

浅析大视野旅游观光有轨电车车体设计

邢淑梅 阎帅 李聆祎
(中车大连机车车辆有限公司 辽宁 大连 116022)

摘要: 本文论述了旅游观光(大视野)有轨电车的车体结构,在铝合金材料的力学性能的基础上,建立了车体结构的有限元模型,分析了车体结构在各个工况下产生的应力和变形,其结果表明该车体的强度满足要求,同时较好地保证了乘客观光的空间和视野。
关键词: 铝合金;车体结构;大视野;计算分析

0 引言

随着城市日新月异的发展,各种交通方式应运而生,现代轨道交通逐步得到重视并得到快速的发展。在旅游业较为发达的地区,以风光明媚的观光线为中心,将观光与交通有机结合起来,显得尤为重要。大视野天窗玻璃开口尺寸相对较大,相比于以往车辆,能够提供更为充足的光线,使乘客的视野更加开阔,望着窗外美丽的风景,消除身心的疲惫,消除消极的情绪,无形中给乘客以舒适的乘坐感受。

1 设计原则及参数

1.1 设计原则

作为车辆的承载结构件,车体设计时除了需要考虑高强度、轻量化、模块化、安全性、舒适性和可靠性,保证车体结构强度要求符合 EN 12663 等相关标准中的 PIV 型城轨车辆要求外,还需要考虑维修方便、全生命周期维修成本降低,同时兼顾车体外部造型设计等。

1.2 主要技术参数

车辆的主要技术参数及载客量见表 1。

表 1 车辆主要技术参数

参数	Mc1 车	Mc2 车
车辆长度 (mm)	16700	16700
车辆定距 (mm)	10860	10860
车辆宽度 (mm)	2650	2650
车辆高度 (mm)	3530	3530
车钩中心线至轨面的高度 (mm)	720	720
最高运行速度 (km/h)	70	70
超员满载人数 (人)	128	128
整备状态下车辆自重 (不包括转向架) (kg)	13000	13000
转向架自重 (kg)	6500	6500
转向架固定轴距 (mm)	1900	1900

2 整体方案

2.1 材料选择

车体材料选用大型中空挤压铝型材,大多数焊缝接头位于长度方向上,可以集中焊接。铝合金具有密度低、耐腐蚀性强、加工性能好、焊接方便、组焊后整体承载能力强等特点。车体所有模块选用铝型材采用 6005A-T6, 铝板采用

6082-T6, 满足整体承载能力要求。

2.2 车体结构

旅游观光(大视野)有轨电车车体基本由 6 大部件即地板、车顶、两个侧墙、司机室及端墙组成。车体结构均采用 6 系的铝合金型材或板材制成,型腔设计均按照铝型材结构设计要求进行。为配合车窗的安装,侧墙的小立柱采用弧形结构设计,弧顶与顶盖的弧度平滑过渡,保证车体的外轮廓形式。侧窗面积占侧墙及车顶总面积的 70%, 可视区域开阔,侧墙铝结构的减少,如何保证车体的结构强度,如何进行衔接过渡,并实现上弧顶边梁区与弯梁的匹配则是很大的难点,对车体的结构设计有着很大的考验。

2.3 侧窗结构

旅游观光(大视野)有轨电车的最大亮点为侧窗玻璃大,采光好,可视范围开阔,达到 67° 的可视范围(如图 1 所示)。乘客在车内欣赏沿途美丽的风景时,无论是站立在过道上,还是坐在椅子上,视线所达区域均无遮挡,给人以一种在大自然中穿行的快感。

对于旅游观光(大视野)有轨电车的侧窗采用粘接的方式进行安装,通过结构胶将车窗直接粘接在车体结构上,

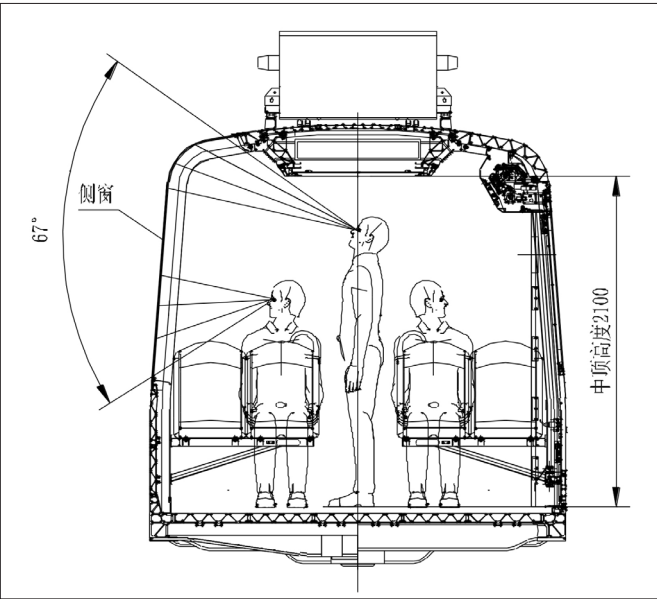


图 1 车体断面图

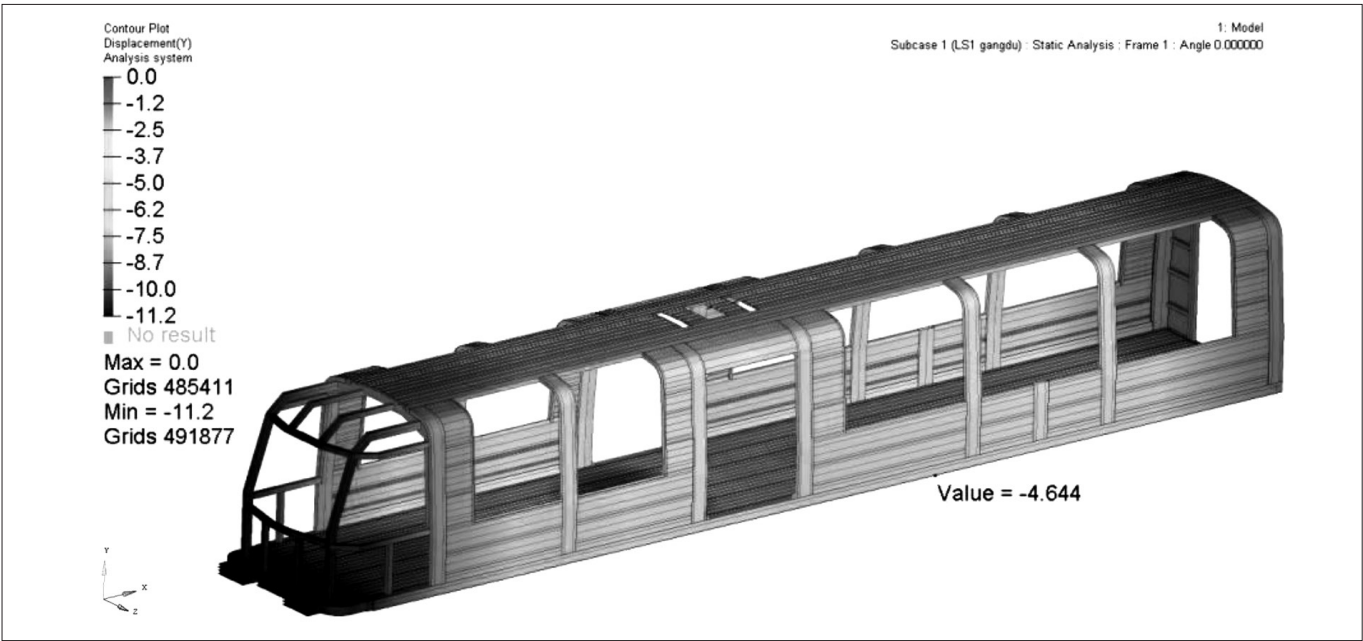


图 2 刚度工况应力云图

四周打密封胶固定。该种方式操作简单，随着粘接技术的日益成熟，该种方式的可靠性也得到充分的认可，粘接的强度完全满足要求。旅游观光（大视野）有轨电车的侧窗是带有弧度的大窗，采用夹胶的双层钢化玻璃，玻璃的弧度与车体结构的弧度完美匹配是侧窗制作的一大难点，也是该车的一大亮点。因此，车体的结构强度必须完全能够满足其变形需求，以确保车辆运行中的安全可靠。

3 车体有限元分析

3.1 计算依据

计算主要依据 EN 12663-1-2010《铁路应用 轨道车辆车体结构要求 第一部分：机车和客车》要求，车辆的拉伸压缩载荷均沿车体中心线均匀施加在 Mc1 车车钩装置连接处。

3.2 仿真分析及结果

3.2.1 刚度工况

垂向载荷：(整备状态下的车辆自重 + 超载乘客 AW3) x

g

位移约束：底架牵引销位施加垂向和径向约束

两转向架之间的距离为 10860mm，在最大垂向载荷作用下，车体静挠度为 4.644mm(见图 2)，其仿真结果没有超过两转向架支撑点之间距离的 1‰，满足标准 GB/T 7928 的要求。

3.2.2 其余工况计算结果见表 2。

从表 2 中可以看出，旅游观光（大视野）有轨电车在以上所列举的几个工况，车体的结构设计在各个静强度工况下，计算应力均低于许用应力 215MPa，其强度均满足 EN12663 标准要求。

4 结语

随着社会的发展，人们的需求及消费也发生了转变，生态环境的保护，旅游业的蓬勃发展，将成为经济发展的支柱产业。外出休闲养身、旅游将成为消费必需品。在旅行中

表 2 最大应力及其位置

工况	载荷	计算应力 /MPa	最大应力点位置
最大运营载荷	垂向载荷：1.3x (整备状态下的车辆自重 + 超载乘客 AW3)xg	76	中心销连接板
压缩 400kN	垂向载荷：整备状态下的车辆自重 xg 压缩载荷：400kN	146.3	司机室骨架
		140.1	牵引梁盖板
		137.9	吸能梁
最大垂载与压缩 400kN 组合	垂向载荷：(整备状态下的车辆自重 + 超载乘客 AW3) xg 压缩载荷：400kN	152.6	司机室骨架
		138.6	牵引梁盖板
		135.6	吸能梁
拉伸 320kN	垂向载荷：整备状态下的车辆自重 xg 拉伸载荷：320kN	105.4	牵引梁盖板
		99.1	吸能梁
		85.6	中心销斜撑板
最大垂载与拉伸 320kN 组合	垂向载荷：(整备状态下的车辆自重 + 超载乘客 AW3) xg 拉伸载荷：320kN	107.4	牵引梁盖板
		104.9	中心销斜撑板
		101.5	吸能梁

乘坐交通工具的舒适感也将纳入到旅行评价体系内，便捷舒适的交通工具也将是旅游品质的一大考核点。交通是经脉，将旅游观光与交通运输无缝衔接的旅游观光（大视野）有轨电车的重要性则不言而喻，特殊车辆的设计就显得尤为重要，具有十分重要的社会意义。

参考文献：

[1] 左永博,曾杰,朱水珍. 丹景山旅游观光线窄轨列车研制[J]. 现代制造技术与装备,2019(11).
[2] 刘家栋,马喜成. 旅游轨道观光列车选型分析[J]. 技术与市场,2020(27).