山 东 标 准 化 协 会 团 体 标 准

《电子导向快轨车辆 车体强度 技术要求》

（征求意见稿）

编制说明

二〇二四年六月

目 录

[一、工作简况 1](#_Toc122002350)

[（一）任务来源 1](#_Toc122002351)

[（二）起草单位和主要起草人 1](#_Toc122002352)

[（三）起草单位和主要起草人任务分工 1](#_Toc122002353)

[（四）起草过程 2](#_Toc122002354)

[二、标准制定的目的和意义 2](#_Toc122002355)

[三、标准编制原则、主要技术内容和确定依据 3](#_Toc122002356)

[（一）标准编制原则 3](#_Toc122002357)

[（二）主要技术内容 4](#_Toc122002358)

[（三）确定依据 5](#_Toc122002359)

[四、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系 8](#_Toc122002360)

[五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据 8](#_Toc122002361)

[六、其他需要说明的内容](#_Toc122002363) 8

一、 工作简况

（一）任务来源

根据《山东标准化协会关于下达2024年第二十批团体标准制修订计划的通知》（鲁标协字[2024]186号）计划编号SDAS2024104的要求，由山东标准化协会归口，并由中车青岛四方机车车辆股份有限公司、西南交通大学、同济大学共同起草。

（二）起草单位和主要起草人

1.标准起草单位

中车青岛四方机车车辆股份有限公司、西南交通大学、同济大学。

1. 主要起草人

王晋乐、刘龙玺、于飞、田洪雷、李欢、朱涛、王文斌

（三）起草单位和主要起草人任务分工

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 | 工作单位 | 任务分工 |
| 王晋乐 | 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 | 标准主要起草人，负责起草组工作，制定标准框架提纲、标准内容编写、征求意见等。 |
| 于飞 | 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 | 参与标准框架提纲和标准内容的编写。 |
| 李欢 | 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 | 标准架构修订与标准内容完善，标准进度推进。 |
| 田洪雷 | 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 | 标准起草主要组织者，负责标准框架内容搭建、构思。 |
| 刘龙玺 | 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 | 参与标准框架提纲和标准内容的编写。 |
| 朱涛 | 西南交通大学 | 参与标准框架提纲和标准内容的编写。 |
| 王文斌 | 同济大学 | 参与标准框架提纲和标准内容的编写。 |

（四）起草过程

1.预研阶段

根据标准编制任务要求与计划，成立了由主机厂和科研院所组成的标准起草小组，研究电子导向快轨车辆车体强度技术要求，明确目标和内容后，制定了《电子导向快轨车辆 车体强度技术要求》标准编制的工作方案，依据工作组参与人员的专业、技能、人数明确了任务和分工，积极开展标准的研究、调研、起草、试验、分析等工作。

2.起草阶段

（1）标准计划下达后，在归口单位指导下，中车青岛四方机车车辆股份有限公司联合参编单位成立了标准起草组，对电子导向快轨车辆 车体强度的技术要求进行了调研，收集了相关技术资料，形成了本文件的草案稿。

（2）标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后，2024年6月形成了本文件的征求意见稿并发送山东省标准化协会，由山东省标准化协会进行意见征集。

二、标准制定的目的和意义

电子导向快轨车辆属于新型城市公共交通工具，集合了公路客车、轨道车辆的部分特点，能与现有的公共交通系统充分结合，打造地下、地面和空中的立体化交通网络，为解决现代城市交通运输难题提供全新的解决方式。

电子导向快轨车辆由多节车辆组成，各车辆之间通过铰接结构连接起来，为了更有利于普通乘客、老弱病残乘客乘坐，有利于减少换乘时间，提高运营效率，采用低地板设计。从型式上看与传统的低地板有轨电车相似，但由于用橡胶轮替代了轨道车辆的钢轮，在公路路面行驶，因而更接近于路面运行的无轨电车。

车体是电子导向快轨车辆的主要承载部件，在运行过程中，要承受各种设备载荷以及运行中纵向、横向和垂向冲击载荷的作用力，因此必须具有足够的强度和刚度，保证列车运行的安全性和平稳性。

由于电子导向快轨车辆以胶轮替代传统轨道车辆的转向架在普通公路上行驶，车体承载结构所受载荷条件、运行工况等与运行在钢轨上的轨道车辆车体有着明显不同，需适应胶轮走形、公路运营、虚拟轨道、公路客车的运行特点。

经查询相关资料，尚未有针对电子导向快轨车辆的车体强度可靠性方面的国标、行标等标准。为规范电子导向快轨车辆的车体设计标准，保障电子导向快轨车辆在复杂运营环境下的车体强度和安全，特制订《电子导向快轨车辆 车体强度技术要求》。《电子导向快轨车辆 车体强度技术要求》将借鉴公路交通与轨道交通的相关设计规范和要求，有针对性的对电子导向快轨车辆的车体强度设计基本原则、设计载荷工况、强度分析和评定方法做出详细要求及规定，可满足电子导向快轨车辆的结构强度安全。

三、标准编制原则、主要技术内容和确定依据

（一）标准编制原则

a) 标准格式统一、规范，符合GB/T 1.1—2020要求。

b) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

c) 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。

d) 标准实施后有利于产品质量、保障运输安全，符合行业发展需求。

（二）主要技术内容

1.标准的主要框架

（1）范围

（2）规范性引用文件

（3）术语和定义

（4）总体要求

（5）设计载荷工况要求

（6）强度和刚度评定要求

2.标准的主要内容

本标准针对电子导向快轨车辆的特点在范围、规范性引用文件、术语和定义、车体强度设计基本原则，设计载荷工况，强度分析和评定方法等做了要求。综合考虑了车辆运营过程中车体可能承受的自重、载重、牵引力、横向力、制动力等各种载荷，设置了与车辆在平坦道路正常行驶时垂向振动有关的“最大垂向载荷工况”，与车辆在复杂道路行使时某个车轮抬升或者悬空有关的“弯曲和扭转组合载荷工况”，与车辆在因故紧急刹车时所产生的较大惯性力有关的“紧急制动载荷工况”，与车辆在因故紧急转弯时所产生的较大离心力有关的“紧急转弯载荷工况”，与车辆在组装或救援等非正常工作状态中，在规定位置架起或抬起整个车体时，其中一个架车点脱离车体的情况有关的“架车和抬车载荷工况”，与车辆在坡道上发生故障时，驻车后清客并进行救援的情况有关的“纵向拉伸/压缩载荷工况”，与维修工人登顶作业的情况有关的“车顶维护作业载荷工况”等静强度载荷工况和疲劳强度、刚度分析工况，并对强度和刚度的评定做了要求。

（三）确定依据

1.相关标准和技术文献

GB 17578 客车上部结构强度要求及试验方法

GB/T 13043—1991 汽车产品定型可靠性行驶试验规程

EN 12663-1 铁路应用设施—铁路车辆车体的结构要求–1:机车和客运车辆

童骁.客车车身结构强度和侧翻安全性分析.华东交通大学硕士学位论文.2019,P18

沈永峰,郑松林,冯金芝.公路客车车架与车身骨架强度及模态分析.现代制造工程.2013,7: 90-96.

邱栋.基于多目标优化的客车车身骨架轻量化设计. 河北工程大学工程硕士论文,2015,P28

刘士华,赵德胜,谭天水．ANSYS在钢结构随机振动分析中的应用．机械工程学报,2004,31 (4):54-56．

张代胜,张林涛,谭继锦,石琴.基于刚度灵敏度分析的客车车身轻量化研究.汽车工程,2008, 30:718-720.

高伟,邓召文,方超. EQ6110PF客车车身骨架静动态分析与轻量化设计.重庆交通大学学报(自然科学版).2011,30(1):136-141.

朱健,苏小平,陈本军.客车车身骨架准静态疲劳强度分析.机械设计与制造.2010,9:99-101.

葛超.某纯电动客车钢铝组合车架强度及基于随机振动的疲劳特性分析.青岛理工大学硕士学位论文,2015,P6.

严伊莉.客车车身轻量化研究及疲劳分析.郑州大学硕士学位论文,2014.P16

高伟,邓召文,方超. EQ6110PF客车车身骨架静动态分析与轻量化设计.重庆交通大学学报(自然科学版).2011,30(1):136-141.

马瑞雪.大客车车身骨架的疲劳分析及二次开发.东北大学硕士学位论文,2010

赵刚,何志刚,张敏中,朱茂桃.低地板发动机后置式铰接客车急转弯特性有限元分析. 公路交通科技.2006,23(7):142-146.

丰亮.基于刚度和模态分析的纯电动汽车白车身轻量化设计.湖南大学论文.2017,P31

兰凤崇,陈吉清.承载式车身结构的强度刚度及模态的有限元分析. 机械科学与技术.2006, 25(3):367-370.

刘惟信.汽车设计.北京:清华大学出版社,2001

于国飞,黄飞,王海兵,王中武. 客车车身骨架刚度有限元分析及改进设计. 客车技术与研究. 2016,(2):29-32.

李先全.对我国客车车体强度和刚度评定标准的探讨.铁道车辆,1992(4):29-32.

崔娜娜,张亚斌,李戬.基于AMESim的液压作动系统动刚度仿真分析. 液压气动与密封, 2018,3:5-8.

高云凯,邓有志,崔玲,高冬.客车车身前围动刚度分析及优化.机械设计与制造，2011，1：10-12.

崔朝军.基于模态贡献的客车车身动刚度修正.客车技术与研究.2017,1:20-23.

石添华.客车发动机悬置系统性能优化设计.客车技术与研究.2023,2:37-40.

周芝庭,尹玉珍等．JS6981型客车动态性能分析．计算机辅助工程,1996,2:72-75．

唐唯伟,何仁,游专,张中帆. 纯电动客车车身优化设计. 机械设计与制造,2013,12:20-23

李杰．随机结构系统分析与建模.北京:科学出版社,1996,248-280．

刘岚,刘更．循环对称结构动态响应问题的可靠性分析．西北工业大学机电工程学院机械工程学报,2002,38(12):29-33．

刘士华,赵德胜,谭天水．ANSYS在钢结构随机振动分析中的应用．机械工程学报,2004,31 (4):54-56．

厉鑫波,周劲松,宫岛,等.基于随机振动环境归纳的车辆设备疲劳寿命估计.同济大学学报(自然科学版),2020,48(08):1208-1215.

冯金芝,郑光磊,郑松林,等.基于FEMFAT LAB-ADAMS的路谱获取.机械强度,2019,41(06): 1327-1334.

杜吉祥.汽车碰撞事故的计算机模拟再现技术的研究.合肥工业大学硕士学位论文,2002

尹鸿飞.客车上部结构强度及侧翻碰撞实验的研究.合肥工业大学硕士学位论文,2006.

2.调研成果

 城市轨道交通车辆的车体强度评估体系注重体现城市轨道交通车辆的类型和特征，重点关注车体强度设计和评定技术，主要体现车体强度设计基本原则、设计载荷工况、强度分析和评定方法，以保障城市轨道交通车辆的结构强度安全。

车体强度设计和评价体系前期国内外已经在轨道车辆和公路客车领域进行了大量的研究和探索，积累了宝贵经验，其设计和评价方法对轨道车辆和公路客车的车体设计技术的健康发展具有重要借鉴意义。

在标准编制过程中，标准制定小组与业内专家、技术能手、学者教授展开了多次技术交流，把控标准制定方向。并通过样车试制、现场试验等方式对车体强度技术指标以及试验方法进行了验证，根据查阅资料、试验验证、经验交流的结果进行总结归纳，得到了最符合要求的调研资料，为标准的制定打下了扎实的基础。

最大垂向载荷、弯曲和扭转组合载荷、紧急制动载荷、紧急转弯载荷等静强度载荷工况与公交、巴士等公路客车的运营场景类似，所以该类载荷工况的载荷和评定参考并借鉴了公路客车的相关研究文献和研究成果。

车体的架车/抬车、纵向拉伸/压缩、车顶维护作业、设备连接强度等静强度载荷工况与有轨电车等城市轨道车辆的运营场景类似，所以该类载荷工况的载荷和评定参考EN 12663中的P-V类车。

车体整体结构疲劳寿命与电子导向快轨车辆的整车使用寿命（25年）保持一致，接近有轨电车等城市轨道车辆的使用寿命要求（30年），因此疲劳载荷和疲劳强度评定参考EN 12663中的P-V类车。

车体弯曲刚度、扭转刚度及振动模态等刚度分析是车辆结构抵抗弹性变形的能力，对整车安全性能有较大的影响。因此，刚度分析是轨道车辆和公路客车等所有车辆类型的车体结构设计都必须开展的分析工作。

电子导向快轨车辆的运营速度以及线路环境都与公路客车相似，车辆在行驶过程中绕其纵轴线转动90°或者更大的角度时，车体上部结构与地面接触并撞击的车体侧翻安全性要求，在标准GB17578-2013《客车上部结构强度要求及试验方法》中有较详细的规定。因此，车体侧翻安全性要求直接引用该标准。

四、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

本文件符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定，与其他相关强制性标准无冲突。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

无。

六、其他需要说明的内容

无。

标准起草小组

 2024年07月02日