



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□-20□□
代替 HJ/T 87-2002

环境影响评价技术导则 民用机场建设工程

Technical Guideline for Environmental Impact Assessment
Constructional Project Of Civil Airport
(征求意见稿)

200□-□□发布

200□-□□实施

目录

前言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
5 工程概况	7
6 工程分析	8
7 环境现状调查与评价	9
8 环境影响预测与评价	12
9 环境保护措施技术经济合理性分析	14
10 结论	16
附录 A 机场概况一览表	17
附录 B 机场周围区域飞机噪声等值线计算方法	19
附录 C 机场周围空气质量影响预测污染源排放清单的建立及预测模型	37

前言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》，规范和指导机场建设项目环境影响评价工作，防治污染和保护生态环境，制定本标准。

本标准结合机场建设与运营特点和环境影响特征，规定了机场建设项目环境影响评价的原则、内容、方法和要求。

本标准是对《环境影响评价技术导则 民用机场建设工程》（HJ/T 87-2002）的第一次修订，主要修订内容如下：

—增加了机场、民用机场、飞行架次、机场周围区域、飞机（航空器）噪声、地面噪声、降落、起飞循环、机场大气污染物排放、昼夜等效声级、计权等效连续感觉噪声级、最大 A 声级、等效连续 A 声级、暴露声级等术语和定义；

—调整了评价工作等级的划分标准；

—明确了评价工作监测布点原则及监测点位数量；

—规范了机场建设项目环境现状调查和预测内容；

—规范和更新了预测和评价的方法；

—进一步规范了机场建设项目环境影响评价过程中关键环节的技术要求；

—修订和增补了附录。

自本标准实施之日起，《环境影响评价技术导则 民用机场建设工程》（HJ/T 87-2002）废止。

本标准的附录 A 为资料性附录，附录 B 和附录 C 为规范性附录。

本标准由生态环境部环境影响评价与排放管理司、科技与财务司、政策法规司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境科学研究院、河北省环境科学研究院

本标准生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境影响评价技术导则 民用机场建设工程

1 适用范围

本标准从民用机场建设工程环境影响评价的特点出发,规定了机场建设工程环境影响评价的一般性原则、内容、方法和要求。

本标准适用于民用机场(含军民合用机场的民用部分)的新建、迁建、改扩建工程的环境影响评价。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件,其有效版本适用于本标准。

GB3095 环境空气质量标准

GB 9661 机场周围飞机噪声测量方法

HJ 2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲

HJ 2.2 环境影响评价技术导则 大气环境

HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境

HJ 2.4 环境影响评价技术导则 声环境

HJ 610 环境影响评价技术导则 地下水环境

HJ 19 环境影响评价技术导则 生态影响

HJ 169 建设项目环境风险评价技术导则

HJ 964 环境影响评价技术导则 土壤环境

HJ 710.4 生物多样性观测技术导则 鸟类

HJ 663 环境空气质量评价技术规范

HJ 664 环境空气质量监测点位布设技术规范

CCAR-36-R1 航空器型号和适航合格审定噪声规定

ICAO. Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports (Circular 205). ICAO DOC 9611, 2008.

ICAO. 国际民用航空公约 附件 16

US SAE. Procedure for the Calculation of Airplane Noise in the Vicinity of Airports, SAE AIR1845, 2012.

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 机场 airport

陆地或水面上供飞机起飞、降落和地面活动而划定的区域,包括附属的建筑物、装置和设施。根据服务对象,机场可分为民用机场(包括运输机场、通用机场)、军民合用机场和军用机场。

3.2 民用机场 civil airports

民用机场分为运输机场和通用机场。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。

3.3 飞行架次 number of flight

指飞机起、降、飞越独立计算的架次。

3.4 机场周围区域 the vicinity of airport

机场周围受飞机（航空器）通过（起飞、降落、低空飞越）噪声影响的区域。

3.5 飞机（航空器）噪声 aeroplane noise

指飞机（航空器）起飞、降落、飞越过程中产生的噪声。

3.6 地面噪声 ground noise

指飞机地面整机试车及机场内除飞机飞行以外其它设备所产生的噪声。

3.7 降落、起飞循环（LTO）take-off and landing cycle

指飞机从高空降落至机场又重新起飞至高空的一个封闭工作过程。一般包括进近、滑行、起飞和爬升四个工作状态，

3.8 机场大气污染物排放 airport air pollutant emissions

指飞机降落、起飞循环（LTO）过程排放的大气污染物，高度为地表到大气边界层顶部915m高度的区域。

3.9 昼夜等效声级 day-night equivalent sound level

指飞机（航空器）噪声昼夜等效声级。考虑人们对航空器噪声的昼夜敏感性差异，将夜间航空器噪声增加 10 dB(A)的补偿量后得到的一昼夜等效连续 A 声级，用 L_{dn} 表示，单位 dB(A)。

3.10 计权等效连续感觉噪声级 weighted equivalent continuous perceived noise level

经白天、晚上、夜间不同时间段内机场航空器噪声影响加权后的等效连续感觉噪声级，用 L_{WECPN} 表示，单位 dB。

3.11 最大 A 声级 maximum A sound level

在不同航空器飞越测量点时，测得的 A 声级最大值，用 L_{max} 表示，单位 dB(A)。

3.12 等效连续 A 声级 equivalent continuous A-weighted sound pressure level

简称等效声级，指在规定测量时段内 A 声级的能力平均值，用 $L_{Aeq,T}$ 表示（简称为 L_{eq} ），单位 dB (A)。

3.13 暴露声级 sound exposure level

在规定测量时段内或对某一独立噪声事件，将其能量等效为 1s 作用时间的 A 计权声压级，单个噪声事件暴露声级表示为 L_E ，多个噪声事件暴露声级表示为 L_{AE} ，单位 dB (A)。

4 总则

4.1 评价工作任务

通过识别、预测和评价建设项目对周边声环境、生态环境、环境空气、地表水环境、地下水环境及土壤环境等的影响，明确民用机场建设工程环境影响评价结论，提出预防或者减缓机场建设项目对周边环境影响的对策和措施。

4.2 评价工作程序

分析判定机场建设项目选址、规模、性质等与国家及地方有关环境保护法律法规、标准、政策、规范、相关规划、规划环境影响评价结论及审查意见的符合性，判断项目选址、施工布置是否占用国家公园、生态红线区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域，并与生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单进行对照，作为开展环境影响评价工作的前提和基础。

民用机场建设项目环境影响评价工作分为四个阶段，即场址比选论证阶段（针对新迁建项目），调查分析和工作方案制定阶段，分析论证和预测评价阶段，环境影响报告书（表）编制阶段。

4.2.1 场址比选论证阶段。应从工程技术条件、声环境、生态环境、水环境、环境空气、土壤环境等方面开展多场址方案比选，进行场址合理性分析，提出优化调整建议。

a) 工程技术条件的比较内容包括地理位置及场地发展条件，空域条件、工程地质条件、地震条件、地形地貌条件、地下矿藏及文物条件等机场自然和技术条件，交通条件，土方量及征地拆迁情况。

b) 根据机场运营期飞机噪声对规划居民用地的影响、飞行航线和城市建成区、规划居民用地的相互关系，分析场址选择的合理性。

c) 根据机场施工期和运营期对重要生态敏感区和特殊生态敏感区的影响，飞机噪声对保护鸟类栖息地、繁殖地、觅食场所影响、飞机飞行航线与保护鸟类迁徙路线是否重叠等几个方面分析机场场址选择的合理性。

d) 根据机场施工期和运营期对地下水、地表水、环境空气及土壤环境的影响方面分析场址选择的合理性。

4.2.2 调查分析和工作方案制定阶段。收集、整理建设项目工程技术文件、区域自然环境状况、周边分布的环境敏感区等相关资料，开展初步的工程方案分析和环境现状调查，识别主要的环境影响，筛选评价因子，明确各环境要素评价重点和环境保护目标，确定工作等级、评价范围和评价标准，制定工作方案。

4.2.3 分析论证和预测评价阶段。综合利用资料收集、专家咨询、实地监测、进一步现场调查等方法，进行环境现状调查与评价。结合机场建设项目特征，选择合适的评价方法和指标，预测和评价工程建设和运营对各环境要素的影响。

4.2.4 环境影响报告书（表）编制阶段。提出预防或者减缓环境影响的对策和措施，制定环境监测计划，明确环境影响评价结论，若采取措施后环境影响仍不可接受，则重新选址，若采取措施后环境影响可接受，则继续编制完成环境影响报告书（表）。

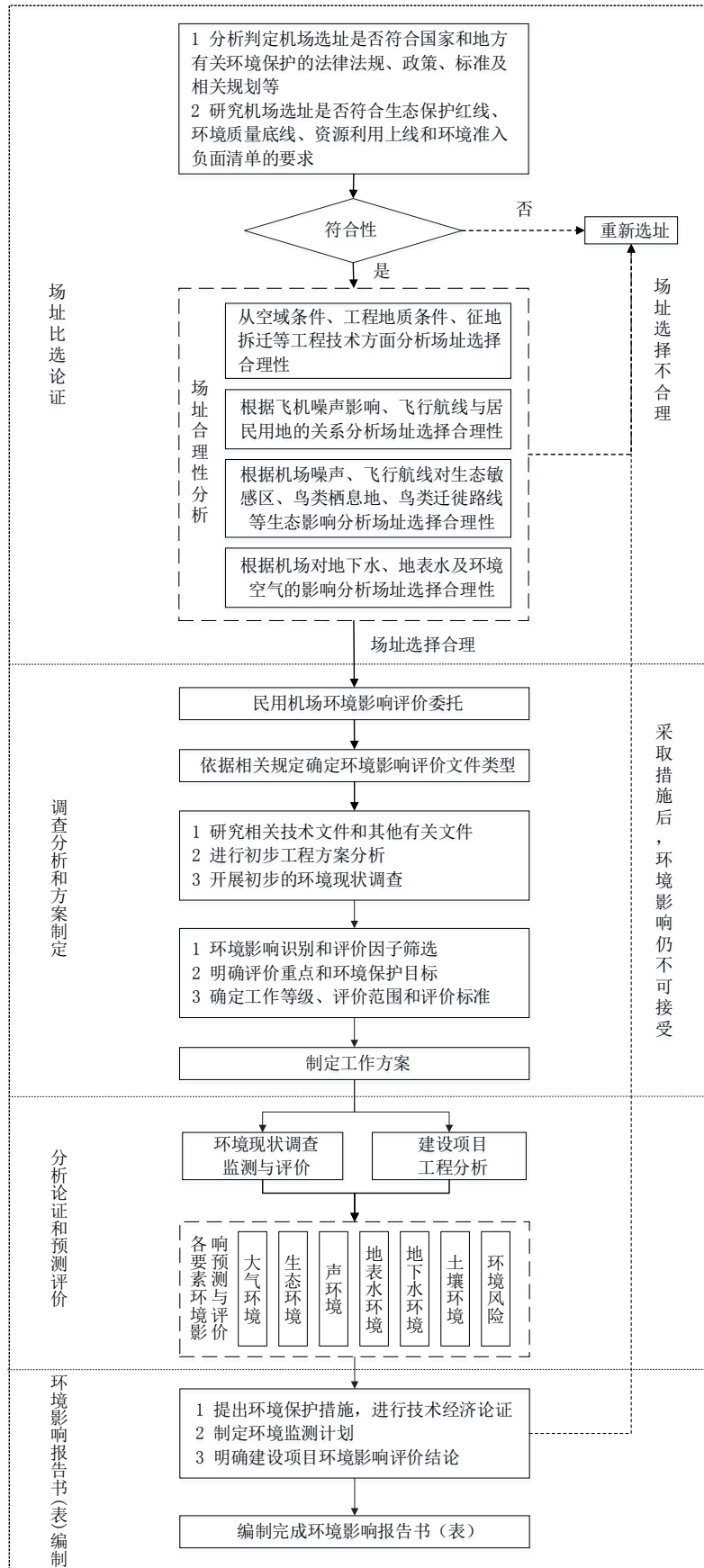


图 1 民用机场环境影响评价工作程序图

4.3 环境影响识别

环境影响识别应涵盖施工期和运营期等不同阶段。结合周边环境特征，初步判断机场建设和运营对不同环境要素的影响范围、影响程度，确定环境保护目标。

进行环境影响识别时，除依法设立的各级各类自然保护地，还应重点关注对飞机噪声较为敏感的居民点、学校、医院、保护动物的栖息地、觅食地等区域。

4.4 评价工作等级

4.4.1 大气环境影响评价等级

根据机场年起降架次和辅助设施排放源主要污染物最大地面空气质量浓度占标率 P_i (第 i 个污染物)，将机场项目大气环境影响评价工作划分为三级，其中辅助设施排放源主要污染物最大地面空气质量浓度占标率 P_i 采用 HJ2.2 附录 A 推荐模型中估算模型进行计算（如污染物数 i 大于 1，取 P 值中最大者 P_{max} ）。具体大气环境影响评价工作等级划分见表 1。

表 1 评价工作等级划分表

P_{max} 年起降架次	$P_{max} \geq 10\%$	$1\% \leq P_{max} < 10\%$	$P_{max} < 1\%$
年起降架次 ≥ 15 万	一	一	一
5 万 \leq 年起降架次 < 15 万	一	二	二
年起降架次 ≤ 5 万	一	二	三

4.4.2 生态影响评价等级

a) 机场建设及飞机起降过程的影响范围内有以鸟类为重点保护对象的自然保护地或者有维持重点濒危鸟类物种生存、繁衍、迁徙、扩散等的重要生境，生态影响评价等级为一级。

b) 机场建设临时或永久占用国家公园、自然保护区、世界自然遗产或其他划入生态保护红线区域的，生态影响评价等级为一级。

c) 机场建设临时或永久占用除国家公园、自然保护区、世界自然遗产以外的自然保护地，如风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园、沙漠公园、水产种质资源保护区、海洋特别保护区等的，生态影响评价等级为二级。

d) 机场建设及飞机起降过程的影响范围内不涉及上述区域，生态影响评价等级为三级。

4.4.3 声环境影响评价等级

a) 对于新建、迁建及飞行区扩建的机场建设项目，声环境影响评价等级为一级。

b) 不涉及飞行区扩建的机场建设项目，声环境影响评价等级根据建设项目噪声源及敏感目标分布情况，依据 HJ 2.4 确定评价等级。

4.4.4 地表水、地下水、土壤环境、环境风险影响评价等级按照 HJ 2.3、HJ 610、HJ 964、HJ T169 中的相关规定确定。

4.5 评价范围

4.5.1 大气影响评价范围

a) 一级评价根据飞机起降及相关辅助设施排放源中主要污染物的最远影响距离 ($D_{10\%}$) 确定大气影响评价范围。即以跑道、滑行道为中心区域，自边界外延 $D_{10\%}$ 的矩形区域作为大气环境影响评价范围。 $D_{10\%}$ 小于 2.5km 时，外延距离取 2.5km，矩形边长最大应低于 50km。

b) 二级评价评价范围为以跑道、滑行道为中心区域，自边界外延 2.5km 的矩形区域。

c) 三级评价不需设置评价范围。

4.5.2 生态影响评价范围

生态影响评价范围的确定应能够充分体现生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影

响区域和间接影响区域。

a) 一、二级评价的评价范围为机场建设及飞机起降过程的影响范围，一般机场占地范围向外延 5km 的区域，若该范围不能涵盖所涉及的各类自然保护地的全部范围，评价范围应适当扩大。

b) 三级评价的评价范围以机场占地范围向外延 3km。

4.5.3 声环境影响评价范围

4.5.3.1 一级评价的声环境影响评价范围按以下方法确定：

a) 按照每条跑道承担飞行量进行评价范围划分：对于单跑道项目，以机场整体的吞吐量及起降架次判定机场噪声评价范围，对于多跑道机场，根据各条跑道分别承担的飞行量情况各自划定机场噪声评价范围并取合集：单跑道机场，机场噪声评价范围应是以机场跑道两端、两侧外扩一定距离形成的矩形范围；对于全部跑道均为平行构型的多跑道机场，机场噪声评价范围应是各条跑道外扩一定距离后的最远范围形成的矩形范围；对于存在交叉构型的多跑道机场，机场噪声评价范围应为平行跑道（组）与交叉跑道的合集范围。

b) 对于增加跑道项目或变更跑道位置项目（例如现有跑道变为滑行道，新建一条跑道），在现状机场噪声影响评价和扩建机场噪声影响评价工作中，应分别划定机场噪声评价范围。

c) 声环境影响评价范围应该包括飞机噪声 L_{WECPN} 预测值不小于 70dB 等值线范围。

d) 机场声环境影响一级评价推荐的评价范围阈值详见表 2。

表 2 声环境影响评价范围

机场类别	起降架次（一条跑道承担量）	两端推荐范围	两侧推荐范围
运输机场	15 万架次及以上	15 公里	3 公里
	10~15 万架次	12 公里	2 公里
	5~10 万架次	10 公里	1.5 公里
	3~5 万架次	8 公里	1 公里
	1~3 万架次	6 公里	1 公里
	1 万架次及以下	3 公里	0.5 公里
通用机场	无直升飞机	3 公里	0.5 公里
	有直升飞机	3 公里	1 公里

4.5.3.2 二、三级评价（包含试车噪声）的声环境影响评价范围为机场边界外延 200m 的区域，如依据机场声源计算得到的贡献值到 200m 处，仍不能满足相应功能区标准值时，应将评价范围扩大到满足标准值的距离。

4.5.4 地表水环境影响评价范围

a) 地表水环境影响评价范围根据 HJ 2.3 进行确定。

b) 对于废水处理全部回用或进入周边污水处理厂的机场建设项目，地表水评价范围为机场红线范围。

4.5.5 地下水环境影响评价范围

地下水环境影响评价范围根据 HJ 610 确定。

4.5.6 土壤环境评价范围

土壤环境影响评价范围根据 HJ 964 确定。

4.5.7 环境风险评价范围

a) 大气环境风险评价范围：一级、二级评价距机场边界一般不低于 5km，三级评价距机场边界一般不低于 3km。当大气毒性终点浓度预测到达距离超出评价范围时，应根据预测到达距离进一步调整评价范围。

b) 地表水环境风险评价范围参照 HJ 2.3 确定。

c) 地下水环境风险评价范围参照 HJ 610 确定。

4.6 环境保护目标

明确评价范围内的环境保护目标。

4.6.1 环境空气保护目标应包括 GB 3095 规定划分为一类区的自然保护区、风景名胜区和和其他需要特殊保护的区域，二类区的居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域，农村地区调查至自然村。

4.6.2 声环境保护目标应给出评价范围内居民点、学校、医院等环境保护目标的基本信息，居民点应给出户数、人口数；学校应给出建筑面积、师生人口数，医院应给出建筑面积、床位数等信息。给出典型环境保护目标的照片，噪声超标区应给出环境保护目标具有代表性建筑的建筑结构、门窗照片。

4.6.3 生态环境保护目标、地下水环境保护目标、环境风险保护目标按 HJ 19、HJ 610、HJ 169 要求给出。

4.6.4 地表水环境保护目标，包括保护目标名称、类型、执行标准及其他保护要求、现状水质等。

4.6.5 应给出环境保护目标与项目位置关系表，并在精度 1: 10000 以上的地图上标出。

5 工程概况

5.1 基本信息

描述项目所在地理位置，明确所在省、市，明确场址与所在城市中心直线距离。明确项目类型（运输机场、通用机场、军民合用机场）及建设性质、占地规模、总投资及环保投资、目标年及进度安排。给出跑道中心点坐标（纬度、经度）、跑道标高、跑道方位和设计机型等基本信息。

5.2 工程建设内容

5.2.1 明确主体工程主要建设内容及规模，主要设计指标，包括飞行区设计等级及布局、跑道方位、数量及长度、宽度，平行滑行道、快速滑行道、机坪联络道的数量和长度、停机坪的位置和数量等，明确航站区、货运区、停车场主要建设内容、建设规模、建筑面积和主要设计指标。涉及直升机的机场需说明直升机起降点、直升机停机坪及滑行道位置。

5.2.2 明确空管工程、供油工程、办公生活服务设施等辅助工程建设内容和主要设计指标，空管工程给出塔台、导航台站及监视雷达的位置及相应的设备。明确机场办公生活服务设施（海关、防疫、武警、安保等驻场单位场所、旅客宾馆）主要建设内容及基本设计参数。

5.2.3 明确供水、供电、供热、供冷等公用工程建设内容和主要设计指标。给出燃料种类、成分及消耗量，明确供水水源、输水管线长度、给水量、场内给水系统配置等。

5.2.4 明确废气、废水、固废和噪声治理等环保工程的建设内容及主要设计指标。

5.2.5 对于不纳入项目中的配套工程（如进场路等），以及依托环保工程（如场外污水处理厂及配套管网等），应明确该类工程的现状建设、运行以及环境影响评价手续履行情况。

5.2.6 明确工程拆迁情况（在环境影响范围内的要明确拆迁计划和拆迁进度）、工程投资及建设周期。

5.2.7 明确机场运营近、远期目标年对应的航空业务量和旅客吞吐量预测值。运输机场应给出目标年不同机型的飞行架次、日均起降架次，昼间、夜间飞行架次比例（昼间 6:00-22:00，夜间 22:00-6:00），不同跑道和不同航向飞机起降架次比例。通用机场应按机场不同用途（如训练、飞机制造厂航空器的性能测试、护林防火等）给出各类机型的飞行架次，并明确昼间、夜间飞行架次比例（昼间 6:00-22:00，夜间 22:00-6:00），不同跑道和不同航向的起降架次比例等。

5.2.8 给出机场飞行程序说明及图件。运输机场应给出预测目标年的传统仪表、PBN 飞行程序说明和飞行程序图。通用机场应给出预测目标年转场、执行任务或运输飞行的仪表飞行程序说明、飞行程序图或目视飞行程序；给出本场训练飞行程序说明和飞行程序图；新生产或维修后飞机的试飞程序说明及试飞程序图等；直升机应明确不同飞行阶段的飞行高度等。

5.2.9 对于改扩建项目，还应增加既有机场基本情况，包括既有机场性质、工程组成和规模，以及现状航空业务量、旅客吞吐量等。明确既有工程和改扩建工程内容的对比关系，明确既有工程的环保措施及存在的环境问题、原环评批复要求及对应措施落实情况。还应明确环境影响评价、环保验收、排污许可证等环保手续的执行情况。

5.2.10 对于迁建机场项目，还应明确迁建原因、不能在原址扩建的主要环境制约因素。若迁建机场项目原机场的拆除含在工程内容中，应明确拆除期主要工程内容，分析主要环境影响及提出相应环保要求。

5.2.11 图（表）要求：给出项目工程内容组成表、改扩建机场应在工程组成表中给出改扩建前后或变更前后工程内容变化情况。给出项目地理位置示意图（含所在省和所在市的地理位置示意图及局部放大图）、周围环境敏感目标分布示意图、场区规划平面布置图、飞行区平面布局和平面尺寸图、项目与周围机场距离关系示意图等。改扩建项目和变更补充项目场区规划平面布置图中应明确改扩建前后或项目变更前后的工程组成及位置关系。

具体可参照附录 A。

6 工程分析

6.1 工程分析的原则

6.1.1 当机场建设工程项目规划、（预）可行性研究和机场选址等技术文件记载的资料、数据等能够满足工程分析需要和精度要求时，应通过复核校对后引用。

6.1.2 对于污染物的排放量，应通过分析给出定量结果。

6.1.3 改扩建及迁建机场项目还应包括现有工程的基本情况、污染物排放及达标情况、存在的环境保护问题及拟采取的整改方案等内容。

6.2 工程分析时段

工程分析应涵盖施工期和运营期，若迁建机场原机场的拆除部分含在工程内容中，工程分析也应该涵盖拆除期。

6.3 施工期工程分析

施工期工程分析应明确机场及其配套设施建设的施工方式、施工时序和建设周期，分析施工过程废水、废气、固废、噪声排放量及相应的处置措施。明确机场施工期产生的生态影响的源项及其强度，重点分析施工期土地开发可能引发的生态环境问题，给出征地面积及征用土地现状使用功能和类型，进行土石方平衡分析，明确取、弃土场位置及用地类型，给出生态影响的范围和程度。

6.4 运营期工程分析

6.4.1 大气污染源源强核算

a) 给出飞机、机动车及供暖设施、机务维修车间、油库、加油站、食堂等设备运行时的废气排放量。

b) 飞机尾气应先计算 LTO 循环排放量，再依据不同机型目标年、高峰小时的飞行架次，分别计算出年、高峰小时的污染物排放量。年起降架次不小于 15 万的机场飞机尾气污染物排放量采用 EMDS 软件进行计算。

c) 机动车尾气污染物排放量依据进场路车辆种类、流量、进场路长度按排污系数法计算年、高峰日、高峰小时的污染物排放量。

6.4.2 水污染物排放量核算

a) 给出机场工作人员、旅客、餐饮、食堂等生活污水的产生及排放量，给出机务维修废水、油库区初期雨水、急救中心医疗废水等生产废水的产生、排放量，给出废水中污染物产生及排放浓度、排放量，说明废水排放方式及最终去向。项目包含油库部分的，尤其应关注含油废水的产生量、处理工艺及排放去向。

b) 进行给水排水水平衡分析，若废水回用，对于供暖地区，应分供暖期、非供暖期进行水平衡分析，对于非供暖地区，应分雨季和非雨季进行水平衡分析。

6.4.3 固体废物排放量核算

采用类比、物料衡算、实测法、排污系数法等方法分类给出机场航空垃圾产生量，明确航站区、办公区、生活区等设施的生活垃圾产生量。给出污水处理站污泥产生量，列出机务维修区、油罐区危险废物等各类固体废物的年产生量和日均产生量。明确各类固体废物来源和组成成分特征，并说明固废处置措施并进行排放量汇总。

6.4.4 噪声源源强核算

6.4.4.1 飞机噪声源源强

a) 航空器噪声限值

对于国家民航局《航空器型号和适航合格审定噪声规定》或《国际民用航空公约附件16 环境保护第一卷》中规定了噪声限值的飞机，报告书应给出不同机型适航合格审定实测得到的航空器噪声值。

b) 航空器噪声-功率-距离数据库

机场飞机噪声预测中采用飞机噪声源强为噪声-功率-距离数据，国际上主要机型噪声-功率-距离已被汇总到 ANP 数据库中，在 ANP 数据库中缺少的机型，可参照附录 B 进行建立。

c) 航空器噪声预测中类比机型的确定

对于缺少噪声-功率-距离数据库的机型可通过类比机型确定。类比机型确定方法，应优先选择多个测点对预测机型的飞机噪声进行实测，然后选择类比机型进行计算，计算结果和实测结果的差值小于 3dB 时，类比机型方能用于噪声预测计算；或依据两种机型适航合格审定时声级的进行修正。类比机型和预测机型应具有同类型发动机（活塞、喷气或涡扇等），相似的功率或相似的最大起飞重量。

6.4.4.2 地面整机试车噪声源

对于飞机维修后的地面整机试车噪声源，应给出每年地面整机试车的机型、数量、每架飞机试车的次数、不同功率下噪声声级及相应的试车时间。对于缺少地面整机试车噪声源强的机型，应通过实测或类比获得相应源强。

6.4.4.3 地面其他声源

进场路车辆、锅炉风机、污水处理厂风机、空调的风机、冷冻机等噪声源，参照 HJ 2.4 获得。

7 环境现状调查与评价

7.1 区域环境概况调查

调查机场所在区域地质、地貌、气象、水文、土壤、植被概况和特点。调查机场所在区域行政区划与人口，风景旅游点及名胜古迹分布情况，调查机场所在区域城市发展规划、环境保护规划等。

7.2 大气环境现状调查与评价

7.2.1 环境空气保护目标调查

调查机场项目评价范围内主要环境空气保护目标,列表给出环境空气保护目标内主要保护对象的名称、保护内容、所在大气环境功能区划以及与机场场址的相对距离、方位、坐标等信息。

7.2.2 大气环境污染源调查

调查评价范围内和机场排放污染物有关的其他在建项目、已批复环境影响评价文件的拟建项目等污染源。对于改、扩建机场还应调查本项目所有现有污染源,给出污染源名称、位置、排放方式、排放污染物、排放量。

7.2.3 环境空气质量现状监测与评价

- a) 一级评价和二级评价,应调查项目所在区域和评价范围内 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、非甲烷总烃等因子的环境空气质量达标情况。
- b) 项目所在区域环境质量现状数据优先采用国家或者地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。
- c) 评价范围内环境质量现状数据应采用国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据,或采用生态环境主管部门公开发布的环境空气质量现状数据。若评价范围内没有上述数据,则可选择符合 HJ664 规定,并且与评价范围地理位置临近,地形、气候条件相近的环境空气质量城市点或者区域点监测数据。
- d) 在没有以上相关监测数据,或者监测数据不能满足要求时,应根据 HJ2.2 的有关要求进行补充监测。新建机场的监测点应在评价范围内的布设 1~2 个点,改扩建机场应在评价范围内的航线下方设 1 个监测点。

7.3 生态环境现状调查与评价

7.3.1 调查场址所在区域生态功能区划、主体功能区划、生态红线等管控要求,特别关注不同区域的典型生态问题。

7.3.2 明确场址周围生态保护目标的性质、位置、分布范围与分区、主要功能、保护级别、保护对象及保护要求,以及生态保护目标与场址的空间位置关系。

7.3.3 明确评价范围内各级重点保护野生植物、古树名木的保护级别、种类、保护要求、与场址的位置关系。各级重点保护野生动物的保护级别、种类、分布、生活习性、重要栖息地和迁徙路线与场址的空间位置关系。

7.3.4 一级评价应结合评价范围内主要保护对象和功能定位,开展基本生态背景状况、重要物种及生境、群落及生态系统、自然遗迹或重要的自然景观以及主要生态问题等的调查与评价。

a) 调查评价范围内群落组成、陆生生态系统类型、土地利用类型、植被类型、陆生野生动物的种类和主要分布区域、重点保护动植物种群规模及生境状况、保护级别或濒危等级、保护状况、受胁因素等。

b) 评价范围内有以鸟类为重点保护对象的自然保护地或者有维持重点濒危鸟类物种生存、繁衍、迁徙、扩散等重要生境的,应兼顾鸟类迁徙期,调查保护鸟类的保护级别或濒危等级、保护状况、受胁因素等。调查鸟类栖息地、觅食地的分布、面积和质量,给出鸟类迁徙路线与机场的空间位置关系。

c) 临时和永久用地占用水域的,应调查评价范围内的水生哺乳类、鱼类、浮游植物、着生藻、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物、潮间带生物以及渔业资源等数量(或密度)及分布。

d) 可采用植被覆盖指数、物种丰富度及多样性指数等对生态背景状况进行定量评价,

采用生境适宜度指数模型或其他生境评价模型对物种生境现状进行评价,可采用多样性指数、景观指数、生物量、生产力、生态系统服务功能相关评价指标对评价范围内的生物多样性水平、景观格局以及生态系统的质量、功能进行评价,涉及河流生态系统的,可采用生物完整性指数对评价范围内的水生生态系统状况进行评价。

7.3.5 二级评价应结合评价范围内主要保护对象和功能定位,调查评价范围内的生态系统类型、土地利用类型、植被类型、野生动物种类组成及分布区域、主要生态问题等,临时和永久用地占用水域的,应开展相应的水生生态调查。

7.3.6 三级评价可尽量利用已有资料说明影响区域内的生态现状。给出评价范围内的生态系统类型、土地利用类型、植被类型、野生动物物种组成及分布区域。可采用面积、比例、覆盖度等指标对生态背景状况进行定量评价。

7.3.7 对于改扩建、迁建机场项目,应对既有工程的实际生态影响、已采取的生态保护措施的有效性和存在问题进行评价。

7.3.8 生态调查、评价方法参照 HJ19、HJ 710.4 执行。

7.4 环境噪声现状监测与评价

7.4.1 噪声监测点布设

根据跑道数量及机场周边环境目标分布情况布设监测点,重点关注航迹下方的声环境保护目标及跑道侧向较远处声环境保护目标,单跑道、二条跑道或三条跑道的机场可分别在主要声环境敏感目标处布设 3~9, 9~14 或 12~18 个飞机噪声监测点。跑道增多或声环境保护目标较多的机场项目可进一步增加监测点。

7.4.2 监测指标和测量方法

新建、迁建机场监测各测点昼间和夜间的等效连续 A 声级,改、扩建机场应监测单架飞机暴露声级 (L_{AE})、最大 A 声级及其持续时间。监测方法执行 GB9661 的有关规定。监测同时要获得监测当天的气象参数,机场现状飞行程序及相应的航班表,统计得到机型比例、昼夜运行架次比例、不同航向比例。

7.4.3 监测时间和监测频次

新建、迁建机场各测点等效连续 A 声级昼间、夜间各监测 1 次;改、扩建机场每个监测点监测 1 天,应进行全天全架次监测,飞行架次应达到全年平均飞行量,否则应当进行一个飞行周期的飞机噪声监测。

7.4.4 噪声现状评价

新建机场分别评价不同类别声环境功能区内各敏感目标的超、达标情况,若存在超标情况,应分析超标原因。

改扩建机场应计算并绘制出机场评价范围内年均 L_{WECPN} 现状等值线图,将各监测点 L_{WECPN} 计算值和实测进行对比,二者之间的差值应不大于 3dB(A)。并根据现状等值线计算结果,评价现状年各声级所覆盖的面积,给出各声级下环境保护目标的名称、面积、户数/人数等主要数据。

7.5 地表水环境现状调查与评价

地表水环境现状调查范围、调查时期、调查内容和方法、调查要求、补充监测和环境质量现状评价要求参照 HJ 2.3 中的要求执行。

7.6 地下水环境现状调查监测与评价

7.6.1 明确机场与集中式地下水饮用水水源地等地下水环境敏感区域的空间位置关系。还应调查项目评价范围内分散式居民地下开采利用情况，包括居民点位置、数量、取水量、备用水源等信息。

7.6.2 依据 HJ 610 对机场项目区进行布点监测。重点对油库附近地下水敏感区域的水质现状进行监测。油库区地下水监测因子中应有石油类指标。

7.7 土壤环境现状调查监测与评价

地表水环境现状调查范围、调查时期、调查内容和方法、调查要求和环境质量现状评价要求参照 HJ 964 中的要求执行。

7.8 固体废物现状调查与评价

新建机场应调查机场周围区域可依托的固体废物处置场所，包括处置设施位置、处理能力、处理方式、处理效果等；改扩建及迁建机场除调查上述内容外，还应对机场固体废物产生及处置现状进行调查与评价。若现有固体废物处理方式存在问题，则应提出整改建议。

7.9 图件要求

报告应给出场址所在区域水系图，各环境要素现状监测布点图；若场址周围有饮用水源保护区，应给出项目与各级保护区、取水口的位置关系图，尤其对有污水外排口的机场项目，关系图中还应明示排放口和周围水环境保护目标的位置关系；给出航站区污水处理工艺流程图，改扩建或变更项目还应给出既有污水处理设施现状照片；环境质量监测报告应作为环境影响报告书附件。

8 环境影响预测与评价

8.1 大气环境影响预测与评价

8.1.1 飞机尾气影响预测与评价

a) 预测要求：机场年起降架次大于等于 15 万的一级评价应采用预测模型开展大气环境影响预测与评价，机场年起降架次大于等于 5 万小于 15 万的二级不进行预测与评价，只对污染物排放量进行核算，三级评价不进行预测与评价。飞机起降排放废气可视作面源，面源面积为跑道、滑行道、停机坪面积之和，面源源强为机场高峰小时飞行量情况下，降落、起飞循环（LTO）飞机尾气所排放的污染物质，面源高度 12m。

b) 预测因子：SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、非甲烷总烃。

c) 预测模型：采用 EDMS/AEDT 模型进行预测，详见附录 C。

8.1.2 辅助设施大气排放源影响预测与评价

预测要求：主要污染物最大地面空气质量浓度占标率大于等于 10% 的一级评价应采用预测模型开展大气环境影响预测与评价，主要污染物最大地面空气质量浓度占标率大于等于 1% 小于 10% 的二级不进行预测与评价，只对污染物排放量进行核算，三级评价不进行预测与评价。

预测因子：根据评价因子而定，选取有环境质量标准的评价因子作为预测因子。

预测模型：参照 HJ2.2，结合项目环境影响预测范围、预测因子及推荐模型的适用范围等选择预测模型。

8.1.3 根据国家或地方生态环境主管部门公开发布 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 和 O_3 等六项污染物的城市环境空气质量达标情况，判断机场项目区为达标区或者不达标区。六项污染物全部达标即为达标区，若国家或地方生态环境主管部门未发布城市环境空气质量达标情况的，可按照 HJ663 中各评价项目的年评价指标进行判断。年评价指标中的年均浓度和相应百分位数 24h 平均或 8h 平均质量浓度满足 GB3095 中浓度限值要求的即为达标。

8.1.4 达标区机场一级评价项目，应预测环境空气保护目标和网格点主要污染物的短期浓度和长期浓度贡献值，评价其最大浓度占标率；还应预测评价叠加环境空气质量现状浓度后，环境空气保护目标和网格点主要污染物的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的达标情况。

8.1.5 对于不达标区机场一级评价项目，应预测环境空气保护目标和网格点主要污染物的短期浓度和长期浓度贡献值，评价其最大浓度占标率；还应预测评价叠加大气环境质量限期达标规划的目标浓度后，环境空气保护目标和网格点主要污染物保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的达标情况。

8.2 生态影响预测与评价

8.2.1 一级应针对生态保护目标开展详细评价，分析预测机场建设前后土地利用类型、植被类型、陆生野生动物的种类组成和分布区域的总体变化趋势，机场建设和运营对重要物种及生境、群落及生态系统、自然保护地等的影响。评价范围内有以鸟类为重点保护对象的自然保护地或者有维持重点濒危鸟类物种生存、繁衍、迁徙、扩散等重要生境的，应详细评价机场建设与运营对鸟类生境的影响，以及对鸟类栖息、觅食、繁殖、迁徙等行为的影响。对于包含河流改道、填海造地等涉水机场工程，应给出项目施工及建成后影响区域内水生生物物种组成、数量（或密度）、空间分布的总体变化趋势，预测生物资源损失量。

8.2.2 二级评价应针对生态保护目标开展重点评价，分析预测机场建设前后土地利用类型、植被类型的总体变化趋势，分析预测机场建设和运营对重要物种及生境、群落及生态系统、自然保护地等的影响。

8.2.3 三级评价可主要分析生态系统功能、自然植被类型及覆盖度、野生动物分布、土地利用类型等变化情况。

8.2.4 生态影响预测与评价可采用类比分析、生境适宜度指数模型、生态完整性指数、生态机理分析方法进行半定量和定量分析，预测评价方法可参见 HJ 19。

8.3 噪声环境影响预测与评价

8.3.1 飞机噪声预测与评价

a) 预测因子： L_{WECPN}

b) 预测内容：分别预测近、远期目标年评价范围内 L_{WECPN} 分布情况，并在 1: 10000 以上比例尺图件上给出 $L_{WECPN}70$ 、75、80、85、90dB 的等声级线分布图。涉及敏感保护目标超标的区域，其等声级线图应局部放大，在 1: 2000 比例尺图件上绘制。

c) 预测方法：采用本导则附录 B 提供的机场噪声环境影响预测公式或依据国际民航组织 (ICAO) DOC9911 《计算机场周围飞机噪声等值线的推荐方法》编制的软件进行预测。

d) 预测条件：预测气象条件一般采用机场多年平均风速、湿度、气压、温度、风向等；场址与周围保护目标高差较小的机场，预测时可仅考虑预测点和跑道的高差，而不考虑地形变化对飞机噪声预测结果的影响。对于场址与周围保护目标高差较大的机场，进行机场噪声预测时，还应考虑地形变化对飞机噪声预测结果的影响；同时应分析飞机噪声影响范围内的地面状况（坚实地面、疏松地面、混合地面）。

e) 评价方法及要求：根据等声级线分布图，统计近、远期不同噪声级影响下的面积，居民区名称、人口和户数、建筑面积等，以及学校、医院等保护目标名称、数量和规模。明确近、远期超标保护目标名称、规模；给出各保护目标代表性点的 L_{WECPN} ，进行达标性分析，对于超标点位说明其超标情况。

8.3.2 地面试车噪声预测与评价

机场建有维修基地，并进行地面试车时，应给出地面试车噪声等值线分布图，给出评价范围内保护目标噪声昼间等效声级和夜间等效声级的预测结果，并进行达标性评价，对于超标点位说明其超标情况。

8.3.3 地面其他声源

进场路汽车、锅炉风机、污水处理厂风机、空调的风机、冷冻机及飞机滑行等噪声源，参照 HJ 2.4 执行。

8.4 地表水环境影响预测与评价

地表水环境影响预测和评价依据 HJ 2.1 的要求进行评价。

8.5 地下水环境影响预测与评价

地下水环境影响预测和评价依据 HJ 610 的要求进行评价。

8.6 土壤环境影响预测与评价

土壤环境影响预测和评价依据 HJ 964 的要求进行。

8.7 环境风险预测

环境风险预测依据 HJ 169 的要求进行。

8.8 固体废物影响分析

分析各类固体废物在收集、运输和处置情况下的环境影响，阐明环境影响产生的主要原因。采用查阅参考资料和类比分析方法，对固体废物环境影响进行定性描述。

机场运营期的主要固体废物种类主要是航空垃圾、生活垃圾、废油污、含油抹布、废机油、废润滑油等。对于建有污水处理站的机场，固体废物还包括废水处理设施污泥；对于使用除冰液的机场，固体废物应包括除冰废液。

9 环境保护措施技术经济合理性分析

9.1 大气污染防治措施

9.1.1 锅炉、油库、机务维修车间、食堂的大气污染治理设施应保证污染物排放符合排放标准，旅客吞吐量超过 1000 万的机场应设置实时监测系统。

9.1.2 从平面布置、周边土地利用规划方面，提出预防措施，降低飞机尾气、机动车尾气对周边大气保护目标的影响。

9.2 生态环境保护措施

生态保护措施应包括保护措施内容、规模及工艺，实施空间和时序，保障措施和预期效果分析，绘制生态保护措施平面布置示意图和典型措施设备工艺图。估算或概算环境保护措施投资。

a) 对重点保护野生植物和古树名木造成不利影响的，应提出避让、工程防护、移栽或

种质库保存等措施。工程施工破坏植被的，应提出植被恢复与生态修复等措施。

b) 对重点保护野生动物及其生境造成影响的，应提出生境保护、生态恢复或补偿措施、合理安排工期等措施。

c) 机场建设和运行噪声、灯光等对鸟类等造成影响的，应提出鸟类观测、调整飞行程序等保护鸟类的措施。

9.3 噪声污染防治措施

机场建设对居民区、学校、医院、重要鸟类栖息地等声环境敏感区产生不利影响的，在技术、经济、安全可行的条件下，从源头控制、末端治理等方面提出噪声污染防治措施，具体包括：

9.3.1 新建机场应提出调整机场位置、平面布置、跑道方位角等工程优化方案降低机场噪声影响。

9.3.2 结合机场周边保护目标分布情况，合理选取飞行程序调整，不同跑道方向起降比例调整，飞机起飞点和降落点内移、优先跑道设置、优化运行机队组成、减少或限制高噪声飞机飞行架次，合理调配不同跑道飞机飞行架次等措施降低飞机噪声影响。

9.3.3 应就飞行程序调整等降噪措施前后噪声影响效果变化，包括优化前后噪声影响范围、影响保护目标数量及规模变化等情况等进行对比分析，论证飞行程序优化措施的合理性。

9.3.4 对超标保护目标提出搬迁、使用功能变更或噪声防护的具体措施方案建议；保护目标噪声防护措施应给出相应的降噪效果，并进行经济、技术可行性论证；整机试车导致保护目标噪声超标的，从整机试车位置、试车方位及噪声源消声降噪设施、敏感点噪声防护措施等方面提出相应的防治措施。

9.3.5 结合机场远期飞机噪声预测等值线图，提出周边土地利用规划建议，避免新增噪声保护目标。

9.3.6 提出噪声监测计划，建议旅客吞吐量超过 1000 万的机场应设置噪声自动监测系统，从声源上控制机场噪声。

9.4 地表水污染防治和处理措施

污水经预处理后排入城镇污水管网的，应明确污水处理厂运营现状及规划情况，明确污水处理厂接纳条件和输送方案。

对于不具备污水进入市政管网条件的机场建设项目，应明确污水收集处理方案，给出废水处理设施处理效果，论证污水处理外排或回用工艺及方案的可行性，对于涉及污水回用、利用的处理工艺，应结合项目排放污水量、项目所在区域气候特点、海拔高度等影响因素，采用类比分析等手段，进行综合分析论证。机场污水处理应满足达标排放和环境功能区的要求。

9.5 地下水保护措施

分析施工期、运营期生产废水、生活污水处理措施的可行性与可靠性。项目包含油库部分的，应明确含油污水处理工艺及排放去向，分析其可行性。含油污水处理设施、油库防火堤内区域以及场内污水暂存池区域，应结合周围地下水保护目标的具体情况，采取分区防渗措施。

9.6 环境风险防范措施

从机场油库、汽车加油站等设施与环境保护目标位置关系，场区总平面布置是否符合事故防范要求，应急救援设施、贮运安全防范措施、应急预案是否符合规范要求等方面分析环

境风险防范措施的可行性。

9.7 固体废物处理措施

对机场固体废物进行分类管理,废污油等危险废物须按照危险废物管理的相关要求进行规范处置。

10 结论

对机场建设项目的建设概况、环境质量现状、污染物排放情况、主要环境影响、公众意见采纳情况、环境保护措施、选址合理性等内容进行概括总结,结合环境质量目标要求,明确给出机场建设项目的的环境影响可行性结论。

对存在重大环境制约因素、环境影响不可接受、环境保护措施经济技术不满足长期稳定达标及生态保护要求、环境问题突出且整治计划不落实或不能满足环境质量改善目标的机场建设项目,应提出环境影响不可行的结论。

附录 A 机场概况一览表

(资料性附录)

工程名称	类别	项目名称	现有(或拟建)工程建设内容及规模	改扩建工程建设内容及规模
机场工程	主体工程	飞行区工程		
		航站区工程		
		站坪工程		
		货运区工程		
	辅助工程	助航灯光		
		飞行区供电照明工程		
		机务、场务用房及特种车库		
		生活服务中心		
		消防、救援工程		
		围栏、围界等安全保卫设施		
		机务维修设施		
		行政办公及生活区		
		航空食品公司、特种车库等生产辅助设施		
	后勤保障设施			
	公用工程	供水		
		供电		
		供冷、供热		
		供气		
		排水		
环保工程	废气			
	废水			
	固废			
空管工程	主体工程	航管楼		
		塔台		
		导航工程		
		气象工程		
		通信工程		
	其他工程			
供油工程	主体工程	油库		
		卸油站		
		航空加油站		
		输油管线		
		汽车加油站		
		环保工程		

	其他工程		
场外 配套 工程	场外供电		
	场外通信		
	场外供水		
	进场道路		

注：对于新建工程，无需填写改扩建工程建设内容及规模

附录 B 机场周围区域飞机噪声等值线计算方法

(规范性附录)

B.1 固定翼飞机起降基本过程

固定翼飞机从一个机场起飞到另一个机场降落的过程可以分解为起飞、爬升、连续爬升、加速、平飞、平飞减速、怠速平飞、怠速下降、接地、减速等操作程序。具体过程如下：起飞——在跑道上加速滑行至起飞速度后离地起飞；爬升——以恒定校正空速爬升至设定高度；连续爬升——以恒定角度爬升至设定高度和速度；加速——起飞爬升并加速到设定速度；平飞——保持高度和速度；平飞减速——保持高度并减低速度；怠速平飞——在一定距离内发动机在怠速时水平飞行以恒定角度下降至设定高度；怠速下降——发动机怠速工况下下降；接地——接地后在跑道上滑行；减速——在跑道上采用制动推力减速。

B.2 飞行航迹

飞机空中飞行航线可采用飞机地面航迹(相当于飞程序)和飞行剖面(垂直飞行航迹)进行描述，典型飞行剖面及地面航迹见图 B.2-1。在飞机飞行的不同航迹点上，飞机依据环境温度、压力、风速和飞机安全运行飞行速度、转弯的要求，设置起落架、襟翼角度和推力，从而引起飞机飞行姿态和噪声源强的变化。飞机噪声预测中需分析飞行航线，确定飞机和预测点之间的几何关系，给出飞机和预测点之间的距离及方位，并确定该距离、方位上飞机的推力设定和飞行速度。

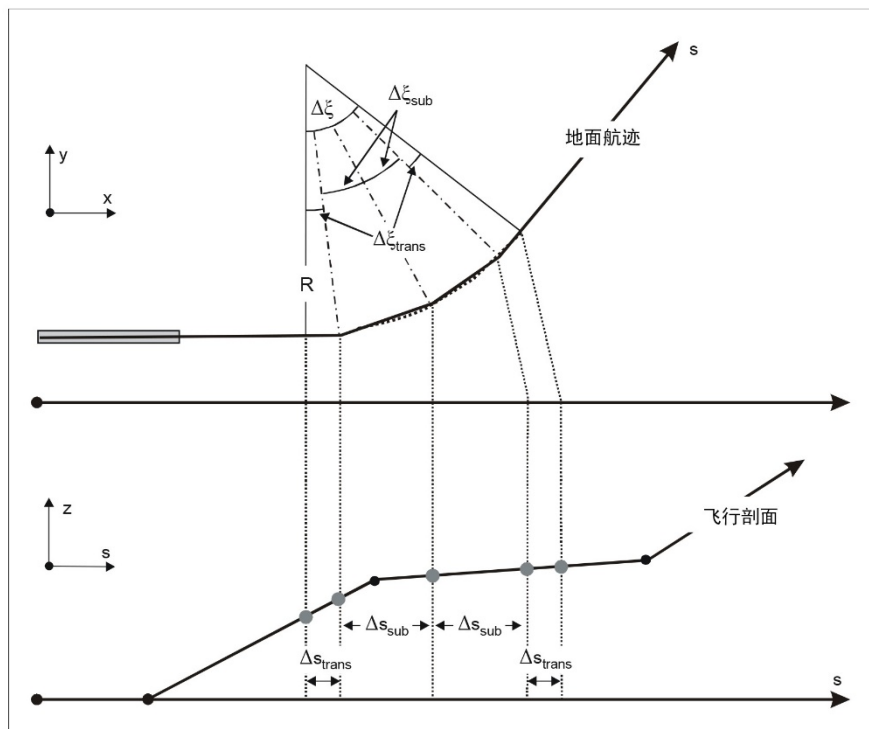


图 B.2-1 飞机飞行的地面航迹及剖面图

B.3 飞机噪声源强

B.3.1 飞机噪声源源强

① 噪声-功率-距离数据

飞机噪声预测的源强采用的是噪声-功率-距离数据（N-P-D 数据），国际上主要机型的 N-P-D 数据已收录至 ANP 数据库中，ANP 数据库中的源强噪声评价量一般有 L_{EPN} 、 L_{max} 、 L_{AE} 、 L_{TPN} ，用于计算 L_{WECPN} 或 L_{dn} 。录入 N-P-D 数据的参考条件包括气象条件、海拔高度、飞机飞行速度、地形数据等。其中气象条件要求气温为 25℃、压力 101.325 kPa、无降水、风速小于 8 米/秒、大气吸收衰减速率符合国际汽车工程师学会（SAE）制定的 AIR1845 中的有关要求；海拔高度要求为平均海平面高度；飞机飞行速度要求为空速 160Kt；地形要求飞机地面航迹数公里范围内地形平坦、软地面，无大型建筑物和反射面。

在近地面、空气温度小于 30℃、空气相对湿度和温度乘积大于 500、风速小于 8m/s 等条件下取得的 N-P-D 数据可经修正后使用。

② ANP 数据库中 N-P-D 数据空气吸收衰减系数及声阻抗修正

ANP 数据库中的 N-P-D 数据由 SAE AIR1845 规定的空气吸收衰减系数（表 B.3.1-1）推算而来，不同海拔高度、压力、温度等条件下衰减系数不同，实际应用时应予以修正。修正量（ $\Delta L(T, P)$ ）的计算公式如公式 B.3.1 所示。

$$\Delta L(T, P) = 10 \lg(\rho c / 409.81) \quad (\text{B.3.1})$$

式中： ρc —和观察点高度、压力有关的声阻抗， $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ 。

表 B.3-1 1/3-倍频带空气吸收衰减系数(dB/100m)

中心频率(Hz)	衰减系数	中心频率(Hz)	衰减系数
50	0.033	800	0.459
63	0.033	1 000	0.590
80	0.033	1 250	0.754
100	0.066	1 600	0.983
125	0.066	2 000	1.311
160	0.098	2 500	1.705
200	0.131	3 150	2.295
250	0.131	4 000	3.115
315	0.197	4500	3.607
400	0.230	6 300	5.246
500	0.295	8 000	7.213
630	0.361	10 000	9.836

B.3.2 固定翼飞机 N-P-D 数据库建立方法

对缺少 N-P-D 数据的机型，可参照国际民航组织《Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports (Circular 205)》推荐的方法建立飞机 N-P-D 数据。

N-P-D 数据库的建立，需要监测发动机一定设置功率情景下，空速为 160 kt 时，不同斜距下飞机噪声的最大 A 声级 L_{max} 、暴露声级 L_{AE} ，监测时应同步记录飞机机型、发动机型号、襟翼角度、栅条角度、起落架状态（收起或放下）、发动机推力指定参数和校正参数、飞机质量等参数，数据格式的要求如表 B.3-2 所示。

表 B.3-2 提供数据格式

斜距 m	80	100	125	160	200	250	315	400
L_{max} dB(A)								
L_{AE} dB(A)								

L_{EPN} (dB)								
斜距 m	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
L_{max} dB(A)								
L_{AE} dB(A)								
L_{EPN} (dB)								
斜距 m	3150	4000	5000	6300	8000	10000		
L_{max} dB(A)								
L_{AE} dB(A)								
L_{EPN} (dB)								

表中 L_{max} 、 L_{AE} 、 L_{EPN} 指飞机在一定性能、功率设置下，稳定、无倾斜飞行航线下方的声级。进行声级测量时，应记录一个飞行事件中一个完整时间过程的 1/3 倍频程频谱，即记录每间隔 0.5 秒的 24 个 1/3 倍频程（50-10000Hz）声压级。由于实测温度、湿度与 ANP 数据库中数据标准化条件不一定一致，应按表 B.3-1 的空气吸收衰减系数对 1/3 倍频程（50-10000Hz）实测声压级进行修正。

数据修订时应优先采用有完整时间过程的频谱数据，否则应选用噪声峰值时频谱和间断的数据。上述两种数据建设 N-P-D 数据的方法如下：

a) 有完整时间过程的频谱数据

调整测量数据使其空气吸声衰减符合表 B.3-2 的要求。对于源和观测点之间为 800 米或少于 800 米的距离处，依据监测到的整个事件时间过程频谱，按规定方法求取 L_{max} ，并通过飞机操作时间积分得到暴露声级 L_{AE} （具体计算方法参见《国际民航公约》附件 16，卷 1，附录 2，9.4 节（参考 2）），从而建立起噪声-功率-距离之间的关系。

设 800 米距离处飞机暴露声级为 L_{AEr} ，最大 A 声级为 L_{maxr} ，24 个倍频带声压级为 $L_{pr(i)}$ （ $i=1-24$ ）。距离为 d （大于 800 米）处的最大 A 声级需按球面发散和空气吸收衰减系数修正的频谱数据计算， d 处的暴露声级可按下式计算：

$$L_{AE} = L_{max} + (L_{AEr} - L_{maxr}) + 7.5 \log(d/800) \quad (B.3.2)$$

b) 数据为最大 A 声级点的频谱和测量得到的暴露声级 L_{AE}

设定测量点处的暴露声级为 L_{AEr} ，最大 A 声级为 L_{maxr} 及与最大 A 声级相适应的 1/3 倍频程声压级。 L_{AEr} 可由测量日的 L_{AE} 、经参考气象条件修正后的最大 A 声级和测量日的最大 A 声级之间的增量校正得出：

$$L_{AEr} = L_{AE} + (L_{maxr} - L_{max}) \quad (B.3.3)$$

测量距离 dr 以外其它距离 d 处的最大 A 声级可通过球面发散和频谱数据的气象条件修正得出， L_{AE} 的计算式如下：

$$L_{AE} = L_{max} + (L_{AEr} - L_{maxr}) + 7.5 \log(d/dr) \quad (B.3.4)$$

B.4 单个噪声事件评价量的计算

B.4.1 单个噪声事件评价量

单个噪声事件的评价量一般采用暴露声级 L_E ，计算公式如下：

$$L_E = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{L(t)/10} dt \right) t_0 = 1 \text{秒} \quad (\text{B.4.1})$$

式中 t_0 为参考时间, (t_1, t_2) 为计分时间的区间范围, 单个事件的暴露声级是飞行航迹中各有限长度航段暴露声级的能量和, 最大 A 声级为各有限长度航段中最大 A 声级的最大值。

$$L_E = 10 \lg \left(\sum 10^{L_{E,seg}/10} \right) \quad (\text{B.4.2})$$

式中: $L_{E,seg}$ 为航段暴露声级。

$$L_{\max} = \max(L_{\max,seg}) \quad (\text{B.4.3})$$

式中: $L_{\max,seg}$ 为航段最大 A 声级。

在 L_{WECPN} 计算中单个噪声事件的评价量一般采用有效感觉噪声级 L_{EPN} 。

$$L_{EPN} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{T_0} \right) \left(\sum_{i=1}^n 0.5 \times 10^{L_{TPNi}/10} \right) \right] \quad (\text{B.4.4})$$

式中: T_{PNI} —实际持续时间 T_d 内、0.5 秒间隔的经纯音修正的感觉噪声级;
 T_0 —标准时间, 10 秒;
 n — T_d 时间内的采样数。

B.4.2 航段噪声级 L_{seg} 的计算

单架飞机飞行过程中不同时间飞行航迹上的飞机发动机的推力设置、飞行速度、航向和爬升、下降速率等均可能不同, 为便于噪声计算, 可将飞机飞行过程的航迹划分为多个有限长度的航段, 然后计算出每个航段在计算点上的声级, 即航段噪声级 L_{seg} 。

单架飞机航迹上任一航段, 在网格结点上的最大 A 声级 ($L_{\max,seg}$), 暴露声级 ($L_{E,seg}$) 可分别按(B.4.5)、(B.4.6)式计算。

$$L_{\max,seg} = L_{\max}(P, d) + \Delta_1(\phi) - \Lambda(\beta, L) \quad (\text{B.4.5})$$

$$L_{E,seg} = L_{E,\infty}(P, d) + \Delta v + \Delta_1(\phi) - \Lambda(\beta, L) + \Delta_F \quad (\text{B.4.6})$$

式中:

$L_{\max}(P, d)$, $L_{E,\infty}(P, d)$ —和特定航段发动机推力及地面计算点与航线的垂直距离 d 相对应, 由 N-P-D 数据内插得到的最大 A 声级, 暴露声级。

Δv —速度修正 (持续时间修正): 非参考速度下对暴露声级 N-P-D 数据的修正, 不适用于 $L_{\max}(P, d)$ 。

$\Delta_1(\phi)$ —安装影响: 由于机体、发动机及周围空气流场的屏蔽、反射、折射引起的侧向指向性变化。

$\Lambda(\beta, L)$ —侧向衰减: 该项衰减对于声波和地面之间夹角小的情况下是重要的, 反应了

声波传播的直接辐射和反射(地面引起)之间的相互作用及在声波向航迹侧面观测点传播时,大气非均匀性折射(最初是由由地面引起)的影响。

Δ_F —航段校正,有限长航段的噪声贡献明显小于无限长航迹的贡献,该修正仅适用于以暴露声级为基础的评价量。

B.4.3 利用 N-P-D 数据获取飞行事件噪声级的内插方法

在确定飞行事件的飞机运行功率、航线与观测点距离的前提下,由已知的 N-P-D 数据可通过内插法求得飞行事件噪声级,功率-声 $L(P, d)$ 级采用线性内插法,距离-声级采用对数内插法,见图 B.4-1。

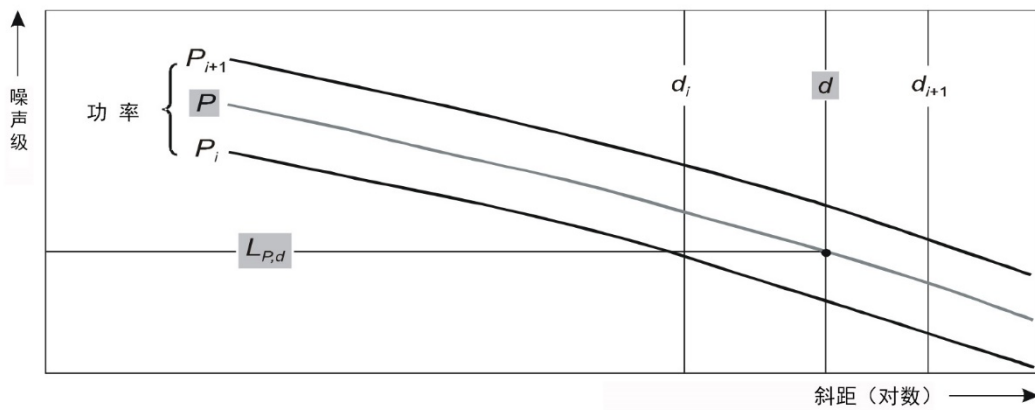


图 B.4-1 噪声-功率-距离曲线的内插法

内插计算公式如下:

$$L(P) = L(P_i) + \frac{L(P_{i+1}) - L(P_i)}{P_{i+1} - P_i} (P - P_i) \quad (\text{B.4.7})$$

$$L(d) = L(d_i) + \frac{L(d_{i+1}) - L(d_i)}{Lgd_{i+1} - Lgd_i} (Lgd - Lgd_i) \quad (\text{B.4.8})$$

对于观测点到航迹的距离大于或小于 N-P-D 曲线已有距离时,可采用外推法进行插值计算。

B.4.4 航段和观测点距离的确定

航段的几何参数见图 B.4.2 a、b、c,图中 S_1 、 S_2 加粗线段为航段,长度为 λ 。飞行方向由 S_1 飞向 S_2 , O 点为观测点。

图中细线表示航段可向两端延伸至无限长。 S_p 为观测点到航线的垂足。 d_1 、 d_2 、 d_p 分别为观测点到 S_1 、 S_2 、 S_p 的距离。 d_s 为观测点到航段的最短距离。对于暴露声级,空中航段, d_s 则为 S_p 和观测点之间的 d_p ,称为最小斜距(即观测点到航段或航段延长线上的垂直距离)。然而需要注意的是对于观测点位于起飞滑行地面航段后或降落地面航段前时的暴露声级评价量, N-P-D 数据中的 d 为 d_s , 即观测点到航段的最短距离。

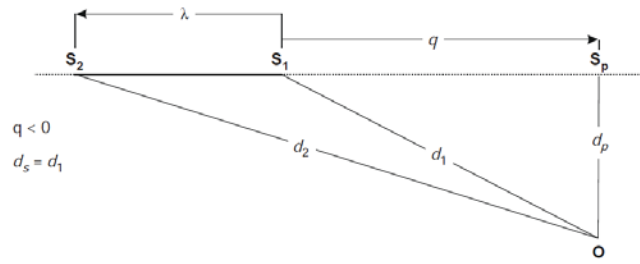


图 B.4-2a 观测点位于航段后的飞行航迹图

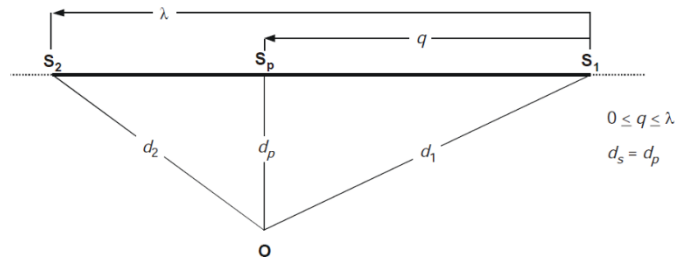


图 B.4-2 b 观测点位于航段侧面的飞行航迹图

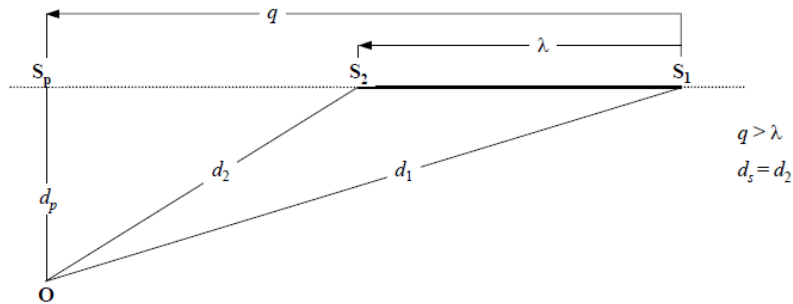


图 B.4-2c 观测点位于航段前的飞行航迹图

B.4.5 航段上的发动机功率确定

N-P-D 数据指的是稳定和无限长直线飞行的航迹，其发动机功率是固定的 P 下的数据，而推荐的方法是将速度、方向变化的实际飞行航迹分割为有限长航段。航段开始点的发动机功率为 P_1 ，终点发动机功率为 P_2 ，推荐方法假设发动机功率随航段长度线性变化，因此需要确定一个等效、稳定的航段发动机功率 P 。若观测点位于航段侧面，发动机功率 P 按下式计算：

$$P = \sqrt{p_1^2 + \frac{q}{\lambda}(p_2^2 - p_1^2)} \quad (\text{B.4.9})$$

如果观测点位于航段的前后，则分别采用最近点的 P_1 或 P_2 。

B.4.6 航段声级修正量计算公式

在确定航段发动机功率和观测点与航段最近距离基础上，通过 N-P-D 数据内插得到的声级称为基础声级，然后经下列修正后的声级为航段事件声级。

①持续时间修正（仅适用于暴露声级 L_E ）

飞机飞行速度沿航段发生变化(地速从 V_1 变化到 V_2),有必要对相对于地面是倾斜的航段定义一个等效航段速度(V_{seg}),例如:

$$V_{seg} = V / \cos \gamma \quad (\text{B.4.10})$$

式中:

V_{seg} 为等效的航段地速;

$$\gamma = \tan^{-1} \left(\frac{z_2 - z_1}{s_2 - s_1} \right) \quad (\text{B.4.11})$$

对于空中航段,假设速度随时间变化是线性的, V 采用距路径 S 最近点和终点的地速的内插值,例如观测点位于航段侧面,内插公式如下:

$$v = \sqrt{v_1^2 + \frac{q}{\lambda}(v_2^2 - v_1^2)} \quad (\text{B.4.12})$$

如果观测点位于航段前面或后面,则采用靠近端点的速度 V_1 或 V_2 。

$$\text{对于跑道段(起飞或降落地面滑行段), } \gamma = 0, V_{seg} = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (\text{B.4.13})$$

$$\text{任何情况下: } \Delta v = 10 \lg \frac{V_{ref}}{V_{seg}} \quad (\text{B.4.14})$$

式中:

V_{ref} 为参考空速。

②侧向衰减修正计算

a、声波传播的空间分析

图 B.4-3 给出了飞行航线垂直面上的几何关系,飞机的倾斜角(ε)以其中心线逆时针测量,左转为正,右转为负。在声传播路径和地平线之间的飞机仰角(β)($0-90^\circ$)和飞行航线的倾斜及观测点和地面航迹的横向偏移(l),确定了侧向衰减。声波传播路径及机翼之间的角为俯角 φ ,该角确定了发动机安装的影响 $\varphi = \varepsilon + \beta$,观测点到飞机的右翼为正,到左翼为负。

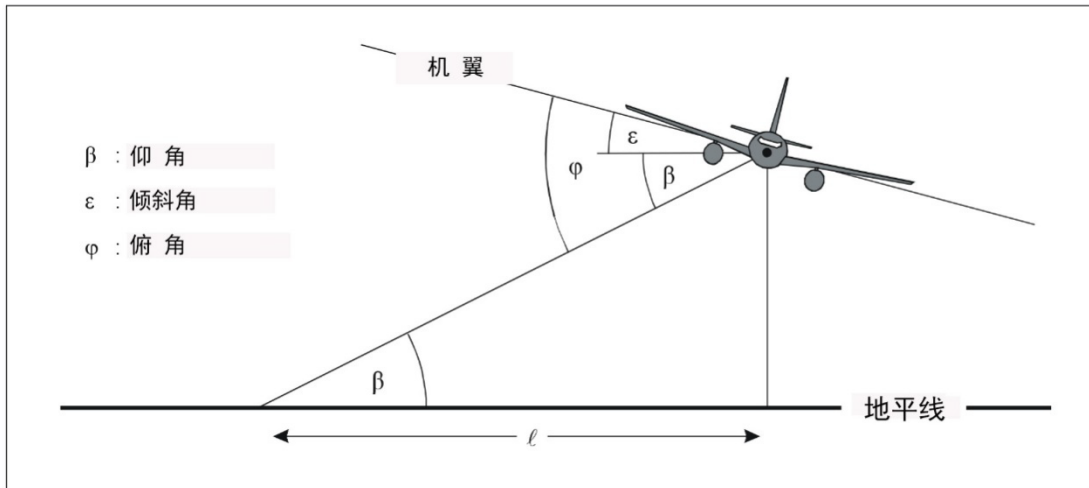


图 B.4-3 飞行航线垂直面上的飞机观测角

b、发动机安装修正 ($\Delta_1(\varphi)$)

在机身和机翼下安装发动机对侧向衰减有显著影响，公式如下：

$$\Delta_1(\varphi) = 10 \lg \left(\frac{(a \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi)^b}{c \sin^2 \varphi + \cos^2 2\varphi} \right) \quad (\text{B.4.15})$$

式中参数：

发动机装在机翼： $a=0.00384$ $b=0.0621$ $c=0.8786$

发动机装在机身： $a=0.1225$ $b=0.3290$ $c=1$

螺旋桨飞机：指向性变化可忽略 $\Delta_1(\varphi) = 0$ (B.4.16)

图 B.4-4 给出了主要是安装在机翼下方的三种安装方式 $\Delta_1(\varphi)$ 的变化，对于安装在机翼上方的情况，SAE 推荐 $\Delta_1(\varphi) = \Delta_1(0)$ 。

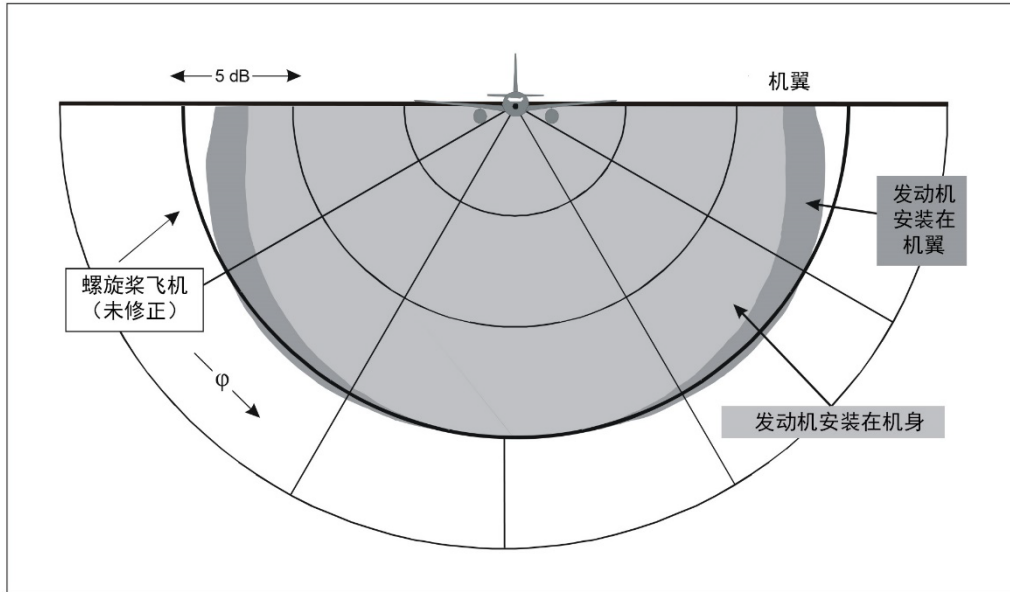


图 B.4-4 发动机安装方式的指向性影响

c、侧向衰减 $\Lambda(\beta, \ell)$ (无限长航迹)

$\Lambda(\beta, \ell)$ 的经验近似计算公式如下:

$$\Lambda(\beta, \ell) = \Gamma(\ell)\Lambda(\beta) \quad 0 \leq \ell < 914\text{m} \quad (\text{B.4.17})$$

其中, 距离要素 $\Gamma(\ell) = 1.089 \times [1 - \exp(-0.00274\ell)] \quad 0 \leq \ell \leq 914\text{m} \quad (\text{B.4.18a})$

$$\Gamma(\ell) = 1 \quad \ell > 914\text{m} \quad (\text{B.4.18b})$$

对于仰角满足 $0^\circ \leq \beta \leq 50^\circ$ 时, 远程空对地侧向衰减 $\Lambda(\beta)$ 的计算式如下:

$$\Lambda(\beta) = 1.137 - 0.0229\beta + 9.72 \exp(-0.142\beta) \quad (\text{B.4.19})$$

对于仰角满足 $50^\circ < \beta \leq 90^\circ$ 时:

$$\Lambda(\beta, \ell) = 0 \quad (\text{B.4.20})$$

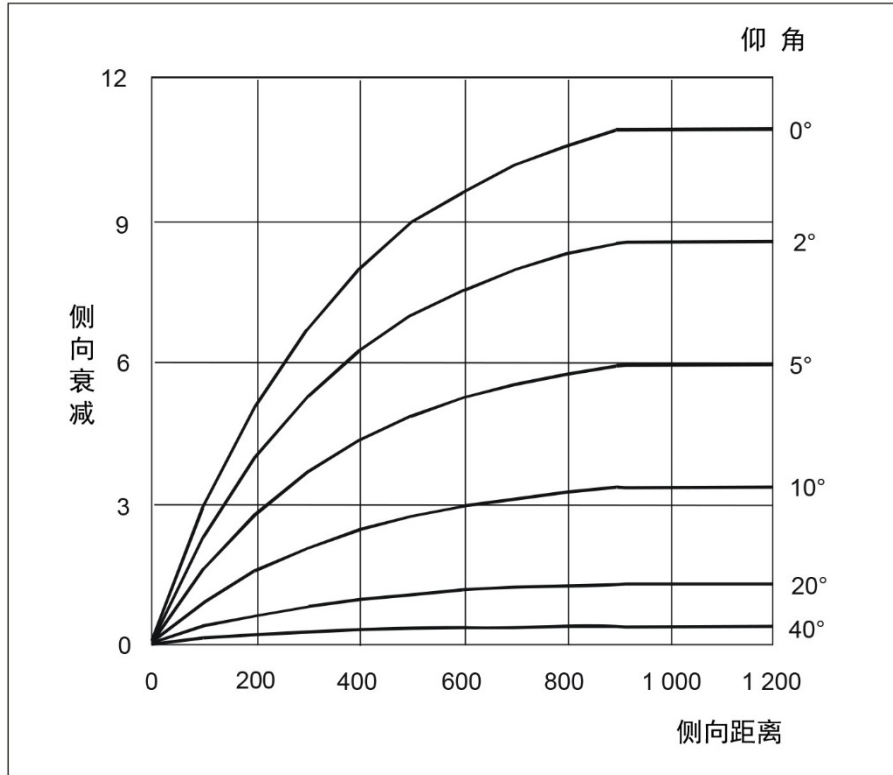


图 B.4-5 侧向衰减 $\Lambda(\beta, \ell)$ 与仰角、侧向距离的变化

③有限长航段修正

前面计算出的是无限长飞行航线在敏感点产生的声级,有限长航段对敏感点贡献的声能是无限长航线中的一部分,因此需要对前面计算结果进行修正。有限长航段贡献的声能和图 B4.2a、b、c 中观测点与航段的视角 (OS_1S_2) 有关,有限航段修正量的计算公式如下:

$$\Delta_F = 10 \log \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{a_2}{1+a_2^2} + \tan^{-1} a_2 - \frac{a_1}{1+a_1^2} - \tan^{-1} a_1 \right) \right] \quad (\text{B.4.21})$$

式中:

$$\alpha_1 = \frac{q}{d_\lambda} \quad \alpha_2 = \frac{q-\lambda}{d_\lambda} \quad d_\lambda = d_0 \cdot 10^{[L_{e,\infty}(p,d_p) - L_{\max}(p,d_p)]/10}$$

$$d_0 = \frac{2}{\pi} v_{ref} t_0$$

式中: a) 相应的符号见图 4.2a、b、c;

b) $L_{\max}(p,d)$ ——从 N-P-D 数据库中求出的对应 d_p 的最大 A 声级;

c) L_{\max} ——非航段的最大 A 声级;

d) q ——观测点到航段分割点的最新距离;

e) d_λ ——修正后的距离。

如观测点位置位于起飞滑行段的后面、降落滑行段的前面,有限航段的修正式变为:

$$\Delta_F' = 10 \log \times \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{a_2}{1+a_2^2} + \tan^{-1} a_2 \right) 10^{\Delta_{SOR}/10} \right] \quad (\text{B.4.22})$$

$$\alpha_2 = \frac{\lambda}{d_\lambda} \quad \Delta_{SOR} \text{ 的定义见④。}$$

④起飞滑跑后的指向型函数

对于喷气式飞机，特别是装有低涵道比的飞机，在飞机后部，其噪声辐射形成叶状的图，表征了喷气式飞机后部噪声的指向性。图 B.4-6 给出了以 Ψ 角和观测点与飞机中心连线距离 (d_{SOR}) 为参数的飞机后部的水平示意图。

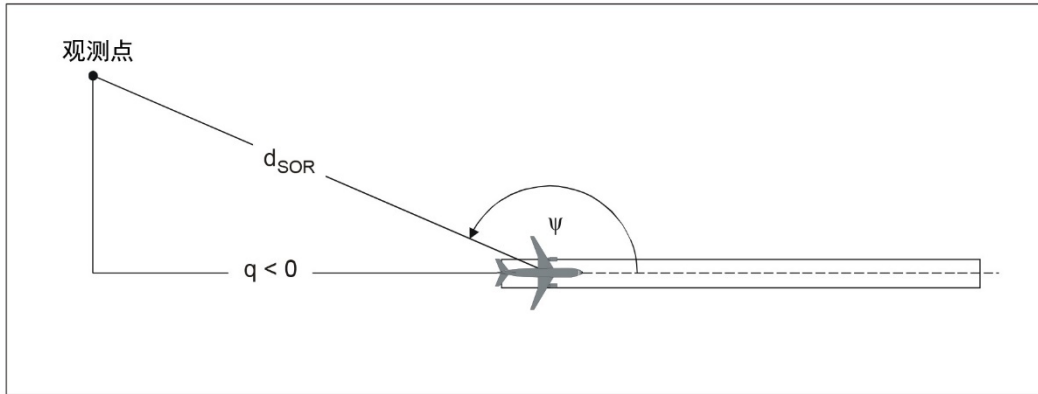


图 B.4-6 估算指向性修正的飞机-观测点关系图

$$\Psi = \cos^{-1} \left(\frac{q}{d_{SOR}} \right) \quad (\text{B.4.23})$$

飞机的前进方向为 0° ，相反方向为 180° ， Ψ 角（飞机航向和观测点至机身之间的方位角）为 $0-180^\circ$ 。飞机中心的到观测点的水平距离为负值。

指向性函数 Δ_{SOR} 的计算公式如下：

当 $90^\circ \leq \Psi < 148.4^\circ$ 时：

$$\Delta_{SOR}^0 = 51.47 - 1.553\Psi + 0.015147\Psi^2 - 0.000047173\Psi^3 \quad (\text{B.4.24a})$$

当 $148.4^\circ \leq \Psi \leq 180^\circ$ 时：

$$\Delta_{SOR}^0 = 339.18 - 2.5802\Psi + 0.0045545\Psi^2 - 0.000044193\Psi^3 \quad (\text{B.4.24b})$$

跑道两侧的指向性是对称的。

如果 $d_{SOR} < 762\text{m}(2500\text{ft})$

$$\Delta_{SOR} = \Delta_{SOR}^0 \quad (\text{B.4.25a})$$

如果 $d_{SOR} \geq 762\text{m}(2500\text{ft})$

$$\Delta_{SOR} = \Delta_{SOR}^0 \times \frac{762}{d_{SOR}} \quad (\text{B.4.25b})$$

观测点由地面滑行部分产生的声级：

$$L_{TGR}(d_{SOR}, \Psi) = L_{TGR}(d_{SOR}, 90^\circ) + \Delta_{SOR}(d_{SOR}, \Psi) \quad (\text{B.4.26})$$

$L_{TGR}(d_{SOR}, 90^\circ)$ 为全部滑行段对距离为 d_{SOR} 的 SOR 侧的产生的声级。

B.4.7 飞行阶段划分及推力等主要飞行参数计算

(1) 飞行阶段划分

飞机从起飞到降落可划分为多个阶段，起飞和降落段一般可采用直线描述，转弯可采用圆弧描述。为计算暴露声级，每个航段的发动机功率、飞机飞行空速和加速阶段的平均爬升速率等必须指定。由于飞机从起飞到降落的过程中其飞行速度、发动机功率、起落架位置、襟翼角度、飞行姿态均发生变化，因此飞机噪声预测需优先计算飞机飞行过程中的各种状态。

飞机起飞过程可分为多个阶段，其一般设置情况如下：

a) 滑行加速阶段，由起飞开始到初始爬升阶段，假设襟翼设置为 15° ，同时起飞推力设置为最大；

b) 初始爬升阶段：初始爬升速度、发动机功率和襟翼设置；例如爬升 1000 英尺，襟翼设置为 15° ，同时起飞推力设置为最大。

c) 在减少发动机推力，保持初始爬升速度和襟翼设置下爬升或保持初始发动机功率，在收回襟翼情况下加速；例如加速到 175knots，爬升速率 2000feet/min，襟翼设置为 15° ，推力减到最大爬升推力。

d) 在减少或保持推力，继续加速和爬升；例如加速到 195、175knots；爬升速率 1000feet/min，襟翼设置为 15° ，同时，爬升推力设置为最大。

e) 收回襟翼爬升，例如爬升到 3000feet，襟翼设置为 0° ，同时，爬升推力设置为最大；

f) 在襟翼为 0° 时，继续爬升和加速；例如加速到 250 knots，爬升速率设置为 1000feet/min，同时，爬升推力设置为最大。

g) 继续爬升，例如爬升到 10000feet，襟翼设置为 0° ，同时，爬升推力设置为最大。

进行飞机空气动力学性能计算，需要的参数包括：飞机的总重量、发动机数量、空气温度、跑道海拔高度及飞行计划（推力设定、襟翼角度、空速、在爬升加速阶段的平均爬升速率等）。

(2) 起飞阶段

① 发动机净推力计算

由每台发动机提供的牵引力是每个飞行阶段需要明确的五个量之一（其余量为高度、速度、功率设置、倾角）。为进行空气动力学和声学计算，净推力也被称为海平面上的标准空气压（校正净推力， F_n/δ ）。

涡轮喷气、风扇发动机在指定的额定推力下运行时，校正的净推力可按式计算：

$$F_n / \delta = E + F \cdot V_C + G_A \cdot h + G_B \cdot h^2 + H \cdot T \quad (\text{B.4.27})$$

式中：

F_n —每台发动机的净推力，磅；

δ —飞机所在位置处环境空气压（P）与海平面标准气压（ p_0 ）之比， $p_0=101.325 \text{ kPa}$ (1013.25 mb)；

V_C —校正空速，kt；

h —飞机运行处相对于海平面的气压高度，feet；

T —飞机运行处的环境温度， $^\circ\text{C}$ ；

E、F、 G_A 、 G_B 、H为发动机使用额定功率、温度低于额定温度时的推力常数或系数（起飞、爬升或进近阶段），lb、s/ft、lb/ft、lb/ft²、lb/°C。

②起飞距离计算

在逆风风速为 8kt、校正空速在爬升初始阶段固定、起落架在起飞后及时收回的情况下，地面起飞滑跑距离（ S_{TOS} ）的计算公式：

$$S_{TOS} = \frac{B_8 \cdot \theta \cdot (W/\delta)^2}{N \cdot (F_n/\delta)} \quad (\text{B.4.28})$$

式中：

B_8 —系数，适合于指定的飞机/襟翼偏转组合，符合国际标准大气（International Standard Atmosphere，简称 ISA）的参考条件，逆风风速 8kt，ft/lbf。（方程 B.4.24 已考虑飞机给定的空速和跑道高程的推力变化，系数 B_8 仅取决于襟翼偏转）；

W —飞机制动器释放时的总重量，lbf；

N —发动机数量；

θ —飞机所在高度气温和标准气温的比值，即 $(T+273.15^\circ\text{C})/(T_0+273.15^\circ\text{C})$ ， $T_0=15^\circ\text{C}$ ；

δ —飞机上的环境空气压力与平均海平面的标准气压之比。

若逆风风速不是 8kt，起飞距离（ S_{TOW} ）公式如下：

$$S_{TOW} = S_{TOS} \frac{(V_C - w)^2}{(V_C - 8)^2} \quad (\text{B.4.29})$$

式中：

V_C —起飞过程的校正速度，kt；

w —顶头风风速，kt。

若跑道有一定坡度，则起飞距离（ S_{TOG} ）公式如下：

$$S_{TOG} = S_{TOW} \cdot \frac{a}{(a - g \cdot G_R)} \quad (\text{B.4.30})$$

式中：

a —沿跑道的平均加速度，等于 $(V_C \sqrt{\sigma})^2 / (2S_{TOW})$ ，ft/s²。

G_R —跑道梯坡度，上坡为正。

g —重力加速度，ft/s²。

(3) 固定速度爬升阶段

①平均爬升角计算

飞机固定速度（逆风 8kt）下的爬升角（ γ ）计算见下式：

$$\gamma = \arcsin \left(k \cdot \left[N \cdot \frac{F_n/\delta}{W/\delta} - \frac{R}{\cos \varepsilon} \right] \right) \quad (\text{B.4.31})$$

式中：

K —和速度有关的常数， $V_C \leq 200$ kt， $K=1.01$ ，其他速度， $K=0.95$ ；

R —和襟翼设定有关的飞机阻力系数和升力系数的比，起落架为收回状态；

ε —以弧度表示的倾角。

爬升角的逆风速度修正公式:

$$\gamma_w = \gamma \cdot \frac{V_C - 8}{V_C - w} \quad (\text{B.4.32})$$

γ_w —经逆风修正后的平均爬升角。

②初始爬升速度

离场情况的两个不同阶段涉及以不变的空速爬升，初始爬升段是在起飞后立即进行的，其中安全要求决定了飞机至少要以起飞安全速度最小空速飞行直到飞机位于跑道上方 35feet。保持初始爬升速度是常见做法稍微超出起飞安全速度，通常为 10-20 节。

飞机初始爬升的速度 (V_{CTO}) 可按下式计算:

$$V_{CTO} = C \cdot \sqrt{W} \quad (\text{B.4.33})$$

式中:

C—和襟翼设置有关的系数, $\text{kt}/\sqrt{\text{lbft}}$ 。

(4) 加速爬升和襟翼收回阶段

该航段紧接初始爬升段，所有航段起点的高度 h_1 、真空速 VT_1 、推力 (F_n/δ) 和上一航段末端一致。终点校正空速、平均爬升率 (ROC) 可由用户输入 (坡度 ε 是速度和转弯半径的函数); 终点高度 h_2 ，真实空速 VT_2 ，终点推力 (F_n/δ) 和节段轨迹长度 Δs 必须通过迭代计算; 首先猜测末端高度 h_2 ，然后使用等式 B.4.13 和重复计算 B.4.14 直到连续估计之间的差异小于指定的容差，例如，1feet。一个实际的初始估计是 $h_2 = h_1 + 250\text{feet}$ 。

航迹长度按下式计算:

$$S_{seg} = 0.95 \cdot k \cdot k^2 \cdot (V_{T2}^2 - V_{T1}^2) / 2(a_{max} - G \cdot g) \quad (\text{B.4.34})$$

式中: a) 0.95 是一个系数，以说明飞机在以 160 kt 爬升时，逆风风速 8 kt 对航段长度的影响;

b) k : 将 kt 转换为 ft/sec 的转换常数, $1\text{kt} = 1.688\text{ft/s}$;

c) V_{T1} : 出发点的真空速, kt;

d) V_{T2} : 分割点末端的真空速, kt, 计算公式为:

$$V_{T2} = V_{C2} / \sqrt{\delta_2}, \text{ 其中 } \delta_2 = \text{末端高度 } h_2 \text{ 处的空气密度比};$$

e) a_{max} : 水平飞行中的最大加速度, ft/s^2 , 计算公式为:

$$a_{max} = g[N \cdot \overline{F_n / \delta} / (\overline{W / \delta}) - R / \cos \varepsilon];$$

f) $G = \text{爬升梯度} \approx \text{ROC} / (60 k \overline{V_T})$; ROC 为爬升率, ft/min。

利用 Δs 可用下式计算出航段末端的高度 (h_2'):

$$h_2' = h_1 + s \cdot G / 0.95 \quad (\text{B.4.35})$$

在 $|h_2' - h_2|$ 超过了规定的容差，就需用 B.4.32、B.4.33 反复迭代至满足容差要求。

加速段的长度可按 (B.4.15) 用逆风风速校正。

$$\Delta S_w = \Delta S \cdot \frac{(V_T - W)}{V_T - 8} \quad (\text{B.4.36})$$

(5) 下降和减速阶段

进近航段一般已知高度和速度曲线, 但仍需估算各部分的推力水平。力的基本平衡方程如下:

$$F_n / \delta = W \cdot \frac{R \cdot \cos \gamma + \sin \gamma + a / g}{N \cdot \delta} \quad (\text{B.4.37})$$

在设定航段起始点速度 (V_1) 和终点速度 (V_2)、高度及下滑角 (γ) 的情况下、其下降速率可按下式计算:

$$a = \frac{(V_2 / \cos \gamma)^2 - (V_1 / \cos \gamma)^2}{2 \cdot \Delta s / \cos \gamma} \quad (\text{B.4.38})$$

ΔS 是航段覆盖的地面距离。 V_2 和 V_1 可按下式计算:

$$V = \frac{V_C \cdot \cos \gamma}{\sqrt{\sigma}} \quad (\text{B.4.39})$$

实际运行情况证实, 为保持恒定速率下降, 强逆风时需要较大的推力, 顺风时需要减小推力。通常飞机在怠速推力设置下完成进近下降, 因此公式 B.4.33 可在怠速推力设定下通过迭代法求出下降速率和类似于起飞加速段一样求出减速段末端的高度。

对于多数飞机, 怠速推力不为零, 而是飞行速度的函数。怠速推力可按下式计算:

$$(F_n / \delta)_{idle} = E_{idle} + F_{idle} \cdot V_C + G_{A,idle} \cdot h + G_{B,idle} \cdot h^2 + H_{idle} \cdot T \quad (\text{B.4.40})$$

式中 E_{idle} , F_{idle} , $G_{A,idle}$, $G_{B,idle}$, H_{idle} 是怠速推力系数。

(6) 着陆进场

着陆校正速度 V_{CA} 和着陆重量有关, 计算公式如下:

$$V_{CA} = D \cdot \sqrt{W} \quad (\text{B.4.41})$$

式中: D -和着陆襟翼设置有挂的系数, kt / \sqrt{lbf} 。

喷气式飞机、多发螺旋桨飞机的下滑角为 -3° , 单发螺旋桨飞机的下滑角为 -5° 。

若逆风风速为 8kt, 在下降减速过程中、按固定的下降速率及固定的校正空速, 其平均校正净推力计算公式:

$$\overline{F_n / \delta} = \frac{\overline{(W / \delta)}}{N} \cdot (R + \frac{\sin \gamma}{1.03}) \quad (\text{B.4.42})$$

式中: R -转弯半径。

如逆风风速不是 8kt, 平均校正净推力计算公式变为:

$$(\overline{F_n / \delta})_w = \overline{F_n / \delta} + 1.03 \cdot \overline{W / \delta} \cdot \frac{\sin \gamma \cdot (w - 8)}{N \cdot V_{CA}} \quad (\text{B.4.43})$$

行驶过的水平距离为:

$$\Delta S = (h_2 - h_1) / \tan \gamma \quad (\text{B.4.44})$$

B.5 计权等效连续感觉噪声级的计算

利用 N-P-D 曲线内插得到单架飞机的有效感觉噪声级 (L_{EPN}), 可按下式计算计权等效连续感觉噪声级 (L_{WECPN}):

$$L_{WECPN} = \bar{L}_{EPN} + 10 \lg(N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 39.4 \quad (\text{B.5.1})$$

式中: N_1 ——白天 (07:00-19:00) 对某预测点产生噪声影响的飞行架次;

N_2 ——傍晚 (19:00-22:00) 对某预测点产生噪声影响的飞行架次;

N_3 ——夜间 (22:00-次日 07:00) 对某预测点产生噪声影响的飞行架次;

\bar{L}_{EPN} ——N 次飞行有效感觉噪声级能量平均值 ($N=N_1+N_2+N_3$), dB。

$$\bar{L}_{EPN} = 10 \lg[1/(N_1 + N_2 + N_3) \sum_i \sum_j 10^{L_{EPNij}/10}] \quad (\text{B.5.2})$$

式中: L_{EPNij} ——j 航路, 第 i 架次飞机在预测点产生的有效感觉噪声级, dB。

B.6 昼夜等效声级的计算

得到单架飞机的暴露声级后, 可按式 B.15 计算昼夜等效声级 (L_{dn})。

$$L_{dn} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{86400} \left(\sum_{i=1}^{N_d} 10^{0.1 \cdot L_{AEi}} + \sum_{j=1}^{N_n} 10^{0.1 \cdot (L_{AEj} + 10)} \right) \right] \quad (\text{B.6.1})$$

式中: L_{AEi} ——昼间第 i 次飞机噪声事件的暴露声级, dB(A);

L_{AEj} ——夜间第 j 次飞机噪声事件的暴露声级, dB(A);

N_d ——1 天内昼间全部飞行架次;

N_n ——1 天内夜间全部飞行架次。

也可按式 B.16 计算昼夜等效声级 (L_{dn})。

$$L_{dn} = \overline{L_{AE}} + 10 \cdot \lg(N_d + 10N_n) - 49.4 \quad (\text{B.6.2})$$

$$\overline{L_{AE}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot L_{AEi}} \right) \quad (\text{B.6.3})$$

式中: L_{AEi} ——1 天内第 i 次飞机噪声事件的暴露声级, dB(A);

N ——1 天内全部飞行架次, $N = N_d + N_n$;

N_d ——1 天内昼间全部飞行架次；

N_n ——1 天内夜间全部飞行架次；

$\overline{L_{AE}}$ ——1 天内 N 架次飞机的平均暴露声级，dB(A)。

B.7 L_{dn} 与 L_{WECPN} 的换算

有效感觉噪声级 L_{EPN} 与 L_{max} 的近似关系如下，

$$L_{EPN} = L_{max} + 10 \lg \left(\frac{0.5T_d}{T_0} \right) + 13 \quad (\text{B.7.1})$$

式中： T_d —— L_{max} 下 10dB 的延续时间， $T_0=10$ 秒

根据 (B.7.1) 推导，得到 L_{dn} 与 L_{WECPN} 的近似关系式为：

$$L_{WECPN} - L_{dn} = 13 + 10 \lg \left(\frac{N_1 + 3N_2 + 10N_3}{N_1 + N_2 + 10N_3} \right) \quad (\text{B.7.2})$$

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，两者差值处于 13~14dB 之间，本标准取 $L_{dn} = L_{WECPN} - 13$ 。

B.8 飞机噪声等值线图的绘制

B.8.1 飞机水平航迹发散的计算

飞机飞行时并不能完全按规定的航迹飞行，飞机水平航迹的发散一般可用雷达的历史监测数据。在无实际测量数据时，根据 ICAO DOC 9611，水平发散可按如下考虑：

航线转弯角度小于 45° 时

$$S(y) = 0.055x - 0.150, \quad 2.7 \text{ km} \leq x \leq 30 \text{ km} \quad (\text{B.8.1})$$

$$S(y) = 1, \quad x > 30 \text{ km} \quad (\text{B.8.2})$$

航线转弯角度大于 45° 时

$$S(y) = 0.128x - 0.4, \quad 3.3 \text{ km} \leq x \leq 15 \text{ km} \quad (\text{B.8.3})$$

$$S(y) = 1, \quad x > 15 \text{ km} \quad (\text{B.8.4})$$

式中： $S(y)$ ——标准偏差，km；

x ——从滑行开始点算的距离，m。

在起飞点 [$S(y)=0$] 和 2.7 或 3.3 km 之间，可假定 $S(y)=0$ 。降落时，在 6 km 内的发散可以忽略。

作为近似可按高斯分布来统计飞机飞行架次的空间分布，沿着航迹两侧不同发散次航迹飞机的飞行比例见表 B.8-1。

表B.8-1 航线两侧不同发散航迹飞机飞行的比例

次航迹数	次航迹位置	次航迹运行架次比例 %
7	-2.14S	3
5	-1.43S	11
3	-0.71S	22
1	0	28
2	0.71S	22

4	1.43S	11
6	2.14S	3

B.8.2 等值线图绘制

(1) 评价量 L_{WECPN}

网格设定原则：网格间距设定需保证预测偏差不大于 0.5dB(A)。

将网格点上计算出的 L_{WECPN} 值，按 5dB 间隔，将相同等级的点连接成线，绘制在包括机场区域在内的比例尺 1: 10000 以上，包含敏感点的地图上，绘出 70、75、80、85、90dB 等声级的等值线图，同时标明图的指北针、比例尺和图例。涉及敏感保护目标超标的区域，其等声值线图应局部放大，在 1: 2000 比例尺图件上绘制。

(2) 评价量 L_{dn}

网格设定原则：网格间距设定需保证预测偏差不大于 0.5dB(A)。

将网格点上计算出的 L_{dn} 值，按 5dB(A) 间隔，将相同等级的点连接成线，绘制在包括机场区域在内的比例尺 1: 10000 以上，包含敏感点的地图上，绘出 57、62、67、72dB(A) 等声级的等值线图，同时标明图的指北针、比例尺和图例。涉及敏感保护目标超标的区域，其等声值线图应局部放大，在 1: 2000 比例尺图件上绘制。

附录 C 机场周围空气质量影响预测污染源排放清单的建立及预测模型

（规范性附录）

C1 污染源排放清单的建立

C1.1 机场空气质量预测的污染源

机场大气污染源可分为点源、线源和面源两类，必要时需要对评价范围内其他已建、在建和拟建的污染源进行评价。

点源：锅炉烟气；

线源：①场内（飞行区）汽车排放；②进场路汽车尾气排放；

面源：①飞机尾气②油库、加油站及飞机停机坪加油排放；③停车场汽车排放。

C1.2 机场污染源清单建立的基本要求

C1.2.1 坐标系

机场污染源清单建立首先应建立坐标系，坐标系一般为直角坐标系，以机场基准点或某跑道的端点为原点。

C1.2.2 点源

锅炉烟囱的位置坐标；烟囱底部的海拔高度、烟囱高度、内径；烟气流速、温度；排放工况；污染物排放速率。

运行参数：年运行时间，昼夜 24 小时运行比例。

C1.2.3 线源

① 场内（飞行区）汽车排放

场内汽车排放可以看作面源或线源排放，给出污染源及相应污染物排放速率。

运行参数：年运行时间，昼夜 24 小时运行比例。

② 进场路汽车尾气排放

进场路汽车排放可以看作面源或线源排放，依据进场路的位置，应给出能描述车辆行进线路的坐标及相应的海拔高度及排放高度，街道街谷高度，相应的线路污染物扩散宽度及相应的污染物排放速率。

运行参数：年运行时间，昼夜 24 小时运行比例。

C1.2.4 面源

① 飞机尾气排放

飞机尾气污染源清单的建立是机场大气预测的关键。

a. 飞机主要滑出、滑进节点的建立

航站楼登机口：给出航站楼登机口的坐标和海拔高度。

滑出、滑进线路：给出滑出、滑进线路的坐标和海拔高度，明确其污染物扩散宽度。

跑道：给出跑道的两端坐标和海拔高度。

b. 滑行道的建立

将飞机、航站楼登机口、跑道通过滑出滑进联接形成飞机的滑行通道。

c. 建立飞机尾气污染物排放量数据库

飞机尾气排放量数据库应包括飞机不同机型和不同发动机在降落、滑进、启动、滑出、起飞、爬升过程中的用的时间及排放量，典型的数据见表 C1-1。

表 C1-1 飞机 LTO 循环污染物排放的典型数据

操作	阶段	飞行模式	时间 (s)	燃料消耗 (kg/s)	CO 排放 (g/kg)	THC 排放 (g/kg)
出发	1	开始	60.0000	0.0050	N/A	864.8768
	2	滑出	1140.0000	0.1030	30.1286	6.2266
	3	起飞	5.1400	1.1505	0.9541	0.2009

	20	起飞	7.6100	1.0042	0.9736	0.2050
	21	爬升	2.8750	0.9523	0.9755	0.2054

	23	爬升	22.3570	0.8889	0.9880	0.2080
到达	1	进近	25.4360	0.0001	31.3647	6.4820

	9	进近	0.0960	0.2639	3.3700	0.6982
	10	滑入	0.7770	0.5110	0.9541	0.3155

	16	滑入	420.0000	0.1030	30.1286	6.2266

d. 飞行架次及运行参数统计

统计给出不同机型的年飞行架次，同时给出每年不同月份、每周不同天和每天不同时间段的飞机运行架次比例。确定不同跑道、不同航站楼登机口飞机运行架次比例。

e. 辅助动力装置 (auxiliary power unit, 简称 APU) 的设置

对每种机型设定使用的 APU，同时明确其使用的时间。

f. 建立污染源排放清单

典型的污染源清单见表 C1-2，为能满足 AERMOD 进一步预测模式的需要，建立的清单应能满足我国推荐大气预测软件的需要。

表 C1-2 典型起飞阶段的污染源清单

起飞不同阶段	NOX 排放量 g/s·m ²	释放高度 (m)	面源宽 (m)	面源长 (m)	与正北的 夹角 (°)	初始扩散 参数(m)	Xm	Ym
RT11L001	8.52E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2562.2	3645.7
RT11L002	3.48E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2610.6	3634.5
RT11L003	2.64E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2659.0	3623.3
RT11L004	2.22E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2707.4	3612.1
RT11L005	1.93E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2755.7	3600.9
RT11L006	1.74E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2804.1	3589.7
RT11L007	1.59E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2852.5	3578.5
RT11L008	1.47E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2900.9	3567.3
RT11L009	1.38E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2949.3	3556.1
RT11L010	1.30E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	2997.6	3544.9
RT11L011	1.23E-03	12	20	49.66	103.03	4.1	3046.0	3533.7

① 油库、加油站及飞机停机坪加油排放

油库等油气排放为面源，应给出面源起点坐标；表征面源范围的长度、宽度、与正北夹角；给出面源的海拔高度及排放高度；排放工况；初始扩散参数及相应的污染物排放速率。
运行参数：给出不同月份、不同周日和昼夜 24 小时运行比例参数。

② 停车场汽车排放

停车场汽车排放源为面源，应给出面源起点坐标；表征停车场范围的长度、宽度、与正北夹角；给出面源的海拔高度及排放高度；排放工况；初始扩散参数及相应的污染物排放速率。

运行参数：给出不同月份、不同周日和昼夜 24 小时运行比例参数。

C2 气象数据要求

数据格式为国内的气象数据格式 A 文件，地面观测资料的常规调查项目包括：时间（年、月、日、时）、风向（以角度或按 16 个方位表示）、风速、干球温度、低云量、总云量。高空观测资料的常规调查项目：时间（年、月、日、时）、探空数据层数、每层的气压、高度、气温、风速、风向（以角度或按 16 个方位表示）。

C3 地形数据

地形数据应满足 AERMAP 的要求。包括地形数据来源、数据时间、格式、范围、分辨率等。

C4 预测模式

采用 HJ 2.2 中推荐的 EDMS/AEDT 进一步预测模式进行预测。