

KUODA HUOWU ZHUANGZAI 黄兴建 李宗平 邵玉华 | 著  
FANGFA YU ANLI

# 阔大货物装载 方法与案例



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

-----  
**图书在版编目 ( C I P ) 数据**

阔大货物装载方法与案例 / 黄兴建, 李宗平, 邵玉华  
著. —成都: 西南交通大学出版社, 2006.11  
ISBN 7-81104-364-5

I. 阔... II. ①黄...②李...③邵... III. 长大货物  
运输—装载—加固 IV. U

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071351 号  
-----

**阔大货物装载方法与案例**

黄兴建 李宗平 邵玉华 著

|         |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| 责任编辑    | 刘娉婷                                                               |
| 封面设计    | 本格设计                                                              |
| 出版发行    | 西南交通大学出版社<br>(成都二环路北一段 111 号)                                     |
| 发行部电话   | 028-87600564 87600533                                             |
| 邮 编     | 610031                                                            |
| 网 址     | <a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a> |
| 印 刷     | 四川森林印务有限责任公司                                                      |
| 成 品 尺 寸 | 185 mm × 260 mm                                                   |
| 印 张     | 11.875                                                            |
| 字 数     | 293 千字                                                            |
| 版 次     | 2006 年 11 月第 1 版                                                  |
| 印 次     | 2006 年 11 月第 1 次印刷                                                |
| 书 号     | ISBN 7-81104-364-5                                                |
| 定 价     | 24.00 元                                                           |

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

铁路货物装载加固工作，是铁路货运工作的重要组成部分，是保证铁路行车安全和货物安全十分重要的环节。

目前，铁路实施“提速战略”，对货物装载加固工作提出了更高的要求，而托运的许多新产品由于还没有纳入铁道部及铁路局的定型方案，因而没有可依照的定型方案进行装车和加固。为了保证行车及货物的安全，在运输前，必须按照铁道部的文件及要求对这些货物进行严格的加固计算，对每种货物制订出相关的装载加固方案，并报相关部门审批方能进行运输。此书正是作者近几年来针对这一部分没有定型方案进行装载的产品，根据铁道部的文件及要求，结合货物的特点制订的装载加固方案。这部分方案已报相关部门审批通过，并已经在铁路运输中实施几年，经过实践检验，充分地证明了这些装载加固方案能够保证行车及货物的安全。但由于作者水平有限，有些方案可能存在或多或少的问题，敬请各位专家和学者予以批评指正。

为了方便使用计算机，书中的计算有的采用了公式法，有的采用了程序式给出。

黄兴建  
2006年11月

# 目 录

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>第一章 钢板装载加固方案</b> .....       | 1   |
| 一、钢板装载加固方案.....                 | 1   |
| 二、6 250~12 500 mm 钢板装载加固方案..... | 5   |
| <b>第二章 玻璃装载加固方案</b> .....       | 11  |
| 一、玻璃装载加固方案（一）.....              | 11  |
| 二、玻璃装载加固方案（二）.....              | 15  |
| 三、玻璃装载加固方案（三）.....              | 19  |
| 四、玻璃装载加固方案（四）.....              | 22  |
| 五、玻璃装载加固方案（五）.....              | 26  |
| 六、玻璃装载加固方案（六）.....              | 29  |
| 七、玻璃装载加固方案（七）.....              | 33  |
| 八、玻璃装载加固方案（八）.....              | 37  |
| 九、玻璃装载加固方案（九）.....              | 40  |
| 十、玻璃装载加固方案（十）.....              | 44  |
| 十一、玻璃装载加固方案（十一）.....            | 47  |
| 十二、玻璃装载加固方案（十二）.....            | 51  |
| 十三、玻璃装载加固方案（十三）.....            | 54  |
| <b>第三章 铝品装载加固方案</b> .....       | 59  |
| 一、铝板装载加固方案（一）.....              | 59  |
| 二、铝板装载加固方案（二）.....              | 62  |
| 三、铝管、铝棒装载加固方案.....              | 66  |
| 四、铝锻件装载加固方案.....                | 71  |
| 五、铝卷板装载加固方案.....                | 75  |
| 六、铝卷板、铝板、铝棒混装装载加固方案.....        | 81  |
| 七、铝卷板、铝板、铝棒、铝锻件混装装载加固方案.....    | 85  |
| <b>第四章 汽车装载加固方案</b> .....       | 91  |
| 一、五十铃汽车货车支架、垫板爬装装载加固方案.....     | 91  |
| 二、五十铃无货箱汽车爬、跨装装载加固方案.....       | 98  |
| 三、五十铃轻型轿货、货车混爬、跨装装载加固方案.....    | 105 |
| 四、载重汽车顺装、跨装装载加固方案.....          | 112 |
| 五、公交客车顺装、跨装装载加固方案.....          | 117 |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 六、载重汽车跨装装载加固方案 .....                 | 122        |
| 七、长安 SC 微型汽车铁路两用平板车装载加固方案 .....      | 127        |
| <b>第五章 飞机部件装载加固方案 .....</b>          | <b>133</b> |
| 一、飞机机翼、垂尾装载加固方案 .....                | 133        |
| 二、飞机机身装载加固方案 .....                   | 137        |
| <b>第六章 变压器装载加固方案 .....</b>           | <b>143</b> |
| <b>第七章 锅炉厂大件货物铁路运输装载加固支架检验 .....</b> | <b>150</b> |
| 一、锅筒安装支座（一） .....                    | 151        |
| 二、锅筒安装支座（二） .....                    | 158        |
| 三、锅筒安装支座（三） .....                    | 166        |
| 四、水冷壁中部组件包装架 .....                   | 169        |
| 五、水冷旋风筒支架（一） .....                   | 172        |
| 六、水冷旋风筒支架（二） .....                   | 175        |
| 七、散热管装载包装支架 .....                    | 178        |
| <b>参考文献 .....</b>                    | <b>183</b> |

# 第一章 钢板装载加固方案

## 一、钢板装载加固方案

钢板装载加固方案如图 1.1 所示。

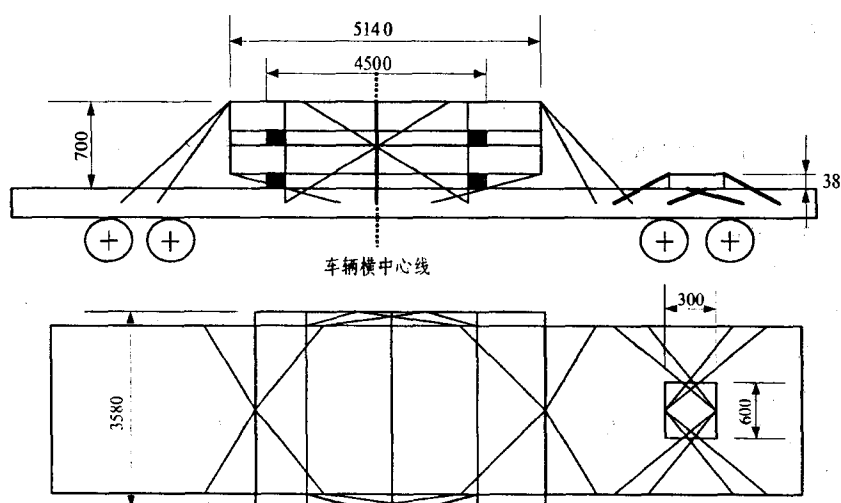


图 1.1

### (一) 货物规格

钢板 2 件 (货号 1-1、1-2), 规格为  $5\,140\text{ mm} \times 3\,580\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ , 单件重量 23 t。另有钢板 1 件 (货号 2-1), 规格为  $600\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 38\text{ mm}$ , 单件重量 1 t。

### (二) 准用货车

载重 60 t 的普通平车。

### (三) 加固材料

直径 15 mm 的钢丝绳及其配套钢丝绳夹头, 规格  $2\,800\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ , 垫木, 8 号镀锌铁线, 耐磨橡胶垫。

### (四) 装载方法

(1) 在车地板上车辆横中心线两侧距车辆横中心线 2 250 mm 的地方各安放 1 根横垫木。

(2) 将货号 1-1 的钢板 1 件顺装在横垫木上, 货物重心投影落在车辆纵横中心线的交叉点上。

(3) 在货号 1-1 钢板上车辆横中心线两侧距车辆中心线 2 250 mm 的地方各安放 1 根横垫木。

(4) 将货号 1-2 钢板 1 件顺装在横垫木上, 货物重心投影落在车辆纵横中心线的交叉点上。

(5) 在车辆转向架心盘中心位置处顺装货号为 2-1 的钢板 1 件, 货物重心投影落在车辆转向架心盘中心点上。

### (五) 加固方法

(1) 在车辆的每侧, 各用直径 15 mm 的钢丝绳双股将货号为 1-1 和 1-2 的两块钢板纵向向前拉牵捆绑在车侧丁字铁或支柱槽上, 拉紧并用绳卡卡死, 钢丝绳与车体水平面的夹角不大于 45°。

(2) 在车辆的每侧, 各用直径 15 mm 的钢丝绳双股将货号为 1-1 和 1-2 的两块钢板纵向向后拉牵捆绑在车侧丁字铁或支柱槽上, 拉紧并用绳卡卡死, 钢丝绳与车体水平面的夹角不大于 45°。

(3) 在车辆每侧前、后横垫木位置附近, 各用直径 15mm 的钢丝绳双股横向将货号为 1-1 和 1-2 的两块钢板斜交叉拉牵捆绑在另一车侧丁字铁或支柱槽上 (全结点不得位于货件 1-1 和 1-2 的正下方), 拉紧并用绳卡卡死, 要求捆绑在另一车侧丁字铁或支柱槽上的那段钢丝绳与车体水平面和横向垂直平面的夹角都不大于 45°。

(4) 在横向斜交叉拉牵捆绑的钢丝绳交叉点处, 用 8 号镀锌铁线 12 股捆绑并绞紧。

(5) 在纵向向后和向前拉牵钢丝绳与横向斜向拉牵钢丝绳的交叉处, 用 8 号镀锌铁线 6 股捆绑并绞紧。

(6) 在前、后横垫木位置附近和车辆横中心线附近, 各用直径 15 mm 钢丝绳单股横向呈反“又”字将货号为 1-1 和 1-2 的两块钢板下压捆绑 1 道, 拉紧并用绳卡卡死。

(7) 货号为 2-1 的货件, 用 8 号镀锌铁线 10 股, 进行端部压角交叉捆绑, 在镀锌铁线交叉处用 8 号镀锌铁线 4 股捆绑并绞紧。

(8) 钢丝绳和镀锌铁线与钢板和车体棱角接触处采取防磨措施。

### (六) 其他要求

该货物为超限货物, 按有关规定办理。

## 装载加固强度计算

### (一) 运输中作用于货物上的力

#### 1. 纵向惯性力

$$Q_{\text{总}} = 20.4 + 46 = 66.4 \quad (\text{t}) \quad (\text{选用 } N_{17} \text{ 平车})$$

$$a = 12.66 - 5.88 Q_{\text{总}} / 130 \quad (\text{kN/t})$$

$$=9.6567 \text{ (kN/t)}$$

$$T=a \cdot Q=444.2071 \text{ (kN)}$$

## 2. 横向惯性力

每吨货物的横向惯性力:

$$n_0=2.94+3.34a/l \text{ (kN/t)}$$

单列货物的横向惯性力:

$$a=0 \text{ mm}, l=9000 \text{ mm},$$

$$n_0=2.94+3.34a/l=2.94 \text{ (kN/t)}$$

$$N=n_0 \cdot Q=135.2400 \text{ (kN)}$$

## 3. 垂直惯性力

由于是使用平车装载, 所以每吨货物的垂直惯性力为:

$$q_{\text{垂}}=9.8 \times [0.506-0.0026Q_{\text{总装}}+(0.096-0.0006Q_{\text{总装}})a/l]$$

又  $a=0 \text{ mm}, l=9000 \text{ mm},$

所以  $q_{\text{垂}}=3.7612 \text{ (kN/t)}$

单列货物垂直惯性力:

$$Q_{\text{垂}}=q_{\text{垂}} \cdot Q=173.0170 \text{ (kN)}$$

## 4. 摩擦力

(1) 纵向摩擦力:

$$F_{\text{摩}}^{\text{纵}}=9.8\mu Q \text{ } (\mu \text{ 取 } 0.4)$$

$$F_{\text{摩}}^{\text{纵}}=180.3200 \text{ (kN)}$$

(2) 横向摩擦力:

$$F_{\text{摩}}^{\text{横}}=\mu(9.8Q-Q_{\text{垂}})$$

$$F_{\text{摩}}^{\text{横}}=111.1132 \text{ (kN)}$$

## 5. 风力

$$W=qF \text{ (kN)}$$

$$W=0.49 \times 5.14 \times 0.4=1.0074 \text{ (kN)}$$

## (二) 加固强度计算

### 1. 货物水平移动的稳定性

(1) 纵向移动的稳定性:

$$\Delta T=T-F_{\text{摩}}^{\text{纵}}=263.8871 \text{ (kN)} > 0$$

所以货物在纵向上要发生移动。

(2) 横向移动的稳定性:

$$\Delta N = 1.25(N + W) - F_{\text{摩}}^{\text{横}} = 59.196 \text{ kN} > 0$$

所以货物在横向上要发生移动。

在纵向, 用双股前后拉牵钢板, 每根钢丝绳必须承受的拉力  $S_T$ :

$$S_T = \Delta T / 2n_1 \cos \alpha_1 = 263.887 / 2 \times 4 \times \cos 45^\circ = 46.649 \text{ kN}$$

式中,  $n_1$  为单方向拉牵根数,  $n_1 = 4$ ;  $\alpha_1$  为钢丝绳与车辆地板水平面间的夹角,  $\alpha_1 = 45^\circ$ 。

在横向, 用双股前后拉牵钢板, 每根钢丝绳必须承受的拉力  $S_N$ :

$$S_N = \Delta N / 2n_2 \cos \alpha_2 \sin \beta_2 = 59.196 / 2 \times 4 \cos 45^\circ \sin 45^\circ = 25.598 \text{ kN}$$

式中,  $n_2$  为单方向拉牵根数,  $n_2 = 4$ ;  $\alpha_2$  为钢丝绳与车辆地板水平面间的夹角,  $\alpha_2 = 45^\circ$ ;  $\beta_2$  为钢丝绳在车地板上的投影与车辆横向垂直平面间的夹角, 取  $\beta_2 = 45^\circ$ 。

本加固方案选用直径 15 mm 的钢丝绳, 破断拉力为:

$$95.6 \text{ kN} \geq 2 \max(S_T, S_N)$$

所以加固强度合格。

## 2. 货物倾覆的稳定性

(1) 纵向倾覆的稳定性:

$$\eta = \frac{9.8Qa}{Th} = \frac{9.8 \times 46 \times 2400}{444.2071 \times 425} = 5.7309 > 1.25$$

所以纵向上不会发生倾覆, 足够稳定。

(2) 横向倾覆的稳定性:

$$\eta = \frac{9.8Qb}{Nh + Wh_{\text{风}}} = \frac{9.8 \times 46 \times 1400}{135.2400 \times 425 + 1.0074 \times 425} = 10.8992 > 1.25$$

所以横向上不会发生倾覆, 足够稳定。

## 3. 横垫木的强度计算

横垫木承压面积为:

$$F = (9.8Q + Q_{\text{垂}}) \times 1000 / [\sigma_{\text{压}}] = 4158.8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

式中,  $[\sigma_{\text{压}}]$  为木材的许用压应力, 当选择经松时,  $[\sigma_{\text{压}}] = 150 \text{ N/cm}^2$ 。

本加固方案的横垫木取 2 根, 面积为:

$$F_{\text{设计}} = 2 \times 20 \times 280 = 11200 \text{ cm}^2 > 4158.8 \text{ cm}^2,$$

合格。

## 4. 货件 2-1 的加固强度

货件 2-1 的重量为 1 t, 参考“铁路货物装载加固方案 030303”, 可认为加固强度足够。

## 二、6 250~12 500 mm 钢板装载加固方案

6 250~12 500 mm 钢板装载加固方案如图 1.2 所示。

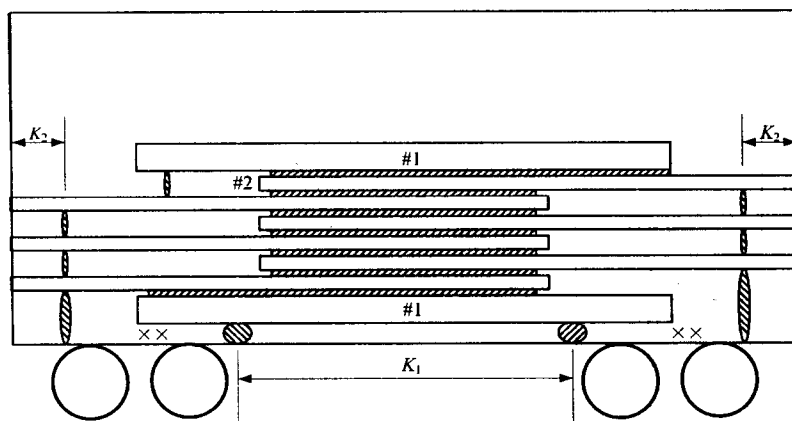


图 1.2

### (一) 货物规格

| 序 号 | 钢板规格/mm                             |
|-----|-------------------------------------|
| 1   | (9 000~12 500)×(1 300~2 500)×(6~40) |
| 2   | (6 250~9 000)×(1 300~2 500)×(6~40)  |

### (二) 准用货车

C<sub>62A</sub>、C<sub>62A (N)</sub>、C<sub>62B</sub> 和 C<sub>64</sub> 型敞车。

### (三) 加固材料

稻草绳把，稻草垫，直径 6.5 mm 盘条，28 号槽钢制作的井字形座架。

### (四) 装载方法

(1) 如图 1.2 所示，在车辆横中心线两侧相距为  $K_1$  的地方安放稻草绳把各一道，将 3/4 的序号 1 钢板对称放置在稻草绳把上。如钢板两端接触车地板，在钢板与车地板间加铺稻草垫。

(2) 将序号 2 钢板分别紧靠车辆两端对称均衡重叠装载，在钢板下距车辆两端墙  $K_2$  的地方铺垫稻草绳把支撑 2 根，序号 2 钢板的另一端重叠搭在序号 1 钢板上，钢板间铺垫稻草垫。

(3) 在序号 2 钢板的顶部铺设稻草垫，将余下的 1/4 的序号 1 钢板对称的装载于序号 2 钢板之上，在悬空一端加稻草绳把支撑。

(4)  $K_1$  的数值和序号 1 钢板的总载重量、序号 2 钢板的支距  $K_2$  及整车总载重量见表 1.1 所示。

表 1.1 钢板长度及装载量

| 序号 1 钢板<br>长度/mm | 序号 1 钢板<br>装载量/t | K <sub>1</sub> 值/mm | 序号 2 钢板<br>长度/mm | K <sub>2</sub> 值/mm | 总装载量/t |
|------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------|
| 9 000 ~ 10 500   | 32.5             | 7 000               | 6 250 ~ 7 000    | 1 000               | 55     |
|                  | 26.5             | 7 000               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 18.5             | 7 000               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
|                  | 37.5             | 7 500               | 6 250 ~ 7 000    |                     |        |
|                  | 32.5             | 7 500               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 26.5             | 7 500               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
|                  | 42.5             | 8 000               | 6 250 ~ 7 000    |                     |        |
|                  | 39.0             | 8 000               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 34.5             | 8 000               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
| 10 500 ~ 11 000  | 28.5             | 7 000               | 6 250 ~ 7 000    | 500                 |        |
|                  | 19.0             | 7 000               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 7.0              | 7 000               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
|                  | 34.5             | 7 500               | 6 250 ~ 7 000    |                     |        |
|                  | 27.5             | 7 500               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 17.5             | 7 500               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
|                  | 40.5             | 8 000               | 6 250 ~ 7 000    |                     |        |
|                  | 35.5             | 8 000               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 28.0             | 8 000               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
| 12 000 ~ 12 100  | 25.0             | 7 000               | 6 250 ~ 7 000    | 100                 | 55     |
|                  | 13.5             | 7 000               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 7.0              | 7 000               | 8 000 ~ 9 000    | 100                 | 53     |
|                  | 31.5             | 7 500               | 6 250 ~ 7 000    | 100                 | 55     |
|                  | 23.0             | 7 500               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 9.0              | 7 500               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
|                  | 38.5             | 8 000               | 6 250 ~ 7 000    |                     |        |
|                  | 32.0             | 8 000               | 7 000 ~ 8 000    |                     |        |
|                  | 22.0             | 8 000               | 8 000 ~ 9 000    |                     |        |
| 12 100 ~ 12 500  | 使用钢支架            |                     |                  |                     | 55     |

(5) 货物装载后检查序号 1 钢板在  $K_1$  长度范围内与车地板的最小距离, 当该最小距离小于 10 mm 时须使用钢制井字形座架, 使用钢制井字形座架的装载方法见下一条说明。

(6) 对于表 1.1 中未列出的不同长度钢板的混合装载, 须使用横梁宽度大于 2 500 mm 且

横梁间距为 8 000 mm、纵梁长度大于 8 000 mm 的钢制井字形座架。将钢制井字形座架对称于车地板纵、横中心线安放在车地板上。将序号 1 钢板对称于车地板纵、横中心线安放在钢制井字形座架上；然后将序号 2 钢板分别对称车地板纵、横中心线安放在序号 1 钢板之上，在钢板下距车辆端墙 1 000 mm 的地方铺垫稻草绳把 2 根，序号 2 钢板的另一端分别搭在序号 1 钢板上。总装载重量不得超过 55 t。

### (五) 加固方法

- (1) 在车地板稻草绳把的位置附近各放置 6.5 mm 盘条 1 根，盘条不少于 6 根，钢板装载完毕后将所装钢板整体捆扎为一体。
- (2) 各层钢板之间铺垫稻草垫。
- (3) 钢制井字形座架与车地板之间以及钢制井字形座架与货物之间铺垫稻草垫。

## 装载加固强度计算

### (一) 装载重量计算

C<sub>62A</sub>、C<sub>62A(N)</sub>、C<sub>62B</sub> 和 C<sub>64</sub> 型敞车两枕梁间承受对称集中载荷时的最大容许装载量是有限制的，因此货物的装载量应通过计算确定，计算原理可参考图 1.3 所示。

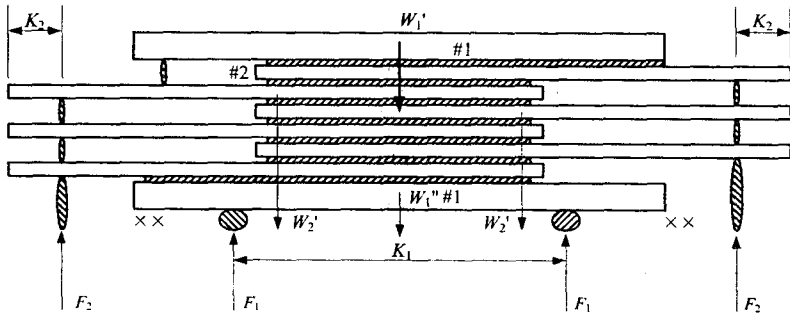


图 1.3 钢板整体受力图

依据装载的对称性，装载的总支反力与总装载重量平衡且总限重  $W_{Total}$  不大于 55 t，即：

$$2(F_1 + F_2) = W_1' + W_1'' + 2W_2' = W_{Total}$$

不失安全性地，由于顶部的序号 1 钢板的载重量  $W_1'$  的作用，仅有悬空部分的序号 2 钢板的载重量由支反力  $F_2$  分担，其他载重量完全由中部支撑力  $F_1$  承担。

受力原理如图 1.4 所示，即：

$$q = W_2' / L_2$$

分析图 1.4 所示静不定问题有下式：

$$F_2 \geq \frac{(L_3 - K_2)^2 - 4L_3(L_3 - K_2) + 6L_3^2}{8(L_3 - K_2)} q$$

$$= \frac{(12.5 - L_2 - K_2)^2 - 4(12.5 - L_2)(12.5 - L_2 - K_2) + 6(12.5 - L_2)^2}{8L_2(12.5 - L_2 - K_2)} W_2'$$

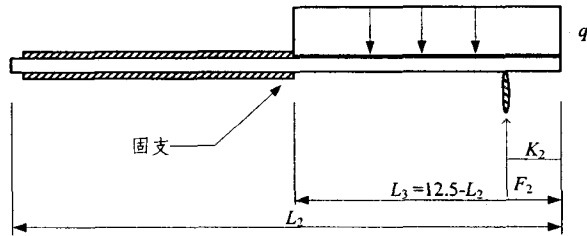


图 1.4 序号 2 钢板受力图

$F_2$  的载重负担率见表 1.2 所列。

表 1.2 序号 2 钢板端部支撑的载重分担率

| 序号 2 钢板<br>支间距/mm | 序号 2 钢板长度<br>$L_2$ / mm | $\gamma = F_2 / W_2' / \%$ |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 000             | 7 000                   | 40.7                       |
|                   | 8 000                   | 31.5                       |
|                   | 9 000                   | 24.8                       |
| 500               | 7 000                   | 34.4                       |
|                   | 8 000                   | 25.5                       |
|                   | 9 000                   | 18.7                       |
| 100               | 7 000                   | 30.3                       |
|                   | 8 000                   | 25.8                       |
|                   | 9 000                   | 15.3                       |

货运车辆要求支反力  $2F_1$  不大于  $C_{62A}$ 、 $C_{62A(N)}$ 、 $C_{62B}$  和  $C_{64}$  型敞车两枕梁间承受对称集中载荷时的最大容许装载量，即：

$$2F_1 = W_{\text{Total}} - 2F_2 \leq W_{\text{Total}} - 2\gamma W_2' \leq \text{Load}_{\text{lim}}$$

而

$$W_2 = W_{\text{Total}} - 2W_1$$

其中

$$W_1 = W_1' + W_1''$$

$$W_2 = 2W_2'$$

由此可得，序号 1 和序号 2 钢板的最大载重量符合下式：

$$W_1 \leq \frac{\text{Load}_{\text{lim}} - (1 - \gamma)W_{\text{Total}}}{\gamma}$$

$$W_2 = W_{\text{Total}} - W_1$$

计算结果见表 1.1 所列。

## (二) 加固强度计算

### 1. 运输中作用于货物上的力

#### (1) 纵向惯性力:

$$Q_{\text{总}} = 21.7 + 55 = 76.7 \text{ (t) (选用 N}_{17}\text{ 平车)}$$

$$a = 12.66 - 5.88Q_{\text{总}}/130 = 9.1908 \text{ (kN/t)}$$

$$T = a \cdot Q = 505.494 \text{ (kN)}$$

#### (2) 横向惯性力:

每吨货物的横向惯性力:

$$n_0 = 2.94 + 3.34a/l \text{ (kN/t)}$$

单列货物的横向惯性力:

$$a = 0 \text{ mm}, l = 9300 \text{ mm}$$

$$n_0 = 2.94 + 3.34a/l = 2.94 \text{ (kN/t)}$$

$$N = n_0 \cdot Q = 161.7000 \text{ (kN)}$$

#### (3) 垂直惯性力:

由于是使用平车装载, 所以每吨货物的垂直惯性力为:

$$\begin{aligned} q_{\text{垂}} &= 9.8 \times [0.506 - 0.0026Q_{\text{总装}} + (0.096 - 0.0006Q_{\text{总装}})a/l] \\ &= 3.5574 \text{ (kN/t)} \end{aligned}$$

单列货物垂直惯性力:

$$Q_{\text{垂}} = q_{\text{垂}} \cdot Q = 195.6570 \text{ (kN)}$$

#### (4) 摩擦力:

##### ① 纵向摩擦力:

$$F_{\text{摩}}^{\text{纵}} = 9.8\mu Q \quad (\mu \text{ 取 } 0.5)$$

$$F_{\text{摩}}^{\text{纵}} = 269.5000 \text{ (kN)}$$

##### ② 横向摩擦力:

$$F_{\text{摩}}^{\text{横}} = \mu(9.8Q - Q_{\text{垂}})$$

$$F_{\text{摩}}^{\text{横}} = 171.6715 \text{ (kN)}$$

#### (5) 风力:

$$W = qF \text{ (kN)}$$

$$W = 0.49 \times 5.14 \times 0.4 = 1.0074 \text{ (kN)}$$

## 2. 加固强度计算

### (1) 货物纵向移动的稳定性:

$$\Delta T = T - F_{\text{摩}}^{\text{纵}} = 235.994 \text{ 0 (kN)} > 0$$

所以货物在纵向上有发生移动的倾向。

(2) 货物横向移动的稳定性：

$$\Delta N = 1.25(N + W) - F_{\text{摩}}^{\text{横}} = 30.453 \text{ 5 (kN)} > 0$$

所以货物在横向上有发生移动的倾向。

由于序号 2 钢板在纵向与车端墙接触，纵向不平衡力可传给车端墙。在横向，不平衡力仅为 30.453 5 kN，可能引起货物的横移，但数值不大，基本可通过摩擦力平衡。另外，加固时使用  $\phi 6.5 \text{ mm}$  盘条捆绑钢板，可以防止钢板横向之间的移位。

综合来说，本装载加固方案的加固强度基本合格。

## 第二章 玻璃装载加固方案

### 一、玻璃装载加固方案（一）

玻璃装载加固方案（一）如图 2.1 所示。

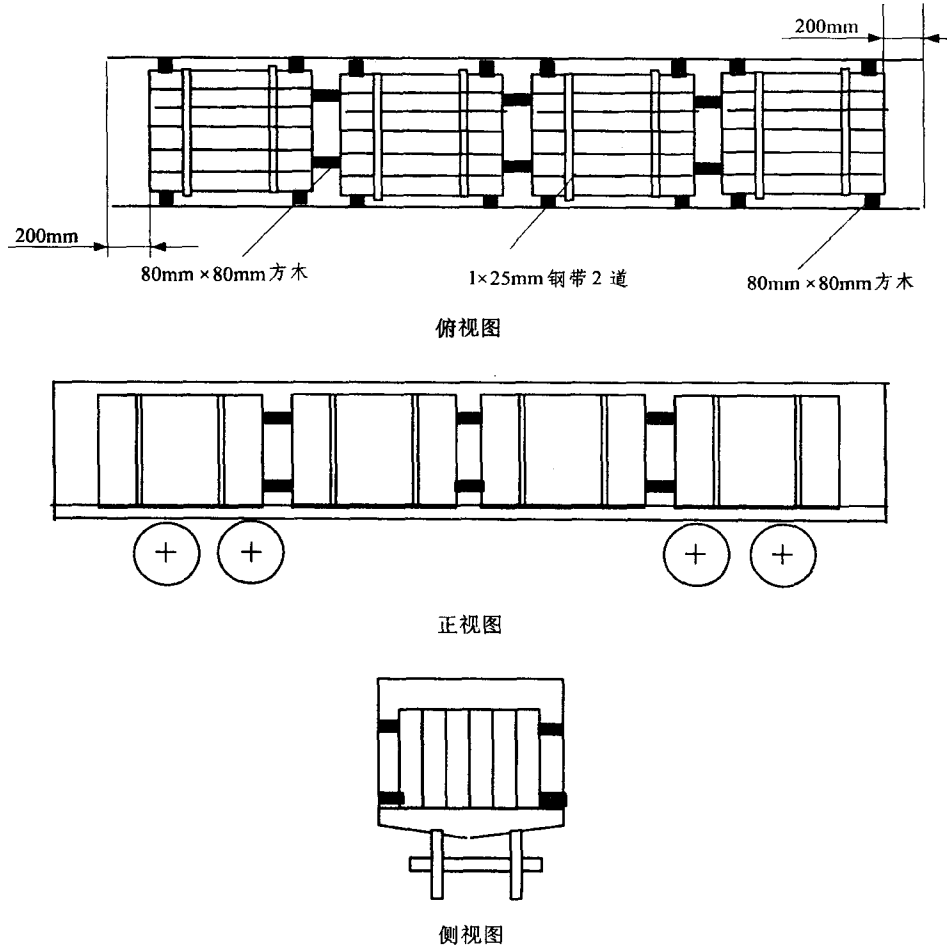


图 2.1

#### （一）货物规格

木箱包装，每件外形为  $2\,210\text{ mm} \times 1\,670\text{ mm} \times 440\text{ mm}$ ，每件重  $2.5\text{ t}$ 。

## (二) 准用货车

60 t 敞车或 61 t 敞车。

## (三) 加固材料

80 mm×80 mm 方木, 1×25 mm 钢带, 铁钉。

## (四) 装载方法

(1) 每车侧立顺装 4 列, 每列装 6 件, 全车总计共 24 件。

(2) 货件排放紧密均衡, 与两车侧板空隙均等。

## (五) 加固方法

(1) 每列货件用 2 道 1×25 mm 钢带将其捆绑钉固成一体。

(2) 货件与两侧车侧板空隙处, 用方木分上下两处支撑加固, 支稳钉牢。

(3) 在每 2 列货件之间空隙处, 用方木分上下两处支撑加固, 支稳钉牢。

## (六) 其他要求

按规定苫盖和捆绑篷布。

# 装载加固强度计算

## (一) 装载量计算

此种装载方法共装载 24 件, 每件重 2.5 t, 全车装载共计重  $24 \times 2.5 \text{ t} = 60 \text{ (t)}$ , 适合 60 t 敞车或 61 t 敞车。

## (二) 检验重心位置

如图 2.1 所示, 货物均衡对称装载, 货物重心落在车辆纵、横中心线的交叉点上, 重心无偏移, 符合装载要求。

## (三) 检验重心高度

因为货件的高度为 1 670 mm, 小于 60 t 敞车或 61 t 敞车的车侧墙高度 1 800 mm, 所以不存在因重心偏高而出现危险的问题, 符合装载要求。

## (四) 检验集重问题

由于每列货物用钢带捆绑, 可视为一件, 其宽度为  $6 \times 440 = 2\,640 \text{ mm}$ , 支重面长度为 2 210 mm, 每列货物的重量为  $6 \times 2.5 = 15 \text{ (t)}$ 。

以上各项数据均符合《铁路货物装载加固规则》(以下简称《加规》) 规定, 表 2.1 以 C<sub>62A</sub>、C<sub>62A(N)</sub>、C<sub>64</sub> 为例。