



# 招收飞行学生听力标准的对比研究

赵功伟 尹海英 (中国民用航空局民用航空医学中心航空人员体检鉴定所 北京 100123)

**摘要:** 目的 比较民航、空军不同标准对招收飞行学生听力的鉴定情况。方法 对2016-2017年民航医学中心招飞体检耳鼻喉科资料作回顾性分析,以不同标准对听力结果进行鉴定,以配对卡方检验评估不同标准的一致性。结果 民航新标准与空军标准具有良好的 consistency (Kappa 值为 0.714); 民航新旧标准之间具有良好的 consistency (Kappa 值为 0.784), 淘汰率没有显著性差异 (McNemar 检验 P 值为 0.545), 但分层分析表明,在高频听力损失人群中,两者一致性下降 (Kappa 值为 0.694), 在单耳高频听力损失人群中,两者不具有 consistency。结论 民航新旧标准与其它标准具有良好的 consistency, 虽然比空军标准略严格, 但符合民航特点, 具有合理性和必要性。

**关键词:** 飞行学生 合格鉴定 听力标准

**中图分类号:** R851.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-5187 (2018) 09-011-03

## A Comparative Study on the Hearing Standards of Flight Students

Zhao Gong-wei, Yin Hai-ying. Institute of Civil Aviation Aircrew Medical Assessment, Civil Aviation Medicine Center, CAAC, Beijing, 100123, China.

**Abstract:** **Objective** Compare the identification of hearing of flight students with different standards for Civil Aviation and Air Force. **Methods** Otorhinolaryngological records of the flight student selected from 2016 to 2017 were reviewed. The hearing results were identified by different standards and then valuated the consistency of different standards by paired chi-square test. **Results** Civil aviation new standards and air force standards have good consistency (Kappa value of 0.714); Civil aviation new and old standards have good consistency (Kappa value of 0.784), there was no significant difference in the elimination rate (McNemar test P value of 0.545), but stratified analysis showed that in the high frequency hearing loss population, the consistency of the two decreased (Kappa value of 0.694), in the single ear high frequency hearing loss population, the two are not consistent. **Conclusions** Civil aviation new standards and other standards have good consistency, although slightly more stringent than the Air Force standard, but in line with the characteristics of civil aviation, civil aviation new standards has the rationality and necessity.

**Key words:** Flight students Eligibility determination Hearing standards

良好的听觉功能是保证完成飞行任务的重要条件,对空军战斗任务以及民航航线运输都起着十分重要的作用。既往研究表明,飞行员发生听力损失的风险高于普通人群,且听力损失以高频为主<sup>[1-4]</sup>。目前在招收飞行学生(以下简称“招飞”)体检鉴定中,空军报道,因听力学检查而淘汰的学员占8%-10%,其中因高频听力损失而淘汰者占听力淘汰总数的70%左右<sup>[5-6]</sup>;民航报道,按照《民用航空招收飞行学生体格检查鉴定规范(2006年颁布)》<sup>[7]</sup>(以下简称“民航旧标准”)的标准,听力超标亦位居淘汰原因的前列<sup>[8]</sup>。在民航招飞体检标准的修改工作中,听力标准一直是颇具争议的重点<sup>[6]</sup>。为充分了解目前不同标准对招飞体检听力的鉴定情况,笔者对在中国民用航空局民用航空医学中心(以下简称“医学中心”)进行招飞体检的飞行学生的听力结果进行回顾性调查和统计分析,对比不同标准的区别和一致性,以期对招飞体检鉴定和标准研究提供参考。

### 1 资料与方法

#### 1.1 一般资料

2016年9月至2017年9月在医学中心进行招飞体检的飞行学生(除去未结论和无效重复数据,听力数据完整)共5009人,其中男性4984人,女性25人;年龄14~39岁,平均(19.26±2.41)岁。初中在读生36人,高三应届毕业生3488人,在读专科生24人,在读本科生1392人,在读研究生69人。

#### 1.2 纯音听阈(听力计)测试检查方法<sup>[7]</sup>

检查应当在标准隔音室内进行(本底噪声≤30dB)。测试时一般测空气传导,必要时测骨传导。两耳分别进行测试。气导测试采用上升法,即从1000Hz开始,依1000、2000、3000、4000、6000、8000、500、250Hz顺序进行。

#### 1.3 招飞听力标准

1.3.1 民航旧标准<sup>[7]</sup>: 纯音气导听阈每耳在500Hz、1000Hz、2000Hz任一频率的听力损失不应超过20dB, 250Hz、3000Hz任一频率的听力损失不应超过25dB; 双耳在4000Hz、6000Hz、8000Hz三个频率的听力损失总值不应超过210dB; 每耳在250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、3000Hz五个频率上有一或二个频率超过上述标准5dB可视为合格。

1.3.2 民航新标准<sup>[9]</sup>: 纯音气导听阈每耳在250Hz、500Hz、

1000Hz、2000Hz、3000Hz任一频率听阈不应大于25dB; 4000Hz、6000Hz、8000Hz三个频率的双耳听阈总值不应大于270dB且每耳4000Hz不应大于45dB。

1.3.3 空军标准<sup>[10]</sup>: 纯音听力图空气传导曲线每耳在500Hz、1000Hz、2000Hz任一频率的听力损失不应超过20dB, 250Hz、3000Hz任一频率的听力损失不应超过25dB; 纯音听力图空气传导曲线在4000Hz、6000Hz、8000Hz三个频率的双耳听力损失总值不应超过240dB; 每耳在250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、3000Hz五个频率上仅有一个频率超过上述标准10dB可视为合格。

#### 1.4 统计学方法

应用SPSS18.0统计软件进行数据处理。各组之间的计量资料采用独立样本的非参数检验,计数资料采用卡方检验;应用Kappa一致性检验和配对卡方分析(McNemar检验)进行一致性分析,Kappa值≥0.7表明两者一致性良好,Kappa值在0.4和0.7之间表明一致性一般,Kappa值<0.4表明一致性较差;根据年龄、侧别等因素进行分层分析,双侧P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 听力损失程度的频率分布

表1: 参加招飞体检的飞行学生低频听力损失的频率分布

频率	构成比 (%)
250Hz	11
500Hz	12.5
1000Hz	18
2000Hz	15.5
3000Hz	43

表2: 参加招飞体检的飞行学生高频听力损失总值的频率分布

程度(高频听力损失总值, dB)	人数	构成比 (%)
≤ 150	4709	94.01
151-180	148	2.95
181-210	49	0.98
211-240	40	0.80
241-270	23	0.46
≥ 271	40	0.80



参加招飞体检的飞行学生,听力正常者占绝大部分(96.05%)。在低频听力损失的飞行学生中,听力损失呈现多点分布,各频率分布比例有所不同,3000Hz听力损失者比例最大,构成比为43%,见表1;在高频听力损失的飞行学生中,高频听力损失总值集中在210dB左右和270dB以上呈现两段式分布,高频听力损失总值在181-210dB之间的构成比为0.98%;211-240dB之间的构成比为0.80%;大于270dB的构成比为0.80%;而高频听力损失总值在241-270dB之间的比例反而较低,构成比仅为0.46%,见表2。

## 2.2 不同因素分组高频听力损失总值比较

据文献报道,高频听力具有年龄相关性,对于招飞体检而言,

20岁为高中应届毕业生升学和大学生毕业就业两类人群的分界线。因此以20岁为界,对年龄进行分组,高频听力损失总值的非参数检验P值为0.496,两组差异不具有统计学意义。对于飞行工作而言,飞行员的两个耳朵有着各自不尽相同的工作内容和职责。因此以是否双耳高频听力损失进行分组,高频听力损失总值的非参数检验P值<0.001,双耳高频听力损失组的高频听力损失总值远大于单耳组。以是否伴有语频听力损失进行分组,高频听力损失总值的非参数检验P值<0.001,伴有语频听力损失组的高频听力损失总值大于无语频听力损失组。

## 2.3 招飞听力标准的一致性

表3: 招飞听力标准的总体一致性

	其它标准*	民航新标准*	Kappa 值	一致性检验 P 值	McNemar 检验 P 值
民航旧标准	160/5009 (3.19%)	166/5009 (3.31%)	0.784	0.000	0.545
空军标准	114/5009 (2.28%)	166/5009 (3.31%)	0.714	0.000	0.000

\* 淘汰率,用不合格人数/总人数(百分比)表示

表4: 招飞高频听力标准的一致性

	其它标准*	民航新标准*	Kappa 值	一致性检验 P 值	McNemar 检验 P 值
民航旧标准	103/5009 (2.06%)	102/5009 (2.04%)	0.694	0.000	1.000
空军标准	63/5009 (1.26%)	102/5009 (2.04%)	0.612	0.000	0.000

\* 淘汰率,用不合格人数/总人数(百分比)表示

表5: 招飞低频听力标准的一致性

	其它标准*	民航新标准*	Kappa 值	一致性检验 P 值	McNemar 检验 P 值
民航旧标准	77/5009 (1.54%)	100/5009 (2.00%)	0.856	0.000	0.000
空军标准	63/5009 (1.30%)	100/5009 (2.00%)	0.745	0.000	0.000

\* 淘汰率,用不合格人数/总人数(百分比)表示

如表3、4、5所示,民航新标准与旧标准和空军标准在总体上具有良好的-致性(Kappa值分别是0.784和0.714),但与空军标准在淘汰率上具有显著性差异(McNemar检验P值=0.000);民航新旧标准之间虽然具有良好的-致性(Kappa值为0.784),淘汰率也没有显著性差异(McNemar检验P值为0.545),进一步的分层分析表明,在高频听力损失的飞行学生中,两者的一致性下降(Kappa值为0.694),在低频听力损失的飞行学生中,两者的一致性增强(Kappa值为0.856)。

## 3 讨论

根据上述研究结果,笔者认为,民航新标准与旧标准和空军标准具有良好的-致性,但是就淘汰率而言,新旧标准之间具有显著性差异,根据分层分析结果表明,这种差异是由于高频听力标准的差异引起,而在排除了年龄相关因素之后,这种差异仍然显著存在,因此重点对高频听力标准进行讨论。

### 3.1 听力损失对飞行安全的影响

飞行人员的听觉功能对保持飞行安全非常重要,听力障碍会给飞行安全带来极大的威胁。若听觉损害累及语频30dB以上,即可出现明显的交谈困难,影响日常生活,飞行中可能影响无线电通讯。飞机发动机产生的噪声以中高频为主,强度可达100dB以上。以民航波音737飞机为例,平均起飞噪声95.3dB,平均进场噪声101.1dB,平均侧向噪声100.6dB,超过临界强度(90dB)的噪声反复刺激机体,可引起永久性听力损失<sup>[11]</sup>。马峰杰等研究发现<sup>[12]</sup>,出现语频听力损失的飞行员都伴有高频听力损失。本组研究资料显示,以是否伴有语频听力损失进行分组,高频听力损失总值的非参数检验P值<0.001,伴有语频听力损失组的高频听力损失总值大于无语频听力损失组。既往研究也显示<sup>[13-15]</sup>,早期的听力损害主要表现为高频听力损害,飞行人员较普通人群更易发生听力损失,尤其以高频听力损失为主,其机制可能与噪声导致的耳蜗底回病变有关<sup>[16]</sup>。因此对于参加招飞体检的飞行学生,将严重高频听力损害的学生淘汰,可起到筛查听力损失易感性的作用<sup>[17]</sup>。

### 3.2 高频听力损失的影响因素

长时间过度的噪声暴露会严重影响听觉功能<sup>[4, 18]</sup>,其机制可能与耳蜗底回(高频感应区)基底膜位移幅度最大、该段蜗管狭窄、血供较差、抗氧化能力弱等易受损因素有关<sup>[18]</sup>,而噪声暴露也被认为

是飞行员听力损失最重要的致病因素之一。在飞行学生中,经常性的听随身听、听音乐、用手机是高频听力损失的重要原因,卢世秋等<sup>[6]</sup>对听力淘汰的学生进行问卷调查,近80%的学生表示有此行为或爱好。同时,人的听觉功能会随着年龄的增加而减退,对于飞行学生,由于年龄较轻,年龄因素表现并不十分突出,本组研究资料显示,20岁以下和大于20岁两组,高频听力损失总值的非参数检验并没有显著性差异(P值为0.496),考虑可能的原因是参加招飞体检的飞行学生年龄跨度较小,并且随着手机、电脑等普及,高中生并不像以往那样进入大学才接触这些设备,两组人群之间易患因素的差别越来越小。吴永祥等对53例高频听力损失的飞行学生追踪2年,并未发现高频听力的明显恶化<sup>[19]</sup>;但马峰杰等对185名飞行员追踪10年<sup>[12]</sup>,初访时年龄超过30岁者,在10年后随访时其听力损失的发生发展与正常人群年龄相关性听力损失的发生发展趋势相符,而初访年龄在20~30岁之间者的听力损失发生发展则超过单纯年龄因素的影响,应重视20~30岁年龄段飞行员的听功能受损的预防工作。笔者认为,本组研究资料正处于20~30岁年龄段,高频听力损失可被认为是听力损失的易感因素之一。

### 3.3 合理制定招飞高频听力标准

#### 3.3.1 选择合适的高频听力损失总值

目前,国内外均将轻度高频听力损失定为25-44dB,中度为45-74dB,重度为75dB以上<sup>[20]</sup>,民航新标准正在此范围内。陈俊凤等报道<sup>[21]</sup>,在4、6、8kHz上,双耳听力损失总值大于210dB者占67.8%,与本组研究资料显示结果基本一致。美国空军自1986年开始规定高频听力损失不大于270dB者,飞行合格<sup>[11]</sup>。吴永祥等对53例高频听力损失大于210dB的飞行学生追踪2年,结果高频听力无恶化,因此认为高频听力损失不一定影响飞行<sup>[19]</sup>。高频听力损失阈值为偏态分布,只能用四分位数法加以描述。如果以95%位数计,我国青年人听力自然分布的规律是阈值在4000Hz为41.2dB,6000Hz为60.6dB,8000Hz为45dB<sup>[22]</sup>,高频单耳的平均听阈为48.9dB,总值已超过270dB。按照此描述法,现行听力标准定为不超过210dB,即以90%位数值为标准,是不妥的。因此,高明泉等认为,应将高频损失总值放宽到270dB<sup>[23]</sup>。但卢世秋等认为<sup>[6]</sup>,应该将高频损失总值放宽到240dB,这样平均值为40dB,也符合轻度感音神经性聋的标准,而如果放宽到270dB,平均值就为45dB,分级标准已属中度感音神经性聋,概念上发生了质量的变化。本组研究资料显示,在高频听



力损失的飞行学生中, 高频听力损失总值呈现两段式分布, 集中在210dB上下和270dB以上。因此将标准从210dB放宽到270dB和放宽到240dB相比, 对降低淘汰率作用有限, 毕竟240dB到270dB之间的淘汰率仅为0.46%。因此, 笔者认为将高频听力损失总值的标准定为不应超过270dB是比较合适的, 不会造成淘汰率的大幅度下降, 从而造成漏诊。

### 3.3.2 考虑4000Hz和单耳功能

我国职业性噪声聋是根据较好耳语频(500Hz、1000Hz、2000Hz)和4000Hz的听阈进行诊断和分级的, 4000Hz阈值占有10%的权重<sup>[24]</sup>, 因此在制定招飞高频听力标准时, 应该考虑对4000Hz加以限制。薛迎春等报道<sup>[25]</sup>, 歼击机飞行员长时间受噪声刺激, 引起的缓慢进行性感音神经性聋属于噪声性耳聋, 噪声性耳聋的特征是早期典型曲线为4000Hz呈“V”型下降(即4000Hz听谷), 以后邻近的3000-6000Hz或2000-8000Hz之间的听力亦下降, 曲线呈“U”型, 再进一步发展则所有频率均下降, 但高频区仍低于低频区, 曲线呈下降型。卢世秋等也认为<sup>[6]</sup>, 放宽高频听力损失总值的同时, 应将偏向语频侧的4000Hz听力规定不超过45dB, 仍属轻度感音神经性聋的范围, 这样从理论上以及实际听力需求上易被听力专家认同。本组研究资料显示, 民航新标准和空军标准在高频听力损失总值上是一样的, 但民航新标准对4000Hz进行了限制, 即便如此, 两者仍具有良好的-一致性(Kappa值为0.745)。民航现役飞行员的听力标准, 对飞行员的单耳听力进行了规定<sup>[26]</sup>, 这与职业性噪声聋的分级是对较好耳听力损失程度进行分级是一致的。在飞行工作中, 飞行员的两个耳朵有着各自不尽相同的工作内容和职责而对飞行员的听力要求更高, 包括双耳可分辨在飞行中听到的报警来自左边还是右边<sup>[10]</sup>。但是, 民航旧标准仅对高频听力损失总值进行了规定, 未对单耳或单个频率的阈值进行规定, 从而忽略了对单耳听力功能的评估, 这一点与现役飞行员听力标准不一致, 缺乏衔接性, 不符合实际体检鉴定工作的需要。本组研究资料分层分析显示, 对于双耳高频听力损失者, 民航新旧标准的一致性下降(Kappa值为0.694), 这正说明民航新标准对高频听力损失和单耳高频听力损失的学生具有更好的检验效能, 从而将两耳听力功能不均衡, 不能胜任两耳各司其职的飞行工作的学生加以淘汰, 因此, 民航新标准更具有针对性和特异性。

### 3.3.3 “宽”“严”应考虑前提条件和适用性

对比上述各个标准, 单纯从内容上来看, 宽严程度不一, 但是标准的宽严必须考虑到标准适用的人群和标准应用的目的。高明泉等研究认为<sup>[23]</sup>, 将高频听力总值从210dB放宽至240dB, 总淘汰率大约可从12.6%降低到10.3%, 降低两个百分点, 按照空军招飞1/30的比例, 可以减少约900名生源基数, 从而降低招飞的成本, 提高招飞的效率。本组研究资料显示, 民航新标准的总淘汰率为2.00%, 高于民航旧标准(1.54%)和空军标准(1.30%)。但是标准的制定一定要考虑到标准适用的人群和应用的目的, 空军飞行员的特点是年龄轻、工作时间短、飞行年限短; 而民航飞行员的特点是年龄大、工作时间长、飞行年限长。空军对飞行学生追踪2年, 结果高频听力无恶化, 就认为高频听力损失不一定影响飞行, 这是建立在研究对象为40岁以下人群, 观察时间仅为2年的前提条件下的<sup>[19]</sup>; 而对于民航现役飞行员10年的随访研究发现<sup>[12]</sup>, 40岁以上的飞行员的高频听力损失的变化程度超出了正常年龄因素的影响程度。40岁以上的民航飞行员, 多为机长、机长教员, 正是各航空公司生产运行和创造经济价值的中坚力量; 民航飞行员多数飞行年限可以达到65岁, 而随着年龄的增长, 高频听力损失的程度也在加重, 在这一前提下, 民航新标准对高频听力的规定比空军新标准严格是具有一定的合理性和必要性的。

总之, 民航新标准与民航旧标准和空军新标准具有良好的-一致性, 虽然相比空军新标准略严格, 但低频听力标准具有更好的可操作性; 高频听力标准符合民航飞行工作特点, 具有更好的合理性和必要性。

### 参考文献

[1]Salamanca MA,Fajardo HA. Estimating the morbidity profile amongst Colombian civil aviation personnel. Rev Salud Publica

(Bogota),2009,11: 425.

[2]Kozin OV. Peculiarities of differential diagnosis of occupational neurosensory loss of hearing in the flight personnel of civilian aviation. Vestn Otorinolaryngol,2009,6: 26.

[3]Job A,Raynal M,Kossowski M,et al. Otoacoustic detection of risk of early hearing loss in ears with normal audiograms: a 3-year follow-up study. Hear Res,2009,251: 10.

[4]Wagstaff AS,Arva P. Hearing loss in civilian airline and helicopter pilots compared to air traffic control personnel. Aviat Space Environ Med,2009,80: 857.

[5]吴永祥, 夏定华, 姜秀生, 等. 空军招收飞行学员的听力标准. 中华航空医学杂志, 1991, 2(3): 151-153.

[6]卢世秋, 厉淑红, 刘伟, 等. 对招收飞行学员听力检查高频标准的商榷. 中华航空航天医学杂志, 2002, 13(4): 252-254.

[7]中国民用航空局. 民用航空招收飞行学生体格检查鉴定规范(MH/T7021-2014).2006: 4.

[8]邵燕, 金清清, 吴蕾聆, 等. 民航招飞体检耳鼻喉科淘汰疾病调查分析. 中华航空航天医学杂志, 2016, 27(3): 228-229.

[9]中国民用航空局. 民用航空招收飞行学生体格检查鉴定规范(MH/T7021-2017).2017: 9.

[10]刘伟, 邹志康, 马晓莉, 等. 中美空军飞行学员医学选拔对照实证研究——耳科疾病. 军事医学, 2016, 40(1): 16-19.

[11]Hill NS. Medical examination and medical standard. AFR160-43,1986: 135-137.

[12]马峰杰, 杨剑, 杨秀云, 等. 185名中国民航飞行员听力状况调查. 听力学及言语疾病杂志, 2012, 20(3): 244-246.

[13]Kuronen P,Topplila E,Starck J,et al. Modelling the risk of noise-induced hearing loss among military pilots. Int J Audio,2004,43(2): 79-84.

[14]Hope AJ,Luxon LM,Bamiou DE. Effects of chronic noise exposure on speech-in-noise perception in the presence of normal audiometry. J Laryngol Otol,2013,127(3): 233-238.

[15]Orsello CA,Moore JE,Reese C. Sensorineural hearing loss incidence among U.S.military aviators between 1997 and 2011. Aviat Space Environ Med,2013,84(9): 975-979.

[16]Serbetcioglu MB,Erdogan S,Sifil A. Effects of a single session of hemodialysis on hearing abilities. Acta Otolaryngol,2001,121(7): 836-838.

[17]刘其胜, 龙敦灿, 王向阳, 等. 招飞体检中利用纯音测听筛选噪声性耳聋易感者. 航空军医, 1997, 25(3): 140-141.

[18]付勇, 龚树生, 薛秋红, 等. 强噪声暴露后大鼠听觉电生理及形态学改变. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2008, 22: 509.

[19]吴永祥, 王秉光, 余文斌, 等. 飞机座舱噪声与飞行学员听力的关系. 中华航空医学杂志, 1991, 2(2): 79-82.

[20]姚永祥. 民航50~60岁飞行人员103例听力分析. 中华航空医学杂志, 1992, 3(1): 40-41.

[21]陈俊凤, 夏定华, 王涛, 等. 招飞体检听力检查851例分析. 航空军医, 1992, 20(1): 22-23.

[22]吴永祥, 卜国霞, 杨文仲, 等. 招收飞行学员6894例听力图分析. 中华航空医学杂志, 1992, 3(4): 213-215.

[23]高明泉, 丁传东. 对招收飞行学员听力标准的探讨. 航空军医, 1994, 22(3): 171-173.

[24]中华人民共和国卫生部. GBZ49-2014 职业性噪声聋的诊断, 2014: 4.

[25]薛迎春, 薛峰, 杨秀秀, 等. 飞行人员纯音听阈测定结果分析. 华南国防医学杂志, 2012, 26(3): 247-249.

[26]中国民用航空局飞行标准司. 民用航空人员体检合格证管理规则(CCAR-67FS-R3).2017: 45-46.