

ICS

B

# 团 体 标 准

T/HBSAM XXX—20XX

## 沼气发电设备运行技术规范

Operation Guidelines for Biogas Power Generation Equipment in Small Farms

(标准草案)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

湖北省农业机械学会 发布



## 目 录

前 言 .....	II
沼气发电设备运行技术规范 .....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	2
5 技术要求 .....	2
6 运行操作要求 .....	4
7 运行故障处理与维护要求 .....	5
8 应急预案 .....	7
附录 A .....	9
附录 B .....	10

## 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。

本文件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。

本标准由华中农业大学提出。

本文件由湖北省农业机械学会管理。

本标准起草单位：华中农业大学。

本标准主要起草人：艾平，肖波、祝志慧、刘嵩，王强、张辉文、王卓然、吴帆、段闻盟、李子郴、郑岑、陈文涛、胡正强、张唐娟、胡爱彬、牛文娟、王媛媛。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省农业机械学会，联系电话：027-59750858，邮箱：[zhangzeyun1996@163.com](mailto:zhangzeyun1996@163.com)；对本文件的有关修改意见建议请反馈至华中农业大学，联系电话：027-87282120，邮箱：[aiping@mail.hzau.edu.cn](mailto:aiping@mail.hzau.edu.cn)

# 沼气发电设备运行技术规范

## 1 范围

本标准规定了沼气发电设备运行规程中的术语和定义、基本要求、运行操作、故障处理、保养管理、维修与安全、应急预案等阶段的运行技术要求。本标准适用于湖北省新建、扩建、改建使用的沼气发电设备。

## 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，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 2820（所有部分） 往复式内燃机驱动的交流发电机组
- GB 13223 火电厂大气污染物排放标准
- GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB/T 33593 分布式电源并网技术要求
- GB/T 35726 并联型有源电能质量治理设备性能检测规程
- GB/T 29488 中大功率沼气发电机组 第4部分：发电机组燃料要求
- GB/T 51048 电化学储能电站设计标准
- NY/T 1220.6 沼气工程技术规范 第6部分：安全使用
- NY/T 1704 沼气电站技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 29488与NY/T 1220.6界定的以及下列定义适合于本标准。

### 3.1

#### 沼气 Biogas

有机物质在厌氧条件下进行微生物降解产生的可燃气体，主要成分是甲烷、二氧化碳，和少量硫化氢等。

### 3.2

#### 小型沼气发电站 Biogas Power Plant

以农业有机废弃物为原料，且装机容量在250千瓦以下的沼气发电站。

### 3.3

#### 沼气发电设备 Biogas Power Generation Equipment

指对沼气发电站内储气/提纯装置（储气装置、沼气提纯/净化装置）、发电装置（含沼气发电机组、余热回收装置、并网控制装置、发电储能装置）、辅助及安全设备（沼气火炬、沼气锅炉）以及气体检测装置以等全部设备进行的启动、运行监控、参数调节、停机、切换及日常巡检等操作活动。

#### 4 基本要求

4.1 沼气发电设备具体如下图 1 所示，所有设备应具备产品合格证、检验报告，电气设备应符合国家强制性安全标准。

4.2 沼气应经气体检测装置检测后，应符合表 A 规定的沼气组分要求后才可用于发电。

4.3 沼气发电机产生废气中的氮氧化物、二氧化硫、烟尘、一氧化碳应检测符合 GB 13271 与 GB 13223 后才可进行排放。

4.4 运行管理人员和操作人员必须了解沼气及其发电工程的工艺流程，熟悉各种设施、设备运行的要求和技术指标，操作人员应经过专业技术培训合格。

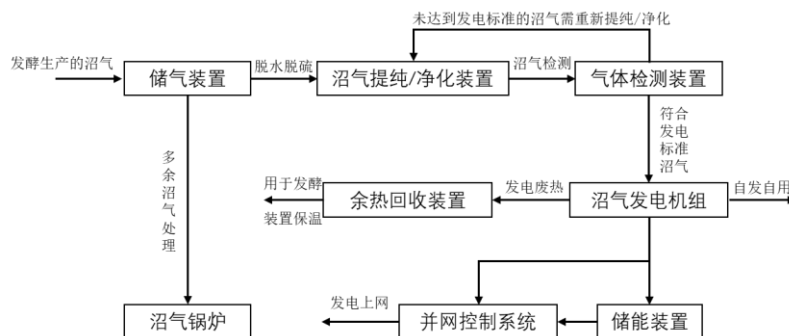


图 1 沼气发电设备

#### 5 技术要求

##### 5.1 储气/提纯装置

储气/提纯装置包括湿式储气柜、脱水罐以及脱硫罐，应符合以下技术要求：

- 湿式储气柜应设置储气上限位和下限位标识。储气上限高度不应超过气柜活动节升起极限高度，储气下限高度应保证水封密封安全高度。
- 储气装置应设置放散管。当放散管直径大于 150 mm 时，放散管管口高出建筑物顶面、沼气管道及平台的距离不应小于 4 m；当放散管直径小于或等于 150 mm 时，该距离不应小于 2.5 m。
- 架空沼气管道的坡度不宜小于 0.5%，埋地管道的排水坡度不应小于 0.3%。沼气管道的最高使用压力应根据输送系统设计确定，低压输配系统不应超过 0.01 MPa，且应满足管材的压力等级要求。
- 脱水装置应根据工艺要求选择冷干法、重力法或固体吸附法。脱水装置应设置凝水器或气水分离器，并宜配备液位计和自动排水装置。寒冷地区的脱水装置应采取保温或伴热措施，防止冬季冻凝。
- 沼气进入脱硫装置前应经脱水预处理。脱硫装置应能将沼气中  $H_2S$  浓度脱除至  $20\text{ mg/m}^3$  以下。
- 脱硫装置正常运行温度应为  $25^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ ，寒冷地区应有保温或采暖措施。

##### 5.2 气体检测装置

气体检测装置包括沼气分析仪与报警装置，应符合以下技术要求：

- a) 沼气分析仪应能对 CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、O<sub>2</sub>等组分进行检测，推荐沼气分析仪可实时对沼气组分进行监测，且监测数据应能在控制室显示和记录。
- b) CH<sub>4</sub>测量范围应为 0~100%体积分数，精度应符合：测量值在 0~70%范围内时，精度不应低于±0.5%；测量值在 70%~100%范围内时，精度不应低于±1.5%。
- c) H<sub>2</sub>S 测量范围应根据脱硫前后工艺要求分别确定。脱硫前可选用体积分数 0~0.5%或 0~1%量程，分辨率不应低于 0.0001%；脱硫后宜选用体积分数 0~0.01%或 0~0.05%量程，分辨率不应低于 0.00001%。
- d) 沼气检测装置应半小时进行一次气体检测，推荐沼气分析装置可实时监测 CH<sub>4</sub>浓度。当 CH<sub>4</sub>浓度低于 40%~50%时，应发出工艺调整提示信号。
- e) 报警装置的警告范围应为 0~100%爆炸下限，并应采用两级报警：一级报警设定值应小于或等于 25%爆炸下限，二级报警设定值应小于或等于 50%爆炸下限。当检测浓度达到一级报警设定值时，应发出声光报警信号；达到二级报警设定值时，应发出紧急声光报警信号，并应联动启动事故排风机等安全设施。

### 5.3 沼气发电机组

沼气发电机组包括沼气发电机、余热回收装置、控制系统以及发电储能装置，应符合以下技术要求：

- a) 沼气发电机的总装机容量应在 250 千瓦以内。
- b) 进入发电机组的沼气进气压力宜为 3 kPa~8 kPa，且不应低于 1.8 kPa，压力波动不应超过 0.5 kPa，且发电机前应设置稳压装置或缓冲罐。
- c) 发电机组的机油压力应符合设备制造商的规定，正常运行时机油压力宜为 150 kPa~300 kPa。
- d) 发电机组的额定转速和转速调节范围应符合设备自身设计参数及 GB/T 2820 系列标准的有关规定。用于工频发电的机组，额定转速宜为 1500 r/min（50 Hz）或 1800 r/min（60 Hz），频率波动应符合电网并网要求
- e) 推荐配备余热回收装置，其规模应根据发电机组功率和余热品质合理配置，宜包括排烟换热器、缸套水换热器及控制系统。
- f) 控制系统应每半小时对进入发电机组的沼气进行流量、压力、温度及 CH<sub>4</sub>浓度检测，并在 CH<sub>4</sub>浓度低于发电设备要求时发出工艺调整提示信号。
- g) 推荐控制系统可实时对沼气进行检测。
- h) 控制系统应对发电机组的运行参数进行实时监测和自动调节，确保机组在安全、经济工况下运行。
- i) 发电储能装置应根据工程规模、使用环境和经济性进行选型。
- j) 推荐发电储能装置具备实时监测电池电压、电流、温度、荷电状态和健康状态等功能。
- k) 储能系统的布置应符合 GB/T 51048 的规定。

### 5.4 并网控制装置

并网控制装置主要为并网柜，应符合以下技术要求：

- a) 并网柜输出电压应符合接入配电网的电压等级要求。通过 400V 三相系统接入时，三相线电压为 400V，单相相电压为 230V。并网点电压偏差应符合 GB/T 12325 的规定：380V 三相供电电压偏差不得超过标称电压的±7%，220V 单相供电电压偏差不得超过+7%/-10%。
- b) 并网柜的额定频率为 50Hz，运行时频率偏差应在±0.2Hz 以内。
- c) 并网柜应具备有功功率和无功功率调节能力，输出功率应在额定容量的 0%~100%范围内连续可调，推荐并网柜支持远程或本地控制方式。
- d) 并网柜应适应“自发自用、余电上网”的运行模式，并具备防孤岛保护、过/欠电压保护、过/欠频率保护等功能。

- e) 并网柜应具备自动同步并网功能。在合闸前，装置应实时监测电网侧的电压幅值、频率和相位，并自动调整输出电压与电网电压保持同步。
- f) 并网柜的工作温度范围应为-20℃~50℃，湿度应小于等于90%。

## 5.5 辅助及安全设备

辅助及安全设备包括沼气火炬、沼气锅炉，应符合以下技术要求：

- a) 沼气火炬与建筑物的防火间距不应小于15 m，与其他沼气设施的间距应满足工艺安全要求，且不宜小于15 m。
- b) 沼气锅炉热效率应大于等于85%，工作压力应在0.4~1.0 MPa，且需配备压力控制、水位控制、排污系统。
- c) 推荐沼气锅炉采用循环水进行余热回收，循环水温应控制在50~80℃之间。

## 6 设备安装及运行操作要求

### 6.1 设备安装要求

储气/提纯装置、发电装置、辅助及安全设备以及气体检测装置等设备的安装应严格参考相关设备说明书执行。

### 6.2 启动前通用检查要求

所有设备在启动前，应完成以下通用检查：

- a) 各紧固件无松动，连接可靠；
- b) 电源接通正常，仪表显示无异常；
- c) 安全阀、压力表等安全附件完好且在检验有效期内；
- d) 管道、阀门连接处无泄漏；
- e) 控制系统及报警装置工作正常。

### 6.3 沼气发电机

启动前，按6.2完成通用检查，并执行以下专项检查：

- a) 查水箱水充足，机油在标线内；
- b) 检查电瓶正负极连接正确；
- c) 确认进气压力在1.0~3.0 kPa之间；
- d) 负载闸刀处于合闸状态；
- e) 脱硫罐、脱水罐内的水已排空。

启动后，应无漏油，漏水现象，无异常声音，且三相电压相等，各项数据正常后合闸送电并网或带负载。停机时，先断负载，然后关闭风机和电源，最后关闭燃气管道阀门。

### 6.4 并网柜

并网柜操作应由具有特种作业操作证（高压或低压电工，具体取决于并网电压等级）的电气作业人员进行。按6.2完成通用检查后，操作人员应首先确认以下项目处于正常状态：

- a) 穿戴好绝缘手套、绝缘鞋、安全帽等个人安全防护用品；
- b) 并网柜内各种仪表显示正常，无明显异常；
- c) 检查并确认保护装置已投入运行，无故障指示；
- d) 确认柜体接地可靠，接地电阻小于等于4欧姆；

e) 确认设备无异常或损坏，并网柜处于可操作状态。

送电时，应从电源侧向负荷侧依次操作，先合母线侧隔离开关，再合线路侧隔离开关，最后合断路器。停电时，应与送电顺序相反，先断断路器（开关），再断负荷侧隔离开关，最后断电源侧隔离开关。

## 6.5 沼气锅炉

锅炉点火前，按 6.0 完成通用检查，并执行以下专项检查：

- a) 确认锅炉给水达到用水标准；
- b) 通风不小于 5 分钟；
- c) 点火后检视水位，确认水位正常。

运行过程中，确保水位表清晰、无泄漏，定时在低负荷时排污，每周至少进行一次往复泵上水试验、高低水位报警试验和低水位联锁试验；根据负荷调整燃烧和给水，保持锅炉处于正常燃烧和正常水位。停炉时，先停止燃烧供应，待炉水缓慢冷却到 70℃ 以下时，方可放水。

## 6.6 沼气火炬

按 6.2 完成通用检查后，还应检查部件完好、管道畅通、环境安全；然后开启引燃器，调整火炬燃烧器至所需火力和排放高度。运行过程中根据需要调节沼气压力至适宜值，观察火焰颜色为蓝色；火炬停用时应先关闭沼气阀门，再关闭引燃器。

## 7 运行故障处理与维护要求

### 7.1 运行故障处理

7.1.1 沼气气体不纯时应该放空储气罐 2~3 次，产气量少调整发酵浓度和 pH 值，不产甲烷时调节 pH 值或更换原料

7.1.2 发生停电故障时应先关闭设备负荷，再关闭配电柜总电源开关，复电后，按步骤进行开机。

7.1.3 发生设备故障时应按以下规定进行检修处理：

- a) 进料泵无法进料时，应检查阀门是否开启、进料泵是否堵塞、泵转向是否正常、泵是否损坏；
- b) 搅拌轴掉落：池搅拌的转向是否反向，调整池搅拌的转向；
- c) 温度显示不正常：检查仪表、温度传感器接线是否可靠，线路是否正常通断；用万用表测试温度传感器电阻，正常范围为 100~130 欧姆；
- d) 配电箱故障时，应请专业电工进行检查；
- e) 流量计无显示：更换流量计内置电池或者流量计。

7.1.4 沼气储气罐漏气时，应紧急疏散附近的人员，并设立警示标志；请专业维修工进行检查漏气处；打开放空阀，将储气罐内沼气排出。管道漏气时，请关闭供气管道阀门，确定漏气位置，由专业维修工修复。

7.1.5 厌氧发酵池出水采用有压自流排水，水通过出水套管流入出水池，至排水管高度后流出。厌氧发酵池排泥是通过罐内放空管排出，管中有闸阀控制。确定排水、排泥不畅通后，应请专业工人疏通管道。

7.1.6 发电机的常见故障处理见表 B。

### 7.2 维护要求

7.2.1 储气装置维护要求。

- a) 每日应应对气柜外观、导轨与导轮的运行状态、水封水位、活动节升降幅度进行目视检查，升降速度应在规定范围内，运行压力不得超出规定值；

## T/HBSAM XXX—20XX

- b) 冬季应采取保温伴热措施，防止水封结冰。宜敷设管道伴热，并每日检查结冰情况，发现结冰应及时除冰；
- c) 每月应检查导轮与导轨的接触情况，测量导轮与导轨间隙，润滑导轮轴承，发现导轮磨损或卡滞时及时修复或更换；
- d) 每年至少一次对贮气柜及沼气管线进行气密性检测；
- e) 连续运行 3—5 年后，应排空、吹扫置换后进柜检查一次，全面检查钢结构腐蚀情况、水封底板及壁板腐蚀程度、导轨垂直度、活动节升降平衡性等。

### 7.2.2 沼气提纯/净化装置维护要求

- a) 应定期排除脱水装置中的冷凝水，当室外温度接近 0°C 时，应每天排除冷凝水，排水时应防止沼气泄漏；
- b) 每日应检查自动排水阀是否动作正常、液位计显示是否准确、含水检测仪表是否工作正常；
- c) 每月应定期检测脱水前后的沼气含水率，当脱水效率下降时应检查分离元件是否堵塞或失效，及时清洗或更换；
- d) 每季度应排空凝水器，清理底部沉积物和杂质，检查密封是否良好；
- e) 每周应检查脱硫塔前后硫化氢浓度、沼气压力变化，记录脱硫剂使用时间、累计处理气量及降压数据；
- f) 更换脱硫剂时应应对塔体内部进行检查，包括填料支撑格栅腐蚀情况、塔体壁板腐蚀情况、进口分布器是否堵塞等。

### 7.2.3 沼气发电机组维护要求

- a) 每运转 50 小时，以空压机口吹气清理一次；
- b) 每周应彻底清理一次燃料箱，以防止积存水质、铁质和杂质；
- c) 每运转 250 小时应检查空气管路有无泄漏或堵塞，检查排烟管路保温层状态；
- d) 每运行 500 小时或当警示装置呈红色时更换，更换滤芯后按顶部按钮将指示器重置；
- e) 冷却液使用 200 小时或三个月必须更换，以后每 500 小时或一年更换一次。注意刚停机机组，15 分钟内不可打开水箱盖。冬季应在水箱内注入足够防冻液，防冻液冰点检测应小于等于 -35°C；
- f) 按设备制造商推荐的发动机大修周期，对发动机进行解体检查、磨损测量，更换磨损超差的活塞环、轴瓦、气门等关键部件，全面检修发电机转子、定子及励磁系统。

### 7.2.4 余热回收装置维护要求

- a) 应每日测量热交换器进出口的水温，检查排烟换热器、缸套水换热器及控制系统运行是否正常，检查热水循环泵运行电流、温度及密封状态；
- b) 每季度应根据热交换效率的变化，清理排烟换热器烟气侧积灰和水侧的结垢。烟气侧建议每季度清理一次，水侧结垢严重时进行化学清洗；
- c) 每月检查排烟管道及热水管道的保温层是否完好，发现破损应及时修补，减少热量损失；
- d) 每年对余热回收的温度传感器、压力传感器和流量计进行校准，确保余热分配比例控制准确，控制系统热量分配应优先用于发酵装置保温。

### 7.2.5 并网控制装置维护要求

- a) 每季度模拟并网过程，测试电压幅值差、频率差、相位角差的检测准确性及自动合闸动作是否可靠；
- b) 每半年检查并网柜内接线端子是否松动，紧固所有连接螺栓，检查电缆绝缘有无老化或破损，对绝缘电阻进行测试；
- c) 每年对并网接口装置的保护定值进行校验，确认其符合电网接入批复的要求。对计量用电压互感器、电流互感器进行误差测试。

### 7.2.6 发电储能系统维护要求

- a) 每日应检查电池组外观有无鼓包、漏液、变形、腐蚀等异常现象，检查接线端子有无松动、氧化或过热变色；
- b) 每月应对电池电压、连接情况进行检查；
- c) 每年应对绝缘电阻、接地系统、消防设施及保护定值进行检查校验。

#### 7.2.7 辅助及安全设备维护要求

- a) 每月检查锅炉本体、炉墙、保温层有无裂缝或脱落，检查锅炉本体排污阀，按规定进行排污操作，检查锅炉水位计及水位报警装置是否灵敏可靠；
- b) 每年清理烟管及换热面的积灰，检查烟道及烟囱的腐蚀情况；
- c) 每日检查火炬整体外观有无部件缺失、变形或损坏，检查火炬有无故障指示，确认火炬能够在泄压或储气柜超压时正常启动燃烧；
- d) 每年检查点火电极、紫外火焰检测器等备品备件并进行更换。

#### 7.2.8 气体检测装置维护要求

- a) 每日查看沼气分析仪的显示值是否正常，检查有无故障报警标志或异常读数；
- b) 每月核对报警装置的设定值是否与规定一致；
- c) 每季度模拟气体浓度达到一级报警值，测试是否发出声光报警信号，模拟气体浓度达到二级报警值时，测试是否发出紧急声光报警信号并联动启动事故排风机等安全设施。

## 8 应急预案

### 8.1 应急处置基本原则

预防为主，及时处置。以人为本，安全第一。

### 8.2 应急组织体系

建立应急指挥领导小组。在公司安全管理领导小组统一领导下，各小组承办相应的沼气爆炸事故应急救援工作。

### 8.3 预防监视制度

- a) 监测储气罐、压力表、管道等关键设备检查，做好检查和交接班记录。
- b) 禁止在锅炉房内、发电机房与沼气输送管道周边进行明火作业。
- c) 若必须在沼气系统进行焊接或切割前，必须将系统内的沼气用氮气进行置换干净后方可进行明火作业。
- d) 加强锅炉房与发电机房管理制度，禁止无关人员进入和室内吸烟。
- e) 发现少量沼气泄漏时，首先切断气源与停止增压风机运行，对泄漏点进行隔离，严禁明火进入隔离区，同时向相关部门报告。
- f) 通知室内人员撤出，关掉设备，切断电源。
- g) 发生大量沼气泄漏时，切断沼气的来源，停止锅炉与发电机处理运行，开启湿式气柜的向空排放阀。
- h) 关掉设备，通知配电室切断现场及周边电源。
- i) 通知周边人员撤离，告知周边停止一切明火作业。
- j) 迅速向相关部门报告。

### 8.4 沼气泄漏的控制程序

- a) 迅速报告并按程序操作。

## T/HBSAM XXX—20XX

- b) 管道泄漏，立即停止增压风机运转，关闭增压风机出口阀、锅炉及发电机进口阀。
- c) 全开放空阀进行排气。
- d) 管道与储气罐泄漏，迅速查明泄漏部位，关闭发酵罐沼气出口阀，开启火炬柜进口阀进行排气。
- e) 连接部位泄漏，进行管道排泄，更换配件。
- f) 阀门螺丝松动，立即进行紧固。
- g) 密封圈老化，更换密封圈。
- h) 焊缝泄漏部位，切断沼气的源后，用氮气进行置换后，方可进行补焊处理。

### 8.5 沼气爆炸报警程序

发现沼气爆炸时，迅速通知操作人员切断发电机房与锅炉房电源、撤出所有人员；切断沼气供应阀；切断周边的电源，熄灭周边一切明火；通知现场周边部门组织撤离所有人员；通知 119、110、120 和当地应急指挥中心及相关部门；通知领导和各应急小组参加现场应急处置。

附录 A  
(资料性)

沼气发电机进气条件及废气排放标准

沼气发电对沼气各组分浓度有明确要球，具体可参考表A。

表 A 沼气各组分要求

指标名称	标准
甲烷浓度	50%~70%
热值	$\geq 5500$ kcal/m <sup>3</sup>
硫化氢含量	<20 mg/m <sup>3</sup>
水含量	<20 g/ Nm <sup>3</sup>
杂质粒径	<5 $\mu$ m

## 附录 B

(资料性)

## 沼气发电机常见故障及其处理方法

沼气发电机常见故障及其处理方法如表B所示。

表 B 沼气发电机常见故障及其处理方法

故障排除	
故障现象	可能采取的措施
控制器加电无反应	检查启动电池；检查控制器接线；检查直流保险。
发电机组停机	检查水/缸温是不是过高；检查交流发电机电压；检查直流保险。
控制器紧急停机	检查急停按钮功能是不是正确；检查启动电池正极是否正确连接到紧急停机输入；检查连线是否有开路。
启动成功后油压低报警	检查机油压力传感器及其连线。
启动成功后水温高报警	检查水温传感器及其连线。
运转中报警停机	根据显示器的显示信息检查相关的开关及连线；检查可编程输入口。
启动不成功	检查燃油回路及其连接线；检查启动电池；检查转速传感器及其连接线；查阅发动机手册。
起动机没反应	检查起动机连接线；检查起动机电池。
机组运转但开关不动作	检查开关；检查控制器与开关之间的连接线。
RS485不能正常通信	检查连线；检查通信端口设置是否正确；检查RS485的A与B线是否接反；检查RS485转换模块是否损坏；检查PC机的通信端口是否损坏。
电控单元通信失败	检查连线CAN高，CAN低极性；检查120欧匹配电阻是否正确连接；检查发动机类型选择是否正确；检查控制器与发动机连线是否正确，输出口设置是否正确。
电控单元警告或停机	查阅报警屏获取信息；如有具体报警内容，根据内容检查发动机；如无具体报警内容，请根据SPN报警码查阅发动机手册获取信息。