



中华人民共和国国家军用标准

FL

GJB 59.7—87

装甲车辆试验规程 重量分配及接地压力分布测定

Test operations procedure for armoured vehicles
Measurement of weight distribution and
ground pressure distribution

1987—03—27 发布

1987—10—01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

装甲车辆试验规程
重量分配及接地压力分布测定

GJB 59.7—87

Test operations procedure for armoured vehicles

Measurement of weight distribution and ground pressure distribution

本标准适用于装甲车辆的重量分配、接地比压及接地压力分布测定试验。

1 重量分配测定试验

1.1 设施与仪器

1.1.1 试验场地

水平坚实地面,各方面坡度不大于 0.5%,平面度每平方米不大于 6mm。

1.1.2 仪器

a. 地磅或压力测力计。量程 0~7000kg,误差为±0.1%。承载台面的长度小于被试车辆轴距。

b. 模拟乘员、载员及车辆荷重的配重物(每人体重按 80kg 计算,其中包括制式冬用随身装备)。

1.2 试验准备

1.2.1 车辆准备

根据车辆使用说明书要求和车辆技术条件规定:

a. 配齐并按规定位置放置随车部件、备件及附属装置。

b. 按规定位置配置模拟载物至战斗全重。

c. 将燃料、润滑油(脂)、冷却液及其它工作液加至标准。

d. 检查调整履带张紧度、轮胎充气气压。充气气压误差不超过规定值±9.8kPa。

e. 履带完好无损;轮胎花纹无明显磨损。清除上面的泥土及污物。

1.2.2 仪器准备

校验地磅或压力测力计。

1.3 试验条件

1.3.1 在车辆重量和重心测定后进行。

1.3.2 地磅或压力测力计的台面应与周围地面在同一水平面上。

1.4 试验实施

1.4.1 试验要求

在战斗全重状态下,履带车辆分别在各负重轮下履带着地面处,轮式车辆分别在各车轮着地面处,实施静态轮负荷测量。

1.4.2 需要记录的数据

车辆战斗全重、负重轮(车轮)个数、轮胎气压、车辆已行驶里程。详见附录 A 表 A1 和表 A2。

1.4.3 试验步骤

1.4.3.1 车辆以一侧履带(车轮)中心线,对准地磅或压力测力计平台中心线。以低速平稳地驶向平台。每当一个负重轮(车轮)中心到达地磅或测力计平台的中间位置时,停稳车辆,使发动机熄火。

1.4.3.2 依次测定各轮荷重。

1.4.3.3 换另一侧履带(车轮),重做 1.4.3.1~1.4.3.2 的内容。

1.4.3.4 每测至少做三次试验。

1.5 数据处理及表示

1.5.1 各轮负荷率

$$e_i = \frac{G'_i}{G_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中: G'_i —— 各轮荷重测量值,取至少三次测量值的平均值,kg;

G_0 —— 全部荷重总和,kg。

1.5.2 各轮荷重

$$G_i = e_i G \dots\dots\dots (2)$$

式中: G_i —— 各轮承受负荷,kg;

G —— 车辆战斗全重,kg。

2 接地比压测定试验

2.1 设施与仪器

2.1.1 试验场地

同 1.1.1。

2.1.2 仪器、器材

- a. 钢卷尺:10m,精度为±2mm。
- b. 平面求积仪:精度为 0.5%读值。
- c. 碳素墨水或染料。
- d. 白纸。
- e. 千斤顶。

2.2 试验准备

2.2.1 车辆准备

同 1.2.1。

2.2.2 仪器准备

校验平面求积仪。

2.3 试验条件

2.3.1 在车辆的重量、重心和重量分配测定后进行。

2.3.2 试验场地水平、坚实、清洁干燥。

2.4 试验实施

2.4.1 试验要求

在战斗全重状态下,履带车辆分别对每侧履带,轮式车辆分别对每个轮胎,实施静态着地面积测量。

2.4.2 需要记录的数据

车辆战斗全重、各轮荷重、轮胎气压。

2.4.3 试验步骤

2.4.3.1 车辆着地面积测定

- a. 用千斤顶支起车体,使一侧履带(车轮)离地。
- b. 在履刺(胎面)上涂沫一层薄而匀的碳素墨水或染料。涂面应稍大于估计着地面积。
- c. 在履带或轮胎下方地面铺上白纸,使涂面部分正对白纸。
- d. 缓慢放下车体,至千斤顶完全不受力止。
- e. 再支起车体,取出印有印迹的白纸。
- f. 用求积仪测定履带着地印迹面积、胎面着地范围全面积和胎面花纹实际着地面积。

2.4.3.2 履带名义着地面积测定

- a. 履带板宽度测定;
- b. 履带着地长度测定。

车辆在战斗全重状态下,停于水平坚硬地面。测定车辆同侧最前和最后两个负重轮的中心距离。

2.5 数据处理及表示

2.5.1 名义接地比压

履带车辆

车辆战斗全重与履带的名义着地面积之比

$$P_i = \frac{G}{2bL} \dots\dots\dots (3)$$

轮式车辆

各轮荷重与该轮胎的名义着地面积之比

$$P_i = \frac{G_i}{S_i} \dots\dots\dots (4)$$

式中: P_i —— 名义接地比压, kPa;

G —— 车辆战斗全重, kg;

b —— 履带板宽, m;

L —— 一侧履带着地长, m;

G_i —— 车轮荷重, kN;

S_i —— 轮胎着地范围全面积, m^2 。

2.5.2 实际接地比压

履带车辆

车辆战斗全重与履带的实际着地面积之比

$$P_r = \frac{G}{2S_r} \dots\dots\dots (5)$$

轮式车辆

各轮的荷重与该轮胎的实际着地面积之比

$$P_i = \frac{G_i}{S_{r,i}} \dots\dots\dots (6)$$

式中： P_r —— 实际接地比压，kPa；

S_r —— 一条履带实际着地面积， m^2 ；

$S_{r,i}$ —— 轮胎胎面花纹实际着地面积， m^2 。

3 装甲履带车辆接地压力分布测定试验

3.1 设施与仪器

3.1.1 试验场地

场地的土壤地面参数应满足车辆通过性指标提出的要求，包括：

- a. 土壤种类：均质粘性土或黄土。
- b. 土壤硬度：中等硬度。
- c. 含水量：5%~10%。
- d. 场地长度不小于三倍被试车车长，宽度不小于一个半车宽。

3.1.2 仪器

a. 土压力盒：双膜油腔电阻应变式土压力盒。盒直径小于50mm，厚径比H/D在0.1~0.2(H盒厚度，D盒直径)，等效弹性模量E大于3GPa，非线性度小于1.5%，滞后小于1.2%，量程0~500kPa。

b. 拉压力传感器：精度为±0.1%，量程0~98kN。

c. 电阻应变仪。

d. 直流数字电压表。

e. 磁带记录器或光线示波器。

f. 土壤地面参数测试仪。

g. 千斤顶。

h. 标定用履带板(用被试车辆履带板去掉导向齿加工制成。块数等于单个负重轮下承受负荷的履带板块数)。

i. 钢垫板。

3.2 试验准备

3.2.1 车辆准备

同1.2.1。

3.2.2 仪器准备

3.2.2.1 对土压力盒进行砂标筛选。选用符合 3.1.2.a 要求的盒。

3.2.2.2 对拉压力传感进行标定。对标定试验测量数据进行回归处理,获得回归方程。

3.2.2.3 秒试仪器的连结及调试,见图 1。

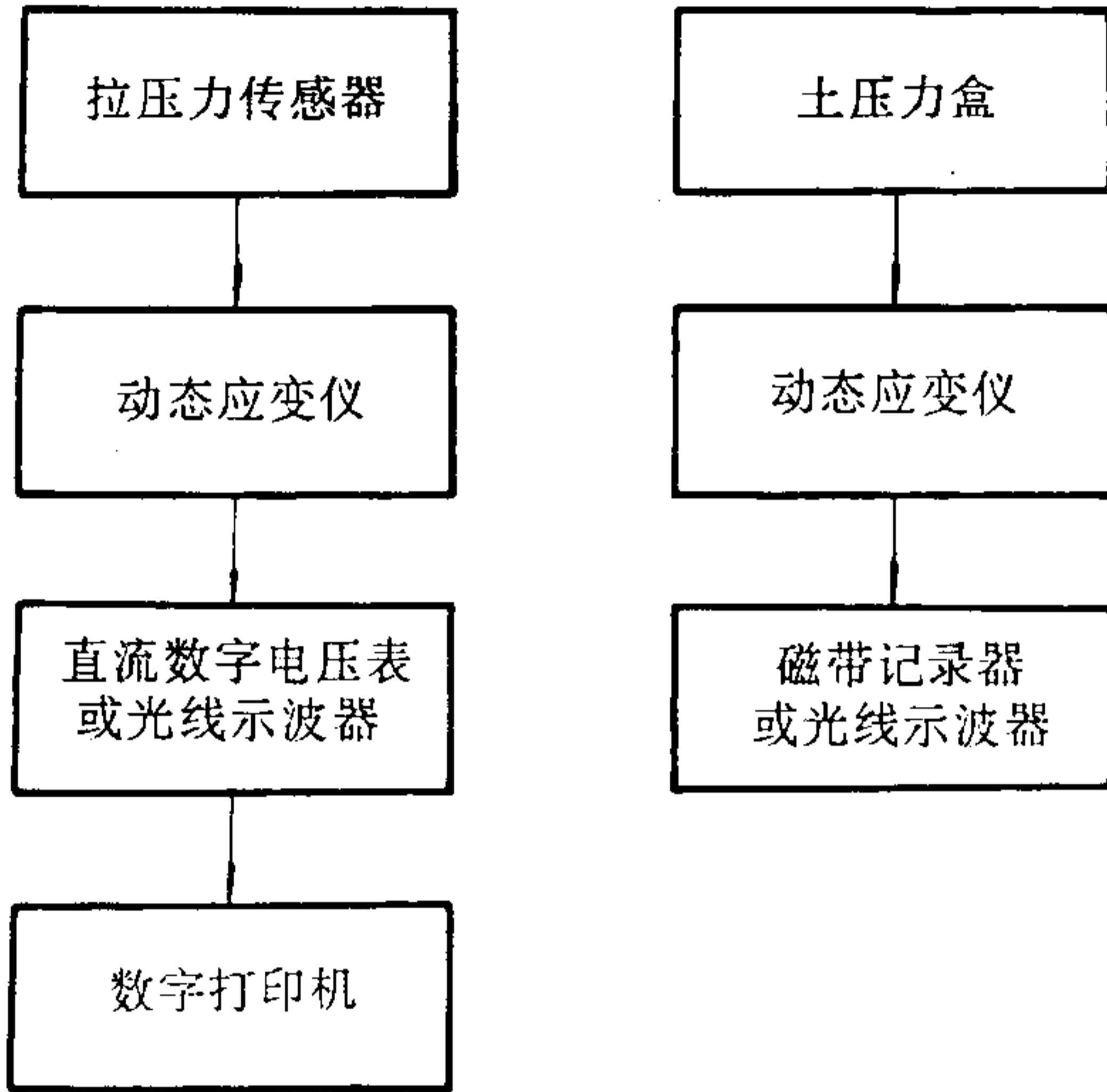


图 1

3.2.3 场地准备

3.2.3.1 平整试验场地。

3.2.3.2 在场地内均布的至少三处地方,测定下列土壤参数,取其平均值并记录。

- a. 含水量:用烘干法测定。
- b. 坚实度:用土壤坚实度计测定。
- c. 容重:用环刀法测定。

3.3 埋设土压力盒土坑的挖掘

3.3.1 土坑尺寸

坑深 h :土压力盒埋深加 10cm。

坑宽 a :约 1.2 倍履带板宽。

坑长 b :略大于标定履带板总长。

3.3.2 挖掘过程中,测量并记录土坑表层、中层和底层的土壤坚实度和含水量。

3.3.3 将挖出的原土分层堆放,并用塑料布复盖。

3.4 试验条件

3.4.1 试验场地的土壤含水量及坚实度经测定检查已符合车辆通过性指标提出的要求。

3.4.2 气候条件

以不改变车辆通过性指标提出的试验场地地面土壤特性为限。

3.5 试验实施

3.5.1 试验要求

a. 车辆在战斗全重状态下,以最低平稳车速通过埋有土压力盒的专用试验场地。测定车辆通过时,在履带纵方向负重面接触地表面土壤中产生的土应力波。

b. 土坑挖好后,应尽快埋设土压力盒和做试验。

3.5.2 土压力盒的埋设

3.5.2.1 埋设深度 H 在表土以下 $0.25\sim 0.35\text{m}$ 内选定。车越重,履刺越高, H 选得越深。

3.5.2.2 土压力盒布设,见图 2。

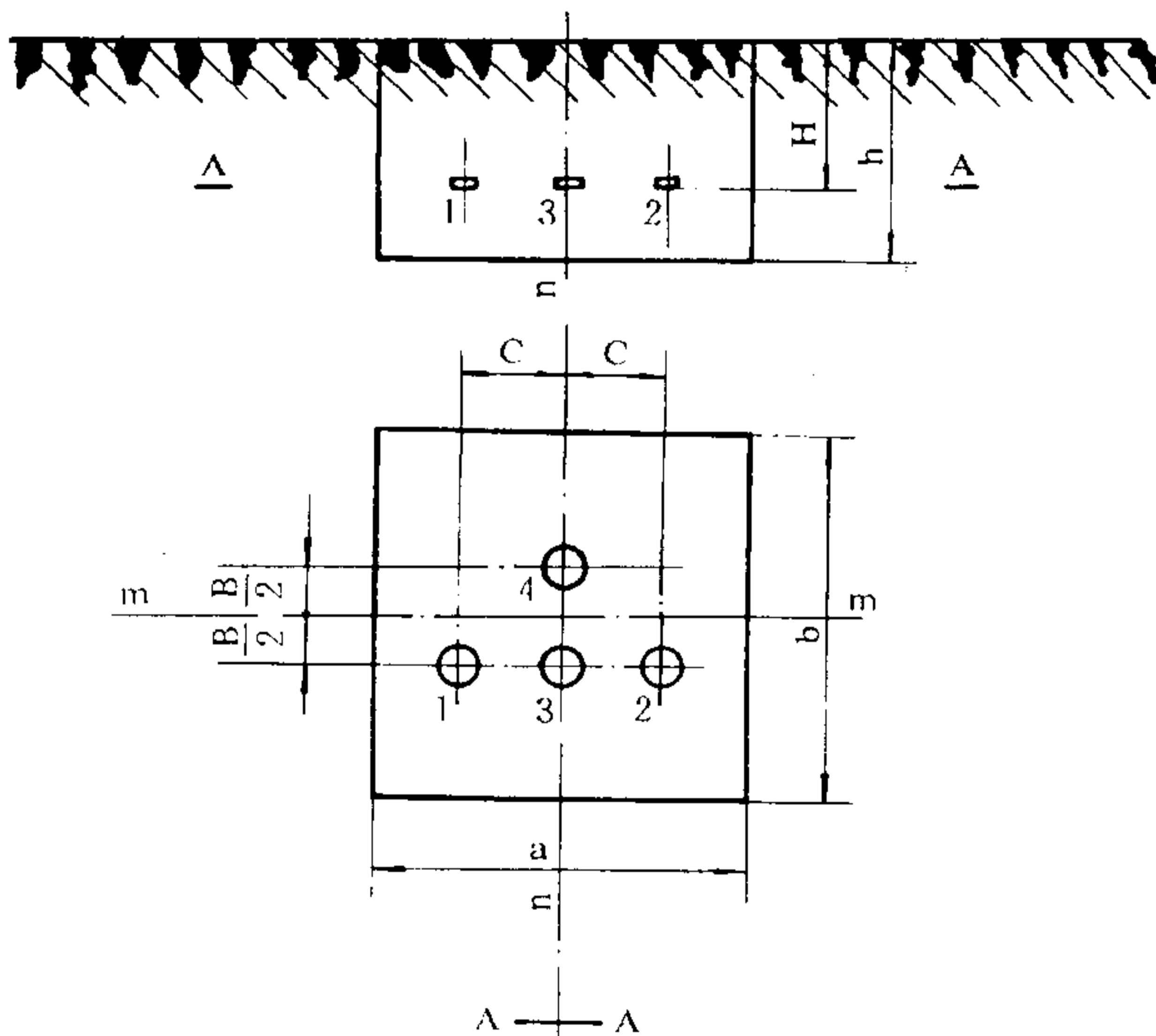


图 2

a. 在埋设深度 H 土层里,沿履带纵方向布设二个压力盒(图 2 中 3 号,4 号盒);沿履带横方向布设二个土压力盒(图 2 中 1 号、2 号盒)。

b. 盒之间距离: B 等于履刺之间距离, 且 B 大于 $3D$; C 约为三分之一履带板宽, 且 C 大于 $3D$ (D 土压力盒直径)。

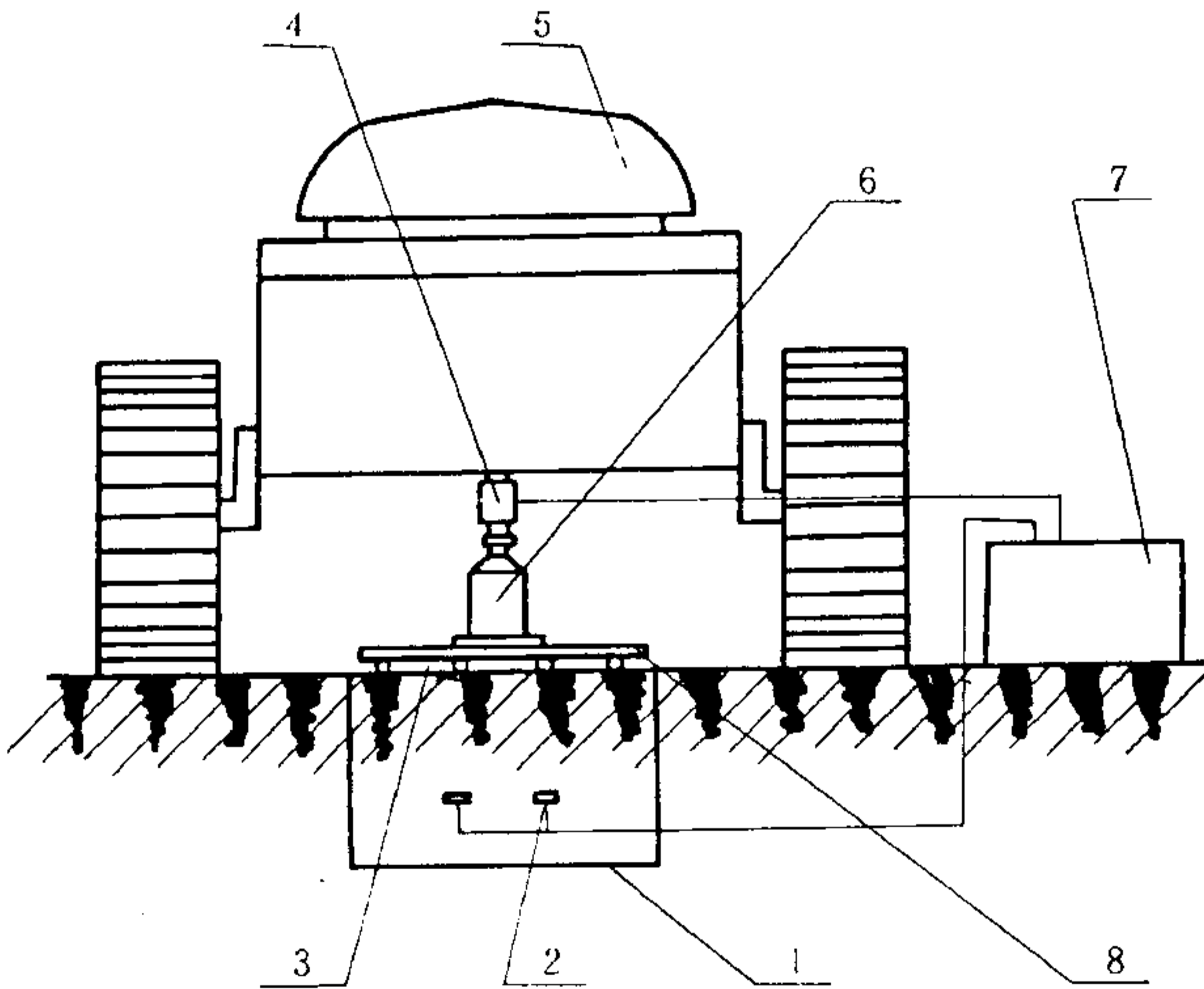
3.5.2.3 土压力盒埋设方法

- a. 在坑底填约 15cm 厚的原土, 夯实平整。
- b. 在埋设深度 H , 把土铲平, 形成水平面。
- c. 平稳放置土压力盒, 盒的感受面水平朝上, 用水平尺检验。
- d. 在土压力盒周围。回填较细粒原土后压实, 使土与土压力盒感受面接触良好。再分三层三次回填其余原土。逐层夯实, 直至土坑中土壤坚实度与原土体接近, 用土壤坚实度计检验。
- e. 土压力盒输出线用土复盖保护。
- f. 土坑边缘用钢筋或木桩正确标出土压力盒的埋设中心线 $m-m$ 和 $n-n$, 见图 2。

3.5.3 土压力盒现场标定(现场加荷法)

先用被试车碾压土坑三至五次。

3.5.3.1 安装标定装置, 见图 3。



1—土坑 2—土压力盒 3—标定用履带板 4—拉压力传感器 5—被试车辆车体
6—液压千斤顶 7—测试及记录系统 8—钢垫板

图 3

3.5.3.2 标定装置安装要求

- a. 坑面应平整。
- b. 标定用履带板应水平放置在坑中央位置。
- c. 标定用履带板的履刺必须准确压在土压力盒埋设位置上。
- d. 千斤顶应位于标定履带板的中心位置上。
- e. 1号与2号、3号与4号土压力盒的灵敏度应分别尽量相近。

3.5.3.3 预压

通过千斤顶将车体升起,给土体施加估计的最大工作压力,持续3~5分钟后卸载至零。如此反复加卸载多次,直到在相同最大工作压力下连续出现三次预压的土压力输出值相互间的差值在±2%内。

3.5.3.4 正式标定

- a. 按土压力盒额定压力值的1/8~1/10为一级,逐级加载。每加一级载荷,待应变仪读数基本稳定时,记录土压力盒及拉压力传感器的相应输出值。直至加载到土压力盒额定压力值。
- b. 逐级卸载并记录土压力盒和拉压力传感器相应输出值,直至载荷为零。
- c. 应变仪重新调零。
- d. 重复3.5.3.4a~c内容。标定次数不少于三次。
- e. 选取三次循环的测量值求平均值,并对数据进行回归处理。绘制各土压力盒标定曲线。

3.5.4 通过试验

- 3.5.4.1 移去标定用履带板,用原土回填标定履带板压下陷的地方,使它与周围平整。
- 3.5.4.2 调正车辆方向,以一侧履带中心线对准压力盒中心线n-n。
- 3.5.4.3 车辆以最低平稳车速通过土坑,不得转向。为保证车速稳定,车辆应有5m以上的辅助行驶距离。
- 3.5.4.4 车辆接近土坑时,接通记录仪。
- 3.5.4.5 对另一侧履带重复3.5.4.2~3.5.4.4内容。
- 3.5.4.6 每侧履带至少做五次。

3.6 数据处理与表示

先根据1号和2号土压力盒测得压力值,计算各次车辆行驶偏离中心线n-n的相对偏驶量 $(P_1 - P_2) / \frac{1}{2}(P_1 + P_2)$ 。再从五次中选取三次相对偏驶量较小的测次,将所测得的3号和4号盒测量值分别进行如下处理。

- 3.6.1 根据标定曲线的标尺,判读各土压力盒测得的各负重轮下压力波形的峰值 P_{max} 和最小值 P_{min} ,见图4。

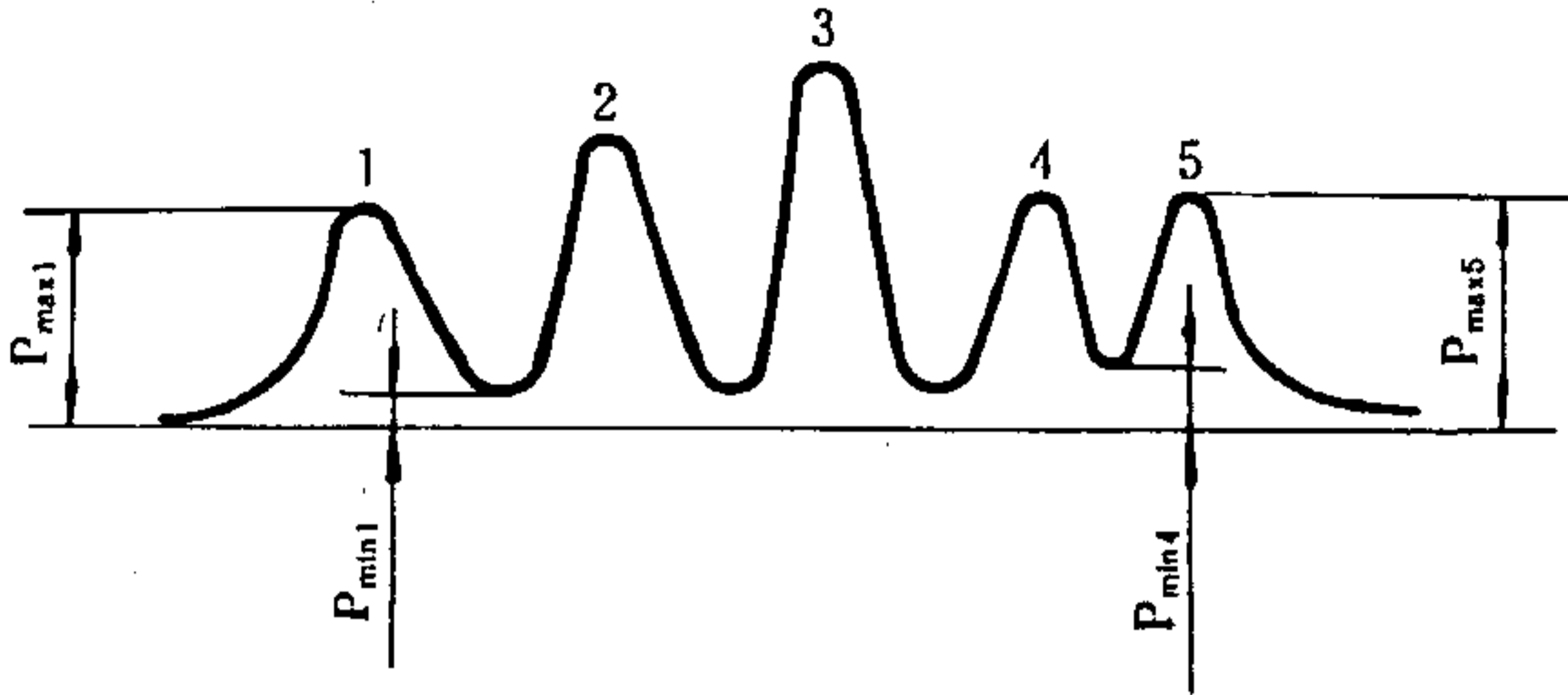


图 4

- 3.6.2 计算单个负重轮下承受负荷的履带板面积,通常为 1.5~2.0 倍单块履带板投影面积。
- 3.6.3 将压力值 P_{maxi} 和 P_{mini} 换算成单位压力值 P_{maxi} 和 P_{mini} 。
- 3.6.4 计算各测次土压力盒的平均最大单位压力 MMP_{jk} , kPa。

$$MMP_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{maxi}}{n} \dots\dots\dots (7)$$

式中: n —— 一侧履带负重轮数;
 i —— 负重轮序号;
 j —— 土压力盒序号;
 k —— 试验序号。

- 3.6.5 对三次试验的 MMP_{jk} 值求平均,得 MMP_j , kPa。

$$MMP_j = \frac{\sum_{k=1}^3 MMP_{jk}}{3} \dots\dots\dots (8)$$

- 3.6.6 对 3 号和 4 号土压力盒的 MMP_j 求平均,得车辆平均最大单位压力 MMP , kPa。

$$MMP = \frac{MMP_3 + MMP_4}{2} \dots\dots\dots (9)$$

- 3.6.7 计算各土压力盒的平均最小单位压力 MGP_{jk} , kPa。

$$MGP_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_{mini}}{n-1} \dots\dots\dots (10)$$

- 3.6.8 对三次试验的 MGP_{jk} 求平均,得 MGP_j , kPa。

$$MGP_j = \frac{\sum_{k=1}^3 MGP_{jk}}{3} \dots\dots\dots (11)$$

- 3.6.9 对 3 号和 4 号土压力盒的 MGP_j 求平均,得车辆平均最小单位压力 MGP , kPa。

$$MGP = \frac{MGP_3 + MGP_4}{2} \dots\dots\dots (12)$$

3.6.10 计算比值

$$Q = \frac{MMP}{P_i} \dots\dots\dots (13)$$

式中： P_i ——名义接地比压，kPa。

3.6.11 试验报告中应包括车辆行动装置的结构参数、试验地地面土壤特性参数、土压力盒标定曲线的回归方程、实测压力判读数据、计算过程及最终计算结果和典型的压力波形图。见附录 A 表 A4、表 A5。

4 本标准所用表格参考附录 A。

附录 A

重量分配及接地压力分布测定试验表格示例

(参考件)

表 A1 一般数据记录表

车型 _____ 车号 _____

车辆战斗全重 _____ kg

履带(轮胎)结构 _____

负重轮(轮胎)数 _____

轮胎气压 左 1 _____ kPa 右 1 _____ kPa

左 2 _____ kPa 右 2 _____ kPa

左 3 _____ kPa 右 3 _____ kPa

车辆已行驶 _____ km

表 A2 重量分配测定结果汇总表

车型 _____ 车号 _____

车辆战斗全重 _____ kg

测定日期 _____

测试人员 _____

车侧	轮序	各测次荷重值 kN			平均值 G'_i kg	轮负荷率 ϵ_i %	轮荷重 G_i kg
		1	2	3			
左侧	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
右侧	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

表 A3 轮式车辆接地比压测定结果汇总表

车型 _____ 车号 _____

测定日期 _____

测试人员 _____

车侧	轮序	着地面积 m^2		荷重 G_i kg	接地比压 kPa	
		名义	实际		实际值 P_i	名义值 P_i
左侧	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
右侧	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

表 A4 接地压力分布测定试验数据表

土压力盒号 _____

车型 _____ 车号 _____

试验日期 _____

测试人员 _____

车 侧	试验 序号	车速 km/h	各轮最大压力 Pmaxi kPa					MMP _μ kPa	各轮最小压力 Pmini kPa					MGP _μ kPa
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
左 侧	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
右 侧	1													
	2													
	3													
	4													
	5													

表 A5 接地压力分布测定试验结果汇总表

车型 _____ 车号 _____

试验地点 _____ 试验日期 _____

土壤类别 _____ 含水量 _____ %

坚实度 _____ kg/cm^3 容重 _____ g/cm^3

土压力盒规格 _____ H/D _____

等效弹模 E _____ kPa 线性度 _____ %

回零误差 _____ % 滞后 _____ %

车辆战斗全重 _____ kg

负重轮直径 d _____ m 负重轮数 n _____

履带板宽 b _____ m 履带节距 t _____ m

履带着地长 L _____ m

车速 V _____ km/h

名义接地比压(单位压力) P_1 _____ kPa

平均最大单位压力 MMP _____ kPa

平均最小单位压力 MGP _____ kPa

比值 $Q = \text{MMP}/P_1$ _____

典型实测压力波形图

附加说明：

本标准由中国人民解放军总参谋部装甲兵部提出。

本标准由中国人民解放军总参谋部装甲兵装备技术研究所负责起草。

本标准主要起草人：蓝荣生、周晓东。