

电动客车安全技术条件

1 范围

本文件规定了电动客车的安全技术要求和试验方法。

本文件适用于车长大于等于6m的电动客车,包括纯电动客车/城市客车、混合动力客车/城市客车(含插电式和增程式), 燃料电池客车/城市客车参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2408—2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)

GB 8410—2006 汽车内饰材料的燃烧特性

GB 8624—2012 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 10294—2008 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法

GB 13094 客车结构安全要求

GB 17578—2013 客车上部结构强度要求及试验方法

GB/T 18384.3—2015 电动汽车 安全要求 第3部分: 人员触电防护

GB/T 19596 电动汽车术语

GB 20071—2006 汽车侧面碰撞的乘员保护

GB/T 31498—2015 电动汽车碰撞后安全要求

QC/T 29106—2014 汽车电线束技术条件

ISO 6487 碰撞试验测量技术: 检测仪器 (Road vehicle-Measurement techniques in impact tests-Instrumentation)

3 术语和定义

GB 13094、GB/T 18384.3—2015、GB/T 19596确立的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热失控 thermal runaway

单体蓄电池内放热反应引起不可控温升的现象。

3.2

热失控扩展 thermal runaway propagation

蓄电池包或系统内部的单体蓄电池或单体蓄电池单元热失控,并触发该蓄电池系统中相邻或其他部位蓄电池热失控的现象。

3.3

热事故信号 thermal event signal

蓄电池系统内发生热失控时发出的信号。

3.4

圆柱电池 cylindrical cell

具有圆柱形硬质外壳的单体蓄电池。

3.5

方形电池 prismatic cell

具有方形硬质外壳的单体蓄电池。

3.6

软包电池 pouch cell

具有叠层复合金属箔外壳的单体蓄电池。

4 技术要求和试验方法

4.1 总则

电动客车应符合本文件的要求。

4.2 防水防尘性能

4.2.1 车辆应在 30 cm 水深的水池中，以 5~10 km/h 的速度行驶 500 m，完成涉水试验，时间 3~5 min；若水池长度小于 500 m，需要进行几次，总时间（包括在水池外的时间）应少于 10 min。车辆涉水试验完成后 10 min 内，按照 GB/T 18384.3—2015 中 7.2 的绝缘电阻测量方法完成测量，总绝缘电阻值应大于 1 M Ω 。

4.2.2 以下部件的防护等级应不低于 IP67，零部件及系统的防护等级试验按 GB 4208—2008 的试验条件进行：

——安装在客舱地板以下且距地面 500 mm 以下的 B 级电压电气设备和与 B 级电压部件相连的连接器（充电口除外）；

——安装在车顶且无防护装置的 B 级电压电气设备（受电装置除外）。

4.2.3 车辆在退电状态，在水深 50cm 水池浸泡 24h，之后打开总火开关，并将点火开关开至 ON 档，2 h 内车辆不起火、不爆炸。

4.3 防火性能

4.3.1 车身内饰材料的阻燃性能按 GB 8410—2006 的方法试验，其水平燃烧速度应小于等于 50 mm/min。

4.3.2 B 级电压部件所用绝缘材料的阻燃性能应符合 GB/T 2408—2008 规定的水平燃烧 HB 级，垂直燃烧 V—0 级。B 级电压电缆防护用波纹管及热收缩双壁管的温度等级应不低于 125 $^{\circ}\text{C}$ ，热收缩双壁管

的性能应符合 QC/T 29106—2014 中附录 B 的要求, 波纹管的性能应符合 QC/T 29106—2014 中附录 D 的要求。

4.3.3 可充电储能系统内应使用阻燃材料, 阻燃材料的阻燃等级应达到 GB/T 2408—2008 规定的水平燃烧 HB 级, 垂直燃烧 V—0 级。

4.3.4 可充电储能系统(或安装舱体)与客舱之间应使用阻燃隔热材料隔离, 阻燃隔热材料的燃烧性能应符合 GB 8624—2012 中规定的 A 级要求, 并且按 GB/T 10294—2008 进行试验, 在 300 °C 时导热系数应小于等于 0.04 W/(m·K)。

4.3.5 发动机舱(若有)应装备发动机舱自动灭火装置, 启动工作时应能通过声或光信号向驾驶人报警。

4.3.6 可充电储能系统应具备火灾检测自动报警功能, 应在驾驶区给驾驶员提供声或光报警信号。

4.4 可充电储能系统

4.4.1 蓄电池单元按照附录 A 的热失控测试条件进行试验, 测试对象不应发生起火、爆炸。

4.4.2 可充电储能系统按照附录 B 的热失控扩展测试条件进行试验, 测试对象应满足如下要求:

a) 如果未发生热失控, 试验通过。为了确保热失控扩展不会发生, 检测机构需证明采用附录 C 的三种触发方法, 均不会发生热失控;

b) 如果发生热失控, 但是热事故信号发出后 5 min 内没有发生外部起火或爆炸, 且没有烟气进入乘客舱, 试验通过。上述结论应在不拆卸测试样品的前提下通过肉眼来进行判断。

4.4.3 可充电储能系统安装舱体应与客舱隔离(引风装置除外), 保证乘客不能触及到可充电储能系统。若从客舱引风为可充电储能系统调节温度, 则引风口应配置烟雾控制装置, 保证有害气体不能从进风口进入客舱。

4.4.4 可充电储能系统应安装维修开关和熔断器。

4.4.5 蓄电池包应设有泄压和透气装置, 泄压压力不大于 50 kPa。

4.5 控制系统

4.5.1 整车控制系统应保证当制动信号和加速信号同时发生时, 应只响应制动信号。

4.5.2 车辆在行驶过程中, 出现需要整车主动断 B 级高压电的车辆异常情况时, 在车速大于 5 km/h 时应保持转向系统维持助力状态或至少保持转向助力状态 30 s 后再断 B 级电。

4.6 车载终端和远程监控

4.6.1 车辆应安装车载终端, 并实现和监控平台数据通讯。

4.7 充电安全

4.7.1 整车具备多个充电接口时, 充电时不工作的充电接口应不带电。

4.7.2 车辆的充电插座应设置温度监控装置, 该装置应根据温度变化传送相应信号给车辆, 用于实现车辆接口的温度监测和过温保护功能。

4.8 车辆碰撞防护要求

4.8.1 若有可充电储能系统未安装在车辆顶部, 则应按照附录 C 进行碰撞试验。

4.8.2 车辆在碰撞试验后应符合 GB/T 31498 中 4.2~4.4 的要求。

4.8.3 当需要考核碰撞防护性能的车型，与已经通过碰撞试验的车型相比，同时满足以下四个条件时，可免于碰撞防护试验。

- 可充电储能系统能量相同或减小；
- 箱体结构相同或加强；
- 箱体安装结构相同或加强；
- 电池包安装区域的车体结构不变或加强（结构开口尺寸相同或变小）。

4.8.4 若电动客车需按 GB 17578 进行上部结构强度验证试验，应在其可充电储能系统荷电量（SOC）30%~50%且处于上电状态下进行试验，试验后应符合 GB/T 31498 中 4.2~4.4 的要求。

4.9 整车

4.9.1 每层及每个分隔舱的出口最少数量应符合表 1 的规定。但卫生间或烹调间不视为分隔舱。不论撤离舱口数量有多少，只能计为一个应急出口。

表 1 出口的最少数量

乘客及车组人员的数量（个）	出口的最少数量（个）
9~16	3
17~30	5
31~45	7
46~60	8
61~75	9
76~90	10
91~110	11
111~130	12
>130	13

4.9.2 撤离舱口距可能给使用撤离舱口的乘客带来危险的设备（如 B 级电压系统等）应大于等于 100 mm，否则应加以隔离。

4.9.3 操作乘客门应急控制器 8 s 内应使乘客门自动打开或用手轻易打开到相应的乘客门引道量规能通过的宽度。

4.9.4 电动客车应采用动力转向系统。

4.9.5 前风窗应安装除霜、除雾装置。

附 录 A
蓄电池单元热失控试验
(规范性附录)

A.1 目的

对电动客车车载可充电系统的核心化学危险源进行安全性评价与管控。

A.2 测试对象

电池管理系统管理的最小蓄电池单元。

A.3 试验方法

A.3.1 除另有规定，试验应在温度为 $25\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为15%~90%，大气压力为86 kPa~106 kPa的环境中进行。本标准所提到的室温，是指 $25\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.3.2 使用平面状或者棒状加热装置，并且其表面应覆盖陶瓷，金属或绝缘层，加热装置的功率要求见表A.1。完成测试对象与加热装置的装配，加热装置与蓄电池应直接接触，加热装置的尺寸规格应不大于测试对象的被加热面；安装温度监测器，监测点温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧(如图A.1)。温度数据的采样间隔应小于1 s，准确度要求为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，温度传感器尖端的直径应小于1 mm。

表 A.1：加热装置功率选择

测试对象能量 E (Wh)	加热装置最大功率 (W)
$E < 100$	30~300
$100 \leq E < 400$	300~1000
$400 \leq E < 800$	300~2000
$E \geq 800$	>600

A.3.3 将测试对象充电到SOC=100%后，再对测试对象用1C电流继续充电12 min。

A.3.4 立刻启动加热装置，并以其最大功率对测试对象进行持续加热，当发生热失控或者A.3.2定义的监测点温度达到 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，停止触发，关闭加热装置。

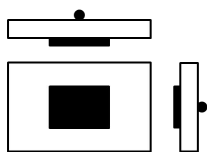
A.3.5 以下是判定是否发生热失控的条件：

- a)测试对象产生电压降；
- b)监测点温度达到电池厂商规定的最高工作温度；
- c)监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1\text{ }^{\circ}\text{C/s}$

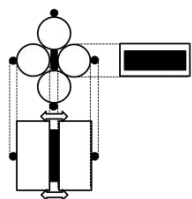
当a)&c)或者b)&c)发生时，判定发生热失控。

A.3.6 加热过程中及加热结束1 h内，如果发生起火、爆炸现象，则试验终止。

硬壳及软包电池



圆柱形电池-I



圆柱形电池-II

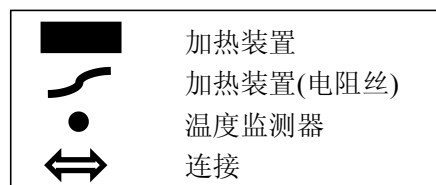


图 A. 1 加热触发时温度传感器的布置位置示意图

附 录 B
可充电储能系统热失控扩展试验
(规范性附录)

B.1 目的

在车辆的蓄电池系统发生热失控时，确保车内乘客的人身安全。

B.2 测试对象

测试对象为整车或完整的车载可充电储能系统或包括蓄电池及电气连接的车载可充电储能系统子系统。制造商如果选择储能系统子系统作为测试对象，则需证明子系统的试验结果能够合理地反映完整的车载可充电储能系统在同等条件下的安全性能。如果储能系统的电子管理单元(BMS或其它装置)没有集成在封装蓄电池的壳体内，则必须保证电子管理单元能够正常运行并发送报警信号。

B.3 试验条件

试验应在以下条件进行：

- a) 除另有规定外，试验应在温度为 25 ± 5 °C，相对湿度为15%~90%，大气压力为86 kPa~106 kPa的环境中进行。本标准所提到的室温，是指 25 ± 2 °C；
- b) 试验开始前，测试对象的SOC应调至大于电池厂商规定的正常SOC工作范围的[90%或者95%]；
- c) 试验开始前，所有的试验装置应都必须正常运行。若选择过充作为热失控触发方法，需关闭过充保护功能；
- d) 试验应尽可能少地对测试样品进行改动，制造商需提交所做改动的清单；
- e) 试验应在室内环境或者无风条件下进行。

B.4 试验方法

B.4.1 考虑到试验的可行性和可重复性，以下三种不同的方法可作为可充电储能系统热失控扩展试验的候选方法，厂商可从中选择一种方法。加热是其中一种触发方法，另外两个可选方法分别是针刺和过充，两者均只须对蓄电池系统做很小的改动。针刺触发要求提前在蓄电池系统的外壳上钻孔，过充触发要求在触发对象上连接额外的导线以实现过充。

B.4.2 热失控触发对象：选择可通过B.4.1中其中一种方法实现热失控触发的单体蓄电池作为热失控触发对象，热失控触发对象热失控产生的热量应非常容易传递至相邻单体蓄电池。例如，选择蓄电池包内最靠近中心位置的单体蓄电池，或者被其它单体蓄电池包围且很难产生热辐射的单体蓄电池。

B.4.3 针刺触发热失控：试验应在如下条件下开展：刺针材料：钢；刺针直径：3mm及8mm；针尖形状：圆锥形，角度为 $20^\circ \sim 60^\circ$ ；针刺速度：10~100mm/s；针刺位置及方向：选择可能触发单体蓄电池发生热失控的位置和方向(例如，垂直于极片的方向)。如果能够发生热失控，也可以直接从蓄电池的防爆阀刺入，被针刺穿孔的单体蓄电池称为触发对象。如果未发生热失控，观察1h后参照4.4.2 a)作判断。

B.4.4 过充触发热失控：以最小1/3C、最大不超过电池厂商规定正常工作范围的最大电流对触发对象进行恒流充电，直至其发生热失控或者触发对象达到200%SOC，蓄电池系统中的其它单体蓄电池不能被过充。如果未发生热失控，观察1h后则参照4.4.2 a)作判断。

B. 4. 5 加热触发热失控：使用平面状或者棒状加热装置，并且其表面应覆盖陶瓷，金属或绝缘层。对于尺寸与单体蓄电池相同的块状加热装置，可用该加热装置代替其中一个单体蓄电池；对于尺寸比单体蓄电池小的块状加热装置，则可将其安装在模块中，并与触发对象的表面直接接触；对于薄膜加热装置，则应将其始终附着在触发对象的表面；在任何可能的情况下，加热装置的加热面积都不应大于单体蓄电池的表面积；将加热装置的加热面与蓄电池表面直接接触，加热装置的位置应与B.4.7中规定的温度传感器的位置相对应；安装完成后，立即启动加热装置，以加热装置的最大功率对触发对象进行加热；加热装置的功率要求见表B.1，但不做强制性要求；当发生热失控或者B.4.7定义的监测点温度达到300℃时，停止触发。如果未发生热失控，观察1h后参照4.4.2 a)作判断。

表B. 1：加热装置功率选择

测试对象能量 E (Wh)	加热装置最大功率 (W)
$E < 100$	30~300
$100 \leq E < 400$	300~1000
$400 \leq E < 800$	300~2000
$E \geq 800$	>600

B. 4. 6 以下是判定是否发生热失控的条件：

- a)测试对象产生电压降；
- b)监测点温度达到电池厂商规定的最高工作温度；
- c)监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1^\circ\text{C/s}$

当a)&c)或者b)&c)发生时，判定发生热失控。

如果测试已经停止，且过程中未发生热失控，测试中止，参照 4.4.2 a)作判断。

B. 4. 7 电压及温度的监测

监测触发对象的电压和温度以判定是否发生热失控，监测电压时，应不改动原始的电路。监测温度定义为温度 A(测试过程中触发对象的最高表面温度)。温度数据的采样间隔应小于 1s，准确度要求为 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，温度传感器尖端的直径应小于 1mm。

针刺触发时，温度传感器的位置应尽可能接近短路点。

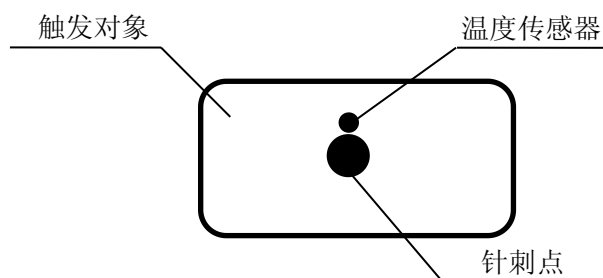


图 B. 1 针刺触发时温度传感器的布置位置示意图

过充触发时，温度传感器应布置在单体蓄电池表面与正负极柱等距且离正负极柱最近的位置。

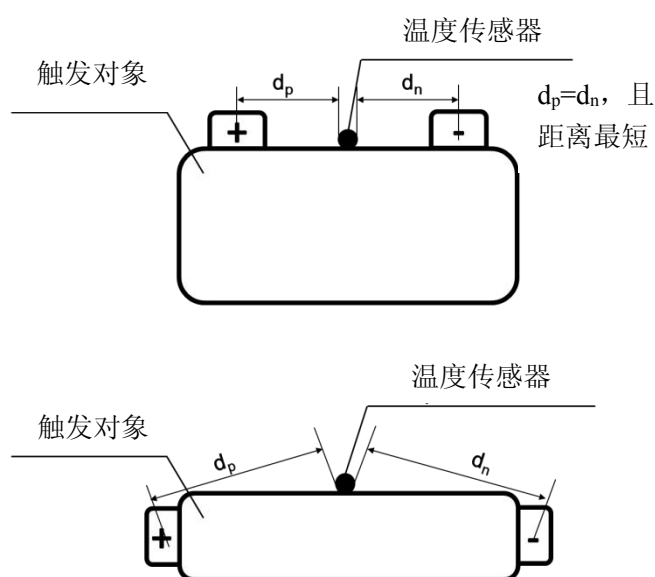
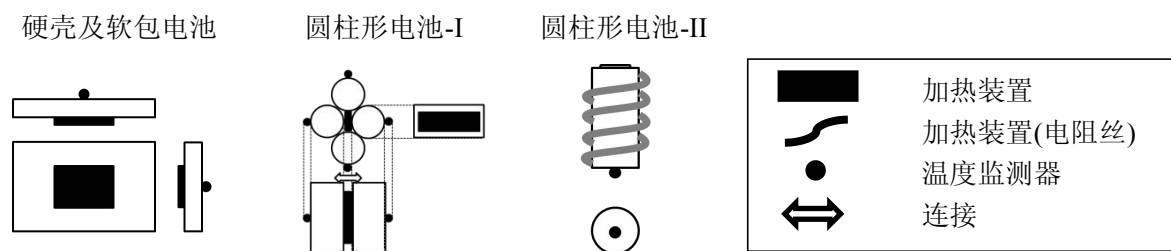


图 B. 2 过充触发时温度传感器的布置位置示意图

加热触发时，温度传感器布置在远离热传导的一侧，即安装在加热装置的对侧(如图 B.3)。如果很难直接安装温度传感器，则将其布置在能够探测到触发对象连续温升的位置。



图B. 3 加热触发时温度传感器的布置位置示意图

附 录 C
碰撞试验方法
(规范性附录)

C.1 试验场地

试验场地应足够大,以容纳移动壁障驱动系统、被撞车碰撞后移动和试验设备的安装。车辆发生碰撞和移动的场地应水平、平整,路面摩擦系数不小于 0.5。

C.2 试验前的车辆准备

C.2.1 可充电储能系统荷电量(SOC) 30%~50%且处于上电状态。

C.2.4 试验车辆应为整备质量状态。

C.2.5 车窗应为关闭状态,车门处于关闭但不锁止状态。

C.2.6 档位应处于空挡状态,驻车制动器松开。

C.2.7 轮胎气压应调整到制造商规定的气压值。

C.2.8 试验车辆放置应保证车轴处于水平。

C.3 试验条件

C.3.1 试验车辆应保持静止。

C.3.2 移动变形壁障的特性应符合GB 20071—2006附录C规定的特性。移动变形壁障上应装有适当装置,以避免与试验车发生二次碰撞。

C.3.3 试验时,移动变形壁障撞击试验车辆的最薄弱位置(最薄弱位置主要考虑动力电池安装及整车防护条件,如车辆侧面安装有动力电池,则优先选择车辆侧面进行碰撞。具体由检测机构商生产企业确定)。

C.3.4 移动变形壁障的纵向中垂面轨迹应垂直于被撞车辆的纵向中垂面。

C.3.5 在碰撞瞬间,应确保由变形壁障前表面上边缘和下边缘限定的水平中间平面与试验前确定的位置的上下偏差在±25mm内。

C.3.6 在碰撞瞬间,应确保由变形壁障前表面左边缘和右边缘限定的垂直中间平面与试验前确定的位置的左右偏差在±25mm内。

C.3.7 除非本文件有特殊规定,仪器应符合ISO 6487的规定。

C.4 试验速度

在碰撞瞬间,移动变形壁障的速度应为 50km/h±1km/h,并且该速度至少在碰撞前 0.5m 内保持稳定。测量仪器的准确度为 1%。如果试验在更高的碰撞速度下进行,且车辆符合本文件 4.8.2 的要求,也认为合格。