

第 11 次航行会议

2003 年 9 月 22 日至 10 月 3 日，蒙特利尔

议程项目 2：空中交通管理（ATM）的安全和保安

2.5 ATM 基础结构的安全和保安

法国 ATC 地形警告系统

（由法国提交）

摘要

自商业航空于1950年代进入成熟期以来，有控飞行撞地（CFIT）事件占了航空器事故的大多数，而且是造成公共客运死亡事件的主因。

这个对于空中交通安全至关重要的问题，一直是整个专业航空界研究的课题，而且若干国家已经承诺发展建立能够防止这类事故发生的地面系统。

法国实施了一种ATC系统，可以在航空器距离地形太近而有危险时，向空管员发出警告。

本文件意在对这个系统做一介绍。

会议的行动在第 6 段。

1. 引言

1.1 自商业航空于 1950 年代进入成熟期以来，有控飞行撞地（CFIT）事件占了航空器事故的大多数，而且是造成公共客运死亡事件的主因。令这类事故更形惨烈的是，技术调查表明，飞机在发生撞击之前处于适航状态，各种机载设备也在正常运行，只是机组人员对即将发生事故浑然不知而已。

1.2 这个对于空中交通安全至关重要的问题，一直是整个专业航空界研究的课题，而且若干国家已经承诺发展建立能够防止这类事故发生的地面系统。

2. 法国 ATC 地形警告系统

2.1 1988 年，法国开始研究实施一个属于 MSAW（最低安全高度警告）类型的地形规避警告系统。这个系统在进近控制中心安装，1997 年投入运行服务。

2.2 运行原理

2.2.1 这个系统的运行原理是：当系统预计航空器将违反相对于地形的安全裕度时即激活警报。有关地形在数据库进行模型处理，对各种人造障碍物也做了考虑。

2.2.2 这个系统使用雷达跟踪产生的运动数据，从航空器的位置及其水平的和垂直的速度中，推断出该航空器的飞行航径，进而预测出其与地形间的潜在冲突。如果沿预计飞行航径，航空器在地形上空的高度降到安全裕度以下，警报激活（见图 1）。

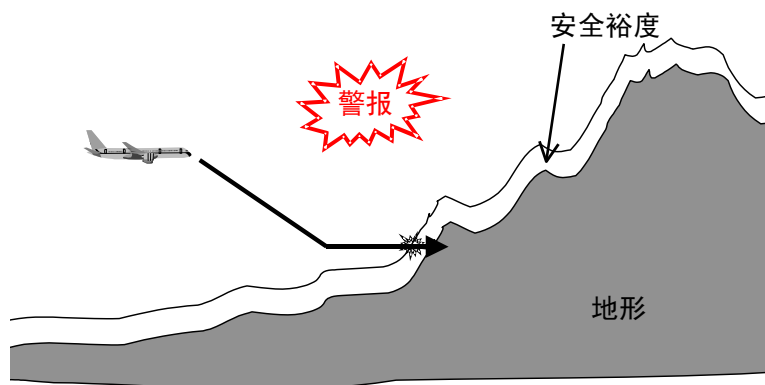


图 1 飞行路径预测

2.2.3 这样一来，就能够确定航空器不会与地面接近到危险的程度。如果航空器下降速率极快，则可以在航空器仍然处在很高的高度时激活警报。

2.2.4 此外，法国地形规避警告系统还对航空器着陆前的最后进近阶段提供特别监测，如果进近发生危险即向空管员发出警告。机场四周按具体区域进行划分，这样可以追踪航空器的运动情况，确保其不偏离代表安全进近的模拟下滑航迹。如果航空器安全着陆，地形规避警报即被抑制（见图 2）。

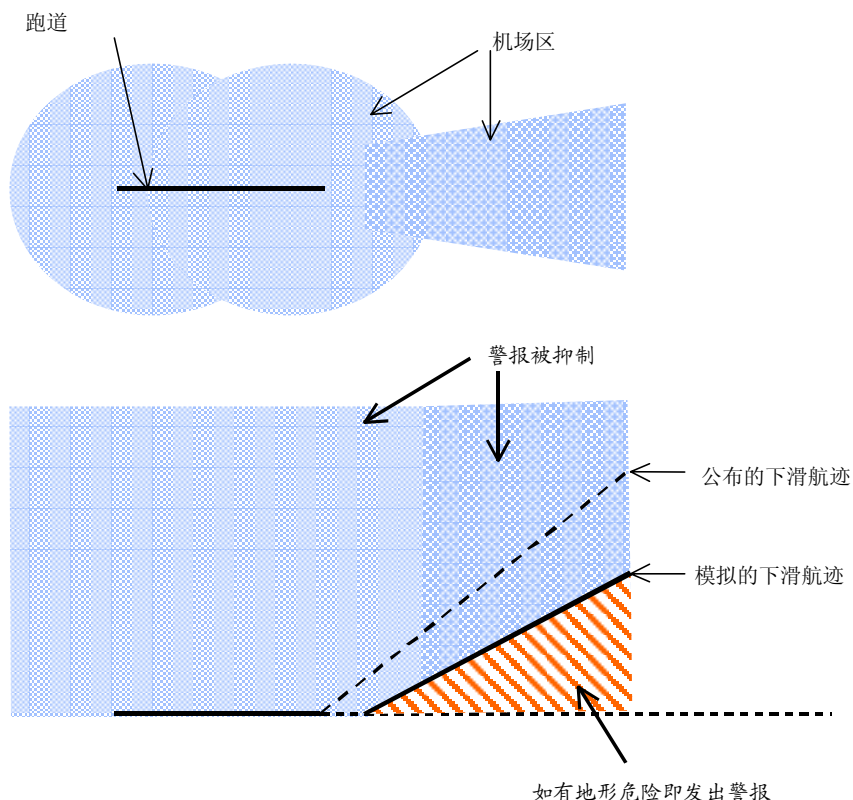


图 2 机场区示意图

2.2.5 警报一旦激活立即出现在空管员的雷达显示屏上。所涉跑道变成红色，航空器的呼号显现出来，后接其方位和距离。与此同时，控制室喇叭里播出“地形警报”的消息。分管该航空器频率的空管员随即负责将这一警报尽快转发给有关航空器的驾驶员。

3. ATC 系统与机载地形警告系统的互补性

3.1 以预防 CFIT 为目的的陆基系统并不是针对事故数量日增的情况提出的最初解决办法。航空业还推出了一系列称之为 TAWS 的产品，意即地形觉察及警告系统，其中最早的可以追溯到 1970 年代。这种设备更广泛的称谓是 GPWS（近地警告系统）或 EGPWS（增强型近地警告系统），是安装在飞机上的。这种系统与 ATC 地形警告系统一样，在飞机离地太近时激活警报，只是警报的声音出现在驾驶舱里而已。

3.2 ATC 地形警告系统和 TAWS 之间非但绝无重复，反而证明具有高度的互补性。这种互补性首先来自其各自的处理系统的完全独立性。这种独立性保证不存在共同故障模式，即：如有任何事件造成其中一个系统故障，不存在另一个系统也发生功能紊乱的危险。只要简短描述一下进入系统的数据就能说明这个概念。事实上，TAWS 系统要求无线电高度表和各种机载仪表（GPS、FMS、IRS 或 ADC）运

行正常，能提供出航空器的运动数据，而用 ATC 地形警告系统进行有效监测，则要求航空器应答机用 A+C 模式进行应答，而且雷达处理和显示系统不得有任何异常，前提就是不能发生无线电故障。

3.3 国际规章仅要求一种类型的航空器必须装载 GPWS 系统。所以，有些航空器并没有装备机载避免撞地系统。另外，仅有受管制的航空器从 ATC 地形警告系统服务中受益。因此，航空器得不到任何地形警告系统惠益的机会较小。

3.4 最后，如上所述，法国开发的这个系统的算法包括了抑制功能，如果航空器最后进近时按正常飞行航迹飞行，通知近地危险的警报将不会激活。TAWS 系统也有类似机制，但所依据的不是同样的标准。因此，这两个系统都发出错误抑制警报的概率很低。

4. 法国地形警告系统的运行记录

4.1 飞行安全基金于 1988 年至 1994 年间在广泛抽样基础上进行的一项研究表明，尽管航空器上载有 GPWS，但仍然发生了几起 CFIT 事件。

4.2 2001 年，法国也做了一项研究，对 Thales 航空电子设备公司开发的 GCAS（避免撞地系统）— 一种 TAWS 系统— 的性能与 ATC 正在运行的地形警告系统的性能进行了比较。

4.3 这两个系统都处理了对已经确认的 CFIT 和近似 CFIT 飞行航迹和飞行试验的模拟和重构。经证明，这两个系统是互补的：在所研究的大多数构想情况下，因航空器所处位置和飞行航迹的类型而异，ATC 地形警告系统都对 GCAS 的故障做了补救，反之亦然。

4.4 法国最大的 7 个机场已经装备了地形规避警告系统。按照实施计划的要求，每年须装备 3 个新机场，两年后法国所有主要进近路径将装备完毕。

4.5 因此，法国在运行使用可以帮助避免航空器撞地的陆基地形警告系统方面具有丰富的经验。这种系统曾经几次显示了它的作用，尤其是在最后进近阶段，使严重事故征候甚至事故得以避免。据统计，为数最多的 CFIT 事件和近似 CFIT 事件都是在这个飞行阶段发生的。

5. 结语

5.1 由法国开发、而且目前已在法国大多数主要机场投入运行服务的 ATC 地形警告系统，已经显示了它的有效作用和与机载地形警告系统的互补性。

5.2 因此可以说，这个系统对改善航空运输安全做出了重大贡献。

5.3 目前，航行服务程序—空中交通管理（PANS-ATM）中仅考虑了基于安全高度的 ATC 地形警告系统。为了保证驾驶员和空管员之间能够正确沟通，为了改善安全情况，很重要的一点，就是象法国开发的这一类系统也应该得到 ICAO 的考虑。为此，必须对这类系统进行界定，在 PANS-ATM 中规定其所必须采用的恰当程序和专门用语。

6. 会议的行动

6.1 请会议：

- a) 考虑如法国开发的这类 ATC 地形警告系统对航空安全的贡献，及其与机载系统的互补性；
- b) 承认有必要在 PANS-ATM 第 15 章中增加有关这种系统的程序，并连带规定驾驶员—空管员对话时使用的恰当用语。有关程序和用语应该突出表明基于某个模拟表面的系统（如法国的系统），与基于安全高度（MSAW）的系统之间存在的差异。

—完—