



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102540907 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201210037852. 9

(22) 申请日 2012. 02. 17

(71) 申请人 广东电网公司电力科学研究院  
地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路  
水均岗 8 号  
申请人 华中科技大学

(72) 发明人 毛承雄 曾杰 王丹 盛超  
张硕延 陈迅 陆继明 曹亚龙

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理  
有限公司 44224  
代理人 王茹 曾旻辉

(51) Int. Cl.  
G05B 17/02 (2006. 01)

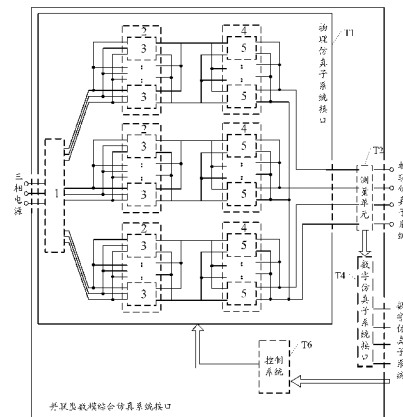
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

并联型数模综合仿真系统接口和物理仿真子系统接口

(57) 摘要

本发明提出一种并联型数模综合仿真系统接口,包括:基于并联型整流器和跟随器的物理仿真子系统接口、测量单元、数字仿真子系统接口以及控制系统;其中,并联型的物理仿真子系统接口连接三相电源和物理仿真子系统;用于测量物理仿真子系统端口电压和电流的测量单元,与数字仿真子系统接口连接;数字仿真子系统接口与数字仿真子系统连接;数字仿真子系统与控制系统连接。可以将物理仿真子系统和数字仿真子系统综合起来,构成整个电力系统的实时仿真模型,从而充分发挥物理仿真和数字仿真的优势。本发明还提出一种物理仿真子系统接口。



1. 一种并联型数模综合仿真系统接口,其特征在于,包括:物理仿真子系统接口、测量单元、数字仿真子系统接口以及控制系统;

其中,所述物理仿真子系统接口包括输入变压器、3组并联型整流器、3组并联型跟随器;所述输入变压器的一次绕组端接三相电源,所述输入变压器的二次绕组分为3组;每组并联型整流器包括M个三相全桥;每组并联型跟随器包括N个单相全桥;其中,M、N为正整数;

不同组的二次绕组连接不同组的并联型整流器中的三相全桥的交流端;在同一并联型整流器中,三相全桥的第一输出端并接以及第二输出端并接;不同并联型整流器的三相全桥的第一输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第一直流端;不同并联型整流器的三相全桥的第二输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第二直流端;

同一并联型跟随器的单相全桥的第一交流端并接;所有单相全桥的单相全桥的第二交流端并接;各组单相全桥的第一交流端的并接端、第二交流端的并接端与物理仿真子系统连接;

用于测量所述物理仿真子系统端口电压和电流的所述测量单元,与所述数字仿真子系统接口连接;所述数字仿真子系统接口根据所述测量单元测量的电压和电流信息来控制输出状态,所述数字仿真子系统接口的输出端与数字仿真子系统连接;接收所述数字仿真子系统输出的电压和电流信息的所述控制系统,根据接收的所述电压和电流信息来控制所述物理仿真子系统接口。

2. 根据权利要求1所述的并联型数模综合仿真系统接口,其特征在于,所述物理仿真子系统接口还包括:三相输出滤波器,

所述三相输出滤波器的输入端与各组单相全桥的第一交流端的并接端以及所有单相全桥的第二交流端的并接端连接,所述三相输出滤波器的输出端与所述物理仿真子系统连接。

3. 根据权利要求1所述的并联型数模综合仿真系统接口,其特征在于,

所述控制系统根据所述数字仿真子系统输出的电压和电流信息来控制所述物理仿真子系统接口时,利用所述数字仿真子系统输出的电压采用电压跟踪算法来控制所述物理仿真子系统接口输出电压;利用所述数字仿真子系统输出的电流采用电流跟踪算法来控制所述物理仿真子系统接口输出电流。

4. 根据权利要求1所述的并联型数模综合仿真系统接口,其特征在于,所述数字仿真子系统接口根据所述测量单元测量的电压和电流信息来控制输出状态包括:

所述数字仿真子系统接口包括受控电流源和受控电压源;

当所述数字仿真子系统接口接收所述测量单元发送的电压信号时,选通受控电压源并控制受控电压源的输出;

当所述数字仿真子系统接口接收所述测量单元发送的电流信号时,选通受控电流源并控制受控电流源的输出。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的并联型数模综合仿真系统接口,其特征在于,所述M与所述N的取值不相等。

6. 根据权利要求1至4任一项所述的并联型数模综合仿真系统接口,其特征在于,所述

M 与所述 N 的取值相等。

7. 一种物理仿真子系统接口,其特征在于,包括:输入变压器、3 组并联型整流器、3 组并联型跟随器;所述输入变压器的一次绕组端接三相电源,所述输入变压器的二次绕组分为 3 组;每组并联型整流器包括 M 个三相全桥;每组并联型跟随器包括 N 个单相全桥;其中, M、N 为正整数;

不同组的二次绕组连接不同组的并联型整流器中的三相全桥的交流端;在同一并联型整流器中,三相全桥的第一输出端并接以及第二输出端并接;不同并联型整流器的三相全桥的第一输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第一直流端;不同并联型整流器的三相全桥的第二输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第二直流端;

同一并联型跟随器的单相全桥的第一交流端并接;所有单相全桥的第二交流端并接;各组单相全桥的第一交流端的并接端、第二交流端的并接端与物理仿真子系统连接。

8. 根据权利要求 7 所述的物理仿真子系统接口,其特征在于,还包括:三相输出滤波器,

所述三相输出滤波器的输入端与各组单相全桥的第一交流端的并接端以及所有单相全桥的第二交流端的并接端连接,所述三相输出滤波器的输出端与所述物理仿真子系统连接。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的物理仿真子系统接口,其特征在于,所述 M 与所述 N 的取值不相等。

10. 根据权利要求 7 或 8 所述的物理仿真子系统接口,其特征在于,所述 M 与所述 N 的取值相等。

## 并联型数模综合仿真系统接口和物理仿真子系统接口

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数模信号仿真领域,具体涉及并联型数模综合仿真系统接口和物理仿真子系统接口。

### 背景技术

[0002] 随着风能、太阳能等可再生能源的大规模开发和利用,考虑将分布式电源、储能装置、能量变换装置等分布式发电供能系统以微网的形式接入到大电网并网运行,与大电网互为支撑,从而充分发挥分布式发电供能系统的效能。由于微网系统的引入,需要对微网与大电网的相互作用机理以及微网系统独网运行和并网运行的运行特性进行深入的研究。电力系统实时仿真技术是进行电力系统运行特性研究及装置测试的重要手段,在很多方面具有不可替代的作用,因此,建设具有可再生能源发电微网系统及其所接入大电网的实时仿真系统,成为研究微网及其与大电网相互作用机理的必然要求。目前使用物理仿真系统或者数字仿真系统进行研究微网与大电网的相互作用机理以及微网系统独网运行和并网的运行特性。

[0003] 物理仿真考虑了非线性等复杂的不确定因素,因此能够比较准确地模拟电力系统的动态过程,对于机理尚不清楚的现象以及新型电力设备的研究十分方便,但是其建模过程复杂,时间及资金消耗大,参数调整困难,移植性和兼容性受到限制;

[0004] 数字仿真采用现代计算机技术、控制技术,结合了大型软件和复杂硬件,其建模速度快,参数调整方便,能对大系统进行仿真,但是对于新型的设备和控制策略的仿真不尽人意。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种并联型数模综合仿真系统接口,该接口可以将物理仿真子系统和数字仿真子系统综合起来,构成整个电力系统的实时仿真模型,从而充分发挥物理仿真和数字仿真的优势。

[0006] 为达到上述目的,采用的方案:

[0007] 一种并联型数模综合仿真系统接口,包括:物理仿真子系统接口、测量单元、数字仿真子系统接口以及控制系统;

[0008] 其中,所述物理仿真子系统接口包括输入变压器、3组并联型整流器、3组并联型跟随器;所述输入变压器的一次绕组端接三相电源,所述输入变压器的二次绕组分为3组;每组并联型整流器包括M个三相全桥;每组并联型跟随器包括N个单相全桥;其中,M、N为正整数;

[0009] 不同组的二次绕组连接不同组的并联型整流器中的三相全桥的交流端;在同一并联型整流器中,三相全桥的第一输出端并接以及第二输出端并接;不同并联型整流器的三相全桥的第一输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第一直流端;不同并联型整流器的三相全桥的第二输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第二直

流端；

[0010] 同一并联型跟随器的单相全桥的第一交流端并接；所有单相全桥的第二交流端并接；各组单相全桥的第一交流端的并接端、第二交流端的并接端与物理仿真子系统连接；

[0011] 用于测量所述物理仿真子系统端口电压和电流的所述测量单元，与所述数字仿真子系统接口连接；所述数字仿真子系统接口根据所述测量单元测量的电压和电流信息来控制输出状态，所述数字仿真子系统接口的输出端与数字仿真子系统连接；接收所述数字仿真子系统输出端的电压和电流信息的所述控制系统，根据接收的所述电压和电流信息来控制所述物理仿真子系统接口。

[0012] 本发明提出一种并联型数模综合仿真系统接口，该接口基于并联型整流器和跟随器，通过控制系统接收数字仿真子系统的电压电流信号，来控制物理仿真子系统接口的工作状态，从而达到实现物理仿真子系统边界条件的效果；通过测量单元得到物理仿真子系统端口的电压电流，然后根据测量单元测得的电压电流来进行数字仿真，从而达到实现数字仿真子系统边界条件的效果；从而可以将物理仿真子系统和数字仿真子系统综合起来，构成整个电力系统的实时仿真模型，从而充分发挥物理仿真和数字仿真的优势。

[0013] 本发明还提出一种物理仿真子系统接口，包括：输入变压器、3组并联型整流器、3组并联型跟随器；所述输入变压器的一次绕组端接三相电源，所述输入变压器的二次绕组分为3组；每组并联型整流器包括M个三相全桥；每组并联型跟随器包括N个单相全桥；其中，M、N为正整数；

[0014] 不同组的二次绕组连接不同组的并联型整流器中的三相全桥的交流端；在同一并联型整流器中，三相全桥的第一输出端并接以及第二输出端并接；不同并联型整流器的三相全桥的第一输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第一直流端；不同并联型整流器的三相全桥的第二输出端的并接端连接不同并联型跟随器的单相全桥的第二直流端；

[0015] 同一并联型跟随器的单相全桥的第一交流端并接；所有单相全桥的第二交流端并接；各组单相全桥的第一交流端的并接端、第二交流端的并接端与物理仿真子系统连接。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明中并联型数模综合仿真系统接口的一个优选结构示意图；

[0017] 图2是本发明中并联型数模综合仿真系统接口的另一个优选结构示意图。

## 具体实施方式

[0018] 为便于理解，将结合附图进行阐述。

[0019] 请参考图1，本发明提出一种并联型数模综合仿真系统接口，包括：物理仿真子系统接口T1、测量单元T2、数字仿真子系统接口T4以及控制系统T6；

[0020] 其中，物理仿真子系统接口T1包括输入变压器1、3组并联型整流器2、3组并联型跟随器4；输入变压器1的一次绕组端接三相电源，输入变压器1的二次绕组分为3组；每组并联型整流器2包括M个三相全桥3；每组并联型跟随器4包括N个单相全桥5；其中，M、N为正整数；

[0021] 不同组的二次绕组连接不同组的并联型整流器2中的三相全桥3的交流端；在同

一并联型整流器 2 中,三相全桥 3 的第一输出端并接以及第二输出端并接;不同并联型整流器 2 的三相全桥 3 的第一输出端的并接端连接不同并联型跟随器 4 的单相全桥 5 的第一直流端;不同并联型整流器 2 的三相全桥 3 的第二输出端的并接端连接不同并联型跟随器 4 的单相全桥 5 的第二直流端;

[0022] 同一并联型跟随器 4 的单相全桥 5 的第一交流端并接;所有单相全桥 5 的第二交流端并接;各组单相全桥 5 的第一交流端的并接端、第二交流端的并接端与物理仿真子系统连接;

[0023] 用于测量物理仿真子系统端口电压和电流的测量单元 T2,与数字仿真子系统接口 T1 连接;数字仿真子系统接口 T4 与数字仿真子系统连接;数字仿真子系统接口 T4 根据测量单元 T2 测量的电压和电流信息来控制自身输出状态;数字仿真子系统的输出端给控制系统 T6 提供电压和电流信息,控制系统 T6 根据接收的数字仿真子系统输出的电压和电流信息来控制物理仿真子系统接口 T1 的工作状态。

[0024] 本发明提出一种并联型数模综合仿真系统接口,该系统接口基于并联型整流器和跟随器,通过控制系统接收数字仿真子系统的电压电流信号,来控制物理仿真子系统接口的工作状态,从而达到实现物理仿真子系统边界条件的效果;通过测量单元得到物理仿真子系统端口的电压电流,然后根据测量单元测得的电压电流来进行数字仿真,从而达到实现数字仿真子系统边界条件的效果;从而可以将物理仿真子系统和数字仿真子系统综合起来,构成整个电力系统的实时仿真模型,从而充分发挥物理仿真和数字仿真的优势。

[0025] 为了滤除高频开关谐波,可对上述实施例进行改进,参见图 2,物理仿真子系统接口 T1 还包括:三相输出滤波器 6,

[0026] 三相输出滤波器 6 的输入端与各组单相全桥 5 的第一交流端的并接端以及所有单相全桥 5 的第二交流端的并接端连接,三相输出滤波器 6 的输出端与物理仿真子系统连接。

[0027] 其中,控制系统根据数字仿真子系统输出的电压和电流信息来控制物理仿真子系统接口时,利用数字仿真子系统输出的电压采用电压跟踪算法来控制物理仿真子系统接口输出电压;利用数字仿真子系统输出的电流采用电流跟踪算法来控制物理仿真子系统接口输出电流。

[0028] 其中,三相全桥的数目 M 与单相全桥的数目 N 的取值可以不相等,使得并联型整流器和并联型跟随器的设计更灵活。

[0029] 本发明还提出一种物理仿真子系统接口具体结构可参见图 1 或者图 2,此处不再赘述。

[0030] 在本发明中,基于并联型的物理仿真子系统接口;数字仿真子系统接口在实时数字仿真平台(RTDS)下实现,RTDS 平台有受控电压源和受控电流源模块,并且其控制量可以是外部输入信号;数字仿真子系统接口的信号输入端接收测量得到的物理仿真子系统端口电压和电流量,输出端口与数字仿真子系统相连。对物理仿真子系统接口装置,其控制系统接收数字仿真子系统输出的端口电压电流信息,并采用电压跟踪或电流跟踪算法来控制并联电压型变流器的全控开关器件的工作状态,以达到以下目的:控制变流器输出交流侧的电压或电流波形与数字仿真子系统给出的端口电压或电流波形相同,从而达到实现物理仿真子系统边界条件的效果。数字仿真子系统接口由 RTDS 平台中简单的受控电压源和电流源组成,受控电压源和电流源在 RTDS 内都有现成的模块,其受控电流源和受控电压源的控

制量为数字仿真子系统接口的信号输入端接收的物理仿真子系统端口电流和电压,当需要切换时,外部切换控制信号变化,控制 RTDS 内的开关倒换;具体的:收到电压信号,则选通受控电压源并根据接收的电压信号控制该受控电压源的输出;收到电流信号,则选通受控电流源并根据接收的电流信号控制该受控电流源的输出;以达到以下目的:控制数字仿真子系统输出交流侧的电流或电压波形与物理仿真子系统端口测量得到的电流或电压波形相同,从而达到实现数字仿真子系统边界条件的效果。

[0031] 以上本发明实施方式,并不构成对本发明保护范围的限定。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的权利要求保护范围之内。

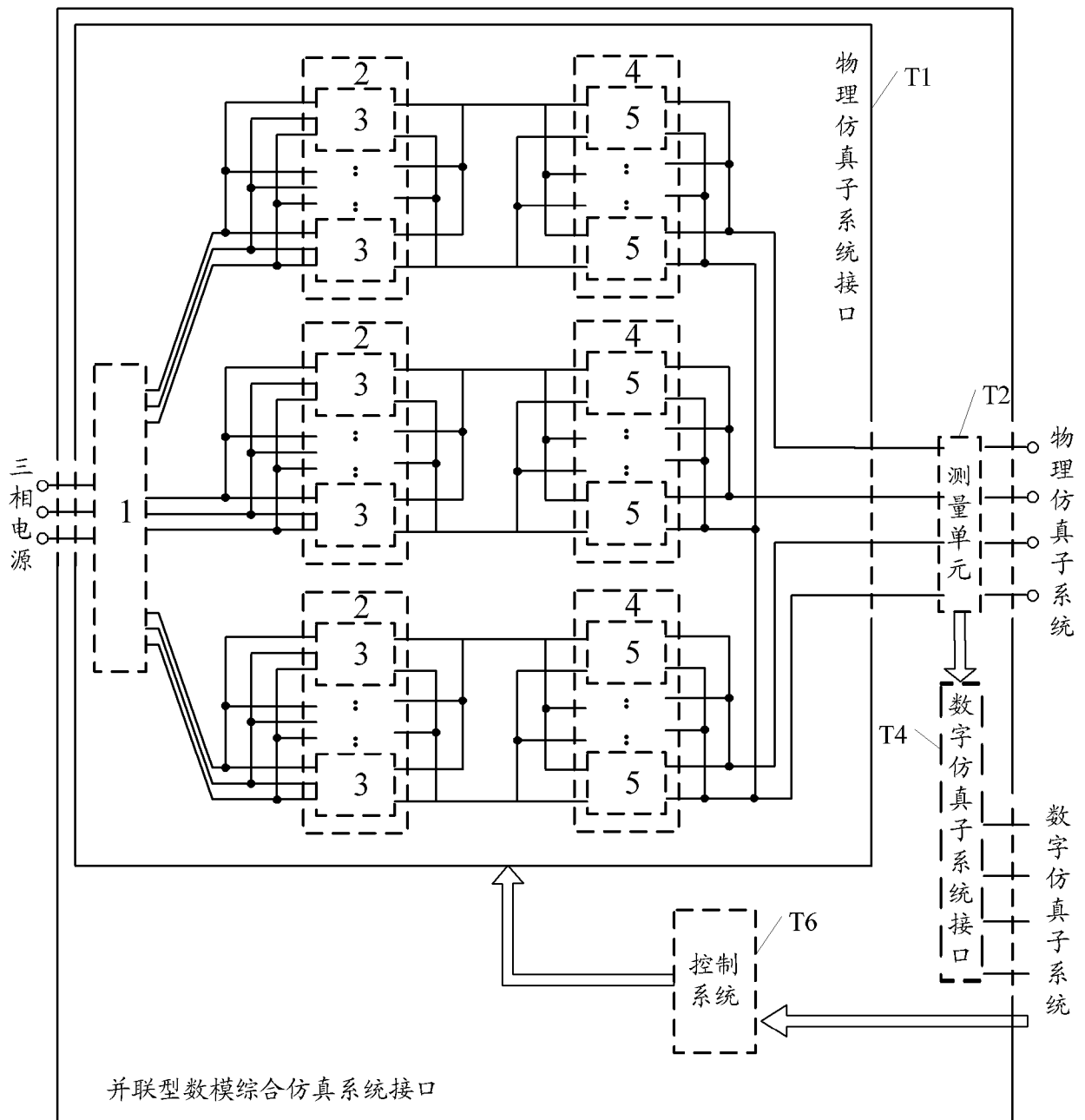


图 1



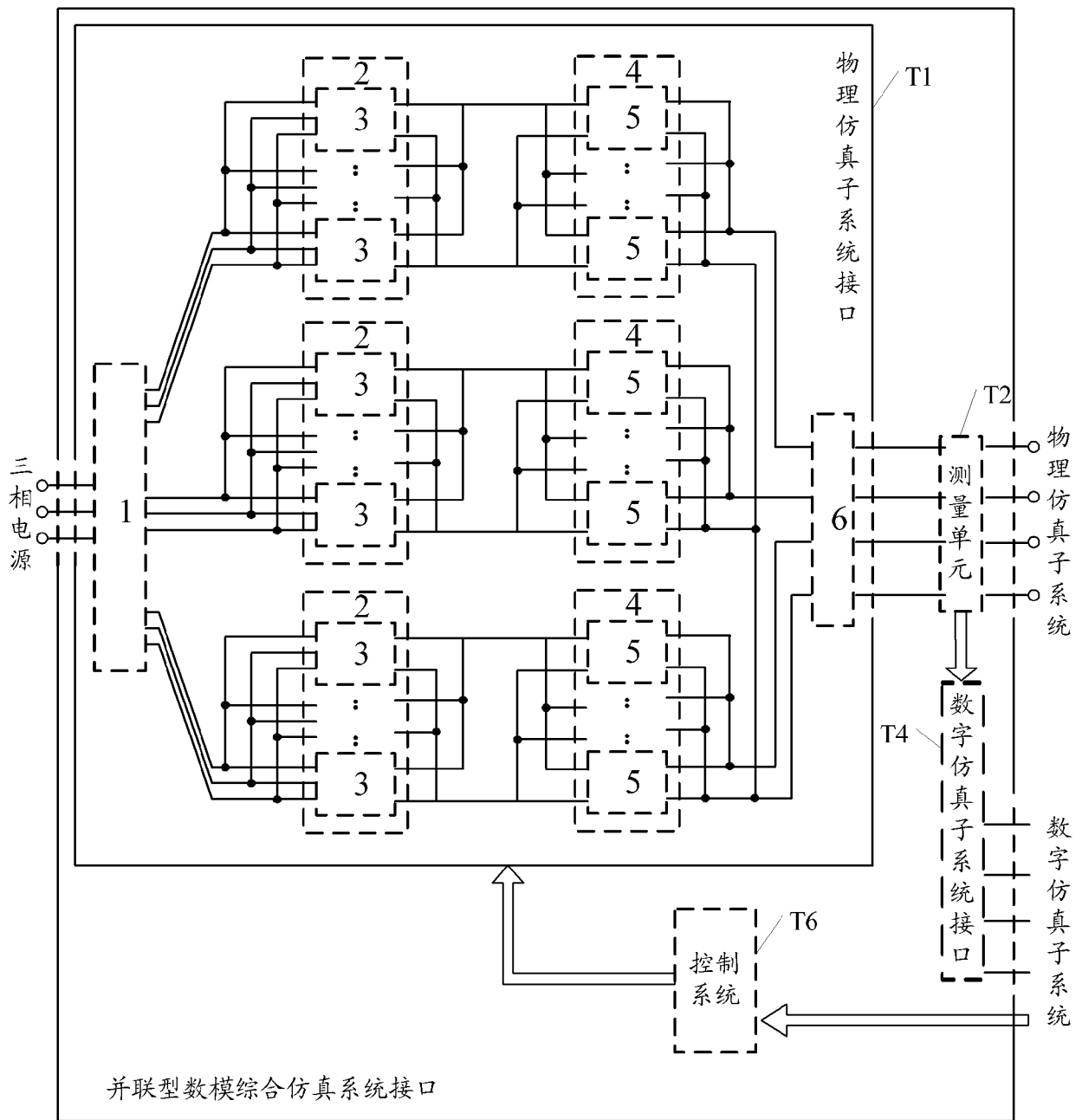


图 2