

貨物裝載加固 理論和方法

(选譯自《超限及笨重貨物運輸》一书)

Н. Г. 岡查洛夫
Г. П. 叶菲莫夫

合著

陈錄生 胡国本 译

人民鐵道出版社

1965年·北京

譯 者 序

在党的总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下，我国社会主义建设的各个战线正出现了一片大好形势。工农业的技术装备和重工业的产品在铁路貨物总周转量中所占的比重日益增长。例如：各种类型的汽车、拖拉机、农业机具、起重机、挖掘机、打眼机、架桥机、球磨机以及各种机床、蒸汽锅炉、化工设备、大型变压器、水电站设备、大型钢梁以及长型钢轨等产品，在运送上，对铁路运输业提出了许多新的复杂的技术问题。上述各项貨物，在敞车类貨车上装载和加固的理论和方法问题，就是其中重要的课题之一。如何保证上述各项貨物在运送中的完整和铁路运输的安全，同时又符合经济合理地使用加固资材的要求，不仅是一个值得研究的重要理论课题，而且是一个具有重要实际意义的课题。

解放以来，我国铁路现场对敞车类貨车上貨物装载和加固的技术方面，已经摸索和积累了不少宝贵的经验，但是有关这方面的理论研究工作还仅仅是开始。一般说来，貨物装载加固的理论和方法问题，涉及到下述几方面的内容：（一）在貨物装载技术条件方面须规定貨物在车辆上正确配置的基本要求；车辆上装载若干件貨物时，貨物总重心空间坐标的确定方法；车辆轮对或转向架上淨载荷的检算方法；貨物重量正确传递给车辆的条件；连挂车组（跨装）运送时，貨物配置的条件及车辆的准备等等；（二）重车（貨物连同车辆一起，视作一个刚体简称为重车）的稳定性，是衡量貨物装载和加固方案能否确保运输安全和貨物完整的重要指标之

一。为了检算重车的稳定性，首先，还必须确定在运送过程中作用在貨物上的各种力（包括纵向水平惯性力，离心力、横向水平分力、风力以及由于车体摆动所产生的横向水平惯性力，垂直惯性力，貨物本身的重力以及貨物支重面与车辆地板或垫木之间的摩擦力）的数值；其次还必须规定出一套简便易行的重车稳定性（包括重车横向倾复的可能性和重车出轨的可能性）的检算方法；（三）衡量貨物装载和加固方案，是否能确保运输安全和貨物完整的另一个重要指标是貨物的稳定性。为此需要检算：1）貨物相对于车辆横向和纵向倾复方面的稳定性；2）貨物相对于车辆横向和纵向滚动方面的稳定性；3）貨物相对于车辆横向和纵向位移（窜动）方面的稳定性；而不同种类的貨物稳定性的检算方法是不尽相同的，这也是一个比较复杂的问题；（四）为了经济合理地使用加固资材，还必须根据不同的貨物种类和重车稳定性、貨物稳定性的检算，进一步选择合理的加固方案；不同的加固装置有着不同的功能，为此：1）应确定作用在各种加固装置上的力的数值；2）应根据各种加固材料的性质，计算各种加固装置的强度，从而确定各种加固部件合理的规格、尺寸和需要的数量。鉴于有关貨物装载加固方面的理论著作和参考书籍比较缺乏，所以我们把H·Г·岗查洛夫和Г·П·叶菲莫夫合著的《超限及笨重貨物运输》一书（苏联国家铁路运输出版社，1961年）中有关貨物装载和加固问题上这几方面的内容（即原书的第五、六、七、八四章）选译出来，并名为《貨物装载加固理论和方法》。选译本书的目的之一是想在貨物装载加固的理论和方法方面给我国铁路、厂矿企业的运输人员以及有关的设计人员提供一本较系统的参考书；选译本书的另一个目的是想为我国铁路大专学校铁道运输专业师生提供一本教学参考书；此外，本书并可供有

关的科学研究人员参考。

原书的第一、二、三、四章系介绍超限及笨重货物运输的运送条件，以及敞车类货车的基本类型，这一部份与我国铁路的现行规章和具体情况出入较大，所以没有翻译。

由于译者的水平所限，书中不当之处在所难免，欢迎读者批评和指正。

一九六四年四月于北京

目 录

第一章 敞车类货车上货物装载、配置及加固的基本	
本要求	1
第一节 货物和车辆在运送前的准备	1
第二节 货物在车辆上的配置	4
第三节 货物重量正确传递给车辆的条件	11
第四节 连挂车组(跨装)运送时货物配置的条件及车辆的准备	21
第五节 装载长大货物的连挂(跨装)车组经由曲折纵断面区段的通行	23
第六节 关于保证加固材料强度及货物加固结构的一般要求	30
第二章 在运送过程中作用在货物上的力的计算。	
车辆的稳定性, 加固的类型及加固强度的计算方法	36
第一节 在运送过程中作用在货物上的力	37
第二节 作用在货物上的力的数值的计算	49
第三节 重车的稳定性	55
第四节 根据货物种类而决定的加固结构方案及各种加固部件在运送过程中的功能	67
第五节 货物加固强度的计算方法	74
第三章 货物稳定性的计算方法	86
第一节 具有滑动摩擦支重面的货物稳定性的计算	86
第二节 圆柱形货物稳定性的计算	96

第一章 敞車类貨車上貨物裝載、 配置及加固的基本要求

第一节 貨物和車輛在运送前的准备

为了保证列车运行和调车工作的安全以及貨物的完整，更好地利用平车和高边车的容积和载重量，貨物在装车之前须作好运送的准备：

所有活动部份，其中包括挖掘机、起重机、自动装貨机、除雪机及其他机器的迴转盘、动臂及吊挂工作装置，均应牢固地缚紧；

涂上润滑剂或特殊的防护剂，以防止未精细涂油的金属零件表面锈蚀；

由供应槽內排去燃料及由內燃发动机的冷却系统排去存水；

清除掉移动式机器走行部份的泥土；

拆除和包扎好可能散失的零件；

关闭驾驶室小门；

將內燃发动机罩、驾驶室小门、备用零件、工具箱及运送时由机器上拆下的零件箱加上铅封；

关闭门、窗玻璃的挡板；

在重心高度超过1米的貨件上，以鲜明的、洗擦不掉的顏料用符号“+”及字母“ЦТ”标示出重心。

为了最有效地利用車輛容积和载重量，必须挑选与貨物大小（尺寸）及重量最适宜的待装車輛。

苏联铁路运用的高边车及平车的主要规格载明于表1及表2。

表 1

苏联铁路主要类型高边车的特性

高边车(敞车)类型	轴数	载重(吨)	不超容积(米 ³)	长 度 (米)			侧板之间的度(米)	高度(米)		端门打开度(米)	自重(吨)	轴距(米)
				按自动车钩中心线	打开端门时， 货物的长度	端门之间		自车轨面起的高	侧板高			
不带制动台的全金属高边车	6	93	106	16.400	15.980	14.000	2.920	1.420	2.370	2.460	31.6	10.44
同上	4	62	64.8	13.920	13.500	11.988	2.900	1.370	1.900	2.526	22.4	8.65
带制动台的全金属高边车	4	62	64.8	14.410	12.744	11.988	2.900	1.370	1.900	2.526	23.2	8.65
不带制动台的木质壁板高边车	4	62	66.0	13.920	13.500	12.004	2.960	1.390	1.880	2.610	22.7	8.65
带制动台的木质壁板高边车	4	62	64.0	14.410	12.798	12.050	2.850	1.390	1.880	2.610	23.2	8.65
不带制动台的全金属车体高边车	4	59	60.0	14.194	—	12.954	2.876	1.270	1.600	—	25.5	9.294

表 2

苏联铁路主要类型平车的特性

平 車 类 型	軸 数	載 重 量 (吨)	不 的 起 容 脊 积 (米 ³)	长 度 (米)		寬 度 (米)	高 度 (米)			自 重 (吨)	軸 距 (米)			
				按 鈎 自 中 心 車 綫	打 貨 开 端 的 时 度		端 板 之 間	放 地 下 板 側 的 时 度	側 板 之 間			自 車 軌 地 面 板 起 的 高	側 板 高	端 板 高
不带制动台的金属側板平車	4	62	13.5	14.620	14.200	13.300	2.870	2.770	1.284	0.505	0.300	21.0	9.72	
不带制动台的木质側板平車	4	62	15.7	14.194	13.774	12.874	2.870	2.770	1.270	0.455	0.305	22.0	9.294	
同 上	4	50	15.7	14.224	13.804	12.914	2.870	2.780	1.272	0.455	0.305	18.4	9.300	
带制动台的木质側板平車	4	62	15.0	14.194	12.552	12.102	2.870	2.770	1.270	0.455	0.305	22.2	9.294	
无側板平車	4	62	—	14.220	13.800	13.000	3.100	—	1.298	—	—	24.0	9.300	
不带制动台平車	2	20	14.6	10.424	10.004	9.114	2.840	2.750	1.320	0.624	0.311	9.2	5.500	
同上, 以 16.5及18 吨平車改裝	2	20	12.9	10.424	10.004	9.104	2.840	2.740	1.328	0.550	0.300	7.3	5.500	
带制动台平車	2	20	13.8	10.424	8.808	8.364	2.840	2.750	1.320	0.624	0.311	9.9	5.500	
同上, 以 16.5及18 吨平車改裝	2	20	12.2	10.424	8.650	8.612	2.840	2.740	1.328	0.550	0.300	7.8	5.500	
无側板平車	6	80	—	13.140	12.720	11.920	3.080	—	1.300	—	—	23.6	7.220	

〔附注〕1. 今后拟生产載重力 100 吨、自重 32 吨的全金属六軸高边車。

2. 对于无側板的平車, 上列长度系車地板两端边綫間的长度。

3. 上列車地板系指裝有混合式彈簧悬挂裝置轉向架的四軸高边車及平車。如为 LHHH-X3 型轉向架时, 四軸高边車和四軸平車地板的高度將比表列数据高 0.017 米。

在开始装车之前，须清除车地板上的残货、捆绑铁丝及其他加固零件，冬季须除去冰雪。如车地板上有残余的冰雪难以清除时，须在放置货物支座或垫木的地方铺撒一薄层（1~2毫米）干净的砂子。

第二节 货物在车辆上的配置

为了作到最大限度的紧密装载，必须：

将各种牌号的机器，特别是推土机、挖掘机及载重汽车，配合装载在平车及高边车上；

将机器及其他装备品装成几层，例如，将汽车拖车装成两层，以及将М-20（《Победа》），ГАЗ-69《Запорожец》或《Москвич》牌小汽车装在载重汽车车厢内；

将体积大、重量较轻的建筑物和机器，如播种机、塔式起重机等拆解装载；

将几辆平车组成连挂车组，跨装运送货物，其中包括为突出端梁以外的货物加挂的游车；

将载重汽车，汽车底盘和载货车“爬装”（骑马式装载）；将汽车（载货车）前轮放在前面汽车的车体地板或车架上。

为了避免车架及车辆走行部份超载的危险，须将配置在车辆上的货物重量按车辆的长度和宽度均匀地加以分布。当在平车及高边车上装载货物时，货物重心由车辆底架纵、横中心线所在的垂直平面起，有一定位移是可以允许的，但在宽度方面的位移不得超过100毫米，在长度方面的位移不得超过车辆轴距的 $\frac{1}{8}$ 。当在特种平车（凹型平车）上装载货物时，货物重心，特别是重量与特种平车载重量相接近的货物的重心，应位于特种平车的中央。

二轴平车和二轴高边车轮对上，四轴平车和四轴高边车

转向架上，由于貨物重量（包括包装及加固装置的重量的（淨）载荷，应不超过各该车型载重量（其中包括苏联铁路条例准许的超装量在内）的一半。容许超装量，二轴车为0.5吨，四轴车为2吨。对于载重量62吨的平车及高边车，以及对于轮座轴直径为182毫米以上的四轴高边车，装载达64吨者，在交通部所规定的一定方向上运行时，准许超装1吨。

如果不可能按车辆的长度均匀分布貨物的重量时，在例外的情况下，可以容许二轴车轮对上（淨）载荷之差不超过4吨，四轴车转向架上（淨）载荷之差不超过10吨。普通类型的平车和高边车轮对及转向架容许分配的载荷及不同重量的貨物，其重心的容许纵向位移，如表3所示。

表 3

依貨物重量大小而轉移的車輛輪對和
轉向架上的（淨）載荷及貨物重心的縱向位移

車 輛 類 型	載 重 量 (噸)	貨物重量 (噸)	貨物重心的 縱 向 位 移 (米)	車 輛 輪 對 或 轉 向 架 上 的 (淨) 載 荷 (噸)	
				較 大 一 端 A	較 小 一 端 B
四 軸 高 邊 車	62	63	0.000	31.5	31.5
		62	0.078	31.5	30.5
		60	0.216	31.5	28.5
		58	0.372	31.5	26.5
		56	0.537	31.5	24.5
		54	0.717	31.5	22.5
		52	0.755	31.0	21.0
		50	0.865	30.0	20.0
		48	0.930	29.0	19.0
		46	0.983	28.0	18.0
		44	0.022	27.0	17.0
		42	0.053	26.0	16.0
		40	1.080	25.0	15.0
		38	1.080	23.7	14.3

續上表

車輛類型	載重量 (噸)	貨物重量 (噸)	貨物重心的 縱向位移 (米)	車輛輪對或轉向架上的 (淨) 載荷 (噸)	
				較大一端 A	較小一端 B
四軸高邊車	59	36	1.080	22.5	13.5
		34	1.080	21.2	12.8
		32	1.080	20.0	12.0
		30	1.080	18.7	11.3
		28	1.080	17.5	10.5
		26	1.080	16.2	9.8
		24	1.080	15.0	9.0
		22	1.080	13.7	8.3
		20	1.080	12.5	7.5
		59	0.000	29.5	29.5
		57	0.183	29.5	27.5
		55	0.343	29.5	25.5
		50	0.843	29.5	20.5
		45	1.033	27.5	17.5
		40	1.160	25.0	15.0
車架長13.4米的 四軸平車	62	35	1.160	21.9	13.1
		30	1.160	18.7	11.3
		25	1.160	15.6	9.4
		20	1.160	12.5	7.5
		63	0.000	31.5	31.5
		62	0.087	31.5	30.5
		60	0.243	31.5	28.5
		58	0.417	31.5	26.5
		56	0.602	31.5	24.5
		54	0.806	31.5	22.5
		52	0.930	31.0	21.0
		50	0.970	30.0	20.0
		48	1.010	29.0	19.0
		46	1.060	28.0	18.0
		44	1.110	27.0	17.0
		42	1.160	26.0	16.0

續上表

車輛類型	載重量 (噸)	貨物重量 (噸)	貨物重心的 縱向位移 (米)	車輛輪對或轉向架上的 (淨) 載荷 (噸)	
				較大一端 A	較小一端 B
車架長12.974米 的四軸平車	62	40	1.215	25.0	15.0
		38	1.215	23.7	14.3
		36	1.215	22.5	13.5
		34	1.215	21.2	12.8
		32	1.215	20.0	12.0
		30	1.215	18.7	11.3
		28	1.215	17.5	10.5
		26	1.215	16.2	9.8
		24	1.215	15.0	9.0
		22	1.215	13.7	8.3
		20	1.215	12.5	7.5
		63	0.000	31.5	31.5
		62	0.083	31.5	30.5
		60	0.232	31.5	28.5
		58	0.399	31.5	26.5
		56	0.575	31.5	24.5
		54	0.770	31.5	22.5
		52	0.893	31.0	21.0
		50	0.929	30.0	20.0
		48	0.974	29.0	19.0
		46	1.018	28.0	18.0
		44	1.065	27.0	17.0
		42	1.113	26.0	16.0
		40	1.160	25.0	15.0
		38	1.160	23.7	14.3
		36	1.160	22.5	13.5
		34	1.160	21.2	12.8
		32	1.160	20.0	12.0
		30	1.160	18.7	11.3
		28	1.160	17.5	10.5
		26	1.160	16.2	9.8

續上表

車輛類型	載重量 (噸)	貨物重量 (噸)	貨物重心的 縱向位移 (米)	車輛輪對或轉向架上的 (淨) 載荷 (噸)	
				較大一端 A	較小一端 B
車架長 9.204 米 的二軸平車	20	24	1.160	15.0	9.0
		22	1.160	13.7	8.3
		20	1.160	12.5	7.5
		20.5	0.000	10.25	10.25
		20.0	0.069	10.25	9.75
		18.0	0.381	10.25	7.75
		16.0	0.688	10.00	6.00
		14.0	0.688	8.75	5.25
		12.0	0.688	7.50	4.50
		10.0	0.688	6.25	3.75

如已知二軸車輪對或四軸車轉向架上的（淨）載荷，則貨物重心由車架橫中心線所在垂直平面起的縱向位移，可按下列公式計算（圖 1）：

$$a = \frac{A \cdot l}{Q} - \frac{l}{2} \text{ 米,} \quad (1)$$

式中：A——輪對或轉向架上較大一端的載荷，噸；

Q——貨物重量，噸；

l——車輛軸距，米。

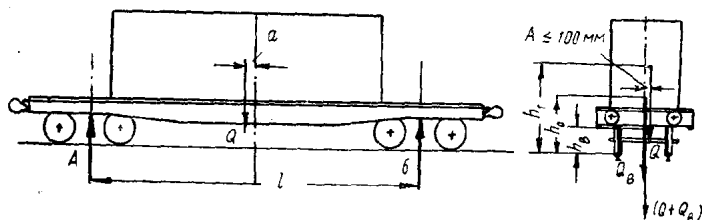


圖1. 貨物重心相對於車輛的位置圖

如在車輛上配置若干件貨物時，這些貨物在平面上的總

重心位置，可以用总重心至车辆横、纵中心线的相应距离 a 及 b 来确定（图 2）：

$$a = \frac{Q_1 a_1 + Q_2 a_2 + \dots + Q_i a_i}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_i}, \quad (2)$$

$$b = \frac{Q_1 b_1 + Q_2 b_2 + \dots + Q_i b_i}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_i}, \quad (3)$$

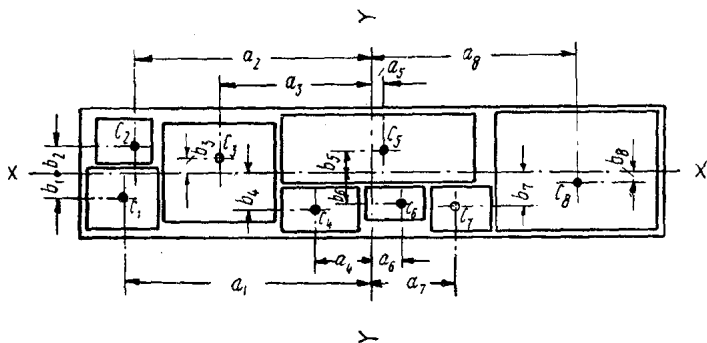


图2. 若干件貨物在車輛上的配置平面图

$C_1, C_2, \dots, C_8$ ——各个貨件的重心；

XX——車輛的纵向水平中心线；

YY——車輛的横向水平中心线。

式中： $Q_1, Q_2, \dots, Q_i$ ——各个貨件的重量；

i ——貨物件数；

$a_1, a_2, \dots, a_i$ ——每件貨物的重心至車輛橫中心线的距离（在平面上）；

$b_1, b_2, \dots, b_i$ ——每件貨物的重心至車輛縱中心线的距离（在平面上）。

在计算时，所有在平面上位于平車橫向或纵向中心线左方的距离 $a_1, a_2, \dots, a_i$ 及 $b_1, b_2, \dots, b_i$ 都取“+”号，而位于右方者则都取“-”号。

在一切情况下， a 之值都不应超过：

在载重量62—64吨的四轴高边车上……………1.08米，

在载重量59吨的四轴高边车上1.16米,

在载重量62吨,车架长13.4米的四轴平车上 ...1.215米,

在载重量62吨,车架长12.974米的四轴平车上...1.16米,

在载重量20吨,车架长9.204米的二轴平车上...0.688米。

在求得 a 值之后, 必须检算二轴车轮对上或四轴车转向架上的(净)载荷。此项(净)载荷中之较大者可按下式确定:

$$A = Q \left(0.5 + \frac{a}{l} \right) \text{吨。} \quad (4)$$

二轴车轮对上或四轴车转向架上载荷之差, 则可以下式来表示:

$$\Delta A = \frac{2 Q a}{l} \text{吨。} \quad (5)$$

如 ΔA , a 或 b 超过容许值时, 则应相应地改变货物的配列位置。

在往平车(高边车)上装载几件货物时, 如果不可能就车辆的长度和宽度将货物均匀地配置, 则各个转向架(或轮对)上所负荷的货物重心 C_1 及 C_2 应位于车辆纵中心线 XX 的一侧(图3)。位于车辆中部的货物的重心 C_3 , 则宜于移置于纵中心线 XX 的另一侧。将货物装载在车辆的端部, 重心分别位于纵中心线的两侧, 且有一个横向位移, 如图4所

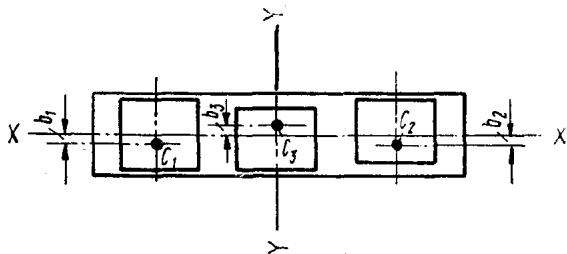


图3. 配置在车辆端部的货物, 重心在同一侧有横向位移的配置图

表示的那样，这样将引起一个转向架（或二轴车的一个轮对）压在左轨上的载荷比右轨上的载荷增大，相反地，另一个转向架压在左轨上的载荷将较小，而右轨上的载荷将较大。

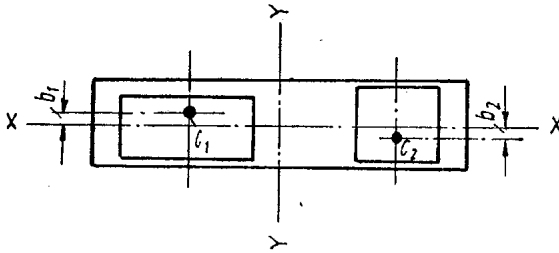


图4. 配置在車輛端部的貨物，重心在兩側均有橫向位移的配置圖

在这种情况下，当 $Q_1=Q_2$ ， $b_1=b_2$ 时，全部貨物的总重心则位于車輛纵中心线上。虽然，在表面上看来好像是安全的，可是，如果 b_1 和 b_2 超过 100 毫米时，毕竟将造成非常危险的情况，很可能由于一个转向架（或二轴车的一个轮对）的左轮载荷减轻，而另一转向架的右轮载荷减轻而招致車輛出轨。因此，图 4 所载的貨物配列方式是不容许的。

第三节 貨物重量正确传递給車輛的条件

正确传递貨物重量给車底架，可以确保整个車架及其零件和地板的强度。因此，貨物的配置及其重量传递给車輛的方式，应根据下述条件来决定，即：使作用于車底架上的最大弯曲力矩不得超过下列的数值（表 4）。

貨物重量传递给車輛的载荷，可能是按車輛长度均匀地分布的载荷（参阅图 5 及 6），也可能是集中的载荷，通过两根横垫木（参阅图 7 及 8）或一根横垫木（以几輛平車跨装运送时）传递给車輛。〔注 1〕

表 4

主要类型車輛車底架的容許彎曲力矩

車 輛 类 型	軸 数	載 重 量 (吨)	最大的容許彎曲 力矩 (吨米)
車架长13.4米的平車	4	62	97.0
車架长12.974米的平車	4	62	93.0
同 上	4	50	46.5
車架长 9.204 米的平車	2	20	23.3
高边車	4	62	41.0

貨物重量分布的最小容许长度及对于不同重量的貨物（重心位于車輛中央位置者），車輛橫墊木之间的最小距离載明于表 5 及表 6 內。〔注 2〕

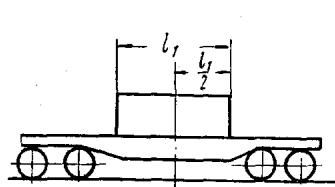


图5. 由貨物支重面將載荷傳遞給六軸平車的示意图

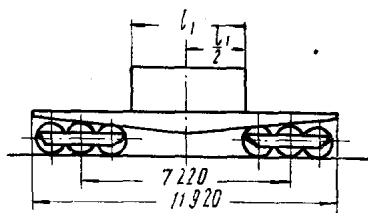


图6. 由貨物支重面將載荷傳遞給四軸平車的示意图

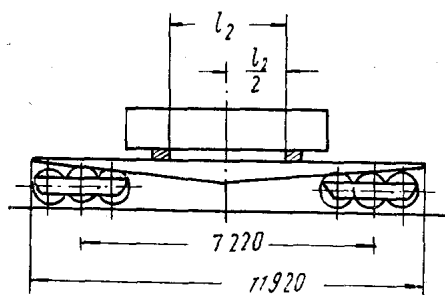


图7. 貨物重量經由橫墊木傳遞給六軸平車的示意图

〔注 1〕图5、6、7、8見原书第四章图37、38、39、40，此处是摘譯补入的。——譯者。

〔注 2〕表 5 及表 6 見原书第四章表19及表20，此处是摘譯补入的。——譯者。