

## 直升机机场噪声评价方法

张宇晖<sup>1</sup>, 蔡良才<sup>1</sup>, 邵斌<sup>1</sup>, 袁俊山<sup>2</sup>, 朱文辉<sup>3</sup>, 徐庭江<sup>4</sup>

(1.空军工程大学机场建筑工程系,陕西西安,710038;2.北空后机场营房处,北京,100005;  
3.空军后勤部,北京,100720;4.广空后机场营房处,广东广州,510052)

**摘要** 现有的机场噪声评价指标主要是针对固定翼飞机设计的,并不能很好地反映军用直升机噪声对机场周围目标的影响。首先分析了军用直升机机场噪声的特殊性,然后研究了现有机场噪声评价指标的内涵和联系,最后采用最大噪声级  $L_{Amax}$  和加权等效连续感觉噪声级  $L_{WCEPN}$  联合评价的方法对军用直升机机场噪声进行评价。该联合评价方法可以同时反映总噪声级与单次突发噪声的影响,能较为完备地对军用直升机机场噪声进行评价。实测案例表明,此方法能更准确有效反映附近居民对噪声影响的感受。

**关键词** 直升机机场;直升机噪声;噪声评价指标;联合评价

**DOI** 10.3969/j.issn.1009-3516.2014.04.006

**中图分类号** TU448 **文献标志码** A **文章编号** 1009-3516(2014)04-0021-04

### Research on Evaluation Approach of Helicopter Airport Noise

ZHANG Yu-hui<sup>1</sup>, CAI Liang-cai<sup>1</sup>, SHAO Bin<sup>1</sup>, YUAN Jun-shan<sup>2</sup>, ZHU Wen-hui<sup>3</sup>, XU Ting-jiang<sup>4</sup>

(1. Department of Airfield and Building Engineering, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China; 2. Airport & Barracks in Beijing Air Force Logistics Department, Beijing 100005, China; 3. Air Force Logistics Department, Beijing 100720, China; 4. Airport & Barracks in Guangzhou Air Force Logistics Department, Guangzhou 510052, China)

**Abstract:** The existing methods to evaluate the airport noise are mainly designed for fixed wing aircraft. In view of the different characters of military helicopter noise, these methods have some shortages and the noise evaluation index can not reflect the whole influence of military helicopter noise on the environment. In order to solve this problem, the characteristics of the military helicopter noise are discussed and the existing index is analyzed. And then a method of multi-index evaluation to evaluate the military helicopter airport noise is proposed by using  $L_{Amax}$  and  $L_{WCEPN}$  at the same time. This multi-index evaluation method can reflect both total noise level and single burst noise at the same time. The test result shows that this method can reflect the real feeling of the neighbor residents about the noise, which verifies that this multi-index evaluation method is more effective.

**Key words:** helicopter airport; helicopter noise; evaluation index of noise; multi-index evaluation

收稿日期:2014-01-06

作者简介:张宇晖(1989-),男,四川成都人,硕士生,主要从事直升机噪声预测与评价研究.E-mail:z\_y\_h430@hotmail.com

**引用格式:**张宇晖,蔡良才,邵斌,等.直升机机场噪声评价方法[J].空军工程大学学报:自然科学版,2014,15(4):21-24. ZHANG Yuhui, CAI Liangcai, SHAO Bin, et al. Research on evaluation approach of helicopter airport noise[J]. Journal of air force engineering university, natural science edition, 2014, 15(4): 21-24.

由于军用直升机的噪声较大,随着军用直升机数量的增加和居民的环保意识以及维权意识的提升,近几年军用直升机场噪声收到的投诉也日益增加,新建直升机场的选址噪声影响成为不可忽视的重要问题。

目前对机场噪声的评价方法主要针对固定翼飞机,对直升机的噪声研究集中在噪声的产生和传播机理、噪声检测及其特征提取、识别等方面<sup>[16]</sup>,关于直升机噪声评价方法的文献很少。现有的机场噪声评价指标能够比较科学地反映固定翼飞机的噪声影响<sup>[7]</sup>,但并不适用于军用直升机噪声低频性、冲击性等特点。我国2013年8月提出的GB9660-201X《机场周围区域飞机噪声环境标准》(征求意见稿)中建议使用最大声级 $L_{Amax}$ 对直升机噪声进行评价,但该指标无法反映飞行架次变化的影响,本文针对该评价指标和方法开展进一步研究。

## 1 调查实例

为了研究 $L_{Amax}$ 是否适用于军用直升机场噪声评价,即I类用地 $L_{Amax}$ 不大于85 dB,II类用地 $L_{Amax}$ 不大于90 dB的标准能否正确地评价军用直升机场噪声对周围环境的影响,选取某飞行日对某军用直升机场跑道周围和4个村庄的噪声进行测量。试验条件如下:

某3种型号军用直升机,飞行100架次,其中12:00~18:00飞行50架次,19:00~22:00飞行50架次。飞行程序是:①直升机在停机坪启动发动机,达到发动机最大功率后,滑跑或以贴地飞行的方式到起降点;②到起降点后作空转,然后升到4.6 m高度悬停,并校正起飞方向后加速,达到高度9.6 m、速度137 km/h后,经飞行1 467 m,升高到305 m,加速到飞行速度270.4 km/h,沿航线进行水平飞行;③降落时沿正常降落航线,减速到137 km/h,高度降到152.4 m,距降落跑道近端1 467 m,校正降落方向,飞至降落点后,高度降到4.6 m,然后落地。各架次飞行程序相同,在地面对每一架次飞行的噪声进行测量,测量方法和步骤按照《环境影响评价技术导则(声环境)》(HJ2.4-2009)执行。机场和各个测量点的关系以及100次飞行中各测点 $L_{Amax}$ 的测量结果见图1。

由图1可知,根据目前的国家标准,周围村庄测量点的 $L_{Amax}$ 均在85 dB以下,符合要求。但根据对周围村民的调查,多数村民对直升机集中飞行训练时的噪声反映比较强烈,认为对其生活造成了较大影响。所以 $L_{Amax}$ 指标必须结合军用直升机场的噪

声特点,选取合适的指标,从而正确评价噪声对周围环境的影响。

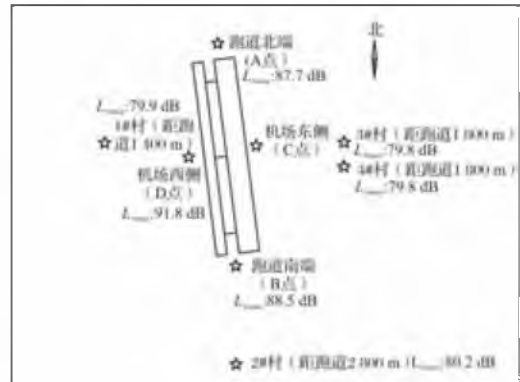


图1 机场噪声测量点及各点最大噪声级示意图

Fig.1 Airport noise measure point and  $L_{Amax}$  of each point sketch map

## 2 军用直升机场噪声特点及评价指标选取

### 2.1 军用直升机场噪声特点

随着军用直升机数量的快速增加和部队训练强度的提高,其噪声问题也随之呈现出新的特点。

#### 2.1.1 影响范围大、持续时间长

民用机场噪声对周围环境的影响主要集中在跑道两端,且主要发生在起飞和降落过程;军用直升机飞行程序更加复杂,噪声较大,机场保障的直升机数量和飞行架次较多,编队飞行等飞行训练科目多,使得军用直升机噪声的影响范围更大。与其他固定翼飞机相比,直升机进行低空盘旋、地面悬停、空中慢车等科目,在中低空对周围环境的噪声影响持续时间更长、影响更大<sup>[8]</sup>。

#### 2.1.2 突发噪声的作用更明显

民用飞机严格按照飞行计划飞行,噪声一定程度上可以预测及控制;军用直升机需要进行全天候、不同科目的训练,还需要在紧急情况下快速出动,噪声发生的随意性较大,因此进行噪声评价时要同时考虑噪声的持续影响和突发影响。

#### 2.1.3 对人的影响更显著

目前评价飞机噪声主要基于噪声能量,实际上,不同频率的声音对人体的影响也是不同的。试验证明,直升机噪声的频率相对较低,同等声级条件下,直升机噪声比固定翼飞机的噪声更加让人烦躁。因此选取评价指标时不能沿用传统指标,要结合军用直升机场自身的特点<sup>[9-11]</sup>。

### 2.2 现有评价指标及其特性分析

目前用于评价飞机噪声的指标主要包括有效感

觉噪声级  $L_{EPN}$ 、修正加权等效连续感觉噪声级  $L_{WEXPN}$ 、昼夜等效声级  $L_{dn}$ 、噪声一次数指数 NNI、噪声暴露预报数 NEF 等,这些指标通常都是由单次飞行的噪声强度、噪声持续时间和飞机的飞行架次来确定的。

国际民航组织(ICAO)把  $L_{EPN}$  作为飞机噪声的度量单位。其考虑了噪声的能量和频率特性以及噪声的时间持续特性,但是无法体现飞行架次的变化对噪声的影响。

我国大陆地区和日本目前使用  $L_{WEXPN}$  来衡量机场(固定翼飞机)噪声,既考虑了单次平均感觉噪声级,也考虑了不同时间内飞行次数的影响。由于军用直升机机场每天的飞行次数存在较大差异,单独采用最多飞行次数或者平均飞行次数对最后结果均有较大的影响。

美国等主要使用  $L_{dn}$  来衡量机场噪声,我国在 GB9660-201X 中也提出以此替换  $L_{WEXPN}$ ,  $L_{dn}$  表示了噪声全天对人的冲击,并考虑了夜间噪声的影响更大,对其赋予了更大的权重。但该指标同样受到飞行架次变化的影响。

英国等使用的 NNI 用感觉噪声峰值计算,但是没有考虑总的噪声影响;加拿大等使用的 NEF 考虑了飞机类型和飞行架次,但是没有考虑单次噪声的影响。

### 2.3 联合评价指标的选取

我国现行标准使用的最大声级  $L_{Amax}$  参考了香港地区民航机场的标准 NEF25,即在 7:00~19:00 住宅区的  $L_{Amax}$  限定为 85 dB(A),办公区限定在 90 dB(A)。

$L_{Amax}$  和  $L_{EPN}$  都是用来评价单个噪声事件的,即一次飞行对地面观测点的影响。为了评价全天不同时间内飞行次数对总的噪声值的影响,我国规定使用  $L_{WEXPN}$  对全天总的噪声值进行评价。最大噪声级  $L_{Amax}$ 、有效感觉噪声级  $L_{EPN}$  和修正加权等效连续感觉噪声级  $L_{WEXPN}$  三者之间的关系见图 4。

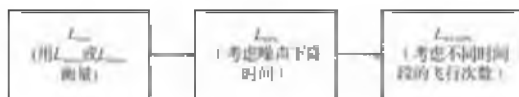


图 2 各个评价量之间的关系

Fig.2 Relationship between different evaluation index

结合以上分析,如果单独使用  $L_{Amax}$  进行评价,则不能反映持续时间和飞行次数的影响; $L_{EPN}$  能够反映单次飞行噪声持续时间对感觉噪声的影响,但是也不能区别最大声级和飞行架次各自的作用; $L_{WEXPN}$  同时考虑了飞行次数、持续时间和最大噪声级的影响,但是由于军用直升机机场噪声发生的随

意性,飞行日架次的差异会造成评价结果较大的差异。另外由于同等声级条件下,直升机的噪声更加使人厌烦,国际上通行的做法是在使用基于能量等效的指标如  $L_{WEXPN}$ 、 $L_{dn}$  等进行评价时,标准较固定翼飞机降低 5~10 dB(A)。我国台湾对主要供直升机起降的机场用  $L_{dn}$  评价时限值降低了 8 dB(A)。本文依此设定  $L_{WEXPN}$  的限值为 67 dB(A)。

本文提出使用  $L_{Amax}$  和  $L_{WEXPN}$  作为联合评价指标对军用直升机机场噪声进行评价,以此反映总的噪声和单次突发高噪声对环境的影响,这样便克服了单独使用  $L_{Amax}$  的不足,同时借鉴了  $L_{WEXPN}$  能够反映总体噪声的优点。针对军用直升机噪声发生的不确定性,则需要同时考虑最大单日飞行架次和平均单日飞行架次的噪声值,从而制定相关的噪声标准。

### 3 指标验证

根据对军用直升机场噪声的特点和相关评价指标的分析,联合  $L_{Amax}$  和  $L_{WEXPN}$  并讨论了相应指标的限值,依据调查实例中的实测数据,对该联合评价指标的有效性进行验证。 $L_{EPN}$  的测量结果及  $L_{WEXPN}$  的计算结果见表 1。

表 1 各监测点有效感觉噪声级最大、最小值及修正加权等效连续感觉噪声级

Tab.1  $L_{EPNmax}$ ,  $L_{EPNmin}$  and  $L_{WEXPN}$  of each measure point

监测点位置	$L_{EPNmax}/dB$	$L_{EPNmin}/dB$	$L_{WEXPN}/dB$
A	97.8	90.1	78.1
B	98.6	89.7	78.8
C	102.9	94.2	83.4
D	101.9	92.6	82.6
1#	90.0	85.0	71.2
2#	90.3	85.7	71.6
3#	89.9	85.0	71.3
4#	89.9	85.1	71.1

由表 1 可知,周围村庄的  $L_{WEXPN}$  值均在限值 67 dB(A) 以上,这与多数村民认为直升机对其生活造成了较大影响的现实调查结果相符;同时,  $L_{Amax}$  的测量结果与村民反映强烈的时间段基本一致。所以,根据该直升机机场建成后将保障 36 架直升机的规划,未来的日飞行架次必将大于本次试验的 100 次,  $L_{WEXPN}$  会持续增大,单一的考虑  $L_{Amax}$  指标不能起到很好的评价作用,总的噪声级  $L_{Amax}$  和单次最大噪声级  $L_{WEXPN}$  必须同时达到国家标准,才能很好地评价噪声对周围居民的影响,本文的联合评价方法得到验证。

## 4 结语

军用直升机机场的选址是一项系统工程,与民航不同,其更多取决于军事训练和军事任务的保障和完成,噪声同样也是影响机场建设的重要因素,本文通过对比分析各种噪声评价指标优劣,结合军用直升机飞行训练特点,提出了采用联合指标的方法对直升机噪声进行评价,并证明了方法的有效性。

### 参考文献(References):

- [1] Ichiro Yamada. Airport noise model taking account of soundproofing embankment and aircraft ground operation [C]//Proceedings of 20th international congress on acoustics. Sydney, Australia: ICA, 2010: 1-4.
- [2] Greenwood, Schmitz Eric, Fredric H. A parameter identification method for helicopter noise source identification and physics-based semi-empirical modeling [C]//66th forum of the American helicopter society. Phoenix, United states; AHS, 2010(66): 336-352.
- [3] Jesus Mota S De, Botez R M. New helicopter model identification method based on flight test data [J]. The aeronautical journal, 2011, 115(5): 295-314.
- [4] 仲唯贵, 张义涛. 基于 FW-H 方程的直升机尾桨与涡线干扰噪声分析 [J]. 直升机技术, 2008, 155: 31-34.  
ZHONG Weigui, ZHANG Yitao. Analysis of the helicopter tail-rotor and vortex interaction noise based on FW-H equation [J]. Helicopter technique, 2008, 155: 31-34. (in Chinese)
- [5] 王阳, 宋辰瑶, 徐国华. 直升机飞行参数对起降过程中旋翼桨-涡干扰噪声影响的分析 [J]. 空气动力学学报, 2010, 28(3): 322-327.  
WANG Yang, SONG Chenyao, XU Guohua. Research on effects of flight parameters on helicopter noise in taking off and landing [J]. Acta aerodynamica sinica, 2010, 28(3): 322-327. (in Chinese)
- [6] 段广战, 陈平剑. 基于 CFD 的直升机旋翼噪声计算 [J]. 空气动力学学报, 2009, 27(3): 314-319.  
DUAN Guangzhan, CHEN Pingjian. Research of helicopter rotor aeroacoustic noise based on CFD techniques [J]. Acta aerodynamica sinica, 2009, 27(3): 314-319. (in Chinese)
- [7] 王艳华, 冯霞, 徐涛. 机场噪声评价量分析与比较 [J]. 噪声与振动控制, 2013, 2(4): 178-182.  
WANG Yanhua, FENG Xia, XU Tao. Analysis and comparison of airport noise metrics [J]. Noise and vibration control, 2013, 2(4): 178-182. (in Chinese)
- [8] Galovic B, Novak D, Kastelan T. Helicopter noise and noise abatement procedures [J]. Traffic and environment, 2004, 16(2): 91-96.
- [9] 刘洲, 蔡良才, 方华, 等. 飞机噪声计算通用模型研究 [J]. 振动与冲击, 2012, 31(17): 124-128.  
LIU Zhou, CAI Liangcai, FANG Hua, et al. A general model for aircraft noise calculation [J]. Journal of vibration and shock, 2012, 31(17): 124-128. (in Chinese)
- [10] Shinohara N, Tani M. Consideration to a new aircraft noise monitoring system at narita airport [C]//Inter-noise 2009. Ottawa, Canada: [s.n.], 2009: 3945-3953.
- [11] 王华明, 张强, 胡章伟, 等. AS350B2 直升机飞行噪声的试验研究 [J]. 声学学报, 2003, 28(2): 177-181.  
WANG Huaming, ZHANG Qiang, HU Zhangwei, et al. An experimental study of helicopter noise [J]. Acta acustica, 2003, 28(2): 177-181. (in Chinese)

(编辑: 徐敏)