

文章编号: 1006-4354 (2010) 02-0031-04

阎良机场春季天气特点及对试飞的影响

倪洪波¹, 支会茹², 李华平¹, 刘 虎¹

(1. 中航工业试飞院气象台, 西安 710089; 2. 陕西省气象台, 西安 710014)

摘 要: 结合多年航空科研试飞气象保障实践, 统计分析阎良机场春季近 10 a 的天气观测、航危报等资料, 对春季影响试飞的主要地方性天气及其产生背景进行讨论总结。分析得出: 春季阎良机场及空域天气变化幅度大, 变化频率高, 对试飞的影响明显有别于其它季节。试飞气象保障、飞行组织、指挥及飞行人员针对春季天气特点制订并执行相应的保障预案, 有利于在保障试飞安全的基础上提高可飞行天气利用率。

关键词: 春季; 阎良机场; 地方性天气; 试飞安全

中图分类号: P49

文献标识码: A

阎良机场位于关中平原北部, 北边紧邻石川河和北塬, 南边为渭河和骊山, 机场近邻地势平坦。这种位于关中平原与黄土高原过渡地带的特殊地形, 使阎良机场的天气表现出明显的地方性特点, 尤其在春季(3—5月)这一冬、夏之间的过渡性季节, 更是阎良机场天气变化幅度和频率最为显著的季节。深入总结春季机场区域的天气特点, 对最大限度利用可试飞天气资源、提升试飞效率、确保试飞安全和进度都具有重要意义。

1 阎良机场春季天气特点概述

春季影响河套地区的冷暖空气活动较其它季节频繁, 天气系统移速较其它季节偏快。统计阎良机场春季近 10 a 主要天气现象日数显示: 降水、沙尘、大风、低云、雷暴、大雾、寒潮等天气现象均可出现。尽管春季机场区域出现剧烈天气现象的日数不多, 但降水日数显著增加, 低云的云量明显增多, 地面西北大风易造成机场侧风, 沙尘天气过程中空中能见度常比地面更差, 初雷前后不稳定天气过程多具有隐性特点, 云中积冰的可能性依然很大。

2 春季环流形势和天气系统对阎良天气的影响

2.1 春季环流形势与阎良天气

春季高空北支西风急流强度和位置都没有显

著变化, 但南支西风急流强度在 3 月上旬至中旬会发生一次显著减弱, 4 月下旬, 南支急流再次减弱。伴随高空急流的调整, 东亚环流也相应发生变化, 东亚大槽有所减弱, 虽然两槽一脊仍为主要环流形势, 但移动性短波槽脊明显增多。蒙古高压开始减弱, 大陆低压逐渐发展, 暖湿空气活动开始活跃, 地面冷锋过程较冬季更为频繁。受其影响, 春季阎良机场虽然晴天居多, 占到春季总日数的 34.4%, 但对试飞影响较大的降水天气和沙尘天气明显增多。降水日数占春季总日数的 31.5%, 且 3—5 月降水量呈翻番趋势增加。以浮尘和局地扬沙为主的沙尘天气日数占春季总日数的 28.5%, 其中 3 月高达 35.2%。风速 ≥ 8 m/s 的大风平均每月出现 2~3 d (表 1)。

2.2 春季天气系统对阎良天气的影响

春季高空天气系统移速均较其它季节偏快。统计显示: 春季 500 hPa 西风槽的平均移速为每天 12~15 个经度, 较冬季每天偏快 3~5 个经度, 其中超过三分之一的西风槽平均移速更快, 常达到每天 15~20 个经度 (历史最快移速为每天 22 个经度)。春季 500 hPa 高原槽移速与西风槽接近, 部分脊前下滑槽、高原浅槽移速更快, 对机场及空域天气的影响比其它季节更多。春季 700

收稿日期: 2009-08-25

作者简介: 倪洪波 (1972—), 男, 甘肃玉门人, 工程师, 从事试飞气象保障及航空气象研究。

表 1 1999—2008 年阎良春季主要天气日数及频次统计

月份	晴		降水		沙尘		大风 (≥ 8 m/s)		雷暴	
	日数 /d	频次 /%	日数 /d	频次 /%	日数 /d	频次 /%	日数 /d	频次 /%	日数 /d	频次 /%
3	128	41.3	76	24.5	109	35.2	30	9.7	0	0.0
4	98	32.6	98	32.7	96	32.0	21	7.0	11	3.7
5	91	29.4	116	37.4	57	18.4	15	4.8	18	5.8
月平均	10.5	34.4	9.7	31.5	8.7	28.5	2.2	7.2	1.0	3.2

hPa 低涡移速基本受 500 hPa 槽的引导, 移速较 500 hPa 槽略慢。

表 2 给出了近 10 a 春季影响阎良机场的各主要天气系统的过境率(即经过阎良机场的某天气系统个数占该系统总数的比例)和降水率(即造成机场区域降水的某天气系统个数占经过机场的该天气系统个数的比例)。春季 500 hPa 西风槽的过境率超过 89%, 降水率平均达 73%左右。春季 500 hPa 高原槽的过境率为 61%, 降水率平均约 45%, 大量新生高原槽, 尤其是在北脊南平或平直纬向形势下, 长波系统与新生短波系统交替或共同影响阎良机场, 降水率则更高。春季 700 hPa 低涡过境率平均为 60%, 但降水率却高达 80%, 另外 20%过

境低涡虽不造成降水, 但机场区域也为满天中、低云天气。

春季地面冷锋的移速(西北路每天大于 10 个经度; 北路每天大于 6 个纬度)较冬季每天快 3~4 个经(纬)度, 是四季中最快的。它常与迅速东移南压的蒙古冷高压配合移经阎良机场或空域, 造成机场区域及空域出现降水、寒潮、风沙天气。春季冷锋过境率高达 87%以上, 降水率超过 55%, 另有 36%以上的冷锋, 会导致机场区域出现沙尘天气现象, 如果其前部有发展加强的低压与之配合, 可造成机场区域强降温和西北大风天气。春季强冷锋过境时, 机场区域可产生雷暴或雷阵雨天气过程。

表 2 1999—2008 年春季各月主要天气系统对阎良天气的影响

天气系统	500 hPa 西风槽			500 hPa 高原槽			700 hPa 低涡			地面冷锋		
	3月	4月	5月	3月	4月	5月	3月	4月	5月	3月	4月	5月
过境率/%	89	97	89	61	67	55	57	58	59	90	90	87
降水率/%	67	73	78	43	47	45	71	86	80	55	60	66

3 主要气象要素的特点及其对试飞的影响

3.1 降水

近 10 a 阎良机场春季平均每月阴天约 15 d, 降水约 10 d, 部分阴雨过程往往有 3~5 d 降水, 降水形态多为小雨或者毛毛雨, 偶有中雨或雨夹雪, 降水云层以层积云为主。

小雨或毛毛雨大多出现于低层(850 hPa 和地面)东高西低的天气形势下。在地形为西高东低的机场区域, 阴湿的天气条件, 配合低层持续的东风, 使大量水汽在近地面堆积, 导致能见度恶化, 并且持续时间长。

春季雨夹雪(其中 3 月较多)天气常与寒潮

天气过程有关, 半融化的雪或雨和雪同时下降, 降水量一般不大, 但易造成跑道结冰, 尤其是夜间出现此类降水, 清晨会在道面形成坚硬的冰层, 易导致滑跑、降落的飞机冲出跑道或发生侧滑。当这种降水强度较大时, 易导致能见度急剧转差。参试飞机在此类天气条件下穿云作业, 发生飞机积冰的概率极大。

3.2 沙尘天气

沙尘天气是春季严重影响试飞的重要天气现象。近 10 a 阎良机场春季平均每月出现沙尘天气 9 d 左右, 最多达到 11 d。根据春季阎良机场沙尘天气产生原因和影响范围, 可分为两类, 即系统

性沙(浮)尘和东风局地扬沙(浮尘)现象。

系统性沙尘天气主要是由大尺度西风槽配合地面干冷锋过境造成的大范围沙尘天气过程,其特征是持续时间长、影响范围大、垂直能见度差。受其影响,全地面能见度 <4 km(大多维持在2~3 km之间)的持续时间最长达5 d,有时甚至只有几百米。分析飞机报告信息发现:此类沙尘天气垂直影响高度常超过3 000 m,空中能见度往往比地面差2~3 km。受对流混合影响,下午能见度往往比上午差,这与大雾等天气影响能见度的日变化有明显不同。系统性沙尘天气对低空科目试飞作业、飞机安全着陆都有明显影响,对某些特殊科目试飞,即使地面能见度达到放飞条件,也不宜轻易放飞,否则,可能因空中能见度太差导致无效架次和空进场。

东风局地扬沙现象是由于地面吹强劲(风速 ≥ 6 m/s)的偏东风,或者空中有干冷的中、小尺度天气系统过境时,将位于机场东部大荔周边黄河滩地及盐碱地的沙尘吹起而影响机场区域能见度的现象。它的影响范围虽小,但其突发性强,形成速度很快,会使机场能见度迅速转差而导致试飞中断,如果处置不及时,会造成返场降落的飞机着陆困难或异地备降。

3.3 地面风

春季是阎良机场大风(风速 ≥ 8 m/s)日数最多、平均风速最大的季节。与其它季节相比,阎良机场春季大风的特点是风速大、日变化小、持续时间长。强大的地面大风,曾使机场固定停放的飞机发生移位而撞击损伤,造成巨大的经济损失。

春季是阎良机场侧风(45° 及 90° 侧风)出现频率最高的季节。春季频繁过境的冷锋经常给机场区域造成强劲的侧风,极易导致飞机在滑跑、起降过程中偏离航向甚至侧翻。统计显示:近10 a春季阎良机场主要以东北风和西南风为主,出现日数分别占春季总日数的33%左右,侧风日数占春季总日数的20%(图1)。

春季还是阎良机场风向变化最频繁的季节。春季机场倒风不同于其它季节,在风向变化过程中,常没有风速减小的过程,多由较大风速的某

个风向直接转变为另一风向,这给多机种、多架次、高密度起降的试飞造成极大的安全威胁。

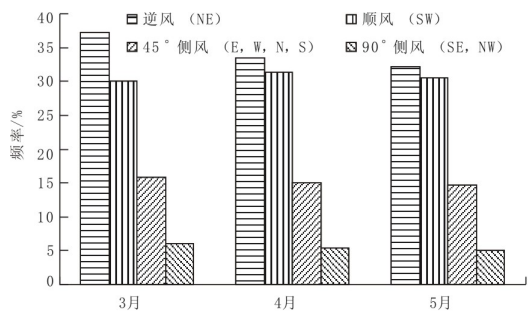


图1 1999—2008年阎良机场春季各月风向频率统计

3.4 低云

阎良机场春季低云日数较冬季明显增加。机场区域出现的云底高 $\leq 1 000$ m的低云,会对大量特殊科目试飞产生不利影响,云底高 ≤ 500 m的低云,易导致参试飞机着陆时难以对准跑道而复飞。经统计,近10 a机场区域08—20时云底高 $\leq 1 000$ m且云量 ≥ 3 成、持续时间 > 2 h的低云日数为228 d,占春季总日数的25%,相当于冬季此类低云日数的2倍。

阎良机场春季云底高 ≤ 500 m的低云,主要为层积云或雨层云等降水云层下生成的碎雨云。其日数及云量逐月呈增多趋势,清明前后出现频率最高,且常伴有连绵阴雨。分析春季各气象要素之间的关系发现,在机场区域特殊地形环境中,两种盛行风向对碎雨云的生成有重要影响。当低层吹东北风或东风时,较吹西南风时出现碎雨云的日数明显偏多,且云底高度越低、云量越多,这一特征越明显。近10 a机场区域08—20时云底高 ≤ 500 m且云量 ≥ 3 成、持续时间 > 2 h的碎雨云日数有100 d,有56 d地面为东北风或东风,其中有40 d云量 ≥ 7 成,相当于地面吹西南风日数的2倍(图2)。当地面东风 ≤ 3 m/s且伴有小雨或毛毛雨时,常会出现8~9成云底高 ≤ 200 m的碎雨云。

3.5 雷暴

阎良机场春季雷暴等不稳定天气过程较少,近10 a共出现雷暴天气29 d,且初雷(历史上最早出现在3月6日)出现较晚,均发生在4月(表1)。春季雷暴等不稳定天气的环流形势不明显,且各月差异很大,预报指标不显著。统计显

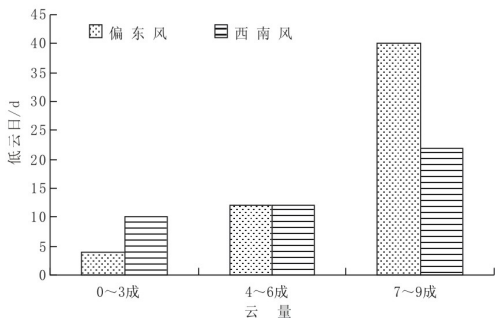


图2 1999—2008年阎良机场春季云底高 ≤ 500 m低云日数统计

示：春季阎良机场雷暴天气绝大多数由锋面过境

表3 阎良机场及空域地区春季发生飞机积冰的天气条件

积冰程度	轻微	中度	强烈
零度层高度/km	≥ 3	2~3	< 2
云中温度/ $^{\circ}\text{C}$	0~-4.5	0~-4.5	-6~-11
空中温度露点差/ $^{\circ}\text{C}$	3~5	2~3	1~2
空中相对湿度/%	> 70	> 80	> 85

分析试飞数据显示：春季气温回升，河套地区飞机积冰多发生在3~4 km高空，较冬季（积冰高度主要在1~2 km）高。其中，3月发生飞机积冰的频率为春季之首，但年际变化较大。普通的穿云飞行的，只在云中温、湿条件具备强烈积冰条件时，才可能发生轻微的飞机积冰。大航线试飞或长距离转场飞行过程中，因飞行时间长，即使云中温、湿状况仅具备轻微积冰条件，飞机积冰也会不断累积达到相当厚度，从而改变飞机气动外形，引起操纵性能改变。

4 小结

4.1 春季影响阎良机场的环流形势主要为两槽一脊，各类天气系统移速较冬季均偏快3~5个经（纬）度，过境率和降水率较冬季增加，晴天、降水、沙尘日数分别占春季总日数的34.4%、31.5%和28.5%。

4.2 春季阎良机场平均每月阴天约15 d，降水约10 d，与之相伴的云底高 ≤ 1000 m的低云日数达冬季的2倍；低层吹东北风或东风时，出现7~9

造成，其次是高空切变（低涡）型雷暴，这种系统性雷暴天气所产生的雷电、大风等现象对试飞安全威胁很大。

3.6 飞机积冰

春季多变的天气形势，使阎良机场及空域发生飞机积冰的频率依然很高。连阴雨天气是春季最容易发生飞机积冰的天气形势，其次是春季回流天气。阎良机场及空域地区春季发生轻微及中度飞机积冰的高度较高，但相应温度较高，湿度较小，出现概率较大。强烈飞机积冰只在较低高度且云中温度较低、湿度较大的情况下才可能发生，出现概率较小（表3）。

成云底高 ≤ 500 m碎雨云的日数为吹西南风时日数的2倍。飞机积冰主要发生在3~4 km高度，较冬季升高1~2 km。

4.3 春季影响阎良机场的沙尘天气有两类，受系统性沙尘天气影响，地面能见度常数日维持在 < 4 km状况，空中能见度常比地面差2~3 km；东风局地扬沙（浮尘）现象突发性强，能见度转差迅速，易造成飞机着陆困难或异地备降。

4.4 春季是阎良机场大风（风速 ≥ 8 m/s）日数最多、风向变化频繁最高、侧风（45°及90°侧风）出现频率最大的季节，对试飞安全影响较大的侧风日数占春季总日数的20%。

参考文献：

- [1] 杜继稳，侯明全，梁生俊，等．陕西省短期天气预报技术手册 [M]．北京：气象出版社，2007．
- [2] 黄亿方，朱志愚．航空气象 [M]．成都：西南交通大学出版社，2002．
- [3] 章澄昌．飞行气象学 [M]．北京：气象出版社，2000．