

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6017—XXXX
代替 MH/T6017-2017

飞机牵引车

Aircraft tow tractor

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	5
4 分类.....	5
5 技术要求.....	5
5.1 一般要求.....	5
5.2 安全要求.....	6
5.3 机动性能.....	7
5.4 通过性.....	8
5.5 外部照明和灯光信号装置.....	8
5.6 可靠性.....	9
5.7 环境适应性.....	9
5.8 环保要求.....	9
6 试验方法.....	10
6.1 试验前的准备.....	10
6.2 一般要求.....	10
6.3 安全要求.....	10
6.4 机动性能检验.....	11
6.5 通过性试验.....	13
6.6 外部照明及灯光信号装置.....	13
6.7 可靠性检验.....	13
6.8 环境适应性.....	13
6.9 环保要求.....	14
7 检验规则.....	14
7.1 检验分类.....	15
7.2 出厂检验.....	15
7.3 合格性检验.....	15
8 标牌、标识、使用说明书.....	15
8.1 标牌.....	15
8.2 标识.....	16
8.3 使用说明书.....	16
9 包装、运输、贮存.....	16
9.1 包装.....	16
9.2 运输.....	16
9.3 贮存.....	16
附录 A（规范性） 电动式飞机牵引车专用要求和试验方法.....	17

A.1 安全要求	17
A.2 试验方法	20
附录 B（规范性） 组合式飞机牵引车专用要求和试验方法	24
B.1 安全要求	24
B.2 试验方法	24

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。

本文件代替MH/T 6017—2017《飞机牵引车》，与MH/T 6017—2017相比，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“分类”（见第4章）；
- b) 修改了“一般要求”及其试验方法（见5.1、6.1，2017年版的4.1、5.1）；
- c) 修改了“基本安全要求”及其试验方法（见5.2.1、6.3.1，2017年版的4.2.1、5.2.1）；
- d) 修改了“应急装置”及其试验方法（见5.2.2、6.3.2，2017年版的4.9、5.9）；
- e) 修改了“驾驶室”及其试验方法（见5.2.3、6.3.3，2017年版的4.5、5.5）；
- f) 增加了“专用要求”及其试验方法（见5.2.6、6.3.7）；
- g) 修改了“动力性能”（见5.3.1，2017年版的4.3.1）；
- h) 增加了“传动性能”（见5.3.2、6.4.6）；
- i) 增加了“转向性能”及其试验方法（见5.3.3、6.4.7）；
- j) 修改了“通过性”及其试验方法（见5.4、6.5，2017年版的4.4、5.4）；
- k) 修改了“可靠性”（见5.6，2017年版的5.12）；
- l) 修改了“环境适应性”及试验方法（见5.7、6.8，2017年版的4.11、5.11）；
- m) 修改了“环保要求”及其试验方法（见5.8、6.9，2017年版的4.10、5.10）；
- n) 增加了“电动式飞机牵引车专用要求和试验方法”（见附录A）；
- o) 增加了“组合式飞机牵引车专用要求和试验方法”（见附录B）。

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。

本文件主要起草人：陈迎新、陈迎浩、丁情信、朱宇航、高超、高中天、李春晓。

本文件及其所替代文件的历次发布情况为：

——1999年首次发布为MH/T 6017—1999《飞机牵引车》；

——2017年第一次修订为MH/T 6017—2017《飞机牵引车》；

本次为第二次修订。

飞机牵引车

1 范围

本文件规定了飞机牵引车（以下简称牵引车）的技术要求、试验方法、检验规则、标牌、标识、使用说明书、包装、运输及贮存。

本文件适用于在民用机场范围内，使用拖把牵引或顶推飞机的牵引车的设计、制造、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 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/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4094.2 电动汽车操纵件、指示器及信号装置的标志
- GB/T 5465.2 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号
- 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 11555-2025 汽车风窗玻璃除霜和除雾系统技术规范
- 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 12673 汽车主要尺寸测量方法
- 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/T 14436 工业产品保证文件 总则
- GB 15085 汽车风窗玻璃刮水器和洗涤器 性能要求和试验方法
- 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 电动汽车用驱动电机系统
- GB/T 19596 电动汽车术语
- GB/T 19836 电动汽车仪表
- GB/T 20234.1—2023 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分：通用要求
- GB/T 20234.2—2015 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—2023 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（中国第三、四阶段）
- GB/T 27930—2023 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/T 38775.1 电动汽车无线充电系统 第1部分：通用要求
 MH/T 0023 航空器地面服务设备用图形符号
 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 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
 HJ 1014 非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求
 JT/T 1461 客车锂离子动力电池箱火灾防控装置配置要求
 JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 19596界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定质量 rated mass

牵引车包含配重在内的整车装备质量。

3.2

最大牵引力 max drawbar pull

电动式牵引车电动机达到工作制最大允许电流或调速器过流保护、牵引电动机堵转、驱动轮滑转时，作用在固定高度牵引杆上的水平拉力；内燃式牵引车直至发动机熄火或驱动轮完全滑转为止，作用在固定高度牵引杆上的水平拉力。

3.3

最大牵引质量 rated traction mass

牵引车额定质量状态下可以牵引的最大质量。

4 分类

依据动力源的不同，牵引车分为以下三种。

- a) 内燃式：采用燃油发动机提供动力的牵引车。
- b) 电动式：采用储能系统提供动力的牵引车。
- c) 组合式：采用组合式动力源（包括燃油、储能系统等）提供动力的牵引车。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 通用要求

- 5.1.1.1 结构件的焊接应符合 JB/T 5943 的规定。
- 5.1.1.2 油漆涂层应符合 QC/T 484 的规定。
- 5.1.1.3 零部件的涂镀层和化学处理层应符合 QC/T 625 的规定。
- 5.1.1.4 牵引车各连接件、紧固件应连接可靠，并有防松动措施。牵引车的工具及备附件应固定可靠。
- 5.1.1.5 采用铆接工艺时，铆钉应排列整齐，无歪斜、压伤、松动和头部残缺等现象，所有部位应无锐边或锐角。
- 5.1.1.6 电气设备各接线端应有不易脱落的明显标识。
- 5.1.1.7 牵引车应设置适用于标准型千斤顶的支点，且应易于识别。
- 5.1.1.8 牵引车应设置系留、起吊的装置，其强度和位置应满足使用需要。
- 5.1.1.9 牵引车的操作、保养部位应设置足够的操作空间。
- 5.1.1.10 牵引车应无渗油、漏水、漏气现象。

5.1.1.11 牵引车前后应设置牵引装置。牵引装置应设置在牵引车的纵轴线上，应具备可靠的防止牵引销脱出的锁止机构，且方便拖挂操作。牵引装置尺寸见图 1。

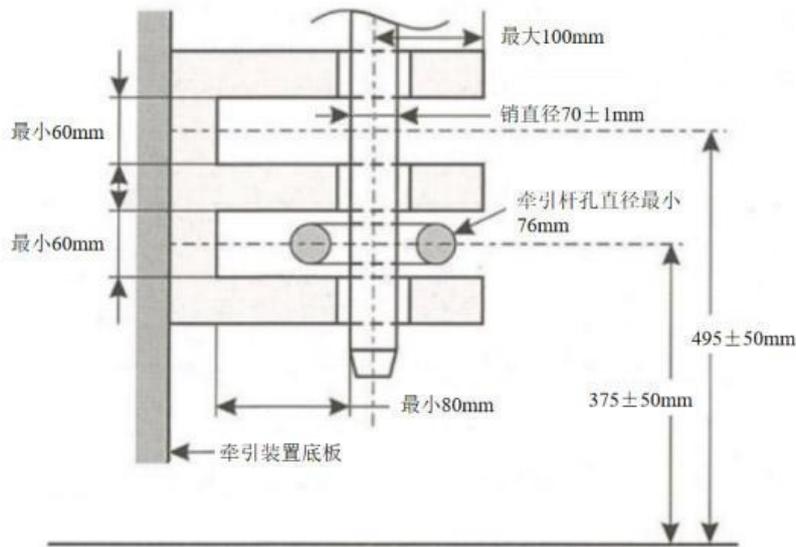


图 1 牵引装置示意图

5.1.1.12 牵引车需要在机腹下工作时，整车高度应不大于 1.65 m。

5.1.2 管路、线路及外购件

5.1.2.1 各管路、线路及其附属元器件应排列整齐、夹持牢固，不应与运动部件发生摩擦或干涉。

5.1.2.2 主要外购件应满足相关国家标准或行业标准的要求，具备出厂合格证。

5.2 安全要求

5.2.1 基本安全要求

5.2.1.1 牵引车应至少配备一个 8 kg 的干粉灭火器，置于驾驶室内或车体上，且便于取放。

5.2.1.2 牵引车应在驾驶位置附近上设置一个红色驻车制动指示灯。

5.2.1.3 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，牵引车小时计以动力装置启动开始计时。以燃油提供行驶动力的牵引车应设有燃油表，以储能系统提供行驶动力的牵引车应设有电量表，其量程指示最大允差为 4%。

5.2.1.4 报警和提示应符合 GB/T 19836 和 GB/T 4094.2 的要求。

5.2.1.5 驾驶员及操作人员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，作业位置高于地面 500 mm 时，应设置踏板。

5.2.1.6 牵引车应在顶部适当位置设置符合 MH/T 6012 要求的 C 型黄色低光强航空障碍灯，控制线路应与点火开关连接。

5.2.1.7 牵引车倒车、驾驶室升降应设置声音提示装置，并配备倒车雷达和影像，如果双向驾驶则倒车雷达和影像应能实现转换。

5.2.1.8 牵引车应配备事件数据记录系统（EDR）和车载视频行驶记录装置，记录应至少保存 30 天。

5.2.1.9 牵引车处于空挡或驻车挡时，其发动机方可启动。

5.2.1.10 双向驾驶的牵引车应在切换驾驶方向时，驻车制动应始终有效。

5.2.1.11 牵引车应具备行驶状态与驾驶室升降功能的互锁装置。

5.2.1.12 具有双向驾驶功能的牵引车应具备随驾驶方向转向各灯光、影像、操作同步转向的功能。

5.2.2 应急装置

5.2.2.1 牵引车应装备应急转向系统，应急转向时，方向盘的操作力应不大于 60 N。

5.2.2.2 牵引车应设置应急制动系统，当主动力失效时，应可连续有效制动不少于 5 次。

- 5.2.2.3 牵引车应设置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。
- 5.2.2.4 驾驶室应设置应急下降限速装置，当主动力失效时，下降速度应不大于额定升降速度 1.5 倍。
- 5.2.2.5 急停装置启动开关应设置在驾驶位方便触及位置及车体外部，任意一个急停装置失效，不应影响其他急停装置的正常使用。急停装置的设计应使操作者和其他需要启动装置的人员易于操作，急停装置宜采用红色人工复位式蘑菇型按钮，安装位置应明显并防止人员误操作。
- 5.2.2.6 应当设置手动应急装置，当设备出现故障或储能系统电量不足时，可以解除制动系统。

5.2.3 驾驶室

- 5.2.3.1 驾驶室应至少容纳 2 人。
- 5.2.3.2 驾驶室的形状和布置应不遮挡行驶或操作视线，驾驶员应可清楚地观察到牵引装置。
- 5.2.3.3 所有门窗、风挡玻璃均应使用安全玻璃，前风挡玻璃应设置除霜、除雾装置。
- 5.2.3.4 前风挡玻璃应设置吹风式除霜/除湿装置，前风挡玻璃应装有雨刮器。刮水器的刮刷面积至少应覆盖按照 GB 11555-2025 中第 4 章的有关规定确定的 A 区域的 98%，B 区域的 80%。
- 5.2.3.5 可升降式驾驶室升降时应平稳、无卡滞现象，升降速度应在 50 mm/s~130 mm/s 范围内。驾驶室顶部距飞机小于 150 mm 时，应自主停止上升，防撞系统应充分识别驾驶室顶端任何部位与飞机的安全距离，保证不与飞机发生触碰。

5.2.4 液压系统

- 5.2.4.1 应符合 GB/T 3766 的规定，液压元件应符合 GB/T 7935 的规定。
- 5.2.4.2 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。
- 5.2.4.3 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。
- 5.2.4.4 液压系统应设置排气装置。
- 5.2.4.5 液压油箱应设置油量表，且清晰地标明允许的最高和最低油面界线。液压油箱的加油口和放油口应设置合理且操作方便。
- 5.2.4.6 液压升降油缸应在缸体上设置安全锁止装置，防止油缸活塞杆意外回缩。

5.2.5 控制装置

- 5.2.5.1 控制面板及操纵装置使用的图形符号应符合 MH/T 0023 的规定。
- 5.2.5.2 控制面板上的指示灯应集中设置在适当的位置，且在自然光及照明条件下应清晰可见。
- 5.2.5.3 控制面板上的操纵部件应布局清晰合理，易于区分。
- 5.2.5.4 控制面板设置的位置应便于操纵和观察。
- 5.2.5.5 牵引车各操纵部件应有明显操作标识，操作方向应与控制机构运动方向相协调。
- 5.2.5.6 操纵装置应轻便灵活、工作可靠，设置位置应能防止在操作中触动其它操纵部件发生误动作。
- 5.2.5.7 控制驾驶室升降、内置千斤顶收放的操纵装置宜采用双联开关。

5.2.6 专用要求

- 5.2.6.1 内燃式牵引车除满足 5.2.1~5.2.5 外，还应满足以下要求：
 - a) 发动机的排气方向应避免飞机、燃油系统和电气系统构件；
 - b) 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，则排气装置应屏蔽。排气装置的结构应避免聚火的可能性。
- 5.2.6.2 电动式牵引车除满足 5.2.1~5.2.5 外，还应满足附录 A 的要求。
- 5.2.6.3 组合式牵引车除满足 5.2.1~5.2.5 外，还应满足附录 B 的要求。

5.3 机动性能

5.3.1 动力性能

- 5.3.1.1 在环境温度不低於 -5 °C 时，牵引车应能在 3 次内启动成功。
- 5.3.1.2 牵引车应设置低温启动装置，在环境温度 -15 °C 时，可在 30 min 内顺利启动。
- 5.3.1.3 牵引车在额定质量状态时，最低稳定车速应不大于 5 km/h，最高车速应不小于 25 km/h。

- 5.3.1.4 电动式牵引车其最大牵引力应满足设计要求。
- 5.3.1.5 牵引车的牵引性能应与服务的飞机机型相匹配。
- 5.3.1.6 电动式牵引车牵引最大牵引质量，从动力蓄电池满电量开始直到动力蓄电池低电量报警时，应能连续行驶，电动机、动力蓄电池、控制器等不应出现过热现象。
- 5.3.1.7 内燃式牵引车加满燃料后，应能牵引 0.5 倍最大牵引质量连续工作不少于 8 h。
- 5.3.1.8 牵引车轴荷应不大于车轴最大设计轴荷，轮胎的承载能力应与牵引车的轴荷相匹配。转向轴轴荷与牵引车整备质量的比值应不小于 20%。

5.3.2 传动性能

- 5.3.2.1 传动装置应运转顺畅、无冲击。
- 5.3.2.2 配置自动变速器的牵引车应设置换挡限制装置，防止车辆未停稳时前进挡与倒档直接转换。
- 5.3.2.3 换挡时齿轮应啮合灵便，互锁、自锁和倒挡锁装置应有效，不应有乱挡和自行跳挡现象，运行中应无异响。
- 5.3.2.4 传动轴在运转时不应发生振抖和异响，中间轴承和万向节不应有裂纹和/或松旷现象。

5.3.3 转向性能

- 5.3.3.1 牵引车若设置多种转向方式时，各转向方式应能互锁。
注：牵引车转向方式通常为两轮转向、四轮转向、蟹形转向。
- 5.3.3.2 转向装置应结构紧凑，安装方便，操作灵活可靠。
- 5.3.3.3 当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。
- 5.3.3.4 牵引车方向盘最大自由转角应不大于 15°。
- 5.3.3.5 在转向或曲线行驶时，左右驱动轮应协调运转。
- 5.3.3.6 牵引车应具有全车轮回正功能。
- 5.3.3.7 牵引车应具有车轮状态显示装置。

5.3.4 制动性能

- 5.3.4.1 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。
- 5.3.4.2 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 。
- 5.3.4.4 牵引车在额定质量条件下应能在坡度为 15% 的坡道上可靠驻车制动。
- 5.3.4.5 驻车制动装置在行车制动装置失效时，应可作为应急制动装置使用。

5.4 通过性

- 5.4.1 最小离地间隙应不小于 127 mm。
- 5.4.2 接近角和离去角应不小于 5°。
- 5.4.3 通道圆外圆直径应不大于 25 m。

5.5 外部照明和灯光信号装置

- 5.5.1 外部照明及灯光信号装置应符合表 1 的规定。

表 1 外部照明及光信号装置的光色及数量

序号	灯具名称	光色	数量
1	远光灯	白色	2只或4只。
2	近光灯	白色	2只。
3	转向信号灯	琥珀色	前后各2只。
4	制动灯	红色	2只。
5	倒车灯	白色	车辆长度大于6 m的应配备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	车辆宽度大于2.1 m的配备前后各2只

注：双向驾驶的牵引车应按驾驶方向配置表1所列灯具，其光色及数量应与驾驶方向协调一致。

5.5.2 牵引车前部和后部均应设置工作照明灯。照明灯光不对飞机驾驶舱内人员产生眩目。

5.6 可靠性

在平坦、干燥、清洁的硬路面（沥青或水泥铺装路面）上，牵引车以20 km/h车速累计行驶150 h，行驶期间不应出现致命故障。

5.7 环境适应性

5.7.1 低温

牵引车应能在环境温度-15℃的条件下正常工作。

5.7.2 高温

牵引车应能在环境温度45℃，相对湿度50%的条件下正常工作。

5.7.3 湿热

牵引车应能在环境温度40℃，相对湿度95%的条件下正常工作。

5.7.4 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	淋雨时间
1	封闭式驾驶室	前风挡玻璃	8 mm/min~10 mm/min	15 min
2		门、窗、车体	4 mm/min~6 mm/min	15 min
3	敞开式驾驶室及车身	向车体顶部、侧围	4 mm/min~6 mm/min	15 min

5.7.5 涉水

在100 mm深的水池中，以20 km/h±2 km/h的速度行驶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，牵引车应能正常使用和充电。

5.7.6 电磁兼容

内燃式牵引车电磁兼容的限值应符合GB 34660的规定。电动式牵引车电磁兼容的限值应符合GB 34660和GB/T 18387的规定。

5.7.7 高海拔

有高海拔环境下使用需求的，牵引车应能分别在环境温度-30℃、大气压力60 kPa条件下启动并正常工作。电动式牵引车还应能在环境温度-30℃条件下正常充电，且续航里程满足设计值。

5.8 环保要求

- 5.8.1 牵引车加速行驶时，车外噪声应符合 GB 1495 的规定。
- 5.8.2 按照 GB 7258 的规定对司机耳旁定置噪声进行测量。
- 5.8.3 内燃式牵引车的排气污染物的排放限值应符合 GB 20891 规定，如果符合第四阶段还应满足 HJ1014 的要求，排气烟度应满足 GB 36886 的规定。

6 试验方法

6.1 试验前的准备

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，经检定或校准合格，并在有效期内。

6.2 一般要求

6.2.1 外观检查

6.2.1.1 目视检查各连接件、紧固件、操作部位、保养部位、系留起吊装置、标准型千斤顶支点及电气设备接线端标志，检查其是否满足 5.1.1.4~5.1.1.9 的要求。

6.2.1.2 检查漏油、漏液、漏气情况，检查其是否满足 5.1.1.10 的要求。

6.2.2 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。

6.2.3 油漆涂层检查

按照 QC/T 484 的规定对油漆涂层进行检查。

6.2.4 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。

6.2.5 管路、线路及外购件检查

6.2.5.1 检查油路、液路、气路系统管路及电气系统是否满足 5.1.2.1 的要求。

6.2.5.2 料查验主要外购件出厂合格证，检查其是否满足 5.1.2.2 的要求。

6.2.6 尺寸测量

按照 GB/T 12673 的规定，用长度测量仪器和铅锤测量牵引车的高度和牵引装置尺寸。

6.2.7 质量测量

按照 GB/T 12674 的规定测量质量参数。

6.3 安全要求

6.3.1 基本要求

6.3.1.1 检查灭火器、驻车制动指示灯、车速表、小时计、燃油表、报警和提示、防脱钩锁定机构、航空障碍灯、倒车、驾驶室升降提示装置、数据记录系统和车载视频行驶记录装置、互锁装置、双向驾驶功能，检查其是否满足 5.2.1.1~5.2.1.8、5.2.1.10~5.2.1.12 项目。

6.3.1.2 将牵引车的档位置于除空档外的其他档位，检查发动机是否能启动。

6.3.1.3 双向驾驶的牵引车停稳后，启动正在使用一侧的驻车制动，切换驾驶方向，在另一侧驾驶室检查其驻车制动是否有效。

6.3.2 应急装置

6.3.2.1 检查牵引车应急装置功能是否满足 5.2.2.1~5.2.2.3、5.2.2.5~5.2.2.6。

6.3.2.2 在牵引车停车状态下，检查应急转向系统是否有效，并测量此时的方向盘操作力

6.3.2.3 模拟牵引车动力失效工况，用其他牵引车辆牵引样车行驶，样车连续制动5次，检查其制动是否有效。

6.3.2.4 模拟牵引车动力失效工况，启动驾驶室应急下降装置，测量其下降距离和下降时间，计算下降速度。

6.3.3 驾驶室

6.3.3.1 检查驾驶室成员数量、驾驶员数量是否满足5.2.3.1.1和5.2.3.1.2项目。

6.3.3.2 资料门窗、风挡玻璃的相关文件，检查其是否满足5.2.3.1.3的要求。

6.3.3.3 按照GB 15085的规定进行检测。

6.3.3.4 将驾驶室升降3次，记录升降时间和升降距离。目视检查升降过程是否平稳、有无卡滞现象。起升驾驶室时，在驾驶室顶部四角及前后边缘中间位置分别放置一个障碍物，在顶部距障碍物150mm时分别检查驾驶室是否可以停止上升。

6.3.4 液压系统

6.3.4.1 资料查验液压系统、液压元件证明文件，检查其是否满足5.2.4.1的要求。

6.3.4.2 检查液压系统压力表接口、安全阀、油量计、安全锁止装置是否满足5.2.4.2~5.2.4.6要求。

6.3.5 控制装置

检查5.2.5.1~5.2.5.7项目。

6.3.6 专用要求

6.3.6.1 内燃式牵引车

检查排气装置、油箱及附件、排气系统是否满足5.2.6.1的要求。

6.3.6.2 电动式牵引车

按照附录A检查电动式牵引车是否满足5.2.6.2的要求。

6.3.6.3 混动式牵引车

按照附录B检查混动式牵引车是否满足5.2.6.3的要求。

6.4 机动性能试验

6.4.1 启动性能检查

6.4.1.1 常温启动性能检查

在环境温度-5℃时，采用发动机配置的启动装置（不包括低温启动装置）分别启动牵引车3次，每次间隔至少2 min。

6.4.1.2 低温启动性能检查

在环境温度-15℃时，启动牵引车，检查牵引车配置的低温启动装置是否工作正常。

6.4.2 车速试验

6.4.2.1 最低稳定车速试验

按照GB/T 12547的规定对最小稳定车速进行检验。

6.4.2.2 最高车速试验

按照GB/T 12544的规定对最高车速进行检验。

6.4.3 最大牵引力试验

6.4.3.1 内燃式牵引车最大牵引力试验

牵引车额定质量状态时在平坦、干燥、清洁的硬路面（沥青或水泥路面）上，用牵引杆联接试验牵引车和负荷拖车（或能施加负荷的一般拖车），牵引杆应保持水平。试验时，牵引杆纵轴线和行车方向应保持一致。

启动牵引车，使牵引车处于牵引档，驱动轮处于驱动状态，油门全开，负荷拖车施加负荷，牵引车速度平稳下降，直至发动机熄火或驱动轮完全滑转或液力变矩器失速为止，用仪器记录最大牵引力。

在下列任意一种情况，牵引力的平均值作为最大牵引力值：

- a) 发动机熄火前稳定运转状态下 3 s 内；
- c) 驱动轮完全滑转；
- d) 液力变矩器失速状态时 3 s 内。

试验往返各进行1次，以2个方向的最大牵引力平均值作为试验结果。

6.4.3.2 电动式牵引车最大牵引力试验

牵引车在额定质量状态时在干燥、平整的水泥或沥青道面测量最大牵引力。

在牵引车和负荷车之间安装拉力传感器，负荷车挂钩中心离地高度应与牵引车挂钩中心离地高度一致。加载负荷车，使其保证牵引车牵引档发挥最大功率时仍能保持静止状态，将牵引车档位置于牵引档，缓缓将加速踏板踩下，直至牵引电机堵转或驱动轮完全滑转或控制器过流保护为止，用仪器记录最大挂钩牵引力。

在下列任意一种情况，牵引力的平均值作为最大牵引力值：

- a) 牵引电机 5 min 工作制最大允许电流；
- e) 控制器过流保护；
- f) 牵引电机堵转；
- g) 驱动轮完全滑转。

试验往返各进行1次，以2个方向的最大牵引力平均值作为试验结果。

6.4.4 牵引能力试验

6.4.4.1 内燃式牵引车

牵引车额定质量状态时，在牵引车和负荷车之间安装拉力传感器，负荷车牵引装置中心离地高度与牵引车牵引装置中心离地高度一致。牵引车分别以各档最大运行速度行驶，车速稳定后，用负荷车加载，使牵引车车速平稳下降，直至最小稳定车速。在测试采样过程中，车速应稳定20 s或20 m（取两者中时间较长的作为试验结果）。用仪器记录整个试验过程，绘制出牵引力—运行速度特性曲线。

6.4.4.2 电动式牵引车

牵引车在动力蓄电池充满电后，持续牵引额定牵引负荷，以最高运行速度行驶，直到样车显示的电量达到规定值或动力蓄电池低电量报警时，检查牵引车是否出现过热或动力系统损坏现象。

6.4.5 连续工作时间检验

内燃式牵引车油箱加满燃油，在牵引0.5倍最大牵引质量状态时，以最大运行速度行驶，直到发动机油量报警时，记录累计行驶时间。

6.4.6 传动性能检查

6.4.6.1 在牵引车的起步、换挡变速、转向和制动各种状态下，观察牵引车是否平稳、是否有冲击现象。

6.4.6.2 在牵引车运动过程中当车辆未停稳时操纵变速器挡位换至相反运动方向，检查变速器是否无法实现换挡。

6.4.6.3 目视检查牵引车是否符合 5.3.2.3、5.3.2.4 的要求。

6.4.7 转向性能检验

6.4.7.1 检验各转向装置

分别设置转向方式，检查各转向方式是否互锁。检查转向装置是否结构紧凑、安装方便且操作灵活可靠，检查转向或曲线行驶时，左右驱动轮是否协调运转，检擦是否具有全车轮回正功能、是否具有车轮状态显示装置。

6.4.7.2 方向盘的最大转动圈数及方向盘的最大自由转动量

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。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。

6.4.8 制动性试验

6.4.8.1 行车制动试验

牵引车在额定质量状态下，车辆的调整状况良好，制动系统、传动系统无任何漏泄现象。在平坦、干燥、清洁的硬路面（沥青或水泥路面）的直线跑道上进行行车制动检测。牵引车在规定路面上以 $20\text{ km/h} \pm 1\text{ km/h}$ 的速度行驶至测量路段，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。

按公式（1）计算制动时的平均减速度。

$$a = \frac{V^2}{2m} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- a ——平均减速度，单位为米每平方秒（ m/s^2 ）；
- V ——制动初速度，单位为米每秒（ m/s ）；
- m ——制动距离，单位为米（ m ）。

6.4.8.2 驻车制动试验

将牵引车置于15%的坡道上停稳后，启动驻车制动装置，观察其在5 min内是否发生移动，正、反两个方向各进行1次。

6.5 通过性检验

6.5.1 用长度测量仪器测量牵引车的最小离地间隙和通道圆外圆直径。

6.5.2 按照 GB/T 12673 的方法测量牵引车的接近角和离去角。

6.6 外部照明及灯光信号装置

6.6.1 检查外部照明及光信号是否满足 5.5.1 的要求。

6.6.2 检查工作照明灯是否满足 5.5.2 的要求。

6.7 可靠性试验

按照GB/T 12678的规定对行驶可靠性进行试验，记录累计作业时间，故障维修时间，按照QC/T 900的规定判断故障类别，记录故障次数。

按公式（2）和公式（3）计算平均无故障工作时间。

$$T = \frac{T_0}{N} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- T ——平均无故障工作时间，单位为小时（ h ）；
- T_0 ——累计作业时间，单位为小时（ h ）；
- N ——当量总故障次数。

$$N = \sum_{i=2}^4 R_i \varepsilon_i \dots\dots\dots (3)$$

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 $\varepsilon_1 = \infty$ ，严重故障 $\varepsilon_2 = 3.0$ ，一般故障 $\varepsilon_3 = 1.0$ ，轻微故障 $\varepsilon_4 = 0.1$ 。

6.8 环境适应性

6.8.1 低温试验

按照GB/T 2423.1的规定进行试验。

6.8.2 高温试验

按照GB/T 2423.2的规定进行试验。

6.8.3 湿热试验

按照GB/T 2423.3的规定进行试验。

6.8.4 封闭式驾驶室的牵引车淋雨试验

6.8.4.1 驾驶室前风挡玻璃淋雨试验

喷淋强度为8 mm/min~10 mm/min, 喷淋角度与铅垂方向成30°~45°;喷嘴朝向前挡风玻璃, 距前风挡玻璃800 mm~1000 mm, 喷淋时间15 min。

6.8.4.2 驾驶室门、窗及车体淋雨试验

喷淋强度为4 mm/min~6 mm/min, 喷淋角度与铅垂方向夹角30°~45°;喷嘴朝向门、窗、车体, 距门、窗、车体800 mm~1000 mm, 喷淋时间15 min。

6.8.4.3 敞开式驾驶室的牵引车淋雨试验

喷淋强度为4 mm/min~6 mm/min, 喷淋角度与铅垂方向夹角30°~45°;喷嘴朝向车体顶部、侧围, 喷嘴距车体顶部、侧围800 mm~1000 mm, 喷淋时间15 min。

6.8.5 涉水

将电动式牵引车置于100 mm深的水池中, 牵引车以20 km/h±2 km/h行驶累计500 m, 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)不超过10 min, 记录行驶距离和时间, 检查牵引车行驶和作业功能, 如前进、倒车、转向、制动、升降。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, 是否满足5.7.5的要求。

6.8.6 电磁兼容

内燃式登机梯电磁兼容的限值应符合GB 34660的规定。电动式登机梯电磁兼容的限值应符合GB 34660和GB/T 18387的规定。

6.8.7 高海拔

牵引车处于-30℃环境下, 打开车门、车窗、电池舱门、电控箱盖, 设置温度计, 并测量驾驶室、电池舱、电控箱的温度和湿度。上述区域的温度达到-30℃并稳定后, 继续保持恒温至少4 h。启动样车, 检查电机、各标志灯、信号灯和控制面板是否能正常动作。模拟检查在-30℃环境下, 充电是否正常。牵引车处于大气压力60 kPa环境下, 启动样车, 检查电机、各标志灯、信号灯和控制面板是否能正常动作。

6.9 环保要求

6.9.1 加速行驶车外噪声试验

按照GB 1495的规定对加速行驶外噪声进行检验。检测位置为离地高1.5 m, 距离车辆行驶中心线9 m。

6.9.2 司机耳旁噪声试验

按照GB 7258的规定对司机耳旁定置噪声进行测量。

6.9.3 柴油机排气污染物排放测定

按照GB 20891和HJ 1014的规定对柴油机排气污染物的排放进行检验, 按照GB 36886的规定对排气烟度进行检验。

7 检验规则

7.1 检验分类

牵引车的检验分为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，检验合格后签署产品合格证书。

7.2.2 出厂检验项目见表3。

表3 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	本文件章条号	
				技术要求	试验方法
1	一般要求	△	△	见5.1	见6.2
2	安全要求	△	△	见5.2	见6.3
3	机动性能	---	△	见5.3	见6.4
4	通过性	△	△	见5.4	见6.5
5	外部照明及灯光信号装置	---	△	见5.5	见6.6
6	可靠性	---	△	见5.6	见6.7
7	环境适应性	---	△	见5.7	见6.8
8	环保要求	---	△	见5.8	见6.9

注：“△”表示包括该项目，“-”表示不包括该项目。

7.2.3 出厂检验中若有不符合项，应重新调试、修正、检测，直至合格为止。

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：

- 新产品定型；
- 停产一年以上恢复生产或老产品转厂生产；
- 产品的设计、工艺和材料的改变，可能影响产品性能；
- 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；
- 民航管理部门提出设备符合性检验要求。

7.3.2 合格性检验项目见表3。

7.3.3 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测，若仍不合格，则该产品不合格。

8 标牌、标识、使用说明书

8.1 标牌

8.1.1 牵引车的标牌应为金属材质且固定在明显位置，标牌上应至少包括：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号、编号和产品标准号；
- c) 生产企业名称；
- d) 最大牵引力（kN）；
- e) 最高车速（m/s）；
- f) 整备质量（kg）；
- g) 外形尺寸（mm）；
- h) 出厂日期。

8.1.2 内燃式牵引车的标牌除包含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 电动式牵引车的标牌除包含8.1.1内容外，还应至少包含以下内容：

- a) 驱动电机的型号和功率；
- 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 混动式牵引车的标牌应满足以下要求。

燃油和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 牵引车应标识充气轮胎规定的气压。

8.2.2 牵引车应按 GB/T 7593 的规定标识燃油和液压油加注点。

8.2.3 牵引车潜在危险的部位应设置安全警示标识。

8.2.4 牵引车应在吊装点和支撑点设置标识。

8.3 使用说明书

产品使用说明书应符合GB/T 9969的规定。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

9.1.1 牵引车及其备附件在包装前，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：

- 产品合格证，应符合GB/T 14436 的规定；
- 产品使用说明书；
- 产品零件图册；
- 主要配套件的合格证及其使用说明书等；
- 装箱清单；
- 随车附件清单。

9.2 运输

牵引车在铁路（或水路）运输时宜以自驶方式上下车（船），如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

牵引车长期存放时，应将冷却液和燃油放尽，切断电源，锁闭车门、窗，放置于通风、防潮、防暴晒和有消防设施的场地，并按产品使用说明书的规定进行定期保养。

附录 A
(规范性)
电动式飞机牵引车专用要求和试验方法

A.1 安全要求**A.1.1 人员触电防护要求****A.1.1.1 直接接触防护要求**

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} ，将电气元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/U	
	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 间接接触防护要求

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 Hz 或 60 Hz，历时 1 min。

表 A.2 耐受电压

单位为伏特

基本绝缘	附加绝缘	双重或加强绝缘
$2U+1\ 000$ 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 功能要求**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启动牵引车的装置。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.1.2.1.3 采用电压 60 V (d. c.) (含) 以上储能系统的牵引车，其动力系统应与底盘隔离。

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 20%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) 能使牵引车驶至充电区域（行驶距离不低于 1 km）；
- b) 能为照明系统提供所需的电量。

A.1.2.2.3 当制动信号和加速信号同时出现时，整车控制系统应优先响应制动信号。

A.1.2.3 换向行驶

应设置换向保护装置，确保在改变驱动方向时，只有牵引车停稳后，才能够实现换向。

A.1.2.4 切断开关

需要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，驾驶员离开驾驶位后 3s~5s 应能自动切断驱动主回路。不需要驱动电机提供上装动力的牵引车，驾驶员离开驾驶座后 3s~5s 应能自动切断驱动主回路。

A.1.2.5 主开关

在驾驶员方便操作的位置应设置一个手动机械式切断动力电源的主开关。

A.1.2.6 电缆连接器

电缆连接器应与动力电缆相匹配，且压接牢固，其防护等级应不低于 IP55。电压在 60 V (d. c.) (含) 以上的电缆连接器应设置锁止装置，且采用橘红色的高压线。

A.1.2.7 连接互锁装置

在充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.1.2.8 功能防护

A.1.2.8.1 动力系统供电应采用双线回路设计。

A.1.2.8.2 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.1.2.8.3 驱动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.1.2.8.4 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.1.3 储能系统要求

A.1.3.1 安装与保护

A.1.3.1.1 储能系统安全应符合 GB 38031 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 应在储能系统附近设置机械式电源总开关。

A.1.3.1.4 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 980 N 压力时，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.1.3.1.5 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.1.3.1.6 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.1.3.1.7 B 级电压的储能系统和高压部件应设置警示标志，如图 A.1 所示。警示标记应符合 GB 2893、GB 2894—2008 中表 2 中编号 2-7 和 GB/T 5465.2—2023 中第 4 章 5036 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。



图 A.1 警示标志

A.1.3.1.8 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（图 A.1 中的）警示标识。

A.1.3.1.9 采用铅酸类储能系统的牵引车，储能系统装置（含盖板）应设置适当的通风孔，储能系统装置内表面应能抗电解质的化学腐蚀。储能系统装置应采取防护装置，防止电解质流到地面。

A.1.3.1.10 两个储能系统连接端子间的爬电距离应符合公式（A.1）要求。

$$d \geq 0.25U + 5 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

d ——两个储能系统连接端子间的爬电距离，单位为毫米（mm）；

U ——储能系统两个连接端子间的标称电压，单位为伏特（V）。

带电部件与底盘之间的爬电距离应符合公式（A.2）要求。

$$d \geq 0.125U + 5 \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

d ——带电部件与底盘之间的爬电距离，单位为毫米（mm）；

U ——储能系统两个连接端子间的标称电压，单位为伏特（V）。

A.1.4 电机及其控制系统要求

A.1.4.1 电机及其控制系统应符合 GB/T 18488 的规定。

A.1.4.2 电机防护等级应不低于 IP65。

A.1.4.3 电机绝缘等级应不低于 H 级。

A.1.4.4 电机的任何部件均不应使用硅树脂材料。

A.1.4.5 电机在绝缘等级限定温度下工作，漆包线的电气性能、机械性能和绝缘性不应降低。

A.1.4.6 驱动电机宜采用 S2 60 min、S1 和 S9 工作制。

A.1.4.7 如果选用转向电机，则应采用 S2 30 min、S2 60 min 或 S1 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应引起任何部件失效和过度变形。

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储能系统将要发生热失控。

A.1.5.1.2 储能系统应安装熔断器和手动维修开关。

A.1.5.1.3 牵引车在额定质量状态下，从储能系统满电量开始直到储能系统低电量报警时，应能连续行驶，电动机、储能系统、控制器等不应出现过热现象。

A.1.5.2 阻燃防护要求

除单个储能单元外，储能系统内其他非金属零部件，应满足以下阻燃要求。

- 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 ≥ 50 g；
 - 2) 单个储能系统内相同型号的零件总质量 > 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 灭火装备配置要求

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 充电接口要求

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 1000 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 Ω 。

A. 1. 6. 3 充电连接装置

充电连接装置应符合 GB/T 20234. 1—2023 中第 6 章、GB/T 20234. 2—2015 中第 4~7 章、GB/T 20234. 3—2023 中第 4~7 章和 GB/T 27930—2023 中第 4 章的要求。直流充电连接装置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 充电要求

充电装置应满足民用机场机坪全天候充电的需求。

A. 1. 7 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及远程监控的需求，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. 1. 8 爬坡性能

牵引车的最大爬坡度应不低于 5. 3. 4. 3 中规定的驻车坡度要求，且爬坡过程中电动机电流不应高于电动机 5 min 工作制下最大允许电流。

A. 1. 9 续驶里程

电动式牵引车的续驶里程应满足设计要求且不小于 100 km。

A. 1. 10 能量消耗率

电动式牵引车的能量消耗率应当满足制造商设计要求。

A. 2 试验方法

A. 2. 1 人员触电防护要求

A.2.1.1 直接接触防护要求

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 间接接触防护要求

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 功能要求

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.2.2.1.3 检查动力系统与底盘是否满足A.1.2.1.3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.2.2.2.3 模拟检查制动信号和加速信号响应逻辑是否满足A.1.2.2.3的要求。

A.2.2.3 换向行驶

模拟检查转向功能是否满足A.1.2.3的要求。

A.2.2.4 切断开关

模拟检查驾驶员离开驾驶位后驱动主回路自动切断功能是否满足A.1.2.4的要求。

A.2.2.5 主开关

模拟检查电源切断开关是否满足A.1.2.5的要求。

A.2.2.6 电缆连接器

资料查验电缆连接器防护等级、目视检查电缆连接器锁止装置及电缆颜色是否满足A.1.2.6的要求。

A.2.2.7 连接互锁装置

模拟检查充电电缆与牵引车连接时的互锁功能是否满足A.1.2.7的要求。

A.2.2.8 功能防护

A.2.2.8.1 资料查验牵引车电气原理图，检查是否满足A.1.2.8.1和A.1.2.8.2的要求。

A.2.2.8.2 资料查验驱动电机控制器和转向电机控制器技术资料，检查是否满足A.1.2.8.3的要求。

A.2.2.8.3 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.1.2.8.4的要求。

A.2.3 储能系统要求

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 检查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 检查储能系统附近设置的机械式电源总开关是否满足A.1.3.1.3的要求。

A.2.3.1.4 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.1.3.1.4 的要求。

A.2.3.1.5 检查储能系统的功能配置是否满足 A.1.3.1.5 的要求。

A.2.3.1.6 资料查验储能系统的防护等级是否满足 A.1.3.1.6 的要求。

A.2.3.1.7 检查储能系统及遮挡/外壳的警示标识是否满足 A.1.3.1.7、A.1.3.1.8 的要求。

A.2.3.1.8 检查储能系统通风口、资料查验储能系统内表面是否满足 A.1.3.1.9 的要求。

A.2.3.1.9 用尺寸测量仪器测量两个蓄电池的爬电距离是否满足 A.1.3.1.10 的要求。

A.2.4 电机及其控制系统要求

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.1.4.7 的要求。

A.2.5 消防要求及热失控防护

A.2.5.1 热失控预警

A.2.5.1.1 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.2.5.1.2 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.2.5.1.3 模拟检查连续行驶是否满足 A.1.5.1.3 的要求。

A.2.5.2 阻燃防护要求

资料查验储能系统内其他非金属零部件的阻燃证明文件，检查其材质燃烧等级是否满足 A.1.5.2 的要求。

A.2.5.3 灭火装备配置要求

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.2.6 充电接口要求

A.2.6.1 电源电压

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

A.2.6.2 接地连接和车体电气连接性

A.2.6.2.1 检查牵引车车体接地连接是否满足 A.1.6.2.1 的要求。

A.2.6.2.2 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.2.6.3 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.2.6.4 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.2.6.5 充电要求

模拟检查充电是否满足 A.1.6.5 的要求。

A.2.7 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.1.8 的要求。

A.2.8 爬坡性能

牵引车的最大爬坡度和电动机电流是否满足 A.1.8 的要求。

A.2.9 续航里程

电动式牵引车处于充满电状态时，开始按照规定的程序进行试验。在道路上进行最高车速的等速试验。试验过程中允许停车两次，每次停车时间不允许超过2 min，直到样车显示10%剩余电量时停止试验，且样车应能正常工作。

记录试验期间试验车辆的停车次数和停车时间。试验结束后，记录试验车辆驶过的距离（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。检查其是否满足A.1.10的要求。

A.2.10 能量消耗率

在完成A.2.10检测后，按公式（A.3）计算能量消耗率，并按四舍五入圆整到整数：

$$C = \frac{E}{D} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

E ——充电期间来自电网的能量，单位为瓦时(Wh)；

D ——检测期间行驶的总距离即续驶里程，单位为千米(km)；

C ——检测期间行驶能量消耗量，单位为瓦时每千米(Wh/km)。

附录 B

(规范性)

组合式飞机牵引车专用要求和试验方法

B.1 安全要求

B.1.1 启动和停止

B.1.1.1 当飞机牵引车处于停车，发动机不工作时，如果飞机牵引车仍处于“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 当飞机牵引车在停车状态以及钥匙开关在“关”位置时，飞机牵引车不能自动启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免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 飞机牵引车在各种使用条件下，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 电气连接

B.1.3.1 电气连接件应防止意外断开，若意外断开应有防护措施，不应导致飞机牵引车产生危险。

B.1.3.2 配装在牵引车上的充电装置应符合国家标准。

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B.1.2.1~B.1.2.3的相关要求，进行目视检查。

B.2.3 电气连接

B.2.3.1 按照 B.1.3.1 的相关要求，进行模拟检查。

B.2.3.2 资料查验充电机的检测报告或证明文件，检查其是否满足 B.1.3.2 的要求。