

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 31123 — 2017

高原风力发电机组用全功率变流器 试验方法

Test method for full-power converter of wind turbine generator
systems for plateau

2017-11-15 发布

2018-03-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验条件	1
4.1 试验环境	1
4.2 试验地点	2
4.3 试验仪器	2
4.4 试验平台	2
5 试验方法	3
5.1 结构外观	3
5.2 电气连接	3
5.3 防触电措施	3
5.4 绝缘试验	3
5.5 电气功能试验	4
5.6 保护功能试验	4
5.7 电磁兼容性试验	5
5.8 电网适应性试验	6
5.9 总谐波畸变率测量	6
5.10 温升试验	6
5.11 效率测试	6
5.12 过载能力试验	6
5.13 稳定性运行试验	6
5.14 恒定湿热试验	6
5.15 低温试验	6
5.16 高温试验	7
5.17 防护性能试验	7
5.18 低气压试验	7
5.19 噪声测量	7
5.20 振动试验	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高原电工产品环境技术标准化技术委员会（SAC/TC330）和能源行业风电标准化技术委员会风电电器设备分技术委员会（NEA/TC1/SC6）归口。

本标准起草单位：北京金风科创风电设备有限公司、昆明电器科学研究所、北京天诚同创电气有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、南车株洲电力机车研究所有限公司、浙江运达风电股份有限公司、中国船级社质量认证公司、中国标准化协会、中国科学院过程工程研究所。

本标准主要起草人：马忠宝、张东宁、周琼芳、果岩、甘旭超、王艳华、杨志千、刘世军、程世宇、隋红霞、杨阿娟、高波、王新泽、尚敬、应有、周杰、吴峰、陈思明。

本标准在执行过程的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

高原风力发电机组用全功率变流器试验方法

1 范围

本标准规定了高原风力发电机组用全功率变流器（交直交电压源型）（以下简称“变流器”）的试验条件、试验方法。

本标准适用于海拔 1000m 以上至 5000m 及以下，网侧额定电压交流不超过 1000V、额定频率为 50Hz 的高原风力发电机组用全功率变流器试验方法。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.3 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.21 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 M：低气压

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

GB/T 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源 声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法

GB/T 3797—2016 电气控制设备

GB/T 3859.1—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-1 部分：基本要求规范

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 11804 电工电子产品环境条件术语

GB 12668.3—2012 调速电气传动系统 第 3 部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法

GB/T 13422—2013 半导体变流器 电气试验方法

GB 14048.1 低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

GB/T 20320—2013 风力发电机组 电能质量测量和评估方法

JB/T 5777.2—2002 电力系统二次电路用控制及继电保护屏（柜、台）通用技术条件

NB/T 31015—2011 永磁风力发电机变流器制造技术规范

NB/T 31097—2016 高原风力发电机组用全功率变流器技术要求

3 术语和定义

GB/T 3859.1—2013、GB/T 2900.1、GB/T 2900.33、GB/T 2900.53、GB/T 11804 和 NB/T 31015—2011 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验条件

4.1 试验环境

推荐在以下条件下进行：

- a) 温度：5℃～35℃。
- b) 相对湿度：≤95%。
- c) 气压：101.3kPa～54.0kPa。

4.2 试验地点

- 应在下述地点之一进行：
- a) 在使用地点或与使用地点相同的自然环境条件下；
 - b) 在人工模拟环境条件下模拟使用地点的海拔；
 - c) 在试验地点与使用地点海拔不同的自然环境条件下，应进行海拔修正。

4.3 试验仪器

- 试验仪器应满足以下要求：
- a) 试验中使用的测量仪器、仪表、传感器均应经计量部门校准合格并在有效期内，且在被测频率范围内满足精度要求；
 - b) 试验仪器精度要求见表 1，其他测量仪器仪表应符合相关标准的规定。

表 1 试验仪器精度要求

名 称	精 度
电气测量仪表	不低于 0.5 级
电量变送器	不低于 0.5%
转速表	不低于 1.0 级
温度计	≤±1℃
压力传感器	不低于 0.5 级

4.4 试验平台

4.4.1 总则

试验平台分为拖动试验平台、环流试验平台和现场风力发电机组等。根据试验需求，可以选择不同的试验平台来实现。

4.4.2 拖动试验平台

拖动试验平台主要由变压器 T、拖动变流器、电动机 M、发电机 G、被测变流器、冷却系统、控制台及相关配电设备组成，见图 1。

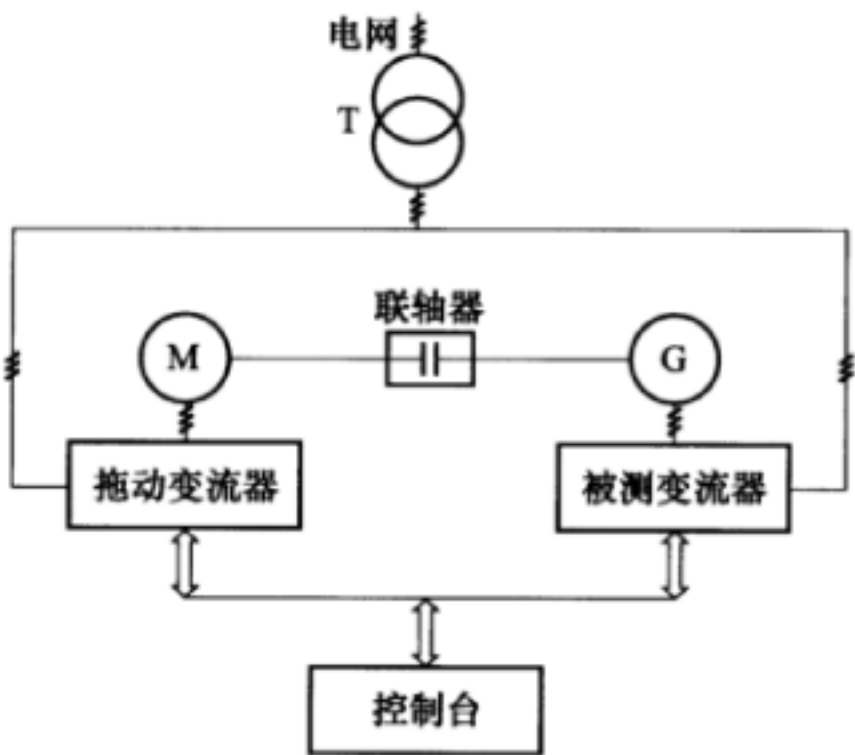


图 1 拖动试验平台

4.4.3 环流试验平台

环流试验平台主要由被测变流器、电源变压器 T1、环流变压器 T2、电抗器（非必选）、冷却系统及相关配电设备组成，见图 2。

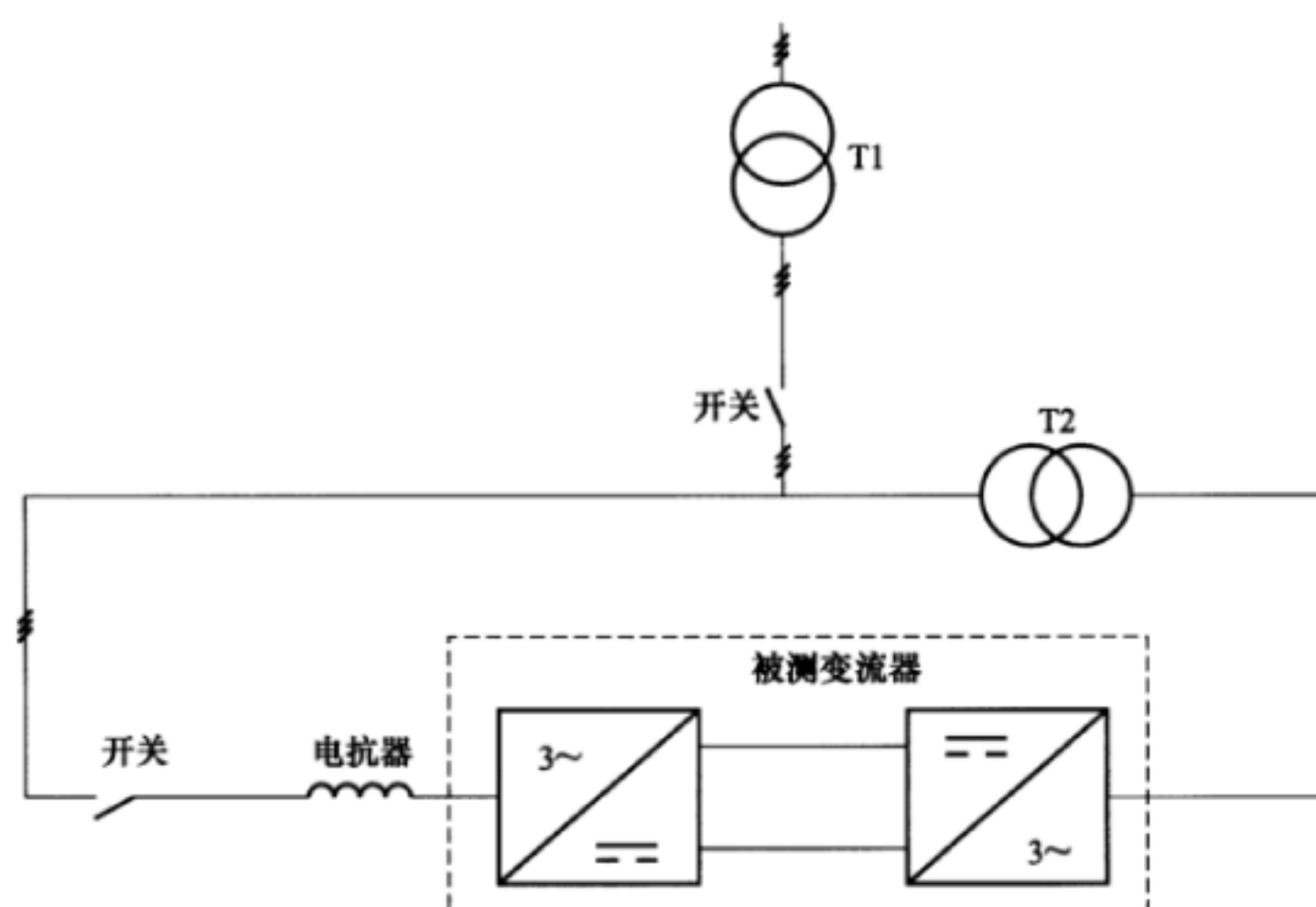


图 2 环流试验平台

5 试验方法

5.1 结构外观

按照 GB/T 3797—2016 中 7.2 的要求进行。

5.2 电气连接

按照 NB/T 31015—2011 中 5.3.2 的要求进行。

5.3 防触电措施

按照 JB/T 5777.2—2002 中的 5.12 的要求，检查变流器防触电措施的有效性。

5.4 绝缘试验

5.4.1 绝缘电阻

按照 GB/T 3859.1—2013 中 7.2 的规定，在主回路、辅助回路、控制回路相间及相对地（外壳）之间测量，按 NB/T 31097—2016 中表 5 选取绝缘电阻表的电压等级，测得的绝缘电阻应符合 NB/T 31097—2016 中 6.2.2 的要求。

5.4.2 介电强度

按照 GB/T 3859.1—2013 中 7.2 的规定，在主回路、辅助回路、控制回路相间及相对地（外壳）之间测量，所用耐压测试仪的试验电压等级根据 NB/T 31015—2011 中表 2 选取，同时根据试验地点海拔和设计要求海拔，按 NB/T 31097—2016 中表 6 选取合理的海拔修正系数，确定试验电压值。试验电压为 50Hz 正弦波，持续时间 1min，无击穿闪络及元件损坏现象。

当因电磁滤波元件的存在而无法施加交流试验电压时，也可以采用等效的直流试验电压，其值按

NB/T 31015—2011 中表 2 试验电压 $\sqrt{2}$ 倍选取。

5.4.3 电气间隙

按照 GB 14048.1 测量各个导电部件之间及导电部件与地（外壳）之间的电气间隙，应符合 NB/T 31097—2016 中 6.2.1 的要求。

5.5 电气功能试验

出厂试验时，变流器仅在额定输入电压下运行；型式试验时，应在额定输入电压的最大值和最小值下检验设备的功能。试验期间，应检查控制、辅助、保护装置等的性能，应能与主电路协调工作。

进行功能试验全过程为变流器从不带电状态至小功率运行状态再到停机断电的全过程（包括启机、预充电、合闸、滤波电容投切、功率单元调制、停机）。

5.6 保护功能试验

5.6.1 过电流保护

试验时，分别在变流器的电网侧、电机侧、制动单元及直流环节实施。通过施加大电流脉冲的方法或采用降低过电流保护限值的方法来验证，但应保证电流检测电路在预期的过电流保护范围内的有效性。

5.6.2 过/欠电压保护

试验时，分别在电网侧、直流环节实施。可以选择（但不限于）以下方法：

- a) 施加一变化的电压；
- b) 针对过/欠电压检测电路施加模拟信号；
- c) 采用修改过/欠电压保护限值。

但应保证电压检测电路的过/欠电压保护范围内的有效性。

5.6.3 过/欠频保护

试验时，在电网侧实施。通过施加频率可变电电压模拟信号方法或采用修改过/欠频保护限值的方法来验证，但应保证检测电路在预期的过/欠频保护范围内的有效性。

5.6.4 过温保护

试验时，可以通过模拟过温信号（将温度检测元件加热至预期的保护值或针对过温检测电路施加模拟信号）或修改温度整定值的方法进行过温保护功能的检测，检验变流器的过温保护功能。

5.6.5 冷却系统故障保护

试验时，通过设置冷却系统与变流器的工作状态开关信号（或通信数据），也可以通过设置冷却系统与风力发电机组主控系统的工作状态开关信号（或通信数据），来模拟冷却系统故障，检验变流器在冷却系统故障时的保护功能。

5.6.6 半导体功率器件故障的硬件保护

试验时，分别在变流器的电网侧、电机侧和制动单元半导体功率器件实施。通过施加过电流、过电压等模拟信号的方法来验证，但应保证电流、电压等硬件保护电路在预期的硬件保护范围内的有效性。

5.6.7 缺相保护

试验时，分别在电网侧和电机侧实施。可以在变流器未启动状态下进行，采用将变流器交流端或缺相检测电路逐相断开的方法来验证缺相保护功能的有效性。

5.6.8 不平衡保护

试验时，分别在电压、电流、温度等检测回路实施。通过施加不平衡的模拟信号方法或采用修改不平衡保护限值的方法来验证，但应保证检测电路在预期的不平衡保护范围内的有效性。

5.6.9 接地故障保护

试验在变流器正常运行条件下进行，可以将变流器的交流端任意一相对地短接或针对接地检测电路施加接地模拟信号的方法来验证功能的有效性。当变流器发生接地故障时，应能可靠保护，以防止接地漏电流超过允许值。

5.6.10 电涌过电压保护

检查变流器电机侧和电网侧电涌过电压保护装置的有效性及其可用状态；同时，通过施加模拟信号，验证变流器对电涌保护器状态的监控；应符合 NB/T 31097—2016 中 6.4.10 的要求。

5.6.11 通信故障保护

试验时，在变流器和风力发电机组控制系统之间实施。可采用模拟产生一通信故障或通信数据线开路的方法，检验变流器通信故障保护的有效性。

5.6.12 电网断电保护

试验在变流器正常运行条件下进行，试验时，将变流器电网侧与电网断开（断开点要求在变流器外部），要求变流器安全停止运行。

5.7 电磁兼容性试验

5.7.1 电磁抗扰

电磁抗扰试验方法如下：

a) 静电放电抗扰度试验。

试验在环流试验条件下实施。按照 GB 12668.3—2012 中 5.3.3 的规定，在人体能够靠近或触摸到的机壳端口（如端口、钥匙孔、急停开关、按钮、柜锁、触摸屏、柜体等）采用 4kV 接触放电；若不存在接触放电可能时，采用 8kV 空气放电；各极性、各放电部位，进行 10 次放电。试验期间及试验后变流器内元器件应不损坏，运行正常，同时变流器的性能符合 GB 12668.3—2012 中表 1 的验收准则 B 的要求。

b) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

试验在环流试验条件下实施。按照 GB 12668.3—2012 中 5.3.3 的规定，针对变流器电网侧端口和电机侧端口、控制电路供电电源端口，在保护接地的情况下，采用 2kV 脉冲电压，重复频率 5kHz 进行试验；针对 I/O（输入/输出）信号、数据和控制端口，采用 1kV 脉冲电压，重复频率 5kHz 进行试验；测试时间 60s。试验期间及试验后变流器内元器件应不损坏，运行正常，同时变流器的性能符合 GB 12668.3—2012 中表 1 的验收准则 B 的要求。

5.7.2 电磁发射

试验在环流试验条件下实施。按照 GB 12668.3—2012 中 6.4.2 的规定，变流器按照 C3 类设备进行测试，采用高阻抗电压探针，测试变流器电网侧端口、控制电路供电电源端口。骚扰电压限值应符合 GB 12668.3—2012 中表 17 的要求。

5.8 电网适应性试验

在正常使用的电气条件下，调节变流器的电网侧的电压幅值，使之在 NB/T 31097—2016 中 6.3.1 规定的范围内波动，在最大值和最小值的持续时间不少于 1min 时，变流器应能正常运行。

当电网电压跌达到低电压穿越要求时，变流器应满足 NB/T 31097—2016 中 6.3.4 的要求，在规定的持续时间内保障风机不脱网，该试验应在风力发电机组主控制系统的配合下实施。

5.9 总谐波畸变率测量

试验推荐在风电场实际运行条件下实施：

在额定运行条件下，测量被测变流器输出交流电流的总谐波畸变率，符合 GB/T 20320—2013 中 8.3 的规定。试验中电网的容量须大于变流器容量的 5 倍以上，且无其他负载接入。

注：机组对电网的电流谐波畸变主要由变流器和并网变压器共同决定。因此，当上述测定位置测得结果不能满足要求时，可在并网变压器的电网侧测定。

5.10 温升试验

试验可按照 GB/T 3859.1—2013 中 7.4.2 的规定进行，测温元件可以使用温度计、热电偶、热敏元件或其他有效的方法。在额定运行条件下，各元件热稳定后，满足 NB/T 31097—2016 中表 7 的规定。

5.11 效率测试

按照 GB/T 13422—2013 中的 5.1.10 的规定，在额定运行条件下，测得变流器效率不低于 97%。

5.12 过载能力试验

按照环流试验平台或拖动试验平台要求进行试验，在本标准 4.2 的规定和额定条件下，当受试变流器温升达到平衡后，在逆变侧施加 110% 的额定电流，历时 1min，变流器应能正常运行。试验时间间隔不大于 10min，试验循环次数为 3 次，变流器应无损坏并能正常工作。

5.13 稳定性运行试验

按照环流试验平台要求进行试验，在本标准 4.2 的规定和额定运行条件下，被测变流器应连续满载正常运行不少于 72h，并记录连续运行时间。

5.14 恒定湿热试验

试验方法按 GB/T 2423.3 “试验 Cab” 中要求进行。产品在试验温度 $(45 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(95 \pm 3)\%$ 恒定湿热条件下，无包装、不通电，静置 48h 后。在常温条件下恢复 2h 后，变流器应能通过绝缘耐压试验，然后能正常工作。

5.15 低温试验

5.15.1 低温存储

试验方法按 GB/T 2423.1 中 “试验 A” 进行。在 $(-35 \pm 3)^\circ\text{C}$ （常温型）或 $(-45 \pm 3)^\circ\text{C}$ （低温

型)无包装、不通电的条件下,变流器温度达到稳定后。在标准大气条件下恢复 2h 后,变流器应能通过绝缘耐压试验,然后变流器运行正常。

5.15.2 低温运行

试验方法按 GB/T 2423.1 中“试验 A”进行。产品无包装,在 $(-30 \pm 3)^\circ\text{C}$ (常温型)或 $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ (低温型)下,变流器温度达到稳定后,变流器额定功率运行至热平衡,全过程中变流器应正常运行。试验结束恢复至常温 2h 后,变流器运行正常。

5.16 高温试验

5.16.1 高温存储

试验方法按 GB/T 2423.2 中“试验 B”进行。在试验温度为 $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ (或最高生存温度),无包装、不通电的条件下,变流器温度达到稳定后。在标准大气条件下恢复 2h 后,变流器应能通过绝缘耐压试验,然后能正常工作。

5.16.2 高温运行

试验方法按 GB/T 2423.2 中“试验 B”进行。在试验温度为 $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$,无包装条件下,变流器温度达到稳定后,变流器额定功率运行至温度平衡,全过程中变流器应正常运行。试验结束恢复至常温 2h 后,变流器运行正常。

5.17 防护性能试验

应根据规定或用户和制造厂协定的防护等级,按 GB 4208 的规定试验,并符合 NB/T 31097—2016 中 6.2.13 的规定。

5.18 低气压试验

试验方法按 GB/T 2423.21 中“试验 M”进行。产品在允许运行的最高温度下,无包装,允许最低气压、不通电,静置 30min 后,变流器额定功率运行至温度平衡,且以至少 10%额定功率/秒的功率变化率加载至额定功率,全过程中变流器应正常运行。试验结束恢复至正常气压后,变流器运行正常。

5.19 噪声测量

变流器额定状态运行下,试验在周围 2m 内没有声音反射面的场所进行。测量应在正对设备操作面、垂直距离 0.5m~1m、距地面高度 1.2m~1.6m 处取至少两点作为测试点,测量时测试话筒正对设备噪声源,取噪声最严重一点的值为测试值。

按照 GB/T 3768 的规定进行,可以使用声级计或其他噪声测量设备。采用 A 声级,测试时应尽量避免周围环境噪声对测量结果的干扰。

变流器在正常运行时产生的噪声应符合 NB/T 31097—2016 中 6.1.7 的规定。

5.20 振动试验

试验时,将变流器按照正常使用的安装方式固定到试验平台,在不通电的情况下,按照 NB/T 31097—2016 中表 3 的要求进行测试,振动过程中对样品的加速度数据进行监测和采集,测试完毕,对样品进行外观检查,不能出现电气元件损坏、铜排连接变松、结构件变形等现象,并记录样品响应较大的频率点。