



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102510082 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201110330815. 2

4 页及说明书附图 1-2.

(22) 申请日 2011. 10. 27

CN 101345453 A, 2009. 01. 14, A.

(73) 专利权人 江苏新誉重工科技有限公司

WO 2010/040167 A1, 2010. 04. 15, 全文 .

地址 213164 江苏省常州市武进区高新技术  
产业开发区凤林路 68 号

CN 201374630 Y, 2009. 12. 30, 全文 .

专利权人 新誉集团有限公司

CN 102005875 A, 2011. 04. 06, 全文 .

CN 202284522 U, 2012. 06. 27, 1-5.

(72) 发明人 章玮 吴涵延 余晓明 周英华  
黄晓惠

审查员 李炜

(74) 专利代理机构 常州市维益专利事务所  
32211

代理人 王凌霄

(51) Int. Cl.

H02J 3/38 (2006. 01)

H02J 3/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101272084 A, 2008. 09. 24, 参见说明书第

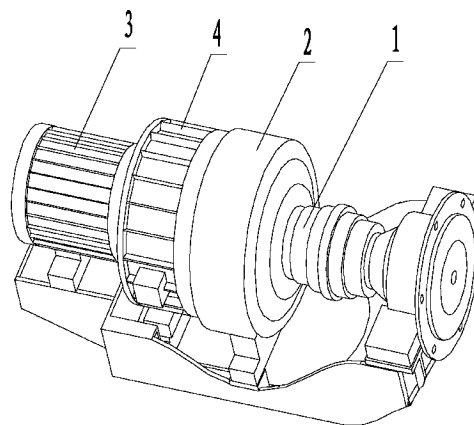
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种电网友好型风力发电机组的控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电网友好型风力发电机组的控制方法,风力发电机组包括风轮、与风轮连接的传动装置、由传动装置驱动的永磁同步电机、电励磁同步发电机,永磁同步电机总的额定功率占风力发电机组额定功率的 1/3,电励磁同步发电机的额定功率占风力发电机组额定功率的 2/3,永磁同步电机电连接有控制永磁同步电机工作状态的变流器,变流器的控制系统根据风速及永磁同步电机的转速控制永磁同步电机分别作为发电机或电动机使用,电励磁同步发电机连接有调整同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量的励磁控制装置。本发明仅需使用相当于风力发电机组 1/3 功率的变流器即可实现与电网的稳定连接,成本较低。



1. 一种电网友好型风力发电机组的控制方法,所述风力发电机组包括风轮、与风轮连接的传动装置、由传动装置驱动的永磁同步电机、电励磁同步发电机,所述的永磁同步电机总的额定功率占风力发电机组额定功率的 1/3,所述的电励磁同步发电机的额定功率占风力发电机组额定功率的 2/3,所述的永磁同步电机电连接有控制永磁同步电机工作状态的变流器,所述的变流器的控制系统根据风速及永磁同步电机的转速控制永磁同步电机分别作为发电机或电动机使用,永磁同步电机进入发电状态时永磁同步电机通过变流器向外界电网输送电能;

其特征在于:所述控制方法为:

(1) 当风速大于风力发电机组的切入风速后,变流器的控制系统控制永磁同步电机作为发电机使用,永磁同步电机进入发电状态,永磁同步电机通过变流器向外界电网输送电能,变流器的控制系统控制永磁同步电机的有功功率输出分量并逐步增大永磁同步电机的有功功率输出分量,电励磁同步发电机处于空载运行状态;

(2) 永磁同步电机达到额定功率发电后,此时,永磁同步电机的转速也达到额定转速,电励磁同步发电机与电网接通,电励磁同步发电机进入发电状态,电励磁同步发电机的发电功率逐步增大的同时永磁同步电机的有功功率输出逐渐减小直至完全停止,永磁同步电机的有功功率输出停止时变流器的控制系统控制永磁同步电机作为电动机使用,变流器的控制系统控制永磁同步电机输出无功功率,永磁同步电机按额定转速运行;

(3) 当电励磁同步发电机达到额定功率发电后,变流器的控制系统控制永磁同步电机再次作为发电机使用,永磁同步电机进入发电状态,永磁同步电机通过变流器向外界电网输送电能,电励磁同步发电机与永磁同步电机同时向外界电网发电。

2. 根据权利要求 1 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:所述的永磁同步电机作为发电机时所述的变流器可调节永磁同步电机的功率因数。

3. 根据权利要求 1 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:所述的传动装置的结构为:所述的传动装置包括传动轴、增速箱,传动轴两端分别连接风轮及增速箱,所述的增速箱的后端设有后动力输出轴,所述的增速箱的后动力输出轴与电励磁同步发电机连接,所述的永磁同步电机与电励磁同步发电机同轴连接。

4. 根据权利要求 1 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:所述的传动装置的结构为:所述的传动装置包括传动轴、增速箱,传动轴两端分别连接风轮及增速箱,所述的增速箱的前端设有一个以上的前动力输出轴,所述的增速箱的后端设有后动力输出轴,一个以上的前动力输出轴分别与一个以上的永磁同步电机连接,所述的后动力输出轴与电励磁同步发电机连接。

5. 根据权利要求 4 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:所述的永磁同步电机的数量为 3~4 台,所述的前动力输出轴的数量与永磁同步电机的数量相同。

6. 根据权利要求 1 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:所述的电励磁同步发电机连接有调整电励磁同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量的励磁控制装置,所述的励磁控制装置对电励磁同步发电机的励磁方式为过励磁或正常励磁或欠励磁,在外界电网电压跌落时,励磁控制装置根据外部电力调度的要求选择不同的励磁方式调整电励磁同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量。

7. 根据权利要求 1 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:步骤(2)中,变流器的控制系统控制永磁同步电机输出无功功率,永磁同步电机按额定转速运行之后,如果永磁同步电机的转速大于永磁同步电机的额定转速,变流器的控制系统控制永磁同步电机发出相应的有功功率使永磁同步电机的转速回归额定转速;如果永磁同步电机的转速小于永磁同步电机的额定转速,变流器的控制系统控制永磁同步电机发出相应的无功功率使永磁同步电机的转速回归额定转速,从而保证永磁同步电机以及电励磁同步发电机的转速稳定。

8. 根据权利要求 1 所述的一种电网友好型风力发电机组的控制方法,其特征在于:当风速大于风力发电机组的切出风速后,永磁同步电机和电励磁同步发电机均停止运行。

## 一种电网友好型风力发电机组的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及并网型风力发电机组技术领域,尤其是一种电网友好型风力发电机组及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 风力发电最大的问题就是与电网的连接不稳定,使得电网对它的接纳能力受到很大的限制,重点表现在低电压穿越、电能质量、风力发电的可靠性、风功率预测和有功及无功功率的远程调节 5 个方面。针对低电压穿越这种情况,目前比较有效的技术措施主要有以下两种:

[0003] 一种是采用同步发电机或异步发电机加全功率变流并网,另一种方式是在同步发电机前加一个无级调速装置,使同步发电机的转速保持恒定,使风力发电机的同步发电机能像水轮发电机一样直接并网发电。

[0004] 上述技术方案中采用全功率变流并网会极大地增大风力发电机组的制造成本,同时其可靠性也受到影响、并且仅能应对短时间内的电压跌落。而增加无级调速装置的方法会使风力发电机组传动链的结构更为复杂,并降低机组的效率和可靠性。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供一种电网友好型风力发电机组及其控制方法,使用较低的成本提高风力发电机组与电网连接的稳定性。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种电网友好型风力发电机组,包括风轮、与风轮连接的传动装置、由传动装置驱动的永磁同步电机、电励磁同步发电机,所述的永磁同步电机总的额定功率占风力发电机组额定功率的 1/3,所述的电励磁同步发电机的额定功率占风力发电机组额定功率的 2/3,所述的永磁同步电机电连接有控制永磁同步电机工作状态的变流器。

[0007] 所述的变流器的控制系统根据风速及永磁同步电机的转速控制永磁同步电机分别作为发电机或电动机使用,所述的永磁同步电机作为发电机时所述的变流器可调节永磁同步电机的功率因数。

[0008] 所述的传动装置的结构为:所述的传动装置包括传动轴、增速箱,传动轴两端分别连接风轮及增速箱,所述的增速箱的后端设有后动力输出轴,所述的增速箱的后动力输出轴与电励磁同步发电机连接,所述的永磁同步电机与电励磁同步发电机同轴连接。

[0009] 所述的传动装置的结构为:所述的传动装置包括传动轴、增速箱,传动轴两端分别连接风轮及增速箱,所述的增速箱的前端设有一个以上的前动力输出轴,所述的增速箱的后端设有后动力输出轴,一个以上的前动力输出轴分别与一个以上的永磁同步电机连接,所述的后动力输出轴与电励磁同步发电机连接。

[0010] 所述的永磁同步电机的数量为 3-4 台,所述的前动力输出轴的数量与永磁同步电机的数量相同。

[0011] 所述的电励磁同步发电机连接有调整电励磁同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量的励磁控制装置。

[0012] 一种控制所述的电网友好型风力发电机组的控制方法,具体为:

[0013] (1) 当风速大于风力发电机组的切入风速后,变流器的控制系统控制永磁同步电机作为发电机使用,永磁同步电机进入发电状态,永磁同步电机通过变流器向外界电网输送电能,变流器的控制系统控制永磁同步电机的有功功率输出分量并逐步增大永磁同步电机的有功功率输出分量,电励磁同步发电机处于空载运行状态。

[0014] (2) 永磁同步电机达到额定功率发电后,此时,永磁同步电机的转速也达到额定转速,电励磁同步发电机与电网接通,电励磁同步发电机进入发电状态,电励磁同步发电机的发电功率逐步增大的同时永磁同步电机的有功功率输出逐渐减小直至完全停止,永磁同步电机的有功功率输出停止时变流器的控制系统控制永磁同步电机作为电动机使用,变流器的控制系统控制永磁同步电机输出无功功率,永磁同步电机按额定转速运行。

[0015] (3) 当电励磁同步发电机达到额定功率发电后,变流器的控制系统控制永磁同步电机再次作为发电机使用,永磁同步电机进入发电状态,永磁同步电机通过变流器向外界电网输送电能,电励磁同步发电机与永磁同步电机同时向外界电网发电所述的电励磁同步发电机连接有励磁控制装置,所述的励磁控制装置对电励磁同步发电机的励磁方式为过励磁或正常励磁或欠励磁,在外界电网电压跌落时,励磁控制装置根据外部电力调度的要求选择不同的励磁方式调整电励磁同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量。

[0016] 当风速大于风力发电机组的切出风速后,永磁同步电机和电励磁同步发电机均停止运行。

[0017] 所述的电励磁同步发电机连接有励磁控制装置,所述的励磁控制装置对电励磁同步发电机的励磁方式为过励磁或正常励磁或欠励磁,在外界电网电压跌落时,励磁控制装置根据外部电力调度的要求选择不同的励磁方式调整电励磁同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量。

[0018] 步骤(2)中,变流器的控制系统控制永磁同步电机输出无功功率,永磁同步电机按额定转速运行之后,如果永磁同步电机的转速大于永磁同步电机的额定转速,变流器的控制系统控制永磁同步电机发出相应的有功功率使永磁同步电机的转速回归额定转速;如果永磁同步电机的转速小于永磁同步电机的额定转速,变流器的控制系统控制永磁同步电机发出相应的无功功率使永磁同步电机的转速回归额定转速,从而保证永磁同步电机以及电励磁同步发电机的转速稳定。

[0019] 当风速大于风力发电机组的切出风速后,永磁同步电机和电励磁同步发电机均停止运行。

[0020] 本发明的有益效果是:本发明仅需使用相当于风力发电机组 1/3 功率的变流器即可实现与电网的稳定连接,成本较低。变流器的控制系统根据风速的变化在不同的转速内控制永磁同步电机分别作为发电机和电动机使用。本发明使得风力发电机组对电网的友好性有了进一步地提高,励磁控制装置根据外部电力调度的要求选择不同的励磁方式调整电励磁同步发电机输出有功功率分量或无功功率分量,同时,变流器控制永磁同步电机输出相应的有功功率或无功功率分量,从而对电网提供支持,这种形式的支持优于现有技术中的直驱型风力发电机组或者双馈型风力发电机组。

## 附图说明

[0021] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0022] 图 1 是本发明中传动装置的实施例一的结构示意图；

[0023] 图 2 是本发明中传动装置的实施例二的结构示意图；

[0024] 其中：1. 传动轴, 2. 增速箱, 3. 永磁同步电机, 4. 电励磁同步发电机。

## 具体实施方式

[0025] 现在结合附图对本发明作进一步的说明。这些附图均为简化的示意图仅以示意方式说明本发明的基本结构, 因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0026] 一种电网友好型风力发电机组, 包括风轮、与风轮连接的传动装置、由传动装置驱动的永磁同步电机 3、电励磁同步发电机 4, 如图 1 所示, 传动装置的实施例一: 传动装置包括传动轴 1、增速箱 2, 传动轴 1 两端分别连接风轮及增速箱 2, 增速箱 2 的后端设有后动力输出轴, 增速箱 2 的后动力输出轴与电励磁同步发电机 4 连接, 永磁同步电机 3 与电励磁同步发电机 4 同轴连接。

[0027] 如图 2 所示, 传动装置的实施例二: 传动装置包括传动轴 1、增速箱 2, 传动轴 1 两端分别连接风轮及增速箱 2, 与实施例一的区别在于: 增速箱 2 的前端设有 3 个的前动力输出轴, 增速箱 2 的后端设有后动力输出轴, 3 个前动力输出轴分别与 3 个永磁同步电机 3 连接, 后动力输出轴与电励磁同步发电机 4 连接。

[0028] 传动装置无论采用实施例一的结构还是实施例二的结构, 本发明的风力发电机组中的风轮安装有测速机构, 永磁同步电机 3 与交流器电连接, 传动轴 1 尾部安装有测速盘及变桨装置。永磁同步电机 3 总的额定功率占风力发电机组额定功率的 1/3, 由直流电励磁的电励磁同步发电机 4 的额定功率占风力发电机组额定功率的 2/3, 永磁同步电机 3 电连接有控制永磁同步电机工作状态的变流器。变流器的控制系统根据风速及永磁同步电机的转速控制永磁同步电机分别作为发电机或电动机使用, 永磁同步电机作为发电机时所述的变流器可调节永磁同步电机的功率因数。

[0029] 变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 输出有功功率的分量或输出无功功率的分量。电励磁同步发电机 4 连接有调整电励磁同步发电机 4 输出有功功率分量或无功功率分量的励磁控制装置。

[0030] 一种控制电网友好型风力发电机组的控制方法, 具体为: (1) 当风速大于风力发电机组的切入风速后, 变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 作为发电机使用, 永磁同步电机 3 进入发电状态, 永磁同步电机 3 通过变流器向外界电网输送电能, 变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 的有功功率输出分量并逐步增大永磁同步电机 3 的有功功率输出分量, 电励磁同步发电机 4 处于空载运行状态;

[0031] (2) 永磁同步电机 3 达到额定功率发电后, 此时, 永磁同步电机 3 的转速也达到额定转速, 电励磁同步发电机 4 与电网接通, 电励磁同步发电机 4 进入发电状态, 电励磁同步发电机 4 的发电功率逐步增大的同时永磁同步电机 3 的有功功率输出逐渐减小直至完全停止, 永磁同步电机 3 的有功功率输出停止时变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 作为电动机使用, 变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 输出无功功率, 永磁同步电机 3 按额定转

速运行；

[0032] 如果永磁同步电机 3 的转速大于永磁同步电机 3 的额定转速,变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 发出相应的有功功率使永磁同步电机 3 的转速回归额定转速；

[0033] 如果永磁同步电机 3 的转速小于永磁同步电机 3 的额定转速,变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 发出相应的无功功率使永磁同步电机 3 的转速回归额定转速,从而保证永磁同步电机 3 以及电励磁同步发电机 4 的转速稳定。

[0034] (3) 当电励磁同步发电机 4 达到额定功率发电后,变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 再次作为发电机使用,永磁同步电机 3 进入发电状态,永磁同步电机 3 通过变流器向外界电网输送电能,电励磁同步发电机 4 与永磁同步电机 3 同时向外界电网发电,实现对电网的支持。

[0035] 若永磁同步电机 3 作为电动机达到最大功率后仍不能维持额定转速运行,则电励磁同步发电机 4 退出发电状态,变流器的控制系统控制永磁同步电机 3 作为发电机使用。当风速大于风力发电机组的切出风速后,永磁同步电机 3 和电励磁同步发电机 4 均停止运行。

[0036] 励磁控制装置对电励磁同步发电机 4 的励磁方式为过励磁或正常励磁或欠励磁,在外界电网电压跌落时,励磁控制装置根据外部电力调度的要求选择不同的励磁方式调整电励磁同步发电机 4 输出有功功率分量或无功功率分量。同时,变流器的控制系统也可以控制永磁同步电机 3 输出相应的无功功率分量,对外界电网提供有效的支持。

[0037] 本发明仅需使用相当于风力发电机组 1/3 功率的变流器,实现永磁同步电机 3 的有功功率及无功功率的输出,并对外界电网提供有效支持,实现低电压穿越功能,成本较低。永磁同步电机 3 与电励磁同步发电机 4 的转速均能保持稳定,无需经过大功率的变流器,提高了外界电网的电能质量。

[0038] 以上述依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

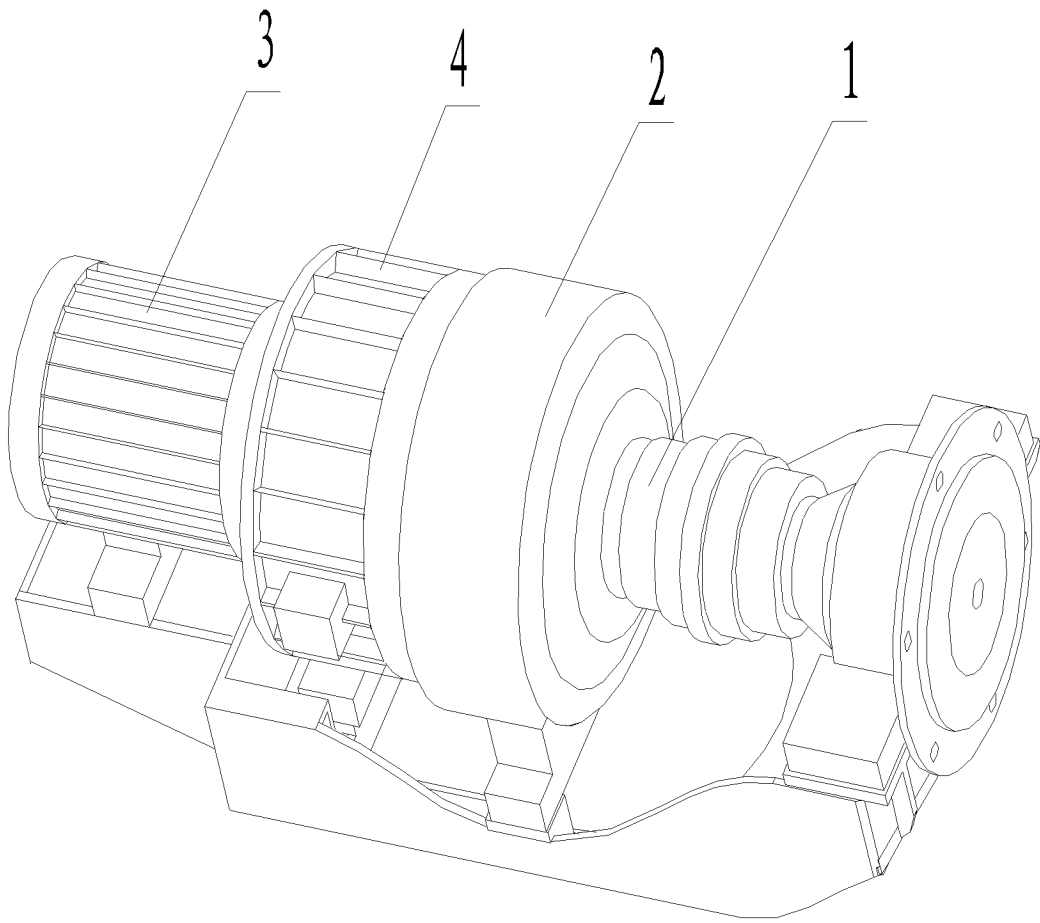


图 1



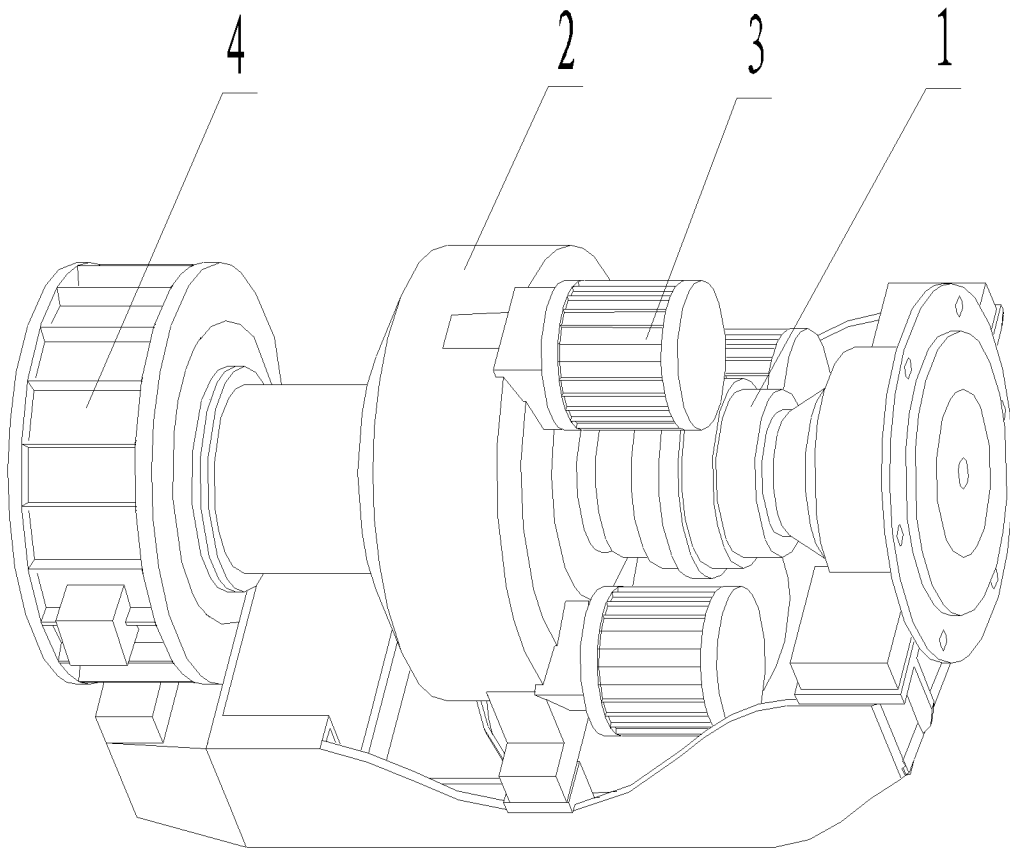


图 2