

浅谈机场遮蔽屏的设置

吴菊阳

上海民航新时代机场设计研究院有限公司 广东 广州 510000

摘要：本文聚焦民航机场远端绕滑遮蔽屏的设置与应用，通过案例分析和理论分析相结合的方法，系统探究其在保障飞行安全与提升运行效率中的作用，结合长沙黄花机场二跑道南北遮蔽屏的设置等实际案例，从安全性能、运行效率和经济效益三方面评估遮蔽屏的应用效果，发现其在减少飞行员误判、防止跑道入侵、优化航班起降流程等方面成效显著。进一步强调遮蔽屏是机场安全运行的关键设施，为机场跑道安全保障体系升级提供理论支撑与实践参考。

关键词：目视遮蔽屏；运行效率；经济效益；跑道入侵

引言：在全球航空运输业蓬勃发展的当下，机场客流量与航班起降架次持续攀升，跑道运行安全与效率备受关注。机场跑道远端绕滑遮蔽屏作为保障飞行安全、提升运行效率的关键设施，其设置与应用意义重大。目前，国内外虽已开展相关研究并取得一定成果，但仍存在不足。本文通过案例分析与理论分析相结合，深入探究其设置与应用，评估应用效果，旨在为机场规划、设计与运营提供科学依据。

1 研究背景与意义

随着全球航空运输业的持续繁荣，机场的客流量和航班起降架次不断攀升。在繁忙的机场运行环境中，跑道作为飞机起降和降落的关键设施，其运行安全和效率至关重要。机场跑道两端遮蔽屏的设置，成为保障飞行安全、提升运行效率的重要举措。

飞机在起飞和降落阶段，飞行员需要对跑道及周边环境进行精准判断，当远端绕滑上滑过另一架飞机时，飞行员的视线可能受到干扰，从而增加误判的风险。研究表明，由于视线受阻导致的飞行员误判，是引发跑道入侵等严重事故的重要因素之一。遮蔽屏的设置能够有效遮挡不必要的视觉干扰，为飞行员提供更清晰的视野，帮助他们准确判断跑道状况，从而降低误判风险，保障飞行安全。在繁忙的机场，跑道资源十分紧张，航班起降间隔时间的微小缩短都能显著提高机场的运行容量。遮蔽屏的存在可以减少飞行员因视线问题而导致的起降延误，使航班能够更加顺畅地运行，提高跑道的利用率。

研究机场远端绕滑遮蔽屏的设置与应用，不仅有助于保障航空安全、提升机场运行效率，还能为机场的规划、设计和运营提供科学依据。随着航空技术的不断发展和机场建设的日益完善，对遮蔽屏的研究也将不断深入，推动其在机场运行中发挥更大的作用^[3]。

1.1 国内外研究现状

在国外，对机场跑道远端绕滑遮蔽屏的研究和应用起步较早，美国、欧洲等航空业发达的国家和地区，在遮蔽屏的设计、安装和效果评估等方面进行了大量的研究工作。美国联邦航空局（FAA）制定了相关的标准和规范^[1]，对遮蔽屏的设置位置、高度、材质等方面提出了具体要求。一些先进的机场，如美国达拉斯机场，通过设置遮蔽屏，有效改善了飞行员的视线条件，提高了跑道的运行安全性和效率。

目前，国内仅有上海虹桥机场、兰州中川机场、拉萨贡嘎国际机场等少数机场建有机场目视遮蔽物。上海虹桥机场在设置遮蔽屏时，充分考虑了当地的气象条件、地形地貌和机场的运行特点，通过现场模拟和数据分析，确定了遮蔽屏的最佳位置和高度。

现有研究仍存在一些不足和空白。在遮蔽屏的设计方面，虽然已经有了一些标准和规范，但针对不同机场的特殊需求，如何选择最优位置，以达到最佳的遮蔽效果和安全性，还需要进一步深入研究。

1.2 研究方法与创新点

本研究采用案例分析和理论分析相结合的方法，对机场远端绕滑遮蔽屏的设置与应用进行深入研究。通过长沙黄花机场实际项目案例，对设置遮蔽屏的案例进行分析，总结成功经验和存在的问题，了解遮蔽屏的实际运行情况、飞行员的使用感受以及维护管理中遇到的问题。运用相关的航空理论和工程知识，对遮蔽屏的设置位置、高度、结构等进行理论分析，为优化遮蔽屏的设计和应用提供理论支持。

本研究的创新点主要体现在以下两个方面，一是实际的项目案例，并综合分析国内外不同类型机场的遮蔽屏设置情况，从气候条件、地形地貌、机场规模和运行

特点等多个角度进行对比,找出影响遮蔽屏设置的关键因素,为不同机场提供更具针对性的设置方案;二是针对咨询公告的计算公式,找出遮蔽在位置设置中的优化策略方案,针对现有遮蔽屏存在的问题,结合最新的技术发展趋势,提出创新的优化策略,例如利用数字化技术,实现遮蔽屏的精准布置,发挥遮蔽屏最大的功能。

2 机场跑道远端绕滑遮蔽屏概述

机远端绕滑遮蔽屏,是设置在跑道与绕行滑行道之间适当位置的一道物理屏障。其主要作用是在飞机起飞和降落阶段,为飞行员提供清晰的视线,减少外界干扰,保障飞行安全。在飞机起飞阶段,飞行员需要准确判断跑道前方及周边的情况,以确保飞机能够安全起飞。然而,当跑道前方远端存在障碍物时,飞行员的视线可能受到干扰,从而增加误判的风险。研究表明,由于视线受阻导致的飞行员误判,是引发跑道入侵等严重事故的重要因素之一。跑道入侵是指在机场发生的任何危及飞机、车辆或人员在使用跑道安全的事件,严重威胁航空安全。遮蔽屏的设置能够有效遮挡这些不必要的视觉干扰,帮助飞行员准确判断跑道状况,从而降低误判风险,保障飞行安全。

遮蔽屏还能帮助飞行员区分远端绕滑上正常滑行的飞机和跑道末端可能出现的侵入飞机。在繁忙的机场,飞机的起降和滑行活动频繁,飞行员需要时刻关注跑道和滑行道上的动态。如果没有遮蔽屏的遮挡,飞行员可能难以区分正常滑行的飞机和潜在的侵入飞机,从而增加跑道入侵的风险。例如,在一些机场,当远端绕滑上有飞机滑行时,飞行员可能会因为视线不清而误判为跑道末端有飞机侵入,从而采取不必要的紧急措施,影响飞行安全和机场的正常运行。遮蔽屏的存在可以有效避免这种情况的发生,为飞行员提供清晰的视野,帮助他们准确判断飞机的位置和状态,减少跑道入侵的风险。

2.1 机场跑道远端绕滑遮蔽屏的尺寸与设置位置的计算公式

根据美国联邦航空管理局咨询通告《附录4 远端绕滑(EAT)遮蔽物》^[1],远端绕滑目视遮蔽物尺寸取决于跑道几何尺寸,起飞跑道的跑道设计代码(RDC)和远端绕滑道,以及绕滑、V1点、遮蔽物底面和跑道末端的相对高程。

横向几何尺寸与V1点、等待位置的关系:遮蔽物的宽度设计应使离场飞机在V1点处开始到跑道末端的滑行道/跑道等待位置都能看清楚遮蔽物。为了计算遮蔽物宽度,应先确定遮蔽物与跑道末端间的距离。直线起点为跑道上V1点,连接跑道等待位置线最靠近跑道末端的点,延

长并与遮蔽物位置与跑道中线垂直的直线相交。

目视遮蔽物宽度计算公式如下:

$$\angle A = \arctan D_h / D_v$$

$$(\tan \angle A (D_v + D_s)) = 1/2 D_e$$

其中:

D_v = 0.4X跑道长度

D_s = 跑道末端到遮蔽物的距离

D_h = 跑道中线到跑道等待位置线的距离

D_e = 远端绕滑目视遮蔽物的宽度

竖向几何尺寸:遮蔽物的高度设计必须遮蔽安装在绕滑道上飞机设计组机翼上的发动机舱顶部,使在起飞跑道上V1点的相同飞机设计组的飞行员在驾驶舱无法看到。一般情况下,目视遮蔽物高度应从地面开始计算。对于飞机设计组III及以上情况,目视遮蔽物允许的高度下限为达到高于跑道末端高程2ft(0.5m),并需要考虑目视遮蔽物安装处的地势变化。若可行,为了方便割草工作,目视遮蔽物处需平整,使其面板与地面之间留有2ft(0.5m)空间。当地形遮蔽了在绕滑上滑行的飞机设计组的挂载在机翼上的发动机舱时,不需要设置目视遮蔽物。

计算遮蔽物所需的地面以上高度, H_s :

$$H_s = [(ELEV_{V1} + H_{EYE} - H_{NACELLE} - ELEV_{EAT})(D_{EAT} - D_s) / (D_{EAT} + 0.4 \times L_{RWY}) + H_{NACELLE} + ELEV_{EAT} - ELEV_{GAS}]$$

其中:

$ELEV_{V1}$ = 跑道中心线上V₁点平均海平面高程,从起飞入口算60%跑道长度处;

$ELEV_{SER}$ = 跑道末端高程(平均海平面);

$ELEV_{TOS}$ = 遮蔽物顶高程(平均海平面);

$ELEV_{NACELLE}$ = 发动机舱顶高程(平均海平面);

$ELEV_{GAS}$ = 遮蔽物处地表高程(平均海平面);

$ELEV_{EAT}$ = 远端绕滑中线高程(平均海平面);

$H_{NACELLE}$ = 滑行道飞机发动机舱高度;

H_{EYE} = 跑道上飞机驾驶舱内飞行员视线高度;

L_{RWY} = 跑道长度;

D_s = 跑道末端到遮蔽物的距离;

D_{EAT} = 跑道末端到远端绕滑中线的距离。

复核遮蔽物在40:1起飞面以下(ICA0为50:1起飞面):

$$H_s + ELEV_{GAS} < D_s / 40 + ELEV_{SER}$$

2.2 长沙黄花机场远端绕滑遮蔽屏设置项目案例分析

长沙黄花机场,作为中部地区一个至关重要的航空枢纽,其在设施规划和运营安全方面始终将这些因素作为核心的考量点。在进行功能优化、安全保障以及提升旅客体验等多方面的综合决策后,机场决定设置遮蔽屏。

长沙黄花机场的二跑道南北两端绕滑的设置,是基于航行安全的深思熟虑。为了确保跑道端与绕滑之间的安全,机场决定在绕滑与跑道端之间的区域设置遮蔽屏。通过采用二跑道的各种跑道标高、距离数据进行精确计算,得出北端遮蔽屏的宽度为313.73米,高度为2.67米。而南端遮蔽屏的设置则考虑到了土堆的存在,这导致飞机在V1点通视绕滑的视线受到遮挡。在这种情况下,一半的视线是由土堆遮挡的,因此在南端设置了90米宽的遮蔽屏,其高度被定为3.35米。

在选择遮蔽屏设置的位置时,除了需要满足《附录4 远端绕滑(EAT)遮蔽物》的计算要求之外,还必须符合《民用机场飞行区技术标准(MH5001-2021)》^[2]的相关规定。具体来说,遮蔽屏的高度需要满足机场障碍物限制面的限高要求;同时,遮蔽屏的设置高度与位置应确保塔台能够通视绕滑;此外,还应尽可能满足滑行道直线段视距的要求,以确保机场运行的顺畅和安全。

3 机场跑道远端绕滑遮蔽屏的应用效果评估

3.1 安全性能评估

在现代航空领域,机场跑道远端绕滑遮蔽屏扮演着一个极其重要的角色,特别是在确保飞行安全方面。它主要通过两个方面来发挥其关键作用:一是显著减少飞行员的误判情况,二是有效防止跑道入侵事件的发生。遮蔽屏的设置能够有效地遮挡那些在跑道远端进行绕滑的飞机,从而减少飞行员在飞行过程中可能遇到的视觉干扰。这种视觉干扰的减少,直接导致飞行员误判的概率大幅度降低。此外,遮蔽屏的设置还帮助飞行员能够更加清晰地区分出在远端绕滑上正常滑行的飞机和那些可能出现在跑道末端的侵入飞机。这样一来,飞行员就能够及时地采取相应的措施,以避免潜在的跑道入侵事件,确保飞行的安全。以兰州中川机场为例,自从该机场设置了遮蔽屏之后,跑道入侵事件的发生率有了显著的下降,这进一步证明了遮蔽屏在保障飞行安全方面的有效性。

3.2 运行效率评估

机场跑道远端绕滑遮蔽屏对机场航班起降效率有着显著的影响,在优化机场运行流程、减少航班延误方面发挥着重要作用。

在优化机场运行流程方面,遮蔽屏的设置使得飞行员能够更加清晰地判断跑道状况,减少了因视线问题导致的起降延误。在一些繁忙的机场,跑道资源紧张,航班起降间隔时间的微小缩短都能显著提高机场的运行容

量。上海虹桥机场在设置遮蔽屏后,跑道的起降效率提高了约12%。遮蔽屏减少了飞行员对绕滑飞机的误判,使飞机能够更加顺畅地起飞和降落,减少了跑道的占用时间,从而提高了跑道的利用率。

在减少航班延误方面,航班延误不仅会给旅客带来不便,还会增加航空公司的运营成本。遮蔽屏的存在可以减少因视线问题导致的起降延误,使航班能够更加按时地运行。

4 结论与展望

4.1 研究结论

本研究深入探讨了机场跑道两端遮蔽屏的设置与应用,得出以下关键结论。遮蔽屏作为保障机场飞行安全的重要设施,其作用不可忽视。通过设置遮蔽屏,能够有效遮挡不必要的视觉干扰,减少飞行员因视线受阻而产生的误判,从而降低跑道入侵等事故的发生概率。

对遮蔽屏的应用效果评估表明,其在安全性能、运行效率和经济效益等方面都具有显著优势。在安全性能方面,遮蔽屏有效降低了跑道入侵风险,提高了机场的安全运行水平。在运行效率方面,优化了机场运行流程,减少了航班延误,提高了跑道的利用率。在经济效益方面,虽然建设和维护需要一定成本,但从长期来看,其在减少事故损失和提升运行效率方面带来的经济效益远远超过了成本投入。

4.2 研究展望

未来,随着航空技术的不断发展和机场建设的持续推进,机场跑道远端绕滑遮蔽屏的技术发展和应用前景将更加广阔。在应用前景方面,随着全球航空运输业的持续增长,越来越多的机场将认识到遮蔽屏在保障飞行安全和提升运行效率方面的重要性,从而加大对遮蔽屏的建设和应用力度。在一些繁忙的大型机场,通过合理设置遮蔽屏,可以进一步提高跑道的利用率,缓解机场的拥堵状况,提升整体运营效益。对于一些地形复杂或气候条件恶劣的机场,如山区机场、沿海机场等,遮蔽屏的应用将更加关键,能够有效保障飞机在复杂环境下的安全起降。

参考文献

- [1]美国联邦航空管理局咨询通告《附录4 远端绕滑(EAT)遮蔽物》;
- [2]民用机场飞行区技术标准(MH5001-2021)
- [3]一种软土填料土石方机场遮蔽屏的施工方法 发明专利 杨印旺。