

# 团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—XXXX

## 氢燃料电池混合动力机车整备技术规范

Preparation specification of hybrid electric locomotive based on  
hydrogen fuel cell

（征求意见稿草案）

（本草案完成时间：2025.03）

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

中国交通运输协会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 基本要求 .....	3
5 机车检查 .....	4
5.1 储氢系统 .....	4
5.2 氢燃料电池系统 .....	4
5.3 动力电池系统 .....	4
5.4 其它系统 .....	4
5.5 出库试验 .....	4
6 整备场设施设备 .....	5
6.1 整备场地 .....	5
6.2 地面加氢系统 .....	5
6.3 地面充电系统 .....	5
7 加氢作业 .....	5
7.1 基本要求 .....	5
7.2 氢气置换 .....	5
7.3 氢气加注 .....	6
8 充电作业 .....	6
8.1 基本要求 .....	6
8.2 充电作业 .....	6
9 安全要求 .....	7
9.1 人员安全要求 .....	7
9.2 作业安全要求 .....	7
参 考 文 献 .....	8

## 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。

本文件由中国交通运输协会轨道交通安全技术专业委员会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 氢燃料电池混合动力机车整备技术规范

## 1 范围

本文件规定了氢燃料电池混合动力机车整备的基本要求、整备场设备设施、机车检查、加氢作业、充电作业、安全要求等内容。

本文件适用于氢燃料电池混合动力机车整备，其它以氢燃料电池混合动力系统作为动力的轨道交通车辆可参照执行。

## 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 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
- GB\_T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
- GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语
- GB/T 26990 燃料电池电动汽车 车载氢系统 技术条件
- GB/T 29126 燃料电池电动汽车 车载氢系统 试验方法
- GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
- GB\_T 31138 加氢机
- GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB\_T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- GB\_T 42612 车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB/T 42005.2 轨道交通 储能式电车 第2部分：地面充电系统
- GB 4962-2008 氢气使用安全技术规程
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50516 加氢站技术规范
- T/CCTAS 95—2023 氢燃料电池混合动力机车通用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 24499界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 机车整备 Locomotive Preparation

机车整备是指在机车运用周转过程中，自机车入段交接至出段交接时止，为保证机车运用安全、质量稳定所做的技术作业。

### 3.2 动力蓄电池系统 power battery system

由一个及以上的锂离子电池单元串、并联组成的系统，具有完整功能的能量装置。

### 3.3 储氢系统 hydrogen storage system

进行氢气存储的系统，包括储氢瓶、管路及相关的阀件及传感器等。

## 4 基本要求

4.1 氢燃料电池混合动力机车（以下简称机车）应符合铁路技术管理规程的相关规定，并符合T/CCTAS 95—2023的要求。

4.2 机车整备应符合铁路机车整备管理规则相关规定。

4.3 机车应设置专用的整备场地。

4.4 应根据机车运用情况和机车维护保养手册确定整备周期和范围。

4.5 机车整备安全应符合GB 4962的规定。

## 5 机车检查

### 5.1 储氢系统

5.1.1 储氢瓶组支架应无肉眼可见缺陷及变形，无明显异色，支架表面清洁，无油污，胶状物等缺陷。

5.1.2 氢气瓶瓶身无划伤、磕碰、龟裂等缺陷；表面无化学腐蚀现象；标识内容清晰可见，无破损。

5.1.3 不锈钢管路无变形、裂痕、折弯处无扁平等缺陷，表面无油渍、污渍，卡套接口处无松动，管路阀门位置正确。

5.1.4 电器类部件表面不应有凹凸痕、划伤、裂缝、变形、霉斑等现象，表面涂层不应起泡、龟裂、脱落，金属件不应有锈蚀及机械损伤；

5.1.5 橡胶类部件表面光洁平整，无划伤、龟裂、气泡、凸凹不平、变色等缺陷。

5.1.6 螺栓防缓标识清晰、无错位；螺栓安装和紧固状态正常。

5.1.7 气瓶扎带位置无偏移，硅胶垫全部包裹气瓶，与气瓶之间无填充缝隙，气瓶与扎带不应直接接触。

5.1.8 用氢气检漏仪测试管路接口、阀门，单位小时泄漏率 $<0.1\%$ 。

### 5.2 氢燃料电池系统

5.2.1 检查氢燃料电池系统外观状态，应状态良好，各部件、电气线路连接可靠。

5.2.2 检查空气管路的连接及密封性情况，连接及密封应良好，无漏气现象。

5.2.3 对空气滤清器滤芯进行清洁或更换。

5.2.4 检查空气压缩机运转情况，应正常。

5.2.5 检查冷却液液位，液位正常；检查冷却系统水泵，应运转正常；检查散热器片，应无堵塞，清理散热器表面的灰尘和杂物。

5.2.4 检查氢气管路，应无泄漏，氢气循环泵运转正常，尾气排放氢气浓度 $<4\text{vol}$ 。

### 5.3 动力电池系统

5.3.1 检查动力电池外观，应无变形、变色等。

5.3.2 检查动力电池组的单节电芯和模组电压、温度等参数，应符合要求。

5.3.3 检查电芯壳体，应无鼓包、漏液或变形，绝缘涂层无破损。

5.3.4 动力电池组应连接可靠，无松动、氧化现象。

5.3.5 动力电池组消防保护系统外观应正常。

### 5.4 其它系统

机车车体、转向架、制动系统、照明、轮对、电机、电器、变流器等各部件检查执行相关标准及T/CCTAS 95—2023相关质量要求。

### 5.5 出库试验

5.5.1 机车无故障信息，音视频系统、列车运行监控记录装置、机车走行部监测装置、机车信号装置、列车无线调度通话设备转储数据分析正常。

5.5.2 机车制动机性能试验符合相关要求。

5.5.3 机车低压试验、高压试验、氢燃料电池启停机试验符合相关要求。

## 6 整备场设施设备

### 6.1 整备场地

- 6.1.1 整备场地应符合铁路机务设备设计规范，且应符合GB 50516规定。
- 6.1.2 不宜与内燃机车和电力机车共用整备场地；
- 6.1.3 应具备独立的机车停留线路，宜采取防雨、雪、风沙措施。
- 6.1.4 应安装符合防爆要求的视频监控系统。
- 6.1.5 地面充电设备与加氢系统宜采用独立电源，且不应共用接地。
- 6.1.6 机车加氢、充电设备设施宜采用自动化、智能化设备。

### 6.2 地面加氢系统

- 6.2.1 氢气储存量根据配属机车台数及作业情况确定，一般情况下，小型加氢站3-5日的用量；中型加氢站5-10日用量；大型加氢站10-15日用量。
- 6.2.2 加氢站应符合GB 50516要求。
- 6.2.3 加氢机应符合GB/T 31138要求。
- 6.2.4 地面储氢设备与充电设备、机车停留线路的距离应满足相关标准要求。
- 6.2.5 额定工作压力为 70 MPa 的加氢机应在供氢系统中设置预冷系统，预冷温度范围为  $-40^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.2.6 储氢罐、管道、阀门等设备设施需满足高压氢气存储和输送要求，并定期进行压力容器检测。

### 6.3 地面充电系统

- 6.3.1 地面充电系统应符合满足GB/T 42005.2规定。
- 6.3.2 地面充电系统不应建设在有潜在火灾或爆炸危险的场所附近，当与有火灾或爆炸危险的建筑物毗连时，应符合GB50058 的相关规定。
- 6.3.3 充电设备应独立设置变压器，宜设置双路电源。
- 6.3.4 地面充电系统至少应具备恒压、恒流充电能力。
- 6.3.5 地面充电系统应具备远程停止充电、安全预警功能、记录的日志等功能。

## 7 加氢作业

### 7.1 基本要求

- 7.1.1 安装质子交换膜燃料电池系统的机车，使用的氢气应符合 GB/T 37244-要求；若机车采用其他氢燃料电池系统，氢气品质应符合产品用氢要求。
- 7.1.2 加注过程中输送到车载高压储氢系统的氢气温度应不低于 $-40^{\circ}\text{C}$ 。
- 7.1.3 机车在加氢前应将加氢口接地，且接地电阻值不应大于  $10\Omega$ 。
- 7.1.4 氢气加注过程中应将机车高压电路断开，并设置隔离设备。
- 7.1.5 氢气加注前，机车储氢系统压力不应低于 2MPa。
- 7.1.6 车载储氢瓶应符合 GB 35544 和 GB 42612 的规定。
- 7.1.7 车载储氢系统应符合 GB 26990 的要求，并按照 GB 29126 完成测试。
- 7.1.8 机车加氢口外保护盖内侧应有工作压力、氢气标志等相关标志。

### 7.2 氢气置换

7.2.1 储氢系统首次充氢前，应完成储氢系统气体置换；检修维护和长期停用前，应采用惰性气体完成气体置换工作。

### 7.2.2 置换前准备

- a) 关闭氢气系统与外部管道的连接阀门，设置物理隔离的安全区域。
- b) 确认阀门、管道、压力表无泄漏，置换用氮气纯度 $\geq 99.99\%$ 。
- c) 确保作业区域通风良好，无明火、静电或高温源。
- d) 储氢系统排放氢气时，排放速度 $< 10\text{m/s}$ ，压力达到 $2\text{MPa}$ 时，停止氢气排放。

### 7.2.3 置换操作

a) 充氮排空：向储氢系统缓慢充入氮气至工作压力，再泄压排出，重复 $2\sim 3$ 次，使用氧含量分析仪检测系统内氧气浓度，氧气浓度降至 $\leq 1\%$ 时，完成惰性气体置换）。

b) 充氢排氮：向储氢缓慢注入氢气至工作压力，再泄压排出，重复 $2\sim 3$ 次后，使用氢气纯度分析仪检验氢气验证氢气纯度，验证合格后准备加注氢气。

## 7.3 氢气加注

### 7.3.1 加注前准备

- a) 检查车载储氢系统的压力及温度，应在允许范围内。
- b) 对系统进行气密性检查，阀门、管路无泄漏。
- b) 连接加氢设备与机车氢气加注口，开始加注。

### 7.3.2 过程控制

- a) 根据车载储氢系统设计参数设定目标压力加注氢气，禁止超压。
- b) 检查预冷加注时的储氢瓶氢气温度，禁止温度超过限值。
- c) 单枪加注流量不宜超过 $7.2\text{kg/min}$ ，平均升压速率需满足储氢系统安全要求，推荐均升压速率值 $\leq 3.5\text{MPa/min}$ 。
- d)  $70\text{MPa}$ 高压加注时，应采用车地通信的加注模式，实时监测储氢系统压力、温度及加注进度；非车地通信加注需人工严格控制加注量与时间。

### 7.3.3 加注结束操作

- a) 储氢系统达到目标压力后停止加注，保持管路压力稳定 $30$ 秒以上，应无泄漏。
- b) 缓慢卸压，断开加氢枪，记录加注数据。

## 8 充电作业

### 8.1 基本要求

- 8.1.1 根据机车需求合理选择接入系统的电压等级和电压制式。
- 8.1.2 交流输入电源电压偏差限值符合GB/T 12325要求；交流输入电源频率允许偏差应符合GB/T 15945要求。
- 8.1.3 电源接入点为三相电源时，不平衡允许限值应符合GB/T 15543规定。
- 8.1.4 向公共电网所注入的谐波电流和引起电源接入点电源正弦畸变率应符合GB/T 14549规定。
- 8.1.5 控制系统、保护系统等所需的供电电源宜采用DC $220\text{V}$ 或DC $110\text{V}$ 。
- 8.1.6 机车动力电池组状态应符合充电相关要求。

### 8.2 充电作业

#### 8.2.1 充电前准备

- a) 机车在充电前，确认氢燃料电池停机、储氢系统处于隔离状态；
- b) 查动力电池组电压、温度，应在允许范围内，无异常报警、无故障；
- c) 检查机车充电接口与充电桩连接状态，连接应良好，锁闭可靠；
- d) 车地充电通信应正常。

#### 8.2.2 过程控制

- a) 实时监控动力电池电压、电流、SOC、温度，应在规定的范围内；
- b) 充电过程中，监测到过压、过流、温度异常时，应能立即停止充电。

### 8.2.3 充电结束

- a) 采用车地通信充电模式时，SOC 达到设定值应自动停止充电；非车地通信模式充电，充电系统应根据电压和充电电流等条件，自动停止充电。
- b) 充电结束后，动力电池系统稳定30秒以上，系统无异常后再断开充电连接。
- c) 锁闭充电接口，记录充电数据。

## 9 安全要求

### 9.1 人员安全要求

- 9.1.1 加氢、充电作业人员应定期接受安全生产教育和岗位技能培训，掌握氢燃料电池混合动力机车安全知识、用电安全规范、紧急情况的处理方法和触电急救法，考核合格后上岗。
- 9.1.2 作业人员应取得行政许可要求的相关资格证书，并应按照操作流程和岗位规范进行操作。
- 9.1.3 作业前应穿戴防静电服、防护手套及面罩，释放人体静电。

### 9.2 作业安全要求

- 9.2.1 加氢前，确认加氢设备及连接管道状态，应无泄漏。
- 9.2.2 加氢作业的场地安全设施、风险控制、检测、作业人员要求等应符合 GB/T 29729 的要求。
- 9.2.3 实时监测加氢过程中的压力变化，确保在安全范围内。
- 9.2.4 加氢、充电区域可燃气体报警器、防雷防静电接地装置应作用良好。
- 9.2.5 加氢、充电作业区域严禁明火、静电火花，保持通风良好。
- 9.2.6 充电设备应配置的过压、欠压、过流、短路保护装置，加氢与充电设备间应设置联锁、联跳功能。
- 9.2.7 加氢、充电设备应设置安全防护措施。
- 9.2.8 禁止在充电时进行车载氢系统维护或其他高压操作。

## 参 考 文 献

- [1] TSG 07-2019特种设备生产和充装单位许可规则
- [2] 《铁路技术管理规程》
- [3] 《机车整备管理规则》