

ICS 45.120

S 70

团体标准

T/CITSA XX-202X

城市轨道交通 车载设备天线隔离度 测试方法

Antenna isolation testing method for apparatus on-board in urban rail transit

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国智能交通协会 发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试项目	2
5 被测对象	2
6 测试环境	2
7 测试设备	3
7.1 频谱分析仪	3
7.2 信号源	3
7.3 测试跳线和连接器	3
8 数据采集和后处理	3
8.1 测试准备	3
8.2 天线隔离度测试	4
8.3 测试后处理	5
9 测试报告	5
附 录 A	6
附 录 B	7
附 录 C	8
附 录 D	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作原则 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。

本文件由中车南京浦镇车辆有限公司提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：中车南京浦镇车辆有限公司、中车浦镇阿尔斯通运输系统有限公司、通标标准技术服务有限公司、江苏天纬检测技术服务有限公司、中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司。

本文件主要起草人：周杨、李杰、张坤、刘晓晶、涂本荣、马庆文、康旭明、刘睿、谭辉、柳晓、侯德超、孙敏杰。

城市轨道交通车辆车载天线隔离度测试方法

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆车载设备天线隔离度测试的被测对象、测试环境、测试设备、数据采集和后处理等。

本文件适用于具有车载设备天馈系统的城市轨道交通车辆，包括城际列车、地铁列车、轻轨列车、单轨列车等，其它车辆可参照执行。

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 4365 电工术语 电磁兼容术语

GB/T 14733.10 电信术语 天线

GB/T 24338.3 轨道交通 电磁兼容 第 3-1 部分：机车车辆 列车和整车

3 术语和定义

GB/T 4365 和 GB/T 14733.10 界定的及以下术语和定义适用于本文件。

3.1

隔离度 isolation ratio

多端口天线的一个端口上的入射功率与该入射功率在其他端口上所产生的可用功率之比，通常以分贝表示。

[来源：GB/T 14733.10-2008，712-02-60]

3.2

有效辐射功率 effective radiated power

施加到天线的功率与在给定方向上相对于半波偶极子的天线相对增益的乘积。

[来源：GB/T 14733.10-2008，712-02-52]

3.3

带内干扰 in-band interference

在有用信号频率内的骚扰，引起的设备或系统性能的下降。

3.4

带外干扰 out-of-band interference

在有用信号频率附近有强干扰时，使频谱分析仪前级过载，增益急剧下降，输出信噪比显著恶化的现象。

3.5

同频干扰 co-channel interference (CCI)

无用信号的载频与有用信号的载频相同，并对接收同频有用信号的频谱分析仪造成的干扰。

3.6

杂散发射 spurious emission

必要带宽外的单个或多个频点上的发射，可以减小其电平而不影响相应的信息传输。

杂散发射包括谐波发射、寄生发射、互调产物及变频产物。带外发射除外。

[来源：GB/T 4365-2003, 161-06-01]

3.7

天线增益 gain of antenna

在输入功率相等的条件下，实际天线与理想的辐射单元在空间同一点处所产生的信号的功率密度之比。

4 测试项目

车载天线隔离度测试包括：

- a) 基于带内干扰的天线隔离度测试：测试发射天线对接收天线在接收频段内的影响，包含同频干扰和邻频干扰。
- b) 基于带外干扰的天线隔离度测试：测试发射天线对接收天线在接收频段外的影响。

5 被测对象

- 5.1 被测对象为车载设备的无线传输天线，当其馈线的损耗不可忽略时，应将馈线也作为被测对象。
- 5.2 应按照附录 A 对车载天线做频谱规划，频谱规划中列为风险项的车载天线之间应做隔离度测试。
- 5.3 天线隔离度测试前，应向通信设备和天线设备供应商获取天线系统以下参数：
 - a) 天线接/发频段；
 - b) 通信设备有效辐射功率；
 - c) 杂散发射功率；
 - d) 天线增益；
 - e) 带外阻塞阈值；
 - f) 天线最大发射功率。

注：信号源发射功率超过天线最大发射功率时会对被测天线系统产生不可逆的损坏。

5.4 天线隔离度测试应记录以下数据：

- a) 测试频段；
- b) 指定频段的背景噪声；
- c) 发射信号功率；
- d) 接收信号功率。

5.5 天线隔离度测试应考虑测试跳线线损，线损的计算参照附录 B。

6 测试环境

- 6.1 测试应在湿度适宜的环境中进行，雨雪及大雾天气会对测试结果产生较大影响。
- 6.2 车辆应静置于轨道上，保持降弓休眠状态，停车场地应满足 GB/T 24338.3 中开阔场的要求，且在被测天线接/发频段内无强辐射干扰源且背景噪声稳定。如果在规定的频率或规定的频率范围内频谱分析仪有效接收信号高于环境噪声 10dB 以上，可进行测试；如果背景噪声不稳定或测量频段附近有强干

扰信号，在确保信号源发射功率不超过天线最大发射功率情况下，可适当提高发射功率或减小频谱分析仪接收带宽进行测试，如依然无法满足上述测试条件则测试终止。

6.3 测试场地应配备品质良好的工频电源用于测试设备供电并保证测试设备接地。

7 测试设备

7.1 频谱分析仪

基本参数要求：

- a) 测量范围：覆盖所有被测频段；
- b) 输入阻抗：应和天线系统匹配；
- c) 检波方式：RMS有效值检波；
- d) 分辨率带宽：应小于被测通信系统的信道带宽。

7.2 信号源

基本要求：

- a) 频率范围：覆盖所有被测频段；
- b) 最大输出功率：应满足6.2的测试要求。

7.3 测试跳线和连接器

基本要求：

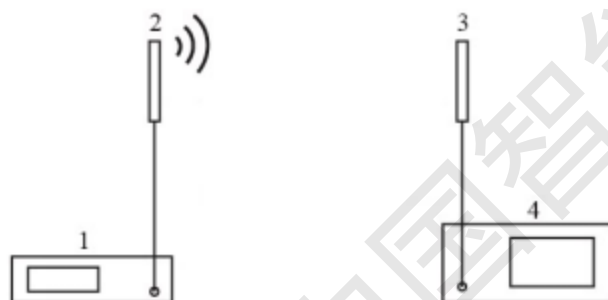
- a) 跳线线损：线损在测试频段内稳定不变；
- b) 特性阻抗：与天线系统，测试设备匹配；
- c) 连接器反射：反射能量应考虑在线损中。

8 数据采集和后处理

8.1 测试准备

对测试跳线（含连接器反射）的线损进行测试。

在每轮测试前，选定一个被测天线作为发射天线，其它天线依次作为测试接收天线，设备连接见图1。



标引序号说明：

1——信号源；2——发射天线系统；3——接收天线系统；4——频谱分析仪。

图1 天线隔离度测试配置图

测试前车载设备天线应已安装完毕，被测对象包含天线、天线至通信设备的馈线。测试时，断开天线系统馈线与通信设备的连接，信号源和频谱分析仪通过跳线分别与对应天线系统馈线连接。

待测系统和测试设备阻抗不匹配时，可通过接入合适的阻抗转换器以减小该影响。

8.2 天线隔离度测试

8.2.1 单组天线测试

8.2.1.1 设置信号源的发射频段与发射天线端的通信设备发射频段保持一致，频谱分析仪的接收频段与信号源的发射频段保持一致。

8.2.1.2 检测发射频点的背景噪声，确认满足6.2规定的测试环境要求并记录。

8.2.1.3 信号源的发射功率宜与发射天线端的通信设备发射功率保持一致，如遇到较强的背景噪声，信号源的发射功率应满足6.2的规定。

8.2.1.4 信号源采用扫频模式并设置合适的步进，步进频点序列至少包含每个信道的中心频点。频谱分析仪的检波方式和分辨率带宽设置应满足7.1的要求，视频带宽应设置为0.1倍的分辨率带宽，使用最大值保持模式进行记录。

8.2.1.5 正式测试前验证测试系统是否处于线性工作区。先进行一次隔离度测试，记录信号源发射功率值和接收功率值，并计算出当前的天线隔离度；增加信号源发射功率，再次计算天线隔离度，若未发生明显偏差则判定测试系统处于线性工作区，若发生明显偏差则判定测试系统处于非线性工作区，需要降低信号源发射功率后继续进行验证。

8.2.1.6 记录信号源的发射功率值 P_{SG} 和频谱分析仪的接收功率值 P_{SA} ，每组天线之间的隔离度测试至少进行3次，测试的间隔时间不少于3s，数据的有效性应符合附录C的要求。

8.2.1.7 如果通信系统的杂散发射功率较大，则应将杂散发射频段作为寄生工作频段列入测试。

注：使用信号源模拟杂散发射时，因为信号源频率可能与天线工作频率不匹配，考虑天线反射对信号源的影响是必要的。

8.2.2 多组天线测试

对被测天线两两组合进行测试，测试组合见表1，每组天线测试按照8.2.1的方法测试，应分别对组合进行带内干扰和带外阻塞干扰的天线隔离度测试。

表1 天线测试组合

发射天线	接收天线				
	天线 1	天线 2	天线 3		天线 n
天线 1	/	T_{12}	T_{13}		T_{1n}
天线 2	T_{21}	/	T_{23}		T_{2n}
天线 3	T_{31}	T_{32}	/		T_{3n}
.....					
天线 n	T_{n1}	T_{n2}	T_{n3}		/
注 1: T_{ij} 表示天线 i 作为发射天线，天线 j 作为接收天线的测试组合，需分别进行带内干扰的天线隔离度测试和带外阻塞干扰的天线隔离度测试。					
注 2: 如天线 i 和天线 j 工作频段相同或相邻则定义为带内干扰，否则为带外干扰。					

8.3 测试后处理

8.3.1 天线隔离度的计算按照附录 D 执行。

8.3.2 应排除因信号丢失、环境因素等造成的异常信号数据，异常数据的筛除方法参照附录 C。

9 测试报告

测试报告应至少包含以下方面的内容：

- (a) 测试目的；
- (b) 测试环境；
- (c) 测试仪器；
- (d) 测试方法；
- (e) 测试结果；
- (f) 附图和附表（包括测试时的照片、测试过程中关键数据等）；
- (g) 测试人员签字。

附录 A

(规范性)

车载设备天线频谱规划

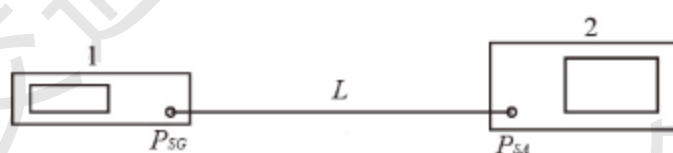
城市轨道交通车辆车载天线的电磁兼容不仅需要技术手段，同时也依赖管理手段，频谱规划就是在系统设计之初的电磁兼容性工作方面的重要管理手段。车载设备天线频谱规划是通过收集车载设备天线相关信息，评估天线之间电磁兼容性。信息收集应覆盖所有无线设备，将收集到的关键信息填写天线信息搜集表中。表A.1给出了天线信息表示意。

表A.1 车载设备天线信息表

所属系统	装车位置	工作频段/Hz	通信设备有效辐射功率/W	天线增益/dBi	备注

附录 B
(资料性)
线损的测量

频谱分析仪、信号源及其测试跳线在待测工作频段的线损（包含连接器端的反射）可通过图B.1所示检测系统测得。



标引序号说明：

1——信号源

2——频谱分析仪

图 B.1 线损检测系统示意图

总线损值 L 为：

$$L = P_{SG} - P_{SA}$$

式中：

P_{SG} ——信号源输出功率，单位为 dBm；

L ——传输线的线损，单位为 dB；

P_{SA} ——频谱分析仪读数，单位为 dBm。

附录 C
(资料性)
异常数据剔除规则

异常数据剔除采用格拉布斯准则，满足下列公式的值即定义为离散值而应予以剔除：

$$|v_n| > G(\alpha, n) \cdot s(x_n)$$

式中：

x_n ——单次测量值；

v_n ——单次测量值与测量平均值的差值；

$s(x_n)$ ——测量标准差；

$G(\alpha, n)$ ——是与显著性水平 α 以及重复测量次数 n 有关的格拉布斯临界值。

使用格拉布斯准则时应先根据经验确定属于单侧情况还是双侧情况，离群值仅可能出现在一端（高端或低端），则属于单侧情况；离群值在高端或低端均可能出现，则属于双侧情况。若给定的置信概率为 95%，则显著性水平 $\alpha=0.05$ ，对于单侧情况，离群值仅出现在一侧，此时 5% 的离群值可以全部留在一侧，故应采用置信概率为 95%（ $\alpha=0.05$ ）的格拉布斯临界值；对于双侧情况，每侧只能有 2.5% 的测量值可判为离群值，故应采用置信概率为 97.5%（ $\alpha=0.025$ ）的格拉布斯临界值。同样若给定的置信概率为 99%（ $\alpha=0.01$ ）和 99.5%（ $\alpha=0.005$ ）的格拉布斯临界值，不同 α 值的格拉布斯临界值见表 D.1。

表 D.1 格拉布斯准则的临界值 $G(\alpha, n)$ 表

n	α			
	0.05	0.025	0.01	0.005
3	1.153	1.155	1.155	1.155
4	1.463	1.481	1.492	1.496
5	1.672	1.715	1.749	1.764
6	1.822	1.887	1.944	1.973

注：本表只列了最多测量 6 次的格拉布斯准则的临界值。

附录 D
(规范性)
天线隔离度的计算

一对收发天线的工作示意图见图1。

天线间隔离度 I 为：

$$I = 10 \lg(P_{in} / P_{out})$$

式中：

I ——天线隔离度，单位为dB；

P_{in} ——发射天线净输入功率，单位为W；

P_{out} ——接收天线的净输出功率，单位为W。

在实际操作中，有

$$\begin{cases} 10 \lg(P_{in} / 1\text{mW}) = P_{SG} - L_1 \\ 10 \lg(P_{out} / 1\text{mW}) = P_{SA} + L_2 \end{cases}$$

则天线隔离度的计算公式也可表示为：

$$I = P_{SG} - P_{SA} - L_1 - L_2$$

式中：

P_{SG} ——信号源输出功率，单位为 dBm；

L_1 ——信号源和发射天线间测试跳线的线损，单位为 dB；

L_2 ——频谱分析仪和接收天线间测试跳线的线损，单位为 dB；

P_{SA} ——频谱分析仪接收功率，单位为 dBm。

中国智能交通协会团体标准
《城市轨道交通 车载设备天线隔离度测试方法》
编制说明

标准编制组

2023 年 8 月

目 录

一、工作简况	1
二、编制原则	4
三、标准内容的起草	5
四、主要试验验证结果及分析	9
五、标准水平分析	10
六、采标情况	10
七、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系	10
八、重大分歧意见的处理过程和依据	10
九、标准性质的建议	10
十、贯彻标准的要求和建议	11
十一、废止、替代现行有关标准的建议	11
十二、其他应予以说明的事项	11

一、工作简况

1. 任务来源

《城市轨道交通 车载设备天线隔离度测试方法》标准源于中国智能交通协会下达的2022年度团体标准制修订计划。

随着科技发展,列车车载智能化的设备越来越多的采用无线技术进行互联互通,同时高频电力电子器件如SiC、GaN得以在电气设备中广泛应用,在此背景条件之下,车载天线系统的数量和复杂程度均大大提高,车载通信系统产生和受到电磁干扰的机率也大大增加,车内外的电磁环境同时变得日益复杂和严酷。从设备工作环境来看,在轨道交通车辆中,在司机室和设备间的狭小封闭空间内布置了大量通信、信号和控制设备,这些设备的工作频率、功率、骚扰发射强度以及抗扰度等级各不相同,形成了一个非常复杂的电磁环境,从而造成了列车中相关联的电气与电子设备,在不同程度上受到系统间电磁干扰影响的问题,即电磁兼容性问题,这一问题已经成为了保障车辆安全运行的重要因素之一。为了验证分布在狭小空间的多根天线不会出现电磁干扰的现象,故提出一种适合城市轨道交通车辆车载天线隔离度的测试方法。

2. 起草单位情况

(1) 本标准起草单位

本标准起草单位包括中车南京浦镇车辆有限公司、中车浦镇阿尔斯通

运输系统有限公司、通标标准技术服务有限公司、江苏天纬检测技术服务有限公司、中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司。

(2) 标准起草单位工作情况

2021年,中车南京浦镇车辆有限公司做了天线隔离度测试技术研究科研项目,建立了天线隔离度测试能力,填补了轨道交通行业对于车载天线间隔度测试方法的空白,并在杭州地铁10号线地铁车辆上成功实施了该类检测。

在本标准编制任务中,中车南京浦镇车辆有限公司总体负责标准制定工作,组织形成标准征求意见稿、送审稿等各个阶段的标准文本、编制说明,收集整理标准制定各阶段的意见建议。

中车浦镇阿尔斯通运输系统有限公司、通标标准技术服务有限公司、江苏天纬检测技术服务有限公司、中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司主要负责资料收集分析、参与编写标准征求意见稿、送审稿等各个阶段的标准文本和提出修改意见,参加标准的评审。

3. 主要起草人及其所做的工作

本标准的主要起草人及其所做工作简要介绍如表1所示:

表1 主要起草人及其主要工作

主要起草人	工作单位	主要工作
周杨	中车南京浦镇车辆有限公司	技术指导、总体负责标准技术审查。
李杰	中车南京浦镇车辆	总体框架、总体内容和全面把握、总体负责标

	有限公司	准编制。
张坤	中车南京浦镇车辆有限公司	前期调研分析，参与标准编制。
刘晓晶	中车南京浦镇车辆有限公司	前期调研分析，参与标准编制。
涂本荣	中车南京浦镇车辆有限公司	标准化审查和管理。
马庆文	中车浦镇阿尔斯通运输系统有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位的修改意见。
康旭明	中车浦镇阿尔斯通运输系统有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位的修改意见。
刘睿	通标标准技术服务有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位的修改意见。
谭辉	江苏天纬检测技术服务有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位的修改意见。
柳晓	江苏天纬检测技术服务有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位的修改意见。
侯德超	中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位技术人员对标准提出的修改意见。
孙敏杰	中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司	前期调研分析，参与标准编制和评审，提出修改意见；搜集汇总本单位的修改意见。

4. 主要工作过程

标准制定项目组通过多次会议研讨、邮件交流、独立和集中修改等方式，共同编制了《城市轨道交通 车载设备天线隔离度测试方法》标准。

标准编制组开展的各个阶段主要工作如下：

立项阶段：2022年4月—2022年8月，中车南京浦镇车辆有限公司向中国智能交通学会提报了标准立项申请和标准草稿，根据协会专家审查意见，浦镇公司修改标准范围并对专家意见作出回复，最终通过立项。

起草阶段：2022年8月—2023年6月，草案讨论并修改完善阶段，形成征求意见稿。该阶段标准编制组进行了多次会议研讨，会议情况如下：

- 1) 2023年4月12日—14日，中车南京浦镇车辆有限公司主持召开研讨会，与会人员就标准的所有内容进行了深入地交流与探讨，提出了修改意见。
- 2) 2023年6月20日，中车南京浦镇车辆有限公司将标准草案发给标准参编单位，在参编单位内广泛征集意见。
- 3) 2023年6月X日，由中车南京浦镇车辆有限公司主持召开网络会议，编制组全体人员为标准整体内容进行逐条讨论，会议过程中，对大部分内容都达成一致，主要对XXX(写参编单位提出的主要意见)，起草组重新对标准进行了修改，形成了标准征求意见稿提交协会。

征求意见阶段：XXX。

送审稿：XXX。

二、编制原则

本标准在编制过程中遵循了先进性和合理性原则。

先进性原则:起草单位已成功开展车载天线间满足电磁兼容性研究工作,且近年来已在杭州10号线、上海14号线项目应用验证,已经实现整车天线隔离度测试自主化,本团标的编制充分吸收的最新的研究和应用成果。天线隔离度测试目前属于研究性试验,是在总结浦镇公司在天线隔离度测试技术研究项目最新的研究成果的基础上编制而成的。

(2) 合理性原则:写一段话,体现出和现有的情况相结合,充分考虑到了目前的执行情况。

标准的内容是结合目前在多个项目中的应用实际确定的,符合目前各相关单位的实际,标准可操作性好,内容合理。主要体现在以下几个方面:

- 1) 明确了测试对象范围,没有盲目扩大测试范围而导致负担过重。
- 2) 明确了测试设备基本参数要求,进一步简化了测试流程。
- 3) 明确了测试步骤,确保测试按着步骤有条不紊的进行。

三、标准内容的起草

1. 主要技术内容的确定和依据

基于城轨地铁项目部分业主的要求,需要对车载天线进行隔离度分析和测试,确保天线的数据传输正常进行,不会互相干扰。但天线隔离度的测试没有特定的标准要求,所以制定此标准,规范天线隔离度测试的方法和程序,后续的试验有法可依。

(1) 测试项目的确定

规定了以下两种隔离度测试：

a) 基于带内干扰的天线隔离度测试：测试发射天线对接收天线接收频段内的影响，包含同频干扰和邻频干扰。

b) 基于带外干扰的天线隔离度测试：测试发射天线对接收天线接收频段外的影响。

(2) 被测对象的确定

城市轨道交通车辆车载天线主要用于车载无线设备接收和发射有用信号电磁波，也是电磁骚扰进入系统的门户。城市轨道交通车辆天线之间的相互兼容是无线系统电磁兼容的重要考虑因素。由于发射天线带内有意发射功率高于杂散发射功率，接收天线带内敏感阈值也低于带外敏感阈值，如果多天线在装车后干扰路径已经形成，那么可能出现以下三种天线互扰的情况：

- 1) 干扰天线与敏感天线工作频段一致，即同频干扰。
- 2) 干扰天线带外发射与杂散发射电平超过敏感天线带内敏感阈值。
- 3) 干扰天线带内发射超过敏感天线带外敏感阈值。

相较于后两种干扰情况，同频干扰较容易被发现，在城市轨道交通领域也较为常见，可选择解决方案包括调频扩频技术、频谱规划、建立专用通信网络等。针对后两种干扰情况，则较不容易排除且隐患较大，因此最理想的解决方案是车辆在投入运营前进行车载天线隔离度的测试。

本标准规定只有频谱规划中列为风险项的车载天线之间才做隔离度测试，并非所有天线之间都需要做隔离度测试。车载天线的电磁兼容不仅需要技术手段，同时也依赖管理手段，频谱规划是在系统设计之初的电磁兼容性工作方面的重要管理手段。评估工作从频谱规划检查开始，首先收集各无线系统占用的频谱、车载天线的安装位置、系统间的接口以及各自的工作原理等信息，信息收集应尽可能丰富全面覆盖所有无线设备，确保评估内容的完整性和评估结果的准确性，然后将收集到的关键信息统计汇总，对汇总中列为风险项的车载天线之间须做隔离度测试。

(3) 测试环境的确定

标准规定：车辆应静置于轨道上，保持降弓休眠状态，停车场地应满足 GB/T 24338.3 中开阔场的要求，在被测天线接/发频段内无强辐射干扰源且背景噪声稳定。如果在规定的频率或规定的频率范围内频谱分析仪有效接收信号高于环境噪声 10dB 以上，可进行测试；如果背景噪声不稳定或测量频率附近有强干扰信号，在确保信号源发射功率不超过天线最大发射功率情况下（即不对天线造成损害的情况下），可适当提高发射功率或减小频谱分析仪接收带宽，使得频谱分析仪有效接收信号高于环境噪声 10dB 以上可进行测试。如果仍然无法实现时，则不应进行测试。

测试环境要求是根据标准 GB/T 24338.3 确定的，考虑到周围环境如在测试频段内有较高的背景电磁噪声，测试结果会受到影响，不能区分是天线之间的影响还是环境影响。

标准GB/T 24338.3中对影响测试结果的背景噪声有所规定，考虑到本测试方法是在特定频点对其他天线的干扰情况，考虑到信噪比的裕量问题，故将可测试的环境定为当有效信号高于环境噪声10dB的情况下。

(4) 测试设备的确定

标准中规定了：

频谱分析仪基本参数要求：

- a) 测量范围：覆盖所有被测频段；
- b) 输入阻抗：应和天线系统匹配；
- c) 检波方式：RMS有效值检波；
- d) 分辨率带宽：应小于被测通信系统的信道带宽。

信号源基本要求：

- a) 频率范围：覆盖所有被测频段；
- b) 最大输出功率：应标准6.条的测试要求。

测试跳线和连接器基本要求：

- a) 跳线线损：线损在测试频段内稳定不变；
- b) 特性阻抗：与天线系统，测试设备匹配；
- c) 连接器反射：反射能量应考虑在线损中。

这些是测试设备的基本要求，是确保测试精度的必要条件。

(5) 数据采集和后处理

确定了单组天线之间、多组天线隔离度测试流程，主要规定了：

- 1、信号源、发射天线端通信设备、频谱分析仪的频率的设置；
- 2、测试场环境的测量；
- 3、单组天线之间的隔离度测试方法、多组天线间的隔离度测试方法。
- 4、给出了数据的处理方法，异常数据提出采用格拉布斯准则。
- 5、给出了天线隔离度的计算公式（通用公式）。

（6）测试报告的确定

给出了测试报告中应包括的内容，未给出具体报告格式，由采用标准单位自行确定。

（7）关于评判指标

标准未给出评判指标，天线的隔离度主要是根据天线的工作频率，发射功率以及自身设备确定的，即在一定噪声的干扰下能够正常工作，是由天线及接收机系统确定的，不同频率和用途的天线隔离度指标是不统一的，所以本标准只建立方法，根据天线的具体要求进行隔离度的评判。

2. 标准中英文内容的汉译英情况

本标准中标题和术语中英文经过起草人全体人员会议讨论确定，翻译语句通顺，符合英文习惯。

四、主要试验验证结果及分析

本标准是总结既有的科研成果和应用实际的情况编制的，在多个实际

应用项目上得到了验证，测试方法科学可行。

五、标准水平分析

目前我国已颁布执行的相关国家标准有GB/T 24338系列，等同于IEC 62236系列，虽规定了整车和某些铁路产品的电磁兼容要求，但是对于城市轨道交通列车车载无线设备的电磁兼容性要求尚未覆盖，特别是对于车载天线隔离度测试方法尚且处于空白阶段。城市轨道交通车辆车载天线隔离度测试标准填补了该标准填补了轨交领域的空白，对提高车载天线的抗干扰性能，满足列车安全数据的传输，保障无线通信系统具备高可靠性和可用性具有十分重要的意义。

六、采标情况

本标准不涉及采用国际标准或国外先进标准制修订等情况。

七、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系

不存在与法律法规和强制性标准违背的情况。

八、重大分歧意见的处理过程和依据

无。

九、标准性质的建议

《标准化法》规定“对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准。”本标准作为试验方法标准，主要规定了城市轨道交通车辆车载设备天线隔离度测试的被测对象、测试环境、测试设备、数据采集和后处理等。不属于《标准化法》中强制性标准的范围，建议为推荐性标准，供社会主体自主选用。

十、贯彻标准的要求和建议

本文件规定了城市轨道交通车辆车载设备天线隔离度测试的被测对象、测试环境、测试设备、数据采集和后处理等。本文件适用于具有车载设备天馈系统的城市轨道交通车辆，包括城际列车、地铁列车、轻轨列车、单轨列车等，其它车辆可参照执行。建议行业内需要开展该测试的单位能够按照标准的要求培训相关人员、规划相关场地、配备满足测试性能的设备，便于标准的实施。

十一、废止、替代现行有关标准的建议

本标准为新立项制定的标准，不影响现行有关标准。

十二、其他应予以说明的事项

无。