

# 低能见度对飞行的影响

张朝光

飞行跑道的天气好坏，关系到飞机安全起落；而跑道上能见度的恶劣与否，对飞行尤为重要。

随着航空事业的发展，许多现代化的机场和机型，其导航和盲降设施日趋完善，大大减低了低能见度对飞行的危害程度。但是，随着重型和高速度飞机的出现，对能见度也提出了新的要求。因为机型越重，速度愈大，飞机的运动惯性和转弯半径也越大，在低能见度情况下，驾驶员要立即改变高度、航向，以至飞行姿态的缓冲时间，也就愈显得短促。所以，对航空部门来说，能见度一直是判定飞行气象条件是简单或复杂的重要依据之一。

正常人目力所能辨认物体轮廓的最大距离，称为能见度，有时简称视程。能见度的种类可分为有效能见度、最小能见度、倾斜能见度三种。当各个方向的视程一致时，任何方向的视程都可作为当时情况下的有效能见度。如果各方向的视程不一致，这时可将各个方向的视程划分为若干奇数的扇形块，然后

能被选择为具体落雷地点。

我们研究云地闪主要目的之一，在于防止它破坏地面物体、影响人类活动，因此除了了解其随机性的一面外，还应当了解其选择性及宏观规律性。认识了这种规律性，人类即可加以利用、避免和改造。避雷针就是人为创造的最易被闪电选择的目标物，以诱导负电荷

将各扇形块内的视程由小到大顺序排列，排列顺序中的“中位数”便作为当时情况的有效能见度。为了飞行安全，民航系统的气象台站，从1976年开始使用最小能见度这一术语。规定：在各方向上水平能见度不相同时，观测、预报均编报最小值。在必要时还应附加说明最小能见度的数值和方位。因为飞机进场后，飞行员首要的任务是寻找跑道以及了解跑道上能见度的好坏等情况。因此，飞机在进场着陆时，所需要的能见度实际上是飞机在沿着下滑道寻找跑道时的倾斜能见度。

影响能见度的障碍因子很多，有一些是水汽凝结物，如云、雾、毛毛雨、冰针、吹雪、降雪等；另一些是由于空气中悬浮着大量的尘埃、烟幕、霾和沙粒等。其中以风沙、浮尘、烟、雾对飞行安全危害性最大。

## 风沙、浮尘

风沙、浮尘天气，在我国西北、内蒙、华北、东北等地区每年春季最为常见。在上述地区，每到春季

入地，保护附近的建筑物。又如不要冒雷雨背金属头的农具行走，也是为了避免出现易被闪电选择的凸出目标物。在矿山地区，输电线路要避开矿泉、河滩、沼泽地，为的是迂回过容易被闪电选择的潮湿且易于导电的地面，以减少输电线受到雷击的破坏。

都曾因对风沙、浮尘天气掌握不好致使飞行不正常。

产生风沙天气的必要条件有三：

一、动力条件。一般情况下起动风速要10米/秒。气流的辐合或地形条件所造成的辐合，都极有利于挟带微尘上升。前者常见于双相辐合的冷锋前后，后者常见于南疆、西宁等地区东风回流的天气形势，以及地形锢囚锋附近。

二、地面的干燥度。特别在植被稀少和久晴无降水地区，地表解冻后，土质就比较干松，有时即使很小的风也能卷起大量的尘埃。

三、热力条件。最有利的条件是地温高或松疏尘土内部空气的气泡温度较高，并且有冷空气流入，这时稳定性很小，有利于暖气泡带着微尘自由上升。这种条件以春季最多，因此春季风沙、浮尘最严重，尤其是南疆塔里木盆地和甘肃的河西走廊地区。

24小时气温变值之大小，反映了某地区入侵冷空气之强弱，所以

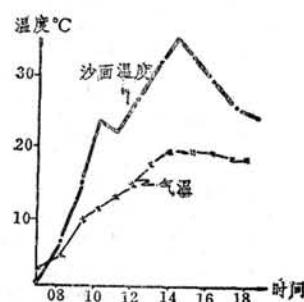


图1

一般地区都用它来预报风沙、浮尘天气。图 1 为西北某地 1966 年 4 月 18 日的气温变化曲线和沙面温度的变化曲线。从图中看出：日出前，沙面温度低于气温。日出后，沙面温度迅速上升，到中午时比气温高出 10°C 以上。

附表记录了某地两次冷锋过境的实况演变。从例 1 看：锋面 06 时（北京时间）过境，09 时风力已开始加大，但能见度良好，直到 12 时

才开始出现扬沙。从例 2 看，锋面 13 时过境，同时就出现了扬沙。可见扬沙天气现象的出现与沙面温度有密切关系。所以，我们在做风沙预报时，不能单纯只考虑动力的原因，还应当考虑热力的原因。如果流入的冷空气温度愈低与土壤的温差愈大，则热气泡所受的浮力也愈大，从而更有利于细小的沙粒自由地上升到高层（一般可带到冷气团的顶部）。

附表

例 次	时间(时)	06	07	08	09	10	11	12	13
1 1961年 11月30日	温 度 (°C)	-6	-7	-7	-3	-4	-2	-1	
	风 向	西北	西	西	西南	西	西西南		
	风速(米/秒)	4	4	4	8	8	8	8	
	能见度(千米)	60	60	70	60	60	30	3	
天 气 现 象									
2 1964年 5月7日	温 度 (°C)	11	10	12	13	14	15	15	13
	风 向	静风	静风	东北	静风	东北	静风	静风	西北
	风速(米/秒)			1		2			8
	能见度(千米)	>70	60	45	40	45	70	60	2
天 气 现 象									

实践表明，大风常是由于下沉运动将高空较大的动量带到地面而引起的；因此，大风地区天气多晴空少云。大风前干热，气压下降，等位温面下降，高空冷平流，低空质量辐散等。这些都是很好的预报指标。但是，浮尘天气的出现，不一定有大风，并且，它经常出现在大风的前后。如令作用于浮尘颗粒的风力与浮尘重力之比称为“能动度”，在不同的风力和不同的粒径下，各值的能动度如图 2 所示。

从图 2 看出，直径 0.1 毫米的沙粒只要在 6 米/秒的风力作用下，风力的作用已大于重力作用的 20 倍，风力越大，粒径越小，则能动度越大。

通过对南疆某机场自然地表上沙粒粒径资料分析表明：粒径在 0.177 毫米以下的沙粒约占 50% 左右，而粒径小于 0.1 毫米的也占

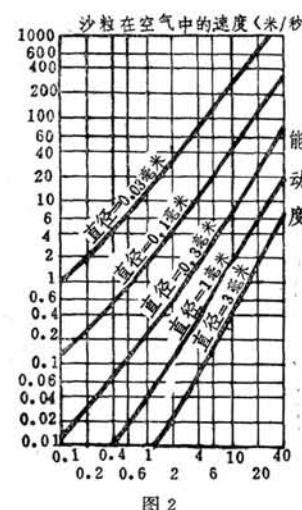


图 2

40% 左右。所以，在天气图上，我们经常看到，南疆某些地区很小的风，就能形成风沙或浮尘天气。

我国黄土高原的粉沙土粒径约在 0.05 毫米以下，但在一次春雨以

后，这些粉沙土也可以固结在一起。因此黄土高原的浮尘，只在解冻以后和春雨以前比较严重。这样位于黄土高原下游的机场，可以根据上述规律来估计风沙、浮尘对飞行的影响。

由于相对于一定风力的细小粒径的能动度较大，因此只要极微弱的上升运动，便足以将微尘带至高空及远方，其高度一般情况下以冷气团的上限或逆温阻挡层为界。根据飞行报告：南疆浮尘顶经常超过 4000 米。有一次一架伊尔 12 飞机，由吐鲁番直飞伊宁，高度 7000 米，报告：航线左侧浮尘顶个别地方还高于飞机。1968 年春，有一次浮尘天气，由南疆盆地翻越天山，先后影响到巴音博洛克，伊宁，托里，和丰，福海，阿尔泰等地区。

在风沙、浮尘天气过程中，因为飞机的起飞着陆常会遇到许多困难。必须注意以下几点：

1. 因能见度恶劣，不易看清跑道标志。

2. 较大的侧风造成较大的偏流，增加了仪表着陆的困难。

3. 顺风成份影响下滑率减小，并增大冲程，容易造成飞机飘飞甚或冲出跑道。

4. 逆风成份影响下滑率增大，有提前在跑道头以外接地的危险。

5. 风的阵性，垂直切变及垂直分速都易造成飞机颠簸，妨碍正常操作，并使仪表震荡，出现误差，因而更增加了着陆的复杂性。

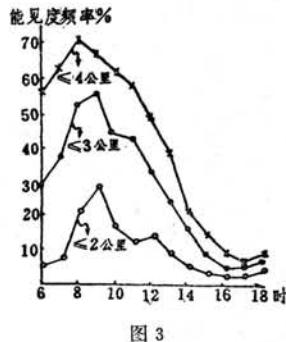
上述现象在大风雪、暴雨天气过程中也常出现。据国外报导，喷气客机事故中有因上述原因，曾多次发生过机毁人亡事故。

## 烟幕

随着工业的发展，城市中烟幕对飞行安全的影响也越严重。特别是在冬季，近地层空气异常静稳，由于冷气垫的隔离作用，从而阻碍了

热量和气溶胶的上下渗和。这时对流又不易发展，空气中大量的杂质和烟粒几乎都被截留在逆温层之下，这便使得被煤烟污染了的空气难能有更新的机会，所以每到冬天，市区内总是青烟弥漫，对民航飞行正常性和安全起落的危害很大。

我们以能见度来衡量烟浓度。图3是兰州各个时间、各种不同等级能见度的频率。可以看出：在日出前，低能见度的频率尚比较低，到8—9时低能见度的频率急剧增大，这段时间最不利于飞行。从12时以后，低能见度的频率才相对减小。有时在某些特定天气条件下，全天能见度都可能小于2公里，低于机场开放标准。在一些湿度较大的地区，烟幕还常同雾或轻雾混杂在一起，使能见度变得更加恶劣。这就更增加了飞机起落的困难。



雾

我国雾日的分布是很不均匀的。有些地区一年中的雾日可达100天以上，有些地区全年雾日不过几天，个别地方甚至数年不见雾。一般是沿海和南方的雾日多，对飞行影响也大，内陆和北方的雾日较少。西北地区虽然地居内陆，气候干燥，但有些地方冬季的雾却很多。例如1973年11月29日起，西北某机场的阴雾天气持续了16天。

雾就其成因分类有多种，但是除了“山谷风交绥雾”的规律较

难掌握外，其它各类雾，从全国各民航台所总结的有关雾的特性和成因来看，大体相似。这种雾的出现与山谷风的交绥有直接联系，它变化的规律具有一定的特殊性。下面谈谈这种雾对飞行的影响。

内陆雾，一般多见于夜间或清晨，日出后消失。但这种雾经常发生在日出以后，甚至发生在近中午的时候。从图4可以看出，清晨由于山风控制，能见度几乎都大于10公里，到了11—14时，山风转谷风，雾便开始形成，能见度突然降低到1—2百米以下。而雾出现的时候，又恰好是飞行任务最繁忙之时，所以，这种雾对飞行影响很大。

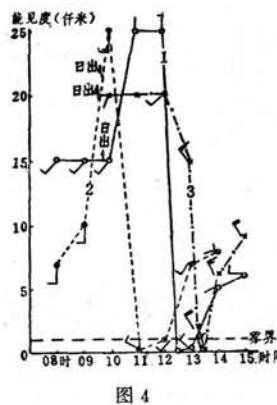


图4

内陆雾大都要经过轻雾的过渡阶段而逐渐转浓。但这种雾，往往是来也迅速，去也突然。从图4中的三个例子可以看出，在不到一或半个小时之内，能见度便可以由10公里以上急转到1—2百米以下。也可以从1—2百米以下，一下好转到5—6公里以上。

内陆雾，一般在它消散或抬升以后，便不会卷土重来。可是这种雾一日之中常会重复出现，时而雾消，时而雾生，因此更增加了预报上的困难。

由于飞机上的观测条件和相对位置的不同，有时会与地面观测到的能见度发生很大的差别。因此，

对于低能见度对飞行的影响，应注意以下几点：

1. 目标物的“发现距离”总是小于目标物的“能见距离”。例如：如果能见度恰好1公里，这时便不能保证飞行刚好能在1公里便看清目标。特别是对不熟悉的目标物来说，目标物的发现距离更是小于目标物的能见距离。

2. 飞机上的视线，在某种程度上是要受到座舱玻璃的一些影响的。特别是在有降水发生，而飞行速度又比较大的情况下，“使用能见度”总是会小于“实际能见度”。

3. 在有低云的情况下，靠近云底部份的相对湿度以及水滴浓度总比地面大些，因此飞机穿出云层后的倾斜能见度也就经常会低于地面测报的能见度。

4. 由于光度对比不同，飞机上看到地面标志，比地面看见飞机有时更为困难些。特别在地面有积雪及沙漠地区有浮尘的情况下，更不容易发现跑道。

5. 如果地面有烟雾，厚度不太大，这时飞行在上空可能透过烟雾看清地面，因此垂直能见度还算不坏。但当飞机下降到一定高度后，倾斜能见度可能反会变得更坏，以致看不清跑道。因为这时飞机上视线透过烟雾层的厚度，比在上空垂直透过烟雾层时，要更大一些。

6. 如果因为有风或其他因素的影响，不得不面对阳光着陆，这时因为光线被浮悬在空中的杂质所散射，对飞机来说，能见度可能极坏。在低能见度下，调度人员接受飞机时，应当考虑这种因素。

7. 在目视进场着陆过程中，有几种因素可能使驾驶员错误地判断飞机相对于跑道的位置。例如因下雨使所看到的形象可能变形。尘、烟和霾会使远处的地物显得远些，而清楚的目标显得近些，雾会使对距离的估计不准确。