

87-1752
DJC

东风4型内燃机车丛书



车体与转向架

大连机车车辆工厂编



人民铁道出版社

东风₄型内燃机车丛书

车体与转向架

大连机车车辆厂编

人民铁道出版社

1977年·北京

内 容 简 介

本书主要介绍了东风₄型内燃机车车体和转向架的构造和作用原理。

车体部分：车体的强度计算和试验；机车的保温和噪声的控制；司机室设备；车体通风和采光等。

转向架部分：转向架的作用及其组成；转向架结构形式的选择及力的传递；轴箱、弹簧悬挂装置、基础制动装置等零部件的构造和作用原理以及机车动力性能等。

本书适合铁路机务部门广大工人、工程技术人员、革命干部学习，亦可供铁路技术学校教学参考。

东风₄型内燃机车丛书 车体与转向架

大连机车车辆工厂编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：3 插页：3 字数：57 千

1977年4月 第1版

1977年4月 第1版 第1次印刷

印数：0001—8,000册 定价(科二)：0.27元

目 录

第一章 车 体	1
第一节 车体钢结构.....	1
第二节 车体的强度计算和试验概况.....	9
第三节 机车的保温和噪声控制.....	11
第四节 司机室设备、车体的通风、采光与其他.....	13
第二章 转向架	18
第一节 转向架总述.....	18
一、转向架的作用及其组成.....	18
二、结构形式的选择.....	20
三、力的传递.....	21
四、转向架主要技术参数.....	22
第二节 构架.....	24
第三节 牵引杆装置.....	28
第四节 轴箱轮对.....	31
一、轴箱.....	31
二、轮对.....	40
第五节 旁承.....	45
第六节 弹簧悬挂装置.....	50
一、一系悬挂.....	51
二、二系悬挂.....	61
第七节 电机悬挂装置.....	63
一、抱轴轴承.....	63
二、电机吊挂.....	64
三、传动齿轮.....	67

四、齿轮罩	70
第八节 基础制动装置	71
一、制动缸及杠杆系统	74
二、闸瓦间隙调节器	76
三、闸瓦及瓦托	80
四、手制动	82
第九节 机车的动力性能	83
一、机车的自振频率	83
二、弹簧的动力系数	84
三、司机室水平及垂直方向振动加速度	85
四、机车脱轨系数	86

第一章 车 体

车体是整个机车的骨架，它承受机车上部荷重、挂钩时的冲击力以及风力和其他原因引起的横向力的作用，传递牵引力和制动力，还受到机车走行部分传来的振动和冲击等，受力非常复杂。在设计时首先考虑到车体的强度和刚度要求，确保运用安全可靠，同时还必须尽量减轻其自重，以适应机车重量分配的要求。此外，还要在结构布置上采取措施，一方面满足机车对通风和采光的需要，为乘务人员提供良好的工作条件，同时也要保证检修和制造时拆装机器的方便。为此，东风₄型内燃机车车体采用了框架式薄壁结构侧壁承载车体，它具有重量轻、结构简单、制造工艺简单、强度和刚度大等特点。

第一节 车体钢结构

车体的钢结构是一个全钢焊接结构，主要由左右侧墙 3、顶棚 5、底架 1、四组隔墙 4 和两端司机室组成（见图 1—1）。隔墙将整个车体分为 I 司机室、电气室、动力室、冷却室和 II 司机室五个空间。

侧墙为一平面框架结构，全长 16500 毫米，高 2050 毫米，主要由上弦梁、立柱、横梁、辅助杆件和地板梁组焊而成，外敷 2.5 毫米厚的蒙皮。上弦梁、立柱与横梁都是槽钢与 4 毫米厚钢板组焊成的箱形结构（上弦梁用 $160 \times 63 \times 6.5$ 槽钢，立柱与横梁用 $120 \times 53 \times 5.5$ 槽钢），辅助杆件则是用 3 毫米厚钢带冷弯成 $50 \times 50 \times 16 \times 3$ 的盆形弯曲槽钢（见图 1—1

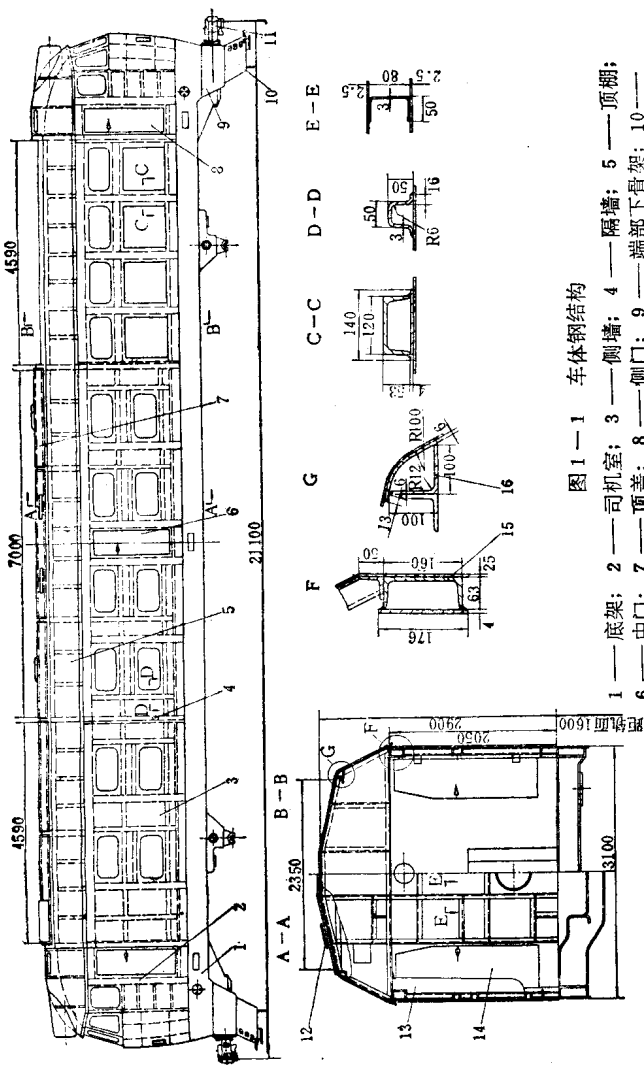


图 1-1 车体钢结构

1—底架；2—司机室；3—侧墙；4—隔墙；5—顶棚；
 6—中门；7—顶盖；8—侧门；9—端部下骨架；10—
 排障器；11—车钩；12—天窗；13—空气滤清器通道；14—
 内门；15—上弦梁；16—上口梁。

中的 F 和 $C-C$ 、 $D-D$ 剖面)。地板梁为 $75 \times 50 \times 5$ 角钢。为满足电气室、动力室和冷却室的采光与通风的需要,也为了检修方便,侧墙上开有上下两排窗口和中门,由于冷却通风的需要,冷却室部分侧墙无辅助杆件,框架开口比较大,为了提高强度,这一部分地板梁采用6毫米厚钢板压型与6毫米厚立板组焊成门字形结构,并在车体总组装后与底架侧梁组成箱形结构。

柴油机空气滤清系统的空气通道,按斜对称方式布置,分别焊接在左右侧墙中门的一侧,成为侧墙的一个组成部分。空气通道长2625毫米,高1650毫米,由2毫米厚钢板与一些角钢组焊而成,内侧钢板上四个窗孔,分两排布置,供观察和内进气之用。除空气通道外,左右侧墙完全是对称的。

顶棚全长16500毫米,高850毫米,宽3105毫米,与两端司机室、左右侧墙以及四组隔墙组焊成车体上部。为了吊装电气设备、柴油-发电机组和冷却装置等部件,在顶棚中部沿纵向全长开有贯通的2350毫米宽的开口,开口中间有与动力室两端隔墙相对应的两个隔墙上部以及三根弯梁(动力室两根,电气室一根)开口两端则是与司机室隔墙相对应的两个隔墙上部。开口外面装有五个顶盖(电气室两个,动力室三个),分别用活节螺栓在车内紧固。由于柴油-发电机组比较长,动力室的两根弯梁做成可拆的。开口两边是 $100 \times 100 \times 6$ 的角钢与6毫米厚的弯曲盖板组焊成的封闭结构上口梁(见图1-1 I)。每根上口梁用四个隔墙上部的斜杆和24根棚条与下边梁(用 $50 \times 50 \times 5$ 角钢组焊成顶棚钢结构骨架),外敷2.5毫米厚的蒙皮。棚条的断面与侧墙辅助杆件相同,为 $50 \times 50 \times 16 \times 3$ 的盆形弯曲槽钢,间距为550~650毫米,由于棚条比较密,就保证了上口梁与下边梁以及侧墙的上弦梁形成一根完整的上弦杆。在顶棚冷却室两侧上口梁

上，各焊有五个冷却器钢结构安装座，把冷却装置（包括冷却器钢结构、散热器组、静液压马达以及冷却风扇等）的重量均匀地传给顶棚和侧墙。

四个隔墙上部都是平面结构，都由 $80 \times 43 \times 5.5$ 槽钢（弯梁和斜杆）与 3 毫米厚钢带冷弯成的 $80 \times 50 \times 3$ 弯曲槽钢组焊而成，外面都敷有 2.5 毫米厚的蒙皮。在车体总组装时，各隔墙上部与相应的隔墙焊成一个整体，用来加强车体的横向强度和刚度，并能起到隔音的作用。

四组隔墙也都是平面结构，基本上也都由钢带冷弯成的 $80 \times 50 \times 3$ 弯曲槽钢与 2.5 毫米厚蒙皮组焊而成，所不同的是两组动力室隔墙两面都敷有蒙皮，而两组司机室隔墙仅后侧有蒙皮。隔墙两面有内门框，在车体总组装后形成车内通道。各组隔墙上分别开有各种大小不同的孔，以便安装各种管道。两组司机室隔墙中部有手制动安装架和安装罩。在动力室两端隔墙的中部各有一个直径 $\phi 400$ 毫米的圆孔，以供安放辅助传动的传动轴之用。在电气室与动力室之间隔墙的右下部（机车前进方向）有一缺口，用来安放励磁机。动力室与冷却室之间隔墙上开有相互对称、直径 $\phi 160$ 毫米的两个孔，打开孔盖，可以在车上抽换凸轮轴。冷却室两端隔墙的上部中间各有一个圆孔，内镶玻璃，用以观察冷却风扇和静液压马达的工作情况。

侧墙、顶棚与隔墙的骨架都是用 16 Mn 钢，它属于高强度低合金钢，具有良好的可焊性，其抗拉强度为 52 公斤/毫米²，屈服强度为 36 公斤/毫米²，延伸率为 21%，蒙皮是用 A3 钢制成。

底架长 20300 毫米，宽 3100 毫米，主要由两组斜撑式牵引梁 10、四根旁承梁 8、两根柴油机梁 6、两根侧梁 11 以及车架盖板等组成（见图 1—2）。牵引梁和旁承梁前后对称，

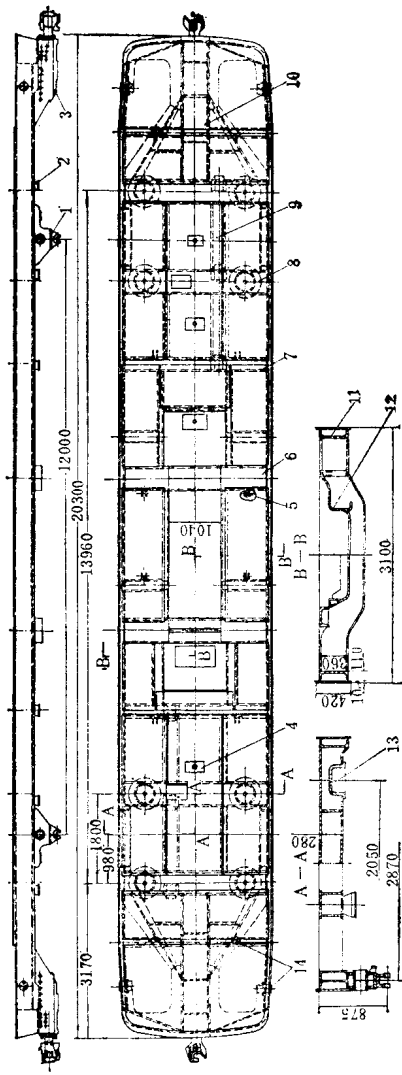


图 1-2 底架

- 1——牵引拉杆座； 2——牵引电动机通风口； 3——牵引缓冲座；
 4——排污槽； 5——燃油箱吊座； 6——柴油机梁； 7——横梁；
 8——旁承梁； 9——风道梁； 10——牵引梁； 11——侧梁； 12——
 柴油纵梁； 13——上旁承座； 14——救援装置。

侧梁左右对称。

牵引梁中梁是用 12 毫米厚钢板组焊成的变断面箱形结构，前部腹板伸到下盖板下面，比后部要高很多，缓冲座就用 34 个 M24 的铰孔螺栓固定并焊在前部腹板上。在中梁两侧各用两块 8 毫米厚的水平钢板，把中梁与侧梁以及端梁组焊成一个整体，以加强刚度。为了把力更直接地传递给侧墙，减轻牵引梁中梁和外旁承梁的负担，在中梁缓冲座附近布置有两根斜撑，直通外旁承梁与侧梁的交汇处。斜撑是变断面的工字形梁，由 12 毫米厚钢板组焊而成。

旁承梁分前后两组，每组两根，相距 1800 毫米，两组的外旁承梁相距 13960 毫米。旁承梁是由 12 毫米厚的盖板与 8 毫米厚的腹板组焊成的箱形结构，高 280 毫米。每根旁承梁内焊两个上旁承座，从而保证了把机车二系悬挂的橡胶堆基本上放在旁承梁高度内，充分利用了空间。两个旁承间的横向距离为 2050 毫米。底架具有箱形结构的风道梁，与两根旁承梁构成牵引电动机通风道，与风道梁对称的纵向布置有 $280 \times 90 \times 6$ 槽钢，使受力更均匀。

两根柴油机梁结构是一样的，都是由 12 毫米厚的盖板与 8 毫米厚的腹板组焊成的箱形曲梁，两端高 360 毫米，它们相距 3078 毫米。为了放置柴油机油底壳，所以柴油机梁的中间部分做成变断面的，即把断面高压缩为 200 毫米。在两根柴油机梁中间纵向布置有两根 240 毫米高、12 毫米厚的弯曲槽钢，把两根柴油机梁连成一体。

侧梁是车体的主要受力杆件，由 $360 \times 110 \times 8.5$ 槽钢与 10 毫米厚的侧板组焊而成，沿全长等距离（1770 毫米）的焊有 6 毫米厚的隔板，以保证其断面周界不变形，加强抗扭刚度。在侧梁下面旁承梁中间，前后各焊有两个牵引拉杆座（左右各一）。牵引拉杆座主要用来传递牵引力，由钢板组

焊而成,前后间距为12000毫米。牵引拉杆座内侧焊有横向止挡,用来限制转向架对车体的横向摆移。为了吊起机车和架车,牵引拉杆座上设计有内径 $\phi 130$ 毫米的承吊筒和架车处。

为了加强车体横向刚度,在与每组隔墙相对应的底架上都布置有横梁,中间两根横梁是高280毫米的箱形梁,两端司机室后面的横梁则是 $160 \times 63 \times 6.5$ 槽钢。

在前后牵引梁斜撑和两根中间横梁下部焊有八个吊座,可用钢丝绳分别把前后转向架吊起。底架两端侧面设有救援装置(见图1—2之14),当机车掉道或发生其他事故时,通过它或牵引拉杆座承吊筒,利用专用吊具可把整个机车连同转向架一起吊起。

在底架中部有四根门字形断面的侧横梁,用来吊装燃油箱,其中两根在柴油机梁中间,两根在后柴油机梁后面。后柴油机梁与两根前侧横梁内侧面焊有四个燃油箱吊座(见图1—2之5),用四对左右旋的螺杆把燃油箱吊起。前柴油机梁与两根后侧横梁下面焊有四个燃油箱吊架,每个吊架用三个M24螺栓把燃油箱进一步固定。由于螺杆都是从前(后)向中间倾斜的,这就限制了油箱的纵向摆移,油箱的横向摆移则由于四个吊架是横向布置的,横向刚度很大,而受到限制。油箱吊座和吊架的位置,对底架纵横两条中心线都完全是对称的。

整个底架上面敷有6毫米厚的盖板,用以加强底架的刚度、安装各种机器设备、防止各种污油漏到转向架上、防止风砂进入车内,保证了乘务人员工作的安全。底架上设有四个排污槽(电气室一个,动力室一个,冷却室两个),槽下接有污油管,可把污油迅速地排出车外。

整个底架除牵引缓冲座、上旁承座、牵引拉杆座下部和

手制动滑轮架为 ZG25 I 铸钢件外,各梁和盖板都采用 16Mn 钢材。

司机室长1900毫米,后部宽3105毫米,为保证在小半径弯道上错车,前部两侧各往里缩进 100 毫米。司机室钢结构主要由角钢和 8 毫米厚的扁钢,外敷 2.5 毫米厚的蒙皮组焊而成。为提高强度,侧门上弦梁采用 6 毫米厚的压型件与 6 毫米厚的立板以及 $50 \times 50 \times 5$ 角钢组焊成箱形结构,下弦梁则采用 $160 \times 63 \times 6.5$ 槽钢与 6 毫米厚的钢板组焊成的箱形结构。

排障器为全钢焊接结构,由 4 毫米厚的钢板压型与角钢组焊而成,用两根外径 $\phi 76$ 毫米,壁厚 5 毫米的钢管与底架相连。排障器具有足够的强度和刚度,能把一般障碍物排出轨外,保证机车和乘务人员的安全。排障器底面距轨面高 $120 + 10$ 毫米。排障器下部在与轨道相对应处还装有两个扫障板,以扫除轨面上的碎石。扫障板由钢板与橡胶板组成,用螺栓固定在排障器上,橡胶板底面距轨面30毫米,钢板底面距轨面90毫米。考虑到机车走行一定公里数后,轮缘磨耗到限,需要旋轮,排障器底面和扫障板都做成可调的。

牵引装置用来传递牵引力、制动力和挂钩时的冲击力,由下开式三号车钩和三号缓冲器组成,装在缓冲座内。有时也装二号缓冲器。

底架组焊后,从前后外旁承处(间距13960毫米)架起,以前后两个牵引拉杆座中心处的挠度标记为基准,测其上挠度应为 $14 \sim 24$ 毫米,两端下挠度不大于 8 毫米。整个车体组装后,其上挠度为 $13 \sim 18$ 毫米。机车全部落成后在整备状态下其上挠度应不小于 7 毫米。

车体钢结构的焊接,除底架侧梁 $360 \times 110 \times 8.5$ 槽钢与侧板的焊接采用焊丝直径 $\phi 1.8$ 毫米的埋弧自动焊外,其余

基本上都采用二氧化碳气体保护焊。二氧化碳气体保护焊具有焊缝质量好、性能稳定、变形小、热影响区窄、效率高的特点。二氧化碳气体保护焊焊丝直径 $\phi 1\sim 1.2$ 毫米，材质和埋弧自动焊焊丝一样，都是 08Mn2SiA。焊缝机械性能：抗拉强度59公斤/毫米²，延伸率28.35%，冲击值 16 公斤·米/厘米²。

车体钢结构总组装后外表面喷涂 CO6-2 铁红醇酸带锈底漆，以防止锈蚀。

车体钢结构全长20500毫米，宽 3105 毫米，顶盖距轨面高4500毫米，底架侧梁上平面距轨面1600毫米，车钩中心线间距21100毫米，车钩中心距轨面高880±10毫米。

第二节 车体的强度计算和试验概况

车体主要承受垂直静载、纵向冲击力和牵引力的作用。机车上部垂直载荷由底架、侧墙和顶棚共同承受，并经由八个旁承传给转向架。挂钩时的冲击力由车钩经缓冲座、牵引梁中梁、斜撑传给底架两个侧梁及侧墙和顶棚。牵引力则由前后转向架的牵引拉杆经牵引拉杆座传给底架两个侧梁、侧墙和顶棚，最后通过斜撑式牵引梁和缓冲座传给车钩，牵引后续列车。

在东风₄内燃机车设计时对车体进行了强度计算。车体为一个由杆系和薄板组焊成的空间结构，计算极其复杂。考虑到车体的外侧蒙皮和底架盖板厚度很小，与相应的杆件相比，其抗弯刚度甚至可以忽略，车体的主要受力元件是侧墙和底架的杆件，蒙皮和盖板只起次要的加强作用，为此采取了一个假设，即把车体按空间杆系来处理，这样在计算时就可以利用成熟的杆系结构力学理论，而带来的误差也不会太大。

车体作为一个空间刚架，节点很多，需要大型数字电子计算机才能进行计算。为了节省存储单元，计算时采用了逐次近似的办法，即先把底架作为一个独立的空间刚架进行计算，求出侧梁和隔墙下横梁各点的内力和挠度，然后把这些求出的内力作为外载荷，计算车体上部，求出相应各点的挠度。取两次求出的各点挠度的差的一半作为外载荷，再一次计算底架，然后再把底架各相应点的内力作为外载荷，再来算车体上部，依此循环，直到同一次近似计算出的各点挠度差很小，以致可以忽略为止。

对于空间刚架的计算是采用了变位法，在数字电子计算机上进行。一般变位法都忽略结构的剪切变形，因为一般杆件都是细而长的，剪切变形很小，但是车体上的杆件很多是短而粗的，剪切变形很大，不容忽略，计算时考虑了这个因素。

杆系结构中杆件的两端由其相邻杆件断面的中心线到底面的距离构成所谓刚性区，刚性区是全部都嵌入相邻杆件内的，其刚度无穷大。对于细而长的杆件刚性区是很小的，一般可以忽略，然而车体上的很多杆件，由于是好几根梁和蒙皮一起组合而成的，刚性区相当长，其影响必须考虑。计算时把刚性区作为刚体来处理，利用座标转换，解决了这个问题。

为了节省机器运转的时间，同时也节省存储单元，采用了修改的平方根法解正则方程组。

为了实际校验车体的强度，验证计算方法，对车体进行了静强度和动强度试验。静强度试验做了垂直静载工况、纵向压缩工况和垂直静载与纵向压缩联合作用的联合工况三种工况的试验，动强度试验则是在线路上通过牵引客运列车和货运列车来进行。计算和试验结果表明，车体的强度和刚度是

足够的，足以承受 200 吨纵向静压缩和机车上部垂直载荷的作用，可以保证运用安全。另外，通过计算和试验都可看出，各种工况车体上、下弦杆相应断面的应力绝对值都差不多，下弦杆略大，这说明车体结构比较合理，载荷能较好地传到上弦杆上，从而使上、下弦杆共同承担外载荷的作用。计算和试验证明，在上述这几种工况下车体两端司机室侧门门角的应力都比较高，但仍在允许范围内。动强度试验结果表明，由于东风₄机车走行部分的减震性能比较好，无论是客运牵引还是货运牵引，无论是高速还是低速，无论是爬坡还是走平道，车体各点的动应力都比较小。

第三节 机车的保温和噪声控制

车体不但要承受各种载荷的作用，它又是安装机器设备的地方，是乘务人员工作的场所。为了保护机器，同时也给乘务人员创造一个安全舒适的工作环境，车体上采取了一系列隔声、减震、保温的措施。

为了保温、减震，同时也为了节约木材，并改善机车的防火性能，车体内壁喷涂了 20 毫米厚半硬质的聚胺酯泡沫塑料。聚胺酯泡沫塑料的原料和配方如下：阻火聚醚——10 克；乙二胺聚醚——7 克； β ——三氯乙基磷酸酯——8 克；三氯氟甲烷（F-11）——8 克；三乙烯二胺/乙二醇（1：1）——0.8 克；发泡灵——0.5 克；PAPI——29 克；二月桂酸二丁基锡——0.027 克。喷涂时把 PAPI 和二月桂酸二丁基锡作为一组份，其余原料作为一组份，分别用齿轮泵按比例打入特制的喷枪内，经充分混合后喷涂在车体内表面上，在常温（10°C 以上）常压下迅速发泡，固化成型。喷涂时枪口距板面约 300~500 毫米，雾化风压一般控制在 3~4 公斤/厘米² 左右。聚胺酯泡沫塑料具有离火自熄性和很低的

导热系数，可以在 $+140\sim-190^{\circ}\text{C}$ 的环境下使用，而且喷涂后在车体表面形成一个完整的保护层，能起到防腐防锈的作用，工艺又比较简单，能大大节省人力，这些都是它的优点，然而它减震性能差，而且原料中的 PAPI 是剧毒品，喷涂时对操作工人身体健康会有一定的危害，为此今后准备改用阻尼浆。阻尼浆也采用喷涂工艺，但不发泡，其原料主要是胶乳、酪素、氧化锌、珍珠粉等。阻尼浆的减震性能比较好，无毒，也具有离火自熄性，但保温性能要差一些，现正研究在阻尼浆配方中增加一些绝热性能好的原料，以改善其保温性能。

机车上噪声的传播主要是通过空气传声和固体传声两种途径，因此，为了降低司机室噪声而要在这两方面下功夫。对于降低固体噪声，主要的办法是在车上各转动机械安装座下面安装减震垫，另外，从柴油机出来的管路全部采用软连接与其他管路相连。对于空气噪声则采取了隔声和吸声两种措施。隔声就是利用四道隔墙把声音隔在机器间内。根据质量定律，隔声量与隔墙单位面积质量有关，质量每增加一倍，隔声量就增加 6 分贝，而且中空墙的隔声量比同样质量的单层墙要大得多，因而动力室隔墙做成中空的，两侧各敷蒙皮。墙的密封性对隔声也有很大的影响，直径 $\phi 30$ 毫米的孔能漏过 1 分贝的声音，为此隔墙上的孔、缝都采取了措施，尽量堵严；传动轴四周用钢板和密封橡胶密封；所有内门都采用了双层玻璃，粘结了宽条橡胶压条，关门时橡胶压条与门框形成两道密封；另外，门锁如装在门内，门锁附近的橡胶压条必然要断开，形成透声的空隙，为此将门锁移到门外。

对于降低司机室噪声的措施来说，吸声也是很重要的，因为一方面隔墙不能百分之百的隔绝声音，机器间的声音总有透过来的；另一方面传到司机室的固体声音也很大，而车