



中华人民共和国国家标准

GB/T 2423.41—2013
代替 GB/T 2423.41—1994

环境试验 第2部分：试验方法 风压

Environmental testing—Part 2: Test methods—Wind pressure

2013-11-12 发布

2014-03-07 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 对试验设备和试验件的要求 3

4 试验条件 4

5 条件试验 4

6 数据处理 5

7 相关规范应给出的信息 5

附录 A (资料性附录) GB/T 2423 标准的组成部分 6

附录 B (资料性附录) 风速等级参照表 9

附录 C (资料性附录) 数据处理 10

前 言

GB/T 2423 标准的组成部分参见附录 A。

本部分为 GB/T 2423 的第 41 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 2423.41—1994《电工电子产品基本环境试验规范 风压试验方法》。

本部分与 GB/T 2423.41—1994 相比,主要差异如下:

- 本部分的名称改为:“环境试验 第 2 部分:试验方法 风压”;
- 第 1 章标题“主题内容与适用范围”改为“范围”;
- 原标准中的“按有关标准规定”一词改为本部分的“按相关规范要求”;
- 原标准图 1c) 中的 y_1 轴更改;
- 本部分增加 3.2, 3.3, 相应调节其后章节的序号;
- 5.1.1 和 5.3 中的“正常大气条件”改为本部分的“标准大气条件”;
- 原标准的第 7 章的标题“有关标准应包括的内容”改为本部分的“相关规范应给出的信息”,并且文字叙述与原来有所不同;
- 增加了资料性附录“GB/T 2423 标准的组成部分”(见附录 A);
- 原标准附录 B 的“风速等级参照表”中,增加等级 13~17 级;
- 原标准的“附录 A”改为本部分的“附录 C”,并将此附录中的“ C_x 、 C_y 、 C_z 、 C_{x_1} 、 C_{y_1} 、 C_{z_1} ”分别改为“ C_{rx} 、 C_{ry} 、 C_{rz} 、 C_{rx_1} 、 C_{ry_1} 、 C_{rz_1} ”。

本部分由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本部分起草单位:中国电器科学研究院有限公司、北京航空航天大学、广州大学。

本部分主要起草人:许雪冬、叶建华、徐忠根。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 2423.41—1994。

环境试验 第2部分:试验方法 风压

1 范围

GB/T 2423 的本部分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。

本部分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。

本部分不适用于固定电工电子设备或部件的塔架。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

风洞 wind tunnel

一个按特殊要求设计的,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流的流动,并可度量气流对试验件的作用的管道系统。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)。

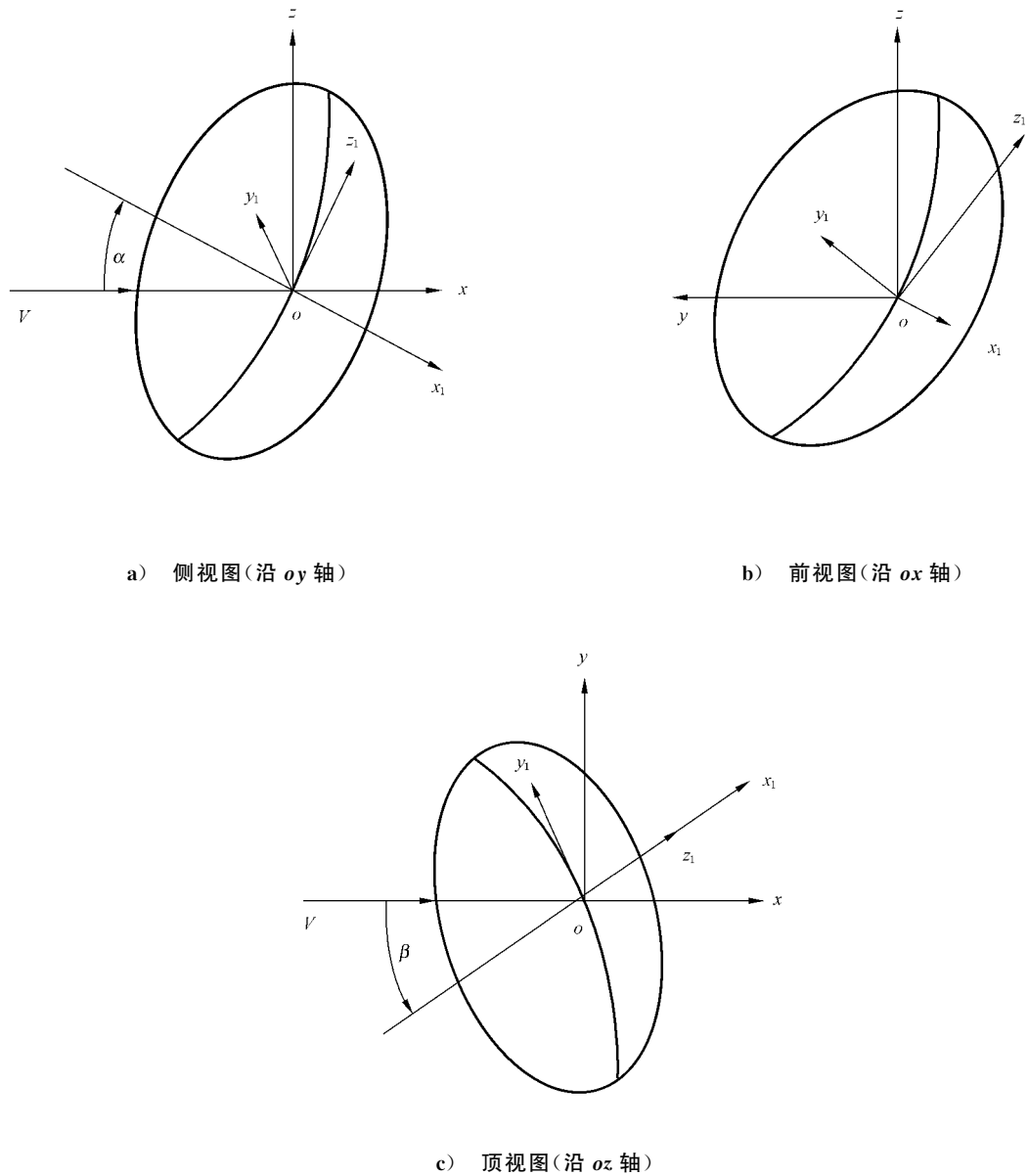


图 1 风轴 ox 、 oy 、 oz , 体轴 ox_1 、 oy_1 、 oz_1 , 仰角 α 与方位角 β 的示意图

2.6

空气动力 aerodynamic force

气流通过试验件时所产生的力(包括阻力、横风力、侧力)和力矩(包括滚动力矩、俯仰力矩、偏航力矩,见图 2)。

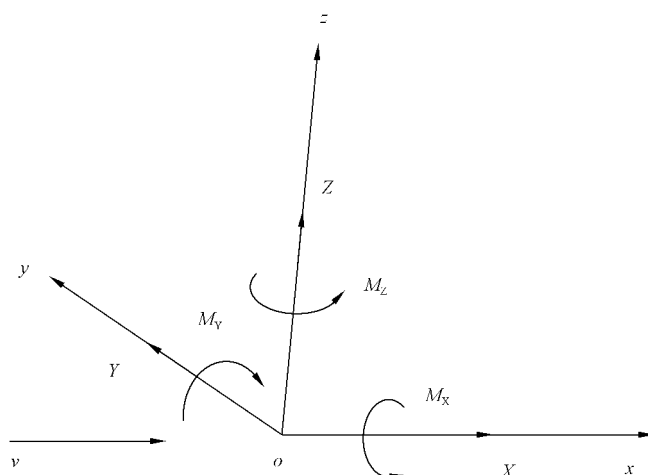


图2 阻力 X 、横风力 Z 、侧力 Y 、滚动力矩 M_x 、俯仰力矩 M_y 、偏航力矩 M_z 的示意图

2.7

气动力(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 $C_r = F/(Q \cdot S)$; 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_r 和 C_m 分别为其系数; S 为特征面积, 在本部分中为试验件实体部分最大投影面积; L 为特征长度, 在本部分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

气流通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

表征空气惯性力与黏性力相对大小的无量纲参数, 记作 Re 。 $Re = (\rho \cdot v \cdot L)/\mu$, 式中 ρ 为空气密度, μ 为空气的动力黏度系数, 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 风洞试验设备在做风速试验时, 其风速应能调节, 可以由低到高缓慢地增加, 风速取试验件迎风面

中心高度处的规定值,容差应小于5%或有关标准要求。

3.3 风洞试验设备应符合相关规范要求的均匀度、紊流(湍流)度、脉动(稳风速波动)度等要求,并提供阻塞修正值。

3.4 风洞流场和风洞天平测量仪器的精度按相关规范要求。

3.5 试验件的展长不超过风洞试验段宽度的70%。

3.6 试验件的最大投影面积不超过风洞试验段横截面积的10%。

3.7 试验件的旋转中心位于风洞试验段几何中心轴线上。

3.8 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 m/s、30 m/s、35 m/s、45 m/s和52 m/s,或按相关规范要求(风速等级参见附录B)。试验件如为缩尺模型,其试验风速按相似准则折算或按相关规范要求。

4.2 试验角度

试验件的仰角 α 、方位角 β 的取值范围: $\alpha = -15^\circ \sim +15^\circ$,取值间隔 2.5° ; $\beta = -10^\circ \sim +190^\circ$,取值间隔 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相关规范规定组合而成。

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 条件试验

5.1 初始检测

5.1.1 将试验件放置在标准大气条件下,按相关规范要求进行电性能、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 吹风检测

5.2.1 静止状态测力

静止状态测力时试验件按使用状态安装在风洞试验段中,按4.1和4.2或相关规范要求的试验条件,测出力 and 力矩,同时按相关规范要求进行性能指标检测。

5.2.2 旋转状态测力

5.2.2.1 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或按相关规范要求,按4.2规定调整变换角度启动试验件,测出力 and 力矩,同时按相关规范要求的试验时间进行试验以及是否通电进

行性能指标检测；

5.2.2.2 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 或按相关规范要求,按 4.2 规定调整变换角度启动试验件,测出力和力矩,同时按相关规范要求的试验时间进行试验以及是否通电进行性能指标检测。

5.2.3 静止状态测压

静止状态测压时试验件按使用状态安装在风洞试验段中,按 4.1 和 4.2 或相关规范要求的试验条件,进行压力测量,同时按相关规范要求的试验条件进行性能指标检测。

对于安装离地面较近,或周围有较大物体影响空气流动的试验件,应选择典型情况进行模拟试验,提供可能影响的量级。

5.2.4 柔性构件变形测量

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 最后检测

在标准大气条件下,对试验件进行电性能、机械性能检测及外观检查,或按相关规范要求进行。

6 数据处理

6.1 风洞试验数据要按相关规范要求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。(见附录 C)

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 当试验件为缩尺模型进行风洞试验时,经修正后的试验数据按相关规范要求换算后,才能与原始设计数据相比较。

7 相关规范应给出的信息

当相关规范包含本试验时,应尽可能根据适用的程度作出以下详细规定:

- a) 对试验设备的要求;
- b) 试验件的说明;
- c) 试验条件的选择(包括试验风速、试验角度、试验项目);
- d) 初始检测内容和要求;
- e) 中间检测内容和要求;
- f) 最后检测内容和要求。

附 录 A
(资料性附录)

GB/T 2423 标准的组成部分

除本部分外,GB/T 2423 标准的组成部分如下:

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温(IEC 60068-2-1;2007,IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温(IEC 60068-2-2;2007,IDT)

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验(IEC 60068-2-78;2001,IDT)

GB/T 2423.4—2008 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)(IEC 60068-2-30;2005,IDT)

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击(IEC 60068-2-27;1987,IDT)

GB/T 2423.6—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Eb 和导则:碰撞(IEC 60068-2-29;1987,IDT)

GB/T 2423.7—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ec 和导则:倾跌与翻倒(主要用于设备型样品)(IEC 60068-2-31;1982,IDT)

GB/T 2423.8—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ed:自由跌落(IEC 60068-2-32;1990,IDT)

GB/T 2423.10—2008 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)(IEC 60068-2-6;1995,IDT)

GB/T 2423.15—2008 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验 Ga 和导则:稳态加速度(IEC 60068-2-7;1986,IDT)

GB/T 2423.16—1999 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 J 和导则:长霉(IEC 60068-2-10;2005,IDT)

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验 Ka:盐雾(IEC 60068-2-11;1981,IDT)

GB/T 2423.18—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Kb:盐雾,交变(氯化钠溶液)(IEC 60068-2-52;1996,IDT)

GB/T 2423.19—2013 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Kc:接触点和连接件的二氧化硫试验(IEC 60068-2-42;2003,IDT)

GB/T 2423.21—2008 电工电子产品环境试验 试验 M:低气压试验方法(IEC 60068-2-13;1983,IDT)

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验 N:温度变化(IEC 60068-2-14;2009,IDT)

GB/T 2423.23—2013 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Q:密封(IEC 60068-2-17;1994,IDT)

GB/T 2423.24—2013 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Sa:模拟地面上的太阳辐射及其试验导则(IEC 60068-2-5;2010,IDT)

GB/T 2423.25—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Z/AM:低温/低气压

综合试验(IEC 60068-2-40:1976,IDT)

GB/T 2423.26—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/BM:高温/低气压综合试验(IEC 60068-2-41:1976,IDT)

GB/T 2423.27—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/AMD:低温/低气压/湿热连续综合试验(IEC 60068-2-39:1976,IDT)

GB/T 2423.28—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验T:锡焊(IEC 60068-2-20:1979,IDT)

GB/T 2423.30—2013 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(IEC 60068-2-45:1980/Amd 1:1993,MOD)

GB/T 2423.32—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ta:润湿称量法可焊性(IEC 60068-2-54:2006,IDT)

GB/T 2423.33—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Kca:高浓度二氧化硫试验

GB/T 2423.34—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/AD:温度/湿度组合循环试验(IEC 60068-2-38:2009,IDT)

GB/T 2423.35—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/AFc:散热和非散热试验样品的低温/振动(正弦)综合试验(IEC 60068-2-50:1983,IDT)

GB/T 2423.36—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/BFc:散热和非散热试验样品的高温/振动(正弦)综合试验(IEC 60068-2-51:1983,IDT)

GB/T 2423.37—2006 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(IEC 60068-2-68:1994,IDT)

GB/T 2423.38—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验R:水试验方法和导则(IEC 60068-2-18:2000,IDT)

GB/T 2423.39—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ee:弹跳(IEC 60068-2-55:1987,IDT)

GB/T 2423.40—2013 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cx:未饱和高压蒸汽恒定湿热(IEC 60068-2-66:1994,IDT)

GB/T 2423.43—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 振动、冲击和类似动力学试验样品的安装(IEC 60068-2-47:2005,IDT)

GB/T 2423.45—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/ABDM:气候顺序(IEC 60068-2-61:1991,MOD)

GB/T 2423.47—1997 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fg:声振(IEC 60068-2-65:1993,IDT)

GB/T 2423.48—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ff:振动-时间历程法(IEC 60068-2-57:1999,IDT)

GB/T 2423.49—1997 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fe:振动-正弦拍频法(IEC 60068-2-59:1990,IDT)

GB/T 2423.50—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cy:恒定湿热主要用于元件的加速试验(IEC 60068-2-67:1995,IDT)

GB/T 2423.51—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ke:流动混合气体腐蚀试验(IEC 60068-2-60:1995,IDT)

GB/T 2423.52—2003 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验77:结构强度与撞击(IEC 60068-2-27:1999,IDT)

GB/T 2423.41—2013

GB/T 2423.53—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Xb:由手的磨擦造成标记和印刷文字的磨损(IEC 60068-2-70:1995,IDT)

GB/T 2423.54—2005 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Xc:流体污染(IEC 60068-2-74:1999,IDT)

GB/T 2423.55—2006 电工电子产品环境试验 第2部分: 环境测试 试验 Eh:锤击试验(IEC 60068-2-75:1997,IDT)

GB/T 2423.56—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fh:宽带随机振动(数字控制)和导则(IEC 60068-2-64:2008,IDT)

GB/T 2423.57—2008 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验 Ei:冲击 冲击响应谱合成(IEC 60068-2-81:2003,IDT)

GB/T 2423.58—2008 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验 Fi:振动 混合模式(IEC 60068-2-80:2005,IDT)

GB/T 2423.59—2008 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验 Z/ABMFh:温度(低温、高温)/低气压/振动(随机)综合(IEC 60068-2-80:2005,IDT)

GB/T 2423.60—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 U:引出端及整体安装件强度(IEC 60068-2-21:2006,IDT)

GB/T 2423.101—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验:倾斜和摇摆

GB/T 2423.102—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验:温度(低温、高温)/低气压/振动(正弦)综合

附 录 B
(资料性附录)
风速等级参照表

表 B.1 风速等级参照表

等级	海面浪高/m		风速			所造成的后果
	均值	极值	km/h	n mile/h	m/s	
0	0.0	0.0	<1	<1	0.0~0.2	静,烟直上
1	0.1	0.1	1~5	1~3	0.3~1.5	烟能表示方向
2	0.2	0.3	6~11	4~6	1.6~3.3	人能感觉有风,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	8.0~10.7	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
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
13	—	—	134~149	72~80	37.0~41.4	—
14	—	—	150~166	81~90	41.5~46.1	—
15	—	—	167~183	91~99	46.2~50.9	—
16	—	—	184~201	100~109	51.0~56.0	—
17	—	—	202~220	110~119	56.1~61.2	—

附 录 C
(资料性附录)
数 据 处 理

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:

$$\begin{aligned} C_{rx} &= C_{rx_1} \cos\alpha \cos\beta - C_{ry_1} \sin\beta + C_{rz_1} \sin\alpha \cos\beta \\ C_{ry} &= C_{rx_1} \cos\alpha \sin\beta + C_{ry_1} \cos\beta + C_{rz_1} \sin\alpha \sin\beta \\ C_{rz} &= -C_{rx_1} \sin\alpha + C_{rz_1} \cos\alpha \\ C_{mx} &= C_{mx_1} \cos\alpha \cos\beta - C_{my_1} \sin\beta + C_{mz_1} \sin\alpha \cos\beta \\ C_{my} &= C_{mx_1} \cos\alpha \sin\beta + C_{my_1} \cos\beta + C_{mz_1} \sin\alpha \sin\beta \\ C_{mz} &= -C_{mx_1} \sin\alpha + C_{mz_1} \cos\alpha \end{aligned}$$

对于阻塞比较小的试验件,可直接采用式(C.1):

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

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。