

团 体 标 准

T/CAAMTB XXXXX—XXXX

移动动力增程器高压电气系统安全规范

Safety specification for high voltage electrical system in mobile power range
extender

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

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
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 电气结构要求	2
5 电气安全要求	8
6 标识、包装、运输、存储和维护	11

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。

本文件起草单位：凯博易控车辆科技（苏州）股份有限公司、江苏大学、西安清泰科新能源技术有限责任公司、浙江吉利远程新能源商用车集团有限公司、新疆能源重工科创有限责任公司、江苏沃得农业机械股份有限公司。

本文件主要起草人：王琳、闫斌、王峰、黄宇刚、钮震、胡伟、张波、韩建全、朱肖肖、郑翔、张欢、姜李明、邢立成、袁朝春、吴同烈、曾鑫辉。

本文件为首次发布。

引 言

本文件涉及移动动力增程器系统的电气系统安全性、设计规范以及功能和性能要求等因素。鉴于国内外对增程器系统电气系统安全规范的迫切需求,本文件的目的是为电气系统的设计和开发提供标准化的指导。

移动动力增程器高压电气系统安全规范

1 范围

本文件主要规定了移动动力增程器系统的电气系统的术语和定义、电气结构要求、结构安全要求、存储、维护、标识和运输。

本文件适用于甲醇增程系统、柴油增程系统、气体机增程系统以及未来的氢发动机系统。

矿山设备以及其它移动动力设备的增程器可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新的版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GA 801-2019 机动车查验工作规程

GB/T 2408-2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB/T 3836（所有部分） 爆炸性环境

GB/T 4026-2019 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识

GB/T 4365-2003 电工术语 电磁兼容

GB/T 4942-2021 旋转电机整体结构的防护等级（IP 代码）分级

GB 7258-2017 机动车安全运行技术条件

GB 14023-2022 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车外接收机的限值 and 测量方法

GB 18384-2020 电动汽车安全要求

GB/T 18488-2024 电动汽车用驱动电机系统

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

GB/T 25085.3-2020 道路车辆 汽车电缆 第3部分：交流 30V 或直流 60V 单芯铜导体电缆的尺寸和要求

GB/T 25087-2010 道路车辆 圆形、屏蔽和非屏蔽的 60V 和 600V 多芯护套电缆

GB/T 28046.1-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定

GB/T 28046.2-2019 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 28046.3-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

GB/T 28046.5-2013 道路车辆 电器及电子设备的环境条件和试验 第5部分：化学负荷

GB/T 29259-2012 道路车辆 电磁兼容术语

GB/T 37133-2018 电动汽车用高压大电流线束和连接器技术要求

QC/T 413 汽车电气设备基本技术条件

QC/T 29106-2014 汽车电线束技术条件

CISPR 25:2021 车辆、船舶和内燃机—无线电骚扰特性—保护车载接收机的限制和测量方法 (Vehicles, boats and internal combustion engines-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers)

ISO 11452-4:2020 道路车辆—窄带辐射电磁能电扰动成分试验方法 第4部分:线束激励方法(Road vehicles-component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy-Part 4: Harness excitation methods)

ISO 7637-2 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分:沿电源线的电瞬态传导 (Road vehicles-Electrical disturbances from conduction and coupling-Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only)

ISO 10605:2023 道路车辆—静电放电引起的电气干扰的试验方法 (Road vehicles-Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge)

SEA J1939-11 道路车辆推荐操作规程 (Surface vehicle recommended practice)

3 术语和定义

GB/T 4365-2003、GB/T 29259-2012 和GB/T 19596-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

增程器 range extender

由内燃机和发电机及控制器组成用于延长车辆续航里程的车载供电装置。

3.2

移动动力增程器 mobile power range extender

商用车、矿山设备、农业机械以及其它移动动力设备上的增程器。

4 电气结构要求

4.1 高低压线束及布置规范

4.1.1 线束及防护材料选择

4.1.1.1 通用要求

线束范围包括:电压等级 A(AC30V/DC60V),电压等级 B(AC1000V/DC1500V、AC600V/DC900V);
防护材料范围包括:热缩管、胶带和波纹管等用于线束防护和固定的材料。

4.1.1.2 温度等级

增程器连接的高低电压束和防护材料应采用不低于 GB/T 25085.3-2020 中温度等级 C（温度范围 -40 °C~125 °C）的电缆，与增程器直接连接的线束宜采用 GB/T 25085.3-2020 中温度等级 D（温度范围 -40 °C~150 °C）的电缆。

高低电压束用的防护材料，热缩管应满足 QC/T 29106-2014 中附录 B 汽车线束用热收缩双壁管中 125 °C 的要求；胶带应满足 QC/T 29106-2014 中附录 C 汽车电线束用压敏胶粘带中 -40 °C~125 °C 的要求；波纹管应满足 QC/T 29106-2014 中附录 D 汽车电线束用波纹管中温度等级 B（温度范围 -40 °C~125 °C）的要求。

4.1.1.3 阻燃性能

增程器连接的高低电压束和防护材料的阻燃性能应符合 GB/T 2408-2021 中水平燃烧 HB 等级和垂直燃烧 V-0 等级要求。

4.1.1.4 耐化学试剂

线束和防护材料按照 QC/T 29106-2014 经耐化学试剂试验，卷绕后绝缘/护套应不漏导体/屏蔽，进行耐电压试验应不击穿。耐化学试剂的介质种类如下：汽油、柴油、机油、发动机冷却液、甲醇、自动传动液。

4.1.2 高低电压接插件

4.1.2.1 温度等级

增程器连接的接插件工作温度要求须满足 -40 °C~125 °C 的要求，与增程器直接连接的接插件工作温度宜采用满足 -40 °C~150 °C。

4.1.2.2 防护等级

增程器外部连接的高低电压接插件须满足 IP67 防护等级要求。

4.1.2.3 耐化学试剂

增程器外部连接的高低电压接插件须满足 GB/T 28046.5-2013 中表 1 规定测试要求，测试化学试剂包括：汽油、柴油、机油、发动机冷却液、甲醇、自动传动液，试验后，接插件系统应满足 GB/T 37133-2018 中 5.2 和第 6 章的要求。

4.1.2.4 结构要求

B 级电压部件接插件至少有两级锁止机构，至少需要两个不同的动作才能将其从相互的对接端分离；接插件之间具备防错插功能。可插拔高压接插件应满足 GB/T 37133-2018 中附录 A 的要求。

4.1.3 线束布置要求

4.1.3.1 线束与零部件安全距离

线束应远离易燃材料的管路，且应布置在管路有漏油可能区域的上方。与周围零部件的最小间距，按照表 1 的要求执行。

表1 线束与零部件安全距离

零部件	安全距离 L mm
燃油管路	≥40
甲醇管路	≥40
其他油管	≥20
尿素管	≥40
天然气管路	≥80
压缩空气管	≥200
发动机排气支管、消音器及消音器进气管	≥200
发动机排气系统其他部件	≥100
冷却系统进水管路	≥60
运动部件	≥30

线束应距离热源（如发动机排气管、打气泵铜管路等）不小于200 mm，如不能满足要求，当 $100\text{ mm} \leq L \leq 200\text{ mm}$ 时，为保护所有线束，以抵抗辐射热源，应采用阻燃隔热棉对线束进行包扎，或在线束附近增加隔热板处理。

4.1.3.2 通讯线缆与高压电缆布置距离

通讯线缆及接插件选型须满足 SEA J1939-11 的要求，走线应避免反复捆扎，避免形成大的电磁环。低压信号、通讯线束与高压电缆平行走线距离间隔最小距离 200 mm，低压信号、通讯线束与高压电缆可垂直交叉布置。

4.1.3.3 动力线缆固定要求

4.1.3.3.1 线束折弯半径

线束在走向固定时转弯须均匀圆滑，折弯半径要求如下：

- 在静态（线束两端的设备无相对运动）负载下，高压线束最小的内弯曲半径 R 不应小于 4 倍的线束外直径 D 。
- 在动态（线束两端的设备有相对运动）负载下，高压线束最小的内弯曲半径 R 不应小于 8 倍的线束外直径 D 。

具体线束折弯半径要求示意图见图1。

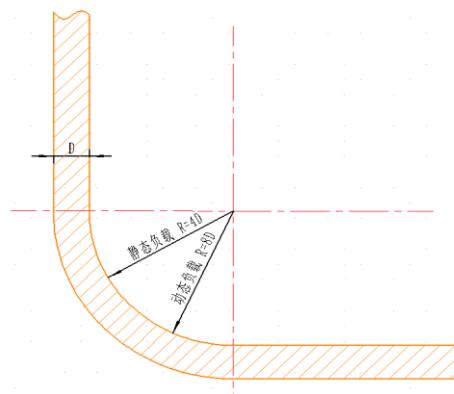


图1 线束折弯半径要求示意图

4.1.3.3.2 高压接插件出线线束的固定要求

高压接插件尾部出线的高压线束需增加固定点，保持直式出线，靠近接插件尾部出线位置150 mm内的高压线束不得弯曲受力，不得旋转。

4.2 增程器电气设备要求

4.2.1 电器负荷性能要求

4.2.1.1 针对电源电路要求

4.2.1.1.1 叠加交流电压

叠加交流电压参考GB/T 28046.2-2019 对24 V系统进行参数设置，在严酷等级为3的正弦交流电压下进行试验，模拟直流供电下出现的波纹电压。合格判据为满足在GB/T 28046.1-2011定义的功能状态A级要求。

4.2.1.1.2 工作电压缓慢上升和下降

工作电压缓慢上升和下降参考 GB/T 28046.2-2019 的规定，模拟蓄电池逐渐放电和充电时的电压变化。合格判据为满足在 GB/T 28046.1-2011 定义的功能状态 A 级要求。

4.2.1.1.3 供电电压瞬时下降

供电电压瞬时下降参考 GB/T 28046.2-2019 的规定，模拟其他电路内的常规熔断器熔断时引起的瞬时电压下降。合格判据为满足在 GB/T 28046.1-2011 定义的功能状态 B 级要求。

4.2.1.1.4 电压骤降的复位性能

电压骤降的复位性能应满足 GB/T 28046.2-2019 的要求，合格判据按在 GB/T 28046.1-2011 中 5.3 的工作模式 3.2 下达到功能状态 C 级。

4.2.1.1.5 抗反极性保护

抗反极性保护参考 GB/T 28046.2-2019 反向电压试验方法，施加 28 V 反向电压到有效输入端子上持续 60 s，合格判据按在 GB/T 28046.1-2011 中 5.2 的工作模式 2.1 和工作模式 2.2 下达到功能状态 C 级。

4.2.1.1.6 开路试验

试验方法按照以下两种进行：

- a) 所有插接件提供正常的接插件工作电压。接插件上所有连线需要单独断开及重新连接，该接插件也需要断开及重新连接，断开时间 ≥ 10 s，阻抗 ≥ 10 M Ω 。
- b) 在所有正常的操作情形下，能将被测样件的接插件断开并重新连接，被测样件接插件大于 1 个时，接插件断开及重新连接的顺序可以任意调换，阻抗 ≥ 10 M Ω 。

合格判据按在GB/T 28046.1-2011中5.3的工作模式3.2下达到功能状态C级。

4.2.1.1.7 抗对地和电源的短路保护

4.2.1.1.7.1 输入输出端-信号线

在最高工作温度时下列条件下的所有输出输入依次连接到 32 V 供电电压系统、电源、地，各持续 60 s \pm 6 s，合格判据按在 GB/T 28046.1-2011 中 5.3 的工作模式 3.2 下达到功能状态 C 级。

4.2.1.1.7.2 负载电路过电流

在给定的时间内施加以下电流来模拟保险丝的熔断，同时满足测试1和测试2：

测试1：持续短路电流 $=2 \times$ 额定电流，要求时间 $t \geq 5$ s；

测试2：持续短路电流 $=3.5 \times$ 额定电流，要求时间 $t \geq 0.5$ s

试验过程中允许电路保护装置动作，合格判据按在GB/T 28046.1-2011中5.3的工作模式3.2下达到功能状态C级。

4.2.1.1.7.3 过电压保护

过电压保护按GB/T 28046.2-2019 中4.3.2 试验方法，合格判据按在GB/T 28046.1-2011中5.3的工作模式3.1和工作模式3.2下达到功能状态A级。

4.2.1.1.7.4 负载电路

在温度最高和带电条件下对零部件进行试验。在进行试验之前，零部件应达到稳定温度。增加负载电流直到一个或多个保护装置触发，保护装置按任何顺序操作均可。合格判据为在GB/T 28046.1-2011中5.3的工作模式3.2下，保护装置应完全保护负载电路。

4.2.1.2 电机控制器性能参数要求

电机控制器性能参数要求应满足GB/T 18488-2024中对电机输入输出特性要求。

4.2.2 温度、湿度适应性能要求

温度、湿度适应性能要求应满足GB/T 18488-2024中对环境适应性要求。

4.2.3 耐盐雾性能要求

电机及控制器的抗盐雾能力应满足GB/T 2423.17-2008 中的有关规定。试验周期为48 h，或按产品技术文件的规定进行。试验后，电机及控制器恢复1 h~2 h 后，应能正常工作。

4.2.4 耐化学试剂性能

耐化学试剂性能应参照 GB/T 28046.5-2013，在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 室温 (RT)，相对湿度25 %~75 %的通用试验条件下进行测试。试验完成后，功能状态应达到定义的C级要求。

4.2.5 电磁兼容性能

4.2.5.1 辐射骚扰

电磁辐射骚扰参考GB 14023-2022的规定，合格判据按在GB/T 28046.1-2011中5.3的工作模式3.2下满足CISPR 25:2021等级2的限值。

4.2.5.2 传导骚扰

电磁传导骚扰参考GB 14023-2022的规定，合格判据按在GB/T 28046.1-2011中5.3的工作模式3.2下满足CISPR 25:2021等级2的限值。

4.2.5.3 大电流注入

参考 ISO 11452-4:2020 24 V 系统设置参数，采用开环测试法，将干扰电流注入驱动电机控制器及驱动电机连接线束上，评估其抗干扰能力。合格判据为试验满足安全功能状态 B 级要求。

4.2.5.4 电源线的瞬态传导抗扰度

参考 ISO 7637-2，对驱动电机控制器及驱动电机低压直流电源端口施加瞬态干扰脉冲，评估其抗干扰能力。合格判据为试验满足功能状态 A 级要求。

4.2.5.5 信号线的瞬态耦合抗干扰

通过采用 CCC 耦合和 ICC 法，将干扰脉冲耦合到驱动电机控制器及驱动电机非电源线路上，评估其抗干扰能力。合格判据为试验满足功能状态 A 级要求。

4.2.5.6 静电放电（非通电）

参考 ISO 10605:2023 设置静电试验参数，对驱动电机控制器的外壳、线束或接插件进行静电放电，评估其抗干扰能力。合格判据为在 GB/T 28046.1-2011 中 5.1 的工作模式 1.1 下满足功能状态 C 级的要求。

4.3 增程器系统布置要求

移动动力增程器系统布置应满足以下规定：

- a) 主机厂应按“移动动力增程器”技术要求和说明书中的要求，进行增程器的布置、设计和安装；
- b) 增程器仓应保持有良好的通风，并确保空间便于增程器或其部件的更换、维修和保养；
- c) 增程器布置完毕后，其它总成的布置安装要根据具体要求进行，特别注意增程器热源对总成的影响，并在必要时设置隔离和防护措施；
- d) 增程器附件（如热管理系统）的布置、设计和安装应满足“移动动力增程器”使用性能要求；
- e) 增程器总成及部件的安装、更换、维修和保养时，若涉及操作安全和使用安全，应在显著位置贴有警示标识。

4.4 结构安全要求

4.4.1 概述

配备有增程器系统的车辆电气安全应满足以下规定：

- a) 应用在爆炸性场所的移动动力增程器，按 GB/T 3836 进行相关测试，并取得防爆合格证；
- b) 如果移动动力增程器采用燃气发动机，增程器固定仓应设燃气泄漏报警装置；
- c) 增程器固定仓附近应配备灭火器，具体要求按 GB 7258-2017 和 GA 801-2019；
- d) 增程器电气安全性应符合 GB/T 18488-2024 中相关规定，其中燃料系统中所涉及的所有电器元件应符合 QC/T 413 的要求。

4.4.2 耐振动性能

部件的布局应尽量减少振动的传递和放大，可通过使用减震垫等措施来降低振动对其他部件的影响。耐振动性能应满足 GB/T 18488-2024 中 5.6.4 的要求。

4.4.3 耐冲击性能

耐冲击性能应满足 GB/T 28046.3-2011 的要求，合格判据按在 GB/T 28046.1-2011 中 5.3 的工作模式 3.2 下达到功能状态 A 级。

4.4.4 防护性能

在户外或潮湿环境中使用的移动动力增程器，关键部件应做好防异物、防水措施，防止进异物或者水导致增程器故障。防异物和防水性能应满足GB/T 4942-2021的规定。

5 电气安全要求

5.1 高压系统接地要求

5.1.1 高压电缆要求

高压系统用的电缆应带有屏蔽层，电缆两端的屏蔽层应与高压部件产品金属外壳进行360°全方位屏蔽有效接地，每端接地电阻 $\leq 0.04 \Omega$ 。高压屏蔽电缆屏蔽层应符合 GB/T 25087-2010 中 6.3 要求，并且满足整车电磁兼容要求。

5.1.2 其他要求

高压部件产品金属外壳与底盘或者车身地之间应有永久、可靠和良好的电气连接。连接要求如下：

- a) 接地线端子的连接应可靠锁紧并具备防松功能；
- b) 接地电阻应 $\leq 0.1 \Omega$ ；
- c) 须采用独立的接地端子，该接地点不应与别的功能共用；
- d) 接地端子的螺栓和整车地应有足够截面，接地螺栓最小直径按表 2 的规定，接地导线截面积按表 3 的规定；

表2 不同额定电流下接地螺栓最小直径

额定电流 A	接地螺栓最小直径 mm
≤ 20	4
$> 20 \sim 200$	6
$> 200 \sim 630$	8
$> 630 \sim 1000$	10
> 1000	12

表3 不同额定电流下接地导线截面积

导线截面积 mm^2	接地导线截面积 mm^2
4	4
6	6
10	10
16	16
25	25
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70

表3 不同额定电流下接地导线截面积（续）

导线截面积 mm ²	接地导线截面积 mm ²
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

- e) 接地点应有明显的接地标志。若无特定的接地点，应在有代表性的位置设置接地标志。接地标志依据 GB/T 4026-2019 标以保护接地图形符号“⊕”，必要时再应用字母符号“PE”标志。这些标志不应放在螺栓、可拆卸的垫圈或用作连接导线的可能拆卸的零部件上。

5.2 谐振电流要求

5.2.1 谐振电流要求

直流母线上的谐振电流应满足与母线连接的电力电子器件的多方面的要求，包括但不限于谐振电流容忍度、温升、寿命、电磁兼容性等。要求如下：

- 对于 IGBT、MOSFET 等功率半导体器件，谐振电流在不同的电流和工作范围内，应满足器件规格书中的容忍度的数值要求；
- 对于电容器等被动器件，其耐受谐振电流的能力取决于其额定电流和绝缘特性。另外，谐振电流引起的器件温升不得超过器件的额定温升值，以确保器件在正常工作温度下稳定运行；
- 器件的设计寿命应满足系统的使用寿命要求，通常需要进行寿命测试和模拟计算；
- 器件应满足相关的 EMC 标准，确保系统在电磁兼容性方面达到要求；
- 器件在谐振电流环境下应维持其设计的性能指标，如导通压降、开关速度等。

5.2.2 谐振电流的测量

5.2.2.1 试验设备

试验设备要求如下：

- 谐振分析仪：用于测量和分析谐振电流的设备，应具备高精度、宽频带和强运算能力等特点；
- 纯净的交流电源：为试验提供稳定的交流电源，确保试验结果的准确性。

5.2.2.2 试验步骤

试验步骤如下：

- 准备阶段：检查并校准试验设备，确保设备状态良好；搭建试验平台，连接谐振分析仪和纯净的交流电源，以及待测试的样件；
- 设置参数：根据具体需求设置测试仪器的采样频率，以确保能够捕捉到各频段谐振信号；设定需要测试的谐振频率范围；
- 开始试验：启动纯净的交流电源，为待测试的样件供电；启动谐振分析仪，开始测量和分析样件中的谐振电流；
- 数据记录：实时记录谐振分析仪测量的数据，包括各频段谐振的幅值、频率和相位等。

5.2.3 谐振电流产生热量计算

直流母线上的谐振电流会产生额外的热量，按公式（1）计算。

$$Q = \int_0^t [I(t) - \bar{I}(t)]^2 \times R dt \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Q — 谐振电流产生的热量，单位为焦（J）；
- I(t) — 直流母线瞬时电流值，单位为安（A）；
- $\bar{I}(t)$ — 直流母线瞬时直流分量，单位为安（A）；
- R — 系统等效电阻，单位为欧（Ω）；
- t — 时间，单位为秒（s）。

5.3 Y 电容要求

由于移动动力增程器的电机控制器与驱动系统的电机控制器并联，因此对Y电容要有以下要求：

- a) 每个电机控制器的 Y 电容应具有相似的容量和特性，以确保系统中的电容参数一致，避免电流分布不均匀导致的系统不稳定问题；
- b) 并联后的 Y 电容应满足 GB 18384-2020 中 5.1.4.4 的要求，在最大工作电压时，Y 电容所存储电量不得大于 0.2 J。发电和驱动电机的总数量需要根据电容的参数设定在一定的范围内。（强调直流侧）

5.4 高压故障保护

当高压元件因为电控过压、过温、过流和增压器超速问题时，高压系统应定义好系统的自保护功能，避免元件的突然关闭引发其它高压部件故障。

高压系统的故障状态分为以下三种类型：

- a) 1 级故障：该状态为系统降功率状态。高压系统检测到某个传感器或高压关键部件存在轻微问题，如温度或电压、电流轻微超限，虽然并不会对组件进行损坏，但持续运行会存在潜在风险。增程系统应降低功率输出，减少发电量对高压部件的影响。报告此故障以及故障等级 1，并采用文字或点亮驱动系统故障黄灯提醒操作人员；
- b) 2 级故障：该状态下系统处于停车状态。高压系统由于检测到传感器部分失效或故障、温度超过保护值等故障而无法正常工作，请求驱动系统的扭矩输出为零。增程器尽快停止运行，按顺序先控制扭矩输出，再将转速降低到安全转速以下。此时应及时清除高压系统使能同时存储故障码，采用系统故障黄灯提醒操作人员，并增加文字提醒；
- c) 3 级故障：该状态为系统最严重的故障，如母线电压过高、高压绝缘故障等。请求整个驱动系统应尽快实现停车，增程器尽快实现停机，并断开高压系统。所有与系统相关的警示灯应持续亮起，通知操作人员系统存在严重故障，并尽快进行检修。

5.5 发电机控制要求

5.5.1 启动发动机

5.5.1.1 启动发动机时，应确定动力电池启动功率满足发动机启动输出功率，避免动力电池发生损坏。

5.5.1.2 启动条件要足够安全，避免维修过程中非预期电机拖动启动发动机，引发高压问题。

5.5.2 高压保护

5.5.2.1 增程系统应充分考虑电池的持续和瞬时的充放电能力，避免电池的过充和过放，对电池和高压系统造成损坏。

5.5.2.2 当高压系统损坏，需要启动发动机检修时，发动机的控制转速产生的反电动势不得大于母线的额定电压。

6 标识、包装、运输、存储和维护

6.1 标识

6.1.1 应在明显位置标注增程器基本信息，包括但不限于：

- a) 制造商名；
- b) 增程器名称及商标；
- c) 生产日期或生产者编号；
- d) 增程器主要技术参数：持续功率、峰值功率、能量转换率。

6.1.2 存在危险的部位应使用警示标志，包括但不限于：

- a) 增程器高电压部件，应在醒目位置设置警告标志，并在警告标志旁边注明必要的安全操作提示；
- b) 增程器燃料加注口应设有燃料标识，提醒操作人员燃料类型；
- c) 所有警示标识应清晰可见，并符合国家或行业标准。

6.2 包装

增程器包装应满足以下要求：

- a) 应使用专用清洁干燥的包装箱，包装箱应牢固、密封；
- b) 增程器在包装箱内固定牢固；
- c) 包装箱外部要有搬运、运输、装卸等要求标识；
- d) 包装箱要有随机文件，包括但不限于“装箱清单”，“使用说明书”，“合格证”，“随机备件清单”，“随机工具清单”等。

6.3 运输

6.3.1 装运增程器的轮船船仓、火车车厢、汽车车厢和集装箱等应清洁、干燥，运输途中防雨防潮。

6.3.2 运输、搬运、装卸应符合包装箱上的标志要求。

6.4 存储

6.4.1 产品储存在干燥通风，无腐蚀性物质的仓库内。

6.4.2 存储期间应对产品进行防震、防潮、防污、防静电保护。

6.5 维护

6.5.1 应按照维护手册定期进行保养，包括检查零部件的磨损、清洁等。

6.5.2 应保持增程器外观清洁，及时清理灰尘。

6.5.3 应定期检查燃油、润滑油等液位，及时补充或更换。