

团 体 标 准

T/CAAMTB XXXX—XXXX

甲醇燃料发电机组技术条件和试验方法

Technical specification and test method of Methanol fuel generator set

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车工业协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
5 检验仪器仪表和试验方法.....	8
6 检验规则.....	17
7 标志、包装和贮存.....	19
8 生产厂的保证.....	20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国汽车工业协会标准法规工作委员会甲醇汽车专业委员会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件由山西佳新能源化工实业有限公司、山西佳新信达甲醇销售有限公司、康明斯山西分公司、山西省新能源汽车推广中心、山西醇醚清洁燃料行业技术中心等单位负责起草。

本文件主要起草人：刘家才、朱自强、石磊、付培勋、朱志红、许世杰、常永龙、焦亚波、梁丰鹏。

甲醇燃料发电机组技术条件和试验方法

1 范围

本文件规定了由往复式内燃机（RIC）发动机、交流（AC）发电机、控制装置和辅助设备组成的甲醇燃料发电机组的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装及贮运要求。

本文件适用于额定频率为50Hz, 发动机为甲醇机的发电机组（以下简称机组）。

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，仅所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/T2820.1-2009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/T2820.4-2009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 2820.6-2009往复式内燃机驱动的交流发电机组第6部分:试验方法

GB/T 6072.1-2008 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 13306-2011标牌

GJB 1488A-2020军用内燃机电站通用试验方法

JB/T6776-2020工频汽油发电机组额定功率、电压及转速

JB/T 8194-2020 机械 内燃机电站 术语

JB/T 10304-2020 工频汽油发电机组技术条件

JB/T 13918-2020 内燃机电站 可靠性考核评定方法

ISO 8528-8:2016往复式内燃机驱动的交流发电机组第8部分:对小功率发电机组的要求和试验 (Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets — Part 8: Requirements and tests for low-power generating sets)

ISO 8528-9:2017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 (Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets — Part 9: Measurement and evaluation of mechanical vibrations)

ISO 8528-10:1998往复式内燃机驱动的交流发电机组 第10部分:噪声的测量 (Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets — Part 10: Measurement of airborne noise by the enveloping surface method)

3 术语和定义

GB/T 2820.5-2009、JB/T 8194-2020、JB/T 10304-2020界定的术语和定义适用于本文件。

4 技术要求

4.1 总则

4.1.1 机组应符合本文件的规定，并按规定程序批准的图样及技术文件制造。机组的各配套件，本文件未作规定者，应符合各自的技术条件的规定。

4.1.2 机组应按甲醇燃料发电机组的规定制造。

4.1.3 对机组有特殊要求。甲醇燃料发电机组动力源是甲醇发动机，发动机燃油箱、油位传感器、燃油管、滤芯、喷油嘴等部件必须耐醇设计，由耐醇材料制作。

4.2 参数要求

4.2.1 额定电压

单相机组为230 V；三相机组为400 V。

4.2.2 额定功率因数

单相机组为0.9（滞后）或1.0；三相机组为0.8（滞后）。

4.2.3 质量

机组的质量（kg）应符合产品技术条件的规定。

4.3 指示装置

4.3.1 甲醇燃料发电机组所带监测仪表应符合甲醇燃料发电机组技术条件的规定。

4.3.2 机组控制屏电气仪表应按 GB/T 2820.4-2009 中 7.1 的规定配装。

4.3.3 机组控制屏各监测仪表（甲醇机仪表除外）的准确度等级：频率表应不低于 5.0 级；其他应不低于 2.5 级。

4.3.4 控制屏音响、信号等指示装置应工作正常。

4.4 环境条件

4.4.1 机组输出额定功率的条件

机组输出额定功率的条件如下：

- a) 绝对大气压力：100 kPa；
- b) 环境温度：298 K（25℃）；
- c) 空气相对湿度：30%。

4.4.2 机组输出规定功率（允许修正功率）的条件

机组在下列条件下应能输出规定功率并能正常工作，其条件应在产品技术条件中明确。

- a) 海拔高度：不超过 2000 m；
- b) 环境温度：上限值为 40℃，下限值分别为 -20℃；
- c) 空气相对湿度：90%（25℃时）；95%（25℃时）；

4.4.3 现场条件

机组运行的现场条件应由用户明确确定，且应对特殊的危险条件（如爆炸、大气环境和易燃气体）加以说明。

4.4.4 功率修正

机组的实际工作条件或试验条件比4.4.1所规定条件恶劣时，其输出的规定功率应按GB/T 6072.1-2008规定换算出试验条件下的甲醇发电机功率后再折算为电功率，但此电功率最大不得超过发电机的额定功率。

4.5 工作方式

4.5.1 按额定工况的连续运行

机组在4.4.1规定条件下，应能按额定工况正常地连续风冷运行5h（其中包括过载10%运行1h），机组应无漏油、漏水、漏气等不正常现象。

4.5.2 修正功率后的连续运行

机组超过4.5.1所规定的时间连续运行时，（在按使用说明书的规定进行保养的条件下）其输出功率按甲醇发电机规定功率的90%修正后折算电功率，但此电功率最大值不得超过发电机的额定功率。运行时间应按产品技术条件的规定。

4.6 启动要求

机组在常温（不低于16℃）下，不用辅助措施经3次启动应能成功；对于规定环境温度下限值为-20℃（应有低温启动措施，并应保证机组在-20℃）的环境下20min内能顺利启动，启动成功后机组在3 min内应能带规定负载正常工作。

4.7 性能等级

包括各供电系统不同要求的4种性能等级，见GB/T 2820.1-2009中7.1~7.4的规定。

4.8 电气性能

4.8.1 电压整定范围

机组在空载与额定输出之间的所有负载和在商定的功率因数范围之内，额定频率时，在发电机端子处的上升和下降调节电压的最大可能范围，应不大于5%额定电压。

在空载与额定输出之间的负载，由产品技术条件明确或在合同书中确定。

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。

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应不超过±5%额定电压，单相机组应不超过±7%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应不大于下列规定值：

- a) 额定功率小于3 kW的三相机组和额定功率小于10 kW的单相机组为15%；
- b) 额定功率大于等于3 kW的三相机组和额定功率大于等于10 kW的单相机组为10%。

表 1 电压和频率性能等级的运行极限值

序号	参数		单位	性能等级			
				G1	G2	G3	G4
1	频率降		%	≤8	≤5	≤3	按制造厂和用户之间协议
2	稳态频率带		%	≤2.5	≤1.5	≤0.5	
3	(对额定频率的) 瞬态频率偏差	100%突减功率	%	≤+18	≤+12	≤+10	
		100%突加功率	%	≤-25	≤-20	≤-15	
4	频率恢复时间		s	≤10	≤5	≤3	
5	相对的频率容差带		%	3.5	2	2	
6	稳态电压偏差		%	≤±5	≤±2	≤±1	
				≤±10 ^b			
7	电压调制率		%	按协议	0.3 ^c	0.3 ^c	
8	瞬态电压偏差	100%突减功率	%	≤-35	≤-25	≤+20	
		100%突加功率	%	≤-25	≤-20	≤-15	
9	电压恢复时间		s	≤10	≤6	≤4	
10	电压不平衡度		%	1 ^d	1 ^a	1 ^a	1 ^d

^a 在用单缸或两缸发动机的发电机组的情况下，该值可达 2.5。

^b 对不大于 10 kVA 的小型机组。

^c 对用单缸或两缸发动机的发电机组，该值可为±2。

^d 在并联运行的情况下，该值可达 2.5。

4.8.5 不对称负载要求

三相机组在一定的三相对称负载下，在其中任一相（对可控硅励磁者指接可控硅的一相）上再加25%额定相功率的电阻性负载，当该相的总负载电流不超过额定值时应能正常工作，线电压的最大（或最小）值与三线电压平均值之差应不超过三线电压平均值的±5%。

4.8.6 温升

发电机各绕组温度（或温升）应符合发电机技术条件的规定。

4.9 结构

4.9.1 机组的电气接线应符合电路图，电气安装应符合相应图样的规定。

4.9.2 容量在 10kW 以下的机组的机械强度和机械稳定性应满足下列要求：

- 机组在冲击试验器上应能承受 1.0 J+0.05 J 冲击能量的撞击，机组应无机械损坏。
- 机组从 20cm 的高度自由跌落至混凝土地板上，机组应无机械或电气安全性的损坏。
- 机组在空载沿任一方向放置在倾斜 15°的斜面上后，机组不得倾翻或溢出燃料、润滑油、水。
- 机组放置在倾斜度在 4° 的粗糙混凝土斜面上的四个不同位置，在空载和额定功率下运行 30 min 后，其位置变化量应不超过 10 mm。

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，常用发电机组振动加速度、速度、位移有效值范围见表2。这些数据可用来评估发电机组的振动级别和潜在效应。

对按标准结构和零部件设计的发电机组，当振动级别小于数值1时，将不会发生损坏。

振动级别在数值1和2之间时，则应按发动机制造商和零部件供应商的勿议对发电机组的结构和零件的强度进行评估，以确保发电机组可靠运行。

在某种情况下，振动级别可能会高于数值2,但这仅限于个别的特殊结构发电机组。

表 2 发电机组振动加速度、速度、位移有效值范围

内燃机的 标定转速 n r/min	发电机组 额定功率 P kW	振动位移有效值			移动速度有效值			振动加速度有效值		
		内燃机 mm	发电机		内燃机 mm/s	发电机		内燃机 m/s ²	发电机	
			数值 1 mm	数值 2 mm		数值 1 mm/s	数值 2 mm/s		数值 1 m/s ²	数值 2 m/s ²
2000≤n≤ 3600	P≤12 (单缸机)	—	1.11	1.27	—	70	80	—	44	50
	P≤40	—	0.8	0.95	—	50	60	—	31	38
	P>40	—	0.64°	0.8°	—	40°	50°	—	25°	31°
2000≤n≤ 3600	P≤8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8<P≤40	—	0.64	—	—	40	—	—	25	—
	40<P≤ 100	—	0.4	0.48	—	25	30	—	16	19
	100<P≤ 200	0.72	0.4	0.48	45	25	30	28	16	19
	P>200	0.72	0.32	0.45	45	20	28	28	13	18
720<n< 1300	200≤P≤ 1000	0.72	0.32	0.39	45	20	24	28	13	15
	P>1000	0.72	0.29	0.35	45	18	22	28	11	14
n≤720	P>1000	0.72	0.24 (0.16)	0.32 (0.24)	45	15 (10)	20 (10)	28	9.5 (6.5)	13 (9.5)
<p>注1：对于法兰止口连接的发电机组，在测点5（见ISO8528-9:2017图1 a）的测量值应满足对发电机所需求的数值。</p> <p>注2：额定功率大于100kW的发电机组有确定的数值，而额定功率小于100 kW的发电机无代表数值。</p> <p>注3：括号内的数值适用于安装在混凝土基础上的发电机组。此时，从ISO8528-9:2017图1a)和图1b)7、8两点测得的轴向振动数值应为括号内的50%。</p>										
° 这些数值应得到制造商和用户认可。										

4.10.2 噪声

机组工作时的噪声声压级平均值应不大99 dB (A)。

4.10.3 无线电干扰

对有抑制无线电干扰要求的机组，应有抑制无线电干扰的措施。其干扰值应不大于表3和表4的规定。

4.10.4 有害物质浓度

有要求时，机组排出的有害物质允许浓度，按产品技术条件的规定。

4.11 运输

机组各部件结构应能承受按下列要求运输的振动和冲击：

- a) 里程：500 km；
- b) 路面：不平整的土路及坎坷不平的碎石路面为试验里程的60%；柏油（或水泥）路面为试验里程的40%；
- c) 速度：在不平整的土路及坎坷不平的碎石路面上为20 km/h~30 km/h；在柏油（或水泥）路面上为30 km/h~40 km/h。

表3 抗传导干扰限值

频率 MHz	端子干扰电压	
	μV	dB
0.15	3000	69.5
0.25	1800	65.1
0.35	1400	62.9
0.60	920	59.0
0.80	830	58.0
1.00	770	58.0
1.50	680	56.7
2.50	550	54.8
3.50	420	54.0
5.00	400	52.0
10.00	400	52.0
30.00	400	52.0

表4 抗辐射干扰限值

频段 fd MHz		$0.15 \leq fd \leq 0.50$	$0.50 < fd \leq 2.50$	$2.50 < fd \leq 20.00$	$20.00 < fd \leq 300.00$
干扰场强	$\mu\text{V/m}$	100	50	20	50
	dB	40	34	26	34

4.12 耗油要求

4.12.1 有要求时，机组配备的燃油箱容量，对额定功率大于2 kW者应保证机组连续运行时间不少于4 h；对额定功率不大于2 kW者不少于2 h。

4.12.2 机组的燃油消耗率及机油消耗率（g/kW·h）应符合产品技术条件的规定。

4.13 安全性

4.13.1 接地

机组应有良好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应不低于表5的规定。冷态绝缘电阻只供参考,不作考核。

表 5 绝缘电阻

单位: Ω

条件		回路额定电压	
		≤ 230 V	400 V
冷态	环境温度为 15℃~35℃,空气相对湿度为 45%~75%	2	2
	环境温度为 25℃,空气相对湿度为 95%	0.3	0.4
热态		0.3	0.4

4.13.3 耐电压

机组各独立电气回路对地及回路间应能承受表6所规定的频率为50 Hz、波形尽可能为实际正弦波、历时1min的绝缘介电强度试验电压而无击穿或闪络现象。

表 6 试验电压

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	>100	$(1000-2 \text{ 倍额定电压}) \times 80\%$ 最低 1200
二次回路对地	<100	750

注: 甲醇发电机的电气部分,半导体器件及电容器等不作此项试验。

4.13.4 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);对采用设在控制屏幕上的接线端子者,从屏正面看应自左到右或自上到下排列。

4.14 短路保护

机组应有短路保护措施。当机组输出电缆末端发生短路时,保护措施应能迅速可靠动作,机组无损。三相机组的短路包括单相、两相和三相短路,输出电缆的规格和长度按产品技术条件的规定。

4.15 可靠性和维修性

机组的平均故障间隔时间不短于250 h;平均修复时间不长2h。

4.16 外观质量

- 4.16.1 机组的焊接应牢固，焊缝应均匀，无裂纹、药皮、溅渣、焊穿、咬边、漏焊及气孔等缺陷。焊渣、焊药应清理干净。
- 4.16.2 机组的控制屏表面应平整。
- 4.16.3 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。
- 4.16.4 机组电镀件的镀层光滑，无漏镀斑点、锈蚀等现象。
- 4.16.5 机组外表面颜色应符合产品技术条件的规定。
- 4.16.6 机组的紧固件应无松动。工具及备附件应固定牢固。

4.17 成套性

- 4.17.1 机组的成套性按供需双方的协议。
- 4.17.2 每台机组应随附下列文件：
 - a) 合格证；
 - b) 使用说明书，至少包括：
 - 1) 技术数据；
 - 2) 结构和用途说明；
 - 3) 安装、保养和维修规程；
 - 4) 电路图和电气接线图。
 - c) 备品清单：
 - 1) 备件和附件清单；
 - 2) 专用工具和通用工具清单。
 - d) 产品履历书。
- 4.17.3 机组应按备品清单配齐维修用的工具及备附件，在保用期内能用所配工具及备附件进行已损零部件的修理和更换。

5 检验仪器仪表和试验方法

5.1 检验仪器仪表

5.1.1 在工厂试验室

5.1.1.1 机组检验在制造厂的试验台上进行，鉴定检验和型式检验用于测量下列电气参数的仪器仪表的准确度应为：

- a) 电流：0.5%；
- b) 电压：0.5%；
- c) 功率：0.5%；
- d) 频率：0.5%；
- e) 功率因数：0.5%；

5.1.1.2 出厂检验允许采用 1.0 级准确度的仪器仪表进行测量。

5.1.2 在现场条件下

机组在安装现场条件下进行检验。用于测量电气参数的仪器仪表的准确度由产品表述条件或在合同中明确，最低不得低于GB/T 2820.6-2009中6.6.1的规定。

5.2 要求

5.2.1 甲醇燃料发电机组动力源是甲醇发动机。发动机燃油箱材料选用不锈钢板或进行防腐表面处理过的碳钢板，油位传感器、喷油嘴材料选用耐醇材料，燃油管为耐醇橡胶管，滤芯使用耐醇胶或不使用粘结胶。以上部件必须耐醇设计，由耐醇材料制作。

5.2.2 部件试验不能代替整机试验。

5.2.3 试验应在经预热的发电机组上进行。

5.2.4 功率可按规定修正。

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

5.3 试验方法

5.3.1 外观检验

按GJB 1488A-2020方法201进行检验，结果应满足4.16的要求，

5.3.2 成套性检查

按GJB 1488A-2020方法202进行检验，结果应满足4.17的要求。

5.3.3 标志和包装检验

按GJB 1488A-2020A-2020方法203进行检验，结果应满足第7章的要求。

5.3.4 质量检验

按GJB 1488A-2020A-2020方法204进行测量，结果应满足4.2.4的要求。

5.3.5 外形尺寸检验

按GJB 1488A-2020方法205进行测量，结果应满足4.1.1的要求。

5.3.6 绝缘电阻检验

按GJB 1488A-2020方法101进行测量，结果应满足4.13.2的要求。

5.3.7 耐电压试验

按GJB 1488A-2020方法102进行试验，结果应满足4.13.3的要求。

5.3.8 常温启动性能检验

按GJB 1488A-2020方法206进行检验，结果应满足4.6的要求。

5.3.9 低温启动措施检验

按GJB 1488A-2020方法2.7进行检验，结果应满足4.6的要求。

5.3.10 相序检验

按GJB 1488A-2020方法进行检验，结果应满足4.13.4的要求。

5.3.11 控制屏各指示装置检验

按GJB 1488A-2020方法210进行检验，结果应满足4.3的要求。

5.3.12 短路保护功能检验

按GJB 1488A-2020方法303进行检验，结果应满足4.14的要求。

5.3.13 冲击试验

按ISO 8528-8:2016的6.1.1 a) 规定的方法进行试验，结果应满足4.9.2 a) 的要求。

5.3.14 跌落试验

按ISO 8528-8:2016的6.1.1 b) 规定的方法进行试验，结果应满足4.9.2 b) 的要求。

5.3.15 倾斜试验

按ISO 8528-8:2016的6.2规定的方法进行试验。结果应满足4.9.2 c)、4.9.2 d) 的要求。

5.3.16 电压整定范围测量

5.3.16.1 测量方法

测量方法如下：

- a) 将机组电压调节选择开关置于“手动”位置；
- b) 启动并调整机组在额定工况下；
- c) 卸去负载，调整机组在空载、25%、50%、75%、100%额定负载下，在各级负载时的频率和功率因数均为额定值；
- d) 在各级负载下，分别调节电压整定装置（手动控制变阻器）到两个极限位置；
- e) 记录：在各级负载下的两个极限位置的电压值，其它有关读数和情况。

5.3.16.2 结果

电压整定范围的上、下限极值按公式（1）、公式（2）计算：

$$\delta U_{s,up} = \frac{U_{s,up} - U_t}{U_t} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

$$\delta U_{s,do} = \frac{U_t - U_{s,do}}{U_t} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\delta U_{s,up}$ —相对的电压整定上升范围；

$\delta U_{s,do}$ —相对的电压整定下降范围；

$U_{s,up}$ —上升调节电压，V；

$U_{s,do}$ —下降调节电压，V；

U_t —额定电压，V。

5.3.17 频率降测量

5.3.17.1 测量方法

启动并调整机组在额定电压、额定频率、额定功率、额定功率因数下运行稳定后，减负载至空载，记录机组在额定状态下和空载时的各有关读数及环境温度、空气相对湿度、大气压力等。

5.3.17.2 结果

频率降按公式（3）计算。结果应满足4.8.2表1的规定。

$$\delta f_{st} = \frac{f_{i,t}}{f_t} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

δf_{st} —频率降，%；

$f_{i,t}$ —额定空载频率，Hz；

f_t —额定频率，Hz。

5.3.18 稳态频率带测量

5.3.18.1 测量方法

启动并调整机组在额定工况下运行稳定后，减负载至空载，从空载逐级加载至额定负载的25%、50%、75%、100%，再将负载按此登记由100%逐级减至空载，用仪表和示波器测出在各级负载下频率围绕某一平均值波动的包络线宽度。

5.3.18.2 结果

稳态频率带按公式（4）计算。结果应满足4.8.2表1的规定。

$$\beta_f = \frac{\hat{f}}{\underset{\vee}{f}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

β_f —稳态频率带，%；

\hat{f}
 $\underset{\vee}{f}$ —恒定功率时的发电机组频率围绕某一平均值波动的包络线宽度，Hz。

5.3.19 （对额定频率的）瞬态频率偏差和频率恢复时间测量

5.3.19.1 要求

要求如下：

- a) 突加负载；额定负载。
- b) 突减负载；额定负载。

5.3.19.2 测量方法

调整机组在额定工况下运行至稳定后，减负载至空载，从空载突加至额定负载，再从额定负载突减至空载，重复进行三次。用动态（微机）测量仪或示波器或其它仪器记录突加突减负载后频率的变化迹线。

5.3.19.3 结果

5.3.19.3.1 机组的(对额定频率的)瞬态频率偏差按公式(5)、公式(6)计算。

$$\delta f_{dyn}^- = \frac{f_{d,min} - f_t}{f_t} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

$$\delta f_{dyn}^+ = \frac{f_{d,max} - f_t}{f_t} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

δf_{dyn}^- —突减功率时(对额定频率的)瞬态频率偏差, %;

δf_{dyn}^+ —突加功率时(对额定频率的)瞬态频率偏差, %;

$f_{d,min}$ —突加负载时频率下冲的最小值, Hz;

$f_{d,max}$ —突减负载时频率上冲的最大值, Hz。

5.3.19.3.2 频率恢复时间($t_{f,in}$ 、 $t_{f,de}$)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之间的间隔时间。

相对的频率容差带 a_f (%)按4.8.2表1的规定。

5.3.19.3.3 结果应满足4.8.2表1的规定。

5.3.20 稳态电压偏差测量

5.3.20.1 测量方法

测量方法如下:

- 启动机组并调整机组在额定工况下;
- 机组运行稳定后,减负载至空载.从空载逐渐加载至额定负载的25%、50%、75%、100%,再将负载按此等级由100%逐级减至空载;
- 各级负载下的频率和功率因数均为额定值;
- 记录各级负载下的有关稳定读数。

5.3.20.2 结果

稳态电压偏差按公式(7)计算。结果应满足4.8.2表1的规定。

$$\delta U_{st} = \pm \frac{U_{st,max} - U_{st,min}}{2U_t} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

δU_{st} —稳态电压偏差, %;

$U_{st,max}$ —负载渐变后的最高稳态电压,取各读数中的最大值,对三相机组取三线电压的平均值, V;

$U_{st,min}$ —负载渐变后的最低稳态电压,取各读数中的最小值,对三相机组取三线电压的平均值, V。

5.3.21 电压不平衡度测量

5.3.21.1 测量方法

启动并调整机组在额定工况下运行至稳定，减负载至空载，调整电压为额定值，用仪器（相位差计或示波器）测量并计算出各线电压负序电压、零序电压、正序电压，记录有关读数。

5.3.21.2 结果

电压不平衡度按公式（8）计算。结果应满足4.8.2表1的规定。

$$\delta U_{2,0} = \frac{U_2(U_0)}{U_1} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\delta U_{2,0}$ —电压不平衡度，%；

U_2 —负序电压分量，V；

U_0 —零序电压分量，V；

U_1 —正序电压分量，V。

5.3.22 瞬态电压偏差和电压恢复时间测量

5.3.22.1 要求

按5.3.19.1的规定。

5.3.22.2 测量方法

测量方法如下：

- a) 启动并调整机组在额定工况下；
- b) 待机组运行稳定后，减负载至空载，调整电压、频率为额定值。从空载突加额定负载，调整电压、频率为额定值再突减该负载至空载，重复进行三次。用动态（微机）测试仪或示波器或其它仪器记录突加突减负载后的电压变化迹线；
- c) 记录各负载下的有关稳定读数。

5.3.22.3 结果

5.3.22.3.1 瞬态电压偏差按公式（9）、公式（10）计算。

$$\delta U_{dyn}^- = \frac{U_{dyn,min} - U_t}{U_t} \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

$$\delta U_{dyn}^+ = \frac{U_{dyn,max} - U_t}{U_t} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

δU_{dyn}^- —突减功率时瞬态电压偏差，%；

δU_{dyn}^+ —突加功率时瞬态电压偏差，%；

$U_{dyn,min}$ —负载增加时下降的最低瞬时电压，取三相电压的平均值，V；

$U_{dyn,max}$ —负载减少时上升的最高瞬时电压，取三相电压的平均值，V。

5.3.22.3.2 电压恢复时间按公式（11）计算。

$$t_u = t_2 - t_1 \dots\dots\dots (11)$$

式中：

t_u —电压恢复时间，s；

t_1 —负载变化的瞬时开始，s；

t_2 —电压恢复到并保持在规定的稳态电压容差带 ΔU 的瞬时止，s。

注：稳态电压容差带 ΔU ，除另有规定外，按公式（12）计算。

$$\Delta U = \frac{2 \times \delta U_{st} \times U_t}{100} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

ΔU —稳态电压容差带，V。

5.3.22.3.3 结果应满足 4.8.2 表 1 的规定。

5.3.23 电压调制率测量

5.3.23.1 测量方法

测量方法如下：

- 启动并调整机组在额定工况下运行至稳定；
- 减负载至空载，从空载逐级加载至额定负载的 25%、50%、75%、100%，再按此等级将额定负载逐级减至空载，各级负载下的功率因数为额定值；
- 在稳定后的各级负载下用示波器拍摄各相（允许只拍摄接可控硅的一相）电压波形；
- 记录在各级负载下的有关读数。

5.3.23.2 结果

在调制包络线上求取任 1s 内电压调制的最高峰值和电压调制的最低峰值（见 GB/T 2820.5-2009 图 11）；电压调制率按公式（13）计算。结果应满足 4.8.2 表 1 的规定。

$$\hat{U}_{mod,s} = 2 \times \frac{\hat{U}_{mod,s,max} - \hat{U}_{mod,s,min}}{\hat{U}_{mod,s,max} + \hat{U}_{mod,s,min}} \times 100 \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$\hat{U}_{mod,s}$ —电压调制率，%；

$\hat{U}_{mod,s,max}$ —电压调制的最高峰值，V；

$\hat{U}_{mod,s,min}$ —电压调制的最低峰值，V。

5.3.24 冷热态电压变化检测

按GJB 1488A-2020方法413进行检测，结果应满足4.8.3的要求。

5.3.25 在不对称负载下的线电压偏差测量

按GJB 1488A-2020方法414进行测量，结果应满足4.8.5的要求。

5.3.26 线电压波形正弦性畸变率测量

按GJB 1488A-2020方法418进行测量，结果应满足4.8.4的要求。

5.3.27 连续运行试验

按GJB 1488A-2020方法425进行试验，结果应满足4.5.1的要求。

5.3.28 温升测量

按GJB 1488A-2020方法426进行测量，结果应满足4.8.6的要求。

5.3.29 燃油消耗率测量

机组在额定工况下用容积测量汽油消耗率。

记录消耗甲醇燃料的容积及其相应的耗油时间、甲醇燃料密度；机组在额定工况下的有关数据、环境温度、空气相对湿度、大气压力等。

甲醇燃料消耗率按公式（14）计算。结果应满足4.12.1的规定。

$$g_e = \frac{\Delta V \times \gamma}{t_e \times P} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

g_e —甲醇燃料消耗率，g/kW·h；

ΔV —消耗甲醇燃料的容积，cm³；

γ —试验时环境温度下的汽油密度，g/cm³；

P —机组的输出功率，kW。

5.3.30 机油消耗率测量

按GJB 1488A-2020方法502进行测量，结果应满足4.12.2的要求。

5.3.31 机械振动值测量

按ISO 8528-9:2017规定的方法进行测量，结果应满足4.10.1的要求。

5.3.32 噪声级测量

按ISO 8528-10:1998规定的方法进行测量，结果应满足4.10.2的要求。

5.3.33 传导干扰测量

按GJB 1488A-2020方法603进行测量，结果应满足4.10.3的要求。

5.3.34 辐射干扰测量

按GJB 1488A-2020方法604进行测量，结果应满足4.10.3的要求。

5.3.35 有害物质的浓度测量

按GJB 1488A-2020方法605进行测量，结果应满足4.10.4的要求。

5.3.36 高温试验

5.3.36.1 试验要求如下：

- a) 试验在高温试验室内或满足要求的自然条件下进行；
- b) 高温（例如40℃）条件满足产品技术条件要求。

5.3.36.2 试验方法如下：

- a) 将机组（风冷）静置于高温条件下到规定的时间（5 h）或规定的状态（热稳定）；
- b) 启动并调整机组在额定工况下；
- c) 机组运行至热态，按5.3.28测量发电机各绕组的温升。按5.3.17、5.3.18、5.3.20测量机组的频率降、稳态频率带，稳态电压偏差；
- d) 调整机组在额定工况下，再连续运行1 h后，紧接着过载10%运行1 h；
- e) 记录，连续运行至热态的过程中每隔30 min记录一次功率、电压、电流、频率、功率因数、发动机冷却出水（或风）温度及机油温度以及有关情况。

5.3.36.3 结果如下：

- a) 机组运行正常，无漏油、漏水、漏气现象；
- b) 机组的橡胶件，电线、电缆的绝缘不应因高温而损坏；
- c) 机组的温升应满足4.8.6的要求；频率降、稳态频率带、稳态电压偏差应满足4.8.2表1的要求。

5.3.37 低温试验

5.3.37.1 试验要求如下：

- a) 试验在低温试验室内或满足低温要求的自然条件下进行；
- b) 低温（例如-20℃）条件满足产品技术条件要求；
- c) 机组加满甲醇、机油、防冻冷却液（对水冷者），配备好容量充裕的蓄电池（电启动者）。

5.3.37.2 试验方法如下：

- a) 机组静置于低温条件下达规定的时间：对额定功率小于12 kW（风冷）者为5 h；
- b) 大于12 kW者为12 h；按5.3.6测量各独立电气回路对地及回路间的冷态绝缘电阻，确认其满足产品技术条件要求；
- c) 按机组使用说明书的规定，启动机组的预热装置，当冷却液和机油温度达到允许启动发动机的情况下启动机，调整机组在空载、额定电压和额定频率下运行，直到冷却液和机油温度值达到允许带额定负载时，加额定负载或规定的负载运行30 min；
- d) 按5.3.17、5.3.18、5.3.20测量机组的频率降、稳态频率带、稳态电压偏差，记录有关读数和情况。

5.3.37.3 试验结果如下：

- a) 机组在低温条件下启动和带载能力应符合4.6规定；
- b) 机组塑料件、橡胶件、金属件无开裂现象；

c) 机组的频率降、稳态频率带、稳态电压偏差应满足 4.8.2 表 1 的要求。

5.3.38 运输试验

5.3.38.1 试验要求如下：

- a) 机组的完整性应满足出厂合格品的要求；
- b) 试验产品为一台；机组装备齐全，油、水加足；
- c) 机组固定在满足要求的运输车辆上。

5.3.38.2 试验方法如下：

- a) 机组在额定工况下连续运行 1 h, 无异常现象；
- b) 按 4.11 要求的里程、路面和速度运输；
- c) 运输中应分段进行停车检查，停车检查里程段：第一段为 100km, 第二段起每段为 200 km；
- d) 运输过程中机组发生的故障，若能用随机工具排除的，或虽不能用随机工具排除，但确属不影响机组正常使用，且回厂可立即排除时，试验可继续进行，否则重新进行试验。

5.3.38.3 试验结果如下：

- a) 机组各组件、零部件不应因强度不够造成损伤；
- b) 紧固件、焊缝、钗钉不应松动、开焊和损坏；油、水不应渗漏，工具、备附件不应损坏、电气器件连接不应松动；
- c) 运输里程驶毕，按 5.3.16, 5.3.17、5.3.18、5.3.20 测量电压整定范围、频率降、稳态频率带、稳态电压偏差。
- d) 结果应符合产品技术条件的规定。

5.3.39 可靠性和维修性试验

按 JB/T 13918-2020 的规定进行。结果应满足 4.15 的要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

本文件规定的检验分为：

- a) 出厂检验；
- b) 型式检验；
- c) 鉴定检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 机组均应进行出厂检验。

6.2.2 出厂检验项目见表 7。

6.2.3 出厂检验中只要有一项检验结果不符合要求，则应找出原因并排除故障，复试合格后方可出厂。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验的产品为 1 台。出现以下情况时，应进行型式检验：

- a) 不经常生产的产品再次生产；
- b) 常生产的产品自上次检验算起经 3 年；

- c) 产品的设计或工艺上的变更足以影响产品性能时；
- d) 出厂检验结果同以前的型式检验结果相比出现不允许的偏差时；
- e) 国家质量监督机构要求时。

6.3.2 型式检验项目见表 7。

6.3.3 型式检验中，只要有一项检验结果不符合要求，应在同一批产品中另抽加倍数量的产品，对该项目进行复试，若仍不合格，产品生产暂停，对该批产品的该项目逐台检验，直到找出原因并排除故障确认其合格后方可恢复生产。

表 7 检验项目

序号	检验项目名称	出厂检验	型式检验	鉴定检验	技术要求 章条号	试验方法章条 号
1	外观	△	△	△	4.16	5.3.1
2	成套性	△	△	△	4.17	5.3.2
3	标志和包装	△	△	△	7	5.3.3
4	质量	—	—	△	4.2.4	5.3.4
5	外形尺寸	—	—	△	4.1.1	5,3.5
6	绝缘电阻	△	△	△	4.13.2	5,3.6
7	耐电压试验	△	△	△	4.13.3	5.3.7
8	查常温启动性能	△	△	△	4.6	5.3.8
9	低温启动措施	△	△	△	4.6	5.3.9
10	相序	△	△	△	4.13.4	5.3.10
11	控制屏各指示装置	△	△	△	4.3	5.3.11
12	短路保护功能	—	—	△	4.14	5.3.12
13	冲击试验	—	—	△	4.9.2 a)	5.3.13
14	跌落试验	—	—	△	4.9.2 b)	5.3.14
15	倾斜试验	—	—	△	4.9.2 c)	5.3.15
16	电压整定范围	△	△	△	4.8.1	5.3.16
17	频率降	△	△	△	4.8.2	5.3.17
18	稳态频率带	△	△	△	4.8.2	5.3.18
19	(对额定频率的)瞬态频率偏差和频率恢复时间	—	△	△	4.8.2	5.3.19
20	稳态电压偏差	△	△	△	4.8.2	5.3.20
21	电压不平衡度	—	△	△	4.8.2	5.3.21
22	瞬态电压偏差和电压恢复时间	—	△	△	4.8.2	5.3.22
23	电压调制率	—	△	△	4.8.2	5.3.23
24	冷热态电压变化	—	—	△	4.8.3	5.3.24
25	在不对称负载下为线电压偏差	—	—	△	4.8.5	5.3.25
26	线电压波形正弦性畸变率	—	—	△	4.8.4	5.3.26

表7检验项目（续）

序号	检验项目名称	出厂检验	型式检验	鉴定检验	技术要求章条号	试验方法章条号
27	连续运行试验	—	△	△	4.5.1	5.3.27
28	温升	—	—	△	4.8.6	5.3.28
29	燃油消耗率	—	—	△	4.12.2	5.3.29
30	机油消耗率	—	—	△	4.12.2	5.3.30
31	振动值	—	—	△	4.10.1	5.3.31
32	噪声级	—	—	△	4.10.2	5.3.32
33	传导干扰	—	—	△	4.10.3	5.3.33
34	辐射干扰	—	—	—	4.10.3	5.3.34
35	有害物质的浓度	—	—	△	4.10.4	5.3.35
36	高温试验	—	—	△	4.1.2	5.3.36
37	低温试验	—	—	△	4.4.2	5.3.37
38	运输试验	—	—	△	4.11	5.3.38
39	可靠性和维修性试验	—	—	△	4.15	5.3.39

注：—不检验，△ 检验。

6.4 鉴定检验

6.4.1 鉴定检验的产品为2台。出现以下情况时，应进行鉴定检验：

- a) 新产品试制完成时；
- b) 产品的设计或工艺上的变更足以影响产品性能时；
- c) 老产品转厂生产时。

6.4.2 鉴定检验项目见表7。

6.4.3 鉴定检验中，检验项目全部符合要求，则判定鉴定检验合格。只要有1项不符合要求，则判定鉴定检验不合格，应重新进行鉴定检验。

6.5 检验条件

6.5.1 除另有规定外，各项检验均在生产厂检验站当时所具有的条件（环境温度，相对湿度，大气压力）下进行。

6.5.2 检验时使用的测量仪器仪表应有定期校验的合格证。

6.5.3 除另有规定外，各电气指标均在机组控制屏输出端考核。

7 标志、包装和贮存

7.1 机组的标牌应固定在明显位置，其尺寸和要求按 GB/T 13306-2011 的规定。

7.2 机组的铭牌应包括下列内容：

- a) 本文件的编号；
- b) 制造厂名称或标记；
- c) 机组型号；
- d) 机组编号；

- e) 机组生产日期;
 - f) 相数;
 - g) 额定转速;
 - h) 额定功率, kW, 按 GB/T2820.1-2009 中 13 加词头 COP, PRP, 或 LTP;
 - 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, $\cos \phi$;
 - m) 最高海拔高度, m;
 - n) 最高环境温度, $^{\circ}\text{C}$;
 - o) 质量, kg;
 - p) 外形尺寸 $l \times b \times h \text{mm}$ 。
- 7.3 机组及其备附件在包装前, 凡未经涂漆或电镀保护的裸露金属, 应采取临时性防锈保护措施。
- 7.4 机组的包装应能防雨, 牢固可靠, 有明显、正确、不易脱落的识别标志。
- 7.5 机组的包装应根据需要能进行水路运输、铁路运输和汽车运输的需要。
- 7.6 机组按产品技术条件规定的方法贮存, 在贮存期内应无损。

8 生产厂的保证

在用户遵守生产厂的使用说明书规定的情况下, 生产厂应保证机组自发货之日起不超过12个月, 且使用期不超过原动机生产厂规定的保用期内能良好地运行。
