



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102622458 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201110033463. 4

(22) 申请日 2011. 01. 30

(73) 专利权人 华锐风电科技(集团)股份有限公司

地址 100872 北京市海淀区中关村大街 59 号文化大厦 19 层

(72) 发明人 杨明明 张超 何荣光

(74) 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理有限公司 11139

代理人 孙皓晨 张爱莲

(51) Int. Cl.

G06F 17/50(2006. 01)

F03D 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 7818147 B2, 2010. 10. 19, 全文.

Z. Hameed 等. Condition monitoring and fault detection of wind turbines and related algorithms: A review.《Renewable and Sustainable Energy Reviews》. 2009, 第 13 卷 (第 1 期), 第 1-39 页.

审查员 张璐

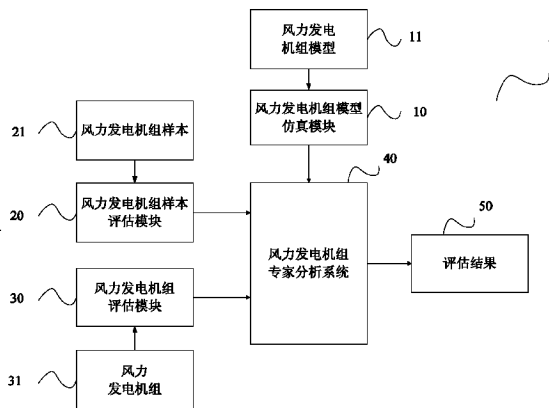
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统及评估方法

(57) 摘要

本发明公开一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统及评估方法,包括一风力发电机组模型仿真模块,其用于对风力发电机组模型进行仿真,得到风力发电机组模型仿真数据;一风力发电机组样本评估模块,其用于对发电机组样本风力发电机组样本进行评估,得到发电机组样本风力发电机组样本评估数据;一风力发电机组评估模块,其用于对发电机组的振动和载荷进行评估,得到风力发电机组评估数据;一风力发电机组专家分析系统,对所述的风力发电机组样本评估数据、所述的风力发电机组模型仿真数据及所述的风力发电机组评估数据进行分析,得出评估结果。本发明可对大型风电机组各主要部件的载荷进行准确测试、分析和评估。



1. 一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,其包括:

一风力发电机组模型仿真模块,其用于对风力发电机组模型进行仿真,得到风力发电机组模型仿真数据;

一风力发电机组样本评估模块,其用于对风力发电机组多个样本进行评估,得到风力发电机组样本评估数据;

一风力发电机组评估模块,其用于对风力发电机组的振动和载荷进行评估,得到风力发电机组评估数据;

一风力发电机组专家分析系统,对所述的风力发电机组样本评估数据、所述的风力发电机组模型仿真数据及所述的风力发电机组评估数据进行分析,得出评估结果;

所述的风力发电机组专家分析系统包括一风力发电机组振动与载荷专家系统及一风力发电机组振动与载荷专家分析系统;其中所述的风力发电机组振动与载荷专家系统与所述的风力发电机组模型仿真模块及所述的风力发电机组样本评估模块相连,所述的风力发电机组振动与载荷专家分析系统是结合所述风力发电机组振动与载荷专家系统对被测风力发电机组进行综合评估的分析系统。

2. 根据权利要求1所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组样本评估模块包括:

一风力发电机组多样本振动测试模块,对风力发电机组多个样本进行振动测试;

一风力发电机组多样本应变测试模块,对风力发电机组多个样本进行应变载荷测试;

及

一数据分析及特征提取模块,对风力发电机组样本的振动测试数据及应变载荷测试数据进行分析并特征提取。

3. 根据权利要求2所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组多样本振动测试模块包括一振动传感器及一信号采集单元,其中,所述的振动传感器对振动信号进行采集,并将振动信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。

4. 根据权利要求2所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组多样本应变测试模块包括一应变传感器及一信号采集单元,其中,所述的应变传感器对应变信号进行采集,并将应变信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。

5. 根据权利要求1所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组评估模块包括:

一风力发电机组振动测试模块,用于对被评估的风力发电机组进行振动测试;

一风力发电机组应变测试模块,用于对被评估的风力发电机组进行应变载荷测试;及

一数据分析及特征提取模块,对被评估的风力发电机组的振动测试数据及应变载荷测试数据进行分析并特征提取。

6. 根据权利要求5所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组振动测试模块包括一振动传感器及一信号采集单元,其中,所述的振动传感器对振动信号进行采集,并将振动信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。

7. 根据权利要求 5 所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组应变测试模块包括一应变传感器及一信号采集单元,其中,所述的应变传感器对应变信号进行采集,并将应变信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。

8. 根据权利要求 1 所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组模型仿真模块为一仿真计算及特征提取模块,用于对风力发电机组模型进行仿真。

9. 根据权利要求 1 所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组振动与载荷专家系统包括:

一多样本测试分析数据库,其与所述的风力发电机组样本评估模块相连,用于对风力发电机组多样本进行测试、分析并存储相应的数据;

一对应机型和工况的仿真分析数据库,其与所述的风力发电机组模型仿真模块相连,用于对风力发电机组模型进行仿真分析并存储相应的数据;及

一仿真与测试数据分析相综合的评估单元,其与所述的多样本测试分析数据库及所述的对应机型和工况的仿真分析数据库相连,用于对测试与仿真数据进行综合的分析及评估。

10. 根据权利要求 1 所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其特征在于,所述的风力发电机组样本为新机组样本、运行半年机组样本、运行一年机组的样本、运行两年机组样本及运行两年以上的机组样本。

11. 一种风力发电机组振动与载荷综合评估方法,其特征在于,其包括以下步骤:

步骤 S1:建立某机型风力发电机组的仿真计算模型;

步骤 S2:基于建立的风电发电机组模型,开展与测试相对应的仿真计算与特征分析;

步骤 S3:对同一种机型的风力发电机组进行多样本的振动测试、数据整理、数据挖掘与分析、及特征提取;

步骤 S4:对同一种机型的风力发电机组进行多样本的应变载荷测试、数据整理、数据挖掘与分析、及特征提取;

步骤 S5:综合风力发电机组的振动与载荷仿真计算和多样本现场测试数据支持,建立一完备的风力发电机组的振动与载荷专家系统;

步骤 S6:对被评估风力发电机组展开测试与分析,其包括振动测试分析和载荷测试分析;

步骤 S7:对步骤 S5 建立的风电发电机组振动与载荷专家系统及步骤 S6 的测试与分析结果,对被评估风力发电机组进行转接分析与评估,给出评估结果。

12. 根据权利要求 11 所述的一种风力发电机组振动与载荷综合评估方法,其特征在于,在所述步骤 S2 中,所述的仿真技术基于机组模型在一定工况和控制策略下的振动仿真计算和载荷仿真计算。

一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统及评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电机组可靠性研究与评估技术领域,特别涉及一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统及方法。

背景技术

[0002] 随着风电事业的发展,投产的风电发电机组数量不断增加,机组大型化发展趋势日益明显,风力发电的第三产业即风力发电机组的可靠性研究、设备的运行维护与评估将成为行业新的增长点。在大型设备可靠性研究与评估领域,载荷是设备评估的重要环节。

[0003] 载荷指的是使结构或构件产生内力和变形的外力及其它因素,或习惯上指施加在工程结构上使工程结构或构件产生效应的各种直接作用,其是风力发电机组设计的基础,振动是表征载荷的重要指标。其计算与测试结果将作为结构动力计算、部件强度设计、机械强度设计、机械部件设计、控制策略即控制结构设计的依据。

[0004] 风力发电机组主要零部件(塔筒、叶片、传动链、变桨、偏航系统等)的损坏及失效很大一部分原因是因为对作用在这些部件上的载荷了解的不充分。

[0005] 随着单机容量的增加,大型风力发电机组对载荷控制的要求越来越高,载荷计算方法、结构动力学设计、机械设计、控制策略也不断升级。尤其是海上风力发电机组一般是比较大型的机组,对载荷提出了更高的要求,对大型风电机组各主要部件的载荷进行准确测试、分析和评估,能够为风电机组的结构动力计算、部件强度设计、机械部件设计、控制策略即控制结构设计提供重要依据。

[0006] 因此,如何开发一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,为本领域技术人员的研究方向所在。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的是提供一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统及评估方法,其解决了上述现有技术中所存在的问题。

[0008] 为了达到上述目的,本发明提供一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统,其包括:

[0009] 一风力发电机组模型仿真模块,其用于对风力发电机组模型进行仿真,得到风力发电机组模型仿真数据;

[0010] 一风力发电机组样本评估模块,其用于对风力发电机组样本进行评估,得到风力发电机组样本评估数据;

[0011] 一风力发电机组评估模块,其用于对风力发电机组的振动和载荷进行评估,得到风力发电机组评估数据;

[0012] 一风力发电机组专家分析系统,对所述的风力发电机组样本评估数据、所述的风力发电机组模型仿真数据及所述的风力发电机组评估数据进行分析,得出评估结果。

[0013] 其中,所述的风力发电机组样本评估模块包括:

- [0014] 一风力发电机组多样本振动测试模块,对风力发电机组多个样本进行振动测试;
- [0015] 一风力发电机组多样本应变测试模块,对风力发电机组多个样本进行应变载荷测试;及
- [0016] 一数据分析及特征提取模块,对风力发电机组样本的振动测试数据及应变载荷测试数据进行分析并特征提取。
- [0017] 其中,所述的风力发电机组多样本振动测试模块包括一振动传感器及一信号采集单元,其中,所述的振动传感器对振动信号进行采集,并将振动信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。
- [0018] 其中,所述的风力发电机组多样本应变测试模块包括一应变传感器及一信号采集单元,其中,所述的应变传感器对应变信号进行采集,并将应变信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。
- [0019] 其中,所述的风力发电机组评估模块包括:
- [0020] 一风力发电机组振动测试模块,用于对被评估的风力发电机组进行振动测试;
- [0021] 一风力发电机组应变测试模块,用于对被评估的风力发电机组进行应变载荷测试;及
- [0022] 一数据分析及特征提取模块,对被评估的风力发电机组的振动测试数据及应变载荷测试数据进行分析并特征提取。
- [0023] 其中,所述的风力发电机组振动测试模块包括一振动传感器及一信号采集单元,其中,所述的振动传感器对振动信号进行采集,并将振动信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。
- [0024] 其中,所述的风力发电机组应变测试模块包括一应变传感器及一信号采集单元,其中,所述的应变传感器对应变信号进行采集,并将应变信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元采集该电信号并进行相应的处理。
- [0025] 其中,所述的风力发电机组模型仿真模块为一仿真计算及特征提取模块,用于对风力发电机组模型进行仿真。
- [0026] 其中,所述的风力发电机组专家分析系统包括一风力发电机组振动与载荷专家系统及一风力发电机组振动与载荷专家分析系统;其中所述的风力发电机组振动与载荷专家系统与所述的风力发电机组模型仿真模块及所述的风力发电机组样本评估模块相连,所述的风力发电机组振动与载荷专家分析系统是结合所述风力发电机组振动与载荷专家系统对被测风机发电机组进行综合评估的分析系统。
- [0027] 其中,所述的风力发电机组振动与载荷专家系统包括:
- [0028] 一多样本测试分析数据库,其与所述的风力发电机组样本评估模块相连,用于对风力发电机组多样本进行测试、分析并存储相应的数据;
- [0029] 一对应机型和工况的仿真分析数据库,其与所述的风力发电机组模型仿真模块相连,用于对风力发电机组模型进行仿真分析并存储相应的数据;及
- [0030] 一仿真与测试数据分析相综合的评估单元,其与所述的多样本测试分析数据库及所述的对应机型和工况的仿真分析数据库相连,用于对测试与仿真数据进行综合的分析及评估。
- [0031] 其中,所述的风力发电机组样本为新机组样本、运行半年机组样本、运行一年机组

的样本、运行两年机组样本及运行两年以上的机组样本。

[0032] 为了达到上述目的,本发明还提供一种风力发电机组振动与载荷综合评估方法,其包括以下步骤:

[0033] 步骤 S1:建立某机型风力发电机组的仿真计算模型;

[0034] 步骤 S2:基于建立的风电发电机组模型,开展与测试相对应的仿真计算与特征分析;

[0035] 步骤 S3:对同一种机型的风力发电机组进行多样本的振动测试、数据整理、数据挖掘与分析、及特征提取;

[0036] 步骤 S4:对同一种机型的风力发电机组进行多样本的应变载荷测试、数据整理、数据挖掘与分析、及特征提取;

[0037] 步骤 S5:综合风力发电机组的振动与载荷仿真计算和多样本现场测试数据支持,建立一完备的风力发电机组的振动与载荷专家系统;

[0038] 步骤 S6:对被评估风力发电机组展开测试与分析,其包括振动测试分析和载荷测试分析;

[0039] 步骤 S7:对步骤 S5 建立的风电发电机组振动与载荷专家系统及步骤 S6 的测试与分析结果,对被评估风力发电机组进行转接分析与评估,给出评估结果。

[0040] 其中,在所述步骤 S2 中,所述的仿真技术基于机组模型在一定工况和控制策略下的振动仿真计算和载荷仿真计算。

[0041] 本发明可对大型风电机组各主要部件的载荷进行准确测试、分析和评估,能够为风电机组的结构动力计算、部件强度设计、机械部件设计、控制策略即控制结构设计提供重要依据。

附图说明

[0042] 图 1 为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统组成框图;

[0043] 图 2 为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统一实施例组成框图;

[0044] 图 3 为本发明对风力发电机组样本进行测试的组成框图;

[0045] 图 4 为本发明对风力发电机组进行测试的组成框图;

[0046] 图 5 为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统一实施例示意图;

[0047] 图 6 为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统另一实施例示意图;

[0048] 图 7 为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统示意图;

[0049] 图 8 为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估方法流程图。

[0050] 附图标记说明:1- 风力发电机组振动与载荷综合评估系统;10- 风力发电机组模型仿真模块;11- 风力发电机组模型;20- 风力发电机组样本评估模块;21- 风力发电机组样本;201- 风力发电机组多样本振动测试模块;2011、3011- 振动传感器;2012、3012- 信号采集单元;202- 风力发电机组多样本应变测试模块;2021、3021- 应变传感器;2022、3022- 信号采集单元;203- 数据分析及特征提取模块;30- 风力发电机组评估模块;301- 风力发电机组振动测试模块;302- 风力发电机组应变测试模块;303- 风力发电机组应变测试模块;31- 风力发电机组;40- 风力发电机组专家分析系统;401- 风力发电机组振动与载荷专家系统;4011- 多样本测试分析数据库;4012- 对应机型和工况的仿真分析数据库;

4013- 仿真与测试数据分析相综合的评估单元 ;402- 风力发电机组振动与载荷专家分析系统。

具体实施方式

[0051] 以下结合附图,对本发明上述的和另外的技术特征和优点作更详细的说明。

[0052] 如图 1 所示,为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统组成框图,本发明提供一种风力发电机组振动与载荷综合评估系统 1,其包括一风力发电机组模型仿真模块 10,一风力发电机组样本评估模块 20、一风力发电机组评估模块 30 及一风力发电机组专家分析系统 40,其中,所述的风力发电机组模型仿真模块 10 用于对风力发电机组模型 11 进行仿真,得到一组风力发电机组模型仿真数据 ;所述的风力发电机组样本评估模块 20 用于对风力发电机组样本 21 进行评估,得到一组风力发电机组样本评估数据 ;所述的风力发电机组评估模块 30 用于对风力发电机组 31 进行评估,得到风力发电机组评估数据 ;一风力发电机组专家分析系统 40,对所述的风力发电机组模型仿真数据、所述的风力发电机组样本评估数据及所述的风力发电机组评估数据进行分析,得出评估结果 50。

[0053] 如图 2 所示,为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统一实施例组成框图 ;由此图可知,所述的风力发电机组样本评估模块 20 包括一风力发电机组多样本振动测试模块 201、一风力发电机组多样本应变测试模块 202 及一数据分析及特征提取模块 203,其中,所述的风力发电机组多样本振动测试模块 201 是用于对风力发电机组样本 21 进行振动测试 ;所述的风力发电机组多样本应变测试模块 202 用于对风力发电机组样本 21 进行应变载荷测试 ;所述的数据分析及特征提取模块 203 用于对风力发电机组样本的振动测试数据及应变载荷测试数据进行分析并特征提取。

[0054] 所述的风力发电机组评估模块 30 包括 :一风力发电机组振动测试模块 301,一风力发电机组应变测试模块 302 及一数据分析及特征提取模块 303,所述的风力发电机组振动测试模块 301 用于对被评估的风力发电机组 31 进行振动测试 ;所述的风力发电机组应变测试模块 302 用于对被评估的风力发电机组 31 进行应变载荷测试 ;所述的数据分析及特征提取模块 303 用于对被评估的风力发电机组 31 的振动测试数据及应变载荷测试数据进行分析并特征提取。

[0055] 如图 3 所示,为本发明对风力发电机组样本进行测试的组成框图,所述的风力发电机组多样本振动测试模块 201 包括一振动传感器 2011 及一信号采集单元 2012,所述的振动传感器 2011 是一与被测对象匹配的振动传感器,具有较高的精度,其用于对振动信号进行采集,并将振动信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元 2012 是一精度较高、可编程能力较强的测试信号采集设备,用于采集上述的电信号并进行相应的处理。上述测试的对象是风力发电机组样本 21,所述的风力发电机组样本 21 为风力发电机组的塔筒、叶片和传动系统 (包括 :主轴承、主轴、齿轮箱、联轴器和发电机轴承) 等。

[0056] 所述的风力发电机组多样本应变测试模块 202 包括一应变传感器 2021 及一信号采集单元 2022,所述的应变传感器 2021 是一具有一定测试精度的应变传感器,其用于对应变信号进行采集,并将应变信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元 2022 是一精度较高、可编程能力较强的测试信号采集设备,用于采集上述的电信号并进行相应的处理。上述应变测试的对象是风力发电机组样本 21,所述的风力发电机组样本 21 为风力发电机组

的塔筒、叶片和主轴承等。

[0057] 上述的风力发电机组样本 21 包括有新机组样本、运行半年机组样本、运行一年机组的样本、运行两年机组样本及运行两年以上的机组样本。

[0058] 所述的数据分析及特征提取模块 203 与所述的风力发电机组多样本振动测试模块 201 中的信号采集单元 2012 连接,将信号采集单元 2012 采集的信号进行振动分析和评估有用的特征频率、幅值,及其特征统计量等。

[0059] 所述的数据分析及特征提取模块 203 与所述的风力发电机组多样本应变测试模块 202 中的信号采集单元 2022 连接,将信号采集单元 2022 采集的信号进行振动分析和评估有用的特征频率、幅值,及其特征统计量等。

[0060] 如图 4 所示,为本发明对风力发电机组进行测试的组成框图,所述的风力发电机组振动测试模块 301 包括一振动传感器 3011 及一信号采集单元 3012,所述的振动传感器 3011 是一与被测对象匹配的振动传感器,具有较高的精度,其用于对振动信号进行采集,并将振动信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元 3012 是一精度较高、可编程能力较强的测试信号采集设备,用于采集上述的电信号并进行相应的处理。上述测试的对象是被评估的风力发电机组 31,所述的被评估的风力发电机组 31 为风力发电机组的塔筒、叶片和传动系统(包括:主轴承、主轴、齿轮箱、联轴器和发电机轴承)等。

[0061] 所述的风力发电机组多应变测试模块 302 包括一应变传感器 3021 及一信号采集单元 3022,所述的应变传感器 3021 是一具有一定测试精度的应变传感器,其用于对应变信号进行采集,并将应变信号转换为相应的电信号,所述的信号采集单元 3022 是一精度较高、可编程能力较强的测试信号采集设备,用于采集上述的电信号并进行相应的处理。上述应变测试的对象是被评估的风力发电机组 31,所述的被评估的风力发电机组 31 为风力发电机组的塔筒、叶片和主轴承等。

[0062] 所述的数据分析及特征提取模块 303 与所述的风力发电机组振动测试模块 301 中的信号采集单元 3012 连接,将信号采集单元 3012 采集的信号进行振动分析和评估有用的特征频率、幅值,及其特征统计量等。

[0063] 所述的数据分析及特征提取模块 303 与所述的风力发电机组应变测试模块 302 中的信号采集单元 3022 连接,将信号采集单元 3022 采集的信号进行振动分析和评估有用的特征频率、幅值,及其特征统计量等。

[0064] 如图 5 及 6 所示,分别为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统一实施例示意图、本发明风力发电机组振动与载荷综合评估系统另一实施例示意图。所述的风力发电机组专家分析系统 40 包括一风力发电机组振动与载荷专家系统 401 及一风力发电机组振动与载荷专家分析系统 402,所述的风力发电机组振动与载荷专家系统 401 分别与所述的风力发电机组模型仿真模块 10 及风力发电机组样本评估模块 20 相连,其是基于风电机组模型仿真模块分析与同一机型多样本测试分析相结合而建立的专家系统,其包括一多样本测试分析数据库 4011、一对应机型和工况的仿真分析数据库 4012、一仿真与测试数据分析相综合的评估单元 4013,其中,上述的多样本测试分析数据库 4011 与所述的风力发电机组样本评估模块 20 连接,用于对发电机组多样本进行测试、分析并存储相应的数据;所述的一对应机型和工况的仿真分析数据库 4012 与所述的风力发电机组模型仿真模块 10 连接,用于对风力发电机组模型进行仿真分析并存储相应的数据,所述的仿真与测试数据分

析相综合的评估单元 4013 分别与所述的多样本测试分析数据库 4011 及对所述的应机型和工况的仿真分析数据库 4012 连接,用于对测试与仿真数据进行综合的分析及评估。

[0065] 继续参阅图 6 所示,所述的风力发电机组振动与载荷专家分析系统 402 与所述的仿真与测试数据分析相综合的评估单元 4013 相连,所述的风力发电机组振动与载荷专家分析系统 402 是结合风力发电机组振动与载荷专家系统 401 对被测风机发电机组 31 进行综合评估的分析系统。其对振动与载荷的分析方法主要包括:同工况下仿真与测试的比对分析、时域波形及统计特征量分析、频谱及其统计特征量分析、旋转部件的轴心轨迹分析、针对随机风况的随机共振分析、多样本测试的瀑布图分析、随着机组运行时间的趋势分析、机组及部件运行故障预判分析、部件寿命评估与预测、机组寿命评估与预测等等。

[0066] 综上,本发明是对于振动特征较明显和不便进行应变测试的传动系统,评估系统以振动测试分析与评估为主;对于特征频率较低的大部件(塔筒、叶片和主轴承等),评估系统以应变载荷测试分析与评估为主。

[0067] 因此,本发明中振动评估系统和应变载荷评估系统相辅相成,其仿真、测试与评估方法比较全面地反应了风力发电机组不同部件的载荷信息。机组的模型仿真分析属于机组理论运行状态分析,同机型的多样本测试与对应仿真结合建立的专家系统可得到此机型在其每一个寿命区间内的运行状态,在辅助适当的分析及处理方法,将大大提高其可信度。然后通过通过对被测风电机组在各种工况下的准确测试及分析,结合建立的专家系统定然可知风机及其主要部件的运行状态,并对其进行故障诊断、预测分析、预期寿命分析,为机组及其主要部件的动力学设计、机械强度设计、结构设计和机组的载荷控制策略优化提出客观建议。

[0068] 该风力发电机组的振动与载荷综合评估系统能够准确分析各主要部件的振动与载荷特性,给出以下分析与评估结果(参见图 7 所示)

[0069] 1、准确地评估机组各主要部件运行状态;

[0070] 2、并根据部件的运行状态,进行部件的故障诊断和预测分析;

[0071] 3、根据各主要部件的理论寿命曲线,推测各主要部件的实际预期寿命;

[0072] 4、进而利用失效分析理论计算出机组的预期寿命;

[0073] 5、综合以上结果,给出风力发电机组的载荷分析与评估报告;

[0074] 6、为风力发电机组的动力学设计、机械强度设计、结构设计提出客观建议;

[0075] 7、为风力发电机组的载荷控制策略优化提出客观建议和评估结论。

[0076] 如图 8 所示,为本发明风力发电机组振动与载荷综合评估方法流程图,由此图可知,本发明还提供一种风力发电机组振动与载荷综合评估方法,其包括以下步骤:

[0077] 步骤 S1:建立某机型风力发电机组的仿真计算模型;

[0078] 步骤 S2:基于建立的风电发电机组模型,开展与测试相对应的仿真计算与特征分析;主要包括:基于机组模型在一定工况和控制策略下的振动仿真计算和载荷仿真计算,它们将作为风电机组振动与载荷专家系统的理论参考。

[0079] 步骤 S3:对同一种机型的风力发电机组进行多样本的振动测试、数据整理、数据挖掘与分析、及特征提取等。

[0080] 步骤 S4:对同一种机型的风力发电机组进行多样本的应变载荷测试、数据整理、数据挖掘与分析、及特征提取;

[0081] 步骤 S5 :综合风力发电机组的振动与载荷仿真计算和多样本现场测试数据支持,建立一完备的风力发电机组的振动与载荷专家系统;

[0082] 步骤 S6 :对被评估风力发电机组展开测试与分析,其包括振动测试分析和载荷测试分析。

[0083] 步骤 S7 :对步骤 S5 建立的风电发电机组振动与载荷专家系统及步骤 S6 的测试与分析结果,对被评估风力发电机组进行转接分析与评估,给出评估结果。

[0084] 得出的评估结果主要包括:

[0085] 1、准确地评估机组各主要部件运行状态;

[0086] 2、并根据部件的运行状态,进行部件的故障诊断和预测分析;

[0087] 3、根据各主要部件的理论寿命曲线,推测各主要部件的实际预期寿命;

[0088] 4、进而利用失效分析理论计算出机组的预期寿命;

[0089] 5、综合以上结果,给出风力发电机组的载荷分析与评估报告;

[0090] 6、为风力发电机组的动力学设计、机械强度设计、结构设计提出客观建议;

[0091] 7、为风力发电机组的载荷控制策略优化提出客观建议和评估结论。

[0092] 综上所述,本发明可对大型风电机组各主要部件的载荷进行准确测试、分析和评估,能够为风电机组的结构动力计算、部件强度设计、机械部件设计、控制策略即控制结构设计提供重要依据。

[0093] 以上说明对本发明而言只是说明性的,而非限制性的,本领域普通技术人员理解,在不脱离以下所附权利要求所限定的精神和范围的情况下,可做出许多修改,变化,或等效,但都将落入本发明的保护范围内。

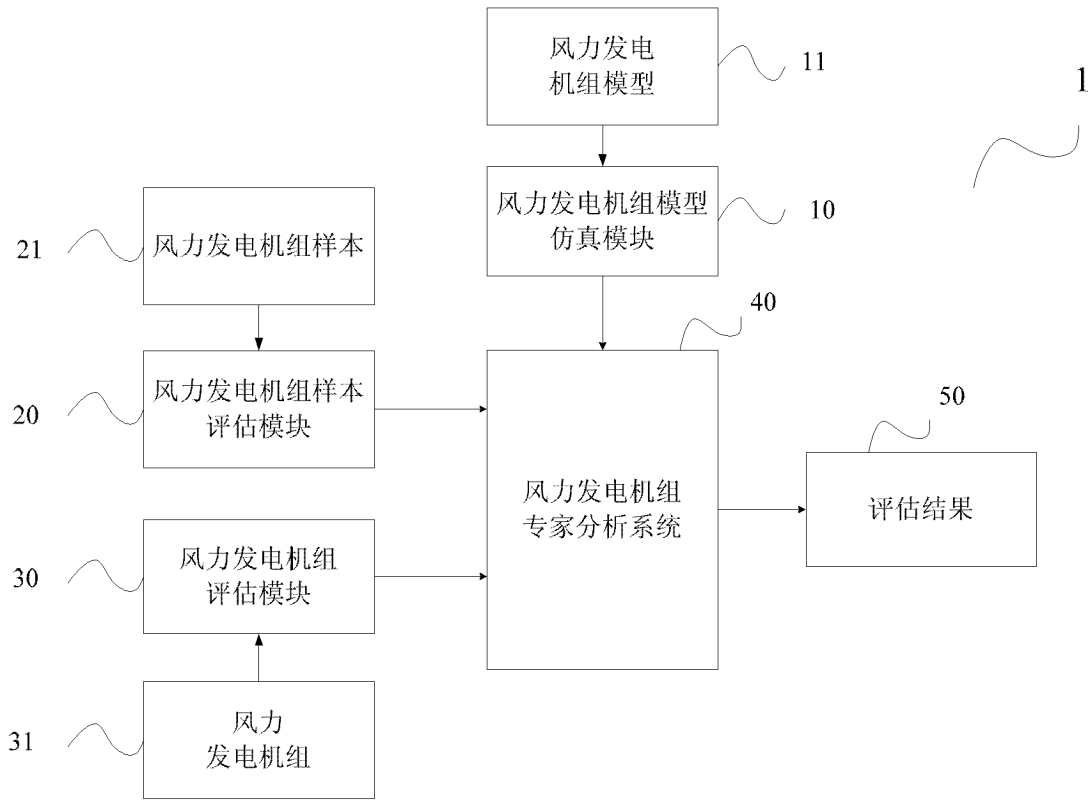


图 1

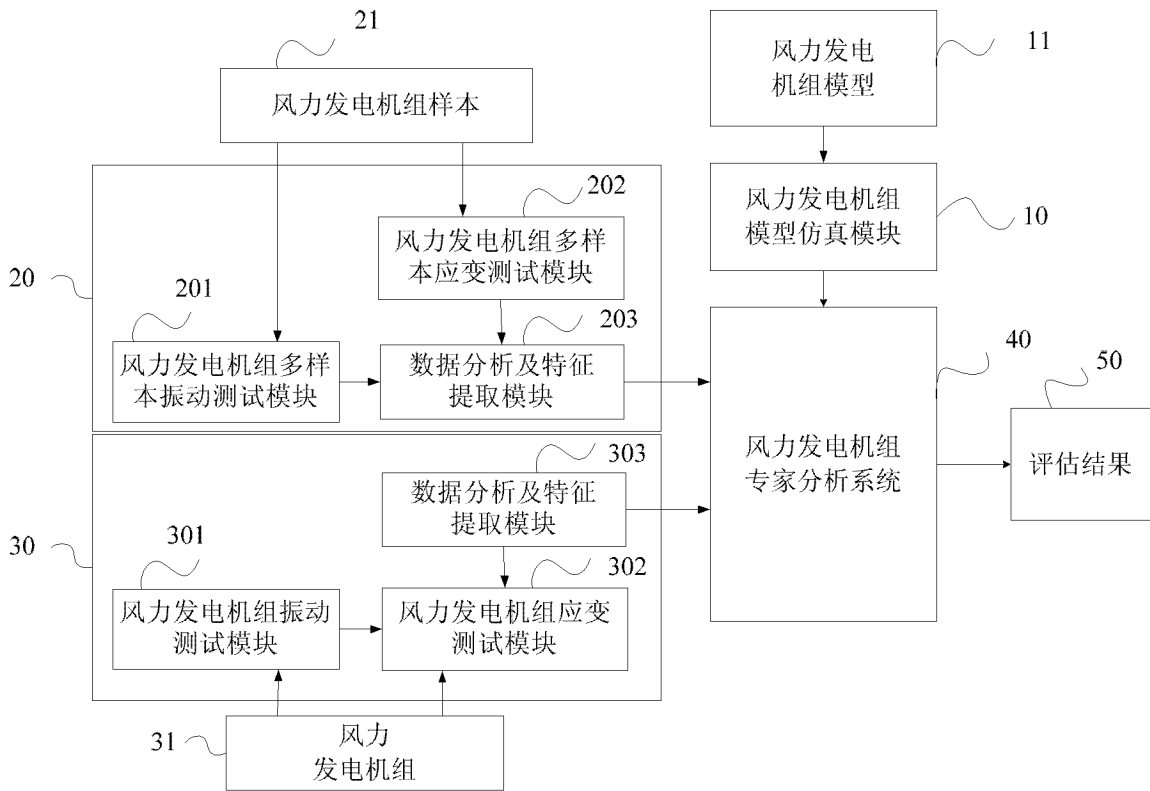


图 2

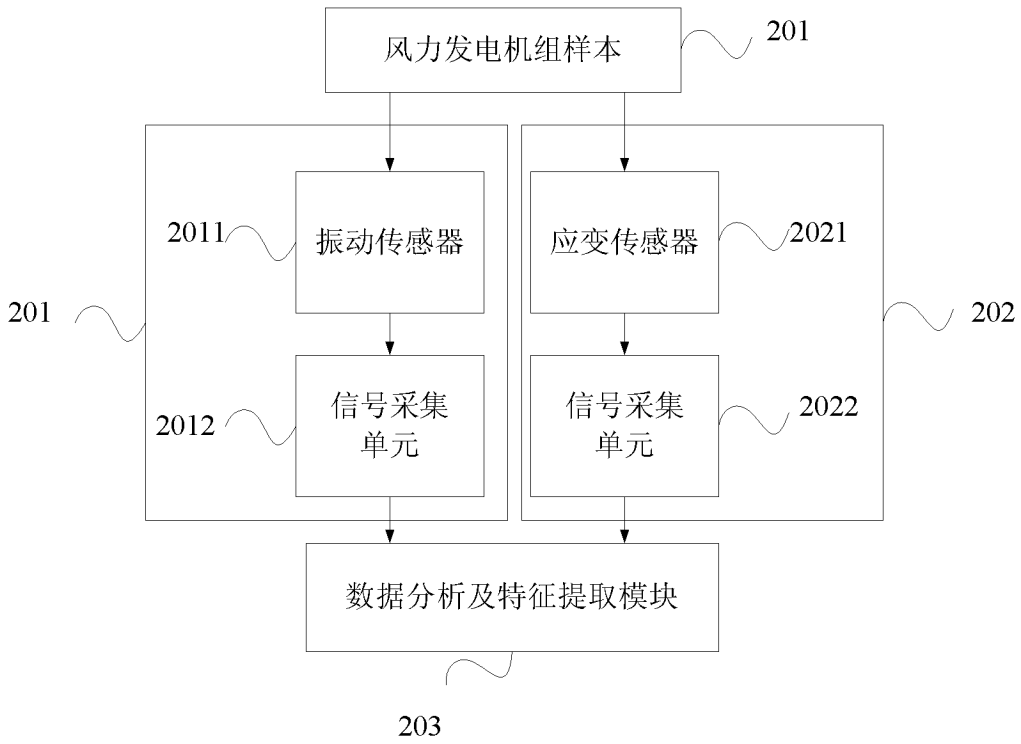


图 3

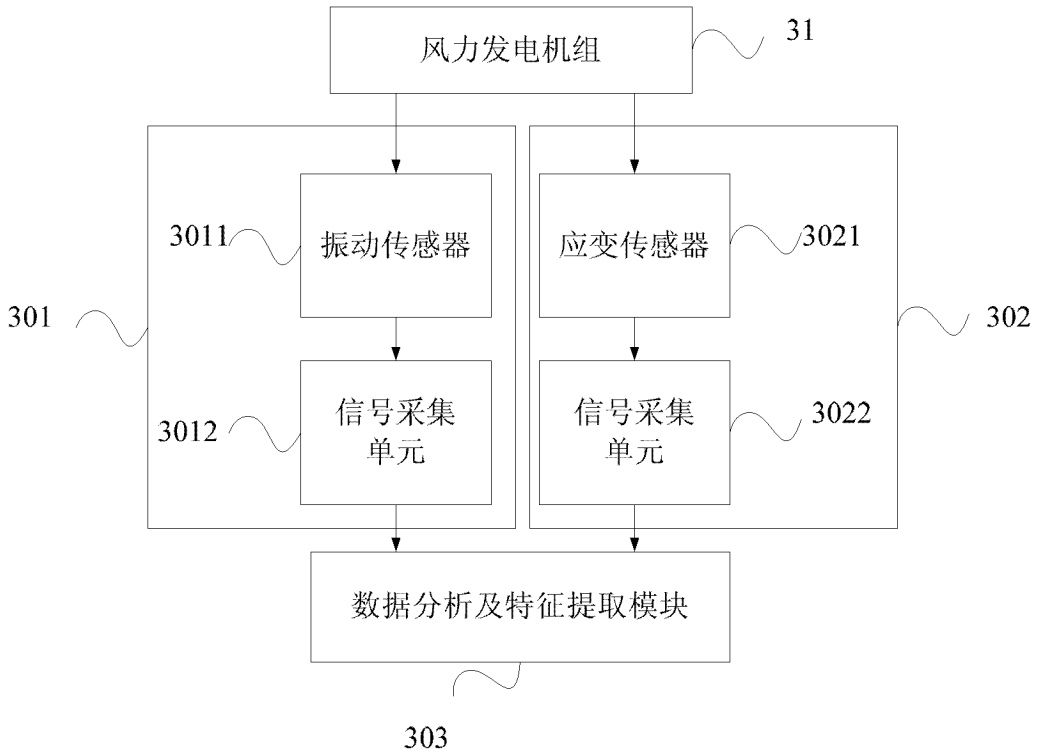


图 4

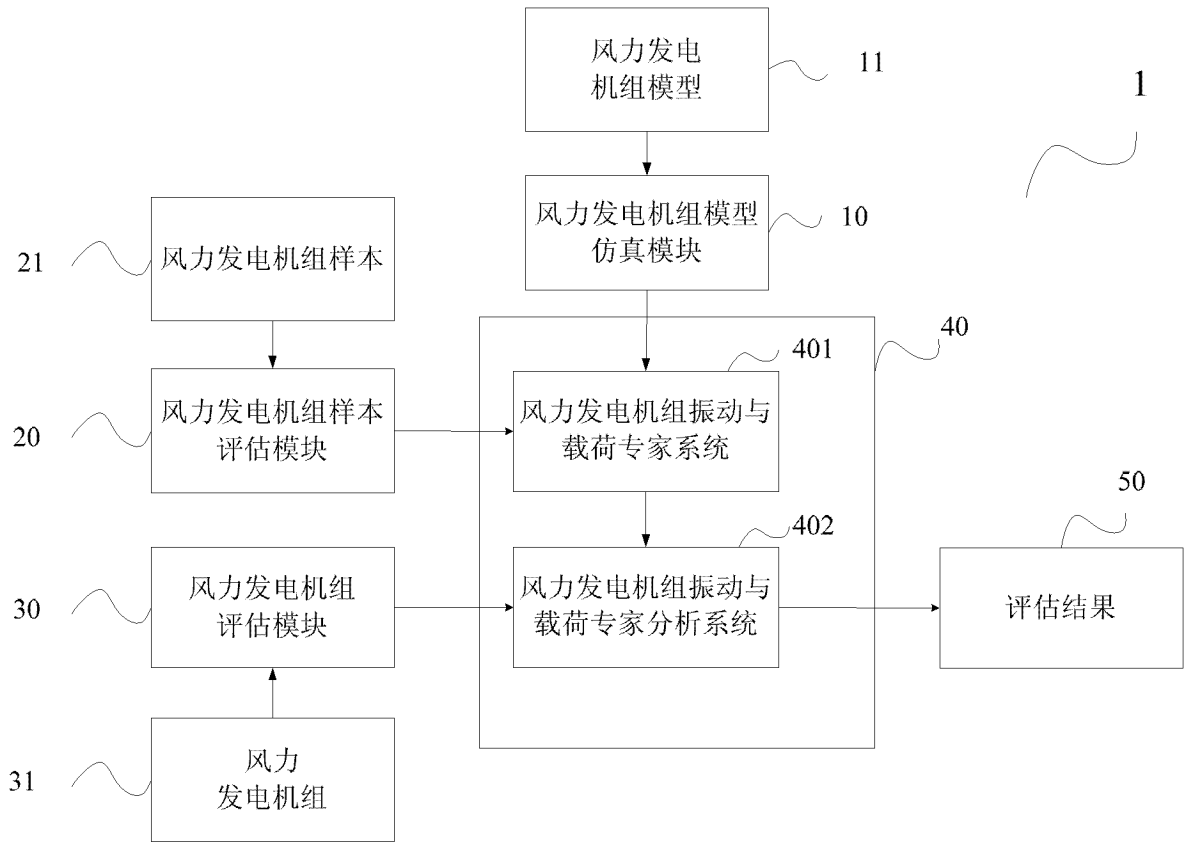


图 5

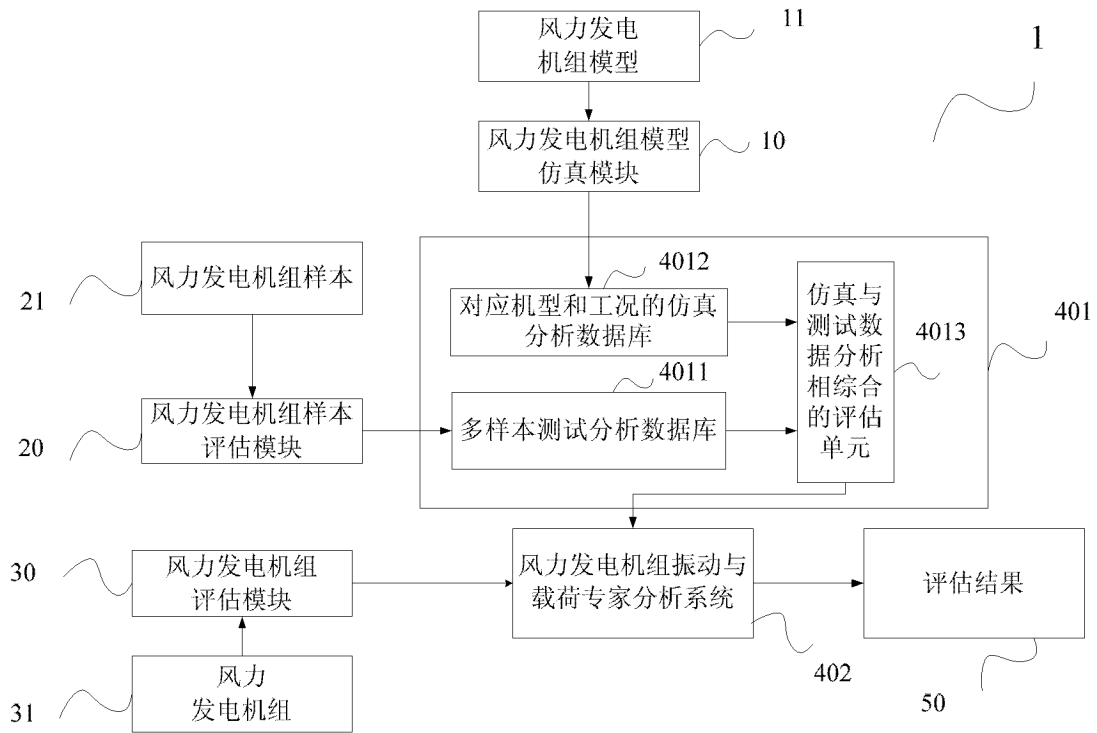


图 6

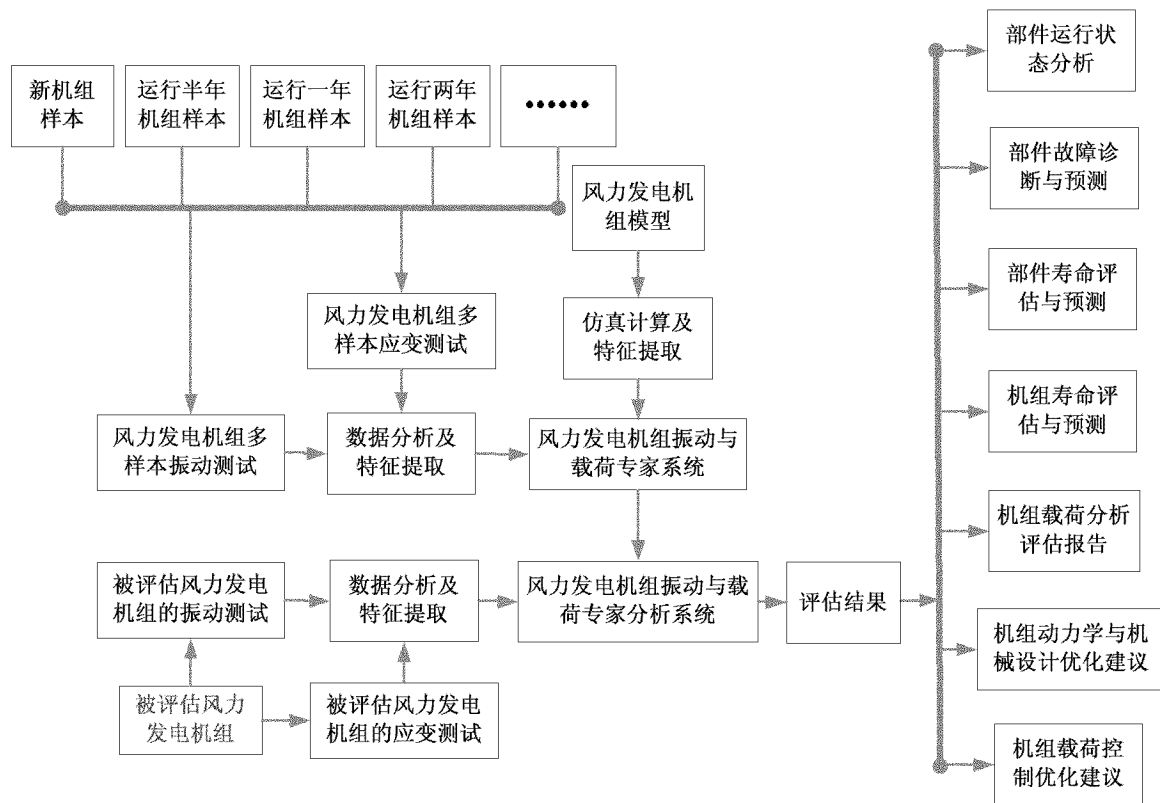


图 7

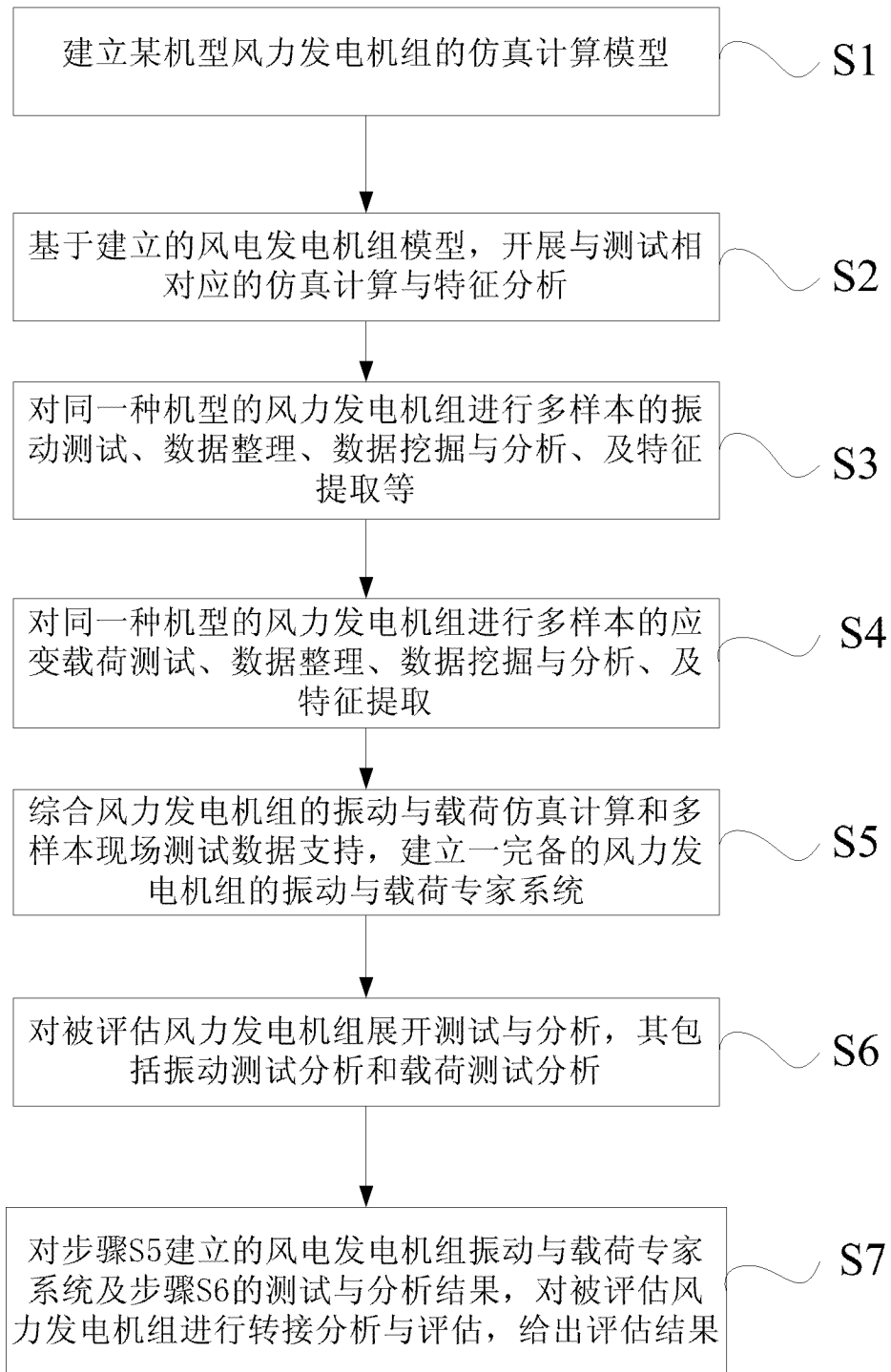


图 8