

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6132—2025

无拖把飞机牵引车

Towbarless tow vehicles

2025-02-13 发布

2025-03-01 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类	2
5 技术要求	2
5.1 一般要求	2
5.2 安全要求	3
5.3 机动性能	3
5.4 遥控性能	4
5.5 抱夹与提升机构要求	4
5.6 驾驶室要求	5
5.7 传动系统	5
5.8 液压系统	5
5.9 应急装置	5
5.10 控制装置	5
5.11 外部照明及光信号装置	6
5.12 环保要求	6
5.13 环境适应性	6
5.14 可靠性	7
6 试验方法	7
6.1 试验前的准备	7
6.2 一般要求	7
6.3 安全要求检查	7
6.4 机动性能	7
6.5 遥控性能	9
6.6 抱夹与提升机构	9
6.7 驾驶室检查	10
6.8 传动系统	10
6.9 液压系统	10
6.10 应急装置	10
6.11 控制装置	10
6.12 外部照明及光信号装置检查	10
6.13 环保要求	10
6.14 环境适应性	11
6.15 可靠性	11
7 检验规则	12
7.1 检验分类	12

7.2 出厂检验.....	12
7.3 合格性检验.....	12
8 标牌、标识、说明书.....	12
8.1 标牌.....	12
8.2 标识.....	13
8.3 说明书.....	13
9 包装、运输、贮存.....	13
9.1 包装.....	13
9.2 运输.....	13
9.3 贮存.....	13
附录 A （规范性） 电动式牵引车专用安全要求和试验方法.....	14
A.1 安全要求.....	14
A.2 试验方法.....	17
附录 B （规范性） 组合动力式专用安全要求和试验方法.....	20
B.1 安全要求.....	20
B.2 试验方法.....	20

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专利的责任。

本文件由中国民用航空局机场司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司、中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院。

本文件主要起草人：王敏、高超、贾佳奇、惠万馨、赵诚、张卫东、徐凯、汪邦中、陈迎浩、王晓波、刘胜佳、张巍、李雨晨、张川、刘怡洋。



无拖把飞机牵引车

1 范围

本文件规定了无拖把飞机牵引车（以下简称“牵引车”）的技术要求、试验方法、检验规则、标牌、标识、说明书、包装、运输、贮存。

本文件适用于在民用机场区域内用于顶推和维护牵引作业的前起落架牵引车的设计、制造和检验。

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 1495 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法
- GB/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB 2893 安全色
- GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB 3847 柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）
- GB/T 4094.2 电动汽车 操纵件、指示器及信号装置的标志
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 4943.1 信息技术设备安全 第1部分：通用要求
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 7593 机动工业车辆驾驶员控制装置及其他显示装置用符号
- GB/T 7935 液压元件通用技术条件
- GB/T 9969 工业产品使用说明书总则
- GB 11555 汽车风窗玻璃除霜和除雾系统的性能和试验方法
- GB/T 12544 汽车最高车速试验方法
- GB/T 12547 汽车最低稳定车速试验方法
- GB/T 12674 汽车质量（重量）参数测定方法
- GB/T 12678 汽车可靠性行驶试验方法
- GB 18384 电动汽车安全要求
- GB/T 18387 电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法
- GB/T 18488.1 电动汽车用驱动电机系统 第1部分：技术条件
- GB/T 19836 电动汽车仪表
- GB/T 20234.1 电动汽车传导充电连接装置 第1部分：通用要求
- GB/T 20234.2 电动汽车传导充电用连接装置 第2部分：交流充电接口
- GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分：直流充电接口
- GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第Ⅲ、Ⅳ阶段）
- GB/T 22358 土方机械 防护与贮存
- GB/T 27930 非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议
- GB/T 32960.3 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通信协议及数据格式
- GB 34660 道路车辆电磁兼容性要求和试验方法
- GB 36886 非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB 38032 电动客车安全要求

GB/T 38775.1 电动汽车无线充电系统 第1部分：通用要求
JB/T 5943 工程机械焊接件通用技术要求
JT/T 1461 客车锂离子动力蓄电池箱火灾防控装置配置要求
MH/T 0023 航空器地面服务设备用图形符号
MH/T 6012 航空障碍灯
QC/T 413 汽车电气设备基本技术条件
QC/T 484 汽车油漆涂层
QC/T 625 汽车用涂镀层和化学处理层
QC/T 900 汽车整车产品质量检验评定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

顶推牵引 pushback towing

将带载飞机从停机位移动到滑行道的过程。

注1：期间包含一次转弯、停止以及为使飞机对齐滑行线的短距离拖行。

注2：带载飞机：载有乘客、行李、货物以及满足飞行需要的油、水和物品的飞机。

3.2

维护牵引 maintenance towing

将空载飞机拖行至机位或往返于机位与机库之间拖行的过程。

注1：期间包含多次的启动、停止和转弯。

注2：空载飞机：无乘客、行李和货物，仅载有少量燃油的飞机。

3.3

额定质量 rated mass

牵引车（含驾驶员）填充满油液、装载全部随车物品和配重的整车质量。

3.4

遥控牵引车 remotely operated towed vehicle

具有遥控功能的牵引车。

3.5

可充电储能系统 rechargeable electrical energy storage system

可充电的且可以提供电能的能量存储系统（简称“储能系统”）。

4 分类

根据动力源的不同，牵引车分为以下三类。

- a) 内燃式：行驶、作业均采用内燃机驱动的牵引车。
- b) 电动式：行驶、作业等均采用电动机驱动的牵引车。
- c) 组合动力式：由内燃机和电动机等车载动力系统根据管理逻辑驱动的牵引车。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 外观应整洁，各零部件应完好，无缺损。
- 5.1.2 附属电气设备应符合 QC/T 413 的规定。
- 5.1.3 结构件的焊接应符合 JB/T 5943 的规定。
- 5.1.4 整车外表面油漆涂层应符合 QC/T 484 的规定。
- 5.1.5 零部件的涂镀层和化学处理层应符合 QC/T 625 的规定。
- 5.1.6 整车不应有锐边、尖角，所有锐边和尖角均应倒角或倒圆。
- 5.1.7 电气安装应符合电气原理图，各接线端应有不易脱落的明显标识。

- 5.1.8 各连接件、紧固件应可靠连接，且设置防松措施，工具及备附件应可靠固定。
- 5.1.9 油路、气路系统管路及电气元器件和线束的安装应排列整齐、夹持牢固，不应与运动部件发生摩擦或干涉。
- 5.1.10 整车应无渗油、漏水、漏气现象。
- 5.1.11 整车应设置千斤顶的支点，且应易于识别。
- 5.1.12 整车应设置系留、起吊点，其强度和位置应满足使用需要。
- 5.1.13 操作、保养部位应设置足够的操作空间。
- 5.1.14 整车应具备其自身运行数据采集、存储和传输功能。
- 5.1.15 前部和后部均应设置工作照明灯。照明灯光不应使飞机驾驶舱内人员产生眩目。
注：本文件界定牵引车驾驶位端为前，抱夹与提升机构端为后。
- 5.1.16 宜预留飞机地面电源设备的安装位置。
- 5.1.17 灯光应适合两个方向的驾驶操作，只有在选定了行驶方向后灯光才能打开。
- 5.1.18 牵引车应具备对准辅助功能，宜设置对准检测装置，未对准不能进行抱夹工作。
- 5.1.19 车轴最大设计轴荷应不大于车轴额定轴荷，轮胎的承载能力应与牵引车的轴荷相匹配。

5.2 安全要求

- 5.2.1 整车应至少配备一个质量不小于 8 kg 的干粉灭火器，置于驾驶室内或车体上，且便于取放。
- 5.2.2 除遥控牵引车外，牵引车作业位置的地板表面材料应平整、防滑，进出位置应设置扶手，该位置高于地面 500 mm 时，应设置踏板。
- 5.2.3 除遥控牵引车外，牵引车应在显示屏或控制面板上设置一个红色驻车制动指示灯。
- 5.2.4 应在顶部适当位置设置符合 MH/T 6012 要求的 C 型低光强航空障碍灯，控制线路应与点火开关连接。
- 5.2.5 倒车应有声音报警信号，音色应正常，不应有尖叫、振扰、沙哑和明显不符合这类产品特性的声响。
- 5.2.6 报警和提示应符合 GB/T 19836 和 GB/T 4094.2 的要求。
- 5.2.7 应配备运行数据记录装置和车载视频监控装置，具备能够覆盖抱夹装置、驾驶员和行驶状态等至少 3 路视频监控装置。所有记录应至少保存 30 天。
- 5.2.8 应设置靠机速度警告功能。
- 5.2.9 应设置刹车失效报警装置。
- 5.2.10 内燃式牵引车发动机的排气方向应避开飞机。排气管路应避开燃油系统和电气系统构件，如果排气管路通过的空间有可能发生润滑油、润滑脂、燃料泄漏，则应对排气管路进行遮挡。排气装置的结构应避免聚火。
- 5.2.11 牵引车应设有车速表、工作小时计。小时计量程应不少于 9 999 h，且以动力装置启动开始计时。内燃式牵引车应设有燃油表，电动式牵引车应设有电量表，其满量程指示最大允差为 10%。
- 5.2.12 牵引车处于空挡或驻车挡时，其发动机方可启动。
- 5.2.13 电动式牵引车除满足上述要求外，还应满足附录 A 的规定。
- 5.2.14 组合动力式牵引车除满足上述要求外，还应满足附录 B 的规定。

5.3 机动性能

5.3.1 动力性能

- 5.3.1.1 最高行驶速度应不低于 25 km/h。仅用于顶推作业的牵引车最高行驶车速应不低于 10 km/h，遥控牵引车的最高行驶车速应不低于 5 km/h。
- 5.3.1.2 牵引车应以不大于 3 km/h 的速度稳定行驶，行驶时应平稳、无冲击。
- 5.3.1.3 电动式牵引车续驶里程应不小于 50 km，遥控牵引车续驶里程应不小于 10 km。
- 5.3.1.4 电动式牵引车续航能力应不低于 20 次顶推飞机循环。
- 5.3.1.5 作业时，牵引力/加速度设置不应超过飞机制造商规定的允许载荷，应有保护性安全装置或系统加以限制，应能够根据飞机的各种机型改变其牵引力，在各种道面条件下以及飞机发动机怠速情况下其牵引力应足以将静止的飞机拖动。

5.3.2 制动性能

5.3.2.1 除遥控牵引车外,牵引车应在全部车轮上设置行车制动装置,制动管路应采用双管路或多管路系统,确保制动平稳、可靠,在一个管路故障的情况下,应能够声光报警。

5.3.2.2 牵引车在额定质量条件下,行车制动全管路有效时平均制动减速度应不小于 2.5 m/s^2 ;单管路有效时平均制动减速度应不小于 1.5 m/s^2 。

5.3.2.3 作业时,制动力/减速度设置不应超过飞机制造商规定的允许载荷,应有保护性安全装置或系统加以限制。

5.3.2.4 在额定质量条件下应能在坡度为 20%的坡道上可靠驻车制动。

5.3.2.5 驻车制动装置在行车制动装置失效时,应可作为应急制动使用,且有防误触发设置。

5.3.2.6 若牵引车安装了紧急制动系统,则制动或减速载荷不应超过前起落架的最大允许极限载荷。

5.3.3 转向性能

5.3.3.1 除遥控牵引车外,牵引车应配备一套独立的应急转向系统。

5.3.3.2 牵引车应设置扭力过载和/或转向角过大保护装置,转向时不应超过安全限定转向的角度值和扭转限值。牵引车处于正常操作时,驾驶室内绿色指示灯亮启。声光报警应满足以下要求:

- a) 当达到最大安全极限时,驾驶室内红色警告灯亮起并声音报警;
- b) 当达到操作极限时,驾驶室内黄色警告灯亮起并声音报警,但操作人员及时纠正时,则黄灯熄灭,绿灯亮启,随即报警声停止。

5.3.3.3 当达到最大安全极限触发报警时,牵引车应被锁定、停止行驶和转向、且不可释放飞机。

5.3.3.4 保护装置的触发信息应自动储存在牵引车运行数据记录装置中。应设置特别措施,确保最大安全极限报警的复位由被授权人进行处置。

5.3.3.5 驾驶室外顶部显著位置宜设置扭力过载和/或转向角过大红色警告灯。

5.3.3.6 转向装置应结构紧凑,安装方便,操作灵活可靠。

5.3.3.7 除遥控牵引车外,牵引车由直线行驶过渡到最大转向角时,方向盘转动圈数应不大于 2.5 圈。

5.3.3.8 方向盘最大自由转角应不大于 15° 。

5.3.4 通过性

5.3.4.1 在机腹下工作的部位高度应不超过 1 650 mm。

注:机腹下指飞机机身垂直投影区域。

5.3.4.2 接近角和离去角应不小于 5° 。

5.3.4.3 最小离地间隙宜不小于 100 mm,当最小离地间隙小于 100 mm 时,应特别说明。

5.3.4.4 I 型和 II 型牵引车最小转弯半径应不大于 9 000 mm,III 型牵引车最小转弯半径应不大于 11 000 mm,IV 型牵引车最小转弯半径应不大于 12 000 mm。

注:I 型牵引车是指用于牵引飞机前起落架最大对地静载荷不超过 19 t 的牵引车;II 型牵引车是指用于牵引飞机前起落架最大对地静载荷不超过 24 t 的牵引车;III 型牵引车是指用于牵引飞机前起落架最大对地静载荷不超过 36 t 的牵引车;IV 型牵引车是指用于牵引飞机前起落架最大对地静载荷不超过 48 t 的牵引车。

5.4 遥控性能

5.4.1 遥控器应符合 GB 4943.1 的要求。

5.4.2 牵引车遥控操作距离应不低于 80 m。

5.4.3 当遥控器失灵或超出遥控范围时,牵引车应能自动平稳停止。

5.4.4 遥控器不应对其他合法的各种无线电台产生有害干扰。若产生有害干扰时,应立即停止使用。

5.4.5 遥控器应避免其他合法的无线电站的干扰或工业、科学及医疗等设备的辐射干扰。

5.5 抱夹与提升机构要求

5.5.1 抱夹机构应对飞机前轮进行有效限制,相邻两个限制点之间的直线距离应小于飞机前轮直径,避免飞机前轮从抱夹机构中脱落。

5.5.2 抱夹机构不应与飞机发生相互干涉,应具备横向和纵向自由度,不应前起落架产生附加载荷。

5.5.3 升起/释放作业时,应符合所牵引飞机前起落架极限载荷要求。

5.5.4 牵引车的抱夹与提升机构应以平稳和连续的方式进行作业,不应在起落架上引起持续的摇晃和振动力,同时启动、停止和转弯时,牵引车应保持稳定。

- 5.5.5 提升机构应有限制飞机抬起高度的装置, 并满足服务型飞机抬起高度要求。
- 5.5.6 牵引车应具备手动和/或自动选择飞机机型的功能, 若机型选择不正确, 则抱夹与提升机构应无法进行下一步操作。
- 5.5.7 牵引车应能够连贯进行机型识别、抱夹与提升以及行驶操作, 且该系列连贯动作应可逆向操作。
- 5.5.8 抱夹机构应设有抱夹力监控装置, 抱夹力不应超过适用机型的要求。
- 5.5.9 抱夹机构的抱夹旋转臂应设有机械式锁定装置, 防止当液压系统故障时, 抱夹旋转臂打开, 飞机前轮从抱夹机构中脱落。
- 5.5.10 若抱夹与提升机构的抬起/释放顺序是全自动的, 则紧急停止或急停开关应允许操作员随时触发停止该动作, 牵引车自动或手动系统应允许反转该顺序并恢复起始位置。

5.6 驾驶室要求

- 5.6.1 驾驶室的形状和布置应不遮挡行驶或操作视线, 驾驶员在驾驶位置应能够清楚地观察到抱夹机构和飞机前起落架状态。
- 5.6.2 所有门窗、风挡玻璃均应使用安全玻璃, 前/后风挡玻璃应设置吹风式除霜/除湿装置。
- 5.6.3 驾驶室前/后风挡玻璃应设置雨刮器, 雨刮器刮刷面积应至少覆盖 GB 11555 中有关规定确定的 A 区域的 98%, B 区域的 80%。
- 5.6.4 驾驶员的座椅和驾驶操控台方向应与行驶方向一致。
- 5.6.5 若驾驶室可升降, 应在驾驶室外顶部中央位置安装自动升降止动装置。驾驶室内应有升降止动装置的启动指示。
- 5.6.6 应设置后视镜, 使驾驶员能够观察行驶背向区域。
- 5.6.7 宜在驾驶室内设置不少于 3 个外接低压供电接口以用于外接设备供电需求, 低压供电接口应确保供电安全并在显著位置标记供电标识。
- 5.6.8 升降式驾驶室升降时, 应平稳、无卡滞现象, 升降速度应在 $50\text{ mm/s}\sim 130\text{ mm/s}$ 范围内。驾驶室顶部距飞机小于 150 mm 时, 应停止上升。

5.7 传动系统

- 5.7.1 传动装置应运转顺畅、无冲击。在转向或曲线行驶时, 左右驱动轮应协调运转。
- 5.7.2 配置自动变速器的牵引车应设置换向行驶限制装置, 防止车辆未停稳时前进挡与倒挡直接转换。

5.8 液压系统

- 5.8.1 液压系统应符合 GB/T 3766 的规定, 液压元件应符合 GB/T 7935 的规定。
- 5.8.2 除液压制动装置外, 应在液压系统的压力管道容易接近的部位设置压力表接口。
- 5.8.3 液压系统应设置安全阀, 如果安全阀可调, 则应具有防止意外松动和未经许可而被调整的装置, 并设置警示标识。
- 5.8.4 液压系统应设置排气装置。
- 5.8.5 液压油箱应设置油量表, 并清晰地标明允许的最高和最低油面界线; 加、放油应操作方便。
- 5.8.6 液压升降油缸应设置安全锁止装置, 防止油缸活塞杆意外回缩。

5.9 应急装置

- 5.9.1 应设有应急转向系统, 应急转向时方向盘的操作力应不大于 60 N 。
- 5.9.2 应设置应急制动系统, 当动力失效时应能连续制动不少于 5 次。
- 5.9.3 应设有驻车制动应急解除装置, 在无法正常解除时可人工进行解除。
- 5.9.4 在牵引车故障时, 应能降下抱夹与提升机构, 打开抱夹旋转臂, 安全释放飞机前轮, 保证故障的牵引车可被迅速拖离。
- 5.9.5 牵引车应具备紧急制动/紧急停止、紧急状态撤离和恢复等功能。
- 5.9.6 应设置用于应急牵引的装置, 以便牵引车故障时可被拖离现场。该牵引装置应安全可靠, 操作方便, 并设置防止牵引销脱出的锁定机构。

5.10 控制装置

- 5.10.1 控制装置用图形符号应符合 MH/T 0023 的规定。

- 5.10.2 控制装置和指示灯应集中设置在适当的位置，且应在自然光及照明条件下清晰可见。
- 5.10.3 控制面板上的操纵部件应布局清晰合理，易于区分。
- 5.10.4 控制面板设置的位置应便于操纵和观察。
- 5.10.5 动力装置附属监测仪表应符合相应产品的规定，其它监测仪表的准确度等级应不低于 2.5 级。
- 5.10.6 各操纵部件应有明显操作标识，在实际可行的情况下，操作方向应与控制机构运动方向相协调一致。
- 5.10.7 操纵装置应操纵方便、工作可靠，并能防止在操纵中触动其它操作部件发生误动作。

5.11 外部照明及光信号装置

外部照明及光信号装置要求应符合表1的规定。

表1 外部照明及光信号装置的光色及数量

序号	名称	光色	数量
1	远光灯	白色	前后各2只或4只
2	近光灯	白色	前后各2只
3	转向信号灯	琥珀色	前后各2只
4	制动灯	红色	前后各2只
5	倒车灯	白色	车辆长度大于6 m的应前后各2只；车辆长度不大于6 m的应配备1只，选装1只
6	雾灯	前雾灯白色或黄色，后雾灯红色	前后各1只或2只
7	位置灯	前位灯白色，后位灯红色	前后各2只
8	示廓灯	前示廓灯白色，后示廓灯红色	宽度大于2.1 m的车辆应配备，前后各2只

5.12 环保要求

- 5.12.1 牵引车加速行驶时，车外噪声应符合 GB 1495 的规定。
- 5.12.2 驾驶员耳旁定置噪声应不大于 90 dB (A)。
- 5.12.3 内燃式牵引车的排气污染物的排放限值应符合 GB 20891 的规定。
- 5.12.4 内燃式牵引车的排气烟度应符合 GB 36886 的规定。

5.13 环境适应性

5.13.1 淋雨

牵引车各部位在表2规定的淋雨强度下应能正常运行。牵引车的封闭式驾驶室不应有明显渗漏。

表2 牵引车不同部位淋雨强度要求

序号	驾驶室类型	淋雨部位	淋雨强度
1	封闭式驾驶室	前挡风玻璃	(8~10) mm/min
2		门、窗、车体	(4~6) mm/min
3	敞开式驾驶室	车体顶部、侧围	(4~6) mm/min

5.13.2 涉水

在100 mm深的水池中，以最高速度行驶500 m后，牵引车应能正常行驶和作业。在地面积水深度不超过100 mm时，牵引车应能正常充电。

5.13.3 低温

牵引车应能在环境温度-15 ℃的条件下正常工作。

5.13.4 高温

牵引车应能在环境温度50 ℃的条件下正常工作。

5.13.5 湿热

牵引车应能在温度40 ℃，相对湿度95%的条件下正常工作。

5.13.6 防水要求

5.13.6.1 驾驶室内的电控箱、控制元器件、电气连接件应不受雨水影响，安装位置应与驾驶室易进水部位进行有效隔离。

5.13.6.2 置于驾驶室外的电器箱或罩壳、控制元器件和电气连接件防护等级应不低于 IP65。

5.13.7 电磁兼容

电磁兼容的限值应符合GB 34660和GB/T 18387的规定。

5.14 可靠性

牵引车进行空载行驶20 h、满载行驶100 h、对接作业30 h可靠性试验，试验过程平均故障间隔时间不小于70 h。

6 试验方法

6.1 试验前的准备

试验中所用计量器具应根据参数技术指标进行选择且满足测量精度要求，经检定合格或校准结果满足使用要求，且在有效期内使用。

6.2 一般要求

6.2.1 外观检查

按照5.1.1、5.1.6~5.1.18的相关要求，进行目视检查和资料查验。

6.2.2 电气设备检查

按照QC/T 413的规定对电气设备进行检查。

6.2.3 结构焊接件检查

按照JB/T 5943的规定对结构焊接件进行检查。

6.2.4 油漆涂层检查

按照QC/T 484的规定对油漆涂层进行检查。

6.2.5 涂镀层和化学处理层的零部件检查

按照QC/T 625的规定对涂镀层和化学处理层的零部件进行检查。

6.2.6 质量参数测量

按照GB/T 12674的规定对质量参数进行测量。

6.3 安全要求检查

6.3.1 按照 5.2.1~5.2.12 的相关要求，进行检查和资料查验。

6.3.2 按照附录 A 的规定检查电动式牵引车是否满足 5.2.13 的要求。

6.3.3 按照附录 B 的规定检查组合动力式牵引车是否满足 5.2.14 的要求。

6.4 机动性能

6.4.1 动力性能

6.4.1.1 按照 GB/T 12544 的规定对最高车速进行试验。

6.4.1.2 按照 GB/T 12547 的规定对最低稳定车速进行试验。

6.4.1.3 电动式牵引车储能系统充满电后，在平坦路面上，额定质量状态，以最高运行速度行驶，试验过程中允许停车两次，每次停车时间不允许超过 2 min，当储能系统电量达到规定值或下限值时停止

试验,记录试验期间电动式牵引车的停车次数和停车时间。试验结束后,记录电动式牵引车驶过的距离(km),测量值按四舍五入圆整到整数,该距离即为等速法测量的续驶里程,同时记录时间。

6.4.1.4 电动式牵引车储能系统充满电后,在平坦路面上,额定质量状态,且抱夹所服务最大机型或测试负载车,以允许的安全速度直线顶推20 m后,左转顶推20 m或右转顶推20 m,重复本工作循环,当储能系统电量达到规定值或下限值时停止试验。记录充满电的完成时间、开始试验时间、试验期间循环次数、试验总时间,试验期间循环次数作为续航能力(不足一个循环不计入循环次数)。

6.4.2 牵引力

6.4.2.1 静载荷试验,牵引车以最大功率对静止的飞机或测试负载车进行2次牵引和2次顶推操作,牵引车对前起落架的牵引力不超过飞机制造商规定的允许载荷,测试负载车无须模仿飞机发动机状态。试验步骤按照以下顺序进行:

- 静载荷试验不限定飞机重量、发动机关闭,主起落架或主起落架假件放置轮挡,检查牵引车与飞机或测试负载车之间的安全距离,防止意外干涉;
- 按图1所示,牵引车进入工作位置,按操作要求将抱夹与提升机构对准前起落架;
- 进行前起落架的抱夹与提升操作;
- 牵引车牵引/顶推飞机或测试负载车,尽快加速到最大功率并保持5 s,记录牵引力数据;
- 重复步骤b)~d);
- 牵引车与飞机或测试负载车分离,恢复飞机或测试负载车状态。

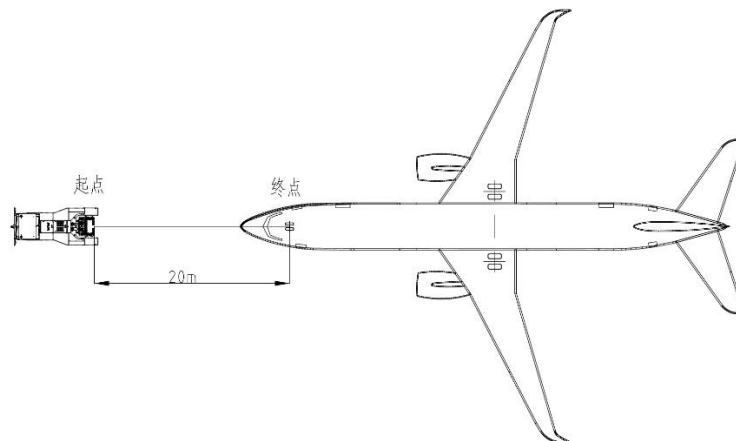


图1 静载荷、抬起/释放试验示意图

6.4.2.2 顶推牵引,飞机为大重量状态,发动机怠速或关闭,测试负载车无须模仿飞机发动机状态。由3位不同的牵引车驾驶员进行总共45次的顶推作业,每位驾驶员均应进行15次的顶推作业。操作过程中,顶推牵引速度应不大于5 km/h,转弯速度应不大于3 km/h,记录顶推牵引力数据。

注:大重量:飞机自重加上飞机装载50%燃油和部分货物的总质量,由飞机制造商规定。

6.4.2.3 维护牵引,飞机为小重量状态,发动机怠速或关闭,测试负载车无须模仿飞机发动机状态。由3位不同的牵引车驾驶员进行总共45次的顶推作业,每位驾驶员均应当进行15次的顶推作业。操作过程中,维护牵引速度应达到且稳定在最大牵引速度的80%,转弯速度应不大于3 km/h,记录维护牵引力数据。

注:小重量:飞机自重加上10%~20%燃油质量,由飞机制造商规定。

6.4.2.4 加速试验为极限条件试验,牵引车在不同的速度下,对飞机或测试负载车进行牵引/顶推,按表3要求共进行18组最大功率的加速操作,加速产生的牵引力和牵引操纵力矩不超过飞机制造商规定的允许载荷。试验步骤按照以下顺序进行:

- 加速试验在飞机或测试负载车小重量和大重量条件下、发动机关闭,主起落架或主起落架假件放置轮挡,检查牵引车与飞机或测试负载车之间的安全距离,防止意外干涉;
- 按图1所示,牵引车进入工作位置,按操作要求将抱夹与提升机构对准前起落架;
- 进行前起落架的抱夹与提升操作;
- 释放飞机或测试负载车,停机刹车,移除轮挡;

- e) 牵引车以最大功率加速，将飞机或测试负载车从静止状态加速至目标速度；
- f) 到达目标速度后，保持速度直至牵引车和飞机或测试负载车至少稳定直线行驶 5 s；
- g) 踩下牵引车制动踏板直至飞机或测试负载车完全停止；
- h) 记录车速、牵引/顶推力、加速距离、加速度等数据；
- i) 牵引车与飞机或测试负载车分离，恢复飞机或测试负载车状态；
- j) 按步骤 b) ~h) 及表 3 进行本次重量条件下的 18 次试验。由 2 位驾驶员分别完成，其中 1 位驾驶员每个试验点各操作 2 次，另 1 位驾驶员每个试验点操作 1 次。

表3 加速和制动试验工况

飞机重量	小重量						大重量					
	牵引	牵引	牵引	牵引	顶推	顶推	牵引	牵引	牵引	牵引	顶推	顶推
目标速度 (km/h, 非低速牵引车适用)	5	10	20	max	5	10	5	10	20	max	5	10
目标车速 (km/h, 低速牵引车适用)	5	0.5max	0.75max	max	5	10	5	0.5max	0.75max	max	5	10
试验次数 (次)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
注: max指该牵引车在牵引/顶推作业过程中能到达的最高牵引速度, 表中0.5max、0.75max应取整数。												

6.4.3 制动性能

- 6.4.3.1 按照 5.3.2.1 的相关要求，进行目视检查。
- 6.4.3.2 牵引车在额定质量状态时，平坦路面上，选取合适长度的路段，作为制动性能检验路段，在两端各放置标杆作为记号，行驶牵引车，使其速度处于规定制动初速度驶入检验路段后，松开油门，分别在全管路有效和单管路有效时，以最大减速度制动至停车，往返各进行 2 次。记录制动初速度和制动距离，判断符合性和是否制动平稳。
注: 最高车速大于 20 km/h 的，规定制动初速度为 (20±1) km/h；其他情况，制动初速度为最高车速。
- 6.4.3.3 按照 6.4.3.2 试验工况和方法，记录车速、制动力、制动距离、制动减速度等数据。
- 6.4.3.4 将牵引车行驶到规定坡度的坡道上，拉紧手制动器，停稳后观察 5 min，牵引车不应发生任何移动，上坡和下坡方向各进行 1 次。同时检验驻车制动力。如果无法找到相应坡道，可通过降低坡度增加负载的方法来进行驻车制动检验。
- 6.4.3.5 按照 5.3.2.5、5.3.2.6 的相关要求，进行模拟检查。

6.4.4 转向性能

- 6.4.4.1 按照 5.3.3.1~5.3.3.6 的相关要求，进行模拟检查。
- 6.4.4.2 启动牵引车，使牵引车从直线方向转弯行驶至最大转角，记录方向盘的转动圈数。
- 6.4.4.3 在牵引车停车状态下，转动方向盘，记录方向盘的最大自由转动量。

6.4.5 通过性

按照 5.3.4 的要求，测量机腹下工作部位高度、接近角、离去角、最小离地间隙、最小转弯半径。

6.5 遥控性能

按照 5.4 的要求，进行模拟检查和资料查验。

6.6 抱夹与提升机构

- 6.6.1 按照 5.5.1、5.5.2 的要求，进行模拟检查。
- 6.6.2 飞机为大重量状态，发动机怠速或关闭，测试负载车无须模仿飞机发动机状态。由 3 个不同驾驶员对飞机进行总共 15 次抬起和释放，每位驾驶员均应进行 5 次的抬起和释放作业，验证抬起和释放的功能可用、抬起和释放过程中对飞机前起落架产生的牵引力和扭矩不超过所牵引飞机前起落架的极限载荷。

试验步骤按照以下顺序进行：

- a) 确认飞机或测试负载车重量，且发动机关闭处于停机刹车状态，主起落架或主起落架假件放置轮挡，检查牵引车与飞机或测试负载车之间的安全距离，防止意外干涉；

- b) 按图 1 所示, 牵引车进入工作位置, 按操作要求将抱夹与提升机构对准前起落架;
- c) 进行前起落架的抱夹与提升操作;
- d) 牵引车释放前起落架并退出工作位置;
- e) 3 个驾驶员各操作 5 次步骤 b) ~d);
- f) 牵引车与飞机或测试负载车分离, 恢复飞机或测试负载车状态。

6.6.3 在飞机或测试负载车小重量和大重量、不同速度的条件下, 按表 4 工况对飞机或测试负载车进行 8 次向前牵引操作, 测量在牵引速度范围内, 牵引车和飞机或测试负载车组合体的稳定性。试验步骤按照以下顺序进行:

- a) 确认飞机或测试负载车重量, 且发动机关闭处于停机刹车状态, 主起落架或主起落架假件放置轮挡, 检查牵引车与飞机或测试负载车之间的安全距离, 防止意外干涉;
- b) 按图 1 所示路径, 牵引车进入工作位置, 按操作要求将抱夹与提升机构对准前起落架;
- c) 进行前起落架的抱夹与提升操作;
- d) 牵引车从静止状态以最大功率向前牵引加速至目标速度, 若此过程中驾驶员发现不稳定情况应立即停止加速, 并记录出现不稳定时的速度值;
- e) 速度保持稳定在目标速度 30 s, 若此过程驾驶员出现不稳定情况应立即停止加速;
- f) 按步骤 d)、e) 进行本次飞机重量条件下的 4 次试验;
- g) 牵引车与飞机或测试负载车分离, 恢复飞机或测试负载车状态。

表4 稳定性试验工况

飞机重量	小重量			大重量		
目标速度 (km/h, 非低速牵引车适用)	10	20	max	10	20	max
目标速度 (km/h, 低速牵引车适用)	max/3	2max/3	max	max/3	2max/3	max
试验次数 (次)	1	1	2	1	1	2
注: max指该牵引车在牵引/顶推作业过程中能到达的最高牵引速度, 表中max/3、2max/3应取整数。						

6.6.4 按照 5.5.5~5.5.10 的要求, 并结合 6.6.2 条, 进行模拟检查。

6.7 驾驶室检查

按照5.6的要求, 检查驾驶室功能, 并计算雨刮器的刮刷面积。

6.8 传动系统

按照5.7的要求, 进行模拟检查。

6.9 液压系统

6.9.1 按照 GB/T 3766 的规定对液压系统进行检查, 按照 GB/T 7935 的规定对液压元件进行检查。

6.9.2 按照 5.8.2~5.8.6 的要求, 进行目视检查。

6.10 应急装置

6.10.1 在停车状态下, 检查应急转向系统是否有效, 并测量此时的方向盘操作力。

6.10.2 按照 5.9.2~5.9.7 的要求, 进行模拟检查。

6.11 控制装置

按照5.10的要求, 进行目视检查和资料查验。

6.12 外部照明及光信号装置检查

按照5.11的要求对牵引车外部照明及光信号数量及光色进行逐项检查。

6.13 环保要求

6.13.1 按照 GB 1495 的规定对加速行驶噪声进行测量, 检测位置为离地高度 1.5 m, 距离整车行驶中心 9 m。

6.13.2 按照 GB 7258 的规定对驾驶员耳旁定置噪声进行测量。

6.13.3 按照 GB 20891 的规定检查牵引车发动机排气污染物检测报告或型式核准证书。

6.13.4 按照 GB 36886 的规定检查烟度排放报告中的排放限值。如不满足要求或无法提供烟度排放报告,则按 GB 3847 描述的自由加速法进行烟度测量,即在 1 s 时间内,将油门踏板快速、连续但不粗暴地完全踩到底,使喷油泵供给最大油量。在松开油门踏板前,发动机应达到断油点转速(采用手动或其他方式控制供油量的发动机采用类似方法操作),测量过程中应进行检查。用不透光烟度计连续测量上述工况下牵引车的光吸收系数,采样频率不应低于 1 Hz,取测量过程中不透光烟度计的最大读数作为测量结果。

6.14 环境适应性

6.14.1 淋雨

封闭式驾驶室前挡风玻璃平均淋雨强度设为(8~10) mm/min,门、窗、车体平均淋雨强度设为(4~6) mm/min,敞开式驾驶室车体顶部、侧围平均淋雨强度设为(4~6) mm/min,喷嘴垂直朝向对应车身,喷嘴与车身外表面距离(0.7±0.2) m。喷嘴出水应均匀且呈60°圆锥体形状,喷嘴内径为(2.5~3) mm。整车的淋雨时间为15 min。

6.14.2 涉水

将电动式牵引车置于100 mm深的水池中,检查其是否能以最高车速行驶累计500 m,时间约3 min,如果水池长度小于500 m,可重复进行多次,累计涉水长度达到500 m,总时间(包括在水池外的时间)应不超过10 min,记录行驶距离和时间,检查牵引车是否能正常行驶和作业,如前进、倒车、转向、制动。同时将设备置于100 mm深的水池中,检查其是否能够正常充电。

6.14.3 低温

按照GB/T 2423.1的规定进行试验。

6.14.4 高温

按照GB/T 2423.2的规定进行试验。

6.14.5 湿热

按照GB/T 2423.3的规定进行试验。

6.14.6 防水要求

按照5.13.6的要求,进行目视检查和资料查验。

6.14.7 电磁兼容

按照GB 34660和GB/T 18387的规定进行试验。

6.15 可靠性

按表5规定的条件进行可靠性试验。

表5 可靠性工况

试验工况	空载行驶	满载行驶	对接作业
时间	20 h	100 h	30 h

按GB/T 12678的规定进行行驶可靠性试验,记录累计作业时间,故障维护时间,按QC/T 900的规定判定故障类别,记录故障次数。按公式(1)计算平均故障工作时间。

$$T = \frac{T_0}{N} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T —平均故障工作时间,单位为小时(h);

T_0 —累计作业时间,单位为小时(h);

N —当量故障次数,计算公式见公式(2)。

$$N = \sum_{i=2}^4 R_i \varepsilon_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：
N—当量总故障次数；
R_i—试验期间，样车出现第*i*类故障次数的总和；
ε_i—第*i*类故障加权系数。
注：致命故障*ε₁*=∞，严重故障*ε₂*=3.0，一般故障*ε₃*=1.0，轻微故障*ε₄*=0.1。

7 检验规则

7.1 检验分类

牵引车的检验分出厂检验和合格性检验。

7.2 出厂检验

- 7.2.1 牵引车出厂应逐辆检验，经质量检验部门检验合格并签署产品合格证书。
- 7.2.2 出厂检验项目应符合表 6 的规定。

表6 出厂检验和合格性检验

序号	项目名称	出厂检验	合格性检验	本标准章节号	
				技术要求	检验方法
1	一般要求	Δ	Δ	5.1	6.2
2	安全要求	Δ	Δ	5.2	6.3
3	机动性能	Δ	Δ	5.3	6.4
4	遥控性能	Δ	Δ	5.4	6.5
5	抱夹与提升机构要求	—	Δ	5.5	6.6
6	驾驶室要求	Δ	Δ	5.6	6.7
7	传动系统	Δ	Δ	5.7	6.8
8	液压系统	Δ	Δ	5.8	6.9
9	应急装置	Δ	Δ	5.9	6.10
10	控制装置	Δ	Δ	5.10	6.11
11	外部照明及光信号装置	Δ	Δ	5.11	6.12
12	环保要求	Δ	Δ	5.12	6.13
13	环境适应性	—	Δ	5.13	6.14
14	可靠性	—	Δ	5.14	6.15

注：“Δ”表示包括该项目，“—”表示不包括该项目。

7.3 合格性检验

- 7.3.1 有下列情况之一应进行合格性检验：
 - a) 新牵引车定型；
 - b) 停产一年以上恢复生产；
 - c) 牵引车的设计、工艺和材料的改变，可能影响牵引车的性能；
 - d) 转厂生产、出厂检验结果与上次合格性检验结果相比有较大差异；
 - e) 民航管理部门提出设备符合性检验要求。
- 7.3.2 合格性检验项目应符合表 6 的规定。合格性检验项目中，若有不符合项，则应对不符合项目重新进行检验，若仍不合格，则该产品不合格。

8 标牌、标识、说明书

8.1 标牌

- 8.1.1 标牌应清晰和永久地标记在车辆上，应至少包含以下内容：
 - a) 产品名称；

- b) 产品型号、编号和标准号；
 - c) 生产企业名称；
 - d) 整备质量（kg）；
 - e) 外形尺寸（mm）；
 - f) 出厂日期。
- 8.1.2 内燃式除包含 8.1.1 内容外，还应至少包含以下内容：
- a) 发动机型号；
 - b) 发动机额定功率（kW）。
- 8.1.3 电动式除包含 8.1.1 内容外，还应至少包含以下内容：
- a) 主驱动电机的型号和功率（kW）；
 - b) 电机额定功率/峰值功率（kW）；
 - c) 储能系统类型；
 - d) 储能系统额定电压（V）；
 - e) 储能系统容量（Ah）。
- 8.1.4 组合式除包含以上内容外，还应至少包含以下内容：
燃油和可充电储能系统为组合动力源，应同时满足 8.1.1、8.1.2 和 8.1.3 的要求。

8.2 标识

- 8.2.1 应标出充气轮胎规定的气压。
- 8.2.2 应按 GB/T 7593 的规定标记燃油和液压油注油口。
- 8.2.3 应在有潜在危险的部位设置安全标识，在吊装点和支撑点设置标识。

8.3 说明书

使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

- 9.1.1 牵引车及其附件在包装前，凡未经涂漆或电镀保护的裸露金属，应采取临时性防锈措施。
- 9.1.2 每台牵引车应随带下列文件：
 - a) 产品合格证；
 - b) 关键部件合格证明，包括但不限于：电机、电控、电池、发动机、变速器、液压泵等；
 - c) 产品使用说明书、维修手册、零部件目录和图纸；
 - d) 装箱单；
 - e) 随机备附件清单。

9.2 运输

在铁路、汽车、火车、轮船和飞机运输牵引车时，宜以自驶方式上下车、船和飞机。若必须用吊装方式装卸时，应使用防止损伤产品的专用吊具。

9.3 贮存

牵引车的贮存应符合 GB/T 22358 的要求。

附 录 A

(规范性)

电动式牵引车专用安全要求和试验方法

A.1 安全要求

A.1.1 人员触电防护

A.1.1.1 直接接触防护

如果由外壳或遮挡提供防护，B级带电部分应置于外壳内或遮挡后。外壳或遮挡应仅能通过工具打开或去掉。外壳或遮挡应至少符合GB/T 4208中规定的IPXXB防护等级的要求。可直接触及的外壳或遮挡的防护等级应不低于IPXXD。除以下三种情况外，高压连接器应仅能通过工具打开：

- a) 高压连接器分开后，应满足 IPXXB 的防护等级要求；
- b) 高压连接器至少需要两个不同的动作才能将其从相互的对接端分离，且高压连接器与其他某个机构有机械锁止关系，在高压连接器打开前，该锁止机构应仅能通过工具打开；
- c) 在高压连接器分开之后，连接器中带电部分的电压能在 1 s 内降低到不大于 30 V (A. C.) (rms) 且不大于 60 V (D. C.)。

注：根据最大工作电压 $U_{\max}$ ，将电气原件或电路分为以下等级，如表A.1所示。

表A.1 电压等级

单位为伏特

电压等级	最大工作电压	
	直流	交流 (rms)
A	$0 < U_{\max} \leq 60$	$0 < U_{\max} \leq 30$
B	$60 < U_{\max} \leq 1\ 500$	$30 < U_{\max} \leq 1\ 000$

A.1.1.2 间接接触防护

A.1.1.2.1 在最大工作电压下，直流电路绝缘电阻应不小于 100 Ω /V，交流电路绝缘电阻应不小于 500 Ω /V。如果直流和交流的 B 级电压电路可导电的连接在一起，则应满足绝缘电阻不小于 500 Ω /V 的要求。

A.1.1.2.2 牵引车应具有绝缘电阻监测功能。在 B 级电压电路接通且未与外部电源传导连接时，该装置应能够持续或者间歇的检测牵引车的绝缘电阻值，当该绝缘电阻值小于制造商规定的阈值时，应通过一个明显的声和光信号提醒驾驶员。

A.1.1.2.3 电气系统的带电部件应能承受表 A.2 规定的交流电压，该电压频率为 50/60 Hz，历时 1 min。

表A.2 耐受电压

单位为伏特

基本绝缘V (AC)	附加绝缘V (AC)	双重或加强绝缘V (AC)
$2U+1\ 000$ 但最小为1 500	$2U+2\ 250$ 但最小为2 750	$2U+3\ 250$ 但最小为3 750

A.1.2 功能安全防护

A.1.2.1 驱动、电源接通程序

A.1.2.1.1 应设置防止未经允许的人员开动牵引车的装置。牵引车从“电源切断”状态到“可行驶”状态应至少经过两个步骤的操作。

A.1.2.1.2 驱动系统在断电后应仅通过正常的电源接通程序重新启动。

A.1.2.2 行驶

A.1.2.2.1 如果驱动系统采取了减少车辆驱动功率或自动限制功率的措施，且影响了车辆的行驶，应通过明显的信号装置报警。

A.1.2.2.2 储能系统的剩余电量低于一定值时，应通过一个明显的声或光信号提示，剩余电量应符合下列要求：

- a) 能使电动设备驶至充电区域，行驶距离不低于 1 km；
- b) 能为照明系统提供所需的电量。

A.1.2.3 切断开关

需要主驱动电机提供上装动力的牵引车，挡位未处于空挡和未实施驻车制动时，驾驶员离开驾驶座后 3 s~5 s 应能自动切断驱动主回路。不需要主驱动电机提供上装动力的牵引车，驾驶员离开驾驶座后 3 s~5 s 应能自动切断驱动主回路。

A.1.2.4 连接互锁装置

在充放电电缆与牵引车连接时，牵引车不应通过其自身的驱动系统移动。

A.1.2.5 故障保护

A.1.2.5.1 动力系统供电应采用双线回路设计。

A.1.2.5.2 当辅助电路与动力系统有电联接时，应防止辅助电路电压过高。

A.1.2.5.3 行驶电机应设置过电流保护装置，转向电机应设置短路保护装置。

A.1.2.5.4 当牵引车处于正常行驶状态时，将方向盘置于最大转向角，转向电机应能够持续稳定工作。

A.1.2.6 安全接近功能

牵引车应具备安全接近功能，在未操作加速踏板时，可平稳起步、低速行驶、无冲击。

A.1.3 储能系统

A.1.3.1 安装与防护

A.1.3.1.1 储能系统安全应符合 GB 38031 的要求。储能系统最小管理单元的热失控性能应符合 GB 38032 的要求。

A.1.3.1.2 储能系统及其箱体应安装牢固。

A.1.3.1.3 储能系统应置于有盖板的储能系统箱内，盖板内表面应涂装绝缘防护层。金属盖板与储能系统带电零部件的间距应不小于 30 mm。在盖板上 300 mm×300 mm 的面积上施加压力为 980 N 时，盖板与接线端面不应发生接触。盖板在正常使用时应盖紧，不会出现移动。储能系统箱、盖板应设置适当的安全措施。

A.1.3.1.4 储能系统应配置电池管理系统、在线绝缘监测装置、温度报警装置及自动灭火装置，80 V (D.C.) 及以下铅酸类储能系统除外。

A.1.3.1.5 储能系统防护等级应不低于 IP67，80 V (D.C.) 及以下铅酸类储能系统除外。

A.1.3.1.6 B 级电压的储能系统或产生装置，应设置警示标志，如图 A.1 所示。警示标志应符合 GB 18384、GB 2893 的要求。在使用中应准确无误地将图 A.1 中的符号等比例放大或缩小。

A.1.3.1.7 当移开遮挡/外壳可以露出 B 级电压带电部分时，遮挡/外壳上也应具有同样的警示标志。



图A.1 警示标志

A.1.4 电机及其控制系统

A.1.4.1 电机及其控制系统应符合 GB/T 18488.1 的规定。

A.1.4.2 驱动电机宜采用 S2-5 min、S2-60 min、S1 或 S9 工作制，防护等级应不低于 IP65，电机绝缘材料耐热等级应不低于 H 级。

A.1.4.3 电机的任何部件不应使用硅树脂材料。

A.1.4.4 在绝缘等级限定温度下，漆包线的电气性能、机械性能、绝缘性能不应降低。

A.1.4.5 如果选用转向电机，宜采用 S2-5 min、S2-30 min、S2-60 min、S1 或 S9 工作制，其防护等级应不低于 IP65。转向电机应能保证所受综合应力和温升不引起任何部件失效和过度变形。

A.1.4.6 行驶电机应设置过流保护装置，转向电机应设置短路保护装置。牵引车处于正常行驶状态时，当方向盘置于最大转向角，转向电机应能持续稳定工作。

A.1.5 消防要求及热失控防护

A.1.5.1 热失控预警

A.1.5.1.1 牵引车应设置必要的温度监控，以预防电动机、储能系统、控制器等产生过热现象。

A.1.5.1.2 应在储能系统由于单个储能单元热失控引起热扩散之前 5 min，通过一个明显的声或光信号装置向驾驶员提示可充电储能系统将要发生热失控。

A.1.5.1.3 储能系统应安装熔断器和手动维修开关。

A.1.5.2 阻燃防护

除单个电池外，储能系统内其他非金属零部件，应满足以下阻燃要。

a) 满足以下任一条件的零部件，其材质应满足 GB/T 2408 规定的水平燃烧 HB 级和垂直燃烧 V-0 级的要求：

- 1) 单个零部件质量不小于 50 g；
- 2) 单个储能系统内相同型号的零件总重量大于 200 g。

b) 其它非金属零部件材质应满足水平燃烧 HB75 级和垂直燃烧 V-2 级的要求。

A.1.5.3 灭火装置配置

储能系统应配置符合其特性的火灾防控装置，该装置应符合 JT/T 1461 的要求。

A.1.6 充电接口

A.1.6.1 电源电压

A.1.6.1.1 交流充电电源额定电压最大值为 660 V，允许偏差为标称电压的 $\pm 10\%$ ；频率的额定值为 50 Hz ± 1 Hz。

A.1.6.1.2 直流充电电源电压最大为 1 000 V。

A.1.6.2 接地连接和车体电气连接性

A.1.6.2.1 所有可能连接到电源上的外露导电部分应连接在一起，充电过程中出现故障时，确保将存在于车体的故障电荷流入大地。

A.1.6.2.2 所有外露导电部分和接地回路间的电阻值应不大于 $0.1\ \Omega$ 。

A.1.6.3 充电连接装置

充电连接装置应符合GB/T 20234.1、GB/T 20234.2、GB/T 20234.3及GB/T 27930的要求，通信协议中应增加牵引车识别代码。

A.1.6.4 无线充电装置

具备无线充电功能的牵引车，其无线充电系统及装置应符合GB/T 38775.1的要求。

A.1.6.5 充电

充电装置应满足民用机场机坪全天候充电的需求。

A.1.6.6 远程管理接口

应配置运行状态在线监控终端，数据传输格式应符合GB/T 32960.3的要求，以便满足用户采集数据的需求，并能够按照用户的车辆管理系统提出的网络接口及格式，将牵引车关键数据（如储能系统的温度、电流值、电压值等）同步传输至车辆管理系统。

A.2 试验方法

A.2.1 人员触电防护

A.2.1.1 直接接触防护

检查是否由外壳或遮挡提供防护、模拟检查外壳或遮挡防护等级内容是否满足A.1.1.1的要求。

A.2.1.2 间接接触防护

A.2.1.2.1 用绝缘电阻测试仪测试最大工作电压下直流电路绝缘电阻和交流电路绝缘电阻是否满足A.1.1.2.1的要求。

A.2.1.2.2 检查牵引车绝缘电阻监测功能是否满足A.1.1.2.2的要求。

A.2.1.2.3 用耐压检测仪测试电气系统的带电部件耐压能力是否满足A.1.1.2.3的要求。

A.2.2 功能安全防护

A.2.2.1 驱动、电源接通程序

A.2.2.1.1 检查防止未经允许的人员开动牵引车的装置、模拟检查牵引车从“电源切断”状态到“可行驶”状态的操作步骤是否满足A.1.2.1.1的要求。

A.2.2.1.2 模拟检查驱动系统在断电后重新启动的方式是否满足A.1.2.1.2的要求。

A.2.2.2 行驶

A.2.2.2.1 模拟检查减少车辆驱动功率或自动限制功率后的报警是否满足A.1.2.2.1的要求。

A.2.2.2.2 模拟检查储能系统的剩余电量低于一定值时的信号提示以及剩余电量是否满足A.1.2.2.2的要求。

A.2.2.3 切断开关

模拟检查驾驶员离开驾驶座后驱动主回路自动切断功能是否满足A.1.2.3的要求。

A.2.2.4 连接互锁装置

模拟检查充放电电缆与牵引车连接时的互锁功能是否满足A.1.2.4的要求。

A.2.2.5 故障防护

- A.2.2.5.1 资料查验牵引车电气原理图，检查是否满足 A.1.2.5.1 和 A.1.2.5.2 的要求。
- A.2.2.5.2 资料查验行驶电机控制器和转向电机控制器技术资料，检查是否满足 A.1.2.5.3 的要求。
- A.2.2.5.3 模拟检查转向电机在牵引车最大转向角时的稳定性是否满足 A.1.2.5.4 的要求。

A.2.2.6 安全接近功能

模拟检查在未操作加速踏板时，牵引车的运行状态是否满足 A.1.2.6 的要求。

A.2.3 储能系统

A.2.3.1 安装与保护

- A.2.3.1.1 资料查验储能系统证明文件是否满足 A.1.3.1.1 的要求。
- A.2.3.1.2 资料查验储能系统及其箱体的安装方式是否满足 A.1.3.1.2 的要求。
- A.2.3.1.3 资料查验储能系统箱体、盖板的技术文件，并目视检查储能系统箱体、盖板的安全措施是否满足 A.1.3.1.3 的要求。
- A.2.3.1.4 检查储能系统的功能配置是否满足 A.1.3.1.4 的要求。
- A.2.3.1.5 资料查验储能系统的防护等级是否满足 A.1.3.1.5 的要求。
- A.2.3.1.6 检查储能系统及遮挡/外壳的警示标识是否满足 A.1.3.1.6、A.1.3.1.7 的要求。

A.2.3.2 电机及其控制系统

资料查验电机及其控制器证明文件和防护等级是否满足 A.1.4.1~A.1.4.6 的要求。

A.2.4 消防要求及热失控防护

A.2.4.1 热失控预警

- A.2.4.1.1 模拟检查储能系统热失控预警功能是否满足 A.1.5.1.1 的要求。
- A.2.4.1.2 检查储能系统熔断器和手动维修开关是否满足 A.1.5.1.2 的要求。

A.2.4.2 阻燃防护

资料查验储能系统内其他非金属零部件的材质燃烧等级是否满足 A.1.5.2 的要求。

A.2.4.3 灭火装备配置

资料查验储能系统灭火装置证明文件，检查其火灾防控功能是否满足 A.1.5.3 的要求。

A.2.5 充电接口

A.2.5.1 电源电压

资料验电源的电压值，检查其是否满足 A.1.6.1.1、A.1.6.1.2 的要求。

A.2.6 接地连接和车体电气连接性

- A.2.6.1.1 检查牵引车车体接地连接是否满足 A.1.6.2.1 的要求。
- A.2.6.1.2 用万用表测量外露导电部分和接地回路间的电阻值是否满足 A.1.6.2.2 的要求。

A.2.6.2 充电连接装置

检查充电连接装置，并查阅充电连接通讯技术文件，检查牵引车充电连接装置是否满足 A.1.6.3 的要求。

A.2.6.3 无线充电装置

查阅无线充电系统及装置证明文件，检查无线充电装置是否满足 A.1.6.4 的要求。

A. 2. 6. 4 充电

模拟检查充电是否满足A. 1. 6. 5的要求。

A. 2. 6. 5 远程管理接口

资料查验数据传输格式证明文件，并模拟检查远程管理接口功能是否满足A. 1. 6. 6的要求。



附 录 B
(规范性)
组合动力式专用安全要求和试验方法

B.1 安全要求

B.1.1 启动和停止

B.1.1.1 当车辆处于停车，发动机不工作时，如果车辆仍处于“可行驶”状态，或只通过一个操作动作就可使车辆处于“可行驶”状态时，则应通过一个信号（声学或光学信号）明显地提醒驾驶员。

B.1.1.2 当车辆在停车状态以及钥匙开关在“关”位置时，车辆不能自动起动发动机给储能系统充电。

B.1.2 动力电路系统和燃料供给系统

B.1.2.1 燃油系统设计的安装位置及管路应避开温度较高的热源以及动力电路系统等可能产生电弧的地方，且不能在一个密闭的空间内。

B.1.2.2 动力电路系统和燃油供给系统设计的安装位置及线路、管路走向应保证两个系统具有安全距离或保证有效隔离。

B.1.2.3 车辆在各种使用条件下，供油管路与其接头不允许有泄漏。一旦发生燃油泄漏时，设计上应保证绝不允许流到储能系统和高电压电路系统。

B.1.3 电气联接

电气联接件应防止意外断开，若意外断开应有防护措施，不应导致车辆产生危险。

B.2 试验方法

B.2.1 启动和停止

按照B.1.1.1～B.1.1.2的相关要求，进行模拟检查。

B.2.2 动力电路系统和燃料供给系统

按照B1.2.1～B1.2.3的相关要求，进行目视检查。

B.2.3 电气联接

按照B.1.3的相关要求，进行模拟检查。
