

General specification for marine
diesel generator set

本标准参照采用国际标准 IEC 92-301(1980)《发电机和电动机》和国际标准 ISO 3046/IV(1978)《往复式内燃机 性能——第四部分转速调节》的有关规定。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用柴油发电机组的术语、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、供应范围等内容。

本标准适用于船舶主电源和应急电源用柴油发电机组（以下简称机组）。

本标准不适用于轴带发电机、中频、工频单相交流以及双频输出的柴油发电机组。

2 引用标准

- GB 1859 内燃机噪声测定方法
- GB 4826 电机功率等级
- GB 7060 船用电机基本技术要求

3 术语

3.1 柴油发电机组

由柴油机、发电机及其调速、励磁调压系统组成的整体，柴油机通过弹性或刚性联轴节与发电机联接并安装在同一公共底座上，以柴油机驱动的发电机组。

3.2 机组稳态调速特性曲线

机组在额定负载、额定转速下，固定调速器的调节机构，在空载到满载范围内单向来回变化负载时，转速功率特性曲线回线的算术平均值连成的曲线。

3.3 机组稳态调速率

机组整定在额定负载、额定转速，负载自空载到满载或自满载到空载均匀或急剧变化时，稳定的空载转速 n_i 与额定转速 n_N 之差对额定转速 n_N 的百分比。

$$\delta_{st} = \frac{n_i - n_N}{n_N} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中： δ_{st} ——机组稳态调速率，%；
 n_i ——稳定的空载转速，r/min；
 n_N ——额定转速，r/min。

3.4 机组瞬态调速率及稳定时间

3.4.1 机组瞬态调速率是指机组整定于稳定调速率后，在额定负载、额定转速下，先突卸，后突加规定对称负载时，最低瞬时转速 n_{min} 或最高瞬时转速 n_{max} 与负载变化前的转速 n_i 或与额定转速 n_N 之差，对额定转速 n_N 的百分比。

机组在最高瞬时转速下的瞬态调速率 δ_d 按式（2）计算。

$$\delta_d = \frac{n_{\max} - n_N}{n_N} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

机组在最低瞬时转速下的瞬态调速率 δ_d 按式(3)计算。

$$\delta_d^- = \frac{n_{\min} - n_i}{n_N} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

3.4.2 稳定时间是指从转速变化时起,至转速恢复到与相应负载下的稳定转速的偏差在转速波动率范围内为止的时间。见图1。

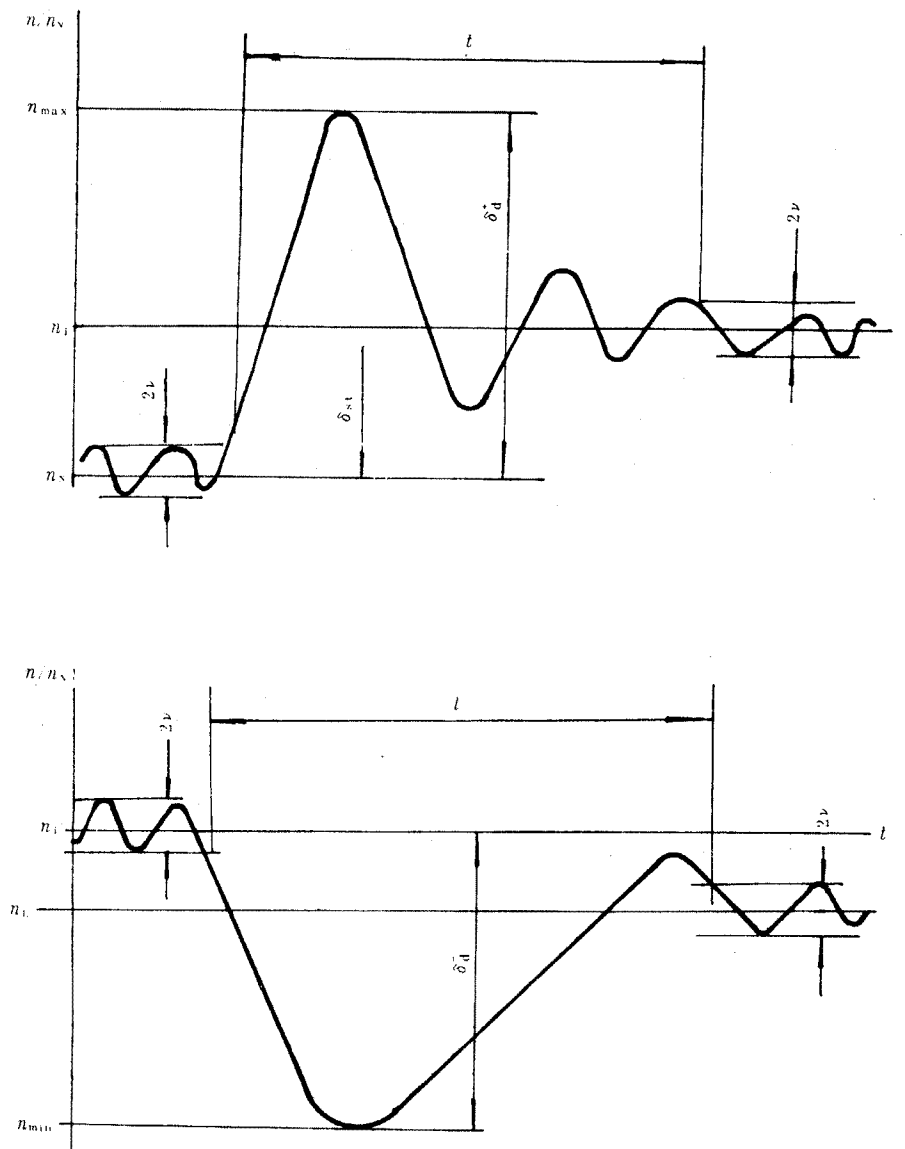


图1 转速瞬变过程图

n_N —额定转速; n_i —空载转速; n_{\max} 、 n_{\min} —负载变化引起的瞬时转速;

n_i —增加部分负载后的稳定转速; t —时间; ν —转速波动率

3.5 机组调速系统不灵敏度

机组整定于稳态调速率后，在额定负载、额定转速下，使负载在空载到满载范围内单向来回变化时，转速功率特性回线之间最大垂直距离 Δn 与额定转速 n_N 的百分比。见图2。

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta n}{n_N} \right| \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

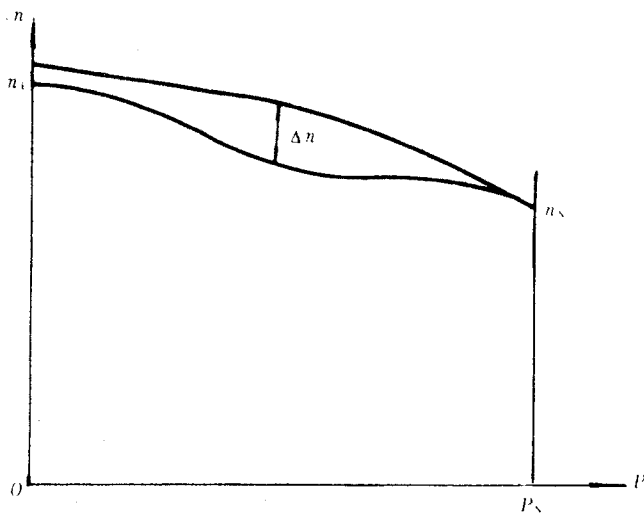


图2 调速系统的不灵敏度 ε

3.6 稳态调速特性非线性度

稳态调速特性曲线与对应的空载和额定点连线之间的最大转速偏差与额定转速之比，即调速特性曲线空载与满载点间的连线与切于稳态调速特性曲线且平行于该连线之直线间的相对转速差。见图3。

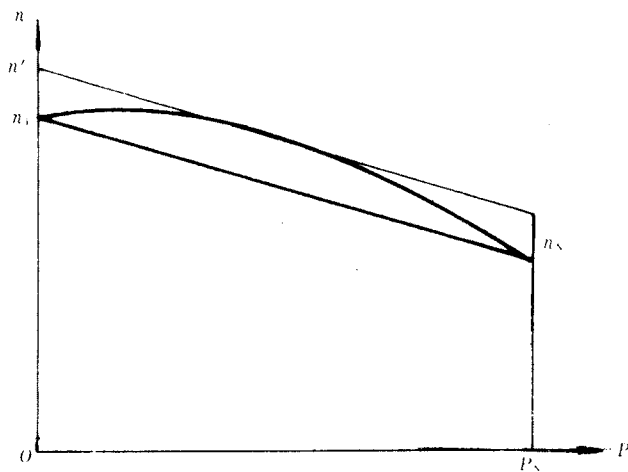


图3 调速特性的非线性度

3.7 转速波动率

机组在空载到满载范围内任一负载下运行时，于一定时间间隔内测得的最高转速 n_1 或最低转速 n_2 与它们的平均值 n_m 之差对平均转速 n_m 的百分比。

$$\nu = \frac{n_1 - n_m}{n_m} \times 100 \text{ 或 } \nu = \frac{n_2 - n_m}{n_m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: ν —— 转速波动率, %;

n_m —— 平均转速, 即 $\frac{n_1 + n_2}{2}$, r/min;

n_1 —— 最高转速, r/min;

n_2 —— 最低转速, r/min。

3.8 机组稳态电压调整率

机组整定于稳态调速特性后, 在额定负载、额定转速下, 励磁调压系统整定不变, 使负载功率因数保持额定值, 在空载到满载范围内单向来回变化回线中最高或最低电压 u 与额定电压 u_N 之差对额定电压 u_N 的百分比。

$$\delta_u = \frac{u - u_N}{u_N} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: δ_u —— 稳态电压调整率, %;

u —— 最高或最低电压, V;

u_N —— 额定电压, V。

3.9 机组瞬态电压变化率及稳定时间

机组在整定的稳态调速率、电压调整率下, 空载突加后再突卸功率因数为0.4(滞后)及以下的规定对称负载时, 最低或最高瞬时电压 u' 与负载变化前的电压 u_0 之差对额定电压 u_N 的百分比。

$$\Delta u = \frac{u' - u_0}{u_N} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: Δu —— 瞬态电压变化率, %;

u' —— 最低或最高瞬时电压, V;

u_0 —— 负载变化前的电压, V。

稳定时间是指从电压变化时起至电压恢复到与额定值的偏差在 $\pm 3\%$ 额定电压以内的时间。

3.10 电压波动率

机组在整定调速特性下, 在空载到满载范围内任一负载下运行时, 于一定时间间隔内测得的最高电压 u_1 或最低峰值电压 u_2 与它们的平均值 u_m 之差, 对平均电压 u_m 的百分比。

$$\theta = \frac{u_1 - u_m}{u_m} \times 100$$

$$\text{或 } \theta = \frac{u_2 - u_m}{u_m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: θ —— 电压波动率, %;

u_m —— 平均电压, 即 $\frac{u_1 + u_2}{2}$, V;

u_1 —— 最高电压, V;

u_2 —— 最低电压, V。

3.11 负载分配差度

并联运行中第 i 台发电机组的实际负载率与总平均负载率之差。

$$\Delta P_i = \left| \frac{P_i}{P_{iN}} - \frac{\sum P_i}{\sum P_{iN}} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\Delta Q_i = \left| \frac{Q_i}{Q_{iN}} - \frac{\sum Q_i}{\sum Q_{iN}} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中: ΔP_i —— 有功负载分配差度, %;

- ΔQ_i —— 无功负载分配差度, ‰;
 P_i —— 第*i*台机组实际有功功率, kW;
 Q_i —— 第*i*台机组实际无功功率, kvar;
 ΣP_i —— 并联运行机组总实际有功功率, kW;
 ΣQ_i —— 并联运行机组总实际无功功率, kvar;
 P_{iN} —— 第*i*台机组的额定有功功率, kW;
 Q_{iN} —— 第*i*台机组的额定无功功率, kvar;
 ΣP_{iN} —— 并联运行机组总额定有功功率, kW;
 ΣQ_{iN} —— 并联运行机组总额定无功功率, kvar。

4 发电机组分类

4.1 机组品种、型式、规格

4.1.1 电流种类: 交流、直流。

4.1.2 额定电压: 直流 115 V、230 V、460 V、800 V¹⁾
 交流 50 Hz: 390 V、400 V、600 V¹⁾
 690 V、3 150 V、6 300 V
 60 Hz²⁾: 450 V、3 150 V、6 300 V

注: 1) 仅供石油平台用。

2) 仅供出口产品用。

4.1.3 额定频率: 50 Hz、60 Hz³⁾。

注: 3) 仅供出口产品用。

4.1.4 额定功率因数: 0.8 (滞后)。

4.1.5 额定功率:

12, 20, 24, 30, 40, 50, 64, 75, 90, 120, 150, 200, 250, 280, 315, (350), 400, (450), 500, (560), 630, (710), 800, (900), 1 000, (1 120), 1 250, (1 400), 1 600, (1 800), 2 000, (2 240), 2 500, (2 800), 3 150, (3 600), 4 000 kW。

注: 1 上述功率值系按 GB 7060 和 GB 4826 规定的在 50℃ 环境条件下的发电机额定功率值, 柴油机在规定环境条件下与发电机匹配以后的功率, 在一般情况下均应达到以上所规定的数值。

2. 括号内的数值不推荐。

4.1.6 额定转速, 见表 1。

表 1

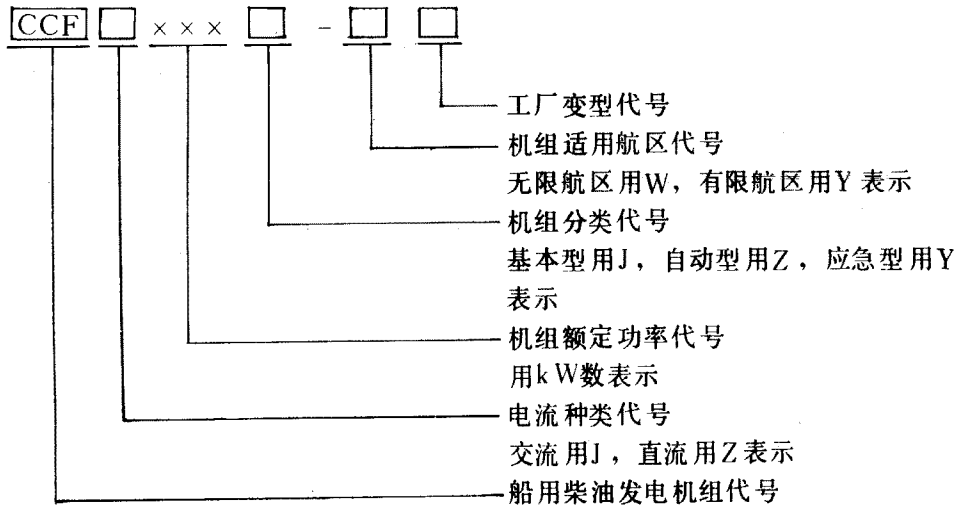
		额定转速, r/min					
		直流		交流			
直流				750	1 000	1 500	
交流	50 Hz	428	500	600	750	1 000	1 500
	60 Hz			600	720	900	1 200

4.1.7 工作制: 连续。

4.1.8 机组起动方式: 电起动或空气起动。

4.2 机组分基本型和自动型。自动型机组除应符合基本型机组的一般要求外, 还必须符合自动化电站对机组提出的有关规定。

4.3 机组代号表示方法



4.4 机组代号示例

功率250kW，适用于无限航区的船用自动型交流柴油发电机组：

CCFJ250Z W□

功率24kW，适用于有限航区的船用基本型直流柴油发电机组：

CCFZ24J Y□

功率90kW，适用于无限航区的应急船用交流柴油发电机组：

CCFJ90Y-W□

5 技术要求

5.1 工作条件

5.1.1 机组在下列条件下应能正常工作。

环境温度 45℃；

海水温度 32℃；

横 倾 15°；

22°30′（应急机组、内河船舶）；

纵 倾 7°30′；

10°（应急机组、内河船舶）；

横 摇 22°30′；

潮湿空气、有盐雾（内河船舶除外）、油雾和霉菌，正常营运所产生的振动和冲击。

5.1.2 机组在下列工作条件下应能输出额定功率：

a. 无限航区的机组：环境温度45℃，一次冷却水温度32℃，相对湿度60%。

b. 有限航区及其相应条件的机组：环境温度40℃，一次冷却水温度25℃，相对湿度60%。

5.2 柴油机与发电机采用弹性或刚性联接并安装在同一公共底座上，中心对准后应加定位销钉，半联轴器处的同心度和平行度应在产品技术条件中规定。机组的安装、固定应采用减震器并应有良好的隔振效果，机组台架试验时的当量振动烈度有隔振时应不大于45mm/s，无隔振时应不大于28mm/s。

5.3 起动性能

机组应能在室温不低于5℃无预热的条件下顺利起动，(发电机采用强迫润滑的滑动轴承时，润滑系统允许采用预热措施)。应急机组应能在室温为0℃时起动(起动困难时可考虑油水预热措施)。

5.4 直流发电机组调压性能

复励发电机组在相应稳态调速特性下，在满载转速为额定值并稳定热态运行时，以20%额定负载为始点，使电压偏离额定值小于额定电压的1%以内，满载电压偏离额定值小于额定电压的2.5%，负载在20%额定负载至满载之间上升和下降时的调压曲线的平均曲线与额定电压的偏差应不大于4%。

5.5 交流发电机组调压性能

5.5.1 稳态电压调整率

交流发电机组的稳态电压调整率应不超过 $\pm 2.5\%$ ；应急发电机组的稳态电压调整率允许不超过 $\pm 3.5\%$ 。

5.5.2 瞬态电压变化率和稳定时间

交流发电机组在空载工况下，突加、突卸60%额定电流、功率因数为0.4(滞后)及以下的对称负载时，瞬态电压的变化率最低不超过 -15% ，最高不超过 $+20\%$ ；电压恢复到与额定值的偏差为 $\pm 3\%$ 额定电压以内的时间不超过1.5s。

5.5.3 机组空载电压的整定范围为额定电压的95%~105%。

5.5.4 机组在0~100%额定负载内任意对称负载下，电压波动率应不超过 $\pm 1\%$ 。

5.6 并联运行的交流发电机组励磁系统，应具有适当分配机组间无功功率的措施。

5.7 过载

机组应具有能承受110%额定功率(对交流机组其功率因数为额定)连续运转1h的能力，温升不作考核。

5.8 三相突然短路和稳定短路

机组在自励情况下，应能承受三相突然短路，持续时间不少于2s而不发生损坏及有害变形。

在稳定短路状态下，发电机及其励磁系统至少应能维持三倍额定电流的稳态短路电流。

5.9 机组调速特性

5.9.1 瞬态调速率

机组在突卸额定负载和空载下突加50%额定负载，稳定后再加上余下的50%，其瞬态调速率应不超过 $\pm 10\%$ ，稳定时间应不大于5s。对应急机组应能突卸、突加100%额定负载，其瞬态调速率及稳定时间同上。

5.9.2 稳态调速率

机组的稳态调速率应不大于5%。

5.9.3 转速波动率

机组在整定调速特性后，在空载及各种稳定负载下的转速波动率应不超过 $\pm 0.5\%$ 。

5.9.4 机组调速系统的不灵敏度应不大于0.5%。

5.9.5 并联运行机组的调速特性曲线的弯向应一致，特性曲线的非线性度 γ 应不超过 $0.2\delta_{st}$ ， δ_{st} 为稳定调速率的实际整定值。

5.9.6 并联运行机组的调速器应具有改变稳态调速率 δ_{st} 的可调机构，以能使其稳态调速率调到基本一致。

5.10 并联运行

5.10.1 直流机组的并联运行

并联运行的直流机组，在空载到满载的所有负载下均应能稳定运行，当负载在总额定功率的20%~100%范围内变化时，其功率分配差度应不大于最大发电机额定功率的12%、最小发电机额定功率的25%。

5.10.2 交流发电机组的并联运行

并联运行的交流发电机组,当负载按额定功率因数在总额定功率的20%~100%范围内变化时应能稳定运行,其有功功率分配差度应不大于最大发电机额定功率的15%、最小发电机额定功率的25%,无功功率分配差度应不大于最大发电机额定无功功率的10%、最小发电机的额定无功功率25%。

5.11 超速保护装置

原动机功率大于220kW(300PS)的机组应装有超速保护装置,以防止柴油机转速超过额定转速的15%。

5.12 转速遥控机构

为适应遥控、自控时调节频率和转移负载,机组应设有遥控转速的机构,其转速的调节范围至少应大于额定转速的-20%~+10%,调节转速的灵敏度应在每秒0.5%~1.5%额定转速范围内,遥控机构还应具有机旁手控和遥控转换的离合器和调速手柄达到顶点的保护装置。

5.13 机组的扭转振动

原动机功率大于110kW(150PS)的机组,应进行扭转振动计算和测量,若二者不相同,则以实测为准。

5.13.1 机组的曲轴和转动轴的扭振许用应力应不超过按式(11)和式(12)计算所得的数值。

当机组在95%~110%额定转速范围内持续运转时:

$$[\tau_c] = \pm (21.59 - 0.013 \, 2d) \dots\dots\dots (11)$$

当机组在0~95%额定转速范围内瞬时运转时:

$$[\tau_t] = \pm 5.5 [\tau_c] \dots\dots\dots (12)$$

式(11)、式(12)中:

$[\tau_c]$ ——持续运转扭振许用应力,MPa;

$[\tau_t]$ ——瞬时运转扭振许用应力,MPa;

d ——轴的基本直径,mm。

5.13.2 上述的扭振许用应力值是适用于最低抗拉强度为430MPa的钢质曲轴。当所选抗拉强度高于430MPa时,则许用应力 τ' 可用式(13)计算:

$$\tau' = \frac{\sigma_b + 184}{614} \tau \dots\dots\dots (13)$$

式中: σ_b ——轴的最低抗拉强度,MPa;

τ ——5.13.1计算的扭振许用应力,MPa。

5.13.3 施加在发电机转子处的振动惯性扭矩,当转速在95%~110%额定转速范围内时,应不超过 $\pm 2 M_m$ (M_m ——额定转速的平均扭矩),当转速在低于95%额定转速时,应不超过 $\pm 6 M_m$ 。

5.13.4 在额定工况下,交流发电机转子处的合成振幅应不大于 ± 2.5 电角度。

5.13.5 当机组采用弹性联轴节时,联轴节的弹性元件在持续运行时的振动扭矩,应不超过其许用交变扭矩值,在瞬时运行时,应不超过其瞬时运转的许用交变扭矩值。

5.14 机组转速为90%~115%额定转速时,一般应不产生 $Z/2$ 和 Z 次(Z 为柴油机汽缸数)简谐的临界转速和共振区。而在90%~105%额定转速范围内,应尽可能不用减少振幅的方法来消除转速禁区。

5.15 噪声

当机组额定转速低于或等于1000r/min时,噪声应不大于105dB。

当机组额定转速高于1000r/min时,噪声应不大于110dB。

5.16 发电机绕组的冷态绝缘电阻应不低于5M Ω ,热态绝缘电阻应不低于2M Ω 。

5.17 机组燃油消耗率应在产品技术条件中规定。

5.18 机组结构要求

5.18.1 柴油发电机组的结构应当合理,零部件和附件的布置应便于维护和检修。工序要简单,作业

范围要小。

- 5.18.2 柴油发电机组的结构应保证其安装在减震器上的可能性。
- 5.18.3 柴油发电机组在运行时可能被触及的运动部件，应加防护装置。
- 5.18.4 操作人员可能触及到的柴油发电机组温度容易灼伤人的表面，应加防护措施。
- 5.18.5 柴油发电机组的结构应具有避免燃油和机油落到排气管和电气装置上以及落入进气系统内的措施。
- 5.19 机组可靠性要求
 - 5.19.1 柴油发电机组到大修期的使用期限应在产品技术条件中明确。
 - 5.19.2 柴油发电机组低负荷运行的允许值及累计运行时间应在产品使用说明书中规定。
 - 5.19.3 柴油发电机组的可靠工作时间应不少于600 h。

6 试验方法

6.1 测试设备

- 6.1.1 电流表、电压表、功率表、频率表等电气仪表的精度应不低于0.5级，功率因数表的精度应不低于1.0级。
- 6.1.2 温度表、压力表等热工参数测量仪表的精度应不低于2.5级。
机组出厂试验时允许用机旁仪表板仪表。
- 6.1.3 仪用互感器的精度应不低于0.5级。
- 6.1.4 负载设备
 - a. 用水电阻作有功负载时，其三相电流的不平衡度应小于3%发电机额定电流。
 - b. 用感应调压器作无功负载时，应工作在非饱和区。
 - c. 动负载可以采用堵转的异步电动机或水电阻加线性电抗器，无条件时允许采用感应调压器作为无功负载。
 - d. 在进行机组负载试验时，允许采用电能反馈电网的形式。
在做机组的调速与调压特性时不能采用此种形式。
- 6.1.5 试验中所用的仪器仪表、示波器等均需有定期检验合格证。
- 6.1.6 测量仪表的量程，应使测试数据可能的最大变化范围在测试仪表量程的20%~90%范围内。

6.2 机组外观检查

试验前应对机组的公共底座、联轴器连接螺钉、各部件安装质量进行检查，检查机组轴系安装的对中性；检查调速器手柄是否在规定的位罝上，停车手柄是否灵活；检查滑油、燃油液位是否正常；消除燃油系统中的空气；检查附件、管路、电气线路连接是否可靠；管路有无漏油、漏水现象；起动系统是否正常（起动空气瓶的气压是否在规定的范围内或蓄电池容量是否正常等）；各阀件是否在起动准备状态。

6.3 发电机绝缘电阻检查

机组在开机前和停机后检查发电机绕组的绝缘电阻是否在5.16规定的范围内。所用绝缘测试仪电压等级按表2规定。

表 2

发电机额定电压, V	绝缘测试仪的电压等级, V
500	500
500~1 000	1 000
3 000~6 300	2 500

6.4 机组试运转检查

当机组经过外观检查、绝缘电阻检查之后,认为机组状态正常时,可按柴油机使用保养说明书规定的程序启动柴油机,逐渐加速到额定转速,观察柴油机有无异常声响,热工参数是否在规定的范围内,有无漏油、漏水,发电机电压能否启励建压,初步观察一下电压可调范围。

6.5 机组的倾斜试验

使用刚性联轴节的机组应做纵倾试验,试验时将机组安装在有固定倾斜角 10° 的台架上,分前倾和后倾两种情况进行,在额定工况下,各运行1 h。运转应平稳无不正常振动、轴承无连续的撞击和摩擦声、无滑油泄漏等现象发生。

6.6 机组起动性能试验

机组在环境温度不低于 5°C ,冷却水、滑油不预热的条件下,应急机组在环境温度为 0°C 条件下(起动有困难时允许采用预热措施)应能顺利起动,连续起动六次,以六次起动中成功五次以上者为合格。每次起动的时间间隔不超过1 min。

起动时间的测定:

在型式试验时,测量起动时间用示波器记录,将转速信号送到瞬时转速测量仪后,再送示波器拍片。出厂试验时允许用秒表记录,起动时间为每次起动时间的代数和除以起动成功的次数。

应急机组起动到空载转速的时间应不大于10 s。

6.7 机组稳态调速率可调范围检查

将调速器上的稳态调速率调节旋钮置于最小位置。机组带额定负载,并使机组为额定转速。减去全部负载,记录此时机组的空载转速或频率。将调速器上的稳态调速率调节旋钮置于最大位置。重复上述试验,分别求出机组稳态调速率的最小值与最大值。

6.8 机组稳态调速特性测定

机组稳态调速率一般调整在 $3\% \sim 5\%$ 范围内,使机组带额定有功负载,转速为额定转速,固定调速手柄,机组从额定负载的 $100\% \rightarrow 0\%$;再由 $0\% \rightarrow 100\%$ 额定负载,单方向缓慢改变负载(不允许在一种负荷工况下来回调整负载,加载或减载方向上的测点应不少于五点),测定负载改变后的稳定转速或频率及相应的机组功率,试验应连续进行三次(出厂试验时允许只测一次),在各次特性基本稳定的情况下,取其中一个循环的平均特性曲线,求出调速系统的不灵敏度 ϵ 和调速特性的非线性度 γ ,稳态调速率 δ_{st} 。

6.9 机组转速波动率测定

机组在额定转速下,于 100% , 75% , 50% , 20% 额定负载及空载时分别用示波器(配瞬时转速测量仪)记录机组转速变化,每一工况稳定 $1 \sim 2$ min。出厂试验时允许用频率表测量。

6.10 机组瞬态调速率和稳定时间的测定

机组在额定有功负载工况下运转 $5 \sim 10$ min,突卸全部负载,然后先突加 50% 额定负载,待稳定后再突加 50% 额定负载,用示波器(配瞬时转速测量仪)或其他有效测试方法,记录转速的变化和稳定时间。

本项试验应连续(一种状态稳定后再进行另一次突变负荷试验)重复三次,取三次的平均值作为试验的结果。

用测量仪表记录机组突加、突卸负载前后的稳定转速(频率)。

6.11 机组空载电压整定范围的检查

机组升到空载转速,发电机应能起励建压,调整电压整定电位器,观察电压是否在 $95\% \sim 105\%$ 额定电压范围内变化。

6.12 机组稳态调压率测定

机组在额定功率、额定转速运行至热态,卸载后,使机组负载从空载到 100% 额定负载,再从 100% 额定负载到空载,保持功率因数 0.8 (滞后),单方向缓慢变化,每一方向测量不少于五点,并包括 20% 额定负载,记录各点负载、电流、电压、频率值。

6.13 机组电压波动率测定

机组在额定功率因数的条件下,对20%、50%、75%、100%额定负载用示波器记录电压波动情况,出厂试验时允许用电压表测量。

6.14 机组瞬态电压变化率及恢复时间的测定

待机组的稳态调压率测定后,卸去负载,机组空载突加后突卸对称的60%额定电流,功率因数低于0.4(滞后)。

用示波器记录三相线电压和一相电流的变化,连续作三次,取各次中最大值的平均值为其试验的结果。

6.15 机组噪声测定

机组在整定于额定转速、额定负载后,分别测定其在50%、100%额定负载和空载下的噪声,可结合负载试验进行。

测量可以在噪声试验室或符合GB 1859规定的普通试验室,用A计权网络进行。

背景噪声应比所测机组的噪声低10dB以上,且不应被偶然的其他声源所干扰。

测量点的高度与汽缸头齐平,距离机组本体为1m,特别是柴油机增压器和发电机排风口等处。

每个测点应重复测量三次,每次测量结果之差应不大于2dB。记录环境温度、湿度、大气压力、日期、各测点噪声级LP(A)、背景噪声级。

6.16 机组扭振测量

a. 机组在空载工况下,在最低稳定转速至110%额定转速范围内测量机组的扭振振幅及应力(或扭矩、角度)。

b. 机组在额定负载下,在95%~100%额定转速范围内测量机组的扭振振幅及应力(或扭矩、角度)。

6.17 机组负载试验

机组在整定的调速率和功率因数0.8(滞后)情况下,机组空载运转5min,在25%、50%、75%额定负载分别运转10min后,将负载加到额定功率,转速调到额定值连续运转不少于4h。每半小时记录一次机组的功率、频率、电压和油耗。

6.18 机组燃油消耗率测定

在环境温度为45℃,相对湿度为60%,海水温度为32℃,大气压力为101.3kPa的条件下,测出额定功率时的每千瓦小时油耗,在不是此条件时应进行修正。

给定燃油的重量按柴油机厂习惯和设备条件进行,燃油消耗时间用秒表(精度等级0.1s)测定。

6.19 机组过载试验

在机组负载试验后,随即进行110%额定负载过载试验,试验时间为1h。

6.20 机组超速保护装置试验

机组在空载条件下调节超速保护装置的转速整定值,使柴油机转速达到113%~115%额定转速时,超速保护装置应迅速动作,使柴油机停车,试验三次均应成功。

6.21 机组三相突然短路试验和稳态短路电流的测定

试验前应仔细检查机组的安装质量,发电机励磁控制回路是否良好。同时还须检查短路开关触头合闸的同时性,要求三相触头应能同时合闸,其最大误差应不超过15°电角度,操作开关瞬时跳闸电流必须大于最大短路电流,所有连接必须可靠,发电机至开关的连接线采用三芯电缆,其长度应不超过6m,其截面积在额定电流下的电流密度应不高于本身的许用值。

试验时机组温度应接近热态温度,机组转速为额定转速,发电机组自额定工况卸载到空载状态,进行三相突然短路试验,历时2s。

测量短路电流应采用无感分流器,用示波器拍摄定子电压、三相电流及励磁电流波形,由示波图中量得三相稳态短路电流。

试验后,应立即消除短路状态,检查机组的各部分有无损坏及有害变形,消除短路后,机组仍可

以启励建压，机组仍能正常地工作。

6.22 并联运行试验

6.22.1 此项试验应在单台机组试验合格后进行，并联运行机组的稳态调速率应调得尽量一致。

6.22.2 使运行机组加载到40%额定负载，功率因数为0.8（滞后），调节待并机组的电压，频率略高于运行机组，使之投入并联运行，把总负载增加到75%额定负载作为基调点，调节并联机组的转速，使有功和无功功率的分配基本一致，均功后不允许进行第二次调节，然后单向改变总负载：75%→100%→75%→50%→20%→50%→75%，保持总负载功率因数为0.8（滞后），求出有功功率分配差度 ΔP 和无功功率分配差度 ΔQ ，并在总功率为90%时运行1h，观察并联的稳定性。

并联运行机组在25%~50%负载工况下，直接起动并联运行中小机组容量的25%左右的异步电动机，观察并联运行的稳定性。

6.23 机组机械振动测定

机组应在起动转速到额定转速范围内检查最大振动点，并在额定转速和额定负载整定后，分别在带50%、100%、110%额定负载时，测定机组运行部分各点三个方向上振动速度的有效值，测点分布如图4所示。

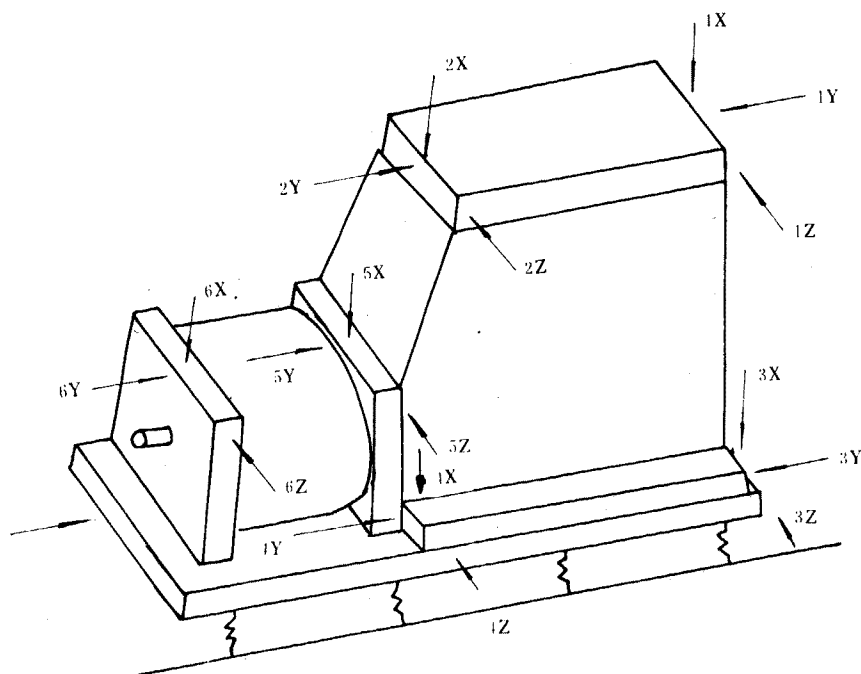


图4 测点分布图

6.24 机组可靠工作时间考核

a. 本试验应在其他项目试验合格后进行，试验中各项参数应在规定范围内。

b. 机组负载可在25%~100%额定值范围内变化，每小时记录一次发电机的电压、电流、功率，柴油机转速、油水温度、压力和大气压力、温度、湿度、停电时间、故障等原因等。

c. 因更换零部件或检修引起的停电时间，每次应不超过半小时。

在整个试验过程中上述停电次数应不超过三次。

7 检验规则

7.1 机组的成套试验分型式检验和出厂检验两种。

7.2 机组凡属下列情况之一者，应进行型式检验。

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b. 机组定型后，在出厂试验运行中机组的关键部件连续发生重大质量问题时；
- c. 正常生产时定期或积累一定产量后应周期性进行一次；
- d. 机组中的主要配套件（柴油机、发电机、调速器、励磁系统）转厂生产或设计工艺、使用材料有重大变化，足以引起性能变化时；
- e. 出厂检验结果与上次检验有较大差别时；
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

注：发生b、d、e项情况时，允许只作有关项目的试验。

7.3 机组型式试验项目

- a* 外观检查；
- b* 绝缘电阻检查；
- c* 运转检查；
- d* 机组起动性能试验；
- e* 机组稳态调速特性测定；
- f* 机组转速波动率测定；
- g* 机组瞬态调速率及稳定时间测定；
- h* 机组空载电压整定范围检查；
- i* 机组稳态电压调整率测定；
- j* 机组电压波动率测定；
- k. 机组瞬态电压变化率和稳定时间测定；
- l* 机组超速保护装置试验；
- m* 机组负载试验；
- n* 机组过载试验；
- o* 机组并联运行试验（对需要进行并联运行的机组）；
- p. 机组倾斜试验；
- q* 机组稳态调速率可调范围检查；
- r. 机组噪声测定；
- s. 机组扭振测试；
- t. 机组三相突然短路试验和稳态短路电流的测定；
- u. 机组燃油消耗率测定；
- v. 机组机械振动当量烈度测定；
- w. 机组可靠工作时间考核。（允许以用户提供的使用报告统计数据为依据）。

7.4 机组出厂试验项目

型式试验项目中有*号者为出厂试验项目。

7.5 机组各配套件（柴油机、发电机、励磁调压系统等）必须在各制造厂先行组装和试验，经检验合格符合各自产品技术条件，附上各自产品的合格证、附件、备件、工具和技术文件。

7.6 机组由成套厂按本标准进行总装试验，经检验合格，附上产品合格证、备件、工具及技术文件方可出厂。

8 机组供应范围

- a. 船检合格证书；
- b. 包括公共底座在内的整套发电机组；
- c. 各配套件制造厂转交的有关附件和工具；

d. 机组备件（参照钢质海船入级与建造规范10.2.1.1注（1）规定由供需双方在订货协议中明确）；

e. 机组产品合格证书	1份	
f. 机组使用维护说明书	1份	
g. 柴油机使用维护说明书	1份	
h. 发电机使用维护说明书	1份	
i. 增压器使用维护说明书	1份	} 在f项中已涉及者可不另提供。
j. 机组外形及安装尺寸图	1份	
k. 柴油机外形及安装尺寸图	1份	
l. 发电机外形及安装尺寸图	1份	
m. 发电机励磁系统电路图	1份	
n. 机组经历簿	1份	
o. 机组随机工具清单	1份	
p. 装箱清单	1份	
q. 备件清单	1份	

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 机组上应装有耐久材料制成的铭牌，铭牌右下角应留有船检标记的位置，在铭牌上应标明下列内容：

- a. 机组名称；
- b. 代号；
- c. 额定功率；
- d. 额定转速；
- e. 额定电压；
- f. 重量；
- g. 外形尺寸；
- h. 出厂编号；
- i. 成套厂名；
- j. 出厂日期。

9.2 机组的包装应有防潮等措施，并且牢固可靠，保证在长途运输中不致损坏，包装箱上标志应清晰、整齐，其内容应包括：

- a. 机组名称；
- b. 出厂编号；
- c. 包装箱尺寸；
- d. 毛重；
- e. 包括日期及油封有效期；
- f. 成套厂名；
- g. 发货地点；
- h. 收货单位；
- i. “不得倒置”、“向上”、“小心轻放”、“防潮”及挂钩和索具位置字祥和标志。

10 成套厂保证

用户在遵守机组使用说明书规定条件使用维护时，机组自出厂之日起至少一年内，凡因机组装置

因制造质量不良而导致机组损坏或不能正常工作并有记录可查时，生产厂应无偿进行修复更换部件。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中国船舶总公司七院704研究所、兰州电源车辆研究所负责起草。

本标准主要起草人顾乃文。