

机车多模无线通信设备技术条件
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2025年9月

目 录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	1
二、制订标准的必要性和意义	3
三、主要工作过程	4
四、制定标准的原则和依据，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	7
六、重大意见分歧的处理依据及结果	13
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	13
八、贯彻标准的措施建议	13
九、其他应说明的事项	14

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

（一）任务来源

根据中国交通运输协会发布的“2024 年度第一批团体标准项目立项”（中交协秘字〔2024〕19 号）要求，提出《机车多模无线通信设备技术条件》立项申请并汇报，经质询、讨论，通过立项申请，并进行后续标准编制工作。

（二）起草单位

本标准由中国交通运输协会牵头组织编制，天津七一二移动通信股份有限公司作为主要起草单位。邀请国能包神铁路集团有限责任公司、国能新朔铁路有限责任公司、国能朔黄铁路发展有限责任公司、陕西靖神铁路有限责任公司、中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司参与编制工作。

（三）主要起草人

主要起草人：董国军、李世凯、路远、文波、李成德、肖致明、王远波、周溢德、张露、苏天祺、贾新杰、边利平、王希云、张智荣、康威、张树国、张明、刘永恒、王毅、朱海涛、郝小军、高子琴、王栋、黄志刚、邹华勇、赵化磊、秦嗣波、于泳波、薛佳、张东阳。

起草人员工作任务如下表。

序号	姓名	单位	职务	承担工作
1	董国军	天津七一二移动通信股份有限公司	董事长	编制总负责人
2	李世凯	天津七一二移动通信股份有限公司	副总经理	编制负责人
3	路远	天津七一二移动通信股份有限公司	所长	编制负责人
4	文波	国能包神铁路集团有限责任公司	运输部副主任	技术指导
5	李成德	国能新朔铁路有限责任公司	运输部主任	技术指导
6	肖致明	国能朔黄铁路发展有限责任公司	卓越工程师	技术指导
7	王远波	国能朔黄铁路发展有限责任公司	运输部专家	技术指导
8	周溢德	国能朔黄铁路发展有限责任公司	副主任	技术指导
9	张露	国能朔黄铁路发展有限责任公司	主管工程师	
10	苏天祺	陕西靖神铁路有限责任公司	运输管理部部长	技术指导

11	贾新杰	天津七一二移动通信股份有限公司	副处长	技术指导
12	边利平	国能包神铁路集团有限责任公司	总经理	技术指导
13	王希云	国能包神铁路集团有限责任公司	副总工程师	技术指导
14	张智荣	国能包神铁路集团有限责任公司	运输管理部副经理	技术指导
15	康威	国能新朔铁路有限责任公司	经理	技术指导
16	张树国	国能新朔铁路有限责任公司	副经理	技术指导
17	张明	国能新朔铁路有限责任公司通信技术分公司	总经理	技术指导
18	刘永恒	国能新朔铁路有限责任公司通信技术分公司	副总经理	技术指导
19	王毅	中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司	副总经理	技术指导
20	朱海涛	朱海涛 中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司	生产技术部副主任	技术指导
21	郝小军	中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司	生产技术部主管	技术指导
22	高子琴	中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司	生产技术部主管	技术指导
23	王栋	天津七一二移动通信股份有限公司	副总经理	技术指导
24	黄志刚	天津七一二移动通信股份有限公司	所长	技术指导
25	邹华勇	天津七一二移动通信股份有限公司	所长	技术指导
26	赵化磊	天津七一二移动通信股份有限公司	副所长	技术指导
27	秦嗣波	天津七一二移动通信股份有限公司	副所长	技术指导
28	于泳波	天津七一二移动通信股份有限公司	处长	技术指导
29	薛佳	天津七一二移动通信股份有限公司	产品负责人	技术指导
30	张东阳	天津七一二移动通信股份有限公司	市场负责人	技术指导

二、制订标准的必要性和意义

（一）背景及意义

铁路是国家战略性、先导性、关键性重大基础设施，是国民经济大动脉、重大民生工程和综合交通体系骨干，在经济社会发展中的地位和作用至关重要。

建设交通强国，铁路先行。为全面打造世界一流的铁路技术装备，创新自主研发先进的技术装备体系，研发基于新一代移动通信系统的机车多模无线通信设备是实现关键核心技术装备自主可控、先进适用、安全高效的重要任务。

（二）必要性

1 创新性

根据铁路现场设备对宽带业务的应用需求，结合目前机车无线通信终端使用现状，开展《机车多模无线通信设备技术条件》编制工作。

平台采用全新的技术、器件和工艺，支持新的移动通信系统和新的业务，与前代设备相比在业务支持能力、易用性、可靠性、可生产性、可维护性等方面应有明显的进步，主要体现在：支持 4G 专网和公网系统，具有宽带化通信能力，支持多媒体调度通信业务和常规调度通信业务；集成车载通信平台功能，可为调度通信以外的其他专业提供车地无线通信服务；支持既有的 450MHz 模拟、800MHz 模拟和 GSM-R 通信制式，增加对 400MHz 数字通信制式的支持；同时支持北斗、GPS 两套卫星定位系统；优化人机操作界面的按键布局和界面设计，提高操作效率和防止误操作；单元之间采用以太网和 CAN 总线进行通信，避免了多串口集中转发的性能瓶颈；设备内部采用数字化方式传输话音，易于记录和诊断；重要的单元和通信总线具有冗余备份，单一故障不影响设备功能；加强散热和减振设计，更好地适应车载恶劣工作环境；所有单元采用可插拔模块化设计，易于生产、更换和维修；所有主要单元内置可读的单元信息，便于维护管理；具有丰富的维护手段，可通过本地 U 盘、远程无线等方式进行程序和数据更新。

2 实用性

本技术标准的制订，可规范机车多模无线通信设备的系统组成、结构要求、功能要求、性能要求、接口要求、安全与应急、检验方法等内容，保障 CME 的通用性和可靠性，制定本技术规范。本规范适用于 CME，其他领域可参照使用。国内尚无 CME 的相关标准；有必要制定技术标准，以便规范行业及市场应用，保证工程应用安全。

3 适用性

本技术条件规定了机车多模无线通信设备的系统组成、功能要求、结构要求、性能要求、接口要求、操作界面显示和控制过程、数据通信协议、检验方法等内容。

本技术条件适用于安装在机车、动车组、自轮运转特种设备的 CME 的产品设计、制造、质量检验、安装及维护内容。

4 紧迫性

随着通信技术的快速发展，4G 移动通信系统已成为主流。铁路行业目前所使用的模拟调度通信系统和 GSM-R 调度通信系统已经落后于时代，不能满足快速发展的铁路应用需求。研制制定基于 4G 移动通信系统并且支持 450MHz 模拟调度通信系统和 GSM-R 调度通信系统的产品及标准能够更好的保障铁路运输安全。

三、主要工作过程

（一）起草组工作概述

根据要求，中国交通运输协会于 2024 年上半年开始着手成立标准编制工作起草小组，组织标准编制的相关工作。作为主要起草单位，天津七一二移动通信股份有限公司积极收集有关本标准的各类信息，并组织相关的调研和试验验证工作，联络参编单位，最终明确了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。制定项目章程，每月定期组织召开例会，按计划推进，完成了标准前期调研，大纲评审，征求意见稿草案评审等各项工作。

（二）历次审查会专家审查意见及结论

标准起草工作组通过收集既有设计开发及工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向，在充分总结国内外技术研究与应用基础上，于 2024 年 1 月编写完成了团体标准《公专融合多模机车无线通信平台》的立项申请材料。1 月 2 日，协会组织行业专家在北京召开立项审查会议，对标准立项报告进行审核，通过了标准项目的编制申请。

立项申请获批后，起草小组加快标准编制工作节奏，着手编制标准工作大纲和编制意见草稿的相关工作。编制工作大纲草案稿通过微信、邮件等方式提交给参编单位和协会专家分别审核，综合了多方意见，确定了标准起草编制的总体计划内容，形成了正式的标准工作大纲文件。

标准起草工作组按照立项审查会议内容，结合编制工作大纲进行认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见稿的编制以及试验项目的实施工作，于 2024 年 6

月完成了国内外调研和试验验证工作，7月编写完成了团体标准《公专融合多模机车无线通信平台技术条件》的工作大纲与征求意见初稿。7月24日，协会组织行业专家在北京召开大纲审查会议，形成以下审查意见：

1. 标准名称修改为《机车公专多模无线通信设备》；
2. 调整章节结构，增加“术语和定义”“使用条件”“安全和应急”章；
3. 进一步开展调研工作，补充有代表性的参编单位。

根据评审意见，标准起草工作组对国内外铁路各类机车无线通信设备进行了调研，搜集了国内既有机车综合无线通信设备生产制造方面的现有做法与经验、存在的问题等，查阅了国内外有关机车综合无线通信设备的国家标准、行业标准或团体标准；调研了现阶段国内主要运用机车综合无线通信设备用户的使用方法、安装方案及实施效果，结合调研情况，对工作大纲进行了调整，邀请了国能包神铁路集团有限责任公司、国能新朔铁路有限责任公司、国能朔黄铁路发展有限责任公司、陕西靖神铁路有限责任公司、中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司等单位参与标准编制，并结合包神铁路设备的安装调试过程对标准中的参数指标进行了测试验证。

2025年3月，根据项目分工，结合大纲评审意见，完成标准各章节条文的编写，汇总形成征求意见稿草案。

2025年4月11日，协会组织行业专家在北京召开征求意见稿草案评审会议，形成以下审查意见：

1. 标准名称修改为《机车多模无线通信设备技术条件》；
2. 调整章节结构，删除“12 操作界面显示和控制过程”相关内容纳入相应章节；
3. 优化完善模式切换、安全及应急相关内容。

2025年7月，结合征求意见稿草案评审意见，完成征求意见稿修订。

（三）征求意见及意见处理情况

征求意见阶段尚未开展。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）标准编制原则

1 统一性

统一机车多模无线通信设备的系统组成、结构要求、功能要求、性能要求、接口要求、安全与应急、检验方法等内容，保障CME的通用性和可靠性，消除不同设备生产厂

家研制不同设备间的技术差异。

2 协调性

与现行国家/行业标准（如通信、车辆、防护标准）深度衔接，避免冲突。规范性引用文件（第 2 章）明确采用 GB/T 4208-2017 外壳防护等级（防护要求）、GB/T 12192-2017 移动通信调频发射机测量方法、GB/T 12193-2017 移动通信调频接收机测量方法等，相关技术指标与国标、铁标对齐。

3 适用性

本技术条件适用于安装在机车、动车组、自轮运转特种设备的机车多模无线通信设备的产品设计、制造、质量检验、安装及维护内容。适用范围（第 1 章）进行了相关声明：“适用于 CME 产品的设计、生产制造及质量检验”。

4 一致性

技术要素与 TB/T 3375-2018 铁路数字移动通信系统（GSM-R）机车综合无线通信设备等标准理念一致。网络接口及 POE 协议采用 IEEE Std 802.3at-2009 标准，LTE 性能指标按照 3GPP TS 36.521-1（V18.9.0）标准，符合国际通用标准。

5 规范性

严格遵循 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则》的起草规则。文件结构（前言、范围、术语等）完全按导则要求编排。

6 目标性

以规范机车多模无线通信设备行业及市场应用，保证工程应用安全，提升设备可靠性、安全性为核心目标。技术要求（第 11 章）强调“安全与应急”，检验方法（第 12 章）量化出厂检验等维度。

（二）技术要素确定原则

1 目的性原则

聚焦机车多模无线通信设备特有功能及性能（LTE、LTE-R 通信），区别于传统机车无线通信设备，特别强调设备组成、结构要求等，确保产品在不同机车上的安装适配。

2 性能特性原则

以可量化性能指标替代过程描述，确保结果客观可比。性能要求（第 9 章）定义“电源及功耗”“启动时间”“时钟误差”“9.11 400MHz/450MHz 通信单元性能指标”、“GSM-R 通信单元性能指标”、“LTE 单元性能指标”等具体阈值。

3 可证实性原则

所有技术要求需通过标准化方法验证。各类性能指标按照标准包括 GB/T 12192-2017 移动通信调频发射机测量方法、GB/T 12193-2017 移动通信调频接收机测量方法、GB/T 32659-2016 专用数字对讲设备技术要求和测试方法、3GPP TS 36.521-1 (V18.9.0) 等国内及国际标准执行，确保测试方法及数据可复现、可审计。

（三）与现行法律、法规的关系

无。

（四）与相关标准的差异性分析

1 与国际标准的对比

与国际标准的对比差异如下表。

标准号	标准名称	本标准差异化两点
Functional Requirements Specification Version 8.0.0	欧洲铁路通信联盟《功能需求规范 8.0.0》	1. 填补空白：首创了多模通信场景，而欧洲标准只描述了单一通信模式。 2. 技术升级：规定了网络通信切换方式及数据加密等要求，而欧洲标准未提及。

2 与国家标准的对比

与国家标准的对比差异如下表。

标准号	标准名称	本标准差异化两点
TB/T 3375-2018	铁路数字移动通信系统（GSM-R）机车综合无线通信设备	1. 填补空白：首创了 LTE 及 LTE-R 通信场景，而国内标准未提及。 2. 安全及应急强化：规定了数据加密及应急场景通信要求。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

（一）主要条款的说明

1 确定标准主要内容的论据：

1) 使用条件（第 5 章）

理论依据：参照 GB/T 28792-2012 列车无线调度通信系统主要技术条件、TB/T 3375-2018 铁路数字移动通信系统（GSM-R）机车综合无线通信设备标准要求。对设备使用海拔高度、工作环境温度、相对湿度、冲击振动、电磁兼容等进行约束。

试验依据：在实验室通过高低温箱、冲击振动试验台、电磁兼容实验室等测试环境

进行了符合性测试，满足标准设定要求；

实践依据：在国能包神铁路集团有限责任公司、国能新朔铁路有限责任公司、国能朔黄铁路发展有限责任公司、陕西靖神铁路有限责任公司、中国神华能源股份有限公司神朔铁路分公司的铁路机车设备上安装运行，机车运转在不同季节温度、不同振动、电磁环境下设备均可正常运用。

2) 系统组成（第 6 章）及结构要求（第 7 章）

数据依据：既有机车综合无线通信设备，缺乏可靠性设计，在关键模块、核心部件上，无冗余备份，在机车运行过程中如出现故障，无法第一时间自行修复，降低故障影响。因此为保障设备在工作过程中持续稳定运行，需对关键核心单元进行热备冗余设计，当主用模块发生故障时，备用单元可直接进行无缝切换运用，最大程度降低故障影响，保障行车正常运行。

因此，设备单元组成设计包括 2 个 GSM-R 通信单元、2 个 GSM-R 转换单元、2 个控制单元、1 个卫星定位单元、1 个记录单元、1 个交换单元、1 个接口单元、1 个 400MHz 报警单元、1 个 800MHz 报警单元、1 个 400M/450MHz 通信单元、1 个电源单元、2 个宽带通信单元组成。

主机通过模块化设计及预留扩展性，搭配重载插座，使得整机支持 450MHz、GSM-R、LTE 多种通信模式，在硬件及结构设计上具备了多模制式处理能力，便于通信单元更换及扩展。

3) 功能要求（第 8 章）、性能要求（第 9 章）及接口要求（第 10 章）

理论依据：机车多模无线通信设备的信道单配置可支持 450MHz、GSM-R、LTE-R、LTE 模式，若选择 450MHz 就只能收发 450MHz 模式下的相关调度通信，若选择 LTE-R 就只能收发 LTE-R 模式下的相关调度通信。如果地面和机车出现通信制式不一致，将造成通信无法建立的问题。这个单模通信方式对现场实验、小批量试用、网络全面升级过渡带了管理和运营上的风险。因此机车多模通信方式运行提上需求，主要要求为：

（1）机车多模无线通信设备选择 450M、LTE-R 双模时，450M 通信频点和地面对应，LTE-R 车次号及机车号可用，地面不管采用 450M 方式还是采用 LTE-R 的车次号、机车号、组呼等可以呼到机车台。

（2）机车多模无线通信设备选择 450M、LTE-R 双模时，司机采用当前方式，或者一键切换到另一个方式可以发起 450M 调度通信或者 LTE-R 相关的调度通信，并呼到合适的地面设备（车站台/调度台）。

(3) 其他特殊情况，在某些铁路需满足管内多条线路的应用需求，450MHz、LTE-R 可能会涉及多个模式号分配，需要统一考虑。

综上需求梳理及分析，并考虑技术趋势发展，在网络建设过度期，机车多模无线通信设备工作在 450MHz 模式时接收 LTE-R 被呼或者发起 LTE-R 主呼是用户最关注的需求，在实现方面，主要有 2 种处理方式，利弊考虑如下：

(1) 既有 450MHz 模式上增加接收 LTE-R 被呼或者发起 LTE-R 主呼功能：主要考虑功车次号、机车号功能的注册问题，这点将违背传统 450MHz 模式有关功能号注册应用场景，而且涉及相关通话参与模块的特殊逻辑处理，以上两点涉及多处模块耦合，而且是处于非常规的特殊处理。

(2) 增加多模制式处理，LTE 优先：增加多模制式模式号，全局考虑，增加逻辑处理，属于增量开发，思路清晰。

实践依据：从无线列调的历史及发展看，根据现实需求及适当性，涉及的多模式共存的情况，如果机车多模无线通信设备铁路用户使用需求，可能出现 450M、GSM-R、LTE-R、LTE、5G-R 等模式共存，LTE 和 5G 为全 IP 化通信，仅接入承载力有差别。目前软件协议上模式号长度为 1 个字节，表示范围为 0~255，根据早期国铁基础通信协议，01H~64H 为 450M 模式下的具体通信制式，65H 为 GSM-R 模式，（66H 暂定为 LTE/5G-R 模式）、81H~FEH（450M+GSM-R 模式）。

4) 安全及应急（第 11 章）

理论依据：由于公网相比于专网，信息安全将尤为突出，特别是调度命令信息传送加密算法选型分析和研究铁路专用通信业务在公网承载通信平台上，如何保证信息的安全尤为必要。

考虑到终端类型多样化，计算能力也存在差异化情况，要求终端计算能力不要求太高，加密解密要快，且安全防护能力专业，具有公信力，标准起草单位对常见的加密算法进行有关计算速度、安全性、资源消耗、管理难度、签名认证等对比。

加密算法名称	对称性 / 签名验证	密钥长度	计算速度	安全性	资源消耗	密钥管理难度	备注
3DES -对称	对称，非签名	112 位或 168 位	慢	中	高	一般	国际
AES -对称	对称，非签名	128、192、256 位	快	高	低	一般	国际
RSA- 非对称	非对称，可签名	1024 位以上	慢	高	高	困难	国际

SM9- 非 对 称	非对称， 可签名	公 钥 512 位，私钥 256 位	较快	高	中	相 比 RSA 容 易	国 密 九 号算法
------------	-------------	--------------------------	----	---	---	-------------------	--------------

试验依据：根据铁路信息传送要求，机车无线通信设备对于信息来源的身份验证具有必要性，以防止非法设备发送信息浸入影响安全，所以加密解密算法应该采用非对称方案为宜，针对非对称加密解密算法 RSA 和 SM9，其应用有所差别。SM9 标识密码算法是由国密局发布的一种 IBE (Identity-Based Encryption) 算法，加密强度等同于 3072 位密钥的 RSA 加密算法。到目前为止，世界上还没有任何可靠的攻击 RSA 算法的方式。只要其密钥的长度足够长，用 RSA 加密的信息目前算力条件下在有限年限内是无法被破解的。而 SM9 算法比 RSA 加密算法更具优势的地方在于用户用易于记忆的用户特征字符串（如：邮箱地址、身份证号码、设备唯一永久标识如机车号等）来作为公钥，目的就是降低了公钥系统中密钥和证书管理的复杂性。做到了无需申请数字证书，即省去了其中的申请和验证环节，在保障移动互联网、物联网、大数据等相关领域的身份认证和数据安全方面更为方便同时安全，非常适用于智能终端安全、物联网安全、云存储安全等热门应用。对比 RSA 和 SM9，综合技术指标及管理难易度，SM9 具有明显优势，而且针对目前铁路调度领域运用场景，不涉及跨国调度命令信息传送需求，应该优先选择国家标准，同时符合核心技术可控及国产化方向。

2 标准中通用内容的编写要求：

无。

（二）主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 LTE 单元应符合下列要求：

- 1) 工作频段：FDD LTE：Band 1，Band 3，Band 8 及分集的所有频段，TDD LTE：Band 38，Band 39，Band 40，Band 41 及分集的所有频段；
- 2) 峰值速率（DL/UL）：LTE FDD：UL 50 Mbit/s；DL 150 Mbit/s @20M BW cat4； TDD LTE：UL 10 Mbit/s；DL 112 Mbit/s @20M BW cat4（采用配置方式 2，上下行配比为 1:3）；
- 3) 最大发射功率：典型值 23dBm(+2/-2)；
- 4) 接收灵敏度：10MHz 带宽接收灵敏度 $\leq$ -94dBm。

2 LTE-R 单元应符合下列要求：

- 1) 工作频段：1785MHz~1805MHz；

- 2) 峰值速率 (DL/UL) : 68/17Mbps@20MHz;
- 3) 最大发射功率: 25dBm+2dBm;
- 4) 接收灵敏度: 10MHz 带宽接收灵敏度 $\leq$ -97dBm。

3 GSM-R 通信单元符合 TB/T 3370.1-2018 中有关 IV 类模块的规定。

4 450MHz 模拟电性能指标要求如下:

- 1) 模拟发射机电性能指标符合 GB/T 28792-2012 中 7.1、7.2 有关机车电台的要求(不包括“载波额定功率(双工)”项);
- 2) 模拟接收机电性能指标符合 GB/T 28792-2012 中 7.3 有关机车电台的要求(不包括“双工灵敏度”项);
- 3) 模拟发射机、模拟接收机电性能指标允许下降限值符合 GB/T 28792-2012 中 7.4 的要求;
- 4) 呼叫信号符合 GB/T 28792-2012 中 7.5.3 的要求。

5 400MHz 数字电性能指标符合 GB/T 32659-2016 中 4.2 规定的相关要求, 具体见下表。

序号	项目		指标要求
1	载波频率误差	正常条件	$\leq 1.5 \times 10^{-6}$
		极限条件	$\leq 3 \times 10^{-6}$
2	载波输出功率		5W、10W
3	功率变化容限	正常条件	-1.5dB~1.5dB
		极限条件	-3dB~2dB
4	4FSK调制频偏误差		$\leq 10\%$
5	4FSK发射误码率		$\leq 1 \times 10^{-4}$
6	调制邻道功率		$\leq -60\text{dB}$
7	瞬态切换邻道功率		$\leq -50\text{dB}$
8	关时隙功率		$\leq -57\text{dBm}$
9	发射机杂散发射		$9\text{kHz} \leq f < 1\text{GHz}$ $\leq -36\text{dBm}$
			$1\text{GHz} \leq f \leq 12.75\text{GHz}$ $\leq -30\text{dBm}$
注：“极限条件”指高温、低温、交变湿热条件。			

序号	项目		指标要求
1	灵敏度	正常条件	$\leq -117\text{dBm}$ （误码率为5%时）
		极限条件	$\leq -111\text{dBm}$ （误码率为5%时）
2	高电平信号输入状态下接收机的误码率		$\leq 1 \times 10^{-4}$
3	互调响应抗扰性		$\geq 65\text{dB}$
4	阻塞		$\geq 84\text{dB}$
5	杂散响应抗扰性		$\geq 70\text{dB}$
6	共信道抑制		$\geq -12\text{dB}$
7	邻道选择性		$\geq 60\text{dB}$
注：“极限条件”指高温、低温、交变湿热条件。			

6 800MHz 发射机电性能指标见下表。

序号	项目	指标要求	
		866MHz信道	821MHz信道
1	载波频率误差	$\leq 5 \times 10^{-6}$	
2	载波功率 [*] （W）	3~10可调	
3	杂散射频分量（μW）	≤ 5	
4	邻道功率（比值）（dB）	≥ 65	
5	调制限制（kHz）	≤ 5	
6	调制频偏（kHz）	3~3.5（1.2kHz调制信号）	4.2~4.8
7	音频失真	$\leq 5\%$	
8	剩余调频（dB）	≤ -40	
9	剩余调幅	$\leq 3\%$	
10	发射机启动时间（ms）	≤ 100	
11	调制信号频率准确度	$\pm 0.5\%$	
[*] 最高最低极限电压时，载频输出功率恶化值不超过 3dB。高低温、恒定湿热中间测量时，载频输出功率允许比常温下降 3dB。			

序号	项目	指标要求
1	参考灵敏度 ^a (μV)	≤ 0.6 (12dB SINAD)
2	音频失真	≤ 5
3	可用频带宽度 (Hz)	大于或等于载波频率容差允许的变化值的 2 倍
4	调制接收宽度 (kHz)	$\geq 2 \times 5$
5	信号对剩余输出功率比 (dB)	≤ -40

6	共信道抑制（dB）	≥ -8
7	阻塞（dB）	≥ 90
8	邻道选择性（dB）	≥ 65
9	杂散响应抗扰性（dB）	≥ 70
10	互调抗扰性（dB）	≥ 65
11	接收限幅特性	变化不超过3dB（6~100dB μ V变化时）
* 最高最低极限电压时，接收机参考灵敏度恶化不超过 6dB。高低温、恒定湿热中间测量时，接收机参考灵敏度比常温恶化不超过 6dB。		

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

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

本标准没有涉及到相关国际标准。

本标准在符合国家和行业现行有关标准规定的前提下，充分吸纳、总结了已有的类似标准的特色，对现有标准中关于多模网络切换的要求进行了补充和细化。

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

八、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的使用、设计、施工、维护等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确机车多模无线通信设备的设计技术指标、功能要求、性能要求、检测方法、质量验收等方面的具体要求，指导该平台的使用，有效推动贯标工作的开展及落实；

（2）组织相关人员到现场参观学习，直观机车多模无线通信设备使用效果及具体安装工艺；

（3）定期组织科研、生产、应用、检验等各环节人员进行技术交流，不断对机车多模无线通信设备进行改进指导，保持技术领先、性能优化、价格合理。

（一）组织措施-成立标准实施工作组

由中国交通运输协会标准化技术委员会牵头，联合铁路公司、设备供应商、第三方检测机构成立专项工作组，负责标准宣贯、技术指导和实施监督。工作组下设专家组，

负责解读标准技术条款，解决实施争议。组织相关人员到现场参观学习，直观机车多模无线通信设备使用效果及具体安装工艺。

（二）技术措施-开发配套工具与平台

建立机车多模无线通信设备测试平台，集成第 9 章涉及的各类指标并可生产测试报告报告，实现测试数据自动化采集与分析。

开发设备功能测试环境，支持第 8 章的功能要求和第 11 章得应急场景的模拟验证。

（三）过渡办法

建议作为推荐性标准颁布，在批准发布 3 个月后实施。

九、其他应说明的事项

（一）涉及专利等应说明的事项

无。

（二）变更信息

无。