



# 咨询通告

中国民用航空局机场司

---

编 号:AC-137-CA-2014-01

下发日期:2014年9月9日

## 易折易碎杆塔通用技术要求及检测规范

---

# 目 录

1 目的	(1)
2 适用范围	(1)
3 定义	(1)
4 参考资料	(2)
5 通用要求	(3)
5.1 产品	(3)
5.2 环境条件	(4)
5.2.1 风	(4)
5.2.2 温度	(5)
5.2.3 湿度	(5)
5.2.4 日照	(5)
5.2.5 盐雾	(5)
5.2.6 振动	(5)
5.2.7 摆动	(5)
5.3 材料	(6)
5.3.1 杆塔材料	(6)
5.3.2 其它部件材料	(6)
5.4 工艺要求	(6)
5.4.1 钢铁制件和钢制紧固件	(7)
5.4.2 铝制件	(7)
5.4.3 颜色	(7)
5.4.4 涂装	(7)
5.5 高度	(7)
5.6 重量	(7)
5.7 易折性要求	(8)
5.8 组装要求	(9)
5.9 偏移要求	(9)
5.10 可维护性	(9)

5.10.1	一般要求	.....	(9)
5.10.2	特殊要求	.....	(10)
5.11	基础	.....	(10)
5.12	防雷接地	.....	(10)
5.13	电线电缆	.....	(11)
5.14	清洁	.....	(11)
5.15	说明书	.....	(11)
6	试验规程和合格判断条件	.....	(11)
6.1	可视测试	.....	(11)
6.2	盐雾试验	.....	(11)
6.2.1	试验程序	.....	(11)
6.2.2	合格判断条件	.....	(11)
6.3	太阳辐射试验	.....	(11)
6.3.1	试验程序	.....	(12)
6.3.2	合格判断条件	.....	(12)
6.4	偏移试验	.....	(12)
6.4.1	试验程序	.....	(12)
6.4.2	合格判断条件	.....	(12)
6.5	易折性试验	.....	(12)
6.5.1	试验工具和程序	.....	(13)
6.5.2	合格判断条件	.....	(14)
6.6	风压试验	.....	(14)
6.6.1	试验程序	.....	(14)
6.6.2	合格判断条件	.....	(15)
6.7	维护性能试验	.....	(15)
7	出厂检验	.....	(15)
7.1	检验	.....	(15)
7.2	检验记录	.....	(15)
8	包装	.....	(15)
	编写说明	.....	(17)

# 易折易碎杆塔通用技术要求及检测规范

## 1 目的

为明确民用机场飞行区内易折易碎杆塔的技术要求,规范有关检测工作,根据国际民航组织第 9157 号文件《机场设计手册 第 6 部分-易折性》,参考美国联邦航空局第 150/5345-45C 号咨询通告《Low-impact Resistant Structures》,制定本咨询通告。

## 2 适用范围

本咨询通告适用于民用机场飞行区障碍物限制面中的用于支撑助航设施设备的易折易碎杆塔,包括进近灯光杆塔、仪表着陆设备杆塔、风向标杆塔等类似结构,不适用于跑道、停止道和滑行道边上的立式灯具。

## 3 定义

a. 易折易碎物体。在规定的冲击力下会折断(破碎)、弯曲或屈服,从而对航空器的危害达到最小的轻质量物体。

b. 易折性。机场各种目视和非目视助航设施(例如进近灯光杆塔、气象设备、无线电导航设备等)一般设在跑道、滑行道和机坪附近,若起飞、着陆或地面运行的航空器与其意外碰撞会造成危险。所有此类设备及其支柱必须易折且应当安装得尽可能低,以保证碰撞不会导致航空器失控。易折性可通过多种设计理念来实

现,例如可采用轻质易折易碎材料、脆性或低韧性的构件和连接件等方式,以确保易折物体受到碰撞时破碎、弯曲或屈服。

注:易折性包含易折性和易碎性。

c. 易折易碎杆塔。易折易碎杆塔(以下简称“易折杆”)是指采用轻质易碎材料或易折结构制成的单杆式、塔架式等构型的支撑结构物。

注:易折杆通常用作进近灯光系统、仪表着陆系统航向仪天线、下滑仪天线、风向标、大气投射仪、前向散射仪等机场设备的支柱。

#### 4 参考资料

a.GB 50009-2012《建筑结构荷载规范》

b.GB 50135-2006《高耸结构设计规范》

c.GB/T 3190-2008《变形铝及铝合金化学成分》

d.GB/T 6892-2006《一般工业用铝及铝合金挤压型材》

e.GB/T 8733-2007《铸造铝合金锭》

f.GB/T 11206-2009《橡胶老化试验 表面龟裂法》

g.GB/T 13912-2002《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》

h.GB/T 5267.3-2008《紧固件 热浸镀锌层》

i.GB/T 20878-2007《不锈钢和耐热钢-牌号及化学成分》

j.GB/T 10610-2009《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法》

k.GB/T 13384-2008《机电产品包装通用技术条件》

l.GB/T 3098.1-2000《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》

m.GJB 150.1A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第1部分:通用要求》

n.GJB 150.7A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第7部分:太阳辐射试验》

o.GJB 150.11A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第11部分:盐雾试验》

p.GJB 150.21A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第21部分:风压试验》

q.MH 5001-2013《民用机场飞行区技术标准》

r.ICAO Doc9157《机场设计手册 第6部分 易折性》

s.ICAO 附件 14《机场-卷 I 机场设计和运行》

t.FAA AC 150/5345-45C Low-impact Resistant Structures

u.FAA-E-2702 Low-impact Resistant Structures

v.MIL-STD-810F Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests

w.ASTM A325M《最小抗拉强度 830MPa 的热处理米制钢结构螺栓》

## **5 通用要求**

### **5.1 产品**

产品应当结构完整、配件齐全、外观完好,整体满足本规程的

技术要求,还应当提供出厂试验报告和产品型式试验报告、产品出厂合格证和使用说明书。

注:产品应当包括易折杆的所有零部件(安装底座、调整和连接组件等),还应当提供安装和维护所必需的装置(如升降或折倒装置等)。

## 5.2 环境条件

易折杆及其零部件和所有必需设备置于以下环境中,其结构或任意易折易碎部分必须能正常工作而不会失效。

### 5.2.1 风

a. 确定自然风速。易折杆应当足够结实牢固以满足在国家规定的典型自然风荷载(例如覆冰 12.5mm 和风速 140km/h)中正常工作的运行要求;还应当能经受 210km/h 的风速,或采用当地 50 年一遇最大风压来确定风荷载,具体可参考 GB 50009《建筑结构荷载规范》,取两者最大值。

b. 确定喷气气流风速。航空器的喷气气流不应当对正常工作的易折杆产生破坏和永久性变形。设计时,应当使用航空器排气轮廓线图,结合易折杆相对于航空器的距离和方向,确定易折杆所能承受的喷气气流风速。

c. 综合确定设计风速。易折杆应当综合考虑当地的自然风和航空器的喷气气流来确定所能承受的风速,取二者中最大值。

d. 计算设计风压。设计风速确定后,应当依据《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)附录 E 的风压风速变换公式,计算易折



杆所能承受的设计风压。

e. 计算风荷载。设计风压确定后,应当依据《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)8.1的计算公式,综合考虑风振系数、体型系数、高度变化系数等计算易折杆所能承受的风荷载。

#### 5.2.2 温度

易折杆及其零部件和所有必需设备,应当能在 $-55^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 的环境中正常工作。

#### 5.2.3 湿度

易折杆及其零部件和所有必需设备,应当能在相对湿度为 $5\% \sim 100\%$ (包括冷凝)的环境中正常工作。

#### 5.2.4 日照

此要求适用于使用塑料或非金属材料的易折杆及其零部件和所有必需设备,其应当能经受长时间太阳辐射。

#### 5.2.5 盐雾

易折杆及其零部件和所有必需设备,应当能经受盐雾腐蚀环境。

#### 5.2.6 振动

易折杆的零部件、其零部件组合乃至整个结构,在自然风、喷气气流和地震等影响下不应当产生谐波振动。

#### 5.2.7 摆动

对于安装在高塔上的易折杆,设计时应当考虑摆动因素,满足高耸结构的位移要求和助航设施设备的偏移要求。



## 5.3 材料

### 5.3.1 杆塔材料

杆塔应当选用质量轻、质地硬、韧性模量低的材料,可用哑光处理的阳极氧化铝合金、玻璃纤维增强塑料(以下简称“玻璃钢”)等。

### 5.3.2 其它部件材料

#### 5.3.2.1 不锈钢

所有不锈钢制成的五金零部件应当使用 18-8 以上的不锈钢。

#### 5.3.2.2 钢制五金件

所有高强度碳素钢制成的螺栓和螺母应当进行热处理,最小抗拉强度不低于 830MPa,适合实际应用。

#### 5.3.2.3 非金属连接器

玻璃钢的钻孔和切割边应当镀与原树脂同样的材料。

#### 5.3.2.4 橡胶

所有用于易折杆结构的橡胶或类似橡胶的材料应当符合 GB/T 11206《橡胶老化试验 表面龟裂法》B 法--矩形试样弯曲试验法的全部要求。

## 5.4 工艺要求

易折杆结构及其零部件不应当有锐利边缘,以防操作中造成危险;其表面应当平整,防止影响组合和安装。所有接合面,无论是金属的还是非金属的,结构接合前均应当喷砂处理并用溶剂清洗。

#### 5.4.1 钢铁制件和钢制紧固件

所有钢铁制件和钢制紧固件(不锈钢除外)表面应当做防锈、防腐蚀处理,并满足 5.2.5 的要求。对于钢铁制件,宜按照 GB/T 13912《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》进行热浸镀锌,且钢铁制件表面在镀锌前应当喷砂到基体金属。对于钢制紧固件(螺母、螺栓、垫圈和其它微小部件),宜按照 GB/T 5267.3《紧固件 热浸镀锌层》进行热浸镀锌。

#### 5.4.2 铝制件

所有铝制件都应当在硫酸电解液中进行阳极氧化,阳极氧化膜不染色,但应当做哑光处理。

#### 5.4.3 颜色

易折杆颜色应当符合 MH 5001《民用机场飞行区技术标准》有关要求。

#### 5.4.4 涂装

所有玻璃钢或同等性能材料制成的零部件应当喷涂 38~51 微米厚的聚氨酯涂料。除有具体说明外,对于所有玻璃钢零部件,色素和紫外线吸收剂应当溶入涂料中。喷涂料前,应当用砂纸或通过机械加工磨平所有突起(表面粗糙度参数 Ra 达到 6.3)并用适合的溶剂清洁表面。

#### 5.5 高度

易折杆支撑的设备至少应当在 $\pm 20\text{cm}$ 高度范围内可调整。

#### 5.6 重量

易折杆结构应当设计得尽可能地轻,并符合 5.2、5.3、5.7、5.9、5.10 中的相关要求。

### 5.7 易折性要求

a. 设计目的。在 5.2 所述的所有环境条件下,能用质量尽可能轻的易折杆支撑起尽可能重的助航设施设备。但遭受任意方向意外撞击时,易折杆应当易折易碎,以最大限度减轻对航空器的结构损伤。碰撞时,易折杆必须破碎、弯曲或屈服,且不缠绕航空器,以防限制航空器的安全机动性。

b. 对于可能与起飞或降落的航空器发生碰撞的易折杆,在遭受重 3000kg、速度 140km/h 的航空器撞击时必须易折易碎。对于可能与地面滑行的航空器发生碰撞的易折杆,在遭受重 3000kg、速度 50km/h 的航空器撞击时必须易折易碎。

c. 碰撞时,易折杆施加到航空器上的力应当不大于 45kN;航空器与易折杆碰撞接触瞬间(约 100ms),易折杆施加给航空器的最大能量应当不大于 55kJ。

d. 电缆应当是易断开的,以避免缠绕航空器和降低易折杆的易折性能,同时应当确保供电可靠性。电缆可设置一些断开点,可通过采用比拉断电缆小的拉力就能断开的接线器来实现,接线器应当符合相关标准;同时应当使用可脱开的保护罩,以减小电缆断开时电弧引起的火灾危险,保护罩的大小应当与电压相匹配。

e. 安装在易折杆上的电气设备或组件宜设计成易折杆结构的一部分,并保证运行性能不降低。

f. 如果易折杆位于跑道端安全区内,易折杆底座的所有机械固定点必须与易折固定装置相匹配,且易折固定装置的易折点应当不高于周围地面 76mm。易折杆进行测试时,必须将其底座的固定点连接到易折固定装置上。

g. 按照 MH 5001《民用机场飞行区技术标准》,立式进近灯及其支柱均应当易折。但在距跑道入口 300m 以外的部分:

(1) 若支柱高度超过 12m,则其顶端 12m 的部分应当易折;

(2) 若支柱四周存在非易折物体,则高出非易折物体的部分应当易折。

## 5.8 组装要求

易折杆应当制成多个部件的组合物,以便于运输和操作,但不得影响设计的整体性。各部件应当不需使用特殊工具就能在现场快速组装,不应当在现场焊接结构部件。

## 5.9 偏移要求

易折杆必须足够牢固,其结构偏移应当限定在偏移容差范围内,以防影响其所支撑的助航设施设备的信号质量。设计时,应当考虑不同设施设备的运行性能、测量精度等要求,合理确定偏移容差。例如,进近灯光杆塔在全部表面覆冰 12.5mm、经受 100km/h 的风速时,光束垂直偏移应当不大于 $\pm 2$ 度,光束水平偏移应当不大于 $\pm 5$ 度。

## 5.10 可维护性

### 5.10.1 一般要求

易折杆应当便于维护,不应当作为攀登架或用来固定梯子,以防止其性能降低。可以采用容易移动和升降的设备对易折杆及所支撑的设备进行维护,也可以将易折杆降至地面或仅降低设备进行维护。

对于可降至地面或仅降低设备的易折杆,当降至地面时,设备应当处于易于维护的高度。所有可降低装置应当作为易折杆的必要部件由制造商提供,且应当与易折杆作为整体来考虑其重量和易折性。维护作业完成后,设备应当重新安装就位,且不需重新调校。例如,进近灯光杆塔的灯具降至地面维护时,灯具应当保持水平;杆塔应当适于安装且不会限制灯座的调整范围;维护作业完成后,灯具应当在水平和垂直方向上对齐。

#### 5.10.2 特殊要求

对于某些有特殊要求的易折杆,例如仪表着陆系统下滑仪天线杆塔,若确实需要设置用于维护的固定爬梯,爬梯应当作为易折性设计的一部分予以考虑。

#### 5.11 基础

为确保易折杆及所支撑设施设备的稳定性,易折杆底座应当牢固安装在基础上(一般为水泥混凝土基础),且经简单调整即可调至水平。易折杆基础应当符合 MH 5001《民用机场飞行区技术标准》及相关规定。

#### 5.12 防雷接地

易折杆必须设置防雷接地装置。



### 5.13 电线电缆

电线电缆不得裸露,其外部保护构件应当作为易折性设计的一部分予以考虑,且不降低整体的易折性能。

### 5.14 清洁

易折杆材料表面应当保持清洁,所有在生产过程中所残留的油脂、油、灰尘、污垢、助焊剂和化学品等应当予以清除。

### 5.15 说明书

说明书中必须提供所有重要程序,包括:分拆、组合、安装、操作、建议维护措施说明和一份完整的零部件清单。

## 6 试验规程和合格判断条件

### 6.1 可视测试

必须对易折杆所有零部件的工艺品质、表面光洁度和预期目标的符合情况等方面进行目视检查。

### 6.2 盐雾试验

#### 6.2.1 试验程序

必须对易折杆的一部分和所有必需五金件进行盐雾试验。试验条件为 48 小时喷盐雾、48 小时干燥。具体可参照 GJB 150.11A 《军用装备实验室环境试验方法第 11 部分:盐雾试验》。

#### 6.2.2 合格判断条件

若没有出现损坏、锈蚀、点蚀、腐蚀(保护性涂层损坏除外)以及玻璃钢分层等现象,则认定通过盐雾试验。

### 6.3 太阳辐射试验

### 6.3.1 试验程序

对于所有带有塑料或非金属外层材料的易折杆,必须进行太阳辐射试验。试验以 24 小时为一个循环,照射 20 小时,停照 4 小时,试验应当持续至少 56 个循环。具体可参照 GJB 150.7A《军用装备实验室环境试验方法第 7 部分:太阳辐射试验》中的程序 II-稳态试验(光化学效应)。

### 6.3.2 合格判断条件

若没有出现品质降低或玻璃钢分层等现象,则认定通过太阳辐射试验。

## 6.4 偏移试验

### 6.4.1 试验程序

将根据 100km/h 风速和覆冰 12.5mm 计算出的静态荷载,垂直施加到按实际工作组态组合和安装的易折杆(最大高度)的纵轴上。

### 6.4.2 合格判断条件

若偏移不超过 5.9 中的数值,且易折杆没有永久性变形,则认定通过偏移试验。

## 6.5 易折性试验

必须对装有所有零部件和最大设施设备负荷的(包括电线电缆)、最大规格的易折杆进行易折性试验,易折杆底座的易折五金件也应当包含在内。易折性试验应当能够模拟易折杆被航空器碰撞的情形。



### 6.5.1 试验工具和程序

a. 撞击物。撞击物应当为刚性半圆形轻质钢管。钢管长度为 1m 或为易折杆(塔)最大横截面尺寸的 5 倍(取两者最大值), 钢管壁厚不小于 25mm, 钢管外径不超过 250mm。钢管表面应当尽量平滑、不需要涂层或抛光。撞击物应当固定在试验车上, 从而使撞击物与易折杆结构的碰撞过程尽量体现出刚体碰撞的特性, 以便于在试验中获取最大碰撞力、碰撞时间及碰撞时间内的能量变化等数据。

b. 测力传感器。测力传感器应当安装在尽量靠近撞击物的位置上, 并且应当安装足够数量的测力传感器, 以确保当撞击物偏离中心线或与易折杆(或其底座)反作用产生意外冲量时, 数据仍能有效测量。测力传感器量程不低于 45kN, 采样频率不低于 10kHz。

c. 高速摄像机。应当使用高速摄像机来记录撞击物与易折杆的碰撞过程, 帧速率应当足以观察并记录碰撞瞬间(大约 100ms)易折杆的损坏模式。目视观察碰撞过程和结构变形是不可行的。

d. 撞击速度。装载撞击物的试验车辆最大行驶速度应当大于 140km/h。应当维持撞击速度不变, 并记录碰撞瞬间的撞击速度。

e. 撞击位置。撞击物或易折杆结构应当处于合适的相对位置, 使碰撞发生在高出地面以上 4m 或易折杆顶端以下 1m 的位置

(选两者较高的位置)。

### 6.5.2 合格判断条件

a. 根据测力传感器的记录,易折杆施加到撞击物上的力应当不大于 45kN;撞击物与易折杆碰撞接触瞬间(约 100ms),易折杆施加给撞击物的最大能量应当不大于 55kJ。

b. 观察高速摄像机的视频或影像记录,易折杆不应当继续锚定在基础上,且不会有缠绕机翼的潜在可能性,以防止航空器飞行方向受到不利影响。

c. 易折杆被撞击后的损坏模式应当为:被撞击位置破碎、开出一个豁口或弯曲。

d. 若易折杆碰撞后形成的节段(碎片)或与基础分离的易折杆下部被撞击物带走,可认为不会对航空器造成危险,不算作试验失败。

e. 电线电缆应当分离,不应当妨碍易折杆破碎、开出一个豁口或弯曲。如果撞击物与电线电缆、或与被电线电缆捆住的易折杆节段缠绕在一起,应当判断是否会阻碍重约 3000kg 的航空器继续飞行和安全操作。

f. 易折杆被撞击后形成的节段或碎片,其质量应当尽可能小且其断开方式不会对航空器造成严重损害(例如击穿挡风玻璃、机身或机尾操纵面)。

## 6.6 风压试验

### 6.6.1 试验程序

至少应当对最大规格的、以实际工作组态组合和安装的易折杆按照 5.2.1 中的风速要求,通过施加静态荷载或者按照 GJB 150.21A《军用装备实验室环境试验方法第 21 部分:风压试验》的要求进行风压试验。

#### **6.6.2 合格判断条件**

当荷载消除时,易折杆结构恢复至初始位置,且未发生永久变形,则认定通过风压试验。

#### **6.7 维护性能试验**

制造商应当按照说明组装一个最大规格的易折杆结构,以演示组装、所有零部件及升降功能的适用性。结构升降前,制造商应当在易折杆上安装与适用设备等重的配重块。演示必须证明维护人员能够安全执行所有维护作业。

### **7 出厂检验**

#### **7.1 检验**

制造商应当检验易折杆的所有零部件,以保证其物理尺寸、材料和工艺品质合格。

#### **7.2 检验记录**

制造商应当保留 7.1 中的检验记录 3 年。所有零部件应当可通过序列号或检验记录追踪查询。

### **8 包装**

易折杆应当妥善包装,以保护其零部件,防止运输过程中受损或被腐蚀。所有集装箱应当标明易折杆的装箱内容、型号、高度

等。若使用一个以上的集装箱运输,易折杆的零部件应当在包装上贴有识别标签。所有包装标签和易折杆零部件应当符合 GB/T 13384《机电产品包装通用技术条件》的要求。

## 编写说明

本咨询通告为 2011 年度中国民用航空局本级专项任务“易折杆测试方法及合格判断条件研究”项目成果,由民航局机场司郑斐和民航工程咨询公司武善杰等同志起草。

本咨询通告主要参考了美国联邦航空局《Low-impact Resistant Structures》(AC 150/5345-45C)和国际民航组织《机场设计手册 第 6 部分 易折性》(DOC9157),编写过程中结合我国民用机场易折杆产品的实际应用情况,广泛征求了民航管理部门、机场管理机构、设计单位、有关生产企业和检测机构的意见,经多次讨论、修改,最终定稿。

本咨询通告由民航局机场司负责管理和解释,执行过程中如有意见和建议,请及时函告我司,以便修订时参考。

中国民用航空局机场司

2014 年 9 月 2 日