



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104123442 B

(45)授权公告日 2017.07.11

(21)申请号 201410323906.7

(22)申请日 2014.07.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104123442 A

(43)申请公布日 2014.10.29

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 蔡旭 李征 蔡游明 张琛

汪宁勃 丁坤

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中 樊昕

(51)Int.Cl.

G06F 19/00(2011.01)

(56)对比文件

顾静鸣 等.“基于PSCAD/EMTDC的双馈感应风电系统数学建模与仿真”.《华东电力》.2013,第41卷(第6期),

刘强 等.“5 MW大型风力机气动特性计算及分析”.《工程热物理学报》.2012,第33卷(第7期),1155-1159.

苏勋文 等.“基于运行数据的风力机建模与验证”.《中国科技论文在线》.2011,全文.

杜明慧.“变转速风力机整机性能研究及软件开发”.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(硕士)-工程技术II辑》.2005,第2005年卷(第7期),

审查员 秦涛

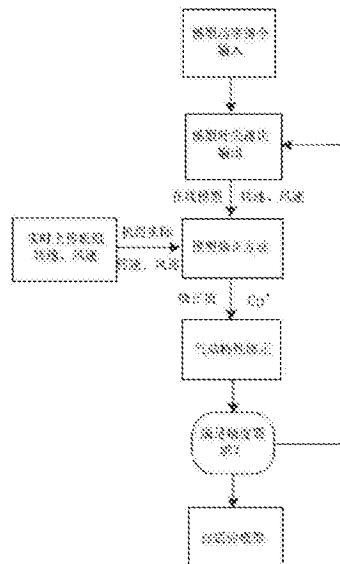
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种风电机组有功功率在线等值模型建模方法

(57)摘要

一种风电机组有功功率在线等值模型。本发明公开一种风电机组有功控制在线模型,属电气自动化技术领域,包括风力机模型,轴系模型,最大功率跟踪控制模型及自适应在线参数修正模块,其中,风力机模型利用系数曲线建模,轴系模型采用单质量块模型,最大功率跟踪控制模型采用该阶段功率与转速三次方曲线建模,自适应在线参数修正模块利用在线数据修正模型误差。本发明所提出的模型结构简单,适用于各类风电机组机型,在面向电网有功功率调度分析时,相对普通模型计算更加迅速、精准。



1. 一种风电机组有功功率在线等值模型建模方法,其特征在于,包括风力机模型,轴系模型,最大功率跟踪控制模型及自适应在线参数修正模块,其中,风力机模型利用系数曲线建模,轴系模型采用单质量块模型,最大功率跟踪控制模型采用该最大功率跟踪阶段功率与转速三次方曲线建模,自适应在线参数修正模块利用在线数据修正模型误差,所述自适应在线参数修正模块通过得到实际机组的有功功率,从而得到实际风力机在该有功功率对应的实际工作点的 C_p 值,通过不断获得的在线数据,利用最小二乘法获得修正模型中风力机的 C_p 曲线,在线对模型的参数进行修正,从而使模型的参数跟随实际机组变化, C_p 代表风能利用系数。

一种风电机组有功功率在线等值模型建模方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电气自动化技术领域,更具体的说,涉及风电机组有功功率在线等值模型建模方法。

背景技术

[0002] 风电机组建模的目的是能够较为准确地重现机组的特性,为研究风电注入与电力系统的相互作用提供有力的理论依据和技术支撑。

[0003] 风电机组建模主要分为物理模型和数学模型。物理模型是根据相似性原理,构建原系统的等价模型,通过实验来反应原物理系统的动态特性;数学模型是对原物理模型进行进一步抽象,得到描述原物理模型的一组状态方程,然后通过数字计算机仿真,来模拟原系统的动态特性。构建等价物理模型需要耗费大量的资源且价格昂贵,如果在对物理系统不够了解的情况下,很容易造成系统的损坏,不适合反复实验;随着计算机技术的飞速发展,计算机运算能力大大提高,采用构建数学模型进行数字仿真的优势越来越明显,其主要优势是投入成本低,能够反复实验,模拟实际物理特性的精度主要取决于数学模型的详细程度,灵活性大大提高。因此,对风电机组的建模采用构建数学模型,并在计算机上进行数字仿真。目前大多数机组模型如图1(双馈机组)所示。但风力发电系统的复杂程度高,而电力系统在对风电机组以及风电场做分析的时候要求其计算的快速性,因此必须根据实际应用对模型进行相应的简化。此外,现有的模型大多不考虑机组部件在长期运行过程中的损耗及状态变化,这样会导致模型无法真实反映实际机组的运行状况。

发明内容

[0004] 本发明针对上述的现有技术中的不足,提供一种风电机组有功功率在线等值模型建模方法。该模型将风电机组有功功率转换过程及其控制单独建模,并针对实际机组在运行过程中发生的风轮磨损对模型进行在线参数修正。

[0005] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0006] 一种风电机组有功功率在线等值模型建模方法,包括风力机模型,轴系模型,最大功率跟踪控制模型及自适应在线参数修正模块,其中,风力机模型利用系数曲线建模,轴系模型采用单质量块模型,最大功率跟踪控制模型采用该阶段功率与转速三次方曲线建模,自适应在线参数修正模块利用在线数据修正模型误差。

[0007] 风力机采用风能利用系数曲线建模,能充分反映机组输入特性;单质量块轴系模型忽略了轴系扭转等动态问题,因为这部分内容并非本模型需要着重考虑的,因此,该等值模型能节省计算资源,提高计算速度;模型自适应在线参数修正模块能利用在线数据修正模型误差。

[0008] 考虑了机组在运行过程中叶轮及轴系的磨损,从而导致风轮的气动特性变化,在线对模型的参数进行修正,其中,自适应在线参数修正模块通过得到实际机组的有功功率,从而得到实际风力机在该点的 C_p 值,通过不断获得的在线数据,利用最小二乘法获得修正

模型中风力机的 C_p 曲线,从而使模型的参数跟随实际机组变化。

[0009] 本发明忽略了机组发电机的复杂结构,保留了机组完整的气动特性,在能够满足电力系统有功功率调度要求的前提下对模型进行了简化。同时,考虑到实际机组在长期的运行过程中叶轮可能发生磨损,导致风力机的气动特性变化,而现有的机组模型并不具备在线修正能力,所提出的模型可在线对模型中的参数进行修正,使模型始终能够精确反应实际机组的特性。

[0010] 本发明与现有的风电机组模型的区别是,本发明单独建立了机组有功功率模型,并且考虑了机组部分参数在实际运行过程中的变化情况,对模型参数进行在线修正,实现模型在线跟随实际机组的工作状况,提高电力系统有功功率调度的精准度及计算速度。

附图说明

[0011] 图1是现有技术的风电机组的模型;

[0012] 图2是本发明所提供的风电机组自适应在线动态等值模型;

[0013] 图3是 C_p 曲线在线修正流程图。

具体实施方式

[0014] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0015] 图1所示为双馈风力发电机组的详细模型,包括风力机模型、多质量块轴系模型、发电机模型、变流器模型等。这种详细模型能反映风力机多种工况下的行为,大多使用在面向双馈机组模型的研究中。但这种模型较为复杂,在实际在线应用过程中很难快速得到仿真结果,也无法反映机组在使用过程中状态的变化。

[0016] 图2所示为所提出的简化双馈机组在线有功功率等值模型,该模型只保留了双馈风力发电机组有功功率转换部分,省略了复杂的发电机及变流器结构,并能通过在线修正描述机组风轮在应用过程中的损耗。模型包括:1、风力机模型,2、轴系模型,3、最大功率跟踪控制模型及4、自适应在线参数修正模块,其中,风力机模型利用系数曲线建模,其中 C_p 代表风能利用系数,其大小由桨距角 β 及叶尖速比 λ 决定;轴系模型采用单质量块模型,其中 ω 代表发电机转速, T_m 与 T_e 分别代表风力机提供的机械转矩与发电机的电磁转矩;最大功率跟踪控制模型采用该阶段功率与转速三次方曲线建模,其中 P_{opt} 代表机组输出的最优有功功率,其与发电机转速 ω 的三次方成正比,比例系数为 k_{opt} , k_{opt} 由机组参数决定。自适应在线参数修正模块利用在线数据修正模型误差。

[0017] 本发明等值模型的具体原理为:利用简化的最大功率跟踪指令与限功率指令模拟机组在实际过程中的控制策略,为机组提供等效的电磁转矩,风轮为机组提供输入机械转矩。在线参数修正模块通过实测机组转速、风速可得实际机组的叶尖速比,从而得到该工作点实际机组的风能利用系数,利用风能利用系数表达式,可在运行过程中能不断得到机组不同工作点实际的风能利用系数,利用最小二乘在线修正模型中的风能利用系数曲线,最终使得模型风轮能正确反映实际机组的工作状态。

[0018] 本发明 C_p 曲线在线修正流程如图3所示。通过机组模型的功率指令可以获得模型的叶尖速比,模型输入风速已知,可得机组模型转速,同时,实际机组上传实际风速仪与转

速,通过前文所述修正方法可得风能利用系数修正值,实时修正模型的风轮气动特性。

[0019] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

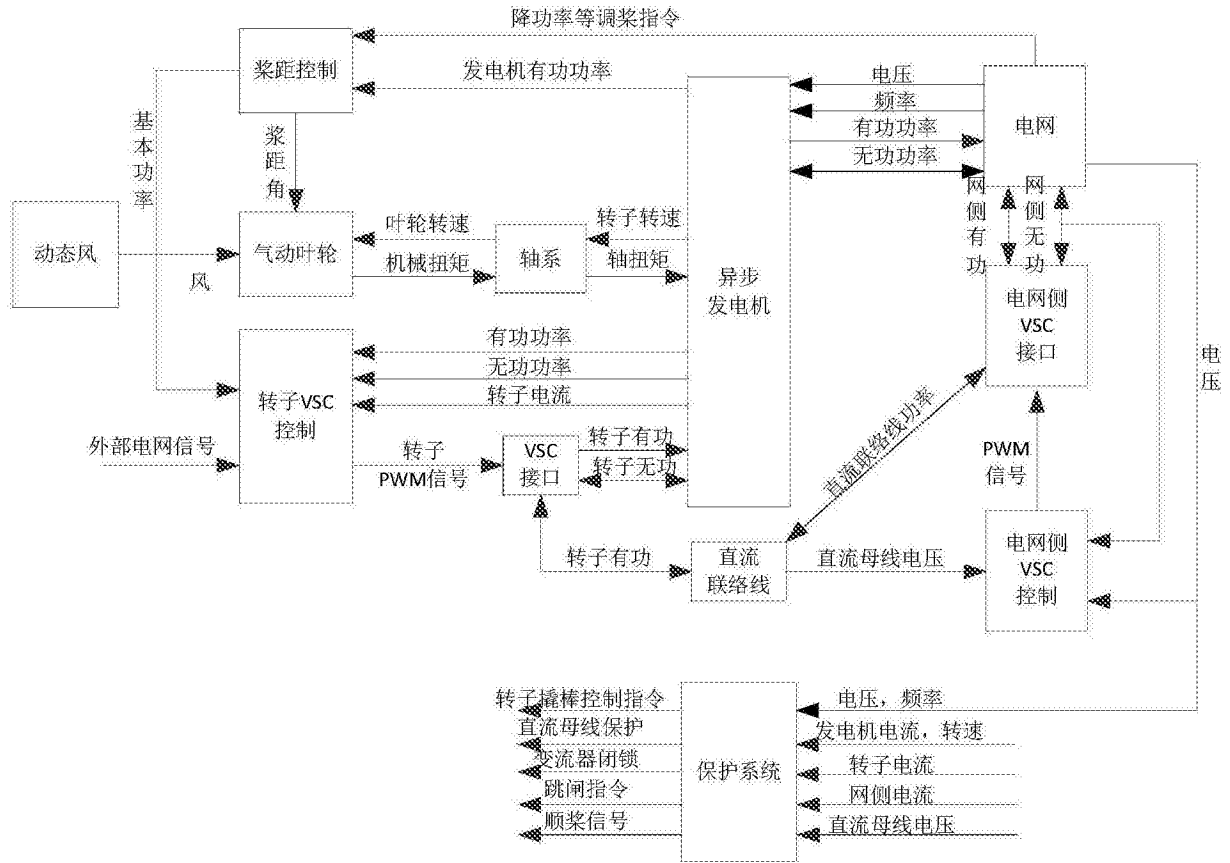


图1

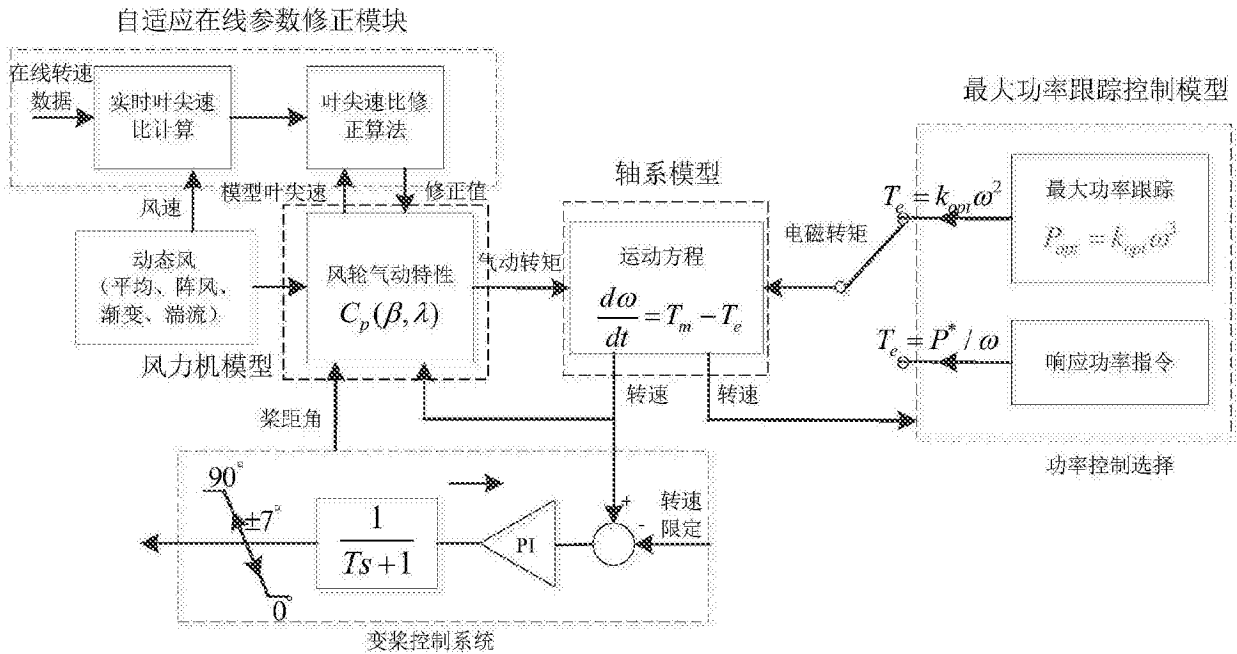


图2

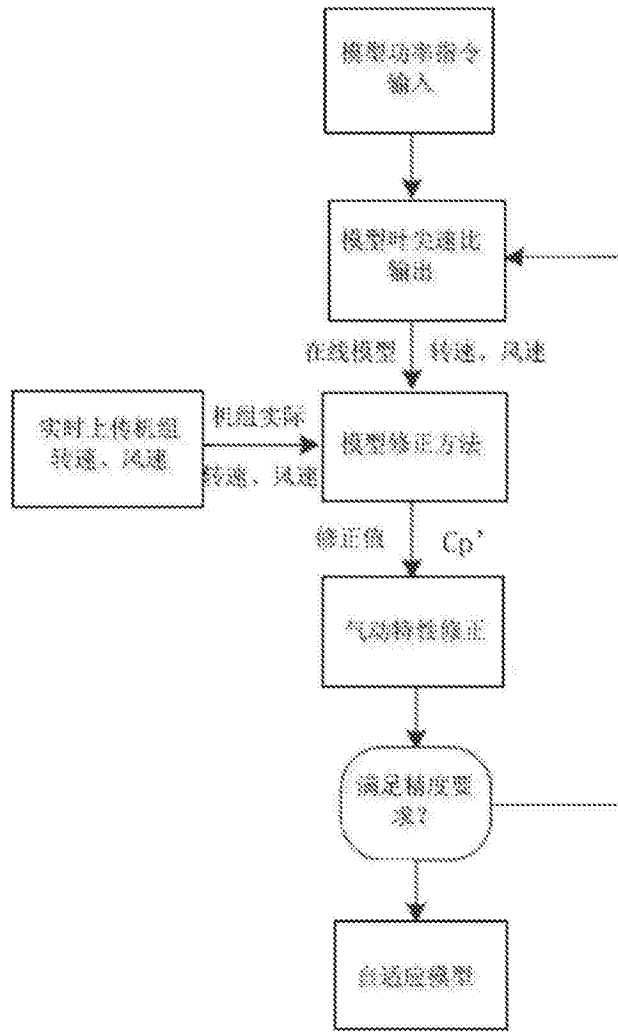


图3