文以珲乌高速公路为例,充分考虑沿线已有的景观要素的降噪功能,再通过调控林带的宽度、高度和长度,合理组织景观要素,实现降噪目标。当前,降噪景观之所以受到国内外学者的广泛关注,不仅仅是因为降噪景观在降低声压级方面体现了对环境的低影响开发,而且景观中的自然声能大大提高人们的声舒适度,这是声景观研究的一项热点。

[基金项目]

吉林省教育厅“十三五”科学技术项目“珲乌高速公路(珲春—长春段)沿线生态景观模式研究”(JJKH20170252KJ)。

[参考文献]

- [1]秦晓春,刘殊,黄裕婕.高速公路景观性噪声控制设施设计技术研究[J].公路交通科技(应用技术版),2010(10):465-469.
- [2]张玮晨.生态屏障对干线公路两侧声环境降噪效果的探析[J].噪声与震动控制,2011(4):128-131.
- [3]李霞.城市道路噪声预测与景观性控制技术研究[D].重庆:重庆交通大学,2013.
- [4]王东福.长吉图开发开放先导区生态环境保护对策研究[D].长春:吉林大学,2012.
- [5]吉林省地方志编纂委员会.吉林省志·气象志[M].长春:吉林人民出版社,2012.
- [6]新华社.长吉图大通道贯通吉林珲春至图们高速建成通车[EB/OL].中央政府门户网站,http://www.gov.cn/jrzq/2010-09/27/content_1710979.

[7]刘爱利,刘福承,邓志勇,等.文化地理学视角下的声景研究及相关进展[J].地理科学进展,2014,33(11):1452-1461.

[8]JTGB03-2006,公路建设项目环境影响评价规范[S].中华人民共和国交通运输部,2006.

[9]HJ2.4-2009.环境影响评价技术导则声环境[S].中华人民共和国环境保护部,2009.

[10]张晶,郭小平,王宝,等.绿化带降噪机理及模型研究进展[J].热带亚热带植物学报,2013,1(4):381-388.

[11]袁玲.公路林带声衰减量及其应用研究[D].西安:长安大学,2009.

作者简介:

赵彦博(1982--),男,汉族,辽宁辽阳人,博士,硕士研究生导师,讲师,吉林建筑大学艺术设计学院,研究方向:风景园林规划设计及理论。

中国知网数据库简介:

CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节点”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。