

团 体 标 准

T/CSAE xx—20xx

动力电池系统机械可靠性试验工装技术规范

Technical conditions for mechanical reliability test tooling of Lithium-ion power
battery system

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉及的必要专利信息连同支持性文件一并附上

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工程学会 发布

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

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 技术条件 2

 4.1 工装结构和材质 2

 4.2 工装用螺纹套和螺栓要求 2

 4.3 工装用机械性能要求 3

 4.4 工装试装和扫频 3

 4.5 工装存储和运输要求 4

附录 A（规范性）仿真报告 5

附录 B（规范性）工装信息报告 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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》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这些专利的责任。

本文件由中国汽车工程学会标准化工作委员会提出。

本文件由中国汽车工程学会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：北京汽车研究总院有限公司、中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司、国联汽车动力电池研究有限责任公司、宁波吉利罗佑发动机零部件有限公司、深圳市为民可靠性系统工程研究院、苏州清久汽车技术有限公司、陕西重型汽车有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、深蓝汽车科技有限公司。

本文件主要起草人：王世新、冯富春、杨睿智、李由姿、王金伟、余章龙、史冬、蒋站荣、李红英、吴中旺、侯权、邓柯军。

动力电池系统机械可靠性试验工装技术规范

1 范围

本文件规定了M₁、N₁类纯电动乘用车用锂离子动力电池包或系统机械可靠性试验中振动测试、机械冲击测试、模拟碰撞测试的工装技术规范。

本文件适用于M₁、N₁类纯电动乘用车用锂离子动力电池包或系统。

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/T 1804—2000 一般公差

GB/T 2423.43 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 振动、冲击和类似动力学试验样品的安装

GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 19596 电动汽车术语

3 术语和定义

3.1

电池包 battery pack

具有从外部获得电能并能对外输出电能的单元，通常包括电池单体、电池管理模块（不含BCU）、电池箱体及相应附件（冷却部件、连接线缆等）。

3.2

电池系统 battery system

一个或一个以上的电池包（3.1）及相应附件（管理系统、高压电路、低压电路及机械总成等）构成的能量存储装置

3.3

自攻螺套 Self-tapping inserts

自攻螺套是一种通过在基体材料中自行攻丝形成高强度内螺纹，用于修复损坏的螺纹孔或增强原始螺纹强度的螺纹嵌入件。

3.4

一阶约束模态 first-order constraint mode

一阶约束模态是约束状态下的结构在最低固有频率下产生的振动形态。

3.5

工装 fixture

在振动和冲击测试过程中用来固定电池系统，使之占有正确的位置，以接受试验检测的装置。

3.6

吊装 hoisting

吊装是指利用起重机、吊车等专用设备及索具，将重物吊起并移动至指定位置，以完成设备安装、物料搬运等任务的起重作业。

3.7

中部挂载式工装 mid-mount fixture

针对含中部挂载点的动力电池包/系统设计的吊装式工装。

3.8

振动 vibration

围绕某一平衡点的机械振荡。

3.9

机械冲击 mechanical shock

能激起系统瞬态扰动的力、位置、速度或加速度的突然变化。

4 技术条件

4.1 工装结构和材质要求

4.1.1 动力电池包或系统与工装的装配方式应和动力电池包或系统与整车的装配方式保持一致，一般为支撑或吊装方式。

4.1.2 动力电池包或系统与工装安装到试验台后，试验过程中动力电池包或系统不应与试验台面产生接触。

4.1.3 工装设计过程应考虑高低压接插件的连接，不能影响高低压接插件对接。

4.1.4 工装尺寸公差应满足 GB/T 1804-2000 中 5.1 中等 m 级及以上要求。

4.1.5 工装安装面平面度要求应满足： $\leq 0.3\text{mm}$ 。

4.1.6 工装材质要求使用铝合金（6 系、7 系或 2A12）或钢材（Q235 或 45#钢，钢材表面需做防腐，包括不限于煮黑、电泳处理）。

4.2 工装用螺纹套和螺栓要求

4.2.1 螺纹套

工装内嵌螺纹套需采用 8.8 级强度及以上的不锈钢或碳钢（镀锌）自攻螺套。

4.2.2 螺栓

工装与动力电池包或系统的安装螺栓、工装之间连接、工装与台面安装用螺栓所承受的最大载荷需满足下述公式要求：

$$F = (M_f + M)a_{max}$$

式中：

M_f —夹具质量（kg）；

M —试件质量（kg）；

a_{max} —机械冲击和振动最大加速度峰值（m/s²）；

F —推力的数值，单位为 N。

注：F 除以螺栓数，则为每个螺栓的承载值，若工装安装过程中需用到平垫片，则平垫片也需满足上述要求，不能使用弹性垫片，以确保螺栓与工装间无相对位移。

4.3 工装机械性能要求

4.3.1 模态要求

进行工装模态仿真，工装在试验状态下的一阶约束模态应 $\geq 200\text{Hz}$ 。针对中部挂载式工装在试验状态下的一阶约束模态应 $\geq 150\text{Hz}$ 。

4.3.2 吊装强度要求

吊装工装（带载）计算工况如表 1，吊点为工装设计的外围吊装点，吊点最大应力应小于材料屈服强度。设计吊点时建议至少 4 个（针对大型工装，最大边长长度大于 1m），4 个吊点的几何中心应与工装夹具重心重合。

表1 吊装强度计算工况

强度分析载荷工况	载荷/g		
	X	Y	Z
倾斜加速移动	0.5	0.5	-2

4.3.3 工装强度

4.3.3.1 进行动力电池包或系统机械冲击测试工装（带载）仿真，工装最大应力不超过材料的屈服强度。

4.3.3.2 进行动力电池包或系统振动测试工装（带载）仿真，工装最大应力不超过材料的屈服强度；

4.3.3.3 如无特殊要求，以上机械冲击、振动、模拟碰撞仿真用工况以 GB 38031 中要求为准，或由厂家提供。

4.3.4 仿真输入与输出

参考附录 A 及附录 B 要求，进行仿真输入和输出。

4.4 工装试装和扫频

4.4.1 工装及配件确认

工装结构检查无损坏，吊点、固定孔尺寸、平面度符合图纸设计，工装与动力电池包或系统、试验台三者装配无干涉或配合不良。

4.4.2 传感器布置

传感器按功能分为控制传感器和监测传感器，控制传感器数量要求至少2个，推荐为4个，传感器置于工装四角位置，方向与试验轴向吻合良好，不得偏离试验轴。在四周均匀分布，布置平面要平整，保证动力电池包或系统的试验信息有效输出达到稳定控制的要求。

监测传感器作为工装关键部位的信息采集使用，按照仿真结果或结构设计建议部位布置，一般为承力点、结构支撑、薄弱点等位置，数量按照需求和设备能力制定，一般(4~6)个。

4.4.3 台上安装

按照试验对象车辆安装位置和GB/T2423.43的要求，将试验对象安装在与实车安装方式相同的工装（框架或支架）上，然后固定到试验台面上。

对工装的重心事先确认，在试验情况下，保证夹具的重心尽可能低，原则上保持在与运动单元的表面垂直的通过整个试验台运动单元的重力中心线上。

工装不得超出台面范围，工装平面需要与台体平面吻合。安装过程中工装不得变形。

4.4.4 扫频

对安装好的工装先进行扫频，考察台上考察工装的固有频率等基础数据。频率范围5Hz-300 Hz。量级0.5g，扫频速度适中（例：1oct/min）。观察试验台上工装状态，过程中不得出现台体四角振幅明显不一致。工装一阶约束模态应 $\geq 200\text{Hz}$ ，针对中部挂载式工装的一阶约束模态应 $\geq 150\text{Hz}$ 。

4.5 工装存储和运输要求

4.5.1 存储

工装存储过程应保证工装平整放置，且工装上不能存放其他物品。存储环境应不损坏工装，如导致工装变形、锈蚀等，存储环境湿度宜低于70%RH。

4.5.2 运输

工装运输过程添加防震和防潮措施，运输过程中工装上不应存放其他物品，以保证工装的结构、功能不受影响。

附录 A
(规范性)
仿真输入和输出

A.1 仿真输入

A.1.1 按照表 A.1 填写进行模型主要参数介绍。

表A.1 模型介绍

名称	参数
主单元类型	
主单元尺寸	
焊接模拟	
单元总数量	
CAE 模型重量(kg)	
CAD 模型重量(kg)	
模型固定方式	

A.1.2 按照表 A.2 填写工装选材参数及应力应变参数。

表A.2 工装选材料及应力应变参数

材料及牌号	杨氏模量 (MPa)	泊松比	密度 (T/mm ³)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)

A.1.3 机械冲击、振动、模拟碰撞仿真用载荷曲线应以 GB 38031 中要求为准，或由厂家提供；

A.2 仿真结果

- A.2.1 仿真结果应包含工装的应力、应变云图。
- A.2.2 仿真结果应包含工装吊装应力云图。
- A.2.3 仿真结果应包含 Z 向、Y 向、X 向振动 RMS 应力云图。
- A.2.4 仿真结果应包含工装前三阶振型动画。

附录 B
(规范性附录)
工装信息报告

B.1 基本信息

工装信息报告应包含表 B.1 的参数。

表 B.1 基本信息

序号	内容	信息	备注
1	材质		
2	重量		
3	外形尺寸	工装尺寸及公差, 安装到试验台总尺寸	

B.2 安装说明

- B.2.1 安装说明应包含工装安装图纸。
- B.2.2 安装说明应包含工装与动力电池系统或台面固定形式（如振动工装所有沉头孔均需与振动台固定）。
- B.2.3 安装说明应包含分体式工装各配件见连接螺栓选型（如 M10*35 内六角螺栓，碳钢，强度 12.9 级）。
- B.2.4 安装说明应包含工装与台面连接螺栓选型（如 M12*70 内六角螺栓，碳钢，强度 12.9 级）。
- B.2.5 安装说明应包含工装与动力电池包或系统连接螺栓选型（如 M10*50，碳钢，强度 12.9 级）。