

# C-NCAP 管理规则

(2024 年版)

附录 E

低速后碰撞颈部保护试验规程

中国汽车技术研究中心有限公司

## 目 录

E. 1 试验波形 .....	2
E. 2 试验假人 .....	3
E. 3 测试仪器及假人传感器 .....	3
E. 4 高速摄像及灯光系统 .....	4
E. 5 试验照片 .....	4
E. 6 评价指标计算 .....	5
E. 7 试验程序 .....	7

CINCAP

## 附录 E

### 低速后碰撞颈部保护试验规程

#### E.1 试验波形

加速度波形在 0ms 至 170ms 的时间范围中，应被精确控制以满足试验要求。加速式台车的速度变化量应控制在 $\Delta V=20.0\text{ km/h}\pm 1.0\text{ km/h}$ ，波形持续时间为 $\Delta T=103\text{ ms}\pm 3\text{ ms}$ （如图 E.1 所示）。试验波形通道参数见表 E.1。

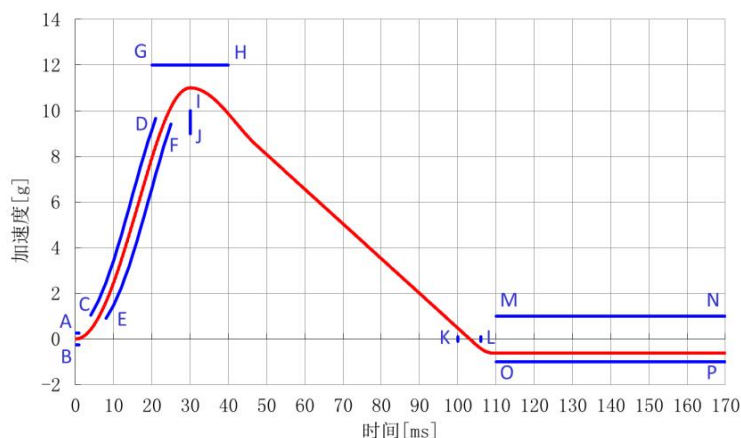


图 E.1 鞭打试验加速度波形

表 E.1 试验波形通道参数

	时间 (ms)	加速度 (g)	上升沿上限		上升沿下限	
			时间 (ms)	加速度 (g)	时间(ms)	加速度 (g)
A	0	0.25	(C)4	1.0395	(E)8	0.8988
B	0	-0.25	5	1.3381	9	1.1774
C	4	1.0395	6	1.6772	10	1.4951
D	21	9.6553	7	2.0581	11	1.8541
E	8	0.8988	8	2.4809	12	2.2551
F	25	9.4119	9	2.9441	13	2.6975
G	20	12.00	10	3.4449	14	3.1791
H	40	12.00	11	3.9792	15	3.6965
I	30	9.00	12	4.5418	16	4.2450
J	30	10.00	13	5.1264	17	4.8190
K	100	0.00	14	5.7259	18	5.4117
L	106	0.00	15	6.3324	19	6.0155
M	110	1.00	16	6.9377	20	6.6225
N	170	1.00	17	7.5333	21	7.2242
O	110	-1.00	18	8.1106	22	7.8121
P	170	-1.00	19	8.6615	23	8.3778
			20	9.1786	24	8.9134
			(D)21	9.6553	(F)25	9.4119

## E.2 试验假人

### E.2.1 假人型号

试验使用 BioRID II 型假人。

### E.2.2 假人服装

假人应该穿着两套贴身的五分裤和短袖上衣，弹性纤维材料。内层衣服应该光面朝外穿着，外层衣服应该与内侧相反，光面与内层相对(粗糙面朝外)穿着。假人双脚应该穿硬底皮鞋，45 码。

### E.2.3 假人测试环境

E.2.3.1 假人应在温度  $22.5^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 10%~70%的环境中进行试验。

E.2.3.2 试验前，假人和座椅应该在标准试验环境中存放至少 3h。

### E.2.4 假人关节调整

E.2.4.1 假人关节的调整工作应尽可能在试验当天进行，如需提前调整，不能超出试验前 24h。

E.2.4.2 所有具有稳定摩擦的假人关节，试验前均应进行调整。假人关节应调整至在 1g~2g 的作用下，假人肢体可以持续运动。

### E.2.5 假人标定

E.2.5.1 脊椎曲率检查按以下要求进行：

- a) 将骨盆安装板放置在水平面上，在静态下，测量并确定相关距离和角度符合要求。
- b) 曲率检查要求每 5 次试验做一次。

E.2.5.2 冲击标定按以下要求进行：

- a) 将脊椎、躯干和头连接到一个迷你滑台上，用一个 33.4kg 的摆锤以  $4.76\text{m/s}\pm 0.1\text{m/s}$  的速度冲击，完成 BioRID II 假人的动态响应检测。
- b) 假人的动态冲击标定要求每 5 次试验标定一次。

E.2.5.3 如果假人某一部位在试验中损坏，该部位应予以替换。

E.2.5.4 假人标定的所有数据应记录并存档。

## E.3 测试仪器及假人传感器

E.3.1 试验前所有测试仪器均应是校准过的。无论测试仪器使用的频次如何，所有的设备及传感器的标定周期为一年。

E.3.2 试验用数据采集测量装置的采样频率应至少为 10kHz。

E.3.3 试验中数据采集测量装置至少应记录-10ms~300ms 的数据。0ms 为加速式台车发射时刻。

E.3.4 为了确保测试的准确性，每个传感器的通道振幅等级（CAC）应该按照表 E.2 中设定。在试验过程中如果传感器测量值达到了通道振幅等级（CAC），则该传感器应该被重新标定。

E.3.5 假人头部与头枕及相关内饰部分应使用轻质接触开关，测量开关信号，确定头与头枕及内饰

的接触、分离状态。

表 E. 2 假人传感器通道测试要求

测试部位		CAC 幅值等级	CFC 滤波等级
头部质心加速度 (g)	Ax	100	60
	Ay	100	60
	Az	100	60
上颈部载荷 (N)	Fx	1400	1000
	Fz	4500	1000
上颈部力矩 (Nm)	My	115	600
下颈部载荷 (N)	Fx	5000	1000
	Fz	5000	1000
下颈部力矩 (Nm)	My	200	600
胸部 T1 加速度(左/右) (g)	Ax	100	60
	Ax	100	60
测量通道总计		11	

#### E. 4 高速摄像及灯光系统

E. 4. 1 试验中至少需要两台 1000fps 高速摄像机。

E. 4. 2 一台高速摄像机拍摄座椅和假人总体的试验状况。从 0 时刻开始，到 300ms 结束。

E. 4. 3 另一台高速摄像机拍摄假人头部和座椅头枕在试验中运动的全过程。从 0 时刻开始，到 300ms 结束。

E. 4. 4 对于二排座椅如果需要计算靠背张角，且内侧靠背由于遮挡无法拍摄，应追加一台顶部高速摄像机 1000fps。俯拍靠背顶部及假人运动情况。从 0 时刻开始，到 300ms 结束。

E. 4. 5 在试验前开启高速摄像机用无频闪灯光系统，确保在试验时，灯光工作在正常状态，并且座椅和假人周围环境温度不能太高。

#### E. 5 试验照片

表 E.3 列出了试验前后至少应拍摄的照片，“○”代表应进行拍摄。

表 E. 3 试验照片

序号	照片拍摄角度	照片取景范围	试验前	试验后
1	假人正面	假人和座椅	○	○
2	假人斜前 45°	假人和座椅	○	○
3	假人侧面	假人和座椅	○	○
4	假人斜后 45°	假人和座椅	○	○
5	假人正面	假人头部到胸部	○	○
6	假人斜前 45°	假人头部到胸部	○	○
7	假人侧面	假人头部到胸部	○	○
8	假人斜后 45°	假人头部到胸部	○	○
9	头枕位置特写		○	○
10	滑轨位置特写		○	○
11	头枕锁止特写		○	○

序号	照片拍摄角度	照片取景范围	试验前	试验后
12	假人、座椅等任何损伤细节（如果有）		×	○

## E. 6 评价指标计算

### E. 6.1 假人伤害指标的计算

#### E. 6.1.1 传感器通道滤波等级

假人各个传感器通道滤波等级 CFC 如表 E.2 中设定。

#### E. 6.1.2 头部接触时刻

利用假人头部与头枕接触开关测量的开关信号，确定头与头枕的开始接触时刻，记为  $T - HRC_{(Start)}$ ；头与头枕接触后分离的时刻，记为  $T - HRC_{(End)}$ 。

利用假人头部与车辆内饰接触开关测量的开关信号，判定头部与车辆内饰是否接触，头与内饰的开始接触时刻记为  $T - IC_{(Start)}$ ；接触后的分离时刻记为  $T - IC_{(End)}$ 。

取  $T - HRC_{(End)}$  和  $T - IC_{(End)}$  的较大值，记为  $T_{(end)}$ 。

#### E. 6.1.3 颈部伤害指标 NIC

颈部伤害指标 NIC 是由枕骨关节相对于 T1 的水平加速度和速度的相对值计算而得。

相对加速度：

$$A_x^{rel}(t) = A_x^{T1}(t) - A_x^{Head}(t)$$

$$A_x^{T1}(t) = \frac{1}{2} (A_x^{T1-Left}(t) + A_x^{T1-Right}(t))$$

相对速度：

$$V_x^{rel}(t) = \int_0^t A_x^{rel}(\tau) d\tau$$

式中：  $A_x^{T1-Left}$ 、 $A_x^{T1-Right}$ 、 $A_x^{Head}$  的单位均为  $m/s^2$ 。

颈部伤害指标 NIC：

$$NIC(t) = 0.2A_x^{rel}(t) + [V_x^{rel}(t)]^2$$

$$NIC_{max} = \underset{T_{(End)}}{Max} [NIC(t)]$$

#### E. 6.1.4 颈部剪切力

颈部剪切力评价头部相对于躯干向后的部分，即  $F_x$  值为正。

$$Fx_{max} = \underset{T_{(End)}}{Max} [Fx(t)]$$

当假人头部与车辆顶棚发生接触时，还需要对头部相对于躯干向前的部分进行考核，即  $F_x$  值为负。

$$Fx_{min} = \underset{T_{(End)}}{Min} [Fx(t)]$$

### E. 6. 1. 5 颈部拉力

颈部张力评价拉伸部分，即  $F_z$  值为正。

$$Fz_{max} = \underset{T_{(End)}}{Max} [Fz(t)]$$

当假人头部与车辆顶棚发生接触时，还需要对颈部压缩力进行考核，即  $F_z$  值为负。

$$Fz_{min} = \underset{T_{(End)}}{Min} [Fz(t)]$$

### E. 6. 1. 6 颈部力矩

颈部弯矩评价伸张和弯曲两个方向。

#### E. 6. 1. 6. 1 上颈部力矩

$$My^{OC}(t) = My^{upper}(t) - D \cdot Fx^{upper}(t)$$

$$My_{max}^{OC} = \underset{T_{(End)}}{Max} |My^{OC}(t)|$$

式中： $D = 0.01778 \text{ m}$

#### E. 6. 1. 6. 2 下颈部力矩

$$My_{max} = \underset{T_{(End)}}{Max} |My(t)|$$

### E. 6. 2 试验影像分析

#### E. 6. 2. 1 靠背张角

以零时刻的座椅靠背角度为基准，跟踪冲击过程中靠背角度的变化曲线，靠背张角为靠背角向后最大变化量。如果车辆中试验座椅的后方没有其他座位，则不需计算该指标。

对于后排座椅，如果座椅靠背内侧由于视野遮挡无法通过高速摄像抓点直接获得，利用顶部摄像抓取靠背内侧顶部标记点位移，并与靠背外侧下部标记点位移结合，计算靠背张角。计算方法如下：

(1) 静态测量和摄像分析中的坐标系方向统一：座椅后方为 X 轴正方向，座椅右手侧为 Y 轴正方向，竖直向上为 Z 轴正方向。

(2) 令座椅靠背外侧下部标记点静态测量的坐标为 $(x_{l0}, y_{l0}, z_{l0})$ ，摄像抓取该标记点的水平方向位移函数为 $x_l(t)$ ，初始时刻位移为 0，即 $x_l(0) = 0$ 。

(3) 令座椅靠背内侧顶部标记点静态测量的坐标为 $(x_{u0}, y_{u0}, z_{u0})$ ，摄像抓取该标记点的水平方向位移函数为 $x_u(t)$ ，初始时刻位移为 0，即 $x_u(0) = 0$ 。

(4) 靠背张角为：

$$\Delta\theta(t) = \arcsin\left(\frac{x_u(t) - x_l(t) + x_{u0} - x_{l0}}{\sqrt{(x_{u0} - x_{l0})^2 + (z_{u0} - z_{l0})^2}}\right) - \arctan\left(\frac{x_{u0} - x_{l0}}{z_{u0} - z_{l0}}\right)$$
$$\Delta\theta_{max} = \underset{T_{(End)}}{Max} [\Delta\theta(t)]$$

#### E. 6. 2. 2 滑轨位移

从零时刻开始,跟踪座椅滑轨移动部分相对于固定部分的位移变化曲线,滑轨位移为此相对位移曲线中的最大值。如果车辆中试验座椅后方没有其他座位,则不需计算该指标。

## E.7 试验程序

### E.7.1 样品准备

E.7.1.1 鞭打试验座椅的样品来源,由汽车测评管理中心从车辆经销商处购买。

E.7.1.2 样品到达试验室后,检查和确认样品的外观、型号和基本参数,并拍摄照片。

E.7.1.3 头枕前方附加安装的软垫,如果没有准确的安装位置,而是非常柔性的可由用户任意摆放,认为该部分为舒适性配件,鞭打试验时不安装该软垫进行试验。

E.7.1.4 对于驾驶员座椅,根据座椅安装参数和样品尺寸,加工座椅试验用夹具,保证座椅可以牢固的固定在滑车上,并且复制实车内座椅状态。

E.7.1.5 对于第二排座椅,企业需提供座椅工装或白车身,保证座椅可以牢固的固定在滑车上,并且复制实车内座椅状态。

E.7.1.5.1 当同时满足以下条件时,可使用座椅工装进行试验,否则应使用白车身进行鞭打动态试验:

——企业提供假人头部与车辆顶棚等其他内饰“不撞击证明”,可以是实际的物理试验录像,也可以是 CAE 仿真结果,只要说明动态试验过程中假人头部只与座椅头枕接触,并未接触其他内饰件即可;

——假人头部最高点与头枕上方顶棚内饰最低点的高度差  $H \geq 20\text{mm}$ ,内饰高于头顶时  $H$  为正值,顶棚内饰最低点在以座椅中面的头枕最高点沿  $Z$  轴投影到顶棚的投影点为圆心,半径为  $50\text{mm}$  的圆形区域内获取。

E.7.1.5.2 当使用座椅工装进行试验时,工装应满足以下要求:

——如果座椅靠背和/或坐垫具有骨架,则工装上与座椅骨架之间的连接件应该使用原车零件(例如:带骨架的座椅靠背下转轴支架、靠背与  $C$  柱之间的靠背锁),连接件可固定在刚性工装上;

——如果座椅靠背自身没有骨架,则工装上对座椅靠背起支撑作用的支撑面应该使用原车车身部分;

——如果座椅坐垫自身没有骨架,则工装上对座椅坐垫起支撑作用的支撑面应该使用原车车身部分或具有相同力学特征的部件;

——工装高度应保证安装座椅后,座椅相对台面高度 = 实车中座椅相对地板高度<sup>+100mm</sup><sub>+10mm</sub>。

E.7.1.5.3 当使用白车身进行试验时,需要配置相对完整的车辆环境,包含顶棚内饰、顶部照明灯、后风窗玻璃等可能与头部接触的部件。

E.7.1.5.4 工装/白车身还应提供必要的安全带安装固定点,例如:卷收器安装位、安全带锁扣固定点,安全带下固定点等等。



E. 7. 1. 5. 5 工装/白车身与滑车台面的连接：工装/白车身应具有与台车台面配合的平面，工装上均匀布置 $\phi 14$ 通孔，通孔间距在 X 向和 Y 向距离为 100mm 的整数倍。通孔数量与工装质量相关，建议通孔数量不少于工装质量/40kg，工装总质量不得超过 1400kg。

## E. 7. 2 试验条件的设定

### E. 7. 2. 1 座椅准备和安装

将座椅及夹具，准确的固定在滑车台面上。如果座椅是新的从未被乘坐过的，则应由  $75\text{kg}\pm 10\text{kg}$  的人或装置在座椅上试坐两次，每次 1 min。在安放 HPM 装置（SAEJ826）前，所有座椅总成应保持空载至少 30 min。

### E. 7. 2. 2 脚踏板的安装

E. 7. 2. 2. 1 对于驾驶员座椅试验中使用标准脚踏板替代物，底板部分水平，踏板部分倾角  $45^\circ$ ，表面覆盖地毯织物；对于二排座椅试验中使用标准车内地板替代物，底板水平，表面覆盖地毯织物。

E. 7. 2. 2. 2 安装标准脚踏板，并根据实车中足跟点相对高度，调节标准脚踏板高度。

### E. 7. 2. 3 安全带的安装

E. 7. 2. 3. 1 如果安全带卷收器安装在试验座椅内部影响动态试验结果，则应使用原车安全带卷收器，否则可使用试验室标准安全带替代。

E. 7. 2. 3. 2 在试验座椅上配备的安全带固定点、锁扣、导向件等，可以使用。

E. 7. 2. 3. 3 在试验中为假人佩戴安全带，以防止冲击过程中假人飞出。

### E. 7. 2. 4 主动元件触发时刻的确定

E. 7. 2. 4. 1 根据制造厂商提供的数据，确定试验座椅是否配备主动元件（如触发型主动式头枕）。

E. 7. 2. 4. 2 对于各个需要触发的元件，车辆制造厂商应该说明准确的触发时刻。

## E. 7. 3 座椅调整

### E. 7. 3. 1 座椅调节初始化

E. 7. 3. 1. 1 座椅滑轨调节至最后锁止位置。

E. 7. 3. 1. 2 座椅高度调节至最低位置。

E. 7. 3. 1. 3 座椅倾角调节至最接近水平位置。

E. 7. 3. 1. 4 座垫高度调节至最低位置。

E. 7. 3. 1. 5 座垫倾角调节至最接近水平位置。

E. 7. 3. 1. 6 腰部支撑调节至最下最后。

E. 7. 3. 1. 7 如果座椅靠背分段可调，应将靠背上半部分调节至最后。

E. 7. 3. 1. 8 座垫延伸可调，应调节至最后或收回位置。

E. 7. 3. 1. 9 座椅侧包裹可调，应调节至最宽或完全展开的位置。

E. 7. 3. 1. 10 扶手调整到抬起位置。

### E. 7. 3. 2 座椅前后调节

E. 7. 3. 2. 1 试验座椅可进行前后调节时应调节至中间位置。

E. 7. 3. 2. 2 对于有级可调的座椅，若中间 $\pm 2\text{mm}$  范围内没有锁止位置，应向后调节到最接近中点的锁止位置。

E. 7. 3. 2. 3 对于连续可调的座椅，应将其调节到中间 $\pm 2\text{mm}$  的位置。

### E. 7. 3. 3 座椅上下调节

E. 7. 3. 3. 1 试验座椅可进行独立上下调节时应调节至中间位置。

E. 7. 3. 3. 2 对于单操作机构有级可调的座椅，应将座椅后端调节至中间位置，若中间位置（ $\pm 2\text{mm}$ ）不是锁止位置，应向下调节到最接近中点的锁止位置。

E. 7. 3. 3. 3 对于单操作机构连续可调的座椅，应将座椅后端调节至高度中间 $\pm 2\text{mm}$  的位置。

E. 7. 3. 3. 4 对于双操作机构分段有级可调的座椅，应将座椅前、后端都调节至中间位置（ $\pm 2\text{mm}$ ），若中间位置不是锁止位置，应向下调节到最接近中点的锁止位置。

E. 7. 3. 3. 5 对于双操作机构分段连续可调的座椅，应将座椅前、后端都调节至高度中间 $\pm 2\text{mm}$  的位置。

### E. 7. 3. 4 座垫调节

E. 7. 3. 4. 1 试验座椅的座垫可进行独立上下调节时应调节至中间位置。

E. 7. 3. 4. 2 测量座垫参考角度：将座垫高度调节到最低。在座垫前端和后端标记相距 400mm 的两点。测量两点连线的角度，作为座垫参考角度。

E. 7. 3. 4. 3 对于单操作机构有级可调的座椅，应将座垫后端标记点调节至高度中间位置，若中间位置（ $\pm 2\text{mm}$ ）不是锁止位置，应向下调节到最接近中点的锁止位置。

E. 7. 3. 4. 4 对于单操作机构连续可调的座椅，应将座垫后端标记点调节至高度中间 $\pm 2\text{mm}$  的位置。

E. 7. 3. 4. 5 对于双操作机构分段有级可调的座椅，应将座垫后端标记点调节至中间位置（ $\pm 2\text{mm}$ ），若中间位置不是锁止位置，应向下调节到最接近中点的锁止位置；将座垫前标记点调节至使得座垫角度与 E.7.3.4.2 测量的座垫参考角度一致（ $\pm 0.5^\circ$ ），若此 $\pm 0.5^\circ$  范围内没有锁止位置，应向下调节到最接近的锁止位置。

E. 7. 3. 4. 6 对于双操作机构分段连续可调的座椅，应将座垫后端调节至高度中间 $\pm 2\text{mm}$  的位置，将座垫前标记点调节至使得座垫角度与 E.7.3.4.2 测量的座垫参考角度一致（ $\pm 0.5^\circ$ ）。

### E. 7. 3. 5 靠背角的调节

E. 7. 3. 5. 1 如果试验座椅靠背角分段可调，且上半部分的角度独立调节，则应将上半部分的角度调整到可调范围的中间 $\pm 0.5^\circ$  的位置。

E. 7. 3. 5. 2 调整座椅靠背角（包括分段可调式靠背下半部分的角度调整），使得 HPM 装置的躯干倾角达到座椅的设计躯干角 $\pm 1^\circ$ 。但如果设计躯干角小于  $20^\circ$ ，则将躯干角调节到  $20^\circ$  进行试验；如果设

计躯干角大于 30°, 则将躯干角调节到 30°进行试验。

E. 7. 3. 5. 3 对于有级可调的座椅靠背, 不能将座椅调整到要求范围内, 则向前调整到最接近目标值的位置。

E. 7. 3. 5. 4 对于多功能调节联动的座椅, 例如座椅高调与座椅靠背角度使用同一组按钮进行调节, 则优先保证靠背角度满足试验要求。

#### E. 7. 3. 6 头枕的调节

E. 7. 3. 6. 1 对于驾驶员座椅, 头枕高度按以下要求调节:

- a) 试验座椅头枕高度可调时, 应将其调节至中间位置, 即从最低位置到最高锁止位置的中间。
- b) 若中间位置没有锁止位置, 将头枕从中间位置升高 10mm。如果在这段行程中有锁止位置, 则将头枕调整到此锁止位置。
- c) 若在上述 10mm 行程中还没有锁止位置, 则将头枕向下调节到最近的锁止位置。

E. 7. 3. 6. 2 对于二排座椅, 头枕高度调节至最高锁止位置。

E. 7. 3. 6. 3 头枕倾角按以下要求调节:

- a) 头枕最前位置定义为, 使得 HRMD 装置测量的头后间隙最小的锁止位置。在 HRMD 安装好之后, 向前调节头枕, 若在到达头枕极限位置之前, 头枕已经接触 HRMD, 则头枕不再向前调节。并将头枕向后调节到最接近的锁止位置, 以此位置作为最前位置。
- b) 头枕最后位置定义为, 使得 HRMD 装置测量的头后间隙最大的位置。
- c) 调整头枕倾角, 使得 HRMD 装置测量的头后间隙在最前位置与最后位置的中值。若中间位置没有锁止位置, 则应将头枕调节到向前 10mm 范围内的锁止位置。若向前 10mm 范围内仍没有锁止位置, 则将头枕向后调节到最近的锁止位置。

#### E. 7. 3. 7 其它调节

试验座椅其他可调节机构, 应保留 E.7.3.1 初始化的设定。

#### E. 7. 4 H 点及头后间隙的确定程序

E. 7. 4. 1 如果试验座椅是新的从来没坐过的, 应该由一个质量为 75kg±10kg 的人试坐两次, 每次持续 1 min, 使座垫和靠背产生应有的变形。

E. 7. 4. 2 在安装 H 点装置之前, 座椅应该在标准试验环境中保存 3h 以上, 空载至少 30 min。

E. 7. 4. 3 HPM 装置接触的乘坐位置区应铺一块尺寸足够、质地合适的细棉布。

E. 7. 4. 4 放置 HPM 装置的座板和背板总成, 使座椅中心面与 HPM 装置中心面重合。

E. 7. 4. 5 安装脚和小腿总成, 将小腿长度调节到 50th 的位置, 大腿长度调节到 10th 的长度, 膝盖间距调节至 250mm。

E. 7. 4. 6 调整双脚与胫骨成 90°夹角, 将脚跟放在地板平面上, 尽可能向前。脚踏板位置应该足够远,

以防止在 HPM 装置安装过程中，足部有干涉。

E. 7. 4. 7 安装小腿配重和大腿配重，并调平 HPM 装置。

E. 7. 4. 8 背板前倾离开靠背，将 HPM 装置向后推动，直到座板接触到座椅靠背为止。在臀部角度量角器和 T 形杆外壳相交处，施加一个水平向后 100N 的力，然后将背板向后放回到靠背上。

E. 7. 4. 9 安装臀部配重块。然后左右交替安装 6 块躯干配重(包括 2 个 HRMD 提供的大配重块)。2 个较大 HRMD 提供的躯干配重最后安装，推向两侧压平。在安装配重块的整个过程中，轻压 T 形杆以防止 HPM 向前滑动。

E. 7. 4. 10 前倾背板到竖直位置，在 10°角（自铅垂中心面向两侧各 5°）范围内，左右摇动 HPM 装置三个往复。注意在摇动过程中 HPM 装置的 T 形杆可能离开规定的水平和垂直基准位置，所以，在摇动期间必须对 T 形杆施加适当的侧向力。在握住 T 形杆摆动 HPM 装置时，应避免在垂直或前后方向施加意外的力。进行上述操作时，HPM 装置的双脚不应受任何约束，使 HPM 装置移动受到限制。

E. 7. 4. 11 握住 T 形杆，防止 HPM 装置在座垫上向前滑动，将背板放回座椅靠背。为了保证躯干位置稳定，在背板模型躯干重心高度的位置施加一个向后的不大于 10N 的力。特别注意不能有向下的或横向的外力施加在 HPM 装置上。

E. 7. 4. 12 检查 H 点装置是否水平，面朝方向是否正前，位置是否在座椅中线。

E. 7. 4. 13 将左、右两脚交替抬离地板，直到双脚不再向前移动。

E. 7. 4. 14 测量驾驶员座椅时，移动脚踏板，使脚尖与 45°踏板平面的接触位置在 230mm 到 270mm 之间；测量二排座椅时，将双脚水平放置在模拟地板上，脚底与地板尽量接触，记录脚跟位置。踏板和脚部姿态调整过程中，不应影响 HPM 膝部铰接点以上部位的坐姿，即不改变坐板和背板位置。

E. 7. 4. 15 如果在调整脚部之后 HPM 装置不水平了，应在座板上施加一个适当的力使其水平的坐在座椅上。

E. 7. 4. 16 将头枕测量装置从上向下安装到位。安装过程中不能施加任何影响 HPM 装置位置的外力。

E. 7. 4. 17 调节 HRMD 装置的头部至水平。

E. 7. 4. 18 测量并记录 HPM 装置的躯干角度。

E. 7. 4. 19 测量并记录 HPM 装置上 H 点标记的位置。装置两侧的 H 点坐标的  $X_{HPM}$  值和  $Z_{HPM}$  值的误差都应在  $\pm 2.5\text{mm}$  以内。

E. 7. 4. 20 将 HRMD 装置头后间隙探针向后移动，直到与头枕接触，标记此点为第一接触点。

E. 7. 4. 21 测量并记录上述第一接触点到头部最后点（头后间隙探针螺栓点）的水平方向距离，将此距离作为假人头后参考间隙  $B_{ref}$ 。

E. 7. 4. 22 重复以上测量 2 次，确保 3 次测量的  $X_{HPM}$  值、 $Z_{HPM}$  值和头后参考间隙  $B_{ref}$  都在  $\pm 5\text{mm}$  的误差范围内。如有超出误差范围的测量值出现，则应追加测量，直至连续 3 次测量的偏差满足上述要求，并以最后 3 次测量值的平均值作为假人定位的依据。

## E. 7. 5 头枕干涉头部空间

E. 7. 5. 1 在 E.7.4.17 调节过程中,如果发生由于头枕过于偏前,而干涉 HRMD 头型不能调整至水平,则应做如下调整。

E. 7. 5. 2 如果头枕倾角可以调整,则应将头枕向后调整,直到不再干涉 HRMD 调平,头枕位置应为锁止位置。

E. 7. 5. 3 如果头枕倾角调整到最后仍然干涉 HRMD,或者头枕倾角不可调,则应将座椅靠背向后调整,直到头枕不再干涉 HRMD 调平。

E. 7. 5. 4 继续完成 E.7.4.17 至 E.7.4.22 的调整及测量工作。

E. 7. 5. 5 如果座椅靠背调整到最后仍然干涉 HRMD,或者座椅靠背不可调,则不再进行后续试验,该座椅鞭打试验得分按 0 分计算。

#### E. 7. 6 空间限制

E. 7. 6. 1 当座椅调整至 E.7.3 所述的标准试验位置时,如果由于车内空间限制导致 HPM 和 HRMD 无法正常安装测量,则按以下优先级调整座椅位置,并以调整后位置作为鞭打试验位置:

- a) 降低座垫/座椅高度,至 HRMD 能够正常调平并测量;
- b) 调整座椅前后位置,至 HRMD 能够正常调平并测量;
- c) 调整座椅靠背角度,至 HRMD 能够正常调平并测量,但是座椅靠背的躯干角不应小于  $20^{\circ}$  或大于  $30^{\circ}$ 。

E. 7. 6. 2 若尝试了 E.7.6.1 中所述的所有调节后,仍不能正常安装 HPM 和 HRMD,则不进行鞭打试验。

#### E. 7. 7 假人的安装定位

E. 7. 7. 1 在安装 BioRID II 假人之前保证座椅空载 15 min。

E. 7. 7. 2 放置假人在座椅上。

E. 7. 7. 3 给假人佩戴安全带并扣好,保证安全带足够松弛能够调整假人位置。

E. 7. 7. 4 调整假人中矢面与座椅中线重合。

E. 7. 7. 5 调节假人竖直,头顶测量平台横向水平。

E. 7. 7. 6 骨盆角调节到实际测量的躯干角 $+1.5^{\circ}$ ,公差范围 $\pm 2.5^{\circ}$ 。

E. 7. 7. 7 假人 H 点应调节到一个目标点的铅垂方向 $\pm 10\text{mm}$ 、前后水平方向 $\pm 5\text{mm}$ 的区域内。该目标点位于 E.7.4.22 所确定的 H 点的平均值前方 20mm 处。

E. 7. 7. 8 调整小腿,使膝盖中心间距和脚踝中心间距均为  $200\text{mm}\pm 10\text{mm}$ ,并保证膝部侧平面竖直。

E. 7. 7. 9 对于驾驶员座椅试验,假人鞋跟放在地板平面,鞋尖放置在  $45^{\circ}$ 踏板平面上,脚尖的接触点到交线的距离在 230mm 到 270mm 之间;对于二排座椅试验,假人双脚放置在模拟地板上,脚底尽量水平踩在地板上,脚跟前后位置与静态测量中 HPM 的脚跟位置(E.7.4.14)相同。

E. 7. 7. 10 调整假人大臂夹紧躯干,并贴在靠背上。肘部弯曲,双手掌心与大腿两侧相对,小指贴在座垫上。

E. 7. 7. 11 标记假人头部最后点，沿中矢面向后，距离头后盖上边缘 95mm 处，假人头部最后点与头枕标记的第一接触点之间的水平距离即为假人头后间隙。按以下要求调整头顶测量平台角，以及假人头后间隙：

- 如果座椅靠背躯干角 $\leq 28^\circ$ ，则头顶测量平台调至水平 $\pm 0.5^\circ$ ，BioRID 假人头后间隙为 E.7.4.22 中确定的平均  $B_{ref}+15\text{mm}$ ，公差范围 $\pm 2\text{mm}$ ；
- 如果座椅靠背躯干角 $> 28^\circ$ ，则头顶测量平台后倾躯干角 $-28^\circ(\pm 0.5^\circ)$ ，BioRID 假人头后间隙为 E.7.4.22 中确定的平均  $B_{ref}-203*\sin(\text{躯干角}-28^\circ)+15\text{mm}$ ，公差范围 $\pm 2\text{mm}$ 。

E. 7. 7. 12 假人定位的目标及公差见表 E.4。

表 E. 4 假人定位目标及公差

位置	目标	公差
H 点(X 坐标值)	$X_{HPM}$ 向前 20mm	$\pm 5\text{mm}$
H 点(Z 坐标值)	$Z_{HPM}$	$\pm 10\text{mm}$
骨盆角	躯干角 $+1.5^\circ$	$\pm 2.5^\circ$
头顶角	HPM 躯干角 $\leq 28^\circ$ 时， $0^\circ$ (水平) HPM 躯干角 $> 28^\circ$ 时，躯干角 $-28^\circ$ (后倾)	$\pm 0.5^\circ$
头后间隙	HPM 躯干角 $\leq 28^\circ$ 时， $B_{ref}+15\text{mm}$ HPM 躯干角 $> 28^\circ$ 时， $B_{ref}-203*\sin(\text{躯干角}-28^\circ)+15\text{mm}$	$\pm 2\text{mm}$