

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—XXXX

氢燃料电池混合动力机车 检修技术规范

Maintenance specification of hybrid electric locomotive based on
Hydrogen fuel cell

（征求意见稿草案）

（本草案完成时间：2025.02）

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
3.1 涉氢作业	3
3.2 带氢作业	3
4 基本要求	3
4.1 机车检修场所	3
4.2 机车	3
4.3 检修作业人员	3
4.4 检修周期与范围	4
5 机车检修	4
5.1 机车检修基本要求	4
5.2 氢燃料电池系统检修	4
5.3 储氢系统检修	5
5.4 动力电池系统检修	7
5.5 机车其他系统、部件检修	8
6 机车验收	8
7 检修记录	8
附 录 A (资料性) 表 A 机车检修记录推荐样表	9
参 考 文 献	10

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检修技术规范

1 范围

本文件规定了氢燃料电池混合动力机车检修的基本要求、机车检修、机车验收、检修记录等内容。本文件适用于氢燃料电池混合动力机车检修，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 4692-2008 氢气使用安全技术规程

GB 12014 防护服装 防静电服

GB 21148 足部防护 安全鞋

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

T/CCTAS 95界定的以及下列术语和定义适用本文件。

3.1 涉氢作业

检修维护过程中对涉氢系统进行拆卸、部件更换的相关作业。

3.2 带氢作业

储氢系统中存储氢气时，对氢燃料电池混合动力机车开展的检修、维护作业。

4 基本要求

氢燃料电池混合动力机车（以下简称机车）检修作业应符合机车相关检修工作要求及检查办法。

4.1 机车检修场所

4.1.1 机车检修场所为通风良好的敞开或半封闭厂房，厂房通风应符合GB 4962-2008中4.1.5、4.1.6的规定，厂房氢气监测应符合GB 4962-2008中4.1.7的规定。

4.1.2 机车未完成排氢和置换，不应进入封闭场所检修。

4.1.3 检修场地内宜设置合理的视频监控设施。

4.2 机车

4.2.1 机车检修前，检查车载涉氢系统，涉氢系统应无泄漏；检查涉氢系统安全装置，安全装置状态正常。

4.2.3 机车进入检修作业场地后，应将高、低压电气系统断开，车体应可靠接地。

4.3 检修作业人员

4.3.1 检修作业人员应经过岗位培训、考试合格后持证上岗。

4.3.2 机车带氢作业时，作业人员应穿戴符合 GB 12014 规定的阻燃、防静电工作服和符合GB 21148规定的防静电鞋。

4.3.3 机车涉氢作业时，特种作业人员应经过专业培训，持有特种作业资格证，并在有效期内持证上岗。

4.3.4 机车涉氢作业时应使用不产生火花工具；

4.4 检修周期与范围

机车检修周期与范围应根据实际技术状态、走行公里或时间确定。

5 机车检修

5.1 机车检修基本要求

机车检修应按维修手册及运营单位检修体系执行。

5.2 氢燃料电池系统检修

氢燃料电池系统检修项目及检修要求见表1。

表1 氢燃料电池系统检修项目及检修要求

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
1	线束检查	高、低压线束无松动、破损、变色、老化、烧蚀等现象。	1. 线束松动时重新绑扎； 2. 线缆发生破损、变色、老化、烧蚀时进行线束更换。	3个月
		连接器连接牢固、无松动；	连接器松动时需拆卸检查，若发生缩针，进行修复，无法修复时更新。	3个月
2	管路检查	1. 检查氢燃料电池空气管路、氢气管路和冷却液管路，管路无松动、破损、变形、锈蚀； 2. 检查管路接口，应无泄漏； 3. 检查管路固定情况，牢固、无松动。	1. 管路松动重新紧固；发生破损、变形和锈蚀时进行评估，不满足要求时更新； 2. 发生泄漏时进行修复，无法修复时更新； 3. 管路固定组件松动时重新紧固，无法紧固时更新。	3个月
3	紧固件状态检查	1. 关键位置螺栓防松标识检查，标识清晰； 2. 关键位置螺栓紧固状态检查。	1. 关键位置螺栓涉及燃料电池紧固螺栓、空气压缩机螺栓、防护盖罩、供氢管路固定螺栓等； 2. 螺栓松动的重新按扭矩紧固，螺栓失效损坏的更新并适当增加检查频次，开展螺栓失效原因分析。	3个月
4	部件绝缘状态检查	1. 通过微机网络控制系统，检查系统绝缘状态，应无绝缘报警； 2. 主散热冷却液电导率检查，电导率在正常范围，且变化趋势稳定。	1. 若发生绝缘报警，通知专业人员处置故障，恢复部件状态； 2. 若电导率较上次检查上升较明显，或离子浓度接近报警值，需更换去离子器。	3个月
5	减震垫状态检查	减震垫无开裂、破损。	定期检查，开裂破损时更换。	3个月

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
6	表面除尘	定期对部件表面进行除尘。	除尘方式应按检修手册要求执行。	6个月~1年
7	空气滤芯	定期对空气滤芯进行清洁。	清洁要求及清洁方式应按检修手册要求执行。	6个月~1年
8	传感器标定	定期进行氢气浓度传感器标定。	标定后不合格的进行更换。	1年
9	空气滤芯	定期更换。	根据检修手册要求定期更换。	1年
10	去离子器	定期更换。	根据检修手册要求定期更换。	1年
11	冷却回路颗粒过滤器	定期更换。	根据检修手册要求定期更换。	3年
12	供氢管路滤网	定期更换。	根据检修手册要求定期更换。	3年
13	冷却液冰点检查	使用仪器进行冷却液冰点检查。	冷却冰点不符合应用时进行更换。	1年
14	氢泄漏检查	使用手持式氢气检测仪检查供氢管路接头, 氢气无泄漏。	发生泄漏超限时, 排空管路内高压气体, 完成修复后重新进行泄漏测试, 若不符合重复上述步骤, 直到管路气密性符合要求为止。	3个月
15	燃料电池寿命状态检查	定期检查。	寿命达到报废要求时, 更换系统。	装车3年后检查, 之后建议每年检查1次

注: 本表所列检修周期应根据检修单位实际情况确定。

5.3 储氢系统检修

储氢系统检修项目及检修要求见表2。

表2 储氢系统检修项目及检修要求

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
1	外观检查	储氢系统外观无裂纹、锈蚀和变形。	发生锈蚀进行修复, 发生裂纹、变形下车检修。	1年
2	线束检查	线束绑扎牢固、无破损、变色、老化等现象。	1. 线束松动时重新绑扎; 2. 线缆发生破损、变色、老化、烧蚀时进行线束更换。	3个月
		1. 连接器无松动; 2. 连接器松动时需检查脱针、锈蚀情况。	1. 若发生脱针, 尝试修复, 无法修复时更新连接器; 2. 连接器针孔件发生锈蚀时更新; 3. 连接器无松动时无需断开插头、插座检查。	3个月
3	管路检查	1. 检查储氢系统加氢、供氢管路, 管路应无松动、接磨、	1. 管路松动重新紧固; 发生接磨时进行状态评估, 严重时更换管	3个月

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
		变形、锈蚀； 2. 管路接口泄漏检查，无泄漏	路；管路变形进行评估，必要时更换管路；管路锈蚀时直接更换。 （上述问题应进行原因分析处置，避免问题持续发生） 2. 发生泄漏时进行修复，无法修复的更新；	
4	紧固件状态检查	1. 关键位置螺栓防松标识检查，标识清晰； 2. 关键位置螺栓紧固状态检查；	1. 关键位置螺栓涉及燃料电池紧固螺栓、空气压缩机螺栓、防护盖罩、供氢固定管路螺栓等。 2. 螺栓松动的重新按扭矩紧固，螺栓失效损坏的更新并适当增加检查频次，开展螺栓失效原因分析。	3个月
5	标识检查	氢气瓶类型、公称工作压力和氢气瓶终止使用期限等信息，清晰、完整，外观正常；	标识模糊不清晰时更新标识。	1年
6	接地状态	接地线无断股、松动、锈蚀等现象，状态良好。	接地线发生断股、锈蚀时进行更换。	6个月
7	加氢口防尘盖检查	防尘盖状态良好，无破损。	防尘改破损时更换。	6个月
8	氢系统状态检查	1. 钢结构骨架无裂纹； 2. 氢瓶无位移，钢带与氢瓶间橡胶状态良好，无硬接磨。 3. 通过微机显示屏进行状态检查，应无报警。	1. 若钢结构发生裂纹，系统下车检修； 2. 若氢瓶出现位移、与钢带发生接磨时，系统下车检修。 3. 显示屏发生故障时，由专业维修人员进行维修，解决报警问题。	6个月~1年
9	表面除尘	定期对储氢系统表面进行除尘。	除尘方式应按检修手册要求执行。	6个月~1年
10	排放口检查	氢系统泄漏排放口无堵塞。	发生堵塞时按检修手册要求进行清洁。	6个月
11	加氢口检查	加氢口定期除尘清洁。	按检修手册要求进行加氢口清洁。	6个月
12	传感器标定	定期进行氢气浓度传感器标定。	标定后不合格的进行更换。	1年
13	安全阀、泄压阀	安全阀定期进行功能检查。	功能不合格时更换。	1年
14	供氢管路滤网	定期更换。	根据检修手册要求定期更换。	3年
15	储氢系统	储氢系统更换。	按储氢系统设计寿命定期更换	15年
16	氢泄漏检查	使用手持式氢气检测仪检查供氢管路接头，氢气无泄漏。	发生泄漏超限时，排空管路内高压气体，完成修复后重新进行泄漏测试，若不符合重复上述步骤，直到管路气密性符合要求为止。	3个月
17	氢瓶定检	按国家相关标准要求，进行	寿命达到报废要求时，更换系统。	1年

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
		定期检验。		
注：本表所列检修周期应根据检修单位实际情况确定。				

5.4 动力电池系统检修

动力电池检修项目及检修要求见表3。

表3 动力电池系统检修项目及检修要求

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
1	外观检查	电池柜外观良好，无锈蚀、变形、裂纹等。	发生锈蚀进行修复，发生裂纹、变形下车检修。	1年
2	密封检查	柜体应密封良好，符合设计要求。	密封不良时，查找原因，并有针对性更新密封胶条。	1年
3	线束检查	高、低压线束无松动、破损、变色、老化、烧蚀等现象。	1. 线束松动时重新绑扎； 2. 线缆发生破损、变色、老化、烧蚀时进行线束更换。	3个月
		1. 连接器无松动； 2. 连接器松动时需检查脱针情况。	1. 连接器松动重新紧固。 2. 若发生脱针，尝试修复，无法修复时更新。	3个月
4	管路检查	1. 检查动力电池防火管路和冷却液管路，无松动、接磨等问题； 2. 防火系统管路无变形、弯折状态； 3. 当配置水冷系统时，检查管路接口状态，应无泄漏、渗漏、锈蚀等； 4. 管路采用卡箍固定式，检查卡箍状态，卡箍无松动。	1. 管路松动重新紧固；发生接磨时评估管路情况，不符合要求时更换管路，管路固定牢固无接磨； 2. 管路变形或弯折时进行修正，确保管路畅通，评估无法满足要求时更新； 3. 发生泄漏、渗漏时进行修复，无法修复时更新；发生锈蚀时进行更新； 4. 卡箍松动时重新紧固，无法紧固的卡箍更新。	3个月
5	紧固件状态检查	1. 关键位置螺栓防松标识检查，标识清晰； 2. 关键位置螺栓紧固状态检查。	1. 关键位置螺栓涉及燃料电池紧固螺栓、空气压缩机螺栓、防护盖罩、供氢固定管路螺栓等。 2. 螺栓松动的重新按扭矩紧固，螺栓失效损坏的更新并适当增加检查频次，开展螺栓失效原因分析。	3个月
6	接地状态	接地线无断股、松动、锈蚀等现象，状态良好。	接地线发生断股、锈蚀时进行更换。	6个月
7	表面除尘	定期对部件表面进行除尘。	除尘方式应按检修手册要求执行。	6个月~1年
8	热保障系统散热器清洁	定期对散热器进出风口进行清洁，进风口无堵塞。	清洁要求及清洁方式应按检修手册要求执行。	6个月~1年

序号	检查项目	检修要求	检修方法	检修周期
9	防火系统传感器	定期进行防火传感器检查。	按检修手册要求定期检查传感器。	1年
10	动力电池主接触器检查	接触器动作良好,内部无拉弧、烧蚀。	按检修手册要求进行检查,不符合要求时进行更新。	1年
11	防火隔热检查	防火隔热棉、防火气凝胶等防火部件状态良好,无破损,安装牢固无脱落。	按检修手册要求进行状态检查,脱落或状态不良时进行修复或更换。	1年
12	电池一致性检查	定期对电池一致性进行检查,达到误差要求时进行一致性校准。	一致性判定标准由电池供应商提出,校准操作由专业人员通过专业设计完成。磷酸铁锂电池间隔建议为1年,钛酸锂电池检修间隔为3年。	1年~3年
13	冷却回路颗粒过滤器	定期更换(如有)。	根据检修手册要求定期更换。	3年
14	冷却液冰点检查(如有)	使用仪器进行冷却液冰点检查。	冷却冰点不符合应用时进行更换。	1年
15	动力电池寿命状态检查	定期对电池模组或电芯寿命检查。	寿命达到报废要求时,更换系统。	装车3年后检查,之后建议每年检查1次

注:本表所列检修周期应根据检修单位实际情况确定。

5.5 机车其他系统、部件检修

机车其他系统、部件检修参照现有电力机车检修体系执行。

6 机车验收

6.1 机车验收参照铁路机车验收的相关规定执行。

6.2 氢燃料电池、储氢系统、动力电池系统应按检修文件要求进行项目检查,所有检修项目检验合格后,方可开展整车或相应系统的验收工作。

6.3 机车进行解体检修时,整车应按照T/CCTAS 95—2023中15章的规定进行检验,整车检验合格后,方可开展整车验收工作。

7 检修记录

7.1 机车及部件检修竣工后,应对检修项点、检修内容和检修结果进行记录。检修记录可参照电力机车检修记录执行。

7.2 氢燃料电池、储氢、动力电池系统的检修记录应根据检修项点编制具有可操作性的检修过程指导文件,明确工装工具要求、人员资质要求和检验过程要求,并对检验结果进行记录。记录样表参见附录A。

附 录 A
(资料性)
表 A 机车检修记录推荐样表

单位:

车型及车号:

序号	部件	检修项目	检修内容	检验结果	是/否合格
1					<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
2					
.....					
				责任人:	日期:

参 考 文 献

- [1] Q/CRRC J 212—2024 轨道交通 氢燃料电池系统运维技术规范
- [2] Q/CRRC J 213—2024 轨道交通 氢燃料电池机车车辆维护作业技术规范
- [3] Q/CRRC J 1011—2021 城市轨道交通车辆 检修修程通用要求
- [4] Q/CRRC J 1067—2020 城市轨道交通车辆 维修术语
- [5] 总运[2015] 30号 《和谐型交流传动机车修程修制改革方案》
- [6] 铁运[2009]161号 《全面加强铁路机车车辆验收工作的若干规定》
- [7] 《内燃、电力机车检修工作要求及检查办法》
- [8] HXD1型电力机车检修技术规程(C5修)
- [9] HXD1型电力机车检修技术规程(C6修)
- [10] HXD1D型电力机车检修技术规程(C6修)
- [11] HXD2型电力机车检修技术规程(C1-C4修、C5修)
- [12] HXD2型电力机车检修技术规程(C6修)
- [13] HXD2C型电力机车检修技术规程(C1-C4修、C5修)
- [14] HXD3型电力机车检修技术规程(C5修)
- [15] HXD3型电力机车检修技术规程(C6修)
- [16] HXD3D型电力机车检修技术规程(C6修)