文章编号：2097-5899(2025)05-0020-07　　**中图分类号**：U272.6+5　　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202406050001
引用格式：任静，田力，叶嫔. 长大货物车运输铁路轨道车辆固定轮对方案研究[J]. 铁路物流，2025，43(5)：20-26.
REN Jing，TIAN Li，YE Pin. Wheelset Fixing Scheme for Rail Vehicles Transported by Heavy-Duty Freight Cars[J]. Railway Logistics，2025，43(5)：20-26.

长大货物车运输铁路轨道车辆固定轮对方案研究

任　静[1]，田　力[1]，叶　嫔[2]

(1. 中铁特货大件运输有限责任公司 铁路物资项目部，北京　100070；2. 中铁特货物流股份有限公司昆明分公司，云南 昆明　650011)

摘　要：通过设计一种轨道车辆专用车轮盒，用于铁路长大货物车运输铁路轨道车辆时，对铁路轨道车辆轮对进行承载与固定。在以往的运输案例中，需要在长大货物车地板面上焊接两行钢轨以承载铁路轨道车辆轮对，再通过止轮器固定。新方案采用凹形木楔作为轮对的支撑，钢槽和方管作为框架固定凹木。与以往焊接钢轨方案相比，新方案具有装载加固效率高、使用灵活的优点，可使用多组专用车轮盒应对多个轮对及不同车长的铁路轨道车辆的铁路运输，并广泛推广到其他轨道车辆的运输项目中。

关键词：长大货物车；车轮盒；轨道车辆；铁路运输；装载加固

近年来，随着铁路车辆出口规模的逐年增长，轮对式轨道车辆运输需求市场不断扩大。同时，不具备自轮运行条件的过检修期轨道车辆的回送，也需要将车辆运输至检修地点。为确保轨道车辆装载的稳定性和安全性，使用铁路长大货物车作为运输车辆，设计专用固定轮对的加固装置，为今后的运输提供新的解决方案。

1　研究背景

轨道车辆的运输通常是用拖拽的方式将车辆编组，由车头牵引自轮运输至目的地。特殊情况如轨道车辆超过检修期或未取得自轮运输资质，需要采用“背车”方式将轨道车辆运至目的地。“背车”运输方案通常是将两行钢轨焊接在运输用铁制车地板面上，形如车板上铺设一节“铁路”，在“铁路”上放置轨道车辆。该方案需采购钢轨，且焊接后的钢轨再次利用困难，造成浪费。钢轨是国家重要铁路物资，属于国有财产，任何人不得私有，工程、企业报请审批可以拥有，而废旧淘汰钢轨必须由铁路部门统一回收。因而采购周期长，时间成本难以控制，运输项目周期会面临逾期风险。针对以往钢轨焊接方案周期长、缺少灵活性的弊端，研究提出一种专用车轮盒，用以代替钢轨作为运输轨道车辆时轮对的承接和固定。运输时也不局限于铁地板长大货物车，木地板长大货物车也可用于运输轨道车辆。该方案在确保运输安全的前提下，既能解决原方案加固材料采购困难的问题，又能提高装载加固效率，节约运输成本[1]。

2　专用车轮盒方案设计

选用木制材料作为基座，根据轨道车辆轮径，设计出贴合车轮的凹形木楔，其半径和宽度可与车轮完美贴合；再用钢槽放置和固定凹木；根据轨道车辆轮距，设计出2个钢槽的间距，用方管进行焊接；专用车轮盒两端分别焊接2个L形角钢，角钢的一边固定在专用车轮盒上，另一边用来运输加固时与铁地板长大货物车车板焊接；角钢上预留一定数量的钉孔，用来与

收稿日期：2024-06-05

木地板长大货物车车板用扒锔钉连接；为了方便专用车轮盒的转移和运输，可在专用车轮盒的两端分别焊接2个把手。

2.1　材料选择

木材选用无削弱强度的整块硬杂木[2]，保证凹木在运输过程不变形失效。钢槽选用Q235钢板焊接而成，钢板厚度为5 mm。方管选用100 mm×100 mm×5 mm规格，角钢选用边厚为3 mm的5号等边角钢。

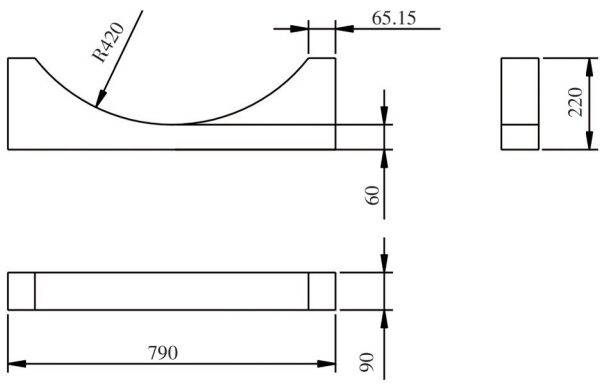
2.2　结构设计

通过对凹木、框架、角钢3个方面的设计，确保加固装置的安全稳定。

2.2.1　凹木设计

根据车轮的半径设计凹木的圆弧段半径。根据《铁路货物装载加固规则》[3]，凹木需设计一定的高度，防止轨道车辆在前后方向滚动位移，如果货物超长，突出车辆端头，凹木高度还应加上相应高度，防止轨道车辆在过坡时触碰到游车。根据轨道车辆运行钢轨的轨头宽设计凹木宽度。

轨道车辆车轮的公称直径为840 mm，半径420 mm，设计凹木的圆弧段半径为420 mm；由于轨道车辆超长，装载方式为一车负重，一端突出，根据《铁路货物装载加固规则》中常用计算公式，设计凹木圆弧底部高度为60 mm，圆弧顶部高度为220 mm。轨道车辆运行钢轨轨头宽一般为70 mm，设计凹木宽90 mm。凹木示意图如图1所示。



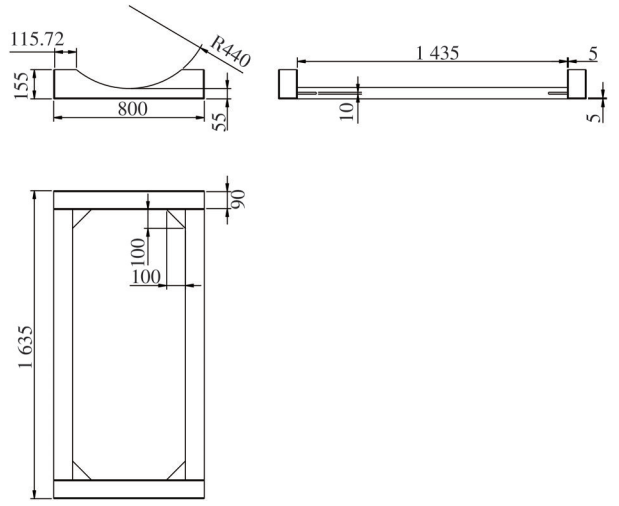
注：单位为mm。

图1　凹木示意图

Fig.1　Schematic diagram of concave wood

2.2.2　框架设计

框架结构由钢槽和方钢组焊而成。钢槽的作用是固定凹木，为凹木提供支撑，故需尽量包裹凹木，但又不能碰触到车轮，以免在运输途中损伤车轮。故设计钢槽宽度与凹木相同，均为90 mm，过渡配合连接。钢槽的圆弧半径略大于凹木，设计为440 mm，高度略低于凹木，设计为155 mm。该轨道车辆为标准轨轮距，两个钢槽的距离为1 435 mm，通过方钢焊接连接。框架结构示意图如图2所示。



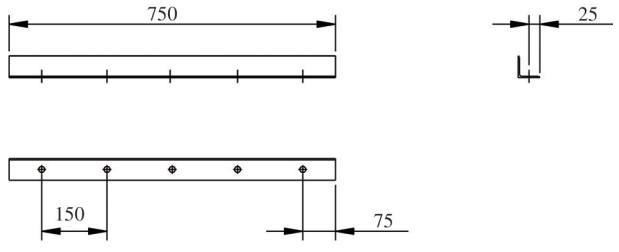
注：单位为mm。

图2　框架结构示意图

Fig.2　Schematic diagram of framework structure

2.2.3　角钢设计

框架两端分别焊接角钢，距角钢边缘75 mm依次打孔，孔距为150 mm。若运输平车为铁地板长大货物车，则可通过焊接角钢与铁地板连接。若多次使用角钢磨损严重时，可切割旧角钢后焊接新角钢，以此保护主体框架结构寿命。若运输平车为木地板长大货物车，可通过预留的钉孔使用扒锔钉与木地板连接。角钢示意图如图3所示。



注：单位为mm。

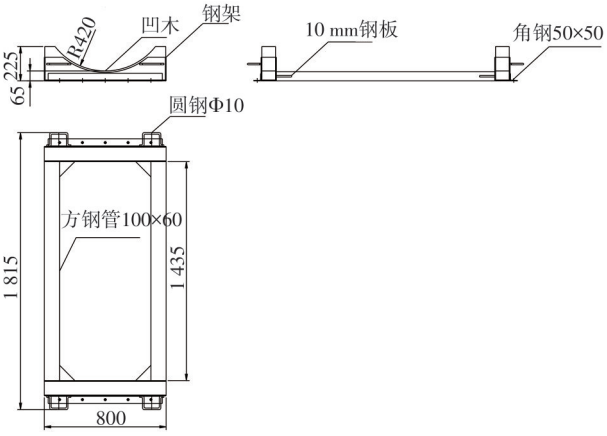
图3　角钢示意图

Fig.3　Schematic diagram of angle steel

2.2.4　总图

用圆钢在框架结构每端各焊接2个把手，方便专用车轮盒的转移和运输。专用车轮盒示意图如图4所示。

专用车轮盒实物图如图5所示。



注：单位为mm。

图4　专用车轮盒示意图

Fig.4　Schematic diagram of dedicated wheel box



图5　专用车轮盒实物图

Fig.5　Physical image of dedicated wheel box

3　应用案例

3.1　项目情况

轨道车辆件重61 t，重心高1 310 mm，外形尺寸：26 000 mm×3 180 mm×2 430 mm。

D_{22B}型长大平车自重48 t，空车重心高745 mm，允许载质量120 t，承载面长25 000 mm、宽3 000 mm，转向架中心距17 800 mm[4]。

在轨道车辆每组转向架前轮和后轮下放置专用车轮盒，每个专用车轮盒用10个扒锔钉钉固在车地板上。转向架其他车轮下铺垫凹木，每个凹木用4个扒锔钉钉固在车地板上。轨道车辆与专用车轮盒和凹木间铺垫橡胶垫。轨道车辆落车后，使用Φ14 mm钢丝绳将其车身与运输车辆拉牵捆绑在一起，满足《铁路货物装载加固规则》中受力要求。

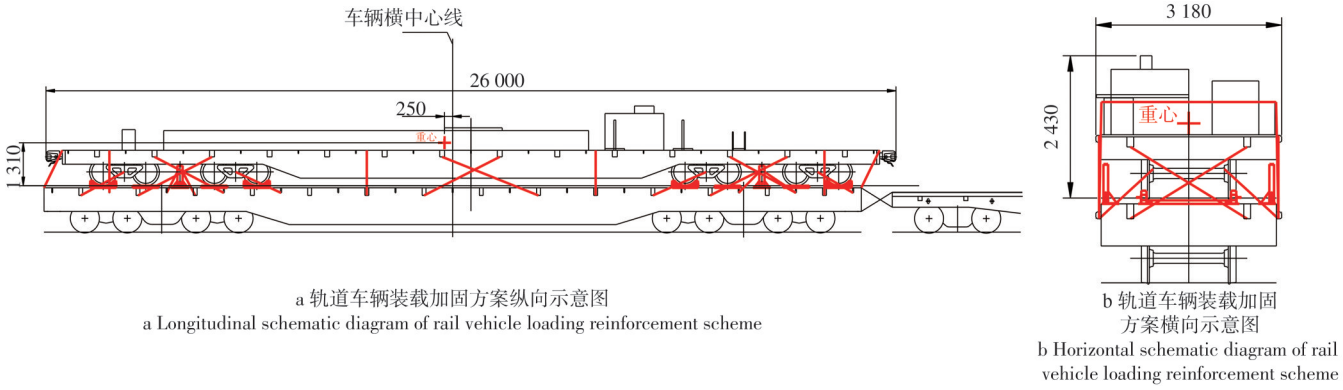
3.2　加固材料

装载轨道车辆选用加固材料均使用常用装置和材料，其技术性能符合国家标准、行业标准。加固轨道车辆所需材料包括：Φ14 mm钢丝绳(破断拉力不小于100 kN)及配套钢丝绳夹，Φ12 mm钢丝绳(破断拉力不小于73.8 kN)及配套钢丝绳夹，专用车轮盒(外形尺寸800 mm×1 815 mm×225 mm)，凹木，车体支座，扒锔钉，橡胶垫(厚5 mm)。

3.3　装载加固方法

3.3.1　装载方法

使用D_{22B}型长大平车1车负重，一端突出，突出端加挂1辆普通平车作为游车，2车1组。轨道车辆装载加固方案示意图如图6所示[5]。每车顺装轨道车辆(以下简称“货物”)1件，装后货物重心投影横向落在D_{22B}型长大平车(以下简称“车辆”)纵中心线上，纵向偏离



a 轨道车辆装载加固方案纵向示意图

a Longitudinal schematic diagram of rail vehicle loading reinforcement scheme

b 轨道车辆装载加固方案横向示意图

b Horizontal schematic diagram of rail vehicle loading reinforcement scheme

注：单位为mm。

图6　轨道车辆装载加固方案示意图

Fig.6　Schematic diagram of reinforcement plan for rail vehicle loading

车辆横中心线250 mm。

3.3.2　加固方法

（1）在货物每组转向架前轮和后轮下放置专用车轮盒，每个专用车轮盒用10个扒钉钉固在车地板上。货物转向架其他车轮下铺垫凹木，每个凹木用4个扒钉钉固在车地板上。货物车轮与专用车轮盒和凹木间铺垫橡胶垫。

（2）在货物中部用Φ14 mm钢丝绳单股整体横向下压捆绑2道，在车辆两端转向架处用Φ14 mm钢丝绳单股反“又”字型整体下压捆绑2道，捆绑在车侧支柱槽或绳栓上。

（3）在货物两侧拴节点上用Φ14 mm钢丝绳双股交叉拉牵，每侧拉牵3个交叉形，捆绑在车侧支柱槽或绳栓上。

（4）在货物每组转向架两侧用Φ14 mm钢丝绳双股各拉牵1个八字形，货物每侧共拉牵2个八字形，捆绑在车侧支柱槽或绳栓上。

（5）在货物两端用Φ14 mm钢丝绳双股交叉拉牵，每端拉牵1个交叉形，捆绑在车侧支柱槽或绳栓上。

（6）在货物转向架附近安放4件车体支座，每个车体支座用6个扒钉钉固在车地板上，并使用Φ12 mm钢丝绳在每个车体支座中上部拉牵1个八字形捆绑在车侧支柱槽或绳栓上。货物与车体支座间铺垫橡胶垫[6]。

3.4　装载加固计算

3.4.1　重车总重心容许偏离距离$a_{容}$计算

D_{22B}型长大平车允许载质量与所装轨道车辆质量差大于10 t，故$a_{容}$计算公式为

$$a_{容}=5\frac{l}{Q} \tag{1}$$

式中：$a_{容}$为货物总重心偏离车辆横中心线的容许距离，mm；l为车辆转向架中心距，mm；Q为车辆所装货物质量，t。

计算得到$a_{容}$为1 459 mm，装后货物重心投影横向落在车辆纵中心线上，纵向偏离车辆横中心线250 mm，符合技术条件。

3.4.2　重车重心高度H计算

一车负重装载时，H的计算公式为

$$H=\frac{Q_{车}h_{车}+Qh}{Q_{车}+Q} \tag{2}$$

式中：H为重车重心高度，mm；$Q_{车}$为车辆自重，t；$h_{车}$为空车重心自轨面起算的高度，mm；h为装车后货物重心自轨面起算的高度，mm。

计算得到重车重心高H为1 859 mm。

3.4.3　超限等级确认

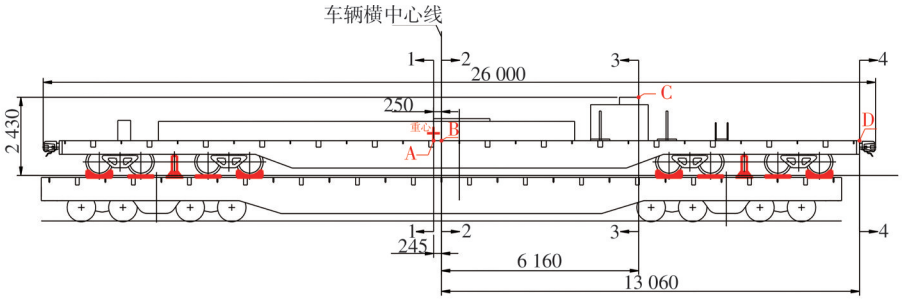
在超限计算中，货物的宽度和高度均已包括30 mm装车裕量。

（1）选取检定断面和计算点[7]。在两转向架中心销之间，选取1—1检定断面的A点，1—1位于货物上距离车辆横中心线最近的支柱槽处；选取2—2检定断面的B点，2—2位于货物上与车辆横中心线重合处；选取3—3检定断面的C点，3—3位于货物上距离车辆横中心线最远最高处；在两转向架中心销外方，选取4—4检定断面的D点，4—4位于货物上距离车辆中心线最远的车端处。轨道车辆检定断面和计算点所在位置示意图如图7所示。

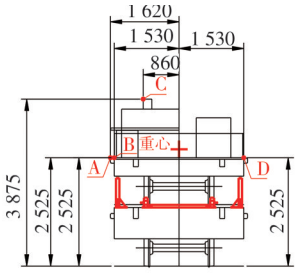
（2）确定计算宽度(曲线半径R为300 m)。

①检定断面位于大底架两心盘中心之间时，货物计算宽度的公式如下。

$$X_{内}=B+C_{内}-36 \tag{3}$$



a 轨道车辆检定断面和计算点所在位置纵向示意图
a Longitudinal schematic diagram of the location of the calibration section and calculation points for rail vehicles



b 轨道车辆检定断面和计算点所在位置横向示意图
b Horizontal schematic diagram of the location of the calibration section and calculation points for rail vehicles

注：单位为mm。

图7　轨道车辆检定断面和计算点所在位置示意图

Fig.7　Schematic diagram of the location of the calibration section and calculation points for rail vehicles

其中，$C_{内}$的计算公式为

$$C_{内}=\frac{L_1^2+L_2^2+\cdots+L_n^2-(2x)^2}{8R}\times 1\,000 \tag{4}$$

式中：$X_{内}$为货物计算宽度，mm；B为货物实测半宽，mm；$C_{内}$为货物检点断面的内偏差量，mm；L_1，L_2，$\cdots$，L_n为长大货物车由上向下各层底架心盘中心距，m；n为长大货物车底架层数；x为货物检定断面至车辆横中心线的距离，m。使用D_{22B}型长大平车装运按1层底架计算，L_1为17.8 m。

如图7所示，A，B，C点所在检定断面均位于大底架两心盘中心之间，取x_A为0.245 m，x_B为0 m，x_C为6.16 m，通过公式(4)计算得，A，B，C点的内偏差量分别为132 mm，133 mm，69 mm。A，B，C点货物实测半宽分别为1 620 mm，1 530 mm，860 mm，通过公式(3)计算得，A，B，C点计算宽度分别为1 716 mm，1 627 mm，893 mm。A，B，C点装后距轨面高度分别为2 525 mm，2 525 mm，3 875 mm。

②检定断面位于大底架两心盘中心外方时，货物计算宽度公式如下。

$$X_{外}=B+C_{外}+K-36 \tag{5}$$

其中，$C_{外}$的计算公式为

$$C_{外}=\frac{(2x)^2-L_1^2-\cdots-L_n^2}{8R}\times 1\,000 \tag{6}$$

$$K=75\left(\frac{2x}{L_1}-1.4\right) \tag{7}$$

式中：$X_{外}$为货物计算宽度，mm；$C_{外}$为货物检点断面的外偏差量，mm；K为货物检定断面处的附加偏差量，mm。

如图7所示，D点所在检定断面位于大底架两心盘中心外方，取x_D为13.06 m，通过公式(6)—(7)计算得到$C_{外}$为153 mm，K为6 mm。D点货物实测半宽为1 530 mm，通过公式(5)计算得到D点计算宽度为1 653 mm。D点装后距轨面高度为2 525 mm。

③超限等级判定：查《铁路超限超重货物运输规则》附件4，自轨面起2 525 mm高度，机车车辆限界1 700 mm；自轨面起3 880 mm高度，机车车辆限界1 560 mm，得A点装后一级超限，B，C，D点装后均不超限[8]。

3.4.4　运输过程中作用于货物上的各种力计算

（1）纵向、横向、垂直惯性力T，N，$Q_{垂}$公式如下[9]。

$$T=t_0Q \tag{8}$$

$$N=n_0Q \tag{9}$$

$$Q_{垂}=q_{垂}Q \tag{10}$$

式中：T，N，$Q_{垂}$分别为纵向惯性力、横向惯性力、垂直惯性力，kN；t_0，n_0，$q_{垂}$分别为每吨货物的纵向惯性力、横向惯性力、垂直惯性力，kN/t；Q为货物质量，t。根据《铁路货物装载加固规则》，t_0为9.23 kN/t；n_0为2.85 kN/t；$q_{垂}$为4.64 kN/t。

通过公式(8)—(10)计算得，T为563.03 kN，N为173.85 kN，$Q_{垂}$为283.04 kN。

（2）风力公式如下。

$$W=qF \tag{11}$$

式中：W为风力，kN；q为侧向计算风压，kN/m^2；F为侧向迎风面的投影面积，m^2。根据《铁路货物装载加固规则》，q为0.49 kN/m^2，F为63.18 m^2。

通过公式(11)计算得，W为30.96 kN。

（3）摩擦力$F_{摩}$公式如下。

$$F_{摩}^{纵}=9.8\mu Q \tag{12}$$

$$F_{摩}^{横}=\mu\left(9.8Q-Q_{垂}\right) \tag{13}$$

式中：$F_{摩}^{纵}$为纵向摩擦力，kN；$F_{摩}^{横}$为横向摩擦力，kN；μ为摩擦系数，取值0.4。

通过公式(12)—(13)计算得，$F_{摩}^{纵}$为239.12 kN，$F_{摩}^{横}$为125.9 kN。

3.4.5　货物稳定性校核

（1）货物倾覆稳定性计算，公式如下。

横向：$$\eta_{横}=\frac{9.8Qb}{Nh+Wh_{风}} \tag{14}$$

式中：$\eta_{横}$为横向倾覆稳定系数；b为货物重心所在纵向垂直平面至货物倾覆点之间的距离，mm；h为货物重心自倾覆点所在水平面起算的高度，mm；$h_{风}$为风力合力作用点自倾覆点所在水平面起算的高度，mm。

取b为717.5 mm，h为1 310 mm，$h_{风}$为1 215 mm，通过公式(14)计算得，$\eta_{横}$为1.62，大于1.25，货物不会发生横向倾覆。

（2）货物水平移动稳定性计算，公式如下。

纵向：$$\Delta T=T-F_{摩}^{纵} \tag{15}$$

横向：$$\Delta N=1.25(N+W)-F_{摩}^{横} \tag{16}$$

式中：ΔT为货物纵向所受合力，kN；ΔN为货物横向所受合力，kN。

通过公式(15)—(16)计算得，ΔT为323.91 kN，ΔN为130.11 kN。货物在纵、横方向均会发生移动，需采取加固措施。

（3）货物滚动稳定性计算公式如下。

纵向：$$\eta_{纵}=\frac{9.8Qa}{T\left(R-h_{掩}\right)} \tag{17}$$

式中：$\eta_{纵}$为纵向滚动稳定系数；a为货物重心所在横

向垂直平面至凹木与货物接触点之间距离，mm；R为车轮半径，mm；$h_{掩}$为凹木与车轮接触点自车轮最低点所在水平面起算的高度，mm。

取a为5 410 mm，R为420 mm，$h_{掩}$为160 mm，通过公式⑰计算得，$\eta_{纵}$为22.09大于1.25，货物在纵向不会发生滚动倾覆。

3.4.6　钢丝绳加固强度计算

（1）为防止货物纵向移动，在货物两侧栓节点上用钢丝绳双股交叉拉牵，每侧拉牵3个交叉形，每根拉牵绳应承受的拉力S[10]，公式如下。

$$S_{纵移}=\frac{\Delta T}{nAC}\sqrt{AC^2+BO^2+BC^2} \tag{18}$$

式中：$S_{纵移}$为每根钢丝绳应承受的纵向力，kN；n为拉牵绳道数；AC为拉牵绳在货物上的栓结点所在横向垂直平面至车辆栓结点之间的距离，mm；BO为拉牵绳在货物上的栓结点至车辆地板面起算的高度，mm；BC为拉牵绳在货物上的栓结点所在纵向垂直平面至车辆边线的距离，mm。

取n为12，AC为2 020 mm，BO为1 180 mm，BC为0 mm，ΔT为323.91 kN，通过公式⑱计算得，$S_{纵移}$为31.26 kN。

（2）为防止货物横向移动，在货物每组转向架两侧用钢丝绳双股各拉牵1个八字形，货物每侧共拉牵2个八字形，每根拉牵绳应承受的拉力S，公式如下。

$$S_{横移}=\frac{\Delta N}{nBC}\sqrt{AC^2+BO^2+BC^2} \tag{19}$$

式中：$S_{横移}$为每根钢丝绳应承受的横向力，kN；n为拉牵绳道数；AC为拉牵绳在货物上的栓结点所在横向垂直平面至车辆栓结点之间的距离，mm；BO为拉牵绳在货物上的栓结点至车辆地板面起算的高度，mm；BC为拉牵绳在货物上的栓结点所在纵向垂直平面至车辆边线的距离，mm。

取n为8，AC为1 635 mm，BO为720 mm，BC为900 mm，ΔN为130.11 kN，通过公式⑲计算得，$S_{横移}$为36.15 kN。

每根钢丝绳应承受的力S计算公式如下。

$$S\geqslant \max\left\{S_{横移},S_{纵移}\right\} \tag{20}$$

通过公式⑳计算得，S为36.15 kN。

本方案选用公称抗拉强度为1 670 N/mm^2，直径为14 mm的钢丝绳，其破断拉力$S_{破}$为100 kN，不小于2S(72.3 kN)，符合使用要求。

专用车轮盒应用实例如图8所示，轨道车辆装车实例图如图9所示。



图8　专用车轮盒应用实例

Fig.8　Application instance of specific wheel box



图9　轨道车辆装车实例图

Fig.9　Example diagram of loading rail rehicles

4　结束语

运输轨道车辆时，使用专用车轮盒的方案比原有焊接钢轨方案成本大幅降低，操作方法便捷高效，铁地板、木地板长大货物车可通用，适用性强，无需采购钢轨节约大量的等待时间，缩短运输周期，在提质增效方面发挥了作用[11]。更进一步地，我国出口交通车辆多采用宽轨转向架，可将框架方钢调整为抽屉式长度可调节方式，应对不同轨距的轮对及对应车辆的运输。在我国轨道交通装备出口量日益增长的情况下，专用车轮盒的开发和应用将大幅减少运输成本，增加运输效率，助力我国轨道交通装备“走出去”。

参考文献：

[1]　孙意军.浅析铁路阔大货物装载加固方案比选研究[J].青海交通科技，2021(3)：55-58.

[2]　中国铁路总公司.常用装载加固材料及装置[M].北京：中国铁道出版社，2015.

[3]　中国铁路总公司.铁路货物装载加固规则[M].北京：中国铁道出版社，2015.

[4]　宫文新.长大货物铁路运输包装方案研究[J].轨道交通装备与技术，2018(5)：10-11.

GONG Wenxin. A Study of the Packing Methods for Railway Transport of Long and Large-Sized Cargo[J]. Rail Transportation Equipment and Technology，2018(5)：10-11.

[5] 周震宇.客车厢体运输装载加固方案的研究与实践[J].物流技术与应用，2021(2)：123-125.

[6] 魏　刚.铁路货物装载加固管理研究[J].中国高新技术企业，2014(2)：113-114，19.

[7] 中国铁路总公司.铁路超限超重货物运输规则[M].北京：中国铁道出版社，2016.

[8] 赵振刚.铁路建筑限界曲线加宽通用计算方法研究[J].高速铁路技术，2021，12(3)：71-78，90.
ZHAO Zhengang. On the Universal Calculation Method for Curve Widening of Railway Structure Gauge[J]. High Speed Railway Technology，2021，12(3)：71-78，90.

[9] 冯自强.铁路通用敞车装运35 t敞顶箱装载加固装置设计及受力分析[J].物流技术，2021，40(12)：112-117，126.
FENG Ziqiang. Design and Force Analysis of Loading and Strengthening Device for 35-Ton Open-Top Container Used on General Railway Gondola Cars[J]. Logistics Technology，2021，40(12)：112-117，126.

[10] 田　力，任　静，文小龙.铁路客运专线18号道岔装载加固方案研究[J].铁道货运，2024，42(4)：19-25.
TIAN Li，REN Jing，WEN Xiaolong.Research on the Loading and Reinforcement Scheme of No. 18 Turnout of Railway Passenger Dedicated Line[J].Railway Freight Transport，2024，42(4)：19-25.

[11] 李善坡，马玉坤，刘　飞.重载铁路100 m长75 kg/m钢轨普通平车装运方案研究[J].铁道货运，2020，38(5)：52-58.
LI Shanpo，MA Yukun，LIU Fei.A Study on the Loading Plan of the Regular Flat Cars for Heavy Railways on the 100 m-long 75 kg/m Steel Rail[J].Railway Freight Transport，2020，38(5)：52-58.

（责任编辑：吴文娟）

Wheelset Fixing Scheme for Rail Vehicles Transported by Heavy-Duty Freight Cars

REN Jing[1]，TIAN Li[1]，YE Pin[2]

(1. Railway Materials Project Department，China Railway Special Transportation of Large Cargo Services Co.，Ltd.，Beijing 100070，China；2. Kunming Branch，China Railway Special Cargo Logistics Co.，Ltd.，Kunming 650011，Yunnan，China)

Abstract: A dedicated wheel box for rail vehicles was designed to support and fix the wheelsets of rail vehicles during their transport by heavy-duty freight cars. In previous transportation cases, it was necessary to weld two rows of steel rails on the floor of heavy-duty freight cars to support the wheelsets, which were then fixed through wheel stoppers. The new scheme adopted concave wooden wedges to support the wheelsets, and steel channels and square tubes as a frame to fix the wedges. Compared with the previous welded rail schemes, the new approach offered high efficiency in loading and reinforcement, as well as great flexibility. Multiple sets of dedicated wheel boxes could be used to accommodate rail vehicles with multiple wheelsets and varying lengths, facilitating their broader application in other rail vehicle transportation projects.

Keywords: Heavy-Duty Freight Car; Wheel Box; Rail Vehicle; Railway Transportation; Loading and Reinforcement

（上接第19页）

Discussion on Improvement in Capacity of China's Emergency Logistics Service

YANG Lei，ZHANG Yuesong

(Railway Science & Technology Research & Development Center，China Academy of Railway Sciences Corporation Limited，Beijing 100081，China)

Abstract: To enhance the capacity of China's emergency logistics service and protect the safety of people's lives and property, this study summarized the development of emergency logistics in China from the service capacity, development policy, and guarantee mechanism and analyzed the problems of China's emergency logistics in the guarantee mechanism, transportation capacity resources, infrastructure function, and information platform construction. Given the actual development of emergency logistics in China, measures and suggestions were put forward to improve the capacity of China's emergency logistics service, including improving the coordinated management of emergency logistics, strengthening the transportation capacity resource reserves of emergency logistics, and enhancing the capacity of international emergency logistics security and service.

Keywords: Emergency Logistics; Emergency; Transportation Capacity Resource; Guarantee Mechanism