

[文章编号]1002-8528(2012)01-0062-03

# 金属吊顶抗风性能的研究

倪红<sup>1</sup>, 刘翼<sup>2</sup>, 孙云蓉<sup>3</sup> (1. 金陵科技学院 建筑工程学院, 南京 211169; 2. 中国建筑材料检验认证中心, 北京 100024; 3. 中国合格评定国家认可中心, 北京 100062)

[摘要] 目前金属吊顶广泛应用于轻轨站、敞开式走廊等半户外环境, 会受到自然风的影响。本论文通过自行研发的测试设备, 研究了金属吊顶系统在均布荷载与风荷载下的强度, 建立了风荷载强度检测方法, 并将其写入了最新的《金属与金属复合材料吊顶板》国家标准。

[关键词] 金属吊顶; 抗风; 测试方法

[中图分类号] TU395; TU392.5 [文献标识码] B

## Study on the Resistance to Wind Loads of Metal Ceilings

NI Hong<sup>1</sup>, LIU Yi<sup>2</sup>, SUN Yun-rong<sup>3</sup> (1. School of Architectural Engineering, Jinling institute of technology, Nanjing 211169, China; 2. China Building Material Test & Certification Center, Beijing 100024, China; 3. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062, China)

[Abstract] At present, metal ceiling is sure to be subjected to the impact of natural wind, which is widely used in light rail stations and other semi-outdoor environments. However, the strengths in existing domestic and international standards are described in Uniformly distributed loads, then measuring the maximum elastic deformation and the maximum plastic deformation, can not be characterized in the resistance to the wind loads. In this paper, through its own R & D test equipment to study the metal ceiling in the uniformly distributed loads and its resistance to the wind loads, establishment of the test method of resistance to wind loads of metal ceilings have been made, and written into the national standard of "Metal and metal-composite ceilings".

[Key words] metal ceiling; resistance to wind loads; test methods

## 1 引言

随着我国建筑业的发展, 金属吊顶因其特有的防火、平整、易清洁等特性博得大众偏爱。各式各样的金属吊顶, 现在已逐渐在市场上占据了一席之地, 打破了原本石膏吊顶、PVC 吊顶并立天下的局面。与传统材料比, 金属吊顶具有诸多优势: 防火、防水性能好; 材质轻, 强度高、安装方便; 具有良好吸音、隔音效果; 油烟清洗方便; 使用寿命长, 不易变形变色。除了家庭装饰外, 金属吊顶更广泛的应用于公共建筑, 如机场航站楼、地铁站等, 如图 1 和图 2<sup>[1]</sup>。

通常认为, 室内吊顶只有在开窗或门的情况下才会所受到的很小风荷载力, 因为在天气恶劣的时候, 门窗一般都是关闭的。但目前金属吊顶材料广泛应用于火车站、城铁站、敞开式走廊等半户外环



图 1 北京首都国际机场 T3 航站楼金属吊顶



图 2 北京地铁 5 号线车站金属吊顶

[收稿日期] 2011-05-25

[作者简介] 倪红(1969-), 女, 硕士, 副教授

[联系方式] nihong@jit.edu.cn

境, 会受到自然界风的影响, 安全性能是非常重要的问题。但之前 QB/T 1561-1992《金属吊顶》、TAIM

e. V. -November 2003 《Technical Manual on Metal Meilings》和 EN 13964-2004 《suspended ceilings-requirements and test methods》均未提及材料在风荷载下的强度。

本论文通过自行研发的测试设备,研究了金属吊顶系统在均布荷载与风荷载下的强度,建立了风荷载强度检测方法。

## 2 金属吊顶系统强度测试设备及测试方法

### 2.1 测试设备

为了研究金属吊顶系统在均布荷载与风荷载下的抗风性能,我们自行研发的测试设备立体结构图如图 3 所示。

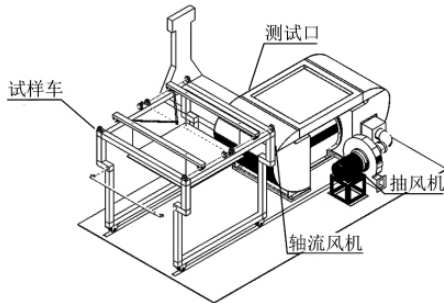


图 3 金属吊顶抗风性能设施设备

该测试设备的测试口尺寸为  $1\text{m} \times 1\text{m}$ , 抽风机产生的最大均风压强度可达  $2500\text{Pa}$ , 轴流风机产生的最大风速可达  $33\text{ m/s}$ 。

### 2.2 样品的制作与安装

按照生产商提供的安装方法将龙骨安装在试样车上, 推动试样车使试样样板位于测试口上部, 将试样样板下降, 使其与测试口弹性密封条相贴, 并确保受测系统没有形变; 根据吊顶的实际形状选择三个测量点, 在每个测量点上安装一个位移传感器; 关闭进出风口挡板, 使工作部件内部形成一个封闭系统; 开启抽风机预加  $10\text{Pa}$  荷载, 消除试样系统安装时产生的间隙, 并稳定系统。

### 2.3 风荷载测试方法

样品安装好后, 开启测试设备的进风口、出风口挡板, 升起试样样板, 与测试口相距  $1\text{cm}$ ; 开启轴流风机在试样样板下方产生与其平行的风速, 调节转速, 加载  $4\text{m/s}$  的风速,  $60\text{s}$  后, 取最大形变量为弹性形变量; 卸载,  $60\text{s}$  之后, 选取其中最大残余形变量为塑性形变量; 然后, 按照蒲福风力等级表<sup>[2]</sup> (见表 1) 数据不断增大风速重复上述步骤, 获得不同风速下的弹性及塑性形变量, 直至  $26\text{m/s}$ 。

表 1 蒲福风力等级表

风力等级	名称	陆地上地物特征	相当于平地 10m 高处的风速/m/s	
			范围	平均
0	无风	静, 烟直上。	0.0 ~ 0.2	0
1	软风	烟能表示风向, 树叶略有摇动。	0.3 ~ 1.5	1
2	轻风	人面感觉有风, 树叶有微响, 旗子开始飘动, 高的草开始摇动。	1.6 ~ 3.3	2
3	微风	树叶及小枝摇动不息, 旗子展开, 高的草摇动不息。	3.4 ~ 5.4	4
4	和风	能吹起地面灰尘和纸张, 树枝动摇, 高的草呈波浪起伏。	5.5 ~ 7.9	7
5	清劲风	有叶的小树摇摆, 内陆的水面有小波, 高的草波浪起伏明显。	8.0 ~ 10.7	9
6	强风	大树枝摇动, 电线呼呼有声, 撑伞困难, 高的草不时倾伏于地。	10.8 ~ 13.8	12
7	疾风	全树摇动, 大树枝弯下来, 迎风步行感觉不便。	13.9 ~ 17.1	16
8	大风	可折毁小树枝, 人迎风前行感觉阻力很大。	17.2 ~ 20.7	19
9	烈风	草房遭受破坏, 屋瓦被掀起, 大树枝可折断。	20.8 ~ 24.4	23
10	狂风	树木可被吹倒, 一般建筑物遭破坏。	24.5 ~ 28.4	26
11	暴风	大树可被吹倒, 一般建筑物遭严重破坏。	28.5 ~ 32.6	31
12	飓风	陆上少见, 其摧毁力极大。	>32.6	>33

## 3 验证试验结果与讨论

采用自行研发的设备, 对常见尺寸规格的金属吊顶材料进行了验证试验, 以下为一些具体案例。

### 3.1 条板样品检测案例

$150\text{mm}$  宽的条板是一种常见的吊顶板, 对其分别进行了动风压测试, 结果见图 4。

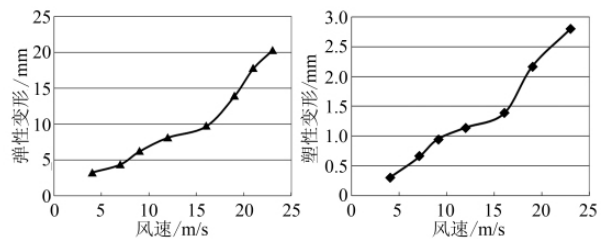


图 4  $150\text{mm}$  条板动风压 ~ 弹、塑性形变测试结果

图 4 为动风压测试结果,在 4~16m/s 的范围内,弹性形变与塑性形变增加较为平缓,风速超过 16m/s 后,弹性形变与塑性形变均急剧增加,在 19m/s 时弹性形变为 14mm,塑性形变为 2.2mm。16m/s(即七级风)成为了一个临界点。

### 3.2 块板样品检测案例

块板广泛应用于机场航站楼等大型公共建筑,600mm×600mm 是常见的规格尺寸,其动风压测试的结果见图 5。块板的检测结果与条板相似,在动风压下,同样在 16m/s 风速时出现拐点,在 19m/s 风速(八级风)时,弹性形变超过 10mm,塑性形变超过 2mm。

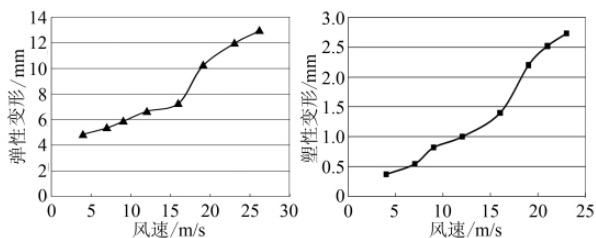


图 5 600mm×600mm 块板动风压~弹、塑性形变测试结果

### 3.3 安全性试验案例

半户外的金属吊顶所承受的风速较大,有可能在大风的天气从龙骨中脱出坠落,造成安全事故。通过上述设备,不断增加风速,考察样品最终从龙骨

脱出的最大风速,可以表征此吊顶系统的抗风安全性。经检测,少部分样品在 23m/s 的风速下(九级风)从龙骨上脱出,图 6 为试验中样品脱落时的照片。

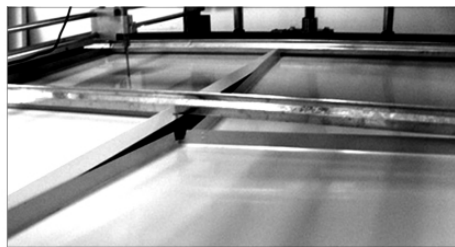


图 6 吊顶板从龙骨中脱落

## 4 结论

本文通过自行研发的检测设备,系统地研究了金属吊顶的抗风性能,指出 16m/s 为其抗风性能的临界点。将 16m/s 的风荷载下塑性形变不得超过 2mm 作为性能指标写入了 GB/T 23444-2009《金属及金属复合材料吊顶板》。同时,本设备还可进行吊顶抗风安全性能的检测。

### [参考文献]

- [1] 蒋荃,刘婷婷,刘翼.金属及金属复合装饰材料检测技术[M].北京:中国计量出版社,2009.17~19.
- [2] 姜瑜君,桑建国,张伯寅.高层建筑的风环境评估[J].北京大学学报(自然科学版),2006,42(1):68~73.

(上接第 44 页)

图 4 统计结果表明,本文综合法测强曲线计算得到的强度平均相对误差为  $\pm 11.4\%$ ,强度相对标准差为 13.8%,相比其他测强曲线的统计指标精度更高,符合工程检测的精度要求。

## 4 结论

(1) 首次在大中型实体结构模型的试验墙体上获取冬季负温施工复掺粉煤灰矿粉商品混凝土从负温到转正温后全历程的超声回弹及碳化深度等实体无损数据与芯样抗压强度试验结果。

(2) 利用试验数据拟合得到负温、转正温后及全历程实体结构混凝土超声回弹综合法测强曲线,并比较了各阶段拟合综合法测强曲线的检测精度,给出了能用于工程结构实体混凝土无损检测曲线,可供工程结构混凝土强度质量检测鉴定参考。

(3) 本文拟合综合法曲线选用芯样试件抗压强

度为拟合因变量,使所得到的综合法测强曲线更接近实体混凝土强度,真实反映了结构构件在各个不同高度位置上混凝土强度的分布情况,因此本文曲线具有重要的工程实用价值。

### [参考文献]

- [1] 黄中伟,邢锋,曹清华,等.深圳地区超声回弹综合法混凝土测强曲线研究[J].混凝土,2004(3):54~55,65.
- [2] 宋建学,朱芳振,郭举,等.开封地区超声回弹综合测强专用曲线试验研究[J].建筑科学,2007(5):41~44.
- [3] 王贵林,周子兵,王力明.牡丹江地区混凝土抗压强度超声回弹的综合测强曲线[J].东北林业大学学报,2010(6):136~137.
- [4] 邱平.混凝土强度检测用专用或地区测强曲线(1)[J].施工技术,2006(8):94~96.
- [5] CECS02:2005,超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程[S].
- [6] 肖海英,唐民辉,葛勇,等.超声回弹综合法检测负温混凝土强度[J].混凝土,2004(5):40~41.
- [7] JGJ104-1997,建筑工程冬期施工规程[S].
- [8] CECS03:2007,钻芯法检测混凝土强度技术规程[S].