



中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.3—201×
代替GB 3836.3—2010

爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的 设备

Explosive atmospheres—
Part3: Equipment protection by increased safety “e”

(IEC 60079-7:2015, Explosive atmospheres—Part3: Equipment
protection by increased safety “e”, MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2018.09)

××××-××-××发布

××××-××-××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	1
3 术语和定义	4
4 结构要求	6
5 专用电气设备的补充要求	19
6 型式检查和型式试验	40
7 例行检查和试验	50
8 Ex 元件防爆合格证	51
9 标志和使用说明书	51
10 文件	53
附 录 A (规范性附录) 电动机温度确定—试验和计算方法	55
附 录 B (规范性附录) 特殊结构的电阻加热器或电阻加热元件 (电伴热除外) 的型式试验 ..	58
附 录 C (资料性附录) 鼠笼转子电动机: 运行中的热保护	60
附 录 D (资料性附录) 电阻加热元件和加热器: 附加电气保护	61
附 录 E (资料性附录) 通用接线盒和分线盒的端子和导线组合	62
附 录 F (规范性附录) 铜导线尺寸	64
附 录 G (规范性附录) T5 型 (仅 8W)、T8 型、T10 型和 T12 型灯管的试验程序	65
附 录 H (规范性附录) 用“设备保护级别”的方法对防爆设备进行危险评定的介绍	69
表 1 绝缘材料的耐泄痕性	10
表 2 爬电距离和电气间隙	11
表 3 最高表面温度的确定条件	17
表 4 绝缘绕组极限温度	18
表 20 电缆填料密封盒的间隔距离	20
表 5 对于鼠笼转子点燃危险因数的潜在的气隙火花危险评价	22
表 6 对于“ec”保护等级的电机定子绝缘系统试验	25
表 7 中性点假定的电压	26
表 8 灯泡与保护罩之间的最小距离	27
表 9 脉冲电压峰值超过 1.5kV 的爬电距离和电气间隙	28
表 10 螺口灯座和灯头的爬电距离和电气间隙	28
表 11 耐短路电流能力	32
表 12 电池和电池组的型式与使用	33
表 13 爆炸试验混合物	42
表 14 耐冲击试验	42
表 15 旋入力矩和最小旋出力矩	43
表 16 电子镇流器下灯具的阴极功耗	44
表 17 拉力试验值	50
表 18 螺纹式灯头的爬电距离和电气间隙	53

表 19 警告牌的内容.....	53
------------------	----

前 言

GB/T 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”保护的设备；
- 第3部分：由增安型“e”保护的设备；
- 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备；
- 第5部分：由正压外壳“p”保护的设备；
- 第6部分：由液浸型“o”保护的设备；
- 第7部分：由充砂型“q”保护的设备；
- 第8部分：由“n”型保护的设备；
- 第9部分：由浇封型“m”保护的设备；
- 第11部分：最大试验安全间隙测定方法；
- 第12部分：气体或蒸汽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：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：正压房间或建筑物的结构和使用；？
- 第18部分：本质安全电气系统；
- 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；
- 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”保护的设备。

.....

本部分为GB/T 3836系列的第3部分。

本部分代替GB 3836.3-2010《爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设备》，与GB 3836.3-2010相比，主要技术变化如下：

- 增加了对增安型“e”电气设备和Ex元件按“eb”保护等级和“ec”保护等级分级的要求（见1范围）；
- 增加了对电气连接件按“eb”保护等级和“ec”保护等级不同的要求（见4.2）；
- 增加了对“ec”保护等级印刷电路板的要求（见4.5）；
- 修改了固体电气绝缘材料的要求（见4.6，GB 3836.3-2010版的4.5）；
- 修改了极限温度的概述内容，增加了对最高表面温度的确定条件（见4.8.1，表3，GB 3836.3-2010版的4.7.1）；
- 增加了对电动机按“eb”保护等级和“ec”保护等级不同的要求（见5.2.1，5.2.3，5.2.4，5.2.8.3，5.2.8.4，5.2.9，5.2.10，表6，5.2.13）；
- 删除了对电动机定子绕组接线端子在启动状态下的极限温度要求（见GB 3836.3-2010版的

5.26)

- 增加了“ec”保护等级的发光二极管(LED)的要求(见5.3.2.5。、, 5.3.4.3);
- 增加了对灯具按“eb”保护等级和“ec”保护等级电气间距的要求(见5.3.4);
- 增加了对双脚灯的灯座按“eb”保护等级和“ec”保护等级的要求(见5.3.5.3);
- 增加了对灯具的卡口灯座的要求(见5.3.5.4.2);
- 增加了对灯具按“ec”保护等级内部辅助设备的要求(见5.3.6);
- 增加了对管式双插脚荧光灯按“eb”保护等级和“ec”保护等级的要求(见5.3.9);
- 增加了对包含单体电池或电池组设备按“eb”保护等级和“ec”保护等级的要求(见5.6);
- 增加了对文件的要求(见10);

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60079-7: 2015《爆炸性环境 第7部分: 由增安型“e”保护的 设备》。

本部分与 IEC 60079-7: 2015 的技术性差异及其原因如下:

- 关于规范性引用文件, 本部分做了具有技术性差异的调整, 以适用我国的技术条件, 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:

- 规范性引用文件中用我国标准代替原国际文件。

本部分做了下列编辑性修改:

- 修改了标准的名称中的部分号;
- 纳入了 IEC 60079-7:2015/AMD1:2017 的内容。

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/TC9)归口。

本部分起草单位:

本部分主要起草人:

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 3836.3-1983;
- GB 3836.3-2000;
- GB 3836.3-2010。

爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设

1 范围

GB3836/T的本部分规定了爆炸性气体环境用电气设备增安型“e”的设计、结构、检验和标志要求。增安型“e”电气设备和Ex元件的保护等级为：

- a) “eb” 保护等级（EPL “Mb” 或 “Gb”）；或
- b) “ec” 保护等级（EPL “Gc”）。

“eb” 保护等级适用于设备或Ex元件，包括它们的连接件、导体、绕组、灯和电池，但不包括半导体或电解电容器。

注1：“eb” 保护等级不适用半导体或电解电容器之类的电子元件，因为如果不采用内部隔离距离，则预期故障会导致温度过高或者产生电弧和火花。要保持内部隔离距离以及电子元件的功能，通常并不现实。

“ec” 保护等级适用于设备或Ex元件，包括它们的连接件、导体、绕组、灯和电池，也包括半导体和电解电容器。

注2：“ec” 保护等级允许使用半导体或电解电容器之类的电子元件，因为在正常条件下和预期经常出现的情况下对此进行评定，都不太可能导致温度过高或者出现电弧和火花。由于隔离距离的要求并不适用于内部结构，因此，如果外部隔离距离符合要求，则普通电子元件通常可以使用。

除非另有说明，本部分的要求适用于两个保护等级。

本部分适用于额定电压不超过11 kV（交流有效值或直流）、采取一些附加措施保证在正常运行或规定的异常条件下不产生危险温度、电弧和火花的电气设备。

对于“eb” 保护等级，本部分适用于额定电压不超过11 kV（交流有效值或直流）的电气设备。

对于“ec” 保护等级，本部分适用于额定电压不超过15 kV（交流有效值或直流）的电气设备。

注3：短路电流通过增安型主电路连接件时，由于产生机械应力造成连接件移动，因此不认为会形成显著的点燃爆炸性气体环境的危险。普通的工业标准要求考虑短时高强电流对连接件可靠性产生的影响。存在爆炸性气体环境不会对连接件的可靠性产生严重影响。

注4：当电流偏移高于标称额定电流，发生短期热偏移（例如电动机起动过程中）时，由于是在事件过程中产生的对流并且持续时间较短，因此不认为会形成显著的点燃爆炸性气体环境的危险。

注5：高压连接件和相关连接线（1kV以上）可能易于受可能成为点燃源的局部增大的放电活动影响。典型的解决方法是增加与接地表面或者其他连接件的间距，终端配置合适的高压应力释放器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 755 旋转电机 定额和性能(GB/T 755-2008, IEC 60034-1:1996, IDT)

GB/T 1312 管形荧光灯灯座和启动器座(GB/T 1312-2007, IEC 60400:2004, IDT)

GB/T 1406.1 灯头的型式和尺寸 第1部分：螺口式灯头(GB/T 1406.1-2008, IEC 60061-1:2005, MOD)

GB/T 1406.2 灯头的型式和尺寸 第2部分：插脚式灯头(GB/T 1406.2-2008, IEC 60061-1:2005, MOD)

GB/T 1406.5 灯头的型式和尺寸 第5部分：卡口式灯头(GB/T 1406.5-2008, IEC 60061-1:2005, MOD)

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求(GB/T 3836.1-201×, IEC 60079-0:2011, MOD)

GB/T 3836.3—201×

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备（GB/T 3836.2-201×, IEC 60079-1:2014, MOD）

GB/T 3836.4-201× 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的的设备（GB/T 3836.4-200×, IEC 60079-11:2012, MOD）

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)（GB/T 4208-2008, IEC 60529: 2001, IDT）

GB/T 7957 瓦斯环境用矿灯结构、性能和防爆试验通用要求（GB/T 7957-201×, IEC 60079-35-1:2011, IEC 60079-35-2:2011, NEQ）

GB/T 14048.1 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则（GB/T 14048.1-2012, IEC 60947-1:2011, MOD）

GB 14196.1 白炽灯安全要求 第1部分：家庭和类似场合普通照明用钨丝灯（GB 14196.1-2008, IEC 60432-1:2005, IDT）

GB 20840.2-2014 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求

GB 16895.20 建筑物电气装置 第5部分：电气设备的选择和安装 第55章：其他设备 第551节：低压发电设备（GB 16895.20-2003, IEC 60364-5-551:1994, IDT）

GB/T 16916.1 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB) 第1部分：一般规则（GB/T 16916.1- , IEC 61008-1:2012, MOD）

GB/T 17935 螺口灯座（GB/T 17935-2007, IEC 60238 :2004, IDT）

GB/T 17464 连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求 适用于0.2mm²以上至35mm²(包括)导线的夹紧件的通用要求和特殊要求（GB/T 17464-2012, IEC 60999-1:1999, IDT）

GB 18774 双端荧光灯 安全要求（GB 18774-2002, IEC 61195:1999, IDT）

GB 19510.4 灯的控制装置 第4部分：荧光灯用交流电子镇流器的特殊要求（GB 19510.4-2009, IEC 61347-2-3:2000A1:2004 A2:2006, IDT）

GB/T 19518.1-2004 爆炸性环境 电阻式伴热器 第1部分：通用和试验要求（GB/T 19518.1-201×, IEC 60079-30-1:2007）

GB/T 10682 双端荧光灯 性能要求（GB/T 10682-2010, IEC 60081:2005, NEQ）

GB/T 1406.1 灯头的型式和尺寸 第1部分：螺口式灯头（GB/T 1406.1-2008, IEC 60061-1:2005, MOD）GB/T 1406.2 灯头的型式和尺寸 第2部分：插脚式灯头（GB/T 1406.2-2008, IEC 60061-1:2005, MOD）GB/T 1406.5 灯头的型式和尺寸 第5部分：卡口式灯头（GB/T 1406.5-2008, IEC 60061-1:2005, MOD）GB/T 19148.1 灯座的型式和尺寸 第1部分：螺口式灯座（GB/T 19148.1-2008, IEC 60061-2:2004, MOD）

GB/T 19148.2 灯座的型式和尺寸 第2部分：插脚式灯座（GB/T 19148.2-2008, IEC 60061-2:2004, MOD）

GB/T 2423.5 环境试验 第二部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击（GB/T 2423.5-1995, IEC 60068-2-27:1987, IDT）

GB/T 2423.19 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kc：触头和连接件的二氧化硫试验（GB/T 2423.19-2013, IEC 60068-2-42:2003, IDT）

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）（GB/T 2423.10-2008, IEC 60068-2-6:1995, IDT）

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（GB/T 2828.1-2013, ISO 2859-1:1999, IDT）

GB/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境（GB/T 2900.35-2008, IEC 60050-426:2008, IDT）

GB/T 3956 电缆的导体（GB/T 3956-2008, IEC 60228:2004, IDT）

GB/T 4207 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法 (GB/T 4207-2012, IEC 60112:2009, 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)

T 6109

GB/T 6109.22 漆包圆绕组线 第22部分: 240级芳族聚酰亚胺漆包圆铜线 (GB/T 6109.22, IEC 60317-46:1997, IDT)

GB/T 6109.20 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 (GB/T 6109.20-2008, IEC 60317-13:1997, IDT)

GB/T 10681- 家用和类似场合普通照明用钨丝灯 性能要求 (GB/T 10681-2009, IEC 60064:2005 A4:2007, NEQ)

GB/T 11021- 电气绝缘 耐热性和表示方法 (GB/T 11021-2014, IEC 60085:2007, IDT)

GB/T 14048.7 低压开关设备和控制设备 第1部分: 辅助电器 铜导体的接线端子 (GB/T 14048.7-2016, IEC 60947-7-1:2009, MOD)

GB/T 14048.8 低压开关设备和控制设备 第7-2部分: 辅助器件 铜导体的保护导线接线端子排 (GB/T 14048.8-2016, IEC 60947-7-2:2009, MOD)

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 (GB/T 16935.1-2008, IEC 60664-1:2007, IDT)

GB/T 20636 连接器件 电气铜导线 螺纹型和非螺纹型夹紧件的安全要求 适用于 35mm^2 以上至 300mm^2 导线的特殊要求 (GB/T 20636-2006, IEC 60999-2:2003, IDT)

GB/T 11026.1 电气绝缘材料 耐热性 第1部分: 老化程序和试验结果的评定 (GB/T 11026.1-2016, IEC 60216-1:2013, IDT)

GB/T 11026.2 电气绝缘材料 耐热性 第2部分: 试验判断标准的选择 (GB/T 11026.2-2012, IEC 60216-2:2005, IDT)

GB/T 6109.22 漆包圆绕组线 第22部分: 240级芳族聚酰亚胺漆包铜圆线 (GB/T 6109.22-2008, IEC 60317-46:1997, IDT)

GB 14196.2 白炽灯 安全要求 第2部分: 家庭和类似场合普通照明用卤钨灯 (GB 14196.2-2008, IEC 60432-2:2005, IDT)

GB 14196.3 白炽灯 安全要求 第3部分: 卤钨灯 (非机动车辆用) (GB 14196.3-2008, IEC 60432-3:2005, IDT)

GB 7000.1 灯具 第1部分: 一般要求与试验 (GB 7000.1-2015, IEC 60598-1:2014, IDT)

GB/T 13140.5 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第2部分: 扭接式连接器件的特殊要求 (GB/T 13140.5-2008, IEC 60998-2-4:2004, IDT)

GB/T 17936 卡口灯座 (GB/T 17936-2007, IEC 61184:2004, IDT)

GB 19510.1 灯的控制装置 第1部分: 一般要求和安全要求 (GB 19510.1-2009, IEC 61347-1:2007, IDT)

GB 19652 放电灯 (荧光灯除外) 安全要求 (GB 19652-2005, IEC 62035:1999, IDT)

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分: 模塑和挤塑塑料的试验条件 (GB/T 1040.2-2006 ISO 527-2:1993, IDT)

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定 (GB/T 9341-2008, ISO 178:2001, IDT)

IEC 60947-7-4, 低压开关和控制开关, 第7-4部分: 辅助装置—PCB铜导线用接线板

IEC 60068-2-27, 环境试验—第2-27部分: 试验—试验Ea和导则: 冲击

3 术语和定义

本标准采用GB/T 3836.1 中的术语和定义及下列术语和定义。

对于其它术语，特别是那些通用术语，宜参考GB/T 2900.35或电工术语的其它相应部分。

3.1

电池和电池组类型 cell and battery types

3.1.1 气密式电池 sealed cell

保持封闭且在制造商规定的极限值范围内运行时没有气体或液体释放的单体电池。

注1：该种电池经常带有保护装置，以防止危险的高的内部压力，并且被设计为在使用寿命内以原始密封状态工作。

注2：气密式单体电池的前身是GB/T 3836.8中的1型电池。

3.1.2 阀控式单体电池或电池组 valve-regulated cell or battery

正常条件下是密封的，但具有一个装置，当其内部压力超过预定值时能让气体溢出的电池。

注1：通常，该种电池不能补充电解液。

注2：阀控式电池的前身是GB/T 3836.8中的2型电池。

3.1.3 排气式体电池或电池组 vented cell or battery

带有盖子，盖子上有通气孔，产生的气体可通过通气孔溢出的电池。

注1：排气式电池的前身是GB/T 3836.8中的3型电池。

3.2

工作制(电动机) duty type (motor)

对于一个或多个负载的电动机在指定时间内保持稳定，或者在非周期工作时间内电动机的负载和转速在允许的操作范围内变化的连续、短时或者周期性的工作。

注1：这些工作制包括GB/T 755中定义的工作制S1-S10。

3.3

金属包头 ferrule

嵌压到终端内的绞线上用来保护绞线的金属管，通常和电气绝缘一起使用保护那些没有完全在端子箱内、暴露在外的部分电线。

3.4

熔断器 fuse

一种装置，使得当通过的电流超过额定值一段时间后，通过熔断一个或多个特别设计的对应组件，以切断它所在的电路的电流，从而达到保护电路的作用。

3.5

增安型 “e” increased safety “e”

电气设备或Ex元件的一种防爆型式，即采取一些附加措施，以提高其安全程度，防止产生危险温度、电弧和火花的可能性。

3.6

初始启动电流 I_A initial starting current I_A

交流电动机在静止状态或交流电磁铁衔铁处于最大空气间隙位置状态，从供电线路输入额定电压和额定频率时输入的最大电流有效值。

注：瞬态现象忽略不计。

3.7

发光二极管LED Light Emitting Diode LED

由p-n结组成的当有电流激励时能发射出光的固态器件。

3.8

LED模块 LED module

未安装灯头的光源，包含一个或多个装在印刷电路板上的LED封装件，并可能包括以下的一个或多

个组件：电子、光学、机械和热的部件，接口和控制装置等。

3.9

LED封装件 LED package

封装有一个或多个LED芯片的单电子元件，该元件可能包含光学元素，以及热、机械和电气的接口等。

注1：该组件不包括控制装置的控制单元，不包括灯头，并且不是直接和电源电压连接。

注2：LED封装件是一个分立（离散）元件，是LED模块或者LED灯的一部分。

3.10

正常运行 normal service

〈电机〉在铭牌额定值（或者一组额定值）下的连续运行包括启动条件。

注1：保护等级为“ec”，工作类型为S1或S2的电动机，其正常运行不包括启动条件。

3.11

额定动态电流 I_{dyn} rated dynamic current I_{dyn}

电气设备能够承受其电动力效应而不损坏的电流峰值。

3.12

额定短时间发热电流 I_{th} rated short-time thermal current I_{th}

在最高环境温度下，在1s内使导体从额定运行时的稳定温度上升至极限温度的电流有效值。

3.13

电阻加热应用 resistance-heating applications

3.13.1

电阻加热 resistance-heating

利用电阻加热装置、元件和任何相关的控制装置（不同于电伴热系统）。

注：电伴热系统详见IEC 60079-30-1GB/T 19518.1

3.13.2

电阻加热元件 resistance-heating device

电阻式加热器的一部分，它包括一个或多个加热电阻，通常由金属导线或其它导电材料制成，并且有适当的绝缘和护套保护。

3.13.3

电阻加热器 resistance heating unit

由一个或多个电阻加热元件及必要的温度保护装置构成的加热器。

注：如果保证不超过极限温度的温度保护装置安装在爆炸危险场所之外，则不必制成增安型“e”或其它防爆型式。

3.13.4

工件 workpiece

安装有电阻加热组件或加热器的物体。

3.13.5

自限温特性 temperature self-limiting characteristic

电阻加热器的一种特性，即在额定电压下，电阻加热器的热输出功率随周围温度的升高而下降，直到该加热器达到它的热输出功率下降至温度不再上升的一个温度值。

注：此时，元件表面温度实际上是周围的环境温度。

3.13.6

稳态结构 stabilized design

在最不利条件下不附加温度限制装置，电阻加热元件或加热器的温度凭设计和使用将稳定在极限温度以下的结构。

3.14

短路电流 I_{sc} short-circuit current I_{sc}

电气设备在工作中可承受的最大短路电流有效值。

注：最大值记录在GB3836.1-200×第24章规定的文件中。

3.15

固体绝缘 solid insulation

电气绝缘材料，它是挤压或铸造出来的，但不是浇注而成的。

注：由两个或更多的电绝缘材料制成的，牢固的粘合在一起可以被认为是固体的绝缘体。固体绝缘这个术语指的是材料的最终形式，不一定是材料初始应用时的状态。例如用于电气设备的绕组，在使用清漆来粘合和绝缘的过程中，不论应用初始时清漆是什么状态，当清漆凝固后就认为它是固体绝缘材料。

3.16

启动电流比 I_A/I_N starting current ratio I_A/I_N

初始启动电流 I_A 与额定电流 I_N 之比。

3.17

定子绕组 stator winding

在电气设备上的固定绕组，应用于旋转电机或者直线电机。

3.18

t_E 时间 time t_E

交流转子或定子绕组在最高环境温度下达到额定运行温度后，从开始通过启动电流 I_A 时起直至温度上升到极限温度所需的时间(单位：s)（见图A.1）。

3.19

伴热器 trace heater

以电阻发热为原理产生热量，通常包括适当的绝缘和保护的一根和/或多根金属导线或其它导电材料的装置。

3.20

终端 terminal

电路元件，电子电路或网络与其它电路元件，电子电路或网络互连的点。

3.21

安全装置 safety device

用于爆炸性气体的内部或外部的装置，保障设备的安全运行和在爆炸风险中保护系统。

注：考虑到IEC标准的发展，TC31已经启动了一个基于EN 50495的项目来为这些安全装置提供需求。

3.22

可运输的 transportable

有能力从一个位置被移动到另一个位置，通常通过车辆进行。

4 结构要求

4.1 保护等级

增安型“e”的电气设备的保护等级应为以下之一：

——保护等级“eb”（EPL “Mb” 或 “Gb”）；或

——保护等级“ec”（EPL “Gc”）。

本章的要求适用于所有增安型“e”电气设备，第5章另有规定的除外。

4.2 电气连接件

4.2.1 总则

电气连接件分为现场接线用连接件（4.2.2）和工厂接线用连接件（4.2.3），为便于详细说明相应的要求，连接件又分为永久连接型和可再连接型/可再接线型。

外部接地和等电位连接应符合现场布线连接（4.2.2）的相关要求。

如果适用，每种类型的连接件应：

- a) 制成具有使导线在用螺钉拧紧时或在导线插入后，不会从指定位置滑出的结构；
- b) 采取措施防止连接件在使用中松脱；
- c) 保证适当的接触压力，不对连接导线产生影响功能的损伤，即使是在连接件与多股导线直接卡紧时；
- d) 提供可靠的压力保证运行中的接触压力；
- e) 制成保证在正常运行情况下，不会因温度变化而出现可见损坏的结构；
- f) 不通过绝缘材料施加接触压力，GB/T 3836.1中规定的接地连续性试验允许的除外；
- g) 规定在一个夹紧点不可贯穿多根单独的导线，特殊设计和对多根导线的夹紧进行评定时除外；
- h) 如果使用多股导线，采取措施对导线进行保护，并使接触压力分布均匀。装配时，施加的接触压力应能使多股导线形成可靠、有效的固定形状，这种形状在以后的运行中不会发生变化。或者，施加的接触压力宜能适应使用中多股导线状态；
- i) 对于螺旋连接件，制造商应有规定的力矩值；
- j) 对于按照 GB/T 3956 规定的 5 级和/或 6 级多芯细导线用无螺纹连接件，多股细芯导线应配金属箍，或在安装导线时端子上应有打开夹紧机构的方法以便不损伤导线。

注 1：当使用抗氧化材料时，由于损害临界的爬电距离和电气间隙，使用铝导线可能会出现困难。与接线端子相连的铝导线可配有合适的、带铜质接线端子的双金属连接装置。

注 2：可要求采取防振动和防机械冲击的特殊措施来降低松动的风险。

注 3：有铁质材料应用的地方会出现电解腐蚀现象。基于不同金属之间的电势的限制，关于腐蚀极限的指导详见 IEC TR 60943。

注 4：端子排及配件的绝缘极限温度通常基于 4.8.2 项 a) 的绝缘极限温度，但分配到设备中所用端子的极限温度还要取决于端子所连接电缆的最高电缆绝缘额定温度。

4.2.2 现场接线连接件

4.2.2.1 概述

现场接线的端子应有足够的尺寸，允许其和截面至少等于电气设备相应额定电流的横截面导线有效连接。

连接件应设置在运行中便于进行所要求的检查的位置。

能与连接件可靠连接的导线的数量和尺寸应按 GB/T 3836.1 的要求在说明文件中规定。

注1：“导线的类型”包括一些特征，比如导线的材料和合股性。

注2：某些电缆类型，比如那些符合电磁兼容性要求的，会含有多条接地导线。比正常预期情况下有更多条接地导线时，对接线装置可能会有要求。在这些情况下，用户和制造商提供适合的接线装置是非常重要的。

4.2.2.2 使用符合 GB/T 14048.7、GB/T 14048.8、GB/T 17464 或 GB/T 20636 的端子制成的连接件

该类端子用于连接铜导线，其绝缘被局部剥离，且不附加过渡件，裸导线形状弯曲的除外，如金属箍。

保护等级为“eb”的端子应承受本部分 6.10 规定的端子绝缘材料试验。

端子应能在其安装位置固定。

按照 GB/T 14048.7 规定的温升试验方法，在试验电流为额定电流的 110% 情况下，导电杆的温升不应超过 40K。

注 1：该试验涉及被试样品不带外壳时端子的绝对最大额定电流。在实际应用中，当端子在外壳中成组连接时，就需要按具体情况降低电流额定值，见 5.8、6.8 和附录 E。

如果在防爆合格证中未另加说明，则连接导线截面积不超过 35mm²（2AWG）的连接件还应适合于至少两根 ISO 导线尺寸的更小截面积导线的可靠连接。见附录 F。

注2：4.2.2.2的规定主要是针对端子作为Ex元件使用时的要求。

4.2.2.3 整体的现场接线连接装置

如果适用，整体的现场接线连接装置应符合4.2.2.2的要求。

注1：使用其它类型保护装置的设备或Ex元件的连接设施，比如隔爆外壳“d”，允许使用增安型“e”的装置作为连接方法。

注2：4.2.2.2中提到的为40K升温只是对Ex元件端子的评估，而不是对端子实际应用的决定，实际应用中升温也有可能超过40K。

4.2.2.4 带有电缆连接片和类似物的连接件

这种连接件应能在其安装位置固定。

端子应符合4.2.2.1的要求。

保护等级为“eb”的端子应该经过6.10的端子绝缘材料试验。

应采取防止电缆或导线转动或移位的措施以避免产生松动或对电气间隙和爬电距离造成不利影响，或者，证书编号可包括与GB/T 3836.1的标记要求一致的“X”后缀，证书上的特殊使用条件中应详细列出关于电缆或者导线的固定的规定，以避免爬电距离和电气间隙的减小，也应列出关于避免连接件松动的规定。如果按照GB/T 3836.1的要求，用标识代替“X”后缀，那么这个标记可以位于在电气连接腔的外部或内部。

注：大于35 mm²的导线可以提供足够的刚度以避免爬电距离和电气间隙的减小。

4.2.2.5 永久连接的连接件

这种连接是单独的导线（飞线）在安装时用合适的连接方法来连接。详见4.2.1。将完整的连接件固定到合适的位置，或者是按本部分的要求将完整的连接件可靠绝缘。

如果采用焊接的连接方法，则应对制成的连接件提供除焊料之外的完整连接的机械支撑。不允许仅依靠焊料做为连接件的机械支撑。

注：机械支承的意图是避免机械应力被传递到电连接。

4.2.3 工厂连接件

4.2.3.1 概述

工厂连接件应在特定场所安装，或符合本部分规定的爬电距离和电气间隙。

无论对保护等级“eb”还是“ec”，任何适合用于现场接线的连接件的连接方法可用于工厂连接件，在这种情况下，不必进行6.10规定的端子绝缘材料试验。

注：对绝缘材料的热稳定性的要求详见4.6。

4.2.3.2 保护等级“ec”的扭转式连接件

除了适用于现场接线连接的连接方法之外，符合GB/T 13140.5要求的扭转连接设备也可用于保护等级“ec”中的工厂连接。

4.2.3.3 永久连接件

永久连接件只能通过下列方式进行连接：

- a) 挤压连接；
- b) 硬钎焊；
- c) 熔焊；
- d) 软钎焊，作为对软钎焊连接的补充，完整的连接结构应包括机械支撑；或
- e) 在保护等级“ec”中，印刷电路板安装元件，包括表面封装和插入式封装元件，不需要额外的机械支撑。

注：通常所指的“银焊”过程被认为是“钎焊”。

4.2.3.4 保护等级“eb”插入式连接件

该种连接件设计成在装配、维护或修理时容易连接或拆卸的结构。

注1：在爆炸性气体环境中，这些连接件不能被连接或断开。

注2：插入式元件和卡片式边缘插接件为典型的实例。

保护等级“eb”的插入式连接件应符合下列要求：

- a) 每个连接件至少设置两个连接点，其中一个连接点的失效不会影响另一个连接点的有效性；
- b) 如果工厂连接件在断开时内部仍然带电，则连接件应带有联锁装置以防止带电时断开，或应按照表 19 中项 a) 的规定标志。对于小零件，可在其附近标志，和；？

- c) 应满足以下两种连接牢固性试验的一种：

- 每个连接件或一组连接件应安装有机保持装置，该装置，不包括内部摩擦，能承受至少 30 N 的分断力。如果一组独立的连接件是用机械方式进行连接，且可拆部件的重量大于 0.25 kg，或承载 10 根以上的电缆，则应特别考虑这种连接件的可靠性；

注 3：因为 EPL Gb 设备触点间的间隔导致显著的点燃风险，所以保护级别为“eb”的机械保持要通过试验来评估其有效性。

- 对于依靠摩擦来保持部件于适当位置而摩擦又不产生在连接点的外侧的轻质连接件，其分断力（单位：N）应大于部件重量（kg）的 200 倍，且不要求机械保持装置。该力应围绕部件中心逐渐施加，在这种情况下，不需要机械支撑装置。

4.2.3.5 保护等级“ec”的插入式连接件

该种连接件设计成在装配、维护或修理时容易连接或拆卸的结构。

注1：在爆炸性气体环境中，这些连接件不能被连接或断开。

注2：连接器、插入式元件和卡片式边缘插接件为典型的实例。

在正常操作下没有插入插头，只是用来维护和修理的保护等级为“ec”的插入式连接件的插座，应在维护和修理时没有插入的接合部件的情况下进行评估。

保护等级为“ec”的插入式连接件应该提供牢固的连接，应使用以下两种方式中任一种方式确认：

- a) 每个连接件或一组连接件应安装有机保持装置，该装置，不包括内部摩擦，能承受至少 15 N 的分断力。如果一组独立的连接件是用机械方式进行连接，且可拆部件的重量大于 0.25 kg，或承载 10 根以上的电缆，则应特别考虑这种连接件的可靠性；

评估机械保持有效性的一种方法是通过在本文中描述的 15N 试验。

- b) 对于依靠摩擦来保持部件于适当位置而摩擦又不产生在连接点的外侧的轻质连接件，其分断力（单位：N）应大于部件重量（kg）的 100 倍，且不要求机械保持装置。该力应围绕部件中心逐渐施加，在这种情况下，不需要机械支撑装置。

4.2.3.6 插入式连接件端子桥接

该种连接件设计成一次性结构，在维护或修理时不能连接或拆卸。对保护等级“eb”，桥接端子应大于部件重量 200 倍的分断力（单位：N），该力应围绕部件中心逐渐施加。

对保护等级“ec”，桥接端子应施加大于部件重量 100 倍的分断力（单位：N），该力应围绕部件中心逐渐施加。

4.2.4 现场布线连接的外部插头和插座连接

插头和插座连接，若法兰插头或插座形成外壳壁的一部分，且配合的插头或插座从外部插入，则应符合本条款的补充要求。如果提供的接口是非端接的，则被认为是现场布线。

现场布线连接的插头和插座应符合以下二者之一：

在一件电气设备和另一件电气设备之间（通过两端带有插头或插座的一个电缆组件，或一端有插头或插座而另一端非端接的电缆组件），或

在一件电气设备和固定装置之间（通过一个电缆组件的方式，包括在设备终端上的一个插座和固定安装装置上的非端接电缆）

应当遵守以下的 a)、b) 或 c) 项：

- a) 它们应当被机械地或电气地联锁，或者设计成其它方式，以使它们在触点通电时不能被分离，并且当插头和插座分开时，触点不能被通电。

b) 对于保护等级“ec”，如9.4中条款a)项所要求的，标记了连接(CONNECT)/断开(DISCONNECT)的设备固定在一起；对于保护等级“eb”，通过特殊紧固件把它们固定在一起。

c) 根据上述的b)项，在连接或者断开之前，由于被连接到电池上，所以它们不能被断电，标记应注明9.4中j)项所要求的断开警告语。

为了维持被安装的外壳的防护等级级别，即使可移动部分已经被移除，也应当为固定部分的插头和插座连接件作规定。如果因为灰尘的累积或者水的原因降低了防护等级的级别，那么也应当为插头和/或插座的防护等级级别作出规定。

4.3 电气间隙

不同电位裸露导体之间的电气间隙应符合表2的规定，对外部连接件表2中的最小值为3mm。？

接线端子之间的间隔应分别在安装和不安装导线的情况下进行评估，以确定不利条件下的最小间隙。布线应该符合制造商的规定。

注 1：制造商规定的布线包括导体的尺寸、导体剥离尺寸、导体箍的使用、最大螺丝扭矩等。

注 2：一个接线端子的导体夹紧装置完全打开时，可以呈现出间隔的最不利情况。

电气间隙应按工作电压确定。如果设备有多种额定电压或某一电压范围，则所用工作电压值应取决于最高额定电压。在确定电气间隙时，图1中包含的例1~11示例说明了应考虑的部位特点及相应的电气间隙值。

除非在本标准中另有要求，保护等级“ec”设备的增强电气间隙只适用于主电路和隔离电路之间。该增强电气间隙并不适用于安装有元件的印刷电路板。

4.4 爬电距离

4.4.1 爬电距离要求的值根据工作电压、绝缘材料的耐泄痕性和绝缘材料的表面形状确定。

接线端子之间的间隔应分别在安装和不安装导线的情况下进行评估，以确定不利条件下的最小爬电距离。

表1列出了按相比漏电起痕指数(CTI)对绝缘材料的分级，相比漏电起痕指数按照GB/T 4207的规定测定。无机绝缘材料，例如玻璃和陶瓷材料没有泄痕，所以不需要确定其CTI，通常被列入I级材料。

表1所列材料级别适用于不带凸筋和凹槽的绝缘部件。按照4.4.3的规定，如果绝缘部件带有凸筋或凹槽，则工作电压至1100 V的最小允许爬电距离应按邻近的更高材料级别，例如用 I 级代替 II 级。

注 1：所列材料级别与GB/T 16935.1相同。

因为在正常情况下，瞬间的过电压对耐泄痕现象没有影响，可忽略。但是，暂时的和功能性的过电压可根据其出现的持续时间和频度加以考虑。

除非在本标准中另有要求，保护等级“ec”设备的增强爬电距离只适用于主电路和隔离电路之间。该增强爬电距离并不适用于装有元件的印刷电路板。

注 2：更详细的信息见GB/T 16935.1-2008。

表1 绝缘材料的耐泄痕性

材料级别	相比漏电起痕指数(CTI)
I	600≤CTI
II	400≤CTI<600
IIIa	175≤CTI<400
IIIb	100≤CTI<175

4.4.2 不同电位的裸露带电部分之间的爬电距离应如表 2 所示，保护等级“eb”的最小值为 3mm，保护等级“ec”的最小值为 1.5mm，并且应按设备制造商规定的工作电压确定。此外，对于保护等级“ec”，除了现场布线连接之外的爬电距离应该被允许与所给附录 H 中的值一致。

4.4.3 图 1 中的示例是按不同具体结构确定相应爬电距离的实例。保护等级“eb”时，图中“X”的值为 2.5mm，保护等级“ec”时，图中“X”的值为 1.5mm。

绝缘表面上凸筋和凹槽的影响须符合下列条件：

a) 对保护等级“eb”：

——绝缘表面上的凸筋至少高 2.5mm，凸筋厚度应与绝缘材料的机械强度相适应，至少为 1.0 mm。

——表面上的凹槽至少深 2.5mm 和至少宽 2.5mm。如果相关的电气间隙小于 3mm，则凹槽最小宽度可减少至 1.5 mm。

b) 对保护等级“ec”：

——绝缘表面上的凸筋至少高 1.5mm，凸筋厚度应与绝缘材料、的机械强度相适应，至少为 0.4 mm。

——表面上的凹槽至少深 1.5mm 和至少宽 1.5mm。

表面上的凸起和凹陷部分可视为凸筋和凹槽，与几何形状无关。

粘接结构（见 GB/T 3836.1）视为固体部分。

注：图1中的图例与GB/T 16935.1中给出的是完全相同的。

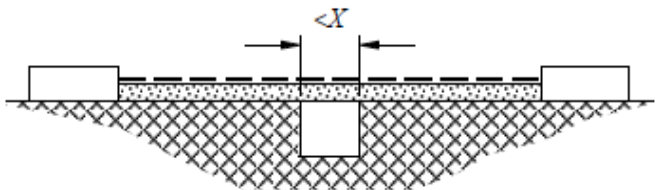
表2 爬电距离和电气间隙

工作电压 (见注a和b) 交流有效值 或直流 V	最小爬电距离								最小电气间隙和间隔		
	mm								mm		
	材料级别								电气间隙	涂覆层下的间隔 ^d	
	I		II		IIIA		IIIB				
	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“ec”
≤10(see c)	1.6	1	1.6	1	1.6	1	—	1	1.6	0.4	0.3
≤12.5	1.6	1.05	1.6	1.05	1.6	1.05	—	1.05	1.6	0.4	0.3
≤16	1.6	1.1	1.6	1.1	1.6	1.1	—	1.1	1.6	0.8	0.3
≤20	1.6	1.2	1.6	1.2	1.6	1.2	—	1.2	1.6	0.8	0.3
≤25	1.7	1.25	1.7	1.25	1.7	1.25	—	1.25	1.7	0.8	0.3
≤32	1.8	1.3	1.8	1.3	1.8	1.3	—	1.3	1.8	0.8	0.3
≤40	1.9	1.4	2.4	1.6	3.0	1.8	—	1.8	1.9	0.8	0.6
≤50	2.1	1.5	2.6	1.7	3.4	1.9	—	1.9	2.1	0.8	0.6
≤63	2.1	1.6	2.6	1.8	3.4	2	—	2	2.1	0.8	0.6
≤80	2.2	1.7	2.8	1.9	3.6	2.1	—	2.1	2.2	0.8	0.8
≤100	2.4	1.8	3.0	2	3.8	2.2	—	2.2	2.4	0.8	0.8
≤125	2.5	1.9	3.2	2.1	4.0	2.4	—	2.4	2.5	1	0.8
≤160	3.2	2	4.0	2.2	5.0	2.5	—	2.5	3.2	1.5	1.1
≤200	4.0	2.5	5.0	2.8	6.3	3.2	—	3.2	4.0	2	1.7
≤250	5.0	3.2	6.3	3.6	8.0	4	—	4	5.0	2.5	1.7
≤320	6.3	4	8.0	4.5	10.0	5	—	5	6.0	3	2.4
≤400	8.0	5	10.0	5.6	12.5	6.3	—	6.3	6.0	4	2.4
≤500	10	6.3	12.5	7.1	16	8	—	8	8.0	5	2.4
≤630	12	8	16	9	20	10	—	10	10	5.5	2.9
≤800	16	10	20	11	25	12.5	—	—	12	7	4
≤1000	20	11	25	11	32	13	—	—	14	8	5.8
≤1250	22	12	26	12	32	15	—	—	18	10	—
≤1600	23	13	27	13	32	17	—	—	20	12	—
≤2000	25	14	28	14	32	20	—	—	23	14	—

≤2500	32	18	36	18	40	25	—	—	29	18	—
≤3200	40	22	45	22	50	32	—	—	36	22	—
≤4000	50	28	56	28	63	40	—	—	44	28	—
≤5000	63	36	71	36	80	50	—	—	50	36	—
≤6300	80	45	90	45	100	63	—	—	60	45	—
≤8000	100	56	110	56	125	80	—	—	80	56	—
≤10000	125	71	140	71	160	100	—	—	100	70	—
≤12500	—	90	—	90	—	125	—	—	—	89	—
≤13640	—	98	—	98	—	138	—	—	—	97	—

- a 当确定爬电距离和电气间隙规定值时，工作电压可能比表中的电压值高出1.1倍。
- 注：1.1倍这个因素让我们认识到，在电路的许多地方中，工作电压等于额定电压，许多常用的额定电压考虑到1.1倍这个因素。
- b 所示的爬电距离和电气间隙值已经考虑到最大供电电压偏差±10%，因此当确定使用表中的工作电压值时，不必考虑电压波动。
- c 对于10V及以下的电压，与CTI的数值无关，且可使用不符合IIIb级要求的材料。
- d 在保护等级“ec”中，如4.5中所描述，所示的涂覆层下的间隔允许用于印刷电路板。

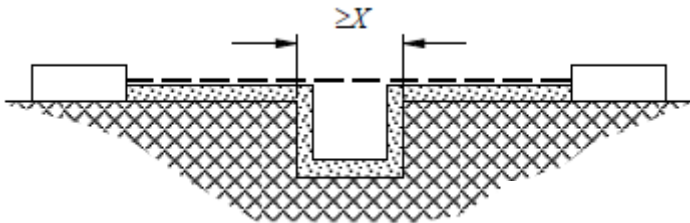
例 1



条件：路径包括两侧平行的宽度小于Xmm，深度不考虑的凹槽。

规则：爬电距离和电气间隙直接穿越凹槽测量，如图所示。

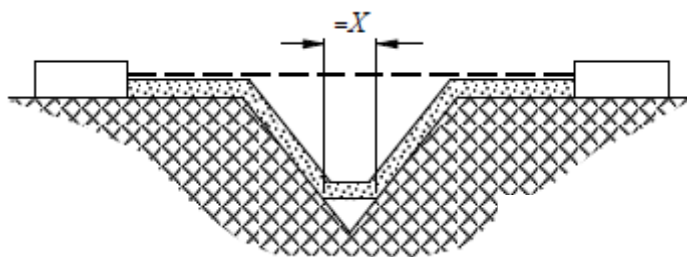
例2



条件：路径包括两侧平行的、宽度等于或大于Xmm的凹槽。

规则：电气间隙是直线距离，爬电距离沿凹槽轮廓测量，如图所示。

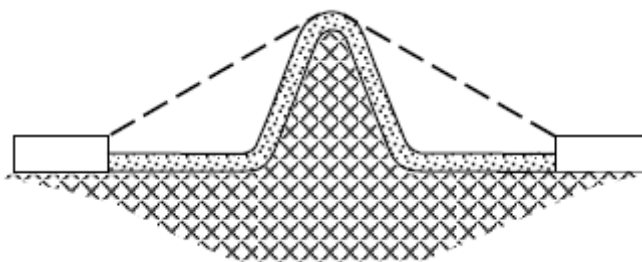
例3



条件：路径包括V形凹槽，宽度大于 X_{mm} 。

规则：电气间隙是直线距离，爬电距离沿凹槽轮廓，但在凹槽下部的 X_{mm} 处穿越。

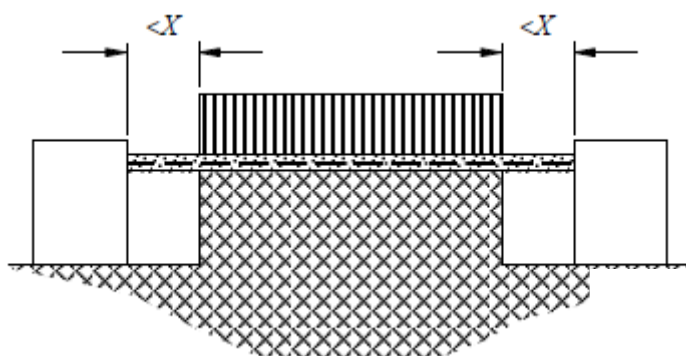
例4



条件：路径包括凸筋。

规则：电气间隙是越过凸筋顶部的最短直接空气距离，爬电距离沿凸筋轮廓测量。

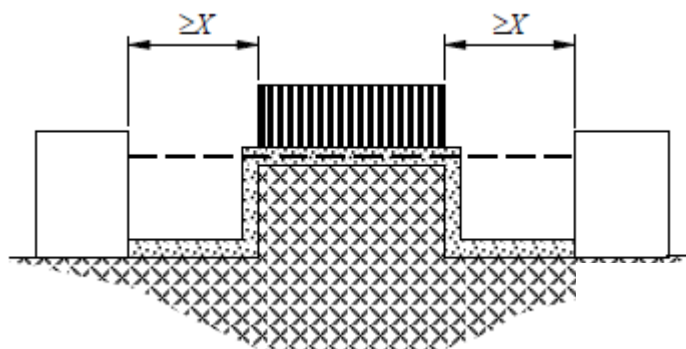
例5



条件：路径包括未粘合的接合件，两侧有宽度小于 X_{mm} 的凹槽。

规则：爬电距离和电气间隙是如图所示直线路径。

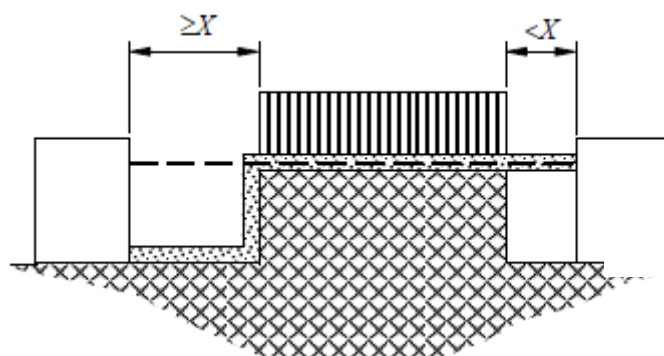
例6



条件：路径包括未粘合的接合件，两侧有宽度等于或大于 X_{mm} 的凹槽。

规则：电气间隙是直线距离，爬电距离是沿凹槽轮廓路径。

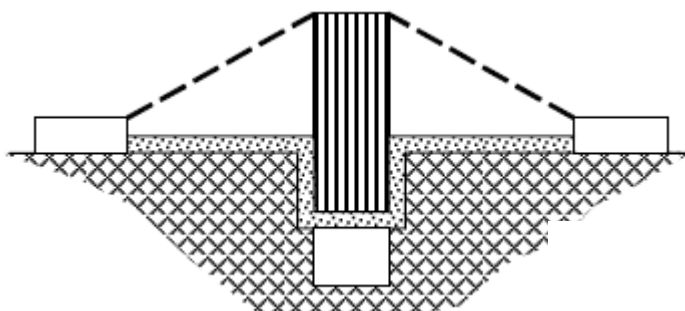
例7



条件：路径包括未粘合的接合件，一侧有宽度小于 $X\text{mm}$ 的凹槽，另一侧有宽度等于或大于 $X\text{mm}$ 的凹槽。

规则：电气间隙和爬电距离如图所示。

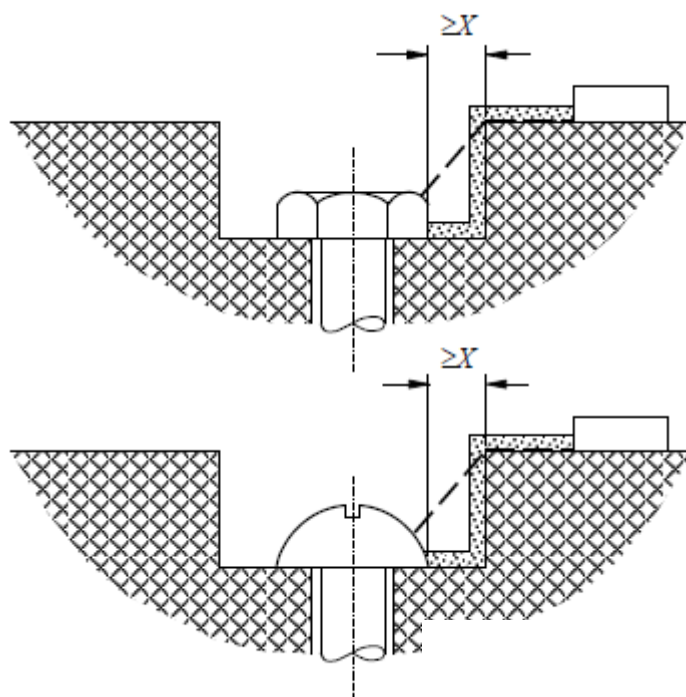
例8



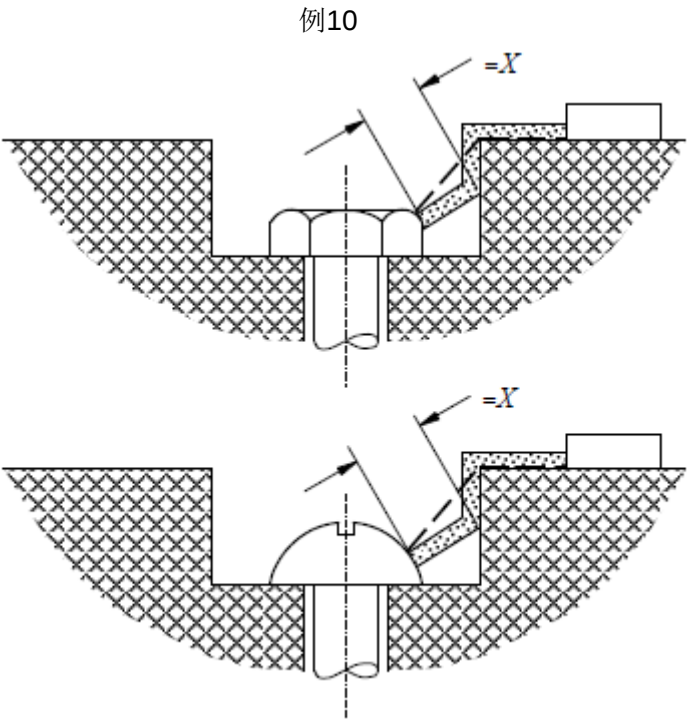
条件：穿越未粘合接合件的爬电距离小于跨越屏障的爬电距离。

规则：电气间隙为跨越屏障顶端的最短直接空气路径。

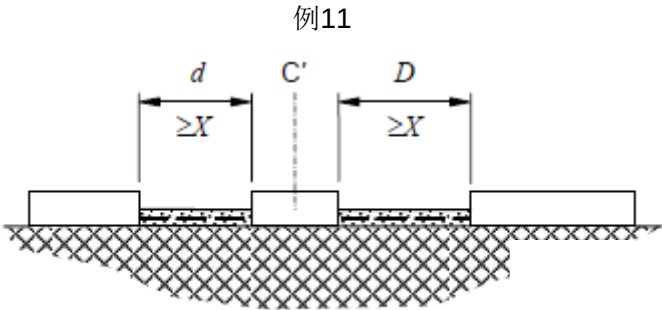
例9



螺栓头与凹窝壁间的间隙较大，计入。



螺栓头与凹窝壁之间的间隙小，不计入。
在螺栓与壁间的距离等于Xmm时，测量爬电距离是从螺栓至壁。



电气间隙= $d+D$
爬电距离= $d+D$
C'-置入导体之间绝缘路径中的导电件

———1 电气间隙 2 爬电距离

图1 电气间隙和爬电距离的测量

4.5 带有涂覆层的印刷电路板，保护等级“ec”

对于保护等级“ec”，表2中所示的涂覆层下减少的距离，允许用于工作电压不超过1100V的印刷电路板。如适用，该涂覆层应该对密封导体部分和防止潮气进入的绝缘材料有效果，并应该附着在导体部分和绝缘材料上。如果涂覆层是通过喷洒实现的，则应产生两个独立的涂层。其他方式只需要一个涂覆层，比如浸涂、刷涂、真空浸渍，目的是实现有效的、持久的、完整的密封。单独的阻焊层不被认为是

涂覆层，但是当一个额外的涂覆层被应用时，阻焊层可以被看作两个涂覆层中的一个，使得焊接过程中阻焊层不被损坏，

注：4.5的目的并不是对那些一般工业设备增加涂覆层的要求。

4.6 固体电气绝缘材料

注：在本标准中并没有固体绝缘的指定距离，因此对一般工业设备的指定距离，对绝缘材料热稳定性的要求和介电试验被认为是为适用于EPL提供的保护等级要求。

4.6.1 详细说明

符合本标准要求的绝缘材料规范应包括以下内容：

- a) 材料制造商的名称或注册商标；
- b) 材料的标识；
- c) 可能的表面处理，比如清漆等；
- d) 材料的长期热稳定性（比如符合 IEC 60216 的 TI，符合 ANSL/UL 746B 的 RTI，或其它建立在长期工作温度下的评级系统，比如该材料的评级为 20000 小时。）
- e) 在适用时，漏电起痕指数应按照 IEC 60112GB/T 4207 确定；
- f) 当绝缘材料是防护外壳的一部分时，温度指数 TI，对应热稳定曲线上的 20000 小时点的弯曲强度的降低不超过 50%，按照 IEC 60216-1GB/T 11026.1 和 IEC 60216-2GB/T 11026.2 确定，同时根据 ISO 178GB/T 9341 中的弯曲性确定。如果在进行热试验前该材料在试验中没有折断，指数应根据 ISO 527-2GB/T 1040.2 中的拉伸强度，通过类型 1A 或者 1B 试验棒确定。作为 TI 的替代，相对热指数（RTI-机械的）应按照 ANSL/UL 746B 确定。

固体绝缘材料的详细说明并不适用于互联布线或装有元件的印刷电路板。

注：验证制造商绝缘材料规范的符合性并不是本标准的要求。

4.6.2 长期热稳定性

材料的长期热稳定性评价应该是：

- a) 对保护等级“eb”，高于最高工作温度至少 20K，最低为 80℃，
- b) 对最保护等级“ec”，至少为最高工作温度，或者对绝缘绕组，详见 4.8.3 和表 4。

材料的长期热稳定性评价并不适用于装有元件的印刷电路板。

由模制塑料或层压材料制成的绝缘件，如果在制造期间原始表面有损伤，则须用相比漏电起痕指数（CTI）与绝缘件本身至少为同级的绝缘漆涂覆。表面虽有损伤，但不影响其相比漏电起痕指数或未损伤部分达到规定的爬电距离要求的材料除外。

4.7 绕组

4.7.1 概述

4.7.2~4.7.5的要求仅适用于保护等级“eb”。对保护等级“ec”，对一般的工业设备，没有额外的绕组要求。

4.7.2 绝缘导线

绝缘导线应符合以下两个要求中的一个：

- a) 导线至少包覆两层绝缘，只有瓷釉可以是一层。
- b) 绕组用圆形漆包线应符合下列方案之一：

—— GB/T 6109.2、GB/T 6109.5、GB/T 6019.22 或 GB/T 6109.20 规定的 1 级，如果：

- 按 GB/T 6109.2、GB/T 6109.5、GB/T 6019.22 或 GB/T 6109.20 的第 13 章试验时，施加 2 级的最小击穿电压时无击穿；且
- 当按 GB/T 6109.2、GB/T 6109.5、GB/T 6019.22 或 GB/T 6109.20 的第 14 章试验时，每一根 30m 长的导线不应有 6 处缺陷，此规定与导线直径无关；或

—— 符合 GB/T 6109.2-2008、GB/T 6109.5-2008、GB/T 6019.6-2008 或 GB/T 6109.20-2008

规定的 2 级；或

——符合 GB/T 6109.2-2008、GB/T 6109.5-2008、GB/T 6019.22-2008 或 GB/T 6109.20-2008 规定的 3 级。

注：符合瓷釉级别的规范需要被验证并不是本标准的要求。

4.7.3 绕组浸渍

绕组应在紧固和包绕之后进行干燥除去潮湿，然后用适当的浸渍剂浸渍。除这里的限制之外，可采用滴注、沉浸或真空压力浸渍（VPI）进行处理。用涂涮或喷洒的方法涂覆不能作为浸渍处理。

浸渍应按照浸渍剂制造商规定的工艺方法进行，尽可能地把导线之间的空隙全部填满并使导线之间粘接牢固。

绕组整体绝缘的成型线圈和导线，若在装入电气设备之前，其槽部和端部已进行过浸渍，封入填料或用其它方式进行了等效绝缘处理，且在组装后，按规定的绝缘工艺不再能够处理，则不适用这种方法。

当采用含有溶剂的浸渍剂时，浸渍和干燥处理至少进行两次。

4.7.4 导线尺寸

用于绕组的导线的最小公称尺寸应是 0.25mm。

注：导线的最小公称尺寸是圆形导线的直径或矩形导线的最小尺寸。

4.7.5 传感器部件

电阻式温度检测器（RTDs）的感温组件不视为绕组，但是如果应用于旋转电机的绕组，它们应嵌入槽中，或与绕组一起密封。

当电阻式温度检测器使用于额定电压不超过 1KV 的电气设备时，电阻式温度检测器和它的连接导线应位于或邻近一个接地区域。满足这种要求的一个方法是将电阻式温度检测器定位于两个绕组层之间，每一个都被先前插入槽中的导电覆盖物所约束。在离开槽的同时，电阻式温度检测器的连接导线可以立即传递到芯端，并传递到接线盒，避免了任何绕组连接。

4.8 极限温度

4.8.1 概述

当在额定条件下试验时，没有固体电气绝缘材料能达到 4.6.2 中定义的超出的温度。测试应按照 IEC 60079-0GB/T 3836.1 中运行温度定义的进程执行。

并且，电气设备的任何部分，包括可能与潜在的爆炸性环境接触的部件表面，应不超过 IEC 60079-0GB/T 3836.1 中规定的最高表面温度。灯具中的灯泡除外，对于它的要求见 5.3.7.2。IEC 60079-0GB/T 3836.1 中规定的最大表面温度的定义应该考虑到额外的过载或本标准中表 3 所规定的故障情况，并考虑到适用工业标准中所描述的测试装置。

表3 最高表面温度的确定条件

电气设备的类型	过载或故障情况	
	GB/T 3836.1 中额外的情况	
	保护级别 “eb”	保护级别 “ec”
灯具	5.3 项	5.3 项
电机	5.2 项	无
电阻器	无	无
端子	无	无
电磁铁	最坏情况气隙	最坏情况气隙
其它设备	工业设备指定的适用标准	正常工作条件下工业设备指定的适用标准

4.8.2 导体

在确定导体温度时，除须考虑导体本身发热外，还须考虑来自邻近发热部件的影响。

导体和其它金属零部件的允许温度还受限于：

- a) 不允许降低材料的机械强度；
- b) 不允许热膨胀超过材料机械应力；
- c) 不允许损坏相邻的电气绝缘部件。

4.8.3 绝缘绕组

电气设备除符合4.8.1的要求之外，绝缘绕组的最大温度还不应超过表4规定的值。表中的值考虑了电气绝缘材料的耐热性能。

表4 绝缘绕组极限温度

	温度 测量方法	按照GB/T 11021的耐热等级 (见b)									
		105 (A)		120 (E)		130 (B)		155 (F)		180 (H)	
		“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”
正常操作下的 最大运行温度 (℃) 单层绝缘绕组	电阻法或 温度计法	95	105	110	120	120	130	130	150	155	175
正常操作下的 最大运行温度 (℃) 其他绝缘绕组	电阻法	90	100	105	115	110	120	130	145	155	165
	温度计法 (见a)	80	N/A	95	N/A	100	N/A	115	N/A	135	N/A
	嵌入式传 感器 功率>5MW 或5MVA	95	105	110	120	120	125	135	150	160	170
	嵌入式传 感器 功率> 200MW或 200MVA≤ 功率5MW或 5MVA	95	105	110	120	120	130	135	155	160	175
时间t _e 终了时 或通过嵌入式 温度传感器断 开时电动机的 最大绕组温度 (见c)	电阻法	160	N/A	175	N/A	185	N/A	210	N/A	235	N/A
保护装置（传感器）可设在电气设备内部和/或外部。 绝缘绕组中的电气故障不包括在内，4.7和4.8的要求是为了尽可能减少这些故障。 a：只有在不可能用电阻法来测量温度时才允许用温度计法测量温度。本文中的“温度计法”与GB 755-2008中的意义相同（例如，通常球形温度计可达点采用的球形温度计、非埋入式热电偶或电阻式温度计（RTD））。 b：作为过渡性方法，按照GB/T 11021-2007的符号表示的耐热等级高于H级的绝缘材料，其极限温度暂按180（H）级考核，直至规定了其相应的极限温度。 c：这些数值由环境温度、绕组额定运行时的温升和t _e 时间内的温升所组成。当电机绕组受嵌入式传感器保护时，温度由电动机后断开时间确定。											

4.9 设备内部布线

可能与导电部件接触的导线应采用机械保护、固定或走线以免损坏绝缘。

4.10 外壳的防护等级

4.10.1 GB/T 4942.1 定义的防护等级应符合 a) 或 b) 中的规定, 4.10.2、4.10.3 或第 5 章中另有规定的除外。对于保护等级“ec”, 符合 GB/T 3836.1 中外壳要求的试验, 被修改为用超过运行温度 10K ($T_s + 10\text{ K}$) 代替超过运行温度 20K ($T_s + 20\text{ K}$) 的耐热预热处理试验。

a) 内部装有裸露带电零部件的外壳, 至少具有 IP54 的防护等级;

b) 4.6 中规定的内部仅装有绝缘带电零部件外壳, 至少具有 IP44 的防护等级。

c) 如果能够通过外壳里的任何开孔固体异物阻止的垂直降落, 内有导电带电部件的外壳, 如 4.6 所说, 可以为 I 级提供一个降低的防护等级 IP23, 或者为 II 级提供防护等级 IP20。对这种设备, 证书编号应按 GB/T 3836.1 的规定加符号“X”和具体的标记要求, 证书的使用规定说明中应详细列出外壳防护等级并提供所要求的位置保护。应用的一个例子是当降低的防护等级适用应则是一个干净的环境。

注: 一般工业标准中保护要求的等级并不直接适用于防爆设备的外壳保护指南等级。

当确定防护等级时, 转子笼的导条和端环不被认为是裸露的带电部件。

4.10.2 电气设备的外壳可设置排水孔或通风孔以防止冷凝水聚集。与设备类别有关的要求如下:

a) I 类设备, 符合 4.10.1 要求;

b) II 类设备, 排水孔或通风孔可降低由外壳提供的按照 4.10.1 的防护等级, 但是, 在 4.10.1 项 a) 情况下其防护等级不低于 IP44 或在 4.10.1 项 b) 情况下其防护等级不低于 IP24。

当排水孔或通风孔使防护等级降低至 4.10.1 规定之下时, 排水孔或通风孔的详细情况, 包括其位置和尺寸, 应按照 GB 3836.1 的规定在制造商的说明性文件中给出。带有排水孔和通风孔降低了防护等级的设备, 其证书编号应按 GB/T 3836.1 的规定加符号“X”和具体的标记要求, 证书的使用规定说明中应详细列出外壳防护等级的降低, 注意环境灰尘可能会进入外壳中, 危及电气间隙和爬电距离。

4.10.3 如果外壳内装有符合 GB/T 3836.4 的本质安全型“i”的电路或系统, 或本质安全电路或系统的部件, 则:

a) 在允许接触带电的非本质安全电路的外壳盖上应按照表 19 中项 b) 的要求设置警告牌, 或

b) 当设备外壳打开时, 所有非本质安全“i”的电路的带电部件应设隔离内盖, 其防护等级至少为 IP30。

另外, 内盖上应按照表 19 中项 c) 的要求设置警告牌, 或在电气设备外壳盖上设置 GB/T 3836.1 规定的其它措辞。

设备外壳的盖上应按照表 19 中项 d) 的要求设置警告牌。

注: 如果设置内盖, 其目的是当外壳被短时间开启允许检查或调整带电的本质安全电路时提供最低可接受的防护等级, 防止接触带电的非本质安全电路。该盖子不用于防电击。

4.11 紧固件

对于内部装有裸露带电部件的 I 类电气设备, 应使用按照 GB/T 3836.1 规定的特殊紧固件。

5 专用电气设备的补充要求

5.1 总则

这些要求是对本部分第 4 章的补充, 除另有规定之外, 第 4 章的要求也适用于 5.2~5.9 中所考虑的专用电气设备, 而且也适用于 5.10 中的其它电气设备。

除非另有说明, 以下要求适用于保护等级“eb”和“ec”。

5.2 电动机

5.2.1 概述

本条款的要求适用于 GB/T 755 范围内的旋转电动机。

对于其他种类的旋转电动机, 如伺服电机, 本标准要求, 包括本条款要求应按照其适用性选择应用。

对于非旋转电机, 如直线电机, 本标准要求, 包括本条款要求应按照其适用性选择应用。

注 1：本标准要求中，“ec”保护等级已假设爆炸性气体与电机启动过程不同时存在，“ec”保护等级不适用于爆炸性气体与电机启动过程同时存在的情况。对于第5.2.7条中，有高火花产生风险的“ec”保护等级电机，不能使用在电机启动过程中可能存在爆炸性气体的情况。在启动过程中，离心式压缩机的油密封系统能产生这样的气体释放。

注 2：“ec”保护等级电动机“正常”运行状态是指额定满载稳定状态。“ec”保护等级S1、S2、S6或S9工作制下，电动机启动（加速）不属于“正常”工作状态。由于工作制S3、S4、S5、S7、S8或S10电动机有潜在更频繁的启动，对转子产生火花的要求用来解决在“正常”状态下转子启动时的火花风险。S1～S10工作制定义见GB/T 755。

注 3：以下特性的电机（如冷却风扇和盘式驱动电机）在GB/T 755范围之外：

- 额定功率小于100W的无刷电机（IEC 60950中定义）；
- 在特低工作电压下工作（峰值小于42.4V或60V d.c. 见IEC 60950中规定）
- 在“ec”保护等级的电子设备中使用。

对于这些电机，本标准的要求，除了第5条，应按照其适用性使用。间隔距离的附加信息在附录A中给出。

注 4：电动机温度试验的额外指南在附录A给出。

5.2.2 “eb”保护等级电动机外壳防护等级

适用于第4.10条的要求。

5.2.3 “ec”保护等级电动机外壳防护等级

适用于第4.10条的要求，除非电动机附带的接线盒工作电压超过1kV，当电动机防护等级至少为IP44时，可有直接通向电机内部的孔。接线盒的盖和引入口的防护等级至少为IP54。

注：为了试验目的，接线盒与电机外壳间的结合面可用挡板代替电动机的外壳。结合面使用常见的密封剂或衬垫密封。对于IP5X粉尘试验，用于计算抽气体积的空间只包含接线盒内的净空间。

5.2.4 外部导线接线装置

电动机的连接装置应符合 4.2.2 的规定。接线盒盖垫圈和密封件的工作温度，电缆分支点温度和电缆的引入点温度应考虑与接线盒在电机正常负载温度试验中内部空气温度相同。见 A.2。如果垫圈或密封件位于接线盒和电机外壳之间，则垫圈或密封件的最高工作温度应被测量。

注 1：用接线盒内部空间温度代表接线盒衬垫和密封件的工作温度，电缆分支点温度和电缆引入点温度反应了不确定实际使用安装的电缆和引入装置的情况下的试验电机的实际情况。相对于电机绕组和芯棒产生的热量，电机连接处只产生不明显的热量。

注 2：由于大型旋转电机使用电缆和引入装置的尺寸，经常使用“引入装置安装板”，从而将电缆和引入装置从接线盒中移出，从而避免损坏接线盒，损坏电缆密封，损坏电缆引入装置，或使电缆容易受到拉力而损坏绝缘或导体。

保护等级为“ec”电缆填料密封盒，当其连接外部供电电源超过 750V 时，内部裸露带电部件在填料密封前的爬电距离和电气间隙应符合表 20 的要求。

注 3：考虑到密封填料的性质和实际安装中真正实现设计的间距的不确定性，表 20 中的要求与表 2 中要求不同。电压为额定值，通常与供电电源相匹配。

表 20 电缆填料密封盒的间隔距离

工作电压 交流有效值或直流 V	最小爬电距离		最小电气间隙	
	mm		mm	
	相间	相和地之间	相间	相和地之间
750 < U ≤ 1100	19	19	12.5	12.5
1100 < U ≤ 3300	37.5	25	19	12.5
3300 < U ≤ 6600	63	31.5	25	19
6600 < U ≤ 11000	90	45	37.5	25
11000 < U ≤ 13800	110	55	45	31.5

13800 < U ≤ 15000	120	60	50	35
-------------------	-----	----	----	----

5.2.5 内风扇

内风扇应符合GB 3836.1的对于外风扇在间隙和材料方面的要求。

5.2.6 最小气隙

应按照GB/T 3836.1的要求，在文件中规定气隙。这可以提供足够空间避免定子与转子接触，同时应由下列之一的方法体现：

a) 对试验样品进行气隙测量；

b) 计算最小气隙；

注1：已得知，所有装配中，所有零件的最不利尺寸不会同时出现。统计的方法处理公差，如“RMS”，可以用来体现最小径向气隙。

注2：本标准不要求对制造商给出的间隙进行计算核实。同时本标准不要求对间隙进行测量核实。

注3：a) 与b) 的方法通常通过径向磁通路径或轴向磁通路径应用于电动机。

注4：当适用于直线电机时，“气隙”通常包含防止滑动摩擦以避免接触。

c) 电机含有径向磁通路径时，可按照下面公式设计径向气隙结构：

最小径向气隙，（单位：mm）

$$\left[0.15 + \frac{D - 50}{780} \left(0.25 + \frac{0.75n}{1000} \right) \right] rb$$

式中：D—转子直径，单位：mm，其在最小径向气隙公式中的最小值取75，最大值取750；

n—最大额定转速，单位：r/min，最小值取1000；

r—按下列公式计算，单位：mm，最小值取1.0；

$$r = \frac{\text{铁芯长度}}{1.75 \times \text{转子直径} D} \quad \text{单位 mm}$$

b值：采用滚动轴承的电动机取1.0，采用滑动轴承的电动机取1.5。

注5：最小径向气隙与电源频率或极数没有直接比例关系，从2极或4极的滚动轴承电动机示例中可看出。该电动机电源为50Hz/60Hz，并且转子直径为60mm和铁芯长80mm。

D 取75，为最小值；

n 取3600，为最大值；

b 取1.0；

r=80/(1.75×60)，即近似0.76，所以取1.0；

则最小径向气隙值变为：

$$\left[0.15 + \frac{75 - 50}{780} \left(0.25 + \frac{0.75 \times 3600}{1000} \right) \right] 1.0 \times 1.0$$

或近似值0.25 mm。

5.2.7 鼠笼转子旋转电动机

5.2.7.1 概述

鼠笼转子电动机，包括采用鼠笼转子或阻尼绕组的同步电动机，除符合5.2.2、5.2.3、5.2.4、5.2.5和5.2.6的要求外，还适用本款的要求。

注：同步电机包含带有起动鼠笼或阻尼绕组永磁体电机，见5.2.9。

5.2.7.2 鼠笼

5.2.7.2.1 由导条和端环制成的鼠笼

鼠笼的导条应紧固地安装在槽内，并且导条与端环还应采用硬钎焊或熔焊连接，同时应采用相容的材料保证高质量焊接结合。

5.2.7.2.2 铸造而成的鼠笼

铸造的鼠笼应该采用压铸、离心铸造或相同的技术制造，或者紧固地安装在槽内。

注：鼠笼转子导条和端环不视为符合4.4、 4.10、5.2.2和5.2.3的裸露导电部件。

5.2.7.3 对可能产生气隙火花进行评定

旋转电机应按如下评估可能的气隙火花。对于“ec”保护等级，此评估仅对工作制S3、S4、S5、S7、S8或S10，且额定功率超过100kW的电机进行。如果按照表45确定的总因数大于6，应采用下列防护方式之一：

a) 电机或代表性试样应按照6.2.3.2的规定进行试验。

b) 电机应设计成允许使用特殊措施以保证其外壳在启动时不存在爆炸性气体环境。在这种情况下，证书应按照GB 3836.1的规定添加“X”标记并在证书使用条件中详细说明采用的特殊方法。

c) 电动机的起动电流限制为300%额定电流（ I_N ），如果要求限制外部电流，则按照GB/T 3836.1的规定，电机的证书编号应包括符号“X”，并且证书中应详细表明使用的特定条件为电动机仅适用于降压起动，起动电流被限制在300%额定电流。

注 1：特殊方法包括启动前通风，以去除聚集的可燃气体（例如使用吹扫，但是不同于GB/T 3836.5正压保护“pzc”等级）或在电机外壳内固定安装气体探测器（见GB/T 20936.2）以确定电机无可点燃浓度的可燃气体。其他方法应由制造商与用户仔细协调采用。

注 2：对于驱动高惯性负载的电动机或用于自动重新启动的电动机，这些试验只能在具代表性的运行条件下进行，远离整个传动机构列的扭转谐振，这里不包括失相再启动。特殊的使用需在制造商和用户之间认真协商。

注 3：采用变频器控制电机以提供电流限制通常是可接受的解决方法。对于其它的降压起动方法，对电动机和降压起动器需做认真调整。

表5 对于鼠笼转子点燃危险因数的潜在的气隙火花危险评价

特征	参数	因数
鼠笼转子结构	非绝缘导条的机制鼠笼转子	3
	开口槽铸铝鼠笼转子≥200 kW/每极	2
	开口槽铸铝鼠笼转子<200 kW/每极	1
	闭口槽铸铝鼠笼转子	0
	绝缘导条鼠笼转子	0
极数	2极	2
	4~8极	1
	>8极	0
额定功率	>500 kW/每极	2
	>200 kW~500 kW/每极	1
	≤200 kW/每极	0
转子中径向冷却管道	有：L<200 mm	2
	有：L≥200 mm	1
	无	0
转子或定子斜槽	有：>200 kW/每极	2
	有：≤200 kW/每极	0
	无	0
转子的突出部分	不符合（见b）	2
	符合（见b）	0

极限温度	>200 ℃	2
	135 ℃ < T ≤ 200 ℃	1
	≤ 135 ℃	0
a: L是铁芯端部装压的长度。试验表明, 火花主要发生在靠近铁芯端部的通风管道中。		
b: 转子的端部零件的设计应避免断续接触并且在温度组别之内运行。符合此规定时因数为0, 否则为2。		

5.2.8 极限温度

5.2.8.1 转子极限温度

对于鼠笼旋转电机, 包括采用“鼠笼”起动和阻尼绕组的同步电机, 对于未绝缘的鼠笼结构转子极限温度不能超过300℃, 或对于绝缘鼠笼结构, 按照4.8的规定的极限温度。对于“eb”保护等级工作制S1~S10和“ec”保护等级工作制S3、S4、S5、S7、S8和S10的电机, 即使在起动时, 转子不得超过极限温度。

- 注 1: 在漏磁通路径中的保持环、平衡块、定心环、风扇或风扇罩这些部件, 除非绝缘或没有磁性, 通常超过转子在起动状态下的极限温度。
- 注 2: 由于可能发生磁体的退磁, 潜在改变电机发热, 永磁转子温度不能超过最高温度等级。
- 注 3: 包含采用“鼠笼”转子起动器或阻尼线圈的永磁电机在内的同步电机, 见 5.2.9。

即使在起动时也不应超过转子的极限温度。转子的极限温度为 300℃或 4.8 规定数值的两者较低者。

- 注: 在漏磁通路径中的部件可要求是非磁性或绝缘的, 否则, 它们的温度可能超过转子导条在堵转条件下的温度。
- 这些部件可包括保持环、平衡块、定心环、风扇或风扇罩。

5.2.8.2 基于电流的安全装置极限温度

当“eb”保护等级的旋转电机使用采用电流保护装置防止超过极限温度, 则应根据6.2.1确定起动电流比 I_A/I_N 和 t_E 时间并根据9.1的规定在电机上标志。

t_E 时间的长短应当电机被堵转时, 电流保护装置能够在 t_E 时间结束之前使电机断开电源。通常, 如果电动机的 t_E 时间大于图2中作为起动电流比 I_A/I_N 函数关系确定的 t_E 时间最小值, 则这些可满足上述要求。如果电动机的 t_E 时间小于图2中的规定值, 则采用合适的过电流保护装置并通过试验证明其功能有效后才允许使用。此装置须根据9.1项g)的规定在电动机铭牌上注明。

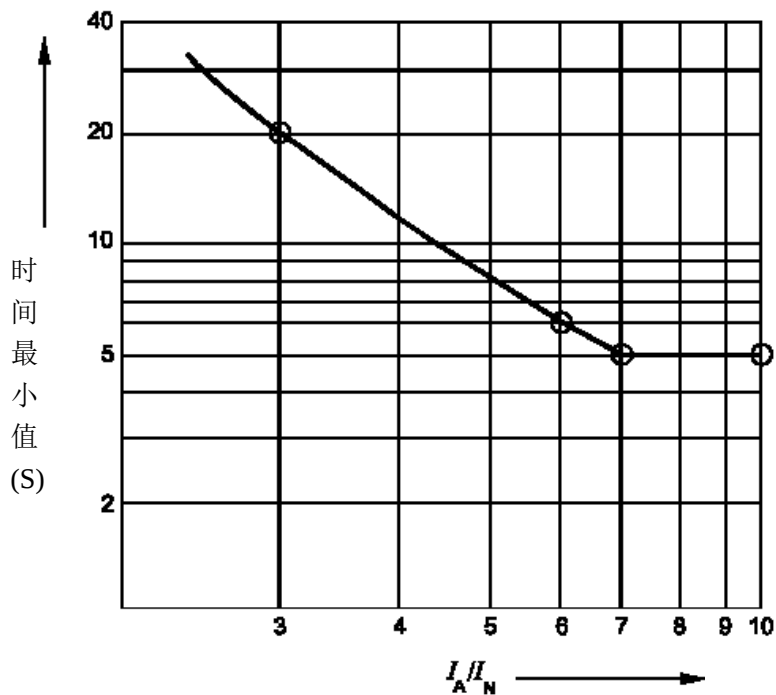


图2 电动机 t_E 时间最小值与起动电流比 I_A/I_N 的关系

下列情况，

- 如果对电动机使用合适的过电流保护装置， t_E 时间不应小于 5s；
- 起动电流比 I_A/I_N 不应大于 10。

5.2.8.3 温度传感器或其他传感器极限温度

即使“eb”保护等级旋转电机使用绕组温度传感器作为安全装置以防止超过极限温度，仍要确定起动电流比 I_A/I_N 并按 9.1 标志。 t_E 时间不要求被测定或标志。

对于多相电机，每相至少设置一个传感器。

除了工作制为 S1、S2、S6、S9 的“ec”保护等级的电机，如果在转子堵转的情况下满足 4.8 的要求，绕组温度传感器作为安全装置对电机进行热保护是充分的。与安全装置有关的要求应按 9.1 中 g) 的要求在电机上详细标识。

无论在什么情况下，起动电流比 I_A/I_N 不能大于 10。

变频器可以与绕组传感器共同作为安全装置使用，见 5.2.8.4。

速度传感器、阻抗继电器、温差传感器等与安全装置有关的设备也可用于限制转子温度。

注 1：对于限制转子的电机，通常只使用定子绕组温度传感器限制转子温度是不实际的。考虑不同温差和设定传感器跳变点是可行的。

注 2：“ec”保护等级电机在预计故障下的热保护由行业通用要求给出，不需要额外添加保护装置以达到防爆保护。

5.2.8.4 变频器或非正弦电源供电运行

5.2.8.4.1 概述

证明在运行速度范围内极限温度（5.2.8）没有被超过，可能需要用到两种方法：型式试验或通过计算验证。

5.2.8.4.2 变频器供电的型式试验

运行过程中需要变频器的电机在试验中应使用规定的变频器或根据说明书规定的输出电压、输出电流、开关频率使用相当的变频器，以证明电机极限温度（5.2.8）没有被超过。电机描述性文件应包括必要的参数和需要使用变频器的条件。

- a) “eb”保护等级工作制 S1～S10 的电机，试验条件应包括在额定条件下正常运行、连续过载和起动。
- b) “ec”保护等级工作制 S1、S2、S6 或 S9 的电机，试验条件应包括在额定条件下正常运行。
- c) “ec”保护等级工作制 S3、S4、S5、S7、S8 或 S10 的电机，试验条件应包括在额定条件下正常运行和起动。

注：变频器供电电机运行的额外信息见 IEC TS 60034-25。主要包括超温、高频和过压效应、轴承电流和高频接地要求。目前 IEC 标准没有对变频器供电的永磁电机做出详细说明。

5.2.8.4.3 另一种型式验证方法-计算

极限温度在以下条件下不能被超过。这是通过基于以往建立的代表性实验数据计算得出的。

- a) “eb”保护等级工作制 S1～S10 的电机，试验条件应包括在额定条件下正常运行、连续过载和起动。
- b) “ec”保护等级工作制 S1、S2、S6 或 S9 的电机，试验条件应包括在额定条件下正常运行。
- c) “ec”保护等级工作制 S3、S4、S5、S7、S8 或 S10 的电机，试验条件应包括在额定条件下正常运行和起动。

注：电机由非正弦电源供电或晶闸管负载而在电机运行过程中产生的定子与转子的温度差，与同一电机运行采用正弦电源供电或线性负载而产生的温度差有很大的不同。因此转子温度可成为电机的极限特性，尤其是转子鼠笼绕组的情况。

5.2.9 永磁转子电机

5.2.9.1 结构

磁铁应紧固在转子上。紧固的有效性应按照6.2.4的超速试验验证。如果磁铁与转子的紧固仅靠浇封剂,则转子应在超速试验之前进行基于工作温度的耐热试验。对于“ec”保护等级,IEC 60079-0GB/T 3836.1规定的外壳试验要求中,耐热试验预处理温度由大于工作温度20K (T_s+20K),替代为大于工作温度10K (T_s+10K)。

除了“ec”保护等级的电机,工作制S1、S2、S6或S9直接由50Hz或60Hz供电的电机,定子绕组系统用嵌入式温度传感器保护,每相一个。

永磁同步电机在固定频率正弦电源起动时通常要求起动线圈。永磁同步电机稳定运行时也可能需要某种阻尼线圈。这两种线圈应满足5.2.7.2和5.2.8.1的要求。

永磁同步电机在失去动力后由于惯性,会以发电机的状态运行一段时间。对于“eb”保护等级的电机,当产生的电压大于额定电压时,电气间隙和爬电距离以及绕组绝缘系统应适合此产生的电压。

5.2.9.2 正弦定频供电下的运行

5.2.8的要求适用。

5.2.9.3 有变频器的运行供电

5.2.8.4的要求适用。

5.2.10 定子绕组绝缘系统

对于所有额定电压超过1kV的定子,电机应安装防冷凝加热器。

对于“eb”保护等级的电机,如果额定电压超过1kV,型式试验应按照6.2.3.1.2和6.2.3.1.3进行。

对于“ec”保护等级的电机,如果额定电压超过了表6中其对应组别的值,定子绕组绝缘系统应按照6.2.3.1.3进行型式试验。

表6 对于“ec”保护等级的电机定子绝缘系统试验

额定电压	设备组别
> 1 kV	IIB 或 IIC
> 1 Kv 散嵌绕组定子	IIA
> 6,6 kV 成型绕组定子	IIA

建议在高压绕组中将局部放电最小化。对于额定电压大于等于6.6kV的绕组,建议使用抑制局部放电的材料。

5.2.11 “eb”保护等级绕组的补充要求

对于额定电压为200V或更高的多相绕组,应在散嵌绕组的相间提供附加的相绝缘(清漆除外)。

定子绕组端部与外壳之间的最小间隙不应小于3 mm。

对于额定电压<1000V的绕组,线圈的浸渍要求应按4.7.3的规定或按额定值>1000V绕组的规定。

对于额定电压>1000V的绕组,线圈应是成型绕组,绝缘系统为真空压力浸渍(VPI)或为富脂绝缘系统。

5.2.12 轴承密封和轴密封

5.2.12.1 “eb”保护等级电机应满足 5.2.12.2 和 5.2.12.3 的要求。“ec”保护等级电机除工业通用要求外,无额外的轴承密封与轴密封要求。

5.2.12.2 非摩擦密封和曲路密封

对于滚动轴承固定部分和旋转部件之间,任何非摩擦密封或曲路密封的最小径向间隙或轴向间隙不应小于 0.05mm。对于滑动(轴套)轴承,该间隙应为 0.1mm。最小间隙应适用于转轴在轴承内的所有可能位置。

注:典型球轴承中的轴向位移可能是径向位移的10倍。

5.2.12.3 摩擦密封

摩擦密封应被润滑或用低摩擦系数材料制成,例如聚四氟乙烯(PTFE)。在前一种情况下,轴承设

计应保持向密封提供润滑。

带盖的轴承（即所谓“永久性密封轴承”），其盖作为轴承的整体部分由轴承制造商提供，所以不必满足该要求。

摩擦密封应按4.8的规定进行评定。

老化时降低了横截面的摩擦密封（例如毡密封环），在新的条件下当评定的温度在极限值范围内时，应视为符合要求。在旋转期间升起的弹性密封（例如V形截面密封圈）也应视为符合要求。

注：目前，尚无用来证明规定的轴承型号在运行中具有极低故障危险的相应试验。因此，最重要的是制造商应关注优化的设计、结构、润滑、冷却和/或维护程序，以使由滚动轴承故障引起的潜在点燃源危险降低到最低程度。

5.2.13 中性点连接

在中性点连接不作为电机另一种供电的情况下，最小爬电距离和电气间隙应确定符合表7中给出的假定电压。

表7 中性点假定的电压

电压 U 交流有效值或者直流 V	中性点假定电压 V
≤ 1 000	U
1 000 < U ≤ 3 200	1000
3 200 < U ≤ 6 300	3200
6 300 < U ≤ 10 000	6300
10 000 < U ≤ 15 000	10000
当确定要求的电气间隙和爬电距离时，工作电压可能比表中的电压大，因数为 1.1。	

对于中性点连接处在电机外壳内的情况，中性点连接必须完全绝缘，除非外壳防护等级高于IP44并且电机不连接到接地的线电流。

5.3 灯具、手提灯或帽灯

5.3.1 概述

5.3条中的补充要求适用于所有灯具（固定式、便携式或可移动式）、手提灯和帽灯（除1类设备）；由电网供电（带有或不带电流隔离）或由电池供电。

注 1：由电池供电的手提灯也包括电筒和手电筒。

灯的整体应作为灯具的一部分被透明件封闭。

对于含有超过一处现场接线入口的灯具，当引入口用于电源和接地导线回路时，应提供这些回路的连接。

安装在其他设备内的光源应满足本条款中相应的要求。

带有安装座的灯具应能够抗振动。本标准给出了“eb”保护等级设备双脚灯具的试验。对于其他灯具，制造商应按GB 7000.1中“灯具不利运行条件”振动试验给出符合要求的声明。

注 2：1类头灯的结构和试验要求在GB/T 7957中给出。

注 3：灯座振动试验要在完整的灯具上进行，因为试验结果取决于灯座的安装型式。

注 4：螺口或卡口灯座的最小弹力从一定程度上防止了振动的影响。见5.3.5.5

5.3.2 光源

5.3.2.1 概述

内部触发器的灯具带产生高压瞬态效应，会损坏整流器和电子触发器。这种光源不能用于“eb”或“ec”保护等级的灯具。

5.3.2.2 灯具

除非第 5.3.2.3、5.3.2.4 或 5.2.3.5 中有另外的规定，用于特定光源的灯具应为下列之一：

- a) “eb”或“ec”保护等级，具有符合 GB/T 1406.1 的单插脚(Fa6)冷启动式荧光灯符合 GB/T 10682；

- b) “eb”或“ec”保护等级，具有符合 GB 18774 的 G5 或 G13 灯头的管式双插脚荧光灯符合 GB/T 10682，插脚由黄铜制造。灯头和灯座符合 5.3.5.3 的规定，这样的灯应接成启动和运行无阴极预热的电路；只允许使用 T8、T10 或 T12 灯具，T5 灯具最大允许功率为 8W。
- c) “ec”保护等级，具有符合 GB 18774 的 G5 或 G13 灯头管式双插脚荧光灯符合 GB/T 10682，插脚由黄铜制造。灯头和灯座符合 5.3.5.3 的规定，这样的灯应接成启动和运行阴极预热的电路；只有符合 GB/T 10682 参数表号 6520 (14W)、参数表号 6530 (21W)、参数表号 6640 (28W)、参数表号 6650 (35W) 的 T5、T8、T10 或 T12 灯具可以使用。
- d) “eb”或“ec”保护等级，符合 GB/T 10681 和 GB 14196.1 的钨丝灯。
- e) “eb”保护等级，符合 GB 14196.2 的钨卤素灯，最大功率限值 100W。
- f) “ec”保护等级，符合 GB 14196.2 的钨卤素灯。
- g) “ec”保护等级，符合 GB 19652 的放电灯。

注：本标准不要求验证所规定灯具的符合性。

5.3.2.3 额定电压小于 50V 的光源

作为对 5.3.2.2 允许灯具的补充，允许使用下列灯具：

- 钨卤素灯，灯具外部有符合 GB 14196.3 的额外灯壳，螺纹灯头的最小尺寸为符合 GB/T 1406.1，E14，或
- 钨卤素灯，灯具外部无符合 GB 14196.3 的额外灯壳，螺纹灯头最小尺寸的为符合 GB/T 1406.1，E10。

5.3.2.4 额定电压小于 12V 的灯具

作为对 5.3.2.2 和 5.3.2.3 允许灯具的补充，允许使用下列灯具：

- 符合 GB/T 1406.1 螺纹灯头最小尺寸为 E10 的钨丝灯；
- 符合 GB 14196.1 的钨丝灯，其卡口灯头为符合 GB/T 1406.5 的 B15d/BA15d 型，或
- 符合 GB 14196.3 带有外部灯壳的钨卤素灯，其卡口灯头为符合 GB/T 1406.5 的 B15d/BA15d 型。

5.3.2.5 发光二极管(LED)

LED 和 LED 封装或模块组合允许使用于“ec”保护等级。外部电气间隔符合 0。

注：LED 和 LED 封装或模块组合作为光源目前不能使用于“eb”保护等级，因为这些半导体装置还没有被充分的定义（考虑到频率和故障的型式），因此应考虑用其他合适的方式保护。

5.3.3 灯与保护罩之间的最小距离

对于荧光灯，灯管和保护罩之间的距离不应小于 5mm，保护罩是同轴管形透明罩且其内部距灯管的最小距离是 2mm 时除外。

对于其它灯，灯泡与保护罩之间的距离根据灯泡功率须不小于表 8 中给出的值。

表 8 灯泡与保护罩之间的最小距离

灯泡功率 P W	最小距离 mm	
	“eb”保护等级	“ec”保护等级
$P \leq 10$	1	1
$10 < P \leq 60$	3	3
$60 < P \leq 100$	5	5
$100 < P \leq 200$	10	7.5
$200 < P \leq 500$	20	10
$500 < P$	30	20

5.3.4 电气间距

5.3.4.1 概述

对于“eb”保护等级的灯具，所有电气间距应符合 4.3 和 4.4 的要求，除了螺纹灯座或卡口灯座的灯和内部元件的触点。

对于“ec”保护等级的灯具，除了现场连接用端子的爬电距离和电气间隙应符合 4.3 和 4.4 的要求外，IEC 60598 中要求的爬电距离和电气间隙未改变。

5.3.4.2 脉冲电压峰值大于 1.5kV 时的爬电距离和电气间隙

当电路包含作用于灯的触发器、灯座和其他元件承受高压脉冲大于 1.5kV 时，相关最小爬电距离和电气间隙应符合表 9 要求。

表9 脉冲电压峰值超过 1.5kV 的爬电距离和电气间隙

部件	脉冲电压峰值 Vpk			
	>1.5 kV, ≤2.8	>2.8 kV, ≤5.0	>1.5 kV, ≤2.8	>2.8 kV, ≤5.0
	爬电距离 mm		电气间隙 mm	
灯头	4	6	4	6
灯座内部件	6	9	4	6
灯座外部件	8	12	6	9
其他内部受到触发器脉冲影响的元件	8	12	6	9
a	除非元件本身是浇封或是密封装置			

5.3.4.3 “ec” 保护等级发光二极管（LED）

LED 封装内部的通过绝缘材料的电气间隔不必符合第 4 条要求。但是，外部连接的电气间隔应符合第 4 条要求。

如果驱动电路用保护型式“i”来减小外部电路间隔，则驱动电路应按相关本质安全关联设备进行评估，并且单一 LED 或 LED 阵列应按照 IEC 60079-11GB/T 3836.4 本质安全设备进行评估。

注 1：光辐射具有潜在点燃风险。进一步指导见 IEC 60079-28GB/T 3836.22.

注 2：补充信息在附录 J 中给出。

5.3.5 灯座和灯头

5.3.5.1 概述

适用的灯座应满足安全和可互换的相关行业标准。

“eb”保护等级灯座使用的塑料材质应满足 4.6 的要求。

“ec”保护等级灯座使用的塑料材质应满足 4.6.2 的要求。

注：对于“ec”保护等级，正常运行不包括带电情况下灯具的取出和插入。

5.3.5.2 螺口灯座和灯头

5.3.5.2.1 概述

在使用螺口灯座时，灯座的中心触点应与灯具供电的带电端子直接或间接连接。

5.3.5.2.2 “eb” 保护等级螺口灯座和灯头

除非按9.4 i) 项所述，光源的取出和插入只在危险区之外进行，螺口灯座与相应的灯头一起，当灯座和灯头插入和电气触点接通或断开时，应符合GB3836.2-200×对 I 类或IIIC类设备内部点燃不传爆的试验要求（适用时）；或灯座与灯头之间的电气触头应位于当灯头旋入或旋出时接通或断开电流仅发生在符合GB 3836.2-200×中I类或IIIC类设备结构和试验要求的单独外壳中（适用时）。

螺口灯座应在插入后防止灯管自行松脱。对于E10之外的灯头，应符合6.3.3的机械试验。

当灯头从灯座中拧出时，应至少有2扣全螺纹啮合。

如果螺口灯座和灯头作为灯具的部件符合表10爬电距离和电气间隙的最低要求，则不必符合4.4.2和4.3的要求。

注：灯头的绝缘材料应符合表 1 中规定的 I 级材料要求。

表10 螺口灯座和灯头的爬电距离和电气间隙

电压 U V	爬电距离和电气间隙 mm
-----------	-----------------

$U \leq 10$	1
$10 < U \leq 63$	2
$63 < U \leq 250$	3

在确定爬电距离和电气间隙的要求值时，表中的电压值可增加 1.1 倍，以便考虑通用额定电压范围。
表中所示爬电距离和电气间隙值是以电源最大供电电压偏差 $\pm 10\%$ 为基础。
当电压在 10V 及以下时，CTI 的值不适用，不符合 I 级要求的材料可使用。

5.3.5.2.3 “ec”保护等级螺口灯座和灯头

规定用于灯具的螺口灯座应是符合 GB/T 17935 的一种非交换类型。

注：本标准不要求验证规定灯座对于 GB/T 17935 的符合性。

灯座应防止灯插入后的自我松动。对于非 E10 灯头，应符合 6.3.3 的机械试验。灯头与灯座间的弹簧部件应保持至少 10N 接触力。如果螺口灯座和灯头作为灯具的部件符合表 10 爬电距离和电气间隙的最低要求，则不必符合第 4.4.2 条和第 4.3 条的要求。

5.3.5.3 双脚灯的灯座

5.3.5.3.1 概述

在灯具中安装或拆卸灯管的时候，灯管每一端承受的力矩和/或力的最大值应不大于可以施加在 GB 18774 规定的灯管插脚上的、对于未使用的灯管的极限值 50%（“eb”保护等级）或 75%（“ec”保护等级）。

灯具中的机械尺寸和安装情况应考虑 GB/T 1406.2 和 GB 18774 中规定的灯管机械尺寸值和公差。

注 1：本标准不要求验证灯管规格对于 GB/T 1406.2 和 GB 18774 的符合性。

灯具内使用的双脚灯座应为符合 GB/T 1312 的 G5 或 G13 灯座。

注 2：本标准不要求验证灯座规格对于 GB/T 1312 的符合性。

5.3.5.3.2 “eb”保护等级双脚灯座

双脚灯管用灯座在装入灯具时应满足下列要求：

- 当连接到灯座或直接与灯具内接线连接时，灯头两脚应并联连接。出于冗余考虑，每个灯脚的载流能力应为整灯的额定电流。
- 每个灯具的插脚用的电气连接系统独立于其他插脚。
- 当灯具的插脚承受侧面接触压力时，插脚的支撑应保证插脚的变形减到最低程度。
- 灯管与灯座之间每个灯脚的电气连接应在腐蚀和震动条件下可靠。6.3.5 和 6.3.6 给出了型式试验。

5.3.5.3.3 “ec”保护等级双脚灯座

除了一般的工业要求外，还应设计为在灯脚圆筒处实现并保持接触。当灯具的插脚承受侧面接触压力时，应提供足够接触压力并且灯脚能防止变形。

5.3.5.4 其它灯座和灯头

5.3.5.4.1 “eb”保护等级单脚灯座和灯头

灯座和灯头构成的外壳，当灯座和灯头插入和电气触点接通或断开时，应符合 GB 3836.2-200× 对 I 类或 II 类设备内部点燃不传爆的试验要求（必要时）。

灯座和灯头安装在一起后提供适合的保护类型。

管式荧光灯的灯座应符合 GB/T 19148.2 的 Fa6 型。

注：本标准不要求验证灯座规格对于 GB/T 19148.2 的符合性。

5.3.5.4.2 卡口灯座

规定用于灯具内的卡口灯座型式应符合 GB/T 17936。

注：本标准不要求验证灯座规格对于 GB/T 17936 的符合性。

当弹簧接触被采用时，应设计为弹簧不作为主要载流部件。连接导线和他们的绝缘不能被灯管的插入和取出破坏。弹簧元件应保证灯头和灯座间的接触压力至少为 10N。

“eb”保护等级的卡口灯座只能用于额定电压不大于 12V 并且额定电流不大于 4A 的灯具。

5.3.5.5 “eb” 保护等级灯头与灯座电气接触点的要求

灯头的电气触头应为：

a) 当采用螺口灯头时：

—— 符合 6.4.4.1 试验要求，灯头底部的接触通过具有至少 15 N 力的弹性或弹簧接触件实现，并且

—— 对灯头通过至少 2 扣螺纹或通过一个或多个具有至少 30N 总接触力的弹簧件实现最小开启力矩见表 15 的要求，通过 6.4.4.2 的试验检验；

b) 当采用圆柱型插销式灯头时，通过至少为 10N 接触力的弹簧件；

c) 当采用圆柱型插头的灯头时，其设计不允许在灯头和灯座之间接合处内或外产生火花，通过的弹簧组件至少具有 10N 的接触力；

d) 当灯头从对应的灯座中拆出，在独立的隔爆外壳（符合 GB3836.2 的规定）内断开电路时，通过弹簧组件施加到灯头上的接触力在电路断开时不应小于 7.5N。

上述对于接触力规定的最小值适用于正常使用前灯头装配到灯座中的情况。

5.3.6 “ec” 保护等级灯具内的辅助设备

5.3.6.1 辉光式启动器

辉光式启动器的型式必须为触点密封于封闭的腔体（如，金属或塑料外壳内的玻璃瓶；外壳不必密封）。

5.3.6.2 电子启动器和触发器

电子启动器和触发器的启动脉冲电压不能超过 5kV，并且应按 6.3.9 进行试验。爬电距离和电气间隙应符合表 9 要求。如果由金属材质制成，应与灯具接地等电位连接。电子启动器和触发器如果被密封、灌装或铸模在外壳内，应额外符合“mc”保护等级的相关要求。

包含触发器电路的内部线路会承受高电压脉冲，因此相应绝缘应能承受该脉冲，同时满足 6.3.7 介电强度试验的要求。

5.3.6.3 启动器座

触点应能回弹并且提供充分的接触压力。符合性应按照 6.3.9 条试验进行确认。

5.3.6.4 镇流器

带有触发器工作电压大于 1.5kV 的电子镇流器不能是只使用带有定时熔断器的触发器。

进行 30 天电压脉冲型式试验的电子镇流器，只能使用带有定时熔断器的触发器。

如果使用的触发器不带定时熔断器，应采用基于产品标准的 60 天电压脉冲试验程序。

当进行确定最高表面温度试验时，应按照电子镇流器的一般行业标准定义的“不正常状态”来考虑故障情况。

IEC 61347-1GB 19510.1 允许在不被“ec”保护等级接受且没有进一步保护的情况下，免除某些电气间隔要求。如果采用了这些减小的电气间隔，镇流器应在电路板上采用内部的过流保护装置。但是镇流器内供电端的过流保护装置的电气间隔应符合 4.3 和 4.4 要求。如果使用过流保护装置，其额定电压应不小于电路的额定值，并且分断能力至少为 1.5kA。

注 1：电子镇流器相关行业标准要求为 IEC 61347-1GB 19510.1。

注 2：熔断器额定值的选择通常基于镇流器正常运转状态下的电流，但是由于涌入脉冲或 EMC 保护装置的瞬态效应，会产生更高的值。

5.3.7 表面温度

5.3.7.1 灯具

在正常情况，对于“eb”保护等级中预期故障，以及“ec”保护等级中通常预期事件，灯具任何内部元件和外表面的表面温度不能超过根据 6.3.4 测定的标志温度组别。

5.3.7.2 灯泡

如果适用于 GB/T 3836.1 规定的小元件，灯泡的最高表面温度可以超过温度组别。

但是,即使灯泡表面面积超过 1000 mm^2 ,如果灯具内部灯泡最高表面温度低于灯具预期使用的特定爆炸性气体自燃温度 50K ,则基于特定爆炸性气体自燃温度的最高表面温度可以被超过。这可以通过对特定爆炸性气体环境中最易燃浓度的试验来确定。不能引燃周围环境。此免除条款只适用于标识中指示的特定爆炸性气体环境。

注:测量已存在灯具内带有凸透玻璃外壳的光源以得到以下结论,能引燃灯具内部的灯泡表面温度比 GB/T 3836.11 中同种气体的自燃温度高。

5.3.7.3 LED 灯

由于发射光子会影响热电偶读数,应注意在光辐射聚焦范围内的温度测定。最高表面温度测定应按照下列方法之一进行:

- a) 直接方式,测量焊接点,然后计算结点温度作为 LED 的表面温度;
- b) 使用热电偶法[铜-康铜热电偶],直径不大于 0.1 mm ,按照制造商的使用和固化要求,使用一小滴硅胶粘剂;
- c) 使用隔离热电偶法[铁-康铜热电偶]或[铬镍-铝镍热电偶],按照制造商的使用和固化要求,使用一小滴硅胶粘剂。

注:如果热电偶与直接的辐射隔离,辐射效应可使热电偶的温度测量数值高于测量外壳的测量值。

5.3.8 极限温度

镇流器、灯座和灯泡即使在灯具老化的情况下也不应超过极限温度。灯具应承受 6.3.4 规定的型式试验。镇流器、灯座以及灯泡本身稳定的温度应低于极限温度,或在超过极限温度之前用断路器切断电源。重置切断装置只能通过可能的手动程序实现(例如,通过切断电源来重置)。

5.3.9 管式双插脚荧光灯

5.3.9.1 概述

管式双插脚荧光灯还应符合 5.3.9.2~5.3.9.6 的要求。

5.3.9.2 最高环境温度

使用电子镇流器的管式双插脚荧光灯,其最高环境温度不应超过 60°C 。

注:此限制为了在灯管使用寿命末期仍满足规定的温度组别。

5.3.9.3 温度组别

使用电子镇流器的管式双插脚荧光灯,其极限温度允许超过 T5 组与 T6 组对应的温度,见 6.3.4.3。

5.3.9.4 断开装置

如果按照 GB 3836.1 规定安装可断开灯座所有极的自动装置,它应在拆卸保护罩时断开每个灯座的电源。当安装这种隔离开关时:

- a) 开关应是符合 GB/T 14048.1 和 GB/T 16935.1 的隔离开关,过电压 III 类,或在中性线和/或电源线上的接触间隙,对于最大供电电压为 300 V (直流或交流有效值)时每根至少为 2.5 mm ,为得到 2.5 mm 的间隙,两个单独的至少为 1.25 mm 的间隙可加在一起;
- b) 当拆卸灯具保护罩时触点应断开;
- c) 不使用工具不能轻易使开关及其操作失去作用;

注:一种解决方案是按照 GB/T 4208-2008 的规定达到 IP2× 的防护等级;另一种解决方案是用工具才能关闭(对操作部分设置的)开关。

- d) 应采用合适的防爆型式对开关进行保护。

如果没有安装隔离开关,灯具应按表 19 项 c) 的要求进行标志,表示灯具在通电时不允许打开。

5.3.9.5 “eb” 保护等级灯具启动电压

如果增强电压是用于在灯管内部(例如来自电子启动器/点火器)初始放电,应用电压除以 $\sqrt{2}$ 峰值来确定表 2 使用的有效值。灯管金属环应假设在插脚电位处。

如果电子镇流器内部的装置能在最长时间 5 s 之后停止启动脉冲,并且,在灯具断电后可能只重新启动一次,则系数 $\sqrt{2}$ 可增加到 2.3。

5.3.9.6 “ec” 保护等级灯具启动电压

如果增强电压是用于在灯管内部（例如来自电子启动器/点火器）初始放电，应用电压除以2峰值来确定表2使用的有效值。灯管金属环应假设在插脚电位处。

如果电子镇流器内部的装置能在最长时间5s之后停止启动脉冲，并且，在灯具断电后可能只重新启动一次，则系数2可增加到3。以使用最低的供电电压。

5.3.10 抗冲击试验

对于所有固定安装的灯具，应按照IEC 60079-0GB/T 3836.1进行抗冲击试验。

对于便携式、可移动式灯具或手提灯，IEC 60079-0GB/T 3836.1抗冲击试验变更为6.3.2.2。

5.4 测量仪表和仪表用互感器

5.4.1 概述

第5.4.2至第5.4.7条的要求适用于“eb”保护等级的模拟测量仪表和仪表用互感器。

第5.4.7条的要求适用于“ec”保护等级的模拟测量仪表和仪表用互感器。

5.4.2 极限温度

测量仪表和仪表用互感器的温度应能在连续承受1.2倍额定电流和/或额定电压作用下不超过4.8规定的极限温度。

与测量仪表和仪表用互感器连接的端子应按照1.1倍额定电流评估并且在4.8条的电流下不能超过极限温度。

5.4.3 短路电流

电流互感器和测量仪表的载流部件（电压电路除外）应能在6.4规定的时间内承受至少等于表7中所示电流引起的发热和动态强度，而不降低其防爆安全等级。

表11 耐短路电流能力

电 流	仪表用电流互感器和测量仪表的载流部件
I_{th}	$\geq 1.1 \times I_{sc}$ (见 3.14 和注 2)
I_{dyn}	$\geq 1.25 \times 2.5 I_{sc}$ (见注 1 和注 2)
注 1: $2.5 I_{sc}$ 是短路电流的最大峰值。	
注 2: 1.1 和 1.25 是安全系数，因此在运行中允许的短路电流的有效值不得超过 $I_{th}/1.1$ ，且其峰值不得超过 $I_{dyn} / 1.25$ 。	

5.4.4 短时发热电流

当通过电流等于额定短时发热电流 I_{th} 时不应超过4.8中规定的极限温度，并且在任何情况下不应超过200℃。

5.4.5 电流互感器供电的测量仪表

当测量仪表的载流部件用电流互感器供电时，载流部件的 I_{th} 和 I_{dyn} 只需等于在电流互感器一次绕组中流过 I_{th} 和 I_{dyn} 电流情况下，在短路的电流互感器二次绕组中流过的电流。

5.4.6 运动线圈

具有运动线圈的测量仪表是不允许的。

5.4.7 外部次级回路

如果电流互感器的一次电路延伸到设备外部，这些电路应按照 GB 3836.1-200×的29.2项e)的规定标志符号“X”，并且说明文件应注明需要的保护，防止二次电路在运行中开路。

如果电流互感器在次级开路条件下馈电，它们可能产生的电压明显超过电流互感器电路中所使用端子的电压额定值。根据特殊的安装条件，可采取适当措施以保证不产生危险的开路电压。

对于与开关装置中匹配互感器连接的电流互感器（例如不同的保护系统），宜考虑在任何一组互感器可能断路的设备上起的作用。

5.5 非仪表用互感器

除了5.4规定的仪表用互感器之外的其它互感器应按6.5的规定进行试验。

5.6 包含单体电池或电池组设备的补充要求

5.6.1 单体电池和电池组的类型

5.6.1.1 概述

单体电池和电池组按照结构和可能产生的电解气体（例如，氢气和/或氧气）进行分类。本标准按照单体电池和电池组的型号来进行使用限制，见表12。

一些单体电池和电池组设计为特定的型式，如，密封单体电池、阀控单体电池或电池组，或通风单体电池或电池组。由于阀控单体电池或电池组是设计决定的，如果它们可能在不正常条件中避免通风，那么在终端应用中，它们是密封型的。

注 1：作为示例，不正常条件应包括如下考虑：

- 1) 不正常环境条件，包括高存储和使用温度，和极低充电温度。
- 2) 不正常充电条件，包括过度充电或过大充电率，以及长时间充电。
- 3) 不正常放电条件，包括深度放电。
- 4) 不正常电池/充电器组合而导致不相容充电问题。

对于设计成通风型的电池，他们不能考虑成另外类型的电池。

注 2：通常来说，镍镉和镍氢电池或电池组从设计上讲不总是一种特定型式的电池。

注 3：GB/T 3836.1中包括的大气条件，可能由于任何种类电池或电池组在密封条件中换气，而导致意外的升高可燃气体压力以及氧含量增加。这在电池或电池组的体积占用设备壳体绝大部分容积的情况下发生，例如手持电筒。

经常使用泄压阀来保持内部压力在GB/T 3836.1规定的标准大气条件的限值内。

5.6.1.2 密封单体电池

包括密封原电池和密封蓄电池，工作参数在制造商规定的限值内且有要求的安全装置，或设备文件中指定了等效的保护措施要求，防止在不正常情况下产生排气。最大容量为 25Ah。

由此类型单体电池组成的电池或电池组可在无额外保护措施的情况下用于“ec”保护等级的设备。单体电池和电池组的最大容量为 25Ah。

“eb”保护等级的技术要求和特殊预防保护措施在 5.6.2 和 5.6.4 中给出，验证和试验在 6.6 中给出。

5.6.1.3 阀控单体电池或电池组

当此类阀控电池用于“eb”保护等级设备时，电池的限值和控制系统应详细规定。

当电池的限值和控制系统未做详细规定，则它们可用于正常运行条件不产生电弧或火花的“ec”保护等级设备中。然而，当这些电池或电池组安装在与设备隔开的外壳中，其直接向外部大气通风时，是可以接受的。当使用这些电池或电池组时，应考虑详细的预防安全措施。

5.6.2、5.6.2.11 和 5.6.4 给出了技术要求和详细的预防安全措施，试验和验证在 6.6 给出。

5.6.1.4 开启式电池和电池组

这些类型的电池和电池组被设计为避免隔室内积累的气体排放到外壳的外部大气中。该隔室应该包含符合保护型式“e”的电子部件，电池和电池组的必要连接除外。

5.6.2、5.6.2.11 和 5.6.4 给出了技术要求和详细的预防安全措施，试验和验证在 6.6 给出。

表12 电池和电池组的型式与使用

电池或电池组 型式	电池或电池组 的容量	危险区允许的功能			备注
		放电	蓄电池充电	同一外壳内的其他设备	
密封式	≤ 25 Ah	能	能	能	—
阀控式	无限制	能	不能 ^a	能 只有 “e” “m”与带“e”接头的 “o”与带“e”接头的	由保护类型“d”、“i”或 “q”保护的应位于 分离的外壳内，它们的 整体连接不能与电池位于 同一壳体内
开启式	无限制	能	不能 ^a	不能	

a 对于在危险区充电，需要采取额外的保护措施。

5.6.2 ≤ 25 Ah 单体电池或电池组要求

5.6.2.1 电池和电池组的浇封

如果单体电池是浇封的，应注意保证泄压装置不被阻塞。排气孔的尺寸应足够大，以防止浇封的组件在最不利释放速率下从电池里产生危险压力。每个单体电池最少有1个通气孔。

如果使用电池或电池组的封装来维持保护型式，则封装应允许在充电时电池的可能膨胀。

注 1：本部分术语的“浇封”不是指符合GB/T3836.9的要求“浇封型”。

注 2：通气孔的物理特性取决于电池布置的形式和容量。电池中气体析出速率受到电池容量老化的影响。

5.6.2.2 蓄电池和蓄电池组的使用

蓄电池或电池组不能用于设计使用原电池或电池组的设备，反之亦然，除非设备设计中规定可以使用两者。

5.6.2.3 单体电池的连接

“eb”保护等级的电池组只能由单体电池串联组成。“ec”保护等级的电池组应由单体电池串联组成，除了特殊情况下允许两个单体电池并联，且无其他单体电池串联。

5.6.2.4 放电模式

5.6.2.4.1 概述

5.6.2.4.1.1 单体电池串联连接

密封或阀控电池串联数量不能超过三个，除非有预防措施防止反向充电。

注：单体电池的实际容量随时间的变换可能渐弱。如果出现这种情况，较高容量的单体电池可向较低容量的单体电池反向充电。

5.6.2.4.1.2 深度放电保护

如果安装了深度放电保护电路防止单体电池反向充电时，最低分离电压值应符合电池制造商的规定。对于“eb”保护等级，在负荷断开之后，来自电池的电流(A)应小于额定容量的(Ah)的0.1%。

注：通常，一个深度放电保护电路可保护最多六个单体电池。如果太多的单体电池串联连接，由于单个单体电池电压的公差和深度放电保护电路，可使安全保护失效。

5.6.2.4.2 “eb”保护等级放电情况

在来自Ex元件电池和电池组的负载电流能够危害电池影响增安特性的情况下，设备制造厂应规定负载或安全装置。在增安安全特性不受影响的情况下，不需要规定负载或者不提供安全装置。

注 1：规定允许负载仅在电池Ex元件作为设备的一部分供电，这可以使其有能力向设备负载供电而不影响增安安全特性。

为检查和试验最高表面温度额定值，应考虑设备制造商或保护装置规定的最大负荷所允许的最大放电电流，例如1.7×熔断器额定值，或者如果既未规定负荷也未规定保护装置情况下则视为短路。

本部分要求的安全装置构成与控制系统相关的安全部件。制造商有责任评定控制系统的整体安全与本部分要求的安全等级一致。

注 2：符合ISO 13849-1的PLc类要求的相关部件的安全满足上述要求。

5.6.2.4.3 “ec”保护等级放电情况

电池或电池组的放电模式应按照电池或电池组制造商的规定。为了温度额定值的验证和试验，应考虑正常工作下的最大放电电流。如果在放电过程中，电池或电池组过大的负载会导致影响“ec”保护等级，则应规定最大负载和安全装置。

5.6.2.5 工作温度

电池或电池组的工作温度不能超过制造商的规定。

5.6.2.6 爬电距离和电气间隙

5.6.2.6.1 “eb”保护等级

单体电池和电池组之间的电气连接应符合4.2的规定，并且应是电池制造商建议的类型。

单体电池电极之间的电气间隙和爬电距离应符合下列规定：

——对于固有安全的单个单体电池，当其短路电流和最高表面温度被其内阻限制到适当的值时，单体电池电极之间的电气间隙和爬电距离可忽略；

——对于最高开路电压不超过 2V 的单个单体电池不构成电池组的一部分，单体电池电极之间的电气间隙和爬电距离不应小于 0.5mm；

——对于电压不超过 10V 的电池组，如果单体电池和单体电池内的连接均固定，则在单体电池之间不要求附加的爬电距离和电气间隙。电池外部连接的爬电距离和电气间隙应符合表 2 的规定。

——对于其它电压超过 2V 的所有电池和单体电池，电气间隙和爬电距离应为表 2 中对应的电压值。

5.6.2.6.2 “ec” 保护等级

单体电池极之间的爬电距离和电气间隙应符合电池与电池组的相关行业要求。

5.6.2.7 连接

单体电池和电池组之间的电气连接应符合第 4.2 条，并且应是单体电池组或电池制造厂推荐的类型以防止电池或电池组不会受到过大的压力。

5.6.2.8 可更换电池组

当电池或电池组组装成可更换的电池组时，它们之间的连接必须可靠。

注：这可以减少出现连接错误、连接不同充电状态电池或不同老化程度的可能性。

5.6.2.9 可更换电池组封装的连接

如果单体电池和电池组不和设备构成整体，应采取措施防止单体电池或电池组与设备和充电器错误连接。合适的措施包括使用带电极的接线夹，或有清楚标志表明正确的装置。此外，还应采取预防措施使电路安全连接。

5.6.2.10 电解液的泄漏

5.6.2.10.1 “eb” 保护等级

如果在正常或故障条件下电解质有从单体电池中泄漏的危险，应采取措施防止污染带电零件。气密式单体电池或电池组不必符合这一保护措施要求。开启式或阀控式单体电池或电池组应封装在单独的空腔中，以避免从单体电池或电池组内流出的电解质污染设备的其它部件。另外，对于这种类型的单体电池或电池组，单体电池或电池组空腔内部的爬电距离和电气间隙需要增大到至少 10mm。

5.6.2.10.2 “ec” 保护等级

如果电解液在正常运行中可以从电池中泄漏，应采取适当措施减少对带电部件的污染。密封式或阀控式单体电池不需要采取额外的措施。

5.6.2.11 断开和运输

如果“eb”保护型式的电池在危险场所必须与其关联设备断开连接，那么它应能被安全断开。电池应带有表 19 项 e) 的警告标志，禁止携带通过危险场所，带电部件至少具有 IP30 的防护等级时除外。

5.6.3 >25 Ah 阀控式或开启式单体电池或电池组要求

5.6.3.1 允许电池组的类型

开启式电池组应是铅-酸、镍-铁、镍氢或镍镉型。开启式电池组的容量没有限制。通常用于内燃机启动或小型备用电源的液体填充电源的电池组，应适用相关条款和设计原则，但连接布置适用于构造单元内的方法。

试验和验证见 6.6。

5.6.3.2 蓄电池箱

5.6.3.2.1 内部表面

电解质对内表面不应产生不利影响。

5.6.3.2.2 机械要求

蓄电池箱和盖应能承受使用时的机械应力，包括运输和搬运时产生的应力作用。为满足这一要求，可在必要时在箱内设置隔板。

5.6.3.2.3 爬电距离

5.6.3.2.3.1 “eb” 保护等级

必要时，蓄电池箱内应设置绝缘隔板。如果结构合适可把隔板作为绝缘隔板。绝缘隔板的位置应适当，以防止在任何部分产生的标称电压超过40V。绝缘隔板应能防止爬电距离在运行中减小到不允许的值。绝缘隔板的高度至少为单体电池高度的2/3，在计算这些爬电距离时不允许采用图1中例2和例3所示的方法。

相邻单体电池电极之间以及电极与蓄电池箱之间的爬电距离至少为35mm。当相邻单体电池之间的标称电压超过24V时，对于每超过2V，爬电距离应至少增加1mm。

5.6.3.2.3.2 “ec” 保护等级

对于无绝缘隔板的金属电池箱，相邻单体电池电极之间以及电极与蓄电池箱之间的爬电距离至少为35mm。对于非金属外壳，爬电距离应符合表2。当相邻单体电池之间的标称电压超过24V时，对于每超过2V，爬电距离应至少增加1mm。

5.6.3.2.4 盖

蓄电池箱盖的固定应能避免在正常运行时随意打开或移位。

5.6.3.2.5 单体电池的组装

单体电池在蓄电池箱中的安装应能防止在运行中产生明显位移。极柱安装材料和其它嵌入零件（例如填充物和绝缘隔板）应使用绝缘、无微孔、耐电解质作用的材料。

5.6.3.2.6 液体的排出

进入无排液孔的蓄电池箱内的液体，应能在不取出单体电池的情况下排出。

5.6.3.2.7 通风

蓄电池箱应提供充分的通风。作为4.10规定的为防止固体异物和水进入而设置的防护等级限制的例外，按照GB/T 4208的IP23防护等级对于蓄电池箱应足够。如果按照GB4208-2008的规定对IPX3进行实际试验，有水进入蓄电池箱内，则可使用6.6.2规定的绝缘电阻试验判断其危害程度。

5.6.3.2.8 插头与插座

除GB/T 3836.1的规定外，单极插头和插座的正负极应为不可互换的结构。

5.6.3.2.9 极性标记

电池接头、插头和插座的极性标志应持久、醒目。

5.6.3.2.10 其他设备

固定或组装在蓄电池箱中的任何其它电气设备应与预期使用目的相符。

5.6.3.2.11 绝缘电阻

新的电池充足电后带电部件与电池箱之间的绝缘电阻至少为1MΩ。

5.6.3.3 单体电池

5.6.3.3.1 盖

单体电池盖应与电池槽一起密封，以防单体电池盖脱开和电解质泄漏。

5.6.3.3.2 支撑

正、负极板应支撑牢固。

5.6.3.3.3 电解液的维护

需要保持电解质液位的单体电池应设置指示电解质位于最低和最高允许液位之间的装置。当电解质在最低液位时应采取措施，以避免极板下端和汇电板过分腐蚀。

5.6.3.3.4 膨胀空间

在每个单体电池内应有足够的空间，以防止由于电解质膨胀和悬浮体沉淀所造成的电解质溢流。该空间应与电池的预计寿命相适应。

5.6.3.3.5 注液和排气栓

注液和排气栓应能防止在正常的使用条件下电解质溅出并便于安装和维护。

5.6.3.3.6 电解液的密封

每个极柱和单体电池盖之间都应密封，以防电解质泄漏。

5.6.3.4 连接件

5.6.3.4.1 单体电池间的连接

能相对移动的相邻单体电池之间的连接件应是非刚性的。非刚性连接件的每一端应采用下列方法之一与极柱连接：

- a) 熔焊或钎焊到极柱上；
- b) 嵌压到铸在极柱上的铜套内；
- c) 嵌入铜质终端，再用螺纹紧固到铸在极柱上的铜质接头上。如果连接件的机械性能和热性能或电气性能通过 GB/T 3836.1 扭转试验合格，并且符合扭转试验的要求，则衬套可以是铜质的或其它材质。螺纹连接应防止松脱。

在b)和c)的情况下，单体电池之间的连接件应为铜质。对于c)的情况，终端与极柱之间的有效接触面积应最小等于导线截面积。在计算有效接触面积中，不应计算内螺纹与外螺纹间螺纹接触部分。

尽管上述的项c)中使用了“铜”字，但当需要改善连接的机械性能(例如防止铜质接头中紧固螺纹磨损)时，含有少量的其它金属的铜合金(例如铬或铍)可以使用。当使用铜合金时，需增加电池之间连接的接触面积，以防止由其它金属引起的电导率减弱。

5.6.3.4.2 温度评估

5.6.3.4.2.1 “eb”保护等级

连接线应能承受工作状态所要求的电流而不超过极限温度（见4.5、4.8.1和4.8.2）。如果工作状态不能确定，则采用蓄电池制造商确定的电池容量的放电率进行评定。在使用双连接线时，每个连接线应能单独承载全部电流而不允许超过极限温度。

5.6.3.4.2.2 “ec”保护等级

连接装置和终端应能承受使用要求的电流而不超过温度组别。如果未规定使用条件，电池组应按制造商的规定，在额定条件下放电1h，以进行评估。

5.6.3.4.2.3 连接装置的保护

可能承受电解腐蚀的所有裸露导线应采取保护措施，例如，铅酸蓄电池未绝缘的金属连接导线（铅除外）应用铅包覆，但这不适用于螺纹。

带电部件应使用绝缘层保护，防止电池盖打开时意外接触。

5.6.4 单体电池或电池组的充电

5.6.4.1 充电器的规格

5.6.4.1.1 “eb”保护等级

如果单体电池和电池组需要在危险场所充电，充电电路应视为设备的一部分。即使充电系统存在一个故障，充电电压和电流也不能超过制造商规定的限值。阀控式单体电池充电无附加要求。

充电只允许在制造商规定的安全限值之内进行。

如果制造商不允许在充电过程中将电池或电池组运至危险区，产品应按GB/T 3836.1的要求标识“X”并且在证书的特殊使用条件中做规定。设备应按照表19项f)标记警告：不允许在危险区充电。

如果充电器是设备整体的一部分并且未被适当的保护型式保护（原本用于非危险区），则应被断电，同时防止电池或电池组产生的反向电流。如果未被适当的保护型式保护的充电器需要时间冷却到温度组别限值以下，设备应按表19第e)条标记警告：充电完成“X”分钟内，不允许运送到危险区。

如果在同一个外壳中有另外的电压源，应对电池和其关联电路进行保护，防止通过其它非专用电路充电。例如，可使用表2中对达到最高电压的爬电距离和电气间隙的规定，将外壳中的其它电压源与电池和其关联电路隔离。

5.6.4.1.2 “ec”保护等级

如果充电器是电气设备整体的一部分并且在危险区充电，则充电器应完全规定为设备设计的一部分。在正常运行中，充电系统应设计为充电电压与电流不超过制造商基于设备工作温度范围规定的限制值。

5.6.4.2 阀控式或开启式电池或电池组充电中的气体释放

5.6.4.2.1 “eb”保护等级

对阀控式单体电池充电，当使用规定作为设备部件的充电设备，按6.6.4规定的试验时间连续测量时，电池箱中氢气的浓度不应超过2%（体积比）。

5.6.4.2.2 “ec”保护等级

充电系统在通常情况下不产生气体。但是，如果产生气体，电池箱内氢气浓度在48h后不能超过2% V/V。应按照6.7.4的试验进行验证。

注此要求不适用于不需要额外保护的“eb”保护等级的密封电池，见5.6.1.2。

5.7 通用接线盒和分线盒

通用接线盒和分线盒应按6.7.4规定的方法确定额定值，以保证在运行中不超过4.8的极限温度。

该额定值（见附录E）应表示如下：

- a) 额定的最大耗散功率；
- b) 包括端子尺寸、允许的导线数量和尺寸以及最大电流的一组数值。

使用额定值确定特定电流情况下端子和导线可靠组合的信息见附录E。

5.8 电阻加热器（电伴热除外）

5.8.1 概述

本条款是对3.13中定义的电阻加热器件和电阻加热装置（电伴热除外）的补充规定。它不适用于感应加热、集肤效应加热、介电加热或其它加热系统，包括电流通过液体、外壳或管道。型式试验的要求在第6条中给出。

注1：电伴热的要求见GB/T 19518.1。

注2：增安型的附加安全措施适用于电阻加热器，它们通过强制的限温装置、密封的容器、具有可接受的接地外壳漏电电流检测（30mA～300mA）或绝缘监控系统以及绝缘系统的热稳定性能试验实现。

5.8.2 加热电阻

加热电阻不视为绕组，且4.7的规定不适用；

GB/T 3836.1对非金属材料的要求不适用于加热电阻的电气绝缘材料。

注：不是加热电阻，而是加热系统的部件，适用于4.5条。

5.8.3 温度系数

加热电阻应具有正温度系数。制造商应规定20℃时的电阻值及其容差。

5.8.4 绝缘材料

用于电阻加热器的绝缘材料应按照6.9的规定进行试验。

5.8.5 冷启动电流

当电阻加热器的冷启动电流按6.9.5的规定试验时，在通过电流10s之后的任何时间都不得超过制造商规定电流额定值的10%。

5.8.6 电气安全装置

5.8.6.1 概述

保护的方法取决于保护系统的接地形式（见GB/T 16895.20相关定义）。

5.8.6.2 TT和TN系统

建议采用额定漏电动作电流不超过100mA的漏电电流保护器。

注1：建议优先选择额定漏电动作电流为30mA的保护器。该保护器在额定漏电动作电流时最大断开时间不超过100ms。

注2：通常情况下，该系统在30mA或更高脱扣级别时将断开所有非接地相。

注 3：在GB 16916.1-2003中规定了漏电电流保护器的补充要求。

5.8.6.3 IT 系统

建议安装绝缘监测装置，以保证在任何情况下当绝缘电阻小于 $50\Omega/V$ （额定电压）时断开电源。

5.8.7 导电涂层

当电阻加热器的表面导电涂层能保证5.8.6要求的保护装置功能时，它应覆盖绝缘护套整个表面，分布均匀，并且至少覆盖70%的表面。导电包涂层的电阻应足以保证5.8.6要求的保护装置运行。

5.8.8 排除爆炸性环境

电气绝缘应保证加热电阻不能接触潜在的爆炸性环境，表面温度低于极限温度时除外。

注：珍珠状绝缘材料不能满足该要求。

对于“eb”保护等级设备，在确定电阻加热器件温度级别时，安装的保温层通常不应视为能阻止潜在的爆炸性环境形成的措施。

5.8.9 导体横截面积

考虑机械强度，连接电阻加热器的导线横截面至少为 1mm^2 。

5.8.10 极限温度

应防止电阻加热器或加热装置带电时超过极限温度。

应采取下列措施之一保证该要求：

- a) 使用电阻加热器温度自限特性的稳态结构；
- b) 加热系统的稳态结构（在规定的使用条件下）；
- c) 使用 5.8.11 规定的安全装置，在预定的表面温度下隔离电阻加热器或加热装置的所有带电部件。该安全装置应完全独立于在正常条件下调节电阻加热器或加热装置工作温度控制系统。

对于b)和c)，电阻加热器的温度取决于各种参数之间的关系：

- 热输出；
- 环境温度：气体、液体、工件；
- 电阻加热器和其周围的导热特性。

有关这些相互关系的必要数据应由制造商按照GB/T3836.1的规定在说明文件中提供。

注：对于b)和c)，电阻加热器的温度取决于，但不限于以下不同参数间的关系：

- 环境温度范围
- 输入或输出介质的温度或工件的温度
- 被加热介质，其物理特性（导热性、规定的热容、流动速度、普朗克数、相对密度）
- 温度组别
- 热输出
- 取决于介质的物理特性的流速、热流、供电压力和允许的表面温度
- 热力单元的几何结构（单独热元件的布置、入射角度、热传导）

5.8.11 安全装置

由安全装置提供的保护应通过下列方式实现：

- a) 电阻加热器的温度，或适用时，检测其附近的环境温度；
- b) 电阻加热器的温度，或其周围温度和一个或多个其它参数；

注 1：参数示例包括：

- 对于液体，加热装置被覆盖至少50mm可用液位监视器实现（干烧保护）；
- 对于流动介质，如可燃气体或空气，最小通量可由流量监视器实现；
- 对于工件加热，热传导可通过加热器的安装或使用辅助介质（热传导结合剂）来实现。

如果有必要说明安全使用的特殊条件，合格证书需按照GB/T 3836.1的要求标志“X”符号，同时在证书特殊使用条件中详细说明限制内容。例如，由安全装置供电的电组加热单元与其他设备相连，共同

作为安全系统运行，则应在特殊使用条件中详细说明设备选择和相互连接的信息。若设备作为安全系统一部分运行的附加的选择和安装信息是必要的，这些详细内容应被包含在说明书中。

在预定的程序恢复后只能通过手动复位，安全装置储存的信息被连续监控时除外。如果传感器发生故障，则加热器应在达到极限温度之前断开电源。人工操作的安全装置应只有工具才能复位和更换。

安全装置的调整装置应被锁定并加封，并且在随后运行中不应改动。

注2：熔断器只能用制造商规定的的部件更换。

安全装置应在异常情况下动作，并应附加到正常情况下需要动作的调整装置上，但在功能上应独立于调整装置。

对于“eb”保护等级，安全装置应直接或间接断开电阻加热装置或单元。

对于“ec”保护等级，安全装置应：

- 直接或间接断开电阻加热装置或单元；或
- 在明显处设置输出警报。

5.9 熔断器补充要求

5.9.1 概述

“ec”保护等级允许使用熔断器。只有应用于额定值范围内的不可更新的熔断器允许使用，因为在正常运行过程中不会因断开而产生电弧。

注1：不可更新熔断器是指不含可更换元件的熔断器。

注2：对于需要使用熔断器分断短路电流和热保护的“eb”保护等级设备，熔断器应位于危险区以外，或用其他适用于EPL Gb的保护型式保护。“eb”保护等级只适用于熔断器的连接。

5.9.2 设备温度组别

设备的最高表面温度应考虑每个安装的熔断器使用规定的正常电流。熔断器最高表面温度应用以下方法测量：

- 非填充熔断器，在熔断器元件表面；
- 填充熔断器，在熔断器筒表面。

5.9.3 熔断器安装

熔断器应安装在封闭的安装座、弹簧安装座内或被焊接固定。熔断器到熔断器的安装座连接应满足4.2.3.5的要求。

5.9.4 熔断器外壳

包含熔断器的外壳应联锁，使移除或更换熔断器的操作在断电情况下完成。或者外壳应按表19第h)项标识警告语。

5.9.5 熔断器替换标识

除非熔断器为不可互换型，应规定熔断器的正确型号和参数，并在熔断器座附近做出标记。

5.10 其它电气设备

5.2~5.9中未专门提到的电气设备应符合第4章的结构要求，并且原则上符合第5章中的补充要求。

证书号应按 IEC 60079-0GB/T 3836.1 的要求标识“X”符号并在证书特殊使用条件中列出如下细节：

- 概念，设备应用的方法和特殊方面；
- 包括全部连接细节的安装信息。

IEC 60079-0GB/T 3836.1 要求的文件应包括全部符合本条款的描述。

注1：本条款的目的是为采用新技术提供机会。制造商应在设备预计使用寿命内，分析设备潜在故障以确保安全等级。这通常基于等效本标准规定的增加安全等级的方法，而超出通常行业标准要求。

注2：IEC 60079-33 GB/T 3836.24 爆炸性环境-第24部分：特殊保护型“s”提供适用于此类设备的标准要求。可以预料到作为评估此种设备的方法，IEC 60079-33 GB/T 3836.24将作为5.10的替代要求。IECEX目前正在开发认证流程。

6 型式检查和型式试验

6.1 绝缘介电强度

绝缘介电强度应通过下列试验进行验证:

- a) 按照有关的行业标准对电气产品的单个项目规定;或,
- b) 没有这样的试验要求时,按照下列 1)、2)或 3)的试验电压至少保持 1min 不发生介电击穿:
 - 1) 对于额定电压不超过90V峰值或不出现超过90V峰值工作电压的电气设备和Ex元件: 500V(有效值), 公差范围0~+5%;
 - 2) 对于适用于5.8附加要求的电阻加热器和电阻加热装置: $(1000+2U_n)$ V(有效值), 公差范围0~+5%, 其中 U_n 是额定电压;
 - 3) 对于超过90V峰值工作电压的其它电气设备和Ex元件: $(1000+2U)$ V(有效值)或1500V(有效值), 公差范围 $^{+5}_0\%$, 取较大者, 其中 U 是工作电压。

允许带直流试验电压代替规定的交流试验电压,并且对于绝缘绕组应为规定交流试验电压有效值的170%,对于气隙或爬电距离是绝缘媒介的情况应为规定交流试验电压有效值的140%。

对于具有电隔离部件的设备或 Ex 元件, 试验应在适当的电压下对于每个部分分别进行。

在以下情况时不需要做介电试验:

- 设备仅包含 Ex 元件, 连接件符合 IEC 60079-7GB/T 3836.3 的要求;
- 没有工厂安装的互连线路;
- 所有的爬电距离和电气间隙被 Ex 元件的安装所严格控制。

注: 一个典型的例子是接线盒。

6.2 旋转电机

6.2.1 确定起动电流比 I_A/I_N 和时间 t_e

具有鼠笼转子的电动机应接受转子堵转试验, 以确定起动电流比 I_A/I_N 和 t_e 时间。附录A列出了试验和计算方法。

或者, 当不能对电机采用堵转试验方法时, 可采用在额定运行和制动状态下的温升和 t_e 时间的计算结果。优先采用计算方法作为试验方法的补充, 关于堵转转子的温度的计算见参考文献。

6.2.2 试验电机的安装

如果试验条件与运行条件等效, 其它安装方式的旋转电机允许在水平安装条件下进行试验。

6.2.3 电机的附加试验

6.2.3.1 定子绕组绝缘系统

6.2.3.1.1 试验对象

该试验应在下列试样之一上进行:

- a) 一个完整的定子;
- b) 一个带电动机外壳的定子;
- c) 一台电动机;
- d) 部分绕线的定子。

在所有情况下, 试验模型应是全新的, 并且代表完整的定子, 适用时, 还应具有电晕屏蔽、应力分级、包扎和支撑、浸渍和导电的部件, 例如定子铁心。所有裸露导电部件应接地。

典型的定子连接电缆的布置应在一个完整的定子上或在代表性模型上进行试验。应特别注意电缆与其它每个电缆以及与相邻导线零件之间的间隔。所有裸露的导电部件应接地。相间绕组不能相互连接。

6.2.3.1.2 “eb”保护等级定子绝缘系统的脉冲点火试验

绝缘系统和连接电缆应在表 13 所示的爆炸性气体混合物中进行试验。它们应承受不小于 3 倍峰值的相对地电压的 10 个电压脉冲, 电压上升时间在 $0.2\mu\text{s}\sim 0.5\mu\text{s}$, 并且幅值在峰值一半以上的时间至少为 $20\mu\text{s}$ 。脉冲应施加于相对相和相对地之间。然后对其他相重复进行。

注 1: 这是非标准波形, 但有必要利用具有足够长度的、上升时间短的起始放电, 以确保有足够的点燃能量。这是

根据试验研究结果提出的。

注 2：该试验是典型的用满足中性点接地的Y形（星）连接电机或用接近系统的虚拟中性点接地的三角形连接电机。其它提供的连接需要在制造商和用户之间经过协商确定适合的绝缘系统试验。

试验期间应没有爆炸试验混合物点燃。

6.2.3.1.3 保护等级“eb”和“ec”定子绝缘系统的稳态点火试验

绝缘系统和连接电缆应在表13所示的爆炸性气体混合物中进行试验，施加1.5倍额定线电压（有效值）的正弦波电压，历时3 min。电压最大上升率应是0.5 kV/s。电压应施加在一相和地之间，其它相接地。然后对其他相重复进行。

试验期间应没有爆炸发生。

表13 爆炸试验混合物

设备类别	空气中试验混合物 V/V
IIC	氢(21±5)%
IIB	乙烯(7.8±1)%
IIA	丙烷(5.25±0.5)%

6.2.3.2 鼠笼转子

6.2.3.2.1 该试验应利用带有定子和转子的电机进行，它是包括定子铁心和绕组以及转子铁心和鼠笼的完整的电机。适用时，还应包括通风道、同心环、端环以及平衡环。

6.2.3.2.2 转子鼠笼应经受老化处理，包括至少 5 次转子堵转试验。鼠笼的最高温度应在最高设计温度和低于 70℃之间循环。施加的电压不应低于额定电压的 50%。

6.2.3.2.3 在 6.3.3.2.2 要求的老化处理之后，电机应充入或放入如表 13 所示的爆炸性气体混合物。电动机应进行 10 次满压空载启动或 10 次转子堵转试验，试验持续时间应至少 1 s。

试验期间应没有爆炸试验混合物点燃。

6.2.3.2.4 试验期间，端子电压不应低于额定电压的 90%。爆炸性试验混合物的浓度在每次试验后应符合规定。

6.2.4 浇封磁铁的超速试验

使用粘接剂来固定磁铁的永磁电动机的转子在超速试验之前，应该进行基于转子的运行温度符合 GB/T 3836.1 要求的热稳定性试验。

在所有情况下，转子应该以最大额定转速的1.2倍旋转至少2min。如果转子磁铁没有视觉上的位移，转子和定子之间也没有接触，那么超速试验应该被认为是有效的。

或者，如果现有设备的试验是不实际的，为了确认浇封磁铁的牢固性，浇封磁铁的热稳定性和超速试验可以在代表模型上进行，应考虑到可能出现在实际永磁转子中的力，包括超速运行的情况。

对于热稳定性试验，不建议磁铁被磁化。

外部驱动转子的超速试验是允许的。

注：关于进行超速试验的更多信息可以在GB/T 755中找到。

6.3 灯具

6.3.1 电池供电的灯具

如果灯具是由电池或电池组供电的，所有的试验都应该在完全充满电的状态下开始。

6.3.2 冲击和跌落试验

6.3.2.1 概述

根据 IEC 60079-0GB/T 3836.1 的要求，在冲击或者跌落试验后，灯丝无需保持完好无损，但是外灯泡应该保持完好。

6.3.2.2 耐冲击试验（便携式和可移动式灯具以及手提灯）

对于便携式和可移动式灯具以及手提灯， GB/T 3836.1 中关于耐冲击试验的适用性修改如表 14。

表14 耐冲击试验

便携式和可移动式灯具以及手提灯	冲击高度 $h_{+0.01}^0$ m, 质量 $(1_{+0.01}^0$ kg)
保护网单个网孔最大面积小于等于 2500mm ²	0.7
无保护网透明件由最小高度 2mm 凸缘保护, 并且透明件面积小于等于 5000mm ²	0.4
无保护网透明件, 面积大于 5000mm ²	0.7
透明件的保护网单个网孔面积最大 2500mm ² (试验时去掉保护网)	0.2
注: 透明件保护网单个网孔面积最大 2500mm ² 可以降低冲击风险, 但不能避免冲击。	

6.3.3 除 E10 之外的螺口灯座的机械试验

6.3.3.1 灯具/灯座底部接触压力的试验

这些插入和抽出试验不必使用E10型灯座。

对于E14、E27和E40型灯座, 符合GB/T 17935规定尺寸的试验灯头应全部旋入灯座中, 施加的旋入力矩如表15的规定。然后将试验灯头旋出15° 后再旋出灯头。对保护等级“eb”, 灯底部的接触压力应不小于15N, 对保护等级“ec”, 应不小于10N。对于E13、E26和E39型灯座, 应基于GB/T 17935的尺寸要求, 修改GB/T 19148.1中给出的相关灯头之间的差别进行等效试验。

6.3.3.2 灯具/灯座最小旋出力矩的试验

对于E14、E27和E40型灯座, 符合GB/T 17935规定尺寸的试验灯头应全部旋入灯座中, 施加的旋入力矩如表15的规定。对于E13、E26和E39型灯座, 应基于GB/T 17935的尺寸要求, 修改GB/T 19148.1中给出的相关灯头之间的差别进行等效试验。

随后, 将试验灯头旋出15° 后再旋出灯头, 所需力矩不应小于表9规定的最小旋出转矩。

表15 旋入力矩和最小旋出力矩

灯头尺寸	旋入力矩		最小旋出力矩	
	Nm		Nm	
	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”
E14 / E13	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.3	0.3
E27 / E26	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.5	0.5
E40 / E39	3.0 ± 0.1	2.25± 0.1	1.0	0.75
注: 当振动严重时, 应为灯具提供特殊的安装装置。				

6.3.4 灯具的异常运行

6.3.4.1 放电灯镇流器的异常运行

6.3.4.1.1 “eb” 保护等级的整流效应试验

镇流器应用在额定电压下, 灯具被一个由二极管和电阻器并联而组成的试验电路所替代。通过改变电阻, 试验电路的电流被调整到一个值, 这个值至少等于灯具正常电流的两倍。在不改变试验电路的情况下, 电源电压则增加到不低于额定电压的110%。稳定后的温度不应超过GB/T 3836.1规定的温度组别。

灯具线路中带有二极管和电阻器, 施加额定电压待温度稳定后, 当温度稳定时, 不得超出极限温度。

注 1: 额定电压为 600V/100A 的二极管经常被使用。

注 2: 经常使用可变的电阻器, 变化范围为 0~200 欧姆, 额定功率至少为灯具功率的一半。

注 3: 虽然这种灯具不允许被应用在保护等级“eb” 或者“ec” 的灯具中, 但该镇流器本身被允许接受保护等级“eb” 或者“ec” 的保护。

6.3.4.1.2 “ec” 保护等级

在试验期间所确定的温度不应超出极限温度。

温度不应该超过GB 7000.1中热试验 (异常工作) 中所给出的值, 热试验是在异常工作条件下 (适用但并不代表灯具中有缺陷或误用灯具) 使用GB/T 3836.1中规定的试验电压进行的。

对于绕组, GB 7000.1中所允许的最高绕组温度应该减少20K。

在对保护装置动作之前，包含热保护装置的绕组的温度可能会在15min之内升高15K以上的温度。

6.3.4.2 管式荧光灯的异常运行

6.3.4.2.1 “eb”保护等级

6.3.4.2.1.1 整流效应试验

向灯具施加不小于110%的额定电压，然后将二极管与灯管串联。稳定后的温度不应超过GB3836.1-200×规定的温度组别。

灯具线路中带有二极管，施加额定电压待温度稳定后，极限温度不应超过表3中1 b)相应的值。
在燃弧之后有必要将二极管插入灯的电路中。

6.3.4.2.1.2 无效灯管试验

向灯具施加不小于110 %的额定电压，必要时去掉灯管包括有可能的组合。稳定后的温度不应超过极限温度。

6.3.4.2.2 “ec”保护等级

对于 GB 7000.1 中那些相关的行业标准没有额外的型式试验要求。

6.3.4.3 电子镇流器供电的灯管的阴极耗散功率

6.3.4.3.1 “eb”保护等级的灯具

根据附录G的规定，应进行不对称脉冲试验和不对称耗散功率试验。在试验过程中测得的最大阴极功率不得超过表16中所给出的值。

该试验应该在灯具的最高和最低环境温度下进行。

6.3.4.3.2 “ec”保护等级的灯具

不对称脉冲试验和不对称功率损耗试验应该在符合IEC 61347-2-3GB 19510.4的要求下进行。

在试验中观察到的最大阴极功率不应该超过表16中所给出的值。

该试验应该在灯具的最高和最低环境下温度进行。

注： 电子镇流器的相关行业标准详见GB 19510.4.

表16 电子镇流器下灯具的阴极功耗

灯具类型	保护等级		灯具的环境温度 ℃	温度组别	最大阴极功率 W
	“eb”	“ec”			
T8 /T10/T12	允许	允许	≤40	T4	10
T8 /T10/T12	允许	允许	≤60	T4	8
T8 /T10/T12	允许	允许	≤60	T3	10
T5 (8 W)	允许	允许	≤40	T4	4
T5 (8 W)	允许	允许	≤60	T3	4
T5-HE (8 W~35 W)	排除	允许	≤60	T4	5

6.3.5 “eb”保护等级双插脚灯头与灯座连接的二氧化硫试验

触头完整装配的连接件应按GB/T 2423.19的规定进行21天的试验。

试验后，接触电阻的增加不应大于初始值的50%。

代表性灯头插脚应用黄铜制造，粗糙度不超过0.8μm，并且经化学抛光。

6.3.6 “eb”保护等级双插脚灯管灯具的振动试验

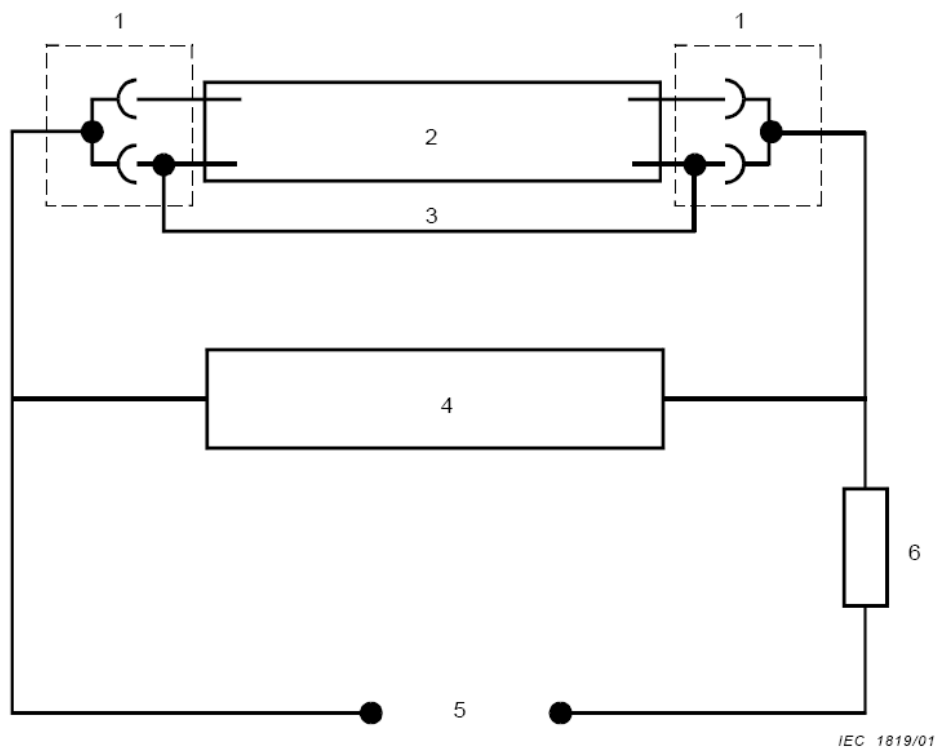
灯具应按照GB/T 2423.10的规定承受耐振动试验。

完整的灯具样品以正常的固定方式安装在刚性的试验固定装置上，并且施加的振动频率在1Hz～100Hz。

在1Hz～9Hz，振幅不应小于1.5mm；在9Hz～100Hz，试验单元应承受不小于0.5g的加速度。

扫过频率应为每分钟1个倍频程，持续时间为每个垂直面20个循环。

试验后，在灯具的所有部分不应有可见的机械损坏。然后，按图3所示串接直流电源，电流应通过灯具接触点。如果灯座的接触点是机械不对称的，试验应利用反向的活动触点重复进行。



图例：

- | | |
|------|-----------|
| 1 灯座 | 4 示波器 |
| 2 灯管 | 5 24 V 直流 |
| 3 连接 | 6 电阻器 |

图3 灯具振动试验布置图

利用在灯管两端施加大电流和不可靠连接方式断开灯管灯丝的方法来制备专门试验用灯管。
试验期间的电流应为灯管的额定有效值。
试验期间不应观察到电流中断和接触电压变化。

6.3.7 灯具接线的触发器高压脉冲试验

在标称频率为 50Hz 或 60Hz 下的试验电压要求不少于 1 分钟，电压施加在导体和宽度至少为 25mm 的金属箔之间。金属箔缠绕在试验样品的绝缘外表面，但与裸导体的距离大于 25mm。试验样品至少 500mm 长。

电路中. 使用标有 2.8kV 的触发器时，电压有效值不小于 3kV，或者电路中使用标有 5.0kV 的触发器时，电压有效值不少于 5 kV。

试验过程中应无闪络或击穿现象发生。

6.3.8 管状荧光灯电子启动器试验和“ec”保护等级放电灯触发器试验

6.3.8.1 概述

触发器和电子启动器按照下列特征分类：

- a) 产生的灯的峰值脉冲电压 (Vpk) 不超过 1.5kV、2.8kV 或 5.0kV；
- b) 配备或不配备用来抑制反复尝试起动的断电装置的触发器，应与启动失败或在运行过程中有异常的灯具关联；
- c) 触发器引起或不引起被施加到镇流器绕组上的峰值脉冲电压。

6.3.8.2 断电装置试验

当一个电子启动器或触发器配备了断电装置，三个独立的单元应该在空气温度为 $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 、 $(25$

± 2) °C 和最高工作温度 $+(10 \pm 2)$ K (除非工作温度极限是明确另有说明的) 下进行试验。合格性应当检查如下:

- a) 对于管状荧光灯的启动器, 试验样品应包括完整的灯具电路, 由电阻代替模拟阴极灯。试验样品在十次连续通电状态到尝试启动的时间至少 15 秒。断电装置应该在 10 秒之内动作, 以防止进一步的灯具尝试启动。
- b) 对于触发器的气体放电灯, 试验样品应包括带有移除灯具的完整的灯具电路。试验样品在十次连续通电状态到尝试启动的时间至少 15 秒。断电装置应在触发器上显示的额定时间的 125% 之内动作。

如果所有三个独立单元都符合要求, 启动器或触发器应归类为“有断电装置”。如果三个单元之中的任何一个不符合, 启动器或触发器应归类为“无断电装置”, 随后的试验应在与切断装置隔离或移除的样品上进行, 以便使该装置失效, 并且触发器被认为不适合使用在触发器使镇流器绕组承受压力的地方。

6.3.8.3 寿命试验(故障的灯具)

6.3.8.3.1 触发器热稳定性试验

另外三个单独的触发器应该通过以下热稳定性试验。

- a) 没有断电装置的触发器
 - 1) 把触发器放置在一个没有对流风的烘箱或者外壳里, 提高环境温度到不低于 60°C。
 - 2) 在最高额定工作电压下通电, 在最高工作频率(或最低工作频率, 如果在触发器内产生了最高升温)的电路中模拟故障灯状态;
 - 3) 让触发器处于不少于 60 天的稳定状态;
 - 4) 断电, 从烘箱或外壳中取出触发器, 并冷却到室温。
- b) 有断电装置的触发器
 - 1) 把触发器放置在一个没有对流风的烘箱或者外壳里, 提高环境温度到不低于 60°C;
 - 2) 在最高额定工作电压下通电, 在最高工作频率(或最低工作频率, 如果在触发器内产生了最高升温)的电路中模拟故障灯状态, 通常以 30min 接通, 30min 关闭为周期;
 - 3) 继续试验直到 500 次, 30 分钟开/30 分钟关, 周期应是完整的;
 - 4) 断电, 从烘箱或外壳中取出触发器, 并冷却到环境温度。

6.3.8.3.2 评价标准

电子启动器/触发器应该被检查并:

- a) 不是“安全”状态或者很有可能产生点燃风险时, 显示无机械或电气的缺陷可能使装置无效, 或
- b) 没有通过点燃模式, 也没有显示出其它机械或电气的缺陷时不是“安全”状态。

6.3.9 “ec”保护等级灯具启动器座试验

启动器座的三个样品被放置在一个加热箱中, 加热箱的环境温度保持在 (85 ± 2) °C。

总共不小于 72 小时后, 将启动器座从加热箱中取出, 并使其冷却至少 24 小时。触点压力通过根据 IEC 60400GB/T 1312 中详述的尺寸制成的一个装置来测量。

触点压力应不小于 5N。

6.4 测量仪表和仪表用互感器

在二次绕组短路状态下, 电流互感器和测量仪表的载流部件在通过电流 I_{th} 1s 后的温升可通过计算或试验得出。在进行计算时, 应考虑电阻的温度系数, 但散热可忽略不计。

载流部件的动态稳定性应通过试验验证。电流互感器试验时二次绕组应短路。动态试验的持续时间应至少为 0.01s, 一次电流峰值, 不小于 I_{dyn} , 至少一个峰。

发热试验的持续时间应至少 1s, 一次电流有效值不低于 I_{th} 。

在下列条件下动态试验可与热试验合并进行:

- a) 试验的第一个最大峰值电流不低于动态电流 (I_{dyn})，和
- b) 试验在时间 t 、电流 I 下进行，使 (I^2t) 的数值不小于 $(I_{\text{th}})^2$ ，并且 t 值在 0.5s~5s 之间。

电流互感器应按照GB/T 16847的规定进行匝间过电压试验，但是一次电流有效值应等于一次额定电流的1.2倍。

6.5 非仪表用互感器

互感器的温度应在规定负载下由试验确定。试验时，任何集成在一起的或专用的保护装置应置于电路中。

此外，如果规定的负载不构成符合本部分要求的设备部分，则互感器应在最不利负载状态下进行试验，其中包括二次绕组的短路状态。任何集成在一起的或专用的保护装置应置于电路中。

6.6 “eb”保护等级单体电池和电池组检查和试验

6.6.1 概述

下列这些型式试验适用于额定容量>25Ah的蓄电池。

6.6.2 绝缘电阻

试验条件如下：

- a) 欧姆表的测量电压应至少为100V；
- b) 如果有电池箱，电池、外电路和电池箱之间的连接应断开；
- c) 注入电池内的电解质应达到允许的最高液位。

如果测量值至少等于1MΩ，则认为绝缘电阻满足要求。

6.6.3 机械冲击试验

6.6.3.1 概述

在正常运行中可能承受冲击的蓄电池应进行本项试验。其它蓄电池可不进行本项试验，但应按GB/T 3836.1的要求加设标志“X”，并且证书的特殊使用条件中详细规定限制内容。

试验应仅在单体电池样品和其连接上进行。当单体电池的结构相似但容量等级不同时，不必对每个容量的电池进行试验，但是，试验的数量应足以能够评定整个系列的性能。

6.6.3.2 试验条件

试验应对每个样品进行，样品至少由2×2个新的充足电的、带内部连接的、安装在适合的电池箱中的单体电池组成。每个样品应处于待用状态。

每个样品应在其正常运行高度上安装，用通常的方法直接或利用刚性固定架固定在冲击机的安装平台上。安装应符合GB/T 2423.5中4.3的要求。

冲击机应产生半正弦脉冲，如GB/T 2423.5的图2所示。速度变化偏差、横向运动和测量系统应分别满足GB/T 2423.5的4.1.2、4.1.3和4.2的相应要求。其加速度峰值应为5g_n，如GB/T 2423.5的表1的规定。

6.6.3.3 试验程序

每个样品的试验程序如下：

- a) 确定每个样品的容量；
- b) 试验过程中蓄电池按5小时流转率的持续放电电流；
- c) 每个样品按以下方式进行15次独立冲击试验：
 - 垂直向上方向连续进行3次冲击；
 - 在水平面上沿两个互相垂直的轴线各连续进行3次冲击。轴线的选择应暴露可能的薄弱处；
- d) 重新充电后，再次测量容量。

6.6.3.4 合格判据

对于每个样品应满足下列3个条件：

- a) 在试验期间电压没有突然变化；

- b) 没有明显的损坏或变形;
- c) 容量下降不超过 5%。

6.6.4 “eb” 保护等级电池箱通风试验

该试验的目的是确定蓄电池箱内最大氢气浓度和其通风孔的合适尺寸,使氢气在蓄电池箱中释放出来。

蓄电池箱内氢气释放的流量应由下列公式确定:

$$\text{氢气 (m}^3/\text{h)} = \text{单体电池数量} \times \text{容量 (Ah)} \times 5 \times 10^{-6} \quad (4)$$

注: 该公式仅适用于纯氢气条件。当采用不纯氢气时,应增加氢气的流量,使之足以补偿氢气不纯的影响。

试验可使用下列任一方法,在大气压下和无感知气流的场所中进行。

a) 方法 1

蓄电池箱通常容纳单体电池的部分应装入封闭的盒子。盒子的盖应设置注液孔和通风孔,其形状、数量和位置与单体电池上的相同。盒子所处位置应使单体电池之间存在的正常自然通风不发生变化。

通过注液-排气栓向盒子上方空间通入恒定流量的对应于单体电池结构形式和容量的氢气。所需要氢气流量应由给出的公式确定。

氢气应在所有注液-排气栓中均匀分配。

b) 方法 2

蓄电池箱应装入蓄电池,构成蓄电池的单体电池的数量、类型和容量与运行中使用的相同。

单体电池应是全新的,充足电并串联连接。

向蓄电池充入过充电电流,以便产生恒定流量的对应于蓄电池组中单体电池结构形式和容量的氢气气流。

释放的氢气流量应由给出的公式确定。过充电电流由下列公式确定:

$$\text{过充电电流} = \frac{\text{氢气}}{\text{单体电池数量} \times 0.44 \times 10^{-3}} \quad (5)$$

其中,过充电电流单位: A, 氢气单位: m³/h。

在开始试验时,环境温度、蓄电池箱的温度和单体电池的温度或模拟单体电池盒的温度之间的温差不应超过4K,且上述温度应在15℃~25℃之间。

该试验应连续进行,直至4次连续测量显示氢气浓度的增加不超过4次测量平均值的5%。如果在测量过程中氢气浓度减小,应考虑最大测量值。

连续测量之间的时间间隔不应少于30min。在连续测量情况下,如果在短的时间周期测量到高的浓度值(如果此时间周期小于30min),则这些可忽略不计。

测量氢气浓度应在蓄电池箱盖下不同位置进行,以便确定蓄电池箱中出现最大浓度的位置并测量这个最大浓度。

测量位置应在单体电池(或封闭的盒子)上表面和蓄电池箱盖的中心附近,并尽可能远离注液孔和通风孔。

测量应至少进行两次。

如果测定的氢气浓度不超过2%,则试验满足要求。

6.7 “ec” 保护等级单体电池和电池组检查和试验

6.7.1 概述

注: 这些型式试验适用于通风蓄电池。

6.7.2 绝缘电阻

6.6.2 的要求适用。

6.7.3 机械冲击试验

6.6.3 的要求适用。

6.7.4 “ec” 保护等级电池箱通风试验

为了验证符合 5.6.4.2.2 的要求，在恒定温度下，氢气通过自然消散到静止空气中，在不超过 48 小时时间内，大于 90%V/V 的 H_2 浓度应降低到 2%V/V。

6.8 通用接线盒和分线盒

6.8.1 概述

通用接线盒或分线盒应装入一些处于“最不利状态”的接线端子，用规定的最大尺寸的端子导线将端子连接。与各个端子连接并包含在外壳之内的导线长度应等于外壳最大内部尺寸（三维对角线）。导线的布置应使试验电流通过每个端子，并且布线方式为串联。为表现导线绑扎的发热影响和典型安装的其它影响，导线应按6组绑扎成束，盒子外面的长度至少为0.5m。

应使用等于端子额定电流的电流通过串联电路，当达到稳定状态时测量最热部分的温度。为便于替换符合附录E要求的端子，应对最不利状态端子的高于局部环境的温升（即：直接在接线盒内端子周围）进行确定。

注：端子的“最不利状态”是指出现最高温升时的状态。已经发现，改变导线的尺寸、导线进入的部位、端子的位置/几何形状以及端子的尺寸均对结果产生影响。

6.8.2 最大耗散功率法

对于特定温度组别，如果需要确定最大耗散功率极限值，则需要改变端子数量，重复试验，直至达到极限温度。应采用在20℃时的电路电阻和在试验中施加的额定电流计算最大额定耗散功率（见5.7项a）和附录E）。

注：为方便计算端子、布线和电流允许的组合（见附录E），使用在20℃时的电阻值计算最大额定耗散功率。

6.8.3 规定端子布置法

作为替代仅指定额定最大耗散功率，可以指定一组与接线盒的尺寸有关的接线盒的属性值。更多信息见附录 E。

6.9 电阻加热器

6.9.1 下列试验应在电阻加热元件的样品或试样上进行。

6.9.2 应将样品或试样的有关部件浸入水温在 10℃~25℃之间的自来水中不小于 30 min，检查电气绝缘，然后样品或试样先后进行下列 a) 和 b) 的试验：

a) 施加电压有效值 $(500+2U_n)$ V (公差范围 $+5\%$)，时间不少于 1min， U_n 是设备额定电压；5.8.7

中所述的导电覆盖层全部浸入水中。试验电压加在加热导体和导电包覆层之间，如果没有导电覆盖层，则加在加热导体与水之间。

当有两根或多根导体相互之间在电气上绝缘时，在每对导体之间施加电压，然后在每根导体与导电覆盖层或水之间施加电压。导体之间的连接，包括绝缘中的导体，在必要时应断开，例如与有并联的加热电缆的连接。

b) 用 500V 直流电压（标称值）测量绝缘电阻。在加热导体和金属覆盖层之间施加电压，如果没有导电覆盖层，则加在加热导体与水之间。样品或试样的绝缘电阻应至少为 20MΩ。

6.9.3 电阻加热元件绝缘材料的热稳定性试验，应将样品或试样在比最高运行温度高 20 K，但不低于 80℃的空气中存放 672 小时，在 -25℃~-30℃之间的温度下存放至少 24h，然后样品或试样再进行 6.9.2 的项 a) 和 b) 规定的绝缘整体性试验。

6.9.4 耐冲击试验应在两个新的样品或试样上进行，试验装置与 GB/T3836.1 中规定的相同。采用淬火钢质半球形冲头，冲击能量按照本标准规定的机械危险等级，但用符合 GB/T3836.1 的要求的外壳进行保护的电阻加热元件或电阻加热器除外。

6.9.5 冷起动电流试验应将 3 个样品或试样敷设在位于恒温箱的吸热体或散热体上进行，箱中的温度维持在制造商规定的冷启动温度上，偏差为 ±2 K。

在冷态环境中对样品应施加工作电压，并在通电的第1min内连续记录电流值。

6.9.6 特殊型式的电阻加热元件或电阻加热器的试验应按附录 B 的要求进行。

6.10 端子绝缘材料试验

端子样品应按工作中的状况安装，然后承受GB/T3836.1中规定的耐热试验。最大额定尺寸的铜导体（基于端子的额定横截面）应按制造商的说明安装。将表17中给出的对应导体尺寸的拉力逐渐施加到导体上并保持至少1 min。导体不应从夹紧装置脱开，并且端子组件不应与绝缘体分离，端子绝缘不应破裂。

注： 接线端子从一个安装轨道上脱开不应视为故障。辅助的接线端子或辅助的固定装置需要和安装导轨一起支撑接线端子，并且允许对其进行试验。

表17 拉力试验值

导体尺寸，(ISO)，mm²	导体尺寸，(线规)	拉力 N
0.5	20	20
0.75	18	30
1.0	17	35
1.5	16	40
2.5	14	50
4	12	60
6	10	80
10	8	90
16	6	100
25	4	135
35	2	190
50	0	236
70	00	285
95	000	351
120	250 kcmil	427
150	300 kcmil	427
185	350 kcmil	503
240	500 kcmil	578
300	600 kcmil	578
350	700 kcmil	645
380	750 kcmil	690
400	800 kcmil	690
450	900 kcmil	703
500	1000 kcmil	779
630	1250 kcmil	966
750	1500 kcmil	1175
890	1750 kcmil	1348
1000	2000 kcmil	1522
注 1： 值引自 GB/T 17464、GB/T 20636 和 GB/T 14048.1-2006。		
注 2： 附录 F 给出线规 AWG 和米制尺寸之间的对应关系。		

7 例行检查和试验

7.1 介电试验

绝缘介电强度试验应按照6.1的规定进行，或者试验应在1.2倍试验电压下进行，但保持至少100ms。

对保护等级“ec”，如果相关行业标准里有对电气设备的个别项目的常规介电强度试验，则这个试验是可以接受的。

注1：在某些情况下，实际的试验时间可能要比100ms长很多，例如具有大分布电容的样品，达到实际的试验电压可能需要较长时间。

当在制造过程中对爬电距离和电气间隙的尺寸进行严格控制时，例行试验可根据ISO 2859-1的要求，在统计的基础上采用合格质量限值0.04进行。

在以下情况下不需要做例行介电试验：

- 该设备只包含 Ex 元件，且连接件符合 GB/T 3836.3 标准；
- 没有工厂连接的互连线路；且
- 所有的爬电距离和电气间隙尺寸被 Ex 元件的安装严格控制。

注2：一个典型的例子是接线盒。

7.2 电池的绝缘介电强度试验

与7.1不同，对电池的绝缘介电强度试验应按照6.6.2的规定进行。

如果电池的绝缘电阻至少为1MΩ，则视为满足要求。

7.3 匝间过电压试验

电流互感器的匝间过电压试验应按GB/T 16847的给出的方法进行，初级电流有效值等于初级电流额定值。

8 Ex 元件防爆合格证

8.1 总则

由于增安型“e”，Ex元件的使用往往影响温升和爬电距离/电气间隙，因此Ex元件的防爆合格证应包括必要的技术资料，以便对设备中使用的Ex元件进行适当的评定。

8.2 接线端子

如果适用，在Ex元件的部件防爆合格证中，接线端子的限制范围应包括下列内容：

- a) 可能影响额定电流的经检验合格的接线端子跨接件的使用情况；
- b) 能影响爬电距离和电气间隙的经检验合格的接线端子跨接件的使用情况；
- c) 接线端子的不同安装方式可能影响爬电距离和电气间隙的细节；
- d) 提供规定的转矩阻力的特殊安装的细节；
- e) 每个夹紧装置中导体的类型和数量；
- f) 绝缘的极限温度；
- g) 当用规定规格的导线通过 110%额定电流时产生的温升，详见 4.2.2.2；
- h) 用规定截面积（由制造商规定）的导线通过端子时的电阻。

9 标志和使用说明书

9.1 通用标志

以下要求适用于增安型“e”，它们是对GB/T 3836.1关于标志和说明要求的补充和修改。保护等级“eb”或“ec”应该以保护等级的方式显示。

电气设备应附加下列标志：

- a) 额定电压和额定电流或额定功率。如果应用多个额定电压、额定电流或额定功率，只需标注最大额定值。合格证书中标注完整的额定值。

注：对于多个功率因数有效运行的设备或Ex元件，额定电流和额定功率两者均要标出。

- b) 对于保护等级“eb”旋转电机，起动电流比 I_A/I_N 和 t_E 时间；
- c) 对于具有载流部件的测量仪表和电流互感器，短路电流 I_{sc} ；
- d) 对于灯具，使用光源的技术数据，例如，电气额定值，必要时包括尺寸；

- e) 对于通用接线盒或分线盒，额定值表示为：
 - 额定最大耗散功率，或
 - 包含各端子尺寸、允许的导线数量和尺寸以及最大电流等的一组数值；
- f) 使用限制，例如仅在清洁环境中使用；
- g) 如果需要，特殊保护装置的特性，例如，温度控制或困难启动条件，特殊供电条件，例如仅使用变频器供电的操作；
- h) 对于符合 5.6 要求的电池：
 - 单体电池的结构型式；
 - 单体电池的数量和标称电压；
 - 持续放电时的额定容量。

如果充电器没有被一种合适的保护类型保护，则设备应该带有表19中f)项的标志；

如果电池充电器没有被一种合适的保护类型保护，并需要在一段时间内冷却到低于标志的温度等级，则设备应该带有表19中g)项的标志；

i) Ex 元件接线端子：

- 导线范围；
- 额定电压；

如果标志面积有限，则该信息可在说明书中说明。

当“e”型使用的定额与行业使用的定额不同时，这些定额与它们可能的使用范围宜进行区别。

j) 5.8 规定的电阻加热元件和电阻加热器，标志运行温度。

9.2 Ex 组件外壳

外壳上应标志符合 GB/T 3836.1 中关于 Ex 元件的标志要求，但是这个标志是内部的，也并不一定是永久的。防爆标志字符串不能进行外部标志。

注：防爆标志字符串一个典型的例子是 Ex eb IIC Gb。

只有制造商的名称和外壳标志信息（例如型号或序列号）可以在外壳的外部标志。这个标志也不必是永久性的。

如果 Ex 组件外壳的制造商同时也是设备证书的持有人，并且已经在 Ex 元件证书附表的限制中写明，则这些标志可以忽略不计。

9.3 使用说明书

9.3.1 电池供电的设备

为了在电池充电处能看到，每个电池应备有使用说明书（维护说明）。说明书中应包含所有必须的充电、使用和维修说明。

使用说明书至少应包括下列内容：

- a) 制造商或供应商的名称或注册商标；
- b) 制造商的型式标识；
- c) 单体电池的数量和电池的标称电压；
- d) 持续放电时的额定容量；
- e) 充电说明；
- f) 涉及电池安全运行的任何其它条件，例如充电期间需要打开盖子、充电后由于释放气体在合盖前最短等待时间、核查电解质液位、注入电解质和水的特性、安装位置。

9.3.2 接线端子

使用说明书应至少包括下列内容：

- 规定的力矩，如果制造商规定有紧固力矩值；
- 如果重新排列或调整不明确，则说明书应指明适合各种尺寸导线所必要的重新排列或调整，

已有合适标志时除外；

- 如果布线方法不明确，则在说明书中应说明端子导线的正确连接方法；
- 导线绝缘剥离要求。

9.3.3 灯具

使用说明书应至少包括下列内容：

- 对于双插脚荧光灯，当安装或更换灯管时，应只能使用黄铜插脚的灯管。

注：市场上销售的灯管通常使用黄铜插脚。

- 使用螺纹式灯头的灯泡，当安装或更换灯泡时，应只能使用灯头绝缘材料符合 GB/T 16935.1 标准中 I 级材料要求的灯泡，并且最小爬电距离和电气间隙符合表 118 的规定。

表18 螺纹式灯头的爬电距离和电气间隙

电压 U V	爬电距离和电气间隙 mm
$U \leq 10$	2
$63 < U \leq 250$	3

在确定爬电距离和电气间隙要求的值时，表中的电压值可增加 1.1 倍的系数，以便认可常用额定电压范围。
表中所示爬电距离和电气间隙值以最大电源电压公差的正负 10 %为基础。
电压等于或小于 10V 时，CTI 的数值不适用，并且可接受不符合 I 级要求的绝缘材料。

9.3.4 电动机

每台电动机均应附有使用说明书（维护说明书）。使用说明书应至少包括下列内容：

- a) 日常维护和轴承润滑的详细说明；
- b) 如果适用，绝缘转子导条绝缘例行试验的详细说明。
- c) 对于永磁电动机，当电源断开，电机仍在旋转时，电压可能存在于电动机的端子。开路和速度的数据通常需要提供。
- d) 任何维护信息要确保持续符合 5.2.12 中的摩擦密封要求。

9.4 警告标志

如果在电气设备上要求下列警告标志，在表 19 中“警告”词之后的内容可用技术上等效的内容代替。多种警告内容可综合成一种等效的警告内容。

表19 警告牌的内容

项	对应条款	警告标志
a)	4.2.3.4 4.2.4	警告：带电时不要连接或断开
b)	4.10.3 a)	警告：在非本质安全型电路供电时严禁打开
c)	4.10.3 b)	警告：严禁带电打开
d)	4.10.3 b)	警告：用 IP30 内盖保护的非本安型电路
e)	5.6.2.11	警告：严禁通过危险场所搬运
f)	9.1	警告：严禁在危险场所充电
g)	9.1	警告：断电后一段时间内严禁搬运到危险场所
h)	5.9.4	警告：带电时严禁移除或更换保险丝
i)	5.3.5.2.2	警告：更换灯具只能在非危险场所
j)	4.2.4	警告：连接或断开只能在非危险场所

10 文件

应准备符合 IEC 60079-0GB/T 3836.1 要求的文件，包括任何本标准规定的附加条款。
电动机文件应包括的主要内容如下：

- a) 外壳保护等级 (IP 代码), 见 4.10;
- b) 符合 IEC 60034 电动机要求的基础, 包括工作制 (见 5.2);
- c) 对于 “ec” 保护等级 S3、S4、S5、S7、S8 或 S10 工作制电机和 “eb” 保护等级电机; 应包含确保超过 100kW 大型旋转电机启动时外壳不包含爆炸性气体所采用的特殊方法的信息。
- d) 径向气隙 (见 5.2.6)。

附 录 A

(规范性附录)

电动机温度确定—试验和计算方法

A.1 概述

定子绕组、转子部件和电机内或电机上的附属电气设备或 Ex 元件的允许最高表面温度不能超过极限温度。这些温度应被测量，或由推断技术及计算确定。

——对于“eb”保护等级的电动机，应考虑预期故障。

注：预期故障包括由于电机过载或堵转定状态造成的停止。

——对于“ec”保护等级的电动机，当工作制为 S1、S2、S6 或 S9 时，只需确定额定负载下的温度。

对于工作制不是 S1、S2、S6 或 S9 的“ec”保护等级的电动机，应按不同的工作制情况，测定频繁启动和不同负载下的温度。

——对于“eb”和“ec”保护等级运行需要变频器的电动机，温度应按 5.2.8.4 的规定确定。

当使用计算或推断的方法确定温度时，应基于相似电机温度测量值的比较。

A.2 确定最高工作温度

A.2.1 转子温度—正常工作状态

电机额定条件下转子温度应按照 IEC 60034-1GB/T 755 的要求，在电机断电后直接测得。最高转子温度应通过可以到时间原点的图来实现。其他可以采用的方法包括记录峰值、温度传感器、喷涂或画点。

对于鼠笼转子，尽管转子端环和导条的温度可能不同于转子铁心大于环的中心温度，不同导条和环之间温度的差异在正常负载运行条件下是微不足道的，并且只需要测定端环的温度。大型电机可能通过接近环或导条延长部分进行温度测定。

A.2.2 绕组温度—正常工作状态

绕组温度应通过电阻法在电机断电后直接测得。由于电机断电后冷却很快（电机持续旋转且不立即停止），应有时间原点的绕组电阻图，使用指数曲线配合技术，推断断电时的最高温度。对于由埋入式温度传感器测量的绕组温度，定子绕组温度应由所有埋入温度传感器的最高温度读数确定。

注：此标准是对 IEC 60034-1GB/T 755 的补充。尽管这给出的是绕组导体的平均温度，但它代表了绝缘绕组表面的最高表面温度。

A.3 确定最高表面温度

A.3.1 概述

IEC 60079-0GB/T 3836.1 指出最高表面温度应在输入电压为 90%~110%额定电压产生最高温升时测定。作为可替换方法，电动机的电压可基于 IEC 60034-1GB/T 755 规定的“A 区”运行，典型值为额定电压的±5%（在特殊使用条件中进行有关的标识）。考虑上述电压的调整，定子和转子绕组最高表面温度测定按照 IEC 60034-1GB/T 755 进行。大型电机的负载应符合 IEC 60034-29 的要求。

注：取决于保护型式依赖的适合的绝缘材料和外壳非金属材料的最高工作温度由额定电压确定，而不是调整过的电压。

A. 3. 2 堵转试验

A. 3. 2. 1 试验条件

电机初始状态应为静止，定子和转子温度应该与试验环境温度相同。将转子堵转，施加额定电压和额定频率。如果由于试验室限制，堵转试验在减小的电压下进行，温度值应按 A. 3. 2. 2 确定。

A. 3. 2. 2 可选的在减小电压下的试验

测得的电流值应按照试验电压与额定电压比值升高，测定的温度值应按上述电压比值的平方升高。基于制造商对饱和效应的考虑，应考虑可能存在的饱和效应。试验应在可以达到的最高电压等于或小于额定电压，但不小于 50% 下进行额定电压的。

A. 3. 2. 3 转子温度

“eb”保护等级的电机在堵转状态下的温度应被测定用来确定 t_E 时间或确认埋入温度保护的有效性（如下所述）。转子鼠笼（导条和环）的温升应由温度传感器测定，该温度传感器的时间常数与温度上升率比应很小。由于集肤效应，导条上边缘存在最高温升。因此如果使用热电偶，它们应尽可能插入靠近导条表面的位置。所测得的最高温度是用来确定温度组别的基础。

对于功率小于 500kW，转子采用铸造的电动机，如果热电偶位于两个成 90 度的转子导条上，允许其他导条有 10% 测量温度的增加值。对于其他电机，每 90 度电角度至少有 3 个转导条，每个导条至少安装 3 个热电偶。每个导条上，热电偶应位于中间、端部附近和端环上。

注：单个转子导条的温升会根据他们的位置相对于定子绕组相位的空间谐波有所不同。这种不同将至少减少 20% 较低的电机空间谐波，但可以大大增强温升。

A. 3. 2. 4 确定起动电流 I_A

定子起动后 (5 ± 0.5) s 测量的电流被认为是起动电流 I_A 。如果按照 A. 3. 2. 2 进行减小电压的试验，定子电流应按该条“修正”。

A. 3. 2. 5 定子温度

由电阻法确定的定子平均温升，被作为绕组的温升。使用指数曲线拟合分析带有时间零点的绕组曲线可确定电机断电时最高温度。对于使用埋入温度传感器保护的电机，绕组温度应在埋入电阻传感器和相关保护装置关闭后进行测量。

A. 4 可选的最高表面温度计算

A. 4. 1 概述

作为 A. 3 的另一种方法，堵转时，用于决定 t_E 时间的电机定子和转子绕组的温升可由计算得出。由计算确定的转子电流（用于计算转子温度）应基于之前得到实际结果。对于定子起动电流，见 A. 3. 2. 4。

A. 4. 2 转子温度

当计算转子温度时，可根据焦耳效应进行计算并应考虑导条和端环内产生的热量，以及鼠笼的热容量。集肤效应对导条内热量分布的影响应考虑允许向铁芯中的热传导。

A. 4. 3 定子温度

电动机堵转时，定子绕组的温升与时间的比 $\Delta \theta / t$ 可以按下列公式计算：

$$\frac{\Delta \theta}{t} = a \times j^2 \times b$$

其中：

j 是起动电流密度，单位 A/mm²；

a 是系数，单位 $\frac{K}{(A/mm^2)^2}$ （对铜绕组 a = 0.0065）；

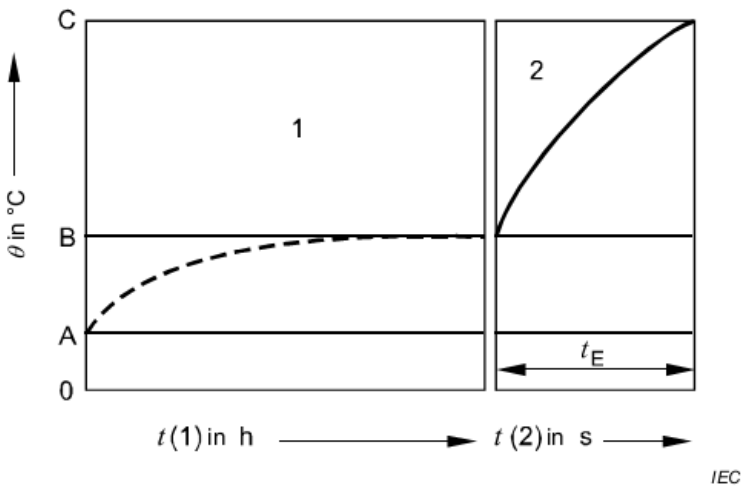
b = 0.85（衰减系数，考虑浸渍绕组的散热）。

A.5 t_E时间的确定

t_E时间应按如下确定（见图 A.1）。

从极限温度 C，减去最高环境温度 A（正常 40℃）和在额定运行时的温升 B。根据差值 BC 和在电动机堵转试验中的温升速率（通过试验或计算得出），确定 t_E时间。

对转子和定子分别计算。两个数值中较小的视作电动机对于相应温度组别的 t_E时间。



- 图例：
- | | |
|-------------|---------------|
| A 最高允许环境温度 | θ 温度 |
| B 额定运行时的温度 | 1 额定运行时的温升 |
| C 极限温度（4.7） | 2 转子堵转试验期间的温升 |
| t 时间 | |

图 A.1 t_E确定时间的示意图

A.6 困难起动条件

为困难起动条件设计的电动机或配置特殊保护装置（例如监测绕组温度）的电动机应与那些保护装置一起进行试验。

A.7 带有变频器的电机

与变频器电源构成组合装置的电动机和相应的保护装置应进行试验，确定电动机和变频电源组合规定的整个运行条件范围不超过相应的极限温度。

附录 B (规范性附录)

特殊结构的电阻加热器或电阻加热元件（电伴热除外）的型式试验

B.1 电阻加热器的机械应力试验

挠性电阻加热器，如果不采用符合GB/T 3836.1的要求的外壳保护，则应符合GB/T19518.1中规定的挤压试验和低温弯曲试验。

B.2 浸入式电阻加热元件或加热器

将试样或样品规定浸入液体中的部分浸入到至少50mm的饮用水中至少14天。用6.9.2中项a)和b)规定的整体绝缘试验验证其符合性。

注：该试验不适用于规定浸入水之外的其它液体或液体压力高于500Pa的电阻加热元件或加热器的验证。

B.3 具有吸湿性绝缘材料的电阻加热元件或加热器

保证蒸气气密的部分置于温度为 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度不低于90%的环境中放置672小时。擦干之后，用6.9.2中项a)和b)规定的整体绝缘试验验证其符合性，但可免去浸水。

在按照GB/T 3836.1规定的说明文件中应规定制造方法和电阻加热元件或加热器所用的密封材料。

B.4 电阻加热器（电伴热除外）极限温度验证

B.4.1 概述

试验应按照B.4.2、B.4.3和B.4.4规定的方法进行。

B.4.2 安全装置

B.4.2.1 概述

电阻加热装置符合第5.8.11条的保护系统保护的要求。试验应在相对于10%过电压和标明的任何电阻负公差的设备输出功率下进行。

加热器由符合5.8.11要求的安全装置保护，在无安全装置情况下进行试验时，只要试验能够模拟运行条件就可视为设备通过试验。否则，加热器仅视为Ex元件。

B.4.2.2 监视温度保护器

保护器最高允许温度应在其它辅助调节装置不起作用的情况下测定。但保证稳定温度的热时间常数应予以考虑。

B.4.2.3 监视温度和至少一个其它参数的保护器

最高温度应按B.4.2.2规定的方法测定，而且应计入监视其它参数的装置允许的最不利条件。

B.4.2.4 监视温度之外一个参数的保护器

测定最高温度时应计入监视其它参数的装置允许的最不利条件。

B.4.3 稳态结构的电阻加热器

样机应在制造商规定的并经检验机构认可的最严酷安装条件下进行试验，适用时，这些试验条件应包括液体零流动或空的管道或容器。该试验应在B.4.2规定的功率输出下进行。

可使用模拟的运行条件。

B.4.4 具有自限温特性的加热元件

对于加热电缆或加热带，将长度为3m~4m的样品盘绕在隔热材料制成的盒子腔内，内腔应密封，并能承受产生的温度，盒子应有效隔热。热电偶应固定在样品上以便测量最高表面温度。然后，样品应在起始温度 $(-20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 下以 $1.1U_n$ (公差范围 $^{+5}_{0}\%$)的电压通电，直至达到热平衡状态为止。

应测量最高温度。

具有自限制特性的其它电阻加热器应在适当的隔热外壳内进行类似的试验。

附 录 C
(资料性附录)

鼠笼转子电动机：运行中的热保护

C.1 本附录为用户选择安全装置提供指导性说明，主要指与普通工业安装不同或需要对普通工业安装进行补充的措施。

C.2 为了在运行中满足 5.2.8.2 的要求，可采用符合C.3 建议的反时限延时过载保护装置（例如直接在线的、带有热过载继电器或断路器的启动器）。

C.3 反时限过载保护装置不应仅能监视电动机电流，而且当电动机堵转时能在 t_E 时间内断开电动机的电源。宜向用户提供电流—时间特性曲线，表明过载继电器或断路器的延迟时间与启动电流比 I_A/I_N 的函数关系。

特性曲线应表示出从环境温度为20℃时的冷态开始测量的和启动电流比至少为3~8范围内的延迟时间。保护装置的脱扣时间误差范围不应大于±20%。

C.4 一般情况下，连续运行工作状态的电动机，包括容易起动和不频繁起动不会出现明显的附加温升，允许采用反时限延时过载保护装置。对于困难起动或起动频繁的电动机，则必须采用合适的保护装置，以保证不超过允许的最高温度。

困难起动是指按照C.3正确选择的反时限延时过载保护装置在电动机达到额定转速之前就断开电源的起动状态。一般情况下，如果起动时间超过1.7倍的 t_E 时间，就属于困难起动。

对于保护等级“ec”的电动机，密封装置可用作安全装置。

附录 D

（资料性附录）

电阻加热元件和加热器：附加电气保护

D.1 目的

该保护功能是对过电流保护的补充，用于限制由于异常接地故障以及对地泄漏电流等原因产生的高温和可能的电弧。

D.2 保护方法

保护的方法取决于保护系统的接地形式（见GB/T 16895.20相关定义）。

a) TT 和 TN 系统

建议采用额定漏电动作电流不超过100mA的漏电电流保护器。

建议优先选择额定漏电动作电流为30mA的保护器。该保护器在额定漏电动作电流时最大断开时间不超过100 ms。

注 1：通常情况下，该系统在30mA或更高脱扣级别时将断开所有非接地相。

注 2：在GB 16916.1-2003中规定了漏电电流保护器的补充要求。

b) IT 系统

建议安装绝缘监测装置，以保证在任何情况下当绝缘电阻小于50Ω/V（额定电压）时断开电源。

附 录 E

(资料性附录)

通用接线盒和分线盒的端子和导线组合

E.1 总则

在大多数电气设备中,热源是设备十分明确的一部分。然而,对于仅仅包含端子排的通用接线盒和分线盒,主要的热源更多的是连接到端子上的电缆,而不是端子本身,所以实际安装是决定的因素。在给通用接线盒和分线盒分配定额以确定温度组别的任何系统中都需考虑该因素。

在这样的盒子外壳内的最高温升取决于两个因素:使外壳内温度升高的全部端子和整体布线;
——超过其本身局部温度的单个端子和布线的温升。

在6.8中所说的“最不利状态”端子是指连接点连接有最大额定导线,而且最大温升超过局部温度的端子。任何低于“最不利状态”端子温升的端子均能使用。

注: 该附录给出了有关通用接线盒和分线盒额定值的两种表示方法的附加信息。

E.2 最大耗散功率法

按照6.8的要求,采用“最不利状态”端子确定额定最大耗散功率。对于规定的温度组别,外壳可设置任何允许的端子数量,可包括或不包括“最不利状态”端子,直至外壳空间限制最大允许数量,只要不超过额定最大耗散功率即可。

对于每个端子,利用该端子的最大电流和端子及其连接的导线在20℃时的电阻值计算耗散功率。每个导线从电缆引入装置至端子的长度假定等于外壳最大内部尺寸(3维对角线)的0.5倍,即从电缆引入装置至端子的导线长度假定为在6.8中使用的端子至端子导线长度的一半。这些耗散功率之和代表相应配置和电路条件的总的耗散功率。耗散功率之和不宜超过额定最大耗散功率。

注: 为了有助于对装置进行计算,在端子Ex排元件证书中规定端子在20℃时的电阻值。

E.3 规定布置法

作为规定额定最大耗散功率的可替代方案,可以指定一组将接线盒尺寸与以下预期接线盒属性相关的值:

- 导线长度(基于盒子的三维对角线),
- 导线横截面,
- 端子尺寸(作为通用考虑因素,而非特定制造商和类型),
- 允许的导线/端子数量,
- 最大导线/端子电流,
- 可用的接线盒高度(金属结构的可用高度需要考虑所需的间隙距离),
- 接线盒材料(包括任何涉及聚合物结构的着色和金属结构的涂层)。

如果基于上述属性的值可能是多个组合,则可以以表格的形式给出信息(参见图E.1)。实际测试、热计算或两者都将用于编制此类表。要为每个箱子尺寸创建一个单独的表格,或者如果箱子尺寸的“系列”分组在一个表格下,则该表格应基于“系列”中最差情况的箱子尺寸。可以通过特定的盒子尺寸或通过特定盒子尺寸相关的特定盒子标识符来识别任一种方法下的表格。

(特定接线盒标识符或特定盒子尺寸)														
电流 A	导线数量 ^a (基于横截面积mm ²)													
3														
6														
10	40													
16	13	26												
20	5	15	30											
25		7	17	33										
35			3	12										
50														
63														
端子的最 大数量 ^a	20	13	15	16										

所有的引入导线和内部连接均视为导线，接地线除外。

当使用本表时，可考虑同时存在的因数或符合 GB7251 规定的额定负载因数。当按相应比例使用表中数值时，允许使用不同横截面积和电流的最大尺寸导线。

a 任何其他数量的导体和辅助端子。

b 制造商设计（用发热计算法）。

横截面积 (mm ²)	电流 A	份数	等于	利用率
1.5	10	40 分之 20	等于	50%
2.5	20	15 分之 5	等于	33.3%
4	25	17 分之 2	等于	11.7%
		总数小于100%	等于	95.0%

图E. 1 规定的端子/导线配线表实例

附 录 F
(规范性附录)
铜导线尺寸

表 F.1 给出铜导线的标准横截面积。

表 F.1 铜导线的标准横截面积

ISO (公制尺寸) mm ²	线规 AWG/kcmil 和公制尺寸之间对照		
	尺寸	AWG/kcmil	等效公制面积 mm ²
0.2		24	0.205
-		22	0.324
0.5		20	0.519
0.75		18	0.82
1		-	-
1.5		16	1.3
2.5		14	2.1
4		12	3.3
6		10	5.3
10		8	8.4
16		6	13.3
25		4	21.2
35		2	33.6
50		0	53.5
70		00	67.4
95		000	85
-		0000	107.2
120		250 kcmil	127
150		300 kcmil	152
185		350 kcmil	177
240		500 kcmil	253
300		600 kcmil	304
350		700 kcmil	355
380		750 kcmil	380
400		800 kcmil	405
450		900 kcmil	456
500		1000 kcmil	507
630		1250 kcmil	634
750		1500 kcmil	760
890		1750 kcmil	887
1000		2000 kcmil	1014

附录 G (规范性附录)

T5 型（仅 8W）、T8 型、T10 型和 T12 型灯管的试验程序

G.1 不对称脉冲试验

G.1.1 总则

在灯管达到使用寿命极限时，镇流器应具有足够的保护作用，以防止灯管的灯头过热。当经受下列试验时，最大阴极功率不应超过表16给出的值。

G.1.2 试验程序

试验电路见图G.1。

镇流器应连接到J2上，灯管应连接到J4上。

- 闭合开关 S1 和 S4，调整开关 S2 至 A 位置。
- 开启被试镇流器，使灯管预热 5 min。
- 闭合 S3，断开 S1，等候 30 s。
- 测量功率电阻器（R1A~R1C，R2A 和 R2B），齐纳二极管（D5~D8）中平均耗散功率的总数。

所测量的功率，即 J5 和 J6 端子间的电压乘以从 J8 流到 J7 电流的乘积的平均值。用差动电压测试仪进行电压测量，用直流电流测试仪进行电流测量。使用数字示波器进行乘积和平均值运算。如果镇流器以循环模式运行，应将平均间隔调整到整数周期（每个周期一般大于 1s）。计算中收入的采样率和样品数应足以防止混淆误差。

如果实测功率大于表 16 给出的值，则镇流器已损坏，中止试验。

- 如果镇流器中的保护电路已经关闭了灯管，则必须重新启动镇流器（关闭 S1）。
- 断开 S4 和 S1，等候 30 s。
- 如项 d)，测量功率电阻器（R1A~R1C，R2A 和 R2B），齐纳二极管（D5~D8）中平均耗散功率的总数。

如果实测功率大于表 16 给出的值，则镇流器已损坏，中止试验。

- 如果镇流器中的保护电路已经关闭了灯管，则必须重新启动镇流器（闭合 S1）。
- 闭合 S1 和 S4。
- 调整 S2 至 B 位置。
- 重复进行项 b)~项 g)。

镇流器应通过A和B两个位置的试验。

- 对用于多只灯管的镇流器，对于每个灯管，均重复进行项 a)~项 k)的步骤。多只灯管的镇流器应通过每个灯管的试验。
- 对用于多种类型灯管的镇流器，各种类型灯管均应进行试验。各种类型灯管的试验均应重复项 a)~项 l)的步骤。

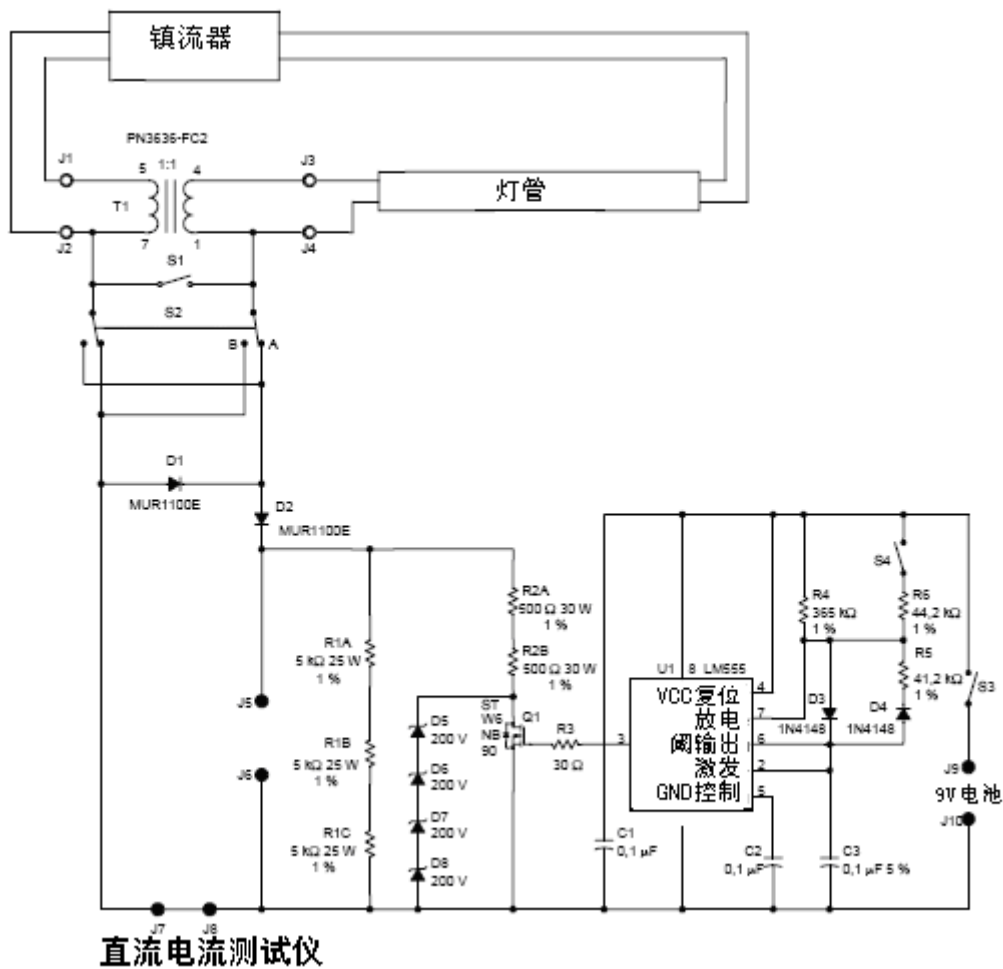


图 G.1 不对称脉冲试验电路

当S4闭合时，场效应晶体管Q1应接通3ms，断开3ms；当S4断开时，场效应晶体管Q1应接通27ms，断开3ms。

GB/T 19510.4给出了材料表和变压器说明书，任何其它有相同功能的变压器零件都允许使用。

G.2 不对称功率试验

G.2.1 总则

在灯管达到使用寿命极限时，镇流器应能提供充分的保护，以防止灯管的灯头过热。当灯管在代表性的最高工作温度时承受下列试验时，其最大阴极功率不应超过表16给出的值。

G.2.2 试验程序

电路图试验见图G.2和图流程图见G.3。关键的是，由于电路高频作用，电阻器R1（线性电阻）的电感要尽可能的低。

- a) 调整开关 S1 至 A 位置。
- b) 调整电阻器的电阻 R1 至短路状态。
- c) 给被试镇流器通电，开启灯管，使灯预热 5 min。
- d) 迅速(在 15 s 内) 提高电阻 R1，直到电阻器 R1 损耗的功率等于试验值 20 W（T5 8W 灯是 8W）（如果需要的话，在第一个 15 s 期间进一步调整 R1）。
 - 如果镇流器在达到试验瓦数前或在达到试验瓦数后断路，则必须重新对镇流器进行试验以证明没有断路时最大可能的持续功率小于或等于表 16 给出的值。
 - 迅速（在 15s 内）提高电阻 R1，直到电阻器 R1 损耗的功率接近 5W（T5 8W 灯是 2W）。

- 如果在 2min 内镇流器没能断开, 则停止试验并且提高在 R1 中的电阻重新试验。
- 用提高 R1 的值继续重复进行试验, 达到接近表 16 给出的值的设计耗散功率值 (三或四个步骤即可)。

e) 如果在功率小于或等于表 16 给出的值时镇流器没能在 2 分钟内断开, 则镇流器已损坏, 中止试验。如果在项 d) 试验中镇流器没有断开, 但是 R1 中的功率限值小于 20W (T5 8W 灯是 8W) 的试验瓦数, 则调整 R1 至产生最大瓦数的数值。

f) 如果在进行项 d) 步骤中达到了 20W (T5 8W 灯是 8W) 数值, 则附加 15s 的等待时间。如果在进行项 d) 步骤中达不到 20W (T5 8W 灯是 8W) 数值, 并且在进行项 e) 时获得的极限值适用, 则附加 30s 的等待时间。测量电阻器 R1 中的功率值。

如果电阻器 R1 中的功率没有减少到表 16 给出的值或以下, 则镇流器已损坏, 中止试验。

如果电阻器 R1 中的功率大于表 16 给出的值, 则镇流器已损坏, 中止试验。

g) 关掉镇流器的电源。调整开关 S1 至 B 位置。

h) 重复上述项 b) ~ 项 e) 的试验步骤。镇流器应通过 “A” 和 “B” 两个位置的试验。

i) 对用于多只灯管的镇流器, 每个灯管位置均重复进行项 a) ~ 项 g) 的试验步骤。用于多只灯管的镇流器应通过各灯管的试验。

j) 对用于多种类型灯管的镇流器, 各种类型灯管均应进行试验。各种类型灯管的试验重复项 a) ~ 项 h) 的步骤。

任何一个组合, 如果电阻器 R1 中的功率大于表 16 给出的值, 则镇流器已损坏, 中止试验。

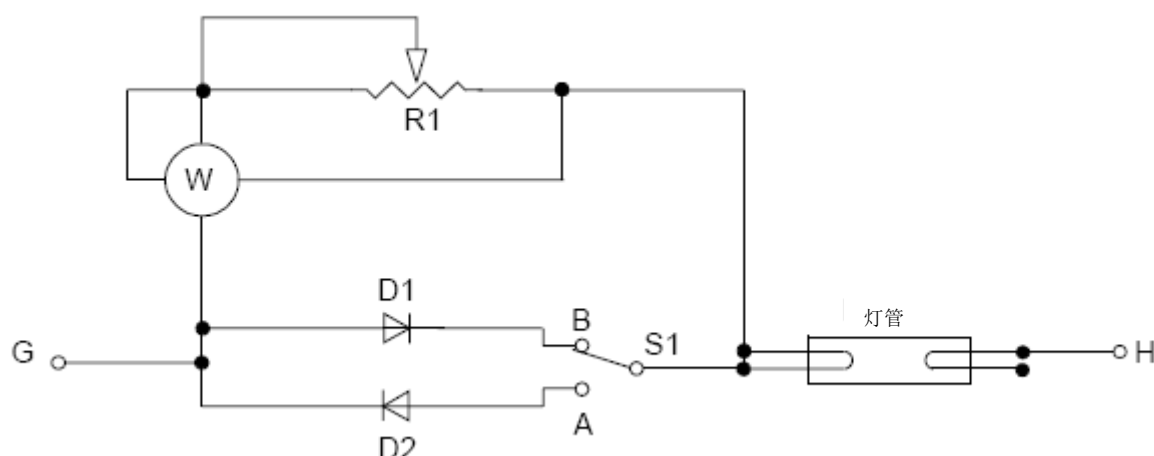


图 G.2 不对称功率试验电路

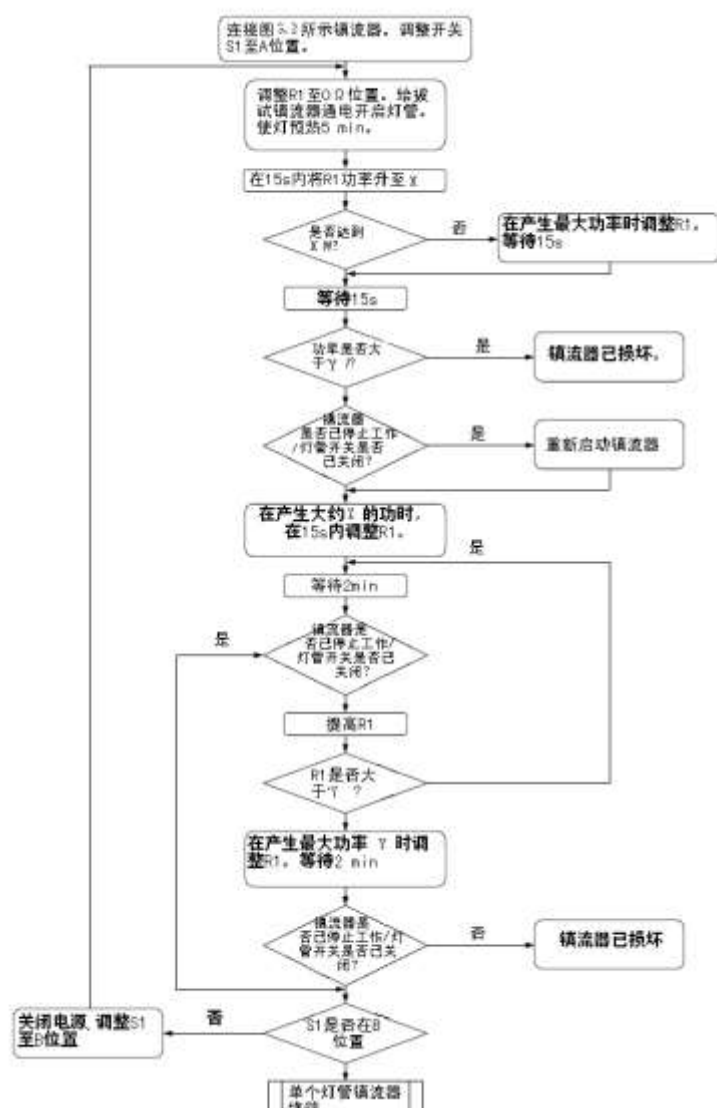


图 G.3 流程图: T5 型 (8W)、T8 型、T10 型和 T12 型灯管不对称功率试验

X = 表 16 中给出的值的两倍

Y = 表 16 中给出的值

Z = 表 16 中给出的值的一半

附 录 H (规范性附录)

用“设备保护级别”的方法对防爆设备进行危险评定的介绍

本附录阐述了用“设备保护级别”(EPL)的方法对设备危险进行评定的概念。EPL概念的引入能够使现有的防爆设备选型有了替代方法。

H.1 历史背景

人们历来认为不是所有的防爆型式都能提供相同的等级,以确保不出现可能的点燃。GB3836.15-2000安装标准对具体的危险区域规定了具体的防爆型式,其选型依据是统计学原理,即爆炸性环境出现的可能性或频次越大,其要求的安全程度就越高,以避免点燃源可能形成点燃危险。

危险场所(通常不包括煤矿)根据危险程度划分区域,危险程度的界定是根据爆炸性环境出现的或然率。通常情况下,它既不考虑爆炸潜在的因果关系,也不考虑其它因素,如物料毒性,而真正的危险评定是要考虑所有因素的。

不同区域选择设备历来都是以防爆型式为基础,在有些情况下,防爆型式又可按其使用的区域划分为不同的保护等级,例如,本质安全性分为“ia”和“ib”保护等级,浇封型“m”标准中包括两个保护等级“ma”和“mb”。

过去,设备选型标准在设备的防爆型式和其可使用的区域之间已经形成了固定的关系。如先前所述,在IEC的防爆标准体系中还从未考虑过爆炸潜在的因果关系,而这一因果关系又确实存在。

为了弥补这一缺失,设备操作人员又常常凭直觉来判定将危险区域扩大(或限定),典型的例子是将“1区型”船用设备安装于海上石油平台的2区,这样,即使是在完全出现非预期的气体长时间释放的情况下船用设备依然能防爆。另一方面,如果形成爆炸性气体的量小,而爆炸对生命和财产产生的危害可降低,那么,对于偏远的、安全可靠的业主来说,以“2区型”电动机驱动的小型泵站甚至在1区使用,可能是合理的。

随着IEC60079-26“0区用设备的附加要求”第一版的发布,情况就变得愈加复杂。在此之前,Exia等级的设备被视为唯一可用于0区的设备。

大家已经公认,根据内在的点燃危险识别和标志所有产品是有益的,这会更易于设备选型,适用时,能更适合用这种危险评定方法。

H.2 总则

已经引入了设备合格的危险评定方法,代替现有的、设备与危险区域之间规定的相对固定的方法。为方便起见,引入了设备保护级别体系,无论使用何种防爆型式,已经指明了设备内在的点燃危险。

规定的设备保护级别如I.2.1~I.2.3。

H.2.1 煤矿瓦斯气体环境(I类)

H.2.1.1 EPL Ma

安装在煤矿甲烷爆炸性环境中的设备,具有“很高”的保护级别,该等级具有足够的安全性,使设备在正常运行、出现预期故障或罕见故障,甚至在瓦斯突出时设备带电的情况下均不可能成为点燃源。

注:典型的通讯电路和气体探测器将制成符合Ma的要求,例如,Ex ia等级的电话电路。

H.2.1.2 EPL Mb

安装在煤矿甲烷爆炸性环境中的设备,具有“高”的保护级别,该等级具有足够的安全性,使设备在正常运行或在瓦斯突出和设备断电之间的时间内出现预期故障条件下不可能成为点燃源。

注:典型的I类设备将制成符合Mb的要求,例如,Ex d型电动机和开关。

H. 2. 2 气体（II类）

H. 2. 2. 1 EPL Ga

爆炸性气体环境用设备，具有“很高”的保护级别，在正常运行、出现预期故障或罕见故障时不是点燃源。

H. 2. 2. 2 EPL Gb

爆炸性气体环境用设备，具有“高”的保护级别，在正常运行或预期故障条件下不是点燃源。

注： 大多数标准的保护概念提出设备在这一保护级别。

H. 2. 2. 3 EPL Gc

爆炸性气体环境用设备，具有“一般”的保护级别，在正常运行中不是点燃源，也可采取一些附加保护措施，保证在点燃源预期经常出现的情况下（例如灯具的故障）不会形成有效点燃。

注： Ex n型将是该保护级别的典型设备。

H. 2. 3 粉尘（III类）

H. 2. 3. 1 EPL Da

爆炸性粉尘环境用设备，具有“很高”的保护级别，在正常运行中出现预期故障或罕见故障条件下不是点燃源。

H. 2. 3. 2 EPL Db

爆炸性粉尘环境用设备，具有“高”的保护级别，在正常运行或出现预期故障条件下不是点燃源。

H. 2. 3. 3 EPL Dc

爆炸性粉尘环境用设备，具有“一般”的保护级别，在正常运行过程中不是点燃源，也可采取一些附加保护措施，保证在点燃源预期经常出现的情况下（例如灯具的故障）不会形成有效点燃。

对于大多数情况，由于特有的潜在爆炸因果关系，预定下列情况适用于危险区域使用的设备。（对煤矿瓦斯环境不直接适用，因为区的概念通常不适用于煤矿。）见表H. 1

表 H. 1 EPL 与区的传统对应关系
(没有附加危险评定)

设备保护级别	区
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

H. 3 提供的防点燃危险

根据制造商为保护级别设立的运行参数，不同的设备保护级别必须能够起作用，见表H. 2。

表 H. 2 提供的防点燃危险描述

提供的保护	设备保护级别	保护特性	运行条件
	类别		
很高	Ma	两个单独保护措施或即使两个故障彼此单独出现依然安全	当出现爆炸性环境时设备依然运行
	I 类		
很高	Ga	两个单独保护措施或即使两个故障彼此单独出现依然安全	在 0 区、1 区和 2 区设备依然运行
	II 类		
很高	Da	两个单独保护措施或即使两个故障彼此单独出现依然安全	在 20 区、21 区和 22 区设备依然运行
	III 类		
高	Mb	适合正常操作和严酷运行条件	当出现爆炸性环境时设备断电
	I 类		
高	Gb	适合正常运行和经常出现干扰或正常考虑故障的设备	在 1 区和 2 区设备依然运行
	II 类		
高	Db	适合正常运行和经常出现干扰或正常考虑故障的设备	在 21 区和 22 区设备依然运行
	III 类		

一般	Gc	适合正常运行	在 2 区设备依然运行
	Ⅱ 类		
一般	Dc	适合正常运行	在 22 区设备依然运行
	Ⅲ 类		

H. 4 执行

新版GB3836. 15（包含可燃性粉尘环境原来的要求）将引入EPL概念，在设备选型中可使用“危险评定”法代替传统方法，涉及到的危险场所分类标准中同样也要引入EPL的概念。

附加标志和现有防爆型式的相关内容正在被引入下列修订的标准中：

- GB3836.1（包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB3836.2
- GB3836.3
- GB3836.4（将包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB3836.5（将包含可燃性粉尘环境用设备）
- GB3836.6
- GB3836.7
- GB3836.8
- GB3836.9（将包含可燃性粉尘环境用设备）
- IEC60079-26
- IEC60079-28

对于爆炸性气体环境用防爆型式EPL要求附加标志，对于爆炸性粉尘环境，现有的在设备上标志区域的方法由EPL代替。