



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106842985 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201710057794.9

(22)申请日 2017.01.23

(71)申请人 浙江运达风电股份有限公司

地址 311106 浙江省杭州市杭州余杭经济
技术开发区(钱江经济开发区)顺风路
558号

(72)发明人 朱长江 史晓鸣 许国东 毛秋连
王贵子 陈星星 于海舒 娄尧林
陈凯 邱建中

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务有限
公司 33241

代理人 王利强

(51)Int.Cl.

G05B 17/02(2006.01)

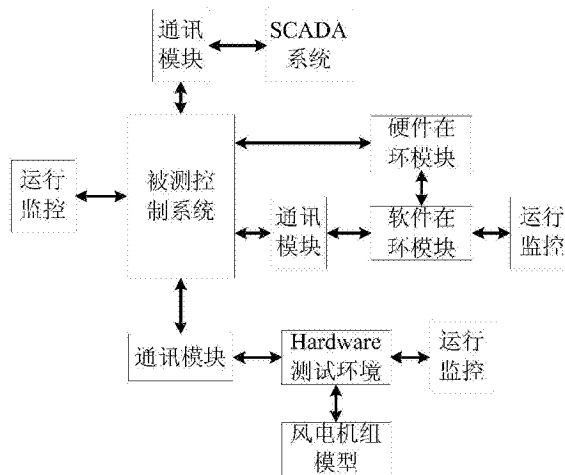
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于软硬件在环的风电机组控制系统软件
测试方法及装置

(57)摘要

一种基于软硬件在环的风电机组控制系统
软件测试方法,加载实际的风电机组模型,选择
被测的控制系统,加载并运行被测的控制系统
软件和软件模拟仿真系统,选择被测系统对应
的变桨系统与变流器系统,设置通讯方式、通
讯协议和通讯地址,运行测试环境,加载被测
控制系统软件对应的测试配置文件,设置测试
环境与风机模型交互的接口与数据,运行测试
环境中设置好的测试案列与流程,分别开展各
个部件逻辑测试,运行测试环境中设置好的测
试工况与测试流程,并开展整机测试,自动保
存测试数据,按照预定的规格自动形成测试报
告,并提交审核,保存故障数据形式故障报告。
以及一种风电机组控制系统软件测试装置。本
发明可靠性好高、测试较为全面和系统。



1. 一种基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,其特征在于:所述测试方法包括以下步骤:

A. 加载实际的风电机组模型,根据测试目的,设置测试风况,然后进入步骤B;

B. 选择被测的控制系统,加载并运行被测的控制系统软件,若加载成功进入步骤C,若加载失败则直接进入步骤I;

C. 加载与运行软件模拟仿真系统,选择被测系统对应的变桨系统与变流器系统,设置通讯方式、通讯协议和通讯地址,若加载成功进入步骤D,若加载失败则直接进入步骤I;

D. 运行Hardware test测试环境,加载被测控制系统软件对应的测试配置文件,加载成功进入步骤E,若加载失败则直接进入步骤I;

E. 设置测试环境Hardware test与风机模型交互的接口与数据,完成后进入步骤F;

F. 运行Hardware test测试环境中设置好的测试案列与流程,利用测试平台的硬件输入与输出,分别开展各个部件逻辑测试,若各部件测试成功进入步骤G,若测试失败则直接进入步骤I;

G. 运行Hardware test测试环境中设置好的测试工况与测试流程,并利用测试平台的硬件输入与输出,开展整机测试,若测试成功进入步骤H,若测试失败则直接进入步骤I;

H. 自动保存测试数据,按照预定的规格,自动形成测试报告,并提交审核,然后进入步骤J;

I. 保存故障数据,形式故障报告,然后进入步骤J;

J. 断开所有的连接,退出整个测试系统。

2. 如权利要求1所述的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,其特征在于:通过软件在环仿真模块与硬件在环仿真模块,在办公室环境下全面准确地模拟一台实际的风电机组各个部件,为控制系统软件全面测试提供测试环境。

3. 如权利要求1或2所述的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,其特征在于:所述步骤A中,所述的风电机组模型是GH Bladed生成的风电机组设计模型。

4. 如权利要求1或2所述的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,其特征在于:所述步骤B中,控制系统包括MITA控制系统、倍福控制系统或ABB控制系统。

5. 如权利要求1或2所述的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,其特征在于:所述步骤F中,逻辑测试包括变流器各个逻辑及其状态机测试、变桨系统各个逻辑及其状态机测试、齿轮箱各个逻辑及其状态机测试、偏航系统各个逻辑及其状态机测试、发电机系统各个逻辑及其状态机测试。

6. 如权利要求1或2所述的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,其特征在于:所述步骤G中,整机测试包括大小风启机测试、并网测试、有功无功控制测试、低电压穿越测试、高电压穿越测试、惯量响应测试、功率曲线测试、各个停机逻辑测试以及与SCADA的通讯测试。

7. 一种应用如权利要求1所述的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法的测试装置,其特征在于:包括软件在环仿真模块、硬件在环仿真模块以及与被测控制系统连接的多个数据通讯模块,

所述软件在环仿真模块,选择被测控制系统软件对应的变桨系统与变流器系统;

所述硬件在环仿真模块和软件在环仿真模块模拟风电机组各个部件行为逻辑;

所述软件在环仿真模块包括故障分析模块和监控模块；
与被测控制系统连接的数据通讯模块支持多种通讯协议。

基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风电机组控制系统软件测试方法及装置。

背景技术

[0002] 风力发电产业作为新能源行业和国家重大装备行业,近年来得到快速发展,其质量越来越受到整机厂家与业主的高度重视。特别是在度电成本要求逐渐下降的大背景下,产品质量被整机厂家视为核心竞争力之一。控制系统作为风电机组控制大脑,其质量直接决定了产品的质量和可靠性。传统的控制系统软件测试方式有两种,一种是办公室软件仿真测试,另外一种是在批量机组上的验证测试,前者主要侧重于算法参数的仿真,或者通过部分硬件或少量接口软件的方式对机组部分逻辑控制进行测试,由于缺乏整体性与系统性,导致测试结果可靠性不高;后者是通过风电机组现场调试完成后,在机组调试中完成控制软件测试,但该测试无法满足现有批量化生产要求。

[0003] 由此可见,现有的控制系统软件测试方法及其装置难以满足行业发展需要,亟待加以进一步改进。如何能创设一种新的控制系统软件测试方法及其装置,能够在办公室环境下全面准确地模拟控制系统软件测试环境,实属当前重要研发课题之一。

发明内容

[0004] 为了克服已有控制系统软件测试方法的可靠性较低、测试不够全面和系统的不足,本发明提供一种可靠性好高、测试较为全面和系统的基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法及装置,能够在办公室环境下全面准确地模拟一台实际的风电机组各个部件,为控制系统软件全面测试提供了测试环境。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,包括以下步骤:

[0007] A. 加载实际的风电机组模型,根据测试目的,设置测试风况,然后进入步骤B;

[0008] B. 选择被测的控制系统,加载并运行被测的控制系统软件,若加载成功进入步骤C,若加载失败则直接进入步骤I;

[0009] C. 加载与运行软件模拟仿真系统,选择被测系统对应的变桨系统与变流器系统,设置通讯方式、通讯协议和通讯地址,若加载成功进入步骤D,若加载失败则直接进入步骤I;

[0010] D. 运行Hardware test测试环境,加载被测控制系统软件对应的测试配置文件,加载成功进入步骤E,若加载失败则直接进入步骤I;

[0011] E. 设置测试环境Hardware test与风机模型交互的接口与数据,完成后进入步骤F;

[0012] F. 运行Hardware test测试环境中设置好的测试案列与流程,利用测试平台的硬件输入与输出,分别开展各个部件逻辑测试,若各部件测试成功进入步骤G,若测试失败则直接进入步骤I;

[0013] G.运行Hardware test测试环境中设置好的测试工况与测试流程,并利用测试平台的硬件输入与输出,开展整机测试,若测试成功进入步骤H,若测试失败则直接进入步骤I;

[0014] H.自动保存测试数据,按照预定的规格,自动形成测试报告,并提交审核,然后进入步骤J;

[0015] I.保存故障数据,形式故障报告,然后进入步骤J;

[0016] J.断开所有的连接,退出整个测试系统。

[0017] 进一步,通过软件在环仿真模块与硬件在环仿真模块,在办公室环境下全面准确地模拟一台实际的风电机组各个部件,为控制系统软件全面测试提供测试环境。

[0018] 再进一步,所述步骤A中,所述的风电机组模型是GH Bladed生成的风电机组设计模型。

[0019] 所述步骤B中,控制系统包括MITA控制系统、倍福控制系统或ABB控制系统。

[0020] 所述步骤F中,逻辑测试包括变流器各个逻辑及其状态机测试、变桨系统各个逻辑及其状态机测试、齿轮箱各个逻辑及其状态机测试、偏航系统各个逻辑及其状态机测试、发电机系统各个逻辑及其状态机测试。

[0021] 所述步骤G中,整机测试包括大小风启机测试、并网测试、有功无功控制测试、低电压穿越测试、高电压穿越测试、惯量响应测试、功率曲线测试、各个停机逻辑测试以及与SCADA的通讯测试。

[0022] 所述的风电机组模型是真实的设计模型,所采用的控制算法是实际风机运行所采用的算法,被测控制软件是实际的实际风机运行控制系统。

[0023] 所述的风况模型的风况数据即可以来自现场的实际数据,也可以来自GH Bladed软件生成的风况数据。

[0024] 风电机组各个部件均采用等效功能的软件或硬件来模拟,以保障在办公室环境下能够准确地模拟一台实际的风电机组,为控制系统软件全面测试提供了测试环境。

[0025] 变桨系统与变流器系统均采用软件模型进行模拟,不仅可以提高软件测试效率,而且能够准确测试各自的行为逻辑以及与控制系统配合执行情况。

[0026] 偏航系统采用软硬件模型进行模拟,不仅能够准确测试风电机组实际左右对风控制策略、偏航解缆控制策略与偏航标定控制策略等,而且还能动态显示风电机组偏航对风过程。

[0027] 变桨系统软件模型可以模拟国内整机厂家所采用主流的各种变桨系统,如SSB基于直流设计的DGNR和DCtrans变桨系统、SSB基于交流设计MPC变桨系统、以及Atech交流变桨系统、Windey交流变桨系统、能建交流变桨系统等。

[0028] 变流器系统软件模型可以模拟国内整机厂家所采用主流的各种双馈变流器系统,如禾望各功率等级的双馈变流器、艾默生各功率等级的双馈变流器、海德各功率等级的双馈变流器以及ABB各功率等级的双馈变流器等。

[0029] 所述的控制系统软件测试方法及其装置不仅可以满足不同兆瓦级机型的软件测试,如1.5MW、2.0MW、2.5MW、3.0MW以及5MW等,而且可以满足不同硬件控制器对应软件测试,如MITA控制器、倍福控制器与ABB控制器等。

[0030] 测试环境中设置好的测试案列与流程可以二次开发,并可以持续完善。

[0031] 一种基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试装置,包括软件在环仿真模块、硬件在环仿真模块以及与被测控制系统连接的多个数据通讯模块,

[0032] 所述软件在环仿真模块,选择被测控制系统软件对应的变桨系统与变流器系统;

[0033] 所述硬件在环仿真模块和软件在环仿真模块模拟风电机组各个部件行为逻辑;

[0034] 所述软件在环仿真模块包括故障分析模块和监控模块;

[0035] 与被测控制系统连接的数据通讯模块支持多种通讯协议。

[0036] 本发明的有益效果主要表现在:

[0037] 1、实现风电机组控制系统软件测试的规范化与自动化,减少人为因素对测试质量的影响。

[0038] 2、从安全性、可靠性、成本合理上考虑,风电机组控制系统软件测试系统有效地缩短开发时间和降低成本的同时提高控制软件质量,降低风电机组运行风险。

[0039] 3、实现控制系统软件全面测试,包括偏航、齿轮箱、发电机、变桨系统与变流器等部件的测试。

[0040] 4、能快速验证控制逻辑合理性和软件的正确性,保障出厂控制系统软件的质量,且测试效率高、成本低,易于推广。

附图说明

[0041] 图1是本发明一种风电机组控制系统软件测试装置模块组成示意图。

[0042] 图2是一种风电机组控制系统软件测试方法的流程示意图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0044] 参照图1和图2,一种基于软硬件在环的风电机组控制系统软件测试方法,风电机组控制系统软件测试系统是在办公室环境下通过硬件在环模块与软件在环模块模拟一台的风电机组各个部件特性和行为,通过Hardware测试环境,实时读取风电机组在特定工况下气动特性,并传入到控制器内部;通过Hardware测试环境中设置好的测试案列与流程,执行控制系统软件控制逻辑与控制流程,并把主控相关输出风电机组模型,如转矩给定与桨距角给定,从而实现对被测机组控制系统软件进行全面的、系统、准确的测试。

[0045] 所述测试方法包括以下步骤:

[0046] A. 加载实际的风电机组设计模型,如GH Bladed模型,根据测试目的,设置测试工况,然后进入步骤B;

[0047] B. 选择被测的控制系统,如MITA控制系统、倍福控制系统、ABB控制系统等,加载并运行被测的控制系统软件,若加载成功进入步骤C,若加载失败则直接进入步骤I;

[0048] C. 加载与运行软件模拟仿真系统,选择被测系统对应的变桨系统与变流器系统,设置通讯方式、通讯协议和通讯地址,若加载成功进入步骤D,若加载失败则直接进入步骤I;

[0049] D. 运行Hardware test测试环境,加载被测控制系统软件对应的测试配置文件,加载成功进入步骤E,若加载失败则直接进入步骤I;

[0050] E. 设置测试环境Hardware test与风机模型交互的接口与数据,完成后进入步骤

F;

[0051] F.运行设置好的测试案列与流程,利用测试平台的硬件输入与输出,分别开展各个部件逻辑测试,如变流器各个逻辑及其状态机测试、变桨系统各个逻辑及其状态机测试、齿轮箱各个逻辑及其状态机测试、偏航系统各个逻辑及其状态机测试、发电机系统各个逻辑及其状态机测试等,若各部件测试成功进入步骤G,若测试失败则直接进入步骤I;

[0052] G.运行设置好的测试工况与测试流程,并利用测试平台的硬件输入与输出,开展整机测试,如大小风启机测试、并网测试、有功无功控制测试、低电压穿越测试、高电压穿越测试、惯量响应测试、各个停机逻辑测试以及与SCADA的通讯测试等,若测试成功进入步骤H,若测试失败则直接进入步骤I;

[0053] H.自动保存测试数据,按照预定的规格,自动形成测试报告,并提交审核,然后进入步骤J;

[0054] I.保存故障数据,形式故障报告,然后进入步骤J;

[0055] J.断开所有的连接,退出整个测试系统;

[0056] 风电机组模型是通过GH Bladed软件搭建的风电机组实际设计模型,该模型包含叶片、塔筒、齿箱、发电机、变流器等部件的主要参数,如发电机的功率、并网转速、额定转速、叶片模型、最优桨距角、最优模态增益、塔筒的高度、重量等,并包括了被测对象输入给风电机组模型的输入参数和风电机组模型输入给被测对象的输出参数。

[0057] 控制系统包括控制系统软件、控制器模块、控制算法、风电机组模型输入给被测对象的输入参数和被测对象输入给风电机组模型的输出参数。

[0058] 一种应用上述方法的风电机组控制系统软件测试装置,包括软件在环仿真模块、硬件在环仿真模块、与被测控制系统连接的多个数据通讯模块和多个运行监控模块。

[0059] 软件在环仿真模块用于模拟风电机组具有复杂行为逻辑与复杂控制逻辑的部件,如变流器系统、变桨系统,偏航、齿轮箱润滑与电网等。

[0060] 硬件在环仿真模块用于模拟风电机组相关部件简单逻辑与信号输入,如安全链、齿轮箱压差、油位、发电机绕组温度、发电机防雷等

[0061] 数据通讯模块用于实现软件在环仿真模块与被测PLC之间的数据交换,如桨距角给定与反馈、变桨内部状态、转矩给定与反馈、机组有功与无功、变流器内部状态等;以及实现风电机组模型与被测PLC之间的数据交换,如机组风速、发电机转速、风速转速、主控给定的桨距角以及转矩给定等;并且实现SCADA系统与被测PLC之间的数据交换。

[0062] 本装置可与风电机组PLC的运行状态监测模块、故障分析模块连接,通过运行监控模块,实时监测、分析整个仿真过程,如风电机组模型输入与输出数据、软件在环模块输出与输入数据等

[0063] 本发明采用了风电机组控制系统软件测试方法,通过模拟风电机组的各个部件特性与运行,不仅验证控制算法设计的正确性,重现特殊工况下风机的运行情况,还可以测试各个部件的行为逻辑以及整机控制逻辑,尤其是变流器、变桨系统与控制系统之间的配合逻辑。

[0064] 本发明采用了风电机组控制系统软件测试方法,通过Hardware测试环境设置好的测试案列与流程,还可以测试风电机组各个状态码告警条件、参数的设置、风电机组启停机、高电压穿越、低电压穿越、一次调频测试以及有功与无功测试等

[0065] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,本领域技术人员利用上述揭示的技术内容做出些许简单修改、等同变化或修饰,均落在本发明的保护范围内。

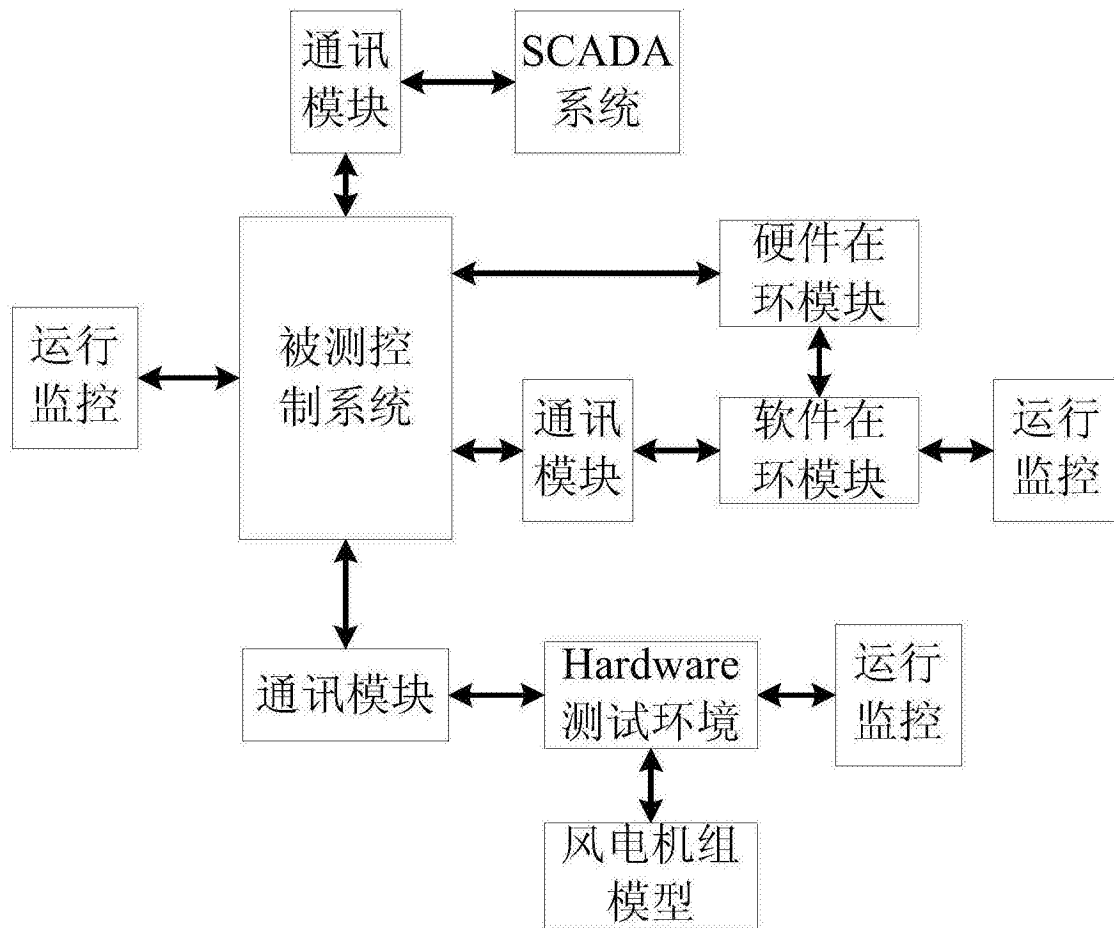


图1

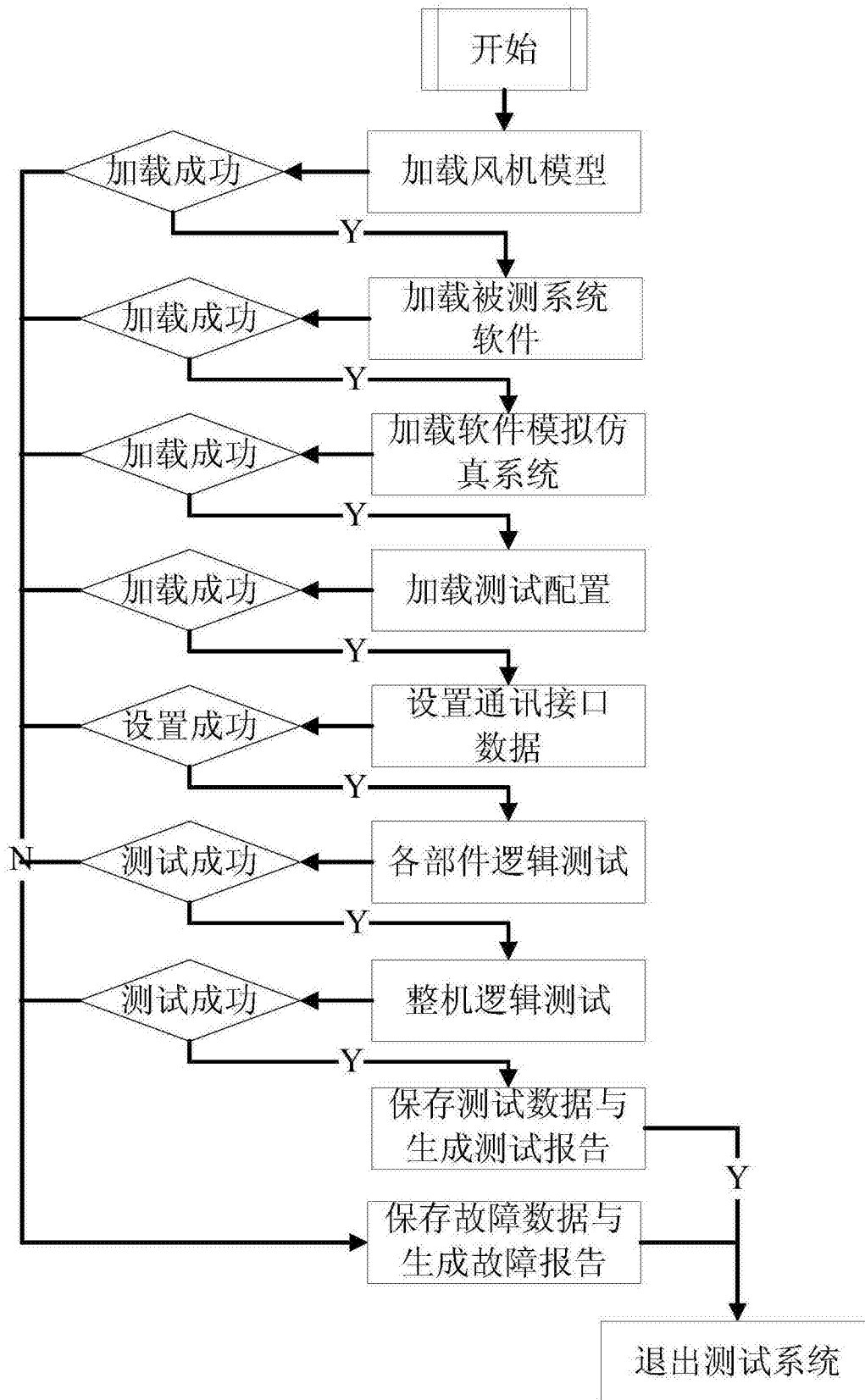


图2