

前 言

本部分参考 GB/T 1032《三相异步电机试验方法》，根据并网型风力异步发电机的实际运行情况编制，编写格式按 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》。

本部分规定了异步发电机的主要负载试验方法。

异步发电机和异步电动机结构基本相同，但运行方式和性能要求不同。因而两者的试验方法有许多是相同的，这些部分可直接引用 GB/T 1032。由于发电机运行状态不同于电动机的要求，在试验方法中主要有下述区别：

1. 试验线路及装置的要求不同；
2. 铁耗测定方法不同；
3. 工作特性曲线不同；
4. 发电机不需测定最小转矩。

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：湘潭电机集团有限公司。

本部分主要起草人：余冰、梅柏杉、王鑫。

风力发电机组 异步发电机 第2部分:试验方法

1 范围

本部分规定了并网型风力发电机组异步发电机的试验方法。

本部分适用于并网型风力发电机组单速或双速异步发电机(以下简称发电机)的性能试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19071 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(idt IEC 60034-1:1996)

GB/T 1032 三相异步电动机试验方法

GB/T 4942.1 旋转电机外壳防护分级(IP代码)(idt IEC 60034-5:1991)

GB 10068—2000 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(idt IEC 60034-14:1996)

GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法和限值 噪声工程测定方法(neq ISO 1680-1:1986)

GB/T 10069.2 旋转电机噪声测定方法和限值 噪声简易测定方法(neq ISO 1680-2:1986)

GB 10069.3 旋转电机噪声测定方法和限值 噪声限值(neq IEC 60034-9)

GB/T 12665—1990 电机在一般环境条件下使用的湿热试验要求

3 试验要求及准备

3.1 试验电源要求应符合 GB/T 1032 规定。

3.2 测量仪器的选取应符合 GB/T 1032 规定。

3.3 测量要求应符合 GB/T 1032 规定。

3.4 试验前的准备工作应符合 GB/T 1032 规定。

4 试验项目及方法

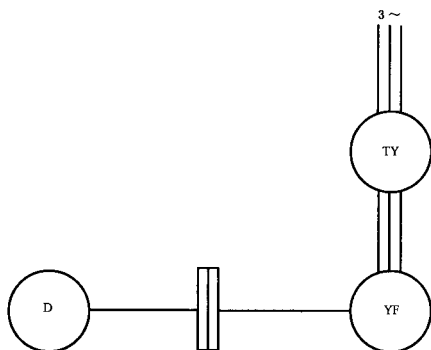
4.1 绝缘电阻的测定

测量时发电机的状态,仪表的选用及测量方法应符合 GB/T 1032 规定。对于双绕组发电机应分别测量两套绕组及相互间的绝缘电阻。

4.2 绕组在实际冷状态下直流电阻的测定

按 GB/T 1032 规定进行。

4.3 空载电流和空载损耗的测定



元件:

D——拖动机;

YF——异步发电机(被试电机);

TY——三相调压器或交流机组。

图 1 试验线路原理图

线路设备的要求:

- 拖动机 D 应能在异步发电机 YF 以同步转速为起点的 1.5 倍转速范围内达到 1% 的稳态调速精度要求;
- YF 的励磁由电网经三相调压器 TY 或交流机组供给,调节 TY 可以方便地调节 YF 的端电压,以便于测定 YF 的空载特性曲线;
- YF 的同步转速 n_0 与电网(或交流机组)频率 f 及电机极对数 p 有关,

$$n_0 = 60 \times (f/p)$$

当 f 波动时, n_0 也随之变化。

4.3.1 发电机空载特性的测定和用发电机法求取空载铁耗 P_{Fe1}

4.3.1.1 发电机空载特性的测定

试验时,可采用图 1 试验线路;

测定前, YF 应在同步转速下空转(与 TY 完全脱开),使机械损耗基本达到稳定,即 D 的输出功率相隔 30 min 的两个读数之差应不大于前一个读数的 3%,并记录 D 的输出功率 P_{Ω} 。

D 拖动 YF 至同步转速,并保持不变,利用 TY 为 YF 提供励磁,调节 TY,测定在不同空载电压 U_0 下空载电流 I_0 ,作 $I_0 = f(U_0/U_N)$ 关系曲线图(图 2)。

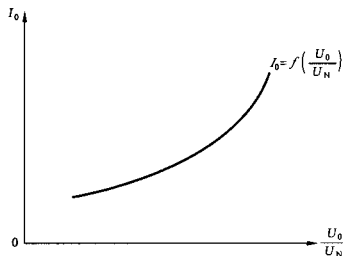


图 2

试验时,空载电压 U_0 应从 1.3~1.1 倍额定电压开始逐步降低到可能达到的最低电压值,其间测取 7~9 点读数。由于异步电机一般机械特性较硬,试验中应随时注意电网频率波动对 I_0 的影响。当电网频率偏离 50 Hz 时,应相应调整拖动机 D 的转速,使 I_0 在各电压 U_0 下都有其最小值,记录这些最小值。每点应测取三相电压、三相电流。检查试验时,可仅测取额定电压时的空载电流。

4.3.1.2 发电机法求取铁耗 P_{Fe1}

空载特性测定时,测得 YF 额定电压时,D 的输出功率 P_{02} ,YF 的三相电流 I_{0N} ,试验结束时,应立即在两个出线端间测量定子绕组的电阻 R_0 ,计算出发电机定子绕组铜耗 P_{Cu0} :

$$P_{Cu0} = 3I_{0N}^2 R_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

则空载时发电机铁耗为:

$$P_{Fe1} = P_{02} - P_{01} - P_{Cu0} \quad \dots\dots\dots (2)$$

4.3.2 用电动机法求取空载损耗

按 GB/T 1032 试验方法测取空载机械损耗 P_{fw} 和空载铁耗 P_{Fe2} 。

4.3.3 发电机最终铁耗

$$P_{Fe} = \frac{P_{Fe1} + P_{Fe2}}{2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

4.4 温升

可采用图 1 试验线路,调节 D 转速,使 YF 的输出功率增加至额定功率,同时调节 YF 励磁,保持 YF 额定电压,直到 YF 电机各部位温升达到热稳定状态为止。其测量方法、仪器、仪表、设备应符合 GB/T 1032 规定。温升试验后,应立即测量定子绕组的热态电阻 R 。若定子绕组中埋置了经校准的测温元件,则按热态电阻法计算的平均温升与测温元件测得的最热点温升相差不应超过 10 k。

4.5 效率、功率因数及转差率的测定

4.5.1 工作特性曲线

工作特性曲线是发电机保持额定电压和额定频率下,测得发电机输入功率 P_1 ,定子电流 I_1 ,效率 η ,功率因数 $\cos\phi$ 及转差率 S 与输出功率 P_2 的关系曲线(见图 3 示意)。

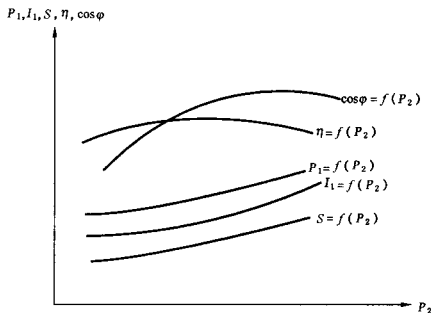


图 3

工作特性曲线应在发电机的温升试验后,基本保持在热状态时测取。如果温升试验后停机时间较长,应使 YF 加负载升温至接近其稳定温升的热状态。此时,在 1.25~0.25 倍额定功率范围内测取 6~8 点读数。(优先选择 P_2 为 1.25、1.0、0.75、0.5、0.25 倍额定功率的测点)记录三相电压 U_N 、三相电流 I_1 、输出功率 P_2 、转差 S 。根据所测的数据,结合空载特性试验求得的损耗,分析计算出功率因数、效率、转差率。

4.5.2 转差率的测定

按 GB/T 1032 的规定进行。

4.5.3 功率因数的求取

发电机的功率因数按式(4)确定:

$$\cos\varphi = \frac{P_2}{\sqrt{3}U_1 I_{1L}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

P_2 ——发电机输出功率,单位为瓦(W);

U_1 ——线电压,单位为伏(V);

I_{1L} ——定子线电流,单位为安(A)。

当采用两只瓦特表测量功率时,可用式(5)校核由公式(4)求得的功率因数数值:

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + 3\left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}\right)^2}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

W_1 、 W_2 ——分别为两只瓦特表的读数,如瓦特表的读数为负,则为负值代入。

如果按公式(4)和公式(5)求得的功率因数相差不大于1%,则表明测量是正确的。

4.5.4 效率求取

4.5.4.1 定子绕组 I^2R 损耗 P_{Cu1} (W), 按下式计算:

$$P_{Cu1} = 3I_1^2 R_{1ref} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

I_1 ——定子相电流(A);

R_{1ref} ——换算到基准工作温度时,定子绕组的相电阻,单位为欧姆(Ω)。

换算公式如下:

$$R_{1ref} = R_c \frac{K_a + \theta_{ref}}{K_a + \theta_c} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

R_c ——实际冷状态时绕组的电阻(三相平均值),单位为欧姆(Ω);

θ_{ref} ——基准工作温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$),对于F、H级绝缘为115 $^{\circ}\text{C}$;

θ_c ——实际冷状态时绕组的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

K_a ——常数,对铜绕组该常数取235。

4.5.4.2 转子绕组 I^2R 损耗 P_{Cu2} (W)

$$P_{Cu2} = (P_2 + P_{Cu1} + P_{Fe})S \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

S ——工作特性试验时测得的转差率。

4.5.4.3 杂散损耗 P_s (W), 额定功率时的杂散损耗值取其输出功率的0.5%。对于其他负载点,杂散损耗按与定子电流平方成正比确定。

$$P_s = 0.005P_N \left(\frac{I}{I_N}\right)^2 \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

P_N ——额定功率,单位为千瓦(kW);

I_N ——额定电流,单位为安培(A);

I ——负载电流,单位为安培(A)。

4.5.4.4 效率的求取,首先按式(10)计算总损耗,然后按式(11)计算发电机效率。

$$\Sigma P = P_{tw} + P_{Cu1} + P_{Cu2} + P_{Fe} + P_s \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum P} \dots\dots\dots(11)$$

4.6 最大转矩的测定

最大转矩的测定按 GB/T 1032 规定进行。

4.7 超速试验

超速试验可在冷态下进行。试验时,将电机的转速提高到 1.2 倍额定转速,历时 2 min。超速的方法有下列两种:

- a) 用原动机驱动被试发电机,被试发电机空转;
- b) 提高被试发电机的电源频率,被试发电机作空载电动机运行。

4.8 振动的测定

振动的测定按 GB 10068 进行。

4.9 噪声的测定

噪声的测定按 GB/T 10069.1~10069.2、GB 10069.3 进行。

4.10 短时升高电压试验

试验在空载电动机运行状态下进行,外施电压为额定电压的 130%,时间为 3 min。在提高电压至额定电压的 130%时,可以同时提高频率或转速,但转速应不超过额定值的 115%。

4.11 耐电压试验

耐电压试验按 GB/T 1032 规定进行。

4.12 转动惯量试验

转动惯量试验按 GB/T 1032 规定进行。

4.13 外壳防护等级试验

外壳防护等级试验按 GB/T 4942.1 规定进行。

4.14 40℃ 交变湿热试验

40℃ 交变湿热试验按 GB/T 12665 规定进行。

4.15 盐雾试验

盐雾试验按 GB/T 12665 规定进行。

4.16 霉菌试验

霉菌试验按 GB/T 12665 规定进行。
