

动力集中动车组防寒材选型及应用

黄晓阳¹ 李洪波²

(1 唐山华达轨道交通装备有限责任公司 河北 唐山 063035; 2 中车唐山机车车辆有限公司 河北 唐山 063035)

摘要: 根据国家铁路总公司的要求,动力集中动车组的部件需实现简化、轻量化设计,既要融入高速动车组的设计理念,又要在 25T 普速客车的基础上降低成本,提速增效。防寒材作为动力集中动车组内装材料的主要零部件,其安装区域广,使用量大,不仅关系着列车的整体成本,也关系着整个列车的运行安全,防寒材的选型及应用尤为重要,材料的性能直接影响列车的防寒保温效果和列车的重量,同时也对改善旅客出行条件、降低成本具有重要作用。

关键词: 简化;轻量化设计;降低成本;提速增效;防寒材

0 引言

动力集中动车组是中国标准动车组中第一款动力集中式的电力动车组,其可开行长途列车,也可开行短途列车,能在中国约 10 万公里的既有电气化铁路上运行,该动车组全面替代 25T 型客车,成为我国普速客车的主力产品。为降低成本、确保列车在各个环境条件下的性能,因此对车辆使用的隔热隔音材料进行深入研究是非常有必要的。防寒材是动车组内装材料中使用量最大的,布置在车体钢结构和车内设施之间的一种保温材料,应选用优良的防寒材,充分考虑各个部位的应用方案。

1 动力集中动车组防寒材选型

1.1 防寒材选型需考虑的因素

车辆的运营环境对防寒材选用的影响因素主要有:

- (1) 气温条件: 根据运营环境的不同,车辆分为高寒车和非高寒车,两种车对于整车隔热的要求有很大区别,选择材料时需要着重考虑。
- (2) 相对湿度: 动车组运营需要把外界的水分隔绝在车外,从而提高车内设施的使用寿命。
- (3) 海拔高度。
- (4) 有风、沙、雨、雪、雷暴雨、强台风天气、偶有盐雾、酸雨、沙尘暴等现象。

1.2 物理性能

对于防寒材的物理性能主要包括: 厚度、密度、导热率、吸水率、憎水率、体积吸湿率、降噪系数、纤维直径等。这些性能影响防寒材在使用中对整车的影响,为保证整车的性能,应选用密度小、导热系数小、降噪系数高、憎水率高的防寒材。

1.3 重量方面

根据防寒材所含物质的不同,重量也有所不同,通常来说预氧丝棉是密度最小的,其次是聚酯纤维棉、然后是碳纤维棉、再次是改性玻璃棉,最后是玻璃棉。

1.4 防寒材价格

轨道交通行业常用的防寒材按照价格由高到低为: 预氧丝棉、聚酯纤维棉、碳纤维棉、改性玻璃棉、玻璃棉等。综合考虑上述条件,为了满足动力集中动车组轻量化、降成本的要求,动力集中动车组防寒材选用改性玻璃棉材质

作为内装用防寒材主体材料。此材质是由普速客车用玻璃棉改良而成,在重量上比普通客车用玻璃棉轻,环保性能好,价格上低于高速动车组内装用防寒材,是一款物美价廉的产品。

2 动力集中动车组防寒材应用

2.1 车型种类及部位划分

动力集中动车组按车型结构分为: 控制车、餐车、一等卧车、二等卧车、二等座车。按安装部位,防寒材分为: 地板防寒安装、外端墙防寒安装、内端墙防寒安装、车顶防寒安装、侧墙防寒安装。控制车、餐车、一等卧车、二等卧车这几种车型防寒材的应用参数基本与二等座车一致,只是在梁柱的间距尺寸上有所变化,影响的是下料尺寸,但不影响防寒材的厚度选取和整车的保温性能,具体位置如图 1 所示。

2.2 各部位防寒材应用

用动力集中动车组二等座车举例说明。根据整车 K 值要求,规定各部位防寒材的应用厚度,如图 2 所示。

地板防寒材应用: 防寒材厚度分为 90mm、50mm、45mm、40mm、30mm。90mm 厚防寒材用在小间部位,



图 1 防寒材各部位划分



图 2 防寒材各部位安装效果

50mm 厚防寒材用在小间底梁下面，在除小间外的整体地板安装时地板分上、下两层安装，45mm 厚防寒材用在地板一层，40mm 厚防寒材用在地板二层模块，30mm 厚防寒材用在地沟条中，由波纹地板高度决定。

外端墙防寒材应用：防寒材厚度为：50mm、30mm、30mm。50mm 厚防寒材用在外端墙上，20mm 厚防寒材用在线槽里面，等车体布线后在再用 30mm 厚防寒材进行安装，外露梁柱表面用 5mm 厚橡塑海绵。

内端墙防寒材应用：防寒材厚度为：65mm。根据内端

拉门间距确定安装 65mm 厚防寒材。

车顶防寒材应用：防寒材厚度为：75mm、50mm。50mm 厚防寒材用在端部平顶压板处，此位置有固定搭线用滑槽，如果太高就会超差，无法固定，尺寸必须保证。75mm 厚防寒材用在车顶大面积区域，根据车体梁深及计算确定。为了防止冷凝水的产生，防寒材外露安装厚度 0.15mm 铝箔，弯梁、有平面的纵梁、风道周围、水箱大盖周围、端顶槽钢的侧面和底面等部位安装 5mm 橡塑海绵。

侧墙防寒安装：防寒材厚度为：75mm。75mm 厚防寒材用在侧墙大面积区域，为了防止冷凝水的产生，在外露帽型柱表面粘贴 5mm 橡塑海绵。

3 结语

动力集中动车组防寒材的选型和应用方案，经过对密度、导热系数、含水率、憎水率、体积吸湿率、纤维平均直径、有机物含量、渣球含量、防火要求、降噪系数、环保要求、禁用限用物质要求、甲醛和挥发性有机化合物限量、重量要求进行试验，各种性能均符合相关要求。对整车隔热系数进行试验验证和 K 值理论计算，满足各种条件的运营，与普通客车比减轻了重量，降低了成本，提高了乘客出行的舒适度，推进了铁路技术装备的升级，同时提高了铁路产品的供给质量。

参考文献：

[1] 刘应清,蔡德源,王运时. 客车隔热壁传热系数的热电模拟试验研究 [J]. 西南交通大学学报,1985(01):78-88.
[2]25.5 米空调客车隔热性能试验报告,四方车辆研究所,1981.8.

(上接第 135 页)

表 2 结构强度计算结果列表

工况	许用应力 (MPa)	最大计算应力 (MPa)	工况	许用应力 (MPa)	最大计算应力 (MPa)
S01	96	89.9	S07	96	91.9
S02	96	91.6	S08	96	89.7
S03	96	90.1	S09	96	88.5
S04	96	91.5	S10	96	93.1
S05	96	88.1	S11	96	91.6
S06	96	93.4	S12	96	90.0

以考虑增加安装块数量或者次用更高强度的铝合金材质。

2.3 粘接力学分析

侧窗使用粘接胶的物理属性：杨氏模量为 3.4MPa (N/mm²)；泊松比为 0.48；密度为 1.50 × 10⁻⁹T/mm³；强度值，剪切强度为 6.1MPa，剪切老化强度为 3.58MPa，拉压强度为 9.6MPa，拉压老化强度为 7.26MPa。

在 12 种静强度工况下，通过计算得到胶粘剂计算结果，

最大主应力 0.118MPa，小于许用应力 7.26MPa；最大主应变 2.7%，小于许用应变 20%；最大剪应力 0.064 MPa，小于许用应力 3.58MPa；最大剪应变 2.8%，小于许用应变 50%，粘接剂满足静强度要求。

3 结语

高速运行的列车通过空气动力学分析，分析列车在各种情况下会车时的压波干扰，得到侧窗应能承受连续正负交变的气压载荷 ±6000Pa。通过以上仿真计算可得，此结构侧窗可承受 ±6000Pa 气压载荷，满足强度设计要求。

参考文献：

[1] 徐继航,周楠. 高铁列车车窗玻璃破损现场勘验 [J]. 铁道警察学院学报,2019,29(01).
[2] 何中建,胡桂明.160km/h EMU 侧窗结构选型及强度验算 [J]. 技术与市场,2012,19(12).
[3] 李人宪,赵晶,刘杰,张卫华. 高速列车会车压力波对侧窗的影响 [J]. 机械工程学报,2010,46(04).