



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114845328 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 09

(21) 申请号 202210536742.0

(56) 对比文件

(22) 申请日 2022.05.17

CN 104618034 A, 2015.05.13

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 李倩

申请公布号 CN 114845328 A

(43) 申请公布日 2022.08.02

(73) 专利权人 北京智网信测科技有限公司

地址 100088 北京市海淀区马甸东路19号
17层2025

(72) 发明人 吕松栋

(74) 专利代理机构 北京金咨知识产权代理有限公司

11612

专利代理师 薛海波

(51) Int. Cl.

H04W 24/02 (2009.01)

H04W 24/08 (2009.01)

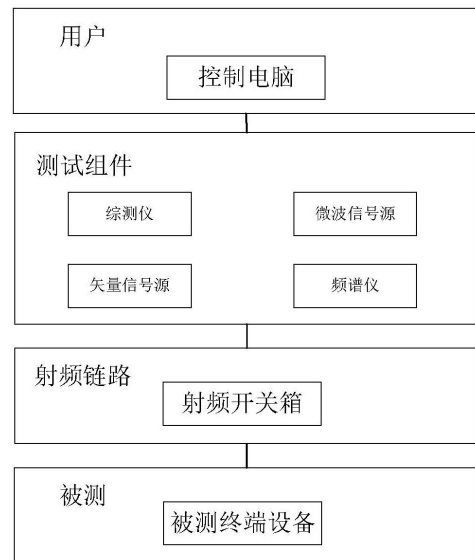
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

一种多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法

(57) 摘要

本发明提供一种多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法,所述系统包括控制电脑、测试组件和视频开关箱,控制电脑按照统一的预设规则将指定测试步骤转化为设备执行指令以生成测试例,使得测试例能够兼容各种类型的测试仪器。同时,测试例由公共部分和独占部分组成,公共部分的设备执行指令能够被多个测试例重复调用,提高了测试例的可复用性。通过为各测试仪器的独立功能单独配置驱动程序,供不同类型测试仪器根据需求进行组合调用,能够提高设备兼容性以及测试例执行过程中对测试仪器种类型号的宽容能力。



1. 一种多态性NR射频测试系统,其特征在于,包括:

控制电脑,用于接收测试例创建指令以生成测试例,所述测试例是将指定测试步骤按照预设规则转化得到的设备执行指令,所述测试例包括公共部分以及独占部分,所述公共部分是不同测试例之间相同的操作步骤内容转化得到的设备执行指令,所述公共部分形成公共接口进行调用;所述独占部分是每个测试例独有操作步骤转化得到的执行指令;所述测试例创建指令包括对所述公共接口的调用指令以及所述独占部分的写入指令;所述公共部分包括初始化测试所需测试仪器的指令、初始化配置本次测试流程所用测试仪器的指令、建立被测设备和基站模拟器间的通信连接的指令以及设置公共参数的指令;

测试组件,包含多个用于执行测试动作的测试仪器,所述控制电脑针对各类测试仪器的多个独立功能分别配置独立驱动程序,以供不同类型测试仪器根据需求组合调用;所述测试组件至少包括:用于生成5G信号的综测仪、用于产生未经调制的干扰波信号的微波信号源、用于产生调制干扰信号的矢量信号源以及用于对所述待测终端设备的反馈信号进行质量分析的频谱仪;

射频开关箱,封装多种预设功能的测试链路,所述预设功能包括直通、耦合、功分、放大和衰减,所述射频开关箱用于按照测试需求连接所述测试组件和待测终端设备;

所述控制电脑还用于根据目标测试项目选择相应的目标测试例,控制所述测试组件对所述待测终端设备执行所述目标测试例并获得目标测试结果。

2. 根据权利要求1所述的多态性NR射频测试系统,其特征在于,所述控制电脑的装载的各独立驱动通过仪表总线、USB接口或串口识别各测试仪器,并通过可编程仪器标准命令调用各测试仪器。

3. 根据权利要求1所述的多态性NR射频测试系统,其特征在于,所述独立驱动程序通过.NET框架以中间语言写入为所述控制电脑的本地平台代码后,转译为各测试仪器对应格式的代码以供调用。

4. 根据权利要求1所述的多态性NR射频测试系统,其特征在于,所述射频开关箱包括采用射频开关矩阵进行多种组合连通的合路器、功分器、单向器和衰减器。

5. 根据权利要求1所述的多态性NR射频测试系统,其特征在于,所述射频开关箱根据各测试例匹配对应的测试链路,并设置各测试链路对应的补偿数据参数表。

6. 一种多态性NR射频测试例生成方法,其特征在于,所述方法在权利要求1至5任意一项所述多态性NR射频测试系统的控制电脑上运行,所述方法包括:

接收对目标测试项目的指定测试步骤的测试例创建指令,所述测试例创建指令包括对公共接口的调用指令以及对独占部分的写入指令;

根据所述调用指令获取已存在操作步骤的公共部分设备执行指令,根据对所述独占部分的写入指令导入独占部分设备执行指令;

将所述公共部分设备执行指令以及所述独占部分设备执行指令组合为所述目标测试项目对应的测试例。

7. 一种多态性NR射频测试方法,其特征在于,所述方法在权利要求1至5任意一项所述多态性NR射频测试系统的控制电脑上运行,所述方法包括:

根据目标测试项目选取对应的目标测试例,所述目标测试例采用权利要求6所述多态性NR射频测试例生成方法获得;

获取所述目标测试例中涉及的测试仪器,并通过射频开关箱按照设定路径连接所述测试仪器与待测终端设备;

根据所述目标测试例配置所述测试仪器的参数;

控制所述测试仪器执行所述目标测试例,并获得所述待测终端设备关于目标测试项目的测试结果。

8. 根据权利要求7所述的多态性NR射频测试方法,其特征在于,获取所述目标测试例中涉及的测试仪器,并通过射频开关箱连接所述测试仪器与待测终端设备之后,还包括:

控制所述射频开关箱进行路径自动校准,并进行线路损失补偿。

9. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现权利要求6至8任一项所述方法的步骤。

一种多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及射频测试技术领域,尤其涉及一种多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法。

背景技术

[0002] NR即NEW Radio新射频,是一种针对5G的全新射频接口与射频接入网络。对于5G终端设备,在开发或部署初期都需要进行终端一致性测试,就是利用经过认证的测试系统和测试用例对终端射频指标和协议两方面执行一系列测试,验证其设计或运行参数书是否符合规范和标准。一致性测试是利用一组特定的测试例,在一定网络条件下对待测设备进行的黑箱测试,通过比较实际输出值与预期值的异同,判断待测设备与标准的一致性。不同的不同测试主体或者标准给出的测试例存在形式上的差异,同时所需的测试仪器、流程步骤、测试参数也不相同,5G的NR射频标准相比于传统的2G、3G和4G对终端设备提出了更多的标准,由于3GPP 所定义的 5G 射频一致性测试用例测试条项众多且设计复杂,测试例的生成和执行过程较为复杂,传统的测试例生成方法设计周期长且可扩展性不强的问题,测试例在设计生成的时候只是针对某项测试目的或者测试条件,测试例流程的可复用程度较低,技术侧存在较多的冗余代码和数据。

发明内容

[0003] 鉴于此,本发明实施例提供了一种多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法,以消除或改善现有技术中存在的一个或更多个缺陷,解决传统终端射频一致性测试过程中测试例规格不一复用性低且无法高效执行测试的问题。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一方面,本发明提供一种多态性NR射频测试系统,包括:

[0006] 控制电脑,用于接收测试例创建指令以生成测试例,所述测试例是将指定测试步骤按照预设规则转化得到的设备执行指令,所述测试例包括公共部分以及独占部分,所述公共部分是不同测试例之间相同的操作步骤内容转化得到的设备执行指令,所述公共部分形成公共接口进行调用;所述独占部分是每个测试例独有操作步骤转化得到的执行指令;所述测试例创建指令包括对所述公共接口的调用指令以及所述独占部分的写入指令;

[0007] 测试组件,包含多个用于执行测试动作的测试仪器,所述控制电脑针对各类测试仪器的多个独立功能分别配置独立驱动程序,以供不同类型测试仪器根据需求组合调用;

[0008] 射频开关箱,封装多种预设功能的测试链路,所述预设功能包括直通、耦合、功分、放大和/或衰减,所述射频开关箱用于按照测试需求连接所述测试组件和待测终端设备;

[0009] 所述控制电脑还用于根据目标测试项目选择相应的目标测试例,控制所述测试组件对所述待测终端设备执行所述目标测试例并获得目标测试结果。

[0010] 在一些实施例中,所述测试组件至少包括:用于生成5G信号的综测仪、用于产生未经调制的干扰波信号的微波信号源、用于产生调制干扰信号的矢量信号源以及用于对所述

待测终端设备的反馈信号进行质量分析的频谱仪。

[0011] 在一些实施例中,所述控制电脑的装载的各独立驱动通过仪表总线、USB接口或串口识别各测试仪器,并通过可编程仪器标准命令调用各测试仪器。

[0012] 在一些实施例中,所述独立驱动程序通过.NET框架以中间语言写入为所述控制电脑的本地平台代码后转译为各测试仪器对应格式的代码以供调用。

[0013] 在一些实施例中,所述射频开关箱包括采用射频开关矩阵进行多种组合连通的合路器、功分器、单向器和衰减器。

[0014] 在一些实施例中,所述射频开关箱根据各测试例匹配对应的测试链路,并设置各测试链路对应的补偿数据参数表。

[0015] 另一方面,本发明还提供一种多态性NR射频测试例生成方法,所述方法在上述多态性NR射频测试系统的控制电脑上运行,所述方法包括:

[0016] 接收对目标测试项目的指定测试步骤的测试例创建指令,所述测试例创建指令包括对公共接口的调用指令以及对独占部分的写入指令;

[0017] 根据所述调用指令获取已存在操作步骤的公共部分设备执行指令,根据对所述独占部分的写入指令导入独占部分设备执行指令;

[0018] 将所述公共部分设备执行指令以及所述独占部分设备执行指令组合为所述目标测试项目对应的测试例。

[0019] 另一方面,本发明还提供一种多态性NR射频测试方法,所述方法在上述多态性NR射频测试系统的控制电脑上运行,所述方法包括:

[0020] 根据目标测试项目选取对应的目标测试例,所述目标测试例采用上述多态性NR射频测试例生成方法获得;

[0021] 获取所述目标测试例中涉及的测试仪器,并通过射频开关箱按照设定路径连接所述测试仪器与待测终端设备;

[0022] 根据所述目标测试例配置所述测试仪器的参数;

[0023] 控制所述测试仪器执行所述目标测试例,并获得所述待测终端设备关于目标测试项目的测试结果。

[0024] 在一些实施例中,获取所述目标测试例中涉及的测试仪器,并通过射频开关箱连接所述测试仪器与待测终端设备之后,还包括:控制所述射频开关箱进行路径自动校准,并进行线路损失补偿。

[0025] 另一方面,本发明还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述方法的步骤。

[0026] 本发明的有益效果至少是:

[0027] 所述多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法中,所述控制电脑按照统一的预设规则将指定测试步骤转化为设备执行指令以生成测试例,使得测试例能够兼容各种类型的测试仪器。同时,测试例由公共部分和独占部分组成,公共部分的设备执行指令能够被多个测试例重复调用,提高了测试例的可复用性。通过为各测试仪器的独立功能单独配置驱动程序,供不同类型测试仪器根据需求进行组合调用,能够提高设备兼容性以及测试例执行过程中对测试仪器种类型号的宽容能力。

[0028] 进一步的,独立驱动程序通过.NET框架以中间语言写入为控制电脑的本地平台代

码后,再转译为各测试仪器对应格式的代码以供调用,能够提升测试例对测试仪器的兼容能力。

[0029] 本发明的附加优点、目的,以及特征将在下面的描述中将部分地加以阐述,且将对于本领域普通技术人员在研究下文后部分地变得明显,或者可以根据本发明的实践而获知。本发明的目的和其它优点可以通过在书面说明及其权利要求书以及附图中具体指出的结构实现到并获得。

[0030] 本领域技术人员将会理解的是,能够用本发明实现的目的和优点不限于以上具体所述,并且根据以下详细说明将更清楚地理解本发明能够实现的上述和其他目的。

附图说明

[0031] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的限定。在附图中:

[0032] 图1为本发明一实施例所述多态性NR射频测试系统的结构示意图;

[0033] 图2为本发明一实施例所述多态性NR射频测试系统的软件架构示意图;

[0034] 图3为本发明一实施例所述多态性NR射频测试系统中测试仪器驱动管理架构图。

具体实施方式

[0035] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施方式和附图,对本发明做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施方式及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0036] 在此,还需要说明的是,为了避免因不必要的细节而模糊了本发明,在附图中仅仅示出了与根据本发明的方案密切相关的结构和/或处理步骤,而省略了与本发明关系不大的其他细节。

[0037] 应该强调,术语“包括/包含”在本文使用时指特征、要素、步骤或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、要素、步骤或组件的存在或附加。

[0038] 在此,还需要说明的是,如果没有特殊说明,术语“连接”在本文不仅可以指直接连接,也可以表示存在中间物的间接连接。

[0039] 传统射频一致性测试的测试例是基于不同主体、不同标准产生并采用不同设备执行的,当5G被广泛应用后,对5G终端设备进行一致性检测的项目较多,不同标准制定主体所规定的测试内容、测试步骤、所采用的测试仪器种类和型号都存在差异,所以形成的测试例无法通用,这就导致了测试例的复用性较差,同时系统无法直接调用不同型号的测试仪器执行具体测试例下的相同操作内容。

[0040] 因此,本实施例提供一种多态性NR射频测试系统,如图1所示,包括:控制电脑、测试组件和射频开关箱。

[0041] 控制电脑用于接收测试例创建指令以生成测试例,测试例是将指定测试步骤按照预设规则转化得到的设备执行指令,测试例包括公共部分以及独占部分,公共部分是不同测试例之间相同的操作步骤内容转化得到的设备执行指令,公共部分形成公共接口进行调用;独占部分是每个测试例独有操作步骤转化得到的执行指令;测试例创建指令包括对公共接口的调用指令以及独占部分的写入指令。

[0042] 测试组件,包含多个用于执行测试动作的测试仪器,控制电脑针对各类测试仪器的多个独立功能分别配置独立驱动程序,以供不同类型测试仪器根据需求组合调用。

[0043] 射频开关箱,封装多种预设功能的测试链路,预设功能包括直通、耦合、功分、放大和/或衰减,射频开关箱用于按照测试需求连接测试组件和待测终端设备。

[0044] 控制电脑还用于根据目标测试项目选择相应的目标测试例,控制测试组件对待测终端设备执行目标测试例并获得目标测试结果。

[0045] 控制电脑是用于生成或加载测试例,指令射频开关箱连通测试仪器和待测终端设备,控制测试组件执行测试例并接受测试参数生成测试结果的控制元件。控制电脑可以采用计算机、单片机后其他可以用于存储和执行计算机程序的电子设备。控制电脑作为多态性NR射频测试系统的软件承载平台,用于提供基本的计算能力,通过预装载驱动程序以驱动各测试仪器运行,并串联各测试模块之间的通信。另一方面,控制电脑提供UI界面(人机交互界面)以及相应的程序编辑结构和平台用于生成测试例。测试例是通过将特定测试项目的标准测试步骤转化为设备执行指令,以供控制电脑直接执行并控制测试仪器进行处理。具体的,对于5G NR射频测试而言,对指定项目的测试通常有对应的行业标准、国家标准或国际标准,各标准通过限定明确的测试步骤、参数并给出一致性评价的规则,实现对待测终端的一致性测试。测试例就是将对指定项目的测试步骤、参数和一致性评价规则转化为由控制电脑执行的设备执行程序,具体的,在特定的应用场景下可以采用python、JAVA或C++等计算机语言表达。在一些实施例中,所述独立驱动程序通过.NET框架以中间语言写入为所述控制电脑的本地平台代码后转译为各测试仪器对应格式的代码以供调用。基于.NET框架用中间语言表达,并能够转译至多种其他语言。

[0046] 具体的,5G标准数量多且复杂,不同标准指定主体指定的测试步骤涉及到的测试仪器类型和型号也不尽相同。为了能够提高测试例的复用能力,本发明对每个测试例又区分公共部分和独占部分,其中,公共部分也就是不同测试例之间相同的操作步骤内容转化得到的设备执行指令,而独占部分是每个测试例独有操作步骤转化得到的执行指令。示例性的,各测试例在起始阶段都包括连接待测终端设备、包括采用综测仪生成5G信号等,这些相同的操作步骤转化得到的设备执行指令可以作为公共部分,形成公共接口直接进行调用。而部分测试例中特定操作步骤,转化得到的设备执行指令可以作为独占部分进行单独存储。这样,可以有效提高测试例的可复用性。

[0047] 测试组件就是用于执行测试动作的测试仪器,在一些实施例中,测试组件至少包括:用于生成5G信号的综测仪、用于产生未经调制的干扰波信号的微波信号源、用于产生调制干扰信号的矢量信号源以及用于对待测终端设备的反馈信号进行质量分析的频谱仪。

[0048] 由于不同测试例所采用的测试仪器存在种类、型号的差异,为了进行有效调度,使不同测试例能够兼容多种型号的测试仪器执行。本发明控制电脑采用新型的驱动配置结构,将测试操作过程中所涉及的工作功能进行细粒度分割,形成独立功能的独立驱动程序。测试组件在引入新种类或不同型号的测试仪器时,可以根据特定测试例和测试仪器的功能需求,选择配置相应的独立驱动程序进行组合,以驱动测试仪器完成复杂操作,实现全部的测试功能。

[0049] 在一些实施例中,控制电脑的装载的各独立驱动通过仪表总线、USB接口或串口识别各测试仪器,并通过可编程仪器标准命令调用各测试仪器。

[0050] 在不同的测试项目中,所需要的测试仪器不同,测试仪器与待测终端设备的连接方式也不同。为了针对不同的测试目的进行自动化的连接,本实施例设置射频开关箱,封装多种预设功能的测试链路。在一些实施例中,射频开关箱包括采用射频开关矩阵进行多种组合连通的合路器、功分器、单向器和衰减器,根据具体使用需求,还可以包括其他的元器件设备。通过射频开关矩阵进行多种形式的连接实现直通、耦合、功分、放大和/或衰减等功能。

[0051] 在一些实施例中,射频开关箱根据各测试例匹配对应的测试链路,并设置各测试链路对应的补偿数据参数表。在特定的连接链路和测试过程中,通过查询补偿数据参数表对线路损失进行补偿,使检测结果更加准确。

[0052] 另一方面,本发明还提供一种多态性NR射频测试例生成方法,所述方法在上述多态性NR射频测试系统的控制电脑上运行,所述方法包括步骤S101~S103:

[0053] 步骤S101:接收对目标测试项目的指定测试步骤的测试例创建指令,测试例创建指令包括对公共接口的调用指令以及对独占部分的写入指令。

[0054] 步骤S102:根据调用指令获取已存在操作步骤的公共部分设备执行指令,根据对独占部分的写入指令导入独占部分设备执行指令。

[0055] 步骤S103:将公共部分设备执行指令以及独占部分设备执行指令组合为目标测试项目对应的测试例。

[0056] 在步骤S101~S103中,目标测试项目的具体操作步骤、测试参数的配置以及一致性判断方式都是基于已有的标准确定的,由技术人员进行抽象后,以特定的测试例创建指令的形式导入控制电脑。在形成测试例的过程中,区分操作步骤中与已有测试例相同的部分以及独有的部分,对于与已有测试例相同的部分,直接调用已有的公共接口,而独有的部分则按照写入指令配置为独占部分,最终形成完整的测试例。具体的,测试例采用.NET框架的中间语言配置,能够在后续使用过程中转译为多种其他形式的机器语言,灵活适配多种平台或测试仪器,提升测试例的可复用性。

[0057] 另一方面,本发明还提供一种多态性NR射频测试方法,所述方法在上述多态性NR射频测试系统的控制电脑上运行,所述方法包括步骤S201~S204:

[0058] 步骤S201:根据目标测试项目选取对应的目标测试例,目标测试例采用上述多态性NR射频测试例生成方法获得。

[0059] 步骤S202:获取目标测试例中涉及的测试仪器,并通过射频开关箱按照设定路径连接测试仪器与待测终端设备。

[0060] 步骤S203:根据目标测试例配置测试仪器的参数。

[0061] 步骤S204:控制测试仪器执行目标测试例,并获得待测终端设备关于目标测试项目的测试结果。

[0062] 步骤S201~S204中,对于一个特定的目标测试项目,按照相应的测试标准,其具有特定的测试操作步骤、参数配置方案以及一致性评价标准。其对应的测试例所采用的测试仪器和连接形式也是一定的。所以,实际测试过程中,可以直接获取已有的测试例执行。在测试例的执行过程中,基于相应的测试需求选取测试仪器进行初始化,并采用射频开关箱按照相应的测试链路进行导通。根据测试例对应的配置参数表设置测试仪器的运行参数,执行相应的步骤后,获取待测终端设备返回的参数,并进行一致性评价,得到目标测试项目

的测试结果。

[0063] 在一些实施例中,获取目标测试例中涉及的测试仪器,并通过射频开关箱连接测试仪器与待测终端设备之后,还包括:控制射频开关箱进行路径自动校准,并进行线路损失补偿。

[0064] 另一方面,本发明还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述方法的步骤。

[0065] 下面结合一具体实施例对本发明进行说明:

[0066] 5G的NR射频测试有着不同于LTE(长期演进无线网络)测试的独特性,存在标准新、测试例复杂、测试参数多、测试仪表差异大和测试路径复杂的问题。为了完成 5G 终端射频一致性测试,需要实现一个包含射频测试仪器、且测试仪器间能够高效地分工合作的自动化测试系统。

[0067] 本实施例提供了一套由软件部分和硬件部分组成的多态性NR射频测试系统,其中硬件部分提供基本的射频测试能力,软件部分作为硬件操作承接平台,可以实现自动化测试的能力。此外,本实施例在软件实现部分,着重增强了软件测试平台的多态能力,使得测试系统具有良好的可迁移性和可扩展性。

[0068] 硬件部分由测试组件、射频开关箱和控制电脑组成,如下图 1所示。测试组件提供的测试能力一定程度上决定了测试系统的测试范围。射频开关箱主要是用于连接测试仪表和被测终端设备。此外,不同的测试例对射频链路要求不同,射频测试链路提供了系统的连接桥梁。控制电脑作为测试系统软件平台的载体,为射频测试提供统一自动化的测试及计算能力。

[0069] 每次测试过程中参与的测试仪器根据本次测试的具体测试例确定,在测试例执行之前已经明确,主要的测试仪器有综测仪(基站模拟器)、矢量信号源、微波信号源以及频谱仪等。

[0070] 为保障终端射频一致性测试的顺利执行,测试系统中引入的基站模拟器即综测仪,以生成符合 5G 标准的信号。微波信号源主要用来产生未经调制过的干扰波信号。矢量信号源用于在对应的射频测试中产生各种规定的调制干扰信号。频谱仪能够对被测设备发出的信号进行质量分析。5G 射频测试过程中涉及的各种测试仪表承担测试执行和射频信号指标测量的工作,是整个硬件部分的核心部分。

[0071] 5G 射频一致性测试中另一个重要的硬件部分为射频开关箱,它是连接测试仪器与被测终端设备的桥梁,具有射频信号输入、输出的能力,以及对射频信号进行衰减、过滤等基础能力。因为 5G 标准拓宽了射频信号的频率及带宽,所以要求参与 5G 信令交互的元器件在高频率、高带宽的场景下也能够将信号损耗控制在可容忍的范围之内。

[0072] 5G 射频一致性测试中引入的射频链路主要是规定了测试仪表以及射频元器件之间的连接方式,具体的射频链路是由测试参与的测试例所决定的。不同的测试目的对应不同的测试需求,不同的测试需求对应不同的测试例,不同的测试例决定了本次测试参与的射频链路。射频链路需要满足测试例的测试需求,例如可以合理地连接测试例下参与测试的测试仪器,确保上行和下行信号的可靠传输,以及在某些测试例中对信道中的信号进行合理衰减等等。

[0073] 控制电脑是多态性NR射频测试系统的软件承载平台,需要提供基本的计算能力,

能够操作仪器仪表以及串联起各个测试模块之间的通信,并提供给测试用户良好的人机交互界面等。

[0074] 5G 射频一致性测试的硬件部分设计完成之后,理论上该测试环境已经具备了最基本的射频一致性测试能力,但是需要引入大量的人工参与测试,例如同一个测试例不同的测试条件下,参与的测试仪器需要人工多次重复配置,大大地增加了测试的人力成本,测试效率极其低下。并且,人工过多参与存在误差的可能性相比自动化测试大幅度提高,完全背离了现代自动化测试的思想。所以在实际的工业界应用场景中需要实现被测设备的自动化测试,本实施例配置了运行在控制电脑端且能够根据当前测试例的测试需求远程配置测试仪器的配套软件系统。。

[0075] 本实施例多态性NR射频测试系统的软件部分主要包含测试仪器驱动、测试例流程程序、测试消息中间件、测试路径自动校准模块和人机交互界面等。

[0076] 软件部分的总体架构如图 2所示,控制电脑中,位于架构下层的测试仪器的驱动层向下依赖通用仪表总线 GPIB(General-Purpose Instrumentation Bus)、USB 接口或串口等完成对测试仪表的识别,并且借助可编程仪器标准令SCIP(Standard Commands for Programmable Instruments)完成对测试仪器的指令调用;向上为测试例流程模块提供统一可扩展的仪器操作对象。架构中间层的测试例流程模块可以创建测试仪表对象以此完成测试仪器的声明使用,进而实现对各类测试仪器的统一控制;测试例流程模块向上为测试消息中间件模块提供可传递参数的数据接口,根据 UI 模块配置的测试条件数据调用对应测试例执行流程,向下借助测试仪器驱动完成对仪器的调用,执行测试例流程,并且计算并记录测试结果。人机交互模块向用户提供良好的用户界面,向下将用户的测试例选择、参数配置等通过测试消息中间件模块传递给测试例流程模块,由测试例流程模块完成测试并向其汇报结果。

[0077] 驱动层负责完成对仪器仪表的远程控制以实现相应的小区模拟、信号测量、干扰生成等。需要设计支持不同仪表的驱动程序接口,定义仪表的统一标准接口,实现仪表操作对于测试流程的全透明化,实现测试流程和仪表操作的解耦,以此实现仪器驱动的多态特性。

[0078] 测试例流程模块则在综合调用测试仪器的基础上完成给定参数下特定测试例的测试。测试例流程模块定义了测试例实现中所需要的基本功能并提供二次开发接口,借助接口可以简单地实现任意测试例。同时可以通过对终端发射机和接收机测试例流程进行建模,抽象公共的测试流程,具体测试例在公共测试流程基础之上进行个性化扩展,以支撑测试例的多态特性。

[0079] 测试消息中间件模块为测试例程序和人机交互界面通过消息队列为测试系统提供数据传递的通信服务,同时通过制定消息模板来统一消息通信的格式,完成进程间通信的多态特性。

[0080] 测试路径自动校准模块作为独立的扩展模块,可以在测试作业中补偿搭建 5G 射频测试环境时引入的测试元器件给测试链路带来的信号损耗;人机界面模块(UI)则提供易用的人机交互接口,实现测试例的选择以及相应参数的设置。各模块之间通过接口实现参数信息的传递。并且提供友善的软件窗口并进一步提高测试环境的自动化程度。

[0081] 测试例流程模块的主要功能是完成用户通过人机界面所下达的具体测试任务。为

了完成测试任务,需要将测试任务转化为具体的多个测试步骤,并调用测试仪器驱动模块对各个参与本次测试流程的仪器仪表进行操作并得到测试数据,最后向人机界面提交最终测试结果。

[0082] 3GPP 在 5G 射频测试标准中定义了终端射频测试标准,包含发射功率及信号质量、最大输入电平等一系列针对发射机和接收机的测试指标。但是测试标准只笼统地定义了被测终端在各个测试场景下必须满足的射频测试指标,并没有针对某项测试目的或测试例定义详细的测试方法,因此只有真正完成测试例的设计,同时制定合理的测试流程方法才能完备地对 5G 终端进行射频一致性标准的测试。

[0083] 由于 3GPP 所定义的 5G 射频一致性测试用例测试条项众多且设计复杂,某项测试例的具体生成必须遵循测试终端的规格说明。传统的测试例生成方法存在设计周期长且可扩展性不强的问题,测试例在设计生成的时候只是针对特定一个测试目的或者测试条件,测试例流程的可复用程度较低,技术侧存在较多的冗余代码和数据。因此,本实施例提供了一种基于测试流程的测试例生成方法,它改变了原有测试例定制化模式,实现测试例高度自主化可编辑模式。

[0084] 由于射频测试例繁多且不断有新的测试例被提出,需要对不同的测试例进行化设置。同时,不同的测试例在测试流程上有较多重复的流程,又要尽量实现程序的良好复用,这要求测试例类或接口需要有较高的抽象能力。

[0085] 因此,本实施例提取了测试例的公共部分进行封装,设计为基类 NewBaseCase。NewBaseCase 基类实现的主要功能有:测试所需的测试仪器的初始化,通过创建所需的测试仪器的实例对象完成;对本次测试流程用到的测试仪器的初始化配置,通过调用相应测试仪器实例,传入相关参数来实现;建立被测设备和基站模拟器间的通信连接;还包括一些测试过程需要的公共参数的设置等。NewBaseCase 类所包含的功能大部分借助测试仪器基本驱动模块实现,由于测试仪器驱动功能强大,可以实现对包括基站模拟器、信号源等在内的工具进行高度灵活的控制,包括初始化、频率配置、功率配置、控制被测设备与基站模拟器连接的建立、资源块分配控制等。具体的测试例程序可以继承 NewBaseCase 类,并复用其公共操作流程。同时,基类也提供多态适配的能力,测试例可以在抽象继承的基础上重写或重载公共流程,达到个性化定制测试流程的目的。

[0086] 本实施例一改传统测试系统的测试例定制模式,使用基于测试目的做测试流程分解,从而形成具有较低冗余度的测试例生成方法。基于本方法创建的 5G 射频一致性测试例具有良好的多态特性,可扩展性、可重用性、灵活性等都可以得到保障。

[0087] 本实施例中,测试仪器驱动依赖于 VISA (Virtual Instrument Software Architecture, 虚拟仪器软件架构) 输入输出标准。此标准是对带有 GPIB、以太网等数据接口的仪器仪表进行连接、识别以及配置编程等的统一标准。而 NI-VISA 是由 National Instruments 集团发布的基于 VISA 的输入输出标准,此标准包含了各种便捷式开发的脚手架工具、交互式控件以及配置程序等等。测试仪器驱动依赖 GPIB 或者 IP 地址完成测试过程中的仪表识别等步骤,同时依赖 SCPI 指令对参与测试的仪器进行模块化功能调用。所以本实施例的仪器驱动程序依赖于 VISA 输入输出标准,不仅包含了对 GPIB 和 IP 地址的识别支持,而且对 SCPI 的指令传输进行了统一标准的封装。仪器驱动借助于 VISA 标准可以实现控制电脑与测试仪表的远程连接以及对仪器仪表的操作动作。

[0088] 由于 5G 新技术的引入,5G 终端测试所需测试仪器类型和数量较 4G 测试而言更加丰富。越来越多的厂家和供应商加入到测试仪器的制造中,使得同一类型的测试仪器拥有不同的操作方法,面向自动化测试仪器控制的脚本指令也各不相同。针对提供同种功能但来自不同厂商或不同型号的测试仪器的动态适配是 5G 终端射频测试的一个难题。针对 5G 测试仪器数量较多,且不同厂商提供的同一功能测试仪器操作使用方式不同的情况,以及传统测试仪器控制与测试流程耦合过多的问题。本实施例提供支持不同测试仪器的驱动程序接口,定义测试仪器的统一标准接口,便于后期仪器驱动的复用,并且实现仪表操作对于测试流程的全透明化,实现测试流程和测试仪器操作的解耦。

[0089] 仪器管理架构如下图 3 所示,本实施例将仪器驱动单独定义为一个独立的程序集,并且将程序集定义为“原子”的,即是完成某一项仪器功能的最小控制单元,并且这些单元各自独立。这些不可再分的控制单元可以互相组合以此来完成对硬件资源的管理。由于这些独立单元是软件平台上的一个个程序集合,是面向对象模型封装的,所以需要借助 C#平台提供的强大的反射功能来解析出这些独立驱动单元的接口元信息,例如方法的名称、参数以及签名等信息,从而判断这些独立驱动单元和对应的仪表是否相匹配。最后将匹配成功的仪表名称和反射解析出来的独立驱动的元信息统一封装保存在内存中,以供上层测试例程序进行查询调用。

[0090] 本实施例中,依赖注入容器(Ioc容器)来完成仪表对象的注入和生命周期管理工作。使用依赖注入的方式能够显著的降低单向或循环依赖的实体对象之间的耦合度。这也是本系统支持仪表多态适配的一项重要工作。在本模块中,不同仪表的驱动类不同,不同驱动类的驱动接口也不同,但是完成同一功能的同一种类的仪器驱动接口是封装为公共接口的,具体的仪器驱动大多都继承实现这些公共接口,以实现程序的良好复用。但是,这样会导致一个新的问题:测试例程序在运行之前无法获取当前驱动接口和仪器驱动的泛化关系。因此,在测试例程序调用统一驱动功能接口之前,系统可以自动触发仪表的识别过程,获取并匹配相应仪表名称(此名称在系统中唯一),通过仪表名称反射出该仪器驱动的驱动元信息,解析出该独立驱动接口初始化的资源信息,并且同接口一并注入到 Unity的对象容器之中。测试例通过调用统一驱动接口(此接口为独立驱动接口封装组合而来,完成具体的仪表功能)来从Unity对象容器中获取相应的独立驱动对象,借此完成仪表的控制。采用依赖反转的模式可以更好地实现程序模块之间的松散耦合,是测试例与统一驱动接口以及独立驱动接口相互独立的基础,也是实现仪表动态化配置及动态化扩展的多态特性的基础。

[0091] 本实施例使用统一抽象接口定义驱动标准,忽略不同型号仪表的差异操作,只进行驱动流程的定义。当新增不同型号的仪表时,不需要改动测试例程序以及原有驱动程序,只需要按照驱动接口标准定义新仪表的驱动文件即可实现仪表适配。实现了测试例与仪器驱动的松耦合。

[0092] 本实施例中,自动化测试实现一个基本条件是射频测试链路的启动切换,自动化测试保证准确的另一个基本条件是路损的正确补偿。作为本测试系统硬件测试环境中的关键一环,射频开关箱起到连接测试系统各个测试仪器、更换测试链路以切换不同测试环境的功能。射频开关箱是一个集成的设备,内部包含开关箱、合路器、功分器、单向器、衰减器等等元器件,同时拥有连接元器件和仪表的物理链路等。因此,射频测试箱理论上需要支

持其内部包含的所有元器件和线缆的功能。例如衰减器可以提供信号功能衰减的支持,即当衰减器的输入信号为大功率信号时,输出需要转变为小功率的信号,类似于反向的功率放大器;功分器的作用是将一路信号分配为多路信号,合路器的功能刚好相反,它是将输入的多个信号还原为一路信号,功分器和合路器主要负责测试信号的分配工作;滤波器作为选频元器件,能够过滤掉某些信号,而对固定的一些信号进行放行等。射频测试箱应该提供一系列简单的接口,屏蔽掉硬件细节,以供给测试系统软件平台进行调用,从而实现对接测试箱各项功能的调用,实现测试环境的切换。

[0093] 具体的,NR 测试包含NSA(非独立组网)、SA(独立组网)和ULMIMO(上行链路多输入多输出)等多种形式,需要支持若干路信号同时在射频路径中传输。依据测试需求,外部接口会分为4接口,8接口等情况;内部路径会分为直通,耦合,功分,放大,衰减等不同功能。因此,本实施例为它统一建模,封装内部差异,提供简单接口,提升系统应对不同测试环境的能力。

[0094] 进一步的,射频开关箱的驱动还执行路径管理、自校准和补偿管理的功能,其中,路径管理包括路径能力信息管理和路径切换,自校准对象包括校准频点和自动校准流程,补偿管理主要是的路损补偿数据的读取。

[0095] 综上所述,所述多态性NR射频测试系统、测试例生成方法及测试方法中,所述控制电脑按照统一的预设规则将指定测试步骤转化为设备执行指令以生成测试例,使得测试例能够兼容各种类型的测试仪器。同时,测试例由公共部分和独占部分组成,公共部分的设备执行指令能够被多个测试例重复调用,提高了测试例的可复用性。通过为各测试仪器的独立功能单独配置驱动程序,供不同类型测试仪器根据需求进行组合调用,能够提高设备兼容性以及测试例执行过程中对测试仪器种类型号的宽容能力。

[0096] 进一步的,独立驱动程序通过.NET框架以中间语言写入为控制电脑的本地平台代码后,再转译为各测试仪器对应格式的代码以供调用,能够提升测试例对测试仪器的兼容能力。

[0097] 本领域普通技术人员应该可以明白,结合本文中所公开的实施方式描述的各示例性的组成部分、系统和方法,能够以硬件、软件或者二者的结合来实现。具体究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。当以硬件方式实现时,其可以例如是电子电路、专用集成电路(ASIC)、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时,本发明的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中,或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除ROM(EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频(RF)链路,等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

[0098] 还需要说明的是,本发明中提及的示例性实施例,基于一系列的步骤或者装置描述一些方法或系统。但是,本发明不局限于上述步骤的顺序,也就是说,可以按照实施例中提及的顺序执行步骤,也可以不同于实施例中的顺序,或者若干步骤同时执行。

[0099] 本发明中,针对一个实施方式描述和/或例示的特征,可以在一个或多个其它实

施方式中以相同方式或以类似方式使用,和/或与其他实施方式的特征相结合或代替其他实施方式的特征。

[0100] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明实施例可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

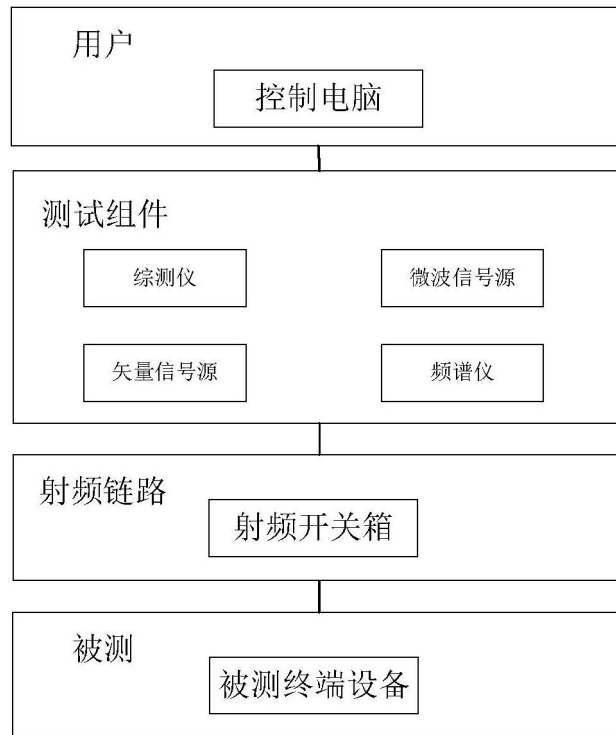


图1

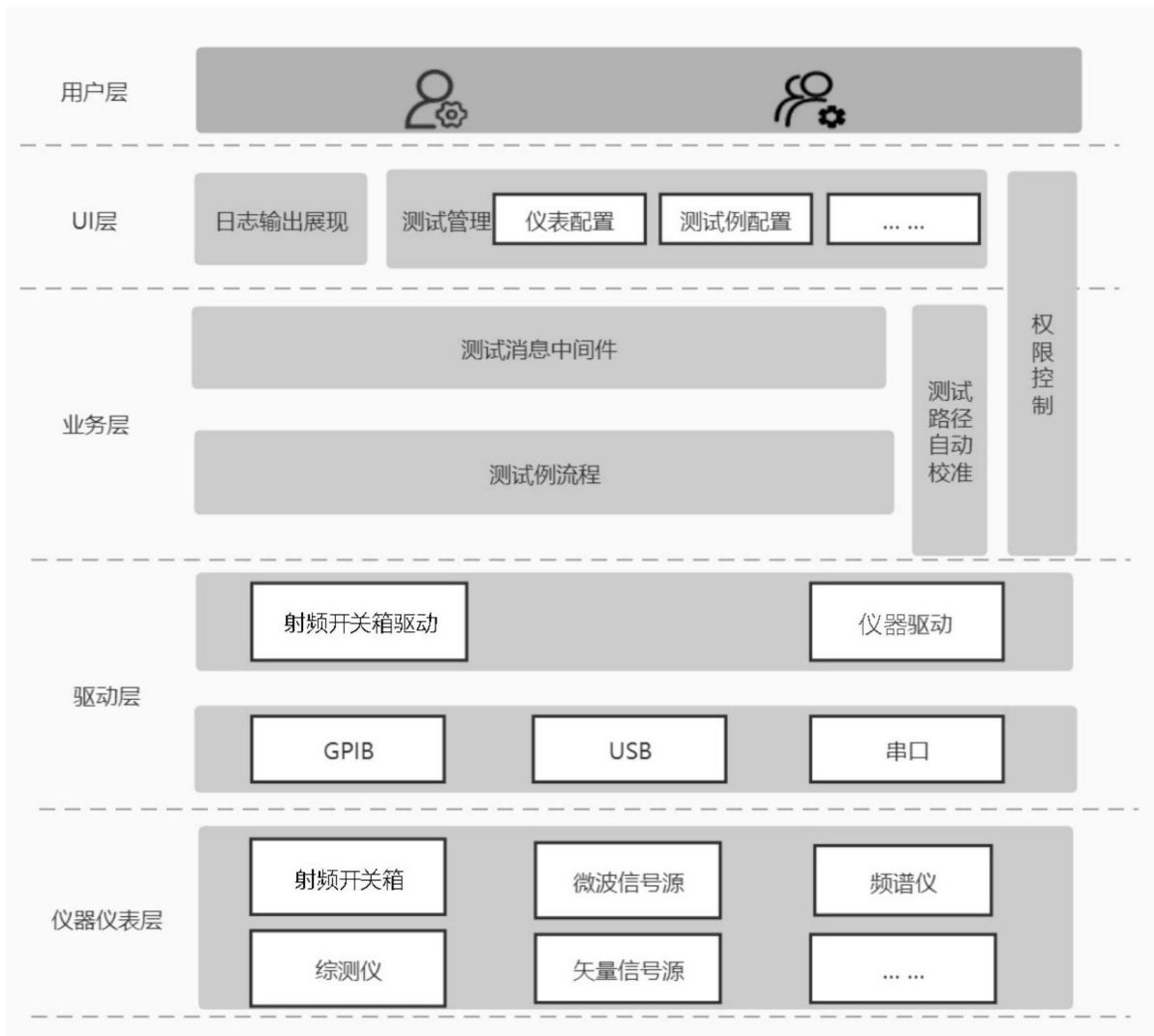


图2

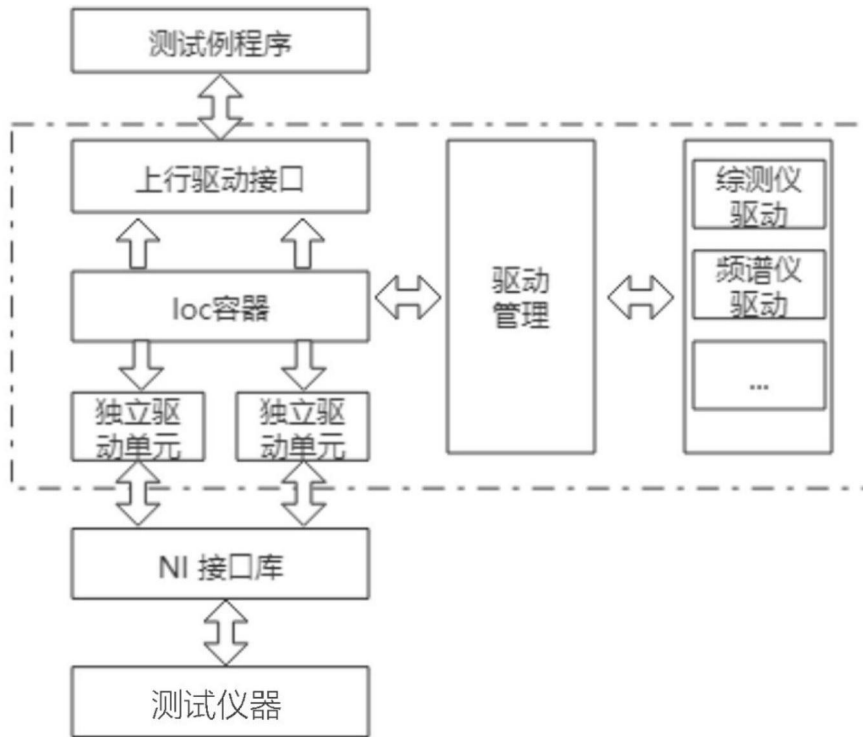


图3