



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 27544—2011/ISO 20898:2008

---

## 工业车辆 电气要求

Industrial trucks—Electrical requirements

(ISO 20898:2008, IDT)

2011-11-21 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 危险列表 .....	3
5 要求 .....	5
5.1 电动车辆的电气要求 .....	5
5.1.1 牵引蓄电池 .....	5
5.1.2 蓄电池连接线 .....	5
5.1.3 蓄电池连接器 .....	6
5.1.4 蓄电池充电 .....	6
5.1.5 蓄电池紧急切断(断开)要求 .....	6
5.1.6 结构设计 .....	7
5.1.7 标称直流电压超过 120 V 的车辆 .....	7
5.1.8 配线及导线 .....	7
5.1.9 触电保护[直接接触和间接接触(有间距)] .....	7
5.1.10 灯和灯座 .....	8
5.1.11 链条松动和损坏 .....	8
5.1.12 低电压 .....	8
5.1.13 过流保护元件 .....	8
5.1.14 控制系统—总则 .....	8
5.1.15 控制系统—运行 .....	8
5.1.16 控制系统—装卸操作 .....	9
5.1.17 控制系统—转向 .....	9
5.1.18 接触器 .....	9
5.1.19 车辆测试 .....	9
5.2 内燃车辆的电气要求 .....	9
5.2.1 蓄电池 .....	9
5.2.2 电路保护 .....	9
5.2.3 控制系统 .....	9
5.2.4 配线及导线 .....	9
5.2.5 触电保护[直接接触和间接接触(有间距)] .....	10
6 蓄电池车辆的验证 .....	10
6.1 绝缘电阻试验(常规试验) .....	10
6.2 型式试验 .....	10
6.2.1 异常操作 .....	10
6.2.2 温度 .....	10

6.2.3	电弧试验	11
6.2.4	介质绝缘强度试验	11
6.2.5	蓄电池连接器试验	11
6.2.6	接触器试验	12
7	使用信息	13
7.1	电动车辆标识基本要求	13
7.1.1	导线、电缆和端子	13
7.1.2	蓄电池连接器	13
7.1.3	蓄电池	13
7.1.4	维护、充电和搬运	14
7.1.5	蓄电池舱和电气外壳	14
7.1.6	电气图	14
7.1.7	安全检查	14
7.2	充电区域	14
7.2.1	车上充电	14
7.2.2	指定区域充电	14
7.3	内燃车辆标识基本要求	14
7.3.1	导线、电缆和端子	14
7.3.2	电气图	14
7.3.3	安全检查	14
	参考文献	15

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 20898:2008《工业车辆 电气要求》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码) (GB 4208—2008, IEC 60529:2001, IDT)

GB/T 14472 电子设备用固定电容器 第 14 部分:分规范:抑制电磁干扰和电源网络 主电源连接用固定电容器(GB/T 14472—1998, idt IEC 60384-14:1993)

GB/T 15706.2 机械安全 基本概念与设计通则 第 2 部分:技术原则(GB/T 15706.2—2007, ISO 12100-2:2003, IDT)

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分:设计通则(GB/T 16855.1—2008, ISO 13849-1:2006, IDT)

GB/T 17938 工业车辆 电动车牵引用铅酸蓄电池 优先选用的电压(GB/T 17938—1999, idt ISO 1044:1993)

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业车辆标准化技术委员会(SAC/TC 332)归口。

本标准负责起草单位:杭叉集团股份有限公司、北京起重运输机械设计研究院。

本标准参加起草单位:广西柳工机械股份有限公司、浙江诺力机械股份有限公司、宁波如意股份有限公司、厦门厦工机械股份有限公司。

本标准主要起草人:余香琴、徐征宇、王晓峰、邵以东、明国胜、赵衍木、李蔚苹。

## 工业车辆 电气要求

### 1 范围

本标准规定了设计和制造自行式工业车辆(包括带门架的)和伸缩臂式越野叉车(见 GB/T 6104—2005 中的 3.1.3.1.8)以及额定牵引力不大于 20 000 N 的牵引车的电气要求。

本标准适用于蓄电池电压符合 ISO 1044 的车辆,而带主电源的车辆的附加要求见 GB 5226.1—2008。

本标准不适用于:

- 在潜在爆炸性环境下使用的车辆;
- 与电磁兼容有关的问题。

本标准不再复述与技术方法相关的规则以及制造工业车辆所用材料的要求。上述内容可参考 ISO 12100-2。

### 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 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(IEC 60204-1:2005, IDT)

GB/T 16856.1—2008 机械安全 风险评价 第1部分:原则(ISO 14121-1:2007, IDT)

ISO 1044 工业车辆 机动车辆牵引用铅酸蓄电池 优先选用的电压(Industrial trucks—Lead-acid traction batteries for electric trucks—Preferred voltages)

ISO 12100-2 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分:技术原则(Safety of machinery—Basic concepts, general principles for design—Part 2: Technical principles)

ISO 13849-1 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 1: General principles for design)

EN 50272-3 二次蓄电池和电池设备的安全要求 第3部分:牵引用蓄电池(Safety requirements for secondary batteries and battery installations—Part 3: Traction batteries)

IEC 60384-14 电子设备用固定电容器 第14部分:分规范:抑制电源电磁干扰用固定电容器(Fixed capacitors for use in electronic equipment—Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains)

IEC 60529 外壳防护等级(IP 代码)(Degrees of protection provided by enclosures(IP Code))

IEC 60947-5-1 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路器件和开关元件 机电控制电路器件(Low-voltage switchgear and control gear—Part 5-1: Control circuit devices and switching elements—Electromechanical control circuit devices)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**电弧元件 arcing part**

用于分断电流的机械装置。

3.2

**辅助电路 auxiliary circuit**

控制灯、风扇和其他电气附件的电路。

3.3

**蓄电池舱 battery compartment**

车辆上用于放置蓄电池组的空间。

3.4

**蓄电池箱 battery enclosure**

存放蓄电池的容器。

3.5

**控制电路 control circuit**

控制车辆动作的电路。

3.6

**失效 deactivate**

使不起作用或无效。

3.7

**直接接触 direct contact**

人体与带电部分的接触。

3.8

**电气外壳 electrical enclosure**

供存放未绝缘带电部件的隔室。

3.9

**电动或电子转向 electrical or electronic steering**

连接输入到输出的非机械转向系统。

3.10

**外露可导电部分 exposed conductive part**

易触及的、平时不带电、但在故障情况下可能带电的电气设备的可导电部分。

3.11

**搭铁故障 frame fault**

带电部分意外接触到车架。

3.12

**间接接触 indirect contact**

人体与故障情况下变为带电的外露导电部分的接触。

3.13

**带电部分 live part**

正常使用时带电的导线或导体。

3.14

**标称电流 nominal current**

电气系统能够连续工作而不超过允许温度的电流值,单位为安培。

3.15

标称电压(车辆系统) **nominal voltage(of the truck system)**

车辆系统中串联在一起的蓄电池单体总数乘蓄电池单体标称电压。

3.16

动力电路 **power circuit**

电动机的供电电路,这些电动机使车辆动作,即牵引、转向和起升。

3.17

接触器额定工作电流 **rated operating current**

$I_e$

由使用条件决定的接触器的电流值。

3.18

额定发热电流 **rated thermal current**

$I_{th}$

在无任何闭合或分断接触器的情况下,决定主电路温升的电流值。

3.19

失火危险 **risk of fire**

任何设备表面温度大于 175 °C 或其在外壳以外能产生火花。

3.20

常规试验 **routine test**

所有车辆产品所必需的试验。

3.21

型式试验 **type test**

验证每种类型车辆符合本标准的试验。

4 危险列表

表 1 包含了不符合本标准的所有重大危险、危险情况和事件,见 GB/T 16856.1—2008 的附录 A 和括号内的引用所描述的情况,如果不加以解决可能涉及到人身伤害。相应要求栏中提供了在每一种情况下限制或减少危险的指导。

表 1 重大危险、危险情况和危险事件

危 险		相 应 要 求	
1	机械危险(1)	5.1.11	链条松动和损坏
	挤压危险(1.1)	5.1.12	低电压
	——车辆部件之间	5.1.14	控制系统—总则
	——车辆和障碍物之间	5.1.15	控制系统—运行
	碰撞冲击(20)	5.1.16	控制系统—装卸操作
	——操作者驾驶时	5.1.17	控制系统—转向
	失去稳定(18)	5.1.18	接触器
	——由于超速	7.1	电动车辆标识基本要求
——由于电池质量错误	7.3	内燃车辆标识基本要求	

表 1 (续)

危 险		相 应 要 求		
2	电气危险	5.1.1	牵引蓄电池	
	触电(2.1)	5.1.2	蓄电池连接线	
	过载	5.1.3	蓄电池连接器	
	——所有电压		5.1.4	蓄电池充电
			5.1.5	蓄电池紧急切断(断开)要求
			5.1.6	结构设计
			5.1.8	配线及导线
			5.1.9	触电保护[直接接触和间接接触(有间距)]
			5.1.13	过流保护元件
			5.2.1	蓄电池
			5.2.2	电路保护
			5.2.3	控制系统
			5.2.4	配线及导线
		5.2.5	触电保护[直接接触和间接接触(有间距)]	
	120 V<电压≤240 V		6.2.1	异常操作
		5.1.1	牵引蓄电池	
	5.1.7	标称直流电压超过 120 V 的车辆		
3	过热危险	6.2.2	温度	
7	材料/物质的危害	5.1.1	牵引蓄电池	
	蓄电池电解液	5.1.2	蓄电池连接线	
	失火及爆炸危险(所有电压)		5.1.3	蓄电池连接器
			5.1.4	蓄电池充电
			5.1.5	蓄电池紧急切断(断开)要求
			5.1.6	结构设计
			6.1	绝缘电阻试验(常规试验)
			6.2.1	异常操作
			6.2.3	电弧试验
			6.2.5	蓄电池连接器试验
			6.2.6	接触器试验
	120 V<电压≤240 V		5.1.7	标称直流电压超过 120 V 的车辆
			7.1	电动车辆标识基本要求
		7.3	内燃车辆标识基本要求	
4.5	人机工程危险(8)	7.1	电动车辆标识基本要求	
4.5.1	人的错误(8.6)	7.3	内燃车辆标识基本要求	

表 1 (续)

危 险		相 应 要 求	
4.6	功能紊乱造成的危险(10)	5.1.12 5.1.14	低电压 控制系统—总则
4.6.1	能量供应错误	5.1.15	控制系统—运行
4.6.2	控制系统错误	5.1.16	控制系统—装卸操作
4.6.3	失去机械稳定	5.1.17	控制系统—转向
		5.1.18	接触器
		5.2.2	电路保护
		5.2.3	控制系统

## 5 要求

### 5.1 电动车辆的电气要求

#### 5.1.1 牵引蓄电池

5.1.1.1 所有车辆都应配备绝缘蓄电池。

5.1.1.2 安装在金属容器内的蓄电池单体应彼此绝缘。

5.1.1.3 蓄电池单体连接应遵循的原则为：任何两个相邻的蓄电池单体之间的标称直流电压不能超过 24 V。

5.1.1.4 对于蓄电池极柱，应采取措施减少连接松动的风险，连接松动会产生电弧或过热。

5.1.1.5 在车辆上配备车载蓄电池充电器时，蓄电池极柱应有绝缘套或绝缘盖保护。

例外 1：极柱特意通过车架接地，不必提供绝缘套或绝缘盖。

例外 2：本项要求不适用于按照 5.1.1.6 要求配备了接地故障断路器或输出隔离的车载蓄电池充电器。

5.1.1.6 当车辆配备车载充电器时，应符合 GB 5226.1—2008 中的 6.3.1~6.3.2, 7.2.1 和 8.1~8.2 的要求。与主电源连接的设备的外壳应符合 IEC 60529 中的防护等级 IP<sub>xx</sub>B。但对于上表面，防护等级至少应达到 IP<sub>xx</sub>D。

5.1.1.7 对于标称直流电压超过 120 V 的蓄电池，蓄电池箱应可锁住，或应有相关的装置保证蓄电池箱未锁住时，蓄电池箱未经允许时不能被打开。

5.1.1.8 对标称直流电压超过 120 V 的蓄电池，可以选择下列防护措施防止间接接触：

- a) 绝缘保护；
- b) 非接地等电位连接保护；
- c) 自动切断或信号保护。

5.1.1.9 标称直流电压超过 120 V 的蓄电池箱应符合下列条件：

- a) 金属和与金属连接的材料不受电解液腐蚀；
- b) 由绝缘材料组成。

#### 5.1.2 蓄电池连接线

5.1.2.1 标称直流电压不大于 120 V 的蓄电池连接线应符合下列条件：

- a) 使用横截面积和绝缘层厚度合格的导线(见 IEC 60227-1 和 IEC 60245-1)；

- b) 根据车辆的温度和电压选定适当的绝缘层材料;
- c) 耐电解液腐蚀;
- d) 能承受 5.1.3.2 中规定的温度条件下的弯曲、加工处理和撞击;
- e) 不大于 35 mm<sup>2</sup> 的导线平均绝缘层厚度不小于 1.5 mm,大于 35 mm<sup>2</sup> 的导线平均绝缘层厚度不小于 2 mm。

5.1.2.2 标称直流电压超过 120 V 的蓄电池连接线,应符合 GB 5226.1—2008 的要求。

### 5.1.3 蓄电池连接器

5.1.3.1 如果安装蓄电池连接器,连接器一端应永久固定在车辆或蓄电池箱上,在不影响连接器配合、插拔效率或断开操作以及端子和连接线不产生张力的情况下,连接器自由端的电缆长度应尽可能的短。(见 5.1.2)

5.1.3.2 蓄电池连接器应符合蓄电池电压,并根据使用需要选择,且应对蓄电池电解液和酸雾有抗腐蚀性。连接器的使用温度范围至少应达到 -20 °C ~ +90 °C,并应符合 6.2.5 的试验规定。

5.1.3.3 连接器应能防止极性反接,不同工作电压应通过颜色或编码装置区别,避免充电器/蓄电池/车辆的误接。

5.1.3.4 永久固定在蓄电池上的一端应加以保护,以避免人体意外接触到带电部件,带电部件应隐藏在连接器内,按照 IEC 60529 的规定,当蓄电池直流电压大于 60 V 时,防护等级应为 IP2X 或更高。

5.1.3.5 按照 IEC 60529 的规定,当连接器两端连接时,其外壳的防护等级应为 IP23 或更高。

5.1.3.6 如果连接器两端能被小于 15 N 的力分开,则应配有一个防松脱装置以保证可靠连接,可以设计一个手柄方便连接器两端插拔。

5.1.3.7 连接器应符合 6.2.5 规定的型式试验要求。

### 5.1.4 蓄电池充电

5.1.4.1 外部充电电缆与车辆或车辆蓄电池连接时,不能给车辆驱动电路供电。该要求不适用于在作业过程中也可以充电的车辆。

5.1.4.2 当蓄电池标称直流电压超过 120 V,充电机应由连接器的辅助触点或其他装置控制通电,以防止连接器上产生电弧,并确保在充电机连接到蓄电池之前不带电。

### 5.1.5 蓄电池紧急切断(断开)要求

5.1.5.1 紧急切断控制器或蓄电池连接器作为紧急切断装置时,应置于在正常操作位置的操作人员随手可及之处。

5.1.5.2 紧急切断装置应能无危险地切断所有驱动部件的电源。通过下述方法之一,应能切断最大标称电流(包括电动机启动电流):

- a) 对于蓄电池标称直流电压不大于 120 V 的蓄电池连接器,可作为紧急切断装置使用;对于蓄电池标称直流电压大于 120 V 的蓄电池连接器,禁止把蓄电池连接器作为紧急切断装置使用。
- b) 手动电源开关直接断开供电线路的一条导线。
- c) 手动控制开关通过接触器断开供电线路上一条导线,同时应使电源控制器(例如:逆变器或其他电动机控制器)失效。使用机械换向器而没有电源控制器的串励电动机驱动的车辆,有必要使用两个独立的接触器切断蓄电池供电。

在 b)或 c)的情况下,根据 IEC 60947-5-1,应该切断电源正极。紧急断开控制器为红色,参见 IEC 60947-3,如果背景是红色,应使用对比(反衬)色。

只应通过正常操作手动复位装置重新建立驱动部件的供电。

5.1.5.3 如蓄电池连接器被用作紧急切断装置,连接器可移动端应能在不损坏蓄电池连接器或电缆的

情况下断开。

连接器中可移动端用作紧急切断开关时,应能在紧急状态下从连接器快速断开,连接器的两部分应能轻易地分开。操作力不应超过 150 N。

#### 5.1.6 结构设计

5.1.6.1 电源电路中所有电弧元件应被封装或合理安装,以避免产生的火花或熔化的金属可能引起的失火危险。

5.1.6.2 产生火花的部件、温度可达 300 °C 或更高的部件不能安装在可能产生爆炸性气体和空气混合气的地方,例如,在蓄电池充放电时,蓄电池上方或靠近蓄电池的地方氢气容积浓度超过 4% [爆炸下限 (LEL)]。蓄电池连接器不用作紧急切断装置时,视为非产生火花的部件。

5.1.6.3 接触器和熔断器应安装在便于维修的位置,例如,移除盖子后,能更换整个接触器或更换触点。其他电弧元件和需经常处理的元件也应便于维修和检查。

5.1.6.4 除以下情况外,车架不应有任何电气连接:

- a) 车架故障检测系统;
- b) 照明及附属设备的输入标称直流电压不超过 60 V,并且与主电源隔离;
- c) 在使用车载充电器充电时接地;
- d) 如果输入直流电压超过 60 V,根据 IEC 60384-14,抑制电容器最小标准等级为 Y 级;
- e) 电缆和元件的屏蔽层应当符合 6.1 规定的绝缘电阻试验要求。

5.1.6.5 切断电源后,对于容量 60  $\mu$ F 以上的充电电容的电压应该在 5 s 内放电到 60 V 以下,见 GB 5226.1—2008 中的 6.2.4,或者提供一个电容放电的警告标志。

#### 5.1.7 标称直流电压超过 120 V 的车辆

5.1.7.1 控制和辅助电路的直流电压不应超过 120 V,并且应与主电源隔离,预热电路和电池充电电路除外。

5.1.7.2 车架和金属电气壳体(如电动机壳体)应采用等电位连接。

5.1.7.3 当自动装置检测到线路发生搭铁故障时,应发出声音和/或视觉信号,或者能紧急停车并切断电源。

#### 5.1.8 配线及导线

5.1.8.1 多芯电缆应能在电路最高电压条件下绝缘。

5.1.8.2 导体的横截面积应满足导线的温度不超过绝缘温度等级。

5.1.8.3 铜导线的外部绝缘层应有满足使用要求的足够的柔韧性和合适的机械强度(用于电气和电子元件之间的短连接以及作为元件本体部分的导线除外)。

5.1.8.4 所有的导线应有效地绝缘,并有必要的保护措施以免机械损伤,导线的布置和保护应能避免其在车辆正常操作条件下损伤。车辆正常操作时的导线弯曲应在其接线端子处得到机械应力的释放。驾驶室内的绝缘导线如果不会被操作者损坏,则不需要保护。

5.1.8.5 电源接线端的尺寸和形状应与相连接的导线的容量相符并具有相应的机械强度。对于电源接线端,应采取措施以减小可能引起过热和电弧的连接松动风险。

5.1.8.6 应由有资格的人员现场安装车辆制造商允许的电气附件,且不应有对原有布线进行大的更改或剪切、拼接或焊接接线端子,电气附件应符合本标准的要求。

5.1.8.7 线束和电缆不应被润滑油污染,不应布置在不适合其绝缘等级或有润滑油的表面上。

#### 5.1.9 触电保护[直接接触和间接接触(有间距)]

5.1.9.1 工作条件下的车辆非绝缘带电部件的防护等级应为 IEC 60529 中规定的 IPxxB 级,以防止直

接接触。对于上表面,最小防护等级应为 IP<sub>xx</sub>D 级。

5.1.9.2 按照 GB 5226.1—2008 中的 6.3.2.3,防止间接接触的保护应通过电气隔离来实现。

5.1.9.3 除蓄电池外,对于直流电压超过 60 V 的带电元件的电气外壳,应使用锁具以确保安全。

#### 5.1.10 灯和灯座

所有灯和灯座都应封装,封装材料的温度等级应达到其最大工作温度。

#### 5.1.11 链条松动和损坏

驾驶员位置可升降的车辆,其上用于检测链条松动和损坏并终止链条动作的电气或电子装置,应正确设计和安装,以确保链条提升过程中出现故障时,终止动作功能始终有效。

按照 IEC 60947-5-1,如果检测是通过机械开关,直接断开上升和下降功能,这个开关应是常开型的。

如果检测是通过其他类型的开关或传感器电路,与安全有关的部分应符合 ISO 13849-1 中的第 3 类要求。

#### 5.1.12 低电压

电气系统应设计为在任何蓄电池电压条件下都不会产生安全危害。在电压降至标称电压 70% 前,车辆所有功能都应正常工作。如果电压低于 70% 时存在风险,控制系统应阻止车辆相关功能的工作。

#### 5.1.13 过流保护元件

5.1.13.1 电源、控制电路和辅助电路应有过流保护元件,该装置应能防止最小导体的过热。

5.1.13.2 过流保护元件应能切断最大的过电流,而不产生火险。

5.1.13.3 在控制电路和电源电路中,过流保护元件应尽可能接近供电电源或蓄电池。非复位过流保护元件应有额定值的标识以便更换,此外,车辆上也应有过流保护元件额定值的相关标识。

#### 5.1.14 控制系统—总则

5.1.14.1 电路的设计应保证当车辆发生故障时,不引起操作者无法控制的意外运动。

5.1.14.2 采用固态电路控制的车辆的所有电源和控制电路(例如:驱动电路、泵的驱动单元和转向)应经过系统故障分析。任何元件故障均不应造成失火、失控动作和触电。与安全相关零件应符合 ISO 13849-1 的规定,若无其他规定,电源和控制电路应符合 ISO 13849-1 的要求,具备故障分析功能,最低水平是 1 类。

#### 5.1.15 控制系统—运行

5.1.15.1 运行控制系统应设计成只有当速度和方向控制被激活时,车辆才能够水平地面上从静止开始启动。另外,应提供一个方法确保当操作者处于操作位置时,只有通过速度和/或方向控制复位,运行控制电路才能够被激活。

5.1.15.2 任何由于电源开关电路故障引起的不受控制的全功率运行,应该在 0.2 s 内被停止。

5.1.15.3 当操作者离开车辆时,应有一个独立于速度控制装置(加速器)之外的装置自动阻止运行控制电路工作,例如:座椅开关、步行操作手柄开关。如果存在远离驾驶位置的独立的运行控制系统,则该系统被选中时,可不受上述装置控制。

5.1.15.4 自行式步行控制车辆的舵柄上应有一个装置,该装置的功能是当车辆的舵柄处于工作位置并触及到一个实体(例如:操作者的身体)时,可使车辆反向行驶,离开操作者,直到装置上的压力消失。或施加了制动使车辆停止。

注：该装置的功能应在操作中防止被误用（例如，该功能只有当舵柄处于工作位置，车辆确实朝向操作者运动时才起作用）。当操作者位于车辆中心处的平台上操作舵柄时，该装置的功能应失效。

#### 5.1.16 控制系统—装卸操作

当控制电路发生故障时，装卸系统的电气控制，无论是自动还是手动功能，均应无效。

#### 5.1.17 控制系统—转向

电动和电子转向控制系统应设计为：在车辆运行时，避免与手动方向盘输入无关的转向动作。任何一个可能产生上述状况的电气或电子故障都应能被检测，并在 0.2 s 内转向辅助系统断电，如果动力转向系统为全电动转向系统，车辆应自动停车。与安全相关的部分应符合 ISO 13849-1 中的第 3 类要求。

注：系统安全电路应能按照制造商的说明定期检查。

#### 5.1.18 接触器

接触器应符合 6.2.6 规定的型式试验要求。

#### 5.1.19 车辆测试

5.1.19.1 车辆应符合 6.1 规定的常规试验要求。

5.1.19.2 车辆应符合 6.2.1~6.2.4 规定的型式试验要求。

### 5.2 内燃车辆的电气要求

#### 5.2.1 蓄电池

5.2.1.1 除搭铁线路之外的蓄电池带电部分应绝缘。

5.2.1.2 启动用蓄电池应固定，避免移动。

#### 5.2.2 电路保护

5.2.2.1 电源、控制电路和辅助电路应有过流保护元件，该装置应能防止最小导体的过热。

5.2.2.2 过流保护元件应能切断最大过电流，而不产生火险。

5.2.2.3 在控制电路和电源电路中，过流保护元件应尽可能接近供电电源或蓄电池。非复位过流保护元件应有额定值的标识以便更换，此外，车辆上也应有过流保护元件额定值的相关标识。

#### 5.2.3 控制系统

5.2.3.1 电气系统应设计为在任何蓄电池工作电压条件下都不会对设备和人员造成危害。在电压降至 85% 标称电压之前，车辆所有功能都应正常工作。如果电压低于 85% 标称电压时存在风险，控制系统应阻止车辆相关功能的工作。如果电气系统需要在发动机启动时工作，可能需要特殊的预防措施。

5.2.3.2 电路的设计应保证当车辆发生故障时，不引起操作者无法控制的意外运动。

5.2.3.3 当控制电路发生故障时，装卸系统的电气控制，无论是自动还是手动功能，均应无效。如果通过其他方式控制，例如直接手动操作液压阀，则上述要求无必要。

5.2.3.4 电动和电子转向控制系统应设计为：在车辆运行时，避免与手动方向盘输入无关的转向动作。任何一个可能产生上述状况的电气或电子故障都应能被检测，并在 0.2 s 内转向辅助系统断电，如果动力转向系统为全电动转向系统，车辆应自动停车。系统安全电路应能按照制造商的说明定期检查。与安全相关的部分应符合 ISO 13849-1 中的第 3 类要求。

#### 5.2.4 配线及导线

5.2.4.1 线束和电缆不应被润滑油和燃油污染，不应布置在不适合其绝缘等级或有润滑油的表面上。

5.2.4.2 所有的导线应有效地绝缘,并有必要的保护以免机械损伤,导线的布置和保护应能避免其在车辆正常操作条件下损伤。车辆正常操作时的导线弯曲应在其接线端子处得到机械应力的释放。驾驶室内部的绝缘导线如果不会被操作者损坏,则不需要保护。

5.2.4.3 应由有资格的人员现场安装车辆制造商允许的电气附件,且不应対原有布线进行大的更改或剪切、拼接或焊接接线端子,电气附件应符合本标准的要求。

5.2.4.4 铜导线的外部绝缘层应有满足使用要求的足够的柔韧性和合适的机械强度(用于电气和电子元件之间的短连接以及作为元件本体部分的导线除外)。

5.2.4.5 多芯电缆在电路最高电压条件下应能绝缘。

5.2.4.6 导体的横截面积应满足导线的温度不超过绝缘温度等级。

5.2.4.7 电源接线端的大小和形状应能为与它连接的导线提供必要的容量和机械支撑。对于电源接线端,应采取措旻以减小可能引起过热和电弧的连接松动风险。

5.2.4.8 电气系统中所有电弧元件应被封装或合理安装,以避免产生的火花或熔化的金属可能引起的失火危险。

## 5.2.5 触电保护[直接接触和间接接触(有间距)]

5.2.5.1 工作条件下车辆的非绝缘带电部件的防护等级应为 IEC 60529 中规定的 IPxxB 级,以防止直接接触。上表面的最小防护等级应为 IPxxD。

5.2.5.2 按照 GB 5226.1—2008 中的 6.3.3,防止间接接触的保护可以通过电气隔离来实现。

5.2.5.3 裸露的高压火花塞应通过适应其工作电压的隔离屏或绝缘帽来防护,防止直接接触。

## 6 蓄电池车辆的验证

### 6.1 绝缘电阻试验(常规试验)

6.1.1 车辆的绝缘电阻和牵引蓄电池的绝缘电阻应分别测试。测试最低电压应为标称电压的 3 倍,但不超过 100 V(对于超过直流电压 120 V 的车辆,测试最大直流电压为 500 V)。

6.1.2 所有电气元件带电部分和去除蓄电池的工业车辆车架之间的绝缘电阻不应小于 1 000  $\Omega$  乘以车辆系统标称电压。

6.1.3 安装在车辆上、断开连接的、充满电解液的、充过电的牵引蓄电池的带电部分与车辆车架之间的绝缘电阻应不小于 50  $\Omega$ (超过直流 120 V 的车辆为 500  $\Omega$ )乘以车辆系统标称电压。如果蓄电池装在多个容器内,测试应在各部分(包括金属蓄电池容器)电气连接后进行。

### 6.2 型式试验

#### 6.2.1 异常操作

6.2.1.1 车辆的超载试验应按照 6.2.1.2 的规定进行。测试完成时,车辆任何部分不应有失火、触电及爆炸的损坏迹象。按照 6.2.1.2 进行的前 5 轮试验过程中,牵引电动机或油泵电动机的热保护元件或过流保护元件不应动作。如果在剩余的试验过程中热保护元件或过流保护元件起作用,允许热保护元件重新闭合,过流保护元件允许更换或复位。然后试验继续进行,直到完成所有规定的操作。

6.2.1.2 车辆承载 110% 额定载荷。车辆进行最大加速和制动操作循环 25 次,每次往返总行驶距离为 25 m。当车辆在每 25 m 运行距离终点处停车时,将载荷起升到最大起升高度,然后降低到车辆运行时起升高度,再完成其他操作,例如:倾斜、前移、侧移等。

#### 6.2.2 温度

在进行该类型车辆规定的试验时,车辆结构用材料不应产生任何导致电气元件的失火风险或绝缘

损坏。试验时,在车辆额定载荷、蓄电池 8 h 放电电流最大安培容量条件下,元件不应超过规定的温度。任何元件的表面温度不应超过 175 °C 最高限值。如果试验时环境温度低于 25 °C,最高温度限值相应调整。

### 6.2.3 电弧试验

6.2.3.1 在主电路上的通/断电设备,如接触器、速度控制器的触点材料应无可见熔结或脱落现象。该设备应保证在接通和切断 100 次最大驱动电流过程中,不会与车架和外壳产生电弧,也不会造成其他引起失火危险的可能,例如导线绝缘层的燃烧或融化,并且开关应仍具有机械和电气功能。

6.2.3.2 连接在主电路以外的开关触点材料应无可见焊缝或开裂现象。该设备应保证在接通和切断 100 次其所连接的开关电路过程中,不会与车架和外壳产生电弧,也不会造成其他引起失火风险的可能,例如导线绝缘层的燃烧或融化,并且开关仍应具有机械和电气功能。

### 6.2.4 介质绝缘强度试验

6.2.4.1 车辆的设计应能保证在一辆新的、干燥的车辆上进行温度试验和电弧切断试验后,可以立即进行该试验,试验时应断开蓄电池连接,并使用一个标称频率 50 Hz~60 Hz 的类似正弦波的交变试验电压。必要时,在温度试验后可将导电灰尘去除干净,如电动机碳刷上的灰尘。

6.2.4.2 该试验应在带电部分和车架之间使用交流电压,由最小额定功率为 500 VA 的变压器提供。

6.2.4.3 设备应能承受 1 min 如表 2 所示的交变试验电压。

表 2 试验电压

标称直流电压	交变试验电压	最大漏电流
$U \leq 60 \text{ V DC}$	500 V rms	150 mA
$60 \text{ V DC} < U \leq 120 \text{ V DC}$	1 000 V rms	150 mA
$U > 120 \text{ V DC}$	1 500 V rms	50 mA

如果需要第二遍试验,交变试验电压应减小为表 2 规定值的 80%。

试验电压下可能导致损坏的半导体或类似电子元件可以旁路或断开,试验时,5.1.5.2 中 a) 和 b) 项应断开连接。

### 6.2.5 蓄电池连接器试验

#### 6.2.5.1 连接器作为紧急切断装置使用时,超载情况下的分断试验

连接器两端分别通过一个电感系数为  $(0.5 \pm 0.05)$  mH 的电路连接至一个 120 V 直流电源。连接器应承受 1.5 倍的标称电流。电流建立后,以 0.8 m/s~1.0 m/s 的速度分离连接器以切断电流。

本试验应连续进行 5 次。这些试验完成后,检查连接器的损坏情况,然后再连接,并进行 6.2.5.4 规定的温度试验。未能正常连接或未能通过温度试验的连接器应判定为不合格。

#### 6.2.5.2 连接器作为紧急切断装置使用时,紧急情况下的分断试验

连接器两端分别通过一个电感电路连接至一个 120 V 直流电源,电感回路的阻抗时间常数为 15 ms,将被断开的电流应为额定电流的 4 倍。连接器应能消除紧急断开时产生的电弧。不必保证在此项试验结束后连接器两端仍能继续使用。

#### 6.2.5.3 介质绝缘强度试验

每个连接器在不接电缆的情况下,以下各项应能承受 2 000 V 的有效电压、频率为 25 Hz~100 Hz

的正弦交流电 1 min:

- 在主触点之间;
- 在辅助触点之间及辅助触点和主触点之间;
- 在所有触点和连接器金属部分之间(以及安装在由绝缘材料制成的外壳上的金属部分)。

6.2.5.4 连接器的温升试验

测试连接器温升,应通过以下任一 2 m 长的电缆连接:

- #6 美标线规(AWG) (美标线径 13.3 mm<sup>2</sup>,相当于国标线径 16 mm<sup>2</sup>) 50 安培;
- 16 mm<sup>2</sup> 80 安培;
- #4AWG(美标线径 21.2 mm<sup>2</sup>,相当于国标线径 25 mm<sup>2</sup>) 120 安培;
- 35 mm<sup>2</sup> 160 安培;
- 1/0AWG(美标线径 53.5 mm<sup>2</sup>,相当于国标线径 70 mm<sup>2</sup>) 175 安培;
- 95 mm<sup>2</sup> 320 安培;
- 300MCM 350 安培;
- 120 mm<sup>2</sup> 640 安培;
- 500MCM 700 安培;
- 满足连接器制造商推荐的额定电流的最大尺寸的电缆。

电缆应按照连接器制造商推荐的方法连接。试验应在标称电流及(20±5)℃环境温度条件下进行。测试应持续,直到温度恒定。主触点的温升测量应采用热电偶,或其他同等精度的方法,温升不应超过 65℃。

6.2.6 接触器试验

6.2.6.1 闭合和分断能力验证

在闭合和分断能力测试操作中,电源应具有足够的容量满足验证测试的要求,参数见表 3。电源应由一个蓄电池电源组成,该电源应具备足够的容量维持电压不低于 85%额定工作电压时的测试电流。按照表 3 的要求进行测试可以得到闭合和分断能力(“验证试验”栏)。工作线圈应在其额定电压条件下通电,连续循环试验周期为 10 s,其间最小通电时间为 0.3 s,循环次数为 50 次。试验过程中不应产生持久电弧、极柱间跳火和触点熔结现象。

试验后,清洗或维护触点后(触点不能更换),接触器应能正常工作,并且符合 6.2.6.3 的要求。

表 3 闭合和分断条件

表 述	实际工况		验证试验	
	I/A	L/R/ms	I/A	L/R/ms
种类 1 只需在故障状态下闭合和分断			6.0 × I <sub>n</sub>	15, 相对误差 ± 15%
种类 2 直接带载通断	I <sub>n</sub>	7.5, 相对误差 ± 15%	4.5 × I <sub>n</sub>	15, 相对误差 ± 15%
I —— 闭合和分断电流, 单位为安培(A); L/R —— 电路时间常数, 单位为毫秒(ms, 相对误差 L/R ± 15%); I <sub>n</sub> —— 额定工作电流, 单位为安培(A); I <sub>th</sub> —— 发热电流, 单位为安培(A)。				

6.2.6.2 表 3 种类 2 所列接触器在间歇状态下闭合和分断能力的验证

测试电路应符合 6.2.6.1 的规定。工作线圈应在其额定电压条件下通电,所用 4 个等级的循环时间和负载系数,见表 4。

主电路负载应与表 3“实际工况”栏一致。

接触器应完成至少 750 000 次循环试验,并仍符合 6.2.6.3 和 6.2.6.4 规定的操作限制范围。

表 4 各等级的占空比和循环周期

等级	占空比(负载系数)	一次开关循环周期
1	100%	8 h
2	70%	60 s
3	50%	60 s
4	25%	12 s

6.2.6.3 吸合电压范围的验证

在 6.2.6.4 规定的电压范围内,接触器应完全闭合和断开。

等级 1 的接触器应在电源供电电压为 85%~110%标称电压范围内完全闭合。

等级 2、3 和 4 的接触器应在电源供电电压为 70%~110%标称电压的范围内完全闭合。

6.2.6.4 释放电压

线圈的释放电压不应大于额定电压的 40%,并且不应小于额定电压的 5%(用过的触点)。在此范围之外的容限应依据车辆制造商和接触器供应商之间的协议。

7 使用信息

7.1 电动车辆标识基本要求

7.1.1 导线、电缆和端子

导线、电缆、端子等应有编号且应与维修手册中的电气图一致。

7.1.2 蓄电池连接器

蓄电池连接器上应设置清晰永久的产品标牌,标牌应标明如下内容:

- a) 制造商名称或商标及型号;
- b) 最大工作电压;
- c) 标称电流;
- d) 连接至蓄电池正负极的触点所对应的“+”和“-”标识,辅助触点也应标识。

7.1.3 蓄电池

蓄电池的永久标牌中应包含下列信息:

- a) 蓄电池制造商名称或供应商名称;
- b) 制造商的产品型号;

- c) 蓄电池类型;
- d) 蓄电池(蓄电池组)标称电压;
- e) 规定放电率下的电池容量(Ah);
- f) 蓄电池自重(含电解液及附加重物)。

#### 7.1.4 维护、充电和搬运

安装、维护、充电和搬运等要求的信息应包含在蓄电池和/或车辆操作手册中。

#### 7.1.5 蓄电池舱和电气外壳

用于标称直流电压超过 120 V 的车辆的蓄电池舱和电气外壳应具有符合 GB 5226.1—2008 中的 18.2 要求的永久性警告标识。

#### 7.1.6 电气图

在维修手册中应包含符合 GB 5226.1—2008 中第 19 章规定的电路图。如果车辆提供了用于辅助照明或其他用途的连接点时,应在电路图中标明。

#### 7.1.7 安全检查

安全系统的检查方法和检查周期的内容应包含在维修手册或操作手册中。

### 7.2 充电区域

#### 7.2.1 车上充电

在车上充电时,蓄电池盖应按照车辆制造商的说明打开以用于通风,确保空气流动,见 EN 50272-3。本规定不适用于在工作期间持续充电的车辆。

#### 7.2.2 指定区域充电

充电区域应有足够的通风以防止氢气的聚集。

注:蓄电池充电时,气体从所有使用电解液的二级单体和蓄电池组中生成。当这些气体散发到周围空气中,若空气中氢气容积浓度超过 4%(LEL),可能形成爆炸性混合气。

### 7.3 内燃车辆标识基本要求

#### 7.3.1 导线、电缆和端子

导线、电缆、端子等应有编号且应与维修手册中的电气图一致。

#### 7.3.2 电气图

在维修手册中应包含符合 GB 5226.1—2008 中第 19 章规定的电路图。如果车辆提供了用于辅助照明或其他用途的连接点时,应在电路图中标明。

#### 7.3.3 安全检查

安全系统的检查方法和检查周期的内容应包含在维修手册或操作手册中。

参 考 文 献

- [1] GB/T 6104—2005 机动工业车辆 术语 (ISO 5053:1987, IDT)
  - [2] ISO 3691-1, Industrial trucks—Safety requirements and verification—Part 1: Self-propelled industrial trucks, other than driverless, variable-reach trucks and burden-carrier trucks
  - [3] IEC 60227-1, Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V—Part 1: General requirements
  - [4] IEC 60245-1, Rubber insulated cables—Rated voltages up to and including 450/750 V—Part 1: General requirements
  - [5] IEC 60695-11-10, Fire hazard testing—Part 11-10: Test flames—50W Horizontal and vertical test flames methods
  - [6] IEC 60947-3, Low-voltage switchgear and controlgear—Part 3: Switches, disconnectors, switchdisconnectors and fuse-combination units
-