

TR30LED大气透射仪的飞虫防护措施研究

郑迎宾

民航贵州空管分局, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年8月23日; 录用日期: 2024年9月14日; 发布日期: 2024年9月24日

摘要

文章先是阐述了能见度值在飞行指挥工作中的重要性, 从能见度设备的测量原理上描述了飞虫类等对能见度测量值的影响。结合TR30LED大气透射仪的组成结构, 深入分析飞虫、飞鸟活动如何导致其测量值异常变化, 列举了对此类影响的各项常规防控手段和措施, 并通过设计开发技防措施和装置来进行防控, 对TR30LED大气透射仪的飞虫飞鸟影响起到了积极的防护作用。

关键词

TR30LED大气透射仪, 飞虫干扰, 能见度异常, 防控措施

Research on Flying Insect Protection Measures for TR30LED Atmospheric Transmittance Meter

Yingbin Zheng

Civil Aviation Guizhou Air Traffic Control Bureau, Guiyang Guizhou

Received: Aug. 23rd, 2024; accepted: Sep. 14th, 2024; published: Sep. 24th, 2024

Abstract

This article first elaborates on the importance of visibility values in flight command work, and describes the impact of flying insects and other factors on visibility measurement values from the measurement principle of visibility equipment. Based on the composition and structure of the TR30LED atmospheric transmittance meter, this article deeply analyzes how the activities of flying insects and birds cause abnormal changes in their measurement values. Various conventional prevention and control measures for such effects are listed, and technical prevention measures and devices are designed and developed to prevent and control the impact of flying insects and birds on the TR30LED atmospheric transmittance meter, playing a positive protective role.

Keywords

TR30LED Atmospheric Transmittance Meter, Flying Insect Interference, Abnormal Visibility, Prevention and Control Measures

Copyright © 2024 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. 背景

能见度是决定机场开放或关闭的条件之一，也是决定航空器起飞、着陆时按目视飞行规则或按仪表飞行规则操作的依据之一。低能见度会严重影响飞行员的目视判断，使得飞行员难以准确判断跑道位置、高度和速度，从而增加起飞和降落的难度和风险。因此，在飞行保障中，需要提供可靠的能见度值。

飞虫飞鸟等对能见度仪测量值的影响经常出现，特别是在民用航空机场领域。由于能见度设备均安装在跑道两边的草坪中，大面积的草坪为鸟类及飞虫类创造了良好的生活、栖息与繁殖环境，它们的日常活动也对周边气象探测仪器，如能见度设备、云高仪、测风仪等产生了不同的影响，进而影响了对飞行机组气象数据的提供。例如，飞虫停留在能见度仪的测量窗口位置，遮挡了正常的测量通道，测量出的能见度数值就会发生异常突降，这给气象设备保障工作带来困扰。因不能提供正常的能见度、RVR等数据给飞行管制部门，影响航空管制部门对飞行的指挥工作，甚至给航空安全带来了影响。

2. 大气透射仪 TR30LED 简介

2.1. 组成结构[1]

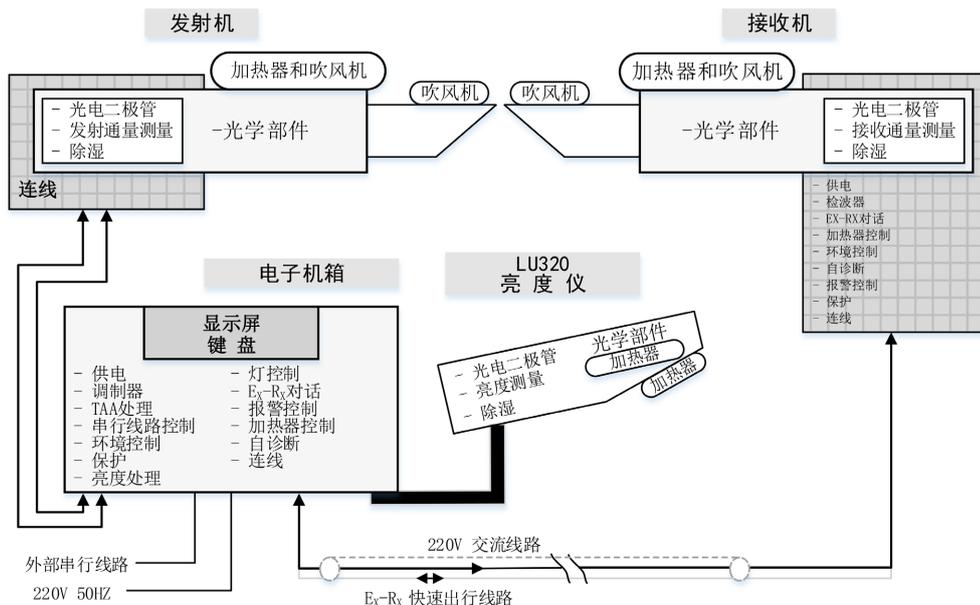


Figure 1. Schematic diagram of TR30LED structure

图 1. TR30LED 结构简图

TR30LED 大气透射仪由光发射机(Ex)和光接收机(Rx)组成，它们彼此面对面安装在一个设定好的距

离(测量基座距离)上。发射机和接收机分别由一个安装在高于 2.5 米支撑杆的双轴旋转结构的金属外壳(EMC 防护)组成。每个金属外壳内包含光学部件,以及测量、控制、通风加热和通信设备。

光学器件倾斜安装以及遮挡保护(隔板和护盖)等措施确保光学系统不受积水和灰尘的影响。带有斜面的护罩保护传感器不受外界异物和水溅的损害,同时还能汇聚散射的光线。保护罩内置装有可自动控制的再循环通风系统(含加热器),可以保证传感器镜头不受灰尘和冷凝水汽的影响。

TR30LED 组成结构如图 1 所示。

2.2. 测量原理及异常影响分析

气象光学视程(MOR)是指由白炽灯发出的色温为 2700 K 的平行光束的光通量在大气中削弱至初始值的 5%所通过的路径长度,世界气象组织(WMO)建议采用这个物理参量来阐述能见度的测量。

根据 Koschmieder 定律[2],可得 MOR 表示的能见度 R_{MOR} 与消光系数 $\sigma(\lambda)$ 的关系为:

$$R_{MOR} = \frac{-\ln \epsilon}{\sigma(\lambda)} \quad (1)$$

式(1)中: ϵ 为视觉对比阈值, λ 为光的波长。

透射率是指光束通过大气柱后剩余的光强与原始光强的比值,它反映了大气对光的衰减程度。设均匀介质的光透射率为 τ ,指光经过给定长度(基线长度)的光学路径后剩余光辐射量的百分数[3] [4]。根据 Beer-Lambert 定律[2],平行光束通过距离为 L 的均匀介质后在大气中的衰减可表示为:

$$\tau = \frac{F(\lambda)}{F_0(\lambda)} = e^{-\sigma(\lambda)L} \quad (2)$$

式(2)中: $F(\lambda)$ 为接收光通量, $F_0(\lambda)$ 为入射光通量, $\sigma(\lambda)$ 为消光系数, L 基线长度。

根据 WMO 规定, $\epsilon = 0.05$, 由(1)、(2)式可得:

$$R_{MOR} = \frac{L \ln 0.05}{\ln \tau} \quad (3)$$

TR30LED 是通过测量光束在固定两点之间大气柱中的透射率来推算能见度[5] [6]。发射机发射出频率为 30 Hz, 波长 400 nm 到 900 nm 的调制光源,悬浮在测量区域中的粒子对光进行吸收和散射,从而减少到达接收机上的光通量,进而计算出大气透射率(TAA)、能见度值、气象光学视程(MOR)及跑道视程(RVR) [7]。

TR30LED 这种测量方法依赖于光源的稳定性以及大气中颗粒物对光的散射和吸收效应,如式(3)所示,可见当在测量光通道上有非正常天气现象下的大气粒子(如灰尘、烟雾等)及其他异物(如鸟类、飞虫、爬虫等)时,光透射率 τ 将变小,能见度 R_{MOR} 值降低。并且有如下关系:测量光通道上的物体越大(如鸟、大飞虫等),对透射率影响就越大,测量出的能见度 R_{MOR} 值就越小,就会导致提供给用户的能见度或 RVR 数据异常。

3. 飞虫等影响能见度异常[8] [9]的分析

3.1. 影响情况统计

2023 年 11 月 1 日至 12 月 6 日期间的几周,本场均发生了能见度异常突降的情况,数据统计如表 1 所示。

根据历次出现异常情况时的现场检查 and 统计,影响的飞虫类主要有马蜂、土蜂、胡蜂、飞蛾等,如图 2 示。

Table 1. Statistics of TR30LED interference by flying insects from November 1 to December 6, 2023
表 1. 2023 年 11 月 1 日至 12 月 6 日 TR30LED 受飞虫干扰情况统计

| 日期 | 时间 | 影响时 长(分钟) | 发生 位置 | 1 分钟 MOR 正常值 | 异常时最低 MOR 值 | 现场 检查情况 | 处置方式 |
|------------|----------------------------|--------------|-----------|-----------------|----------------|------------|----------------|
| 2023/11/1 | 14:52~15:07 15:45~16:01 | 33 | 19 L | 10,000 | 800 | 土蜂干扰 | 现场驱赶 |
| 2023/11/3 | 14:22~14:26 14:38~15:15 | 43 | 19 L | 10,000 | 300 | 土蜂干扰 | 现场驱赶；放置樟脑丸 |
| 2023/11/4 | 16:50~17:37 18:15~18:27 | 61 | 东跑道 中部 | 10,000 | 200 | 马蜂干扰 | 现场驱赶；放置樟脑丸 |
| 2023/11/6 | 17:13~17:38 | 26 | 东跑道 中部 | 10,000 | 250 | 未发现飞虫 | 调整樟脑丸位置；能见度校准 |
| 2023/11/17 | 14::19~14:37 | 19 | 东跑道 中部 | 10,000 | 250 | 未发现飞虫 | 能见度校准；现场大面积喷杀 |
| 2023/11/22 | 15::55~16:32 | 38 | 01R | 10,000 | 1100 | 飞蛾影响 | 之前已经放置樟脑丸；现场驱赶 |
| 2023/12/6 | 11:02~11:07 | 6 | 01R | 10,000 | 250 | 未发现飞虫 | —— |



Figure 2. Realistic picture of the impact of flying insects (with moths on the left and wasps on the right)
图 2. 飞虫影响实景图(图中左为飞蛾、右为马蜂)

3.2. 原因分析

3.2.1. 设计结构分析

TR30LED 接收机、发射机窗口结构如图 3 所示，窗口配置通风加热保护罩、罩头位置设有吹风扇，测量通路安装有细线(类似鱼线)组成的防护网。

可见，其窗口结构的设计上(如罩和防护网)已考虑对飞鸟等影响的防护；吹风扇的设置对小飞虫具有一定的防护作用，但由于受其功率限制，吹风速较小，因此对体型较大的飞虫类(如飞蛾、马蜂、土蜂等)的防护效果不理想。



Figure 3. TR30LED receiver emission window structure diagram
图 3. TR30LED 接收机发射窗口结构图

3.2.2. 环境分析

发射机测量光源为 LED 白色发光体(2600 K 至 3700 K)，对飞虫类具有一定的吸引作用，特别是在晚上时，容易招引飞蛾、飞虫聚集在测量窗口附近。

发射机窗口保护罩配置加热单元，以保证测量镜头等光学模块环境干燥。同样，也为飞虫提供了一个温暖适宜的“栖息”环境，特别是在阴雨天时，更容易吸引飞虫驻留在测量窗口区域，对测量产生影响。

3.2.3. 气候季节分析

大多数飞虫和飞蛾在温暖、湿润的季节更为活跃，这主要是因为这些条件有利于它们的繁殖和生存。但总体来说，本场大多数飞蛾在夏季至秋季之间较为活跃，此段时间内，将是影响能见度的高发期，需要特别关注设备运行状态及数据可靠状态。

4. 飞虫防控措施[10]

4.1. 人工现场处置

市面上，驱赶、喷杀蜂类、飞蛾等药物主要包括敌百杀虫剂、除虫菊酯类化学杀虫剂，这些只能用于现场的喷杀，属于一次性的处置，能短暂的解决问题，对预防再袭的效果不理想。

人工驱赶蜂类时要注意人身安全，需穿戴长袖衣裤和帽子等防护装备。

4.2. 预防处置措施

4.2.1. 切断其食物来源

马蜂和胡蜂都是杂食性昆虫，食物来源广泛，主要食物类型有昆虫类如蜜蜂、蝗虫、果实蝇等，植物类如浆果、花蜜等。因此，为了避免马蜂、胡蜂等的侵扰，可以采取一些预防措施，如定期检查设备周围是否有蜂窝形成，及时清理设备周围或设备上附着的虫、蚁等类的尸体、残渣，对设备周围及附近的植物及时进行清理，以减少它们的食物来源。

4.2.2. 放置驱虫剂

经了解，风油精、清凉油、花露水、樟脑丸等刺激性气味对蜂类和飞蛾有一定的驱避效果；植物中如杉树味对驱避飞蛾效果较为显著。通过在设备周围合适的位置上放置上述药剂，散发气味来驱赶飞虫，

因处于室外环境，驱避效果要明显打折，如图 4 所示。



Figure 4. Placement of camphor balls (with the TR30 window inner cover on the left and the outer cover on the right after placement)

图 4. 放置樟脑丸(图中左为 TR30 窗口内罩，右为放置后并盖上外罩)

4.2.3. 其他措施

烟熏对飞虫类有明显的驱赶效果，因受限于民航机场的使用环境，这里不做讨论。

对待飞蛾类还可采取诱捕法，即通过释放特定的气味或光线吸引飞蛾，然后将其困住并杀灭，可以在一定程度上防止飞蛾类对设备的影响，但需要注意定期更换诱捕器或药剂。

4.3. 大面积机械消杀



Figure 5. Mechanical drug spraying site

图 5. 机械药物喷杀现场

针对飞虫盛行的季节，如夏、秋季节，可协调联系机场相关管理部门(如场务)协助进行统一的药物喷杀[11]作业。

优点：这种方法粗暴、高效，防虫效果明显、持续时间长。

缺点：作业协调较为困难，施工时需避开航空器活动区域，且喷雾作业时能见度设备的测量数据值

会受到一定的影响,需提前提示相关用户部门,注意风险防控。

图 5 中所示,为机场场务部门使用大型喷雾机械开展药物喷杀。

5. 技防措施开发设计

设计开发飞虫驱赶装置,安装在 TR30LED 大气透射仪防护窗口周边,当判断大气透射仪受到飞虫干扰,导致能见度值异常下降时,可以通过远程控制或自动控制安装在窗口位置的机械装置进行驱赶,具体设计如下。

5.1. 判断能见度异常变化的程序设计

设定大气透射仪能见度异常下降的判断条件,主要如下:

(1) 采集并提取本大气透射仪当前能见度的 1 分钟平均值,与本设备上一分钟的平均值作比较,设定发生能见度异常突降时的阈值,例如判断前后 1 分钟均值误差大于 50% (此值可以根据实际或检验情况进行调整优化)时,输出能见度数值是否异常的判断情况。

(2) 采集本大气透射仪与附近能见度设备的当前 1 分钟平均值,进行对比,并输出能见度数值是否异常的判断情况。

(3) 结合上文中两个判断情况,判定设备本身是否受到干扰,数据是否异常。当干扰情况发生时,发出告警提示并触发机械装置进行驱赶。

5.2. 驱赶机械装置的设计

5.2.1. 驱赶机械装置——“雨刷”

驱赶机械装置主要由控制电路、转向舵机(电机)、安装底座、刷杆等部分组成。

其中,控制电路的主要作用为接收到程序输出的触发控制信号后,导通驱赶装置的供电,使电机开始工作,驱动“刷杆”左右摆动,以赶走窗口防护网上的飞虫等。

注意事项: 1) 避免驱赶装置本身对设备能见度测量的影响。这就需要设置好刷杆停留位置,以防止驱赶装置在驱赶作业后刷杆停留在测量通路位置,而影响了 TR30LED 的测量值;根据 TR30LED 测量窗口的具体尺寸及驱赶装置安装位置实际情况,需设计驱赶装置在每一次触发作业后均回到初始位置,及测量窗口的右侧。

2) 要控制好刷杆的旋转摆动角度,以实现刷杆能在整个防护网区域进行飞虫的驱赶。根据测量窗口的实际尺寸,驱赶装置的刷杆摆动角度为 60° 即可覆盖整个窗口区域,可通过调整驱赶装置里机械部分的尺寸来实现。

5.2.2. 供电通信考虑

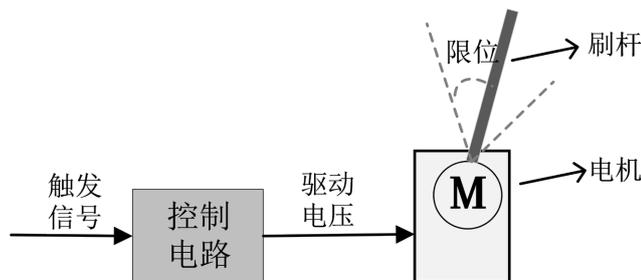


Figure 6. Design principle diagram of driving device
图 6. 驱赶装置设计原理图

从设备机箱引接 12 V 直流电源，与 TR30LED 设备测量用电互相独立。利用现有冗余通信资源或增设无线通信设备传递控制信号。供电、通信线缆走向布置在保护罩内测，以做好防晒、防水保护。

驱赶装置如图 6、图 7 所示。



Figure 7. Driving device diagram
图 7. 驱赶装置图

6. 结论

文章分析了飞虫类对 TR30LED 大气透射仪的影响，通过上文中的及时除草、放置驱虫剂、大面积消杀等防控措施，以及对设备增设驱赶装置等措施，对气象能见度设备 TR30LED 受飞虫干扰情况能起到较好的防治效果。下一步，我们将针对文中提及的技防装置进行优化，对触发控制的判断条件及控制装置做进一步的改进，以起到更为有效的防控治理作用，以保障设备能提供持续稳定的能见度数据。

参考文献

- [1] Degreane Horizon (2020) TR30LED User's Guide. Degreane Horizon.
- [2] World Meteorological Organization (2014) Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. WMO, 291.
- [3] Malm, W.C. and Persha, G. (1991) Considerations in the Accuracy of a Long-Path Transmissometer. *Aerosol Science and Technology*, **14**, 459-471. <https://doi.org/10.1080/02786829108959506>
- [4] 梁婧, 张国玉, 张健, 等. 透射式能见度仪定标光源光谱模拟方法[J]. 光学学报, 2022, 42(6): 115-127.
- [5] 张文煜. 大气探测原理与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [6] 符荣鑫, 郑玉峰, 聂梦松, 等. 基于透射法的空气能见度测量[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(11): 76-78.
- [7] 张英华, 台琪荣. MIDASIV 系统中跑道视程 RVR 算法分析[J]. 气象水文海洋仪器. 2011, 28(3): 5-8.
- [8] 伊德日呼. LT31 大气透射仪能见度跳变故障案例分析[J]. 科技创新与应用, 2018, 8(11): 107-108.
- [9] 邱尽梅. MITRAS 大气透射仪能见度跳变故障浅析[J]. 中国设备工程, 2017(16): 228-229.
- [10] 鱼生华. 关于胡蜂处置行动及有效防治的思考[J]. 消防界(电子版), 2021, 7(22): 31-32, 35.
- [11] 谭帅. 浅谈蜂害的防范及消防处置措施[J]. 中国西部科技, 2008, 7(19): 76-77.