



中华人民共和国国家标准

GB/T 25119—2021

代替 GB/T 25119—2010

轨道交通 机车车辆电子装置

Railway applications—Electronic equipment used on rolling stock

(IEC 60571:2012, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

本标准检测机构：<http://www.jiancexinxi.com>

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 环境条件	4
4.1 通常使用条件	4
4.2 特殊使用条件	5
5 电气要求	5
5.1 电源	5
5.2 电源过电压	8
5.3 安装	8
5.4 浪涌、静电放电和电快速瞬变脉冲群抗扰度	9
5.5 电磁兼容性	9
6 可靠性、可维修性和预期的使用寿命	9
6.1 装置的可靠性	9
6.2 使用寿命	9
6.3 可维修性	9
6.4 维护等级	9
6.5 自诊断	10
6.6 自动测试装置	10
6.7 故障诊断的替代方法	10
6.8 专用测试装置和专用工具	10
7 设计	10
7.1 总则	10
7.2 硬件要求	11
7.3 软件要求	12
7.4 对装置的要求	14
8 元器件	14
8.1 采购	14
8.2 应用	15
9 制造	15
9.1 装置结构	15
9.2 元器件安装	15
9.3 电连接	16
9.4 内部(光、电)柔性连接	17
9.5 挠性印制导线	17

9.6	挠性和刚性印制板	17
9.7	印制板组件的涂覆	18
9.8	标识	18
9.9	组装	18
9.10	冷却和通风	19
9.11	材料和上漆	19
10	安全	19
10.1	总则	19
10.2	功能性安全	19
10.3	人身安全	19
11	文件编制	19
11.1	总体要求	19
11.2	文件的提供和保存	19
11.3	硬件和软件文件	19
11.4	文件编制要求	20
12	检验	22
12.1	检验分类	22
12.2	检验项目	22
13	产品标志和包装	28
13.1	标志	28
13.2	包装	29
附录 A (资料性)	供需双方之间可以达成协议的条款	30
附录 B (资料性)	装车运行试验	31
参考文献	32

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。

本文件代替 GB/T 25119—2010《轨道交通 机车车辆电子装置》，与 GB/T 25119—2010 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围：增加了适用于诊断功能的电子装置，删除了不适用的内容以及增加了残余风险相关内容(见第 1 章,2010 年版的第 1 章)；
- b) 更改了术语和定义(见 3.3、3.9、3.11、3.12、3.14、3.15 和 3.16,2010 年版的 3.3、3.9、3.11、3.12、3.14、3.15 和 3.16)；
- c) 更改了环境条件：将环境温度分为 T1~TX 等级、将湿度分为年均相对湿度和持续 30 d 相对湿度、删除了安装条件以及增加了大气污染的要求(见第 4 章,2010 年版的第 4 章)；
- d) 更改了蓄电池供电的标称电压等级选值要求(见 5.1.1.1,2010 年版的 5.1.1)；
- e) 更改了表 2 的结构及其技术内容(见 5.1.1.2,2010 年版的 5.1.1.1)；
- f) 更改了浪涌和静电放电要求：增加了电快速瞬变脉冲群抗扰度要求以及删除了浪涌等级(见 5.4,2010 年版的 5.4)；
- g) 更改了使用寿命，将使用寿命由 20 年修改为由供需双方协商确定(见 6.2,2010 年版的 6.2)；
- h) 更改了车上诊断要求：改为车上诊断和修复要求，即在线可替换单元维修或诊断时不需要移除或更换在线可替换单元中的任何部件(见 6.4.1,2010 年版的 6.4.1)；
- i) 更改了对元器件选择的要求(见 8.1.6,2010 年版的 8.1.6)；
- j) 更改了硬件和软件文件要求(见 11.3,2010 年版的 11.2)；
- k) 更改了表 3 试验项目 6、7、8 的名称(见 12.2.1,2010 年版的 12.2)；
- l) 更改了低温试验方法：按表 1 选取温度值，保温时间由 2 h 修改为不少于 2 h(见 12.2.4,2010 年版的 12.2.3)；
- m) 更改了高温试验方法：按表 1 选取温度值，超温试验修改为安装在机柜或机箱内的产品才进行(见 12.2.5,2010 年版的 12.2.4)；
- n) 增加了交变湿热试验的中间检测条件(见 12.2.6)；
- o) 更改了电源过电压的图 5 的表：删除了 $1.3U_n$ 和供电电源的要求，修改时间 D 最大值为最小值，删除了图 3(见 12.2.7,2010 年版的 12.2.6.1)；
- p) 更改了浪涌、静电放电、电快速瞬变脉冲群抗扰度试验和射频试验的具体规定，均按 GB/T 24338.4—2018 规定执行(见 12.2.8、12.2.9,2010 年版的 12.2.6.2、12.2.6.3、12.2.6.4、12.2.6.5、12.2.7、12.2.8)；
- q) 删除了绝缘试验要求的“绝缘试验已在出厂检验中做过，则在型式检验中不应重复”的规定，此规定与表 3 相矛盾(见 2010 年版的 12.2.9)；
- r) 更改了冲击和振动试验的要求：删除了冲击和振动试验的具体规定，按 GB/T 21563 规定执行(见 12.2.12,2010 年版的 12.2.11)；
- s) 更改了水密性试验为外壳防护等级试验(IP 代码)(见 12.2.13,2010 年版的 12.2.12)；
- t) 更改了装车运行试验内容为附录 B(见附录 B,2010 年版的 12.2.15)。

本文件使用重新起草法修改采用 IEC 60571:2012《轨道交通 机车车辆电子装置》。

本文件与 IEC 60571:2012 相比做了下述结构调整：

- 删除了 IEC 60571:2012 的 10.2;
- 10.2 对应 IEC 60571:2012 的 10.3;
- 10.3 对应 IEC 60571:2012 的 10.4;
- 增加了第 13 章;
- 增加了附录 B。

本文件与 IEC 60571:2012 相比存在较多技术性差异,在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(∟)进行了标示。这些技术性差异及其原因如下:

- 更改了适用范围,增加了适用于诊断功能的电子装置和发电机供电方式,后面文本中有诊断功能,同时我国内燃机车采用发电机供电,因此需要补充(见第 1 章)。
- 关于规范性引用文件,本文件做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用修改采用国际标准的 GB/T 1402 代替 IEC 60850(见 5.1.4)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.1 代替 IEC 60068-2-1(见 12.2)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.2 代替 IEC 60068-2-2(见 12.2)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.4 代替 IEC 60068-2-30(见 12.2)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4208 代替 IEC 60529(见 9.9)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 6988.1 代替 IEC 61082(所有部分)(见 11.4.5)。
- 用修改采用国际标准的 GB/T 24338.4—2018 代替 IEC 62236-3-2:2008(见 5.4、5.5 和 12.2)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 18290.2 代替 IEC 60352-2(见 9.3.3)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 19001 代替 ISO 9001(见 7.1.1、7.3.1、8.1.2 和 11.1)。
- 用等同采用国际标准的 GB/T 19520.12 代替 IEC 60297(见 9.1.4)。
- 用修改采用国际标准的 GB/T 21563 代替 IEC 61373(见 4.1.3、12.2.12)。
- 用修改采用国际标准的 GB/T 32347.1—2015 代替 IEC 62498-1:2010(见 4.1.1、4.1.4)。
- 增加了规范性引用文件 TB/T 3213(见 4.1.1)。
- 增加了规范性引用文件 GB/T 21413.1(见 5.1.1.1)。
- 删除了规范性引用文件 IEC 61124(见 6.1.2)。
- 用 GB/T 4728(所有部分)代替 IEC 60617(见 11.4),两项标准各部分之间的一致性程度如下:

- ◆ GB/T 4728.1—2018 电气简图用图形符号 第 1 部分:一般要求(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.2—2018 电气简图用图形符号 第 2 部分:符号要素、限定符号和其他常用符号(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.3—2018 电气简图用图形符号 第 3 部分:导体和连接件(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.4—2018 电气简图用图形符号 第 4 部分:基本无源元件(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.5—2018 电气简图用图形符号 第 5 部分:半导体管和电子管(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.6—2008 电气简图用图形符号 第 6 部分:电能的发生与转换(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.7—2008 电气简图用图形符号 第 7 部分:开关、控制和保护器件(IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.8—2008 电气简图用图形符号 第 8 部分:测量仪表、灯和信号器件

- (IEC 60617 database, IDT);
- ◆ GB/T 4728.9—2008 电气简图用图形符号 第9部分:电信 交换和外围设备 (IEC 60617 database, IDT);
 - ◆ GB/T 4728.10—2008 电气简图用图形符号 第10部分:电信 传输 (IEC 60617 database, IDT);
 - ◆ GB/T 4728.11—2008 电气简图用图形符号 第11部分:建筑安装平面布置图 (IEC 60617 database, IDT);
 - ◆ GB/T 4728.12—2008 电气简图用图形符号 第12部分:二进制逻辑元件 (IEC 60617 database, IDT);
 - ◆ GB/T 4728.13—2008 电气简图用图形符号 第13部分:模拟元件 (IEC 60617 database, IDT)。
- 用 GB/T 5080 (所有部分) 代替 IEC 60030-3-5 和 IEC 60605 (所有部分) (见 6.1.2), GB/T 5080 与国际文件各部分之间的一致性程度如下:
 - ◆ GB/T 5080.1—2012 可靠性试验 第1部分:试验条件和统计检验原理 (IEC 60300-3-5:2001, IDT);
 - ◆ GB/T 5080.2—2012 可靠性试验 第2部分:试验周期设计 (IEC 60605-2:1994, IDT);
 - ◆ GB/T 5080.4—1985 设备可靠性试验 可靠性测定试验的点估计和区间估计方法 (指数分布) (neq IEC 60605-4:1978);
 - ◆ GB/T 5080.5—1985 设备可靠性试验成功率的验证试验方案 (idt IEC 60605-5:1982);
 - ◆ GB/T 5080.6—1996 设备可靠性试验 恒定失效率假设的有效性检验 (idt IEC 60605-6:1989);
 - ◆ GB/T 5080.7—1986 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案 (idt IEC 60605-7:1978)。
- 增加了海拔不超过 1 400 m 的要求, 以及超出 1 400 m 时工频耐受电压的海拔修正系数 K , 要求, 以适应我国国情 (见 4.1.1)。
- 增加了低温存放的要求, 即允许在不低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境温度下存放, 以适应我国国情 (见 4.1.2)。
- 更改了表 1 中 T6、TX 的环境温度, 以适应我国国情 (见 4.1.2)。
- 更改了电压等级选取要求, 72 V 改为 74 V, 建议选取 24 V、74 V、110 V, 以适应我国国情 (见 5.1.1.1)。
- 更改了元器件采购要求, 以适应我国国情 (见 8.1.3)。
- 增加了装置尺寸结构要求, 即建议采用高度为 3U 和 6U, 长度为 160 mm 或 220 mm 的印制板, 以适应我国国情 (见 9.1.4)。
- 增加了重做型式检验条件: 经常生产的定型产品每五年应进行一次型式检验, 修改“停产五年以上恢复生产”为“停产三年以上恢复生产” (见 12.1.2)。
- 增加了低温试验降温时间要求, 以适应我国国情 (见 12.2.4)。
- 更改了高温试验 B_d 为试验 B_e , 以适应我国国情 (见 12.2.5)。
- 增加了高温试验升温时间要求, 以适应我国国情 (见 12.2.5)。
- 更改了中间检测为“性能检测应在第 2 个周期开始的升温时进行 (装置在 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 出现凝露期间)”, 明确检测的具体时间, 使之具有较好的再现性 (见 12.2.6)。
- 删除了“绝缘试验已在出厂检验中做过, 则在型式检验中不应重复”的规定, 此规定与表 3 相矛盾 (见 12.2.10.1)。
- 增加了冲击和振动试验的验收要求, 以适应我国国情 (见 12.2.12)。

- 更改了水密性试验为外壳防护等级试验(IP 代码),以适应我国国情(见 12.2.13)。
- 增加了第 13 章,即产品标志和包装要求,符合电子装置出厂需要(见第 13 章)。

本文件做了下列编辑性改动:

- 增加了可达成协议的条款(见第 1 章);
- 更改了 5.1.1.2 的部分正文为表格形式(见 5.1.1.2);
- 删除了试验方法的要求(见 5.4、5.5);
- 增加了图 1、图 2 和图 3(见 5.1.1.2、5.1.2);
- 增加了“可维修性”中的注(见 6.3);
- 更改了图 4 中二进制表示符号,原文错误(见 7.2.1);
- 增加了“尺寸要求”中的注(见 9.1.4);
- 更改了试验项目列表中“*”为“√”,表示选择(见 12.2.1);
- 更改了水的电阻率,将电阻率改为电导率,目前均采用电导率表示方式(见 12.2.6);
- 更改供需双方可达成协议的条款为表格的形式(见附录 A);
- 增加了资料性附录“装车运行试验”(见附录 B);
- 更改了参考文献。

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。

本文件由国家铁路局提出。

本文件由全国牵引电气设备与系统标准化技术委员会(SAC/TC 278)归口。

本文件起草单位:中车株洲电力机车研究所有限公司、中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、中车大同电力机车有限公司、中车大连机车研究所有限公司。

本文件主要起草人:王秋华、谭伟珍、陈灿、田庆、李先岭、殷培强、梁镇中、王瑞。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 2010 年首次发布为 GB/T 25119—2010;
- 本次为第一次修订。

轨道交通 机车车辆电子装置

1 范围

本文件规定了安装在轨道交通机车车辆上的电子装置的使用、设计、制造和试验要求,以及装置耐久和可靠所需具备的软、硬件基本要求。如果合适,在其他标准或规范中的附加要求可作为本文件的补充要求。本文件双方可协商达成协议的条款见附录 A。

本文件适用于安装在轨道交通机车车辆上的所有控制、调节、保护、诊断、供电等电子装置,这些装置可由车上蓄电池或发电机供电,也可由直接或间接与接触网相连的低压电源(变压器、分压器、辅助电源)供电。

在实际应用中为确保功能安全等级所需的特殊要求由 GB/T 21562—2008 中的 4.6.3.1、4.6.3.2 及附录 A 确定。

当仍然存在残余风险,并且需由软件驱动的可编程电子系统执行时,考虑软件安全完整性等级 1 级或更高级,见 GB/T 28808—2021。

在本文件中,电子装置(以下简称“装置”)是指以半导体器件和其他通用元器件为主组成的装置,这些元器件通常安装在印制板上。

注:本文件也适用于传感器(如电流、电压、速度等)和电力电子装置触发板,成套触发装置见 GB/T 25122.1。

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 1402 轨道交通 牵引供电系统电压(GB/T 1402—2010, IEC 60850:2007, MOD)

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温(GB/T 2423.1—2008, IEC 60068-2-1:2007, IDT)

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 B:高温(GB/T 2423.2—2008, IEC 60068-2-2:2007, IDT)

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db 交变湿热(12 h+12 h 循环)(GB/T 2423.4—2008, IEC 60068-2-30:2005, IDT)

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)(GB/T 4208—2017, IEC 60529:2013, IDT)

GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号[IEC 60617(所有部分)]

GB/T 5080(所有部分) 设备可靠性试验[IEC 60030(所有部分)]

GB/T 6988.1 电气技术用文件的编制 第 1 部分:规则(GB/T 6988.1—2008, IEC 61082-1:2006, IDT)

GB/T 18290.2 无焊连接 第 2 部分:压接连接 一般要求、试验方法和使用导则(GB/T 18290.2—2015, IEC 60352-2:2006, IDT)

GB/T 19001 质量管理体系 要求(GB/T 19001—2016, ISO 9001:2015, IDT)

GB/T 19520.12 电子设备机械结构 482.6 mm(19 in)系列机械结构尺寸 第 3-101 部分:插箱及其插件(GB/T 19520.12—2009, IEC 60297-3-101:2004, IDT)

GB/T 21413.1 轨道交通 机车车辆电气设备 第1部分：一般使用条件和通用规则 (GB/T 21413.1—2018, IEC 60077-1:2017, MOD)

GB/T 21562—2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例 (IEC 62278:2002, IDT)

GB/T 21563 轨道交通机车车辆设备 冲击和振动试验 (GB/T 21563—2018, IEC 61373:2010, MOD)

GB/T 24338.4—2018 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备 (IEC 62236-3-2:2008, MOD)

GB/T 32347.1—2015 轨道交通 设备环境条件 第1部分：机车车辆设备 (IEC 62498-1:2010, MOD)

TB/T 3213 高原机车车辆电工电子产品通用技术条件

ISO 9003 软件工程 ISO 9001:2008 应用于计算机软件的准则 (Software engineering—Guidelines for the application of ISO 9001:2008 to computer software)

IEC 60352-1 无焊连接 第1部分：无焊绕接一般要求、试验方法和使用指南 (Solderless connections—Part 1: Wrapped connections—General requirements, test methods and practical guidance)

IEC 61188(所有部分) 印制板和印制板组件 设计和使用 (Printed boards and printed board assemblies—Design and Use)

IEC 61249-2-7 印制板和其他互连结构用材料 第2-7部分：包被和非包被增强基材 规定了易燃性的环氧编织 E 级层压板 (垂直燃烧试验) [Materials for printed boards and other interconnecting structures—Part 2-7: Reinforced base materials, clad and unclad—Epoxy woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad]

IEC 61249-2-22 印制板和其他互连结构用材料 第2-22部分：包被和非包被增强基材 经改性的非卤化环氧编织 E 级层压板 (垂直燃烧试验) [Materials for printed boards and other interconnecting structures—Part 2-22: Reinforced base materials clad and unclad—Modified non-halogenated epoxy woven E-glass laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad]

IEC 62326(所有部分) 印制板 (Printed boards)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

印制板 printed board

可分割成各种尺寸的基板材料。

注1：包括全部的孔，至少具有一种导电类型。

注2：印制板通常按结构 (如单、双面板或多层板) 或基板材料的性质 (如刚性或挠性) 划分。

3.2

印制板组件 printed board assembly

装有电气和机械元器件、附属印制板且已完成焊接、涂覆等生产工序的印制板。

3.3

插件 plug-in unit

插入插件箱、由导轨支持的各种单元。

注：如盒式单元或装在框架内的一块印制板组件，设计成插入式连接。

3.4

插件箱 subrack

安装印制板组件、插件的结构单元。

3.5

机箱 rack

可拆换或固定的构架,用于安装电气或电子装置。

注:如插件箱。

3.6

机柜 cubicle

用于安装电气、电子装置的封闭体。

3.7

在线可替换单元 line replaceable unit

车上故障诊断之后用作替换的单元。

注:如插件箱或插件。

3.8

性能检测 performance check

在环境试验期间及之后进行的简短型性能试验,该试验足够验证装置已经受环境试验且能正常工作。

3.9

控制系统电源 control system voltage supply

给机车车辆控制装置供电的电源。

注:该电源可以是车上的蓄电池。蓄电池可由电子调节的蓄电池充电机、辅助逆变器和交流电动发电机组或直流电动发电机组来充电。当控制系统由蓄电池供电时,控制系统的标称电压由 5.1 规定。未装蓄电池的,则控制系统标称电压为该电压的正常值。

3.10

车内布线 vehicle wiring

能与控制系统电源连接的所有布线,以及装置的所有外部连线。

3.11

电源过电压 supply overvoltage

由电源控制装置引起的、对控制系统电源的电气干扰,其表现为控制系统电压的增加。

3.12

浪涌 surge

两个稳态之间非周期的且较短暂的、或正或负或两者都存在的电压或电流。

注:它可能由车内装置的正常操作而产生,一般是在感性电路投入、切除时由于电能释放而引起。浪涌可能出现在控制系统电源上或与投入、切除的感性电路直接相连的线路中,或从这些线路通过静电或电磁方式耦合到其他线路中。瞬态的源阻抗有效值取决于其产生和耦合的方式。

3.13

电快速瞬变脉冲群 burst

在一定的时间间隔内发生的重复脉冲。

注:它可能发生在机车车辆正常运行期间,一般是由不稳定的电弧状态引起的。

3.14

失效 failure

产品丧失完成规定功能能力的事件。

注 1:暂时性的误动作不视为失效,如以下情况:

- a) 误动作之后能自动恢复而不影响正常工作；
- b) 对机车乘务人员而言，误动作不明显，如故障指示灯不亮。

注2：装置的一处发生暂时性误动作可能引起与之相连的另一处产生相应失效。

3.15

损伤 damage

机械完整性的变化或可见的外观改变。

3.16

使用寿命 useful life

在规定的条件下，从规定时刻开始，到故障率不可接受，或部件因为故障或其他相关因素而认为不可修复的结束时刻的时间间隔。

注：可修复部件的使用寿命可能因失效不可修复而终止。

4 环境条件

4.1 通常使用条件

4.1.1 海拔

正常工作时海拔不超过 1 400 m。

超过此值时应由供需双方按 GB/T 32347.1—2015 中 4.2 的规定值协商确定，工频耐受电压的海拔修正系数 K 。按 TB/T 3213 执行。

4.1.2 环境温度

在按表 1 选取的温度等级下，装置的设计和制造应满足规定的全部性能要求。设计时应考虑柜体内的温升，以确保装置不超过规定的温度等级。另外，装置应符合规定的短时启动的热态条件，选取表 1 中第 3 列规定的温度值。

表 1 环境温度

等级	1 列	2 列	3 列	4 列
	车外环境温度 ℃	柜体内部温度 ℃	柜体内部超温持续 10 min ℃	印制板组件周围空气温度 ℃
T1	-25~+40	-25~+55	+15	-25~+70
T2	-40~+35	-40~+55	+15	-40~+70
T3	-25~+45	-25~+70	+15	-25~+85
T4	-10~+40	-10~+70	+15	-10~+85
T5	+5~+45	+5~+70	+15	+5~+85
T6	-20~+55	-20~+75	*	-20~T*
TX	-40~+50	-40~+75	+15	-40~+85

注：为确保装置适宜的最低和最高环境温度，在装置内通常需要热设计；供应商可从两种温度等级中选择柜体内部温度值。

* 该高温值可由供需双方协商确定，并考虑高温对部件的寿命和可靠性的影响，以及热设计成本等。

装置应允许在不低于 -40 ℃ 环境温度下存放。

对于外围装置(如传感器等),或分散式结构的装置,如果超出上述环境温度范围,设计时应采用装置安装位置的实际温度。

应考虑通过隧道时外部环温的迅速变化。此时外界温度变化率应定为 $3\text{ }^{\circ}\text{C/s}$,最大变化值为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.3 冲击和振动

装置应能承受使用时的冲击和振动而无性能退化或功能失常。

装置应能通过 12.2.12 中的冲击和振动试验,以验证在使用条件下具有规定的使用寿命,装置应按实际方式固定并采取防振措施。

在实际使用过程中,冲击和振动的典型值见 GB/T 21563。

4.1.4 相对湿度

GB/T 32347.1—2015 表 2 中的温度等级 T1~TX 对应的相对湿度范围作为装置设计的基础。

装置应按 4.1.2 中规定的外界环温相对应的湿度应力(限值)进行设计:

- a) 年均相对湿度不大于 75%;
- b) 1 年中持续 30 d 的相对湿度为 95%。

此外,冷凝水不应导致性能退化或功能失常。

对于外围装置(如传感器等),或分散式结构的装置,如果超过上述湿度应力,设计时应采用该装置安装位置的实际湿度。

4.2 特殊使用条件

4.2.1 总体要求

当使用条件与 4.1 有差别(如装置安装在转向架上或电力变流器内)时,应由供需双方协商决定采取特殊措施。为了验证这些措施的效果,可以规定选择性试验项目,按供需双方确定的方法,在试验室或机车车辆上进行试验。

4.2.2 大气污染

装置在其寿命期内可能暴露在多种污染物(如油雾、盐雾、导电尘埃、二氧化硫)中,这些污染物的类型及其浓度应由供需双方协商确定。

5 电气要求

5.1 电源

5.1.1 由蓄电池供电

5.1.1.1 总体要求

装置的标称电压(U_n)应从下列数值中选取:24 V、32 V、36 V、48 V、64 V、74 V、87 V、96 V 和 110 V。

宜选取 24 V、74 V 和 110 V。

不同的电压变化范围可由供需双方按照 GB/T 21413.1 的规定协商确定。

注:这些标称电压值只作为装置设计的标准值,不视为蓄电池的空载电压;蓄电池的空载电压由蓄电池类型、单体电池数量、运营条件综合考虑确定。

5.1.1.2 电源电压的变化

由蓄电池供电的装置,应在表 2 的所有供电电压(在装置输入端测量)下正常工作。
装置的供应商应指明其功耗以便于计算蓄电池电缆配线。

表 2 由蓄电池供电的装置的供电电压

供电电压	蓄电池供电
最低电压	kU_n
标称电压	U_n
额定电压	$1.15U_n$
最高电压	$1.25U_n$
不超过 0.1 s 的电压波动不应引起功能异常	$0.6U_n \sim 1.4U_n^a$
不超过 1 s 的电压波动不应引起损伤,允许功能降级	$1.25U_n \sim 1.4U_n^b$
注:由铅酸蓄电池供电的 k 值可取 0.7,其他供电方式装置(如超级电容)的 k 值由供需双方协商确定。	
^a 见图 1。	
^b 见图 2。	

内燃机供电的机车车辆的情况同时也应符合 5.1.1.4 的规定。

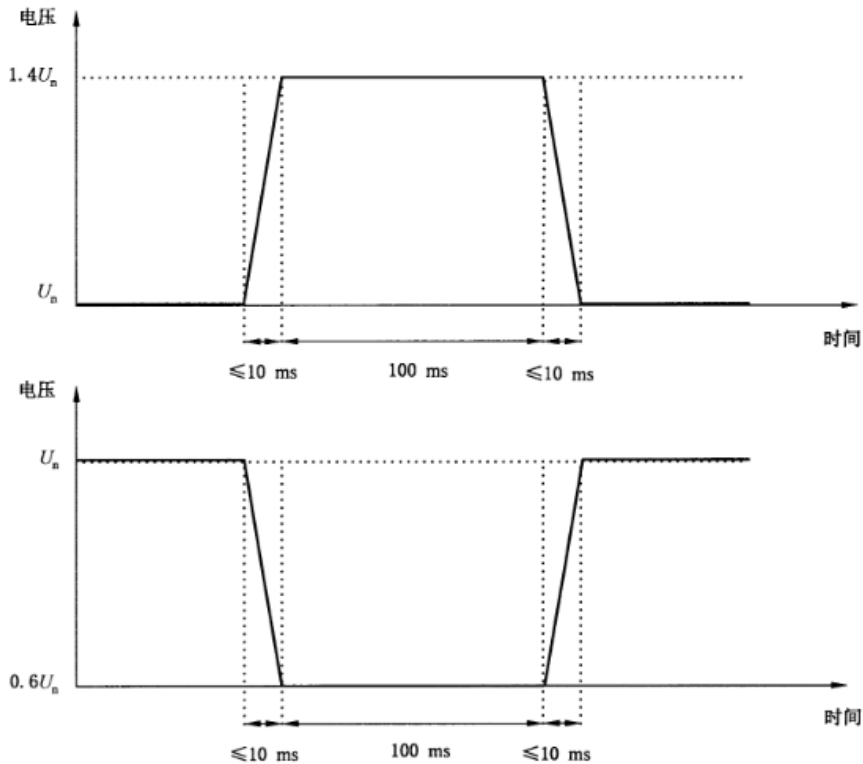


图 1 0.1 s 电压波动示意图

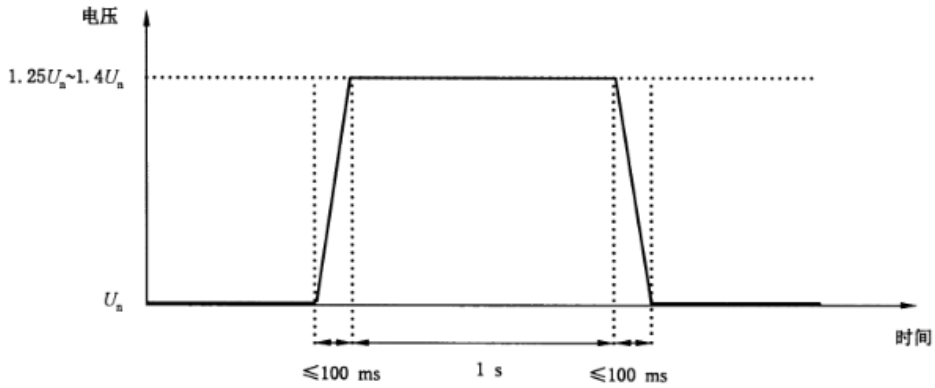


图 2 1 s 电压波动示意图(蓄电池供电)

5.1.1.3 电源中断

输入电压中断 10 ms 以下时定义如下：

- a) S1 级：无中断；
- b) S2 级：中断 10 ms。

这种中断不应引起装置的任何失效。规定的时间是针对标称电压而言，级别应由系统设计者选择。

5.1.1.4 由内燃机供电的机车车辆上的电源变化

电源系统的设计应保证由内燃机供电的机车车辆在整个起动过程中对主要的装置供电。

5.1.1.5 直流纹波因数

充电时，所有蓄电池均存在脉动电压。除非另有规定，其直流纹波因数应按公式(1)计算，一般不应大于 15%。

$$r = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- r ——直流纹波因数；
 - U_{\max} ——脉动电压的最大值，单位为伏特(V)；
 - U_{\min} ——脉动电压的最小值，单位为伏特(V)。
- 最低电压和最高电压不应超过 5.1.1.2 的规定。

5.1.2 由静止变流器或旋转机组供电

对于由稳定电源(如静止变流器或带调整器的旋转电动发电机组)供电的装置，供电电压在 $0.9U_n \sim 1.1U_n$ 之间时，装置应工作良好，其中 U_n 是直流或交流标称电压。

装置运行时，允许有 $0.7U_n \sim 1.25U_n$ 之间、不超过 1 s 和 $0.6U_n \sim 1.4U_n$ 之间、不超过 0.1 s 的电压波动。

0.1 s 的电压波动见图 1，1 s 的电压波动见图 3。

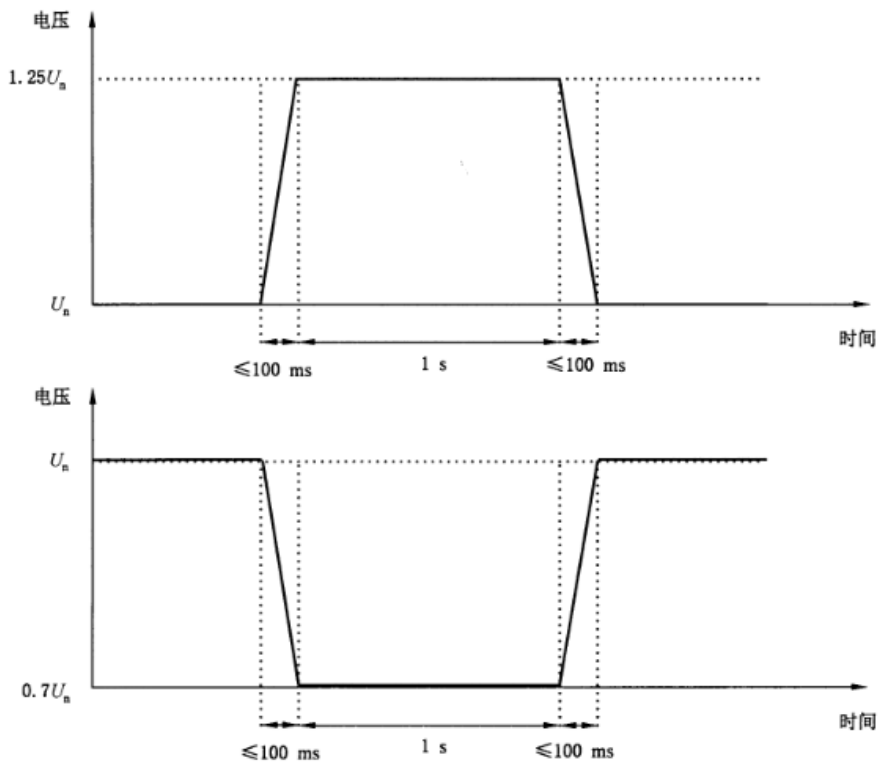


图3 1 s 电压波动示意图(静止变流器或旋转机组供电)

5.1.3 电源转换

对于由蓄电池和稳定电源(直流)交替供电的装置,在 5.1.1.1、5.1.1.2、5.1.1.5 和 5.1.2 规定的条件下,电源转换时该装置应能正常工作。

C1 级: $0.6U_n$ 时持续时间 100 ms(无中断)。

C2 级: 供电中断 30 ms。

5.1.4 由架空线或第三轨供电

对于由架空线或第三轨直接供电的装置(如自启动静止变流器的电子控制装置),在 GB/T 1402 规定的供电电压下装置应能正常工作。

5.2 电源过电压

装置中,与控制系统电源相连的所有连接线都应能承受:

- a) 5.1.1.2、5.1.2 中规定的电源过电压;
- b) 按 12.2.7 的规定施加的电源过电压。

可认为过电压是由控制系统电源的回流电能产生的,对于过电压出现前后的控制系统电压,过电压表现为一个增量,与控制系统电源的相反极性的过电压不需要考虑。

大于 $1.25U_n$ 、时间超过 0.1 s 的电源过电压可认为仅在控制系统电源失效时才出现。

5.3 安装

应用单独导体使装置与供电电源尽可能直接相连,该导体应只用于向电子电路供电。

装置的安装应尽量减小外界电气干扰的影响。

对电气干扰源应加以抑制。

如果车上的蓄电池有一个极连至车体,应对此加以说明。

由几个供应商同时供货的装置,有公共线直接相连时,应约定一个等电位的参考点。

5.4 浪涌、静电放电和电快速瞬变脉冲群抗扰度

所有装置均应符合 GB/T 24338.4—2018 规定的浪涌、静电放电和电快速瞬变脉冲群抗扰度试验要求。

5.5 电磁兼容性

应使装置不受传导干扰或辐射干扰的不利影响,符合 GB/T 24338.4—2018 的规定,装置产生的射频骚扰不应超出 GB/T 24338.4—2018 规定的等级。

6 可靠性、可维修性和预期的使用寿命

6.1 装置的可靠性

6.1.1 预期的可靠性

用户可以要求供应商提供可靠性数据或满足用户的可靠性指标。供需双方应按共同认可的标准商定计算的方法。

6.1.2 可靠性的验证

用户规定了可靠性等级时,应进行下列操作:

- a) 仔细监测装置性能;
- b) 供需双方协商记录装置执行的所有操作;
- c) 为论证装置的可靠性等级,在共同认可的期限(里程或使用小时)结束后,应提供缺陷分析报告,指明更换的元器件(元器件代号、型号、制造商、生产批号、里程和/或工作小时等)、故障的定义和原因(设计的弱点、软件、元器件问题等);
- d) 为了表明装置满足规定的可靠性要求,应对装置进行可靠性评估,可采用 GB/T 5080(所有部分)作为指南;
- e) 合同中应说明具体的可靠性评估程序。

6.2 使用寿命

装置的使用寿命应由供需双方协商确定。

当供应商打算采用的元器件其寿命短于装置使用寿命时,应由供需双方商定这些元器件的使用和定期更换程序。

6.3 可维修性

除非另有协定,装置的设计一般应做到无需定期维修。

如有特殊维修要求,应由供需双方协商确定。

应能够单独测试印制板组件、插件箱。

此外,装置供应商应说明应和不应的维修程序。

6.4 维护等级

6.4.1 车上诊断和修复

供需双方应商定车上故障诊断后互换单元的性质(如插件箱或插件)。这些单元称为在线可替换单

元,在设计时应考虑容易互换。

供需双方应商定维修过程中如何使用所需专用工具。

在装置设计时,应考虑能够按测试说明用便携式测试装置或自诊断装置查出有故障的在线可替换单元。

此级别维修或诊断时不应移除或更换在线可替换单元的任何部件。

6.4.2 地面诊断和修复

在装置设计时,应考虑能够由检修中心的专业人员按测试说明使用测试装置来全面诊断和证实各种装车装置的性能。

装置结构应保证诊断和修复时易于接近,且对部件或配线不造成损伤或过度干扰。

此外,印制板组件应留有测试位置(如测试孔、测试点等),以便于诊断和修复。

6.5 自诊断

应使用指示器显示输入数据、输出数据、主要控制功能、电源等状态,以帮助诊断维修。

自检程序应能清楚地指示装置的运行状态。

用于测试而不是监控的自诊断装置应有适当的联锁,以免在非测试状态下干扰装置的正常工作。

自诊断所用的额外部件不应显著影响装置可靠性,且在可靠性计算中应予以考虑。

6.6 自动测试装置

用户可以要求使用一种专用自动测试装置在车上或地面查找故障部位。

需要时,用户应提出测试装置的详细要求和与车上装置的接口,如(地面修复用)针孔或导向探针或(车上诊断用)装置连接器。

允许拔除不影响装置功能的插件,以便于连接自动测试装置。

6.7 故障诊断的替代方法

供应商也可以向检修中心提供开发和测试车载装置时所用的测试装置,作为替代的故障诊断方法。

6.8 专用测试装置和专用工具

使用专用工具而不是现成的工业用工具时,应事先得到用户的同意。用户正规维修程序需要专用测试装置、专用工具时,应向用户提供此装置或提供详细的采购规范。

测试装置可不执行本文件。

7 设计

7.1 总则

7.1.1 质量管理

整个设计应按 GB/T 19001 的要求或等效的质量体系进行。应对整个设计过程进行跟踪和评审。

用户招标评估时,如果需要详细了解该过程,应在标书中提出。

特别要注意 GB/T 19001 隐含的要求,即系统的所有硬件和软件设计均应按照明确规定的功能和接口技术条件进行。

7.1.2 寿命周期

整个设计应按照质量计划中的寿命周期模型来进行。

7.2 硬件要求

7.2.1 接口

所有接口都应使装置满足电磁兼容性、电位差和人身安全等方面的要求,并控制因外部故障而引起的失效扩散。

用户可以指定采用电路隔离的方法来满足上述要求,在这种情况下,应在招标时说明其要求和范围。

电磁兼容性(EMC)的不同区域的系统接口示例见图4。

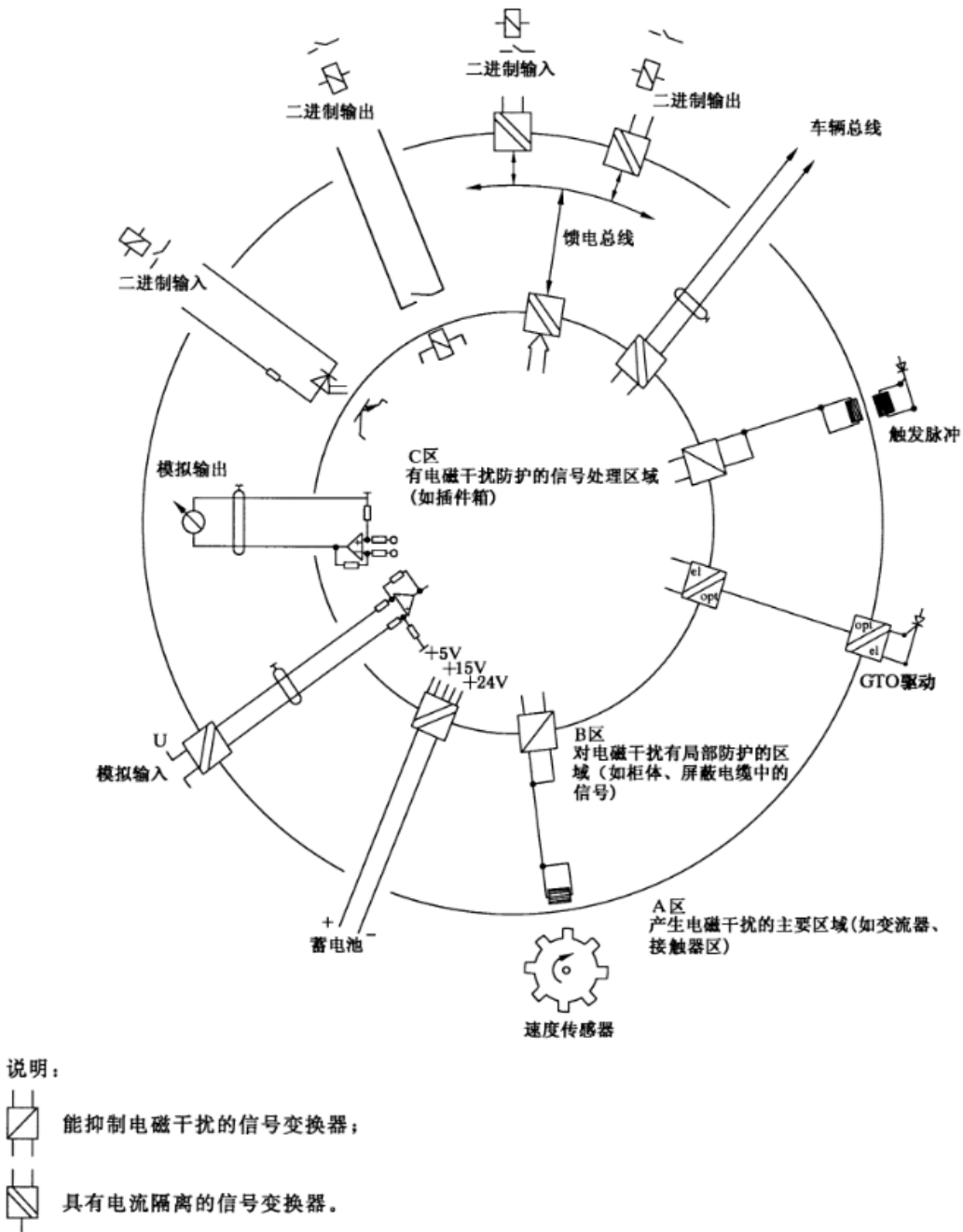


图4 具有典型的EMC区域A、B、C的系统接口

7.2.2 故障保护

引出电缆的定额至少要达到该电路保护装置的电流限值。

装置应进行保护以防止外来故障(如短路或开路)的影响。向装置供电的可调电源装置应有限流措施以减少使用熔断器。如果用户不想在装置内部使用熔断器,应在招标时说明。在输出电路中接有跳闸式保护装置时,短路时的有效电流应足以使之动作。此外,人为复位的装置应易于接近。

保护装置应尽量使装置内部火灾危害减至最小。

7.2.3 电源接地

电路隔离的电源装置,其输出不应浮动。当该输出不是以某一电源(如蓄电池或电压源)作为基准时,可将电源的一根母线接到车底架上或规定的接地点。对接地点和接地方式应作出规定并经双方认可。

7.2.4 互换性

系统中每个印制板组件,在功能上应完整,并能与同一功能的其他单元互换,在板插入系统之后硬件无需重新校准。

7.2.5 供电电压的降低

供电电压处于或低于规定下限时,不论电压变化率如何,装置均不应损伤。此外,装置不应产生错误的输出从而导致其他装置的失效。

7.2.6 极性反向

为防止损伤装置,应采取电气或机械措施确保对电源极性反向的保护。

7.2.7 瞬态起动电流

装置设计时,应考虑通电时可能产生的瞬态起动电流,使保护装置不动作,而且不发生损伤。

7.2.8 备用容量

在装置寿命周期内,如果用户要求留有裕量[如备用输入、备用输出、中央处理单元(CPU)负荷等],以便于系统的扩充或修改,应由供需双方协商确定,设计过程中就应考虑这些要求。

7.3 软件要求

7.3.1 一般要求

采用 GB/T 19001 的软件应符合 ISO 90003 的规定。

配置管理应贯穿于整个寿命周期,包括全部软件及其研制和维护工具,寿命周期内的各项事宜和软件研制文件的编制均应包括在内。软件研制应按内容分阶段进行,应记录与软件设计有关的所有信息,最小阶段及其所需文件如下:

- a) 软件要求阶段:此阶段应收集软件的所有要求并编写在软件要求规范中,包括系统与外部环境的接口和与其他软件的接口;
- b) 软件设计阶段:此阶段应将软件确定结构、划分模块、编写代码,以确保各部分符合软件要求规范。此外,还应考虑 7.3.2 的规定;
- c) 软件测试阶段:此阶段包括软件每个层次的测试,以确保其正确性且符合规范,测试结果应作

记录；

- d) 软硬件集成测试:此阶段应对硬件和软件进行集成和测试,以确保符合系统要求(如软件要求规范),测试结果应作记录;
- e) 软件维护阶段:软件修正、改版或升级时不应降低其可靠性,应确定方法并形成文件。

7.3.2 软件设计方法

7.3.2.1 总体要求

除非有其他成文的并经用户同意的可替代方法,否则应采用下列方法。

注:相关内容见 GB/T 28808—2021 附录 C。

7.3.2.2 模块化

可将复杂软件分解成独立的小段,其中包括限定模块大小和确定接口等。

7.3.2.3 成熟的编译程序

应采用经过实践验证的编译程序,以免在软件包研制、检验和维护过程中因编译程序的问题而造成麻烦。

7.3.2.4 记录

开发软件时,应记录全部数据、决定和方法以便于验证、确认、评定和维护。

7.3.2.5 结构法

结构法着眼于在产品寿命初期提高软件研制的质量。该方法按逻辑顺序和结构,通过准确直观的(计算机辅助的)步骤和符号来说明必要的要求和执行特征。

7.3.2.6 设计和编码方法

设计和编码时,应确保设计文件和生成代码格式的一致性,并采用整体程序设计和标准设计方法。

7.3.2.7 结构程序的编制和分析

程序的设计和执行应便于程序分析。在分析的基础上,应可以全面测试程序性能。

7.3.2.8 编程语言

所选用的编程语言应便于代码的检验和程序的开发、验证、维护。

7.3.2.9 成熟的技术

应采用成熟的技术,例如:

- a) 概略的方法:
 - 1) 逻辑/功能框图;
 - 2) 程序流程图;
 - 3) 数据流程图;
 - 4) 判定/真值表。
- b) 测试方法:
 - 1) 边界值分析;

- 2) 等效级别和输入分区测试;
- 3) 过程模拟。

7.4 对装置的要求

7.4.1 总体要求

装置应具备以下特点,以便在各种条件下运行。

7.4.2 存储器检验

通电和初始化过程中,装置应进行检测,以确认:

- a) 所需存储器齐全且正常;
- b) 分布在单个集成电路或印制板组件中的所有程序存储器,功能上应是兼容的。

存储器与相应的印制板组件、组件与相应插件箱的对应关系,应采用内部编码或在装置壳体上标明。所用的方法应向用户说明。

7.4.3 自检

装置的自检功能应尽可能在每次初始化时验证系统是正常的。如果自检失败,应尽可能提供诊断信息,有效地指示故障范围。可能的话,系统应进入恢复状态。

7.4.4 程序监控

装置应具备程序监控功能,在软件运行失效时(如因异常瞬态干扰而使软件进入死循环时)进入恢复状态。

7.4.5 出错指示

检测到出错时,处理器应先对该事件进行记录或指示,然后进入恢复状态。

7.4.6 恢复

装置应尽可能自动从故障或出错状态中恢复而不影响正常的功能。此时,处理器可能要重新初始化。如果某些状态不能恢复或不能安全恢复时,供应商应说明此时强行恢复对装置的影响。

8 元器件

8.1 采购

8.1.1 所有元器件都应符合有关元器件功能和物理参数的详细规范。

8.1.2 采用的所有元器件都应按照 GB/T 19001 或其他等效质量体系的要求来生产。

8.1.3 上述元器件规范应与以下的一项标准或文件一致:

- a) 国家标准或行业标准;
- b) 国际性标准或规范;
- c) 元器件供应商的规范;
- d) 装置供应商的规范。

对于 c)和 d),应尽可能采用 a)。

8.1.4 除 8.1.5 的情况外,应采用能由多个供应商供货的元器件,本文件中,“多个供应商供货”指按照 8.1.1 的规范在安装尺寸和功能方面能完全互换。

8.1.5 需采用独家供货的元器件时,供应商在投标时应提请用户注意。

8.1.6 选择元器件及其系列时,应尽可能考虑到在装置投入使用以后能长期供货,至少保证在 6.2 规定的装置使用寿命的 1/2 周期内。采取这些预防措施后,如果仍有某些元器件在装置供货合同期内采购不到,装置供应商应通知用户并提供其他代用办法。

8.1.7 对于专用元器件,如定做的混合电路和专用集成电路,应提供准确详尽的规范以便能按此再设计或从其他供应商获得可以完全互换的器件。

8.2 应用

8.2.1 所有元器件均应适合于实际应用并满足本文件的各项要求(如环境、质量、预期的寿命等)。

8.2.2 对于从未在轨道交通上应用过的元器件或工艺,用户可以要求证实这些元器件或工艺符合本文件的要求。

8.2.3 所有元器件都应满足以下要求:

- a) 符合元器件供应商的基本规范;
- b) 不致降低装置寿命或性能。

8.2.4 应由供应商负责选择元器件的温度范围、降额、装配和屏蔽等。如果在投标时用户要求,供应商应(通过计算或其他方式)证明元器件满足本文件的所有要求,尤其是第 6 章中的装置可靠性和寿命要求。元器件的预期寿命不宜低于装置的使用寿命,但 6.2 情况下的元器件除外。

9 制造

9.1 装置结构

9.1.1 总体要求

装置应符合以下结构要求。

9.1.2 机械防护

无论在线可替换单元的哪个面放在平整面上都不致造成元件机械损伤。必要时应安装机械保护装置。

9.1.3 定位和防插错

在线可替换单元应有机械式防插错编码、定位装置或相应标识等以防止插错位置。

9.1.4 尺寸要求

机箱、插件箱和插件应符合 GB/T 19520.12 的规定。通常采用高度为 3U 和 6U,长度为 160 mm 或 220 mm 的印制板。

注: 1 U=44.45 mm。

9.1.5 插座和连接器

招标时,用户可以提出禁止使用集成电路插座和/或边缘连接器。

9.2 元器件安装

9.2.1 总体要求

装置应符合 IEC 61188-5 及以下结构规定。

9.2.2 布局

元器件的布置、固定和处置应考虑其结构和相互影响,使得在检查、去除和更换器件时不致损伤或影响其他部件及布线。

安装后,元器件的标记应尽可能明显可见。

设计时,装置上元器件不应直接与接线端子相连,除非能可靠固定或有辅助印制板组件而且保留了元器件标识。

安装的散热元件不应损害印制板或其他元器件。

9.2.3 固定

如果元器件没有机械固定,由于装置使用时产生的振动,其重量将在焊点处造成应力或损伤时,应加固在印制板上。

加固方式应确保更换器件时不致损伤印制板。

所有元器件应按器件供应商的要求进行安装。没有要求时,应保证对器件或装置(包括焊点)的性能没有不利影响。

9.2.4 元器件端接

应保证元器件连接处的机械应力或热应力不超过其极限值。

元器件引脚成形时,不应对元器件及其引脚根部产生损伤或永久应力。

9.2.5 预置控制

在运行时,如果需要采用预置控制进行调节(而不是内部校正),应保证在整机和邻近装置运行的情况下也能够进行。

在正常状态下,控制应能保持其设置值并能防止误调节。

9.2.6 调试用元器件

为了便于调试时拆换,用于调试的元器件应焊在元器件安装支架上。

9.3 电连接

9.3.1 总体要求

连接应分为以下几种类型。

9.3.2 焊接

只应对允许焊接的元器件进行焊接,软、绞合导线和柔性金属编织线不应焊接只能压接,电连接前应消除应力。

镀银或镀金的导线或元器件不应焊接,除非镀层很薄而对焊点无不利影响。焊接的导线和元器件应尽可能在拆卸时不影响其他接点。

焊剂应是非腐蚀性的。

9.3.3 压接

应符合 GB/T 18290.2 的规定。

9.3.4 绕接

所有的绕接至少应符合 IEC 60352-1 的规定且为其改进型。同一位置不能既有焊接又有绕接。绕接线应适合于选定的绕接工序且至少应紧绕三匝以上。

9.3.5 其他连接

只有事先与用户达成协议才能采用其他连接方式,如压合等。

9.4 内部(光、电)柔性连接

在弯曲导线的接头附近及沿线适当位置应有适当线夹、护套或支架,布线应保证在极限温度下其性能不受影响。导线弯曲半径不应小于供应商规定的最小值。若未规定最小半径,电缆弯曲处内侧半径不应小于导线(包括绝缘层)的外径。

导线穿过可能引起磨损的材料时应加套筒或套管。内部连线应通过夹紧、埋入、导槽或其他类似方法充分固定。对于连入插头和插座内部的导线,应避免使其连接处在正常使用和搬运时承受不利的拉伸和扭力。

如可行,每个导线端部都应留有适当余量以便重新连接。

屏蔽电缆应有绝缘护套。

所有连线应易于按接线图或接线表进行查找。

9.5 挠性印制导线

挠性印制导线上不应有其他元器件(连接器除外)。

基板材料的温度范围和机械特性应能满足使用要求,应阻燃、耐滴漏。

应尽可能避免过度弯曲,最小弯曲半径不应造成基板材料或表层的破裂和损伤。

过渡端接处应足够牢固,以保证基板材料或垫层不发生分离。采用这一技术的端接处都应能重新连接而不损伤布线系统。

9.6 挠性和刚性印制板

9.6.1 印制板类型

可使用以下类型的印制板:

- a) 刚性单、双面板;
- b) 挠性和半挠性单、双面板;
- c) 刚性多层板。

除对外部故障状态采取特殊防护以外,内层信号线不应与车内布线直接相连。

所有焊孔都应有镀层,两面都应有焊盘。

在用户事先同意的情况下,可采用其他类型。

9.6.2 采购

应按 IEC 62326(所有部分)和 IEC 61188(所有部分)的规定采购和制造印制板。

在用户事先同意情况下,可以采用等效的替换标准。

9.6.3 布局

印制板应按 IEC 62326(所有部分)布局,并考虑本文件中的使用条件。

9.6.4 材料

根据 IEC 61249-2-7、IEC 61249-2-22 和 IEC 62326(所有部分),刚性印制板和多层印制板的基板材料应为耐燃性(竖置燃烧试验)环氧玻璃纤维层压板。

挠性印制板的基板材料应为耐燃性(竖置燃烧试验)挠性覆铜箔聚酰亚胺薄膜。
也可采用满足或超过上述基板材料性能的其他材料。

9.7 印制板组件的涂覆

为了防止因潮湿和空气污染而产生的氧化或损伤,所有印制板组件上有印制电路的面都应涂覆透明的保护层。保护层不应应对使用的元器件或其他材料产生不利影响。

集成电路座、测试点或连接器界面等不应涂保护层,应能修复有保护层的印制板组件而可不去除整个保护层。修复后,印制板应能就地再次进行涂覆。

9.8 标识

9.8.1 印制板裸板标识

印制板上应有足够的信息(包括版本号)以便于正确识别。

9.8.2 插件箱和印制板组件的标识

插件箱和印制板组件的标记应确保能进行正确识别(包括序号和版本号)。所有标记应清晰、醒目、简明和耐久。

在线可替换单元的标记也应包括标识名及序号,如有可能还应标明供应商或商标。
应提供一些方法,使得在插件箱和印制板组件上能记录其装配、外形和功能的变化。
如可行,识别标记应放在插件面板上;为便于维修,宜将修改标记放在面板上。

9.8.3 插件箱和印制板组件的安装位置

每个安装位置都应标明该处安装的插件箱或印制板组件的类型。

9.8.4 熔丝和电池标识

所有熔丝定额都应标示在其附近。
装置内部使用电池时,应在装有电池的模块的面板上标明,并尽可能标明建议的更换日期。

9.9 组装

应确保组装后装置能在规定的使用条件下工作:

- a) 对主要装置而言,组装包括机柜以及若干机箱、插件箱和印制板组件;
- b) 对小型集中装置而言,组装包括单个密封的机箱。

两种情况下,其外壳都应具有对使用条件下的必要防护措施(GB/T 4208 的 IP 代码),还应允许拆卸和修复内部的装置。

对于封装的情况(如印制板组件用硅橡胶、松香或其他材料覆盖),可不另外进行防护,除非在特殊环境条件下(如远处独立安装的传感器)。

如果供应商希望采用封装,应尽早告知用户。

注:本条不适用于分立器件,如混合电路、专用集成电路(ASIC)等。

9.10 冷却和通风

不应采用将空气强迫吸入装置机壳内的方式进行冷却,除非双方协商采取措施防止杂物进入影响装置寿命。

如果使用风机辅助冷却,应确保冷却系统发生失效时装置不致损伤。相关的保护装置动作之前,所有的性能指标都应保持正常。

注:本文件中,因元器件工作条件超出最大定额而影响装置寿命也属于损伤。

9.11 材料和上漆

材料和上漆应符合使用条件,选择时应考虑环境、磨损和老化因素以及对人身的毒害影响。

所有材料都应不易变形、不吸湿、防止长霉以及不易燃或阻燃。

另外,供应商应指明含有毒材料元器件的处置办法。

10 安全

10.1 总则

第 10 章适用于主机装置,也适用于维护装置、工具或作业过程。

10.2 功能性安全

装置或系统的安全相关功能以及它们特定的安全完整性要求应符合 GB/T 21562—2008 的 4.3、4.6和 4.7 的规定。

注:软件的安全完整性等级和安全相关的功能关联,取决于该功能采取的外部风险降低设施或保护系统的级别。

例如:一个硬连线的失效安全电路或一个失效安全机械装置。当这种措施已覆盖所有安全性风险时,则与此相关的软件就不是安全相关的,其软件安全完整性等级为 0 级。

10.3 人身安全

经供需双方协商确定,用户可就人身安全对装置、制造和使用材料提出要求。

11 文件编制

11.1 总体要求

根据第 7 章要求,装置设计时应按 GB/T 19001 或等效的质量体系编制文件。

11.2 文件的提供和保存

供需双方应就以下几点达成书面协议:

- a) 用户所需文件的份数、范围、内容、表述、媒质和更新方式;
- b) 供应商文件的保存范围、条件和期限。

以上协议只有写入合同方可认为有效。

11.3 硬件和软件文件

11.3.1 总则

以下清单列出了用户可能要求提供的文件。

11.3.2 硬件文件

硬件文件清单如下：

- a) 装置的名称和型号；
- b) 装置的功能；
- c) 成套装置的组成；
- d) 工作原理；
- e) 使用说明和预置值；
- f) 电路说明,包括电压、电流波形和上升时间等；
- g) 接口的功能说明；
- h) 更改情况；
- i) 某些生产文件(电路图、接线图等)；
- j) 车上和地面诊断步骤及所需的试验装置；
- k) 存放要求；
- l) 带有说明的功能框图；
- m) 布置图和机械结构图；
- n) 元器件明细表；
- o) 元器件[包括 ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)等]和货源(即供应商)信息；
- p) 测试点；
- q) 寿命有限的元器件清单；
- r) 装置内经用户同意使用的有害物质的情况；
- s) 装置本身或搬运使用过程中可能爆炸或压碎的情况；
- t) 维护文件。

11.3.3 软件文件

软件文件清单如下：

- a) 软件要求规范,描述供应商为满足系统要求所采取的方法；
- b) 软件说明,描述能满足软件要求规范的软件结构和设计；
- c) 每个模块的性能描述(如输入、输出、功能)、源代码清单、测试要求和测试结果；
- d) 定义全局变量和全局常数的数据清单；
- e) 系统存储器的分配；
- f) 硬件相关性(即软件对硬件的要求)；
- g) 所用的开发系统的具体情况；
- h) 软件开发工具的具体情况；
- i) 集成测试要求和结果；
- j) 维护文件。

11.4 文件编制要求

11.4.1 文件

向用户提供的文件都应有图号、日期、版本发行和名称,以说明其内容和图的类型。

所有文件和元器件明细表都应有发布或版本标记和修改记录。

所有图形符号应符合 GB/T 4728(所有部分)的规定。

11.4.2 电路图

成套装置上的每个印制板组件和插件都应有电路图。

所有的电路图应尽可能按从左至右或从上至下的信号流向绘制。

每个单元的电路图应尽可能各自独立、完整、与其他电路图关系明确,且应表明以下连接关系:

- a) 供电电压和互连关系;
- b) 低压电路间的连接关系;
- c) 低压电路、装置、传感器、监测控制装置之间的连接关系;
- d) 金属部件的接地;
- e) 0 V 电子电路之间的连接;
- f) 机壳及其连接;
- g) 屏蔽线或绞接线。

正常工作所必需的分立元器件,如果不在印制板组件或插件上,应在电路图上用虚线框出并适当加注说明。

所有元器件符号都应标有代号,如果图中未列出元件明细表,元器件的标称值应标在电路图上。

如果元器件具有三个或更多连接处,应标明连接点。

所有控制、开关和指示器件的功能都应与装置铭牌上一致。旋转控制符号应标有(按操作角度来看)按顺时针指明旋转方向的箭头。

继电器应表示释放状态。

11.4.3 元器件明细表

元器件明细表应特别标明每个元器件的代号及其规格。

11.4.4 元器件布置

元器件布置图应标明印制板组件或插件上每个元件的位置,并标明其代号、外形和极性。

11.4.5 框图

框图应表明系统的可识别部分之间的信息流向符合 GB/T 4728(所有部分)和 GB/T 6988.1。

11.4.6 接线图

接线图(表)应表明装置内部单元接线及其用途(如供电、配电和报警等)。

11.4.7 互连接线图

互连接线图(表)应表明装置和与之相连的所有装置之间的外部电缆连接关系,还应表明连接电缆的类型以及为减小干扰而采用的特殊接口或特殊布线措施。

11.4.8 装置图

装置图应表明安装在机箱或插件箱内的主要部件的布局、机柜内各单元和分单元的布置,以及所有柜体、机箱、插件箱、插件和印制板组件的基本机械特征。

12 检验

12.1 检验分类

12.1.1 总体要求

检验分为三类：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验；
- c) 研究性试验。

供需双方应协商确定需要达成协议的所有检验项目(见 12.2)。

供应商应以书面形式提供所有的试验计划及技术要求。

进行型式检验和出厂检验时,装置不应误动作,性能不应超出其极限规定。

某些试验项目因为费用较高,应在合同中写明只进行那些必要试验的协议。

12.1.2 型式检验

型式检验用于验证产品符合规定的要求。

型式检验应在符合设计和制造工序要求的一台装置上进行。

如果整套装置或其中的一部分基本接近于先前曾试验过的产品,则供应商可以出示先前(五年内)进行试验的证明。在这种情况下,与用户达成协议后,就不必对被试装置(EUT)进行重复试验。

根据供需双方之间的协议,可以随时从现有产品或货品中抽样,重做部分或全部试验,以确认产品质量始终满足规定要求。

凡具有下列情况之一者,应重新进行型式检验：

- a) 持续生产的定型产品每五年应进行一次型式检验；
- b) 对装置进行了改进而可能影响其功能和操作方法时；
- c) 型式检验或出厂检验失败或参数改变时；
- d) 停产三年以上恢复生产时；
- e) 制造地点改变时。

12.1.3 出厂检验

出厂检验用于验证产品特性符合型式检验的测量结果。供应商对每台装置均应做出厂检验。

12.1.4 研究性试验

研究性试验的目的在于获得装置规定性能之外的补充信息。可以由用户或供应商提出并应写入合同。

研究性试验的结果不能作为拒收装置或要求罚款的理由。

注：本文件中未列出这些试验。

12.2 检验项目

12.2.1 总体要求

表 3 列出了装置的型式检验和出厂检验项目,试验环境温度应规定为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

表 3 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	检验方法对应条款
1	外观检查	√	√	12.2.2
2	性能试验	√	√	12.2.3
3	低温试验	√	—	12.2.4
4	高温试验	√	—	12.2.5
5	交变湿热试验	√	—	12.2.6
6	电源过电压试验	√	—	12.2.7
7	浪涌、静电放电(ESD)和电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√	—	12.2.8
8	射频试验	√	—	12.2.9
9	绝缘试验	√	√	12.2.10
10	盐雾试验	—	—	12.2.11
11	冲击和振动试验	√	—	12.2.12
12	外壳防护等级试验(IP 代码)	—	—	12.2.13
13	强化筛选试验	—	—	12.2.14
14	低温存放试验	√	—	12.2.15

注：“√”表示必做项目；“—”表示取决于供需双方之间的合同要求。

12.2.2 外观检查

外观检查的目的在于确保装置结构可靠及尽可能满足指定要求。

外观检查也用于在型式检验后检查装置是否因试验而发生损伤。

12.2.3 性能试验

测量应在环境温度下进行。

型式检验中的性能试验包括对装置特性进行一系列全面测量,以证明其性能符合该装置功能要求,包括产品技术条件中的特殊要求和本文件中的一般要求。

出厂检验中的性能试验应与型式检验中的相同,但下面的电源波动和电源中断试验除外。

除非另有协议,型式检验应包含以下内容:

a) 电源波动:

- 1) 对于直流供电的装置:该试验用于验证在标称电压和规定的上、下极限值情况下能正常工作。
- 2) 对于交流供电的装置:该试验用于验证在下列情况下能正常工作:
 - 标称电压和频率;
 - 电压和频率上、下限值的所有实际可能的组合。

b) 电源中断试验:

- 1) 试验应在标称电压下进行。将被试装置输入电源分别按 5.1.1.3 和 5.1.3 中断一段时间再恢复。装置应能保持正常工作而无需操作者人为干预或复位。试验应随机重复 10 次(每次间隔时间不超过 1 min)。试验时,应始终监视装置输出,以确保没有误动作发生。
- 2) 对于电气条件相同的输出信号群,应监测 4 个输出信号或其中的 20%(两者中取大者)。

- 3) 如果装置与牵引供电电源一次侧相连,而不是由中间蓄电池供电,应按电源中断的情况进行试验。

12.2.4 低温试验

应按 GB/T 2423.1 中试验 Ad 进行。

印制板组件、插件、插件箱或机箱、机柜在不通电的情况下放置于试验箱中,温度值应从表 1 和用户指定的等级中选取。

在大于或等于 0.5 h 内将箱温从正常试验环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降到规定温度。

在试验箱达到热稳定后,使被试装置也达到热稳定,被试装置应放置不少于 2 h。

放置时间终了,在保持低温状态下对装置通电,并进行性能检测。

恢复后,在正常室温下重新进行性能检测。

试验验收要求:

- a) 不产生失效和损伤;
- b) 不应出现超容差结果。

应在试验技术条件中详细规定验收判据。

12.2.5 高温试验

该试验按 GB/T 2423.2 中试验 Be 进行,一般采用自然通风,除非装置本身采用强迫通风。

试验温度取决于用户给出的温度范围和被试装置的特征(见表 1)。柜体、机箱、插件箱、插件或印制板组件装置,其试验温度按 4.1.2 取值。

宜在较小功能单元(如印制板组件、插件、插件箱)上进行高温试验。然而应当保证散热装置同时工作,在试验中无散热装置时,应当模拟其效果。

装置通电后,放在试验箱内,在不小于 0.5 h 内将箱温从正常试验环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 逐渐升高至规定温度(见表 1),待装置温度稳定后,保持温度 6 h,然后,在已升高的温度下进行性能检测。

如果被试装置安装在机柜或机箱内,则进行 10 min 超温值(规定温度增加 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$,选取表 1 第 3 列规定的温度值)下的性能检测。

试验完成后,将装置冷却至环境温度,再次进行性能检测。

进行上述试验时,应检查预先指定部件的温度以确保未超过其工作极限或本文件中规定的值。

试验验收要求:

- a) 不产生失效和损伤;
- b) 不应出现超容差结果。

应在试验技术条件中详细规定验收判据。

12.2.6 交变湿热试验

试验箱中的空气温度和湿度应可控,并提供实时记录这些数据的手段。

冷凝水应排出试验箱,不应再使用。

产生湿度的水的电导率不应超过 $20\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

试验箱内气候条件应尽量保持均匀(必要时可采用循环方式),装置(因散热、吸湿等)对环境条件产生的影响不应超过规定容差。

冷凝水不应滴落到装置上。

本试验按 GB/T 2423.4 中试验 Db 进行。

除性能检测外,不对被试装置通电。

具体条件如下:

- a) 温度: +55 ℃和+25 ℃;
- b) 周期数: 2(呼吸效应);
- c) 时间: 2×24 h;
- d) 中间检测: 性能检测应在第 2 个周期开始的升温时进行(装置在 35 ℃±2 ℃出现凝露期间)。

如果在第 2 个周期开始时不出现凝露(在热容量小的试验样品上),可增大温度变化率(但不应超过 1 ℃/min,且应保持相对湿度不变)。

要求在可控的恢复条件下恢复到环境温度。

检查和最后测量:

- a) 绝缘试验(绝缘测试和耐压试验);
- b) 性能检测;
- c) 外观检查。

试验验收要求:所有绝缘和性能检测的结果(第 1 和第 2 个周期后的结果)应在允许的容差范围之内。

12.2.7 电源过电压试验

产生的电源过电压应为图 5 所示梯形电压波形。

试验波形应与控制系统电源电压极性相同,试验波形的施加前后都应该为正常供电电压。

测量电压时,应以控制系统电源回路电位为基准。

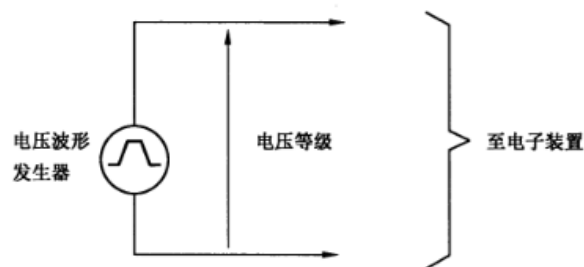
作为上述方法的替换,经用户同意后,供应商可以通过计算来证明装置能承受该波形。

除上述要求外,还应满足以下的试验要求:

- a) 在任何情况下,试验波形的电压等级和持续时间的测试应在波形发生器与装置断开连接的条件下进行;
- b) 对于每个电压等级和规定极性,被试装置都应承受 5 次试验;
- c) 连续施加试验波形时间间隔应不超过 1 min;
- d) 试验过程中,应监控装置以检测失效或故障。

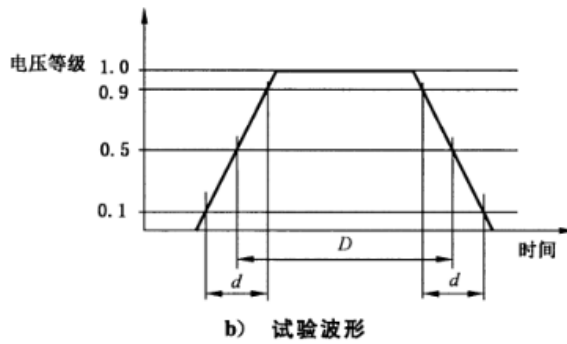
试验验收要求:

- a) 无任何故障发生;
- b) 用非线性浪涌吸收器抑制浪涌,应在试验程序最后检测,以验证没有发生性能退化。



a) 试验电路

图 5 电源过电压



电压最小值	时间 d 最大值	时间 D 最小值	内部电阻 R_i (容差±10%)
$1.4U_n$	0.1 s	1.0 s	1 Ω

图 5 电源过电压 (续)

12.2.8 浪涌、静电放电(ESD)和电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

12.2.8.1 浪涌

浪涌波形的产生和测试应符合 GB/T 24338.4—2018 中表 4 的规定。

12.2.8.2 静电放电抗扰度试验

只对司乘人员和旅客通常能触及的装置进行试验。

装置应按实际工作情况安装在机壳内,装好所有盖板及面板,且接好地线。

按 GB/T 24338.4—2018 中表 6 进行。

12.2.8.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验应按 GB/T 24338.4—2018 中表 4 和表 5 进行。

12.2.9 射频试验

12.2.9.1 射频抗扰度试验

对于所有试验,被试装置都应尽可能按实际安装条件进行布置,包括有关的连线和商定的端接。

除非用户另有规定,装置应装入机壳中并装好所有盖板和面板。

对于射频电磁场引起的传导干扰,按 GB/T 24338.4—2018 中表 4 和表 5 进行。

对于射频电磁场引起的辐射干扰,按 GB/T 24338.4—2018 中表 6 进行。

12.2.9.2 射频发射试验

对于所有试验,被试装置都应尽可能按实际安装条件进行布置,包括有关的连线和商定的端接。

除非用户另有规定,装置应装入机壳中并装好所有盖板和面板。

装置应按 GB/T 24338.4—2018 中表 1、表 2 和表 3 的要求进行试验。

12.2.10 绝缘试验

12.2.10.1 总体要求

本试验目的在于确保元器件的插装、其金属连接点及其封装、连接线及印制线路的布线等没有过分靠近周围的金属部件或紧固件。

另外,试验应验证电路设计的电气间隙符合电路隔离要求。

试验应在全部装配好的装置部件上和/或成套装置上进行,这取决于供货范围。

试验包括两部分:绝缘测试(在耐压试验前、后进行)和耐压试验。

绝缘测试和耐压试验应对以下两者之一进行:

- a) 单个插件箱和/或印制板组件,以及未装插件箱或印制板组件的机箱对柜体;
- b) 装上所有插件箱和印制板组件后的整个机箱对柜体。

要求电路隔离时,应记录绝缘测量值,再记录绝缘层两侧之间的试验电压值。

随后应重复进行绝缘测试。

实施耐压试验时,应使得独立电路承受最少次数的介电试验电压。

由于插件箱和印制板组件上裸露的金属部件、框架、面板或金属紧固件易于接触或需要电路隔离,应将所有连接点短接,再与上述金属部件之间进行试验。

12.2.10.2 绝缘测试

绝缘电阻应用直流 500 V 兆欧表进行测试并记录。

在耐压试验之后,应重做该试验。

试验验收要求:从初次测量开始,其基本性能不应降低。

12.2.10.3 耐压试验

应尽可能采用 50 Hz 的交流电压。否则,应采用相对于交流电压峰值的直流电压。通过逐渐升压,将试验电压加到装置上,并在规定电压等级上保持 1 min 或由供需双方协商确定的规定时间。

标称直流输入电压或交流输入电压是试验电压的决定性因素。

试验电压的正弦方均根值应为:

- a) 500 V,对应于 72 V 以下的标称直流电压(或交流 50 V);
- b) 1 000 V,对应于从 72 V 到 125 V 的标称直流电压(或交流 50 V~90 V);
- c) 1 500 V,对应于 125 V 以上到 315 V 的标称直流电压(或交流 90 V~225 V)。

电路隔离的电源二次侧电路除外,此时,试验电压可取相对较低的范围。

当装置某处与主电路有电连接时,装置的该部分应承受与主电路同样的介电试验。

试验验收要求:不产生击穿或闪络。

12.2.11 盐雾试验

12.2.11.1 盐溶液

产生盐雾的溶液是用 50 g±1 g 分析纯氯化钠溶解在蒸馏水或软水中,最后制成 20 ℃ 下体积为 1.00 L±0.02 L 的溶液,其 pH 值应在 6.5~7.2 之间,否则该溶液不应使用。

12.2.11.2 试验程序

试验过程中,试验箱内的温度应保持在 35 ℃±2 ℃。

用于产生盐雾的溶液和空气的温度应与试验箱内相同。

装置试验时,应按实际使用情况进行,即装好保护盖板且尽可能将装置安排在实际使用中的位置。

在整个试验过程中,试验箱应保持封闭,盐溶液应不断喷洒。

该过程持续时间应为:

- a) ST1 级:4 h;
- b) ST2 级:16 h;
- c) ST3 级:48 h;
- d) ST4 级:96 h。

试验终了,装置应用自来水冲洗 5 min,再在蒸馏水或软水中漂洗,然后干燥以去除水滴并置放于试验区标准大气条件下,时间不小于 1 h,但不超过 2 h。

然后,对装置进行外观检查和性能检测。

试验验收要求:

- a) 无明显损伤;
- b) 性能检测不应出现失效或损伤,结果不应超出规定的容差。

12.2.12 冲击和振动试验

整个柜体或机箱,连同其附件和安装配件(如果装置是设计成装在减振机构上的则应包括其减振机构),应按 GB/T 21563 进行试验。

试验验收要求:

- a) 无损伤;
- b) 性能检测不应出现失效或损伤,结果不应超出规定的容差。

12.2.13 外壳防护等级试验(IP 代码)

一般情况下,装置都是装在车内或外部的箱体中,因此,不应进行外壳防护等级试验,除非供需双方之间特别商定。

12.2.14 强化筛选试验

为了消除潜在的制造或元器件缺陷,用户可以要求对整机或其某一部分进行筛选试验。

试验可能包括:

- a) 增加温度后工作;
- b) 热循环;
- c) 振动。

基于装置适用考虑,对被试装置施加的处理及试验应在招标阶段达成协议。

试验条件不应超过装置或部件的使用条件。

12.2.15 低温存放试验

如果装置所处环境的温度低于其最小工作温度,应进行低温存放试验。该试验应符合 GB/T 2423.1。

试验温度应为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且持续时间最少为 16 h。试验完毕后,应在箱内温度恢复到室温,然后在环境温度下进行性能检测。

试验验收要求:

- a) 无损伤;
 - b) 性能检测不应出现失效,结果应在容差范围内。
- 应在试验技术条件中详细规定验收判据。

13 产品标志和包装

13.1 标志

每台装置应有铭牌,标明下列内容:

- a) 产品型号和名称;
- b) 主要技术参数;
- c) 重量;

- d) 出厂序号；
- e) 出厂年月；
- f) 制造商名称。

13.2 包装

装置的包装应能防潮、防尘、防静电和防止运输过程造成损伤。

每台装置出厂时应有合格证。对每个用户至少应提供互连接线图和使用维护说明书各一份。备品和专用工具按双方协议规定提供。

附录 A

(资料性)

供需双方之间可以达成协议的条款

供需双方之间可达成协议的条款见表 A.1。

表 A.1 供需双方之间可达成协议的条款

条款号	条款名称
4.1.1	海拔
4.2	特殊使用条件
5.1.1	由蓄电池供电
5.3	安装
6.1.1	预期的可靠性
6.1.2	可靠性的验证
6.2	使用寿命
6.3	可维修性
6.4.1	车上诊断和修复
7.2.3	电源接地
7.3.2	软件设计方法
9.3.5	其他连接
11.2	文件的提供和保存
12.1.2	型式检验
12.1.4	研究性试验
12.2.3	性能试验
12.2.9.1	射频抗扰度试验
12.2.9.2	射频发射试验
12.2.13	外壳防护等级试验(IP 代码)
12.2.14	强化筛选试验
附录 B	装车运行试验

附 录 B
(资料性)
装车运行试验

B.1 性能试验

检验工作性能应在接触网电压、蓄电池电压和空气压力等处于正常情况进行。

特别应检查当辅助设备(例如辅助机组、压缩机、通风机、照明设备等)和主电路设备(斩波器、内燃机等)启动时是否发生干扰。若发现干扰现象,可由电子装置供需双方等有关方面协商采取合适的布置或适当的保护措施。

若机车车辆要与其他动力车连挂,而且要求由一个司机室驾驶时,应做如下检验:

- a) 能从一个司机室操纵最长编组的列车中各动力车运行所需的各种电子控制装置;
- b) 控制信号不应因通过机车车辆间的连接器而受干扰;
- c) 多单元重联运行中的信号传输方法是否干扰机车车辆其他装置,如电话、数据传输、安全装置等。

若存在干扰,应由供应商和用户等有关方面协商决定采取适当的保护措施。

B.2 浪涌保护检验

为了保证施加于电子装置上的实际浪涌电压不超过 GB/T 24338.4—2018 中表 4 规定的值,应检查机车车辆上采取的措施是否有效,否则应由供需双方等有关方面商定适当的改善措施。

B.3 运行考核

为了考核电子装置对机车车辆实际环境条件、电源条件、浪涌电压等的适应能力,考核电子装置设计和工艺的正确性,新产品在通过各项目型式试验之后,还应通过运行考核。

运行考核期限由产品技术条件根据产品复杂程度、在机车车辆功能上的重要性确定。具体数量应根据产品特点在合同中或产品技术条件中规定。运行考核期间不应发生由于设计不合理或工艺不良而引起的失效。

参 考 文 献

- [1] GB/T 21413(所有部分) 轨道交通 机车车辆电气设备
- [2] GB/T 25122.1 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第1部分:特性和试验方法
- [3] GB/T 28808—2021 轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件



GB/T 25119-2021



码上扫一扫 正版服务到

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-69394

定价 36.00 元

本标准检测机构：<http://www.jiiancexinxi.com>

