



中华人民共和国国家标准

GB/T 23479.1—2009

风力发电机组 双馈异步发电机 第 1 部分：技术条件

Wind turbine—Double-fed asynchronous generator—
Part 1: Technical specification

2009-04-02 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 23479《风力发电机组 双馈异步发电机》分为两个部分：

——第1部分：技术条件；

——第2部分：试验方法。

本部分为 GB/T 23479 的第1部分。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国风力机械标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：永济新时速电机电器有限公司、湘潭电机股份有限公司、清华大学、沈阳工业大学。

本部分主要起草人：贺志学、黄国杰、邱守信、贾健、余冰、柴建云、邓英、李素平。

风力发电机组 双馈异步发电机

第 1 部分:技术条件

1 范围

GB/T 23479 的本部分规定了并网型风力发电机组用低压双馈异步发电机的型式、规格、技术要求、试验方法、检验规则、安全与警示标志、产品信息、包装、运输与贮存。

GB/T 23479 的本部分适用于并网型风力发电机组用低压双馈异步发电机(以下简称发电机)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 23479 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB 755 旋转电机 定额和性能(GB 755-2000, idt IEC 60034-1:1996)

GB/T 997 旋转电机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类(IM 代码)(GB/T 997-2008, IEC 60034-7:2001, IDT)

GB/T 1032 三相异步电动机试验方法

GB 1971 旋转电机 线端标志与旋转方向(GB 1971—2006, IEC 60034-8:2002, IDT)

GB/T 1993 旋转电机冷却方法(GB/T 1993-1993, idt IEC 60034-6:1991)

GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机(GB/T 2900.25—2008, IEC 60050-411:1996, IDT)

GB/T 4942.1—2006 旋转电机整体结构的防护等级(IP 代码) 分级(IEC 60034-5:2000, IDT)

GB 10068 轴中心高为 56 mm 及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值(GB 10068—2008, IEC 60034-14:2007, IDT)

GB 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值 第 3 部分:噪声限值(GB 10069.3—2008, IEC 60034-9:2007, IDT)

GB/T 23479.2 风力发电机组 双馈异步发电机 第 2 部分:试验方法

JB/T 5811 交流低压电机成型绕组匝间绝缘试验限值

JB/T 9615.2 交流低压电机散嵌绕组匝间绝缘试验限值

3 术语和定义

GB/T 2900.25 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

双馈异步发电机 doubly-fed asynchronous generator

变速恒频发电机的一种,发电机的定子和转子直接或间接与电网相连,并进行能量交换。

3.2

工作转速范围 operating speed range

以发电机同步转速作为转速基值 n_0 , 发电机应能在 $n_{\min} \sim n_{\max}$ 转速范围内可靠工作,其中 n_{\min} 为与风电机组的切入风速对应的转速($n_{\min} < n_0$), n_{\max} 为与风电机组切出风速对应的转速($n_{\max} > n_0$)。

GB/T 23479.1—2009

3.3

额定转速 rated speed

发电机的输出达到额定功率时的最低转速为发电机的额定转速 n_N 。在 $n_N \sim n_{max}$ 转速范围内,发电机应能输出额定功率。

3.4

额定工况 rating condition

额定工况是指额定功率、额定电压、额定频率、额定转速、功率因数为 1 的工况。

4 符号和单位

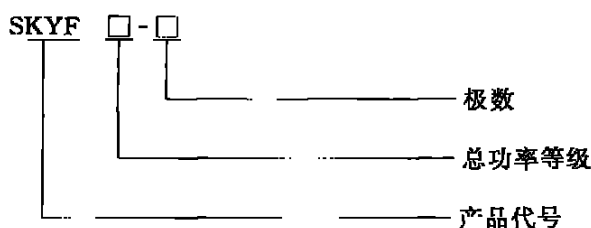
- V_{PEAK} 变频器尖峰电压(V);
 U_N 发电机额定电压(V);
 dv/dt 电压变化率(V/ μ s);
 P_e 发电机输出总有功功率(kW);
 P_{mech} 发电机输入机械功率(kW);
 P_s 定子输出有功功率(kW);
 P_r 转子有功电功率(kW);
 Q_r 转子无功功率(kVar);
 U_T 电机绕组匝间绝缘冲击试验电压峰值(V);
 U_G 一定子或转子绕组对地绝缘工频耐电压试验值(有效值)(V);
 I_s 定子电流(A);
 U_r 转子电压(V);
 I_r 转子电流(A);
 n 转速(r/min)。

5 型号、结构型式、主要参数系列和定额

5.1 型号

发电机型号由产品代号和规格代号两部分组成。产品代号用“SKYF”表示,代表双馈异步发电机;规格代号由发电机的总功率等级和极数以数字的型式表示。总功率等级以千瓦为单位。

具体型式如下:



示例: 1.5MW 双馈异步风力发电机, 4 极, 型号为 SKYF1500-4。

5.2 结构型式

5.2.1 发电机的外壳防护等级一般应不低于 GB/T 4942.1—2006 中 IP54 的规定,特殊情况可与用户协商。

5.2.2 发电机的冷却方式应符合 GB/T 1993 的规定。超出标准规定范围的冷却方式应与用户协商确定,初级或次级冷却介质不应对产品或周围环境造成危害,如果采用液体冷却应无渗漏、腐蚀等问题。

5.2.3 接线盒防护等级应不低于 GB/T 4942.1—2006 中 IP54 的规定要求,辅助接线盒内应设接地端子。滑环室防护等级应不低于 IP23 的规定要求。

5.2.4 发电机的定、转子绕组出线端及其接线盒内的接线端子均应有相应的标志,并应保障其字迹在发电机整个使用期内不易磨灭。发电机线端标志与旋转方向应符合 GB/T 1971 的规定。

5.2.5 发电机的结构及安装型式应符合 GB/T 997 的规定。超出标准规定范围的结构及安装型式应与用户协商确定。

5.2.6 发电机内部应设置电加热装置。电加热装置应使发电机被加热到机壳内的温度比发电机所处周围温度约高 5℃,但不致使加热装置附近的绝缘超过规定的温升限值。

5.2.7 发电机定子绕组、轴承及碳刷等部位应装设用于监测发电机工作状态的传感器。

5.2.8 对发电机轴承的润滑应设置自动和手动注油两种型式结构,或与用户协商确定。

5.2.9 接口尺寸由制造商和用户协商确定。

5.3 主要参数系列

发电机的电压等级、功率等级和中心高参数系列值见表 1。

表 1 电压等级、功率等级和中心高参数系列

电压等级 V	输出总功率等级 kW	中心高 mm
690	850、1 250、1 500、2 000、2 500、3 000、3 500、 4 000、4 500、5 000	450、500、560、600、630、710、 800、850

注:超出本表以外的中心高尺寸及电压、功率等级,由电机制造商与用户协商确定。

5.4 定额

发电机的定额是以连续工作制(S1)为基准的连续定额。

5.5 额定功率因数

双馈异步发电机的额定功率因数 $\cos\phi=1$ 。对于运行中需要进行无功调节的双馈发电机,其超前和滞后功率因数范围及相应的工作制由制造商与用户协商。

6 技术要求

6.1 运行条件

如果用户没有特别要求,发电机应能在下列条件下正常运行。

6.1.1 环境运行条件

6.1.1.1 海拔高度不超过 1 000 m。

6.1.1.2 最高环境空气温度不超过 40℃,最低环境温度不低于-10℃。

6.1.1.3 空气相对湿度:最湿月的月平均最大相对湿度为 90%(该月月平均最低温度不高于 25℃)。

6.1.2 电气运行条件

6.1.2.1 在额定电压公差为±10%、额定频率公差为±2%的电网供电条件下,发电机应能正常工作。

6.1.2.2 变频器供电时尖峰电压 V_{PEAK} 及电压变化率 dv/dt 如下:

$$V_{PEAK} \leq 3U_N;$$

$$dv/dt \leq 1\,500\text{ V}/\mu\text{s}.$$

注:当发电机需要在超出上述一个或多个限值条件下运行时,其特殊要求可以由用户和制造厂协商。

6.2 一般性能

6.2.1 发电机应符合本部分的要求,并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

6.2.2 发电机外形及安装尺寸应符合与用户协商约定的产品外形图的要求。

6.2.3 发电机空转运行时,应平稳、轻快、无停滞现象。

6.2.4 发电机在-45℃存放时应不损坏。

GB/T 23479.1—2009

6.3 温升限值

6.3.1 GB 755 对不同功率等级的发电机绕组及部件所采用的绝缘材料等级和所对应的温升限值做出了规定,由于风力发电机组的特殊运行环境,发电机出厂时的温升限值按所采用的绝缘材料在额定工况下对照 GB 755 的规定降低一个温升等级考核,即 H 级绝缘按 F 级绝缘所对应的温升等级考核,依次类推。

6.3.2 如果发电机在实际运行中,超出本部分规定的运行条件,温升限值应按 GB 755 的规定进行修正。

6.4 特性

6.4.1 系统信息交换

发电机和变频器设计者应相互提供相关信息,例如,发电机的额定参数、等效电路及特性曲线,变频器线间输出电压、电流、基波频率、谐波以及功率等,这些信息是保障发电机符合用户要求以及全面评估发电机和变频器之间的相互影响所必须的。

6.4.2 基准温度

当发电机采用 F 级和 H 级绝缘等级时,其所有特性均按绕组基准温度为 150 °C 时绘制,该温度应在特性曲线上注明。

6.4.3 发电机的特性

发电机的规定特性是指电机转子绕组在变频器供电、保持额定电压、额定频率和额定功率因数为 1 的状态下,总有功功率 P_t 、定子有功功率 P_s 、转子有功功率 P_r 、转子无功功率 Q_r 、定子电流 I_s 、转子电压 U_r 、转子电流 I_r 以及效率 η 与转速 n 的关系曲线。特性曲线应在发电机的温升试验后,发电机处于热状态时在整个工作转速范围 $n_{\min} \sim n_{\max}$ 内测取。

用于测量发电机输入功率和转矩的复合型仪器,应在指示转矩和功率的量值方面有足够的准确度,使之和所要验证的规定容差相称。

6.5 容差与效率

6.5.1 空载额定频率、额定电压点和电流偏差容差

发电机作空载电动机运行,对应发电机额定频率、额定电压、电流偏差应不超过典型值的 $\pm 10\%$ 。

注:典型值应以最初四台发电机试验的平均值为依据。

6.5.2 堵转电流容差

发电机作电动机运行,测量电压为能产生额定电流的对应值(此电压值应在经型式试验合格的被试电机上确定),转子堵转时的电流偏差应不超过典型值的 $\pm 5\%$ 。

注:典型值应以最初四台发电机试验的平均值为依据。

6.5.3 效率

发电机在额定工况时的效率应不低于 96%。

6.6 超速

发电机处于热态,应能承受 1.2 倍的最大工作转速,历时 2 min。超速试验后发电机各部件应无永久性变形和不产生妨碍发电机正常运行的其他缺陷。

6.7 轴电压

发电机在空载电动机状态下运行时,轴电压应不大于 0.5 V。

6.8 短时过载

发电机在温升试验后,保持额定电压不变,应能承受 1.15 倍额定负载运行 1 h,此时温升不作考核,发电机应不发生损坏及有害变形。

6.9 绝缘电阻

发电机在热态下,定、转子绕组对机座的绝缘电阻值及绕组间的热态绝缘电阻值应不低于

$U_N/1\,000\text{ M}\Omega$,冷态绝缘电阻应符合产品技术条件的规定。测量电阻时,兆欧表的选用应符合 GB/T 1032 的规定。

6.10 耐电压性能

6.10.1 对地耐电压

对地耐电压试验通常使用近似正弦波,50 Hz 交流电,历时 1 min,无击穿和闪络。试验应在出厂试验完成后,且发电机处于热态下立即进行。定子试验电压有效值为 $2U_N+1\,000\text{ V}$,最低为 1 500 V,转子试验电压有效值为 $3.5U_N+1\,000\text{ V}$ 。

6.10.2 匝间耐电压

6.10.2.1 散嵌绕组应能承受匝间绝缘冲击电压试验,历时 3 s 而不击穿,冲击试验电压峰值应符合 JB/T 9615.2 的规定。

6.10.2.2 成型绕组应能承受匝间绝缘冲击电压试验,历时 3 s 而不击穿,冲击试验电压峰值应符合 JB/T 5811 的规定。

6.11 短时升高电压

发电机应能承受短时升高电压试验而不发生故障。试验时发电机以空载电动机运行。外施电压为额定电压的 130%,历时 3 min,匝间绝缘应无损伤。

6.12 谐波

发电机输出电流谐波畸变率不大于 5%。

6.13 噪声

发电机以空载电动机方式运行,在规定旋转方向下测量噪声。电机噪声限值应满足 GB 10069.3 的规定。

6.14 振动

发电机安装在试验台上作空载电动机方式运行,振动速度的限值应满足 GB 10068 的规定。

7 试验方法

试验方法应符合 GB/T 23479.2 的规定。

8 检验规则

发电机的检验分为出厂检验和型式检验。

8.1 出厂检验

8.1.1 每台发电机都应进行出厂检验,检验合格后附产品合格证方可出厂。

8.1.2 出厂检验项目应符合表 2 的规定。

8.2 型式检验

8.2.1 型式检验主要用于确定发电机的定额、特性和性能。凡遇到下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 产品试制完成时;
- b) 设计、工艺或材料的变更足以引起某些特性或参数发生明显变化时;
- c) 出厂试验结果与以前进行的型式试验结果发生不可允许的偏差时;
- d) 批量生产时,定期抽试,每两年抽试一次;
- e) 转厂生产或长期停产后重新投产时;
- f) 国家质量监督机构要求型式检验时。

8.2.2 型式检验项目应符合表 2 的规定。

表 2 出厂检验和型式检验项目

序号	检验项目	检验类别	
		出厂检验	型式检验
1	机械和电气检查	√	√
2	绝缘电阻的测定	√	√
3	绕组在实际冷却状态下直流电阻的测定	√	√
4	小时温升试验	√	
5	空载试验	√	√
6	轴电压测试	√	√
7	堵转试验	√	√
8	转子开路电压的测定	√	√
9	超速试验	√	√
10	对地耐电压试验	√	√
11	匝间耐电压试验	√	√
12	振动试验	√	√
13	温升试验		√
14	工作特性曲线的测定及绘制		√
15	短时升高电压试验		√
16	谐波电流测定		√
17	噪声测定		√
18	称重		√

9 抽样方法和判定规则

9.1 抽样方法

每次型式检验的电机数量为两台。

9.2 判定规则

型式检验的电机有一项不合格者应加倍台数进行检验,如仍有不合格,则判定该批电机不合格;出厂时应应对每台电机进行检验,若有一项不合格则判定该台电机不合格。

10 安全和警示标志

如果产品在运行期间,必须向用户提醒有关安全和警示的内容,制造商应在产品的明显位置设置安全和警示标志,并应保障其在发电机整个使用期内不易磨灭。安全和警示的全部内容应在用户手册中加以复述。

11 产品信息

11.1 标志

11.1.1 产品铭牌上应标有以下内容:

- 制造厂名称;
- 制造厂所规定的产品名称、型号、产品主要参数;
- 外壳防护等级;

- d) 质量;
 - e) 产品编号及出厂日期。
- 11.1.2 产品主要参数包括:额定电压、定子额定电流、转速范围、额定转速、额定功率因数、转子开路电压。
- 11.1.3 铭牌应固定在发电机机座的显著位置。

11.2 文件配备

发电机出厂应为用户提供下列文件:

- a) 产品用户手册(使用维护说明书)。至少应包括下列内容:
 - 1) 产品设计所依据的规范;
 - 2) 产品性能参数;
 - 3) 操作、检查、维护程序;
 - 4) 推荐的现场检查维护次数、方法和验收规则;
 - 5) 使用注意事项;
 - 6) 常见问题的处理方法;
 - 7) 易损件、备件、附件、专用工具清单;
 - 8) 其他需要告知的事项。
- b) 产品合格证。
- c) 电机包装发运清单。

11.3 文件要求

11.3.1 总则

本部分所述的文件是发电机出厂验收的组成部分,一般应为文本文件。

11.3.2 内容

文件的内容应符合国家、行业的有关法律、法规、相关标准和产品技术要求的规定,简明、准确、真实、完整,易于阅读和理解。

11.3.3 材料

文件的介质材料应结实耐用,保证文件在产品寿命期限内的可用性。

11.3.4 格式

文件应采用制造商统一规定的文本文件或格式文件,全部文件应采用国家正式公布、实施的简化汉字,当用户有要求时,应提供销售地区官方语言文本。

12 包装、运输与贮存

- 12.1 在装箱时,每台发电机应附有产品合格证,根据需要可提供发电机外形图 and 用户手册。
 - 12.2 产品包装时,轴伸等部件应加防锈与保护措施,不应因包装不善而受潮、污损或损坏。
 - 12.3 在正常运输时,转子与定子应相对固定,应防止转子窜动。
 - 12.4 产品贮存时,应平稳放置在干燥、清洁、无酸碱及腐蚀性气体的场合,产品上不得放置其他物品。
-