



管理文件

中国民用航空局机场司

编 号:IB-CA-2016-01

下发日期:2016年7月1日

机场道面外来物探测设备

目 录

1 前 言	1
2 术语和定义	1
2.1 活动区 Movement Area	1
2.2 外来物 Foreign Object Debris(FOD)	1
2.3 雷达探测设备 Radar Detection System	1
2.4 光电探测设备 Electro-Optical Detection System	2
2.5 混合探测设备 Hybrid Detection System	2
2.6 固定式探测设备 Stationary Detection System	2
2.7 移动式探测设备 Mobile Detection System	2
2.8 警报 Alert	2
2.9 虚警 False Alarm	2
2.10 供应商 Supplier	2
2.11 FOD 样件 FOD Items	2
2.12 标准样件 Standard FOD Items	3
2.13 实物样件 Specific FOD Items	3
3 技术要求	3
3.1 性能要求	3
3.1.1 基本要求	4
3.1.2 探测性能	4
3.1.3 数据管理与显示	6

3.2 安装要求	7
3.3 使用寿命要求	7
4 交付要求	7
4.1 引进前提	7
4.2 设备手册	8
4.3 性能说明	8
4.4 维护方案	8
附录 A 美国机场卓越技术中心对探测设备的评估	10
附录 B 探测设备环境试验方法	15

机场道面外来物探测设备

1 前 言

为指导民用运输机场对外来物探测设备的引进与使用,我司委托中国民航科学技术研究院对机场道面外来物探测设备的技术要求进行了研究。中国民航科学技术研究院在研究过程中参考了美国联邦航空局有关咨询通告和国际上其他有关资料,并征询了行业内外有关单位的意见,最终形成本信息通告。

本信息通告所称机场道面外来物探测设备,包括固定式外来物探测设备与移动式外来物探测设备,以下统称探测设备。

本信息通告所述对外来物探测设备的技术要求应当是最低要求,满足这些要求不意味着就能确保航空器避免外来物损伤。

2 术语和定义

2.1 活动区 Movement Area

飞行区内供航空器起飞、着陆和滑行使用的部分,包括跑道、滑行道和停机坪。

2.2 外来物 Foreign Object Debris(FOD)

活动区地面上可能会损伤航空器、设备或威胁机场工作人员和乘客生命安全的外来物体。

2.3 雷达探测设备 Radar Detection System

主要通过发射和接收无线电信号来发现 FOD 并测定其位置的设备。

2.4 光电探测设备 Electro-Optical Detection System

主要通过光电传感器发现 FOD 并测定其位置的设备。

2.5 混合探测设备 Hybrid Detection System

通过雷达探测与光电探测等多种方式发现 FOD 并测定其位置的设备。

2.6 固定式探测设备 Stationary Detection System

固定安装的能够探测指定区域是否存在 FOD 并测定其位置的设备。

2.7 移动式探测设备 Mobile Detection System

安装于车辆上并能够在车辆运动中探测指定区域是否存在 FOD 并测定其位置的设备。

2.8 警报 Alert

探测设备探测到 FOD 后,告知工作人员被探测区域出现 FOD 的警告信息。

2.9 虚警 False Alarm

导致工作人员去移除实际并不存在的 FOD 的警报。

2.10 供应商 Supplier

提供探测设备的生产商、销售商或出租商,包括向机场提供探测设备与 FOD 管理服务的供应商。

2.11 FOD 样件 FOD Items

标准样件与实物样件统称为 FOD 样件。

2.12 标准样件 Standard FOD Items

用于评估探测设备探测能力的一组物体,由 3 个直径 43mm 的高尔夫球(黑色、灰色、白色各 1 个)与 1 个高 31mm、直径 38mm 的未上漆金属圆柱体组成。

2.13 实物样件 Specific FOD Items

用于评估探测设备探测能力的一组物体,由下列物体组成(无特殊说明时,以下物体在任意方向上的长度都不超过 100mm):

- 1 一块沥青混凝土或水泥混凝土;
- 2 一个跑道灯具零件;
- 3 一个活动扳手(长度不超过 200mm);
- 4 一个套筒(长度不小于 50mm);
- 5 一块航空器轮胎的橡胶皮;
- 6 一根扭曲的金属条(长度不超过 200mm);
- 7 一个航空器或者车辆的油箱盖;
- 8 一个轮毂螺母;
- 9 一根来自航空器或者地面设备的液压管(长度不超过 200mm);
- 10 一根白色聚氯乙烯管(直径 50mm)。

3 技术要求

3.1 性能要求

3.1.1 基本要求

1 探测设备应当能够对活动区中的指定区域进行监视。

2 探测设备应当能够发现并定位活动区中的单个或多个 FOD。

3 探测设备发现 FOD 时应当及时向用户发出警报。

4 探测设备的使用应当不影响现有机场设施设备(包括空管设施设备)的正常运行。

5 探测设备应当不受航空器和车辆等运行活动的干扰。

6 有无线电发射装置的探测设备,应当取得无线电发射设备型号核准证。

7 探测设备应当具备自检功能,当探测设备不能正常工作时,应当立即以屏幕显示或者声音报警等方式提示用户。

3.1.2 探测性能

对于活动区中的指定区域,探测设备应当满足以下要求(移动式探测设备应当在车速 30km/h 以上时满足以下要求):

1 对 FOD 的探测(在天气晴朗、道面干燥的条件下)

1) 能探测到任意放置的标准样件。

2) 能探测到 30m×30m 区域内任意放置的一组实物样件中 90% 以上的样件。

3) 两个 FOD 样件距离 3m 以上时,能识别为两个 FOD。

2 定位精度

探测设备应当提供探测到的 FOD 的位置信息,位置信息与

FOD 实际位置的误差应小于 5m。

3 工作模式

1) 固定式探测设备应当能够对跑道道面是否存在 FOD 进行不间断探测,在航空器起飞、降落与移动期间应当能够正常工作。

2) 移动式探测设备应当能够在车载移动环境下工作,并且能够增强机场现有机坪巡视检查能力。

4 响应时间

探测设备应当能够对被扫描区域出现的 FOD 进行快速探测。

1) 设计用于在航空器起降间隙提供警报的固定式探测设备,应当在航空器起降间隙提供对跑道道面的探测。

2) 其它固定式探测设备,应当能够按照机场要求提供对道面 FOD 的扫描结果,一般应当在 FOD 出现后 4 分钟之内更新信息。

5 环境适应性

1) 探测设备应当能够在环境温度 -32°C 到 55°C 、相对湿度 5%到 90%、含有灰尘与碳氢化合物的空气中正常运行,所有处于室外的部分都应当具备耐候性能,不受室外环境影响。

2) 固定式探测设备应当能够承受 60m/s 的风荷载;探测设备可能暴露在航空器喷气气流下时,应当能够承受 90m/s 的风荷载;探测设备的传感装置安装在跑道灯具上时,传感装置应当能够承受 134m/s 的风荷载。

3) 探测设备的零部件应当有保护措施,使其不受雨、雪、冰、沙尘和除冰液等物质的损害。

4) 在天气晴朗或者有降雨、降雪等恶劣天气时(例如机场所在地发生两年一遇的暴雨或暴雪时),探测设备对指定区域中的 FOD 应当具有探测能力。

5) 在活动区的道面处于干燥、湿润或是有积水、积雪的状态时,探测设备对指定区域中的 FOD 都应当具有探测能力。

6) 在白天、夜晚、黄昏、黎明等不同光照条件下,探测设备对指定区域中的 FOD 都应当具有探测能力。

6 警报与虚警

1) 探测设备发现 FOD 时应当向设备操作人员发出警报,该警报应当向机场管理人员提供充分的信息,使其能够评估该 FOD 的威胁程度以及是否需要立即清除该 FOD。

2) 对于有视频辅助确认功能的探测设备,任意连续 90 天内平均每天不应超过 1 次虚警;对于没有视频辅助确认功能的探测设备,任意连续 90 天内平均每天不应超过 3 次虚警。

7 供电

当探测设备的主电源发生故障时,探测设备应当自动启动备用电源并按照故障前的设置与状态继续工作。

3.1.3 数据管理与显示

1 探测设备探测到 FOD 后,探测设备应当自动记录发出警报的日期、时刻与 FOD 的位置、尺寸等信息,相关记录应当可以用于 FOD 不安全事件的分析。

2 探测设备应当在计算机屏幕的电子地图上以坐标的形式标

明 FOD 信息,或者通过其他方式通知机场相关工作人员。信息的显示应当符合机场运行情况与用户的要求。

3 FOD 探测过程收集的数据应当以数字化形式存储,FOD 的探测记录应当保存 10 年以上。

3.2 安装要求

1 供应商应当在探测设备安装前评估探测设备安装对机场导航、灯光、气象等设施的影响。探测设备及其相关设施在飞行区内的安装,应当符合《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)关于飞行区障碍物、标志、易折性和照明的要求。

2 安装于道面附近的固定式探测设备应当易于维护与保养。移动式探测设备应当能够安装在符合机场使用要求的车辆上。

3.3 使用寿命要求

如果按照供应商的建议使用和维护探测设备,探测设备的使用寿命应当在 10 年以上。

4 交付要求

4.1 试运行

探测设备应在飞行区等级 4D 以上的机场,现有使用中的跑道进行试运行,试运行时间至少 1 年,试运行期间的使用频率应当不小于交付后的使用频率,以验证探测设备的是否满足技术要求。探测设备进行过试运行后,该型号的设备才能被机场引进。

4.2 设备手册

设备交货时,供应商提供的设备手册应包含下述文件:

- 1 操作手册;
- 2 探测设备分解图示和组成部分清单;
- 3 保养计划;
- 4 零件清单,包括可能需要替换的零件与修理费用清单;
- 5 设备设计、制造符合国家相关标准的证明材料。

4.3 性能说明

1 供应商应提供探测设备在不同条件下的性能说明,包括:

- 1) 不同等级降雨时的探测性能;
- 2) 不同等级降雪时的探测性能;
- 3) 晴朗天气、雾天与霾下的探测性能;
- 4) 白天、夜间、黎明、黄昏等不同光照环境下的探测性能;
- 5) 道面状态处于干燥、湿润或是有积雪时的探测性能;
- 6) 经历恶劣天气后,探测设备的性能恢复到晴朗天气下性能所需的时间。

2 如果探测设备在指定区域中存在监视盲区,供应商应当向机场管理人员指明。

4.4 维护方案

供应商应当提供探测设备的维护方案,包含以下文件:

- 1) 保养操作指南,包括对设备保养操作的建议;
- 2) 设备清洗方案,包括对清洗流程、清洗剂类型与清洗工具的建议;

3) 定期维修检查程序(包括维修检查的时间表),其中应当重点说明对于设备中易损部件定期维修检查的要求;

4) 重新校准计划和操作程序,重新校准应当确保探测设备在传感器的整个寿命周期都符合机场对于外来物管理的要求。

附录 A 美国机场卓越技术中心对探测设备的评估

本附录A以美国联邦航空局网站（www.faa.gov）上提供的关于4种探测设备的评估报告为研究对象，总结美国机场卓越技术中心对探测设备的实地测试工作，包括测试的起止时间、测试地点、不同天气条件以及对探测设备的评估项目等方面内容。

2007年至2010年，美国联邦航空局委托伊利诺伊大学机场卓越技术中心（以下简称CEAT）对4种探测设备进行了实地测试和评估。实地测试的开展情况见表A.1。

表A.1 CEAT对探测设备的实地测试

设备名称	厂家	测试起止时间	测试机场	测试区域
Tarsier	QinetiQ	2007年6月至 2008年3月	普罗维登斯机场	5/23 跑道
iFerret	Stratech Systems	2009年6月至 2010年7月	芝加哥奥黑尔国际 机场	27L 跑道、 MM 滑行道
FODetect	Xsight Systems	2008年1月至 2009年5月	波士顿洛根国际机 场	15R/33L 跑道
FOD Finder	Trex	2009年3月 2009年7月 2010年5月	芝加哥奥黑尔国际 机场	27L 跑道、 停机坪
			檀香山国际机场	8R 跑道、 RA 滑行道
			McClellan-Palomar 机场	6/24 跑道

实地测试包括对标准样件的测试和对实物样件的测试。

对标准样件的测试工作需要在不同条件下多次进行，用时较长。对标准样件的测试过程如下：

- 1、在机场活动区选取一段矩形区域（一般选择跑道的一段或者半幅跑道的一段）作为测试区域，探测设备与该区域的距离、角度应当与正式使用时的相同。

2、测试区域使用机械清扫，并经工作人员确认无外来物。

3、把测试区域划分为若干个矩形区域。在每个矩形区域中放置 1 组排成 1 列的标准样件，整个测试区域中应当既有与道面中线垂直放置的标准样件，也有平行放置的标准样件。

4、样件放置完毕后，先清空探测设备当前的探测记录，然后操作探测设备对测试区域进行探测，记录探测设备发现的 **FOD** 位置与个数、发现时间、实际排除的 **FOD** 个数、排除时间、实际位置、探测起止时间、天气状况与道面干湿状况等信息。

5、在不同环境条件下重复步骤 2 到 4 的测试工作。为了验证探测设备在不同环境下的探测能力，对于标准样件的测试工作除了在标准环境条件（天气晴朗、道面干燥）下进行以外，还需要分别在不利光照条件（黎明、黄昏与夜晚）与特殊天气下进行。特殊天气包括在降雨时进行探测或是雪后进行探测，此时道面可能处于潮湿或是有积雪的状态。

根据 CEAT 提供的评估报告，CEAT 对 **iFerret**、**FODetect**、**Tarsier** 与 **FOD Finder** 进行了标准环境条件下的标准样件测试，对 **iFerret** 与 **FODetect** 进行了不利光照条件下的标准样件测试，测试情况见表 A.2。

表A.2 不同光照条件测试情况

设备名称	iFerret	FODetect	Tarsier	FOD Finder
光照条件	白天 夜晚 黎明 黄昏	白天 夜晚 黄昏	白天	白天

CEAT 对 iFerret、FODetect 与 Tarsier 进行了不同气象条件下的标准样件测试，测试情况见表 A.3。

表A.3 不同气象条件测试情况

设备名称	iFerret	FODetect	Tarsier
气象条件	雨后（道面潮湿） 雪后（道面有冰雪）	小雨黄昏 小雨夜晚 雪后（道面有冰雪）	夜间小雨 暴雨（道面潮湿） 雪后（道面有冰雪）

CEAT 通过测试结果判断探测设备的探测能力、响应时间、环境适应性等方面是否符合《机场 FOD 检测设备》（AC 150/5220-24）的要求。结合其他评估内容，CEAT 以表 A.4 的形式汇总了对探测设备的评估结果。

表A.4 对探测设备的评估项目

性能要求	评估结果
基本功能	
1、监测机场指定的区域。	
2、发现并定位活动区中的单个或多个FOD。	
3、探测到FOD时向用户报警。	
4、与机场及航空器的通讯、导航、监视系统协同工作，并且不干扰这些系统的正常运行。	
5、与机场的正常活动协同工作（如航空器、车辆的运动），并且不受机场活动的干扰。	
6、提供探测到的FOD的数据记录，数据记录可以用于探测设备的校准和维修，以及FOD事件的分析。	
探测性能：目标探测	
1、未上漆的金属圆柱体，高3.1厘米、直径3.8厘米。	
2、白色、灰色或者黑色球体，直径4.3厘米（例如标准的高尔夫球）。	
3、放置在指定区域内（30米乘30米）的一组物体中90%的个体。每个物体在任何维度上不超过10厘米（除非另有说明），该组物体应当由以下各物体组成： ● 一块沥青混凝土或水泥混凝土；	

<ul style="list-style-type: none"> ● 一个跑道灯具零件； ● 一个活动扳手（长度不超过200mm）； ● 一个套筒（长度不小于50mm）； ● 一块航空器轮胎的橡胶皮； ● 一根扭曲的金属条（长度不超过200mm）； ● 一个航空器或者车辆的油箱盖； ● 一个轮毂螺母； ● 一根来自航空器或者地面设备的液压管（长度不超过200mm）； ● 一根白色聚氯乙烯管（直径50mm）。 	
<p>4、任意两件上述物体，彼此距离大于3米时，能够识别为两个物体。</p>	
<p>探测性能：定位精度</p>	
<p>FOD探测系统应当为探测到的物体提供位置信息，误差小于5.0米。</p>	
<p>探测性能：探测频率</p>	
<p>连续探测系统。在飞机活动期间，这类系统应当通过内置的传感器为跑道道面进行连续探测。飞机活动持续时间取决于机场，由用户规定。 移动式探测系统。这类系统应当能够移动工作，并提高机场安全自检能力（根据AC 150/5200-18）。检查的频度取决于机场，由用户规定。</p>	
<p>探测性能：探测响应时间</p>	
<p>设计用于飞机移动间隔期间提供警报的连续探测系统，系统应当在飞机移动间隔期间提供对跑道道面的检查。 对于其他类型的连续探测系统，系统应当能够按照机场要求提供对道面FOD的扫描结果，一般应当在FOD出现后4分钟之内更新信息。</p>	
<p>探测性能：监视区域</p>	
<p>跑道是探测设备应当监视的主要区域；如果不能监视整条跑道，由机场管理机构指定跑道需要监视的部分。飞行区的其它区域为次要区域，按照优先等级递减的顺序排列如下：其它有铺筑面的活动区、无铺筑面区、非活动区。 FOD探测系统制造商应当向机场营运人指明指定监控区域中的盲区。</p>	
<p>探测性能：不同天气下性能</p>	
<p>1、能够在该地区两年一遇的降雨或降雪条件（例如给定了强度、持续时间和频度）下探测物体（如美国气候学第20号规定）。更加严格的要求由用户规定。 2、FOD探测系统应当具有特定情况下的性能说明书，包括：</p>	

<ul style="list-style-type: none"> ● 晴朗天气下的性能; ● 恶劣天气下的性能; ● 向用户提供在暴雨或暴雪后系统恢复所需的时间,即恶劣天气结束后,探测性能恢复到晴朗天气下性能的时间。在这种情况下,恶劣天气结束定义为降雨或降雪结束。 <p>3、所有系统都应当验证在白天、夜间、黎明(或黄昏)时的性能。</p>	
<p>探测性能: 警报</p>	
<p>应把虚警(一个错误的警告,导致机场工作人员采取行动去移除一个实际并不存在的FOD)的出现降至最低,并且不能超过:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 具有视觉辅助确认功能的FOD探测系统,任意90天内平均每天一次,或者 ● 没有视觉辅助确认功能的FOD探测系统,任意90天内平均每天三次。注意:在使用这些探测系统的机场工作人员去核查FOD警告之前,野生动物可能已经离开,小物体可能已经被吹走了。 	
<p>系统输出: 探测结果</p>	
<p>1、记录的数据至少包含以下信息:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 发出警报的日期和时间 ● FOD的位置 <p>2、此外,建议系统能够获取如下的信息(并非必须):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 对探测到或者取回FOD的描述(如尺寸、名字、种类、序号等) ● 取回FOD的日期和时间 ● 警报处理的日期和时间 ● 探测或者核查FOD的工作人员姓名 ● 取回的FOD的图像(如果可行) ● 保管信息 	
<p>系统输出: 数据显示</p>	
<p>FOD探测数据可以坐标的形式显示在在操作台的机场地图上,或者广播通知飞行区巡视检查人员。信息的显示方式由机场指定,并且与机场现有系统的运行协调一致。</p>	
<p>系统输出: 数据收集</p>	
<p>FOD探测过程收集的数据应当数字化存储,并且可以保留两年以上。</p>	

附录 B 探测设备环境试验方法

本附录B包含了对探测设备的环境试验方法，供参考。

探测设备室外部分应当在无包装、准备使用的状态下检测。

1 低温：按《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温》（GB/T 2423.1）中试验 Ad 规定的方法进行，在温度为 (-32 ± 2) °C 条件下，将探测设备通电开机，稳定 2h 后，运行自检程序，探测设备应当正常工作、外观完好，重复 3 次。

2 高温：按《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温》（GB/T 2423.2）中试验 Bd 规定的方法进行，在温度为 (55 ± 2) °C 条件下，将探测设备通电开机，稳定 2h 后，运行自检程序，探测设备应当正常工作、外观完好，重复 3 次。

3 交变湿热：按《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环）》（GB/T 2423.4）中试验 Db 规定的方法进行，在温度为 (40 ± 2) °C、相对湿度为 (93 ± 3) % 条件下，将探测设备通电开机，持续时间 12h 后，运行自检程序，探测设备应当正常工作、外观完好，重复 3 次。

4 防水：按《外壳防护等级（IP 代码）》（GB 4208）中第 14.2.6 条规定的程序进行后，运行探测设备的自检程序，探测设备应当正常工作，重复 3 次。

5 盐雾：按《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）》（GB/T 2423.18）中严酷

等级(1)规定的程序进行后,运行探测设备的自检程序,探测设备应当正常工作,重复3次。

6 沙尘:如果探测设备室外部分有可见的转动机构、滑动机构等运动机构,按《电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘试验》(GB/T 2423.37)中第6条规定的程序进行后,运行探测设备的自检程序,探测设备应当正常工作,重复3次。

7 雷击:固定式探测设备处于室外的部分按《电子设备雷击试验方法》(GB/T 3482)规定的程序进行后,运行探测设备的自检程序,探测设备应当正常工作,重复3次。

8 风压:

1)固定式探测设备处于室外的部分按《环境试验 第2部分:试验方法 风压》(GB/T 2423.41)中规定的程序进行后(或者进行与GB/T 2423.41等效的静力试验后),应当满足5.2.2条第2项的规定。

2)位于升降带内的固定式探测设备,如果安装时包含塔架,把探测设备与塔架作为一个整体按《易折易碎杆塔通用技术要求及检测规范》(AC-137-CA-2014-01)第5.7条规定的程序进行后,应当满足5.2.2条第2项的规定。

9 清洗剂浸渍:采用《电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验XA和导则:在清洗剂中浸渍》(GB/T 2423.30)中3.1.2中规定的溶剂,按方法1规定的程序进行后,运行探测

设备的自检程序，探测设备应当正常工作，并且外观完好。

10 振动：对移动式探测设备，将探测设备通电开机，按《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）》（GB/T 2423.10）规定的程序进行，在探测设备三个互相垂直的轴线上依次进行 10 次扫频耐久试验，频率范围为 10Hz~150Hz，频率容差为±2%，振动加速度幅值为 20m/s²，扫频速率为每分钟 1 倍频程，容差为±10%。试验后，运行探测设备的自检程序，探测设备应正常工作。