



中华人民共和国国家标准

GB 3836.4—2010
代替 GB 3836.4—2000

爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的設備

Explosive atmospheres—
Part 4: Equipment protection by intrinsic safety “i”

(IEC 60079-11:2006, MOD)

2010-08-09 发布

2011-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 本质安全设备和关联设备的类别和组别	7
5 电气设备的保护等级和点燃符合性要求	7
6 设备的结构	12
7 与本质安全性能有关的元件	23
8 影响本质安全性能的可靠元件、可靠组件和可靠连接	28
9 二极管安全栅	33
10 型式检查和试验	34
11 例行检查和试验	40
12 标志	41
13 文件	43
附录 A (规范性附录) 本质安全电路的评定	44
附录 B (规范性附录) 本质安全电路用火花试验装置	73
附录 C (资料性附录) 爬电距离、电气间隙、通过浇封化合物的间距及通过固体绝缘的间距的 测量	80
附录 D (规范性附录) 浇封	82
附录 E (资料性附录) 瞬态能量试验	85
附录 F (规范性附录) 装配好的印制电路板间距隔离及元件隔离	87

前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 3836《爆炸性环境》分为若干部分：

- 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：正压外壳型“p”；
- 第6部分：油浸型“o”；
- 第7部分：充砂型“q”；
- 第8部分：“n”型电气设备；
- 第9部分：浇封型“m”；
- 第11部分：最大试验安全间隙测定方法；
- 第12部分：气体或蒸气混合物按照其最大试验安全间隙和最小点燃电流的分级；
- 第13部分：爆炸性气体环境用电气设备的检修；
- 第14部分：危险场所分类；
- 第15部分：危险场所电气安装(煤矿除外)；
- 第16部分：电气装置的检查与维护(煤矿除外)；
- 第17部分：正压房间或建筑物的结构和使用；
- 第18部分：本质安全系统；
- 第19部分：现场总线本质安全概念(FISCO)；
- 第20部分：设备保护级别(EPL)为 Ga 级的设备。

.....

本部分为 GB 3836 系列的第 4 部分，对应于 IEC 60079-11:2006《爆炸性环境 第 11 部分：由本质安全型“i”保护的的设备》(英文版)。

本部分修改采用 IEC 60079-11:2006。与 IEC 60079-11:2006 相比，本部分的主要变化有：

- 第 4 章中增加注：本部分目前未考虑 GB 3836.1—2010 中Ⅲ类设备；
- 第 6.3.11 中增加注 2：本安导线和非本安导线应尽量分开布置；
- 在 6.5 中增加注：I 类电气设备的本质安全电路一般不允许利用地线作为回路，但因需要接地保护的除外；
- 10.1.5.2 中删除 b)，并将 a)放入 10.1.5.2 的叙述中。

本部分代替 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”》。

本部分与 GB 3836.4—2000 相比，主要变化有：

- 标准名称变化；
- 增加了 ic 保护等级(n 型中 nL)；
- 增加了附录 F(规范性资料)：装配好的印制电路板间距隔离及元件隔离；
- 增加了大电流火花试验装置的结构要求；
- 增加了附录 E：瞬态能量试验；
- 修改了印制电路板印制线的温度组别表；

- GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)
- GB/T 6109.2 漆包圆绕组线 第 2 部分:155 级聚酯漆包铜圆线(GB/T 6109.2—2008, IEC 60317-3:2004, IDT)
- GB/T 6109.5 漆包圆绕组线 第 5 部分:180 级聚酯亚胺漆包铜圆线(GB/T 6109.5—2008, IEC 60317-8:1997, IDT)
- GB/T 6109.6 漆包圆绕组线 第 6 部分:220 级聚酰亚胺漆包铜圆线(GB/T 6109.6—2008, IEC 60317-7:1997, IDT)
- GB/T 6109.20—2008 漆包圆绕组线 第 20 部分:200 级聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线(IEC 60317-13:1997, IDT)
- GB 9364.1—1997 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 60127-1:1988, IDT)
- GB 9364.2—1997 小型熔断器 第 2 部分:管状熔断体(idt IEC 60127-2:1989)
- GB 9364.3—1997 小型熔断器 第 3 部分:超小型熔断体(idt IEC 60127-3:1988)
- GB 9364.4—2006 小型熔断器 第 4 部分:通用模件熔断体(IEC 60127-4:1996, IDT)
- GB 9364.6—2001 小型熔断器 第 6 部分:小型管状熔断体的熔断器座(idt IEC 60127-6:1994)
- GB/T 11021—2007 电气绝缘 耐热性分级(IEC 60085:2004, IDT)
- GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2007, IDT)
- GB/T 16935.3—2005 低压系统内设备的绝缘配合 第 3 部分:利用涂层、灌封和模压进行防污保护(IEC 60664-3:2003, IDT)
- GB/T 20633.1—2006 承载印制电路板用涂料(敷性涂料) 第 1 部分:定义分类和一般要求(IEC 61086-1:2004, IDT)

3 术语和定义

本部分使用 GB 3836.1—2010 的术语和定义及下列术语和定义。

3.1

通用术语

3.1.1

本质安全型“i” intrinsic safety “i”

电气设备的一种防爆型式,它将设备内部和暴露于潜在爆炸性环境的连接导线可能产生的电火花或热效应能量限制在不能产生点燃的水平。

3.1.2

关联设备 associated apparatus

含有限能电路和非限能电路,且结构使非限能电路不能对限能电路产生不利影响的电气设备。

注 1: 关联设备可以是下列两者中的任何一种:

- a) 具有 GB 3836.1—2010 规定的另一种防爆型式、可使用在相应爆炸性气体环境的电气设备;
- b) 未采用防爆型式保护,不能在爆炸性气体环境中使用的电气设备。例如记录仪,本身不在爆炸性气体环境中,但是它与处在爆炸性气体环境中的热电偶连接,这时只有记录仪的输入电路具有有限能特性。

[GB 3836.1—2010 中 3.2 的定义]

注 2: 本部分所指的关联设备也是一种电气设备,含有本质安全电路和非本质安全电路,且结构使非本质安全电路不能对本质安全电路产生不利影响。它可以是

- a) 具有 GB 3836.1—2010 规定的另一个防爆型式,可使用在相应的爆炸性环境中的电气设备;或者
- b) 未采用防爆型式保护,不能在爆炸性环境中使用的电气设备。例如记录仪,本身不在爆炸性气体环境中,但是与爆炸性环境中的热电偶连接,这时只有记录仪的输入电路是限能的;或者

c) 在安全场所使用的充电器或接口,与危险场所用设备连接,用于充电、下载数据等。

3.1.3

本质安全设备 intrinsic safety apparatus

所有电路为本质安全电路的电气设备。

3.1.4

本质安全电路 intrinsically safe circuit

在本标准规定的条件下,包括正常工作和规定的故障条件,产生的任何电火花或任何热效应均不能点燃规定的爆炸性气体环境的电路。

3.1.5

简单设备 simple apparatus

电气参数严格定义且符合所用电路本质安全性能的电气元件或结构简单的元件组合。

3.2

涂层 coating

绝缘材料,如涂敷在零部件表面的清漆或固体绝缘膜。

[GB/T 16935.3—2005 中 3.5 的定义]

注:涂层和印制电路板的基础材料形成一个绝缘系统,其性能可与固体绝缘材料相似。

3.3

敷型涂层 conformal coating

电气绝缘材料,涂敷在印制电路板表面形成一层薄涂层,为防止环境中有害物质影响提供保护。

[GB/T 20633.1—2006 中 2.1 的定义]

3.4

控制图 control drawing

制造商提供的本质安全设备或关联设备的图或其他文件,用以详细说明允许其互联或连接到其他电路或设备的电气参数。

3.5

二极管安全栅 diode safety barrier

由熔断器、电阻或其组合保护的分流二极管或二极管电路(包括齐纳二极管)构成的组件,作为独立装置,而不是作为较大设备的部件。

3.6

整体概念 entity concept

利用连接设备的本质安全参数确定本质安全设备和关联设备的组合符合要求的方法。

3.7

故障 faults

3.7.1

计数故障 countable fault

符合本标准结构要求的电气设备的部件上出现的故障。

3.7.2

故障 fault

本部分未定义为可靠的、但影响电路本质安全性能的任何元件、元件之间的间距、绝缘或连接的任何失效。

3.7.3

非计数故障 non-countable fault

不符合本标准结构要求的电气设备的部件上出现的故障。

3.16

最高电压(交流有效值或直流值) maximum r. m. s. a. c. or d. c. voltage

U_m

可施加到关联设备的非限能连接装置上,不会使防爆型式失效的最高电压。

[GB 3836.1—2010 中 3.15.11 的定义]

注1:这也适用于可施加到本质安全设备的非本质安全连接装置上的最高电压(例如,仅在非危险场所充电的电池供电设备的充电连接装置)。

注2:在不同的连接装置上, U_m 值可不同,并且对于交流和直流电压也可不同。

3.17

过电压等级 overvoltage category

用数字表示的瞬时过电压条件。

[GB/T 16935.1—2008 中的 3.10]

注:过电压等级分为 I、II、III 和 IV 级,见 GB/T 16935.1—2008 中 4.3.3.2。

3.18

污染等级 pollution degree

用数字表示的小区域环境的预期污染程度。

注:污染等级分为 1、2、3 和 4 级。

3.19

保护性特低电压 protective extra-low voltage

PELV

电气上与接地系统不分开,但用其他方法满足 SELV 要求的特低电压系统。

注:50 V 的中性点接地系统是一个 PELV 系统。

3.20

额定绝缘电压 rated insulation voltage

制造商规定的设备或其部件上能承受的电压有效值,表明对绝缘规定的(长期)承受能力。

[GB/T 16935.1—2008 中 3.9.1 的定义]

注:额定绝缘电压不必等于与设备功能特性相关的额定电压。

3.21

循环峰值电压 recurring peak voltage

由交流电压失真,或叠加到直流电压的交流电压引起的电压波形周期性偏离的最大电压峰值。

注:随机过电压,例如:偶然转换引起的,不应认为是循环峰值电压。

3.22

安全性特低电压 safety extra-low voltage

SELV

电气上与接地系统或其他系统分开,使单个故障不能引起电气冲击的特低电压系统(即通常不超过交流 50 V 或无波纹直流 120 V)。

注:50 V 的不接地系统是一个 SELV 系统。

3.23

间距 spacings

3.23.1

电气间隙 clearance

两导电部件在空气中的最短距离。

注:该距离仅适用于暴露在空气中的导电件,不适用于绝缘部件或浇封化合物覆盖的导电件。

仅有一层焊料涂层不算作一层敷形涂层,但是如果在焊接过程中焊料涂层没有被破坏,而另一层非焊料涂层用喷涂涂覆,可认为是二层涂层的一层。若用其他方法,例如,用浸渍、刷、真空浸渍进行涂覆时,可只涂一次。符合附录 F 对 1 型涂层要求的焊料涂层认为是敷形涂层,不需要另加涂层。制造商应提供符合附录 F 的证明。

注 1: 对涂层生产商技术要求的符合性进行验证不是本标准的要求。

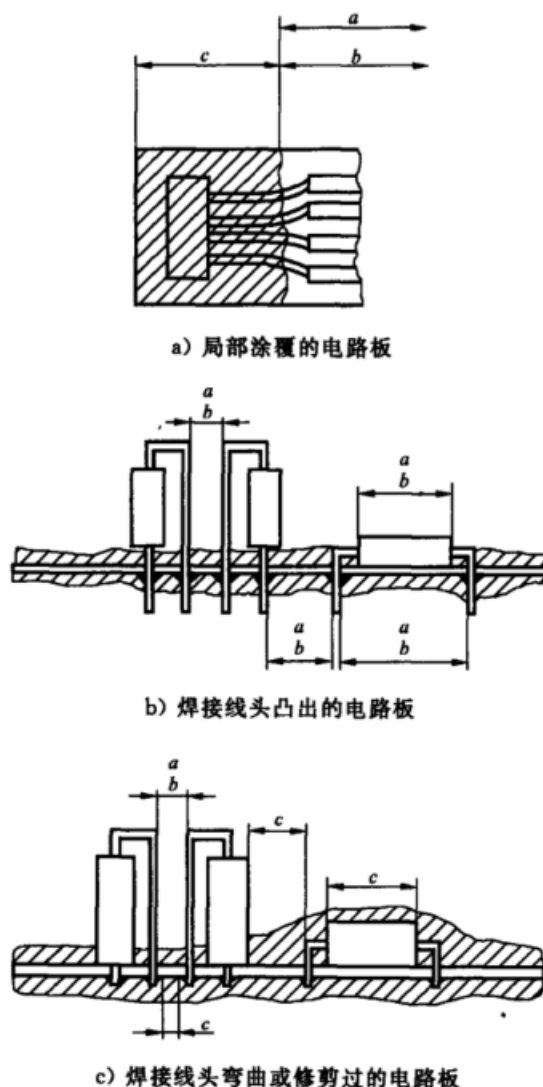
涂覆电路板所使用的方法应在 GB 3836.1—2010 第 24 章要求的文件中予以规定。当认为该方法足以防止导电部件(例如焊接点和元件线头)伸出涂覆层时,这一点应在文件中说明,并通过检验证实。

当裸露的导体或导电部件从涂层露出时,表 5 第 7 列的相比漏电起痕指数(CTI)适用于绝缘和涂层。

注 2: 涂层下的爬电距离概念是对平直表面提出的(例如,不易弯曲的印制电路板)。易弯曲的印制电路板必须采用合适的、不会破裂的弹性涂层。背离这些要求时,应予以特殊考虑。

6.3.9 组装印制电路板的要求

当爬电距离和电气间隙影响设备本质安全性能时,印制电路应符合下列规定(见图 4):



注: 涂层厚度未按比例画。

其中: a ——适用 6.3.3 电气间隙的要求;

b ——适用 6.3.7 爬电距离的要求;

c ——适用 6.3.8 涂层下的爬电距离的要求。

图 4 印制电路板的爬电距离和电气间隙

- a) 当印制电路按 6.3.8 的要求用涂层覆盖时,6.3.3 和 6.3.7 的要求仅适用于露出涂层的导体部分,包括,例如:
 - 1) 从涂层凸出的印制线;
 - 2) 仅单面涂覆的印制电路板的空白表面;
 - 3) 通过涂层可能露出的元件裸露部分。
- b) 当涂层覆盖连接线头、焊接点和任何元件的导电部件时,6.3.8 的要求适用于电路或电路的部件以及它们的固定元件。
- c) 如果一个元件安装在印制电路板的印制线上面或与印制线相邻,元件的导电部件与印制线之间应认为会出现一个非计数故障,下列情况除外:
 - 1) 元件的导电部件和印制线之间的间距符合 6.3.1 的规定,或
 - 2) 故障造成的结果不太严重。

6.3.10 接地屏蔽隔离

在电路或电路部件之间用金属屏蔽进行隔离的场合,屏蔽及其任意连接处应能承受按第 5 章规定条件下可能连续出现的最大电流。

在用连接装置进行连接时,连接装置应按 6.5 的规定进行结构设计。

6.3.11 内部导线

除清漆和类似涂层外,覆盖内部导体的导线绝缘应认为是固体绝缘(见 6.3.5)。

导体之间的间距应由并排敷设在一起的单根导线或多根电缆芯线或单根电缆芯线的绝缘径向厚度加起来确定。

本质安全电路的任一芯线的导体与非本质安全电路的任一芯线的导体之间的间距应按表 5 第 4 列的规定,并考虑 6.3.6 的要求,但有下列情况之一时除外:

- 本质安全电路或非本质安全电路芯线用接地屏蔽包封;或者
- 在“ib”和“ic”等级电气设备中,本质安全电路的芯线的绝缘能承受 2 000 V 交流有效值试验电压。

注 1: 获得能够承受该试验电压的绝缘的方法之一是在芯线上附加绝缘套管。

注 2: 本安导线和非本安导线应尽量分开布置。

6.3.12 介电强度要求

本质安全电路和电气设备机架或可能接地的部件之间的绝缘通常应能符合 10.3 规定的试验,试验电压应为两倍本质安全电路电压或 500 V 交流有效值,两者取较大值。

如果电路不满足该要求,则该设备应标上符号“X”,并且应在文件中说明有关正确安装所需要的信息。

本质安全电路和非本质安全电路之间的绝缘应能承受 $2U+1\,000$ V 交流有效值试验电压,但不小于 1 500 V。 U 指本质安全电路和非本质安全电路的电压有效值之和。

在各自独立的本质安全电路之间击穿可能引起不安全情况时,则电路之间的绝缘应承受 $2U$,但不小于 500 V 交流有效值电压试验, U 指所考虑的电路的电压有效值之和。

6.3.13 继电器

继电器的线圈连接到本质安全电路时,正常工作时的触头应不超过它的制造商规定值,并且开闭不超过 5 A 或 250 V 标称有效值或 100 VA 标称值。在触头开闭值大于这些值但又不超过 10 A 或 500 VA 时,表 5 相关电压的爬电距离和电气间隙值应加倍。

在超过 10 A 或 500 VA 时,如果本质安全电路和非本质安全电路用符合 6.3.1 规定的接地金属隔板或绝缘隔板隔离,则本质安全电路和非本质安全电路才能连接到同一个继电器上。该绝缘隔板的结构尺寸应考虑到继电器工作时产生的触头电离作用,通常要求爬电距离和电气间隙大于表 5 规定值。

当一个继电器的一些触头用于本质安全电路,另一些触头用于非本质安全电路时,本质安全与非本质安全触头应用符合 6.3.1 和表 5 规定的绝缘隔板或接地金属隔板隔离。继电器的设计应能使损坏的触头不会脱落,并且也不能损害本质安全电路和非本质安全电路之间隔离的可靠性。

或者,考虑到环境条件及附录 F 给出的相应过电压类型,也可用附录 F 对继电器的隔离进行评定。在这种情况下,上述对接地金属隔板或绝缘隔板的要求也适用。如果绝缘隔板或接地金属隔板嵌入封闭的

继电器外壳内,则 10.6.3 的要求适用于封闭的继电器外壳,而不适用于绝缘隔板或接地金属隔板本身。

6.4 防止极性接反保护

为了防止设备电源或电池组的电池之间连接极性接反使该防爆型式失效,应在本质安全设备内装有防止极性接反的保护措施。为此,使用一只二极管是允许的。

6.5 接地导体、连接和端子

在需要用接地(例如,外壳、导体、金属屏蔽、印制电路板印制线、插接件的隔离触头和二极管安全栅等)保持防爆型式时,任何导体、连接件和端子的横截面积应能连续承载第 5 章规定条件下可能出现的最大电流。该元件还应符合第 7 章的要求。

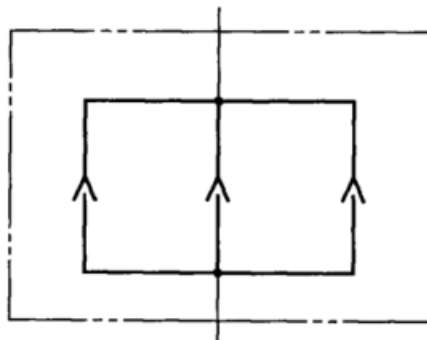
注: I 类电气设备的本质安全电路一般不允许利用地线作为回路,但因需要接地保护的除外。

在连接装置带有接地电路并且接地电路与防爆型式有关时,对于“ia”等级电路,连接装置至少应由三个完全独立的连接元件组成;对于“ib”等级电路,连接装置至少应由两个完全独立的连接元件组成(见图 5)。这些连接元件应并联连接。当连接装置可能转动一个角度时,在连接装置各端的正中或边缘处应存在一个连接。

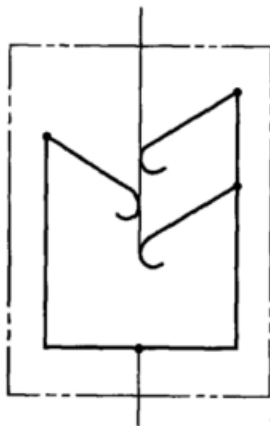
端子应固定在本身不可能松动的支架上,并且在安装时导体不能从它的规定位置滑脱。正常的接触应保证不会损坏导体,即使多股绞合芯线使用在直接夹紧芯线的端子上也是如此。由端子形成的触点,在正常工作时,不应由于温度变化有明显的损坏。用于夹紧绞合芯线的端子应装有弹性垫圈等零件。横截面积 4 mm^2 的导线端子也适用于横截面积较小导线的有效连接。符合 GB 3836.3—2010 规定的端子可认为符合这些要求。

下列情况不适用:

- a) 带有锐利棱角可能损坏导体的端子;
- b) 正常压紧可能发生转动、扭曲或永久变形的端子;
- c) 在端子上绝缘材料承受接触压力。



a) 三个独立的连接元件示例



b) 三个非独立的连接元件示例

图 5 独立连接元件和非独立连接元件示例

6.6 浇封

当采用浇封化合物时应符合下列要求：

- a) 浇封化合物或设备的生产商应规定浇封化合物温度额定值，该额定值至少等于任何被浇封的元件能达到的最高温度。
或者，如果较高温度不会对浇封化合物造成任何使防爆型式失效的损坏，则比浇封化合物额定温度高的温度也可接受。
- b) 如果任何裸露带电部件从浇封化合物中凸出，则浇封化合物自由表面的 CTI 值至少应为表 5 规定的值。
- c) 只有通过 10.6.1 试验的材料的自由表面可以不加保护地暴露直接构成外壳的部分。
- d) 除非所有带电部件、元件和衬底全部被浇封化合物浇封，否则浇封化合物应粘附所有带电部件、元件和衬底。
- e) 应规定浇封化合物的名称和生产商给出的型号规格。

对本质安全设备，连接到被浇封的带电部件和/或元件和/或凸出浇封化合物的裸露部件的所有电路，应是本质安全电路。浇封化合物内部的故障条件应进行评定，但浇封内部火花引燃的可能性可不予考虑。

对于关联设备，应对浇封化合物内部的故障条件进行评定。

除非允许元件的浇封存在自由空间（晶体管、继电器、熔断器等），否则浇封化合物应无气孔。

如果连接到被浇封的带电部件和/或元件和/或凸出浇封化合物的裸露部件的电路不是本质安全电路，则应采用 GB 3836.1—2010 列出的其他防爆型式保护。

注：进一步的要求在附录 D 中给出。

另外，当采用浇封化合物降低热元件（例如，二极管和电阻器）的点燃能力时，浇封化合物的体积和厚度应能将浇封化合物的最高表面温度降至所要求的值。

7 与本质安全性能有关的元件

7.1 元件额定值

对于“ia”和“ib”保护等级，任何与本质安全性能有关的元件（变压器、熔断器、热断路器、继电器、光耦合器和开关等器件除外），在正常工作和第 5 章规定的故障条件下，不得在超过元件安装条件和温度范围规定的最大电流、电压和功率额定值三分之二的情况下工作。对于“ic”保护等级，任何与本质安全性能有关的元件，在正常工作时不超过元件功率额定值的三分之二，同时不得在超过元件最大电流和最大电压情况下工作。上述最大额定值应是元件制造商规定的批量生产的正常标称额定值。

注 1：变压器、熔断器、热断路器、继电器、光耦合器和开关，为了实现正常功能，允许在正常额定值下工作。

另外，还应考虑电气设备制造商规定的安装条件和环境温度范围以及 GB 3836.1—2010 中 5.1 规定的的影响。例如，半导体的耗散功率应不超过在特殊安装条件下达到最高结温时的耗散功率的三分之二。

当元件与非危险场所的任何其他设备连接（例如，充电、日常维护、数据下载），包括考虑本质安全设备内规定的故障时，其额定值均应满足上述规定要求。

电路中编程用插接件，用户不使用，仅在生产、修理或大修时使用，不必符合本条的要求。

当一个电阻与电容串联连接，用以保护电容放电时，电阻的耗散功率（瓦）在数值上可认为是等于 CU^2 ，其中电容 C 的单位为法拉、电压 U 的单位是伏特。

施加安全系数确定参数（例如，电压和电流）的元件及其组件，不必进行详细试验或分析，因为 5.2 和 5.3 规定的安全系数排除了详细试验或分析的必要性。例如，制造商规定为 $10 \times (1 + 10\%)$ V 的齐纳二极管，应认为其电压最大值为 11 V，不需要考虑温度升高引起的电压提高之类的影响。

注 2：但是在确定功率额定值或结温时，应考虑本条提及的安装条件和环境温度。

7.2 内部线路、插件和元件连接装置

连接装置的设计应能防止错接,或者不能与同一电气设备内的其他连接装置互换,但连接装置的错接或互换不影响安全性能或连接装置具有能识别错接的明显标记者除外。

当防爆型式与连接有关时,连接处开路故障应认为是第5章规定的计数故障。

如果用连接装置实现电路接地,且防爆型式与接地连接有关时,连接装置的结构应符合6.5的规定。

7.3 熔断器

用熔断器保护其他元件时,熔断器应能连续通过 $1.7I_n$ 电流。在规定的最低环境温度下熔断器的冷态电阻,可看作是符合8.4的可靠限流电阻(如果无法获得资料,则按10.4的要求测量10个样品,获得的值可看作是规定的最低环境温度条件下的最小电阻)。熔断器的时间-电流特性应保证不超过被保护元件的瞬态额定值。如果制造商不能提供时间-电流特性数据,则应按10.4的规定,至少抽10个样品进行型式试验,证明通过熔断器施加 U_m 时,样品能够承受1.5倍通过的瞬态电流。

用于“ia”和“ib”保护等级的熔断器,在爆炸危险环境中可能带电时,熔断器应按6.6的要求浇封。

用于“ic”保护等级的熔断器,其熔断器损坏可认为不会产生热点燃。

浇封熔断器时,浇封化合物不应进入熔断器内部。应按10.6.2的要求对样品进行试验验证,或由熔断器制造商声明确认熔断器能满足浇封的要求。

用于保护元件的熔断器,只允许打开设备外壳进行更换。对于可更换的熔断器,熔断器的型号、额定电流 I_n 或对本质安全性能起重要作用的特性指标应标志在熔断器附近。

熔断器不必符合表5的规定,但应具有不小于 U_m 的电压额定值(或者,熔断器在本质安全设备和电路内时,应不小于 U_i)。熔断器和熔断器夹持器的结构应符合通用工业标准的要求,并且它们的安装方式及其连线应不降低它们固有的电气间隙、爬电距离和分隔间距。如果是本质安全的需要,熔断器与电路其他部分之间的距离应符合6.1.1或6.1.2的要求。

注1:允许采用符合GB 9364规定的小型熔断器。

熔断器的分断能力应不小于所安装电路的最大预期电流。对于交流电压不超过250 V的电网供电系统,预期电流通常应认为是交流1500 A。熔断器的分断能力按GB 9364(所有部分)标准确定,并且应由熔断器制造商说明。

注2:某些装置在电压较高时可能会出现较大的预期电流。

如果需要用限流器件把预期电流限制到不大于熔断器的额定分断能力,则该器件应是符合第8章规定的可靠元件,并且其额定值应不小于:

电流额定值: $1.5 \times 1.7 \times I_n$;

电压额定值: U_m 或 U_i ;

功率额定值: $1.5 \times (1.7 \times I_n)^2 \times$ 限流器件的最大电阻。

限流电阻及其连接件的爬电距离和电气间隙应基于“ $1.7 \times I_n \times$ 限流电阻的最大电阻值”(电压)进行确定。瞬时电压可不考虑。电阻与电路其他部分之间的间距应符合6.1.1或6.1.2的要求。

7.4 电池(原电池和蓄电池)和电池组

与GB 3836.1—2010第23.1的要求不同,如果不破坏本质安全性能,本质安全设备中的电池和电池组允许并联连接。

注:对于关联设备用电池和电池组,如果不用GB 3836.1—2010列出的防爆型式保护,则GB 3836.1—2010第23.1对并联电池的要求不适用。

7.4.1 概述

某些型式的电池和电池组,例如锂电池,如果短路或反向充电时可能引起爆炸。当爆炸可能对本质安全性能产生不利影响时,所使用的这种电池和电池组必须由制造商证明,它们用于本质安全型电气设备或关联设备并考虑5.2、5.3或5.4规定的条件时不会引起爆炸。设备文件和标志(可行时)应重点明

示须遵守的安全措施。

如果预期用户要更换电池组,设备上应用 12.3 a)规定的警告牌标示。

注:应注意电池或电池组制造商通常规定的人身安全措施。

7.4.2 电解液漏泄及排气

电池、电池组应具有电解液不能够溢出的结构型式,或者电池、电池组应密封起来防止电解液泄露损坏与本质安全性能有关的元件。电池和电池组应按 10.5.2 进行试验,或者制造商提供电池和电池组产品符合 10.5.2 规定的书面证明。如果漏泄电解液的电池和电池组按照 6.6 的要求浇封,那么电池和电池组浇封之后应按 10.5.2 进行试验。

如果设备使用在其内部充电的电池或电池组,电池组制造商应说明,氢气的含量不会超过电池盒净容积的 2%,或者所有电池的透气孔结构应能使排出的气体不会排放到含有电气或电子元件或线路的设备外壳内。但如果设备符合“ia”或“ib”保护等级和 II C 的要求,不必对透气孔提出要求或限制氢气的含量。

注 1: 电池组制造商规定的氢气含量需要进行验证不是本标准的要求。

电池组盒内部的压力应不高于大气压力 30 kPa。密封的电池组盒应按 10.5.4 的要求进行试验。

注 2: 可用一个透气孔实现这项要求。

注 3: 在“密封”的电池内允许有较高的压力,但是每个电池需配备有泄压装置,或采用泄压方法把压力限制在制造商规定的、电池能承受的压力值以内。

7.4.3 电池电压

为了评定和试验,电池电压应取 GB 3836.1—2010 表 10 和表 11 规定的电压。对于没有列入表 10 和表 11 的电池,最高开路电压应按 10.5 进行试验确定,标称电压应取电池制造商的规定值。

7.4.4 电池或电池组的内阻

如果需要,电池和电池组的内阻应按 10.5.3 确定。

7.4.5 用其他保护方式保护的电池组

注 1: 本条指的是用隔爆型(或其他技术)保护,内含电池组及其相关电路的设备,在主电源断开和外壳在爆炸性危险环境中打开时,电池和相关电路需要采用本质安全保护。

电池组支架或与设备的连接方式设计,应保证在安装和更换电池组时不会影响设备本质安全性能。

如果用限流电阻限制电池组可能产生的电流,其额定值应符合 7.1 的要求。除非用其他方式保护,例如,用额定值符合 7.1 要求的单个齐纳二极管保护,否则与电池或电池组串联的限流电阻的额定值应基于最大电压 U_m 确定。

注 2: 当需要用限流器件保护电池组输出安全时,不要求限流器件作为电池组的整体部件。

7.4.6 在爆炸性环境使用和更换的电池组

在电池组需要使用限流器件保证自身安全,且电池组拟在爆炸性环境使用和更换时,电池组应与限流器件构成一个可整体替换的组件。该单元组件应浇封或密闭封装,只有本质安全输出端子和经适当保护的充电用本质安全端子(如果提供)可暴露。

除非冲击试验应免去,否则该组件应承受 GB 3836.1—2010 中 26.4.3 规定的跌落试验。如果试验没有导致使本质安全性能失效的电池组与组件和/或电池组与限流器件的脱落或分离,则认为该组件结构合格。

7.4.7 在爆炸性环境使用但不在爆炸性环境更换的电池组

如果电池或电池组需要使用限流器件保护自身安全,但电池组不在爆炸性环境更换,则电池或电池组应按 7.4.6 保护,或者将其安装在一个(例如)具有 GB 3836.1—2010 规定的特殊紧固件的腔体内。电池或电池组还应符合下列规定:

- 电池、电池组支架或与设备连接方式的布局,应保证在安装和更换电池或电池组时不会降低设备的本质安全性能。
- 对完整的手持式或便携式电气设备,例如,无线电接收机和无线电发射机,应承受 GB 3836.1—2010 中 26.4.3 规定的跌落试验,除非应免去冲击试验。若试验没有导致使设备或电池本安性能

失效的电池组与设备的脱落或分离,则认为设备结构合格。

- c) 设备应具有 GB 3836.1—2010 中 6.3b) 或 29.11b) 规定的警告标志。

7.4.8 可充电电池组的外部触点

对于带外部充电触点的电池或电池组组件,当任何一对触点可能偶然短路时,应采取措施防止短路或防止单体电池和电池组向触点释放足以点燃的能量。应采用下列方法之一完成:

- 充电电路中应设置阻塞二极管或串联可靠电阻。对于“ia”保护等级应使用三只二极管。对于“ib”保护等级应使用两只二极管,对于“ic”保护等级应使用一只二极管。为了防止这些二极管或电阻在充电过程中承受过高的电压或电流,应规定所使用的电池组充电器,或者用具有适当额定值的熔断器保护二极管或电阻。熔断器应浇封,或者处于爆炸危险场所时应不承载任何电流。
- 对于 II 类电气设备,适当保护的充电电路外壳防护等级应不低于 IP30,并且应具有 GB 3836.1—2010 中 6.3b) 或 29.11b) 规定的警告标志。充电触点之间的分隔间距应考虑电池组的开路电压,并应符合 6.3 的要求。

可能施加到这些充电触点连接件上的最高电压 U_m 应标注在设备上,并在控制图中说明。

7.4.9 电池结构

电池、电池组的火花点燃能力和表面温度应按 10.5.3 的规定进行试验和评定。

电池和电池组结构应为下列型式之一:

- 密封式(气密)电池和电池组;
- 阀控式密封电池或电池组;
- 带有压力释放装置,且采用与 a) 项和 b) 项同样的方式密封的电池和电池组。

这些电池或电池组在整个使用期限内应不需要补充电解液,并且具有符合下列要求的金属或塑料密封外壳:

- 没有接缝或接口,例如采用整体拉伸法、离心铸造法、模压法、熔接法、钎焊、熔焊法或具有由外壳结构保持永久压紧的弹性或塑料密封器件(例如垫圈和“O”型圈)粘接密封法。
- 不符合上述要求的挤压、压接、热缩合或折合的外壳部件结构,或采用透气材料(例如,以纸为基础的材料)的部件结构,均不认为是密封式结构。
- 端子周围的密封应是上述结构,或者是采用热固或热塑化合物浇注的密封结构。
- 浇封式电池和电池组。制造商用于浇封的化合物应与规定的电解液相适应,并符合 6.6 的规定。

应从电池或电池组制造商获得符合 a) 和 b) 项的说明。应通过对电池或电池组的物理检查确定是否符合 c) 和 d) 项,如果需要可审查电池或电池组的结构图。

注:需要验证电池或电池组符合生产商的技术要求不是本部分的要求。

7.5 半导体

7.5.1 瞬态效应

在关联设备内,半导体器件应能承受由可靠串联电阻值除交流电压峰值和最高直流电压值得到的电流。

在本质安全设备内,设备内部及其电源产生的瞬态效应可以忽略。

7.5.2 并联限压器

半导体可以用作并联限压器件,但应符合下列要求并且考虑相关瞬态条件。例如,采用额定值符合

7.1 规定的熔断器和齐纳二极管,可看作是抑制与齐纳二极管相连电路的瞬态效应的有效方式。

半导体器件应能承受短路故障状态下,在安装处可能流过的 1.5 倍电流,且不发生开路。下列情况,应由元件制造商数据证实:

- 二极管、连接成二极管的三极管、可控硅和等效半导体器件的正向额定电流,对于“ia”或“ib”保护等级应不低于 1.5 倍最大可能的短路电流,对于“ic”保护等级应不低于 1.0 倍最大可能的短路电流;

b) 齐纳二极管额定值:

- 1) 在齐纳状态,应具有 1.5 倍齐纳耗散功率。和
- 2) 在正向导通状态,对于“ia”或“ib”保护等级,为其短路时通过的最大电流的 1.5 倍;对于“ic”保护等级,为其短路时通过的最大电流的 1.0 倍。

如果输入和输出电路都是本质安全电路,或者可以证明它们不可能受到电源网络瞬态过程的影响,对于“ia”保护等级,可以使用可控半导体元件作为并联限压器件,例如,晶体管、可控硅、稳压器、稳流器等。在符合上述条件的电路中,两只器件认为是可靠的组件。

对于“ia”保护等级的关联设备,如果满足 7.5.1 规定的瞬态条件,可以用三只可控硅。使用分流可控硅的电路也应按 10.1.5.3 进行试验。

7.5.3 串联限流器

在“ia”保护等级电路中,允许使用三只串联阻塞二极管,其他半导体和可控半导体器件也可用作串联限流器,但仅限用于“ib”或“ic”保护等级的设备。

然而,为了限制功率,“ia”保护等级设备也可使用由可控和不可控半导体器件组成的串联限流器。

注:对于“ia”保护等级设备,使用半导体和可控半导体器件作为限流器限制火花点燃是不允许的,因为它们使用在持续或频繁存在的爆炸性气体环境中,可能会产生引起点燃的短暂瞬态过程。可能流过的最大电流含有短暂的瞬态过程,但是不作为“ I_o ”,因为通过 10.1 的火花点燃试验,已证明能成功地限制瞬态过程的能量。

7.6 元件、连接和隔离的故障

对于“ia”和“ib”保护等级,元件的额定值符合 7.1 规定时,元件的故障应认为是计数故障。对于“ic”保护等级,元件的额定值符合 7.1 规定时,认为元件不会出现故障。

应用 5.2 和 5.3 时,还应包括下列规定:

- a) 元件的额定值不符合 7.1 规定时,元件的故障应认为是非计数故障。元件的额定值符合 7.1 规定时,元件故障应认为是计数故障;
- b) 一个故障能引起接着发生的一个或多个故障时,最初和接着发生的故障应认为是一个单独故障;
- c) 电阻的故障可将其视为介于开路和短路状态间的任何阻值(见 8.4);
- d) 半导体器件应考虑到短路和开路故障以及可能由其他元件故障引起的状态;
 - 确定表面温度组别时,应考虑半导体器件可能出现最大耗散功率条件下的故障。然而,对于符合 7.1 的二极管(包括 LED 和齐纳二极管),应仅考虑正向导通状态或齐纳状态的耗散功率(适用时);
 - 集成电路可能失效,可导致其外部线路之间存在任何短路和开路的组合。虽然组合的方式可以任意假设,但是故障一旦施加就不能改变(例如通过考虑第二种故障)。在该故障情况下,连接到该器件上的任何电容和电感,应认为是施加故障后最不利的连接;
 - 含有电压转换器(例如升高电压或倒置极性)的集成电路,如果任一外部插脚上不出现升高的电压,而且没有使用像电容或电感这样的外部转换元件,例如 EEPROMS,则其外部插脚上不需要考虑内部电压。如果任一外部插脚上出现升高的电压,则认为集成电路的所有外部插脚上都可能会出现升高的电压。

注:需要验证集成电路制造商的技术条件不是本标准的要求。

- e) 应考虑连接线开路故障,如果连接线会移动,要考虑连接线在移动范围内可能碰到电路任何部件的故障。初始开路认为是一个计数故障,与其他部件的重新连接认为是第二个计数故障(见 8.7);
- f) 电气间隙、爬电距离、间距按 6.3 的规定;
- g) 应考虑电容器开路、短路和小于最大规定值的任一值的故障(见 8.5);
- h) 应考虑电感开路故障,并考虑其电阻从标称值到短路的变化。但是,这仅适用于电感与电阻

比值低于电感说明书给出数值的情况；

i) 任何导线或印制电路导线(包括它们的连接)的开路故障,应认为是一个单独计数故障。

接入火花试验装置引起断路、短路或接地故障不认为是计数故障,而认为是正常试验操作。

符合第8章的可靠连接和隔离应认为不会产生故障,火花试验装置不应串联接入这些连接或跨接这些隔离。但是,当可靠连接和隔离没有按第6章要求浇封或用涂层覆盖时,或者在裸露连接件外壳防护等级低于IP20时,火花试验装置应串联接入这些连接或跨接这些隔离。

7.7 压电器件

压电器件应按10.7的规定进行试验。

7.8 气体探测用电化学元件

应考虑气体探测用电化学元件会产生附加电压和电流,影响火花点燃的评定和试验。但是,在进行设备热效应点燃评定时,不必考虑它们产生的附加功率。

8 影响本质安全性能的可靠元件、可靠组件和可靠连接

本章内容不适用于“ic”保护等级。

8.1 电源变压器

应认为可靠电源变压器的本安电路供电绕组和其他绕组之间不会出现短路故障。应考虑绕组内部会出现绕组短路和绕组开路。造成输出电压或电流增大的故障组合可不考虑。

8.1.1 保护措施

向本质安全电路供电的可靠电源变压器的输入电路,应用符合7.3规定的熔断器或用适当额定值的断路器保护。

如果输入和输出绕组用接地金属屏蔽隔离(见8.1.2规定的2b)型结构),则每个不接地的输入线路应使用熔断器或断路器保护。

除用熔断器或断路器保护之外,还用埋入式热熔断器或其他热保护器件对变压器过热进行附加保护,这时采用一个器件即可。

熔断器、熔断器夹持器、断路器和热保护器应符合相关标准。

注:需要验证熔断器、熔断器夹持器、断路器和热保护器制造商的技术要求不是本标准的要求。

8.1.2 变压器结构

向本质安全电路供电的所有绕组与所有其他绕组之间应用下列结构型式之一进行隔离:

1型结构:绕组应按下列两者之一排列:

- a) 并列在铁芯的一个柱上;
- b) 在铁芯的不同柱上。

绕组应按表5进行分隔。

2型结构:绕组应按下列两种方法之一内外重迭绕制:

- a) 绕组之间按表5采用固体绝缘;
- b) 绕组之间采用接地屏蔽(铜箔制成)或用等效导线绕组(导线屏蔽)。铜箔厚度或导线屏蔽应符合表6规定。

注:这是为了保证当任一绕组和屏蔽之间短路时,屏蔽能承受直到熔断器或断路器起作用时流过的电流而不损坏。制造公差不应使表6规定值降低10%或0.1mm,二者取较小值。

表6 屏蔽铜箔最小厚度或屏蔽导线最小直径与熔断器额定电流的关系

熔断器额定值/A	0.1	0.5	1	2	3	5
屏蔽铜箔最小厚度/mm	0.05	0.05	0.075	0.15	0.25	0.3
屏蔽导线最小直径/mm	0.2	0.45	0.63	0.9	1.12	1.4

铜箔屏蔽应设置两根结构上分开的接地导线,其中每一根导线应能承受熔断器或断路器动作之前流过的最大持续电流,例如,对于熔断器为 $1.7I_n$ 。

导线屏蔽由至少两个电气上独立的导线层组成,其中每一层都应设置接地导线,而且能承受熔断器或断路器动作之前流过的最大持续电流。导线层之间的绝缘,仅要求按 10.3 承受 500 V 电压试验。

所有电源变压器铁芯都应设置接地导线,除非该防爆型式不要求接地,例如,当使用绝缘铁芯变压器时。对于变压器铁芯为铁氧体的情况,不要求铁芯接地,但是如果不能提供充分的资料证明铁氧体材料是绝缘的,则从隔离目的来说,该铁芯应看作是导电的。

为独立的本安电路供电的绕组应按表 5 的要求相互隔离,而且与所有其他绕组也应按表 5 的要求隔离。

变压器绕组应用浸渍或浇封等方法加强绝缘。

注:绕组浸渍可能不满足隔离要求。

8.1.3 变压器型式试验

变压器及其关联器件,例如,熔断器、断路器、热保护器和与绕组末端连接的电阻器,应保证供电电源和本质安全电路之间具有可靠的电气隔离,即使在任何一个输出绕组发生短路而所有其他输出绕组承受最大额定电气负载时也应满足安全隔离的要求。

当一个串联电阻器嵌入变压器内,或与变压器一起浇封,使变压器和电阻器之间的裸露带电部件不外露,或串联电阻的安装符合表 5 规定的爬电距离和电气间隙,且考虑第 5 章要求后该电阻器在电路中的作用保持不变,则可认为该输出绕组不会发生短路,但不包括通过电阻器短路的情况。

变压器应符合 10.10 规定的试验要求。

8.1.4 变压器例行试验

每只电源变压器应按 11.2 进行试验。

8.2 除电源变压器以外的变压器

这些变压器的可靠性和故障方式应符合 8.1 的规定。

注:这些变压器可以是诸如使用在信号电路的耦合变压器或其他用途的变压器,例如,用于电源变换器的变压器。

这些变压器的结构和试验应符合 8.1 的规定,但变压器应在绕组不开路的情况下,使其耗散功率达到最大时的负载条件下进行试验,以确认其绝缘额定值符合要求。对于并非在交流电流条件下运行的变压器,每个绕组应在 $1.7I_n$ 直流电流下按 8.1.3 规定进行型式试验。但是,按 11.2 进行的例行试验应使用较低的试验电压,即输入绕组和输出绕组之间的试验电压应为 $2U+1\,000$ V 有效值或 1 500 V,取较高值, U 是受试绕组的最高额定电压。

如果上述变压器初次级都连接到本质安全电路上,例行试验必须按 11.2 规定,在一次绕组和二次绕组之间施加 500 V 电压。

当上述变压器接入电源供电的非本质安全电路时,应按 8.8 的规定在电源连接处采取符合 8.1.1 的保护措施或者使用熔断器和齐纳二极管组件保护,防止非预期的电源削弱变压器爬电距离和电气间隙的可靠性。8.1.3 所指的额定输入电压应是齐纳二极管的电压。

当上述变压器接入本质安全电路且没有熔断器时,每个绕组应承受第 5 章规定的故障条件下流过的最大电流。

8.3 可靠绕组

8.3.1 阻尼绕组

为减小电感影响而用作短路环的阻尼绕组,如果它们具有可靠的机械结构,例如,无缝金属管或用焊接方法使裸露导线连续短接的绕组,应认为不会产生开路故障。

8.3.2 绝缘导体制作的电感器

绝缘导体制作的电感器,如果符合下列要求,可认为不会出现故障,使其电阻或电感值低于公称电阻和电感值(考虑容差):

——用作电感器导线的公称线径至少为 0.05 mm；

——电感器的两个相邻导体之间至少具有二层绝缘,或者用一层厚度大于 0.5 mm 的固体绝缘,或者电感器用符合下列要求的漆包线制成:

a) 符合 GB/T 6109.2、GB/T 6109.5、GB/T 6109.6 或 GB/T 6109.20 的 1 级漆包线。

施加 2 级漆包线的最低击穿电压应不出现故障,并且按照 GB/T 6109.2、GB/T 6109.5 或 GB/T 6109.6 第 14 章的要求试验时,不论导线直径大小,每 30 m 出现的故障应不超过 6 个。

b) 符合 GB/T 6109.2、GB/T 6109.5 或 GB/T 6109.6 的 2 级漆包线。

制造商应提供符合上述要求的证据。

注:需要验证制造商规定的 1 级和 2 级绝缘技术指标的符合性不是本标准的要求。

——固定或绕包扎之后的绕组,应先进行干燥除去湿气,然后用适当的物质,通过浸入、滴注或真空浸漆的方法进行浸渍。通过刷或喷的方法形成的涂层不认为是浸渍。

——应按照相关类型浸渍物质制造商的技术要求进行浸渍,采用的浸渍方法应使导体之间的间隙尽可能充满,且导体之间粘结良好。

——如果使用的浸渍物质含有溶剂,则至少应进行两次浸渍和干燥。

8.4 限流电阻

限流电阻应是下列型式之一:

a) 薄膜型;

b) 线绕型,且具有断线时防止绕线松脱的措施;

c) 按 6.3.8 涂覆或按 6.3.4 浇封、用于混合电路和类似电路的印制电阻器。

可靠限流电阻应认为仅出现开路故障,这时应认为是一个计数故障。

限流电阻额定值应符合 7.1 的规定,在正常工作和第 5 章规定的故障条件下,至少应能承受可能出现的最高电压 1.5 倍的电压或最大功率 1.5 倍的功率。工作在额定值以内的有覆盖绕组层的绕线电阻的匝间绝缘故障应不考虑。在制造商规定的电压额定值下,绕线的涂层应具有表 5 要求的 CTI 值。

正常运行条件下使用的熔断器和灯泡灯丝的冷态电阻(在最低环境温度条件下),可看作是可靠限流电阻器。灯泡灯丝仅允许评定作为手持灯和帽灯的限流元件。在缺少必要资料时,按 10.4 要求测得的阻值可作为最低环境温度条件下的最小电阻。

注:灯泡需要用本质安全以外的其他防爆型式保护。

8.5 隔离电容器

对于可靠布置的隔离电容器,两个串联电容器中的任一电容器都可认为会发生短路或开路故障。该组件的电容量应取任一电容器的最不利值。在应用组件时,应使用 1.5 倍安全系数。

隔离电容器应为高度可靠的固体介质型电容。电解电容或钽电容不能使用。组件的外部连接应符合 6.3 的规定,但隔离要求不适用于隔离电容器内部。

每个电容器的绝缘应符合 6.3.12 规定的介电强度试验要求,试验电压应施加在电极之间以及每个电极和外部导电部件之间。当隔离电容器使用在本质安全电路和非本质安全电路之间时,该隔离电容器可评定作为电路间容性耦合器。评定时,应用 U_m 和任一电容器的最不利值计算可能输送的能量,并确认符合 10.7 规定的允许点燃能量。应考虑所有电容器可能产生的瞬态过程,以及电路中标称的最高工作频率(制造商提供)影响。

当上述组件也符合 8.8 的规定时,应认为对直流电路提供了可靠的电气隔离。

设备机架和本质安全电路之间连接的电容器应符合 6.3.12 规定。电容器失效将引起决定电路本质安全性能的元件旁路时,它们也应符合隔离电容器的要求。

注:机架和电路之间连接的电容器通常是用来滤除高频的。

8.6 分流安全组件

8.6.1 一般要求

当利用分流元件来保证电路的本质安全性能时,分流元件的组件应认为是分流安全组件。

当二极管或齐纳二极管用作可靠分流安全组件的分流元件时,它们至少应形成两个并联的二极管通路。“ia”保护等级分流安全组件,在应用第5章的要求时,仅应考虑一个二极管的故障。二极管的额定值应能承载短路故障状态下在其安装处流过的电流。

注1:为防止连接断开时产生火花点燃,可按6.3.4的规定浇封。

注2:正常工作时,组件内使用的分流元件可以导通。

在分流安全组件受到仅规定了 U_m 值的电源故障时,构成分流安全组件的元件应满足7.1要求的额定值。当元件用熔断器保护时,熔断器应符合7.3规定,并且元件应能承受 $1.7I_n$ 的持续电流。分流元件承受瞬态的能力应按10.8试验或通过对熔断器电流-时间特性和器件性能特性比较来确定。

在分流安全组件制成单独设备而不是较大设备的一部分时,该组件的结构应按9.2规定。

当考虑分流安全组件用作可靠组件时,应考虑下列规定:

- a) 分流安全组件应看作不会出现开路故障;
- b) 组件的电压是分流支路中的最高电压;
- c) 两个分流支路的一个支路短路,应认为是一个故障;
- d) 采用可控硅分流的电路应按10.1.5.3进行试验。

8.6.2 安全分流器

当使用安全分流组件保证规定的本质安全电路元件或部件的电气参数控制在不使本质安全性能失效的数值时,该安全分流组件为安全分流器。

当符合8.6.1要求的安全分流器连接到仅规定了 U_m 值的供电电源时,它应承受所要求的瞬态分析,但按下列方式使用时除外:

- a) 用于限制贮能器件(例如,电感器或压电器件)放电;
- b) 用于限制贮能器件(例如,电容器)的电压。

具有适当额定值的桥路连接二极管组件应认为是可靠的安全分流器。

8.6.3 并联限压器

当用安全分流组件保证规定的电压施加到本质安全电路时,该安全分流组件为并联限压器。

当符合8.6.1要求的并联限压器连接到了仅规定了 U_m 值的供电电源时,应承受所要求的瞬态分析,但该组件通过下列馈电型式之一供电时除外:

- a) 符合8.1要求的可靠变压器;
- b) 符合第9章要求的二极管安全栅;
- c) 符合7.4要求的电池组;
- d) 符合8.6要求的可靠安全分流组件。

8.7 配线、印制电路板印制线和连接

配线、印制电路板印制线,包括构成设备组成部分的连接,在符合下列情况时应认为不会发生开路故障:

- a) 导线:
 - 1) 两根导线并联;或者
 - 2) 单根导线,直径至少为0.5 mm、未固定的长度小于50 mm或在连接点附近可靠地机械固定的;或者
 - 3) 单根绞合导线或单根带状结构柔性导线,截面积至少为0.125 mm²(直径为0.4 mm)、工作时不弯曲,且长度不超过50 mm或在连接点附近可靠地机械固定。
- b) 印制电路板印制线:

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	Ⅱ C类设备		Ⅱ B类设备		Ⅱ A类设备		I类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
15.9	2.32	0.469	16.2	2.81	72	11.3	63	13.3
16.0	2.26	0.460	15.8	2.75	70	11.0	61	13.0
16.1	2.20	0.451	15.4	2.69	68	10.7	59	12.7
16.2	2.14	0.442	15.0	2.63	66	10.5	58	12.4
16.3	2.08	0.433	14.6	2.57	64	10.2	56	12.1
16.4	2.02	0.424	14.2	2.51	62	10.0	55	11.9
16.5	1.97	0.415	13.8	2.45	60	9.8	53	11.7
16.6	1.92	0.406	13.4	2.40	58	9.6	51	11.6
16.7	1.88	0.398	13.0	2.34	56	9.4	49	11.5
16.8	1.84	0.390	12.6	2.29	54	9.3	48	11.3
16.9	1.80	0.382	12.3	2.24	52	9.1	47	11.2
17.0	1.76	0.375	12.0	2.20	50	9.0	46	11.0
17.1	1.71	0.367	11.7	2.15	48	8.8	45	10.9
17.2	1.66	0.360	11.4	2.11	47	8.7	43	10.8
17.3	1.62	0.353	11.1	2.06	45	8.5	43	10.6
17.4	1.59	0.346	10.8	2.02	44	8.4	41	10.4
17.5	1.56	0.339	10.5	1.97	42	8.2	40	10.2
17.6	1.53	0.333	10.2	1.93	40	8.1	39	10.0
17.7	1.50	0.327	9.9	1.88	39	8.0	38	9.8
17.8	1.47	0.321	9.6	1.84	38	7.9	37	9.5
17.9	1.44	0.315	9.3	1.80	37	7.7	36	9.2
18.0	1.41	0.309	9.0	1.78	36	7.6	35	9.0
18.1	1.38	0.303	8.8	1.75	35	7.45	34	8.8
18.2	1.35	0.297	8.6	1.72	34	7.31	33	8.7
18.3	1.32	0.291	8.4	1.70	33	7.15	33	8.6
18.4	1.29	0.285	8.2	1.69	32	7.0	32	8.5
18.5	1.27	0.280	8.0	1.67	31	6.85	31	8.5
18.6	1.24	0.275	7.9	1.66	30	6.70	30	8.4
18.7	1.21	0.270	7.8	1.64	29	6.59	29	8.3
18.8	1.18	0.266	7.6	1.62	28	6.48	29	8.2
18.9	1.15	0.262	7.4	1.60	27	6.39	28	8.1
19.0	1.12	0.258	7.2	1.58	26	6.3	27	8.0

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	Ⅱ C类设备		Ⅱ B类设备		Ⅱ A类设备		Ⅰ类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
22.3	0.6	0.158	3.69	1.10	14.4	4.03	16.4	5.60
22.4	0.59	0.156	3.62	1.09	14.2	3.98	16.2	5.50
22.5	0.58	0.154	3.55	1.08	14.0	3.93	16.0	5.40
22.6	0.57	0.152	3.49	1.07	13.8	3.88	15.8	5.30
22.7	0.56	0.149	3.43	1.06	13.6	3.83	15.6	5.30
22.8	0.55	0.147	3.37	1.05	13.4	3.79	15.4	5.20
22.9	0.54	0.145	3.31	1.04	13.2	3.75	15.2	5.20
23.0	0.53	0.143	3.25	1.03	13.0	3.71	15.0	5.20
23.1	0.521	0.140	3.19	1.02	12.8	3.67	14.8	5.10
23.2	0.513	0.138	3.13	1.01	12.6	3.64	14.6	5.10
23.3	0.505	0.136	3.08	1.0	12.4	3.60	14.4	5.10
23.4	0.497	0.134	3.03	0.99	12.2	3.57	14.2	5.00
23.5	0.49	0.132	2.98	0.98	12.0	3.53	14.0	5.00
23.6	0.484	0.130	2.93	0.97	11.8	3.50	13.8	4.95
23.7	0.478	0.128	2.88	0.96	11.6	3.46	13.6	4.80
23.8	0.472	0.127	2.83	0.95	11.4	3.42	13.4	4.75
23.9	0.466	0.126	2.78	0.94	11.2	3.38	13.2	4.70
24.0	0.46	0.125	2.75	0.93	11.0	3.35	13.0	4.60
24.1	0.454	0.124	2.71	0.92	10.8	3.31	12.8	4.55
24.2	0.448	0.122	2.67	0.91	10.7	3.27	12.6	4.50
24.3	0.442	0.120	2.63	0.90	10.5	3.23	12.4	4.50
24.4	0.436	0.119	2.59	0.89	10.3	3.20	12.2	4.45
24.5	0.43	0.118	2.55	0.88	10.2	3.16	12.0	4.45
24.6	0.424	0.116	2.51	0.87	10.0	3.12	11.9	4.40
24.7	0.418	0.115	2.49	0.87	9.9	3.08	11.8	4.40
24.8	0.412	0.113	2.44	0.86	9.8	3.05	11.7	4.35
24.9	0.406	0.112	2.4	0.85	9.6	3.01	11.6	4.30
25.0	0.4	0.110	2.36	0.84	9.5	2.97	11.5	4.25
25.1	0.395	0.108	2.32	0.83	9.4	2.93	11.4	4.20
25.2	0.390	0.107	2.29	0.82	9.3	2.90	11.3	4.15
25.3	0.385	0.106	2.26	0.82	9.2	2.86	11.2	4.10
25.4	0.380	0.105	2.23	0.81	9.1	2.82	11.1	4.08

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	ⅡC类设备		ⅡB类设备		ⅡA类设备		I类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
25.5	0.375	0.104	2.20	0.80	9.0	2.78	11.0	4.07
25.6	0.37	0.103	2.17	0.80	8.9	2.75	10.9	4.06
25.7	0.365	0.102	2.14	0.79	8.8	2.71	10.8	4.04
25.8	0.36	0.101	2.11	0.78	8.7	2.67	10.7	4.03
25.9	0.355	0.100	2.08	0.77	8.6	2.63	10.6	4.02
26.0	0.35	0.099	2.05	0.77	8.5	2.60	10.5	4.00
26.1	0.345	0.098	2.02	0.76	8.4	2.57	10.4	3.99
26.2	0.341	0.097	1.99	0.75	8.3	2.54	10.3	3.97
26.3	0.337	0.097	1.96	0.74	8.2	2.51	10.1	3.95
26.4	0.333	0.096	1.93	0.74	8.1	2.48	10.0	3.93
26.5	0.329	0.095	1.90	0.73	8.0	2.45	9.8	3.92
26.6	0.325	0.094	1.87	0.73	8.0	2.42	9.7	3.91
26.7	0.321	0.093	1.84	0.72	7.9	2.39	9.5	3.90
26.8	0.317	0.092	1.82	0.72	7.8	2.37	9.4	3.85
26.9	0.313	0.091	1.80	0.71	7.7	2.35	9.2	3.80
27.0	0.309	0.090	1.78	0.705	7.6	2.33	9.0	3.75
27.1	0.305	0.089	1.76	0.697	7.5	2.31	8.9	3.70
27.2	0.301	0.089	1.74	0.690	7.42	2.30	8.8	3.65
27.3	0.297	0.088	1.72	0.683	7.31	2.28	8.7	3.60
27.4	0.293	0.087	1.71	0.677	7.21	2.26	8.6	3.55
27.5	0.289	0.086	1.70	0.672	7.10	2.24	8.6	3.55
27.6	0.285	0.086	1.69	0.668	7.00	2.22	8.5	3.50
27.7	0.281	0.085	1.68	0.663	6.90	2.20	8.5	3.45
27.8	0.278	0.084	1.67	0.659	6.80	2.18	8.4	3.45
27.9	0.275	0.084	1.66	0.654	6.70	2.16	8.4	3.45
28.0	0.272	0.083	1.65	0.650	6.60	2.15	8.3	3.40
28.1	0.269	0.082	1.63	0.645	6.54	2.13	8.2	3.40
28.2	0.266	0.081	1.62	0.641	6.48	2.11	8.2	3.35
28.3	0.263	0.08	1.60	0.636	6.42	2.09	8.1	3.35
28.4	0.26	0.079	1.59	0.632	6.36	2.07	8.0	3.30
28.5	0.257	0.078	1.58	0.627	6.30	2.05	8.0	3.30
28.6	0.255	0.077	1.57	0.623	6.24	2.03	7.9	3.25

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	ⅡC类设备		ⅡB类设备		ⅡA类设备		Ⅰ类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
28.7	0.253	0.077	1.56	0.618	6.18	2.01	7.8	3.25
28.8	0.251	0.076	1.55	0.614	6.12	2.00	7.8	3.20
28.9	0.249	0.075	1.54	0.609	6.06	1.98	7.7	3.20
29.0	0.247	0.074	1.53	0.605	6.00	1.97	7.6	3.15
29.1	0.244	0.074	1.51	0.600	5.95	1.95	7.6	3.15
29.2	0.241	0.073	1.49	0.596	5.90	1.94	7.5	3.10
29.3	0.238	0.072	1.48	0.591	5.85	1.92	7.4	3.10
29.4	0.235	0.071	1.47	0.587	5.80	1.91	7.4	3.10
29.5	0.232	0.071	1.46	0.582	5.75	1.89	7.3	3.05
29.6	0.229	0.070	1.45	0.578	5.70	1.88	7.3	3.05
29.7	0.226	0.069	1.44	0.573	5.65	1.86	7.3	3.05
29.8	0.224	0.068	1.43	0.569	5.60	1.85	7.3	3.00
29.9	0.222	0.067	1.42	0.564	5.55	1.83	7.2	3.00
30.0	0.220	0.066	1.41	0.560	5.50	1.82	7.2	3.00
30.2	0.215	0.065	1.39	0.551	5.40	1.79	7.0	2.95
30.4	0.210	0.064	1.37	0.542	5.30	1.76	6.9	2.90
30.6	0.206	0.062 6	1.35	0.533	5.20	1.73	6.8	2.85
30.8	0.202	0.061 6	1.33	0.524	5.10	1.70	6.6	2.80
31.0	0.198	0.060 5	1.32	0.515	5.00	1.67	6.5	2.75
31.2	0.194	0.059 6	1.30	0.506	4.90	1.65	6.4	2.70
31.4	0.190	0.058 7	1.28	0.497	4.82	1.62	6.4	2.70
31.6	0.186	0.057 8	1.26	0.489	4.74	1.60	6.3	2.65
31.8	0.183	0.056 9	1.24	0.482	4.68	1.58	6.2	2.65
32.0	0.180	0.056 0	1.23	0.475	4.60	1.56	6.2	2.60
32.2	0.177	0.055 1	1.21	0.467	4.52	1.54	6.1	2.60
32.4	0.174	0.054 2	1.19	0.460	4.44	1.52	6.0	2.55
32.6	0.171	0.053 3	1.17	0.452	4.36	1.50	5.9	2.55
32.8	0.168	0.052 4	1.15	0.444	4.28	1.48	5.9	2.50
33.0	0.165	0.051 5	1.14	0.437	4.20	1.46	5.8	2.50
33.2	0.162	0.050 6	1.12	0.430	4.12	1.44	5.7	2.45
33.4	0.159	0.049 8	1.10	0.424	4.05	1.42	5.6	2.40
33.6	0.156	0.049 2	1.09	0.418	3.98	1.41	5.5	2.35

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	Ⅱ C类设备		Ⅱ B类设备		Ⅱ A类设备		Ⅰ类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
33.8	0.153	0.048 6	1.08	0.412	3.91	1.39	5.4	2.35
34.0	0.150	0.048	1.07	0.406	3.85	1.37	5.3	2.30
34.2	0.147	0.047 4	1.05	0.401	3.79	1.35	5.2	2.25
34.4	0.144	0.046 8	1.04	0.397	3.74	1.33	5.2	2.25
34.6	0.141	0.046 2	1.02	0.393	3.69	1.31	5.2	2.20
34.8	0.138	0.045 6	1.01	0.390	3.64	1.30	5.1	2.20
35.0	0.135	0.045	1.00	0.387	3.60	1.28	5.1	2.15
35.2	0.133	0.044 4	0.99	0.383	3.55	1.26	5.0	2.15
35.4	0.131	0.043 8	0.97	0.380	3.50	1.24	5.0	2.10
35.6	0.129	0.043 2	0.95	0.376	3.45	1.23	4.95	2.10
35.8	0.127	0.042 6	0.94	0.373	3.40	1.21	4.85	2.05
36.0	0.125	0.042	0.93	0.370	3.35	1.20	4.75	2.05
36.2	0.123	0.041 4	0.91	0.366	3.30	1.18	4.60	2.05
36.4	0.121	0.040 8	0.90	0.363	3.25	1.17	4.55	2.00
36.6	0.119	0.040 2	0.89	0.359	3.20	1.150	4.50	2.00
36.8	0.117	0.039 6	0.88	0.356	3.15	1.130	4.45	1.95
37.0	0.115	0.039	0.87	0.353	3.10	1.120	4.40	1.90
37.2	0.113	0.038 4	0.86	0.347	3.05	1.100	4.35	1.85
37.4	0.111	0.037 9	0.85	0.344	3.00	1.090	4.35	1.85
37.6	0.109	0.037 4	0.84	0.340	2.95	1.080	4.30	1.80
37.8	0.107	0.036 9	0.83	0.339	2.90	1.070	4.20	1.80
38.0	0.105	0.036 4	0.82	0.336	2.85	1.060	4.15	1.75
38.2	0.103	0.035 9	0.81	0.332	2.80	1.040	4.15	1.75
38.4	0.102	0.035 4	0.80	0.329	2.75	1.030	4.10	1.75
38.6	0.101	0.035 0	0.79	0.326	2.70	1.020	4.05	1.70
38.8	0.100	0.034 6	0.78	0.323	2.65	1.010	4.05	1.70
39.0	0.099	0.034 2	0.77	0.320	2.60	1.000	4.00	1.65
39.2	0.098	0.033 8	0.76	0.317	2.56	0.980	4.00	1.65
39.4	0.097	0.033 4	0.75	0.314	2.52	0.970	3.95	1.65
39.6	0.096	0.033 1	0.75	0.311	2.48	0.960	3.93	1.60
39.8	0.095	0.032 8	0.74	0.308	2.44	0.950	3.90	1.60
40.0	0.094	0.032 5	0.73	0.305	2.40	0.940	3.90	1.60

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	ⅡC类设备		ⅡB类设备		ⅡA类设备		Ⅰ类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
40.2	0.092	0.032 2	0.72	0.302	2.37	0.930	3.85	1.59
40.4	0.091	0.031 9	0.71	0.299	2.35	0.920	3.80	1.58
40.6	0.090	0.031 6	0.70	0.296	2.32	0.910	3.70	1.57
40.8	0.089	0.031 3	0.69	0.293	2.30	0.900	3.65	1.55
41.0	0.088	0.031 0	0.68	0.290	2.27	0.890	3.55	1.55
41.2	0.087	0.030 7	0.674	0.287	2.25	0.882	3.50	1.54
41.4	0.086	0.03 4	0.668	0.284	2.22	0.874	3.50	1.53
41.6	0.085	0.030 1	0.662	0.281	2.20	0.866	3.45	1.52
41.8	0.084	0.029 9	0.656	0.278	2.17	0.858	3.45	1.51
42.0	0.083	0.029 7	0.650	0.275	2.15	0.850	3.40	1.50
42.2	0.082	0.029 4	0.644	0.272	2.12	0.842	3.40	1.48
42.4	0.081	0.029 2	0.638	0.269	2.10	0.834	3.35	1.47
42.6	0.079	0.028 9	0.632	0.266	2.07	0.826	3.35	1.46
42.8	0.078	0.028 6	0.626	0.264	2.05	0.818	3.30	1.45
43.0	0.077	0.028 4	0.620	0.262	2.02	0.810	3.25	1.43
43.2	0.076	0.028 1	0.614	0.259	2.00	0.802	3.20	1.41
43.4	0.075	0.027 9	0.608	0.257	1.98	0.794	3.20	1.40
43.6	0.074	0.027 6	0.602	0.254	1.96	0.786	3.15	1.39
43.8	0.073	0.027 3	0.596	0.252	1.94	0.778	3.10	1.37
44.0	0.072	0.027 1	0.590	0.25	1.92	0.770	3.10	1.35
44.2	0.071	0.026 8	0.584	0.248	1.90	0.762	3.05	1.34
44.4	0.070	0.026 6	0.578	0.246	1.88	0.754	3.05	1.33
44.6	0.069	0.026 3	0.572	0.244	1.86	0.746	3.05	1.32
44.8	0.068	0.026 1	0.566	0.242	1.84	0.738	3.00	1.31
45.0	0.067	0.025 9	0.560	0.240	1.82	0.730	3.00	1.30
45.2	0.066	0.025 7	0.554	0.238	1.80	0.722	2.95	1.29
45.4	0.065	0.025 4	0.548	0.236	1.78	0.714	2.95	1.28
45.6	0.064	0.025 1	0.542	0.234	1.76	0.706	2.9	1.27
45.8	0.063	0.024 9	0.536	0.232	1.74	0.698	2.9	1.26
46.0	0.062 3	0.024 7	0.530	0.230	1.72	0.690	2.85	1.25
46.2	0.061 6	0.024 4	0.524	0.228	1.70	0.682	2.83	1.24
46.4	0.060 9	0.024 2	0.518	0.226	1.68	0.674	2.80	1.22

表 A.2 (续)

电压 V	允许电容/ μF							
	Ⅱ C类设备		Ⅱ B类设备		Ⅱ A类设备		I 类设备	
	安全系数		安全系数		安全系数		安全系数	
	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$	$\times 1$	$\times 1.5$
46.6	0.060 2	0.023 9	0.512	0.224	1.67	0.666	2.75	1.21
46.8	0.059 6	0.023 7	0.506	0.222	1.65	0.658	2.7	1.20
47.0	0.059 0	0.023 5	0.500	0.220	1.63	0.650	2.7	1.19
47.2	0.058 4	0.023 2	0.495	0.218	1.61	0.644	2.65	1.19
47.4	0.057 8	0.022 9	0.490	0.216	1.60	0.638	2.65	1.19
47.6	0.057 2	0.022 7	0.485	0.214	1.59	0.632	2.65	1.18
47.8	0.056 6	0.022 5	0.480	0.212	1.57	0.626	2.60	1.18
48.0	0.056 0	0.022 3	0.475	0.210	1.56	0.620	2.60	1.18
48.2	0.055 4	0.022 0	0.470	0.208	1.54	0.614	2.60	1.17
48.4	0.054 8	0.021 8	0.465	0.206	1.53	0.609	2.55	1.16
48.6	0.054 2	0.021 5	0.460	0.205	1.52	0.604	2.55	1.15
48.8	0.053 6	0.021 3	0.455	0.203	1.50	0.599	2.55	1.14
49.0	0.053 0	0.021 1	0.450	0.201	1.49	0.594	2.50	1.12
49.2	0.052 4	0.020 8	0.445	0.198	1.48	0.589	2.50	1.11
49.4	0.051 8	0.020 6	0.440	0.197	1.46	0.584	2.50	1.10
49.6	0.051 2	0.020 4	0.435	0.196	1.45	0.579	2.45	1.10
49.8	0.050 6	0.020 2	0.430	0.194	1.44	0.574	2.40	1.07
50.0	0.050 0	0.020 0	0.425	0.193	1.43	0.570	2.40	1.04
50.5	0.049 0	0.019 4	0.420	0.190	1.40	0.558	2.35	1.02
51.0	0.048 0	0.019 0	0.415	0.187	1.37	0.547	2.30	1.00
51.5	0.047 0	0.018 6	0.407	0.184	1.34	0.535	2.25	0.99
52.0	0.046 0	0.018 3	0.400	0.181	1.31	0.524	2.25	0.98
52.5	0.045 0	0.017 8	0.392	0.178	1.28	0.512	2.20	0.97
53.0	0.044 0	0.017 4	0.385	0.175	1.25	0.501	2.20	0.95
53.5	0.043 0	0.017 0	0.380	0.172	1.22	0.490	2.20	0.93
54.0	0.042 0	0.016 8	0.375	0.170	1.20	0.479	2.15	0.91
54.5	0.041 0	0.016 6	0.367	0.168	1.18	0.468	2.15	0.89
55.0	0.040 0	0.016 5	0.360	0.166	1.16	0.457	2.10	0.87

A.4 串联电阻保护时允许降低的有效电容

当用电阻和电容串联来限制两者组合(图 A.9 中节点 A 和节点 B)后的放电能量时,可用表 A.3 简化评定两节点间有效电容。或者,如果该表不适用,可对电路进行试验。

电阻必须具有 7.1 规定的额定值,节点 X 必须与其他所有导电部件之间隔离,并应符合 6.3 或

附录 F。

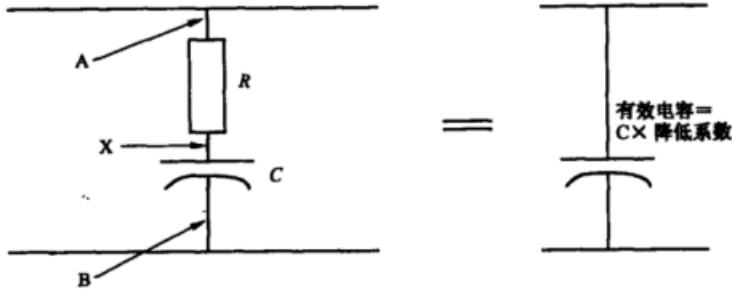


图 A.9 等效电容

表 A.3 串联电阻保护时有效电容允许降低系数

电阻 R Ω	降低系数
0	1.00
1	0.97
2	0.94
3	0.91
4	0.87
5	0.85
6	0.83
7	0.80
8	0.79
9	0.77
10	0.74
12	0.70
14	0.66
16	0.63
18	0.61
20	0.57
25	0.54
30	0.49
40	0.41

注：上表中规定的降低系数有些保守，进一步的降低系数可通过试验获得。

附录 B

(规范性附录)

本质安全电路用火花试验装置

B.1 火花点燃试验方法

B.1.1 原理

被试电路接入火花试验装置电极上,电极在充满爆炸性试验混合物的容器内。

将电路参数调整到规定的安全系数后进行试验,并确定在电极系统的规定转数内是否点燃爆炸性试验混合物。

除非另有规定,加工零件的机械尺寸公差为 $\pm 2\%$ (钨丝长度 $\pm 10\%$),电压和电流的容差为 $\pm 1\%$ 。

B.1.2 试验装置

试验装置由容积至少为 250 cm^3 的爆炸容器内布置一组电极组成。电极用于在规定的爆炸性试验混合物内产生闭合火花和开路火花。

注 1: 试验装置实际设计实例见图 B.4(具体的电极结构见图 B.1 和图 B.3)。

两接触电极之一是由带有两道槽的旋转镉电极盘组成。

注 2: 可以使用电镀用镉来铸造镉电极盘。

另一个接触电极由四根钨丝组成,钨丝直径为 0.2 mm ,并固定在圆周直径为 50 mm 的极握上(极握用黄铜或其他合适的材料制造,如图 B.3 所示)。

注 3: 为了避免钨丝过早被机械棱角折断,将极握上钨丝紧固件的棱边稍作圆滑处理是有益的。

电极结构安装如图 B.1 所示。旋转极握使钨丝电极在开槽的镉盘上滑动。极握与镉盘之间的距离为 10 mm 。钨丝的自由长度为 11 mm 。钨丝是直的,并且装配成:当钨丝不与镉盘接触时,垂直于镉盘表面。

驱动镉盘和极握的两轴相隔 31 mm ,并且两轴之间和试验装置底盘之间相互绝缘。电流通过轴系上的滑动电极流进和流出,两轴由不导电的齿轮啮合起来,齿轮传动比为 $50:12$ 。

用电机带动的极握转速为 80 r/min ,如果必要,可用适当的减速传动装置。镉盘速度较慢,向反方向旋转。

除气体流动系统外,底盘上的轴承套必须是气密封的。

为记录电机拖动极握轴的转数,应配备计数器,或者应用计时器测定试验的持续时间,从而计算出极握轴的转数。

注 4: 比较可行的方法是在爆炸性混合物被点燃之后,能够自动停止拖动电机,或计数器停止计数。例如,用光电管或压力开关装置(见图 B.5 和图 B.6)。

爆炸容器应能承受至少 $1\,500\text{ kPa}$ 爆炸压力,除非火花试验装置研制成能释放爆炸压力的型式。

在电极结构两端,电极开路时试验装置的自身电容应不超过 30 pF ;电极闭合时,在 1 A 直流电流下电阻应不超过 $0.15\text{ }\Omega$,并且自身电感应不超过 $3\text{ }\mu\text{H}$ 。

B.1.3 火花试验装置标定

按 10.1.3.1 和 10.1.3.2 规定,每一系列试验前和试验后都应检查火花试验装置的灵敏度。

当灵敏度不能满足规定要求时,应按下列程序调整直至达到所要求的灵敏度:

- a) 检查标定电路的参数;
- b) 检查爆炸性试验混合物的成分;
- c) 清理钨丝;
- d) 更换钨丝;
- e) 按 10.1.3.2 的规定,将端子接到 $95\text{ mH}/24\text{ V}/100\text{ mA}$ 电路中,并且开动试验装置使电极在

空气中旋转 20 000 转；

f) 更换镗盘,按 10.1.3.2 规定标定试验装置。

B.1.4 钨丝的制备和清理

钨丝是非常脆的材料,而且运转一定周期后常在端部造成开裂。为解决该难题,应按下列程序之一制备钨丝:

a) 按图 B.8 所示电路,用图 B.7 所示简单装置熔断钨丝端部。通常,每根钨丝端部会形成一个小球,该小球可用镊子轻压除去。

用该方法制备钨丝,平均四根钨丝只有一根在进行约 50 000 次火花试验后才进行更换。

b) 用大剪刀切断钨丝,例如,使用质量较好的重型剪刀。

然后,把钨丝安装到极握上,用 0 号金刚砂布或类似物用手工研磨表面的方法清理钨丝包括端部。

注 1:在清理钨丝时,在火花试验装置上移动极握是有利的。

注 2:用过筛方法确定 0 号金刚砂布的粒度规定如下。

要求	筛眼尺寸/ μm
所有的颗粒都通过	106
不超过 24%在筛网上	75
至少有 40%在筛网上	53
不超过 10%通过	45

经验表明,为了保持灵敏度稳定,在使用期间最好定时清理和矫直钨丝。清理的时间间隔取决于钨丝堆积物形成的速率。该速率又取决于被试电路。如果钨丝头开裂或钨丝不能矫直,则应更换钨丝。

B.1.5 新镗盘调试

为了稳定火花试验装置的灵敏度,建议用下列程序调整新镗盘:

a) 把新镗盘装配到火花试验装置上;

b) 按 10.1.3.2 规定将试验装置的连接端子接到 95 mH/24 V/100 mA 电路上,并且开动试验装置,使电极在空气中旋转 20 000 转;

c) 安装按 B.1.4 制备和清理的新钨丝,并且将试验装置与通过 2 k Ω 电阻器充电的 2 μF 非电解电容器连接;

d) 按 10.1.3.1 使用 II A 级别(或 I 类)爆炸性试验混合物,施加 70 V(或对于 I 类 95 V)电压到电容电路并且操作火花试验装置,使极握旋转至少 400 转或直到发生点燃为止;如果不发生点燃,检查气体混合物,替换钨丝或者检查火花试验装置。如果发生点燃,则应递减 5 V 电压并重做试验,直到不发生点燃为止;

e) 对于 II A 级别电压达到 45 V 时(对于 I 类为 55 V)应发生点燃,对于 II A 级别电压为 40 V 时(对于 I 类 50 V)应不发生点燃。如有必要,按 d) 规定方法重做试验。

B.1.6 火花试验装置的局限性

用火花试验装置试验本质安全电路时,通常受下列条件限制:

a) 试验电流不大于 3 A;

b) 对于电阻性和电容性电路,工作电压不大于 300 V;

c) 对于电感性电路,电感应不大于 1 H;

d) 电路频率不超过 1.5 MHz。

火花试验装置可应用到超过上述限制条件的电路,但应注意到此时火花试验装置的灵敏度可能已发生变化。

注 1:如果试验电流大于 3 A,钨丝的温升可导致点燃,致使试验结果失效。

注 2:对于电感性电路,应核查确认装置的自感和电路时间常数对试验结果不会产生不利影响。

注 3:具有较大时间常数的电容性和电感性电路可以进行试验,例如,降低火花试验装置驱动速度。对于容性电路,可以除去两根或三根钨丝进行试验。但应注意的是,降低火花试验装置速度可能会改变火花试验装置的灵敏度。

B.1.7 对用于较大电流试验装置的改进

如果试验装置按下列要求改进,则可对电流为 3 A~10 A 的电路进行试验。

将直径为 0.2 mm 的钨丝改为直径为 0.37 mm~0.43 mm 之间的钨丝,且将钨丝自由长度减短到 10.5 mm。

注 1: 净长度的缩短能降低钨盘的磨损。

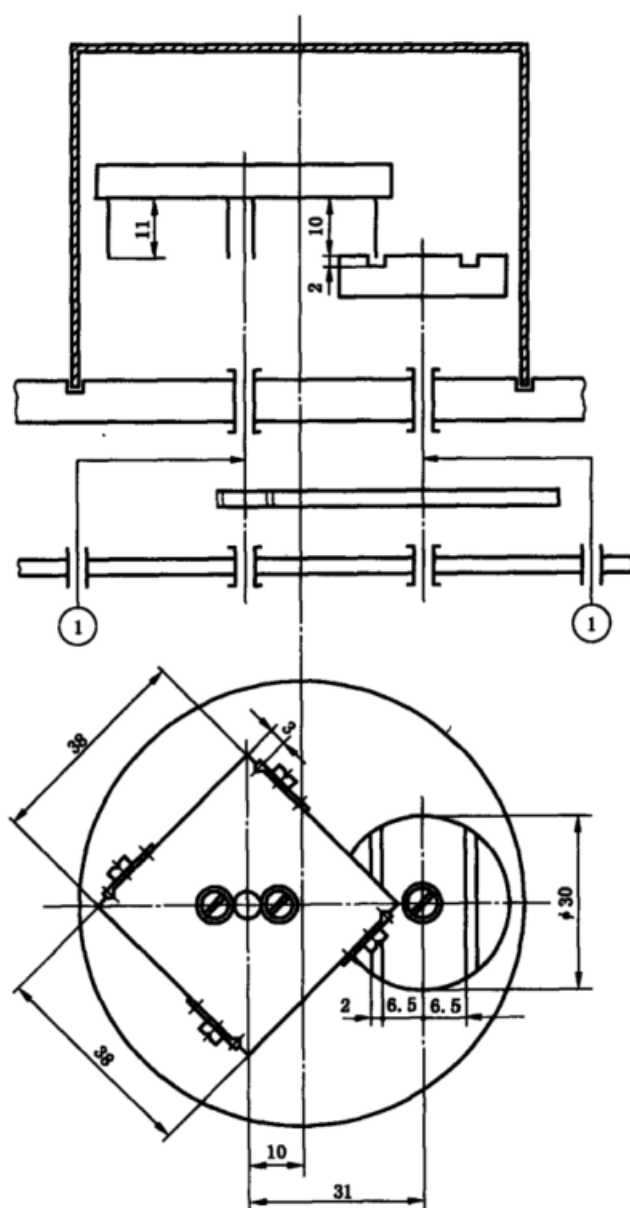
装置的总电阻包括换向接触电阻应降至小于 10 mΩ,或者修改被试电路,以补偿火花试验装置的内电阻。

注 2: 已经发现用于汽车制造业的电刷型式与装置轴上的黄铜轴套组合使用可增加接触面积,是一种实用的降低接触电阻的方法。

试验装置的总电感以及与被试电路连接线的电感必须减到最小,且不超过 1 μH。

该设备适用于较大的电流,但必须特别关注对结果进行分析。

单位为毫米



1——被试电路连接处。

图 B.1 本质安全电路用火花试验装置

单位为毫米

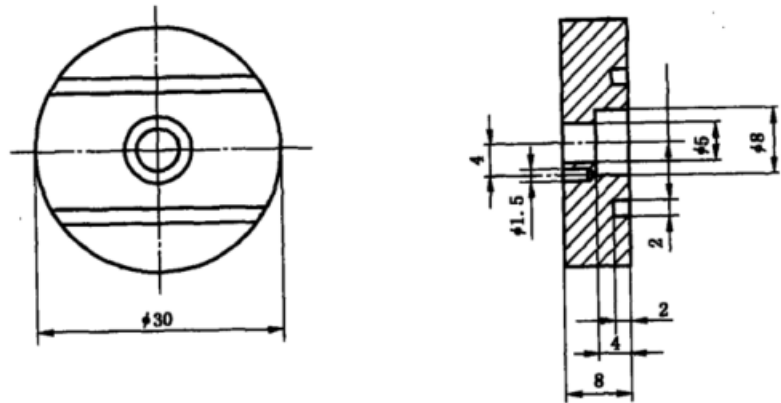
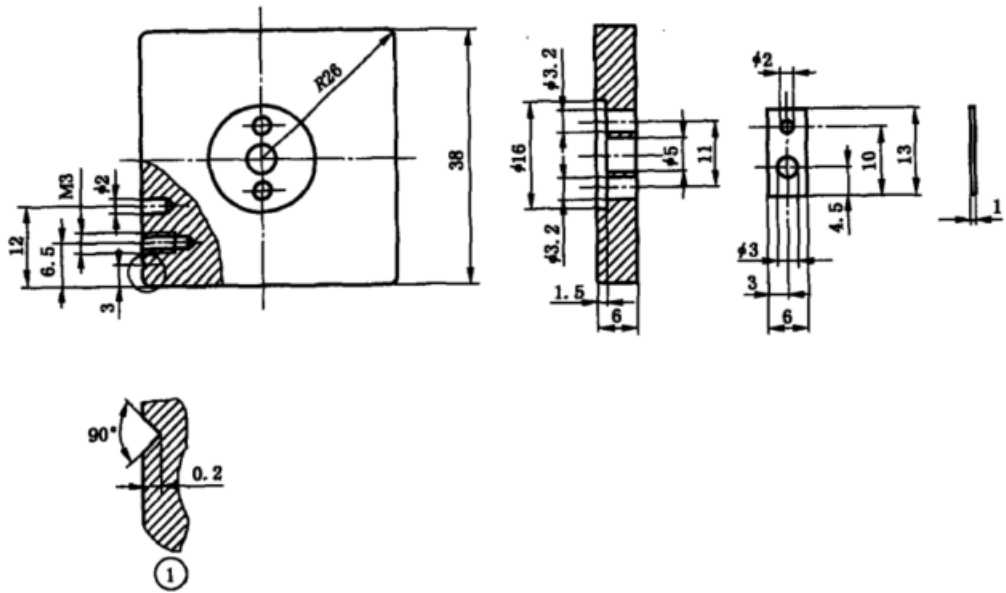


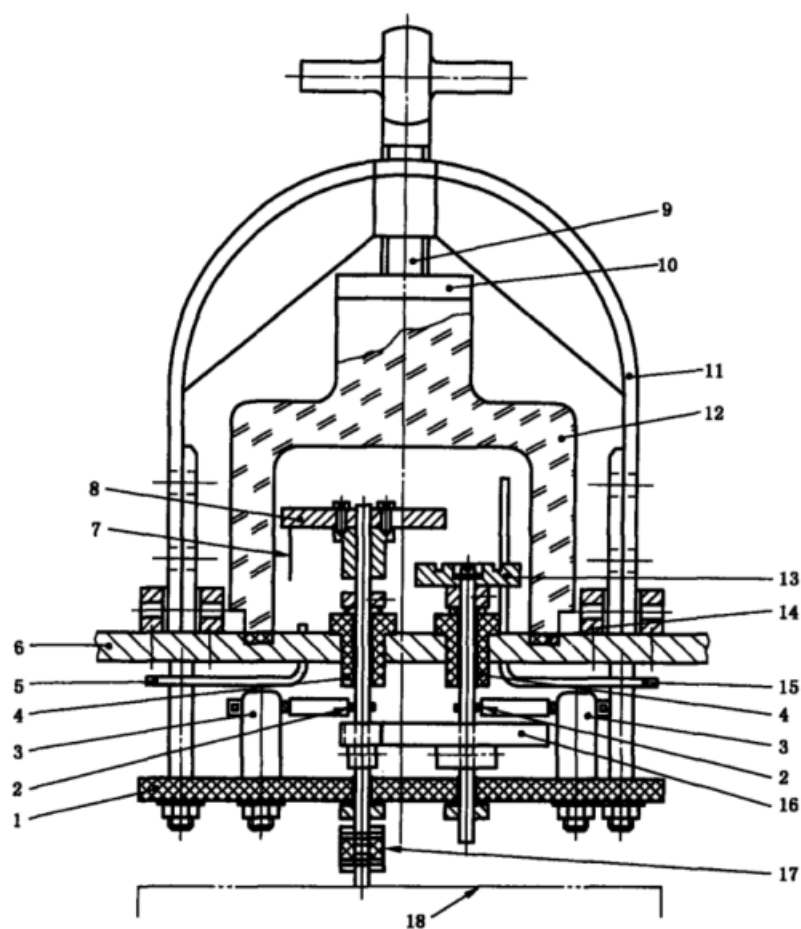
图 B.2 铜电极盘

单位为毫米



详图 X, 比例 10 : 1

图 B.3 极握



- 1—绝缘板；
- 2—电流接入处；
- 3—绝缘螺栓；
- 4—绝缘支撑；
- 5—气体出口；
- 6—底板；
- 7—钨丝；
- 8—极握；
- 9—夹紧螺杆；
- 10—承压板；
- 11—夹钳；
- 12—罩；
- 13—锯盘；
- 14—橡皮垫；
- 15—气体进口；
- 16—传动齿轮 50 : 12；
- 17—绝缘联接器；
- 18—带减速器的拖动电机，80 r/min。

图 B.4 火花试验装置设计实例