



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112078620 B

(45) 授权公告日 2021.09.17

(21) 申请号 202010971074.5

B61C 17/04 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.16

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112078620 A

- CN 106240587 A, 2016.12.21
- CN 205292639 U, 2016.06.08
- US 2010064931 A1, 2010.03.18
- CN 103052553 A, 2013.04.17
- CN 106347387 A, 2017.01.25
- CN 110758447 A, 2020.02.07
- EP 0802100 A1, 1997.10.22

(43) 申请公布日 2020.12.15

(73) 专利权人 中车株洲电力机车有限公司  
地址 412001 湖南省株洲市石峰区田心高科园

审查员 汪煜婷

(72) 发明人 苏柯 金希红 岳译新 陈希  
罗烈华 帅纲要 朱卫 王虎高

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责任公司 43113  
代理人 卢宏 李发军

(51) Int. Cl.

B61F 1/10 (2006.01)

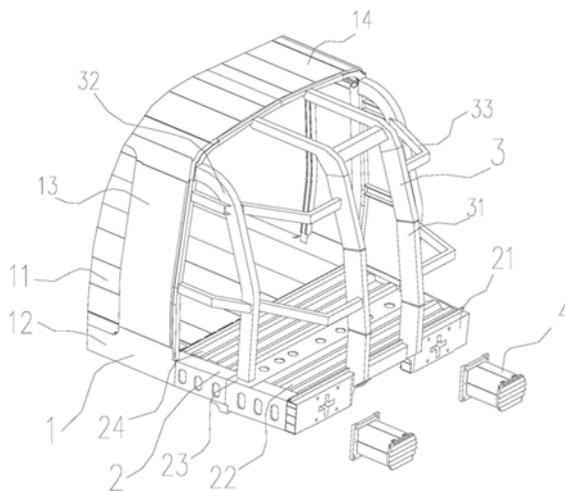
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

一种轨道车辆前端结构

(57) 摘要

本发明公开了一种轨道车辆前端结构。所述车辆前端结构包括车体本体、底架前端结构、司机室骨架和防爬器；所述底架前端结构包括司机室地板面，车钩支撑梁，车钩安装横梁和车钩前撑梁；所述司机室地板面的前端具有防撞墙，所述防爬器固定在防撞墙的前端；所述司机室骨架包括A柱，B柱与司机室侧梁；所述车辆从前端向后依次划分为钩缓系统吸能区、防爬器吸能区、车体一级变形吸能区、车体二级变形吸能区以及车体本体；当车辆发生碰撞时，所述钩缓系统吸能区、防爬器吸能区、车体一级变形吸能区、车体二级变形吸能区依次发生变形吸能。本发明可以最大程度地保障司机在事故发生时的生存空间。



1. 一种轨道车辆前端结构,包括车体本体(1)、底架前端结构(2)、司机室骨架(3)和防爬器(4);所述底架前端结构(2)为车体本体(1)底架部分的延伸,司机室骨架(3)位于底架前端结构(2)的上方,且司机室骨架(3)的后端与车体本体(1)固定相连;

所述底架前端结构(2)位于司机工作区域,且底架前端结构(2)与司机室骨架(3)组成相对独立的空间;其特征在于:

所述底架前端结构(2)包括司机室地板面,位于司机室地板面下方的车钩支撑梁(25),车钩安装横梁(26)和车钩前撑梁(27);所述司机室地板面的前端具有防撞墙(21),所述防爬器(4)固定在防撞墙(21)的前端;

所述司机室骨架(3)位于司机室地板面上方,该司机室骨架(3)包括位于中间的A柱(31),位于两侧的B柱(32)以及用于连接A柱(31)和B柱(32),以及连接B柱(32)与车体本体(1)的司机室侧梁(33);

所述车辆从前端向后依次划分为钩缓系统吸能区(A)、防爬器吸能区(B)、车体一级变形吸能区(C1)、车体二级变形吸能区(C2)以及车体本体(1);所述钩缓系统吸能区(A)在防爬器(4)前方,主要为钩缓系统(5)的工作区间;

所述防爬器吸能区(B)为防爬器(4)安装区间,该防爬器(4)的安装区间长度为防爬器有效吸能行程(L1)与防爬器塑性铰区(La1)之和;所述A柱(31)与底架前端结构(2)连接部位设置在防爬器塑性铰区(La1);

所述车体一级变形吸能区(C1)和车体二级变形吸能区(C2)位于防撞墙(21)之后、车体本体(1)之前,该车体一级变形吸能区(C1)和车体二级变形吸能区(C2)的区间长度包括车体一级变形吸能区有效吸能行程(L2)、车体二级变形吸能区有效吸能行程(L3),以及车体变形吸能塑性铰区(La2);所述B柱(32)与底架前端结构(2)连接部位设置在车体变形吸能塑性铰区(La2);

当车辆发生碰撞时,所述钩缓系统吸能区(A)、防爬器吸能区(B)、车体一级变形吸能区(C1)、车体二级变形吸能区(C2)依次发生变形吸能;

所述司机室地板面主要由防撞墙(21)、波纹板一(22)、波纹过渡板(23)、波纹板二(24)组成;所述司机室骨架(3)的A柱(31)下方与防撞墙(21)相连;B柱(32)下方与波纹过渡板(23)相连;所述波纹过渡板(23)与车钩安装横梁(26)相连;

所述司机室地板面上的操纵台(6)位于车体一级变形吸能区(C1),在波纹过渡板(23)上方设有司机座椅(7),在防撞墙(21)前端设有负刚度结构(8),该负刚度结构(8)延伸至防爬器吸能区(B),当负刚度结构(8)充分压溃变为负刚度结构压溃状态(8')时,刚好聚集在防爬器塑性铰区(La1)。

2. 根据权利要求1所述的轨道车辆前端结构,其特征在于,所述防撞墙(21)、波纹板一(22)、波纹过渡板(23)、波纹板二(24)在纵向方向从车头到车端方向依次布置。

3. 根据权利要求1所述的轨道车辆前端结构,其特征在于,防撞墙(21)和波纹过渡板(23)具有比波纹板一(22)、波纹板二(24)更好的刚度和强度,波纹板一(22)、波纹板二(24)为不均匀变截面型材,波纹板二(24)板厚、结构刚度设置比波纹板一(22)更大。

4. 根据权利要求1所述的轨道车辆前端结构,其特征在于,所述负刚度结构(8)为负刚度蜂窝结构。

5. 根据权利要求4所述的轨道车辆前端结构,其特征在于,所述负刚度结构(8)采用尼

龙或硅树脂材料制成。

6. 根据权利要求1所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,所述防爬器(4)包括防爬齿板(41)、导向机构(42)以及吸能元件(43);所述司机座椅(7)位于车体一级变形吸能区(C1)和车体二级变形吸能区(C2)之间的塑性铰区,所述司机座椅(7)固定在座椅底座(71)上,该座椅底座(71)设有与车钩安装横梁(26)平行的筋板作为止档板(711),该止档板(711)上设有与导向机构(42)匹配的座椅底座引导孔(71a)。

7. 根据权利要求6所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,所述导向机构(42)的自由端开有局部缺口,该导向机构(42)尺寸较小的部位为导向杆头部(42a),尺寸较大的部位为导向杆肩部(42b);

所述椅底座引导孔(71a)的尺寸比导向杆头部(42a)大、但比导向杆肩部(42b)的尺寸小,且椅底座引导孔(71a)的位置与防爬器导向机构(42)后退轨迹重合。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,所述车体一级变形吸能区(C1)和车体二级变形吸能区(C2)被车钩安装横梁(26)及波纹过渡板(23)隔开。

9. 根据权利要求1-7中任一项所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,所述车体本体(1)包括左右两根底架边梁(12),位于两根底架边梁(12)之间的底架地板(11),位于两根底架边梁(12)上方的侧墙(13),以及将左右两侧的侧墙(13)连接起来的车顶(14)。

10. 根据权利要求1-7中任一项所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,所述防撞墙(21)后方地板方向依次为波纹板一(22)、波纹过渡板(23)以及波纹板二(24);所述车钩前撑梁(27)位于波纹板一(22)下方,并与防撞墙(21)相连;所述车钩支撑梁(25)位于波纹板二(24)下方,并与车体本体(1)相连;所述波纹过渡板(23)位于车钩安装横梁(26)上方,并处于同一横截面上。

11. 根据权利要求1-7中任一项所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,车辆间发生碰撞过程中,吸能顺序如下:

S1钩缓系统(5)首先动作并完成部分吸能,然后两车辆前端的防爬器(4)接触并开始吸能;

S2当防爬器(4)完全压溃后,车辆还有剩余动能,车体一级变形吸能区(C1)开始动作;

S3当车体一级吸能区完全压溃变形吸能后,车辆还有剩余动能,车体二级变形吸能区(C2)开始动作。

12. 根据权利要求11所述的轨道车辆前端结构,其特征在於,所述防爬器(4)包括防爬齿板(41)、导向机构(42)以及吸能元件(43);在防爬器(4)动作过程中,导向机构(42)往后退,吸能元件(43)发生塑性变形并将纵向力传递给防撞墙(21);吸能元件(43)发生塑性变形的平均作业力不大于车体静强度力值,其吸能过程中车体本体(1)、底架前端结构(2)均不发生永久变形及破坏;在防爬器(4)往后运动的同时,固定在防撞墙(21)中凸起(21a)前端的负刚度结构(8),也会发生接触并产生一定的相互作用力,并将纵向力传递给防撞墙(21);

当防爬器(4)完全压溃后,导向杆头部(42a)与座椅底座(71)的剩余距离为 $h_2$ ;操纵台(6)与司机座椅(7)靠背的距离为 $h_1$ ;

所述司机室地板面主要由防撞墙(21)、波纹板一(22)、波纹过渡板(23)、波纹板二(24)组成;当车体一级变形吸能区(C1)开始动作时,上下两层波纹板一(22)压溃变形,吸收部分

能量;当波纹板一(22)即将完全压溃进入塑性铰状态,导向杆头部(42a)进入座椅底座(71)的座椅底座引导孔(71a),其导向杆肩部(42b)与座椅底座(71)接触;此时操纵台(6)与司机座椅(7)靠背的剩余距离为 $h_{1-2}$ ;

当车体一级吸能区完全压溃变形吸能后,车辆还有剩余动能,车体二级变形吸能区(C2)开始动作,波纹板二(24)、车钩支撑梁(25)开始压溃变形,吸收剩余部分能量;此阶段导向机构(42)一直顶着座椅底座(71)及车钩安装横梁(26)同步后退,操纵台(6)与司机座椅(7)靠背的剩余距离一直保持为 $h_{1-2}$ 。

## 一种轨道车辆前端结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种轨道车辆前端结构,属于轨道车辆技术领域。

### 背景技术

[0002] 铁道车辆最重要的使命是保证司乘人员的安全。列车前端通常会设置带吸能功能的防爬装置可显著改善轨道车辆在发生碰撞时的变形吸能特性。为了有效防止撞车时列车相互攀爬,防爬器还需具备优异的抗垂弯能力,所以防爬器通常会设置垂向刚度很大的导向机构来保证防爬性能。该导向机构能确保防爬器在撞车时稳定地后退,并引导吸能元件正常发挥变形吸能功能,最终使列车以稳定地、可控地、有序发生变形,使乘客受到的冲击力最小化,以降低车中人员损伤的可能性。

[0003] 轨道车辆耐碰撞设计主要以EN15227标准进行评估,该标准对不同类型的车辆进行了定义,并对不同类型的车辆规定了相应的碰撞场景。比如地铁列车耐碰撞设计符合性主要以EN15227标准定义的C-II类车辆进行评估,即相同两列AW0列车以25km/h相对速度对撞场景下,在乘客生存空间允许车体发生一定的塑性变形。因此在设计时,部分车辆仅以满足25km/h相对速度对撞来进行评价。导致了部分地铁列车前端通常只设置了车钩、防爬吸能装置用于碰撞吸能,并没有考虑在车体前端设置较大能量的变形吸能区,甚至部分列车的司机室骨架结构占用了防爬器正常的吸能行程(如JP2004268694专利方案底架前端横梁距离防爬器前端的防爬齿过近),扰乱了碰撞过程中有序地变形吸能。JP2004268694提供的列车前端结构,防爬器安装座与前端防撞墙呈上下独立布置,防爬器尚未完全压溃,车体可变形区便参与吸能,重复受力会给车体撞击带来较大波动,这正是本发明需要解决的问题。JP2004268694尤其是对于速度较低时的碰撞事故,本可由防爬器完全吸收能量,碰撞后仅更换防爬器即可,但此结构防爬器还没完全吸收能量,车体司机室便发生变形,维护难和成本度更大,失去了将防爬器设置为独立的、可拆卸式的意义。

[0004] 实际上列车相撞速度往往不止标准规定的大小,比如地铁列车也不时出现了30km/h以上速度的碰撞,此时传统的单纯依靠车钩、防爬器等专用的吸能元件已不能完全满足吸能要求,需要车体也吸收一部分能量。如CN201610771803专利考虑了在司机室除了防爬器外,另外专门设置了车体变形吸能区。该方案将车头划分为纵向载荷强度呈梯度递减的安全区、次要变形区和主要变形区的耐碰撞车体设计方案,该方案将底架二级止档、司机室上框架和司机室门立柱、车钩安装板布置在同一截面上并形成环状结构,以抵抗前方结构的碰撞变形。但该方案局限性较大,因为相当部分轨道车辆的底架止档、司机室上框架和司机室门立柱、车钩安装板很难布置在同一截面上并形成环状结构,而且该结构车体变形区仅限于车钩安装板的前方,没有将后方的空间也充分利用起来,以吸收更多的碰撞动能。

[0005] CN201080063563公开了一种用于轨道车辆的碰撞模块,其包括碰撞元件、横向型材、连接板等部件,其中横向型材为板状型材,包括三角形、梯形、孔型材,碰撞元件设置在两块连接板之间,该专利的碰撞吸能元件和横向型材在空间上属于并联关系,且该模块与

车体主结构焊接为一体,不可拆卸。

[0006] CN201310505736公开了一种耐碰撞铝合金头车底架前端结构,车体设置了安全区和司机室变形区,司机室变形区下方设置了由安装板、地板、边梁和端部斜筋组成的箱型结构,用于安装防爬器。该方案解决了防爬器的安装,以及在防爬器安装面前端设置了变形区,并没有涉及防爬器安装面后面的变形吸能区的设置,吸能量有限。

[0007] CN201810848240公开了一种轨道车辆的司机室及轨道车辆,司机室为可拆卸式;防爬齿,底架背板、前端板和两个侧边梁共同围成的容置空间内具有吸能结构,窗侧立梁、窗下横梁以及窗下侧梁上均具有向司机室的外部凸出的折弯处,折弯处形成为骨架结构压溃变形的预设变形点;底架设有横截面渐变的吸能梁,并在串联状布置的吸能梁之间设有过渡板。该方案没有设立可拆卸式防爬器,防爬齿直接固定在底架前端结构上,也没设置专门的垂向抗弯装置。

[0008] 此外,包括上述专利方案在内的大多数轨道列车没有考虑更高碰撞速度下对司机的保护。当列车撞击能量更大时,车体前端变形会更大,司机室骨架及司机台等设备会在碰撞过程中向后移动,侵占司机生存空间,最终危害司机的安全。急需设计一种更合理的前端结构,既能最大程度吸收碰撞能量,又能有效保证司机的生存空间,提供列车的碰撞安全性能。

## 发明内容

[0009] 本发明旨在提供一种轨道车辆前端结构,该车辆前端结构至少可以解决下列技术问题中的一个:

[0010] 1) 列车车体碰撞吸能能力不够大;

[0011] 2) 司机室骨架分布位置不合理和生根位置受限问题;

[0012] 3) 碰撞速度较高时司机室座椅前方生存空间不够;

[0013] 4) 车体前端多级变形区压溃塑性较长度空间的利用。

[0014] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0015] 一种轨道车辆前端结构,包括车体本体、底架前端结构、司机室骨架和防爬器;所述底架前端结构为车体本体底架部分的延伸,司机室骨架位于底架前端结构的上方,且司机室骨架的后端与车体本体固定相连;

[0016] 所述底架前端结构位于司机工作区域,且底架前端结构与司机室骨架组成相对独立的空间;其结构特点是:

[0017] 所述底架前端结构包括司机室地板面,位于司机室地板面下方的车钩支撑梁,车钩安装横梁和车钩前撑梁;所述司机室地板面的前端具有防撞墙,所述防爬器固定在防撞墙的前端;

[0018] 所述司机室骨架位于司机室地板面上方,该司机室骨架包括位于中间的A柱,位于两侧的B柱以及用于连接A柱和B柱,以及连接B柱与车体本体的司机室侧梁;

[0019] 所述车辆从前端向后依次划分为钩缓系统吸能区、防爬器吸能区、车体一级变形吸能区、车体二级变形吸能区以及车体本体;所述钩缓系统吸能区在防爬器前方,主要为钩缓系统的工作区间;

[0020] 所述防爬器吸能区为防爬器安装区间,该防爬器的安装区间长度为防爬器有效吸

能行程与防爬器塑性铰区之和；所述A柱与底架前端结构连接部位设置在防爬器塑性铰区；

[0021] 所述车体一级变形吸能区和车体二级变形吸能区位于防撞墙之后、车体本体之前，该车体一级变形吸能区和车体二级变形吸能区的区间长度包括车体一级变形吸能区有效吸能行程、车体二级变形吸能区有效吸能行程，以及车体变形吸能塑性铰区；所述B柱与底架前端结构连接部位设置在车体变形吸能塑性铰区；

[0022] 当车辆发生碰撞时，所述钩缓系统吸能区、防爬器吸能区、车体一级变形吸能区、车体二级变形吸能区依次发生变形吸能。

[0023] 由此，本发明的列车前端结构包括车体本体、底架前端结构、司机室骨架、防爬器以及司机座椅、司机台结构。车体本体包括底架本体、侧墙、车顶。底架前端设置防撞墙、底架两级变形吸能区以及车钩安装梁。自带导向机构的吸能防爬器安装在防撞墙上，吸能防爬器和底架变形吸能区采用串联式分别位于防撞墙的前后端；底架前端结构设置防撞墙、塑性铰区和两级变形吸能区，司机座椅位于两级车体变形吸能区之间的塑性铰区，且司机座椅固定装置下方设有止档板，止档板上的导向孔与防爬器导向机构后退轨迹重合；在防撞墙上装有自带导向机构的吸能防爬器，吸能防爬器和车体两级变形吸能区采用串联式。

[0024] 根据本发明的实施例，还可以对本发明作进一步的优化，以下为优化后形成的技术方案：

[0025] 在其中一个优选的实施例中，所述司机室地板面主要由防撞墙、波纹板一、波纹过渡板、波纹板二组成；所述司机室骨架的A柱下方与防撞墙相连；B柱下方与波纹过渡板相连；所述波纹过渡板与车钩安装横梁相连；优选所述防撞墙、波纹板一、波纹过渡板、波纹板二在纵向方向从车头到车端方向依次布置；优选防撞墙和波纹过渡板具有比波纹板一、波纹板二更好的刚度和强度，波纹板一、波纹板二为不均匀变截面型材，波纹板二板厚、结构刚度设置比波纹板一更大。底架两级变形吸能区主要通过两端与边梁连接的波纹状变形板吸能，变形板为不均匀变截面型材，确保二级吸能区比一级吸能区纵向刚度大。

[0026] 在其中一个优选的实施例中，所述司机室地板面上的操纵台位于车体一级变形吸能区，在波纹过渡板上方设有司机座椅，在防撞墙前端设有负刚度结构，该负刚度结构延伸至防爬器吸能区，当负刚度结构充分压溃变为负刚度结构压溃状态时，刚好聚集在防爬器塑性铰区；优选所述负刚度结构为负刚度蜂窝结构；更优选所述负刚度结构采用尼龙或硅树脂材料制成。

[0027] 在其中一个优选的实施例中，所述防爬器包括防爬齿板、导向机构以及吸能元件；所述司机座椅位于车体一级变形吸能区和车体二级变形吸能区之间的塑性铰区，所述司机座椅固定在座椅底座上，该座椅底座设有与车钩安装横梁平行的筋板作为止档板，该止档板上设有与导向机构匹配的座椅底座引导孔。

[0028] 在其中一个优选的实施例中，所述导向机构的自由端开有局部缺口，该导向机构尺寸较小的部位为导向杆头部，尺寸较大的部位为导向杆肩部；所述椅底座引导孔的尺寸比导向杆头部大、但比导向杆肩部的尺寸小，且椅底座引导孔的位置与防爬器导向机构后退轨迹重合。

[0029] 在其中一个优选的实施例中，所述车体一级变形吸能区和车体二级变形吸能区被车钩安装横梁及波纹过渡板隔开。

[0030] 在其中一个优选的实施例中，所述车体本体包括左右两根底架边梁，位于两根底

架边梁之间的底架地板,位于两根底架边梁上方的侧墙,以及将左右两侧的侧墙连接起来的车顶。

[0031] 在其中一个优选的实施例中,所述防撞墙后方地板方向依次为波纹板一、波纹过渡板以及波纹板二;所述车钩前撑梁位于波纹板一下方,并与防撞墙相连;所述车钩支撑梁位于波纹板二下方,并与车体本体相连;所述波纹过渡板位于车钩安装横梁上方,并处于同一横截面上。

[0032] 车辆间发生碰撞过程中,吸能顺序如下:

[0033] S1钩缓系统首先动作并完成部分吸能,然后两车辆前端的防爬器接触并开始吸能;

[0034] S2当防爬器完全压溃后,车辆还有剩余动能,车体一级变形吸能区开始动作;

[0035] S3当车体一级吸能区完全压溃变形吸能后,车辆还有剩余动能,车体二级变形吸能区开始动作。

[0036] 所述防爬器包括防爬齿板、导向机构以及吸能元件;在防爬器动作过程中,导向机构往后退,吸能元件发生塑性变形并将纵向力传递给防撞墙;吸能元件发生塑性变形的平均作业力不大于车体静强度力值,其吸能过程中车体本体、底架前端结构均不发生永久变形及破坏;在防爬器往后运动的同时,固定在防撞墙中凸起前端的负刚度结构,也会发生接触并产生一定的相互作用力,并将纵向力传递给防撞墙;

[0037] 当防爬器完全压溃后,导向杆头部与座椅底座的剩余距离为 $h_2$ ;操纵台与司机座椅靠背的距离为 $h_1$ ;

[0038] 所述司机室地板面主要由防撞墙、波纹板一、波纹过渡板、波纹板二组成;当车体一级变形吸能区开始动作时,上下两层波纹板一压溃变形,吸收部分能量;当波纹板一即将完全压溃进入塑性铰状态,导向杆头部进入座椅底座的座椅底座引导孔,其导向杆肩部与座椅底座接触;此时操纵台与司机座椅靠背的剩余距离为 $h_1-2$ ;

[0039] 当车体一级吸能区完全压溃变形吸能后,车辆还有剩余动能,车体二级变形吸能区开始动作,波纹板二、车钩支撑梁开始压溃变形,吸收剩余部分能量;此阶段导向机构一直顶着座椅底座及车钩安装横梁同步后退,操纵台与司机座椅靠背的剩余距离一直保持为 $h_1-2$ 。由此,保证司机的安全生存及逃生空间。

[0040] 车体一级变形吸能区动作过程中,波纹板二、车钩支撑梁、车钩安装横梁为车体一级变形吸能区提供足够的支撑力,让其充分变形吸能。

[0041] 当列车碰撞时,防爬器发生变形吸能,其导向机构后退,其导向杆头部率先穿过防爬器支撑区内部的座椅止档板导向孔,再用导向杆肩部顶住止档板本体,在后续的变形压溃中,防爬器导向机构与座椅做同步后退运动,始终保持座椅与司机台等部件的安全距离;

[0042] 在防撞墙前端、防爬器上方装有负刚度蜂窝结构,负刚度蜂窝可采用尼龙、硅树脂等材料,压溃变形时可吸收部分能量,后续可通过拉伸力恢复原样,重复利用。

[0043] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0044] 1) 该结构充分利用了防爬器导向机构的刚度大特性,利用其碰撞过程中后退运动规律,有效缓解了碰撞速度较高时列车司机台等设备侵入司机座椅部位安全空间的风险,确保了司机安全,提高列车被动安全性能。

[0045] 2) 列车车体前端设置了两级变形吸能区参与更高速度碰撞吸能,列车碰撞安全性

进一步提升,为乘客提供了更好的安全保护;

[0046] 3) 车体拥有两级变形吸能区,该区域的垂向刚度巧妙利用了防爬器的导向机构,抑制车体变形吸能过程中承受另一列车重力和撞击力时发生失稳性压溃,保证车体稳定、有序地变形吸能,还可有效缓解列车前端重量过重引起轴重不平衡问题;

[0047] 4) 防撞墙前端装有尼龙、硅树脂等材料制成的负刚度蜂窝结构,可增大碰撞时压溃变形部件的受力面积,增强稳定性,同时该材料可重复使用,经济性较好;

[0048] 5) 列车前端结构简单,吸能区划分合理,吸能稳定,制造方便。

[0049] 6) 相对CN201080063563而言,本发明碰撞吸能元件和横向型材(可变形吸能)是串联关系,且碰撞吸能元件可拆卸。

[0050] 7) 相对CN201310505736而言,本发明在防爬器安装面后方设置了可压溃变形吸能区,并且充分利用了防爬器自身机构,车体耐碰撞性能有了明显提升。

## 附图说明

[0051] 图1是本发明一个实施例的车体前端结构示意图;

[0052] 图2是本发明列车前端吸能区划分示意图;

[0053] 图3是本发明图2的A-A剖视图;

[0054] 图4是本发明图3的B-B剖视图;

[0055] 图5是本发明防爬器局部结构示意图;

[0056] 图6是本发明座椅底座结构示意图;

[0057] 图7是本发明防爬器压溃示意图;

[0058] 图8是本发明负刚度结构示意图;

[0059] 图9是本发明负刚度结构压溃示意图;

[0060] 图10是本发明车体一级吸能区压溃图;

[0061] 图11是本发明防爬器导向机构与座椅底座接触示意图;

[0062] 图12是本发明车体二级吸能区压溃图。

[0063] 在图中:车体本体1,底架地板11,底架边梁12,侧墙13,车顶14,底架前端结构2,防撞墙21,凸起21a,波纹板一22,波纹过渡板23,波纹板二24,车钩支撑梁25,压溃引导孔25a,车钩安装横梁26,车钩前撑梁27,司机室骨架3,A柱31,B柱32,司机室侧梁33,防爬器4,防爬齿板41,导向机构42,导向杆头部42a,导向杆肩部42b,吸能元件43,钩缓系统5,操纵台6,司机座椅7,座椅底座71,座椅底座引导孔71a,止档板711,负刚度结构8,负刚度结构压溃状态8';

[0064] 钩缓系统吸能区A,防爬器吸能区B,车体一级变形吸能区C1,车体二级变形吸能区C2;

[0065] 防爬器有效吸能行程L1,车体一级变形吸能区有效吸能行程L2,车体二级变形吸能区有效吸能行程L3;

[0066] 防爬器塑性较区La1,车体变形吸能塑性较区La2。

## 具体实施方式

[0067] 以下将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情

况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。为叙述方便,下文中如出现“上”、“下”、“左”、“右”字样,仅表示与附图本身的上、下、左、右方向一致,并不对结构起限定作用。

[0068] 如图1所示,本实施例的轨道车辆前端结构主要包括车体本体1、底架前端结构2、司机室骨架3和防爬器4。车体本体1主要用来容纳乘客和安装车载设备,是车体纵向强度最高的区域。底架前端结构2是车体本体1底架部分的延伸,司机室骨架3位于底架前端结构2上方,后端与车体本体1焊接相连。底架前端结构2前方两侧安装有带有吸能功能,且自带导向机构的防爬器4。

[0069] 车体本体1主要由两根底架边梁12,位于两根底架边梁12之间的底架地板11,位于两根底架边梁12上方的侧墙13,以及将左右两侧的侧墙13连接起来的车顶14组成的薄壁筒形结构。

[0070] 底架前端结构2位于司机工作区域,与司机室骨架3组成相对独立的空间,主要用来容纳司机及其操作设备。底架前端结构2包括由防撞墙21、波纹板一22、波纹过渡板23、波纹板二24组成的司机室地板面,以及位于司机室地板面下方的车钩支撑梁25,车钩安装横梁26,车钩前撑梁27构成。防撞墙21、波纹板一22、波纹过渡板23、波纹板二24在纵向方向从车头到车端方向依次布置,其中波纹板一22、波纹板二24具有较小的纵向刚度,在承受纵向撞击力时优先压溃,是底架变形吸能的主要部件。防爬器4和波纹板一22、波纹板二24采用串联式。

[0071] 司机室骨架3位于司机室地板面上方,包括位于中间的A柱31,位于两侧的B柱32以及用于连接A柱31和B柱32,以及连接B柱32与车体本体1的司机室侧梁33组成。A柱31可用来安装紧急逃生门、B柱32可用来安装司机室侧面,A柱31和B柱32之间的空间可以用来安装司机操作设备、头灯、挡风玻璃等。A柱31和B柱32的横截面较大,自身具有较好的强度和刚度。车钩在列车之间传递巨大纵向力时,由于车钩安装高度在车体地板面下方,而车体重心在车体地板面上方,重心高度的偏差会产生扭转力矩,导致底架前端结构2会发生垂向弯曲变形的倾向,A柱31和B柱32能很好的拉住底架前端结构2,极大减少垂向变形量,确保车体不会发生永久变形甚至破坏。司机室侧梁33用于增强司机室骨架3的稳定性,同时在局部设置成折弯状,在承受纵向载荷时引导变形。

[0072] 司机室骨架3的A柱31下方与防撞墙21相连;B柱32下方与波纹过渡板23相连。波纹过渡板23与车钩安装横梁26相连,可根据B柱32的位置在纵向方向前后调整,可适应不同类型司机室侧门安装对车门宽度的需求,以及适应车头的流线造型。防撞墙21和波纹过渡板23具有比波纹板一22、波纹板二24更好的刚度和强度,A柱31和B柱32与之相连构成前端框架结构,可满足车体承载要求。波纹板一22、波纹板二24为不均匀变截面型材,波纹板二24板厚、结构刚度设置比波纹板一22更大,确保波纹板一22在碰撞过程中更先发生变形。

[0073] 图2是列车前端吸能区划分示意图。图3是图2的A-A剖视图。按纵向方向,列车从前端向后依次划分为钩缓系统吸能区A,防爬器吸能区B,车体一级变形吸能区C1,车体二级变形吸能区C2以及车体本体1。当列车发生碰撞时,钩缓系统吸能区A、防爬器吸能区B、车体一级变形吸能区C1、车体二级变形吸能区C2将依次发生变形吸能。

[0074] 钩缓系统吸能区A在防爬器4前方,主要为钩缓系统5的工作区间。防爬器吸能区B为防爬器4安装区间,区间长度为防爬器有效吸能行程L1与防爬器塑性铰区La1之和。A柱31

与底架前端结构2连接部位设置在防爬器塑性铰区La1。在承受防爬器4传递过来的撞击力时,与刚度较大的防撞墙21共同后退。车体一级变形吸能区C1和车体二级变形吸能区C2位于防撞墙21之后,车体本体1之前,两者被车钩安装横梁26及波纹过渡板23隔开,其区间长度包括车体一级变形吸能区有效吸能行程L2、车体二级变形吸能区有效吸能行程L3,以及车体变形吸能塑性铰区La2。B柱32与底架前端结构2连接部位设置在车体变形吸能塑性铰区La2,在承受防撞墙21传递过来的撞击力时,与刚度较大的车钩安装横梁26及波纹过渡板23共同后退。

[0075] 司机室地板面上的操纵台6位于车体一级变形吸能区C1;司机座椅7位于波纹过渡板23上方。在防撞墙21前端设有负刚度结构8,延伸至防爬器吸能区B。

[0076] 图4是图3的B-B剖视图,图5是防爬器局部结构示意图,图6是座椅底座结构示意图。防爬器4固定在防撞墙21上,防撞墙21后方地板方向依次为波纹板一22、波纹过渡板23以及波纹板二24。车钩前撑梁27位于波纹板一22下方,与防撞墙21相连。车钩支撑梁25位于波纹板二24下方,与车体本体1相连。波纹过渡板23位于车钩安装横梁26上方,并处于同一横截面上。当车钩安装横梁26承受来自钩缓系统5的纵向冲击力时,分别位于车钩安装横梁26前、后方的车钩前撑梁27和车钩支撑梁25提供支撑力并将力传递给车体其它部位。

[0077] 防爬器4由防爬齿板41、导向机构42以及吸能元件43组成。导向机构42的自由端开有局部缺口,尺寸较小的部位为导向杆头部42a,尺寸较大的部位为导向杆肩部42b。

[0078] 司机座椅7固定在座椅底座71上,座椅底座71设有与车钩安装横梁26平行的筋板作为止档板711,筋板上加工出与导向机构42类似形状的座椅底座引导孔71a。椅底座引导孔71a的尺寸比导向杆头部42a偏大,同时比导向杆肩部42b的尺寸偏小,椅底座引导孔71a的位置与防爬器导向机构42后退轨迹重合。当导向机构42后退时,导向杆头部42a可穿过椅底座引导孔71a,然后导向杆肩部42b顶住座椅底座71,在导向机构42作用力的推动下,座椅底座71一起向车后运动。

[0079] 图7是防爬器压溃示意图,图8是负刚度结构示意图,图9是负刚度结构压溃示意图。列车间发生较高速度的碰撞过程中,钩缓系统5首先动作并完成部分吸能,然后两列车前端的防爬器4接触并开始吸能。在防爬器4动作过程中,导向机构42往后退,吸能元件43发生塑性变形并将纵向力传递给防撞墙21。吸能元件43发生塑性变形的平均作业力不大于车体静强度力值,其吸能过程中车体本体1、底架前端结构2均不发生永久变形及破坏。在防爬器4往后运动的同时,固定在防撞墙21中凸起21a前端的负刚度结构8,也会发生接触并产生一定的相互作用力,并将纵向力传递给防撞墙21。负刚度结构8可整个横向分布车头地板部位,增大撞击力的作业面积,吸能更稳定。负刚度结构8可采用尼龙、硅树脂等材料,压溃变形时可吸收部分能量,当负刚度结构8充分压溃变为负刚度结构压溃状态8'时,刚好聚集在防爬器塑性铰区La1,不会产生过度压溃,后续可通过拉伸力恢复原样,重复利用。同时不影响其它车体吸能区的正常发挥作用。

[0080] 当防爬器4完全压溃后,导向杆头部42a与座椅底座71的剩余距离为h2;操纵台6与司机座椅7靠背的距离为h1。

[0081] 图10是车体一级吸能区压溃图,图11是防爬器导向机构与座椅底座接触示意图。当防爬器4完全压溃后,列车还有剩余动能,车体一级变形吸能区C1开始动作,上下两层波纹板一22压溃变形,吸收部分能量。当波纹板一22即将完全压溃进入塑性铰状态,导向杆头

部42a进入座椅底座71的座椅底座引导孔71a,其导向杆肩部42b与座椅底座71接触。此时操纵台6与司机座椅7靠背的剩余距离为 $h1-2$ ,该距离是司机的最小安全生存空间。

[0082] 车体一级变形吸能区C1动作过程中,波纹板二24、车钩支撑梁25、车钩安装横梁26为车体一级变形吸能区C1提供足够的支撑力,让其充分变形吸能。

[0083] 图12是车体二级吸能区压溃图。当车体一级吸能区完全压溃变形吸能后,列车还有剩余动能,车体二级变形吸能区C2开始动作,波纹板二24、车钩支撑梁25开始压溃变形,吸收剩余部分能量。此阶段导向机构42一直顶着座椅底座71及车钩安装横梁26同步后退,操纵台6与司机座椅7靠背的剩余距离一直保持为 $h1-2$ ,保证司机的安全生存及逃生空间。车钩支撑梁25的垂向抗弯能力较好,设置了压溃引导孔25a,确保能先于车体本体1发生变形压溃。

[0084] 上述实施例阐明的内容应当理解为这些实施例仅用于更清楚地说明本发明,而并不用于限制本发明的范围,在阅读了本发明之后,本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落入本发明所附权利要求所限定的范围。

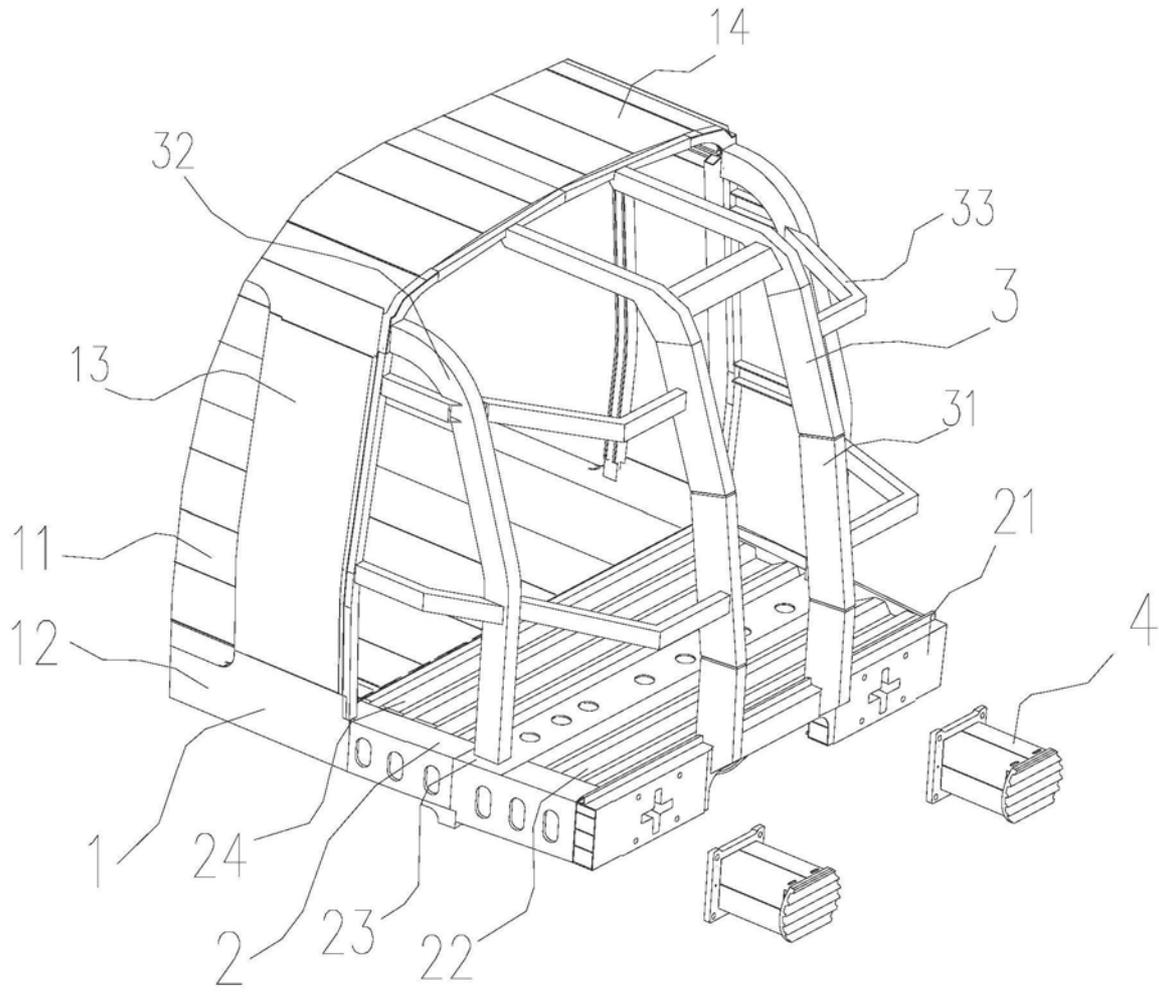


图1

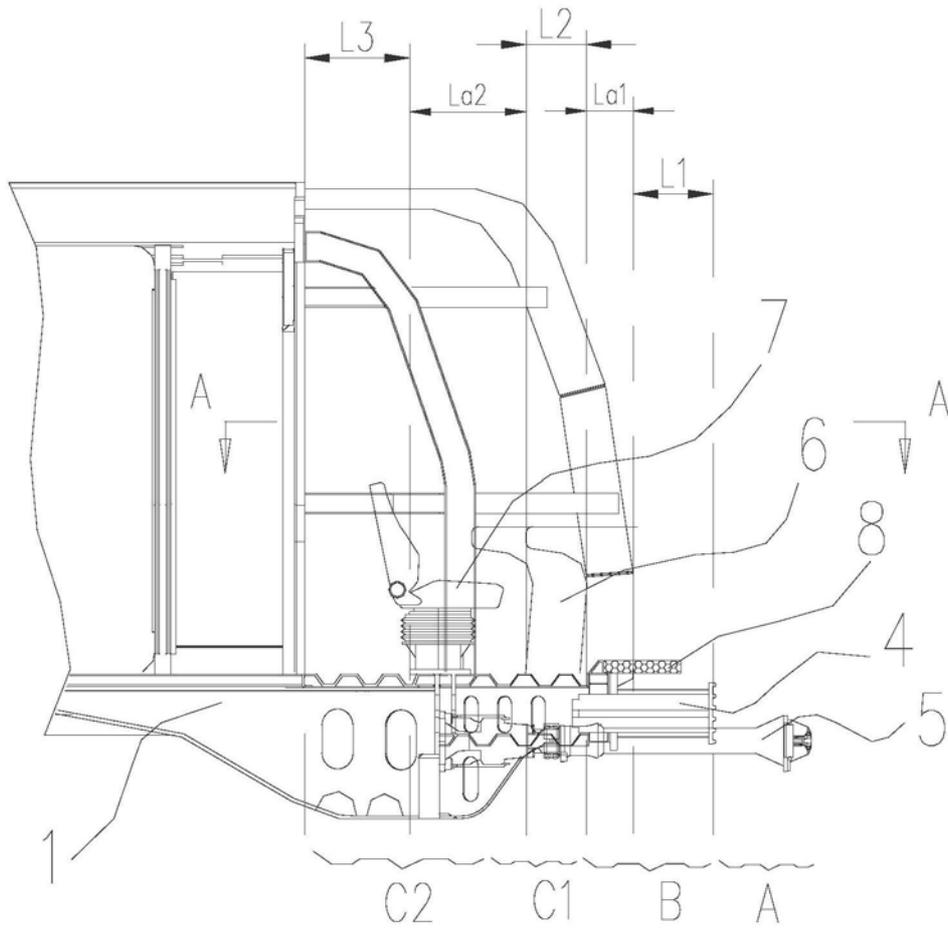


图2

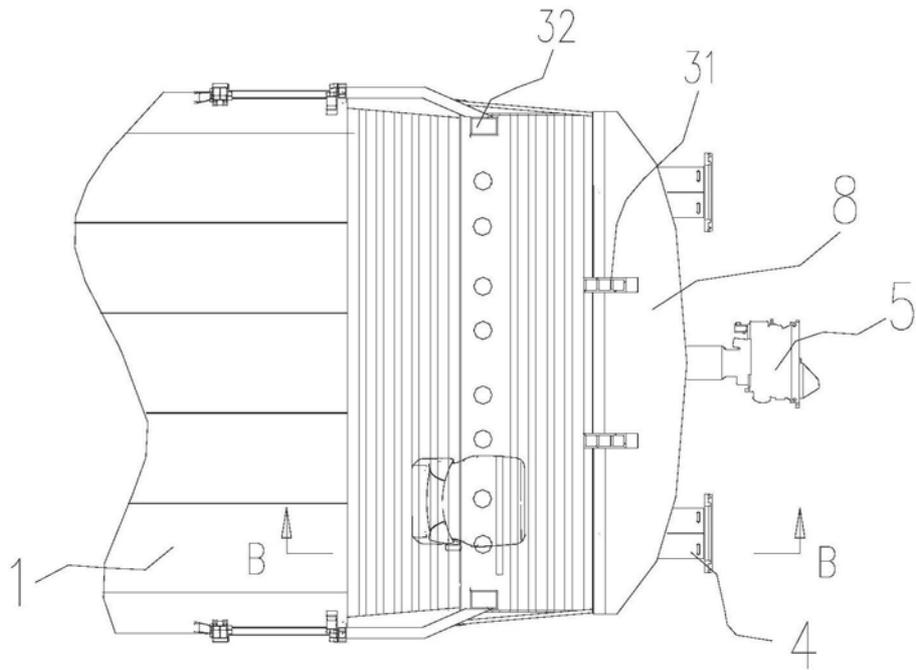


图3

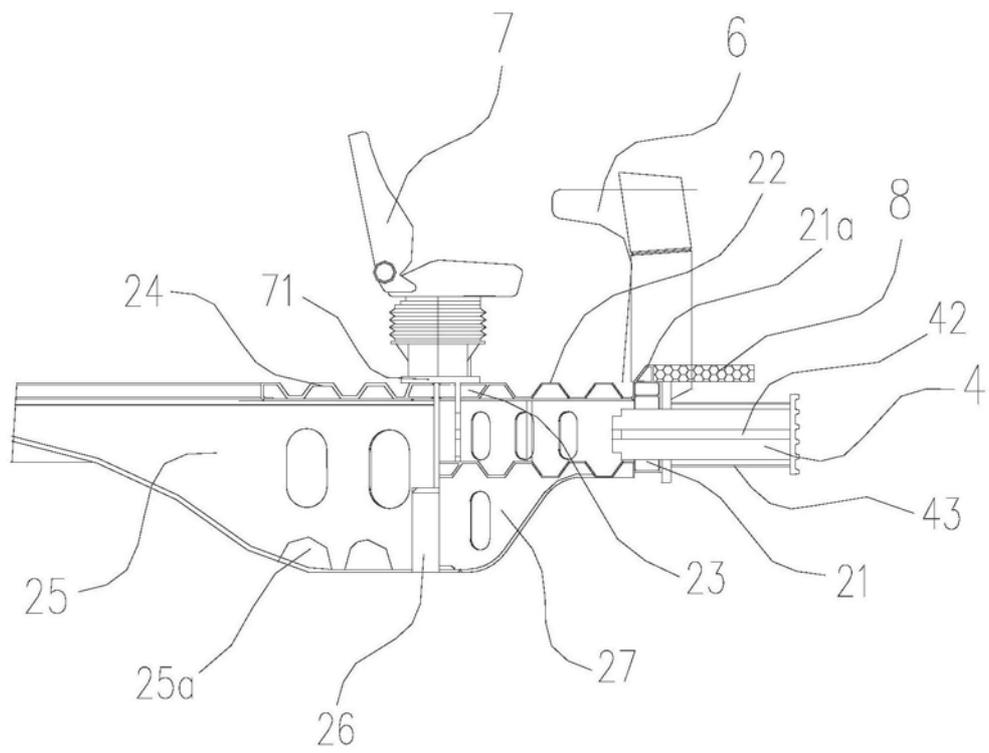


图4

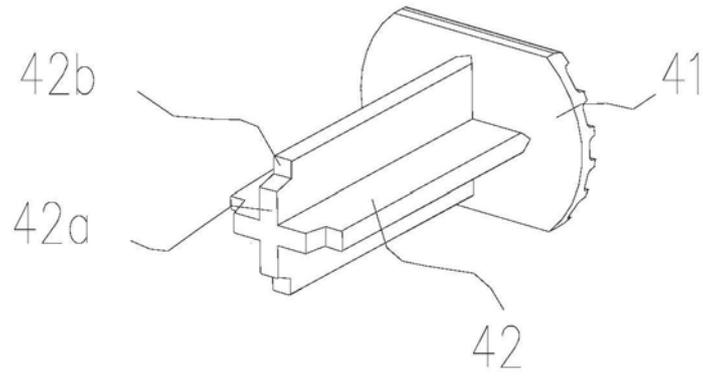


图5

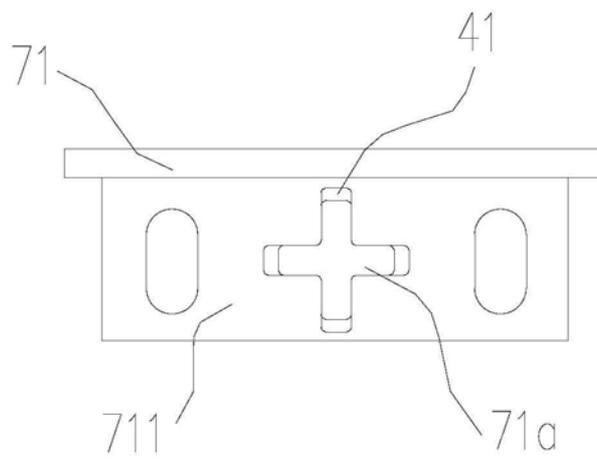


图6

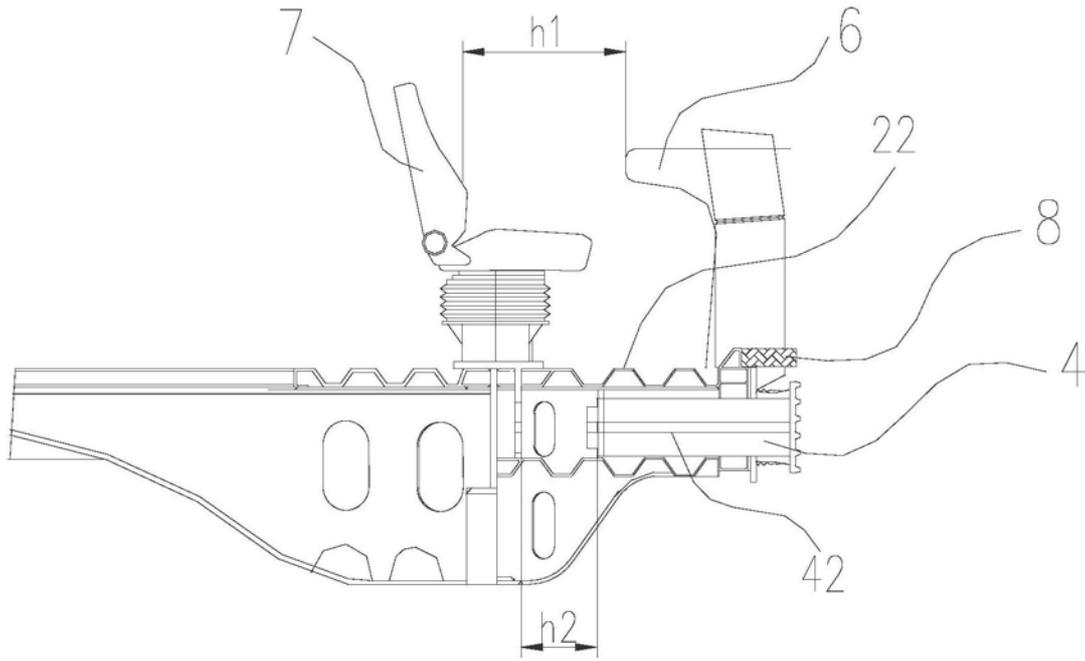


图7

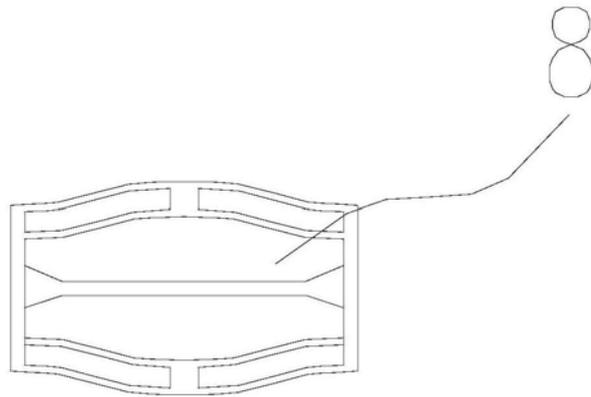


图8

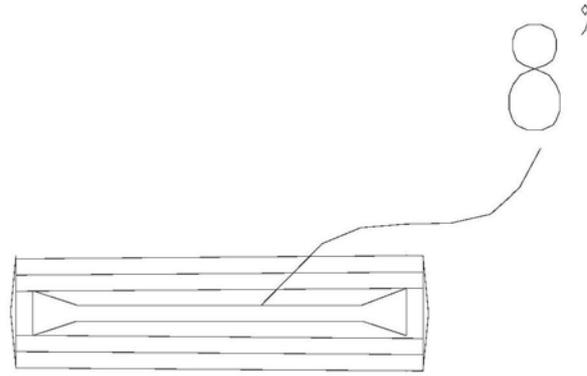


图9

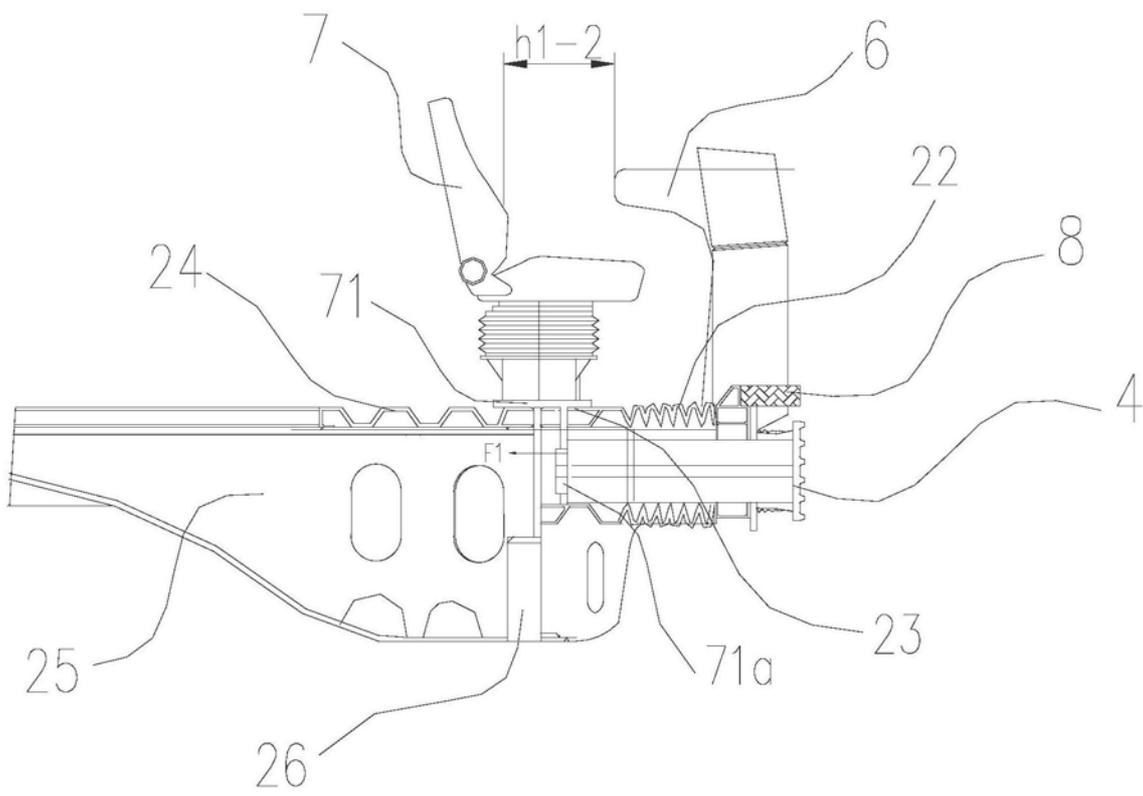


图10

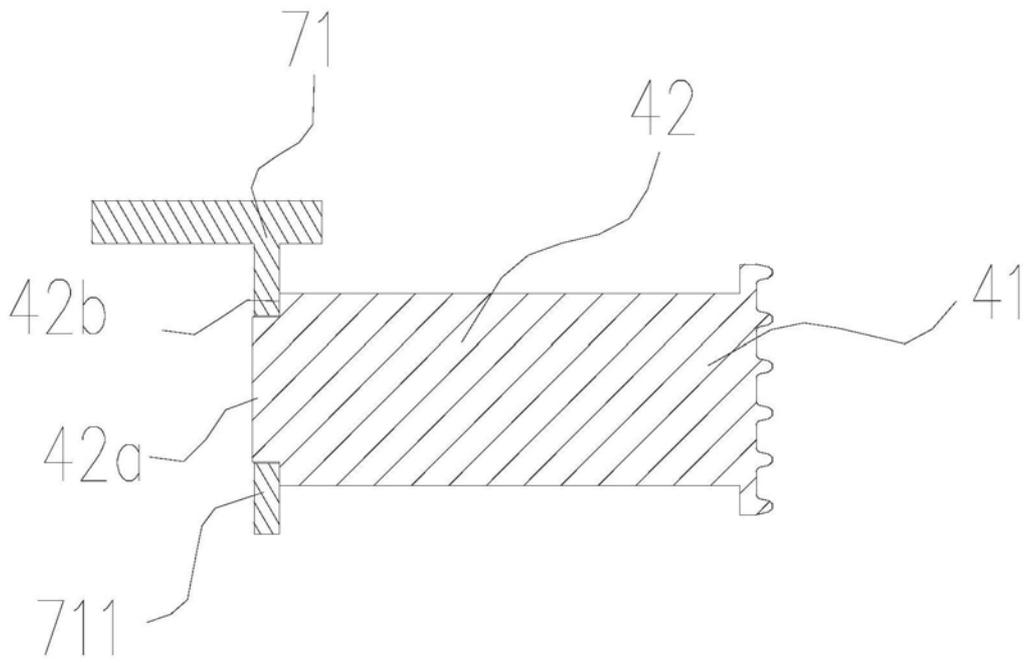


图11

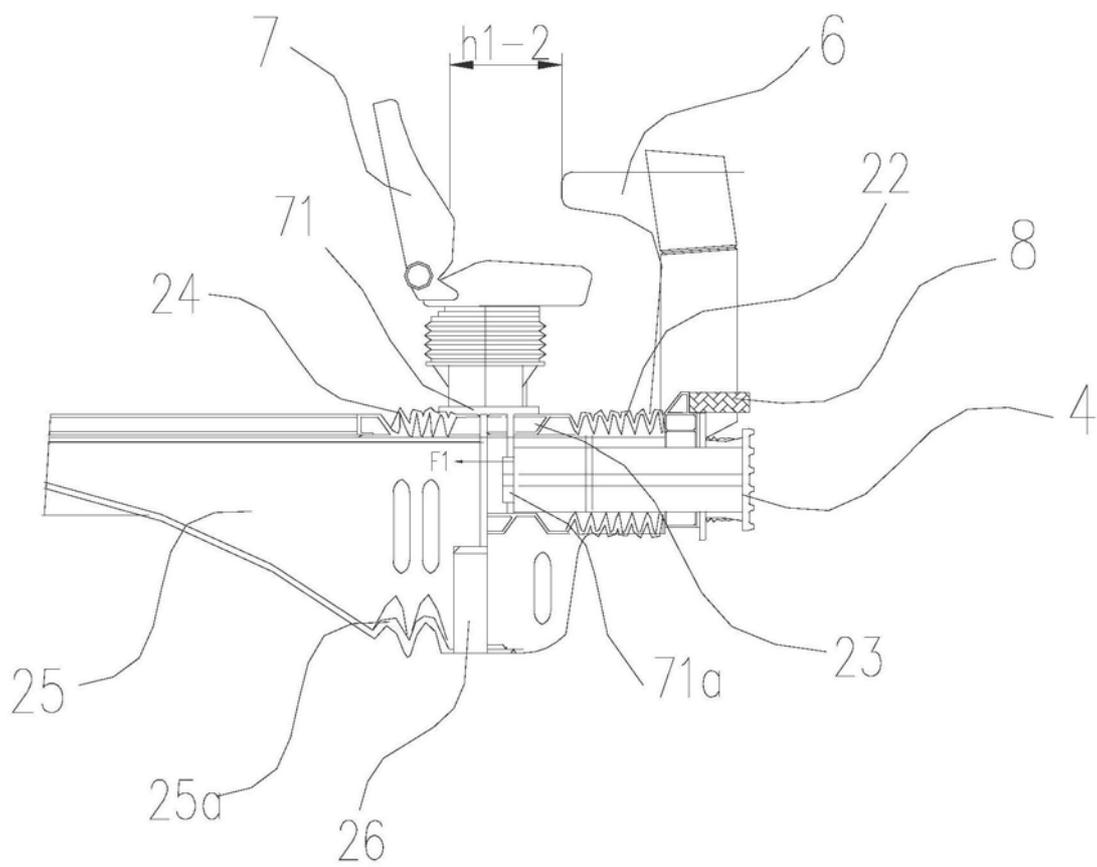


图12