

团 体 标 准

T/CAAMTB XXX—XXXX

车辆自动紧急制动（AEBS）作用下防止乘 员挥鞭伤的安全要求和试验方法

Safety Requirements and Test Methods for Preventing Occupant Whiplash Injuries
Under Vehicle Advanced Emergency Braking System (AEBS)

（征求意见稿）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国汽车工业协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

5 试验方法 3

 5.1 试验前准备 3

 5.2 试验条件 5

 5.3 座椅调整 8

 5.4 假人调节及定位 9

 5.5 数据采集及处理 12

附录 A（规范性）假人伤害技术要求的指标计算方法 13

附录 B（资料性）座椅调节装置定义 14

前 言

本文件依据GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》和GB/T 1.2—2002《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国汽车工业协会标准法规工作委员会车身附件专业委员会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司、理想汽车科技有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、赛力斯汽车有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、长城汽车股份有限公司、浙江零跑科技股份有限公司、重庆理工大学、合肥工业大学、重庆安道拓汽车部件系统有限公司、重庆光大产业有限公司、东风李尔汽车座椅有限公司、弗迪科技有限公司、芜湖瑞泰汽车零部件有限公司、李尔（上海）汽车部件技术有限公司、重庆双英汽车座椅有限公司、舒茨曼座椅（宁波）有限公司、奥托立夫（上海）汽车安全系统研发有限公司、宁波均胜电子股份有限公司、采埃孚汽车科技（上海）有限公司、丰田纺织（中国）有限公司。

本文件主要起草人：冯星星、万火旺、蒋蕴泓、张鹏、王国杰、方正、黄杰、费敬、罗擎柱、裴怡、张亚军、尹长青、谢斌、侯聚英、游峰留、郭建保、翟锡杰、任立海、龚超、张鹏、杜若兰、吴凡、张雪峰、陈包、阙莹、林云辉、宋友涛、诸黄清、吴庆、王华杰、高燕。

本文件为首次发布。

车辆自动紧急制动（AEBS）作用下防止乘员挥鞭伤的安全要求和试验方法

1 范围

文件规定了车辆自动紧急制动作用下座椅、头枕、约束系统等乘员保护措施在中低速后碰中防止乘员挥鞭伤的技术要求和试验方法

本文件适用于安装了自动紧急制动系统的M₁、N₁类车辆。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 15083 汽车座椅、座椅固定装置及头枕强度要求和试验方法

GB/T 29120-2012 H 点和R 点确定程序

ISO 6487 道路车辆—冲击试验中的测量技术—仪器仪表（Road vehicles - Measurement techniques in impact tests - Instrumentation）

SAE J211-1 冲击试验用仪器 第1部分:电子仪器(Instrumentation for Impact Test-Part 1-Electronic Instrumentation)

3 术语和定义

GB 15083-2019 和 GB 39901-2025 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动紧急制动系统 advanced emergency braking system（AEBS）

实时监测车辆前方行驶环境,并在可能发生碰撞危险时发出警告信号并自动启动车辆行车制动系统使车辆减速,以避免碰撞或减轻碰撞后果的系统。

3.2

T1加速度 T1 acceleration

假人的第一根胸椎的加速度。

3.3

座椅 seat

供一个成年乘员乘坐且有完整蒙皮并与车辆结构为一体或分体的乘坐设施。它包括单独的座椅或长条座椅的一个座位。

3.4

头枕 head restraint

用于限制成年乘员头部相对于其躯干后移,以减轻在发生碰撞时颈椎可能受到损伤程度的装置。

3.5

整体式头枕或固定式头枕 integrated head restraint

头枕作为座椅靠背上半部的组成部分,或头枕高度不可调节且不能从座椅或车身结构上拆卸（除非使用工具或在座椅装饰物部分或全部拆掉之后）。

3.6

可调式头枕 adjustable head restraint

头枕可根据乘员的坐姿来定位。该头枕可进行水平移动（倾斜调节）和/或垂直移动（高度调节）。

3.7

主动式头枕 active head restraint

头枕可在碰撞过程中自动改变几何特征。

3.8

自动调节式头枕 synchronized head restraint

座椅位置调节时，头枕位置自动调节的头枕。

3.9

锁止装置 locking system

可调式头枕上用于防止头枕调节位置移动的装置。安装锁止装置的头枕可进行水平和垂直方向调节。锁止装置应包括一个机构，操作该机构时头枕可调节，调节后该机构自动锁止。

3.10

三维H点装置 H-Point Machine (HPM)

用于确定H点和实际靠背角的装置。

3.11

头枕测量装置 head restraint measuring device (HRMD)

该装置为一个独立的头型装置，与HPM一同使用，以测量头枕的静态几何尺寸。

3.12

头枕高度 head restraint height

HRMD高度探针和头枕顶部之间的测量值。

3.13

头后间隙 backset

HRMD间隙探针与头枕前表面之间的测量值。

3.14

调节装置 adjustment system

可调节座椅或座椅部件的位置以适应乘员坐姿的装置，允许座椅：

——纵向移动；

——垂直移动；

——调整角度。

3.15

“R”点 ‘R’ point

由车辆制造厂为每一乘坐位置规定的设计点，相对于三维坐标系来确定。

3.16

头部回弹开始时刻 head rebound starting time

假人头部运动状态发生反向切换的时刻。

3.17

头部回弹结束时刻 head rebound ending time

头部回弹时刻后假人头部前倾位移达到最大的时刻。

4 技术要求

根据5试验方法进行自动紧急制动鞭打试验后，试验结果应满足4.1至4.5的技术要求，评价范围为T0到头部回弹结束时刻。

4.1 头枕接触时刻

头枕接触时刻应小于815ms。统计数据表明带主动式头枕和具有优秀或良好静态几何特征的座椅的头枕接触时刻在限值815ms之内。头枕接触时刻是台车试验(T=0)开始之后假人头部接触头枕并持续至少40ms的时刻。安装在假人头部或者头枕上的电子接触开关可以指示接触情况。

注：试验过程中，允许头枕接触持续时间因电路接触不良造成短暂中断（不超过1ms），可通过高速摄像视频判定这些接触中断不是由于假人倾斜、头枕或靠背失效、头部在与头枕的非结构件接触过程中“回弹”等现象造成的。

4.2 上颈部载荷及弯矩

使用符合规定的力传感器，安装在假人颈椎和头部之间的连接处测量上颈部剪切力 F_x 、上颈部拉力 F_z 、上颈部扭矩 M_y 。上颈部剪切力仅考虑头部相对躯干向后部分，即 F_x 取正值部分；上颈部拉力仅考虑拉伸部分，即 F_z 取正值部分。上颈部载荷不应超过给出的上颈部载荷限值，具体限值见表 2。

表 1 上颈部载荷及弯矩限值

指标	低	中	高
上颈部剪切力 F_x	$\leq 164\text{N}$	164N-334N	$\geq 334\text{N}$
上颈部拉力 F_z	$\leq 1082\text{N}$	1082N-1301N	$\geq 1301\text{N}$
上颈部弯矩 M_y	$\leq 29\text{Nm}$	29Nm-35Nm	$\geq 35\text{Nm}$

4.3 颈部损伤准则 (Nkm)

Nkm 是上颈部剪切力和扭矩的线性和，既考虑了剪切力的影响也考虑了颈部扭矩的影响。根据剪切力和弯矩的不同方向，Nkm 分成 4 个部分，Nkm 的耐受限度为见表 4 刻。

表 2 Nkm 限值

指标	低	中	高
N_{km}	≤ 0.49	0.49-0.73	≥ 0.73

4.4 T1 加速度

最大的 T1 向前加速度小于 16.2g，见表 5。最大 T1 加速度为通过安装在脊椎 T1 左右两侧的水平方向加速度传感器采集到的最大加速度的平均值。

表 3 T1 加速度限值

指标	技术要求
T1 平均加速度	$< 21\text{g}$

4.5 座椅结构

试验过程中或试验后，座椅骨架、座椅固定装置、调节装置、移位装置及其锁止装置均不应失效。允许产生在碰撞过程中不会增加伤害程度的永久变形(包括裂纹)。座椅滑轨滑动不得超过（包含）一齿或 10mm、座椅高调不能发生塌陷等非设计性失效。

5 试验方法

5.1 试验前准备

5.1.1 样品准备

5.1.1.1 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。

5.1.1.2 将试验座椅固定在工装上进行座椅/头枕鞭打试验。座椅固定可根据制造商提供的参数进行，也可根据实车测量的数据来进行。

5.1.1.3 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台车上，并且复现实车内座椅状态。

5.1.2 座椅安装

根据实车测量或厂家提供的座椅安装固定点参数和样品尺寸，制作座椅工装，将座椅及工装准确的固定到台车台面上，使车辆上座椅和地板的相对位置在台车上复现（见图 1）。



图1 座椅在车辆和台车上的安装

5.1.3 模拟踏板安装

5.1.3.1 试验使用模拟踏板，模拟踏板由水平地板和倾角 45°的踏板组成，水平地板足够大，踏板至少 30cm 长，模拟踏板表面覆盖地毯织物。

5.1.3.2 安装模拟踏板，并根据实车中足跟点相对高度调节模拟踏板高度。

5.1.3.3 模拟踏板的前后位置应可调。

5.1.4 安全带安装

试验中需使用三点式安全带，将安全带束缚在假人身上并扣上带扣，肩带应跨过假人胸腔，腰带应紧贴其髋骨。若试验座椅集成了安全带，则使用该安全带固定假人。若非集成式安全带，需要按制造商提供或实车测量的安全带固定点坐标进行安装，还原实车安全带状态。

5.1.5 主动元件的触发

对于试验座椅，应根据制造商提供的参数确定是否安装了主动元件（如主动头枕、主动安全带等）。车辆制造商应提供触发元件的触发信息（触发时刻、触发电压等）。

5.2 试验条件

将座椅、安全带及工装固定在加速台车上，在座椅上放置一个 BioRID II g 假人进行加速度变化符合 5.5 试验波形要求的模拟后碰试验。

5.2.1 试验环境

试验室温度应为 $22.5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 10%-70%。

试验前，应将 BioRID II g 试验假人和座椅在该环境下存放至少 3 小时。

5.2.2 坐标系

使用右手法则定义三维坐标系：X 向（从前向后为正）、Y 向（从左向右为正）、Z 向（从下向上为正）。

5.2.3 试验波形要求

整个试验过程分为紧急制动和追尾碰撞两个阶段。试验波形采用紧急制动与追尾碰撞的一体化加载波形，为便于区分，以发生追尾碰撞时刻为 T0 时刻，波形示意图如图 2 所示。制动阶段试验波形模拟的是平均制动加速度的制定强度区间为（0.6g, 1.2g）的制动曲线作为紧急制动阶段加速度区间的紧急制动过程，追尾阶段试验波形模拟速度范围在 14.8km/h-16.2km/h 的追尾碰撞，台车加速度波形规范要求见表 4。

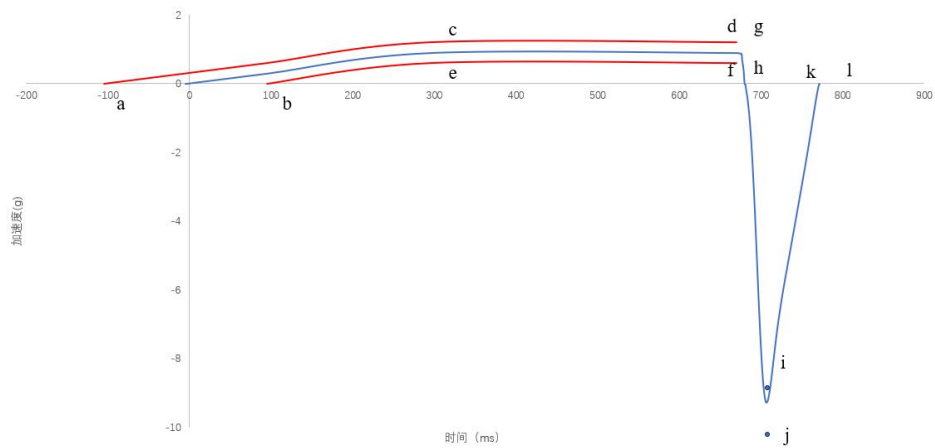


图 2 自动紧急制动下鞭打一体化试验波形示意图

表 4 制动阶段台车加速度波形规范要求

特征点	X 轴坐标 (ms)	Y 轴坐标 (g)
特征点 a	-105	0
特征点 b	95	0
特征点 c	305	1.2
特征点 d	670	1.2
特征点 e	305	0.6
特征点 f	670	0.6
特征点 g	690	1.2
特征点 h	690	0.6
特征点 i	707	-9.5
特征点 j	707	-10.2
特征点 k	768	0.0
特征点 l	774	0.0

5.3 座椅调整

由于某些调节可能会影响其他调节的范围，根据以下顺序进行座椅调节。靠背角度按照 5.4 进行调节。带有自动调节式头枕的座椅根据 5.3.8.4 的规定进行调节。座椅调节装置定义参考附录 B。

5.3.1 座椅初始位置调节

座椅应按如下顺序进行初始调节并记录：

- 1) 座椅滑轨调节至最后位置；
- 2) 座椅高度调节至最低位置；
- 3) 座椅倾角可调，调整座椅倾角至座垫角度最接近水平位置；
- 4) 座垫高度调节至最低位置；
- 5) 座垫倾角可调，调节座垫角度至最接近水平位置；
- 6) 腰部支撑调节至收回位置；
- 7) 座椅靠背分段可调，将上靠背调节至最靠后位置；
- 8) 如果座垫延伸可调，调节至最后或收回位置；
- 9) 如果座椅侧包裹可调，调节至最宽位置。
- 10) 若座椅标配软包头枕，则保留软枕。
- 11) 腿或脚部支撑调节到收回位置。
- 12) 可调式扶手调节到收回位置。
- 13) 其他可调节机构，均调节至设计位置。

注：座椅调节位置均为锁止位置。

5.3.2 坐垫角度测量

5.3.2.1 在座垫上表面的前缘找出并标示一点，该点位于座垫的中心面上。将该点沿平行于试验台车滑动方向向后移动 400mm，座垫上的投影点标记为第二点（见图 3）。将角度尺最末端置于第二点上，角度尺下表面与座垫上表面相切，测量座垫角度。



图 3 坐垫倾角测量

5.3.2.2 在座垫上表面的前缘找出并标示一点，该点位于座垫的中心面上。将该点沿平行于试验台车滑动方向向后移动 400mm，座垫上的投影点标记为第二点（见图 3）。测量两个 Z 方向的距离，根据反正切求座垫。

5.3.3 座椅滑轨中间位置调节

5.3.3.1 在座椅滑轨与座椅支撑结构的相邻部分各标记一个点，将座椅移动到其最靠前的调节位置，在座椅滑轨上标记出与支撑结构上标记点对应的点。测量滑轨上的两个标记点之间的距离，并标出两个标记点之间的滑轨的中间位置。向后移动座椅直至座椅支撑结构上的标记与滑轨中间的标记对齐。

5.3.3.2 标出座椅上的一个硬点并使用三坐标测量仪记录其位置。将座椅移动到最靠前的调节位置并记录座椅硬点的位置。将座椅向后移动直至所标记的硬点位于之前记录的两个硬点位置的中间。

最终位置将取决于座椅调节滑轨是否连续可调：

对行程连续可调座椅，应调节到中间位置 $\pm 2\text{mm}$ 范围内的锁止位置。

对行程逐级可调座椅，如果中间位置 $\pm 2\text{mm}$ 范围内没有锁止位置，应向后调节至最接近中点的锁止位置。

5.3.4 座椅高度调节

在座垫框架一侧标记两个硬点，一个靠近座垫前部，另一个靠近座垫后部。测量两个硬点相对于固定参照物的垂直高度。将座椅调节到最高位置，若座椅前部和后部的高度可单独调节，均调整到最高位置。测量并记录两个点相对于固定参照物的垂直高度。然后降低座椅高度，直至两个硬点位于最高位置和最低位置之间的中点位置。

最终位置将取决于座椅高度调节的类型：

5.3.4.1 对高度整体可调座椅

对于连续可调的座椅，应将座椅后端硬点调节至中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置。。

对于逐级可调的座椅，如果中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 范围内没有锁止位置，则将座椅后端硬点向下调节至最接近中间位置的锁止位置。

5.3.4.2 对座椅高度分段可调（座椅前端和后端独立可调）

对于连续可调的座椅，应将座椅前、后端硬点分别调节至其中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置。若前后硬点不能同时调节到中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置，则调节后端硬点到中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置，调节前端硬点尽可能接近中间位置。

对于逐级可调的座椅，如果前端或后端任何一个硬点不能调节到中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置，则将其向下调节至最接近中间位置的锁止位置。

5.3.5 座垫高度调节

座垫高度调节应使用 5.3.2 中的座垫标记点。

5.3.5.1 座垫高度整体可调

调整座垫到最高位置，记录座垫后端标记点位置，向下调整座垫到中间位置。

最终位置将取决于座垫高度调节的类型：

对座垫高度连续可调的，将座垫后端标记点调节至该点最低（初始）位置和最高位置的中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置。

对座垫高度逐级可调的，如果中间位置 $\pm 2\text{mm}$ 范围内没有锁止位置，则将座垫高度向下调节至最接近中间位置的锁止位置。

5.3.5.2 坐垫高度分段可调（坐垫前端和后端独立可调）

使用座垫后端高度调节装置调节座垫后端高度到最高位置，记录座垫后端标记点位置，使用座垫后端高度调节装置向下调节座垫后端到最低（初始）位置和最高位置的中间高度位置。使用座垫前端高度调节装置调节座垫前端高度直到座垫角度与 5.3.2 中记录的座垫倾角一致（偏差为 $\pm 0.5^\circ$ ）。最终位置将取决于座垫高度调节的类型：

对座垫高度连续可调的，应将座垫后端标记点调节至中间高度 $\pm 2\text{mm}$ 的位置，座垫角度应与 5.3.2 中记录的座垫倾角一致（偏差为 $\pm 0.5^\circ$ ）。

对座垫高度逐级可调的，如果座垫后端在中间位置 $\pm 2\text{mm}$ 范围内没有锁止位置，则将座垫后端向下调节至最接近中间位置的锁止位置。座垫角度应与 5.3.2 中记录的座垫倾角一致（偏差为 $\pm 0.5^\circ$ ）。如果座垫在 5.3.2 中记录的座垫角度 $\pm 0.5^\circ$ 范围内不存在锁止位置，则将座垫前端向下调节至下一个锁止位置。

5.3.6 上靠背角度调节

测量靠背头枕杆或者靠背框架平整部分相对于垂直面的角度。在不改变下半部分靠背调节状态的情况下，将上靠背调整到最靠前位置，在同一位置测量该角度。向后调节上靠背，直到其位于最靠后位置和最靠前位置之间的中间位置（偏差为 $\pm 0.5^\circ$ ）。

5.3.7 座椅其他调节

5.3.3-5.3.6 中未规定的座椅调节状态应保持 5.3.1 中所规定的初始调节位置。

5.3.8 头枕试验位置

将头枕调节到最接近静态评级时的位置。自动调节式头枕应视为固定式头枕来确定头枕试验位置，座椅的调节根据 5.3.8.4 的规定进行。

5.3.8.1 固定式头枕

头枕不可调节，头枕固定位置即为头枕试验位置。

5.3.8.2 可调不可锁止式头枕

如果头枕无锁止位置，则将头枕调整到垂直方向的最低位置和/或水平方向的最后位置。

5.3.8.3 可调可锁止式头枕

将头枕调整到垂直方向和/或水平方向调节位置的中间位置并锁止。如头枕高度可以调节并能锁止，倾斜调节不能锁止，则将头枕调整至垂直方向的中间锁止位置和水平方向的最后位置。通过计算头枕高度调节的最低位置（锁止或非锁止）和最高锁止位置垂直分量的几何中点来确定中间高度位置（见图 4）。

同样，通过计算头枕倾斜调节的最后锁止位置和最前锁止位置水平分量的几何中点来确定中间倾斜位置（见图 4）。

按照以下情况选择试验位置：

如果在头枕几何中点高度存在锁止位置，则将头枕调节至该位置，如图 4 示例 a 所示；

如果在几何中点高度没有锁止位置，则将头枕从该位置升高 10mm。如果在 10mm 的行程中有锁止位置，则将头枕调节到此锁止位置，如图 4 示例 b 所示；

若在上述 10mm 行程中没有锁止位置，则将头枕向下调节到最近的锁止位置，如图 6 示例 c 所示。

在头枕高度试验位置确定之后，重复上述程序确定头枕倾斜试验位置，用头枕向前代替向上、头枕向后代替向下。

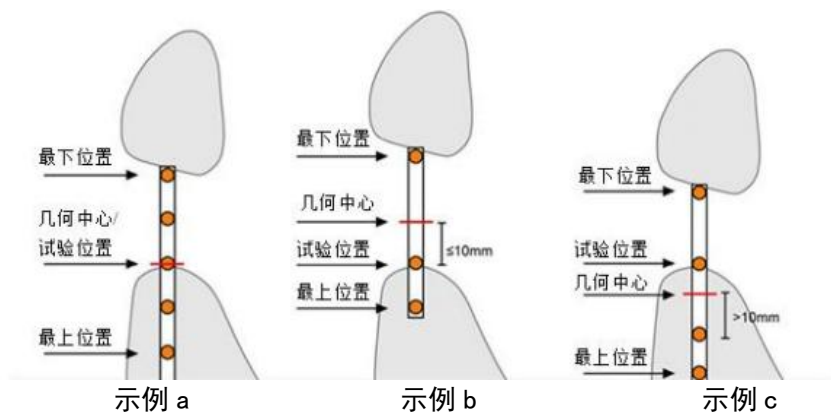


图 4 高度可锁止式头枕试验位置确定示例

5.3.8.4 具有自动调节式头枕的座椅调整

将座椅/头枕调节到适用于 Hybrid III 50th 假人定位的安装位置（采用 CIASI-SM.OS.FDS-C0）。须在实车上进行座椅调节并记录调节参数，并依据该参数对台车上的试验座椅进行调节。当不能使用 CIASI-SM.OS.FDS-C0 来确定平均身材尺寸的男性乘员的合理定位时，则将座椅设定在其前后调节范围的中间位置（参见 5.3.3）。座椅应从最靠前的位置向后移动到测试位置（起始位置可能影响头枕的最终位置）。

5.3.8.5 软枕调节

将软枕调整于设计位置或最不利位置；再将座椅调整至测试位置后，调整 HRMD 使头部水平；

a) 若 HRMD 与软枕不干涉，则测量头后螺栓点并在头枕上标记和记录参点位置，用于动态假人定位；

b) 若 HRMD 与软枕干涉：将 HRMD 头部调平，以不大于 10 N 的力推动头后探针 3 次，消除头后间隙，再以不大于 5 N 的力推动头后探针；若头后压陷量 $> 3 \text{ mm}$ ，则按步骤 a) 继续进行；若头后压陷量 $\leq 3 \text{ mm}$ ，但头枕前后可调，则将头枕向后调节一齿作为试验位置并重复步骤 b)；若头枕前后不可调则调整靠背至 $25 \pm 1^\circ$ ，重复步骤 b)。

5.4 假人调节及定位

BioRID IIg 假人的试验位置基于 HPM 和 HRMD 的测量位置得到。

5.4.1 安装 HPM 和 HRMD

5.4.1.1 座椅覆盖一张足够大的棉布。该棉布应能覆盖座椅靠背及座垫，防止棉布从座椅表面滑落。

5.4.1.2 在座椅上放置 HPM 的背板，安装 HPM 腿部，小腿长度调节到 50% 位置，大腿调节到 10% 位置，调节膝盖间距到 250mm。调节 HPM 背板使其向前倾斜；然后调节 HPM 的中矢面与座椅的纵向中心面重合；再次调节 HPM 背板，使其与座椅靠背贴合。

5.4.1.3 脚应尽量向前放置，脚后跟放置在地板上，脚底板放置在地板、踏板或防火墙上。若有必要，可修改 5.4.1.2 中设定的膝盖间距并记录，以避免仪表板、副仪表板、座椅滑轨等。

5.4.1.4 安装小腿和大腿配重块，并使 HPM 保持水平。

5.4.1.5 将背板相对靠背向前倾斜，通过推拉力计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的 100N 的力，向后推动 HPM 使其与座椅靠背接触。

5.4.1.6 重复施加 100N 的力，将背板推回到座椅靠背，然后停止加力。检查并使 HPM 水平，HPM 中心面与座椅中心面重合。

5.4.1.7 安装臀部配重块，然后左右交替安装 6 块躯干配重（包括 2 个大配重块）。HRMD 提供的 2 个较大的躯干配重块应最后安装，并推向两侧压平。在安装过程中，轻压 T 形杆以防止 HPM 纵向滑动。

5.4.1.8 将背板向前调节至垂直位置后，在左右两侧各 5° 范围内晃动 HPM，重复 3 次。左右晃动时，应防止 HPM 座板滑动。

5.4.1.9 将背板放回到座椅靠背，使 HPM 保持 5.4.1.6 的水平状态。

5.4.1.10 将双脚交替抬离地板，直到双脚不能再向前移动，然后将脚放置到最低位置，脚后跟放置在地板上，脚底板放置在地板、踏板或防火墙上。

5.4.1.11 如果在脚部调节之后，HPM 座板不水平，应在 HPM 座板表面施加一个适当的力使其在座椅

上水平。

5.4.1.12 安装头后间隙探针并推动探针，使其与 HRMD 齐平。移除高度探针，拧紧后部旋钮。

5.4.1.13 将 HRMD 安装到 HPM 的躯干配重块悬挂位置上，重新安装高度探针，以使高度探针末端底部与 HRMD 顶部齐平。

5.4.1.14 松开后部旋钮，通过 HRMD 水平气泡调平 HRMD，然后拧紧后部旋钮。

5.4.1.15 调平 HPM，使 HPM 左右 H 点坐标偏差在 $\pm 2.5\text{mm}$ 内。

5.4.1.16 调整座椅靠背角至厂家提供的设计位置 $\pm 1^\circ$ ，若实际测量靠背角超出座椅允许偏差范围，则调节座椅靠背至最接近设计靠背角的位置。若此时 HRMD 与头枕发生干涉，对于倾角可调的头枕，向后调整到不再干涉的最近锁止位置；对于倾角不可调的头枕，将靠背角调至 $25^\circ \pm 1^\circ$ 。

5.4.1.17 当厂家未提供设计靠背角时，将靠背角调节至 $25^\circ \pm 1^\circ$ 。若无法调节座椅靠背至 $25^\circ \pm 1^\circ$ ，则调节座椅靠背至最接近 24° 的位置。

5.4.1.18 当设计靠背角小于 20° ，则调节到 20° ，当设计靠背角大于 30° ，则调节到 30° 。

5.4.1.19 记录 H 点坐标，确保 HPM 左 H 点坐标偏差在 $\pm 2.5\text{mm}$ 内。

5.4.2 重复测量

5.4.2.1 若厂家未提供座椅动态试验位置 R 点坐标或设计靠背角，或实际测量靠背角超出 5.4.1.16、

5.4.2.2 中规定的靠背角允许偏差范围，或 5.4.1.19 记录的 H 点坐标与厂家提供的 R 点坐标偏差超过 $\pm 10\text{mm}$ 时，需进行重复性测量，否则不进行重复性测量。

5.4.2.3 移除 HPM 和 HRMD，重复 5.4.1 步骤 2 次，记录测量数据，确保 3 次测量的 H 点 X 值、Z 值和 5.4.3.4 中测量的 B_{ref} 都在 $\pm 5\text{mm}$ 误差范围内。若超出误差范围，则应追加测试，确保连续 3 次测量的 H 点 X 值、Z 值和 5.4.3.4 中测量的 B_{ref} 都在 $\pm 5\text{mm}$ 误差范围内，在每第三次和第四次安装 HPM 之间，座椅需空置 15 分钟。

5.4.2.4 计算 3 次测量的 H 点和头后参考间隙 B_{ref} 平均值，当 H 点的平均值与厂家提供的 R 点坐标偏差在 $\pm 10\text{mm}$ 内时，以厂家提供的 R 点坐标值作为假人定位依据，否则以 H 点平均值作为假人定位依据，以头后参考间隙 B_{ref} 的平均值作为假人定位依据。

5.4.3 头后参考间隙测量

5.4.3.1 将头枕调整到 5.3 规定的试验位置。如果由于头枕已经或即将与 HRMD 头后表面接触使得头枕试验位置不能达到，首先按 5.4.3.2 记录水平参考位置，然后向前调整 HRMD，调节头枕到达试验位置并按 5.4.3.3 进行。

5.4.3.2 标记头后间隙探针后端的螺栓中心点位置。

5.4.3.3 沿头枕中垂线标记头枕最凸出点。

5.4.3.4 测量记录头后间隙参考值，用 B_{ref} 表示（见图 5）。该间隙为 HRMD 最后端点与头枕上标记点的水平间距。



图 5 测量假人定位用的头后间隙参考值

5.4.4 安装 BioRID II g

5.4.4.1 在安放 BioRID II g 前，座椅空载 15 分钟使其恢复。

5.4.4.2 将假人放置在座椅上，使其对称平面与座椅中心线对齐。

5.4.4.3 调整假人中心平面到垂直位置，使假人头部的测量仪器安装平台横向水平。

5.4.4.4 调整假人骨盆相对水平方向的角度为设计靠背角 $+1.5^\circ \pm 2.5^\circ$ 或 $26.5^\circ \pm 2.5^\circ$ 。

5.4.4.5 安装安全带并正常锁止，确保安全带有足够的松弛量以方便假人定位。以 5.4.2 中记录的 H 点为参考点，假人 H 点应位于该参考点前方 20mm，X 向偏差 $\pm 10\text{mm}$ 、Z 向偏差 $\pm 10\text{mm}$ ，确保假人骨盆角满足 5.4.4.4 的要求。

5.4.4.6 调整腿部间距，使膝盖中心间距和脚踝中心间距均为 $200\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。

5.4.4.7 调整假人的脚步和/或模拟踏板，使脚跟放置在水平地板上，鞋尖放置到踏板斜面与底面的交线的距离在 $230\text{mm} \sim 270\text{mm}$ 之间（见图 6）。如果假人脚部定位不能达到上述要求，假人脚部按下列要求放置：脚跟放置在水平地板上且不要放到踏板斜面与底面的交线，鞋尖放置到踏板上，腿或脚的关节没有达到它们的极限位置，腿和脚的定位不应改变假人骨盆角度。



图 6 假人脚部摆放

5.4.4.8 调整假人手臂，使上臂接触座椅靠背，肘部弯曲，双手掌心与大腿两侧相对，小指与座垫的上表面接触。

5.4.4.9 调整假人头部使测量仪器平台水平（前后和左右），角度偏差 $\pm 1^\circ$ 。

5.4.4.10 测量 BioRID II g 假人头后间隙：

a) 在假人头盖骨的中线上标出最靠后的点。

注：若使用与头盖骨形状相符的卷尺，则该点沿头骨的中矢面距离头盖骨上缘 95mm；

b) 用 5.4.3.3 中头枕上的标记点测量假人头后间隙；

c) BioRID II g 假人的头后间隙即为假人头部最靠后点与 5.4.3.3 中头枕上标记点之间的水平距离（见图 7）。



图 7 测量假人的头后间隙

5.4.4.11 如果测量的 BioRID II g 假人的头后间隙不在按 5.4.3.4 中测得的头后参考间隙 $+15\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 的范围内，则按以下进行操作：

a) 将头部从水平位置向前/向后倾斜不超过 $+3.5^\circ/-0.5^\circ$ ，以使头后间隙满足要求；

b) 如果按照上述操作，BioRID II g 假人的头后间隙仍无法满足要求，则在各自的允许范围内分别调整骨盆角和 H 点位置。然后从 5.4.4.4 开始重新调整 BioRID II g 假人的位置；

c) 若上述的反复操作仍未使头后间隙处于目标值的规定公差范围内，且 H 点位于公差允许的较靠前的位置，则应将 H 点的位置向前移动最小的距离，使得头后间隙满足要求。

5.4.5 BioRID II g 假人

座椅及头枕动态试验应使用 BioRID II g 假人或更新版本。

5.4.5.1 试验前假人准备

每次试验前应对假人关节进行调整，假人关节应调整至在 1g-2g 作用下能保持稳定的状态。

5.4.5.2 脊椎曲率检查

将骨盆安装板安放在水平面上，枕骨（OC）角度为 $29.5^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ ，T2 角度为 $37^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ ，颈部平台横向水平 $\pm 0.5^{\circ}$ ，H 点和 OC 在 X 向之间的距离为 $156\text{mm} \pm 3\text{mm}$ ，在 Z 方向的距离为 $609\text{mm} \pm 3\text{mm}$ （见图 8）。脊椎曲率检查要求每 5 次试验进行一次。

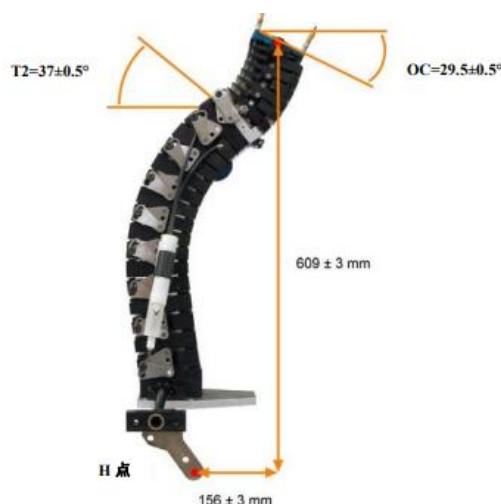


图 8 脊椎曲率检查

5.4.5.3 动态标定

BioRID II g 假人的动态响应检查是将假人脊椎、躯干和头部安装在一个小型滑台上，通过一个 33.4kg 摆锤以 $4.76\text{m/s} \pm 0.1\text{m/s}$ 的速度撞击滑台来完成。

通常，如果假人的脊椎曲度发生改变而无法再满足其尺寸要求，则它将很可能不再满足动态响应的要求。动态标定要求每 5 次试验进行一次。

5.4.5.4 假人衣服

假人应身着两套紧身的、长及膝的、带弹力的（例如莱卡）裤子和两套紧身的、带弹力的短袖上衣。内层衣服光滑面应外，外层衣服光滑面朝内。假人双脚穿 45 码或 27.9cm 的牛津硬底工作鞋。

5.4.5.5 测试仪器

试验所需测量仪器要求见表 5。

表 5 BioRID IIg 测试仪器

位置	传感器类型
上颈部	力传感器
下颈部	力传感器
假人肩部	安全带力传感器
头部	X 方向加速度
T1 脊椎-左侧	X 方向加速度
T1 脊椎-右侧	X 方向加速度
台车加速度	X 方向加速度

5.5 数据采集和处理

5.5.1 数据处理

按照 ISO 6487 或 SAE J211-1 的规定进行采集记录，表 6 列出了每个需要测量参数的通道滤波等级。数据记录的时间从 T0 到头部回弹时刻或者 T0 开始后 1000ms 两者中先达到的为准。

表 6 测试数据滤波等级

评估测定值	滤波等级（CFC）
头部-头枕接触	——
头部 X 向加速度	60
T1 颈椎 X 向加速度（左、右）	60
上颈部剪切力 Fx	1000
上颈部拉压力 Fz	1000
台车加速度（X）	60
台车速度变化量（X）， ΔV	180

5.5.2 测试时间调整

为了使试验波形测试时间标准化（不同的T=0），将最大加速度发生的时刻作为参考进行时间调整（试验波形平移）。试验波形调整流程如下：

- 5.5.2.1 根据SAE J211-1要求记录台车的X向加速度。
- 5.5.2.2 如有必要，清除任何数据偏差。一般情况下，从每个通道的测试数据减去T0前100个数据样本的平均值。
- 5.5.2.3 根据SAE J211-1要求对台车加速度数据进行CFC60滤波。
- 5.5.2.4 找出台车最大负向加速度对应的时刻。
- 5.5.2.5 将5.5.2.4中的时刻减去707ms，并使用该差值对所有通道的测量值的时间轴进行重新调整。调整后的试验台车加速度峰值（滤波后）应在707ms。

附录 A
(规范性)
NIC及Nkm伤害指标计算方法

A.1 颈部伤害指数 (NIC)

计算方法如下:

相对加速度:

$$A_x^{\text{rel}}(t) = A_x^{\text{T1}}(t) - A_x^{\text{Head}}(t) \quad (\text{A.1})$$

其中

$$A_x^{\text{T1}}(t) = \frac{1}{2} [A_x^{\text{T1-left}}(t) + A_x^{\text{T1-right}}(t)] \quad (\text{A.2})$$

式中:

$A_x^{\text{Head}}(t)$ ——头部质心 X 方向加速度;

$A_x^{\text{T1-left}}(t)$ ——T1 左侧 X 方向加速度;

$A_x^{\text{T1-right}}(t)$ ——T1 右侧 X 方向加速度;

$A_x^{\text{T1}}(t)$ ——T1X 方向平均加速度。

$A_x^{\text{T1}}(t)$ 、 $A_x^{\text{Head}}(t)$ 、 $A_x^{\text{T1-left}}$ 、 $A_x^{\text{T1-right}}$ 单位均为 m/s^2 。

$$V_x^{\text{rel}}(t) = \int_0^t A_x^{\text{rel}}(\tau) d\tau \quad (\text{A.3})$$

颈部伤害指标NIC:

$$\text{NIC}(t) = 0.2A_x^{\text{rel}}(t) + [V_x^{\text{rel}}(t)]^2 \quad (\text{A.4})$$

NIC取假人头与头枕接触分离时刻之间的最大值:

$$\text{NIC}_{\text{max}} = \text{MAX}_{\text{T-HRCend}}[\text{NIC}(t)] \quad (\text{A.5})$$

A.2 颈部损伤准则 (Nkm)

Nkm 与颈部剪切力和绕枕骨的弯矩 M_y 有关, 为四种损伤预测的集合, 对应剪切力和弯矩的不同组合。

$$\text{Nkm}(t) = N_{\text{ep}}(t) + N_{\text{ea}}(t) + N_{\text{fp}}(t) + N_{\text{fa}}(t) \quad (\text{A.6})$$

$$N_{\text{ep}}(t) = \frac{M_{\text{ocyf}}(t)}{-47.5\text{Nm}} + \frac{F_{\text{xp}}(t)}{-845\text{N}} \quad (\text{A.7})$$

$$N_{\text{ea}}(t) = \frac{M_{\text{ocyf}}(t)}{-47.5\text{Nm}} + \frac{F_{\text{xa}}(t)}{845\text{N}} \quad (\text{A.8})$$

$$N_{\text{fp}}(t) = \frac{M_{\text{ocyf}}(t)}{88.1\text{Nm}} + \frac{F_{\text{xp}}(t)}{-845\text{N}} \quad (\text{A.9})$$

$$N_{\text{fa}}(t) = \frac{M_{\text{ocyf}}(t)}{88.1\text{Nm}} + \frac{F_{\text{xa}}(t)}{845\text{N}} \quad (\text{A.10})$$

$$M_{\text{ocy}}(t) = M_y(t) - D \cdot F_x(t) \quad (\text{A.11})$$

$$D = 0.01778\text{m} \quad (\text{A.12})$$

式中:

$F_x(t)$ ——上颈部剪切力;

$M_y(t)$ ——上颈部弯矩;

$F_{\text{xp}}(t)$ —— $F_x(t)$ 负值部分;

$F_{\text{xa}}(t)$ —— $F_x(t)$ 正值部分;

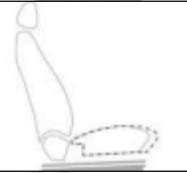
$M_{\text{ocyf}}(t)$ —— $M_{\text{ocy}}(t)$ 负值部分;

$M_{\text{ocy}}(t)$ ——正值部分。

附录B
(资料性)
座椅调节装置定义

表B.1 座椅调节装置定义

定义	图片	附加图片
座椅滑轨—整个座椅（座垫和靠背）向前和向后移动的调节装置		
座椅靠背—独立于座垫绕靠背/座垫连接处的转轴旋转整个靠背的调节装置，可相对于座垫调节靠背的角度		
座椅高度—在垂直方向移动整个座椅（座垫和靠背同步）的调节装置。该调节装置使座垫相对于地面的角度近似相同。该调节装置可以是单向（双向）移动整个座椅或组合控制（四向—一个或者多个按钮），联合使用时使座垫相对于地面的角度近似相同。	 双向（单向）	 四向（一个或两个按钮） 注：不能四向调节座椅高度和座椅倾斜
座椅倾斜—用于旋转整个座椅（座垫与靠背同步）的调节装置。调节该装置旋转座椅，座垫相对于地面的角度将发生极大变化（座垫角度的变化从座垫处于最下位置开始）。通过该装置调节座椅的前部或后部来改变座垫角度。		 或
座垫高度—独立于靠背在垂直方向移动座垫，同时保持座垫相对于地面的角度近似相同的调节装置。该调节装置可以是单向（双向）移动整个座垫或组合控制（四向—一个或者多个按钮），联合使用时使座垫相对于地面的角度近似相同。	 双向（单向）	 四向（一个或两个按钮） 注：不能四向调节座椅高度和座椅倾斜
座垫倾斜—独立于靠背移动座垫，座垫相对于地面的角度发生极大变化（座垫角度的变化从座垫处于最下位置开始）的调节装置。通过该装置移动座椅的前端或后端来改变座垫角度。		 或
腰部支撑—为乘员的腰部脊椎提供支撑的靠背中下部区域突起的调节装置。		
上靠背—绕着靠背上的卷轴，旋转靠背上部的调节装置。该调节装置能改变靠背上部相对于靠背下部的角度		

		
座垫延伸—向前移动或延伸座垫的一部分，以使得座垫整体长度增加的调节装置		
侧面支撑、侧缓冲垫—移动靠背或座垫的侧面以改变座椅轮廓的调节装置。		
头枕高度—在垂直方向移动头枕的调节装置。		
头枕倾斜—在水平方向移动头枕的调节装置。		