

Research on Noise Influence to the Residential Area near Hongqiao Airport

Di Cheng¹, Linzhang Ji^{2*}, Yinghua Liu¹, Fengyuan Xu¹, Chuijie Yi³

¹Qi Bao High School, Shanghai

²School of Mechanical Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai

³Qingdao Energy & Environment Equipment and Engineering Center, Qingdao Technological University, Qingdao Shandong

Email: wlx72@163.com, *jlz81@163.com

Received: Oct. 7th, 2015; accepted: Oct. 26th, 2015; published: Oct. 28th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The airport noise influence to the residential area near Hongqiao Airport is worse after Hongqiao Airport expansion. With the object of T1 airport building near Hongqiao Airport runway, some researches on noise influence are made in the paper. Firstly, some parameters are measured such as typical position' noise, airplane' elevation angle, wind speed and wind dissolute quantity. Secondly, function relations are obtained between noise and elevation angle, wind speed and wind dissolute quantity through data analyses and lineal regression simulation. Finally, some advices are put forward for airport choice, city and resident layout.

Keywords

Airport Noise, Measurement and Analyses, Airplane, Residential Area

虹桥机场近域噪声对居民区影响研究

程 颀¹, 纪林章^{2*}, 柳英华¹, 许峰源¹, 仪垂杰³

¹上海市七宝中学, 上海

²上海应用技术学院机械学院, 上海

³青岛理工大学青岛能源与环境装备工程中心, 山东 青岛

Email: wlx72@163.com, *jlz81@163.com

*通讯作者。

收稿日期：2015年10月7日；录用日期：2015年10月26日；发布日期：2015年10月28日

摘要

某机场扩容后，机场噪声给机场及周边环境带来的影响依然不可小觑。以该机场T1航站楼及附近万科城市花园一期小区为对象，对机场跑道延长线近域噪声给居民环境影响进行研究。首先给出了选择引起噪声变化的主要参量飞机仰角、风向、风速的原因；然后对飞机起降时不同地点噪声、飞机仰角、风向、风速等参数进行测量；再通过对测量参数的数据进行分析 and 线性回归模拟，得到噪声与飞机起降仰角、环境风向、风速函数关系和规律；最后对飞机场建设、城市规划和居民区规划分别提出了有参考指导作用的建议。

关键词

机场噪声，测试分析，飞机，居民区

1. 研究对象

虹桥国际机场日平均起落航班达 540 架左右，高峰小时起落飞机达 85 架次，机场流量大、飞机起降密度高；机场附近居民区较多，特别是虹桥机场 T1 航站楼噪声突出，给在虹桥机场及周边人们日常生活带来不便[1] [2]。因此选取离虹桥机场 T1 航站楼附近的万科城市花园一期居民区和金色西郊城(图 1)开展研究。

图 1 中☆符号标注虹桥机场，深(绿)色块状表示 34 个虹桥机场周围的居民区。图中两条平行虚线覆盖区域表示虹桥机场跑道的延长线。图 1 中万科城市花园一期在虹桥机场南侧，而金色西郊城位于虹桥机场北侧，它们均位于机场 T1 航站楼跑道的延长线上，直线距离约 4 千米，其所受影响具有代表性。而且面积均较大，可分布较多采样点。北侧的测试点能与南侧测试点互相对照、便于结果比较。

2. 引起噪声变化的参数测量

2.1. 引起噪声变化的主要参量及原因分析

主要参数量是飞机起飞、降落时的仰角，风向、风速和频率。原因是：

1) 飞机飞经固定区域的垂直高度很大程度上取决于飞机起飞、降落仰角。且飞机产生的噪声随飞机距离地面垂直高度升高而降低。

2) 飞机爬升、降落期间所位于的对流层中，大气运动显著，环境风向、风速不可避免地会对噪声的传播产生影响。由于篇幅有限，频率的影响不展开研究。

2.2. 噪声测量前取样点的选择

根据《城市区域噪声标准》[3]-[5]，考虑到飞机起飞与降落的不同，障碍物等影响，取样点选取在虹桥机场南北两侧跑道延长线附近的点。使用 GPS 定位仪确定采样点数据采集，采样测试点位置如图 1，南北两块位置表示不同的采样点。

2.3. 噪声测量

采用型号为 WS1361 专用分贝测量仪，按取样点定时对噪声进行采样测量。

- 1) 仰角测量：采用量角仪。图 2 为仰角测量示意图，仰角 $\alpha = \pi - 2\theta$ 。
- 2) 风向测量：本文方法：携带小旗，观察起风时小旗飘动方向来判断风向。图 3 为风向测量示意图。
- 3) 风速的测量：根据当日风力等级，以及周边公告屏上的数据估算风速。

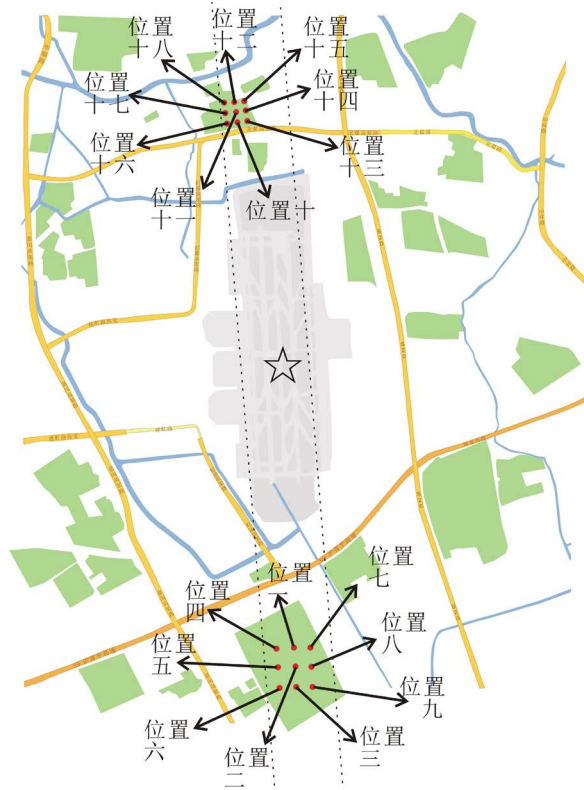


Figure 1. Research object and the position of noise measurement sample
图 1. 研究对象及噪声测试采样位置

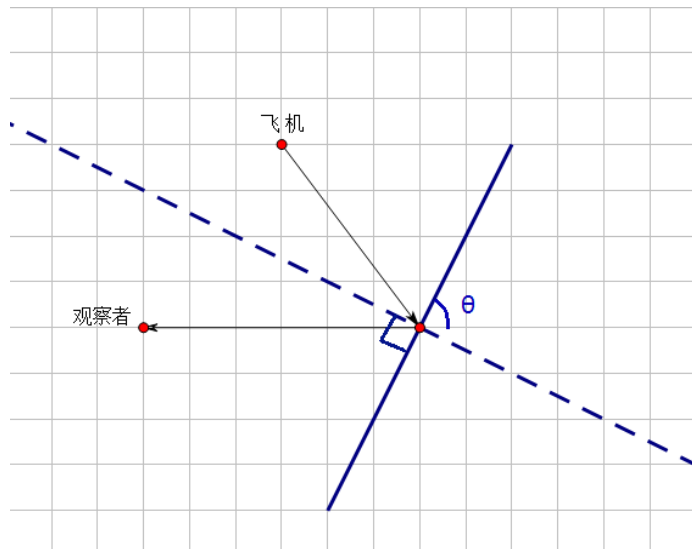


Figure 2. Upward angle measurement
图 2. 仰角测量

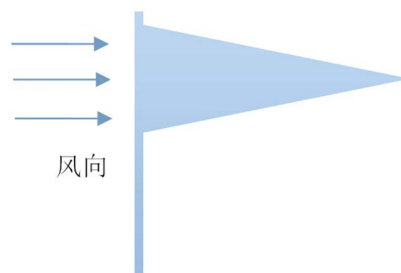


Figure 3. Wind orientation measurement
图 3. 风向测量示意图

3. 数据记录与处理分析

3.1. 数据记录

现场观察发现：虹桥机场北侧航线和南侧航线分别以降落航班、起飞航班为主。飞机降落过程中俯角较小，所需滑行距离大，而在起飞过程中仰角虽然较大，但是发动机功率较大，噪声更大，影响明显，这与测试的结果相符，故选择飞机起飞时的噪声数据(表 1~表 3)。

3.2. 数据处理与分析

1) 数据选取

因飞机总体上以中型客机为主,故测量中记录的数据取自中型客机。飞机在起飞和降落的过程中产生的噪声差异较小,但降落时的噪声较大,故只选取降落航班的数据。

2) 各点噪声峰值比较分析

a) 基于表 1~表 3, 飞机跑道延长线上各点噪声峰值纵向比较得出: 正对跑道延长线的位置一、位置二、位置三的室内外飞机噪声峰值随着到机场的直线距离的增加而逐渐减小(图 4); 平行于飞机跑道延长线两侧的位置四、五、六与位置七、八、九的室内外飞机噪声峰值也随着到机场的直线距离的增加而逐渐减小(图 5、图 6)。

b) 基于表 1~表 3, 飞机垂直跑道延长线上各点噪声峰值横向比较得出: 垂直跑道延长线的位置一、四、七与位置二、五、八与位置三、六、九的室内外飞机噪声峰值随着到机场跑道延长线的距离的增加而分别逐渐减小(图 7~图 9)。

3) 飞机噪声与到机场的直线距离的关系

根据测得测量点与起飞点的直线距离, 飞机平均起飞仰角, 与实际测量中得到的飞机相对测量点的仰角 α , 可计算出飞机与测量点的直线距离(图 10)。

结合图 9, 并对表 1~表 3 数据线性回归, 得到飞机产生噪声与到飞机直线距离函数关系式:

$$N = \frac{\mu}{d^{2.08}}, \text{ 式中 } \mu \text{ 为常数, } \mu = 383.53 \text{ dB} \cdot \text{km}^{2.08}$$

函数图像如图 11 所示。横坐标为地面上到机场的直线距离(km), 纵坐标为飞机造成的最大噪声(dB(A))。

4) 飞机噪声对居民室内影响范围

为控制变量, 保证测量的准确性, 本次测量中选取的所有室内环境均位于普通居民楼的三楼。为使测量的结果更符合人们在居室中的感受, 测量仪被置于窗口附近, 保证窗户处于半开状态, 并在距窗口约 1.5 m 处进行数据记录, 来模拟飞机噪声对室内的影响。

Table 1. Noise measured in south resident of Hongqiao Airport
表 1. 虹桥机场南部居民区飞机噪声数据

采样点	风向	风速(m/s)	测量组	分贝 dB (A)	仰角 (°)
位置一(约 3.8 km 处)	北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	56.77	/
			测量组一	79.83	62°30'
			测量组二	79.97	66°30'
			测量组三	80.31	75°30'
位置二(约 4.0 km 处)	北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	55.95	/
			测量组四	80.26	72°30'
			测量组五	79.77	65°30'
			测量组六	79.63	62°30'
位置三(约 4.2 km 处)	北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	55.76	/
			测量组七	78.24	51°30'
			测量组八	79.85	65°30'
			测量组九	79.76	63°30'
位置四(约 3.9 km 处)	北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	56.77	/
			测量组十	79.83	62°30'
			测量组十一	79.97	66°30'
			测量组十二	80.31	75°30'
位置五(约 4.1 km 处)	东北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	57.82	/
			测量组十三	80.12	65°30'
			测量组十四	78.84	56°30'
			测量组十五	79.36	59°00'
位置六(约 4.3 km 处)	东北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	55.87	/
			测量组十六	77.86	59°00'
			测量组十七	78.54	64°00'
			测量组十八	78.88	68°30'
位置七(约 3.9 km 处)	东北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	57.97	/
			测量组十九	80.23	73°30'
			测量组二十	79.87	67°00'
			测量组二十一	78.98	63°30'
位置八(约 4.1 km 处)	东北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	58.01	/
			测量组二十二	78.54	54°00'
			测量组二十三	79.21	66°00'
			测量组二十四	78.78	58°30'
位置九(约 4.3 km 处)	东北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	57.64	/
			测量组二十五	78.82	68°30'
			测量组二十六	77.54	58°00'
			测量组二十七	78.01	62°30'

Table 2. Noise measured in north resident of Hongqiao Airport
表 2. 虹桥机场北部居民区飞机噪声数据

采样点	风向	风速(m/s)		分贝 dB (A)	仰角 (°)
位置十约 3.8 km 处	西北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	57.27	/
			测量组一	78.76	64°30'
			测量组二	78.85	67°30'
			测量组三	79.17	76°00'
位置十一约 4.0 km 处	西北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	56.47	/
			测量组四	79.05	74°30'
			测量组五	78.62	67°00'
			测量组六	78.58	64°30'
位置十二约 4.2 km 处	西北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	56.29	/
			测量组七	77.1	51°00'
			测量组八	78.62	66°30'
			测量组九	78.59	64°30'
位置十三约 3.9 km 处	西北	(微风)3.4~5.4	参照组(无飞机)	57.28	/
			测量组十	78.69	63°30'
			测量组十一	78.89	67°30'
			测量组十二	79.09	76°00'
位置十四约 4.1 km 处	北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	58.34	/
			测量组十三	78.99	63°30'
			测量组十四	77.75	54°00'
			测量组十五	78.14	57°00'
位置十五约 4.3 km 处	北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	56.48	/
			测量组十六	76.68	59°30'
			测量组十七	77.38	66°00'
			测量组十八	77.75	69°00'
位置十六约 3.9 km 处	北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	58.55	/
			测量组十九	78.93	74°00'
			测量组二十	78.76	68°00'
			测量组二十一	77.91	65°00'
位置十七约 4.1 km 处	北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	58.49	/
			测量组二十二	77.46	53°30'
			测量组二十三	77.91	67°00'
			测量组二十四	77.5	59°30'
位置十八约 4.3 km 处	北	(4 级风)5.5~7.9	参照组(无飞机)	58.11	/
			测量组二十五	77.68	69°30'
			测量组二十六	76.42	59°00'
			测量组二十七	76.83	63°30'

Table 3. Noise measured in indoor and outdoor
表 3. 室内外噪声数据

	室内外噪声数据(无飞机经过)(平均值)		室内外噪声数据(有飞机经过)(最大值)	
	室内分贝/dB (A)	室外分贝 dB (A)	室内分贝 dB (A)	室外分贝 dB (A)
位置一(约 3.8 km 处)	53.24	55.13	71.11	82.11
位置二(约 4.0 km 处)	54.37	55.95	70.83	81.54
位置三(约 4.2 km 处)	55.57	55.76	70.46	80.56
位置四(约 3.9 km 处)	56.17	56.77	71.12	81.11
位置五(约 4.1 km 处)	56.64	57.82	71.05	80.97
位置六(约 4.3 km 处)	56.97	57.67	70.76	80.63
位置七(约 3.9 km 处)	56.94	56.97	70.89	81.29
位置八(约 4.1 km 处)	57.06	58.01	70.14	81.08
位置九(约 4.3 km 处)	56.87	57.64	69.97	80.58

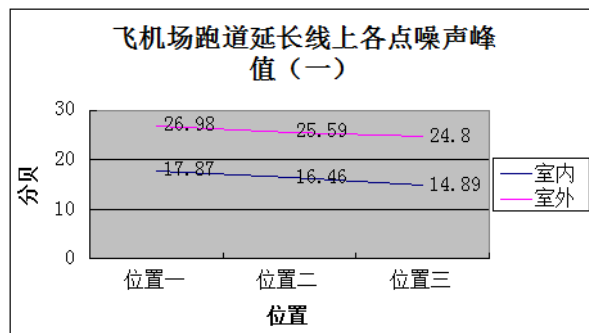


Figure 4. Noise peak value (1) from airplane on airdrome runway

图 4. 飞机场跑道延长线上各点飞机噪声峰值(一)

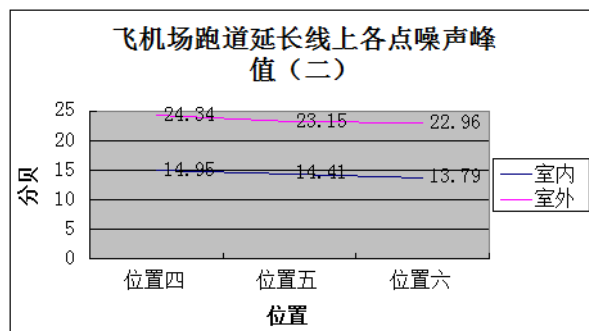


Figure 5. Noise peak value (2) from airplane on airdrome runway

图 5. 飞机场跑道延长线上各点飞机噪声峰值(二)

通过与测量数据比对, 将噪声与飞机直线距离关系再一步利用, 采取数学方法、基本数据等推理出飞机噪声的影响持续时间与到飞机场直线距离的经验公式为(因篇幅有限, 推理过程省略):

$$t = \sqrt{168.844 - 5.065 d^2}$$

函数图像如图 12 所示, 该图像展示了到机场的直线距离与飞机带来的室内噪声超过 70 dB (A)持

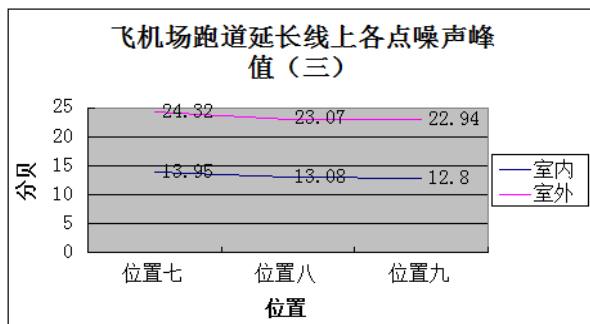


Figure 6. Noise peak value (3) from airplane on airdrome runway

图 6. 飞机场跑道延长线上各点飞机噪声峰值(三)

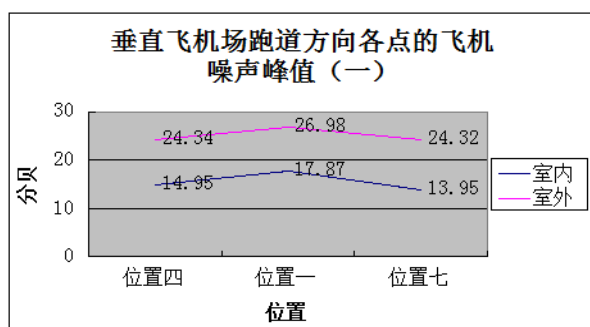


Figure 7. Noise peak value (1) from airplane on Airdrome vertical runway

图 7. 垂直飞机场跑道延长线上各点的飞机噪声峰值(一)

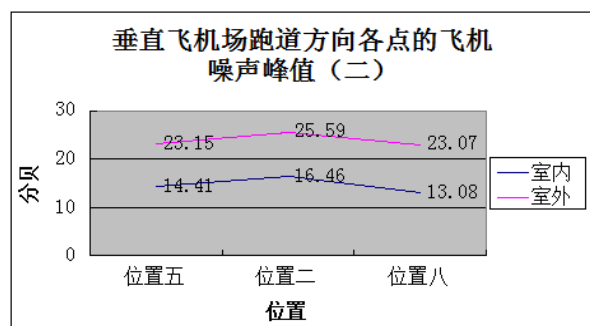


Figure 8. Noise peak value (2) from airplane on airdrome vertical runway

图 8. 垂直飞机场跑道延长线上各点的飞机噪声峰值(二)

续时间之间的函数关系。

测量的机场跑道延长线上居民区室内飞机噪声最大分贝如图 13 所示图中浅绿色为飞机场跑道延长线。

由此可推论，在虹桥机场跑道延长线方向上，大约 4.2 km 左右以外的居民区室内最大飞机噪声分贝小于 70 分贝(图 13)。

4. 结论与建议

4.1. 对城市机场建设规划的结论和建议

1) 因飞机在起降过程中噪声影响，建议在城市规划的过程中将飞机场修建于合理的地理位置，在保

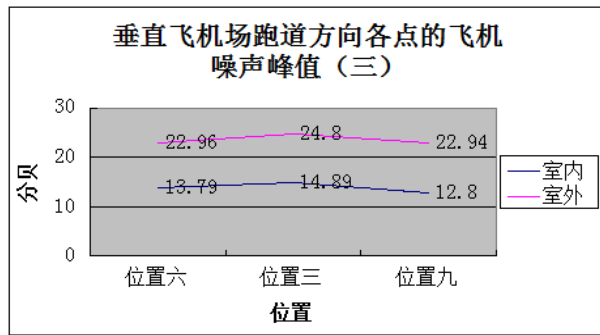


Figure 9. Noise peak value (3) from airplane on airdrome vertical runway

图 9. 垂直飞机场跑道延长线上各点的飞机噪声峰值(三)

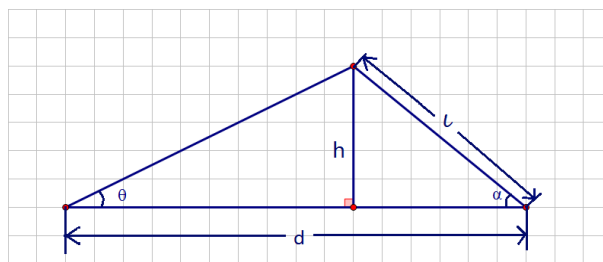


Figure 10. Relationship between upward angle α and straight line distance of airplane

图 10. 飞机的直线距离与仰角 α 关系

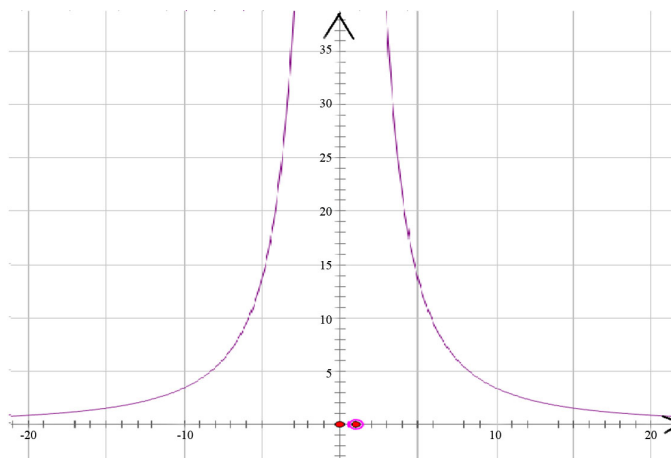


Figure 11. Function relationship between maximum noise and straight line distance of airplane

图 11. 飞机造成的最大噪声与到机场的直线距离的函数图像

证地势平坦、气候适宜的硬件要求以及便捷交通等的软件要求的同时，尽量选址在较为偏僻而远离居民区的位置。

2) 由于飞机起落时航线大致沿飞机场跑道的方向，而飞机起降过程中对其下方的地点噪声影响严重，故建议飞机场在规划机场跑道方向时除了考虑风向、成本等问题，也应做到尽可能减少航线下方覆盖的居民区的面积，减小飞机在起降过程中造成的噪声影响。

3) 测试数据分析模拟表明：飞机对在飞机场跑道延长线上且到飞机场直线距离约 4 km 以内的范围

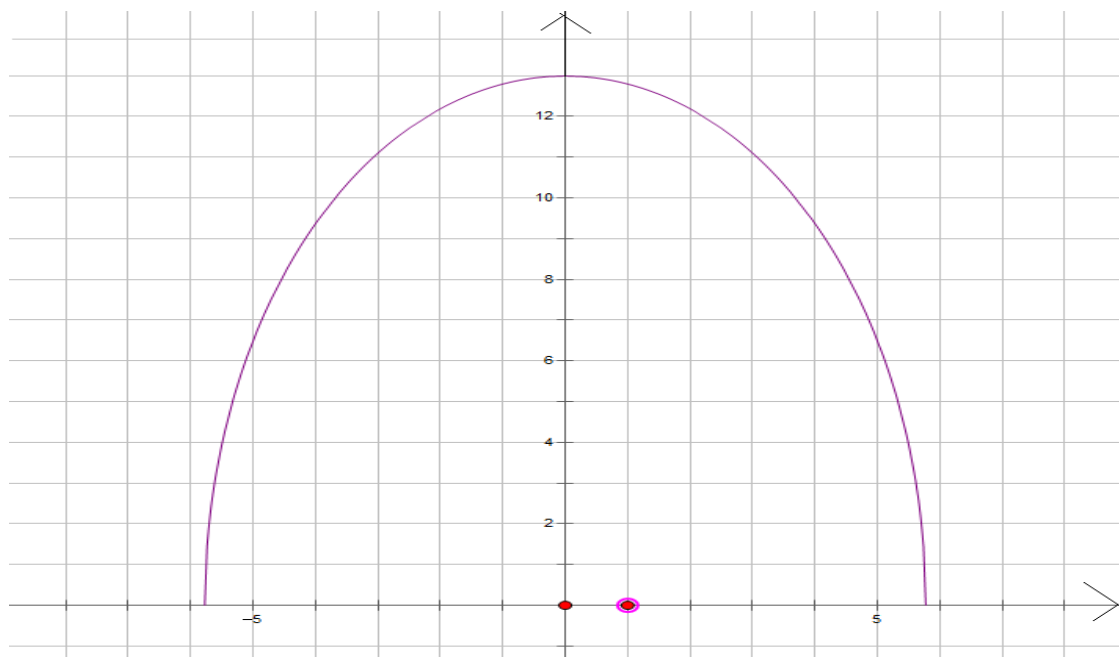


Figure 12. Function relationship between the indoor continuous noise above 70 dB (A) and straight line distance of airplane

图 12. 到机场的距离与飞机造成室内噪声超过 70 dB (A)持续时间之间的函数图像

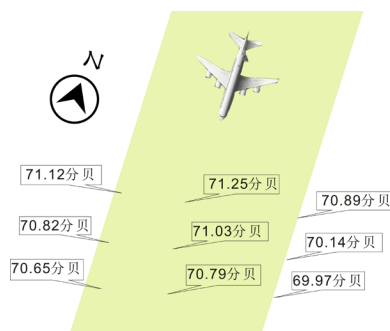


Figure 13. The noise distribution around Hongqiao Airport

图 13. 虹桥机场周围噪声影响分布

内有极大噪声影响。建议在规划的过程中划定控制线，在控制线包围的区域内限制新建居民区。

4) 飞机在起降过程中对其航线正下方位置造成的噪声影响最大，而在垂直航线的方向上，只要离开约 200 m 左右，飞机噪声将明显降低，约 10% 左右。建议在规划的过程中，尽可能使飞机起降过程中跑道所在直线的覆盖区域为无人活动区域。

4.2. 对居民区规划的结论和建议

1) 空旷区域因没有建筑物和树木对噪声的吸收与削减，飞机从其上方掠过时产生的噪声更高。建议位于机场附近的居民区在规划的过程中应注重绿化等在小区中的比例，达到一定减噪效果，并且可以将健身措施等需要空地的区域规划在远离机场范围。

2) 在两栋居民楼间较为狭窄的区域里测到的飞机噪声较小，但是在两栋建筑物的重重反射下，产生了混响现象，对处于其中的人产生更大的影响。建议在机场附近的居民区在规划设计的过程中注意控制楼与楼的间距，降低对居民日常生活的影响。

4.3. 其它结论和建议

1) 相比于空旷地区的高分贝飞机噪声, 大树遮蔽下的区域飞机噪声分贝更低。建议在小区中增加绿化面积, 在保证采光等的基础上让大树占比更高, 对噪声起到一定削减作用。

2) 在居民室内装修的过程中, 可以考虑采用双层玻璃代替原有的单层玻璃, 可起到隔声、隔热、冬暖夏凉、节能效果。

基金项目

获国家自然科学基金“面向民航大型机场感知的噪声监测及评估理论与关键技术研究(项目号: 61271387)”、“第30届上海市青少年科技创新大赛中学生创新潜质比赛”资助。

参考文献 (References)

- [1] 程道来 (2005) 飞机噪声及防治对策的研究. *噪声与振动控*, **5**, 47-51.
- [2] 杜浩 (2006) 飞机噪声对机场周围敏感区域影响的探讨. *噪声与振动控制*, **5**, 107-110.
- [3] 中华人民共和国环境保护部 (2008) 声环境质量标准 GB3096-2008.
- [4] 国家环境保护总局 (1988) 机场周围飞机噪声测量方法 GB/T 9661-1988. 中国环境科学出版社, 北京.
- [5] 国家环境保护总局 (1988) 机场周围飞机噪声环境标准 GB/T 9660-1988. 中国环境科学出版社, 北京.