

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101900080 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 23

(21) 申请号 201010231940. 3

(22) 申请日 2010. 07. 21

(73) 专利权人 上海电气集团股份有限公司

地址 200336 上海市长宁区兴义路 8 号万都中心 30 楼

(72) 发明人 孙佳林 尹正兵 董祖毅

(74) 专利代理机构 上海兆丰知识产权代理事务所(有限合伙) 31241

代理人 章蔚强

(51) Int. Cl.

F03D 7/00(2006. 01)

审查员 刘煜

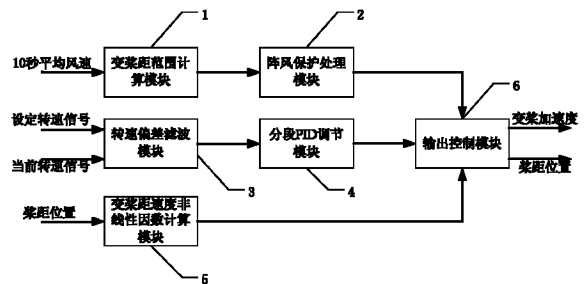
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,包括变桨距范围计算模块、阵风保护处理模块、转速偏差滤波模块、分段 PID 调节模块、变桨距速度非线性因素计算模块和输出控制模块。本发明通过对转速偏差的 PID 调节来准确地控制发电机转速,性能稳定可靠,能有效提高了风机的输出功率,它具有性能优越、安全稳定的优点。



1. 一种采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,包括变桨距范围计算模块、阵风保护处理模块、转速偏差滤波模块、分段 PID 调节模块、变桨距速度非线性因数计算模块和输出控制模块,其中:

所述的变桨距范围计算模块根据 N 秒钟平均风速计算出变桨距范围, N 为正数;

所述的阵风保护处理模块接收变桨距范围计算模块输出的变桨距范围,对该变桨距范围进行修正,将修正后的变桨距范围输出给所述的输出控制模块;

所述的转速偏差滤波模块接收当前转速信号与设定转速信号,然后进行偏差滤波后输出信号给所述的分段 PID 调节模块;

所述的分段 PID 调节模块对输入的信号进行计算,计算变桨距速度,然后将该变桨距速度输出给所述的输出控制模块;

所述的变桨距速度非线性因数计算模块接收桨距位置信号,计算变桨距速度的非线性因数,然后将该非线性因数输出给所述的输出控制模块;

所述的输出控制模块分别接收阵风保护处理模块输出的修正后的变桨距范围、分段 PID 调节模块输出的变桨距速度以及变桨距速度非线性因数计算模块输出的非线性因数,用非线性因数校正变桨距速度,得到目标桨距位置,将该目标桨距位置与修正后的变桨距范围进行比较并输出变桨加速度以及桨距位置。

2. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的转速偏差滤波模块采用平均值滤波器和低通滤波器实现以消除信号的干扰,所述的平均值滤波器滤除因风机振动导致的编码器测量波动,所述的低通滤波器滤除机舱内的电磁干扰。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的转速偏差滤波模块输入的转速信号为转速的绝对值编码器信号或接近开关的电平信号,当应用绝对值编码器采集转速信号时,采用平均值滤波器;当应用接近开关采集转速信号时,采用两个滤波器串联方式进行滤波,即信号先经过低通滤波处理,然后经过平均值滤波器处理。

4. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的变桨距范围计算模块根据对风机进行建模仿真,得到不同风速与桨距角范围的对应表,再应用拉格朗日插值算法求出当前风速下的变桨距范围。

5. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的变桨距速度非线性因数计算模块在进行计算时,功率相对于桨距角的偏微分不为常数,即不同桨距角对于功率的变化率是非线性的,需要非线性因数加以校正,根据桨叶特性,计算得到非线性因数表,再通过插值计算得到当前桨距角对应的非线性因数,对变桨距速度加以校正。

6. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的分段 PID 调节模块根据不同负载采用不同的 PID 参数。

7. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,当出现间歇风时,所述的阵风保护处理模块对变桨距范围进行校正,防止因风速回升而导致的风轮过速现象。

8. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述

的输出控制模块在输出时,需要进行平均值滤波和过零点滤波。

9. 根据权利要求 1 或 8 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的输出控制模块输出的信号需要进行转换,转换为 4 ~ 20mA 电流信号输出或者通过现场总线输出。

10. 根据权利要求 1 所述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其特征在于,所述的 N 为 10。

采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及变桨距风力发电机组领域,尤其涉及一种应用于变桨距风力发电机组的安全可靠的变结构 PID 变桨控制的风机控制系统。

背景技术

[0002] 近年来随着我国能源需求的迅速增长,可持续性发展理念的提出,风电成为获取绿色能源的主要途径之一,得到了国家的大力扶持。目前,我国的风电机组正朝着兆瓦级大型化的方向发展,作为直接影响兆瓦级风力发电机组安全稳定生产的核心技术—变桨距控制算法还多采用经典 PID(比例—积分—微分)控制算法,它对信号的采集和处理不够完善,算法相对简单,被控发电机转速波动较大,不利于转矩控制,且在大风和阵风情况下容易发生超速故障导致风机停机,影响发电效率。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷而提供一种采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,性能稳定可靠,能有效提高了风机的输出功率,它具有性能优越、安全稳定的优点。

[0004] 实现上述目的的技术方案是:一种采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其中,包括变桨距范围计算模块、阵风保护处理模块、转速偏差滤波模块、分段 PID 调节模块、变桨距速度非线性因数计算模块和输出控制模块,其中:

[0005] 所述的变桨距范围计算模块根据 N 秒钟平均风速计算出变桨距范围, N 为正数;

[0006] 所述的阵风保护处理模块接收变桨距范围计算模块输出的变桨距范围,对该变桨距范围进行修正,将修正后的变桨距范围输出给所述的输出控制模块;

[0007] 所述的转速偏差滤波模块接收当前转速信号与设定转速信号,然后进行偏差滤波后输出信号给所述的分段 PID 调节模块;

[0008] 所述的分段 PID 调节模块对输入的信号进行计算,计算变桨距速度,然后将该变桨距速度输出给所述的输出控制模块;

[0009] 所述的变桨距速度非线性因数计算模块接收桨距位置信号,计算变桨距速度的非线性因数,然后将该非线性因数输出给所述的输出控制模块;

[0010] 所述的输出控制模块分别接收阵风保护处理模块输出的修正后的变桨距范围、分段 PID 调节模块输出的变桨距速度以及变桨距速度非线性因数计算模块输出的非线性因数,用非线性因数校正变桨距速度,得到目标桨距位置,将该目标桨距位置与变桨距范围进行比较并输出变桨加速度以及桨距位置。

[0011] 上述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其中,所述的转速偏差滤波模块采用平均值滤波器和低通滤波器实现以消除信号的干扰,所述的平均值滤波器滤除因风机振动导致的编码器测量波动,所述的低通滤波器滤除机舱内的电磁干扰。

[0012] 上述的采用变结构 PID 变桨控制的风机控制系统,其中,所述的转速偏差滤波模

块输入的转速信号为转速的绝对值编码器信号或接近开关的电平信号,当应用绝对值编码器采集转速信号时,采用平均值滤波器;当应用接近开关采集转速信号时,采用两个滤波器串联方式进行滤波,即信号先经过低通滤波处理,然后经过平均值滤波器处理。

[0013] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,所述的变桨距范围计算模块根据对风机进行建模仿真,得到不同风速与桨距角范围的对应表,再应用拉格朗日插值算法求出当前风速下的变桨距范围。

[0014] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,所述的变桨距速度非线性因数计算模块在进行计算时,功率相对于桨距角的偏微分不为常数,即不同桨距角对于功率的变化率是非线性的,需要非线性因数加以校正,根据桨叶特性,计算得到非线性因数表,再通过插值计算得到当前桨距角对应的非线性因数,对变桨距速度加以校正。

[0015] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,所述的分段PID调节模块根据不同负载采用不同的PID参数。

[0016] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,当出现间歇风时,所述的阵风保护处理模块对变桨距范围进行校正,防止因风速回升而导致的风轮超速现象。

[0017] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,所述的输出控制模块在输出时,需要进行平均值滤波和过零点滤波。

[0018] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,所述的输出控制模块输出的信号需要进行转换,转换为4~20mA电流信号输出或者通过现场总线输出。

[0019] 上述的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统,其中,所述的N为10。

[0020] 本发明的有益效果是:本发明是一种应用于风力发电机组变桨距控制系统,通过对系统的优化,针对风力发电的特殊性,优化桨距控制算法,得到稳定的转速控制效果,本发明性能稳定可靠,其主要功能是将发电机转速稳定于转速设定值以提高生产效率,并防止因风况恶劣导致的超速事故的发生,本发明具有如下优点:

[0021] 1. 安全可靠,不同风速下确定变桨距范围与阵风保护处理相结合,保证风机在恶劣风况下安全运行;

[0022] 2. 性能优越,有针对性的数据采集处理结合分段PID控制得到比较好的控制输出,再根据桨叶的非线性因数校正,实现发电机转速更稳定的控制;

[0023] 3. 对输出进行处理,有利于延长变桨执行机构的使用寿命;

[0024] 4. 模块化程度高,兼容多型号风机,可运用于1.25MW、2MW以及3.6MW风机,只需修改少许参数即可;

[0025] 5. 接口兼容性好,转速测量可采用增量型编码器信号、绝对值编码器SSI信号、接近开关电平信号等。可输出0~10V电压信号、4~20mA电流信号、Profibus、CANBus等现场总线信号,兼容液压变桨系统和电伺服变桨系统。

附图说明

[0026] 图1是本发明的采用变结构PID变桨控制的风机控制系统的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0028] 本发明桨距控制的目的在于通过对转速偏差的 PID 调节来准确地控制发电机转速。

[0029] 请参阅图 1, 图中示出了本发明的一种采用变结构 PI D 变桨控制的风机控制系统, 包括变桨距范围计算模块 1、阵风保护处理模块 2、转速偏差滤波模块 3、分段 PID 调节模块 4、变桨距速度非线性因数计算模块 5 和输出控制模块 6, 其中:

[0030] 变桨距范围计算模块 1 根据 N 秒钟平均风速计算出变桨距范围, N 为正数, 本实施例中 N 为 10, 变桨距范围计算模块 1 根据对风机进行建模仿真, 得到不同风速与桨距角范围的对应表, 再应用拉格朗日插值算法求出当前风速下的变桨距范围, 变桨距范围计算模块 1 通过引入“风速 - 最小桨距角”的二维数组, 根据当前的 10 秒平均风速进行拉格朗日线性插值计算求得对应的变桨距所允许达到的最小桨距角。在大风和阵风情况下, 能有效防止风轮过速事故的发生。

[0031] 阵风保护处理模块 2 接收变桨距范围计算模块 1 输出的变桨距范围, 对该变桨距范围进行修正, 将修正后的变桨距范围输出给输出控制模块 6, 当出现间歇风时, 阵风保护处理模块 2 对变桨距范围进行校正, 防止因风速回升而导致的风轮过速现象。

[0032] 转速偏差滤波模块 3 主要实现对数据采集信号的调理功能, 接收当前转速信号与设定转速信号, 然后进行偏差滤波后输出信号给分段 PID 调节模块 4, 该模块采用平均值滤波器和低通滤波器实现以消除信号的干扰, 平均值滤波器滤除因风机振动导致的编码器测量波动, 低通滤波器滤除机舱内的电磁干扰, 转速偏差滤波模块 3 输入的转速信号可以是增量型编码器信号或绝对值编码器 SSI 信号, 也可以是接近开关的电平信号。根据转速的采集方式, 可灵活处理。应用编码器采集转速信号, 只需平均值滤波器; 应用接近开关采集转速信号, 可采用两个滤波器串联方式, 即信号先经过低通滤波器处理然后经过平均值滤波器处理。对于编码器信号, 机舱的振动是影响测量的主要因素; 对于电平信号, 电磁干扰是影响测量的主要因素。根据输入信号的类型, 该转速偏差滤波模块 3 可以通过调节相应滤波因数得到良好的数据采集结果。

[0033] 分段 PID 调节模块 4 对输入的信号进行计算, 计算变桨距速度, 然后将该变桨距速度输出给输出控制模块 6, 分段 PID 调节模块 4 根据不同负载采用不同的 PID 参数, 以达到良好的控制稳定性, 该模块使转速能够在风机任何状态下得到安全平稳的控制。当风机处于空转、并网和制动三个不同状态时采用不同的 PID 参数。当风机处于并网状态时, 为保证转速能够稳定于并网转速区任何位置上, 同样需要采用不同的 PID 参数。针对“转速 - 转矩”曲线中, 斜率存在阶段性恒定的特性, 可将并网状态下的 PID 参数分为低速区、过度区和恒转矩区三组参数。针对被控转速的大惯性特点, PID 控制中以 PD 控制为主。由于微分环节对于干扰信号有较强的敏感度, 为减小干扰信号对微分环节的影响, 采用四点中心差分法。

[0034] 变桨距速度非线性因数计算模块 5 接收桨距位置信号, 计算变桨距速度的非线性因数, 然后将该非线性因数输出给输出控制模块 6, 变桨距速度非线性因数计算模块 5 在进行计算时, 功率相对于桨距角的偏微分不为常数, 即不同桨距角对于功率的变化率是非线性的, 需要非线性因数加以校正, 根据桨叶特性, 计算得到非线性因数表, 再通过插值计算得到当前桨距角对应的非线性因数, 对变桨距速度加以校正。变桨距速度非线性因数计算模块 5 是通过引入“桨距角 - 非线性因数”的二维数组, 根据当前的桨距角位置进行拉格朗日线性插值计算求得对应的变桨距调节非线性因数, 用于变桨距速度的校正。在风力发电

机组的运行过程中,由于气动功率相对于桨距角的偏微分不为常数,即不同桨距角对于功率的变化率是非线性的,为保证在平稳的变桨距过程中得到稳定的功率变化率,需要用非线性因数对变桨距速度加以校正。在不同型号的风机控制器中应用本变桨距控制算法,需要导入该风机桨叶对应的“桨距角-非线性因数”表。

[0035] 输出控制模块 6 分别接收阵风保护处理模块 2 输出的修正后的变桨距范围、分段 PID 调节模块 4 输出的变桨距速度以及变桨距速度非线性因数计算模块 5 输出的非线性因数,用非线性因数校正变桨距速度,得到目标桨距位置,将该目标桨距位置与变桨距范围进行比较并输出变桨加速度以及桨距位置,输出控制模块 6 在输出时,需要进行平均值滤波和过零点滤波,防止变桨距执行系统频繁波动或换向,延长变桨距执行机构的使用寿命,然后将计算后的信号转换为 4 ~ 20mA 电流信号输出或者通过 Profibus、CANBus 等现场总线输出,,可供用户选择输出控制模块 6 中,为防止变桨距执行机构过度频繁的换向动作或变速动作缩短变桨距机械的使用寿命,该模块的输出加入了平滑处理,包括平均值滤波和过零点滤波有效地减小变桨距动作的频次和幅度,并且结合风机主轴惯性大、风速随机性波动性强的特点,使转速在设定点周围更加稳定。

[0036] 本发明的工作原理,首先为防止变桨距过程中发电机转速过速,通过 10s 平均风速风况下的变桨距范围的计算,并通过阵风保护处理模块 2 加以校正;然后通过实际转速与转速设定值的偏差,分别计算 PID 各环节的输出;之后根据当前桨距位置求得变桨非线性因数;通过变桨非线性因数与分段 PID 调节模块 4 的输出,决定变桨速度和桨距位置设定点;最后与当前风况下的变桨距范围相比较,输出桨距位置设定点。

[0037] 以上实施例仅供说明本发明之用,而非对本发明的限制,有关技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以作出各种变换或变型,因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴,应由各权利要求所限定。

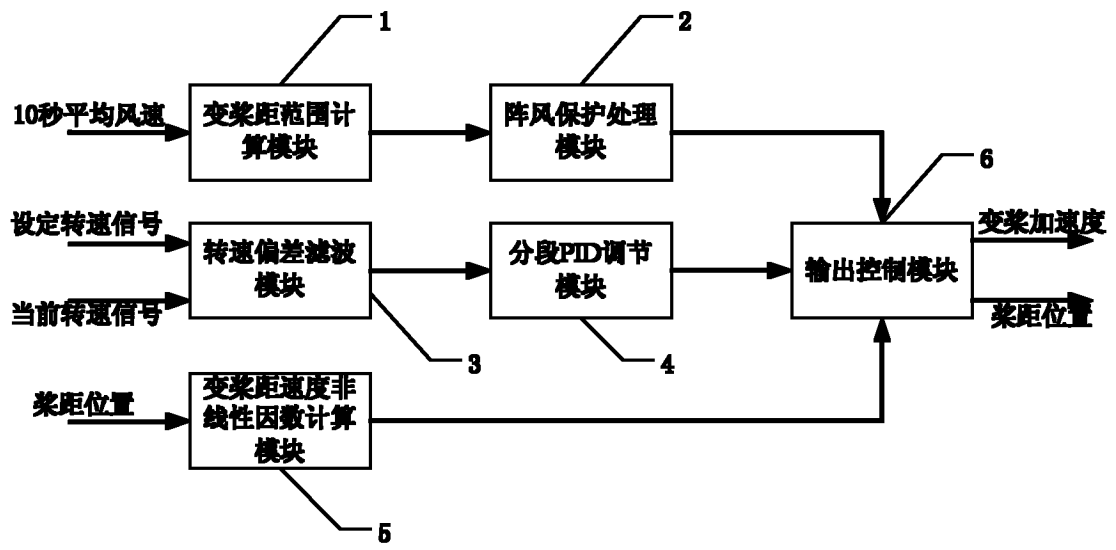


图 1