

文章编号: 1002-0268 (2004) 03-0124-04

苏嘉杭高速公路声屏障设计与建造及其关联问题的处置对策

蒋恩惠¹, 尚晓东², 魏显威², 邵社刚², 王健²

(1. 苏嘉杭高速公路建设指挥部, 江苏 苏州 210015; 2 交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 声屏障是降低公路交通噪声的环保工程措施。如何在充分发挥其降噪功能的同时, 使其达到结构稳定、材料环保、与周围景观协调, 是声屏障设计与工程实施必须统一协调处置的关键。作者通过对苏嘉杭高速公路高架桥段声屏障工程设计与承建全过程遇到的关联技术问题, 提出处置思路及实施对策, 进行总结与分析, 用以探讨如何提高声屏障设计及工程实施的水平, 以兹借鉴。

关键词: 声屏障; 交通噪声; 建造; 对策

中图分类号: U412.366

文献标识码: A

Noise Barriers Design and Countermeasures for Relevant Issues for Sujiahang Expressway

JIANG En-hui¹, SHANG Xiao-dong², WEI Xian-wei², SHAO She-gang², WANG Jian²

(1. Headquarters of Sujiahang's Express, Jiangsu Suzhou 210015, China;

2. Research Institute of Highway, Beijing 100088, China)

Abstract: Building highway noise barriers is practical method to mitigate traffic noise in environmental engineering. It's important to harmonize the measures of traffic noise reduction, reinforcing structure, using environment friendly materials and creating dainty landscape in design and building of highway noise barriers. Through synthetic analysis of the relevant issues, noise barriers was designed and built for viaduct of Sujiahang's expressway. The authors purposed countermeasures to advance engineering and design of highway noise barriers.

Key words: Noise barriers; Traffic noise; Construct; Countermeasure

公路声屏障是一种通过控制交通噪声传播途径来降低噪声的有效环境工程措施, 由于其结构简单、实用、技术可行, 能有效降噪, 相对公路主体工程投资很小而被广泛采用。在尽可能发挥降噪功能的同时, 如何确保其结构稳定、材料环保、景观协调, 是摆在声屏障设计与建设者面前的重要问题, 也是提高声屏障设计与工程施工质量的关键。

本文分析和探讨了声屏障设计与施工中的关键技术问题, 力使声屏障在更好地发挥降噪效果的同时, 达到设计与施工协调统一, 满足结构稳固、景观协调及材料环保的综合要求。

1 声屏障设计

声屏障设计的关键是对降噪效果、结构、景观与材料等方面设计的通盘考虑与有机结合。苏嘉杭高速公路声屏障设计要点如下。

1.1 声屏障的降噪效果明显

声屏障降噪的途径主要是对噪声的吸收和屏蔽。声屏障设计原理为: 根据噪声防护对象(居民房屋、学校教室等声环境敏感点)确定声屏障的长度、高度, 并合理搭配吸、隔声屏体的位置布置, 对近距离声源进行吸收与屏蔽, 对远距离声源进行屏蔽。苏嘉

杭高速公路声屏障长 700 延米, 高出桥面 3.7m (混凝土护栏高 0.7m), 基本满足保护对象防护的要求, 同时选择高 0.5m, 厚 10cm 的微孔吸声板 (吸声量 ≥ 0.8 、开孔率 $\geq 30\%$) 作为其下部材料; 高 2.5m, 厚 9.5mm 的 GE 聚碳酸酯板 (隔声量 $\geq 29\text{dB}$, 全透明) 作为其上部材料, 这种布置有利于解决对路面近距离噪声的吸收和对远距离噪声的屏蔽, 发挥其屏蔽和吸声功能。

1.2 声屏障的结构稳固

声屏障的结构设计主要考虑在风荷载作用下, 声屏障基础、上部结构及其连接部位的牢固和稳定性。在风荷载的长期作用下为保证其基础的牢固性, 就要根据不同结构的基础及与主体工程构筑物 (混凝土护栏等) 的连接形式, 分别选取受力对象进行研究分析。苏嘉杭高速公路声屏障的基础是直接将钢支架锚固于混凝土护栏顶端, 混凝土护栏就成为受力研究对象。声屏障所受风载是额外加载于混凝土护栏上的, 在理论上验算混凝土护栏受力情况时, 应该将最大抗撞击荷载与外加风荷载进行组合, 以确保声屏障外加的风荷载对混凝土护栏稳定性的不利影响在合理范围内。对于声屏障上部结构的稳定性, 要分两部分进行受力分析。一部分是钢支架体的整体稳定性, 主要的验算指标是挠度 $\leq 1/300$, 通过它来确定采用钢支架的尺寸及型号; 另一部分是钢支架体与混凝土护栏连接部位的强度, 在混凝土护栏稳定的条件下, 这一强度直接影响到声屏障基础的牢固性, 其安全系数一般 ≥ 1.5 , 其设计采用普通螺栓种植于混凝土护栏顶部, 单根螺栓的抗拔力为 3.9kN, 普通螺栓屈服强度为 6.6kN; 螺栓植入深度一般为 $15 \sim 20d$ (d 为螺栓直径), 其设计为直径 20mm 螺栓, 植入深度为 30cm, 均符合结构设计要求。

1.3 景观与美学和谐统一

苏嘉杭高速公路被誉为天堂之路, 其对路域景观的要求极为苛刻, 而声屏障又设置在通过苏州市东港新区段的高架桥上居民居住较为集中的右侧, 原有的周边景观较为协调, 为了尽量减少对原有路域景观的干扰, 同时力求给原有景观创造一道靓丽的风景, 势必要求声屏障建筑达到与高架桥景观及周边景观的协调一致, 并具有美学特色。要达到上述要求就要从声屏障的设置部位、钢支架的造型、屏体材料的布置样式几方面综合考虑。此段声屏障设置于混凝土防撞护栏顶端, 有利于其线形与高架桥线形协调; 钢支架选择直立型, 简化造型的曲线, 减少对原有路域景观的干扰; 屏体材料以透明材料作为主体 (3m 高屏体,

其中 2.5m 为全透明), 并在透明材料黄金分隔点附近设置一条钢腰线加以装饰, 增添其整体造型线条变化, 使整个声屏障造型简洁明快, 融合于周围景观之中, 在降低交通噪声影响的同时为高架桥增添了一道靓丽的风景, 参见图 1。



图 1 苏嘉杭高速公路声屏障设计景观效果图

1.4 声屏障选用材料的环保要求

声屏障选用的材料必须符合环保要求, 即抗老化和不会造成二次污染。早期吸声材料所使用的填充物为岩棉, 岩棉是一种致癌物质, 易形成粉末状物质飘散在空气中, 对环境造成二次污染。本段声屏障下部吸声构件采用离心玻璃棉作为填充物, 有效的杜绝了材料的二次污染, 同时所采用的橡胶体均为热塑弹性体, 密塞性好、抗老化时间长。

1.5 声屏障的经济实用性

声屏障的经济性不只是单纯考虑造价, 应该对其性价比进行综合分析, 考虑声屏障工程在建设及使用期的综合成本。使用坚固耐用的材料可以减少更换、修理等持续性费用, 大大降低在公路营运期间对其进行修补所产生的经济损失。实用性主要是指使用寿命, 做好各构件的防腐处理将延长使用寿命。在苏嘉杭高速公路声屏障设计中使用聚碳酸酯板, 可防止桥面飞溅石子对它造成破坏, 延长使用寿命; 对钢构件采用热镀锌处理然后喷塑基本能够达到 10 年以上的防腐效果。

通过对以上声屏障设计要点的论述表明, 理顺设计思路, 找到有机结合的切入点, 才有可能设计出较为理想的声屏障。

2 声屏障建造

声屏障建造过程不仅是对设计图纸的执行, 同时也应是设计与实践的有机结合, 体现对设计的一种延伸和深化。建造过程固然有它自身的运作规律, 但也应该结合实际情况不断进行补充和完善, 开拓思路, 优化施工方法。不断开发灵便实用的新机具, 以确保

安全施工和工程进度。

2.1 制定切实可行的施工组织实施方案

依据施工现场情况确定切实可行的施工组织实施方案至关重要。当施工条件较为复杂，施工组织设计难以体现时，就需要切合实际对施工组织设计进行调整。其所做的调整应围绕着抓紧工程进度进行。合理的安排工程进度就要对影响工程进度的诸多因素进行合理安排。比如先是创造进场施工条件，安排施工队伍准时进场，并事先调研好材料加工周期，尽量做到材料加工时间充裕，保证加工质量，避免施工中停工待料和窝工现象的发生；其次要做好接续工种的调度，使施工始终有序的顺畅进行；第三，考虑自然天气情况（暴风、暴雨等）及其它不可避免的人为因素而造成停工的影响，必要时要果断地采取安全和保证质量的措施，从治本上加快进度，以保证工期。苏嘉杭高速公路声屏障在施工过程中就出现过上述情况，通过及时加以处理解决，合理调整计划进度，采取切实措施协调各方面的工作，最终保证了工期。

2.2 选择和优化施工工艺及方法

在确保施工质量的前提下，因地制宜选择合理的工程施工工艺和优化安装、吊装施工方法是建造优质工程的重要环节。苏嘉杭高速公路声屏障适宜设置在混凝土护栏顶部，因此需要在只有 240~250mm 宽的护栏顶部上钻两排孔（排孔距 135mm）用于预埋锚固螺栓。如果按常规使用电锤（冲击钻）设备钻成直径 28mm、深 300mm 的孔，若其成孔后孔外边缘距混凝土边缘只能达到 45mm，远小于规范规定的 70mm 的要求；同时电锤容易破坏混凝土护栏的表面。基于上述原因，必须采用其它施工工艺。经过多方论证，最后采用水钻进行钻孔，既满足了设计要求，又保护了混凝土护栏的美观。

另外，声屏障各组件重量较轻，施工工作面小，采用重型机械（如吊车）进行吊装难以灵活运转，加快施工进度。所以，根据实际改变原定施工方法，自行设计制作了吊装设备（挑杆吊装机，吊高 6.8m，起重 200kg）；为了便于施工人员安装屏体，还设计制作了安装设备（保安护栏架，工作平台高 2.0m，长 2.5m，手扶护栏高 1.4m），安全方便，在安装过程中起到决定性作用，大大提高了工作效率。

选择和优化施工工艺及施工方法，有助于解决施工现场出现的问题，保证工程质量，降低施工成本，提高工作效率。

2.3 通过现场试验对关键部位进行质量控制

苏嘉杭高速公路声屏障的基础采用植筋形式，预

埋螺栓通过螺栓孔填充胶体，粘接于混凝土护栏上。胶体（CGM 钢筋锚固胶）的力学性能直接影响声屏障基础的牢固，因此在植筋前对其采用 CGM 钢筋锚固胶的锚固强度进行了现场检测试验。其试验结果见表 1。

CGM 钢筋锚固胶锚固强度现场试验结果表 表 1

序号	螺栓设计强度 (kN)	螺栓屈服强度 (kN)	拉拔力 (kN)	试验现象
1	57 (180MPa)	66 (210MPa)	66 (210MPa)	螺栓完好，无向上位移
2	57 (180MPa)	66 (210MPa)	68 (217MPa)	螺栓螺纹发生微小变形，无向上位移

通过关键部位拟用材料的现场试验，验证材料性能，确保工程实施的安全，也是施工过程保证质量的有效方法。

对待施工过程中出现的问题，应该依据实际情况，确定务实的施工计划，选择合理有效的施工工艺，必要时对关键工艺及材料进行实地验证，掌握一手材料，优化整个施工过程，提高效率，保证工期。

3 声屏障设计与建造关联问题的处理对策

声屏障设计与建造的关联问题是指设计中未能充分说明的诸多问题，而在建设过程中出现异议或现场出现设计差异，需要施工过程对设计意图进行落实及优化的内容。处理这些问题应该坚持以下原则，才能对完成声屏障工程起到积极作用。

3.1 严格遵循设计原则选择优化施工方案

在设计中，对某些问题只是提出原则性的规定，有时会产生异议，这样就需要根据现场情况进行施工方案的优化选择。苏嘉杭高速公路声屏障部分材料采用复合材料声屏障，需要进行防腐设计，但由于没有现成的标准对其进行规定，所以只对钢支架的防腐设计提出进行热镀锌处理，并没有具体提出采用热镀锌工艺还是喷塑工艺的板材防腐工艺。施工对设计意图产生歧义后，综合分析两种工艺均可行，但对比工艺及材料耗损，发现喷塑更为简便，所以最终采用喷塑工艺，既节省成本，又达到设计要求。

3.2 严格遵循设计原则及时处理设计与现场施工的差异

由于施工现场的情况变化，可能对设计的某些部分要依据实际情况进行必要调整，如为避让灯杆基础，钢支架基础就需要调整间距，而不能满足已设计制作的 2m 标准段成件，及时错开预埋基础位置，将

出现的异型块控制在灯杆附近,做到合理避让,解决了声屏障的整体协调与美观问题。

3.3 严格遵循设计原则及时检查监督施工实施

施工实施中,由于声屏障尚未制定统一的国家标准或规范作为设计、施工和监理的依据,常常遇到因所采用的标准(规范)的不一致,造成分歧和矛盾。因此需要科学合理的举措加以协调和处理,以确保工程质量和工期。

4 结语

(1) 在声屏障设计与建造过程中,如果分别由不同单位(或部门)承担设计与建造,除按有关规范标准组织实施外,及时解决好设计与建造及其关联问题,是快速高效、高质量建成声屏障工程的关键。

(2) 声屏障设计的关键是在尽可能发挥其降噪功能的同时,确保其结构稳定、材料环保、景观协调。

只有理顺设计思路,找到有机结合的切入点,才可能设计出较为理想的声屏障。

(3) 声屏障建造过程应是设计与实践的有机结合,体现对设计的一种延伸和深化,对关键环节的控制,对保证工程质量和工期具有重要意义。

参考文献:

- [1] HITEC. Guide-lines for Evaluating the Performance of Highway Sound Barriers [S]. American: 1996
 - [2] 魏显威, 尚晓东. 高速公路声屏障设计中几个问题的探讨. 公路交通科技, 2002, 19(6): 184-186
 - [3] 交通部公路科学研究所. 苏嘉杭高速公路(江苏段)声屏障工程投标设计施工验收资料文件汇编[C]. 北京: 北京中交环通园林工程技术有限公司, 2002
 - [4] 刘书套, 叶慧海, 等. 高速公路环境保护与绿化[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001-10.
 - [5] 沈毅, 李聚轩. 高速公路声屏障设计工程力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
-
- (上接第91页)析及分类分级处理。在此基础上构建了安全可靠模型,为道路交通安全保障体系的建立奠定了一定的基础。
- 参考文献:
- [1] 张殿业, 等. 乘务员动视力及相关指标判别[J]. 铁道学报, 2000(3).
 - [2] 张殿业. 机车乘务员安全可靠评价模式[J]. 铁道学报, 1999(1).
 - [3] 张殿业, 等. 驾驶员动态视野与行车安全可靠[J]. 西南交通大学学报, 2000(3).
 - [4] 张殿业, 等. 汽车驾驶员暗适应能力与夜间安全行车分析[J]. 中国公路学报, 1999, 12(4).
 - [5] Brown I D. Driver Fatigue [J]. Human Factors, 1994, 36: 298-314.
 - [6] Hicks T G, Wienwille W W. Comparison of Five Mental Workload Assessment Procedures in a Moving Base Driving Simulator [J]. Human Factors, 1979(1): 129-143.
 - [7] 张殿业. 机动车驾驶员身心条件规范[S]. 四川省技术标准监督局, 1999.
 - [8] 黄龙森, 编著. 统计分析软件SAS应用教程[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1995.
 - [9] 张殿业. 驾驶员反应能力与最高时速的安全可靠性分析[J]. 中国公路学报, 1998, 11(1).
 - [10] 王武宏, 曹琦. 汽车驾驶员操作可靠度分析及评定[J]. 汽车工程, 1994, 16.