

小型三相异步水轮发电机系列
技 术 条 件

1 主题内容与适用范围

本标准规定了 YSFW 小型三相异步水轮发电机系列的型式、基本参数、检验规则、试验项目、标志及包装等。

本标准适用于与水轮机直接或间接连接的 YSFW 小型(40 kW 至 500 kW)三相异步水轮发电机系列(以下简称发电机)。

本标准发电机适用于并电网运行或与足够容量的同步发电机并联运行的水电站。

2 引用标准

- GB 191 包装储运图示标志
- GB 755 旋转电机基本技术要求
- GB 997 电机结构及安装型式代号
- GB 1993 电机冷却方法
- GB 4942.1 电机外壳防护等级
- GB 10069.1~10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值
- GB 10068.1 旋转电机振动测定方法及限值
- JB/Z 294 交流低压电机散嵌绕组匝间绝缘试验方法

3 型式与基本参数

- 3.1 发电机的定额是以连续工作制(S1)为基准的连续定额。
- 3.2 本系列的发电机功率等级为:40,55,75,100,125,160,200,250,315,400,500kW。
- 3.3 发电机的同步转速与额定功率及定子铁芯外径之间的对应关系应按表 1 的规定。

表 1

| 定子铁芯外径 mm | 同 步 转 速 r/min | | | |
|--------------|------------------|-------|-----|-----|
| | 1 500 | 1 000 | 750 | 600 |
| | 额 定 功 率 kW | | | |
| 560 | 75 | 55 | 40 | — |
| | 100 | 75 | 55 | — |
| | 125 | 100 | 75 | — |
| | 160 | 125 | 100 | — |

续表 1

| 定子铁芯外径 mm | 同 步 转 速 r/min | | | |
|--------------|------------------|-------|-----|-----|
| | 1 500 | 1 000 | 750 | 600 |
| | 额 定 功 率 kW | | | |
| 650 | — | 160 | 125 | 100 |
| | — | 200 | 160 | 125 |
| | — | 250 | 200 | 160 |
| | — | 315 | 250 | 200 |
| 710 | — | 400 | 315 | 250 |
| | — | 500 | 400 | 315 |

- 3.4 发电机结构及安装型式为 IMB3。
3.5 发电机的冷却方式为 IC01。
3.6 发电机的外壳防护等级为 IP23。
3.7 发电机为三相,额定频率 50Hz,额定电压 400V,笼型转子,定子绕组采用星型接法。
3.8 发电机的额定功率因数应符合表 2 的规定。

表 2

| 发电机额定功率 kW | 同 步 转 速 r/min | | | |
|---------------|------------------|-------|------|------|
| | 1 500 | 1 000 | 750 | 600 |
| | 额定功率因数(超前) | | | |
| 40 | — | — | 0.82 | — |
| 55 | — | 0.86 | 0.82 | — |
| 75 | 0.89 | 0.87 | 0.84 | |
| 100 | 0.90 | 0.88 | 0.84 | 0.81 |
| 125 | 0.91 | 0.89 | 0.84 | 0.82 |
| 160 | 0.91 | 0.90 | 0.85 | 0.83 |
| 200 | — | 0.90 | 0.86 | 0.83 |
| 250 | — | 0.90 | 0.86 | 0.83 |
| 315 | — | 0.91 | 0.87 | 0.84 |
| 400 | — | 0.91 | 0.87 | — |
| 500 | — | 0.91 | — | — |

- 3.9 发电机型号编制方法规定如下:

YSFW XXX—XX/XXX

发电机定子铁芯外径,单位用 mm 表示

发电机极数,用阿拉伯数字表示

发电机额定功率,单位用 kW 表示

卧式异步水轮发电机,用汉语拼音字母表示

型号例子:

YSFW160—6/650 表示卧式异步水轮发电机,160kW,6 极,定子铁芯外径 650mm。

3.10 发电机定子铁芯外径和中心高的对应关系按表 3 制造。

表 3

mm

| | | | |
|--------|-----|-----|-----|
| 定子铁芯外径 | 560 | 650 | 740 |
| 中 心 高 | 355 | 400 | 450 |

4 技术要求

4.1 发电机的制造应符合本标准的要求。

4.2 发电机应能在下列使用条件下连续额定运行:

- a. 海拔不超过 1 000m;
- b. 冷却空气温度不超过 40℃;
- c. 安装在遮蔽的厂房内。

发电机的使用条件与上述条件有差异时,应按 GB 755 的规定修正。

用户需要制造湿热带型,其环境条件应符合有关标准规定。

4.3 在下列情况下,发电机应能输出额定功率:

- a. 在额定频率时,电压与额定值的偏差不超过±5%;
- b. 在额定电压时,频率与额定值的偏差不超过±1%;
- c. 在电压与频率同时发生偏差(两者偏差分别不超过±5%和±1%)且均为正偏差时,两者偏差之和不超过 6%;若电压和频率不同时为正偏差时,两者偏差的百分数绝对值之和不超过 5%。

4.4 发电机工作在额定频率,电压与额定值的偏差超过+5%,应能连续运行,此时输出功率以定子电流不超过额定值的 105%为限。

4.5 发电机工作在额定频率,电压与额定值的偏差超过-5%,发电机输出功率应降低。见图 1。

4.6 发电机和与其连接的辅助电机应能在飞逸转速为 2.4 倍额定转速下运行 2min,而不发生有害变形。对有特殊要求者应在专用技术条件中规定。

4.7 发电机在热状态下应能承受 150%额定电流的偶然过电流,历时不少于 30s,而不发生有害变形。

4.8 发电机定子绕组应能承受 50Hz 交流电压有效值 1 000V+2 倍额定电压(波形为实际正弦形)的绝缘介电强度试验,历时 1min 而绝缘不被击穿。

4.9 发电机定子绕组的绝缘电阻在热状态时或温升试验后立即测试应不低于 0.5MΩ。

4.10 发电机空载时应能承受试验电压为额定电压的 130%的升高电压试验 3min(对多匝线圈),而不发生匝间击穿。在提高电压值至额定电压 130%时,允许同时提高频率或转速,但应不超过额定值的 150%,对 130%额定电压下空载电流超过额定电流时,试验时间可缩短至 1min。

4.11 发电机定子绕组应能承受匝间绝缘冲击耐电压试验而不击穿,其冲击试验电压峰值为 2 500V,试验方法按 JB/Z 294。

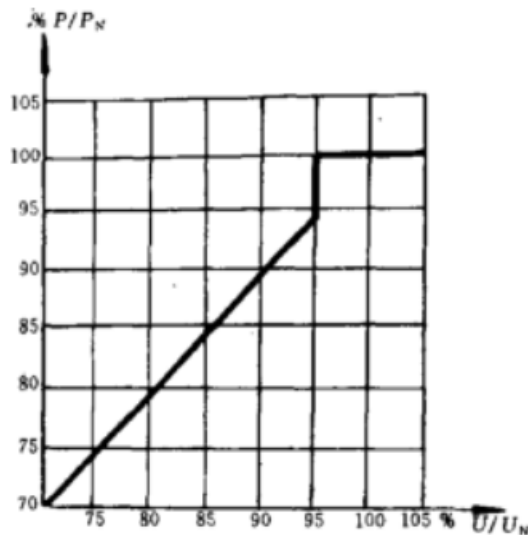


图 1

P/P_N —发电机功率比 U/U_N —发电机电压比

- 4.12 发电机定子绕组在实际冷态下任何两相直流电阻之差应不超过其最小值的 2%。
- 4.13 当三相电源平衡时,发电机的三相空载电流中任何一相与三相平均值的偏差应不大于三相平均值的 10%。
- 4.14 发电机在不对称的系统上运行时,如任何一相定子电流不超过额定值,且负序分量与额定电流之比不超过 12%,应能长期工作。
- 4.15 发电机的旋转方向规定为从非传动端看为顺时针。如有特殊要求,应在专用技术条件中规定。
- 4.16 发电机定子绕组采用 B 级绝缘,当海拔不超过 1 000m,环境温度不超过 40℃时,发电机温升允许值见表 4,滚动轴承容许温度为 95℃(温度计法)。

表 4

| | | |
|---------|-----|-------|
| 发电机绕组 | 80K | 电 阻 法 |
| 铁 芯 | 80K | 温度计法 |

- 4.17 发电机在额定工况运行时,其效率保证值应符合表 5 的规定,其容差为:

间接法:40kW 发电机—0.15(1- η)

55kW 及以上发电机—0.10(1- η)。

直接法:—0.15(1- η)

表 5

| 发电机额定功率 kW | 同 步 转 速 r/min | | | |
|---------------|------------------|-------|------|-----|
| | 1 500 | 1 000 | 750 | 600 |
| | 效 率 保 证 值 % | | | |
| 40 | — | — | 92.7 | — |
| 55 | — | 93.2 | 92.9 | — |
| 75 | 93.5 | 93.4 | 93.1 | — |

续表 5

| 发电机额定功率 kW | 同 步 转 速 r/min | | | |
|---------------|------------------|-------|------|------|
| | 1 500 | 1 000 | 750 | 600 |
| | 效 率 保 证 值 % | | | |
| 100 | 93.7 | 93.6 | 93.3 | 93.2 |
| 125 | 93.9 | 93.8 | 93.5 | 93.4 |
| 160 | 94.1 | 94.0 | 93.7 | 93.6 |
| 200 | — | 94.2 | 93.9 | 93.8 |
| 250 | — | 94.4 | 94.1 | 94.0 |
| 315 | — | 94.6 | 94.3 | 94.2 |
| 400 | — | 94.8 | 94.5 | — |
| 500 | — | 95.0 | — | — |

4.18 发电机气隙不均匀度不大于表 6 的规定：

表 6

| g mm | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 1.0 | 1.1 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| ϵ/g % | 18.0 | 17.5 | 17.0 | 16.0 | 15.0 | 14.0 |

表 6 中： g ——气隙公称值；

ϵ ——不均匀值，其定义为：

$$\epsilon = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{g_1^2 + g_2^2 + g_3^2 - g_1 g_2 - g_2 g_3 - g_3 g_1}$$

式中： g_1 、 g_2 、 g_3 为相距 120°测得的气隙值。

4.19 发电机空载稳态运行时测得的 A 计权声功率级的噪声限值应不超过表 7 规定。

表 7

| 额 定 功 率 kW | 同 步 转 速 r/min | | | |
|-----------------|--------------------|-------|-----|-----|
| | 1 500 | 1 000 | 750 | 600 |
| | 声 功 率 级 dB(A) | | | |
| 40、55 | — | 94 | 90 | 90 |
| 75、100 | 100 | 97 | 93 | 93 |
| 125、160、200 | 103 | 100 | 97 | 97 |
| 250、315、400、500 | — | 103 | 99 | 99 |

4.20 发电机在空载运行时测得的振动速度有效值不超过表 8 规定。

表 8

| 中 心 高 mm | 同 步 转 速 r/min | 振动速度有效值 mm/s | 电机安装方式 |
|-------------|------------------|-----------------|--------|
| 355 | 750,1 000,1 500 | 4.5 | 弹性 |
| 400,450 | 600,750,1 000 | 2.8 | 刚性 |

4.21 在额定电压下,发电机最大转矩对额定转矩之比的保证值应不低于 1.8。

4.22 随同发电机供给用户的技术文件

- a. 发电机外型安装尺寸图;
- b. 使用维护说明书;
- c. 出厂合格证;
- d. 装箱清单。

4.23 保用期限

在用户按照制造厂的使用维护说明书的规定,正确地使用与存放设备的情况下,制造厂对设备的保证为自运转后一年内,但自制造厂起运的日期不超过二年的时间内,若发电机因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时,制造厂应无偿地为用户修理或更换零件或电机。

5 检验规则及试验项目

5.1 发电机需经检验合格后才能出厂,并应附有产品合格证。用户可按本技术条件的规定检验产品的质量是否符合要求。

5.2 每台发电机应经过检查试验,检查试验项目包括:

- a. 机械检查(按本标准第 5.5 条的规定);
- b. 发电机定子绕组在实际冷状态下直流电阻的测定;
- c. 发电机定子绕组对机壳及定子绕组相互间绝缘电阻的测定;
- d. 发电机耐电压试验;
- e. 发电机匝间冲击耐电压试验(按本标准 4.11 条的规定);
- f. 发电机短时升高电压试验;
- g. 发电机相序检查;
- h. 发电机空载试验;
- i. 发电机短路试验;
- j. 发电机振动的测定(按本标准 4.20 条的规定)。

5.3 凡属下列情况之一者,应进行型式试验:

- a. 新产品试制完成时;
- b. 当设计、结构、工艺上或所用材料作重要的变动足以引起某些特性和参数发生变化时;
- c. 检查试验结果与以前进行的型式试验结果发生不可容许的偏差时;
- d. 成批生产的发电机定期抽试,其抽试时间每年一次。

5.4 发电机型式试验项目:

- a. 检查试验的全部项目;
- b. 温升试验及热态绝缘电阻的测定;
- c. 发电机负载特性试验;
- d. 发电机效率的测定;
- e. 发电机偶然过电流试验;
- f. 发电机最大转矩的测定;

- g. 发电机噪声测定(按本标准第 4.19 条的规定);
 - h. 发电机超速试验。
- 5.5 发电机的机械检查项目包括:
- a. 外观检查:检查发电机的装配是否完整正确,发电机表面油漆应干燥完整、均匀、无污损、碰坏、裂痕等现象;
 - b. 转动检查:发电机转动时,应平稳轻快、无停滞现象,声音不夹有害的杂音等。
- 5.6 本标准第 5.5 条必须每台检查,第 5.2 条 j 可以抽查,抽查办法由制造厂自定,第 5.2 条 e 及 f 两项检查试验,以 e 项为主,但可以任选其中一项进行试验,气隙不均匀度检查可在产品结构定型或当结构和工艺有较大改变时进行。
- 5.7 本标准规定的各项试验的试验方法按 YSFW 小型三相异步水轮发电机试验大纲进行。其中发电机噪声的测定方法按 GB 10069.1~10069.2,发电机振动的测定方法按 GB 10068.1,发电机匝间冲击耐电压试验方法按 JB/Z 294 进行。

6 标志、包装

6.1 铭牌材料及铭牌上的数据的刻划方法应保证其字迹在发电机使用时间内不易磨灭,并应牢固地固定在适当的明显位置。

6.2 发电机铭牌上应标明的项目如下:

- a. 电机名称;
- b. 制造厂名;
- c. 制造厂出品编号;
- d. 电机型号;
- e. 额定功率,kW;
- f. 额定电压,V;
- g. 额定电流,A;
- h. 额定频率,Hz;
- i. 额定转速,r/min;
- j. 相数;
- k. 定子绕组接线法;
- l. 额定功率因数,cosφ;
- m. 绝缘等级;
- n. 飞逸转速,r/min;
- o. 重量,kg。
- p. 出品年月;
- q. 标准编号。

6.3 发电机定子绕组的六个出线端及在接线板的接线位置上均应有相应的标志,并应保证其字迹在发电机整个使用时期内不易磨灭。其标志按表 8 的规定。

表 8

| 发电机定子绕组名称 | 出 线 端 标 志 | |
|-----------|-----------|-----|
| | 始 端 | 末 端 |
| 第一相 | U1 | U2 |
| 第二相 | V1 | V2 |
| 第三相 | W1 | W2 |

6.4 制造厂对发电机应负责包装,质量的保证时间,从出厂之日起算为三个月。

6.5 发电机包装箱应牢固可靠,外壁的文字和标志应清楚整齐,内容如下:

- a. 发货站及制造厂;
 - b. 收货站及收货单位名称;
 - c. 货物名称;
 - d. 发电机出厂编号;
 - e. 净重及毛重;
 - f. 箱子尺寸;
 - g. 在箱外的适当位置应标有符合 GB 191 规定的图形。
-

附加说明:

本标准由天津电气传动设计研究所提出。

本标准由天津电气传动设计研究所归口和负责起草。

本标准主要起草人杨新维、刘兴敏。