

# 单轨游览线路限界通用检测车研发

杨再余,叶琼,何业建

(株洲中车特种装备科技有限公司,湖南 株洲 412001)

**摘要:**为解决单轨游览观光车线路限界检查困难问题,提前排查出线路干涉点及干涉隐患确保单轨游览观光车首次上线安全运行,同时提高限界检查工作效率和保证限界检查人员在检查过程中的人身安全,本文研发出一种单轨游览线路限界通用检测车(简称限界检测车),通过限界检测车在轨道上运行实现轨道限界的动态检测,弥补人工检测不便及不到位的隐患,实现直观和半自动的检查过程。

**关键词:**限界检测车;驱动;导向;防偏;通用;动态;检测;快速;更换

**中图分类号:**U270

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2023)03-0169-03

## 0 引言

限界检测车的是株洲中车特种装备科技有限公司新研发的一种全新的限界检测设备,在以往的单轨游览观光车线路建设项目中线路建好后很难直观的发现和检测全线限界情况,加之轨道多数依山而建,因轨道高度原因,轨道限界检查过程多为高空作业环境,这给单轨游览观光车线路建设项目推进和单轨游览观光车首次运行安全带来了很大隐患。而限界检测车的研发则是立足于解决单轨限界检查困难而展开。限界检测车是通过限界条模拟单轨游览观光车外观轮廓和运行过程的安全距离实现线路不同情况的限界动态检查。确保车辆安全通过,同时也保证了轨道限界检查过程中检查人员的人身安全。限界检测车以电瓶为驱动力,可一次载两人,一人控制车辆,一人观察限界检测车限界条与障碍物之间的实时情况,实现限界动态检测。此项目最大优点是通过更换限界检测车上的模块可实现多种车型及多种截面线路的限界检查。限界检测车生产实物如图1所示。



图1 单轨游览线路限界通用检测车实物

## 1 限界检测车的基本结构和工作原理

**实用环境及基本组成:**限界检测车实用于380mm箱型轨道和500mm箱型轨道线路周边限界情况检测。设备自带电源,可在轨道建设中对轨道周边限界情况进行动态检查,同时在线路建设好后还能用于轨道日常安全巡检及线路、滑线等日常检修维护。

限界检测车由:下端限位装置、轮对组成、导向与安全装置、刹车组成、驱动组成、小车车架、后端限位装置、电器组成、防护绳组成、内装组成、上部限位、限界装置等12个部分组成(图2)。

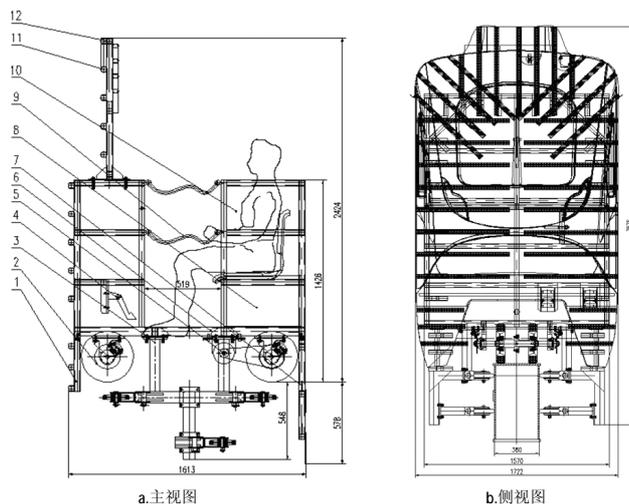


图2 单轨游览线路限界通用检测车主视图和侧视图

①下端限位装置:是下端限界条的安装载体。②轮对组成:是车辆动力提供的关键部件,分为动力轮对和非动力轮对。③导向与安全装置:在限界检测车运行过程中起安装导向作用,确保车辆能沿轨道安全行驶。④刹车组成:限界检测车共设计两组刹车共同保证车的运行安全,一组用于正常行驶时制动,别一组用于一

组刹车失效时保证车的运行安全。⑤驱动组成:为检测车提供动力,可实现低速、中速、高速、前进、后退等动作,确保小车能在轨道上行走。⑥小车车架:它是所有配件安装的载体。⑦后端限位装置:用于滑线安装高度及疏散平台安装高度的检测。⑧电器组成:它是限界检测车的控制单元,小车以电瓶为供电电源,在各电器元件的控制下小车能实低速、中速、高速、前进、后退动作。⑨防护链组成:车厢左右车门处设置两套防护链组成代替车门用于防止限界检测车运行时人员误出车厢。⑩内装组成:是限界检测车电器元件的安装载体,同时也是防止人员踩空的重要组成。⑪上部限位:是上端限界条的安装载体。⑫限界装置:是限界检测车的重要组成部分,用于模拟正式车厢的外形轮廓。

驱动方式及运行的安全性:限界检测车采用一组动力驱动,动力设置在小车后方,前方为非动力轮对,后方为驱动轮对<sup>[1]</sup>。驱动轮对是限界检测车的重要组成部分,为小车提供动力,由刹车泵、刹车盘、轴承座、车轮、链轮、车轴等组成(图3)。

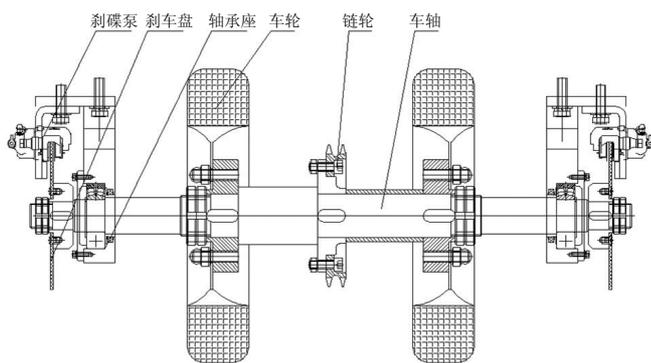


图3 驱动轮对

因限界检测车使用工况复杂,常有大长坡路段,限界检测车采用两套足刹碟刹独立控制的方式保证限界检测车的制动安全。前后轮对上各有两个180 mm刹车盘,左刹控制前轮,右刹控制后轮。通常情况下使用右刹即可满足限界检测车的运行制动,左右刹均安装汽车制动开关,踩下任何一个刹车都能使电机断电,起到保护作用。左右刹都可实现驻车制动和行车制动,左刹主要用于右刹失灵时保证车辆的运行安全,起到双重保险<sup>[2-3]</sup>。刹车泵安装在一个支架上,安装好后固定端碟刹片与刹车盘之前的间隙在调整至0.3~0.4mm<sup>[1]</sup>,间隙过大会导致刹车效果不佳,间隙过小会导致自由状态时刹车紧,影响限界检测的运行。同时在调整刹车过程中要确保碟刹片要在刹车盘上。刹车盘通过刹车盘安装座固定在车轴上,安装过程要确保刹车盘垂直于车轴轴线,同时刹车盘中心线与车轴中心线重合<sup>[4]</sup>。轴承座是限界检测车运行平稳的关键,轴承座安装在限

界检测车底架上,安装过程确保车轴中心线与轴承座安装孔中心线重合,同时两轴承座安装时等高并且两轴承座中心连线与限界检测车底架中心线垂直<sup>[5]</sup>。

限界检测车的控制方式在电三轮的基础上进行了优化,动力采用72V 32.2A铅酸电瓶供电,用三速倒车电动转把控制车辆的低速、中速、高速、前进、后退等动作,实现限界检测车的速度控制和运行方向控制<sup>[6]</sup>;限界检测车动力采用1800W电动三轮车大功率无刷电机通过428双链条、大小链轮的链传动方式将电机动力传递给驱动轮对组成,使限界检测车能在轨道上行驶,从而满足限界检测车的动态限界检查的运行要求。限界检测车控制简单,检修方便,性能可靠,配件选型过程均用标准市场产品,不仅性能稳定,而且经济实惠。

限界检测车运行安全方面由6个轮组成(图4)。上方4个轮组为导向轮,下方两个轮组为防偏轮。导向轮组分别设置于限界检测车前后端用于车辆的导向保证,通过这四个导向轮可实现车辆的运行导向,确保限界检测车运行过程能始终沿轨道行驶不偏离轨道。下方两个轮组为防偏轮,置于限界检测车中部,用于防止限界检测车运行过程发生侧翻现象。在6个轮组的配合下,保证了限界检测车的安全运行。为解决轨道制作过程截面尺寸的制作误差,每个轮组设置一套弹簧顶紧机构和限位机构可确保轮组运行过程始终抱着轨道行走,从而保证限界检测车在轨道上的运行安全<sup>[2]</sup>。

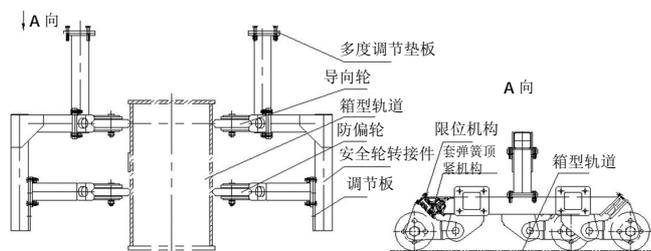


图4 导向与安全装置

限界检测车在运行过程中转弯时靠导向轮导向转弯,这导致轨道与行走轮之间存在较大摩擦力。长期使用对车轮的损耗极大,通常的充气胎在这种环境下极易发生爆胎现象。为解决此问题,在车轮选型时采用了重型耐扎、耐磨、耐穿刺实心车轮保证车辆的运行安全(图3)。

因轨道高度原因,限界检测过程多为高空作业环境,检查过程人身安全是限界检测车首先要考虑的项点。限界检测车在车厢内共设置两张座椅,同时每张座椅设置一套安全带来辅助保证人员在操作过程中和检查过程的安全。限界检测时一人操控车辆沿轨道运行,一个负责观察检测轨道沿途限界情况。车厢车门处

设置两组防护绳组成代替车门用于防止限界检测车运行时人员误出车厢(图2)<sup>[3]</sup>。

**快速换轨：**限界检测车能在 380mm 箱型轨道和 500mm 箱型轨道线路上行走的关键取决于导向与安全装置能快速调整导向轮与防偏轮之间的距。在车辆底架导向与安全装置安装处共设置了两组安装孔，一组安装孔用于 380mm 箱型轨道时保证轮组间的距离是 380mm，另一组用于 500mm 箱型轨道时保证轮组间的距离是 500mm，两组安装孔之间距离为 60mm。因有了这两组安装孔的存在，限界检测车可适用于两种箱型轨道上的限界检查。

不同的车型导向轮和防偏轮在轨道上行走的位置会有一些不同，为了考虑限界检测车的通用性在设计中导向轮的高度方向在导向与安全装置安装处设置一块过渡调节垫板用于导向轮在垂直方向的高度调节，如后续车型有更大的变化可以通过更换过渡调节垫板来实现调节功能<sup>[4]</sup>。防偏轮在高度调节上侧在是通过安全轮转接件下方的调节板上设置不同的调节孔用于实现多车型导向轮的位置调节(图4)。

**限界原理及车型的转换：**限界检测车限界装置是通过很多方形木条模拟单轨游览车辆外形轮廓和限界轮廓，形成一个模拟车辆外形截面在轨道上行走达到检测目的(图2)。检测过程一人操控限界检测车，一人观察界限条与周边环境的通过情况，当限界环境不符合限界条件时障碍物会撞上木条，木条易断，起到保护车辆安全的作用。在木条形成的截面沿轨道通过时观察人员也能直观判断模拟截面与障碍物的距离从而做出提前处理。木条在检测过程中为消耗件，模拟车辆外形时调整好木条伸出安装管的距离，然后用快速夹将木条压紧即可快速定位木条的尺寸(图5)。因车辆外形尺寸各点尺寸不一样，调整过程算出每个伸出点的距即可。因安装管是焊接在小车上，尺寸焊好后为固定值，通过安装管的位置尺寸同时也可测出干涉点要整改的尺寸。每种车型的外形尺寸不尽相同，更换车型时调整木条的伸出长度即可实现不同车型限界截面的快速转换。

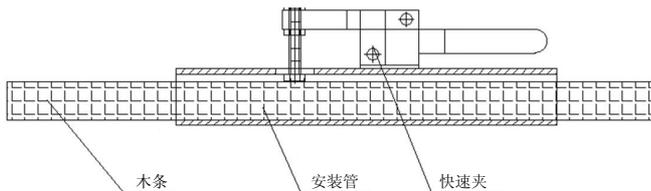


图5 木条安装压机结构

为了达到更好的限界检测，在限界木条伸出端部连接上一根导线，导线与报警器连接形成闭环电路，形成一个模拟车辆外形的封闭截面在轨道上行走。当导

线与障碍物撞断时警报会进行报警。从而起到限界检测过程无遗漏的双重保障。

**电器控制：**限界检测车电器控制是在电三轮的基本上进行优化，配件选型上均采用市场通用产品，所用动作都通过控制器来实现，限界检测车在电器控制上实现了电器集成化，不仅性能可靠，而且控制简单。同时简单的电路控制方便后续的检修和维护。

**经济性分析：**本设备所采用电机、链轮、链条、控制器、制动器、车轮、电瓶等重要驱动原件均采用通用配件，车架为通用型材组焊而成，在选型上大大降低了生产成本，同时配件的通用性也降低了后期的维护成本。限界条采用木方伸缩方式实现车辆的外形模拟，同时可实现多种车型的自由转换。木方可以多次重复使用，做到车型变更时不浪费，最大限度节约了后期的使用成本。限界检测车在检查过程实现半自动检测过程，加快了限界检测速度，同时也减少了传统检测的人员需求，保证了检测人员和正式车辆的安全，在安全的基础上降低了检测成本。

## 2 结语

限界检测车经实际使用，证明使用效果很好，操作简单方便，检修和保养方便。通过限界检测车在轨道上运行实现限界动态检测，弥补人工检测不便及不到位的隐患。通过限界检测车对车辆运行环境进行限界安全检测，确保车辆首次运行安全，排出车辆与周边的干涉的隐患，改变了传统的限界检查方式，降低了轨道限界检测成本，保证了检测人员的安全和正式车辆的运行安全。

## 参考文献

- [1] 成大先.机械设计手册[M].5版.北京:化学工业出版社,2007.
- [2] 沈功田,张勇,李向东,等.游乐设施实用手册(下册)[M].9版.黄山:全国索道与游乐设施标准化技术委员会,2021.
- [3] 郑志涛,刘喜旺,陈建生,等.大型游乐设施制造与安装[M].上海:同济大学出版社,2015.
- [4] 张凯良,陈旭景,于济国.汽车修理手册[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [5] 鲍维千,孙永才.机车总成及转向架[M].北京:中国铁道出版社,2010.

**作者简介：**杨再余(1983—)，男，侗族，贵州三穗人，本科，工程师，主要从事游乐设施质量管理工作。

叶琼(1984—)，女，汉族，甘肃武威人，本科，主要从事机械工艺工作。

何业建(1971—)，男，汉族，湖南醴陵人，大专，主要从事机械制造及轨道车辆工艺技术工作。