



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117233512 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202311482064.5

(22) 申请日 2023.11.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117233512 A

(43) 申请公布日 2023.12.15

(73) 专利权人 中汽研新能源汽车检验中心(天津)有限公司
地址 300399 天津市东丽区雄姿道88号
专利权人 中国汽车技术研究中心有限公司

(72) 发明人 张悦 丁一夫 张广玉 季国田
张旭 张云蕾 张登雨 国晨
陈阳 范岩 王云

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
专利代理师 袁晓哲

(51) Int. Cl.
G01R 31/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 106771668 A, 2017.05.31
EP 2228662 A1, 2010.09.15
RU 2702407 C1, 2019.10.08
US 4191188 A, 1980.03.04

CN 104297595 A, 2015.01.21

CN 114113810 A, 2022.03.01

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.《道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法第1部分:一般规定》.《全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)》, 2017, 正文第9页-第10页.

周开基等.《电磁兼容性原理》.《哈尔滨工程大学出版社》, 2016, 正文第318页-第328页.

张先立等.《复杂电磁环境下电磁兼容性设计》.《甘肃科学技术出版社》, 2006, 正文第225页、第236页.

魏光辉;刘心愿;孙永卫;熊久良.混响室与均匀场中引信电磁辐射抗扰度测试相关性研究.《高电压技术》. 2015, (第01期), 全文.

徐亚光等.《外军水面舰艇电磁兼容发展研究》.《舰船电子工程》. 2019, 全文.

L. R. Arnaut.《Mode-stirred reverberation chambers: A paradigm for spatio-temporal complexity in dynamic electromagnetic environments》.《Wave Motion》. 2014, 全文.

审查员 薛冰

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

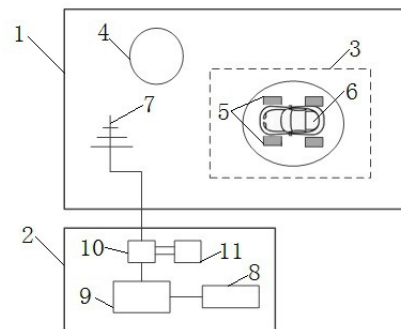
(54) 发明名称

一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法

(57) 摘要

本发明公开一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法,涉及电磁变量测试技术领域。本发明采用包括信号产生装置、发射天线、混响室、调谐器和工作空间的宽带噪声信号抗扰度测试系统;在进行宽带噪声信号抗扰度测试过程中,通过调节信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率,直至混响室内场强达到目标测试场强时,基于信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率和宽带噪声信号的波峰系数确定宽带噪声信号的输出功率,并以这一宽带噪声

信号的信号功率为基础,在不依赖大体积数据库的情况下,对车辆的宽带信号抗扰度性能进行快速、高效的测试。



CN 117233512 B

1. 一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法,其特征在于,所述方法包括:

获取目标测试场强;

调节信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率,直至混响室内的场强达到所述目标测试场强时,记录此时产生的连续波CW信号的输出功率;

获取宽带噪声信号的波峰系数,基于记录的连续波CW信号的输出功率和所述宽带噪声信号的波峰系数确定宽带噪声信号的输出功率;其中,所述宽带噪声信号的输出功率的确定公式为:

$P_{BB} = 10 \lg p + 3 - f_{crest}$; 式中, P_{BB} 为宽带噪声信号的输出功率, p 为信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率, f_{crest} 为宽带噪声信号的波峰系数;

将所述信号产生装置输出的宽带噪声信号的信号功率设置为所述宽带噪声信号的输出功率,对测试车辆的宽带噪声信号抗扰度进行测试;其中,信号产生装置输出的宽带噪声信号的功率密度为:

将所述信号产生装置输出的宽带噪声信号的信号功率设置为所述宽带噪声信号的输出功率,对测试车辆的宽带噪声信号抗扰度进行测试;其中,信号产生装置输出的宽带噪声信号的功率密度为:

$$D = 20 \log \left(\frac{E}{\sqrt{B \times 10^6}} \right);$$

式中, D 为宽带噪声信号的功率密度, E 为目标测试场强, B 为宽带噪声信号选定的带宽。

2. 根据权利要求1所述的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法,其特征在于,在获取目标测试场强之前,还包括:

采用电场探头探测混响室中X方向、Y方向和Z方向上的最大场强;

将X方向、Y方向和Z方向上的最大场强的平均值作为所述混响室内的场强。

3. 根据权利要求1所述的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法,其特征在于,利用示波器测试得到所述宽带噪声信号的波峰系数。

4. 一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统,其特征在于,应用于如权利要求1-3任意一项所述的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法;所述系统包括:信号产生装置、发射天线、混响室、调谐器和工作空间;

所述信号产生装置与所述发射天线连接;所述信号产生装置用于产生连续波CW信号和宽带噪声信号;所述调谐器、所述发射天线和所述工作空间均设置在所述混响室中;测试车辆位于所述工作空间中;

所述调谐器用于通过旋转在所述混响室形成空间均匀的场强;在所述混响室中,完成所述测试车辆的宽带噪声信号抗扰度测试;在进行宽带噪声信号抗扰度测试过程中,通过调节信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率,直至混响室内场强达到目标测试场强时,基于信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率和宽带噪声信号的波峰系数确定宽带噪声信号的输出功率,并以确定的宽带噪声信号的输出功率为基础,对车辆的宽带信号抗扰度性能进行测试。

5. 根据权利要求4所述的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统,其特征在于,所述宽带噪声信号抗扰度测试系统还包括:定向耦合器、功率计和功率放大器;

所述信号产生装置、所述定向耦合器、所述功率计和所述功率放大器均设置在操作室

中;所述信号产生装置与所述功率放大器连接;所述定向耦合器分别与所述功率放大器、所述功率计和所述发射天线连接。

6.根据权利要求4所述的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统,其特征在于,所述宽带噪声信号抗扰度测试系统还包括:电场探头;所述电场探头设置在所述工作空间的顶点处;所述电场探头用于探测所述混响室中X方向、Y方向和Z方向上的最大场强。

一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁变量测试技术领域,特别是涉及一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法。

背景技术

[0002] 随着车辆电子电气系统集成度的提高,车辆电磁敏感度水平也不断提升,较易受到环境中电磁信号的影响。实际电磁环境中不仅存在窄带干扰信号,也存在宽带干扰信号,目前已有较多案例显示车辆受到实际环境中宽带信号的干扰而导致电磁兼容故障,严重影响行车安全和用户体验。

[0003] 目前针对车辆电磁辐射抗扰性能的考核主要有两种技术方案,一种是基于半电波暗室的窄带抗扰度测试及采集回放抗扰度测试,另一种是基于混响室的窄带抗扰度测试。两种技术方案所涉及的窄带抗扰度测试没有对宽带信号的影响进行考核,另一方面,前者所涉及的采集回放抗扰度测试需要基于大体量数据库实现,不利于未建立数据库的企业进行产品性能评估。

发明内容

[0004] 为解决现有技术存在的上述问题,本发明提供了一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统,包括:信号产生装置、发射天线、混响室、调谐器和工作空间;

[0007] 所述信号产生装置与所述发射天线连接;所述信号产生装置用于产生连续波CW信号和宽带噪声信号;所述调谐器、所述发射天线和所述工作空间均设置在所述混响室中;测试车辆位于所述工作空间中;

[0008] 所述调谐器用于通过旋转在所述混响室形成空间均匀的场强;在所述混响室中,完成所述测试车辆的宽带噪声信号抗扰度测试。

[0009] 可选地,所述宽带噪声信号抗扰度测试系统还包括:定向耦合器、功率计和功率放大器;

[0010] 所述信号产生装置、所述定向耦合器、所述功率计和所述功率放大器均设置在操作室中;所述信号产生装置与所述功率放大器连接;所述定向耦合器分别与所述功率放大器、所述功率计和所述发射天线连接。

[0011] 可选地,所述宽带噪声信号抗扰度测试系统还包括:电场探头;所述电场探头设置在所述工作空间的顶点处;所述电场探头用于探测所述混响室中X方向、Y方向和Z方向上的最大场强。

[0012] 一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法,应用于上述提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统;所述方法包括:

[0013] 获取目标测试场强；

[0014] 调节信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率,直至混响室内的场强达到所述目标测试场强时,记录此时产生的连续波CW信号的输出功率；

[0015] 获取宽带噪声信号的波峰系数,基于记录的连续波CW信号的输出功率和所述宽带噪声信号的波峰系数确定宽带噪声信号的输出功率；

[0016] 将所述信号产生装置输出的宽带噪声信号的信号功率设置为所述宽带噪声信号的输出功率,对测试车辆的宽带噪声信号抗扰度进行测试。

[0017] 可选地,在获取目标测试场强之前,还包括：

[0018] 采用电场探头探测混响室中X方向、Y方向和Z方向上的最大场强；

[0019] 将X方向、Y方向和Z方向上的最大场强的平均值作为所述混响室内的场强。

[0020] 可选地,所述宽带噪声信号的输出功率的确定公式为：

$$[0021] \quad P_{BB} = 10 \lg p + 3 - f_{crest};$$

[0022] 式中, P_{BB} 为宽带噪声信号的输出功率, p 为信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率, f_{crest} 为宽带噪声信号的波峰系数。

[0023] 可选地,利用示波器测试得到所述宽带噪声信号的波峰系数。

[0024] 可选地,信号产生装置输出的宽带噪声信号的功率密度为：

$$[0025] \quad D = 20 \log \left(\frac{E}{\sqrt{B \times 10^6}} \right);$$

[0026] 式中, D 为宽带噪声信号的功率密度, E 为目标测试场强, B 为宽带噪声信号选定的带宽。

[0027] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果：

[0028] 本发明采用包括信号产生装置、发射天线、混响室、调谐器和工作空间的宽带噪声信号抗扰度测试系统,在进行宽带噪声信号抗扰度测试过程中,通过调节信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率,直至混响室内场强达到目标测试场强时,基于信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率和宽带噪声信号的波峰系数确定宽带噪声信号的输出功率,并以这一宽带噪声信号的信号功率为基础,在不依赖大体量数据库的情况下,对车辆的宽带信号抗扰度性能进行快速、高效的测试。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1为本发明提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统的框架图；

[0031] 图2为本发明提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统中信号场强标定示意图；

[0032] 图3为本发明提供的宽带噪声信号产生方式图；

[0033] 图4为本发明提供的带限高斯白噪声信号频谱示意图；

[0034] 图5为本发明提供的带限高斯白噪声信号频谱示意图。

[0035] 符号说明:

[0036] 1-混响室,2-操作室,3-工作空间,4-调谐器,5-测功机,6-测试车辆,7-发射天线,8-信号产生装置,9-功率放大器,10-定向耦合器,11-功率计,12-电场探头。

具体实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 本发明的目的是提供一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法,能够在不依赖大体量数据库的情况下,对车辆的宽带信号抗扰度性能进行快速、高效的测试。

[0039] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0040] 如图1所示,本发明提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统,包括:信号产生装置8、发射天线7、混响室1、调谐器4和工作空间3。

[0041] 信号产生装置8与发射天线7连接。信号产生装置8用于产生连续波CW信号和宽带噪声信号。调谐器4、发射天线7和工作空间3均设置在混响室1中。测试车辆6位于工作空间3中。

[0042] 调谐器4用于通过旋转在混响室1形成空间均匀的场强。

[0043] 在混响室1中,完成测试车辆6的宽带噪声信号抗扰度测试。

[0044] 进一步,为了提高测试的准确性,本发明提供的宽带噪声信号抗扰度测试系统中还可以设置定向耦合器10、功率计11和功率放大器9。

[0045] 其中,信号产生装置8、定向耦合器10、功率计11和功率放大器9均设置在操作室2中。信号产生装置8与功率放大器9连接。定向耦合器10分别与功率放大器9、功率计11和发射天线7连接。

[0046] 进一步,为了能够精确的获得混响室1内场强,本发明提供的宽带噪声信号抗扰度测试系统中还可以设置有电场探头12。在实际应用过程中,如图2所示,电场探头12可以设置在工作空间3的顶点处,以便于探测混响室1中X方向、Y方向和Z方向上的最大场强。

[0047] 进一步,本发明还提供了一种基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法,以应用于上述提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统。如图3所示,该方法包括:

[0048] 步骤100:获取目标测试场强。

[0049] 步骤101:调节信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率,直至混响室内的场强达到目标测试场强时,记此时产生的连续波CW信号的输出功率。

[0050] 在实际应用过程中,采用电场探头探测混响室中X方向、Y方向和Z方向上的最大场强后,将X方向、Y方向和Z方向上的最大场强的平均值作为混响室内的场强。

[0051] 步骤102:获取宽带噪声信号的波峰系数,基于记录的连续波CW信号的输出功率和宽带噪声信号的波峰系数确定宽带噪声信号的输出功率。其中,宽带噪声信号的输出功率的确定公式为:

$$[0052] \quad P_{BB} = 10 \lg p + 3 - f_{crest}。$$

[0053] 式中, P_{BB} 为宽带噪声信号的输出功率, 单位为 dBm 。 P 为信号产生装置产生的连续波CW信号的输出功率, 单位为 mW 。 f_{crest} 为宽带噪声信号的波峰系数, 单位为 dB 。

[0054] 在实际应用过程中, 利用示波器测试得到宽带噪声信号的波峰系数。

[0055] 步骤103: 将信号产生装置输出的宽带噪声信号的信号功率设置为宽带噪声信号的输出功率, 对测试车辆的宽带噪声信号抗扰度进行测试。

[0056] 在实际应用过程中, 上述提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统中可以设置有处理器, 以用于实施提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法。此外, 也可以通过工作人员进行信号调节、功率设置等手段实现上述提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试方法。

[0057] 下面基于实际应用的角度, 对本发明上述提供的方案的具体实施过程进行说明。

[0058] 电磁环境中存在各种类型的宽带信号, 不同宽带信号的载波数量、调制方式等参数均不相同。而为便于定标和溯源, 结合宽带信号的特征, 在采用上述提供的宽带噪声信号抗扰度测试系统进行测试过程中, 可以采用带限宽带高斯白噪声信号作为宽带噪声信号进行试验。这一试验信号的产生方式如图4所示, 其功率密度为:

$$[0059] \quad D = 20 \log \left(\frac{E}{\sqrt{B \times 10^6}} \right)。$$

[0060] 式中, D 为宽带噪声信号的功率密度, 单位为 $dB \left(\frac{V}{m \sqrt{Hz}} \right)$ 。 E 为目标测试场强, 单位为 V/m 。 B 为宽带噪声信号选定的带宽, 单位为 MHz 。

[0061] 基于此, 在进行宽带噪声信号抗扰度测试的过程中, 可以先搭建上述提供的如图1所示的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统。其中, 在实际应用过程中, 实际搭建得到的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统可以是由信号产生装置8、功率放大器9、发射天线7及混响室1、调谐器4和工作空间3等形成的测试环境构成。

[0062] 根据图4所示的宽带噪声信号的中心频率, 设置图2中信号产生装置8产生的连续波CW信号, 以使信号产生装置8输出的连续波CW信号与中心频率具有相同频率。设置调谐器4工作, 利用工作空间3的八个顶点处的电场探头12测量X、Y、Z三个方向的最大场强, 并取X、Y、Z三个方向的最大场强的平均值作为混响室1内场强。调节信号产生装置8的输出功率, 直至混响室1内场强达到目标测试场强, 记录此时信号产生装置8的连续波CW信号的输出功率 P 。

[0063] 设置宽带噪声信号的中心频率及带宽, 将图4所示信号产生装置的射频输出端连接示波器, 利用示波器测试宽带噪声信号的波峰系数 f_{crest} , 进而得到宽带噪声信号输出功率。

[0064] 按照图1中系统的具体结构进行测试布置, 设置信号产生装置8输出的宽带噪声信号的信号功率为上述得到的宽带噪声信号输出功率, 以对测试车辆6的宽带噪声信号抗扰功能进行测试验证, 在这一测试过程中, 测试车辆6的宽带噪声信号抗扰度依赖测功机5完成。

[0065] 其中,测试过程中,采用的宽带噪声信号可以是带限高斯白噪声信号,如图5所示,其中心频率为1GHz,带宽为20MHz。

[0066] 基于上述描述,本发明提供的基于混响室的宽带噪声信号抗扰度测试系统及方法,一方面依托混响室测试环境的优势,可构建与实际道路环境相当空间均匀、方向均匀的电磁环境,另一方面依托宽带噪声信号频谱分布均匀、功率密度均匀的特点,能够简单、高效地测试宽带噪声信号作用下车辆的电磁抗扰性能,且便于信号定标和溯源,有助于为企业开展研发验证提供支撑,降低车辆在实际道路环境中的电磁安全风险,对于推动车辆产品电磁兼容品质提升具有重要意义。

[0067] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0068] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

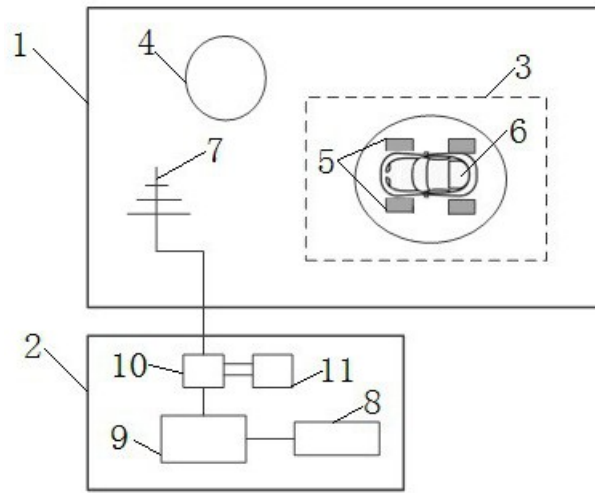


图 1

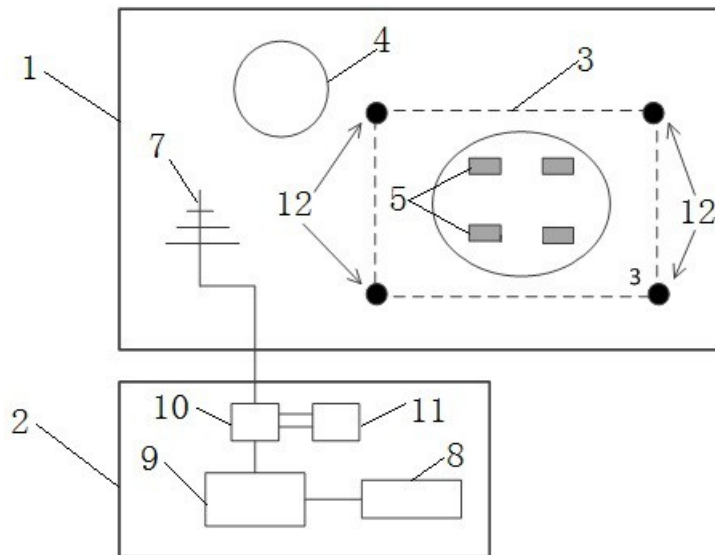


图 2

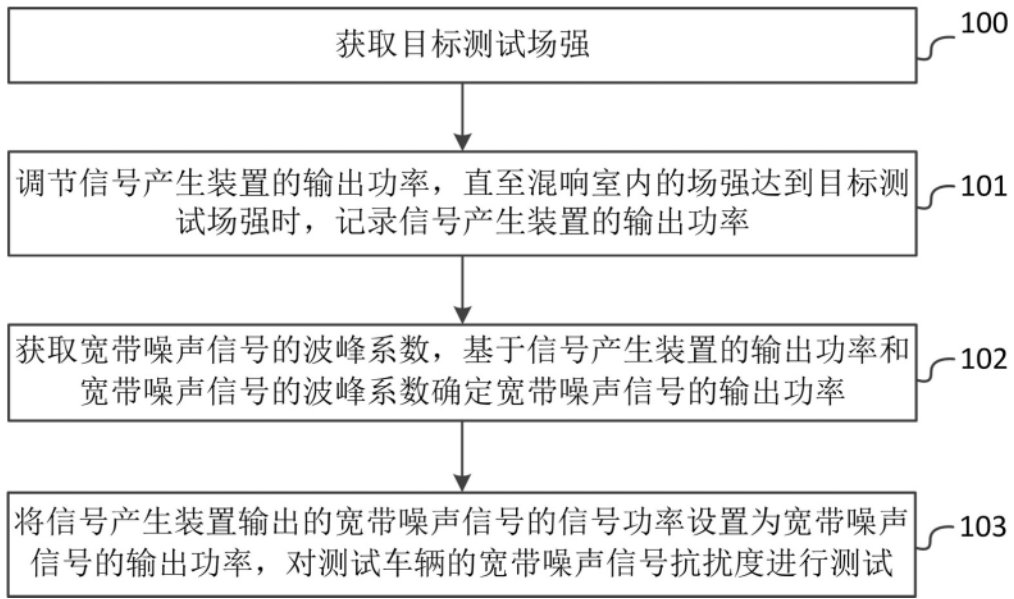


图 3

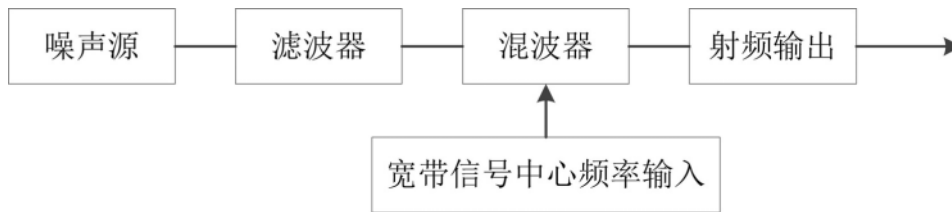


图 4

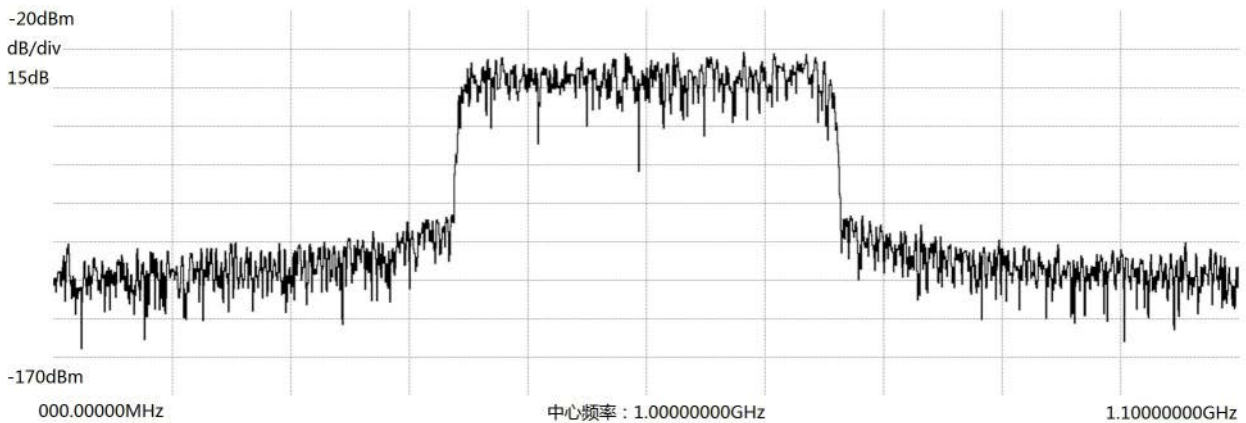


图 5