

# 基于气象条件的机场利用率分析

## Analysis of the Airport Utilization Rate Based on the Meteorological Conditions

王凯

Kai Wang

民航机场规划设计研究总院有限公司华北分公司 中国·北京 100000

North China Branch of Civil Aviation Airport Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100000, China

**摘要:** 机场跑道利用率的计算公式如下: 跑道利用率 = (进港 + 离港航班数) / 可利用跑道时间。而影响机场跑道利用率的因素主要包括天气和空域状况、机场管理水平、机场的航班结构等, 其中影响最大的因素莫过于气象条件。机场选址过程中, 在选择跑道方向时先要了解当地的风在全年各个方向的分布情况, 然后尽量把跑道方向设置在对飞机起飞着陆最有利的方向上, 使飞机起飞着陆受风的影响减至最小。《民用机场飞行区技术标准》中有这样一条规定, “跑道方位和条数应使拟使用该机场的飞机的机场利用率不少于 95%”。这就引出了风力负荷的概念: 风力负荷又叫风量, 是指在风的影响下, 机场能够保证飞机起飞着陆的可能性, 以百分率表示。气象条件对于机场利用率的影响是极为关键的。

**Abstract:** The calculation formula of airport runway utilization is as follows: runway utilization = (inbound + number of departing flights) / available runway time. The factors that affect the utilization rate of airport runways mainly include weather and airspace conditions, airport management level, airport flight structure, etc. Among them, the most influential factor is meteorological conditions. In the process of airport site selection, when choosing the runway direction, we should first understand the distribution of the local wind in all directions throughout the year. Then try to set the direction of the runway in the most favorable direction for the take-off and landing, so that the impact of the take-off and landing is minimized by the wind. There is a provision in the *Technical Standards for Flight Areas of Civil Airport* that “the orientation and number of runways shall make the airport utilization rate of the aircraft to be used in the airport not be less than 95%”. This leads to the concept of wind load: wind load, also known as wind volume, refers to the probability that an airport can guarantee the takeoff and landing of an aircraft under the influence of wind, expressed as a percentage. The impact of meteorological conditions on airport utilization is extremely critical.

**关键词:** 气象; 机场利用率; 风力负荷

**Keywords:** weather; airport utilization rate; wind load

**DOI:** 10.12346/etr.v5i1.7638

机场位置选择是整个机场规划设计工作中最重要的一环, 对机场使用性能和造价有很大影响。如果位置选得不好, 即使在设计和施工中尽了最大努力, 通常也弥补不了由于位置选得不好而产生的缺点。根据《国际民用航空公约附件 14—机场—第 I 卷机场设计和运行》, 机场在确定跑道的位置和方向时, 应考虑很多方面的因素。影响跑道方向的因素主要有: 风条件(主导风向、跑道方向的风力负荷等)、净空条件、空域条件、飞机运行的类别和架次、本场地形地

貌、工程地质和水文地质情况、土地的有效性和土石方工程费用、与城市和其他机场关系和噪声影响等。这些因素中, 风条件是首要的, 也是最重要的。

风对飞机起飞, 尤其是着陆的安全影响较大, 在选择机场位置及跑道方向时必须认真考虑风的影响。通常, 飞机不宜侧风着陆, 也不宜顺风着陆, 而最好是逆风着陆。在侧风着陆时, 飞机会随侧风偏移, 不容易对准跑道甚至会偏到跑道外面接地。所以刮大侧风时, 机场就关闭。顺风容易使飞

【作者简介】王凯(1990-), 男, 中国山东诸城人, 本科, 工程师, 从事民航机场规划设计研究。

机超过规定的地点接地，也使着陆滑跑距离增大，因而飞机顺风着陆容易冲出跑道。所以有稍大的顺风，飞机就从跑道另一端逆风着陆或停飞。逆风着陆正好与顺风着陆相反，飞机不容易冲出跑道所以飞机最好是逆风着陆。但是，逆风风速很大时，飞机也不能安全着陆。鉴于上述情况，在选择跑道方向时，先要了解当地的风在全年各个方向的分布情况。然后，尽量把跑道方向设置在对飞机起飞着陆最有利的方向上，使飞机起飞着陆受风的影响减至最小。

机场选址工作过程中，计算不同方向上的跑道利用率是极为重要的一个环节。跑道利用率计算的传统方法主要是依据《国际民用航空公约附件 14：机场》（以下简称《附件 14》）中的规定，利用气象统计的风的资料，计算跑道的风力负荷。机场的跑道条数和方位应当使得准备使用该机场的飞机的机场利用率不低于 95%。在适用以上条件时，应假定在正常情况下，侧风分量超过下列数值时，飞机不能着陆或起飞：

- ①对基准飞行场地长度为 1500m 或 1500m 以上的飞机，侧风分量为 37km/h (20kt)，除了当由于纵向摩擦系数有时出现不足致使跑道刹车作用不良时，其侧风分量应不超过 24km/h (13kt)。
- ②对基准飞行场地长度为 1200m 至小于 1500m 的飞机，侧风分量为 24km/h (13kt)。
- ③对基准飞行场地长度小于 1200m 的飞机，侧风分量为 19km/h (10kt)。

应对风的分布进行研究，以确定利用率。在这方面，应考虑下列各点：用以计算利用率的风的统计资料所提供的通常都是风速和风向范围，而计算所得结果的准确性在很大程度上取决于观测值在这些范围内的假定分布。在缺乏对实际分布情况的确实资料时，通常的办法是假定它是均匀分布的，因为从最有利的跑道方位来说，这样做得出的利用率一般是偏于保守的。

在一个特定的机场，有若干可能减小其最大值的因素需要考虑。它们包括：

- ①三组飞机的多种类型的飞机（包括将来的类型）在操纵特性和最大容许侧风分量上可能存在的巨大差异；
- ②阵风的流行方向及其性质；
- ③湍流的流行方向及其性质；
- ④是否有次要跑道可供使用；
- ⑤跑道的宽度；
- ⑥跑道的表面情况—跑道上的水、雪和冰会大大地减小容许的侧风分量；
- ⑦与限制的侧风分量相关的风的强度。

还应研究出现低能见度和 / 或低云底的情况。应考虑它们的频率和所伴随的风向和风速。我们在计算风力负荷的时候，要通过传统的计算方法可以得到风力负荷计算结果，但是这个过程是比较烦琐和费时的。由于选址阶段跑道方向会不断地优化调整，目前基于传统的手动计算方法，每转动一次跑道方向就需重新计算一次风力负荷，尤其是在复杂的山地地形，频繁地调整跑道方向会消耗大量的时间和精力进行反复计算、绘图。

如果把人算改为机算，可以大大提高设计人员的工作效率，还能将出错率降到最低。设计人员最便捷的设计平台还是 AutoCAD，因此我们在此基础上二次开发，制成了风力负荷和风玫瑰绘制与计算这款软件。

软件采用的基础资料为《民用运输机场选址规范》中附录 A 气象资料统计用表表 A.2 风向风速统计表（见图 1）。在运行此软件前，需按照表格要求准备好风向风速的统计资料。

为计算利用率而选用的数据应根据尽可能长期（最好不少于 5 年）的可靠的风的分布的统计资料。所采用的风的观测至少应每天 8 次，观测的时间间隔应相同。图 2 为软件运行主界面。



**表 A.2 风向风速统计表**

平均风速 (m/s)	风向													小计			
	北	北东北	东北	东东北	东	东东南	东南	南东南	南	南西南	西南	西西南	西		西西北	西北	北西北
静风																	
0.5 ≤ V ≤ 3																	
3 < V ≤ 5																	
5 < V ≤ 6.5																	
6.5 < V ≤ 10																	
10 < V ≤ 13																	
13 < V ≤ 17																	
V > 17																	
合计																	
观测站名称							观测方式		<input type="checkbox"/> 人工观测 <input type="checkbox"/> 自动观测								
观测站位置	东经:						每天观测次数		次		每天观测时间间隔		小时				
	北纬:						资料年限		年—		年(共 年)						
	海拔高度:						填表时间		年 月								

注：1 表中风向以次数为单位，观测资料年限至少为连续 5 年，每天观测的次数宜不少于 8 次，观测时间间隔应相同。  
2 静风是指平均风速小于 0.5 m/s 的风。

图 1 《民用运输机场选址规范》中附录 A



图2 软件运行主界面

如图3、图4所示，统计资料中如果风向风速是按照频次统计，可以点击次数转比例按钮，将频次自动转换为比例。然后再通过绘制风频按钮，绘制出风力负荷图。跑道方向可以输入具体度数，选择判断风速范围是5m/s还是6.5m/s。在统计模块里，可以计算单一跑道方向的风力负荷；考虑到机场选址阶段不断变化的跑道方向，可以通过统计多方向算出每间隔1度的风力负荷，360度计算出来的结果中大于95%的范围会被刷红。这会方便设计人员在拿到气象资料后初步判断哪些跑道方向上风力负荷能够满足大于95%的要求，进而提高工作效率。



图3 软件统计界面

绘制风玫瑰图的工作在此软件基础上也变得异常简单。只需在CAD里选择好圆心位置，点击风玫瑰按钮，一键绘制出风玫瑰图。

该软件成果优势如下：

- ①原始数据与选址规范气象资料模板一致，调用操作十分方便。
- ②该软件可以快速生成风力负荷图并计算各方向风力负荷，一键生成风玫瑰图。
- ③相对于传统人工计算方法，该软件具有更准确，更高效的优点。
- ④该软件基于CAD平台二次开发得到，生成的图形成果为CAD矢量图，可以直接在CAD里操作使用。

风力负荷计算是机场选址工作的重要一环，风力负荷计算及风玫瑰图的自动绘制，是机场选址工作的重要一环，是提高设计人员日常工作效率、降低手动计算的出错率、大大缩短选址阶段计算时间、统一出图标准的重要手段，本项目应用效果良好。

论文针对气象条件下机场利用率的分析，提出如何从传统人工计算手段到机算的进阶过程，同时简单介绍了软件的使用方法和优势，对机场工程有一定参考价值。

参考文献

- [1] 中国民用航空局.MH5001—2021 民用机场飞行区技术标准[S].2021.
- [2] 中国民用航空局.MH5037—2019 民用运输机场选址规范[S].2019.
- [3] 国际民用航空组织.国际民用航空公约附件14:机场—第I卷机场设计和运行[S].2022.
- [4] 钱炳华,张玉芬.机场规划设计与环境保护[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.

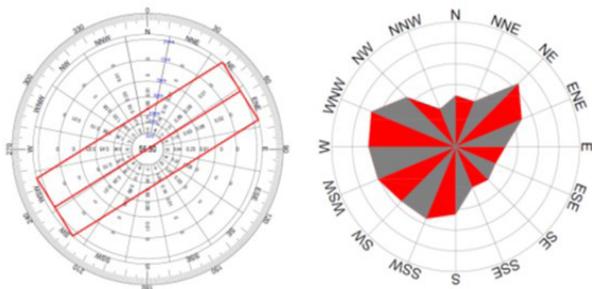


图4 风力负荷图及风玫瑰图