

附件 3

# 《机场周围区域飞机噪声环境质量标准 (二次征求意见稿)》编制说明

标准编制组  
二〇一七年十一月

# 目 录

1	项目背景.....	27
1.1	任务来源.....	27
1.2	工作过程.....	27
2	现行标准修订的必要性.....	30
2.1	现行 GB 9660-88、GB 9661-88 实施情况.....	30
2.2	存在问题分析.....	30
3	机场噪声污染与控制状况.....	32
3.1	我国机场建设与运营情况.....	32
3.2	机场噪声污染状况.....	33
3.3	机场噪声控制要求.....	34
4	国外相关标准研究.....	35
4.1	机场飞机噪声特点和评价量.....	35
4.2	各国机场飞机噪声标准.....	36
5	标准修订基本原则.....	38
5.1	确定合理的机场噪声评价量.....	38
5.2	确定适宜的噪声限值水平.....	40
5.3	确定可行的机场噪声适用分区.....	41
6	标准规定的主要技术内容.....	44
6.1	适用范围.....	44
6.2	机场周围土地利用类型.....	46
6.3	机场噪声烦恼度研究.....	48
6.4	机场周围飞机噪声控制要求.....	56
6.5	飞机噪声监测.....	57
7	标准实施的可行性分析.....	60
7.1	与现行标准充分衔接.....	60
7.2	国际标准比较.....	60
7.3	标准实施手段.....	60

# 《机场周围区域飞机噪声环境质量标准》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

《机场周围飞机噪声环境标准》(GB 9660-88)和《机场周围飞机噪声测量方法(GB 9661-88)》1988年8月11日由原国家环境保护局批准,自1988年11月1日起实施,迄今已近30年时间。该标准在我国机场噪声管理、环境影响评价、噪声污染控制中发挥了重要作用。但随着经济、社会的发展,该标准在实施中也暴露出一些问题,亟需修订。为此原国家环保总局于2008年下达了标准修订计划。根据环办函(2008)44号文“关于开展2008年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知”,由中国环境科学研究院牵头组织《机场周围噪声标准及测量方法(修订GB 9660-88、GB 9661-88)》修订工作。

根据工作需要,中国环境科学研究院联合河北科技大学、中国民航大学共同成立了标准编制组,拟定工作计划并开展相关标准编制工作。

### 1.2 工作过程

#### 1.2.1 标准开题论证

2010年1月18日,环保部科技标准司在北京主持召开了标准开题论证会,标准编制组介绍了开题报告和标准草案的相关内容,经论证委员会各位专家及管理部门代表的讨论、质询,形成如下论证意见:

- 1、标准名称要明确声环境质量标准属性;
- 2、适用范围要符合法律法规对噪声管理的规定;
- 3、考虑环境管理要求及国际通行做法,采用L<sub>dn</sub>作为评价量,适当考虑L<sub>d</sub>、L<sub>n</sub>的评价方法;
- 4、要慎重考虑与原标准及其他噪声标准的衔接,选取典型机场进行数据验证;
- 5、测量方法与功能区划分方法纳入本标准内容。

#### 1.2.2 标准草案编制

根据开题论证会的指导意见,标准编制组明确了标准制订原则和框架构想,并按任务分工开展了典型机场飞机噪声污染调查与监测、飞机噪声特性与烦恼度研究、国外飞机噪声评价量与控制水平研究、机场噪声污染控制措施(特别是周边土地利用规划)分析、配套监测方法研究等工作。

在前述工作基础上,标准编制组重点对飞机噪声评价量、机场周围区域土地利用类型、飞机噪声限值水平、与现行GB9660-88标准的衔接、监测方法、噪声等值线图的绘制等问题进行了论证、确定,起草了《机场周围区域飞机噪声环境标准(征求意见稿)》和编制说

明。

### 1.2.3 标准征求意见

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国家环境保护总局公告 2006 年第 41 号）规定，标准征求意见稿于 2013 年 8 月公开向全国征求意见（环办函〔2013〕939 号），函送单位 121 家，并在环保部网站公开。

至征求意见期止，标准编制组共收到 57 家单位及个人回函，其中 33 家单位提出了意见，经整理有效意见 143 条。

标准编制组共同讨论，对意见进行研究处理，在此基础上形成了标准送审稿。

### 1.2.4 标准预审会

2014 年 5 月 22 日，环保部科技司在北京主持召开了标准预审会，来自中国民航局机场司、北京市劳动保护研究所、中科院声学研究所、中国环境监测总站、中国铁道科学研究院、交通部公路科学研究院、环保部环境工程评估中心、北京市环境保护局、天津市环境监测中心、北京新机场建设指挥部、环保部环评司、监测司等单位的 12 名专家和管理部门代表参加了会议。会议要求对以下问题进一步研究：

- 1、标准的质量标准定位与实际使用情况的差异；
- 2、标准是否分城乡差异、机场规模、机场建设年代、新建与既有敏感建筑物；
- 3、新老标准对比评价量、统计量的差异；与国际标准的限值、实施方法比较；
- 4、新老标准的实施差别，对典型机场进行测算；
- 5、提出标准实施建议，如对达标期限的考虑等。

### 1.2.5 部内协调会

针对预审会提出的问题，标准编制组撰写了说明材料。2014 年 6 月 3 日，召开了环保部科技司、环评司、监测司、污防司参加的部内协调会，编制组对有关问题进行了说明。经讨论确定，对 I 类区的敏感建筑物噪声防护要求，区分新建建筑和既有建筑：新建建筑严格控制，防治产生新的污染；现有建筑与现行环境管理要求衔接，保证环境管理的一贯性。

编制组根据协调会意见对标准和编制说明进行了修改，形成了专家审议稿，提请召开标准审议会。

### 1.2.6 标准审议会

2014 年 6 月 13 日，环保部科技司在北京主持召开了标准审议会，来自北京市劳动保护研究所、中国环境监测总站、中国铁道科学研究院、交通部公路科学研究院、浙江大学、环保部环境工程评估中心、北京市环境保护局、天津市环境监测中心的 8 名专家，以及中国民航局机场司、环保部环评司、监测司、污防司的 4 名管理部门代表参加了会议。会议认为，标准以国内外飞机噪声烦恼度研究成果为依据，结合多年环境管理实践，确定的飞机噪声限值和敏感建筑物噪声防护要求合理，具有可操作性。

会议审议通过了该标准，并提出如下修改意见：

- 1、对于 I 类用地中的既有建筑，在飞机噪声等级处于  $YL_{dn}$  67-72dB 之间时，仅对既有

干线及干线以上机场适用 Y-30 的隔声要求；

2、不区分监测类型，统一监测时间要求。

标准进行了相应修改，形成了标准报批稿，提交环保部行政审查。

#### 1.2.7 司务会审查

2014 年 9 月 28 日，环保部科技司召开司务会对标准报批稿进行了审查。司务会认为作为特定区域的声环境质量标准，应以规定飞机噪声环境限值为主，不宜过分强调建筑防护要求。对敏感建筑物的隔声防护应作为减缓措施（非环境达标措施）纳入标准附录。

标准进行了相应修改，将敏感建筑物噪声防护要求作为标准实施的内容，规定：“机场周围区域飞机噪声超标，应制定达标规划，采取机场运行控制、土地规划调整等措施，逐步达到本标准要求。如对噪声敏感建筑物采取隔声防护等减缓飞机噪声影响的措施，应符合附录 D 规定的噪声防护要求。”

#### 1.2.8 标准二次征求意见

2016 年环保部对环境管理体制进行重大改革，成立大气、水、土壤三个业务司，环境标准制修订任务转移到各业务司进行管理。2017 年 2 月 22 日，环保部修订发布了新的《国家环境保护标准制修订工作管理办法》，明确了新的标准管理体制、制修订程序和内容要求。根据该管理办法的规定，对标准二次征求意见。

二次征求意见稿更加明确特定区域声环境质量标准的定位，规定不同土地利用类型对应的飞机噪声限值，通过达标规划予以实施。有关建筑物噪声防护的规定，是环评、达标规划等环境管理中的具体要求，不属于环境质量标准的内容，应通过其他环境管理文件进行规定，因此二次征求意见稿删除了敏感建筑物噪声防护要求。

## 2 现行标准修订的必要性

### 2.1 现行 GB 9660-88、GB 9661-88 实施情况

现行 GB9660-88 标准适用于全国范围内所有机场，包括运输机场、通用机场、直升机场、训练机场等，其作用主要体现在三个方面：一是对机场规划和机场周边土地利用提供指导，二是作为机场建设项目环境影响评价及竣工验收的法定依据，三是协调处理机场飞机噪声群众投诉。

该标准用于评价特定活动（飞机起飞、降落、低空飞越）对特定区域（机场周围区域）内敏感目标的影响，它规定一类区域（特殊住宅区；居住、文教区）执行  $L_{WECPN} \leq 70\text{dB}$  的标准；除一类区域以外的生活区执行  $L_{WECPN} \leq 75\text{dB}$  的标准。根据该标准适用范围的规定，机场周围区域受飞机通过所产生噪声的影响，执行《机场周围飞机噪声环境标准》（GB 9660），受其他噪声源的影响，仍执行《声环境质量标准》（GB 3096）。

从标准执行情况看，目前国内机场周围农村居民点一般执行  $75\text{dB}$ （ $L_{WECPN}$ ）标准，学校和医院执行  $70\text{dB}$  标准；城市集中居住区执行  $70\text{dB}$  标准。凡超过上述标准需采取措施，予以控制。新建居住区、学校、医院要求位于  $L_{WECPN} 70\text{dB}$  等值线以外。

国内对枢纽机场、干线机场一般要求  $L_{WECPN} 85\text{dB}$  等值线以内区域的居民点和大于  $80\text{dB}$  的学校、医院予以搬迁；对于支线、小型机场要求  $L_{WECPN} 80\text{dB}$  等值线以内的村庄、学校、医院予以搬迁。 $75\text{dB}$  以上的居民点和  $70\text{dB}$  以上的学校、医院采取相应的隔声措施。

对 2015 年国内 12 个机场现状飞机噪声影响人口数进行统计，旅客吞吐量为 2.4 亿人次时，分别有 0.71、7.60、18.54、34.87 万人生活在  $L_{WECPN}$  大于  $85$ 、 $80\sim 85$ 、 $75\sim 80$ 、 $70\sim 75\text{dB}$  范围内。据此推算 2015 年全国有 235.3 万人生活在大于  $70\text{dB}$  范围内，预计到 2020 年旅客吞吐量将达到 14.4 亿人次，约有 370 万人在  $L_{WECPN}$  超过  $70\text{dB}$  区域内生活。

从监测方法看，主要采用 GB9661-88 中飞机噪声的简易监测方法，精密监测方法基本未用。依靠实际监测结果难于绘制等值线，其中包括白云机场监测了 30 多个点，如不通过计算也难于绘制等值线，不能绘制等值线，也就难于通过验收给出总体影响的分析。

### 2.2 存在问题分析

分析现行标准存在的问题，主要是评价量在环境管理中存在着理解与执行困难，以及适用区域划分简单、环境管理要求不明确。

#### 2.2.1 噪声评价量生僻，不便理解与执行

现行机场飞机噪声评价量采用了国际民航组织（ICAO）推荐的计权等效连续感觉噪声级  $L_{WECPN}$ ，该评价量体现了飞机噪声的特点，对夜间、晚上的飞行量进行了计权，同时考虑了飞机噪声纯音的修正，单纯就机场噪声评价来说，具有合理性。但该评价量也有明显的缺点，就是指标生僻，不便于理解和执行；基于噪声度，计算复杂；不能直接测量。

$L_{WECPN}$  与通常基于等效连续 A 声级（ $L_{Aeq}$ ）的噪声评价方法有很大差异，前者是基于

噪度，后者是基于响度。忽略纯音修正所造成的差异，简单换算后数值会与  $L_{Aeq}$  有较大的差值，约 13~14 dB，从目前执行来看，很多居民不理解，常常按《声环境质量标准》数值来对照监测结果，产生很多误会，需要做很多解释工作，使得标准执行难度加大。

虽然 ICAO 推荐采用  $L_{WECPN}$ ，但是欧美等民航大国并未采用为国家标准的评价量，美国采用  $L_{dn}$ ；欧盟国家以前使用的评价量很多，如英国的噪声 - 事件数指数 ( $NNI$ )，法国的等干扰指数 ( $IP$ )、德国的烦恼度指数 ( $\bar{Q}$ )，现在基本统一成  $L_d$ 、 $L_n$ 、 $L_{den}$ ；日本以前采用  $L_{WECPN}$ ，现在也修改为  $L_{den}$ 。只有我国和巴西仍在使用  $L_{WECPN}$ ，由于和主要航空大国的评价量不同，因此环境管理中很难参考借鉴相应国家的法规、标准和管理经验。

由于目前监测仪器不完善， $L_{WECPN}$  不能直接由仪器给出，而是需要监测后采用计算得出，使监测结果有一定的人为性。

### 2.2.2 适用区划分简单，无法指导机场周边区域规划

目前我国《机场周围环境噪声标准》的适用区域划为两类，但没有相应的配套文件来规范不同噪声影响水平下的土地使用方法，对机场周边土地利用规划缺乏指导和约束。

实际上，飞机噪声对各种不同建筑的影响差异是相当大的。应根据建筑物的具体用途，提出合理的环境噪声标准。美国联邦航空局在联邦航空条例第 150 部中，将机场周围土地用途分为居住、公用、商业、加工制造业、休闲娱乐等五大类共 24 种具体用途，噪声级别又分为 6 级。显然，这样的标准具有更强的操作性和合理性。

### 2.2.3 环境管理要求不明确，执行中争议时有发生

标准规定了不同区域飞机噪声应执行的标准值，但超标后如何解决，没有提出达标规划要求。是否允许  $L_{WECPN}$  75 dB 以上的区域有噪声敏感建筑物存在，什么条件下必须搬迁，建筑防护是否可行等等，很多管理要求不明确，造成各地执行标准尺度不一，争议时有发生。

### 3 机场噪声污染与控制状况

#### 3.1 我国机场建设与运营情况

根据 2016 年统计<sup>1</sup>，我国境内民用航空（颁证）机场共有 218 个（不含香港、澳门和台湾地区，下同），其中定期航班通航机场 216 个，定期航班通航城市 214 个。年旅客吞吐量 10.16 亿人次，比上年增长 11.1%；货邮吞吐量 1510.4 万吨，比上年增长 7.2%；飞机起降架次为 923.8 万架次，比上年增长 7.9%。

所有通航机场中，年旅客吞吐量在 1000 万人次以上的有 28 个，完成旅客吞吐量占全部机场旅客吞吐量的 79.1%，其中北京、上海和广州三大城市机场旅客吞吐量占全部机场旅客吞吐量的 26.2%；年旅客吞吐量 200~1000 万人次机场有 21 个，完成旅客吞吐量占全部机场旅客吞吐量的 12.8%；年旅客吞吐量 200 万人次以下的机场有 169 个，完成旅客吞吐量占全部机场旅客吞吐量的 8.1%。全国各地区机场旅客吞吐量的分布情况是：华东地区占 29.0%，中南地区占 23.8%，西南地区占 16.9%，华北地区占 15.3%，西北地区占 6.2%，东北地区占 6.1%，新疆地区占 2.7%。

各机场中，年货邮吞吐量在 1 万吨以上的有 50 个，完成货邮吞吐量占全部机场货邮吞吐量的 98.3%；北京、上海和广州三大城市机场货邮吞吐量占全部机场货邮吞吐量的 49.6%。全国各地区机场货邮吞吐量的分布情况是：华东地区占 40.4%，中南地区占 26.4%，华北地区占 15.8%，西南地区占 10.2%，东北地区占 3.5%，西北地区占 2.4%，新疆地区占 1.2%。

各机场中，年起降架次超过 1 万架次（日均 27.4 架次）的有 101 个机场；超过 10 万架次（日均约 274 架次）的有 27 个机场。

根据 2008 年国务院批准通过的《全国民用机场布局规划》，到 2020 年国内将新建机场 97 个（以 2006 年为基数），机场总数达到 244 个，其中新建机场主要是支线机场，形成北方、华东、中南、西南、西北五大区域机场群。届时，全国 80% 以上的县级行政单位能够在地面交通 100 公里或 1.5 小时车程内享受到航空服务，所服务区域的人口数量占全国总人口的 82%。

表 1 民用机场运输业务量前 10 位统计

旅客吞吐量（万人）			货邮吞吐量（万吨）			起降架次（万次）		
1	北京/首都	9439.3	1	上海/浦东	344.0	1	北京/首都	60.6
2	上海/浦东	6600.2	2	北京/首都	194.3	2	上海/浦东	48.0
3	广州/白云	5973.2	3	广州/白云	165.2	3	广州/白云	43.5
4	成都/双流	4603.9	4	深圳/宝安	112.6	4	昆明/长水	32.6
5	昆明/长水	4198.0	5	成都/双流	61.2	5	成都/双流	31.9
6	深圳/宝安	4197.5	6	杭州/萧山	48.8	6	深圳/宝安	31.8
7	上海/虹桥	4046.0	7	郑州/新郑	45.7	7	西安/咸阳	29.1
8	西安/咸阳	3699.5	8	上海/虹桥	42.9	8	重庆/江北	27.7

<sup>1</sup>中国民用航空局. 2016 年民航机场生产统计公报

9	重庆/江北	3588.9	9	昆明/长水	38.3	9	上海/虹桥	26.2
10	杭州/萧山	3159.5	10	重庆/江北	36.1	10	杭州/萧山	25.1

截至 2016 年底<sup>2</sup>，我国共有运输航空公司 59 家，在册运输飞机架数 2950 架，以波音和空客为主。定期航班航线 3794 条，按重复距离计算的航线里程为 919.3 万公里。

### 3.2 机场噪声污染状况

从 GB 9660-88 颁布实施的 1988 年至今，我国的机场数量、结构都发生了很大变化，我国机场噪声影响问题日益凸现。表 2 是我国机场噪声影响程度分类及其内涵，表 3 是 1999 年和 2007 年两次机场噪声影响普查的情况对比。从中可以看出，我国噪声影响严重和比较严重的机场数量和占比均有增加，形势不容乐观。近年来民航局平均每年接到噪声信访、投诉 50 次。华中、华东、中南地区有噪声影响的机场数量较多，东北、西北、西南地区相对较少，与我国机场分布东密西疏状况相匹配。31 个直辖市、省会、区首府机场，除拉萨机场外，都有不同程度的噪声问题。少数支线机场也存在噪声影响问题，如安康机场、保山机场等。

国内机场周边居民对飞机噪声反应较为强烈的有首都机场、虹桥机场、杭州萧山机场、南京禄口机场、成都双流机场、大连机场、厦门机场等。

表 2 影响程度分类

影响程度	特 征
严重	机场飞行量大、增长快，多次扩建。周边人口较密集。附近公众反应强烈，有组织地采取上访/干扰机场运行等举动，强烈要求机场采取降噪措施或进行搬迁、赔付。
较严重	机场飞行量较大、增长较快，经过扩建或为新建。周边公众有一定反应，找过机场或当地政府要求解决。个别机场遭到过运营干扰。
一般	机场航班量一般，增长不明显，一般为历史较长的中小型机场。机场周边公众有所反应，但较温和。
无或轻微	机场航班量较小，机场周边公众偶尔有零星反应或没有反应，无任何其他行动。

表 3 1999 年和 2007 年我国机场噪声普查情况对比

影响程度	1999 年调查		2007 年调查		两次调查比较	
	机场数量	占比	机场数量	占比	数量增加	占比增加
严重	1	0.83%	4	2.70%	3	1.88%
较严重	17	14.05%	24	16.22%	7	2.17%
一般	18	14.88%	27	18.24%	9	3.37%
无或轻微	85	70.24%	93	62.84%	8	-7.41%
合 计	121	100%	148	100%	27	

机场噪声污染是一个极其复杂的社会问题，涉及地方政府、公众、民航管理部门、运营部门等不同的责任 / 利益主体，由政策、法规、标准、技术、经济和社会发展等多个层面的问题纠结在一起，分析产生的主要原因，既有规划布局问题，也有机场运行问题，需要各相关部门共同负起责任、协调解决。

<sup>2</sup> 中国民用航空局. 2016 年民航行业发展统计公报

### 3.3 机场噪声控制要求

国际民航组织提出“平衡方法”，作为缓解航空器噪声影响的国家政策和大纲。此方法主要是：声源控制（使用更安静的航空器）；合理规划和管理机场周围土地；使用航空器减噪运行程序；限制航空器在机场的运行。

#### （1）声源控制措施

我国《民用机场管理条例》第 59 条规定：在民用机场起降的民用航空器应当符合国家有关航空器噪声和涡轮发动机排出物的适航标准。我国民用航空规章（CCAR）第 36 部《航空器型号和适航合格审定噪声规定》规定有各类飞机噪声限值及测量、评定要求。

通过逐步淘汰高噪声飞机（如二阶段飞机），以及从飞机制造角度开发新型低噪声飞机，可从源头上降低飞机噪声。目前美国和欧洲国家正在开展低噪声飞机、“无噪声飞机”计划，通过优化发动机设计、改变发动机布置、机身 / 机翼设计等减少噪音。我国大飞机项目也将减噪作为一项关键技术。

#### （2）土地使用规划和管理

其目标是要使不相容的土地使用（例如住宅和学校）远离机场周边地区，而鼓励将相容的土地使用（例如工业和商业）安排在机场周围。主要措施包括有综合规划、噪声分区、建筑隔声、建筑限制等。

#### （3）减噪运行程序

我国《民用机场管理条例》第 60 条规定：机场管理机构应当会同航空运输企业、空中交通管理部门等有关单位，采取技术手段和管理措施控制民用航空器噪声对运输机场周边地区的影响。

减噪运行程序一般包括：采用优先跑道、优先航路使航空器移离噪声敏感区。采用旨在优化噪声地面分布的减噪起飞和进近程序。连续下降进近，使航空器在较高高度上保持较长时间，从而减少地面感应到的噪声。国家民航局已和波音公司、美国联邦环保局合作开始该方面的研究。

#### （4）运行限制

可通过机型限制（限制或禁止高噪声飞机在机场起降）、跑道限制（限制或禁止使用噪声影响大的跑道）、时段限制（如夜间宵禁制度）、架次限制（如限制一天内的起降架次）等管理措施减轻飞机噪声污染。国际民航组织建议各国不将运行限制作为第一手段使用。

除上述措施外，还可采取经济手段控制机场飞机噪声，如征收噪声费、夜航费、噪声补偿等。

## 4 国外相关标准研究

### 4.1 机场飞机噪声特点和评价量

机场飞机噪声的特点主要体现在以下四个方面：一是噪声级高，喷气式飞机起飞噪声的声功率级高达 150dB 以上，相当于数十万辆客车的总和；二是噪声影响范围广、呈明显的立体空间扩散特点，波及范围常常可达数十平方公里；三是噪声源为三维运动、噪声具有非稳态特性；四是噪声影响具有时空的间断性，即对一架飞机来说，只在起、落点（机场）附近造成短时的较大噪声影响。机场噪声评价量，在一定程度上应该反映上述特点。

从上世纪 50 年代起，机场飞机噪声及其评价量就已纳入人们的研究视野。研究中，国外提出了很多机场飞机噪声评价量，与其他环境噪声（区域、工业、道路、铁路等）相比，机场飞机噪声的评价量最为多样，表 4 统计了典型的 13 个国家及地区（含国际组织）正在使用或使用过的 11 种评价量。

表 4 机场噪声评价量<sup>3 4</sup>

评价量	使用国家或地区	单一噪声事件评价指标	纯音修正	持续时间修正	噪声事件数	时段差异
$L_d$ 、 $L_n$	英国、德国	$L_{Aeq}$	无	有	$10\lg N$	昼夜分别提出要求
$L_{dn}$	美国 我国台湾	$L_{Aeq}$	无	有	$10\lg N$	分 2 段，夜间加 10 dB
$L_{den}$	欧盟推荐 法国、日本	$L_{Aeq}$	无	有	$10\lg N$	分 3 段，傍晚加 5 dB， 夜间加 10 dB
CNEL	美国加州	$L_{Aeq}$	无	有	$10\lg N$	分 3 段，傍晚加 5 dB， 夜间加 10 dB
NEF	加拿大 我国香港	$L_{EPN}$	有	有	$10\lg N$	分 2 段，夜间加 12.2 dB
ANEF	澳大利亚	$L_{EPN}$	有	有	$10\lg N$	分 2 段，夜间加 6 dB
$L_{WECPN}$	ICAO 中国 日本（停用）	$L_{EPN}$	有	有	$10\lg N$	分 3 段，傍晚加 5 dB， 夜间加 10 dB
简易法 $L_{WECPN}$	中国 日本（停用）	$L'_{Amax}$	无	有	$10\lg N$	分 3 段，傍晚加 5 dB， 夜间加 10 dB
$\bar{Q}$	德国（停用）	$L_{PN}$ 平均峰值	无	有	$13.3\lg N$	—
NNI	英国（停用）	$L_{PNmax}$	无	无	$15\lg N$	分 2 段，夜间允许较低的 NNI

<sup>3</sup> European Commission Directorate-General for Energy and Transport. State of the Art on Tradable Permits, Noise Legislation, Noise Restriction Methods and Noise Modelling. 2010.1

<sup>4</sup> 台湾环保署. 96 年度「航空噪音管制」專案工作計畫. EPA-96-F105-02-252

评价量	使用国家或地区	单一噪声事件评价指标	纯音修正	持续时间修正	噪声事件数	时段差异
<i>IP</i>	法国（停用）	$L_{PN\max}$	无	无	$10\lg N$	分 2 段，补偿可变

尽管评价量不同，但还是有共同之处，例如一般都考虑到作为飞机噪声影响的三项最基本内容，即飞机噪声级，飞行次数，昼、夜间人们对飞机噪声不同的主观反应。各种评价量标准均来源于大量调查研究，并最终是以居民主观反应作为制订标准的基础。

评价量的差异主要体现在以下几个方面：

(1) 单个噪声事件声级度量选择的不同。单个噪声事件即单架飞机一次飞过对地面产生的噪声影响，单个噪声事件的基本声级度量指标主要有 4 种： $L_{EPN}$ （有效感觉噪声级）、 $L_{PN\max}$ （最大感觉噪声级）、 $L_{Aeq}$ （等效 A 声级）、 $L_{A\max}$ （最大 A 声级）。其中前两种基于噪度，后两种基于响度；

(2) 飞机运行次数选用的不同。对于每天的飞机运行次数，有的评价方法采用了最繁忙的一天，有的是年平均值或选择其他的中间值，等等；

(3) 不同时间段的噪声计权不同。有的分昼夜 2 段计权，有的分昼、晚、夜 3 段计权或 4 段计权。分段计权越精细，越贴近人对噪声的实际感受，但计算变得更为复杂；

(4) 多噪声事件的累加规则不同；

(5) 为了相互区别，各评价指标采用不同的规范化常数；

(6) 评价指标考虑因素（如纯音修正等）的差异。

## 4.2 各国机场飞机噪声标准

机场通常都建在城市附近，飞机起降对机场周围区域人们生活造成干扰。为保护环境，减轻飞机噪声影响，各国都制订了机场周围飞机噪声环境标准。噪声限值通常与周边土地利用紧密联系，对住宅、学校、医院等敏感建筑物的建设提出要求。

典型国家机场飞机噪声标准见表 5。

表 5 各国机场飞机噪声限值<sup>5 6</sup>

国家或地区	评价量	标准值, dB		管制区规定
		昼	夜	
英国	$L_d$ 、 $L_n$	<57	<48	无限制
		57~66	48~57	土地利用需要考虑噪声影响，如必要需要适当的噪音防护
		66~72	57~66	一般不允许规划建设，如建设则需要充分的噪音防护

<sup>5</sup> European Commission Directorate-General for Energy and Transport. State of the Art on Tradable Permits, Noise Legislation, Noise Restriction Methods and Noise Modelling. 2010.1

<sup>6</sup> 马大猷主编. 噪声与振动控制工程手册. 机械工业出版社, 2002.9

国家或地区	评价量	标准值, dB		管制区规定
		>72	>66	不允许规划建设
德国	$L_d$	新建机场	现有机场	
		>55	>60	不允许新建噪声敏感建筑物（医院、学校等）
		>60	>65	不允许新建噪声敏感建筑物（医院、学校等），亦不允许新建住宅
	$L_n$	>53 2011年后>50	>55	不允许新建噪声敏感建筑物（医院、学校等），亦不允许新建住宅
美国	$L_{dn}$	<65		无限制
		65~75		限制新建住宅，需有隔音设施
		>75		不允许新建住宅
法国	$L_{den}$	50~55/57		无限制
		55/57~62/65		满足限值可新建住宅，限值由地方确定
		62/65~70		不允许新建住宅，限值由地方确定
		>70		不允许新建住宅
日本	$L_{den}$	<57		专属住宅区
		<62		其他生活区
美国加州	$CNEL$	<62		无限制
		62~72		限制新建住宅，需有隔音设施
		>72		不允许新建住宅
加拿大	$NEF$	$\leq 30$		无限制
		30~40		新住宅有隔音设施
		>40		不允许新建住宅
澳大利亚	$ANEF$	<20		无限制
		20~25		新住宅有隔音设施
		>25		不允许新建住宅
我国现行	$L_{WECPN}$	$\leq 70$		特殊住宅区；居住、文教区
		$\leq 75$		其他生活区

## 5 标准修订基本原则

分析现行标准存在的主要问题，结合特定区域声环境质量标准的定位，以及最新的环境管理要求，本次标准修订遵循以下原则：

- (1) 确定合理的机场噪声评价量，便于环境管理与国际经验借鉴；
- (2) 根据国内外机场噪声烦恼度最新研究成果，并充分考虑与现行标准的衔接，确定适宜的飞机噪声限值水平；
- (3) 完善机场周围区域功能分区，按土地利用类型实施分类分级控制，促进机场周边土地的合理利用与临空经济的发展。

### 5.1 确定合理的机场噪声评价量

#### 5.1.1 确定原则与基本考虑

机场噪声评价量的确定原则：

- A. 构造简单、易于理解、便于测量和计算；
- B. 国际上使用较为普遍，或与目前普遍使用的指标间有简单、精确的换算关系，从而便于国外有关研究数据的共享（如飞机噪声暴露-反应（exposure-response）关系研究数据）；
- C. 与现用指标  $L_{WECPN}$  有一定的换算关系，便于过渡和衔接。
- D. 能比较好地反映不同飞行时段、不同飞行架次、不同飞行机型差异所带来的影响差异；
- E. 合理兼顾一定时段的噪声能量平均和单次高噪声事件的影响。

从以上原则出发，本次标准修订采用昼夜等效声级（ $L_{dn}$ ）代替原评价量  $L_{WECPN}$ 。主要考虑如下：

(1) 我国《声环境质量标准》采用的是昼间等效声级  $L_d$ 、夜间等效声级  $L_n$ ，现行机场噪声评价量计权等效连续感觉噪声级  $L_{WECPN}$  和等效声级之间的标准数值有一定的差距，相互之间不易换算，受飞机噪声干扰的居民常发生混淆。修订为昼夜等效声级  $L_{dn}$ ，评价量与《声环境质量标准》指标原理相同，均是基于等效声级的概念，环境管理较为熟悉，只是考虑到飞机运行特点，夜间加入 10dB 的补偿量后用一个单一评价量  $L_{dn}$  表示，形式上更简单，管理上更方便。

(2)  $L_{dn}$  在美国已采用多年，2000 年 FAA 再次肯定了作为机场飞机噪声评价量的科学性，说明美国仍将采用该评价量。欧盟目前正在统一欧盟内部的机场噪声评价量，提出的评价量为  $L_{den}$ ，与  $L_{dn}$  的差别只是在于将一天的时间段划分为白天、傍晚、夜间三段。英国、法国、德国、日本等国纷纷修改了原来的机场噪声评价量。从这些机场噪声评价量的变化趋势可以看出，采用以 A 声级为基础的等效声级目前被广泛认同。评价量修改为  $L_{dn}$  实现了与

国际接轨，且有国际上近年来发表的大量噪声暴露与烦恼反应的研究数据可供借鉴。

(3) 我国机场噪声控制是近几年才开始的，由于国外航空事业的发展较早，在机场噪声控制方面积累了丰富的经验，特别是美国取得了很好的效果，图 1 给出了美国从 1975 年到 2008 年的旅客吞吐量及飞机噪声影响人数的变化。采用  $L_{dn}$  评价量有利于我国参考国外机场噪声控制经验，减轻我国机场飞机噪声对周围环境的影响。

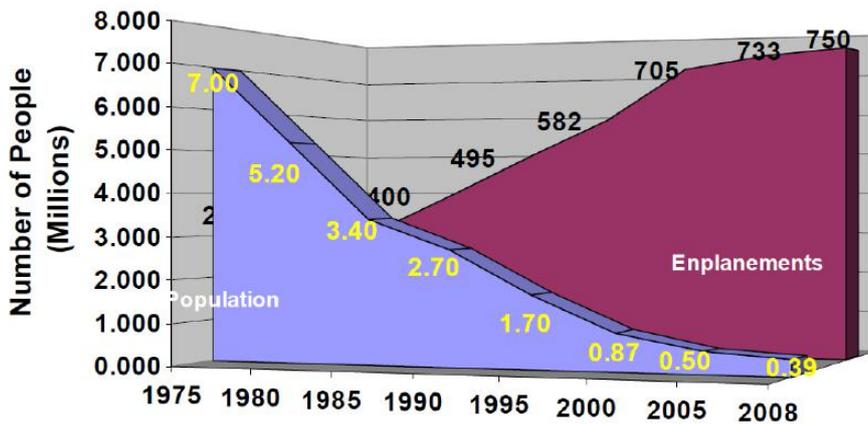


图 1 美国机场旅客吞吐量及飞机噪声影响人数 (1975—2008)<sup>7</sup>

### 5.1.2 $L_{dn}$ 发展与应用

美国采用  $L_{dn}$  (Day-night Average Sound Level) 的历史最早可以追溯到 1973 年。当时，美国环境保护署 (EPA) 在执行“噪声控制法案”时认为  $L_{dn}$  作为机场噪声评价量最为适宜。1976 年，EPA 正式向美国联邦航空管理局 (FAA) 建议以  $L_{dn}$  作为标准的机场噪声评价量。1980 年，美国联邦城市噪声联合委员会 (U.S. Federal Interagency Committee on Urban Noise, FICUN) 在研究机场周边土地规划时也认为  $L_{dn}$  是最好的噪声评价量。同年，在美国声学学会 (Acoustical Society of America) 制定的国家标准 (ANSI S3.23-1980) 中将  $L_{dn}$  作为评价各种室外环境条件下土地利用相容性规划的声学评价指标。1981 年，FAA 颁布联邦航空管理条例第 150 部 (FAR Part 150)，正式采用  $L_{dn}$  作为机场航空噪声评价量。2000 年，FAA 再次肯定了  $L_{dn}$  作为机场航空噪声评价量的科学性。

### 5.1.3 $L_{dn}$ 与 $L_{WECPN}$ 的关系

在满足一定假设条件下 (忽略纯音修正,  $L_{PN} \approx L_A + 13$ ),  $L_{EPN} = L_{AE} + 3$ , 因此

$$L_{WECPN} - L_{dn} = 13 + 10 \lg \left( \frac{N_1 + 3N_2 + 10N_3}{N_1 + N_2 + 10N_3} \right)$$

<sup>7</sup> Aviation Noise Impacts Research Workshops. Synthesis of Meeting Content and Final Annoyance/Sleep Projects. January 2011

式中： $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  分别为白天、傍晚和夜间的飞行架次。

可见， $L_{WECPN}$  与  $L_{dn}$  的差值取决于时间段的划分以及各时间段内的飞行架次，总体处于 13~14 dB 之间。例如，假设白天、傍晚、夜间的飞行架次比例为 85%、10%、5%，则  $L_{WECPN} - L_{dn} = 13.56$  dB。

从换算严格角度而言，本标准取  $L_{dn} = L_{WECPN} - 13$  的换算关系。

## 5.2 确定适宜的噪声限值水平

根据机场噪声烦恼度的基准研究成果（现场调查和借鉴国外），基于合理的保护水平（保护的人群比例，如社区高烦恼度 HA 控制在 10 - 20%），确定适宜的机场噪声限值。

机场噪声烦恼度研究可追溯到上世纪五十年代，包括英国伦敦希思罗机场的调查、美国空军机场的调查等。从那时起，烦恼度研究经历了三个阶段：直线拟合（1950-1978）、最小二乘法拟合（1978-1994，以 Schultz 曲线为代表）、区分不同噪声源类型（1994 至今）。目前针对飞机、道路、铁路以及固定噪声源等积累了大量的噪声烦恼度研究样本，人们的认识逐步深入。

1978 年，Schultz 将以往机场、公路和铁路的噪声调查原始数据转换成  $L_{dn}$ ，然后分析  $L_{dn}$  与  $P_{HA}$  的关系，得出了著名的 Schultz（即  $P_{HA} \sim L_{dn}$  关系）曲线。1989~1991 年，Fidell, Barber 和 Schultz 进一步完善了  $P_{HA} \sim L_{dn}$  关系。Finegold, Harris 和 von Gierke 在 1994 年提出的  $P_{HA} \sim L_{dn}$  关系，已经被美国联邦噪声联合委员会（U.S. Federal Interagency Committee on Noise, FICON）用于机场噪声影响分析，并被推荐用于一般交通噪声对人群影响的预测。美国国家标准协会（ANSI）也在评价环境噪声对社区影响时采用了这一关系式。该关系式如下：

$$P_{HA} = \frac{100}{1 + e^{(11.13 - 0.14L_{DN})}} \quad (\%)$$

美国联邦航空局 FAA 将  $L_{dn} = 65$  dB（约相当于  $L_{WECPN} = 78$  dB）作为住宅、学校等建筑区域的最高限值，相应的高烦恼度水平为 11.6%。

1998 年 Miedema 汇总了世界范围内的主观烦恼度调查数据，区分不同交通噪声源，公布的最新统计结果如图 2 所示。不同噪声特性，其烦恼反应是不同的。

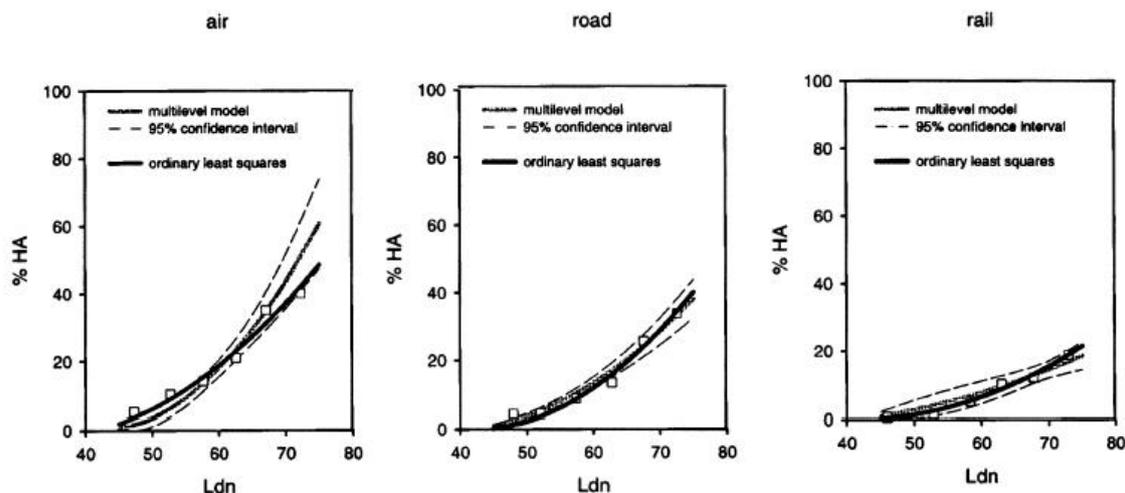


图 2 Miedema 烦恼度统计结果（1998）

欧盟委员会也于 2002 年公布了噪声专家网络“噪声暴露剂量与影响”工作组（WG2）的研究报告，见表 6。

表 6 欧盟的烦恼度研究成果（2002）

LDen	Aircraft		Road traffic		Rail traffic	
	%A	%HA	%A	%HA	%A	%HA
45	11	1	6	1	3	0
50	19	5	11	4	5	1
55	28	10	18	6	10	2
60	38	17	26	10	15	5
65	48	26	35	16	23	9
70	60	37	47	25	34	14
75	73	49	61	37	47	23

根据国际上交通噪声烦恼度研究成果，与道路噪声相比，在同等烦恼度条件下，飞机噪声更感烦恼，一般铁路噪声（不包括高速铁路）则比道路噪声的烦恼度要低，因此在最新的 ISO 标准 ISO1996-1: 2003《声学 环境噪声的描述测量与评价》中建议飞机噪声与道路噪声相比限值减少 3~6dB，铁路噪声限值则可放宽 3~6dB，我国标准 GB/T3222.1-2006 对该标准进行了等效转化。

根据上述国际研究最新动态，结合本次标准修订开展的机场噪声烦恼度研究，将重点对适宜的机场噪声限值水平进行研究论证。

### 5.3 确定可行的机场噪声适用分区

机场噪声标准的适用性分区直接关系到机场周边的土地利用，根据各国机场噪声管理经验，大都实施分级控制，限值标准对应的是详细、明确的土地利用计划和控制措施要求。美国联邦法规典 14CFR 第 150 部《机场噪声相容性规划》对机场周围土地利用提出如下指南建议（表 7），可资借鉴。

表 7 FAA 噪声相容性土地利用指南

土地用途		年均昼夜等效声级, YL <sub>DN</sub> (单位: 分贝)					
		<65	65~70	70~75	75~80	80~85	>85
居住	居民住宅, 不含活动住房和过渡性住房	Y	N (1)	N (1)	N	N	N
	活动住房停放场	Y	N	N	N	N	N
	过渡性住房	Y	N (1)	N (1)	N (1)	N	N
公用	学校	Y	N (1)	N (1)	N	N	N
	医院和疗养院/养老院	Y	25	30	N	N	N
	教堂、礼堂和音乐厅	Y	25	30	N	N	N
	政府部门	Y	Y	25	30	N	N
	运输场所	Y	Y	Y (2)	Y (3)	Y (4)	Y (4)
	停车场	Y	Y	Y (2)	Y (3)	Y (4)	N
商业	办公室, 事务性及专业性	Y	Y	25	30	N	N
	批发和零售—建材、五金和农业设备	Y	Y	Y (2)	Y (3)	Y (4)	N
	一般性零售贸易	Y	Y	25	30	N	N
	公共设施	Y	Y	Y (2)	Y (3)	Y (4)	N
	通讯部门	Y	Y	25	30	N	N
加工制造业	一般制造业	Y	Y	Y (2)	Y (3)	Y (4)	N
	摄影和光学设备制造	Y	Y	25	30	N	N
	农业 (不含畜牧) 和林业	Y	Y (6)	Y (7)	Y (8)	Y (8)	Y (8)
	畜禽养殖	Y	Y (6)	Y (7)	N	N	N
	矿业和渔业, 资源开发	Y	Y	Y	Y	Y	Y
休闲娱乐	室外运动场、竞赛场	Y	Y (5)	Y (5)	N	N	N
	室外音乐厅、露天剧场	Y	N	N	N	N	N
	自然展出场所和动物园	Y	Y	N	N	N	N
	娱乐场、公园、度假胜地和露营地	Y	Y	Y	N	N	N
	高尔夫球场、马场和水上娱乐场	Y	Y	25	30	N	N

说明:

表中指定用途不构成联邦关于土地利用的决定。应根据联邦、州或地方法律, 由地方政府确定可相容和允许的用地。

Y=用地对于相关建筑物是相容的, 不受限制。

N=用地对于相关建筑物不相容, 应予以禁止。

NLR=降噪量 (室外降至室内), 将通过在设计和建造建筑物时, 结合采取降噪措施达到。

25、30 或 35=用地对于相关建筑物一般是相容的, 但设计和建造建筑物时, 必须结合采取降噪措施, 才能达到 NLR25、30 或 35 分贝。

对括号内数字注释的说明:

(1) 如果地方政府决定用于居住或学校, 各个建筑物均应结合采取降噪措施, 至少应达到由室外

土地用途	年均昼夜等效声级, YLDN (单位: 分贝)					
	<65	65~70	70~75	75~80	80~85	>85
<p>至室内测量 NLR 为 25 至 30 分贝, 并应单独批准。正常情况下, 居民建筑预计可达 NLR 为 20 分贝, 此类降噪通常要求在标准的建筑物上以 NLR 5、10 或 15 分贝标出, 并通常的假设条件是机械通风, 常年关闭。然而, 采取 NLR 标准不可能消除室外噪声问题。</p> <p>(2) 对于建筑物中接待公众的区域、办公区域、噪声敏感区或通常噪声级较低的区域, 在设计和建造时, 必须采取降噪措施, 达到 NLR 25 分贝。</p> <p>(3) 对于建筑物中接待公众的区域、办公区域、噪声敏感区或通常噪声级较低的区域, 在设计和建造时, 必须采取降噪措施, 达到 NLR 30 分贝。</p> <p>(4) 对于建筑物中接待公众的区域、办公区域、噪声敏感区或通常噪声级较低的区域, 在设计和建造时, 必须采取降噪措施, 达到 NLR 35 分贝。</p> <p>(5) 如安装了特定的声音增强系统, 则用地是相容的。</p> <p>(6) 住宅建筑要求 NLR 25 分贝。</p> <p>(7) 住宅建筑要求 NLR 30 分贝。</p> <p>(8) 不允许建住宅建筑。</p>						

根据机场周边土地利用(如居住用地、公共用地、商业用地等)的噪声敏感性差异, 分类规定飞机噪声限值以及敏感建筑物噪声防护要求, 有利于合理利用土地, 协调机场运行与周围环境的关系, 促进经济、社会的可持续发展。

## 6 标准规定的主要技术内容

### 6.1 适用范围

#### 6.1.1 机场类型

国际民航组织对机场的定义: 供航空器起飞、降落和地面活动而划定的一块地域或水域, 包括域内的各种建筑物和设备装置。

目前我国机场大致可分为民用机场、军用机场两大类; 其中两者合用的称为军民合用机场。

民用机场包括运输机场和通用机场。根据《民用机场管理条例》(国务院令第 553 号), 运输机场是指为从事旅客、货物运输等公共航空运输活动的民用航空器提供起飞、降落等服务的机场; 通用机场是指为从事工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行, 以及医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育训练、文化体育等飞行活动的民用航空器提供起飞、降落等服务的机场。

按《民用机场工程项目建设标准》(建标 105-2008) 规定, 民用机场飞行区按指标 I、指标 II 分级, 与在该机场上运行的飞机性能相适应。

指标 I: 按拟使用机场跑道的各类飞机中最长的基准飞行场地长度, 分为 1、2、3、4 四个等级, 如表 8 所示。

表 8 飞行区指标 I

飞行区指标 I	飞机基准飞行场地长度 (m)
1	<800
2	800~<1200
3	1200~<1800
4	≥1800

指标 II: 按使用该机场飞行区的各类飞机中的最大翼展或最大起落架外轮外侧边的间距, 分为 A、B、C、D、E、F 六个等级, 两者中取其较高等级, 如表 9 所示。

表 9 飞行区指标 II

飞行区指标 II	翼展 (m)	主起落架外轮外侧间距 (m)
A	<15	<4.5
B	15~<24	4.5~<6
C	24~<36	6~<9
D	36~<52	9~<14
E	52~<65	9~<14
F	65~<80	14~<16

由于机场的飞行量和机型大小均和机场等级有关, 因此一般来讲, 飞机噪声影响范围的顺序, 为 4F>4E>4D>4C>3C。

#### (1) 运输机场

主要供旅客、货物运输使用，一般规模较大，功能较全，使用较频繁。运输机场也称商业航空机场，是指以航空器进行经营性的客货运输的航空活动。它的经营性表明这是一种商业活动，以盈利为目的。运输机场又可分为枢纽机场、干线机场及支线机场。其中有的机场包括有训练飞行。由于地域特点，有些机场主要为旅游用机场，具有明显的季节特点。使用的飞机一般为运输机（客机、货机）、公务机，较少直升机、教练机、通用飞机。

我国目前已形成了以北京、上海、广州等枢纽机场为中心，以成都、昆明、重庆、西安、乌鲁木齐、深圳、杭州、武汉、沈阳、大连等省会或重点城市机场为骨干以及众多其他城市干、支线机场相配合的基本格局。

## （2）通用机场

供专业飞行（如救援、消防、农用）之用，因此，一般使用场地较小，功能单一，对场地的要求不高，设备也相对简陋。通用航空包括的主要内容有：

①工业航空：包括使用航空器进行工矿业有关的各种活动，具体的应用有航空摄影、航空遥感、航空物探、航空吊装、石油航空、航空环境监测等。在这些领域中利用了航空的优势，可以完成许多以前无法进行的工程（如海上采油）以及显著加快工作进度（如航空探矿）。

②农业航空：包括为农、林、牧、渔各行业的航空服务活动。其中如森林防火、灭火、撒播农药，都是其他方式无可比拟的。

③航空科研和探险活动：包括新技术的验证、新飞机的试飞，以及利用航空器进行的气象天文观测和探险活动。

④飞行训练：除培养空军驾驶员外培养各类飞行人员的学校和俱乐部的飞行活动。

⑤航空体育运动：用各类航空器开展的体育活动，如跳伞、滑翔机、热气球以及航空模型运动。

⑥公务航空：大企业和政府高级行政人员用单位自备的航空器进行公务活动。跨国公司的出现和企业规模的扩大，使企业自备的公务飞机越来越多，公务航空就成为通用航空中一个独立的部门。

⑦私人航空：私人拥有航空器进行航空活动。

通用航空采用多种不同类型的飞机，其中有通用飞机、直升机、教练机、农业飞机等。2016年底，我国获得许可证的通用航空企业320家，在册航空器总数达到2096架，其中教学训练用飞机621架<sup>8</sup>。

国内通用机场尚不多，其中典型的有加格达奇机场用于森林防火、天津中海油的直升机场用于渤海采油人员、设备运输。

### 6.1.2 本标准适用范围

本标准适用于民用机场（包括运输机场、通用机场和军民合用机场的民用部分）周围区域飞机通过（起飞、降落、低空飞越）噪声的评价与声环境质量管理。

<sup>8</sup> 中国民用航空局. 2016年民航行业发展统计公报

标准将军用机场排除在外，是因为在环境管理方面，军队环保由军方直接管理，具有特殊性。

由于目前国内不少运输机场包括有通用机场的用途，运输机场同样有通用飞机、直升机及农业飞机的运行。通用机场使用的飞机同样需满足适航标准中噪声的要求。为此本次修订的标准同时适用于运输机场和通用机场。对于紧急救援、消防等所产生的飞机噪声不受本标准限制。

### 6.1.3 与其他标准关系

本标准只适用于机场周围区域飞机通过（起飞、降落、低空飞越）噪声，不适用于机场内部及机场周围区域的其他噪声源。

除飞机飞行噪声外，机场内部的噪声源还主要有：飞机试车噪声、滑行噪声、地面勤务车辆噪声和机场固定声源（锅炉、水处理、焚烧炉的风机，空调机房，凉水塔等）噪声。由于机场占地面积较大，这些声源一般对机场外环境影响较小。但由于飞机试车噪声、滑行噪声与飞机飞行噪声的特点不一致，以及考虑到某些机场所处的特殊位置、包括民航宾馆在内的敏感目标布局等条件，可能有一些近距离的敏感目标会受到这些噪声源的影响，为此本标准明确规定：飞机地面滑行、发动机试车和地面勤务车辆、设备的噪声按工业企业噪声源进行管理。

机场周围区域（机场界外）除飞机外的交通运输、工业生产、建筑施工和社会生活噪声源，应执行相应噪声源的环境噪声排放标准以及声环境质量标准的相关规定。

## 6.2 机场周围土地利用类型

### 6.2.1 土地规划要求

机场建设应与周边土地利用相协调。我国《环境噪声污染防治法》第40条规定：除起飞、降落或者依法规定的情形以外，民用航空器不得飞越城市市区上空。城市人民政府应当在航空器起飞、降落的净空周围划定限制建设噪声敏感建筑物的区域；在该区域内建设噪声敏感建筑物的，建设单位应当采取减轻、避免航空器运行时产生的噪声影响的措施。民航部门应当采取有效措施，减轻环境噪声污染。

我国《民用机场管理条例》第9条规定：运输机场所在地有关地方人民政府应当将运输机场总体规划纳入城乡规划，并根据运输机场的运营和发展需要，对运输机场周边地区的土地利用和建设实行规划控制。

第61条规定：民用机场所在地有关地方人民政府制定民用机场周边地区的土地利用总体规划和城乡规划，应当充分考虑民用航空器噪声对民用机场周边地区的影响，符合国家有关声环境质量标准。

第62条规定：民用机场所在地有关地方人民政府应当在民用机场周边地区划定限制建设噪声敏感建筑物的区域并实施控制。确需在该区域内建设噪声敏感建筑物的，建设单位应当采取措施减轻或者避免民用航空器运行时对其产生的噪声影响。

但在现实生活中，往往由于规划滞后或变更（如首都机场三跑道、虹桥机场），以及规划控制不力（如大连、厦门等机场周围建设了大量敏感建筑）等原因，造成严重的噪声污染。

为控制机场噪声污染，应根据机场噪声排放的特点及其影响范围和程度，区分不同土地利用类型的噪声敏感性差异，科学制定机场周围区域土地利用规划，并严格实行规划控制，落实敏感目标保护要求。

### 6.2.2 土地利用类型划分

依据《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB 50137-2011），对城市建设用地（H11）的不同土地利用类型按噪声敏感、较敏感、较不敏感、不敏感划分为4类，见表10。

表10 城市建设用地的噪声敏感性分类

土地利用类型		I类用地 敏感	II类用地 较敏感	III类用地 较不敏感	IV类用地 不敏感
大类	中类				
居住用地 (R)	全部	√			
公共管理与公共服务设施用地 (A)	行政办公用地(A1)		√		
	文化设施用地(A2)		√		
	教育科研用地(A3)	√			
	体育用地(A4)			√	
	医疗卫生用地(A5)	√			
	社会福利用地(A6)	√			
	文物古迹用地(A7)			√	
	外事用地(A8)	√			
商业服务业设施用地 (B)	商业用地(B1)		√		
	商务用地(B2)		√		
	娱乐康体用地(B3)			√	
	公用设施营业网点用地(B4)			√	
	其他服务设施用地(B9)		√		
工业用地 (M)	全部			√	
物流仓储用地 (W)	全部			√	
道路与交通设施用地(S)	全部				√
公用设施用地 (U)	全部				√
绿地与广场用地 (G)	公园绿地(G1)			√	
	防护绿地(G2)				√
	广场用地(G3)			√	

对于镇建设用地（H12）、乡建设用地（H13）、村庄建设用地（H14）参照上述城市建设用地（H11）的划分原则进行噪声敏感性分类。

以上是对城乡居民点建设用地（H1）的划分，除此之外的其他建设用地（包括区域交通设施用地 H2、区域公用设施用地 H3、特殊用地 H4、采矿用地 H5、其他建设用地 H9）、非建设用地（包括水域 E1、农林用地 E2、其他非建设用地 E9）应作为不敏感的用地类型（IV

类用地)，但安保用地（H42）除外。安保用地是指监狱、拘留所、劳改场所和安全保卫设施等用地，属于较敏感的用地类型（II类用地）。参见表 11 城乡用地噪声敏感性分类。

表 11 城乡用地的噪声敏感性分类

土地利用类型			I 类用地 敏感	II 类用地 较敏感	III 类用地 较不敏感	IV 类用地 不敏感
大类	中类	小类				
建设用地 (H)	城乡居民点 建设用地 (H1)	城市建设用 地 (H11)	见表 10			
		镇建设用 地 (H12)	参照城市建设用地划分			
		乡建设用 地 (H13)	参照城市建设用地划分			
		村庄建设用 地 (H14)	参照城市建设用地划分			
	区域交通设 施用地 (H2)	全部				√
	区域公用设 施用地 (H3)	全部				√
	特殊用地 (H4)	军事用地 (H41)				√
		安保用地 (H42)		√		
	采矿用地 (H5)	全部				√
	其他建设用 地 (H9)	全部				√
非建设用地 (E)	水域 (E1)	全部				√
	农林用地 (E2)	全部				√
	其他非建设 用地 (E9)	全部				√

机场周围区域不同的飞机噪声水平（通常用等值线表示）决定了可行的土地利用类型。因此对于新建机场而言，应根据现有的土地利用状况，以及改变用地性质（如搬迁）的可行性，来确定机场的选址与布局；对于现有机场来说，则应根据机场现状及未来发展，严格控制周边地区的规划建设。

### 6.3 机场噪声烦恼度研究

充分了解机场飞机噪声和机场周边居民的反应之间的关系，是科学、客观地制订机场飞机噪声限值的基础。为此，标准编制组广泛调查了国内外有关机场飞机噪声烦恼度的研究成果，并对北京首都国际机场、深圳国际机场、石家庄正定国际机场、宁波国际机场的现状飞机噪声进行了监测、计算，调查了人群对飞机噪声的烦恼反应。

### 6.3.1 美国机场噪声烦恼度调查

美国从上世纪 50 年代就开始了噪声烦恼度调查，只是最初的研究并没有关注不同噪声源（道路、铁路、飞机等）的差异，因此 1978 年的 Schultz 曲线（161 个数据点）<sup>9</sup>、1991 年的 Fidell 曲线（扩充了样本，共 453 个数据点）<sup>10</sup>，以及 1994 年的 Finegold 曲线（采用了新的数据筛选原则，共 400 个数据点）<sup>11</sup>都适用所有的交通噪声源。但 Finegold 也注意到，飞机、道路、铁路三种交通噪声源的烦恼反应有所不同，并尝试着分别建立  $P_{HA} \sim L_{dn}$  关系曲线。

$$\text{Schultz 曲线: } \%HA = 0.8553L_{dn} - 0.0401L_{dn}^2 + 0.00047L_{dn}^3$$

$$\text{Fidell 曲线: } \%HA = 78.9181 - 3.2645L_{dn} + 0.0360L_{dn}^2$$

$$\text{Finegold 曲线: } \%HA = 100/[1 + \exp(11.13 - 0.14L_{dn})]$$

随后的研究，特别是 Miedema 于 1998 年公布了三条曲线，表明飞机噪声较道路噪声更令人烦恼<sup>12</sup>。他还进一步研究指出，恐惧和噪声敏感性差异是影响烦恼反应的主要因素<sup>13</sup>。

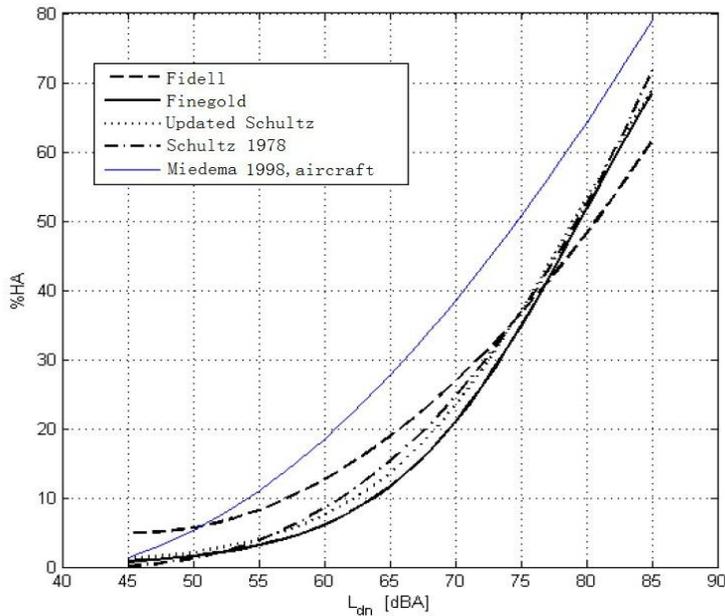


图 3 美国几种典型  $P_{HA} \sim L_{dn}$  关系曲线的比较

<sup>9</sup> Schultz, T.J. Synthesis of Social Surveys on Noise Annoyance. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 64, No. 2, 1978

<sup>10</sup> Fidell, S., Barber, D.S., Schultz, T.J. Updating a Dosage-Effect Relationship for the Prevalence of Annoyance Due to General Transportation Noise. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 89, No. 1, 1991

<sup>11</sup> Finegold, L.S., Harris, C.S., von Gierke, H.E. Community Annoyance and Sleep Disturbance: Updated Criteria for Assessing the Impacts of General Transportation Noise on People. Noise Control Engineering Journal, Vol. 42, No. 1, 1994

<sup>12</sup> Miedema, H.M. and H. Vos. Exposure-Response Relationships for Transportation Noise. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 104, No. 6, 1998

<sup>13</sup> Miedema, H.M. and H. Vos. Demographic and Attitudinal Factors That Modify Annoyance from Transportation Noise. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 105, No. 6, 1999

近年来, Fidell 等人在回顾了烦恼度曲线的发展历程后指出, 美国联邦噪声联合委员会 (FICON) 基于原有成果确定的基准曲线及相应政策应有所改变<sup>14</sup>。

### 6.3.2 欧洲机场噪声烦恼度调查

欧盟以 Miedema 等人的研究成果为基础, 于 2002 年发表了报告, 使用  $L_{den}$ 、 $L_n$  作为评价量, 给出了道路、铁路、飞机噪声与烦恼度的关系曲线<sup>15</sup>。

2003-2005 年间, 欧盟 HYENA 研究小组对生活在欧洲六个主要机场 (伦敦 Heathrow 机场、柏林 Tegel 机场、阿姆斯特丹 Schiphol 机场、斯德哥尔摩 Arlanda 机场、米兰 Malpensa 机场、雅典 Eleftherios Venizelos 机场) 附近至少 5 年, 年龄 45 至 70 岁之间的 4861 人进行了烦恼度调查, 结果表明近年来人们对飞机噪声的烦恼反应增加了, 对应相同的高烦恼度水平, 声级要比相应的欧盟曲线低 5~7 dB, 睡眠干扰的差异更大, 如图 4 所示。但同期调查的道路交通烦恼度并没有变化<sup>16</sup>。

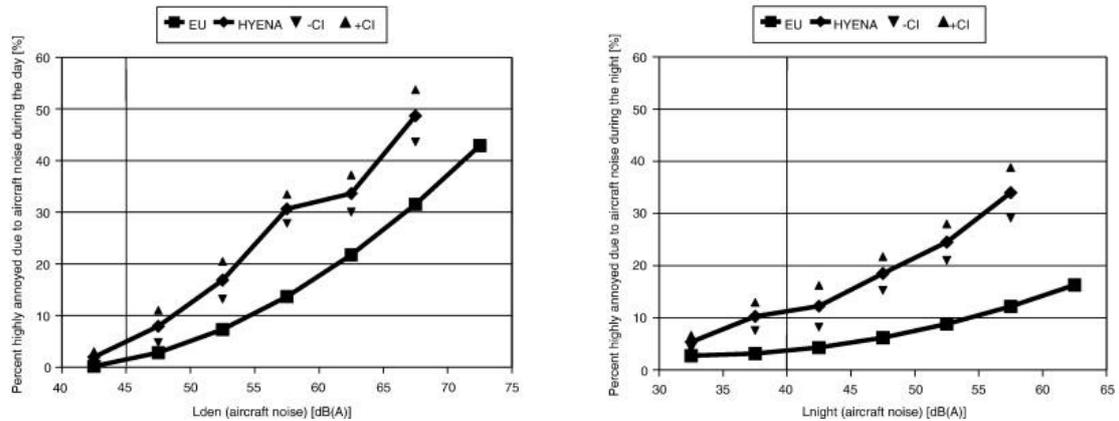


图 4 飞机噪声水平与高烦恼度之间的关系 (昼、夜)

### 6.3.3 国内机场噪声烦恼度调查

#### (1) 萧山机场研究成果

浙江大学翟国庆等在萧山机场周围布设 39 个测点, 对飞机噪声污染现状进行了测量<sup>17</sup>。参考 IC BEN (国际噪声生物效应委员会) 第 6 小组推荐使用的调查方法, 对机场周围 13 个村庄共 764 名居民 (指有效问卷数量) 开展了飞机噪声主观烦恼度调查。根据调查结果, 经曲线拟合, 得出居民高烦恼反应 ( $HA\%$ ) 与机场噪声暴露剂量 ( $L_{dn}$ ) 的指数函数关系。

$$HA\% = \frac{123.81}{1 + e^{(9.99 - 0.15L_{DN})}} \quad (\%)$$

<sup>14</sup> Fidell, S. The Schultz Curve 25 Years Later: A Research Perspective. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 114, No. 6, 2003

<sup>15</sup> European Commission. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. February 2002

<sup>16</sup> Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G. et al. Annoyance due to aircraft noise has increased over the years - Results of the HYENA study. Environment International, Vol. 35, No. 8, 2009

<sup>17</sup> 柳小毅, 施祥, 卢向明, 翟国庆. 机场噪声与公众主观烦恼关系. 噪声与振动控制, 2009 年 12 月, 第 S2 期

该研究采用模糊数学原理计算了机场噪声烦恼阈值 ( $EL$ ), 得出  $L_{WECPN}$  烦恼阈值为 72.4 dB, 如按  $L_{WECPN}$  和  $L_{dn}$  相差 13 dB 计, 则  $L_{dn}$  的烦恼阈值为 59.4 dB, 对应高烦恼度为 31.4%。

### (2) 虹桥机场研究成果

上海市环境监测中心站调查了虹桥机场飞机噪声对人的影响, 通过分析  $L_{WECPN}$  引起的烦恼反应和对睡眠的干扰, 计算出受影响的人群比例, 见表 12。调查结果表明,  $L_{WECPN}$  为 71~75dB 时 (满足我国机场噪声 II 类标准), 高烦恼率为 33%, 相应的睡眠干扰率为 15%, 即使  $L_{WECPN}$  低于 70 dB, 仍有 24% 的人感到很烦恼。

表 12 虹桥机场烦恼度调查

$L_{WECPN}$	$\leq 65$	66~70	71~75	76~80	81~85	86~90	91~95
高烦恼率	—	24%	33%	45%	—	75%	81%
睡眠干扰率	—	—	15%	26%	45%	—	68%

### (3) 首都机场研究成果

1985 年中科院声学所等单位对首都机场 388 人进行了调查, 当  $L_{WECPN}$  为 80 dB 时, 对飞机噪声感到烦恼的约占 54%, 对看书和思考感到有影响的占到 30%, 对飞机噪声认为需要采取措施的约占 34%, 如图 5 所示。

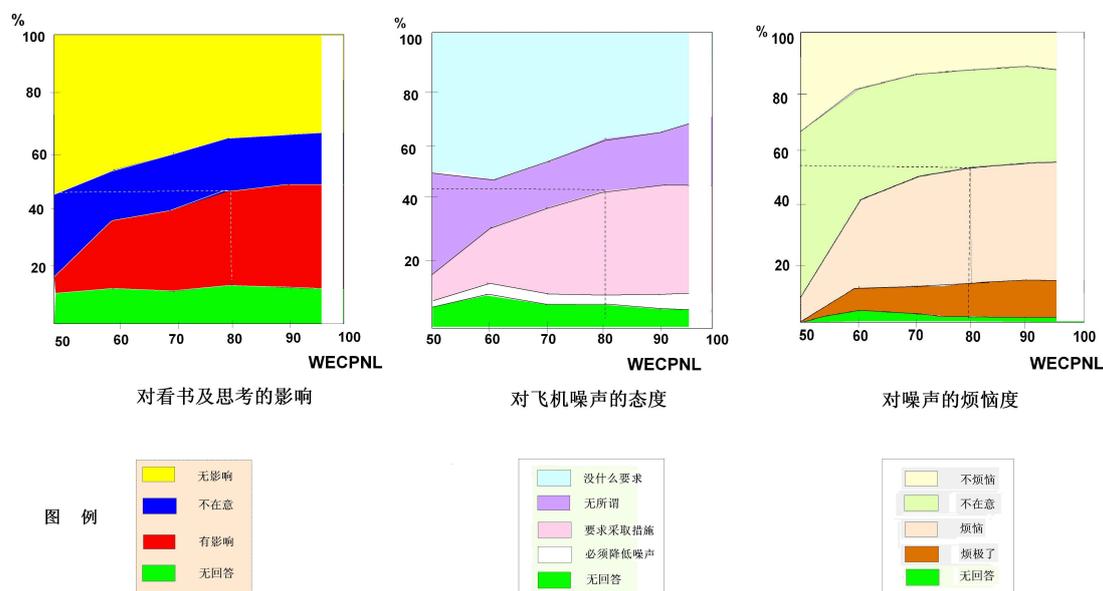


图 5 居民对飞机噪声的反应

## 6.3.4 本次标准修订开展的机场噪声烦恼度调查

### (1) 调查机场概况

为保证调查结果具有代表性，标准修订组选择了我国南方和北方、城市和农村各两个机场，其中北京首都机场、石家庄正定机场为北方机场，宁波机场、深圳机场为南方机场；首都机场和深圳机场可代表城市型机场，而石家庄机场和宁波机场可代表农村型机场。

四个机场的基本情况见表 13，表中首都机场、深圳机场旅客吞吐量、飞行架次为 2010 年统计结果，宁波机场、石家庄机场为 2009 年统计结果。

表 13 调查机场的基本情况

机场名称	调查时间	跑道数量 (条)	跑道长度 (m)	旅客吞吐量 (万人/年)	飞行架次 (万架次/年)	日均飞行架次 (架次/日)
首都机场	2011 年 3 月	3	3200×45(1) 3800×60(2)	7394.8	51.8	1416
石家庄机场	2010 年 6 月	1	3400×45	132.0	3.2	84.3
深圳机场	2011 年 1 月	1	3400×45	2671.4	21.7	594
宁波机场	2010 年 8 月	1	3200×45	403.1	3.7	102.2

## (2) 调查方法

首都机场飞机噪声采用首都机场飞机噪声自动监测系统的监测结果，其余三个机场的飞机噪声采用 WAW6218A 进行监测，每个测点监测一天。监测飞机噪声的同时利用 GPS 定位，给出监测点坐标。由机场提供监测当天的实际飞行航班表。结合监测期间机场飞机实际运行情况 and 当天的气象情况，采用美国联邦航空局推荐的飞机噪声预测软 INM7.0b 进行当天的飞机噪声模拟计算，并将计算结果和实际监测结果进行对比，其差值小于 3 dB。

调查点的  $L_{WECPN}$ 、 $L_{dn}$  数据来源，是利用经过实测结果验证的，已确定的 INM7.0b 计算参数，输入年均日飞行架次和烦恼度调查点的坐标，通过计算求得。各烦恼度调查点均利用 GPS 确定调查点的坐标，为保证调查点的声级和主观烦恼度反应相对应，每个调查点在测试坐标周围调查的人数为 10~20 人。石家庄机场、宁波机场的烦恼度调查点的  $L_{WECPN}$  或  $L_{dn}$  为 2009 年的年日均值；首都机场、深圳机场调查点的  $L_{WECPN}$  或  $L_{dn}$  为 2010 年的年日均值。

烦恼度调查参照《声学 应用社会调查和社会声学调查评价噪声烦恼度》(GB/Z 21233-2007) 中的问卷调查方法进行，由调查者一对一进行调查，并由受调查者自行填写问卷。

调查中飞机噪声引起的烦恼度，按二种方式进行描述，一种为文字描述性等级量表，即将对飞机噪声烦恼度的反应划分为“一点没有、轻微、一般、严重、非常严重”五个等级；另一种为数字化等级量表，将烦恼度反应从“一点没有”到“非常严重”之间划分为 0-10 的十一个等级。以上反应等级的填写，均由受调查者根据自己对居住地的飞机噪声感受自行选择填写，调查表格见附件 1。

剔除不符合要求的点位及无效调查表后，各机场烦恼度调查的数据统计见表 14。

表 14 各机场烦恼度调查的点位数、有效人数、声级范围

机场名称	点位数	人数		声级范围, dB	
		描述性	数字化	$L_{WECPN}$	$L_{dn}$
首都机场	14	145	132	66.1~82.2	54.4~68.9
深圳机场	10	177	140	66.9~77.9	54.3~64.7
宁波机场	10	175	164	62.8~78.7	50.2~64.0
石家庄机场	32	287	287	59.1~75.5	45.8~61.4
合计	66	784	723	59.1~82.2	45.8~68.9

(3) 数字化等级量表调查结果分析

按数字化等级量表调查结果, 将反应 8~10 的定为高烦恼, 按 5 dB 间隔, 四个机场合并统计得到不同  $L_{WECPN}$  和  $L_{dn}$  水平下的高烦恼率, 以及相应的函数关系式见表 15。

表 15 数字化等级量表不同声级下的高烦恼率

$L_{WECPN}$	77.2	72.4	67.7	61.8	—	$HA\% = \frac{100}{1 + e^{(10.624 - 0.1391L_{WECPN})}}$
高烦恼率, %	47.8	40.4	27.2	9.8	—	
$L_{dn}$	66.3	63	57.8	52.4	48	$HA\% = \frac{100}{1 + e^{(10.118 - 0.1618L_{dn})}}$
高烦恼率, %	68.9	39.1	42.3	16.25	7.83	

利用模糊数学原理进行主观烦恼度研究, 根据不同烦恼度等级, 按等间隔原则给出数字等级量表的主观烦恼度的隶属度函数, 然后求得各中心声级的烦恼概率, 计算公式如下:

$$P_i = \sum \mu_j n_{ij} / \sum n_{ij}$$

式中:  $P_i$  为中心声级  $L_i$  的烦恼概率;  $n_{ij}$  为  $L_i$  声级下第  $j$  评价等级出现的频数;  $\mu_j$  为第  $j$  评价等级烦恼度的隶属度, 即隶属函数的值, 分别为 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0。

飞机噪声的烦恼阈值 (EL) 由下式计算:

$$EL = \sum L_i P_i / \sum P_i$$

式中:  $L_i$  为对应的中心声级。

经计算  $L_{WECPN}$  的烦恼度阈值为 70.6 dB;  $L_{dn}$  的烦恼度阈值为 57.3 dB(A)。

(4) 描述性等级量表调查结果分析

按文字描述等级量表烦恼度调查结果, 将严重和非常严重定义为高烦恼, 由此得到不同声级下的高烦恼率, 以及相应的函数关系式见表 16。其相关性要弱于数字化等级量表。

表 16 描述性等级量表不同声级下的高烦恼率

$L_{WECPN}$	77.4	72.6	68.3	62.6	59.1	$HA\% = \frac{100}{1 + e^{(7.4867 - 0.1009L_{WECPN})}}$
高烦恼率, %	52.8	48.9	38.2	30.8	13.0	
$L_{dn}$	66.8	63.2	57.8	52.3	48	$HA\% = \frac{100}{1 + e^{(7.4355 - 0.1231L_{dn})}}$

采用相同的烦恼阈值分析方法，其中  $\mu_j$  值分别为 0、0.25、0.5、0.75、1。经计算  $L_{WECPN}$  的烦恼度阈值为 69.6 dB； $L_{dn}$  的烦恼度阈值为 56.2 dB(A)。

(5) 不同机场周围人群对飞机噪声反应的比较

调查发现不同的机场，其烦恼反应的差异会很大，表 17 为不同机场的高烦恼百分率。从中可知，首都机场、深圳机场在同样声级下，其高烦恼率较石家庄机场和宁波机场为低，其中深圳机场高烦恼率最低，石家庄机场的高烦恼率最高。产生差别的主要原因，初步认为由于石家庄机场、宁波机场的背景噪声较低，因此居民对飞机噪声的敏感程度较高。

表 17 不同声级下四个机场的高烦恼率比较

$L_{WECPN}$ 范围	>80	75-80	70-75	65-70	60-65
$L_{dn}$ 范围	>67	62-67	57-62	52-57	47-52
首都机场	77.8%	47.0%	29.3%	35.7%	—
深圳机场	—	21.2%	9.2%	4.1%	—
宁波机场	—	73.1%	53.4%	32.0%	—
石家庄机场	—	76.4%	47.7%	41.3%	12.1%

首都机场、深圳机场属城市型机场，旅客吞吐量大、起降架次多，它们体现出与农村型机场（石家庄机场、宁波机场）完全不同的特征。为此本次研究将机场分为两组，分别绘制了关系曲线，见图 6，从中可见其烦恼度差异很明显。

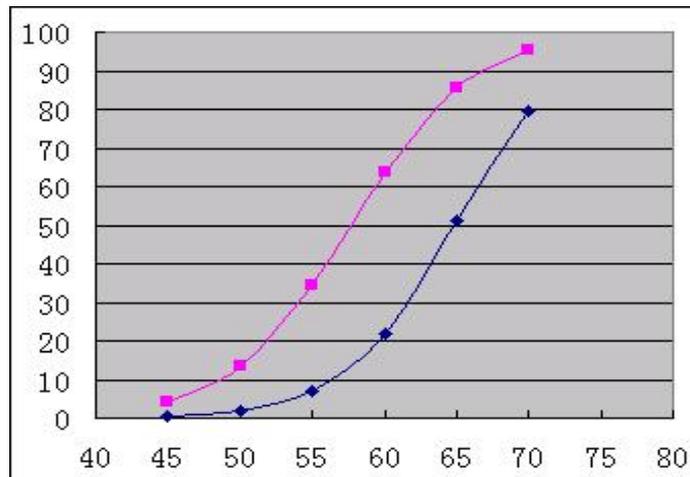


图 6 不同类型机场的烦恼度差异

对首都机场和深圳机场进行数字化等级量表的主观烦恼阈值计算，得出  $L_{WECPN}$  的烦恼

度阈值是 74.5 dB,  $L_{dn}$  的阈值为 61.8 dB(A)。对石家庄机场、宁波机场进行同样计算, 得出  $L_{WECPN}$  的烦恼度阈值是 70.7 dB,  $L_{dn}$  的阈值为 56.2dB(A)。它们的差距有 5 dB。

#### (6) 飞机噪声基本控制水平

本次调查的飞机噪声烦恼度反应(对飞机噪声的敏感性)明显高于 Miedema 飞机噪声烦恼度曲线, 见图 7。与国内萧山机场、虹桥机场(按  $L_{WECPN} - L_{dn} = 13\text{dB}$  计算得出的  $L_{dn}$  回归得到的曲线)的调查结果接近或略严格一些(低约 2~5 dB), 见图 8。这与欧盟 HYENA 研究小组得出的“Aircraft noise is more annoying now than in the past”的结论是一致的。

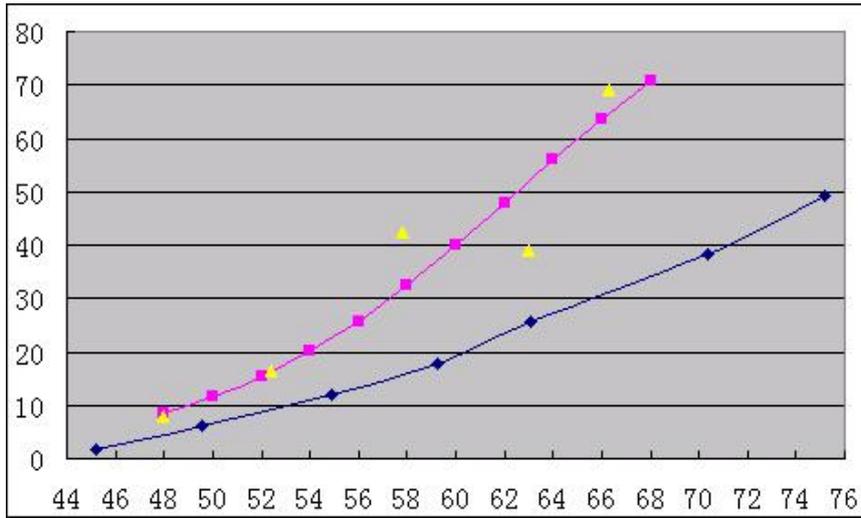


图 7 本次调查结果与 Miedema 烦恼度曲线的比较

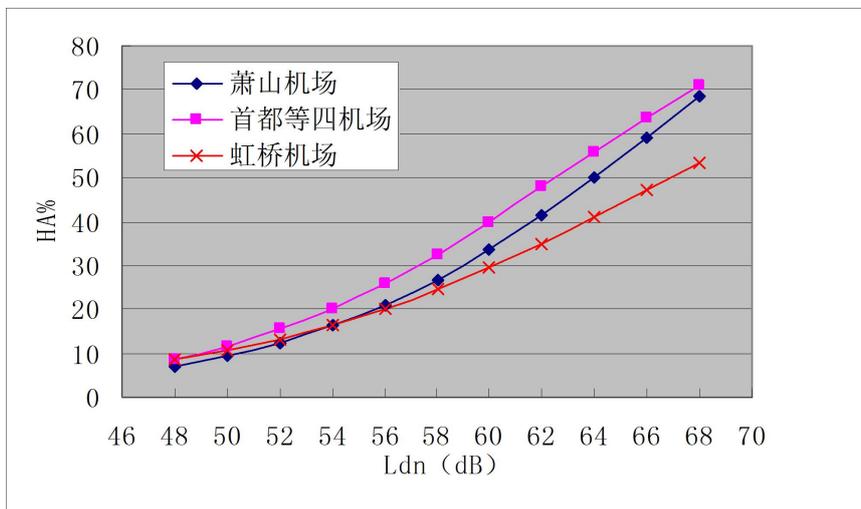


图 8 本次调查结果与萧山机场、虹桥机场烦恼度曲线的比较

按烦恼阈值及其对应的高烦恼度(表 18), 机场飞机噪声控制在高烦恼率 30%左右是适宜的, 这也是目前国际上较严格的控制水平。由于近年来调查数据显示, 人们对飞机噪声更加敏感了, 包括美国在内一些国家的标准需要提高控制要求, 而英国、法国、德国、日本则相继修改了评价量, 加严了限值, 引领着机场飞机噪声控制的未来方向。

表 18 按烦恼阈值计算得到的高烦恼率

调查机场	$L_{WECPN}$ , dB	高烦恼率%	$L_{dn}$ , dB	高烦恼率%
首都等四机场	70.6	30.6	57.3	30.0
萧山机场	72.4	31.0	59.4	31.4

考虑到与现行机场噪声标准 I 类区域 ( $L_{WECPN}$  70 dB)、II 类区域 ( $L_{WECPN}$  75 dB) 的衔接, 本次修订定义  $L_{dn}$  57 dB、62 dB 两个基本控制等级, 能够与国内外最新飞机噪声烦恼度研究成果, 以及国际较严格的飞机噪声控制要求保持基本一致。57 dB 是作为我国当前经济社会条件下的理想控制水平, 在该限值之下土地利用不受任何限制 (可作居民住宅、教育科研、医疗卫生等最敏感应用)。62 dB 则是我国当前经济社会条件下的一般控制水平, 对于住宅、学校、医院等最敏感性应用有一定限制 (有建筑防护要求), 除此之外的其他活动 (如行政办公、工商业活动等) 可不受限制。

标准增加了 67 dB 限值作为我国当前经济社会条件下的限制应用水平, 是指在该控制水平下土地仅可用于对飞机噪声较不敏感的有限应用目的, 如工业生产、物流仓储、体育娱乐、公园广场等。当然对于飞机噪声不敏感的农业生产、矿业生产、交通设施、公用设施等, 则无需设限。

## 6.4 机场周围飞机噪声控制要求

### 6.4.1 飞机噪声限值

以机场噪声烦恼度研究确定的基本控制水平为科学依据, 按照机场周围区域不同的土地利用类型 (噪声敏感性差异), 分别提出飞机通过时的噪声等级要求。

I 类用地主要是一些住宅、学校、医院及其类似建筑用地, 它们对飞机噪声敏感, 因此一般应控制在  $L_{dn}$  57 dB 以下。

II 类用地主要是办公、商业、商务及其类似建筑用地, 它们对飞机噪声较敏感, 一般控制在  $L_{dn}$  62 dB 以下。

III 类用地主要是工业、仓储、娱乐用地及公园广场用地, 它们对飞机噪声较不敏感, 因此以  $L_{dn}$  67 dB 为基本控制要求。

IV 类用地是一些交通设施、公用设施、矿业用地, 以及农用地、水域等非建设用地, 它们对飞机噪声不敏感, 无  $L_{dn}$  限值要求。

### 6.4.2 飞机噪声最大声级

#### (1) 直升飞机

由于直升机旋翼噪声的低频特性和冲击特性, 需要采用不同于固定翼飞机的评价方法。例如我国香港对民航机场使用的是 NEF25 标准, 对直升机噪声则采用了  $L_{max}$  评价, 即白天 (07:00~19:00) 住宅区  $L_{max}$  85 dB(A)、办公区  $L_{max}$  90 dB(A), 详见《香港规划标准与准则》第 9 章。也有采用引入修正量方法的, 考虑到同样声级条件下直升机噪声更令人烦恼, 对直升机的环境噪声标准需要较固定翼飞机降低 5~10 dB(A), 我国台湾对主要供直升机起降的

机场（直升机起降架次需超过 50%） $L_{dn}$  限值降低了 8 dB(A)。但总体上，各国很少有专用于直升机噪声评价的环境标准。

由于我国低空空域的限制，目前直升机飞行量不多。直升机飞机航线有较大的随意性，飞行速度慢，可能在某些地方悬停，目前参考《声环境质量标准》对突发噪声的处理方法，采用  $L_{max}$  进行评价，限值参考我国香港地区的标准。

## (2) 民航飞机

世界各国对民航飞机未制订最大声级限值，但有个别机场出于对淘汰落后机型、航线控制的考虑，提出了  $L_{max}$  要求，由机场自主实施。根据环境管理部门的意见，一些支线机场飞行架次少、用  $L_{dn}$  难以有效控制，增加  $L_{max}$  控制要求，限值与对直升飞机的要求相同。对一些机场周边的敏感建筑物处飞机噪声最大声级进行监测，结果表明大多可控制在 90 dB(A) 以下。

## 6.5 飞机噪声监测

### 6.5.1 监测方法

飞机噪声昼夜等效声级的定义：

$$L_{dn} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{86400} \left( \sum_{i=1}^{N_d} 10^{0.1 \cdot L_{AEi}} + \sum_{j=1}^{N_n} 10^{0.1 \cdot (L_{AEj} + 10)} \right) \right]$$

一般确定飞机噪声等效声级有两种方法，可根据实际情况选择使用：

方法一：

在环境代表点监测昼、夜间每架次飞机的暴露声级，得到该数据后，可以按上式计算昼夜等效声级。

该方法对数据量有很高要求，要求对于不符合测量条件的无效数据、监测人员或仪器遗漏的数据，以及监测仪器故障产生的错误数据等，昼间、夜间各不得超过应有数据量的 10%，否则该日监测数据无效。

方法二：

采取先求得平均暴露声级，统计昼夜飞行架次的方法，计算确定昼夜等效声级  $L_{dn}$ 。其实质是将能量加权转换为架次加权（假设每架飞机的暴露声级相同，用平均暴露声级表示），此时上式可转换为：

$$L_{dn} = \overline{L_{AE}} + 10 \lg(N_d + 10N_n) - 49.4$$

$$\overline{L_{AE}} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot L_{AEi}} \right)$$

由于昼间、夜间全部架次都统计在内，没有方法一的丢失数据，使得计算结果偏小的问

题，但他对 $\overline{L_{AE}}$ 的代表性有很高要求。该方法要求测到的有效数据应能涵盖机场起降的各种机型且比例关系接近全天的机型组合比例。

### 6.5.2 测量时间

鉴于机场飞机起降方向和飞行架次受风向、季节、航班安排等的影响，机场周边不同地点每日的 $L_{dn}$ 值会有所变化，因此在评价机场周边不同地点的飞机噪声影响时，通常取一段时间的平均值（主要是年均值）。

对于飞机噪声监测，各国一般都要求长期监测取平均值。如美国 $L_{dn}$ 、欧盟 $L_{den}$ 都要用年均值进行评价。日本分“通年测定”和“短期测定”两种情形，对于使用自动监控系统的，要求全年监测，其他则适用短期测定。短期测定又根据各个机场运行情况、航班、风向等，要求1次/a、2次/a（夏、冬）或4次/a（春、夏、秋、冬），每次原则上连续监测7天（因机场类型不同，可能7-14天）。我国台湾地区也区分固定站和非固定站，固定站全年监测，非固定站连续监测10天以上。

借鉴国外飞机噪声监测要求，考虑我国环境管理需求和现实条件，标准规定：根据不同机场类型（枢纽机场、干线机场、其他机场）和环境管理目的（常规监测、环保监督性监测、居民投诉监测、建设项目环评及竣工验收监测等），可选择进行长期监测或短期监测，详见表19。

表 19 飞机噪声监测要求

监测分类	测量时间和统计量
长期监测	应建设飞机噪声自动监测系统，实现全年连续监测，统计 $YL_{dn}$ 。
短期监测	应选择飞行架次、机型组合、昼夜比例、起降方向等接近全年平均水平的某一时期进行连续监测，获得7天有效数据，统计 $WL_{dn}$ 。
其他	因特殊需要对监测时长另有规定的，按相应标准、规范执行。

表20是2010年根据首都机场连续监测结果统计的月际变化和年均值。月均最小值一般出现在冬季（12月、1月），月均最大值主要出现在夏季。不同月份的 $L_{WECPN}$ 差值在1.3~13.5 dB之间，各点的变异性较大。距离机场较近的点，噪声级稳定，如管头、樱花园。距离机场较远的点受气象、背景噪声等的影响，噪声级波动大。

表 20 2010年首都机场各监测点的 $L_{WECPN}$ 监测统计结果

测点	月际变化情况				差值	年均值	2.1-2.7 周均值
	最大值		最小值				
	月份	$L_{WECPN}$	月份	$L_{WECPN}$			
管头	7	84.7	3	83.4	1.3	84.2	85.4
樱花园	7	80.4	1	77.4	3.0	79.6	78.4
西杜兰	7	78.4	12	72.0	6.4	76.4	75.5
皮村	4	77.5	1	70.5	7.0	75.1	73.8
东马各庄	7	76.3	1	62.8	13.5	73.9	77.5
空港花园	8	74.8	1	69.1	5.7	73.0	72.1
北法信	6	72.5	1	63.8	8.7	70.7	76.5

葛渠	2	74.4	1	62.9	11.5	70.0	68.8
张喜庄	9	69.6	1	57.1	12.5	66.1	66.9
夏县营	8	69.6	12	61.7	7.9	66.0	69.2
铁匠营	8	65.9	1	56.4	9.9	64.6	64.8
头二营	4	67.6	1	56.1	11.5	64.5	65.2
前茅沟	12	67.4	2	61.2	6.2	64.5	61.0
金盏	2	68.0	1	59.3	8.7	64.0	67.0
顺义区政府	4	61.1	1	52.4	8.7	59.5	60.6

飞机噪声日常监管中，特别是针对居民投诉（如北京樱花园小区、虹桥机场），一般选择一周监测。2010年2月1日~7日对首都机场的周均 $L_{WECPN}$ 监测结果表明（见表20），与年均值相比偏差在0.2~5.8 dB，不同点周均值偏大或偏小的规律以及偏离的幅度各有不同，并且只是反映了当时的情况，换一个时间监测又是另外一种结果。

可见，由于一年内每月的变化、一月内每周的变化、一周内每天的变化都有很大的差异，只有用长期均值（年均值）才能反映飞机噪声的总体污染水平，作为采取措施的依据。即使是监测一周，也要尽量能够代表 $YL_{dn}$ （需要监测飞行架次、机型组合、昼夜比例、起降方向等接近全年平均水平的7天数据）。

### 6.5.3 测量结果评价

飞机噪声评价量为 $YL_{dn}$ 。如前所述，根据不同机场类型和环境管理目的，可以全年连续监测获得 $YL_{dn}$ ，也可以监测能够表征全年平均水平的 $WL_{dn}$ 数据，代表 $YL_{dn}$ 。

飞机噪声还需同时对I、II类用地内噪声敏感建筑物户外接受到的最大声级（ $L_{max}$ ）进行评价。

### 6.5.4 机场噪声监控系统

机场噪声监控系统在发达国家以及我国香港、台湾等地区的机场已普遍应用，特别是用于位于城市敏感目标密集处的机场，据统计，世界上前100个最繁忙的机场中约85%建立了噪声监测与管理系统。通过该类系统可以了解机场周围区域飞机起降、飞越产生的噪声是否满足环保标准规定，了解机场减噪计划执行情况，重点掌握敏感目标、特征点的影响声级及其变化趋势，通过长期、稳定测量，生成季度报告、年度报告，为民航和地方有关部门提供有关数据信息，及时为机场限制高噪声飞机起降、采用优先跑道与航线、实施减噪飞行程序等提供指导。

目前在国内，仅有北京首都机场安装了飞机噪声实时监控系統，它相比于短期的人工监测而言，噪声自动监测系统具有较大优势，通过长期监测能够更加真实的反映航空噪声水平，但是噪声监测系统的设备、流程、监测数据的客观性、可靠性仍需要权威单位的认证。

## 7 标准实施的可行性分析

### 7.1 与现行标准充分衔接

本次修订将  $L_{WECPN}$  修改为国际主流的飞机噪声评价量“昼夜等效声级”( $L_{dn}$ )，两者之间有很好的换算关系 ( $L_{dn}=L_{WECPN}-13$ )，能够实现从现行标准到新标准的平稳过渡，保证环境管理要求的一贯性，见表 21。

表 21 机场噪声标准的评价量与限值衔接

现行标准	区域划分	一类区域	二类区域		
	$L_{WECPN}$	70	75		
新标准	区域划分	I 类	II 类	III 类	IV 类
	$L_{dn}$	57	62	67	—

无论是现行标准规定的  $L_{WECPN}$  限值 70、75 dB，还是新标准规定的  $L_{dn}$  限值 57、62、67dB，都是对飞机噪声的环境要求。只是现行标准将机场周边地区划分为居住文教区（一类区域）和除一类区域以外的生活区。新标准考虑机场周边合理的土地利用，以及发展临空经济的需要，细化为四类区域：I 类为住宅、医院、学校等最敏感用地；II 类为行政办公、文化商务等较敏感用地；III 类为工业、仓储、娱乐等较不敏感用地；IV 类为农业、矿业、交通等不敏感用地。这种划分是在总结机场噪声防治成功经验的基础上，对现行标准做出的调整，如虹桥机场将跑道两端噪声高的区域改作了仓储和工业用地。

另外，考虑到直升机噪声以及支线机场飞行架次少、突发噪声影响突出的问题，增加了最大声级限值。

### 7.2 国际标准比较

各国采用的飞机噪声评价量很多，目前逐步统一到  $L_{dn}$ （美国、我国新标准）、 $L_{den}$ （欧盟、日本）上。它们都是以等效声级为基础的单一评价量，考虑夜间噪声敏感性，对夜间增加了 10 dB 的计权量。只是时段划分为昼间、夜间两段或昼间、晚间、夜间三段的差异

与国际标准（参见第 4 章）对比可知，我国标准严于美国标准，与英国、法国、日本标准相当，较德国标准宽松。美国标准由于年代久远，目前是世界上飞机噪声标准最为宽松的国家，但美国联邦航空局（FAA）2000 年的《飞机噪声削减政策》报告中也提及，一些人认为  $L_{dn}$  55~60 dB 更合理，而非 65 dB。

### 7.3 标准实施手段

作为特定区域的声环境质量标准，达标规划是质量标准实施的重要内容。标准规定：机场周围区域飞机噪声超标，应制定达标规划，采取机场运行控制、土地规划调整等措施，逐步达到本标准要求。

这里突出强调的是环境达标措施，如机场运行控制措施（不允许高噪音飞机起降、优化跑道与航线、采用减噪运行程序、实施宵禁制度等）、土地规划调整措施（对机场周边土地进行噪声相容性利用，噪声敏感建筑物搬迁等），实现机场周围区域声环境质量达标。

现实中还会应用到减缓飞机噪声影响的措施（非环境达标措施），即通过建筑隔声，减

少室内的飞机噪声暴露水平。这主要是对于既有机场，可采取的飞机降噪措施有限，变更土地用途、搬迁敏感建筑物亦受到多种因素限制，有时建筑隔声是一种可行选择。这需要根据不同机场的实际情况，通过机场噪声改善计划、相关管理文件等具体确定，美国等一些国家推行的《机场噪声相容性规划》等有相应内容。

