

中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.9—2021

代替 GB 3836.9—2014, GB 12476.6—2010

爆炸性环境 第 9 部分：由浇封型“m”保护的设

Explosive atmospheres—
Part 9: Equipment protection by encapsulation “m”

(IEC 60079-18:2014, Explosive atmospheres—
Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”, MOD)

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 通则	3
5 对复合物的要求	3
6 温度	4
7 结构要求	5
8 型式试验.....	16
9 例行检查和试验.....	19
10 标志	20
附录 A (资料性) “m”型设备用复合物的基本要求	21
附录 B (资料性) 试样分配	22
附录 C (规范性) 电路与环境之间的介电强度试验	23
参考文献	24

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 GB/T 3836《爆炸性环境》的第 9 部分。GB/T 3836 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：设备 通用要求；
- 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备；
- 第 3 部分：由增安型“e”保护的的设备；
- 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的的设备；
- 第 5 部分：由正压外壳“p”保护的的设备；
- 第 6 部分：由液浸型“o”保护的的设备；
- 第 7 部分：由充砂型“q”保护的的设备；
- 第 8 部分：由“n”型保护的的设备；
- 第 9 部分：由浇封型“m”保护的的设备；
- 第 11 部分：气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据；
- 第 12 部分：可燃性粉尘物质特性 试验方法；
- 第 13 部分：设备的修理、检修、修复和改造；
- 第 14 部分：场所分类 爆炸性气体环境；
- 第 15 部分：电气装置的设计、选型和安装；
- 第 16 部分：电气装置的检查与维护；
- 第 17 部分：由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的的设备；
- 第 18 部分：本质安全电气系统；
- 第 20 部分：设备保护级别(EPL)为 Ga 级的设备；
- 第 21 部分：设备生产质量体系的应用；
- 第 22 部分：光辐射设备和传输系统的保护措施；
- 第 23 部分：用于瓦斯和/或煤尘环境的 I 类 EPL Ma 级设备；
- 第 24 部分：由特殊型“s”保护的的设备；
- 第 25 部分：可燃性工艺流体与电气系统之间的工艺密封要求；
- 第 26 部分：静电危害 指南；
- 第 27 部分：静电危害 试验；
- 第 28 部分：爆炸性环境用非电气设备 基本方法和要求；
- 第 29 部分：爆炸性环境用非电气设备 结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”；
- 第 30 部分：地下矿井爆炸性环境用设备和元件；
- 第 31 部分：由防粉尘点燃外壳“t”保护的的设备；
- 第 32 部分：电子控制火花时限本质安全系统；
- 第 33 部分：严酷工作条件用设备；
- 第 34 部分：成套设备；
- 第 35 部分：爆炸性粉尘环境场所分类。

本文件代替 GB 3836.9—2014《爆炸性环境 第 9 部分：由浇封型“m”保护的的设备》和 GB 12476.6—2010《可燃性粉尘环境用电气设备 第 6 部分：浇封保护型“mD”》，本文件以 GB 3836.9—2014 为主，整合

了GB 12476.6—2010的主要内容,与GB 3836.9—2014相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

- 增加了“mb”保护等级的附加要求(见4.2);
- 增加了技术说明中导热系数要求(见5.2);
- 增加了确定故障中可靠元件和隔离元件的选项(见7.2);
- 更改了复合物厚度的尺寸图(见7.4.1,2014年版的7.4.1);
- 增加了刚性贯穿连接的多层印制电路板符合的标准选项(见7.4.3.1);
- 更改并增加了电池的附加要求(见7.8.3,2014年版的7.8.3);
- 增加了“ma”保护等级的2个保护装置的要求(见7.9.2);
- 增加了“mb”保护等级的2个热保护装置的要求(见7.9.3);
- 删除了带有开关触头的可复位热保护装置三分之二额定电压的限制(见2014年版的7.9.3);
- 增加了“Da”保护等级最高表面温度测定要求(见8.2.2);
- 更改了耐热试验的参考工作温度(见8.2.3.1,2014年版的8.2.3.1);
- 增加了介电强度型式试验的可选项(见8.2.4.1);
- 增加了“mb”级设备压力试验的替代方法(见8.2.6);
- 增加了内置保护装置的密封试验样品数量要求和减少样品的方法(见8.2.8);
- 增加了介电强度例行试验的不同情况(见9.2);
- 增加了电路与环境之间的介电强度试验要求(见附录C)。

本文件使用重新起草法修改采用IEC 60079-18:2014《爆炸性环境 第18部分:由浇封型“m”保护的的设备》。

本文件与IEC 60079-18:2014的技术性差异及其原因如下:

——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:

- 用等同采用国际标准的GB/T 1408.1代替了IEC 60243-1(见5.2);
- 用修改采用国际标准的GB/T 3836.1代替了IEC 60079-0(见第1章);
- 用修改采用国际标准的GB/T 3836.3代替了IEC 60079-7(见7.2.2);
- 用修改采用国际标准的GB/T 3836.4代替了IEC 60079-11(见7.2.2);
- 用修改采用国际标准的GB/T 3836.8代替了IEC 60079-15(见7.5.2);
- 用修改采用国际标准的GB 3836.20代替了IEC 60079-26(见7.6.2);
- 用修改采用国际标准的GB/T 3836.31代替了IEC 60079-31(见7.6.2);
- 用等同采用国际标准的GB/T 7153代替了IEC 60738-1(见7.9.3);
- 用修改采用国际标准的GB/T 9816.1代替了IEC 60691(见7.8.5);
- 用等同采用国际标准的GB/T 14536.10代替了IEC 60730-2-9(见7.9.3);
- 用等同采用国际标准的GB/T 17045代替了IEC 61140(见7.2.3);
- 用修改采用国际标准的GB/T 19212.1代替了IEC 61558-1(见7.2.3);
- 用等同采用国际标准的GB/T 19212.7代替了IEC 61558-2-6(见7.2.3);
- 用GB/T 9364(所有部分)代替IEC 60127(所有部分)(见7.8.5),两项标准各部分之间的一致性程度如下:
 - ◆ GB/T 9364.1—2015 小型熔断器 第1部分:小型熔断器定义和小型熔断体通用要求(IEC 60127-1:2006,MOD);
 - ◆ GB/T 9364.2—2018 小型熔断器 第2部分:管状熔断体(IEC 60127-2:2014,MOD);
 - ◆ GB/T 9364.3—2018 小型熔断器 第3部分:超小型熔断体(IEC 60127-3:2015,MOD);
 - ◆ GB/T 9364.4—2016 小型熔断器 第4部分:通用模件熔断体(UMF) 穿孔式和表

面贴装式(IEC 60127-4:2012,MOD);

- ◆ GB/T 9364.5—2011 小型熔断器 第 5 部分:小型熔断体质量评定导则(IEC 60127-5:1988,IDT);
- ◆ GB/T 9364.6—2001 小型熔断器 第 6 部分:小型管状熔断体的熔断器座(IEC 60127-6:1994,IDT);
- ◆ GB/T 9364.7—2016 小型熔断器 第 7 部分:特殊应用的小型熔断体(IEC 60127-7:2013,MOD);
- ◆ GB/T 9364.10—2013 小型熔断器 第 10 部分:用户指南(IEC 60127-10:2001,MOD)。

——删除了第 10 章标志中的 e)项,因为该要求已包含在 GB/T 3836.1—2021 中。

本文件做了下列编辑性改动:

- 为与现有标准系列一致,将本文件名称修改为《爆炸性环境 第 9 部分:由浇封型“m”保护的 设备》;
- 表 1 中的脚注与注合并;
- 纳入了 IEC 60079-18:2014/AMD1:2017 的修正内容和 IEC 60079-18:2014/COR1:2018 的技术勘误内容,所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直双线(∥)进行了标示;
- 修改了参考文献。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本文件起草单位:南阳防爆电气研究所有限公司、煤科集团沈阳研究院有限公司、上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司、中煤科工集团重庆研究院有限公司、卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司、新黎明科技股份有限公司、华荣科技股份有限公司、飞策防爆电器股份有限公司、创正电气股份有限公司、南阳中天防爆电气股份有限公司。

本文件主要起草人:王军、李岳、张刚、鞠哲、白照昊、金兆辉、柳玉磊、郑振晓、周京、徐跃弟、蒋伟新、孙景富。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- GB 3836.9,1990 年首次发布,2006 年第一次修订,2014 年第二次修订;
- GB 12476.6,2010 年首次发布。

引 言

GB/T 3836《爆炸性环境》旨在确立爆炸性环境用设备及其应用相关方面的基本技术要求,涵盖了爆炸性环境用设备的设计、制造、检验、选型、安装、检查、维护、修理以及场所分类等各方面,采用分部分标准的形式,包括但不限于以下部分:

- 第1部分:设备 通用要求;
- 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的的设备;
- 第3部分:由增安型“e”保护的的设备;
- 第4部分:由本质安全型“i”保护的的设备;
- 第5部分:由正压外壳“p”保护的的设备;
- 第6部分:由液浸型“o”保护的的设备;
- 第7部分:由充砂型“q”保护的的设备;
- 第8部分:由“n”型保护的的设备;
- 第9部分:由浇封型“m”保护的的设备;
- 第11部分:气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据;
- 第12部分:可燃性粉尘物质特性 试验方法;
- 第13部分:设备的修理、检修、修复和改造;
- 第14部分:场所分类 爆炸性气体环境;
- 第15部分:电气装置的设计、选型和安装;
- 第16部分:电气装置的检查与维护;
- 第17部分:由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的的设备;
- 第18部分:本质安全电气系统;
- 第20部分:设备保护级别(EPL)为 Ga 级的设备;
- 第21部分:设备生产质量体系的应用;
- 第22部分:光辐射设备和传输系统的保护措施;
- 第23部分:用于瓦斯和/或煤尘环境的 I 类 EPL Ma 级设备;
- 第24部分:由特殊型“s”保护的的设备;
- 第25部分:可燃性工艺流体与电气系统之间的工艺密封要求;
- 第26部分:静电危害 指南;
- 第27部分:静电危害 试验;
- 第28部分:爆炸性环境用非电气设备 基本方法和要求;
- 第29部分:爆炸性环境用非电气设备 结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”;
- 第30部分:地下矿井爆炸性环境用设备和元件;
- 第31部分:由防粉尘点燃外壳“t”保护的的设备;
- 第32部分:电子控制火花时限本质安全系统;
- 第33部分:严酷工作条件用设备;
- 第34部分:成套设备;
- 第35部分:爆炸性粉尘环境场所分类。

浇封型“m”是一种重要的防爆型式,在该技术的标准化方面,我国于1990年参考IEC文件制定了关于爆炸性气体环境用浇封型的GB 3836.9—1990,随后于2006年和2014年采用IEC 60079-18两次

进行修订;并于2010年采用IEC 61241-18制定了关于可燃性粉尘环境用浇封型的GB 12476.6—2010。上述标准发布实施以来,浇封型防爆技术有了一定的新发展。在国际标准方面,相应标准现行版本为IEC 60079-18:2014,其主要技术内容也能适用于我国的情况。为适应防爆技术和产业发展,并与国际标准发展相一致,需要对GB 3836.9进行修订,并将GB 12476.6整合进来。

本次修订在采用IEC 60079-18:2014《爆炸性环境 第18部分:由浇封型“m”保护的装置》主要技术内容的基础上,进行了适当的修改以适应我国的具体情况。本文件作为专用防爆型式部分,是对GB/T 3836.1通用要求的补充和修改。

爆炸性环境

第 9 部分：由浇封型“m”保护的 设备

1 范围

本文件规定了爆炸性气体环境或爆炸性粉尘环境用由浇封型“m”保护的电气设备、电气设备部件及 Ex 元件的结构、试验和标志的专用要求。

本文件适用于额定电压不超过 11 kV 的浇封型电气设备、电气设备的浇封部件及浇封 Ex 元件(以下统称“m”设备)。

在爆炸性气体和可燃性粉尘可能同时出现的环境中使用的电气设备,宜要求附加保护措施。

本文件不适用于不需要大气中的氧气就会燃烧的火炸药粉尘,也不适用于自燃物质。

本文件不考虑粉尘中释放的可燃性气体或有毒气体形成的危险。

本文件是对 GB/T 3836.1 通用要求的补充和修改。当本文件的要求与 GB/T 3836.1 的要求有冲突时,本文件的要求优先。

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 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第 1 部分:工频下试验 (GB/T 1408.1—2016, IEC 60243-1:2013, IDT)

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分:设备 通用要求 (GB/T 3836.1—2021, IEC 60079-0:2017, MOD)

GB/T 3836.3 爆炸性环境 第 3 部分:由增安型“e”保护的 设备 (GB/T 3836.3—2021, IEC 60079-7:2015, MOD)

GB/T 3836.4 爆炸性环境 第 4 部分:由本质安全型“i”保护的 设备 (GB/T 3836.4—2021, IEC 60079-11:2011, MOD)

GB/T 3836.8 爆炸性环境 第 8 部分:由“n”型保护的 设备 (GB/T 3836.8—2021, IEC 60079-15:2017, MOD)

GB 3836.20 爆炸性环境 第 20 部分:设备保护级别(EPL)为 Ga 级的 设备 (GB 3836.20—2010, IEC 60079-26:2006, MOD)

GB/T 3836.31 爆炸性环境 第 31 部分:由防粉尘点燃外壳“t”保护的 设备 (GB/T 3836.31—2021, IEC 60079-31:2013, MOD)

GB/T 7153 直热式阶跃型正温度系数热敏电阻器 第 1 部分:总规范 (GB/T 7153—2002, IEC 60738-1:1998, IDT)

GB/T 9364(所有部分) 小型熔断器 [IEC 60127(所有部分)]

GB/T 9816.1 热熔断体 第 1 部分:要求和应用导则 (GB/T 9816.1—2013, IEC 60691:2002, MOD)

GB/T 14536.10 家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求 (GB/T 14536.10—

2008, IEC 60730-2-9-2004, IDT)

GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分(GB/T 17045—2020, IEC 61140:2016, IDT)

GB/T 19212.1 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第1部分:通用要求和试验(GB/T 19212.1—2016, IEC 61558-1:2009, MOD)

GB/T 19212.7 电源电压为1 100 V及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第7部分:安全隔离变压器和内装安全隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验(GB/T 19212.7—2012, IEC 61558-2-6:2009, IDT)

IEC 62326-4-1 印制电路板 第4部分:层间连接的刚性多层印制电路板 分规范 第1节:性能详细规范 性能级别 A、B 和 C (Printed boards—Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections—Sectional specification—Section 1: Capability detail specification—Performance levels A, B and C)

ANSI/UL 248(所有部分) 低压熔断器(Standard for low-voltage fuses)

ANSI/UL 746B 聚合物材料 长期性能评价(Standard for polymeric materials—Long term property evaluations)

ANSI/UL 796 印制线路板(Printed-Wiring Boards)

IPC-A-600 印制板可接受性(Acceptability of Printed Boards)

IPC-6012 刚性印制板品资格和性能规范(Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards)

3 术语和定义

GB/T 3836.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:适用于爆炸性环境的其他术语和定义见 GB/T 2900.35。

3.1

浇封型“m” encapsulation “m”

一种防爆型式,将可能产生点燃爆炸性混合物的火花或发热的部件完全封入复合物或有粘结的非金属外壳中,使其在运行或安装条件下不能点燃粉尘层或爆炸性环境。

3.2

复合物的温度范围 temperature range of the compound

无论是运行或贮藏,复合物的性能都能符合本文件要求的温度范围。

3.3

自由表面 free surface

暴露于爆炸性环境和/或粉尘层的复合物表面。

3.4

开关触头 switching contact

用来接通和断开电路的机械触头。

3.5

粘结 adhesion

具有防潮、气密和尘密作用的复合物与壁表面之间的永久粘合。

3.6

计数故障 countable fault

符合本文件结构要求的电气设备的部件上出现的故障。

3.7

可靠隔离 infallible separation

符合本文件规定的导电部件之间的被认为不会发生短路的隔离。

3.8

固体绝缘 solid insulation

模压、模铸,但不是浇铸的绝缘材料。

注:由2层或多层电气绝缘材料制成的绝缘体,它们可靠地连接到一起,可视为固体。

4 通则

4.1 保护等级[设备保护级别(EPL)]

浇封型“m”电气设备应是:

- a) “ma”保护等级(EPL“Ma、Ga、Da”);或
- b) “mb”保护等级(EPL“Mb、Gb、Db”);或
- c) “mc”保护等级(EPL“Gc、Dc”)。

本文件的要求适用于“m”型的所有保护级别(EPL),另有说明时除外。

4.2 “ma”和“mb”保护等级的附加要求

仅当元件在本文件规定的任何故障情况下不会对浇封造成机械的或热的损坏,才可不采取附加保护。

或者,当内部元件的故障导致温度升高可能使浇封“m”失效时,应符合7.9的要求。

4.3 “ma”保护等级的附加要求

在电路中任何一处的工作电压不应超过1 kV。

4.4 额定电压和预期短路电流

应确定额定电压和预期短路电流,以确保在相关的“ma”“mb”或“mc”保护等级下不超过极限温度。

5 对复合物的要求

5.1 通则

文件应规定所使用的复合物和浇封的工艺方法,包括预防形成孔隙的措施。

至少应提供保证浇封“m”性能的复合物的特性。

注:正确选择复合物考虑了运行过程中和出现允许故障时元件的膨胀。

对复合物的基本要求见附录A。

5.2 技术说明

技术说明应包括:

- a) 复合物制造商的名称和地址;
- b) 准确完整的复合物资料,如果包括填充剂和其他添加剂,其百分比、混合物比例及型号;
- c) 如果适用,复合物的任何表面处理,例如涂清漆;

- d) 如果适用,为了获得复合物与元件的正确粘结,对于元件预处理的任何要求,例如清洁、酸洗;
- e) 如果可行,在设备根据 8.2.2 a)测定的最高温度下,符合 GB/T 1408.1 的绝缘介电强度。如果不可行,5.3.2 的要求适用;
- f) 复合物的温度范围[包括最大和最小连续运行温度(COT)];
- g) 对于复合物是外壳的一部分的“m”型设备,符合 GB/T 3836.1 规定的温度指数 TI 值。作为 TI 值的替代,相对热指数(RTI——机械)可按照 ANSI/UL 746B 确定;
- h) 在颜色变化会影响复合物性能的情况下,用作试验样品的复合物的颜色;
- i) 如果采用 6.2.2 规定的替代试验方法,也包括导热系数。

注:验证符合制造商复合物规范不是本文件的要求。

5.3 复合物的性能

5.3.1 吸水性

复合物应按照 8.1.1 进行试验。如果不进行此试验,应按照 GB/T 3836.1 的标志要求在设备防爆合格证编号后增加后缀“X”,并且在防爆合格证列出的特殊使用条件中应详细说明必要的预防措施。

5.3.2 绝缘介电强度

如果不能从材料制造商获得在 8.2.2a)规定的设备最高工作温度下,依据 GB/T 1408.1 试验的复合物绝缘介电强度,则应按 8.1.2 进行试验。

注:验证符合制造商复合物规范不是本文件的要求。

6 温度

6.1 通则

按照 GB/T 3836.1 确定的复合物工作温度,不应超过复合物连续运行温度(COT)的最高值。应按照 GB/T 3836.1 确定在正常运行期间和在 7.2.1 规定的故障条件下的最高表面温度。“m”型设备应采取保护措施,防止在规定的故障条件下,对“m”设备的浇封产生不利影响。

6.2 极限温度测定

6.2.1 最高表面温度

应根据 4.4 规定的供电条件,采用 8.2.2 规定的试验方法,测定最高表面温度。

注:该温度用于确定爆炸性气体环境的温度组别,或者爆炸性粉尘环境用设备的最高表面温度(℃)。

6.2.2 复合物的温度

应确定最热的元件。应按照 8.2.2 规定的用于正常工作的试验方法,确定靠近最热元件的复合物的最高温度。

或者,如果复合物的导热系数大于空气的导热系数,可以通过计算,或者参考制造商参数,或者在元件浇封之前通过实际试验,确定最热元件的温度。

注:空气的导热系数通常确定为 $0.25 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (标准条件)。

6.3 温度极限

在设备可能出现 7.2.1 规定的故障,或者,例如由于 7.2.1 的不利输入电压或不利负载有可能引起温度上升的情况,确定极限温度时需要考虑这些因素。

为了安全,需要用保护装置限定温度时,应按 7.9 的规定在设备外部或直接集成在设备内部设置电气或热保护装置。

7 结构要求

7.1 通则

如果复合物是外壳的一部分,应符合 GB/T 3836.1 对非金属外壳和外壳的非金属部件的要求。

如果复合物表面完全或部分被外壳包围,并且外壳是保护措施的一部分,那么外壳或外壳的部件应符合 GB/T 3836.1 对外壳的要求。

为了满足本文件的要求,在安装时可能要求用户提供附加保护措施满足本文件的要求,例如可能要采取附加机械保护措施,防止对设备造成直接冲击。对于这种情况,应按照 GB/T 3836.1 的标志要求在设备防爆合格证编号后增加后缀“X”,并且在防爆合格证列出的特殊使用条件中应详细说明必要的预防措施。

应采取适当措施,以适应元件在正常运行和出现 7.2 所述的故障时产生的膨胀现象。

7.2~7.9 中,对复合物是否粘结在外壳上有不同要求。进行粘结的目的是阻止爆炸性气体、潮气和粉尘进入界面(例如:外壳与复合物的界面、复合物与未完全埋入复合物的元件,如印制电路板和接线端子等的界面)。如果要求粘结是为了保持防爆型式,则应在完成所有规定试验之后仍能保持粘结。宜根据复合物的用途,选择各种具体应用的复合物。通常,对规定应用的复合物进行一次试验不能满足浇封“m”所有的应用。

注:粘结试验正在考虑中。

7.2 故障的确定

7.2.1 故障检查

当按照 GB/T 3836.1 试验时,在以下情况下,浇封型“m”也不能失效:

- a) 最不利的输出负载;
- b) 两个内部计数故障(对于“ma”保护等级)和一个内部计数故障(对于“mb”保护等级),并考虑 7.2.2、7.2.3 和 7.2.4 的要求。

对于“mc”保护等级,不考虑故障。

注:故障的例子:任何部件短路;任何部件失效;印制电路出故障,但不包括印制线路断开。

一些部件的故障会导致不稳定的情况,例如在高电阻和低电阻之间发生的变化。在这些情况下需要考虑最不利的条件。

如果一个故障导致出现一个或多个后续故障,例如,由于元件过载,则初始故障和后续故障应认为是一个故障。

7.2.2 可靠元件

对于“ma”和“mb”保护等级,如果按本文件的要求进行浇封,能够适应工作温度,并且不会在超过制造商规定的额定电压、额定电流或额定功率三分之二的条件下运行,则应认为下列部件不会产生故障:

- 电阻器;
- 螺旋形单层绕组线圈;
- 塑料箔电容器;
- 纸质电容器;

- 陶瓷电容器；
- 半导体器件；
- 按照 7.9 用作保护装置的半导体装置；
- 按照 7.9 用作保护装置电阻器，如果它们符合 GB/T 3836.4 的“ia”或“ib”保护等级的限流电阻的要求。

对于“ma”和“mb”保护等级，符合 GB/T 3836.3 要求的，包括导线直径小于 0.25 mm 的绕组，如果按照本文件的要求进行浇封，则应认为不会产生故障。

7.2.3 隔离元件

下列元件用于隔离不同回路，应认为是提供隔离，并视为不会产生隔离失效：

——电隔离元件(光耦合器和继电器)

- 如果额定绝缘电压符合 $2U+1\ 000\ \text{V}$ (有效值，误差 0%~5%)或者 1 500 V(有效值)，取两者之中较大值(U 为两回路额定电压有效值之和)；或
- 对于隔离两端超过 60 V 的额定绝缘电压(两回路额定电压有效值之和)，按照 GB/T 17045 在电路间提供双重绝缘或增强绝缘的光耦合器和继电器；或
- 符合 GB/T 3836.4 的“ia”或“ib”保护等级。

——变压器

- 符合 GB/T 19212.7；或
- 按照 GB/T 19212.1 在电路间提供双重绝缘或加强绝缘；或
- 符合 GB/T 3836.4 的“ia”或“ib”保护等级。

注 1：按制造商关于隔离的规范来验证符合上述标准不是本文件的要求。

注 2：按产品标准提供双重绝缘或加强绝缘的电隔离元件，被认为符合 GB/T 17045 的要求，如符合 IEC 60747-5-5 的光耦合器。

7.2.4 可靠隔离间距

7.2.4.1 通则

如果下述情况裸露带电部件之间的距离符合 7.2.4.2 要求，并且如果 7.2.4.3 适用，则不必考虑发生 7.2.1 规定的电压击穿故障的可能性：

- 相同回路之间；或
- 回路和接地金属零件之间；或
- 两个独立回路之间(工作电压之和应作为表 1 的电压；如果个工作电压小于另一个工作电压的 20%，则此电压可以忽略)。

7.2.4.2 通过复合物的间距

如果浇封之前复合物内的间距是固定的或采用机械固定，并且间距符合表 1 规定的值，则对于“ma”保护等级和“mb”保护等级，应认为通过复合物的间距可靠，能防止短路。

注：当给定特定最小厚度的适当粘结的非金属外壳按照表 4 和图 1 中的符号 c 允许复合物厚度为 0 时，关联载流部件的隔离距离仍被认为对短路是可靠的。

“mc”保护等级规定的最小间距之间的距离以及“ma”保护等级和“mb”保护等级规定的可靠距离之间的距离被视为不可靠，应评定为一个“计数故障”。对于“mc”保护等级，小于规定的距离会降低浇封型“m”的防爆性能，可视为短路。

对于“mc”保护等级，表 1 的值是结构要求，可在浇封之前通过机械固定达到要求。

表 1 通过复合物的间距

电压 U (交流有效值或直流) ^a V	最小间距 mm		
	“ma”	“mb”	“mc”
≤ 32	0.5	0.5	0.2
≤ 63	0.5	0.5	0.3
≤ 400	1	1	0.6
≤ 500	1.5	1.5	0.8
≤ 630	2	2	0.9
$\leq 1\ 000$	2.5	2.5	1.7
$\leq 1\ 600$	—	4	4
$\leq 3\ 200$	—	7	7
$\leq 6\ 300$	—	12	12
$\leq 10\ 000$	—	20	20

^a 所示电压来自 GB/T 16935.1,并且是根据 GB/T 16935.1 交流系统标称电压表规定的电源电压的合理处理。在确定要求的距离时,工作电压可高于表中电压乘以 1.1 的系数。1.1 的系数表示,在一个电路的多个地方,工作电压等于额定电压,只有一些常用的额定电压可以采用 1.1 的系数。

7.2.4.3 通过固体绝缘的间距

与“m”防爆型式有关的固体绝缘的距离,应至少是 0.1 mm 并且应满足 8.2.4 的绝缘介电强度试验。

7.3 浇封中的净空间

7.3.1 Ⅲ类“m”型设备

净空间总和不受限制,但每个单独的净空间的容积不应超过 100 cm^3 。净空间周围复合物的厚度应符合表 2 的要求。

表 2 Ⅲ类“m”型设备净空间周围复合物的最小厚度

保护等级	复合物的最小厚度 从净空间到	净空间 $\leq 1\text{ cm}^3$	$1\text{ cm}^3 < \text{净空间} \leq 100\text{ cm}^3$
“ma”	净空间或自由表面	3 mm	3 mm
	有粘结的非金属或金属外壳	3 mm (外壳+复合物) ^a	3 mm (外壳+复合物) ^a
	没有粘结的非金属或金属外壳	3 mm	3 mm
“mb”	净空间或自由表面	1 mm	3 mm
	有粘结的非金属或金属外壳	1 mm (外壳+复合物)	3 mm (外壳+复合物) ^a
	没有粘结的非金属或金属外壳	1 mm	3 mm

表 2 (续)

保护等级	复合物的最小厚度 从净空间到	净空间 $\leq 1 \text{ cm}^3$	$1 \text{ cm}^3 < \text{净空间} \leq 100 \text{ cm}^3$
“mc”	净空间或自由表面	1 mm	1 mm
	有粘结的非金属或金属外壳	1 mm (外壳+复合物)	1 mm (外壳+复合物)
	没有粘结的非金属或金属外壳	1 mm	1 mm
此表提出的材料厚度不表明符合 GB/T 3836.1 要求的其他机械试验。 注：有粘结的金属外壳，如果净空间内没有带电部件，对净空间可没有复合物厚度要求。			
^a 外壳壁厚 $\geq 1 \text{ mm}$ 。			

7.3.2 I类和II类“m”型设备

净空间总和不应超过：

——对于“ma”保护等级， 10 cm^3 ；

——对于“mb”和“mc”保护等级， 100 cm^3 。

净空间周围复合物的最小厚度应符合表 3 的规定。

表 3 I类和II类“m”型设备净空间周围复合物的最小厚度

保护等级	复合物的最小厚度 从净空间到	净空间 $\leq 1 \text{ cm}^3$	$1 \text{ cm}^3 < \text{净空间} \leq 10 \text{ cm}^3$	$10 \text{ cm}^3 < \text{净空间} \leq 100 \text{ cm}^3$
“ma”	净空间或自由表面	3 mm	3 mm(压力试验 按照 8.2.6)	不允许
	有粘结的非 金属或金属外壳	3 mm(外壳+ 复合物) ^a	3 mm(外壳+复合物) ^a (压力试验按照 8.2.6)	不允许
	没有粘结的非金属 或金属外壳	3 mm	3 mm(外壳+复合物) (压力试验按照 8.2.6)	不允许
“mb”	净空间或自由表面	1 mm	3 mm	3 mm(压力试验按照 8.2.6)
	有粘结的非金属 或金属外壳	1 mm(外壳+ 复合物)	3 mm(外壳+复合物) ^a	3 mm(外壳+复合物) ^a (压力试验按照 8.2.6)
	没有粘结的非金属 或金属外壳	1 mm	3 mm	3 mm(压力试验按照 8.2.6)
“mc”	净空间或自由表面	1 mm	1 mm	3 mm
	有粘结的非金属或 金属外壳	1 mm(外壳+ 复合物)	1 mm(外壳+复合物)	3 mm(外壳+复合物)，见注
	没有粘结的非金属 或金属外壳	1 mm	1 mm	3 mm
此表提出的材料厚度不表明符合 GB/T 3836.1 要求的其他机械试验。 注：有粘结的金属外壳，如果净空间内没有带电部件，对净空间可没有复合物厚度要求。				
^a 外壳壁厚 $\geq 1 \text{ mm}$ 。				

7.4 复合物的厚度

7.4.1 “m”型设备

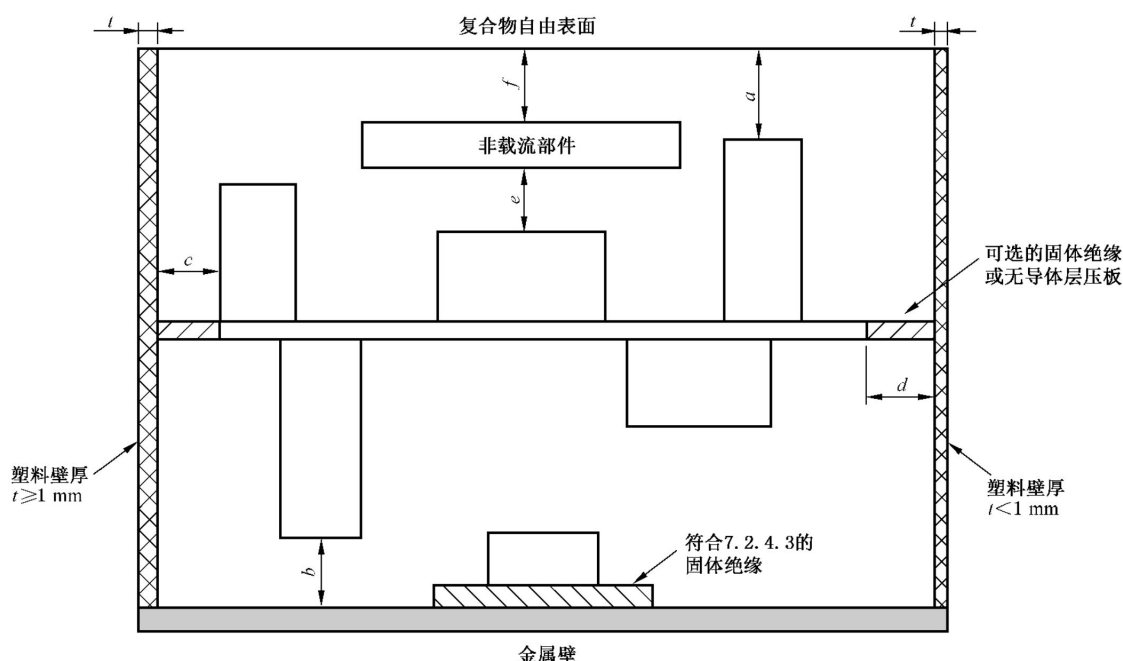
电气元件和电路周围复合物的最小厚度应符合表 4 和图 1 的要求。

如果在有金属壁的外壳内使用符合 7.2.4.3 的固体绝缘(如图 1 所示),则复合物应粘附在壁上。

注 1: 图 1 不代表实际结构,只是用于辅助理解表 4,表示有自由表面、金属外壳、不同壁厚的塑料外壳的浇封电路。

当给定特定最小厚度的适当粘结的非金属外壳按照表 4 和图 1 中的符号 c 允许复合物厚度为 0 时,相关载流部件的隔离距离仍被认为对短路是可靠的。

注 2: 与这些载流部件相关的隔离距离(爬电距离和电气间隙),允许具有 0 复合物厚度且仍被认为对短路是可靠的,是按照适用的有关工业标准的安全要求评定。



符号说明:

- a —— 到自由表面的距离;
- b —— 到金属外壳的距离;
- c —— 到壁厚 $t \geq 1$ mm 的非金属外壳的距离;
- d —— 到壁厚 $t < 1$ mm 的非金属外壳的距离;
- e —— 到复合物内非载流部件的距离;
- f —— 非载流部件到自由表面的距离。

图 1 复合物厚度的尺寸图

表 4 复合物的厚度

项 目	“ma”保护等级	“mb”或“mc”保护等级
自由表面 ≤ 2 cm ²	$a \geq 3$ mm	$a \geq$ 表 1 间距,但不小于 1 mm
自由表面 > 2 cm ²	$a \geq 3$ mm	$a \geq$ 表 1 间距,但不小于 3 mm
有粘结的非金属外壳(壁厚 $t < 1$ mm)	$d \geq 3$ mm	$d \geq$ 表 1 间距,但不小于 1 mm

表 4 (续)

项 目	“ma”保护等级	“mb”或“mc”保护等级
有粘结的非金属外壳(壁厚 $t \geq 1$ mm)	$c \geq (3 \text{ mm} - t)^a$	$c \geq (\text{表 1 间距} - t)^a$
没有粘结的非金属材料外壳	$c = d \geq 3$ mm	$c = d \geq \text{表 1 间距}$, 但不小于 1 mm
金属外壳	$b \geq 3$ mm	$b \geq \text{表 1 间距}$, 但不小于 1 mm
非载流部件	$e \geq 3$ mm	$e \geq \text{表 1 间距}$, 但不小于 1 mm
非载流部件——自由表面	$f + e \geq a$	$f + e \geq a$
^a 有粘结的非金属外壳, 壁厚 ≥ 1 mm 时, 如果运用公式时允许 $c = 0$, 则元件可以靠在壳壁上。		

不管在任何情况下, 复合物都应承受 8.2.4 规定的介电强度试验。

7.4.2 电机用绕组

对于绕组在槽内的电机, 其固体槽绝缘应具有:

- 对于“ma”保护等级, 槽绝缘最小厚度应有 0.1 mm, 并且伸出槽外至少 5 mm。
- 对于“ma”和“mb”两种保护等级, 槽的端部和绕组端部应用符合 7.4.1 要求的最小厚度的复合物进行保护。应按 8.2.4 进行绝缘介电强度试验, 试验电压为 $2U + 1\,000$ V(有效值, 误差 0%~5%), 至少为 1 500 V, 频率在 48 Hz~62 Hz 之间。

清漆和类似的涂层不视为固体绝缘。

7.4.3 钢性贯穿连接的多层印制电路板

7.4.3.1 通则

符合 IEC 62326-4-1 要求, 性能级别为 C 级, 或符合 IPC-A-600 和 IPC-6012 或 ANSI/UL 796, 工作电压小于或等于 500 V 的多层印制电路板, 如果符合 7.4.3.2 的要求, 应认为被浇封。

注: 验证符合制造商印制电路板性能规范不是本文件的要求。

7.4.3.2 最小间距

敷铜箔层压板和粘结薄膜的绝缘厚度应符合 7.2.4.3 的要求。

注: 当不被铜分隔时, 绝缘厚度是层压板和粘结薄膜的组合。

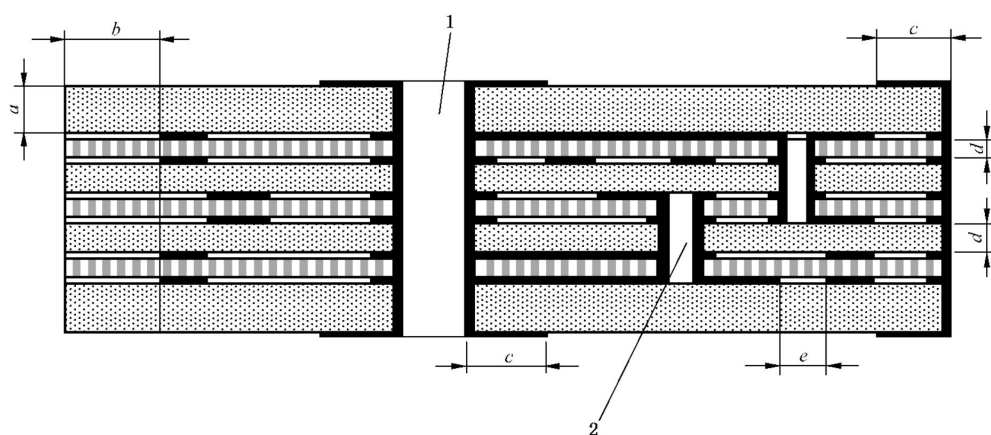
印制电路导体之间、多层印制电路板边缘或者其中任何孔之间的最小间距应符合表 5 中距离 b 的要求。如果边缘或孔利用从边缘或孔沿板表面延伸至少 1 mm 的金属或者绝缘材料保护, 则印制电路导体和金属或绝缘材料的间距可以缩短至表 5 中距离 c 。金属镀层最小厚度应为 35 μm (见图 2 和表 5)。

表 5 多层印制电路板的最小间距

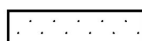
距离	“ma”保护等级	“mb”保护等级	“mc”保护等级
a	3 mm	0.5 mm	0.25 mm
b	3 mm	3 mm	1 mm
c	3 mm	1 mm	0.5 mm
d	0.1 mm, 见 7.2.4.3	0.1 mm, 见 7.2.4.3	0.1 mm, 见 7.2.4.3

表 5 (续)

距离	“ma”保护等级	“mb”保护等级	“mc”保护等级
e	符合表 1 的距离	符合表 1 的距离	符合表 1 的距离
其中： a ——载流部件与外表面间通过覆盖层的距离； b ——载流部件与外表面间沿着覆盖层的距离； c ——从边缘或孔沿着板的表面延伸的金属或绝缘的长度； d ——要求隔离时粘结薄膜或芯板的厚度； e ——要求隔离时多层(印刷电路板)内侧两电路之间的距离。			



符号和标引序号说明：

 芯板和覆盖层

 粘结薄膜

 铜

1——通过触点用于端接；

2——通过触点将印制导体连接到层上。

图 2 多层印制电路板的最小间距

7.5 开关触头

7.5.1 通则

开关触头应配置一附加外壳。

注：浇封过程中复合物进入开关触头外壳会影响装置的功能。

7.5.2 “ma”保护等级

浇封之前，附加外壳应符合 GB/T 3836.8 规定的气密装置的要求。

注：灌封时气密外壳受到应力作用造成损坏会破坏装置的防爆型式。

开关触头的额定值应小于或等于 60 V 和 6 A。如果开关电流大于制造商规定的额定电流的三分之二，附加外壳应用无机材料制成。

7.5.3 “mb”保护等级

如果开关电流大于制造商规定的额定电流的三分之二,或者如果电流超过 6 A,附加外壳应用无机材料制成。

7.5.4 “mc”保护等级

如果开关电流超过 6 A,附加外壳应用无机材料制成。

7.6 外部连接

7.6.1 通则

当使用复合物固定永久连接电缆时,应采用适当的方式对连接电缆进行保护,防止弯曲受到损害,并应按照 8.2.5 的要求进行拔脱试验。

Ex 元件不应进行该试验,浇封型“m”保护的装置外壳不作为外部壳体时,也不应进行该试验。

7.6.2 对“ma”级设备的补充要求

“ma”级设备应由符合 GB/T 3836.4 的“ia”保护等级的电路供电,或者具有符合下列要求的外部连接:

- 对于 EPL Ga,GB 3836.20 的要求;
- 对于 EPL Da,GB/T 3836.31 的“ta”保护等级。

7.7 对裸露带电部件的保护

根据规定的 EPL 要求,通过复合物表面的裸露带电部件,应采用 GB/T 3836.1 列出相应 EPL 要求的其他防爆型式进行保护。

注:这表明设备是按照 GB/T 3836.1 标志的复合防爆型式。

7.8 单体电池和电池组

7.8.1 通则

在根据可能产生的气体评定电池组控制方案时需要考虑全部运行温度范围、内部电阻和电压。应假定各个电池可能会处于不均衡状态,然而电阻和电压可忽略不计的那些电池可不计入这种情况。

7.8 适用于所有保护等级,另有规定时除外。

对于“ma”保护等级,单体电池和电池组还应符合 GB/T 3836.4 对单体电池和电池组的要求,但是 GB/T 3836.4 中对并联电池的要求不适用于仅通过浇封保护的电池。

7.8.2 防止气体外溢

正常运行过程中能够释放气体的电化学系统不允许使用。对于“ma”和“mb”保护等级,如果不能排除在故障状态下释放气体,应采用符合 7.8.8 要求的控制装置减少气体外溢。对于二次蓄电池,采用的控制装置不仅在充电时起作用,在放电时也应起作用。这也适用于在危险场所之外的充电。

应特别注意:

- a) 不应使用排气单体电池;
- b) 不应使用阀控密封电池;
- c) 在电气设备的环境温度范围内,在正常运行条件下或故障条件下不释放气体的密封气密电池可以使用,且可以不采用符合 7.8.8 的控制装置。

不能满足 7.8.2c) 要求的气密电池应有符合 7.8.8 的控制装置。

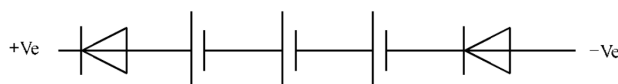
7.8.3 防止出现不允许的温度对电池造成损害

在最不利负载下的单体电池和电池组的最高工作温度(见 7.8.5)不应超过单体电池和电池组制造商规定的温度,或者制造商没有规定时,不应超过 80 °C,应采用下列方法之一,使最大充电和放电电流不超过制造商规定的安全值:

- a) 应提供一个或多个符合 7.8.8 规定的控制装置,以防止不允许的过热或在浇封内部产生气体。
- b) 应提供一个串联电阻限制电流至单体电池的额定值,并提供一个阻塞二极管以防止反向充电。无论哪一种情况,7.8.4~7.8.7 的有关要求适用。

7.8.4 反向电流

对于“ma”和“mb”保护等级,如果在同一个外壳内有另一个电压源,应对浇封电池组及其相关电路进行保护,防止被设计规定的电路之外的电路充电。例如,对于能够造成反向电流的最高电压,采用表 1 规定的间距,把电池组及其关联电路与所有其他电压源隔离开。或者只把单体电池和电池组通过表 1 规定的间距与其他电源隔离,但对于“mb”保护等级,使用 1 个阻塞二极管,对于“ma”保护等级,使用 2 个阻塞二极管,按照图 3 所示安装,这样布置以减小 2 个二极管都被短路的故障风险。



注: 图中所示是“ma”保护等级的结构。

图 3 阻塞二极管的安装

7.8.5 电流限值

最高表面温度额定值应使用设备制造厂规定的最大负载下所允许的最大放电电流来确定,或由保护装置的最大电流来确定,见 7.9,例如用 1.7 倍熔断器的额定值来确定;或者,如果没有规定负载或保护装置时,用在短路状态下的最大放电电流来确定。

可用符合 GB/T 9364(所有部分)或 GB/T 9816.1 或 ANSI/UL 248(所有部分)的电阻、限流装置或熔断器,来确保不超过电池制造商规定的最大放电电流。如果用可更换熔断器,应标记出额定值和功能。

注: 验证符合制造商电阻器、限流装置或熔断器规范不是本文件的要求。

7.8.6 防止电池极性转换和过度放电

对于“ma”和“mb”保护等级,当 3 个以上的单体电池串联时,应监控电池电压。在放电过程中,如果电压低于电池或电池组制造商规定的单体电池电压的限值,控制装置应断开电池或电池组。对于“mc”保护等级,当 3 个以上的单体电池串联时,应采取措施防止单体电池的反极性充电。

注 1: 如果几个单体电池串联连接,由于电池组中各个单体电池的容量各不相同,在放电过程中电池会改变极性。

这些“转换极性”的单体电池会产生不允许的气体外溢。

如果安装有过度放电保护电路,防止在放电过程中单体电池反极性充电,最小断开电压应为单体电池或电池组制造商规定的值。负载断开后,电流不应大于 1 000 小时率放电容量的电流值。

注 2: 通常用这种保护预防电池进入“过度放电”状态。如果很多单体电池串联连接,由于各个单体电池电压和过度放电保护电路存在的容差,可能无法进行安全保护。通常由一个保护单元对 6 个以上电池(串联)进行监控是无效的。

7.8.7 电池或电池组充电

7.8.7.1 “ma”和“mb”保护等级

充电电路应全部规定为设备的一部分。充电系统应为：

- a) 在充电系统出现一个故障的条件下,充电电压和电流不应超过制造商规定的限值;或
- b) 如果在充电过程中电池电压或放电电流可能超过电池或电池组制造商规定的限值时,应提供一单独符合 7.9 要求的保护装置,减少充电时可能释放气体及出现超过制造商规定的电池的最大额定温升。

7.8.7.2 “mc”保护等级

充电系统的充电电压和电流在正常工作条件下,不应超过制造商根据设备的温度范围确定的极限值。如果单体电池和电池组是电气设备的内部部件,并且需要在危险场所充电,那么充电器应设计为设备的部件。如果单体电池和电池组是电气设备的内部部件,或者能与设备分离,可在危险场所之外充电,充电应在设备制造商规定的范围内进行。

7.8.8 对单体电池和电池组控制安全装置的要求

如果有要求,控制装置应成为控制系统的安全关联部件。制造商应负责提供维持控制系统安全整体性所必需的资料。

注:符合 GB/T 16855.1 对 PL c 要求的安全关联部件,认为满足上述要求。

7.9 保护装置

7.9.1 通则

如果“m”型设备承受“mb”保护等级的一个故障或“ma”保护等级的两个故障时,需要依靠保护装置限制最高表面温度,那么保护装置应设置在外部或者直接集成在设备内部。“ma”保护等级的保护装置应是不可复位的。“mb”保护等级的热保护装置可以为复位式的。

保护装置应能断开其安装电路中的最大故障电流。保护装置的额定电压不应低于安装电路中的工作电压。

如果“m”型设备包含单体电池或电池组,并且设有控制装置能够防止过高温度(见 7.8.5),同时也能够保护复合物内部的所有其他元件不超过最高表面温度,则该控制装置也能作为保护装置。

注 1: 使用保护装置是为了防止发生故障,以及防止导致设备过热和/或产生永久性损坏或减少设备使用寿命的非预期过载。如果使用可复位装置,说明书中包括指导用户进行装置复位的信息。此说明考虑能复位的外部操作条件,以及随后可能需要的监控。

注 2: 自动复位和手动复位装置都可作为符合本文件的可复位装置。

对于“ma”保护等级,如果不可复位保护装置符合 GB/T 9364(所有部分)或 GB/T 9816.1 或 ANSI/UL 248(所有部分),仅要求一个装置。这适用于 7.9.2 和 7.9.3。

注 3: 验证符合制造商不可复位保护装置规范不是本文件的要求。

注 4: ANSI/UL 248-1 包含适用于低压熔断器的一般安全要求,包括确定分断容量或中断等级的要求。ANSI/UL 248 的其他部分根据熔断器的预期应用提供附加的具体安全要求,如 ANSI/UL 248-14 用于补充低压熔断器。

7.9.2 电气保护装置

7.9.2.1 通则

保护装置的额定电压不应小于安装电路的额定电压,并且分断能力不应小于电路的故障电流。

除非另有规定,应假定熔断器能够承受连续通过 1.7 倍的额定电流,熔断器制造商规定的电流-时间特性曲线应保证不超过最高表面温度。对于“ma”保护等级,通常要求 2 个串联的电气保护装置,对于“mb”保护等级,要求 1 个电气保护装置。如果“ma”保护等级的 2 个保护装置不串联,则触发任一保护装置都应切断被保护的电路。“ma”保护等级的 2 个保护装置应为同一类型的保护装置(但不必是同一制造商和相同部件号),以提供双重保护。

“mc”保护等级不要求电气保护装置。

注:对于额定电压不超过 250 V 的电源网络,预期短路故障电流通常是 1 500 A。

7.9.2.2 与“m”型设备连接的保护装置

如果保护装置在“m”型设备外部,它应被看作是符合 7.9.2 的“m”型设备安全要求的设备。此特殊使用条件应在防爆合格证中予以规定,并且设备应按照 GB/T 3836.1 规定的“特殊使用条件”的标志要求进行标志。

使用外部保护装置以及与“m”型设备的连接,要求保护装置与“ma”“mb”或“mc”相适应。

注:使用这种装置失效将会导致保护等级降低。如果用外部保护装置控制,将电压、电流和功率正确地施加到“ma”保护等级设备上,外部保护装置或保护电路的性能在一个计数故障时保证安全。允许的电压、电流和功率等级由“m”型设备的热特性确定。

7.9.3 热保护装置

应采用热保护装置保护复合物免受局部加热而损坏,例如,故障部件或超过最高表面温度造成的损坏。

不可复位装置没有复位措施,在给定的最大时间内将出现的温度高于工作温度的电路永久断开。被监控部件和热保护装置之间应有充分的热耦合。应规定保护装置的分断能力,并且不应小于电路的最大可能负载。

如果使用可复位热保护装置,对于“mb”保护等级,要求串联 2 个装置,对于“mc”保护等级,要求 1 个装置。如果“mb”保护等级的 2 个可复位热保护装置不串联,则触发任一保护装置都应切断被保护的电路。“mb”保护等级的 2 个保护装置应为同一类型的热保护装置(但不必是同一制造商和相同部件号),以提供双重保护。

带有开关触头的可复位热保护装置,不应在大于制造商规定的额定电流三分之二的条件下工作。

带有开关触头的可复位热保护装置应符合 GB/T 14536.10,或者应按 8.2.7.1 进行试验。

不带有开关触头的可复位热保护装置应符合 GB/T 7153,或者应按 8.2.7.2 进行试验。

注 1:通常,由于功能原因,使用此条款规定的热保护装置以外的其他可复位装置。这些装置通常在低于热保护装置工作温度的温度下运行。

注 2:验证符合制造商可复位热保护装置规范不是本文件的要求。

7.9.4 内置保护装置

与“m”型设备集成在一起的保护装置,应是封闭型的,在浇封过程中复合物不能进入。

浇封的保护装置的适用性由下列条件确定:

- a) 装置制造商的文件;或者
- b) 按照 8.2.8 对样品进行检验。

注:用玻璃、塑料、陶瓷或者其他方式密封的装置视为封闭型。

8 型式试验

8.1 复合物试验

8.1.1 吸水性试验

如果 5.3.1 要求,应在复合物样品上进行该试验。应对 3 个干燥的复合物样品进行该试验。样品应为圆形,直径为 $50\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$,厚度为 $3\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$ 。样品应先称质量,然后浸入温度为 $23^{+2}_{0}\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中至少 24 h。然后从水中取出,在 1 min 内擦干并再称其质量,增加的质量不应超过 1%。

不必使用蒸馏水进行此试验。

8.1.2 介电强度试验

样品应为直径 $50\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 、厚度 $3\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$ 的圆形样块。样品应在直径为 $30\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 的电极之间对称放置,并放置在温度可控的烘箱中,设定烘箱的温度能达到复合物的最高工作温度。

施加电压为 4 kV(有效值,误差 0%~5%),频率在 48 Hz~62 Hz 之间,历时不少于 5 min,试验期间不应出现闪络或击穿。

8.2 设备试验

8.2.1 试验顺序

试验顺序和样品数量见附录 B。

8.2.2 最高温度

“m”型设备样品应承受型式试验以确保:

- a) 正常运行时温度不超过 6.1 规定的极限温度;
- b) 对于“ma”和“mb”保护等级,在 7.2.1 规定的故障条件下不超过最高表面温度。

对于无外部负载的“m”型设备,应按 GB/T 3836.1 的温度测定要求进行试验,但考虑 4.4 的供电条件。

对于有外部负载的“m”型设备,“ma”和“mb”保护等级的电气设备进行试验时,应把电流调整到不会引起保护装置动作的最高值;“mc”保护等级的设备,应在规定的负载参数下,在正常运行条件和常规预期工况情况下进行温度测定。

对于设计用于 EPL“Da”的“ma”保护等级设备,设备应按照制造商说明书安装,并且周围全部覆盖至少 200 mm 的粉尘层,测定最高表面温度。当温升不超过 1 K/24 h,应认为达到最终温度。

注:对于具有诸如非线性外接负载、输入功率控制特性的设备,或很难确定故障模式的设备,为了获得在故障条件下的温度限制,可能需要测试、模拟和分析。

8.2.3 热稳定性试验

8.2.3.1 耐热试验

8.2.3.1.1 “ma”和“mb”保护等级

应按 GB/T 3836.1 的要求进行试验。用作试验的参考工作温度应为下列数值之一:

- a) 在正常工作下,试验样品的最高表面温度加 20 K;或者
- b) 在正常工作下,复合物中元件表面的最高温度,见 6.2.2。

8.2.3.1.2 “mc”保护等级

应按 GB/T 3836.1 的要求进行试验。

所采用的参考工作温度应是试验样品在正常运行时的最高表面温度,见 6.2.1。

8.2.3.2 耐寒试验

应按 GB/T 3836.1 的要求进行试验。

8.2.3.3 合格判据

每次试验之后对每个试验样品应进行目视检查,复合物不应有明显影响防爆型式的损坏,例如,复合物裂缝、浇封件暴露、粘结失效、不允许的收缩、变色、膨胀、分解或软化。复合物表面允许变色(例如环氧树脂氧化)。

除了热熔断体,保障安全的电气保护装置应验证功能仍然完好。

8.2.4 介电强度试验

8.2.4.1 试验程序

如果适用,试验应在下列电路之间进行:

- a) 在独立电路之间;
- b) 在每一电路与所有接地部件之间;
- c) 每一电路与复合物表面或非金属外壳之间,必要时可用导电金属箔覆盖浇封表面。

对于 a),所采用的电压 U 是被试验的两个电路额定电压的总和,对于 b)和 c)为被试验电路的额定电压。

对于 b),电路和接地部件之间连接有瞬态抑制元件的电路,应允许采用没有这些元件的特殊试验样品进行型式试验。

应通过下列试验验证介电强度:

——电气设备各元件的有关工业标准规定的试验;或者

——至少按照下列 1)或 2)规定的试验电压进行试验,电压在不小于 10 s 的时间内稳定升高直至到达规定值,然后应保持至少 60 s,没有出现击穿现象。

- 1) 对于电压峰值不超过 90 V 的设备,试验电压应为 500 V(有效值,误差 0%~5%),频率在 48 Hz~62 Hz 之间;或者,试验电压应为 700 V(直流,误差 0%~5%)。
- 2) 如果电压峰值超过 90V 的设备,试验电压应为 $2U+1\ 000$ V(有效值,误差 0%~5%),但最低为 1 500 V(有效值),频率在 48 Hz~62 Hz 之间;或者,试验电压应为 $2U+1\ 400$ V(直流,误差 0%~5%),但最低为 2 100 V(直流)。

试验电压应在不小于 10 s 内稳定升高直至达到规定值,然后应保持至少 60 s。

注 1: 为了电磁兼容性含有连接到外壳的元件以抑制干扰脉冲,并且在试验时可能损坏的设备,可考虑进行局部放电试验。

注 2: 如果不能从外部接触试验电路,可能需要准备一个有附加连接件的特殊试验样品。

8.2.4.2 合格判据

试验过程中如果没有出现击穿或电弧,应认为试验合格。

注: 通常试验期间通过的电流不超过 5 mA(有效值)。

8.2.5 电缆拔脱试验

8.2.5.1 试验程序

应在预先没有应力、温度在 $(21\pm 2)^\circ\text{C}$ 的一个样品上进行试验。

另一个试验样品应经过 8.2.3.1 预处理之后,在电缆引入点的最高温度下,进行电缆拔脱试验。

施加的拉力应由下列方法得出:

- 测量电缆直径数值(mm),该数值乘以 20;
- 测量“m”型设备质量(kg),该数值乘以 50;
- 两计算值取较小者作为电缆拔脱试验的拉力(N)。

在固定安装的情况下,该数值可降低到要求数值的 25%。最小拉力应为 1 N,持续时间最短应为 1 h。应在最不利的方向施加拉力。

8.2.5.2 合格判据

试验后,应对试样进行目视检查。电缆不应有可见的影响防爆性能的位移。复合物或电缆不应有影响防爆型式的损坏,例如,复合物裂缝、浇封元件暴露或粘结失效。

8.2.6 I类和II类电气设备的压力试验

8.2.6.1 试验程序

对于任何具有单独净空间在 $1\text{ cm}^3\sim 10\text{ cm}^3$ 之间的“ma”级电气设备和任何具有单独净空间在 $10\text{ cm}^3\sim 100\text{ cm}^3$ 之间的“mb”级电气设备,应准备 2 个试验样品,试验样品应与压力源连接。如果同一尺寸的净空间多于 1 个,应同时对所有的净空间进行压力试验。

应在已经进行了耐热试验(见 8.2.3)的样品上进行压力试验。

应利用表 6 规定的压力进行试验,施加压力至少 10 s。

表 6 试验压力

最低环境温度 ℃	试验压力 kPa
$\geq -20^a$	1 000
≥ -30	1 370
≥ -40	1 450
≥ -50	1 530
≥ -60	1 620

^a 这包括设计用于 GB/T 3836.1 规定的标准环境温度范围内的设备。

或者,对于“mb”级电气设备,如果元件的净空间不大于 100 cm^3 ,在进行浇封之前,先通过 GB/T 3836.8规定的密封装置泄漏试验(不进行预处理、不进行电压或耐压试验),则可以进行浇封,而不进行压力试验。

8.2.6.2 合格判据

试验之后应目视检查样品。复合物不应有影响防爆型式的损坏,例如,复合物裂缝、浇封元件暴露或粘结失效。对于净空间和非金属外壳壁之间复合物没有厚度要求的结构,非金属外壳壁也不应造成

损坏。

8.2.7 可复位温度保护装置的试验

8.2.7.1 带有开关触头的可复位温度保护装置

8.2.7.1.1 试验程序

应验证保护装置的功能,该试验应在热稳定性试验后进行。保护装置应能够分断额定电流 5 000 次以上。

8.2.7.1.2 合格判据

试验结束之后,如果在其数据表规定的范围内保护装置能正确动作,应认为合格。

8.2.7.2 没有开关触头的可复位温度保护装置

8.2.7.2.1 试验程序

应验证保护装置的功能,该试验应在热稳定性试验后进行。保护装置应能动作(直接或间接限制温升)500 次以上。

8.2.7.2.2 合格判据

如果在数据表规定的范围内保护装置能正确动作,应认为合格。

8.2.8 内置保护装置的密封试验

试验在 5 个样品上进行。把初始温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的试验样品快速浸没在温度为 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的水中,深度不小于 25 mm,时间至少 1 min。试验过程中,如果样品没有产生气泡,认为它们是密封的,符合本文件的要求。或者,如果浇封之后对 5 个样品进行了检查,确定复合物没有进入内部,可以对一个样品进行试验。

9 例行检查和试验

9.1 目视检查

每一台“m”型设备都应进行目视检查,不应有明显损坏,例如,复合物裂缝、浇封部件暴露、剥落、不允许的收缩、膨胀、分解、粘结失效(任何粘结部分的分离)或软化。

9.2 介电强度试验

可以从外部接触的电路,应进行介电强度试验测试电路与其他每个电路之间,以及与其周围环境之间的绝缘。应在符合 8.2.4 要求的电路上进行该试验。或者,按照附录 C 给出的试验方法可用于每个电路与复合物表面或非金属外壳间的试验。

施加试验电压至少 1 s。

或者,可以施加 1.2 倍的试验电压,并且保持至少 100 ms。

在某些情况下,具有大的分布电容的样品,可能需要较长时间达到实际试验电压,因此实际试验时间可能比 100 ms 长得多。

试验过程中,如果没有出现击穿或电弧,应认为合格。

注:通常试验期间通过的电流不超过 5 mA(有效值)。

与上述试验不同,电池或电池组应按 GB/T 3836.3 规定的例行介电强度试验要求进行试验。

如果设备采用的电路和接地部件之间连接有瞬态抑制元件,如果仅与独立电路一起使用,则设备不必进行例行介电强度试验,设备应按照 GB/T 3836.1 规定的“特殊使用条件”的标志要求,标志符号“X”以说明这一特殊使用条件。

对于“mc”级设备,如果相关工业标准中对电气设备的单个部件规定有例行介电强度试验,则应允许进行该试验,以满足“mc”级设备的例行介电强度试验要求。

10 标志

除了 GB/T 3836.1 的要求之外,标志还应包括:

- a) 额定电压;
- b) 额定电流;
- c) 外部电源预期短路电流,如果小于 1 500 A 时,例如,“允许的电源短路电流:500 A”;
- d) 或者,外部电源允许的预期短路电流,如果设备设计的短路电流大于或等于 1 500 A,例如,“允许的电源短路电流:3 500 A”。

或者,上述 c)、d) 所示的标志可放在说明书中,且设备应按照 GB/T 3836.1 的规定的“特殊使用条件”的标志要求,标志符号“X”以说明这一特殊使用条件。

附录 A

(资料性)

“m”型设备用复合物的基本要求

图 A.1 给出了“m”型设备用复合物的基本要求。

注：本附录仅提供一般概述。对具体设备制定试验程序时需注意适用的要求的详细内容。

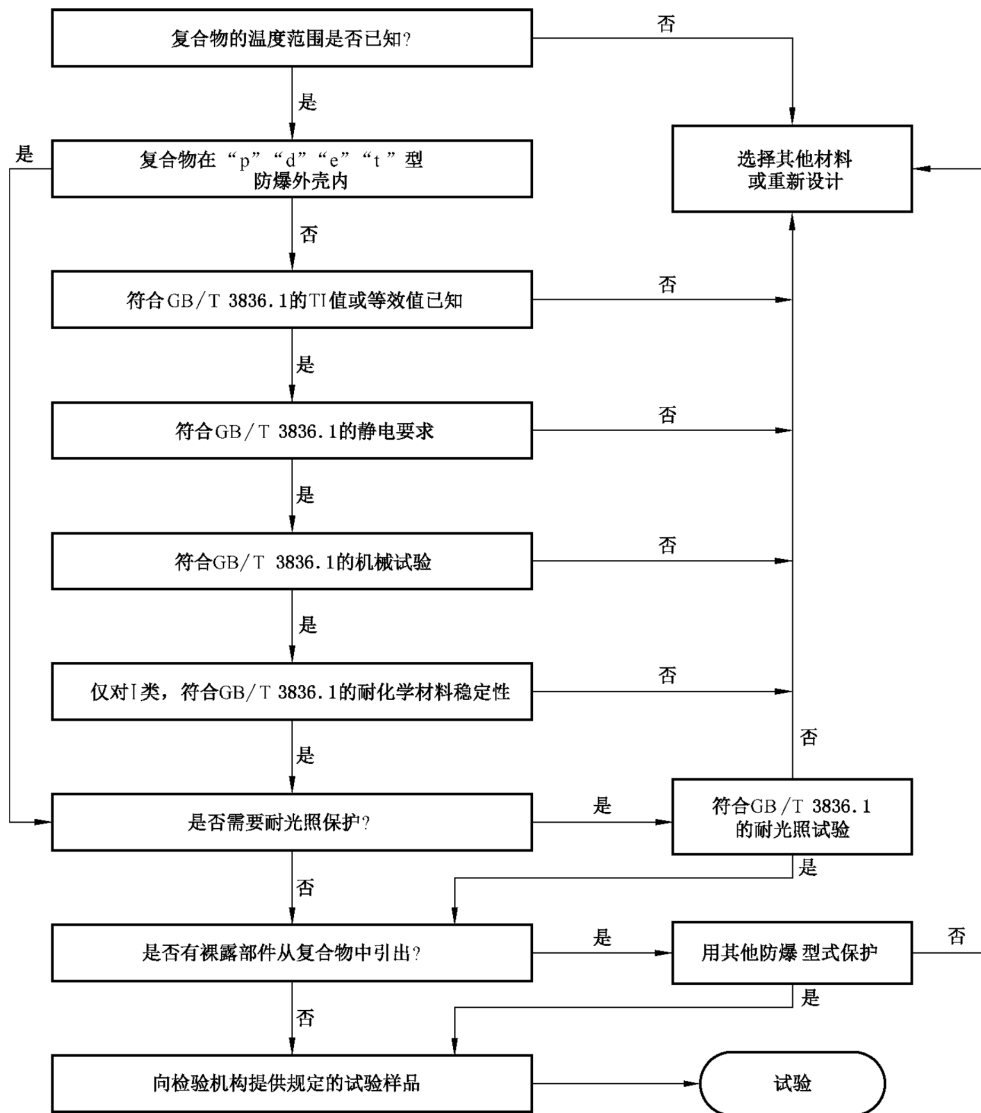


图 A.1 “m”型设备用复合物的基本要求

附 录 B
(资料性)
试样分配

表 B.1 给出了试样分配情况。

注：本附录仅提供一般概述。对具体设备制定试验程序时需注意适用的要求的详细内容。

表 B.1 试样分配

标准试验		补充试验	
试样 1	试样 2	试样 3	试样 4
按 6.3 确定极限温度			
		按 8.2.5 进行电缆拔脱试验	按 8.2.3.1 在电缆进入复合物的位置确定工作温度,进行热稳定试验
按 8.2.3.1 进行耐热试验	按 8.2.3.1 进行耐热试验		
按 8.2.3.2 进行耐寒试验	按 8.2.3.2 进行耐寒试验		
按 8.2.7 进行可复位温度保护装置试验	按 8.2.7 进行可复位温度保护装置试验		按 8.2.5 进行电缆拔脱试验
按 8.2.4 进行介电强度试验	按 8.2.4 进行介电强度试验		
按 8.2.6 进行压力试验(如果需要)	按 8.2.6 进行压力试验(如果需要)		
按 GB/T 3836.1 进行机械试验(如果需要)	按 GB/T 3836.1 进行机械试验(如果需要)		
按照在每栏中所示的顺序进行试验。			

附录 C

(规范性)

电路与环境之间的介电强度试验

C.1 总则

8.2.4.1c)描述了电路(如外部连接)与设备非金属表面(非金属外壳或复合物表面)之间的介电强度试验。

对大批量设备,当按 9.2 进行例行试验不切实际时,如果符合下列条件,可按照 C.2 进行批量试验:

- a) 外壳材料或复合物的材料数据表规定的击穿电压至少为 8.2.4.1 规定的试验电压的 1.5 倍(考虑外壳材料或复合物厚度)。当复合物和外壳材料都需要有助于介电强度,应对通过复合物和外壳的总距离施加较低的击穿电压值;
- b) 介电强度型式试验电压为 8.2.4.1 规定的试验电压的 1.5 倍;
- c) 物理试验布置如 8.2.4.1c)所述;
- d) 合格判据为 8.2.4.2;
- e) 批量试验要求包含在制造商的说明书中。

C.2 批量试验程序

批量试验应按照以下基于 GB/T 2828.1 中采样数据的准则进行:

- a) 对于 100 以内的产品批量,应对 8 个样品,用 1.5 倍 8.2.4.1 要求的试验电压进行试验,不应有不合格产品;
- b) 对于 101~1 000 的产品批量,应对 32 个样品,用 1.5 倍 8.2.4.1 要求的试验电压进行试验,不应有不合格产品;
- c) 对于 1 001~10 000 的产品批量,应对 80 个样品,用 1.5 倍例行试验压力进行试验,不应有不合格产品;
- d) 批量超过 10 000 时,应分为较小的批量进行试验。

如有任何不符合要求的试验结果,则应用 8.2.4.1 要求的试验电压对批次中所有剩余样品进行例行试验(100%)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- [2] GB/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境用设备
- [3] GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的设备
- [4] GB/T 3836.7 爆炸性环境 第7部分:由充砂型“q”保护的设备
- [5] GB/T 3836.6 爆炸性环境 第6部分:由液浸型“o”保护的设备
- [6] GB/T 3836.14 爆炸性环境 第14部分:场所分类 爆炸性气体环境
- [7] GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分:电气装置的设计、选型和安装
- [8] GB/T 3836.22 爆炸性环境 第22部分:光辐射设备和传输系统的保护措施
- [9] GB/T 3836.35 爆炸性环境 第35部分:爆炸性粉尘环境场所分类
- [10] GB/T 8897.1 原电池 第1部分:总则
- [11] GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分:设计通则
- [12] GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验
- [13] GB/T 22084.1 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封单体蓄电池 第1部分:镉镍电池
- [14] GB/T 22084.2 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封单体蓄电池 第2部分:金属氢化物镍电池
- [15] GB/T 28867 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 方形密封镉镍单体蓄电池
- [16] IEC 60747-5-5 Semiconductor devices—Discrete devices—Part 5-5: Optoelectronic devices—Photocouplers
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
爆炸性环境
第 9 部分：由浇封型“m”保护的设备
GB/T 3836.9—2021

*

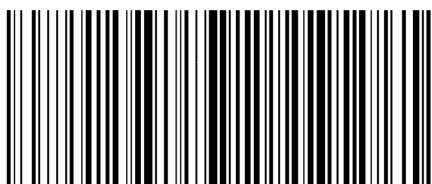
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021 年 10 月第一版

*



GB/T 3836.9-2021

版权专有 侵权必究