

阔大货物装载加固实例

杨树仁 主编

中 国 铁 道 出 版 社

1989年·北京

前 言

由于我国工业及基本建设的发展和外贸的扩大，阔大货物——即超限、超长、集重货物的运量日益增长，其主要特点为在重量及体积上不断加大，有的一件货物重达几百吨，有的一件货物长达几十米，在种类上也与日俱增。这些货物的运送都要根据技术条件的要求，适当选择车辆，计算外力的大小，选择经济安全的加固材料和加固方法，以保证货物、车辆及运输的安全。

本书编写的目的是根据我国运送阔大货物的种类，按不同装载加固要求，选取常见的货件为实例，进行装载方案的选择及加固计算，为我国广大铁路货运工作人员、技术人员以及物资部门有关人员在装运阔大货物时参考之用，也可作为铁路院校运输专业教学参考书籍。

本书在编写过程中得到沈阳分局货运科、沈阳站、长沙分局特调、长沙北站、上海南站、广州南站及黄埔站等单位的大力支持，在此谨表谢意。

本书由杨树仁主编，并由杨树仁编写第一章的第二节、第三节及第四章，唐桂秋编写第一章的第一节、第三章及第六章；曹益海编写第一章的第四节、第二章及第五章。本书由铁道部运输局李殿柱主审。

由于编者水平所限，书中难免出现错误及缺点，希读者批评指正。

编 者

1988年1月

内 容 简 介

本书内容分为两部分：第一部分为装载加固基本原理概述，以便读者了解、掌握装载加固的基本知识；第二部分为装载加固实例，在实例中又分为平厢货物、圆形货物、带轮货物、长形货物及跨装货物等五大类。在每一类实例之前，先对该类货物在装载加固时应注意的特点、规定及技术条件予以介绍，然后通过实例计算加以运用。

阔大货物装载加固实例

杨树仁 主编

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 胡彝珣 封面设计 安宏

各地新华书店经售

北京顺义燕华营印刷厂印

开本：787×1092 毫米 $1/32$ 印张：10 字数：224 千

1989年4月第1版第1次印刷

印数：1—10000册 定价：8.85元

目 录

第一章 超限、超长、集重货物的装载加固

第一节 货物装载加固的基本原理	1
第二节 集重货物的装载加固	33
第三节 超长货物的装载加固	52
第四节 超限货物的装载加固	61

第二章 平度货物的装载加固

第一节 方形平底货物的装载加固	78
第二节 具有钢铁底架货物的装载加固	96
第三节 具有纵梁货物的装载加固	115
第四节 具有横梁货物的装载加固	121
第五节 变压器的装载加固	128

第三章 圆形货物的装载加固

第一节 圆形货物使用凹木的装载加固	135
第二节 圆形货物使用掩木的装载加固	142
第三节 球形货物的装载加固	148
第四节 圆形货物使用特种平车的装载加固	154
第五节 电缆的装载加固	171
第六节 卷钢的装载加固	176
第七节 轧辊的装载加固	191
第八节 船艇及锥形罐的装载加固	202

第四章 带轮货物的装载加固

第一节 汽车的装载加固	220
第二节 轮胎式拖拉机与起重机的装载加固	243

第三节	履带式走行部分机械的装载加固	248
第四节	压路机的装载加固	255
第五章	长形货物的装载加固	
第一节	一端突出使用游车的装载加固	263
第二节	两端突出使用游车的装载加固	269
第六章	跨装货物的装载加固	
第一节	钢筋预应力混凝土桁梁的装载加固	277
第二节	桁梁的装载加固	292
第三节	25米长钢轨的装载加固	293
附录	普通平车、特种平车及敞车主要数据表	303

第一章 超限、超长、集重 货物的装载加固

第一节 货物装载加固的基本原理

一、货物装载加固的基本技术条件

货物和车辆在运行中，由于受到各种力的作用，能使货物发生移动、倒塌、坠落，甚至连同车辆一起发生倾覆、脱轨。为了保证货物和车辆的完整，行车安全，充分利用货车载重力和容积，安全、迅速、合理、经济地运输货物，节省加固材料，货物装载加固乃是铁路运输组织工作的重要组成部分。《铁路货物装载加固规则》规定了货物在装载加固中必须遵循的基本技术条件。

（一）货物装载与加固的基本要求是：必须保证能经受正常的调车作业以及列车运行中所产生的各种力的作用，以便保证货物在运输的全过程中不致发生移动、滚动、倾覆、倒塌或坠落等情况。

（二）货物的装载宽度与高度，除另有规定者外，不得超过机车车辆限界或特定区段装载限制。装载货物的重量，除另有规定者外，不得超过货车标记载重量。货物的重量应合理分布在车底板上，不得偏重。

（三）货物重心的投影应位于车底板的纵、横中心线的交叉点上，特殊情况下必须位移时，横向位移不得超过100毫米，超过时，应采取配重措施。纵向位移时，每个车辆转向架所承受的重量不得超过车辆标记载重量的 $1/2$ ，并且两

转向架承重之差不得大于10吨（另有规定者除外）。如货物重心的投影不能位于货车纵中心线上时，同一转向架左右旁承游间之和，应由车辆部门在装车前调整为2~10毫米，但任何一侧旁承游间不得为零。

为了正确装载货物，必须在装车前预计装车后货物重心偏移的距离。如为一件货物时，根据标明的重心确定；如为多件货物时，按下式确定。

1. 货物重心在车辆长度方面的位置

$$a = \frac{L_{\text{车}}}{2} - \frac{Q_1 l_1 + Q_2 l_2 + \dots + Q_n l_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n} \quad (\text{毫米}) \quad (1-1)$$

式中 a ——货物重心至车辆横中心线所在垂直平面的距离（毫米）；

$L_{\text{车}}$ ——车底板的长度（毫米）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——每件货物的重量（吨）；

$l_1, l_2, \dots, l_n$ ——由车底板顶端至每件货物重心所在垂直平面的距离（毫米）。

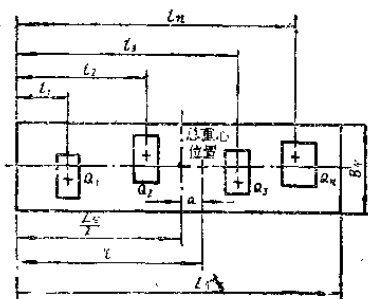


图 1-1

2. 货物重心在车辆宽度方面的位置

$$b = \frac{B_{\text{车}}}{2} - \frac{Q_1 b_1 + Q_2 b_2 + \dots + Q_n b_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n} \quad (\text{毫米}) \quad (1-2)$$

式中 b ——货物重心至车辆纵中心线垂直平面的距离（毫米）；

$B_{\text{车}}$ ——车底板的宽度（毫米）；

$b_1, b_2 \dots b_n$ ——由车底板侧边至每件货物重心所在垂直平面的距离（毫米）。

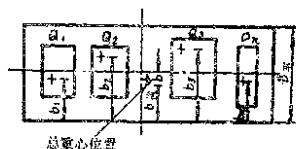


图 1-2

由于货物重心纵向偏移，使同一货车前后两转向架负担重量不相等，此时，货物分配给货车转向架的重量按下式确定。

1. 单件货物，如图1-3所示。

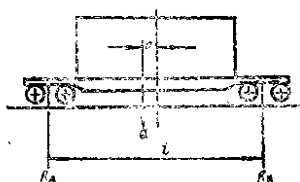


图 1-3

$$R_A = Q \left(0.5 + \frac{a}{l} \right) \quad (\text{吨}) \quad (1-3)$$

$$R_B = Q - R_A \quad (\text{吨}) \quad (1-4)$$

式中 a ——货物重心至货车横中心线所在垂直平面的距离（米）；

R_A 、 R_B ——车辆转向架所负担的重量（吨）；

l ——车辆销距（米）。

2. 几件货物时，如图1—1所示。

$$R_B = \frac{\pm Q_1 l_1 \pm Q_2 l_2 \pm \dots \pm Q_n l_n}{l} \quad (\text{吨}) \quad (1-5)$$

$$R_A = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) - R_B \quad (\text{吨}) \quad (1-6)$$

（四）重车重心高度自轨面起算，一般不得超过2000毫米，超过时，可采取配重措施，以降低重车重心高度，否则应限速运行（见表1—1）。

表1—1

重心高度	区间限速	通过侧向道岔限速
2001~2400毫米	50公里/小时	15公里/小时
2401~2800毫米	40公里/小时	15公里/小时
2801~3000毫米	30公里/小时	15公里/小时

重车重心高度可按下式计算（图1—4）。

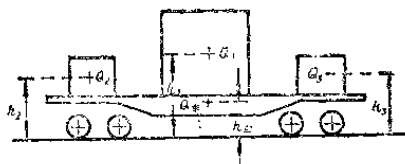


图 1—4

$$H = \frac{Q_{\text{车}} h_{\text{车}} + Q_1 h_1 + Q_2 h_2 + \dots + Q_n h_n}{Q_{\text{车}} + Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n} \quad (\text{毫米}) \quad (1-7)$$

式中 $Q_1, Q_2 \dots Q_n$ ——表示每件货物重量 (吨)；

$h_1, h_2 \dots h_n$ ——表示每件货物重心由轨面起的高度 (毫米)。

当重车重心高超过2,000毫米时，需配装货物以降低重车重心高，此时所需配重货物的重量按下式计算：

$$Q_{\text{配}} = \frac{Q_{\text{总}} \cdot (H - 2000)}{2000 - h_{\text{配}}} \quad (1-8)$$

式中 $Q_{\text{配}}$ ——配重货物的重量 (吨)；

$Q_{\text{总}}$ ——未配重前车辆的自重与货重之和 (吨)；

$h_{\text{配}}$ ——预计装车后配重货物自轨面起的重心高 (毫米)；

H ——未配重前的重车重心高 (毫米)。

(五) 当一件货物的宽度等于或小于车底板宽度时，允许突出端梁300毫米；当货物宽度大于车底板宽度时，允许突出端梁200毫米。超过此限必须使用游车。

二、加固计算的基本原理

货物在运送过程中由于受到各种外力的作用，能使货物发生纵向或横向移动、滚动或倾覆。为了正确进行加固计算，以便采取合理的加固方法，首先应对作用于货物上各种力的大小进行计算，然后再对货物及重车的稳定性进行校核。

(一) 运送中作用于货物上的力

1. 纵向惯性力——按调车时的连挂速度及货物重量不同而有所不同。计算公式如下：

$$T = T_0 Q \quad (\text{公斤力}) \text{ 或 } (\text{牛顿}) \quad (1-9)$$

式中 T_0 ——经由实验所得的每一吨货物所受的纵向力，当货物重量在20吨及其以下时，连挂速度为5公里/小时，取1000公斤力/吨；在20吨以上时，连

挂速度为3公里/小时,取500公斤力/吨,或4900
牛顿/吨;

Q ——货物重量(吨)。

2. 横向力——根据货物重心在车辆纵向上的位置不同而有所不同。计算公式如下:

(1) 当货物重心位于车辆中央部位时

$$N = N_{\text{中}} Q \quad (\text{公斤力}) \text{ 或 } (\text{牛顿}) \quad (1-10)$$

式中 $N_{\text{中}}$ ——货物重心位于车辆中央,一吨货物所受的横向力;其值为230公斤力/吨,或2254牛顿/吨。

(2) 当货物重心位于车辆长度方面的任何位置时

$$N = [N_{\text{中}} + \frac{2a}{l} (N_{\text{枕}} - N_{\text{中}})] Q \quad (\text{公斤力}) \text{ 或 } (\text{牛顿}) \quad (1-11)$$

式中 $N_{\text{枕}}$ ——货物重心位于四轴车枕梁上,每吨货物所受的横向力,其值为450公斤力/吨,或4410牛顿/吨;

a ——货物重心距车辆底板横中心线所在平面的距离(米);

l ——车辆销距(米)。

3. 垂直惯性力——根据货物重心在车辆纵向上的位置不同而有所不同,计算公式如下。

(1) 当货物重心位于四轴车中央时

$$Q_{\text{垂}} = 850 K_{\text{动}} Q \quad (\text{公斤力}) \text{ 或 } (\text{牛顿}) \quad (1-12)$$

(2) 当货物重心位于四轴车的枕梁上时

$$Q_{\text{垂}} = 1300 K_{\text{动}} Q \quad (\text{公斤力}) \text{ 或 } (\text{牛顿}) \quad (1-13)$$

(3) 当货物重心位于四轴车长度方面的任何位置时

$$Q_{\text{垂}} = [850 + \frac{2a}{l} (1300 - 850)] K_{\text{动}} Q \quad (\text{公斤力}) \text{ 或 } (\text{牛顿}) \quad (1-14)$$

或 $Q_{\text{垂}} = 1000K_{\text{动}}[0.85 + \frac{0.9g}{l}]Q$ (公斤力) 或(牛顿)

(1—15)

(4) 当货物重心位于六轴车及长大货物车的任何部位时

$Q_{\text{垂}} = 1000K_{\text{动}}Q$ (公斤力) 或(牛顿) (1—16)

式中 a ——货物重心至货车横中心线所在垂直平面的距离(米);

l ——车辆销距(米);

$K_{\text{动}}$ ——动力系数, 系根据货车转向架型号及车辆运行速度计算取值, 一般对新型转向架可取0.35, 对老式转向架可取0.45。

4. 风力——根据货物形状及受风面积按下式计算。

$W = qF$ (公斤力) 或(牛顿)。 (1—17)

式中 q ——计算风压, 取50公斤力/米²或490帕斯卡;

F ——货物迎风面受风面积(米²)。

对于圆柱形货物, 受风面积可取其投影面积的一半, 对花格形桁梁结构, 按实际受风面积计算。

5. 摩擦力——根据货物重量及摩擦物体表面性质, 摩擦力的大小有所不同, 计算公式如下:

$F_{\text{纵摩}} = \mu Q$ (公斤力) 或(牛顿) (1—18)

$F_{\text{横摩}} = \mu(Q - Q_{\text{垂}})$ (公斤力) 或(牛顿) (1—19)

式中 $Q_{\text{垂}}$ ——垂直惯性力(公斤力) 或(牛顿);

μ ——摩擦系数, 其值如表1—2。

货物所受的纵向惯性力、横向力和垂直惯性力的着力点均作用于货物重心处; 而风力的合力着力点则在受风面积的几何中心处, 二者在空间所处的位置是不相吻合的; 摩擦力则作用在货物与车底板的接触面上。

在一般情况下, 重车运行时往往是几种力同时作用于货

滑、滚动摩擦系数表

表1—2

摩擦面材料	滑动摩擦系数	滚动摩擦系数
木与木	0.4	0.05~0.08
压延钢材与钢材	0.44	
金属与木材	0.60	0.03~0.04
混凝土制品与木材	0.55	
带有履带走行部分的机器与木质地板	纵向0.30	
	横向1.00~1.13	
货物底座具有突出棱角的钢质表面与木质地板	纵向0.50	
	横向0.80	
木与橡胶轮胎	0.16	0.20
钢轮与钢轨		0.05
软钢与软钢		0.005
淬过火的钢与淬过火的钢		0.001
铸铁与铸铁		0.005
钢板间的滚子(梁的活动支座)按表正情况		0.02~0.07
有滚珠轴承的料车与钢轨		0.001
无滚珠轴承的料车与钢轨		0.021

物上。在加固计算中,为了保证货物和行车安全,加固材料的强度必须满足最不利情况下各种力的组合作用。各种力最大数值的实验数据如表1—3所示。

(二) 货物稳定性的计算

货物在运送过程中,受到各种外力的作用,使货物产生纵、横方向的倾覆、滚动和移动。但货物本身的重力,货物与车底板之间的摩擦力,以及加固材料的作用力将阻止货物

各种力的实验数据

表1—3

力的种类	每一吨货物重量所受的力 (公斤力)	
	第一种组合	第二种组合
纵向惯性力		
1. 货物重量在20吨以下(包括20吨) 以5公里/小时的连挂速度, 运行着的 车辆推着停留的车辆时	1000	—
2. 货物重量在20吨以上, 以3公里/小 时的速度, 运行着的车辆推着停留 的车辆时	500	—
横向力		
1. 当货物重心位于车辆中央时	—	230
2. 当货物重心位于枕梁上时	—	450
垂直惯性力		
1. 当货物重心位于六轴车及长大货物 车的任何位置时	—	1000 _{非动}
2. 当货物重心位于四轴车中央时	—	850 _{非动}
3. 当货物重心位于四轴车枕梁上时	—	1300 _{非动}
风力	50公斤力/米 ²	50公斤力/米 ²

1公里/时=9.8牛顿

产生纵、横方向倾覆、滚动和移动。所以货物在运送过程中是否能保持稳定, 必须经过计算才能确定。

衡量货物免于倾覆及滚动的条件是稳定系数。它是货物重力与支撑力臂所形成的稳定力矩与货物所受外力与货物重心高度所形成的倾覆力矩之比, 即 $n = \frac{Qa}{Th}$ 。但一般在装

运货物时都进行加固, 此时货物的稳定力矩还须加上加固材料所形成的力矩值。通常要求稳定系数不低于 1.25, 即

$$n \geq 1.25.$$

1. 货物免于倾覆的稳定性

当货物使用铁线及挡木加固时，如图1—5所示，则稳定系数按下式计算：

在纵向上

$$n = \frac{Qa + S_{\text{纵影}} l_{\text{纵}}}{T(h - h_{\text{挡}})} \geq 1.25 \quad (1-20)$$

在横向上

$$n = \frac{Qb + S_{\text{横影}} l_{\text{横}}}{N(h - h_{\text{挡}}) + W(h_1 - h_{\text{挡}})} \geq 1.25 \quad (1-21)$$

式中 $S_{\text{纵影}}$ ——斜拉铁线所受的力在纵向垂直平面上的投影分力；

$S_{\text{横影}}$ ——斜拉铁线所受的力在横向垂直平面上的投影分力；

$l_{\text{纵}}$ ——由货物倾覆支点至 $S_{\text{纵影}}$ 的距离；

$l_{\text{横}}$ ——由货物倾覆支点至 $S_{\text{横影}}$ 的距离；

h_1 ——货物迎风面几何中心距车底板的高度。

用计算方法求 $l_{\text{纵}}$ 及 $l_{\text{横}}$ 比较繁琐，故可采用先求斜拉铁线的垂直及水平分力，然后再求出各分力对货物的稳定力矩，此法较简便。

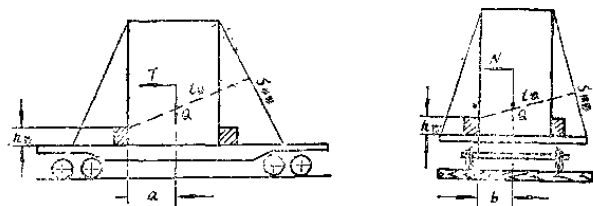


图 1—5

2. 货物免于滚动的稳定性

对于圆柱形货物在车辆运行过程中，货物免于滚动的条

件如图1—6所示。稳定系数按下式计算。

在纵向上（货物横装时）

$$n = \frac{Qa + S_{\text{纵影}} l_{\text{纵}}}{T \left(\frac{D}{2} - h_{\text{挡}} \right)} \geq 1.25 \quad (1-22)$$

在横向上（货物顺装时）

$$n = \frac{Qb + S_{\text{横影}} l_{\text{横}}}{(N + W) \left(\frac{D}{2} - h_{\text{挡}} \right)} \geq 1.25 \quad (1-23)$$

式中 D ——圆柱形货物的直径。

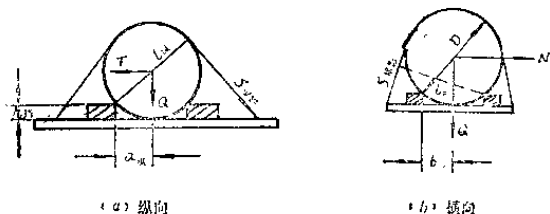


图 1—6

3. 水平移动

货物与车底板之间的摩擦力是阻止货物水平移动的重要因素之一。因此在计算加固材料所应承受的外力时，要从外力中减去摩擦力，其余部分才为加固材料所应承担的力，计算公式如下：

在纵向上

$$\Delta T = T - F_{\text{纵}} \quad (1-24)$$

在横向上

$$\Delta N = 1.25 (N + W) - F_{\text{横}} \quad (1-25)$$

（三）重车稳定性的计算

重车在轨面运行的稳定性与货物重量，车辆类型，重车

重心高，货物重心在车辆纵、横方向的位置，以及在横向上所受外力的大小等条件有密切关系。

1. 重车免于倾覆的稳定性

重车免于倾覆的稳定性可根据重车的稳定力矩与倾覆力矩之比所得的稳定系数（ $n_{\text{稳}}$ ）来确定。

（1）装车后货物重心没有横向偏移时，重车的稳定系数可按下列式计算：

$$n_{\text{稳}} = \frac{0.745Q_{\text{总}}}{N_{\text{货}}h_{\text{货}} + N_{\text{车}}h_{\text{车}} + W_{\text{货}}h_{\text{货风}} + W_{\text{车}}h_{\text{车风}}} \quad (1-26)$$

式中 $Q_{\text{总}}$ ——重车重量，为货重与车重之和（吨）；

0.745——重车在横向的稳定力臂（米）；

$N_{\text{货}}$ ——作用于货物上的横向力（吨力）或（千牛）；

$N_{\text{车}}$ ——作用于车辆上的横向力（吨力）或（千牛）；

$h_{\text{货}}$ ——货物自轨面起的重心高（米）；

$h_{\text{车}}$ ——车辆自轨面起的重心高（米）；

$W_{\text{货}}$ ——作用于货物上的风力（吨力）或（帕斯卡）；

$W_{\text{车}}$ ——作用于车辆上的风力（吨力）或（帕斯卡）；

对四轴鱼腹型梁平车取0.65吨力或6370（帕斯卡）；

$h_{\text{货风}}$ ——货物迎风面的几何中心高，（自轨面起算）（米）；

$h_{\text{车风}}$ ——车辆迎风面的中心高（自轨面起算）（米），
对四轴平车一般取0.8（米），有具体数值时，按具体数值。

（2）装车后货物重心有横向偏移时，重车稳定系数按下式计算：

$$n_{\text{稳}} = \frac{0.745Q_{\text{车}} + (0.745 - b)Q}{N_{\text{货}}h_{\text{货}} + N_{\text{车}}h_{\text{车}} + W_{\text{货}}h_{\text{货风}} + W_{\text{车}}h_{\text{车风}}} \quad (1-27)$$