

前 言

本标准是根据 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》要求编写的。

本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会归口。

本标准由中国科学院电工研究所负责起草。

本标准主要起草人：赵斌、陆虎瑜、武鑫、鄂春良。

风力发电机组 控制器 试验方法

1 范围

本标准规定了并网型风力发电机组控制器试验条件、试验方法及试验报告编写要求。

本标准适用于与电网并联运行、采用异步发电机的定桨距、失速型风力发电机组控制系统及安全系统试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.53—2001 电工术语 风力发电机组(idt IEC 60050-415:1999)

GB/T 19069—2003 风力发电机组 控制器 技术条件

GB/T 18451.2—2003 风力发电机组 功率特性试验

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验(idt IEC 60664-1:1992)

GB/T 17949.1—2000 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：常规测量

GB/T 17627.1—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第1部分：定义和试验要求(eqv IEC 61180-1:1992)

GB/T 17627.2—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第2部分：测量系统和试验设备(eqv IEC 61180-2:1994)

JB/T 7879—1999 风力机械 产品型号编制规则

3 术语和定义

GB/T 2900.53—2001 和 GB/T 19069—2003 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

外场联机试验 field test with turbine

在自然风况下，在已安装并调试完毕的风力发电机组上，针对控制器和安全系统所进行的功能试验。

3.2

试验台 test-bed

用于对风力发电机组的控制器和安全系统进行功能试验的成套设备。该试验台主要由试验台架、可变速原动机、人工气流源、试验变压器、负载(电力网)、监控及数据处理系统等组成。

3.3

台架试验 test on bed

将已安装并调试完毕的机舱固定在试验台上，将主回路、控制回路与机舱内的相应机构及传感器相联接。以原动机(例如电动机)代替自然风况下风轮产生的扭矩，用人工气流改变风速传感器指示值。采用上述设备和方法对风力发电机组所进行的试验称为台架试验。

4 缩略语

机组

风力发电机组。

面板

操作面板。

5 试验目的

验证机组控制系统及安全系统是否满足相关技术条件规定或设计规范要求。

6 试验条件

6.1 试验环境

进行并网型机组控制器及安全系统外场联机试验,其场地选择应满足 GB/T 18451.2 对场地的要求。

6.2 试验准备

6.2.1 被试验机组应附带 GB/T 19069 规定的技术文件。

6.2.2 被试验机组安装调试完毕,经检验应符合有关标准的要求。

6.2.3 检查装于被试验机组上的各类传感器及其安装规程是否符合其本身的标准规定,其性能和精度是否满足系统检测、控制和安全保护要求。

6.2.4 控制器出厂前已调试完毕,各项参数符合相关机组控制与监测要求;各类传感器调整完毕,整定值亦符合相关机组检测与保护要求。

6.2.5 当机组出厂前进行控制器试验时,宜使用试验台进行机舱台架试验。

6.3 测量仪器

试验用仪器、仪表应在计量部门检定有效期内,允许有一个二次校验源(制造厂或标准计量单位)进行校验。所需试验仪器、仪表见附录 A。

7 试验内容和方法

7.1 一般检验

7.1.1 一般检查

主要检查电器零件、辅助装置的安装、接线以及柜体质量是否符合相关标准和图纸的规定。

7.1.2 电气安全检验

主要包括:控制柜和机舱控制箱等电气设备的绝缘水平检验、接地系统检查和耐压试验。上述各项检查与试验分别遵照 GB/T 16935.1、GB/T 17949.1、GB/T 17627.1 和 GB/T 17627.2 要求进行。

7.2 控制功能试验

7.2.1 面板监控功能试验

依照试验机组“操作说明书”的要求和步骤,进行下列试验:

a) 机组运行状态参数的显示、查询、设置及修改

通过面板显示屏查询或修改机组的运行状态参数;

b) 人工启动

1) 启动:通过面板相应的功能键命令试验机组启动,观察发电机并网过程是否平稳;

2) 立即启动:通过面板相应的功能键命令试验机组立即启动,观察发电机并网过程是否平稳;

c) 人工停机

在试验机组正常运行时,通过面板相应的功能键命令机组正常停机,观察风轮叶片扰流板是否甩出,机械制动闸动作是否有效;

d) 面板控制的偏航

在试验机组正常运行时,通过相应的功能键命令试验机组执行偏航动作,观察偏航过程中机组运行是否平稳;

e) 面板控制的解缆

通过面板相应的功能键进行人工扭缆及解缆操作。

7.2.2 自动监控功能试验

依据试验机组“操作说明书”的要求和步骤,进行下列试验:

a) 自动启动

在适合的风况下,观察机组启动时发电机并网过程是否平稳;

b) 自动停机

在适合的风况下,观察机组停机时发电机脱网过程是否平稳;

c) 自动解缆

在出现扭缆故障的情况下,观察机组自动解缆过程是否正常;

d) 自动偏航

在适合的风向变化情况下,观察机组自动偏航过程是否正常。

7.2.3 机舱控制功能试验

依照试验机组“操作说明书”的要求和步骤,进行下列试验:

a) 人工启动

1) 通过机舱内设置的相应功能键命令试验机组启动,观察发电机并网过程是否平稳;

2) 通过机舱内设置的相应功能键命令试验机组立即启动,观察发电机并网过程是否平稳;

b) 人工停机

在试验机组正常运行时,通过机舱内设置的相应功能键命令机组正常停机,观察风轮叶片扰流板是否甩出,机械制动闸动作是否有效;

c) 人工偏航

在试验机组正常运行时,通过机舱内设置的偏航按钮命令试验机组执行偏航动作,观察偏航过程机组运行是否平稳;

d) 人工解缆

在出现扭缆故障的情况下,通过机舱相应的功能按钮进行人工解缆操作。

7.2.4 远程监控功能试验

a) 远程通讯

在试验机组正常运行时,通过远程监控系统与试验机组的通讯过程,检查上位机收到的机组运行数据是否与下位机显示的数据一致;

b) 远程启动

将试验机组设置为待机状态,通过远程监控系统对试验机组发出启动命令,观察试验机组启动的过程是否满足人工启动要求;

c) 远程停机

在试验机组正常运行时,通过远程监控系统对试验机组发出启动命令,观察试验机组是否执行了与面板人工停机相同的停机程序;

d) 远程偏航

在试验机组正常运行时,通过远程监控系统对试验机组发出偏航命令,观察试验机组是否执行了与面板人工偏航相同的偏航动作。

7.3 安全保护试验

7.3.1 风轮转速超临界值

模拟方法:启动小电机,拨动叶轮过速模拟开关,使其从常闭状态断开,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.2 机舱振动超极限值

模拟方法:分别拨动摆锤振动开关常开、常闭触点的模拟开关,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.3 过度扭缆(模拟试验法)

模拟方法:分别拨动扭缆开关常开、常闭触点的模拟开关,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.4 紧急停机

模拟方法:按下控制柜上的紧急停机开关或机舱里的紧急停机开关,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.5 二次电源失效

模拟方法:断开二次电源,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.6 电网失效

模拟方法:在机组并网运行时,在发电机输出功率低于额定值的 20% 的情况下,断开主回路空气开关,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.7 制动器磨损

模拟方法:拨动制动器磨损传感器限位开关,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.8 风速信号丢失

模拟方法:在机组并网运行时,断开风速传感器的风速信号,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.9 风向信号丢失

模拟方法:在机组并网运行时,断开风速传感器的风向信号,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.10 大电机并网信号丢失

模拟方法:大电机并网接触器吸合后,将接触器的反馈信号线断开,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.11 小电机并网信号丢失

模拟方法:小电机并网接触器吸合后,将接触器的反馈信号线断开,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.12 晶闸管旁路信号丢失

模拟方法:晶闸管旁路接触器吸合后,将接触器的反馈信号线断开,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.13 1号制动器故障

模拟方法:强制松开高速刹车,相应的同步触点吸合后拨动刹车释放传感器的模拟开关,观察停机过程和故障报警状态。

7.3.14 2号制动器故障

模拟方法同 7.3.13。

7.3.15 叶尖压力开关动作

模拟方法:拨动叶尖压力开关,观察正常停机过程。

7.3.16 齿轮箱油位低

模拟方法:模拟齿轮油温度使之高于机组“操作说明书”的规定,拨动齿轮油位传感器的油位低模拟开关并维持数秒(具体时间见机组“操作说明书”),观察停机过程和故障报警状态。

7.3.17 无齿轮箱油压

模拟方法:启动齿轮油泵,拨动齿轮油压力低模拟开关并维持数秒(具体时间见机组“操作说明书”),观察停机过程和故障报警状态。

7.3.18 液压油位低

模拟方法:拨动液压油位传感器的油位低模拟开关并维持数秒(具体时间见机组“操作说明书”),观

察停机过程和故障报警状态。

7.3.19 解缆故障

模拟方法：分别拨动左偏和右偏扭缆开关，持续数秒（具体时间见机组“操作说明书”），观察停机过程和故障报警状态。

7.3.20 发电机功率超临界值

模拟方法：调低功率传感器变比或动作条件设置点，观察机组动作结果及自复位情况。

7.3.21 发电机过热

模拟方法：调低温度传感器动作条件设置点，观察机组动作结果及自复位情况。

7.3.22 风轮转速超临界值

使机组主轴升速至临界转速，观察叶轮超速模拟开关动作结果、机组停机过程和故障报警状态。

7.3.23 过度扭缆（台架试验法）

控制机舱转动，使之产生过度扭缆效果，当扭缆开关常开、常闭触点模拟开关动作时，观察停机过程和故障报警状态。

7.3.24 轻度扭缆（CCW 顺时针）

控制机舱转动，使之产生轻度扭缆效果，当扭缆开关常开、常闭触点模拟开关动作时，观察停机过程和故障报警状态。

7.3.25 轻度扭缆（CCW 反时针）

控制机舱转动，使之产生轻度扭缆效果，当扭缆开关常开、常闭触点模拟开关动作时，观察停机过程和故障报警状态。

7.3.26 风速测量值失真（偏高）

在机组并网运行时，使发电机负载功率低于 1 kW，使风速传感器产生持续数秒（具体时间依机组“操作说明书”的规定）高于 8 m/s 的等效风速信号，观察停机过程和故障报警状态。

7.3.27 风速测量值失真（偏低）

在机组并网运行时，使发电机负载功率高于 150 kW，使风速传感器产生持续数秒（具体时间依机组“操作说明书”的规定）低于 3 m/s 的等效风速信号，观察停机过程和故障报警状态。

7.3.28 风轮转速传感器失效

在机组并网运行时，使发电机转速高于 100 r，断开风轮转速传感器信号后，观察停机过程和故障报警状态。

7.3.29 发电机转速传感器失效

在机组并网运行时，使风轮转速高于 2 r，断开发电机转速传感器信号后，观察停机过程和故障报警状态。

7.4 发电机并网及运行试验

7.4.1 软并网功能试验

使机组主轴升速，当异步发电机转速接近同步速（约为同步速的 92%~99%）时，并网接触器动作，发电机经一组双向晶闸管与电网连接，控制晶闸管的触发单元，使双向晶闸管的导通角由 0°至 180°逐渐增大，调整晶闸管导通角打开的速率，使整个并网过程中的冲击电流不大于技术条件的规定值。暂态过程结束时，旁路开关闭合，将晶闸管短接。

在上述试验过程中，通过瞬态记录器记录波形参数和并网过程中的冲击电流值，同时观察并网接触器和旁路接触器动作是否正常。

7.4.2 补偿电容投切试验

在机组并网运行时,通过调整发电机输出功率,在不同负载功率下观察电容补偿投切动作是否正常。

7.4.3 小电机-大电机切换试验

在机组并网运行时,通过由小到大增加发电机负载功率,观察小电机-大电机切换过程。

在上述试验过程中,通过瞬态记录器记录波形参数及并网过程中的冲击电流值,同时观察并网接触器、旁路接触器及电容补偿投切动作是否正常。

7.4.4 大电机-小电机切换试验

在机组并网运行时,通过由大到小减少发电机负载功率,观察大电机-小电机切换过程。

在上述试验过程中,通过瞬态记录器记录波形参数及并网过程中的冲击电流值,同时观察并网接触器、旁路接触器及电容补偿投切动作是否正常。

7.5 抗电磁干扰试验

风力发电机组控制系统的抗电磁干扰试验按照有关标准规定进行,所用的干扰等级可根据预期的使用环境选定。当存在高频电磁波干扰的情况下,各类传感器应不误发信号,执行部件应不误动作。

7.6 其他试验

机组设计、制造单位或机组供需双方商定的其他试验,以及国家质量技术监督部门确定的其他试验。

8 试验报告

试验报告内容及格式见附录 B。

附 录 A
(规范性附录)
仪器、仪表要求

- a) 万用表
量程: AC 0~1 000 V, DC 0~1 000 V;
准确度: 0.5 级;
- b) 钳型电流表
量程: AC 0~1 000 A, 0~2 000 A;
准确度: 2 级
- c) 兆欧表
电压: 1 000 V;
量程: 0~500 M Ω , 0~1 000 M Ω ;
准确度: 5 级;
- d) 双线数字存储示波器
频带响应: 0~200 MHz;
输入电压: 0~250 V(带有 10 倍衰减器);
灵敏度: 2 mV/div;
- e) 四线瞬态记录器
频带响应: 0~500 MHz;
输入电压: 0~250 V(带有 10 倍衰减器);
灵敏度: 1 mV/div;
- f) 工频耐压试验设备
技术性能应符合 GB/T 17627.2 的要求。
- g) 电磁兼容测试仪
技术性能应符合有关标准的要求。

附 录 B
(规范性附录)
试验报告格式和内容

B.1 格式

B.1.1 封面

封面应包括试验报告名称、编写报告单位和日期等。其中报告名称中机组型号写法应符合 JB/T 7879, 编写报告单位应署全称, 与日期一起位于封面正下方。

B.1.2 封二

封二应包括以下内容: 报告名称、报告编号、试验地点、试验负责人、试验日期、主要参试人员、报告编写日期、报告编写人(职务或职称)、校对人员(职务或职称)、审核人(职务或职称)、批准人(职务或职称)等。

B.2 报告内容

B.2.1 前言

任务来源, 试验目的, 试验时间等。

B.2.2 试验机组

试验机组简介, 依据设计或制造厂商说明书列出主要技术参数和特点。

B.2.3 试验设备

试验台简介, 主要仪器、仪表、装置的名称、型号、规格、精度等级及检验日期等。

B.2.4 试验项目

试验项目名称、试验条件。

B.2.5 试验方法

试验方法及有关标准代号, 名称。

B.2.6 试验结果

分别列出必要的原始数据和经整理得出的结果, 对试验结果进行必要的分析和讨论。

B.2.7 结论

结论要科学、真实、可靠。对机组性能、指标和技术参数按有关技术文件进行认真评价, 并对试验过程中所发生的问题进行分析, 提出改进意见和建议。

B.3 其他

报告中一般应附有试验照片。

试验发生中断或重要故障时, 应在报告中明确中断原因, 继续试验的时间和情况。重要故障应较详细地说明情况和处理办法。