



中华人民共和国国家标准

GB 3836.9—2006/IEC 60079-18:2004
代替 GB 3836.9—1990

爆炸性气体环境用电气设备 第9部分：浇封型“m”

Electrical apparatus for explosive gas atmospheres—
Part 9: Encapsulation “m”

(IEC 60079-18:2004, IDT)

2006-12-01 发布

2007-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 3836《爆炸性气体环境用电气设备》分为若干部分：

- 第1部分：通用要求；
- 第2部分：隔爆型“d”；
- 第3部分：增安型“e”；
- 第4部分：本质安全型“i”；

……

本部分是 GB 3836 的第 9 部分，等同采用 IEC 60079-18:2004(第二版)。

本部分对 IEC 60079-18:2004 做了下列编辑性修改：

- 删除了 IEC 60079-18:2004 的前言；
- 增加了国家标准的前言。

本部分代替 GB 3836.9—1990《爆炸性气体环境用电气设备 第 9 部分：浇封型电气设备“m”》。

本部分与 GB 3836.9—1990 相比主要变化如下：

- 在 IEC 60079-18:2004(第二版)基础上增加了一个规范性附录(附录 B:试样分配)和资料性附录(附录 A:“m”型设备用复合物的基本要求),本部分的附录 C(规范性附录)代替原附录 A。
- 在规范性引用文件中,增加了 GB 9364(全部)、GB/T 1408.1—1999、GB/T 16935.1—1997、GB 9816—1998、GB/T 17571—1998、ANSI/UL 248-1 等内容；
- 在“术语和定义”方面,增加了“自由表面”、“正常运行”、“孔隙”、“净空间”、“开关触点”等术语,删除了“埋封”、“罐封”、“灌封”、“浇封的完整性”、“浇封间距”等术语,将“浇封剂”定义为“复合物”；
- 在技术内容方面:增加了第 4 章;对复合物的要求中,增加了对部件进行预先除锈和酸洗处理,以使复合物与部件正确粘接;设备在最高温度时的绝缘强度根据 IEC 60243-1 测定;属于外壳部分以外的“m”型设备的复合物应满足 GB/T 11026.1 和 IEC 60216-2 的要求,温度指数 T_I 值符合 IEC 60079-0 中 7.1.2 的规定,也可以采用其他等效标准;用作试验样品的复合物的颜色的变换将影响复合物的性能;在第 6 章温度中增加了通则、温度极限、极限温度测定、试样的最高表面温度、复合物中元件的温度等内容;第 7 章对于可能故障的测定内容进行了充实,细划为故障检查、可靠部件、可靠隔离距离等内容;对于浇封间距,内容有所增加,更为具体,额定电压的范围 0~10 000 V,另外对通过固体绝缘的间距、浇封型中的自由间隙等都做了详细规定;增加了表 2“净空间对应的复合物最小厚度”,对于保护等级“ma”、“mb”做了具体规定;增加了表 3“自由表面和部件/导线之间的复合物厚度”;表 4 和表 5“复合物的隔板和或自由表面与部件/导线之间的复合物厚度”,增加了带金属外壳的“m”设备、带塑料外壳的“m”设备、电机绕组等内容;此外,对“电池和蓄电池部分”,内容也有所增加,增加了开关触点、外部连接、保护装置要求等内容。

本部分的附录 A 为资料性附录,附录 B、附录 C 为规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本部分由南阳防爆电气研究所、国家防爆电气产品质量监督检验中心、上海自动化仪表研究所、煤科总院抚顺分院、煤科总院重庆分院、天津化工研究设计院、佳木斯防爆电机研究所、浙江创正防爆电器有限公司、飞策防爆电器有限公司等单位负责起草。

本部分主要起草人:穆大玉、徐建平、邓永林、章平谊、刘晓波、刘兵、高国喜、赵红宇。

本部分于 1990 年首次发布。

爆炸性气体环境用电气设备 第9部分：浇封型“m”

1 范围

本部分规定了浇封型“m”电气设备、电气设备部件及 Ex 元件在结构和试验方面的具体要求。

本部分仅适用于额定电压不超过 10 kV, 相对公差 10% 的浇封型电气设备、浇封型电气设备部件及浇封 Ex 元件(下文也称“m”设备)。

该部分是对 GB 3836.1 通用要求的补充。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 3836 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件, 其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分, 然而, 鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本适用于本部分。

GB/T 1408.1—2006 固体绝缘材料电气强度试验方法 第1部分: 工频下的试验(IEC 60243-1: 1998, IDT)

GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分: 通用要求(eqv IEC 60079-0: 1998)

GB 3836.3—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第3部分: 增安型“e”(eqv IEC 60079-7: 1990)

GB 3836.4—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分: 本质安全型“i”(eqv IEC 60079-11: 1999)

GB/T 8897.1—2003 原电池 第1部分: 总则(IEC 60086-1: 2000, IDT)

GB 9364(全部) 小型熔断器(GB 9364.1—1997, idt IEC 60127-1: 1988; GB 9364.2—1997, idt IEC 60127-2: 1989; GB 9364.3—1997, idt IEC 60127-3: 1988; GB 9364.4—2006, IEC 60127-4: 1996, IDT; GB 9364.6—2001, idt IEC 60127-6: 1994)

GB 9816—1998 热熔断体的要求和应用导则(idt IEC 60691: 1993)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分: 原理、要求和试验(idt IEC 60664-1: 1992)

GB/T 17571—1998 碱性二次电池和电池组 扣式密封镉镍可充整体电池组(idt IEC 61150: 1992)

IEC 60079-0: 2004 爆炸性气体环境用电气设备 第0部分: 通用要求

IEC 60079-26 爆炸性气体环境用电气设备 第26部分: 用于0区电气设备的结构、试验和标志的特殊要求

IEC 60622 含碱性和其他非酸性电极的二次电池和电池组 密封镉镍棱柱可充单体电池

IEC 61558-2-6 电力变压器、电源装置及类似设备的安全 第2部分: 一般用途安全隔离变压器的特殊要求

IEC 61951-1 碱性或非酸性二次电池和电池组 便携式密封再充单体电池 第1部分: 镍镉

IEC 61951-2 碱性或非酸性二次电池和电池组 便携式密封再充单体电池 第2部分: 镍金属氢化物

IEC 61960-1 便携式二次锂电池和电池组 第1部分: 二次锂电池

IEC 62326-4-1 印刷电路板 第4部分: 层间连接的刚性多层电路板分规范 第1节: 能力详细规

GB 3836.9—2006/IEC 60079-18:2004

范 性能水平 A、B 和 C

ISO 62 塑料:吸水性测定

ANSI/UL 248-1 低压熔断器标准 第 1 部分:通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB 3836 的本部分。

3.1

浇封型“m” encapsulation “m”

电气设备的一种防爆型式。这种型式是将可能产生点燃爆炸性混合物的火花或过热的部分封入复合物中,使它们在运行或安装条件下不能点燃爆炸性气体环境。

3.2

复合物 compounds

热固性的、热塑性的环氧树脂或有、无填充剂和/或添加剂的弹性物质的固化状态。

3.3

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

无论运行或是贮藏,复合物的性能都能符合本部分要求的温度范围。

3.4

复合物的连续运行温度(COT) continuous operating temperature (COT) of the compound

根据复合物制造厂的资料,在设备预计寿命周期运行时,复合物能满足本部分要求的温度范围。

3.5

浇封 encapsulation

采用适合的方法将电气装置用复合物封闭起来的工艺过程。

3.6

自由表面 free surface

暴露于爆炸性环境的复合物表面。

3.7

正常运行 normal operation

设备在电气和机械方面的运行符合其设计规范,并且在制造厂规定的限制范围内使用。

注 1: 制造厂规定的限制可以包括持续的运行条件,如工作制周期运行的电机。

注 2: 在规定限制范围内,电源的变化及其他一些操作容差都属于正常运行。

3.8

孔隙 void

浇封过程中无意产生的空间。

3.9

净空间 free space

有意设计的元件周围的空间或元件内部的空间。

3.10

开关触点 switching contact

用来接通和断开电路的机械接触。

4 总则

4.1 设备分类及温度组别

如果需要,“m”设备应按照 GB 3836.1—2000 的第 4 章和第 5 章进行分组和分类。

4.2 保护等级

浇封型电气设备应分为“ma”保护等级或“mb”保护等级。

除非另有说明,该标准的要求应适用于这两种保护等级。

如果使用符合 GB 9364 或 GB 9816—1998 的非自动复位保护装置进行保护,则对于这两种保护等级,仅需一只保护装置即可。

4.3 “ma”保护等级

在下列条件下,“ma”保护等级的“m”设备在以下条件下不应导致点燃:

- a) 正常操作和安装条件下;
- b) 任意特定的非正常条件;
- c) 规定的故障条件下。

对于“ma”保护等级,电路中任意一点的工作电压不应超过 1 kV。

对于“ma”保护等级,仅当元件在任何故障条件下不会对设备产生机械的或热的破坏时,才可以不对它们采取附加的保护。

或者,当内部元件的故障导致的温度升高可能使浇封系统失效时,应符合 6.2 的要求。

注:某些元件按照该标准“mb”保护等级的要求允许使用,由于内部作用的结果产生机械的或热的损害可能使保护措施浇封失效。对于“ma”保护等级的设备,这种危险宜被排除。

4.4 “mb”保护等级

在下列条件下,“mb”保护等级的“m”设备不应导致点燃:

- a) 正常运行和安装条件下;
- b) 规定的故障条件下。

4.5 电源技术要求

应规定电源限值(额定电压和预期的短路电流)以确保在相关的“ma”或“mb”保护等级下不超过限制的温度。所使用的保护装置应符合 7.9 的要求。

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操作方法。

至少应提供用于浇封型“m”的复合物的特性。

选择浇封材料应作出适宜的考虑,以允许在正常操作和出现允许的故障时复合物的变形。

5.2 技术说明

制造厂应对保证材料符合复合物的技术说明承担责任。

技术说明应包括:

- a) 复合物制造厂的名称和地址;
- b) 材料的资料应准确完整,如果包括填充剂和其他添加剂的话,应标明其百分比、混合物比例及牌号;
- c) 如果适用,复合物表面的任何处理方法,如涂漆;
- d) 如果适用,为使复合物与元件正确粘接,对元件进行预处理的要求,如清洁、酸洗;
- e) 如果适用,按照 8.1 要求进行的吸水性试验的试验结果。如没有进行吸水性试验,设备上应根据 GB 3836.1—2000 的 27.2 9) 标记符号“X”,指出特殊使用条件;
- f) 在设备根据 8.2.2 测定的最高温度下,GB/T 1408.1—2006 所规定的绝缘介电强度;
- g) 复合物的温度范围(连续运行的上限和下限温度);
- h) 对于“m”设备,在复合物是外壳的一部分的情况下,IEC 60079-0:2004 中 7.1.3d) 所定义的温度指数 T_I 。作为 T_I 的另外一种选择,也可根据 ANSI/UL 746B(聚合材料——长期性能评

GB 3836.9—2006/IEC 60079-18:2004

价)确定相对热指数(RTI-机械冲击);

i) 当颜色的变化将影响复合物性能时,用作试验样品的复合物的颜色。

6 温度

6.1 通则

在正常运行期间,温度不应超过最高表面温度和复合物连续运行温度的最大值。“m”型设备应采取保护措施,使在规定的故障条件下,“m”设备的浇封不受影响。

6.2 温度极限

基于安全考虑要求采用保护装置限定温度时,保护装置应该是一种内部的或外部的,电的或热的非自动复位装置。“mb”保护等级要求一个保护装置,“ma”保护等级要求两个保护装置。必须保证保护装置与被监控部件之间充分热耦合。出于功能的原因,“m”型设备也可以安装一个附加的自动复位保护装置。

如果非自动复位保护装置符合 GB 9364 或 GB 9816—1998,则对于两种保护等级仅需一个保护装置。

当设备可能出现故障,见 7.2.1,或存在温度上升的可能性时,例如,根据 7.2.1 输入的不利电压或不适合的负载时,应考虑确定极限温度。

6.3 极限温度测定

6.3.1 试样的最高表面温度

最高表面温度应根据 4.5 规定的电源条件,使用 8.2.2 规定的试验方法测定,应利用该温度确定温度组别。

6.3.2 复合物中部件的温度

应测定最热的部件。靠近最热部件的复合物中的最高温度应使用 8.2.2 规定的对于正常运行的试验方法测定。

注:可以通过计算或参考制造厂参数或浇封部件之前的实际测试确定最热的部件。

7 结构要求

7.1 通则

当浇封是外部壳体的一部分时,应符合对非金属外壳和外壳的非金属部件的要求。

如果用户为满足本标准要求需要辅助保护措施,如辅助机械保护,应根据 GB 3836.1—2000 的 27.2.9)对该设备加“X”符号,并且提供必要的说明。应采取适当的措施,调节部件在正常运行和出现 7.2 所述的故障时产生膨胀现象。

在 7.2~7.9 中,对复合物是否粘附在外壳上有不同要求。进行粘接的目的是阻止爆炸性气体和潮气进入界面(如:外壳与复合物的界面,复合物与未完全埋入复合物的部件,例如印刷电路板和接线端子等的界面)。如果要求对界面进行附加处理以确保粘接,则应将该要求写在制造厂的文件中。

如果粘接要求保持防爆型式,则在完成所有规定试验之后粘接应保持防爆型式完好。

注:具体应用的复合物的选择与每种复合物所起的作用有关。通常,对复合物进行一次试验不能满足浇封“m”的全面应用。

7.2 故障的确定

7.2.1 故障检查

即使在不利的输入条件(但是在额定参数的 90%和 110%之间)和不利的输出负载及任何内部电气故障(对于“mb”保护等级为一个故障,对于“ma”保护等级为两个故障)情况下,应保证浇封的防爆性能,例如在发生了下述情况时:

——部件短路;

- 部件出故障；
- 印刷电路出故障。

可靠部件和可靠隔离的距离应视为不会发生故障。

一些部件的故障会导致不稳定情况，例如高电阻和低电阻的更换。在此情况下，导致最大功率的情况应予以考虑。

如果一个故障导致一个或多个后续故障的发生，例如，由于部件过载，则初始故障和后续故障应认为是一个故障。

7.2.2 可靠部件

下列部件按本部分要求浇封，当其运行在规定的温度范围内，并且不超过制造厂对每个部件规定的额定电压、额定电流和额定功率的 2/3 时，应认为是可靠的：

- 电阻器，如果它们符合 GB 3836.4 的 8.4 的规定；
- 螺旋形单层线圈绕组；
- 塑料金属箔电容器；
- 纸质电容器；
- 陶瓷电容器；
- 半导体，如果按 GB 3836.4—2000 的 8.6 使用。

当用半导体装置限制电流时，单个装置适用于“mb”保护等级，两个装置适用于“ma”保护等级。

注：根据 GB 3836.4—2000 与带有“ia”保护等级的本质安全型设备要求相反，没有必要禁止使用有源的半导体调节电路，因为短期暂态波动对浇封设备的影响是微不足道的。

下列隔离不同回路的部件应认为是可靠的：

- a) 光耦合器和继电器，如果额定绝缘电压符合 $(2U_N + 1\ 000\ \text{V})$ 或者 $1\ 500\ \text{V(a.c.)}$ ，取两者之间最大值，(U_N 为两回路额定均方根电压之和)；
- b) 变压器，符合 IEC 61558-2-6 或者 GB 3836.4—2000 要求；
- c) 符合 GB 3836.3—2000 要求的线圈、变压器和电动机绕组，包括具有直径小于 $0.25\ \text{mm}$ 的导线，如果能防止产生不允许的内部温度，认为是可靠的。

7.2.3 可靠隔离距离

如果出现下述情况之一的裸露带电部件之间的距离符合 7.2.3.1 的要求，则没有必要考虑发生 7.2.1 所述的电压击穿故障的可能性，并且也适用于符合 7.2.3.2 的情况：

- 相同回路；或
- 回路和接地的金属零件；或
- 两个独立回路（电压之和作为表 1 的电压；如一个电压小于另一个电压的 20%，则此电压可以忽略）。

7.2.3.1 通过复合物的间距

如果在浇封之前机械安装的间距符合表 1 数值，则应认为通过复合物的间隔距离是可靠的。

表 1 通过复合物的距离

电压 U/V r. m. s 或 d. c. (见注)	最小间距/mm
≤ 63	0.5
≤ 400	1
≤ 500	1.5
≤ 630	2
$\leq 1\ 000$	2.5

表 1(续)

电压 U/V r. m. s 或 d. c. (见注)	最小间距/mm
$\leq 1\ 600$	4
$\leq 3\ 200$	7
$\leq 6\ 300$	12
$\leq 10\ 000$	20

注: 所示电压来自 GB/T 16935.1—1997。对于所有电压, 实际工作电压可以大于表中规定值的 10%, 这是根据 GB/T 16935.1—1997 表 3b 规定的电源电压的合理处理。

7.2.3.2 通过固体绝缘的间距

如果固体绝缘的最小厚度为 0.1 mm, 并且满足 8.2.4 的绝缘介电强度试验, 则通过固体绝缘的间距应该认为不出故障。

7.3 浇封中的净空间

复合物应无孔隙。

净空间总和不应超过:

对于“mb”保护等级为 100 cm^3 ;

对于“ma”保护等级为 10 cm^3 。

复合物厚度的补充要求见表 2。

表 2 净空间对应的复合物最小厚度

保护等级	复合物的最小厚度 从净空间到	净空间 $\leq 1\text{ cm}^3$	$10\text{ cm}^3 \geq$ 净空间 $> 1\text{ cm}^3$	$100\text{ cm}^3 \geq$ 净空间 $> 10\text{ cm}^3$
“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
	塑料或具有附着层金属外壳(见注)	3 mm(外壳+复合物)	3 mm(外壳+复合物)(压力试验按照 8.2.6)	不允许
	塑料或不具有附着层金属外壳	3 mm	3 mm(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)
	塑料或具有附着层金属外壳(见注)	1 mm(外壳+复合物)	3 mm(外壳+复合物)	3 mm(外壳+复合物)(压力试验按照 8.2.6)
	塑料或不具有附着层金属外壳	1 mm	3 mm	3 mm(压力试验按照 8.2.6)

注: 塑料或具有最小厚度为 1 mm 附着层金属外壳到外部的壁厚 $\geq 1\text{ mm}$ 。

7.4 复合物的厚度

7.4.1 概述

如果复合物的表面全部或部分被外壳包围, 并且外壳是保护措施的一部分, 则外壳或外壳部件应该符合 GB 3836.1—2000 的要求。

如果适用, 带或不带包围外壳的复合物的最小厚度应符合 7.4.2~7.4.4 的要求。

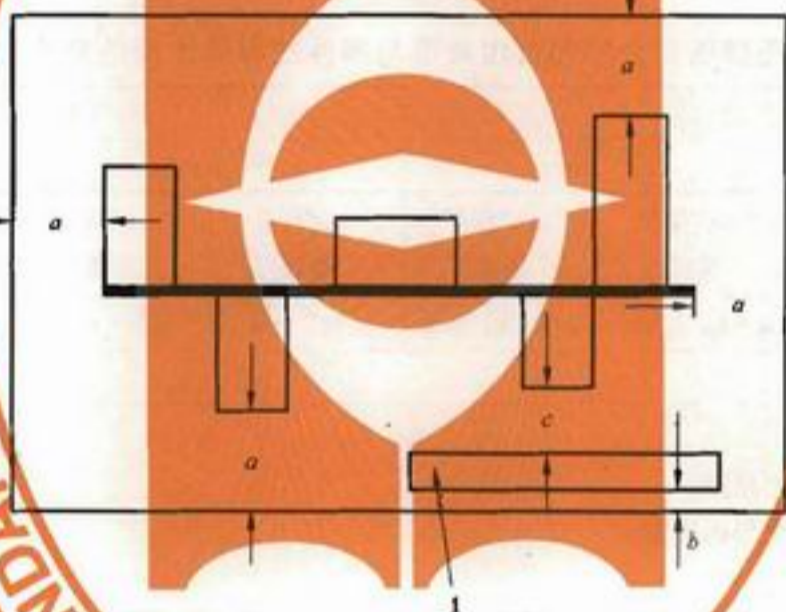
在任何情况下, 浇封材料还需另外承受 8.2.4 的绝缘介电强度试验。

7.4.2 有自由表面的“m”型设备

复合物的自由表面与部件或浇封中的导体之间的复合物的厚度应符合表 3 的规定, 如图 1 所示。

表 3 自由表面与部件或导体之间的复合物厚度

"ma"保护等级	"mb"保护等级
$a \geq 3 \text{ mm}$	自由表面 $\leq 2 \text{ cm}^2$ $a \geq$ 表 1 间距, 但不小于 1 mm
	自由表面 $> 2 \text{ cm}^2$ $a \geq$ 表 1 间距, 但不小于 3 mm
$c \geq$ 表 1 间距	$c \geq$ 表 1 间距
$b \geq 3 \text{ mm}$	$b \geq 1 \text{ mm}$
注: a——部件和自由表面之间的间距; b——非载流部件和自由表面之间的间距; c——部件与浇封内部非载流部件之间的间距。	



1——非载流部件。

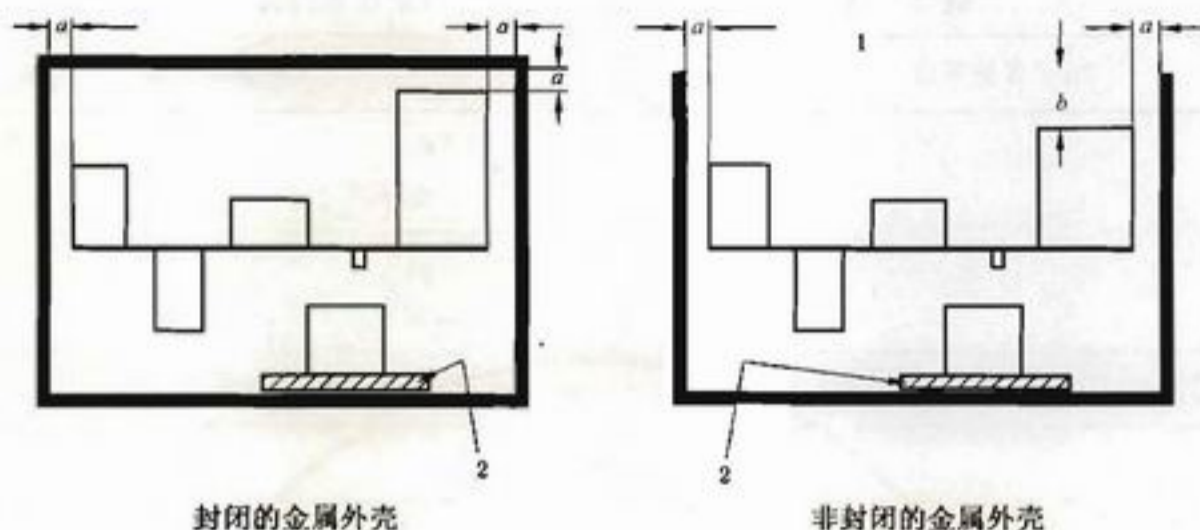
图 1 复合物自由表面与部件或导体之间的距离

7.4.3 带金属外壳的“m”设备

壳壁或复合物自由表面与部件或浇封中的导体之间的复合物的厚度应符合表 4 的规定, 如图 2 所示。

表 4 壳壁或复合物自由表面与部件或导体之间的复合物的厚度

"ma"保护等级	"mb"保护等级
$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 1 \text{ mm}$
$b \geq 3 \text{ mm}$	$b \geq$ 表 1 间距, 但不小于 3 mm
注: a——部件和外壳内壁之间的间距; b——部件和自由表面之间的间距。	



1——自由表面；
2——固体绝缘材料，见 7.2.3.2。

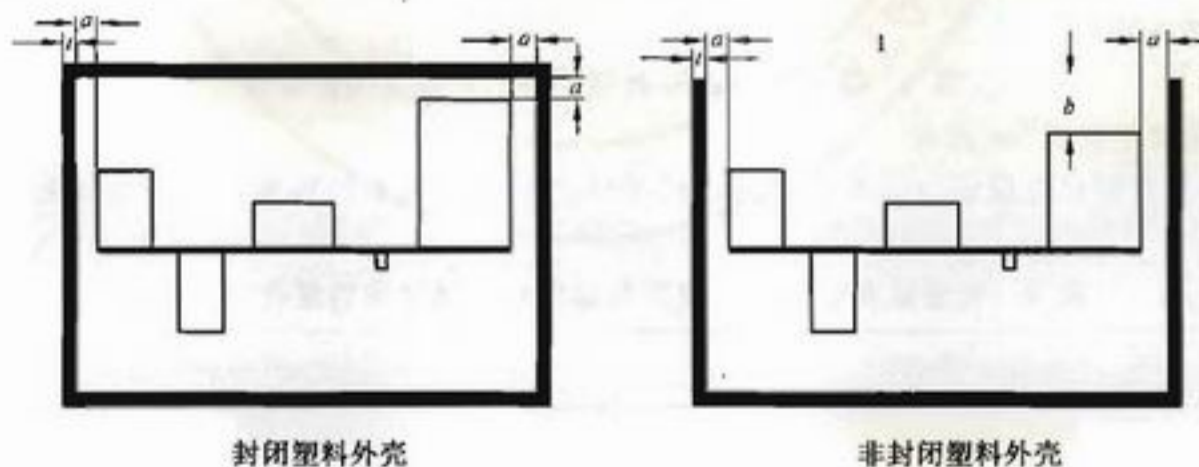
图 2 壳壁或复合物自由表面与部件或导体之间的距离

7.4.4 带塑料外壳的“m”设备

壳壁或复合物自由表面与部件或浇封中的导体之间的复合物的厚度应符合表 5 的规定。如图 3 所示。

表 5 壳壁或复合物的自由表面与部件或导体之间的复合物的厚度

粘接外壳至复合物				未粘接外壳至复合物			
$t < 1 \text{ mm}$		$t \geq 1 \text{ mm}$		$t < 1 \text{ mm}$		$t \geq 1 \text{ mm}$	
“ma”保护等级	“mb”保护等级	“ma”保护等级	“mb”保护等级	“ma”保护等级	“mb”保护等级	“ma”保护等级	“mb”保护等级
$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 1 \text{ mm}$	$a + t \geq 3 \text{ mm}$	$a + t \geq 1 \text{ mm}$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 1 \text{ mm}$
$b \geq$ 表 1 间距，但不小于 3 mm							
注： a——部件和外壳之间的间距； b——部件和自由表面之间的间距； t——壁厚。							



1——自由表面。

图 3 壳壁或复合物自由表面与部件或导体之间的距离

7.4.5 电机用绕组

对于槽中有绕组的电机，其固体槽绝缘应具有：

- a) “ma”保护等级的槽绝缘，其最小厚度应有 0.1 mm，并且伸出槽外至少 5 mm。

b) “mb”保护等级的槽绝缘,对最小厚度或延伸不作要求。

对于“ma”与“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并通过 $U=2U_N+1\ 000\text{ V}$ 至少 $1\ 500\text{ V}$ 的交流电压进行介电强度试验。

7.4.6 刚性的、贯穿连接的多层印刷电路板

7.4.6.1 通则

符合 IEC 62326-4-1 要求,性能指标为 C,具有 7.4.6.2 规定的最小间距,工作电压小于或等于 500 V 的多层印刷电路板,应考虑被浇封以符合 7.4.6.2 的要求。

7.4.6.2 最小间距

敷铜板(芯)和覆膜的绝缘应符合 7.2.3.2 的要求。

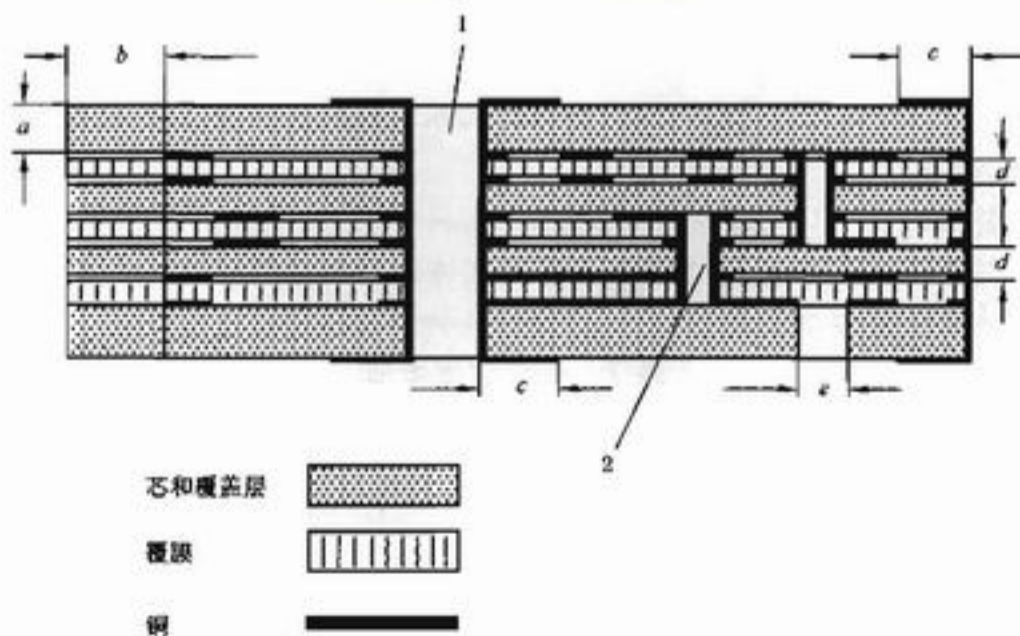
印刷电路导体和多层印刷电路板边缘或者其中任何孔之间的最小间距至少为 3 mm。如果边缘/孔利用从边沿/孔沿板表面延伸至少 1 mm 的金属或者绝缘材料保护,则印刷电路导体的间距可以缩短到 1 mm。绝缘材料应符合 GB 3836.4—2000 保护涂层要求。金属镀层最小厚度应为 $35\ \mu\text{m}$,参见图 4 和表 6。

表 6 多层印刷电路板的最小距离

距离	“ma”保护等级	“mb”保护等级
<i>a</i>	3 mm	0.5 mm
<i>b</i>	3 mm	3 mm
<i>c</i>	3 mm	1 mm
<i>d</i>	0.1 mm, 见 7.2.3.2	0.1 mm, 见 7.2.3.2
<i>e</i>	符合表 1 的距离	符合表 1 的距离

注:

- a*——载流部件与外表面之间通过覆盖层的距离;
- b*——载流部件与外表面之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*——覆膜或芯的厚度;
- e*——多层(印刷电路板)内侧两电路间的距离。



1——通过触点端接;

2——通过触点将印刷导体连接到涂层上。

图 4 多层印刷电路板的最小距离

GB 3836.9—2006/IEC 60079-18:2004

7.5 开关触点

7.5.1 “ma”保护等级

“ma”保护等级中不允许有开关触点。

7.5.2 “mb”保护等级

浇封之前,开关触点应配置一附加外壳。如果开关电流大于元件制造厂声明的额定电流的 2/3,或者电流超过 6 A,附加外壳应用无机材料制成。

7.6 外部连接

所有进入复合物的电气导体,包括电缆的引入装置应设计为在正常运行条件下或规定的故障条件下都能够阻止爆炸性气体进入“m”设备的结构。为此,可将裸露导体埋入复合物中至少 5 mm。通过硬质复合物时,应采用适当的方式对连接电缆的护套进行保护,防止受到损害。如果引入装置为电缆形式与“m”设备永久性连接,则应按照 8.2.5 的要求进行拔脱试验。

7.7 对裸露带电部件的保护

穿过复合物表面的裸露带电部件应采用下列方式进行保护:

- a) 对于“ma”保护等级,IEC 60079-26 中列出的保护型式之一;
- b) 对于“mb”保护等级,GB 3836.1—2000 中列出的保护型式之一,“n”型保护除外。

7.8 电池和电池组

7.8.1 通则

根据可能产生的气体评定电池组控制方案时,应考虑全部运行温度范围、内部电阻和电压。应假定电池组能够变得不平衡,对电阻和电压可忽略不计的电池可以不予考虑。

对于“ma”保护等级,只允许使用符合 GB 3836.4—2000 的电池组。

7.8.2 防止气体外溢

在正常运行过程中会释放气体的电化学反应系统不允许使用。如果不能排除在故障状态下出现气体,应采用符合 7.8.9 要求的安全装置减少气体外溢。用蓄电池时,采用的安全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) 不能使用通风电池。
- b) 不能使用阀控密封电池。
- c) 在电气设备的环境温度范围内,正常运行条件下或故障条件下不泄露气体的气密电池,可以不采用符合 7.8.9 要求的安全装置。
- d) 不能满足 7.8.2c) 要求的气密电池应有符合 7.8.9 的安全装置。

7.8.3 允许的电化学系统

该条要求应代替 IEC 60079-0:2004 中的 23.2。

只有经过充分的试验表明在运行过程中不泄露气体的系统才可使用。一般情况下,只有表 7 和表 8 列举的电池组才满足这些要求。

表 7 允许的原电池

IEC 60086-1 类型	正电极	电解液	负电极	额定电压/V	最大开路电压/V
—	二氧化锰	氯化铵	锌	1.50	1.73
A	氧	氯化铵	锌	1.40	1.55
B	氟化碳	有机物	锂	3.00	3.70
C	二氧化锰	有机物	锂	3.00	3.70
L	二氧化锰	氢氧化碱金属	锌	1.50	1.65

表 7(续)

IEC 60086-1 类型	正电极	电解液	负电极	额定电压/V	最大开路电压/V
P	氧	氢氧化碱金属	锌	1.40	1.68
S	氧化银	氢氧化碱金属	锌	1.55	1.63
T	氧化银	氢氧化碱金属	锌	1.55	1.87

表 8 允许的蓄电池

IEC 类型	类型	电解液	额定电压/V	最大开路电压/V
K 型 GB/T 17571 IEC 60622 IEC 61951-1	镍-镉	钾/钠溶液	1.20	1.55
IEC 61951-2	镍-金属-氢化物	钾溶液	1.20	1.50
IEC 61960-1	锂	有机盐	3.60	*
* 数据在准备中。				

7.8.4 防止出现不允许的温度和对电池造成损害

在最不利负载下的电池组应符合 a) 或 b) 的要求。

- a) 在正常使用条件下, 电池的表面温度不应超过电池或电池组制造厂规定的温度, 或在设备最高环境温度时, 不超过 80℃, 最大充电和放电电流不应超过制造厂规定的安全值; 或
- b) 为了防止浇封内部出现不允许的过热或气体外溢, 电池组应配置 7.8.5~7.8.9 规定的一个或多个安全装置。

7.8.5 反向电流

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以外的电路充电。例如, 对于能够造成反向电流的最高电压, 采用表 1 规定的间隔距离, 把电池组及其关联电路与所有其他电压源隔离开。

7.8.6 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, 或由保护装置规定的最大放电电流来确定, 见 7.9, 例如用 1.7 倍熔断器的额定值来确定, 或者如果没有规定的负载或保护装置时, 用在短路状态下的最大放电电流来确定。

对于电池或电池组制造厂规定的安全电流, 可用符合 GB 9364 或等效标准的电阻、限流装置或熔断器限制, 如果用可更换熔断器, 需要标记出额定值和功能。

7.8.7 防止电池极性转换和过度放电

3 个以上的电池串联时, 需要监控电池电压。在放电过程中, 如果电压低于电池或电池组制造厂规定的电池电压的限值, 安全装置应断开电池。

注: 如果几个电池串联连接, 由于电池组中每一电池的容量各不相同, 在放电过程中电池会改变极性。这些“转换了”极性的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, 防止在放电过程中电池反极性充电, 最小断开电压应为电池或电池组制造厂规定的值。负载断开后, 电流应不大于 1 000 h 额定放电容量。

注: 如果太多电池串联连接, 由于单个电池电压和过放电保护电路的差别, 可能是无安全保护。通常串联电池不超过 6 个, 并且还要用一个过放电保护电路加以保护。

7.8.8 电池组充电

充电电路应完全视为设备的一部分。充电系统应为:

GB 3836.9—2006/IEC 60079-18:2004

- a) 在充电系统出现一个故障的条件下,充电器的电压和电流不超过制造厂规定的限值;或
- b) 如果在充电过程中可能超过电池或电池组制造厂规定的电池电压或放电电流的限值,则应提供一符合 7.9 的单独安全装置,防止气体泄露及出现制造厂提供的最大的额定电池温度。

7.8.9 对电池和电池组安全装置的要求

如果有要求,安全装置应成为控制系统的安全关联部件。制造厂负责评定控制系统的安全整体性符合本标准规定的安全等级,并应记录在制造厂提供的文件中。

注:符合 EN 954-1 第 3 类“控制系统机械-安全关联部件的安全 第 1 部分:设计的通用原则”要求的安全关联部件,符合上述要求。

7.9 保护装置

7.9.1 通则

如果“m”设备不能承受“mb”保护等级的一个故障或“ma”保护等级的二个故障但没有超过浇封剂的连续运行温度或设备的温度组别,那么在设备外部应有一个保护装置,或者保护装置直接安装在设备内部。

保护装置应能断开其安装电路的最大故障电流。保护装置的额定电压应至少相当于工作电压。

对电池或电池组及安全装置进行浇封以防止过热(见 7.8.6)。也可将安全装置作为保护装置防止相同浇封内部的所有其他元件的温度超过浇封剂的连续运行温度或设备的温度组别。

7.9.2 电气保护装置

7.9.2.1 通则

熔断器的额定电压应不小于电源电路的额定电压,并且断路电流应不小于电源出现的短路电流。

除非另有规定,应假定熔断器能够承受连续通过 1.7 倍的标称电流,熔断器的电流—时间特性曲线应保证不能超过浇封剂的连续运行温度或设备的温度组别。按照 GB 9364 或 ANSI/UL248-1 的规定,熔断器的电流—时间特性值应由熔断器制造厂规定。

注:对于额定电压不超过 250 V 的电源网络,预期的短路电流通常是 1 500 A。

7.9.2.2 与“m”设备连接的保护装置

如果浇封不能承受 1 个故障,则“m”设备可以连接到单独的保护装置上。在这种情况下设备应按照 GB 3836.1—2000 的 27.29 标志符号“X”。

如果用外部保护装置或者保护电路控制,把电压、电流和电源正确施加到“ma”等级设备上,外部保护装置或保护电路的性能应等效于符合 GB 3836.4—2000 的“ib”的限制装置或电路的性能。允许的电源、电流和电源由浇封设备的热特性确定,而不是由本质安全要求确定。

7.9.3 热保护装置

6.2 的要求适用于热保护装置。应用热保护装置保护浇封剂不受局部加热,如由故障部件和/或由超过最大允许的表面温度(温度组别)造成的损坏。

只能使用非自动复位的热保护装置。这种保护装置不能自动复位,并且在暴露于高于给定的动作温度后能永久地断开电路。部件和被监控的热保护装置之间应用充分的热导连接。应规定保护装置断开能力,并且不能小于电路最大可能的负载。

注:由于功能方面的原因,可使用自动复位装置。如果使用这样的装置,它应在低于热保护装置动作温度下动作。

7.9.4 内置保护装置

与“m”型设备制成一体的保护装置,其封闭型式应达到浇封过程中复合物不能进入。

预定目的保护装置的适用性由下列条件确定:

- a) 制造厂声明;或者
- b) 样品的检验。

注:用玻璃、塑料、陶瓷或者其他方式密封的装置视为封闭型式。

8 型式试验

8.1 复合物吸水性试验

只有在潮湿环境运行的浇封型电气设备才应在复合物的样品上应进行该试验。

应在3个干燥的复合物样品上进行该试验,见ISO 62。样品应是直径为 $50\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 、厚度为 $3\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$ 的圆形。样品在称重后浸入温度为 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{K}$ 的水中24 h,然后从水中取出擦干,再称其质量,增加的质量不得超过1%。

8.2 对设备的试验

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”型电气设备样品应承受型式试验以保证:

- 在正常运行时的温度不超过6.1规定的极限温度;
- 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”型电气设备,则按GB 3836.1—2000中23.4.6.1的规定进行试验,但应考虑4.5给出的供电规定。对于有外部负载的“m”型电气设备,应把电流调整到不会引起保护装置动作的最大值。

当温升速率不超过 2 K/h 时,认为达到了最终温度。

8.2.3 耐热耐寒试验

8.2.3.1 耐热试验

该试验应按GB 3836.1—2000中第23.4.7.3的要求进行。

用于试验的温度应为:

- a) 试验样品的最高表面温度加至少 20 K ,见8.2.2;或
- b) 复合物中元件表面的最高温度加至少 20 K ,见6.3.2。

如果使用a)项的温度,试验样品经受耐热试验和热循环试验,见8.2.3.3;对b)项,没有热循环试验要求。

8.2.3.2 耐寒试验

应按GB 3836.1—2000中23.4.7.4进行。

8.2.3.3 热循环试验

样品应配置一个或多个温度传感器,传感器放置在复合物中最热点上。如果样品有线圈,温度可根据这些线圈的电阻变化测定。

注:下列试验程序在附录C中用图解表示。

试验应在样品断电状态下开始。该样品应处于温度 $21^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ K}$ 的环境中。

将样品置于 $(T_{\text{max}}+10)^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ K}$ 的条件下最短持续时间为1 h,其中 T_{max} 是规定的样品运行中的最高环境温度,直至样品内外部之间温差小于 2 K 。然后样品按照4.5的规定供电,电压为给出的最不利条件,除非样品内有一个或多个内部热保护装置。在这种情况下给样品通电以在非自动复位的热保护装置上产生一个不高于最高跳闸温度 2 K 的温度。试验时,内部热保护装置可以跨接。

观察内部温度变化,直到达到稳定的温度分布为止,此时样品内部温度变化率小于 2 K/h 。

内部温度应不超过复合物的连续工作温度。

样品断电,从 $(T_{\text{max}}+10)^{\circ}\text{C}$ 的环境移出,并冷却到 $21^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ K}$ 。然后样品置于 $(T_{\text{min}}-5)^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ K}$ 的条件下,其中 T_{min} 是规定的最低环境温度。直到样品内外部之间的温差小于 2 K 为止。

样品按照4.5的规定供电,电压为电气设备最不利条件下给出的电压。

观察内部温度变化,直至达到稳定的温度分布为止,此时内部温度变化率小于 2 K/h 。

然后样品断电,冷却到 $(T_{s, \min} - 5)^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$ 。冷却的最短持续时间为 30 min,除非 2 K 温度差要求较长的时间。

重复进行通电和断电循环。进行三个完整周期试验后,将样品从 $(T_{s, \min} - 5)^\circ\text{C}$ 环境中取出,并使其温度达到室温。

8.2.3.4 验收标准

对每个试验样品应进行目测,肉眼观察样品复合物不得有明显影响防爆性能的损坏,例如:复合物的裂缝、浇封件的暴露、粘着性损坏、不允许的收缩、变色、膨胀、分解或软化。复合物的表面变色是允许的(例如:环氧树脂氧化)。

此外,涉及安全的与保护装置功能有关的电气参数应按照制造厂提供的文件进行检验。

8.2.4 绝缘介电强度试验

8.2.4.1 试验程序

试验应在下列电路间进行:

- a) 与设备外部有连接的独立电路之间;
- b) 与设备外部有连接的每一电路和所有对地部件之间;
- c) 与设备外部有连接的每一电路和复合物表面或塑料外壳之间,必要时可用导电金属箔覆盖浇封表面。

对于 a)项,所采用的电压 U 是两个被试电路额定电压的总和,对于 b)项和 c)项为被试验电路的额定电压。

对于电源电压的总和不超过 90 V 峰值的设备,试验电压为 500 V r. m. s;如果电源电压超过 90 V 峰值时,试验电压为 $2U_N + 1\,000\text{ V}$,但最低为 1 500 V、48 Hz~62 Hz 交流电压;如果交流试验电压将会损坏浇封中的电子元件,则试验电压应为 $2U_N + 1\,400\text{ V(d. c.)}$,但最低为 2 100 V(d. c.)。

试验电压应在不小于 10 s 时间内稳定升高直至达到规定值,然后维持至少 60 s。

注:如果电气设备由于电磁兼容原因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,则可考虑进行局部放电试验。

8.2.4.2 验收标准

如果在试验时没有出现闪络或击穿,则认为试验合格。

8.2.5 电缆拔脱试验

8.2.5.1 通则

该试验不应在“Ex”部件上进行。

8.2.5.2 试验程序

该试验在一个预先没有应力的样品上和温度在 $21^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$ 时进行。

另一个试验样品应在按照 8.2.3.1 试验测得的引入电缆的最高温度下进行电缆拔脱试验。

施加拉力(牛顿)值是电缆直径(mm)的 20 倍或是“m”型电气设备重量的 5 倍,两者取较小值。在永久安装的情况下,该数值可降低到要求数值的 25%。应在电缆引入复合物的轴向施加拉力,最小拉力 1 N,持续时间最短 1 h。

8.2.5.3 验收标准

在进行拔脱试验时,肉眼观察不能有影响防爆性能的位移。试验后,样品应进行肉眼检查并且观察不到对削弱防爆性能的复合物的损坏,例如复合物裂缝,浇封元件的暴露、粘着性损坏。

8.2.6 压力试验

8.2.6.1 试验程序

对于具有任何单独自由空间在 1 cm^3 和 10 cm^3 之间的“ma”型电气设备和具有任何单独净空间在 10 cm^3 和 100 cm^3 之间的“mb”型电气设备,应准备压力连接的试验样品。如果多于 1 个试验要求的净空间,则所有的净空间应同时加压。

压力试验应在已准备好提交耐热试验的样品上进行。
应用表 9 压力进行至少 10 s 的试验。

表 9 试验压力

最低环境温度/℃	试验压力/kPa
≥-20(见注)	1 000
≥-30℃	1 370
≥-40℃	1 450
≥-50℃	1 530
≥-60℃	1 620

注：包括 GB 3836.1—2000 规定的标准环境温度范围用设备。

8.2.6.2 验收标准

试验之后应肉眼观察样品，目视检查复合物不得有明显削弱防爆性能的损坏，例如：复合物裂缝、浇封元件的暴露、粘着性损坏。

9 例行检验和试验

9.1 目检

“m”设备的每一个部件应目视检查。样品没有明显损坏，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、粘着性受损或软化。

9.2 绝缘介电强度试验

用介电强度试验来测定独立电路之间、独立电路和外表面或外壳之间的介电性能。该试验应采用 8.2.4 规定的电压等级进行。

施加试验电压的时间应至少为 1 s。

作为替代，可以施加 1.2 倍的试验电压，并且保持至少 100 ms。

注：在某些情况下，当具有大的分布电容的样品可能需要一些补充时间来达到实际的试验电压时，实际试验时间可能明显地比 100 ms 时间长。

如果试验时不出现击穿或闪络则认为试验合格。

与上述相反，蓄电池组的介电强度试验应按 GB 3836.3—2000 的 6.6.1 要求进行。

10 标志

作为 GB 3836.1—2000 要求的补充，标志应包括：

- 额定电压；
- 额定电流或额定功率(功率因数不同的设备，二者都应标志)；
- 外部电源的预期短路，电流如果不是 1 500 A 时；
- 特殊设备安全运行所需的其他必要数据。

附录 A
(资料性附录)

“m”型设备用复合物的基本要求

“m”型设备用复合物的基本要求见图 A.1。

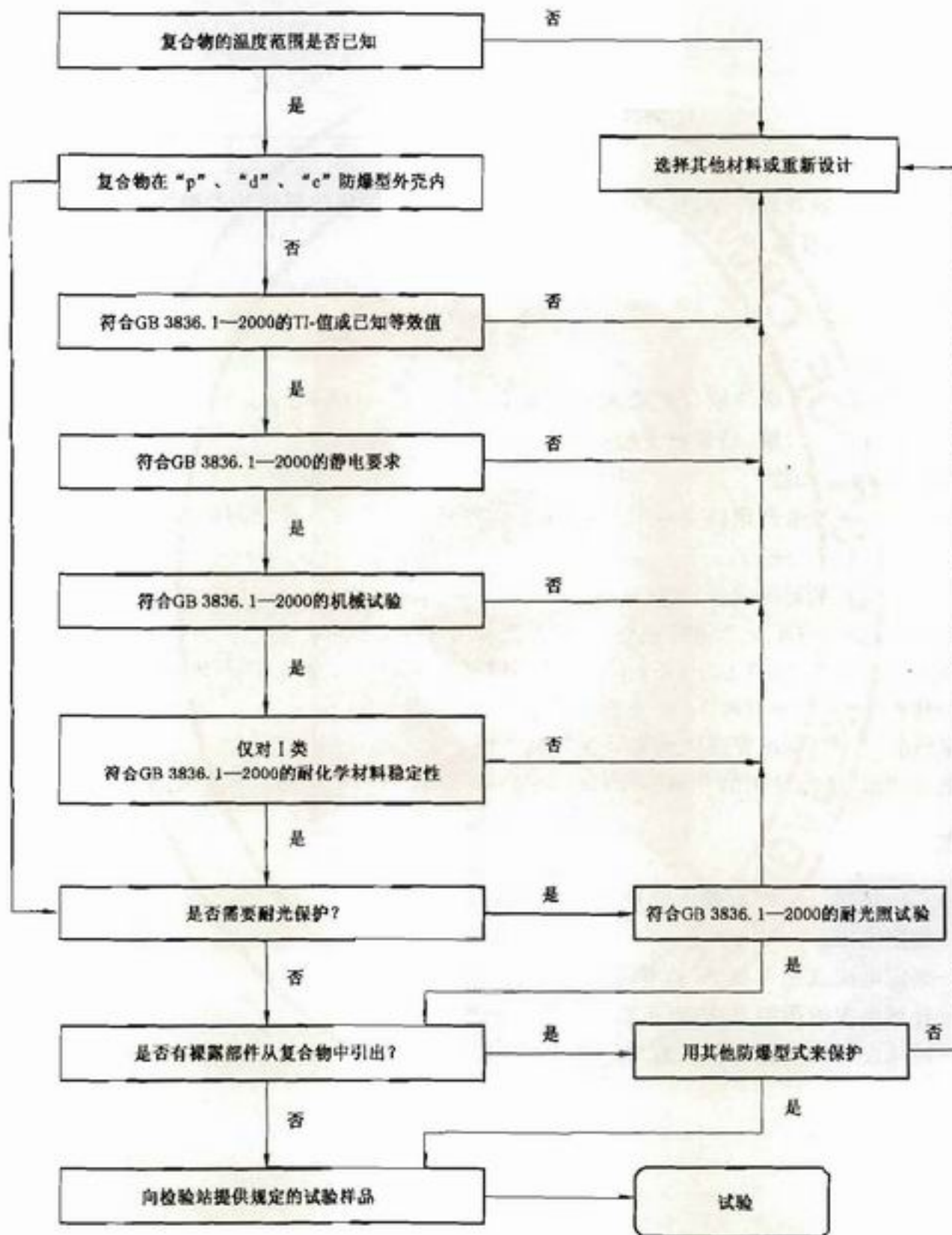


图 A.1 “m”型设备用复合物的基本要求

附录 B
(规范性附录)
试样分配

试样分配见表 B.1。

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
确定符合 6.3 的温度限制			
		在室温条件下在新试样上进行符合 8.2.5 的电缆拔脱试验(必要时)	在引入电缆测量的最高温度下贮存,时间按照 8.2.3.1 (必要时)
符合 8.2.3.1 的耐热试验	符合 8.2.3.1 的耐热性		
符合 8.2.3.2 的耐寒试验	符合 8.2.3.2 的耐寒性		
符合 8.2.3.3 的热循环试验(必要时)	符合 8.2.3.3 的热循环试验(必要时)		符合 8.2.5 的电缆拔脱试验
符合 8.2.4 的介电强度试验	符合 8.2.4 的介电强度试验		
符合 8.2.6 的压力试验(必要时)	符合 8.2.6 的压力试验(必要时)		
符合 GB 3836.1—2000 的机械试验(必要时)	符合 GB 3836.1—2000 的机械试验(必要时)		
注:各试样按表中所列顺序进行试验。			

附录 C
(规范性附录)

热循环试验期间的试验程序

热循环试验期间的试验程序见图 C.1。



- $T_{s,max}$ ——运行中规定的最高环境温度；
- $T_{s,min}$ ——运行中规定的最低环境温度；
- U_n ——额定电压；
- $tg\alpha$ ——温度梯度；
- ΔT ——样品内外间的温度变化。