



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105116874 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201510418386. 2

(22) 申请日 2015. 07. 16

(71) 申请人 许继电气股份有限公司

地址 461000 河南省许昌市许继大道 1298 号

申请人 国家电网公司

(72) 发明人 俎立峰 董朝阳 胡四全 李坤 樊大帅

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 胡泳棋

(51) Int. Cl.

G05B 23/02(2006. 01)

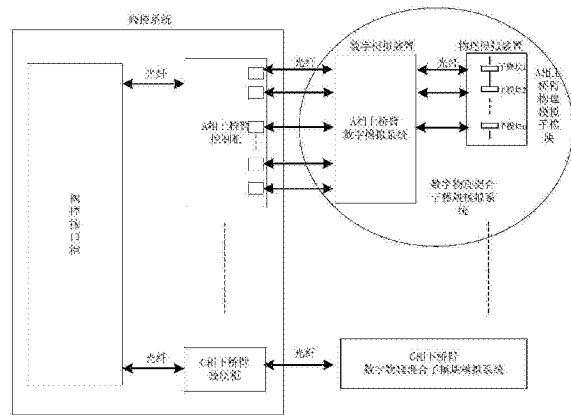
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法及系统,该方法包括:确定每相每个桥臂中的物理模拟子模块 i 需模拟生成的数字模拟子模块个数 m_i; 阀控系统向物理模拟子模块 i 下发 m_i 个控制指令,统计 m_i 个控制指令的种类及每个控制指令种类对应的控制指令个数,判断该物理模拟子模块执行的控制指令;并将物理模拟子模块 i 的电容电压及状态分别复制 m_i 份上传至阀控系统。本发明的系统包括阀控系统和物理模拟装置及数字模拟装置,数字模拟装置与物理模拟装置及阀控系统光纤连接。本发明的方法和系统在不增加物理模拟子模块的数量的前提下,可以全面验证阀控均压功能,极大的节省了物料成本。



1. 一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法,其特征在于,该方法包括:

1) 对于一个物理模拟子模块 i ,用于模拟处于同一桥臂中的 m_i 个子模块,物理子模块为实际 MMC 子模块, i 为物理模拟子模块序号;

2) 阀控系统向物理模拟子模块 i 下发 m_i 个控制指令,统计 m_i 个控制指令的种类及每个控制指令种类对应的控制指令个数,若全部控制指令均为闭锁,则物理模拟子模块 i 执行闭锁控制指令;若投入控制指令个数大于等于切除控制指令个数,则物理模拟子模块 i 执行投入控制指令,否则,执行切除控制指令;并将物理模拟子模块 i 的电容电压及状态分别复制 m_i 份代表 m_i 个子模块的电容电压及状态上传至阀控系统。

2. 一种采用上述模拟方法的 MMC 子模块数字物理混合模拟系统,该系统包括阀控系统,其特征在于,该系统还包括用于与各桥臂对应的数字模拟装置,数字模拟装置通过光纤连接阀系统和各桥臂中的若干个物理模拟子模块;所述数字模拟装置确定每个物理模拟子模块需要模拟的数字模拟子模块个数 m_i ,接收阀控系统下发的控制指令,经过分析判断后,下发给对应的物理模拟子模块,并将每个物理模拟子模块的电容电压及状态分别复制 m_i 份后上传至阀控系统。

3. 根据权利要求 2 所述的 MMC 子模块数字物理混合模拟系统,其特征在于,所述数字模拟装置设置有与阀控系统中每相每桥臂控制柜中子模块接口对应的光纤接口。

一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于电力系统的柔性直流输电技术领域,具体涉及一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法及系统。

技术背景

[0002] 模块化多电平柔性直流输电 (MMC-HVDC) 是新一代的直流输电技术。除了具有传统高压直流输电优点外,柔性直流输电系统还可直接向远距离的小型孤立负荷供电,连接分散电源,运行控制方式灵活多变,可减少输电线电压降落及闪变,提高电能质量。柔性直流输电在直流配电网建设、海岛供电、电网互联等方面相对传统直流输电有较大优势。

[0003] 柔性直流输电换流阀由子模块串联组成,随着柔性直流输电的电压等级的不断提高,柔直换流阀子模块数量也在急剧增加,通常每个桥臂有几百个子模块组成。柔性直流输电换流阀控制设备是直接连接控制子模块的装置,其核心功能是子模块均压。子模块数量的增多对阀控系统的测试验证就带来了极大难度。

[0004] 传统的阀控均压功能测试采用按相关参数缩小的物理模拟子模块与阀控连接测试。阀控将控制参数也相应缩小来控制数量有限的物理模拟子模块。因此,阀控接入子模块数量远远小于最大接入数量。

[0005] 而如果采用在阀控的一个子模块接口上接入一个物理模拟子模块的连接测试,那么需要生产大量物理模拟子模块。成本上无法接受。因此,急需设计一种模拟子模块系统,以使用较少的物理模拟子模块,达到对阀控系统均压功能的全面验证。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法及系统,旨在解决传统的阀控功能测试方法在全面验证阀控均压功能时,由于需要使用大量物理模拟子模块造成成本过高的问题。

[0007] 为解决上述问题,本发明一种 MMC 子模块数字物理混合模拟方法,包括如下步骤:

[0008] 1) 对于一个物理模拟子模块 i ,用于模拟处于同一桥臂中的 m_i 个子模块,物理子模块为实际子模块, i 为物理模拟子模块序号;

[0009] 2) 阀控系统向物理模拟子模块 i 下发 m_i 个控制指令,统计 m_i 个控制指令的种类及每个控制指令种类对应的控制指令个数,若全部控制指令均为闭锁,则物理模拟子模块 i 执行闭锁控制指令;若投入控制指令个数大于等于切除控制指令个数,则物理模拟子模块 i 执行投入控制指令,否则,执行切除控制指令;并将物理模拟子模块 i 的电容电压及状态分别复制 m_i 份代表 m_i 个子模块的电容电压及状态上传至阀控系统。

[0010] 本发明一种 MMC 子模块数字物理混合模拟系统,该系统包括阀控系统,还包括用于与各桥臂对应的数字模拟装置,数字模拟装置通过光纤连接阀控系统和各桥臂中的若干个物理模拟子模块;所述数字模拟装置确定每个物理模拟子模块需要模拟的数字模拟子模块个数 m_i ,接收阀控系统下发的控制指令,经过分析判断后,下发给对应的物理模拟子模

块,并将每个物理模拟子模块的电容电压及状态分别复制 m_i 份后上传至阀控系统。

[0011] 所述数字模拟装置设置有与阀控系统中每相每桥臂控制柜中子模块接口对应的光纤接口。

[0012] 本发明 MMC 子模块数字物理混合模拟方法及系统,通过数字模拟与物理模拟相结合的方法模拟出多个数字模拟子模块,从而增加了接入阀控的模拟子模块数量,在不增加物理模拟子模块的数量的前提下,可以全面验证阀控均压功能,极大的节省了物料成本。

附图说明

[0013] 图 1 传统阀控与子模块连接图;

[0014] 图 2 数字物理混合模拟子模块系统;

[0015] 图 3 数字物理混合环境模拟子模块指令生成流程图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步详细介绍。

[0017] MMC 子模块数字物理混合模拟方法实施例

[0018] MMC 子模块数字物理混合模拟方法包括如下步骤:

[0019] 1) 对于一个物理模拟子模块 i ,用于模拟处于同一桥臂中的 m_i 个子模块,物理子模块为实际 MMC 子模块, i 为物理模拟子模块序号;

[0020] 2) 阀控系统向物理模拟子模块 i 下发 m_i 个控制指令,统计 m_i 个控制指令的种类及每个控制指令种类对应的控制指令个数,若全部控制指令均为闭锁,则物理模拟子模块 i 执行闭锁控制指令;若投入控制指令个数大于等于切除控制指令个数,则物理模拟子模块 i 执行投入控制指令,否则,执行切除控制指令;并将物理模拟子模块 i 的电容电压及状态分别复制 m_i 份代表 m_i 个子模块的电容电压及状态上传至阀控系统。

[0021] 下面详细介绍上述步骤:

[0022] 如图 1 所示,当阀控系统的子模块接口的个数远大于实际的物理模拟子模块个数,就需要借助数字模拟装置来模拟生成与阀控系统每相每个桥臂的子模块接口相对应的数字模拟子模块,来实现对阀控系统功能的全面验证。

[0023] 本实施例中以 A 相上桥臂为例,对于步骤 1) 阀控系统 A 相上桥臂的子模块接口为 N 个,而实际物理模拟子模块个数为 n 个, $n < N$,那么,确定每相每个桥臂中的物理模拟子模块 i 需模拟生成的数字模拟子模块个数 m_i ,即有 $N = m_1 + m_2 + \dots + m_n$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

[0024] 本实施例中优选为针对每个物理模拟子模块,均模拟生成 m 个数字模拟子模块,即每个物理子模块对应的数字模拟子模块的个数相同。

[0025] 当然作为其他实施方式,每个物理模拟子模块模拟的数字模拟子模块个数可以不同,只要数字模拟子模块的总个数等于 N 即可。

[0026] 对于步骤 2) 中阀控系统下发给物理模拟子模块的控制指令定义为 $C_{i,m}$,其中 i 为实际物理模拟子模块编号, $i = 1, 2, \dots, n$ 。 m 为数字模拟子模块编号;对第 i 个物理子模块对应的数字模拟子模块接收到的控制指令 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 中控制指令的种类及每个种类对应的个数进行统计,控制指令的种类包括闭锁、投入和切除,若投入控制指令的个数大于等于切除控制指令的个数,则第 i 个物理模拟子模块的控制指令为投入控制指令,若 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 中切除控制指令的个数大于投入控制指令的个数,则第 i 个物理模拟子模块的控制指令为切除控制指令。

$2 \cdots C_{i,m}$ 中所有的控制指令均为闭锁控制指令,第 i 个物理模拟子模块的控制指令为闭锁控制指令,否则,第 i 个物理模拟子模块的控制指令为切除控制指令。

[0027] 本实施例中将 n 个物理模拟子模块电容电压定义为 $U_i, i = 1, 2, \cdots n$; 将 n 个物理模拟子模块状态定义为 $S_i, i = 1, 2, \cdots n, S_i = 0$ 指示子模块正常, $S_i = 1$ 指示子模块故障。那么,对于物理模拟子模块 i 的电容电压 U_i 和状态 S_i , 令与该物理模拟子模块 i 对应的 m 个数字模拟子模块的电容电压为 $U_{i,1} = U_{i,2} = \cdots = U_{i,m} = U_i$; 令与该物理模拟子模块 i 对应的 m 个数字模拟子模块的状态为 $S_{i,1} = S_{i,2} = \cdots = S_{i,m} = S_i$, 即分别将物理模拟子模块 i 的电容电压 U_i 和状态 S_i 分别复制 m 份代表 m 个数字模拟子模块的电容电压和状态通过光纤上传到阀控系统。

[0028] 同理,对阀控系统 A 相下桥臂, B 相上、下桥臂, C 相上、下桥臂子模块接口采用上述模拟方法,实现阀控均压功能的验证。

[0029] MMC 子模块数字物理混合模拟系统实施例

[0030] 传统的阀控系统功能测试系统如图 1 所示,本实施例在传统的阀控系统功能测试系统上增加了数字模拟装置,如图 2 所示,本实施例中的系统包括阀控系统,用于与各桥臂对应的数字模拟装置,数字模拟装置通过光纤连接阀控系统和各桥臂中的若干个物理模拟子模块;数字模拟装置确定每个物理模拟子模块需要模拟的数字模拟子模块个数 m_i ,接收阀控系统下发的控制指令,并按照上述模拟方法步骤 2) 中的比较方法对控制指令进行分析判断后,下发给对应的物理模拟子模块,并将每个物理模拟子模块的电容电压及状态分别复制 m_i 份后上传至阀控系统。

[0031] 利用本实施例中的 MMC 子模块数字物理混合模拟系统可以实现上述模拟方法,在不增加物理模拟子模块的数量的前提下,全面验证阀控均压功能,极大的节省了物料成本。

[0032] 以上具体实施例中,对子模块模拟系统进行文字表述、公式说明。本发明不局限于所描述的实施方式。对本领域普通技术人员而言,根据本发明的教导,设计出各种变形的模型、公式、参数并不需要花费创造性劳动。在不脱离本发明的原理和精神的情况下对实施方式进行的变化、修改、替换和变型仍落入本发明的保护范围内。

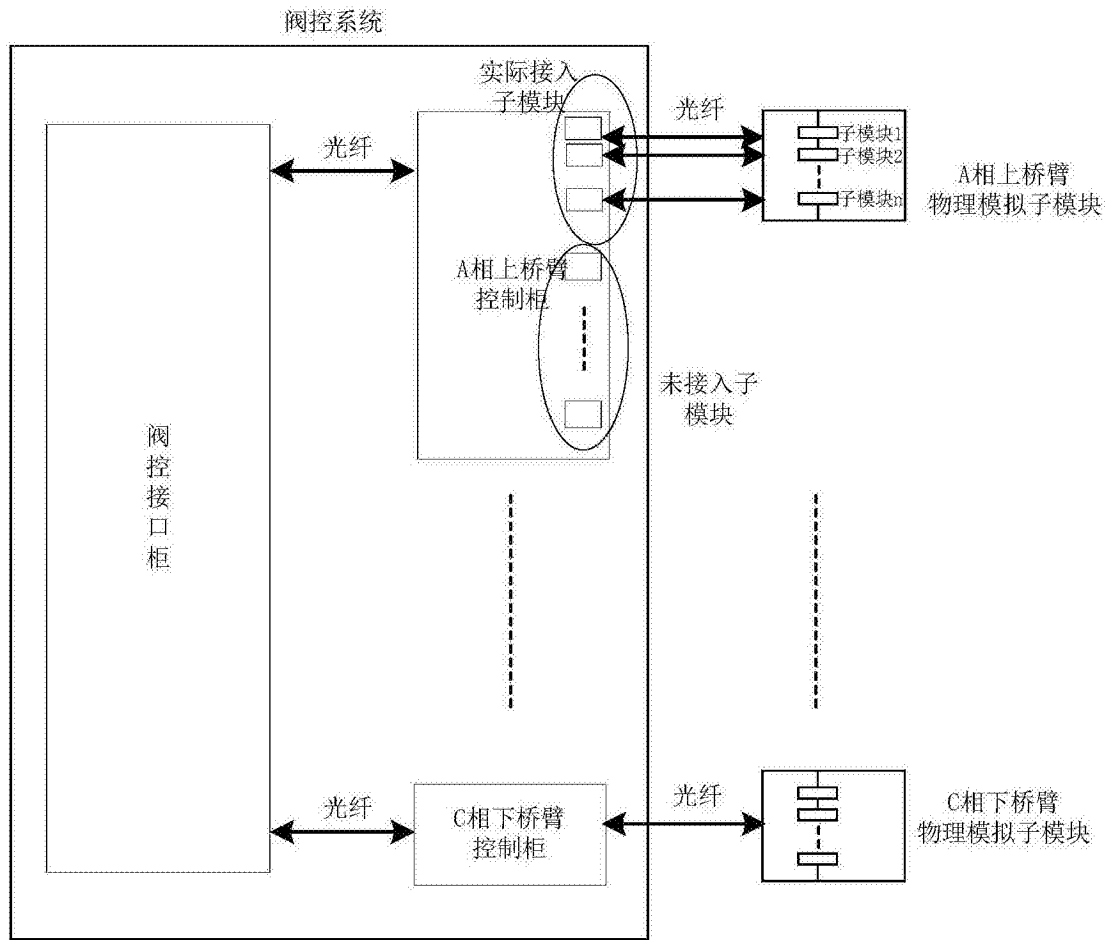


图 1

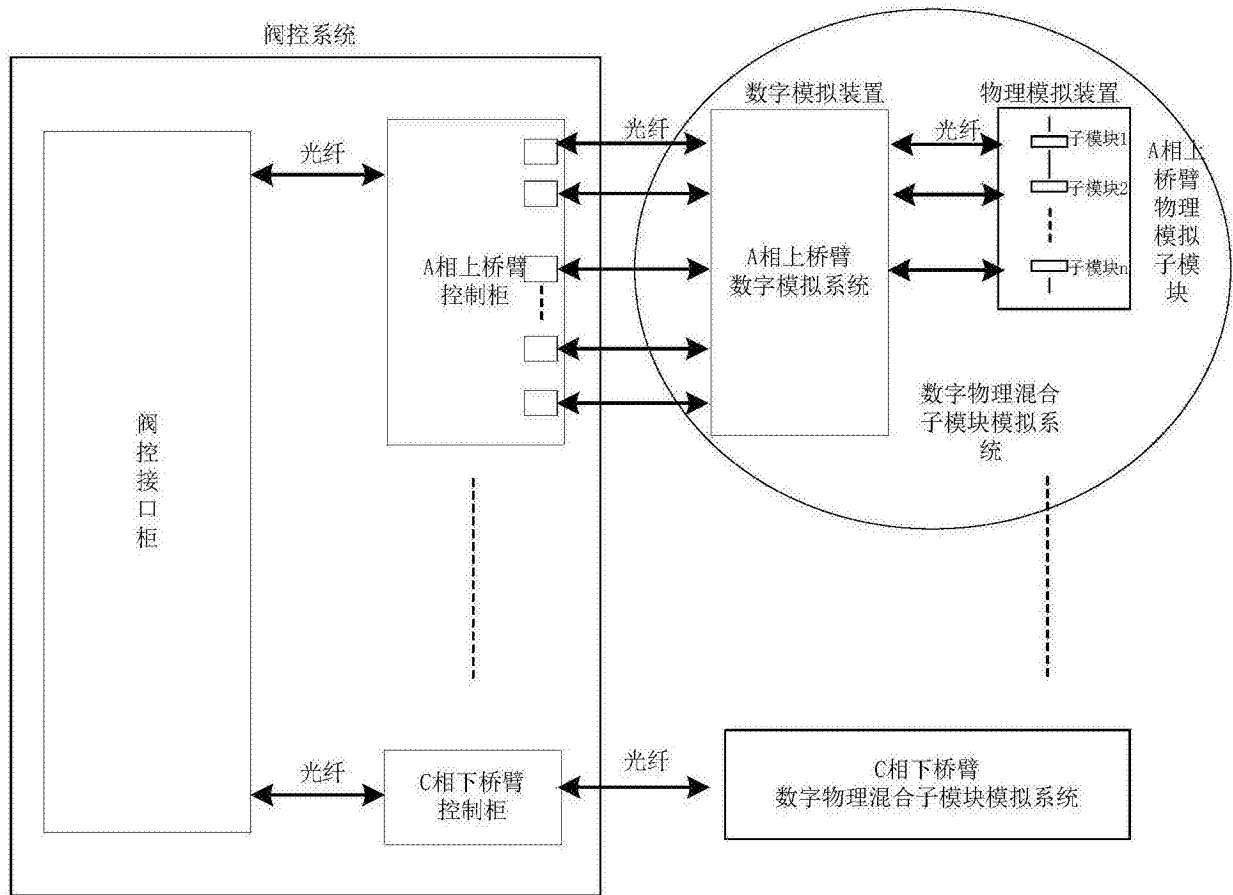


图 2

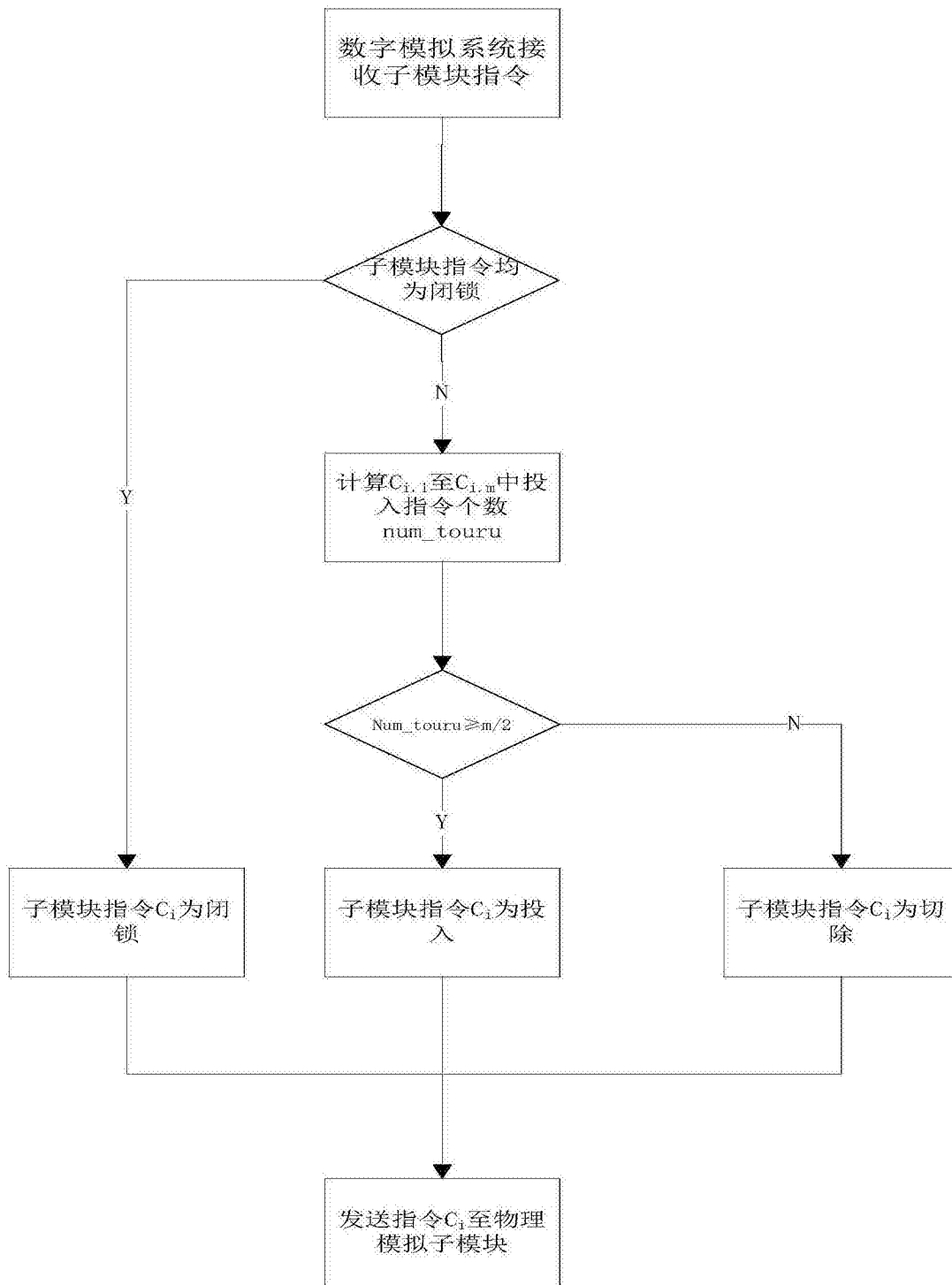


图 3