



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105821764 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201610317406.1

E01D 19/00(2006.01)

(22)申请日 2016.05.12

审查员 潘浩

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105821764 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(73)专利权人 中南大学

地址 410075 湖南省长沙市韶山南路22号
中南大学铁道学院土木工程学院高速
铁路建造技术国家工程实验室305室

专利权人 高速铁路建造技术国家工程实验
室

(72)发明人 谈遂 余志武 吴玲玉

(51)Int.Cl.

E01D 19/12(2006.01)

E01D 19/04(2006.01)

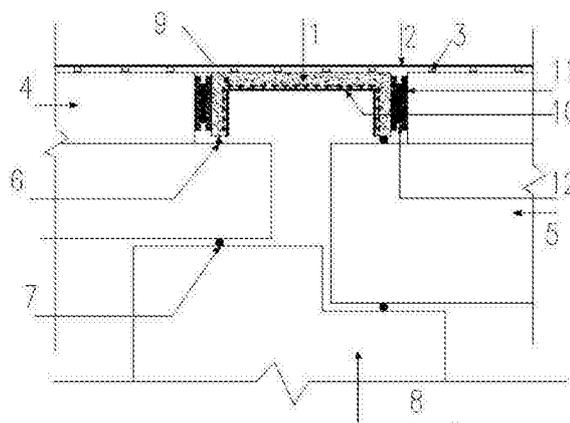
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

无砟轨道刚度调节装置

(57)摘要

本发明为一种无砟轨道刚度调节装置,包括桥墩、设于路基上的桥台、设于桥墩上的梁体、铺设于桥台和梁体上的轨道板以及通过扣件固定于轨道板上的钢轨,轨道板在桥台与梁体之间的结合部位断开或者在相邻两梁体之间的结合部位断开,断开的轨道板之间设有用于调节梁体的梁端转角和竖向错位以降低扣件受到的上拔力保证列车行车安全和行车稳定性的微型支撑桥梁。不仅满足列车荷载、温度荷载、梁体挠曲、梁体伸缩对结构本身的要求,可显著降低主板截面高度,方便与扁平的轨道板高度匹配,同时增加主板底面与梁体顶面的净空高度,为梁体转动和竖向位移提供足够的净空,减小梁体变形对轨道板结构的影响,减小扣件上拔力,保证列车行车安全性和旅客舒适度。



1. 一种无砟轨道刚度调节装置,包括桥墩(8)、设于路基上的桥台(19)、设于桥墩(8)上的梁体(5)、铺设于桥台(19)和梁体(5)上的轨道板(4)以及通过扣件(3)固定于轨道板(4)上的钢轨(2),其特征在于,轨道板(4)在桥台(19)与梁体(5)之间的结合部位断开或者在相邻两梁体(5)之间的结合部位断开,断开的轨道板(4)之间设有用于调节梁体(5)的梁端转角和竖向错位以降低扣件(3)受到的上拔力保证列车行车安全和行车稳定性的微型支撑桥梁。

2. 根据权利要求1所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,微型支撑桥梁包括用于支承在钢轨(2)底部的主板(1)、设于主板(1)底部的主板支座(6)以及用于限制主板(1)在水平方向上沿轨道板(4)纵向和横向移动的限位装置。

3. 根据权利要求2所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,桥台(19)顶部和/或桥墩(8)顶部设有梁体支座(7);梁体支座(7)与主板支座(6)沿竖直方向一一对应布置。

4. 根据权利要求3所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,限位装置包括设于主板(1)四角的侧向限位块(15)、设于主板(1)与轨道板(4)之间的外层叠合有耗能元件橡胶(12)的耗能元件钢板(11)以及设于主板(1)与侧向限位块(15)之间的外层叠合有耗能元件橡胶(12)的耗能元件钢板(11);或者限位装置包括主板(1)与轨道板(4)之间的嵌合构造、设于嵌合构造内的外层叠合有耗能元件橡胶(12)的耗能元件钢板(11)以及设于主板(1)与轨道板(4)之间的外层叠合有耗能元件橡胶(12)的耗能元件钢板(11)。

5. 根据权利要求4所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,耗能元件橡胶(12)和耗能元件钢板(11)的板面形状采用正方形、长方形或者圆柱形;耗能元件钢板(11)采用焊接方式与周围结构的预埋钢板连接,且预埋钢板下布置局部承压钢筋网;耗能元件钢板(11)厚度选用5mm-15mm,耗能元件橡胶(12)厚度选用10cm-20cm;耗能元件钢板(11)尺寸大于耗能元件橡胶(12)尺寸;耗能元件钢板(11)与耗能元件橡胶(12)之间采用高性能粘合剂硫化粘结。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,主板(1)采用槽口朝下布置且上表面覆盖混凝土的槽型钢,槽型钢的两槽壁沿主板(1)纵向排布,主板支座(6)分别设于槽型钢的两槽侧壁底部。

7. 根据权利要求6所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,槽型钢的两槽壁均从下至上开设有槽,形成四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板,槽型钢下部的空腔部分为梁体(5)的转动和竖向位移提供活动净空。

8. 根据权利要求1至5中任一项所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,主板(1)采用两组工字钢(13)从底部支撑混凝土板的结构,工字钢(13)的上翼缘板的上表面安装连接件与混凝土形成整体,共同承担列车通过钢轨(2)时的荷载。

9. 根据权利要求8所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,两工字钢(13)之间设有交叉支撑的斜向支撑加劲肋(14),形成内侧斜撑加劲复合工字钢(13)-混凝土刚度调节板,以提高工字钢(13)的抗侧向刚度;或者主板(1)采用沿主板(1)纵向排布的两组工字钢(13)上部搭设预制混凝土板(20)的结构,作为后浇混凝土层施工时的模板;在预制混凝土板(20)中预设外伸的胡子钢筋(21)和弯起抗剪钢筋(22),预制混凝土板(20)和后浇混凝土层通过胡子钢筋(21)、弯起抗剪钢筋(22)以及界面粘结力连接;工字钢(13)和后浇混凝土层通过栓钉(9)连接;工字钢(13)的上翼缘板向外伸出有翼缘施工模板(23)。

10. 根据权利要求1至5中任一项所述的无砟轨道刚度调节装置,其特征在于,主板(1)采用II型钢的上翼缘钢板(10)上表面现浇混凝土的结构,通过II型钢的宽翼缘薄腹板的结构形式发挥钢材的力学性能,提高主板(1)的可靠度和服役寿命;或者II型钢内侧设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋(14),以形成内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板;或者主板(1)采用开口朝下且钢板(10)内部填充混凝土的倒U形钢,可以有效防止侧部钢板(10)的局部屈曲,钢板(10)对内部填充混凝土也有约束作用,可以增加主板(1)截面的刚度和延性;或者沿主板(1)纵向,同时设置成倒U形,形成四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板,下部的空腔部分为梁体(5)的转动和竖向位移提供活动净空;或者主板(1)底部的主板支座(6)支撑在支座垫块(25)上,以垫高主板(1)和增加主板(1)底面与梁体(5)顶面的净空高度,使梁体(5)的梁端在竖向可自由位移;或者主板(1)采用钢板(10)与混凝土的组合结构,钢板(10)与混凝土之间的连接采用在钢板(10)的上表面均匀焊接有栓钉(9),钢板(10)通过栓钉(9)与混凝土相互拉结固定;或者主板(1)采用钢板(10)与混凝土的组合结构,U型钢筋(16)焊接于钢板(10)上,在U型钢筋(16)顶端两角处绑扎沿主板(1)纵向布设的分布钢筋(24),将钢板(10)与后浇混凝土形成连接可靠的整体,共同承担列车通过钢轨(2)时的荷载;或者主板(1)采用钢板(10)与混凝土的组合结构,钢板(10)的上表面焊接穿孔钢板(18)并焊植栓钉(9),穿孔钢板(18)的每个孔洞均穿设贯通钢筋(17);混凝土填充至穿孔内形成混凝土销,穿孔中的贯通钢筋(17)将混凝土与钢板(10)紧密的连接在一起,贯通钢筋(17)、穿孔内的混凝土销和栓钉(9)共同工作。

无砟轨道刚度调节装置

技术领域

[0001] 本发明涉及高速铁路桥梁结构技术领域,特别地,涉及一种用于无砟轨道桥梁体系以减小梁体变形对轨道板结构的影响的无砟轨道刚度调节装置。

背景技术

[0002] 铁路建设高速化是我国铁路交通发展的必然趋势,随着我国高速铁路建设逐步实施并投入运营,无砟轨道因具有较高平顺性、稳定性及维修次数少等特点而被作为高速铁路主要的轨道结构型式之一。为了满足高速铁路线路平顺性和稳定性的要求,可能要建造连续几公里甚至几十公里的高架桥。以京沪高铁为例,桥梁244座,占据正线长度的80.47%,列车基本全线运行在桥梁上。大跨度桥梁常因列车荷载或温度作用在梁端产生较大梁端转角和竖向错位,造成无砟轨道扣件系统上拔力超过扣压力,梁端局部钢轨隆起,影响行车安全性和旅客舒适度。当桥梁之间,或者桥梁与桥台之间梁缝较大,导致钢轨扣件节点间距过大无法满足车运行平顺性及轨道受力变形的要求,增加钢轨、扣件的受力,受力超过一定范围时可能引起断轨及列车脱轨,危及行车安全。

[0003] 若采用纯钢或者纯混凝土结构,存在的问题如下:

[0004] (1) 不能为梁体转动和竖向位移提供足够的净空:大跨度桥梁在列车荷载或温度作用下产生较大的转角或者竖向位移,而纯钢或者纯混凝土结构截面高度较大,且主板底面为平面,由此造成桥梁梁体与主板的相互作用或者碰撞产生较大内力,降低结构性能。

[0005] (2) 不符合结构受力特点:混凝土材料是一种强压弱拉材料,在荷载作用下,无砟轨道刚度调节装置的主板顶部受压而底部受拉导致底部产生大量裂缝,缩短无砟轨道刚度调节装置寿命,增加结构维修次数。

[0006] (3) 钢结构噪声污染严重:若采用纯钢形式的无砟轨道刚度调节装置,由于刚度较小,在列车动力荷载作用下变形大,宏观表现为主板两端与梁体反复碰撞产生严重噪音并加剧梁体损伤。

[0007] (4) 结构形式:若采用纯混凝土形式的无砟轨道刚度调节装置,其相应的主板厚度大,结构形式不灵活,制作时需模板浇筑、绑扎钢筋,施工质量不易保证,安装不便。

[0008] (5) 限位缺陷:若简单的通过凸出结构实现横向和纵向限位要求,列车蛇形运动或摇头作用下会磨损轨道板,严重时导致轨道板的变形而发生列车脱轨,增大维修工作量。

[0009] (6) 无砟轨道刚度调节装置混凝土浇注缺陷:轨道板结构非常扁平,无砟轨道刚度调节装置需要与前后的轨道板顺接,满足钢轨顶面标高要求。混凝土往往在狭小空间不能振捣密实,无法保证混凝土质量。

[0010] 特别是在大跨度桥梁,通常存在较大梁缝,导致钢轨、扣件受力增大。可见,为提高无砟轨道行车安全与舒适性。因此,开发一种无砟轨道刚度调节装置十分必要。本发明提供的一种无砟轨道刚度调节装置可以克服上述缺陷,满足列车荷载、温度荷载、桥梁挠曲、桥梁伸缩对结构本身的要求,同时调节梁端转角和竖向错位,减小扣件上拔力,保证行车安全性和旅客舒适度。

发明内容

[0011] 本发明目的在于提供一种无砟轨道刚度调节装置,以减小梁体转角和竖向错位对轨道板的影响,保证行车安全与旅客舒适度。通过设置跨越梁体伸缩缝、或者跨越桥梁与桥台结合部位的无砟轨道刚度调节装置,以满足扣件间距,同时调节梁体转角和竖向错位,减小扣件上拔力。

[0012] 为了实现上述技术目的,本发明专利的技术方案是:无砟轨道刚度调节装置,包括桥墩、设于路基上的桥台、设于桥墩上的梁体、铺设于桥台和梁体上的轨道板以及通过扣件固定于轨道板上的钢轨,轨道板在桥台与梁体之间的结合部位断开或者在相邻两梁体之间的结合部位断开,断开的轨道板之间设有用于调节梁体的梁端转角和竖向错位以降低扣件受到的上拔力保证列车行车安全和行车稳定性的微型支撑桥梁。当列车在钢轨上运行时,无砟轨道刚度调节装置可以减小钢轨和扣件的受力,减小梁体变形对轨道板结构的影响。视为微型桥梁的无砟轨道刚度调节装置可以满足列车运行平顺性及轨道受力变形的要求,同时可以满足扣件节点间距要求,减小扣件上拔力,保证钢轨受力在容许范围内,不会因为钢轨超过受力范围引起断轨及列车脱轨,危及行车安全。无砟轨道刚度调节装置为梁体之间或者梁体与桥台之间提供平稳的刚度过渡。无砟轨道刚度调节装置的设置防止了梁体与梁体间或梁体与桥台间因缝隙产生的刚度突变,作为一个过渡结构保证了刚度的连续性,有效的避免了在列车通过时因刚度问题产生跳轨甚至是脱轨的危险。

[0013] 进一步地,微型支撑桥梁包括用于支承在钢轨底部的主板、设于主板底部的主板支座以及用于限制主板在水平方向上沿轨道板纵向和横向移动的限位装置。无砟轨道刚度调节装置的主板可以采用以下九种形式中的任一种:槽型钢-混凝土刚度调节板、四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板、工字钢-混凝土刚度调节板、内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板、内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土叠合板刚度调节板、II型钢-混凝土刚度调节板、内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板、倒U形外包钢-混凝土刚度调节板、四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。虽然这些形式具有各自的特性和优点,但是它们具有一个共同的特点:四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板和四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板下侧的空腔部分可以为梁体转动和竖向位移提供足够的净空,其他七种形式由于支座垫块的垫高,增加了主板底面与梁体顶面的净空高度,同样可以为梁体转动和竖向位移提供足够的净空。特别对于大跨度桥梁,不会产生梁体转动与主板碰撞的矛盾问题,无砟轨道刚度调节装置可以减小钢轨和扣件的受力,减小梁体变形对轨道板结构的影响。不同形式的主板为钢和混凝土的组合构件。组合构件充分发挥钢材和混凝土的各自材料特性,由于混凝土与钢材共同工作,与纯钢结构相比可节省钢材用量的20%-40%。通过增大主板的截面刚度,由于混凝土参与工作,计算截面比纯钢结构要大,可使主板挠度减小20%左右。主板可以利用安装好的钢板支模板,现浇混凝土,节省施工用的材料,并加快施工进度。主板在荷载作用下比纯钢结构的噪声明显减小,可以减少噪声污染,有利于环保。主板的钢结构部分为工厂制作,易于保证质量。混凝土直接利用钢板和少量模板进行浇筑,减少钢筋绑扎,制作方便,易于控制质量。主板重量较轻,降低了主板厚度,方便与整体较扁平的轨道板结构衔接,满足钢轨顶面标高的要求,同时给安装就位带来很大便利。主板底部受拉区受力构件为钢板,上部受压区受力构件为混凝土,既降低了主板截面高度,合理利用了材

料力学特性,充分发挥钢和混凝土各自材料的优点,而且结构形式灵活多变。主板下部分为型钢或外包钢板,避免混凝土裂缝暴露在空气中引起的结构损伤,便于维护,结构的安全性和耐久性较好。

[0014] 进一步地,桥台顶部和/或桥墩顶部设有梁体支座;梁体支座与主板支座沿竖直方向一一对应布置。

[0015] 进一步地,限位装置包括设于主板四角的侧向限位块、设于主板与轨道板之间的外层叠合有耗能元件橡胶的耗能元件钢板以及设于主板与侧向限位块之间的外层叠合有耗能元件橡胶的耗能元件钢板;或者限位装置包括主板与轨道板之间的嵌合构造、设于嵌合构造内的外层叠合有耗能元件橡胶的耗能元件钢板以及设于主板与轨道板之间的外层叠合有耗能元件橡胶的耗能元件钢板。

[0016] 进一步地,耗能元件橡胶和耗能元件钢板的板面形状采用正方形、长方形或者圆柱形;耗能元件钢板采用焊接方式与周围结构的预埋钢板连接,且预埋钢板下布置局部承压钢筋网;耗能元件钢板厚度选用5mm-15mm,耗能元件橡胶厚度选用10cm-20cm;耗能元件钢板尺寸大于耗能元件橡胶尺寸;耗能元件钢板与耗能元件橡胶之间采用高性能粘合剂硫化粘结。

[0017] 进一步地,主板采用槽口朝下布置且上表面覆盖混凝土的槽型钢,槽型钢的两槽壁沿主板纵向排布,主板支座分别设于槽型钢的两槽侧壁底部。

[0018] 进一步地,槽型钢的两槽壁均从下至上开设有槽,形成四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板,槽型钢下部的空腔部分为梁体的转动和竖向位移提供活动净空。

[0019] 进一步地,主板采用两组工字钢从底部支撑混凝土板的结构,工字钢的上翼缘板的上表面安装连接件与混凝土形成整体,共同承担列车通过钢轨时的荷载。

[0020] 进一步地,两工字钢之间设有交叉支撑的斜向支撑加劲肋,形成内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板,以提高工字钢的抗侧向刚度。

[0021] 进一步地,主板采用沿主板纵向排布的两组工字钢上部搭设预制混凝土板的结构,作为后浇混凝土层施工时的模板;在预制混凝土板中预设外伸的胡子钢筋和弯起抗剪钢筋,预制混凝土板和后浇混凝土层通过胡子钢筋、弯起抗剪钢筋以及界面粘结力连接;工字钢和后浇混凝土层通过栓钉连接;工字钢的上翼缘板向外伸出有翼缘施工模板。

[0022] 进一步地,主板采用II型钢的上翼缘钢板上表面现浇混凝土的结构,通过II型钢的宽翼缘薄腹板的结构形式发挥钢材的力学性能,提高主板的可靠度和服役寿命。

[0023] 进一步地,II型钢内侧设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋,以形成内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板。

[0024] 进一步地,主板采用开口朝下且钢板内部填充混凝土的倒U形钢,可以有效防止侧部钢板的局部屈曲,钢板对内部填充混凝土也有约束作用,可以增加主板截面的刚度和延性。

[0025] 进一步地,沿主板纵向,同时设置成倒U形,形成四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板,下部的空腔部分为梁体的转动和竖向位移提供活动净空。

[0026] 进一步地,主板底部的主板支座支撑在支座垫块上,以垫高主板和增加主板底面与梁体顶面的净空高度,使梁体的梁端在竖向可自由位移。

[0027] 进一步地,主板采用钢板与混凝土的组合结构,钢板与混凝土之间的连接采用在

钢板的上表面均匀焊接有栓钉,钢板通过栓钉与混凝土相互拉结固定。

[0028] 进一步地,主板采用钢板与混凝土的组合结构,U型钢筋焊接于钢板上,在U型钢筋顶端两角处绑扎沿主板纵向布设的分布钢筋,将钢板与后浇混凝土形成连接可靠的整体,共同承担列车通过钢轨时的荷载。

[0029] 进一步地,主板采用钢板与混凝土的组合结构,钢板的上表面焊接穿孔钢板并焊接栓钉,穿孔钢板的每个孔洞均穿设贯通钢筋;混凝土填充至穿孔内形成混凝土销,穿孔中的贯通钢筋将混凝土与钢板紧密的连接在一起,贯通钢筋、穿孔内的混凝土销和栓钉共同工作。

[0030] 进一步地,无砟轨道刚度调节装置包括支承在钢轨底部的主板、设于主板底部的主板支座以及用于限制主板在水平方向上沿轨道板纵向和横向移动的限位装置。主板由设置在梁体或者桥台上的主板支座支承,梁体又通过梁体支座支撑在桥墩上。

[0031] 进一步地,主板为钢和混凝土组合构件。混凝土和钢通过三种新型的连接方式形成整体共同工作,增大了主板截面刚度,不仅承担列车通过钢轨时的荷载,而且显著降低了主板截面高度,方便与整体较扁平的轨道板结构衔接,满足钢轨顶面标高的要求。主板截面高度的降低,在同样高度的轨道板结构前提下,可以增加主板底面与梁体顶面的净空高度,这样就可以为桥梁梁端的梁体转动和竖向错位提供足够的净空,不会产生梁体转动与主板碰撞的矛盾问题。

[0032] 进一步地,沿主板横向,主板采用槽口朝下布置且上表面覆盖混凝土的槽型钢,即槽型钢-混凝土刚度调节板。槽型钢可以直接作为混凝土浇注的模板,现浇混凝土,节省施工用的材料,并加快施工进度。槽型钢两侧方便直接设置主板支座。

[0033] 进一步地,除了可以采用等截面高度的槽型钢-混凝土刚度调节板,也可以同时沿主板纵向设置成槽口朝下布置的槽型,形成四角支承的槽型钢-混凝土刚度调节板,槽型钢下侧的空腔部分可以为梁体转动和竖向位移提供足够的净空。

[0034] 进一步地,沿主板横向,主板还可以采用两组工字钢从底部支撑混凝土板的结构,即工字钢-混凝土刚度调节板。外露的工字形钢与钢筋混凝土板通过剪力键连接形成刚度调节板。工字钢结构部分为工厂制作,制作方便,易于控制质量。

[0035] 进一步地,工字钢-混凝土刚度调节板可在工字钢内侧设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋,形成内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板。通过斜向支撑加劲肋有效提高工字钢的抗侧向刚度,改善钢结构缺陷,同时不会明显增加结构重量,限制刚度调节板下方的净空,使结构能够抵抗因上部列车的蛇形运动、摇头或温度变化等对下部结构产生的横向力。

[0036] 进一步地,内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板也可以在两组工字钢上翼缘搭设一层预制混凝土板,形成内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土叠合板刚度调节板。其构造为:先将预制混凝土板支承在预先焊有剪力连接件的两组工字钢上翼缘,然后在预制混凝土板上面浇筑一层混凝土。现浇混凝土随着时间的推移,达到一定强度时,这时一端焊在工字钢翼缘上,而另一端埋入现浇混凝土中的剪力连接件便开始具有承载力,表现出整体工作性能。这种结构与内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板的最大不同为工字钢上翼缘设置了预制混凝土板,作为后浇混凝土层施工时的模板。这种结构除了保持内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板的优点之外,还具有节省模板、加快施工速度、减

少临时支撑的优点。主板往往在列车荷载成年累月的作用下会产生不同程度的疲劳破坏，而这种结构对于主板需要快速修复，减少现场施工作业是十分有利的。

[0037] 进一步地，沿主板横向，主板还可以采用Ⅱ型钢的上翼缘钢板表面现浇混凝土的结构，即Ⅱ型钢-混凝土刚度调节板。混凝土翼板对Ⅱ型钢形成约束，宽翼缘薄腹板的结构形式可以充分发挥钢材的力学性能，与上部混凝土的压应力相互配合，降低翼缘和腹板连接处的内应力，同时避免在主板横向板端产生复杂应力，提高结构可靠度和服役寿命。随着运营时间的不断增长，主板在列车荷载作用下的荷载效应加大、材料应力幅加大，结构的强度、刚度、稳定性等方面的安全储备下降，各种病害出现的几率加大、危害性加剧，所以提高主板的可靠度和服役寿命显得十分重要。此外，可以直接采用Ⅱ型钢的上翼缘作为混凝土浇注的模板，节省模板、加快施工速度、减少临时支撑，易于控制质量。

[0038] 进一步地，Ⅱ型钢-混凝土刚度调节板也可在Ⅱ型钢内侧设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋，形成内侧斜撑加劲复合Ⅱ型钢-混凝土刚度调节板，使结构能够抵抗因上部列车的蛇形运动、摇头或温度变化等对下部结构产生的横向力。

[0039] 进一步地，沿主板横向，主板还可以采用开口朝下且钢板内部填充混凝土的倒U形钢，即倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。其基本构造是采用倒U形截面的钢梁作为模板，内部填充混凝土，混凝土与钢梁通过连接件共同形成组合截面。钢板内部填充混凝土，可以有效防止侧部钢板的局部屈曲，提高钢板的极限抗弯承载力；钢板对内部填充混凝土也有约束作用，可以增加主板截面的刚度和延性。钢板可作为混凝土的模板，减少模板数量和支模工序。

[0040] 进一步地，除了可以采用等截面高度的倒U形外包钢-混凝土刚度调节板，也可以同时沿主板纵向设置成开口朝下的倒U形，形成四角支承的倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。倒U形钢梁下侧的空腔部分同样可以为梁体转角和竖向错位提供净空，避免梁体端部钢轨的上抬，减少对轨道板的影响。

[0041] 进一步地，若主板在平面上为长方形，其配套的限位装置为在主板四角设置刚度较大的混凝土侧向限位块。侧向限位块简单易行，施工方便，方便制作。布置在主板四角可以有效实现横向限位，保证主板横向稳定性。若在日积月累的运行过程中，侧向限位块有损坏，也易于维修更换。

[0042] 进一步地，侧向限位块与主板上采用钢板-橡胶复合耗能元件。耗能元件橡胶设置在上下两层耗能元件钢板之间，耗能元件橡胶和耗能元件钢板的板面形状可采用正方形、长方形或者圆柱形。耗能元件钢板厚度选用5~15mm，耗能元件橡胶厚度选用10~20cm，耗能元件钢板尺寸大于耗能元件橡胶尺寸，超出尺寸根据耗能元件橡胶尺寸酌情选取，建议5~10cm，耗能元件钢板与耗能元件橡胶之间选用高性能粘合剂硫化粘结，形成钢板-橡胶复合耗能元件缓冲结构变形能。随着高速列车运行频次的加大，限位装置受到成年累月上百万的冲击，钢板-橡胶复合耗能元件可以缓冲结构变形能，发挥抗疲劳性能。即使在长期运营后需要更换，也具有易于拆卸、简单方便、成本较低的特点。

[0043] 进一步地，钢板-橡胶复合耗能元件的上钢板采用焊接方式与侧向限位块预埋钢板连接；下钢板同样采用焊接方式与主板侧面预埋钢板连接，且预埋钢板下应布置局部承压钢筋网。

[0044] 进一步地，主板的横向限位若采用主板四角设置侧向限位块，应同时在主板前后

与邻近的轨道板之间设置钢板-橡胶复合耗能元件,实现纵向限位。

[0045] 进一步地,若主板在平面上为“几”字形结构,其配套的限位装置为主板首尾对称设置成“几”字形结构,与之邻近的轨道板对称设置成“U”字形结构,这样两者之间就形成楔形结构,彼此约束,达到纵横向约束的目的。

[0046] 进一步地,主板的“几”字形结构与前后邻近的轨道板的“U”字形结构之间设置钢板-橡胶复合耗能元件。

[0047] 进一步地,主板中的钢板与混凝土连接方式采用U型钢筋焊接于钢板上,并且在U型钢筋顶端两角处绑扎沿纵向通长的分布钢筋,即U型混合配筋连接。U型混合配筋连接通过U型钢筋和分布钢筋将钢板与后浇混凝土形成连接可靠的整体,共同承担列车等荷载作用。U型混合配筋连接方式优势在于有效的增大了与混凝土的接触面积,施工简单的同时保证连接的可靠性。沿主板截面横向U型钢筋间距在100-250mm,分布钢筋应沿主板纵向全断面布置。

[0048] 进一步地,主板中的钢板与混凝土连接方式还可以采用在钢板顶端焊接穿孔钢板并焊植栓钉,穿孔钢板的每个孔洞设置贯通钢筋,即穿孔钢板-栓钉-贯通钢筋复合连接。混凝土浇注时,填充孔洞的混凝土形成混凝土销,孔洞中的贯通钢筋将混凝土板与连接件紧密的连接在一起,贯通钢筋和孔洞内的混凝土销与栓钉共同工作,能够共同产生一个抵抗力防止钢板和混凝土的分离,极大提升连接件的抗剪能力和抗疲劳性能。随着国民经济和交通运输的快速发展,高速列车运行频次必将加大,以京沪高铁为例,目前开行列车日均290列,一年超过10万次对主板的疲劳荷载作用,所以本发明提供的技术方案解决了连接件的抗疲劳性能,具有较大的意义。

[0049] 进一步地,主板中的钢板与混凝土连接方式还可以采用在钢板顶端直接焊植栓钉,即栓钉连接。栓钉通过焊接方式连接于钢板上,抵抗钢板与混凝土间的剪力,约束混凝土与钢板的水平相互滑移,并防止钢板与混凝土间的掀起作用,共同承担剪力和拉力,且具有较好的变形能力,利于主板的剪力重分布。材料各向同性,使栓钉可以简单地沿整个主板长度或分段均匀分布布置,便于栓钉的简化设计和施工操作,适用于工业化生产方式。栓钉直径选用10-25mm,栓钉长度与直径之比建议在3-4之间。

[0050] 进一步地,主板可选择简支结构体系,主板支座设置允许沿轨道板纵向水平移动,但不可横向移动。

[0051] 进一步地,主板的最小自重应能保证在梁体梁端转角、竖向错位等因素影响下不发生上抬,高度与轨道板高度匹配。

[0052] 进一步地,主板支座中心线应与梁体支座中心线设计在同一竖直面上。

[0053] 进一步地,主板的混凝土部分均采用一种新型自密实自流动混凝土。以CRTSI型轨道板为例,直线桥隧地段轨道板高度仅为657mm。要在非常扁平的轨道板中布置主板,满足钢轨顶面标高的前提下,与前后的轨道板顺接,势必对主板中的混凝土浇注提出了苛刻的要求。本发明提出的一种新型自密实自流动混凝土突破了传统振捣混凝土在成型方式上的局限,完全依靠自身重力(或只需外力轻微振动)便可自由流淌,穿越钢筋间隙填充模板每个角落,硬化后得到满足要求的强度和良好的耐久性能。本发明提供的技术方案可以突破混凝土不能振捣密实的技术瓶颈,提供一种适合在主板的狭小空间浇注并能保证质量的混凝土。

[0054] 进一步地,新型自密实自流动混凝土的原材料为:(a)水泥:采用普通42.5硅酸盐水泥;(b)粉煤灰:I级粉煤灰;(c)砂:河砂,中砂,细度模数2.58,II区级配合格,堆积密度 $1576\text{kg}/\text{m}^3$,表观密度 $2610\text{kg}/\text{m}^3$;(d)石:碎石,5—20mm连续级配合格,针片状含量为9.2%,压碎指标3.4,堆积密度 $1470\text{kg}/\text{m}^3$,表观密度 $2700\text{kg}/\text{m}^3$;(e)减水剂:高效减水剂,减水率大于25%。

[0055] 进一步地,新型自密实自流动混凝土拌制完成之后,应进行坍落度试验、L型流动仪试验、U型仪试验、V漏斗试验。

[0056] 进一步地,坍落度试验、L型流动仪试验、U型仪试验、V漏斗试验应满足以下标准:坍落度应控制在240mm~270mm;坍落扩展度应控制在600mm~700mm;U型仪试验高度差 Δh 应小于30mm;V漏斗通过时间应控制在4s~25s。

[0057] 进一步地,新型自密实自流动混凝土在浇注之前半小时,用水充分润湿钢板。

[0058] 进一步地,新型自密实自流动混凝土在浇注之前,应在钢板上撒细砂。细砂可和连接件形成复合连接作用,提高钢板和混凝土之间的共同工作能力,进一步降低主板截面高度,提供梁体转动和竖向位移净空以及满足钢轨顶面的标高要求。

[0059] 进一步地,细砂的细度模数为1.6~2.2;含泥量不大于3.0%。

[0060] 本发明具有下列优点和有益技术效果:

[0061] (1)本发明在于提供一种无砟轨道刚度调节装置,设置在梁体与梁体之间、或者梁体与桥台之间的过渡地段,视为跨越梁体伸缩缝的微型桥梁,在梁体伸缩缝上方支承钢轨。无砟轨道刚度调节装置包括支承在钢轨底部的主板、设于主板底部的主板支座以及用于限制主板在水平方向上沿轨道板纵向和横向移动的限位装置。

[0062] 本发明可以广泛的应用于无砟轨道桥梁中,减小梁体伸缩缝地段梁端轨道板的受力。这种无砟轨道刚度调节装置安装方便,充分发挥结构材料受力性能,调节性能良好。

[0063] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

附图说明

[0064] 图1为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之一;

[0065] 图2为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之二;

[0066] 图3为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之三;

[0067] 图4为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之四;

[0068] 图5为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之五;

[0069] 图6为本发明实施例的钢板-橡胶复合耗能元件的结构示意图;

[0070] 图7为本发明实施例的槽型钢-混凝土刚度调节板的结构示意图之一;

[0071] 图8为本发明实施例的栓钉连接构造示意图;

[0072] 图9为本发明实施例的内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板的结构示意图;

[0073] 图10为本发明实施例的内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板的结构示意图;

[0074] 图11为本发明实施例的倒U形外包钢-混凝土刚度调节板的结构示意图;

[0075] 图12为本发明实施例的内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土叠合板刚度调节板的结

构示意图；

[0076] 图13为本发明实施例的槽型钢-混凝土刚度调节板的结构示意图之二；

[0077] 图14为本发明实施例的U型混合配筋连接构造的结构示意图；

[0078] 图15为图5的俯视平面图；

[0079] 图16为本发明实施例的穿孔钢板-栓钉-贯通钢筋复合连接构造的结构示意图；

[0080] 图17为本发明实施例的梁体伸缩缝处的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图；

[0081] 图18为图17的俯视平面图。

[0082] 图例说明：

[0083] 1-主板；2-钢轨；3-扣件；4-轨道板；5-梁体；6-主板支座；7-梁体支座；8-桥墩；9-栓钉；10-钢板；11-耗能元件钢板；12-耗能元件橡胶；13-工字钢；14-斜向支撑加劲肋；15-侧向限位块；16-U型钢筋；17-贯通钢筋；18-穿孔钢板；19-桥台；20-预制混凝土板；21-胡子钢筋；22-弯起抗剪钢筋；23-翼缘施工模板；24-分布钢筋；25-支座垫块。

具体实施方式

[0084] 下面对本发明技术内容的进一步说明，但并非对本发明实质内容的限制。

[0085] 图1为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之一；图2为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之二；图3为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之三；图4为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之四；图5为本发明实施例的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图之五；图6为本发明实施例的钢板-橡胶复合耗能元件的结构示意图；图7为本发明实施例的槽型钢-混凝土刚度调节板的结构示意图之一；图8为本发明实施例的栓钉连接构造示意图；图9为本发明实施例的内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板的结构示意图；图10为本发明实施例的内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板的结构示意图；图11为本发明实施例的倒U形外包钢-混凝土刚度调节板的结构示意图；图12为本发明实施例的内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土叠合板刚度调节板的结构示意图；图13为本发明实施例的槽型钢-混凝土刚度调节板的结构示意图之二；图14为本发明实施例的U型混合配筋连接构造的结构示意图；图15为图5的俯视平面图；图16为本发明实施例的穿孔钢板-栓钉-贯通钢筋复合连接构造的结构示意图；图17为本发明实施例的梁体伸缩缝处的无砟轨道刚度调节装置的结构示意图；图18为图17的俯视平面图。

[0086] 如图1和图2所示，本实施例的无砟轨道刚度调节装置，为跨越梁体5和桥台19结合部位的微型桥梁。轨道板4铺设于梁体5或者桥台19上，梁体5通过梁体支座7支撑在桥台19上，本来连续的轨道板4在梁体5和桥台19结合部位断开。无砟轨道刚度调节装置包括主板1、设于主板1底部的主板支座6以及用于限制主板1在水平方向上沿轨道板4纵向和横向移动的限位装置，设置在轨道板4的断开部位。主板1由设置在梁体5和桥台19上的主板支座6支承，梁体5又通过梁体支座7支撑在桥台19上。当列车通过梁体5上方时，梁体5会发生转动或者竖向位移。沿主板1横向，当主板1横截面采用开口朝下的槽型钢或者倒U形钢时，沿主板1纵向同时设置成开口朝下的槽型或者倒U形，形成四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板和四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。主板1下侧空腔部分的设置可使梁体5的梁端可自由转动和竖向自由位移，减小梁体5的梁端转角和竖向错位对轨道板4的影响，保证行

车安全性和旅客舒适度。无砟轨道刚度调节装置对梁体竖向位移调节作用原理,如图1所示,主板1采用:四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板或者四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。无砟轨道刚度调节装置对梁体转角调节作用原理,如图2所示,主板2采用:四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板或者四角支承倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。

[0087] 如图3和图4所示,本实施例的无砟轨道刚度调节装置,因为主板1采用组合结构,降低了主板1截面高度,在同样高度的轨道板4前提下,可以沿主板1纵向设置成等截面高度,然后采用支座垫块25垫高主板1,增加主板1底面与梁体5顶面的净空高度,使梁体5的梁端可自由转动和竖向自由位移。主板1跨越梁体5和桥台19结合部位,主板1通过主板支座6支撑在支座垫块25上,支座垫块25分别放置在梁体5和桥台19上,梁体5又通过梁体支座7支撑在桥台19上。无砟轨道刚度调节装置对梁体竖向位移调节作用原理,如图3所示。无砟轨道刚度调节装置对梁体转角调节作用原理,如图4所示。

[0088] 如图5所示,本实施例的无砟轨道刚度调节装置包括支撑在钢轨2底部的主板1、设于主板1底部的主板支座6以及用于限制主板1在水平方向上沿轨道板4纵向和横向移动的限位装置。主板1由设置在梁体5上的主板支座6支承,梁体5又通过梁体支座7支撑在桥墩8上。钢轨2通过扣件3固定于连续的轨道板4上,轨道板4铺设于梁体5上,梁体5通过梁体支座7支承在桥墩8上,本来连续的轨道板4在梁体5伸缩缝断开。断开的轨道板4之间设置有无砟轨道刚度调节装置,为跨越梁体5伸缩缝的微型桥梁,在梁体5伸缩缝上方支承钢轨2。图5所示的无砟轨道刚度调节装置是平面为长方形,主板为四角支承槽型钢-混凝土刚度调节板的示意。主板1下侧空腔部分的设置可使梁体5的梁端可自由转动和竖向自由位移,避免梁体5的梁端钢轨2的上抬,减小扣件3上拔力,保证行车安全性和旅客舒适度。梁体伸缩缝处的无砟轨道刚度调节装置,如图5所示,平面为长方形结构。

[0089] 本实施例中,主板1平面上可以采用长方形,如图15所示。主板1平面上也可以“几”字形结构,如图18所示。

[0090] 如图5和图15所示,其中图15为图5的俯视平面图。本实施例中,若主板1平面上为长方形,如图15所示,其限位装置为在主板1四角布置侧向限位块15实现横向限位,主板1与邻近的轨道板4之间设置钢板-橡胶复合耗能元件,实现纵向限位。

[0091] 如图17和图18所示,其中图18为图17的俯视平面图。本实施例中,若主板1平面上为“几”字形结构,如图18所示,其限位装置为与之邻近的轨道板4对称设置成“U”字形结构,这样主板1与轨道板4两者之间就形成楔形结构,彼此约束,达到纵横向约束的目的。

[0092] 如图6所示,主板1与轨道板4之间须设置钢板-橡胶复合耗能元件。钢板-橡胶复合耗能元件由上下两层耗能元件钢板11和耗能元件橡胶12组成。

[0093] 如图9和图12所示,本实施例中,沿主板1横向,主板1在两组工字钢13之间设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋14,形成内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土刚度调节板,如图9所示。主板1也可以在工字钢13上翼缘搭设预制混凝土板20,然后以预制混凝土板20为模板,现浇一层混凝土板,形成内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土叠合板刚度调节板,如图12所示。

[0094] 如图10所示,本实施例中,沿主板1横向,主板1可以采用II型钢的上翼缘钢板10上表面现浇混凝土,且II型钢内侧设置斜向支撑加劲肋14,形成内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板。

[0095] 如图11所示,本实施例中,沿主板1横向,主板1可以采用开口朝下且钢板10内部填充混凝土的倒U形外包钢-混凝土刚度调节板。

[0096] 如图7和图13所示,本实施例中,主板1可以采用槽口朝下布置且上表面覆盖混凝土的槽型钢-混凝土刚度调节板。若钢板10和混凝土采用栓钉连接,如图7所示;若钢板10和混凝土采用U型混合配筋连接,如图13所示。

[0097] 如图8、图14和图16所示,本实施例中,钢板10和混凝土的连接方式采用栓钉连接、U型混合配筋连接、穿孔钢板-栓钉-贯通钢筋复合连接。图8为栓钉连接;图14为U型混合配筋连接;图16为穿孔钢板-栓钉-贯通钢筋复合连接。

[0098] 实施时,提供一种无砟轨道刚度调节装置,包括主板1、钢轨2、扣件3、轨道板4、梁体5、主板支座6、梁体支座7、桥墩8、栓钉9、钢板10、耗能元件钢板11、耗能元件橡胶12、工字钢13、斜向支撑加劲肋14、侧向限位块15、U型钢筋16、贯通钢筋17、穿孔钢板18、桥台19、预制混凝土板20、胡子钢筋21、弯起抗剪钢筋22、翼缘施工模板23、分布钢筋24;支座垫块25。

[0099] 如图1所示,当梁体5发生竖向位移时,跨越梁体5和桥台19结合部位的主板1可使梁体5的梁端在竖向自由位移,并且减小梁体5的竖向位移对铺设于梁体5和桥台19上方的轨道板4的影响。

[0100] 如图2所示,当梁体5发生转角时,跨越梁体5和桥台19结合部位的主板1可使梁体5的梁端自由转动,并且减小梁体5的梁端自由转动对铺设于梁体5和桥台19上方的轨道板4的影响。

[0101] 如图3所示,当主板1截面沿主板1纵向设置成等高度时,主板1通过主板支座6支承在支座垫块25上,支座垫块25分别放置在梁体5和桥台19上。支座垫块25垫高了主板1,增加主板1底面与梁体5顶面的净空高度,使梁体5在竖向可自由位移,并且减小梁体5的竖向位移对铺设于梁体5和桥台19上方的轨道板4的影响。

[0102] 如图4所示,当主板1截面沿主板1纵向设置成等高度时,主板1通过主板支座6支承在支座垫块25上,支座垫块25分别放置在梁体5和桥台19上。由于主板1截面高度的降低,采用支座垫块25垫高主板1,使梁体5的梁端可自由转动。这种设置减小了梁体5的梁端自由转动对铺设于梁体5和桥台19上方的轨道板4的影响。

[0103] 如图5所示,无砟轨道刚度调节装置包括支撑在钢轨2底部的主板1、设于主板1底部的主板支座6以及用于限制主板1在水平方向上沿轨道板4纵向和横向移动的限位装置。图5所示为在梁体5伸缩缝处设置的无砟轨道刚度调节装置,主板1视为支撑在梁体5上的微型桥梁,在梁体5伸缩缝上方支承钢轨2,梁体5又通过梁体支座7支撑在桥墩8上。

[0104] 如图6所示,钢板-橡胶复合耗能元件由上下两层耗能元件钢板11和耗能元件橡胶12叠合而成,形成复合耗能元件缓冲结构变形能。耗能元件橡胶12设置在上下两层耗能元件钢板11之间,耗能元件橡胶12和耗能元件钢板11的形状可采用正方形、长方形或者圆柱形。耗能元件钢板11厚度选用5~15mm,耗能元件橡胶12厚度选用10~20cm,耗能元件钢板11尺寸大于耗能元件橡胶12尺寸,超出尺寸根据耗能元件橡胶12尺寸酌情选取,建议5~10cm,耗能元件钢板11与耗能元件橡胶12之间选用高性能粘合剂硫化粘结。钢板-橡胶复合耗能元件有效的缓冲了主板1和限位装置之间的横向和纵向作用,同时不会对轨道板4产生冲击力,提高了主板1和轨道板4的服役年限。

[0105] 如图7所示,主板1采用槽口朝下布置且上表面覆盖混凝土的槽型钢,并且槽型钢

两侧方便直接设置主板支座6。槽型钢与混凝土之间采用栓钉连接。槽型钢-混凝土刚度调节板可以使混凝土部分厚度减小,在浇注混凝土的时候能够有效地避免板内混凝土的水化热过大无法释放,防止混凝土开裂,减小结构初始损伤,提高使用寿命。

[0106] 如图8所示,栓钉9通过焊接方式均匀分布于钢板10上。栓钉9直径选用10-25mm,栓钉9长度与直径之比建议在3-4之间。栓钉9沿纵向方向间距不应小于栓钉9杆径的6倍,且不应大于400mm,横向不小于栓钉9杆径的4倍,且不应大于400mm,栓钉9中心至钢板10侧边距离不应小于35mm。栓钉9的制作无需大型轧制设备,且对混凝土板中钢筋布置影响较小,施工方便,可靠性高。栓钉连接增大与混凝土部分的接触面积,同时栓钉9上的螺纹增加与混凝土的摩擦力和机械咬合力。在荷载作用下,钢板10与混凝土的交界面具有良好的传递应力机制,形成共同工作的整体。

[0107] 如图9所示,在工字钢13内侧设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋14,有效提高工字钢13的抗侧向刚度,同时不会明显增加主板1重量,使主板1能够抵抗因上部列车的蛇形运动、摇头或温度变化等对主板1产生的横向力。

[0108] 如图10所示,在II型钢内侧设置交叉支撑的斜向支撑加劲肋14,形成内侧斜撑加劲复合II型钢-混凝土刚度调节板。可以直接采用II型钢的上翼缘钢板10作为混凝土浇注的模板,加快施工速度;同时宽翼缘薄腹板的结构形式可以充分发挥钢材的力学性能,提高主板1可靠度和服役寿命。

[0109] 如图11所示,采用开口朝下且钢板10内部填充混凝土的倒U形钢,钢板10通过栓钉9与混凝土共同形成组合截面。钢板10内部填充混凝土,可以有效防止侧部钢板10的局部屈曲,提高钢板10的极限抗弯承载力;同时避免混凝土裂缝暴露在空气中引起的结构损伤,结构的安全性和耐久性较好。钢板10对内部填充混凝土也有约束作用,可以增加主板1截面的刚度和延性。钢板10可作为混凝土的模板,减少模板数量和支模工序,且混凝土浇筑厚度较小,避免内部过大的水化热导致的混凝土的开裂,提升结构性能,节省制作成本,提高生产效率。

[0110] 如图12所示,内侧斜撑加劲复合工字钢-混凝土叠合板刚度调节板主要由工字钢13、斜向支撑加劲肋14、预制混凝土板20和后浇混凝土层组成。预制混凝土板20搭设于工字钢13上,作为后浇混凝土层施工时的模板,并与后浇混凝土层形成叠合板共同受力。在所述的预制混凝土板20中预设外伸的胡子钢筋21和弯起抗剪钢筋22。预制混凝土板20和后浇混凝土层通过胡子钢筋21、弯起抗剪钢筋22以及其界面粘结力完成连接;钢板10和后浇混凝土层通过栓钉9完成连接。在工字钢13上翼缘搭设预制混凝土板20,这种结构具有节省模板、加快施工速度、减少临时支撑的优点。对于主板1需要快速修复,减少现场施工作业是十分有利的。

[0111] 如图13所示,其与图7的区别为采用的连接件为U型混合配筋连接,图7采用栓钉连接。

[0112] 如图14所示,U型钢筋16通过焊接与钢板10连接,沿主板1横向U型钢筋16间距在100-250mm,在U型钢筋16顶部两端绑扎分布钢筋24,分布钢筋24应沿主板1纵向全断面布置。U型钢筋16三面与混凝土接触,进一步增大接触面积,同时上方绑扎的分布钢筋24可以将混凝土部分受力更好传递至下部钢板10,发挥其力学性能,现场施工简单,高效,同时保证连接的可靠性。

[0113] 如图15所示,若主板1在平面上为长方形,其配套的限位装置包括设于轨道板4四角的侧向限位块15、设于主板1与邻近的轨道板4之间的钢板-橡胶复合耗能元件以及设于主板1与侧向限位块15之间的钢板-橡胶复合耗能元件。四角均匀布置,通过外加侧向限位块15实现限位功能,使得轨道板4结构形式一致,提供制作安装效率。除此之外,这种四角均匀布置的限位装置便于结构服役后的维修与更换,不用拆卸原有轨道板4与钢轨2,缩短维修时间,大大提高结构寿命,符合目前土木工程结构模块化发展的趋势。

[0114] 如图16所示,钢板10上焊接穿孔钢板18并焊植栓钉9,穿孔钢板18的每个孔洞设置贯通钢筋17。混凝土浇注时,填充孔洞的混凝土形成混凝土销,孔洞中的贯通钢筋17将混凝土板与连接件紧密的连接在一起,贯通钢筋17和孔洞内的混凝土销与栓钉9共同工作,能够共同产生一个抵抗力防止钢板10和混凝土的分离,极大提升连接件的抗剪能力和抗疲劳性能。

[0115] 如图17所示,主板1可以视为支承在梁体5的微型桥梁,在梁体5伸缩缝上方支承钢轨2,而梁体5通过梁体支座7支承在桥墩8上。与图5的区别在于主板1平面上为“几”字形结构,其相应的限位装置也不同。

[0116] 如图18所示,若主板1在平面上为“几”字形,主板1“几”字形结构与首尾邻近的轨道板4“U”字形结构错位楔形布置,与轨道板4产生横向和纵向连接面,保证主板1双向平稳性,从而实现限位要求。

[0117] 本发明的特征还在于钢板-橡胶复合耗能元件的耗能元件钢板11采用焊接方式与限位装置预埋钢板连接,且预埋钢板下应布置局部承压钢筋网。

[0118] 本发明的特征还在于主板1可选择简支结构体系,主板支座6设置允许沿轨道板4纵向水平移动,但不可横向移动。

[0119] 本发明的特征还在于主板1的最小自重应能保证在梁体5的梁端转角、竖向错位等因素影响下不发生上抬,高度与轨道板4高度匹配。

[0120] 本发明的特征还在于主板1支座中心线应与梁体5支座中心线设计在同一竖直面

上。

[0121] 本发明的特征还在于主板1中的混凝土采用新型自密实自流动混凝土。

[0122] 本发明的特征还在于新型自密实自流动混凝土的原材料为:(a)水泥:采用普通42.5硅酸盐水泥;(b)粉煤灰:I级粉煤灰;(c)砂:河砂,中砂,细度模数2.58,II区级配合格,堆积密度 $1576\text{kg}/\text{m}^3$,表观密度 $2610\text{kg}/\text{m}^3$;(d)石:碎石,5—20mm连续级配合格,针片状含量为9.2%,压碎指标3.4,堆积密度 $1470\text{kg}/\text{m}^3$,表观密度 $2700\text{kg}/\text{m}^3$;(e)减水剂:高效减水剂,减水率大于25%。

[0123] 本发明的特征还在于新型自密实自流动混凝土拌制完成之后,应进行坍落度试验、L型流动仪试验、U型仪试验、V漏斗试验。

[0124] 本发明的特征还在于坍落度试验、L型流动仪试验、U型仪试验、V漏斗试验应满足以下标准:坍落度应控制在 $240\text{mm}\sim 270\text{mm}$;坍落扩展度应控制在 $600\text{mm}\sim 700\text{mm}$;U型仪试验高度差 Δh 应小于 30mm ;V漏斗通过时间应控制在 $4\text{s}\sim 25\text{s}$ 。

[0125] 本发明的特征还在于新型自密实自流动混凝土在浇注之前半小时,用水充分润湿钢板10。

[0126] 本发明的特征还在于新型自密实自流动混凝土在浇注之前,应在钢板10上撒细

砂。

[0127] 本发明的特征还在于细砂的细度模数为1.6~2.2;含泥量不大于3.0%。

[0128] 本发明提供了一种无砟轨道刚度调节装置可以满足列车荷载、温度荷载、梁体挠曲、梁体伸缩对结构本身的要求,同时调节梁体转角和竖向错位,减小扣件上拔力,保证行车安全性和旅客舒适度。

[0129] 实施时,提供一种无砟轨道刚度调节装置,包括用于支承在钢轨底部的主板、设于主板底部的主板支座以及用于限制主板在水平方向上沿轨道板纵向和横向移动的限位装置。主板由设置在梁体伸缩缝两侧梁体或者桥台上的主板支座支承,在梁体伸缩缝上方支承钢轨;限位装置实现横向和纵向限位要求,其与主板之间设有钢板-橡胶复合耗能元件,缓冲结构变形能。主板采用组合板件,钢板和新型自密实自流动混凝土之间设有U型混合配筋连接、穿孔钢板-栓钉-贯通钢筋复合连接或者栓钉连接,提高共同工作和抗疲劳性能。本发明的无砟轨道刚度调节装置不仅满足列车荷载、温度荷载、梁体挠曲、梁体伸缩对结构本身的要求,还可以显著降低主板截面高度,方便与扁平的轨道板高度匹配,同时增加主板底面与梁体顶面的净空高度,为梁体转动和竖向位移提供足够的净空,减小梁体变形对轨道板结构的影响,减小扣件上拔力,保证列车行车安全性和旅客舒适度。

[0130] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的保护范围,凡是利用本发明说明书内容所作的等效结构变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

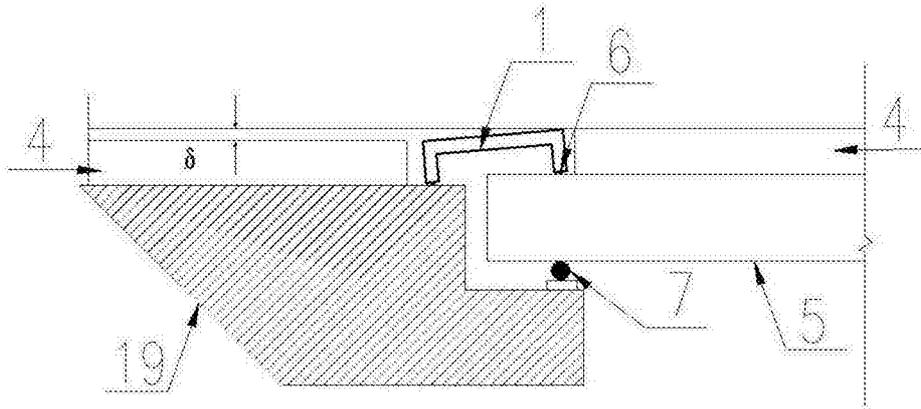


图1

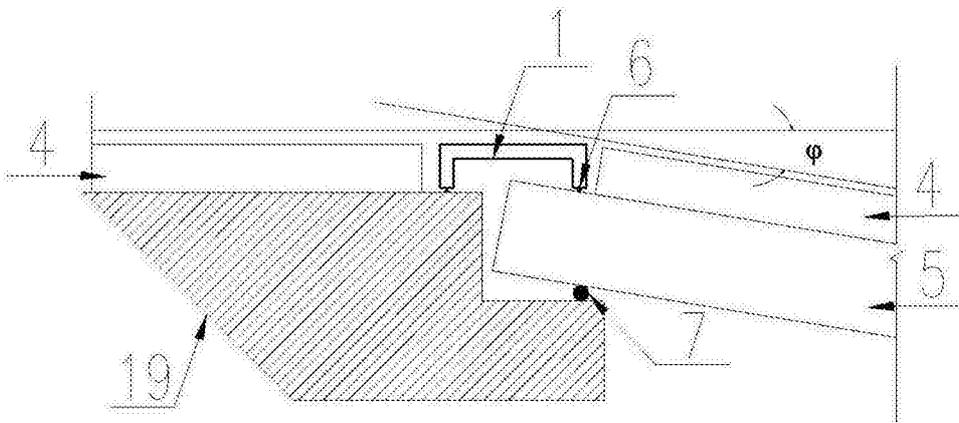


图2

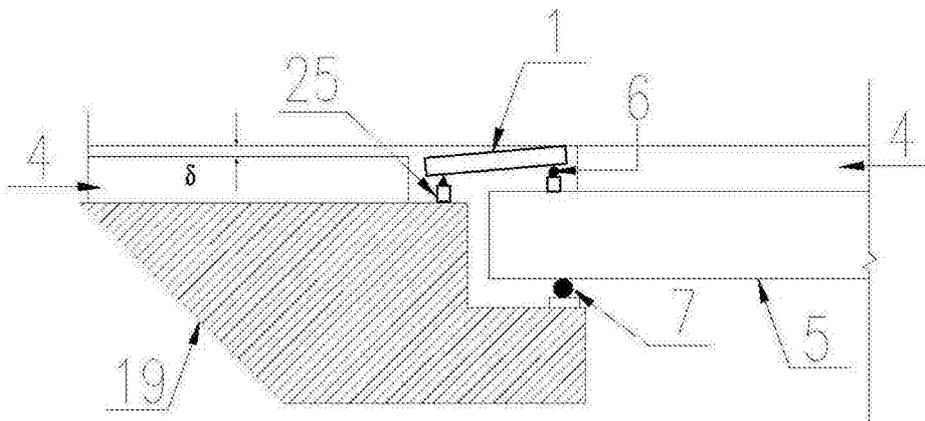


图3

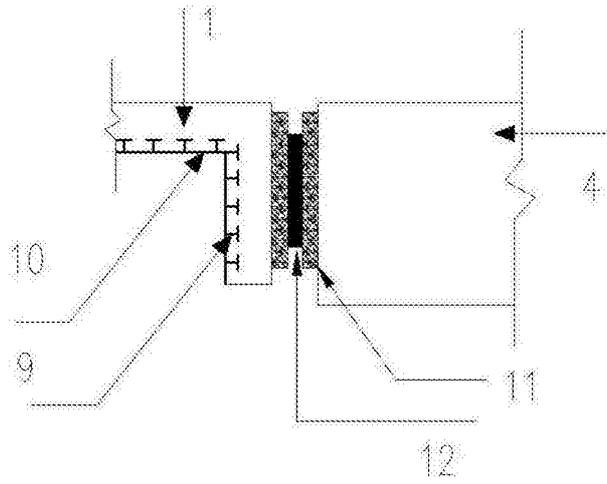


图6

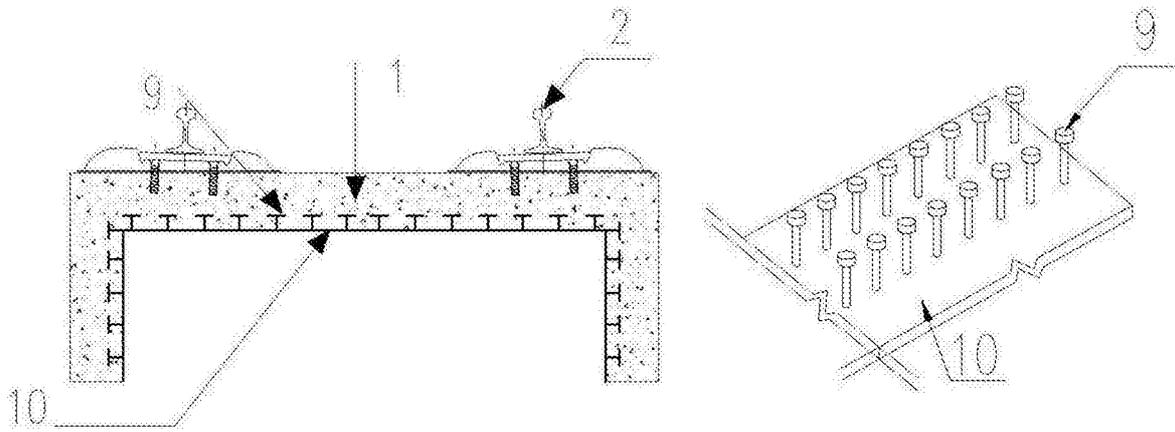


图7

图8

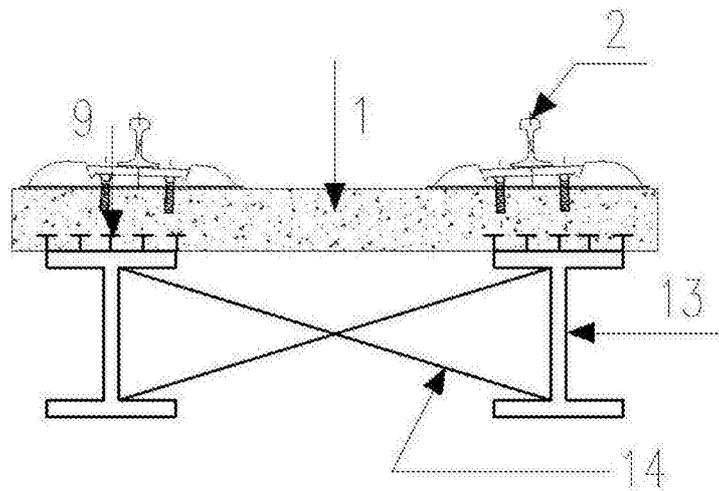


图9

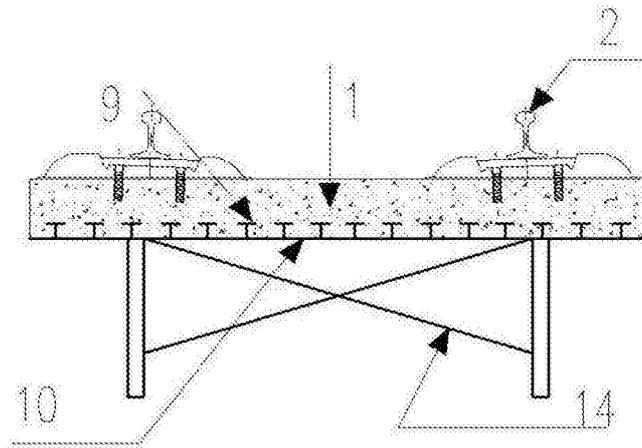


图10

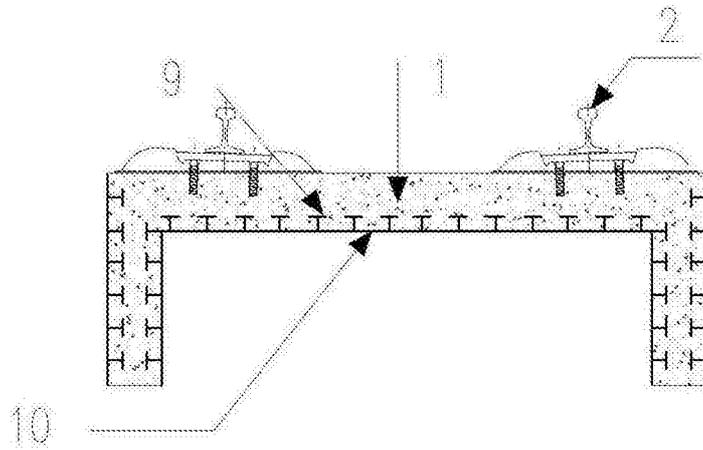


图11

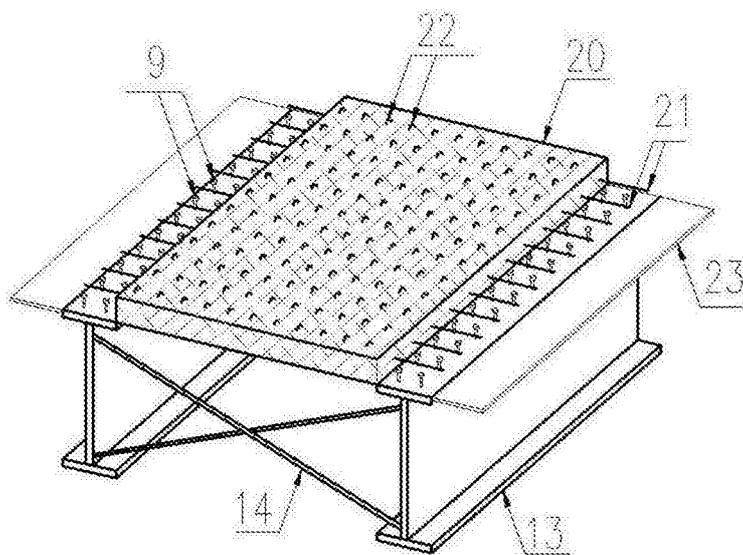


图12

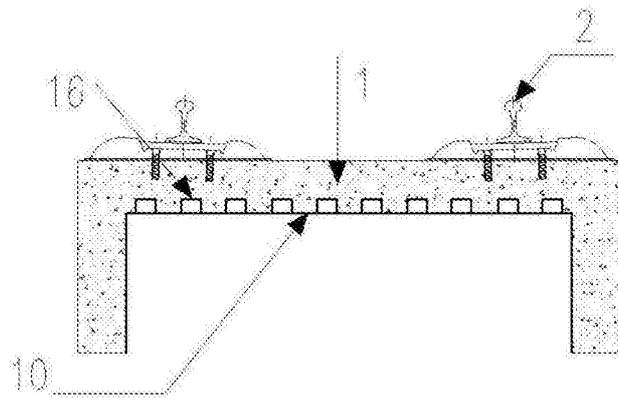


图13

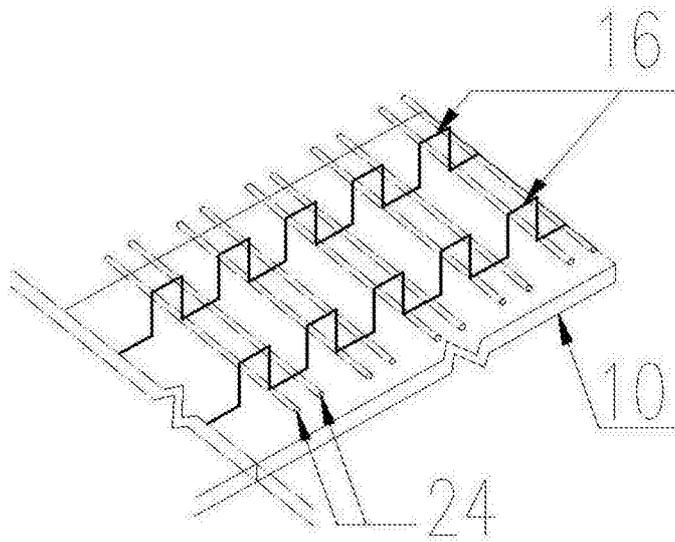


图14

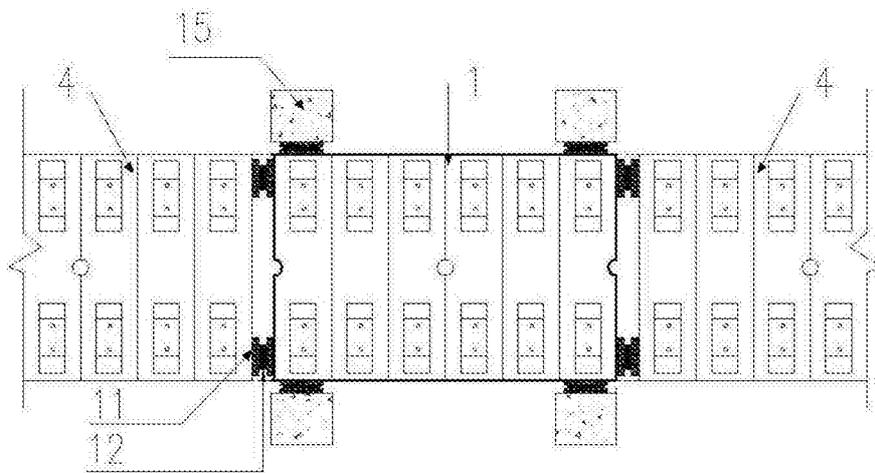


图15

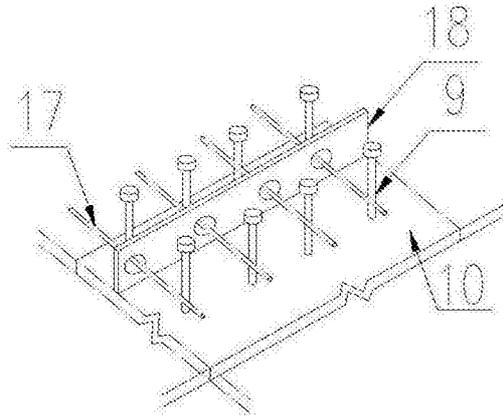


图16

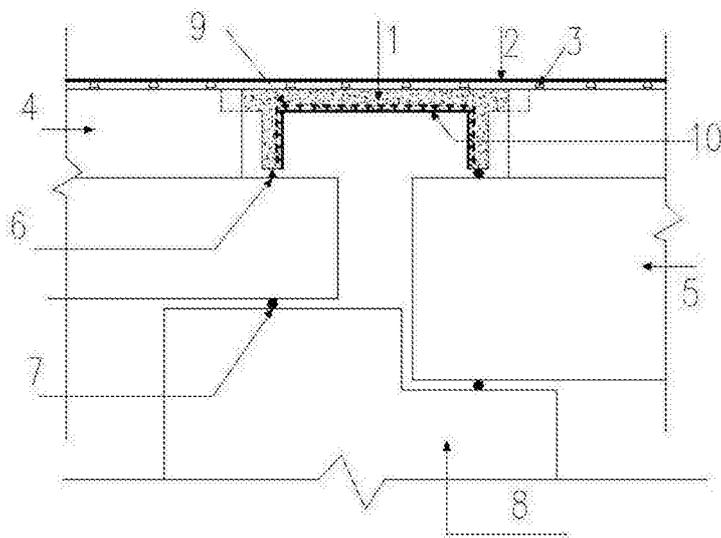


图17

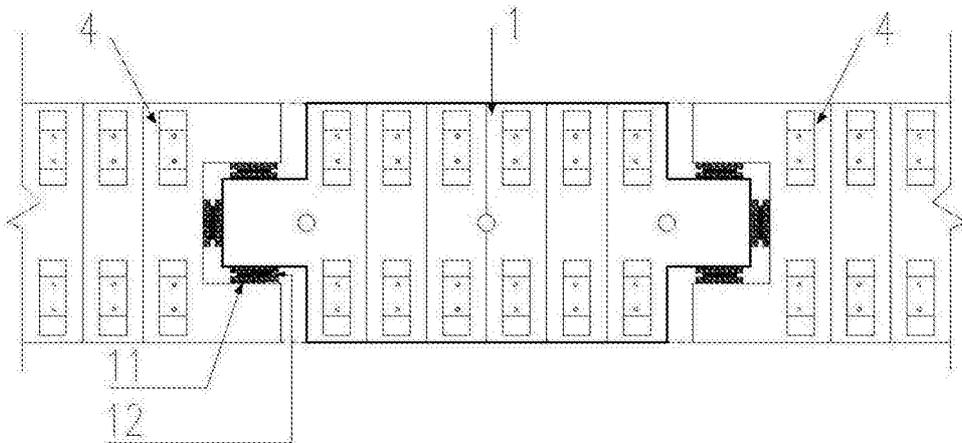


图18