

# 贵阳机场低云气候特征分析

罗璇, 张宏国, 刘开宇, 陈义义

民航贵州空管分局气象台, 贵州 贵阳

收稿日期: 2021年12月11日; 录用日期: 2022年1月11日; 发布日期: 2022年1月18日

## 摘要

本文利用2004~2020年的自动观测数据、人工观测数据统计分析了贵阳机场低云天气的气候特征、气象要素以及天气形势特征。1) 贵阳机场低云总日数为772日, 年平均45.5日。其有明显的年际变化特征, 各月低云日数, 1月最多, 8月最少。且冬春季出现最多, 2017年之后, 各个季节变化差异明显。2) 发生低云时相对湿度在95%~100%的频率最大; 东北风出现最多, 风速多在1~4米/秒; 修正海平面气压在1011~1030 hPa之间; 能见度小于5000米的频率为84%。3) 贵阳机场低云天气的典型形势为, 500 hPa贵州主要受西南气流控制; 700 hPa有西南急流; 850 hPa切变线影响; 地面静止锋位于贵州中西部。

## 关键词

低云, 气候特征, 静止锋

# Analysis of Low Cloud Climatic Characteristics in Guiyang Airport

Xuan Luo, Hongguo Zhang, Kaiyu Liu, Yiyi Chen

Guizhou ATC Branch, Guiyang Guizhou

Received: Dec. 11<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jan. 11<sup>th</sup>, 2022; published: Jan. 18<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

This paper uses automatic observation data and manual observation data from 2004 to 2020 to analyze the climatic characteristics, meteorological elements and weather situation characteristics of low cloud weather in Guiyang Airport. 1) The total number of low cloud days at Guiyang Airport is 772 days, with an annual average of 45.5 days. It has obvious characteristics of inter-annual variability, with the number of low cloud days in each month, with the most in January and the least in August. And it appears the most in winter and spring. After 2017, the changes in each season are obviously different. 2) When low clouds occur, the frequency of relative humidity

between 95% and 100% is the largest; northeasterly wind occurs most frequently with wind speeds of 1~4 meters per second; the corrected sea level pressure is between 1011~1030 hPa. The frequency of visibility less than 5000 meters is 84%. 3) The typical situation of low cloud weather in Guiyang Airport is that 500 hPa Guizhou is mainly controlled by southwest airflow; 700 hPa has southwest jet; 850 hPa shear line influence; the ground stationary front is located in the central and western part of Guizhou.

## Keywords

Low Clouds, Climatic Characteristics, Stationary Fronts

Copyright © 2022 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

贵州位于云贵高原的东斜坡上, 平均海拔 1100 米, 自西向东, 自中部向南, 自中部向北三面倾斜。秋冬季影响贵州的冷空气, 往往由海拔高度较低的东北路径和海拔高度较高的偏北路径进入贵州, 由于贵州的海拔高度整体低于云南, 受地形的阻挡, 冷空气有时很难翻越高山, 进入云南中部, 这使得在云贵间经常形成一条准静止锋。贵阳机场低云天气的出现与云贵静止锋的存在密切相关, 暖湿空气爬升到冷的下垫面上, 冷暖空气的交汇在近地面形成饱和, 为低云的出现提供了可能。

机场低云低能见度天气是影响航班正常率和航空安全的主要原因之一。贵阳机场冬半年以阴天为主, 受云贵静止锋影响, 常于夜间及上午出现伴随降水的低于或等于 450 米的低云。进入秋冬季后, 因低云低能见度天气的明显增多常导致航班不正常, 统计 2016 至 2020 年低云天气对飞行的影响, 出现的 155 次低云天气, 共造成航班复飞 40 架次, 备降 67 架次, 延误 94 架。

目前, 国内外关于低云低能见度的预报手段还比较少。楚建杰[1]分析了白云机场低云低能见度天气的几个影响因子, 认为西南气流的建立和破坏决定阴雨天气过程的开始和结束, 300 米高空风的风向与能见度和低云的变化密切相关。黄盛军等[2]研究了昆明长水机场运行以来低能见度天气特点及预报思路。王锡东等[3]也分析了海口美兰机场低云低能见度特征, 冬季出现低云低能见度频率最高, 且早晨和晚上到的频率高于中午。吴波等[4]研究了某日浦东机场出现低云低能见度天气过程, 认为浦东机场近地面逆温逆湿的存在, 造成相对湿度增大, 云高和能见度下降。吴亮宏等[5]经统计分析得出, 成都双流机场降水性的碎雨云多出现于春、夏两季, 常伴降水而出现, 随降水停止很快就消散, 且同降水量的大小成正相关。陈阳权等[6]对乌鲁木齐机场重要天气进行分类统计, 导致延误的天气主要是低云低能见度。李伟等[7]利用深度神经网络模型的特征表达能力来提高分类和预测的精度, 建立大雾预报模型。胡磊等[8]用线性趋势法、Cubic 函数、经验正交函数分解(EOF), 相关分析等方法对阿勒泰近 50a 低云量气候变化特征及与气象因子的关系进行了分析, 结果表明: 低云量的季节分布最多的是夏季, 其次是春、秋季, 最少的是冬季。低云量的空间分布受大尺度气候的影响, 其次还受明显的地理差异影响。这些研究多关注低能见度天气, 对于低云天气的研究和预报方法较少, 对于云贵准静止锋造成的低云天气的预报分析更少。本文想通过对云贵静止锋低云低能见度的分析统计找出一些预报因子和发生规律。

本文利用 2004~2020 年的气象自动观测数据、人工观测数据统计分析了贵阳机场 17 年低云天气的气候特征和天气形势特征。本文只统计对飞行有重要影响的 60 米及以下云高的低云, 根据观测数据将低云

出现持续 1 小时及以上的低云天气视为一次低云天气过程。如果一天内发生两次低云, 间隔未超过 6 小时, 按照同一次天气过程对待, 跨日界但未间断的低云过程, 也按照同一次天气过程对待。

## 2. 低云年际特征分析

2004~2020 年贵阳机场 60 米及以下低云(后文统称低云)总日数为 772 日, 年平均 45.5 日, 远高于机场雷雨的年平均日数(39 日), 是影响贵阳机场航班正常性和安全的重要天气之一。贵阳机场低云年总日数(图 1)有明显的年际变化特征, 2004~2009 年变化趋势平稳, 在 12~29 日之间波动, 2010 后有明显振荡, 从 2010 年 35 日陡增至 2012 年的 143 日, 然后又迅速降至 55 日(2013 年), 2014~2019 年低云总日数也呈波动趋势。这 16 年间 2004 年低云日数最少, 为 12 日, 2012 年低云日数最多, 为 143 日。2011~2016 年低云日数明显偏多, 高于年平均日数。

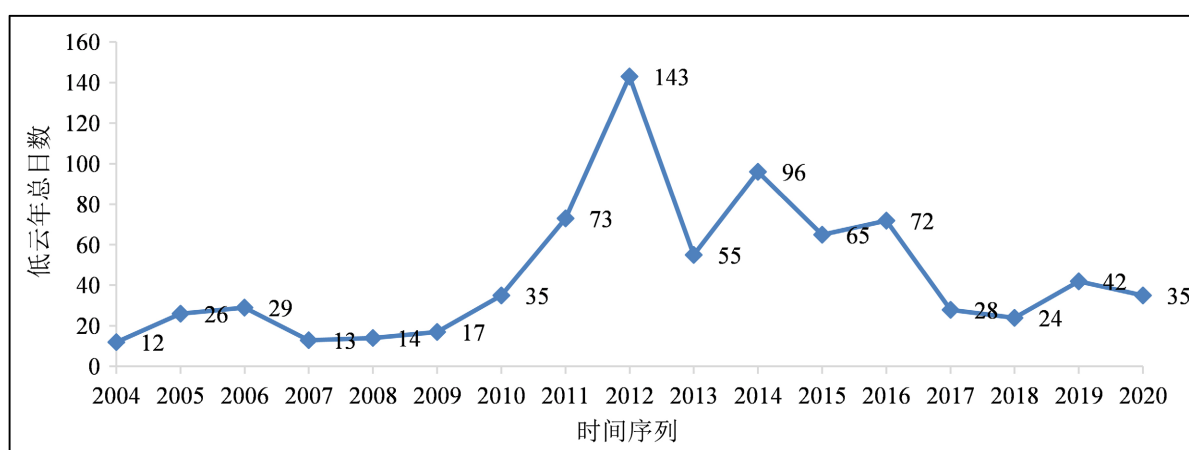


Figure 1. The total number of low cloud days from 2004 to 2020 (unit: day)

图 1. 2004~2020 年逐年低云总日数(单位: 日)

从累年各月低云总日数(图 2)中得出, 各月中, 8 月低云日数最少, 仅为 12 日, 1 月最多, 123 日, 2 月次之, 为 101 日。1 月至 8 月, 低云日数逐渐减少, 8 至 12 月低云日数逐渐增多, 但 10 月低云日数较 11 月多。

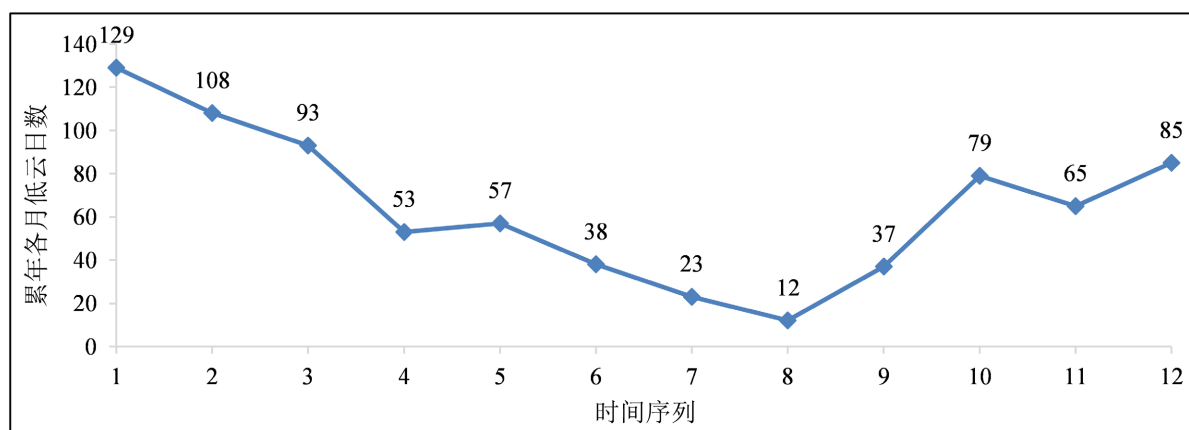


Figure 2. The number of low cloud days in each month during 2004~2020 years (unit: day)

图 2. 2004~2020 年累年各月低云日数(单位: 日)

各个季节的低云总日数(图 3), 冬季明显多于其他三季, 为 314 日, 占累年低云总日数的 42%; 春季次之, 为 199 日, 占累年低云总日数的 27%, 而冬春两季低云占总日数的 69%, 可见贵阳机场低云冬春季出现较多, 而夏季出现最少仅占 10%。从各个季节的分布看, 低云在四季、各月中均可能出现, 这也与云贵准静止锋的出现规律类似。

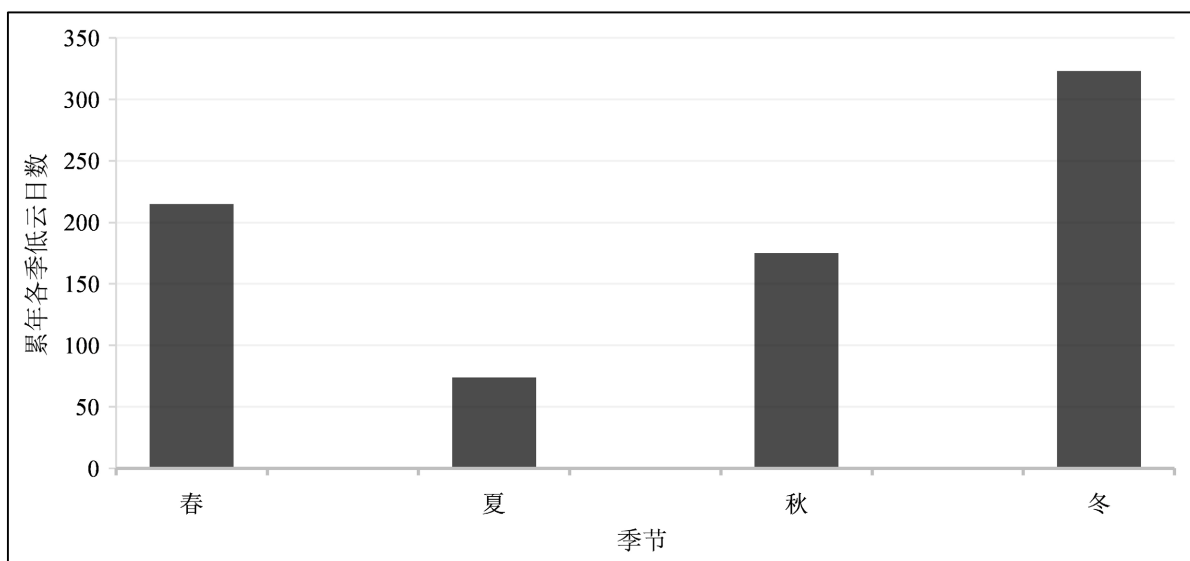


Figure 3. The total number of low cloud days in each quarter from 2004 to 2020 (unit: day)

图 3. 2004~2020 年累年各季低云总日数(单位: 日)

为了便于比较春夏秋冬四季低云日数的年际变化趋势, 对四季的低云日数做了标准化分析, 在图 4 中显示。在 2017 年之前, 低云在各个季节中, 年际变化趋势基本一致, 各季低云日数差异不大, 在 2012 年各季的低云日数均出现峰值。2017 年之后, 四季变化差异明显, 2018 和 2019 年冬季低云日数增多, 而春季日数减少, 2020 年趋势相反。

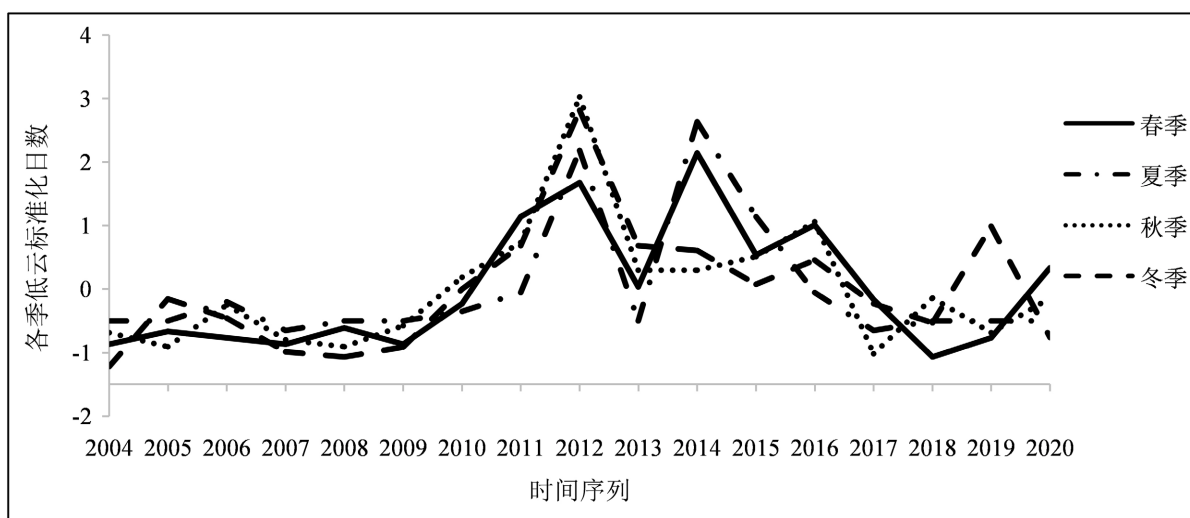


Figure 4. The number of normalized low cloud days in each quarter from 2004 to 2020 (unit: day)

图 4. 2004~2020 年逐年各季低云标准化日数(单位: 日)

### 3. 发生低云的气象要素特征

利用自动气象观测数据, 逐时统计 2016 年~2020 年发生低云时相对湿度、风向风速、以及修正海平面气压等数据。

所有的低云均发生在相对湿度  $\geq 90\%$ 。发生低云时相对湿度在 95%~100% 的区间频率最大, 为 97%。

把 270° 到 90° 之间的风统计为偏北风, 90° 到 270° 之间的风统计为偏南风。发生低云时, 偏南风 and 偏北风均有可能出现, 但偏北风频率多于偏南风频率, 偏北风频率为 72%。在偏北风中, 以东北风(0°~30°) 频率最多, 为 87%。此外, 静风和风向不定也有出现, 频率分别为 0.8%、8.9%。

发生低云时, 风速均在 0~6 米/秒之间, 风速 1~4 米/秒频率最高为 93%, 0 和 6 米/秒的风速频率仅有 0.8%。

发生低云时修正海平面气压在 1011~1030 hPa 之间, 其中 1015~1025 hPa 发生频率最高, 达 90%。

发生低云时, 能见度小于等于 10,000 米, 小于 5000 米的频率为 84%, 小于 1000 米的频率为 2.4%。

### 4. 天气形势特点

分析 2016 年~2020 年 155 次贵阳机场低云过程, 天气系统发生规律如下(表 1):

**Table 1.** 2016~2020 Guiyang Airport low-cloud weather statistics at various levels

**表 1.** 2016 年~2020 年贵阳机场低云天气各层次天气形势统计

	500 hPa	700 hPa	850 hPa	地面	
155 次低云天气	西南气流 74 次	西南急流 128 次	偏南气流 34 次	静止锋 55 次	
	西北气流 18 次	西南气流 20 次	切变线 77 次		静止锋后地面辐合线 52 次
	高空槽 16 次	波动过境 3 次	偏北气流 34 次	静止锋后冷空气影响 48 次	
	平直偏西气流 47 次	偏北气流 4 次	低空急流 5 次		

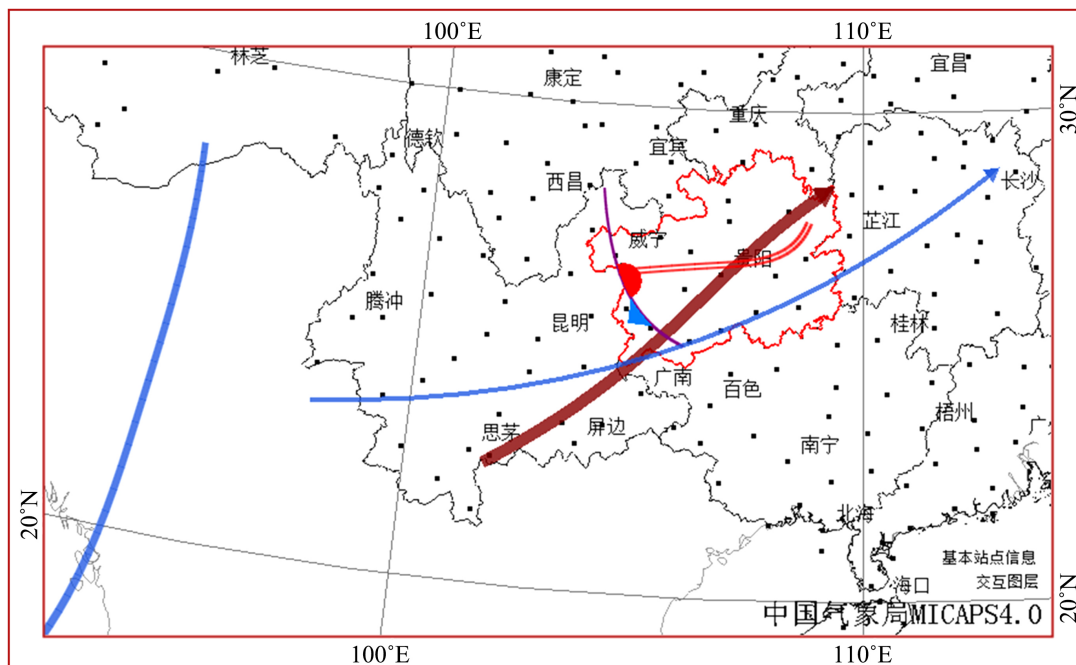
**500 hPa:** 80% 的过程在高原南部 80°E~100°E 有南支槽出现。我省受高空槽影响占过程总数的 10%。我省受南支槽前的西南气流或偏西气流影响的有 121 次, 占过程总数的 78%, 受西北气流影响的仅有 18 次, 占过程总数的 12%。

**700 hPa:** 95% 以上的过程均为西南急流或西南气流, 其中 128 次过程都在 30°N 以南有西南急流存在, 急流区主要位于云南 - 贵州 - 广西 - 湖南 - 湖北一带。波动过境和偏北气流影响最少, 仅 3 次和 4 次。

**850 hPa:** 天气系统较复杂, 主要是偏南气流、切变线以及偏北气流影响。切变线影响次数最多, 为 77 次, 占总数的 50%; 34 次过程出现偏南风或偏北风, 占总数的 22%; 仅有 5 次过程出现低空急流或东南气流, 占总数的 3%。

**地面:** 发生低云天气是时我省均有云贵准静止锋存在。主要是中部静止锋型, 静止锋位于省中部, 贵阳位于静止锋附近或锋前, 出现 55 次, 占总数的 35%。西部静止锋型, 贵阳受锋后地面辐合线影响, 出现 52 次, 占总数的 33%。西部静止锋型, 贵阳受锋后冷空气影响, 出现 48 次, 占总数的 31%。

综合上述分析, 给出低云低能见度过程的天气形势配置结构(图 5)。由图可见, 500 hPa 上空在 95°E 附近南支槽存在, 贵州主要受槽前西南气流控制, 这有利于形成上升运动; 700 hPa 在云南 - 贵州 - 湖南一线有西南急流, 贵州受强盛的西南气流影响, 水汽丰富; 850 hPa 在贵州主要受切变线影响, 地面有静止锋, 冷空气强度弱。



**Figure 5.** Typical low-cloud weather system configuration diagram of Guiyang Airport  
**图 5.** 贵阳机场低云天气典型天气系统配置图

## 5. 小结

本文利用 2004~2020 年的气象自动观测数据、人工观测数据统计分析了贵阳机场 17 年间低云天气的气候特征、气象要素以及天气形势特征。

1) 贵阳机场低云总日数为 772 日, 年平均 45.5 日, 是影响贵阳机场航班正常和安全的重要天气之一。其有明显的年际变化特征, 2004 年低云日数最少, 2012 年低云日数最多。各月中, 8 月低云日数最少, 1 月最多, 2 月次之。贵阳机场低云冬春季出现较多, 而夏季出现最少仅占 10%。2017 年之后, 各季变化差异明显, 2018 和 2019 年冬季低云日数增多, 而春季日数减少, 2020 年趋势相反。

2) 发生低云时相对湿度在 95%~100% 的频率最大。偏南风 and 偏北风均有可能出现, 但偏北风频率多于偏南风频率, 以东北风频率最多。风速在 1~4 米/秒频率最高。修正海平面气压在 1011~1030 hPa 之间。能见度小于 5000 米的频率为 84%, 小于 1000 米的频率为 2.4%。

3) 贵阳机场低云天气的典型形势为, 500 hPa 上空在 95°E 附近南支槽存在, 贵州主要受槽前西南气流控制; 700 hPa 在云南 - 贵州 - 湖南一线有西南急流, 水汽丰富; 850 hPa 贵州受切变线影响, 地面静止锋位于贵州中西部。

## 参考文献

- [1] 楚建杰. 白云机场低云低能见度天气的几个影响因子[J]. 广东气象, 2003(1): 30-31.
- [2] 黄盛军, 王良发, 年艾冰, 田子彦. 昆明长水机场运行以来低能见度天气特点及预报思路的建立[J]. 科技视界, 2013(26): 2.
- [3] 王锡东, 曾喜, 王俞萱. 海口美兰机场低云低能见度特征分析[J]. 气象研究与应用, 2011, 32(A2): 121-122.
- [4] 吴波, 卫晓东. 浦东机场 06.24 低云低能见度过程分析[J]. 黑龙江交通科技, 2014(10): 155-156.
- [5] 吴亮宏, 彭邦荣. 双流机场低云的分析及预报[J]. 四川气象, 2000, 20(2): 42-44.
- [6] 陈阳权, 杜安妮, 张凤梅, 孙少明. 乌鲁木齐机场因天气原因造成航班延误的统计分析[J]. 自然科学, 2019, 7(5):

---

406-412. <https://doi.org/10.12677/ojns.2019.75050>

- [7] 李伟, 魏敏, 郭忠立. 基于深度学习的机场大雾天气预警方法研究现状[J]. 计算机科学与应用, 2020, 10(7): 1367-1372. <https://doi.org/10.12677/CSA.2020.107141>
- [8] 胡磊, 哈马太, 张建. 新疆阿勒泰地区近 50a 低云量变化特征及与气象因子的关系[J]. 气候变化研究快报, 2015, 4(1): 32-41. <https://doi.org/10.12677/crcl.2015.41004>