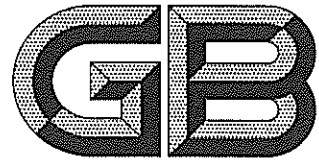


ICS 29.160.40  
K 59



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29488—2013

## 中大功率沼气发电机组

Medium/high-power biogas generating set

2013-02-07 发布

2013-07-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 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 要求 .....	2
4.1 发电机组燃料要求 .....	2
4.2 供气要求 .....	2
4.3 监测设备 .....	2
4.4 标准基准条件 .....	3
4.5 机组输出功率种类 .....	3
4.6 运行方式 .....	3
4.7 输出规定功率的条件 .....	3
4.8 启动要求 .....	4
4.9 电气性能 .....	4
4.10 温升限值温度 .....	6
4.11 污染环境的限值 .....	6
4.12 经济性 .....	7
4.13 安全性 .....	7
4.14 保护措施 .....	9
4.15 机组监控 .....	9
4.16 外观质量 .....	9
4.17 成套性 .....	9
5 试验 .....	9
5.1 仪器仪表 .....	9
5.2 试验项目 .....	9
5.3 试验要求 .....	11
5.4 试验方法 .....	11
6 检验规则 .....	14
6.1 检验分类 .....	14
6.2 判定规则 .....	14
7 标志、包装和贮运 .....	14
7.1 定额标牌 .....	14
7.2 包装 .....	14
7.3 贮运 .....	15

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国往复内燃燃气发电设备标准化技术委员会(SAC/TC 372)归口。

本标准由中国石油集团济柴动力总厂负责起草。淄博淄柴新能源有限公司、江苏盛源燃气动力机械有限公司、浙江义乌发电设备有限公司、郑州金阳电气有限公司参加起草。

本标准主要起草人：李俐、李树生、王安忠、王令金、李宗立、季晓初、汤洪辉、史清晨、刘根成、张宏斌、陈俊民、杨赛青。



# 中大功率沼气发电机组

## 1 范围

本标准规定了中大功率沼气发电机组(以下简称“机组”)的要求、试验、检验规则、标志、包装与贮运等。

本标准适用于额定频率为 50 Hz 或 60 Hz,功率不小于 250 kW,以沼气(甲烷含量不低于 30%)为主要燃料的往复式内燃机驱动的交流工频发电机组。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 146.1 标准轨距铁路机车车辆限界

GB 146.2 标准轨距铁路机车建筑限界

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2820.1 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 1 部分:用途、定额和性能

GB/T 2820.3 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 3 部分:发电机组用交流发电机

GB/T 2820.4 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 4 部分:控制装置和开关装置

GB/T 2820.5—2009 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 5 部分:发电机组

GB/T 2820.9 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 9 部分:机械振动的测量和评价

GB/T 2820.10 往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 10 部分:噪声的测量(包面法)

GB 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分:设备 通用要求

GB 4556 往复式内燃机 防火

GB/T 6072.1 往复式内燃机 性能 第 1 部分:功率、燃料消耗和机油消耗的标定及试验方法 通用发动机的附加要求

GB/T 8190.1 往复式内燃机 排放测量 第 1 部分:气体颗粒排放物的试验台测量

GB/T 8190.4 往复式内燃机 排放测量 第 4 部分:不同用途发动机的稳态试验循环

GB/T 19205 天然气标准参比条件

GB/T 20136—2006 内燃机电站通用试验方法

GB 20651.1 往复式内燃机 安全 第 1 部分:压燃式发动机

GB/T 21428 往复式内燃机驱动的发电机组 安全性

NY/T 1220.2 沼气工程技术规范 第 2 部分:供气设计

NY/T 1704 沼气电站技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 6072.1、GB/T 2820.1、GB/T 2820.5 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**沼气 biogas**

有机物质在厌氧条件下进行微生物降解产生出的一种可燃气体,主要成分是甲烷、二氧化碳,还有

少量的一氧化碳、氢气、氧气、硫化氢、氮气等。

### 3.2

#### 沼气发电机组 biogas generating set

由以沼气为燃料的往复式内燃发动机、交流发电机、控制装置和辅助设备组成的发电机组。

## 4 要求

### 4.1 发电机组燃料要求

#### 4.1.1 沼气质量

沼气质量应符合下列要求：

- a) 低热值不低于 14 MJ/Nm<sup>3</sup> (相当于甲烷体积分数不低于 30%)；
- b) 温度不高于 50 ℃；
- c) 发电机组用沼气品质见表 1。

表 1 发电机组用沼气品质

甲烷体积含量 %	硫化氢* mg/Nm <sup>3</sup>	氟氯化物 mg/Nm	氨 mg/Nm	粉尘	水
30~50	≤200	≤100	≤20	粒度≤5 μm, 含量≤30 mg/Nm <sup>3</sup>	无液体成分
50~60	≤250	≤125	≤25		
≥60	≤300	≤150	≤30		
* 沼气体积的标准参比条件是 101.3 kPa, 20 ℃。					
注：按照沼气中所含硫成分全部转化为硫化氢计算。					

#### 4.1.2 调节用气的储气装置容量

调节用气的储气装置容量按下列参数确定：

- a) 沼气发电机组连续运行时，储气装置的容量按照运行机组总额定功率大于 2 h 的用气量设计；
- b) 沼气发电机组间断性运行时，储气装置容量应按照大于间断发电时间的产气总量设计。

4.1.3 当燃料品质不符合本标准 4.1.1 规定时，标定功率允许试验用燃料气体的低热值与功率标定时所用沼气低热值按比例换算。

### 4.2 供气要求

4.2.1 沼气发电机组在距离机组燃气支管前 1 m 处的沼气压力不低于 3 kPa。

4.2.2 供气压力低于 3 kPa 时，应配置气体增压设备。

4.2.3 需要时，可设置甲烷浓度传感器、用气调节阀、气体计量仪表等装置。

4.2.4 沼气中甲烷在 30 s 内的体积分数变化率不应超过 2%。

4.2.5 机组连续运行期间沼气中甲烷体积分数变化量不应超过 5%。

4.2.6 应有沼气渗漏、溢出和排泄等防护装置。

### 4.3 监测设备

4.3.1 机组的监测范围决定于：

- a) 预定用途；
- b) 运行方式；

- c) 发电机组的大小和型式;
- d) 用电设备的要求;
- e) 制造商的要求;
- f) 用户的要求。

4.3.2 监测设备应保证机组的使用和运行。

#### 4.4 标准基准条件

4.4.1 为了确定发电机组的额定功率,应采用下列标准基准条件:

- a) 总大气压力: $P_r=100\text{ kPa}$ ;
- b) 环境空气温度: $T_r=298\text{ K}(t_r=25\text{ }^\circ\text{C})$ ;
- c) 相对湿度: $\varphi_r=30\%$ 。

4.4.2 当现场实际工作条件不同于4.4.1给出的标准基准条件时,应按GB/T 2820.1的规定执行。

4.4.3 在测量和计算沼气时,使用的压力、温度和湿度(饱和状态)的标准参比条件是101.3 kPa, 20 °C。其他的沼气标准参比条件可按照GB/T 19205。

#### 4.5 机组输出功率种类

##### 4.5.1 基本功率(PRP)

在商定的运行条件下并按制造商规定的维修间隔和方法实施维护保养,机组每年运行时间不受限制地为可变负载持续供电的最大功率(见图1)。

在24 h周期内允许平均功率输出( $P_{pp}$ )不大于PRP的70%,除非内燃机制造商另有规定。

注1:当要求允许的平均功率( $P_{pp}$ )大于规定值时,可使用持续功率(COP)。

当确定某一可变功率序列的实际平均输出功率( $P_{pa}$ )时,功率小于30%PRP的功率应视为30%,且时间不计。

##### 4.5.2 持续功率(COP)

在商定的运行条件下并按制造商规定的维修间隔和方法实施维护保养,机组每年运行时间不受限制地为恒定负载持续供电的最大功率(见图2)。

#### 4.6 运行方式

输出功率种类为持续功率(COP)或基本功率(PRP)的机组,在4.4规定条件下,应能按额定工况正常地连续运行12 h。

#### 4.7 输出规定功率的条件

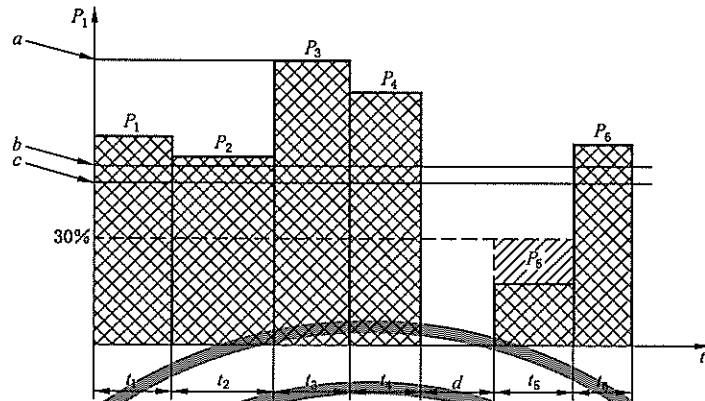
4.7.1 机组在下列条件下应能可靠工作(允许修正功率),具体条件(或比以下条件恶劣时)应在供需双方协议中说明。

- a) 海拔高度不超过4 000 m。
- b) 环境温度:
  - 1) 下限值分别为5 °C, -15 °C, -25 °C, -45 °C;
  - 2) 上限值分别为40 °C, 45 °C, 50 °C。
- c) 最高温度条件下空气相对湿度:月平均最大相对湿度不大于90%(25 °C)。

4.7.2 机组运行的现场条件应由用户明确确定,且应对任何危险条件(如易燃、易爆环境)加以说明。

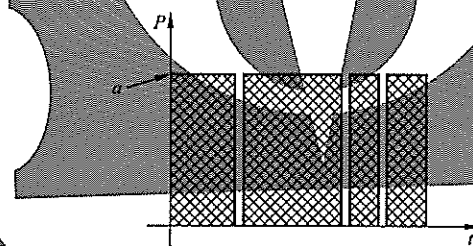
4.7.3 当试验海拔高度超过1 000 m(但不超过4 000 m)时,环境温度的上限值按海拔高度每增加

100 m,降低 0.5 °C 修正。



说明：  
 $t$  ——时间；  
 $P$  ——功率；  
 $a$  ——基本功率(100%)；  
 $b$  ——24 h 内允许的平均功率( $P_{pp}$ )；  
 $c$  ——24 h 内实际的平均功率( $P_{pa}$ )；  
 $d$  ——停机。  
 注： $t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 24 \text{ h}$ 。

图 1 基本功率 (PRP) 图解



说明：  
 $t$  ——时间；  
 $P$  ——功率；  
 $a$  ——持续功率(100%)。

图 2 持续功率 (COP) 图解

#### 4.8 启动要求

在环境温度不低于 5 °C 时,经 3 次启动,至少应有一次启动成功。电启动每次间隔 2 min,一次不超过 15 s。当环境温度在 -45 °C ~ 5 °C 范围内时,按使用说明书规定采取预热措施,机油温度不应低于 40 °C,机组应能在 30 min 内顺利启动。

#### 4.9 电气性能

##### 4.9.1 电压整定范围

机组在空载与 75% 额定输出之间的所有负载(或与用户协商规定负载)和在商定的功率因数范围内、额定频率下,发电机端子处电压调节的上升和下降的最大可能范围为  $\pm 5\%$ 。



## 4.9.2 电压和频率性能等级

电压和频率性能等级按表 2 的规定,有特殊要求的机组按供需双方协议。

表 2 电压和频率性能

电压和频率		性能 1(G2)	性能 2(G3)
频率降 $\delta f_{st}/\%$		0~5	$\leq 3$
稳态频率带 $\beta_f/\%$		$\leq 1.5$	$\leq 0.5$
相对的频率整定下降范围 $\delta f_{s,do}/\%$		$\geq (2.5 + \delta f_{st})$	
相对的频率整定上升范围 $\delta f_{s,up}/\%$		$\geq +2.5^a$	
瞬态频率偏差	突减功率 $\delta f_{dyn}^+/\%$	$\leq +12$	$\leq +10$
	突加功率 $\delta f_{dyn}^-/\%$	$\leq -20$	$\leq -15$
频率恢复时间 $t_f/s$		$\leq 5$	$\leq 3$
相对频率容差带 $\alpha_f/\%$		2	2
稳态电压偏差 $\delta U_{st}/\%$		$\leq \pm 2.5$	$\leq \pm 1$
瞬态电压偏差	突减功率 $\delta U_{dyn}^+/\%$	$\leq +25$	$\leq +20$
	突加功率 $\delta U_{dyn}^-/\%$	$\leq -20$	$\leq -15$
电压恢复时间 $t_u/s$		$\leq 6$	$\leq 4$
电压不平衡度 $\delta U_{2,0}/\%$		1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>
<p>注 1: 机组在 0%~25% 额定负载下,电压和频率的波动率允许比表中所列数值大 0.5。</p> <p>注 2: 计算稳态电压调整率时,不包括从冷态到热态的电压变化。热态是指机组在额定方式下经连续工作后,各部分的温升在 1 h 内的变化不超过 1 °C 的状态;冷态是指机组开机不长时间的状态。</p> <p>注 3: 性能 1、性能 2 分别为 GB/T 2820.5—2009 表 4 中的 G2、G3 级。</p>			
<p><sup>a</sup> 不需要并联的机组,转速和电压的整定不变是允许的。</p> <p><sup>b</sup> 在并联运行的情况下,该值应减为 0.5。</p>			

## 4.9.3 冷热态电压变化

机组在额定工况下从冷态到热态的电压变化:采用可控励磁装置发电机的机组不应超过  $\pm 2\%$  额定电压;对采用不可控励磁装置发电机的机组不应超过  $\pm 5\%$  额定电压。

## 4.9.4 畸变率

机组在空载额定电压时的线电压波形正弦性畸变率不应大于 5%。

## 4.9.5 并联

4.9.5.1 同型号规格和容量比不大于 3:1 的机组在 20%~95% 总额定功率范围内应能稳定地并联运行,且可平稳转移负载的有功功率和无功功率,其有功功率和无功功率的分配差度不应大于如下规定:

- 有功功率分配  $\Delta P$ : 在 80% 和 100% 额定负载之间为  $\pm 5\%$ ; 在 20% 和 80% 额定负载之间为  $\pm 10\%$ ;
- 无功功率分配  $\Delta Q$ : 在 20% 和 100% 额定负载之间为  $\pm 10\%$ 。

4.9.5.2 若容量比大于 3 : 1 的机组并联时,各机组承担负载的有功功率和无功功率分配差度应按供需双方协议规定。

4.10 温升限值温度

4.10.1 机组在运行中,发电机温升限值应符合 GB/T 2820.3 的规定。

4.10.2 机组高、低温循环水温度的限值应符合产品技术条件的规定。

4.11 污染环境的限值

4.11.1 振动

机组应根据需要设置减振装置。常用发电机组振动位移、速度、加速度限值见表 3。

表 3 振动位移、速度、加速度限值

发动机 标定转速 $n$ r/min	机组 额定功率 $P$ kW	位移 $S_{xms}$		速度 $v_{xms}$		加速度 $a_{xms}$	
		发动机 mm	发电机 mm	发动机 mm/s	发电机 mm/s	发动机 mm/s <sup>2</sup>	发电机 mm/s <sup>2</sup>
≤720	>1 000	0.72	0.32	45	20	28	13
720~1 300	250~1 000	0.72	0.39	45	24	28	15
	>1 000	0.72	0.35	45	22	28	14
>1 300~2 000	≥250	0.72	0.45	45	28	28	18

注：表中位移  $S_{xms}$  和加速度  $a_{xms}$  可用表中的速度  $v_{xms}$  按下式求得：  
 $S_{xms} = 0.0159v_{xms}$  ;  $a_{xms} = 0.628v_{xms}$

4.11.2 噪声

机组的噪声限值不应大于表 4 的规定,或符合相关行业标准的规定。

表 4 机组噪声限值

机组额定功率 $P$ kW	机组额定转速 $n$ r/min			
	≤1 500	>1 500~2 000	>2 000~2 500	>2 500~3 000
250~500	122	123	124	125
>500~1 000	124	125	126	127
>1 000	126(或按供需双方协议)	127	128	129

注：对于开式机组,该值应减去 2 dB(A)。

4.11.3 污染物排放限值

机组在额定工况时排出的污染物排放限值应符合表 5 的规定。

表 5 机组污染物排放限值

污染物	单位	限值
一氧化碳(CO)	g/(kW·h)	4.45
碳氢化合物(HC)		0.55
氮氧化物(NO <sub>x</sub> )		3.48

## 4.12 经济性

4.12.1 机组的热耗率(或耗气量)要求应符合产品技术条件的规定。热耗率最大允差不超过技术条件中规定数值的5%。当试验环境与标准环境状况不符时,机组热耗率按 GB/T 6072.1 的规定方法进行修正。

4.12.2 标定工况下机组的机油消耗率应符合技术条件要求。

## 4.13 安全性

## 4.13.1 接地

机组应有可靠的接地端子并有明显的标志。

## 4.13.2 绝缘电阻

机组各独立电气回路对地,以及回路间的绝缘电阻不应低于表 6 的规定。冷态绝缘电阻仅供参考,不作考核。

表 6 绝缘电阻

条件		回路额定电压 U <sub>i</sub> V			
		≤230	400	6 300	10 500
冷态 MΩ	环境温度为 15℃~35℃,空气相对湿度为 45%~75%	2	2	按协议	按协议
	环境温度为 25℃,空气相对湿度为 95%	0.3	0.4	6.3	10
热态 MΩ		0.3	0.4	6.3	10

## 4.13.3 耐受电压

机组各独立电气回路对地以及回路间应能承受电压数值应符合表 7 的规定,频率为 50(或 60)Hz 的正弦波,试验电压 1 min,且应无击穿或闪络现象。

表 7 耐受电压

部位	回路额定电压 V	试验电压 V
一次回路对地， 一次回路对二次回路	$\geq 100$	$(1\ 000 + 2 \text{ 倍额定电压}) \times 80\%$ 最低 1 200
二次回路对地	$< 100$	750
注：发动机的电气部分，半导体器件及电容器等不做此项试验。		

## 4.13.4 相序

三机组的相序：对采用输出插头插座者，应按顺时针方向排列（面向插座）；对采用设在控制屏上的接线端子者，从屏正面看应自左到右或自上到下排列；对控制屏内部母线的排列，从屏正面看应符合表 8 的规定。

表 8 相序排列

相序	垂直排列	水平排列	前后排列
A	上	左	远
B	中	中	中
C	下	右	近
N	最下	最右	最近

## 4.13.5 防护措施

4.13.5.1 对人有可能接近或触及的旋转、摆动的传动件，如风扇、皮带、链条等应设有防护装置和安全警示标志；机组运行时，对其有可能飞出的构件，应设有防护罩、壳等安全技术措施。

4.13.5.2 对能造成危险的灼热部分，应有隔热包层和防接触的屏蔽，还应设有管路膨胀补偿措施。

4.13.5.3 所有接地点均接在机组公共底盘上；导线两端应有接线端子，压接应牢固；所有走线应整齐，均应用槽、盒、软管、套管等保护，避免裸露；机组正常使用时，当流体逸出时应有防其损坏电气绝缘的措施。

## 4.13.6 防火防爆

4.13.6.1 沼气的净化储存、输配、供气系统的安全防护要求应符合 NY/T 1220.2、NY/T 1704 的规定。

4.13.6.2 发动机的防火装置应符合 GB 4556 的规定。

4.13.6.3 沼气发动机进气总管应安装可迅速关闭沼气的防爆电动阀、手动阀等安全防爆装置，安全防爆装置在发生紧急情况时，应能保证动作迅速可靠。

4.13.6.4 沼气发动机应设置泄压防爆阀，其开启压力与泄压流通面积应符合产品技术条件的规定。

4.13.6.5 机组消声器应具有消火功能。

4.13.6.6 发电机组的通气孔和溢出装置应安装在易于操作的位置。

4.13.6.7 机组所有电器元器件，应使其在运行时不致点燃周围的沼气。电器设备的防爆应符合 GB 3836.1 的规定。

4.13.6.8 机组设计时应考虑沼气管路的走向、布局、容器放置、渗漏、溢出和排泄所发生的危险。

#### 4.14 保护措施

4.14.1 发动机至少有下列保护功能：

- a) 超速保护；
- b) 油压低保护；
- c) 出水温高保护；
- d) 机油温高保护。

4.14.2 发动机应有回火阻燃装置。

4.14.3 机组应有下列保护功能：

- a) 过载保护；
- b) 短路保护；
- c) 过电压、欠电压保护；
- d) 过频率、欠频率保护；
- e) 逆功率保护(有要求时)。

#### 4.15 机组监控

4.15.1 机组的控制方式、控制装置和开关装置应符合 GB/T 2820.4,必要时可实现遥控操作。

4.15.2 控制屏的使用环境、安装要求、电缆铺设应符合有关专业标准的规定。

4.15.3 控制屏各监测仪表(发动机仪表除外)的准确度等级:频率表不低于 0.5 级,功率因数表不低于 2.5 级;其他不低于 1.5 级。

#### 4.16 外观质量

4.16.1 机组的焊接部位牢固,焊缝应均匀,无裂纹、药皮、溅渣、焊边、咬边、漏焊及气孔等缺陷。

4.16.2 控制屏表面平整,仪表及按钮等排列布置整齐美观。

4.16.3 喷涂部分的漆膜均匀,无明显裂纹、脱落、流痕、气泡、划伤等现象。

4.16.4 电镀件的镀层光滑,无漏镀、斑点、锈蚀等现象。

4.16.5 紧固件无松动,固定牢固。

#### 4.17 成套性

机组成套供应包括：

- a) 发动机、发电机、控制屏/柜(控制屏根据用户要求提供)、随机备件、附件、工具及包装；
- b) 机组产品合格证及随机技术文件。

### 5 试验

#### 5.1 仪器仪表

机组试验在制造厂试验台上进行。型式试验时,用于测量电流、电压、功率、频率、功率因数等电气参数的仪器仪表的准确度应为 0.2 级;出厂试验允许采用 0.5 级准确度的仪表进行测量。

#### 5.2 试验项目

机组试验及检验项目按表 9 的规定。

表 9 试验及检验项目

试验及检验项目名称	出厂 试验	型式 试验	技术 要求	试验方法
检查外观	△	△	4.16	GB/T 20136—2006 方法 201
检查成套性	△	△	4.17	GB/T 20136—2006 方法 202
检查标志和包装	△	△	第 7 章	GB/T 20136—2006 方法 203
检查接地	△	△	4.13.1	GB/T 20136—2006 方法 302
测量绝缘电阻	△	△	4.13.2	GB/T 20136—2006 方法 101
耐受电压试验	△	△	4.13.3	GB/T 20136—2006 方法 102
检查启动性能	△	△	4.8	GB/T 20136—2006 方法 206、方法 207
检查相序	△	△	4.13.4	GB/T 20136—2006 方法 208
检查控制屏各仪表指示装置	△	△	4.3, 4.15	GB/T 20136—2006 方法 210
检查机组保护功能	△	△	4.14	GB/T 20136—2006 方法 307~方法 313
防护措施、防火防爆	△	△	4.13.5 4.13.6	5.4.2
测量电压整定范围	△	△	4.9.1	GB/T 20136—2006 方法 408
测量频率降	△	△	4.9.2	GB/T 20136—2006 方法 401
稳态频率带	△	△	4.9.2	GB/T 20136—2006 方法 402
相对的频率整定上升范围和下降范围	—	△	4.9.2	GB/T 20136—2006 方法 403
瞬态频率偏差和频率恢复时间及相对频率容差带	—	△	4.9.2	5.4.3
稳态电压偏差	△	△	4.9.2	GB/T 20136—2006 方法 406
电压不平衡度	—	△	4.9.2	GB/T 20136—2006 方法 407
瞬态电压偏差和电压恢复时间	△	△	4.9.2	GB/T 20136—2006 方法 410
冷热态电压变化	—	△	4.9.3	GB/T 20136—2006 方法 418
线电压波形正弦性畸变率	—	△	4.9.4	GB/T 20136—2006 方法 423
连续运行试验	△	△	4.6	5.4.5
测量温升	—	△	4.10	GB/T 20136—2006 方法 430
并联运行试验	—	△	4.9.5	GB/T 20136—2006 方法 431
机组热耗率(沼气耗气量)	—	△	4.12.1	5.4.6
机油消耗率	—	△	4.12.2	GB/T 20136—2006 方法 502
振动	—	△	4.11.1	GB/T 2820.9、5.4.7
噪声	—	△	4.11.2	GB/T 2820.10
污染物排放限值	—	△	4.11.3	GB/T 8190.1、8190.4(发电机组工况)

注：“△”表示需要进行的项目；“—”表示可不进行的项目。

5.3 试验要求

- 5.3.1 部件试验不能代替整机试验。
- 5.3.2 试验应在经预热的机组上进行。
- 5.3.3 功率可按 4.4.2 规定进行修正。
- 5.3.4 负载变化的等级为空载、25%、50%、75%、100%额定功率。
- 5.3.5 允许模拟沼气工况进行机组试验。
- 5.3.6 各项试验可在生产厂当时所具有的环境条件(环境温度、相对湿度、大气压力)和用天然气等模拟沼气的情况下进行,检查并确认试验场地无沼气泄漏,且通风良好。

5.4 试验方法

5.4.1 外观

用目测方法对 4.16 有关要求进行检查。

5.4.2 防护措施、机械强度和防火防爆

防护措施、机械强度和防火防爆均应按 GB 20651.1 及 GB/T 21428 相关条款规定进行检查。

5.4.3 瞬态频率偏差和频率恢复时间及相对频率容差带

5.4.3.1 测量方法如下:

- a) 启动并调整机组在额定工况下稳定运行;
- b) 减负载至空载,从空载逐级突加至 25%、50% 额定负载(或根据机组发动机的结构和用途由双方技术协议规定突加负载),再由 50% 负载突减至空载,重复进行三次。用动态(微机)测量仪或示波器或其他仪器记录突加突减负载后频率的变化迹线。

5.4.3.2 计算方法

- a) 机组的(对额定频率的)瞬态频率偏差按式(1)、式(2)计算:

$$\delta f_{dyn}^- = \frac{f_{d,min} - f_r}{f_r} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

$$\delta f_{dyn}^+ = \frac{f_{d,max} - f_r}{f_r} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\delta f_{dyn}^-$  ——(对额定频率的)负载增加后的瞬态频率偏差, %;
- $\delta f_{dyn}^+$  ——(对额定频率的)负载减少后的瞬态频率偏差, %;
- $f_{d,min}$  ——突加负载时频率下冲的最小值,单位为赫兹(Hz);
- $f_{d,max}$  ——突减负载时频率上冲的最大值,单位为赫兹(Hz);
- $f_r$  ——额定频率,单位为赫兹(Hz)。

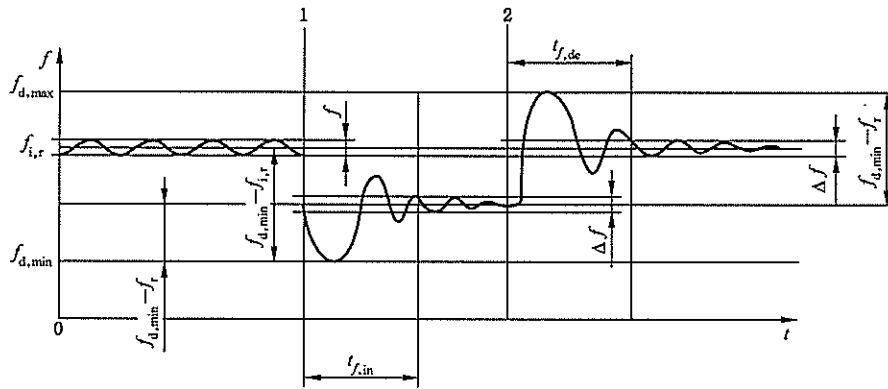
- b) 频率恢复时间( $t_{f,in}, t_{f,dc}$ )是指在规定的负载突变后,从频率离开稳态频率带至其永久地重新进入规定的稳态频率容差带( $\Delta f$ )之间的间隔时间(见图 3),单位为秒(s)。

- c) 相对频率容差带按式(3)计算:

$$\alpha_f = \Delta f / f_r \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\alpha_f$  ——相对频率容差带, %;
- $\Delta f$  ——稳态频率容差带,单位为赫兹(Hz)。



说明：  
 t——时间；  
 f——频率；  
 1——功率增加；  
 2——功率减少。

图 3 动态频率特性

5.4.4 瞬态电压偏差和电压恢复时间

5.4.4.1 测量方法如下：

- a) 启动并调整机组在额定工况下稳定运行；
- b) 减负载至空载，调整电压、频率为额定值，从空载逐级突加至 25%、50% 额定负载（或根据机组发动机的结构和用途由双方技术协议规定负载）调整电压，频率为额定值，再突减负载至空载，重复进行三次。用动态（微机）测量仪或示波器或其他仪器记录突加突减负载后的电压变化迹线；
- c) 记录各级负载下的有关稳定读数。

5.4.4.2 计算方法如下：

- a) 瞬态电压偏差按式(4)、式(5)计算：

$$\delta U_{dyn}^- = \frac{U_{d,min} - U_r}{U_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\delta U_{dyn}^+ = \frac{U_{d,max} - U_r}{U_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $\delta U_{dyn}^-$  ——负载增加后的瞬态电压偏差，%；
- $\delta U_{dyn}^+$  ——负载减少后的瞬态电压偏差，%；
- $U_{d,min}$  ——负载增加时下降的最低瞬时电压，单位为伏特(V)；取三线电压的平均值；
- $U_{d,max}$  ——负载减少时上升的最高瞬时电压，单位为伏特(V)；取三线电压的平均值；
- $U_r$  ——额定电压，单位为伏特(V)。

- b) 电压恢复时间按式(6)计算：

$$t_u = t_2 - t_1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $t_u$  ——电压恢复时间(见图 4)，单位为秒(s)；
- $t_1$  ——负载变化的瞬时开始，单位为秒(s)；
- $t_2$  ——电压恢复到并保持在规定的稳态电压容差带( $\Delta U$ )内瞬时止的时间，单位为秒(s)。

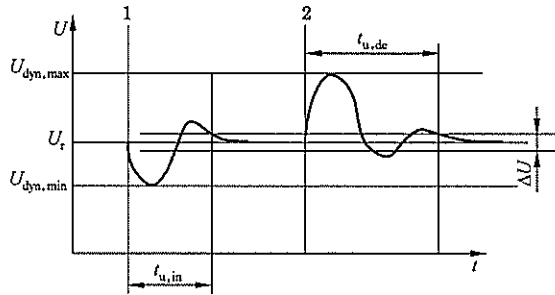


5.4.4.3 稳态电压容差带  $\Delta U$ (见图 4),按式(7)计算:

$$\Delta U = 2\delta U_{st} \times U_r / 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$\Delta U$ ——稳态电压容差带,%。



说明:

- $t$  ——时间;
- $U$  ——电压;
- 1 ——功率增加;
- 2 ——功率减少。

图 4 瞬态电压特性

5.4.5 连续运行试验

5.4.5.1 启动并调整机组在额定工况下连续运行 12 h(出厂试验时间可适当缩减),试验过程中机组应无漏油、漏水、漏气现象,紧固件应无松动。

注:控制屏带自动化模块装置的机组,连续运行时模块必须投入。

5.4.5.2 每隔 30 min 记录一次机组的功率、频率、电压、三相电流、功率因数、发动机出水温度、机油温度、各缸排气温度和环境状况等参数。

5.4.6 机组热耗率

记录沼气的消耗量及机组相应起动时间、输出功率、机油压力、排气温度、环境温度、空气相对湿度、大气压力、沼气压力、冷却水温度、机油温度,按式(8)计算出机组热耗率。

$$g_h = \frac{3\ 600G_t}{t_t P} H_u \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- $g_h$  ——机组热耗率,单位为千焦每千瓦小时[kJ/(kW·h)];
- $G_t$  ——机组在  $t_t$  时间内沼气消耗量,单位为立方米( $m^3$ );
- $t_t$  ——机组消耗  $G_t$  的时间,单位为秒(s);
- $P$  ——机组额定功率,单位为千瓦(kW);
- $H_u$  ——沼气低热值,单位为千焦每立方米( $kJ/m^3$ )。

结果应符合 4.12.1 的规定。

5.4.7 测量振动值

机组在空载运行和额定负载运行时用测振仪进行测量。测量方法应按 GB/T 2820.9 的规定进行(或按技术协议、产品技术条件规定的测量方法和部位进行测量)。结果应符合 4.11.1 的规定。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

机组检验分出厂检验和型式检验。

#### 6.1.1 出厂检验

每台机组应进行出厂检验,其检验项目按表 9 的规定。

#### 6.1.2 型式检验

下列情况之一者应进行型式检验,其检验项目按表 9 的规定:

- a) 新产品定型投产之前;
- b) 产品的设计或工艺上的变更足以影响产品性能时;
- c) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

### 6.2 判定规则

6.2.1 每台出厂检验的机组,各项检验项目均为合格时,该台机组判定合格。

6.2.2 型式检验的机组各项检验项目合格时,判定该台机组合格;如出现不合格项目时,应进行调整或改进,再次进行试验,直至合格为止,否则不能投产。

## 7 标志、包装和贮运

### 7.1 定额标牌

机组定额标牌应包括如下内容:

- a) 执行标准号(本标准);
- b) 制造商名称和商标;
- c) 机组型号;
- d) 机组编号;
- e) 机组制造日期;
- f) 相数;
- g) 机组额定转速, r/min;
- h) 机组额定功率, kW, (按本标准加词头 COP, PRP);
- i) 额定频率, Hz;
- j) 额定电压, V;
- k) 额定电流, A;
- l) 额定功率因数,  $\cos\varphi$ ;
- m) 接线方式;
- n) 净重量, kg 或 t;
- o) 外形尺寸(长×宽×高), mm。

### 7.2 包装

7.2.1 机组包装后的外形尺寸应符合 GB 146.1、GB 146.2 的规定。

7.2.2 机组及其备、附件在包装前,凡未经涂漆或电镀等保护的裸露金属应采取临时性防锈保护措施。

7.2.3 机组的包装应能防雨,牢固可靠,有明显、不易脱落的识别标志。其标志应符合 GB/T 191 的规定。

7.2.4 机组应随附下列文件:

- a) 机组出厂质量证明书;
- b) 机组使用说明书及主要配套件使用说明书;
- c) 备品清单。

### 7.3 贮运

7.3.1 机组应贮存在有顶盖的仓库内,不应有腐蚀性有害气体存在。

7.3.2 机组的包装应根据需要能进行水路、铁路和汽车运输。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
中 大 功 率 沼 气 发 电 机 组  
GB/T 29488—2013

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

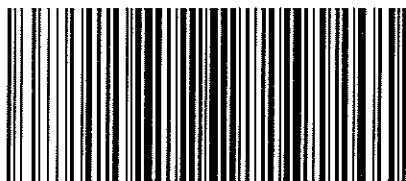
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 32 千字  
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-46962 定价 21.00 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)68510107



GB/T 29488—2013