

1 主题内容与适用范围

本标准规定了自动化柴油发电机组(以下简称机组)的技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于按 GB 4712《自动化柴油发电机组分级要求》和 GB 12699《工频柴油发电机组额定功率、电压及转速》制造的三相机组。

2 引用标准

- GB 4712 自动化柴油发电机组分级要求
- GB 12699 工频柴油发电机组额定功率、电压及转速
- GB 2820 工频柴油发电机组通用技术条件
- GB 5320 内燃机电站名词术语

3 术语

按 GB 5320。

4 技术要求

4.1 一般要求

下述要求应符合 GB 2820 的规定。

4.1.1 工作条件

- a. 输出额定功率的条件；
- b. 输出规定功率的条件(按修正后的功率可靠运行的条件)。

4.1.2 连续运行时间(在额定工况下和过载下)

4.1.3 电气性能指标

- a. 空载电压整定范围；
- b. 电压和频率的调整率、稳定时间和波动率；
- c. 空载线电压波形正弦性畸变率；
- d. 在不对称负载下的线电压偏差；
- e. 冷态到热态的电压变化；
- f. 启动电动机的能力；
- g. 发电机各绕组的温升。

4.1.4 机械性能指标

- a. 在常温下的启动性能；
- b. 承受运输振动和冲击的能力。

4.1.5 安全要求

- a. 绝缘电阻；
- b. 绝缘介电强度；
- c. 接地。

4.1.6 经济性指标

- a. 燃油消耗率；
- b. 机油消耗率。

4.1.7 可靠性指标

- a. 平均故障间隔时间；
- b. 保证期；
- c. 保用期。

4.1.8 对环境污染的限制指标

- a. 振动；
- b. 噪声；
- c. 无线电干扰；
- d. 排气烟度。

4.1.9 其他

- a. 型式与尺寸；
- b. 外观质量；
- c. 控制屏；
- d. 相序。

4.2 自动化性能(根据产品的自动化等级要求选定,并在产品技术条件中明确)

4.2.1 自动维持准备运行状态

机组应急启动和快速加载时的机油压力、机油温度、冷却水温度应符合产品技术条件的规定。

4.2.2 自动启动和加载

a. 接自控或遥控的启动指令后,机组应能自动启动;对于与市电网并用的备用机组,当电网电压下降(其下降值按产品技术条件规定)或中断供电时,机组应能自动启动;

b. 机组自动启动第3次失败时,应发出启动失败信号,设有备用机组时,程序启动系统应能自动地将启动指令传递给另一台备用机组;

c. 从自动启动指令发出至向负载供电的时间应根据需要在产品技术条件中明确;

d. 机组自动启动成功后,首次加载量;

对于额定功率不大于250 kW者,不小于50%额定负载;

对于额定功率大于250 kW,按产品技术条件规定。

e. 机组接通额定负载后应能自动可靠运行;

f. 机组自动启动的成功率不低于98%。

4.2.3 自动停机

接自控或遥控的停机指令后,机组应能自动停机;对于与市电网并用的备用机组,当电网恢复正常后,机组应能自动切换和自动停机,由电网向负载供电,其停机方式和停机延迟时间应符合产品技术条件规定。

4.2.4 自动并联与解列

a. 接自控或遥控的并联与解列指令后,两台同型号的机组应能自动并联与解列。

通常,当第一台机组单机运行时功率持续达到产品技术条件规定时,自控系统应向第二台机组发出启动指令,使其自动投入并联运行;当两台并联机组的总输出功率持续减小到不大于总额定功率的

40%时,自控系统应向两台并联机组中的一台发出解列和停机的指令,对于继续减小功率的情况按产品技术条件规定;

b. 两台机组并联运行时,应能自动分配输出的有功功率和无功功率,其分配差度均应不超过 $\pm 10\%$;

c. 自控或遥控装置应有控制第三台机组的能力。

当两台已并联运行机组中的一台发生一级故障时,应先启动第三台机组并使其自动投入并联运行后再使故障机组解列。

当两台已并联运行机组中的一台发生二级故障时,故障机组应自动解列并停机,自动切断一部分负载(通常是次要负载),使继续运行的机组不出现不允许的过载;同时启动第三台机组并使其自动投入并联运行,恢复正常供电。

注:一级故障指机组发生故障后仍允许运行一段时间(备用机组投入运行所需的时间)的故障;

二级故障指机组发生故障后须立即停机的故障。

4.2.5 自动补给

燃油、机油、冷却水自动补充,机组启动用蓄电池自动充电和(或)压缩空气瓶自动充气(按用户要求),应符合产品技术条件的规定。

4.2.6 无人值守时间

机组无人值守时间应按 GB 4712 在产品技术条件中明确。

4.2.7 自动保护

导致机组自动停机或发出光声信号的保护项目在产品技术条件中明确。

4.2.8 其他

4.2.8.1 机组的自动停机和手动停机均应有正常停机和紧急停机两种。

4.2.8.2 机组的预润滑、启动和停机、调频和调压、并联和解列、送电和停电等应能手动控制。

5 成套性

5.1 机组的成套性按供需双方的协议。

5.2 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:

技术数据;

结构和用途说明;

安装、保养和维修规程;

电路图和电气接线图。

c. 备品清单:

备件和附件清单;

专用工具和通用工具清单。

d. 产品履历书。

6 标志、包装和贮运

6.1 机组的标志文字采用汉语或议定的文种。

6.2 机组的标牌应固定在明显位置,应包括下列项目:

a. 机组型号和名称;

b. 额定转速, r/min ;

c. 额定频率, Hz ;

- d. 额定电压,V;
- e. 额定功率,kW;
- f. 额定电流,A;
- g. 额定功率因数;
- h. 质量,kg 或 t;
- i. 生产厂名;
- j. 机组编号;
- k. 出厂日期;
- l. 标准代号及编号。

- 6.3 操作标志和指示标志,在机组运行时应是清晰易辨的。
- 6.4 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。
- 6.5 机组按产品技术条件规定的贮存期和方法贮存应无损。
- 6.6 机组根据需要应能水路运输,空中运输和铁路运输。

7 试验仪器仪表和试验项目

7.1 试验仪器仪表

鉴定试验和型式试验应采用不低于 0.5 级准确度的电气测量仪器仪表(兆欧表除外;允许采用 1 级准确度的功率因数表)进行测量;出厂试验允许采用 1 级准确度的电气测量仪器仪表进行测量。

7.2 试验项目

按表 1 规定。

表 1

| 序号 | 试验项目名称 | 出厂试验 | 型式试验 | 鉴定试验 | 试验方法条号 | |
|----|---------------------|------|------|------|---------|-----|
| | | | | | GB 2820 | 本标准 |
| 1 | 检查外观 | △ | △ | △ | 8.1 | |
| 2 | 测量机组的质量 | | | △ | 8.2 | |
| 3 | 测量绝缘电阻 | △ | △ | △ | 8.3 | |
| 4 | 绝缘介电强度试验 | △ | △ | △ | 8.4 | |
| 5 | 检查相序 | △ | △ | △ | 8.6 | |
| 6 | 检查自动维持准备运行状态 | | △ | △ | | 8.1 |
| 7 | 检查自动启动供电和自动停机的可靠性 | △ | △ | △ | | 8.2 |
| 8 | 检查自动启动成功率 | | △ | △ | | 8.3 |
| 9 | 检查控制屏上各指示装置的工作情况 | △ | △ | △ | 8.7 | |
| 10 | 检查空载电压整定范围 | △ | △ | △ | 8.8 | |
| 11 | 检查自动补给功能 | △ | △ | △ | | 8.4 |
| 12 | 检查自动保护功能 | △ | △ | △ | | 8.5 |
| 13 | 检查某些自控项目进行手控的可能性 | △ | △ | △ | | 8.6 |
| 14 | 测量电压和频率的稳态调整率 | △ | △ | △ | 8.10 | |
| 15 | 测量电压和频率的瞬态调整率及其稳定时间 | | △ | △ | 8.11 | |
| | | | | | 8.12 | |
| 16 | 测量电压和频率的波动率 | △ | △ | △ | 8.13 | |

续表 1

| 序号 | 试验项目名称 | 出厂试验 | 型式试验 | 鉴定试验 | 试验方法条号 | |
|----|-------------------|------|------|------|---------|------|
| | | | | | GB 2820 | 本标准 |
| 17 | 在额定工况下的连续运行试验 | | △ | △ | 8.14 | |
| 18 | 测量燃油消耗率和机油消耗率 | | | △ | 8.15 | |
| 19 | 检查冷态到热态的电压变化 | | △ | △ | 8.16 | |
| 20 | 测量发电机各绕组的温升 | | △ | △ | 8.17 | |
| 21 | 测量线电压波形正弦性畸变率 | | △ | △ | 8.18 | |
| 22 | 测量在三相不对称负载下的线电压偏差 | | △ | △ | 8.19 | |
| 23 | 检查直接启动电动机的能力 | | | △ | 8.20 | |
| 24 | 并联运行试验 | | | △ | | 8.7 |
| 25 | 运输试验 | | | △ | 8.22 | |
| 26 | 测量振动 | | | △ | 8.23 | |
| 27 | 测量噪声 | | | △ | 8.24 | |
| 28 | 测量无线电干扰 | | | △ | 8.25 | |
| 29 | 高温试验 | | | △ | 8.26 | |
| 30 | 湿热试验 | | | △ | 8.28 | |
| 31 | 长霉试验 | | | △ | 8.29 | |
| 32 | 测量排气烟度 | | | △ | 8.30 | |
| 33 | 检查平均故障间隔时间 | | | △ | 8.31 | |
| 34 | 检查无人值守时间 | | | △ | | 8.8 |
| 35 | 检查机组的成套性 | | | △ | | 8.9 |
| 36 | 检查机组的标志和包装 | | | △ | | 8.10 |

8 试验方法

8.1 检查自动维持准备运行状态

在机组成套、完好的条件下进行。

检查机组的润滑、冷却和启动装置的情况。

结果应符合 4.2.1 规定。

8.2 检查自动启动供电和自动停机的可靠性

8.2.1 内容

按产品技术条件规定进行下述内容之一或全部；

- a. 按自控或遥控启动指令的自动启动供电；
- b. 市电电网中断供电时的自动启动供电；
- c. 市电电网电压下降至规定值时的自动启动供电；
- d. 市电电网恢复正常供电后的自动停机。

8.2.2 方法

a. 向自动启动机构发出自动启动指令(模拟市电电网中断供电、模拟市电电网电压下降至规定值),观察机组是否自动启动、升速、建压、合闸供电。

在功率因数 1.0、50%额定负载(对额定功率大于 250 kW 者在 25%额定负载)下运行 1 min；

- b. 向自动停机机构发出自动停机指令(模拟市电电网电压恢复正常),观察机组是否按规定停机,并自动转换为市电电网供电;
- c. 上述 a 和 b 内容重复进行 3 次;
- d. 重新自动启动机组 3 次,均人为地使其失败,观察程序启动系统是否将启动指令传递给另一台备用机组;
- e. 记录:发出启动指令至供电的时间;停机延迟时间;传递启动指令的情况;其他有关内容。

8.2.3 结果

- a. 机组均应启动成功;
- b. 从发出启动指令至供电的时间应符合产品技术条件的规定;
- c. 带载运行应正常;
- d. 停机方式和停机延迟时间应符合产品技术条件的规定;
- e. 程序启动系统能自动传递启动指令。

8.3 检查自动启动成功率

8.3.1 条件

- a. 机组成套、完好;
- b. 机组处于准备运行状态。

8.3.2 方法

a. 人为地中断市电供电,使机组自动启动;自动启动成功后供电运行 1 min;然后人为地接通市电,使机组自动停机;

- b. 重复进行 100 次(允许采用 25 次 100%的成功率来判断机组是否合格);

注:每次自动启动的周期时间在产品技术条件中明确。

c. 记录:进行自动启动的次数;标明自动启动“成功”或“不成功”;每次中断市电供电至机组开始供电的时间;每次自动启动的周期时间;柴油机冷却水温度、机油温度、机油压力、环境温度、空气相对湿度、大气压力。

8.3.3 结果:应符合 4.2.2 规定。

8.4 检查自动补给功能

8.4.1 内容

- a. 自动补充电;
- b. 自动补充气;
- c. 自动补给燃油。

8.4.2 方法

- a. 检查自动补充电:由机组和市电通过充电装置充电。

启动机组并调整至规定工况;检查充电装置是否工作正常,启动用蓄电池充足电后是否自动停止充电;

机组停机后,检查是否能正常地转由市电通过充电装置补充电;

- b. 自动补充气

启动机组并调整至规定工况;检查充气装置是否工作正常;

- c. 自动补给燃油

人为降低燃油油位,检查当油位低于规定值时是否自动补给燃油。

8.4.3 结果

应符合产品技术条件规定。

8.5 检查自动保护功能

8.5.1 内容

a. 短路保护(对额定功率不大于 250 kW 者);过电流保护(对额定功率大于 250 kW 者);过速度保护;水温高保护;油压低保护。其他保护项目按产品技术条件规定;

b. 出厂试验时可不检查短路保护和过电流保护功能。

8.5.2 方法及结果

a. 短路保护

机组在空载额定频率和 95%额定电压下,通过机组输出端试验用交流接触器(或其他开关)进行三相、两相、单相突然短路。

结果:短路保护装置应能及时动作,发电机、励磁系统及电器元件等应无损;

b. 过电流保护

按产品技术条件规定;

c. 过速度保护

启动机组,在空载下调整机组转速至额定转速,稳定后缓慢升转速至产品技术条件规定的应发出报警信号的转速值。

允许采用模拟法进行。

结果:应符合产品技术条件规定,发出光声报警信号或停机信号;

d. 水温高保护

机组在运行状态下,使其冷却水温升高至产品技术条件规定的应发出报警信号的温度值。

允许采用模拟法进行。

结果:应符合产品技术条件规定,发出光声报警信号;

e. 油压低保护

机组在运行状态下,使其机油压力降低至产品技术条件规定的应发出报警信号的压力值。

结果:应符合产品技术条件规定,发出光声报警信号或停机信号。

8.6 检查某些自控项目进行手控的可能性

8.6.1 内容

- a. 手动启动和停机;
- b. 手动调频和调压;
- c. 手动并联与解列;
- d. 手动供电和停电;
- e. 手动预润滑。

8.6.2 方法和结果

按产品技术条件规定。

8.7 并联运行试验

8.7.1 检查自动并联的可靠性和功率分配差度

a. 在自启动系统不起作用的状态下,启动运行机组(第一台机组),整定运行机组的满载频率为额定频率后去掉负载,在空载下整定机组的电压为额定电压。

在自启动系统起作用的状态下,将功率因数为 0.8(滞后)的三相对称负载渐加于运行机组。

记录:当负载加至规定上限值时,待并机组(第二台机组)是否自动启动,启动成功后是否按要求实现自动投入并联运行并自动均分功率;

b. 两台机组并联运行后,按下列额定功率因数下的总功率的百分数和程序变更总负载:75%→规定上限值→75%→50%→75%,在各级负载下至少运行 5 min。

记录:在各级负载下运行时各机组的有功功率、无功功率(或功率因数)、电压、电流、频率;总的有功功率、无功功率(或功率因数)、电压、电流、频率、电压和频率波动后的最大值与最小值。

按式(1)、式(2)计算:

$$\Delta P = \frac{P_1 - P_2}{2P} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: ΔP ——有功功率分配差度, %;

P ——机组的额定(有功)功率, kW;

P_1, P_2 ——某一工况下, 两台机组各自输出的有功功率, kW。

$$\Delta Q = \frac{Q_1 - Q_2}{2Q} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: ΔQ ——无功功率分配差度, %;

Q ——机组的额定无功功率, kvar;

Q_1, Q_2 ——某一工况下, 两台机组各自输出的无功功率, kvar。

8.7.2 检查自动解列和自动停机

- a. 在两台机组并联运行的状态下, 逐级减总负载至总额定负载的 75%、50%、40%;
- b. 记录: 并联运行的两台机组中的一台是否自动解列和自动停机。

8.7.3 检查对第三台机组的控制能力

a. 将第一台机组的负载加至额定负载, 使第二台机组自动投入并联运行, 调整总负载为总额定负载的 55%。

人为制造一级故障或模拟事故状态(如水温高、油压低等等)使保护装置动作。

记录: 第三台机组是否自动启动, 自动投入并联运行; 故障机组是否自动解列和自动停机;

b. 将第一台机组的负载加至额定负载, 使第二台机组自动投入并联运行, 调整总负载为额定负载的 55%。

操纵两台并联运行机组中的任何一台机组的停机机构使之停机。

记录: 两台并联运行机组中的任一机组停机后, 另一台机组是否出现不允许的过载; 第三台机组是否自动启动, 自动投入并联运行, 自动恢复正常供电。

8.7.4 结果: 应符合 4.2.4 规定。

8.8 检查无人值守时间

a. 该项目允许在下列试验中结合进行:

在额定工况下的连续运行 12 h 试验;

检查平均故障间隔时间的连续运行试验。

b. 确认机组正常运行后, 记录功率、电压、电流、功率因数、频率、电压和频率波动后的最大值和最小值、柴油机排气温度、冷却水温度、机油温度、机油压力、环境温度、空气相对湿度、大气压力。

连续运行达规定的无人值守时间后, 记录上述相应参数值。

c. 结果: 应无漏油、漏水、漏气现象; 电压的变化应不超过冷热态电压变化指标; 电压和频率的波动率应符合产品技术条件规定; 无其他异常现象。

8.9 检查机组的成套性

按第 5 章规定进行。

8.10 检查机组的标志和包装

按第 6 章有关规定进行。

9 检验规则

9.1 机组的试验分出厂试验、型式试验和鉴定试验, 各类试验的项目按 7.2 规定。

机组均应进行出厂试验。

正常生产的机组经历 3 a 时应进行型式试验; 型式试验的机组为 1 台。

新产品试制(包括转厂生产)完成时应进行鉴定试验, 鉴定试验的机组为 2 台(额定功率大于

250 kW、无并联要求的机组允许为 1 台)。

对于要求多台并联的机组,并联试验机组为 3 台。

9.2 凡属下列情况,应进行有关项目的试验:

- a. 供需双方协议补充试验项目时;
- b. 产品的设计或工艺上的变更足以影响产品性能时;
- c. 出厂试验结果和以前的试验结果出现不允许的偏差时。

9.3 除另有规定和协议外,各项试验均在生产厂试验站当时所具有的条件(环境温度、空气相对湿度、大气压力)下进行。

除另有规定外,各电气指标均在电能输出电缆始端考核。

9.4 机组的成套性、标志和包装的检查可由验收代表按产品技术条件重复进行。

9.5 试验时使用的测量仪器仪表应有定期检查的合格证,应符合本标准规定。

9.6 出厂试验中,只要有一项试验结果不符合本标准规定,应找出原因并排除故障复试,若经第 3 次复试后仍不合格,则断为不合格品。每次复试均应记载复试次数、缺陷、缺陷分析及排除缺陷的方法。

型式试验中和 9.2 条规定的试验中,只要有一项试验结果不符合本标准规定,则以往的例行验收和发货暂停。待找出缺陷原因,排除缺陷,以及在加倍数量的机组上取得该项目的良好复试结果后恢复以往的例行验收和发货。若复试结果仍不合格,则机组的生产暂停,应对该批机组的该项目逐台检验,直到找出原因并确认缺陷排除后恢复机组生产。

10 使用和维护

10.1 使用和维护机组应按生产厂使用说明书的规定。

10.2 放置机组的室内空气中,应无对机组电气绝缘起有害作用的混合物。

11 定货要求

在定货文件中应明确下列内容:

11.1 不同于本标准规定的内容。

11.2 与本标准规定相同,但需要另加说明的内容。

11.3 应按 GB 4712 明确自动化内容。

12 生产厂的保证

在用户遵守生产厂使用说明书规定的情况下,如在规定的保证期和保用期内因制造质量不良而导致机组损坏或不能正常工作,并有技术记录可查时,生产厂应免费予以修理或更换零部件。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由兰州电源车辆研究所归口。

本标准由兰州电源车辆研究所等单位负责起草。

本标准主要起草人陈应芳。