本发明提供了飞轮储能中电机负载的模拟方法和计算机可读介质，该方法包括：利用电机负载的模拟系统中的整流模块将电机负载的模拟系统中的电源模块输出的第一交流电压转换为第一直流电压；利用整流模块将第一直流电压输入到电机负载的模拟系统中的直流母线中，以为模拟系统提供电压；利用电机负载的模拟系统中的负载模拟模块通过电源模块调节直流母线中的能量，以使直流母线中的第一直流电压产生波动；利用电机负载的模拟系统中的飞轮电机驱动模块在直流母线中的第一直流电压产生波动时，调节电机负载的模拟系统中的飞轮电机的转速，以稳定第一直流电压产生的波动。本方案能够对飞轮储能中的电机负载进行模拟测试。

1、基于飞轮储能中电机负载的模拟系统（10）的飞轮储能中电机负载的模拟方法（70），其特征在于，包括：

利用电机负载的模拟系统（10）中的整流模块（101）将电机负载的模拟系统（10）中的电源模块（105）输出的第一交流电压转换为第一直流电压；

利用所述整流模块（101）将所述第一直流电压输入到电机负载的模拟系统（10）中的直流母线（100）中，以为模拟系统提供电压；

利用电机负载的模拟系统（10）中的负载模拟模块（104）通过所述电源模块（105）调节所述直流母线（100）中的能量，以使所述直流母线（100）中的第一直流电压产生波动；

利用电机负载的模拟系统（10）中的飞轮电机驱动模块（102）在所述直流母线（100）中的第一直流电压产生波动时，调节电机负载的模拟系统（10）中的飞轮电机（103）的转速，以稳定所述第一直流电压产生的波动。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

所述利用电机负载的模拟系统（10）中的负载模拟模块（104）通过所述电源模块（105）调节所述直流母线（100）中的能量，以使所述直流母线（100）中的第一直流电压产生波动，包括：

利用所述负载模拟模块（104）从所述电源模块（105）吸收能量输入到所述直流母线（100）中，以使所述直流母线（100）中的第一直流电压升高；

所述利用电机负载的模拟系统（10）中的飞轮电机驱动模块（102）在所述直流母线（100）中的第一直流电压产生波动时调节电机负载的模拟系统（10）中的飞轮电机（103）的转速，包括：

利用所述飞轮电机驱动模块（102）在所述第一直流电压升高时，增大所述飞轮电机（103）的转速。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

所述利用电机负载的模拟系统（10）中的负载模拟模块（104）通过所述电源模块（105）调节所述直流母线（100）中的能量，以使所述直流母线（100）中的第一直流电压产生波动，包括：

利用所述负载模拟模块（104）将所述直流母线（100）输入的能量注入到所述电源模块（105），以使所述直流母线（100）中的第一直流电压降低；

所述利用电机负载的模拟系统（10）中的飞轮电机驱动模块（102）在所述直流母线（100）中的第一直流电压产生波动时调节电机负载的模拟系统（10）中的飞轮电机（103）的转速，包括：

利用所述飞轮电机驱动模块（102）在所述第一直流电压降低时，减小所述飞轮电机（103）的转速。

4、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

所述利用电机负载的模拟系统（10）中的整流模块（101）将电机负载的模拟系统（10）中的电源模块（105）输出的第一交流电压转换为第一直流电压，包括：

利用电机负载的模拟系统（10）中的第一电力电子器件（1011）将所述电源模块（105）输出的第一交流电压转换为第一直流电压；

所述利用所述整流模块（101）将所述第一直流电压输入到电机负载的模拟系统（10）中的直流母线（100）中，包括：

利用所述第一电力电子器件（1011）将所述第一直流电压输入到所述直流母线（100）中。

5、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，在所述第一直流电压升高之后，且在增大所述飞轮电机（103）的转速之前，进一步包括：

利用电机负载的模拟系统（10）中的第二电力电子器件（1021）将从所述直流母线（100）输出的用于增大所述飞轮电机（103）转速的第二直流电压转换为第二交流电压，并将该第二交流电压输入给所述飞轮电机（103）。

6、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，在所述第一直流电压降低之后，且在减小所述飞轮电机（103）的转速之前，进一步包括：

利用电机负载的模拟系统（10）中的第三电力电子器件（1022）将所述飞轮电机（103）减小转速后产生的第三交流电压转换为第三直流电压，并将该第三直流电压输入到所述直流母线（100）中。

7、根据权利要求1至6中任一所述的方法，其特征在于，所述利用电机负载的模拟系统（10）中的负载模拟模块（104）通过所述电源模块（105）调节所述直流母线（100）中的能量，包括：

利用电机负载的模拟系统（10）中的第四电力电子器件（1041）将所述直流母线（100）输出的第四直流电压转换为第四交流电压，并将该第四交流电压的能量注入到所述电源模块（105）中；

或，

利用电机负载的模拟系统（10）中的第四电力电子器件（1041）将从所述电源模块（105）吸收的第五交流电压的能量转换为第五直流电压，并将该第五直流电压输入到所述直流母线（100）中。

8、计算机可读介质，其特征在于，所述计算机可读介质上存储有计算机指令，所述计算机指令在被处理器执行时，使所述处理器执行权利要求1至7中任一所述的方法。

**飞轮储能中电机负载的模拟方法和计算机可读介质**

**技术领域**

本发明涉及电气工程技术领域，尤其涉及飞轮储能中电机负载的模拟方法和计算机可读介质。

**背景技术**

飞轮是在其旋转质量上存储动能的装置，由于飞轮能够在位能负载驱动中减少柴油发电机组的能量消耗，并且能对环境污染的控制起到积极的作用。因此，飞轮储能系统逐渐得到了广泛的应用。

然而，在飞轮系统的设计及最后验证阶段，通常需要将飞轮储能系统安装在实际使用的电气系统上进行测试，也就是说，需要利用实际的机械设备进行测试，这就导致了在测试过程中电气系统因为要参与测试过程而无法正常工作。

**发明内容**

本发明提供了飞轮储能中电机负载的模拟方法和计算机可读介质，能够对飞轮储能中的电机负载进行模拟测试。

第一方面，本发明实施例提供了一种基于飞轮储能中电机负载的模拟系统的飞轮储能中电机负载的模拟方法，包括：

利用电机负载的模拟系统中的整流模块将电机负载的模拟系统中的电源模块输出的第一交流电压转换为第一直流电压；

利用所述整流模块将所述第一直流电压输入到电机负载的模拟系统中的直流母线中，以为模拟系统提供电压；

利用电机负载的模拟系统中的负载模拟模块通过所述电源模块调节所述直流母线中的能量，以使所述直流母线中的第一直流电压产生波动；

利用电机负载的模拟系统中的飞轮电机驱动模块在所述直流母线中的第一直流电压产生波动时，调节电机负载的模拟系统中的飞轮电机的转速，以稳定所述第一直流电压产生的波动。

在一种可能的实现方式中，所述利用电机负载的模拟系统中的负载模拟模块通过所述电源模块调节所述直流母线中的能量，以使所述直流母线中的第一直流电压产生波动，包括：

利用所述负载模拟模块从所述电源模块吸收能量输入到所述直流母线中，以使所述直流母线中的第一直流电压升高；

所述利用电机负载的模拟系统中的飞轮电机驱动模块在所述直流母线中的第一直流电压产生波动时调节电机负载的模拟系统中的飞轮电机的转速，包括：

利用所述飞轮电机驱动模块在所述第一直流电压升高时，增大所述飞轮电机的转速。

在一种可能的实现方式中，所述利用电机负载的模拟系统中的负载模拟模块通过所述电源模块调节所述直流母线中的能量，以使所述直流母线中的第一直流电压产生波动，包括：

利用所述负载模拟模块将所述直流母线输入的能量注入到所述电源模块，以使所述直流母线中的第一直流电压降低；

所述利用电机负载的模拟系统中的飞轮电机驱动模块在所述直流母线中的第一直流电压产生波动时调节电机负载的模拟系统中的飞轮电机的转速，包括：

利用所述飞轮电机驱动模块在所述第一直流电压降低时，减小所述飞轮电机的转速。

在一种可能的实现方式中，所述利用电机负载的模拟系统中的整流模块将电机负载的模拟系统中的电源模块输出的第一交流电压转换为第一直流电压，包括：

利用电机负载的模拟系统中的第一电力电子器件将所述电源模块输出的第一交流电压转换为第一直流电压；

所述利用所述整流模块将所述第一直流电压输入到电机负载的模拟系统中的直流母线中，包括：

利用所述第一电力电子器件将所述第一直流电压输入到所述直流母线中。

在一种可能的实现方式中，在所述第一直流电压升高之后，且在增大所述飞轮电机的转速之前，进一步包括：

利用电机负载的模拟系统中的第二电力电子器件将从所述直流母线输出的用于增大所述飞轮电机转速的第二直流电压转换为第二交流电压，并将该第二交流电压输入给所述飞轮电机。

在一种可能的实现方式中，在所述第一直流电压降低之后，且在减小所述飞轮电机的转速之前，进一步包括：

利用电机负载的模拟系统中的第三电力电子器件将所述飞轮电机减小转速后产生的第三交流电压转换为第三直流电压，并将该第三直流电压输入到所述直流母线中。

在一种可能的实现方式中，所述利用电机负载的模拟系统中的负载模拟模块通过所述电源模块调节所述直流母线中的能量，包括：

利用电机负载的模拟系统中的第四电力电子器件将所述直流母线输出的第四直流电压转换为第四交流电压，并将该第四交流电压的能量注入到所述电源模块中；

或，

利用电机负载的模拟系统中的第四电力电子器件将从所述电源模块吸收的第五交流电压的能量转换为第五直流电压，并将该第五直流电压输入到所述直流母线中。

第二方面，本发明实施例还提供了一种计算机可读介质，所述计算机可读介质上存储有计算机指令，所述计算机指令在被处理器执行时，使所述处理器执行上述第一方面提供的任意一种飞轮储能中电机负载的模拟方法。

由上述技术方案可知，在本发明实施例中，利用整流模块将电源模块输出的第一交流电压转换为第一直流电压之后，将该第一直流电压输入到直流母线中，以为模拟系统提供电压，然后利用负载模拟模块通过电源模块调节直流母线中的能量，使直流母线中的第一直流电压产生波动。此时，在直流母线中的第一直流电压产生波动时，利用电机驱动模块调节飞轮电机的转速来稳定该第一直流电压产生的波动。由此可见，本方案利用负载模拟模块和电源模块，通过调节直流母线中的能量的方式造成直流母线中电压波动的情况，即模拟出了位能负载变化的过程。进而通过调节飞轮电机的转速来稳定该电压波动，如此不需要将飞轮储能系统接入到实际的电力系统中，利用本发明实施例的方法即可实现对飞轮系统的测试，从而避免了测试时由于实际的机械设备无法工作而带来的效益损失。

**附图说明**

图1是本发明一个实施例提供的一种飞轮储能中电机负载的模拟系统的示意图；

图2是本发明一个实施例提供的另一种飞轮储能中电机负载的模拟系统的示意图；

图3是本发明一个实施例提供的又一种飞轮储能中电机负载的模拟系统的示意图；

图4是本发明一个实施例提供的再一种飞轮储能中电机负载的模拟系统的示意图；

图5是本发明一个实施例提供的另一种飞轮储能中电机负载的模拟系统的示意图；

图6是本发明一个实施例提供的又一种飞轮储能中电机负载的模拟系统的示意图；

图7是本发明一个实施例提供的一种飞轮储能中电机负载的模拟方法的流程图。

附图标记列表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 101：整流模块 | 102：飞轮电机驱动模块 | | | 103：飞轮电机 | |
| 104：负载模拟模块 | 105：电源模块105 | | | 100：直流母线 | |
| 1011：第一电力电子器件 | 1021：第二电力电子器件 | | | 1031：第三电力电子器件 | |
| 1041：第四电力电子器件 | | 106：滤波器 | | | 107：电压测试器件 |
| 108：开关 | | 109：变压器 | | |  |
| 701：利用电机负载的模拟系统中的整流模块将电机负载的模拟系统中的电源模块输出的第一交流电压转换为第一直流电压 | | | | | |
| 702：利用整流模块将所述第一直流电压输入到电机负载的模拟系统（10）中的直流母线中，以为模拟系统提供电压 | | | | | |
| 703：利用电机负载的模拟系统中的负载模拟模块通过电源模块调节直流母线中的能量，以使直流母线中的第一直流电压产生波动 | | | | | |
| 704：利用电机负载的模拟系统中的飞轮电机驱动模块在直流母线中的第一直流电压产生波动时，调节电机负载的模拟系统中的飞轮电机的转速，以稳定第一直流电压产生的波动。 | | | | | |
| 10：飞轮储能中电机负载的模拟系统 | | | 70：飞轮储能中电机负载的模拟方法 | | |

**具体实施方式**

如前所述，飞轮是在其旋转质量上存储动能的装置。比如，在“充电”时，飞轮储能系统作为电动机给飞轮加速，将电能转换成机械能；在“放电”时，飞轮储能系统作为发电机将机械能转换成电能，给外部供电。由于飞轮能够在位能负载驱动中减少柴油发电机组的能量消耗，且对环境污染的控制能够起到积极的作用，因此被普遍认为是能够替代电化学储能系统的装置。

然而，在飞轮系统的设计及最后验证阶段，通常需要将飞轮储能系统安装在实际使用的电气系统上进行测试。目前，通常在测试之前将实际的机械设备停机，然后进行相应的电气系统改造，待电气系统改造完成之后，再进行集成测试。由于在整个测试过程中，需要利用实际的机械设备进行测试，这就导致了电气系统因为要参与测试过程而无法正常工作，从而会带来相应的效益损失。

基于此，在本发明中，考虑通过负载模拟的方式，在直流母线中模拟出电压波动的情况，进而也就模拟出位能负载的上升和下降的过程，进一步通过飞轮的转速调整来稳定该电压波动，以实现对飞轮系统的模拟测试。如此，不需要将该飞轮系统接入到实际的电力系统中即可实现对该飞轮系统的测试。

下面结合附图对本发明实施例提供的飞轮储能中电机负载的模拟系统、方法和计算机可读介质进行详细说明。

如图1所示，本发明提供了一种飞轮储能中电机负载的模拟系统10，该系统可以包括：整流模块101、飞轮电机驱动模块102、飞轮电机103、负载模拟模块104和电源模块105；

整流模块101、飞轮电机驱动模块102和负载模拟模块104通过直流母线100相连接，电源模块105分别与整流模块101和负载模拟模块104相连接；

整流模块101，用于将电源模块105输出的第一交流电压转换为第一直流电压，并将该第一直流电压输入到直流母线100中，以为模拟系统提供电压；

负载模拟模块104，用于通过电源模块105调节直流母线100中的能量，以使直流母线100中的第一直流电压产生波动；

飞轮电机驱动模块102，用于在负载模拟模块104使直流母线100中的第一直流电压产生波动时，调节飞轮电机103的转速，以稳定第一直流电压产生的波动。

在本发明实施例中，整流模块101、飞轮电机驱动模块102和负载模拟模块104之间通过直流母线100连接，电源模块105分别与整流模块101和负载模拟模块104相连接。整流模块101通过将电源模块105输出的第一交流电压转换为第一直流电压输出到直流母线100中，如此负载模拟模块104通过电源模块105调节该直流母线100中的能量，使得该直流母线100中的第一直流电压产生波动。进一步飞轮电机驱动模块102在第一直流电压产生波动时，通过调节飞轮电机103中的转速对波动的第一直流电压进行稳定。由此可见，本方案通过负载模拟模块104和电源模块105调节直流母线100中的能量，模拟了电力系统中电压不稳定产生波动的场景，即模拟出了位能负载发生变化的过程。进一步在直流母线100中的第一直流电压发生波动的时候，通过调节飞轮电机103的转速来稳定该第一直流电压产生的波动，以实现对飞轮储能系统的模拟测试。也就是说，本方案不需要将飞轮储能系统安装到实际的电力系统中即可实现对飞轮系统的测试，避免了测试时由于实际的机械设备无法工作而带来的效益损失。

由于本实施例提供方案是模拟实际的位能负载的变化，并不需要接入到实际的电力系统中就可实现模拟测试。也就是说，本实施例中的电源模块105可以不是实际的电网，采用实验室中的交流电源即可，通过该交流电源向整流模块101输出交流电压进行模拟测试。

整流模块101是用来将电源模块105输出的第一交流电源转换为第一直流电压，然后输入到直流母线100中的，即该整流模块101用来实现交直流的转换。实际中，该整流模块101可以是由真空管，引燃管，固态矽半导体二极管，汞弧等制成的整流器，还可以是包括半波整流电路、全波整流电路和桥式整流电路等的整流电路。

比如，在一种可能的实现方式中，如图2所示，整流模块101可以包括第一电力电子器件1011，其中，第一电力电子器件1011的直流端与直流母线100相连接，第一电力电子器件1011的交流端与电源模块105相连接；第一电力电子器件1011，用于将电源模块105输出的第一交流电压转换为第一直流电压，并将该第一直流电压输入到直流母线100中。如此通过第一电力电子器件1011实现将电源模块105输出的第一交流电压转换成第一直流电压，并输入到直流母线100中。

当然，在一些可能到的实施例中，由于通过整流元件或者整流电路将交流转换为直流电后，该直流电中不仅包含直流分量，还包括交流分量。因此，该整流模块101中还可以包括滤波器或滤波电路，用来滤除掉转换后的直流电中的交流分量。

本实施例中，负载模拟模块104是用来通过电源模块105调节直流母线100中的能量使直流母线100中的第一直流电压产生波动的，从而模拟出位能负载变化的情况。如此飞轮电机驱动模块102可以在该第一直流电压产生波动时，通过调节飞轮电机103的转速来稳定该第一直流电压产生的波动，如此实现对飞轮储能系统的测试。

在负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量使直流母线100中的第一直流电压产生波动时，可以包括两种情况：

第一种：负载模拟模块104从电源模块105吸收能量，使直流母线100中的第一直流电压升高；

第二种：负载模拟模块104向电源模块105注入能量，使直流母线100中的第一直流电压降低。

下面对这两种情况作具体说明。

对于第一种情况，在一种可能的实现方式中，负载模拟模块104和飞轮电机驱动模块102可以分别具有以下作用：

负载模拟模块104，用于从电源模块105吸收能量输入到直流母线100中，以使直流母线100中的第一直流电压升高；

飞轮电机驱动模块102，用于在负载模拟模块104使直流母线100中的第一直流电压升高时，增大飞轮电机103的转速，以稳定第一直流电压产生的波动。

在本发明实施例中，负载模拟模块104通过从电源模块105吸收能量输入到直流母线100中，如此可以将直流母线100中的第一直流电压抬高，从而模拟出位能负载升高的情况。进一步，飞轮电机驱动模块102在第一直流电压升高时，通过增大飞轮电机103的转速来消耗能量，从而稳定第一直流电压产生的波动，实现对飞轮储能系统的测试。

在直流母线100中的第一直流电压升高的情况下，在一种可能的实现方式中，如图3所示，飞轮电机驱动模块102可以包括第二电力电子器件1021；第二电力电子器件1021的直流端与直流母线100相连接，第二电力电子器件1021的交流端与飞轮电机103相连接；

第二电力电子器件1021，用于在负载模拟模块104使直流母线100中的第一直流电压升高时，将从直流母线100输出的用于增大飞轮电机103转速的第二直流电压转换为第二交流电压，并将该第二交流电压输入给飞轮电机103，以降低直流母线100中的第一直流电压。

在本发明实施例中，第二电力电子器件1021可以实现交直流转换的功能，通过将第二电力电子器件1021的直流端与直流母线100相连接，交流端与飞轮电机103相连接。如此第二电力电子器件1021可以在第一直流电压升高时，将从直流母线100中输出的用于增大飞轮电机103转速的第二直流电压转换为第二交流电压，并将该第二交流电压输入给飞轮电机103，以提高飞轮电机103的转速。通过将电能转换为机械能来降低直流母线100中的第一直流电压，从而稳定住第一直流电压产生的波动。

对于第二种情况，在一种可能的实现方式中，负载模拟模块104和飞轮电机驱动模块102可以分别具有如下作用：

负载模拟模块104，用于将直流母线100输入的能量注入到电源模块105，以使直流母线100中的第一直流电压降低；

飞轮电机驱动模块102，用于在负载模拟模块104使直流母线100中的第一直流电压降低时，减小飞轮电机103的转速，以稳定第一直流电压产生的波动。

在本发明实施例中，负载模拟模块104通过将从直流母线100输入进来的能量注入到电源模块105中，如此可以使得直流母线100中的第一直流电压降低，从而模拟出位能负载下降的过程。进一步，飞轮电机驱动模块102在第一直流电压降低时，通过减小飞轮电机103的转速来产生能量，从而稳定第一直流电压产生的波动，实现对飞轮系统的测试。

在直流母线100中的第一直流电压降低的情况下，在一种可能的实现方式中，如图4所示，飞轮电机驱动模块102可以包括第三电力电子器件1022；第三电力电子器件1022的直流端与直流母线100相连接，第三电力电子器件1022的交流端与飞轮电机103相连接；

第三电力电子器件1022，用于在负载模拟模块104使直流母线100中的第一直流电压降低时，将飞轮电机103减小转速后产生的第三交流电压转换为第三直流电压，并将该第三直流电压输入到直流母线100中，以升高该直流母线100中的第一直流电压。

在本发明实施例中，第三电力电子器件1022可以实现交直流转换的功能，通过将第三电力电子器件1022的直流端与直流母线100连接，交流端与飞轮电机103连接，如此在第一直流电压降低时，第三电力电子器件1022可以将飞轮电机103减小转速后产生的第三交流电压转换成第三直流电压，并将该第三直流电压输入到直流母线100中。通过将机械能转换为电能注入到直流母线100中，以此来提升直流母线100中的第一直流电压，从而达到稳定第一直流电压产生的波动的目的。

在一种可能的实现方式中，如图5所示，负载模拟模块104可以包括第四电力电子器件1041；第四电力电子器件1041的直流端与直流母线100相连接，第四电力电子器件1041的交流端与电源模块105相连接；

如此第四电力电子器件1041可以用于将直流母线100输出的第四直流电压转换为第四交流电压，并将该第四交流电压的能量注入到电源模块105，以使直流母线100中的第一直流电压产生波动；

或者，

第四电力电子器件1041还可以用于将从电源模块105吸收的第五交流电压的能量转换为第五直流电压，并将该第五直流电压输入到直流母线100中，以使直流母线100中的第一直流电压产生波动。

在本实施中，负载模拟模块104可以通过将从直流母线100输出的第一直流电压转换为第四交流电压，并将该第四交流电压的能量注入到电源模块105，以此来降低直流母线100中的第一直流电压，从而使直流母线100中的第一直流电压产生波动；此外，负载模拟模块104还可以将从电源模块105吸收能量，并将吸收的第五交流电压的能量转换为第五直流电压后输入到直流母线100中，以此来提高直流母线100中的电压，从而使直流母线100中的第一直流电压产生波动。

由此可见，本实施例中，通过采用向电源模块105吸收能量的方式来升高直流母线100中的第一直流电压，通过向电源模块105注入能量的方式来降低直流母线100中的第二直流电压，如此能够模拟出实际的电力系统中位能负载的上升和下降过程，不需要将飞轮系统接入到实际的电力系统中，即可实现对飞轮系统的测试，从而避免了由于在实际电力系统中测试时需要停止机械设备所带来的收益损失。

当然容易理解的是，在一些实施例中，该系统不仅包括上述所列的各模块和元件，还可以包括其他一些用于实现模拟测试功能的元器件。比如，在一个可能的实现方式中，如图6所示，该飞轮储能中电机负载的模拟系统除了上述各个实施例提到的元器件外，还可以包括滤波器106、电压测试器件107、开关108和变压器109等，其中，开关还可以包括接触开关、隔离开关等，以此来保障系统的准确性和可行性。比如，滤波器106用于滤除整流后的交流分量，电压测试器件107用于监测整流过程中的电压变化，变压器109用于将电源模块105输出的变压后输入系统中等。

如图7所示，本发明实施例还提供了一种基于上述任一实施例所提供的飞轮储能中电机负载的模拟系统10的飞轮储能中电机负载的模拟方法70，该方法可以包括如下步骤：

步骤701：利用电机负载的模拟系统10中的整流模块101将电机负载的模拟系统10中的电源模块105输出的第一交流电压转换为第一直流电压；

步骤702：利用所述整流模块101将所述第一直流电压输入到电机负载的模拟系统10中的直流母线100中，以为模拟系统提供电压；

步骤703：利用电机负载的模拟系统10中的负载模拟模块104通过所述电源模块105调节所述直流母线100中的能量，以使所述直流母线100中的第一直流电压产生波动；

步骤704：利用电机负载的模拟系统10中的飞轮电机驱动模块102在所述直流母线100中的第一直流电压产生波动时，调节电机负载的模拟系统10中的飞轮电机103的转速，以稳定所述第一直流电压产生的波动。

在本发明实施例中，利用整流模块101将电源模块105输出的第一交流电压转换为第一直流电压之后，将该第一直流电压输入到直流母线100中，以为模拟系统提供电压，然后利用负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量，使直流母线100中的第一直流电压产生波动。此时，在直流母线100中的第一直流电压产生波动时，利用电机驱动模块调节飞轮电机103的转速来稳定该第一直流电压产生的波动。由此可见，本方案利用负载模拟模块104和电源模块105，通过调节直流母线100中的能量的方式造成直流母线100中电压波动的情况，即模拟出了位能负载变化的过程。进而通过调节飞轮电机103的转速来稳定该电压波动，如此不需要将飞轮储能系统接入到实际的电力系统中，利用本发明实施例的方法即可实现对飞轮系统的测试。

在一种可能的实现方式中，步骤701在利用电机负载的模拟系统10中的整流模块101将电源输出的第一交流电压转换为第一直流电压时，可以利用电机负载的模拟系统10中的第一电力电子器件1011将该电源模块105输出的第一交流电压转换为第一直流电压。进而，在步骤702利用整流模块101将第一直流电压输入到直流母线100中时，可以利用第一电力电子器件1011将该第一直流电压输入到直流母线100中，如此实现为系统供电，也为后续调节电压波动，模拟位能负载的变化过程等提供基础。

在步骤703利用电机负载的模拟系统10中的负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量，以使该直流母线100中的第一直流电压产生波动时，可以包括两种情况：

第一种：从电源模块105向直流母线100中输入能量，升高直流母线100中的第一直流电压；

第二种：将直流母线100中的能量输入到电源模块105，降低直流母线100中的第一直流电压。

对于第一种情况，在一种可能的实现方式中，步骤703利用电机负载的模拟系统10中的负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量，以使直流母线100中的第一直流电压产生波动可以包括：

利用负载模拟模块104从电源模块105吸收能量输入到直流母线100中，以使直流母线100中的第一直流电压升高；

步骤704利用电机负载的模拟系统10中的飞轮电机驱动模块102在直流母线100中的第一直流电压产生波动时调节飞轮电机103的转速时可以包括：

利用飞轮电机驱动模块102在第一直流电压升高时，增大飞轮电机103的转速。

在本发明实施例中，在调节直流母线100中的能量时，考虑利用负载模拟模块104从电源模块105中吸收能量输入到直流母线100中，从而升高直流母线100中的第一直流电压。如此在调节飞轮电机103的转速稳定电压波动时，可以利用飞轮电机驱动模块102来增大飞轮电机103的转速，从而通过将电能转换为机械能的方式消耗能量来降低直流母线100中的电压，以达到稳定电压波动的目的。

在第一直流电压之后，且在增大飞轮电机103的转速之前，在一种可能的实现方式中，可以利用电机负载的模拟系统10中的第二电力电子器件1021将从直流母线100输出的用于增大飞轮电机103转速的第二直流电压转换为第二交流电压，并将该第二交流电压输入给飞轮电机103。

在本发明实施例中，考虑利用第二电力电子器件1021将从直流母线100输出的用于增大飞轮电机103的直流电压转换为交流电压，如此将该交流电压输入给飞轮电机103，飞轮电机103可以利用该交流电压增大飞轮电机103的转速，从而达到降低直流母线100中的电压的目的。

对于第二种情况，在一种可能的实现方式中，步骤703利用电机负载的模拟系统10中的负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量，以使直流母线100中的第一直流电压产生波动时可以包括：

利用负载模拟模块104将直流母线100输入的能量注入到电源模块105，以使直流母线100中的第一直流电压降低；

步骤704利用电机负载的模拟系统10中的飞轮电机驱动模块102在直流母线100中的第一直流电压产生波动时调节飞轮电机103的转速时可以包括：

利用飞轮电机驱动模块102在第一直流电压降低时，减小飞轮电机103的转速。

在本发明实施例中，在调节直流母线100中的能量时考虑利用负载模拟模块104将直流母线100输入的能量注入到电源模块105，从而造成直流母线100中电压降低的情况，即模拟出了位能负载降低的情况。进一步，在第一直流电压降低时，利用调节飞轮电机驱动模块102减小飞轮电机103的转速，通过将机械能转换为电能的方式来升高直流母线100中的第一直流电压，以达到稳定直流母线100中的电压波动的目的。

在第一直流电压降低之后，且在减小飞轮电机103的转速之前，在一种可能的实现方式中，可以利用电机负载的模拟系统10中的第三电力电子器件1022将飞轮电机103减小转速后产生的第三交流电压转换为第三直流电压，并将该第三直流电压输入到直流母线100中。

在本发明实施例中，考虑利用第三电力电子器件1022将飞轮电机103较小转速后产生的交流电压转换为直流电压，并将该直流电压输入到直流母线100中，以此来提高直流母线100中的电压，从而达到稳定直流母线100中电压波动的目的。

在一种可能的实现方式中，步骤703在利用电机负载的模拟系统10中的负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量时，可以考虑利用电机负载的模拟系统10中的第四电力电子器件1041将直流母线100输出的第四直流电压转换为第四交流电压，并将该第四交流电压注入到电源模块105中，从而在直流母线100中的电压升高时，达到降低直流母线100中的电压的目的。

此外，步骤703在利用电机负载的模拟系统10中的负载模拟模块104通过电源模块105调节直流母线100中的能量时，还可以利用电机负载的模拟系统10中的第四电力电子器件1041将从电源模块105吸收的第五交流电压的能量转换为第五直流电压，并将该第五直流电压输入到直流母线100中，从而在直流母线100中的电压降低时，达到升高直流母线100中的电压的目的。

本发明还提供了一种计算机可读介质，所述计算机可读介质上存储有计算机指令，所述计算机指令在被处理器执行时，使所述处理器执行上述任一实施例提供的飞轮储能中电机负载的模拟方法。具体地，可以提供配有存储介质的系统或者装置，在该存储介质上存储着实现上述实施例中任一实施例的功能的软件程序代码，且使该系统或者装置的计算机（或CPU或MPU）读出并执行存储在存储介质中的程序代码。

在这种情况下，从存储介质读取的程序代码本身可实现上述实施例中任何一项实施例的功能，因此程序代码和存储程序代码的存储介质构成了本发明的一部分。

用于提供程序代码的存储介质实施例包括软盘、硬盘、磁光盘、光盘（如CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW）、磁带、非易失性存储卡和ROM。可选择地，可以由通信网络从服务器计算机上下载程序代码。

此外，应该清楚的是，不仅可以通过执行计算机所读出的程序代码，而且可以通过基于程序代码的指令使计算机上操作的操作系统等来完成部分或者全部的实际操作，从而实现上述实施例中任意一项实施例的功能。

此外，可以理解的是，将由存储介质读出的程序代码写到插入计算机内的扩展板中所设置的存储器中或者写到与计算机相连接的扩展模块中设置的存储器中，随后基于程序代码的指令使安装在扩展板或者扩展模块上的CPU等来执行部分和全部实际操作，从而实现上述实施例中任一实施例的功能。

需要说明的是，上述各流程和各装置结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。上述各实施例中描述的系统结构可以是物理结构，也可以是逻辑结构，即，有些模块可能由同一物理实体实现，或者，有些模块可能分由多个物理实体实现，或者，可以由多个独立设备中的某些部件共同实现。

以上各实施例中，硬件模块可以通过机械方式或电气方式实现。例如，一个硬件模块可以包括永久性专用的电路或逻辑（如专门的处理器，FPGA或ASIC）来完成相应操作。硬件模块还可以包括可编程逻辑或电路（如通用处理器或其它可编程处理器），可以由软件进行临时的设置以完成相应操作。具体的实现方式（机械方式、或专用的永久性电路、或者临时设置的电路）可以基于成本和时间上的考虑来确定。

上文通过附图和优选实施例对本发明进行了详细展示和说明，然而本发明不限于这些已揭示的实施例，基与上述多个实施例本领域技术人员可以知晓，可以组合上述不同实施例中的代码审核手段得到本发明更多的实施例，这些实施例也在本发明的保护范围之内。