

螺接夹毡层板的阻尼和刚度性能研究

申仲翰 刘大康 (中国科学院力学研究所)

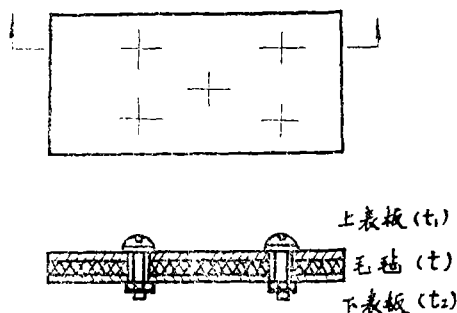
摘 要

用螺钉将两层金属板(表板)和毛毡(夹心)通过适当的夹紧力固接在一起所构成的夹层板可对板壳结构的振动提供相当有效的阻尼。阻尼的形成主要是依靠板与毡之间的摩擦,在一定程度上也依赖于毛毡形变所造成的能量耗散。通过对不同厚度的毡层、不同的螺钉分布以及不同夹紧力而分别作的板的阻尼性能和固有频率的实验研究表明,夹毡板与等刚度的整体铝板作比较,阻尼性能可提高三十多倍。

主要意义和结构形式

在宇航及各种机械工程中使用了大量的板壳结构。为了解决它的减振问题,近年来粘弹性阻尼材料已大量应用。但是由高分子材料制成的这种粘弹性阻尼材料所能适用的温度范围较窄,在真空环境下,又会产生蒸发并由此而污染光学设备。因此它的应用就受到一定的限制。特别在宇航领域中,严酷的环境条件往往不允许使用这种材料。为了解决这个问题,我们研究了毛毡夹心的螺接层板结构,它不受温度限制,可在较宽的频率范围内提供有效的阻尼。研究结果已应用于天文卫星顶板的设计。

图(1)为螺接毛毡夹心层板的结构示意图。表板材料是硬铝合金。在我们的试件中,选择了如下参数:上表板 $t_1 = 2\text{mm}$,下表板 $t_2 = 1\text{mm}$,夹心厚度 h 分别为 3mm 和 6mm ,螺孔直径为 4mm ,螺钉直径为 3mm ,这样选择的目的是使螺钉除提供夹紧力外,不会对板层之间的滑移造成过多的限制。螺钉的夹紧力约为 24kg ,试件分长、中、短三型,尺寸分别为: $620 \times 220, 420 \times 220, 220 \times 220$ (单位为毫米)。



图(1) 夹毡板结构图

实 验 结 果

实验通过共振振幅比较法[1]和自由衰减法进行,支持条件选用悬臂方式。根据大量试验可得出如下结果:

(1) 夹毡层板的阻尼率 η_1 随着板的分布夹紧力 N (这是表示螺钉分布密度的参数) 的改变而变化 (见图2), 其一阶阻尼率存在一个相对最佳范围。另外毡层厚度的增加在一定程度上也提高了板的阻尼率。

(2) 夹毡板的阻尼率随悬臂自自由端幅值的变化而发生改变, 且在毡厚为 6mm 的板的 $\eta_1 \sim A$ 曲线上可找到相对最佳范围 (见图3)。

(3) 对于毡层为 3~6mm 厚的夹层板来说, 在最大为 1.7mm 的幅值范围内及 15~200HZ 的频率区间, 板的阻尼率可达到 0.12~0.31。即使在 500HZ 以内的高阶振动中, 阻尼率也在 0.1 左右。

(4) 夹毡板的一、二阶频率一般随分布夹紧力 N 的增加而增加。

(5) 夹毡板螺钉密度及毡层、表板厚度的选择应在保持板的合理结构形式及较好刚度的条件下获得最好的阻尼效果, 一般说、螺钉分布为 100mm 间距的均匀排列比较合适。

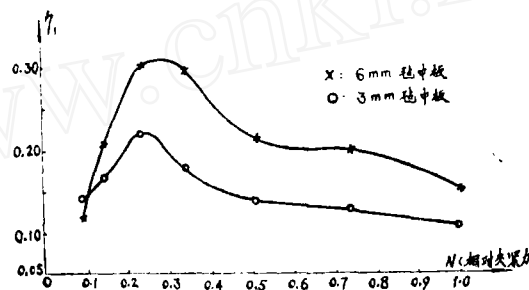


图 2 等激振位移下的 $\eta_1 \sim N$ 曲线

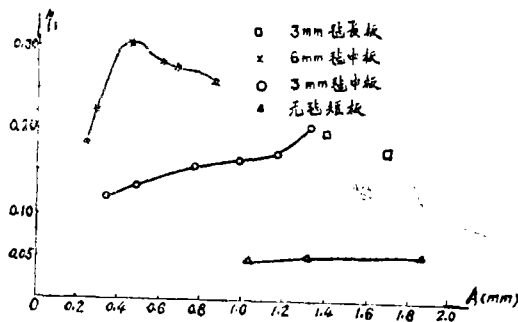


图 3 阻尼率 η_1 与板的振幅 A 的关系曲线

参 考 文 献

- (1) Jour. Acoust. Soc. Amer (34) No4 1962 P469