

# 团 体 标 准

T/ CAAMTB XXXX. 5—XXXX

## 矿用电动自卸车甲醇增程器 第 5 部分： 三电装置

Methanol range extender for power fuel of dump truck with electric wheels—Part5:  
Battery, motor and electric control system

(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 电池系统.....	4
5 电机系统.....	5
6 电控系统.....	6

## 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。

本文件是T/CAAMTB XXXXX《矿用电动自卸车甲醇增程器》的第5部分。

T/CAAMTB XXXXX已经发布了以下部分:

- 第1部分: 技术条件;
- 第2部分: 试验方法;
- 第3部分: 性能和评价方法;
- 第4部分: 控制系统;
- 第5部分: 三电装置。

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: 闾臻智能科技(上海)有限公司、华中科技大学、上海依相动力系统有限公司、澳森发动机(大连)有限公司、上海海能汽车电子有限公司、中国科学院电工研究所、北京科技大学、汉阳专用汽车研究所、内蒙古华拓矿业有限公司、中联重科股份有限公司、安徽瑞昱创科科技有限公司、兰州电机股份有限公司、赣州亿鹏能源科技有限公司、北京机械设备研究所、上海和夏骏智科技有限公司、北京蓝核清能甲醇技术研究院有限公司、全球甲醇行业协会(新加坡)北京代表处。

本文件主要起草人: 蒋炎坤、范晓东、沈斌、慕云、祝轲卿、魏鑫、李文、孟庆勇、曾小兰、张伟、吴振民、董吉亮、蒋大伟、杨新春、陈彬、杨慧中、闫晓娜、赵凯。

本文件为首次发布。

## 引 言

加快发展清洁与可再生能源是缓解能源危机、改善环境污染、促进我国移动机械产业健康可持续发展的重要举措。结合行业管理需要和技术应用特征，先行制定了矿用电动自卸车甲醇增程器技术条件、试验方法、性能和评价方法、控制系统和三电装置的标准。同时未来亦不排除扩展纳入甲醇增程器其它技术/装置标准的可能。T/CAAMTB XXXXX《矿用电动自卸车甲醇增程器》的前五部分构成如下：

第1部分：技术条件。目的在于确定矿用电动自卸车甲醇增程器术语和定义、要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

第2部分：试验方法。目的在于确定矿用电动自卸车甲醇增程器起动性能试验、动力性能试验、燃料消耗率试验和制动性能试验等方法。

第3部分：性能和评价方法。目的在于确定矿用电动自卸车甲醇增程器起动能力、动力性能、燃料经济性、制动性能和环保与安全等评价方法。

第4部分：控制系统。目的在于确定矿用电动自卸车甲醇增程器发动机、发电机及其控制系统的硬件和基础软件等要求。

第5部分：三电装置。目的在于确定矿用电动自卸车甲醇增程器的电驱、电池和电控装置要求。

每种技术/装置标准分别作为T/CAAMTB XXXXX的一部分，各部分相互补充，共同构成我国矿用电动自卸车甲醇增程器技术/装置标准体系。未来，将根据行业产业发展情况进一步调整完善甲醇增程器技术/装置标准体系，促进行业技术进步。

## 矿用电动自卸车甲醇增程器 第5部分：三电装置

### 1 范围

本文件规定了矿用电动自卸车甲醇增程器的三电装置。

本文件适用于矿用电动自卸车甲醇增程器。

其它使用甲醇增程器的电动移动机械、醇氢动力装置可参照本文件执行。

### 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，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池
- GB/T 3859.1-2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1部分：基本要求规范
- GB/T 4942.1-2006 旋转电机整体结构的防护等级（IP代码）
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 13422-2013 半导体变流器 电气试验方法
- GB/T 17626.4-2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5-2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 18384.3-2015 电动汽车 安全要求 第3部分：人员触电防护
- GB/T 18488.2-2015 电动汽车用驱动电机系统 第2部分：试验方法
- GB/T 18655-2018 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值 and 测量方法
- GB/T 19596-2017 电动汽车术语
- GB/T 19951-2019 道路车辆 电气/电子部件对静电放电抗扰性的试验方法
- GB/T 21437.3-2021 道路车辆 电气电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分：对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性
- GB/T 27930-2015 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议
- 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 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- GB/T 29307-2012 电动汽车用驱动电机系统可靠性试验方法
- GB/T 33014.2-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第2部分：电波暗室法
- GB/T 33014.4-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第4部分：大电流注入(BCI)法
- GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 38661-2020 电动汽车用电池管理系统技术条件
- GJB 150.16A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第16部分：振动试验

T/CAAMTB XXXXX. 4 矿用电动自卸车甲醇增程器 第4部分：控制系统

ISO 11452-8: 2015 道路车辆—窄频带辐射电磁能产生的电干扰的零件测试方法—第8部分：磁场抗扰度(Road vehicles—Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy—Part 8: Immunity to magnetic fields)

### 3 术语和定义

GB/T 2900.41-2008、GB/T 19596-2017、T/CAAMTB XXXXX. 4界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**电池单体 secondary cell**

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置。

注：通常包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子，并具有可充电功能。

#### 3.2

**电池模块 battery module**

将一个以上电池单体按照串联、并联或串并混联方式组合，并作为电源使用的组合体。

#### 3.3

**电池包 battery pack**

具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元。

注：通常包括电池单体，电池管理模块(不含BCU)、电池箱及相应附件(冷却部件、连接线缆等)。

#### 3.4

**电池系统 battery system**

一个或一个以上的电池包及相应附件(管理系统、高压电路、低压电路及机械总成等)构成的能量存储装置。

#### 3.5

**电池电子部件 battery electronics**

采集或者同时监测蓄电池单体或模块的电和热数据的电子装置，必要时可以包括用于蓄电池单体均衡的电子部件。

注：蓄电池电子部件可以包括单体控制器。单体电池间的均衡可以由蓄电池电子部件控制，或者通过蓄电池控制单元控制。

#### 3.6

**电池控制单元 battery control unit (BCU)**

控制、管理、检测或计算电池系统的电和热相关的参数，并提供蓄电池系统和其它车辆控制器通讯的电子装置。

## 3.7

**驱动电机系统 drive motor system**

驱动电机、驱动电机控制器及它们工作所必须的辅助装置的组合。

## 3.8

**驱动电机 drive motor**

将电能转换成机械能为车辆行驶提供驱动力的电气装置，该装置也可具备机械能转化成电能的功能。

## 3.9

**电机控制单元 drive motor controller unit (MCU)**

控制电机按照设定的方向、速度、角度和响应时间进行工作的单元。

## 3.10

**电池管理系统 battery management system (BMS)**

监视蓄电池的状态(温度、电压和荷电状态等),可以为蓄电池提供通信、安全、电芯均衡及管理控制,并提供与应用设备通信接口的系统。

## 3.11

**整车控制单元 vehicle control unit (VCU)**

负责车辆的驱动力矩控制、制动能量的优化控制、整车的能量管理、CAN网络的维护和管理故障的诊断和处理以及车辆状态监视。

## 3.12

**额定容量 rated capacity**

以制造商规定的条件测得并由制造商声明的电池单体、模块、电池包或系统的容量值。

注：额定容量通常用安时(Ah)或毫安时(mAh)来表示。

## 3.13

**可用容量 available capacity**

以制造商规定的条件，从完全充电的电池单体、模块、电池包或系统中释放的容量值。

## 3.14

**功率状态 state of power (SOP)**

按照制造商规定充放电条件，在一定时间内，当前蓄电池可以输入或输出的最大功率。

## 4 电池系统

## 4.1 检验结果标准

### 4.1.1 外壳破裂

由于内部或外部因素引起电池单体、模块、电池包或系统外壳的机械损伤，导致内部物质暴露或溢出。

### 4.1.2 泄漏

有可见物质从电池单体、模块、电池包或系统中漏出至试验对象外部。

### 4.1.3 起火

电池单体、模块、电池包或系统任何部位发生持续燃烧(单次火焰持续时间大于1s)。火花及拉弧不属于燃烧。

### 4.1.4 爆炸

突然释放足量的能量产生压力波或者喷射物，可能会对周边区域造成结构或物理上的破坏。

### 4.1.5 热失控

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

### 4.1.6 热扩散

电池包或系统内由一个电池单体热失控引发的其余电池单体接连发生热失控的现象。

## 4.2 安全要求

### 4.2.1 电池单体安全要求

电池单体进行过放电、过充电、外部短路、加热、温度循环和挤压等试验，应不起火、不爆炸。

### 4.2.2 电池包或系统安全要求

电池包或系统进行振动、机械冲击、模拟碰撞、挤压、湿热循环、浸水、热稳定性、温度冲击、盐雾、高海拔、过温保护、过流保护、外部短路保护、过充电保护和过放电保护等试验，应无外壳破裂、泄漏、起火或爆炸，且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于100  $\Omega/V$ 。

## 4.3 试验条件

试验应按照GB 38031-2020中6规定的条件进行。

## 4.4 试验方法

4.4.1 所有安全试验均在有充分安全保护的环境条件下进行。如果试验对象有附加主动保护线路或装置，应除去。

4.4.2 过放电、过充电、外部短路、过温保护、过流保护、挤压、震动、机械冲击、模拟碰撞、湿热循环、浸水、热稳定性、温度冲击、盐雾和高海拔试验均按照 GB 38031-2020 中的规定进行。

## 5 电机系统



## 5.1 要求

驱动电机应空转灵活,无定转子相擦现象或异常响声(如周期性的异响、轴承受损后的异响、微小异物卡滞在转动部位引起的异响等);驱动电机控制器应具有满足整车要求的通讯功能和故障诊断功能。

## 5.2 一般性项目

### 5.2.1 外观

驱动电机及驱动电机控制器表面不应有锈蚀、碰伤、划痕,涂覆层不应有剥落,紧固件连结应牢固,引出线或接线端应完整无损,颜色和标志应正确,铭牌的字迹和内容应清晰无误,应保证其字迹在设备整个使用期内不易磨灭。

### 5.2.2 外形和安装尺寸

驱动电机及驱动电机控制器的外形和安装尺寸应符合制造商和用户之间协商确定的外形和安装尺寸要求。

### 5.2.3 质量

应不超过制造商和用户之间协商确定的数值。

### 5.2.4 驱动电机控制器壳体机械强度

驱动电机控制器壳体应能承受不低于 10 kPa 的压强且不发生明显的塑性变形。

### 5.2.5 液冷系统冷却回路密封性能

对于液冷的驱动电机及驱动电机控制器,应能承受不低于200 kPa的压力无渗漏。

### 5.2.6 驱动电机定子绕组冷态直流电阻

驱动电机定子绕组冷态直流电阻值应符合产品技术文件规定。

注:产品技术文件可以为产品规格书,制造商和用户之间协商确定的技术协议或其他说明书。

## 5.3 试验准备

试验环境条件、试验仪器选择、试验电源、布线、冷却装置和信号屏蔽等应符合GB/T 18488.2-2015中4的要求。

## 5.4 一般性试验项目

外观、外形和安装尺寸、质量、驱动电机控制器壳体机械强度、液冷系统冷却回路密封性能、驱动电机定子绕组冷态直流电阻、绝缘电阻、耐电压、超速等试验按GB/T 18488.2-2015中5的规定进行。

## 5.5 温升试验

驱动电机绕组电阻的测量、驱动电机绕组温升计算、冷却介质温度的测定、驱动电机断能时刻绕组电阻的外推计算方法等试验按GB/T 18488.2-2015中6的规定进行。

## 5.6 输入输出特性

工作电压范围、转矩-转速特性及效率、控制精度、响应时间、驱动电机控制器工作电流和馈电特性等试验按GB/T 18488.2-2015中7的规定进行。

## 5.7 安全性试验

### 5.7.1 安全接地检查

接地检查方法和量具要求按照GB/T 13422-2013中5.1.3进行测量。

### 5.7.2 控制器保护功能

按照 GB/T 3859.1-2013中7.5.3的要求进行。

### 5.7.3 驱动电机控制器支撑电容放电时间

被动放电时间与主动放电时间按照GB 18488.2-2015中8.3所规定的方法进行试验。

### 5.7.4 环境适应性试验

低温试验、高温试验、湿热试验、耐振动试验、盐雾试验均按照GB 18488.2-2015中9的规定进行。

### 5.7.5 防水和防尘

按照GB/T 4942.1-2006和GB/T 4208-2017中所规定的方法进行试验。

### 5.7.6 盐雾

按照GB 18488.2-2015中9.6所规定的方法进行试验。

### 5.7.7 电磁兼容性

电磁辐射骚扰试验和电磁辐射抗干扰性试验应按照制造商或者用户提供的试验方法开展试验。

### 5.7.8 可靠性试验

按照GB/T 29307-2012的规定进行试验。

## 6 电控系统

### 6.1 基本功能要求

#### 6.1.1 整车控制单元（VCU）

6.1.1.1 整车控制单元包括整车能量管理、故障诊断和处理、CAN 网络维护和管理和车辆状态监视。

6.1.1.2 整车控制单元应具有整车能量管理，如转矩或转速输出控制和制动能量回收控制等。

6.1.1.3 整车控制单元应具有故障诊断、故障信息记录以及故障处理的功能，如实时警示和故障保护等。

6.1.1.4 整车控制单元应能具有与车辆的其它控制器信息交互的功能。

6.1.1.5 整车控制单元应具有配置标定功能。

#### 6.1.2 电池管理系统（BMS）

6.1.2.1 电池管理系统应能监测或者通过其他方式获取蓄电池相关数据，应包括电池系统总电压、电池单体电压或电芯组电压、电池模块电压（镍氢电池）、电池系统电流和蓄电池包内部温度等参数。

6.1.2.2 电池管理系统应具有故障诊断、故障信息记录以及故障处理的功能，如故障码上报、实时警示和故障保护等。

- 6.1.2.3 电池管理系统应具有自检功能,对电池管理系统主要功能进行初步筛查和识别,对严重影响使用和安全的异常功能给出预警。
- 6.1.2.4 电池管理系统应具有与车辆其他控制器信息的交互功能。
- 6.1.2.5 具有充电过程控制和管理功能的电池管理系统应与车载充电机或者非车载充电机进行实时通信,与非车载充电机的通信协议应符合 GB/T 27930-2015 的要求。
- 6.1.2.6 具有绝缘电阻值检测功能的电池管理系统应实现对蓄电池系统绝缘电阻的监控。
- 6.1.2.7 具有充放电高压互锁监控功能的电池管理系统应实现对蓄电池系统充放电高压互锁的监控。
- 6.1.2.8 电池管理系统应具有防止电池系统过充电、过放电、过流和过温的保护功能。
- 6.1.2.9 电池管理系统应具有 SOC 估算功能,且具有 SOP 估算和均衡功能。

### 6.1.3 电机控制单元 (MCU)

- 6.1.3.1 电机控制单元的上电延时时间(初始化模式,从低压上电到第一帧报文发出)应小于 200 ms。
- 6.1.3.2 电机控制单元具备转矩控制功能,能够根据 VCU 的指令控制驱动电机输出目标转矩。转矩控制精度为 $\pm 10 \text{ N}\cdot\text{m}$ ( $200 \text{ N}\cdot\text{m}$ 及以下)及 $\pm 5\%$ ( $200 \text{ N}\cdot\text{m}$ 以上)。
- 6.1.3.3 电机控制单元具备转速控制功能,能够根据需要控制驱动电机输出目标转速。电机控制单元器转速控制精度为 $\pm 10 \text{ r/min}$ ( $1000 \text{ r/min}$ 及以下)及 $\pm 1\%$ ( $1000 \text{ r/min}$ 以上)。调速要求:电机转速变化  $1000 \text{ r/min}$ ,时间小于 350 ms。
- 6.1.3.4 电机控制单元具备转矩估计功能,通过 CAN 总线上报实际(反馈)转矩。实际(反馈)转矩与测量转矩之间的稳态控制精度为 $\pm 10 \text{ N}\cdot\text{m}$ ( $200 \text{ N}\cdot\text{m}$ 及以下)及 $\pm 5\%$ ( $200 \text{ N}\cdot\text{m}$ 以上)。
- 6.1.3.5 电机控制单元应具备母线支撑电容电压主动放电功能,母线电容电压从最高值放电至 60 V 所需放电时间不超过 3 s。
- 6.1.3.6 电机控制单元应具备母线支撑电容电压被动放电功能,母线电容电压从最高值放电至 60 V 所需放电时间不超过 5 min。
- 6.1.3.7 电机控制单元在额定工作电压下,最高效率应大于 99 %。
- 6.1.3.8 电机控制单元需具备常电接口及唤醒接口,控制单元可通过钥匙信号(一般为 ACC 档或 ON 档)唤醒进入工作状态;当唤醒信号断开,电机控制单元满足停机条件后,进入休眠状态。电机控制单元休眠工作情况下,低压电源在最高工作电压条件下的输入漏电流应小于 1 mA。
- 6.1.3.9 车辆在半坡起步时,驾驶员松开刹车踩油门过程中,电机控制单元可实现电子驻坡防溜功能,坡度 15 %以内,防溜时间大于 5 s,溜坡距离应小于 30 cm。
- 6.1.3.10 电机控制单元应具备电机转子初始位置自学习功能,能够自动辨识学习电机转子初始位置。
- 6.1.3.11 对于永磁同步电机,电机控制单元应具备电机转子温度估计功能,能够估算电机转子温度,防止电机转子因温度过高而退磁。
- 6.1.3.12 电机控制单元应具备以下故障保护和诊断功能:直流母线过压保护、直流母线欠压保护、输出过流保护、功率模块故障保护、功率模块温度保护、电机绕组温度保护、电机超速保护、CAN 通信保护、电机堵转保护、低压电源异常保护(过压、欠压)等。
- 6.1.3.13 电机控制单元应有主动限速功能,在电机转速到达限速点时,能主动降低输出转矩甚至输出回馈转矩,防止电机超速。主动限速时,回馈功率受最大允许回馈功率限制。

## 6.2 使用环境

工作温度、贮存温度和工作湿度由整车厂和制造商按照 GB/T 28046.4-2011 的规定根据电控系统安装位置协商确定。

供电电压范围见表1或者由整车厂和制造商协商确定。

表1 供电电压

标称电压 V	供电电压 V	
	最小工作电压 $U_{smin}$	最大工作电压 $U_{smax}$
12	9	16
24	16	32

### 6.3 试验方法

#### 6.3.1 试验条件

试验环境条件及试验用仪表应符合GB/T 38661-2020中6.1的要求。

#### 6.3.2 状态参数测量精度

总电压、总电流、单体(电芯组)电压、温度和绝缘等参数采集精度应符合GB/T 38661-2020中6.2的要求，SOC精度估算方式参考GB/T 38661-2020中附录B与附录C，电池故障诊断项目参考GB/T 38661-2020中5.6的基本项目和可扩展项目。

#### 6.3.3 绝缘性能

绝缘电阻与绝缘耐压试验按照GB/T 18384.3-2015中的规定进行。

#### 6.3.4 电气适应性能

直流供电电压、过电压、叠加交流电压、供电电压缓降和缓升、供电电压瞬态变化、反向电压和短路保护试验均按照GB/T 28046.2-2019中的规定进行。

#### 6.3.5 气候环境适应性能

低温贮存与运行、高温贮存与运行、温度梯度、温度循环、耐盐雾和湿热循环等试验均按照GB/T 28046.4-2011的规定进行，试验方法和试验等级由整车厂和制造商协商确定。

#### 6.3.6 机械冲击

机械冲击试验均按照GB/T 28046.3-2011的规定进行，试验方法和试验等级由整车厂和制造商协商确定。

#### 6.3.7 振动试验

正弦振动和随机振动等试验参照GJB 150.16A-2009的规定进行，振动环境类别参照GJB 150.16A-2009中表1履带车。

#### 6.3.8 防水和防尘

若无其他规定，防护等级应不低于IP68。

#### 6.3.9 电磁兼容性能

##### 6.3.9.1 辐射骚扰度

传导骚扰和辐射骚扰实验按照GB/T 18655-2018中的规定进行。

### 6.3.9.2 信号线/控制线瞬态传导抗扰度

电源线瞬态传导抗扰度和信号线/控制线瞬态抗干扰度实验按照GB/T 21437.3-2021中的规定进行，试验严酷等级为III级。

### 6.3.9.3 电快速瞬态脉冲群抗扰度

按照GB/T 17626.4-2018的试验方法进行电快速瞬态脉冲群抗扰度试验，试验等级为III级脉冲重复频率为5 kHz。

### 6.3.9.4 辐射抗扰度

按照下列规定进行辐射抗扰度试验：

- a) 按照 GB/T 33014.2-2016 的试验方法进行辐射抗扰度试验，测试频率范围为 400 MHz~2 GHz，测试场强等级 30 V/m；
- b) 按照 GB/T 33014.4-2016 的试验方法在电源线以及与外部连接的信号线进行大电流注入试验，测试频率范围 1 MHz~400 MHz，注入电流等级为 60 mA；
- c) 按照 ISO 11452-8: 2015 的试验方法进行磁场抗扰度试验，测试频率范围为 15 Hz~150 kHz，试验等级为 III 级。

### 6.3.9.5 静电放电

按照GB/T 19951-2019中测试及布置相关规定进行静电放电试验，试验等级见表2。

表 2 放电电压等级

放电模式	直接接触放电	空气放电
放电电压(不通电)	±6 kV	±15 kV
放电电压(通电)	±7 kV	±14 kV

### 6.3.9.6 浪涌（冲击）抗扰度

按照GB/T 17626.5-2019的试验方法进行浪涌(冲击)抗扰度试验，试验等级为4级，耦合方式线-地。