

VAISALA

精确地测量跑道视程： 精确度和可靠性的原理 及解决方案

解决方案手册



跑道视程的重要性



对于机场和飞行员而言，很少有数据跟跑道视程一样重要。如果没有精确、可靠的能见度信息，机场就可能无法在各种天气条件下满负荷、安全地运行跑道。针对使用精密进近跑道的机场，精确的跑道视程评估是空管和飞行员作出正确运行决策至关重要的因素。

早在 20 世纪 70 年代，ICAO 组织就记载了跑道视程的重要性。如今，ICAO 组织要求所有 II 类机场和 III 类机场，以及建议 I 类机场采用自动化跑道视程评估，为了运行效益和安全影响，其中许多 I 类机场愿意采纳这一建议。

机场采用何种跑道视程解决方案的决策尤为重要。本方案指南包含了背景和指导，同时提供了适用于不同机场的可定制的一体化解决方案。

跑道视程

“航空器驾驶员在跑道中线上能看到跑道道面标志或跑道边界灯或中线灯的距离。”

(来源：ICAO 组织《跑道视程观测和报告实践手册》。)

符合报告要求：

ICAO 组织附件 6 第 1 章

精密进近和着陆运行的分类				
	CAT IIIB	CAT IIIA	CAT II	CAT I
跑道视程	50m	175m	350m	550m

ICAO 组织附件 3 附录 A

运行上需要的测量或观测精度——跑道视程	
跑道视程	±10 米，适用于 400 米以内
	±25 米，适用于 400 米至 800 米之间
	±10 %，适用于 800 米以上

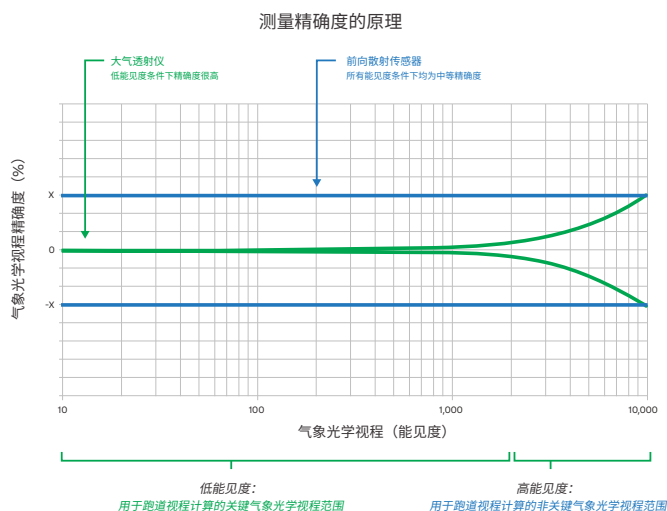
* 运行中所期望的精度并非作为操作要求，而应理解为操作者提出的目标。

跑道视程的能见度测量方法： 大气透射仪和前向散射传感器

能见度在学术上又称为气象光学视程，其观测看似简单，实则容易出错，它对于给定跑道视程数值具有直接影响。只有配备精密传感器的成熟跑道视程系统才能保证提供精确的能见度数据，从而使机场在各种天气条件下都能满负荷、安全地运行。由于这两种仪器被广泛应用于能见度观测，所以每个机场都面临着选择哪一类传感器的问题。

ICAO 组织明确表示透射仪和前向散射传感器是测量气象光学视程的适宜选择，进而用来评估跑道视程。这两种技术均满足测量跑道视程的需求，其使用寿命长且十分可靠，但两者的运行方式有很大差异，具有各自的特点。

大气透射仪的精确度更佳，尤其是在能见度较低的危险情况下。下图展示了透射仪和前向散射传感器测量气象光学视程的精确度。



大气透射仪的工作原理

大气透射仪在两点之间发出光线，从而直接测量因散射和吸收所造成的能见度下降的水平。该原理被称为光衰减，大气透射仪跟人眼的工作原理相似。大气透射仪能够达到很高的精确度，尤其是在低能见度的情况下，它是测量 0~2000m 范围内跑道视程的理想选择。

大气透射仪技术适用于不同环境和多种空气杂质，包括雨雪、沙尘、花粉、烟雾等天气现象。另外，它还能提供许多的样本量，以提高精确度。由于精确度高，大气透射仪可用作前向散射传感器的参考传感器。

大气透射仪还采用了故障安全技术，这意味着发生测量干扰时，仪器将报告低于实际值的能见度。相比于此，过高估计能见度的情况更加危险，因为这可能会导致机场和飞行员将危险地继续执行着陆进场。



大气透射仪

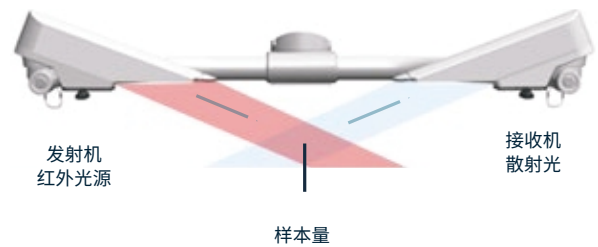
直接测量光衰减

前向散射传感器的工作原理

前向散射传感器测量位于同一点的发射机和接收机的散射情况，并由此观测数据评估出更广范围跑道区域的能见度。

由于雾、雪等许多最常见的能见度变化现象主要通过散射而非吸收起作用，所以很多地点仅进行散射测量就足够了。

ICAO 组织特别指出，具备充足的前向散射传感器的机场仍必须针对精确度和可靠性选择可用的理想解决方案。这些仪器的防错误功能至关重要，因为测量干扰会导致前向散射传感器报告高于实际值的能见度。



前向散射传感器

间接测量远离聚焦光束的散射光

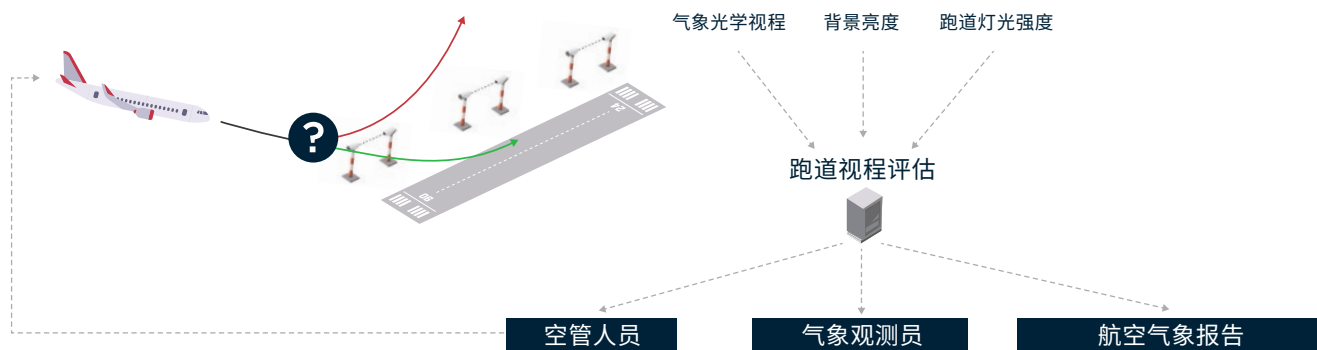
符合 ICAO 组织要求的 维萨拉 AviMet 跑道视程系统

符合 ICAO 组织要求的 AviMet 跑道视程系统是全自动化的跑道视程评估系统，该系统可为机场提供单独的、可扩展的解决方案。它可轻松集成至或扩展成为完整的维萨拉 AviMet 自动气象观测系统。

AviMet 跑道视程系统符合 ICAO 组织的要求，适用于不同类型的机场，它能让空管人员、飞行员以及其他人员运用理想格式和警示方法获取能见度数据。因此，所有利益相关者都能及时、有效地使用跑道视程信息，保障机场在严苛天气条件下都能满负荷、安全地运行。

系统通过收集、处理、存储和分配多种传感器的数据运行。中央数据单元频繁接收数据，以便提供 ICAO 组织规定的 1 分钟和 10 分钟的跑道视程数值。重要的是，AviMet 可轻松集成备份的传感器或其他冗余的系统要素。由于系统冗余，机场能够承受跑道视程测量失效和违反 ICAO 组织要求而不得不关闭跑道的风险。

符合 ICAO 组织要求的维萨拉 AviMet® 跑道视程系统



主要优点：

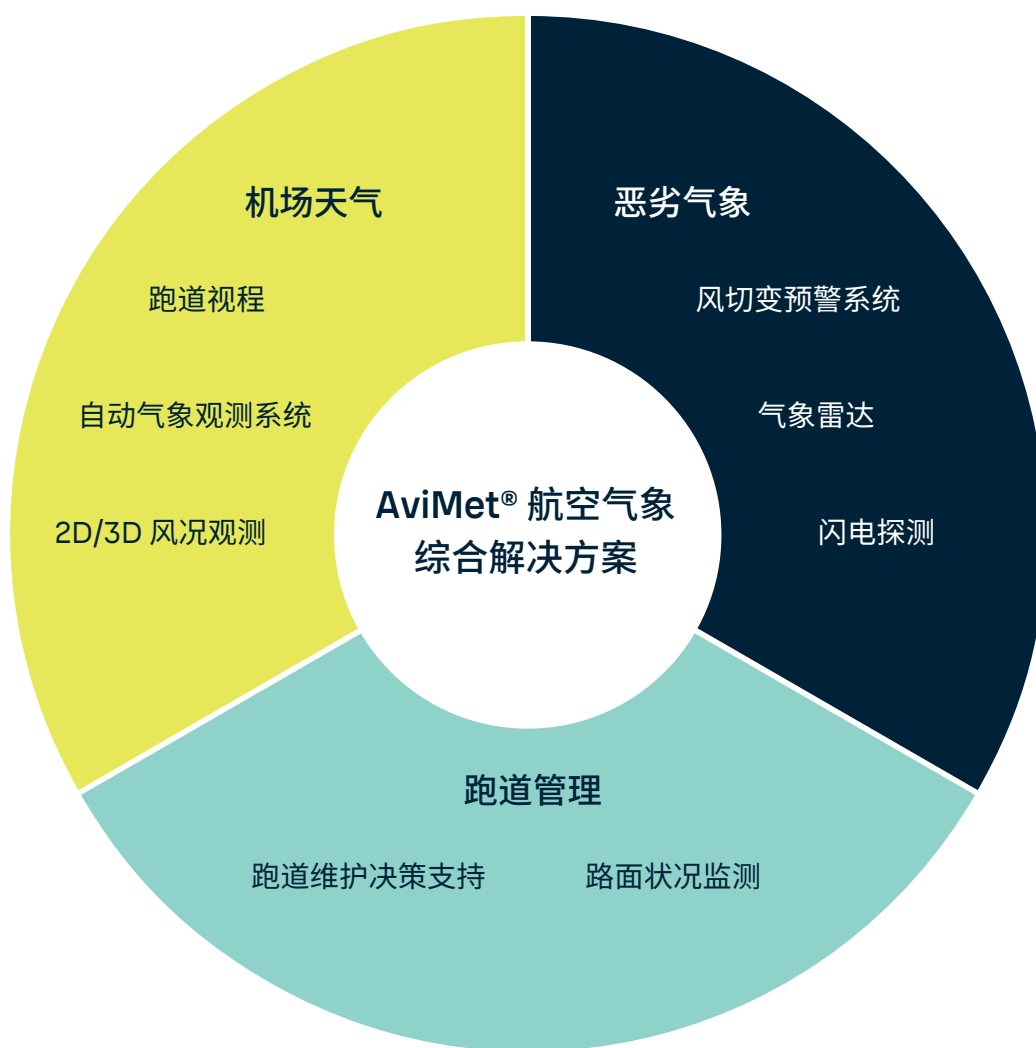
- 全自动跑道视程评估系统
- 具有成本效益的传感器技术，且使用寿命较长
- 在严苛天气条件下保持数据准确性和一致性
- 可用作独立系统，也可集成为较大的维萨拉 AviMet 自动气象观测系统的一部分
- 可灵活配置以满足不同类型机场的需求

系统组件：

- 能见度传感器（大气透射仪 LT31 或前向散射传感器 FD70）
- 背景亮度传感器
- 跑道灯光设置界面
- 配备 AviMet 软件的中央计算单元，用于计算跑道视程
- 用于显示数据和报告跑道视程的工作站

作为更大型的 AviMet 生态系统的一部分

AviMet 是综合、成熟的航空气象解决方案。它包括但不限于跑道视程。下表中的各项功能均可用维萨拉特定的传感器和系统实现，这些功能都基于机场的需求，并可轻松集成。



从数据中发掘价值

精准观测、准确算法 → 安全高效运营

可靠系统 → 连续运营

综合了解气象形势 → 正确、及时行动

经验证的长期支持服务 → 长期的价值、较低的生命周期成本

维萨拉能见度传感器： AviMet 跑道视程的核心技术

维萨拉透射仪 LT31

维萨拉透射仪 LT31 是自动测量跑道视程精确、可信赖的解决方案。它也是在能见度较低的危险情况下需要精确度和可靠性的机场的理想选择。由于其成熟的技术和性能，LT31 是被广泛安装的跑道视程透射仪。



LT31 概述：

- 在严苛天气情况下跑道视程传感器也可实现高精度
- 超过 ICAO 组织附件 3 中规定的跑道视程精确度
- 维护需求较低的特质
- 自动提供长运行时间，对熟练技工或天气条件的要求更少
- 传感器受到干扰时通过报告低于实际值的能见度来实现故障安全的运行

背景亮度和跑道灯光强度的重要性

跑道视程评估需要可靠、精确的背景亮度和跑道灯光强度信息。

维萨拉 LM21 属于精密光度计，经证实具有类似于人眼的视觉光谱响应功能。LM21 测量总射入光，将

前向散射传感器 FD70 系列

ICAO 组织特别指出，具备充足的前向散射技术的机场仍必须针对精确度和可靠性选择可用的解决方案。维萨拉前向散射传感器 FD70 便是此类解决方案，并且是仅次于透射仪的替代选择，用于获取精确可靠的跑道视程数据。



FD70 概述：

- 在前向散射仪中提供可靠的数据精确度和性能
- 坚固耐用的模块化设计使得维护需求低、维修时间快
- 经过优化，可避免传统的误差来源、因污染物和风造成的老化、以及昆虫干扰
- 前向散射传感器通常用作基于透射仪测量跑道视程系统的备用传感器

数据发送至维萨拉透射仪或前向散射传感器的接口单元，然后再中继至 AviMet 中央数据单元。

至于跑道灯光强度，维萨拉可提供 RSI50/51 接口单元，它可以从通常位于空管塔台内的转换器或中继器上收集灯光强度信息，并将数据转化为中央数据单元信息。

符合 ICAO 组织要求的维萨拉 AviMet 跑道视程系统拥有可靠性，较低的生命周期成本，和一站式、深受信赖的供应商的保障。数十年的丰富经验让维萨拉确保能够及时高效地满足机场不断发展的需求。

我们深知建立跑道视程解决方案不仅需要技术，还需要合作精神和正确的指导。无论您机场的规模、地形或气候情况如何，维萨拉都已准备好给您提供帮助。

为什么选择维萨拉？

依托在航空领域超过 50 年的服务经验，维萨拉确保采取积极有效的措施实现安全、效率和可持续性。

维萨拉的机场气象解决方案深受全球 170 多个国家或地区和 2000 多个机场的信赖。事实上，全球每一架商业航班在飞行途中的某个时刻都会使用由维萨拉设备生成的气象观测数据或由我们的传感器测量结果驱动获得的气象预报。

维萨拉致力于不断创新发展我们的产品组合，始终站在行业前沿，不断探索新的领域。

