

**铁路应用——
机车车辆上使用的电子设备
Railway applications-
Electronic equipment
Used on rolling stock**

欧洲标准 EN50155 : 2001 具有英国标准的资格

ICS 45.060

BS

除版权法允许外，未经英国标准协会允许不得复印

国家标准的前言

本英国标准是 EN50155 :2001 的正式英文版本。他代替已废除的 BS EN50155 : 1996。

把英国参与编制的工作委托给了铁道电工技术应用技术委员会 GEL/9，具有责任如下：

- 帮助查询人理解此文本；
 - 向应负责任的欧洲委员会提供解释上的任何查询，或变更建议，并随时向英国同行报告情况；
 - 监督有关国际和欧洲的发展，并在英国公布。
- 可向该委员会秘书索取代表该委员会的组织名单。

相互参照

可以在标题为 “ International Standards Correspondence Index” 段落下的 BSI 标准目录中，或使用 BSI 标准电子目录工具 “ Find ” 找到全部国际或欧洲发行的刊物在文本文献中涉及到的英国标准。

一个英国标准不表明包括一个限定的全部必要的条款。英国标准的使用者要对其正确的应用负有责任。

在电工技术部分政策和策略委员会的指导下已编制完成的本英国标准是在标准政策和策略委员会的授权下于 2001 年 9 月 4 日出版的。

页数汇总

本文献包括一页封面，一页封面内页，EN 书名页，2-44 页，一页封底内页和一页封底。

在文献中出现的 BSI 版权日期表示文献最后发行的时间。

出版后签发的修改

修改号	日期	备注

© BSI 2001 年 9 月 4 日

ISBN 0 580 38442 X

英文版

铁路应用-

机车车辆上使用的电子设备

Railway applications-
Electronic equipment used on rolling stock

本欧洲标准是由 CENELEC 于 2000 年 8 月 1 日批准的。CENELEC 成员必须遵守 CEN/CENELEC 内部规则，这些规则规定了本欧洲标准不得变更的国家标准的资格的条件。

通过中心秘书处或任何一个 CENELEC 成员都可以申请获得与这些国家标准有关的最新的目录表和文献目录参考。

本欧洲标准有三种正式文字版本（英文、法文、德文）。由一个 CENELEC 成员负责翻译成其本国语言并通知中心秘书处的任何其他语种的版本都具有同正式版本相同的资格。

CENELEC 成员是奥地利、比利时、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士和英国等国的国家电工技术委员会。

CENELEC

欧洲电工技术标准委员会

European Committee for Electrotechnical Standardization

中央秘书处：re de Stassart 35, B – 1050 布鲁塞尔

前 言

本欧洲标准是由 CENELEC 技术委员会 TC 9X 编制的，用于铁路中使用的电器和电子设备。

草案文本受特殊验收方法的约束，并于 2000 年 8 月 1 日被 CENELEC 批准为 EN 50155。

本欧洲标准代替 EN 50155：1995。

第二版的 EN 50155 的目的是从技术上把欧洲标准找准于国际标准 IEC 60571：1998。然而，参考了欧洲的需要，主要表达了有前景的欧洲标准化的要求。

确定了下列日期：

——通过出版一个相同的国家标准或背书

——必须按国家水准执行 EN 的最后日期 (dop) 2002 年 2 月 1 日

——废除与 EN 相抵触的国家标准的最后日期 (dow) 2003 年 8 月 1 日

表明“normative (标准的)”的附件是该标准主体的一部分。表明“informative (参考资料)”的附件仅供参考。在本标准中附件 A 是参考资料，且包含了双方 (例如用户和生产厂) 之间提到的协议中的条款目录。附件 B 也是参考资料，并列出了许多可在本标准中起辅助作用的标准文献。

目 次

1	总则.....	6
1.1	范围.....	6
1.2	标准的参考资料.....	6
1.3	定义.....	8
2	运行的环境工作条件.....	10
2.1	正常工作条件.....	10
2.2	特殊工作条件.....	11
3	电气工作条件.....	11
3.1	电源.....	11
3.2	过压供电.....	13
3.3	安装.....	13
3.4	浪涌和静电放电.....	13
3.5	电磁兼容性.....	14
4	可靠性、可维护性和预期使用寿命.....	14
4.1	设备的可靠性.....	14
4.2	使用寿命.....	14
4.3	可维护性.....	14
4.4	维护等级.....	14
4.5	内置诊断.....	15
4.6	自动测试设备.....	15
4.7	故障诊断可采用的方法.....	15
4.8	特制测试设备和专用工具.....	15
5	设计.....	15
5.1	总则.....	16
5.2	详细实施（硬件）.....	16
5.3	详细实施（软件）.....	18
5.4	系统特性.....	20
6	元件.....	20
6.1	采购.....	20
6.2	应用.....	21
7	结构.....	21

7.1	设备结构.....	21
7.2	元件安装.....	22
7.3	电气连接.....	22
7.4	内部软接线（电气的和光学的）.....	23
7.5	柔性印刷条式接线.....	23
7.6	印刷电路板-软式和硬式.....	23
7.7	印刷电路板组成的保护涂层.....	24
7.8	标记.....	24
7.9	安装.....	25
7.10	冷却和通风.....	25
7.11	材料和面漆.....	25
8	安全性.....	25
8.1	总则.....	25
8.2	功能安全性.....	26
8.3	人身安全性.....	26
9	文件.....	26
9.1	文件的提供和保存.....	26
9.2	硬件和软件文件.....	26
9.3	文件要求.....	27
10	试验.....	28
10.1	试验类别.....	28
10.2	试验目录表.....	29
表		
表 1	环境温度.....	10
表 2	试验目录表.....	29
图		
图 1	系统与典型的 EMC——A、B、C 区的连系.....	17
图 2	过压供电.....	33
图 3	供选择的过压供电试验.....	33
图 4	电容器放电浪涌试验.....	34
附件 A（参考资料）在双方（例如用户和生产厂）之间提到的协议中的条款目录.....		39
附件 B（参考资料）参考文献.....		40

1 总则

1.1 范围

本标准适用于安装在铁道车辆上用作控制、调整、保护、供电等的全部电子设备，并涉及到：
 ——车上蓄电池；
 ——或直接与接触系统连接或未连接的低压电源（变压器、电位器、辅助电源）；
 符合 EN 50207 的电子电源电路除外。

本标准包括电子设备的工作条件、设计、制造和试验，以及必须考虑到耐久、可靠设备的软、硬件的要求。

其它标准中的额外要求或特殊的技术规范如认为合理，也可补充到本标准。

与必须保证指定的功能安全等级的惯例有关的特殊要求（相等于或高于的完整的等级）将包含在 EN 50126、EN 50128 和 EN 50129 之中。

对本标准来说，电子设备被定义为主要由半导体装置和工人的相关元件组成的设备。这些元件主要安装在印刷电路板上。

注：本标准包括传感器（电流、电压、速度等）和用于电源电子装置的启动装置印刷电路板组成。EN50207 包括完整的启动装置。

1.2 标准的参考资料

本欧洲标准包括来自其它出版物的标有日期的或未标日期的参考的规定。在文本的适当位置将引用这些标准的参考，后面将列出这些出版物。对于标有日期的参考资料，当里面包括了修改或修订版时，对这些出版物进行的任何后续修改或修订版才适用于本欧洲标准。对于未标日期的参考资料，使用涉及到的最新版本（包括修改）。

EN 29000-3	1998	质量管理和质量保证标准 第 3 部分：ISO 9001 应用于软件开发、提供及维护指南（ISO 9000-3：1993）
EN 50121-3-2	2000	铁路应用——电磁兼容性 第 3-2 部分：铁道车辆-零件
EN 50126	1999	铁路应用——导向的运输系统的可靠性（RAMS）
EN 50128	2001	铁路应用——铁路控制和保护系统软件
EN 50129	1998	铁路应用——有关电气铁路控制和保护系统的安全性
EN 50163	1995	铁路应用——牵引系统供电电压
EN 50207	2000	机车车辆电子电源变换器

EN 60068		环境试验 (IEC 60068 系列)
EN 60068-2-1	1993	第 2 部分：试验-试验 A：冷 (IEC 60068-2-1：1990)
EN 60068-2-2	1993	第 2 部分：试验-试验 B：干热 (IEC 60068-2-2：1974)
EN 60068-2-30	1999	第 2 部分：试验-试验 Db 和指南：湿热，循环 (12+12 小时循环) (IEC 60068-2-30：1980+A1：1985)
EN 60249		印刷电路基材 (IEC 60249 系列)
EN 60249-2-5	1994	第 2 部分：技术规范-技术规范 No.5：规定燃烧性的环氧树脂纺织玻璃纤维覆铜层压板 (垂直燃烧试验) (IEC 60249-2-5：1987+A2：1992)
EN 60249-2-10	1994	技术要求 No.10：规定燃烧性的环氧树脂未纺织/纺织玻璃纤维增强覆铜层压板 (垂直燃烧试验) (IEC 60249-2-10：1987+A2：1990)
EN 60249-2-12	1994	技术要求 No.12：用于制造多层印刷电路板规定燃烧性的薄型环氧树脂纺织玻璃纤维覆铜层压板 (IEC 60249-2-12：1987+A1：1989)
EN 60249-2-15	1994	技术要求 N0.15：规定燃烧性的软覆铜聚酰亚胺膜 (IEC 60249-2-15：1987)
EN60297/ HD 493	系列	4826mm (19 英寸) 系列机械结构的尺寸 (IEC 60297 系列)
EN 60352		非焊接连接 (IEC 60352 系列)
EN 60352-1	1997	第 1 部分：非焊接缠绕连接-一般要求、试验方法和实用指南 (IEC 60352-1：1997)
EN 60352-2	1994	第 2 部分：非焊接卷曲连接-一般要求、试验方法和实用指南
EN 60529	1991	由外壳提供的保护等级 (IP 编码) (IEC 60529：1989)
EN 60617	系列	图形用的图示符号 (IEC 60617 系列)
EN 61000-4-4	1995	电磁兼容性 (EMC) -第 4 部分：试验和检测技术-第 4 节：抗电气快速瞬变/冲击试验 (IEC 61000-4-4：1995)
EN 61028	系列	用于电子技术中的文件编制 (IEC 61028 系列)
EN 61373	1999	机车车辆设备的冲击和振动要求 (IEC 61373：1999)
EN 123000	1991	一般技术要求-印刷电路板
EN 123200	1992	部分技术要求-带电镀金属通孔的单、双面印刷电路板
EN 123300	1992	部分技术要求-多层印刷电路板

EN 123400	1992	部分技术要求-无贯通连接的软式印刷电路板
EN 123500	1992	部分技术要求-具有贯通连接的印刷电路板
EN ISO 9001		质量体系-设计/开发、生产、安装及服务中质量保证的模式
EN ISO 9002		质量体系-生产及安装中质量保证的模式
IEC 60077	1968	电气牵引设备规范
IEC 60249-3-1	1981	印刷电路基材-第 3 部分：与印刷电路连接中使用的特殊材料-技术要求 No.1：在多层印刷电路板的制造中用作沾合板材的聚酯胶片
IEC 60321	1970	在带有印刷线路和印刷电路的电路板上安装的元件的设计和使用指南
IEC 60326		印刷电路板
IEC 60326-3	1991	第 3 部分：印刷电路板的设计和使用
IEC 60326-7	1981	第 7 部分：无贯通连接的单、双面软式印刷电路板的技术要求
IEC 60326-8	1981	第 8 部分：具有贯通连接的单、双面软式印刷电路板的技术要求
IEC 60650 (系列)		设备可靠性试验

1.3 定义

对本标准来说，使用下列定义：

1.3.1 印刷电路板

基材切割成含有所有安装孔及至少有一个导电图形的尺寸。印刷电路板一般根据下列情况细分为：

- 结构（例如单面、双面、多层）
- 基材的性质（例如硬式、软式）

1.3.2 印刷电路板组成

把带有电气和机械元件和/或其它印刷电路板用各种生产工艺、焊接、涂层等方法连接而构成的印刷电路板。

1.3.3 插件

插入到小固定架内并由导槽支撑的部件。这些部件具有各种型式，包括把元件安装在一个框架内或盒式装置内，设计成一个插入连接的印刷电路板。

1.3.4 小固定架

用来安放印刷电路板组成和/或插件的构件。

1.3.5 固定架

用来支撑电气或电子装置（例如小固定架）的独立的或固定的结构。

1.3.6 机壳

用来安放电气和/或电子装置的外壳。

1.3.7 线路可换件

设计成由于车上故障诊断而必须更换的件，例如，小固定架或插件。

1.3.8 性能检测

在环境检测期间和之后进行的短路形式性能检测，足以证明该设备处于其工作限制之内，并证明经得住环境试验。

1.3.9 控制系统电源电压

用来驱动车辆控制设备的电源电压。

可以从车辆蓄电池获得供电。蓄电池可以用电池充电器、辅助逆变器和装有电子调压的发电机或发电机组充电。

如果控制系统从蓄电池获得供电电压，在 3.1 款中规定了标准的及额定控制系统电压。如未安装蓄电池，标准控制系统电压就是那个电压的正常控制值。

1.3.10 车辆布线

可以与（无论什么时候设置的）控制系统电源电压连接的全部布线及在考虑中与外面电子设备相连的所有布线。

1.3.11 过压供电

由设备控制的电源而引起的对控制系统电源电压的电气干扰。当控制系统电压电平增加时，就发生过压供电。

1.3.12 浪涌

在两个稳态之间的非周期的和相对较短的正向或负向（或两者）变化（电压或电流）。

它可通过车辆内设备的正常运行产生，一般当电感电路接通时由能量放电引起。

它或者出现在控制系统供电电压上，或者出现在直接连接到导通的电感电路上的电线上，或从这种电线通过静电或电磁耦合到其它电线上。

瞬态电源阻抗的有效值将取决于其产生和耦合的方式。

1.3.13 冲击

在一固定的时间间隔期间发生的反复脉冲。

它们可以在车辆的正常运行期间发生，一般由非稳态电弧状态引起。

1.3.14 故障

设备的一个元件不能继续执行其预期的功能。

一个临时失灵不被认作是故障，前提是：

- a) 设备在失灵之后随即自动恢复正常运行；
- b) 这种失灵对车辆操作人员来说不明显，例如，故障指示灯未亮。

注：要注意由与其相连的设备的一个零件的临时失灵引起的设备另一零件随之而发生故障的可能性。

1.3.15 损坏

直观外形的任何变化或机械的完整性的改变。

1.3.16 使用寿命

从一规定时间开始，在此时间期间并在规定条件下，一个零件具有的可接受的故障或直到一个不可修复的故障发生时为止的时间段。

注：对于一个可修理的零件，可以由于某种原因认为不可修理的一个故障而终止的个别的使用寿命。

2 运行的环境工作条件

2.1 正常工作条件

2.1.1 海拔

设备正常工作的海拔不超过 1200m。当超过这个数字时，要通过生产方和用户之间的协议来确定一致的要求。

2.1.2 环境温度

为满足如表 1 中规定的选定的温度等级的全部性能技术要求，而设计和制造电子设备。

设计要考虑到机壳内的温度上升，以保证元件不会超过其规定的温度额定值。

此外，设备要满足第 3 栏中规定的特殊短期起动温度条件。在这个时间间隔内，整个性能额定值可能减弱，但是不应超过根据第 4 栏的印刷电路板组成周围的最高空气温度。

表 1 环境温度

	第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏
	外部 环境温度	内部 环境温度	10 分钟时， 内部机壳超温	印刷电路板 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
TX	-40 +50	-40 +70	+15	-40 +85

对于外围设备(测量传感器等)，或如果设备是分散配置，那么如果超过了以上环境温度范围，则在设计中就要使用在有关的设备位置上发生的实际温度。

要考虑到由于穿过隧道运行而产生的外部环境温度的快速变化。为此，在最大变量为 40 时，外部温度变化率假定为 3 /秒。

2.1.3 冲击和振动

设备要能够承受运行产生的振动和冲击，而不损坏或失灵。

为了能提供在工作条件下仍将保持规定的使用寿命的一些合理的可信度，要能满足 10.2.11

中所述的振动、冲击和碰撞试验。

为此，当已安装完电子装置，并支撑在其设计的固定装置内时，规定该设备在其安装处要有防振机构。

在实际工作中的冲击和振动常用值，参考 EN 61373。

2.1.4 相对湿度

要根据 2.1.2 中规定的外部环境湿度相关范围的下列湿度范围（极限值）来设计该设备。

—— 年平均 75%相对湿度，

—— 一年内连续 30 天：95%相对湿度。

此外，运行中的任何潮气凝结水，特别是通过隧道时，都不应导致任何失灵或故障。

对于外围设备（测量传感器等），或如果设备是分散配置，那么如果超过了以上湿度范围，则在设计中就要使用在有关的设备位置上发生的实际湿度。

2.2 特殊工作条件

当工作条件能证明与 2.1 款（例如安装在转向架上的或集成在电力变换器等里的电子设备）中提到的不同，特殊配置要得到涉及到的相应方之间的同意。如有需要，这种配置的效果检测可成为按用户和厂方间同意的方法在车辆本身进行的选型试验的科目。

2.2.1 大气污染物

预计设备在其整个寿命期间会暴露在各种污染物之中（例如油气、盐雾、导电灰尘、二氧化碳）。在招标文件中应规定污染物的类型及其浓度。

3 电气工作条件

3.1 电源

3.1.1 从蓄电池供电

要从下列各值中选择出所供设备（ U_n ）的标称电压：

24V、48V、72V、96V、110V

注 1：这些标称电压值仅供作设备设计的标准值。它们不应被看作是卸载电池电压，因为这些电压是由电池的型号、电池的数量和工作条件而决定的。

注 2：根据 IEC 60077，可以使用不同的电压变化。在这种情况下，应由生产方和用户之间的协议来确定一致的要求。

3.1.1.1 电压变化

由没有稳压装置的蓄电池供电的电子设备应在下列确定的范围之内的各种电压值下均能正常工作（在设备的输入端测量）。

为了能计算电池电缆，电子设备的供方应规定其功率消耗。

最低电压： $0.7 U_n$

标称电压： U_n

额定电压： $1.15 U_n$

最高电压： $1.25 U_n$

在 $0.6 U_n$ 和 $1.4 U_n$ 间的 (例如, 在辅助设备起动时或电池充电器的电压波动时) 及不超过 0.1 秒的电压波动不应引起功能改变。

在 $1.25 U_n$ 和 $1.4 U_n$ 之间及才超过 0.1 秒的电压波动不应引起损坏: 在这些波动期间, 设备可以不完全运转。

在热机的情况下, 参见 3.1.1.3。

3.1.1.2 供电电压的中断

在输入电压上可发生 10ms 的中断, 规定如下:

——S1 级: 无中断

——S2 级: 10ms 中断

中断不能引起设备的任何故障。

所规定的时间值是用于标称电压的, 等级的选择由系统设计人员来确定。

3.1.1.3 用热机驱动的机车车辆供电电压的变化

在热机起动时, 供电电压系统要设计得能在整个起动过程期间保证向主要电子设备供电。

3.1.1.4 D.C. 脉动系数

充电时的所有电池都有一个脉动电压, 其 D.C. 脉动系数, 除另有规定外, 不得超过由下列公式计算出的 15%:

$$\text{D.C. 脉动系数} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} \times 100$$

式中: U_{\max} 和 U_{\min} 分别为脉动电压的最大和最小值。

然而不得超过 3.1.1.1 中规定的最低和最高电压。

3.1.2 由静止式变流器或旋转装置供电

在设备用一稳压电源供电的情况下, (例如静止式变流器或装有调压器的旋转式电动发电机组), 电子设备在 0.9 和 $1.1 U_n$ 间的电压值下均能正常工作, 其中 U_n 是标称电压, 可以是直流, 也可是交流。

此外, 对于运行中的设备允许在 $0.7 U_n$ 和 $1.25 U_n$ 间不超过 1s 及 $0.6 U_n$ 和 $1.4 U_n$ 间不超过 0.1s 的电压波动。

3.1.3 供电转换

在设备由蓄电池供电和稳压电源 (D.C.) 转换供电的情况下, 设备在 3.1.1、3.1.1.1、3.1.1.4 和 3.1.2 规定的条件下应正常工作。

——C1 级: 在 $0.6 U_n$ 时, 100ms 期间 (不得中断)

——C2 级: 在 30ms 中断供电期间

3.1.4 由架空线或第三轨供电

当电子设备直接由架空线或第三轨供电的情况下 (例如, 自起动静止式变流器的控制电子设备), 该设备应能在 EN 50163 中所述的接触线电压下满意地运行。

3.2 相关浪涌供电

可以连接到控制系统电源电压的电子设备的接线应经受住：

- a) 如 3.1.1.1 和/或 3.1.2 (适当的) 中规定的过压供电；
- b) 如 10.2.6.1 中规定的过压供电的应用。

假定浪涌是根据控制系统电源电压返回电位产生的，并且仅当控制系统电压升高的电位在浪涌之前及之后存在。不必考虑对控制系统电源电压的反相极性的浪涌。

超过 $1.25 U_n$ 大于 0.1s 的浪涌被假定为仅在控制系统电源电压出现故障时才发生。

3.3 安装

应尽可能通过直接与电源连接的单独导线向电子设备供电。此导线应仅用于电子电路供电。

电子设备的安装要配置得尽可能降低外部电气干扰的影响。

在电气干扰源处应有抑制保护。

如果车辆电池的一个极连接到车体，必须做出规定。

如果几个生产方提供具有普通直接连接的电子设备，要通过相互协议来制定一个唯一的同电位参考点。

3.4 浪涌和静电放电

3.4.1 要求

所有的电子设备都应承受得住直接感应或间接耦合的浪涌，这样不致于在车辆上的工作期间出现损坏或故障。

可以假定该设备仅用于其指定的目的，并在所有典型的方式下工作。

为了提供一些在工作条件下保持规定使用寿命的合理的可信度，电子设备应能满足 10.2.6 中所述的浪涌和静电放电试验。

浪涌可假定为非反复的，并且不应在小于 10s 的一个时间间隔中出现。

浪涌被认为是当通过一个理想的规定持续时间的开关把规定的电源阻抗转换到电子设备时，由一个理想的串联电压电源产生的，如果有，代替正常的控制系统电压电源。这个电源被假定为不能吸收任何瞬时能量。然而，对某些应用来说，可假定为与设备并连接了其它负载（见 10.2.6）。

假定浪涌被施加到设备布线界面处的电子设备上。在通过多极连接器对电子设备进行连接之处，这种连接器和有关的装配电路将被看作是电子设备的一部分。

如果局部没有装备单独的瞬态保护装置（一般在设备的一米以内），那么将采用 3.4.2 的要求。

3.4.2 浪涌等级

就设计来说，要考虑到电子设备易受一种或多种形式的电气干扰：

- a) 可以连接到控制系统电源电压的所有电子设备的接头都要承受得住 10.2.6.2 中所述的浪涌波形的作用。
- b) 没有连接到控制系统电源电压，但连接到车辆线路并易受来自其它线路的电磁耦合影响的所有电子设备的接头都将承受得住 10.2.6.2 中所述的浪涌波形的作用。

如果连接到电子设备的导线是屏蔽的（例如屏蔽电缆），这些接头要从上述要求中除去。

浪涌的出现与控制系统电源电压值无关。

浪涌具有两种极性，并假定为有和没有控制系统电源电压时都会发生。

如果电路的输入阻抗高（相对于瞬态的电源阻抗），那么这个瞬态就是一个电压波形，但如果

阻抗低，那么就是一个电流波形。

3.5 电磁兼容性

设备要有保护，以便不受来自电源线或辐射干扰的不利影响，并能满足 10.2.7 和 10.2.8.1 中所述的有关干扰试验要求。

另外，设备不得辐射出超过 10.2.8.2 中规定等级的无线电频率干扰（RGI）。

4 可靠性、可维护性和预期使用寿命

4.1 设备可靠性

4.1.1 预测的可靠性

用户可要求生产方预测其可靠性指数或满足用户的可靠性指标。招标时要在生产方和用户之间协商计算方法，并符合一个公认的标准。

4.1.2 可靠性的验证

如果用户已经规定了一个要求的可靠性等级，必须进行下列操作。

仔细监视设备性能。

设备生产方和用户要协商记录在设备上进行的全部操作。

为了证明设备的可靠性等级，在相互同意的期间（公里或工作小时数）之后要提出一份故障报告，标记出更换过的零件（电路参考号、型号、生产厂、生产批号、公里数和/或工作小时等），故障的限定和原因（设计弱点、软件、元件问题等）。

为了表示设备是否满足其规定的可靠性要求，该设备应得到可靠性评估。

IEC 可作为指导使用。

合同中要规定详细的可靠性评估程序。

4.2 使用寿命

电子设备的使用寿命应取为 20 年，除在招标时设备生产方和用户同意的除外。

当生产厂要使用低于电子设备的已知寿命的元件时，用于正常替换的使用和方法要得到所涉及到的双方间的同意。

4.3 可维护性

除另有协议外，设备要设计得不必有正常的定期维护。

如果有特殊维护要求，用户在招标时要做出规定。

印刷电路板组成和/或小固定架要能进行单独试验。

另外，设备生产厂要告知必须禁止什么样的维护方法。

注：维护作业，例如超声波清理、连接诊断检测设备、电气安装试验、运输包装结构，通过对组成元件的额外受力，可降低设备的可靠性程度。

4.4 维护等级

4.4.1 车上诊断

用户和生产厂要商定由于车上故障诊断要更换的部件的种类（例如小固定架或插件）。

规定为线路可更换件的这些部件要设计得易于更换。

用户和生产厂还要商定在维护过程中需使用的任何专用工具。

设备要设计得能用适当的轻便检测设备或内装诊断可识别出有故障的线路可更换件，并要有辅助检测指令。

在这一级的维护或诊断过程不要求拆卸或更换线路可更换件的任何元件。

4.4.2 车下诊断及修理

设备要设计得具有检测指令的检测设备能通过有资格的技术人员在修理中心对各种车载设备的性能进行全面诊断和确认。

设备要制造得易于进行诊断和修理，而不损坏或过度干扰元件或线路。

另外为了有助于诊断及修理作业，印刷电路板组成要有试验装置（例如试验插头、试验底座）。

4.5 内置诊断

在适当的地方要使用辅助诊断维护的指示器，以便显示输入数据、输出数据、主要控制功能、供电等的状态。

自测程序要能提供设备工作状态的清晰显示。

任何能使用的内置诊断设备，而不是监视设备应适当联锁，以防止中断设备的正常运转，在试验状态下除外。

任何用于内置诊断的额外元件将不得明显地影响设备的可靠性，但要考虑在可靠性计算之内。

4.6 自动测试设备

用户可以要求使用一个特殊型号的自动测试设备，用于在车上或车下进行故障定位。

如有这种要求，用户在招标时要提供这种测试设备的详细资料及其车载设备的连接界面，例如固定基座，或导向探头（车上修理用），或设备连接器（用于车上诊断）。

可允许拔掉不影响设备功能的插件，以便于连接自动测试设备。

4.7 故障诊断可采用的方法

在使用专利测试设备已开发出或测试完的车载电子设备的地方，如果这种设备的使用实际上是用于安装和用户要得到全部支持的详细资料，生产厂可以提供这方面的资料，作为在修理中心用于故障诊断的一个可采用的方法。

4.8 特制测试设备和专用工具

关于项目要求使用的工具，而不是现成可用的工业工具，要事先得到用户的批准。

为用户正规的维护作业而需要的特制测试设备和/或专用工具，这种设备或者是这种设备的制造和采购细节将作价出售给用户。

测试设备不必要符合本标准。

5 设计

5.1 总则

5.1.1 质量管理

所有的设计都要按照 EN ISO 9001 进行。

设计过程要明显及可检查的。

如果用户要求过程的细节用于评标，要在招标文件中规定这个要求。

按照明确制定的功能和界面的技术规范在进行所有系统、硬件和软件设计中要特别注意 EN ISO 9001 使用中隐含的要求。

5.1.2 使用寿命

要按照规定的寿命周期模式进行全部设计，在质量方案中将制订出寿命周期。

5.2 详细实施 — 硬件

5.2.1 界面

所有界面都要做得可以满足其下列要求：

——电磁兼容性

——电位差

——人员安全性

并可控制由外部事故引起的损坏扩散。

为满足上述要求，用户可以要求电绝缘。在这种情况下，在招标阶段应声明其使用的要求和特殊区域。

图 1 中提供了系统与各种电磁兼容性（EMC）接口的示例。

5.2.2 故障保护

引出去的电缆至少要适合那个电路保护装置的电流限制值。要保护设备不受外部故障的影响（例如短路或开路状态）。

电子设备的稳压电源要装有限流装置，以把保险零件的使用降到最低限度。

如果用户希望在设备内部禁用保险，这要在招标之时进行声明。

在输出电路中安装断开型的保护装置的地方，在短路状态下的有效电流要足以驱动这些装置。另外，带有手动恢复的装置要易于接近。

所使用的任何保护装置都要能把设备内的火灾危险降到最低限度。

5.2.3 基准电源

电气绝缘的电源装置的输出不允许漂移。

当输出各端没有定位于一个电压电源（例如电池或电压电压）时，那么供电轨的其中之一要连接到车辆底架或一指定的接地点。

应该规定并得到多方同意这种定位和连接方法。

5.2.4 可互换性

组成一个系统一部分的所有独立的印刷电路板组成应具有完整的功能，并与相同功能的任何其它电路板可完全互换，在其插入到系统中之后，而不需对硬件进行重新校准。

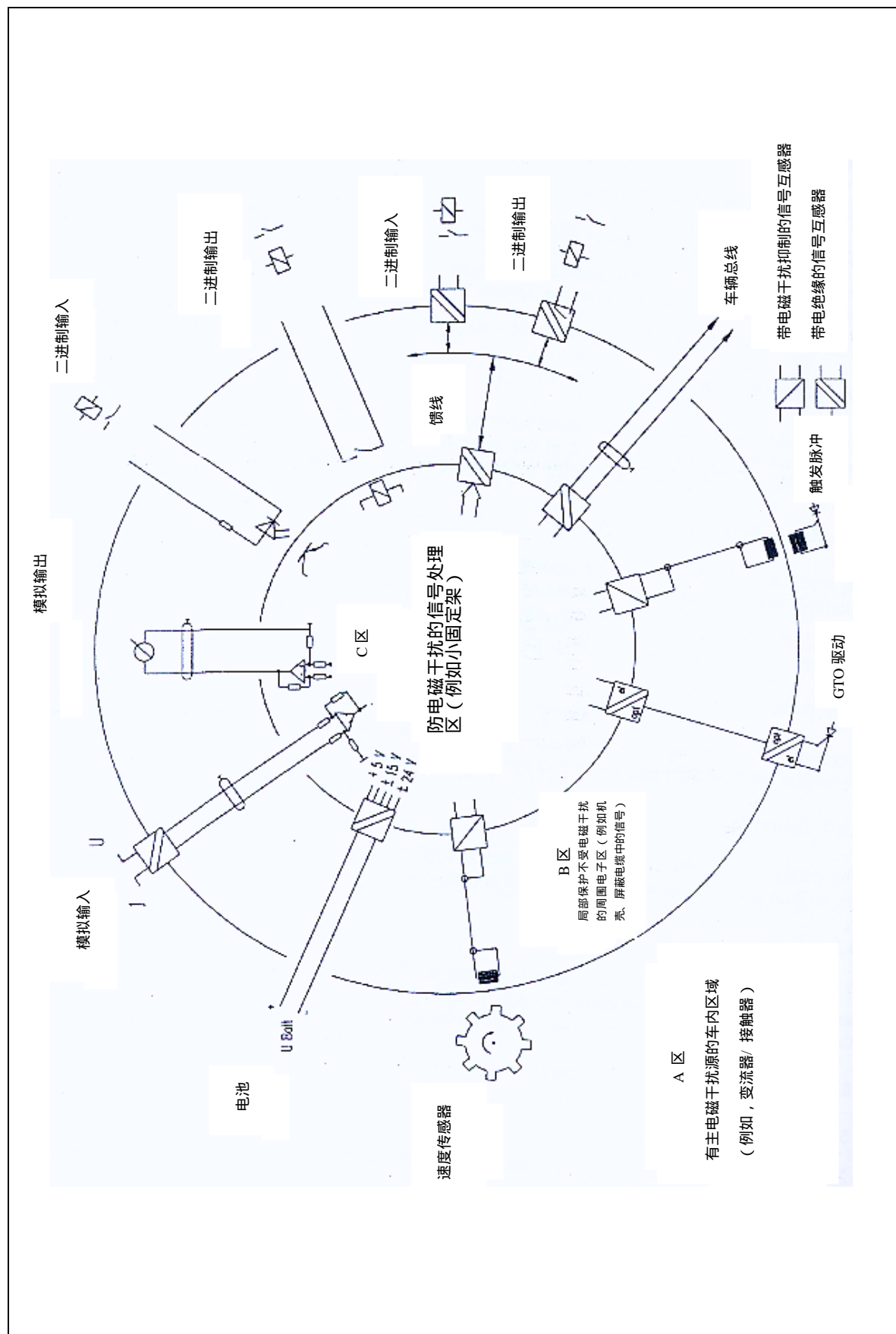


图 1 连接典型电磁兼容性——A、B、C 区的系统

5.2.5 电压降

当电压处于或下降到规定的电源电压的最低限度以下时，设备不受损坏，与电压变化率无关。
另外，在这些条件下，该设备不应产生可导致任何其它设备间接故障的虚假输出。

5.2.6 极性颠倒

为防止设备的任何损坏，要提供电气或机械装置，以保证输入的电源防止极性颠倒。

5.2.7 冲击电流

设备的设计要考虑到在接通电源时可发生的冲击电流，以便保护装置不跳闸及不出现损坏。

5.2.8 备用容量

如果用户要求备用容量（例如备用输入、备用输出、CPU 负载等），用于在设备寿命周期期间对系统扩展或改造，要在招标阶段做出规定。在设计过程中要与这些要求相一致。

5.3 详细实施 — 软件

5.3.1 总则

EN 29000-3 将用于供软件使用的 EN ISO 9001。

EN 29000-3 的要求和建议具有强制性的效力。

配置管理程序将与包括所有的软件和用于开发和维护的工具的寿命周期同步运行。

要包括寿命周期结论和软件开发的文件。

软件的开发要建立在规定的阶段和工作之中。

要记录与软件设计有关的全部信息要点。

最少的阶段和需要的文件如下：

a) 软件要求阶段

在这个阶段，把软件的全部要求都收集到及提供到软件要求技术规范之中，包括与系统环境和其它软件的界面。

b) 软件设计阶段

在这个阶段，要确定软件的结构、规定的模块和书写的编码，以保证所有的单元都满足软件要求技术规范中规定的要求。另外，应把 5.3.2 考虑进去。

c) 软件测试阶段

该阶段包括在设计的每个阶段软件的测试，以保证与技术要求的正确性和一致性。要记录测试结果。

d) 软件/硬件综合阶段

在这个阶段，硬件和软件要结合在一起并测试，以保证符合该系统的要求（例如象软件要求技术规范中规定的）。要记录测试结果。

e) 软件维护阶段

重要的是当进行校正、增强或匹配时，不要危及软件的独立性。要确定并提供所采取的措施。

5.3.2 软件设计方法

要采用下列方法，用户已提供的及同意的任何可采取的方法原理除外。

注：在 EN 50128（附件 B）中可找到有关这些的解释和其它有用的方法。

5.3.2.1 模块方法

软件要细分成小的可理解的部分，以便处理其复杂性。包括采取的措施，例如模块大小的限制和全部确定的界面。

5.3.2.2 使用中已得到证明的翻译程序

要应用在使用中已得到证明的翻译程序，以避免在软件开发、校验和管理的过程中由于翻译程序故障而引起的任何困难。

5.3.2.3 记录

软件项目中的全部数据、决定和原理都要做记录，以便可以较容易地校验、确认、评估和管理。

5.3.2.4 结构方法学

要应用结构方法，以便通过把注意力放在寿命周期的早期部分上，来提供软件开发的质量。方法目的在于通过严谨的和直观的方法和符号（由计算机辅助）来达到这一点，用以识别在一个逻辑命令和一个结构方式 中存在的要求和执行性能。

5.3.2.5 设计和编码方法

为了保证统一的规划设计文件和产生编码，以及实施非自我的程序设计和一个标准设计方法，应规定设计和编码方法。

5.3.2.6 结构程序设计和分析

要用便于分析程序这样一种方法来设计和完成程序。

在分析的基础上应完全可测试程序的特性。

5.3.2.7 程序设计语言

已选择的程序设计语言要便于毫不费力地就可校验编码，并有助于程序开发、校验和维护。

5.3.2.8 已得到证明的技术

要使用已得到证明的技术。这种技术的示例包括：

a) 半正式方法，例如：

——逻辑/功能框图；

——顺序图；

——数据流程图；

——判定/真值表；

b) 测试方法，例如：

- 边界值分析；
- 等效等级和输入划分测试；
- 过程模拟

5.4 设备性能

设备要做得具有下列性能，并在各种条件下都能工作。

5.4.1 存储器检测

接通电源后，在初始化期间，设备要执行检测并显示：

- a) 全部需要的存储器都存在并在起作用
- b) 在单独集成电路之间或印刷电路板组成之间可分开的所有程序存储器在功能上兼容。

将通过装置壳体上可视的说明或通过内部编码提供存储器与正确的印刷电路板组成相连，及印刷电路板组成与小固定架相连的方法。这种方法要向用户说明。

5.4.2 自检

设备尽可能包括每次初始化时验证系统可供使用的一个自检功能。自检失败时，诊断信息要尽可能指出故障的区域。系统在何处可以进入恢复状态。

5.4.3 监视器

设备要包括一个监视器功能，在运行软件出故障时可使其进入一个恢复状态（例如，由于异常瞬时干扰，软件进入一个非故意的循环）。

5.4.4 错误显示

在检测到错误时，处理器要记录或显示已出现过这一情况。然后它将进入一个恢复状态。

5.4.5 恢复

设备要尽可能的从强迫进入的任何故障或错误状态恢复过来，并对其功能有最小的破坏。此恢复过程要求处理器重新初始化。不能安全或切合实际的从这种状态恢复的地方，生产厂要说明对设备的影响。

6 元件

6.1 采购

6.1.1 所有的元件都要符合指定元件功能和物理参数的详细技术规范。

6.1.2 所有使用的元件都是已经按照符合 EN ISO 9001 或相关的 EN ISO 9002 的要求的一个质量体系或一个相等的质量体系来生产制造的。

6.1.3 参照上述的元件技术规范要符合下列的一个标准或文件：

- a) EN 或 IEC 技术规范；
- b) 其它国家或国际标准或技术规范；
- c) 元件生产厂的技术规范；
- d) 设备生产厂的技术规范；

在 c) 和 d) 的情况下，文件要参考 EN 或 IEC 通用技术规范。

6.1.4 除按 6.1.5 供货外，要使用一种多源供货的元件。对本标准来说，“多源”的意思是根据上述 6.1.1 中详述的技术规范，在匹配和功能方面完全可互换性。

6.1.5 在不可避免单源元件之处，这要被认为是有理由的，并在招标阶段要引起用户注意。

6.1.6 要根据设备投入使用之后可较长时间进一步供货的一个较高概率来选择使用的元件和元件系列。如果忽略了这些措施，在设备供货合同期间就会得不到某些元件，电子设备生产厂要提供一个可采用的解决办法。

6.1.7 特殊元件例如非标准混合电路和应用特种集成电路 (ASIC) 要以精确的足以可以后续再设计或从一个可选择的供货方获得一个完全可互换的设备的货源的一个详细的技术规范为条件。

6.2 应用

6.2.1 所有使用的元件应为在应用中适用的那个级别，并满足本标准中所述的要求（例如环境、质量、概率寿命等）。

6.2.2 对于还没有铁路应用历史的元件或技术，用户可要求那些符合本标准要求的元件或技术的证据。

6.2.3 所有元件的使用都要：

- a) 符合元件生产厂的基本技术规范
- b) 用不危及设备寿命和性能的这样一种方法。

6.2.4 选择元件的温度范围、减少额定值、包装、屏蔽等完全由生产厂负责。

如果用户提出要求，生产厂在投标时要证明（例如通过计算或其它应用）该设备满足本标准中提供的全部要求，特别是在第 4 款中所述的元件的可靠性和寿命方面。元件的概率寿命不低于设备的使用寿命，在 4.2 中规定的具有已知寿命的元件除外。

7 结构

7.1 设备的结构

设备要符合下列结构要求。

7.1.1 机械保护

位于任何面的所有线路可更换装置 (LRU) 都可安装在一个表面上，而对任何元件不引起机械损坏。在需要的地方，将安装机械保护装置。

7.1.2 定位或编码

在用户有要求的地方，所有线路可更换装置 (LRU) 都要有定位或编码的机械装置，用以防止错误的插入。

7.1.3 尺寸要求

固定架、小固定架和插件都要符合 EN 60297/HD 493 的尺寸要求。

注：EN 60297/HD 493 的多数通用尺寸为 3U 和 6U，印刷电路板深度为 160mm 或 220mm。

7.1.4 插座和连接器

在招标时，用户可禁止使用集成电路插座和/或印刷电路板插头座。

7.2 元件安装

设备要符合 IEC 60321 及下列结构要求。

7.2.1 设计

零部件要相互定位、固定和布置，以便在检查、拆卸和更换构件时不损坏或过分干扰其它零件或布线。

如果可能，都应看得见安装的零件上的标记。

不要把设备设计得使零件连接在接线板上，除非有足够的夹紧装置或辅助印刷电路板组成，并要保留零件的标志。

要安装散热零件，这样就不会引起印刷电路板或任何其它零件的损坏。

7.2.2 固定

没有特别机械固定的元件，要固定在印刷电路板，其重量在设备的寿命期间通过振动会对焊接接头引起应力或损坏。

固定的方法是在不损坏印刷电路板的情况下，可以更换这些元件。

所有的元件都要按照零件生产厂的建议或在没有建议的情况下，用固定的方法对元件或装置的性能，包括焊接的接点没有不利影响的这样一种方法来安装。

7.2.3 元件终端

元件的连接要做得机械或热应力都不超过对元件规定的限制。

元件引线的弯曲不得对元件体/引线接头引起损坏或永久应力。

7.2.4 预置控制

如认为有必要为运行调整而设预置控制（即不是内部校准），这些控制要能与在运行中的整套设备及相邻设备一起使用。

这样的控制应在正常运行中保持其设定值，并要防止意外调整。

7.2.5 选择试验元件

在使用选择试验元件的地方，这些件要焊接在元件安装柱上，以便于拆下来重新校准。

7.3 电气连接

这些连接为下列形式。

7.3.1 焊接连接

对为焊接而专门设计的元件进行焊接连接。软/多股导线和为弯曲而设计的金属编织皮线将不焊接，但是在电气连接之前，要装上压线接片，并消除变形。

镀银或镀金线或元件将不焊接，镀层薄得足以避免降低接点上的效果除外。

焊接的导线和元件要尽可能可以拆开，而不影响其它接头。

焊剂为非腐蚀性的。

7.3.2 压接

压接要符合 EN 60352-2。

7.3.3 缠绕连接

所有的产连接最低限度要符合 EN 60352-1，并为改进型的。不允许在同一接线柱上进行焊接和缠绕连接。使用的电线要适合于所选择的缠绕作业，并且至少有三圈绕线要紧密接触。

7.3.4 其它连接

其它的连接方法，例如绝缘替换、压配合等要先与用户协议后，才能使用。

7.4 内部软接线（电气的和光学的）

可能要折弯的电线要在界限端子附近及沿其线路的适当地方提供卡子、护套或支架。

电线要配置得其性能不受温度极限值的影响。

电线弯曲半径不得小于其生产厂规定的最小允许值。在没有对电缆规定最小半径的地方，弯曲的内半径不得小于包括绝缘层的电线的总直径。

在电线通过可引起磨损的材料之处，要安装电线胶垫圈或套管。

内部电线要用卡子、架、导板，或类似的方法适当地支撑。

电线要固定在插头和插座内，这样连接器内的接头正常操作和使用中不会受到有害的拉力或扭曲应力。

按惯例，电线的每端要留有足够的电线，以能进行再次连接。

所有布线都要有可立即查出的点到点的布线图或一览表。

7.5 柔性印刷线

柔性印刷线要按照 IEC 60326-7 和 IEC 60326-8 设计和制造。

柔性印刷线除接头外不得带有元件。

基材要具有适合使用的适当的温度范围和机械性能。并为阻燃和不透水的。

无论何处都要尽量避免锐弯。最小弯曲半径不要小得引起基材或表层裂纹或损坏。

在转换终端要提供足够的支撑，以保证基材或底衬不发生分离。

使用此技术的任何终端都要可以再次连接而不对线路系统造成损坏。

7.6 印刷电路板——软式和硬式

7.6.1 印刷电路板的类型

可使用下列印刷电路板的类型：

——硬式单面或双面的；

——软式或软硬式单面或双面的；

——硬式多层板。

除非采取专门的防止外部故障措施，不要把内层上的信号引制线直接连接到车辆线路上。

用于焊接的全部孔都要镀透，两面有焊盘。

事先得到用户批准，可使用其它类型的印刷电路板。

7.6.2 采购

根据下列相关技术规范中的条款采购和制造印刷电路板：

——EN 123000（一般技术规范：印刷电路板）；

——EN 123200（部分技术规范：带有普通孔的单面和双面印刷电路板）；

——EN 123300（部分技术规范：多层印刷电路板）；

——EN 123400（部分技术规范：无直通连接的软式印刷电路板）；

——EN 123500（部分技术规范：有直通连接的软式印刷电路板）。

事先得到用户批准，可使用类似范围的可选择的标准。

7.6.3 设计

根据 IEC 60326-3，适当考虑本标准的工作条件来进行电路板的设计。

7.6.4 材料

根据相应的 EN 60249-2-5，EN 60249-2-10，EN 60249-2-12 和 IEC 60249-3-1 标准，用于硬式印刷电路板和多层印刷电路板的制造中使用的基材为在规定的可燃性（垂直燃烧试验）范围内的环氧树脂纺织玻璃纤维层压板。

根据 EN 60249-2-15 标准，用于软式印刷电路板的基材为在规定的可燃性（垂直燃烧试验）范围内的软包铜聚酰亚胺薄膜。

证明满足或超过上述规定基材性能的其它材料也可使用。

7.7 印刷电路板组成的保护层

所有印刷电路板组成的两面都要用一种保护透明涂层进行保护，以便防止由于潮湿和大气污染的原因引起的变质或损坏。这种涂层不得与任何其它材料或所用的元件有任何有害的反应。

在 IC 插口、测试点或接触器接触啮合表面等不得使用保护层。

在不需要完全除去涂层的情况下，可以修理印刷电路板组成。

修理之后，印刷电路板要局部重新涂刷。

7.8 标记

7.8.1 最起码的印刷电路板的标记

布线图要再现包括其修改的正确标记的足够的信息。

7.8.2 小固定架和印刷电路板组成的标记

小固定架和印刷电路板组成的标签要足以能体现有包括序号和修改的正确标记。所有的标签都要清楚醒目、简明和耐久。

线路可换装置（LRU）的标签还包括其标记名称、生产厂名称或商标和系列号。

在小固定架和印刷电路板组成上要提供记录任何转换匹配、形式或功能的方法。

在插件前面板可能的地方要设置一个标签。
从维护的观点来说，最好把修改标签附在这个前面板上。

7.8.3 小固定架和印刷电路板组成的安装位置

要标记出每个安装位置，用以指出要安装在此位置的小固定架或印刷电路板组成的型号

7.8.4 保险丝和电池标记

在保险丝附近要标示出全部保险丝的额定值。

在设备内部要使用电池的地方，在里面安放电池的组件前面板上要做出标记，用以指示有电池，并指出建议更换电池的日期。

7.9 安装

为保证在规定工作条件下运行的性能，在某方面要安装设备。这种安装可包括。

——较大的设备：机壳、许多固定架、小固定架和印刷电路板组成；

——较小的局部设备：单独密封的机壳。

在跟中情况下，机壳都要提供工作条件下的必要保护（根据 EN 60529 的 IP 码），并允许拆卸和修理所包含的设备。

最好不用需提供额外保护的封装（例如用硅橡胶、树脂或其它材料覆盖），并只在规定的材料环境条件下（例如在远距离安装的传感器时）才使用。

如果生产厂要使用封装，他就要在尽可能最早的阶段通知用户。

注：此条的要求不包括独立的元件，例如混合电路、应用特种集成电路（ASIC）等。

7.10 冷却和通风

为保证设备寿命由于引入杂质而不受不利的影响，除非采取有关双方之间同意的预防措施，才能通过强制空气进入设备外壳里面而获得冷却。

在使用风扇协助冷却的地方，要多设备进行保护，以便由于冷却系统故障，不会引起损坏。在有关保护装置运行之前，要保持全部性能技术要求。

（这方面的损坏包括由于任何元件以超过其最大规定额定值运行对设备寿命的影响。）

7.11 材料和面漆

材料和面漆要适合使用条件，并根据环境、磨损和老化因素以及毒物对人影响的危险来进行选择。

所有材料都应尺寸稳定、不吸潮、抗霉菌生长并且或防火或抗火焰扩散。

用户要提供一份禁用或受国家法律管制的材料清单。

另外，生产厂要规定出对任何含有有毒材料的处理方法。

8 安全性

这些措施涉及到主要设备和任何维修设备、工具或生产过程。

8.1 总则

设备要完全按照用户指定的国家或使用国家的当前国家安全法规来进行设计、制造和安装 与

合同有关的)

8.2 功能安全性

按照 EN 50126、EN 50128 和 EN 50129 规定设备或系统的特殊功能安全性要求。

8.3 人身安全性

用户在招标时就设备、结构和使用的材料，确定与人身安全性有关的要求。

9 文件

参考第 5 条，根据 EN ISO 9001 的条款，设备设计要有资料证明。

9.1 文件的提供和保存

供方和用户书面上同意：

- a) 由用户提出所需的文件的数量、范围、内容、报告书、介质和修改过程。
- b) 供方提出文件的范围、条件和保存期限。

如果合同中有，才考虑这种书面协议。

9.2 硬件和软件文件

下列项目提供一份用户可以合理要求的文件检查清单。

9.2.1 硬件文件

下列项目是为硬件文件提供的一份检查清单：

- a) 设备名称和型号
- b) 设备的功能用途
- c) 整套设备的构成
- d) 工作原理
- e) 使用说明和预置数据
- f) 电路工作说明，包括相应的电压、电流波形和上升次数等
- g) 功能界面说明
- h) 改进状态
- i) 某些生产文件（电路图、布线图等）
- j) 所需的车上/车下诊断程序和试验设备
- k) 保存预防措施
- l) 带注解的功能方框图
- m) 布置图和机械配置图
- n) 零件表
- o) 零件技术规范和来源（即生产厂）资料
- p) 测试点
- q) 零件极限寿命表
- r) 设备中可有的及用户批准的有关危险材料的资料
- s) 可存在于设备内或在使用中或搬运中可发生的有关向内爆炸或爆炸危险品的资料。

9.2.2 软件文件

下列项目是为软件文件提供的一份检查清单：

- a) 描述生产厂解决系统技术规范要求的一个软件技术规范
- b) 表明软件的结构和设计符合软件技术规范要求的一个软件说明
- c) 每个模块：
 - 性能说明（例如输入、输出、功能）
 - 书写的源码（汇编程序或高级汇编程序）
 - 试验要求和试验结果
- d) 数据表，此表规定了全部全程变量和全程常数
- e) 系统存储图
- f) 硬件从属性（即对软件的硬件要求）
- g) 所用系统开发的详细资料
- h) 开发软件所用工具的详细资料
- i) 综合试验要求和结果

9.3 文件要求

9.3.1 文件

向用户提交的全部文件要有表明显示详细项目和图纸相好的一个相应的图号和标题。

所有的文件和零件表要有出版或修订版索引和修改记录。

所有的图示符号都要符合 EN 60617。

9.3.2 电路图

要为每块印刷电路板组成和整个设备的插件制作电路图。

如果可行，要画出全部电路图，以便使信号通路的主要次序可从左至右（排列必须长上到下）。

如果可行，任何一个单元的电路图都应是完全独立的、自身解释的，快速与其它电路相联系，并将显示：

- 电压电平和内连接线
- 低压电路间的连接
- 在这些电路、电子设备、传感器和受控的或受监视的装置间的连接
- 金属件的接地
- 电子零电压线路间的连接
- 外客及其连接
- 屏蔽或胶合电缆

在电路图上用虚线轮廓图显示出印刷电路板组成之外的分立元件或操作中必不可少的插件，并做出适当的标记。

所有的零件符号与其电路参考一起作出标记，并且在相同的电路图上没有包含零件表的电路图上要标记出零件的标称值。

有三个或更多接点的元件要标记出或绘出这些接点。

要根据设备上标出的铭文指出全部控制器、开关和指示装置的功能。要用从操作端看时，表示心轴顺时针旋转的箭头标示出旋转控制器的符号。

继电器总按断开位置显示。

9.3.3 零件表

零件表要非常好地识别每个零件参考号和那个零件的技术要求。

9.3.4 零件配置图

零件配置图要显示用于印刷电路板组成或插件中的每个独立元件的位置，与其电路参考号、轮廓和极性一起做标记。

9.3.5 方框图

带有符合 EN 60617 和 EN 61082 系列符号的方框图将显示一个系统的可识别部分之间的信息的流程图。

9.3.6 布线图

布线图和图表将显示设备机壳内部部件间的接线和另外提供的工作(即供电、分配、报警等)。

9.3.7 互联图

互联图和图表将显示设备外客与通过外接电缆的方式连接到设备的全部零件之间的必要连接。

这些图还显示用作这些连接的电缆型号和用于接在端点的任何特殊布置或为减少干扰的特殊布置线配置。

9.3.8 设备图纸

设备图纸将显示安装在固定架或小固定架上设备的布置,在一个机壳内组件和分组件的布置,及全部机壳、固定架、小固定架、插件和印刷电路板组成的主要机械性能。

10 试验

10.1 试验类别

共有三种试验类型：

- 定型试验
- 定期试验
- 审查试验

在招标之时，用户要确定协议中的任何试验（见 10.2）。

生产厂要写出列有要进行的全部试验和其技术规范的一份试验计划。

在定型试验和定期试验的过程中，设备不得出现故障或产生超出其技术规范的性能。

注：由于协议中的某些试验费用很高，还是要进行那些必要的试验。用户可要求证明及检查任何试验结果。合同中要包含有关这一点的安排。

10.1.1 定型试验

为了证明产品能满足规定的要求，要进行定型试验。在一个已知的设计和制造过程的单一设备上进行了定型试验。

如果一整套设备或其中一部分几乎与以前试验过的完全相同，生产厂可提供一份以前试验的

合格证，此证至少要包括本标准指定的各种试验。在这种情况下，经用户同意后，可不必考虑在该装置上重复这些试验。

根据用户和生产厂间的协议，可不时地从流水作业或交付的货物中抽取样品重复一些或全部试验，以便确认该产品的质量仍能满足规定的要求。

另外，用户可要求生产厂在下列情况之后重做全部或部分定型试验：

- 设备改型，可能影响其功能或操作方法；
- 在定型或定期试验中失败或出现偏差；
- 中断超过五年之后又重新生产；
- 改变制造现场。

10.1.2 定期试验

为了验证产品的各种性能与定型试验时所测量的那些相符，要进行定期试验。由生产厂在每一设备上定期进行试验。

10.1.3 审查试验

审查试验是要获得有关超过其规定要求的电子设备性能的额外资料。由用户或生产厂特别提出进行这些试验受合同协议的约束。

审查试验的结果不可用作拒绝验收设备或要求罚款的理由。

注：在本标准内未叙述这些试验。

10.2 试验目录表

表 2 列出了电子设备的定型和定期试验。

表 2 试验目录表

	试 验	定 型	定 期	条 款
1	外观检查	*	*	10.2.1
2	性能试验	*	*	10.2.2
3	冷却试验	*	-	10.2.3
4	干热试验	*	-	10.2.4
5	湿热试验，循环	-	-	10.2.5
6	超压、浪涌和静电放电试验	*	-	10.2.6
7	瞬时冲击敏感性试验	*	-	10.2.7
8	无线电干扰试验	-	-	10.2.8
9	绝缘试验	*	*	10.2.9
10	盐雾试验	-	-	10.2.10
11	振动、冲击和碰撞试验	*	-	10.2.11
12	水密试验	-	-	10.2.12
13	设备应力消除	-	-	10.2.13
14	低温存储试验	-	-	10.2.14
注 1：带“*”的试验为强制性的。				
注 2：带“-”的要按用户和生产厂之间的合同协议。				
注 3：就这些试验来手，环境温度规定为 25 ± 10 。				

10.2.1 外观检查

为保证该设备是完善的结构，并可得到确定及满足其规定的要求，要进行外观检查。

在定型试验已进行完之后，还要进行外观检查，以检查是否发生由试验而引起的任何损坏或质量降低。

10.2.2 性能试验

要在环境温度下进行各种测量。

定型试验的性能试验包括广泛的一系列的设备特性的测量，以检验其性能是否符合有关特定设备的功能要求，包括其特殊技术规范的特殊要求，和本标准的一般要求。

定期试验的性能试验与定型试验一样，但不包括下面所述的断电和变化试验。

除另有协议外，该定型试验包括：

a) 供电变化

直流供电的设备：

为了验证在标称供电电压下及在规定的上限和下限的正确运转，要做这些试验。

交流供电的设备：

进行试验以验证在下列情况下的正确运转。

- 1) 标称电压和频率；
- 2) 电压和频率各种组合的上限和下限。

b) 断电试验

注：该试验不适用于 3.1.1.2 中规定的 S1 级中断。

试验要在标称电压下进行。

输入到试验中设备的供电电源将按照 3.1.1.2 和 3.1.3 提供的相应分类中断一段时间。

在没有外部干预或不需操作者重新调整的情况下，设备应能继续运行和正确显示。

这种试验要任意重复 10 次，包括全部工作方式。

在整个试验中要监视设备的输出，以保证不出现假运转。

有一组在电学上相等的输出信号时，需要监视这些输出信号中的 4 个信号或 4%（无论哪个都要更大的）。

在设备连接到主要牵引电源，并且没有通过介入电池供电时，要进行试验以模拟电源中断的影响。

10.2.3 冷却试验

要按照 EN 60068-2-1，试验 Ad 进行这种试验。

在无任何电压时，把印刷电路板组成、插件、小固定架或固定架放入一试验箱内。

温度值要从表 1 中并按用户规定的等级选取。

在试验箱的温度稳定之后，把设备放在温度稳定的箱内足够的一段时间，先使之达到所要求的状态。在各种情况下，这段时间都不得小于 2 小时。

在这段时间末了，使设备保持在低温，给设备接通电源，并进行一次性能检验。

恢复之后，在正常室温下重新此性能检验。

试验合格要求：

- 不发生任何损坏
- 功能检验不得显现任何故障或损坏，也没有任何超过规定公差的结果。

试验技术规范将详述验收标准。

10.2.4 干热试验

按照 EN 60068-2-2 中试验 Bd，使用自然通风进行这种试验，为设备提供正常的强迫通风除外。

这种试验的温度取决于用户设定的温度范围和试验中设备的种类（详见表 1）。在设备包括一个机壳、固定架、小固定架、插件或印刷电路板组成时，温度要按照 2.1.2 中所给的相应温度。

最好在较小的功能装置上进行干热试验（例如印刷电路板组成、插件或小固定架），但是一定保证接入散热设备，或如果没有试验，要模拟散热设备。

带有供电电压的设备放在温度已事先规定到规定温度的试验箱内（见上述）。温度已稳定之后，设备要留放 6 小时，然后在高温下进行性能检测。在这个试验完成之后，设备可以冷却到环境温度，并且再进行一次性能检测。

如果有一个机壳，在 10 分钟的超温值下进行附加的性能试验（详见表 1）。

在上述试验的过程中，要检查预先规定元件的温度，以保证它们不超过其工作极限或本标准规定的极限。

试验合格要求：

a) 不发生任何故障或损坏

b) 不出现超过公差的结果

试验技术要求将详述合格标准。

10.2.5 湿热试验，循环

应可以控制试验箱内空气的温度和湿度，并要提供同期记录这些数值的工具。

要从试验箱排出潮气冷凝水，并不得再次使用。

如果空气要由喷水来增湿，喷水要有最小 500 Ω 的电阻。

试验箱内的气候条件要尽可能保持一致（如有需要可通过循环），并且试验中的设备（EUT）不得使这种条件超过所规定的公差（通过散热、吸湿或其它的方式）。

不允许冷凝水滴落在试验中的设备上。

按照 EN 60068-2-30 中试验 Db 进行此试验。

试验中的设备不得通电，性能检测期间除外。

温度：+55 和 +25

循环次数：2（呼吸作用）

时间：2 × 24 小时

中间测量：在第 2 次循环开始时进行一次性能检测（在冷凝过程中）。

10.2.6 过压供电、浪涌和静电放电（ESD）试验

试验程序：

要进行试验的设备受 3.2 中规定的过压供电要求约束的、及受 3.4 中规定的浪涌和静电放电要求约束的每个接头也受本条中规定的所有相应试验波形的约束。

每个接头都要进行试验，最小接头数为该组接头数的 20% 或 4 个（无论哪个都要更大的）的一组信号时除外。一组的定义为在电学上相同的一套输入或输出电路。为反映物理设计上的不同和敏感设备的近似度，应选择受试验的样品。

有些设备必须向与试验中设备并联的负载放电。在这种情况下，负载电阻器不得小于该设备

标称电源阻抗的 10 倍。

10.2.6.1 过压供电

过压供电产生如：

- a) 图 2 中所示的梯形过压试验；
- b) 或图 3 所示的交流试验。

试验波形与控制系统供电电压极性相同，它在试验波形输入之前和之后出现。

根据控制系统供电电压返回电位测量电压。

对于上述的一个选择方案，生产厂可通过计算证明设备可以承受的波形。

10.2.6.2 浪涌

使用下列之一产生和试验浪涌波形（见 3.4.2）：

- a) 使用图 4 中所给的电路，其中波形 A 是强制性的，波形 B 为可选择的。
- b) 或使用 EN 50121-3-2（表 7）中规定的发生器和波形。

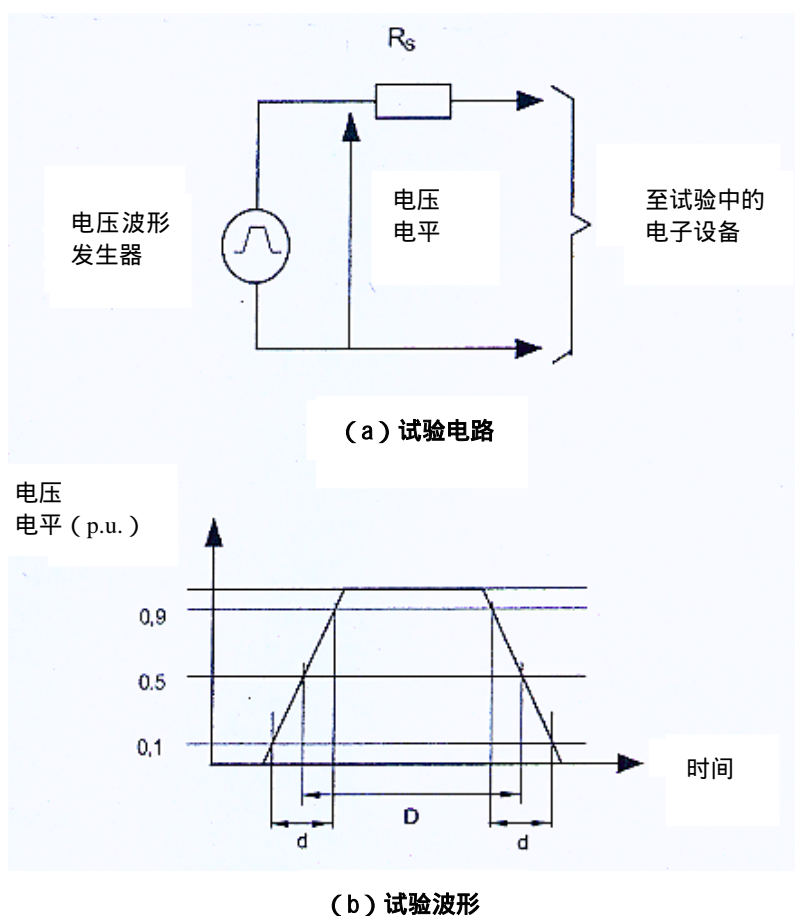
每次试验，试验波形将按如下产生：

- a) 根据控制系统供电电压的返回电位；
- b) 或在控制系统电压回路及设备地线端子之间。

试验波形可为任一极，并且在控制系统有电压和没电压时，应用试验波形。

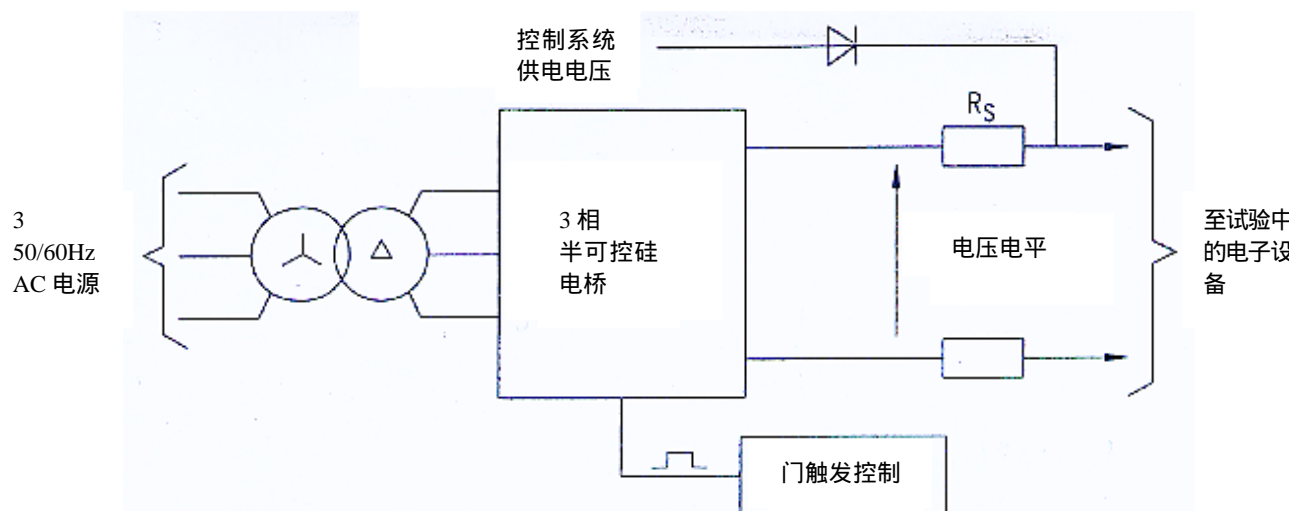
在控制系统有电压时，输入试验波形之处，要提供防止浪涌能量扩散返回到电源中的装置。

当使用耦合滤波器时，浪涌波形上的振荡可用来提供按规定产生波形。

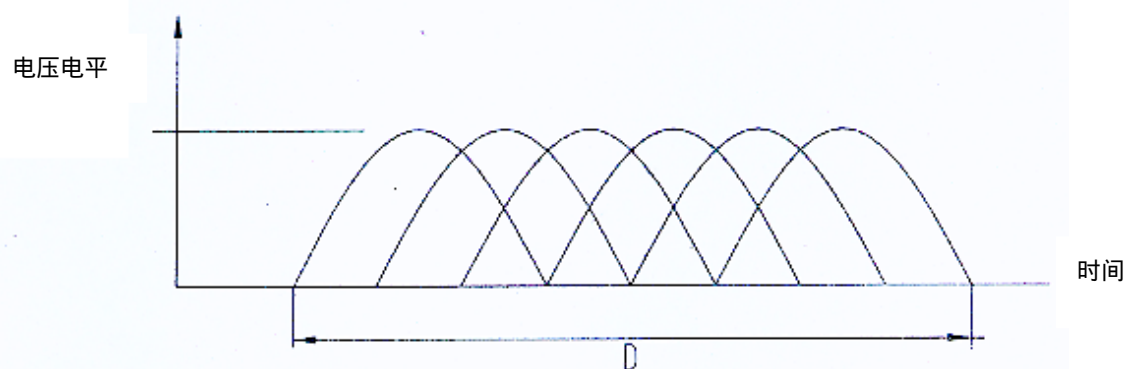


电压电平 (最小)	持续时间 d (最大)	持续时间 D (最大)	串联电阻 R_s (容差 $\pm 10\%$)
$1.4U_n$	0.1s	1.0s	1

图2 过压供电



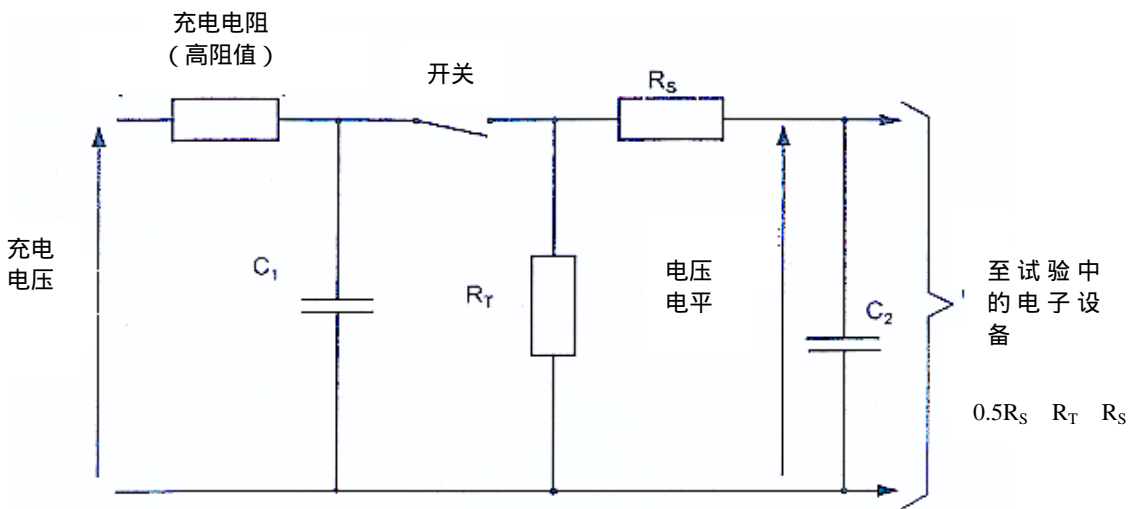
(a) 典型试验电路



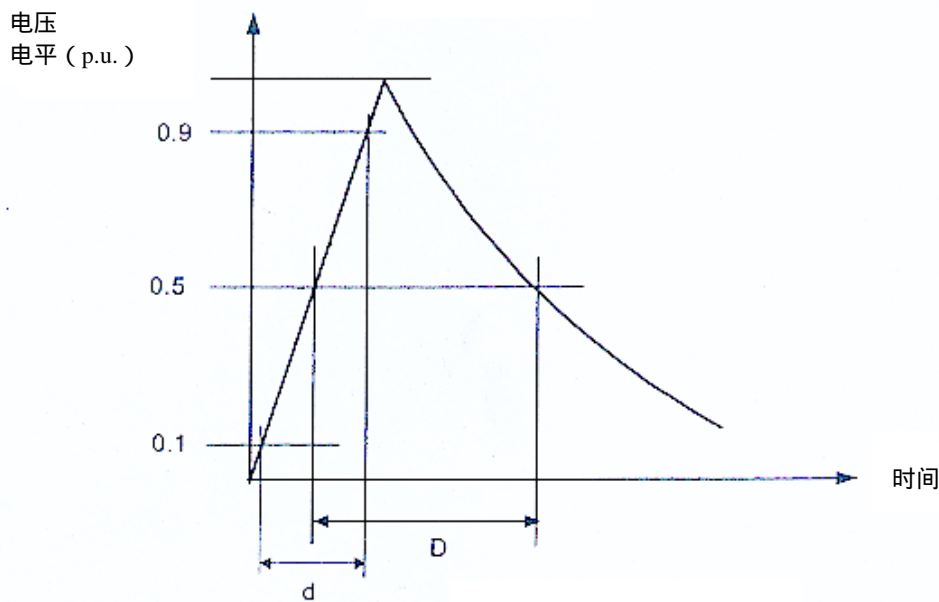
(b) 试验波形

电压电平 (最小)	持续时间 D (最小)	串联电阻 R_s (*) (容差 $\pm 10\%$)
$1.4U_n$	1.0s	1

图3 过压供电交流试验



(a) 试验电路



(b) 试验波形

波形	干扰型式	电压电平 (容差 $\pm 3\%$)	持续时间 d (最大)	持续时间 D (容差 $\pm 20\%$)	串联电阻 R_s (容差 $\pm 10\%$)
A	浪涌	1800V	$5 \mu s$	$50 \mu s$	100 (°)
B		8400V	$0.05 \mu s$	$0.1 \mu s$	100

(°) 如果在车辆或系统中存在较高的瞬时能量强度，1800V 瞬时电源阻抗可降低到最小 5 。

图 4 电容器放电浪涌试验

10.2.6.3 过压供电和浪涌试验要求

除了上述之外，还要使用下列试验要求。

在各种情况下，要在实验发生器从试验中的设备上断开时测量电压电平和试验波形的持续时间。

为了把发生器和试验中设备之间任何连接引线的环路感应降到最低限度，引线不得超过 3 米，并且其大部分长度要捆绑在一起。

对于每个适用的波形，试验中的电子设备对每个规定的电压电平和极性要做 5 次加载。

连续加载试验波形之间的间隔不得超过 1 分钟。

在实验中设备的线路接口处施加全部试验波形，按 3.4.1 中的规定。

在试验过程中，为了检测任何故障或失灵，要对设备进行监视。

试验合格要求：

- 不得出现任何故障
- 如果对浪涌抑制采用了非线性浪涌滤波器，在试验程序结束时要进行检测，以验证没发生任何下降。

10.2.6.4 静电放电试验

一般仅对操作人员和旅客易于接近的设备进行这种试验。

设备要装在其外壳内，并且所有的盖板和检查板要安装就位，并接好地线。

要按照 EN 50121-3-2（表 9）进行试验。

10.2.6.5 试验条件

除上述之外，要使用下列试验条件。

试验中的设备要按照其正常安装要求配置和连接。

试验中的设备要按照生产厂的安装技术要求连接接地系统。不允许做额外的地线连接。所有的线束接头在这种情况下要有尽可能最小的电感。

10.2.7 瞬时冲击灵敏度试验

这种试验是要模拟耦合到被试验设备的输入/输出电路和/或电源线中一个电场和/或磁场的传导作用。

在被试验的设备布置在尽可能接近安装条件的情况下，包括任何所属的导线和同意的终端装置，进行所有的试验。设备要装在其外壳内，并且所有的盖板和检查板要安装就位，与用户另有协议除外。

如果对进入和从设备引出的导线未做规定，可只用非屏蔽导线，并从被试验设备的连接点开始留 1 米长露在外面。要记录设备的物理外形，包括布线线路。

要按照 EN 50121-3-2（表 7 和表 8）进行试验。

对于直接耦合，参照 EN 61000-4-4 中的图 8 或图 10。

对于电容耦合，参照 EN 6100-4-4 中的图 9。

10.2.8 无线电干扰试验

10.2.8.1 无线电频率干扰（RFI）灵敏度试验

在被试验的设备布置在尽可能接近安装条件的情况下，包括任何所属的导线和同意的终端装

置，进行所有的试验。

设备要安装在其外壳内，并且所有的盖板和检查板要安装就位，与用户另有协议除外。

如果对进入和从设备引出的导线未做规定，可只用非屏蔽导线，并从被试验设备的连接点开始留 1 米长露在外面。要记录设备的物理外形，包括布线线路。

对于由无线电频率场引起的传导干扰，参见 EN 50121-3-2（表 7 和表 8）。

对于由无线电频率场引起的发射干扰，参见 EN 50121-3-2（表 9）。

10.2.8.2 无线电频率干扰（RFI）辐射试验

在被试验设备布置在尽可能接近安装条件的情况下，包括任何所属的导线和同意的终端装置，进行所有的试验。

设备要安装在其外壳内，并且所有的盖板和检查板要安装就位，与用户另有协议除外。

如果对进入和从设备引出的导线未做规定，可只用非屏蔽导线，并从被试验设备的连接点开始留 1 米长露在外面。要记录设备的物理外形，包括布线线路。

设备要按 EN 50121-3-2（表 4、表 5 和杓）中规定的要求进行试验。

10.2.9 绝缘试验

这种试验的目的是保证元件、其金属接头和外壳、及布线线路和印刷电路板固定架的安装不太接近周围的金属件或固定件。

另外，试验将证明电路的设计间隙与电隔离的要求一致。

根据供货范围，要在设备的全部组装完的零件上，和/或在整套设备上进行此试验。

试验包括两部分，即绝缘测量试验（在耐压试验之前和之后进行）和耐压试验。

在下列两者之一上进行绝缘测量和耐压试验：

a) 单独的小固定架和/或印刷电路板组成，及不带小固定架或印刷电路板组成的固定架和机壳；

b) 装有全部小固定架和印刷电路板组成的整套固定架和机壳。

如果要求电隔离，要采用绝缘测量值，然后检测施加在绝缘层两侧间的电压。

而后重复进行绝缘测量试验。

要在单独电路处于最小量的绝缘试验电压下进行耐压试验。

对于可能被触摸到或要求电隔离的带有裸露的金属零件、框架或前板，或金属装置的小固定架和印刷电路板组成，要在所有短路在一起的接头和那些金属件之间进行试验。

如果作为定期试验的一部分已进行完绝缘试验，则在定型试验期间可不重复此试验。

10.2.9.1 绝缘测量试验

要在直流 500V 下进行绝缘电阻试验，并记录数值。

在耐压试验之后，还要重复此试验。

试验合格要求：

不得与初始测量值有很大的偏差。

10.2.9.2 耐压试验

只要有可能，就应使用 50 或 60Hz 的交流电压。如不可能，可使用与交流电压峰值相同的直流电压。

通过不电压幅度逐渐提升到试验电压的方法施加试验电压，并在规定的电平下保持 1 分钟。

标准的支流输入电压或交流输入电压是决定试验电压的控制因素。

试验电压的正弦有效应为：

- 在标称电池电压低于 72V（或交流 50V）时，500V
- 在标称电池电压从 72V 到 125V（或交流 50~90V）时，1000V，及
- 在标称电池电压高于 125V，低于 315V（或交流 90~225V）时，1500V。

在电隔离的一种方式中工作的电源的次要电路可用较低的电压试验除外。

如果电子设备的一部分就要经受与那种电路相同的绝缘试验。

试验合格要求：

既不能出现击穿放电，也不能出现飞弧。

10.2.10 盐雾试验

10.2.10.1 盐溶液

通过将 (50 ± 1) 克的分析级氯化钠溶于蒸馏水或软化水中，形成 (1 ± 0.02) 升的 20 最终溶液的方法制备产生盐雾的溶液；如果 pH 值未在 6.5 和 7.2 之间，溶液则报废。

10.2.10.2 试验方法

在试验过程中，试验箱内的温度要保持在 (35 ± 2) 。

用于产生盐雾的溶液和空气必须与试验箱具有相同的温度。

设备应在预计使用的条件下进行试验，即，应安装防护罩，设备应尽可能接近实际使用的位置。

试验箱要保持密封，在整个试验期间应连续喷洒盐雾，不得中断。

试验时间为：

- ST1 级：4 小时；
- ST2 级：16 小时；
- ST3 级：48 小时；
- ST4 级：96 小时。

试验结束后，设备要用自来水冲洗 5 分钟，在蒸馏水或软水中漂洗，而后干燥，除去水滴，并在试验区的标准大气条件下存放不少于 1 小时，但不长于 2 小时。

在这之后，对设备进行外观检查。

试验合格要求：

不得出现大的损坏。

要通过性能检测（见 1.3.8）。

10.2.11 振动、冲击和撞击试验

整个机壳或其附件和固定架装置在一起的固定架（如果设备要装在减振装置上，也包括这些装置）将要接受 EN 61373 中指出的试验。

10.2.12 水密试验

由于电子设备一般不是装在车体内部，就是装在室外的箱子内，所以不必进行水密试验，在用户和生产厂间规定的情况除外。

10.2.13 设备应力消除

为了消除隐藏的生产上或元件上的缺陷，用户可要求对完工的设备或其中一部分进行消除作业。

方法包括：

- 在高温下运行；
- 热循环；
- 振动。

为了适合于研究中的设备，在招标时要协商工艺和对设备要进行的试验。

为这种方法规定的条件不得超过对设备或部件规定的工作条件。

10.2.14 低温存储试验

如果设备要放在低于其最低工作温度下时，则可以进行一次低温存储试验。要按照 EN 60068-2-1 进行这种试验。

试验温度值为-40℃，时间最少为 16 小时。

温度恢复之后，在环境温度下要进行一次性能试验。

试验合格要求：

- 不得出现损坏，
- 功能检验不得出现任何故障，也不能出现超过规定公差的结果。

试验技术规范将详述合格要求。

附录 A (参考)

双方 (例如用户和生产厂) 间提到的协议中的条款目录表

2.1.1 海拔

2.2 特殊工作条件

3.1.1 由蓄电池供电

3.3 安装

4.1.1 预测的可靠性

4.1.2 可靠性的证明

4.2 使用寿命

4.3 维护

4.4.1 车上诊断

5.2.3 参考电源

5.3.2 软件设计措施

7.3.4 其它连接

9.1 文件的提供和储存

10.1.1 定型试验

10.1.3 审查试验

10.2.2 性能试验

10.2.7 瞬时冲击灵敏度试验

10.2.8.1 无线电频率干扰 (RFI) 灵敏度试验

10.2.8.2 无线电频率干扰 (RFI) 辐射试验

10.2.13 设备应力消除

附件 B （参考）

参考文献

- | | | |
|--------------|------|---------------------------------------|
| EN 50121-3-1 | 2000 | 铁路应用 — 电磁兼容性
第 3-1 部分：铁道车辆 — 列车及整车 |
| EN 50125-1 | 1999 | 铁路应用 — 设备的环境条件
第 1 部分：铁道车辆上的设备 |
| CISPR 16 | | 无线电干扰检测仪器和测量方法技术规范 |

BSI — 英国标准协会

**BS EN
50155 : 2001**

BSI 是负责编写英国标准的独立国家机构。它在欧洲并以国家级别提出英国在标准方面的观点。它是由英国皇家创办的。

修订

英国标准通过修正或修订进行修改。英国标准的用户应确保拥有最新修正本或最新版本。

BSI 始终如一的目标是提高我们产品和服务的质量。在使用本英国标准时，如果任何人发现有不精确或分歧，请通知技术委员会负责的秘书，我们将不胜感激，其身份可在封面内页找到。电话：020 8996 9000。传真：020 8996 7400。

BSI 为成员提供称为“PLUS”的专门更新服务，确保订户自动收到标准的最新版本。

购买标准

订购所有 BSI、国际和国外标准出版物应与用户服务部联系。电话：020 8996 9001，传真：020 8996 7001。

还可以从 BSI 网站：<http://www.bsi-global.com> 得到标准。

根据国际标准的订购，提供已作为英国标准出版的那些 BSI 执行情况是 BSI 的政策，除非另有要求。

关于标准方面的信息

BSI 通过其图书馆及其技术协助向出口商服务部门提供大范围的关于国家、欧洲和国际标准方面的信息。还有各种 BSI 电子信息服务，提供所有其产品和维护的详细资料。请与信息中心联系。电话：020 8996 7111。传真：020 8996 7048。

BSI 订阅会员能看到标准发展的最新动态，并在标准的购价方面享有折扣。关于详情及其它好处，请与会员管理部门联系。电话 020 8996 7002。传真：020 8996 7001。在 BSI 网站<http://www.bsi-global.com> 上可得到有关 BSI 的进一步信息。

版权

所有 BSI 出版物都有版权。在英国，BSI 好保留国际标准化机构的出版版权。根据 1988 年版权、设计和专利法允许的除外，事先未得到 BSI 书面许可，不得复制任何摘录、存储在检索系统中或以任何形式或任何方法 — 电子、照相复制、记录或其它方式 — 传输。

在执行标准的过程中，这并不妨碍自由使用必需的细节，如符号、规格、型号或等级。如果这些细节用于其它目的，而不是执行标准，则必须获得 BSI 的书面许可。

如果许可获得批准，条件可包括版税付款或执照协议。从版权经理处可获得详情及建议。电话：020 8996 7070。

BSI
389 Chiswick High Road
伦敦
W4 4AL