

航空器维修过程中噪声危害和控制

马榕翊

北京飞机维修工程有限公司

DOI:10.32629/jsse.v4i1.19081

[摘要] 航空器维修工作环境复杂,维修人员长期暴露于高强度噪声中,对听力系统及身心健康构成严重威胁。本文系统分析了航空器维修过程中产生高强度噪声的主要作业类型,列举了典型的噪声检测数值,并计算了噪声衰减至安全限值(85dB与80dB)所需的距离。为制定更精细化的职业健康安全管理制度、科学划定噪声防护区域以及保护全体从业人员的听力健康提供了关键的数据支持和理论依据。

[关键词] 航空器维修; 噪声岗位; 交叉作业; 噪声暴露评估; 听力保护

中图分类号: P623.2 **文献标识码:** A

Noise Hazards and Control in Aircraft Maintenance Process

Rongyi Ma

Beijing Aircraft Maintenance Engineering Co., Ltd.

[Abstract] The aircraft maintenance working environment is complex, with maintenance personnel being exposed to high-intensity noise for extended periods, posing serious threats to the auditory system and physical and mental health. This paper systematically analyzes the main types of operations generating high-intensity noise during aircraft maintenance processes, lists typical noise measurement values, and calculates the required distances for noise attenuation to safe limits (85dB and 80dB). It provides critical data support and theoretical basis for formulating more refined occupational health and safety management regulations, scientifically delineating noise protection zones, and protecting the hearing health of all practitioners.

[Key words] Aircraft Maintenance; Noise Positions; Cross-Operations; Noise Exposure Assessment; Hearing Protection

引言

在航空器维修过程中,发动机试车、气动工具操作、设备操作/试验等作业会产生高强度噪声。根据世界卫生组织(WHO)和国际劳工组织(ILO)的报告,长期暴露于85分贝(dB)以上的噪声环境,可导致不可逆的噪声性耳聋,并可能引发心血管疾病、心理压力增大、沟通障碍等问题,直接影响工作效率与安全^[1]。因此,科学识别维修过程中的噪声源,量化其危害水平,并采取有效的控制措施,对于保护从业人员健康、提升维修质量与安全水平具有至关重要的意义。

1 项目研究方法 with 主要噪声源识别和特性分析

1.1 研究方法

每年公司都会根据法规要求进行作业场所职业病危害因素检测以及听力检查,筛查出噪声作业岗位听力异常人群,及时进行干预防护,保护员工身体健康,减少职业性耳聋的发病率。

实际工作中,经常会有工作者本身不进行噪声操作,但在噪声作业附近工作,同样受到生产性噪声的影响,本项目希望通过作业现场调研,噪声作业检测及噪声作业周边环境的检测,确定

噪声岗位范围,用于指导非噪声作业人员进行个体防护,规范职业健康安全程序内容,更大程度地保护员工身体健康^[2]。

本研究采用现场调研与仪器检测相结合的方法。

(1) 现场调研: 识别产生高强度噪声的作业岗位,并记录其工作模式、频次及持续时间。

(2) 噪声检测: 先选取重点噪声点位进行现场检测,定点测量测定位置在操作人员工作时耳部的高度,站姿约为1.50m,坐姿约为1.10m。由于厂房布局不同,作业不同,部分点位测量作业点噪声值和衰减至85dB(A)、80dB(A)时距离,部分点位测量作业点噪声值和隔段距离(如到隔壁工作区、门口等)噪声值。

(3) 等效声级计算: 根据各操作位暴露时间,计算其岗位8小时等效连续A声级(LEX, 8h),以准确评估其实际风险等级。

1.2 主要噪声源识别和特性分析

航空器维修过程中,主要高噪声操作位有以下几种:

(1) 发动机试车/运行: 航空维修中强度最高的噪声源。在试车台或机坪进行发动机试车时,噪声主要来源于高速气流、涡轮及风扇转动。在距离发动机喷口或进气道50米处,噪声级可达

100-120 dB(A) 甚至更高。对于大推力民航发动机, 此距离的噪声水平可能超过110 dB(A) 是常态。

(2) 气动工具操作: 广泛用于拆卸和安装紧固件的气动扳手、铆枪、打磨机等, 其噪声由高速排气和机械撞击产生。此类噪声具有脉冲特性, 峰值声压级高, 瞬时噪声值高。操作者耳旁的噪声级通常在95-110 dB(A) 之间, 其高频特性对听力危害尤为显著。

(3) APU(辅助动力装置) 运行: APU给飞机在地面时提供电力和引气, 其运行时也是一个显著的噪声源。在APU排气口附近10米处, 噪声级约为90-100 dB(A)。

(4) 机载系统测试: 如液压系统测试时, 液压泵和流体噪声; 飞机空调组件(PACK) 运行时, 风扇和气流噪声。

(5) 其他高强度噪声作业: 包括喷砂、打磨、金属敲击等。

其中, 振枪作业、打铆、榔头敲击、气钻、砂磨/打磨操作位等, 由于工作地点经常在机库、大车间厂房中, 会和其他工作交叉作业, 相互影响, 是本次研究重点。

2 噪声检测结果与影响范围分析

我国《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分: 物理因素》(GBZ 2.2-2007)^[3] 规定: 工作场所噪声接触限值为85 dB(A) (8小时等效声级), 对于非噪声作业岗位, 背景噪声建议控制在80 dB(A) 以下。

通过对上述重点操作位的检测, 获得下表数据。

表1 重点噪声作业测量(1)

| 作业名称 | 作业地点 | 接触时长 | 检测数值 dB(A) | 等效结果 dB(A) | 85dB 距离 | 80dB 距离 |
|--------------|--------|-------|------------|------------|---------|---------|
| 铣刀打磨操作位 | 手工修理区 | 1h | 92 | 83 | 0.7m | 1.5m |
| 叶片打磨操作位 | 叶片修理区 | 2h | 90 | 84.3 | 0.5m | 1.5m |
| 打磨钻操作位 | 手工修理区 | 1h | 96 | 87 | 3m | 8m |
| 打磨钻操作位 | ARC工作区 | 1h | 96.8 | 87.6 | 3.9m | 5.7m |
| 砂磨操作位 | 砂磨间 | 1h | 94.1 | 85.1 | 1.5m | 4m |
| 压缩空气吹扫轴承接操作位 | 机加工作区 | 10min | 100 | 83 | 5m | 8m |

表2 重点噪声作业测量(2)

| 作业名称 | 作业地点 | 接触时长 | 检测数值 dB(A) | 等效结果 dB(A) | 距离/噪声值 | 距离/噪声值 | 距离/噪声值 |
|---------|--------|------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| 榔头敲击操作位 | 衬套修理区 | 1h | 105 | 97.2 | 6m/ 100 dB(A) | 13m/ 90 dB(A) | 16m/ 80 dB(A) |
| 振枪操作位 | ARC工作区 | 0.5 | 106 | 93.9 | 5m/ 100 dB(A) | 13m/ 91 dB(A) | 20m/ 85 dB(A) |
| 振枪操作位 | 机库 | 0.5 | 106 | 93.9 | 5m/ 100 dB(A) | 13m/ 91 dB(A) | 20m/ 85 dB(A) |

上述数据表明, 砂磨/打磨操作位噪声随距离衰减较快, 如铣刀叶片打磨操作位噪声值均为90dB(A), 1.5m时即降为80dB(A), 因此仅相邻工作者需要佩戴耳塞、耳罩等个体防护用品; 榔头、振枪等工作噪声随距离衰减影响较小, 如在车间中榔头敲击操作位94dB(A), 4m处80dB(A), 振枪操作位97.8dB(A), 3.5m处衰减

至85dB, 但在4m处距离墙面较近时测量值为92.6dB(A)。在机库中振枪操作位实测噪声106dB, 直线距离(飞机同侧, 基本无设备遮挡) 20m处衰减至85dB, 25m处衰减至80dB; 飞机另一侧衰减较快, 15m处可降至80dB以下。

3 噪声控制措施

基于噪声控制“三重防线”原则, 建议采取以下综合措施。

3.1 工程措施

声源控制: 采购低噪声设备, 如改进气动工具的消声器; 对发动机试车台进行声学设计, 建造隔声墙、消声井。

传播途径控制: 设立固定的“高噪声生产区”, 集中进行打铆、打磨作业, 并与办公区、其他维修工位保持足够的安全距离; 使用隔声屏、隔声罩将高噪声设备(如液压测试车) 围挡起来。

吸声处理: 在专用设备间顶棚和墙壁安装吸声材料, 降低混响噪声。

3.2 管理控制

识别并标识噪声危害区域: 在85 dB(A) 及以上区域明确张贴“噪声危害区”警示标识, 要求进入人员佩戴护听器。

减少暴露时间: 合理安排工作, 缩短每位员工在高噪声环境下的连续工作时间, 对生产布局进行优化, 避免不必要的噪声暴露。

听力保护计划: 建立并强制执行听力保护计划, 包括噪声暴露评估、听力测试、个体防护用品选配与培训等。

设置休息区: 在噪声水平低于80 dB(A) 的安静区域设置休息区, 让员工的听觉系统得到恢复。

3.3 个体防护

当工程和管理措施无法将噪声降至安全水平时, 佩戴护听器是个体防护的最后一道防线。根据作业环境的噪声特性(频谱、强度) 选择合适的护听器, 如耳塞、耳罩或组合式防护装备。其降噪值(NRR或SNR) 应能满足将接触噪声降至85 dB(A) 以下的要求。必须对员工进行培训, 确保其掌握耳塞的正确佩戴方法或耳罩的密合方法, 否则实际降噪效果会大打折扣。

根据检测结果, 建议砂轮打磨等作业2m以内的相邻工作者需要佩戴听力防护用品, 打磨钻打磨、榔头敲击、振枪等强噪声作业时厂房内均需要佩戴听力防护用品。机库内振枪等强噪声作业, 飞机同侧作业人员均应佩戴耳塞进行防护。

4 个人监护建议分析

公司目前生产布局较为合理, 基本能满足有害作业与无害作业分开, 工作场所与生活场所分开的布局。

起落架车间为同一工段工作区域, 榔头敲击过程可能会影响附近工作人员, 但该区域的工作人员均需要做榔头敲击的工作, 因此在个体防护方面我们增加要求需要佩戴听力防护, 但是在健康监护方面这个工段的工作人员均需要进行职业健康体检, 没有区分。而对于噪声衰减较快的噪声作业, 相邻人员影响不大, 等效声级达不到健康监护的标准。

根据今年定期检测报告结果, 部分本来为非噪声岗位的作业人员, 由于附近高噪声的影响, 评价等效声级高于80dB(A), 需

要增加健康监护,建议在后续职业病危害因素检测工作中持续关注高噪声作业对周边作业人员影响。

表3 部分岗位定期检测结果

| 检测地点 | 等效声级 LEX, 8h/dB (A) | 职业接触 限值/dB (A) | 判别 |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|----|
| 机加工作者 (受到手工修理区影响) | 82.4 | 85 | 符合 |
| 零件检查工作者 (受到手工修理区影响) | 82.4 | 85 | 符合 |
| 等离子喷涂区等离子喷涂操作 位工作者(打磨影响) | 81.5 | 85 | 符合 |

5 结论

航空器维修过程中的噪声危害是普遍且严重的职业健康问题。企业必须采取系统性的综合控制策略,优先采用工程控制和技术手段从源头降低噪声,辅以严格的管理制度和有效的个体防护装备,构建完善的听力保护体系,从而切实保障维修人员的听力健康与作业安全。在制定职业安全管理手册时,应充分考虑到噪声作业周边相邻工作者个体防护佩戴要求,建议砂轮打磨等作业2m以内的相邻工作者需要佩戴听力防护用品;打磨钻打

磨、榔头敲击、振枪等强噪声作业时,同一车间(无墙体间隔)内工作的人员均需要佩戴听力防护用品;机库内振枪等强噪声作业,该飞机同侧作业人员均应佩戴耳塞进行防护。

[参考文献]

[1]WHO.Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe[R].World Health Organization Regional Office for Europe,2011.

[2]ICAO.Airport Planning Manual,Part 2:Land Use and Environmental Management[S].International Civil Aviation Organization,2002.

[3]中华人民共和国卫生部.GBZ 2.2-2007《工作场所有害因素职业接触限值第2部分:物理因素》[S].北京:人民卫生出版社,2007.

作者简介:

马榕翊(1988--),女,汉族,江苏徐州人,硕士研究生,专业,安全技术及工程,工程师研究方向,航空器维修与适航。单位,北京飞机维修工程有限公司。