

周璞,张恬月,刘晓达. 成都双流机场跑道视程与低能见度的关系[J]. 陕西气象,2018(3):20-24.

文章编号:1006-4354(2018)03-0020-05

成都双流机场跑道视程与低能见度的关系

周璞¹,张恬月²,刘晓达¹

(1. 中国民用航空西南空中交通管理局,成都 610202;

2. 成都市环境保护科学研究院,成都 610072)

摘要:利用成都双流机场 2012—2016 年机场主导能见度和跑道视程资料,分析两者的特征和关系,旨在为机场低能见度天气时预测跑道视程提供辅助判断依据。结果表明:双流机场夏(6—8 月)秋(9—11 月)两季主导能见度较高,春(3—5 月)冬(12—2 月)两季较低;主导能见度在午后至夜间较高,日出前后较低。02L(西跑道南端)的跑道视程与主导能见度一致性较好,02R(东跑道南端)的跑道视程与主导能见度一致性较差;主导能见度观测点与大气透射仪器或前向散射仪器(用于测量跑道视程)所在位置的气象环境条件越接近,两者的一致性越好。

关键词:航空气象;主导能见度;跑道视程;正态分布

中图分类号:P417.17

文献标识码:A

能见度是反映大气透明度的一个指标。在航空领域的实际运行保障工作中,除了使用主导能见度作为起降标准外,跑道视程(Runway Visual Range,以下简称 RVR)也作为一项反应能见度的重要运行标准。因此,两者都是对航空器的起降起决定性作用的气象标准。机场主导能见度是指在观测点观测到的,达到或超过四周一半或机场地面一半范围内的最大能见度。这些区域可以是连续的,也可以是不连续的,能见度的获取由观测员人工观测获得,存在着一定的主观性。RVR 是指在跑道中线,航空器上的飞行员能看到跑道面上的标志或跑道边界灯或中线灯的距离。由于人工观测的精度和连贯性低,在实际业务工作中不实行人工观测,使用仪器计算是目前观测 RVR 的主要手段,而计算 RVR 需要测量和获取的物理量主要包括大气消光系数或大气透射率、目标灯光的强度、背景亮度及相应的照度视觉阈,计算过程非常复杂。因此,RVR 的预报一直是民用航空气象预报工作中的难点。

2011 年,国际民航气象专家在吉隆坡召开的

气象研讨会上讨论了主导能见度与 RVR 之间的相关性问题,讨论结果认为主导能见度与 RVR 无直接关系,但在特定的地理条件下,就具体的机场而言,其主导能见度和 RVR 之间可能存在某种关联^[1]。基于上述原因,选取 2012—2016 年成都双流国际机场(以下简称双流机场)主导能见度与 RVR 整点数据,进行特征统计分析,寻找主导能见度与 RVR 之间的关系,以此作为双流机场 RVR 预报的一种辅助方法。

1 机场概况

双流机场基准点坐标为 30.35°N,103.57°E。两条水泥质跑道,呈东北—西南向,跑道磁向均为 024°~204°。西跑道长 3 600 m,宽 45 m,南端(简称 02L)跑道着陆入口处标高 492.86 m;东跑道长 3 600 m,宽 60 m,南端(简称 02R)跑道着陆入口处标高 512.41 m。机场全天 24 h 开放,属 4E 类国际机场。

图 1 中心点为观测平台,主要讨论双流机场两个主用起降端 02L 和 02R 的跑道视程。两个主用端分别位于东西两条跑道的南端。02L 位于

收稿日期:2017-12-10

作者简介:周璞(1991—),女,汉族,四川成都人,学士,助理工程师,从事航空气象预报。

观测平台的 248.3°方向,距离 1 748.5 m;02R 位于观测平台 199.5°方向,距离 5 860.4 m。

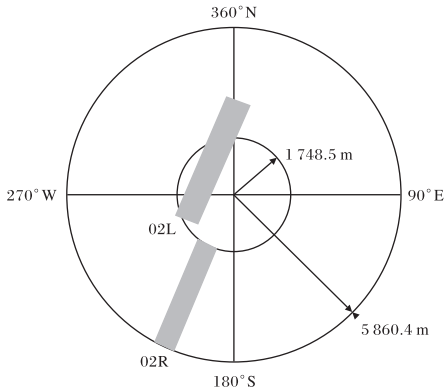


图 1 双流机场跑道位置示意图

2 RVR 的测量及主导能见度的观测

采用仪表对 RVR 进行估算是目前最主要的 RVR 测算方法,通常使用大气透射仪或前向散射仪对大气消光系数进行测量,再利用测得的大气消光系数或大气透射率及目标灯光强度、背景亮度及相应的照度视觉阈等计算 RVR。在计算 RVR 时,应分别模拟计算观测目标为暗色标志物和有灯光时观测到的最大距离,并取二者之中较大的一个。基于黑色或暗色标志物的 RVR 计算使用柯西米德定律,在灯光条件下的 RVR 计算使用阿拉德定律。实际计算中,无论是白天、夜晚还是黄昏,都应根据柯西米德定律和阿拉德定律分别计算 RVR,并比较其大小^[2]。RVR 的测量与计算过程非常复杂,不仅与天气状况有关,还与机场跑道灯光强度,背景环境亮度等因素有关,利用计算机计算 RVR 的过程就是模拟观测人员在跑道中线上沿着跑道进行人工观测的过程。

主导能见度反映机场整体能见度状况,由人工观测获得,主要是由大气透明度和观测员的视觉感受决定。双流机场观测气象要素的仪器是芬兰 Vaisala 公司的自动气象观测系统,简称 AWOS 系统。测算 RVR 的大气消光系数等数据由位于 02L 和 02R 的大气透射仪测量得到。

3 能见度时间分布特征

3.1 主导能见度月分布

根据民用航空气象行业标准规定,当机场主导能见度小于 1 000 m 时,天气现象记为雾,一日

中只要出现雾就计 1 个雾日^[3]。因此,夏季强降水造成的主导能见度小于 1 000 m 时,也会被记为雾日。

对双流机场 2012—2016 年的整点主导能见度进行统计分析,得到双流机场雾日的月平均分布情况(图 2),其中包含了 2014 年 1 月 20 日、2016 年 11 月 25 日的部分雾(指覆盖机场重要部分的雾,其余部分为晴空,多指影响机场部分区域的平流雾,雾中能见度 < 1 000 m,雾扩散的高度 ≥ 2 m)和 2016 年 3 月 30 日、2016 年 12 月 6 日的破碎雾。由图 2 可以看出,4—8 月主导能见度平均值都在 7 000 m 以上,5 月能见度最好为 7 956 m,其次是 7 月,再次是 8 月;9 月能见度开始转差,1 月和 12 月最差,平均值在 5 000 m 以下。主导能见度呈冬季差,夏季好的特征。

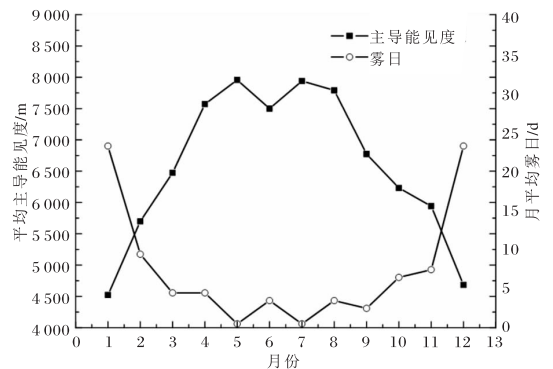


图 2 2012—2016 年平均主导能见度和平均雾日月分布

冬季大雾频发,其中 12 月和 1 月最多,共 55 d,占全年的 62%。春季相对湿度减小,大雾天气显著减少,只有 8 d。5 月和 7 月没有出现雾日,夏季雾日多由强降水造成,一共有 6 d,分别出现在 6 月和 8 月。秋季对流减弱,扩散条件转差,雾日逐渐开始增多,一共出现了 15 d。雾日的月分布特征与主导能见度的月分布特征是相反的,雾日出现的越多则主导能见度平均值越低。

主导能见度的低值与 RVR 的低值基本是相伴出现的,由于 RVR 的记录方式与主导能见度有较大的不同,不便于做相同的统计分析。在低能见度频发的冬季,主导能见度和 RVR 的预报对于机场运行来说尤为重要。找出两者的关系,为 RVR 的预报提供一种辅助方法。

3.2 小于1 500 m的RVR和主导能见度日变化

根据《中国民用航空气象地面观测规范》的规定,当RVR数值大于2 000 m时,RVR记录为P2000,当主导能见度或RVR值小于1 500 m时,才记录RVR数值,当主导能见度大于等于1 500 m,小于等于2 000 m时,不记录RVR值。因此,将1 500 m作为影响飞行的低能见度标准进行统计。2012—2016年主导能见度小于1 500 m的整点数据共有873个;RVR值小于1 500 m的整点数据,02L为1 521个,02R为1 700个。

图3和图4分别为近5 a双流机场两个主用起降端RVR和主导能见度日变化情况,可以看出,二者小于1 500 m的出现频次有相似的日分布特征。低能见度最频繁发生的时段出现在07—10时,09时达到顶峰。12时之后低能见度出现的频次降低,能见度逐渐转好。傍晚到24时以前几乎没有出现低能见度。2016年由于夏季暴雨多发生在午后,造成了主导能见度小于1 000 m,因此在午后出现了第2个峰值。

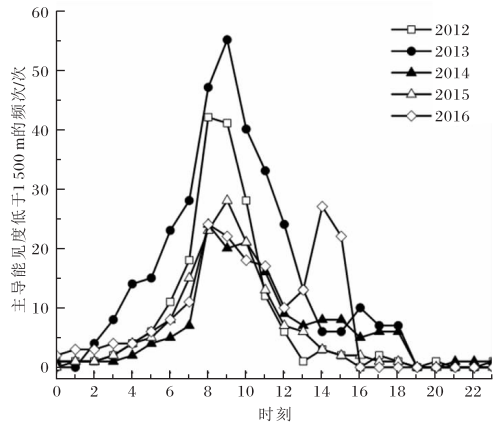


图4 2012—2016年成都双流机场主导能见度日变化

小于1 500 m的频次,主导能见度少于RVR,02L少于02R。从年度变化来看,主导能见度和RVR均有低能见度频次逐年下降的趋势。初步分析其原因:根据《成都市城市总体规划(2002—2020年)》,成都市城区面积将由起初的598 km²扩大到3 681 km²,因此城市化对气温的贡献有所提升,气温的上升引起局地对流不稳定能量增长,增加近地层的不稳定性,有利于局地低值系统活动增强^[4];而湍流将低层水汽带到上层,上干下湿的结构被破坏,使可能形成的逆温层变薄,降低有利于辐射雾形成的层结的稳定性。大气稳定度的降低,将导致低能见度发生频率降低和持续时间减少,从而提高大气透明度^[5]。机场及跑道附近的城市化不断发展,水泥地面不断增多,下垫面逐渐变干,低能见度出现的时间也在减少。

通过以上讨论,可以看出主导能见度与RVR有着相似的特征,双流机场的主导能见度与RVR之间有着一定相关性。

4 主导能见度与RVR的关系

4.1 主导能见度与RVR偏差的期望与方差

从主导能见度和RVR的定义以及上文所讨论的特征来看,两者之间存在着一定的关系。根据双流机场RVR二类运行起飞标准,分别将小于1 500 m的RVR数据分为三组:[0,200) m,[200,550) m,[550,1 500) m,计算得到两个跑道起降端三组数据对应的主导能见度与RVR偏差的正态分布期望及方差(表1)。

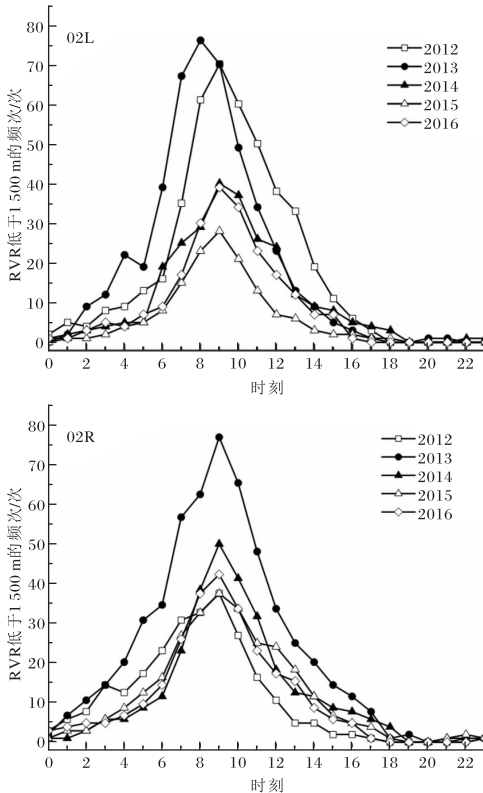


图3 2012—2016年成都双流机场两个起降端跑道视程(RVR)日变化

表 1 双流机场主导能见度与 RVR 偏差的数学期望和方差

RVR/m	偏差的期望/m		偏差的方差/m ²	
	02L	02R	02L	02R
[0,200)	-25	-25	3 475	5 012
[200,550)	-25	-75	3 971	4 064
[550,1 500)	25	225	9 329	19 810

根据以上计算可得偏差序列的期望及方差,绘制出 RVR 分别为 $[0,200)$ m, $[200,550)$ m, $[550,1 500)$ m 时主导能见度与 RVR 偏差的正态分布图(图 5)。

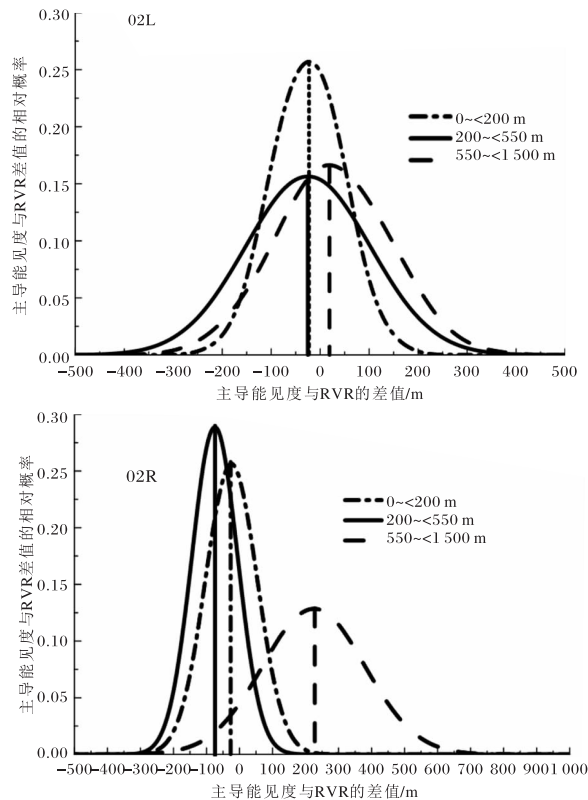


图 5 2012—2016 年成都双流机场主导能见度与 RVR 偏差的正态分布拟合图

由图 5 可知,02L 的主导能见度与 RVR 偏差的期望在 $[0,200)$ m 和 $[200,550)$ m 范围内较小,在 $[550,1 500)$ m 范围内较大,说明随着 RVR 的增大,主导能见度与 RVR 的偏差呈增大趋势。另外,方差越小,说明观测值较集中,二者的相关性较好,RVR 在 $[0,200)$ m 范围内时,方差与期望都最小,说明在 $[0,200)$ m 范围内 02L 的主导能

能见度与 RVR 一致性较好。

02R 的主导能见度与 RVR 偏差的期望在 $[0,200)$ m 范围内较小,在 $[200,550)$ m 范围内属于中等水平,在 $[550,1 500)$ m 范围内最大,说明随着 RVR 的增大,主导能见度与 RVR 的偏差呈增大趋势。02R 的主导能见度与 RVR 方差的绝对值在 $[0,200)$ m 范围内也较小,说明观测值较集中,二者相关性较好;在 $[550,1 500)$ m 范围内的方差值最大,观测值较分散,相关性较差。说明随 RVR 的增加,02R 的主导能见度与 RVR 的方差呈增大趋势,并且比 02L 的方差大很多,偏差的起伏非常大。RVR 在 $[0,200)$ m 范围内时,方差与期望值都较小,说明 02R 的 RVR 在 $[0,200)$ m 范围内(即机场关闭时)与主导能见度很接近。

在 RVR 的三组数据范围内,RVR 与主导能见度的一致性 02L 比 02R 好。在 $[0,200)$ m 和 $[200,550)$ m 范围内,02L 和 02R 的 RVR 与主导能见度的一致性较好。02R 在 $[550,1 500)$ m 范围内一致性较差,通常是 RVR 小于主导能见度,且差值较大。由图 1 可知,观测点距离 02L 较近,且距离城区较近,环境相似,气象条件也相似,RVR 和主导能见度的相关性较好;而观测点距离 02R 大于 5 km,且 02R 接近牧马山,周围多树木,水汽条件好,因此 02R 的 RVR 更容易出现低值。

综上所述,当预报主导能见度小于 550 m 时,可将跑道视程视为与主导能见度相同;当预报主导能见度在 550~1 500 m 时,02L 的 RVR 可考虑略小于主导能见度,02R 的 RVR 则应远小于主导能见度。

4.2 业务应用实例

2017 年 11 月 1 日和 2017 年 12 月 4 日两次低能见度天气过程,双流机场主导能见度与 RVR 的演变情况见表 2。

从 11 月 1 日的低能见度过程可以看出:能见度在 07 时以后开始下降,02R 的 RVR 下降很快,幅度也很大;08 时为 200 m,远小于主导能见度,而 02L 的 RVR 与主导能见度维持一致;09 时的 RVR 与主导能见度都小于 200 m,02R 则提前上升到 250 m;之后 02L 和 02R 的 RVR 与主导能见度都逐渐上升。

表 2 2017-11-01 和 2017-12-04 低能见度天气时主导能见度与 RVR 的演变

时刻	2017-11-01			2017-12-04		
	02L 的 RVR	02R 的 RVR	主导能见度	02L 的 RVR	02R 的 RVR	主导能见度
00	P2000	P2000	2 500	P2000	2 000	2 500
01	P2000	P2000	2 500	P2000	900	1 800
02	P2000	P2000	2 500	P2000	225	1 600
03	P2000	P2000	2 500	1 700	200	1 300
04	P2000	P2000	2 500	1 100	175	1 000
05	P2000	P2000	2 500	275	200	50
06	P2000	2 000	2 500	225	250	50
07	P2000	1 800	2 000	275	375	50
08	1 200	200	1 200	250	275	100
09	175	250	150	250	225	150
10	800	800	500	200	175	400
11	2 000	P2000	1 800	1 000	250	900
12	2 000	P2000	6 000	1 800	1 400	2 000

12月4日的低能见度过程:01时02R的RVR就开始出现波动,在04时以前均远小于02L的RVR和主导能见度。而02L的RVR与主导能见度几乎保持一致;05—09时,主导能见度小于200m,而02L与02R的RVR则在200~550m,可以施行二类运行。

从这两次过程来看,02L的RVR与主导能见度大致相同,02R的RVR会提前下降,低能见度频次多于02L和主导能见度,满足上文分析得出的结论。02R的RVR提前下降,也预示着主导能见度和02L的RVR也会下降,对临近预报有指示性的作用。但是由于观测地点不同,且影响RVR的各种因素很多,也有不满足结论的情况出现,还需要在预报工作中找出更多的方法对此进行更加深入的思考和研究。

5 结论

(1)双流机场低能见度天气主要出现在冬季,12月和1月最多,占全年的62%,其次为春秋两季,夏季能见度最好。

(2)双流机场低能见度出现最频繁的时段是07—10时,09时达峰值。能见度小于1500m的频次,主导能见度少于RVR。两个主用跑道起降端RVR小于1500m的频次,02L少于02R,且

02R的RVR在[550,1500)m范围内通常远小于主导能见度。低能见度现象有逐年下降的趋势。

(3)在低能见度状态下,主导能见度与02L的RVR相关性较好,与02R相关性较差。RVR在[0,200)m范围内(即机场关闭时),主导能见度与两个主用跑道起降端RVR基本一致。

参考文献:

- [1] 邱宗聚,全林生. 济南遥墙机场RVR和VIS的关联性分析与应用探讨[J]. 空中交通,2017(10):30-34.
- [2] 跑道视程使用规则(试行)[EB/OL]. [2000-03-14]. http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/GFXWJ/201511/t20151102_8136.html.
- [3] 民用航空气象第七部分:气候资料整编分析[EB/OL]. [2008-01-29]. http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/BZGF/201511/t20151102_7750.html.
- [4] 肖国杰,肖天贵,赵清越. 成都城市区域小气候时空变化特征分析[J]. 成都信息工程学院学报,2009,24(4):379-382.
- [5] 沈宏彬,宋静. 成都双流机场能见度气候特征及气象相关性分析[J]. 成都信息工程学院学报,2013,28(6):672-676.