



中华人民共和国国家标准

GB/T 32577—2016

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

Measurement procedures of magnetic field levels generated by electronic and
electrical apparatus in the railway environment with respect to human exposure

(IEC/TS 62597:2011,MOD)

2016-04-25 发布

2016-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量方法 2

 4.1 总则 2

 4.2 机车车辆 3

 4.3 地面装置 4

 4.4 试验条件 5

 4.5 试验环境 6

5 测量技术 6

 5.1 总则 6

 5.2 频率范围 6

 5.3 仪器设备要求 6

 5.4 评估方法 7

 5.5 测量 8

6 报告 8

附录 A（资料性附录） 试验计划 10

参考文献 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 IEC/TS 62597:2011《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》。

本标准与 IEC/TS 62597:2011 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示,主要技术性差异及其原因如下:

——关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用 GB/T 24338(所有部分)代替 IEC 62236(所有部分)(见第 3 章);两项标准各部分之间一致性程度如下:
 - ◆ GB/T 24338.1—2009 轨道交通 电磁兼容 第 1 部分:总则(IEC 62236-1:2003, IDT);
 - ◆ GB/T 24338.2—2011 轨道交通 电磁兼容 第 2 部分:整个轨道系统对外界的发射(IEC 62236-2:2003, IDT);
 - ◆ GB/T 24338.3—2009 轨道交通 电磁兼容 第 3-1 部分:机车车辆 列车和整车(IEC 62236-3-1:2003, IDT);
 - ◆ GB/T 24338.4—2009 轨道交通 电磁兼容 第 3-2 部分:机车车辆 设备(IEC 62236-3-2:2003, MOD);
 - ◆ GB/T 24338.5—2009 轨道交通 电磁兼容 第 4 部分:信号和通信设备的发射与抗扰度(IEC 62236-4:2003, IDT);
 - ◆ GB/T 24338.6—2009 轨道交通 电磁兼容 第 5 部分:地面供电装置和设备的发射与抗扰度(IEC 62236-6:2003, IDT);
- 用 GB/T 27025 代替 ISO/IEC 17025(见第 6 章)。

——修改了测量距离,以适应我国人均身高低于欧洲人均身高约 10 cm 的国情(见 4.2 和 4.3);

——修改了频域法,以适应单频测量的需要并提高测量的可操作性(见 5.4.3.2)。

本标准还做了下列编辑性修改:

——删除了引言;

——修改了 IEC/TS 62597:2011 的 5.4.3.1 第 2 段为注 1(见 5.4.3.1);

——修改了 5.4.3 注的位置(见 5.4.3.1);

——修改了部分文字排版(见 4.1);

——修改了参考文献。

本标准由国家铁路局提出。

本标准由全国牵引电气设备与系统标准化技术委员会(SAC/TC 278)归口。

本标准主要起草单位:株洲南车时代电气股份有限公司。

本标准参加起草单位:北京交通大学。

本标准主要起草人:王益民。

本标准参加起草人:闻映红、余定华。

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

1 范围

本标准规定了对存在人体(包括装有心脏起搏器的人群)的轨道交通环境中的磁场强度给出了测量和仿真/计算方法,但未考虑以下因素的影响:

- 大功率瞬变(如短路、接地故障和变压器过冲等);
- 旅客和工作人员个人电子设备(如移动电话、笔记本电脑和无线通讯系统等);
- 频率高于 20 kHz 的专用发射器。

本标准适用于磁场频率为 0 GHz~300 GHz 的轨道交通环境中的设备、系统和地面装置。

由于轨道交通环境中磁场源的自然特性,仅考虑并测量 0 kHz~20 kHz 的磁场的数值。

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。

GB/T 24338(所有部分) 轨道交通 电磁兼容[IEC 62236(all part)]

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求(GB/T 27025—2008, ISO/IEC 17025:2005, IDT)

IEC 61786 关于有人体暴露的低频电场和磁场的测量仪表的特殊要求和测量指南(Measurement of low-frequency magnetic and electrical fields with regard to exposure of human beings—Special requirements for instruments and guidance for measurements)

IEC 62311 电磁场(0 GHz~300 GHz)用于人体辐射限制相关的电子和电气设备的评估[Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restriction for electromagnetic fields (0 GHz~300 GHz)]

3 术语和定义

GB/T 24338(所有部分)、IEC 61786 和 IEC 62311 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作人员 workers

司机、列车乘务人员以及其他在轨道交通环境中工作的人员。

3.2

地面装置 fixed installation

轨道交通环境中除机车车辆外的设施。

3.3

电力牵引系统/馈电系统 electric traction system/feeding system

提供电动车辆能量的轨道交通供电网。

该系统可包括:

- 接触网系统；
- 回流系统；
- 无电牵引系统的运行轨道，以及与附近的电牵引系统的运行轨的导体连接；
- 从接触网直接或通过变压器供电的地面装置；
- 发电厂和变电所中独立向接触网直接输送电能的地面装置；
- 开关站的地面装置。

3.4

干线 main line

客车和货车跨地区性或长距离运行所用的轨道线路。

3.5

城市运输线路 urban transport route

城市区域内地铁、轻轨以及有轨/无轨电车运行的轨道线路。

3.6

工作区域 working area

工作人员工作所在的区域。

3.7

轨道交通环境 the railway environment

可能被轨道中电子和电气设备影响的周围事物和场所。

3.8

公众 public

轨道交通环境中除工作人员以外的所有人员。

3.9

开放式轨道线路 open railway route

车站之外的轨道线路。

4 测量方法

4.1 总则

轨道交通环境中可能影响人体的三个电磁场源分别为机车车辆、牵引供电设备和信号设备。

根据 IEC 62311,不同频率的场辐射存在两种不同的效应:

- 1 Hz~10 MHz 频率范围,与电激励有关;
- 100 kHz~300 GHz 频率范围,与热效应有关。

机车车辆、牵引供电设备和信号设备磁场的测量、仿真和计算适用于 0 kHz~20 kHz 的频率范围,在此频率范围内,磁场起主导作用,电场可忽略。

与轨道交通环境中其他磁场源相比,信号设备的功率最低,可忽略其影响。

轨道交通系统内的负载在短时间内可发生大幅度变化,从而影响磁场辐射。

应对整个轨道交通系统的两类装备进行测量:

- a) 机车车辆(见 4.2),包括内部测量和外部测量,用于证明机车车辆的符合性;
- b) 既有的地面装置(见 4.3),包括既有地面装置的测量和最坏条件情况(如桥梁、平交道口、接触网中最大可能的电流和第三轨等)的仿真/计算,用于证明地面装置的符合性。

通过 a)和 b)测量,确定整个轨道交通系统的发射是否满足限值要求。机车车辆内外确定区域内的测量点见 4.2,在确定区域内地面装置的测量点和相关仿真/计算的细节见 4.3,磁场测量时的试验条件见 4.4,定义试验环境见 4.5,机车车辆及地面装置的试验计划参见附录 A。

轨道交通环境中设备、系统和地面装置对公众和工作人员的基本限制条件可参见 ICNIRP 导则、IEEE Std.C.95.6_{TM}:2002 和 IEEE Std.C.95.1_{TM}:2005。

4.2 机车车辆

4.2.1 总则

本条款规定了机车车辆内部、外部应进行测量的区域和要求。

4.2.2 机车车辆内工作区域

应测量确定该区域内列车设备在静止和动态条件下的发射值(见 4.4.1)。

应考虑在列车正常工作条件下列车内部的发射源,在工作人员所在位置或易于到达的区域进行测量。

所占空间可通过以下平面法或立体法进行测量:

- 平面法:空间的平面法将在最小距离(传感器限制下)的测量点(如在发射源上方的地板表面进行测量,距地板测量高度宜为 0.3 m、0.9 m 和 1.5 m)上进行测量,测量点数量协商确定。使用平面法测量所测数值不满足要求并不表示所占空间超标;
- 立体法:立体法可在工作人员能到达的典型位置进行测量,距地板测量高度为 0.9 m 和 1.5 m,距墙水平测量距离为 0.3 m 或在工作人员能到达的最小距离(不小于 0.3 m)。

4.2.3 机车车辆内公众区域

应测量确定该区域内列车设备在静止和动态条件下的发射值(见 4.4.1)。

应考虑在机车车辆正常工作条件下列车内部的发射源,在公众能到达的区域内进行测量。

所占空间可通过平面法或立体法进行测量(见 4.2.2),当采用立体法时,距地板测量高度为 0.3 m、0.9 m 和 1.5 m。

4.2.4 机车车辆外区域

应测量确定该区域内列车设备在静止状态的发射值(见 4.4.1)。

应考虑在列车静止且正常工作条件下列车内的发射源,在公众及工作人员所在的列车外区域进行测量。机车车辆的外部表面定义如图 1 所示,所占空间不考虑机车车辆下方或上方的区域。

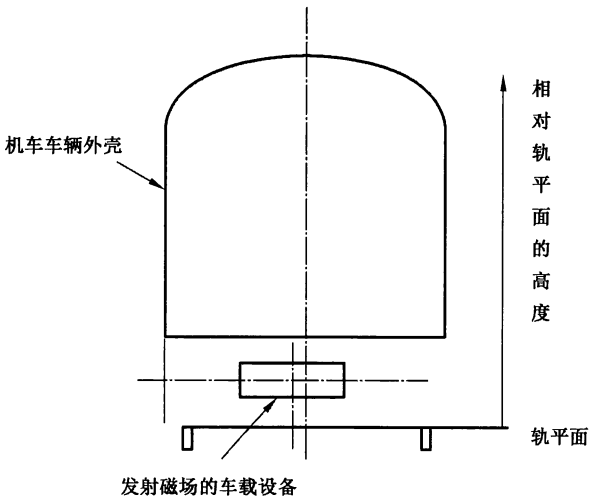


图 1 机车车辆的外部表面

所占空间可通过以下平面法或立体法进行测量：

- 平面法：列车的平面法将在最小距离（传感器限制下）的测量点（如在图 2 所定义设备最近侧的中心高度）上进行测量，测量点数量协商确定。使用平面法测量所得数值不满足要求并不表示所占空间超标；
- 立体法：测量将在与机车车辆外壳距离为 0.3 m、距列车运行轨道（即轨平面）顶端高度为 0.5 m、1.5 m 和 2.5 m 的位置进行，同时应考虑机车车辆的发射源（如功率变流器、功率电缆和电抗器）。

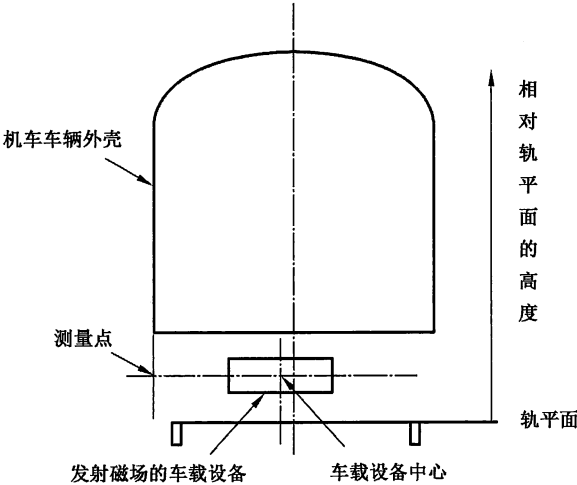


图 2 平面法的测量点

4.3 地面装置

4.3.1 总则

既有地面装置的符合性证明应包括轨道交通环境的地面电力牵引系统。

4.3.2~4.3.3 给出了符合性确认位置。最恶劣条件状态下的仿真/计算见 4.3.5。试验计划参见附录 A。

测量应考虑与电源系统测量的一致性和兼容性。电源系统的电磁场测量参见 IEC 62110。

4.3.2 开放式轨道线路（公众和工作人员）

公众相关的测量、仿真和计算应在距离表 1 所给相关系统最近的轨道中心线位置，或在公众可能到达的最近区域内的较长距离进行。监测位置是公众（站立区域）能到达的位置（见表 1）且距地面 1.0 m。

对于工作人员，应在工作人员最可能接近发射源的位置（不受限制）进行测量。

表 1 位置和距离

位 置		距轨道中心线的水平距离 m	备 注
干线		10(对公众)	如果无法律要求
城市运输	地铁和轻轨线路	3(对公众)	如果无法律要求
	有轨/无轨电车线路	0	

表 1 (续)

位 置	距轨道中心线的水平距离 m	备 注
平交道口	0	
桥梁	0	
地下通道	0	

组合系统(干线和城轨紧靠在一起)的测量位置和距离应另行考虑。

注：有些情况下最大场强位置与轨道中心线不相同，此时宜特别考虑最大场强的位置。

4.3.3 地面供电装置区域

在公众和工作人员可能最接近地面供电装置的区域(如地板上的标记或所给的栅栏)进行测量和/或仿真/计算。

测量高度为 0.3 m、0.9 m 和 1.5 m。

4.3.4 站台

站台水平面上方测量高度为 0.5 m、1.0 m 和 1.5 m。

公众和工作人员距站台边缘水平距离为 0.3 m 或能到达的最小距离(不小于 0.3 m)。

4.3.5 仿真/计算

如果无法在最恶劣条件下进行测量，则应根据最大预计电流值(由地面装置管理者给定)进行仿真/计算。对于所有测量频率，极限值小于 10%限值的谐波电流的影响可不考虑。

应将仿真/计算结果与同一条件下的测量结果进行分析比较。

注：可根据机车车辆的剖面曲线和变电所电源装置的最大允许负载推算预期的最大电流值。

4.4 试验条件

4.4.1 机车车辆试验

仅在正常工作条件下进行试验。

进行磁场测量的机车车辆工作条件包括：

——静止条件(S)：无牵引功率输出时，机车车辆不行驶；辅助电路工作，所有相关设备(如空调/加热器、照明、窗加热器和发电机)正常工作；

——动态条件(D)：牵引功率输出时，机车车辆从静止状态启动，以最大加速度至最高速度；惰行及最大电气制动至停止，辅助电路工作，相关设备正常工作。应同时记录导线电流和最大场强。

在试验条件下，机车车辆(如城轨车辆)可能无法以最大导线电流加速，供电系统也无法精确设置在机车车辆最大牵引电流，在这些情况下，应基于测量结果和使用适当方法(如线性推算)获得的导线电流计算最大发射值。

注 1：宜关注装于车厢上设备的发射以及第三轨或接触网的发射。而装于车厢上的设备所产生的场强会随装置的电流而改变，接触网或第三轨产生的场强会随车厢数量和电流而改变。

试验应尽可能降低其他机车车辆的影响。如果存在不同的电气制动方式，则应分别试验。

注 2：线路感应数值可在 0 至最大值之间，不受试验用途的约束。

4.4.2 地面装置试验

对于开放式轨道线路和站台的发射磁场,开放式轨道线路和站台的实际导线电流是主要源头,应进行记录。应基于测量结果和使用适当方法(如推算)获得的导线电流计算最大发射值。

对于变电所的发射磁场测量,应记录变电所的实际负载。用基于测量结果和使用适当方法(如推算)所测导线电流计算最大发射值。

4.5 试验环境

为减少沿线以及机车车辆外部磁感应源对测量的影响,应在线路运行计划中标注可能的机车车辆外部磁感应源位置,以便在测量前和测量期间对磁场强度进行必要的修正。

5 测量技术

5.1 总则

本章定义了测量频率范围、仪器设备要求、评估方法和测量程序。

5.2 频率范围

在 0 kHz~20 kHz 进行测量和/或计算及仿真。

因为 1 Hz~5 Hz 的磁场限值按 $(1/f^2)$ 下降,可使用无 1 Hz~5 Hz 测量能力的仪器,如果 5 Hz 的磁场满足限值要求,则可认为更低频率的磁场也满足要求。

5 Hz~20 kHz 的场强不能预估,应进行测量。

如无上述预计的相关场强,可减少测量频率范围,参见 A.1.3。

5.3 仪器设备要求

5.3.1 总则

测量设备应至少符合 5.3 所有技术要求。

每个场强探头的中心作为所给测量距离的参考点。

5.3.2 场强探头

场强探头应满足以下要求:

——直流磁场测量采用三轴同向探头;

——交流磁场测量采用以下探头之一:

- 配有三个面积各为 100 cm² 的正交环且最小频率范围为 5 Hz~20 kHz 的三轴探头;
- 最小频率范围为 0 kHz~20 kHz 的三轴探头的磁通量传感器。

注:轨道交通环境中测量的磁通密度 B 计算见式(1)。

$$B = \mu_0 \times H \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

B ——磁通密度,单位为特斯拉(T);

μ_0 ——磁导率,单位为亨利每米(H·m⁻¹);

H ——磁场强度,单位为安培每米(A·m⁻¹)。

5.3.3 空间分量的总和

在三个正交面同时进行三次测量,所获得场的不同分量,按式(2)计算 H 。

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

H ——磁场强度,单位为安培每米($A \cdot m^{-1}$);

H_x —— x 轴方向的磁场强度,单位为安培每米($A \cdot m^{-1}$);

H_y —— y 轴方向的磁场强度,单位为安培每米($A \cdot m^{-1}$);

H_z —— z 轴方向的磁场强度,单位为安培每米($A \cdot m^{-1}$)。

对于交流磁场,应在滤波后的时域内或在所测场分量的 FFT(快速傅立叶)变换后频域内进行计算。

注:式(2)只给出了频域范围内总和的最恶劣情况之数值,没有考虑各分量之间的相位关系。

5.3.4 数据记录

宜使用数据记录设备以便获得离线评估所需的数据。

5.3.5 动态范围

测量通路的动态范围应覆盖所需限值的范围。

5.3.6 无向性

整个系统的无向性偏差不大于 5%。

5.3.7 线性度

在所要求的动态范围内,整个系统相关的场强测量值的线性度偏差不大于±5%。

5.3.8 校准及精度

在整个频率范围内校准所有测量设备,并规定整个测量回路(从场强探头到显示单元)的不确定度的限值(典型值可为 20%)。

检查确定整个测量通路的性能及精度。

5.4 评估方法

5.4.1 总则

测量数据在线评估分为直流磁场评估和交流磁场评估。

5.4.2 直流磁场评估

采用式(2)对直流磁场进行评估。

5.4.3 交流磁场评估

5.4.3.1 总则

对于交流磁场,数据评估可采用频域或时域评估。FFT 方法(频域评估)参见 ICNIRP 导则,时域方法(时域评估)参见 IEEE Std.C.95.6_{TM}:2002 和 IEEE Std.C.95.1_{TM}:2005。

注 1: FFT 方法结果比时域方法结果高时(轨道交通环境存在脉冲和复合非正弦波形),某些情况下时域法(参见 ICNIRP 导则)可能更符合实际。

应区别引起磁场超出限值的瞬变,如开关期间,持续时间小于 1 s 的瞬变可忽略。

注 2: 频域法和时域法具有以下特点:

- 对正弦磁场产生相同的结果(假设两种方法的检波功能相同);
- 结果可与周期磁场比较;
- 与脉冲磁场相比,会产生不同的结果(对于多频信号,FFT 方法评估结果偏大)。

5.4.3.2 频域法

利用 FFT 分析仪、数字信号处理器或同等设备(可在线或离线记录数据)及符合频谱检波和其他规定的频谱分量合成,有必要将所测信号转换成磁通密度,可在频域范围内进行评估,设置待测的或关注的频率范围直接进行综合场强的预测量。

FFT 数据(如观察时间及频谱信号带宽)的记录长度和采样频率应由试验相关方协商确定。

推荐/典型参数(非强制性)如下:

- 汉宁时间窗口(无重叠);
- 实时 FFT 记录 1 s;
- 采样频率大于 40 kHz;
- 频谱合成:线性,不考虑低于门限值 10% 的谱线。

注:如果采用 FFT 分析瞬态和可变频率,可能发生错误。如峰值保持结果符合限值,可不详细分析每个步进时间。负载变化(如加速到惰行变化)在 FFT 分析中可能导致出错,独立分析不同的工作条件可不采用 FFT。

5.4.3.3 时域法

时域内的评估 $[dB(t)/dt]$ 或 $B(t)$,利用具有合适滤波特性的数字或模拟滤波器进行频谱检波,有必要将所测信号转换成磁通密度。如有必要,可根据规定的要求/标准进行评估(参见 ICNIRP 导则)。

采样频率不低于 40 kHz。

5.5 测量

5.5.1 总则

应同时进行磁场的三轴测量,并按下述规定的方法,对测量区域的每一个测量点进行磁场测量。

5.5.2 机车车辆测量

在静止的机车车辆内,测量三轴方向的磁场,持续时间 30 s~60 s。

在静止的机车车辆外,测量三轴方向的磁场,持续时间 30 s~60 s。

机车车辆从静止以最大加速度加速至最大速度,惰行至少 10 s,再启动最大电制动停车,动态条件下测量三轴方向的磁场。

对每一测量点和每一种状态,至少进行一次测量。

5.5.3 地面装置

在磁场测量的同时,监视电流对磁场的影响。

在进行有关不同轨道测量时,其他磁场源可能影响测量结果。

合理安排试验,尽可能利用导线电流和场强之间的相关性找出场强的最大值。

6 报告

按 GB/T 27025 要求编制报告。

应提供与仪器和测量有关的以下信息:

- 测量日期;

- 后处理方法；
- 测量时间；
- 试验布置(如测量高度和位置)；
- 环境条件(如天气条件、其他场源和磁性材料等)；
- 测量不确定度；
- 评估结果(如每个所作评估的 ICNIRP 值)；
- 所选位置的频域分析(如带有强发射或第三方要求的)；
- 所给试验条件的任何合理偏离(如测量持续时间、最大电流)。

在机车车辆试验时,应明确记录以下信息:

- 轨道和运行方向；
- 列车结构；
- 机车车辆及其相对位置；
- 机车车辆重量(包括载重和自重)；
- 受电弓位置；
- 变电所名称及位置；
- 回流轨道(双轨/单轨)和回流电缆的特性；
- 吸流变压器和变电所位置与测量点的关系；
- 牵引变流器位置；
- 辅助变流器位置；
- 主变压器位置；
- 宜尽可能记录导线电流对应机车车辆的总损耗、机车车辆的速度及接触网电压。

在轨道线路和站台试验时,应明确记录以下信息:

- 轨道和运行方向；
- 变电所名称及位置；
- 接触网/第三轨特性；
- 回路和作为回流的电缆特性；
- 地面供电装置的位置与测量点的关系。

在地面供电装置试验时,应明确记录以下信息:

- 地面供电装置的类型(如变电所、吸流变压器、调压器和配电站等)；
- 基本频率(0 Hz 或 50 Hz)；
- 轨道的位置与测量点的关系；
- 装置特性(如工作频率、额定电压、额定容量、绝缘等级和制造商等)；
- 电路结构(如电路图)；
- 供电设备的位置；
- 如有接收线,记录其特性和位置(如接收电压、线和相序等)；
- 主电路的特性和位置(如架空线、母线和电缆布局等)；
- 工作状态(如开关位置和操作设备)；
- 以图形描述测量区域和位置。

附 录 A
(资料性附录)
试 验 计 划

A.1 总则

A.1.1 概述

机车车辆和地面装置磁场大小的确认需耗费大量的时间,应制定试验计划。

仅在预计直流磁场源为主要源时(如具有直流牵引/直流供电线路,带有直流列车加热线路的小型机车),可只测量直流磁场。

A.1.2 试验程序

试验应依次确定以下要素:

- a) 磁场源;
- b) 频率范围;
- c) 测量位置及动态范围。

A.1.3 磁场源

测量计划用于确定磁场源。

磁场源的确认涉及以下因素:

- 预期的频率范围(包括 0);
- 列车运行的影响;
- 外部磁场源(如金属和磁性物体)。

A.1.4 频率范围

如果能确认磁场源的最高相关频率低于设置的频率,快速处理每个测量点以减少测量时间。

注:可不考虑磁场强度低于限值 10% 的频率。

A.2 机车车辆

A.2.1 磁场源

主要的磁场源位于大电流处,如变压器、电机、变流器和相关电缆。

磁场源试验涉及以下因素:

- 列车运行的影响(如电流消耗、电机电流或其他物体的数量);
- 外部供电系统(如接触网或第三轨)。

注:为使地面装置(如接触网和回流线路)的影响最小,测量线区间宜只有被试车辆。然而对于客流量大的线路(如大城市的地铁),这种作法难以实现。

A.2.2 频率范围

频率范围包括已知的和可能新增的电子和电气设备的工作频率。

如果能确认磁场源的最高频率低于设置的频率,可减少每个测量点的测量时间。

在电子和电气设备装车之前,可对设备工作电流进行频域分析或在实验室测量电子和电气设备的磁场。

A.2.3 测量位置

A.2.3.1 静止条件

如果能证明规定的测量高度(见 4.2)是最大磁场部位,可不在其他高度进行测量。

A.2.3.2 动态条件

某些情况,静态条件下的测量点对动态条件也是有效的(见 4.4.1)。

由静态位置测量试验结果与其他磁场源位置分析一起进行推导,以避免动态条件测量时该位置的磁场增加。

A.3 地面装置

A.3.1 磁场源

地面装置的典型磁场源有变压器、电抗器、导线电缆、接触网/第三轨和回流电路。较长的大电流线路是主要磁场源,如导线电缆、接触网和回流电路。

A.3.2 开放式轨道线路

轨道线路的磁场强度取决于导线电流以及接触网、供电线和回流电路的几何布置,测量整个线路区域难度较大,仍宜获得一些典型测量值,验证整个轨道线路的一致性。典型测量值可按以下程序获取:

a) 利用有效工具进行仿真/计算,确定每个典型集群的最恶劣情况:

- 导体的几何尺寸;
- 供电线路(如有);
- 平行供电线路;
- 电流(如来自变电所的预期的最大供电电流);
- 回流分路或接地阻抗。

典型的轨道线路集群有:

- 单轨线路;
- 双轨线路;
- 两条并行的双轨线路(一条用于高速,另一条用于地面交通);
- 多轨线路(包含两条并行的双轨线路)。

可仿真导体的电流分路或仿真最恶劣情况下电流分路的电流。

注:在复杂系统中,无法精确测量电流分路。常用工具为基于每个导体磁场的比萨定律。因此利用简单的几何尺寸及很少数量的导体在实际地点进行仿真是有效的。

b) 将最恶劣情况的仿真/计算结果与限值相比较;

c) 每个典型集群选取两个位置进行确认测量,测量点宜远离地面供电装置。可按以下方案之一进行测量:

- 在远离地面供电装置处(1 km 或最大有效距离)进行长时间测量(如 24 h,包括高峰时间)。所测磁场与仿真磁场相比较;
- 同时测量每个导体的电流和磁场(仅适用于单轨线路),由测量结果推算出最大电流值。

注：开放式轨道线路的测量也包含隧道。由于电流分布回流路径可通过钢筋分流，故磁场在隧道内较低。

A.3.3 平交道口

平交道口评估包括开放式轨道线路。

A.3.4 站台

A.3.4.1 总则

站台最恶劣情况仅考虑在远离地面供电装置(1 km 或最大有效距离)处，两根最近轨道(如有)至每一侧之间的情况，其他轨道的影响可忽略。

A.3.4.2 终端站

因终端站轨道中较高的回流成分与低速时较低的牵引电流致磁场抵消，终端站可作为站台考虑。

A.3.5 桥梁/地下通道

评估程序与开放式轨道线路相同。接触网(如接触网、线路馈电线和增馈电线等)布局的建模宜慎重。

A.3.6 地面供电装置

地面供电装置磁场的仿真/计算较复杂。除了线和电缆对外发射的场，还宜考虑金属和/或铁磁体材料引起的磁场骚扰。测量后，至少可推算电缆的磁场。

可基于以下要素对地面供电装置分类：

- 功率类型；
- 额定电压；
- 电缆布局；
- 回流导体系统类型；
- 电源装置(场源)的布局；
- 平面图(磁场源至地面供电装置栅栏/边界的距离和开放式轨道线路的相对位置)。

对单个类型的一个地面供电装置进行测量，最恶劣情况的测量点靠近强磁场源，典型的强磁场源有：

- 靠近工作母线的开关设备；
- 变压器、整流器、电力电感和串/并联电容等；
- 回流母线(回流集中处)；
- 通有大电流的电缆；
- 靠近地面供电装置发射源(如变压器、电缆或回流线和电流集电器)的围栏。

轨道交通变电所和 AC/AC 变电所在功能上相似，可能邻近安装或安装在同一个建筑物内。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.36—2003 电工术语 电力牵引
 - [2] IEC 62110:2009 Electric and magnetic field levels generated by AC power systems—Measurement procedures with regard to public exposure
 - [3] IEEE Std.C.95.6_{TM}:2002 IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields,0~3 kHz
 - [4] IEEE Std.C.95.1_{TM}:2005 IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields,3 kHz~300 GHz
 - [5] ICNIRP statement(“Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines” from March 2003)
 - [6] Guidelines for limiting exposure to static magnetic fields,ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection;Guidelines for limiting exposure to static magnetic fields.Health Physics 66(1):100-106; 1994
 - [7] Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields(up to 300 GHz), ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields(up to 300 GHz).Health Physics 74(4):494-522; 1998
 - [8] Time-domain measurement and spectral analysis of non stationary low-frequency magnetic field emissions on board of rolling stock IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility,vol.46, no.1,pp.12-23, Feb.2004
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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/T 32577—2016

*

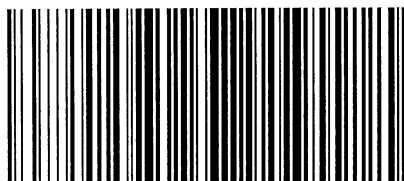
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 30 千字
2016年6月第一版 2016年6月第一次印刷

*

书号: 155066·1-53998 定价 21.00 元



GB/T 32577-2016

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107