

# 重新评估机场塔台防雷系统

## 检查清单

据美联社近期报道，巴尔的摩/华盛顿瑟古德·马歇尔国际机场(BWI)的塔台被雷电击中，造成一名空中交通管制员受伤，暴露出影响其他美国机场塔台的潜在弱点。大多数机场塔台均建有防雷系统，然而，在BWI的事故中，防雷系统失效了，原因很可能是在几年前进行的一次施工过程中电缆被切断。

空中交通管制员正在康复中，但是此次严重事故足以促使美国联邦航空管理局(FAA)制定计划来评估其辖下 440 座美国空中交通控制塔。FAA 首次制定针对以下设施的防雷要求，将特别关注 200 多座 1978 年以前建成的塔台：

- 机场控制塔
- 导航和进场灯光系统(ALS)，包括机场灯标、PAPI、VASI、RAIL、REIL、VOR、ILS 和 MALS 系统
- 天气和机场咨询系统，包括 RVR、ATIS、AWOS 和 ASOS
- 高压和低压电气和通信电缆系统；光线布局、接合和测试；以及机场接地系统



## 确保可靠防雷：

- 步骤 1
- 步骤 2
- 步骤 3

评估现有接地系统，测量土壤电阻率

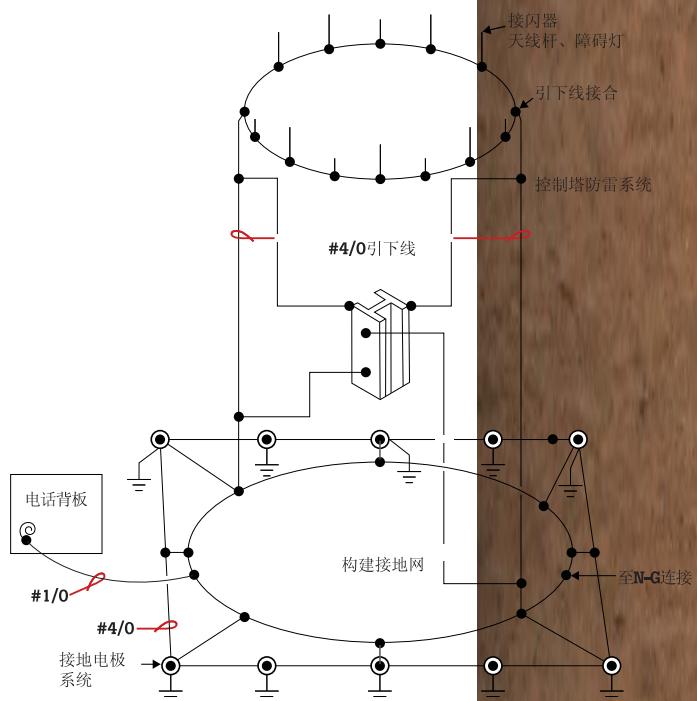
测量接地阻抗、通断性，采取其他预防性维护措施

解决问题

## 防雷组件一览

- 每座塔台均应安装有接闪器、引下线和至少一个接地板或接地棒
- 接闪器应安装至塔台顶部，其尖端高于塔台顶部至少 150 mm (6 in)。
- 应利用合适的铜质紧固件(具有铜质或防腐金属螺栓)将引下线电缆牢牢地固定在塔台柱的表面，间隔 150 cm (5 ft)。禁止过分弯折引下线。
- 电缆至电缆、电缆至接闪器以及电缆至接地板或接地杆之间的所有连接必须采用非焊接连接器或防腐金属。
- 应将引下线牢固地连接至接地杆或接地板，距塔台底座至少 60 cm (2 ft)远。接地杆应插入大地内，其顶部应距地表至少 150 mm (6 in)。应利用接地器或接地夹子将引下线牢固地连接至接地板或接地杆。

如果机场位于雷电高发区，应使用 Catenary System(链状系统)(用于保护航天飞机)，但是这将是一大笔开销。桑迪亚国家实验室(SNL)推荐一套较便宜(但是同样有效)的替代方案。SNL 建议安装接地环，辅以接地杆和辐射线。



## 一般接地要求(摘自于 FAA AC 150/5340-30D)

防雷系统提供低电阻优先通路，这样来自雷击放电的能量可以进入大地并安全消散，不会引起损坏或伤害。安全接地保护工作人员可能接触到由于电源线或隔离变压器短路造成的带电灯座或安装杆时免受伤害。这两种系统均要求正确接地。

### 控制塔

每个照明设备均必须安全接地并连接至接地杆。建议对地租抗范围介于 10 至  $20\Omega$  之间。

安全接地必须具有足够的载流量和尺寸，并且必须连接至正确的电极以将能量消散至大地。

### 跑道灯

助航灯光的电源由每个灯泡的正确接地隔离变压器以及正确接地辅助隔离变压器组成。

### 基础旅客登机桥(PBB)

旅客登机桥要求防雷系统以及正确接地和接合，以保护人员和设备，确保机场系统安全工作。如果没有这种保护，众多来自欧洲和亚洲的旅客则要在飞机内忍受几个小时，等待暴风雨结束后才能下机。

## 确保可靠防雷

BWI 的事故中存在电火花，表示缺乏等势性。上述问题可利用诸如 Fluke 1625-2 GEO 接地测试仪等接地电阻测试仪和其他福禄克测试工具进行识别。

### 步骤 1

#### 评估现有接地系统

- 利用 Fluke 1625-2 测量不同区域和土壤层的土壤电阻率，识别最佳的低电阻土壤区域，以扩展接地系统。
- 利用不同土壤层的电阻率数值来确定要使用的电极类型以及埋藏深度，以获得较低的接地电阻值。



土壤类型	$R_E$ $\Omega M$	接地电阻					
		接地电极深度(米)			接地条(米)		
		3	6	10	5	10	20
非常湿的土壤、沼泽地	30	10	5	3	12	6	3
耕地土壤、肥土和粘土	100	33	17	10	40	20	10
砂土	150	50	25	15	60	30	15
湿砂土	300	66	33	20	80	40	20
1:5 混凝土	400	-	-	-	160	80	40
潮湿沙砾	500	160	80	48	200	100	50
干砂土	1000	330	165	100	400	200	100
干燥沙砾	1000	330	165	100	400	200	100
大理石	30,000	1000	500	300	1200	600	300
岩石	$10^7$	—	—	—	—	—	—

### 步骤 2

#### 预防性维护

- 根据步骤 1 中得出的测量值对接地系统进行优化后，利用 1625-2 测量接地阻抗。该数值非常重要，因为雷电为高发事件，而接地阻抗测量将帮助确定接地系统正确消散雷电能量的能力。
- 测量防雷系统引下线的通断性，这将确定引下线的电势是否与电气系统其它组件的电势相同。雷电期间，所有组件需要具有相同电势，以避免灾难性的损失。
- 通过利用 1625-2 测量以下设备的组件之间的直流电阻或交流电阻来确定所有接地系统的等势性。
  - 防雷系统

- 接地电极系统
- 接合系统(安全接地导体/设备接地导体)
- 电子设备屏蔽(进场和导航系统)
- 天气和机场咨询系统(包括 RVR、ATIS、AWOS 和相关系统)
- 根据 IEEEC.62.41 标准安装具有足够载流量的电涌抑制器，以保护电子设备。

## 步骤 3

### 预防性维护

- 利用 1625-2 测量电阻值或两点之间的电势差，从而识别松动的连接以及过热的变压器和导线。您可以使用类似 Fluke Ti400 的红外成像仪来显示不同组件之间的温度差异。
- 通过利用 Fluke 1587 绝缘万用表测量绝缘电阻来识别绝缘击穿。



### 防雷系统规范和标准

防雷系统，机场设施起飞场地照明系统接地以及电气和通信系统必须符合：

- NEC，美国国家电气规范
- NFPA(美国国家消防协会)780 “防雷系统安装标准”
- 美国保险商实验室：UL 96a
- 美国防雷协会：LPI 175
- FAA-STD-19e “设施和电子设备的防雷和防浪涌，接地以及接合和屏蔽要求”
- FAA AC 150/5340-30D 12.6 “安全设备接地”

**福禄克，助您与世界同步！**

**Fluke Corporation**  
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

**Fluke Europe B.V.**  
PO Box 1186, 5602 BD  
Eindhoven, The Netherlands

**更多信息请致电：**  
In the U.S.A. (800) 443-5853 or  
Fax (425) 446-5116  
In Europe/M-East/Africa +31 (0) 40 2675 200 or  
Fax +31 (0) 40 2675 222  
In Canada (800)-36-FLUKE or  
Fax (905) 890-6866  
From other countries +1 (425) 446-5500 or  
Fax +1 (425) 446-5116  
Web access: <http://www.fluke.com>

©2014 Fluke Corporation。  
技术指标如有更改恕不另行通知。  
美国印刷 6/2014 6002146A\_EN

未经 Fluke Corporation 书面许可，严禁篡改本文内容。

更多关于接地应用和解决方案的相关信息，请访问  
[www.fluke.com/egt](http://www.fluke.com/egt)