

大兴机场 GIS 技术的应用分析

李梦

中国民用航空华北地区空管局, 北京 102600

摘要: 随着全球航空运输业的快速发展, 机场运输越来越受到关注。对于前期机场选址规划以及后期航空气象信息服务, 都需要结合新时代的先进技术, 来有效的提升水平和质量。机场选址不仅需要考虑到地理位置、交通条件、经济因素及国际交流等多个方面, 还需要充分考虑气象条件, 特别是空间气象要素的影响。而航空气象服务中也需要考虑融合高新技术, 为用户提供更优质的可视化产品。本文则探讨地理信息系统 (GIS) 技术对大兴机场的规划和建设中的使用意义。

关键字: GIS、机场选址、空间气象、要素分析

Analysis of GIS Technology Application in Daxing Airport

Li Meng

China Civil Aviation Northwest Regional Air Traffic Control Bureau, Beijing, 102600

Abstract: With the rapid development of global aviation transportation industry, airport transportation is increasingly receiving attention. For the preliminary airport site planning and the subsequent aviation meteorological information services, advanced technologies of the new era need to be combined to effectively improve levels and quality. Airport site selection not only needs to consider geographical location, transportation conditions, economic factors and international exchange, but also needs to fully consider meteorological conditions, especially the influence of spatial meteorological elements. And in aviation meteorological services, it is also necessary to consider integrating high-tech technologies to provide users with more high-quality visual products. This paper discusses the significance of GIS technology application in the planning and construction of Daxing Airport.

Keywords: GIS, airport site selection, spatial meteorology, element analysis

DOI: 10. 69979/3041-0673. 24. 2. 051

1. GIS 在气象要素分析中的应用

地理信息系统 (GIS) 即地理信息科学, 它就像一个超级大脑, 能轻松处理那些复杂的数据。在气象领域, 它打开了一扇全新的窗户, 让我们对气象数据的处理和分析有了全新的认识, 这个系统能把气象数据和地理位置信息完美结合, 给使用者提供更全面、更准确的信息。气象工作者可使用软件 ArcGIS 的模块化结构并结合 Python Script, 进行数据处理, 地理高程处理, 并针对气象专业的需求引入各种模型, 大大提高操作的效率。传统的获取气象数据十分麻烦, 要通过气象站、卫星遥感等方式, 得到的数据都是表格、图像等形式, 处理起来非常复杂, GIS 技术则把这些不同类型的数据放在地图上形成不同的图层, 再进行叠加、合并、拆分、计算等各种运算, 进行空间分析。

近年来, 很多学者李琪佳^[1]借助 ArcGIS 工具对贵

州气象条件进行分析, 证实了 GIS 技术在分析气象要素方面具有可行性和适用性原则。学者曲春旭^[2]对机场规划中 GIS 的作用进行了分析, 发现应用 GIS 作为辅助决策软件, 对推动机场规划水平与质量提升具有重要的意义。学者张茜^[3]阐述了 GIS 方式融合民航气象信息服务系统的设计与实现, 展示了 GIS 的先进性。

GIS 技术能深入分析风向、风速、温度、湿度等气象要素在不同时间和地点的变化情况, 它的可视化功能, 通过绘制地图和图表让人直观地看到气象要素的分布和变化情况, 绘制的时空数据的动态画面, 可以更好地了解气象条件的演变趋势。GIS 技术的功能还包括预测未来的气象数据, 只要建立数学模型和算法, 就可以对未来的气象数据进行预测和分析, 为机场的长期规划提供科学依据。

2. 大兴机场选址的气象要素分析

规划大兴机场选址时，需要考虑气象因素，这不仅关乎飞行安全，还跟机场的运行效率和经济效益息息相关，地理信息系统（GIS）这种高科技技术，帮助我们气象数据进行空间分析，通过这个分析，我们就能了解气象要素的分布特征，以及它们的变化规律，为选址提供科学依据。

2.1 风向和风速分析

风向和风速对飞机的起降和飞行安全是至关重要的。在大兴机场针对风的服务可分为三种：侧风、顺风 and 逆风。当11L北跑道地面风290°分量平均风速大于等于5米/秒时需要通知塔台管制员。在侧风中滑跑时，飞机两翼受力不同，会导致飞机向逆风方向旋转。跑道顺风最大允许速度为5米/秒，当超过允许值时，应及时改变跑道使用方向。

GIS技术可以针对风切变、湍流以及不同高度层的风向和风速分布进行分析，我们能提前预测到风切变，让飞机避开这些危险区域，安全起降。除了保证飞行安全，这些信息还能帮我们选出最佳的机场跑道方向和长度，通过分析风向、风速的变化规律，找出最佳的起降时段，在风比较小或风向比较稳定的时候起降，飞机会更安全、更高效。

2.2 能见度分析

在选址时，能见度对于航空飞行尤其重要。引起低能见度的天气现象主要包括雷暴、中或大的降水、冰雹、降雪、冻降水、霾、沙尘、尘暴、雾、沙尘等气象因素。在低能见度条件下，航空的起飞和着陆会非常困难，飞行员容易看不清地标导致操纵错误而发生飞行事故。

GIS系统能够收集历史上的能见度数据，分析不同季节和天气下的能见度情况，为选址提供重要参考。它可以通过分析地形、气象等因素对能见度的影响，从而更好地评估机场的运行能力。GIS还能制定解决方案，可以分析雾霾的来源和扩散规律，然后制定措施减少雾霾，让飞机能安全起降。无论是评估机场的运行能力，还是制定应对措施，GIS都发挥着不可或缺的作用，有了它，我们就能更好地确保机场的安全和高效运营。

2.3 降水分析

降水粘附在飞机座舱玻璃上会影响飞行人员观测到的能见度，过冷却雨滴会造成飞机某些部位结冰，导致操作困难。降水附着在跑道上，会导致机轮与跑道的

摩擦力减小，影响飞机着陆时的滑跑距离，冰雹会对飞机造成严重的损坏，大的冰雹可打坏座舱玻璃、雷达天线、机翼等部件，使得飞机的空气动力性能变差。

GIS系统可以画出降水的分布图^[4]（如图1），使用者可清楚地分析出雨、雪、冰雹的集中地以及密度分布。通过比较历史数据，从而分析出降水模式随季节的变化，在前期机场建设中可建设更高级的排水系统或者跑道烘干设备，以保证飞机能安全起降。除了考虑降水对机场的影响以外，GIS还可以帮助工作者探究降水对周边环境 and 生态的影响。借助GIS分析，可以全面的评估在机场区域内的自然灾害风险，以确保机场的安全和稳定运营。

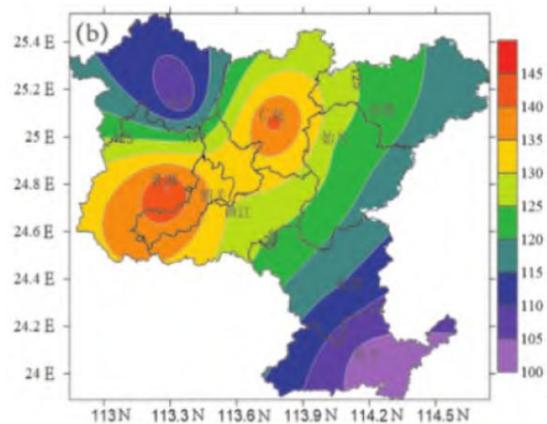


图1 1965-2020 韶关市春运期间降水量空间分布图

Figure 1 Spatial Distribution of Precipitation during Spring Transportation Period in Shaoguan City from 1965 to 2020

2.4 气温、气压和相对湿度的分析

气温、气压以及相对湿度对飞机的影响同样至关重要，尤其是不同地区的温压差异较大的话，会影响飞机性能和仪表指示精度。气温对空速表示度的影响在于当实际空气密度不一致时，会影响空速表的精度，在实际飞行中应当根据所在高度上的气温值来修正空速表的示度。气温对航空器滑跑距离产生影响，气温高时，空气密度小，发动机推理减小，航空器增速慢，则起飞滑跑距离会长一些。相对湿度反映空气中水汽的饱和状态，湿度越高，空气密度越小，滑跑距离增加，而潮湿空气，会使发动机和航空器的其他金属部分锈蚀。气压对飞行的影响主要有两个方面，气压的变化影响滑跑距离，高度表拨正时如发生错误则会导致航空器着陆时高度偏高，造成复飞或偏低造成提前接地。

GIS系统可以画出精确的分布图，从而分析各个地

方的气温、气压和相对湿度的梯度大小，给机场选址提供重要参考。通过 GIS 技术分析机场周围地区的温度分布，我们可以为机场的运行和维护提供重要参考，当发现机场周围地区的温度经常超出发动机的适用范围，可以提前采取措施，改善机场的通风系统或调整飞行计划，确保发动机的正常运行和飞行的安全性。

3. GIS 在气象服务中的运用

基于 GIS 建立数字化地图和数据库^[5]，可以使平面地图更加立体化和动态化。利用机场 AWOS 中测量的风、跑道视程、温度、湿度等气象数据，在结合 GIS 地图，对机场周围进行风杆、温度、露点、风向、风速、修正海平面气压、云底高度等数据进行填绘，并加以着色，可以让用户更加直观的查看本机场自观要素的信息及变化趋势。

另外，针对机场进行的模型构建可提供和展示跑道以及建筑的基本信息、跑道的使用性能、本机场设备的安装位置以及其他附属设施等，在 GIS 模型的构建中，用户可以对本机场的模型进行直观操作，例如：放大、缩小、旋转，以及实景漫游，此外，可以针对模型的各个区块进行更加详细的填充和完善，可以不断创新和改进，以便为用户发挥出更大的使用价值。



图 2 大兴机场三期数据库雷达拼图

Figure 2: Radar Mosaic of the Third Phase of Beijing Daxing International Airport Database

大兴机场运行手机 APP 中也可使用 GIS 地图(图 2)，加以叠加航路航线、飞行情报区、测距、底图等附加功

能以及实况要素信息，完善其各项使用功能。在航空气象服务系统中，各显示模块可基于 Web GIS 进行全国机场站点填图，更好的显示处各机场的报文信息、实况要素以及区域天气，利用其功能建设逐小时要素查询以及变化趋势。

随着 GIS 技术的不断改进和成熟，以及三维可视化和计算机绘图、测绘技术的快速提高发展，三维 GIS 技术也在机场建设中被广泛应用，传统的 GIS 技术只有两个维度，但三维 GIS 增加了第三个维度，可以更加详细地描绘机场地面设施，提供更加丰富多彩的地理空间信息，为机场有关用户提供更加直观化的画面。

4. 结论

综上所述，地理信息系统（GIS）在气象数据的处理、分析、可视化和模拟预测等方面具有显著的优势。通过 GIS 技术，我们可以更好地了解机场的气象条件，为机场选址提供科学依据，并航空气象服务水平。在未来，随着 GIS 技术的不断发展和完善，其在气象领域的应用也将更加广泛和深入。

参考文献：

- [1] 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.
- [2] 曲春旭, 乔惠君. 机场规划中GIS的应用分析[J]. 科技资讯, 2018, 16(22): 64-65. DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2018.22.064.
- [3] 张茜, 陈阳权. 基于GIS的航空气象信息服务系统的设计与实现[J]. 民航学报, 2022, 6(06): 98-105.
- [4] 郭永婷, 高翠翠, 吴佳钰. 1965—2020 年韶关市春运期间的天气气候特征[J]. 广东气象, 2022, 44(01): 15-19.
- [5] 何怡甫. 基于ArcGIS的航行情报服务综合制图系统关键技术研究及系统开发[D]. 中国民用航空飞行学院, 2022. DOI: 10.27722/d.cnki.gzgmh.2022.000184.