

它参数都不变的情况下,如何确定较合理的 H_1 或 h_1 值的问题。比较合理的 h_1 值应使单位体积材料所承受的载荷大些。对线性变厚度壳的材料体积为:

$$V = 4\pi RLH_0(1 + h_1)$$

壳体的极限载荷为:

$$P = p \cdot \frac{2H_0\sigma_0}{R}$$

令

$$\mu = \frac{P}{V} = \frac{\sigma_0}{2\pi R^2 L} \frac{p}{(1 + h_1)}$$

μ 值大小,是材料利用充分与否的标志。比较适宜的 h_1 值的选择见图 11。当 $\omega^2 < 0.75$ 时,

h_1 应取为零。 $\omega^2 \approx 0.75$ 时, h_1 取何值,对 μ 影响不大。当 $0.75 < \omega^2 \leq 3$ 时, h_1 应取 1。 $\omega^2 > 3$, 则可按图中曲线确定 h_1 。有趣的是当 $0.75 < \omega^2 \leq 3$ 时,等厚度壳反比变厚度壳经济;而当 $\omega^2 \approx 0.75$, 等厚壳和变厚度壳是同样经济的。

参 考 文 献

- [1] 钱令希,力学学报, 5, 2 (1962).
- [2] S. L. Lee and Thorn, B. J., *Jour. Fran. Inst.*, 277, 6 (1964).
- [3] Ball, R. E. and Lee, S. L. *Jour. Eng. Mech. div* (1963). *Trans ASCE Part I-2*.
- [4] Walter, Fraiberger, *J. Appl. Mech.*, 73, 4 (1956).
- [5] Hodge, P. G. Jr., *Plastic analysis of Structures*, McGraw-Hill (1960).

北京气象塔的振动分析及减振

申仲翰 王丹峰

(中国科学院力学研究所)

为了开展首都的大气污染研究而建造的北京气象塔,是我国最高的一座气象塔。此塔在建成后的两年内,经常发生振动,不仅影响到塔的使用寿命,而且影响到观测资料的准确性。因此有必要对气象塔的振动加以研究,并采取切实可行的措施对振动加以抑制。

1. 气象塔的振动分析 北京气象塔的结构设计采用了无矩设计原理,塔体支持在一个球铰上。全塔沿高度分为五层,每层均以 3 根纤绳按照角度为 120° 等间隔与地面基座相连。为了弄清铁塔振动的原因,我们对塔身和纤绳进行了多次观测,发现塔的振动主要出现在气象学中被称之为稳定场状态之下,这时的风速一般为 2—4 米/秒,气流中各层很少有能量交换。塔体和纤绳振动的主要频率在 10—15Hz 之间。处在均匀的大气流场中的圆柱体会受到卡门涡流激发而产生振动,高压输电线的振动就是这种原因。因而我们把塔的振动归结为纤绳的振动问题。

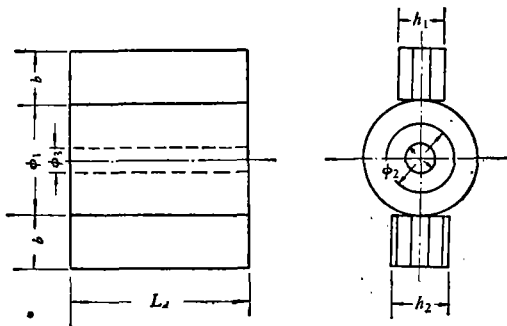
若纤绳的直径为 D , 则卡门涡流激发纤绳振动的频率 f_k 与气流速度 U 有以下简单关系:

$$f_k = S \frac{U}{D}$$

S 为 Strouhal 常数。多次观测发现振动发生时离地面 50 米至 200 米左右的高度范围内风速为 2 米/秒至 4 米/秒,这正是形成卡门涡流在 10Hz 至 18Hz 的振动的有利条件,并且还伴有较强的逆温层。这种逆温层的存在有利于平稳气流的形成和维持。为什么气象塔的振动往往发生在无风天气,早晚和夜间,刮大风时反而不出现振动,原因就在于稳定流场的存在与否。对第五层纤绳的计算结果见附表 1。纤绳振动的频率主要在 11—14Hz 左右。为此,我们研制了阻尼动力吸振器,减振效果比较显著。

2. 阻尼动力吸振器的研制 考虑到纤绳振动的主要频率范围和允许的温度范围,采用具有高阻尼的动力吸振器原理,用丁腈和丁基两种橡胶为阻尼材料,设计了阻尼动力吸振器,结

构原理如图 1 所示。由于阻尼吸振器工作在野外,环境温度变化很大,因此要求: 1. 选择的阻



阻尼吸振器模型示意图

尼材料损耗因子 β 较高; 2. 阻尼材料的剪切模量 G 随温度变化不能太大; 3. 吸振器结构形式

简单。经过长时期的实践考验,证明丁腈胶和丁基胶为阻尼材料的动力吸振器是能够满足工作要求的。

3. 减振效果 阻尼吸振器安装前后的测试分析结果列于附表。在塔的三、四、五层纤绳上总共安装了 21 个阻尼吸振器。测试结果表明,纤绳振动的幅值从最大 25g 下降到 1g 以下。塔身振动仅就 240 米、160 米和 48 米处平台测得的数据综合分析可知: 安装阻尼吸振器后振幅已减少到原来振幅的 50—10%, 减振后的幅值最小为 2.6 微米, 最大不超过 30 微米。由此可见纤绳振动被减小了, 而塔的振动也随之被减小, 塔上的扶梯栏杆碰撞之声也随之而消失, 从而使气象塔能够投入正常使用。

测试与计算结果数据表

	测试部位	未装吸振器		装一个吸振器		装 21 个吸振器	
		振幅	频率 Hz	振幅	频率 Hz	振幅	频率 Hz
测 试	五层纤绳	23—25g 有拍	11—14.6	0.7g	12	0.015g	13
		4.4g 无拍	11—12				
计 算	五层纤绳	4.7g	11.6	0.7g	12.8		
测 试	240 米平台	49 微米	14			31.5 微米	13.4
	160 米平台	27.5 微米	14			11.9 微米	13.4
	48 米平台	35 微米	12			6.7 微米	13.7

(上接第 55 页)
可以避免此类问题。

(二) 触发的外来干扰引起误触发, 往往是电源系统干扰引起的。我们采用晶体管触发器以干电池供电, 比较好的克服了这一问题。

(三) 触发接前时间, 可取示波器扫描全程的 1/5 为宜。因此可以根据波速确定触发传感器比讯号传感器提前的距离 ΔS 。即 $\Delta S = \frac{T}{5} \times C$, T 为扫描全程时间, C 为击波速度。

(四) 传感器连接的传输线, 往往因受到冲击波而产生所谓的电缆效应, 这一效应叠加到

讯号波形上, 使量测结果失真。因此必须将沉入水中部分电缆加上防止冲击波的保护装置(如用钢管等套住)。对于压力比较小的场合, 可以不必加保护。

参 考 文 献

- [1] P. 库尔著, 水下爆炸, 国防工业出版社 (1960)。
- [2] P. G. 柏格曼等著, 水声学物理基础, 邵维文等译, 科学出版社 (1958)。
- [3] Христофоров, Б. Д., Параметры ударной волны и газового пузыря при подводном взрыве зарядов из ТЭН малого веса. ПМТФ. 2 (1960)。