

飞机对跑道及其道肩宽度要求的分析

邵斌, 蔡良才

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:结合飞机装备发展的实际情况,从军用机场建设和地方经济建设发展的关系出发,考虑军用飞机的实际使用要求,指出目前军用机场跑道及其道肩宽度规格的不合理性。通过分析飞机对跑道及其道肩宽度的要求和计算,提出了跑道及其道肩宽度的修改建议值,既满足了飞机的使用安全,又具有明显的社会效益,并且便于机场的发展。

关键词:军用机场;跑道;道肩;宽度

中图分类号:V351.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)02-0016-04

机场跑道是机场工程的重要组成部分。跑道平面尺寸设计是否合理,不仅直接影响到飞机的正常运行,而且还会对当地的经济发展和居民生活产生很大的影响。

机场跑道平面尺寸设计主要包括跑道长度和宽度设计。对于海拔2 km以下的平原机场跑道长度,已基本形成一套较成熟的设计理论^[1];海拔2 km以上的高原机场跑道长度也有人作了专门研究^[2]。而对于跑道宽度,至今还没有准确的计算方法,主要由飞行使用经验来确定。建国初期,我国装备的飞机,其操纵性能差,在起飞着陆过程中遇到一些侧风,就难以保持准确的滑跑方向,跑道修得较宽,达60~80m。进入20世纪七、八十年代后,特别是近十几年来,我国装备的飞机类型发生了重大变化,飞行员的技术水平不断提高,机场导航和助航设施不断改进和完善,飞机起飞着陆对跑道宽度的要求逐渐降低。

此外,随着国民经济的不断发展,土地资源日益被人们所重视,军用机场建设用地与地方经济建设发展的矛盾日益突出,对照国际民航组织(ICAO)关于机场跑道及其道肩宽度的有关规定,有人认为目前军用机场跑道宽度规格过宽,造成土地资源的浪费,建议对机场跑道宽度规格进行修改。本文就该问题作了深入分析,并提出机场跑道及其道肩宽度的修改建议值。

1 跑道宽度规格的修改

1.1 跑道宽度建议值

机场跑道必须要有足够的宽度,以保证飞行安全。根据ICAO、美国联邦航空局(FAA)、美国海军和空军制定的机场设计规范,跑道宽度变化范围为15.2~45.7 m。研究表明:飞机在起飞着陆过程中,机轮荷载作用的分布接近于以跑道轴线为中心的正态分布,全部荷载作用集中在中间的30.5 m左右的宽度内,主跑道宽度的另外15.2 m是为了防止喷气式飞机发动机吸入散粒物质,也是飞机发生偏离时的附加措施。ICAO对跑道宽度的建议^[3]是应不小于表1所规定的相应值。

表1 ICAO关于跑道宽度的建议 m

基准代码	基准代号				
	A	B	C	D	E
1 ^a	18	18	23	—	—
2 ^a	23	23	30	—	—
3	30	30	30	45	—
4	—	—	45	45	45

注:基准代码为1或2的精密进近跑道的宽度应不小于30 m

收稿日期:2001-06-07

作者简介:邵斌(1972-),男,江苏高邮人,讲师,硕士,主要从事机场工程研究。
蔡良才(1960-),男,浙江宁波人,教授,博士,主要从事机场工程研究。

军用机场在跑道宽度设计时,应充分考虑飞机对跑道宽度的特殊使用要求,同时考虑到飞行员的技术水平、气象条件、导航和助航设施等影响因素,并参照 ICAO 有关规定,建议机场跑道宽度为 30 ~ 45 m。

1.2 跑道宽度建议值的来源

1.2.1 跑道宽度的使用要求

机场跑道宽度应保证飞机在起飞着陆滑跑过程中稍偏离跑道中线时,不会偏出跑道,这是机场跑道宽度设计的最基本使用要求。在此基础上,还应能够保证军用飞机在着陆滑跑结束后,能够在跑道上就地做 180°转弯而沿着跑道迅速滑回起飞线,以便缩短滑行距离。此外,还要保证歼(强)击机、歼击轰炸机双机起飞或编队起飞的安全要求。

1.2.2 跑道宽度分析

跑道宽度至今还没有准确的计算方法来确定,主要由飞行使用经验来确定。飞机在正常起飞滑跑过程中,速度由小变大,偏差较小,轮迹多集中在中间部位;飞机着陆多为单机着陆,着陆滑跑速度由大变小,接地时偏差较大,轮迹分布也广,尤其是夜航,在能见度较差的情况下偏差更大。1986 年某勘察设计所对某两种歼击机在道面上滑跑时的荷载横向分布进行测试,测试统计资料显示:在跑道中间 10 m 范围内荷载横向分布的出现率占 76.4%,荷载分布宽度为 35 m(含双机起飞架次);单机起降时,在跑道中间 10 m 范围内荷载横向分布的出现率占 91.75%,中间 16 m 内占 99.02%,荷载分布宽度 24 m。

由上述测试结果可见,飞机荷载主要集中作用在跑道中间约 30 m 范围内,这是满足飞机最基本使用要求的跑道宽度设计值。由飞机对跑道宽度的使用要求可知,飞机在跑道上就地做 180°转弯或进行双机起飞训练科目,此时所需跑道较宽。因此,跑道宽度分析主要根据飞行场地使用机型的飞机特性,分别计算飞机单机在跑道上就地作 180°转弯(见图 1)和双机起飞所需跑道宽度(见图 2)来确定各级机场所需跑道宽度。

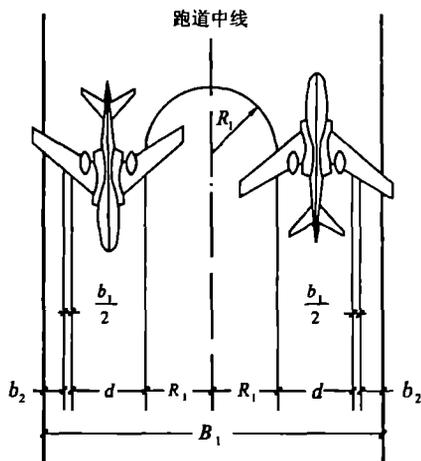


图 1 单机就地做 180°转弯所需跑道宽度计算示意图

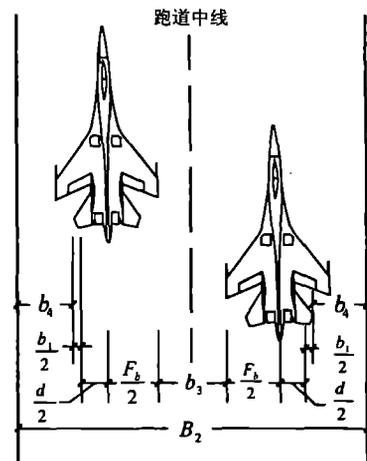


图 2 双机起飞所需跑道宽度计算示意图

1) 单机在跑道上就地做 180°转弯所需跑道宽度

飞机内轮的最小转弯半径为

$$R_1 = b \cot \beta_x - d/2 \tag{1}$$

根据图 1,飞机单机在跑道上就地做 180°转弯所需跑道宽度 B_1 为

$$B_1 = 2R_1 + 2d + b_1 + 2b_2 = 2b \cot \beta_x + d + b_1 + 2b_2 \tag{2}$$

式中, b 为前轮至主起落架间距; β_x 为前轮最大旋转角; d 为主起落架间距; b_1 为一组或一个主轮宽度; b_2 为飞机慢滑时外轮至跑道边的安全距离。

2) 双机起飞所需跑道宽度

根据图 2,双机起飞所需跑道宽度 B_2 ,其计算式为

$$B_2 = F_b + d + b_1 + b_3 + 2b_4 \tag{3}$$

式中, F_b 为飞机翼展宽度; b_3 为双机起飞快速滑行时主轮外侧距跑道边缘的安全距离; b_4 为双机起飞外轮到跑道边安全距离。其它符号意义同前。

1.2.3 跑道宽度规格的确定

根据式(2)和式(3),可分别计算飞机单机在跑道上就地做 180° 转弯、双机起飞所需跑道宽度。例如,某歼击机单机在跑道上就地做 180° 转弯所需跑道宽度为 22.5 m,双机起飞所需跑道宽度为 44.4 m;某运输机单机在跑道上就地做 180° 转弯所需跑道宽度为 39.1 m,双机起飞所需跑道宽度为 68.7 m。同样方法可分别计算各机型^[4] 单机在跑道上就地做 180° 转弯、双机起飞所需跑道宽度。

通过对各机型的计算结果可知:

1) 初级教练机双机起飞所需跑道宽度比单机在跑道上就地作 180° 转弯所需跑道宽度要宽 24 m,但没有超过 40 m。跑道宽度应按满足双机起飞的要求设计,取 40 m。

2) 歼(强)击机和歼击轰炸机双机起飞所需跑道宽度比单机在跑道上就地做 180° 转弯所需跑道宽度要宽 10~23 m,但是都没有超过 45 m。跑道宽度应满足双机起飞的要求,45 m 宽度是足够的。

3) 运输机和轰炸机翼展较宽,主起落架间距较大,如果要求单机能在跑道上就地做 180° 转弯,其所需跑道宽度较宽,达 30~68 m。而在实际中供它们使用的机场飞行场地通常设有完善的跑滑系统,飞机在跑道上就地做 180° 转弯的情况基本没有。据某机场飞行员反映,某轰炸机在 45 m 宽跑道上就地做 180° 转弯是可行的,但操作比较困难,在实际飞行训练中也很少在跑道上做 180° 转弯,通常飞机着陆接地减速滑跑一定距离后,迅速通过端联络道或中间联络道滑出跑道,以免影响其它飞机的起飞着陆滑跑安全。因此,运输机和轰炸机机场可参照 ICAO 关于跑道宽度的规定,30 m 的跑道宽度就能够保证小型运输机单机起降时的安全,45 m 则可以保证大型运输机和轰炸机单机起降的安全要求。

所以,建议军用机场跑道宽度规格为 30~45 m。但是,在跑道宽度设计中,应充分考虑实际情况,具体问题具体分析。在气象条件较差(大风多,能见度差)的地区、导航和助航设施不够完善的机场、供技术水平较差的飞行员训练用的机场在条件许可时跑道宜宽些。此外,对机场跑道宽度有特殊要求的机场,应根据其特殊要求来确定其跑道宽度。

2 关于跑道道肩规格的修改

跑道道面的两侧,通常都要设置一定宽度的道肩。道肩的宽度设计,主要是根据其作用的需要来确定。从保证跑道边缘道面结构强度的要求出发,道肩宽度有 1~1.5 m 即可。但是,为弥补跑道的宽度不足和起到从刚性道面到土质地区的过渡作用,道肩还需要更宽一些,一般取 2.5 m。

由于大型运输机和轰炸机翼展较大,飞机发动机离飞机轴线较远,如果跑道道肩宽度过窄,发动机喷出的强大气流会吹蚀跑道两侧的土质,影响后面飞机的运行。因此,这些机场的跑道道肩宽度设计可参照 ICAO 对跑道道肩的建议^[3]:基准代字为 D 或 E(翼展大于 36 m)的跑道,其宽度小于 60 m 的,应提供跑道道肩;跑道道肩应自跑道的两边对称地向外延伸,以使跑道及其道肩的总宽度不小于 60 m,可取 7.5 m。

所以,建议军用机场跑道道肩的宽度规格为 2.5~7.5 m。

3 经济分析

在保证飞机起飞着陆滑跑安全的情况下,机场跑道宽度规格修改后,跑道道面宽度减窄,少占耕地,减少混凝土量,降低工程造价,具有良好的社会效益。根据各级机场在标准条件下跑道基本长度建议值、跑道及道肩的平均厚度^[5]来计算修改后节省的飞行场地跑道道面的占地面积和节省的混凝土量。例如,某级机场根据原标准^[6]规定值计算得到,跑道道面占地面积为 48 000 m²,跑道及其道肩的混凝土量为 9 360 m³;而根据建议修改值可计算得到,跑道道面占地面积为 36 000 m²,跑道及其道肩的混凝土量为 7 200 m³。这样,修改后可节省占地面积 12 000 m²,节省混凝土量 2 160 m³。

通过对各级机场的计算结果可知,对各级机场跑道及道肩宽度规格修改后,少占耕地 10 000 m²以上,混凝土量节省 2 000 m³以上,社会效益显著。

4 结语

根据原标准的规定,当低一级机场改扩建为高一级或高两级的机场时,既要增加跑道长度、厚度和道肩宽度,还要重新征地,增加跑道宽度,扩大飞行场地面积,从而耗费更多的人力、物力。而经修改后,机场跑道宽度规格大都一致,根据形势发展的需要,当机场改扩建时,不需增加跑道宽度和飞行场地面积,只需增加跑道长度、厚度及跑道道肩宽度,便于机场升级发展。

机场工程占地面积大,投资巨大,是关系到国计民生的一项重大系统工程,机场跑道及其道肩设计是它的一个重要组成部分。作为机场规划设计工作人员,一定要实事求是按客观规律办事,在满足航空兵部队基本使用要求的前提下要力求经济节约,正确处理好机场工程与当地经济建设的关系,合理地定出机场跑道及其道肩尺寸。

参考文献:

- [1] 钱炳华,张玉芬. 机场规划设计与环境设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [2] 蔡良才,郑汝海,种小雷等. 高原机场飞机起飞着陆滑跑距离测试与分析[J]. 空军工程大学学报,2000,1(2):4-7.
- [3] 1990 机场. 国际民航组织建议标准与措施-附件十四[S]
- [4] 卢成文,王道荫,魏志祥. 世界飞机手册[M]. 北京:航空工业出版社,1994.
- [5] 冷培义,翁兴中,蔡良才. 机场道面设计[M]. 北京:人民交通出版社,1995.
- [6] GJB 525-88,军用永备机场场道工程战术技术标准[S].

(编辑:姚树峰)

Analysis of Airplane's Demand for Runway and its Shoulder's Width

SHAO Bin, CAI Liang - cai

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: This paper points out the irrationality of the current military airfield runway and its shoulder's width, combining with the reality of the development of airplane, taking into consideration the actual requirements for use, regarding the relationships between airfield construction and local economic development as the starting point. Through calculation and analysis of airplane's demand for runway and its shoulder's width, the suggested rational standards of the runway and its shoulder's width are presented, which both meet the safety in use of airplane and show the remarkable social economic benefits, and also adapt to the development of the airfield.

Keywords: military airfield; runway; shoulder; width

通 知

依据空军工程大学学术工作管理暂行规定([2000]科技字第21号通知),在《空军工程大学学报》自然科学版发表文章按国家核心期刊发表同等对待。