

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 10 月 18 日 (18.10.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/188248 A1

- (51) 国际专利分类号:
B23K 26/348 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/099085
- (22) 国际申请日: 2017 年 8 月 25 日 (25.08.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710234036.X 2017年4月11日 (11.04.2017) CN
201710234046.3 2017年4月11日 (11.04.2017) CN
- (71) 申请人: 中车青岛四方机车车辆股份有限公司(CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
- (72) 发明人: 韩晓辉(HAN, Xiaohui); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。

赵延强(ZHAO, Yanqiang); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
刘永刚(LIU, Yonggang); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
刘龙玺(LIU, Longxi); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
陶传琦(TAO, Chuanqi); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
方喜凤(FANG, Xifeng); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
高瑞全(GAO, Ruiquan); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。

(74) 代理人: 北京路浩知识产权代理有限公司(CN-KNOWHOW INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LIMITED); 中国北京市海淀区丹棱街 3 号中国电子大厦 B 座 18 层, Beijing 100080 (CN)。

(54) Title: BEAM STRUCTURE AND COMPOSITE WELDING METHOD FOR USE WITH BEAM STRUCTURE

(54) 发明名称: 一种梁结构以及梁结构的复合焊接方法

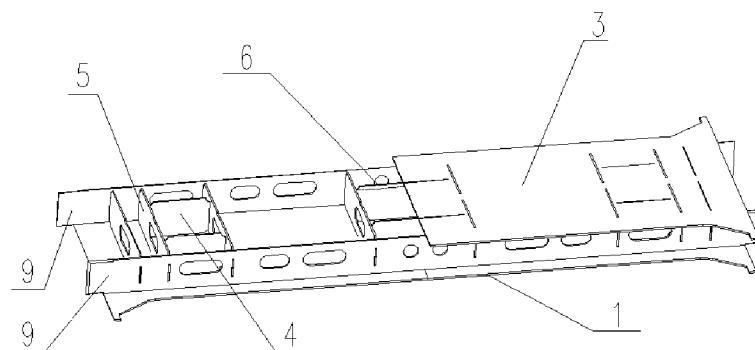


图 1

(57) Abstract: A beam structure and a composite welding method for use with the beam structure, the beam structure comprising: a lower cover plate (3), an upper cover plate (1), and two side webs (9) which are connected between the upper cover plate (1) and the lower cover plate (3), the two side webs (9) being arranged perpendicular to the upper cover plate (1) and the lower cover plate (3), respectively, so as to form a hollow box-shaped structure; the box-shaped structure is internally welded with a rib plate (4), the rib plate (4) extending a plurality of plug connectors (6) outward; each plug connector (6) is inserted onto the upper cover plate (1), the two side webs (9) and the lower cover plate (3), respectively, and each plug connection position is welded fixed to an outer portion of the box-shaped structure by means of laser-metal active gas (MAG) composite welding. The method comprises: S1, sequentially assembling the two side webs (9), the rib plate (4) and the lower cover plate (3) on the upper cover plate (1) so as to form the box-shaped structure; S2, welding each connection position from the outer portion of the box-shaped structure by means of laser-MAG composite welding according to a means of welding from short to long, welding from a center to two ends, and welding symmetrically. By means of composite welding, welding deformation may be reduced, thus solving the problem of severe residual stress, and effectively improving welding quality.



(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种梁结构以及梁结构的复合焊接方法, 所述梁结构包括下盖板(3)、上盖板(1)、以及连接在上盖板(1)和下盖板(3)之间的两侧腹板(9), 且两侧腹板(9)分别与上盖板(1)和下盖板(3)垂直设置, 以构成中空的箱型结构; 箱型结构内焊接有筋板(4), 筋板(4)向外伸出多个插接头(6); 各个插接头(6)分别插装在上盖板(1)、两侧腹板(9)和下盖板(3)上, 各个插接头通过激光-MAG复合焊由箱型结构的外部焊接固定。所述方法包括: S1、依次在上盖板(1)上装配两侧腹板(9)、筋板(4)和下盖板(3), 以形成箱型结构; S2、通过激光-MAG复合焊, 按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式, 从所述箱型结构的外部对各个连接处焊接。通过复合焊接可以减小焊接变形, 解决残余应力严重的问题, 有效提高焊接质量。

一种梁结构以及梁结构的复合焊接方法

交叉引用

本申请引用于 2017 年 04 月 11 日提交的专利名称为“一种枕梁的复合焊接方法、枕梁及具有该枕梁的轨道车辆”的第 2017102340463 号中国专利申请，以及同样于 2017 年 04 月 11 日提交的专利名称为“牵引梁的复合焊接方法、牵引梁及具有该牵引梁的轨道车辆”的第 201710234036X 号中国专利申请，上述专利申请通过引用被全部并入本申请。

技术领域

10 本发明涉及轨道交通及机械制造领域，尤其涉及一种梁结构以及梁结构的复合焊接方法。

背景技术

随着国内城市轨道交通的迅速普及与车辆行驶速度的大幅提升，对于构成车体主要部件的梁结构（枕梁、牵引梁）提出了更高的设计和使用要求。

应用于轨道车辆的梁结构是连接、承载车体与转向架的关键部件，也是车体和转向架之间的驱动力传输的主要部件。现有轨道车辆中，以地铁车辆为例，地铁车辆的不锈钢车体基本采用奥氏体不锈钢材料制造，仅牵引梁和枕梁结构仍采用厚板碳钢材料。经过多年的持续研究改进，此种类型车体的轻量化程度已基本达到极限。由于不锈钢材料强度要高于普通碳钢材料，开发设计不锈钢梁结构，可以大大降低板厚，从而达到车体进一步轻量化的目的。同时，由于不锈钢具有很好的耐蚀性，用不锈钢梁结构取代传统碳钢材料梁结构，可以无需涂装处理，降低不锈钢车体制造和维护成本。

25 但是，由于不锈钢材料具有热导率低的特点，采用传统电弧焊的方法焊接不锈钢结构时易产生较大的残余应力和变形，故而直接用不锈钢材料简单取代既有碳钢材料的梁结构时，因焊接量大、结构的变形和残余应力严重，而无法保证结构件的尺寸要求，对其后期的服役安全性（如应力腐

蚀性能)也有不利的影响。因此,对于不锈钢梁结构件,为了减小焊接变形,提高焊接质量,宜采用高能量密度热源的焊接方法,如激光焊、电子束焊等。

激光焊具有熔深大、效率高,焊接变形和应力小等优点,但这种方法对结构件的装配精度要求苛刻,从焊接制造角度工程化应用面临很大的困难;电子束焊需要真空环境,对于大型复杂结构的焊接实现起来较为困难。因此,要采用不锈钢材料替代碳钢梁结构,结构和工艺上还需要提出新思路、新方法。

发明内容

(一)要解决的技术问题

本发明要解决的技术问题是:提供一种梁结构以及梁结构的复合焊接方法,通过复合焊接可以减小焊接变形,解决残余应力严重的问题,有效提高焊接质量。

(二)技术方案

为了解决上述技术问题,本发明提供了一种梁结构,包括下盖板、上盖板、以及连接在所述上盖板和下盖板之间的两侧腹板,且两侧所述腹板分别与上盖板和下盖板垂直设置,以构成中空的箱型结构;所述箱型结构内焊接有筋板,所述筋板向外伸出有多个插接头;各个所述插接头分别插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上,各个插接处通过激光-MAG复合焊由所述箱型结构的外部焊接固定。

具体地,所述箱型结构内焊接有筋板组成,所述筋板组成由多个所述筋板预先组装焊接而成。

具体地,所述箱型结构的端部焊接有车钩安装组件,且内部焊接有至少一个所述筋板。

具体地,所述筋板组成包括纵向筋板和横向筋板,多个所述横向筋板的两端分别角接在一对所述纵向筋板的内侧,每个所述横向筋板和纵向筋板之间的角接处分别通过激光-MAG复合焊焊接固定;每个所述横向筋板或纵向筋板的任一端部均设有至少一个所述插接头。

具体地,所述车钩安装组件包括车钩安装板、安装固定板和加强筋,所述腹板的端部向外延伸有延长板,所述车钩安装板角接于所述延长板的

端部，并焊接在所述上盖板和下盖板之间，所述车钩安装板分别与所述上盖板、腹板和下盖板垂直设置，所述安装固定板倾斜的设置于所述延长板的外侧，且一端与所述车钩安装板焊接，另一端与所述延长板焊接；在所述腹板与延长板的连接处的两侧对称的焊接有所述加强筋。

5 具体地，所述上盖板、腹板和下盖板上分别设有多个插接槽，各个所述插接头与所述插接槽可插接地配合，以将所述筋板插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上；所述插接头与所述插接槽之间通过激光-MAG 复合焊焊接固定。

10 具体地，所述插接头插接在插接槽内时，所述插接头与插接槽之间设有焊接间隙，所述焊接间隙不超过 0.5mm。

另一方面，本发明提供了一种梁结构的复合焊接方法，包括以下步骤：

S1、依次在上盖板上装配两侧腹板、筋板和下盖板，以形成箱型结构；

15 其中，所述筋板向外伸出有多个插接头，各个所述插接头分别插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上；所述上盖板与下盖板相对设置，所述两侧腹板连接在所述上盖板和下盖板之间；

S2、通过激光-MAG 复合焊，按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式，从所述箱型结构的外部对各个连接处进行焊接。

进一步地，所述步骤 S1 之前还包括：

S101、将多个横向筋板的两端分别角接在一对纵向筋板的内侧；

20 S102、通过激光-MAG 复合焊，将相连的所述横向筋板和纵向筋板之间的角接处焊接固定，以形成一组筋板组成，从而将所述筋板以所述筋板组成的方式装配到所述上盖板上；

其中，所述横向筋板为在所述上盖板上横向放置的所述筋板，所述纵向筋板为在所述上盖板上纵向放置的所述筋板。

25 进一步地，所述步骤 S1 还包括：在所述上盖板的端部设置车钩安装组件；

其中，所述车钩安装组件包括车钩安装板、安装固定板和加强筋，所述腹板的端部向外延伸有延长板，所述车钩安装板角接于所述延长板的端部，并焊接在所述上盖板和下盖板之间，所述车钩安装板分别与所述上盖板、腹板和下盖板垂直设置，所述安装固定板倾斜的设置于所述延长板的

30

外侧，且一端与所述车钩安装板焊接，另一端与所述延长板焊接；在所述腹板与延长板的连接处的两侧对称的焊接有所述加强筋。

进一步地，所述上盖板、两侧腹板和下盖板上分别设有多个插接槽，所述步骤 S1 包括：

5 S121、将所述筋板下部的插接头插装在所述上盖板的插接槽内；

S122、将所述筋板两侧的插接头分别插装在两侧所述腹板的插接槽内，以使两侧所述腹板分别与所述下盖板垂直；

S123、将所述筋板上部的插接头插装在所述下盖板的插接槽内，以使所述上盖板与下盖板相对设置。

10 进一步地，所述插接头插装在所述插接槽内时，所述插接头与插接槽之间设有焊接间隙，所述焊接间隙不超过 0.5mm。

进一步地，所述步骤 S2 包括：

S201、分别对所述筋板与所述下盖板、两侧腹板和上盖板之间的各个插接处进行焊接；

15 S202、按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式，分别对所述上盖板、两侧腹板和下盖板的相连处进行焊接。

另一方面，本发明还提供一种轨道车辆，其包括如上所述的梁结构，所述梁结构通过如上文所述的梁结构的复合焊接方法焊接而成。

（三）有益效果

20 本发明的上述技术方案具有以下有益效果：本发明所述的梁结构的复合焊接方法中，通过激光-MAG 复合焊焊接不锈钢材质的梁结构，并对筋板的插接结构进行优化，使得制造时可以先将箱型结构组装成型，然后再从外部直接对箱型结构的各个连接处进行焊接，从而使梁结构能够整体采用不锈钢材料替代耐候钢材料，实现梁结构的轻量化，提高梁结构的耐蚀
25 性；通过插接和角接的焊接连接方式，将待焊焊缝置于箱型结构的外表面，以适应激光-MAG 复合焊的单面焊双面成型的工艺，以插接结构自身刚度实现梁结构焊接自约束，发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势，实现不锈钢梁结构免调修制造工艺，从而有效提高轨道车辆的制造加工效率，并降低生产成本。

30 附图说明

图 1 为本发明实施例的梁结构的结构示意图；

图 2 为本发明实施例的梁结构的结构示意图；

图 3 为本发明实施例的插接头与插接槽的装配正视图；

图 4 为本发明实施例的插接头与插接槽的装配侧视图；

5 图 5 为本发明实施例的插接头与插接槽的装配俯视图；

图 6 为本发明实施例的插接槽的结构示意图；

图 7 为本发明实施例的带有插接头的筋板的结构示意图；

图 8 为本发明实施例的梁结构的复合焊接方法流程图；

图 9 为本发明实施例的梁结构的结构示意图；

10 其中，1、上盖板；2、安装座；2'、延长板；3、下盖板；4、横向筋板；5、纵向筋板；5'、车钩安装板；6、插接头；7、插接槽；8、端板；8'、安装固定板；9、腹板；10、限位支撑；11、止裂槽；12、倒角；13、加强筋。

具体实施方式

15 下面结合附图和实施例对本发明的实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不能用来限制本发明的范围。

在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上；除非另有说明，“缺口”的含义为除截面平齐外的形状。术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“前端”、“后端”、“头部”、“尾部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

20

实施例一

参看图 1，本实施例提出一种梁结构，包括下盖板 3、上盖板 1、以及连接在上盖板 1 和下盖板 3 之间的两侧腹板 9，且两侧腹板 9 分别与上盖板 1 和下盖板 3 垂直设置，以构成中空的箱型结构；该箱型结构内焊接有筋板 4，筋板 4 向外伸出有多个插接头；各个插接头分别插装在上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 上，各个插接处通过激光-MAG 复合焊由所述箱型结构的外部焊接固定。

25

30 实施例二

本实施例提出一种梁结构，如图 2 所示，该梁结构采用奥氏体不锈钢材料 SUS301L 替代耐候钢材料，实现梁结构的轻量化，提高梁结构的耐腐蚀性。

具体地，该梁结构包括下盖板 3、上盖板 1、以及连接在上盖板 1 和下盖板 3 之间的两侧腹板 9，且两侧腹板 9 分别与上盖板 1 和下盖板 3 垂直设置，下盖板 3、两侧腹板 9 和上盖板 1 之间焊接构成中空的箱型结构，箱型结构内焊接有筋板组成，筋板组成是由多个筋板预先组装焊接而成的，组装好的筋板组成向外伸出有多个插接头 6，以便后续插装作业。图 2 中为了便于展示箱形结构的内部构造，未将下盖板 3 完整示出；筋板组成分别与下盖板 3、两侧腹板 9 和上盖板 1 之间插接组装，插接处通过激光-MAG 复合焊焊接固定，焊接时直接由箱型结构的外部对箱型结构上的各个插接处进行焊接。

上述的 MAG 是熔化极活性气体保护电弧焊的英文简称，其英文全称为 metal active-gas welding。

激光-电弧复合焊接工艺是将单独的激光焊接和电弧焊接综合而成的。目前，电弧焊接早已大量应用于生产实践，但其焊接效率低、变形大、耗材昂贵，对焊工要求高，可焊合金种类有限。激光焊接应用的时间虽不长，但是，由于焊接功率密度高、熔宽比大，焊速快、变形小，得到了广泛的研发应用。但是，大功率激光器价格昂贵，搭桥能力差，对焊接预处理要求高。将激光、电弧复合起来，同时作用于焊接件，其效果不只是两种焊接作用的简单叠加，而是可以起到“1+1>2”的协同效果。

激光-电弧复合焊接时，电弧可以降低母材对激光的反射率，从而降低光致等离子体的屏蔽作用，提高能量利用率，降低对激光器的功率要求；而激光可以为电弧提供导电通路，吸引、压缩电弧，起到稳弧和增加熔深的效果。因此，激光-电弧复合焊接能够通过热源相互作用弥补单热源焊接的缺点，具备焊接熔深大、加工速度快、工件变形小、熔池桥接能力强、可焊材料多等诸多优点。

激光-MAG 复合焊接不仅具有将激光、电弧能量有效耦合的优点，而且能够轻易通过焊丝材料的填充来调整焊缝成分及组织结构以消除焊缝冶金缺陷。同时，能够通过填充金属扩大焊接工件的装配公差，减少工件

坡口加工和装夹的精度要求，有效消除单独激光焊接厚板时咬边、未焊满等焊缝缺陷，更大程度的增加焊接熔深和焊接速度，提高焊接可焊范围。

本实施例的梁结构中，优选先将多个筋板预组装并通过激光-MAG 复合焊焊接固定形成筋板组成，然后再通过激光-MAG 复合焊进行梁结构的整体结构焊接；筋板组成上向外伸出有多个插接头 6，下盖板 3、腹板 9 和上盖板 1 上分别设有多个插接槽 7，利用各个插接头 6 与插接槽 7 之间的插接配合，从而在至少一组筋板组成上依次插装下盖板、两侧腹板以及上盖板，以构成中空的箱型结构，从而将待焊焊缝置于箱型结构的外表面，并通过激光-MAG 复合焊直接从箱型结构的外部将插接头 6 与插接槽 7 之间焊接固定，就能适应激光-MAG 复合焊的单面焊双面成型的工艺，插接头 6 与插接槽 7 的插接配合具有很好的自身刚度，能够实现梁结构焊接的自约束，从而发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势，从而实现不锈钢梁结构的免调修制造工艺。

为了实现梁结构的良好承重性，且确保筋板组成与箱形结构各部件的可靠拼装，以便后续进行焊接时确保装配精度和焊接参数符合要求，优选筋板组成包括纵向筋板 5 和横向筋板 4；其中，横向筋板 4 为在上盖板 1 上横向放置的筋板，所述纵向筋板 5 为在所述上盖板 1 上纵向放置的筋板。

多个横向筋板 4 的两端分别角接在一对纵向筋板 5 的内侧，且角接的横向筋板 4 和纵向筋板 5 之间为优选相互垂直，每个横向筋板 4 和纵向筋板 5 之间的角接处分别通过激光-MAG 复合焊焊接固定；每个横向筋板 4 或纵向筋板 5 的任一端部均设有至少一个插接头 6；当横向筋板 4 或纵向筋板 5 的任一端部同时设有多个插接头 6 时，每一端部上相邻两个插接头 6 之间均设有限位支撑 10，利用限位支撑 10 可以确保插接槽 7 和插接头 6 之间的插接强度，避免插接组装时插接头 6 或插接槽 7 断裂；当插接头 6 插装在插接槽 7 内时，插接头 6 与插接槽 7 之间设有焊接间隙，焊接间隙不超过 0.5mm，预留焊接间隙可以保证在使用激光-MAG 复合焊焊接时，能够使焊条很好的填充在焊接接缝内，确保实现单面焊双面成型的工艺，使得梁结构的焊缝具有焊接间隙窄、深熔、良好间隙适应性的特点。

本实施例中，梁结构优选采用 4mm~8mm 的 SUS301L 系列奥氏体不

锈钢材料替代 5mm~16mm 的耐候钢材料，在材料选用的角度实现梁结构的轻量化，提高了防腐性能；另外，借助激光-MAG 复合焊深熔的优点实现接头全熔透，大大降低了熔敷金属填充量，进一步实现轻量化。

其中，筋板组成优选为矩形结构，即两个横向筋板 4 相对设置，且每个横向筋板 4 的两端分别角接在两个纵向筋板 5 之间；为了便于插接在上盖板 1、下盖板 3 或腹板 9 的插接槽 7 内，横向筋板 4 和纵向筋板 5 均为矩形，其中，纵向筋板 5 的四条边上均设有插接头 6，两条长边上各设有两个插接头 6，两条短边上各设有一个插接头 6，插接头 6 向外伸出，且在两条长边上的相邻两个插接头 6 之间设有一缺口，以作为限位支撑 10，用以装配限位和焊接自约束，同时在上盖板 1 和下盖板 3 上用于插装长边上的两个插接头 6 的位置对应设置两个插接槽 7，两个插接槽 7 之间间隔一定距离，以便于相邻两个插接头 6 之间的缺口可以为两个插接槽 7 的间隔处提供足够的支撑力，防止插接槽 7 因过长断裂，同时对相邻两个插接头 6 进行限位固定，有效防止插接头 6 与插接槽 7 之间插装错位，保证插装稳定。

如图 3~图 7 所示，插接头 6 为设置于纵向筋板 5 端部的凸板，凸板的厚度为 t ，插接槽 7 的宽度为 H ，凸板的长度为 L ，插接槽 7 的长度为 L' ，则有 $0 \leq (H-t) \leq 0.5\text{mm}$ ，且 $0 \leq (L'-L) \leq 0.5\text{mm}$ ，以确保插接头 6 和插接槽 7 之间预留有不超过 5mm 的焊接间隙，优选焊接间隙均为 0.5mm 的焊接间隙限制保证了装配可行性，又在激光-MAG 复合焊间隙适应性范围内，以适应激光-MAG 复合焊接的间隙容忍度及实际焊接时工艺参数对间隙的适应性，且确保焊缝一致性强。

设置于上盖板 1、下盖板 3 和腹板 9 上的插接槽 7 优选为矩形，且四角分别开有止裂槽 11，规避装配障碍的同时，消除插接头 6 与插接槽 7 之间的内应力，防止焊接和承重时插接槽 7 四角开裂，影响结构件整体强度；在插接槽 7 的施焊侧开具有便于倒角 12，倒角 12 的角度优选为 20° 、深度优选为 2mm，用于激光-MAG 复合焊的焊缝跟踪和熔敷金属填充。

优选插接头 6 插装在插接槽 7 内时，插接头 6 的端面与插接槽 7 的表面平齐，以保证焊接后焊缝表面平整、以及焊缝的连接强度可靠。

下盖板 3 和上盖板 1 分别通过 T 形接头与两侧腹板 9 焊接，T 形接头

有利于消除应力集中和便于激光-MAG 焊接, 优选 T 形接头不留间隙, 但同样可在腹板 9 施焊侧开角度为 20° 、深度为 2mm 的坡口, 以保证焊缝表面成型; 在腹板 9 上沿轴向开设有多个长圆孔, 用以在保持其原有结构强度的基础上, 进一步减少连接部件自身重量。

- 5 本实施例的梁结构还包括安装座 2, 安装座 2 用于安装空气弹簧, 安装座 2 固定于下盖板 3 的两端的面板上, 且其外部围绕有筋板组成, 即有一组筋板组成的横向筋板 4 和纵向筋板 5 围绕安装座 2 外角接构成矩形结构, 以保证安装座 2 周围的承重强度; 在两个安装座 2 之间优选插装焊接有至少一组筋板组成, 从而确保梁结构中部的承重强度和抗弯曲强度; 本
- 10 实施例一的梁结构上还焊接固定有空气弹簧和牵引销座板(图中未示出)。

本实施例的梁结构可以优选地用作轨道车辆的枕梁。

实施例三

- 本实施例提出了一种梁结构的复合焊接方法, 利用该方法能够焊接制造如实施例一所述的梁结构, 使得梁结构能够整体采用不锈钢材料替代耐
- 15 候钢材料, 实现梁结构的轻量化, 提高梁结构的耐蚀性, 且具有单面焊接双面成型的工艺效果, 可以减小焊接变形, 解决残余应力严重的问题, 有效提高焊接质量, 实现不锈钢梁结构免调修制造工艺。

如图 8 所示, 该方法包括以下步骤:

- S1、依次在上盖板上装配两侧腹板、筋板和下盖板, 以形成箱型结构;
- 20 其中, 所述筋板向外伸出有多个插接头, 各个所述插接头分别插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上; 所述上盖板与下盖板相对设置, 所述两侧腹板连接在所述上盖板和下盖板之间;

S2、通过激光-MAG 复合焊, 按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式, 从所述箱型结构的外部对各个连接处进行焊接。

- 25 其中, 所述步骤 S1 之前还包括:

S101、将多个横向筋板的两端分别角接在一对纵向筋板的内侧;

S102、通过激光-MAG 复合焊, 将相连的所述横向筋板和纵向筋板之间的角接处焊接固定, 以形成一组筋板组成, 从而将所述筋板以所述筋板组成的方式装配到所述上盖板上;

- 30 其中, 所述横向筋板为在所述上盖板上横向放置的所述筋板, 所述纵

向筋板为在所述上盖板上纵向放置的所述筋板。

5 本方法通过先预组装筋板组成，然后完成梁结构各部件的插装，通过插接和角接的焊接连接方式，将待焊焊缝置于箱型结构的外表面，为后续的直接从外部进行整体焊接工序提供结构基础，以适应激光-MAG 复合焊的单面焊双面成型的工艺，同时有效减少焊接长度，以多组短焊缝替代长焊缝，确保后续焊接强度，最后直接在外进行有序焊接，充分发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势，实现不锈钢梁结构免调修制造工艺；此外上述工序更加有利于工业流水化生产作业，大大降低生产成本，且由于采用激光-MAG 复合焊有效降低装配尺寸要求，有效提高流水化生产的质量控制，提高生产效率。

完成焊接后的筋板组成构成一矩形结构，可以直接利用横向筋板 4 和纵向筋板 5 向外伸出的插接头 6 对应插装在上盖板 1、下盖板 3 和腹板 9 上的插接槽 7 内，在梁结构的箱型结构内部形成网格状结构，从而同时增加梁结构的承重性、抗弯抗压性、以及抗剪切性。

15 本方法中，为了便于插接，在下盖板 3、两侧腹板 9 和上盖板 1 上分别设有多个插接槽 7，通过插接组装，将各个预留焊缝留在梁结构外表面，直接从外部进行单面焊接即可。具体的，步骤 S1 包括以下步骤，

S121、将筋板（4，5）下部的插接头 6 插装在上盖板 1 的插接槽 7 内；

20 S122、将筋板（4，5）两侧的插接头 6 分别插装在两侧腹板 9 的插接槽 7 内，以使两侧腹板 9 分别与下盖板 3 垂直；

S123、将筋板（4，5）上部的插接头 6 插装在下盖板 3 的插接槽 7 内，以使上盖板 1 与下盖板 3 相对设置，从而完成梁结构的完整组装，以便同步进行后续的焊接工序。

25 此外，由于下盖板 3 上还安装有安装座 2，且在梁结构的两端通过端板 8 封闭，故而提供另一种步骤 S1 的细化步骤，具体的，步骤 S1 包括以下步骤：

S111、根据由外向内的顺序，分别将端板 8 和安装座 2 插装在下盖板 3 的两端，其中，端板 8 下部的插接头 6 插接在下盖板 3 一端上对应设置的插接槽 7 内；

30 S112、将任一组筋板组成下部的各个插接头 6 分别插装在下盖板 3 上

对应的各个插接槽 7 内,使得该组筋板组成套装于安装座 2 外、和/或设置于两个安装座 2 之间,从而既能提高安装座 2 周围的强度,也能提高梁结构中部的强度;

S113、将所有筋板组成两侧的插接头 6、以及两端板 8 两侧的插接头 6 分别插装在两侧腹板 9 上对应设置的各个插接槽 7 内,以使两侧腹板 9 分别与下盖板 3 和两端板 8 垂直;

S114、将所有筋板组成上部的各个插接头 6、以及两端板 8 上部的插接头 6 分别插装在上盖板 1 上对应设置的各个插接槽 7 内,以使上盖板 1 与下盖板 3 相对设置,从而完成梁结构的完整组装,以便同步进行后续的焊接工序。

本方法中,步骤 S2 为梁结构焊接工序,其包括:

S201、分别对筋板组成与下盖板 3、两侧腹板 9 和上盖板 1 之间的插接处进行焊接;

S202、按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式,分别对下盖板 3、两侧腹板 9 和上盖板 1 之间的连接处进行焊接,从而完成梁结构的整体结构焊接。

上述的步骤 S202 按照先焊接较短焊缝后焊接长焊缝、自中心向两端及对称焊接的原则,实施以插接为主、角接为辅的激光-MAG 复合翻转焊接,如先焊接筋板组成分别与上盖板 1、下盖板 3 或腹板 9 之间的插接处,然后焊接端板 8 与上盖板 1、下盖板 3 或腹板 9 之间的插接处,最后焊接腹板 9 与上盖板 1 和下盖板 3 之间的长焊缝,且焊接时由中心向两端对称焊接,从而确保梁结构构件的强度对称,确保焊接质量。

此外,由于该步骤 S2 的焊接工序在步骤 S1 之后,因此可以实现梁结构整体按工序顺序先组装后焊接,形成框架式流水线工作,提高生产效率。

实施例四

在实施例三所述的方法基础上,本实施例提出了一种更为完整的梁结构焊接加工实施例,用以进一步详细完善实施例三所述的方法。

本实施例所述的方法按照先组件后部件的加工原则,制定梁结构的制造工艺流程按顺序包括:筋板组件的预组、梁结构组焊、梁结构加工、座板组焊、以及座板加工五个步骤。

步骤（1）筋板组件的预组：采用靠模将一对横向筋板 4 的两端分别交接在一对纵向筋板 5 之间，从而预组矩形结构，然后对角接接头实施激光-MAG 复合焊接；其中，在横向筋板 4 的长度尺寸基础上增加 0.5mm 的工艺放量，从而完成筋板组件的预组。

5 步骤（2）梁结构组焊：在梁结构组焊转台上，按实施例二所述方法依次装配下盖板 3、两个安装座 2、两端板 8、三组筋板组成、两侧腹板 9 和上盖板 1，采用工装压紧后，按照先焊接短焊缝后焊接长焊缝、自中心向两端及对称焊接的原则，实施插接为主角接为辅的激光-MAG 复合翻转焊接；冷却后，方可卸载压紧工装，从而完成梁结构结构的焊接。

10 步骤（3）梁结构加工：对梁结构下盖板 3 上的座板区域进行机械加工，其中，下盖板 3 加工量不大于 1mm。

步骤（4）座板组焊：将空气弹簧和牵引销座板组装在下盖板 3 上并压紧后，对空气弹簧和牵引销座板与下盖板 3 之间的搭接角焊缝实施激光-MAG 复合焊接；冷却后，方可卸载压紧工装，即可完成座板组焊。

15 步骤（5）座板加工：对梁结构空气弹簧和牵引销座板（图中未示）进行机械加工，加工量不大于 4mm。

实施例五

本实施例提出一种梁结构，如图 9 所示，该梁结构采用奥氏体不锈钢材料 SUS301L 替代耐候钢材料，采用 20mm 的型号为 EN1.4462 的双相不
20 锈钢材料替代 40mm 的低合金结构钢，实现梁结构的轻量化，提高梁结构的耐蚀性。

具体地，该梁结构包括上盖板 1、下盖板 3、以及连接在上盖板 1 和下盖板 3 之间的两侧腹板 9，两侧腹板 9 分别与上盖板 1 和下盖板 3 垂直设置，以构成中空的箱型结构；箱型结构的端部焊接有车钩安装组件，用
25 于与车钩连接，且内部焊接有至少一个筋板 4，每个筋板 4 上都向外伸出有多个插接头 6，以利用各个插接头 6 分别插装在上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 上，其中，插接处通过激光-MAG 复合焊焊接固定，焊接时直接由箱型结构的外部对箱型结构上的各个连接处进行焊接即得。

本实施例的梁结构中，由于筋板 4 上向外伸出有多个插接头 6，在上
30 盖板 1、腹板 9 和下盖板 3 上需要安装筋板 4 的位置分别对应设有多个插

接槽 7，从而利用各个插接头 6 与插接槽 7 之间的插接配合，将每个筋板 4 依次的插装在上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 上，以将待焊焊缝置于箱型结构的外表面，并通过激光-MAG 复合焊直接从箱型结构的外部将插接头 6 与插接槽 7 之间焊接固定，就能适应激光-MAG 复合焊的单面焊双面成型的工艺，插接头 6 与插接槽 7 的插接配合具有很好的自身刚度，能够实现梁结构焊接的自约束，从而发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势，从而实现不锈钢梁结构的免调修制造工艺。

为了实现梁结构的良好承重性，且确保筋板 4 与箱形结构各部件的可靠拼装，以便后续进行焊接时确保装配精度和焊接参数符合要求，如图 6 所示，优选每个筋板 4 的任一端部均设有至少一个插接头 6；当筋板 4 的任一端部同时设有多个插接头 6 时，每一端部上相邻两个插接头 6 之间均设有限位支撑 10，利用限位支撑 10 可以确保插接槽 7 和插接头 6 之间的插接强度，避免插接组装时插接头 6 或插接槽 7 断裂；当插接头 6 插装在插接槽 7 内时，插接头 6 与插接槽 7 之间设有焊接间隙，焊接间隙不超过 5mm，预留焊接间隙可以保证在使用激光-MAG 复合焊焊接时，能够使焊条很好的填充在焊接接缝内，确保实现单面焊双面成型的工艺，使得梁结构的焊缝具有焊接间隙窄、深熔、良好间隙适应性的特点。

本实施例中，梁结构优选采用 4mm~8mm 的 SUS301L 系列奥氏体不锈钢材料替代 5mm~16mm 的耐候钢材料，采用 20mm 的双相不锈钢材料替代 40mm 的低合金结构钢，在材料选用的角度实现梁结构的轻量化，提高了防腐性能；另外，借助激光-MAG 复合焊深熔的优点实现接头全熔透，大大降低了熔敷金属填充量，进一步实现轻量化。

其中，为了便于插接在上盖板 1、下盖板 3 或腹板 9 的插接槽 7 内，筋板 4 优选为矩形，其中，筋板 4 的四条边上均设有插接头 6，两条长边上各设有两个插接头 6，两条短边上各设有一个插接头 6，插接头 6 向外伸出，且在两条长边上的相邻两个插接头 6 之间设有一缺口，以作为限位支撑 10，用以装配限位和焊接自约束，同时在上盖板 1 和下盖板 3 上用于插装长边上的两个插接头 6 的位置对应设置两个插接槽 7，两个插接槽 7 之间间隔一定距离，以便于相邻两个插接头 6 之间的缺口可以为两个插接

槽 7 的间隔处提供足够的支撑力,防止插接槽 7 因过长断裂,同时对相邻两个插接头 6 进行限位固定,有效防止插接头 6 与插接槽 7 之间插装错位,保证插装稳定。

如图 3~图 7 所示,插接头 6 为设置于筋板 4 端部的凸板,凸板的厚度为 t ,插接槽 7 的宽度为 H ,凸板的长度为 L ,插接槽 7 的长度为 L' ,则有 $0 \leq (H-t) \leq 0.5\text{mm}$,且 $0 \leq (L'-L) \leq 0.5\text{mm}$,以确保插接头 6 和插接槽 7 之间预留有不超过 0.5mm 的焊接间隙,优选焊接间隙均为 0.5mm 的焊接间隙限制保证了装配可行性,又在激光-MAG 复合焊间隙适应性范围内,以适应激光-MAG 复合焊接的间隙容忍度及实际焊接时工艺参数对间隙的适应性,且确保焊缝一致性强。

设置于上盖板 1、下盖板 3 和腹板 9 上的插接槽 7 优选为矩形,且四角分别开有止裂槽 11,规避装配障碍的同时,消除插接头 6 与插接槽 7 之间的内应力,防止焊接和承重时插接槽 7 四角开裂,影响结构件整体强度;在插接槽 7 的施焊侧开具有便于倒角 12,倒角 12 的角度优选为 20° 、深度优选为 2mm ,用于激光-MAG 复合焊的焊缝跟踪和熔敷金属填充。

优选插接头 6 插装在插接槽 7 内时,插接头 6 的端面与插接槽 7 的表面平齐,以保证焊接后焊缝表面平整、以及焊缝的连接强度可靠。

上盖板 1 和下盖板 3 分别通过 T 形接头与两侧腹板 9 焊接,T 形接头有利于消除应力集中和便于激光-MAG 焊接,优选 T 形接头不留间隙,但同样可在腹板 9 施焊侧开角度为 20° 、深度为 2mm 的坡口,以保证焊缝表面成型。

本实施例的梁结构中,车钩安装组件包括车钩安装板 5'、安装固定板 8'和加强筋 13,腹板 9 的端部向外延伸有延长板 2',延长板 2'优选为梯形板,且与腹板 9 的连接处一侧为水平线,以便于与上盖板 1 焊接,另一侧具有平滑弧线段,以确保连接处受力均匀,抗弯和抗剪切能力强;车钩安装板 5'角接于延长板 2'的端部,并焊接在上盖板 1 和下盖板 3 之间,车钩安装板 5'分别与上盖板 1、腹板 9 和下盖板 3 垂直设置,安装固定板 8'倾斜的设置于延长板 2'的外侧,且一端与车钩安装板 5'焊接,另一端与延长板 2'焊接;在腹板 9 与延长板 2'的连接处的两侧对称的焊接有加强筋 13,用于进一步提高腹板 9 与延长板 2'的连接强度。

为了保证下盖板 3 与延长板 2' 之间的可靠连接, 且配合腹板 9 与延长板 2' 的连接处的平滑弧线段的设置, 在下盖板 3 与腹板 9 和延长板 2' 的连接处之间的焊接位置设有一截面为平滑弧线的补板, 以保证下盖板 3 与腹板 9 和延长板 2' 的连接处的可靠焊接。

- 5 为了在保持其原有结构强度的基础上, 进一步减少连接部件自身重量, 优选在筋板 4 上分别开设有至少一个长圆孔, 同理, 也可在车钩安装板 5' 和安装固定板 8' 上分别开设至少一个长圆孔。

本实施例的梁结构可以优选地用作轨道车辆的牵引梁。

实施例六

- 10 本实施例提出了一种梁结构复合焊接方法, 利用该方法能够焊接制造如实施例五所述的梁结构, 使得梁结构能够整体采用不锈钢材料替代耐候钢材料, 实现梁结构的轻量化, 提高梁结构的耐蚀性, 且具有单面焊接双面成型的工艺效果, 可以减小焊接变形, 解决残余应力严重的问题, 有效提高焊接质量, 实现不锈钢梁结构免调修制造工艺。

- 15 如图 8 所示, 该方法包括以下步骤:

S1、依次在上盖板 1 上装配两侧腹板 9、筋板 4 和下盖板 3, 以形成箱型结构;

- 20 其中, 筋板 4 向外伸出有多个插接头 6, 各个插接头 6 分别插装在上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 上; 上盖板 1 与下盖板 3 相对设置, 两侧腹板 9 连接在上盖板 1 和下盖板 3 之间;

S2、通过激光-MAG 复合焊, 按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式, 从箱型结构的外部对各个连接处进行焊接。

其中, 步骤 S1 还包括: 在所述上盖板 1 的端部设置车钩安装组件。

- 25 本方法通过预先完成梁结构各部件的插装, 利用插接和角接的焊接连接方式, 将待焊焊缝置于箱型结构的外表面, 为后续的直接从外部进行整体焊接工序提供结构基础, 以适应激光-MAG 复合焊的单面焊双面成型的工艺, 同时有效减少焊接长度, 以多组短焊缝替代长焊缝, 确保后续焊接强度, 最后直接在外进行有序焊接, 充分发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势, 实现不锈钢梁结构免调修制造工艺; 此外上述工序更加有利于工业流水化生产作业, 大大降低生
- 30

产成本，且由于采用激光-MAG 复合焊有效降低装配尺寸要求，有效提高流水化生产的质量控制，提高生产效率。

本方法中，步骤 S1 为焊接前的梁结构插接组装工序，为了便于插接，在上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 上分别设有多个插接槽 7，通过插接
5 组装，将各个待焊焊缝留在梁结构的箱型结构的外表面，直接从外部进行单面焊接即可。具体的，步骤 S1 包括以下步骤：

S121、将筋板 4 下部的插接头 6 插装在上盖板 1 的插接槽 7 内；

S122、将筋板 4 两侧的插接头 6 分别插装在两侧腹板 9 的插接槽 7 内，以使两侧腹板 9 分别与下盖板 3 垂直；

10 S123、将筋板 4 上部的插接头 6 插装在下盖板 3 的插接槽 7 内，以使上盖板 1 与下盖板 3 相对设置。

具体地，可采用反装的方式，将上盖板 1 置于梁结构组焊转台上；依次将两侧腹板 9、车钩安装板 5、各个筋板 4、安装固定板 8、加强筋 13 以及下盖板 3 对应装配在上盖板 1 上。完成装配后，通过工装压紧，从而
15 完成梁结构的完整组装，以便同步进行后续的焊接工序。

其中，每个筋板 4 利用各个插接头 6 分别插装在上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 上，上盖板 1 与下盖板 3 相对设置，两侧腹板 9 连接在上盖板 1 和下盖板 3 之间，车钩安装板 5 位于上盖板 1 的延长板 2、两侧腹板 9 和下盖板 3 的同一端部，安装固定板 8 倾斜的焊接在延长板 2 的外侧，
20 且一端与车钩安装板 5 焊接，另一端与延长板 2 焊接，在腹板 9 与延长板 2 的连接处的两侧对称的焊接一个加强筋 13。

本方法中，步骤 S2 为梁结构翻转焊接工序，其包括：

S201、分别对筋板组成与下盖板 3、两侧腹板 9 和上盖板 1 之间的各个插接处进行焊接；

25 S202、按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式，分别对下盖板 3、两侧腹板 9、车钩安装组件和下盖板 3 的相连处进行焊接，从而完成梁结构的整体结构焊接。

上述的步骤 S202 按照先焊接较短焊缝后焊接长焊缝、自中心向两端及对称焊接的原则，实施以插接为主、角接为辅的激光-MAG 复合翻转焊
30 接，如先焊接筋板 4 分别与上盖板 1、下盖板 3 或腹板 9 之间的插接处，

然后焊接车钩安装组件分别与上盖板 1、两侧腹板 9 和下盖板 3 的角焊接，最后焊接腹板 9 分别与上盖板 1 和下盖板 3 之间的长焊缝，且焊接时由中心向两端对称焊接，从而确保梁结构结构件的强度对称，确保焊接质量。

- 此外，由于该步骤 S2 的焊接工序在步骤 S1 的组装工序之后，因此可以实现梁结构整体按工序顺序先组装后焊接，形成框架式流水线工作，提高生产效率。

实施例七

在实施例六所述的方法基础上，本实施例提出了一种更为完整的梁结构焊接加工实施例，用以进一步详细完善实施例六所述的方法。

- 本实施例所述的方法按照先组件后部件的加工原则，制定梁结构的制造工艺流程按顺序包括：梁结构的装配、梁结构的翻转焊接和车钩安装板加工共计三个步骤。

步骤（1）梁结构的装配：如实施例七所述的步骤 S1，具体步骤不再一一赘述，装配完成后，采用工装夹紧即可；

- 步骤（2）梁结构的翻转焊接：如实施例七所述的步骤 S2，具体步骤不再一一赘述，在实施复合焊时采用翻转焊接工艺，焊接完成后进行冷却处理，最后方可卸载压紧工装即可；

步骤（3）车钩安装板加工：对端部的车钩安装板 5' 进行机械加工，加工量不大于 2mm 即可。

实施例八

- 本实施例提出了一种轨道车辆，该轨道车辆包括如上述各实施例所述的梁结构，该梁结构通过如上述各实施例所述的方法焊接而成，在确保梁结构强度可靠性的基础上，实现了不锈钢梁结构的整体焊接，以插接结构自身刚度实现梁结构焊接自约束，发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势，实现不锈钢梁结构免调修制造工艺，从而有效提高轨道车辆的制造加工效率，并降低生产成本。

- 需要说明的是，采用本发明的基本方案，在实际实施时可以与现有技术结合产生多样的具体实施方式，上述各个实施例的叙述是基于激光-MAG 复合焊接提出的，但对于本领域技术人员易想到的激光-MIG、激光-TIG、以及激光-等离子等复合焊接过程同样适用，因此对于此类复合焊接

过程耦合超声作用都应在本发明申请权利保护范围内。

综上所述，本发明所述的梁结构和梁结构的复合焊接方法中，通过激光-MAG 复合焊焊接不锈钢材质的梁结构和，并对筋板 4 的插接结构进行优化，使得制造时可以先将箱型结构组装成型，然后再从外部直接对箱型结构的各个连接处进行焊接，从而使得梁结构能够整体替代耐候钢材料，从而实现梁结构的轻量化，提高梁结构的耐蚀性；通过插接和角接的焊接连接方式，将待焊焊缝置于箱型结构的外表面，以适应激光-MAG 复合焊的单面焊双面成型的工艺，以插接结构自身刚度实现梁结构焊接自约束，发挥激光-MAG 复合焊深熔、低热输入、小焊接变形及良好间隙适应性的优势，实现不锈钢梁结构和免调修制造工艺，从而有效提高轨道车辆的制造加工效率，并降低生产成本。

该方法能够保证焊接接头的熔深和熔透、焊接位置的可达性、以及焊接间隙的适应性，使其适应激光-MAG 复合焊接工艺，从而开发出插接为主角接为辅、采用全熔透激光-MAG 复合焊接工艺的梁结构复合焊接方法，使得梁结构和的焊缝具有焊接间隙窄、深熔、良好间隙适应性的特点，进而实现新型不锈钢梁结构和的免调修焊接制造；通过本方法焊接而成的梁结构满足结构轻量化设计要求，优化后的梁结构结构较传统结构减重 20% 以上；该梁结构能够整体采用全奥氏体不锈钢材料制成，具有耐腐蚀性能优异、无需油漆涂装防腐的优点；该梁结构为具有插接为主、角接为辅的插接结构设计的箱型梁结构，能够保证装配精度、结构自约束刚度、焊接位置可达性和焊接间隙一致性。

本发明的实施例是为了示例和描述起见而给出的，而并不是无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显而易见的。选择和描述实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用，并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

权利要求书

1、一种梁结构，其特征在于，包括下盖板、上盖板、以及连接在所述上盖板和下盖板之间的两侧腹板，且两侧所述腹板分别与上盖板和下盖板垂直设置，以构成中空的箱型结构；所述箱型结构内焊接有筋板，所述筋板向外伸出有多个插接头；各个所述插接头分别插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上，各个插接处通过激光-MAG 复合焊由所述箱型结构的外部焊接固定。

2、根据权利要求 1 所述的梁结构，其特征在于，所述箱型结构内焊接有筋板组成，所述筋板组成由多个所述筋板预先组装焊接而成。

3、根据权利要求 1 所述的梁结构，其特征在于，所述箱型结构的端部焊接有车钩安装组件，且内部焊接有至少一个所述筋板。

4、根据权利要求 2 所述的梁结构，其特征在于，所述筋板组成包括纵向筋板和横向筋板，多个所述横向筋板的两端分别角接在一对所述纵向筋板的内侧，每个所述横向筋板和纵向筋板之间的角接处分别通过激光-MAG 复合焊焊接固定；每个所述横向筋板或纵向筋板的任一端部均设有至少一个所述插接头。

5、根据权利要求 3 所述的梁结构，其特征在于，所述车钩安装组件包括车钩安装板、安装固定板和加强筋，所述腹板的端部向外延伸有延长板，所述车钩安装板角接于所述延长板的端部，并焊接在所述上盖板和下盖板之间，所述车钩安装板分别与所述上盖板、腹板和下盖板垂直设置，所述安装固定板倾斜的设置于所述延长板的外侧，且一端与所述车钩安装板焊接，另一端与所述延长板焊接；在所述腹板与延长板的连接处的两侧对称的焊接有所述加强筋。

6、根据权利要求 1-5 任一项所述的梁结构，其特征在于，所述上盖板、腹板和下盖板上分别设有多个插接槽，各个所述插接头与所述插接槽可插接地配合，以将所述筋板插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上；所述插接头与所述插接槽之间通过激光-MAG 复合焊焊接固定。

7、根据权利要求 6 所述的梁结构，其特征在于，所述插接头插接在插接槽内时，所述插接头与插接槽之间设有焊接间隙，所述焊接间隙不超过 0.5mm。

8、一种梁结构的复合焊接方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1、依次在上盖板上装配两侧腹板、筋板和下盖板，以形成箱型结构；

其中，所述筋板向外伸出有多个插接头，各个所述插接头分别插装在所述上盖板、两侧腹板和下盖板上；所述上盖板与下盖板相对设置，所述
5 两侧腹板连接在所述上盖板和下盖板之间；

S2、通过激光-MAG 复合焊，按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式，从所述箱型结构的外部对各个连接处进行焊接。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S1 之前还包括：

10 S101、将多个横向筋板的两端分别角接在一对纵向筋板的内侧；

S102、通过激光-MAG 复合焊，将相连的所述横向筋板和纵向筋板之间的角接处焊接固定，以形成一组筋板组成，从而将所述筋板以所述筋板组成的方式装配到所述上盖板上；

其中，所述横向筋板为在所述上盖板上横向放置的所述筋板，所述纵
15 向筋板为在所述上盖板上纵向放置的所述筋板。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S1 还包括：在所述上盖板的端部设置车钩安装组件；

其中，所述车钩安装组件包括车钩安装板、安装固定板和加强筋，所述腹板的端部向外延伸有延长板，所述车钩安装板角接于所述延长板的端
20 部，并焊接在所述上盖板和下盖板之间，所述车钩安装板分别与所述上盖板、腹板和下盖板垂直设置，所述安装固定板倾斜的设置于所述延长板的外侧，且一端与所述车钩安装板焊接，另一端与所述延长板焊接；在所述腹板与延长板的连接处的两侧对称的焊接有所述加强筋。

11、根据权利要求 8-10 任一项所述的方法，其特征在于，所述上盖板、
25 两侧腹板和下盖板上分别设有多个插接槽，所述步骤 S1 包括：

S121、将所述筋板下部的插接头插装在所述上盖板的插接槽内；

S122、将所述筋板两侧的插接头分别插装在两侧所述腹板的插接槽内，以使两侧所述腹板分别与所述下盖板垂直；

S123、将所述筋板上部的插接头插装在所述下盖板的插接槽内，以使
30 所述上盖板与下盖板相对设置。

12、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述插接头插装在所述插接槽内时，所述插接头与插接槽之间设有焊接间隙，所述焊接间隙不超过 0.5mm。

13、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S2 包括：

5 S201、分别对所述筋板与所述下盖板、两侧腹板和上盖板之间的各个插接处进行焊接；

S202、按照先短后长、由中心向两端、以及对称焊接的方式，分别对所述上盖板、两侧腹板和下盖板的相连处进行焊接。

10 14、一种轨道车辆，其特征在于，包括如权利要求 1-7 中任一项所述的梁结构，所述梁结构通过如权利要求 8-13 中任一项所述的梁结构的复合焊接方法焊接而成。

1/4

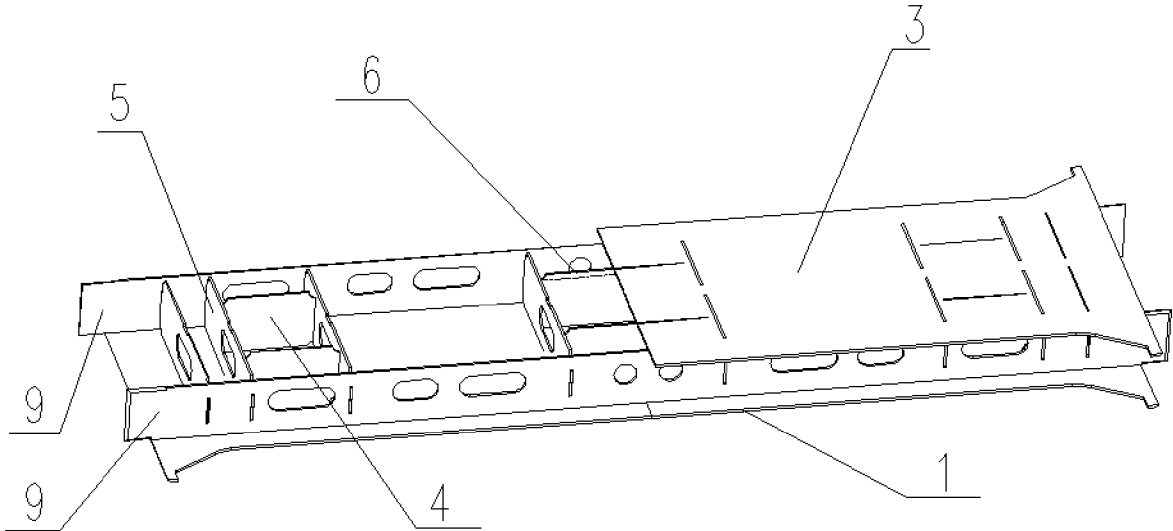


图 1

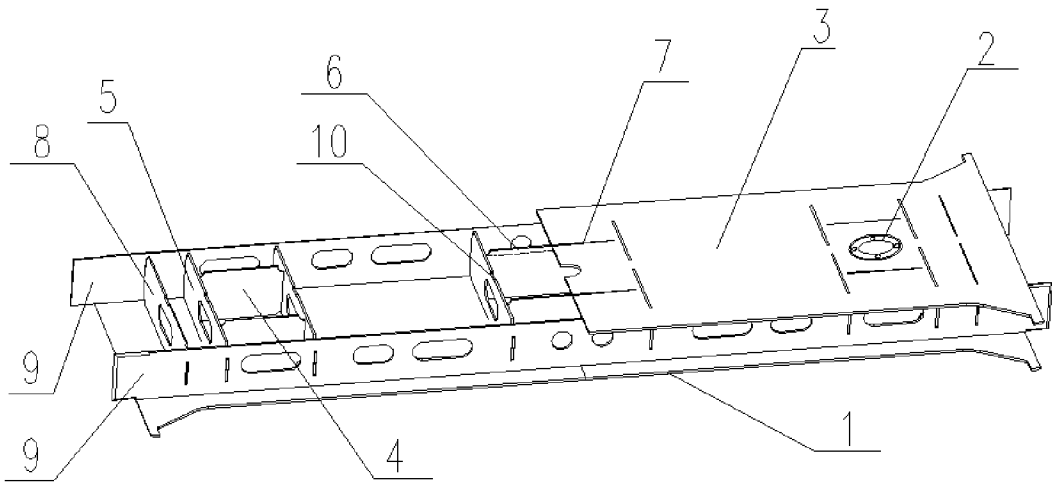


图 2

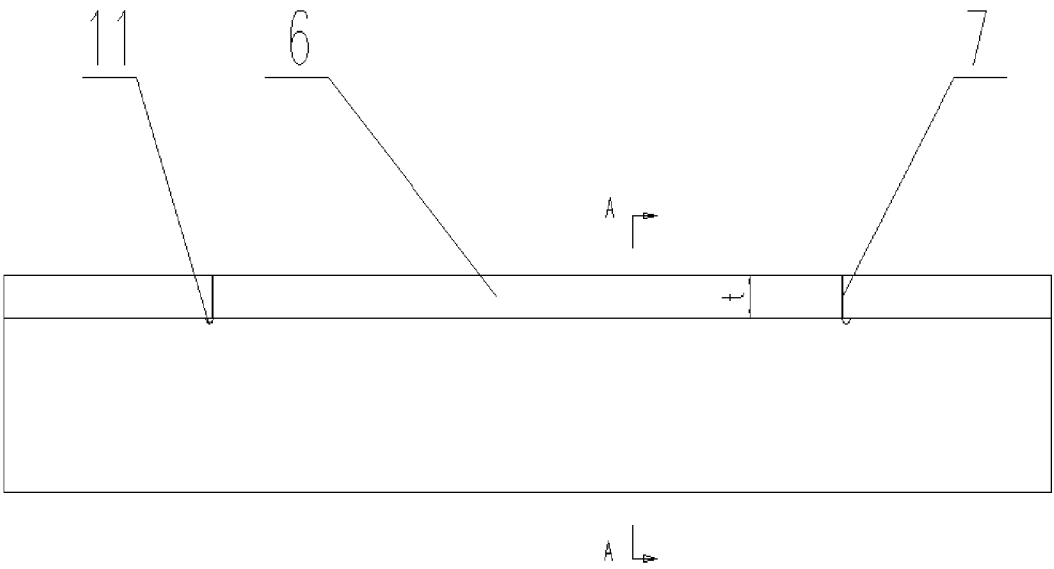


图 3

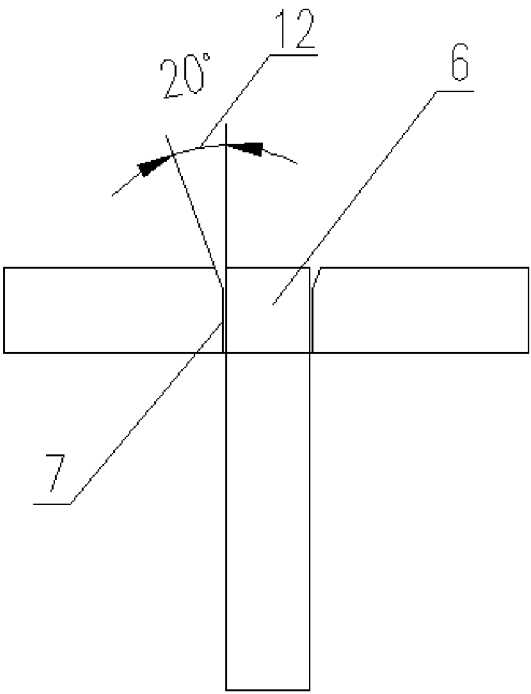


图 4

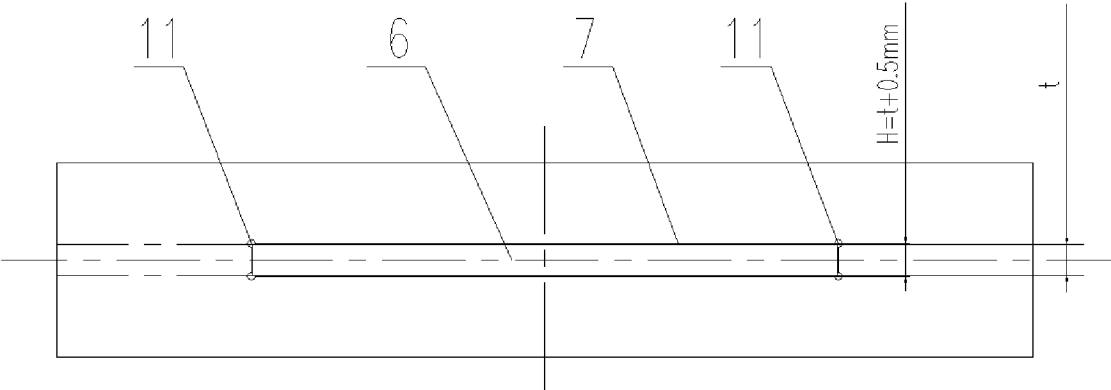


图 5

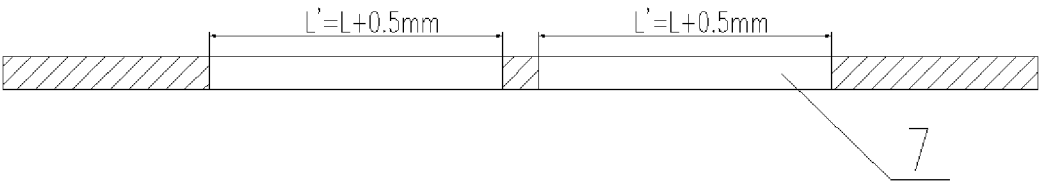


图 6

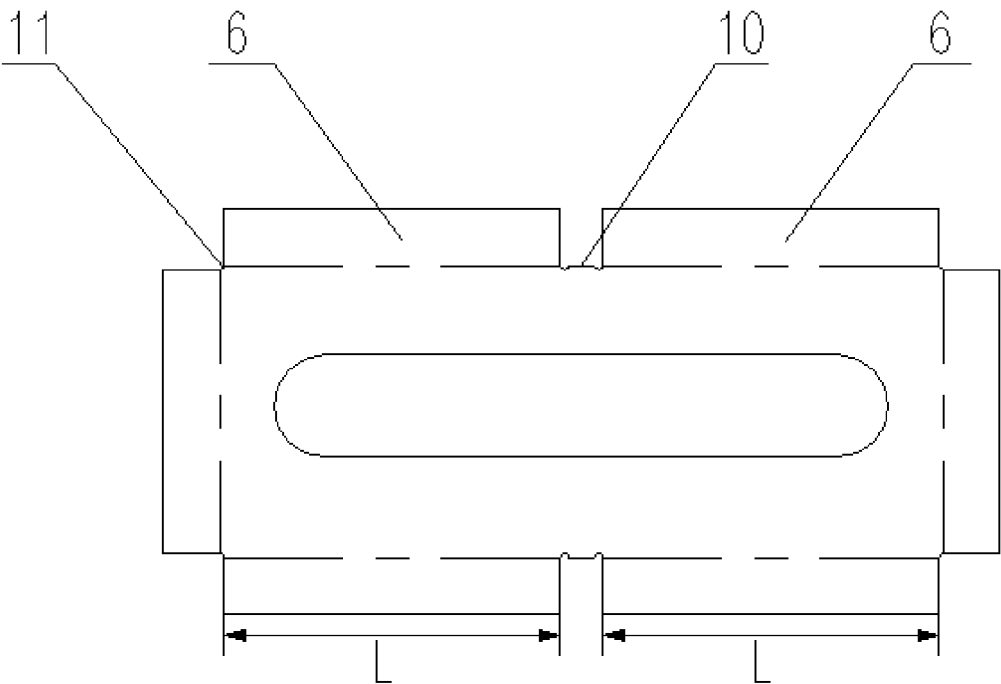


图 7

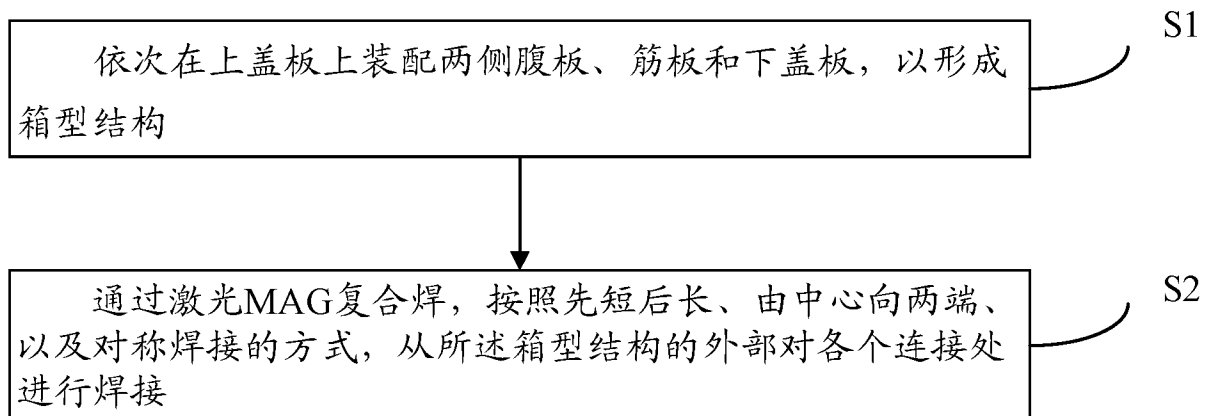


图 8

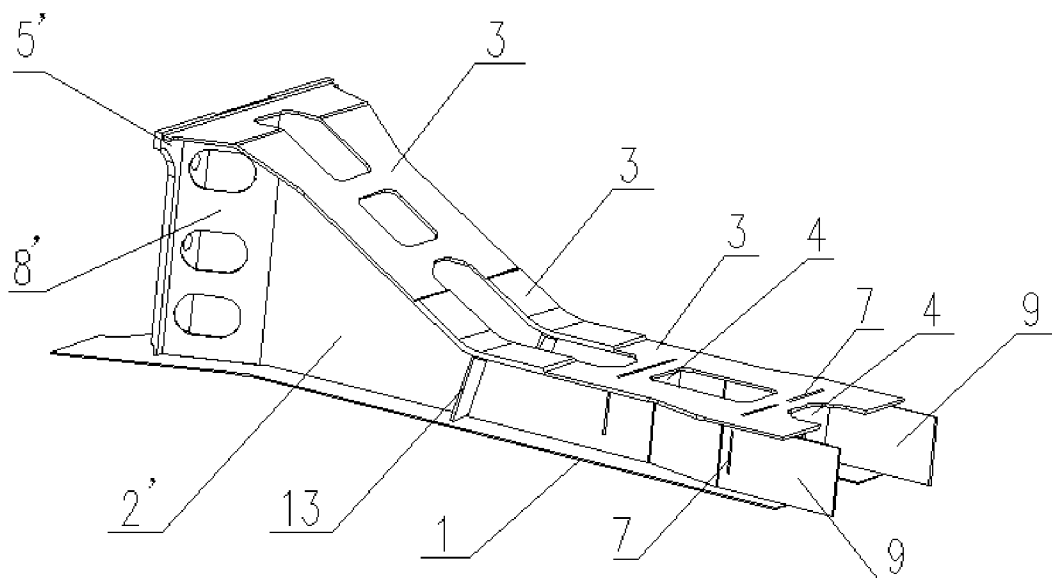


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/099085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 26/348 (2014.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K, B61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: 轨道, 梁, 板, 插接, 激光, 电弧, 焊接, rail, beam, plate, insert, laser, MAG, weld

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106964901 A (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.), 21 July 2017 (21.07.2017), description, paragraphs 0040-0088, and figures 1-7	1-14
PX	CN 106964902 A (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.), 21 July 2017 (21.07.2017), description, paragraphs 0043-0094, and figures 1-7	1-14
Y	CN 103085834 A (CSR QINGDAO SIFANG CO., LTD.), 08 May 2013 (08.05.2013), description, paragraphs 0045-0063, and figures 1-3	1-14
Y	CN 104551406 A (CSR QINGDAO SIFANG CO., LTD.), 29 April 2015 (29.04.2015), description, paragraphs 0038-0040	1-14
A	CN 102974948 A (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE&TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.), 20 March 2013 (20.03.2013), entire document	1-14
A	CN 202703611 U (CHANGCHUN RAILWAY VEHICLES CO., LTD.), 30 January 2013 (30.01.2013), entire document	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27 December 2017	Date of mailing of the international search report 10 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Guangyu Telephone No. (86-10) 62414093

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2017/099085

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103862177 A (HARBIN WELDING INSTITUTE, CHINA ACADEMY OF MACHINERY SCIENCE AND TECHNOLOGY), 18 June 2014 (18.06.2014), entire document	1-14
A	CN 103085832 A (CSR QINGDAO SIFANG CO., LTD.), 08 May 2013 (08.05.2013), entire document	1-14
A	EP 2047935 A1 (IHI CORP.), 15 April 2009 (15.04.2009), entire document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/099085

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106964901 A	21 July 2017	None	
CN 106964902 A	21 July 2017	None	
CN 103085834 A	08 May 2013	None	
CN 104551406 A	29 April 2015	None	
CN 102974948 A	20 March 2013	None	
CN 202703611 U	30 January 2013	None	
CN 103862177 A	18 June 2014	None	
CN 103085832 A	08 May 2013	None	
EP 2047935 A1	15 April 2009	US 2009258245 A1	15 October 2009
		CN 101505902 A	12 August 2009
		WO 2008015727 A1	07 February 2008

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/099085

A. 主题的分类

B23K 26/348(2014.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B23K, B61F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI; EPDOC; CNPAT; CNKI: 轨道, 梁, 板, 插接, 激光, 电弧, 焊接, rail, beam, plate, insert, laser, MAG, weld

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 106964901 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2017年 7月 21日 (2017 - 07 - 21) 说明书第0040-0088段, 图1-7	1-14
PX	CN 106964902 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2017年 7月 21日 (2017 - 07 - 21) 说明书第0043-0094段, 图1-7	1-14
Y	CN 103085834 A (南车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 说明书第0045-0063段, 图1-3	1-14
Y	CN 104551406 A (南车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第0038-0040段	1-14
A	CN 102974948 A (中联重科股份有限公司) 2013年 3月 20日 (2013 - 03 - 20) 全文	1-14
A	CN 202703611 U (长春轨道客车股份有限公司) 2013年 1月 30日 (2013 - 01 - 30) 全文	1-14

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2017年 12月 27日

国际检索报告邮寄日期

2018年 1月 10日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10) 62019451

受权官员

张广宇

电话号码 (86-10) 62414093

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103862177 A (机械科学研究院哈尔滨焊接研究所) 2014年 6月 18日 (2014 - 06 - 18) 全文	1-14
A	CN 103085832 A (南车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 全文	1-14
A	EP 2047935 A1 (IHI CORP.) 2009年 4月 15日 (2009 - 04 - 15) 全文	1-14

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/099085

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106964901	A	2017年 7月 21日	无			
CN	106964902	A	2017年 7月 21日	无			
CN	103085834	A	2013年 5月 8日	无			
CN	104551406	A	2015年 4月 29日	无			
CN	102974948	A	2013年 3月 20日	无			
CN	202703611	U	2013年 1月 30日	无			
CN	103862177	A	2014年 6月 18日	无			
CN	103085832	A	2013年 5月 8日	无			
EP	2047935	A1	2009年 4月 15日	US	2009258245	A1	2009年 10月 15日
				CN	101505902	A	2009年 8月 12日
				WO	2008015727	A1	2008年 2月 7日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)