



中华人民共和国国家标准

GB/T 13032—2010
代替 GB/T 13032—1991

船用柴油发电机组

Marine diesel generator set

2010-08-09 发布

2010-12-01 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

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 机组分类 6

5 要求 7

6 试验方法..... 10

7 检验规则..... 14

8 交货范围..... 16

9 标志、包装、运输、贮存 16

参考文献 18

前 言

本标准代替 GB/T 13032—1991《船用柴油发电机组》。

本标准与 GB/T 13032—1991 相比,主要技术内容有如下变化:

- a) 对船用柴油发电机组的电压等级和功率进行了扩展;
- b) 起动方式中增加“手动起动”方式;
- c) 环境条件中增加纵摇的相应规定;
- d) 稳态电压调整率中增加“在功率因数为 0.8(滞后)时”的前提条件;
- e) 增加了瞬态调速率关于分级加载的内容;
- f) 充实了船用柴油发电机组减振降噪部分的内容;
- g) 充实了相关的试验内容。

本标准由中国船舶重工集团公司提出。

本标准由中国船用机械标准化技术委员会柴油机分技术委员会归口。

本标准起草单位:中国船舶重工集团第七〇四研究所。

本标准主要起草人:贺彦波、钟如森、谢建平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 13032—1991。

船用柴油发电机组

1 范围

本标准规定了船用柴油发电机组(以下简称“机组”)的术语、产品分类、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机组,不适用于轴带发电机、中频、工频单相交流以及双频输出的机组。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

- GB/T 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2008,ISO 780:1997,MOD)
- GB/T 1859 往复式内燃机 辐射的空气噪声测量 工程法及简易法(GB/T 1859—2000,idt ISO 6798:1995)
- GB/T 3785 声级计的电声性能及测试方法
- GB/T 4772.2 旋转电机尺寸和输出功率等级 第2部分:机座号 355~1000 和凸缘号 1180~2360(GB/T 4772.2—1999,idt IEC 60072-2:1990)
- GB/T 7060 船用旋转电机基本技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

柴油发电机组 diesel generator set
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,以柴油机驱动发电机组。

3.2

机组稳态调速特性曲线 steady governing characteristic curve
机组在额定负载、额定转速工况下,固定调速器的转速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 steady speed regulation
机组整定在额定负载、额定转速工况下,负载自空载到额定负载或自额定负载到空载均匀变化时,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,按公式(1)计算。

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

式中:
 δ_{st} ——机组稳态调速率,%;

n_i ——稳定的空载转速,单位为转每分(r/min);

n_N ——额定转速,单位为转每分(r/min)。

3.4

机组瞬态调速率及稳定时间 transient speed regulation and recovery time

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^+ 按公式(2)计算。

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

式中:

δ_d^+ ——瞬态调速率,%;

n_{\max} ——最高瞬时转速,单位为转每分(r/min);

n_N ——额定转速,单位为转每分(r/min)。

机组在最低瞬时转速下的瞬态调速率 δ_d^- 按公式(3)计算。

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

式中:

δ_d^- ——瞬态调速率,%;

n_{\min} ——最低瞬时转速,单位为转每分(r/min);

n_i ——空载转速,单位为转每分(r/min)。

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。

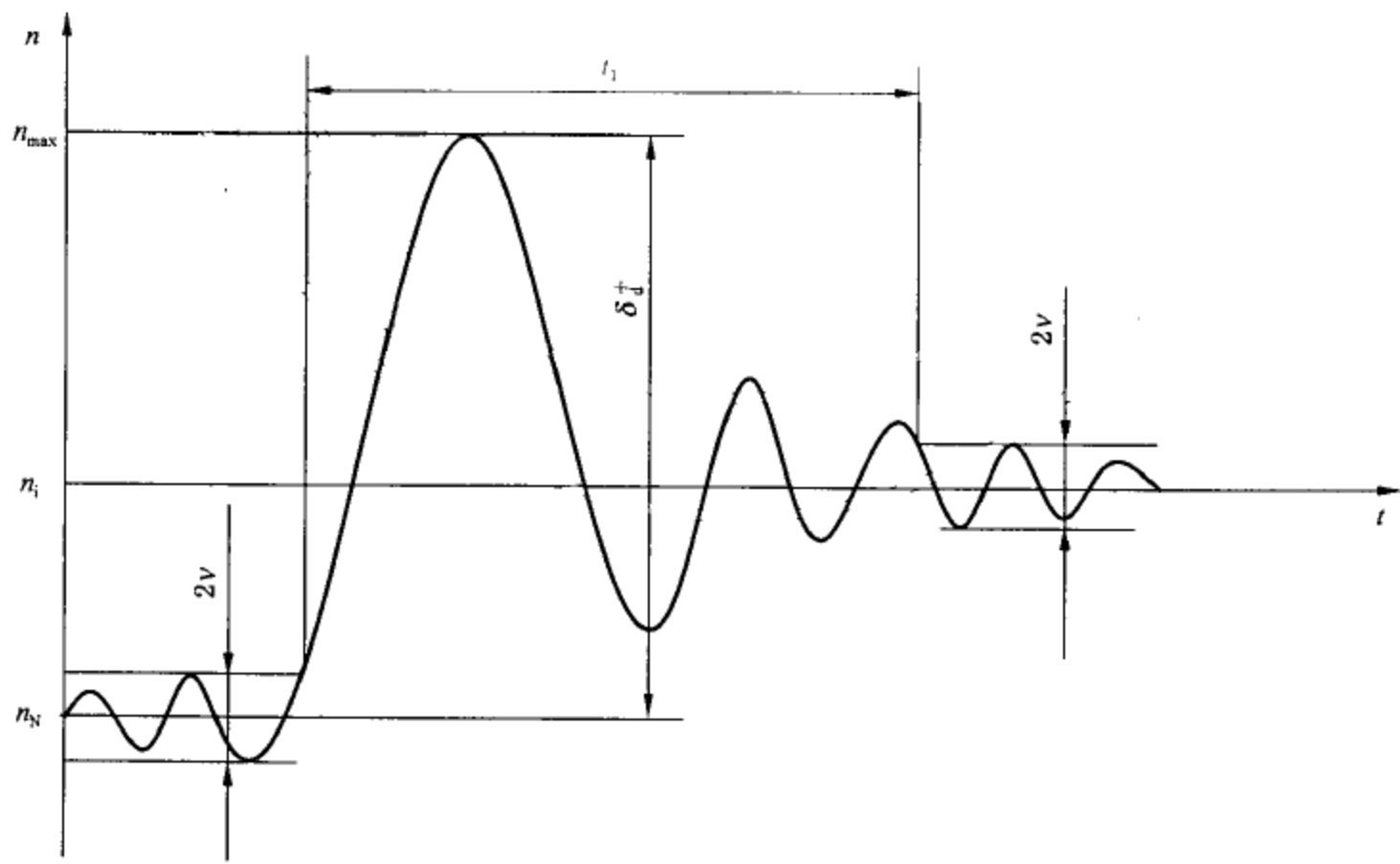


图 1 转速瞬变过程图

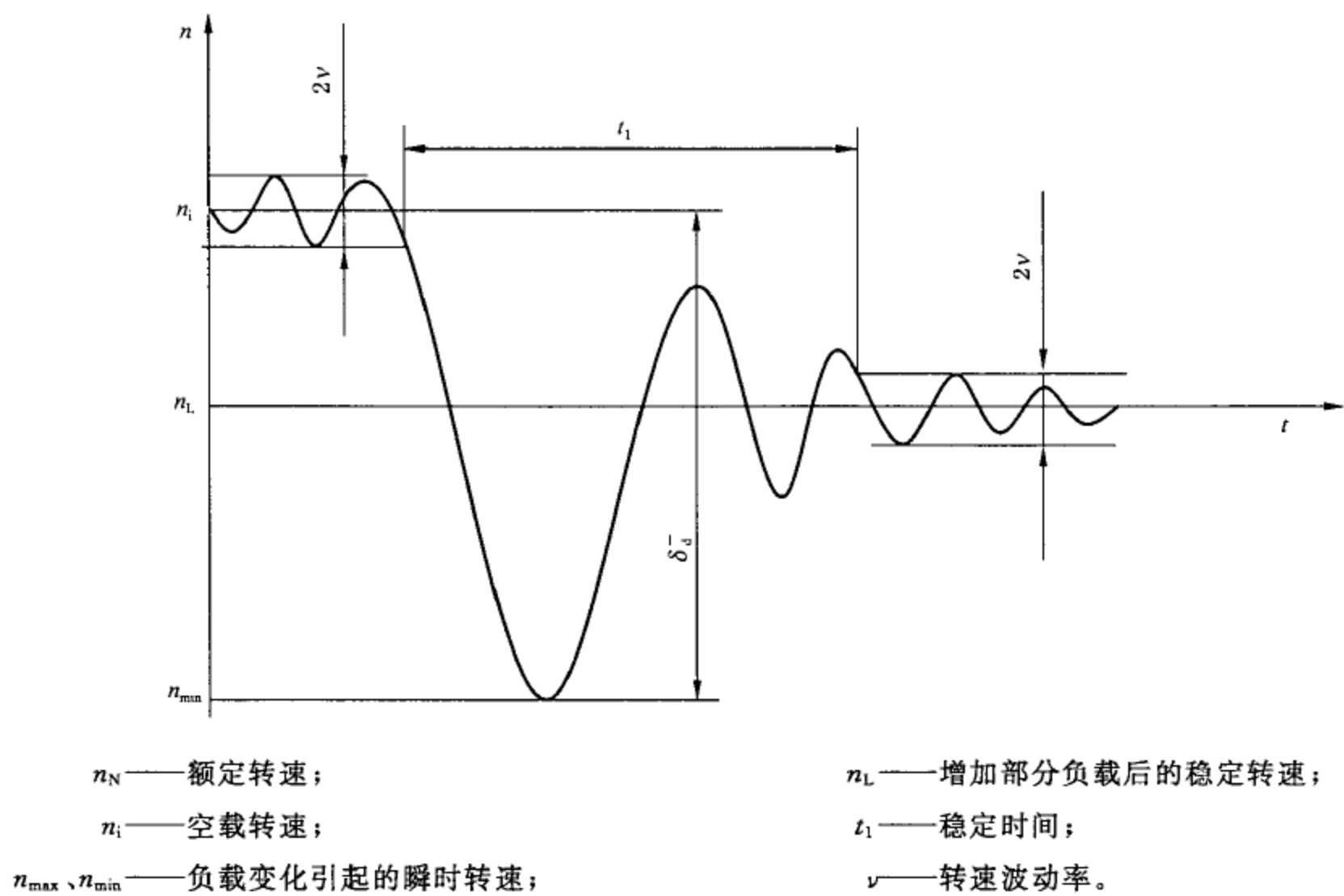


图 1 (续)

3.5

机组调速系统不灵敏度 non-sensitivity of speed governing system

机组整定于稳态调速率后,在额定负载、额定转速下,使负载在空载到额定负载范围内单向来回变化时,转速功率特性回线之间最大转速差 Δn 与额定转速 n_N 的百分比,按公式(4)计算,见图 2。

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

式中:

- ϵ ——不灵敏度, %;
- Δn ——最大转速差,单位为转每分(r/min);
- n_N ——额定转速,单位为转每分(r/min)。

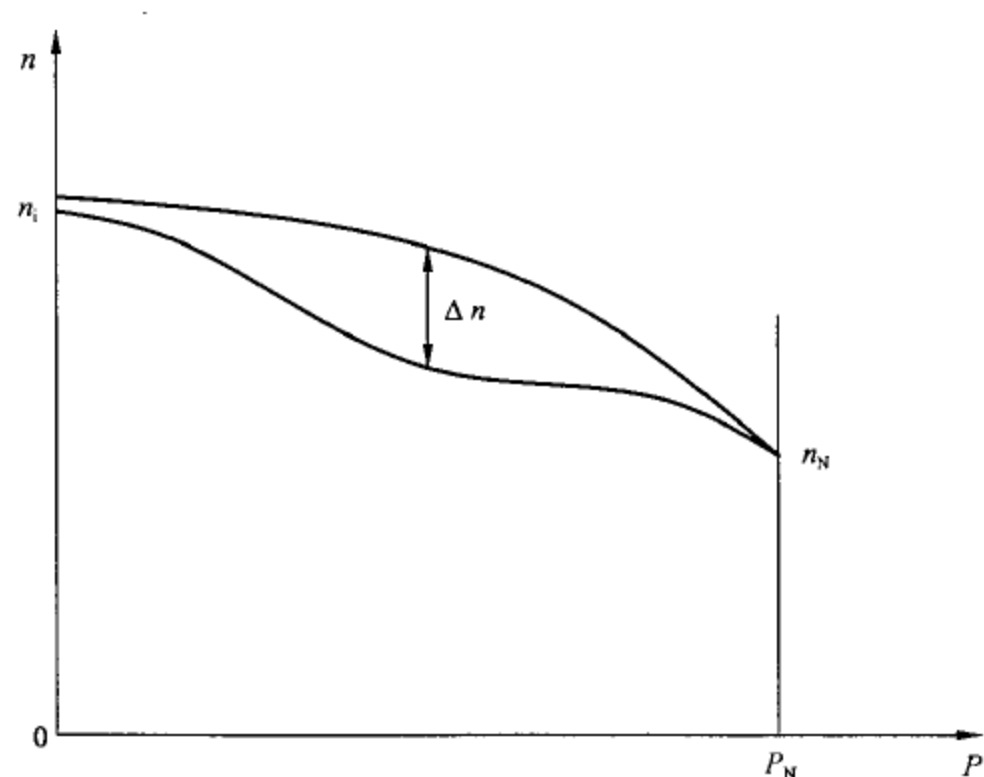


图 2 调速系统的不灵敏度

3.6

稳态调速特性非线性度 non-linearity of steady speed governing characteristic

稳态调速特性曲线与对应的空载和额定负载点连线之间的最大转速偏差对额定转速的百分比,即稳态调速特性曲线空载与额定负载点间的连线与平行于该连线的切线间的相对转速差对额定转速的百分比,见图 3,按公式(5)计算。

$$\gamma = \frac{n' - n_i}{n_N} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- γ ——非线性度, %;
- n' ——切线与转速轴交点对应的转速,单位为转每分(r/min);
- n_i ——空载转速,单位为转每分(r/min);
- n_N ——额定转速,单位为转每分(r/min)。

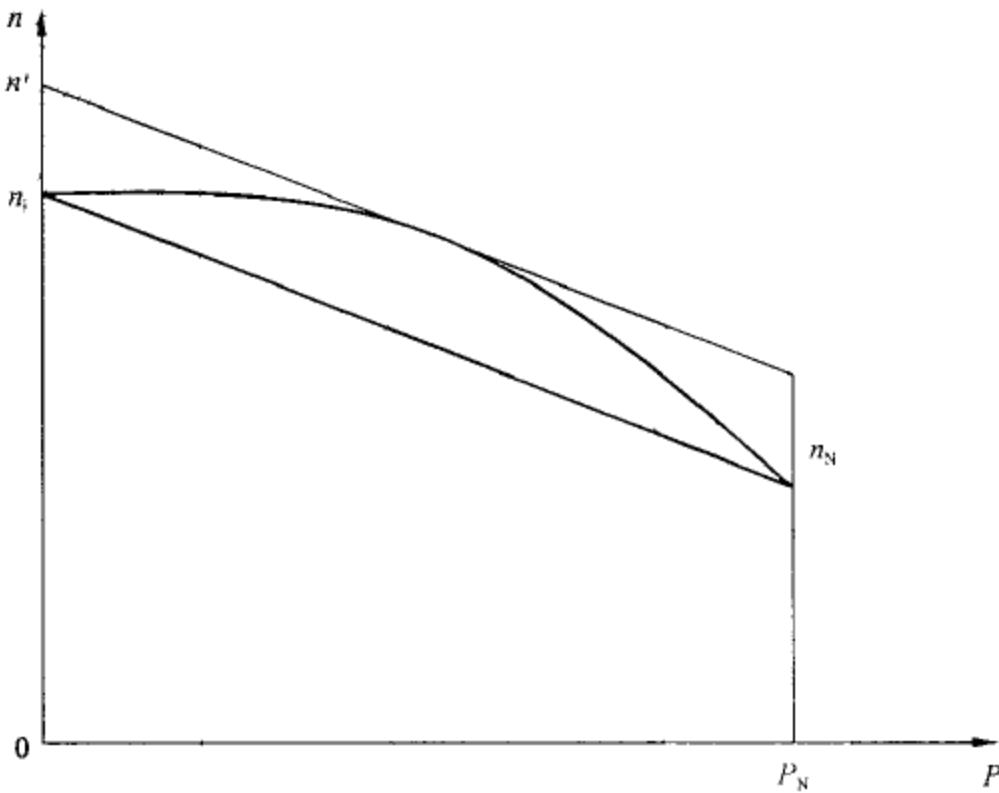


图 3 调速特性的非线性度

3.7

转速波动率 speed stability bandwidth

机组在空载到额定负载范围内任一负载下稳定运行时,于一定时间间隔(1 min)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,按公式(6)计算。

$$\nu = \frac{n_1 - n_m}{n_m} \times 100 \text{ 或 } \nu = \frac{n_2 - n_m}{n_m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- ν ——转速波动率, %;
- n_m ——平均转速,即 $\frac{n_1 + n_2}{2}$,单位为转每分(r/min);
- n_1 ——最高转速,单位为转每分(r/min);
- n_2 ——最低转速,单位为转每分(r/min)。

3.8

机组稳态电压调整率 steady voltage regulation

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,在空载到额定负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,按公式(7)计算。

$$\delta_u = \frac{u - u_N}{u_N} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

式中：
 δ_u ——稳态电压调整率，%；
 u ——最高或最低电压，单位为伏特(V)；
 u_N ——额定电压，单位为伏特(V)。

3.9 机组瞬态电压变化率及稳定时间 transient voltage variation and recovery time

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 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，按公式(8)计算。

$$\Delta u = \frac{u' - u_0}{u_N} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

式中：
 Δu ——瞬态电压调整率，%；
 u' ——最低或最高瞬时电压，单位为伏特(V)；
 u_0 ——负载变化前的电压，单位为伏特(V)；
 u_N ——额定电压，单位为伏特(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±3%额定电压以内的时间。

3.10 电压波动率 fluctuation of voltage

机组整定于稳态调速特性后，在空载到额定负载范围内任一负载下稳定运行时，于一定时间间隔(1 min)内测得的最高电压 u_1 和最低电压 u_2 与它们的平均电压 u_m 之差，对平均电压 u_m 的百分比。按公式(9)计算。

$$\theta = \frac{u_1 - u_m}{u_m} \times 100 \text{ 或 } \theta = \frac{u_2 - u_m}{u_m} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

式中：
 θ ——电压波动率，%；
 u_m ——平均电压，即 $\frac{u_1 + u_2}{2}$ ，单位为伏特(V)；
 u_1 ——最高电压，单位为伏特(V)；
 u_2 ——最低电压，单位为伏特(V)。

3.11 负载分配差度 difference load sharing

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。有功负载分配差度见公式(10)，无功负载分配差度见公式(11)。

$$\Delta P_i = \left| \frac{P_i}{P_{iN}} - \frac{\sum P_i}{\sum P_{iN}} \right| \times 100 \dots\dots\dots(10)$$

$$\Delta Q_i = \left| \frac{Q_i}{Q_{iN}} - \frac{\sum Q_i}{\sum Q_{iN}} \right| \times 100 \dots\dots\dots(11)$$

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，单位为千瓦(kW)；

- Q_i ——第 i 台机组实际无功功率,单位为千乏(kvar);
- ΣP_i ——并联运行机组总实际有功功率,单位为千瓦(kW);
- ΣQ_i ——并联运行机组总实际无功功率,单位为千乏(kvar);
- P_{in} ——第 i 台机组的额定有功功率,单位为千瓦(kW);
- Q_{in} ——第 i 台机组的额定无功功率,单位为千乏(kvar);
- ΣP_{in} ——并联运行机组总额定有功功率,单位为千瓦(kW);
- ΣQ_{in} ——并联运行机组总额定无功功率,单位为千乏(kvar)。

4 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,见表 1。

表 1 额定电压 单位为伏

电流种类		额定电压
直流		115、230、460、800
交流	50 Hz	390、400、600、690、3 150、6 300、11 000
	60 Hz	450、600、690、3 150、6 300、11 000
注 1: 直流 800 V 额定电压和 50 Hz 交流 600 V 额定电压仅供石油平台用; 注 2: 60 Hz 机组仅供出口产品用。		

- 4.1.3 额定频率:50 Hz、60 Hz。
注: 60 Hz 机组仅供出口产品用。
- 4.1.4 额定功率因数:0.8(滞后)。
- 4.1.5 额定功率(单位为千瓦):

功率值按 GB/T 7060 和 GB/T 4772.2 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,在一般情况下均达到以下述所规定的数值。

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,(4 500),5 000。
注: 括号内的数值不推荐。

- 4.1.6 额定转速,见表 2。

表 2 额定转速 单位为转每分

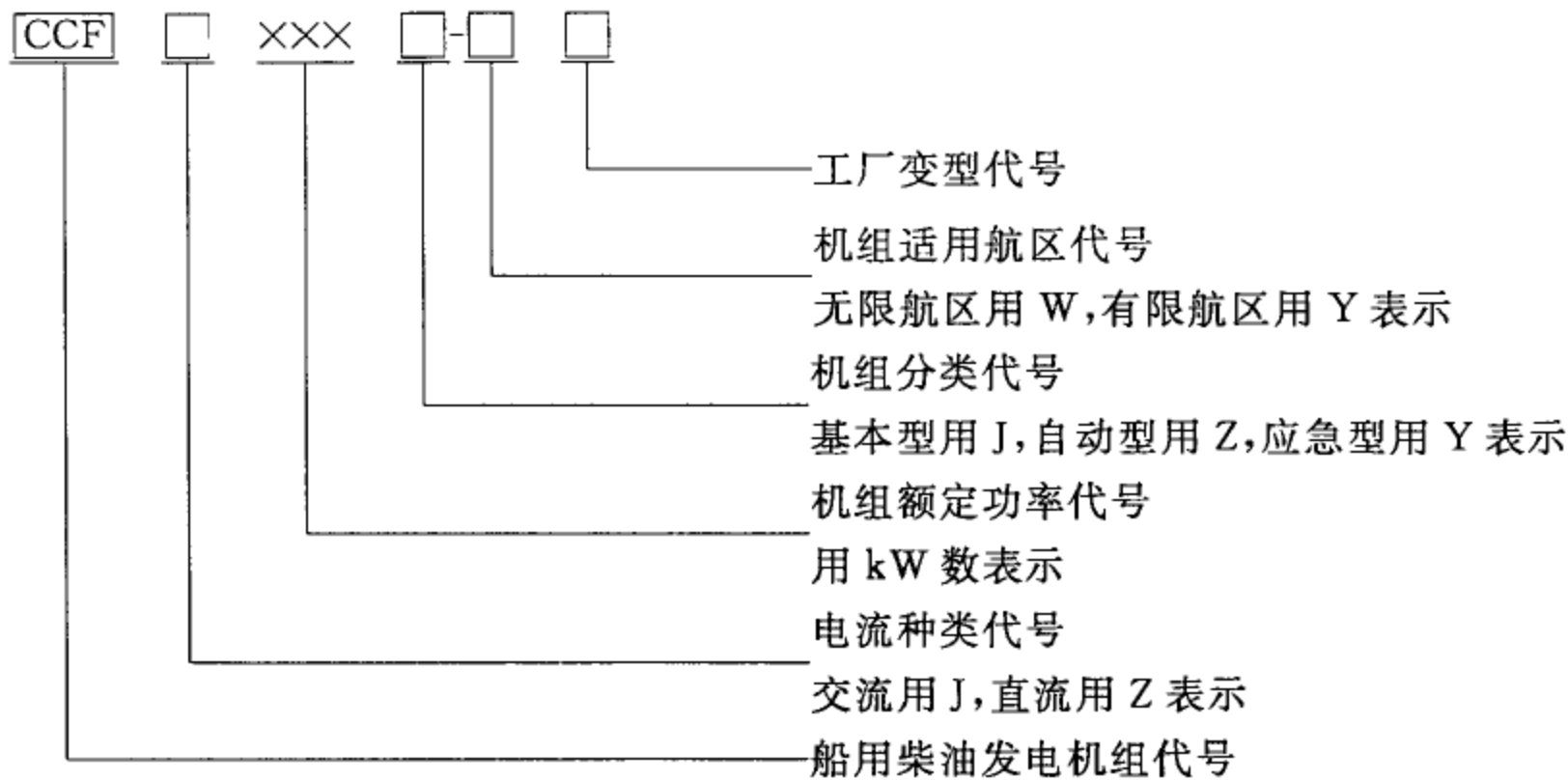
电流种类		额定转速					
直流		750 1 000 1 500					
交流	50 Hz	428	500	600	750	1 000	1 500
	60 Hz	600 720 900 1 200 1 800					

- 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,对于小功率的机组还可以采用手动起动。

4.2 机组类型

机组类型分为基本型、自动型和应急型。
自动型机组除应符合基本型机组的一般要求外,还应符合自动化电站对机组提出的有关规定。
应急型机组除应符合基本型机组的一般要求外,还应符合应急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 250 kW, 适用于无限航区的船用自动型交流柴油发电机组, 代号表示为:
柴油发电机组 GB/T 13032—2010 CCFJ250Z-W□

5 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 ℃;
- 舷外水温 32 ℃ (有限航区及其相应条件的机组舷外水温为 25 ℃);
- 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';
- 纵 摇 10°;
- 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持续输出额定功率:

- 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 外观

- 5.2.1 应检查机组各部件安装质量, 机组轴系安装的对中性, 调速器机构应在规定的位置上, 停车机构灵活; 确认滑油、燃油液位正常; 燃油系统中无空气; 附件、管路、电气线路连接可靠; 管路无漏油、漏水和漏气现象; 起动系统正常; 各阀件处在正常状态。
- 5.2.2 按柴油机使用保养说明书规定的程序起动柴油机时, 柴油机应无异常声响, 热工参数在规定的范围内, 无漏油、漏水现象, 发电机电压能够起励建压。

5.3 振动烈度

机组的安装、固定应采用减振器并应有良好的隔振效果, 机组台架试验时的振动烈度有隔振时应不大于 45 mm/s, 无隔振时应不大于 28 mm/s。

5.4 起动性能

5.4.1 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和预润滑措施)。

5.4.2 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),并应具备两种起动方式,应急机组起动到空载转速的时间应不大于 10 s。

5.5 直流发电机组调压特性

复励发电机组在相应稳态调速特性下,在额定工况下稳定热态运行,当负载为 20%额定负载时,使电压偏离额定值小于额定电压的 1%,当负载为满载时,使电压偏离额定值小于额定电压的 2.5%,负载在 20%额定负载至额定负载之间上升和下降时,调压曲线的平均曲线的电压值与额定电压的偏差应不大于 4%。

5.6 交流发电机组调压特性

5.6.1 稳态电压调整率

在功率因数为 0.8(滞后)时,交流发电机组的稳态电压调整率应不超过±2.5%;应急发电机组的稳态电压调整率允许不超过±3.5%。

5.6.2 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%;稳定时间不超过 1.5 s。

5.6.3 空载电压整定范围

机组空载电压的整定范围为额定电压的 95%~105%。

5.6.4 电压波动率

机组在 0~100%额定负载内任意对称负载下,电压波动率不超过±1%。

5.7 承载能力

5.7.1 负载

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 5 min,在 25%、50%、75%额定负载分别运转 10 min 后,将负载加到额定功率,转速调到额定值连续运转不少于 4 h。各主要性能参数应满足产品技术条件的相关规定。

5.7.2 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 0.8)连续运转 1 h 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 2 s 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%,其瞬态调速率的绝对值应不超过 10%,稳定时间应不大于 5 s。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要求同上。对于废气涡轮增压机组,柴油机在标定功率时的平均有效压力值不小于 1 610 kPa 时,允许多级突加负载,突卸仍按一次突卸 100%额定负载进行,其瞬态调速率及稳定时间要求不变。

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的绝对值应不超过 0.5%。

5.9.4 不灵敏度

机组调速系统的不灵敏应不大于 0.5%。

5.9.5 非线性度

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应不超过 $0.2\delta_{st}$ 。

注: δ_{st} 为稳态调速率的实际整定值。

5.9.6 调速器的可调机构

机组原动机所采用的调速器应具有稳态调速率 δ_{st} 连续可调机构,其调节范围宜不小于 $0\sim 5\%$,机械调速器至少应有 2% 的额定转速的可调范围,以便并联运行时将机组的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,在空载到额定负载的所有负载下均应能稳定运行,当负载在总额定功率的 $20\%\sim 100\%$ 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% 和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

相同容量的交流发电机组并联运行时,有功功率分配差度应不大于发电机额定有功功率的 15% ,无功功率分配差度应不大于发电机额定无功功率的 10% 。

不同容量的交流发电机组并联运行时,当负载按额定功率因数在总额定功率的 $20\%\sim 100\%$ 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% 和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% 和最小发电机的额定无功功率的 25% 。

5.11 超速保护装置

柴油机功率大于 220 kW 的机组应装有独立的超速保护装置,以防止柴油机转速大于额定转速的 115% 。

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,机组宜设有遥控转速的机构,其转速的调节范围宜不小于额定转速的 $80\%\sim 110\%$,调节转速的变化率应在每秒 $0.5\%\sim 1.5\%$ 额定转速范围内。

5.13 机组的扭转振动

5.13.1 柴油机功率大于 110 kW 的机组,应进行扭转振动计算和测量,若二者不相同时,则以实测为准。

5.13.2 机组的曲轴和转动轴的扭振许用应力应不超过按公式(12)和公式(13)计算所得的数值。

当机组在 $95\%\sim 110\%$ 额定转速范围内持续运转时:

$$[\tau_c] = \pm (21.59 - 0.013\ 2d) \dots\dots\dots (12)$$

当机组在 $0\sim 95\%$ 额定转速范围内瞬时运转时:

$$[\tau_t] = \pm 5.5[\tau_c] \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$[\tau_c]$ ——持续运转扭振许用应力,单位为兆帕(MPa);

$[\tau_t]$ ——瞬时运转扭振许用应力,单位为兆帕(MPa);

d ——轴的基本直径,单位为毫米(mm)。

5.13.3 上述扭振许用应力值适用于最低抗拉强度为 430 MPa 的钢质曲轴。当所选抗拉强度高于 430 MPa 时,则许用应力 τ' 可用公式(14)计算:

$$\tau' = \frac{\sigma_b + 184}{614} \tau \dots\dots\dots (14)$$

式中:

σ_b ——轴的最低抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

τ ——扭振许用应力,单位为兆帕(MPa)。

注:当 σ_b 大于 600 MPa 时,取 σ_b 为 600 MPa 。

5.13.4 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 $\pm 2M_m$ (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 $\pm 6M_m$ 。

5.13.5 在额定工况下,交流发电机转子处的合成振幅应不大于 $\pm 2.5^\circ$ 电角度。

5.13.6 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。

5.13.7 机组转速为90%~105%额定转速时,一般应不产生 $Z/2$ 和 Z 次(Z 为柴油机气缸数)简谐的临界转速和共振区。在90%~105%额定转速范围内,不宜采用减少振幅的方法来消除转速禁区。

5.14 空气噪声

当机组不带隔声罩,额定转速低于或等于1 000 r/min时,空气噪声A计权声压级应不大于105 dB;高于1 000 r/min时,空气噪声A计权声压级应不大于110 dB。

当机组带隔声罩时,A计权声压级空气噪声应比不带隔声罩时的限值低20 dB~25 dB。

5.15 发电机绕组的绝缘电阻

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

5.16 机组燃油消耗率

机组燃油消耗率应在产品技术条件中规定。

5.17 机组结构要求

5.17.1 机组的总成设计应当合理,零部件和附件的布置应便于维护和检修。

5.17.2 机组在运行时可能被触及的运动部件应加防护装置。

5.17.3 操作人员可能触及到的机组温度容易灼伤人的表面,应加防护措施。

5.17.4 机组的结构应具有防止燃油和机油溅落到排气管和电气装置上以及落入进气系统内的措施。

5.18 机组可靠性

5.18.1 机组到大修期的使用期限应在相应产品技术文件中明确。

5.18.2 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。

5.18.3 机组的可靠工作时间应不少于600 h。

6 试验方法

6.1 试验设备

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 负载设备应满足下列要求:

- a) 用水电阻作有功负载时,其三相电流的不平衡度应小于发电机额定电流的3%。
- b) 无功负载可以采用堵转的异步电动机或水电阻加线性电抗器,也可采用感应调压器作为无功负载,此时调压器应工作在非饱和区。
- c) 在进行机组负载试验时,允许采用电能反馈电网的形式。在进行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、示波器等均应计量合格且在有效的合格期内。

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,检查调速器机构是否在规定的位上,停车机构是否灵活;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、漏水和漏气现象;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;机组是否采取了相关的防护措施。结果应符合 5.2.1、5.17 的要求。

6.3 发电机绝缘电阻检查

在机组开机前和停机后检查发电机绕组的绝缘电阻是否在规定的范围内。所用绝缘测试仪电压等级按表 3 规定。结果应符合 5.15 的要求。

表 3 绝缘测试仪电压等级 单位为伏

发电机额定电压	绝缘测试仪的电压等级
<500	500
500~1 000	1 000
3 000~11 000	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起动柴油机,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,发电机电压能否起励建压,初步观察一下电压可调范围。结果应符合 5.2.2 的要求。

6.5 机组的倾斜试验

机组宜做纵倾试验,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、无润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℃,冷却水、润滑油不预热的条件下,应急机组在环境温度为 0℃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及以上者为合格。每次起动的时间间隔不超过 2 min。在型式试验时,测量起动时间用示波器等仪器记录,出厂试验时允许用秒表记录,起动时间为每次起动时间的算术平均值。结果应符合 5.4 的要求。

6.7 转速遥控机构检查

当机组设有遥控转速的机构时,应进行遥控频率调节试验,检查其转速的调节范围及调节转速的变化率。结果应符合 5.12 的要求。

6.8 机组稳态调速率可调范围检查

将调速器上的稳态调速率置于最小位置。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。结果应符合 5.9.6 的要求。

6.9 机组稳态调速特性测定

机组稳态调速率一般调整在 3%~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,机组从额定有功负载的 100%→0;再由 0→100%额定有功负载,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 、调速特性的非线性度 γ 和稳态调速率 δ_{st} 。结果应符合 5.9.2、5.9.4、5.9.5 的要求。

6.10 机组转速波动率测定

机组在额定转速下,在 100%、75%、50%、20%额定负载及空载时分别记录机组转速变化,每一工况稳定 1 min~2 min。出厂试验时允许用频率表测量。结果应符合 5.9.3 的要求。

6.11 机组瞬态调速率和稳定时间测定

机组在额定有功负载工况下运转 5 min~10 min,突卸全部负载,然后按 5.9.1 规定突加相应的负载,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)。

测定结果应符合 5.9.1 的要求。

6.12 直流发电机组调压特性测定

复励发电机组在相应稳态调速特性下,在额定工况下稳定热态运行,当负载为 20%额定负载时,使电压偏离额定值小于额定电压的 1%,当负载为满载时,使电压偏离额定值小于额定电压的 2.5%,以 20%额定负载为始点,负载在 20%额定负载至额定负载之间上升和下降时,测得调压曲线的平均曲线的电压值与额定电压的偏差。结果应符合 5.5 的要求。

6.13 机组空载电压整定范围检查

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%~105%额定电压范围内变化。结果应符合 5.6.3 的要求。

6.14 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。结果应符合 5.6.1 的要求。

6.15 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%额定负载用示波器或其他有效仪器记录电压波动情况,出厂试验时允许用电压表测量。结果应符合 5.6.4 的要求。

6.16 机组瞬态电压变化率及恢复时间测定

待机组的稳态调压率测定后,卸去负载,机组空载先突加后突卸对称的 60%额定电流,功率因数低于 0.4(滞后)。结果应符合 5.6.2 的要求。

6.17 机组空气噪声测定

机组在整定于额定转速、额定负载后,测定 100%额定负载下的噪声,可结合负载试验进行。

测量应在符合 GB/T 1859 规定的试验室内进行,用 A 计权网络进行。

背景噪声应比所测机组的噪声低 10 dB 以上,且不应被偶然的其它声源所干扰。

测量点的高度与气缸头齐平,距离机组本体为 1 m,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 2 dB。若测量仪器使用 GB/T 3785 中规定的 II 型或 II 型以上的声级计或准确度相当的其他声级计时,用慢档测量(或积分时间 $t > 8$ s,至少平均 3 次),传声器与声源之间不应有障碍物,同时记录环境温度、湿度、大气压力、日期、各测点 A 计权噪声级、背景 A 计权噪声级。

当机组带隔声罩时,机组隔声罩隔声效果评价宜采用插入损失方法,在隔声罩外不小于 1 m 处的同一位置和同一声场下,依次测量隔声罩开/关门时的机组空气噪声,并分别加以计算得到机组隔声罩隔声效果。

结果应符合 5.14 的要求。

6.18 机组扭振测量

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并计算扭振应力(或扭矩、角度)。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并计算扭振应力(或扭矩、角度)。结果应符合 5.13 的要求。

6.19 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 5 min,在 25%、50%、75% 额定负载分别运转 10 min 后,将负载加到额定功率,转速调到额定值连续运转不少于 4 h。每 30 min 记录一次机组的功率、频率、电压和油耗等参数。结果应符合 5.7.1 的要求。

6.20 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 101.3 kPa 的条件下,测出额定功率时的每千瓦小时油耗,不是此条件时应进行修正。

给定燃油的重量按机组生产单位习惯和设备条件进行测定,燃油消耗时间允许用秒表(精度等级 0.1 s)计时。结果应符合 5.16 的要求。

6.21 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 1 h。每 30 min 记录一次机组的功率、频率、电压等参数。结果应符合 5.7.2 的要求。

6.22 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(允许模拟方式进行),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。结果应符合 5.11 的要求。

6.23 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 6 m,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,发电机自额定工况卸载到空载状态,进行三相突然短路试验,历时 2 s。

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,机组仍可以启动建压并能正常工作。

结果应符合 5.8 的要求。

6.24 并联运行试验

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。

试验时,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,以 20% 额定负载作为基调点,调节并联机组的频率和电压,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:20%→50%→75%→100%→75%→50%→20%,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 1 h,观察并联的稳定性。

并联运行机组在 25%~50% 负载工况下,直接启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。

结果应符合 5.10 的要求。

6.25 机组机械振动测定

机组应在启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。结果应符合 5.3 的要求。

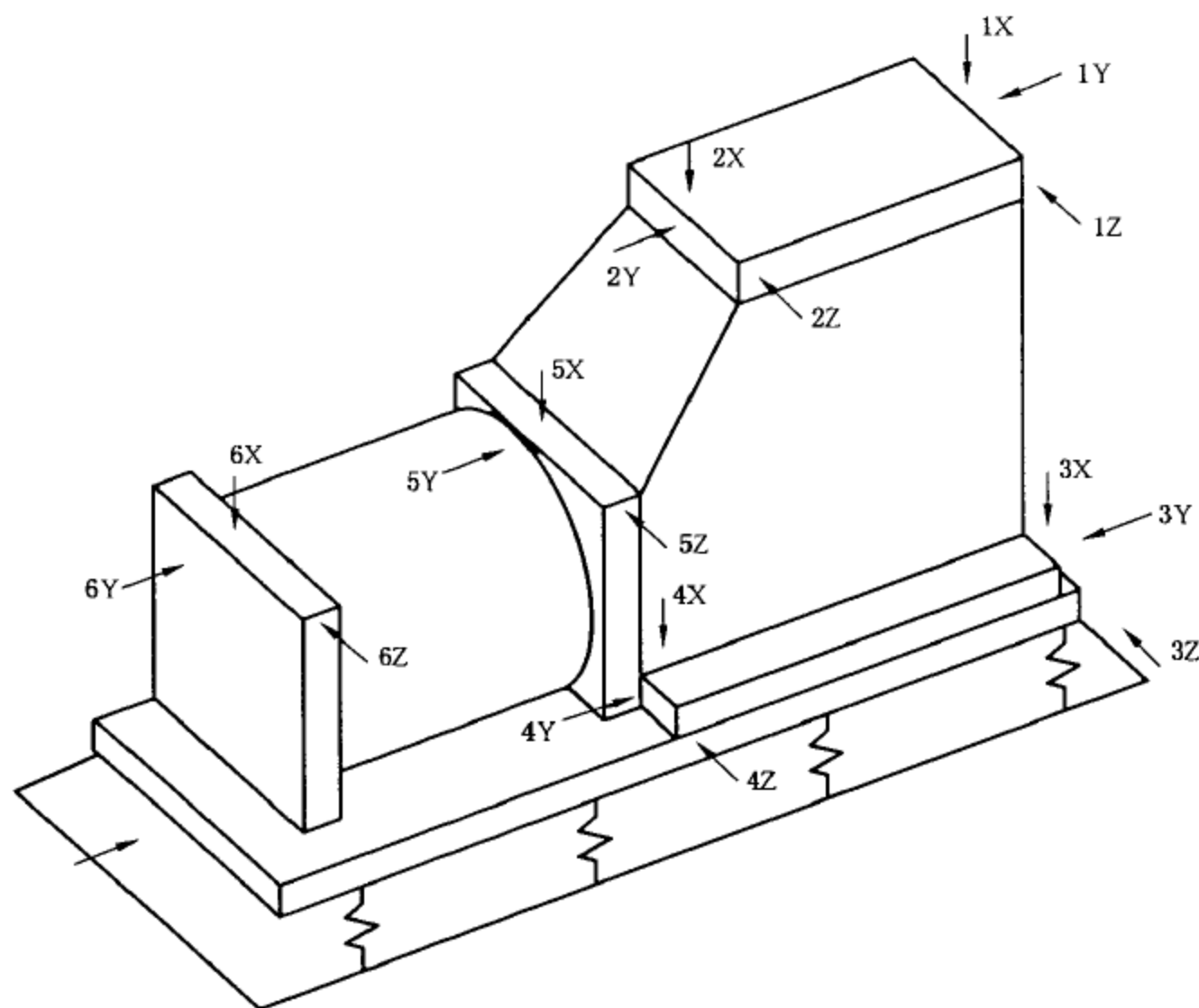


图 4 测点分布图

6.26 机组可靠工作时间考核

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。

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、故障原因等。

因更换零部件或检修引起的停机时间,每次应不超过半小时,在整个试验过程中停机次数应不超过三次,允许以用户提供的使用报告统计数据为依据进行考核。

结果应符合 5.18 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

机组的成套检验分型式检验和出厂检验两种。

7.2 机组型式检验

7.2.1 检验时机

机组凡属下列情况之一者,应进行型式检验。

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 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;
- 正常生产时定期或积累一定产量后应周期性进行一次;
- 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;
- 出厂检验结果与上次检验有较大差别时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.2.2 受检样品数

每型机组型式检验受检样品为一台套。

7.2.3 合格判据

当所有检验项目均符合要求时,则判定机组检验为合格。若受检样品检验项目不符合要求时,允许返修后复验,复验仍不符合要求时,则判定机组型式试验为不合格。在发生 7.2.1 中 b)、d)、e)项情况时,允许只作有关项目的型式检验。

7.2.4 检验项目

符合检验时机的机组均应进行型式检验,检验项目见表 4。

表 4 检验项目

序号	检 验 项 目	型式检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
1	外观检查	●	●	5.2.1;5.17	6.2
2	绝缘电阻检查	●	●	5.15	6.3
3	运转检查	●	●	5.2.2	6.4
4	机组倾斜试验	○	—	5.1.1	6.5
5	机组起动性能试验	●	●	5.4	6.6
6	转速遥控机构检查	○	—	5.12	6.7
7	机组稳态调速率可调范围检查	●	●	5.9.6	6.8
8	机组稳态调速特性测定	●	●	5.9.2;5.9.4;5.9.5	6.9
9	机组转速波动率测定	●	●	5.9.3	6.10
10	机组瞬态调速率及稳定时间测定	●	●	5.9.1	6.11
11	直流发电机组调压特性测定	●	●	5.5	6.12
12	机组空载电压整定范围检查	●	●	5.6.3	6.13
13	机组稳态电压调整率测定	●	●	5.6.1	6.14
14	机组电压波动率测定	●	●	5.6.4	6.15
15	机组瞬态电压变化率和稳定时间测定	●	—	5.6.2	6.16
16	机组空气噪声测定	●	—	5.14	6.17
17	机组扭振测量	●	—	5.13	6.18
18	机组负载试验	●	●	5.7.1	6.19
19	机组燃油消耗率测定	●	—	5.16	6.20
20	机组过载试验	●	●	5.7.2	6.21
21	机组超速保护装置试验	●	●	5.11	6.22
22	机组三相突然短路试验和稳态短路电流的测定	●	—	5.8	6.23
23	机组并联运行试验	●	●	5.10	6.24
24	机组机械振动当量烈度测定	●	—	5.3	6.25
25	机组可靠工作时间考核	●	—	5.18	6.26
<p>注 1: 直流发电机组调压特性测定只对直流机组进行考核。 注 2: 机组并联运行试验只对需要进行并联运行的机组考核。 注 3: 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。 注 4: 表中“●”表示必检项目;“—”表示不检项目;“○”表示协商检验项目。</p>					

7.3 机组出厂检验

7.3.1 检验项目

每台柴油发电机组必须做出厂检验,试验项目见表 4,其检验项目也可由制造单位、用户代表和验船部门商定。

7.3.2 合格判据

当所有检验项目均符合要求时,则判定机组检验为合格。若受检机组检验项目不符合要求时,允许返修后复验,复验仍不符合要求时,则判定机组出厂检验为不合格。

8 交货范围

机组交货范围一般要求如下:

- 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(参照钢质海船入级规范(2006)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) 发电机使用说明书 1 份
- i) 增压器使用维护说明书 1 份
- 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) 机组履历簿 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

注:若 i)、j)、k)、l) 在 f) 中已涉及者可不另提供。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 机组上应装有耐久材料制成的铭牌,铭牌应留有船检标记的位置,在铭牌上宜标明下列内容:

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

9.1.2 安全警示标志和紧急处理说明应明显地置于有关部位。

9.2 包装、运输

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,包装的包装储运标志应符合 GB/T 191 的规定,其内容宜包括:

- a) 机组名称;
- b) 出厂编号;
- c) 包装箱尺寸;
- d) 毛重;
- e) 包装日期及油封有效期;
- 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样和标志。

9.3 贮存

机组应储存于通风干燥、无腐蚀的仓库内,并定期查看油封情况。油封到期后,用户应按要求重新进行油封。

参 考 文 献

- [1] 中国船级社. 钢质海船入级规范(2006)
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
船用柴油发电机组
GB/T 13032—2010

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

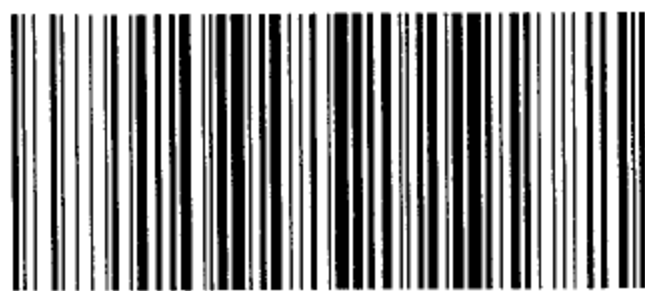
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字
2010年9月第一版 2010年9月第一次印刷

*

书号:155066·1-40342 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 13032-2010