

浅谈气象要素在机场选址过程中的重要性

张天成

民航新疆空管局, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年3月5日; 录用日期: 2025年5月5日; 发布日期: 2025年5月13日

摘要

随着全球航空运输的快速发展, 机场的选址工作愈发重要。气象因素作为影响航空安全和航班运营的关键要素, 对机场的选址决策起着至关重要的作用。不同地区的气候特征、气象条件变化以及极端天气事件的频发, 直接关系到航班的正常运行和乘客的安全。在机场选址过程中, 必须充分考虑气象因素的影响, 以确保机场的长期运营和安全性。目前在实际的机场选址工作中, 气象因素的考虑往往不足, 导致一些机场在运营过程中面临气象挑战。为此, 深入研究气象因素在机场选址中的重要性, 分析其对航空安全、航班效率和基础设施设计的影响, 显得尤为必要。这不仅有助于提高机场选址的科学性, 也为未来的航空发展提供了重要的理论支持和实践指导。本文旨在探讨气象因素在机场选址工作中的重要性, 分析气象条件对航空安全、航班运营及基础设施设计的影响, 揭示当前选址中存在的问题, 并提出优化策略, 以提高机场选址的科学性和合理性。

关键词

气象因素, 机场选址, 航空安全, 航班运营, 基础设施设计

A Brief Discussion on the Importance of Meteorological Elements in the Airport Site Selection Process

Tiancheng Zhang

Civil Aviation Xinjiang Air Traffic Control Bureau, Urumqi Xinjiang

Received: Mar. 5th, 2025; accepted: May 5th, 2025; published: May 13th, 2025

Abstract

With the rapid development of global air transportation, the site selection of airports has become increasingly important. Meteorological factors, as key elements affecting aviation safety and flight operations, play a crucial role in the decision-making process for airport site selection. The climate

文章引用: 张天成. 浅谈气象要素在机场选址过程中的重要性[J]. 自然科学, 2025, 13(3): 494-500.

DOI: 10.12677/ojns.2025.133052

characteristics of different regions, the variability of meteorological conditions, and the frequent occurrence of extreme weather events directly affect the normal operation of flights and the safety of passengers. During the airport site selection process, it is essential to fully consider the impact of meteorological factors to ensure the long-term operation and safety of the airport. In practice, however, meteorological factors are often insufficiently considered in airport site selection, leading to meteorological challenges during airport operations. Therefore, in-depth research on the importance of meteorological factors in airport site selection is necessary. This includes analyzing their impact on aviation safety, flight efficiency, and infrastructure design. It is essential for improving the scientific approach to airport site selection and providing critical theoretical support and practical guidance for future aviation development. This paper aims to explore the importance of meteorological factors in airport site selection, analyze the impact of meteorological conditions on aviation safety, flight operations, and infrastructure design, highlight the existing issues in current site selection processes, and propose optimization strategies to improve the scientific and rational approach to airport site selection.

Keywords

Meteorological Factors, Airport Site Selection, Aviation Safety, Flight Operations, Infrastructure Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着航空运输业的迅猛发展, 机场建设成为支撑社会经济发展的重要组成部分。作为航空运输的关键节点, 机场的选址对于确保安全、提升运营效率和支持周边地区的经济发展具有深远的影响。然而, 机场选址并非单一的决策过程, 它涉及多个因素, 其中气象条件被认为是最关键的影响因素之一。丁立国等[1]通过对贵州山区机场选址的气象因子分析, 提出将关键气象因子分为三级, 其中风、低能见度、低云和雷暴对机场建设和飞行影响最大。李琪佳[2]基于秩序质心法和时序全局主成分分析法, 构建了空间和地面气象要素评价体系, 并以贵州天柱机场为例验证了该体系的适用性, 指出 B 站点为气象条件最优站点。李琪佳和王玮[3]则利用 GIS 技术对气象数据进行裁剪和分层, 通过加权叠加获取适宜性指数图, 为机场选址提供了新的技术手段。

通用机场选址的标准和方法也逐渐成熟。刘志业[4]以《通用机场选址技术指南》为依据, 结合具体案例, 从机场性质、场地条件、气象条件等方面综合分析了通用机场选址的关键内容, 为新行业标准的实施提供了实践参考。徐延欣[5]对肃南县通用机场拟选址区域的气象条件进行了初步分析, 发现该区域风速低、恶劣天气少, 具备良好的通用机场选址条件。

此外, 民用机场选址的综合性因素也受到关注。刘津宇[6]分析了气象条件、净空条件、空域条件等多因素对民用机场选址的影响, 强调了选址阶段工作的关键性。施秀梅等[7]则以普洱思茅迁建机场为例, 从风、能见度、云、雷暴等多个角度分析了气象要素特征, 认为不利气象条件可以通过技术手段降低影响, 有利条件占主导。

总体而言, 现有研究从不同角度对机场选址的气象因素进行了深入分析, 研究方法包括气象观测数据分析、GIS 技术应用、综合评价体系构建等。然而, 部分研究缺乏对多区域、多时间尺度气象数据的对比分析, 且通用机场选址的研究相对较少, 仍有进一步探索的空间。

2. 气象要素的分类与影响

2.1. 风速与风向

风速和风向是影响飞机起降安全的重要因素。强风，尤其是侧风，会对飞机的姿态控制造成极大挑战，增加起降难度和风险。例如，侧风可能导致飞机偏离跑道中心线，甚至引发事故。因此，机场选址时需要充分考虑当地的风向和风速特征。通常，机场跑道的方向应与盛行风向一致，以尽量减少侧风的影响。此外，选址时应避免在常年强风或多风地区建设机场，或通过技术手段(如防风墙)减轻风的影响。

2.2. 能见度

能见度是影响飞行安全的关键气象要素之一。低能见度条件(如雾、霾、沙尘暴)会显著增加飞行风险，尤其是在起飞和降落阶段。飞行员在低能见度条件下难以准确判断跑道位置和周围环境，可能导致操作失误。因此，机场选址时应尽量避免在常年多雾或多霾的地区建设机场。如果无法避免，可以通过安装先进的导航和着陆系统(如仪表着陆系统)来弥补能见度不足的问题。

2.3. 降水

降水(包括雨、雪、冰雹)对机场运营的影响主要体现在跑道摩擦系数和飞机性能上。雨水会降低跑道的摩擦系数，增加飞机滑行距离和起降难度；雪和冰雹则可能导致跑道结冰，进一步增加飞行风险。因此，机场选址时需要评估选址区域的降水频率和强度，并设计有效的排水和除雪系统。例如，降雪多的地区的机场通常配备先进的除雪设备，以确保跑道在冬季的正常使用。

2.4. 温度

温度对机场运营的影响主要体现在飞机发动机性能和跑道条件上。高温会降低飞机发动机的推力，影响起飞性能；低温则可能导致跑道结冰，增加滑行风险。此外，极端温度条件还会对机场设施和设备的正常运行造成影响。因此，机场选址时应避免在极端温度区域建设机场，或采取相应的技术措施(如除冰设备)来应对温度变化。

2.5. 气压

气压是影响飞机性能的重要因素，尤其是在高海拔地区。高海拔地区气压较低，空气稀薄，会影响飞机发动机的推力和起降性能。因此，高海拔机场通常需要更长的跑道和更强的飞机性能。例如，拉萨贡嘎机场位于海拔 3600 米的高原地区，气压较低，飞机起降时需要更长的跑道和更高的发动机推力。

2.6. 其他气象要素

除了上述主要气象要素外，雷暴、台风/飓风等极端天气现象也会对机场运营构成严重威胁。雷暴可能导致飞机遭遇强烈的湍流和闪电，增加飞行风险；台风/飓风则可能对机场设施造成严重破坏。因此，机场选址时应尽量避免在常年多雷暴或台风/飓风频发的地区建设机场，或通过加强设施建设和应急预案来应对极端天气。

3. 气象因素对机场选址的重要性

3.1. 气象条件对航空安全的影响

气象条件对航空安全的影响不可小觑。能见度是影响飞行安全的关键因素之一。在低能见度条件下，飞行员的视觉参考减少，容易导致误判和事故发生。根据国际民航组织的标准，能见度低于 800 米时，飞行操作的风险显著增加。风速和风向的变化也会对航空安全造成威胁。强风和横风可能导致飞机在起

降时失去控制，增加事故的可能性。气象学中常用的风切变现象，指的是在短距离内风速和风向的急剧变化，这种现象在雷暴天气中尤为常见，能够对飞机的飞行稳定性产生严重影响。

降水量和类型同样是影响航空安全的重要因素。大雨、冰雹或雪等恶劣天气会导致跑道湿滑，增加滑行和着陆的难度，甚至可能导致飞机失控。雷电活动不仅对飞机本身构成威胁，还可能影响机场的地面操作。在机场选址时，必须充分考虑气象条件对航空安全的影响，确保选择的地点能够最大限度地降低气象风险，保障航班的安全运行。

3.2. 不同气候条件对航班运营的影响

不同气候条件对航班运营的影响是一个复杂而重要的课题。极端天气现象，如暴雨、雪灾和大风，直接影响航班的起降安全和准时性。强降雨可能导致能见度降低，从而影响飞行员的判断和操作，增加航班延误的风险。气温变化也会对航班运营产生显著影响。在高温天气下，飞机的起飞性能会下降，所需的跑道长度增加，可能导致航班的调度困难。低温环境可能导致机体结冰，影响飞机的性能和安全性。根据气象学原理，气流的变化也会影响航班的飞行路径和燃油消耗，进而影响航班的经济性。气象因素与航班运营之间的关系可以用以下公式表示： $E = f(W|T|V)$ ，其中 E 为航班运营效率， W 为天气状况， T 为温度， V 为风速。充分考虑不同气候条件对航班运营的影响，对于提高航空安全性和运营效率至关重要。

3.3. 气象因素对机场基础设施设计的要求

气象因素在机场基础设施设计中扮演着至关重要的角色。机场跑道的设计必须考虑风速和风向，以确保飞机在起降时的安全性。根据国际民航组织的标准，跑道的方向应与主导风向相一致，以减少横风对飞机的影响。降水量和气温变化也直接影响跑道材料的选择和维护频率。在多雨地区，跑道的排水系统设计需具备良好的排水能力，以防止积水对飞行安全造成威胁。气象因素还影响机场的导航设施和通信系统的布局。强风、雷暴等极端天气条件可能导致信号干扰，因此在设计时需考虑设置备用系统和增强抗干扰能力。机场的建筑物，如航站楼和候机厅，也需根据气候条件进行设计，以确保乘客的舒适度和安全性。在高温地区，建筑材料的选择应具备良好的隔热性能，以降低能耗并提升乘客体验。气象因素在机场基础设施设计中不仅关乎安全，更影响到运营效率和乘客满意度，必须给予充分重视。

4. 气象因素在机场选址中面临的问题

4.1. 气象变化对选址决策的影响不确定性

气象变化对机场选址决策的影响具有显著的不确定性，主要体现在气候变化的长期趋势和短期极端天气事件的不可预测性。随着全球气候变暖，极端天气事件的频率和强度逐渐增加，例如暴雨、强风和雾霾等，这些因素直接影响航班的安全性和准点率。根据气象学的统计模型，气象变量的变化可以用以下公式表示：

$P(E) = \sum_{i=1}^n P(E|C_i) \cdot P(C_i)$ 代表事件发生的概率， $P(E|C_i)$ 是给定气候条件下事件发生的概率， $P(C_i)$ 是气候条件的先验概率。这一公式揭示了气象条件的不确定性如何影响选址决策的复杂性。气象数据的时效性和准确性也对决策过程造成挑战，尤其是在快速变化的气候背景下，传统的气象预测模型可能无法及时反映最新的气象变化。在机场选址过程中，决策者需要综合考虑气象变化的多样性和不确定性，以制定更为科学和合理的选址方案。

4.2. 气象数据的时效性与准确性问题

在机场选址过程中，气象数据的时效性与准确性是至关重要的因素。气象条件的瞬息万变使得实时数据的获取成为一项挑战。传统的气象观测手段往往无法满足快速变化的需求，导致决策时使用的数据

可能已经过时。风速、降水量等气象要素的变化可能在短时间内对航班安全产生显著影响。依赖于历史气象数据进行选址决策,可能会导致对实际情况的误判。气象数据的准确性同样不可忽视。不同气象站的观测设备、技术水平及数据处理方法存在差异,可能导致同一地区的气象数据出现偏差。为了提高数据的准确性,必须采用标准化的观测方法,并定期对设备进行校准。利用现代技术,如遥感和气象模型,可以有效提升数据的精度和可靠性。气象数据的时效性与准确性直接影响机场选址的科学性,亟需在数据收集和处理环节加强技术投入,以确保决策的合理性和有效性。

4.3. 不同地区气象特征对选址的适应性不足

在机场选址过程中,不同地区的气象特征对选址的适应性不足,主要体现在气候多样性与地理差异的影响上。我国幅员辽阔,各地区气候条件差异显著,北方地区冬季寒冷,降雪频繁,而南方地区则多雨潮湿。这种气象特征的差异使得在选址时,无法采用统一的标准进行评估,导致部分机场在设计和运营中面临气象适应性不足的问题。气象变化的不可预测性也加剧了这一挑战。极端天气事件的频发使得原本适合的选址方案变得不再安全,影响航班的正常运行。在选址过程中,必须充分考虑当地的气象特征,进行细致的气象分析与评估,以确保机场的安全性和高效性。通过建立区域气象特征数据库,结合现代气象预测技术,可以为机场选址提供更为科学的依据,从而提高选址的适应性和合理性。

4.4. 对气象因素重视程度不足,缺乏系统性研究

在机场选址过程中,气象因素的重要性常常被低估,导致相关研究的系统性不足。许多决策者在选址时,往往侧重于地理位置、交通便利性等因素,而忽视了气象条件对航空安全和航班运营的深远影响。强风、低能见度和极端天气事件都可能直接影响航班的正常运行,甚至导致事故的发生。目前的研究多为零散的案例分析,缺乏全面的理论框架和系统性的方法论支持。气象因素的复杂性和多变性使得其在选址决策中难以量化,导致相关数据的收集和分析往往不够深入。现有的气象研究多集中于短期天气预报,而对长期气候变化的影响考虑不足,未能为机场选址提供科学依据。亟需建立一个系统化的研究体系,将气象因素纳入机场选址的综合评估中,以提高选址决策的科学性和有效性。只有通过深入的研究和分析,才能更好地应对气象变化带来的挑战,确保航空运输的安全与效率。

5. 优化机场选址中气象因素考虑的策略

5.1. 加强气象数据的收集与分析能力

在机场选址过程中,加强气象数据的收集与分析能力至关重要。必须建立完善的气象数据采集网络,涵盖气温、降水、风速、湿度等多种气象要素。这些数据不仅应来自于国家气象局的官方站点,还应结合地方气象观测站和自动气象站的数据,以确保数据的全面性和准确性。采用先进的数据分析技术,如机器学习和大数据分析,可以有效挖掘气象数据中的潜在规律。通过对历史气象数据进行回归分析,可以预测未来气象条件对航班运营的影响。建立气象数据的实时监测系统,能够及时反映气象变化,帮助决策者做出快速反应。气象数据的可视化呈现也是提升分析能力的重要手段,通过图表和地图的形式,将复杂的数据转化为易于理解的信息,便于相关人员进行决策。提升气象数据的收集与分析能力,将为机场选址提供科学依据,确保航空安全与高效运营。

5.2. 建立气象因素评估的标准化体系

在机场选址过程中,建立气象因素评估的标准化体系至关重要。应制定一套统一的气象数据采集标准,包括温度、湿度、风速、降水量等关键气象要素的监测频率和精度要求。这可以确保不同地区 and 时

间段的数据具有可比性。需建立气象因素的评估模型，通过量化分析不同气象条件对航空安全和航班运营的影响。可以利用多元回归分析模型，将气象因素与航班延误率、事故发生率等指标进行关联，形成评估公式： $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \epsilon$ ，其中 Y 为评估结果， X_i 为各气象因素， β_i 为对应的权重系数， ϵ 为误差项。建立气象因素评估的反馈机制，定期对评估结果进行修正和优化，以适应气候变化和技术进步。这一标准化体系不仅能提高机场选址的科学性，还能为后续的运营管理提供重要参考，确保航空运输的安全与效率。

5.3. 提高决策者对气象因素重要性的认识

在机场选址过程中，提高决策者对气象因素重要性的认识至关重要。气象条件直接影响航班的安全性和准点率，决策者应充分理解气象因素在选址中的多维度影响。强风、低能见度和极端天气事件都可能导致航班延误或取消，从而影响航空公司的运营效率和乘客的出行体验。决策者需要将气象因素纳入选址决策的核心考量。

为了增强这一认识，建议定期举办气象与航空领域的研讨会，邀请气象专家与航空管理人员进行深入交流，分享最新的气象研究成果和案例分析。建立气象因素评估的标准化体系，制定相关的评估指标，如风速、降水量和温度变化等，能够帮助决策者更直观地理解气象因素的影响。

通过这些措施，决策者不仅能够更好地识别潜在的气象风险，还能在选址过程中做出更为科学和合理的决策，最终提升机场的整体运营效率和安全性。只有当气象因素被充分重视，机场选址才能真正实现科学化、系统化的发展。

5.4. 促进气象与航空领域的跨学科合作

促进气象与航空领域的跨学科合作，是提升机场选址科学性的重要途径。气象学与航空工程的结合，能够为机场选址提供更为全面和准确的气象数据支持。通过建立气象数据共享平台，航空公司、机场管理机构和气象部门可以实时交流信息，确保决策者获取最新的气象动态。跨学科的研究团队可以共同开发气象预测模型，利用机器学习和大数据分析技术，提升气象预报的准确性和时效性。利用气象数据与航班历史数据结合，可以建立航班延误预测模型，从而为机场选址提供参考依据。与此定期举办气象与航空领域的研讨会和培训，能够增强各方对气象因素重要性的认识，促进知识的传播与应用。通过这种跨学科的合作，能够更好地应对气象变化带来的挑战，提高机场选址的科学性和合理性，为航空安全和航班运营提供坚实保障。

6. 结论

在机场选址工作中，气象因素的影响不可忽视。通过对气象条件的深入分析，我们发现，气象因素不仅直接关系到航空安全，还对航班的正常运营和机场基础设施的设计提出了具体要求。当前，许多机场在选址时对气象因素的重视程度不足，导致在实际运营中面临诸多挑战。必须加强气象数据的收集与分析，建立标准化的评估体系，以确保选址决策的科学性和合理性。决策者应提高对气象因素重要性的认识，促进气象与航空领域的跨学科合作，以应对气候变化带来的不确定性。未来，随着技术的进步和数据分析能力的提升，气象因素在机场选址中的应用将更加全面和系统，从而为航空运输的安全与高效提供坚实保障。气象因素在机场选址工作中的重要性不仅体现在理论层面，更应落实到实践中，以推动航空事业的可持续发展。

参考文献

- [1] 丁立国, 帅士章, 李霄, 等. 贵州山区机场选址关键航空气象因子分析——以德江露青场址为例[J]. 中低纬山地

气象, 2021, 45(1): 90-94.

- [2] 李琪佳. 气象因素对机场选址的影响评估[D]: [硕士学位论文]. 广汉: 中国民用航空飞行学院, 2023.
- [3] 李琪佳, 王玮. 基于 GIS 对机场选址中空间气象要素的影响分析[J]. 现代计算机, 2022, 28(23): 74-78+112.
- [4] 刘志业. 基于新行业标准下的通用机场规划选址研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(18): 30-32.
- [5] 徐延欣. 肃南县通用飞机场拟选址气象条件分析[J]. 甘肃科技, 2020, 36(20): 29-31.
- [6] 刘津宇. 民用机场选址阶段考虑因素分析[J]. 中国科技信息, 2022(9): 37-38.
- [7] 施秀梅, 陈卓, 杨建梅, 等. 普洱市拟建机场关键气象要素特征分析[J]. 山地气象学报, 2024, 48(5): 100-106.