|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 59.100.01 |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png SDAS |

Q23 |

团体标准

T/SDAS XXXX—XXXX

电子导向快轨车辆 车体强度技术要求

Electronic guided fast rail vehicles — Technical requirements for carbody strength

（本草案完成时间：2024.7.2）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

山东标准化协会  发布

目次

[前言 Ⅱ](#_Toc168299981)

[1 范围 1](#_Toc166360543)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc166360544)

[3 术语和定义 1](#_Toc166360545)

[4 坐标系 2](#_Toc166360546)

[5 总体要求 2](#_Toc166360547)

[6 设计载荷工况要求 2](#_Toc166360548)

[6.1 总则 2](#_Toc166360549)

[6.2 静载荷工况 3](#_Toc166360550)

[6.3 疲劳载荷工况 4](#_Toc166360550)

[6.4 刚度分析工况 4](#_Toc166360550)

[7 强度和刚度评定要求 5](#_Toc166360551)

[7.1 静强度评定 5](#_Toc166360549)

[7.2 疲劳强度评定 5](#_Toc166360550)

[7.3 刚度评定 5](#_Toc166360550)

[8 试验要求 5](#_Toc166360552)

[参考文献 6](#_Toc168299981)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中车青岛四方机车车辆股份有限公司提出。

本文件由山东标准化协会归口。

本文件起草单位：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。

本文件主要起草人：王晋乐、刘龙玺、于飞、田洪雷、李欢、朱涛、王文斌。

电子导向快轨车辆 车体强度技术要求

* 1. 范围

本文件规定了电子导向快轨车辆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。

本文件适用于电子导向快轨车辆的车体设计。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 17578 客车上部结构强度要求及试验方法

T/SDAS XXXX—XXXX 电子导向快轨车辆 通用技术条件

* 1. 术语和定义

T/SDAS XXXX—XXXX界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

车体 carbody

由走行装置所支撑,主要起承载作用,包括底架、侧墙、端墙、车顶和司机室等结构部件。

[来源：GB/T 4549.5—2004，2.1，有修改]

整备状态下的车体质量 mass of the carbody in working order

m1

安装了所有部件，完全装配好的车体的质量，包括水和燃料等的最大运营储备质量。

[来源：GB/T 33194—2016，3.2，有修改]

一个走形系统质量 mass of one walking system

m2

一个走形系统的二次悬挂装置以下所有设备，包括二系悬挂装置的质量。车体与走形系统间的连接件的质量按比例分配到m1和m2中。

[来源：GB/T 33194—2016，3.3，有修改]

正常有效载荷 mass under normal payload

m3

规定条件下的车辆装载量，一般为坐席满员，站立区6人/m2，60kg/人。

[来源：GB/T 33194—2016，3.4，有修改]

超常有效载荷 mass under exceptional payload

m4

超员条件下的车辆装载量，一般为坐席满员，站立区8人/m2，60kg/人。

[来源：GB/T 33194—2016，3.5，有修改]

一个设备载荷 mass of one equipment

mE

一个车体附属设备的质量。

* 1. 坐标系

车辆的纵向对应于X轴，横向对应于Y轴，垂向对应于Z轴。采用右手法则坐标系，X轴和Y轴位于水平面内，X轴的正向为车辆运行方向，Z轴的正向为垂直向上，原点为车轮与路面的接触点，见图1所示。



标引序号说明：

1——车辆运行方向；

X——纵向；

Y——横向；

Z——垂向。

1. 车辆坐标系
	1. 总体要求

车体宜采用整体承载式结构。

车体整体结构寿命不应低于25年。

车体强度应能承受自重、载重、牵引力、横向力、制动力等车辆运用过程中的各种载荷而不产生永久变形和疲劳破坏。

车体强度应能满足架车、救援和维修等要求，而不产生永久变形。

车体刚度应能满足车辆运用过程中的各种载荷下所有车门、车窗的运动不受阻。

车体应与车载设备（包括走行系统、电器设备、内装部件等）的固有频率错开，以避免发生共振。

车体的侧翻安全性能应满足GB 17578的要求。

* 1. 设计载荷工况要求
		1. 总则

车体设计载荷工况包括静载荷工况、疲劳载荷工况和刚度分析工况。

设计载荷工况与本部分规定不同时，应按用户规定的技术条件执行。

分析和验证时，各设计载荷工况的作用力和约束等载荷应施加在与车辆正常运营状态的实际载荷情况相对应的准确位置上。

除了本章规定的载荷工况之外，车体还应承受可能出现的其他相关的静载荷或动载荷（例如，车辆爆胎、换胎以及侧风等引起的载荷）。

* + 1. 静载荷工况
			1. 最大垂向载荷工况

最大垂向载荷与车辆在平坦道路正常行驶时垂向振动所引起的如下弯曲载荷有关：

1. 最大垂向载荷为最大垂向静载荷与最大垂向动载系数之积；
2. 最大垂向静载荷与车体超常有效载荷对应，包括整备状态下的车体质量m1和超常有效载荷m4；
3. 最大垂向动载系数宜取2.5。
	* + 1. 弯曲和扭转组合载荷工况

弯曲和扭转组合载荷与车辆在复杂道路行使时某个车轮抬升或者悬空有关。

1. 垂向载荷为最大垂向静载荷与垂向动载系数之积；
2. 最大垂向静载荷为整备状态下的车体质量m1与超常有效载荷m4之和；
3. 垂向动载系数宜取1.5。
	* + 1. 紧急制动载荷工况

紧急制动载荷与车辆在因故紧急刹车时所产生的较大惯性力有关。

1. 紧急制动载荷包括垂向载荷和纵向载荷；
2. 垂向载荷为最大垂向静载荷与垂向动载系数之积；
3. 纵向载荷为最大垂向静载荷与制动减速度之积；
4. 最大垂向静载荷为整备状态下的车体质量m1与超常有效载荷m4之和；
5. 垂向动载系数宜取1.5，制动减速度宜取0.8g。
	* + 1. 紧急转弯载荷工况

紧急转弯载荷与车辆在因故紧急转弯时所产生的较大离心力有关。

1. 紧急转弯载荷包括垂向载荷和横向载荷；
2. 垂向载荷为最大垂向静载荷与垂向动载系数之积；
3. 横向载荷为最大垂向静载荷与横向加速度之积；
4. 最大垂向静载荷为整备状态下的车体质量m1与超常有效载荷m4之和；
5. 垂向动载系数宜取1.5，横向加速度宜取0.6g。
	* + 1. 架车和抬车载荷工况

架车和抬车载荷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。

1. 垂向载荷为垂向静载荷与动载系数之积；
2. 垂向静载荷为整备状态下的车体质量m1与被一同架起的走形系统质量m2之和；
3. 垂向动载系数宜取1.1；
4. 分析和验证时，脱离车体的架车点相对其他架车点的垂向移动量可取10mm和刚好引起一个架车点脱离的偏移量，这二者其中的较小值。
	* + 1. 纵向拉伸/压缩载荷工况

纵向拉伸/压缩载荷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。

1. 纵向拉伸载荷为150kN，垂向载荷为整备状态下的车体质量m1。
2. 纵向压缩载荷为200kN，垂向载荷为整备状态下的车体质量m1。
	* + 1. 车顶维护作业载荷工况

车顶维护作业载荷与维修工人登顶作业的情况有关。在车顶间距为500mm的任意两个200mm×100mm的区域内，分别施加1000N的垂向载荷。

* + - 1. 铰接装置验证载荷工况

铰接装置验证载荷应包括车体之间的纵向、垂向和抬车等要求引起的最大载荷。铰接装置验证载荷包括作用力和力矩。

* + - 1. 设备连接装置验证载荷工况

车辆运行时，车体上设备连接装置应承受如下载荷，各载荷应单独施加。

1. x方向：±2g×mE；
2. y方向：±1g×mE；
3. z方向：（1±c）g×mE，车体端部c=2，车体中部线性下降到0.5。

设备连接装置验证载荷工况应包括6.2.9.1中a）、b）和c）规定的载荷与设备本身可能产生的最大载荷的组合。

设备连接装置验证载荷工况应包括6.2.9.1中a）和b）规定的载荷与垂向载荷mE的组合。

设备连接装置验证载荷工况应包括垂向载荷（1±c）g×mE。

* + 1. 疲劳载荷工况

6.3.1 车辆运行时，车体及车体所连接设备应承受如下疲劳载荷，各载荷应单独施加。

1. x方向：±0.2g×（m1+m3）；
2. y方向：±0.15g×（m1+m3）；
3. z方向：(1±0.2)g×（m1+m3）。
	* 1. 乘客上下车时，车体应承受垂向疲劳载荷，载荷幅值宜取±1g×m3。
		2. 刚度分析工况
			1. 弯曲刚度分析工况

车体弯曲刚度与车体在垂直载荷作用下抵抗变形的能力有关。

1. 车体弯曲刚度宜用车体垂直载荷作用下产生的挠度大小来表征；
2. 车体整备状态的垂直弯曲刚度分析时，应施加垂向载荷1g×m1；
3. 车体超员状态的垂直弯曲刚度分析时，应施加垂向载荷1g×（m1+ m4）。
	* + 1. 扭转刚度分析工况

车体扭转刚度与车辆运行在扭曲不平道路时，左右侧轮胎承受不同载荷，车体在扭转载荷作用下抵抗变形的能力有关。

车体扭转刚度宜用车体在扭转载荷作用下产生的扭转角大小来表征。

车体相对扭转角可按公式（1）计算。

…………………………………………………………………………（1）

式中：

——车体相对扭转角，rad；

*δ1*——车桥一位挠度测点垂向位移值，单位为毫米（mm）；

*δ2*——车桥二位挠度测点垂向位移值，单位为毫米（mm）；

*δ3*——车桥三位挠度测点垂向位移值，单位为毫米（mm）；

*δ4*——车桥四位挠度测点垂向位移值，单位为毫米（mm）；

*b2*——同一车桥两挠度测点之间的距离，单位为毫米（mm）。

车体相当扭转刚度可按公式（2）计算。

…………………………………………………………………………………（2）

式中：

GJ——相当扭转刚度，单位为牛平方米每弧度（Nm2/rad）；

MK——施加的扭转力矩，单位为牛米（Nm）；

——车体相对扭转角，单位为弧度（rad）；

L——相对扭转截面之间的距离，单位为米（m）。

* + - 1. 振动模态分析工况

振动模态与车体的固有频率、振型以及阻尼比等结构特性有关。

1. 应至少对前4阶白车体骨架和整备车体模态进行分析，可不考虑刚体模态及高阶模态；
2. 应对车体刚度较低或安装有关键有源设备区域进行至少前3阶局部模态分析，确保车体局部结构不会与有源设备产生共振。
	1. 强度和刚度评定要求
		1. 静强度评定

通过计算或试验验证，在6.2规定的静载荷工况下，车体不应出现永久变形或断裂。

结构不发生明显的永久变形或断裂现象应通过材料屈服强度来判定，6.2规定的各静载荷工况下车体的应力不得大于材料的屈服强度，可按公式（3）计算安全系数S。

$\frac{R}{δ\_{c}}\geq S$……………………………………………………………………………………………（3）

式中：

*R* ——材料的屈服强度*Re*或规定非比例延伸强度*Rp0.2*，单位为兆帕（Mpa）；

$δ\_{c}$——计算或试验应力，单位为兆帕（Mpa）。

* + 1. 疲劳强度评定
			1. 评价原则

疲劳强度应按下列原则得到的S—N曲线进行评价：

1. 至少97.5％的存活概率；
2. 按照部件或接头形状进行细节分类；
3. 利用试验技术和经验整理从小比例试样得出的极限值，确保其适用于全尺寸部件。
	* + 1. 评价方法

疲劳强度评价分疲劳极限法和累积损伤法，评价方法根据材料可用数据情况选取。

* + - 1. 疲劳极限法

在6.3规定的载荷作用下，应力不应大于材料的疲劳极限。当材料疲劳极限出现在不大于1×107次循环时，取该疲劳极限。当材料没有规定疲劳极限或疲劳极限出现在大于1×107次循环时，疲劳极限取1×107次循环时的疲劳强度。

* + - 1. 累积损伤法

利用7.2.1得出的S—N曲线，根据Palmgren-Miner法则计算6.3中每个载荷工况作用107次循环产生的损伤，6.3累积所有载荷工况产生的损伤得到总损伤，总损伤应低于1。

* + 1. 刚度评定

在最大垂向载荷作用下，车体静挠度不应超过两走形系统支撑点之间距离的１‰；门框、门窗对角线的相对变形量不应超过0.2％。

车体相当扭转刚度应与同平台车辆相当。

车体骨架的低阶固有频率应该大于走行系统的悬架、车轮不平衡激励所引起的振动频率范围，同时避开发动机的怠速频率。

参考文献

[1] GB/T 4549.5—2004 铁道车辆词汇 第5部分：车体

[2] GB/T 13043—1991 汽车产品定型可靠性行驶试验规程

[3] GB/T 33194—2016 铁路应用 机车车辆车体结构要求

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_