同理得：

$$R_B = Q\left(0.5 - \frac{a}{l}\right) \tag{1-1-4}$$

将式（1-1-3）代入式（1-1-1）得

$$Q\left(0.5 + \frac{a}{l}\right) \leqslant \frac{P_{容}}{2}$$

则：

$$a \leqslant \left(\frac{P_{容}}{2Q} - 0.5\right)l \tag{1-1-5}$$

将式（1-1-3）、（1-1-4）代入式（1-1-2）得：

$$Q\left(0.5 + \frac{a}{l}\right) - Q\left(0.5 - \frac{a}{l}\right) \leqslant 10$$

则：

$$a \leqslant \frac{5l}{Q} \tag{1-1-6}$$

为了同时符合货物重心纵向偏移的两个条件，应采取式（1-1-5）、（1-1-6）中的较小的 a 值。经比较两式可知：

当 $P_{容} - Q < 10$ 时，由式（1-1-5）中计算出的 a 值较小；当 $P_{容} - Q > 10$ 时，由式（1-1-6）中计算出的 a 值较小；当 $P_{容} - Q = 10$ 时，两式计算出的 a 值相等。

综上所述归纳如下：设货物重心纵向最大容许偏移量为 $a_{容}$，则：

当 $P_{容} - Q < 10$ 时，

$$a_{容} = \left(\frac{P_{容}}{2Q} - 0.5\right)l \tag{1-1-7}$$

当 $P_{容} - Q \geq 10$ 时，

$$a_{容} = \frac{5l}{Q} \tag{1-1-8}$$

在实际工作中，根据计划装载方案，确定需要的纵向偏移量 $a_{实}$ 和 $a_{容}$ 并加以比较，如果 $a_{实} < a_{容}$，则货物重心在车辆上的纵向位置符合货物装载的基本技术条件。

【例 1-1-1】一件货物重 52 t，长 12 000 mm，货宽 2 500 mm，货物重心距货物一端为 7 100 mm，选用 N_{17} 型 60 t 平车（车地板长 13 000 mm，销距 l 为 9000 mm）一辆装载，距重心较远的货端与车地板平齐。试问该装载方法是否符合货物装载的基本技术条件？

【解】由题意可知：

方案I——货物重心落到车辆中央：

突出车辆长度为：

$$a_{实}=7100-\frac{1300}{2}=600\ \text{mm}>300\ \text{mm}$$

需游车 1 辆，并应使用高度符合要求的横垫木。

方案II——距重心较远一端与 N_{17} 平车车端比齐：

由于：$a_{实}=600$ mm；

$$P_{容}-Q=60-52=8\ \text{t}<10\ \text{t}$$

则：

$$a_{容}=\left(\frac{P_{客}}{2Q}-0.5\right)l=\left(\frac{60}{2\times52}-0.5\right)\times9\ 000\approx692\ (\text{mm})$$

因为 $a_{实}<a_{容}$，所以该装载方案符合重心纵向位移的技术条件。

【例 1-1-2】一件均重（重心在货物的几何中心）货物重 40 t，长 16 m，宽 2 m，高 1.8 m，选用 N_{16} 型普通平车装运，横垫木高度为 200 mm，试确定经济合理的装载方案。

【解】方案I——使货物重心落到车辆中央：

货物突出车辆两端各 1 500 mm，两端都需要使用游车，共需要使用三辆货车。

方案II——货物重心在车地板上的位置按最大容许偏离距离装载：

$$P_{容}-Q=60-40=20\ \text{t}>10\ \text{t}$$

则：

$$a_{容}=\frac{5}{Q}l=\frac{5}{40}\times9\ 300=1163\ (\text{mm})$$

当货物重心偏离车辆横中心线 1 163 mm 时，货物突出车辆两端的长度分别为 337 mm 与 2 663 mm，均大于 300 mm，仍需使用两辆游车，共需使用三辆货车（见图 1-1-3）。

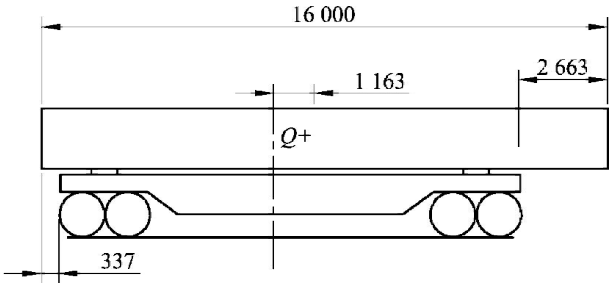

图 1-1-3　货物装载方案II（单位：mm）

两方案比较，使用车数相同，且方案I货物重心纵向不位移，稳定性较好，所以应采用方案I。

2. 装载多件货物的情况

装载多件货物（见图 1-1-4）可根据拟定的装载方法先求出多件货物的总重心距离横中心线的距离，然后按装载一件货物的方法判断装载是否符合技术条件。不符合时，调整货物装载方案，重复上述过程，直到符合为止。因此，装载多件货物需要解决两个问题：

一是确定多件货物的总重心距车辆横中心线距离；

二是货物总重心纵向最大容许偏移量。

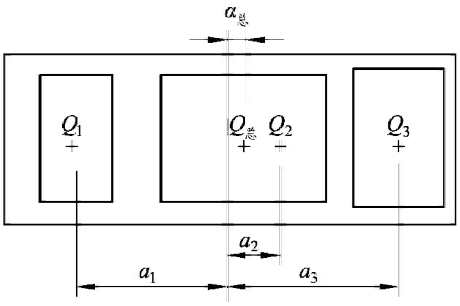

图 1-1-4　多件货物重心纵向水平位移示意图

以货车横中心线为轴，根据力矩平衡原理可得：

$$a_{总} = \frac{\pm a_1 Q_1 \pm a_2 Q_2 \pm \cdots \pm a_n Q_n}{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n} \tag{1-1-9}$$

式中　Q_1、Q_2、…、Q_n——每件货物的重量（t）；

a_1、a_2、…、a_n——每件货物重心距车辆横中心线的距离，以货车横中心线为准，一侧取正号，则另一侧取负号（mm）；

$a_{总}$——多件货物总重心距车辆横中心线的距离（mm）。

多件货物总重量纵向最大容许偏移量仍按一车一件的方法使用式（1-1-7）和（1-1-8）计算，此时，$Q = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n$。

【例 1-1-3】货 1 重 26 t，长 7 m，宽 2.8 m，高 2 m；货 2 重 6 t，长 5 m，宽 2.2 m，高 0.8 m 两货均为均重货物。试确定可否用一辆 N_{16} 型平车装运。

【解】将两件货物紧靠在一起，视为一件，将货 2 一端与车辆一端平齐装载，货 1 紧挨着货 2 装载，如图 1-1-5 所示。车长 13 000 mm。易得 a_1 = 2 000 mm，a_2 = 4 000 mm。

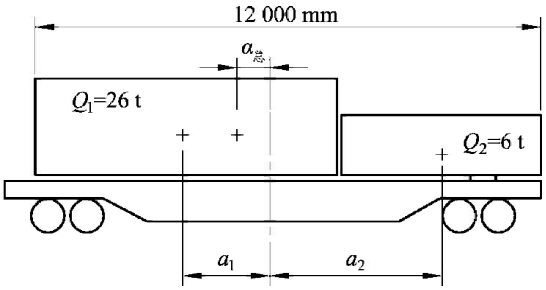

图 1-1-5　货物装载图