(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104787119 A
(43)申请公布日 2015.07.22

(21)申请号 201510176045.9

(22)申请日 2015.04.15

(71)申请人 吉林大学
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5988 号

(72)发明人 那景新 秦国锋 袁正 蔡亮 张苹苹 李婷婷 白霜 张师源 陶士振 刘伟涛

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理事务所（普通合伙）11369
代理人 史霞

(51)Int.Cl.
B62D 21/02(2006.01)
B60K 1/00(2006.01)

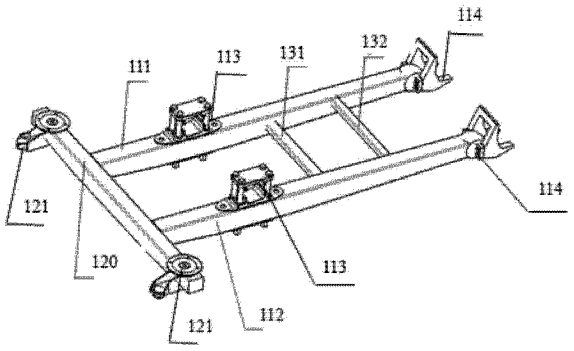
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种新型纯电动客车后副车架及其设计方法

(57)摘要

本发明公开了一种新型纯电动客车后副车架及其设计方法，其包括：主横梁，其沿着车辆横向方向延伸；纵梁，其包含两个梁相互平行的第一纵梁和第二纵梁，所述第一纵梁和第二纵梁的前端固定在所述主横梁上；以及固定件，其设置在所述纵梁上，具有固定后车桥的功能；副横梁，其具有承载电机的结构，所述副横梁垂直安装在第一纵梁和第二纵梁之间。本发明具有传动效率高、传动平稳以及拆装、维修方便的优点，同时也公开了车架的变截面设计方法，实现了副车架的轻量化。



CN 104787119 A

1. 一种新型纯电动客车后副车架，包括：

主横梁，其沿着车辆横向方向延伸；

纵梁，其包含两个梁相互平行的第一纵梁和第二纵梁，所述第一纵梁和第二纵梁的前端固定在所述主横梁上；以及

固定件，其设置在所述纵梁上，具有固定后车桥的功能；

副横梁，其具有承载电机的结构，所述副横梁垂直安装在第一纵梁和第二纵梁之间。

2. 如权利要求 1 所述的新型纯电动客车后副车架，其特征在于，所述第一纵梁和第二纵梁后端铰接安装座，安装座与车架固定连接。

3. 如权利要求 1 所述的新型纯电动客车后副车架，其特征在于，所述第一纵梁和第二纵梁上面分别安装有一个固定件，固定件用于固定后车桥。

4. 如权利要求 1 所述的新型纯电动客车后副车架，其特征在于，所述副横梁包括第一副横梁和第二副横梁。

5. 如权利要求 4 所述的新型纯电动客车后副车架，其特征在于，所述第一副横梁和第二副横梁上焊接固定电机。

6. 如权利要求 3-5 中任一项所述的新型纯电动客车后副车架，其特征在于，所述副横梁上固定的电机与固定件固定的后车桥直接连接。

7. 如权利要求 1 所述的新型纯电动客车后副车架，其特征在于，所述主横梁两端安装有空气弹簧和阻尼。

8. 一种新型纯电动客车后副车架设计方法，包括权利要求 1-5、7-8 所述的新型纯电动客车后副车架，其设计步骤包括：

步骤 1、计算主横梁上弹簧安装中心点所受力为 F_1；计算纵梁前端点所受力为 F_2；计算纵梁后端点所受力为 F_3；

步骤 2、设置主横梁被两个纵梁连接点分成三段；

步骤 3、计算弹簧安装中心截面处高度的最小值 h；

$$\frac{F\times(b\times t\times(h/2-t/2)+t\times(h/2-t)^2)}{(\frac{bh^3}{12}-\frac{(b-2t)(h-2t)^3}{12})\times b}\le\frac{\tau}{n\times K_v}$$

其中，F 取主横梁上弹簧安装中心点所受力为 F_1；宽度 b，壁厚 t；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

步骤 4、在主横梁的弹簧安装中心和纵梁连接处选取至少 2 个位置，计算每个位置的主横梁截面高度最小值 h_1；

$$\frac{F\times L_i}{\frac{bh_1^2}{6}-\frac{(b-2t)(h_1-2t)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v}$$

其中，F 取弹簧安装中心所受力 F_1；σ_b 为钢材的屈服极限；L_i 主横梁的弹簧安装中心到该位置的距离，宽度 b、壁厚 t；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

步骤 5、保证横梁上表面水平，两个纵梁连接处之间的横梁下表面为等截面高度，纵梁连接处到横梁端点的下表面高度根据求得截面高度最小值进行多项式拟合成斜线；

步骤 6、设置纵梁被其上固定件前、后两端分成三段；

步骤 7、计算纵梁前端点截面处高度的最小值 h_2;

$$\frac{F\times(b_2\times t_2\times(h_2/2-t_2/2)+t_2\times(h_2/2-t_2)^2)}{(\frac{b_2h_2^3}{12}-\frac{(b_2-2t_2)(h_2-2t_2)^3}{12})\times b_2}\le\frac{\tau}{n\times K_v}$$

其中,F 分别取纵梁前端点所受力为 F_2;宽度 b_2,壁厚 t_2;τ 为钢材的剪切极限;n 为安全系数;K_v为动载荷系数;

步骤 8、在纵梁的前端点和固定件前端点间选取至少 2 个位置,计算每个位置的纵梁截面高度最小值 h_3;

$$\frac{F\times L_i}{\frac{b_2h_3^2}{6}-\frac{(b_2-2t_2)(h_3-2t_2)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v}$$

其中,F 取纵梁的前端点所受力 F_2;σ_b为钢材的屈服极限;L_i为纵梁前端点到该位置的距离,宽度 b_2,壁厚 t_2;n 为安全系数;K_v为动载荷系数;

步骤 9、计算纵梁后端点截面处高度的最小值 h_4;

$$\frac{F\times(b_2\times t_2\times(h_4/2-t_2/2)+t_2\times(h_4/2-t_2)^2)}{(\frac{b_2h_4^3}{12}-\frac{(b_2-2t_2)(h_4-2t_2)^3}{12})\times b_2}\le\frac{\tau}{n\times K_v}$$

其中,F 分别取纵梁后端点所受力为 F_3;宽度 b_2,壁厚 t_2;τ 为钢材的剪切极限;n 为安全系数;K_v为动载荷系数;

步骤 10、在纵梁的后端点和固定件后端点间选取至少 2 个位置,计算每个位置的纵梁截面高度最小值 h_5;

$$\frac{F\times L_i}{\frac{b_2h_5^2}{6}-\frac{(b_2-2t_2)(h_5-2t_2)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v}$$

其中,F 取纵梁的前端点所受力 F_2;σ_b为钢材的屈服极限;L_i为纵梁后端点到该位置的距离,宽度 b_2,壁厚 t_2;n 为安全系数;K_v为动载荷系数;

步骤 11、保证纵梁上表面水平,固定件之间的纵梁下表面为等截面高度,纵梁前端点到固定件前端点的下表面高度根据计算的高度最小值进行多项式拟合成斜线,再将纵梁后端点到固定件后端点的下表面高度根据计算的高度最小值进行多项式拟合成斜线。

一种新型纯电动客车后副车架及其设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种客车副车架，更具体地说，本发明涉及一种新型纯电动客车后副车架及其设计方法。

背景技术

[0002] 目前，国内营运的纯电动客车，采用电机前置、电机中置、电机后置三种方案。电机前置和电机中置方案中，电机安装位置与后驱动桥距离较大，需要采用传动轴，机构复杂，占用空间大，且传动效率低；而电机后置方案，电机与驱动桥的连接方式分为传动轴连接和直接连接两种；传动轴连接同样存在传动效率低、占用空间大的缺点；电机与驱动桥直接连接方案中，由于电机安装在客车车架上，当客车悬架上下跳动时，电机与驱动桥会产生较大震动，影响传动的平稳性。

发明内容

[0003] 本发明的一个目的是解决至少上述问题，并提供至少后面将说明的优点。

[0004] 本发明提供一种提高电动客车传动效率、改善传动平稳性以及拆装、维修方便的新型纯电动客车后副车架。

[0005] 本发明还有一个目的是通过在主横梁两端安装空气弹簧，横向距离增加，增大了车身的侧倾刚度；在不发生干涉的情况下，空气弹簧布置更加靠近车桥，有效增加了行李舱空间。

[0006] 本发明还有一个目的是副车架上的纵梁和横梁采用变截面设计，实现了副车架的轻量化。

[0007] 为了实现根据本发明的这些目的和其它优点，提供了一种新型纯电动客车后副车架，包括：

[0008] 主横梁，其沿着车辆横向方向延伸；

[0009] 纵梁，其包含两个梁相互平行的第一纵梁和第二纵梁，所述第一纵梁和第二纵梁的前端固定在所述主横梁上；以及

[0010] 固定件，其设置在所述纵梁上，具有固定后车桥的功能；

[0011] 副横梁，其具有承载电机的结构，所述副横梁垂直安装在第一纵梁和第二纵梁之间。

[0012] 优选的是，其中所述第一纵梁和第二纵梁后端铰接安装座，安装座与车架固定连接。

[0013] 优选的是，其中所述第一纵梁和第二纵梁上面分别安装有一个固定件，固定件用于固定后车桥。

[0014] 优选的是，其中所述副横梁包括第一副横梁和第二副横梁。

[0015] 优选的是，其中所述第一副横梁和第二副横梁上焊接固定电机。

[0016] 优选的是，其中所述副横梁上固定的电机与固定件固定的后车桥直接连接。

[0017] 优选的是，其中所述主横梁两端安装有空气弹簧和阻尼。

[0018] 本发明的目的还可以进一步由一种新型纯电动客车后副车架设计方法来实现，其设计步骤包括：

[0019] 步骤 1、计算主横梁上弹簧安装中心点所受力为 F_1；计算纵梁前端点所受力为 F_2；计算纵梁后端点所受力为 F_3；

[0020] 步骤 2、设置主横梁被两个纵梁连接点分成三段；

[0021] 步骤 3、计算弹簧安装中心截面处高度的最小值 h；

[0022] $$\frac{F\times(b\times t\times(h/2-t/2)+t\times(h/2-t)^2)}{(\frac{bh^3}{12}-\frac{(b-2t)(h-2t)^3}{12})\times b}\le\frac{\tau}{n\times K_v}$$

[0023] 其中，F 取主横梁上弹簧安装中心点所受力为 F_1；宽度 b，壁厚 t；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0024] 步骤 4、在主横梁的弹簧安装中心和纵梁连接处选取至少 2 个位置，计算每个位置的主横梁截面高度最小值 h_1；

[0025] $$\frac{F\times L_i}{\frac{bh^2}{6}-\frac{(b-2t)(h-2t)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v}$$

[0026] 其中，F 取弹簧安装中心所受力 F_1；σ_b 为钢材的屈服极限；L_i 主横梁的弹簧安装中心到该位置的距离，宽度 b、壁厚 t；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0027] 步骤 5、保证横梁上表面水平，两个纵梁连接处之间的横梁下表面为等截面高度，纵梁连接处到横梁端点的下表面高度根据求得截面高度最小值进行多项式拟合成斜线；

[0028] 步骤 6、设置纵梁被其上固定件前、后两端分成三段；

[0029] 步骤 7、计算纵梁前端点截面处高度的最小值 h_2；

[0030] $$\frac{F\times(b_2\times t_2\times(h_2/2-t_2/2)+t_2\times(h_2/2-t_2)^2)}{(\frac{b_2h_2^3}{12}-\frac{(b_2-2t_2)(h_2-2t_2)^3}{12})\times b_2}\le\frac{\tau}{n\times K_v}$$

[0031] 其中，F 分别取纵梁前端点所受力为 F_2；宽度 b_2，壁厚 t_2；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0032] 步骤 8、在纵梁的前端点和固定件前端点间选取至少 2 个位置，计算每个位置的纵梁截面高度最小值 h_3；

[0033] $$\frac{F\times L_i}{\frac{b_2h_3^2}{6}-\frac{(b_2-2t_2)(h_3-2t_2)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v}$$

[0034] 其中，F 取纵梁的前端点所受力 F_2；σ_b 为钢材的屈服极限；L_i 为纵梁前端点到该位置的距离，宽度 b_2，壁厚 t_2；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0035] 步骤 9、计算纵梁后端点截面处高度的最小值 h_4；

[0036] $$\frac{F\times(b_2\times t_2\times(h_4/2-t_2/2)+t_2\times(h_4/2-t_2)^2)}{(\frac{b_2h_4^3}{12}-\frac{(b_2-2t_2)(h_4-2t_2)^3}{12})\times b_2}\le\frac{\tau}{n\times K_v}$$

[0037] 其中，F 分别取纵梁后端点所受力为 F_3；宽度 b_2，壁厚 t_2；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v为动载荷系数；

[0038] 步骤 10、在纵梁的后端点和固定件后端点间选取至少 2 个位置，计算每个位置的纵梁截面高度最小值 h_5；

[0039] $$\frac{F\times L_i}{\frac{b_2h_5^2}{6}-\frac{(b_2-2t_2)(h_5-2t_2)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v}$$

[0040] 其中，F 取纵梁的前端点所受力 F_2；σ_b为钢材的屈服极限；L_i为纵梁后端点到该位置的距离，宽度 b_2，壁厚 t_2；n 为安全系数；K_v为动载荷系数；

[0041] 步骤 11、保证纵梁上表面水平，固定件之间的纵梁下表面为等截面高度，纵梁前端点到固定件前端点的下表面高度根据计算的高度最小值进行多项式拟合成斜线，再将纵梁后端点到固定件后端点的下表面高度根据计算的高度最小值进行多项式拟合成斜线。

[0042] 本发明至少包括以下有益效果：1、副车架的结构使电机输出端与驱动桥直接连接，简化了传动系统，节省了空间，且提高了传动效率；当客车悬架上下跳动时，电机与驱动桥保持相对静止，减少了传动系统的振动与噪声，提高了传动系统的平稳性；同时电机布置靠近客车尾部，打开客车电机舱门进行拆装、维修，方便快捷。2、该副车架能够起到传递横向载荷的作用，省去了横向稳定杆，简化了整个结构；3、主横梁两端空气弹簧的布置更加靠近车身侧围，提高了车身侧倾刚度；纵梁后端向后延伸较长，车架后铰链支点接近车身后悬段的中部，有效地改善了车身后悬部分受力，更有利于车身结构的轻量化。4、纵梁、横梁均为直梁设计，生产工艺简单，制造成本低；并且 3 根主要梁的结构受力简单，主要变形受为弯曲变形，设计计算误差小，更有利于进行精确的设计，同时采用变截面设计方法，更有利于副车架的轻量化。

[0043] 本发明的其它优点、目标和特征将部分通过下面的说明体现，部分还将通过对本发明的研究和实践而为本领域的技术人员所理解。

附图说明

[0044] 图 1 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架结构示意图。

[0045] 图 2 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架结构俯视图。

[0046] 图 3 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架结构前视图。

[0047] 图 4 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架结构侧视图。

[0048] 图 5 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架结构与后桥、电机装配结构示意图。

[0049] 图 6 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架结构在整车中的装配示意图。

[0050] 图 7 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架尺寸示意图。

[0051] 图 8 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架的主横梁尺寸示意图。

[0052] 图 9 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架任一截面尺寸示意图。

[0053] 图 10 为本发明所述的一种新型纯电动客车后副车架的纵梁尺寸示意图。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明，以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0055] 应当理解，本文所使用的诸如“具有”、“包含”以及“包括”术语并不配出一个或多个其它元件或其组合的存在或添加。

[0056] 如图 1-4 示出了根据本发明的一种实现形式，其中包括 ：

[0057] 副车架 100 由纵梁 110、主横梁 120 和副横梁 130 组成，其中主横梁 120 和纵梁 110 均采用直梁的变截面设计，可减轻副车架 100 的整体重量并节省空间。

[0058] 纵梁 110 包括两个相同且相互平行的第一纵梁 111 和第二纵梁 112，所述第一纵梁 111 为等宽、等厚度且中空的变截面金属梁，包括固定件 113 和安装座 114 ；固定件 113 其由二块铁板和螺栓紧固件构成，其具有固定车后桥 200 的作用，当需要固定车后桥 200 时，先将下铁板紧贴纵梁 110 的上表面并保证其上四个螺纹孔与纵梁 110 上的通孔连通，之后放置车后桥 200，再将上铁板放置在车后桥 200 上并保证其上螺纹孔与下铁板的螺纹孔对齐，之后将四枚螺钉依次穿过上铁板、下铁板和纵梁 110 的螺纹孔，所述螺钉的下端穿过纵梁 110 的下表面，最后用与螺钉相匹配的螺栓紧固 ；安装座 114 一端与纵梁 111 铰接，另一端为可固定车架的结构。第一纵梁 111 和第二纵梁 112 之间的距离优选为与副横梁 130 长度相同，第一纵梁 111 和第二纵梁 112 的前端对称焊接在主横梁 121 侧面，其上约 1/3 处的固定件紧固后车桥 200，后端通过安装座 114 固定连接车架。

[0059] 副横梁 130，由第一副横梁 131 和第二副横梁 132 组成，所述副横梁 130 两端分别于第一纵梁 111 和第二纵梁 112 的内侧焊接固定，并与纵梁垂直 ；副横梁 130 上焊接固定电机 300，所述副横梁 130 与固定件 113 的距离优选为后车桥和电机可直接连接。副横梁 130 主要起到支撑电机的作用，且副横梁 130 的位置需保证电机 300 可直接驱动纵梁 110 支撑的后车桥 200。

[0060] 主横梁 120 位于副车架 100 的最前端，所述主横梁 120 的两端都装有空气弹簧和阻尼 121，空气弹簧和阻尼 121 的布置可提高了车身侧倾刚度并起到减震的作用 ；主横梁 120 起到连接纵梁 110 进而稳固副车架 100 的作用。

[0061] 如图 5 和 6 所示，副车架 100 前端为主横梁 120，主横梁 120 两端安装空气弹簧和阻尼 121，所述主横梁 120 的后端面与第一纵梁 111 和第二纵梁 112 焊接固定，其中第一纵梁 111 和第二纵梁 112 相互平行且与主横梁 120 距离相等，此时纵梁 110 与主横梁 120 垂直。第一纵梁 111 和第二纵梁 112 上的后部分别焊接固定与其垂直的第一副横梁 131 和第二副横梁 132，第一副横梁 131 和第二副横梁 132 上焊接电机 300，电机 300 与固定件 113 上固定的后车桥 200 直接连接，可增大电机对后车桥的驱动效率，第一纵梁 111 和第二纵梁 112 后端的安装座 114 与车架固定连接。

[0062] 实施例

[0063] 设计主横梁和纵梁的截面高度。

[0064] 步骤 1、主横梁和纵梁主要受力点受力计算 ：

[0065] 如图 7 所示，主横梁上气簧安装中心点 A 和 E 所受力为 F_1，其方向向下，根据公式

1 计算；纵梁前端点 F 所受力为 F_2，方向向下，根据公式 1 计算；纵梁后端点 K 所受力为 F_3，方向向下，根据公式 2 计算；

[0066] $$F = T \times g \times \frac{d}{c+d} \times \frac{1}{2} \quad [1]$$

[0067] $$F = T \times g \times \frac{c}{c+d} \times \frac{1}{2} \quad [2]$$

[0068] 其中，P 点为纵梁与后车桥连接点，c 为 F 和 P 两点间的距离，d 为 K 和 P 两点间的距离；T 为后车桥设计轴荷，g 为重力加速度；

[0069] 将车桥设计轴荷 T = 15t，g = 10m/s^2，c = 826mm 和 d = 1645mm 代入公式 [1] 和 [2] 可得出所受力，其结果汇总与 [表 1]。

[0070] [表 1]

[0071]

受力点	A/E	F	K
所受力	F_1	F_2	F_3
力 (N)	5×10^4	5×10^4	2.5×10^4

[0072] 步骤 2、如图 8 所示的主横梁被与纵梁连接点 C、D 分成三段，即 AC、CD 和 DE 段，所述 AC 和 DE 段尺寸相同。

[0073] 步骤 3、计算弹簧安装中心 A 和 E 截面处高度的最小值 h；

[0074]

$$\frac{F \times (b \times t \times (h/2 - t/2) + t \times (h/2 - t)^2)}{(\frac{bh^3}{12} - \frac{(b-2t)(h-2t)^3}{12}) \times b} \leq \frac{\tau}{n \times K_v} \quad [3]$$

[0075] 其中，F 取主横梁上弹簧安装中心点所受力为 F_1；宽度 b，壁厚 t；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0076] 将 b = 120mm，t = 8mm，n = 5，K_v = 3，τ = 190MPa 和 $F_1 = 5\times10^4$N 代入公式 [3] 求得弹簧安装中心 A 和 E 截面高度的最小值 h = 42mm。

[0077] 步骤 4、在主横梁的 AC 段选取点 C 和其上任一点 B，根据公式 [4] 计算 B 和 C 截面高度最小值 h_B、h_C；

[0078] $$\frac{F \times L_i}{\frac{bh_1^2}{6} - \frac{(b-2t)(h_1-2t)^2}{6}} \leq \frac{\sigma_b}{n \times K_v} \quad [4]$$

[0079] 其中，F 取弹簧安装中心所受力 F_1；σ_b 为钢材的屈服极限；L_i 主横梁的弹簧安装中心 A 到 B 或 C 的距离，宽度 b、壁厚 t；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0080] 将 b = 120mm，σ_b = 345MPa，t = 8mm，n = 2.5，K_v = 2，L_i = 200mm 代入公式 [4] 计算 h_B = 155mm；再将 σ_b = 345MPa，b = 120mm，t = 8mm，n = 2.5，K_v = 2，L_i = 400mm 代入公式 [4] 计算 h_C = 245mm.

[0081] 步骤 5、保证横梁上表面水平，两个纵梁连接处 C、D 点之间的横梁下表面为等截面

高度，AC 和 DE 段下表面高度根据求得截面高度最小值进行多项式拟合成斜线，结果汇总与[表 2]；

[0082] [表 2]

[0083]

	A/E 点	B 点	C/D 点
截面高度最小值 (mm)	42	155	245
截面高度拟合值 (mm)	75	155	255

[0084] 步骤 6、纵梁被其上固定件前、后两端点 G、H 分成 FG、GH 和 HK 三段。

[0085] 步骤 7、计算纵梁前端点 F 截面处高度的最小值 h_2；

[0086] $$\frac{F\times(b_2\times t_2\times(h_2/2-t_2/2)+t_2\times(h_2/2-t_2)^2)}{(\frac{b_2h_2^3}{12}-\frac{(b_2-2t_2)(h_2-2t_2)^3}{12})\times b_2}\le\frac{\tau}{n\times K_v} \quad [5]$$

[0087] 其中，F 分别取纵梁前端点所受力为 F_2；宽度 b_2，壁厚 t_2；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v为动载荷系数；

[0088] 将 b_2= 150mm，t_2= 8mm，n = 5，K_v= 3，τ = 190MPa 和 F_2= 5×10^{4}N 代入公式[5] 求得纵梁前端点 F 截面高度的最小值 h_2= 34mm。

[0089] 步骤 8、在纵梁的 FG 段选取 G 点，根据公式 [6] 计算 G 点截面高度最小值 h_3；

[0090] $$\frac{F\times L_i}{\frac{b_2h_3^2}{6}-\frac{(b_2-2t_2)(h_3-2t_2)^2}{6}}\le\frac{\sigma_b}{n\times K_v} \quad [6]$$

[0091] 其中，F 取纵梁的前端点所受力 F_2；σ_b为钢材的屈服极限；L_i为纵梁的前端点 F 到 G 点距离，宽度 b_2，壁厚 t_2；n 为安全系数；K_v为动载荷系数；

[0092] 将 b_2= 150mm，t_2= 8mm，n = 2.5，K_v= 2，L_i= 500mm，σ_b= 345MPa 和 F_2= 5×10^{4}N 代入公式 [6] 求得 G 点截面高度的最小值 h_3= 225mm。

[0093] 步骤 9、计算纵梁后端点 K 截面处高度的最小值 h_4；

[0094] $$\frac{F\times(b_2\times t_2\times(h_4/2-t_2/2)+t_2\times(h_4/2-t_2)^2)}{(\frac{b_2h_4^3}{12}-\frac{(b_2-2t_2)(h_4-2t_2)^3}{12})\times b_2}\le\frac{\tau}{n\times K_v} \quad [7]$$

[0095] 其中，F 分别取纵梁后端点所受力为 F_3；宽度 b_2，壁厚 t_2；τ 为钢材的剪切极限；n 为安全系数；K_v为动载荷系数；

[0096] 将 b_2= 150mm，t_2= 8mm，n = 5，K_v= 3，τ = 190MPa 和 F_3= 2.5×10^{4}N 代入公式 [7] 求得纵梁前端点 K 截面高度的最小值 h_4= 20mm。

[0097] 步骤 10、在 HK 段间选取点 H 和其上两点 I、J，用公式 [8] 计算的截面高度最小值 h_5；

[0098] $$\frac{F \times L_i}{\frac{b_2 h_5^2}{6} - \frac{(b_2 - 2t_2)(h_5 - 2t_2)^2}{6}} \leq \frac{\sigma_b}{n \times K_v} \quad [8]$$

[0099] 其中，F 取纵梁的前端点所受力 F_2；σ_b 为钢材的屈服极限；L_i 为点 H、I 和 J 到 K 点的距离，宽度 b_2，壁厚 t_2；n 为安全系数；K_v 为动载荷系数；

[0100] 将 b_2 = 150mm，t_2 = 8mm，n = 2.5，K_v = 2，L_J = 450mm，σ_b = 345MPa 和 F_3 = 2.5×10^4N 代入公式 [8] 求得 J 点截面高度的最小值 h_J = 130mm；将 b_2 = 150mm，t_2 = 8mm，n = 2.5，K_v = 2，L_I = 900mm，σ_b = 345MPa 和 F_3 = 2.5×10^4N 代入公式 [8] 求得 I 点截面高度的最小值 h_J = 200mm；将 b_2 = 150mm，t_2 = 8mm，n = 2.5，K_v = 2，L_H = 1350mm，σ_b = 345MPa 和 F_3 = 2.5×10^4N 代入公式 [8] 求得 H 点截面高度的最小值 h_H = 275mm.

[0101] 步骤 11、保证纵梁上表面水平，固定件之间的纵梁 GH 下表面为等截面高度，截面高度取为 275mm，纵梁 FG 段下表面高度根据计算的最小值进行多项式拟合成斜线，再将 HK 段的下表面高度根据计算的最小值进行多项式拟合成斜线，计算结果汇总与 [表 3]。

[0102] [表 3]

[0103]

	F 点	G 点	H 点	I 点	J 点	K 点
截面高度最小值 (mm)	34	225	275	200	130	20
截面高度拟合值 (mm)	160	275	275	200	130	40

[0104] 这里说明的设备数量和处理规模是用来简化本发明的说明的。对本发明的副车架的应用、修改和变化对本领域的技术人员来说是显而易见的。

[0105] 如上所述，本发明具有如下有益效果：1、副车架的结构使电机输出端与驱动桥直接连接，简化了传动系统，节省了空间，且提高了传动效率；当客车悬架上下跳动时，电机与驱动桥保持相对静止，减少了传动系统的振动与噪声，提高了传动系统的平稳性；同时电机布置靠近客车尾部，打开客车电机舱门进行拆装、维修，方便快捷。2、该副车架能够起到传递横向载荷的作用，省去了横向稳定杆，简化了整个结构；3、主横梁两端空气弹簧的布置更加靠近车身侧围，提高了车身侧倾刚度；纵梁后端向后延伸较长，车架后铰链支点接近车身后悬段的中部，有效地改善了车身后悬部分受力，更有利于车身结构的轻量化。4、纵梁、横梁均为直梁设计，生产工艺简单，制造成本低；并且 3 根主要梁的结构受力简单，主要变形受为弯曲变形，设计计算误差小，更有利于进行精确的设计，同时采用变截面设计方法，更有利于副车架的轻量化。

[0106] 尽管本发明的实施方案已公开如上，但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用。它完全可以被适用于各种适合本发明的领域。对于熟悉本领域的人员而言，可容易地实现另外的修改。因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下，本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

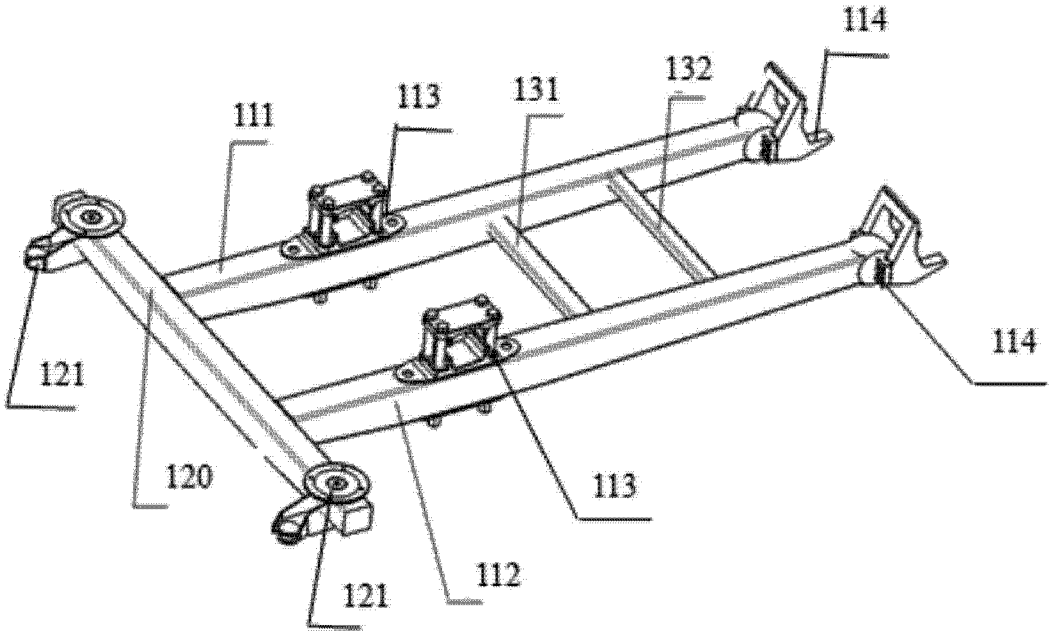

114
132
131
113
111
121
120
113
114
112
121

图 1

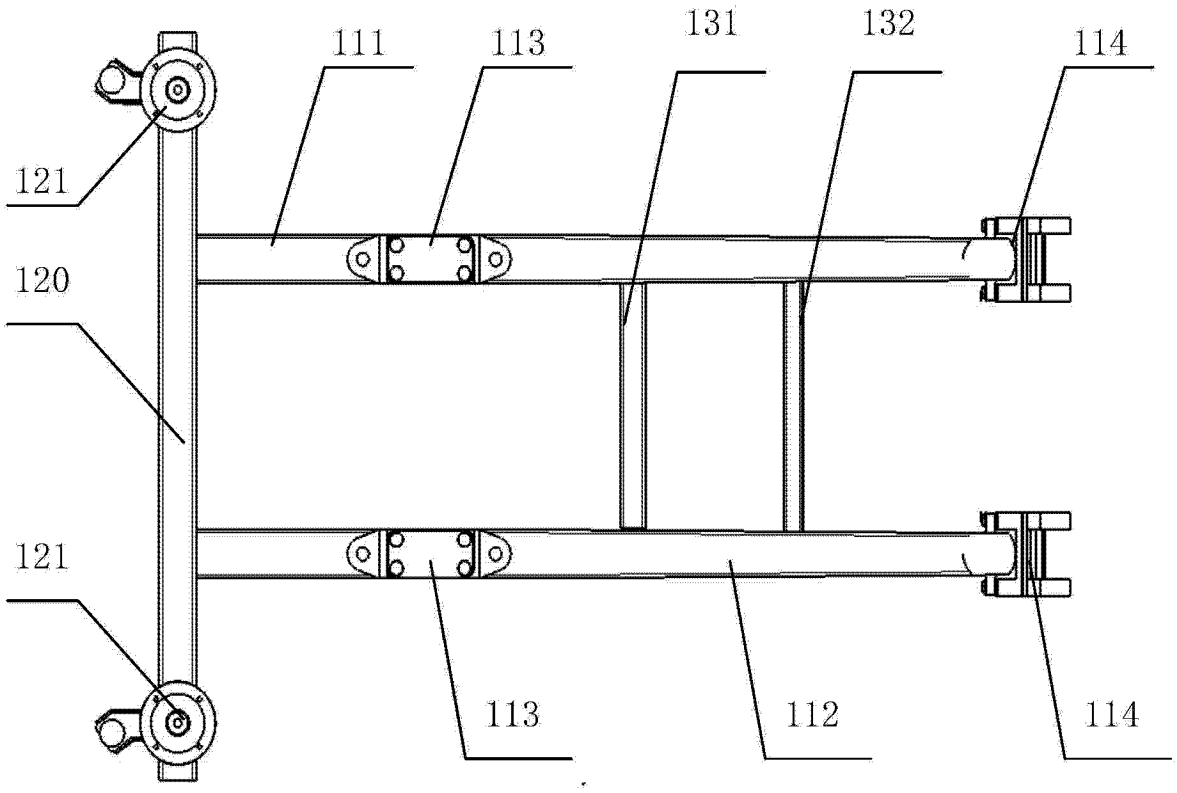

111
113
131
132
114
121
120
121
113
112
114

图 2

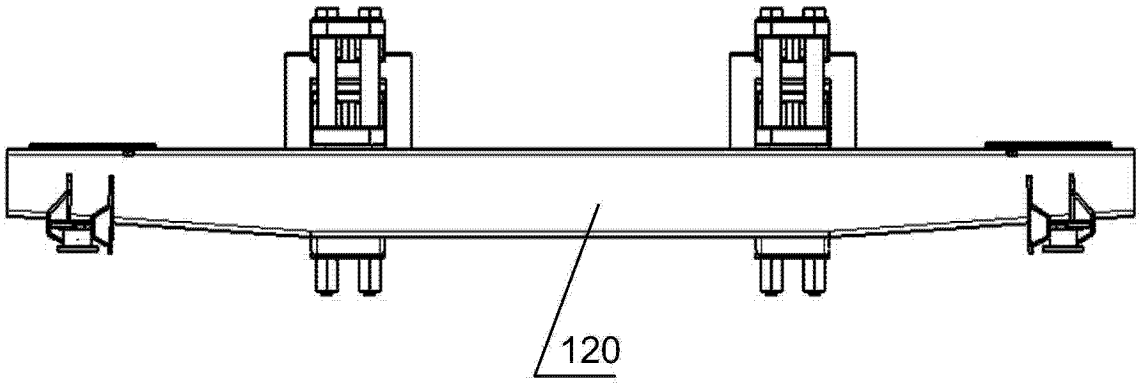


图 3

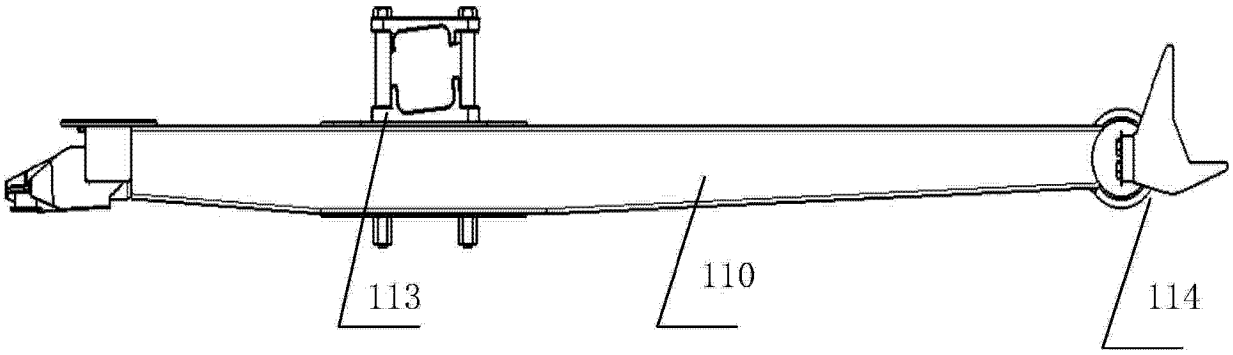


图 4

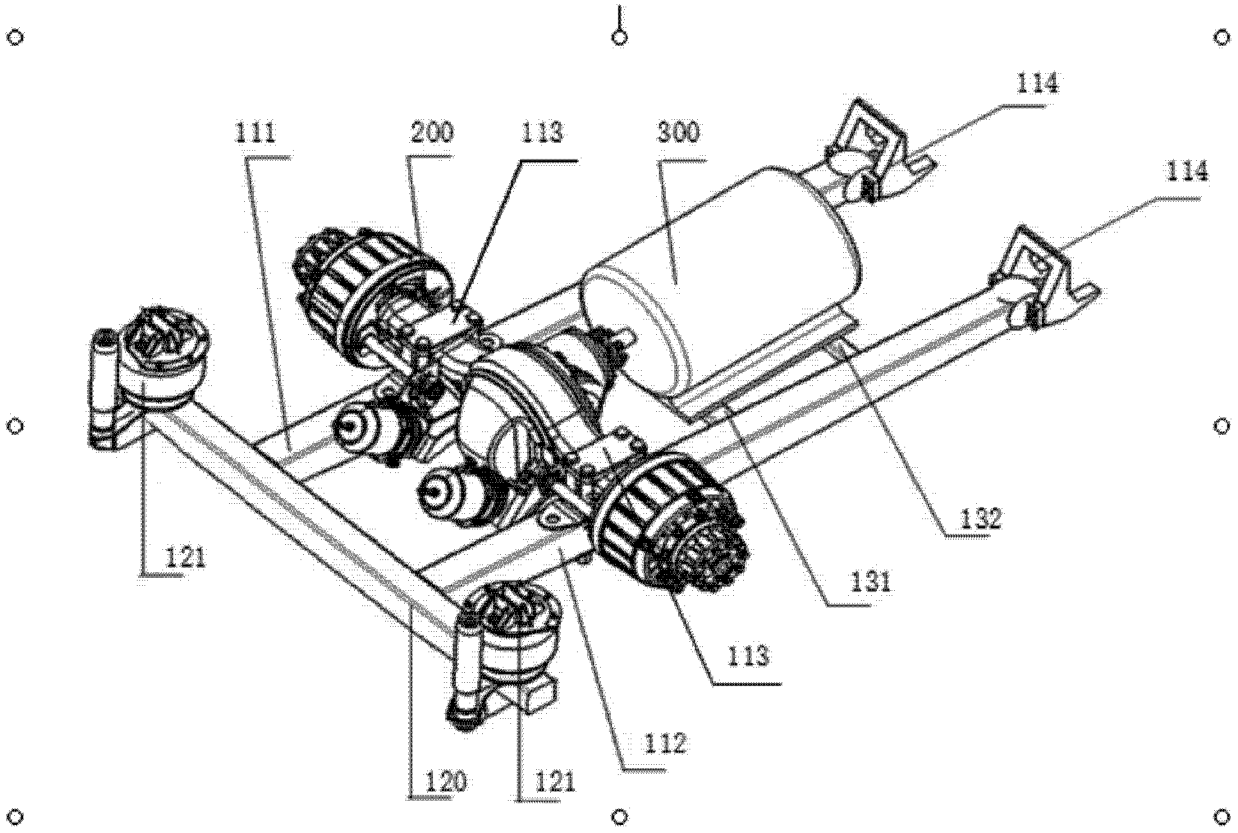

114
111
200
113
300
114
132
121
131
113
112
120
121

图 5

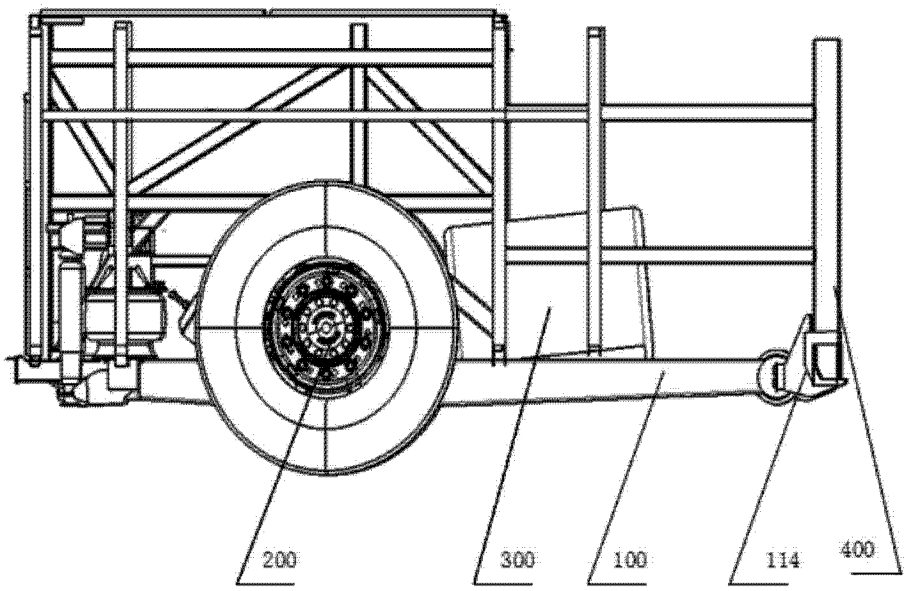

200
300
100
114
400

图 6

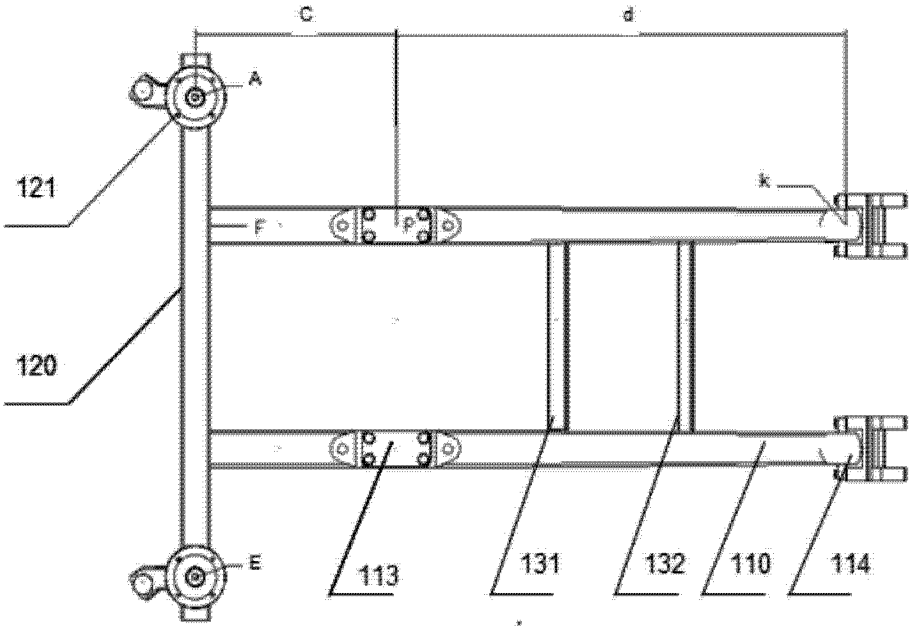

C
d
A
121
k
F
P
120
E
113
131
132
110
114

图 7

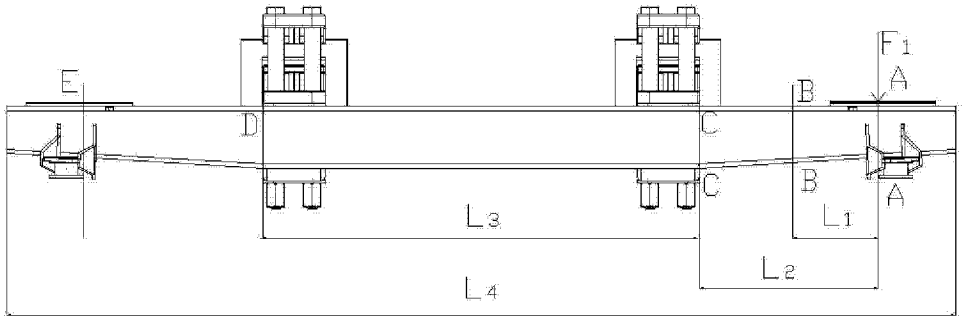

E
D
C
B
F1
A
C
B
A
L3
L1
L2
L4

图 8

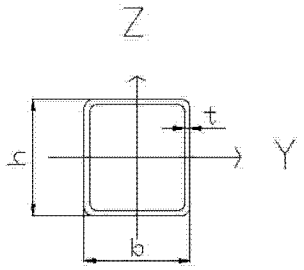

Z
t
h
Y
b

图 9

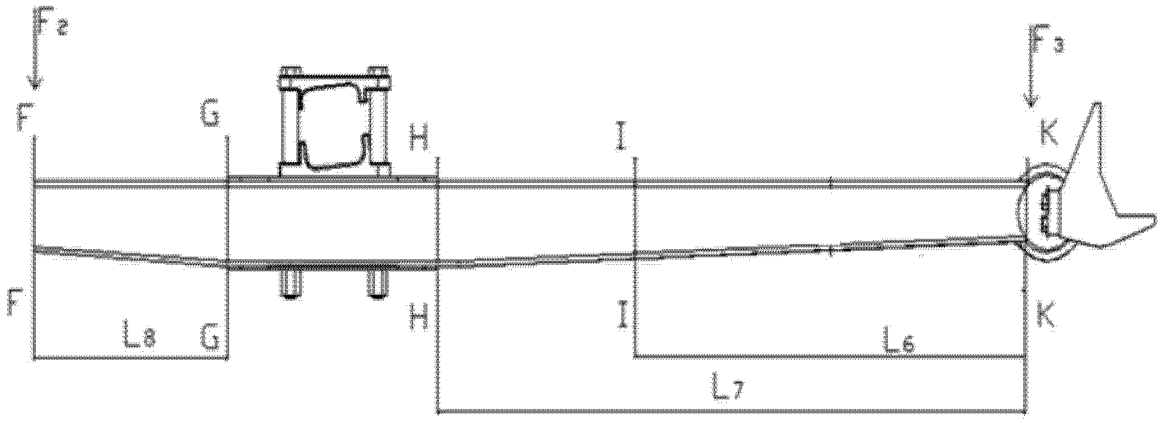


图 10