

柴油机复合降噪钢板 解决方案

多年前，某款9L柴油机使用的钢板式齿轮室盖为了满足发动机减振降噪要求，采用进口零件。近年来，国内某钢板供应商致力于复合降噪钢板的研究，现已经成功研发出具有减振降噪功能的复合降噪钢板。该款钢板经过了多轮产品和工艺的试验及验证，证明该款钢板在不超过130℃情况下，依然可以保持良好的减振降噪能力，并且在某款9L柴油机上成功地通过了噪声试验，从而获得应用。

复合降噪钢板基本结构

复合降噪钢板是由金属板+高分子阻尼材料+金属板复合而成的功能性材料，如图1所示。它有效地把金属材料和高分子材料的特性结合起来使用，使其既保持了金属材料原有的加工成形等各类特性，又具有高分子阻尼材料的阻尼特性，是减振降噪场合替代金属板材使用的理想环保产品。



图1 复合降噪钢板结构图

1.阻尼胶 2.上层钢板 3.下层钢板

复合降噪钢板吸振原理

大多数金属由于内耗较小，当受迫振动时，吸振能力较低，容易产生较大幅度的共振。而复合降噪钢板受迫振动时，所产生的弯曲振动使表面两块钢板之间产生相位差，中间夹层阻尼胶产生剪切变形，从而吸收大量的振动机械能；另一方面，由于高分子材料本身呈现出较高的振动阻尼特性，当聚合阻尼层受迫

振动时可以吸收振动机械能并转化成热能散发到周围环境中去。

阻尼胶的工作特性如图2所示。从图2中可以看到四个明显的区域：I区称为玻璃态区，这时材料的模量很高，且随温度的变化其阻尼值变化很慢，而阻尼值很小，但随温度的上升其值增加很快。该区所能提供的阻尼很小。II区称为玻璃态转变区，也称为过渡区，其特点是随温度的增加，材料的模量下降，但阻尼值出现极大值。材料呈现出良好的阻尼特性。III区称为高弹态区或类橡胶区，这时材料的模量和阻尼值都很小。IV区称为流动态区，在该区随着温度的进一步升高，材料的模量变得很小而数值急剧上升，但材料已熔化处于流动状态。所以通过调整阻尼胶配方，使材料的玻璃态转变温度达到复合降噪钢板应用的使用温度而起到减振降噪的效果。

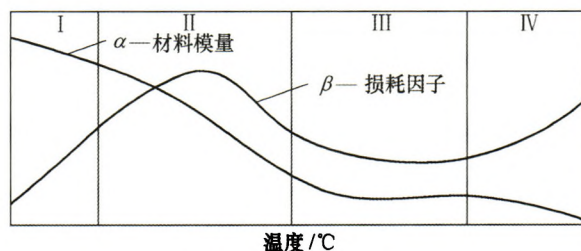


图2 阻尼与温度关系图

国产复合降噪钢板性能

国内某钢板供应商成功地研发出具备温度不高于130℃时，依然可以保持良好减振能力的复合降噪钢板BVDS-DC04。

阻尼测试结果如图3所示，由此可知，复合降噪钢



板在温度90℃时达到最好阻尼值，从图3曲线图形来看，在100℃时其阻尼系数没有下降趋势。因测试环境最高温度为100℃，无法得到材料在130℃时的测试结果，只能通过发动机台架试验进行考核，以确定该材料的适用性。

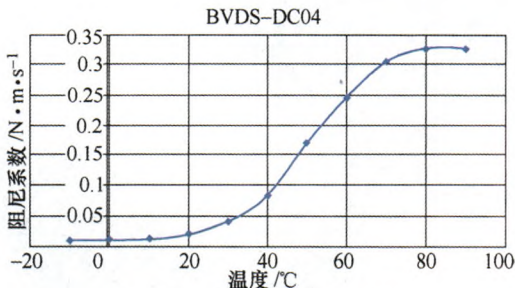


图3 复合降噪钢板阻尼温度曲线

国产复合降噪钢板在柴油机上应用

1. 齿轮室盖板制造

国内某钢板供应商通过对复合降噪钢板BVDS-DC04的性能研究发现，经过改良的材料可以适合于某款9L柴油机齿轮室盖板的使用环境。但经过试制和检测发现，基于齿轮室盖板的设计结构机理，其制造工艺必须采用冷拉延工艺。而正是冷拉延工艺的使用，使得中间非金属材料与两侧金属材料因延伸率差异而导致严重分层，如图4所示。这样势必破坏阻尼层，降低阻尼系数，无法实现减振降噪的效果。换句话说，被拉延部分的中间非金属材料已经无法覆盖两侧金属材料，齿轮室盖板的阻尼层被严重破坏了。



图4 冷拉延部分分层示意

基于复合降噪钢板的自身性能特点，中间的非金属材料，即粘弹性材料在一定温度下具有蠕变性能，把握非金属材料的蠕变特性，将齿轮室盖板的冷挤压成形，变更为热挤压成形，解决了复合材料因冷拉延工艺导致的分层问题。

2. 发动机台架试验

将热挤压成形的齿轮室盖板装配到某款9L柴油机上，对国产齿轮室盖板和进口齿轮室盖板进行发动机

噪声对比测试，采用声强法，在发动机运行工况相同功率、扭矩、转速、机油温度、出水温度及齿轮室盖板表面温度的情况下，分别装配两种齿轮室盖板的发动机噪声水平相当，即测试的声功率级值均为97.5dB(A)。

齿轮室盖板声强测试点位置如图5所示，图中红色区域噪声大于灰色区域。试验后声强对比曲线如图7所示，国产件19~23#测试点的声强数值比进口件大，主要集中在图中红色区域内，系拉延成形区，也就是说，即使采用热挤压成形技术，对齿轮室盖板减振降噪还是有一定影响。根据图6，还可以清楚地看到，国产材料各点的声强测试值除了在图中标注的区域高于进口件外，其他测试点测试值总体好于进口件，且两个齿轮室盖的声强曲线趋势一样。

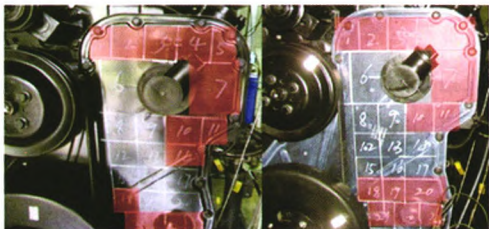


图5 齿轮室盖板声强测试点位置图

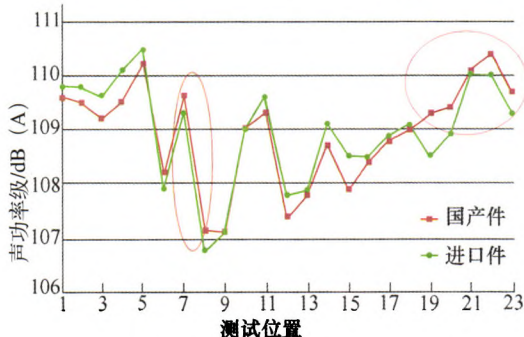


图6 进口件与国产件噪声对比测试数据

结语

- 1) 复合降噪钢板具有减振降噪的功能，可以满足发动机的降噪要求。
- 2) 国内钢板供应商已经具备开发复合降噪钢板的能力。
- 3) 采用热挤压成形技术，可以解决复合降噪钢板制造的齿轮室盖的冷拉延工艺导致材料分层问题。

关键词：

复合降噪钢板 柴油机 阻尼胶

(收稿日期20140711)