

中华人民共和国国家标准

电工电子产品基本环境试验规程 风压试验方法

GB/T 2423.41—94

Basic environmental testing procedures for electric
and electronic products
Wind pressure

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电工电子产品利用风洞进行风压试验的术语、对试验设备和试验样品(以下简称试验件)的要求、试验条件和试验方法。

本标准适用于检验安装在户外的电工电子设备或部件(如雷达天线、微波天线、卫星天线等)承受风压时的适应性及评定其结构的合理性。

本标准不适用于固定电工电子设备或部件的塔架。

2 术语

2.1 风洞 wind tunnel

在一个按特殊要求设计的管道系统内,利用风扇等动力装置人工产生和控制气流,以模拟试验件周围气体的流动,并可度量气流对试验件的作用的装置。其中安装试验件的部分称试验段。

风速低于 135 m/s 的风洞称为低速风洞。

2.2 风洞试验 wind tunnel test

在风洞试验段中安装试验件,测量气流流过试验件时作用在试验件上的空气动力,以求得试验件的性能数据。试验件可以改变方向,以模拟不同风向状态。

2.3 风洞天平 wind tunnel balance

感受并测出作用在试验件上的气动力和气动力矩的设备。

2.4 仰角 elevation angle

在试验段纵向对称面(xoz)上,试验件纵向基准线(ox_1)的投影与气流方向的夹角,记作 α 。当试验件正面迎风时仰角为 0° ,上仰时仰角为正,下俯时仰角为负(见图1)。

2.5 方位角 azimuth angle

在试验段水平对称面(xoy)上,试验件纵向基准线(ox_1)的投影与气流方向的夹角,记作 β 。当试验件正面迎风时方位角为 0° ,逆时针转时方位角为正,顺时针转时方位角为负(见图1)。

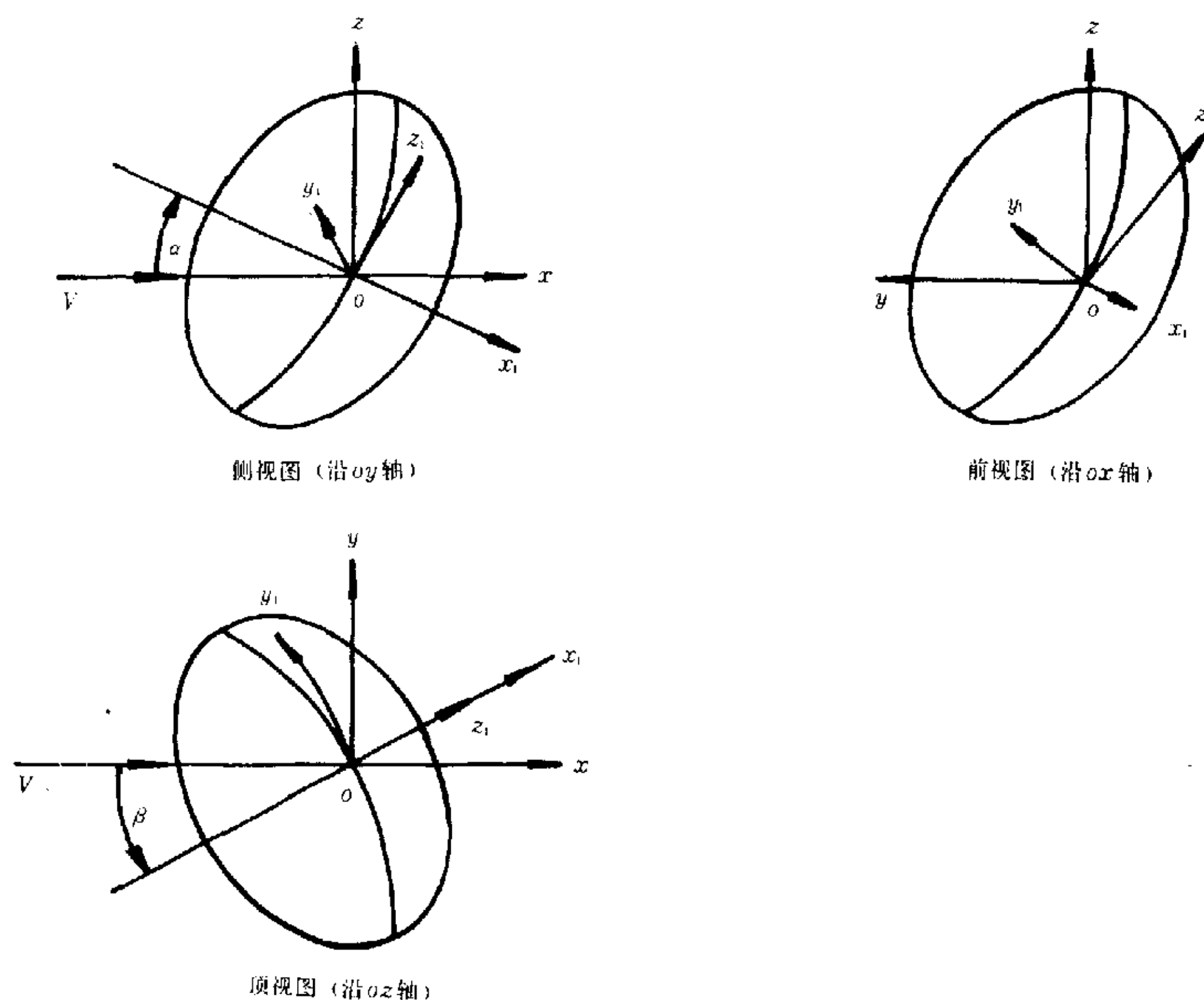


图1 风轴 ox 、 oy 、 oz ，体轴 ox_1 、 oy_1 、 oz_1 ，仰角 α 与方位角 β 的示意图

2.6 空气动力 aerodynamic force

气流流过试验件时所产生的力(包括阻力、横风力、侧力)和力矩(包括滚转力矩、俯仰力矩、偏航力矩,见图2)。

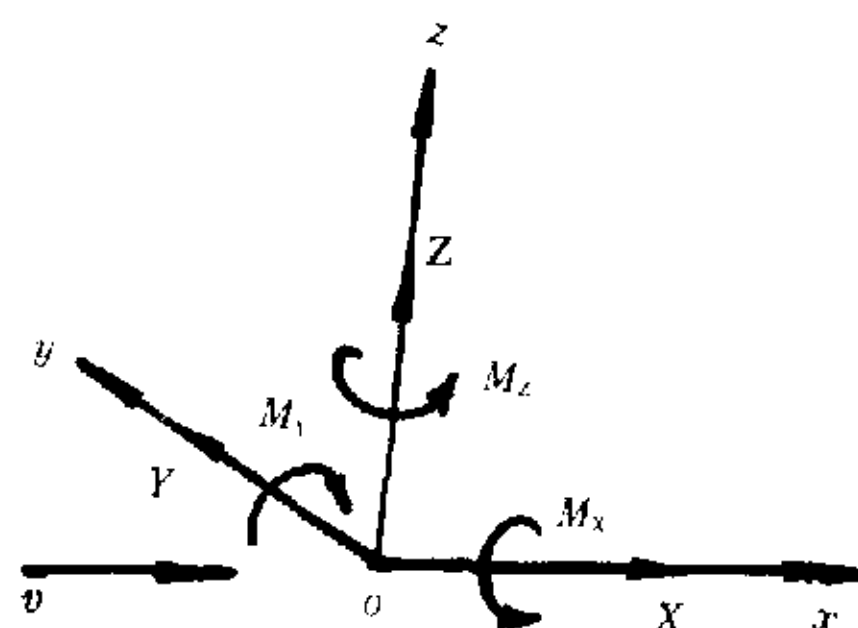


图2 阻力 X 、横风力 Z 、侧力 Y 、滚动力矩 M_x 、俯仰力矩 M_y 、偏航力矩 M_z 的示意图

2.7 气动力(矩)系数 aerodynamic coefficient

气动力(力矩)除以试验件的特征面积(特征面积乘特征长度)和气流动压的无量纲系数。

气动力系数 $C_F = F/(Q \cdot S)$ ，气动力矩系数 $C_M = M/(Q \cdot S \cdot L)$ 。其中 F 和 M 分别为力和力矩， C_F 和 C_M 分别为其系数， S 为特征面积，在本标准中为试验件实体部分最大投影面积， L 为特征长度，在本标准中为试验件实体部分最大展长， Q 为动压， $Q = 0.5 \cdot \rho \cdot v^2$ (式中 ρ 为空气密度， v 为风速)。

2.8 风压 wind pressure

气流流过试验件时在试验件表面上产生的压力。风压系数为 $C_p = (P_1 - P_\infty)/Q$ ，式中 P_1 为试验件某点压力值， P_∞ 为来流远前方未受试验件扰动的静压值。

2.9 风速 wind speed

试验件与气流的相对速度,对于安装在运动设备上的试验件(如船舶雷达),指大气中风速与设备运动速度的矢量和。

2.10 雷诺数 reynolds number

表征空气惯性力与粘性力相对大小的一个无量纲参数,记作 Re 。 $Re = (\rho \cdot v \cdot L) / \mu$, 式中 ρ 为空气密度, μ 为空气的动力粘度系数, v 为风速, L 为特征长度。

2.11 体轴系 body axes system

固定在试验件上的正交坐标轴系 ox_1, oy_1, oz_1 (见图 1), 符合右手定则。

2.12 风轴系 wind axes system

以气流方向为基准的参考正交坐标轴系 ox, oy, oz (见图 1), 符合右手定则。

3 对试验设备和试验件的要求

3.1 风洞试验段直径应大于 2 m。

3.2 风洞流场和风洞天平测量仪器的精度按有关标准要求。

3.3 试验件的展长不超过风洞试验段宽度的 70%。

3.4 试验件的最大投影面积不超过风洞试验段横截面积的 10%。

3.5 试验件的旋转中心位于风洞试验段几何中心轴线上。

3.6 试验件为缩尺模型进行风洞试验时,模型应满足相似准则的要求。

4 试验条件

4.1 试验风速

试验风速取 15、30、35、45 和 52 m/s, 或按有关标准规定。试验件如为缩尺模型,其试验风速按相似准则折算或按有关标准规定。

4.2 试验角度

试验件的仰角 α 、方位角 β 的范围: $\alpha = -15^\circ \sim +15^\circ$, 间隔 2.5° ; $\beta = -10^\circ \sim +190^\circ$, 间隔 10° 。对于具有俯仰工作状态的试验件,应将上述 α 角度加上俯仰工作角度或按有关标准规定组合而成。

4.3 试验项目

根据环境条件的实际情况,对试验件进行下列(或选择几项)试验:

- a. 静止状态测力;
- b. 旋转状态测力;
- c. 静止状态测压;
- d. 柔性构件变形测量。

5 试验方法

5.1 初始测量

5.1.1 将试验件放置在正常大气条件下,按有关标准规定进行电性能、机械性能检测及外观检查。

5.1.2 试验件按使用状态安装在风洞试验段中,经水平校正调试后,在不吹风情况下读出在各转角位置时各分力的原始数据。

5.2 吹风测量

5.2.1 静止状态测力时试验件按照使用状态安装在风洞中,按 4.1 和 4.2 条或有关标准规定进行力和力矩测量。

5.2.2 旋转状态测力:

- a. 试验件按使用状态安装在风洞试验段中,将风速升高至 35 m/s 或由有关标准规定,按 4.2 条规定调整变换角度启动试验件,测出力和力矩,同时按有关标准规定试验时间和是否通电进行性能指标

检测；

b. 试验件按使用状态安装在风洞试验段中,将风速升高至 52 m/s 或由有关标准规定,按 4.2 条规定调整变换角度启动试验件,测出力和力矩,同时按有关标准规定试验时间和是否通电进行性能指标检测。

5.2.3 静止状态测压时试验件按照使用状态安装在风洞中,按 4.1 和 4.2 条或有关标准规定进行压力测量。

5.2.4 对于安装离地面较近,或周围有较大物体干扰影响的试验件,应选择典型情况进行模拟试验,提供可能影响的量级。

5.2.5 对于柔性较大的试验件,还应在试验件的有关位置粘贴预先标定的应变片,测出试验件有关构件上的变形量。

5.3 最后测量

在正常大气条件下,对试验件进行电性能、机械性能检测和外观检查,或按有关标准规定进行。

6 数据处理

6.1 风洞试验数据要按有关标准规定进行支架干扰和洞壁干扰修正,并作轴系转换,提供可使用的风轴系气动力系数。

6.2 用试验件进行风洞试验时,经修正后的试验数据可直接与原始设计数据相比较,以确定试验件外形结构的合理性。

6.3 试验件为缩尺模型进行风洞试验时,经修正后的试验数据要按有关标准规定换算成与试验件相对应的数据后才能与原始设计数据相比较。

7 有关标准应包括的内容

有关标准引用本标准时,应对下列项目提出具体规定:

- a. 对试验设备的要求;
- b. 试验件的说明;
- c. 试验条件的选择及有关性能测量内容和要求;
- d. 中间测量内容和要求;
- e. 最后测量内容和要求。

附录 A

数据处理

(补充件)

由风洞天平测出的气动力是以体轴系给出的,使用时应将体轴系的数据转换成风轴系的数据,其公式为:

$$C_x = C_{x_1} \cos \alpha \cos \beta - C_{y_1} \sin \beta + C_{z_1} \sin \alpha \cos \beta$$

$$C_y = C_{x_1} \cos \alpha \sin \beta + C_{y_1} \cos \beta + C_{z_1} \sin \alpha \sin \beta$$

$$C_z = -C_{x_1} \sin \alpha + C_{z_1} \cos \alpha$$

$$C_{mx} = C_{mx_1} \cos \alpha \cos \beta - C_{my_1} \sin \beta + C_{mz_1} \sin \alpha \cos \beta$$

$$C_{my} = C_{mx_1} \cos \alpha \sin \beta + C_{my_1} \cos \beta + C_{mz_1} \sin \alpha \sin \beta$$

$$C_{mz} = -C_{mx_1} \sin \alpha + C_{mz_1} \cos \alpha$$

对于阻塞比较小的试验件,可直接采用公式

$$\epsilon = \frac{1}{4} \times \frac{(\text{试验件最大投影面积} + \text{支架投影面积})}{\text{试验段横截面积}}$$

进行阻塞修正,式中 ϵ 是阻塞修正因子。当阻塞比较大时,应采用壁压信息法进行修正。

支架干扰修正可采用扣除单独支架气动力的方法。

除抛物面型天线外,雷诺数 Re 的影响可以不予考虑。

附录 B

风速等级参照表

(参考件)

等级	海面浪高, m		风 速			所造成的后果
	值	极值	km/h	n mile/h	m/s	
0			<1	<1	0~0.2	
1	0.1	0.1	1~5	1~3	0.3~1.5	烟能表示方向
2	0.2	0.3	6~9	4~6	1.6~3.3	人面感觉有风, 树叶微响
3	0.6	1.0	12~19	7~10	3.4~5.4	旗帜展开, 树叶摇动
4	1.0	1.5	20~28	11~16	5.5~7.9	树的小枝摇动
5	2.0	2.5	29~38	17~21	8~10.7	小树摇摆, 内陆水面有小波
6	3.0	4.0	39~49	22~27	10.8~13.8	大树枝摇摆, 电线呼呼有声
7	4.0	5.5	50~61	28~33	13.9~17.1	全树摇动, 大树枝弯下来
8	5.5	7.5	62~74	34~40	17.2~20.7	人向前行感觉阻力很大
9	7.0	10.0	75~88	41~47	20.8~24.4	烟囱及房顶有时损坏

续表

等级	海面浪高, m		风 速			所造成的后果
	值	极值	km/h	n mile/h	m/s	
10	9.0	12.5	89~102	48~55	24.5~28.4	可将树拔起, 陆上少见
11	11.5	16.5	103~117	56~63	28.5~32.6	重大损失, 陆上少见
12	14.0		118~133	64~71	32.7~36.9	摧毁力极大, 陆上少见

附加说明:

本标准由全国电工电子产品环境试验和环境条件标准化技术委员会归口。

本标准由交通部标准计量研究所、中国气动力研究与发展中心低速所负责起草。

本标准主要起草人袁顺才、贺德馨、刘尚培、张亮亮、田林。