

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2022

城市轨道交通工程设备机房电磁干扰防护 性能要求及测试方法

Performance requirements and test methods for anti-electromagnetic
interference of urban rail transit construction equipment room

征求意见稿

(本草案完成时间：2022 年 9 月)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

目 次	I
前 言	I
城市轨道交通工程设备机房电磁干扰防护性能要求及测试方法	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术 语	1
4 基本规定	2
4.1 前提条件	2
4.2 测试范围	2
4.3 测试项目	2
4.4 测试设备要求	2
4.5 测试工况要求	3
5 性能要求	3
5.1 低频电场强度、磁场强度限值要求	3
5.2 无线电干扰场强限值要求	3
5.3 射频等效辐射功率密度限值要求	4
5.4 静电电压	4
5.5 机房接地性能要求	4
6 测试方法	4
6.1 测点布置	4
6.2 低频电场、低频磁场场强	5
6.3 无线电干扰场强	5
6.4 射频等效辐射功率密度	5
6.5 静电电压	5
6.6 机房接地性能测试	6
7 报告编制	6

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新技术促进分会提出。

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：中国铁道科学研究院集团有限公司、北京市基础设施投资有限公司、天津智能轨道交通研究院有限公司、呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限责任公司、呼和浩特市地铁运营有限公司、杭州市地铁集团有限责任公司、杭州地铁运营有限公司、北京交通大学、宁波轨道交通运营分公司、上海中铁通信信号测试有限公司、卡斯柯信号有限公司、中交协联交通科学研究院（北京）有限公司。

本文件主要起草人：马九洋、李天石、范季陶、苏立轩、吴俊、魏志恒、戴源廷、李克飞、王文斌、李洋、王谦、刘义、吴小静、许昕、傅俊武、魏哲恺、李军智、吴启、赵宁宁、肖建军、何庆军、曾海军、唐俊、冯麟淞、李大伟、钱宏华、金晓雷、马彦波、王海波、赵晓蓉、陈松、陈哲。

城市轨道交通工程设备机房电磁干扰防护性能要求及测试方法

1 范围

本文件规定了城市轨道交通通信、信号等弱电设备机房的电磁干扰防护性能要求和测量方法。
本文件适用于城市轨道交通新建、改建、扩建工程及运营线路。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GBZ/T 189.3 工作场所物理因素测量 第3部分：1Hz~100kHz电场和磁场

GB/T 2887 计算机场地通用规范

GB/T 4365 电工术语-电磁兼容

GB 8702 电磁环境控制限值

GB/T 24338.2 轨道交通 电磁兼容 第2部分：整个轨道系统对外界的发射

GB/T 32577 轨道交通有人环境中电子和电气设备产生的磁场强度测量方法

GB 50157 地铁设计规范

GB 50174 数据中心设计规范

GB 50490 城市轨道交通技术规范

HJ/T 10.2 辐射环境保护管理导则 电磁辐射检测仪器和方法

YD/T 1821 通信局（站）机房环境条件要求与检测方法

TB/T 3233 铁路综合接地系统测量方法

交运规[2019]1号文 城市轨道交通初期运营前安全评估管理暂行办法

交运办[2019]17号文 城市轨道交通运营前安全评估技术规范 第1部分：地铁和轻轨

3 术 语

3.1 电磁环境 electromagnetic environment

存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

[GB/T 4365，术语161-01-01]

3.2 设备机房 equipment room

设置通信、信号等主要设备（服务器、网络设备、数据转换、数据存储设备等）的场所。

[参考GB/T 2887，术语3.2]

3.3 电场强度 electric field strength

矢量场量 E ，其作用在静止的带电粒子上的力等于 E 与粒子电荷的乘积，其单位为伏特每米（V/m）。

[GB 8702，术语3.6]

3.4 磁场强度 magnetic field strength

矢量场量 H 在给定点等于磁感应强度除以磁导率，并减去磁化强度，其单位为安培每米（A/m）。
[GB 8702，术语3.7]

3.5 磁感应强度 magnetic induction strength

矢量场量 B 其作用在具有一定速度的带电粒子上的力等于速度与 B 矢量积，再与粒子电荷的乘积，其单位为特斯拉（T）。
[GB 8702，术语3.8]

3.6 无线电干扰 radio interference

由具有无线电频率分量的电磁骚扰引起的有用信号接收性能的下降。
[参考GB/T 4365，术语161-01-14]

3.7 静电电压 electrostatic voltage

由于静电电荷积累导致物体表面对地电位的升高。

3.8 射频等效辐射功率密度 Rf equivalent radiation power density

标量场量 S ，为穿过与电磁波的能量传播方向垂直的面元的等效辐射功率除以该面元的面积的值，单位为瓦特每平方米（W/m²）。
[参考GB 8702，术语3.9和3.10]

3.9 接地电阻 grounding system

接地极与电位为零的远方接地极之间的欧姆律电阻。
注：远方指一段距离，在此距离下，两个接地极的互阻基本为零。
[TB/T 3233，定义3.10]

4 基本规定

4.1 前提条件

设备机房电磁干扰检测应具备以下前提条件：

- a) 工程静态验收完成；
- b) 通信系统、信号系统的设备调试完成，可正常投入使用；
- c) 线路具备行车条件，并且按照运行图模式行车；

4.2 测试范围

宜对线路所有通信、信号设备机房进行测试，其中通信机房应包括专用通信机房和公安通信机房。

4.3 测试项目

设备机房防电磁干扰测试项目应包括：

- a) 低频电场强度、低频磁场强度；
- b) 无线电干扰场强；
- c) 射频等效辐射功率密度；
- d) 静电电压；
- e) 机房接地性能。

4.4 测试设备要求

测试设备应满足以下要求：

- a) 测试设备应状态良好，并在计量有效期内。
- b) 测试设备及天线的频段应能有效涵盖被测频段，无线电干扰测量设备应符合 GB/T6113.101，测试天线应采用符合 GB/T6113.104—2016/CISPR16-1-4:2012 要求的天线。
- c) 低频场强测试设备应能有效覆盖 1Hz~20kHz 的频率范围，设备具有持续最大保持和记录最大值、平均值的功能。
- d) 直流电阻测试表的分辨率应至少达到 0.01mΩ，接地电阻表的分辨率应至少达到 0.01Ω。

4.5 测试工况要求

测试过程应涵盖列车通过所测试车站的工况，列车通过或在机房所处位置的行驶状态，应按照正常运营状态进行。

5 性能要求

5.1 低频电场强度、磁场强度限值要求

设备机房内低频电场和低频磁场强度数值应满足表1要求。

表 1 低频电场、低频磁场限值

频率范围	电场强度 E V/m	磁场强度 H A/m	磁感应强度 B μT
[1Hz, 8Hz)	8000	32000/(f*f)	40000/(f*f)
[8Hz, 25Hz)	8000	4000/f	5000/f
[0.025kHz, 1.2kHz)	200/f	4/f	5/f
[1.2kHz, 2.9kHz)	200/f	3.3	4.1
[2.9kHz, 57kHz)	70	10/f	12/f
[57kHz, 100kHz]	4000/f	10/f	12/f

注 1: 强度计算中频率 f 的单位为所在行中第一列频率范围处的单位。
注 2: 应同时限制电场强度和磁感应强度；

50Hz 磁场强度限值除满足表中要求外，不应超过 30A/m。

5.2 无线电干扰场强限值要求

设备机房内低频电场和低频磁场强度数值应满足表2要求。

表 2 无线电干扰场强限值

频率范围	无线电干扰场强限值 (dB μV/m)
[0.15MHz, 1000MHz]	126
[1400MHz, 2000MHz]	130

5.3 射频等效辐射功率密度限值要求

设备机房内30MHz～6000MHz环境下的射频等效辐射功率密度应不超过表3中的限值要求。

表 3 射频等效辐射功率密度限值

频率范围	电场强度 E V/m	磁场强度 H A/m	磁感应强度 B μT	等效平面波功率密度 Seq/ (W/m ²)
30～3000 MHz	12	0.032	0.04	0.4
3000～6000 MHz	$0.22f^{1/2}$	$0.00059f^{1/2}$	$0.00074f^{1/2}$	$f/7500$

注 1：在远场区，可以只限制电场强度或磁场强度，或等效平面波功率密度；在近场区，需同时限制电场强度和磁场强度。

5.4 静电电压

机房内绝缘体的静电电压限值不超过1kV。

5.5 机房接地性能要求

机房内各设备至机房接地排之间的等电位连接电阻不宜超过50mΩ；超出50mΩ但未超过0.2Ω时，应加强后期关注，避免连接出现恶化；当超过0.2Ω时，应尽快处理。

机房地网的接地电阻不宜超过1Ω，超过1Ω时应尽快检查处理。

6 测试方法

6.1 测点布置

对于机房面积在30~100m²范围内时，测点布置可参考图1所示图例。其中其中测点1和测点2、3、4、5分别位于房间的中心和和4个边角，测点与最近的墙体、设备的间距需大于30cm。

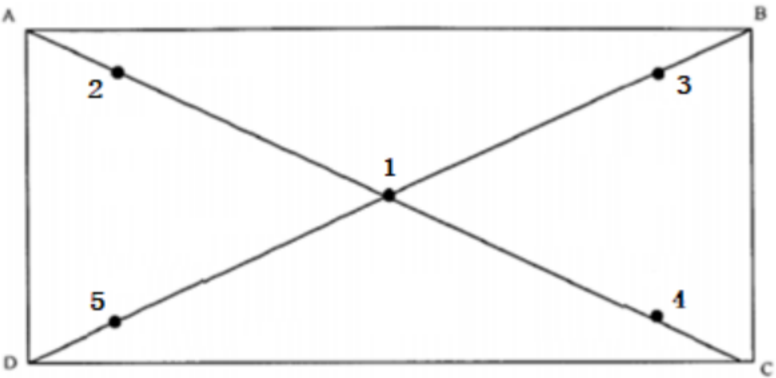


图 1 测点位置分布示意图

对于机房面积在30m²以下时，测点布置可参考图2所示图例，其中测点1和测点2、3位于房间的中心水平线处。当机房内机柜数量超过2台时，可选取测点1、2、3；当机房内机柜数量不超过2台时，可只选取测点1；所有测点与最近的墙体、设备的间距需大于30cm。

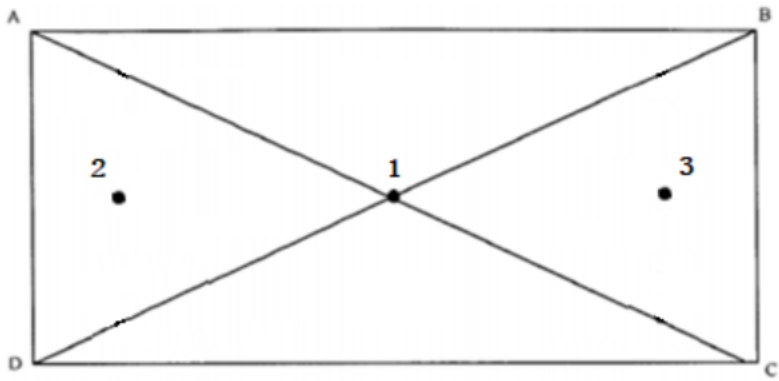


图 2 测点位置分布示意图

对于机房面积在100m²以上时，测点布置可参考图3所示图例。其中2、3、4、5测点分别位于房间的中心和4个边角，与最近的墙体、设备的间距需大于30cm；6、7测点分别为测点2、3的连线中点，以及测点4、5的连线中点位置，与最近的墙体、设备的间距需大于30cm。

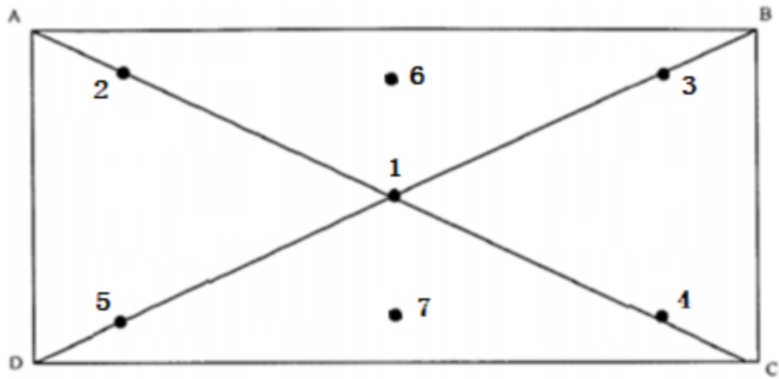


图 3 测点位置分布示意图

6.2 低频电场、低频磁场场强

测点选取参考6.1中的内容，低频电场及磁场场强测试频段应覆盖1Hz~100kHz。

测试探头分别测试距地面0.5、1、1.5m三个部位，每次测量不少于3分钟，记录低频电场、磁场场强最大值和平均值。每个测点连续测量3次，取最大值作为评判。

6.3 无线电干扰场强

测点选取参考6.1中的内容。测试所用的天线架设高度为1.5m~2.5m范围内，分别采用水平极化和垂直极化方式进行测试。利用测量接收机（或频谱分析仪）扫频测试的最大保持功能，宜在图1中的1-5测点分别测试，记录0.15MHz~1000MHz和1400MHz~2000MHz频段的空间无线电干扰场强峰值最大值，带宽RBW的设置应满足在0.15MHz~30MHz的测量采用9kHz带宽，30MHz~1000MHz的测量采用120kHz带宽。

6.4 射频等效辐射功率密度

测点选取参考6.1中的内容，每个测点分别测试距地面0.5、1、1.5m三个高度，且测试探头应距离墙壁和设备在0.3m以上。

6.5 静电电压

测点选取参考6.1中的内容，选取测点位置的设备绝缘表面、工作台面或地面作为测试对象。

测试时手持干燥布料（纯棉或防静电面料），用手掌适当施加压力，以约2次/秒左右的频率在被测表面摩擦近20次后，按静电电压表使用方法接近测试部位读取测试数据。测试时注意仪表探头与被测物体表面的距离符合仪表量程规定的要求。

每处测点应测试5次取平均值作为测试结果。

测试过程中机房内的相对湿度应不超过65%，温度不高于35℃，房间内空气环境中不存在明显肉眼可见的粉尘分布。

6.6 机房接地性能测试

测试等电位连接电阻时，应采用直流测试，测试电压为4~24V，或测试电流不小于0.2A。对于等电位连接电阻，选取机房内设备机柜接地点，测试至机房地网接地连接排处的等电位连接电阻。测试方法宜采用四线法进行测试。每处测点进行不少于3次的测试，取均值作为测试结果。

测试接地电阻时，宜采用三极法或四极法进行接地体接地电阻的测试。进行地下建筑物的接地测量时，可采用接触网作为测试导线，远处车站地网作为辅助接地极。每处测点进行不少于3次的测试，取均值作为测试结果。

7 报告编制

测试报告编制应符合下列要求：

- a) 测试报告内容应符合现行城市轨道交通初期运营前安全评估管理暂行办法的有关规定，并应包含测试单位信息，工程项目概述、测试概况、标准依据、测试内容及数据分析、结论与建议等内容。
- b) 报告应包含测试人员、报告撰写人及审核人等信息；
- c) 报告应包含机房温湿度、机房类别、分布位置、设备运行状态、线路行车工况等基本情况；
- d) 报告应包含各机房测试所有测试参数的最终测试结果；
- e) 报告应明确提出各机房是否满足安全评估的测试结论，在测试结果超出限值时提出相应建议。