

中华人民共和国国家标准

GB/T 29487—2013

中大功率瓦斯发电机组

Medium/high-power mine gas 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 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 要求	2
4.1 瓦斯要求	2
4.2 监测设备	2
4.3 标准基准条件	3
4.4 机组输出功率种类与运行方式	3
4.5 输出规定功率的条件	4
4.6 启动要求	4
4.7 性能等级	4
4.8 电气性能	5
4.9 结构	6
4.10 污染环境的限值	6
4.11 经济性	7
4.12 安全性	7
4.13 保护措施	9
4.14 机组监控	10
4.15 外观质量	10
4.16 成套性	10
5 试验	10
5.1 仪器仪表	10
5.2 试验项目	10
5.3 试验要求	11
5.4 试验方法	12
6 检验规则	15
6.1 检验分类	15
6.2 判定规则	16
7 标志、包装和贮运	16
7.1 标志	16
7.2 包装	17
7.3 贮运	17
参考文献	18

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。浙江义乌发电设备有限公司、江苏盛源燃气动力机械有限公司、淄博淄柴新能源有限公司、郑州金阳电气有限公司参加起草。

本标准主要起草人：曲玉玲、李树生、倪秀永、王安忠、王令金、汤洪辉、季晓初、李宗立、史清晨、刘根成、张宏斌、陈俊民、张世娟。

中大功率瓦斯发电机组

1 范围

本标准规定了中大功率瓦斯发电机组(以下简称“机组”)的要求、试验、检验规则、标志与包装及贮运要求等。

本标准适用于额定功率不小于 250 kW、频率为 50(或 60) Hz、以煤矿瓦斯为主要燃料的往复式内燃机驱动的交流发电机组。

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 2820.5 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 7231—2003 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

GB/T 8190.1 往复式内燃机 排放测量 第 1 部分:气体和颗粒排放物的试验台测量(ISO 8178-1)

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(ISO 8178-4)

GB/T 13306 标牌

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—2008 往复式内燃机驱动的发电机组 安全性

GB/T 22343—2008 石油工业用天然气内燃发电机组

3 术语和定义

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

3.1

瓦斯 mine gas

煤矿(矿井)瓦斯的简称,是指生成并赋存在煤层中的以甲烷为主的混合气体。

3.2

瓦斯发电机组 mine gas generating set

以煤矿瓦斯为燃料的往复式发动机、交流发电机、控制装置和辅助设备组成的发电机组。

3.3

防爆止回阀 flameproof check valve

管道中的可燃气体发生爆炸时,能够同时阻止来自瓦斯发动机方向的爆炸火焰和爆炸压力沿管道回传的一种阀门。

3.4

泄压流通面积 flow area for pressure relief

能够有效泄除围包体内爆炸压力的泄压口的面积。

[GB/T 15604—2008, 5.10]

4 要求

4.1 瓦斯要求

4.1.1 质量要求

4.1.1.1 瓦斯中甲烷体积分数不应低于 8%,混合气热值不应低于 3 MJ/m³,气体质量变化范围不应大于 2%/min。

4.1.1.2 瓦斯气体中的固体颗粒不应大于 5 μm、含量不应大于 30 mg/m³,应无液态成分。瓦斯应经净化处理。

注: 瓦斯的标准参比条件是 101.325 kPa, 20 °C。

4.1.2 温度和压力要求

瓦斯在距离机组燃气支管前 1 m 处的温度和压力要求如下:

- a) 温度不高于 45 °C;
- b) 压力不低于 3 kPa。

4.2 监测设备

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。

所选监测设备应确保机组的使用和运行。

4.3 标准基准条件

4.3.1 确定机组额定功率的条件

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: $\varphi_r=30\%$ 。

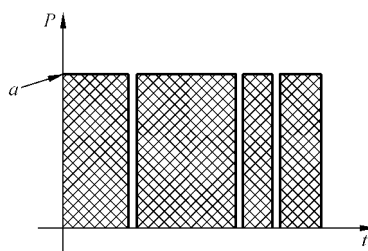
4.3.2 功率的修正

当现场的运行条件不同于 4.3.1 给出的标准基准条件时,应按 GB/T 2820.1 的规定执行。

4.4 机组输出功率种类与运行方式

4.4.1 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 1)。



说明:

t —— 时间;

P —— 功率;

a —— 持续功率(100%)。

图 1 持续功率(COP)图解

4.4.2 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 2)。

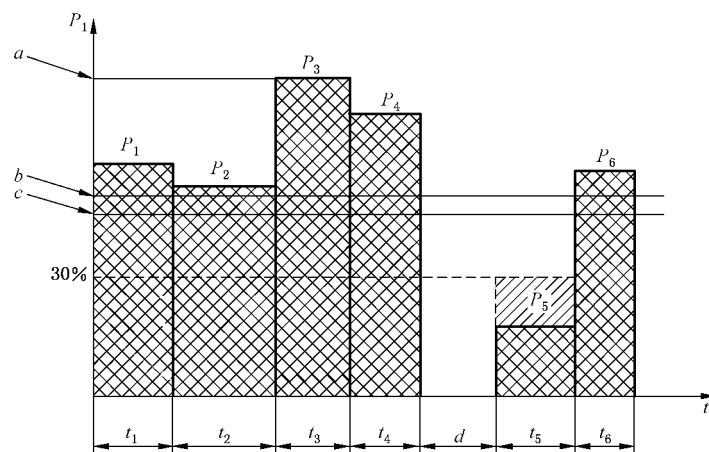
在 24 h 周期内允许平均功率输出(P_{pp})不大于 PRP 的 70%,除非内燃机制造商另有规定。

注: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。

4.4.3 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 4.3 规定条件下,应能按额定工况正常地连续运行 12 h。



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 2 基本功率(PRP)图解

4.5 输出规定功率的条件

4.5.1 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:

——下限值分别为 5 °C, -15 °C, -25 °C, -45 °C;

——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)。

4.5.2 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。

4.5.3 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。

4.6 启动要求

在环境温度不低于 5 °C 时,机组应能顺利启动;当环境温度在 -45 °C ~ 5 °C 范围内时,采取预热措施后,机组应能顺利启动。

4.7 性能等级

4.7.1 性能 G1 级

适用于一般用途(照明和其他简单的电气负载),只需规定电压和频率的基本参数的连续负载。

4.7.2 性能 G2 级

适用于对其电压特性与公用电力系统有相同要求的负载。如用于照明系统；泵、风机和卷扬机。当负载变化时，允许有暂时的电压和频率的偏差。

4.8 电气性能

4.8.1 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）、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不应小于 $\pm 5\%$ 额定电压。

4.8.2 电压和频率性能等级

电压和频率性能等级的运行极限值按表 1 的规定，有特殊要求的机组按供需双方协议。

表 1

参 数		性能等级	
		G1	G2
频率降 $\delta f_{\text{st}}/\%$		0~8	0~5
稳态频率带 $\beta_{\text{f}}/\%$		≤ 2.5	≤ 1.5
相对的频率整定下降范围 $\delta f_{\text{s,do}}/\%$		$\geq (2.5 + \delta f_{\text{st}})$	
相对的频率整定上升范围 $\delta f_{\text{s,up}}/\%$		$\geq +2.5^{\text{a}}$	
瞬态频率偏差	突减功率 $\delta f_{\text{dyn}}^{+}/\%$	$\leq +18$	$\leq +12$
	突加功率 $\delta f_{\text{dyn}}^{-}/\%$	≤ -25	≤ -20
频率恢复时间 t_{f}/s		≤ 10	≤ 5
相对频率容差带 $\alpha_{\text{f}}/\%$		3.5	2
稳态电压偏差 $\delta U_{\text{st}}/\%$		$\leq \pm 5$	$\leq \pm 2.5$
瞬态电压偏差	突减功率 $\delta U_{\text{dyn}}^{+}/\%$	$\leq +35$	$\leq +25$
	突加功率 $\delta U_{\text{dyn}}^{-}/\%$	≤ -25	≤ -20
电压恢复时间 t_{u}/s		≤ 10	≤ 6
电压不平衡度 $\delta U_{2,0}/\%$		1 ^b	
注：术语、符号和定义详见 GB/T 2820.5。			
^a 不需要并联的机组,转速和电压的整定不变是允许的。			
^b 在并联运行的情况下,该值应减为 0.5。			

4.8.3 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：对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。

4.8.4 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%。

4.8.5 并联

4.8.5.1 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:

- a) 有功功率分配 ΔP :
 - 在 80%和 100%额定负载之间为 $\pm 5\%$;
 - 在 20%和 80%额定负载之间为 $\pm 10\%$ 。
- b) 无功功率分配 ΔQ :
 - 在 20%和 100%额定负载之间为 $\pm 10\%$ 。

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

4.8.6 温升限值或温度

机组在运行中,发电机温升限值应符合 GB/T 2820.3 的规定;机组其他各部件的温度应符合产品技术条件的规定。

4.9 结构

4.9.1 机组的电气接线及电气安装应符合相应图样的规定。

4.9.2 发动机与发电机的对中要求,按产品技术条件的规定。

4.10 污染环境的限值

4.10.1 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 2。

表 2

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 ²	发电机 mm/s ²
≤ 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
$> 1\,300 \sim 2000$	≥ 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: $S_{xms} = 0.015\,9v_{xms}; a_{xms} = 0.628v_{xms}$							

4.10.2 噪声

机组的噪声限值不应大于表 3 的规定。有特殊要求的低噪声机组,应按照供需双方协议的规定执行。

4.10.3 排放

机组的污染物排放限值按表 4 的规定。

4.11 经济性

4.11.1 机组的热耗率(或耗气量)要求应符合产品技术条件的规定。热耗率最大允差不应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 规定的方法进行修正。

4.11.2 机组的机油消耗率按产品技术条件规定。

表 3

单位为分贝

机组额定功率 P kW	机组额定转速 n r/min			
	$\leq 1\,500$	$>1\,500 \sim 2\,000$	$>2\,000 \sim 2\,500$	$>2\,500 \sim 3\,000$
250~500	122	123	124	125
$>500 \sim 1\,000$	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)。				

表 4

污染物	单位	限值
一氧化碳(CO)	g/(kW·h)	4.17
碳氢化合物(HC)		0.55
氮氧化物(NO _x)		3.27

4.12 安全性

4.12.1 接地

机组应有良好的接地端子并有明显的标志。

4.12.2 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 5 的规定。冷态绝缘电阻只供参考,不作考核。

表 5

条 件		回路额定电压 U_i V			
		≤ 230	400	6300	10 500
冷态 $M\Omega$	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 $M\Omega$		0.3	0.4	6.3	10

4.12.3 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 6 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。

4.12.4 相序

三相机组的相序: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 7 的规定。

表 6

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	≥ 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。		

表 7

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

4.12.5 防护措施

对于固定式发电机组,考虑到要对操作和例行维护的人员进行防护,应遵循如下防护措施:
——人可能接近或触及的旋转、摆动的传动件,如风扇、皮带、链条等应进行恰当的排列和防护,以免在正常使用时被人员不经意地直接靠近。

- 机组运行时,对其有可能飞出的构件,应有诸如防护罩等安全技术措施。
- 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。
- 对能造成危险的灼热部分,应有防接触的屏蔽或警示标记。对发动机任何废气排放部件均应提供防护,以免人员在正常操作时意外接触。
- 隔热材料应不可燃烧,并应防止泄漏的机油渗入其中。
- 应装有迅速切断气源的保护措施。

4.12.6 机械强度

机组应具有足够的机械强度和刚度,以避免因机械变形使零部件松动或位移导致着火、触电等事故。

4.12.7 防火防爆

4.12.7.1 机组设计时应考虑瓦斯管路的走向、布局、容器放置、瓦斯管道的密封、防腐等,以防止泄漏、溢出和排泄所发生的危险。应把与瓦斯接触而导致着火的可能性减至最小。

4.12.7.2 发动机的防火适用 GB 4556 的规定。

4.12.7.3 机组的消声器应具有消火功能。

4.12.7.4 瓦斯进气管路系统应安装管道防爆阻火器和防爆止回阀,以防止回火对其他部件造成损害。防爆止回阀应能承受动压不小于 1 MPa。

4.12.7.5 发动机应在曲轴箱、进气管、排气管等处安装防爆泄压装置,当发动机进排气管放炮时及时释放由此产生的压力,以保证发动机零件不受损害,避免可能造成的安全事故。

防爆装置的开启压力和泄压流通面积按产品技术文件的规定。

4.12.7.6 对于有可能向热表面渗漏瓦斯的软管、管路或电器套管及其接头的设计和选用的材料应能承受预期的压力(2 倍的工作压力)、电压、温度、磨损、腐蚀等,应避免过长的软管和电缆,以免被误用或造成其他妨碍。

4.12.7.7 机组所有电器元器件、电器设备的防爆应符合 GB 3836.1 的规定。

4.12.7.8 机组的辅助设备(瓦斯输送管道、预处理设备等)的防火及安全要求应符合有关专业标准和企业产品技术文件的规定。

4.12.7.9 低浓度瓦斯的输送应符合有关专业标准和企业产品技术文件的规定。

4.13 保护措施

4.13.1 发动机保护

发动机至少应具备超速、机油压力低、发动机出水温度高等保护功能。具体要求见发动机技术条件。根据用户要求,发动机故障报警可延伸至电气控制室或远程控制。

4.13.2 机组保护

有要求时,机组应有过载、短路、过流、过电压、欠电压、欠频、过频等保护装置,当出现故障或不允许值时,应能可靠动作。

4.13.3 其他保护

机组并联或并网时,应增设逆功率保护。

4.14 机组监控

带控制屏/柜的机组,应能操作(或监控)如下项目:

- a) 启动(需要时)、停机、送电、停电、调频和调压;
- b) 各运行参数:电压、电流、有功功率、功率因数、频率,累计运行时间;
- c) 有要求时,可隔室监控发动机排气温度、冷却水温度、机油温度和机油压力等参数;
- d) 正常运行和事故性质的声光信号;
- e) 并网、并联和解列。

4.15 外观质量

4.15.1 机组的焊接件焊接应牢固,焊缝应均匀,无裂纹、药皮、溅渣、焊边、咬边,漏焊及气孔等缺陷。焊渣、焊药应清除干净。

4.15.2 机组的控制屏表面应平整,仪表及按钮等排列布置应整齐美观。

4.15.3 机组涂漆部分的漆膜应均匀,无明显裂纹、脱落、流痕、气泡、划伤等现象。

4.15.4 机组电镀件的镀层应光滑,无漏镀、斑点、锈蚀等现象。

4.15.5 机组的紧固件应无松动,固定应牢固。

4.16 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

机组试验项目按表 8 的规定。

表 8

项目名称	要求章条号	试验方法章条号
外观	4.15	5.4.1
成套性	4.16	GB/T 20136—2006 方法 202
标志和包装	7	GB/T 20136—2006 方法 203
启动性能	4.6	GB/T 20136—2006 方法 206
接地	4.12.1	GB/T 20136—2006 方法 302
绝缘电阻	4.12.2	GB/T 20136—2006 方法 101
耐受电压试验	4.12.3	GB/T 20136—2006 方法 102
相序	4.12.4	GB/T 20136—2006 方法 208

表 8 (续)

项目名称	要求章条号	试验方法章条号
监测仪表及机组监控	4.2 4.14	GB/T 20136—2006 方法 210
保护功能	4.13	GB/T 20136—2006 方法 303~312
防护措施、机械强度和防火防爆	4.12.5 4.12.6 4.12.7	5.4.2
电压整定范围	4.8.1	GB/T 22343—2008 4.4.3
频率降	4.8.2	GB/T 22343—2008 4.4.4
稳态频率带	4.8.2	GB/T 22343—2008 4.4.5
相对的频率整定上升范围和下降范围	4.8.2	GB/T 22343—2008 4.4.6
瞬态频率偏差和频率恢复时间及相对频率容差带	4.8.2	5.4.3
稳态电压偏差	4.8.2	GB/T 22343—2008 4.4.8
电压不平衡度	4.8.2	GB/T 22343—2008 4.4.9
瞬态电压偏差和电压恢复时间	4.8.2	5.4.4
冷热态电压变化	4.8.3	GB/T 20136—2006 方法 418
线电压波形正弦性畸变率	4.8.4	GB/T 20136—2006 方法 423
并联运行试验	4.8.5	GB/T 22343—2008 4.4.11
温升	4.8.6	GB/T 20136—2006 方法 430
连续运行试验	4.4.3	5.4.5
机组热耗率(或耗气量)	4.11.1	5.4.6
机油消耗率	4.11.2	GB/T 20136—2007 方法 502
振动	4.10.1	GB/T 2820.9
噪声	4.10.2	GB/T 2820.10
排放	4.10.3	GB/T 8190.1、8190.4(发电机组工况)

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 4.3.2 规定修正。

5.3.4 负载变化的等级为空载、25%、50%、75%、100%额定功率。

5.3.5 除另有规定外,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)和用天然气等模拟煤矿瓦斯的情况下进行。

5.4 试验方法

5.4.1 外观

用目测方法对 4.15 有关要求进行检查。

5.4.2 防护措施和防火防爆要求

防护措施和防火防爆均应按 GB 20651.1 和 GB/T 21428 相关条款的规定进行检查。

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（低浓度瓦斯机组根据发动机的结构和用途由双方协议规定突加负载），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 计算方法如下：

- a) 机组的（对额定频率的）瞬态频率偏差按式（1）、式（2）计算：

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

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

式中：

δf_{dyn}^- ——（对额定频率的）负载增加后的瞬态频率偏差，%；

δf_{dyn}^+ ——（对额定频率的）负载减少后的瞬态频率偏差，%；

$f_{\text{d,min}}$ ——突加负载时频率下冲的最小值，单位为赫兹（Hz）；

$f_{\text{d,max}}$ ——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（ $t_{f,\text{in}}, t_{f,\text{de}}$ ）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（ Δf ）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：

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

式中：

α_f ——相对频率容差带，%；

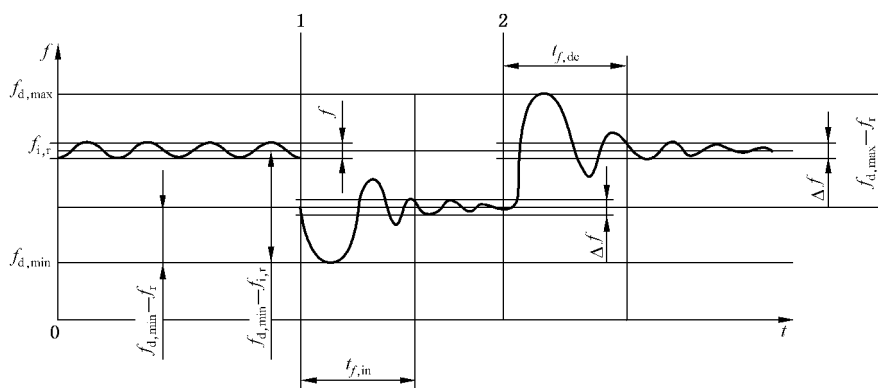
Δf ——稳态频率容差带，单位为赫兹（Hz）。

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(低浓度瓦斯机组根据发动机的结构和用途由技术文件规定负载)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。



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

5.4.4.2 计算方法如下:

- a) 瞬态电压偏差按式(4)、式(5)计算:

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

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

式中:

δU_{dyn}^- —— 负载增加后的瞬态电压偏差, %;

δU_{dyn}^+ —— 负载减少后的瞬态电压偏差, %;

$U_{\text{d,min}}$ —— 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;

$U_{\text{d,max}}$ —— 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:

$$t_{\text{u}} = t_2 - t_1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

t_{u} —— 电压恢复时间(见图 4), 单位为秒(s);

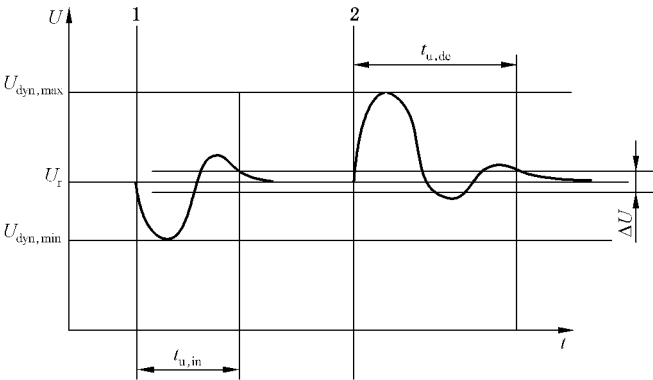
t_1 —— 负载变化的瞬时开始, 单位为秒(s);

t_2 —— 电压恢复到并保持在规定的稳态电压容差带(ΔU)内瞬时止的时间, 单位为秒(s)。

5.4.4.3 稳态电压容差带 ΔU (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:
 ΔU —— 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, 试验过程中机组应无漏油、漏水、漏气现象; 发动机进、排气管应无放炮现象; 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

机组在标定工况下运行时用流量计法测量瓦斯的消耗量。

记录瓦斯的消耗量及相应的时间、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, 按式(8)计算出机组热耗率。

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

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 时间内瓦斯消耗量, 单位为立方米(m³);
 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 —— 瓦斯低热值, 单位为千焦每立方米(kJ/m³)。

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。

表 9

项目名称	出厂检验	型式检验
外观	△	△
成套性	△	△
标志和包装	△	△
接地	△	△
绝缘电阻	△	△
耐受电压	△	△
启动性能	△	△
相序	△	△
监测仪表及机组监控	△	△
保护功能	△	△
防护措施和防火防爆	△	△
电压整定范围	△	△
频率降	△	△
稳态频率带	△	△
相对的频率整定上升范围和下降范围	—	△
瞬态频率偏差和频率恢复时间及相对频率容差带	—	△
稳态电压偏差	△	△
电压不平衡度	—	△
瞬态电压偏差和电压恢复时间	—	△
冷热态电压变化	—	△
线电压波形正弦性畸变率	—	△

表 9（续）

项目名称	出厂检验	型式检验
连续运行试验	—	△
温升	—	△
并联运行试验(有要求时)	△	△
机组热耗率(或耗气量)	—	△
机油消耗率	—	△
振动	—	△
噪声	—	△
排放	—	△
注：“△”表示需进行的项目；“—”表示可不进行的项目。		

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 标志

- 7.1.1 瓦斯机组及辅助设备附近应设置明显的“禁止烟火”字样。应在高低压配电室、发电机等处设置明显的“防止触电”等警示标志。应在瓦斯放散管附近、瓦斯预处理区、瓦斯储罐的进出气阀室、油料间等爆炸危险区设置明显的“禁用手机”字样。应在机组排烟管道附近设置明显的“高温危险”“防噪声”等警示标志。
- 7.1.2 机组配套各管线颜色按 GB 7231—2003 进行标识。介质方向应标注在明显位置,阀门应标注开关方向。
- 7.1.3 机组应采用耐腐蚀材料制成定额标牌,并固定在明显的位置,其尺寸和要求符合 GB/T 13306 的规定。
- 7.1.4 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 $\times$ 宽 $\times$ 高), mm。

7.2 包装

- 7.2.1 机组包装后的外形尺寸适用 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。

参 考 文 献

- [1] GB/T 15604—2008 粉尘防爆术语。
-