

氢燃料电池混合动力机车检修技术规范
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2025年03月

目 录

一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人	1
二、制定标准的必要性和意义	1
三、主要工作过程	3
（一）主要工作概述	3
（二）主要工作内容	3
（三）标准阶段审查情况	3
四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	4
（一）制定标准的原则和依据	4
（二）与现行法律、法规、标准的关系	5
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	5
（一）主要条款说明	5
（二）主要技术指标、参数、实验验证的论述	7
六、重大意见分歧的处理依据和结果	7
七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	7
八、贯彻标准的措施建议	8
九、其他应说明的事项	8

一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人

根据中国交通运输协会发布的《中国交通运输协会标准化技术委员会团体标准会议纪要》[2024]第 542 期（立审），内蒙古锦华路港物流有限责任公司铁路运输分公司联合中车大同电力机车有限公司、国家电投内蒙古能源有限公司、内蒙古锦华路港物流有限责任公司、中铁一局集团有限公司、中铁三局集团有限公司、国家电投集团氢能科技发展有限公司、北京北交新能科技有限公司、北京派瑞华氢能源科技有限公司、中车永济电机有限公司、大连电力牵引研发中心有限公司、内蒙古锦华路港物流有限责任公司赤峰铁路分公司、中铁十六局集团有限公司、中交协永泰（北京）轨道安全技术有限公司等多家单位作为起草单位，负责本标准的编制工作。

主要起草人：张聪慧、王文、王伟光、张昊、徐长友、王健、邢建华、孙少山、王亚超、孙有刚、王连庆、李文奎、邵士春、张彦景、周志国、张利华、于国春、孔维生、许磊、王旭海、韩冰、邢亮、韩志业、宋仁德、安玉、邵立伟、孙胜、王建林、赵凤东、李丛心、潘冬婷、裴冰、高菲菲、江海涛、郭启亮、马泽宇、杨新蕾、张小辉、王林、关海军、张玉诚、张引、沈福龙。

二、制定标准的必要性和意义

随着时代进步，科技飞速发展，中国已成为世界制造中心，石油作为工业的血液，在工业制造过程中扮演重要的角色，进入 21 世纪以来，我国石油进口一直保持在高位运行，并呈现不断上升的趋势。近年来俄乌冲突、巴以冲突造成国际局势动荡，复杂多变的外部环境对石油进口的安全性造成了一定的威胁，也影响着轨道交通运输企业的正常运营秩序。氢气是地球上储量最多的资源之一，其作为一种来源广、零污染、零碳排的绿色能源，是世界公认的推动传统化石能源清洁利用和促进可再生能源规模发展的理想能源载体。化石能源的广泛应用导致温室气体排放逐年升高，全球气候的变暖、区域性灾害频发，为维护人类赖以生存的家园，越来越多的国家将“碳中和”上升为国家战略，2020 年，中国宣布在 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和的发展目标。为了实现“双碳”目标，国家发改委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035）》，深入推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，促进氢能产业高质量发展，实现能源结构革命性转型。

目前，全球主要发达国家如日本、韩国、德国、法国、英国、荷兰、加拿大等高度重视氢能产业发展，氢能已成为加快能源转型升级、培育经济新增长点的重要战略选择。全球氢能全产业链关键核心技术趋于成熟，氢燃料电池产量快速增长、成本持续下降，氢能基础设施建设明显提速，区域性氢能供应网络正在形成。我国已成为世界最大的制氢国，工业氢气产量领跑全球。可再生能源装机量全球第一，在清洁低碳的氢能供给上具有巨大潜力。国内氢能产业呈现积极发展态势，已初步掌握氢能制备、储运、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺，在部分区域实现燃料电池汽车小规模示范应用。全产业链规模以上工业企业超过 300 家，轨道交通领域以氢气为能源的燃料电池已成为下一代新能源交通的重要发展方向。

国内轨道交通氢能发展方面，中车唐山公司于 2016 年下线燃料电池有轨电车，中车四方股份公司 2017 年下线有轨电车，并在广东佛山进行商业化运营。2021 年中车大同公司下线国内首台氢燃料电池和锂电池的混合动力机车，同年中车戚墅堰公司发布 350kW 氢燃料电池混合动力机车。株机公司下线 400kW 氢燃料电池混合动力机车。2023 年内蒙古锦华路港物流有限责任公司铁路运输分公司（以下称铁路运输分公司）与中车大同电力机车有限公司（以下称中车大同公司）联合研发的大功率 2000kW 氢燃料电池混合动力机车（以下称氢能机车）下线并投入应用，截止目前累计已安全运行 2.1 万公里，整体情况良好。随着氢燃料电池混合动力机车投入实际应用，对机车应用层面的标准需求也日趋强烈，标准的缺失，影响着氢燃料电池混合动力机车的推广应用，为此，亟待编写氢燃料电池混合动力应用层面的标准，指导氢燃料电池混合动力机车的应用。

编制《氢燃料电池混合动力机车检修技术规范》，旨在明确氢能机车检修维护相关检修技术要求、检修方法及检验规则，以对后续机车的检修起到引导作用。使氢能机车的检修有规可依，完善和健全我国轨道交通领域氢能源应用标准的构建，引领轨道交通领域牵引动力向清洁能源转型，助力氢能在轨道交通机车领域快速发展。因此编定《燃料电池混合动力机车检修技术规范》的政策和氛围已经形成，该标准的编定，将与《氢燃料电池混合动力机车通用技术条件》以及氢燃料电池混合动力机车运用和整备方面的标准共同形成氢燃料电池混合动力机车应用标准体系，更好的推动铁路行

业氢能源的应用，推动铁路机车装备动力装备向低碳甚至零碳转型升级。

三、主要工作过程

（一）主要工作概述

项目起草阶段，标准起草组收集、整理并分析了国家、行业、地方等检修相关标准和规范文件，充分借鉴和谐系列机车检修规程。初步确定标准的主要框架。针对氢燃料电池混合动力机车的氢燃料电池系统、储氢系统、动力电池系统等关键部件的检修内容，起草组收集国内外相关标准，并充分参考借鉴企业编制的部件检修维护文件，同时重点参考铁路运输分公司在氢能机车检修维护过程中积累的经验，完成标准的主要内容编制。

标准起草组按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构与编写》、GB/T20001《标准编写规则》、GB/T20004《团体标准化》等的相关要求，起草完成了《氢燃料电池混合动力机车检修维护技术规范》（征求意见稿），包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、机车检修、机车验收、检修记录等章节。

（二）主要工作内容

（1）充分参考借鉴有益文献资料

起草组收集整理了机车检修相关的文件、标准和规范，重点梳理了已发布与氢燃料电池系统、储氢系统、锂电池系统和机车检修相关性较大的国家、地方、行业、团体标准的标准结构框架和主要标准条款，提取适用于氢能机车检修和维护的内容，为本标准提供参考借鉴。标准结构重点参考目前行业的相关标准架构，保证条文内容具有较高的匹配度和适应性。

（2）参考检修单位的检修经验制定检修内容

铁路运输分公司与中车大同公司自2021年至今，对氢能机车检修维护已近4年时间，且检修过2台不同功率级别的氢能机车。在氢能机车检修维护方面具有丰富的经验。起草组充分借鉴铁路运输分公司的氢能机车检修成果，编制了《氢燃料电池混合动力机车检修技术规范》。

（三）标准阶段审查情况

（1）标准立项审查阶段

2024 年 10 月 26 日，中国交通运输协会组织标准化技术委员会在北京组织召开《氢燃料电池混合动力机车检修维护技术条件》团体标准立项审查会，经标准审查专家讨论、质询，专家组同意标准通过立项审查，同意标准立项。建议遵循行业通用术语，将标准名称修改为《氢燃料电池混合动力机车检修技术规范》。编写组进行修改，并完善了标准内容。

(2) 标准大纲审查阶段 2025 年 1 月 2 日，中国交通运输协会组织标准化技术委员会在北京组织召开《氢燃料电池混合动力机车检修技术规范》团体标准大纲审查会，经标准审查专家讨论、质询，针对大纲内容，要求增加一般要求，同时提出应重点突出氢燃料电池系统、储氢系统和动力电池系统的检修项目和检修要求，针对其他部件，建议引用既有成熟的检修体系要求，无需过多赘述。起草组根据专家组意见，对大纲结构进行修改。

(3) 2025 年 3 月 4 日，中国交通运输协会组织标准化技术委员会在北京组织召开《氢燃料电池混合动力机车检修维护技术条件》团体标准征求意见审查会，经标准审查专家讨论、质询，建议征求意见稿调整章节结构，5，6，7 章合并为“5 机车检修”，第 8 章更名为“6 机车验收”，第 9 章更名为“7 检修记录”；并根据 GB/T 1.1—2020 的要求，进行编辑性修改。编写组根据专家组意见进行了修改，形成征求意见稿。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

(一) 制定标准的原则和依据

1. 制定标准的原则

(1) 清晰明确

标准的内容应该清晰明确，避免使用模糊、歧义的语言。标准应该用简洁明了的语言描述，让标准使用者都能够理解。

(2) 科学合理

标准的内容应该基于氢能机车现场检修实践经验，确保标准的科学性和合理性。标准应该根据实际情况进行制定，既要考虑生产实际，也要考虑技术规定要求。

(3) 统一规范

标准内容符合国家法律、法规的有关规定，与现行有效文件相协调。标准内部保持一致性，规范用语，避免使用可能产生歧义的表述方式。针对不同机车运营单位，标准具有较高的普适性。

（4）实用可行

标准适合我国的国情，考虑一定的适度超前，既要考虑企业的生产实际，也要考虑成本效益。标准具有可操作性和可实施性，让企业能够根据标准开展机车检修维护工作，对氢能机车运营企业起到指导作用。

2. 制定标准的依据

在编制标准过程中，结合我国当前示范应用的氢能机车检修维护情况和汽车行业有关氢燃料电池、储氢和动力电池检修维护的实践情况，重点参考了供应商制定的检修维护相关的企业标准、检修技术规范等。

根据标准引用情况，分别以规范性引用文件和参考文献形式列出。

（二）与现行法律、法规、标准的关系

目前国内轨道交通领域暂未编制过氢燃料电池混合动力机车整车检修相关的国家标准或行业标准。国内电力机车检修主要是基于车型编制的检修技术规程，行业检修体系比较成熟，氢燃料电池混合动力机车除动力系统外其他相关部件可以参考相关检修规程、企业标准。但针对氢能机车搭载的氢燃料电池、储氢、动力电池暂未有相关部件检修标准，主要还是基于主机制造企业编制的检修手册等文件，但不同企业间编制的检修手册在检修范围和检修周期方面可能存在差异。基于当前标准体系，目前轨道交通行业暂未有氢能机车检修方面的国家强制标准、国家推荐性标准、行业标准和地方标准。氢能机车检修方面标准目前行业还处于空白。鉴于此，编制适用于轨道交通行业的氢能机车检修标准具有重要意义。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

（一）主要条款说明

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

列出了本规范引用的标准等文件。

章条	规范性引用文件	引用内容
4.1	GB 4962-2008氢气使用安全技术规程	4.1.5、4.1.6、4.1.7章节
	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	4. 维护场地要求内容
4.2	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	6. 机车车辆进场要求
4.3	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	5. 维护作业人员要求
5.1	氢燃料电池供应商检修企业文件	氢燃料电池系统检修要求及对应处置措施涉及：线束、管路、紧固件、绝缘、除尘、易损易耗件更换、传感器、泄露及寿命检查等检修项点要求。
5.2	储氢供应商检修企业文件	储氢系统检修要求及对应处置措施涉及：外观、线束、管路、紧固件、标识、接地、充/排氢接口、除尘、易损易耗件更换、传感器、泄露等检修项点要求。
5.3	动力电池供应商检修企业文件	动力电池系统检修要求及对应处置措施涉及：外观、密封、线束、管路、紧固件、接地、热保障系统散热器清洁、防火系统传感器、电池一致性、除尘、易损易耗件更换等检修项点要求。
5.4	研究分析株机公司、大同公司、大连公司等主要电力机车制造企业的相关车型检修规程： HXD1型电力机车检修技术规程（C5修） HXD1型电力机车检修技术规程（C6修） HXD1D型电力机车检修技术规程（C6修） HXD2型电力机车检修技术规程（C1-C4修、C5修） HXD2型电力机车检修技术规程（C6修） HXD2C型电力机车检修技术规程（C1-C4修、C5修） HXD3型机车检修技术规程（C5修） HXD3机车检修技术规程（C6修） HXD3D型电力机车检修技术规程（C6修）	总结归纳：其他系统及部件按现有电力机车成熟检修体系执行
7	Q/CRRC J 1011—2021城市轨道交通车辆 检修修程通用要求	验收及记录内容

3 术语和定义

针对氢燃料电池混合动力机车的检修作业类型进行术语定义，明确了不同作业间差异。

4 基本要求

规定氢能机车检修作业的检修场所、机车、检修作业人员和检修周期与范围的要求。

5 机车检修

规定机车氢燃料电池系统、储氢系统、动力电池系统的检修项目、检修要求和检修方法，并给出检修周期建议。

6 机车验收

明确了机车验收流程。规定了氢燃料电池、储氢、动力电池等系统验收前的检验状态要求。规定了机车解体检修时，整车验收前的检验要求。

7 检修记录

为保证检验记录可追溯，规定检修过程中记录要求。

（二）主要技术指标、参数、实验验证的论述

本标准中氢燃料电池系统、储氢系统、动力电池系统等部件的检修范围和检修间隔主要参考供应商给出的检修建议。供应商数据主要源于部件本身的可靠性检修范围和检修要求，同时基于相关部件在汽车应用领域的检修经验。

氢能机车自研发阶段开展了轨道交通氢燃料电池混合动力调研，投入运用后铁路运输分公司与中车大同公司联主要部件供应商、高校实验室等对机车进行了试验验证，包括700kW氢能机车和2000kW氢能机车牵引特性试验、运用考核、牵引试验、机车主要部件的测试等工作，有效的保证了机车的顺利研发和安全应用（详见试验、调研报告）。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

标准的编制过程中没有遇到重大分歧意见。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

该标准未采用国际和国外标准；

国内亦无可参考国家或行业标准，主要内容编写主要基于氢燃料电池混合动力机车实际检修执行情况，结合轨道交通行业的相关企业标准或检修规程编制，氢能机车厂级修程后试验内容主要参考交通运输协会团体标准T/CCTAS 95—2023 《燃料电池混合动力机车通用技术条件》中例行试验项目。

八、贯彻标准的措施建议

本标准建议作为推荐性标准发布实施。

九、其他应说明的事项

无