

济南遥墙国际机场低云气候分析及对飞行的影响分析

杨明珠 周云栋

民航山东空管分局气象台 山东济南 250107

【摘要】云是在飞行中经常碰到的常会给飞行活动带来影响的一种气象条件。云中的过冷水滴使飞机积冰；云中湍流造成飞机颠簸，云中明暗不均容易使飞行员产生错觉，云中的雷电会损坏飞机等。低云是机场最低气象条件的重要气象要素之一，直接决定机场能否开放。浓积云和积雨云云体内能见度恶劣、有强烈的颠簸和积冰，常伴有大风、雷雨或冰雹，云底可出现下击暴流和低空风切变，对飞行危害极大，因而分析并掌握机场的低云及强对流云的气候特点和变化规律，对保障飞行安全、提高经济效益十分必要。本文利用济南机场 1993-2017 年的 24 小时观测资料，提取其中对于低云的观测记录，分析低云的气候特点和变化规律。

【关键词】低云；观测资料；气候

1、云量

云量，是指云遮蔽天空视野的成数（航空气象满天云记为八分量），分总云量和低云量两种。济南遥墙国际机场全年平均总云量为 3.7，平均低云量为 1.2。

1.1 总云量、低云量的年变化

济南遥墙国际机场的年平均总云量最多出现在 7 月平均为 4.9，其次是 8 月平均为 4.7；最少出现在 12 月平均为 2.6，其次是 1 月平均为 2.8。年平均低云量最多出现在 7 月和 8 月平均为 1.9；最少出现在 3 月，平均为 0.7，其次是 1 月平均为 0.8（详见图 1）。总云量和低云量的年变化特点基本一致：均呈“单峰”结构，夏季平均云量最多，其总云量和低云量分别平均为 4.9 和 1.9；冬季最少，其总云量和低云量分别平均为 2.8 和 0.7。

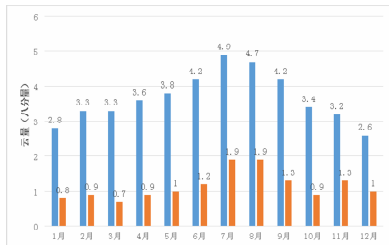


图 1 总云量/低云量的年变化

2 云状

在低云中，对济南飞行影响较大的主要有强对流云（包括浓积云和积雨云）和低云（包括层云、碎云和碎雨云）。

强对流云（浓积云和积雨云）因其云中强烈的上升下沉气流以及垂直风切变、强烈的颠簸、严重积冰、下击暴流、云中放电和低空风切变等，给飞机的起降带来严重的威胁。因此，有必要了解和掌握强对流云发展变化的一般规律。本节主要讨论强对流云的年变化。

2.1 强对流云的年变化

如图 2 所示，济南遥墙国际机场对流云主要出现在夏季 6-8 月，其中 7、8 月出现频率最大（4%），其次为 6 月（3%）。10 月-次年 3 月出现频率不足 1%，1 月和 12 月无强对流云出现。强对流云出现频率夏季最高，春季和秋季次之，冬季最少。

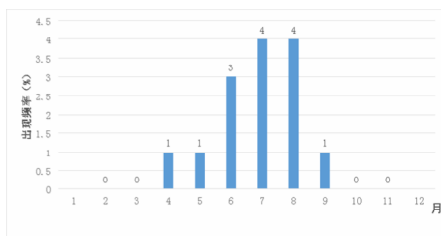


图 2 对流云出现频率年变化

3 云高

3.1 云底高度的年变化特征

如图 3 所示，各月的各类低云的云底高度年变化除雨层云（NS）云高变化幅度比较大之外，其它各类低云相对平稳，高度变化幅度不大。Cb、Tcu 的云底高度在 900m 附近；Cu、Fc 云底高度在 700-900m 之间；Sc 的云底高度在 1100m 附近，而 Ns 的云底高度变化较大，一般在 500-1500m 之间。影响飞行的低云除了强对流云之外，主要是云底高 < 450m 的低云，包括 St、Fs、Fn，这三类低云高度在 200m 左右，最低高度可 < 120m。

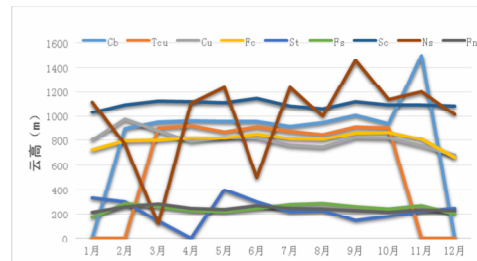


图 3 累年各低云平均云底高度年变化

3.2 低于机场开放条件的云高的变化特征

根据济南遥墙国际机场最低运行标准，本节着重讨论云量 $\geq 5/8$ 、云高 < 450m 的低云的变化特征。

如图 4 所示，云量 $\geq 5/8$ 且云高 < 450m 的非对流性低云出现频率年变化特征为：年平均出现频率为 2.25%，其中 8 月出现频率最高（4%）、7、9 月次之（3%）、其它月份频率较低（ $\leq 2\%$ ）。年变化特征反映出济南遥墙国际机场的非对流性低云多出现在济南的雨季（7-8 月）。

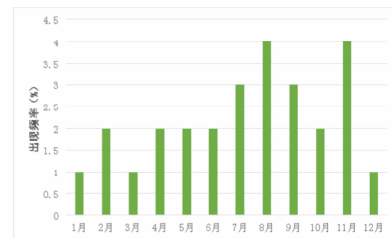


图 4 低云出现频率年变化

4 低云的地方性特征及对飞行活动的影响

济南处于山东半岛中西部，属于内陆性季风气候，低云的地方性特征不甚明显，其对飞行活动的影响也较为有限。

根据济南遥墙国际机场的最低运行标准，即 II 类精密仪表进近标准的要求。云高低于 60 米时，才会对进出港的航班造成严重影响。通过上述气候资料分析，我们不难发现，在济南机场的内陆性季风气候的影响下，低云出现的频率不高，而低于 60 米的低云更是出现次数少之又少，因此，低云对飞行活动的影响是有限的。